

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

JNIO SH-TR-46-5:2015

工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針 2015)

第5編 安全増防爆構造 “e” (改訂版)

(対応国際規格 IEC 60079-7:2006)

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 7: Equipment protection by increased safety “e”



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

（平成25年8月15日～平成26年9月30日）

委員長	富田 隆	元 株式会社日立産機システム
副委員長	角谷 憲雄	アズビル株式会社
委員	榎本 兵治	東北大学
〃	谷部 貴之	一般社団法人 日本電機工業会
〃	深井 亘	株式会社東芝社会インフラシステム社
〃	上野 泰史	IDEC 株式会社
〃	磯村 豊治	伊東電機株式会社
〃	岡野 哲也	一般社団法人日本電気協会
〃	今井 治郎	一般財団法人日本海事協会
〃	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
〃	竹内 和之	新コスモス電機株式会社
〃	永石 治喜	公益社団法人産業安全技術協会
オブザーバー	小金 実成	公益社団法人産業安全技術協会
〃	後藤 隆	公益社団法人産業安全技術協会
行政参加者	中島 賢一	厚生労働省労働基準局
〃	宇野 浩一	厚生労働省労働基準局
事務局	山隈 瑞樹	独立行政法人労働安全衛生総合研究所
〃	榎本 克哉	公益社団法人産業安全技術協会
〃	山本 優子	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4編，第5編，第9編，第10編担当）

（平成25年8月15日～平成26年3月31日）

主査	原田 大	横河電機株式会社
幹事	後藤 隆	公益社団法人産業安全技術協会
委員	内田 龍行	アズビル株式会社
〃	東馬 邦夫	株式会社宮木電機製作所
〃	中村 吉伸	富士電機株式会社
〃	山口 祐市	DEKRA サーティフィケーション・ジャパン株式会社
〃	陣内 宏明	公益社団法人産業安全技術協会

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	5-3
3 用語及び定義	5-6
4 全ての電気機器に対する構造上の要求事項	5-8
4.1 一般事項	5-8
4.2 電氣的接続	5-8
4.3 絶縁空間距離	5-11
4.4 沿面距離	5-18
4.5 固体の電気絶縁材料	5-19
4.6 巻線	5-19
4.7 温度の制限	5-20
4.8 機器内の配線	5-22
4.9 容器による保護等級	5-22
4.10 締付けねじ	5-23
5 特定の電気機器に対する補足の要求事項	5-23
5.1 一般事項	5-23
5.2 回転機	5-23
5.3 照明器具	5-29
5.4 キャップライト及びハンドライト	5-34
5.5 計器及び計器用変成器	5-34
5.6 計器用変成器以外の変成器	5-35
5.7 バッテリ	5-35
5.8 汎用の分岐箱及び接続箱	5-41
5.9 抵抗ヒータ（トレースヒータを除く）	5-41
5.10 他の電気機器	5-44
6 型式試験及び検証	5-44
6.1 耐電圧性能	5-44
6.2 回転機	5-44
6.3 電源供給照明器具	5-47
6.4 計器及び計器用変成器	5-49
6.5 計器用変成器以外の変成器	5-49
6.6 二次バッテリー	5-50

6.7 汎用の接続箱及び分岐箱	5-53
6.8 抵抗加熱デバイス及び抵抗加熱ユニット	5-53
6.9 端子の絶縁材料の試験	5-54
7 ルーチンの試験及び検証	5-55
7.1 耐電圧試験	5-55
7.2 バッテリの耐電圧試験	5-56
7.3 層間過電圧試験	5-56
8 Ex コンポーネント認証書	5-56
8.1 一般事項	5-56
8.2 端子	5-56
9 表示及び取扱説明書	5-56
9.1 共通の表示	5-56
9.2 取扱説明書	5-57
9.3 警告表示	5-59
附属書 A (規定) かが形電動機 — 試験方法及び計算方法	5-61
附属書 B (規定) 特定の形状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)	5-64
附属書 C (参考) かが形電動機 — 運転時の熱的保護	5-66
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	5-67
附属書 E (参考) 汎用の接続箱及び分岐箱における端子と導体との組合せ	5-68
附属書 F (参考) 銅導線の寸法	5-70
附属書 G (参考) 固定子巻線の放電の可能性に関するリスクアセスメント—点火危険度	5-71
附属書 H (規定) T8, T10 及び T12 ランプの試験の手順	5-72
附属書 I (参考) 防爆機器に対する EPL (機器保護レベル) の概念を包括する代替リスクアセスメントの導入	5-77
文献	5-78

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使用する安全増防爆構造“e”の電気機器の設計、構造、試験及び表示に関する要求事項を規定する。この編は、11 kV 以下の交流実効値又は直流の定格電圧の電気機器に適用する。また、機器が正常運転又は正常運転とは異なる指定する条件において、機器がアーク、火花又は過大な温度を生じないことを確実にするために、追加の要求事項を定める。

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。

注記 安全増防爆構造の EPL は、Mb 又は Gb である。詳細は、附属書 I を参照する。

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。ただし、技術指針（JNIOOSH-TR-46）の編については、最新版及びその一つ前の版を適用する。

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 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the internal design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

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

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres*

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

IEC 60079-0, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*

対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-1, 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, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 1: Flameproof enclosures "d"*

対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-2, 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, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*

対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-6, 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 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 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 60317-7:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 7: Polyimide enamelled round copper wire, class 220*

IEC 60317-8:1990, *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 60317-13:1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 13: Polyester or polyesterimide overcoated with polyamide-imide enamelled round copper wire, class 200*

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations - Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

対応国内規格：JIS C 60364-1:2010, 低圧電気設備—第 1 部：基本的原則，一般特性の評価及び

用語の定義 (IDT)

IEC 60364-5-51, *Electrical installations of buildings - Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment - Common rules*

対応国内規格 : JIS C 60364-5-51:2010, 低圧電気設備—第 5-51 部 : 電気機器の選定及び施工—
一般事項 (IDT)

IEC 60364-5-55, *Electrical installations of buildings - Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment - Other equipment*

IEC 60400, *Lamp holders 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 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1:1992, *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: Ancillary equipment –Section 1: Terminal blocks for copper conductors*

IEC 60947-7-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2 – Ancillary equipment –Section 1: 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 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 mm² up to 35 mm² (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 mm² up to 300 mm² (included)*

IEC 61195:1999, *Double-capped fluorescent lamps – Safety specifications*

対応国内規格 : JIS C 7617-1:2008, 直管蛍光ランプ—第 1 部 : 安全仕様 (MOD)

IEC 61347-2-3:2000, *Lamp controlgear – Part 2-3: Particular requirements for a.c. supplied electronic ballasts for fluorescent lamps*

Amendment 1(2004)

Amendment 2 (2006)

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 62086-1, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Electrical resistance trace heating – Part 1: General and testing requirements*

(注 : IEC 62086-1 は, IEC 60079-30-1 に置き換えられた。)

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)

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。

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 IECV (International Electrotechnical Vocabulary) のパートを参照する。

3.1 絶縁空間距離 (clearance)

二つの導電部間の空気中での最短距離。

3.2 工場で行う配線接続 (connections, factory)

管理された状態にある製造工程において接続することを意図している接続端子部。

3.3 現場で行う配線接続 (connections, field-wiring)

工事を行う者が現場で接続することを意図している接続端子部。

3.4 沿面距離 (creepage distance)

二つの導電部間にある固体絶縁物の表面に沿っての最短距離。

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

通常の使用時又は特定の異常条件における過度の温度上昇の可能性、並びにアーク及び火花の発生の可能性に対して安全度を高めるための追加の方策を講じた電気機器の防爆構造。

注記 1 この防爆構造には、記号“e”を表示する。追加の方策とは、この編に適合するために要求する方策全般を指す。

注記 2 通常の使用時にアーク又は火花を生じる機器は、安全増の定義によって、安全増防爆構造“e”の対象とはならない。

3.6 拘束電流 I_A (initial starting current I_A)

定格電圧を定格周波数で印加したときに、回転子を拘束した交流電動機、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 許容温度 (limiting temperature)

機器又は機器の部分に対する最高許容温度であって、次によって決まる二つの温度のうち低い方の温度に等しい。

a) 爆発性ガス雰囲気での発火の危険性

b) 使用する材料の熱安定性

注記 この温度は、最高表面温度 (第1編 (総則) 1.3.42 及び 1.5 参照) 又はそれ未満の温度 (この編 4.7 参照) となることがある。

3.8 電動機の正常な運転 (normal service, motor)

始動条件を含む銘板表示の定格 (又は一組の定格) での連続運転。

3.9 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機械的影響に対して、損傷することなく耐える電流の波高値。

3.10 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。

3.11 定格電圧 (rated voltage)

コンポーネント、デバイス又は機器に対して製造者が指定した電圧値であって、運転及び性能特性の基準となるもの。

3.12 抵抗加熱デバイス及び抵抗加熱ユニット (resistance-heating devices and resistance-heating units)

3.12.1 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。

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

抵抗加熱デバイスを一つ以上組み付けたものに、許容温度を超えないようにするために必要なデバイスを組み合わせて製造した機器。

注記 危険場所の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。

3.12.3 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。

3.12.4 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、熱出力が温度上昇を起こさないほどにまで減少したところで安定する。

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

3.12.5 安定化設計 (stabilized design)

最も厳しい条件において、温度制限するための安全デバイスを用いることなく、設計及び使用方法によって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で安定させようとする考え方。

3.13 短絡電流 I_{sc} (short-circuit current I_{sc})

使用中に機器に流れる最大短絡電流の実効値。

注記 この最大値は、第1編(総則)1.24に従って、電気機器の関連文書に記載される。

3.14 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) の“initial starting current I_A ”は、この編では、拘束電流を指す。

3.15 許容拘束時間 t_E (time t_E)

拘束電流 I_A を流したときに、交流の回転子又は固定子巻線が、最高周囲温度で定格運転時に到達する温度から許容温度にまで加熱されるのに要する時間（秒）（図 A.1 参照）。

3.16 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。

3.17 動作電圧（working voltage）

機器に定格電圧を供給したとき、任意の絶縁物に生じる交流電圧の実効値又は直流電圧の最大値。

注記 1 過渡現象は無視する。

注記 2 開路状態及び正常動作状態の両方を考慮に入れる。

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 全ての電気機器に対する構造上の要求事項

4.1 一般事項

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”の全ての電気機器に適用し、かつ、ある種の電気機器については、箇条 5 の補足的な要求事項によって補足する。

4.2 電氣的接続

4.2.1 一般事項

電氣的接続は、該当する要求事項を扱う上で便宜上、現場で行う配線と工場で行う配線とに細分し、さらに、恒久接続形と再接続可能形とに細分する。

いずれの形も、該当する場合、次による。

- a) ねじの締め付けのとき及び（導体の）挿入後に、導体が本来の位置から抜け出ない構造とする。
- 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) 単心導線の直接クランプ用の接続部により線を接続したとき、導線が機能を果たすための能力を損なう損傷を（導線に）与えることなしに、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) 通常的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」が許容する場合を除き、絶縁物を介さずに接触圧力を確保する。
- g) 二つ以上の導体を一つのクランプ部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、評価しているものは除く）
- h) より線を対象とする場合、導線を保護し、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、確実により線を固形状にまとめ、その後の使用中に変化しないようにできるものとする。又は、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ものでもよい。
- i) ねじを用いた接続の場合、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の場合、細より線には棒端子（フェルール）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、導体の設置のとき、より線が損傷を受けないようにする。

注記 1 アルミニウム線の使用は、酸化防止剤を適用する場合、重要な沿面距離及び絶縁空間距離を損なう原因になる可能性がある。端子へのアルミニウム線の接続には、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を用いるのがよい。

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 振動及び機械的衝撃に対する特別の対策が求められることがある。

注記 3 電解腐食に対する特別の対策を考えることが望ましい。

注記 4 鉄を材料として用いるときは、腐食に対する特別の対策を考えることが望ましい。

注記 5 端子ブロック及び附属品の絶縁材の許容温度は、通常は 4.7.2 a) による絶縁材の許容温度を基にしているが、機器に使用する場合の端子の許容温度は、端子に接続するケーブルの最高ケーブル絶縁温度の定格にも依存する。

指針活用上の留意点

2.4.1 a) ～j) において、対応国際規格（IEC 60079-7）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 現場で行う配線接続

4.2.2.1 一般事項

現場配線用の端子は、電気機器の定格電流に対応する断面積以上の断面積の導体を有効に接続できるよ

うに、余裕のある寸法のものとする。

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及び寸法は、第1編（総則）による文書の中で指定する。

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

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、棒端子（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。

端子には、6.9 に定める端子の絶縁材料の試験を行う。

端子は、その取付け箇所固定することができるものとする。

導体バーの温度上昇は、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、45 K を超えてはならない。

注記 1 この試験は、容器なしで試験したときの端子の絶対最大定格電流と関連がある。容器内で端子を複数使用するといった特定の目的においては、特定の使用状況に応じて減じた電流定格を確定することが必要になる。(5.8, 6.7 及び附属書 E 参照。)

定格断面積が 4 mm² (12 AWG) 以下の導体を接続するための端子は、認証書中に別に規定していないときは、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るものでなければならない。(附属書 F 参照。)

注記 2 4.2.2.2 は、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。機器の中に組み付けたときには、それに伴う制約については、この編に定める制約を適用する。

4.2.2.3 安全増防爆構造“e”の機器又はコンポーネントと一体化した現場で行う配線用の接続端子部

端子は、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。

材料の熱安定性の検証のための温度は、温度上昇という観点で機器の完成品を代表できる配置のサンプルを用いて、第1編（総則）に従って決定する。

4.2.2.4 ケーブルラグ及びこれと類似のデバイスと一緒に用いるように設計した接続部

この種の接続部分は、それらの取付け箇所に固定する。

回転又は移動を防ぐためのケーブル固定の手段は、ケーブルの緩み、又は沿面距離及び絶縁空間距離に悪影響がないようにする。代替法として、そのような回転又は移動が起きるとは考えにくいことを示す。

4.2.2.5 取り外すことのない接続部

これらの接続部は、一般には、圧着部又ははんだ付け部を備えた端末であり、設置工事のとき適切な接続方法を用いて接続することを意図している。

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、完成した接続部が、この編に合うように、信頼性よく自身（接続部）を絶縁する手段を備える。

接続の方法がはんだ付けである場合、完成した接続部を機械的に保持できる手段を備える。接合部の確実さははんだだけに依存してはならない。

4.2.3 工場で行う配線接続

4.2.3.1 一般事項

工場で行う配線接続は、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。

4.2.3.2 工場で行う配線接続に用いる現場で行う配線接続方法

現場で行う配線の接続に用いる方法として適する方法は、いずれも工場で行う接続に用いてよい。ただし、この場合、端子の絶縁材料は、6.9の試験にかける必要がある。

4.2.3.3 恒久的な接続

恒久的な接続（外さない接続）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、導体は、はんだ付けだけで保持してはならない。）

4.2.3.4 差込み接続

これらの接続は、組立て、保守又は修理のとき容易に接続又は分離できるように設計する。

注記 代表的な例は、プラグインコンポーネント及びカードエッジコネクタである。

差込み接続は次による。

- a) 個々の接続には二つ以上の接点を用いる。この場合において、個々の接点は、互いに独立して機能する。
- b) 個々の接続又はグループごとの接続には、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、30 N以上の力が加わらなければ分離できないものとする。個々の複数の接続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重さが0.25 kgを超える、又は10本を超える線（ケーブル）につなぐ場合、接続の確実な保持のために特別な配慮をする。
- c) （接続点の）位置の維持を摩擦力だけに頼っている軽量の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重さ（kg）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必要としない。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。
- d) 分離するとき通電したままである工場で行う接続は、通電状態での分離を防止するためにインターロックを設ける、又は、表 12 の b) に従って表示する。小さな接続部品に対しては、近接して表示してよい。

4.2.3.5 端子をブリッジさせた接続

これらの接続は一度だけとし、かつ、保守又は修理のとき接続又は取り外しできないように設計する。

端子をブリッジさせた接続を分離するのに要する力（単位 N で表示）は、コンポーネントの重さ（kg）の 200 倍超とする。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。

