

## SEMI S22-0715b

### SAFETY GUIDELINE FOR THE ELECTRICAL DESIGN OF SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT

## 半導体製造装置の電気設計のための安全に関するガイドライン

**Notice:** This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

**免責事項:** この SEMI スタンドアードは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

SEMI スタンドアード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております(「すべきである」「しなければならない」について等)。

本安全ガイドラインは、Environmental Health & Safety Global Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2015 年 12 月 4 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて承認された。2016 年 1 月に [www.semiviews.org](http://www.semiviews.org) および [www.semi.org](http://www.semi.org) で入手可能となる。初版は 2003 年 11 月発行、前版は 2015 年 10 月に発行された。

**注意:** 「注」の表題のついた段落は、本文書の公式な一部ではなく、また本ガイドラインの内容の変更や書き換えを意図したものではない。

**注意:** 本安全ガイドラインの「すべきである」という規定に準拠することが、本文書への準拠に必要である。「してもよい」、「勧められる」、「好ましい」、「推奨される」、「注」、「関連情報」への準拠は本文書への準拠には必要ではない。

**注意:** 本文書は、投票を経て Environmental Health & Safety Global Technical Committee で承認されたが、後日有効となる変更内容を含んでいる。変更箇所と有効日は、時限付き改訂第 1 章および第 2 章に記されている。時限付き改訂項目は、その有効日以前においては、本文書の正式部分ではない。SEMI S22-0715 の主要部分は、正式な版である。暫定変更条項は、それにより変更、差替えとなる部分以外の正式部分と矛盾しない限り、その旨を表記し、有効日以前にその一部、あるいは全部を適用してもよい。現在有効ではないが、改訂により後日変更となる内容は、その状況を示す注記が付けられている。

### 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1 目的 .....               | 2  |
| 2 範囲 .....               | 2  |
| 3 制限 .....               | 3  |
| 4 参照スタンダードおよび文書 .....    | 3  |
| 5 用語 .....               | 5  |
| 6 適合の代替方法 .....          | 9  |
| 7 設計の考え方 .....           | 9  |
| 8 一般的考慮事項 .....          | 10 |
| 9 設備の電気配線 .....          | 11 |
| 10 感電または電気熱傷に対する保護 ..... | 14 |
| 11 電気火災の危険性に対する保護 .....  | 16 |
| 12 保護接地システム .....        | 18 |
| 13 安全回路 .....            | 19 |
| 14 インタフェース制御 .....       | 23 |
| 15 電気エンクロージャ .....       | 24 |
| 16 導体とケーブル .....         | 25 |
| 17 配線の作業方法 .....         | 26 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 18 186W (1/4 馬力) 以上のモータ .....                              | 29 |
| 19 アクセサリと照明 .....                                          | 30 |
| 20 マーキング .....                                             | 30 |
| 21 技術文書 .....                                              | 31 |
| 22 テスト .....                                               | 32 |
| 付属書 1 電流容量表 .....                                          | 38 |
| 付属書 2 過電流保護デバイスの位置の例 .....                                 | 43 |
| 付属書 3 インジケータおよびボタンの色の表 .....                               | 44 |
| 付属書 4 エンクロージャ開口部 .....                                     | 46 |
| 関連情報 1 三相トランスに対する定格電流 .....                                | 47 |
| 関連情報 2 短絡電流定格 (SHORT CIRCUIT CURRENT RATING) の算出方法 .....   | 49 |
| 関連情報 3 代表的設備における異なる公称電圧および全負荷電流の推定事故電流 .....               | 57 |
| 関連情報 4 沿面距離および空間距離 .....                                   | 60 |
| 関連情報 5 導体サイズ選定 .....                                       | 63 |
| 時限付改訂第 1 章 (有効日 2018 年 7 月) プロシージャマニュアル 3.2.3 に関する改訂 ..... | 68 |
| 時限付改訂第 2 章 (有効日 2018 年 7 月) フェールセーフ装置制御システムの改訂 .....       | 70 |

## 1 目的

1.1 本安全ガイドラインは、半導体産業で使用される生産装置の設計における電氣的安全に関する考慮事項を提供する。

1.2 製品安全に関わる基本的懸案事項には、本文書に規定されている設計、製作、テストの原則を満たすか、または該当する電氣的安全に関するスタンダードの要求条件を満たすことにより対処できる。

## 2 範囲

**注意:** 時限付き改訂第 1 章に記載される通り、§ 2.2 は 2018 年 7 月の出版をもって有効となる。Environmental Health & Safety Global Technical Committee は、この部分の有効日前の実装は任意である旨を投票により決定した。

2.1 本安全に関するガイドラインは、半導体製造装置に適用される。

2.2 本文書には次の内容が記載されている。

1. 目的
2. 範囲
3. 制限
4. 参照スタンダード
5. 用語
6. 適合の代替方法
7. 設計の考え方
8. 一般的考慮事項
9. 設備の電気配線
10. 感電または電気熱傷に対する保護
11. 電気による火災に対する保護
12. 保護導体への接続
13. 安全回路
14. インタフェース制御
15. 電気エンクロージャ
16. 導体とケーブル

- 17. 配線方法
- 18. 1/4 馬力以上のモータ
- 19. アクセサリと照明
- 20. マーキング
- 21. 技術文書
- 22. テスト

2.3 本安全ガイドラインでは、電気的および非電気的な危険に対して保護する電気的安全インタロックおよび電気的な危険に対して保護する非電気的インタロックの設計上の考慮事項について記載する。

2.4 本文書は、装置が特に除外されていない限り、半導体製品を製造、測定、組み立て、テストするために使用されるすべての装置の電気設計に適用される。§ 3 の「制限」を参照すること。

注 1: 本安全ガイドラインは、関連する製品の安全スタンダードが存在しない半導体製造装置にとって最も有用である。

2.5 本安全ガイドラインは、危険な電圧や危険な電力によって給電される装置に適用される。

注 2: 本ガイドラインの公式な値は、国際単位 (SI) で表記される。下記の値は、公式な値ではなく参考値であり、SI 単位による値の正確な変換値ではないことがある。

- a) インチ、ポンド (米国または英国の慣習として知られる) 単位で表記されている値。
- b) カッコ内の数値。
- c) SI 単位で表記されている値の直後に表記されている値。

**注意:** このスタンダードおよび安全ガイドラインはその使用に関連した全ての安全問題を取り扱うことを意図していない。この文書の使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

### 3 制限

3.1 本安全ガイドラインは、公認試験所によって認証され、その認証パラメータ内で使用されている装置、サブアセンブリ、コンポーネントあるいは関連する国際または国家の製品安全スタンダードの範囲によって定義されるそのスタンダードに適合する装置、サブアセンブリ、コンポーネントには適用されない。

注 3: 管轄当局の認可の判定基準は異なることがあり、それが本文書の範囲を超えていても考慮すべきである。

3.2 本安全ガイドラインは、爆発性の雰囲気、危険な場所、危険なプロセス材料に関連する要求条件に対処するものではない。

3.3 本安全ガイドラインは、モータ/発電機セットおよび変圧器を含む、設備のエアコン、設備の火災検知や消火システム、設備の分電システム等、設備と統合されている部分を成す支援装置には適用されない。

3.4 本安全ガイドラインには、装置の性能や機能特性の設計仕様は記載されない。

### 4 参照スタンダードおよび文書

#### 4.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

SEMI E33 — Guide for Semiconductor Manufacturing Equipment Electromagnetic Compatibility (EMC)

SEMI S1 — Safety Guideline for Equipment Safety Labels

SEMI S2 — Environmental, Health, and Safety Guideline for Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S3 — Safety Guidelines for Process Liquid Heating System

SEMI S8 — Safety Guideline for Ergonomics Engineering of Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S10 — Safety Guideline for Risk Assessment and Risk Evaluation Process

SEMI S13 — Environmental, Health and Safety Guideline for Documents Provided to the Equipment User for Use with Manufacturing Equipment

SEMI S14 — Safety Guidelines for Fire Risk Assessment and Mitigation for Semiconductor Manufacturing Equipment

#### 4.2 ANSI Standard<sup>1</sup>

ANSI/ISA 84.00.01 — Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industries

#### 4.3 CENELEC Standards<sup>2</sup>

EN 60204-33 — Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines – Part 33: Requirements for Semiconductor Fabrication Equipment

EN 60529 — Degrees of Protection Provided by Enclosures

#### 4.4 DIN Standard<sup>3</sup>

DIN V VDE 0801 — Principles for Computers in Safety-Related Systems

#### 4.5 European Commission Standard<sup>4</sup>

89/336/EEC — Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive

#### 4.6 IEC Standards<sup>5</sup>

IEC 60112 — Method for the Determination of the Proof and the Comparative Tracking Indices of Solid Insulating Materials

IEC 60204-1 — Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines – Part 1: General Requirements

IEC 60204-33 — Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines – Part 33: Requirements for Semiconductor Fabrication Equipment

IEC 60417 — Graphical Symbols for Use on Equipment

IEC 60529 — Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Codes)

IEC 60707 — Flammability of Solid Non-metallic Materials when Exposed to Flame Sources – List of Test Methods

IEC 60950-1 — Information Technology Equipment – Safety – Part 1: General Requirements

IEC 61010-1 — Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 1: General Requirements

IEC 61346-1 — Industrial systems, Installations and Equipment and Industrial Products – Structuring Principles and Reference Designations – Part 1: Basic Rules

IEC 61508-1 — Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems – Part 1: General Requirements

IEC 61508-4 — Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems – Part 4: Definitions and Abbreviations

IEC 61508-4 — Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems – Part 4: Definitions and Abbreviations

#### 4.7 ISO Standard<sup>6</sup>

ISO 13849-1 — Safety of Machinery – Safety-Related Parts of Control Systems – Part 1: General Principles for Design

#### 4.8 NFPA Standards<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> American National Standards Institute, 25 West 43<sup>rd</sup> Street, New York, NY 10036, USA; Telephone: 212.642.4900, Fax: 212.398.0023, <http://www.ansi.org>

<sup>2</sup> European Committee for Standardization, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels; Telephone: 32.2.550.08.11, Fax: 32.2.550.08.19, <http://www.cen.eu>

<sup>3</sup> Deutsches Institut für Normung e.V., Available from Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstrasse 4-10, D-10787 Berlin, Germany; <http://www.din.de>

<sup>4</sup> European Commission; Avenue d'Auderghem 45, 1040 Etterbeek, B-1049 Brussels, Belgium; <http://ec.europa.eu>

