

SEMI M57-0413 SPECIFICATIONS FOR SILICON ANNEALED WAFERS

シリコンアニールウェーハの仕様

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)。

本スタンドアードは、global Silicon Wafer Committee で技術的に承認されている。現版は 2013 年 2 月 3 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2013 年 4 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 2004 年 7 月、前版は 2011 年 10 月発行。

1 目的

1.1 多くのデバイスメーカーが、シリコンアニールウェーハを用いてデバイス特性の向上を図っている。本仕様を提供するのは、半導体デバイスおよび集積回路組立てに使用されるシリコンアニールウェーハを規定するための情報である。

2 範囲

2.1 本仕様は 180 nm, 130 nm, 90 nm(表 R1-1), 65 nm, 45 nm, 32 nm, (表 R1-2), 22 nm (表 R1-3)世代のデバイスにおけるシリコンアニールウェーハの幾何学的、電気的、化学的および構造的特性を包括している。

2.2 本文書の使用者は、本ガイダンスに基づいて、シリコンアニールウェーハの仕様書を作成することができる。

2.3 アニールウェーハを使用する理由のひとつは、アニールウェーハ表層の crystal originated particles(COP)を減らすことができるということである。バルク欠陥がない領域(denuded zone:DZ)の深さもまた重要なパラメータである。

注意: このスタンドア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 参照スタンドアードおよび文書

3.1 SEMI スタンドアードおよび安全ガイドライン

SEMI M1 — Specifications for Polished Single Crystal Silicon Wafers

SEMI M35 — Guide for Developing Specifications for Silicon Wafer Surface Features Detected by Automated Inspection

SEMI M45 — Specification for 300 mm Wafer Shipping System

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

SEMI M58 — Test Method for Evaluating DMA-Based Particle Deposition Systems and Processes

SEMI M59 — Terminology for Silicon Technology

SEMI MF81 — Test Method for Measuring Radial Resistivity Variation on Silicon Wafers

SEMI MF391 — Test Methods for Minority-Carrier Diffusion Length in Extrinsic Semiconductors by Measurement of Steady-State Surface Photovoltage

SEMI MF523 — Practice for Unaided Visual Inspection of Polished Silicon Wafer Surfaces

SEMI MF951 — Test Method for Determination of Radial Interstitial Oxygen Variation in Silicon Wafers

SEMI MF1239 — Test Methods for Oxygen Precipitation Characteristics of Silicon Wafers by Measurement of Interstitial Oxygen Reduction

SEMI MF1530 — Test Method for Measuring Flatness, Thickness, and Total Thickness Variation on Silicon Wafers by Automated Noncontact Scanning

SEMI MF1535 — Test Method for Carrier Recombination Lifetime in Silicon Wafers by Noncontact Measurement of Photoconductivity Decay by Microwave Reflectance

SEMI MF1617 — Test Method for Measuring Surface Sodium, Aluminum, Potassium, and Iron on Silicon and Epi Substrates by Secondary Ion Mass Spectroscopy

SEMI MF1726 — Practice for Analysis of Crystallographic Perfection of Silicon Wafers

SEMI MF1727 — Practice for Detection of Oxidation Induced Defects in Polished Silicon Wafers

SEMI MF1809 — Guide for Selection and Use for Etching Solutions to Delineate Structural Defects in Silicon

SEMI T3 — Specification for Wafer Box Labels

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

3.2 ANSI Standards¹

ANSI/ASQC Z1.4 — Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes

ANSI/EIA 556-B — Outer Shipping Container Bar Code Label Standard

3.3 ASTM Standards²

ASTM D523 — Standard Test Method for Specular Gloss

ASTM E122 — Standard Practice for Choice of Sample Size to Estimate the Average Quality of a Lot or Process

3.4 ISO Standard³

ISO 14706 — Surface Chemical Analysis – Determination of Surface Elemental Contamination on Silicon Wafers by Total Reflection X-Ray Fluorescence Spectroscopy (TXRF) on Silicon Wafers by Total Reflection X-ray Fluorescence Spectroscopy (TXRF)

