

SEMI E33-1012

GUIDE FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)

半導体製造装置の電磁適合性(EMC)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」「しなければならぬ」について等)。

本スタンダードは、global Metrics Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2012 年 8 月 30 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2012 年 10 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 1994 年発行。

注意: 本文書は、2012 年、全面的に改訂された。

1 目的

1.1 本ガイドの目的は、半導体デバイスの製造に使用される半導体製造装置が、電磁障害(EMI: electromagnetic interference)に起因する故障なしに、信頼をもって運転することを確実にする手助けのための推奨である。この望ましい特性は「電磁適合性」(EMC: electromagnetic compatibility)として一般に知られている。

2 範囲

2.1 本ガイドは、半導体デバイス製造を目的として建設された装置に適用する。ここに含まれる装置の種類は、通信装置、制御装置、プロセス装置、計量装置、検査装置、自動装置、および情報技術装置である。いくつかの用語は、半導体の設備・装置に特化される。

2.2 本ガイドの主な焦点は、半導体デバイスの製造に使用される半導体製造装置であるが、本ガイドは、関連製品(例えば、液晶や MEMS)の製造に使用される装置に適用される場合もある。

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。

注 1: 特定の状況では、EMI への感度または EMC の欠如は、装置の安全性に影響を及ぼす可能性がある。

3 制限

3.1 本ガイドは、集積回路のアセンブリと機能テストに使用される装置には適用しない。

注 2: 許容できる限度と方法が一旦定義されれば、本タスクフォースはそのようなアセンブリと機能テストに使用される装置を考慮する予定である。

3.2 本ガイドは、製造中、半導体デバイスに対して起こり得る製造プロセス特有のチャージからの静電気放電に起因する EMI には適用されない。詳しくは、SEMI E78 を参照のこと。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンドアードおよび安全ガイドライン

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

SEMI F47 — Specification for Semiconductor Processing Equipment Voltage Sag Immunity

4.2 European Commission (EC) Directives¹

Directive 2004/108/EC — Directive 2004/108/EC of the European Parliament and of the Council on the Approximation of the Laws of the Member States Relating to Electromagnetic Compatibility and Repealing Directive 89/336/EEC

4.3 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Standards²

IEEE 1100 — IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment

注 3: ガイダンス標準, 規則と指令のサブセット・リストについては, 関連情報 3 を参照のこと。

注意: 別途指示のない場合, 引用された全ての文書は最新版である。

5 用語

5.1 略語および頭字語

- 5.1.1 *CEN* — European Committee for Standardization
- 5.1.2 *CFR* — Code of Federal Regulations
- 5.1.3 *CISPR* — International Special Committee on Radio Interference
- 5.1.4 *ELF* — extremely low frequency
- 5.1.5 *EMC* — electromagnetic compatibility
- 5.1.6 *EMF* — electromagnetic field
- 5.1.7 *EMI* — electromagnetic interference
- 5.1.8 *EN* — European Standard
- 5.1.9 *ESD* — electrostatic discharge
- 5.1.10 *EUT* — equipment under test
- 5.1.11 *FCC* — Federal Communications Commission
- 5.1.12 *FIB* — focused ion beam
- 5.1.13 *FPD* — flat panel display
- 5.1.14 *IEC* — International Electrotechnical Commission
- 5.1.15 *IEEE* — Institute of Electrical and Electronics Engineers
- 5.1.16 *MEMS* — microelectromechanical systems
- 5.1.17 *OEM* — original equipment manufacturer
- 5.1.18 *RMS* — root mean square
- 5.1.19 *SEM* — scanning electron microscope
- 5.1.20 *TEM* — transmission electron microscope
- 5.1.21 *VLf* — very low frequency

5.2 定義

5.2.1 **電磁適合性** (*electromagnetic compatibility (EMC)*) — 環境 EMI に関して, 適正に機能するための電子機器の能力。

5.2.2 **電磁妨害** (*Electromagnetic interference (EMI)*) — 電磁気の妨害に起因する装置, 伝達チャネルあるいはシステムの性能の悪化。

5.2.3 **静電気放電** (*Electrostatic discharge (ESD)*) — 高電界によって誘発した静電気電荷の急速で突発的な移動のこと。[SEMI E78]

