

SEMI E163-0212

GUIDE FOR THE HANDLING OF RETICLES AND OTHER EXTREMELY ELECTROSTATIC SENSITIVE (EES) ITEMS WITHIN SPECIALLY DESIGNATED AREAS

特別に指定されたエリア内のレチクルおよびその他の静電気超感受性(EES: EXTREMELY ELECTROSTATIC SENSITIVE)アイテムの取り扱いのためのガイド

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)。

本スタンドアードは、global Metrics Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2011 年 12 月 24 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2012 年 2 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。

1 目的

1.1 この文書の目的は、半導体製造装置と施設での静電荷と電界によって引き起こされる生産性に対する悪影響を最小最小限にすることである。静電荷、電圧および電界に対し超静電気感受性(EES)を有するレチクルとその他のアイテムのために取り扱い環境での最適な静電気両立性を確立するためのガイドである。このガイドは SEMI E78 および SEMI E129 を補足して、静電気により最も損傷を受けやすいアイテムの保護方法を改善することを意図している。

注 1: この文書では、EES アイテムとは、静電荷、静電気電圧、または電界との、いかなる組み合わせにより影響を受けるものである。

1.2 この文書は、レチクルおよびその他のEESアイテムを使用、あるいは生産する人員へのガイドとして、装置の設計からテストまでの期間に装置製造業者のために使用することが出来る。

1.3 半導体と電子デバイスの製造者で用いる製造技術は、高密度化および高複雑化の方向に進化し続けている。高集積化、内部接続の高階層化および素子間・導体間分離の微細化にともなう、電界に起因する問題に対する感受性は増加している。この文書は、既存の静電気電荷の移動技術に加え、電界に関するより緻密な調査を通じて損傷問題に取り組むための推奨事項を提供している。

2 範囲

2.1 この文書の適用範囲は、特別に指定された管理環境およびその環境内で維持すべき電界の適切なレベルの推奨範囲内で取り扱うレチクルおよびその他の EES アイテムの基本的な定義に制限されている。

2.1.1 この文書では、このガイダンスは特別に指定されて明確に識別された領域でのみ適用されるため、すでに確立された静電気電荷制御方法(例えば、HBM 感受性 100V のデバイスのための ANSI/ESD S20.20 の規定など)と矛盾する接地方法と材料選定についての推奨事項を紹介している。

2.2 この文書では、SEMI E78, SEMI E129, SEMI E43 とその他の静電気パラメータの測定方法を参照している。これらの文書は、広範囲の条件下での静電気リスクの異なった側面を管理するためのガイダンスを提供する補足的なものである。

2.3 この文書では、静電界とその影響について頻繁に言及をする一方、このガイドの目的としては、交流成分を含み可変で過渡的な電界と電磁界を含んでいることについて考慮するとよい。このようなすべての電界が EES アイテム内に潜在的に電氣的ストレスを発生させることがあり得る。

2.4 この文書でレチクルに言及している場合には、深く掘り下げて説明するために使われている EES アイテムの例と見なすといふ。このガイダンスで論じられている原理は、レチクルとレチクルの取り扱いのためだけであると見なさない方がよい。このような EES アイテムとしては、ウェーハ上に形成された小型のデバイス、デバイス帯電モデル (CDM) 敏感性が問題となるバックエンド工程 (例えば、テスト工程) での封止型のデバイス、および平面パネル型ディスプレイ (FPD) 製造でのガラス基板上のデバイスが含まれる。

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 一般事項 — このガイドには、一般的な推奨事項を含む

3.1.1 特定の電界に関係した諸問題、またはある種のデバイスは、この文書で推奨する電界とは異なったレベルを必要とするか、または許容する可能性がある。

3.1.2 電界誘導の計算にはある程度の近似を含んでいる。しかしながら、このような近似の影響は認められている電界測定方法の一般的な測定精度の範囲内であろう。

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 E43 — Recommended Practice for Electrostatic Measurements on Objects and Surfaces

SEMI E78 — Guide to Assess and Control Electrostatic Discharge (ESD) and Electrostatic Attraction (ESA) for Equipment

SEMI E129 — Guide to Assess and Control Electrostatic Charge in a Semiconductor Manufacturing Facility

