

SEMI S12-0211

ENVIRONMENTAL, HEALTH AND SAFETY GUIDELINE FOR MANUFACTURING EQUIPMENT DECONTAMINATION

装置の汚染除去に対する環境、健康および安全ガイドライン

免責事項: この SEMI スタンダードは、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。

本安全ガイドラインは、global Environmental, Health, & Safety Committee で技術的に承認されている。現版は 2010 年 12 月 21 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2011 年 2 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 1998 年に発行、前版は 2009 年 3 月に発行された。

1 目的

1.1 本文書は、危険物質に曝露されたか、曝露された可能性があり、今後生産での使用を意図される製造装置 (ME) および部品の汚染除去のための指針を確立する。今後生産での使用を意図される装置には、再使用、再販売、修理、再生または再配置のため提供される装置も含まれる。

1.2 本安全ガイドラインは、地域、地区、国家、および国際の規制と組織の政策を適切に考慮して、各現場で採用すべきである。

注 1: 本安全ガイドラインを実施する際は、専門家からの支援を求めることが有益な場合がある。

1.3 本安全ガイドラインは、個別の状況に存在することがある現実的な限界を認めながら、輸送前に汚染をできる限り除去するのに使用することを目的としている。多くの場合、ME を破壊しなければ、化学的に完全な汚染除去はできないことが認識されている。ME 譲渡人は、残存しているすべての既知の潜在的な危険が明確に識別されていることを ME 譲受人に確保すべきである。

2 範囲

2.1 本安全ガイドラインは、危険物質に曝露されたか、曝露された可能性があり、人の健康または環境に脅威を及ぼす可能性がある ME および部品の汚染除去と取り扱いに適用される。取り扱い作業には、停止、解体、取り外し、ラベル付け、輸送前の梱包などがある。

2.2 本安全ガイドラインは、汚染除去および汚染除去に関連して残留する危険を文書化するための最低基準を説明する。

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 これらのガイドラインは、ME 装置を最終処分する際 (すなわち寿命の終わり) の汚染除去要求条件を扱うことは意図しない。本安全ガイドラインは、ME または部品の汚染除去への対処のみに限定される。ME の設計は ME の廃棄に関連するため、ME の設計に関連する指針については SEMI S16 を参照のこと。

注 2: ME の「寿命の終わり」での慣習と廃棄についての重要な考慮事項の要約を、本文書の関連情報 4 に示す。

3.2 本安全ガイドラインは、放射性物質または磁界に関連するあらゆる汚染除去対策に対応することを意図したものではない。

3.3 本安全ガイドラインは、該当する国際、政府、現場、または ME 製造会社の要件を置き換えることを意図したものではない。

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

SEMI S16 — Guide for Semiconductor Manufacturing Equipment Design for Reduction of Environmental Impact at End of Life

4.2 NFPA Standard¹

NFPA 70E — Standard for Electrical Safety in the Workplace

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 CDA (clean dry air) — クリーンドライエア

