

SEMI M23-0703

鏡面単結晶インジウムリンウェーハの仕様

本仕様は、Global Compound Semiconductor Committee で技術的に承認されたもので、North American Compound Semiconductor Committee が直接責任を負うものである。現版は 2001 年 11 月 27 日 North American Regional Standards Committee にて承認されている。2001 年 12 月にまず www.semi.org で入手可能になり、2002 年 3 月発行に至る。初版は 1993 年発行、前版は 2000 年 10 月発行。

注意: SEMI M23 の表示は、SEMI M23.6 が追加されたことにより、0703 の出版サイクルで改訂されたものである。

1 目的

1.1 本仕様は、半導体および電子デバイス製造に使用される単結晶高純度リン化インジウムウェーハの基板に対する要求条件について述べている。寸法と結晶方位の特性のみが下記に標準化した特性として述べられている。

1.2 完全な購入仕様としては、更に物理的、電気的およびバルク特性を規定する必要がある。これらの特性はその大きさを決定する適切なテスト方法とともに記載される。

2 範囲

2.1 本仕様は特に片面または両面研磨のリン化インジウムウェーハについて規定している。研磨していないウェーハまたはエピ成長のウェーハについては述べていない。しかし、本仕様はウェーハの購入者の要求条件を規定するための有用な指標となるであろう。

2.2 本材料は、立方晶閃亜鉛鉱構造を持ち下記特性を有する単結晶リン化インジウム(InP)である。

密度	4.787 g/cm ³
融点	1062°C
誘電率	12.4
格子定数	27°Cで 5.869 Å
エネルギーギャップ	27°Cで 1.351 eV

2.3 判断目的のために、SI(国際単位系、通常メートル法と呼ばれる)単位を使用する。

2.4 本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の作業方法を確立し、また使用前に規制上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

3.1 SEMI スタンダード

SEMI M39 — Test Method for Measuring Resistivity and Hall Coefficient and Determining Hall Mobility on Semi-Insulating GaAs Single Crystals

3.2 ASTM スタンダード¹

ASTM E 122 — Practice for Choice of Sample Size to Estimate Average Quality of a Lot or Process

ASTM F 26 — Test Methods for Determining the Orientation of a Semiconductive Single Crystal

ASTM F 42 — Test Method for Conductivity Type of Extrinsic Semiconducting Materials

ASTM F 76 — Test Methods for Measuring Resistivity and Hall Coefficient and Determining Hall Mobility in Single Crystal Semiconductors

ASTM F 84 — Test Methods for Measuring Resistivity of Silicon Wafers with an In-Line Four-Point Probe

ASTM F 154 — Practices and Nomenclature for Identification of Structures and Contaminants Seen on Specular Silicon Surfaces

ASTM F 523 — Practice for Unaided Visual Inspection of Polished Silicon Wafer Surfaces

ASTM F 533 — Test Method for Thickness and Thickness Variation of Silicon Wafers

ASTM F 534 — Test Method for Bow of Silicon Wafers

ASTM F 613 — Test Method for Measuring Diameter of Semiconductor Wafers

ASTM F 657 — Test Method for Measuring Warp and Total Thickness Variation on Silicon Wafers by Non-Contact Scanning

¹ American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959 (All cited standards except for E 122 may be found in Volume 10.05 of the Annual Book of ASTM Standards; E 122 may be found in Volume 14.02.)

ASTM F 671 — Test Method for Measuring Flat Length on Wafers of Silicon and Other Electronic Materials

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

ASTM F 928 — Test Methods for Edge Contour of Circular Semiconductor Wafers and Rigid Disk Substrates

ASTM F1241 — Terminology of Silicon Technology

ASTM F 1392 — Test Method for Determining Net Carrier Density Profiles in Silicon Wafers by Capacitance-Voltage Measurements with a Mercury Probe

ASTM F 1393 — Test Method for Determining Net Carrier Density in Silicon Wafers by Miller Feedback Profiler Measurements with a Mercury Probe

3.3 その他のスタンダード

ANSI/ASQC² Z1.4-1993 — Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes

DIN³ Standard Test Method 50454-2 — Determination of the Dislocation Etch Pit Density in Monocrystals of III-V Compound Semiconductors - Part 2: Indium Phosphide.

