

SEMI P19-92 (Reapproved 0707) 集積回路製造用メトロジパターンセル

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 Micropatterning Committee で技術的に承認されている。現版は 2007 年 4 月 25 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2007 年 6 月に www.semi.org で、前版は 1996 年に発行された。

NOTICE: This Standard or Safety Guideline has an Inactive Status because the conditions to maintain Current Status have not been met. Inactive Standards or Safety Guidelines are available from SEMI and continue to be valid for use.

1 目的

1.1 本スタンドアードは、集積回路製造に使用されるマイクロパターニング装置、メトロジ用器具およびプロセスに対して、量産適用可能な評価およびテスト方法を提供するために、幾つかの標準パターンを規定するものである。

2 範囲

2.1 本スタンドアードは、線幅メトロジ、解像度テスト、近接効果テストのための幾つかの基本パターンセルの形、一般の寸法、推奨される配置、および(特有な)設計ルールを規定するものである。これらのスタンドアードパターンは、光学顕微鏡、電子顕微鏡、および電氣的プローブテストに使用することができるセルをも包含する。

2.2 本スタンドアードは、レチクル上のこれらのテストパターンに対する限界寸法を確認するために使用される測定技術を規定するものではない。同様に、プリントパターンがウェーハ上でいかにして測定されるのかを規定するものでもない。本ドキュメントは、いかなるパターンが考えられるべきかということのみ規定する。すべての他の適用できる SEMI 仕様に従っている実際のパターンがこの仕様に従っていることを保証するのはユーザに残された問題である。他の SEMI ドキュメントが臨界寸法(CD)測定条件を規定する(§ 3 参照)。

注意: このスタンドア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。このスタンドアードの使用者は、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 参照スタンドアードおよび文書

3.1 SEMI スタンドアード

SEMI P24 — CD Metrology Procedures

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 定義

4.1.1 線幅(linewidth) — 半導体技術において、与えられたラインの断面においてラインが形成されるパターン層と下段層との間の界面より上の規定された高さにおける物質境界線間の距離(図 1 参照)。

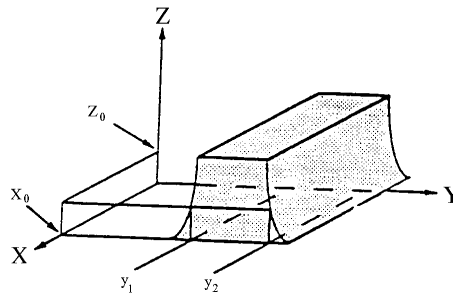


図 1
線幅 (X_0, Z_0) = $Y_2 - Y_1$

注 1: 線幅を測定する多くの方法が存在するため、同一ラインの同一断面においても異なる高さで測定が行われる結果となる。このため、実際には、測定結果に相違が出ることが予想されるので、“SEM 線幅”“光学的線幅”“電氣的線幅”のような表現で、使用された方法を明示するのが便利である[ASTM F127]。更に、測定が行われた高さをたとえ定量的に決められなくても、定性的に記述しておかなければならない。

4.1.2 フィーチャ(*feature*) – 外部の背景領域とは異なったある光学的密度値(グレーレベル範囲)を持つ単一で連続する境界線(例えば、集合のイメージ)内の領域[ASTM D3849, ASTM D24](例えば、単一ライン、スペースまたは L バーのようなパターンの単純要素)。

4.1.3 フィーチャグループ(*feature group*) – 一つまたは複数の同じようなフィーチャが配列された小さな集合体。例えば、3 重 L バー。

4.1.4 公称フィーチャ寸法(*nominal feature dimension*) – 対象物の直線寸法。例えば、線幅またはコンタクトホール幅。

4.1.5 基本セル(*basic cell*) – 特定の公称フィーチャ寸法に基づき、本ドキュメントにより定義されたようなフィーチャまたはグループの配列。

4.1.6 複合セル(*composite cell*) – 幾つかの基本セルの配列。

4.1.7 孤立ライン(*isolated line*) – 図 2 に示されるようなクリアフィールド中のダークライン。(類義語: *island*)



図 2
孤立ライン

4.1.8 孤立スペース(*isolated space*) – 図 3 に示されるようなダークフィールド中のクリアライン。(類義語: *window, trench, contact, opening*)



図 3
孤立スペース

5 詳細仕様

5.1 概要

5.1.1 本仕様は、本文書の巻末に図示されているパターンセルについて述べる。これらのセルは、IC 製造プロセスの工程中、異なるマスクレベルでフォトリソグラフ方式または他の直接パターンニング方式によりウェーハ基板上に形成される。

5.1.2 向き、大きさ、線幅の範囲、および白黒（クリアフィールド対ダークフィールド）のようなパターンセルの詳細は、他に規定がなければ、ユーザによって規定される。これらのセルを使用したテストの結果を報告するときは、白黒、向きおよびトポロジーを考慮した詳細事項を表示しなければならない。