5.1.2 DIW (deionized water) — 脱イオン水

5.1.3 HAZCOM (hazard communication) — 危険情報の伝達

5.1.4 HEI (hazardous energy isolation) — 危険エネルギーの切離し

5.1.5 HEPA (high efficiency particulate air) — 高効率粒子状空気

5.1.6 ME (manufacturing equipment) — 製造装置

5.1.7 MSDS (material safety data sheet) — 物質安全データシート

5.1.8 PBI/FR (polybenzimidazoles/flame resistant) — ポリベンゾイミダゾール／耐炎性

5.1.9 PM (preventative maintenance) — 予防的保守

5.1.10 PPE (personal protective equipment) — 保護具

5.1.11 SCBA (self contained breathing apparatus) — 自給式呼吸用保護具

5.2 定義

5.2.1 アセスメント (assessment) — 実行しようとするプロセスまたは完了した作業の有効性に関連する情報を入力する方法

5.2.2 ブランキング装置 (blanking device) — フランジ面を密閉するための装置

5.2.3 副生成物 (by-products) — 反応プロセス中に形成される化学物質

5.2.4 化学物質による健康への危険 (chemical health hazard) — 曝されると急性または慢性的な健康への影響を及ぼすという、確立された科学的原理に基づいたプロセス知識または検証可能な証拠がある化学物質の能力。健康への危険には、発癌性、毒性、または猛毒性の化学物質、生殖毒素、刺激物、腐食剤、感光剤、肝細胞毒素、神経毒、造血系に作用する物質、および肺、皮膚、眼、または粘膜を害する物質による危険がある。

5.2.5 消耗部品 (consumables) — プロセスの操作によって摩耗し、定期的な交換が必要な ME のすべての部品

5.2.6 汚染された (contaminated) — グリース／油、ガス、水を含む化学物質と接触することになること

5.2.7 デッドゾーン (dead zone) — 汚染物質がたまりやすい部品、システム、または ME 内の手が届かない領域

5.2.8 廃止 (decommission) — 製造装置を実稼働に供さなくすること

5.2.9 汚染除去 (decontamination) — 個人財産または不動産からの危険物質の低減または除去

5.2.10 危険情報の伝達 (HAZCOM) (Hazard Communication (HAZCOM)) — 汚染除去手順を実施する前に、影響を受ける可能性のすべての従業員、汚染除去要員、および ME 所有者に、ME および部品の上またはその近くにあるか、ある可能性のある化学物質による環境および安全への危険を伝達すること

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

5.2.11 危険物質(hazardous material) — 化学物質または化合物であって、人間の健康または環境に危険または障害を及ぼすと、国際、国家、地区、または地域の適用法律または規則が定義し解釈したもの。

5.2.12 保守(maintenance) — 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)[SEMI S2, SEMI S8, SEMI S10, SEMI S20]

5.2.13 製造装置(ME) (manufacturing equipment (ME)) — 製品の製造、測定、組立、またはテストを行うために用いられる装置。これには、基板(シリコンウェーハ、レチクルなど)を処理する装置、その構成部品、および補助装置、支援装置、または周辺装置(薬品コントローラ、薬品供給システム、真空ポンプなど)などがある。また、ME には、上記装置専用の装備品である他の品目(配管、管路、排出物処理システム、バルブマニホールドボックス、ろ過、ヒーターなど)も含まれる。ただし、品目がファシリティの一部で複数の ME に対応できる場合は、その品目は含まれない。

5.2.14 所有者(owner) — システムまたは装置に対する最高レベルのアクセス権限または法的権利を持つ事業体。

5.2.15 p トラップ(p-traps) — 排水システムとユースポイントの間を空気が移動しないように設計された機械的な排水接続。

5.2.16 リングテスト(ring test) — リングが、個々のガスまたは化学物質供給ラインの周囲にリングを配置し、ラインが開始する接続点から ME への接続点までのラインの全長に沿って、またはその逆の方向にリングを動かしてラインをトレースする。

5.2.17 サプライヤ(Supplier) — ユーザに装置を提供し、また直接コミュニケーションをする当事者。サプライヤは装置メーカー、装置ディストリビュータ、あるいは装置代理店の場合がある(ユーザ(user)の定義も参照)。(SEMI S2)

5.2.18 サービス(service) — 故障した装置を復帰させることを目的とした予定外の作業(保守(maintenance)の定義も参照)[SEMI S2, SEMI S8, SEMI S10, SEMI S20]