<sup>5</sup> International Electrotechnical Commission, 3 rue de Varembe, Case Postale 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland; Telephone: 41.22.919.02.11, Fax: 41.22.919.03.00, <http://www.iec.ch>

<sup>6</sup> International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1, ch. de la Voie-Creuse, CP 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland; Telephone: 41.22.749.01.11, Fax: 41.22.733.34.30, <http://www.iso.org>

<sup>7</sup> National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269, USA; Telephone: 617.770.3000, Fax: 617.770.0700, <http://www.nfpa.org>

NFPA 70 — National Electrical Code

NFPA 79 — Electrical Standard for Industrial Machinery

4.9 *UL Standards*<sup>8</sup>

UL 94 — Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances

UL 508A — Standard for Industrial Control Panels

UL 943 — Standard for Ground-Fault Circuit-Interrupters

UL 2360 — Standard for Test Methods for Determining the Combustibility Characteristics of Plastics Used in Semiconductor Tool Construction

UL 60950-1 — Information Technology Equipment – Safety – Part 1: General Requirements

UL 61010-1 — Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use – Part 1: General Requirements

4.10 その他の文書

FM 4910 — Cleanroom Materials Flammability Test Protocol<sup>9</sup>

IPC 2221 — Generic Standard on Printed Board Design<sup>10</sup>

注意：別途指示のない場合、引用されたすべての文書は最新版を指す。

## 5 用語

注意：時限付き改訂第 2 章に記載される通り、§ 5 は 2018 年 7 月の出版をもって有効となる。**Environmental Health & Safety Global Technical Committee** は、この部分の有効日前の実装は任意である旨を投票により決定した。

### 5.1 定義

5.1.1 アクセス(*access*) — 接近するあるいは接触する手段。

5.1.2 アクセス可能(*accessible*) — アクセスがある、あるいは許されていること。アクセスの定義を参照すること。

5.1.3 公認試験所(*accredited testing laboratory*) — コンポーネント、デバイスあるいはシステムのテストを専門とする独立機関で、確立された安全標準規格に基づき評価を実施する能力を有するものとして政府あるいは規制機関によって認定されているもの。

5.1.4 電流容量(*ampacity*) — 絶縁、導体、ワイヤの端末処理の温度定格の設計限界値を超えることなく、使用条件において、導体が、連続的に流すことができる電流のアンペア数。

5.1.5 基礎絶縁(*basic insulation*) — 感電保護の単一の層を提供する。

5.1.6 ボンディング(*bonding (bonded)*) — 電気的な導通および流される可能性がある電流を安全に流す能力を確保する導電経路を形成するために金属部品を恒久的に接続すること。保護接地システム(*protective earthing system*)を参照すること。

5.1.7 キャプティブハードウェア(*captive hardware*) — スクリューやナットを緩めるが、それらを取り外すことなく他のハードウェア(例えば、フランジ付きフォーク形端子)を締め付けたり、取り外したりするスクリュー、ナットのこと。

5.1.8 空間距離(*clearance distance*) — 通常電流を流す 2 つの導体部品間または通常電流を流す導体部品と保護接地システムに接続された導体部品間の空気中の最短距離。

5.1.9 比較トラッキングインデックス(*comparative tracking index (CTI)*) — プリント配線基板の材料グループを決定する IEC 60112 の方法 A に従って得られる値。CTI または材料グループが未知である場合は、材料グループ IIIb を使用すべきである。

5.1.10 コンジット(*conduit*) — 電気工事において絶縁導体や絶縁ケーブル用の円形断面または非円形断面を有する密閉配線システムの部品。配線を引き回したり、交換できる。

<sup>8</sup> Underwriters Laboratory, 2600 N.W. Lake Road, Camas, WA 98607-8542, USA; Telephone: 877.854.3577, Fax: 360.817.6278, <http://www.ul.com>

<sup>9</sup> FM Global, 1151 Boston-Providence Turnpike, P.O. Box 9102, Norwood, MA 02062, USA; Telephone: 781.762.4300; Fax: 781.762.9375, <http://www.fmglobal.com>

<sup>10</sup> IPC, 3000 Lakeside Drive, 105 N, Bannockburn, IL 60015, USA; Telephone: 847-615-7100; Fax: 847-615-7105; <http://www.ipc.org>

- 5.1.11 (装置の)制御デバイス(*control device (of a machine)*) — 制御回路に接続され、装置の操作を制御するために使用されるデバイス(位置センサ、手動制御スイッチ、リレー、電磁弁等)。
- 5.1.12 サービスリセプタクル(*convenience receptacle*) — 装置に提供される電気出力。装置の通常の運転中は負荷は接続されていないが、装置の製造元が装置のメンテナンスや保守のための電力を供給するために使用される。
- 5.1.13 コード接続の装置(*cord connected equipment*) — フレキシブルな電源コードと接続プラグによって給電する装置。
- 5.1.14 沿面距離(*creepage distance*) — 通常に電流を流す 2 つの導体部品間または通常に電流を流す導体部品と保護接地システムに接続された導体部品間の絶縁物の表面に沿った最短距離。
- 5.1.15 切断手段(*disconnecting means*) — 回路の導体を電源から切断するためのデバイス、デバイスのグループ、その他の手段。
- 5.1.16 ドア(*door*) — エンクロージャのヒンジ付きのパネル。
- 5.1.17 二重絶縁(*double insulation*) — 補足絶縁と基本絶縁の両方の組み合わせから構成される絶縁。
- 5.1.18 ダクト(*duct*) — 電気導体、ケーブル、ブスバーを保持し、保護するために特別に設計された密閉されたチャンネル。コンジット、ワイヤウェイ、床下チャンネルはダクトのタイプである。
- 5.1.19 接地(*earthing*) — 保護接地システム(*protective earthing system*)を参照すること。
- 5.1.20 電気エンクロージャ(*electrical enclosure*) — 電気コンポーネントを格納する装置の安全性を強化するために使用され、電気コンポーネントを収容するパネル、コンパートメント、その他の定義された領域。
- 5.1.21 電気フィーダ(*electrical feed*) — (装置から参照される)装置に電気エネルギーを供給する設備給電導体。  
注 4: 設備内を通るエンクロージャ間の電気配線は、装置により電力サブシステムに提供される配線を除き、電気フィーダとは見なされない。
- 5.1.22 充電された(*energized*) — 電源に電氣的に接続された状態。
- 5.1.23 装置(*equipment*) — 特定の機械、器具、プロセスモジュール、またはデバイスで、ある操作を実行するために使用されるもの。「装置」という用語は製品(基板、半導体等)には適用されない。
- 5.1.24 曝された(充電部分に適用される)(*exposed (as applied to energized parts)*) — 人間が不用意に接触するまたは安全距離よりも近いところに近づくことができる状態。適切に保護、遮断、絶縁されていない部分に適用される。
- 5.1.25 フェールセーフ(*fail-safe*) — ひとつの故障の結果としてリスクが増大しない設計。  
注 5: 例えば、フェールセーフの温度リミットデバイスは、故障すると制御外温度を示す。これによりプロセスは中断されるかもしれないが、故障に際して実際の温度にかかわらず制御リミット内の温度を示すデバイスよりも望ましい。
- 5.1.26 フェールツーセーフ装置制御システム(*fail-to-safe equipment control system (FECS)*) — 制御回路の中で、プログラム可能な安全関連システムのこと。これは、ISO 13849-1 (EN 954-1) あるいは IEC/EN 61508, ANSI/ISA S84.01 のような認可されたスタンダードに従って設計され、実現される。これらのシステム[例えば、安全プログラマブルロジックコントローラ(PLC)、安全関連入力および出力(I/O)モジュール]は、内部および外部の故障を診断し、装置を安全な状態に導くため、制御された方法で検出された故障に反応する。  
注 6: FECS は、IEC 61508-4 で定義されるプログラマブル電位システム(PES)のサブシステムである。
- 5.1.27 故障(*failure*) — 意図される機能を実行する能力を失うこと。故障は出来事であり、状態である「欠陥」と区別される。
- 5.1.28 欠陥(*fault*) — 意図された機能が実行不能であると特徴付けられる物品の状態。ただし、予防的保守、その他の計画作業、または外部資源の欠如による必要な機能の実行不能は除外する。
- 5.1.29 耐欠陥性(*fault-tolerant*) — 合理的に予見可能な単一箇所の故障の結果が、不安全な状態を作り出さないように設計されていること。
- 5.1.30 地絡(*ground fault*) — 電気回路の接地されていないあるいは接地されている導体と通常は電流が流れない導体、金属製エンクロージャ、金属レースウェイ、金属製の装置の間の意図しない電氣的接触。

5.1.31 地絡回路遮断器(ground-fault-circuit-interrupter (GFCI)) — 接地への電流が 4 ～ 6 mA の範囲を超えた場合に、人間を保護するために、確立された時間内に回路やその一部を遮断するように機能するデバイス。(詳細については、UL 943, 地絡回路遮断器を参照すること。)

5.1.32 接地(grounding) — 保護接地システム(protective earthing system)を参照すること。

5.1.33 危険源(hazard) — 事故の前提条件である条件。

5.1.34 危険電圧(hazardous voltage) — RMS 電圧が 30V, ピーク電圧が 42.4V, DC では 60V を超える電圧。

5.1.35 危険電力(hazardous electrical power) — 240VA 以上の電力レベル。

5.1.36 絶縁(insulation) — 感電から保護する目的で導体の外表面として使用される不導体の層。

5.1.37 インタロック(interlock) — 機械式, 電気式あるいはその他の方式のデバイスまたはシステムで, 装置のサブシステムの動作を特定の条件の下で防止または中断することを目的としたもの。

5.1.38 遮断容量(interrupting capacity) — デバイスが定格電圧で遮断できる最大電流。

注 7: アンペア遮断容量(AIC)としても知られる。

5.1.39 絶縁電源システム(isolated power system) — 電源の導体と装置の給電接続部の間のインピーダンスが高い電源システム。高インピーダンスは、メガΩ以上の抵抗値によって特徴付けられる。絶縁電源システムは絶縁変圧器または一次側導体と二次側導体の間が電氣的に直接接続されていない電源から給電される。