4.3 絶縁空間距離

電位の異なる裸導体間の絶縁空間距離は表 1 によるが、外部導線接続部に対しては 3 mm 以上とする。配線用端子の間隙は、絶縁空間距離が最小となる寸法の導体について評価する。

注記 ねじ込み口金付きランプ（の極間距離）に対する要求事項は、5.3.3.1 に別途定めている。

絶縁空間距離は、動作電圧との相関関係で決定する。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、絶縁空間距離を決めるときに考慮する主要点、及びそのときの絶縁空間距離を図解したものである。

表 1 沿面距離及び絶縁空間距離

電圧U (V) (注1参照) 交流実効値 (rms) 又は直流	沿面距離の最小値 mm			絶縁空間距離の最小値 mm
	材料のグループ			
	I	II	IIIa	
10 (注3参照)	1.6	1.6	1.6	1.6
12.5	1.6	1.6	1.6	1.6
16	1.6	1.6	1.6	1.6
20	1.6	1.6	1.6	1.6
25	1.7	1.7	1.7	1.7
32	1.8	1.8	1.8	1.8
40	1.9	2.4	3.0	1.9
50	2.1	2.6	3.4	2.1
63	2.1	2.6	3.4	2.1
80	2.2	2.8	3.6	2.2
100	2.4	3.0	3.8	2.4
125	2.5	3.2	4.0	2.5
160	3.2	4.0	5.0	3.2
200	4.0	5.0	6.3	4.0
250	5.0	6.3	8.0	5.0
320	6.3	8.0	10.0	6.0
400	8.0	10.0	12.5	6.0
500	10	12.5	16	8.0
630	12	16	20	10
800	16	20	25	12
1,000	20	25	32	14
1,250	22	26	32	18
1,600	23	27	32	20
2,000	25	28	32	23
2,500	32	36	40	29
3,200	40	45	50	36
4,000	50	56	63	44
5,000	63	71	80	50
6,300	80	90	100	60
8,000	100	110	125	80
10,000	125	140	160	100

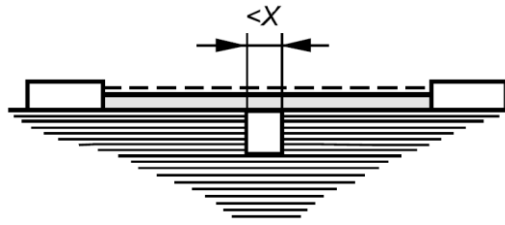
注1 表の電圧は、IEC 60664-1から引用したものであり、IEC 60664-1の表3bに示す供給電圧の標準化に基づいている。必要な沿面距離及び絶縁空間距離の値を決定する場合、一般的な使用での定格電圧の変動範囲を認めるためには、表中の電圧の値を1.1倍まで増加してよい。

注2 沿面距離及び絶縁空間距離の値は、最大入力電圧に許容差±10 %を見込んだ値である。

注3 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。

注記 次の例は、IEC 60664-1 に示すものと同一である。

例 1

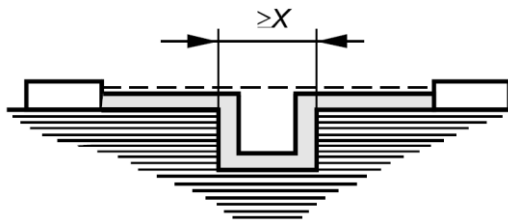


IEC 1808/01

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、図示のように溝を横切る直線距離である。

例 2

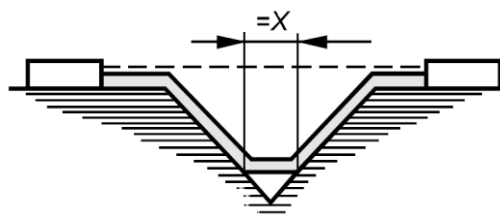


IEC 1809/01

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、図示のとおり視線距離である。沿面距離の経路は溝に沿った距離である。

例 3



IEC 1810/01

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、図示のとおり視線距離である。沿面距離は溝に沿った距離とするが、 X mm のところで溝の底を短絡する。

凡例



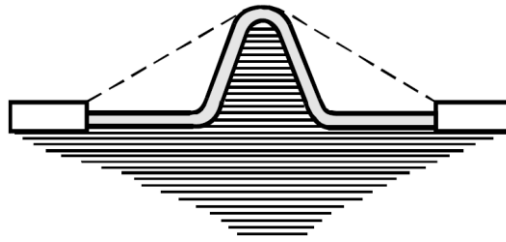
絶縁空間距離



沿面距離

図 1 沿面距離及び絶縁空間距離の決定

例 4

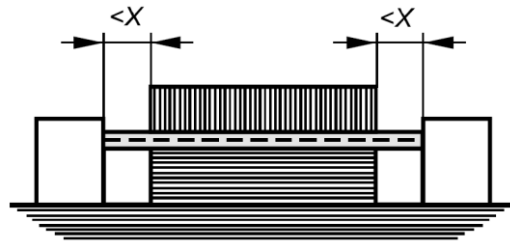


IEC 1811/01

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気中経路である。沿面距離はリブに沿った経路である

例 5

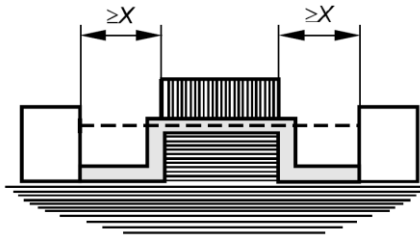


IEC 1812/01

条件：対象となる経路に接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の経路は、図示のとおり視線距離である

例 6



IEC 1813/01

条件：対象となる経路に接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：絶縁空間距離の経路は、図示のとおり視線距離である。沿面距離は溝の輪郭に沿った距離である

凡例



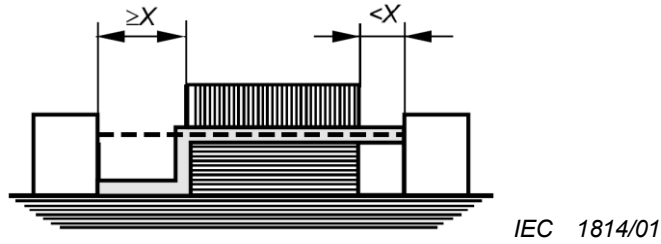
絶縁空間距離



沿面距離

図 1 沿面距離及び絶縁空間距離の決定 (つづき)

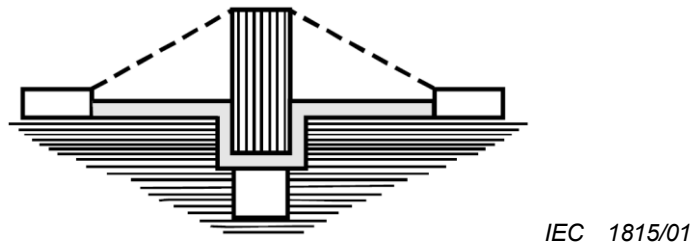
例 7



条件：対象となる経路に接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



条件：接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未満の場合

規則：絶縁空間距離は，障壁の上を越える最短の直接の空気経路である。

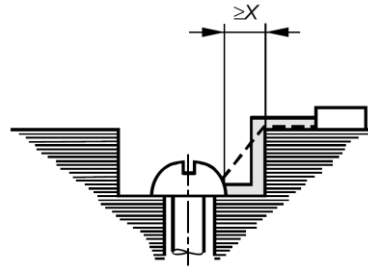
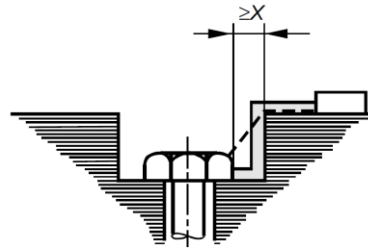
凡例

— — — —
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（つづき）

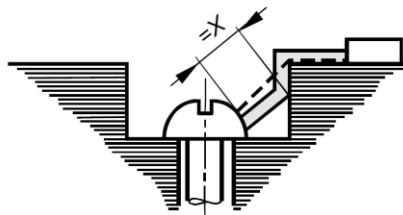
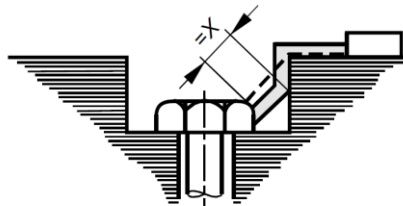
例 9



IEC 1816/01

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、ギャップを計算に含める場合

例 10



IEC 1817/01

ねじの頭部と凹部の壁との間が狭いので、そのギャップがあるとはみなせない場合、沿面距離の測定は、ねじから壁までの距離が X mm に等しい位置で行う。

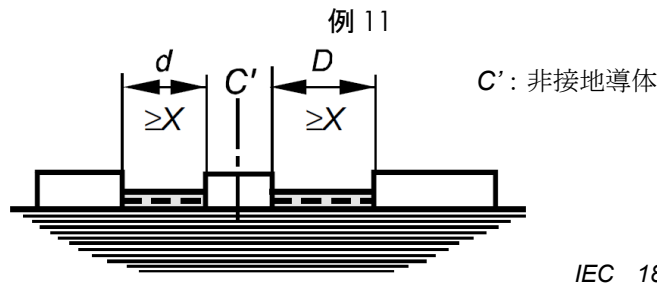
凡例： - - - -

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 (つづき)



(導体の間に非接地導体がある場合。ただし、 d 又は D が、2.5mm未満の場合、該当しない。)

絶縁空間距離は、 $d+D$ である。

沿面距離もまた、 $d+D$ である。

図 1 沿面距離及び絶縁空間距離の決定 (つづき)

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。

表 2 に、IEC 60112 によ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グループ分けを示す。無機絶縁材料 (例えば、ガラス及びセラミックス) はトラッキングしないので、CTI を決める必要はない。それらの材料は、従来から材料グループ I に分類する。

表 2 のグループ化は、リブ又は溝がない絶縁物の部分に適用する。4.4.3 によるリブ又は溝がある場合、1,100 V までの動作電圧に対する最小許容沿面距離は、一段下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) に基づかなければならない。

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。

注記 2 過渡的な過電圧は、通常はトラッキング現象には影響しないので無視する。しかし、一時的であっても、機能上 (常時) 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となる (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	$600 \leq \text{CTI}$
II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$

4.4.2

電位の異なる裸導体間の沿面距離は、表 1 を用いて機器の製造者が指定する動作電圧によって決定する。ただし、外部接続の場合の最小値は 3 mm とし、かつ、機器の製造者が指定した動作電圧の関数として求める。

注記 ねじ込み口金付きランプに対する要求事項については、5.3.3.1 を参照する。

4.4.3

図 1 は、沿面距離を決めるときに考慮する事項及び対応する沿面距離を図示したものである。寸法 X の値は 2.5 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・溝があるとみなしてよい)。

- a) 表面上のリブの高さが 2.5 mm 以上で、材料の機械的強度に見合った厚さ (1.0 mm 以上) のもの。
- b) 表面上の溝の深さが 2.5 mm 以上で、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。

注記 1 表面に対する突起又は窪みは、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。

注記 2 固着した構造 (第 1 編 (総則) 参照) は、固体部分とみなす。(一体構造とみなす)。

4.5 固体の電気絶縁材料

4.5.1

固体電気絶縁材料という用語は、最終的な形状を指し、必ずしもその最初の状態を指すものではない。例えば、硬化した絶縁ワニスは、固体電気絶縁材料とみなす。

4.5.2

材料の機能上の挙動 (例えば、強度及び剛性) に影響する材料の機械的特性は、次のいずれかの条件においても満足なものでなければならない。

- a) 定格で使用したときに到達する最高温度を 20 K 超える温度で、かつ、80 °C 以上。
- b) 絶縁巻線 (4.7.3 及び表 3 参照) 、内部配線 (4.8 参照) 及び電気機器に恒久的に接続するケーブルにあっては、定格で使用したときに到達する最高温度。

指針活用上の留意点

上記 4.5.2 b) の、「定格で使用したとき」とは、対象物の自己発熱以外であっても外部熱源 (例えば、ヒータ等の熱源、電源ユニット等の発熱部からの放射熱又は熱伝導) にさら (曝) される場合を指す。設計者は、取扱い全般を考慮する。

4.5.3

プラスチック又はラミネートからなる絶縁部品は、製造過程で当初の表面を除去する場合、当初の表面と同じグレードの CTI をもつ絶縁ワニスで被覆する。ただし、材料表面の除去によって CTI の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。

4.6 巻線

4.6.1

絶縁導体は、4.6.1.1 又は 4.6.1.2 のいずれかの要求事項に適合しなければならない。

4.6.1.1

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。

4.6.1.2

エナメル丸巻線は、次のいずれかに適合しなければならない。

- a) IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8 又は IEC 60317-13 のグレード 1 のものにあつては (次の) 二つに適合する。
 - － IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8 又は IEC 60317-13 の箇条 13 に従つて試験したときに、グレード 2 に対する絶縁破壊電圧の最小値において故障 (機能失敗) がない。
 - － IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8 又は IEC 60317-13 の箇条 14 に従つて試験したときに、線の直径にかかわらず、線の 30 m 当たりの故障の数が 6 以下である。
- b) IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8 又は IEC 60317-13 のグレード 2
- c) IEC 60317-3, IEC 60317-7, IEC 60317-8 又は IEC 60317-13 のグレード 3

4.6.2

巻線は、束ね又はラッピングした後、適切な含浸剤で含浸する前に、湿気を取り除くために乾燥させる。

5.2.5 で限定する場合を除き、浸漬、滴下又は真空含浸を許容する。塗布又は吹付けによるコーティングは含浸とはみなさない。

含浸処理は、含浸剤の製造者の仕様説明書に従つて、導体間の隙間を可能な限り完全に充填し、導体間が良好に固着するような方法によって行う。

ただし、電気機器に巻線を挿入する前に、コイル及び導体のスロット部分及びコイルエンドを、充填材料で含浸処理して、又は等価な別の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、上記の含浸処理は、巻線の十分に絶縁されたコイル又は導体に対しては適用しなくてもよい。

溶剤を含む含浸剤を使用する場合、含浸処理及び乾燥の工程を 2 回以上行う。

4.6.3

巻線に用いる導線の公称導体寸法の最小値は、0.25 mm とする。

注記 1 最小寸法とは、丸線導体の直径、又は、矩形導体の最小寸法である。

注記 2 最小公称導体寸法が 0.25 mm 未満の線からなる巻線は、…(安全増防爆構造には使用できないが)…第 1 編 (総則) に掲げる他の標準的な防爆構造によって保護することができる。

4.6.4

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、回転機に用いるときは、巻線と一緒に含浸、又はシールする。

注記 測温抵抗体 (RTD) を高電圧回転機のスロットの外側に用いるときは、RTD は、接地した領域に配置するのがよい。

4.7 温度の制限

4.7.1 一般事項

電気機器のいかなる部分も、使用する材料の熱安定性によって決まる温度を超える温度に達してはならない。さらに、潜在的爆発性雰囲気さら (曝) される可能性が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 (総則) 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、照明器具のランプは例外とし、これに対しては 5.3.4 の要求事項を適用する。

代替法として、回転機に対しては、IEC 60034-1 の領域 A での最悪の事態の試験電圧によって最高表面

温度を決定してもよい。その場合、機器には第1編 29.3e) に従って、記号 X を表示するとともに、特定の使用条件の中に、表面温度は、領域 A (IEC 60034-1) での運転に基づいて（一般には、定格の±5%で）決定したものであるという情報を含める。

注記 満足しなければならない二つの条件があり、そのいずれか低い許容温度の方が特定の機器又は機器の部分に対する許容温度となる。

指針活用上の留意点

参考：

領域 A は、対応する JIS C 4034-1:1999 の 6.8 (運転中の電圧及び周波数変動) でいう領域 A に当たる。領域 A は通常使用される領域であり、電圧変動については変動範囲が 5%以内としている。

4.7.2 導体

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する。

- 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への損傷

導体の温度を決定するには、導体の自己発熱及び隣接する部品（部分）による加熱の影響の両方を考慮しなければならない。

4.7.3 絶縁巻線

絶縁巻線の許容温度は、表 3 に規定する温度を超えてはならない。この表は、電気機器が 4.7.1 の要求事項に適合していることを前提として、電気絶縁材料の耐熱性を考慮したものである。