5.2.19 譲渡人(transferrer) — ME を物理的に管理する当事者。

5.2.20 譲受人(transferee) — ME の物理的な管理を譲り受ける当事者。

5.2.21 ユーザ(user) — システムまたは装置を意図した目的のために作動させる組織または組織内の個人

5.3 記号

5.3.1 ¶ — 文書の特定のパラグラフを識別するための文字。識別される部分には、記号の後ろの番号によって識別される番号付きパラグラフ、例外事項とその中に埋め込まれたリスト(箇条書きまたは番号付き)などがある。ただし、従属するヘッダやパラグラフは含まれない。¶¶のように複数個ある場合は、2 つ以上のパラグラフを参照する。例えば、¶ 8.5.3 は、その番号の直後のテキスト、箇条書きリスト、および例外事項を参照する。しかし、¶ 8.5.1 はそのパラグラフのみ参照して、¶ 8.5.1.1, 8.5.1.2, または 8.5.1.2.1 は参照しない。

5.3.2 § — 文書の特定のセクションまたはサブセクションを識別するための文字。識別される部分には、記号の後ろの番号によって識別される番号付きパラグラフまたはヘッダ、すべての従属するヘッダおよびパラグラフ、例外事項とその中に埋め込まれたリスト(箇条書きまたは番号付き)などがある。§§のように複数個ある場合は、2 つ以上のセクションまたはサブセクションを参照する。例えば、§ 8.5 は、¶¶ 8.5, 8.5.1, 8.5.1.1, 8.5.1.2, 8.5.1.2.1, 8.5.2, および 8.5.3 を参照する(箇条書きリストと例外事項を含む)。

6 責任

6.1 製造装置 (ME) または部品サプライヤは、サプライヤが予想する ME の使用法に基づいて製品の汚染を除去するために必要な手順を開発し文書化すべきである。

6.2 ユーザは、ME で実行される化学反応に基づいて特定の手順を開発し文書化すべきである。

6.3 譲渡人は、別段の取り決めがない限り ME の文書と証明書を用意する責任を負うべきである (§ 11 を参照)。

6.4 譲渡人は、別段の取り決めがない限り ME の危険アセスメントを行う責任を負うべきである (§ 8.4 および § 8.5 を参照)。

6.5 ME 譲渡人は、移動または再配置の前に、ME に関連する危険物質の除去または最小化を行う責任を負うべきである。

6.6 ME 譲渡人は、ME の汚染除去プロセスの一部として生成された残留物、廃棄物、およびスクラップ部品／ME が、地域、地区、国家、および国際の規制またはスタンダードに従って安全に取り扱われ、適切に廃棄されることを確保する責任を負うべきである。

6.7 ME 譲渡人および譲受人は、従業員、サードパーティの代表者、および業者が、要員の負傷または譲渡する ME に関連する環境の汚染を引き起こす可能性がある、すべての既知の危険の適正な識別、認識、および取り扱いについて適切な訓練を受けていることを確保するようにあらゆる努力を払うべきである。

7 訓練および資格

7.1 適切なトレーニングを受けて知識を修得した要員のみが、アセスメントおよび汚染除去作業を実施すべきである。ME 所有者は、アセスメントおよび汚染除去サービスプロバイダが決められた範囲の作業を実施するための資格を有することを確保すべきである。

7.2 汚染除去作業は、ME 譲渡人が特定の手順を承認するまで開始すべきではない。

7.3 アセスメントおよび汚染除去手順には、適切な保護具の基準が含まれるべきである。

8 汚染除去のためのプロジェクト計画

8.1 一般基準

8.1.1 危険エネルギー制御手順を含む、作業固有のすべての安全および健康手順に従うべきである。

8.1.2 装置は、移動する前に汚染除去すべきである。ただし、汚染除去の前に ME の移動が必要な場合は、漏洩、こぼれ、ガス放出、または危険物質放出の潜在的な発生源を除去するために注意を払うべきである。これらの注意には、排水またはページの後に適切なバリヤ、カバー、または封じ込め用デバイスを使用することが含まれる。そのような移動では、ME を一時的な格納場所、現場に代わる汚染除去のための区域、または近接区域に保管する必要がある場合がある。

