

# 労働安全衛生総合研究所技術指針

TECHNICAL RECOMMENDATIONS  
OF THE NATIONAL INSTITUTE  
OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

JNIOOSH-TR-46-5:2018

## 工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針 2018)

### 第5編 安全増防爆構造 “e”

(対応国際規格 IEC 60079-7:2015+AMD1:2017)

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 7: Equipment protection by increased safety “e”



修正履歴(各修正の詳細については、別紙修正一覧参照)

■2019/9/27

p.5-16「表 1 最小沿面距離, 最小絶縁空間距離及び最小分離距離」中の数字の修正

■2020/7/16

p.5-18,p.5-19 の落丁と、落丁による以降のページ番号の不整合

## 工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）改正委員会

### 本委員会

委員長	土橋 律	東京大学大学院
副委員長	角谷 憲雄	防爆コンサルティングサービス（H29.5 まで）
委員	野田 和俊	国立研究開発法人産業技術総合研究所
〃	山隈 瑞樹	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
〃	綿貫 宏樹	一般社団法人日本電機工業会
〃	内田 龍行	アズビル株式会社（H29.3 まで）
〃	長谷川 祥樹	富士電機株式会社（H29.5 から）
〃	上野 泰史	IDEC 株式会社
〃	河合 隆	星和電機株式会社
〃	岡野 哲也	一般社団法人日本電気協会技術部
〃	原 拓哉	一般財団法人日本海事協会（H29.3 まで）
〃	熊井 真吾	一般財団法人日本海事協会（H29.5 から）
〃	山根 哲夫	東燃ゼネラル石油株式会社
〃	小桜 豊	三菱化学株式会社
〃	原田 大	横河電機株式会社
〃	堀尾 康明	横河電機株式会社
〃	榎本 克哉	公益社団法人産業安全技術協会
〃	小金 実成	公益社団法人産業安全技術協会
行政参加者	大村 倫久	厚生労働省安全衛生部安全課（H29.3 まで）
〃	吉岡 健一	厚生労働省安全衛生部安全課（H29.4 から）
事務局	大塚 輝人	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
〃	富田 一	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
〃	三浦 崇	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
〃	鄭 聖美	公益社団法人産業安全技術協会

### 第2分科会（第2編，第3編，第5編，第8編担当）

主査	原田 大	横河電機株式会社
幹事	中矢 晃司	公益社団法人産業安全技術協会
委員	渋谷 康彦	岩崎電気株式会社
〃	月谷 明博	エンドレスハウザージャパン株式会社
〃	佐藤 敏之	株式会社オーバル
〃	阿知和 典弘	三菱電機株式会社
〃	山口 祐市	DEKRA サーティフィケーション・ジャパン株式会社

## 前版からの主な変更点

前版（JNIOSH-TR-46-5:2015）からの主な変更点は次のとおりである。

- ・ 保護レベル“ec”を追加（“eb”及び“ec”）。
- ・ 「ケーブルラグ及びこれと類似のデバイスと一緒に使用するように設計した接続部」において、端子の絶縁材料の試験を追加（4.2.2.4）。
- ・ 「取り外すことのない接続部」及び「恒久的接続部」において、はんだ付けされた接続への要求事項を修正（4.2.2.5 及び 4.2.3.3）。
- ・ 「固体電気絶縁材料」において、熱安定性の範囲内で材料の使用についての要求事項を追加（4.6.1）。
- ・ 「容器の保護等級」において、グループ I の保護等級に対する要求事項を変更（4.10.1）。
- ・ 「照明器具、ハンドライト、又はキャップライト」の光源に発光ダイオード（LED）を追加（5.3.2.5）
- ・ 「放電ランプの安定器の異常動作」において、放電ランプに対する異常試験を追加（6.3.4.1.1）。
- ・ 「電子安定器から電源を供給するランプの陰極の電力消費」において、温度等級 T4 を維持するために、最大陰極電力又は周囲温度を減じた（6.3.4.3.2, 表 16）。
- ・ 「電子安定器から電源を供給するランプの陰極の電力消費」の「保護レベル“ec”の照明器具」において、寿命末期の試験を追加（6.3.4.3.2）。
- ・ 「表示及び取扱説明書」の「共通の表示」において、“eb”又は“ec”の表示要求を追加（9.1）。
- ・ 「表示及び取扱説明書」の「Ex コンポーネントの容器」についての要求事項を追加（9.2）。
- ・ 「管理された環境下にある保護レベル“ec”の機器に対する分離距離の代替値」を追加（附属書 H）。

## 目 次

第5編 安全増防爆構造 “e” .....	5-3
1 適用範囲 .....	5-3
2 引用文書 .....	5-4
3 用語及び定義 .....	5-6
4 構造上の要求事項 .....	5-10
4.1 保護レベル .....	5-10
4.2 電気接続部 .....	5-10
4.3 絶縁空間距離 .....	5-15
4.4 沿面距離 .....	5-17
4.5 コンフォーマルコーティングをもつプリント配線板（保護レベル“ec”） .....	5-24
4.6 固体電気絶縁材料 .....	5-24
4.7 巻線 .....	5-25
4.8 温度制限 .....	5-26
4.9 機器内の配線 .....	5-29
4.10 容器の保護等級 .....	5-29
4.11 締付けねじ .....	5-30
5 特定の電気機器に対する補足要求事項 .....	5-30
5.1 一般事項 .....	5-30
5.2 回転機(electrical machines) .....	5-30
5.3 照明器具, ハンドライト, 又はキャップライト .....	5-41
5.4 アナログ計器及び計器用変成器 .....	5-51
5.5 計器用変成器以外の変成器 .....	5-52
5.6 セル及びバッテリーを組み込んだ機器の補足要求事項 .....	5-52
5.7 汎用の接続・分岐箱 .....	5-61
5.8 抵抗加熱機器（トレースヒータを除く） .....	5-61
5.9 ヒューズに対する補足要求事項 .....	5-64
5.10 その他の電気機器 .....	5-65
6 型式試験及び検証 .....	5-66
6.1 耐電圧性能 .....	5-66
6.2 回転機 .....	5-66
6.3 照明器具 .....	5-69
6.4 計器及び計器用変成器 .....	5-75
6.5 計器用変成器以外の変成器 .....	5-76

6.6	保護レベル“eb”のセル及びバッテリーの試験及び検証 .....	5-76
6.7	保護レベル“ec”のセル及びバッテリーの試験及び検証.....	5-79
6.8	汎用の接続・分岐箱.....	5-79
6.9	抵抗加熱機器.....	5-80
6.10	端子の絶縁材料の試験 .....	5-80
7	ルーチン試験及びルーチン検証.....	5-81
7.1	耐電圧試験.....	5-81
7.2	バッテリーの耐電圧試験 .....	5-82
7.3	層間過電圧試験 .....	5-82
8	Ex コンポーネント認証書.....	5-82
8.1	一般事項 .....	5-82
8.2	端子.....	5-82
9	表示及び取扱説明書 .....	5-83
9.1	共通の表示.....	5-83
9.2	Ex コンポーネントの容器.....	5-83
9.3	取扱説明書.....	5-84
9.4	警告表示 .....	5-85
10	文書 .....	5-86
附属書 A (規定)	回転機の温度の決定—試験方法及び計算方法 .....	5-87
附属書 B (規定)	特定の形式の抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットの型式試験 (トレースヒータを除く) .....	5-91
附属書 C (参考)	かご形電動機—運転時の熱的保護.....	5-93
附属書 D (参考)	抵抗発熱デバイス及び抵抗発熱ユニット—追加の電氣的保護.....	5-94
附属書 E (参考)	汎用の接続・分岐箱における端子と導体との組合せ .....	5-95
附属書 F (参考)	銅導線の寸法.....	5-98
附属書 G (規定)	T5 (8 W に限る), T8, T10 及び T12 ランプの試験手順.....	5-99
附属書 H (規定)	管理された環境下にある保護レベル“ec”の機器に対する分離距離の代替値.....	5-104
附属書 I (参考)	保護レベル“ec”の非同期回転機に対する適用, 設置, 及び試験に関する留意事項..	5-107
附属書 J (参考)	LED を組み込んだ照明器具 .....	5-109
	文献.....	5-110

## 第 5 編 安全増防爆構造 “e”

### 1 適用範囲

この編は、爆発性ガス雰囲気での使用を意図する安全増防爆構造“e”の電気機器及び Ex コンポーネントの設計、構造、試験及び表示に関する要求事項を規定する。

安全増防爆構造“e”の電気機器及び Ex コンポーネントは、次のいずれかとする。

a) 保護レベル“eb” (EPL Mb 又は Gb)

b) 保護レベル“ec” (EPL Gc)

保護レベル“eb”は、機器又は Ex コンポーネントに適用し、接続、導体、巻線、ランプ及びバッテリーを含むが、半導体又は電解コンデンサは含めない。

**注記 1** 半導体又は電解コンデンサのような電子コンポーネントの使用は、保護レベル“eb”から除外されるが、これは、内部の分離距離が適用されなかったとき、予想される機能不全(malfunction)が、過剰な温度又はアーク及びスパークを引き起こすことがあるからである。分離距離を維持すること及び電子コンポーネントの機能を維持することは、常に実行可能とは限らない。

保護レベル“ec”は、機器又は Ex コンポーネントに適用し、接続部、導体、巻線、ランプ及びバッテリーを含み、さらに、半導体及び電解コンデンサも含む。

**注記 2** 半導体又は電解コンデンサのような電子コンポーネントの使用は、保護レベル“ec”においては許容される。これは、これらが通常の状態 (normal condition) 及び通常予想される事象(occurrence)の両方で評価され、かつ、過剰な温度に達し、又はアーク及びスパークを引き起こす可能性が低いからである。分離距離に関する要求事項は内部構造には適用されないため、市販の電子コンポーネントは、外部の分離距離が適合すれば、一般に使用できる。

この編の要求事項は、他に規定がない限り、両方の保護レベルに適用する。

保護レベル“eb”については、この編は、交流実効値又は直流で定格電圧 11 kV 以下の電気機器に適用する。

保護レベル“ec”については、この編は、交流実効値又は直流で定格電圧 15 kV 以下の電気機器に適用する。

**注記 3** 主電源回路の安全増防爆の接続に流れる短絡電流は、その短絡電流で生じる機械的応力による接続部の動きが原因となって爆発性ガス雰囲気に着火する顕著なリスクを生成するとはみなされない。通常の工業規格では、短時間の電流が接続の確実性に与える影響を考慮するのがよいことが要求されている。爆発性ガス雰囲気が存在することで、接続の確実性が悪影響を受けることはない。

**注記 4** 電動機の始動の際に生じるような、通常の定格電流を超える電流変動の結果として生じる短期間の熱変動は、比較的短時間で終わる事象であり、その事象の間だけ生じる熱の流れであるため、爆発性ガス雰囲気に対して、顕著な着火リスクをもたらすとは見なされない。

**注記 5** 高電圧接続部及び関連の配線 (1 kV 超) は、着火源となる可能性のある発達した部分放電を生じやすい。これを防止するため、接地面又は他の接続部との間の間隔を拡げる措置、及び端子部における適切な高電圧ストレス緩和対策が通常講じられる。

この編は、第1編（総則）の共通要求事項を補足及び修正する。この編の要求事項と第1編の要求事項とが相反するときは、この編の要求事項を優先する。

## 2 引用文書

次に掲げる文書は、この編に引用されることによって、この編の規定の一部を構成する。これらの引用文書のうちで、発行年を付記してあるものは、記載の年の版だけがこの編の規定を構成するものであって、その後の改正版・追補は適用しない。発行年を付記していない引用文書は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

引用文書に対応又は類似する国内規格又は労働安全衛生総合研究所技術指針が存在する場合、当該規格又は指針が併記されている。これらの国内規格又は技術指針は、対応する引用文書と内容が一致していない部分を除き、これに代えて適用することができる。引用文書に対応する国内規格と技術指針とが同時に存在するときは、技術指針を優先する。

注記 引用文書との整合性の程度が明確である場合、IDT（一致）、MOD（一部修正）又はNEQ（同等ではない）の略が併記されている。有効な部分は、引用されている国際規格等と一致する部分だけである。

IEC 60034-1: *Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance*

対応国内規格：JIS C 4213:2014, 低圧三相かご形誘導電動機—低圧トップランナーモータ (MOD)

IEC 60044-6, *Instrument transformers – Part 6: Requirements for protective current transformers for transient performance*

IEC 60061-1, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps*

IEC 60061-2, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 2: Lampholders*

IEC 60064, *Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes – Performance requirements*

対応国内規格：JIS C 7501:2011 一般照明用白熱電球 (MOD)

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

対応国内規格：JIS C 60068-2-6:2010, 環境試験方法—電気・電子—第2-6部：正弦波振動試験方法（試験記号：Fc）(IDT)

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-42, *Environmental testing – Part 2-42: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: General requirements*

対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-1:2015, 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針)第1編 総則

IEC 60079-1, *Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures "d"*



対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-2:2015, 工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針) 第 2 編 耐  
圧防爆構造 “d”

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety “i”*

対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-6:2015, 工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針) 第 6 編 本  
質安全防爆構造 “i”

IEC 60079-30-1, *Explosive atmospheres – Part 31: Electrical resistance trace heating – General and  
testing requirement*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal classification*

対応国内規格：JIS C 4003:2010, 電気絶縁—熱的耐久性評価及び呼び方 (MOD)

IEC 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid  
insulating materials*

IEC 60216-1, *Electrical insulation materials – Thermal endurance properties – Part 1: Ageing  
procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-2, *Electrical insulation materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination  
of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

対応国内規格：JIS C 3664:2007, 絶縁ケーブルの導体 (IDT)

IEC 60238, *Edison screw lampholders*

IEC 60317-3:2004, *Specifications for particular types of winding wires – Part 3: Polyester enamelled  
round copper wires, class 155*

IEC 60317-3:2004/AMD 1:2010

IEC 60317-8, *Specifications for particular types of winding wires – Part 8: Polyesterimide enamelled  
round copper wire, class 180*

対応国内規格：JIS C 3215-8:1999, 巻線個別規格—第 8 部：クラス 180 のポリエステルイミド銅  
線 (IDT)

IEC 60317-13, *Specifications for particular types of winding wires – Part 13: Polyester or polyesterimide  
overcoated with polyamide-imide enamelled round copper wire, class 200*

IEC 60317-46, *Specifications for particular types of winding wires – Part 46: Aromatic polyimide  
enamelled round copper wire, class 240*

IEC 60400, *Lampholders for tubular fluorescent lamps and starterholders*

IEC 60432-1, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 1: Tungsten filament lamps for domestic  
and similar general lighting purposes*

IEC 60432-2, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 2: Tungsten halogen lamps for domestic  
and similar general lighting purposes*

IEC 60432-3, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 3: Tungsten filament lamps (non-vehicle)*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60598-1, *Luminaires – Part 1: General requirement and tests*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements, and tests*

IEC 60947-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-7-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 60947-7-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-2: – Ancillary equipment – Protective conductor terminal blocks for copper conductors*

対応国内規格：JIS C 8201-7-2:2012, 低圧開閉装置及び制御装置—第 7-2 部：補助装置—銅導体用保護導体端子台 (MOD)

IEC 60947-7-4, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-4: Ancillary equipment – PCB terminal blocks for copper conductors*

IEC 60998-2-4, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-4: Particular requirements for twist-on connecting devices*

IEC 60999-1, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm<sup>2</sup> up to 35 mm<sup>2</sup> (included)*

IEC 60999-2, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm<sup>2</sup> up to 300 mm<sup>2</sup> (included)*

IEC 61184, *Bayonet lampholders*

IEC 61195, *Double-capped fluorescent lamps – Safety specifications*

IEC 61347-1, *Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirement*

IEC 61347-2-3, *Lamp control gear – Part 2-3: Particular requirements for a.c. and/or d.c. supplied electronic control gear for fluorescent lamps*

対応国内規格：JIS C 8147-2-3:2011, ランプ制御装置—第 2-3 部：交流及び直流電源用蛍光灯電子安定器の個別要求事項 (MOD)

IEC 62035, *Discharge lamps (excluding fluorescent lamps) – Safety specifications*

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

対応国内規格：JIS Z 9015-1:2006, 計数値検査に対する抜取検査手順—第 1 部：ロットごとの検査に対する AQL 指標型抜取検査方式 (IDT)

ISO 527-2, *Plastics – Determination of tensile properties – Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

### 3 用語及び定義

この編で用いる主な用語及び定義は、第 1 編に規定する用語及び定義によるほか、次による。

注記 他の用語、特に、より一般的な性質の用語の定義については、IEC 60050-426 又は該当する他の IEC 60050-426 のパートを参照する。

### 3.1 セル及びバッテリーのタイプ (cell and battery types)

#### 3.1.1 シールドセル (sealed cell)

製造者の指定する限度内において動作させたとき、密閉されたままであり、かつ、ガスも液体も放出しないセル。

注記 1 シールドセルは、通常、内圧が危険なほど高くなった際にこれを保護するための安全装置が取り付けられており、また、その寿命の間、当初の密閉状態のまま動作するように設計されている。

注記 2 シールドセルは、IEC 60079-15 では、以前、Type 1 cell と呼ばれていた。

#### 3.1.2 制御弁式セル又はバッテリー (valve-regulated cell or battery)

二次セル又はバッテリーであって、通常の状態では密閉されているが、内圧があらかじめ設定した値を超えるとガスを放出させることができる仕組みをもつもの。

注記 1 このセルは、通常、電解液を補充することはできない。

注記 2 制御弁式セル又はバッテリーは、IEC 60079-15 では、以前、Type 2 cell と呼ばれていた。

#### 3.1.3 ベント形セル又はバッテリー (vented cell or battery)

二次セル又はバッテリーであって、電解生成物又は気化物がセル又はバッテリーから大気中に制限なく放出できるように開口部をもつカバーを備えるもの。

注記 ベント形セル又はバッテリーは、IEC 60079-15 では、以前、Type 3 cell と呼ばれていた。

### 3.2 使用の形式 (電動機) (duty type (motor))

指定された期間において一定に維持される一つ以上の負荷における連続使用、短時間使用若しくは反復使用、又は負荷及び速度が全般的に許容動作範囲内でしか変動しない条件での不規則な使用。

注記 使用の形式には、IEC 60034-1 に定義されているように、S1 から S10 までである。

### 3.3 フェルール (ferrule)

より線に圧着した金属チューブであって、より線をターミナル内部に固定するもの。通常、セルの極柱の内側に完全には収められていないより線の露出部分を保護する電気絶縁物とともに使用される。

### 3.4 ヒューズ (fuse)

ある一定の値及び時間を超えて電流が流れると溶融するように特別に設計及び配置された一つ以上のコンポーネントを溶断することによって、それが挿入されている回路を流れる電流が十分な時間にわたって規定値を超えたとき、その回路を開放するデバイス。

### 3.5 安全増防爆構造 “e” (increased safety “e”)

電気機器又は Ex コンポーネントに対して適用される防爆構造であって、過度の温度上昇の可能性並びにアーク及びスパークの発生に対して、安全性を高めるために追加的な対策を講じるもの。

### 3.6 拘束電流 $I_A$ (initial starting current $I_A$ )

定格電圧及び定格周波数の下で静止状態の交流電動機、又は最大エアギャップの位置で可動鉄心を拘束した交流電磁石に流れる電流の最大実効値。

注記 過渡現象は無視する。

### 3.7 発光ダイオード、LED (Light Emitting Diode, LED)

p-n 接合をもつ固体デバイスであって、電流によって励起されたとき光を放射するもの。

### 3.8 LED モジュール (LED module)

キャップのない光源であり、一つ以上の LED パッケージをプリント基板上に実装し、電氣的、光学的、機械的及び熱的なコンポーネント、インタフェース及び制御装置 (controlgear) を一つ以上含む。

### 3.9 LED パッケージ (LED package)

単一の電気コンポーネントであり、一つ以上の LED を樹脂充填しているもの。光学エレメント及び熱的、機械的及び電氣的インタフェースをもつこともある。

注記 1 コンポーネントは、制御装置の制御ユニット及びキャップを含まず、かつ、電源電圧に直接接続されていない。

注記 2 LED パッケージは、個別のコンポーネントであり、LED モジュール又は LED ランプの部品である。

### 3.10 通常使用 (normal service)

始動条件を含む銘板表示の定格 (又は一組の定格) での機器の連続運転。

注記 保護レベル“ec”の電動機で使用の形式 S1 又は S2 に対する通常使用には、始動は含まれない。

### 3.11 定格動的電流 $I_{dyn}$ (rated dynamic current)

電気機器が、それに流れる電流による動的影響に対して、損傷することなく耐える電流の波高値。

### 3.12 定格短時間熱的電流 $I_{th}$ (rated short-time thermal current)

導体の温度を、最高周囲温度で定格通電時に到達する温度から許容温度まで 1 秒間で上昇させるために必要な電流の実効値。

### 3.13 抵抗加熱装置 (resistance-heating applications)

#### 3.13.1 抵抗加熱 (resistance-heating)

電気抵抗加熱デバイス、電気抵抗加熱ユニット及び関連の制御装置 (電気トレースヒーティングシステムを除く) を利用した加熱方式

---

#### 指針活用上の留意点

---

電気抵抗加熱デバイス及び電気抵抗加熱ユニットは、それぞれ電熱体及び電熱器ともいう。

---

注記 電気トレースヒーティングシステムは IEC 60079-30-1 で取り扱われている。

#### 3.13.2 抵抗加熱デバイス (resistance-heating device)

一つ以上の発熱抵抗体から構成する抵抗加熱ユニットの一部であって、通常、適切に絶縁及び保護した金属導体又は導電性材料からなるもの。

注記 この編で扱う抵抗加熱デバイスの一例として、結露防止ヒータがある。

#### 3.13.3 抵抗加熱ユニット (resistance-heating unit)

許容温度を確実に超えないようにするために必要な安全デバイスと関連させた一つ以上の抵抗加熱デバイスの集成体で構成される機器。

注記 危険場所以外で使用するときは、許容温度を超えないようにするために必要な安全デバイスは、安

全増防爆構造“e”又は他の防爆構造でなくてもよい。

### 3.13.4 被加熱物 (workpiece)

抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットを取り付ける対象物。

### 3.13.5 温度自己制御特性 (temperature self-limiting characteristic)

定格電圧における抵抗加熱デバイスの熱出力がその周囲の温度が上昇するにつれて減少する特性であり、抵抗加熱デバイスの温度は、もはや温度上昇をしなくなる値まで熱出力が減少したところで安定するもの。

注記 抵抗加熱デバイスの表面温度は、やがてその周囲の温度と実質的に等しくなる。

### 3.13.6 安定化設計 (stabilized design)

設計及び使用方法によって、最悪の条件においても、抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットの温度を許容温度未満に安定させようとする設計であって、温度制限するための安全デバイスを必要としないもの。

### 3.14 短絡電流 $I_{SC}$ (short-circuit current $I_{SC}$ )

機器の使用中に生じる可能性のある最大短絡電流の実効値。

注記 この最大値は、第1編（総則）に従って作成する（申請）文書に記載するものである。

### 3.15 固体絶縁物 (solid insulation)

注入成形ではなく、押出し成形又はモールド成形で製造された電気絶縁材料。

注記 二つ以上の電気絶縁材料を堅く接着して作られた絶縁物は、固体とみなされる。「固体絶縁」という用語は、最終的な形状を指し、必ずしも最初に適用したときの形状とは限らない。回転機の巻線については、ワニスを使用して巻線を固定及び絶縁するプロセスは、ワニスがどのように使用されるかにかかわらず、最終的には固体絶縁となる。

### 3.16 拘束電流比 $I_A/I_N$ (starting current ratio $I_A/I_N$ )

拘束電流  $I_A$  と定格電流  $I_N$  との比。

---

#### 指針活用上の留意点

---

対応国際規格 (IEC 60079-7:2015) の“initial starting current  $I_A$ ”は、この編では、拘束電流を指す。

---

### 3.17 固定子巻線 (stator winding)

回転式又はリニア式の電動機の固定された巻線

### 3.18 許容拘束時間 $t_E$ (time $t_E$ )

最高周囲温度において、交流回転子巻線又は交流固定子巻線の温度が、定格運転時に到達した温度から、拘束電流  $I_A$  を流したとき加熱されて許容温度に上昇するまでに要する時間（秒）（図 A.1 参照）。

### 3.19 トレースヒータ (trace heater)

電気抵抗の原理に基づいて熱を発生させることを目的として設計したデバイスであり、通常、一つ以上の金属導体又は導電性材料を電氣的に絶縁し、保護したものからなる。

### 3.20 端子 (terminal)

回路素子、回路又は回路網を他の複数の電気素子、電気回路又は回路網と相互接続する点。

### 3.21 安全デバイス (safety device)

爆発性雰囲気の内又は外で使用することを意図するが、爆発リスクに関して、機器及び保護システムの安全な作動のために要求される、又は貢献するデバイス。

注記 TC31 (防爆関連技術を所掌する IEC の技術委員会) は、このような安全デバイスに対する要求事項を定めた欧州規格 EN 50495 を基礎とする IEC 規格の作成を目指すプロジェクトを開始した。

### 3.22 移動式 (transportable)

通常、車両を使ってある場所から別の場所へ移動可能なこと。

---

#### 指針活用上の留意点

---

本文中及び注記にある故障及び故障 (機能失敗) について：

この編では JIS C 0508 群の用語を参照する。JIS C 0508-1：電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全—第 1 部：一般要求事項 (IEC 61508-1：2010 (IDT)) では、用語及び定義については JIS C 0508-4 を呼び出している。

JIS C 0508-4：2012 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全—第 4 部：用語の定義及び略語 (IEC 61508-4 Ed2：2010) によると下記のとおりである。(ただし、詳細は JIS C 0508-4 3.6.1 及び 3.6.4 を参照のこと)

- ・故障 (fault)

機能ユニットに要求される機能遂行能力の低下又は喪失を引き起こす可能性がある異常状態。

- ・故障 (機能失敗) (failure)

ある機能ユニットの要求機能の遂行能力の終結、又は要求された以外の機能の誤運用。

---

## 4 構造上の要求事項

### 4.1 保護レベル

安全増防爆構造“e”の電気機器は、次のいずれかとする。

- 保護レベル“eb” (EPL Mb 又は Gb)
- 保護レベル“ec” (EPL Gc)

この箇条の要求事項は、箇条 5 で特に定める場合を除き、安全増防爆構造“e”の全ての電気機器および Ex コンポーネントに適用する。

### 4.2 電気接続部

#### 4.2.1 一般事項

機器の容器の内部で終端することを意図する電気接続部は、適切な要求事項の詳細を示す際の便宜上、現場で行う配線 (4.2.2) と工場で行う配線 (4.2.3) とに細分類し、さらに、恒久接続形と再接続可能形とに細分類する。

外部での接地接続部及び等電位ボンディング接続部は、現場で行う配線接続 (4.2.2) の要求事項に従う。

いずれの接続部も、該当する場合、次による。

- a) ねじ締め付け中、又は導体の固定後、導体が本来の位置から抜け出ることのない構造とする。
- b) 使用中に接続が緩むことを避けるための手段を備える。

- c) たとえ単線導体を直接クランプして固定することを意図する接続部に多心より線導体を接続したとしても、導体にその機能を損なうような損傷を与えることなく、接触を確保する。
- d) 使用中の接触圧を確保するために、正の圧縮力を加える。
- e) 通常使用中に発生する温度変化によって接触が著しく損なわれることのない構造とする。
- f) 第1編（総則）の「接地の連続性試験」で許容される場合を除き、絶縁物を介さずに接触圧を確保する。
- g) 二つ以上の導体を一つのクランプ点に接続する仕様にはなっていない。（ただし、特にそうした目的のために設計し、かつ、評価しているものは除く）
- h) より線導体の使用を意図する場合、導体を保護し、接触圧を均等に分散させる方法を用いる。接触圧を加える方法は、設置のとき、確実により線を固くひとまとめにし、その後の使用中に変化しないようにできるものとする。代替法として、接触圧を加える方法は、使用中により線を安定して収納できる設計とする。
- i) ねじ接続部のについては、締付けトルク値を指定する。
- j) IEC 60228 による箇条 5 又は箇条 6 の細より線用のねじを用いない接続部の場合、細より線にはフェールを備える、又は、端末にはクランプ機構を開放する方法を備えて、導体取付けのとき、より線が損傷を受けないようにする。

**注記 1** 酸化防止剤が適用されているとき、アルミニウム線を使用すると沿面距離及び絶縁空間距離を損なう原因になることがある。端子へのアルミニウム線の接続には、一般に、端子側が銅の接続となるような適切なバイメタル接続デバイスが用いられる。

---

#### 指針活用上の留意点

---

アルミニウム線を使用する場合とは、アルミニウムと銅とのバイメタルケーブルラグ（端子接続部が銅製の丸形端子）等を使用することを指している。

---

**注記 2** 緩みを防止するため、振動及び機械的衝撃に対する特別の予防措置が求められる。

**注記 3** 鉄系材料を使用している場合、電解腐食を生じることがある。IEC TR 60943 に、異種金属間の電気化学ポテンシャルを低下させることに基づく腐食対策が記載されている。

**注記 4** 端子ブロック及び附属品の絶縁材の許容温度は、通常、4.8.2 a) に従って、絶縁材の許容温度を基に定めているが、端子の許容温度は、機器に使用するときは、端子に接続するケーブルの最高絶縁温度定格にも依存する。

---

#### 指針活用上の留意点

---

4.2.1 a) ～j) において、対応国際規格（IEC 60079-7:2015）における各用語を次のように訳している。“service”を「使用中」としており、これは、通電中以外の取扱いも含む。

---

#### 4.2.2 現場で行う配線の接続部

#### 4.2.2.1 一般事項

現場で行う配線用の接続端子は、電気機器の定格電流を流すために要求される断面積以上の断面積の導体を有効に接続可能な寸法とする。

接続部の位置は、使用中に点検の必要が生じたときに、適切にアクセスできるものとする。

安全に接続できる導体の数、寸法及びタイプは、第1編（総則）に従って用意する文書に指定する。

注記1 「導体のタイプ」には、導体の材料及びより（撚り）の状態などの特性を含む。

注記2 EMCの要求事項に適合するために用いられるもののように、ある種のケーブルは、複数の接地用導線を内包する。通常想定されるよりも多くの接地用導体を接続する端子部が要求されるかもしれない。このような場合、使用者及び製造者は協調して端子部を設けることが重要である。

#### 4.2.2.2 IEC 60947-7-1, IEC 60947-7-2, IEC 60947-7-4, IEC 60999-1 又は IEC 60999-2 に適合する端子を用いた接続部

ここでいう端子は、部分的に絶縁被覆を剥がした銅の導体を接続するための、例えば、フェルールなどの裸導体の形状に合わせた部品以外の介在物を追加することなしに接続することを意図している。

保護レベル“eb”の端子は、6.10に定める端子の絶縁材料の試験にかける。

端子は、その取付け具に固定できなければならない。

保護レベル“eb”の端子については、IEC 60947-7-1の温度上昇試験の方法に従って定格電流の110%の試験電流を流したときに、導体バーの温度上昇が40 Kを超えてはならない。

注記1 この試験は、いかなる容器も使用しないで端子を試験したときの端子の絶対最大定格電流と関係するものである。実際上は、容器内で端子を複数使用するときは、特定の使用状況に応じて定格電流を小さくすることが必要となるであろう（5.8, 6.8及び附属書E参照）。

認証書に特段の指定がない限り、定格断面積35 mm<sup>2</sup>（2 AWG）以下の導体を接続するための端子は、附属書Fに従って、ISO規格に基づく線のサイズが二つ以上小さいサイズの導体にも有効に接続できなければならない。

注記2 4.2.2.2は、Exコンポーネントとしての端子に対する要求事項を示すことを意図している。

#### 4.2.2.3 現場で行う配線用の機器と一体化した接続端子部

現場で行う配線用の機器と一体化した接続端子部は、該当する場合、4.2.2.2の要求事項に適合しなければならない。

注記1 他の防爆構造（耐圧防爆構造“d”など）を採用した機器又はExコンポーネントの接続端子部は、接続方法に安全増防爆構造“e”を用いて設置することが許される。

注記2 4.2.2.2に示された温度上昇40 Kは、端子をExコンポーネントとして評価する目的に限られ、実際に端子を取り付けて測定するものではない（この場合、40 K以上温度上昇する可能性がある）。

#### 4.2.2.4 ケーブルラグ及びこれと類似のデバイスとともに使用するよう設計した接続部

この種の接続部は、それらの取付け具に固定する。

端子は、4.2.2.1の要求事項を満たさなければならない。

保護レベル“eb”の端子は、6.10に定める端子の絶縁材料の試験にかける。

ケーブルの緩み、又は沿面距離及び絶縁空間距離の減少を予防するため、回転又は移動を防止するよう



なケーブル又は導体の固定手段を備える。代替法として、第1編の表示に関する要求事項に従って、記号Xを認証番号の末尾に添え、かつ、認証書に記載する特定の使用条件に、沿面距離及び絶縁空間距離を損なわないようなケーブル又は導体の固定方法、及び接続部の緩みを防止する方法を詳細に記載する。記号Xの添え字に代えて、第1編に従って別の表示をする場合、その表示は、接続区画の外側又は内側のいずれでもよい。

**注記** 35 mm<sup>2</sup>を超える断面積をもつ導体によって、沿面距離及び絶縁空間距離の減少を防止するために十分な剛性を得ることができる。

#### 4.2.2.5 取り外すことのない接続部

これらの接続部は、通常、設置工事の際に適切な接続方法を用いて終端することとなっている複数の個別の導体（フライングリード）である（4.2.1参照）。完成した接続部を適切な位置に固定するための手段を備える、又は、完成した接続部をこの編の要求事項に従って確実に絶縁する手段を備える。

接続方法がはんだ付けによる場合、はんだ付けに加えて、完成した接続部を機械的に保持できる手段を備える。接続部を、はんだ付けだけによって機械的に保持することは許容しない。

**注記** 機械的保持の意図は、機械的応力が電気接続部に伝わることを防ぐことにある。

#### 4.2.3 工場で行う配線の接続部

##### 4.2.3.1 一般事項

工場で行う配線の接続部は、特定の位置に固定する、又は、この編の沿面距離及び絶縁空間距離に関する要求事項に適合する手段を備えるのいずれかとする。

現場で行う配線の接続部に適する接続方法は、工場で行う配線の接続部に使用してもよい。ただし、この場合、6.10の端子絶縁材料試験は、保護レベル“eb”又は“ec”のいずれに対しても行う必要はない。

**注記** 絶縁材料の熱安定性に関する要求事項は、4.6に規定されている。

##### 4.2.3.2 保護レベル“ec”に対するツイストオンコネクタ

保護レベル“ec”においては、現場で行う配線の接続部に適する接続方法に加えて、IEC 60998-2-4の要求事項を満たすツイストオン接続デバイスも工場で行う配線の接続部に用いてよい。

##### 4.2.3.3 恒久的接続部

恒久的接続部（取り外すことのない接続部）は、次のいずれかの方法による。

- a) 圧着
- b) ろう付け
- c) 溶接
- d) はんだ付け（ただし、はんだ付けに加えて、接続部全体を機械的に保持すること。）
- e) 保護レベル“ec”においては、追加の機械的保持のない、プリント基板実装コンポーネント（表面実装及びスルーホール実装を含む）

