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。

SEMI S23-0305
半導体製造装置で使用されるエネルギー，ユーティリティ，および材料の保全のためのガイド

本ガイドは，Global Environmental Health and Safety Committee で技術的に承認されたもので，Japanese Environmental Health and Safety Committee が直接責任を負うものである。現版は 2004 年 7 月 23 日 Japanese Regional Standards Committee にて承認されている。2004 年 12 月にまず www.semi.org で入手可能になり，2005 年 3 月発行に至る。

1 目的

1.1 本ガイドでは，半導体製造装置で使用するエネルギー，ユーティリティ，および材料の保全に関するコンセプトを取り上げる。

1.2 本ガイドでは，半導体製造装置におけるエネルギー，ユーティリティ，および材料の使用に関する測定を取り上げる。

1.3 エネルギー，ユーティリティ，および材料の保全を促進するため，本ガイドでは，半導体製造装置におけるエネルギー，ユーティリティ，および材料の使用に関する継続的な改善計画を取り上げる。

1.4 本ガイドでは，一連のオプションや説明事項を通して，エネルギー，ユーティリティ，および材料の保全のために利用できる技術についてユーザの知識向上を図る。ユーティリティと材料の使用測定のための，あるいは使用測定を等価エネルギーに換算するための特定の実行手順を提案する。

注 1: 本スタンダードはガイドであることから，「should」が使われている基準の使用は選択的であってもよい。

2 範囲

2.1 本ガイドは，半導体製造装置で使用するエネルギー，ユーティリティ，および材料の保全を分析するためのツールとして使用できる。

2.2 本ガイドは，半導体製造装置におけるエネルギー，ユーティリティ，および材料使用率や消費低減についてレポートする方法について説明している。

2.3 本ガイドは，SMEに関連する保全や総エネルギー消費の数量化，ならびにエネルギー保全計画の簡素化を促進する，エネルギー等価の値の使用も提案している。

2.4 本ガイドは，装置のライフサイクル上の「使用」段階のみに注目し，考慮すべき特定のユーティリティや材料を取り上げている。

2.5 さらに，本ガイドは，ユーティリティおよび材料使用率やエネルギー保全に関する目標設定，検証，改善について説明している。

2.6 本ガイドは次のセクションを包含している。

- 目的
- 範囲
- 制限
- 参照スタンダード
- 用語
- 一般的概念
- エネルギー使用段階でのライフサイクルアセスメント（LCA）

注:SEMI による書面での了承なき場合は，本書の全部もしくは一部の転載を禁じる。
©Semiconductor Equipment and Materials International（http://www.semi.org/）
©SEMI ジャパン 〒102－0074 東京都千代田区九段南 4－7－15

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: SEMI S23-0305 (Japanese)

- ベースラインプロセス
- ユーティリティと材料使用率測定
- 等価エネルギーへの換算係数[1]
- 目標設定と改善
- モニタリングとレポート
- 関連文書

注意： このスタンダード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。このスタンダードの使用者は，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 本ガイドは，装置の使用地域に適用される法律および規則に代わることを意図していない。

3.2 ユーティリティと材料の使用量またはエネルギー保全量について一定の目標を設定することは，本ガイドの意図ではない。

3.3 装置サプライヤとユーザ間に合意がある場合は，装置サプライヤは本ガイドで提案する情報をユーザに提供してもよい。

4 参照スタンダード

4.1 *SEMI スタンダード*

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

SEMI E6 — Guide for Semiconductor Equipment Installation Documentation

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 *DIW (De-ionized Water)* — 超純水

5.1.2 *ISMT (International SEMATECH)* — インターナショナル セマテック

5.1.3 *LCA (Life Cycle Assessment)* — ライフサイクルアセスメント

5.1.4 *UPW (Ultra Pure Water)* — 超純水

5.2 *定義*

5.2.1 以下に記載のない用語の定義については，SEMI S2 およびSEMI E6を参照のこと。

5.2.2 *ベースライン (baseline)* — 本書でいう「ベースライン」とは，プロセスの化学処理を含め，装置の設計および製造において想定された運転条件をいう[SEMI S2]。

5.2.3 *エネルギーへの影響 (energy impact)* — 品目または材料の製造または供給，もしくはプロセスまたは工程の実施において必要となるエネルギー量に対するプラスまたはマイナスの影響。

5.2.4 *環境への影響 (environmental impact)* — 人員と作業，ならびに半導体製造装置および設備の運転を含むさまざまな要因が地球環境に与えるプラスまたはマイナスの影響。

[1] 表 2 に示す N_2 以外の等価エネルギーへの換算係数は，SEAJ 文書「SEAJ-E-002E — Guideline for Energy Quantification on Semiconductor Manufacturing Equipment and Utilities」から引用されたものである。

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI S23-0305 (Japanese)