DIN Test Method 50448 — Testing of Materials for Semiconductor Technology — Contactless Determination of the Electrical Resistivity of Semi-Insulation Semiconductor Slices using a Capacitive Probe

4 用語

4.1 定義

注 1: ここに挙げられた用語は ASTM F1241 から引用されたものである。この項の改訂には ASTM と SEMI の情報交換が必要である。定義はユーザの便宜のためにここに記載されているが、全てのリストを参照する場合には ASTM F1241 を参照されたい。

4.1.1 (半導体ウェーハの)バウ(bow (of a semiconductor wafer)) — ウェーハの公称直径よりも小さい一定の直径を持つ円上に等間隔で配列された 3 点によって確立される基準面からの、クランプされていない自由におかれたウェーハ表面の中心点のずれ。[ASTM F1241-90]フラットネス(flatness)の反対、ワープ(warp)参照。

² American Society for Quality Control, 611 East Wisconsin Avenue, Milwaukee, WI 53202

³ Deutsches Institut für Normung e.v., Beuth-Verlag, Burggrafenstrasse 6, D-10787 Berlin, Germany より入手可能。

4.1.2 ドーパント(dopant) — 通常、III-V化合物の場合には元素周期律表の第 2 族、第 4 族または第 6 族に属する化学元素であり、その伝導型および抵抗率を決めるために、半導体結晶に微量注入される。

4.1.3 エッジ形状(edge profile) — エッジが化学的または機械的方法により成形されたウェーハにおいて、表面および裏面の接合部境界線の形状。

4.1.4 ロット(lot) — 本書の使用目的としては、(a)同一出荷品含まれる同一公称寸法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品のうちの一部分。この場合、ロットを構成していることをサプライヤが確認する。

4.1.5 垂直方位ずれ(orthogonal misorientation) — 意図的に「オフ・オリエンテーション」にカットされたウェーハにおいて、{100}面上におけるウェーハ表面への垂直ベクトルの投影線と同面への最近接{100}方向の投影線とによって囲まれた角(図 5 参照)。

4.1.6 TIR — 基準面に対して平行な 2 つの面の間の最小垂直距離。その基準面にはFQAまたはサイトのいずれかが規定されているかによって、その範囲内においてウェーハ表面の全ての点が含まれる。

4.1.7 TTV (TTV, total thickness variation) — 半導体ウェーハにおけるウェーハの厚みの最大値と最小値。

4.1.8 ワープ(warp) — 半導体ウェーハにおいて、基準面からクランプされていない自由なウェーハの中央部表面までの距離の最大値と最小値との差。それはパターン走査中において観察される。

5 免注情報

5.1 リン化インジウムウェーハの購入仕様書には次の項目を含む必要がある。

5.1.1 直径の公称値(SEMI鏡面リン化インジウムウェーハスタンダード参照)。

5.1.2 厚み(SEMI鏡面リン化インジウムウェーハスタンダード参照)。

5.1.3 TTV, TIR, ワープ, バウ(限度に関してはサプライヤと購入者間の合意により決定される)。

5.1.4 表面オリエンテーション(SEMI鏡面リン化インジウムウェーハスタンダード参照)。直径 2 および 3 インチの鏡面単結晶リン化インジウムウェーハのフラット位置については、1 つのオプションしかない。それはDove-Tail(図 1 および 3 に示す)であり、ガリウムヒ素ウェーハの場合のオプションであるV-Grooveはない。これらの名称は、プライマリフラットに直角にエッチングされた際に得られる溝の形を表している。下記は表面オリエンテーションのオプションである。

- A. (100) $\pm 0.5^\circ$ (図 1 と図 2 に示される)
- B. 最近接(110)面方向に(100)面を 2° オフ。例を図 3 と図 4 に示す。

ウェーハの低ミラー指数面からのずれ、オフオリエンテーションは α で決められる(図 5 を参照)。

図 5 は直交面からのずれを示す。

- 5.1.5 ロット合格手順(8 項参照)
- 5.1.6 保証(11 項参照)
- 5.1.7 梱包およびマーキング(12 項参照)

5.2 オptional 基準(Option Criteria) – 下記項目は上記にリストアップした項目に追加して、オプションとして規定することができる。

- 5.2.1 結晶成長法
- 5.2.2 結晶のエッチピット密度(EPD)
- 5.2.3 結晶成長の完全性
- 5.2.4 不純物のタイプ
- 5.2.5 ウェーハの表面状態
- 5.2.6 エッジ形状(図 6, 7 参照)
- 5.2.7 移動度
- 5.2.8 抵抗率
- 5.2.9 キャリア濃度

6 材料および製造

6.1 材料は購入仕様書または契約によって定められた材料規定に適合する成長インゴットから切り出されたウェーハで構成されなければならない。

7 物理的および電気的要求条件

7.1 材料は適切な鏡面リン化インジウムウェーハスタンダードで規定されたような結晶方位の詳細条件に従わなければならない。

7.2 材料は下記項目について、購入オーダーまたは契約で規定された詳細に従わなければならない。

- 7.2.1 導電性のタイプ
- 7.2.2 ドーパント
- 7.2.3 キャリア濃度
- 7.2.4 抵抗率
- 7.2.5 転位密度
- 7.2.6 移動度