**注記** 一般に「銀ろう付け（silver soldering）」と呼ばれるものは「ろう付け」とみなされる。

##### 4.2.3.4 保護レベル“eb”の差込み接続部

これらの接続部は、組立て、保守又は修理の間、容易に接続又は分離できるように設計されたものである。

**注記 1** これらの接続部は、爆発性雰囲気が存在するときに着脱することは意図していない。

注記2 代表的な例には、プラグインコンポーネント及びカードエッジコネクタがある。

保護レベル“eb”の差込み接続部は、次による。

- a) 個々の接続においては、二つ以上の面が接触するようにする。この場合において、一つの面の接触が損なわれても、他の接触に影響を与えないようにする。
- b) 工場で行う配線の接続を分離する際に電源を供給したままにできる場合、インターロックを設け、電源が供給されているときは配線の接続を分離できないようにする、又は表 19 の a) に従って表示をする。小さなアイテムについては、表示はその近傍に行うことができる。
- c) 次のいずれかによって確実な接続を確保する。

- ・ 個々の接続部又はグループごとの接続部には、機械的な保持のためのデバイスを備える。このデバイスは、内部摩擦は別にして、コンポーネントの中心付近に徐々に力をかけたとき 30 N 以上の力が加わらなければ分離できないものでなければならない。複数の個々の接続部からなるグループが機械的に結合していて、分離できるコンポーネントの質量が 0.25 kg を超える、又はそのコンポーネントが 10 本を超える導体を有する場合、接続を確保するために特別な配慮をする。

注記3 EPL Gb の機器においては、接続部を分離することで着火リスクが高まるので、保護レベル“eb”に対する機械的な保持の効果を試験によって評価するというのが趣旨である。

- ・ (接続点の) 位置の維持を摩擦力だけに頼っている接続コンポーネントであって、接点以外には何も保持部分がない場合、分離に要する力 (単位 N で表示) はコンポーネントの質量 (単位 kg で表示) の 200 倍を超えるものとし、この場合、機械的保持用のデバイスは要求しない。試験では力をコンポーネントの中心付近に徐々に加える。

#### 4.2.3.5 保護レベル“ec”の差込み接続部

これらの接続部は、組立て、保守又は修理の間、容易に接続又は分離できるように設計されたものである。

注記1 これらの接続部は、爆発性雰囲気が存在するときに着脱することは意図していない。

注記2 代表的な例には、コネクタ、プラグインコンポーネント及びカードエッジコネクタがある。

保護レベル“ec”の差込み接続のソケット (通常運転中、プラグを差し込まず、保守又は修理の際だけに使用することを意図するものに限る。) は、はめ合い部品を挿入することなく評価を行う。

保護レベル“ec”の差込み接続部は、次のいずれかによって確実な接続を確保する。

- a) 個々の接続部又はグループごとの接続部には、機械的な保持のためのデバイスを備える。このデバイスは、内部摩擦の他に、コンポーネントの中心付近に徐々に力をかけたとき 15 N 以上の力が加わらなければ分離できないものでなければならない。個々の複数の接続部からなるグループが機械的にリンクしており、分離するコンポーネントの質量が 0.25 kg を超える、又は 10 本を超える導線をもつ場合、確実な接続の確保のために特別な配慮をする。

機械的保持の有効性を評価する手法は、ここに規定する「15 N 試験」による。

- b) 接点以外には保持部分が何もなく、摩擦力だけで (接続点の) 位置を保持している接続コンポーネントについては、力をコンポーネントの中心付近に徐々に加えて分離の試験を行ったとき、分離に要する力 (引抜き力) (単位 N) が、コンポーネントの質量 (単位 kg) の 100 倍を超えなければならない。この試験では、機械的保持用のデバイスは要求しない。

#### 4.2.3.6 差込み式ターミナルブリッジ接続部

これらの接続部は一度しか接続せず、かつ、保守又は修理の間、接続も分離もしないこととしたものである。保護レベル“eb”については、一方の差込み式ターミナルブリッジ接続部を分離するために要する力...(引抜き力) (単位 N) は、コンポーネントの質量 (単位 kg) の 200 倍を超えなければならない。この試験では、コンポーネントの中心付近に徐々に力を加える。

保護レベル“ec”については、一方の差込み式ターミナルブリッジ接続部を分離するために要する力...(引抜き力) (単位 N) は、コンポーネントの質量 (単位 kg) の 100 倍を超えなければならない。この試験では、コンポーネントの中心付近に徐々に力を加える。

#### 4.2.4 現場で行う配線の接続部に用いる外部のプラグ及びソケットの接続部

フランジ取付けのプラグ又はソケットが容器壁の一部を形成し、はめ合うプラグ又はソケットを外部から差し込むようになっている場合、そのプラグ及びソケットの接続部は、この細分箇条の補足要求事項を満たさなければならない。はめ合い部分の接続部は、終端処理せずに提供する場合、現場で行う配線とみなす。

次のいずれかの現場で行う配線の接続部に該当するプラグ及びソケットは、下の a), b) 又は c) に適合しなければならない。

- ・一つの電気機器ともう一つの電気機器との間の接続部 (プラグ及びソケットを両端にもつケーブルアセンブリを用いて、又はプラグ及びソケットを一端にもつが他端は終端処理していないケーブルを用いて)
  - ・固定設備と一つの電気機器との間の接続部 (電気機器側にはソケットをもち、固定設備側は終端処理していないケーブルアセンブリを用いて)
- a) プラグ及びソケットに機械的又は電氣的インターロックをかける。インターロックをかけない場合、接点に通電されているときは分離できず、かつ、プラグとソケットとが分離しているときは接点に通電できないような設計とする。
- b) プラグ及びソケットへの通電を遮断できる場合...9.4 a)で要求する「警告—通電しているときは接続又は分離をするな」という表示を行い、かつ、保護レベル“ec”の機器については、プラグとソケットとをはめ合い接続し、また、保護レベル“eb”の機器については、特殊締付ねじ...(第1編 9.2)でプラグとソケットとをはめ合い接続する。
- c) バッテリに接続しているために、上記 b) による接続又は分離の前にプラグ及びソケットへの通電を遮断できない場合、9.4 j) で要求する「警告—接続又は分離は非危険場所だけで行え」という分離警告を表示する。

プラグ及びソケットのコネクタをはめ合い接続した部分については、可動部分が取り外された場合であっても、それらを取り付けた容器の保護等級を維持するための措置を講じる。粉じん又は水が堆積することによって保護等級が明らかに低下するときは、プラグ及び／又はソケットの保護等級を維持するための措置も講じる。

#### 4.3 絶縁空間距離

電位の異なる裸導電部分の間の絶縁空間距離は表 1 のとおりとするが、現場で行う配線の接続部においては、保護レベル“eb”については 3 mm 以上、また、保護レベル“ec”については 1.5 mm 以上とする。代

替法として、保護レベル“ec”については、現場で行う配線の接続部以外の絶縁空間距離は、附属書 H に示す値に適合することでもよい。

最悪条件での配線用端子の最小絶縁空間距離を求めるため、各配線用端子に導体を付けたとき及び付けないときの両方で端子の間隔を評価する。導体の配置は製造者の指定のとおりとする。

注記 1 製造者が指定する導体の配置には、導体の寸法、導体被覆の剥きしろ、導体フェールールの使用法、最大ねじトルク、その他が含まれる。

注記 2 導体のクランプを全て開放した配線の端末部が最悪条件における間隙となる。

絶縁空間距離は、動作電圧の関数として求める。機器に二つ以上の定格電圧がある、又は定格電圧に範囲がある場合、定格電圧の最大値を使用する。図 1 の例 1～例 11 は、絶縁空間距離を求めるときに考慮する特徴及び適切な絶縁空間距離を図解したものである。

この編に特段の要求がない限り、保護レベル“ec”の機器に対する絶縁空間距離は主電源回路及び絶縁された回路間だけに適用する。絶縁空間距離は、プリント配線板に実装したコンポーネントには適用しない。

#### 指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-7:2015) では、上の段落は、"the enhanced clearance distances for equipment of Level of Protection “ec”..."となっているが、表 1 には enhanced に対応する用語が使用されていないため enhanced はあえて訳さないこととした。

表 1 最小沿面距離、最小絶縁空間距離及び最小分離距離

電圧 $U$ (V) (a及びb参照) 交流実効値 (rms) 又は直流	沿面距離の最小値 mm								絶縁空間距離及び 分離距離の最小値 mm		
	材料のグループ								絶縁空間距離	コーテ ィング 下の距 離 <sup>d</sup>	
	I		II		IIIa		IIIb				
	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“ec”
≤ 10 (c 参照)	1.6	1	1.6	1	1.6	1	-	1	1.6	0.4	0.3
≤ 12.5	1.6	1.05	1.6	1.05	1.6	1.05	-	1.05	1.6	0.4	0.3
≤ 16	1.6	1.1	1.6	1.1	1.6	1.1	-	1.1	1.6	0.8	0.3
≤ 20	1.6	1.2	1.6	1.2	1.6	1.2	-	1.2	1.6	0.8	0.3
≤ 25	1.7	1.25	1.7	1.25	1.7	1.25	-	1.25	1.7	0.8	0.3
≤ 32	1.8	1.3	1.8	1.3	1.8	1.3	-	1.3	1.8	0.8	0.3
≤ 40	1.9	1.4	2.4	1.6	3.0	1.8	-	1.8	1.9	0.8	0.6
≤ 50	2.1	1.5	2.6	1.7	3.4	1.9	-	1.9	2.1	0.8	0.6
≤ 63	2.1	1.6	2.6	1.8	3.4	2	-	2	2.1	0.8	0.6
≤ 80	2.2	1.7	2.8	1.9	3.6	2.1	-	2.1	2.2	0.8	0.8
≤ 100	2.4	1.8	3.0	2	3.8	2.2	-	2.2	2.4	0.8	0.8
≤ 125	2.5	1.9	3.2	2.1	4.0	2.4	-	2.4	2.5	1	0.8

≤ 160	3.2	2	4.0	2.2	5.0	2.5	-	2.5	3.2	1.5	1.1
≤ 200	4.0	2.5	5.0	2.8	6.3	3.2	-	3.2	4.0	2	1.7
≤ 250	5.0	3.2	6.3	3.6	8.0	4	-	4	5.0	2.5	1.7
≤ 320	6.3	4	8.0	4.5	10.0	5	-	5	6.0	3	2.4
≤ 400	8.0	5	10.0	5.6	12.5	6.3	-	6.3	6.0	4	2.4
≤ 500	10	6.3	12.5	7.1	16	8	-	8	8.0	5	2.4
≤ 630	12	8	16	9	20	10	-	10	10	5.5	2.9
≤ 800	16	10	20	11	25	12.5	-	-	12	7	4
≤ 1,000	20	11	25	11	32	13	-	-	14	8	5.8
≤ 1,250	22	12	26	12	32	15	-	-	18	10	-
≤ 1,600	23	13	27	13	32	17	-	-	20	12	-
≤ 2,000	25	14	28	14	32	20	-	-	23	14	-
≤ 2,500	32	18	36	18	40	25	-	-	29	18	-
≤ 3,200	40	22	45	22	50	32	-	-	36	22	-
≤ 4,000	50	28	56	28	63	40	-	-	44	28	-
≤ 5,000	63	36	71	36	80	50	-	-	50	36	-
≤ 6,300	80	45	90	45	100	63	-	-	60	45	-
≤ 8,000	100	56	110	56	125	80	-	-	80	56	-
≤ 10,000	125	71	140	71	160	100	-	-	100	70	-
≤ 12,500	-	90		90	-	125	-	-	-	89	-
≤ 13,640	-	98		98	-	138	-	-	-	97	-

- a 要求する沿面距離及び絶縁空間距離の値を決定するとき、使用電圧は、表中の電圧の値を1.1倍してよい。
- 注 1.1倍という係数は、回路の多くの場所で使用電圧が定格電圧に等しいこと、かつ、一般的な使用において、定格電圧の多くが1.1倍に対応できることによるものである。
- b 沿面距離及び絶縁空間距離の値は、すでに最大入力電圧に許容差±10 %を見込んだ値である。したがって、表から使用する電圧を決定するとき、入力電圧の変動を考慮する必要はない。
- c 10 V以下については、比較トラッキング指数 (CTI) の値の該当がないので、材料グループIIIaの要求事項に適合しない材料であっても許容できる。
- d コーティング下の距離は、4.5に記載されているように、保護レベル“ec”のプリント配線板に適用する。

#### 指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-7:2015) では、Table 1 (表 1) と Table 2 (表 2) とが入れ替わっているが、この編では、表番号を本文の引用順に整合するために変更した。

## 4.4 沿面距離

### 4.4.1

沿面距離の要求値は、動作電圧、電気絶縁材料の耐トラッキング性、及び表面の形状によって異なる。配線用端子の最小沿面距離を求めるため、配線用端子に導体を付けたとき及び付けないときの両方において、端子の間隔を評価する。

表 2 に、IEC 60112 に従って測定した比較トラッキング指数 (CTI) による電気絶縁材料の分類を示す。

無機絶縁材料（例えば、ガラス及びセラミックス）は、トラッキングを起さないので CTI の測定を行う必要はなく、従来、材料グループ I に分類されている。

表 1 の分類は、リブ又は溝のない絶縁物の部分に適用するものである。4.4.3 に従うリブ又は溝がある場合、1,100 V 以下の動作電圧に対する最小許容沿面距離は、一段上位の材料グループに対する値（例えば、グループ II の材料を用いる場合、グループ I の材料に対する沿面距離）に基づいて決める。

注記 1 材料グループは、IEC 60664-1 に定めるものと同じである。

過渡的な過電圧は、通常、トラッキング現象には影響しないので無視することとなる。ただし、一時的に機能上発生する過電圧については、その持続時間及び発生頻度によっては考慮が必要になることがある。

この編に特段の要求がない限り、保護レベル“ec”の機器における沿面距離は主電源回路及び絶縁された回路間だけに適用する。沿面距離は、プリント配線板に実装したコンポーネントには適用しない。

#### 指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-7:2015) では、上の段落は、"the enhanced creepage distances for equipment of Level of Protection “ec” …"となっているが、表 1 には enhanced に対応する用語が使用されていないため enhanced はあえて訳さないこととした。

注記 2 追加的な情報は、IEC 60664-1 参照。

表 2 絶縁材料の耐トラッキング性

材料グループ	比較トラッキング指数 (CTI)
I	$600 \leq CTI$
II	$400 \leq CTI < 600$
IIIa	$175 \leq CTI < 400$
IIIb	$100 \leq CTI < 175$

#### 4.4.2

電位の異なる裸導電部分の間の沿面距離は表 1 のとおりとするが、現場で行う配線の接続部においては、保護レベル“eb”については 3 mm 以上、また、保護レベル“ec”については 1.5 mm 以上とし、機器の製造者が指定した定格電圧の関数として求める。代替法として、保護レベル“ec”については、現場で行う配線の接続部以外の沿面距離は、附属書 H に示す値に適合することでもよい。

#### 4.4.3

図 1 は、沿面距離を求めるときに考慮する特徴及び適切な沿面距離を図示したものである。寸法 X の値は保護レベル“eb”については 2.5 mm、また、保護レベル“ec”については 1.5 mm である。

次の場合、リブ及び溝の効果を考慮に入れてよい。(リブ及び溝があるとみなしてよい。)

##### a) 保護レベル“eb”について

- 表面にあるリブの高さが 2.5 mm 以上かつ材料の機械的強度に見合った厚さ (1.0 mm 以上) のもの。

- － 表面にある溝の深さが 2.5 mm 以上かつ幅が 2.5 mm 以上のもの。ただし、関連する絶縁空間距離が 3 mm 未満であるときは、溝の最小幅は 1.5 mm に減じてよい。

b) 保護レベル“ec”について

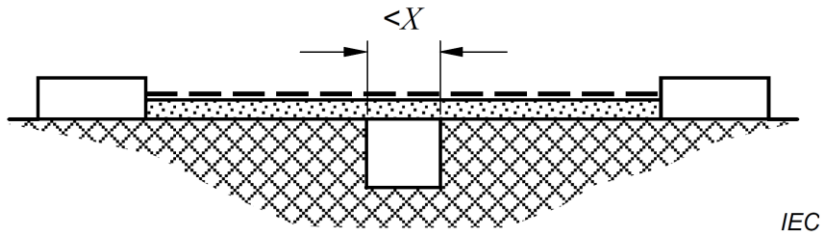
- － 表面にあるリブの高さが 1.5 mm 以上かつ材料の機械的強度に見合った厚さ（0.4 mm 以上）のもの。
- － 表面にある溝の深さが 1.5 mm 以上かつ幅が 1.5 mm 以上のもの。

表面にある突起又は窪みは、その幾何学的形状にはかかわりなく、リブ又は溝とみなす。

固着材を用いた構造（第 1 編（総則）参照）は、固体部分とみなす（一体構造とみなす）。

**注記** 図 1 に示す例は、IEC 60664-1 に記載されているものと同一のものである。

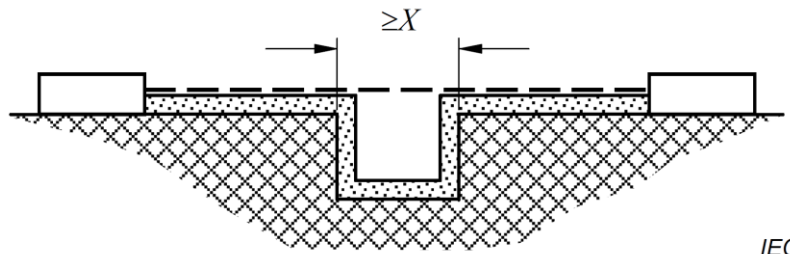
例 1



条件：対象となる経路に、側面が平行、又は一方へ行くほど側面間が狭くなる一つの溝があり、この溝の深さは任意であるが、幅は  $X$  mm 未満である場合

規則：沿面距離及び絶縁空間距離は、図示のように溝を真向かいに横切って測定する。

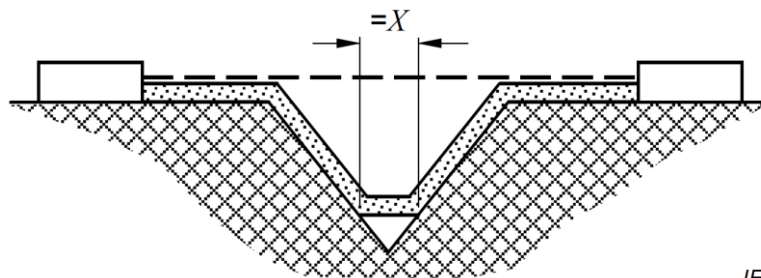
例 2



条件：対象となる経路に、幅  $X$  mm 以上の、側面が平行な溝がある場合

規則：絶縁空間距離は見通し距離である。沿面距離の経路は溝の輪郭に沿う。

例 3

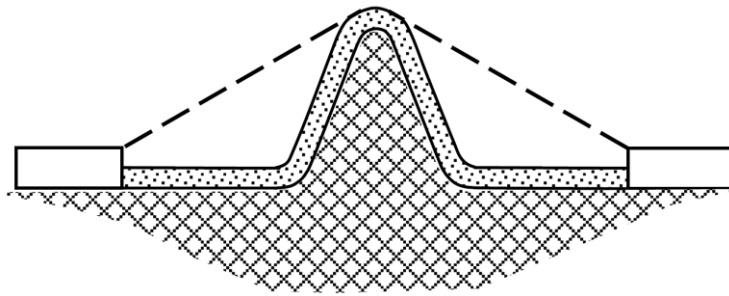


条件：対象となる経路に、幅が  $X$  mm を超え、断面がV字形の溝がある場合

規則：絶縁空間距離は見通し距離である。沿面距離の経路は溝の輪郭に沿うが、 $X$  mm のところで溝の底を近道する。



例 4

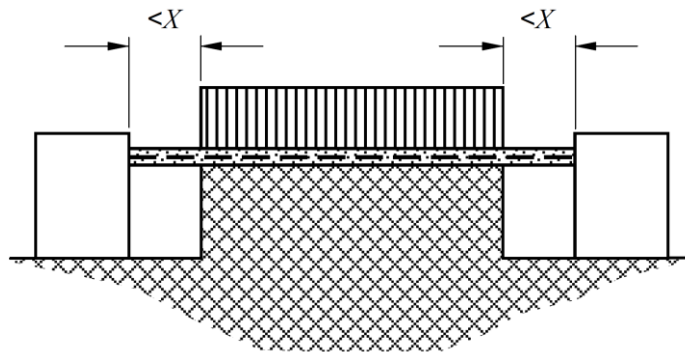


IEC

条件：対象となる経路にリブがある場合

規則：絶縁空間距離はリブの頂部を通る最短の空間経路である。沿面距離の経路はリブの輪郭に沿う。

例 5

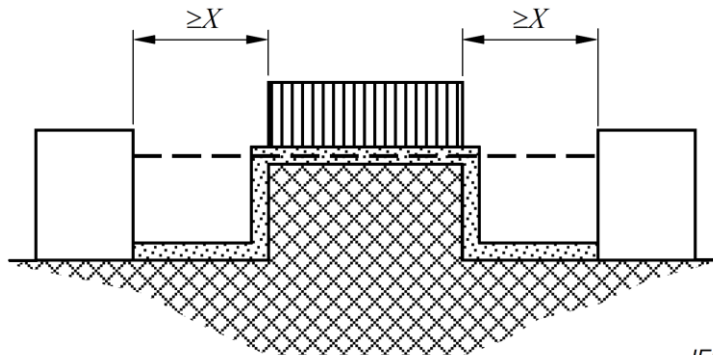


IEC

条件：対象の経路には固着していない接合部があり、その両側に幅  $X$  mm 未満の溝がある場合

規則：沿面距離及び絶縁空間距離は図示する見通し距離である。

例 6

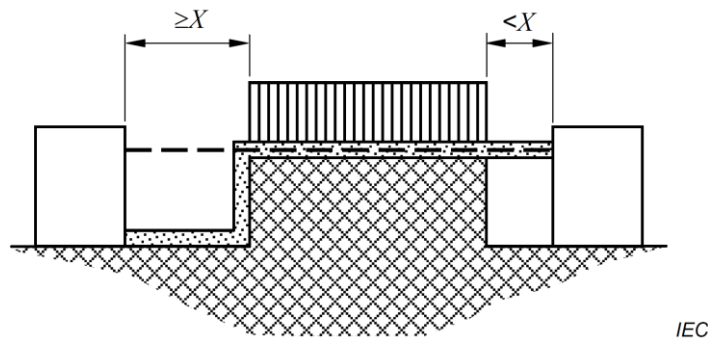


IEC

条件：対象の経路には固着していない接合部があり、その両側に幅  $X$  mm 以上の溝がある場合

規則：絶縁空間距離は見通し距離である。沿面距離の経路は溝の輪郭に沿う。

例 7

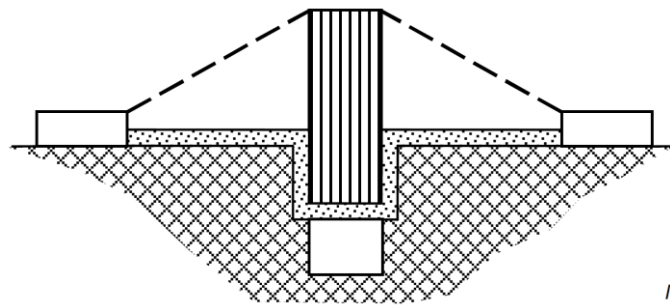


IEC

条件：対象の経路には固着していない接合部があり，片側に幅  $X$  mm 未満の溝が，もう一方の側には幅  $X$  mm 以上の溝がある場合

規則：沿面距離及び絶縁空間距離の経路は，図示のとおりである。

例 8

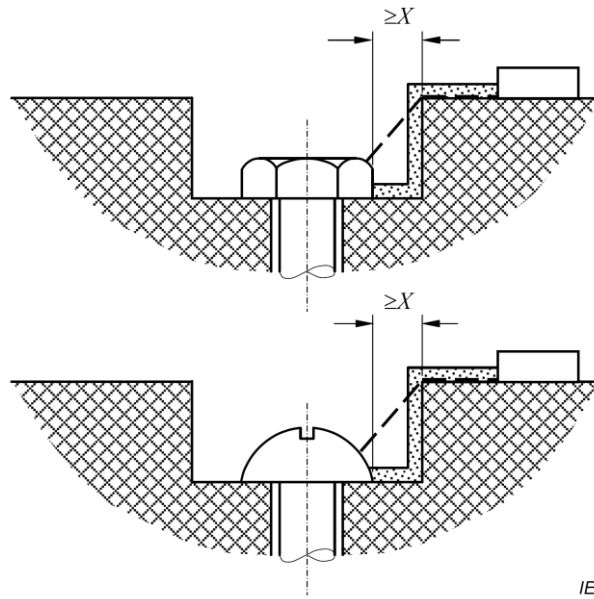


IEC

条件：固着していない接合部を通る沿面距離が，障壁の上を越える沿面距離より短い場合

規則：絶縁空間距離は，障壁の上を通る最短の空間経路である。

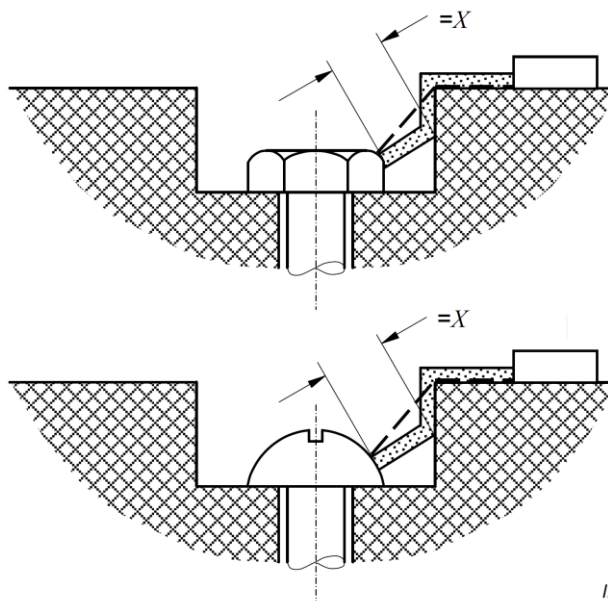
例 9



IEC

ねじの頭部と凹部の壁との間のギャップが十分に広いので考慮を要する場合

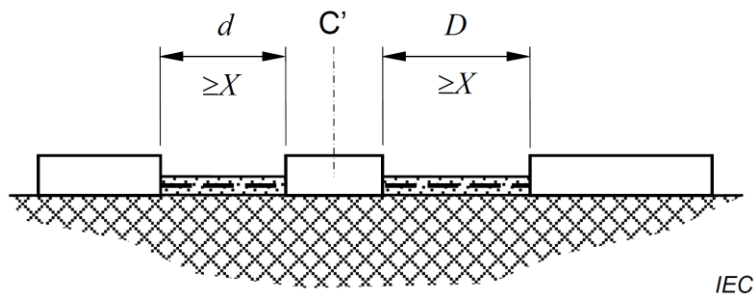
例 10



IEC

ねじの頭部と凹部の壁との間のギャップが狭いので考慮しない場合。  
沿面距離が  $X$  mm に等しいときは、沿面距離の測定は、ねじから壁まで行う。

例 11



絶縁空間距離は、 $d + D$ である。  
 沿面距離もまた、 $d + D$ である。  
 $C'$ は、絶縁経路内で導体の間に挟まれた導電部分



凡例：       絶縁空間距離       沿面距離

図 1 沿面距離及び絶縁空間距離の決定

#### 4.5 コンフォーマルコーティングをもつプリント配線板（保護レベル“ec”）

保護レベル“ec”については、表 1 に示すコーティング下の短縮した距離は、使用電圧が 1,100 V 以下のプリント配線板に適用できる。これを適用するときは、コーティングは、対象となる導電部分及び絶縁材料を水分の侵入から保護する効果をもたなければならない。コーティングは、導電部分及び絶縁材料に密着しなければならない。コンフォーマルコーティングをスプレーで塗布するときは、別々に二層の塗膜を形成する。他の手法（浸漬コーティング、ブラッシング、真空含浸など）を適用する場合、塗膜は一層だけでよいが、この意図は、効果的で持続性があり、かつ、壊れにくいシールを実現することにある。ソルダーマスク単独ではコンフォーマルコーティングとはみなさないが、塗膜をもう一層追加するときは、二層の塗膜のうちの一層として受け入れてもよい。ただし、はんだ付け中にソルダーマスクが損傷を受けてはならない。

注記 4.5 の規定は、コンフォーマルコーティングに対する要求事項が、これに対する一般産業機器に対する要求事項を上回ることを意図するものではない。

#### 4.6 固体電気絶縁材料

注記 この編では、固体絶縁部を貫通する距離については何も指定していない。なぜなら、通常の産業用機器に対して指定する距離、絶縁材料の熱安定性に関する要求事項、及び耐電圧試験が、該当の EPL に対して要求される安全レベルをすでに備えているとみなせるからである。

##### 4.6.1 仕様

この編の要求事項に適合するため、使用する絶縁材料の仕様には、次の事項を含まなければならない。

- a) 材料の製造者の名称又は登録商標
- b) 材料の識別...(物質名)...
- c) 可能な表面処理（ワニスなど）
- d) 材料の長期熱安定性（IEC 60216 による TI, ANSI/UL 746B による RTI, 又は他の評価システムで

あって、長期連続運転温度（例えば、20,000 時間）での材料の定格を定めるもの）

- e) 該当するときは、IEC 60112 に従って測定した比較トラッキング指数（CTI）
- f) 絶縁材料が外部容器の一部をなすときは、温度指数 TI（IEC 60216-1 及び IEC 60216-2 に従って決定した、50 %を超える曲げ強さを損なわない熱安定性のグラフ（thermal endurance graph）の 20,000 時間ポイントに相当するもの、及び ISO 178 に従う曲げ特性に基づくもの）。材料が、熱にさらす前に、この試験において破壊しないときは、その指数は、ISO 527-2 に従って、試験バertype 1A 又は 1B を用いた引張強さに基づいて決定する。TI に代えて、ANSI/UL 746B に従って相対温度指数（RTI—機械的）を測定してもよい。

固体絶縁材料の仕様は、相互接続配線又はプリント配線板に実装のコンポーネントには適用しない。

**注記** 絶縁材料の製造者の仕様に対する適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

#### 4.6.2 長期熱安定性

材料の長期熱安定性の定格は次のとおりする。

- a) 保護レベル“eb”については、最高使用時到達温度より 20 K 以上高く、かつ 80 °C 以上。
- b) 保護レベル“ec”については、最高使用時到達温度以上、又は絶縁巻線については、4.8.3 及び表 4 を参照する。

材料の長期熱安定性の定格は、プリント配線板に実装したコンポーネントには適用しない。

プラスチック又はラミネートからなる絶縁部品は、製造過程で元の材料表面を除去する場合、元の材料表面と CTI において同じグレードをもつ絶縁ワニスで被覆する。ただし、材料表面を除去しても CTI によるグレードが変わらない材料である場合、又は、対象となる沿面距離が...(表面を除去した部分以外の)...表面を除去していない別の部分によって満たされる場合、この要求事項は適用しない。

### 4.7 巻線

#### 4.7.1 一般事項

4.7.2～4.7.5 の要求事項は、保護レベル“eb”だけに適用する。保護レベル“ec”については、通常の産業用機器の巻線に対する要求事項の他には要求事項はない。

#### 4.7.2 絶縁導体

絶縁導体は、次のいずれかに適合しなければならない。

- a) 導体は、2 層以上の絶縁物で被覆する。ただし、そのうちの 1 層だけはエナメル絶縁でもよい。
- b) 巻線用エナメル丸線は、次のいずれかに従う。
  - IEC 60317-3, IEC 60317-8, IEC 60317-13 又は IEC 60317-46 のグレード 1。ただし、次のいずれも満たすこと。
    - ・ IEC 60317-3, IEC 60317-8, IEC 60317-13 又は IEC 60317-46 の箇条 13 に従って試験したとき、グレード 2 に対する絶縁破壊電圧の最小値でも絶縁破壊しない。
    - ・ IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8 又は IEC 60317-13 の箇条 14 に従って試験したとき、線の直径にかかわらず、30 m 当たりの欠陥数が 6 以下である。
  - IEC 60317-3, IEC 60317-8, IEC 60317-13 又は IEC 60317-46 のグレード 2
  - IEC 60317-3, IEC 60317-8, IEC 60317-13 又は IEC 60317-46 のグレード 3

**注記** エナメルのグレードに対する適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

### 4.7.3 巻線の含浸処理

巻線は、適切な含浸剤で含浸する前に、結束又は包装し、乾燥して水分を取り除く。ここで制限する場合を除き、浸漬、滴下又は真空加圧含浸（VPI）は、許容する。塗布又は吹付けによるコーティングは、含浸とは認めない。

含浸処理は、含浸剤製造者の特定の説明書に従って、導体間の隙間を可能な限り完全に充填し、かつ、導体間が良好に固着するような方法で行う。

電気機器に巻線を取り付ける前に、コイル及び導体のスロット部及びコイルエンドを充填材で含浸処理している場合、又は別の等価な方法で絶縁しており、かつ、組み立て後はこの絶縁処理ができない場合には、上記の含浸処理は、巻線の、十分に絶縁されたコイル部及び導体に対しては適用しない。

揮発性溶剤を含有する含浸剤を使用して浸漬又は滴下を行う場合、浸漬又は滴下及び乾燥の工程は、2回以上行う。

### 4.7.4 導体の寸法

巻線に用いる導線の最小公称導体寸法は、0.25 mm とする。

注記 最小寸法とは、円形導体の直径又は矩形導体の最小寸法を指す。

### 4.7.5 感温素子

測温抵抗体検出器（RTD）の感温素子は巻線とはみなさないが、回転機の巻線に適用するときは、製造者が巻線とともに含浸又はシールする。

測温抵抗体（RTD）を定格電圧 1 kV を超える回転機に適用するときは、RTD 及び接続用リード線は、接地された箇所又はその近傍に配置する。この要求事項を満たす一つの方法としては、RTD を二つの巻線層の間に配置することである（各巻線層は、スロットに挿入する前に、導電層のカバーを施して固定しておく）。これによって、RTD の接続用リード線は、スロットから出ると直ちにコアエンドの近傍を通り、いかなる巻線の接続部をも避けて端子箱に至ることが可能となる。

## 4.8 温度制限

### 4.8.1 一般事項

いかなる固体電気絶縁材料も、定格条件で試験したとき、4.6.2 に定める温度を超える温度に達してはならない。温度は、第 1 編（総則）の「使用時到達温度の測定手順」に従って測定する。

さらに、爆発性雰囲気さら（曝）された可能性のある内蔵部品の表面を含め、電気機器のいかなる表面も、第 1 編に定める最高表面温度を超える温度に達してはならない。ただし、5.3.7.2 の要求事項を適用する照明器具のランプは例外とする。第 1 編（総則）に定める最高表面温度の測定は、この編の表 3 に定める追加の過負荷又は機能不全の条件、及び、該当工業規格に規定される試験構成を考慮する。

表 3 最高表面温度の測定条件

電気機器の種類	第 1 編に定める条件に追加する過負荷又は機能不全の条件	
	保護レベル“eb”	保護レベル“ec”
照明器具	5.3 に従う	5.3 に従う
回転機	5.2 に従う	なし
抵抗器	なし	なし
端子	なし	なし
電磁石	最悪条件のエアギャップ	最悪条件のエアギャップ
その他の機器	該当する産業機器の規格に従う	該当する産業機器の規格に従うが、通常運転条件に限る。

#### 4.8.2 導体

導体の温度測定においては、導体の自己発熱及び隣接部品（部分）による加熱効果の両方を考慮する。導体及び他の金属部分の許容温度は、さらに次によっても制限される。

- a) 機械的強度の減少
- b) 熱膨張による、容認できない程度の機械的応力
- c) 隣接する電気絶縁部品（部分）への損傷

#### 4.8.3 絶縁巻線

絶縁巻線の最高温度は、電気絶縁材料の熱安定性を考慮した表 4 に示す値を超えてはならない。ただし、電気機器は、4.8.1 の要求事項に適合していなければならない。