表 3 絶縁巻線の許容温度

	温度測定の方法 (注1参照)	IEC 60085による耐熱クラス (注2参照)				
		105 (A)	120 (E)	130 (B)	155 (F)	180 (H)
1 定格負荷時の許容温度	抵抗法又は 温度計法	°C	°C	°C	°C	°C
a) 単層の絶縁巻線		95	110	120	130	155
b) 他の絶縁巻線	抵抗法	90	105	110	130	155
	温度計法	80	95	100	115	135
2 許容拘束時間 t_E を経過後の許容温度 (注3参照)	抵抗法	160	175	185	210	235

注1 温度計法による測定は、抵抗の変化による測定が可能でない場合に限り許容する。ここで、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、棒状温度計又は埋め込みでない熱電対若しくは測温抵抗体 (RTD) が通常の棒状温度計でアクセスできる点に対して用いる。)

注2 (許容温度の) 数値が規定されるまでの暫定的手段として、IEC 60085の表に示すものよりも高い耐熱クラスの絶縁材料には、耐熱クラス180 (H) に対する許容温度を適用する。

注3 表の値は、周囲温度、定格負荷時の温度上昇及び t_E 経過後の温度上昇を加算したものである。

4.7.4 巻線の保護

巻線は、運転中に許容温度（4.7.1, 4.7.2 及び 4.7.3 参照）を超えないことを確実にするために、適切なデバイスによって保護する。巻線が連続的な過負荷にさら（曝）されたとき、定格運転時に対して 4.7.3 に示した許容温度を（巻線の温度が）超えない場合、又は巻線が過負荷にさら（曝）される可能性がない場合、そのようなデバイスは必要ない。

注記 1 保護装置（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。

注記 2 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。

4.8 機器内の配線

導電部と接触するおそれのある配線は、絶縁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。

4.9 容器による保護等級

4.9.1

IEC 60034-5 及び IEC 60529 に規定する保護等級は、4.9.2, 4.9.3 又は箇条 5 に規定する場合を除き、次の a) 又は b) による。

a) 裸の導電性の通電部分を内蔵する容器は、IP54 以上の保護等級を満たす。

b) 4.5 の場合のように、絶縁した導電性の通電部分だけを内蔵する容器は、IP44 以上の保護等級を満たす。

4.9.2

電気機器の容器には、凝縮物（例えば、結露）の蓄積を防ぐために、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、機器のグループによって次のように異なる。

a) 機器のグループ I：4.9.1 に適合することを要求する。

b) 機器のグループ II：ドレン穴又は通気口がある容器は 4.9.1 の容器による保護等級を下回ってもよいが、4.9.1 a) にあっては IP44 を、4.9.1 b) にあっては 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存在することによって、4.9.1 の要求事項よりも保護等級が低くなるときは、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。保護等級を低減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 29.3 e) に従って、記号 X を含めるとともに、低減した容器による保護等級を認証書に記載する。

指針活用上の留意点

文書については、第 1 編（総則）参照。

4.9.3

容器内に、第 6 編（本質安全防爆）による本質安全防爆構造“i”の回路若しくはシステム、又はそれらの一部が存在するときは、次のいずれかによる。

- a) 開いたとき、通電した非本安回路に接近することが可能となる容器カバーには、表 12 の a) によるラベルを設ける。
- b) 本質安全防爆構造で保護していない全ての裸通電部分には、機器の容器のカバーを開いたときに IP30 以上の保護等級となるように、別の内カバーを備える。

さらに、内カバーには、表 12 の b) の文言又は、第 1 編（総則）によって機器の容器のカバーに表記するよう求められる他の文言を記したラベルを設ける。

機器の容器のカバーには、表 12 の c) によるラベルを設ける。

注記 内カバーを設ける目的は、本安回路の通電状態での保守作業のために容器を短時間開いたとき、非本安回路の通電部への接近に対する最低限度容認できる保護等級を提供することにある。このカバーは電撃に対する保護のためのものではない。

4.10 締付けねじ

裸充電部を内蔵するグループ I の電気機器にあつては、第 1 編（総則）による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の要求事項

5.1 一般事項

これらの要求事項は、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。

5.2 回転機

指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-7:2006) 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 回転機の容器による保護等級

固形異物及び水の侵入に対する保護に関して、4.9 に示した要求事項に対する例外として、清浄な環境に設置し、かつ、訓練を受けた要員によって監視する回転機の容器（ただし、端子箱及び裸の導電性部分は除く。）については、次の場合、それぞれ次の保護等級で適合とする。

- グループ I の電気機器については、 IP23
- グループ II の電気機器については、 IP20

固形異物は、通気用開口部を抜けて垂直に落下して回転機の容器内に入らないように対策する。

清浄な環境でだけ使用するよう設計した回転機の表示には、第 1 編（総則）29.3 e) に従って、記号 X を含めるとともに、容器による保護等級を認証書に記載する。

5.2.2 内部ファン

内部ファンは、第 1 編（総則）に規定する外部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。

5.2.3 径方向最小エアギャップ

回転機の鉄心領域における固定子と回転子との間の径方向最小エアギャップ (minimum radial air gap)

は、次式による値以上とする。

径方向最小エアギャップ (mm) :

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

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!) 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。

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

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 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直接に比例しない。

例 入力が 50 Hz/60 Hz で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、

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

であり、すなわち、約 0.25 mm となる。

5.2.4 かご形回転子をもつ機械

5.2.4.1

5.2.1, 5.2.2 及び 5.2.3 の要求事項に加えて、この 5.2.4 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。

5.2.4.2

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一体製造する場合を除き、バーは短絡環にろう付け又は溶接する。

注記 4.3, 4.4, 4.9 及び 5.2.1 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。

5.2.4.3

回転子の構造は、エアギャップでの火花の可能性について評価する。

表 4 によって決定した評価点の合計が 7 以上のときは、その電動機自体又は電動機を代表するサンプルを 6.2.3.2 に従って試験する、又は、始動時に容器内に爆発性雰囲気を形成しないことを確実にするため

に特別な対策をとることができるような構造とする。電動機への表示には、第1編（総則）29.3 e) に従って、記号 X を表示するとともに、認証書にその概要を記す特定の使用条件に関しては、適切な対策を選定できるように詳細を含むものとする。

注記1 適用できる特別な対策としては、始動前の換気、又は回転機の容器の中に固定式のガス検知器を用いる方法がある。

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対しては、これらの評価は全体の駆動系（電動機、負荷機、カップリングなど）のねじり共振からかけ離れた運転状態を代表するものにすぎず、かつ、位相差のある再始動は除かれている。これらの特殊な適用については、製造者と使用者との間で十分に調整する必要がある。

代替法として、回転機の始動電流を定格電流 I_N の 300% に制限する場合、エアギャップでの火花の可能性に対する評価は要求しない。最大始動電流を定格電流 I_N の 300% に減少させるために、電圧を減じた始動法を採用する場合、回転機への表示には第1編 29.3 e) に従って、記号 X を表示するとともに、特定の使用条件には、「この電動機は、始動電流を定格電流の 300% に制限するために、電圧を減じた始動に対してだけ適する」旨を含める。

注記3 電流の制限のためのインバータの使用は、一般的には容認できる解決法である。電圧を減じる他の始動法については、電動機と減電圧始動器（reduced-voltage starter）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 60079-7:2006）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4 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)
回転子かごの構造	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 ≥ 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 ≤ 500 kW/極	1
	≤ 200 kW/極	0
回転子の径方向冷却ダクト (radial cooling duct)	あり： $L < 200$ mm (注1)	2
	あり： $L \geq 200$ mm (注1)	1
	なし	0
回転子又は固定子のスキュー (skew)	あり： > 200 kW/極	2
	あり： ≤ 200 kW/極	0
	なし	0
回転子鉄心からのオーバーハング部分 (overhang parts)	適合しない (注2)	2
	適合する (注2)	0
許容温度 (Limiting temperature)	> 200 °C	2
	135 °C $<$ 許容温度 ≤ 200 °C	1
	≤ 135 °C	0
<p>注1 L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>注2 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。

5.2.4.4

回転子の温度は、始動中においても、許容温度を超えてはならない。許容温度は、300℃又は4.7に定める値のいずれか低い方である。

注記 漏れ磁束の通る部分は、非磁性のものとする、又は絶縁することが必要な場合がある。そのような手段を講じなければ、漏れ磁束の通るその部分の温度は、拘束状態で回転子バーの温度を超えることがある。そうした部分の例としては、保持環、バランスディスク、センタリングリング、ファン、通風ガイド等がある。

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。

5.2.4.4.1

許容温度を超えないようにするために、電流依存形保護デバイスを使用するときは、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によって表示する。

時間 t_E の長さは、回転機が拘束したときに、許容拘束時間 t_E を経過する前に電流依存形保護装置によって電源を遮断するものでなければならない。一般的に、拘束電流比 I_A/I_N の関数として、図2に示す拘束時間 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、回転機に適切な過負荷防止装置を使用し、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る。9.1 g) に従って、この回転機に表示することによって、この保護装置を指定する。

いかなる場合にも、次の条件を満たさなければならない。

- 電流依存形保護装置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。
- 拘束電流比 I_A/I_N の値は、10以下である。

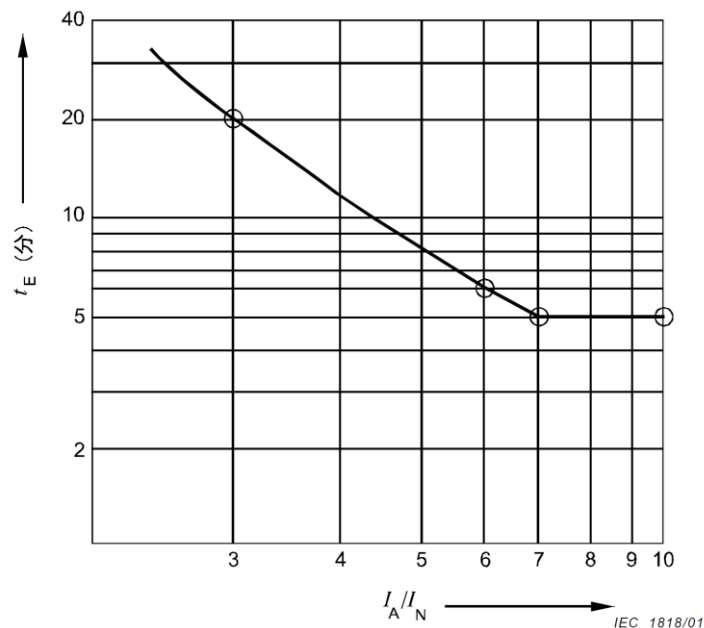


図2 拘束電流比 I_A/I_N の関数としての回転機の t_E の最小値

5.2.4.4.2

許容されない温度の発生を防ぐために、保護装置と組み合わせて巻線温度センサを使用しようとするときは、拘束電流比 I_A/I_N を決定し、9.1 によって表示する。許容拘束時間 t_E は、決定も表示もする必要はない。保護装置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 4.7.4 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。組み合わせる保護装置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。

注記 大形の回転機は、往々にして、回転子温度によって制約を受けるので、通常、固定子巻線温度センサの使用によって回転子の温度を制限することは、実際的ではない。

5.2.4.5

インバータ駆動の電動機は、第 1 編（総則）の文書に詳述するインバータの仕様と組み合わせたユニットとして、その運転条件に対して試験及び認証する。試験は、保護装置と共に組み合わせて行う、又は 5.2.4.6 によって評価する。

注記 インバータ駆動の電動機の適用に関する追加の説明は、IEC 60034-17 に示されている。主要な留意点は、過大温度、高周波数及び過電圧の影響のほか、軸受電流である。これらの影響は、ローパスフィルタを用いてインバータの出力波形の全高調波ひずみを低くすることによって、減少させることができる。

指針活用上の留意点

上記 5.2.4.5 において、対応国際規格（IEC 60079-7:2006）における“duty”をここでは「運転条件」としている。インバータ駆動の電動機に対しても、可能な限り附属書 C を考慮する。

5.2.4.6

過負荷保護装置による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。

5.2.5 巻線に対する要求事項

定格電圧が 200 V 以上の多相巻線は、乱巻巻線の各相間には、ワニスによる絶縁に加えて、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）と容器の間の最小絶縁空間距離は、3 mm 以上とする。

定格が 1000 V 未満の巻線にあっては、コイル含浸に対する要求事項は、4.7.2 の要求事項又は定格が 1000 V を超える巻線に適用する要求事項のいずれかによる。

定格が 1000 V を超える巻線にあっては、コイルは形巻とし、真空加圧含浸（VPI）絶縁システム、又はレジソリッチ絶縁システムのいずれかによる。

5.2.6 固定子巻線の端子

固定子巻線の端子は、拘束電流 I_A を拘束時間 t_E の間流したとき、許容温度（4.7 参照）を超えてはならない。

5.2.7 固定子巻線の絶縁システム

定格電圧が 1 kV を超えるときは、6.2.3.1 による型式試験を行うほか、次による。

- ・回転機には結露防止用スペースヒータを設ける。
- ・回転機は、始動時に、容器内に爆発性雰囲気を形成しないことを確実にするために追加の対策をとることができるような構造とする。第 1 編（総則）に従って回転機に添付する取扱説明書には、追加の方策が必要な場合に、その実施に関する情報を含める。

注記 1 適用できる対策としては、始動前の換気、又は回転機の容器の中に固定式のガス検知器を用いる方法がある。他の方法は、製造者、試験期間及び使用者の合意の下に、それ相応に適用してもよい。

注記 2 始動前換気の適用及び回転機の保守は使用者の責任であり、指標として IEC 60079-14 及び IEC 60079-17 を参照することが望ましい。これらの IEC 規格に十分な情報が含まれるようになるまでは、附属書 G が指標になる。

5.2.8 軸受のシール及び軸のシール

5.2.8.1 非接触式シール及びラビリンス

転がり軸受にあっては、静止部分と、非接触式シール又はラビリンスシール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。すべり軸受にあっては、この隙間は、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 代表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。

5.2.8.2 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））で作るか、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。

軸受を構成する不可欠部分として、軸受の製造者が供給するカバー付きの軸受（すなわち、密封軸受（寿命の間は補給不要）の軸受）には、この要求事項は適用しない。

接触式シールは、4.7 によって評価する。

注記 1 使用中に過大な温度が発生しないようにするために、5.2.8 の要求事項に継続的に適合することを確実にするのに必要な保守に関する情報が、製造者によって提供されることが望ましい。

注記 2 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れば、この要求事項を満たすとみなす。回転中に浮き上がるような弾性体シール（例えば、V リング）もこの要求事項を満たすとみなす。

注記 3 現時点では、ある種類の軸受であれば、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適切な試験データはない。したがって、製造者が良好な設計、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（機能失敗）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。

5.3 照明器具

注記 1 5.3 では、信号灯及び類似の小形ランプに対する要求事項は定めない（5.10 参照）。

注記 2 中性線の発熱を制限するために、照明器具へ流入する第 3 次高調波電流は、基本周波数の電流の 30 % までに抑えることが望ましい。

5.3.1 光源

光源は、次のいずれかとする。

- a) IEC 60061-1 に適合した 1 本ピン口金 (Fa6) のコールドスタート式の蛍光ランプ。
 - b) IEC 61195 に適合した G5 又は G13 の口金をもつ 2 本ピン直管蛍光ランプ。ピンは黄銅製とする。
ランプ受金及びソケット (Lampholders and sockets) は、5.3.3 に適合しなければならない。この種のランプは、陰極の予熱なしに始動し、点灯する回路に接続する。
 - c) IEC 60064 及び IEC 60432-1 に適合した一般照明用のタングステンフィラメントのランプ
- 注記 他の光源は、5.10 を適用して考慮してよい。

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 ランプと保護カバーとの間の最小距離

蛍光管 (fluorescent tube) にあっては、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、保護カバーがアウターチューブ (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。

他のランプにあっては、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 5 に定める値以上とする。

表 5 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
$P \leq 60$	3
$60 < P \leq 100$	5
$100 < P \leq 200$	10
$200 < P \leq 500$	20
$500 < P$	30