8.1.3 化学物質供給源は、ME から切り離したり撤去したりする前に安全化し、クリーニングプロセスの前にキャップを付けるべきである。すべての化学物質およびガス供給ラインは、供給パイプが ME または設備にどこで接続されているかを確認するために、接続を解除するか ME から除去する前にリングテストを行うことがある。ラインの供給端と ME 端には、当初付属していたキャップまたは同等品を付けるべきである。設備から出る化学物質ラインと ME 内部の化学物質ラインはいずれも非常に注意して取り扱い、取り扱っても安全と判断されるまでは危険であるとみなすべきである。

注 3: リングテストは、各ガスまたは化学物質供給ラインがその発生源から装置への接続点（または逆方向）に向かってトレースされることを確認し、各ラインの接続を解除するか切断する前に供給源が安全になったことを確保するために使用される。

8.1.4 液体用タンクを含む ME のすべての液体およびガスラインは、腐食やプロセス汚染が起こらないように適切にページ、排出および保護を行いブランキングプラグ、キャップ、または類似のデバイスでしっかり密閉すべきである。閉ループ系（冷凍機など）は例外で、取り外すことができない。必要に応じて、資格のある技術者が冷凍システム内の化学物質を排出すべきである。ME 内部に残った残留物の量は、汚染除去証明書に文書化すべきである。

8.1.5 ME の意図された使用法が既知であれば、使用する汚染除去プロセスが ME を目的どおりに再使用する能力に悪影響を与えてはならない。

8.1.6 空中に浮遊する汚染物質への曝露と飛散を制御するための排気換気は、ME 汚染除去中にも稼働し続けるか、代替となる排気手段を実施すべきである。引火性、反応性、腐食性を持つか、または有毒なガス／ガス化合物が使用されたか、ME、部品、システム、またはサブシステムのガスラインにトラップされている可能性がある場合は、安全制御を行ってフラッシング、ガス着火、および腐食性または有毒ガスを作業区域に放出する発生源から従業員を保護すべきである。これらの安全工程には、以下のものが含まれることがある。

1. 設備の排気システムに接続されたシュノーケル装置を使用して、汚染除去時にバルブや ME を分解するか、開くときに放出される引火性／反応性／腐食性／有毒ガスを捕捉する。
2. 制御された放出が行われるように ME、部品、システム、またはサブシステムの周囲に封じ込めエンクロージャをセットアップする。
3. 自給式呼吸用保護具 (SCBA)、難燃性または耐腐食性カバーオール、ヘッドカバー、手袋などの保護具 (PPE) を着用する。これは、不用意な放出から保護するためのものである。

8.1.7 ME 部品 (イオンインプラント、フォトリソスピナ／ディベロッパ、金属蒸着チャンバなど) を、計画クリーニング、通常保守、修理、または改修のために ME から取り外す場合、これらの部品は ME を移動する前にクリーニングすべきである。現場またはベンダでの付加的なクリーニングのために取り外す部品は、二重梱包または袋詰めにして、懸念される化学物質のタイプを詳述したタグを添付すべきである。

8.1.8 ME 部品 (フィルタ、O リング、オイルトラップなど) を日常的に取り外して交換する場合、これらの部品は ME を移動する前に清潔な部品や適切なブランキングデバイスを使用して取り外し、交換すべきである。部品を取り外して交換しない場合は、そのことを譲受人に提供する文書に記載すべきである。汚染された消耗部品を取り外した場合は、適切な危険廃棄物取り扱い系に廃棄されることを確実にする。

8.1.9 手が届かないため (「デッドゾーン」など)、または材料の物理特性のために部品システムや ME の内部で徹底的な汚染除去を実施できない場合がある。そのようなゾーンがある ME に対しては、そのようなゾーンにアクセスして適切にクリーニングするために、追加のサイクルパージまたは分解が必要である。完全な汚染除去が行えない場合は、§ 11 に概要を示す指針に従う。

