

SEMI M49-0613

GUIDE FOR SPECIFYING GEOMETRY MEASUREMENT SYSTEMS FOR SILICON WAFERS FOR THE 130 nm TO 16 nm TECHNOLOGY GENERATIONS

130 nm から 16 nm への技術世代のシリコンウェーハ用ジオメトリ測定システム規定のためのガイド

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)。

本スタンダアードは、global Silicon Wafer Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2013 年 6 月 4 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2013 年 6 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 2001 年 11 月発行、前版は 2012 年 9 月に発行。

内容

1 目的	2
2 範囲	2
3 参照スタンダアードおよび文書	2
3.1 SEMI スタンドアードおよび安全ガイドライン	2
3.2 DIN Standards	3
3.3 IEEE Standards	4
3.4 ISO Standards	4
3.5 JEITA Standards	4
4 用語	4
5 シリコンウェーハの測定システムに関する推奨仕様	4
5.3 一般的な装置性能 (表 1)	4
5.4 測定対象材料 (表 2)	5
5.5 測定装置性能 (表 3, 表 4, 表 5)	5
6 限定された再現性試験	6
6.1 一般	6
6.2 測定	7
6.3 計算	7
7 適合許容公差試験	7
8 関連文書	8
付属書 1 スケーリングモデル	26

表

表 1 一般的な装置性能	8
表 2 測定対象材料	11
表 3 130, 90, 65nm 技術世代のための測定装置性能	12
表 4 45, 32, 22, 16 nm 技術世代のための測定装置性能	16
表 5 エッジプロファイルのための測定装置性能 ^{#1}	23
表 A1-1 表 3.1 で使用される、技術ノード 130 ~ 65 nm のためのスケーリングモデル	26
表 A1-2 表 4.1 で使用される、技術ノード 45 ~ 16 nm のためのスケーリングモデル	26

1 目的

1.1 本ガイドは International Technology Roadmap for Semiconductors: 1999 edition (ITRS)によって予測され、主要半導体デバイスメーカーが計画している、130, 90, 65, 45, 32, 22, 16 nm 技術世代のシリコンウェーハのジオメトリおよび平坦度についての測定システムを規定するための推奨事項を提供するものである。SEMI M1, SEMI M8, SEMI M11, SEMI M24, SEMI M38 に定義されているウェーハのパラメータは、シリコンウェーハ・サプライヤにとっては顧客によって指定され、通常適合性証明の一部となる。シリコンウェーハ・サプライヤおよび顧客は、これらのパラメータを、異なるメーカーの装置を使用するか、あるいは同じサプライヤでも異なる世代の装置を使用して測定することがある。測定システムの基本的な特徴および能力に関する合意は、適切なシステムの調達と同様、データ交換およびデータ解釈を改善する。

2 範囲

2.1 本ガイドは、130, 90, 65, 45, 32, 22, 16 nm 技術世代シリコンウェーハのジオメトリおよび平坦度測定用システムに関する基本仕様を概説・推奨するものである。

2.2 本ガイドは、裏面が、酸エッチング、ポリシリコンあるいは LTO（低温酸化物）のようなパターン化されていない均質レイヤによって覆われたものを含む、鏡面あるいはエピタキシャル・シリコンウェーハの大量生産における、品質パラメータである、ジオメトリと平坦度の測定に使用するシステムに対して、適用されるものである。測定システムを較正するための結果（例：標準物質）は、様々な特性をもつ場合もある。

2.3 本ガイドはまた、本ガイドに概説した測定項目のサブセットだけを提供する測定システムに対しても適用する。

2.4 本文書は、シリコンウェーハ製造中の中間プロセスを制御するのに使用する測定装置に適用するものではない。しかし、対応する制約が適切に識別され得るアプリケーションの測定システムに対しては、使用してもよい。

2.5 本文書はまた、SOI (Silicon on Insulators) ウェーハまたは特許を有するウェーハの測定システムに対しては、適用しない。

注意： このスタンダードはその使用に関連したすべ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 参照スタンダードおよび文書

3.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

SEMI E1.9 — Mechanical Specification for Cassettes Used to Transport and Store 300 mm Wafers