5.3.3 ランプ受金及びランプ口金

5.3.3.1 ねじ込みのランプ受金及びランプ口金

ねじ込みランプ受金及びそれに対応するランプ口金は、次のいずれかとする。

- 差し込んだとき及び電気接点が接又は断したときにおいて、機器グループ I 又は IIC のいずれか該当する方に対する第 2 編 (耐圧防爆構造) の「内部での火花が外部へ引火しない」という試験の要求事項に適合するもの。

- ランプの受金と口金との間の電氣的接点は、口金の差込及び取外しするとき、第 2 編の機器グループ I 又は IIC 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独立した容器内でだけ、電流の接又は断が生じるもの。

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。

ねじ込みランプ受金は、差し込んだ後に自然に緩むことを防止できるものとする。E10 以外のランプ口金にあつては、6.3.1 の機械的試験への適合によって確認する。

注記 ランプ受金のねじ部は、使用時に起こる可能性がある腐食に対して耐性のある材料とするのがよい。ランプのねじを緩めて接点が分離する瞬間には、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。

照明器具の一部として供給するねじ込み口金付きのランプは、表 6 の沿面距離及び絶縁空間距離の最低要求事項に適合する場合、4.3 及び 4.4.2 の要求事項に適合する必要はない。

ランプ口金の絶縁材料は、表 2 の材料グループ I に適合しなければならない。

表 6 ねじ込み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
$U \leq 63$	2
$63 < U \leq 250$	3

注1 表の電圧は、IEC 60664-1に由来するものであり、IEC 60664-1の表3bに示す電源電圧の標準数値化に基づいている。必要な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倍まで増加してもよい。

注2 沿面距離及び絶縁空間距離の値は、最大入力電圧に許容差±10 %を見込んだ値である。

注3 10 V以下については、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であっても許容する。

5.3.3.2 他のランプ受金及びランプ口金

ランプ受金とランプ口金とで構成する外郭は、差し込んだとき及び電気接点が接又は断したときのいずれにおいても、機器グループ I 又は IIC の機器のいずれか該当する方に対する第 2 編（耐圧防爆構造）の「内部での火花が外部へ引火しない」という試験の要求事項に適合しなければならない。

注記 ランプ受金とランプ口金とがともに、取付け後に第 1 編（総則）に掲げる防爆構造の一つに適合するものは、使用できる。

直管蛍光ランプのランプ受金は、IEC 60061-2 のデータシート Fa6 の寸法上の要求事項に適合、又は

IEC 60400 の G5 若しくは G13 に適合しなければならない。

円筒状の口金をもつランプ用の他のランプ受金にあつては、ランプ受金及びランプ口金との接続している部分の幅は、接点の接又は断の瞬間において 10 mm 以上とする。

5.3.3.3 ランプ受金とランプ口金との間の電氣的接触に対する要求事項

ランプ口金への電氣的接触は、次による。

a) ねじ込み口金の場合

- ランプ口金の底部の接触は、弾力性のある又はばね式の接点部品を介して、15 N 以上の力で押し付ける。
- ランプ口金をねじ込むには、2 山以上のねじ山をねじ込む、又は総接触力が 30 N 以上となるような 1 個以上のばね部品を介してねじ込む。

b) 円筒状のピン付き口金にあつては、接触力が 10 N 以上となるようなばね素子を介して押し込む。

c) 円筒形差込み口金にあつては、接触力が 10 N 以上となるようなばね素子を介して差込む。ただし、口金と受金との間の接合部の内側及び外側での電気火花の発生を許さない設計となっている場合に限る。

d) ソケットから取り外すときに、第 2 編（耐圧防爆構造）に適合する独立した耐圧防爆構造の外郭の中で回路が遮断される口金の場合、そのときのばね素子によって口金に加わる接触力は、回路が断となる瞬間に 7.5 N 以上とする。

接触力に関して定めた上記の最小値は、受金に取付けて使用準備完了状態にあるランプに適用する。

注記 接触部品の力は、点灯中に想定する発熱及び他の現象によって著しく影響されないことが望ましい。

5.3.4 ランプの表面温度

最も厳しい使用条件での試験において求めた、照明器具内のランプの最も高い表面温度が、その照明器具が対象とする潜在的爆発性雰囲気（照明器具内における）発火温度より 50 K 以上低いときには、第 1 編（総則）に規定する最高表面温度を超えてもよい。この適用除外は、認証書に記載するガス雰囲気に対してだけ有効であり、それらのガス雰囲気に対して満足する試験結果が得られていることが必要である。

注記 現存する照明器具に対する測定結果によれば、照明器具内で発火が生じる温度は、IEC 60079-4 に従って測定した発火温度よりもかなり高いことが分かっている。

5.3.5 ランプ口金の温度

ランプ口金のリムにおける温度及びランプ口金のはんだ付け箇所での温度は、許容温度を超えてはならない。許容温度は、195 °C 又は 4.7 に規定する温度のいずれか低い方とする。

5.3.6 許容温度

安定器、ランプ受金及びランプの温度は、経年変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。照明器具には 6.3.2 の型式試験を行う。

安定器、ランプ受金及びランプ自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。

5.3.7 2 本ピン直管蛍光ランプを用いる照明器具

5.3.7.1 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。

5.3.7.2 最高周囲温度

電子安定器を使用している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。

5.3.7.3 温度等級

電子安定器を使用している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の温度を超えることがあるので、これらの温度等級は許容しない(6.3.2.3参照)。

5.3.7.4

2本ピンランプソケットは、照明器具に取り付けた状態で、次の要求事項に適合しなければならない。

- ・ 照明器具内における機械的寸法及び取付けの条件は、ランプに対してIEC 60061-1、IEC 61195、及びIEC 60400に規定する寸法及び許容誤差を考慮する。
- ・ ランプソケットは、IEC 60400に定めるG5又はG13の要求事項に適合しなければならない。
- ・ 各ランプ口金の2本のピンは、ランプ受金内で、又は照明器具内の配線によって並列接続する。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。
- ・ ランプソケットの絶縁材料は、第1編(総則)に定める非金属材料に対する要求事項に適合する。
- ・ ランプピンの電氣的接触システムは、他のピンから独立したものとする。
- ・ ランプピンは、ピンが接点側からの圧力を受けたときに変形が最小となるように保持する。

5.3.7.5

ランプ内で放電を開始するため、始動電圧(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 $\sqrt{2}$ で除した値を用いて、表1の実効値を決定する。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 $\sqrt{2}$ は2.3に増加してもよい。

5.3.7.6

ランプを照明器具に取り付け又は取り外すときに、ランプの各端に発生するトルク及び/又は力は、未使用のランプに対する限界値(すなわち、IEC 61195の表1に規定するランプのピンに適用する限界値)の50%以下とする。

5.3.7.7

ランプの各ピンとランプ口金との間は、腐食及び振動条件でも確実に電氣的に接触しなければならない。これに対する型式試験は、6.3.3及び6.3.4に定める。

5.3.7.8

第1編(総則)に適合した分離スイッチを設けるときは、ランプの保護カバーを取外したときに、ランプソケットへの通電を遮断しなければならない。このような分離スイッチを設けるときは、次による。

- a) 分離スイッチは、IEC 60947-1及びIEC 60664-1の過電圧カテゴリIIIに適合するアイソレータとする、又は、中性線及び/又は電源線における接点間の距離は、最大入力電圧300V(直流又は実効値)まで、2.5mm以上とする。後者の場合、2.5mmの距離を得るために、独立した1.25mm以上の距離二つを合算してもよい。

- 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くようにする。
- c) スイッチとその機能は、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、遮断器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、遮断器が作動後は、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) スイッチは、適切な防爆構造によって保護する。

分離スイッチを設けることができないときは、照明器具には表 12 の b) による表示をし、その照明器具は通電中には開けてはならないことを明示する。

5.4 キャップライト及びハンドライト

注記 グループ I のキャップライトに対する要求事項は、IEC 62013-1 に規定する。

ランプは、保護カバーで機械的損傷から防護する。ランプをしっかりと差込んだときの保護カバーとランプとの距離は 1 mm 以上とする。代替法として、ランプを保護カバーに接触させて、ばね式ランプ受金への接触を保持してもよい。この場合、ばねの移動量は、3 mm 以上とする。

保護カバーは、次のいずれかによる。

- a) ガードで保護する。
- b) (保護カバーの) 面積が 5,000 mm² 以下の場合、高さ 2 mm 以上のリムで保護する。
- c) 面積が 5,000 mm² を超える場合、第 1 編 (総則) に定めるガード及びファンカバーに対する機械的試験の要求事項に耐えるものとする。

ランプ回路内のスイッチングデバイスであって、通常の使用中に火花又はアークを発生するもの (火花又はアークがハーメチックシールした容器内で生じるリードスイッチのようなデバイスを含む) は、危険場所内で接点が分離することを防ぐために、機械的又は電氣的インターロックを施す、又は、第 1 編に掲げる防爆構造によって保護する。

5.5 計器及び計器用変成器

5.5.1

計器及び計器用変成器は、4.7 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。

5.5.2

変流器及び計器の電流が流れる (通電) 部分 (電圧回路は除く) は、表 7 の値以上の電流が 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な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 7 短絡電流の影響に対する耐性

電流	変流器及び計器の電流が流れる部分
I_{th}	$1.1 \times I_{sc}$ 以上 (3.10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。

5.5.3

定格短時間熱的電流 I_{th} に等しい電流が流れたときに達する温度は、4.7 に定める許容温度を超えず、かつ、いかなるときでも、200 °C を超えてはならない。

5.5.4

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。

5.5.5

可動コイルをもつ計器は、許容しない。

5.5.6

変流器の二次側回路が機器の外側に突き出ているときは、機器には第 1 編 (総則) 29.3 e) に従って記号 X を表示するとともに、認証書には、使用中に二次回路が開路することに対する保護の必要性を注意喚起する。

注記 変流器を、二次側開路状態で取り付ける場合、その変流器回路に用いている端子の電圧定格をかなり上回る電圧を生じる可能性がある。設置の状況によっては、危険な開路電圧が発生できないことを確実にする対策を行うことが必要になる。開閉装置内に設けるマッチングトランスに接続する変流器を内蔵する機器 (例えば、差動保護システム) にあっては、(複数接続しているトランスの) いずれか対になっている端子の接続が外れたときの影響に対して、機器側で対策を講じるのがよい。

5.6 計器用変成器以外の変成器

5.5 の要求事項を適用する計器用変成器以外の変成器は、6.5 に従って試験する。

5.7 バッテリ

5.7.1 容量が 25 Ah を超える二次バッテリー

5.7.1.1 一般事項

二次バッテリーの種類は、鉛-酸 (鉛-希硫酸形)、ニッケル-鉄又はニッケル-カドミウム系とし、この編に適合しなければならない。試験方法は、6.6 に示す。

注記 これらの要求事項に適合していても、充電中の安全を確実にするものではない。したがって、他の安全対策が講じられている場合を除き、充電は危険場所の外で行う必要がある。

5.7.1.2 バッテリー収納容器

バッテリー収納容器及びカバーが金属製である場合、それらの全ての内表面は絶縁層によって完全に覆わなければならない。カバーについては、適切な絶縁塗料で十分である。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。

バッテリー収納容器（カバーを含む）は、使用中の機械的ストレス（移送及び取扱いによるストレスを含む。）に耐えるように設計する。そのためには、収納容器内に仕切壁を組み込むことが必要となる場合がある。

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、その構造が適切であれば、絶縁隔壁とみなす。絶縁隔壁は、どの区画においても 40 V を超える公称電圧とならないように配置する。絶縁隔壁は、使用中に要求する沿面距離が減少す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 に示す方法は、沿面距離の算出には使用しない。

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。隣接するセル間の公称電圧が 24 V を超えるときには、24 V を 2 V 超えるごとに 1 mm 以上ずつ沿面距離を増加させる。

バッテリー収納容器のカバーは、使用中に、不注意で開き又ははずらすことができない方法で固定する。

各カバーには、第 1 編（総則）9.1 に適合する締付けねじを設ける。

セルは、使用中に著しい位置のずれがないように、バッテリー収納容器に組み付ける。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、多孔質ではなく、電解液の作用に耐性があり、かつ、容易に発火しないものとする。

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、セルを取り外さなくても排出を可能とする。

バッテリー収納容器には、十分な通気開口を設ける。4.9 には反するが、バッテリー収納容器の保護等級は、IEC 60529 に定める IP23 で十分である。

注記 危険な部位への接近及び固形異物に対する保護並びに水の侵入に対する保護は、IEC 60529 には反するが、技術文書をもとに評価してもよい。IEC 60529 による IPX3 の試験を行い、バッテリー容器内に水が入ってしまったときは、有害な量かどうかを判断するのに、6.6.2 の耐電圧試験を用いてもよい。

通気開口は、6.6.4 の型式試験において、バッテリー収納容器内の水素濃度が体積分率 2% を超えないように、十分な通気を与えるものとする。

...(バッテリーに取り付ける) 差込接続器は、第 1 編（総則）に適合しなければならない。ただし、このことは、工具を用いてだけ分離が可能で、かつ、表 12 の d) による警告ラベルを備えた差込接続器には適用しない。

単極の差込接続器のプラス極及びマイナス極のプラグは、互換性のないものとする。

バッテリー及び差込接続器の極性は、耐性のある方法で、明確に表示する。

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。

5.7.1.3 セル

セルの上蓋は、これが外れて電解液が漏れ出ることがないように、セルの容器にシールする。このとき...

容易に発火する材料は用いない。

プラス極板及びマイナス極板は、有効に保持する。

電解液の液位の保守が必要なセルには、電解液の液位が許容できる最低レベルと最高レベルとの間にあることを示す手段を備える。電解液が最低レベルにあるときには、電極板のラグ及びブスバーの過度の腐食を避けるための手段を講じる。

各セルには、電解液の膨張によるオーバーフローの防止及びスラリーの沈殿に備えて、十分な空間を設ける。これらの空間の容積は、バッテリーの予想寿命と関連付けて決める。

補水プラグ (filling plug) 及び液口栓 (vent plug) は、通常の使用条件での電解液の噴出を防ぐように設計する。これらのプラグは保守のとき容易にアクセスできる位置 (手の届く位置) に設ける。

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

十分に充電して使用できる状態にある新品のバッテリーは、充電部分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。

注記 使用中のバッテリーの絶縁抵抗は、公称電圧 1 V 当り $50\ \Omega$ 以上とし、全体で $1,000\ \Omega$ 以上とすることが望ましい。

指針活用上の留意点

上記において、対応国際規格 (IEC 60079-7:2006) 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。

5.7.1.4 接続

相対的に動く隣接するセルの間の接続導体は、柔軟なものとする。柔軟な接続導体を使用するときは、その各端末部は、次のいずれかによる。

- ターミナルポストに溶接又ははんだ付けする。
- ターミナルポストに鑄込まれた銅製のスリーブに圧着する。
- 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。インサートの材料は、接続の機械的及び熱的若しくは電氣的性質が容認できることを、第1編 (総則) のトルク試験及びこの編の要求事項を満たすことによって確認した場合、銅又は他の材料でもよい。ねじ接合部には緩み防止を施す。

上記の b) 及び c) の場合、セル間の接続導体は、銅とする。

注記 上記 c) では銅としているが、接続の機械的性質の改善 (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) に必要な場合、少量の他の金属 (例えば、クロム又はベリリウム) との合金も許

容する。そうした合金を用いる場合、他の材料を加えることによる導電率の減少に対処するために、セル間接続の接触面積を増すことが必要となることがある。

接続導体は、許容温度（4.5.2, 4.7.1 及び 4.7.2 参照）を超えることなしに、負荷に必要な電流を流すことができなければならない。負荷を明確に指定できない場合、バッテリーの製造者がバッテリーの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。

接続導体を二重にするときは、一本の導体だけで、許容温度を超えることなしに全電流を流すことができなければならない。

電解液（による腐食）にさら（曝）されるおそれのある全ての接続導体は、適切に保護する。例えば、鉛-酸系のバッテリーでは、鉛以外の金属の絶縁していない接続導体は鉛で被覆する。ただし、ねじ山には適用しない。