注 8: 二次側の一端が接地されている絶縁変圧器は、絶縁電源システムではない。

5.1.40 主遮断手段(main disconnecting means) — 設備の電源をシステムから遮断するために使用される遮断手段。

5.1.41 保守(maintenance) — 装置を正しい動作状態に維持するために予定された活動(サービスの定義も参照すること)。装置を良好に作動する状態に保つための予定された、または予定外の作業(サービス(service)の定義も参照)。

5.1.42 材料グループ(material group) — 次のような比較トラッキングインデックス(CTI)のカテゴリ分け。

- 材料グループ I:  $600 \leq \text{CTI}$
- 材料グループ II:  $400 \leq \text{CTI} < 600$
- 材料グループ IIIa:  $175 \leq \text{CTI} < 400$
- 材料グループ IIIb:  $100 \leq \text{CTI} < 175$

5.1.43 最大公称負荷(maximum nominal load) — 製造元が規定した動作条件で回路が取り出す最大連続電力。長さ 1 秒未満の非周期的電力変動は、連続とは見なされない。

5.1.44 マルチアウトレットアセンブリ(multi-outlet assemblies) — 主な機能が電気接続部を提供することであって、電気接続がおこなわれるための複数のリセプタクルを有するアセンブリ。

5.1.45 中性導体(neutral conductor) — 接地(アース)された AC 電流導体。

注 9: 接地(アース)された電流を流さない導体や接地(アース)されていない電流導体の保護接地とは区別される。

5.1.46 通常の動作条件(normal operating conditions) — メーカーの取扱説明書に従い、装置の無許可の改造無しに、装置が動作中、メンテナンス中、保守中におこなわれ、動作中、メンテナンス中、保守中の指定された使用方法も含め、製造元により合理的に予見された装置の条件。通常の動作条件には、合理的に予見可能な誤使用に関する検討も含むべきである。

5.1.47 オペレータ(operator) — 装置の予定された機能を実行するために必要な程度に限定して、装置を操作する人。

5.1.48 オペレータアクセス(operator access) — 通常の動作条件で次のどれかが適用される領域。工具を使用しなくてもアクセスできる領域、オペレータにアクセス手段が慎重に提供される領域、アクセスするために工具が必要かどうかにかかわらずオペレータが入るように指示された領域(オペレータがそのように指示されると、この領域はオペレータがアクセス可能な領域であると判断される)。

5.1.49 過電流(overcurrent) — 装置の定格電流または導体の電流容量(電流を流せる容量)を超える電流。過負荷、短絡、地絡によって発生する。

5.1.50 過負荷(overload) — 通常負荷, 全定格負荷, 導体の定格電流容量を超える装置の動作。長時間継続すると, 損傷や危険な過熱を起こす。短絡や地絡等の故障は過負荷ではない(短絡と地絡を参照)。

5.1.51 永久接続装置(permanently connected equipment) — 工具を使用してのみ外すことができる接続によって電源に電氣的に接続された装置。

5.1.52 汚染(pollution) — 絶縁耐力が下がったり, 表面抵抗が上がる可能性がある異物, 固体, 液体, 気体の添加。

5.1.53 汚染度(pollution degree) — クリアしていることを評価する目的で, マイクロ環境の次の 2 つの汚染の程度を本文書で使用すると認められている汚染の度合い。

5.1.53.1 汚染度 1 (pollution degree 1) — 汚染がない, または乾燥した不導体の汚染のみがある状態。この汚染は影響がない。クリーンルームクラス 1000 以下。

注 10: クリーンルームクラス 1000 以下は, 汚染度 1 であるが, 装置がクリーンルームクラス 1000 以下に設置されていても, 任意の装置の特定の領域の汚染度は, 汚染度 1 を超えることがある。

5.1.53.2 汚染度 2 (pollution degree 2) — 通常は, 不導体の汚染だけがある状態。ただし, 時々結露による一時的な導通があると予測される。クリーンルームクラスは 1000 を超える。

注 11: 1000 を超えるクリーンルームクラスは汚染度 2 であるが, 装置が 1000 を超えるクリーンルームクラスに設置されていても, 任意の装置の特定の領域の汚染度は, 汚染度 2 を超えることがある。

5.1.54 保護導体(protective conductor) — 通常の動作中には充電されない, 導電性のコンポーネントを電氣的に接続する導体および装置の保護接地導体端子。

5.1.55 保護接地導体(protective earthing conductor) — 電源の接地(アース)と装置エンクロージャの保護接地(アース)端子とを接続する, 通常は電流が流れない導体。

5.1.56 保護接地導体端子(protective earthing conductor terminal) — 安全を目的として装置エンクロージャの導電性部分に接続される端子であり, 外部の保護接地(アース)導体に接続する。

5.1.57 保護接地システム(protective earthing system) — 装置のアクセス可能な導線性の部分を電源の外部接地(アース)に接続する接地(接地と接続)システム。保護接地システムには, 接続された構造部材, 接続ジャンパ, 装置上の保護接地導体端子, 装置への給電ワイヤの保護接地導体を含む。

5.1.58 レースウェイ(raceway) — ワイヤ, ケーブル, ブスバーを保持するために特に設計された金属, 非金属材料の密閉されたチャンネル。

5.1.59 容易にアクセス可能(readily accessible) — 操作または検査のために, 障害物を乗り越えたり取り除いたりせずに, またはポータブル梯子や椅子等を使用せずに, 素早く手が届く。

5.1.60 強化絶縁(reinforced insulation) — 二重絶縁と等価程度の感電保護を提供する絶縁物の単一の層。

5.1.61 リスク(risk) — 事故により予測される損失をひどさおよび発生確率で表したもの。

5.1.62 安全シャットダウン状態(safe shutdown condition) — 新たな危険状態が結果として生じない限り, すべての危険エネルギー源と危険生産材料を除去または適切に格納した状態。

5.1.63 安全回路(safety circuit) — 目的とされる機能が装置をより安全にすることである回路。インタロック, EMO 回路, その他の保護回路は安全回路である。

5.1.64 サービス(service) — 故障した装置を正しい動作状態に戻すための, 計画されていない活動(メンテナンスも参照)。

5.1.65 重大性(severity) — 特定の危険源によって起こった事故による最悪の確かな損失(損傷, 怪我, 放棄)の程度。

5.1.66 短絡電流定格(short circuit current rating) — 装置サプライヤが予想する装置の電源回路に接続可能とする最大定格電流。

注 12: 電気システムに対する短絡電流定格は, システム内における部品の短絡電流定格を解析することで決められる。短絡電流定格を決めるにあたっては, UL508A および関連情報 2 を参照すること。関連情報 3 は, 代表的な半導体設備における装置接続ポイントでの推定事故電流を示している。

5.1.67 補強絶縁(supplementary insulation) — 基本絶縁が破損した時に感電に対する保護をおこなうために基本絶縁に適用される絶縁。

- 5.1.68 テスト(testing) — 指定された判定基準への適合性を検証し、文書化するために使用される測定や観察。
- 5.1.69 工具(tool) — 人間が機械的な機能を実行できるように支援するために使用される外部デバイス。
- 5.1.70 電気作業のタイプ(types of electrical work) — 作業を実行する時に人間が曝される電気エネルギーレベルによって定義される。システムに実行されるすべての作業は、次の 4 タイプのカテゴリの電気作業のいずれかになる。
- 5.1.70.1 タイプ 1 (type 1) — 装置が完全にエネルギーから遮断されている。
- 5.1.70.2 タイプ 2 (type 2) — 装置は充電されている。充電された回路はカバーされるか絶縁されていて、露出部分はない。
- 注 13: タイプ 2 の作業には、充電された回路が適切な開口部や絶縁物経由でプローブを配置して測定されるまたは測定できるタスクが含まれる。
- 5.1.70.3 タイプ 3 (type 3) — 装置は充電されている。充電された回路は露出していて、注意しないと絶縁されていない充電部分と接触し得る。露出部の電位は、RMS で 30V、ピークで 42.4V、DC で 60V 以下であり、乾燥した場所で 240VA 以下である。
- 5.1.70.4 タイプ 4 (type 4) — 装置は充電されている。充電された回路は露出していて、注意しないと絶縁されていない充電部分と接触し得る。露出部の電位は、RMS で 30V、ピークで 42.4V、DC で 60V、乾燥した場所で 240VA を超える、あるいは誘導または接触による高周波電流が SEMI S2 の限界値を超えている。
- 5.1.71 ワイヤガイド(wire guide) — 制限がある経路においてワイヤやケーブルを機械的に固定する方法。

## 6 適合の代替方法

- 6.1 本文書の判定基準は、協調された基本的な電気的安全に関する考慮事項である。これは、半導体製造装置が電気的な安全性について適合していることを実証するための唯一の手段ではない。
- 6.2 他の国家または国際的な電気製品安全規格を満たす半導体製造装置は、本文書の意図に合致する。

## 7 設計の考え方

注 14: 本項では、技術者に対して一般的な設計のガイダンスを行う。特定の設計の考慮事項については、§ 8 から § 22 を参照すること。

- 7.1 本文書は、半導体製造装置の電気設計、工事、評価の段階で使用すること。この安全ガイドラインの意図は、装置の電気的安全性確保を容易にするために設計技術者と評価者の両方に有用な設計ベースの電気文書を提供することである。
- 7.2 これらの一般的な安全の原則を理解している設計者は、より安全な装置を設計できると思われる。本項は、この安全ガイドラインのより特定の設計上の考慮事項の代替ではないが、技術者が安全に関する基本原則を高く評価するように仕向ける意図がある。
- 7.3 感電は、人体を電流が通過することによるものである。mA のオーダの電流は、人々を健康にする作用があることもあるが、不本意な作用により間接的な事故につながる可能性もある。より大きな電流は、より重大な危険となり得る。
- 7.4 装置の設計によって、合理的に予見可能な 1 つの故障による感電やアーク放電／爆発から人間を保護すべきである。
- 7.5 保守とメンテナンスの担当者は、電気的な危険に不用意に接触しないように保護しなければならない。
- 7.6 コードで接続される移動可能な装置は、電源コードに対するストレスによる接続部、絶縁、保護接地導体の損傷により、やや感電や過熱の危険が高いと思われる。コードで接続される移動可能な装置では、コードの損耗が起りやすく、装置を落したりするとさらに危険となる。
- 7.7 高電流電源や高静電容量の回路の相間短絡や地絡によりアークが発生したり、熔融した金属の放出により火傷をする可能性がある。その意味では、低電圧の回路でも危険なことがある。適切な分離、シールド、安全インターロックを使用して保護すべきである。
- 7.8 過負荷、コンポーネントの故障、絶縁破壊、高抵抗の接続や緩んだ接続による高熱により危険な場合は、次の手段のいくつかにより火災の危険を低減できる。
- a) 発火の原因となる可能性がある高温を防止するためにすべての合理的な処置を講じる。