3.5 JEITA Standards⁴

JEITA EM-3508 — Test Method for Bulk Micro Defect Density and Denuded Zone Width in Annealed Silicon Wafers

JEITA EM-3509 — Sample Preparation Method for Minority Carrier Diffusion Length Measurement in Silicon Wafers by Surface Photovoltage Method

3.6 JIS Standards⁵

JIS H 0609 — Test Methods of Crystalline Defects in Silicon by Preferential Etch Techniques

JIS H 0614 — Visual Inspection for Silicon Wafers with Specular Surfaces

¹ American National Standards Institute, 25 West 43rd Street, New York, NY 10036, USA; Telephone: 212.642.4900, Fax: 212.398.0023, <http://www.ansi.org>

² ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA; Telephone: 610.832.9585, Fax: 610.832.9555, <http://www.astm.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>

⁵ Japanese Standards Association, 4-1-24 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-8440, Japan; Telephone: 81.3.3583.8005, Fax: 81.3.3586.2014, <http://www.jsa.or.jp>

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 シリコン技術に関するほとんどの一般用語，頭辞語，およびシンボルは SEMI M59 に定義されている。

4.2 アニールウェーハ特有の用語は下記に定義する。

4.2.1 アニールウェーハ (annealed wafer) — アニールウェーハは常圧および減圧下で高温アニールするので，表層部は欠陥 (COP) フリーになる。

4.2.2 アルゴンアニールウェーハ (argon annealed wafer) — アルゴン雰囲気中で製造するアニールウェーハ。

4.2.3 水素アニールウェーハ (hydrogen annealed wafer) — 水素雰囲気で製造するアニールウェーハ。

5 発注情報

5.1 本仕様はアニールウェーハの購入に際して，表 1 (SEMI M1 にある鏡面ウェーハの発注仕様書) のうちで，適切な発注情報を含んでいる。Part1 にあるすべての情報，一般的な情報および鏡面ウェーハと基板ウェーハに関する Part2 の下記項目が含まれている。

- 2-1.1 結晶成長方法 (Growth Method)
- 2-1.3 結晶方位 (Crystal Orientation)
- 2-1.4 導電型 (Conductivity Type)
- 2-1.5 ドーパント (Dopant)
- 2-1.6 公称エッジ除外領域 (Nominal Edge Exclusion)
- 2-1.7 結晶中の追加ドーパント (Co-dopant in Crystal)
- 2-1.8 ウェーハ表面方位 (Wafer Surface Orientation)
- 2-2.1 抵抗率 (ウェーハ中心位置) (Resistivity (Center point))
- 2-2.2 成長方向抵抗率バラツキ (Radial Resistivity Variation)
- 2-3.1 酸素濃度／校正係数 (Oxygen Concentration/Calibration Factor)
- 2-3.2 成長方向酸素濃度バラツキ (Radial Oxygen Variation)
- 2-3.3 炭素濃度 (背景) (Carbon Concentration (Background))
- 2-4.3 リネージ (Lineage)
- 2-4.4 双晶 (Twin Boundary)
- 2-4.5 スワール (Swirl)
- 2-5.1 ウェーハ ID マーキング (Wafer ID Marking)
- 2-5.2 表面薄膜 (Front Surface Thin Films)
- 2-5.4 外因性ゲッタリング (Extrinsic Gettering)
- 2-5.5 バックシール (Backseal)
- 2-6.1 直径 (Diameter)
- 2-6.6 エッジプロファイル (Edge Profile)
- 2-6.7 厚さ (Thickness)
- 2-6.8 全厚さバラツキ (Total Thickness Variation (TTV))
- 2-8.6 エッジチップ (Edge Chips)
- 2-9.1 エッジチップ (裏面) (Edge Chips (Back Surface))
- 2-9.8 光沢度 (グロス) (裏面) (Brightness (Gloss) (Back Surface))
- 2-9.9 スクラッチ (マクロ) (裏面) (Scratches (Macro) (Back Surface))

