

SEMI M55-0705

鏡面単結晶シリコンカーバイドウェーハの仕様

本仕様は Global Compound Semiconductor Committee で技術的に承認されたもので、European Compound Semiconductor Materials Committee が直接責任を負うものである。現版は、2003 年 1 月 8 日 European Regional Standards Committee にて承認されている。2003 年 1 月にまず www.semi.org で入手可能となり、2003 年 3 月発行に至る。

注意: SEMI M55 は、SEMI M55.2 が新たに作成されたことにより 0705 の出版サイクルにて改訂された。

1 目的

1.1 本仕様では、半導体および電子デバイスの製造に使用される結晶学上のポリタイプが 6H および 4H の単結晶高純度シリコンカーバイドウェーハの基板要求条件について記述する。

2 範囲

2.1 完全な購入仕様書では、更に物理的特性、電気的特性、バルク特性を定義する必要がある可能性がある。これらの特性は、その値を決定する適切なテスト方法とともに記載され、その手順も示される。

2.2 本仕様は、特に片面または両面が研磨されたシリコンカーバイドウェーハを対象とする。未研磨のウェーハまたはエピタキシャル成長の薄膜を有するウェーハは対象としないが、そのようなウェーハの購入者が要求条件を定義する上で本仕様が役立つ可能性がある。

2.3 材料は、結晶学上で多数の異なるポリタイプが存在する単結晶シリコンカーバイド(SiC)である。使用するためのガイドとして、最もよく使用されるポリタイプについて、表 1 にその特性を示す。

表 1 共通特性 ¹		
ポリタイプ	4H	6H
結晶格子パラメータ a c	3.076Å 10.053Å	3.073Å 15.117Å
積層順序	ABAC	ABCACB
密度	3.21g/cm ³	3.21g/cm ³
融点	約 2800°C を超えると化学分解	約 2800°C を超えると化学分解
誘電率	9.7	9.7
エネルギーギャップ	3.27eV	3.02eV

2.4 審判を目的として、SI(国際単位系、通常メートル法と呼ばれる)単位を使用しなければならない。

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。

¹ Landolt-Börnstein (Springer Verlag) の報告によるデータ。

Deleted: 欠きき

Deleted: 試験

Deleted: ウェーハあるいは

Deleted: がある未研磨の

Deleted: こと

Deleted: 炭

Deleted: へ

Deleted: 本

Deleted: 、

3 関連スタンダード

3.1 SEMIスタンダード¹

SEMI M1 — Specification for Polished Mono-crystalline Silicon Wafers

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

3.2 ASTMスタンダード²

ASTM E122 — Standard Practice for Calculating Sample Size to Estimate, With a Specified Tolerable Error, the Average for Characteristic of a Lot or Process

ASTM F26 — Standard Test Methods for Determining the Orientation of a Semiconductive Single Crystal

ASTM F154 — Standard Guide for Identification of Structures and Contaminants Seen on Specular Silicon Surfaces

ASTM F523 — Standard Practice for Unaided Visual Inspection of Polished Silicon Wafer Surfaces

ASTM F533 — Standard Test Method for Thickness and Thickness Variation of Silicon Wafers

ASTM F534 — Standard Test Method for Bow of Silicon Wafers

ASTM F657 — Standard Test Method for Measuring Warp and Total Thickness Variation on Silicon Wafers by Noncontact Scanning

ASTM F671 — Standard Test Method for Measuring Flat Length on Wafers of Silicon and Other Electronic Materials

ASTM F673 — Standard Test Methods for Measuring Resistivity of Semiconductor Slices or Sheet Resistance of Semiconductor Films with a Noncontact Eddy-Current Gage

ASTM F847 — Standard Test Methods for Measuring Crystallographic Orientation of Flats on Single Crystal Silicon and Wafers by X-Ray Techniques

ASTM F928 — Standard Test Methods for Edge Contour of Circular Semiconductor Wafers and Rigid Disk Substrates

ASTM F1390 — Standard Test Method for Measuring Warp on Silicon Wafers by Automated Noncontact Scanning