充電部分は、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。

5.7.2 容量が 25 Ah 以下の一次バッテリー及び二次バッテリー

注記 この箇条の要求事項は、IEC 62013-1 に規定する鉱山用キャップライトの部品として用いるバッテリーには適用しない。

セルを樹脂充填する場合、いかなる圧力放出機構も妨げないように注意する。通気口穴のサイズは、バッテリーからの予測する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 箇所以上の通気口が必要である。

セル及びバッテリーの樹脂充填においては、充電時にセルが膨張する可能性に配慮する。

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、バッテリーの種類及び容量に依存する。バッテリーの容量に関する経年変化の影響、そのためのバッテリーからのガスの発生量を考慮する必要がある。

潜在的なガス発生に対するバッテリーの制御手段を評価するときには、使用温度の全範囲、内部抵抗及び電圧保持能力を考慮する。バッテリーは不平衡になることを想定するが、無視できるほど小さい内部抵抗又は電圧保持能力をもつセルについては、これを考慮する必要はない。

セル又はバッテリーの外表面温度は、セル又はバッテリーの製造者が指定した温度又は 80 °C のいずれか低い方を超えてはならない。

セル相互間及びバッテリーへの電氣的接続は、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種類のものとする。

次の絶縁空間距離及び沿面距離は、セルの極間で適用する。

- 短絡電流及び最高表面温度を、その内部抵抗によって適切な値に制限している本質的に安全な単一セルについては、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。
- 最大開路電圧が 2 V 以下で、バッテリーを構成していない単一のセルについては、セルの極間の絶縁空間距離及び沿面距離は、0.5 mm 以上とする。
- バッテリー電圧が 10 V 以下のバッテリーであって、セル及びセル間の接続をともに固定している場合、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。

- － 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。

誤接続、充電状態の異なるセル、使用時期の異なるセルの使用を防止するために、全ての気密形（ガス封止形、ガスタイト）の二次セルは、一つのバッテリーパックとして確実に組み立てる。

セル及びバッテリーが機器と一体となった構造を構成しない場合、セル又はバッテリーと機器及び充電器とで間違った接続を防ぐ対策を講じる。適切な対策としては、極性を区別したコネクタ、正しい組立てを示す明確な表示などが挙げられる。回路の安全な相互接続についても対策を施す。

通常の状態又は一つの故障状態でセルから電解液が噴出するリスクがある場合、充電部分の汚染を防ぐ対策を施す。密封式気密形のセル又はバッテリーについては、防護策は必要ない。開放形又は弁制御形のセル又はバッテリーは、セルから噴出した電解液が機器の他の部分を汚染することを避けるために、独立した区画に封じ込める。さらに、この種のセル又はバッテリーについては、これらを収めた区画の内部の沿面距離及び絶縁空間距離は、10 mm 以上とすることが必要である。

バッテリー及びそれに関連する安全デバイスは、例えば、その目的のために設計したクリップ（留め金）又はブラケット（受け金）によって固定するなどの方法で、確実に取り付ける。

バッテリーとその関連の安全デバイスとの間には、該当する防爆構造の要求事項への適合を損なうような動き（別々に動くこと）があってはならない。

注記 5.7.2 への適合は、第 1 編（総則）に規定する該当の機械的試験（衝撃試験・落下試験）の前及び後にチェックすることが望ましい。

製造後にセル（又はバッテリー）の加熱を伴う電気的コネクタは、セル（又はバッテリー）の製造者が許可する場合を除き、使用してはならない。

5.7.3 可燃性ガスの放出

セル及びバッテリーは、可燃性ガスの放出源とみなし、かつ、これは電解ガス、すなわち電気分解の結果生じる比率の水素及び酸素であると仮定する。セルの製造者が指定した制限内、及び、同様に、次の要求事項の範囲内で使用するセルからのガス放出のリスクは、許容できるとみなす。

電気化学系並びにセル及びバッテリーの設計の違いに応じて、様々な予防策を講じる。このような理由から、セル及びバッテリーは、ガスによるリスクの観点から、次のように分類する。

- a) 通常の運転条件でガスを放出するセル及びバッテリー。この種のセル及びバッテリーには、開放形セルと密封式の弁制御形セルがある。
- b) 通常の運転条件ではガスを放出しないセル及びバッテリー。この種のセル及びバッテリーには、密封式の気密形セルがある。

5.7.4 セルの充電

セル及びバッテリーを危険場所で再充電する場合、充電回路は機器の一部として、完全な仕様を示さなければならない。充電システムは、そのシステムに一つの故障があった場合でも、充電電圧及び電流が、製造者の指定した値を超えてはならない。

通常の運転条件でガスを放出しないセルの充電に対しては、追加の要求事項はない。

通常の運転条件でガスを放出する類のセルの充電に対しては、機器の一部として指定する充電器を用いて、6.6.4 に規定する試験の間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。

充電は、製造者が指定する安全限度内に限り許容する。

製造者の取扱説明書には、充電中にはバッテリー又はセルを危険場所内で持ち運ぶこと、又は危険場所へ持ち込むことを禁止するなどの使用上の条件を含めることが必要である。

充電器が機器の一部であって、第 1 編（総則）に掲げる防爆構造のいずれにも適合しないときには、電源を断ち、セル又はバッテリーによる逆電流から防護することが必要である。許容温度未満の温度になるまでの時間を指定する場合、その時間の経過後でなければ、充電器を備えた機器を危険場所へ持ち込んではいない。

他の電圧源が同じ容器内にあるときには、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から充電されないように保護する。これを達成するには、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隔離する方法がある。

5.7.5 セルの放電

バッテリーから取り出す負荷電流が大きすぎて、安全増防爆性に影響するような損傷をバッテリーに与える場合、機器の製造者は、負荷又は使用する安全デバイスを指定する。安全増防爆性が影響を受けない場合、負荷を定める又は安全デバイスを備える必要はない。

密封式気密形セルにあつては、過放電及び個々のセルの極性逆転を防ぐ対策を備える。

4 個以上の密封式気密形セルを直列に接続する場合、セルの逆極性充電に対する対策を講じる。

注記 1 セルの実容量は、その寿命の間に減少する。そうなったときには、より大きな容量のセルが低容量のセルに極性逆転を起こさせることがある。

放電の間におけるセルの逆極性充電を防止するために、過放電防止回路を設ける場合、最小カットオフ電圧は、セル又はバッテリーの製造者が指定した電圧とする。負荷を切り離れた後にバッテリーから流れる電流は、定格容量の 1/1,000 未満でなければならない。

注記 2 あまりに多く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過放電保護回路の許容差のために、安全な保護にならないことがある。一般に、6 個以下のセル（直列接続）であれば、一つの過放電保護回路で保護できる。

最高表面温度の検証及び試験においては、機器の製造者が指定する最大負荷によって許される又は保護装置が許容する最高放電電流を対象とする。この電流は、例えば、ヒューズ定格の 1.7 倍、又は、負荷も保護装置も指定されていないときは、短絡電流である。

この編で要求する安全デバイスは、制御システムの安全関連部分を形成する。制御システムの安全度 (safety integrity) が、この編で要求する安全のレベルと一致することを評価することは、製造者の責任で行う。

注記 3 EN 954-1 のカテゴリ 3 の要求事項に適合する安全関連部品 (safety related parts, SRP) は上記の要求事項を満たす。

指針活用上の留意点

EN 954-1; Safety of Machinery, Safety-related parts of Control systems - Part 1: General principles for design は、ISO 13849-1 に統合された。

5.7.6 他の防爆構造との組合せ

安全デバイスのない開放形セル，弁制御形セル及び密封式気密形セルについては，(同じ) 区画に安全増防爆構造“e”及び樹脂充填構造“m”の機器及びコンポーネントを含んでもよいが，耐圧防爆構造“d”及び本質安全防爆構造“i”の機器及びコンポーネントを含むことはできない。

5.7.7 接続の取外し及び移動 (持ち運び)

危険場所において，バッテリーを，その関連機器から取り外さなければならない場合，(バッテリーは) 安全に分離できるものでなければならない。

充電部分を IP30 以上で保護していない場合，セル及びバッテリーには，表 12 の e) に従って表示し，危険場所を通してこれらを移動させてはならない旨を警告する。

5.8 汎用の分岐箱及び接続箱

汎用の接続箱及び分岐箱は，6.7 の方法によって決めた定格を割り当てて，使用中に，4.7 の許容温度を超えないことを確実にする。

定格 (附属書 E 参照) は，次のいずれかによって表示する。

a) 最大消費電力の定格

b) それぞれの端子サイズについての，導体の許容本数及びサイズ並びに最大電流の値からなるセット
特定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，定格をどう扱うかに関する情報は，附属書 E に示す。

5.9 抵抗ヒータ (トレースヒータを除く)

5.9.1

この箇条 5.9 は，3.12 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) に対する補足の要求事項を定める。この箇条は，誘導加熱，表皮効果加熱，誘電加熱，又は，流体，容器若しくは配管系に電流を流すことを含む他の加熱系には適用しない。

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。

指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-7:2006) に記載されている IEC 62086-1 は廃止され，IEC 60079-30-1 となった。

注記 2 安全度を増すための追加の安全対策として抵抗加熱に応用されている手法としては，義務付けられた温度保護装置，シール構造，許容できる接地したハウジング又は絶縁監視システムと併せて用いる残留電流の検出 (30 mA~300 mA)，絶縁システムの熱安定性試験などがある。

5.9.2

この箇条 5.9 は，次による。

- 加熱用抵抗器は，巻線とはみなさず，したがって，4.6 は適用しない。
- 第 1 編 (総則) 箇条 7 は，加熱用抵抗器の電気絶縁材料には適用しない。

5.9.3

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明確にする。

5.9.4

抵抗加熱デバイスに用いる絶縁材料は、6.8.4 に従って試験する。

5.9.5

6.8.6 に従って試験したとき、抵抗加熱デバイスの冷状態での始動電流は、通電開始後の最初の 10 秒経過後のいずれの時点においても、製造者の宣言値の 110 %以下でなければならない。

5.9.6

製造者は、それぞれの抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットと一緒に用いる電氣的な保護装置を指定する。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、保護装置は、附属書 D の要求事項に適合しなければならない。

5.9.7

5.9.6 の保護装置の機能を、導電性のカバーによって確保する場合、そのカバーは、絶縁シースの表面全体に広げるとともに、均等に分布した導電層で絶縁表面の 70 %以上を覆うように構成する。導電性のカバーの電気抵抗は、5.9.6 の保護装置の動作を確実にするのに十分に低い値とする。

5.9.8

電気絶縁は、加熱用抵抗器が爆発のおそれのある雰囲気 접촉することがないことを確実にするものでなければならない。ただし、表面温度が許容温度未満の場合、その限りではない。

注記 例えば、ビーズ（小さい球体）による絶縁は、この要求事項を満たさない。

5.9.9

抵抗加熱デバイスに接続する導体の断面積は、機械的な（強度上の）理由から、1 mm² 以上とする。

5.9.10

抵抗加熱デバイスの温度等級の決定においては、後で追加して取り付ける熱絶縁（断熱）は、通常、爆発のおそれのある雰囲気を接近させない手段とはみなさない。

5.9.11

抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットは、通電時に許容温度を超えないように保護する。

これを確実にするため、次のいずれかの方法による。

- a) 抵抗加熱デバイスの温度自己制限特性（3.12.4）を用いた安定化設計（3.12.5）
- b) ヒーティングシステムの安定化設計（特定の使用条件においてだけ）
- c) 5.9.12 による安全デバイス。この安全デバイスは、あらかじめ設定した表面温度に達したときに、抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットの全ての充電部分を分離する。この安全デバイスは、抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニットの通常の条件での機能上の温度を制御する目的で設けたいかなる制御システムからも完全に独立している。

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、安全デバイス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依存する。

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

これらの関係について必要なデータは、第 1 編（総則）に定める文書の中で製造者が提供する。

5.9.12

安全デバイスによる保護は、次のいずれかによって達成する。

- － 抵抗加熱デバイスの温度、又は、適切な場合、デバイスのすぐ周辺の温度を検知する。
- － 周辺の温度に加えて、一つ以上の他のパラメータを検知する。
- － 温度以外に二つ以上のパラメータを検知する。

注記 1 このようなパラメータの例としては、液位、流量、電流、消費電力などがある。

安全な使用のための特定の使用条件が必要な場合、適切な指示をする（第 1 編（総則）29.3 参照）。例えば、抵抗加熱ユニット用に供給する安全デバイスが完結していないもの場合、信号処理のための全てのデータ（例えば、送信器と受信器との間の両立性など）を文書の中に明示する。

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。リセットは、あらかじめ設定したプロセス状態に復帰した後、手動によってだけ可能とする。ただし、安全デバイスからの情報を連続的に監視している場合、この限りではない（自動的にリセット可能）。

センサが故障（機能失敗）したときには、加熱デバイスは、許容温度に達する前にその電源を遮断する。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交換は、工具を使用してだけ可能とする。

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。

保護装置の調節器は、ロック及び封印する。さらに、その後の使用中に変更できてはならない。

注記 2 温度ヒューズの交換は、製造者の指定した部品だけによるのがよい。

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。

5.9.13

抵抗加熱デバイス及び抵抗加熱ユニットは、6.8の型式検証及び試験、並びに箇条7のルーチンの検証及び試験に適合しなければならない。

5.10 他の電気機器

5.2～5.9に特に規定していない機器又は標準のものとは異なる設計は、箇条4の構造上の要求事項及び箇条5の補足要求事項の原則に適合しなければならない。

注記 この編の要求事項に合わせた構造の機器は、高い機器保護レベル (Gb) をもつように設計しているので、定期的に起こるとは限らないが、通常の運転時及び想定する故障があったときに点火源にはならない。この編に適合する機器は、普通には、通常の工業製品技術を基にしており、温度を制限すれば、(特に何もしなくても) 通常の使用中は点火源とはならない。この5.10は、新しい技術を組み込むための機会を提供することを意図している。製造者は、機器の潜在的故障を解析して、予測可能な寿命にわたって、運転中に要求される安全度を確実にすることが望ましい。これは、この編で示すように、通常の工業用機器に対して達成されている安全を強化した安全度と同等のものに基づくのがよい。

6 型式試験及び検証

この箇条の要求事項は、第1編(総則)の型式試験の要求事項(他に特に定めがない限り、安全増防爆構造にも適用する。)を補足する。

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) それぞれの電気機器についての、特定の製品規格に従って試験する。
- b) a) のような試験の要求事項が存在しないときは、次の1)～3)のいずれかの試験電圧で、1分以上、絶縁破壊が生じないことを試験する。
 - 1) 定格電圧がピーク値90 V以下の電気機器、又は、ピーク値90 V以下の動作電圧が内部に存在する電気機器は、実効値で $500 \text{ V} \begin{matrix} +5\% \\ 0\% \end{matrix}$
 - 2) 箇条9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は、実効値で $(1,000+2U_n) \text{ V} \begin{matrix} +5\% \\ 0\% \end{matrix}$ ただし、 U_n は、定格電圧である。
 - 3) 他の機器及びコンポーネントであって、ピーク値90 Vを超える動作電圧が内部に存在する機器は、実効値で $(1,000+2U) \text{ V} \begin{matrix} +5\% \\ 0\% \end{matrix}$ 又は $1,500 \text{ V} \begin{matrix} +5\% \\ 0\% \end{matrix}$ 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てもよい。ただし、この場合、絶縁巻線については、指定の交流実効値試験電圧の170%、空気又は沿面距離が絶縁媒体のときについては、規定の交流実効値試験電圧の140%を直流試験電圧とする。電氣的に隔離した部品をもつ機器又はExコンポーネントについては、それぞれの部品に対して個別に、適切な電圧で試験する。

6.2 回転機

6.2.1

かご形回転子をもつ回転機は、回転子を拘束した試験を行い、拘束電流比 I_A/I_N 及び許容拘束時間 t_E を決定する。

代替法として、実機を用いて試験を行うことが実際的でない場合、定格使用時の温度上昇及び拘束時間 t_E の間、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しては、参考文献を参照する。