表 4 絶縁巻線の最高温度

	温度測定の方法	IEC 60085による耐熱クラス (b参照)									
		105 (A)		120 (E)		130 (B)		155 (F)		180 (H)	
		“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”
通常運転下での最高使用時到達温度 (°C) : 単層の絶縁巻線	抵抗法又は 温度計法	95	105	110	120	120	130	130	150	155	175
通常運転下での最高使用時到達温度 (°C) : 他の絶縁巻線	抵抗法	90	100	105	115	110	120	130	145	155	165
	温度計法 (a参照)	80	N/A	95	N/A	100	N/A	115	N/A	135	N/A
	埋込み式センサ 出力> 5 MW 又は5 MVA	95	105	110	120	120	125	135	150	160	170
	埋込み式センサ > 200 kW 又は200 kVA< 出力<5 MW 又は5 MVA	95	105	110	120	120	130	135	155	160	175
許容拘束時間 $t_E$ を経過した時点又はスイッチをオフした時点の埋込み式温度センサによる電動機巻線の最高温度 (c参照)	抵抗法	160	N/A	175	N/A	185	N/A	210	N/A	235	N/A

センサは、電気機器の内部又は外部のいずれに設けてもよい。

絶縁巻線内における電氣的な故障は、運転時の条件としては除外する。4.6及び4.7の要求事項は、そのような故障の可能性を低くすることを意図している。

- a 温度計法による測定は、抵抗法が実行できないときに限り許容する。ここでは、温度計法とは、IEC 60034-1における用法と同じ意味である（例えば、棒状温度計、又は通常の棒状温度計を取り付け可能な箇所に用いる非埋込み形の熱電対若しくは測温抵抗体 (RTD) を用いる）。
- b (許容温度の) 数値が規定されるまでの当面の措置として、IEC 60085 の図に示す絶縁材料より高い数値の耐熱クラスには、耐熱クラス 180 (H) に対する許容温度を適用する。
- c 表の値は、周囲温度による影響分、定格運転時の巻線の温度上昇分及び許容拘束時間  $t_E$  中の温度上昇分の合計に由来するものである。電動機の巻線が埋込み式センサで保護されている場合、回転子を拘束した後、電動機の電源を遮断した時点で測定する。



## 4.9 機器内の配線

導電部と接触するかもしれない配線は、絶縁体の損傷を避けるために、機械的に保護する、動かないように固定する、又は接触しないような配線経路とする。

## 4.10 容器の保護等級

### 4.10.1

第1編（総則）の「容器の試験」に定義する保護等級は、4.10.2、4.10.3又は箇条5に特段の指定がない限り、次のa)、b)又はc)による。保護レベル“ec”に対しては、第1編の容器の要求事項に対する試験は、高温熱安定性試験については修正し、「使用時到達温度より20 K高い ( $T_s + 20\text{ K}$ )」を「使用時到達温度より10 K高い ( $T_s + 10\text{ K}$ )」に読み替える。

- a) 裸充電部を内蔵する容器の保護等級は、IP54以上とする。
- b) 4.6のように、絶縁された充電部だけを内蔵する容器の保護等級は、IP44以上とする。
- c) 4.6のように、絶縁された充電部だけを内蔵する容器は、垂直に落下した固形異物 (solid foreign bodies) が容器のいかなる開口部からも容器内に入り込むことができない場合、グループ I ではIP23にまで、グループ II ではIP20にまで保護等級を低下することができる。この容器に対しては、第1編の表示に関する要求事項に従って、記号 X を認証番号の後に添え、かつ、認証書の特定の使用条件に、容器の保護等級の詳細及び要求する取付け場所による保護の手引きを記載する。低下した保護等級とすることが適切な適用例として、清浄な環境への設置がある。

保護レベル“ec”に対しては、保守の目的で容器を開けることは通常運転とはみなさず、第1編の開放時間に関する要求事項も適用しない。

**注記** 一般工業規格で要求される保護等級は、防爆機器の防爆性能の評価には直接には適用されない。

かご形回転子のバー及び短絡環は、保護等級の決定に際しては裸充電部とはみなさない。

### 4.10.2

電気機器の容器には、結露防止のため、ドレン穴又は通気用開口部を設けてもよい。これらに対する要求事項は、次のように機器のグループによって異なる。

- a) 機器グループ I – 4.10.1に適合することを要求する。
- b) 機器グループ II – ドレン穴又は通気口がある容器は、4.10.1による容器の保護等級が低下する可能性があるが、4.10.1 a) ではIP44を、4.10.1 b) ではIP24をそれぞれ下回ってはならない。

ドレン穴又は通気用開口部があることで、保護等級が4.10.1の要求事項よりも低くなる場合は、ドレン穴又は通気用開口部について、位置及び寸法を含めた詳細を第1編（総則）の規定に従って文書に記載する。保護等級を低下させるドレン穴及び通気用開口部を備えた機器への表示には、第1編の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添え、かつ、認証書の特定の使用条件に、低下した容器の保護等級を認証書に記載するとともに、環境中の粉じんが容器の内部に侵入し、沿面距離及び絶縁空間距離を悪化させるおそれがあることを注記しておく。

---

### 指針活用上の留意点

文書については、第1編（総則）参照。

---

#### 4.10.3

容器内に本質安全防爆構造“i”の回路又は機器が取り付けられ、第6編（本質安全防爆）に従って、取扱説明書において容器内部でのライブメンテナンスが許容されているときは、次のいずれかによる。

- a) 容器カバーを開けて、通電中の非本安の回路又は機器に触れることができる場合、その容器カバーには、表19のb)によるラベルを設ける。
- b) 本質安全防爆構造“i”で保護していない全ての裸充電部には、機器の容器カバーを開いたときに保護等級IP30以上となるような別の内カバーを備える。

さらに、内カバーには、表19のc)の文言、又は他の文言で第1編（総則）によって機器の容器カバーに表記することを要求されるものを記したラベルを設ける。

機器の容器カバーには、表19のd)によるラベルを設ける。

**注記** 内カバーを設ける目的は、本安回路のライブメンテナンスのために容器を短時間開いたとき、通電中の非本安回路への接触に対する許容最低限度の保護を備えることにある。このカバーは、感電に対する保護を備えることを意図するものではない。

#### 4.11 締付けねじ

裸充電部を内蔵するグループIの電気機器には、第1編（総則）に従う特殊締付けねじを用いる。

### 5 特定の電気機器に対する補足要求事項

#### 5.1 一般事項

箇条5の要求事項は、箇条4の要求事項を補足するものである。箇条4の要求事項は、他に規定がない限り、5.2～5.9で対象とする特定の電気機器及び5.10で対象とする他の電気機器にも適用する。

箇条5の要求事項は、他に言及がない限り、保護レベル“eb”及び“ec”の両方に適用する。

#### 5.2 回転機(electrical machines)

---

##### —— 指針活用上の留意点 ——

---

対応国際規格(IEC 60079-7:2015)に記載されている“rotating electrical machine”, “electrical machine”, “rotating machine”及び“machine”は、この編では「回転機」と表記している。

---

##### 5.2.1 一般事項

この箇条の要求事項は、IEC 60034-1の適用範囲内で、回転機に対して適用する。

サーボモータなどの他の回転装置については、該当する場合、この箇条の要求事項を含むこの編の要求事項を適用する。

リニアモータなどの回転しない機器についても、該当する場合、この箇条の要求事項を含むこの編の要求事項を適用する。

**注記 1** 保護レベル“ec”に対するこの編の要求事項は、爆発性ガス雰囲気が発生と電動機の始動シーケンスとが同時には起きないことを前提としており、保護レベル“ec”は、これらの二つの事象が同時に起きる場合には、通常、適用できない。回転子から火花を発するリスクの高い保護レベル“ec”の電動機

(5.2.7 参照) は、爆発性ガスの放出確率と回転機の始動シーケンスとを互いに独立事象として完全に切り離すことができない場合には、使用することを意図していない。遠心式圧縮機のオイルシールシステムは、始動の間に、そのような放出を行うことが知られている。

**注記 2** 保護レベル“ec”の回転機の「通常」運転条件は、定格全負荷安定条件と仮定としている。回転機の始動（加速）は、使用の形式 S1, S2, S6 及び S9 における、保護レベル“ec”の「通常」運転には含まれない。使用の形式 S3, S4, S5, S7, S8 及び S10 の電動機については、より頻繁に始動することがあることから、回転子の火花に対する要求事項では、始動時の回転子の火花リスクは「通常」の条件として扱われる。使用の形式 S1～S10 の定義については、IEC 60034-1 を参照。

**注記 3** 電動機（クーリングファン、ディスク駆動モータなど）のうち、次の特性を全てもつものは、IEC 60034-1 の適用範囲外である。

- 100 W 未満の定格電力をもつブラシレスモータ（IEC 60950 で定義）
- 特別低電圧(ELV)レベルで運転するもの（ピーク電圧 42.4 V 以下又は直流 60 V 以下。IEC 60950 で定義）
- 保護レベル“ec”の電子機器の内部で使用されるもの

これらの電動機については、該当する場合、箇条 5 を除き、この編の要求事項が適用される。分離距離に対する追加の情報は、附属書 A に記載されている。

**注記 4** 回転機の温度試験についての追加の手引きは、附属書 A に記載している。

## 5.2.2 保護レベル“eb”の回転機の保護等級

4.10 の要求事項を適用する。

## 5.2.3 保護レベル“ec”の回転機の保護等級

4.10 の要求事項を適用する。ただし、1 kV 以下の電圧で使用する回転機に取り付けた端子箱（回転機の内部に向かって開放されていてもよい）は、回転機の保護等級が IP44 以上であるときに限って適用を除外する。端子箱のカバー及び引込み口は、保護等級 IP54 以上を備えなければならない。

**注記** 試験の目的のために、回転機の容器に対する端子箱との接続部は、回転機の容器を閉止板に置き換えて模擬することができる。接続部には、通常のシール又はガスケットが使用される。IP5X の粉じん試験においては、排出計算に用いる内容積は、端子箱だけの自由内容積である。

## 5.2.4 外部導体の接続端子部

回転機の接続端子部は、4.2.2 に適合しなければならない。端子箱のカバー、ガスケット及びシールの使用時到達温度、ケーブル分岐点の温度及び引込み点の温度は、回転機の通常負荷における温度試験中に端子箱の内空間で測定した最高温度と同じとみなす（附属書 A.2 参照）。端子箱と回転機の筐体との間にガスケット又はシールがある場合、ガスケット又はシールの最高使用時到達温度を測定する。

**注記 1** 端子箱のガスケット及びシールの使用時到達温度を示すための内空間の温度、ケーブル分岐点の温度及び引込み点の温度の使用は、設置する際に実際に使用するグラウンド及びケーブルに関する事前の知識を必要とすることなく、試験する回転機の通常使用状態を反映するものである。電気機器の接続部からの発生熱量は、回転機の巻線及びコアからの発生熱量からみれば無視できる程度である。

**注記 2** 大形の回転機に用いるケーブル及びグラウンドのサイズのため、ケーブル及びグラウンドを端子箱からアセンブリとして取り外しできるように、グラウンドプレートアセンブリ (gland plate assembly) が

よく用いられる。これによって、端子箱の損傷、ケーブルシールの損傷、ケーブルグラウンドの損傷又はケーブルの絶縁若しくは導体の損傷の原因となる応力がケーブルに加わることを回避できる。

保護レベル“ec”のコンパウンドを充填したケーブルシールボックス（cable sealing boxes）を 750 V を超える定格電圧をもつ機器に電力を供給する外部ケーブルの終端に用いる場合、その構造は、コンパウンドを注入する前に、裸充電部に対して表 20 に定める沿面距離及び絶縁空間距離が得られるものとする。

**注記 3** コンパウンドの性質、及び特定の設置において設計した分離が実際に達成されるかの不確かさを考慮するため、表 20 の要求事項は表 2 の要求事項とは異なっている。電圧値は、通常用いられる電源の数値に合わせて、定格値となっている。

表 20 コンパウンドを充填したケーブルシールボックス内の分離

定格電圧, $U$ 交流実効値又は直流 V	沿面距離		空間絶縁距離	
	mm		mm	
	相間	相と接地体との間	相間	相と接地体との間
$700 < U \leq 1,100$	19	19	12.5	12.5
$1,100 < U \leq 3,300$	37.5	25	19	12.5
$3,300 < U \leq 6,600$	63	31.5	25	19
$6,600 < U \leq 11,000$	90	45	37.5	25
$11,000 < U \leq 13,800$	110	55	45	31.5
$13,800 < U \leq 15,000$	120	60	50	35

—— 指針活用上の留意点 ——

上記の表番号（表 20）が前後の表番号と順番になっていないのは、修正版（IEC 60079-7:2015/AMD1:2017）を適用したためである。同様に、第 2 パラグラフ及び注記 3 も修正版を反映したものである。

### 5.2.5 内扇ファン

内扇ファンは、第 1 編（総則）に規定する外扇ファンに対する隙間及び材料の要求事項に適合しなければならない。

### 5.2.6 最小エアギャップ

エアギャップは、第 1 編に従って作成する文書に指定する。このエアギャップは、固定子と回転子の接触を回避するのに十分なものとし、次の方法のうちのいずれかによって証明しなければならない。

- a) 試験サンプルのエアギャップの測定
- b) 最小エアギャップの計算

**注記 1** アセンブリにおいて、全ての部品が最悪条件で配置されているわけではないことが知られている。

最小径方向エアギャップが適切であることを示すため、適切な最小許容誤差の統計的処理（二乗平均平方根（RMS）など）が必要となるかもしれない。

注記2 製造者が行った計算を検証することは、この編の要求事項ではない。また、ギャップを測定して検証することもこの編の要求事項ではない。

注記3 上記の a) 及び b) の方法は、径方向磁束通路又は軸方向磁束通路のいずれかを採用している回転機に通常適用されるものである。

注記4 リニアモータに適用するときは、「エアギャップ」は、しばしば、接触を回避するための非接触スライド (anti-friction slides) を含む。

c) 径方向磁束通路を採用している回転機は、次の式に従う径方向エアギャップ構造としてもよい。

径方向最小エアギャップ (mm) :

$$\left[0.15 + \frac{D - 50}{780} \left(0.25 + \frac{0.75n}{1000}\right)\right] rb \quad (1)$$

ここで、 $D$  は、回転子の外径 (mm) で、上式では最小値は 75 mm、最大値は 750 mm とする。

$n$  は、最高定格回転速度 (min<sup>-1</sup>) で、最小値は 1,000 とする。

$r$  は、次式によって算出される値で、最小値は 1.0 とする。

$$r = \frac{\text{鉄心長}}{1.75 \times \text{回転子外径} D} \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

$b$  は、転がり軸受をもつ回転機では 1.0、すべり軸受をもつ回転機では 1.5 とする。

注記5 径方向最小エアギャップは、次の例から分かるように、入力周波数又は極数に正比例しない。

例 50 Hz/60 Hz の電源用に設計した転がり軸受をもつ 2 極又は 4 極の電動機で、外径 60 mm、鉄心長 80 mm の回転子を備えたもの :

$D$  は最小値 75 mm,

$n$  は最大値 3600,

$b$  は 1.0,

$r = 80/(1.75 \times 60)$  で約 0.76 となるので、1.0 と置く。

そこで、径方向最小エアギャップ (mm) は、

$$\left[0.15 + \frac{75 - 50}{780} \left(0.25 + \frac{0.75 \times 3600}{1000}\right)\right] 1.0 \times 1.0 \quad (3)$$

であり、すなわち、約 0.25 mm となる。

## 5.2.7 かご形回転子をもつ回転機

### 5.2.7.1 一般事項

5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5 及び 5.2.6 の要求事項に加えて、この 5.2.7 の要求事項は、かご形回転子をもつ回転機 (かご形の始動巻線又は制動巻線をもつ同期機を含む。) に適用する。

注記 同期機には、かご形の始動巻線又は制動巻線をもつ永久磁石電動機を含む (5.2.9 参照)。

### 5.2.7.2 かご形回転子

#### 5.2.7.2.1 短絡環にバーを接続することで構成されたかご形回転子

かご形回転子のバーはスロットに固くはめ込み、かご形回転子のバーと短絡環とをろう付け又は溶接す

る。この際、質の高い接合とするため相溶性のある材料を用いる。

#### 5.2.7.2.2 ダイカストによるかご形回転子

ダイカストによるかご形回転子は、加圧鋳造、遠心鋳造又は同等の技法で製造し、これらによらなければスロットに固くはめ込む。

4.4, 4.10, 5.2.2 及び 5.2.3 を適用する場合、かご形回転子のバー及び短絡環は、裸の導電部とはみなさない。

#### 5.2.7.3 エアギャップでの火花の可能性についての評価

回転機は、次のようにして、エアギャップでの火花の可能性について評価する。保護レベル“ec”については、この評価は、使用の形式 S3, S4, S5, S7, S8 又は S10 の定格出力 100 kW を超える回転機だけに適用する。表 5 によって決定した評価点の合計が 7 以上の場合、次の追加の保護手段のうちの一つを適用する。

- a) 回転機又は代表するサンプルは、6.2.3.2 に従って試験する。
- b) 回転機は、始動時に容器内に確実に爆発性ガス雰囲気形成されないようにするため、始動の間、特別な手段を適用できるように設計する。この場合、第 1 編（総則）の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添え、かつ、認証書の特定の使用条件に適用した特別な手段の詳細を記載する。
- c) 回転機の始動電流を定格電流  $I_N$  の 300 % に制限する。外部からの電流制限を要求する場合、第 1 編の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添え、かつ、認証書の特定の使用条件に、「この電動機には、始動電流を定格電流の 300 % に制限する減電圧始動だけを用いる」旨を記載する。

**注記 1** 特別な手段には、始動前に換気を行って、燃焼範囲の可燃性ガスの蓄積を排除する（例えば、掃気の適用によって。ただし、第 3 編（内圧防爆構造）の保護レベル“pzc”のような内圧防爆構造とする必要はない。）、又はガス検知器（IEC 60079-29-2 参照）を回転機容器の内側に取り付けて、容器内に燃焼範囲の可燃性ガスが存在しないことを確認することが含まれる。他の方法によるときは、製造者と使用者との間で十分に調整する必要がある。

**注記 2** 高慣性負荷を駆動する電動機、又は自動再始動を意図している電動機については、位相ずれでの再始動が除外できる場合には、これらの試験は全駆動系（電動機、負荷機、カップリングなど）のねじり共振のない運転条件を代表するものにすぎない。これら特殊な適用は、製造者と使用者との間で十分に調整すること。

**注記 3** 電流の制限のためにインバータを用いる運転は、一般的には容認できる解決法である。他の減電圧始動法については、電動機と減電圧始動器とを慎重に協調させる必要がある。

---

#### 指針活用上の留意点

---

対応国際規格（IEC 60079-7:2015）に記載されている“converter”（コンバータ）は、電力変換機能を目的とした機器全般を指しており、DC-DC 変換器、AC-DC 変換器、電動機等で使用されるインバータ（一次周波数制御器など）を含む広い意味を指している。ここでは電動機で使用されるものをインバータと表記している。

---

表5 かご形回転子の点火危険度に係るエアギャップの潜在的火花発生に関するリスクアセスメント

特性	特性値	評価点 (危険度)
かご形回転子の構造	絶縁していないバーで造られたかご形回転子	3
	オープンスロットのダイカストロータ $\geq 200$ kW/極	2
	オープンスロットのダイカストかご形回転子 $< 200$ kW/極	1
	クローズドスロットのダイカストかご形回転子	0
	絶縁したバーで造られたかご形回転子	0
極数	2極	2
	4極～8極	1
	$> 8$ 極	0
定格出力	$> 500$ kW/極	2
	$200$ kW/極 $<$ 定格出力 $\leq 500$ kW/極	1
	$\leq 200$ kW/極	0
回転子の径方向冷却ダクト	あり： $L < 200$ mm (a参照)	2
	あり： $L \geq 200$ mm (a参照)	1
	なし	0
回転子又は固定子のスキュー	あり： $> 200$ kW/極	2
	あり： $\leq 200$ kW/極	0
	なし	0
回転子鉄心からのオーバーハング部分	適合しない (b参照)	2
	適合する (b参照)	0
許容温度	$> 200$ °C	2
	$135$ °C $<$ 許容温度 $\leq 200$ °C	1
	$\leq 135$ °C	0
<p>a <math>L</math>は、鉄心端部ブロックの長さである。火花は、鉄心端近くのダクト内で圧倒的に多く発生することが実験で示されている。</p> <p>b 回転子のオーバーハング部分（突出部分）は、断続的な接触を排除するように、かつ、温度等級の範囲内で運転するように設計することが望ましい。これに適合すれば評価点は0、適合しないのであれば2である。</p>		

—— 指針活用上の留意点 ——

スキュー (skew) とは、高調波による影響を軽減するために、固定子の導体と回転子の導体とを互いに平行とならないように一方を斜めにして製造することである。一般的には回転子の導体がスキューされる。

## 5.2.8 許容温度

### 5.2.8.1 回転子の許容温度

かご形回転子をもつ回転機（かご形の始動巻線又は制動巻線をもつ同期機を含む。）については、回転子の許容温度は、非絶縁かご形回転子構造については 300 °C 以下とする、また、絶縁かご形回転子構造については 4.8 によって測定した温度とする。使用の形式 S1～S10 の保護レベル“eb”の電動機、及び、使用の形式 S3, S4, S5, S7, S8 又は S10 の保護レベル“ec”の電動機については、たとえ始動条件下であっても許容温度を超えてはならない。

**注記 1** 保持環、バランスディスク、センタリングリング、ファン、通風ガイドなどの漏れ磁束の通る部分は、絶縁されているか又は非磁性のものでない限り、始動条件にあるとき、しばしば、回転子の許容温度を超える。

**注記 2** 永久磁石回転子の温度が、その磁石の最大温度定格を超えることは想定されない。なぜなら、温度が上昇すると永久磁石が減磁（熱減磁）して、回転機の加熱状況を変化させるからである。

**注記 3** 同期機には、かご形の始動巻線又は制動巻線をもつ永久磁石電動機を含む（5.2.9 参照）。

---

### 指針活用上の留意点

---

センタリングリングとは、大形の誘導機において短絡環の下の軸上に配置されるリングで、短絡環の偏心を防止するためのリングを指す。

---

### 5.2.8.2 電流制御安全デバイスによる許容温度

許容温度を超えないように電流制御安全デバイスによって保護した直入れ始動（全電圧始動）をすることを意図した保護レベル“eb”の回転機については、6.2.1 に従って拘束電流比  $I_A/I_N$  及び許容拘束時間  $t_E$  を決定し、9.1 に従って表示する。

許容拘束時間  $t_E$  は、回転機がストールしたときに、 $t_E$  以内に電流制御安全デバイスによって電源を遮断できるような長さとする。一般的に、図 2 に拘束電流比  $I_A/I_N$  の関数として示す許容拘束時間  $t_E$  の最小値を超える時間であれば、保護は可能である。図 2 に示す値を下回る  $t_E$  を許容するのは、回転機に適切な電流制御安全デバイスを使用し、かつ、それが有効であることを試験によって確認した場合に限られる。電流制御安全デバイスは、9.1 g) に従って、回転機に表示することによって指定する。

いかなる場合にも、次の条件をいずれも満たさなければならない。

a) 電流制御安全デバイスを使用するときには、許容拘束時間  $t_E$  の値は、5 秒以上である。

b) 拘束電流比  $I_A/I_N$  の値は、10 以下である。

**注記 1** 過負荷保護装置による保護レベル“eb”のかご形電動機の熱的保護に関する情報は、附属書 C に示す。

**注記 2** 想定される機能不全が発生した際の保護レベル“ec”の回転機の熱的保護については、一般の産業機器に関する要求事項に従えばよく、防爆性を維持するために追加の安全デバイスは必要とされない。



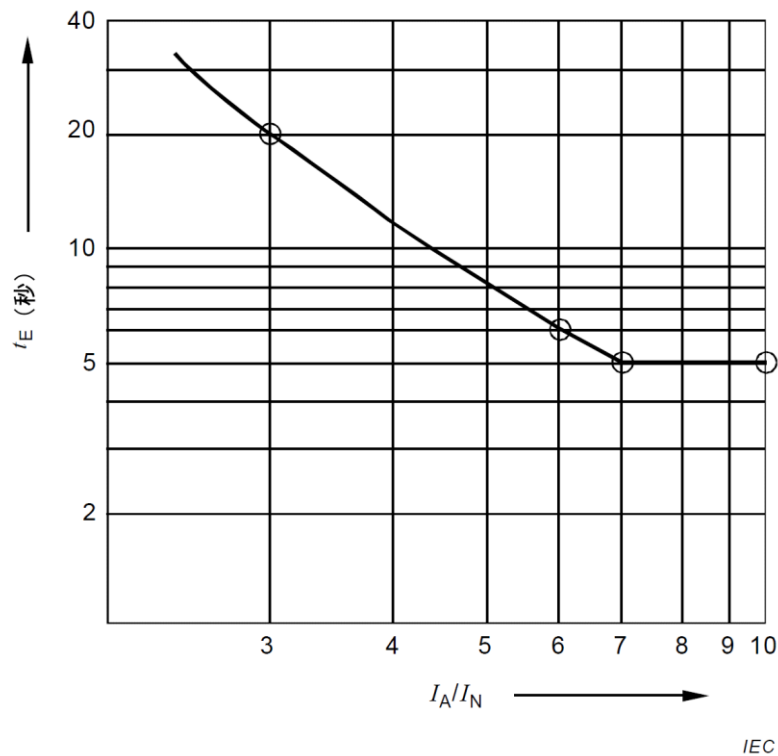


図2 拘束電流比  $I_A/I_N$  と電動機の許容拘束時間  $t_E$  (秒) の最小値との関係

### 5.2.8.3 温度センサ及び他のセンサによる許容温度

保護レベル“eb”の回転機であっても、許容温度を超えないようにするために、安全デバイスと組み合わせた巻線温度センサを使用するときは、拘束電流比  $I_A/I_N$  を決定し、9.1 に従って表示する。許容拘束時間  $t_E$  は、決定も表示もする必要はない。

多相回転機については、一相につき一つ以上のセンサを設ける。

安全デバイスと組み合わせた巻線温度センサは、回転機が拘束されたときにおいても 4.8 の要求事項を満たすときは、回転機の熱的保護に適するとみなす（保護レベル“ec”の使用の形式 S1, S2, S6 又は S9 を除く）。組み合わせる安全デバイスに対する要求事項は、9.1 g) に従って、回転機に表示することによって指定する。

いかなる場合にも、拘束電流比  $I_A/I_N$  の値は、10 を超えてはならない。

インバータは、巻線温度センサと組み合わせて安全デバイスとして使用してもよい（5.2.8.4 参照）。

速度センサ、インピーダンスリレー、上昇率センサなども、安全デバイスと組み合わせて、回転子の温度上昇を制限するために使用してよい。

**注記 1** 回転子温度によって制約を受ける回転機では、通常、固定子巻線温度センサだけを使用して回転子温度を制限することは実際的ではない。異なる温度上昇率及びセンサのトリップ点の選択などの考慮をするのがよい。

**注記 2** 想定される機能不全が発生した際の保護レベル“ec”の回転機の熱的保護については、一般の工業機

器に関する要求事項に従えばよく、防爆性を維持するために追加の安全デバイスは必要としない。

#### 5.2.8.4 インバータ又は非正弦波電源による運転

##### 5.2.8.4.1 一般事項

運転速度の全範囲において許容温度 (5.2.8) を超えないことを証明するため、型式試験又は計算による検証のいずれを用いてもよい。

##### 5.2.8.4.2 インバータを用いた型式試験

インバータ駆動の回転機は、指定されたインバータ、又は出力電圧、出力電流及びスイッチング周波数の仕様がこれと同等のインバータを用いて試験し、回転機の許容温度 (5.2.8) を超えないことを確認する。回転機の詳細文書 (descriptive document) には、インバータを使用するために必要なパラメータ及び条件を含める。

- a) 保護レベル“eb”の回転機で使用の形式 S1～S10 のものについては、試験条件には、定格条件における通常運転、連続過負荷、及び始動を含める。
- b) 保護レベル“ec”の回転機で使用の形式 S1, S2, S6 又は S9 のものについては、試験条件には、定格条件における通常運転を含める。
- c) 保護レベル“ec”の回転機で使用の形式 S3, S4, S5, S7, S8 又は S10 のものについては、試験条件には、定格条件における通常運転及び始動を含める。

**注記** インバータ駆動の電動機の運転に関する追加の説明は、IEC TS 60034-25 に示されている。主要な留意点には、過昇温度、高周波及び過電圧の影響、軸受電流及び高周波接地に関する要求事項が含まれる。現時点では、インバータ駆動の永久磁石電動機に対応する IEC 規格は存在しない。

##### 5.2.8.4.3 計算による代替の型式検証

次の条件においては、許容温度を超えてはならない。このことは、これまでに確立した代表的な試験データに基づき、計算によって確認することができる。

- a) 保護レベル“eb”の回転機で使用の形式 S1～S10 のものについては、条件には、定格条件における通常運転、連続過負荷及び始動を含める。
- b) 保護レベル“ec”の回転機で使用の形式 S1, S2, S6 又は S9 のものについては、条件には、定格条件における通常運転を含める。
- c) 保護レベル“ec”の回転機で使用の形式 S3, S4, S5, S7, S8 又は S10 のものについては、条件には、定格条件における通常運転及び始動含める。

**注記** 非正弦波電源による回転機の駆動中、又は回転機からサイリスタ負荷への電力供給中に、固定子と回転子との間に生じる温度差は、同じ回転機を正弦波で駆動中、又は、同じ回転機から線形負荷に電力供給中に生じる温度差とはかなり異なる。したがって、回転子の温度は、特にかご形回転子巻線において、回転機の許容温度を決める主要因となるかもしれない。

#### 5.2.9 永久磁石回転子をもつ回転機

##### 5.2.9.1 構造 (construction)

磁石は、回転子にしっかりと固定する。しっかりと固定されていることは、6.2.4 の過速度試験によって確認する。磁石を固着だけでロータに固定する場合、回転子は、超過速度試験の前に、使用時到達温度に基づいて熱安定性試験にかける。保護レベル“ec”については、第 1 編 (総則) の容器の要求事項に関する

試験は、高温熱安定性試験については修正し、「使用時到達温度より 20 K 高い ( $T_s + 20\text{ K}$ )」を「使用時到達温度より 10 K 高い ( $T_s + 10\text{ K}$ )」に読み替える。

固定子巻線システムは、1 相につき 1 個埋め込んだ温度センサで保護する。ただし、保護レベル“ec”の回転機で、50 Hz 又は 60 Hz の電源を直接供給する使用の形式 S1, S2, S6 又は S9 のものはこの限りではない。

永久磁石同期電動機には、通常、固定周波数の正弦波電源で始動するための始動巻線を要求する。また、永久磁石同期電動機の安定的な運転のため、ある種の制動巻線を要求することがある。これら二つの巻線に対しては、5.2.7.2 及び 5.2.8.1 の要求事項を適用する。

永久磁石電動機は、電源切断後、惰性回転中は発電機として作動する。保護レベル“eb”の電動機において、その発生電圧が定格電圧よりも高くなる場合、沿面距離及び絶縁空間距離、並びに巻線絶縁システムは、発生電圧に対して適合するものでなければならない。

#### 5.2.9.2 固定周波数の正弦波電源による駆動

5.2.8 の要求事項を適用する。

#### 5.2.9.3 インバータによる駆動

5.2.8.4 の要求事項を適用する。

#### 5.2.10 固定子巻線の絶縁システム

定格電圧 1 kV を超える全ての固定子については、回転機に結露防止用スペースヒータを設ける。

保護レベル“eb”の回転機については、定格電圧が 1 kV を超えるときは、6.2.3.1.2 及び 6.2.3.1.3 に従って型式試験を行う。

保護レベル“ec”の回転機については、定格電圧が、該当する機器グループに対応する表 6 の値を超えるときは、6.2.3.1.3 に従って固定子巻線の絶縁システムの型式試験を行う。

表 6 保護レベル“ec”の回転機の固定子絶縁システム試験

定格電圧	機器グループ
> 1 kV	IIB 又は IIC
> 1 kV (乱巻巻線の固定子)	IIA
> 6.6 kV (型巻巻線の固定子)	IIA

全ての高電圧巻線において、部分放電を最小化することが推奨される。定格電圧 6.6 kV 以上の巻線に対しては、部分放電を抑制する材料の使用が推奨される。

#### 5.2.11 保護レベル“eb”の巻線に対する補足要求事項

定格電圧が 200 V 以上の乱巻による多相巻線では、ワニス絶縁に加えて、乱巻巻線の各相間に補足的な絶縁を施す。

固定子巻線のオーバーハング部分(突き出し部分)と容器の間の最小クリアランスは、3 mm 以上とする。

定格 1,000 V 未満の巻線にあつては、コイル含浸に対する要求事項は、4.7.3 の要求事項又は定格 1,000 V を超える巻線に適用する要求事項のいずれかとする。

定格 1,000 V を超える巻線にあつては、コイルを型巻とした真空加圧含浸 (VPI) 絶縁システム、又はレジンリッチ絶縁システムのいずれかによる。

---

### 指針活用上の留意点

---

「最小クリアランス」の原文は“minimum clearance”であるが、通常、巻線は裸充電部ではないので、絶縁空間距離ではなくクリアランスと訳した。

---

## 5.2.12 軸受シール及び軸シール

### 5.2.12.1

保護レベル“eb”の回転機は、5.2.12.2 及び 5.2.12.3 の要求事項に適合しなければならない。保護レベル“ec”の回転機については、軸受シール及び軸シールに関し、通常の工業規格の要求事項を超える追加要求事項はない。

### 5.2.12.2 非接触式シール及びラビリンス

転がり軸受については、非接触式シール又はラビリンスシールの固定部分と回転部分との間の径方向又は軸方向の最小隙間は、0.05 mm 以上とする。すべり軸受については、この最小隙間は、0.1 mm 以上とする。最小隙間は、軸受内の軸の全ての可能な（変化）位置に対して適用する。

**注記** 一般的なボールベアリングにおける軸方向の動きは、径方向の動きの 10 倍に達することがある。

### 5.2.12.3 接触式シール

接触式シールは、潤滑剤を施す、又は摩擦係数の小さい材料（例えば、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)）で作るのいずれかとする。潤滑剤による場合、シール部への潤滑剤の供給を維持するように軸受部を設計する。

軸受製造者が、軸受と一体化する部分として供給するカバーをもつ軸受（すなわち、寿命の間は補給不要な密封軸受）に対しては、この要求事項は適用しない。

接触式シールは、4.8 に従って評価する。

経年使用によって断面積が減少する接触式シール（例えば、フェルト製のシールリング）は、新品状態で、温度が限界内にあると評価されるときは、この要求事項を満たすとみなす。回転中に浮き上がる弾性体シール（例えば、V リング）もこの要求事項を満たすとみなす。

**注記** 現時点では、ある特定の軸受が使用中に不具合を起こすリスクが極めて低いということを実証するための適切な実験的試験方法は存在しない。したがって、製造者が適切な設計、構造、潤滑、冷却、モニタリング及び／又は保守の手順について注意を払い、転がり軸受の故障によって生じる潜在的点火源のリスクを最小にしようと試みるのが最もよい。

## 5.2.13 中性点接続部

回転機への供給電源接続の代替用としての使用を意図しない中性点接続部の場合、要求する沿面距離及び絶縁空間距離の最小値は、表 7 の想定電圧に基づいて決定する。

表 7 想定中性点電圧

電圧 $U$ 交流実効値又は直流 $V$	中性点の想定電圧 $V$
$\leq 1,000$	$U$
$1,000 < U \leq 3,200$	1,000
$3,200 < U \leq 6,300$	3,200
$6,300 < U \leq 10,000$	6,300
$10,000 < U \leq 15,000$	10,000