5.2.4 **ELF に敏感な装置** (*ELF sensitive equipment*) — 超低周波 (ELF) の電磁場 (EMF) により, 性能に悪影響を受ける, 例えば走査型電子顕微鏡 (SEM) のような, あらゆる装置。

¹ European Commission, Rue de la Loi 200/Wetstraat 200, B-1049 Bruxelles/Brussels, Belgium; Telephone: 32.2.299.30.85, Fax: 32.2.296.17.49, <http://www.europa.eu.int>

² Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Operations Center, 445 Hoes Lane, P.O. Box 1331, Piscataway, New Jersey 08855-1331, USA; Telephone: 732.981.0060, Fax: 732.562.6380, <http://www.ieee.org>

5.2.5 **EMI イベント (EMI event)** — 静電気放電 (ESD) イベントからの電磁放射も含むかもしれない電磁干渉 (EMI) の発生。

5.2.6 **EMI-sensitive equipment (EMI に敏感な装置)** — 半導体製造環境において電磁干渉 (EMI) により、性能に悪影響を受けるあらゆる装置。

5.2.7 **エンクロージャ (enclosure)** — 電磁場 (EMF) が放射するか、影響を与えるかもしれない装置の物理的な境界。

5.2.8 **ESD イベント (ESD event)** — 電磁放射を引き起こす可能性のある静電放電 (ESD) の発生。

5.2.9 **ESD 検査 (ESD Audit)** — 静電気放電 (ESD) 制御プログラムと関連した規格における、いくつか、あるいは全ての規定の内部または外部の根拠。

5.2.10 **超低周波 (extremely low frequency (ELF))** — 3kHz 未満の周波数帯の範囲。

5.2.11 **超低周波電磁場 (extremely low frequency (ELF) electromagnetic field (EMF))** — 装置および設備内で、超低周波 (ELF) 電流 (一般に米国、日本の一部、台湾では 60Hz で、大部分のアジアおよび欧州では 50Hz) により発生する電磁場 (EMF)。

5.2.12 **ポート (port)** — 外部の電磁的環境を持つ指定された装置のある特殊なインタフェース (例えば、接地ポートなど) (図 1 参照)。



図 1
装置ポート

5.2.13 **サプライヤ (supplier)** — ユーザー (例えば、ユニット製造者など) へ装置や関連サービスを提供する人。装置ベンダーまたは相手先商標製造会社 (OEM) と呼ぶ。[SEMI E10]

5.2.14 **ユーザー (user)** — 装置を半導体製造に使用する目的で取得する当事者。サプライヤ (supplier) の定義も参照。[SEMI S2]

5.2.15 **超長波 (very low frequency (VLF))** — 3 kHz から 30 kHz の周波数帯の範囲

6 推奨される性能基準の分類

6.1 **推奨される性能基準** — 以下に述べるものは、半導体製造に使用される異なったクラスの装置および電子システムのための推奨される一般的な性能基準である。しかしながら、EMC テスト中どんな種類の欠陥と異常でも、テスト報告書に記録すべきである。

6.1.1 **性能基準 A** — テストの間や後に、半導体製造装置が計画通り動くこと。プロセス装置の場合、すべてのプロセス結果は仕様範囲内にある。EMI または誤警報に起因している危険の増加は、観察されない。ある場合に、性能基準は、もしこのような損失が関係機関にとって小さく、許容される程度とみなされるならば、性能文書で証明された許容損失によって置き換えてもよい。

6.1.2 **性能基準 B** — 半導体製造装置が、テスト後に計画通り動くが、サプライヤが規定したレベルでテスト中、機能損失もしくは性能劣化を経験すること。いかなる運転状態の変化もしくは蓄積されたデータの損失も許されない。性能もしくは機能の回復には、人の介入を必要としない。