表 1 シリコンウェーハの注文書, Part5 アニールウェーハ

項目		仕様	測定方法
5-1. アニール状態 ANNEALING CONDITIONS			
5-1.1	アニール雰囲気 Annealing Atmosphere	☐ 水素; ☐ アルゴン; ☐ その他: (指定) _____	
5-2. アニール後ウェーハ準備特性 POST-ANNEAL WAFER PREPARATION CHARACTERISTIC			
5-2.1	エッジ表面状態 Edge Surface Condition	☐ 研削; ☐ エッチング; ☐ 研磨 ^{#1}	
5-3. アニール寸法特性 POST-ANNEAL DIMENSIONAL CHARACTERISTICS			
5-3.1	ワープ Warp	最大 μm	☐ SEMI MF657; ☐ SEMI MF1390; ☐ その他: (指定) _____
5-3.2	サイトフラットネス Flatness, Site	頭文字語 ^{#2} : 値: μm サイトサイズ mm $\times$ mm % 有効領域 ☐ パーシャルサイトを含む; ☐ パーシャルサイトを含まない オフセット方位: x = mm, y = mm	☐ SEMI MF1530; ☐ その他: (指定) _____
5-4. アニール後表面化学特性 POST-ANNEAL FRONT SURFACE CHEMISTRY			
5-4.1	表面金属汚染 Surface Metal Contamination		
5-4.1.1	ナトリウム Sodium	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ その他: (指定) _____
5-4.1.2	アルミニウム Aluminum	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ その他: (指定) _____
5-4.1.3	カリウム Potassium	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ ISO 14706 (TXRF); ☐ その他: (指定) _____
5-4.1.4	クロム Chromium	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ ISO 14706 (TXRF); ☐ その他: (指定) _____
5-4.1.5	鉄 Iron	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ ISO 14706 (TXRF); ☐ その他: (指定) _____
5-4.1.6	ニッケル Nickel	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ ISO 14706 (TXRF); ☐ その他: (指定) _____
5-4.1.7	銅 Copper	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ ISO 14706 (TXRF); ☐ その他: (指定) _____
5-4.1.8	亜鉛 Zinc	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ ISO 14706 (TXRF); ☐ その他: (指定) _____
5-4.2	その他の表面金属(分けて記載) Other Surface Metals (List Separately)		
5-4.2.1	カルシウム Calcium	☐ $< [\quad] \times 10 \quad \text{atoms/cm}^2$	☐ ICP/MS; ☐ JAAS; ☐ SEMI MF1617 (SIMS); ☐ ISO 14706 (TXRF); ☐ その他: (指定) _____
5-5. アニール後の表面検査特性 POST-ANNEAL FRONT SURFACE INSPECTION CHARACTERISTICS			
5-5.1	スリップ Slip	☐ なし; ☐ その他: (指定) _____	☐ SEMI MF1809; ☐ JIS H 0609; ☐ その他: (指定) _____