4.2 ESD Association Standards and Advisories¹

ANSI/ESD STM3.1 — Ionization

ANSI/ESD SP3.3 — Periodic Verification of Air Ionizers

ESD TR3.0-02-05 — Selection and Acceptance of Air Ionizers

ANSI/ESD S20.20 — Development of an Electrostatic Discharge Control Program for Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices)

4.3 その他の文書

ITRS — International Technology Roadmap for Semiconductors²

注意: 別途指示のない場合、引用された全ての文書は最新の出版バージョンである。

5 用語

5.1 略語および頭字語

5.1.1 AFM (*atomic force microscope*) — 原子間力顕微鏡

5.1.2 ANSI (*American National Standards Institute*) — 米国規格協会

5.1.3 CDM (*charged device model*) — デバイス帯電モデル

5.1.4 CD (*critical dimension*) — 限界寸法

5.1.5 EES (*extremely electrostatic sensitive*) — 静電気超敏感性

5.1.6 EFM (*electric field-induced migration*) — 電界誘導型マイグレーション

5.1.7 EMI (*electromagnetic interference*) — 電磁妨害・電磁干渉

¹ Electrostatic Discharge Association, 7900 Turin Road, Building 3, Rome, NY 13440-2069, USA; Telephone: 315.339.6937, Fax: 315.339.6793, <http://www.esda.org>

² ITRS Global Communication Center, SEMATECH, 2706 Montopolis Drive, Austin, TX 78741, USA; <http://public.itrs.net>

- 5.1.8 *ESA (electrostatic attraction)* — 静電気吸引
- 5.1.9 *ESD (electrostatic discharge)* — 静電気放電
- 5.1.10 *ESDS (electrostatic discharge sensitive)* — ESD 敏感性
- 5.1.11 *FPD (flat panel display)* — 平面パネル型ディスプレイ
- 5.1.12 *IC (integrated circuit)* — 集積回路
- 5.1.13 *ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors)* — 国際半導体技術ロードマップ
- 5.1.14 *MR (magneto-resistive)* — 磁気抵抗
- 5.1.15 *SMIF (standard mechanical interface)* — 標準メカニカルインタフェース

5.2 定義

- 5.2.1 *キャリア(carrier)* — 半導体製造のさまざまな処理段階でウェーハ、チップ、パッケージされた集積回路、レチクルを保持するために使用されるデバイスのこと。[SEMI E78]
- 5.2.2 *静電気超敏感性(EES)アイテム(extremely electrostatic sensitive (EES) item)* — 通常「静電気放電(ESD)管理下」として分類される条件の下で取り扱われるときでさえ、静電荷、電圧、または電界によって引き起こされる劣化あるいは故障を受けやすいあらゆるアイテムのこと。
- 5.2.3 *静電気超敏感性(EES)ミニエンバイロメントキャリア(extremely electrostatic sensitive (EES) minienvironment carrier)* — ファラデーケージ(すなわち、導電性の密閉容器)で EES アイテムを囲むことにより、電界を排除する静電気超敏感性(EES)アイテムのための輸送方法のこと。
- 5.2.4 *電磁妨害(electromagnetic interference (EMI))* — 電子機器で誤動作の原因となるような電位をもった電磁スペクトルの非イオン化部分のあらゆる電気信号のこと。[SEMI E33]
- 5.2.5 *静電気両立性(electrostatic compatibility)* — 製品の生産、および静電気問題を発生させずに製品、レチクルおよびキャリアの設備間輸送を可能にするための適切な電荷制御のこと。[SEMI E129]
- 5.2.6 *電界誘導型マイグレーション(electric field-induced migration (EFM))* — 表面で電界の存在の結果として、通常動かない原子あるいは分子の運動。電界が存在することにより、通常、表面上で静止している原子あるいは分子の移動のこと。
注 2: 関連情報 1 で、ガラスレチクル上のクロムの EFM の特性を記述している。
- 5.2.7 *静電気放電(electrostatic discharge (ESD))* — 高電界によって誘起された、急速で突発的な静電気電荷の移動のこと。[SEMI E78]
- 5.2.8 *ミニエンバイロメント(minienvironments)* — 汚染や人間から製品を隔離するために囲いによって作られた局所環境のこと。[SEMI E78]
- 5.2.9 *製品(product)* — 機能的な半導体デバイスとなることを意図したアイテムのこと。[SEMI E78]

5.3 記号

- 5.3.1 *C (capacitance)* — 静電容量
- 5.3.2 *Q (charge)* — 電荷量
- 5.3.3 *V (voltage)* — 電圧