沿面距離及び絶縁空間距離として要求する値を求めるときは、使用電圧は、表の値を 1.1 倍してもよい。

回転機の容器内にある中性点接続部の場合、保護等級が IP44 以上で、かつ、接地した電源ラインに回転機を接続することを意図していない回転機ではない限り、その中性点接続部は、完全に絶縁する。

### 5.3 照明器具、ハンドライト、又はキャップライト

#### 5.3.1 一般事項

5.3 に規定する補足要求事項は、主電源（ガルバニック絶縁の有無にかかわらず）から電力の供給を受ける又はバッテリーで駆動される全ての照明器具（固定式、携帯式又は移動式）、ハンドライト及びキャップライト（グループ I 用を除く）に適用する。

注記 1 ハンドライトには、トーチ又はフラッシュライト（懐中電灯）と呼ばれるバッテリー駆動のライトが含まれる。

ランプ全体は、照明器具の一部である透光性のカバー内に收容する。

現場で行う配線用の引込み口を二つ以上もつ照明器具については、これらの引込み口を電源線とアース線をループさせるために用いることとしている場合、ループ用接続部を備える。

別機器の内部に組み込んだ光源は、この箇条の該当する要求事項に適合しなければならない。

ランプ受金付きの照明器具は、耐震性をもたなければならない。保護レベル“eb”の 2 本ピンの照明器具に対する試験は、この編の規定に従う。他の照明器具については、製造者は、IEC 60598-1 のラフサービス照明器具（rough service luminaries）に対する振動試験に適合していることを記した宣言書を備える。

注記 2 グループ I のキャップライトの構造及び試験に関する要求事項は、IEC 60079-35-1 に規定されている。

注記 3 試験結果はランプ受金の取付け方法に依存するので、ランプ受金の振動試験は、照明器具の完成品に対して行われる。

注記 4 ねじ込み式又は差込み式のランプ受金に対するばねの強さの最小値は、振動に対する保護の程度を示すものである（5.3.5.5 参照。）。

## 5.3.2 光源

### 5.3.2.1 一般事項

イグナイタを内蔵するランプは、安定器又は電子イグナイタに損傷を与える過渡高電圧を生じることがある。そのようなランプは、保護レベル“eb”又は“ec”の照明器具には使用を指定してはならない。

### 5.3.2.2 ランプ

5.3.2.3, 5.3.2.4 及び 5.3.2.5 に代替品の指定がない限り、照明器具に用いるものとして指定するランプは、次のいずれかとする。

- a) 保護レベル“eb”又は“ec”に対しては、IEC 60061-1 に従う単ピン口金 (Fa6) をもち、IEC 60081 に従うコールドスタート式の蛍光ランプ。
- b) 保護レベル“eb”又は“ec”に対しては、IEC 61195 に従う G5 又は G13 の口金をもち、IEC 60081 に従う 2 本ピン直管蛍光ランプ (ピンは黄銅製)。ランプ受金及びソケット (Lampholders and sockets) は、5.3.5.3 に適合しなければならない。この種のランプは、陰極を予熱することなくランプを始動し点灯する回路に接続する。T8, T10 又は T12 のランプだけを用いる。T5 のランプは 8 W 以下に限り許容する。
- c) 保護レベル“ec”に対しては、IEC 61195 に従う G5 又は G13 の口金をもち、IEC 60081 に従う 2 本ピン直管蛍光ランプ (ピンは黄銅製)。ランプ受金及びソケット (Lampholders and sockets) は、5.3.5.3 に適合しなければならない。この種のランプは、陰極を予熱してランプを始動し点灯する回路に接続してもよい。T5 形 HE (IEC 60081 のシート 6520 (14 W), シート 6530 (21 W), シート 6640 (28 W) 及びシート 6650 (35 W)), T8, T10 又は T12 のランプだけを用いる。
- d) 保護レベル“eb”又は“ec”に対しては、IEC 60064 及び IEC 60432-1 に従うタングステンフィラメントのランプ。
- e) 保護レベル“eb”に対しては、IEC 60432-2 に従う一般照明用のタングステンハロゲンランプであって、100 W 以下のもの。
- f) 保護レベル“ec”に対しては、IEC 60432-2 に従う一般照明用のタングステンハロゲンランプ。
- g) 保護レベル“ec”に対しては、IEC 62035 に従う一般照明用の放電ランプ。

注記 ランプ形式仕様への適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

---

### 指針活用上の留意点

---

Lampholders and sockets は、「ランプ受金及びソケット」とも訳せるが、JIS では lampholder は「受金」、「ランプソケット」と訳しているため、この編では、lampholder を適宜、「ランプ受金」又は「ランプソケット」と表記することとする。詳細は、JIS Z 8113 照明用語を参照のこと。

---

### 5.3.2.3 定格電圧 50 V 以下のランプ

5.3.2.2 で許容するランプに加えて、次のいずれかも許容する。

- タングステンハロゲンランプであって、IEC 60061-1 に従うサイズ E14 以上のねじ込み式ランプ

口金をもち、IEC 60432-3 に従う外管をもつもの。

- － タングステンハロゲンランプであって、IEC 60061-1 に従うサイズ E10 以上のねじ込み式ランプ口金をもち、IEC 60432-3 に従う外管をもたないもの。

#### 5.3.2.4 定格電圧 12 V 以下のランプ

5.3.2.2 及び 5.3.2.3 で許容するランプに加えて、次のいずれかも許容する。

- － タングステンフィラメントランプであって、IEC 60061-1 に従うサイズ E10 以上のねじ込み式ランプ口金をもつもの。
- － IEC 60432-1 に従うタングステンフィラメントランプであって、IEC 60061-1 に従う B15d/BA15d の差込み式口金をもつもの。
- － タングステンハロゲンランプであって、IEC 60061-1 に従う B15d/BA15d の差込み式口金をもち、IEC 60432-3 に従う外管をもつもの。

#### 5.3.2.5 発光ダイオード (LED)

LED 及び LED の組合せ (LED パッケージ及び LED モジュールの組合せなど) は、保護レベル“ec”に対しては許容する。外部の電氣的離隔距離は 5.3.4.3 に適合しなければならない。

注記 LED 及び LED の組合せ (LED パッケージ及び LED モジュールの組合せなど) は、現時点では、保護レベル“eb”の光源としては許容されていない。なぜなら、これらの半導体デバイスは、まだ十分に定義されているとはみなされておらず (周波数及び故障モードの点で)、そのため別の適切な防爆構造によって保護することが要求されるからである。

#### 5.3.3 ランプと保護カバーとの間の最小距離

蛍光管については、ランプと保護カバーとの間の距離は、5 mm 以上とする。ただし、保護カバーがランプと同心のアウトチューブ (蛍光管の形状に合わせた「円筒状のランプ保護カバー」) である場合、最小距離は、2 mm とする。

他のランプにあつては、ランプと保護カバーとの間の距離は、ランプのワット数に応じて、表 8 に定める値以上とする。

表 8 ランプと保護カバーとの間の最小距離

ランプのワット数 $P$ W	最小距離 mm	
	保護レベル“eb”	保護レベル“ec”
$P \leq 10$	1	1
$10 < P \leq 60$	3	3
$60 < P \leq 100$	5	5
$100 < P \leq 200$	10	7.5
$200 < P \leq 500$	20	10
$500 < P$	30	20

### 5.3.4 電氣的離隔距離

#### 5.3.4.1 一般事項

保護レベル“eb”の照明器具については、全ての電氣的離隔距離は、4.3 及び 4.4 の要求事項に適合しなければならない。ただし、ランプ及びランプと接触するねじ込式又は差込み式ランプ受金の内部部品についてはこの限りではない。

保護レベル“ec”の照明器具については、4.3 及び 4.4 の沿面距離及び絶縁空間距離を適用する現場で行う配線の末端を除き、IEC 60598 の該当する箇条に規定する沿面距離及び絶縁空間距離を変更することなく適用する。

#### 5.3.4.2 パルス電圧のピーク値が 1.5 kV を超えるときの沿面距離及び絶縁空間距離

回路が、ランプ、ランプ受金、及び他のコンポーネントをピーク値 1.5 kV を超える高電圧にさらすようなイグナイタを含む場合、該当する沿面距離及び絶縁空間距離は、表 9 に適合しなければならない。

表 9 パルス電圧のピーク値が 1.5 kV を超えるときの沿面距離及び絶縁空間距離

部分	パルス電圧のピーク値 $V_{pk}$			
	kV	kV	kV	kV
	1.5 を超え 2.8 以下	2.8 を超え 5.0 以下	1.5 を超え 2.8 以下	1.5 を超え 2.8 以下
	沿面距離 mm		絶縁空間距離 mm	
ランプ口金	4	6	4	6
ランプ受金の内部の部分	6	9	4	6
ランプ受金の外部の部分	8	12	6	9
他の内蔵コンポーネント <sup>a</sup> でイグナイタの パルス電圧にさらされるもの	8	12	6	9
<sup>a</sup> コンポーネントそのものが樹脂充填デバイス又はシールドデバイスではない場合				

#### 5.3.4.3 保護レベル“ec”の発光ダイオード (LED)

各 LED パッケージの絶縁材料を貫く内部の電氣的離隔距離は、箇条 4 に適合する必要はない。ただし、外部の電氣的離隔距離は、箇条 4 に適合しなければならない。

外部の電氣的離隔距離の減少を許容するため、駆動回路に本質安全防爆構造“i”を採用している場合、その駆動回路は、本安関連機器として評価し、かつ、単一の LED 又は LED アレイは、第 6 編に従って、本安機器として評価する。

注記 1 光の放射による着火の潜在的リスクがある。更なる手引きは、IEC 60079-28 に記載されている。

注記 2 追加の情報は、附属書 J に記載されている。

### 5.3.5 ランプ受金及びランプ口金

#### 5.3.5.1 一般事項

ランプ受金は、適用可能である限り、該当工業規格の安全及び互換性に関する要求事項に適合しなけれ



ばならない。

保護レベル“eb”のランプ受金に用いるプラスチック材料は、4.6 の要求事項に適合しなければならない。

保護レベル“ec”のランプ受金に用いるプラスチック材料は、4.6.2 の要求事項に適合しなければならない。

注記 保護レベル“ec”については、通常運転には、回路に通電しているときのランプの取外し及び取付けは含まれない。

### 5.3.5.2 ねじ込み式ランプ受金及びランプ口金

#### 5.3.5.2.1 一般事項

ねじ込み式ランプ受金を使用する場合、ランプ受金中央の接触部は、照明器具の電源接続部の通電端子に直接又は間接に接続する。

#### 5.3.5.2.2 保護レベル“eb”のねじ込み式ランプ受金及びランプ口金

9.4 i) の警告表示のようにランプの抜き差しを非危険場所だけで行うのでない限り、ねじ込み式ランプ受金及び対応するランプ口金は、差し込んだとき及び電気接点が開き又は閉じる瞬間のいずれにおいても、機器グループ I 又は II のいずれか該当する方に対する第 2 編（耐圧防爆構造）の引火試験の要求事項に適合するものでなければならない。又は、ランプの受金と口金との間の電気接点は、口金の差込み又は取外しの瞬間の電流の導通又は遮断が独立した容器（第 2 編の機器グループ I 又は II のいずれか該当する方の構造及び試験の要求事項に適合するもの）内でだけ生じるものでなければならない。

---

#### 指針活用上の留意点

---

この要求事項は、接点部をもつ独立した容器内に対して耐圧防爆構造を形成することを示している。わが国においては、設計者は耐圧防爆構造と組み合わせることを考慮しなければならない。

---

ねじ込み式ランプ受金は、差し込んだ後にランプが自然に緩むことを防止できる設計とする。E10 以外のランプ口金については、6.3.3 の機械的試験への適合によって確認する。

ランプの取り外し中、接点が離れる瞬間には、2 山以上の完全なねじ山がかん（嵌）合していなければならない。

照明器具の一部となっているねじ込み式ランプ受金及びランプ口金は、表 10 の沿面距離及び絶縁空間距離の最小値の要求事項に適合する場合、4.4.2 及び 4.3 の要求事項に適合する必要はない。

注記 ランプ口金の絶縁材料は、通常、表 2 の材料グループ I に適合している。

表 10 ねじ込み式ランプ受金及びランプロ金に対する沿面距離及び絶縁空間距離

電圧 $U$ V	沿面距離及び絶縁空間距離 mm
$U \leq 10$	1
$10 < U \leq 63$	2
$63 < U \leq 250$	3

要求する沿面距離及び絶縁空間距離の値を決定するときは、一般的に使用する定格電圧の変動範囲を認めるために、表中の電圧の値を1.1倍してもよい。

表中の沿面距離及び絶縁空間距離の値は、最大供給電圧の許容差±10 %を基にした値である。

10 V以下では、CTIの値の該当がないので、材料グループIの要求事項に適合しない材料を用いてもよい。

### 5.3.5.2.3 保護レベル“ec”のねじ込み式ランプ受金及びランプロ金

照明器具での使用に指定するねじ込み式ランプ受金は、IEC 60238 に定めるノンスイッチ形 (non-switched types) の一つとする。

**注記** IEC 60238 に定めるランプ受金のタイプの仕様への適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

ねじ込み式ランプ受金は、差し込んだ後にランプが自然に緩むことを防止できなければならない。E10 以外のランプロ金については、このことは 6.3.3 の機械的試験への適合によって確認する。ばね部品を用いて、ランプロ金とランプ受金との接触力が確実に 10 N 以上となるようにする。照明器具の一部となっているねじ込み式ランプ受金及びランプロ金は、表 10 の沿面距離及び絶縁空間距離の最小値の要求事項に適合する場合、4.4.2 及び 4.3 の要求事項に適合する必要はない。

### 5.3.5.3 2本ピンランプのランプ受金

#### 5.3.5.3.1 一般事項

照明器具に対するランプの取付け又は取外しの際に、ランプの各端に発生するトルク及び／又は力の最大値は、未使用のランプに対する限界値 (IEC 61195 に指定するランプのピンに加える限界値) に対し、保護レベル“eb”については 50 %以下に、また、保護レベル“ec”については 75 %以下にする。

機械的寸法及び照明器具内への取付けの条件は、IEC 60061-1 及び IEC 61195 に規定するランプに対する数値及び許容誤差を考慮して決定する。

**注記 1** IEC 60061-1 及び IEC 61195 に定めるランプの仕様への適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

照明器具に使用するものとして指定する 2 本ピンランプ受金は、IEC 60400 に定める G5 又は G13 とする。

**注記 2** IEC 60400 に定めるランプ受金のタイプの仕様への適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

### 5.3.5.3.2 保護レベル“eb”の2本ピンランプのランプ受金

2本ピンランプのランプ受金は、照明器具に取り付けたとき、次の要求事項に適合しなければならない。

- a) 各ランプロ金の2本のピンは、ランプ受金内で並列に接続する、又は照明器具の配線内で隣接して並列に接続する。各1本のピン接続部の電流容量は、余裕をもたせるために、ランプの全電流を定格とする。
- b) 2本のピンは、それぞれが他方のピンの影響を受けることなく電氣的に接触する。
- c) ランプピンは、ピンが接触による側圧を受けたときに変形が最小となるように保持する。
- d) 各ランプピンとランプ受金との間の電氣的接触は、腐食及び振動がある条件においても信頼性のあるものでなければならない。型式試験は、6.3.5及び6.3.6に定める。

### 5.3.5.3.3 保護レベル“ec”の2本ピンランプのランプ受金

一般工業規格の要求事項に加えて、ランプ受金は、ランプピンの本体 (barrels) と接触し、かつ、接触を維持するように設計する。接触圧は、適切なものでなければならず、また、ランプピンは、ピンが接触による側圧を受けたときに変形しないように保持する。

### 5.3.5.4 その他のランプ受金及びランプロ金

#### 5.3.5.4.1 保護レベル“eb”の単ピンランプ受金及びランプロ金

ランプ受金及びランプロ金で形成される容器は、差し込んだとき及び電気接点が開き又は閉じる瞬間のいずれにおいても、機器グループ I 又は II のいずれか該当する方に対する第2編 (耐圧防爆構造) の引火試験の要求事項に適合しなければならない。

ランプを取り付けることによって適切な防爆構造となるランプ受金及びランプロ金は許容する。

直管蛍光ランプのランプ受金は、IEC 60061-2 の Fa6 とする。

注記 IEC 60061-2 に定めるランプ受金のタイプの仕様への適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

#### 5.3.5.4.2 差込み式ランプ受金

照明器具で使用するものとして指定する差込み式ランプ受金は、IEC 61184 に定める形式のものとする。

注記 IEC 61184 に定めるランプ受金のタイプの仕様への適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

差込み式ランプ受金には、ばねが主要な電流路とならないように設計したばね式の接点を組み込む。接続用の導線及びその絶縁体は、ランプを差込み又は取り外すとき、損傷を受けてはならない。使用するばね部品は、ランプロ金とランプ受金との接触力が確実に 10 N 以上となるものとする。

保護レベル“eb”の差込み式ランプ受金は、定格電圧 12 V 以下及び定格電流 4 A 以下での使用に限定する。

### 5.3.5.5 保護レベル“eb”のランプ受金とランプロ金との間の電氣的接触に対する要求事項

ランプロ金への電氣的接触は、次による。

- a) ねじ込み式ロ金の場合、次をいずれも満たさなければならない。
  - ランプロ金底部との接触は、6.3.3.1 によって試験したときの接触力が 15 N 以上の弾性接点素子又はばね式接点素子による。

ー ランプ口金のねじ部との接触は、ねじ 2 山以上で接触するもの、又は 6.3.3.2 によって試験したときの最小取外しトルクが表 15 の値をもつばね素子を一つ以上用いたものによる。

b) 円筒形ピン式口金の場合、接触力 10 N 以上のばね素子による。

c) 円筒形プラグイン式口金の場合、接触力 10 N 以上のばね素子による。ただし、口金と受金との間の接合部の内側及び外側で電気火花を発生させない設計となっている場合に限る

d) ランプ受金から取り外すときに、第 2 編（耐圧防爆構造）に適合する別の耐圧防爆容器の中でランプ回路が遮断される構造の口金の場合、回路が断となる瞬間の接触力が 7.5 N 以上であるばね素子による。

e) 差込み式受金の場合、ランプ口金と受金との接触力が確実に 10 N 以上となるばね素子による。

上記に規定する最小接触力は、ランプ受金に取付けてあり、使用可能な状態にあるランプに適用する。

### 5.3.6 保護レベル“ec”の照明器具の補助装置

#### 5.3.6.1 グロースタータ

グロースタータは、接点をハーメチックシールした外囲器に収容したものを内蔵したタイプとする（例えば、金属又はプラスチック容器に内蔵したガラスボトル。この場合、容器をハーメチックシールする必要はない。）。

#### 5.3.6.2 電子スタータ及びイグナイタ

電子スタータ及びイグナイタは、始動パルス電圧を 5 kV 以下とし、かつ、6.3.9 に従う試験にかける。沿面距離及び絶縁空間距離は、表 9 の要求事項に適合しなければならない。ケースが金属製である場合、これを照明器具の接地端子にボンディングする。容器内にシール、ポッティング又はモールドした電子スタータ及びイグナイタは、保護レベル“mc”の該当する要求事項にも適合しなければならない。

内部の配線に高電圧インパルスを加えるイグナイタをもつ回路は、その高電圧インパルスに対して十分な絶縁性をもつものを選択し、6.3.7 の耐電圧試験に適合しなければならない。

#### 5.3.6.3 スタータ受金（ホルダ）

接点は、弾力性があり、適切な接触圧を保持しなければならない。適合性は、6.3.9 に規定する試験によって確認する。

#### 5.3.6.4 安定器

動作電圧が 1.5 kV を超えるイグナイタとともに使用する電磁安定器は、時限遮断機能 (timed cut-out) をもつイグナイタを用いなければ使用できないタイプであってはならない。

30 日電圧インパルス型式試験だけにしかかけていない電磁安定器は、時限遮断機能付きのイグナイタと組み合わせてだけ使用できる。

時限遮断機能のないイグナイタを使用する場合、製品規格に基づく 60 日電圧インパルス試験の手順を用いる。

最高表面温度を測定する試験を行うとき、考慮する機能不全は、電子安定器の一般工業規格 (IEC 61347-1) において「異常状態」として定義されたものである。

IEC 61347-1 では、保護を追加しないと保護レベル“ec”では受け入れられない条件における、電氣的離隔距離に対する適用除外が容認されている。短縮した電氣的離隔距離を適用する場合、安定器は、内部の回路基板上に取り付けた過電流保護デバイスによって保護する。ただし、安定器内部の電源側の過電流保

保護デバイスの電氣的隔離距離は、4.3 及び 4.4 に合致しなければならない。過電流保護デバイスを採用する場合、そのデバイスは回路の定格電圧以上の定格電圧とし、かつ、1.5 kA 以上の遮断容量をもたなければならない。

注記 1 電子安定器の一般工業規格とは、IEC 61347-1 のことである。

注記 2 ヒューズの定格は、通常運転中における安定器の電流を基に選定されるが、ときには、突入インパルス、すなわち EMC 保護デバイスに起因する過渡現象によって増加される

### 5.3.7 表面温度

#### 5.3.7.1 照明器具

保護レベル“eb”にあつては通常時及び想定する機能不全時のいずれにおいても、また、保護レベル“ec”にあつては通常時及び通常想定する事象の発生時のいずれにおいても、6.3.4 に従つて試験したとき、照明器具の内側のいかなる場所の表面温度も、又は外表面の表面温度も表示する温度等級を超えてはならない。

#### 5.3.7.2 ランプ

第 1 編の小形部品に対する除外要件を適用する場合、ランプの最高表面温度は、温度等級の温度上限を超えてもよい。

ただし、1,000 mm<sup>2</sup> を超える面積をもつランプ表面であっても、照明器具内のランプ表面の最高表面温度が、その照明器具を使用しようとする特定の爆発性ガス雰囲気の発火温度よりも 50 K 以上低いときは、特定のガス雰囲気の出火温度に基づいて通常許容される最高表面温度を超えてもよい。これは、最も着火しやすい濃度での特定の爆発性ガス雰囲気の中で試験を行つて決定する。試験では、ランプの周囲の雰囲気に着火してはならない。この特例は、機器に表示されている特定の爆発性ガス雰囲気だけに有効である。

注記 凸面状ガラス外囲器のランプを採用した既存の照明器具による測定の結果、照明器具の内部で点火が生じるランプの表面温度は、IEC 60079-20-1 に記載された同じガスの発火温度よりもかなり高いことが確立している。

#### 5.3.7.3 LED

フォトン（光子）の放射は熱電対の指示に影響を及ぼすことがあるので、光放射の焦点領域内で温度測定を行うときは注意することが望ましい。最高表面温度の測定は、次のいずれかの方法で行う。

- 間接法：はんだ付け部を測定することによって、ジャンクション温度を計算で求め、これを LED の表面温度として用いる。
- 熱電対（銅・コンスタンタン）法：接着剤の塗布硬化に関する接着剤製造者の取扱説明書に従つて、微量のシリコン接着剤で線径 0.1 mm 以下の熱電対を LED に接着する。
- 熱電対（シールドした鉄・コンスタンタン又はクロメル・アルメル）法：接着剤の塗布硬化に関する接着剤製造者の取扱説明書に従つて、微量のシリコン接着剤で熱電対を LED に接着する。

注記 熱電対が光照射の直接的影響から保護されていない場合、その照射によって、測定しようとしている実際の表面温度よりも高い温度を計測してしまうことがある。

#### 5.3.7.4 タングステンフィラメントランプ及びタングステンハロゲンランプのランプロ金の温度

ランプロ金の周縁部の温度及びランプロ金のはんだ付け部の温度は、許容温度を超えてはならない。許容温度は、195 °C 又は 4.8 に規定する温度のいずれか低い方とする。

### 5.3.8 許容温度

安定器、ランプ受金及びランプの温度は、経年劣化したランプの場合においても、許容温度を超えてはならない。照明器具は、6.3.4の型式試験にかける。安定器、ランプ受金及びランプ本体の安定温度は、許容温度以下とする、又は、許容温度を超える前に遮断装置を使って電源を切る。遮断装置のリセットは、手動によってだけ可能とする（例えば、リセット用の電源を断とすることによって）。

### 5.3.9 2本ピン直管蛍光ランプを用いる照明器具

#### 5.3.9.1 一般事項

2本ピン直管蛍光ランプを用いる照明器具は、さらに、次の要求事項にも適合しなければならない。

#### 5.3.9.2 最高周囲温度

電子安定器を採用した2本ピン直管蛍光ランプ用照明器具の最高周囲温度は、60℃以下とする。

**注記** この制限は、ランプの寿命間近の状態であっても、指定の温度等級を維持するためである。

#### 5.3.9.3 温度等級

電子安定器を採用した2本ピン管状蛍光ランプ用照明器具の許容温度は、温度等級 T5 及び T6 の温度上限を超えることがあるので、これらの照明器具では温度等級 T5 及び T6 は許容しない（6.3.4.3 参照）。

#### 5.3.9.4 分離デバイス

自動的にランプ受金の全極を分離する分離デバイスを第1編に従って設けるときは、その分離デバイスは、保護カバーを取り外したとき、各ランプ受金への通電を遮断するものでなければならない。このような分離デバイスを設けるときは、次による。

- a) 分離デバイスは、IEC 60947-1 及び IEC 60664-1（過電圧カテゴリ III）に従って、アイソレータとして仕様を指定する、又は、中性線及び/又は電源線における接点間距離は、入力電圧 300V（直流又は交流実効値）以下では 2.5 mm 以上とし、この 2.5 mm の距離を得るために、1.25 mm 以上の距離を各々合算してもよい。
- b) 全ての接点は、照明器具の保護カバーを取り外したときに開放されるようにする。
- c) 分離デバイス及びその作動は、工具を使用しなければ容易に無効にできないようにする。

**注記** 解決法の一つは、分離デバイスの操作部分の保護等級を、IEC 60529 に定める IP2X とすることである。他の解決策として、遮断器の作動後、工具によってだけ遮断器を「閉」にできるようにする方法がある。

- d) 分離デバイスは、適切な防爆構造によって保護する。

分離デバイスを設けない場合、照明器具には表 19 の c) による表示をし、その照明器具は、通電中は開けてはならないことを明示する。

#### 5.3.9.5 保護レベル “eb” のランプの始動電圧

ランプ内放電を開始するため、高電圧（例えば、電子スタータ又はイグナイタからの電圧）を用いるときは、その電圧のピーク値を $\sqrt{2}$ で除した値を、表 1 に示す実効値として使用する。ランプの管内の金属リングは、ピンと同じ電位にあるとみなす。

電子安定器内のデバイスによって、始動パルスが 5 秒以内に停止することが確実で、かつ、リセットは照明器具の電源を切った後に初めて可能になることが確実である場合、上記の係数 $\sqrt{2}$ は 2.3 に増加してもよい。

#### 5.3.9.6 保護レベル“ec”のランプの始動電圧

ランプ内で放電を開始するため、高電圧（例えば、電子スタータ又はイグナイタからの電圧）を用いるときは、その電圧のピーク値を2で除した値を、表1に示す実効値として使用する。ランプの管内の金属リングは、ピンと同じ電位にあるとみなす。

電子安定器内のデバイスによって、始動パルスが5秒以内に停止することが確実で、かつ、リセットは照明器具の電源を切った後に初めて可能になることが確実である場合、上記の係数2は5に増加してもよい。

#### 5.3.10 衝撃試験

全ての据付形照明器具に対して、第1編の衝撃試験を行う。

携帯式及び移動式照明器具並びにハンドライトに対しては、第1編（総則）の衝撃試験は、6.3.2.2のように修正する。

### 5.4 アナログ計器及び計器用変成器

#### 5.4.1 一般事項

5.4.2～5.4.7の要求事項は、保護レベル“eb”のアナログ計器及び計器用変成器に適用する。

5.4.7の要求事項は、保護レベル“ec”のアナログ計器及び計器用変成器に適用する。

#### 5.4.2 許容温度

アナログ計器及び計器用変成器は、4.8に定める許容温度を超えることなしに、その定格電流及び／又は定格電圧の1.2倍に連続して耐えなければならない。

計器及び計器用変成器と組み合わせて使用する端子は、定格電流の1.1倍を基に評価し、その電流において4.8に定める許容温度を超えてはならない。

#### 5.4.3 短絡電流

変流器及びアナログ計器の電流が流れる（通電）部分（電圧回路は除く）は、少なくとも表11に規定する値に等しい電流が6.4に示す時間流れた結果として生じる熱的ストレス及び動的ストレスを受けても、爆発に対する安全性（level of security）を下げることなく、耐えることができないなければならない。

表 11 短絡電流の影響に対する耐力

電流	変流器及びアナログ計器の電流が流れる部分
$I_{th}$	$1.1 \times I_{sc}$ 以上（3.14及び注2参照）
$I_{dyn}$	$1.25 \times 2.5 I_{sc}$ 以上（注1及び2参照）

注1  $2.5 I_{sc}$ は、短絡電流の最大ピーク値である。  
注2 1.1及び1.25は、安全係数である。（つまり）使用中の許容短絡電流の実効値は $I_{th}/1.1$ を超えてはならず、かつ、ピーク値は $I_{dyn}/1.25$ を超えてはならない。

#### 5.4.4 短時間熱的電流

定格短時間熱的電流  $I_{th}$  に等しい電流が流れたときに到達する温度は、4.8に定める許容温度を超えてはならず、かつ、いかなるときでも、200℃を超えてはならない。

#### 5.4.5 変流器から電源を供給する計器

アナログ計器の電流が流れる部分（通電部分）に、変流器から電源を供給する場合、 $I_{th}$  及び  $I_{dyn}$  の値は、変流器の一次側巻線に  $I_{th}$  及び  $I_{dyn}$  を流した状態で、短絡した二次側巻線に流れる電流に等しい値でなければならない。

#### 5.4.6 可動コイル

可動コイルをもつアナログ計器は、許容しない。

#### 5.4.7 外部の二次側回路

変流器の二次側回路が機器の外部に出ている場合、第 1 編（総則）の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添え、かつ、認証書に記載する特定の使用条件に、使用中に二次側回路が開放状態にならないための保護装置が必要であることを詳述する。

変流器を取り付けた場合、二次側を開放状態にすると、その変流器には端子の電圧定格を大幅に上回る電圧を生じる可能性がある。設置環境によっては、開路に伴う危険な電圧が発生することがないように事前の対策を講じることが適切かもしれない。

開閉装置内に、整合変成器に接続した変流器を内蔵する機器（例えば、差動保護システム）にあつては、（複数接続しているトランスの）整合変成器と変流器の接続対（複数）のうち、いずれかの対の接続が断線したときの機器に与える影響を考慮することが望ましい。

### 5.5 計器用変成器以外の変成器

5.4 の要求事項を適用する計器用変成器以外の変成器については、6.5 に従って試験する。

### 5.6 セル及びバッテリーを組み込んだ機器の補足要求事項

#### 5.6.1 セル及びバッテリーの形式

##### 5.6.1.1 一般事項

セル及びバッテリーは、構造及び電解ガス（水素及び／又は酸素）の発生のしやすさによって区別する。この編では、セル及びバッテリーの形式別の使用上の制限を規定する（表 12 参照）。

セル及びバッテリーは、その設計によって、一つの特定の形式、すなわち、制御弁式セル若しくはバッテリー、又はベント形セル若しくはバッテリーとなる。制御弁式セルとして設計されたセル及びバッテリーは、排出の原因となる異常条件を回避できるならば、最終使用形態において、あたかもシールド形のように使用することができる。

**注記 1** 上記の異常条件として考慮するものには、次のような例がある。

- 1) 異常な周囲温度条件（高温保管又は高温使用、及び極低温充電を含む）
- 2) 異常な充電条件（過充電又は過大充電電流、及び過大充電時間を含む）
- 3) 異常な放電条件（深放電を含む）
- 4) バッテリーと充電器の異常な組合せ（充電上の不整合）

ベント形セルとして設計されたセル及びバッテリーは、他のいかなる形式ともみなすことはできない。

**注記 2** 一般に、ニッケルカドミウム及びニッケル水素セル及びバッテリーは、設計上、必ずしもある特定の形式となるわけではない。

**注記 3** どのような形式のセル又はバッテリーであっても、ガスが、適切にシールされた機器容器内に排出されると、高濃度酸素と混じって、第 1 編（総則）に規定されている標準の大気条件を超える高圧の



可燃性混合気となってしまうことがある。これは、一般に携帯形トーチ（懐中電灯）のようなバッテリー又はセルの容積がその機器容器の容積のかなりの割合を占めるときに発生することがある。（容器の内圧を第1編の標準大気条件に維持するために、しばしば圧力逃し用ベントが使用される。

#### 5.6.1.2 シールドセル

シールドセルの動作定数が製造者の推奨限度内にあり、かつ、要求する安全デバイスが機器の一部をなす、又は、機器の申請文書に明示されている安全デバイスの保護機能の要求事項が、排出の原因となる異常状態を防止する安全デバイスのもものと同等である場合、シールドセルには、シールド一次セル及びシールド二次セルを含める。シールドセルの最大容量は、**25 Ah** とする。

これらの形式のセル、又はこれらのセルで構成したバッテリーは、予防措置を追加することなく保護レベル“ec”の機器に使用してよい。最大容量は、セル又はバッテリーのいずれについても **25 Ah** とする。

保護レベル“eb”に対する技術的要求事項及び特別な予防措置は **5.6.2** 及び **5.6.4** に、また、試験及び検証は **6.6** に規定している。

#### 5.6.1.3 制御弁式セル及びバッテリー

制御弁式セルを保護レベル“eb”の機器に適用するときは、そのセルの限界値及び制御方式を完全に指定する。

セルの推奨限界値及び制御方式が、セルの要求事項に従って、完全には指定されていないときは、そのセルは、保護レベル“ec”の機器（通常運転中、アーク又はスパークを生じる部分を含まない場合に限る。）には使用してよい。ただし、このようなセル及びバッテリーを容器内の別の区画に収容していて、セル及びバッテリー内のガスが容器外の大気に直接排出される場合に限り、組み込むことを許容する。このようなセル及びバッテリーを使用するときは、特別な予防措置を考慮する。

技術的要求事項及び特別な予防措置は **5.6.2**、**5.6.2.11** 及び **5.6.4** に、また、試験及び検証は **6.6** に規定している。

#### 5.6.1.4 ベント形セル及びバッテリー

この形式のセル及びバッテリーは、ガスを容器外の大気中に排出することによって、区画内にガスが蓄積しないように設計する。区画内には、セル及びバッテリーとの接続のために必要なものを除き、安全増防爆“e”の他の電気部品を収容してはならない。

技術的要求事項及び特別な予防措置は **5.6.2**、**5.6.2.11** 及び **5.6.4** に、また、試験及び検証は **6.6** に規定している。

表 12 セル及びバッテリーの形式と用法

セル又はバッテリーの形式	セル又はバッテリーの容量	危険場所で許容する行為			備考
		放電	二次セルの充電	同じ区画内における機器の追加	
シールド形	≤ 25 Ah	許容する	許容する	許容する	—
制御弁式	制限なし	許容する	許容しない <sup>a</sup>	許容する (ただし、“e”若しくは“e”の接続部をもつ“m”，又は“e”の接続部をもつ“o”に限る。)	防爆構造“d”又は“i”は、別の区画に設置し、これらの防爆構造と一体化した接続部はバッテリーと同じ区画には収容しない。
ベント形	制限なし	許容する	許容しない <sup>a</sup>	許容しない	—