- b) 発火の可能性があるものの位置に対する可燃物の位置を管理する。
- c) 使用する可燃物の量を制限する。
- d) 必要なら障壁を使用して、火災が発火源のすぐ近傍から装置内に広がらないように制限する。
- e) 外部の火災に対して装置のエンクロージャに適切な材料を使用する。

注 15: SEMI S14も、火災の危険低減のガイダンスとして使用できる。

注 16: 火災抑制コンポーネントや材料によっては、特定の管轄内では制限あるいは禁止されていることがある。

7.9 装置は、部品の過熱(または低温)による傷害を防ぎ、装置の機械的安定性と構造的健全性を確保し、オペレータがアクセス可能な鋭いエッジや突出部を避け、危険な可動部分を適切に保護し安全インタロックをかけるべきである。

7.10 装置を構成する材料は、エネルギーの危険や感電が発生することなく、信頼性の高い動作をするように期待され、重大な火災の危険を発生しないように選択し、配置すべきである。

注 17: リレー、電解コンデンサ、バリア、ハンダ、陰極線管、仕上げしたシャーシ、蛍光灯、コネクタのような電気部品によっては、特定の管轄内では制限または禁止されている材料を含んでいる可能性がある。

## 8 一般的考慮事項

8.1 電気設計、工事、装置の動作に関連する危険は、装置全体の安全性評価の一部と見なすべきである。この評価には、感電、火災、コンポーネント、サブシステム、システムの故障についての検討による故障分析を含むべきである。

8.2 次のものは、考慮すべきいくつかの故障のタイプである。

- a) 装置の回路の欠陥と故障
- b) オペレータ、メンテナンス、保守活動に関連する人的誤り

注 18: これは、可能なすべての故障タイプの総合的なリストではない。

8.3 特定された危険源を解決し、装置の安全に関する考慮事項を満たす優先順序は次のようにすべきである。

- a) 危険源を除去する設計
- b) 安全デバイスの組み込み
- c) 危険源の通知と警告信号の提供
- d) 最後に、管理手順とトレーニングの作成(管理手順には、身体保護具の使用を含む。)

8.3.1 これらのアプローチの組み合わせも使用できる。

注 19: 詳細については、SEMI S2を参照すること。

### 8.4 電気コンポーネント (Electrical Components)

8.4.1 コンポーネントやアセンブリが故障を起こすと感電、火災、傷害の危険性が許容できないほど増大する場合は、これらのコンポーネントとアセンブリは公認試験所によって証明し、製造元の仕様および証明の条件に従って使用したり、あるいは関連するコンポーネントのスタンダードによって評価すべきである。これは、危険な電圧や危険な電力を取り扱うあるいは安全回路で使用されるコンポーネントに適用される。

注 20: 許容可能な危険の説明については、SEMI S2を参照すること。

8.4.2 コンポーネントには、§ 11に従って過電流保護を提供すべきである。

8.4.3 コンポーネントは、証明書の条件および該当する場合は製造元の説明書に従って確実に取り付けるべきである。

### 8.5 電源 (Electrical Supply)

8.5.1 装置は指定された電源に接続すると安全に動作するように設計すべきである。

8.5.2 設備の電源が停電しても、火災、感電、その他の危険な状態の可能性が増大すべきではない。

8.6 無停電電源装置(UPS: Un-interruptible Power Supplies) — この項は、RMS で 30V、ピークで 42.4V、DC で 60V、240VA を超える出力の UPS に適用される。装置に UPS が装備されている場合は、その位置と配線を、工事とメンテナンスについて記載した製造元の関連する文書に明記すべきである。

8.6.1 UPS の出力は、次の事象のどれかが発生した場合、遮断すべきである。

- a) 緊急停止 (EMO) ボタンが押された。

b) 装置の主回路遮断器が開いた。

**例外:** ¶13.3.3 の例外で説明しているように、緊急停止 (EMO) ボタンが押されても、UPS は EMO 回路、安全に関するデバイス、データ/アラームロギングコンピュータシステムに電源を供給し続けてもよい。

8.6.2 UPS が UPS によって提供できる独自のエンクロージャに収納され、UPS の証明書内で考慮されているという条件で、その UPS は物理的に装置の設置領域内に配置できる。UPS の回路は、それが給電する装置外部の設備電源から給電することもできる。その場合は、§ 9 で説明する設備の主回路遮断器について説明したすべての考慮事項を UPS 回路の給電について考慮すべきである。

8.6.3 UPS は、公認試験所の証明を受けるべきである。

8.6.4 UPS の配線と端子は、UPS の配線を取り外すことができる各接続ポイントで、「UPS 電源出力」またはそれと等価な表現で識別すべきである。

8.7 動作環境 (Operating Environment) — 電気装置は、使用される環境に適した装置であるべきである。

8.8 電磁適合性 (EMC: Electromagnetic Compatibility) — エンドユーザの環境内に存在することが予見される電磁気障害によるシステムの異常動作により、許容できない危険が発生させるべきではない。SEMI E33 または EMC 指令 (89/336/EEC) に適合した製品は、この判定基準に準拠すると見なされる。

8.9 汚染物 (Contaminants)

8.9.1 電気装置は、単一箇所の故障や合理的に予見可能な操作誤りによる感電や火災の危険を増加させる可能性がある固体や液体が入らないように適切に保護されるべきである。

8.9.2 電気絶縁は、劣化する可能性がある化学的環境に対して保護され、それが曝露される環境に耐えられるべきである。

8.10 電離および非電離放射線 (Ionizing and Non-ionizing Radiation) — 人体は、電離および非電離放射線に関連する危険源に対して適切に保護されるべきである。SEMI S2 の電離および非電離放射線の項に適合すると、適合していることを検証できる。

8.11 振動、衝撃、衝突 (Vibration, Shock, and Bump) — 装置の動作あるいは半導体の製造、テスト、組み立て環境に存在するこのタイプの外乱によって発生する可能性がある不安全な影響に対して、保護手段を提供すべきである。

注 21: 検討するには、SEMI S2 の地震の項を参照すること。

8.12 輸送と保管 (Transportation and Storage) — 出荷用の梱包は、装置の安全に影響する可能性がある湿度、振動、衝撃による損傷を防ぐべきである。

**例外:** 輸送や保管中に影響を受ける可能性がある安全に関するシステムの側面をチェックするための設置に関する考慮事項を、¶8.12 の梱包の規定の代わりに使用できる。

8.13 ハンドリングの対策 (Provisions for Handling) — メンテナンスや保守時の移動や持ち上げ時にけがをする可能性があるサブシステムのつり上げやハンドリングの対策を提供し、システムのマニュアルに文書化すべきである。詳細については、SEMI S8 を参照すること。

8.14 ロックアウト (電気エネルギーの遮断) (Lockout (electrical energy isolation)) — 装置のロック可能なエネルギー遮断デバイスは、保守やメンテナンス作業時に装置が安全になるように設計すべきである。装置とは独立して動作可能な部分について機能することが必要であり有益であると期待されるところでは、そのような部分それぞれに独立してロック可能なエネルギー遮断デバイスを設置できる。

8.15 安全ガードの一時無効化 (Suspension of Safeguards) — 安全ガードの一時無効化がある場合には、全体のエネルギー遮断、局所的エネルギー遮断または安全な作業手順を使用すべきである。

## 9 設備の電気配線

### 9.1 供給電源導体 (Incoming Supply Conductors)

9.1.1 装置は、設備から指定された主回路遮断手段に終端する単一の給電場所に供給電源を受電するように設計すべきである。この主回路遮断手段が開状態になると、主回路遮断手段の負荷側の装置内のすべての電力を遮断すべきである。

**例外 1:** 複数の給電がある装置には、各給電ラインにエネルギー遮断(ロックアウト)の対策がなされるべきであり、各主回路遮断手段について次の文章またはそれと同等な文章で表示(表記)すべきである。「**警告:** 感電や火傷の危険。保守作業前には、すべての電源(給電場所の数)を遮断すること」

**例外 2:** 共通の危険源がなく、危険な電圧、エネルギーレベル、その他の潜在的な危険な条件がある相互接続回路がなく、独立して取り付けられる複数の装置は、以下のものを有してもよい。別々の電源、別々の主電源遮断手段、別々の EMO 回路。これらはすべて明確に識別されること。

注 22: 特定のメンテナンスや保守作業時に全体のロックアウトを実行できない場合は、§ 8.15 のガイダンスを守るべきである。

9.1.2 現場設置の給電導体は、端子ブロックやその他のデバイスに接続せずに、主電源遮断手段に直接接続すべきである。

**例外:** このことは、コードのプラグが主回路遮断手段である場合には適用されない。しかし、コードのプラグが主回路遮断手段ではない場合は、現場設置の給電導体は、端子ブロックやその他のデバイスに接続せずに、主電源遮断手段に直接接続すべきである。

9.1.3 主電源遮断手段を「オフ」の遮断位置にした後に危険な電位が存在する端子は、適切な危険警告ラベルで識別すべきである。ラベルは、電気エンクロージャ内の端子の近傍に配置させるべきである。

9.1.4 電源の過電流保護は、それ以外には適切な過電流保護を有しない電源回路に接続されるコンポーネントを保護するために適切な定格値とすべきである。

9.1.5 装置には、定格が 240VAC 以下の回路について、遮断容量が少なくとも rms で 10,000A の対称電流遮断容量(AIC)、定格が 240VAC を超える回路について、遮断容量が少なくとも rms で 14,000A の対称電流遮断容量(AIC)の主電源過電流保護デバイスが提供されるべきである。

**例外 1:** 2.4 kVA 以下のコード接続の単相装置には、少なくとも rms で 5,000A の対称電流遮断容量(AIC)の主電源過電流保護デバイスでよい。この例外を適用する場合には、設置マニュアルには、装置に低い AIC の保護がなされていることを記載してユーザに知らせるべきである。