試験及び計算の方法は、附属書 A に示す。

6.2.2

試験の条件が使用時の条件と等価であるときは、回転機は、使用時の姿勢の如何にかかわらず、回転軸を水平にして試験してもよい。

6.2.3 回転機に対する追加の試験

—— 指針活用上の留意点 ——

6.2.3.1～6.2.3.1.4 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

試験は、次のいずれかのサンプルに対して行う。

- 完成した固定子 1 台
- 電動機の容器付き（フレーム）の固定子 1 台
- 電動機 1 台
- 部分的に巻かれた固定子

いずれの場合であっても、サンプルは新品同様のものであり、かつ、完成した固定子を代表するものであって、該当する場合、コロナ防止、電界緩和（stress grading）、詰め物及びコイル支え、含浸及び固定子鉄心などの導電性部分を備え（処理した）ものとする。全ての露出した導電部は、接地する。

6.2.3.1.2

固定子接続用の代表的なケーブルの配置を固定子の完成品に取り付けて、又は代表する機種において試験する。ケーブル相互間の距離及びケーブルと近接する導電部との間の距離には特に注意する。そのような露出した充電部は、全て接地する。

6.2.3.1.3

絶縁システム及び接続ケーブルは、表 8 に示す爆発性試験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 kV/s 以下とする。電圧は、一つの相と接地との間に印加し、他の相は接地する。

爆発性試験混合ガスに点火してはならない。

—— 指針活用上の留意点 ——

電圧を印加する試験は、各相について試験する。

表 8 爆発性試験混合ガス

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

6.2.3.1.4

絶縁システム及び接続ケーブルは、表 8 に示す爆発性混合ガス中で、ピーク相電圧の 3 倍の電圧インパルス を 10 回印加する試験を行う。電圧インパルスは、0.2 μs～0.5 μs の立ち上がり時間とし、1/2 の電圧値となる時間は、20 μs 以上とする。電圧インパルスは、各相の間（phase-to-phase）及び各相と接地との間（phase-to-earth）に印加する。

注記 1 これは非標準波形であるが、着火するのに十分なエネルギーをもち、十分な持続時間の放電を開始させるには、できる限り短いインパルス立ち上がり時間を用いることが必要とされている。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、入力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。入力電源が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。

爆発性試験混合ガスに点火してはならない。

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ごに関しては、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、及びバランスディスクを含める。

6.2.3.2.2

回転子かごには、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 °C 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。印加する電圧は、定格電圧の 50 % 以上とする。

6.2.3.2.3

前項の前処理の後、回転機（試験用サンプル）を、表 8 に示す爆発性試験混合ガスで満たす、又はこの試験ガスの中（サンプルの内外を所要試験ガスで満たす）に入れる。回転機は、単体で 10 回の直入れ始動又は 10 回の回転子拘束試験を行う。これらの試験は、1 秒以上持続させる。

爆発性試験混合ガスに点火してはならない。

6.2.3.2.4

試験の間、端子電圧が定格電圧の 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

の度に確認する。

指針活用上の留意点

着火しなかったとき、適正の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。

6.3 電源供給照明器具

6.3.1 E10 以外のねじ込みランプソケットに対する機械的試験

E14, E27 及び E40 形のランプ受金にあつては、IEC 60238 に規定する寸法に合った試験用ランプ口金を表 9 に定めるトルクを加えて完全にソケットに差し込む。E13, E26 及び E39 形のソケットにあつては、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。

次に、試験用ランプ口金を 15 度以上回転させて部分的に抜き出す。このときのトルクは、表 9 の最小取外しトルク以上とする。

表 9 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
E14 / E13	1.0±0.1	0.3
E27 / E26	1.5±0.1	0.5
E40 / E39	3.0±0.1	1.0

6.3.2 直管蛍光ランプを用いた照明器具の異常動作

6.3.2.1 整流現象試験

照明器具に定格電圧の 110 % 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、温度が、温度等級について第 1 編に定める値を超えてはならない。

次に、ダイオードを回路に挿入した状態で、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、表 3 の 1 b) の許容温度を超えてはならない。

注記 アークを開始した後に、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。

6.3.2.2 動作不能ランプ試験

照明器具に定格電圧の 110 % 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、必要に応じて、ランプを取り外す。各部の温度が安定したとき、温度が、温度等級について第 1 編（総則）に定める値を超えてはならない。

照明器具に定格電圧の 110 % 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、必要に応じて、ランプを取り外す。各部の温度が安定したとき、表 3 の 1 b) の許容温度を超えてはならない。

6.3.2.3 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

附属書 H に規定する非対称パルス試験及び非対称電力消費試験を行う。T8, T10 及び T12 のランプにあつては、試験の間に観測される最大陰極電力が 10 W を超えてはならない。

安全増防爆構造の照明器具における、サイズが T4 (12 mm) 及び T5 (16 mm) のランプについての最大陰極電力の閾値は、検討中である (注: この閾値は、平成 26 年 11 月末現在、決められていない)。

注記 電子安定器から電力供給するランプの陰極における電力損失の制限値は、周囲温度 60 °C で動作したときの温度等級 T4 の照明器具に関する実験データを基にしている。

6.3.3 2本ピンランプロ金のランプ受金への接続部に対する二酸化硫黄暴露試験

接続部を、IEC 60068-2-42 に従って 21 日間、接点を完全に結合させた状態で試験する。

試験の後、接触抵抗の増加率は、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。ピン及びその配置は、JIS C 8324 の寸法上の要求事項に適合させる。

6.3.4 2本ピンランプを用いた照明器具に対する振動試験

照明器具には、IEC 60068-2-6 に従って、振動耐久性試験を行う。

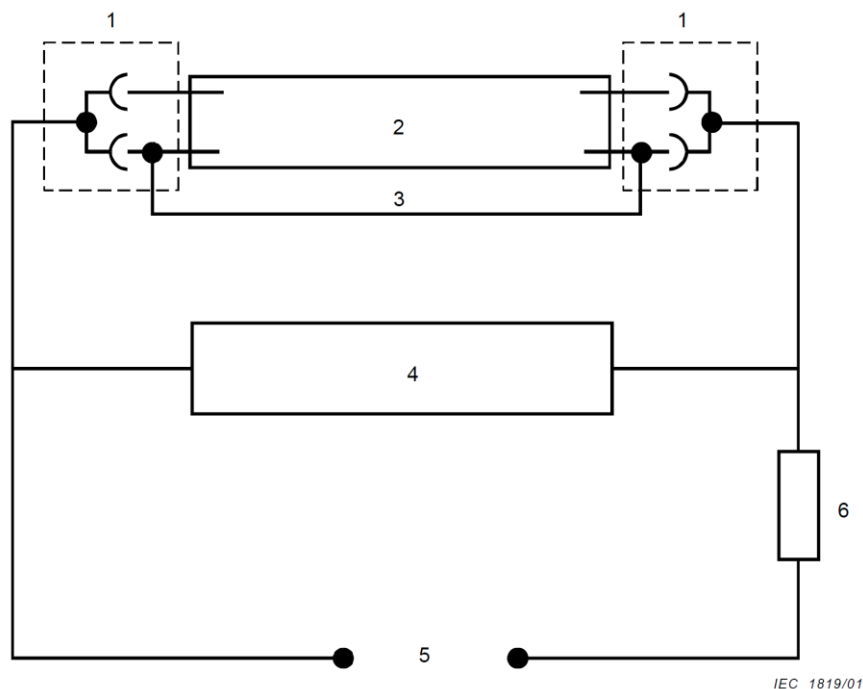
照明器具の完成品サンプルは、(照明器具が具備している) 通常の固定具を用いて、堅固な試験装置に組み付け、1 Hz~100 Hz の振動にさら(曝)す。

1 Hz~9 Hz では、振動の振幅は 1.5 mm とする。9 Hz~100 Hz では、試験用サンプルに 0.5 gal (5 cm/s²) の加速度を加える。

周波数掃引速度は、1 分当たり 1 オクターブとし、各々の直交面に対して 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おいて、目に見える機械的損傷があつてはならない。

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、通電する接点を逆に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準備する。
試験の間の電流は、ランプの定格実効値電流とする。
試験の間に、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準備する。」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る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。

6.4 計器及び計器用変成器

電流 I_{th} を 1 秒間流したときの、二次側巻線を短絡した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。計算で行う場合、抵抗の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、一つ以上のピークが 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} 以上という条件で、1 秒以上とする。

次の条件をともに満たす場合、機械的強度試験を熱的試験と兼ねてもよい。

- 最初の主要なピーク電流が、定格動的電流 I_{dyn} (3.9 参照) 以上である。
- 試験を電流 I で時間 t の間行い、そのときの I^2t の値が $(I_{th})^2$ 以上であり、かつ、 t が 0.5 秒～5 秒である。

変流器に対しては、層間過電圧試験を IEC 61869-2 によって (ただし、一次電流の実効値を一次電流の定格値の 1.2 倍として) 行う。

—— 指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-7:2006) 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、指定する負荷に接続した状態で試験によって決定する。機器の一部をなす保護装

置又は必要な仕様を指定した保護装置は、回路に組み込んで試験を行う。

指針活用上の留意点

「必要な仕様を指定した保護装置」とは、IEC 60079-7 の趣旨では、製造者が仕様を指定して、そして、例えば使用者が後付けする保護装置をいうものと考えられる。ただし、わが国の検定上、保護装置を特定して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装置は適用されず、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、指定した負荷が、この編に適合させようとする機器の一部でない場合、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。機器と一体となった保護装置又は必要な仕様が指定された保護装置は、回路に組み込んで試験を行う。

6.6 二次バッテリー

6.6.1 試験の適用

次の型式試験は、5.7 の追加の要求事項を適用するバッテリーに適用する。

6.6.2 絶縁抵抗

6.6.2.1

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及び（設けられている場合）バッテリー収納容器との間の全ての接続を取り外す。
- c) セルには、許容最高液位にまで電解液を満たす。

6.6.2.2

測定値が 1 M Ω 以上であれば、絶縁抵抗は適合とみなす。

6.6.3 衝撃試験

指針活用上の留意点

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。

6.6.3.1 一般事項

通常の使用状態において機械的衝撃を受けるバッテリーには、この試験を行う。他のバッテリーにはこの試験は必要ないが、第1編（総則）の表示の要求事項に従って、記号 X を表示するとともに、安全な使用のための特定の使用条件の中にこの制約を含める。

試験は、セル及びそれらの接続部のサンプルだけについて行う。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 試験の条件

試験は、新品で満充電した 2×2 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とする。

サンプルは、その通常の使用姿勢で、通常の見かけ方法で、直接に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 の要求事項を満す。

衝撃試験機は、IEC 60068-2-27 の図 2 に示す正弦半波パルスを出力しなければならない。速度変化の許容値、横運動及び測定装置は、それぞれ IEC 60068-2-27 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 の表 1 に規定するように、 $5 g_n$ 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。「 $5 g_n$ 」について、参照している JIS 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 試験の手順

サンプルに対する試験の手順は、次による。

- a) サンプルの容量を決定する。
- b) 試験の間、5 時間定格の一定の放電電流を流す。
- c) 次によって、独立した 15 回の衝撃をサンプルに加える。
 - 3 回の連続した衝撃を鉛直方向上向きに加える。
 - 水平面上の直交軸に沿ってそれぞれの向きに、3 回ずつの連続した衝撃を加える。この直交軸は、(バッテリーの) 弱いと考えられる部分が試験されるように選定する。
- d) 再充電後、再び容量を決定する。

6.6.3.4 判定基準

次の三つの条件を全て満たさなければならない。

- a) 試験の間に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 バッテリー収納容器の換気試験

6.6.4.1

この試験の目的は、バッテリー収納容器内の最大水素濃度の決定、及びその換気用開口の寸法が適正であることの確認である。そのために、バッテリー収納容器内に水素を放出する。

6.6.4.2

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。

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

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場合、水素中の不純物（の量）を補正するために、流量を必要なだけ増すのがよい。

6.6.4.3

次のいずれかの方法を用いる。試験は、大気圧下において無風状態で行う。

a) 方法1

バッテリー収納容器の通常状態でセルが収められる部分に、密閉容器を取り付ける。容器の蓋には、セルに設けるのと同じ形状、数、構造、及び配置で設けた、補水プラグ及び液口栓のプラグを備える。その容器の（取付け）位置は、正規の、セル間に既存の自然換気が変わらないような位置とする。

水素を補水プラグ及び液口栓のプラグを経て、セルの構造の種類及び容量に応じた一定流量で容器の上部の空間へ供給する。必要な水素の体積は、6.6.4.2に示す式を用いて決定する。水素は、全ての補水プラグ及び液口栓の間で均等に分布させる。

b) 方法2

バッテリー収納容器に、使用を意図した数、種類及び容量のセルからなるバッテリーを備える。

セルは新品で、十分に充電し、直列に接続する。

バッテリー内のセルの数、寸法、構造の種類、及び容量に応じた水素を一定流量で生成させるため、過充電電流を、バッテリーを通して流す。

放出する水素の体積は、6.6.4.2に示す式を用いて決定する。

過充電電流は、次式から決定する。

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

ここで、過充電電流の単位はA、及び、水素の流量の単位はm³/hである。

試験開始時点では、周囲温度、バッテリー収納容器及びセル（又はセルを模擬した容器）の温度には、それぞれ相互に 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 でなければならない。

6.6.4.4

試験は、四つの連続した測定値で得られた水素濃度の増加が、四つの測定値の平均値の5 %以内に収まるまで継続して行う。測定の過程で水素濃度が減少するときは、測定した最大値を採用する。

連続した測定間の間隔（サンプリング周期）は、30 分以上とする。間隔を置かずに連続測定した場合、高濃度が測定されたとしても、その測定期間が 30 分未満であれば、その数値は無視してもよい。

水素濃度の測定は、バッテリー収納容器内の最高濃度の位置を特定し、最高濃度を測定するために、カバーの下方のいくつか異なる位置において行う。

（水素濃度の）測定は、セル（又は密閉容器）の上面の中央付近及びバッテリー収納箱カバーの上面の中央付近で、補水プラグ及び液口栓のプラグから離して行う。

6.6.4.5

試験は、2 回以上行う。

6.6.4.6

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、試験に適合とする。

6.7 汎用の接続箱及び分岐箱

汎用の接続箱又は分岐箱には、最も厳しい状態の端子を相当数取り付け、各端子には、その端子に指定する寸法のうち、最大寸法の導体を接続する。各端子に接続し、容器内に収める導体の長さは、容器の最大内寸法（三次元の対角線）に等しくする。試験電流が各端子を流れ、かつ、直列接続となるように配線する。導体を束ねることによる熱的影響及び他の代表的な設置状態での影響を表すために、箱の外側の長さが 0.5 m 以上の六つのグループに分ける。

使用する端子の定格電流に等しい電流を、直列接続の回路に流す。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、別の種類の端子への置き換えを容易にするためには、局所的な周囲温度（すなわち、端子容器内で端子のすぐ近傍の温度）からの温度上昇を「最も厳しい状態」の端子について求める。

特定の温度等級に関して最大消費電力の限界値を求めるときは、端子の数を変えて、許容温度に達するまで試験を繰り返すことが必要になる。最大消費電力の定格（5.8 a）及び附属書 E）を、20 °C における回路抵抗及び試験時の定格電流を用いて計算する。

注記 1 「最も厳しい状態」の端子とは、最も高い温度上昇を示すことが判明した端子である。導体の寸法、導体の引き込み位置、端子の位置若しくは幾何学的形状及び端子の寸法が、結果に影響することが分かっている。

注記 2 最大消費電力の定格は、20 °C での抵抗値を用いて計算し、端子、配線及び電流の（三者の）許容できる組合せを求めやすくする。（附属書 E 参照）

6.8 抵抗加熱デバイス及び抵抗加熱ユニット

6.8.1

次に示す（6.8.2～6.8.7）型式試験は、5.9 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

ユニットに適用する。

6.8.2

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。

6.8.3

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°C～25°C の水道水に 30 分間浸漬することによって行い、その状態で次の a) の試験を、次いで b) の試験を行う。

- a) U_n を機器の定格電圧として、実効値が $500\text{ V} + 2U_n$ の電圧を 1 分間印加する。このとき、5.9.7 に定める導電性カバー全体を水に漬ける。電圧は、加熱用導体と導電性カバー（導電性カバーがない場合、水）との間に印加する。