<sup>a</sup> 危険場所での充電については、特別な予防措置を要求する。

## 5.6.2 容量が 25 Ah 以下のセル及びバッテリーに対する要求事項

### 5.6.2.1 セル又はバッテリーの樹脂充填

セル又はバッテリーを樹脂充填する場合、いかなる圧力逃がし部品も塞ぐことがないように配慮する。通気口のサイズは、想定するバッテリーからの最も厳しい放出において、樹脂充填した集成体に危険な圧力が加わらないように、十分大きくする。1 個のセルには、1 箇所以上の通気口を要求する。

安全増防爆構造を維持するためにセル又はバッテリーの樹脂充填を行う場合、樹脂充填は、充電時にセルの膨張を妨げるものであってはならない。

**注記 1** この編でいう「樹脂充填」及び「樹脂充填する」は、第 7 編（樹脂充填防爆構造）への適合を意味しない。

**注記 2** 通気口の物理的特性（寸法、形状、数）は、バッテリーの形式及び容量によって異なる。バッテリー容量に対する経年効果は、バッテリーからのガス発生量に影響することがある。

### 5.6.2.2 二次セル又は二次バッテリーの使用

二次セル又は二次バッテリーは、一次セル又は一次バッテリー用に設計された機器の中で使用してはならず、逆の場合も同様である。ただし、機器が、一次及び二次の両方で使用できるように設計されている場合は、この限りではない。

### 5.6.2.3 セルの接続

保護レベル“eb”のバッテリーは、直列接続したセルだけで構成する。保護レベル“ec”のバッテリーは、直列接続したセルで構成するが、2 個のセルを並列接続するだけで、これにさらにセルを直列に接続しない場合

は、この限りではない。

#### 5.6.2.4 放電モード

##### 5.6.2.4.1 一般事項

###### 5.6.2.4.1.1 セルの直列接続

シールドセル又は制御弁式セルを4個以上直列接続してはならない。ただし、逆充電を防止する対策を講じている場合はこの限りではない。

**注記** セルの残容量は時間とともに減少するかもしれない。このようなことが起きると、残容量の多いセルが、残容量の少ないセルの極性を反転させることがある。

###### 5.6.2.4.1.2 深放電保護

セルが逆充電されるのを防ぐために深放電保護デバイスを設ける場合、その保護デバイスの最小カットオフ電圧は、セル製造者の仕様に合わせる。保護レベル“eb”については、負荷を切り離れた後にバッテリーから流れ出る電流（単位 A）は、定格容量（単位 Ah）の0.1%未満でなければならない。

**注記** 一般に、直列接続したセルが6個以下であれば、深放電保護デバイス1個で保護できる。それを超える数のセルを直列に接続すると、個々のセル電圧の許容差及び深放電保護デバイスの許容差のために、確実に保護できないおそれがある。

###### 5.6.2.4.2 保護レベル“eb”の放電条件

**Ex** コンポーネントのセル又はバッテリーから取り出す負荷電流が過大となってバッテリーを損傷させ、安全増防爆性を損なうことがある場合、機器の製造者は、これを防止するため負荷又は安全デバイスを指定しなければならない。安全増防爆性が損なわれない場合、負荷を定めることも安全デバイスを備えることも必要はない。

**注記 1** 機器の一部として提供されたバッテリーは、機器の安全増防爆性を損なうことなく、機器に接続した負荷に電力を供給できなければならないので、許容負荷を指定することが現実的なのは、Ex コンポーネントのバッテリーだけである。

最高表面温度の試験及び検証においては、機器製造者指定の最大負荷によって許容する又は保護デバイスが許容する最大放電電流を考慮する。この電流は、例えば、ヒューズ定格の1.7倍、又は、負荷も保護デバイスも指定されていない場合は短絡電流とする。

この編で要求する安全デバイスは、制御系の安全に関わる部分を構成する。製造者は、自らの責任において、制御系の安全度（safety integrity）がこの編で要求する安全レベルと一致することを評価しなければならない。

**注記 2** ISO 13849-1 のカテゴリ PL c の要求事項に適合する安全関連部品（safety related parts）は、上記の要求事項を満たす。

###### 5.6.2.4.3 保護レベル“ec”の放電条件

放電モードにあるセル及びバッテリーは、セル又はバッテリーの製造者の指定どおりに使用する。温度定格の試験及び検証においては、通常運転中の最大放電電流を考慮する。セル又はバッテリーから取り出す負荷電流が過大となってバッテリーを損傷させ、保護レベル“ec”に影響を及ぼすことがある場合、最大負荷又は使用する安全デバイスを指定しなければならない。

#### 5.6.2.5 使用時到達温度

セル又はバッテリーの使用時到達温度は、製造者が指定する値を超えてはならない。

#### 5.6.2.6 沿面距離及び絶縁空間距離

##### 5.6.2.6.1 保護レベル“eb”

セル相互間及び機器内でのバッテリーへの電気接続部は、4.2 に適合し、かつ、セル又はバッテリーの製造者が推奨する形式のものとする。

次の絶縁空間距離及び沿面距離は、セルの極間に適用する。

- a) 本来安全な単一のセル、すなわち、その短絡電流及び最高表面温度がセル自身の内部抵抗によって適切な値に制限されているセルについては、セルの極間の絶縁空間距離及び沿面距離は、無視してもよい。
- b) 単一のセルで、最大開放電圧が 2 V 以下であり、バッテリーを構成しないものについては、セルの極間の絶縁空間距離及び沿面距離は、0.5 mm 以上とする。
- c) バッテリー電圧が 10 V 以下であり、セル及びセル間の接続部をともに固定しているバッテリーについては、セル間に追加の絶縁空間距離及び沿面距離は要求しない。バッテリーの外部端子に対する絶縁空間距離及び沿面距離は、表 1 による。
- d) 他の全てのバッテリー及び電圧が 2 V を超える全てのセルについては、絶縁空間距離及び沿面距離は、電圧に応じて、表 1 による。

##### 5.6.2.6.2 保護レベル“ec”

セルの極間の絶縁空間距離及び沿面距離は、セル又はバッテリーの該当工業規格に従う。

#### 5.6.2.7 接続部

セル間及びバッテリー間の電気接続部は、4.2 に適合し、かつ、セル又はバッテリーの製造者が推奨する形式のものとして、セル又はバッテリーに過剰な応力が生じることがないようにする。

#### 5.6.2.8 交換用バッテリーパック

セル又はバッテリーは、交換用バッテリーパックとして組み立てるときは、確実に接続する。

**注記** これによって、不完全な接続部、充電状態又は使用期間の異なるセル同士の接続が生じる可能性が低くなる。

#### 5.6.2.9 交換用バッテリーパックの接続部

セル及びバッテリーが機器と一体構造になっていない場合、機器に取り付けたセル又はバッテリーと充電器の誤接続を防止するための予防措置を講じる。適切な予防措置には、極性を区別したコネクタ、すなわち、正しい組立て方法を指示するために明確な表示が付けられているコネクタの使用がある。回路内の確実な接続についても対策を講じる。

#### 5.6.2.10 電解液の放出

##### 5.6.2.10.1 保護レベル“eb”

通常状態又は単一の機能不全状態でセルから電解液が放出されるリスクがある場合、充電部分の汚染防止対策を講じる。シールドセル又はバッテリーについては、防護は必要ない。ベント形又は制御弁式のセル又はバッテリーは、セルから放出された電解液によって機器の他の部分を汚染されることを避けるために、隔離した区画に封じ込める。さらに、この形式のセル又はバッテリーを収めた区画内部の沿面距離及び絶縁

空間距離は、10 mm 以上とする必要がある。

#### 5.6.2.10.2 保護レベル“ec”

通常の事象として、電解液がセルから放出される可能性がある場合、充電部の汚染を軽減する対策を講じる。シールド形又は制御弁式のセル又はバッテリーには、追加の保護は要しない。

#### 5.6.2.11 分離及び運搬

危険場所において、保護レベル“eb”のバッテリーを分離する必要がある場合、安全に分離することを可能にしなければならない。充電部が IP30 以上で保護されていない場合、セル及びバッテリーは、表 19 の e) のように表示して、バッテリーを危険場所に持ち込んで서는ならない旨の警告をする。

### 5.6.3 容量が 25 Ah を超える制御弁式又はベント形セル及びバッテリーに対する要求事項

#### 5.6.3.1 許容するバッテリーの形式

ベント形バッテリーは、鉛-酸（鉛-希硫酸形）、ニッケル-鉄又はニッケル-カドミウム系とする。ベント形バッテリーには、容量の制限はない。液充填形のモノブロックバッテリー（主として内燃機関の始動用又は小形予備電源用）は、該当する箇条及び該当する設計原則を適用するが、接続配置は、ユニット内での構築方法に適するものとすればよい。

試験及び検証方法は、6.6 に規定する。

#### 5.6.3.2 バッテリー収納容器

##### 5.6.3.2.1 内表面

内表面は、電解液の作用によって悪影響を受けてはならない。

##### 5.6.3.2.2 機械的要求事項

バッテリー収納容器（カバーを含む）は、使用時に予想される機械的応力（移送及び取扱いによる応力を含む。）に耐えるように設計する。これを達成するため、収納容器内に仕切壁を組み込むことが必要となることがある。

##### 5.6.3.2.3 沿面距離

###### 5.6.3.2.3.1 保護レベル“eb”

必要な場合、バッテリー収納容器に絶縁隔壁を設ける。仕切壁は、適切に構築されていれば、絶縁隔壁とみなしてもよい。絶縁隔壁は、どの区画も区画内公称電圧が 40 V を超えることがないように配置する。絶縁隔壁は、要求する稼働中の沿面距離を減じることのないように構築する。絶縁隔壁の高さは、セルの高さの 2/3 以上とする。図 1 の例 2 及び例 3 に示す方法（凹みを距離の算出に繰入れる）は、沿面距離の算出に使用してはならない。

隣接セルの電極間の沿面距離及びこれらの電極とバッテリー収納容器との間の沿面距離は、35 mm 以上とする。隣接するセル間の公称電圧が 24 V を超える場合、24 V を超える部分について、2 V につき 1 mm 以上ずつ沿面距離を増す。

###### 5.6.3.2.3.2 保護レベル“ec”

絶縁隔壁をもたない金属製バッテリー収納容器については、隣接したセルの電極間の沿面距離及びこれらの電極とバッテリー収納容器との間の沿面距離は、35 mm 以上とする。非金属製容器については、沿面距離は、表 2 に適合しなければならない。隣接するセル間の公称電圧が 24 V を超える場合、24 V を超える部分について、2 V につき 1 mm 以上ずつ沿面距離を増す。

#### 5.6.3.2.4 カバー

バッテリー収納容器のカバーは、通常運転中、不注意で開けることもずらすこともできないように固定する。

#### 5.6.3.2.5 セルの組立て

セルは、使用中に著しい位置ずれが生じることがないように、バッテリー収納容器に組み込む。端子取付け具及び他の組付け部品（例えば、パッキン及び絶縁隔壁）の材料は、絶縁性があり、無孔質で電解液の作用に耐性があるものとする。

#### 5.6.3.2.6 液体の排出

ドレン穴のないバッテリー収納容器に入ってしまった液体は、セルを取り外すことなく排出できなければならない。

#### 5.6.3.2.7 通気

バッテリー収納容器には、適切な通気開口を設ける。4.10 の異物及び水の侵入保護のための保護等級の限度への例外として、バッテリー収納容器については、IEC 60529 に従う保護等級は IP23 で十分とする。

実際に IEC 60529 による IPX3 試験を行い、バッテリー容器内に水が浸入する場合、それが悪影響を及ぼす量かどうかは、6.6.2 の絶縁抵抗試験を行って判断してよい。

#### 5.6.3.2.8 プラグ・ソケット

第1編の要求事項に加え、正（プラス）極及び負（マイナス）極がそれぞれ単極のプラグ・ソケット（差込接続器）は、両極を取り違えてはめ合わせることができないように互換性のないものとする。

#### 5.6.3.2.9 極性表示

バッテリー接続部及びプラグ・ソケット（差込接続器）の極性は、耐久性があり、わかりやすい方法で表示する。

#### 5.6.3.2.10 他の機器

バッテリー容器に附属し、又は組み込まれる他の電気機器は、該当する防爆構造の要求事項に適合しなければならない。

#### 5.6.3.2.11 絶縁抵抗

十分に充電して使用できる状態にある新しいバッテリーは、充電部とバッテリー収納容器との間の絶縁抵抗が  $1\text{ M}\Omega$  以上でなければならない。

### 5.6.3.3 セル

#### 5.6.3.3.1 上蓋

セルの上蓋は、セル容器から外れて電解液が漏れ出ることがないように、セル容器にシールする（封じ込む）。

#### 5.6.3.3.2 支持

正（プラス）極板及び負（マイナス）極板は、動かないように支持する。

#### 5.6.3.3.3 電解液の保守

電解液の液面の維持を要求するセルには、電解液の液面が最低と最高との許容液面の範囲内にあることを表示する手段を備える。電解液が最低液面にあるとき、電極板のラグ及びブスバーの過度の腐食を防止するための予防措置を講じる。

#### 5.6.3.3.4 膨張用空間

各セルには、電解液が膨張して流出することを防止するため、また、スラリーの堆積があるときはこれに備えて、十分な空間を設ける。これらの空間の体積は、バッテリーの予想寿命と関連したものとする。

#### 5.6.3.3.5 補水プラグ及び液口栓

補水プラグ (filling plug) 及び液口栓 (vent plug) は、通常の使用条件で電解液が放出されることがないように設計する。これらのプラグは、保守のとき容易にアクセスできる (手で触れられる) 位置に設ける。

#### 5.6.3.3.6 電解液のシール

電解液が漏れ出ることを防ぐために、各端子極とセルの上蓋との間にシールを設ける。

---

#### 指針活用上の留意点

---

上記において、対応国際規格 (IEC 60079-7:2015) における各用語を次のように扱っている。

対象となっている容量 25 Ah を超える電池は、車両用に使われるものが多い。JIS D 0114 : 電気自動車用語 (電池) に従い、“filling plug”を「補水プラグ」、 “vent plug”を「液口栓」とした。

— JIS D 0114 電気自動車用語 (電池) : 2000 から抜粋 —

補水プラグ “filling plug” : 補水タンクと補水用配管とを接続する接続器。

液口栓 “vent plug” : ふたの液口部に取り付けられる栓。排気構造をもったもの、防沫機構をもったもの、フィルタを内蔵し防爆機能をもつものなどがある。

---

#### 5.6.3.4 接続部

##### 5.6.3.4.1 セル間の接続部

互いに相対的な動きをする隣接するセルの接続導体は軟質 (non-rigid) なものとする。軟質な接続部を使用するとき、その両端は次のいずれかによる。

- a) 極柱に溶接又ははんだ付けする。
- b) 極柱に鑄込まれた銅スリーブに圧着する。
- c) セルの極柱に鑄込まれたインサートにねじで締め付けた銅製端子に圧着する。インサートは、第1編 (総則) のブッシングトルク試験及びこの細分箇条の要求事項を満たすことによって、その接続の機械的及び熱電氣的性質が容認できる場合には、銅又は他の材料でもよい。ねじ接合部には緩み防止措置を施す。

上記 b) 及び c) の場合、セル間の接続導体は、銅とする。上記 c) の場合、銅製端子とセルの極柱との有効接触面積は、導体の断面積以上とする。有効接触面積の計算において、雄ねじと雌ねじとの接触面積は考慮しない。

上記 c) では「銅」という用語を使用しているが、接続部の機械的特性の改善 (例えば、銅製のインサートの場合のねじ山のすり減り防止) が必要な場合には、少量の他の金属 (例えば、クロム又はベリリウム) との銅合金も許容する。そうした合金を用いる場合、他の金属を加えることによる導電性の低下を補うため、セル間接続部の接触面積を増すことが必要となることがある。

#### 5.6.3.4.2 温度評価

##### 5.6.3.4.2.1 保護レベル“eb”

接続導体は、許容温度（4.5, 4.8.1 及び 4.8.2 参照）を超えることなく、負荷に必要な電流を流すことができなければならない。負荷を決められない場合には、バッテリー製造者がバッテリー容量を決めるときに用いる放電率でバッテリーを評価する。二重の接続導体を用いる場合、単一の導体それぞれが、許容温度を超えることなく全電流を流すことができなければならない。

##### 5.6.3.4.2.2 保護レベル“ec”

接続導体は、温度等級で定める温度を超えることなく、用途に必要な電流を流すことができなければならない。用途を指定できない場合、バッテリーの製造者が指定する 1 時間放電率でバッテリーを評価する。

#### 5.6.3.4.3 接続部の保護

電解液の侵食にさらされる全ての接続導体は、適切に防食処理する。例えば、鉛-酸系のバッテリーでは、鉛以外の金属の非絶縁接続導体は鉛で被覆する。ただし、ねじ山には適用しない。

充電部は、バッテリーのカバーが開いている間の偶発的な接触を避けるために、絶縁保護する。

#### 5.6.4 セル及びバッテリーの充電

##### 5.6.4.1 充電器の仕様

###### 5.6.4.1.1 保護レベル“eb”

危険場所でセル及びバッテリーの再充電を意図する場合、充電回路は機器の一部として、完全に規定しなければならない。充電システムに単一故障があった場合でも、充電電圧及び充電電流は、製造者の指定した値を超えてはならない。制御弁式セルの充電に対する追加の要求事項はない。

充電は、製造者が指定する安全限度内に限り許容する。

バッテリー又はセルを充電中には、これを危険場所内で運搬し、又は危険場所へ運搬することが製造者によって許されていない場合、第 1 編の表示に関する要求事項に従って、製品（バッテリー又はセル）には記号 X を表示し、かつ、その認証書には特定の使用条件を記載する。その製品（バッテリー又はセル）を搭載する機器には、表 19 の f) に示す表示をしバッテリー又はセルを危険場所で充電してはならない旨の警告をする。

充電器が機器と一体になっているが、その充電器が適切な防爆構造によって保護されていない場合（非危険場所での使用を意図する場合）、充電器への電源を遮断し、かつ、セル又はバッテリーから電流が流れ込まないようにする必要がある。適切な防爆構造によって保護されていない充電器において、部品／部分の温度が許容温度を下回るまで低下するために一定の時間を要する場合、機器に表 19 の e) に示す表示をし、充電完了後 X 分は、機器を危険場所へ持ち込んではならない旨の警告をする。

同じ容器内にもう一つ電圧源がある場合には、バッテリー及びその関連回路は、充電用に特に設計した回路以外の回路によって充電されることがないように保護する。これを実現する方法には、例えば、（容器内の）最高電圧に対して表 1 に規定する沿面距離及び絶縁空間距離を適用して、バッテリー及びその関連回路を容器内の他の電圧源から分離する方法がある。

###### 5.6.4.1.2 保護レベル“ec”

電気機器と一体となっているセル及びバッテリーを危険場所で充電することとなっている場合、充電器は機器設計の一部として、完全な仕様を指定しなければならない。充電システムは、通常運転中に、機器の



使用時到達温度の範囲に基づいて製造者が指定した充電電圧及び充電電流の限度を超えることがないように設計する。

#### 5.6.4.2 制御弁式又はベント形のセル又はバッテリーの充電時のガス抜き

##### 5.6.4.2.1 保護レベル“eb”

制御弁式セルの充電については、機器の一部として指定する充電器を用いた、6.6.4に記載の試験中連続的に測定したときの、バッテリー収納容器内での水素の最大濃度は、体積分率2%以下でなければならない。

##### 5.6.4.2.2 保護レベル“ec”

充電システムは、通常、ガスを生じないことが望ましい。ただし、ガスを生じる場合、バッテリー容器は、その内部の水素濃度が、48時間後において体積分率2%以下となるような構造とする。このことは、6.7.4の試験によって検証する。

**注記** この要求事項は、シールドセルには適用されない。シールドセルは、何ら追加の保護をすることなく保護レベル“ec”に用いることができる(5.6.1.2参照)。

#### 5.7 汎用の接続・分岐箱

汎用の接続・分岐箱は、使用中に4.8の許容温度を超えないようにするため、6.8の方法で決まる定格を割り当てる。

定格(附属書E参照)は、次のいずれかによって表示する。

a) 定格最大消費電力

b) それぞれの端子サイズごとに、導体の許容接続本数及び許容寸法、並びに最大電流からなる値一式個々の電流値に対して端子と導体との安全な組合せを決めるときの、定格の使用に関する情報を附属書Eに示す。

---

#### 指針活用上の留意点

---

対応国際規格(IEC 60079-7:2015)では、“connection box”、“junction box”及び“connection and junction box”という用語が使用されているが、この編では、これらは、それぞれ「接続箱」、「分岐箱」及び「接続・分岐箱」と訳している。ただし、これらの用語はほぼ同義であり、実用上は区別する必要はない。

---

#### 5.8 抵抗加熱機器(トレースヒータを除く)

##### 5.8.1 一般事項

この箇条5.8は、3.13に定義する抵抗加熱デバイス及び抵抗加熱ユニット(ただし、トレースヒータを除く)に対する補足要求事項を定める。この箇条は、誘導加熱、表皮効果加熱又は誘電加熱には適用しない。また、流体、容器又は配管系に電流を流すことに係わる他の加熱方式にも適用しない。型式試験の要求事項は、箇条6に示す。

**注記1** トレースヒータに対する要求事項は、IEC 60079-30-1に規定している。

**注記2** 安全増防爆のために、抵抗加熱に適用する追加手段には、次のものがある：温度保護デバイス(要求事項)、シール構造(sealed containment)、許容できる接地ハウジング付き若しくは絶縁監視システム付きの残留電流の検出(30 mA~100 mA)、及び絶縁システムの熱安定性試験。

## 5.8.2 加熱用抵抗器

加熱用抵抗器は、巻線とはみなさず、したがって、4.7は適用しない。

第1編（総則）の非金属材料に対する要求事項は、加熱用抵抗器の電気絶縁材料には適用しない。

注記 加熱用抵抗器のものではない加熱システムの部品に対しては、4.5が適用される。

## 5.8.3 温度係数

加熱用抵抗器は、正の温度係数をもたなければならない。製造者は、20 °Cにおける抵抗値及びその許容差を指定しなければならない。

## 5.8.4 絶縁材料

抵抗加熱デバイスに用いる絶縁材料は、6.9に従って試験する。

## 5.8.5 コールドスタート電流

6.9.5に従って試験したとき、抵抗加熱デバイスのコールドスタート電流は、電源投入後10秒経過以降は、製造者の公表値の110%以下でなければならない。

## 5.8.6 電気安全デバイス

### 5.8.6.1 一般事項

このデバイスの保護機能は、過電流保護に追加する機能であり、異常時の地絡及び接地漏れ電流に起因する加熱作用及び予想されるアーク放電を制限することである。機器の製造者は、抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットに使用する安全デバイスを指定しなければならない。抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットを、電気機器の中に組み込むことで機械的に保護することを意図している場合（例えば、電動機内の結露防止用ヒータ）を除き、安全デバイスは、5.8.6.2に適合しなければならない。

### 5.8.6.2 保護方式

#### 5.8.6.2.1 一般事項

保護方式は、系統接地の種類によって決まる（定義についてはIEC 60364-5-55を参照）。

#### 5.8.6.2.2 TT系統及びTN系統

設置の際に、定格残留動作電流100 mA以下の残留電流動作形安全デバイスを使用する。

注記1 定格残留動作電流30 mAの保護デバイスを優先して使用するのがよい。この保護装置の最大動作時間は、定格残留動作電流において、100 ms以下であることが望ましい。

注記2 一般に、この系統では、残留動作電流30 mA以上で、全ての非接地相が遮断される。

注記3 残留電流保護装置に関する追加の情報は、IEC 61008-1に示す。

#### 5.8.6.2.3 IT系統

設置の際に、絶縁監視装置を設けて、絶縁抵抗が定格電圧に対して $50 \Omega/V$ 以下になったら常に電源を遮断するようにする。

## 5.8.7 導電性被覆

5.8.6で予測する保護デバイスの機能を導電性被覆で確保する場合、その被覆は、絶縁シースの表面全体に広がっていて、絶縁シース表面の70%以上を覆う均一分布導電層からなるものでなければならない。導電性被覆の電気抵抗は、5.8.6で予測する保護デバイスの動作を確保するに十分に低い値とする。

## 5.8.8 爆発性雰囲気排除

電気絶縁体の表面温度が温度等級による上限温度以上の場合、その絶縁体は、加熱用抵抗器が爆発性雰

囲気と接触できないようにしなければならない。

注記 例えば、ビーズ状の絶縁体による絶縁は、この要求事項を満たさない。

保護レベル“eb”の抵抗加熱デバイスの温度等級の決定において、追加して設けようとするいかなる熱絶縁体（断熱材）も、通常、爆発性ガス雰囲気との接触を遮る手段とはみなさない。

#### 5.8.9 導体の断面積

抵抗加熱デバイスの接続部に用いる導体の断面積は、機械的な（強度上の）理由から、 $1\text{ mm}^2$ 以上でなければならない。

#### 5.8.10 許容温度

通電時に抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットが許容温度を超えることを防止しなければならない。これは、次のいずれかによって実現する。

- a) 抵抗加熱デバイスの自己温度制御特性を用いた安定化設計
- b) 加熱システムの安定化設計（指定の使用条件での）
- c) 5.8.11 に定める安全デバイス

---

#### 指針活用上の留意点

---

要求事項の趣旨は、温度制御用の温度センサと保護用の温度センサとは別々でなければならないことを要求している。温度制御装置の不具合を想定して、制御関係と同じ温度センサを用いて保護するという系は許されない。設計者は保護装置、安全装置関連は独立する系を検討する。

---

上記の b) 及び c) の場合、抵抗加熱デバイスの温度は、次に示す種々のパラメータ間の関係によって決まる。

- － 抵抗加熱デバイスの熱出力
- － 周囲物の温度：気体、液体、被加熱物
- － 抵抗加熱デバイスと周囲物との間の熱伝達特性

これらの関係についての必要データは、製造者が第 1 編（総則）に従って作成する文書に記載する。

注記 上記の b) 及び c) の場合、抵抗加熱デバイスの温度は、次に示す種々のパラメータ間の関係に依存する。ただし、これだけに限定はされない。

- － 周囲温度範囲
- － 媒体の入口と出口における温度又は被加熱物の温度
- － 加熱される媒体及びその物理的性質（熱伝導率、比熱容量、動粘度係数、プラントル数、密度）
- － 温度等級
- － 熱出力
- － 熱流束（媒体の物理的性質、流速、電源電圧及び許容表面温度に依存する。）
- － 抵抗加熱ユニットの形状（各抵抗加熱エレメントの配置、取付け角、熱伝達特性）

#### 5.8.11 安全デバイス

安全デバイスによる保護は、次のいずれかを検出することで達成する。

- a) 抵抗加熱デバイスの温度，又は，適切ならばデバイスに直に触れる周囲物の温度
- b) 抵抗加熱デバイスの温度又は周囲温度に加えて，一つ以上の他のパラメータ

注記1 このようなパラメータには，次のものがある。

- － 液体の場合，液体が加熱デバイスを深さ50 mm以上覆うことは，液面計によって確認できる（空だきの防止）。
- － 流動媒体（ガス及び空気のような）の場合，流動媒体の最小流量が確保されていることは，流量計によって確認できる。
- － 被加熱物については，その熱伝達特性は，加熱デバイスを固定する又は補助剤（熱伝導性固着剤）で固着することによって確認できる。

特定の使用条件が必要な場合，第1編の表示の要求事項に従って，認証番号の末尾に記号Xを添え，かつ，認証書に記載する特定の使用条件には使用上の制約を詳述する。例えば，抵抗加熱ユニットを安全デバイスとともに供給し，これに他のデバイスを接続して，全体を安全システムとして機能させようとするときは，関連機器の選定及び相互接続に関する情報を，特定の使用条件に詳述する。安全システムの一部として機能する機器の選定及び設置に際して追加情報が必要な場合，取扱説明書に詳細を記載する。

リセットは，安全デバイスからの情報を連続監視するときを除き，あらかじめ設定したプロセス状態に復帰した後，手動操作によってだけ可能とする。センサが故障（機能失敗）したときには，加熱デバイスの電源は，表面が許容温度（上限温度）に到達する前に遮断する。手動によって再作動させる安全デバイスのリセット又はデバイス自体の交換は，工具を使用しなければならないようにする。

---

### 指針活用上の留意点

---

要求事項の趣旨は，手を引っ掛けるなどの意図しない誤操作等に対し，容易に又は簡単に再設定できるものは避けることを要求している。設計者はこのような誤操作等についても配慮する。

センサ故障時に温度を監視できない状態を想定する場合，許容温度に達する前に電源を遮断するには，予備のセンサを用意すること，安全故障（故障時に断）とすること，又は，故障を極力起こさない高信頼性のデバイスとすることを設計者は検討する。

---

安全デバイスの調整手段は，ロック及び封印し，以後，使用中に変更できないようにする。

注記2 交換用温度ヒューズは，製造者指定品に限定する。

安全デバイスは，異常条件で動作し，かつ，通常条件での運転に必要ないかなる制御用デバイスとも別に設け，かつ，それらの制御用デバイスとは機能上独立していなければならない。

保護レベル“eb”については，安全デバイスは，抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットへの通電を直接又は間接的に遮断する。

保護レベル“ec”については，安全デバイスは，次のいずれかとする。

- － 抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットへの通電を直接又は間接的に遮断する。
- － 監視員が常駐する場所に警報出力を表示する。

### 5.9 ヒューズに対する補足要求事項

### 5.9.1 一般事項

ヒューズは、保護レベル“ec”機器で使用することを許容する。非再用形に限り、通常運転中に断線することもアークの発生源となることもないとみなすので、定格範囲内で使用することを許容する。

**注記 1** 非再用形は、交換可能なヒューズエレメントのないヒューズである。

**注記 2** 短絡又は熱的保護のためヒューズを要求する保護レベル“eb”の機器については、そのヒューズは、非危険場所に配置する、又は EPL Gb に対応する他の防爆構造で保護する。保護レベル“eb”だけが、ヒューズへの接続部に適用できる。

### 5.9.2 機器の温度等級

機器の最高表面温度は、特定の用途においてヒューズに流れる通常電流に基づいて、機器に搭載されているヒューズごとに検討する。ヒューズの最高表面温度は、次の箇所において測定する。

- － 非充填形ヒューズについては、ヒューズエレメント上
- － 充填形ヒューズについては、ヒューズカートリッジの表面上

### 5.9.3 ヒューズの取り付け

ヒューズは、容器形のホルダ若しくはばね式ホルダに取り付ける、又は、使用する場所にはんだ付けする。ヒューズホルダ間の接続部は 4.2.3.5 に従わなければならない。

### 5.9.4 ヒューズ容器

ヒューズを収容する容器には、電源を遮断したときだけヒューズを取り外し又は交換できるようにインターロックをかける。代替法として、容器に表 19 の h) に示す警告表示を施す。

### 5.9.5 交換用ヒューズの表示

交換不能な形式のヒューズではない限り、交換用ヒューズの形式及び定格値を、ヒューズホルダの直近に表示する。

## 5.10 その他の電気機器

箇条 5.2～5.9 で完全には規定されていない電気機器は、箇条 4 の構造要求事項、及び箇条 5 の補足要求事項の原則に適合しなければならない。

第 1 編の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添え、かつ、認証書に記載する特定の使用条件に、次の事項を詳述する。

- － 機器に適用するコンセプト、方法及び特有の側面
- － 設置の指示書（完全な接続に関する詳細を含む。）

第 1 編で要求する文書には、この箇条の意図を満たす方法に関する完全な解説を含める。

**注記 1** この箇条 5.10 は、新技術を組み入れるための機会を提供することを意図するものである。製造者に望まれることは、機器の潜在的故障を解析して、予測寿命にわたって、運転中に要求される安全度を確保することである。これは通常、この編に規定されているように、一般の産業用機器の安全度を高めたことと対等であることを基礎としている。

**注記 2** 第 10 編（特殊防爆構造）は、これらの形式の機器に適用する要求事項を規定している。したがって、第 10 編は、この形式の機器の評価方法に対する 5.10 の要求事項に置き換わるものになると予想されている。認証プロセスは、現在、IECEX（IEC 防爆機器規格適合性認証制度）において検討中である。

## 6 型式試験及び検証

### 6.1 耐電圧性能

耐電圧性能は、次のいずれかの試験（耐電圧試験）によって検証する。

- a) 電気機器の各アイテムに対する該当工業規格に規定された試験
- b) a) のような試験要求事項が存在しない場合、次の 1) ～3) に定める試験電圧での試験。絶縁破壊することなく 1 分以上耐えること。
  - 1) 電気機器及び Ex コンポーネントであって、定格電圧がピーク値 90 V 以下、又は動作電圧がピーク値 90 V 以下のもの：実効値で  $500 \text{ V} \begin{smallmatrix} +5\% \\ 0\% \end{smallmatrix}$
  - 2) 抵抗加熱デバイス及び抵抗加熱ユニットであって、5.8 の追加要求事項を適用するもの：  
実効値で  $(1,000+2U_n) \text{ V} \begin{smallmatrix} +5\% \\ 0\% \end{smallmatrix}$  ただし、 $U_n$  は、定格電圧である。
  - 3) その他の機器及び Ex コンポーネントであって、内部の動作電圧がピーク値 90 V を超えるもの：  
実効値で  $(1,000+2U) \text{ V} \begin{smallmatrix} +5\% \\ 0\% \end{smallmatrix}$  又は  $1,500 \text{ V} \begin{smallmatrix} +5\% \\ 0\% \end{smallmatrix}$  のいずれか高い方。ただし、 $U$  は、動作電圧である。

指定の交流試験電圧に代えて直流試験電圧を用いることを許容するが、絶縁巻線については指定の交流実効値試験電圧の 170 %、又は、空気若しくは沿面距離で絶縁を確保している条件では規定の交流実効値試験電圧の 140 %を直流試験電圧とする。

ガルバニック絶縁した部分をもつ機器又は Ex コンポーネントについては、各部分に対して該当する電圧で試験する。

次のいずれにも該当する場合、耐電圧試験は要求しない。

- － 機器には Ex コンポーネントだけを内蔵し、その接続部が全てこの編に適合する。
- － 工場で行う相互接続配線がない。
- － 全ての沿面距離及び絶縁空間距離が Ex コンポーネントの取り付けによって堅固に維持されている。

注記 Ex コンポーネントの代表例に端子箱がある。

### 6.2 回転機

#### 6.2.1 拘束電流比 $I_A/I_N$ 及び許容拘束時間 $t_E$ の決定

かご形回転子をもつ回転機を回転子拘束試験にかけ、拘束電流比  $I_A/I_N$  及び許容拘束時間  $t_E$  を決定しようとする場合、試験方法又は計算方法は、附属書 A に従う。

実機を用いて試験を行うことが現実的でない場合、代替法として、定格使用時の温度上昇の計算値及び拘束時間  $t_E$  に沿って拘束したときの温度上昇の計算値を求めてもよい。ただし、計算による方法は、試験方法を補足（補完）するためだけに用いることが望ましい（拘束した回転子の温度の計算に関する文献欄の参考文献参照）。

#### 6.2.2 試験のための回転機の取付け

試験条件と使用条件とが等価であることを条件として、回転機は、他の姿勢で使用することを意図する場合であっても、回転軸を水平にしておいて試験してもよい。

#### 6.2.3 回転機に対する追加の試験

6.2.3.1～6.2.3.1.3 までは、高圧回転機に適用する要求事項であることを指す。

### 6.2.3.1 固定子巻線の絶縁システム

#### 6.2.3.1.1 試験サンプル

試験は、次のいずれかのサンプルに対して行う。

- a) 固定子完成品 1式
- b) 回転機の容器付き(フレーム)の固定子 1式
- c) 回転機 1台
- d) 一部分を巻いた固定子 1個

いずれにおいても、サンプルは新品同様に、かつ、完成した固定子の見本となるものであって、該当する場合には、コロナ遮蔽 (corona shield)、局部的電界強度の低減 (stress grading)、パッキン及び支持構造体 (bracing)、含浸、並びに固定子鉄心などの導電性部分を備えたものとする。全ての露出導電性部分は、接地する。