5.2.5 *廃棄 (exhaust)* — 半導体製造装置から工場または研究所のエリア外に移動する空気流。

5.2.6 *熱負荷 (heat load)* — 伝導，対流，および放射によって装置筐体外部に運ばれる熱エネルギーの総量。

5.2.7 *アイドル (idle)* — 装置に電源が入っており，処理を行う準備ができている（全てのシステムが準備完了しており，温度が制御されている）が，材料の動きや処理などの実際の機能は何も行われていない状態［SEMI E6］。

5.2.8 *ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment)* — 原材料の調達から製造，輸送，使用，廃棄に至るまで，半導体製造装置がその全寿命にわたって環境に与える影響を評価するために用いられる手法。

5.2.9 *プロセスモード (process mode)* — 装置に電源が入っており，対象材料（イオン注入するウェーハ，ポンプガス，検査を行うフォトマスクなど）に対して所定の機能を実施している状態。

5.2.10 *ロードマップ (roadmap)* — 月間または年間の重要課題とその裏付けとなる情報を伴う，長期間に亘った技術の段階的導入または改善のための一連の行程。

6 一般的概念

6.1 エネルギーは，半導体製造装置の製造，梱包，出荷，設置，使用，ディコミッショニング，および廃棄に用いられるさまざまなユーティリティと材料の製造に使用される。ライフサイクルのいずれかの段階におけるエネルギー使用量を削減すれば，半導体製造装置による環境への影響が改善されることになる。

注 2: 本ガイドは，装置のライフサイクルのうちの使用段階のみを対象とする。

6.2 省エネルギーに関する情報と測定に関する業界の現状を鑑みれば，装置のライフサイクルのうち，使用段階が省エネルギーの可能性を分析するのに最も効果的な段階であると考えられる。使用段階に用いられるエネルギー量は，その段階で提供されたユーティリティと材料使用率から算出するのが最も的確である。

6.3 特定のユーティリティと材料使用率を等価なエネルギー量に換算するために，さまざまな方法が提案されている。特定のユーティリティと材料の製造に使用するエネルギー量は，場所や時間によって異なる。一組のエネルギー換算係数が全世界で通用するということはあり得ないが，換算計算が重要であり，特にエネルギーへの影響が他より大きなユーティリティまたは材料を特定することには意味があると考える人たちもいる。

6.4 装置サプライヤは，装置におけるユーティリティと材料使用率を調査し，装置がエネルギーに与える影響を減らすような設計またはプロセスの変更を検討および実施すべきである。省エネルギー計画の作成にあたっては，上記変更の実施コストをエネルギーへの影響の面で得られ得る改善と均衡がとれたものにすることができる。

注 3: 使用率の変化は，その装置に対するユーザのコストオブオーナーシップにも影響することがある。これについては，コストベネフィット分析で検討することもできる。

6.5 装置ユーザは，サプライヤが報告するユーティリティと材料使用率，エネルギー換算値，計画されている改善について，購入を決める際に検討することができる。

6.6 ある装置に対するユーティリティと材料使用率は，ウェーハに対し所望の効果を得るために使用する制御パラメータに依存する（すなわち，プロセスレシピに依存する）ほか，装置に使用するハードウェアの種類や測定時の条件にも依存する。使用率を測定する際には，これらの特定の情報を記録することが重要である。

6.7 装置サプライヤは，上記の配慮に基づき，エネルギー，ユーティリティ，および材料の保全に関する目標を設定し，半導体製造装置におけるエネルギー，ユーティリティ，および材料の使用量について継続的な改善の計画を検討すべきである。

注 4: サプライヤは，本ガイドの概念を装置機種またはサプライヤが選択する複数の機種に適用してもよい。

6.8 サプライヤのベースラインプロセスをもとに，エネルギー，ユーティリティ，および材料の消費に関する特性評価と定量化を行うべきである。

7 エネルギー使用段階でのライフサイクルアセスメント（LCA: Life Cycle Assesment）

7.1 半導体製造装置のライフサイクルの各段階におけるエネルギー使用を分析すれば，エネルギーの保全を促進するための貴重な情報が得られる。

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI S23-0305 (Japanese)

7.2　装置のライフサイクルを複数段階に概念的に区分するためのさまざまな方法がある。

7.3　本ガイドは，装置のライフサイクルの「使用」段階のみに焦点を当てている。

7.4　ライフサイクルの他の段階として，次のようなものが含まれても良い。

- 原材料調達
- 製造
- 梱包
- 輸送 (出荷)
- ディコミッショニング
- 廃棄

7.5　「使用」段階はさらに，処理，アイドリング，保守，サービスに分けることができる。本ガイドでは，処理とアイドリングのみを取り上げている。

7.6　装置のサプライヤは，本ガイドに示すモデル方法を用いて保守とサービスを分析してもよい。

注 5: より完全なライフサイクル分析の事例については，SEAJ 標準「SEAJ-E-003E — Guideline for conducting an LCA of Semiconductor Manufacturing Equipment – Energy Saving Perspective」を参照してもよい。