**例外 2:** 2.4 kVA 以下の装置のサブシステム(ミニエンバイロメントの換気等)には、少なくとも rms で 5,000A の対称電流遮断容量(AIC)の主電源過電流保護デバイスでよい。

#### 9.1.6 設備の配線の識別 (Identification of Facilities Connections)

9.1.6.1 中性導体を使用する場合は、装置の回路図で明確に示さなければならず、設備電源の接続部には「N」または「中性点」と表示すべきである。

**例外:** コードが現場に設置されないコード接続の装置では、このマークは不要である。

9.1.6.2 各供給電源の給電点では、接地記号によって保護接地導体端子を識別すべきである(IEC 60417, 記号 5019 を参照)。接地記号に加え、その他の適切な文字の指定を適用してもよい(「PE」, 「GND」等)。

9.1.6.3 三相システムにおいて相を不正に接続すると意図しない危険な回転やシーケンスが発生する可能性がある場合は、各相を正しく識別して設置するための設置に関する説明を提供すべきである。

9.1.6.4 三相 AC 電源回路の接地されていない相の導体は、装置の回路図で明確に示すべきであり、設備の供給電源の接続部は、入力端子の横に次のどれかの方法で識別すべきである。

- a) “L1”, “L2”, “L3”
- b) “R”, “S”, “T”
- c) “A”, “B”, “C”
- d) “U”, “V”, “W”

注 23: この目的のための“A”, “B”, “C”, あるいは, “R”, “S”, “T”の使用は, IEC60204-33 の要求事項と一致しない。

#### 9.2 装置保護接地の接続 (Equipment Protective Earthing Connection)

9.2.1 保護接地導体は、供給電源の導体と関連して装置に入るべきである。

9.2.2 保護接地導体は、銅製とすべきである。

9.2.3 保護接地導体は、付属書 1 の表に従ってサイズを決定すべきである。保護接地導体のサイズについては、付属書 1 の表 A1-2 ~ A1-5 を参照すること。

9.2.4 保護接地導体端子は、保護接地導体を装置の保護導体と接続システムに接続する目的だけに使用されるべきである。

9.2.5 保護接地導体および保護接地導体端子への接続は、この安全ガイドの保護接続の項 (§ 12) の内容にも適合すべきである。

9.2.6 保護接地導体は、給電回路の電流を流すための導体として使用すべきではない。EMC フィルタからの保護接地導体の電流は許容される。保護接地導体は、よくある誘導結合や容量結合による電流は流してよい。

9.2.7 電源の中性点導体と電気装置内の保護接地導体または保護接地システムを接続すべきではない。

### 9.3 主回路遮断手段 (Main Disconnecting Means)

9.3.1 主回路エネルギー遮断機能 (装置の主回路遮断手段) は、常にアクセス可能な場所にあり、非充電状態でのみロック可能とすべきである。

9.3.2 複数の給電ラインがある装置については、すべての主回路遮断手段は 1 つの領域にグループ化するか、各主回路遮断手段の位置にマークを取り付け、他の主回路遮断手段の数を示すべきである。

注 24: 主回路遮断手段を 1 つの領域にグループ化するのが望ましい。

9.3.3 主回路遮断手段への給電導体の接続は、次のどれかに適合すべきである。

- a) 接続部は、装置上または装置の近傍に設置された別の電気エンクロージャ内にあり、主回路遮断手段だけを収納すべきである。主回路遮断手段をオフにした時に充電されたままになる主回路遮断手段の給電側の部品は、ガードし (指で触れないようにして)、保守担当者が偶発的に接触することがないようにすべきである。
- b) 接続部は、主電気エンクロージャ内の最上部近傍にあり、給電導体の設置用の適切な曲げスペースがあり、給電端子の上に装置があるべきではない。主回路遮断手段をオフにした時に通電されたままになる主回路遮断手段の給電側の部品はガードし (指で触れないようにして)、保守担当者が偶発的に接触することがないようにすべきである。
- c) 接続部は、主電気エンクロージャ内にあり、その他の装置は給電端子の上にあるべきである。主回路遮断手段をオフにした時に充電されたままになる主回路遮断手段の給電側の部品はガードし (指で触れないようにして)、保守担当者やその上に落下した工具が偶発的に接触することがないようにすべきである。開口部は、1 mm (0.04 インチ) の棒が充電部分に接触できないようにすべきである。

**例外:** 総電力消費量が 1492 W (2 馬力) 以下の装置は、主回路遮断手段が装置のオペレータワークステーションから見える位置にあり、常にアクセス可能で、6 m (20 フィート) 以下の距離にあるという条件で、遠隔に取り付けられた主回路遮断手段にフレキシブルコード、ケーブル、コンジットで接続できる。

9.3.4 付属書 1, 表 A1-1 ~ A1-5 に示すように、主回路遮断手段のところには、設備給電導体の曲げスペースを設けるべきである。

**例外:** NFPA 70 の曲げスペースの要求条件に合致する装置もこれらの判定基準に合致する。

9.3.5 主回路遮断手段が外れた位置に配置される場合、次の判定基準を満たすべきである。

- a) 給電回路の接地されていないすべての導体は、同時に遮断すべきである。
- b) 接地された導体 (中性点や接地) は遮断すべきではない。

**例外:** 接地された導体 (中性点) は、接地されていない導体と同時に遮断するという条件で遮断できる。

注 25: 管轄によっては、接地された導体 (中性点) の遮断が必要である。

9.3.6 主回路遮断手段には、少なくとも 2 つの表記された位置「オフ (遮断)」と「オン」があるべきである。これらの位置は、「オフ」については IEC 60417 の記号 5008, 「オン」については IEC 60417 の記号 5007 で明確に表記すべきである。

9.3.7 主回路遮断手段の操作部は常にアクセス可能であり、握りの中心から測定して設置面から 2 m 以下に配置すべきである。

9.3.8 設備の供給電源の各主回路遮断手段は、機械的または電氣的、または両方により電気遮断エンクロージャドアとインタロックすべきである。

**例外 1:** 電気エンクロージャ内のメンテナンス回路や照明回路だけに使用される各主回路遮断手段は、電気遮断エンクロージャドアとインタロックすべきではない。エンクロージャドアが開き、主回路遮断エンクロージャ内の露出した部品が充電されている可能性がある場合は危険警告ラベルを設けるべきである。

**例外 2:** 主回路遮断手段として接続プラグが使用される場合。

**例外 3:** 遠隔で取り付けられている主回路遮断手段が設けられていて、装置エンクロージャドアを開くには工具が必要であり、内部に危険な電圧があり開く前に遮断するように警告する危険警告ラベルが電気エンクロージャに貼られている場合。

**例外 4:** 9.3.8 で記述している考慮事項は、本文書で規定されている他の感電対策を有する定格 5 kVA 未満の装置には適用されない。

9.3.9 主回路遮断手段の(ロックアウト)ハンドルは、エンクロージャドアが開いている時に主回路遮断手段から取り外すべきではない。

9.3.10 次の両方を防ぐために主回路遮断手段および関連するドアとの間にインタロックを設けるべきである。

- a) 意図的な処置によりインタロック遮断電源をオーバーライドしない限り(§ 13), エンクロージャドアが開いている時に主回路遮断手段が閉じること。
- b) ドアハードウェアが完全に閉まるまで、主回路遮断手段を閉じないこと。

注 26: 電氣的インタロックより機械的インタロックが望ましい。

#### 9.4 設備の配線としてコードおよびプラグの使用 (Cord and Plug Connections used as Facility Connection)

9.4.1 主回路遮断手段としてコードおよびプラグによる配線を使用する場合、作業を実行する担当者が専任で監視できるようにするか、ロックアウト手段を設けるべきである(§ 16 の導体とケーブルの説明を参照すること)。

9.4.2 電源コードがシステムに付属している場合、コードと取り付け説明書は設置される地域の該当する規則に準拠しているか、装置はレースウェイを使用したハードワイヤリングの規定が記載されるべきである。

9.4.3 ハードワイヤリングの規定がある場合、コードとプラグは主回路遮断手段として使用すべきではない。

9.4.4 主回路遮断手段としてコードとプラグを使用する場合、装置にもオン/オフ操作部が持たせるべきである。

注 27: コードとプラグによる接続に望まれる使用方法には次の場合が含まれる。

- a) 移動可能な装置を頻繁に交換しやすくするために接続プラグを有し、リセプタクルから給電される装置。
- b) 装置の固定手段および機械的接続部がメンテナンスや保守のために移動できるように設計されている装置。

注 28: 材料は、16.3.1 により制限される。

9.4.5 主回路遮断手段にコードおよびプラグを使用する場合、それは定格電圧で機械の定格電流以上となる遮断容量を持つべきである。

**例外:** 定格電流が 16 A を超えず定格電力が 3 kW を超えない場合、遮断容量の基準は適用されない。

## 10 感電または電気熱傷に対する保護

10.1 一般事項 — 電気装置は、通常の運転条件および合理的に予見可能な単一の故障状態において、人体を感電から保護する手段を有しているべきである。

### 10.2 通常動作中の感電保護 (Protection Against Electric Shock During Normal Operation)

10.2.1 接地された導電性または非導電性のエンクロージャを使用してオペレータの危険な電圧または危険な電力へのアクセスを管理する場合、エンクロージャは次のようにすべきである。

- 1) 該当するスタンダード(例えば, UL 508A, IEC 60204-1, IEC 60204-33, ANSI/IEC 61010-1 など)のエンクロージャ開口部基準または付属書 5 のエンクロージャ開口部基準を満たし、かつ次のうちのいずれかとする。
- 2) 開くためには工具を必要とし、人に対する危険源がある場合にはラベルを設ける。
- 3) インタロックを設ける。

注 29: 参考として IEC 60529 「エンクロージャの保護等級」を使用できる。

10.2.2 絶縁されていない充電部品と導電性エンクロージャの間隔は、適用スタンダード(例えば, IEC 61010-1, IEC 60950-1 など)の沿面距離および空間距離基準に適合するように維持するか、§ 22 による絶縁テストにより適切な値を決定すべきである。

注 30: 沿面距離および空間距離についてのガイダンス情報は、関連情報 4 にて提供されている。

10.2.3 絶縁により保護され充電された部品は、破壊することのみにより取り除くことができる絶縁によって完全にカバーすべきである。そのような絶縁は、通常の運転で受ける可能性がある機械的、化学的、電氣的、熱的ストレスに耐える得べきである。