項目		仕様	測定方法
5-5.2	酸化誘起積層欠陥 Oxidation Induced Stacking Faults (OSF)	[] なし; [] < [] per cm ²	テストサイクル: [] SEMI MF1727; [] JIS H 0609; [] その他: (指定) _____ 観察方法: [] SEMI MF1726; [] JIS H 0609; [] その他: (指定) _____
5-5.3	スクラッチーマクロ Scratches – Macro	[] なし; 全長= [] mm	[] SEMI MF523; [] JIS H 0614; [] SSIS; ^{#3} [] その他: (指定) _____
5-5.4	スクラッチーミクロ Scratches – Micro	[] なし; [] 全長= [] mm	[] SEMI MF523; [] JIS H 0614; [] SSIS; ^{#3} [] その他: (指定) _____
5-5.5	曇り Haze	[] なし; [] その他: (指定) _____	[] SEMI MF523; [] JIS H 0614; [] SSIS; ^{#3} [] その他: (指定) _____
5-5.6	局所光散乱 (全 LLS) Localized Light Scatterers (Total LLS)	サイズ: ≥ [] μm (LSE) 数: ≤ [] [] / ウェーハ; [] / cm ² サイズ: ≥ [] μm (LSE) 数: ≤ [] [] / ウェーハ; [] / cm ²	[] SEMI MF523; [] JIS H 0614; [] SSIS; ^{#3} [] その他: (指定) _____
5-5.7	局所光散乱 (COP のみ) (Localized Light Scatterers (COP only))	サイズ: ≥ [] μm (LSE) 数: ≤ [] [] / ウェーハ; [] / cm ²	[] SEMI MF523; [] JIS H 0614; [] SSIS; ^{#3} [] その他: (指定) _____
5-5.8	その他の表面欠陥 Other Front Surface Defects	テラス, 表面マイクロラフネス, ナノボグ ラフィおよびサブライヤと顧客との合意に 基づく他の欠陥	サブライヤと顧客との合意に基づく
5-6. アニール後裏面検査特性 POST- ANNEAL BACK SURFACE INSPECTION CHARACTERISTICS			
5-6.1	汚染エリア Contamination/Area	[] なし, [] その他: (指定) _____	[] SEMI MF 523; [] JIS H 0614; [] その他: (指定) _____
5-6.2	その他の裏面欠陥 Other Back Surface Defects	サブライヤと顧客との合意に基づく ウェーハ保持に関連した裏面欠陥	サブライヤと顧客との合意に基づく
5-7. その他のアニール後特性 OTHER POST-ANNEAL CHARACTERISTICS			
5-7.1	バルク鉄濃度 Bulk Iron (Fe)	[] < [] × 10 ¹¹ atoms/cm ³	[] SEMI MF391; [] SEMI MF1535; [] JEITA EM-3509; [] その他: (指定) _____
5-7.2	無欠陥深さ Depth of BMD Denuded Zone	[] > [] μm	テストサイクル: SEMI MF1239 [] A, [] B [] その他: (指定) _____ DZ 深さの判定 [] JEITA EM-3508; [] その他: (指定) _____
5-7.3	BMD 密度 BMD Density	密度レンジ [] × 10 ¹¹ to [] × 10 ¹¹ Unit 単位: [] cm ⁻² ; [] cm ⁻³	テストサイクル: SEMI MF1239 [] A, [] B; [] その他: (指定) _____ BMD 密度の判定 [] JEITA EM-3508; [] その他: (指定) _____
5-7.4	その他のアニール後特性 Other Post-Anneal Characteristics	表層のボロン抜け, 水素アニールにおけ る水素の溶解, アニール後の酸素, およ びサブライヤと顧客との合意に基づく窒 素ドーパ Si に関連した SiN 析出物と欠 陥	サブライヤと顧客との合意に基づく

#1 研磨と記述しているのは、ウェーハ表面状態のことであり、特徴的な研磨技術を示すものではない。望ましくは、表面状態の定量的な評価は、特異な空間周波数における表面粗さ Rms で行う。ベベル部粗さを計測する方法（サンプリング方法および測定手順）が標準化されていないので、この方法はサブライヤと顧客との合意に基づいて行う。

#2 平坦度の指標を示す頭文字語は、SEMI M1 の Appendix 1 にある平坦度ツリーで決める。

#3 最近の技術では、自動表面検査 (SSIS) により 5-5.3 から 5-5.7 までの欠陥を検査することができる。この SSIS は SEMI M58 のポリスチレンラテックス球 (PSL) のデボにより、SEMI M53 に準じてキャリブレーションする必要がある。SSIS により、これらの欠陥の分類は SEMI M35 に記載されている。しかし、標準テスト方法が確立されていないために、SSIS による自動外観検査の適用は、サブライヤと顧客との合意に基づいて行う。