8.1.10 ME の接続を解除するか部品を取り外すときは、危険に対して適切な曝露監視を実施すべきである。考慮すべき監視技術には、有毒または引火性ガス検出システム、産業衛生サンプリング、拭き取りサンプリング、pH 測定などが含まれる。

8.1.11 譲渡人は、残存する危険があれば移動前に明確に識別することを確保すべきである。

8.1.12 § 11 に指定されたすべての文書と証明書を譲受人が受領したことの署名付き確認書は、汚染された ME を移動する前に入手すべきである。

8.1.13 さまざまな理由 (ME (ポンプなど) が壊れる、故障分析が必要であるなど) によって、化学物質の完全な汚染除去が要求／達成されないか、またはできない場合があることが分かっている。完全に汚染が除去されていない装置は、輸送上の危険物質として分類される場合がある。ME の移動 (輸送を含む) は、該当する地域、地区、国家、および国際の規制および組織の政策に従うべきである。

8.1.14 表 1 ME 処理別の計画は、汚染除去と評価の前に基本的なアセスメントやその他の項目を決定するためのクイックガイドとして使用するためのものである。このチャートは、追加の研究や調査が必要になる場合がある項目や基準を決定する方法としてのみ使用すべきである。ME や部品の譲渡人は、ME メーカーと所有者の汚染除去手順が移動前に使用可能であることを確認すべきである。

表 1 ME 処理別の計画

	処置				
	設備内の移動	同じ現場の 1 つの設備から他の設備への移動	1 つの現場から他の現場への移動	保管	寿命の終わりでの廃棄
EHS または指定された同等な人が危険および汚染アセスメントを実施し、汚染除去基準を決定する。	✓	✓	✓	✓	✓
寿命の終わりでのすべての廃棄については SEMI S16 を参照のこと (本文書の ¶ 3.1 を参照)。					✓
文書化	✓	✓	✓	✓	
ME 所有者および業者間のコミュニケーション	✓				
残留材料からの漏洩をなくすための梱包	✓	✓	✓	✓	
現場所有者、ME 所有者、および業者間のコミュニケーション		✓			
§ 9 による ME の汚染除去			✓	✓	

	処置				
	設備内の移動	同じ現場の1つの設備から他の設備への移動	1つの現場から他の現場への移動	保管	寿命の終わりでの廃棄
地方／地域の規制要件に従った ME の輸送			✓	✓	✓
ME 出荷前の受け取り側組織によるコミュニケーションおよび文書のレビュー			✓	✓	

8.1.15 表 2 EHS 計画での考慮事項は、リストした 4 つの領域に対する EHS 計画での基本的な考慮事項を決定するためのクイックガイドとして使用するものである。表 2 は、汚染除去を行う前のすべての状況に対するすべての計画作業を網羅するものではない。

表 2 EHS 計画での考慮事項

EHS 計画での考慮事項	
危険および汚染アセスメント	<p>これまでの化学物質の使用法(プロセス, 補助(熱伝達流体など), 保守化学物質を含む)</p> <p>HAZCOM</p> <p>電気</p> <p>危険エネルギーの切離し</p> <p>化学物質曝露</p> <p>放射性</p> <p>磁性</p> <p>外部の発生源や溢出事事故からの汚染物質のサンプリングおよび分析</p>
PPE	<p>衣服</p> <p>呼吸</p> <p>手</p> <p>頭</p> <p>眼</p> <p>顔</p> <p>足</p> <p>落下保護</p>
設備およびユーティリティ要件	<p>責任のある設備当事者とのコミュニケーション</p> <p>電気</p> <p>クリーンドライエア (CDA)</p> <p>ガスおよび薬品供給システム</p> <p>装置 (ME) 排気</p> <p>建物換気および排気</p> <p>建物真空システム</p> <p>設備冷水および脱イオン水 (DIW) システム</p>
廃棄物	<p>廃棄物システムの所有者の決定</p> <p>廃棄物の制御(取り扱い, 保管, および梱包)</p> <p>規制および非規制</p> <p>危険および危険でない</p>

