

SEMI E146-0306

シリコンウェーハの保管および運搬に使用するミニエンバイロメントからのパーティクル汚染を測定するための試験方法

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 スタンダ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)。

本試験方法は、Metrics Global Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2006 年 1 月 16 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2006 年 2 月に www.semi.org で。

NOTICE: This Standard or Safety Guideline has an Inactive Status because the conditions to maintain Current Status have not been met. Inactive Standards or Safety Guidelines are available from SEMI and continue to be valid for use.

1 目的

1.1 本スタンダードは、半導体製造においてシリコンウェーハの保管および運搬に使用するミニエンバイロメントからのパーティクル汚染を測定するための試験方法を定義する。

2 範囲

2.1 様々な保管、運搬、または環境条件においてこのようなミニエンバイロメントにさらされたシリコンウェーハ表面上の設定範囲領域内にて増加したパーティクルの数からシリコンウェーハの保管および運搬に使用するミニエンバイロメントのパーティクル汚染パフォーマンスを測定する。

2.2 ミニエンバイロメントのユーザおよびサプライヤの両者は、本試験方法で定義される以下のような重要パラメータすべてに関して同意するものとする。

- シリコンウェーハの保管や運搬に使用するミニエンバイロメント
- ミニエンバイロメントにさらされるシリコンウェーハ
- 様々な保管、運搬、またはミニエンバイロメントの環境試験に使用される試験装置
- シリコンウェーハ表面上のパーティクル汚染測定に使用する分析装置
- 試験装置および分析装置周囲の環境条件
- 分析装置によるパーティクル汚染測定結果の統計的評価

2.3 これらの定義は、これらのパラメータを指定する際にミニエンバイロメントのユーザとサプライヤ間でのコミュニケーションが同じレベルで行われることを確認するものである。

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上の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項を決定し、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 本試験方法は、フロントオープニングユニファイドポッド(FOUP) [SEMI E47.1], フロントオープニング SHIPPING ボックス(FOSB) [SEMI M31], シングルウェーハボックス [SEMI E103]等, シリコンウェーハの保管および運搬に使用されるミニエンバイロメントにのみ適用可能である。

3.2 本試験方法では、局部光散乱 (LLS) の検出および COP や引っかき傷などその他の欠陥種類とパーティクルとを区別して欠陥分類ができる分析装置を必要とする。

3.3 ミニエンバイロメントからのパーティクル汚染が低いと予想されることから、本試験方法では結果に対して正しい統計的評価ができるように表面上に初期欠陥が少ないシリコンウェーハが必要である。

3.4 パーティクルの発生源や構成の特定は、本試験方法の適用範囲外である。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダード

SEMI E15 — Specification for Tool Load Port

SEMI E19.4 — 200 mm Standard Mechanical Interface (SMIF)

SEMI E47.1 — Provisional Mechanical Specification for FOUPs Used to Transport and Store 300 mm Wafers

SEMI E87 — Specification for Carrier Management (CMS)

SEMI E91 — Specification for Prober Specific Equipment Model (PSEM)

SEMI E103 — Mechanical Specification for a 300 mm Single-Wafer Box System that Emulates a FOUP

SEMI E108 — Test Method for the Assessment of Outgassing Organic Contamination from Minienvironments Using Gas Chromatography/Mass Spectroscopy

SEMI M1 — Specifications for Polished Monocrystalline Silicon Wafers

SEMI M31 — Provisional Mechanical Specification for Front-Opening Shipping Box Used to Transport and Ship 300 mm Wafers

SEMI M50 — Test Method for Determining Capture Rate and False Count Rate for Surface Scanning Inspection Systems by the Overlay Method

SEMI M52 — Guide for Specifying Scanning Surface Inspection Systems for Silicon Wafers for the 130-nm Technology Generation

SEMI M53 — Practice for Calibrating Scanning Surface Inspection Systems Using Depositions of Monodisperse Polystyrene Latex Sphere on Unpatterned Semiconductor Wafer Surfaces