6 電界からの危険性に対する評価についての考察

注 3: この文書の付属書 1 には、電界と電界敏感性の対象物との間の(この例では、レチクル)相互作用の詳細な処理を含んでいる。

注 4: 関連情報 1 には、レチクルのために推奨する電界レベルを決定するために使用された方法について記述している。同様の方法を他の EES アイテムの電界敏感性を決定するために採用してもよい。

6.1 電界は、電子デバイス製造環境に数多くの好ましくない影響をもたらす。

6.1.1 電界誘導は、電界の発生源と敏感性アイテムとの間で物理的な接触がなくてもレチクル、あるいは FPD のような EES アイテムに影響を与えることができる。

6.1.2 電界誘導は、静電荷の移動がなくても、このような EES アイテムに損傷を起こすことができる。

6.1.3 ESD を引き起こさないレベルの電界であっても、小型のデバイスに対しては相変わらず危険であるかもしれない。

6.1.4 ある状況では、電界への暴露によって引き起こされた損傷は、影響を受けたアイテムの経時劣化により最終的に故障に至るといった結果のように、長期間にわたって連続的に進行させることができる。

6.2 電界のようなパラメータの測定をおこなうことは困難である。

6.2.1 物体の性質(すなわち、絶縁体、導体、あるいはほとんどの場合両方の混合体)、その幾何学的形状、その環境及び測定装置自体は、電界測定の精度に影響を与える要因としてほんの僅かなことに過ぎない。

6.2.2 レチクルのようなEESアイテムに進行性のある損傷を引き起こすことができる電界レベルは、実際に携帯型機器で測定するレベルより低いかもしれない。

6.2.3 レチクルあるいは封止型デバイスのようなアイテム内部の電界を測ることはできない。この内部の電界は、アイテムが装置を通過しているときの電界、またはアイテム表面に発生した静電荷の結果であるかもしれない。しかしながら、アイテムが晒されたかもしれない電界への露出を記録することができるセンサデバイスは、重要なアイテムと同じ方法で処理することができる。

6.2.4 特定の位置と時間で行なわれた電界測定が、他の時間の同じ位置、あるいは、他の明らかに同一の位置に存在している可能性のある電界を代表するものではないかもしれない。

6.2.5 電界は本質的に過渡的であるかもしれない。そして、電界が存在していたという恒常的な証拠を残さないかもしれない。

6.2.6 すべての電界測定装置は、急速な変化、あるいは過渡的な電界に敏感ではない。

6.3 敏感なアイテムに与える可能性のある影響に、電界のような静電気量の測定を関連づけることは困難である。

6.3.1 ある敏感なアイテムで行なわれたテストは、他の外見上は類似したアイテムで引き起こされるかもしれない影響にとって代表例とはならない可能性がある。

6.3.2 使用しているほとんどすべてのレチクルは、ユニークな導体のパターンを持っている。そして、導体のパターンのバリエーションと絶縁スペースが電界に曝露するや否や起きる電界誘導に変化をもたらす。

6.4 レチクルデザインは、本質的に可変であり、レチクルのさまざまな場所で起きる電界誘導を数量化することについて無能力であるため生産レチクルの決定的な損害閾値を確認することはできない。従って、電界曝露のためのガイダンス値は、特別に設計されたテストレチクルで実験した後に決定された。

注 5: 用いられた方法と技術参考資料の詳細は関連情報 1 を参照すること。

6.5 電界に関連した問題をすべて解消することを「保証する」電界レベルを定義することは、不可能であるかもしれない。

6.5.1 電界により引き起こすことが可能なレチクルの累進的な劣化と他の電界敏感性アイテムでの同様な連続的損傷の影響により、電界の特定の値が「安全である」とみなされることはできない。長い期間存在している弱い電界が、もしかするとそれが短い時間存在している強い電界より多くの著しい損傷を起こす可能性もある。

6.6 損傷は、内部、または外部の電界によって引き起こされる可能性がある。

6.6.1 「内部の電界」は、他の部分が変化しない間に、オブジェクトの電氣的に絶縁された部分が静電的に帯電することにより引き起こされる。封止型デバイスのエポキシ封止は取り扱いの間に摩擦帯電する可能性がある。そして、これによりデバイスから生じた電界を引き起こすことができる。