電氣的に相互に絶縁した二つ以上の導体がある場合、2 本ずつ対にしてそれぞれの導体間に電圧を加え、次に各導体と導電性カバー（又は水）との間に電圧を印加する。導体間の接続（相互に絶縁している導体間の接続を含む）は、必要ならば（例えば、平行加熱ケーブルの場合）切り離す。

- b) 公称電圧 500 V の直流電源を用いて絶縁抵抗を測定する。電圧は加熱用導体と金属製カバー（金属製カバーがない場合、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 MΩ 以上でなければならない。

ただし、ケーブル又はテープからなる抵抗加熱デバイスであって、設置時の長さが 75 m を超えることが見込まれるものは、抵抗率が $1.5\text{ M}\Omega\cdot\text{km}$ 以上でなければならない（例えば、3 m のサンプルで 500 MΩ）。

6.8.4

抵抗加熱デバイスの絶縁材料の熱安定性は、サンプル又はプロトタイプに対して、最高使用温度より 20 K 高い温度（ただし、最低 80°C）で 4 週間以上、次いで、-25°C～-30°C で 24 時間以上、空气中に置くことによって検証する。サンプル又はプロトタイプの適否は、6.8.3 の a) 及び b) の電氣的絶縁の検証の試験によって確認する。

6.8.5

衝撃への耐性の試験は、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）に示すものと同様の装置を用いて行う。半球状の焼き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、第 1 編に定める容器に対する要求事項を満たす容器によって抵抗加熱デバイス又はユニットを防護している場合、この限りではない。

6.8.6

冷状態の始動電流に対する試験は、製造者が宣言した冷状態の温度 $\pm 2\text{ K}$ 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。

サンプルを冷環境から移動することなく、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。

6.8.7

特定の形状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。

6.9 端子の絶縁材料の試験

端子のサンプルを使用時の状態で取り付けて、それに対して第1編（総則）の熱安定性試験を行う。試験終了時には、端子を（20±5）℃で48時間以上保持する。その後、最大定格寸法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組み込む。導体の寸法に応じて、表10に示す引張り力を各導体に順に徐々に加え、その値で1分間保持する。導体が締付けユニットから脱落し、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 端子が取付けルールから外れることは不適合とはみなさない。端子を支持し、試験が行えるようにするには、端子又は固定用デバイスの追加が必要になることがある。

表10 引張り試験の引張り力の値

導体寸法 ISO mm ²	導体寸法 AWG	引張り力 N	導体寸法 ISO mm ²	導体寸法 AWG	引張り力 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によっている。
注2 附属書Fに、AWGとメートルサイズmm²との比較を示す。

7 ルーチンの試験及び検証

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、試験電圧の1.2倍で試験を行う。ただし、この場合、電圧印加時間は、100 ms以上とする。

注記 静電容量が広く分布しているサンプルにおいては、実際の試験電圧に達するまでに長い時間を要するので、実際の試験時間は100 msを相当超えることがある。

沿面距離及び絶縁空間距離を、製造プロセスの加工によって厳密に管理する場合、ルーチン試験は、ISO 2859-1に従って、合格品質限界（AQL）が0.04となるように統計的に行ってもよい。

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 には反するが、バッテリーの耐電圧試験は、6.6.2 によって行う。

抵抗が 1 MΩ 以上であれば、バッテリーの絶縁抵抗は満足すると考える。

7.3 層間過電圧試験

層間過電圧試験は、IEC 61869-2 に規定する方法によって、一次電流の実効値を一次電流の定格値として、変流器に対して行う。

指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-7:2006) 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

安全増防爆構造の Ex コンポーネントを用いるときは、多くの場合、温度上昇、及び沿面距離／絶縁空間距離に影響するので、Ex コンポーネントの認証書には必要な技術的情報を含めることによって、機器に使用する Ex コンポーネントに対する適正な評価が行われるようにする。

8.2 端子

端子に対する Ex コンポーネント認証書に記載する、使用上の条件に関する制限事項には、次のうちの該当するものを含める。

- － 認められた端子ジャンパーアクセサリを用いることが、電流定格にどのように影響するかの詳細
- － 認められた端子アクセサリを用いることが、沿面距離及び絶縁空間距離にどのように影響するかの詳細
- － 端子の取り付け方法の違いが、沿面距離及び絶縁空間距離にどのように影響するかの詳細
- － 必要な耐トルク性を与えるために必要な特定の取り付け方法の詳細
- － 導体の数に関する詳細 (導体数が二つ (2 本) 以上の場合)
- － 絶縁の許容温度
- － 指定する導体寸法において定格電流を流したときの温度上昇
- － 定格の導体断面のときの端子間の抵抗

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) の要求事項を補足するものである。6.2.3 による電動機の試験が行われている場合、グループ II の表示記号の後に、記号 A、B 又は C を添える。

電気機器には、次の事項を追加で表示する。

a) 定格電圧及び定格電流（又は定格電力）

注記 力率が1以外の機器にあつては、定格電流及び定格電力をともに表示する。

b) 回転機及び（必要な場合）交流電磁石にあつては、拘束電流比 I_M/I_N 及び許容拘束時間 t_E

c) 計器（電流が流れる部分をもつもの）及び変流器にあつては、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、電気定格のほか、必要ならば寸法

e) 汎用の接続箱及び分岐箱にあつては、次のいずれかによって表した定格

－ 最大消費電力の定格

－ 各端子の寸法、導体の最大数・寸法・最大電流からなる各値をセットにしたもの

f) 使用上の制限。例えば、「清浄な環境だけで使用せよ」

g) 特定の保護装置を必要とする場合、その特性値。例えば、温度制御のため、又は苛酷な始動条件のために必要とする保護装置、及び、インバータなどの特別な電源条件

h) 5.7によるバッテリーにあつては、次の表示

－ セルの構造の種類

－ 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

5.7.1.1の注記にある安全対策が講じられていない場合、バッテリー収納容器には表12のf)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

注記1 表示のスペースが限定される場合、この情報は、取扱説明書に記載してもよい。

注記2 安全増防爆構造としての定格は工業上の定格とは異なる場合があるので、そうした定格は可能な限り分離して記載することが望ましい。

j) 5.9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 取扱説明書

9.2.1 バッテリーを電源とする機器

バッテリー充電ステーションのための取扱説明書（保守のための説明書）は、各バッテリーに添付する。これには、充電、使用及び保守に必要な全ての取扱いのための指示を含める。

取扱説明書には、少なくとも次の情報を含める。

－ 製造者又は提供者の名称又は登録商標

－ 製造者がつけた形式（型式）による識別

－ セルの数及びバッテリーの公称電圧

－ 定格容量及びそれに対応する放電持続時間

－ 充電時の注意事項

- その他、安全な運転に関する条件。例えば、充電中のカバーの開放に対する制約、充電終了後のガス放出への対策としてカバーを閉じるまでの最小時間、電解液液位のチェック、液を補充するときの電解液及び水の仕様、取付け位置など。

バッテリーを、指定する機器内で充電するように設計した特定の充電器の中で充電しない場合、バッテリー収納容器には、表 12 の g) によって表示を行う。

9.2.2 端子

取扱説明書には、少なくとも次の情報を含める。

- トルクの指定値（製造者が締付けトルクの値を指定する場合）
- 適切な表示を提供している場合を除き、再接続又は調整（の方法）が明白でない場合、導体の様々なサイズに適応する必要がある、再接続又は調整（の方法）を取扱説明書に明示する。
- 配線方法が明白でない場合、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
- 導線の絶縁を剥がすときの要求事項

9.2.3 照明器具

使用説明書には、少なくとも次の情報を含める。

- 2 ピンの照明器具にあつては、ランプの取り付け及び交換において黄銅製ピンを備えた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。

- ねじ込み口金のランプを使用している照明器具にあつては、IEC 60664-1 の材料グループ I に対する要求事項に適合する絶縁材料を用いた口金を用いており、表 11 の最小沿面距離及び絶縁空間距離を備えているランプだけをランプの設置及び交換において使用すること。

表 11 ねじ込み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
$U \leq 63$	2
$63 < U \leq 250$	3

注1 表の電圧はIEC 60664-1に由来しており、IEC 60664-1の表3bに示す電源電圧の標準数値化に基づいている。必要な沿面距離・絶縁空間距離の値を決定するには、一般的に使用する定格電圧の変動範囲を許容するために、表中の電圧の値を1.1倍まで増してもよい。

注2 沿面距離及び絶縁空間距離の値は、最大入力電圧に許容差±10 %を見込んだ値である。

注3 10 V以下については、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であっても許容する。

9.2.4 電動機

取扱説明書（保守のための説明書）は、各電動機に添付する。取扱説明書には、少なくとも次の情報を含める。

- 定期的な保守及び軸受の潤滑性（保持のための手順）の詳細

- － 該当する場合，絶縁回転子バーの絶縁に対するルーチン試験の詳細

9.3 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 12 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て，一つの等価な警告（文）にしてもよい。

表 12 警告表示の文言

項目	参照条項	警告表示の文言
a)	4.9.3 a)	警告 — 非本安回路に通電しているときは開けるな
b)	4.9.3 b)	警告 — 通電中は開けるな
c)	4.9.3 b)	警告 — IP30の内カバーによって非本安回路を保護している
d)	5.7.1.2	警告 — 危険場所では分離するな
e)	5.7.7	警告 — 危険場所内を通過して移動するな
f)	9.1	警告 — 危険場所で充電するな
g)	9.2.1	警告 — バッテリ充電のときは説明書を見よ

附属書 A

(規定)

かご形電動機 — 試験方法及び計算方法

A.1

固定子及び回転子の定格運転中に到達する温度上昇，及び電動機を拘束したときの温度上昇を求める。可能な限り，類似の電動機との比較測定及び機種別の調査を行い，計算の精度をチェックする。

A.2

定格使用時における固定子及び回転子の巻線の温度上昇は，IEC 60034-1 に従って求める。

A.3

電動機を拘束した時の温度上昇は，次によって実験で求める。

A.3.1

最初は周囲温度において拘束した電動機に，定格電圧及び定格周波数を印加する。

A.3.2

通電開始から 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.3.3

回転子かご（バー及び短絡環）の温度上昇を，温度の上昇速度に比べて小さい時定数をもつ計器及び熱電対を用いて，又は温度検出器若しくは他の方法を用いて測定する。これらの測定において得られた温度のうちの最高温度が，検討対象となる温度である。

指針活用上の留意点

上記、「温度の上昇速度に比べて小さい時定数をもつ計器及び熱電対」とあるのは，計器類の応答性が良いものを使用するほか，熱電対は，素線径の大きさを考慮して（細いものを使用するなど）応答性，温度変化の追従性をよくすることを指している。

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。實際上，一般の設計の電動機では，熱電対を電気角で 90 度離れた 2 本の回転子バーに取り付けて測定した場合，高い方の温度測定値を 10 % 増した値を他のバーのうちの最高温度としてもよい。

A.3.4

抵抗法によって求めた固定子の平均の温度上昇を，巻線の温度上昇とする。

A.3.5

電動機の拘束試験を定格電圧未満の電圧で行う場合，測定値を電圧比に比例して増加させる。拘束電流

については、電圧比をそのまま乗じ (A.3.2 参照)、温度上昇については、電圧比の 2 乗を乗じる。飽和の影響は、該当するときは、考慮する。

A.4

電動機を拘束した時の温度上昇は、(計算による場合) 次によって計算する。

A.4.1

短絡した回転子の温度の計算においては、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。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.4.2

電動機を拘束した時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。

$$\frac{\Delta\theta}{t} = a \times j^2 \times b$$

ただし、

j は、 A/mm^2 で表した拘束電流密度、

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逃散を考慮した低減係数)、
である。

A.5

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 と電動機の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 を決める。

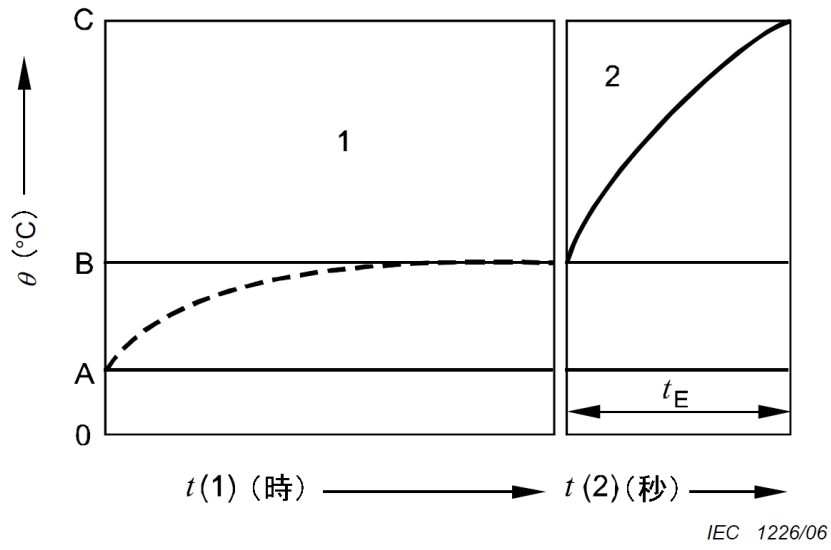
回転子及び固定子に対する時間をそれぞれ別々に計算する。そのうちの短い方を、該当する温度等級についてのその電動機の許容拘束時間 t_E とする。

A.6

厳しい始動条件用に設計した電動機又は特別な保護装置 (例えば、巻線の温度を監視する装置) を備えた電動機は、そうした保護装置を組み合わせた状態で試験する。

A.7

インバータ及び関連の保護装置とのユニットを構成する電動機は、電動機とインバータとの組合せから指定する運転条件の全範囲にわたって、該当する許容温度を超えないことを試験によって確認する。



凡例：

- | | | | |
|-----|--------------|----------|---------------|
| A | 許容する最高の周囲温度 | θ | 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（4.7参照） | 2 | 回転子拘束試験時の温度上昇 |
| t | 時間 | | |

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)

特定の形状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 機械的なストレスを受ける抵抗加熱デバイス (の試験)

可とう (撓) 性の抵抗加熱デバイスであって、第 1 編 (総則) に定める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していないものは、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。

指針活用上の留意点

IEC 62086-1 は、IEC 60079-30-1 に統合された。

B.2 (水に) 浸漬することを意図した抵抗加熱デバイス又は抵抗加熱ユニット (の試験)

...(水に) 浸漬することを意図したサンプル (又はサンプルの部品 (部分)) は、水深 $50 \text{ mm } {}_0^{+5} \text{ mm}$ の水道水に 14 日間浸漬する。その後、6.8.3 の a) 及び b) に定める電氣的絶縁の検証の試験によって、適否を確認する。

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 吸湿性の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、 $(80 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ の温度下に 4 週間放置する。湿りを拭き取った後、6.8.3 の a) 及び b) に定める電氣的絶縁の検証の試験によって、サンプルの適否を確認する。ただし、水への浸漬は行わない。

第 1 編 (総則) による文書には、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プロセス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 (トレースヒータは除く) の許容温度の検証

B.4.1

試験は、B.4.2、B.4.3 又は B.4.4 に従って行う。

B.4.2 5.9.12 に適合する安全デバイスによって保護した抵抗加熱ユニット

試験は、抵抗値を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において行う。

注記 5.9.12 の安全デバイスで保護するが (設置時には安全デバイスが付くが) 試験は安全デバイスなし

で行った加熱ユニットは、試験において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、単に 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、安全デバイス又は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又は保護デバイスを用いて試験及び評価を行うことになる。

B.4.2.1 温度を検知する安全デバイス

安全デバイスが許容する(動作する)最高温度は、他の全ての制御用デバイスを動作させないで決定する。安定した温度を確実に得るために、(安全デバイスの)熱時定数を考慮に入れる。

B.4.2.2 温度及び一つ以上の他のパラメータを検知する安全デバイス

最高温度は、(温度以外の)パラメータを検知する装置が許容する最悪条件を考慮した上で、B.4.2.1の方法によって決定する。

B.4.2.3 温度以外の(一つの)パラメータを検知する安全デバイス

最高温度は、(温度以外の)パラメータを検知する装置が許容する最悪条件を考慮した上で、決定する。

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、試験機関が認識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、流体が流れない場合及び配管又は導管が空の場合を含める。試験は、B.4.2で決定した出力において行う。