通常の配列の固定子接続ケーブルを、完成品の固定子上に取り付けて、又は回転機の代表的な機種に組付けて、試験する。ケーブル相互間の空間距離及びケーブルと隣接導電部分との空間距離には特に注意する。そのような露出導電部分は、全て接地する。相巻線間を相互接続はしてはならない。

#### 6.2.3.1.2 保護レベル“eb”の固定子絶縁システムに対するインパルス着火試験

絶縁システム及び接続ケーブルは、表 13 に示す爆発試験用混合ガス中で試験(点火試験)を行う。この際、ピーク相電圧の 3 倍以上で、立ち上がり時間  $0.2 \mu\text{s} \sim 0.5 \mu\text{s}$ 、半値幅  $20 \mu\text{s}$  以上の電圧インパルスをも 10 回印加する。電圧インパルスは、一つの相と接地極との間に印加し、この間、他の相は接地しておく。これを各相について繰り返す。

**注記 1** これは非標準波形であるが、着火に十分なエネルギーとなるほどに持続時間の長い放電を用いて着火を開始させるには、実現可能な限り立ち上がり時間の短いインパルスを用いることが必要と考えられている。これはドイツ物理工学研究所 (PTB) における実験結果に基づくものである。

**注記 2** この試験は、供給電源の中性点を接地している場合の星形結線 (スター結線) の電動機、又は、仮想中性点の電位が電源系統の接地電位に近い場合の三角結線 (デルタ結線) の電動機を代表している。供給電源がその他の構成である場合、製造者と使用者とが協議して適切な絶縁システム試験方法を定める必要がある。

試験では、爆発試験用混合ガスに点火してはならない。

#### 6.2.3.1.3 保護レベル“eb”及び“ec”の固定子絶縁システムに対する定常状態における着火試験

絶縁システム及び接続ケーブルは、表 13 に示す爆発試験用混合ガス中において、定格実効値線間電圧の 1.5 倍以上の正弦波電圧を、3 分以上印加することによって試験する。電圧の上昇速度は、 $0.5 \text{ kV/s}$  以下とする。電圧は、一つの相と接地極との間に印加し、この間、他の相は接地しておく。これを各相について繰り返す。

試験では、爆発試験用混合ガスに点火してはならない。

表 13 爆発試験用混合ガス

機器のグループ	空気に対する試験ガス濃度（体積分率）%
IIC	水素（21±5）%
IIB	エチレン（7.8±1）%
IHA	プロパン（5.25±0.5）%

### 6.2.3.2 かが形回転子

#### 6.2.3.2.1

固定子の鉄心及び巻線，並びに回転子の鉄心及びかがに対し，完成した回転機を代表する固定子及び回転子をもつ回転機を使って試験を行う。該当する場合，これにダクト，センタリングリング，短絡環下の補強リング及びバランスディスクを含める。

#### 6.2.3.2.2

かが形回転子には，5 回以上の回転子拘束試験からなるエージング処理を施す。かごの最高温度は，最高設計温度と 70℃ 未満の温度との間とし，（このエージング処理を） 反復して行う。印加電圧は，定格電圧の 50 % 以上とする。

#### 6.2.3.2.3

前項（6.2.3.2.2）のエージング処理の後，回転機（試験用サンプル） を，表 13 に示す爆発試験用混合ガスで満たす，又はこの試験ガスの中 （サンプルの内外を所要の試験ガスで満たす） に入れる。回転機は，単体での直入れ始動（全電圧始動）を 10 回，又は回転子拘束試験を 10 回行う。これらの試験は，1 秒以上持続させる。

試験では，爆発試験用混合ガスに点火してはならない。

#### 6.2.3.2.4

上記の試験中，端子電圧は，定格電圧の 90 % を下回ってはならない。爆発性試験混合ガスの濃度は，各試験後に確認する。

---

#### 指針活用上の留意点

---

着火しなかったときも，適正なガス中で行ったことを示すために，各試験の後に濃度を確認する必要がある。

---

### 6.2.4 固着磁石の過速度試験

永久磁石回転機の回転子であって固着剤で磁石を固定しているものは，過速度試験の前に，回転子の使用時到達温度に基づいて，第 1 編に従って熱安定性試験にかける。

全ての場合において，回転子は，最大定格速度の 1.2 倍で 2 分以上回転させる。回転子の磁石に目視できる位置ずれがなく，かつ，回転子と固定子との間で接触もなかった場合には，過速度試験は合格とする。

実機を用いて，磁石が確実に固着していることを確認する試験を行うことが現実的でない場合，その代



替法として、過速度を含む、実際の永久磁石回転子に生じると考えられる力を考慮に入れて、固着した磁石をもつ代表的なモデルに対して、熱安定性試験及び過速度試験を行うことができる。

熱安定性試験において、磁石が磁化されることは推奨しない。

過速度試験のため、外部から回転子を駆動することは許容する。

注記 過速度試験の実施に関する追加の情報は、IEC 60034-1 に示されている。

### 6.3 照明器具

#### 6.3.1 バッテリ駆動の照明器具

照明器具が、その電源をセル又はバッテリーから供給される場合、全ての試験は、満充電したバッテリーを使って開始する

#### 6.3.2 衝撃試験及び落下試験

##### 6.3.2.1 一般事項

第1編に従って衝撃試験又は落下試験を行った後、ランプのフィラメントは損傷してもよいが、外部バルブは損傷してはならない。

##### 6.3.2.2 衝撃試験（携帯式及び移動式照明器具及びハンドライト）

携帯式及び移動式照明器具並びにハンドライトへの第1編の衝撃試験の適用にあたっては、表14のように修正する。

表 14 衝撃試験

携帯式及び移動式照明器具並びにハンドライト	落下距離 $h_{+0.01}^0$ m (重すい (錘) 質量 $1_{+0.01}^0$ kg)
個々の開口面積が 2,500 mm <sup>2</sup> 以下のガード	0.7
高さ 2 mm 以上の突き出したリムで保護されているがガードのない透光性部分、及び 5,000 mm <sup>2</sup> 以下の透光性部分	0.4
ガードのない透光性部分、及び 5,000 mm <sup>2</sup> を超える透光性部分	0.7
個々の開口面積が 2,500 mm <sup>2</sup> 以下のガード付きの透光性部分 (ガードなしで試験)	0.2
注 透光性部分のガードで個々の開口面積が 2,500 mm <sup>2</sup> 以下のものは、衝撃のリスクは低減されるが、衝撃そのものを防止するものではない。	

#### 6.3.3 E10 以外のねじ込みランプ受金に対する機械的試験

##### 6.3.3.1 ランプ底部とランプ受金との接触力に関する試験

E10 のランプ受金については、これらの差込み及び取外し試験を行う必要はない。

E14, E27 及び E40 形のランプ受金については、IEC 60238 に指定された寸法に従う試験用ランプ口金を表 15 に定めるトルクで完全にソケットに差し込む。その後、試験用ランプ口金は、15 度以上回して部分的に取り外す。ランプ底部に加わる接触力は、保護レベル“eb”では 15 N 以上、又は、保護レベル“ec”では 10 N 以上でなければならない。E13, E26 及び E39 形のランプ受金については、IEC 60238 の寸法上

の要求事項に基づいて、IEC 60061-2 に定める該当するランプ口金との差異を修正して、同等の試験を行う。

### 6.3.3.2 ランプ受金からのランプの最小取外しトルク試験

E14, E27 及び E40 形のランプ受金については、IEC 60238 に指定された寸法に従う試験用ランプ口金を表 15 に定めるトルクで完全にソケットに差し込む。E13, E26 及び E39 形のランプ受金については、IEC 60238 の寸法上の要求事項に基づいて、IEC 60061-2 に定める該当するランプ口金との差異を修正して、同等の試験を行う。

試験用ランプ口金は、15 度以上回して部分的に取り外す。このときのトルクは、表 15 の最小取外しトルク以上でなければならない。

表 15 差込みトルク及び最小取外しトルク

ランプ口金の寸法	差込みトルク N·m		最小取外しトルク N·m	
	“eb”	“ec”	“eb”	“ec”
E14 / E13	1.0±0.1	1.0±0.1	0.3	0.3
E27 / E26	1.5±0.1	1.5±0.1	0.5	0.5
E40 / E39	3.0±0.1	2.25±0.1	1.0	0.75

注 振動が激しいときは、一般に、照明器具には特別な取付け方法を施す。

### 6.3.4 照明器具の異常動作

#### 6.3.4.1 放電ランプの安定器の異常動作

##### 6.3.4.1.1 保護レベル“eb”の整流現象試験

安定器に定格電圧を供給し、ランプは並列接続したダイオード 1 個及び抵抗 1 個からなる試験回路に置き換える。抵抗を変化させることによって、試験回路の電流を、通常のランプ電流の 2 倍以上の値に調整する。次に、試験回路はそのままにして、電源電圧を定格電圧の 110 % 以上に上昇させる。各部の温度が安定したとき、その温度は、いずれも温度等級を超えてはならない。

ダイオード及び抵抗を回路に取り付けたままで、安定器に定格電圧を印加する。各部の温度が安定したとき、その温度は、いずれも許容温度を超えてはならない。

注記 1 一般に、定格 600 V / 100 A のダイオードが使用される。

注記 2 一般に、ランプの消費電力の半分以上の定格をもつ可変抵抗器 (0~200 Ω) が使用される。

注記 3 そのようなランプは、保護レベル “eb” 又は “ec” の照明器具に使用することは許容されないが、安定器そのものは、保護レベル “eb” 又は “ec” で保護することが許容される。

##### 6.3.4.1.2 保護レベル“ec”

試験中、測定温度は、温度等級で定める許容温度を超えてはならない。

測定温度は、IEC 60598-1 の熱的試験 (異常動作) に示される値を超えてはならない。ただし、第 1 編で規定する試験電圧を使用して、異常使用条件を代表する条件 (該当する場合。ただし、照明器具の欠陥又は誤使用を代表するものではない。) で行う。

巻線に対する許容温度は、IEC 60598-1 で許容する最大巻線温度より 20 K 低い温度とする。

巻線に温度保護デバイスがある場合、巻線温度は、その保護デバイスが動作するまで、15 分以内ならば上記温度を 15 K まで超えてもよい。

#### 6.3.4.2 直管蛍光ランプを用いた照明器具の異常動作

##### 6.3.4.2.1 保護レベル“eb”

###### 6.3.4.2.1.1 整流現象試験

照明器具に定格電圧の 110 % 以上の電圧を供給し、その後、ランプと直列にダイオード 1 個を挿入する。各部の温度が安定したとき、その温度は、いずれも温度等級を超えてはならない。

次に、ダイオードを回路に取り付けたままで、照明器具に定格電圧を供給する。各部の温度が安定したとき、その温度はいずれも許容温度を超えてはならない。

アーク放電を開始した後に、ランプ回路にダイオードを挿入することが必要となることがある。

###### 6.3.4.2.1.2 動作不能ランプ試験

照明器具に定格電圧の 110 % 以上の電圧を供給し、可能な全ての事態の組合せを網羅するために必要であればランプを取り外す。各部の温度が安定したとき、その温度は、いずれも許容温度を超えてはならない。

##### 6.3.4.2.2 保護レベル“ec”

該当工業規格である IEC 60598-1 に定める要求事項以外には、何ら形式試験の追加要求事項はない。

#### 6.3.4.3 電子安定器から電源を供給するランプの陰極の電力消費

##### 6.3.4.3.1 保護レベル“eb”の照明器具

附属書 G に従って非対称パルス試験及び非対称電力消費試験を行う。試験中に観測される最大陰極電力は、表 16 に規定する値を超えてはならない。

試験は、照明器具の最低及び最高周囲温度で行う。

##### 6.3.4.3.2 保護レベル“ec”の照明器具

IEC 61347-2-3 に従って、非対称パルス試験及び非対称電力消費試験を行う。

試験中に観測される最大陰極電力は、表 16 に規定する値を超えてはならない。

試験は、照明器具の最低及び最高周囲温度で行う。

**注記** 電子安定器の該当工業規格は、IEC 61347-2-3 である。

表 16 電子安定器から電源を供給するランプの陰極の電力消費

ランプの形式	保護レベル		照明器具の 周囲温度 °C	温度等級	最大陰極電力 W
	"eb"	"ec"			
T8 / T10 / T12	許容する	許容する	≤ 40	T4	10
T8 / T10 / T12	許容する	許容する	≤ 60	T4	8
T8 / T10 / T12	許容する	許容する	≤ 60	T3	10
T5 (8 W)	許容する	許容する	≤ 40	T4	4
T5 (8 W)	許容する	許容する	≤ 60	T3	4
T5-HE (8 W～35 W)	除外する	許容する	≤ 60	T4	5

### 6.3.5 保護レベル"eb"の2本ピンランプロ金とランプ受金との接続部に対する二酸化硫黄暴露試験

接続部は、IEC 60068-2-42 に従って、21 日間、その接点を完全に合わせた状態で試験する。

試験の後、接触抵抗の増加分は、初期値の 50 %以下でなければならない。

試験に供するランプロ金のピンは、0.8 μm 以上の表面仕上げをした黄銅製とし、かつ、化学研磨したものとする。

### 6.3.6 保護レベル"eb"の2本ピンランプを用いた照明器具に対する振動試験

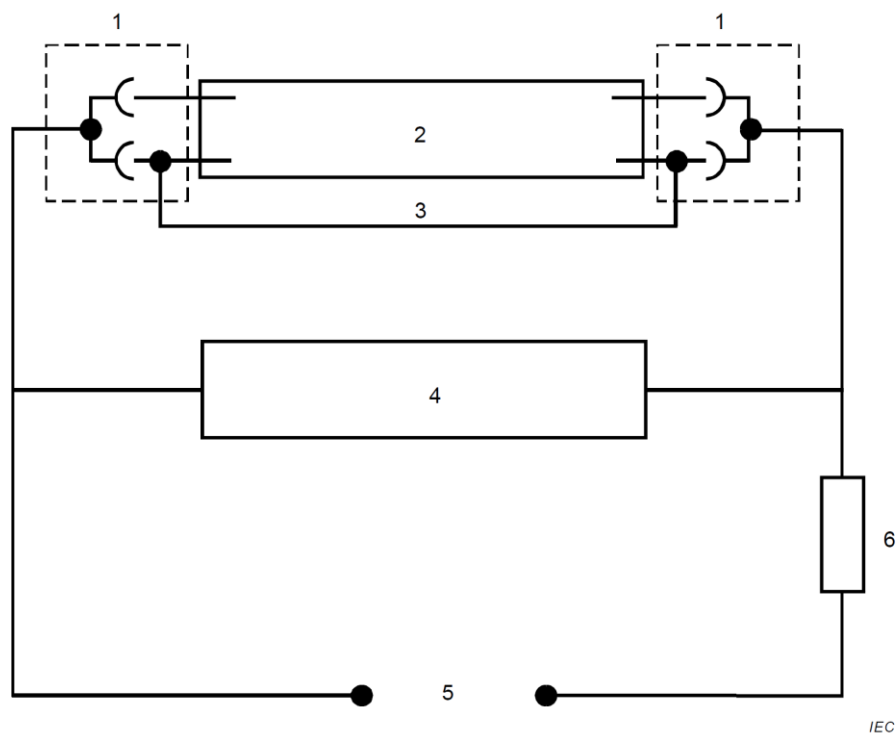
照明器具は、IEC 60068-2-6 に従って、振動試験にかける。

照明器具の完成品サンプルは、(照明器具が具備している)通常の固定具を用いて、剛性のある試験装置に組み付け、1 Hz～100 Hz の振動を加える。

1 Hz～9 Hz では、振動振幅は 1.5 mm 以上とする。9 Hz～100 Hz では、試験用サンプルに 0.5 gal (5 cm/s<sup>2</sup>) 以上の加速度を加える。

掃引速度は、1 分当たり 1 オクターブとし、各直交面に対して 20 サイクルの持続的振動を加える。

試験後、照明器具の全ての部分に目に見える機械的損傷があってはならない。この後、図 3 に示すように直流電源をランプの接点に直列に接続し、電流を流す。ランプソケットの接点が機械的に非対称である場合、通電接点を逆接続して試験を繰り返す。



- 凡例：
- |           |           |        |
|-----------|-----------|--------|
| 1 ランプ受金   | 2 ランプ     | 3 接続導体 |
| 4 オシロスコープ | 5 直流 24 V | 6 抵抗器  |

図3 照明器具の振動試験の配置

特別な試験ランプは、大電流で両陰極を破壊し、軽量の接続導体で両端を接続して作成する。試験中に流す電流は、ランプの定格実効値電流とする。試験中、電流の遮断又は接触電圧の変化があってはならない。

#### 指針活用上の留意点

「特別な試験ランプは、大電流で両陰極を破壊し、軽量の接続導体で両端を接続して作成する。」とは、一時的に両方のソケットを接続し、大きな電流を流して陰極を焼き切っておくことを指す。2 ピンのうちの片側の影響をなくすために焼き切るものである。さらに、陰極が焼き切れたことを想定して導体を接続することを指す。これは、ランプは放電しない状態であり電流が流れないので、代わりに、外部に3 接続導体を接続する。これによって、両側のソケット部の接触の良否判定ができる。

#### 6.3.7 照明器具の巻線にイグナイタの高圧インパルスを加える試験

公称周波数 50 Hz 又は 60 Hz の試験電圧を、導体と、裸の導体から 25 mm 以上離れた試験サンプルの絶縁体の表面を包み込む幅 25 mm 以上の金属箔との間に 1 分以上印加する。試験サンプルの長さは 500 mm 以上とする。

試験電圧は、“2.8 kV”の表示があるイグナイタを使用する回路に対しては 3 kV（実効値）、又は“5.0 kV”の表示があるイグナイタを使用する回路に対しては 5.0 kV（実効値）とする。

試験中に、フラッシュオーバーも絶縁破壊も生じてはならない。

### 6.3.8 保護レベル“ec”の直管蛍光ランプ用電子スタータ及びイグナイタの試験

#### 6.3.8.1 一般事項

イグナイタ及び電子スタータは、次の特徴に基づいて分類する。

- a) ランプで発生するパルス電圧のピーク値 ( $V_{pk}$ ) が、1.5 kV 以下、2.8 kV 以下又は 5.0 kV 以下のいずれであるか。
- b) 関連のランプが始動に失敗する又は稼働中に故障するのいずれかが生じた場合に、イグナイタに始動を繰り返し試みることを防ぐための遮断装置を備えるか否か。
- c) イグナイタが、安定器の巻線に印加されるピークパルス電圧を生じるか否か。

#### 6.3.8.2 遮断装置の試験

電子スタータ又はイグナイタが遮断装置を備える場合、3 個のユニットを  $(-25^{+2})^{\circ}\text{C}$ 、 $(25^{+2})^{\circ}\text{C}$  及び最高使用時到達温度に  $(10^{+2})^{\circ}\text{K}$  を加えた温度（許容運転温度が別の値で明示されている場合を除く。）で試験する。適合性は、次に従って確認する。

- a) 直管蛍光ランプのスタータについては、試験用サンプルは、陰極を模擬抵抗に置き換えたランプをもつ完全な照明器具回路で構成する。試験用サンプルには、15 秒以上の間隔で始動動作を行い、連続的に 10 回以上電源を投入する。遮断装置は、10 秒以内に作動し、始動動作を中断しなければならない。
- b) 放電ランプ用イグナイタについては、試験サンプルは、ランプを取り外し、それ以外は完全な照明器具としての回路をもつものとする。試験用サンプルには、15 秒以上の間隔で始動動作を行い、連続的に 10 回以上電源を投入する。遮断装置は、イグナイタに表示されている定格動作時間の 125 % 以内に作動しなければならない。

3 個のユニット全てが、上記の要求事項に適合する場合、そのスタータ又はイグナイタは、「遮断装置付き」に分類する。3 個のユニットのうち 1 個でも、この要求事項に適合しなかった場合、そのスタータ又はイグナイタは、「遮断装置なし」に分類し、以後の試験では、遮断装置を電氣的に切り離して、又は取り外して試験を続行する。これは、遮断装置が作動不能であり、イグナイタが安定器に電氣的ストレスを与える場合にはイグナイタは使用に適さないとみなすことを反映するための措置である。

#### 6.3.8.3 寿命試験（故障したランプ）

##### 6.3.8.3.1 イグナイタの熱安定性試験

更に（別の）3 個のイグナイタは、次の熱安定性試験に合格しなければならない。

##### a) 遮断装置なしのイグナイタ

- 1) 無風オープン又は容器に入れ、イグナイタの周囲温度を  $60^{\circ}\text{C}$  以上に上げる。
- 2) 最大定格使用電圧及び最高使用周波数（又は、イグナイタ内部に最大の温度上昇をもたらすのであれば最低使用周波数）で、ランプ故障条件を模擬した回路に電源を供給する。
- 3) 安定な運転状態にあるイグナイタを、60 日以上放置する。
- 4) 電源を切り、オープン又容器からイグナイタを取り出して、室温になるまで自然冷却する。

b) 遮断装置付きのイグナイタ

- 1) 無風オープン又は容器に入れ、イグナイタの周囲温度を 60 °C 以上に上げる。
- 2) 最大定格使用電圧及び最高使用周波数（又は、イグナイタ内部に最大の温度上昇をもたらすのであれば最低使用周波数）で、ランプ故障条件を模擬した回路に、30 分通電／30 分遮断のサイクルで電源を供給する。
- 3) 30 分通電／30 分遮断のサイクルを 500 回繰り返す。
- 4) 電源を切り、オープン又容器からイグナイタを取り出して、室温になるまで自然冷却する。

#### 6.3.8.3.2 評価基準

電子スタータ又はイグナイタを検査した結果は、次のいずれかでなければならない。

- a) ユニットが作動不能となって安全な状態以外の状態となるような、又は着火ハザードを生じるような機械的又は電氣的欠陥が示されない。
- b) 故障したが、発火を生じる挙動を経ることなく、かつ、その他のいかなる機械的又は電氣的欠陥も示すことなく、「安全な」状態に到達した。

#### 6.3.9 保護レベル“ec”の照明器具のスタータホルダの試験

スタータホルダの試験用サンプル 3 個を加熱庫（heating cabinet）に入れ、試験用サンプルの周囲温度を  $(85 \pm 2)$  °C に保持する。

72 時間以上経過後、加熱庫からスタータホルダを取り出し、24 時間以上、自然冷却する。その後、IEC 60400 に詳述するゲージ寸法で製作したデバイスを用いて接触圧を測定する。

接触力は、5 N 以上でなければならない。

#### 6.4 計器及び計器用変成器

二次側巻線を短絡した変流器の一次側巻線に電流  $I_{th}$  を約 1 秒間流したとき、変流器の温度上昇及び計器の電流が流れる部分の温度上昇は、計算又は試験のいずれによって求めてもよい。計算を実施する際には、抵抗温度係数を考慮するが、熱損失は無視する。

電流が流れる部分の動的強度は、試験によって検証する。変流器は、その二次側巻線を短絡させた状態で試験する。動的試験の持続時間は、0.01 秒以上とし、一次電流のピーク値は、少なくとも一つのピークにおいて  $I_{dyn}$  以上とする。

熱的試験の持続時間は、一次電流の実効値が  $I_{th}$  以上で 1 秒以上とする。

機械的強度試験は、次の条件がともに満たされるならば、熱的試験と組み合わせてもよい。

- a) 最初の主要なピーク電流が、定格動的電流  $I_{dyn}$  以上である。
- b) 試験を電流  $I$  で時間  $t$  の間行い、そのときの  $I^2 t$  の値が  $(I_{th})^2$  以上である。ただし、 $t$  は 0.5 秒～5 秒とする。

変流器に対しては、層間過電圧試験を IEC 61869-2 に定める方法で行う。この場合、一次電流の実効値は、一次電流の定格値の 1.2 倍とする。

---

#### 指針活用上の留意点

---

対応国際規格（IEC 60079-7:2015）に記載されている IEC 60044-6 は、IEC 61869-2 に置き換えられた。

---

## 6.5 計器用変成器以外の変成器

変成器の温度上昇は、指定された負荷を接続して行う試験で測定する。このとき、いかなる機器一体形の保護デバイス又は完全に仕様を指定された保護デバイスも回路に含める。

---

### 指針活用上の留意点

---

「完全に仕様を指定された保護デバイス」とは、対応国際規格（IEC 60079-7:2015）の趣旨では、製造者が仕様を指定して、例えば使用者が後付けする保護デバイスを指すものと考えられる。ただし、わが国の検定上、保護デバイスを特定することが検定の合格条件となるため、使用者が選択して後付けする保護デバイスは適用されず、検定の合格条件となっている（製造者が供給する）保護装置を使用することになる。

---

さらに、指定された負荷がこの編に適合させようとする機器の一部ではない場合、変成器は、二次巻線の短絡を含む、最も厳しい負荷条件で試験を行う。このとき、いかなる機器一体形の保護デバイス又は完全に仕様を指定された保護デバイスも回路に含める。

## 6.6 保護レベル“eb”のセル及びバッテリーの試験及び検証

### 6.6.1 一般事項

これらの型式試験は、定格容量が 25 Ah を超える二次バッテリーに適用する。

### 6.6.2 絶縁抵抗

試験条件は、次による。

- a) 抵抗計の測定電圧は、100 V 以上とする。
- b) バッテリーと外部回路との間の接続、及び、バッテリー収納容器がある場合は、それとの間の接続を全て切り離す。
- c) セルは、許容最高液位まで電解液を充填する。

測定値が 1 MΩ 以上であれば、絶縁抵抗は合格とみなす。

### 6.6.3 衝撃試験

---

### 指針活用上の留意点

---

この細分箇条 6.6.3 の衝撃試験（shock test）は、第 1 編（総則）の衝撃試験とは異なる。

JIS C 6068-2-27 には、輸送、保管中及び荷扱い中、又は使用中に、比較的頻度が少なく、かつ、繰り返しが無い衝撃、又は繰り返しの多い衝撃を受ける部品、機器、その他の電気製品を対象とする試験であり、衝撃試験は、基本的には、規定のピーク加速度及び作用時間の標準パルス波形の衝撃をサンプルに加える試験である。この試験は、サンプルの機械的な弱点、及び／若しくは特定の性能の劣化を評価する、又は衝撃によって引き起こされた損傷、若しくは劣化の蓄積を明らかにすることを目的とする、という旨が記載されている。詳細は JIS C 6068-2-27 を参照すること。

---



#### 6.6.3.1 一般事項

通常使用において機械的衝撃を受けるバッテリーは、この試験にかける。他のバッテリーはこの試験にかけないが、第1編（総則）の表示の要求事項に従って認証番号の末尾に記号 X を添えるとともに、認証書の特定の使用条件の中にこの制約(機械的衝撃を受ける環境では使用しないという制約)を詳細に記載する。

試験は、セルとその接続部とからなるサンプルだけで行う。類似の構造のセルが様々な容量について想定される場合、全ての容量について試験する必要はなく、全範囲についての挙動を評価するに十分な数だけ試験すればよい。

#### 6.6.3.2 試験条件

試験は、新品で満充電した  $2 \times 2$  以上のセルからなるサンプル（セル間の接続を完備し、適切な収納容器に収められたもの）について行う。サンプルは、すぐに使用できる状態にしておく。

サンプルは、その通常の運転姿勢で、通常の取付け方法によって、直接又は剛性のある固定具を介して衝撃試験機の取付け面に取り付ける。取付けは、IEC 60068-2-27:2008 の 4.3 の要求事項を満さなければならない。

衝撃試験機は、IEC 60068-2-27:2008 の図 2 に示す正弦半波パルスを発生させる。速度変化の許容差、横運動及び測定装置は、それぞれ IEC 60068-2-27:2008 の 4.1.2, 4.1.3 及び 4.2 の要求事項を満さなければならない。ピーク加速度の値は、IEC 60068-2-27:2008 の表 1 に規定する  $5 g_n$  とする。

---

#### 指針活用上の留意点

---

設計者、試験実施者は、JIS C 60068-2-27 (IEC 60068-2-27) を参照する。上記の用語は、JIS 60068-2-27 によっている。ただし、JIS 60068-2-27 の表 1 は加速度を  $m/s^2$  で表記している ( $5 g_n \doteq 49 m/s^2$ )。

IEC 60068-2-27 の図 2 に示す正弦半波パルスとは、JIS C 60068-2-27 では図 1—正弦半波パルスに当たる。また、IEC 60068-2-27 の 4.1.2, 4.1.3 及び 4.2 は、JIS C 60068-2-27 では、4.1.2 衝撃の反復頻度、4.1.3 速度変化の許容差及び 4.2 測定装置に当たる (JIS C 60068-2-27 参照)。

---

#### 6.6.3.3 試験手順

各サンプルに対する試験手順は、次による。

- a) サンプルの容量を測定する。
- b) 試験中、5 時間率で一定の放電電流を流す。
- c) サンプルに対し、独立した 15 回の衝撃を次のように加える。
  - 3 回連続の衝撃を鉛直方向上向きに加える。
  - 水平面上の 2 本の直角軸に沿ってそれぞれの向きに、3 回連続の衝撃を加える。2 本の直角軸は、(バッテリーの) 弱点が現れるように選定する。
- d) 再充電後、再び容量を測定する。

#### 6.6.3.4 合格基準

各サンプルは、次の三つの条件を全て満たさなければならない。

- a) 試験中、電圧の急激な変化がない。

- b) 目に見える損傷又は変形がない。
- c) 容量の減少が 5 %以下である。

#### 6.6.4 保護レベル“eb”のバッテリー収納容器の換気試験

この試験の目的は、バッテリー収納容器内の最高水素濃度を測定し、その換気用開口部の適正寸法を決定することである。そのために、バッテリー収納容器内に水素を放出する。

バッテリー収納容器内に放出する水素の流量は、次式によって決定する。

$$\text{水素の流量 (m}^3\text{/h)} = \text{セルの数} \times \text{容量 (A/h)} \times 5 \times 10^{-6} \quad (4)$$

**注記** この式は、純水素を用いる場合に有効である。純粋でない水素を用いるときは、水素中の不純物（の量）を補正するために、流量は必要なだけ増やされる。

次のいずれかの方法を用いる。試験は、大気圧での無風環境で行う。

##### a) 方法 1

バッテリー収納容器内の、通常、セルを収める部分に、密閉箱を配置する。密閉箱の蓋には、セルに設けられたものと形状、数、位置が同一の補水プラグ及び液口プラグを設ける。それらの密閉箱は、セル間に通常存在する自然通気に変化を及ぼさないような位置に配置する。

補水プラグ及び液口プラグを通して、水素をセルの構造形式及び容量に対応した一定流量で密閉箱の上方の空間に供給する。要求する水素の体積は、(4)式を用いて決定する。

水素は、全ての補水プラグ及び液口プラグに均等に供給する。

##### b) 方法 2

バッテリー収納容器に、運転時に使用する予定の数、形式及び容量のセルからなるバッテリー（一個）を収納する。

セルは、新品で満充電し、それらを直列接続する。

バッテリーに過充電電流を流し、バッテリー内のセルの数、サイズ、構造形式及び容量に対応した一定流量の水素を生成させる。

放出する水素の体積は、(4)式を用いて決定する。過充電電流は、次式を用いて決定する。

$$\text{過充電電流} = \frac{\text{水素流量}}{\text{セルの数} \times 0.44 \times 10^{-3}} \quad (5)$$

ここで、過充電電流の単位は A、また、水素流量の単位は m<sup>3</sup>/h である。

試験開始時点において、周囲温度、バッテリー収納容器の温度、及びセル若しくはセルを模擬した密閉箱の温度の相互間で、4 K を超える差があってはならない。これらの温度は、15 °C～25 °C とする。

試験は、連続四回の測定で得られた水素濃度の増加量が、その四回の測定値の平均値の 5 %以内に収まるまで継続する。測定の過程で水素濃度が減少する場合、最大測定値を採用する。

連続測定におけるインターバル（測定間隔）は、30 分以上とする。途切れなく測定する場合において、高濃度の値が短期間測定されたときは、その期間が 30 分未満であれば、その数値は省略してもよい。

水素濃度は、カバー下方の複数の箇所で計測してバッテリー収納容器内で最高濃度となる場所を特定し、その値を測定する。

測定は、セル（又は密閉容器）の上側表面のほぼ中央付近及びバッテリー収納容器カバーの上側表面のほぼ中央付近で、補水プラグ及び液口プラグから離して行う。

試験は、2回以上行う。

このようにして求めた水素濃度が、体積分率2%以下であれば、試験に合格とする。

## 6.7 保護レベル“ec”のセル及びバッテリーの試験及び検証

### 6.7.1 一般事項

**注記** これらの型式試験は、ベント形二次バッテリーに適用する。

### 6.7.2 絶縁抵抗

6.6.2の要求事項を適用する。

### 6.7.3 衝撃試験

6.6.3の要求事項を適用する。

### 6.7.4 保護レベル“ec”のバッテリー収納容器の換気試験

5.6.4.2.2に適合することは、水素の濃度が、一定温度の静止空気中での自然放散によって、48時間以内に体積分率90%以上から2%に減少することによって検証する。

## 6.8 汎用の接続・分岐箱

### 6.8.1 一般事項

汎用の接続・分岐箱には、最悪条件の端子を多数取り付け、その各端子にはその端子に指定される最大サイズの導体を接続する。各端子に接続し、容器（箱）に収容する導体の長さは、容器（箱）の最大内寸法（三次元対角線）に等しくする。配線は、試験電流が直列接続された各端子及び配線を通れるように構成する。束ねた電線による熱の影響（効果）及び通常の設定による他の影響を表すために、導体を6本ずつまとめたグループに分ける。各グループの箱外部での長さは0.5 m以上とする。

その端子の適用上の定格電流に等しい電流を、上記の直列回路に流す。温度が定常状態に達したとき、最も高温の部分の温度を測定する。附属書 E に従って代替端子への置き換えを容易にするため、その部分の周囲温度（すなわち、分岐箱内の端子の直近周囲の）に対する温度上昇分を最悪条件の端子について求める。

**注記** ここで、最悪条件の端子とは、温度上昇が最大となることが判明した端子である。導体サイズ、導体の引込口の位置、端子の位置若しくは幾何学的形状、及び端子のサイズを変化させると、結果（温度上昇）に影響することが分かっている。

### 6.8.2 最大消費電力による方法

ある特定の温度等級について最大消費電力の限界値（許容値）を決定する必要がある場合、端子の数を変えて、許容温度に近づくまで試験を繰り返す必要がある。定格最大消費電力（5.7 a）及び附属書 E 参照）は、20 °C における回路抵抗及び試験時の定格電流を用いて算出する。

**注記** 最大定格消費電力を 20 °C での抵抗値を用いて算出するのは、端子、配線及び電流の許容できる組合せの計算を容易にするためである（附属書 E 参照）。

### 6.8.3 配列を規定する方法

定格最大消費電力だけを指定する代替法として、特定の接続箱の属性に接続箱の寸法を関連付ける一組の値を指定する方法を用いることができる。附属書 E に追加情報が記載されている。

## 6.9 抵抗加熱機器

### 6.9.1

試験は、抵抗加熱デバイスのサンプル又はプロトタイプに対して行う。

### 6.9.2

サンプル又はプロトタイプの電氣的絶縁の検証は、該当する部分を温度  $10^{\circ}\text{C}$ ～ $25^{\circ}\text{C}$  の水道水に 30 分以上浸漬した後、サンプル又はプロトタイプを次の a) 及び b) の試験に順にかけることによって行う。