6.6.1.1 もしこのような帯電したデバイスのリードが現在接地に接続されているなら、エポキシ封止上に帯電によって引き付けられているバランスをとっている電荷がリードに流れるであろう。外部的には、オブジェクトは接地接続によって中和されたように思われるかもしれないが、内部の帯電分離により内部電界がまだ存在するであろう。

6.6.1.2 デバイスは、現在、電氣的に中立で、それ故に安全であるように思われるかもしれないが、内部の電界強度と電界誘導された損傷の危険は接地することによって「増加させられて」しまっているであろう。

6.6.2 電界敏感性オブジェクトを貫くことができる「外部の電界」が多くの方法で生み出されるかもしれない。しかし電界がその源にかかわらずまったく同じように電界敏感性オブジェクトと相互に作用する。

6.6.2.1 絶縁表面上の静電荷により誘起された電界は、引き起こされる可能性がある損傷の観点では、電源に接続された導体によって誘起される電界と強度的には等価である。

6.6.2.2 しかしながら、どのように扱うことができるかという点において、電界のすべての源が同等ではない。

6.6.2.2.1 絶縁性表面に存在している静電荷または絶縁された導電性オブジェクトからの電界は、空気イオン化を使うことによって、除去することができる。しかし、電力供給された源から生じる電界は、このようにして除去することはできない。

6.6.2.2.2 電力供給源からの電界は、接地した導電性のエンクロージャー（すなわち、ファラデーケージ）で保護することによって、除去することができる。電界の交替、あるいは急速な変化を遮蔽するファラデーケージの能力は、導電性と構造に使用した材料の連続性と電界の変化率に依存する。金属製ファラデーケージは電界に対し、どのような源からの貫通に対しても保護する。

6.6.3 「電界摂動」は、導体が電界に取り込まれることによりいつでも起きる。このような電界摂動は、結果として、電界敏感性オブジェクトの内部に存在するより大きな電界強度を、電界の源の電圧または電荷の状態のいかなる変化もなしで、もたらすことができる。

6.6.3.1 電界敏感性オブジェクトは、それ自身が外部から作り出された電界に摂動を与える可能性が高く、局所的な電場の強度を、オブジェクトがないときには測られないような、より高いレベルに増大させる可能性がある。

6.6.3.2 同様に、電界敏感性オブジェクト内部の電界強度は、装置パネル、ロボットアーム、または作業台などの導体表面への相対的な位置を変化することにより増大する。

6.6.3.3 このような電界摂動は直感的に明白ではないかもしれない。例えば、絶縁された導体のプレーナーアレイの周囲の導電性リングの配置(クロム境界のケースのようにレチクルのパターンエリアの周囲のクロム境界の場合のように)は、絶縁した構造間の電界の方向を反転させることができる。電界敏感性アイテムに近い(リングの形をしたキャリアフレームのような)どんな類似の導電性の機構の動きでも、かなりの電界摂動と重大な損傷を起こすことが可能であった。

6.7 電界誘導は、事実上、瞬間的である。レチクルのような電界敏感性オブジェクトに損傷を誘導する電界には、僅かピコ秒しかかからない。過渡電界と摂動でさえ、マテリアルハンドリング中のツールと装置の動作によって引き起こされる過渡電界摂動は、損傷を引き起こすのに十分である。このような過渡電界の検出は、特殊な広帯域のモニタリング装置を使用しなければ不可能であろう。

7 静電気放電(ESD)からのリスクアセスメントのための考慮

7.1 ESD イベントが帯電した封止型デバイスを取り扱う間に起きるとき、デバイスのリードに均衡を保っている帯電の非常に速い移動が起きる可能性がある。デバイス封止材料上にある元の電荷も中和はない可能性がある。帯電したオブジェクトが接地に接続しているとき、拡散性の接続を通してさえ、電荷移動は、電荷中和ではなく、デバイス上に均衡している電荷の搬送が起きる。これを図1で示す。