7.2.7 表面特性

7.2.8 成長法

8 サンプルング

8.1 他に規定がない場合には、ASTM Practice E122 に従わなければならない。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、critical, major および minor という 3 つの分類のに対して、ANSI/ASQC Z1.4-1993 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。もし購入仕様書または契約で要求または規定された場合、これらの分類は、代わりに累積 AQL または LTPD レベルに指定される。検査水準はユーザとサプライヤ間で合意されなければならない。

9 テスト方法⁴

9.1 直径(Diameter) – ASTM テスト法 F613 により測定する。

9.2 中心点厚さ(Thickness, Center Point) – ASTM テスト法 F533 により測定する。

9.3 フラット長(Flat Length) – ASTM テスト方法 F671 により測定する。

9.4 フラットオリエンテーション(Flat Orientation)⁵ – 適切な鏡面リン化インジウムウェーハスタンダードで確認されたエッチング法により測定する。

9.5 TTV (Total Thickness Variation) – ASTM テスト方法 F533 または F657 により測定する。

9.6 面方位(Surface Orientation) – ASTM テスト方法 F26 により測定する。

9.7 垂直方向ずれ(Orthogonal Misorientation) – ユーザとサプライヤ間によって合意された方法で測定する。

9.8 表面欠陥および汚染(Surface Defects and Contamination) – ASTM テスト方法 F154, F523 また

⁴ InP ウェーハは極めて傷つきやすく、割れやすい。マイクロメータ膜厚計のようなツールを使用したり、他の従来の方法により、ウェーハのメカニカル寸法を測定した場合、ウェーハはすぐに気づかないような物理的損傷をうける場合がある。それゆえ測定方法の選定、実行時は特に注意して行なわなければならない。

⁵ V-groove および、または dovetail 方位を見分けるのに使用するエッチング液に関しては、下記参照のこと:
“HBr-K₂Cr₂O₇-H₂O etching system for indium phosphide” J.L. Weyher, et al. Materials Science and Engineering B28 (1994) 488-492.

はユーザとサプライヤ間で合意された方法により測定する。

9.9 移動度 (Mobility) – ASTMテスト方法F76 または SEMI M39 により測定する。

9.10 半絶縁ウェーハの抵抗 (Resistivity of Semi-insulation) – ASTMテスト方法F76, SEMI M39, または DIN50448 に測定する。

9.11 ドーピングされたウェーハの伝導性または抵抗性 (Conductivity or Resistivity of Doped Wafers) – ASTMテスト方法F76 またはF84 またはF673 により測定する。

9.12 キャリア集中 (Carrier concentration) – ASTMテスト方法F76 またはF1392 またはF1393 あるいは電気化学CV⁶。

9.13 伝導性タイプ (Conductivity Type) – ASTMテスト方法F42 またはF76 により測定する。

9.14 結晶完全性 (Crystal Perfection) – ユーザとサプライヤ間で合意された方法により測定する。

9.15 エッジ形状 (Edge Contouring) – ASTMテスト方法F928 により測定する。

9.16 バウ (Bow) – ASTMテスト方法F534 またはユーザとサプライヤ間で合意された方法で測定する。

9.17 エッチピット濃度 (EPD: Etch Pit Density) – DIN スタンダードテスト方法 50454-2 により測定する。

10 標準欠陥限度

10.1 ユーザとサプライヤ間の合意により決定する。

11 保証

11.1 契約またはオーダーにおいて、ユーザの要求があれば、この材料はこの仕様に従って製造されテスト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書をテスト結果の報告とともに、出荷時に提供しなければならない。

12 梱包およびマーキング

12.1 特殊梱包およびマーキングを要求する際は、ユーザとサプライヤ間の合意がなければならない。それ以外の場合には、全てのウェーハは、出荷中における損傷に対して十分な防護が得られるように最善の業界慣例に従った方法で取扱い、検査し、梱包しなければならない。

12.2 この仕様に従って提供されるウェーハは、各梱包箱または容器の外側および基板が仕様される先立って収納される小分け箱の外側にも、適切なラベルを貼付することにより、識別できなければならない。識別できる項目は、ロット番号とウェーハ番号である。ユーザとサプライヤの合意により、公称直径、ドーパント、オリエンテーション、抵抗率、EPDの情報をロット番号およびロット番号に含まなければならない。その特定ロット購入者によって受領された後少なくとも1箇月間またはサプライヤとユーザ間で交渉された期間、サプライヤはこれらの情報を保存しなければならない。

13 関連文書

“HBr-K₂Cr₂O₇ – H₂O etching system for indium phosphide” J.L. Weyher, et al. Materials Science and Engineering B28 (1994) 488-492.

⁶ 注: 電気化学 CV テスト方法は未完成だが、開発中である。