運転条件を模擬して、試験してもよい。

B.4.4 温度を自己制限する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のサンプルを隙間なくコイル状に巻き、発生する温度に耐える断熱材料製で、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、有効に断熱する。サンプルの最高表面温度を測定できるように、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_n⁺⁵%の電圧で通電して熱平衡に到達させる。

最高温度を決定する。

温度自己制限特性をもつ他の(ケーブル又はテープ以外の)抵抗加熱デバイスも、有効に断熱した容器内で、同様な方法で試験する。

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、保護装置の選定のための指針として、使用者のために追加の情報を示す。

C.2

使用時に、4.7.4 の要求事項を満たすためには、反限時時延過負荷保護装置（例えば、サーマルリレー又は引外し付きの直入始動器）が適する。ただし、その場合、C.3 の要求事項を満たすことが必要である。

C.3

反限時時延過負荷保護装置は、電動機の電流を監視するだけでなく、拘束した電動機の電源を許容拘束時間 t_E 内に遮断できなければならない。

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、周囲温度が 20 °C に対するもので、拘束電流比が、少なくとも 3～8 の範囲にわたって、冷状態からの遅延時間の値を示すものでなければならない。保護装置のトリップ時間は、遅延時間±20%の値に等しくなければならない。

C.4

一般に、始動中の発熱が顕著でなく、過酷ではなく及び頻繁ではない始動を行う連続運転の電動機の場合、反限時時延過負荷保護装置を備えていればよい。苛酷な始動条件の電動機又は頻繁に始動する電動機の場合、許容温度を超えないことを確実にする適切な保護装置を併用する場合に限り、許容する。

C.3 に従って適切に選定した反限時時延過負荷保護装置が、電動機が定格速度に達する前にその電源を遮断する場合、苛酷な始動条件が存在する（苛酷な始動条件である）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。

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 系及び TN 系

残留電流によって動作する場合、保護装置（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。

定格残留動作電流が 30 mA の保護装置を優先して使用するのがよい。この保護装置の最大切断時間は、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、この系は、全ての接地していない相を 30 mA 以上のトリップレベルで遮断する。

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

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 Ω/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)

汎用の接続箱及び分岐箱における端子と導体との組合せ

注記 この附属書は、汎用の接続箱及び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である。

E.1 一般事項

多くの種類の電気機器では、熱の発生源はその機器の中で十分に明確にされた部分である。しかし、端子の列だけを内蔵した汎用の接続箱及び分岐箱にあつては、主要な熱の発生源は端子自身よりも、それらの端子に接続したケーブルである場合が圧倒的に多いと考えられ、したがって、実際にどのように設置するかが重要な要素である。温度等級の区分のために、そうした汎用の接続箱及び分岐箱に定格を割り当てる…(ことが必要な)…全てのシステムにおいて、この事実を認識することが必要である。

そうした箱の容器中での最高温度上昇は、二つの要素によって決まる。それは、容器内における端子及び配線の全体の集まり …(密集度)… であり、それによって容器内の局所的な温度が増し、個々の端子及び配線の温度上昇が、それぞれの局所的な温度に上乗せされることになる。

6.7 でいう最も厳しい状態の端子は、定格が最大の導体（すなわち、局所的に温度が上乗せされる、温度上昇が最高になる導体）を接続する端子となる。最も厳しい状態の端子の温度上昇よりも、温度上昇が低い端子であれば、使用することができる。

E.2 最大消費電力による方法

定格最大消費電力は、最も厳しい状態の端子を用いて、6.7 によって決定する。ある温度等級について見れば、容器には任意の数の許容する端子（最も厳しい状態の端子が含まれていてもいなくとも）を容器の物理的束縛が許す範囲の最大数までであれば、取り付けることができる。ただし、定格最大消費電力を超えないことが条件である。

各端子については、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導体（複数の場合もある）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 …(三次元的に見た対角線)… の 0.5 倍であると仮定する。すなわち、導体のケーブルグランドから端子までの長さは、6.7 で用いる端子から端子への導体の長さの 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、定格最大消費電力を超えてはならない。

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明記する。

E.3 …(端子の)…配列を限定する方法

定格最大消費電力を指定する代替法として、それぞれの寸法の端子について、許容する端子の数、導体の寸法及び最大電流からなる一組の値を規定する方法がある。二通り以上の組合せが可能ならば、表の形でデータを示してもよい。

断面積及び許容する連続電流と最大配線数との関係について、端子及び導体の配置表の例は、図 E.1 を

参照する。

電流 A	断面積 mm ²													
	1.5	2.5	4	6	10									
3														
6			a											
10	40													
16	13	26												
20	5	15	30											
25		7	17	33										
35			3	12										
50		b												
63														
80														
端末の 最大数	20	13	15	16										

注1 全ての入線する配線及び内部の結合は配線としてカウントするが、接地接続はカウントしない。

注2 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。表の値は、それぞれの割合で使用する場合、異なる断面積及び電流の回路をもつ端子の寸法を混在してもよい。

a 任意の数_(値)_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 ²)	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)	=	11.7 %
		合計<100 %	=	<u>95.0 %</u>

IEC 1227/06

図 E.1 端子／導体の配列表の例

指針活用上の留意点

上表の点線下線部の数値において対応国際規格 (IEC 60079:2006) における原文は誤記と思われる。このため、3を5に、16を15に、及び18を17に修正して表記した。

附属書 F

(参考)

銅導線の寸法

表 F.1 銅導線の標準的な断面積

ISO メートルサイズ mm ²	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 ²
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 mm²)。

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

(参考)

固定子巻線の放電の可能性に関するリスクアセスメント 一点火危険度

表 G.1 固定子巻線の放電の可能性に関するリスクアセスメント一点火危険度

特性	特性値	評価点 (危険度)
定格電圧	6.6 kV < 定格電圧 ≤ 11 kV	4
	3.3 kV < 定格電圧 ≤ 6.6 kV	2
	1 kV < 定格電圧 ≤ 3.3 kV	0
平均始動頻度	1時間に1回を超える	3
	1日に1回を超える	2
	1週間に1回を超える	1
	1週間に1回以下	0
詳細な点検の間隔 (IEC 60079-17, 表1, タイプD 参照)	10年を超える	3
	5年を超え10年以下	2
	2年を超え5年以下	1
	2年以下	0
保護等級IP (IP code)	< IP44 ^a	3
	IP44及びIP54	2
	IP55	1
	> IP55	0
環境条件	非常に汚れて湿気のある場所 ^b	4
	沿岸の屋外	3
	その他の屋外	2
	清浄な屋外	1
	清浄な乾燥した屋内	0
^a 清浄な環境において、訓練を受けた要員によって定期的に運転を行う場合だけとする (5.2.1参照)。 ^b 「非常に汚れて湿気のある場所」とは、消火散水システム (deluge system) にさら (曝) される場所、又は沖合に設置するオープンデッキの場所を含む。		

点火のリスクを決める評価点は、各特性に対する評価点を合算したものである。

点火のリスクに対し、(上表の) 評価点が6を超えるときには、使用者は、取扱説明書 (5.2.7 参照) に記載された追加の対策の採用を考慮する。

附属書 H

(規定)

T8, T10 及び T12 ランプの試験の手順

H.1 非対称パルス試験

H.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を防ぐための適切な保護をもたなければならない。次の試験を行ったとき、最大陰極電力は 10.0 W 以下でなければならない。

H.1.2 試験手順

図 H.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。

注記 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 10.0 W を超える場合、安定器は不適合であり試験を打ち切る。

- 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 10.0 W を超える場合、安定器は不適合であり、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。

H.2 非対称電力試験

H.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を防ぐための適切な保護をもたなければならない。次の試験において、ランプを代表的な最高使用時到達温度で用いたとき、最大陰極電力は、10.0 W 以下でなければならない。

H.2.2 試験の手順

図 H.2 の系統図及び図 H.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 のインダクタンスは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する。）。

- a) スイッチ S1 を位置 A にセットする。
- b) 抵抗器 R1 の抵抗を短絡にセットする（ゼロ Ω 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、R1 での消費電力が 20 W の試験電力値になるまで、急速に（15 秒以内に）増加させる。（必要ならば、最初の 15 秒間に R1 を更に調節する。）
 - － 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 10 W 以下であることを実証する。
 - － R1 での消費電力が約 5 W に等しくなるまで、R1 の抵抗を急速に（15 秒以内に）増加させる。
 - － 安定器が 2 分以内に断にならない場合、試験を（一旦）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 10 W の消費電力に近づける（3～4 段階で十分である）。
- e) 10 W 以下の電力で、2 分以内に安定器が断にならない場合、安定器は不適合であり、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 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 に到達した後、15 秒待つ。手順 d) において 20 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 10 W 以下に減少しない場合、安定器は不適合であり、試験を打ち切る。

抵抗器 R1 での電力が 10.0 W を超える場合、安定器は不適合であり、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ない。
- i) マルチランプ安定器の場合、各々のランプの位置について a) ～g) の手順を繰り返す。マルチランプ安定器は、各々のランプの位置についての試験に合格しなければならない。
- j) 複数のランプの種類に対して動作する安定器の場合、指定する各々のランプの種類を試験する。それぞれのランプの種類について、a) ～h) の手順を繰り返す。

これらの構成のいずれかにおいて、抵抗器 R1 での電力が 10.0 W を超える場合、安定器は不適合であり、試験を打ち切る。

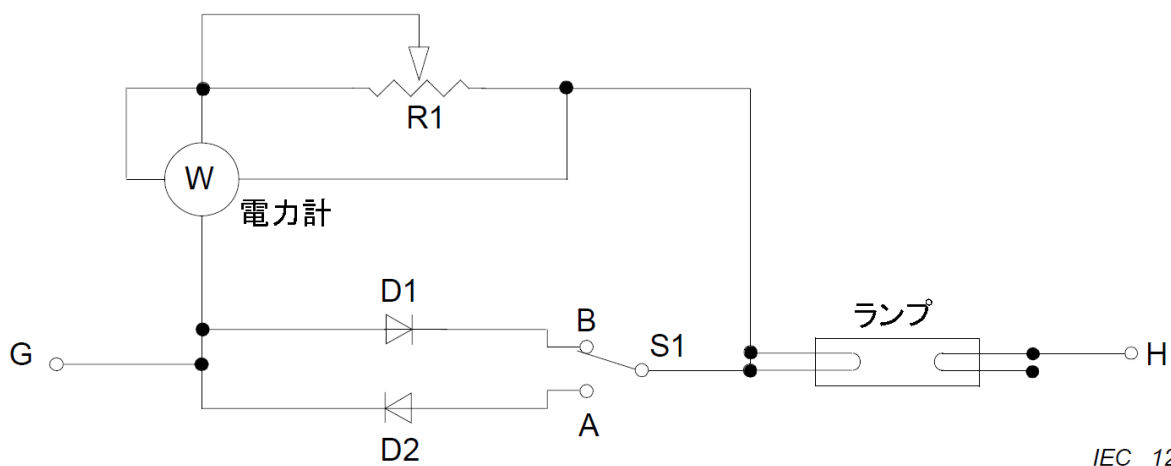
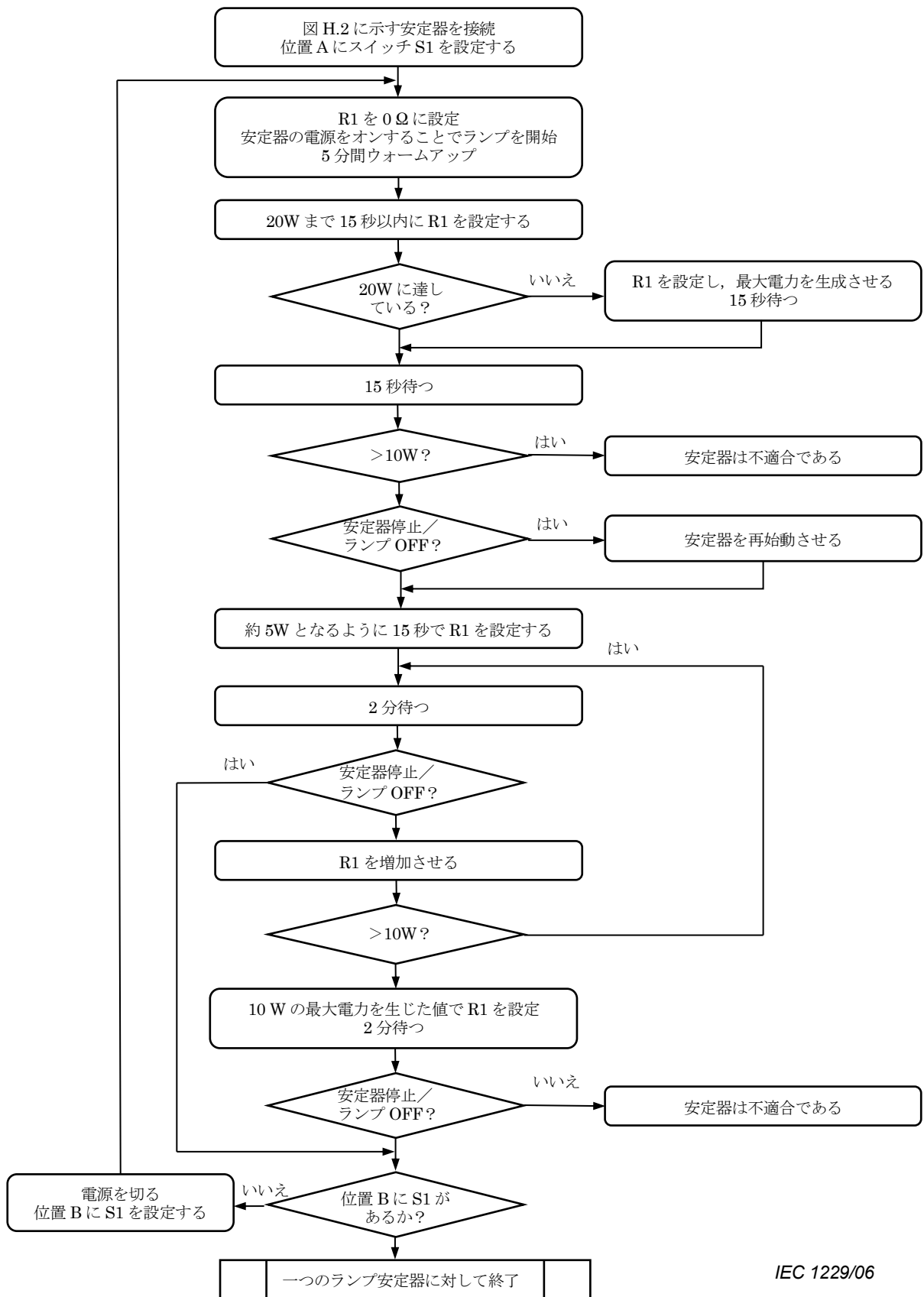


図 H.2 非対称電力検出用回路

指針活用上の留意点

参考：JIS C 8147-2-3 の 17.2 を参照



IEC 1229/06

図 H.3 非対称電力試験のフローチャート

附属書 I

(参考)

防爆機器に対する EPL (機器保護レベル) の概念を包括する代替的 リスクアセスメントの導入

指針活用上の留意点

この附属書の本文は、第 2 編 (JNIOOSH-TR-46-2:2015) の附属書 G と同じであるので省略する。

文献

IEC 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide*

IEC 60079-4, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 4: Method of test for ignition temperature*

IEC 60079-14, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-17:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-18, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 18: Construction, test and marking of type of protection encapsulation "m" electrical apparatus*

IEC 60086-1, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60091, *Lead-acid starter batteries – Part 1: General requirements and methods of test*

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/TR 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*

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 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*

EN 954-1, *Safety of machinery – Safety related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

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 ¹

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

¹ 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 : 2015 (改訂版)

発行日 平成30年10月16日
著者 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
発行者 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
〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6
電話 042-491-4512

(不許複製)

JNIO SH-TR-46-5:2015

Recommended Practices for
Explosion-Protected Electrical Installations
in General Industries

Part 5: Equipment protection by increased
safety “e”
(Revised version)