SEMI E5 — SEMI Equipment Communications Standard 2 Message Content (SECS-II)

SEMI E10 — Specification for Definition and Measurement of Equipment Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) and Utilization

SEMI E19 — Standard Mechanical Interface (SMIF)

SEMI E30 — Generic Model for Communications and Control of Manufacturing Equipment (GEM)

SEMI E37 — High Speed SECS Message Services (HSMS) Generic Services

SEMI E47 — Specification for 150 mm/200 mm Pod Handles

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

SEMI E58 — Automated Reliability, Availability, and Maintainability Standard (ARAMS): Concepts, Behavior, and Services

SEMI E89 — Guide for Measurement System Analysis (MSA)

SEMI E158 — Mechanical Specification for Fab Wafer Carrier Used to Transport and Store 450 mm Wafers (450 FOUP) and Kinematic Coupling

SEMI E159 — Mechanical Specification for Multi Application Carrier (MAC) Used to Transport and Ship 450 mm Wafers

SEMI M1 — Specifications for Polished Single Crystal Silicon Wafers

SEMI M8 — Specification for Polished Monocrystalline Test Wafers

SEMI M12 — Specification for Serial Alphanumeric Marking of the Front Surface of Wafers

SEMI M13 — Specification for Alphanumeric Marking of Silicon Wafers

SEMI M24 — Specification for Polished Monocrystalline Silicon Premium Wafers

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

SEMI M38 — Specification for Polished Reclaimed Silicon Wafers

SEMI M43 — Guide for Reporting Wafer Nanotopography

SEMI M59 — Terminology for Silicon Technology

SEMI M62 — Specifications for Silicon Epitaxial Wafers

SEMI M67 — Practice for Determining Wafer Near-Edge Geometry from a Measured Thickness Data Array Using the ESFQR, ESFQD and ESBIR Metrics

SEMI M68 — Practice for Determining Wafer Near-Edge Geometry from a Measured Height Data Array Using a Curvature Metric, ZDD

SEMI M73 — Test Methods for Extracting Relevant Characteristics from Measured Wafer Edge Profiles

SEMI M80 — Mechanical Specification for Front-Opening Shipping Box Used to Transport and Ship 450 mm Wafers

SEMI MF42 — Test Methods for Conductivity Type of Extrinsic Semiconducting Materials

SEMI MF84 — Test Method for Measuring Resistivity of Silicon Wafers with an In-Line Four-Point Probe

SEMI MF534 — Test Method for Bow of Silicon Wafers

SEMI MF657 — Test Method for Measuring Warp and Total Thickness Variation on Silicon Wafers by Non-contact Scanning

SEMI MF671 — Test Method for Measuring Flat Length on Wafers of Silicon and Other Electronic Materials

SEMI MF673 — Test Methods for Measuring Resistivity of Semiconductor Wafers or Sheet Resistance of Semiconductor Films with a Noncontact Eddy-Current Gauge

SEMI MF928 — Test Methods for Edge Contour of Circular Semiconductor Wafers and Rigid Disk Substrates

SEMI MF1152 — Test Method for Dimensions of Notches on Silicon Wafers

SEMI MF1390 — Test Method for Measuring Warp on Silicon Wafers by Automated Non-Contact Scanning

SEMI MF1451 — Test Method for Measuring Sori on Silicon Wafers by Automated Non-Contact Scanning

SEMI MF1530 — Test Method for Measuring Flatness, Thickness, and Thickness Variation on Silicon Wafers by Automated Non-Contact Scanning

SEMI MF2074 — Guide for Measuring Diameter of Silicon and Other Semiconductor Wafers

SEMI T7 — Specification for Back Surface Marking of Double-Side Polished Wafers with a Two-Dimensional Matrix Code Symbol

3.2 DIN Standards¹

DIN 50431 — Measurement of the Electrical Resistivity of Silicon or Germanium Single Crystals by Means of the Four-Point-Probe Direct Current Method with Collinear Probe Array

DIN 50432 — Determination of the Conductivity Type of Silicon or Germanium by Means of Rectification Test or Hot-Probe

¹ Deutsches Institut für Normung e.V., Available from Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstrasse 4-10, D-10787 Berlin, Germany;
<http://www.din.de>