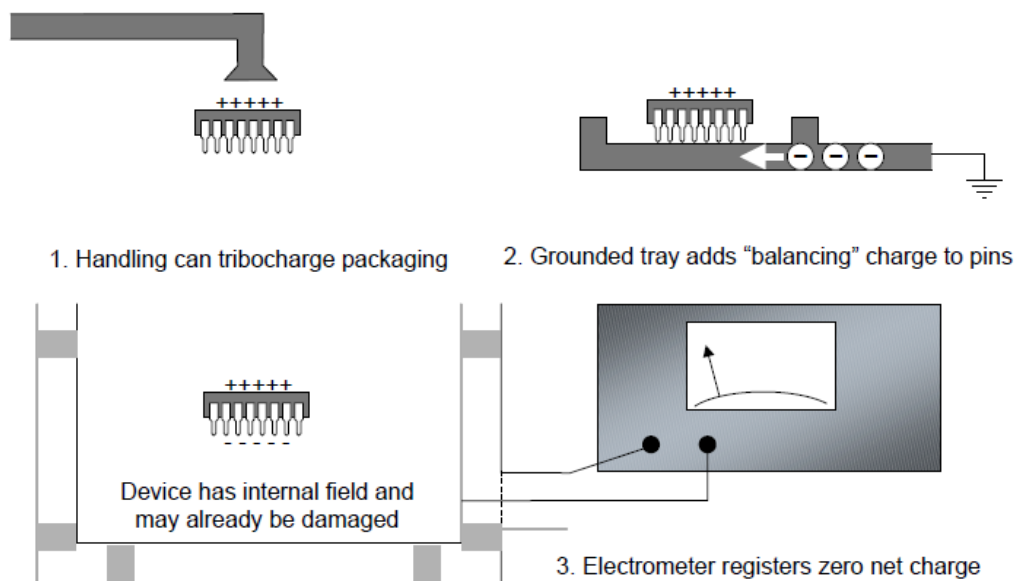


図1
封止型デバイスのハンドリング中の電荷

7.2 ツールあるいは装置の中に起きるデバイスのプロセス内帯電を除去することが事実上不可能であるから、対策は、帯電した状態でもデバイスを保護するためにとるべきである。

7.3 しばしばよく用いられる装置ロックアップと粒子吸着を避けるための、一般にはESDイベントの発生を減少させるために導入された対策が、実際に敏感なデバイスへの損傷の危険を増やすことがあることを認識することが重要である。

7.4 この文書は、ESD 回避と敏感なデバイス防護が、常に同じ方法を必要とするわけではないこと、および接地は常に望ましい方法であるとは限らないことを説明している。

7.4.1 もし帯電した EES アイテムが拡散性の接触を通して接地に接続しているなら、制御された、均衡を保っている電荷は、デバイスピンにゆっくりと流れるので、接地した瞬間に損傷を与えるような放電はないかもしれない。通常の ESD 防止条件では、接触することで ESD イベントは起きない。しかしながら、回路への均衡を保っている電荷の緩やかな移動は、重要なポイントを横切る内部の回路ジャンクションの電位差を増やすことが可能となり、内部損傷を引き起こす。これは、ピンを接地に接続し、静電荷がデバイスのどこか他の回路の中の均衡のとれた電荷を引き付けることを可能にすることによって、直接的な帰結として起きる。デバイスは、マクロ的に中和されているように、今は思われるであろう。接地の瞬間に ESD イベントがなく、製造エリアの監視に使用するどの ESD センサーにも ESD イベントが登録されていない。しかしデバイス内部には、損傷を受けているかもしれない。

8 装置

8.1 静電気帯電測定 (Electrostatic Charge Measurement) — SEMI E78 に定義されているように、製品、レチクル、あるいはキャリアに発生した電荷を測るファラデカップ試験方法は、図 2 に示している。SEMI E43 には、更に詳細に記述されている。しかしながら、EES アイテムにこの方法で電荷を測ると、前述の通り、内部の電界が作り出す (§ 6.6.1 参照) 均衡した電荷の存在のために、不正確な結果が得られるかもしれない。

8.1.1 絶縁体と複合的な EES アイテムは、静電荷の両極性で同時に帯電することが可能である。ファラデカップでの測定は、その中の「電荷分離」の量ではなく、オブジェクト上の正味の超過電荷を示すであろう。

8.1.2 もし試験中の摩擦帯電したアイテムがファラデカップ内の挙動の間のどこかで接地されると、例えば、ESD 管理のための等電位結合方式の使用によって、電荷測定を無効にしてしまうその上に均衡を保っている電荷を置いていたかもしれない。