注 4: 一次的な機能の損失が安全上の危険を生む可能性がある場合には、適切な安全ガイドラインや規格がリスク評価のために使用されるべきである。

6.1.3 性能基準 C — もし機能が回復可能で、自動的もしくは制御運転中のどちらにおいても、機能の一時的損失は許される。

注 5: 一次的な機能の損失が安全上の危険を生む可能性がある場合には、適切な安全ガイドラインや標準がリスク評価のために使用されるべきである。

7 半導体製造装置の適合性推奨

7.1 半導体製造装置が使用される場所での適用可能な EMC 関連法令 (例えば、条例、指令) の要求事項に適合するか否かは、本ガイドやサプライヤ・ユーザー間の合意とは独立しているべきものであり、またその合意に優先する場合がある。

7.2 EMC 指令 2004/108/EC の要求事項に適合することは、装置の推奨された性能であるとともに、本ガイドに記載された推奨事項を満たすことが期待されていることを意味する。

7.3 EMC 指令の要求事項の範囲を超えた追加の機器性能 (以下に示すもの等) が求められる場合は、それらをサプライヤとユーザーの間で協議すべきである。

- § 6 で規定された性能基準
- 付属書 1 で規定された ELF および EMF 強度レベルとテスト
- SEMI F47 で規定された電圧サグイムニティへの適合

8 半導体製造装置の適合性責任に関する推奨

8.1 代替場所 (Alternate Locations) — 半導体製造装置が 1 つの場所で使用するために購入され、その場所で適用される EMC 関連の基準・規則・規制に適合しているものの、それとは異なる EMC 関連の基準・規則・規制の別の場所で使用される場合には、後者との適合性は装置サプライヤの責任とすべきではない。本来の使用場所で適用される EMC 関連規制への適合性は、装置サプライヤの責任である。代替の場所に移動した装置の適合性については、規制に関するガイダンスと協議をサプライヤとユーザーの間で行うことが推奨される。

注 6: 一例として、善意のサプライヤが、独自の規制要求事項を有する特定の場所で使用する装置を販売したが、顧客または代理店が、規制要求事項の異なる別の場所に装置を移動した事例がある。別の例では、装置の本来の製造者ではない当事者が中古装置を販売している。そのような場合では、この製造者は、最初の販売時に含まれていなかった新たな規制要求事項を満たすよう装置を改造する責任を負うべきではない。

8.2 半導体製造装置の EMI 保護の逸脱 (Semiconductor Manufacturing Equipment EMI Protection Deviations) — ユーザーが半導体製造装置を、製造者の指示と異なる構成 (保守点検用カバーを外した状態、ケーブル束を露出させた状態で装置を操作する等) で操作した場合は、ユーザーが装置の EMC を損なう恐れがある。装置サプライヤとユーザー間の合意により、電磁適合性のための追加的な保護手段または試験要求事項を設けるべきである。

8.3 推奨される半導体製造装置の適合の分担 (Recommended Semiconductor Manufacturing Equipment Compliance Assignments) — 表 1 は、EMC 適合の役割と責任を明確にする手助けとして提供する。これに反する契約上の合意がない限り、表 1 に定めた責任を守るべきである。

表 1 推奨される EMC 関連への適合の分担

項目	責務
半導体製造装置自体 Semiconductor manufacturing equipment itself	サプライヤ (半導体製造装置メーカー) Supplier (semiconductor manufacturing equipment manufacturer)
一サプライヤ (例えば、統合されている) が提供している場合には、他の装置と連結している半導体製造装置 Semiconductor manufacturing equipment in combination with other equipment if supplied (i.e., integrated) by one supplier	サプライヤ (半導体製造装置インテグレーター) Supplier (semiconductor manufacturing equipment integrator)

項目	責務
ユーザーが統合している場合には、他の装置と連結している半導体製造装置 Semiconductor manufacturing equipment in combination with other equipment if integrated by the user	ユーザー User
設備レベルの電磁環境 ^{#1} Facility-level electromagnetic environment	ユーザー User
半導体製造装置の設置関連適合性および EMI 性能 Semiconductor manufacturing equipment installation-related compliance and EMI-performance	設置責任者 Party responsible for installation
半導体製造装置の配列 Semiconductor manufacturing equipment collocation	ユーザー User
修理または保守後の半導体製造装置 Semiconductor manufacturing equipment after repair or maintenance	修理または保守の責任者 Party responsible for repair or maintenance
サプライヤーが販売後に行った、EMC 適合に影響のある追加・変更 Post-sale additions or modifications made by the supplier that affect EMC compliance	サプライヤー (半導体製造装置メーカーまたはインテグレーター) Supplier (semiconductor manufacturing equipment manufacturer or integrator)
ユーザーが購入後に行った、EMC 適合に影響のある追加・変更 Post-sale additions or modifications made by the user that affect EMC compliance	ユーザー User