DIN 50441-1 — Determination of the Geometric Dimensions of Semiconductor Slices; Measurement of Thickness
DIN 50441-2 — Determination of the Geometric Dimensions of Semiconductor Slices; Testing of Edge Rounding
DIN 50441-4 — Determination of the Geometric Dimensions of Semiconductor Slices; Diameter and Flat Depth of Slices
DIN 50441-5 — Determination of the Geometric Dimensions of Semiconductor Wafers; Terms of Shape and Flatness Deviation
DIN 50445 — Contactless Determination of the Electrical Resistivity of Semiconductor Wafers with the Eddy Current Method

3.3 IEEE Standards²

IEEE 754 — IEEE Standard for Binary Floating-Point Arithmetic
IEEE 802 — IEEE Standard for Local and Metropolitan Networks: Overview and Architecture
IEEE 854 — IEEE Standard Radix-Independent Floating-Point Arithmetic

3.4 ISO Standards³

ISO/IEC 8859 — Information Technology – 8-bit Single-Byte Coded Graphic Character Sets
ISO 8879 — Information Processing – Text and Office Systems – Standard Generalized Markup Language (SGML)
ISO 9000 — Quality Management Systems – Fundamentals and Vocabulary
ISO 9001 — Quality Management Systems – Requirements
ISO/IEC 10646-1 — Information Technology – Universal Multiple-octet Character Set (UCS) – Part 1: Architecture and Basic Multilingual Plane
ISO/IEC 10918 — Information Technology – Digital Compression and Coding of Continuous-Tone Still Images
ISO 14644-1 — Cleanroom and Associated Controlled Environments – Part 1: Classification of Air Cleanliness

3.5 JEITA Standards⁴

JEITA EM-3401 (43) — Terminology of Silicon Wafer Flatness

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。

4 用語

4.1 シリコン技術に関連し、本スタンダードで使用される一般用語、頭字語、略語、およびシンボルは SEMI M59 に記載され、定義されている。

5 シリコンウェーハの測定システムに関する推奨仕様

5.1 推奨仕様は次の 3 項目で構成される (表 1～表 5)：

- 一般的な装置性能 (表 1)
- 測定対象材料 (表 2)
- 測定装置性能 (表 3, 表 4, 表 5)

5.2 表 1 ～ 表 5 は、仕様、参照文献、試験方法、コメントを含む。追加説明および議論は、本項に記載されている。

5.3 一般的な装置性能 (表 1)

5.3.1 「一般的な装置性能」の項は、次の 5 つの小項目を含む：

² Institute of Electrical and Electronics Engineers, 3 Park Avenue, 17th Floor, New York, NY 10016-5997, USA; Telephone: 212.419.7900, Fax: 212.752.4929, <http://www.ieee.org>

³ International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland; Telephone: 41.22.749.01.11, Fax: 41.22.733.34.30, <http://www.iso.ch>

⁴ Japan Electronics and Information Technology Industries Association, Ote Center Building, 1-1-3, Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0004, Japan; <http://www.jeita.or.jp>

- ウェーハハンドリング
- 信頼性
- 手順
- 文書化
- コンピュータ／ユーザ インタフェース／相互接続性

5.3.2 「設備要求条件」および「安全性／法律要件／規制要件」をカバーする小項目は、現在の文書には含まれていない。これらはユーザに依存し、利用する国の規則に則したものである。

5.4 測定対象材料 (表2)

5.4.1 表 2 は、測定システムが取扱い可能でしかも測定できなければならないシリコンウェーハのパラメータを規定している。

5.5 測定装置性能 (表3, 表4, 表5)

5.5.1 本項は、測定システムに要求される空間分解能、測定精度および正確度と同様、ウェーハのジオメトリおよび平坦度測定用システムによって測定されまた報告されるシリコンウェーハの、寸法パラメータを規定している。

5.5.2 異なる空間波長の表面特徴を適切に測定するための測定システムの能力は、その測定システムの応答機能の空間帯域幅によって影響を受ける。空間帯域幅は、様々な方法で定義でき、本文書の範囲外の諸要素によって影響を受ける。これらのいくつかについては、標準化する必要がある。