8.1.3 電界計、あるいは電圧計は、この状態が存在するかどうかを示すことができるかもしれない。しかし、常に可能であるとは限らない。

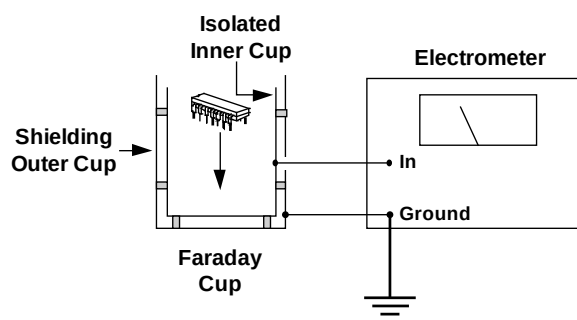


図 2
ファラデカップ電荷量測定

8.2 電界測定 (Electric Field Measurement) — 静電気の電界測定を行うために使われる装置は、静電気電界計である。使用法は、製造者の説明書と SEMI E43 から入手するべきである。一般に、静電気電界計は、2.54 cm (1 インチ) の距離で測定する。

8.2.1 図 3 に示す測定設定は、測定に対する装置の影響を図示している。多くの場合、電界計の存在は帯電した表面からのフラックスと電気力線の集中の両方を増加させるであろう。電界計は、一般には、電界計のない場合に存在するよりも高い電界の値を示すであろう。

8.2.2 静電気電圧計は、電界計測定の代替として使用することができる。小さいオブジェクトあるいは表面積には、静電気電圧計が適切である。詳細情報は、SEMI E43を参照。

8.2.3 適切な条件の下で、静電気電圧計は、帯電したオブジェクトからの距離に依存せず、高精度と安定性を示す。静電気電圧計プローブはアークオーバーなしで、帯電表面に非常に近い位置にすることができる。帯電した小さいオブジェクトからの電界を解決することが可能である。

8.2.4 測定している過渡的電界の測定には、コンピュータあるいはストレージオシロスコープへのアウトプットを持っている広帯域の静電気電圧計が必要となることもある。

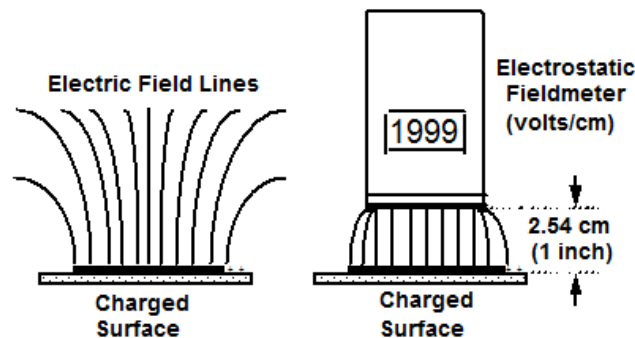


図 3
静電気電界計の測定

8.2.5 手に持って使う装置に対して不十分なアクセスしかない装置、キャリアとプロセスチャンバの制約された操作環境の中で電界を記録することに対して、プローブ自身の存在が際立って測定に変化をもたらすであろう。センサデバイスをカスタマイズすることが必要になることもある。または、検討中の EES アイテムを代えることができる。

8.2.5.1 このようなセンサデバイスが存在する電界形状は、EES アイテムの存在による電界形状にできる限り近くすべきである。このようなデバイスは、EES アイテムが通過するかもしれないほとんどすべての環境を試すことができ、プロセスあるいはハンドリングによって誘導された電荷を記録することができる。同じく、電界強度と同様、電界曝露継続時間を記録することができる。それ故に、これは EES アイテムのために電界リスクを評価する最も適当な方法であるかもしれない。

9 EES 分類範囲の特定

9.1 EES アイテム取り扱いのために使われる異なる原理に起因し、従来の ESD 予防取り扱い方法として用いられる等電位結合(すなわち、グラウンディング)手法との矛盾に対し、EES アイテムを取り扱う区間を隔離し、明確にマーキングすることを推奨する。

9.1.1 EES 取り扱い技術と両立可能な EES アイテムの識別、取り扱い区域、または装置のために推奨するシンボルを図 4 に示す。



図 4
EES アイテムの識別、両立可能な取り扱い区域、または装置のための推奨シンボル

10 EES 分類区域のための原則

10.1 主要な目的は、いかなる電荷あるいは電界もない状態に EES アイテムを維持することである。EES アイテムのための保護には、二つの異なる局面がある。すなわち、電荷管理と電界管理である。

