

SEMI 3D1-0912

スルーシリコンビア (TSV) の幾何学的計測のための用語

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、3DS-IC Global Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2012 年 8 月 30 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2012 年 9 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。

1 目的

1.1 購入者と計測機器メーカーや製造者間での効果的な情報伝達や誤解防止のために、明確で一般に認められる用語の定義が必要である。この文書の目的は、TSV にとって重要な計測に関する問題の理解と議論を行うための一貫した用語を規定することである。

2 範囲

2.1 この文書の範囲は、TSV を特性化する測定数値を規定するための用語の定義に限定される。この文書は、測定手順は記述していないが、測定量を明確に、有益に、また一義的に規定を行う。

2.2 この文書は、幾何学的寸法に関連した計測や、TSV 開口を含んだ構造の製造および検査作業の定義や管理に重要な測定量に焦点を当てている。

2.3 この文書は、シリコンの TSV を対象とする。

2.4 この文書は、SEMI E89 等で網羅しており、統計的な考察を議論することは行わない。

2.5 この文書は、その他の SEMI 文書、特に SEMI P35 から構造や用語を引用している。

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上の問題を取り扱うことを意図していない。この文書の利用者は、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 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 E89 — Guide for Measurement System Analysis (MSA)

SEMI P35 — Terminology for Microlithography Metrology

3.2 その他の文書

SEMI International Standards: Compilation of Terms¹

¹ <http://www.semi.org/en/Standards/StandardsPublications>

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。

4 TSV 計測に関する問題

4.1 幾何学的な測定 — 不確かなエラーを含んだ長さや位置の測定はどんなものでも、測定データに基づいた適用に対する影響は、数値計測の不確かさによって最良に記述される。TSV の幾何学的寸法の測定の問題点は、TSV は三次元の物体で通常は、不規則で複雑な形状である事実により、複雑である。計測の問題は、TSV が顕微鏡でしか見えないほど小さく、拡大したイメージでしか測定できないため、さらに複雑である。

4.2 効果的な運用として TSV 開口は、いくつかの選択されたパラメータのみで定義される。その理由は、複雑な TSV 形状を十分に記述するために必要な追加のデータは、測定データに基づいた適用に対しては、重要でないと考えられ、また、ほとんど入手できない。

4.3 計測の最初のルールは、何を測定するかを正確に定義することである。ここで使用するアプローチは、前項を踏まえて、広く使用されている定義、例えば TSV の深さや直径などの特定の適用を定義する。これらの定義は、標準の幾何学的な構造、例えば明瞭さが必要とされる直線、円、楕円等から与えられる。TSV 開口の理想的な形状と実際の形状の差は、全体の測定のバラツキや特性化された TSV のいくつかの寸法の不確かさの一因となる。

4.4 ITRS ロードマップからの技術課題 — ITRS 2010 ロードマップでは、2009 年から 2015 年に掛けて、TSV の最小径は 3D-SIC のグローバルや中間接続で $8\mu\text{m}$ から $0.8\mu\text{m}$ の範囲になると予測している。16 nm ノード以降の主な 5 つの技術課題の一つとして、3D チップスタックのための実用的なアプローチがある。表 INTC5 には、コストターゲットに見合った技術製造のための解決策が大切であると述べている。この技術課題に取り組むには、最新の技術が必要とされる。この文書は、その計測のための土台の一部である。

5 定義

5.1 スルーシリコンビア (through silicon via opening [TSV]) — シリコンウェハ内のホール、または凹所。次の場合とない場合がある； a) ウェハの上面から他方のウェハ表面まで完全に貫通している場合。 b) 導体を含む場合。 c) 幾つかの層、例えば導体とシリコンの層間に絶縁体がある場合や、ホール内のシリコン表面の拡散障壁を含む場合。

5.1.1 議論 — ITRS では TSV を電氣的な導体と定義している。ここでは、完全な電氣的導体の TSV が形成されている範囲で、TSV 開口の計測のための用語の定義を行う。

5.2 ウェハ上面 (wafer top surface) — TSV 開口がまず形成され、また TSV の穴加工が開始されるウェハ表面。この表面は、「水平」と定義される。その水平面と直角を、「垂直」と定義される。図 1 にウェハ上部から見た TSV のスケッチを示す。