10.2.4 故障状態による感電保護 — 危険な電圧への接触を防ぐための手段には、次のどれかまたは複数が含まれる。

- a) 二重または強化絶縁を使用して、回路の充電部分の基礎絶縁が破れた露出した導体部分の危険な電圧に接触しないようできる。
- b) 電氣的な分離(空間距離と沿面距離)を使用して、回路の充電部分の基礎絶縁が破れた露出した導体部分の危険な電圧に接触しないようできる。
- c) 地絡により破れた絶縁によって影響を受ける回路の電源を自動的に遮断することによって、危険な電圧への接触を防ぐことができる。

注 31: GFCI の定義を参照すること。

10.3 メンテナンスと保守担当者が曝される可能性がある危険 (Maintenance and Service Personnel Potential Exposure to Hazards)

10.3.1 充電時の電気作業 — 装置は、充電されている時に校正、変更、修理、テスト、調整、メンテナンスをおこなう必要性を小さくし、露出した危険な充電回路の近傍のコンポーネントについて実行すべき作業を少なくするように設計すべきである。装置の設計においては、可能な限り多くの作業をタイプ 4 の作業からタイプ 1, 2, 3 の作業に移動すべきである。トラブルシューティングを除き、ルーチンのタイプ 4 の作業は、メンテナンスマニュアルに特定の作業要領として記載すべきである。タイプ 4 の作業を含めトラブルシューティングの一般的な安全対策(適切な PPE や障壁)は、メンテナンスマニュアルに記載すべきである。

10.3.2 保守担当者の保護 — 保守担当者は、危険な電位や危険なエネルギーレベルに誤って接触する状況に曝されるべきではない。これは、接触安全端子の使用や露出した端子に障壁を追加することで実行できる。

10.3.3 手動調整 — 手動調整が必要な装置は、調整によって人間が電氣的、機械的危険源に曝されないように設計すべきである。

10.3.4 アクセス — メンテナンスと保守のアクセスは、装置のメンテナンスと保守のために提供すべきである。

10.3.5 内部障壁 — 次の場合には、非導電性またはアース(接地)された導電性の物理的障壁または等価な手段を設けるべきである。

- a) 危険源の上部や下部や周辺に届く、あるいは非常に近いところにアクセスする必要がある場合
- b) 物体を落とすと短絡やアークが発生する可能性がある場合
- c) 装置の部分で液体のフィッティングに故障が発生すると液体が電気部品に入る可能性がある場合
- d) 次の充電部を含み、メンテナンスや保守作業により絶縁されていない充電部分に接触する可能性がある場合。RMS で電圧 30 V、ピークで 42.4 V、DC で 60 V、乾燥した場所で電力が 240VA 以上。

注 32: 取り外し可能な非導電性、不燃性のカバーが望ましい。

10.3.6 テストポイント — テストポイントが設けられている場合、次の条件を満たすべきである。

- a) 障害物なくアクセスできる場所にあること。
- b) 文書で表記され、識別されていること。
- c) 不注意な接触に対して保護されていること。
- d) テストプローブが適切にアクセスできること。

10.3.7 絶縁電源システム — 本項は、危険な電圧で動作する 50 または 60 Hz の AC の用途のみに適用される。

注 33: 絶縁電源システムを使用する共通の目的は、電子雑音源を低減することであり、出力回路導体をアース(接地)することを意識して参照しているわけではない。

注 34: オートトランス(単捲変圧器)は、電氣的な絶縁を提供しない。

10.3.7.1 故障状態で充電される可能性があるアクセス可能なすべての導電性コンポーネントは、保護接地導体と効果的に接続すべきである。

**例外:** プロセス技術に、アクセスできない時は接地されていないがアクセス可能な時は接地されている導電性部品が必要な場合、そのような部品をアクセス可能になった時に確実に接地されるようにすることにより 10.3.7.2 の意図が満たされる。

10.3.7.2 絶縁回路は、次の項目を満たすべきである。

- a) 出力に接続された変圧器、電源、その他のコンポーネント(デバイス)では、絶縁回路の近傍またはエンクロージャに、オペレータおよび保守担当者に接地されていない状態を警告するラベルを明確に示すべきである。
- b) 出力回路には、接地検出ランプ、地絡回路遮断器(GFCI)、ライン絶縁モニタを取り付けて、絶縁導体が地絡した状態を示すべきである。これにより、絶縁電源システムで地絡を検出できる。

10.3.8 残留電圧に対する保護 — 蓄積された電気エネルギーは、危険なエネルギーレベル未満に放出すべきである(テスト方法については、§ 22 を参照)。

**例外:** 危険な電力や危険な電圧を生成するバッテリーは放電する必要はないが、安全に機能させるためのその他の規定を作成し、システムの文書に記載すべきである。

## 11 電気火災の危険性に対する保護

11.1 コンポーネントの故障や異常な動作状態による合理的に予見可能な単一の故障によって発生する電気火災の危険性に対して保護する対策を装置設計に提供すべきである。

11.2 工事の文書には、設備電源過電流保護デバイスと設備電源の導体を選択するために必要なデータを記載すべきである。

11.3 保護接地導体、保護導体、接地導体(例えば中性点)を除くすべての導体は、本項の残りの部分の説明に従い適切に選択された保護デバイスによって過電流に対して保護すべきである。

**例外:** 接地された導体(中性点)は、接地されていない導体と同時に遮断するという条件で、有効な安全状態を得るためかつ設計上の理由により過電流デバイスにより遮断できる。

11.4 回路過電流保護デバイスは、保護する導体の電流容量を超えてはならない。

11.5 単独またはグループの導体を保護する過電流保護デバイスは、その導体を受電するポイントに設けられるべきである(付属書 2 参照)。ただし、下記の条件が満たされればこの限りではない。

11.5.1 3m(10ft)以下の導体に対して、

- a) 導体の電流容量が負荷電流以上である。
- b) 導体は電気エンクロージャまたはダクトにて囲われている。
- c) 導体の終端は過電流保護デバイスである。

11.5.2 3m(10ft)を超過し 7.5 m(25 ft)以下の導体に対して、

- a) 導体の電流容量は負荷電流以上である。
- b) 導体が 3 m(10 ft)を超過するなら、その導体の電流容量は、その導体に電源を供給する導体の電流容量の少なくとも 3 分の 1 であるか、または、電源を供給する導体に対する過電流保護デバイスの電流定格に対して少なくとも 3 分の 1 である。
- c) 導体は電気エンクロージャまたはダクトにて囲われている。
- d) 導体の終端は過電流保護デバイスである。導体の電流容量が負荷電流以上である。

11.6 個別デバイスの回路過電流保護は、デバイスの定格電流の 125 %を超えるべきではない(モータの保護については、§ 18 を参照すること)。

11.7 個別デバイスとして機能するように特性付けできない回路には、故障状態(電力制限等)になっても電気火災の危険性がないことを実証できない限り、最大公称負荷の 125 %または次の標準定格の過電流デバイスを設けるべきである。

11.8 すべてのリセプタクル、コネクタ、これらのリセプタクルに給電する回路には、定格に従って過電流保護を設けるべきである。

11.9 局部照明回路(Local Lighting Circuits) — 非プロセス用照明回路の過電流保護は、15A を超えるべきではない。

11.10 変圧器(Transformers)

11.10.1 50/60 Hz で動作し、一次側の定格が 600 VAC 以下で、サーマル保護が組み込まれていない変圧器は、表 1 のいずれかの該当する行に従って過電流保護を設けるべきである。

**表 1 サーマル保護のない変圧器の過電流保護**

| 変圧器一次定格        | 変圧器二次定格 | 最大一次側保護定格に対するパーセント値 <sup>注1</sup> | 最大二次側保護定格に対するパーセント値 <sup>注1</sup> |
|----------------|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 任意の定格          | 9A 以上   | 250                               | 125                               |
| 任意の定格          | 9A 未満   | 250                               | 167                               |
| 9A 以上          | 任意の定格   | 125                               | 不要                                |
| 9A 未満で 2A を超える | 任意の定格   | 167                               | 不要                                |
| 2A 以下          | 任意の定格   | 300                               | 不要                                |

#1 定格がスタンダードの過電流保護デバイスの定格と一致しない場合は、次のスタンダードサイズを使用できる。

11.10.2 50/60 Hz で動作し、一次側の定格が 600 VAC 以下で、過負荷時に一次側電流を遮断するサーマル保護が組み込まれている変圧器は、表 1 または表 2 に従って保護すべきである。

注 35: 電流定格値がメーカーから提供されない場合は、関連情報 1, 2 がその計算の手助けとなる。

**表 2 サーマル保護付きの変圧器の過電流保護**

| 変圧器インピーダンス  | 最大一次側保護定格に対するパーセント値 <sup>注1</sup> | 最大二次側保護定格に対するパーセント値 <sup>注1</sup> |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 6%未満        | 600                               | 125                               |
| 6%を超え、10%未満 | 400                               | 125                               |

#1 定格がスタンダードの過電流保護デバイスの定格と一致しない場合は、次のスタンダードサイズを使用できる。

## 11.11 過電流保護デバイス (Overcurrent Protective Devices)

11.11.1 過電流デバイス — すべての過電流保護デバイスは、次の項目に関する正しい検討を行って選択し、適用すべきである。

- 最大故障電流
- デバイスの定格遮断電流
- 定格電圧
- 負荷特性
- 公称動作電流
- 回路の突入電流特性

11.11.2 過電流デバイスとしてサーキットブレーカおよびサーキットプロテクタは、リセット可能なのでヒューズより望まれる。

11.11.3 ヒューズホルダおよびヒューズは、パネルまたはコンポーネントレールの取り付けるように設計されたタイプにすべきである。

注 36: いわゆる「インライン」のヒューズホルダは、この判定基準に合致しない。

11.11.4 パネル取り付けのヒューズホルダおよびヒューズは、次の条件を満たすべきである。

- ねじ込み式ヒューズホルダのヒューズは、過電流保護として中性導体を使用した単相回路だけに使用すべきである。

**例外:** 高速動作のフューズヒューズが安全設計を強化する場合は、多相回路で使用できる。

- メンテナンスや保守の担当者が不注意に接触することにより感電する可能性がある場合は、触っても安全なヒューズホルダを使用すべきである。
- キャップを取り外すと金属が露出するヒューズホルダ (感電防止ではないヒューズホルダ) は、ライン側の導体を端部の端子に接続し、負荷側の導体を側面の端子に接続すべきである。
- ヒューズホルダは、ヒューズ交換時に電気接続が緩むような方法で取り外すべきではない。