注1: これらの要因のいくつかについては、標準化する必要性もありうる。空間帯域幅についての追加情報は *Mathematical Principles of Signal Processing*, Pierre Brémaud, Springer, New York, 2002 がある。

5.5.3 空間分解能は、測定システム応答機能の帯域幅の高い空間周波数限界によって定義される。

5.5.4 低および高遮断周波数 $f_{\min}$ および $f_{\max}$ は、測定システムの応答機能の帯域幅を定義する。遮断周波数は、減衰が $f_{\min}$ において 1 となる低域通過フィルタ ($f_{\min} = 0$) を除いて、正弦波表面特徴の振幅の減衰が 0.5 であるものに対応する。

5.5.5 遮断周波数に接近する減衰の変化率は、対応遮断周波数でのガウシアンフィルタの値よりも大きくなくてはならない。

5.5.6 本ガイドは、測定システムが計測可能である $f_{\max}$ および $f_{\min}$ の値を推奨する。

5.5.7 FQA 境界近くに適用されるフィルタリング手順における変更は、測定システムのサプライヤによって記述されなければならない。

5.5.8 表 3 と表 4 に規定した帯域幅は、公称値である。

5.5.9 本ガイドは、階層のバラツキレベルを、サプライヤの手順にしたがって校正および調整／合わせをされた測定システムの性能を記述するのに使用する。各種用語は、SEMI M59 に定義されている。

5.5.9.1 レベル 1 バラツキ: 標準偏差 σ_1

5.5.9.2 レベル 2 バラツキ: 標準偏差 σ_2

5.5.9.3 レベル 3 バラツキ: 標準偏差 σ_3

5.5.10 さらに、異なる測定システム間の 2 つの体系的なずれのレベルを定義する。

5.5.10.1 整合性公差 (平均値差 Δ_m)

5.5.10.2 相関 (回帰曲線)

5.5.11 本文書に明確に規定されているのは、レベル 3 バラツキ σ_3 および整合性公差 Δ_m についてだけである。理由は、それらがウェーハの製造に最も近似している測定システムの利用に対応しているからである。ある測定システムのサプライヤは、任意にレベル 1 および／またはレベル 2 のバラツキをそれぞれ適用してもよい。

注2: 認証標準や標準的基準物質がない場合、整合性は必要に応じて、130, 90, 65, 45, 32, 22, 16 nm 技術ノードの仕様に適合したウェーハを用いて検証される可能性がある。影響のあるパラメータ範囲にわたる一連のサンプルとの整合性を検証することを推奨する。

5.5.12 基準ウェーハ用の表 3 と表 4 に与えられたウェーハのジオメトリおよび平坦度の予測される仕様に関して、レベル 3 バラツキ σ_3 および整合性公差 Δ_m が規定されている。

5.5.13 本文書では、P/T 比率 (precision-to-tolerance ratios: 測定精度と許容範囲の比率, SEMI E89 参照) は、レベル 3 バラツキ σ_3 を規定するために使用される。

注 3: P/T 比は被検査資料 (シリコンウェーハ) を検証するための計量装置能力の評価基準法である。

5.5.13.1 30%未満の P/T 比は、計量装置の SEMI E89 で推奨されている。シリコンウェーハの平坦度特性は、一般的に、中央値に対してほぼ対称に分布している (両側分布) か、あるいは、中央値が 0 に近く小さい仕様限度の強い非対称分布 (片側分布) のいずれかで表示される。したがって、P/T 比は片側分布の 3σ 表示か両側分布の 6σ 表示で記載され、2 つのグレードは、平坦度およびジオメトリ測定システム用に推奨されている (R1 も参照のこと)。

- Grade A: P/T < 10 %, $3\sigma_3$ (片側分布) または P/T < 10 %, $6\sigma_3$ (両側分布)
- Grade B: P/T < 20 %, $3\sigma_3$ (片側分布) または P/T < 20 %, $6\sigma_3$ (両側分布)

5.5.13.2 測定システムを持つ個々の測定特徴は、異なって階級付けられる (例, SFQR はグレード A に、一方 SBIR はグレード B だけに適合する)。このことは、測定システムの技術的仕様に適切に表示されなければならない。