5.3 ウェハ下面 (wafer bottom surface) — ウェハ上面の反対側のウェハ表面。

5.4 面積 (area) — 水平面での TSV 開口の幾何学的な面積。図 1 では、TSV 開口の面積は濃い斜線模様で表している。

5.4.1 上部面積 (top area) — ウェハの上部での TSV 開口の面積。

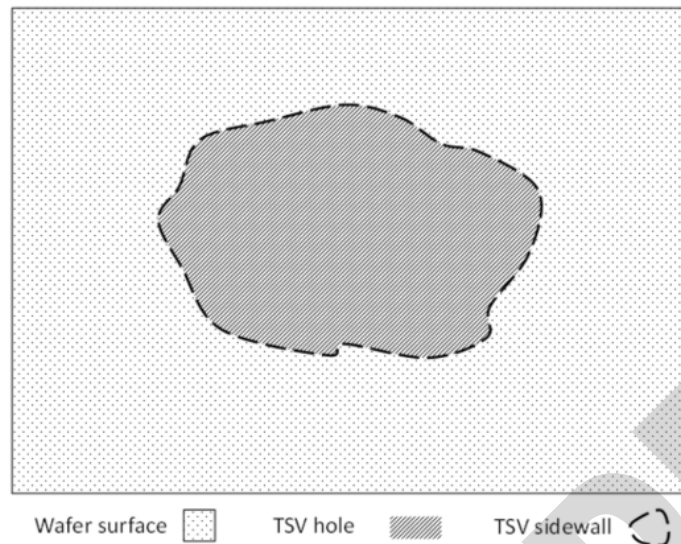


図 1
ウェハ上面から見た TSV とその側面

5.5 深さ (*depth*) — 上面と TSV 開口の最も深い間の、ウェハ上面から垂直にウェハ下面までの測定した距離。

5.5.1 中間深さ (*intermediate depth*) — ウェハ上面から、TSV 開口でより浅い、あるレベルの深さで測定した距離。例えば、ウェハ厚さの 50% での中間深さでの TSV 開口面積に関心がある。

5.5.2 完全に貫通した TSV (*full depth TSV*) — ウェハの上面から下面まで貫通した TSV 開口。

5.6 記録した水平寸法 (*reported horizontal dimensions*) — 1 つの TSV の横幅を規定するために用いられるスキームや数値。TSV の幅は、有効な製造方法や測定ツールなどの状況により多種の方法で規定される。この規格では、TSV 開口の水平の直径は参照幾何学的構造として、下記に規定する最大と最小の径を採用する。その他の可能な例としては、この規格では規定していないが、水平面での TSV 開口の内接円の直径や、TSV 開口に内接した正方形の面を含んだ参照寸法がある。ここでの幾何学的な用語や定義は、既存の数学的手法やソフトウェアの使用を推進し、混乱を最小限に抑えるために、可能な範囲で、幾何学に関する文献に示される一般的な使用と一貫性を保っている。

5.6.1 中心 (*center*) — TSV 開口の水平面上での中心は、TSV 開口面積の中心（重心）と定義する

5.6.2 弦 (*chord*) — TSV 開口のある深さでのある側壁上の 1 点と同一水平面上にある別の側壁上の 1 点を結んだ直線。

5.6.3 長径 (*major diameter*) — TSV 開口におけるある深さでの特定水平面における最長の弦の長さを長径と定義する。この径は TSV 開口形状の幾何学的中心や重心を通る必要性はない。また開口部の面積重心と長径との間にも何らかの因果関係はない。図 2 に長径および短径を示す。寸法単位は μm である。

5.6.3.1 議論 — この定義は、TSV の全ての直径は、測定器の視野内で観測できることを意味する。例えば断面研磨観察のように TSV 直径群の一部しか観測できないような環境下では、測定結果は測定平面や TSV によってなんらかの幾何学的影響を受けてしまう。

5.6.3.2 長径の中心点 (*center point of the major diameter*) — 長径の両端からの二等分点。