- a) 実効値  $500\text{ V} + 2U_n$  の電圧を 1 分間印加する（ここで、 $U_n$  は、機器の定格電圧）。このとき、5.8.7 で予測する導電性被覆全体を水に漬ける。電圧は、加熱導体と導電性被覆との間に、又は、導電性被覆がない場合は、水との間に印加する。

相互に電気絶縁された二つ以上の導体があるときは、電圧は、2 本を対にして導体間に印加し、次に各導体と導電性被覆（又は水）との間に印加する。導体間の接続部（絶縁されているものも含む）は、必要ならば切り離す。これには、例えば、平行加熱ケーブル（parallel heating cable）がある。

- b) 公称  $500\text{ V}$  の直流測定電圧を用いて絶縁抵抗を測定する。電圧は加熱導体と金属被覆との間、又は金属被覆がない場合は水との間に印加する。サンプル又はプロトタイプの絶縁抵抗は、 $20\text{ M}\Omega$  以上でなければならない。

### 6.9.3

抵抗加熱デバイスの絶縁材の熱安定性は、サンプル又はプロトタイプに対して、最高運転温度より  $20\text{ K}$  高い温度（ただし、最低  $80^{\circ}\text{C}$ ）で 672 時間以上、次いで、 $-25^{\circ}\text{C}$ ～ $-30^{\circ}\text{C}$  で 24 時間以上、空气中で前処理することによって検証する。サンプル又はプロトタイプの適合性は、6.9.2 の a) 及び b) の電氣的絶縁の試験によって検証する。

### 6.9.4

衝撃試験は、2 個の新品のサンプル又はプロトタイプに対して、第 1 編（総則）で規定するものと類似の装置を用いて行う。半球状の焼入れ鋼製衝撃頭を用い、同編に定める機械的リスクの程度に応じた衝撃エネルギーを加える。ただし、抵抗加熱デバイス又はユニットが第 1 編の容器に対する要求事項に適合する容器によって保護されている場合は、この限りではない。

### 6.9.5

コールドスタート電流に対する試験は、製造者が公表したコールドスタート温度  $\pm 2\text{ K}$  の温度で安定させた槽内に置いたサーマルマス又はヒートシンクに取り付けた、3 個の抵抗加熱デバイスのサンプル又はプロトタイプに対して行う。

サンプルを冷環境に置いたまま、サンプルに運転電圧を印加し、通電後の最初の 1 分間の電流を連続的に記録する。

### 6.9.6

特定の形式の抵抗加熱デバイス又はユニットの試験は、附属書 B に従って行う。

## 6.10 端子の絶縁材料の試験

端子のサンプルは、使用時の状態で取り付けた後、第1編（総則）の熱安定性試験にかける。次に、（端子の定格断面積に基づく）最大定格サイズの銅導体を、製造者の指示書に従ってそれぞれの接続部に取り付ける。各導体に順に、表17に定める導体の寸法に応じた引抜き力を徐々に加え、その値を1分間維持する。導体が締付けユニットから外れ、若しくは端子集成体が端子絶縁物から分離し、又は端子絶縁物に亀裂が入ってはならない。

**注記** 端子が取付けレールから外れることは不適合とはみなさない。通常、取付けレールに端子又は固定用デバイスを追加して端子を支持し、試験が行えるようにする。

表17 引抜き試験の値

導体断面積 ISO mm <sup>2</sup>	導体サイズ AWG	引抜き力 N	導体断面積 ISO mm <sup>2</sup>	導体サイズ AWG	引抜き力 N
0.5	20	20	120	250 kcmil	427
0.75	18	30	150	300 kcmil	441
1.0	17	35	185	350 kcmil	503
1.5	16	40	240	500 kcmil	578
2.5	14	50	300	600 kcmil	578
4	12	60	350	700 kcmil	645
6	10	80	380	750 kcmil	690
10	8	90	400	800 kcmil	690
16	6	100	450	900 kcmil	703
25	4	135	500	1,000 kcmil	779
35	2	190	630	1,250 kcmil	966
50	0	285	750	1,500 kcmil	1,175
70	00	285	890	1,750 kcmil	1,348
95	000	351	1,000	2,000 kcmil	1,522

注1 これらの値は、IEC 60999-1, IEC 60999-2及びIEC 60947-1から引用した。  
注2 附属書Fに、AWGとメートルサイズmm<sup>2</sup>との比較を示す。

## 7 ルーチン試験及びルーチン検証

### 7.1 耐電圧試験

耐電圧試験は、6.1に従って行う。代替法として、電圧を6.1の規定値の1.2倍、かつ、電圧印加時間を100 ms以上として試験を行う。

保護レベル“ec”については、電気機器の個々のアイテムの該当工業規格にルーチン耐電圧試験が規定されている場合、その試験を許容する。

**注記** 大きな分布容量をもつサンプルでは、印加電圧が試験電圧に達するまでに通常より長い時間を要するので、場合によっては、実際の試験時間は100 msよりかなり長くなるかもしれない。

製造プロセスでの工作機械器具設備によって、沿面距離及び絶縁空間距離を厳密に管理するときは、ルーチン試験は、ISO 2859-1に従う統計原則に基づき、合格品質水準（AQL）0.04で実施してよい。

次の場合、ルーチン耐電圧試験は要求しない。

- － 機器の内蔵物が Ex コンポーネントだけで、その接続部がこの編に適合する。
  - － 工場で行う相互接続配線がない。
  - － 全ての沿面距離及び絶縁空間距離が Ex コンポーネントの取付けによって厳密に管理されている。
- 注記 代表的な例は、端子箱である。

---

#### 指針活用上の留意点

---

合格品質限界 (AQL) とは、継続して連続のロットが抜取検査に提出されるとき、許容される工程平均の上限の品質水準である (JIS Z 9015-1 参照)。

---

### 7.2 バッテリの耐電圧試験

7.1 は適用せず、バッテリーの耐電圧試験は、6.6.2 に従って行う。

バッテリーの絶縁抵抗が 1 MΩ 以上の場合、合格とする。

### 7.3 層間過電圧試験

変流器に対しては、IEC 61869-2 に規定する方法によって層間過電圧試験を行う。この際、一次電流の実効値は、一次電流の定格値と等しくする。

---

#### 指針活用上の留意点

---

対応国際規格 (IEC 60079-7:2015) に記載されている IEC 60044-6 は、IEC 61869-2 に置き換えられた。

---

## 8 Ex コンポーネント認証書

### 8.1 一般事項

安全増防爆構造“e”の Ex コンポーネントの適用は、しばしば、温度上昇及び沿面距離／絶縁空間距離に影響することから、Ex コンポーネントの認証書には、機器への Ex コンポーネントの適用を適切に評価できるように、必要な技術的情報を含めなければならない。

### 8.2 端子

端子の Ex コンポーネント認証書に記載する制限事項の詳細には、次のうちの該当するものを含める。

- 認定端子間ジャンパーアクセサリの使用が電流定格に及ぼすことのある詳細な影響
- 認定端子アクセサリの使用が沿面距離及び絶縁空間距離に及ぼすことのある詳細な影響
- 端子の取付け方の違いが、沿面距離及び絶縁空間距離に及ぼすことのある詳細な影響
- 要求するトルク耐力をもたせるための特定の取付け方の詳細
- 締付けユニットごとの導体の形式及び個数
- 絶縁体の許容温度
- 指定するサイズの導体に定格電流の 110 % を流したときの温度上昇 (4.2.2.2 参照)
- 定格の導体断面積をもつ端子間の抵抗 (製造者の決定による)

## 9 表示及び取扱説明書

### 9.1 共通の表示

この箇条の要求事項は、安全増防爆構造“e”にも適用する第1編（総則）の表示及び取扱説明書に関する要求事項を補足及び修正するものである。保護レベルとして、“eb”又は“ec”を表示する。

電気機器には、次の事項を追加表示する。

- a) 定格電圧及び定格電流若しくは定格電力。複数の電圧、電流又は電力の定格を適用するが、全ての定格が表示されるわけではない場合、最大の定格だけを表示し、認証書には定格に関する完全な詳細を記載する。

力率1以外で効率的に作動する機器又はExコンポーネントにあつては、定格電流及び定格電力をともに表示する。
- b) 保護レベル“eb”の回転機にあつては、拘束電流比  $I_A/I_N$  及び許容拘束時間  $t_E$
- c) 電流が流れる部分をもつ計器、並びに変流器にあつては、短絡電流  $I_{SC}$  の値
- d) 照明器具にあつては、使用するランプの技術データ。例えば、電気定格、及び必要な場合、寸法
- e) 汎用の接続・分岐箱にあつては、次のいずれかで表現する定格
  - － 定格最大消費電力
  - － 端子サイズごとに、導体の許容接続本数、許容寸法及び最大電流からなる値一式
- f) 使用上の制約。例えば、「清浄な環境だけで使用せよ」
- g) 温度制御又は厳しい始動条件などに対して要求する場合には、特別な保護デバイスの特性、並びに、インバータだけでの運転など対しては、特別な電源条件。
- h) 5.6に従うバッテリーにあつては、次の表示
  - － セルの構造形式
  - － セルの数及び公称電圧
  - － 定格容量及びそれに対応する放電持続時間バッテリー充電器が適切な防爆構造で保護されていない場合、その機器には表19のf)によって表示する。

バッテリー充電器が適切な防爆構造で保護されておらず、かつ、表示されている温度等級未満まで冷却するために一定の時間を要求する場合、その機器には表19のg)によって表示する。
- i) Exコンポーネントとしての端子にあつては、次の表示
  - － 導体の範囲
  - － 定格電圧表示のスペースが十分ではない場合、この情報は、取扱説明書に記載してもよい。

安全増防爆構造“e”としての定格は、工業定格とは異なることがあるので、そうした定格は可能な範囲内で分離して記載することが望ましい。
- j) 5.8の追加の要求事項を適用する抵抗加熱デバイス及び抵抗加熱ユニットにあつては、運転温度

### 9.2 Exコンポーネントの容器

容器には、第1編に規定のExコンポーネントの表示に関する要求事項に従って表示する。ただし、表示は内側に行い、かつ、恒久的なものでなくてもよい。Ex表示文字列は、外側には表示してはならない。

注記 Ex コンポーネントの容器に対する代表的な Ex 表示文字列は、“Ex eb IIC Gb”である。

製造者の名称及び容器の識別情報（型式，製造番号など）だけは，容器の外側に表示してもよい。この表示は，恒久的である必要はない。

Ex コンポーネント容器の製造者が，その容器を用いた機器認証書の所有者にもなることを意図し，かつ，その旨が Ex コンポーネントの認証書の制限事項明細に示されている場合，前段の表示は，省略してもよい。

### 9.3 取扱説明書

#### 9.3.1 バッテリ駆動式機器

バッテリ充電器に表示するための取扱説明書（保守説明書）は，各バッテリに提供する。この説明書には，充電，使用及び保守に必要な全ての指示を含める。

取扱説明書には，少なくとも次の情報を含める。

- a) 製造者又は販売者の名称又は登録商標
- b) 製造者がつけた型番
- c) セルの数及びバッテリの公称電圧
- d) 定格容量及びそれに対応する放電持続時間
- e) 充電時の取扱説明
- f) バッテリの安全使用に関するその他の条件。例えば，充電中のカバーの取外しに対する制約，充電終了後のガス放出を考慮に入れたカバー再取付けまでの許容最短時間，電解液液位のチェック，補充用の電解液と水の仕様，取付け姿勢。

#### 9.3.2 端子

取扱説明書には，少なくとも次の情報を含める。

- a) 指定トルク（製造者が締付けトルクを指定する場合）
- b) 適切な表示がされておらず，再接続（再配置）又は調整の方法が明瞭ではない場合，様々なサイズの導体に対応するために必要な再接続（再配置）又は調整の方法の指示。
- c) 配線方法が明瞭ではない場合，端子の構造に適した導線の取り付け方法についての指示
- d) 導体の絶縁被覆を剥がすときの要求事項

#### 9.3.3 照明器具

使用説明書には，少なくとも次の情報を含める。

- a) 2本ピンの照明器具にあっては，ランプの取り付け及び交換において黄銅製ピンをもつランプだけを使用すること。

注記 市販のランプは，通常，黄銅製ピンを使用している。

- b) ねじ込み式口金のランプを使用する照明器具にあっては，ランプを取り付け及び交換するときは，ランプ口金に IEC 60664-1 の材料等級区分 I に対する要求事項に適合する絶縁材料を用いていて，その絶縁部が表 18 の最小沿面距離及び最小絶縁空間距離をもつランプだけを使用すること。



表 18 ねじ込み式口金のランプ口金に対する沿面距離及び絶縁空間距離

電圧 $U$ V	沿面距離及び絶縁空間距離 mm
$U \leq 10$	1
$10 < U \leq 63$	2
$63 < U \leq 250$	3

要求する沿面距離及び絶縁空間距離の値を決定するときは、一般的に使用する定格電圧の変動範囲を認めるために、表中の電圧の値を 1.1 倍してもよい。

表中の沿面距離及び絶縁空間距離の値は、最大供給電圧の許容差±10%を基にした値である。

0V 以下では、CTI の値の該当がないので、材料グループ I の要求事項に適合しない材料を用いてもよい。

#### 9.3.4 回転機

取扱説明書（保守説明書）は、各回転機に提供する。取扱説明書には、少なくとも次の情報を含める。

- ルーチン保守及び軸受の注油方法の詳細
- 該当する場合、絶縁形回転子バーの絶縁体に対するルーチン試験の詳細
- 永久磁石電動機に対しては、電動機回転中にその供給電源を遮断したとき、電動機の電源接続端子に現れる可能性のある電圧。通常、回転速度に対する開路電圧のデータを提供する。
- 5.2.12 の接触シールに関する要求事項に継続的に適合するために要求する保守に関する情報

#### 9.4 警告表示

次の警告のいずれかを機器に表示することを要求する場合、「警告」の文字の後に続く表 19 の文言は、技術的に等価な文言に置き替えてもよい。複数の警告を組み合わせ、一つの等価な警告（文）にしてもよい。

表 19 警告表示の文言

項目	参照条項	警告表示の文言
a)	4.2.3.4 4.2.4	警告 ー通電しているときは接続又は分離をするな
b)	4.10.3 a)	警告 ー非本安回路に通電中は開けるな
c)	4.10.3 b)	警告 ー通電中は開けるな
d)	4.10.3 b)	警告 ーIP30の内カバーによって非本安回路を保護している
e)	5.6.2.11	警告 ー危険場所内を通過して移動するな
f)	9.1	警告 ー危険場所で充電するな
g)	9.1	警告 ー充電器を分離した後、Y分間は、危険場所内に持ち込むな
h)	5.9.4	警告 ー通電中は、ヒューズの取外し又は交換はするな
i)	5.3.5.2.2	警告 ーランプ交換は非危険場所だけで行え
j)	4.2.4	警告 ー接続又は分離は非危険場所だけで行え

## 10 文書

第1編（総則）に従って作成する文書には、この編において指定する全ての追加的事項を含める。回転機に対する文書に記載する必須の要素は次のとおりである。

- a) 保護等級（IPコード）（4.10 参照）
- b) IEC 60034 への回転機の適合性の根拠（使用の形式を含む。）（5.2 参照）
- c) 保護レベル“eb”の電動機，及び使用の形式が S3, S4, S5, S7, S8 又は S10 の保護レベル“ec”の電動機：定格 100 kW を超える大形の電動機については，始動時にその容器内に爆発性ガス雰囲気が存在しないようにするために特別な手段を用いた場合，それに関する情報（5.2.7.3 参照）
- d) 径方向エアギャップ（5.2.6 参照）

## 附属書 A (規定)

### 回転機の温度の決定－試験方法及び計算方法

#### A.1 一般事項

回転機の内部又は回転機上の固定子巻線、回転子部、及び補助電気機器又は Ex コンポーネントの最高表面温度は、許容温度以下でなければならない。これらの温度は、測定、外挿法、又は計算によって求める。

- ・保護レベル“eb”の回転機については、予想する機能不全を考慮する。

注記 予想する機能不全には、機械的な過負荷又は回転機が拘束されたことによる停止が含まれる。

- ・使用の形式が S1, S2, S6 又は S9 の保護レベル“ec”の回転機については、定格負荷における温度だけを求める。使用の形式が S1, S2, S6 又は S9 以外の保護レベル“ec”の回転機については、特定の使用形式に応じて、頻繁に始動を繰り返す、又は負荷条件を変化させるのいずれか該当する方法によって求める。
- ・インバータによって駆動することを意図する保護レベル“eb”又は“ec”の回転機については、温度は 5.2.8.4 の規定に従って求める。

計算又は外挿法を用いた温度の決定は、類似の回転機について測定した温度との比較に基づくものでなければならない。

#### A.2 最高使用時到達温度の決定

##### A.2.1 回転子の温度 — 通常運転

定格運転時における回転子の温度は、IEC 60034-1 に規定されているように、回転機の電源を遮断した直後に測定する。ゼロ時時点に外挿し、回転子の最高温度を求める。代替法として、ピーク値の記録、感温塗料若しくは感温ドットなどの測定法を用いて最高温度を求めてもよい。

かご形回転子においては、短絡環の温度と回転子バーの温度は異なることがある（回転子の鉄心の中心部がリングの温度より高い）が、通常の負荷条件で使用するとき、様々なバーとリングとの間の差違は無視できるほど小さく、短絡環の温度だけを測定すればよい。大形の回転機では、温度測定のため、リング又はバーエクステンションにアクセスできる場合がある。

##### A.2.2 巻線の温度 — 通常運転

巻線の温度は、回転機の電源を遮断した直後に、抵抗法によって測定する。回転機は、電源遮断後、急速に温度が低下するので（回転機は回り続け、直ちには停止しない）、指数曲線フィット手法を用いて巻線抵抗をゼロ時時点に外挿し、電源遮断時点の最高温度を求める。埋込み形温度センサによる巻線の温度測定においては、固定子巻線の温度は、全ての埋込み形温度センサの指示値のうちの最高温度によって決定する。

- 注記 この要求事項は、IEC 60034-1 の要求事項に追加されるものである。これは、巻線導体の平均温度を示すものであるが、絶縁巻線の表面の最高表面温度の代表値とみなされる。

### A.3 最高表面温度の決定

#### A.3.1 一般事項

第1編（総則）には、最高表面温度は、最高表面温度となる定格電圧の90%～110%の入力電圧で測定することが規定されている。回転機の場合、代替法として、電圧は、IEC 60034-1によるZone Aの範囲内での運転に基づくが、典型的には定格電圧±5%（特定の使用条件の表示に応じて）としてもよい。固定子及び回転子の巻線の最高表面温度は、電圧についての上記の補正を考慮しつつ、IEC 60034-1に従って決定する。大形の回転機の負荷は、IEC 60034-29による。

**注記** 安全増防爆構造に影響する絶縁材料及び容器の非金属製部分の適合性は、定格電圧（電圧補正は行わない）で測定される最高使用時到達温度に基づいて判定される。

#### A.3.2 回転子拘束試験

##### A.3.2.1 試験条件

最初に、電動機を停止状態とし、回転子及び固定子を周囲の室内温度に安定させる。次に、回転子を拘束し、定格電圧を定格周波数で印加する。試験所の設備上の制約のため、回転子拘束試験を減電圧試験法で行う場合、温度は、A.3.2.2に従って求める。

##### A.3.2.2 減電圧での試験（オプション）

電流の測定値には、試験電圧に対する定格電圧の比を乗じ、また、温度の測定値には、その電圧比の二乗を乗じて増加する。飽和効果がある場合、製造者による飽和効果の見積りを基に、その効果を考慮に入れる。試験は、定格電圧以下で、利用できる最大の電圧（ただし、定格電圧の50%以上）で行う。

##### A.3.2.3 回転子の温度

保護レベル“eb”の回転機については、回転子を拘束した状態で回転機を動作させて回転子温度を測定し、時間 $t_E$ を求める、又は、次のようにして、埋込み形温度センサによる保護がなされていることを確認する。かご形回転子（バー及び短絡環）の温度上昇を、その温度の上昇速度に比べて時定数の小さい温度センサを用いて測定する。表皮効果のため、バーの上端において温度が最も高くなる。したがって、熱電対を使用する場合、熱電対は、バーの表面にできる限り接近させて挿入する。測定された温度で最も高い値を、温度等級を決める基準値として使用する。

出力500 kW未満の、ダイカスト回転子をもつ従来形設計の回転機については、電気角で90度離れた2本の回転子バーだけに取り付けた熱電対で測定する場合、高い方の温度上昇の測定値を10%増した値を他の高温となるいかなるバーに適用してもよい。その他の回転機については、3本以上の回転子バー（90度を超える電気角にわたって分散させる）に、バー1本当たり3個以上の熱電対を取り付ける。熱電対の取付け位置は、各バー上の、中央、端部付近及びエンドリングとする。

**注記** 回転子の個々のバーの温度上昇は、固定子巻線相の帯域による空間高調波に対する相対的な位置関係によって変化する。この変化は、空間高調波の少ない電動機でも20%以上はあり、更に大きくなることもある。

##### A.3.2.4 始動電流 $I_A$ の決定

通電開始から $5 \pm 0.5$ 秒後に測定した固定子電流を、拘束電流 $I_A$ とみなす。A.3.2.2に従う減電圧試験法（オプション）を適用する場合、固定子電流は、A.3.2.2に詳述するように補正しなければならない。

### A.3.2.5 固定子の温度

抵抗法で求めた固定子の平均温度上昇値を、巻線の温度上昇とみなす。電源遮断時点の最高温度を決定するためには、指数曲線フィット手法を用いて巻線抵抗をゼロ時時点に外挿することが要求される。埋込み形温度センサによって保護された回転機については、巻線温度の測定は、埋込み形温度センサと関連の保護システムとによる遮断動作起動後に行う。

## A.4 最高表面温度の計算（オプション）

### A.4.1 一般事項

A.3 の代替法として、許容拘束時間  $t_E$  を決定するための、回転子を拘束した回転子及び固定子の巻線の温度上昇は、計算によって求めてもよい。回転子電流（回転子温度の計算に用いる）の決定は、実際の試験結果によって既の実証されたモデルに基づかなければならない。固定子の始動電流については、A.3.2.4 参照。

### A.4.2 回転子の温度

回転子の温度を計算するときは、温度上昇はバー...(導体)...及び短絡環での熱の発生のほか、かごの熱容量も考慮した上で、ジュール熱効果から計算する。回転子バーにおける熱の分布に対する表皮効果の影響を考慮に入れる。鉄心への熱伝導を見込んでもよい。

### A.4.3 固定子の温度

電動機の固定子巻線の温度上昇速度  $\Delta\theta/t$  は、次式によって計算する。

$$\frac{\Delta\theta}{t} = a \times j^2 \times b$$

ここで、

$j$  は、 $A/mm^2$  で表される拘束電流密度、

$a$  は、 $\frac{K}{(A/mm^2)^2s}$  で表される係数（銅に対しては  $a = 0.0065$ ）、

$b = 0.85$ （含浸した巻線からの熱の散逸を考慮した低減係数）、  
である。

## A.5 許容拘束時間 $t_E$ の決定

許容拘束時間  $t_E$  は、次によって求める（図 A.1 参照）。

許容温度 C から、最高周囲温度 A（通常、 $40^\circ C$ ）及び定格使用時の温度上昇 AB を減じる。この差 BC と拘束試験時の温度上昇速度（実測値又は計算値）とから許容拘束時間  $t_E$  を求める。

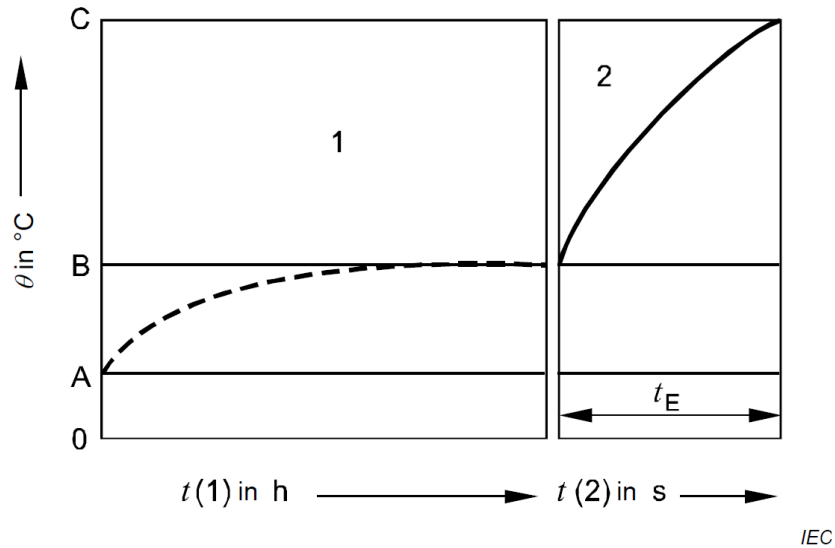
回転子及び固定子に対する時間をそれぞれ別々に計算する。そのうちの短い方を、該当する温度等級についてのその電動機の許容拘束時間  $t_E$  とする。

## A.6 厳しい始動条件

厳しい始動条件に対応して設計した電動機、すなわち特別な保護デバイス（例えば、巻線の温度を監視するデバイス）を備えた電動機は、その保護デバイスを組み合わせた状態で試験する。

### A.7 インバータ駆動の電動機

インバータ及び関連の保護デバイスで運転することを意図する電動機は、電動機とインバータとの組合せで決まる運転条件の範囲内で該当する許容温度を超えないということを試験して確認しなければならない。



凡例：

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| A 許容する最高の周囲温度        | $\theta$ 温度     |
| B 定格運転時の（到達）温度       | 1 定格運転時の温度上昇    |
| C 許容温度（5.2.8及び4.8参照） | 2 回転子拘束試験時の温度上昇 |

図 A.1 許容拘束時間  $t_E$  の求め方を示す図

## 附属書 B (規定)

### 特定の形式の抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットの型式試験 (トレースヒータを除く)

#### B.1 機械的ストレスを受ける抵抗加熱デバイスの型式試験

第 1 編 (総則) の容器に対する要求事項に適合する容器によって機械的に保護されていない可とう (撓) 性の抵抗加熱デバイスは、IEC 60079-30-1 に規定する押しつぶし及び低温曲げ試験 (crush and low temperature bending tests) に適合しなければならない。

#### B.2 潜水形抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットの型式試験

潜水形のサンプル又はサンプルの部分は、水深 50 mm 以上の飲用水に 14 日間以上浸漬する。その後、6.9.2 の a) 及び b) に定める電氣的絶縁完全性試験によって、適合性を検証する。

注記 この試験は、水以外の液体に浸漬したとき又は 500 Pa を超える水圧を受けたときの、抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットの動作の適性を検証するためのものではない。

#### B.3 吸湿性絶縁材料をもつ抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットの型式試験

蒸気 (水蒸気) に対する気密性を確保している部分は、相対湿度 90 % 以上で温度  $(80 \pm 2) ^\circ\text{C}$  に 672 時間 (4 週間) 以上放置する。湿りを拭き取った後、6.9.2 の a) 及び b) に定める電氣的絶縁完全性試験によって、サンプルの適合性を検証する。ただし、水への浸漬は省略する。

第 1 編 (総則) に従う文書には、抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットのシールを完全にするための工程及びそのために使用する材料を指定する。

#### B.4 抵抗加熱デバイス (トレースヒータを除く) の許容温度の検証

##### B.4.1 一般事項

試験は、B.4.2, B.4.3 又は B.4.4 に従って行う。

##### B.4.2 安全デバイス

###### B.4.2.1 一般事項

5.8.11 に従う安全デバイスで保護した抵抗加熱ユニットに対しては、型式試験は、抵抗値を公表されたマイナス側許容値として (最も低い抵抗値で)、10 % の過電圧に相当する機器出力電力において行う。

使用時には 5.8.11 の安全デバイスで保護するが、型式試験は安全デバイスを取り付けずに行う加熱ユニットは、試験中、運転条件が模擬された場合に限り、機器として認証してよい。それ以外の場合には、Ex コンポーネントとしてだけ扱うことができる。

---

#### 指針活用上の留意点

わが国の検定制度上、安全デバイス及び保護デバイスは、機器に組み込まれた状態で合格条件となるため、指定した安全デバイス及び保護デバイスを用いて試験及び評価を行う。

---

#### B.4.2.2 温度検出用安全デバイス

安全デバイスで許容される(動作する)最高温度は、他の全ての制御用デバイスを作動不能にして測定する。安定した温度を確保するため、(安全デバイスの)熱時定数を考慮に入れる。

#### B.4.2.3 温度及び他のパラメータを一つ以上検出する安全デバイス

最高温度は、(温度以外の)パラメータを検出するデバイスで許容される最悪条件を考慮した上で、B.4.2.2の方法によって測定する。

#### B.4.2.4 温度以外のパラメータを検出する安全デバイス

最高温度は、(温度以外の)パラメータを検出するデバイスで許容される最悪条件を考慮した上で測定する。

---

### 指針活用上の留意点

---

上記の趣旨は、温度以外のパラメータだけを用いて間接的に最高温度を管理してもよいと規定している。

---

#### B.4.3 安定化設計した抵抗加熱ユニット

サンプルは、製造者が指定し、試験機関が承認した最悪の設置条件で試験する。これらの試験条件には、該当する場合、ゼロ流量若しくは空の配管若しくは導管を含める。試験は、B.4.2で求めた出力電力で行う。

運転条件を模擬して、試験してもよい。

#### B.4.4 温度自己制御特性をもつ加熱デバイス

(加熱デバイスが)ケーブル又はテープの場合、長さが3 m~4 mのサンプルを密巻にして(隙間なくコイル状に巻き)、発生する温度に耐える断熱材製の、サンプルがちょうど収まる大きさの箱の中に入れる。箱は、実効的に断熱する。サンプルの最高表面温度を測定するため、熱電対(複数)をサンプルに取り付ける。サンプルに、初期温度(-20±3)°Cで、1.1U<sub>n</sub>±5%の電圧を印加して熱平衡に到達させる。

最高温度を測定する。

温度自己制御特性をもつ他の(ケーブル又はテープ以外の)抵抗加熱デバイスも、実効的に断熱した容器内で、同様の方法で試験する。



## 附属書 C (参考) かご形電動機—運転時の熱的保護

### C.1

この附属書には、特に通常の産業用とは異なる設置上の要求事項（又はそれらを補う要求事項）について、安全デバイスの選定のための手引きとして、使用者のために追加の情報を示す。

### C.2

運転時に 5.2.8.2 の要求事項を満たすため、反限時時延過負荷安全デバイス（例えば、サーマルリレー又は引外し付きの直入始動器）を適用できる。ただし、その場合、C.3 の推奨事項を満たしている必要がある。

### C.3

反限時時延過負荷安全デバイスは、回転機の電流を監視するだけでなく、脱調した回転機の電源を許容拘束時間  $t_E$  内で遮断するものである。拘束電流比  $I_A/I_N$  の関数としての過負荷リレー又は遮断の遅延時間を与える電流—時間特性曲線は、使用者が保持することが望ましい。

---

#### —— 指針活用上の留意点 ——

---

「使用者が保持する」とは、製造者が作成して使用者に提出することを意味する。

---

この特性曲線は、少なくとも 3~8 の拘束電流比範囲で、20 °C の周囲温度に関連付けた冷状態からの遅延時間を示すものが望ましい。安全デバイスの動作時間は、遅延時間 ± 20 % であることが望ましい。

### C.4

一般に、厳しくなくかつ頻繁ではない始動を行い、その間の追加的な発熱が顕著ではない連続運転の回転機は、反限時時延過負荷保護を備えていればよい。厳しい始動条件の回転機又は頻繁に始動する回転機は、許容温度を確実に超えないようにする適切な安全デバイスを併用するときに限り使用できる。

C.3 に従って適切に選定した反限時時延過負荷安全デバイスが、回転機が定格速度に達する前にその電源を遮断する場合、厳しい始動条件が存在する（厳しい始動条件である）とみなされる。このことは、一般に、合計の始動時間が、 $t_E$  の 1.7 倍を超える場合に当てはまる。

保護レベル“ec”の回転機については、安全デバイスとしてシールドデバイスを用いてもよい。

## 附属書 D (参考) 抵抗発熱デバイス及び抵抗発熱ユニット —追加の電氣的保護

### D.1 目的

この電氣的保護の機能は、過電流保護に追加するものであり、異常な地絡電流及び大地への漏れ電流に起因する発熱の影響及びアーク発生の可能性を制限することである。

### D.2 保護の方法

保護の方法は、系統接地の種類によって異なる（定義については IEC 60364-5-55 を参照）。

#### a) TT 系統及び TN 系統

残留電流によって動作する場合、保護デバイス（定格残留動作電流が 100 mA を超えないものに限る。）を用いるのがよい。

定格残留動作電流 30 mA の保護デバイスを優先して使用するのがよい。この保護デバイスの最大動作時間は、定格残留動作電流において、100 ms 以下とするのがよい。

注記 1 一般に、この系統は、残留動作電流が 30 mA 以上になると全ての非接地相を遮断する。

注記 2 残留電流保護装置に関する追加の情報は、IEC 61008-1 に示す。

#### b) IT 系統

絶縁を監視する装置を設けて、定格電圧に対する絶縁抵抗が 50  $\Omega/V$  以下になれば、直ちに電源を遮断することが望ましい。

## 附属書 E (参考)

### 汎用の接続・分岐箱における端子と導体との組合せ

#### E.1 一般事項

ほとんどの形式の電気機器において、熱源はその機器の中で十分明確にされた部分である。しかし、端子列だけを内蔵した汎用の接続・分岐箱にあっては、主要な熱源は端子そのものよりも、それらの端子に接続したケーブルである可能性が高いので、実際にどのように設置するかが決定的な要素となる。温度等級を割り当てる目的で汎用の接続・分岐箱に定格を割り当てるいかなるシステムにおいても、この事実を認識しておく必要がある。

そうした箱の容器中で最高温度上昇は、次の二つの要素によって決まる。

- 容器内のローカル温度の上昇をもたらす容器内における端子及び配線の総数
- もともとのローカル温度を超える、各端子及び配線の温度上昇

6.8 にいう最悪条件の端子には、最大定格の導体を接続して、ローカル温度を超える最高の温度上昇を呈する端子が選ばれる。最悪条件の端子の温度上昇よりも低い温度上昇を呈するならばいかなる端子も使用することができる。

**注記** この附属書は、汎用の接続・分岐箱の定格を表すための二つの方法に関する追加の情報を示すものである。

#### E.2 最大消費電力による方法

最大定格消費電力は、最悪条件の端子を用いて、6.8 に従って決定する。割り当てた温度等級に対して、最大定格消費電力を超えない限り、容器には、その容器の物理的に可能な範囲内で最大数まで、認定した端子（最悪条件の端子が含まれていてもいなくとも）を取り付けてもよい。

各端子について、消費電力は、その端子に対する最大電流、並びにその端子及びその端子に接続する全導体の 20 °C における抵抗値を用いて算出する。各導体のケーブルグランドから端子までの長さは、容器の最大内部寸法（三次元対角線）の 0.5 倍、すなわち、6.8 で用いる端子間に接続された導体の長さの 1/2 であると仮定する。こうして得られた消費電力の和は、その（端子の）配列及び回路の条件における最大消費電力を表す。その値は、最大定格消費電力を超えないことが望ましい。

**注記** 設置時の計算を容易にするために、端子ブロックに対する Ex コンポーネント認証書には、20 °C における各端子の抵抗値を指定している。

#### E.3 （端子の）配列を限定する方法

最大定格消費電力だけを指定する代替法として、次に掲げる分岐箱の属性にその分岐箱の寸法を関連付ける値一式を指定することが可能である。

- 電線の長さ（分岐箱の三次元対角線に基づく）
- 導体の断面積
- 端子サイズ（特定の製造者及び型式ではなく一般的呼称で）

- ・許容する導体及び端子の数
- ・導体及び端子の最大電流
- ・使用可能な接続箱の高さ（要求される絶縁空間距離を検討するために必要な金属構造物の使用可能な高さとともに）
- ・接続箱の材料（樹脂構造物の色、及び金属構造物の塗膜を含む）