ASTM F1404 — Test Method for Crystallographic Perfection of Gallium Arsenide by Molten Potassium Hydroxide (KOH) Etch Technique

ASTM F1530 — Standard Test Method for Measuring Flatness, Thickness, and Thickness Variation on Silicon Wafers by Automated Noncontact Scanning

ASTM F2074 — Standard Guide for Measuring Diameter of Silicon and Other Semiconductor Wafers

3.3 DINスタンダード³

DIN 50441/1 — Measurement of the Geometric Dimensions of Semiconductor Wafers: Thickness and Thickness Variation

2 American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvania 19428-2959, USA.

TEL : 610.832.9585, Fax : 610.832.9555

URL : <http://www.astm.org>

3 Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstrasse 4-10, D-10787 Berlin, Germany,

URL : <http://www.din.de> から入手可能。

Deleted:

Deleted:

Deleted: Standards

Deleted:

Deleted: Standards

Deleted: 電話

Deleted: ウェブサイト

Deleted: website

Deleted:

DIN 50448 — Testing of materials for semiconductor technology - Contactless determination of the electrical resistivity of semi-insulating semiconductor slices using a capacitive probe

3.4 JIS スタンダード⁴

Deleted: Standard

JIS H 0611 — Methods of Measurement of Thickness Taper and Bow for Silicon Wafers

3.5 その他のスタンダード

Deleted: Other Standards

ANSI/ASQC Z1.4 — Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes⁵

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。

4 用語

注 1: この項に記載されていない多くの定義は、SEMI M1, SEMI Compilation of Terms, ASTM F154に記載されている。

4.1 定義

4.1.1 バウ(bow) — 半導体ウェーハのそり、ウェーハ中央面の凸凹変形の尺度。存在する可能性がある厚さの変動とは独立のものである。バウは、テスト試料のバルク特性であって、露出表面の特性ではない。一般的にバウは、テスト試料を拘束していない自由な状態で決定される。バウの単位は、一般に μm である。

4.1.2 晶子(crystallite) — ウェーハの単結晶部分に対して任意の向きの結晶軸を有するウェーハの部分。

4.1.3 ドーパント(dopant) — 通常、IV-IVの化合物については周期律表の第3族または第5族の化学元素であって、その導電性のタイプおよび抵抗率を確立するために、半導体結晶内に微量混入される。

Deleted: 晶

Deleted: 晶

4.1.4 エッジ輪郭(edge contouring) — エッジが機械的および/あるいは化学的手段によって成形されたウェーハについて、表面と裏面をつなぐウェーハの境界プロファイルを記述すること。

Deleted: 属

Deleted: 形

4.1.5 エッジ除外(edge exclusion) — ウェーハエッジのすぐ内側にある、指定されたパラメータの値が適用されないウェーハ表面上の幅Xの狭い帯状の領域。次の品質保証領域(fixed quality area)を参照のこと。

Deleted: 形状

Deleted: 状

4.1.6 品質保証領域(fixed quality area (FQA)) — ウェーハ表面中央域であって、公称周辺除外領域、Xによって定義される。この領域内ではパラメータの指定値が適用される。

4.1.6.1 議論 — FQAの境界は、ウェーハ公称寸法の周辺から距離Xだけ内側に入ったすべての点からなる(図1を参照)。FQAのサイズは、ウェーハ直径およびフラット長の許容誤差とは無関係である。

Deleted: 説明

4.1.7 ロット(lot) — 本文書の目的として、(a)1つの出荷に含まれる同一公称サイズおよび特性をもつ全てのウェーハ。または(b)上記のようなウェーハで構成されている大量出荷のうちの一部。それはロットを構成するものとしてサプライヤにより識別されているものである。

4.1.8 マイクロパイプ(micropipe) — 結晶学上のc軸にほぼ平行であって結晶全体に伸びている小さな中空のチューブ。

Deleted: 延

4.1.9 垂直方位ずれ(orthogonal misorientation) — 意図的に「オフ・オリエンテーション」にカットされた{0001}ウェーハにおいて、ウェーハ表面と垂直なベクトルの{0001}面上における投影線と{0001}面上において指定された傾き方向とがなす角度(図2を参照)。