4.2 ISO Standard¹

ISO 14644-1 — Cleanrooms and Associated Controlled Environments – Part 1: Classification of Air Cleanliness

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を指す。

5 用語

5.1 略語および頭字語

注 1: 本試験方法で使用する以下の用語の定義や記述は、SEMI のホームページ(<http://www.semi.org/>)で入手可能な SEMI 編集の略語と頭字語にも掲載されている場合がある。

5.1.1 COP (*crystal originated particle/pit*) — 結晶に源を発するパーティクル/ピット [SEMI M52]

¹ 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>

5.1.2 *LLS (localized light scatterer)* — 局所光散乱体 [SEMI M52]

5.1.3 *LPD (light point defect)* — 光点欠陥

5.1.4 *LSE (latex sphere equivalent)* — ラテックス球等量 [SEMI M52]

5.1.5 *PNH (particle number after handling and transport)* — 取り扱いおよび運搬後のパーティクル数

5.1.6 *PNI (particle number initial)* — 初期パーティクル数

5.1.7 *PNT (particle number after static or dynamic test)* — 静的または動的試験後のパーティクル数

5.1.8 *PAH (particles added during handling and transport)* — 取り扱いおよび運搬中に追加されたパーティクル

5.1.9 *PAT (particles added during static or dynamic test)* — 静的または動的試験において追加されたパーティクル

5.1.10 *SSIS (scanning surface inspection system)* — 走査型表面検査装置 [SEMI M52]

5.2 定義

注 2: 本試験方法で使用する以下の用語の定義や記述は、SEMI のホームページ (<http://www.semi.org/>)で入手可能な SEMI 編集の用語にも掲載されている場合がある。

5.2.1 *分析環境 (analytical environment)* — すべての分析的測定を行なう環境。 [(SEMI E108)]

5.2.2 *分析装置 (analytical equipment)* — シリコンウェーハ上で分析測定を実施する装置。

5.2.3 (パーティクル測定機器の) *ビン (bin [of a particle measurement instrument])* — 分析装置を用いてパーティクル汚染測定中に計測されたパーティクルの総サイズ範囲のサブセット。チャンネルともいう。

注 3: 多くのパーティクル汚染測定機器では、ユーザがビンのサイズ範囲を設定することができる設計となっている。

5.2.4 *ボックス (box)* — カセットまたは基板用の保護搬送用容器。 [SEMI E19.4]

5.2.5 *キャリア (carrier)* — 基板を移送するカセット、ボックス、ポッド。 [SEMI E15]

5.2.6 *カセット (cassette)* — 一枚以上の基板（ウェーハ、マスクなど）を保持する開放された構造の容器。 [SEMI E19.4]

5.2.7 *チャンネル (channel)* — ビン (bin) を参照。

5.2.8 *COP (crystal originated particle/pit)* — 結晶面で囲まれたおよそ 100 nm のピットで、バルク結晶中のボイドが研磨表面と交差するところに形成される。 [SEMI M52]

5.2.8.1 *議論*：表面が洗浄、エッチング、酸化された時、ピットの形状が変わることにより散乱特性も変化する。COP とパーティクルでは散乱光の空間分布は異なるので、これらの欠陥は適切な SSIS によって区別できる。COP は最初 SSIS によって検出され微小なパーティクルと考えられていた。また、繰り返し洗浄（エッチング）するとエッチングによりピットが大きくなり散乱特性が変化することで COP の数が増えることが知られている。その後この欠陥は結晶成長温度からシリコンが冷却される間に空孔が凝集することで形成されるボイドであることが確認された。Crystal originated particle という用語は正確ではないがすでに広く受け入れられており今日でも多くの人が参照している。 [SEMI M52]

5.2.9 *動的試験 (dynamic test)* — 運搬あるいは環境条件をシミュレーションするために特定のミニエンバイロメントの動作(加速、振動など)によってミニエンバイロメントに発生するパーティクルを測定するために実施される試験。