上記の属性に基づいて二通り以上の組合せが可能な場合、表形式で情報を示してもよい（図 E.1 参照）。実際の試験、熱計算又はその両方が、表の作成に用いられる。箱の寸法ごとに一つの表を作成する、又は、一つのシリーズとなっている箱の寸法を一つの表の中でグループ化する場合、その表は、そのシリーズのうち最悪条件となる箱の寸法を基礎として作成する。いずれの方法で作成された表であっても、特定の箱の寸法又は特定の箱の寸法に関する識別子によって識別できる。

(特定の接続箱標識又は特定の箱の寸法)													
電流 A	導体の数 <sup>a</sup> (断面積 (mm <sup>2</sup> ) に基づく)												
	1.5	2.5	4	6									
3	a	a	a	a									
6	a	a	a	a									
10	40	a	a	a									
16	13	26	a	a									
20	5	15	30	a									
25	b	7	17	33									
35	b	b	3	12									
50	b	b	b	b									
63	b	b	b	b									
端子の 最大数 <sup>a</sup>	20	13	15	16									

全ての入線導体及び内部のリンクは導体としてカウントするが、接地接続用導体はカウントしない  
この表を用いるときは、IEC 60439に従って、“simultaneous factor”又は“rated load factor”を考慮に入れてもよい。表の値がそれぞれの割合で使用される場合、異なる断面積及び電流の回路をもつ導体サイズが混在してもよい。

a 導体及び端子の任意の数を追加。  
b 製造者が設計する (温度上昇の計算を用いる)。

断面積 (mm <sup>2</sup> )	電流 (A)	数量	=	利用... (率) ...
1.5	10	20 (40のうちの)	=	50 %
2.5	20	5 (15のうちの)	=	33.3 %
4	25	2 (17のうちの)	=	<u>11.7 %</u>
		合計 < 100 %	=	<u>95.0 %</u>

図 E.1 端子／導体の配列表の例

## 附属書 F (参考) 銅導線の寸法

表 F.1 は、銅導線の標準的な断面積を示す。

表 F.1 銅導線の標準的な断面積

ISO メートルサイズ mm <sup>2</sup>	AWG/kcmil とメートルサイズとの比較	
	サイズ AWG / kcmil	等価なメートル面積 mm <sup>2</sup>
0.2	24	0.205
-	22	0.324
0.5	20	0.519
0.75	18	0.82
1	-	-
1.5	16	1.3
2.5	14	2.1
4	12	3.3
6	10	5.3
10	8	8.4
16	6	13.3
25	4	21.2
35	2	33.6
50	0	53.5
70	00	67.4
95	000	85
-	0000	107.2
120	250 kcmil	127
150	300 kcmil	152
185	350 kcmil	177
240	500 kcmil	253
300	600 kcmil	304
350	700 kcmil	355
380	750 kcmil	380
400	800 kcmil	405
450	900 kcmil	456
500	1,000 kcmil	507
630	1,250 kcmil	634
750	1,500 kcmil	760
890	1,750 kcmil	887
1,000	2,000 kcmil	1,014

---

### 指針活用上の留意点

---

表中の kcmil は、インチ系の面積の単位で、MCM とも書く (1 kcmil = 1 MCM = 0.5067 mm<sup>2</sup>)。

表中の 00, 000 及び 0000 は、2/0, 3/0 及び 4/0 と表記されることがある。(参考) 1 mil = 1/1000 inch

---

## 附属書 G (規定)

### T5 (8 Wに限る), T8, T10 及び T12 ランプの試験手順

#### G.1 非対称パルス試験

##### G.1.1 一般事項

安定器は、ランプ寿命の末期におけるランプロ金の過熱防止のため適切に保護する。次の試験を行ったとき、最大陰極電力は、表 16 に規定する値以下でなければならない。

##### G.1.2 試験手順

図 G.1 の系統図を参照する。

安定器は J2 に、ランプは J4 に接続する。

- a) スイッチ S1 及び S4 を閉じ、スイッチ S2 を位置 A にセットする。
- b) 試験する安定器に通電し、ランプを 5 分間予熱する。
- c) S3 を閉じ、S1 を開いて、30 秒間待つ。
- d) 電力抵抗器 R1A~R1C 及び R2A~R2B 並びにツェナーダイオード D5~D8 において消費された平均電力の合計を測定する。

この電力は、端子 J5-J6 間の電圧と J8 から J7 へ流れる電流との積の平均値として測定する。電圧は差動電圧プローブを用いて、電流は直流電流プローブを用いて測定する。乗算及び平均化は、デジタルオシロスコープを用いて行うことができる。安定器をサイクリングモードで運転しているとき、平均化の間隔は、周期の整数倍に設定する（各周期は、通常、1 秒を超える）。サンプリング速度及び計算に含めるサンプルの数は、エイリアシング誤差を生じないように十分な値とする。

測定した電力が表 16 に規定する値を超える場合、安定器は不合格とし、試験を打ち切る。

- e) 安定器の保護回路が作動してランプへの通電が遮断された場合、安定器を再始動する。（S1 を閉じる。）
- f) S4 及び S1 を開いて、30 秒間待つ。
- g) 上記 d) と同様に、電力抵抗器 R1A~R1C 及び R2A~R2B 並びにツェナーダイオード D5~D8 において消費された平均電力の合計を測定する。

測定した電力が表 16 に規定する値を超える場合、安定器を不合格とし、試験を打ち切る。

- h) 安定器の保護回路が作動してランプへの通電が遮断された場合、安定器を再始動する。（S1 を閉じる。）
- i) S1 及び S4 を閉じる。
- j) S2 を位置 B にセットする。
- k) 手順 b) ~g) を繰り返す。

安定器は、位置 A 及び位置 B の両方での試験に合格しなければならない。

- l) マルチランプ安定器については、各ランプ位置で a) ~k) の手順を繰り返す。マルチランプ安定器は、各ランプ位置における試験に合格しなければならない。

m) 複数のランプ形式に対して動作する安定器については、指定された各ランプ形式を試験する。各ランプの形式について、a) ~l) の手順を繰り返す。

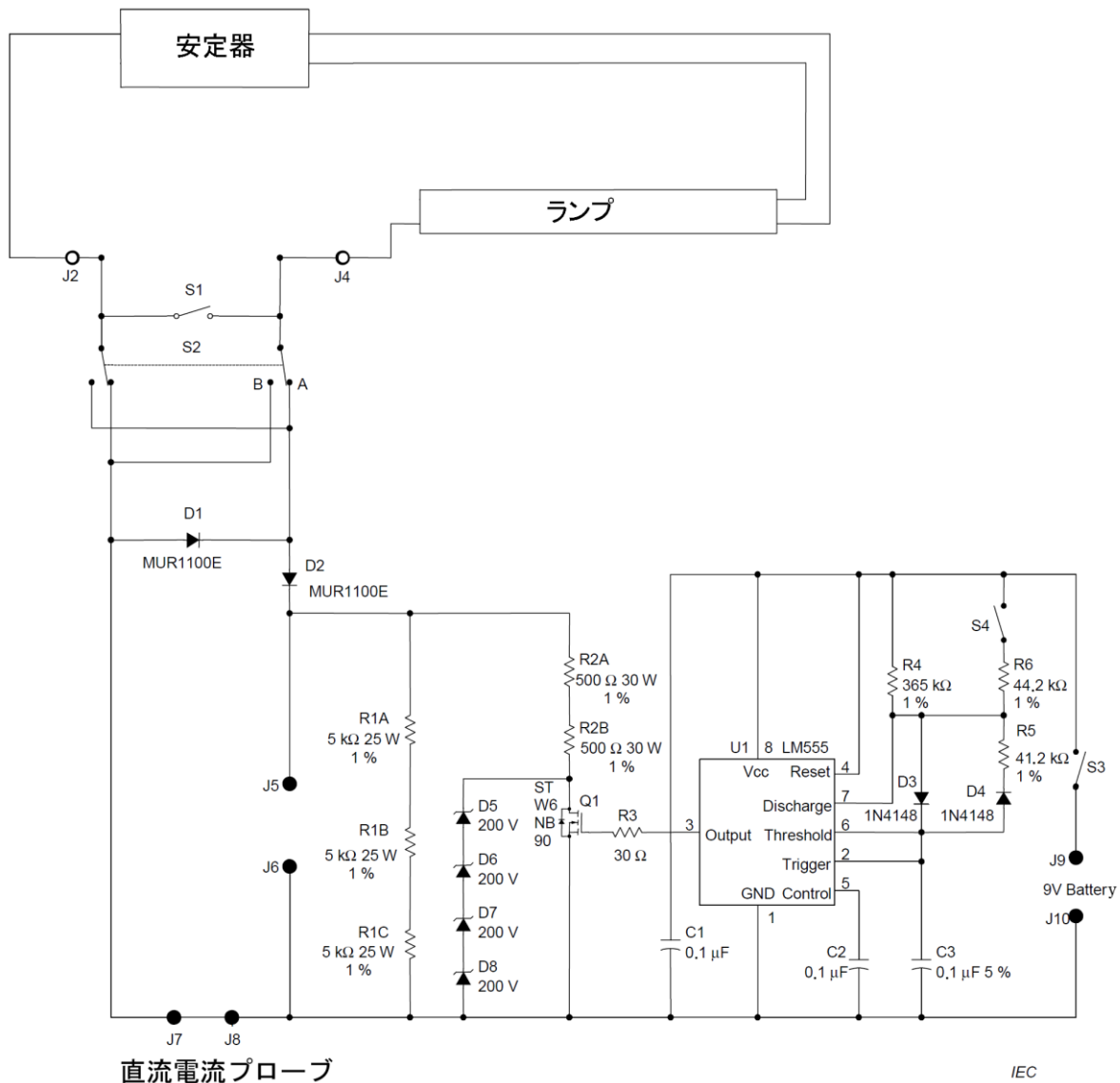


図 G.1 非対称パルス試験の回路

FET（電界効果トランジスタ）Q1 は、S4 が閉のときには、3 ms ON - 3 ms OFF で、また、S4 が開のときには、27 ms ON - 3 ms OFF で動作させる。

材料及びトランスの仕様のリストが IEC 61347-2-3 に規定されている。同じ機能をもつ他のトランス部品も使用してよい。

## G.2 非対称電力試験

### G.2.1 一般事項

安定器は、ランプ寿命の末期におけるランプロ金の過熱防止のため適切に保護する。次の試験を行ったとき、ランプの代表的な最高使用時到達温度において、最大陰極電力は、表 16 に規定する値以下でなけ



ればならない。

## G.2.2 試験の手順

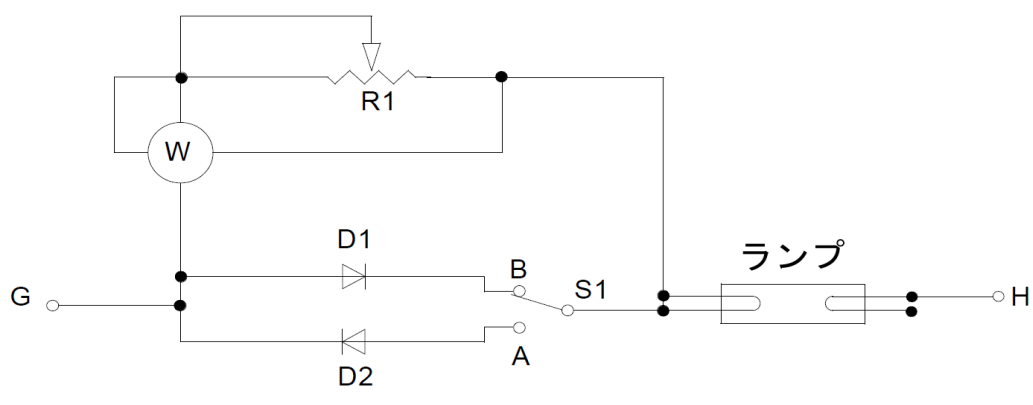
図 G.2 の構成回路図及び図 G.3 のフローチャートを参照する。この回路では周波数が高いので、抵抗器 R1 のインダクタンス分をできる限り小さくすることが重要である（オーミック抵抗を使用）。

- a) スイッチ S1 を位置 A にセットする。
- b) 抵抗器 R1 を短絡にセットする（ゼロ  $\Omega$  にする）。
- c) 試験する安定器に通電してランプを始動し、ランプを 5 分間予熱する。
- d) R1 の抵抗を急速（15 秒以内）に増大させ、R1 での消費電力を試験電力値 20 W（8 W の T5 ランプでは 8 W）に等しくする。（必要に応じて、最初の 15 秒間に R1 を更に調整する。）
  - － 試験電力に達する前又は達した後に、安定器が断になる場合、安定器を再度試験して、断にならないときに最大連続電力が表 16 に規定する値以下であることを実証する。
  - － R1 での消費電力が約 5 W（8 W の T5 ランプでは 2 W）に等しくなるまで、R1 の抵抗を急速（15 秒以内）に増加させる。
  - － 安定器が 2 分たっても断にならない場合、試験を中断し、R1 の抵抗値を増して、試験を繰り返す。
  - － R1 の値を増加しながら引き続き試験を繰り返し、目標とする表 16 に規定する値の消費電力に近づける（3～4 段階で十分である）。
- e) 表 16 の規定値以下の電力で、2 分以内に安定器が断にならない場合、安定器を不合格とし、試験を打ち切る。安定器が、d) の試験で断とはならないが、R1 での電力が試験電力の 20 W（8 W の T5 ランプでは 8 W）よりも低い値に制限される場合、R1 を最大電力となる値に設定する。
- f) 手順 d) において、20 W（8 W の T5 ランプでは 8 W）に到達した後、15 秒待つ。手順 d) において 20 W（8 W の T5 ランプでは 8 W）に到達せず、e) で得られた制限値が適用できるときは、30 秒待つ。その後、R1 での電力を測定する。

抵抗器 R1 での電力が表 16 に規定する値以下に減少しない場合、安定器を不合格とし、試験を打ち切る。

抵抗器 R1 での電力が表 16 に規定する値を超える場合、安定器を不合格とし、試験を打ち切る。
- g) 安定器への通電を断つ。スイッチ S1 を位置 B にセットする。
- h) 上記 b) ～e) の試験手順を繰り返す。安定器は、位置 A 及び位置 B の両方での試験に合格しなければならぬ。
- i) マルチランプ安定器については、各ランプ位置で a) ～g) の手順を繰り返す。マルチランプ安定器は、各ランプ位置での試験に合格しなければならぬ。
- j) 複数の形式のランプに対して動作する安定器については、指定する各形式のランプを試験する。各ランプ形式について、a) ～h) の手順を繰り返す。

これらのいかなる構成においても、抵抗器 R1 での電力が表 16 の規定値を超える場合、安定器を不合格とし、試験を打ち切る。



IEC

図 G.2 非対称電力検出用回路

—— 指針活用上の留意点 ——

参考：JIS C 8147-2-3 の 17.2 を参照

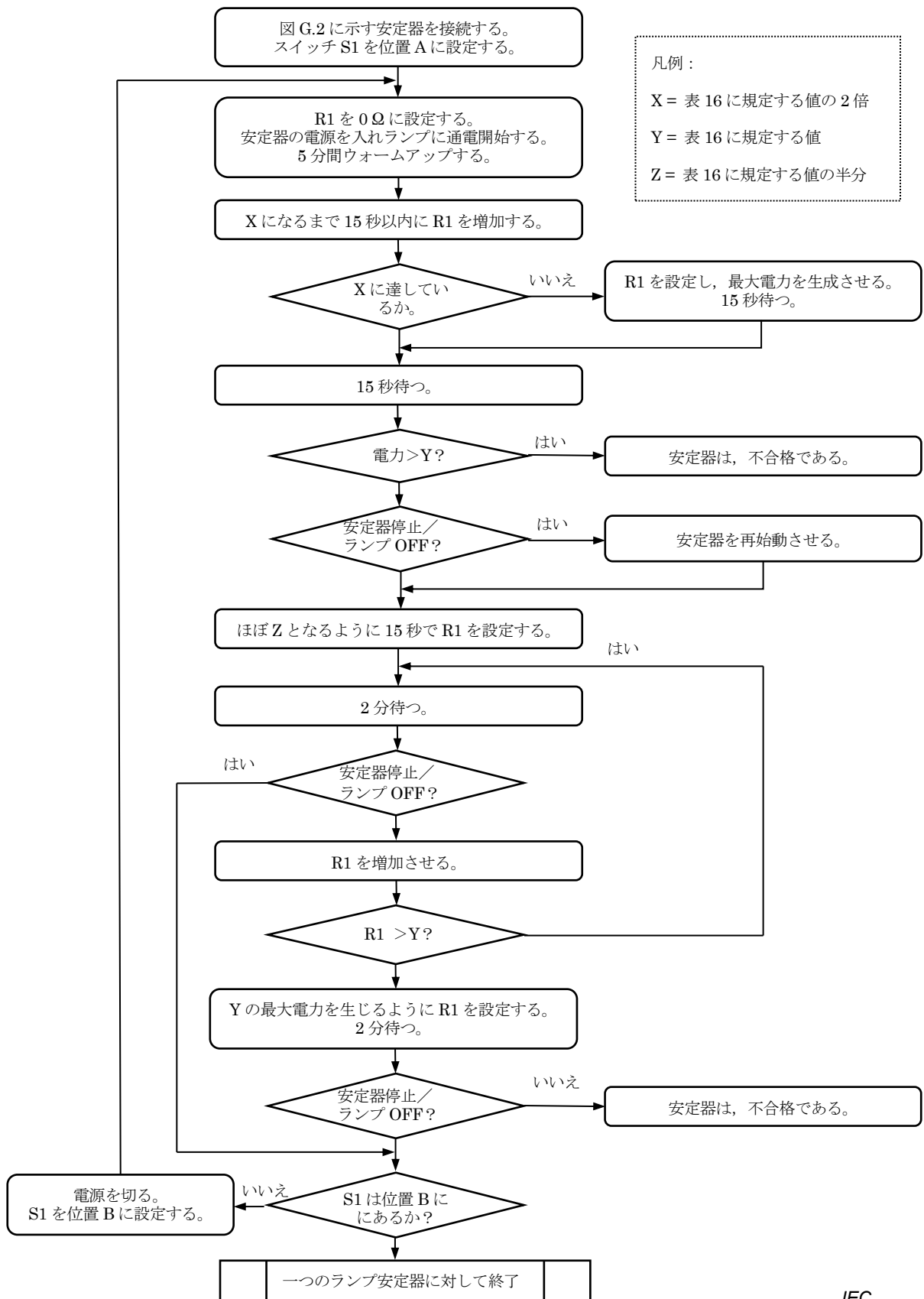


図 G.3 非対称電力試験のフローチャート

IEC

# 附属書 H (規定)

## 管理された環境下にある保護レベル“ec”の機器に対する 分離距離の代替値

### H.1 一般事項

計測、制御又は通信などのために使用する保護レベル“ec”の電子機器及び類似の機器、集成体 (assemblies) 及び組立部品 (sub-assemblies) は、この附属書に適合することによって、表 1 に関する導電部間の分離距離を短縮することができる。

この附属書の規定は、次の全ての条件が満たされたときに限って適用することができる。

- ・機器は、汚損度 2 以上となる場所に設置することを意図する (H.3 参照)。
- ・機器は、保護等級 IP 54 以上の容器をもつ (H.2 参照)。
- ・機器は、電圧を制限する又は電圧の制限を受ける (H.4 参照)。
- ・機器は、過電圧カテゴリ II の機器が制御中の電气的分離に影響を与えることを防止するため、過渡電圧保護を含む制御された過電圧条件を与える又は受ける (H.5 参照)。

この附属書の代替分離距離に従って分離距離を短縮するためには、上記の全ての条件について、この附属書の要求事項に適合する必要がある。

この附属書に定める最小分離距離は、過電圧ストレスが可能な限り制限されている回路であって、かつ、さらなる手段を講じることなく主電源回路に直接つながることがない回路に対して有効である。

導電部の分離距離に対する一般的要求事項は、この編の箇条 4 に規定している。上記のような管理された環境にあっては、この附属書の要求事項は、より緩和された構造上の要求事項となることがある。このような制御された環境下で用いる機器に対する代替分離距離の許容値は、IEC 60664-1 (低電圧システム内の機器に対する絶縁協調) を基にしたものである。制御されない過電圧によるリスクを最小とするため、過渡電圧保護を用いる。

### H.2 特定の使用条件

汚損度、保護等級 (IP) 又は過渡現象に対する保護が機器の設置によって満たされるとき、第 1 編の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添え、かつ、認証書に記載する特定の使用条件には、次の文言又はそれと等価な文言を含める。

- ・『機器は、IEC 60664-1 に定める汚損度 2 以上の場所だけで使用すること。』
- ・『機器は、工場電気設備防爆指針 (JNIOOSH-TR46-1) に従って、保護等級 IP 54 以上の容器内に設置すること。』
- ・『機器への電源端子におけるピーク定格電圧の 140 % 以下の値に設定した過渡電圧保護を設けること。』

**注記** 上記の一つ目の X 条件に関しては、「適切な環境」を維持する必要性について単に一般的な表現を含めるのではなく、許容できる最小の汚損度が指定される。IP 54 の容器単体では汚損度 2 の環境を確保できないことに留意することが重要である。

### H.3 汚染アクセスの制御

汚染レベルは、IEC 60664-1 に規定する汚損度 2 以上に限定し、かつ、機器の容器は保護等級 IP 54 以上とする。

汚損度 2 は、結露又は大気汚染を適切に管理した環境に設置したときに達成することができる。

さらに、機器の容器は、設置場所によって同等の保護等級を機器に確保するのでない限り、第 1 編（総則）の容器の試験の項に従って、保護等級 IP 54 以上とする。

**注記** 結露又は大気汚染の管理による汚損度の低減に関する追加的情報は、IEC 60664-1 に記載されている。

### H.4 電圧の制限

電圧は、定格電圧交流 275V 又は直流 390 V 以下に制限する。

### H.5 過電圧の制御及び過渡電圧保護

容器の内部又は容器の外部のいずれかに、ピーク定格電圧 85 V の 140 %以下のレベルに、又は表 H.1 に規定する機器電源端子におけるピーク定格電圧の 140 %以下のレベルに設定した過渡電圧保護装置を備える。過渡電圧保護は、通常運転中の機器の最大入力電圧によって決まる、表 H.1 に示す機器に加わる段階ごとのピーク電圧値の 140 %までに過渡電圧を制限しなければならない。

### H.6 分離距離の代替値

対象とする機器の定格電圧又は機器のいかなる部分の使用電圧も交流 65V 以下又は直流 85 V 以下である場合、最小沿面距離及び絶縁空間距離に関する要求事項は、汚損度 2 における要求事項を基にした該当工業規格の要求事項を超える値に指定してはならない。

定格電圧が、交流 60 V を超え 275 V 以下、又は直流 85 V を超え 390 V 以下の機器は、表 H.1 に示す沿面距離及び絶縁空間距離の要求事項に適合しなければならない。

**注記** 該当工業規格が特定の汚損度に基づいていない場合、沿面距離及び絶縁空間距離の要求事項は、汚損度 3 に基づいているとみなされる。

火花を発しない機器の回路は、4.3 及び 4.4 に適合する集成体及び組立部品の中に組み込むことができる。ただし、この場合、火花を発しない機器の回路と他の全ての回路との分離距離が 4.3 及び 4.4 の要求事項を満たさなければならない。

表 H.1 管理された環境下における機器の分離距離の代替値

ピーク電圧値 <sup>b</sup> V	最小沿面距離 <sup>a</sup> (注 1) mm			最小絶縁空間距離 及び分離距離 <sup>a</sup> mm	
	材料グループ			空間距離	コーティング下 の距離 (注 2)
	I	II	III		
≤ 90	0.63	0.9	1.25	0.4	0.3
≤ 115	0.67	0.95	1.3	0.4	0.4
≤ 145	0.71	1	1.4	0.4	0.4
≤ 180	0.75	1.05	1.5	0.5	0.4
≤ 230	0.8	1.1	1.6	0.75	0.55
≤ 285	1	1.4	2	1	0.85
≤ 355	1.25	1.8	2.5	1.25	0.85

a IEC 60664-1 で定義された清浄で乾燥した条件で実装されたプリント基板については、最小沿面距離は、絶縁空間距離及び分離距離の値に短縮できる。

b 実際の動作電圧は、この表の規定値を最大 10% 超えてもよい。

注 1 沿面距離の数値は、汚損度 2 を基準に IEC 60664-1 から得られている。

注 2 コンフォーマルコーティング下である (4.5 参照)。

## 附属書 I

### (参考)

# 保護レベル“ec”の非同期回転機に対する適用, 設置, 及び試験に関する留意事項

## 1.1 表面温度

通常の工業設計による回転機を定格全負荷において定常状態で運転したとき、表面温度が過大となることはなく、自然発火温度が 200 °C を超える可燃性ガス-空気混合物が漏れても発火するリスクが小さいことは、研究及び試験によって実証されている。定格負荷で運転される回転機の表面温度が、固定子において 155 °C (すなわち、絶縁クラス F のホットスポット温度) を、及び回転子において 200 °C (大形の回転機及び高効率の小形回転機の場合) ~300 °C (低効率の小形回転機の場合) を超えることはほとんどない。運転中の回転子コンポーネント周りでの空気の動き (乱流)、及び回転子が停止したときの回転子温度の急速な低下によって、自然発火温度が低い物質を除く、全ての物質の発火のリスクは大いに減少する。通常の工業設計による回転機について、可燃性ガスの環境が温度等級 T1~T3 (すなわち、200 °C 以上の温度) の機器を必要とする環境への適用において、表面温度に関する留意事項に起因して、特別な注意を払う必要性が示されたことはない。

回転機のフレーム内に取り付ける結露防止用のスペースヒータは、一般に、回転機の温度等級の限度内に留まるように設計するので、高い温度に対する追加の評価は、一般に必要ではない。

第 1 編 (総則) による最高表面温度の決定に当たって、常に全てのサンプルの試験を要求するわけでない。多くの場合、プロトタイプ試験から得られるテストデータの外挿によって、そのシリーズの他の回転機をカバーできる。そのような場合、省略した試験及びその試験省略の正当性を試験報告書に明瞭に記載することが望ましい。

回転機の固定子及び回転子の表面温度測定は、回転機の温度等級が T1, T2 又は T3 で、かつ、IEC 60085 による耐熱クラスが 105 (A) 又は 130 (B) のときは要求されない。回転子の表面温度は、製造者の経験に基づく計算によって、又は、代表となるサンプルのプロトタイプの試験に適切な調整ファクタを加味することによって決定できる。

温度等級が T4, T5 又は T6 の回転機の回転子の温度測定においては、非破壊試験法が使用できる。こうした方法としては、ロータースリップ法、感温塗料若しくは感温ステッカの利用、又は一時的に回転子に取り付けた温度センサによる遠隔測定がある。同じような設計をした回転子の表面温度は、製造者の経験に基づく計算によって、又は、プロトタイプの試験に適切な調整ファクタを加味することによって決定できる。固定子の温度及び軸受の温度の決定に当たっては、別々の考慮を要求する。

ガスケット、ケーブルグラウンド (電動機に含まれるとき) などのアイテムについては、第 1 編に定める他のコンポーネントに対する使用時到達温度の測定を要求することがある。

## 1.2 始動

回転機の始動 (加速) は、使用の形式 S1, S2, S6 又は S9 での保護レベル“ec”の回転機については、回

回転機の温度が再始動の前に熱平衡（冷状態からの）に達するという要求事項を除けば、始動の頻度については制約を付けずに、通常運転の一部であるとして考慮の対象から外す。回転機の「通常の」運転条件とは、定格全負荷での定常状態であると仮定する。ダイカストによるかご形回転子をもつ小形の回転機については、回転機の始動期間内に点火源となるリスクはほとんどない。組立式かご形回転子の構造をもつ大形で高速の回転機では、始動の全過程のうちの極めて短い期間の間だけ、回転機のエアギャップの内で火花を生じるリスクがより高くなる。

使用の形式が S3, S4, S5, S7, S8 又は S10 の保護レベル“ec”の回転機については、保護レベル“ec”の回転機の使用者は、用途に対する回転機の始動頻度、及び点火が生じたときに予想される結果の両方を考慮することが望ましい。点火のリスクを更に減少させるため、始動前の換気若しくはソフトスタート又は他の防爆構造を用いた回転機を選択など、特別な対策を用いることができる。

### 1.3 定格電圧及び表面放電

固定子の運転電圧の定格がより高いときは、特に固定子の巻線端部の表面が汚れていると点火能力のある表面放電を生じることがある。コロナ放電は、潜在的には連続的着火源となるかもしれないので、通常回転機の運転中、その影響を考慮する必要がある。

産業界における経験によれば、相間電圧 6.6 kV 以下の定格電圧をもつ適正に保守された電動機は、巻線の表面放電に起因して、IIA 又は IIB の雰囲気において許容できない着火のリスクを生じることはない。より高い電圧、他の構造、又は他の雰囲気については、保護レベル“ec”の回転機として特別に設計設計された回転機、又は他の EPL Gc 防爆構造を用いて設計された回転機の使用を考慮するのがよい。



## 附属書 J (参考) LED を組み込んだ照明器具

### J.1 EPL Gb に対する LED

LED パッケージのような LED を用いた照明器具又は光源として使用する LED モジュールは、保護レベル“eb”には含まれない。ただし、第 2 編（耐压防爆構造）、第 3 編（内圧防爆構造）、第 4 編（油入防爆構造）、第 6 編（本質安全防爆構造）又は第 7 編（樹脂充填防爆構造）に従って、EPL Gb で設計することは可能である。

本質安全防爆構造を使用する場合、全電気回路に保護レベル“ib”が適用される。その回路に電源を供給するために用いる関連機器は、一般には、“ib”及び“eb”以外の他の Gb をもつ防爆構造の一つで保護される。

EPL Gb の機器全体の接続端子部は、簡条 4 及び 5 に定められている。

**注記** 光の放射による潜在的な着火リスクが存在する。IEC 60079-28 に更なる手引きが定められている。

### J.2 EPL Gc に対する LED

LED パッケージを用いた照明器具又は光源として使用する LED モジュールは、保護レベル“ec”、“ic”、“nR”及び“mc”とすることができる。本質安全防爆構造を使用する場合、全電気回路に保護レベル“ic”が適用される。その回路に電源を供給するために用いる関連機器は、一般には、“ic”及び“ec”以外の他の Gc をもつ防爆構造の一つで保護される。

EPL Gc の機器全体の接続端子部は、簡条 4 及び 5 に定められている。

**注記** 光放射による潜在的な着火リスクが存在する。IEC 60079-28 に更なる手引きが定められている。

## 文献

- IEC TS 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide*
- IEC 60034-18-41, *Rotating electrical machines – Part 18-41: Partial discharge free electrical insulation systems (Type I) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification and quality control tests*
- IEC TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: AC electrical machines used in power drive systems*
- IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*
- IEC 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 411: Rotating machinery*
- IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*
- IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*
- IEC 60079-17, *Explosive atmospheres – Part 17: Electrical installations inspection and maintenance*
- IEC 60079-18, *Explosive atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation "m"*
- IEC 60079-20-1, *Explosive atmospheres – Part 20-1: Material characteristics for gas and vapour classification – Test methods and data*
- IEC 60079-28, *Explosive atmospheres – Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation*
- IEC 60079-29-2, *Explosive atmospheres – Part 29-2: Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen*
- IEC 60079-30-2, *Explosive atmospheres – Part 30-2: Electrical resistance trace heating – Application guide for design, installation and maintenance*
- IEC 60079-35-1, *Explosive atmospheres – Part 35-1: Caplights for use in mines susceptible to firedamp – General requirements – Construction and testing in relation to the risk of explosion*
- IEC 60086-1, *Primary batteries – Part 1: General*
- IEC 60095-1, *Lead-acid starter batteries – Part 1: General requirements and methods of test IEC 60364-5-55, Electrical installations of buildings – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment*
- IEC 60622, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*
- IEC 60623, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

- IEC 60664-3, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*
- IEC TR 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*
- IEC 60927, *Auxiliaries for lamps – Starting devices (other than glow starters) – Performance requirements*
- IEC TR 60943, *Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals*
- IEC 61008-1, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules*
- IEC 61056-1, *General purpose lead-acid batteries (valve-regulated types) – Part 1: General requirements, functional characteristics – Methods of test*
- IEC 61347-2-1, *Lamp controlgear – Part 2-1: Particular requirements for starting devices (other than glow starters)*
- IEC 61347-2-4, *Lamp controlgear – Part 2-4: Particular requirements for DC supplied electronic ballasts for general lighting*
- IEC 61347-2-7, *Lamp controlgear – Part 2-7: Particular requirements for battery supplied electronic controlgear for emergency lighting (self-contained)*
- IEC 61347-2-8, *Lamp controlgear – Part 2-8: Particular requirements for ballasts for fluorescent lamps*
- IEC 61347-2-9, *Lamp controlgear – Part 2-9: Particular requirements for electromagnetic controlgear for discharge lamps (excluding fluorescent lamps)*
- IEC 61347-2-13, *Lamp controlgear – Part 2-13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic controlgear for LED modules*
- IEC 61951-1, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-cadmium*
- IEC 62013-1, *Caplights for use in mines susceptible to firedamp – Part 1: General requirements – Construction and testing in relation to the risk of explosion*
- IEEE 1349:2011, *IEEE Guide for the Application of Electric Motors in Class I, Division 2 and Class I, Zone 2 Hazardous (Classified) Locations*
- ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*
- ANSI/UL 746B, *Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations*
- ANSI/UL 746C, *Polymeric materials – Use in electrical equipment evaluations*

EN 954-1, *Safety of machinery – Safety related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

API RP2216:2003, *Ignition risk of hydrocarbon liquids and vapors by hot surfaces in the open air*

BREDTHAUER, J., STRUCK, N. *Starting of Large Medium Voltage Motors – Design, Protection, and Safety Aspects*, in IEEE Transactions of Industry Applications, IA-31, No. 5, pp. 1167-1176, September/October 1995 <sup>1</sup>

DYMOND, J. H. *Stall Time, Acceleration Time, Frequency of Starting: The Myths and the Facts*, IEEE Transactions Industrial Applications, IA-29, no. 1, pp. 42-51, January/February 1993 <sup>1</sup>

IEEE Paper No. PCIC-2005-31, D. E. Delaney and M. K. Bruin, *Surface Temperature Test Methods Per IEEE 1349*, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 43, No. 3, May/June 2007, pp. 821-828

IEEE Paper No. PCIC-98-03, P. S. Hamer, B. M. Wood, R. L. Doughty, R. L. Gravell, R. C. Hasty, S. E. Wallace, and J. O. Tsao, *Flammable Vapor Ignition by Hot Rotor Surfaces Within an Induction Motor – Reality or Not?*, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 35, No. 1, Jan/Feb 1999, pp. 100-113

—————

---

<sup>1</sup> 拘束した回転子の温度の計算に関しては、この参考文献を参照する。

労働安全衛生総合研究所技術指針 JNIOSH-TR-46-5 : 2018

---

発行日 平成30年3月30日 第1刷  
著者 (独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所  
発行者 (独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所  
〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6  
電話 042-491-4512

---

印刷所 野崎印刷紙器株式会社 (不許複製)

JNIOOSH-TR-46-5:2018

# Recommended Practices for Explosion-Protected Electrical Installations in General Industries

## Part 5: Equipment protection by increased safety “e”