8.1.16 稼働中のクリーンルームにおける現場汚染除去では、一般ファブ内と比べて非常に厳密な清浄度プロトコルが必要である。すべての支援装置が ME 所有者のクリーンルームプロトコルを満たし、作業が他のプロセスを汚染すべきでない。

8.2 汚染除去前に以下の項目を識別すべきである。

8.2.1 洗眼器および安全シャワーがある場所

8.2.2 他人への曝露の可能性がある場合に封鎖する区域

8.2.3 ME または部品が曝露されている化学物質の MSDS の入手可能性および理解

8.2.4 化学物質が存在するかもしれない配管の場所 (Pトラップおよびデッドゾーンなど)

8.2.5 すべてのエネルギー源の切離し

8.3 文書化

8.3.1 ME に関する保守および操作指示、ならびにその他のサプライヤやユーザの文書 (以下の危険に対処するもので、下記のものを含む) は、汚染除去手順を開発する前に考慮すべきである。

8.3.1.1 ME, 部品, またはコンポーネント固有の一般的な EHS 危険

8.3.1.2 HAZCOM 記載のプログラムおよび該当する訓練記録

8.3.1.3 危険エネルギー制御 (*Hazardous Energy Control*) – 危険エネルギーの切離しに関する SEMI S2 セクションを参照のこと。

8.3.1.4 電気安全作業慣習 (*Electrical Safe Work Practices*) – NFPA 70E を参照のこと。

8.3.1.5 放射 (*Radiation*) – 電離放射線に関する SEMI S2 セクションを参照のこと。

8.3.1.6 火災安全上の危険

8.3.1.7 廃棄物取り扱いおよび廃棄 (*Waste Handling and Disposal*) – 環境考慮事項に関する SEMI S2 セクションおよび ME に対する廃棄物取り扱い/廃棄危険に対処するための現場廃棄物処分手順を参照のこと。廃棄物処分、廃棄物生成割り当てに責任を負う当事者および産業廃棄物のマニフェストまたは廃棄物文書に署名する責任を負う当事者を、汚染除去作業の開始前に決定すべきである。

8.3.2 汚染除去プロセス時に実行された職業上曝露監視を文書化すべきである。

8.4 危険および汚染アセスメント

8.4.1 図 1 に示すアセスメントは、移動前にすべての ME に対して実施すべきである。ME の初期アセスメントは、ME の履歴、目視検査、およびプロセス中に危険ガスまたは化学物質に曝露された ME の区域および ME の外部表面から採取されたサンプルの結果を考慮すべきである。このアセスメントを完了するには、分解が必要なことがある。アセスメントにより、ME が処理時に危険物質に接触した可能性があることが示された場合、またはサンプルの結果が汚染のあることを示した場合は、さらにアセスメントを行うべきである。

8.4.2 汚染除去の前に、アセスメントや汚染除去作業に影響することがある異常および非機能性の両方について ME を評価すべきである。

注 4: ME 表面の視認できる残留物 (液体、粉末、薄片、膜など) は、適切なテスト、分析、および評価によって決定され文書化されない限り、危険であるとみなすべきである。物理的および健康障害を引き起こす材料がないことを検証する拭き取りサンプリングおよび化学物質テストは、視認できる残留物の存在にかかわらず、危険物質に曝露された可能性のあるすべての ME に対して推奨される。適切なサンプリング方法および手順は、ME モデルとプロセスによって異なる。サンプル数とサンプル位置を決定するために、専門家による指導を得ることが推奨される。テストとサンプリングを開始する前に、ME メーカーが推奨する手順を参照すべきである。

8.4.3 § 8 の作業結果により、移動前に ME を汚染除去すべきことが示された場合は、本文書の § 9 を参照のこと。§ 8 の作業結果により、ME の汚染除去が必要であることが示されても、移動前に汚染除去されないかできない場合は § 11 を参照のこと。§ 8 の作業結果により、ME を移動前に汚染除去する必要がないことが示された場合は、この安全ガイドラインの残りの部分は ME に適用されない。