5.5.14 整合性公は、 $1.5 \times$ レベル 3 バラツキ ($1.5\sigma_3$) 以下に規定される。これは、99% よりも大きな可能性となり、2 つの異なる測定システムから得られた個々の測定結果の差異は、 $5\sigma_3$ 以下となる。

5.5.15 偏りのターゲットは、適切な基準となる材料が入手可能である前提下、認定値に関し、 $\pm 1.5\sigma_3$ の範囲である。標準材料が用いられたとき、個々の測定値が、認定値の前後 $\pm 4\sigma_3$ の範囲と確率が 99% よりも大きな値となる。

5.5.16 適当な高さおよび半値幅の表面形状を有する一連の標準材料が、測定システムの帯域幅を検証するのに必要である。表面形状の高さは、表 3 と表 4 に概説してあるウェーハの仕様に対応する。

5.5.17 すべての基準ウェーハは表 3、表 4、表 5 に記載された要求仕様に合致しなければならない。平坦度とナノポグラフィへの要求については、他のウェーハを使用してもよい。

5.5.18 測定システムの検定に使用される基準ウェーハは、次に規定される範囲内である。

5.5.18.1 厚み: 公称値 $\pm 20 \mu\text{m}$

5.5.18.2 エッジ近傍ジオメトリを含む平坦度、および、形状は公称値の 0.5 から 1.5 の範囲。これらは、表 3 と表 4 に基準ウェーハ仕様として記載されている。サイト関連の仕様は、必ずしもすべてのサイトがこの範囲である必要はないが検定するサイトはこの範囲である必要がある。どのような場合でも、それぞれの特性について規定された上下限の範囲のウェーハが少なくとも 3 枚必要である。

注 4: 下限値、あるいは目標値が 0 となる、平坦度および形状特性の公称値は許容範囲の上限を規定する。

5.5.18.3 エッジプロファイル (Edge Profile) — 許容値の範囲は表 5 に記載してある。ITRS はエッジプロファイルの仕様についてのガイダンスは記載していないので、SEMI M73 によってエッジ幅とショルダー半径の範囲が記載されている。面取り角と頂角は一般仕様である現在の 300 mm ウェーハの範囲である。

注 5: これらの範囲は半導体業界の一般値に基づきエッジプロファイルの許容値 T として使用される。この許容値は「コメントおよび参照」として表 5 に記載されている。

注 6: ウェーハのエッジ部分は、希望する性能特性に適合させるために、多くの場合問題となるエリアとなる。これはエッジ近辺の部分における大きな表面ジオメトリの変動によるものである (例、研磨時のエッジロールオフ)。

5.5.19 偏りの検証、公差と各種バラツキレベルとの整合性は、サプライヤの手順に基づいて校正され、統計的プロセスの管理下にある。レベル 1, 2, および 3 バラツキを決定する手順は § 6 で、また整合性公差を決定する手順は § 7 で示されている。

5.5.20 2 つの測定システムの互換性は、エミュレーションモードでの操作において、古い測定システムの仕様が新しい測定システムの仕様に一致しているときに、満たされたものと見なされる。

注 7: 互換性は、他の、古い測定システムから模倣した、フィルタリングや空間分解能などでの測定モードにより提供される。

5.5.21 異なる測定システム間の相関性の質は、本ガイドでは規定されていない。

6 限定された再現性試験

注 8: ここで記載されているような限られた再現性試験は、バラツキの様々な原因、または、関連する重要性を表さない。このような情報を要求する場合は、適切な分析による完全に設定された実験を行う必要がある (SEMI E89 参照)。

6.1 一般

6.1.1 試験のために、分析された測定システム(MS)により測定される、単一のテストウェーハを選択する。

6.1.2 測定値を選択する。 $n(n \geq 30, \text{注 2 参照})$ は同ウェーハで作られる。

注 9: 約 30 回の測定を使用することは、一般的に測定の不確かさが低くなる。測定が少ない場合、測定の不確かさは増えるが、結果は十分である。測定の不確かさにおけるサンプルサイズの影響は、不確かさは正規分布による測定エラーの推測より推定される。片側(最大値)の信頼区間として示され、再現性の近似推定値の uci は次のように表される。

$$uci = \hat{\sigma}_r \sqrt{\frac{n-1}{\chi_{n-1,\alpha}^2}} \quad (1)$$

ここで:

$\hat{\sigma}_r$ = 第 n の測定値による再現性の推定値

n = 測定値

$\chi_{n-1,\alpha}^2$ = 自由度 $n-1$ にあるカイ二乗分布の α 比の最大値を切り離す値

例えば、 $n = 15$ の場合、信頼区間の最大値は $1.46 \hat{\sigma}_r$ 、 $n = 30$ の場合は $1.28 \hat{\sigma}_r$ 、再現性の不確かさが約 12.5%減少する。 n 回の測定で様々な測定量(例:ウェーハ上の様々な場所)が行われた場合、不確かさは $[(n-1)/(n-g)]^{1/2}$ (g はグループ数で、同じサイズと仮定される)の要因により増加する。

6.1.3 測定の適切な設定プログラムを選択する。必要に応じて、その設定は提示または開発した MS により使用されていたものと類似していなければならない。

6.1.4 測定システム(MS)の較正が必要かどうかを決定する。必要な場合は、製造元の推奨手順にしたがって較正する。通常の操作手順により必要でない限り、実験中に再較正してはならない。

6.2 測定 - 較正された適切な変動性レベルの測定を実行する。

6.2.1 レベル 1 バラツキ - MS のテストウェーハを載置し、機器から降ろさず、再現性状態で特性を n 回測定する。

6.2.2 レベル 2 バラツキ

6.2.2.1 MS のテストウェーハを載置し、一度特性を測定してから、ウェーハを降ろす。

6.2.2.2 MS にウェーハを再載置し、可能な限り最短時間で再度測定してからウェーハを降ろす。

6.2.2.3 n 回測定できるように、可能な限り最短の時間間隔で $(n-2)$ 回¶6.2.2.2 を繰り返し、各々の測定のウェーハを降ろしてから再載置する。そうでなければ、単一の較正での名目上、同一条件下となる。

6.2.3 レベル 3 バラツキ

6.2.3.1 ¶6.2.2.1 から¶6.2.2.3 に記載されている条件下で、最低 5 日間の D 日ごとに 1 日あたり n/D 回テストウェーハを測定する。

6.3 計算

6.3.1 試験結果の標本標準偏差を算出する

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \left[\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2 \right]} \quad (2)$$

ここで:

s = 試験結果の標本標準偏差

n = 測定値

x_k = k 番目の試験結果

$\bar{x}$ = n 番目の試験結果の平均値

6.3.2 標本標準偏差は母標準偏差の不偏推定量 σ とする。それゆえに、変動性レベルを選択するために、変動性推定量として¶6.2 で測定した標本標準偏差を σ_r とする。

7 適合許容公差試験

7.1 SEMI E89 の § 8 の手順に基づき、レベル 3 バラツキの条件の下に、同じ種類の 2 つの測定システムの偏りを決定する。

7.2 それぞれの測定システムにおいて偏りが安定であるという結果になり、それぞれのシステムが許容可能なレベルの線形性を示した場合、2 つの偏りの差を取ると適合許容公差 Δ_m が得られる。

$$\Delta_m = bias_1 - bias_2 \quad (3)$$

ここで:

$bias_1$ = 第 1 の測定システムの偏り

$bias_2$ = 第 2 の測定システムの偏り

8 関連文書

8.1 ASTM Standards⁵

ASTM E177 — Standard Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

ASTM E456 — Standard Terminology for Relating to Quality and Statistics

8.2 その他の文書

8.2.1 Evaluating Automated Wafer Measurement Instruments, SEMATECH⁶, Technology Transfer 94112638A-XFR

8.2.2 Metrology Tool Gauge Study Procedure for the International 300 mm Initiative (I300I), International 300 mm Initiative⁶, Technology Transfer #97063295A-XFR

8.2.3 International Technology Roadmap for Semiconductors: most recent edition^{6,7}

8.2.4 ISO 3274-1996 — Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface Texture: Profile method – Nominal characteristic of contact (stylus) instruments³