Deleted: {0001}面上における

Deleted: に傾けられた面の投影線

4.1.10 面欠陥(planar defect) — {0001}格子面とほぼ平行で幅対高さの比が大きな、SiCバルク結晶内の小さな空洞。側面の境界は、結晶学的方向と平行である。しばしば、1本または複数のマイクロパイプが面欠陥に接続されている。

Deleted: 並行

Deleted: 面

Deleted: 面

4 日本工業規格。日本規格協会、〒107-8440 東京都港区赤坂 4-1-24、TEL : 03-3583-8002、Fax : 03-3583-0462

URL: <http://www.jsa.or.jp> から www.jsa.or.jp から入手可能。

5 American Society for Quality Control, 611 East Wisconsin Avenue, Milwaukee, WI 53202, USA

4.1.11 ポリタイプ(polytype) — 多形現象を示す物質において、可能な結晶学的変化の1つ。物質のすべてのポリタイプには、共通のほぼ同じ格子定数を有する同じ格子層がある。しかし、これらの層の積層順序は、異なるポリタイプでは異なっている。ポリタイプには最もよく使用されるRamsdell⁶の提案による名前が付けられる。6H等の記号は、1周期の積層順序における層数(2, 3, 4等)および結果として得られる結晶の対称性(H = 六方晶, R = 菱面体晶)を示す。SiCで最もよくあるポリタイプは、6H, 4H, 15Rである。

4.1.12 表面方位(surface orientation) — 結晶学的なc軸とウェーハ表面の法線とがなす角度(図2を参照)。

4.1.13 TIR(total indicator reading (TIR)) — 基準面に対して平行な2つの面の間の最小垂直距離。その2つの面の間にはFQAまたはサイトまたはサブサイトの何れかの範囲内においてウェーハ表面の全ての点が含まれる。

4.1.14 TTV(total thickness variation (TTV)) — パターン走査中や一連のポイント要求条件において観察されるウェーハの厚みの最大値と最小値の差。TTVは一般に μm で表わされる。

4.1.15 ワープ(warp) — 半導体スライスまたはウェーハの中央部と基準面との距離の最大値と最小値との差。パターン走査中に観察される。テスト試料のバルク特性であり、露出表面の特性ではない。ワープは一般に μm で表わされる。

5 発注情報

5.1 本仕様を提供するシリコンカーバイドウェーハの発注書には、次の項目が記載されていなければならない。

5.1.1 ポリタイプ

5.1.2 公称直径(該当する鏡面SiCウェーハのSEMIスタンダードを参照)

5.1.3 厚さ(該当する鏡面SiCウェーハのSEMIスタンダードを参照)

5.1.4 ドーパント(該当する鏡面SiCウェーハのSEMIスタンダードを参照)

5.1.5 抵抗率またはキャリア濃度(該当する鏡面SiCウェーハのSEMIスタンダードを参照)

5.1.6 TTV(該当する鏡面SiCウェーハのSEMIスタンダードを参照)

5.1.7 表面方位(該当する鏡面SiCウェーハのSEMIスタンダードを参照)

5.1.8 表面の極性(該当する鏡面SiCウェーハのSEMIスタンダードを参照)

5.1.9 ロット検収手順(§7を参照)

5.1.10 証明書(§11を参照)

5.1.11 梱包およびマーキング(§12を参照)

6 寸法および挙動変動

6.1 材料は、該当する鏡面シリコンカーバイドウェーハのスタンダードで指定されている寸法および許容寸法誤差に準拠しなければならない。

6.2 材料は、該当する鏡面シリコンカーバイドウェーハのスタンダードで指定されている結晶学上の向きに関する詳細事項に準拠しなければならない。

Deleted: 型的

Deleted: Ramsdell

Deleted: の提案により

Deleted: 代表的な

Deleted: 共通なほとんどの

Deleted: どの

Deleted: Sie

Deleted: 基準

Deleted: 基準

Deleted: 面

Deleted: 面

Deleted: どれが指定されるかにより、その

Deleted: 異び

6.3 発注書でエッジ輪郭が成形されたウェーハが指定される場合は、その形状はウェーハ表面の全ての点において下記の要求条件に準拠しなければならない。

Deleted: 削ら

6.3.1 テンプレートのx軸がウェーハ表面に一致し、y軸が輪郭の最外周部分に接するように、ウェーハがSEMIウェーハエッジプロファイルテンプレート(図 3を参照)にアライメントされる場合は、ウェーハエッジプロフィールはテンプレートのクリアな領域に包含されなければならない(許容可能および許容不能な外周形状の例については図 4を参照)。