8 ベースラインプロセス

8.1　測定，保全モニタリング，改善，レポート方法は，一つまたは複数のサプライヤベースラインプロセスに基づくべきである。装置のサプライヤは，ユーザの要求も同時に満たすベースラインプロセスを検討することが推奨される。

8.2　サプライヤが意図する装置の使用範囲を考慮し，ユーティリティと材料使用率を測定する際に複数のベースラインプロセスを使用してもよい。

8.3　個々のベースラインプロセスレシピの使用率およびエネルギーに与える影響は，それがプロセスに関わっているかどうかにかかわらず，装置に実装されているオプションのハードウェアによって異なることがある（オプションのハードウェアは，アイドル状態でもユーティリティと材料を消費する可能性がある）。そのため，ベースラインプロセスの設計においては，特定のハードウェア構成が重要なパラメータになることがあり，これを考慮に入れるべきである。

注 6: 分析の過程で，サプライヤは所望の同じ効果をもたらす複数のレシピの中で，あるレシピが他のものよりエネルギー効率に優れていることを発見する場合がある。

注 7: 装置のコストオブオーナーシップまたはエネルギーへの影響についてユーザが効果的な比較を行うには，同じベースラインプロセス（すなわち，基板または他の材料に対して同じ所望の効果をもたらす）から得たサプライヤのデータが役に立つ。この点についてサプライヤとユーザが協議し，効果的な比較ができるデータを収集することを推奨する。

9 ユーティリティと材料使用率の測定

9.1　ライフサイクルの任意の段階で特定装置のエネルギーの影響を判定する場合は，はじめにその段階におけるユーティリティと材料使用率を測定する。

9.2　表 1 は，装置が（特定のレシピに従って）特定の材料処理機能を実行しているときやアイドル状態のときに測定する，推奨の最小ユーティリティと材料パラメータセットを示したものである。

注 8: この他の役に立つ使用率情報は，関連情報 1 に記載されている。

注 9: プロセス中には，多種多様な薬品が使用されることがある。プロセス用薬品については一般に等価エネルギー換算係数がないため，表 1 にはプロセス用薬品は含まれていない。ただし，装置サプライヤがプロセス用薬品の使用率の測定および記録を希望することはあり得る。

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI S23-0305 (Japanese)

9.3　表 1 で使用した単位は，SEMI E6「Guide for Semiconductor Equipment Installation Documentation」で使用しているものと同じである。この文書には，個々の装置の接続点に求められる全てのユーティリティ要求事項を文書化するための基準が記載されている。データ収集に使用する測定装置が表中と異なる単位で値を示す場合は，適切な換算係数を使用すべきである。

9.4　加工の測定の場合，各パラメータについて複数の加工サイクルでの平均値ならびにサイクルの長さを記録することがすべきである。

9.5　アイドリングの測定の場合，各パラメータについてアイドリングの期間全体の平均値ならびにその期間の長さを記録することがすべきである。

注 10:　その他の推奨事項については，関連情報 1 を参照すること。

表 1

ユーティリティまたは材料	*基本的な使用率の指標と単位*	*SEMI E6 中の対応の項(0303 版)*
排気	圧力(Pa) 流量(m^3/時) 入口温度(℃) 出口温度(℃)	18 項
真空	圧力(Pa) 流量(m^3/時)	17 項
ドライエア 窒素ガス(N_2)	圧力(Pa) 流量(m^3/時)	16 項
冷却水	供給圧力(KPa) 帰還圧力(KPa) 流量(l/時) 入口温度(℃) 出口温度(℃)	13 項
超純水(UPW)	必要純度 入口温度(℃) 流量(l/時)	13 項
電力	有効電力(W)	12 項

注 A:「超純水」は「脱イオン水」と呼ばれることがある。
注 B:「有効電力」は「正味電力」と呼ばれることがある。

10　等価エネルギーへの換算係数

10.1　ある特定のベースラインプロセスレシピについて収集したユーティリティと材料使用率データは，換算率を用いて等価エネルギー消費量のデータに換算できる。

10.2　ある特定のユーティリティまたは材料を供給するのに必要な実際の電気エネルギーは，当然ながら装置の設置場所によって異なる。そのため，特定の場所における換算結果は正確な値ではない。しかし，しかるべき換算率の組合せを用いれば，換算結果を用いて，一般に環境への影響が大きいと見られるユーティリティと材料を特定することができる。

注 11:　等価エネルギーへの換算係数の標準組み合わせを，さまざまな装置のテスト結果と比較してもよい。

10.3　等価エネルギーは，1 年当たりの値で報告することを推奨する。

10.4　表 1 では，使用率の指標を 1 時間当たりの値としている。そのため，年間値を計算するためには，装置が加工およびアイドリングに費やす時間数を算定する必要がある。

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI S23-0305 (Japanese)