#1 設備レベルの EMI 環境についてのガイダンスは、¶ R4-1.4 を参照のこと。

8.4 設備レベルの電磁環境 (Facility-Level Electromagnetic Environment) — 本ガイドの範囲は半導体製造装置であるが、電磁性能には半導体製造装置が設置された設備も含まれる。設備および電氣的インタフェースは、ともに装置の EMC を達成する上で重要な要素である。サプライヤーは、本ガイドに記載された情報を使用して、ユーザーに対して装置およびプロセスのために要求に適合した電磁環境を構築するよう指導することができる。

注 7: 設備レベルの電磁環境についての詳細は、関連情報 4 を参照のこと。

8.5 ESD 関連の電磁環境 (ESD-Related Electromagnetic Environment) — 電磁放射は、半導体製造装置の中または周辺で発生、または統合された装置と組み合わせることで生じる ESD イベントにより発生することがある。ESD は、固有の特徴を持った EMF を発生させる。これらの ESD イベントの抑制に関する詳細については、SEMI E78 を参照すること。

9 推奨されるテスト方法

9.1 適用される標準 (Applicable Standards) — 半導体製造装置は、サプライヤーとユーザーが合意した要求事項と同様に、適用される規制、標準、指令の関連要求事項に基づき、評価されるべきである。

注 8: 潜在的な EMC 関連の標準、規制、指令のリストを、関連情報 3 にて提供する。サプライヤー・ユーザー双方が関連のガイダンス文書を定期的にチェックしたり、最新版を使用することが推奨される。

9.2 テスト中の推奨される状態

9.2.1 EMC テストは、半導体製造装置を完全に設置した状態で、また、稼働させた状態が実際的かつ合理的である場合にはその状態で、行うべきである。

9.2.2 テスト構成は、サプライヤーによる設置、操作、保守に基づくべきであり、またサービス要求は現実的な動作環境に対応すべきである。

9.2.3 有害ガスや化学物質については代替物を使用することができ、またその他の修正も、危険が少なく環境上容認できる方法でテストを実施できるようにすることが合理的と見なされる場合には、実施することができる。

9.2.4 特殊な EMC 設備は、本ガイドでは要求すべきではない。EMC テストおよび装置特性に関する知識により、適合性の手法、すなわち分析と対比した実験室テストまたは現場テストを導くべきである。

9.3 オプションの代替テスト

9.3.1 異なっているが「よく似た」(サプライヤとユーザーが合意した)方法を使用して構築されたテストは、性能基準および試験水準が類似している場合には、本ガイドで推奨されているテスト方法の代用手段とすることができる。

9.3.1.1 評価者は、そのような代替手段をテスト計画や報告書に記載すべきである。

注 9: 現場テストは、再現した使用環境またはユーザーの施設で行うことができる。

10 半導体製造装置の設置および接地の推奨

10.1 本ガイドの合致に必要な、特別な設置、電力、接地の要求事項は、サプライヤが徹底的に文書化すべきである。

注 10: 本分野での推奨される実際の方法について、IEEE STD 1100 (*IEEE Emerald Book*)が、提案される情報源である。

10.2 サプライヤおよびユーザーは、EMI の制御における基準接地の重要性を認識すべきである。半導体製造装置に接地がない場合または接地の効果がない場合は、半導体製造装置が誤作動する恐れがある。

10.2.1 EMI に敏感な半導体製造装置の設置前およびすべての装置の設置後に、サプライヤまたはユーザーが半導体製造装置の接地について EMI 監査(付属書 2 参照)のうち EMI 接地検査の部分(接地ポート)を実施することが推奨される。

11 文書化の推奨

11.1 非機密のテスト方法および報告は、ユーザーの要求に基づきユーザーに利用可能な状態にすべきである。

注 11: 非機密テストの方法や報告は、ユーザーとサプライヤ間の非公開の合意を要求する場合がある。