表 1 一般的な装置性能

項目	推奨仕様	コメント	参照
1 ウェーハの取扱い WAFER HANDLING			
1.1 ロボットエンドエフェクター Robot End-Effector	オプションウェーハエッジ または裏面接触	SEMI M1 によって 規定されたエッジ	
1.2 スキャンステージ Scan Stage	オプションウェーハエッジ または裏面接触	SEMI M1 によって 規定されたエッジ	
1.3 ウェーハ接触材料 Wafer Contact Materials	金属残留用接触材料および ウェーハ上の有機物 < ITRS 99 での定義		
1.4 ウェーハ検出 Wafer Detection	例えばクロススロットの二重スロット、 突起などによる不良接触の保護		
1.5 ウェーハローテーションアライメント Wafer Rotational Alignment	プリアライメント／ポストアライメント		
1.6 ロードポート数 Number of Wafer Carrier Stations	2～4, 自由なウェーハ取り出し ／収納先の選択		
1.7 ウェーハキャリアのタイプ Type of Wafer Carriers	オープンカセット, FOUP, SMIF ポッド, FOSB, MAC	SEMI E1.9, SEMI E19, SEMI E47, SEMI E47.1, SEMI M31, SEMI E158, SEMI E159, SEMI M80	

⁵ American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA; Telephone: 610.832.9585, Fax: 610.832.9555, <http://www.astm.org>

⁶ SEMATECH, 257 Fuller Road, Suite 2200, Albany, NY 12203, USA; Telephone: 518.649.1000, <http://www.sematech.org>

⁷ Recent versions of the ITRS are available from the homepage of International Sematech or ITRS: <http://www.sematech.org> or <http://www.itrs.net>

項目	推奨仕様	コメント	参照
1.8 ウェーハキャリア装着 Wafer Carrier Loading	手動／ガイド付搬送車, コンベアベルト		
1.9 自動ウェーハキャリア ID 解読 Automatic Wafer Carrier ID Reading	顧客指定		
1.10 ウェーハ保持 Wafer Seating	垂直または斜め	作業者による ステーション上での ウェーハキャリア設定	
1.11 ウェーハキャリアフィリングモード Wafer Carrier Filling Modes	ランダムアクセスおよびローディング, プログラム可能な空スロットフィリング		
1.12 自動ウェーハ ID 解読 Automatic Wafer ID reading	顧客指定		
1.13 パーティクル汚染 Particulate Contamination	< 0.001 PWP per cm ² , > 90 nm LSE 表面, および > 120 nm LSE 裏面 ^{注1}	鏡面研磨による ウェーハ表面の検証	SEMI E14
2 信頼性 RELIABILITY			
2.1 MTBF	> 2000 時間		SEMI E10
2.2 MTTA	> 4 時間		SEMI E10
2.3 MTTR	サービス契約に準拠		SEMI E10
2.4 入手可能性 Availability	> 98%	毎年	
2.5 アップタイム Uptime	> 160 時間/週		
2.6 応答時間 Response Time	サービス契約に準拠		
2.7 統計的プロセス制御 (SPC) 性能 Statistical Process Control (SPC) Performance	自動式		
2.8 統計的プロセス制御 (SPC) 装置 パラメータ Statistical Process Control (SPC) machine parameters	自動式		
3 手続 PROCEDURAL			
3.1 受入判定検査 Acceptance Testing	顧客指定		
3.2 搬送および組立て Transport and Assembly	顧客指定		
3.3 品質保証 Quality Assurance	サプライヤが ISO 9000/9001 に 適合させる		ISO 9000/9001
3.4 保証 Warranty	> 1 年		
3.5 試験証明 Test Certificates	顧客指定		
3.6 予備部品入手の可能性 Spare Availability	> 10 年		
3.7 変更管理 Change Control	サプライヤが ISO 9000/9001 に 適合させる		ISO 9000/9001
4 文書化 DOCUMENTATION			
4.1 据付け Installation	決定すること		
4.2 操作 Operation	決定すること		
4.3 サービス Service	決定すること		
5 コンピュータ, ユーザ インタフェース, 相互接続性 COMPUTER, USER INTERFACE, CONNECTIVITY			
5.1 コンピュータオペレーティング システム Computer Operating System	- Microsoft Windows NT 4.0 またはそれ以上, または Unix		