5.2.10 *ヘイズ (haze)* — 面形状（ミクロの荒れ）もしくは面や面近傍の欠陥の密集から結果として起こる局在化されていない光散乱のこと。 [SEMI M1]

5.2.10.1 議論：欠陥の集合によるヘイズは集合体効果である。結局ヘイズに終わるタイプの特有の欠陥は目視や他の非拡大光学的検出システムによって容易に識別できない。パーティクルカウンタ (SSIS) ではヘイズはバックグラウンドノイズシグナルとなり、レーザ光散乱因子と合わせてウェーハ表面からの光散乱による信号を構成する。[SEMI M1]

注 4： 種類の異なる SSIS 装置では、所与のサンプルにおいて大きく異なるヘイズ値が出ることもある。

5.2.11 親水性 (*hydrophilic*) — 水に対する親和性が高いこと。可溶性。

注 5： 親水性表面では、静電放電が大きいためにパーティクルに対してはほとんど親和性がない。

5.2.12 疎水性 (*hydrophobic*) — 水に対する親和性がほとんどないこと。不可溶性。

注 6： 疎水性表面では、静電荷が増加するためにパーティクルに対する親和性が高い。

5.2.13 ラテックス球等量 (*latex sphere equivalent [LSE]*) — 同じテスト条件で調査対象の LLS と同じ散乱強度が検出される単分散ポリスチレンラテックス球の直径。[SEMI M53]

5.2.13.1 議論：LLS がパーティクル（またはピット）に起因するものであると仮定すると、パーティクル（またはピット）の LSE サイズ（直径）は長さの単位の後に LSE を付けて与えられ、例えば ‘0.12 μm , LSE’ となる。異なる計測器では光学システムおよび信号の処理手順が異なるので、異なる材料については単位はいろいろな状況で異なってくる。従って、特定の LLS を異なったモデルの計測器や同じ計測器の異なるチャンネルで測定すると、一般に同じ LSE サイズにならない。入射角度、集光立体角、偏光等、SSIS の光学システムのエレメントが変化し得る場合、特定の LLS の LSE サイズは、光学システムの各構成について必ずしも同じにはならない。[SEMI M53]

5.2.14 *light point defect (LPD)* — 局所光散乱体 (*localized light scatterer [LLS]*) 参照。

5.2.15 局所的光散乱体 (*localized light scatterer [LLS]*) — ウェーハ表面上または表面内にあるパーティクルやピット等の孤立した形状。取り囲んでいるウェーハ表面に対して光散乱強度が高くなる。高強度の光で照明された十分なサイズの形状は孤立した光の点に見えるので歴史的に光点欠陥と呼ばれる。[SEMI M53]

5.2.15.1 議論：局所的光散乱体は、レーザ光散乱現象のような自動検査手法によって観察される。異なる散乱強度を有する散乱体を分離できるという意味で自動検査手法は定量的な手法である。しかし、入射ビームの方向および集光部の任意の組み合わせによって測定される散乱光強度の大きさあるいは「レーザ光散乱現象」それ自体は、LLS に関する形状情報は運ばず、単一チャンネルの強度データだけではパーティクルとピットを区別できない。また、単一チャンネルの強度データだけでは観察者は LLS のサイズ、形状、構成を推論できない。LLS の存在によって、ウェーハの使用率が必ずしも低下するわけではない。[SEMI M53]

5.2.16 ミニエンバイロメント (*minienvironment*) — 汚染や人から製品を隔離するために囲いを設けてつくられた、局所に限定された環境。[SEMI E47.1]

5.2.17 ウェーハ搬送発塵 (*particles per wafer pass [PWP]*) — ウェーハが装置を通過する際にウェーハに追加される平均パーティクル数をウェーハ一回通過あたりのパーティクル数または ($\text{particle}/\text{m}^2$)/pass で表したものの。

5.2.18 パーティクル汚染 (*particulate contamination*) — 半導体ウェーハ表面上にある汚染パーティクル。

5.2.19 パーティクル (*particle*) — ウェーハの結晶学上関係の無い、異物もしくはシリコンの小さな別個のかげらなど。その他、SEMI M1 (SEMI M53) における本定義に関連した議論も参照のこと。