6.3.2 エッジ輪郭の表面的な特性は、本仕様では記載されていない。これらは、サプライヤと購入者の間で合意しなければならない。

Deleted: 周辺形状

6.4 オリエンテーションフラットは、§9の要求条件および適切な鏡面シリコンカーバイドウェーハのスタンダードに準拠しなければならない。

Deleted: ようきゅうじょうけん

注 2: エッジチップおよびインデントについては、§10を参照のこと。

7 サンプリング

7.1 他に規定がない限り、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 Z1.4-1993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、臨界(critical)、多数(major)、少数(minor)という3つの分類に対して、ANSI/ASQC Z1.4-1993の定義に従って許容可能品質レベル(AQL: acceptable quality level)またはロット内欠陥率(LTPD: lot total percent defective)の値を指定する。検査水準はユーザとサプライヤ間で合意のこと。

Deleted: 場合には

Deleted: の

Deleted: インスペクション

Deleted: とユーザとの

Deleted: 試験

Deleted: 原因により

8 テスト方法

注 3: SiC ウェーハは、非常に脆い。一方、ウェーハの機械的寸法はノギスのような器具および他の従来の技術を使用することにより測定することができる。ウェーハは直接的には明白でない形態で物理的に損傷をうけることがある。従って、測定方法の選択および実行には特別な配慮がなされなければならない。

Deleted: 試験

8.1 1つの結晶内の結晶品質のテストプラン— サプライヤと購入者の合意により決定のこと。

Deleted: 試験

注 4: 結晶品質の評価は、非常に時間とコストがかかり、すべてのウェーハについて破壊テストをおこなうことは不可能なので、實際上、大きな影響がある問題である。しかし、一般に、結晶内の結晶品質が一つの結晶内において突然変化することはない。任意の結晶から取り出されたすべてのウェーハのサブセットを評価すれば、結晶全体の品質に関する十分な情報が得られる。

Deleted: の任意の結晶

8.2 ポリタイプ(Polytype) — 公称ではドーブされていない材料($n < 10^{17}/\text{cm}^3$)については、UV励起した状態で、温度 77Kで目視検査する。ドーブした材料($n > 10^{17}/\text{cm}^3$)については、散乱光の条件の下でドーブされた材料の色を目視検査する。

Deleted: テスト法

8.3 直径(Diameter) — ASTMテスト方法F2074により決定する。

Deleted: テスト法

8.4 厚さ、センタポイント(Thickness, Center Point) — ASTMテスト方法F533により決定する。

Deleted: テスト法

8.5 オリフラ長(Flat Length) — ASTMテスト方法F671により決定する。

Deleted: テスト法

8.6 バウ(Bow)およびワーブ(Warp) — バウはASTMテスト方法F534、ワーブはASTMテスト方法F1390 またはF657により決定する。

Deleted: テスト法

Deleted: テスト法

注 5: ASTM はワーブの測定について 2つの方法を標準化している。ASTM テスト方法 F1390 は、重力効果によるウェーハのゆがみを矯正する、自動で非接触の測定方法である。パターンのスキャンは、品質保証領域全体で行われる。ASTM テスト方法 F657 は、指示されたスキャンを連続でウェーハ表面の一部でおこなう、マニュアルで非接触の測定方法である。重力効果によるウェーハのゆがみを矯正することはしない。付属書 2 に記述しているように、2つの方法には、異なった基準面が用いられる。テスト方法 F657 は、裏面の基準面を用いるので、測定されたワーブはウェーハの厚さ変動による寄与を含む。

Deleted: テスト法

Deleted: してシリコン

Deleted: =

Deleted: テスト法

Deleted: シリコン

Deleted: テスト法