11.11.5 サーキットブレーカおよびサーキットプロテクタは、次の項目を満たすべきである。

- a) サーキットブレーカまたはサーキットプロテクタは、手動操作可能であって、ハンドル機構が閉じたまま保持されていても故障をクリアすべきである。
- b) 「オン」と「オフ」の位置は明確に表記すべきである。ハンドルは、ハンドルが上の位置で「オン」位置になるように取り付けられるべきである。
- c) サーキットブレーカが垂直面に取り付けられる場合は、垂直または水平の向きのみとすべきである。垂直の向きに取り付けられる場合、ハンドルは上の位置で「オン」位置にすべきである。水平の向きに取り付けられる場合、ハンドルは右の位置で「オン」位置にすべきである。二列に水平の向きに取り付けられる場合、ハンドルは中心側が「オン」位置、あるいは「オン」と「オフ」の位置を明確に表記すべきである。
- d) サーキットブレーカが水平面に取り付けられる場合は、「オン」位置が面の右側、あるいは二列の場合は中心側が「オン」位置とするか、あるいは「オン」と「オフ」の位置を明確に表記すべきである。
- e) 接地されていない導体にはすべて過電流保護を設けるべきである。

注 37: 回路の供給側の導体は、可能ならば一番上のサーキットブレーカまたはサーキットプロテクタに接続するのが望ましい。「ライン」端子および「負荷」端子と表記されたサーキットブレーカおよびサーキットプロテクタは、表記に従って取り付けられるべきである。

## 11.12 電解コンデンサ (Electrolytic Capacitors)

11.12.1 大きなコンデンサの換気に関する推奨事項 — 直径が 25.4 mm (1 インチ) を超えるあるいは 4 ジュールを超えるエネルギーを蓄積できるコンデンサは、自己換気するか、同様な方法で破壊から保護すべきである。コンデンサの換気は、少なくとも 5.1 mm (0.2 インチ) にわたり障害物によって塞がれるべきではない。水平に取り付けられるコンデンサは、エンクロージャの上半分に換気穴を設けるべきである (9 時, 12 時, 3 時の位置)。

11.12.2 コンデンサは、蒸気やクズが人体にとって危険にならないように、コンデンサ自体に封じ込められる設備を有するか、または、コンデンサがシールドされるべきである。

11.12.3 コンデンサの端子は、工具による短絡から絶縁され、保護されるべきである。保護については、ラッカーやシール材に頼るべきではない。

11.13 故障状態の異常温度 (Abnormal Temperatures Under Fault Conditions) — 合理的に予見可能な単一の故障状態により許容できない危険な状態を生成する異常な温度を発生し得るヒータ回路やその他の回路には、過熱保護を設けて異常な過熱温度を検出し、それらを駆動しているエネルギー源を遮断すべきである。等価な保護手段は許容される。

11.14 本文書の判定基準を満たすことに加え、該当すれば SEMI S3 の判定基準も満たすべきである。

11.15 デバイスの負荷によっては、動作条件および動作履歴により大きく変化することがある (セラミックの抵抗過熱エレメント等)。過電流保護デバイスを選択するために使用される負荷の値は、最悪の場合で、通常の動作条件での全負荷レンジを考慮すべきである。

## 12 保護接地システム

12.1 接続 (Bonding) — 合理的に予見可能な単一の故障状態により充電される可能性があり、結果的に感電の危険性を増大させる、アクセス可能で電流を流さないすべての導体は、保護接地システムに接続すべきである。

注 38: 安全に関わらない接続導体 (EMC が関わる接続導体等) は、この項の対象ではない。

12.2 保護接地システムに接続されない部品 (Parts Not Bonded to the Protective Earthing System) — 電流を流さない導電性の部品が単一の故障状態で危険を発生させない場合、保護接地システムに接続する必要はない。

### 12.3 保護接地システム (Protective Earthing System)

12.3.1 一般事項 — 保護接地システムは、12.1 に従い、保護接地導体端子と、通常の動作状態および単一の故障状態の両方で接地電位に維持されることが規定されている電流を流さないフレーム、エンクロージャ、コンポーネントとの間に電氣的導通を提供するこれらのコンポーネントから構成される。

12.3.2 保護導体 — 保護接地システムへの接続には、接続ジャンパを有する銅製導体または構造部材を使用すべきである。

**例外:** 保護導体には、銅製の導体と等価な電流容量を有する銅製以外の導体を使用できる。

12.3.2.1 この方法で保護導体を使用する場合、そのサイズは、それが関連する電流を流す導体の電流容量の関数である、表 A1-2 ~ A1-5 に示す保護導体の電流容量と同等とすべきである。

12.3.2.2 保護導体として、ブスバーや装置のフレームを使用できる。ブスバーや装置のフレームを使用する場合は、それらの形状と材質によって表 A1-2 ～ A1-5 に規定される保護導体の電流容量とすべきである。

12.3.3 エンクロージャのヒンジ、スライド、その他の部分は、保護接地システムの一部として頼るべきではない。

**例外:** ヒンジとエンクロージャが公認試験所によって適切であると認定されている場合は、ヒンジは許容できる。

12.3.4 レースウェイ、ワイヤウェイ、ケーブルトレイが独自の接続で¶12.1 に規定されるように保護接続回路に有効に接続されている場合を除き、レースウェイ、ワイヤウェイ、ケーブルトレイを保護導体として使用すべきではない。

12.3.5 可能ならば、保護導体は電流を流す導体と関連付けた配線ルートとすることが望ましい。

12.3.6 ¶9.2.6 で許可されている場合を除き、保護接地システムを、意図的に電流を流す導体として使用すべきではない。

12.3.7 **保護接地システムの導通** — 保護接地システムは、恒久的で、電氣的に導通し、課せられる地絡電流を流す容量を持つべきである。適切なテスト方法については、¶22.3 の「接地の導通と保護接続回路の導通」を参照すること。

12.3.8 保護導体の接続と接続点は、電流容量を低下させるような機械的、化学的、その他の影響により電流を流す能力が失われることがないように設計すべきである。

12.3.9 通常の保守で取り外されることがある取り付けハードウェアおよびカバーのネジは、エンクロージャのコンポーネントや部品に保護導体を終端するために使用すべきではない。

12.3.10 アクセサリやアタッチメント以外の金属対金属の支持面を有する装置部品は、保護接地システムに接続されていると見なすべきである。非電導性の流体やガスで分離されている部品は、接続されているとは見なすべきではない。

12.3.11 部品を取り外す場合に、残った部品について保護接地システムへの導通が遮断されるべきではない。

12.3.12 **保護接続回路からのスイッチングデバイスの除外** — 保護接地システムには、スイッチングデバイスや遮断デバイスを組み込むべきではない。

**例外:** 動作中に絶縁された電位（つまり接地の基準電位がない）を必要とする技術については、関連するコンポーネントがアクセス可能であればデバイスが自動的に保護接地システムへの導通を提供し、デバイスが耐久特性であるという条件で、接地遮断デバイスは許容できる。

12.3.13 **保護接地システムの遮断** — コネクタの手段（プラグやソケット接続等）により保護接地システムの導通が遮断でき、これによって感電の危険が増大する可能性がある場合は、次の考慮事項を満たすべきである。

- a) 保護接地システムは、充電された導体が遮断された後に限り、遮断すべきである。
- b) 保護接地システムの導通は、充電される導体が再接続される前に、再確立すべきである。

#### 12.4 保護接地システムへの接続終端 (Bonding Terminations to The Protective Earthing System)

12.4.1 保護導体は、他のいかなる導体終端からも外乱を受けない単一の指定された終端（保護接地導体端子）に接続すべきである。

12.4.2 保護導体が終端するところでは、塗料やエナメルなど、非導電性のすべてのコーティングを取り除くべきである。

12.4.3 保護接地システムに接続する導体の端末は、非キャプティブハードウェアへ接続するなら丸型端子とし、キャプティブハードウェアへの取り付けならフランジ付きフォーク端子とすべきである。通常の取り外しが予期される場合は、フランジ付きフォーク端子として、キャプティブハードウェアへ取り付けるのが望ましい。保護回路に接続するには、ロックワッシャ、あるいは、星形ワッシャを併用するのが望ましい。

12.4.4 保護接地システムへの接続に使用される端子ラグは、絶縁する必要はない。

12.5 コードとプラグで接続される装置は、§ 22 で説明するテストに従う漏洩電流テストに合格すべきである。

### 13 安全回路

**注意:** 時限付き改訂第 2 章に記載される通り、§ 13 は 2018 年 7 月の出版をもって有効となる。Environmental Health & Safety Global Technical Committee は、この部分の有効日前の実装は任意である旨を投票により決定した。

13.1 一般事項 — 安全回路の給電には、変圧器または電源を使用すべきである。そのような変圧器は、一次側と二次側の巻線の間は電氣的に絶縁されるべきである。安全回路は、制御回路の正しい動作と一貫性を持たせた危険ではない電圧と電力レベルを使用して設計すべきである。

注 39: EMO 機能の特定の例外については、13.3.3 の例外 2 を参照すること。

### 13.2 起動機能 (Start Functions)

13.2.1 起動機能は、関連する回路を充電することによって動作すべきである。

13.2.2 不用意な起動の防止 — 設計によって、不用意な起動を防止すべきである。

### 13.3 緊急停止 (Emergency Off)

13.3.1 装置は、「緊急停止」(EMO) 回路を持つべきである。EMO アクチュエータは、起動されると、人体や設備にそれ以上の危険を発生させることなく、装置を安全なシャットダウン状態とすべきである。

**例外 1:** 定格電圧が相間で 240 V、対地で 150 V、電力が 2.4 kVA 以下であり、危険源の性質が電氣的なものに限られ、コードとプラグで接続される装置には、主回路遮断手段がオペレータやメンテナンス担当者にとって常にアクセス可能であれば、独立した EMO 回路は不要である。この主回路遮断手段は赤色とし、オン/オフの状態を示すラベルを有するべきである。

**例外 2:** スタンドアローンの装置として使用されるものではなく、統合されたシステム全体の中で使用され、電源がエンドユーザのシステムから給電されるアセンブリには、独立した EMO 回路は無くてもよい。そのアセンブリの工事マニュアルには、統合されたシステムの緊急非常停止回路に、そのアセンブリを接続するための施工者への説明が明確に記載されるべきである。

注 40: 装置を安全なシャットダウン状態に移行させるために必要な安全デバイスや安全関連の機能を有するデバイス(磁気デバイスやブレーキデバイス等)の有効性が、緊急停止機能によって損なわれることがないことを推奨する。