10.2 電荷管理

10.2.1 接地による帯電管理の安全性は、電気抵抗のある接触でさえ、敏感性アイテム内の回路の特性に依存し、いかに急速に超過した電荷が接地に流れるか、どのルートを取るかに依存する。前述の通り、接地によって内部の電界を増加させる可能性がある。このような理由により、EES アイテムの接地は、EES 分類区画内では、可能な限り避ける必要があるかもしれない。

10.2.2 EES 区画の内側では、空気イオン化のような、電荷管理の他の方法を接地の代替方法として用いる。電荷を安全に中和することができないときには、取り扱い方法の変更により、電荷の発生が起きないことを確実にする必要となることがある。EES アイテムと接触する材料を摩擦帯電による電荷発生を最小にする選択が必要となることがある。

10.2.3 空気イオン化は、本質的に損傷を起こすことのない割合で電荷を中和することができるので、接地の代わりに用いることが可能である。

10.2.3.1 空気イオン化は、いかなる応用でも、イオン化された空気が帯電した表面に到達することを確実にすることが必要である。空気イオン化は、比較的ゆっくりと作用するので、イオン化システムの効果があるためには、十分な時間を考慮するべきである。

10.2.3.2 空気イオンの流れは、電荷によって作り出される電界に反応することにより、静電荷の存在に反応するので、イオナイザーが、実際に静電荷あるいは電界の発生を「妨げない」ことを認識することは重要である。

10.2.3.3 イオナイザーは静電荷のいずれかの極性を中和するために正極と負極のイオンを供給する。イオナイザーは絶縁された導電性オブジェクト上の電荷発生を避けるために、慎重にイオンバランスを取るべきである。間違ったイオンバランスを取っているか、メンテナンス不良のイオナイザーは危険を減らすよりむしろ危険を生成することがある。詳細な情報は、空気イオン化の試験に関する ESD Association の文書 ANSI/ESD STM3.1, ANSI/ESD SP3.3, および ESD TR3.0-02-05 を参照する。

10.2.3.4 イオナイザーの能力とイオンバランスを定期的に監視することは、EES 取り扱い区画での有効な運営に推奨される。点検の頻度は、使用するイオナイザーの固有の安定性を含め多くの要因に依存するので、この文書では、推奨することはできない。EES 区画のオペレータは、監査の間隔と監視方法がイオナイザーの効果的な作動を維持するのに適切であるということを確認する必要がある。

10.2.4 電界マイグレーション

10.2.4.1 電界の低減

10.2.4.1.1 電荷の蓄積を避けるには、電界を最小にする必要がある。これには、材料を注意深く選択し、記述のとおり、イオナイザーを使用することが最適であろう。

10.2.4.1.2 コロナ放電タイプのイオナイザーは、放電電極先端に強い電界を発生させることにより機能する。このようなイオナイザーによって作り出された電界が EES アイテムに到達できないことを保証するよう注意する必要がある。アルファはエックス線イオン発生器がそれほど強い電界を作成しない又は EES アイテムに近い使用にいつそう適しているかもしれません

10.2.4.2 シールドイング

10.2.4.2.1 イオナイザーは電力を供給されたシステムによって発生させられる電界を中和することができない。従って、電力がどこで使われるとしても、シールドを使うことによって、迷った電氣的あるいは電磁気の電界を最小にするために、処置が取られるべきである。

10.2.4.2.2 電源が供給されているシステム周辺での電気及び電磁気による電界を減少させる最善の方法として、金属によるシールドを推奨する。また、シールドを注意深く連結して高周波電磁界が漏れないようにするとよい。電磁妨害 (EMI) をシールドする目的に適した方法と材料が、EES 領域でのシールドに適している。

10.2.4.2.3 外部で発生した電気と電磁気の電界から EES アイテムを保護するための唯一のフェイルセーフな手段は、完全な導電性を持つファラデーケージに入れることであろう。電界保護のために EES アイテムは、可能な限り EES ミニエンパイロメントキャリアに収容すべきである。

10.2.4.2.4 遮蔽効率はシールドに使用する材料の導電率と密度に依存する。本質的に「導電性」か、あるいは金属化プラスチックと金属製ワイヤメッシュでさえ、すべての周波数で完全な電界シールドを得るのには、不十分なことがある。使用するのに最も適当なシールドは、どの個別の部品間にも金属－金属