5.1.3 このドキュメントで与えられるすべての寸法は、実際の等倍の CAD 値である。与えられた倍率 M に対して、レチクル上の対象物の寸法はこの仕様で与えられた寸法の正確に M 倍である。レチクル寸法は、バイアスが必要とするウェーハプロセスを補正するためにサイジングしてはならない。

5.2 適用

5.2.1 これらのセルは、幾つかの応用に供されるものである。下記にパターンセルに対して考えられる適用の幾つかをリストアップする。

5.2.1.1 インライン・プロセス・モニタリング (in-line process monitoring) — レイヤーが設計仕様どおりにプロセスされてきたか否かを評価するパターンを作り上げる。

5.2.1.2 プロセス移転 (process transfer) — 製造ライン内におけるプロセスモニタリング用パターンを標準化し、ライン間におけるプロセスおよび技術移転を促進する。

5.2.1.3 装置評価 (equipment evaluation) — 半導体製造装置の評価に使用されるパターンを標準化する。

5.2.1.4 装置特性 (equipment characterization) — 異なるメトロジ装置の特性把握プロセス用パターンを標準化する。

6 適用ガイドライン

6.1 概要

6.1.1 ここで述べられるセルは、そこから複合パターンが構成される基本メトロジセットを表している。

6.1.2 複合パターンセットは、ここで述べられる基本セルの幾つかで構成されており、かつ、各セルに対するすべての設計ルールが守られているならば、このスタンダードに適合する。

6.1.3 各基本セルは、基本的な設計上のフィーチャを含んでいる。このフィーチャは変形メトロロジーセル内において異なる(ユーザ規定)寸法のセルにおいても同様に存在する。ユーザは特定のプロセス/装置状態に使用するため、そのフィーチャに対する適切な寸法をすべてユーザが決定する。

6.1.4 本ドキュメントの中で与えられる図は、各パターンセルの適切なレイアウトを図示し、各基本セル内で使用される適切な設計要素を規定しようとするものである。パターンセル寸法は必要に応じ与えられる。

6.1.5 すべてのフィーチャグループは、少なくとも最大フィーチャ幅の 5 倍で分離されなければならない。この近接ルールは、独立すべきパターンは実際影響し合わないということを保証するために定義される。

6.1.6 ラベル、境界線、表示マーク、または他の隣り合ったフィーチャは最小 5 μm の幅で分離される。

6.1.7 公称フィーチャ幅を表示するラベルは、ユーザ規定のフィーチャを持たない直線性セルを除き、各基本セルの近くに置かなければならない。CD レベルの単位は μm でなければならず、少なくとも 2 つの有効数字を使用しなければならない。ラベルはきれいに印刷できる大きさでなければならない。小数点は任意である。小数点を使用しない場合は、仮想小数点の左側の数字は右側の数字よりも僅かばかり大きくしなければならない。少数の左側の文字は任意である。一つのサイズのみでプリントされるすべての CD ラベルは、1.0 μm 未満の数に該当し、1.0 μm よりも大きい数は、小数点の右側に少なくとも 1 文字を含まなければならない。もし、セルがバイアスを含む場合には、“+”のサインをも含めたこのバイアスを表示するラベルは、基本セルの近くに置かなければならない。バイアスが 1.0 μm よりも小さく 0.1 μm の倍数である場合には、有効数字一つが使用される(例えば、+4 = + 0.4 μm)。

6.1.8 パターン発生(例えば、CAD グリッド、PG 矩形、E ビームスポットサイズ)のために使用される装置によって決められる設計限界が存在することを認めなければならない。これらの装置限界(例えば、stay on grid)に適合させるためにこれらのセルを修正することは、このスタンダードの範囲内で許される。

6.2 特性

6.2.1 L バーセル(図4 参照)

6.2.1.1 L バーセルは、直交するラインおよびスペースグループと同様に、孤立フィーチャに対する測定サイトとして設計される。そのセルは、パターン転写の質およびイメージフィーチャのメトロロジーを測定するために使用することができる。セルは更に、直線および直角に曲がっている線の解像度の定性的な目視テストサイトでもある。

6.2.1.2 設計要素とは、公称フィーチャ幅、フィーチャ間スペース、最小フィーチャ長およびグループ間線幅差(バイアス)である。

6.2.1.3 基本セルは、特定のピッチで並んだ L 型ラインの一つまたはそれ以上のグループから成り立っている。このピッチは公称フィーチャ幅の 2 倍で定義される(図 5 参照)。

- W_0 = 公称フィーチャ幅
- S = フィーチャ間スペース
- L = 公称フィーチャ長
- $W_0 - W_1$ = グループ間線幅差(バイアス)

各グループの中心 L バーは、他の L バーの端を超えて少なくとも 10 μm は伸びていなければならない。もし、これらのセルが断面解析に使用されるような場合は、L バーの長さは最小の長さよりも遥かに長く設計されるものとする。