5.2.20 取り扱いおよび搬送後のパーティクル数 (*particle number after handling and transport [PNH]*) — ミニエンバイロメントの取り扱い及び搬送後に分析装置が測定したシリコンウェーハ上のパーティクル汚染。

5.2.21 初期パーティクル数 (*particle number initial [PNI]*) — 分析装置が測定したシリコンウェーハ上の初期パーティクル汚染。

5.2.22 静的または動的試験後のパーティクル数 (*particle number after static or dynamic test [PNT]*) — ミニエンバイロメントの静的または動的試験後に分析装置が測定したシリコンウェーハ上のパーティクル汚染。

5.2.23 取り扱いおよび運搬中に追加されたパーティクル (*particles added during handling and transport [PAH]*) — ミニエンバイロメントの取り扱いおよび運搬中に追加されたシリコンウェーハ上のパーティクル汚染。値 PNI および PNH から計算する。

5.2.24 静的または動的試験において追加されたパーティクル (*particles added during static or dynamic test [PAT]*) — ミニエンバイロメントの静的または動的試験中に追加されたシリコンウェーハ上のパーティクル汚染。PNT, PNH, PAH から計算する。

5.2.25 走査型表面検査装置 (SSIS) — LLS やヘイズ (haze) またはその両者がウェーハ上にあるかどうかをウェーハ全体にわたって高速で調べる装置 (SEMI M52)。パーティクル・カウンタまたはレーザ表面スキャナとも呼ばれる。

5.2.26 スロット (*slot*) — 基板を収納できるカセットの中の物理的ロケーション (キャリアロケーションとも言われる)。[SEMI E91]

5.2.27 静的試験 (*static test*) — 保管や環境条件をシミュレーションするために特定のミニエンバイロメントの動作がない状態でミニエンバイロメントに発生するパーティクルを測定するために実施される試験。

5.2.28 基板 (*substrate*) — キャリアに置かれる材料。製品の場合もありレチクルのような耐久資材の場合もある。[SEMI E87]

5.2.29 試験環境 (*test environment*) — ミニエンバイロメントの保管, 運搬, または環境条件をシミュレーションする環境。

5.2.30 試験装置 (*test equipment*) — ミニエンバイロメントの保管, 運搬, または環境条件をシミュレーションする装置。

6 方法の概要

6.1 導入 — 本試験方法は、試験環境において様々な保管, 運搬, 環境条件をシミュレーションするミニエンバイロメントの静的または動的試験で構成されている。静的または動的試験によってミニエンバイロメント内部のシリコンウェーハ表面に追加されるパーティクル数への影響は分析環境において分析装置で測定する。

6.2 試験設備 — 各試験の設備には、分析環境中の分析装置の他、試験環境中の試験装置が必ず含まれる。分析環境および試験環境の環境条件は、ミニエンバイロメントのユーザおよびサプライヤが定義するものとする。

6.3 試験の適用 — 本試験方法は、様々な面からミニエンバイロメント使用に関する評価に適用できる。ミニエンバイロメント内部でのシリコンウェーハ上のパーティクル汚染に対する影響は、以下に対して評価が可能である。

- ミニエンバイロメントの開放／閉鎖を含むミニエンバイロメントへのシリコンウェーハのロード／アンロード手順
- シリコンウェーハのミニエンバイロメント内での保管および運搬
- ミニエンバイロメント外での様々なパーティクル汚染値
- ミニエンバイロメント外での様々な環境条件(湿度, 温度, 圧力など)
- ミニエンバイロメント内に汚染したシリコンウェーハがあることによる二次汚染

6.4 試験シーケンス — 試験方法には、シリコンウェーハの分析測定の他、ミニエンバイロメントの運搬や試験に対する一連のステップが含まれる。付属書 1 の図 A1-1 にこのシーケンスを説明する。