5.2 本仕様による発注書は最終アニールウェーハの特性として表 1 に示した項目が含まれる。

5.3 さらに、発注書にはこれらの各項目の評価に使用するテスト方法が記載されていなくてはならない。そのテストには代換のテスト手順があること。

5.4 次の項目も発注書に含まれている。

5.4.1 ロット受領手順

5.4.2 証明(必要な場合)

5.4.3 梱包および出荷コンテナのラベル要求条件

6 シリコンアニールウェーハのための要求特性

6.1 表 R1-1 には 180nm, 130nm, 90nm 技術世代の鏡面 Si アニールウェーハの特徴を示す。表 R1-2 では, 65 nm, 45 nm, 32 nm 技術世代のための鏡面シリコンアニールウェーハを規定するガイドを提供する。表 R1-3 では, 22 nm 技術世代の鏡面アニールウェーハを規定するガイドを提供する。これらの表に掲載されていないパラメータは, 規定される必要がない。

6.2 それぞれの項目における適切な試験方法を定めることは重要である。試験方法のデフォルトは § 8 に記載している。

6.2.1 「2-」からのライン項目は SEMI M1 の表 1「the Silicon Wafer Specification Format for Order Entry」の Part2 として, 「5-」からのライン項目は表 1 の Part5 に記載されている。

7 試料抽出

7.1 他に規定がない限り, 試料抽出プランを定義するために ASTM Practice E 122 を使用しなければならない。そのように規定されたときの適切なサンプルサイズは, ANSI/ASQC Z1.4 に従って各ロットから選択しなければならない。各品質特性は, 「critical」, 「major」, 「minor」という 3 つの分類に対して, ANSI/ASQC Z1.4 の定義に従って AQL (acceptable quality level) または LTPD (lot total percent defective: ロット内不良率) が指定される。検査水準は購入者とサプライヤ間で合意されなければならない。

8 テスト方法

8.1 SEMI M1 の表1と本標準の表 1 に記載されている, シリコンウェーハ発注仕様書 Part2 および Part5 から選ばれた項目は, SEMI, ASTM, JEITA, JIS 標準試験方法により測定される。

8.2 もし, ある項目にいくつかの試験方法標準があるときに, 発注に際して適用できる試験方法を明確にすることが重要である。

8.3 もし, 発注に際しての試験方法がなくて, 他の分野からの標準が適用できる場合, ウェーハ購入に有効な方法として採用してもよい。

8.4 もし, ある項目にいくつかの試験方法標準があるときに, 発注に際して適用できる試験方法を明確にすることが重要である。

8.5 記載された様々な試験方法の情報は, 業界でもはや広く使われていない追加の試験方法の情報とともに SEMI M1 関連情報 4 に提供されているかもしれない。

9 証明

9.1 契約または注文の中で, 購入者の要求があれば, この製品はこの仕様に従って製造され試験されたものであるという製造者またはサプライヤの保証を試験結果の報告とともに, 出荷時に提供しなければならない。

9.2 検査コスト抑制のために, ユーザとサプライヤは, 然るべき要求条件に「適合可能」なものととして製品を保証する旨合意することができる。これに関連して, 「適合可能」ということは, サプライヤが § 7 の適切な試験を実施する必要がないということを意味するものである。しかし, もしユーザが試験を実施し, その結果製品が要求条件に適合できない場合には, 製品は受領拒否を蒙ることになる。

10 製品ラベリング

10.1 本仕様に従って提供されるウェーハは, ラベルを適切に貼付することで識別できなければならない。ラベルを添付する箇所は, 各梱包箱またはその他の容器の外側や小分け箱の外側であるが, その箱や容器は, 以後の工程に先立ちウェーハが収納されることが当然予想されるものである。識別項目として含むべきものは, 最低限