13.3.2 EMO インタフェース — エンドユーザの設備内で装置が統合されるあるいは他のアセンブリと危険源を共有している可能性がある場合は外部 EMO インタフェースを設けるべきである。外部 EMO インタフェースを設ける場合、サプライヤは、そのインタフェースを接続するための説明を記載すべきである。

13.3.3 EMO 機能 — 緊急停止を起動すると、主電源エンクロージャを超えるすべての危険な電圧および 240VA をを超えるすべての電力は遮断すべきである。

**例外 1:** 危険ではない電圧の EMO 回路(代表的には 24 V)は、充電されたままでよい。

**例外 2:** 危険ではない電源から充電されている安全関連のデバイス(煙検出器、ガス/水漏れ検出器、圧力測定デバイス等)は充電されたままにできる。

**例外 3:** データ/アラームロギングおよびエラー復旧機能を実行するコンピュータシステムや PLC は、コンピュータシステムに通電しているブレーカやリセプタクルに EMO 作動後にも通電されていることをラベルで明確に示しているという条件下で、通電されたままにできる。EMO 作動後にも通電している危険エネルギーをもつ部品は絶縁あるいは防護し、要員が不注意に接触することを防ぐべきである。

**例外 4:** 共通の危険源がなく、危険な電圧、エネルギーレベル、その他の潜在的な危険な条件がある相互接続回路がなく、独立して取り付けられる複数の装置は、以下のものを有してもよい:

- 明確に識別されるなら、給電および電源断路手段を別とする。
- 明確に識別されるなら、EMO 回路を別とする。

13.3.4 EMO の設計 — EMO 回路の設計は、次のすべてを含むべきである。

- a) EMO 回路には、無効にしたりバイパスしたりできる操作部があるべきではない。
- b) EMO 回路は、電気機械式コンポーネントから構成すべきである。
- c) EMO スイッチをリセットすることによって、人体や設備にとって危険となる回路、装置、サブアセンブリに再通電すべきではない。
- d) EMO 回路は、制御コンポーネントを充電するのではなく、電源を遮断することによって装置をシャットダウンすべきである。
- e) EMO アクチュエータは、自己ラッチ式とすべきである。

**例外:** システムや関連部品が使用に適すると評価された場合に限り、半導体式のデバイスやコンポーネントを使用できる。そのコンポーネントは、過電圧、不足電圧、停電、過度過電圧、ランプ電圧、電磁感受性、静電気放電、熱サイクル、湿度、ダスト、振動、衝撃の異常状態を考慮して適切であると評価されるべきである。最終的な電源遮断は、電気機械的な部品によってなされるべきである。

注 41: 火災や爆発の危険がある場所で使用する装置については、空圧式または本質安全防爆の EMO 回路を検討するよう推奨する。

13.3.5 EMO の識別 — EMO の識別には次の項目を含むべきである。

- a) 緊急停止アクチュエータは赤色で、マッシュルーム形状とすべきである。
- b) EMO の背景色は黄色とすべきである。
- c) 緊急停止アクチュエータにはすべて「EMO」、「緊急停止」、または等価なラベルではっきりと示され、確認場所からはっきりと認識されるべきである。ラベルは、アクチュエータ上または黄色の背景に表示できる。
- d) 緊急停止ボタンは、不用意に押されないような場所に配置し、ガードすべきである。

13.3.6 EMO の場所とサイズ — 緊急停止ボタンは、操作場所および定期的なメンテナンス場所から常にアクセス可能であり、手のひらの手首近傍で起動できる適切なサイズとすべきである。

13.3.7 オペレータの操作場所および定期的なメンテナンス場所から、EMO ボタンまで 3 m (10 フィート以上) 離れるべきではない。

13.3.8 EMO スイッチアセンブリの操作または点検を行う要員が、SEMI S10 で「中間 (Medium)」以上のリスクと判断される危険源に曝されるべきではない。このようなリスクを生じる可能性のある危険源の例として、以下が挙げられる。

- 通電されている電気部品への接触
- 運動中の機械への接触
- 極端な高温または低温の表面への接触
- 緊急時の急な動作の際に、衝突、つまずき、転倒を引き起こすような制限のあるアクセスまたは不適切なアクセス

13.4 動作モード (Operating Modes) — システムに複数の動作モードがあり、動作モードの選択によって危険な状態になる可能性がある場合は、モードの選択は熟練した保守担当者およびメンテナンス担当者に制限すべきである。

13.5 安全ガードの一時的な無効化については、¶8.15 を満たすべきである。

13.6 安全制御 (Safety Controls)

13.6.1 動作保持制御 — 動作保持制御は、危険分析によってそれが危険を低減する適切かつ適当な手段であると判明した場合のみ使用すべきである。動作保持制御を使用する場合は、操作デバイスを連続的に起動して操作する必要があるべきである。

13.6.2 両手制御 — 直列に接続された両手操作部を使用してオペレータを危険源から隔離する場合、手動操作部および操作回路は次の項目に適合すべきである。

- a) 手動操作部は、黒または緑のヘッドの瞬時接触のスイッチとすべきである。各手動操作部は意図しない操作に対して保護されるべきである。
- b) 各手動操作部は、マシンサイクルを起動するには両手を必要とするように設計、構造、分離すべきである。望ましくは、同じ高さで少なくとも 610 mm (24 インチ) 離して取り付けられる。
- c) 両手操作は、マシンサイクルを起動するには両方の手動操作部をそれぞれ 1 秒以内に押さなければならず、危険がなくなるまで押したままにしておく必要があるように設計すべきである。
- d) 制御システムには、手動操作部を押すたびにマシンサイクルは 1 回に制限される繰り返し防止機能を組み込むべきである。制御システムには、サイクルの間に両方の手動操作部を離す必要がある固定防止機能を組み込むべきである。

13.6.3 組み合わせ起動停止制御 — 動作を交互に起動停止する操作は、その動作によって危険な状況が発生しない場合に限り使用すべきである。

13.7 安全インタロック回路 (Safety Interlock Circuits)

13.7.1 故障状態に対する保護 — 単一箇所の故障により許容できないレベルの危険が発生する場合、安全インタロック回路やその他の適切な手段を設けて、その単一箇所の故障によって起こる結果に対して保護すべきである。

13.7.2 安全インタロック機能 — 安全インタロックシステムは、インタロックが作動すると装置または装置の関係部分を自動的に安全な状態にするように設計すべきである。各安全インタロックは、起動するとオペレータに即座に通知すべきである。

注 42: タイミングはリスクに関連する。安全な状態(safe condition)には、要員が危険源に近づく前に装置を安全な状態(safe state)に導くことが含まれる。

**例外:** 安全インタロックが緊急非常停止(EMO)を起動させる場合あるいはその他の条件によりユーザインタフェースへの電源が遮断される場合は、オペレータへの通知は不要である。

注 43: 安全インタロックが起動された時は、原因の説明が望まれる。

13.7.3 安全インタロックの設計 — 電気機械式デバイスまたはコンポーネントが望ましいが、半導体デバイスや半導体コンポーネントは、適切なスタンダードによって安全インタロックシステムやシステムの関連部品の適合性が評価されている場合に限り、使用できる。適合性の評価においては、過電圧、不足電圧、電磁気感受性、静電気放電、熱サイクル、湿度、ダスト、振動、衝撃、回路へのインタフェース等の異常条件を考慮すべきである。

**例外:** 合理的に予見される事故の厳しさが、SEMI S10 によりマイナーレベルであると考えられるなら、ソフトウェアベースの安全インタロックは適当であると考えても良い。

13.7.3.1 プログラマブル安全制御システムが電子式安全システムの適切なスタンダードに適合している場合に限り、FECS を電気機械式または半導体式デバイスまたはコンポーネントと連動して使用できる。FECS のコンポーネントは、使用するスタンダードの要求条件に従いテストし、証明すべきである。認められた電子式安全システムのスタンダードの例には、IEC 61508, ISO 13849-1, (EN 954-1), ANSI/ISA SP84.01, DIN/V/VDE-0801 がある。

注 44: 8.4.1 には、安全に関連するコンポーネントやアセンブリのさらなる評価判定基準が記載されている。

注 45: FECS は、(PES) プログラマブル電子システムのサブシステムである。IEC 61508 は、複雑な PES に望ましいスタンダードである。

13.7.4 安全インタロックのオーバーライド — 安全インタロックシステムは、メンテナンス作業中に安全インタロックのオーバーライドが少なくなるように設計すべきである。

13.7.5 安全インタロックによって保護されている領域へのメンテナンスアクセスが必要な場合、安全インタロックをバイパスするための意図的な操作を必要とする場合に限り、無効にできる安全インタロックを使用できる。オペレータの作業を安全ガードする安全インタロックは、工具を使用せずに無効にできるようにすべきではない。メンテナンスモードを終了、完了するにあたり、すべての安全インタロックは自動的に復旧すべきである。

13.7.6 安全インタロックが無効にされる場合、メンテナンスマニュアルには、人間の安全を守り、危険を最小化するための管理・監督方法が特定されるべきである。

13.7.7 安全インタロックの復旧により、危険な状況が発生する場合には、装置の動作や運転が自動的に起動されるべきではない。

13.7.8 安全インタロック回路の配線 — デバイスの短絡や接地配線の短絡によってインタロックが正しく機能しない危険を低減するために、スイッチ、接点、その他の安全インタロック制御デバイスは、回路の接地側に接続すべきではない。

13.7.9 ショットトリップ回路 — インタロック回路および EMO 回路による危険エネルギーの除去は、通電ではなく、通電遮断によるべきである。通電遮断によって動作が起こらないコンポーネントの例として、ショットトリップがある。

**例外 1:** 次のいずれかの場合にはこの基準を満足していると見なされる。(a) 冗長回路の一方が通電遮断によって動作し、他方が通電によって動作する。または、(b) 被監視側回路が通電遮断によって動作する限り、監視側回路が通電によって動作する。

**例外 2:** 漏電(地絡)検知コンポーネント(GFI,GFCI,RCD,ELB など)の多くは、その漏電検知コンポーネントでの通電によって動作するが、次の場合にはこれが認められる。(a) その漏電検知コンポーネントが 8.4.1 を満足しており、(b) 漏電検知インタロック回路または EMO 回路の中で、その漏電検知コンポーネントを除いた部分が通電遮断によって動作する。