SEMI P25-94 (Reapproved 1104)
焦点深度および最適焦点深度（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 スタンダードは，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 スタンダ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）。

本スタンダードは，Global Micropatterning Committee で技術的に承認されたもので，North American Microlithography Committee が直接責任を負うものである。現版は 2004 年 8 月 16 日 North American Regional Standards Committee にて承認されている。2004 年 9 月にまず www.semi.org で入手可能になり，2004 年 11 月発行に至る。初版は 1994 年発行。

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　本書は半導体製造用フォトリソグラフィ装置，例えばスキャナー，ステッパー等［以下ここでは単に装置と呼ぶ］の焦点深度，非点収差および像面湾曲を測定および記述する為に，半導体産業のフォトリソグラフィ関係者が用いる共通の記述用語および基本技術の概要を提供する。

2　範囲

2.1　本仕様は，半導体製造およびその関連技術の分野で用いられるフォトリソグラフィのための，焦点位置および焦点深度の測定に限定される。装置技術においてはいくつも異なるものがあるので，これらパラメータの決定的な測定方法を提供することはできない。むしろ，本文では基本的なガイドラインを示す。

注 1：本技術は与えられたアプリケーションに対して，最適焦点位置を決定するのに有効である。しかしむしろそれよりも，異なる装置およびプロセスを比較するために，焦点深度，非点収差および像面湾曲を決定することが第一の目的となる。

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。

3　制限

3.1　まず強調したいのは，像の形状および像の転写プロセスの影響とは無関係に，ある与えられた装置に関して，焦点深度，非点収差および像面湾曲を決定することはできない。装置，照明，プロセス，対象パターンおよび環境に適した実際のアプリケーションでのプロセスにおいてという制限下でしかこれらの値は決定されない。公平な装置性能測定に用いられるプロセスは，適切でかつその与えられた装置およびアプリケーションに最適化されたものでなければならない。二つの異なる装置の比較は，本来装置独特のプロセスを含んだ，トータルアプリケーションでの比較である。プロセスの記述は，焦点深度，非点収差および像面湾曲の報告書にはなくてはならない部分である。目的のアプリケーションから極端に異なるアプリケーション条件下で測定された値に頼ることは，誤りおよび予期せぬプロセスの失敗となる。

4　参照スタンダード

4.1　*SEMI スタンダード*

SEMI P19 － Metorology Pattern Cells for Integrated Circuit Manufacture

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。

INACTIVE

注：SEMI による書面での了承なき場合は、本書の全部もしくは一部の転載を禁じる。
©Semiconductor Equipment and Materials International (http://www.semi.org/)
©SEMI ジャパン 〒102－0074　東京都千代田区九段南　4－7－15

SEMI P25-94 (Reapproved 1104)
© SEMI 1994, 2004

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: SEMI P25-0094-1104R (Japanese)

5　用語

5.1　*定義*

注 2:以下の定義に関する分野としては，ここで述べる手段以外のアプリケーションを対象とする必要はない。より一般的定義および議論には，基本的な光学の文献を参照のこと。

5.1.1　*像（マイクロパターニング）(image (micropatterning)）* — 1 つのレイアウト上に現れる，単一の幾何学形状:(1) 原図 — 基となる図形またはレイアウトの部分;(2) 光学像 — 通常ある拡大または縮小を伴い，スクリーンあるいは観察位置に投影された像;(3) 酸化膜像 — 酸化シリコンウェーハ上の酸化シリコンにエッチングされた像;(4) フォトグラフィック像 — フォトマスク上あるいはフォトグラフィックフイルムまたは平板の感光剤に現れる像(5) フォトレジストとして，露光および現像後に基板上に現れる像。

5.1.2　*プロセス像（マイクロパターニング）(processed image (micropatterning)）* — 光学像よりパターン転写の物理工程を用いることより，材料表面あるいは材料構成に実現されたパターンあるいはトポグラフィ変化として現れる，単一の幾何学形状。

注 3:この定義は，焦点深度および焦点に関する議論を除き，上記像の定義によって，像がフォトレジストに形成される場合と，光学的パターン転写プロセスにフォトレジストが存在しない場合の 2 つのケースを考慮している。例えば，光 CVD あるいは光融除がある。

5.1.3　*基準座標 (standard coordinates）* — *z* 軸を光軸と平行とし，光軸と垂直な平面上に *x* および *y* 軸を有するガウス座標系。この系を使用する者あるいは装置ベンダーは，装置調査のために，この平面上の *x*, *y* 軸の方向を決定する。

注 4:場合によっては，円柱座標系も特殊な議論，例えば非点収差のマッピング，に用いられる。デカルト座標系（*x*, *y*）と円柱座標系（r, ϕ）間の標準変換が使用される。

注 5:*x* および *y* 座標は，光軸から平面に沿った変位となる。よって，もし像面が湾曲していれば，*x*, *y* 座標は湾曲した像面から平面上に投影して与えられる。同様に，r は光軸に垂直な軸に沿った距離として与えられる。

注 6:参照位置から *z* 軸（すなわち光軸）に沿った距離を負の変位を，光学系の中点に向かう変位とする。そして，正は中点より離れる方向とする。これは，参照点が対象物側あるいは結像面側にあるかには無関係であり，また光学系のどの位置でも同じである。

注 7:光軸上のどの位置でも，先の定義が保たれるので，組み込まれた光学系に対して，光軸回りに座標系を回転することができる。その方法は，この座標系を使用するためには，すべての光路は固定されてはいないものとして表されていると仮定することである。

5.1.4　*像面 (image field）* — *x*, *y* 軸に沿っての像の存在。実用的には，意図するアプリケーションに対しての像質の限界により決定される。

注 8:定義 5.1.4 と組み合わされた定義 5.1.1 および 5.1.2 は，原図像面，光学像面，プロセス像面等を定義する。用語“像”は単一の幾何学形状を示す。用語“フィールド”は完全な一式の形状を意味する。

5.1.5　*実用 (practical use）* — 装置の意図する使用の為に必要とされるフォトプロセス，像の幾何学形状等の条件。実用は次の項目で規定される。

- *プロセス (process）* — フォトレジストの種類，科学的処理，露光条件および環境条件（温度および室温の設定値と安定性）
- *パターン (pattern）* — 選ばれた幾何学的寸法，方向，位置を有する評価形状の記述あるいは描画。
- *基板 (substrate）* — 基板上にあらかじめ存在するすべての構造および層を含めた品質および規格。
- *レベリング (leveling）* — 光学像面に対して基板を所定の位置および角度に保つように使用されたレベリング機構。
- *位置 (site）* — 評価に使用したプロセス像面内のイメージ位置のマップリスト。
- *クライテリア (criteria）* — プロセス像の評価に用いる適切な評価法則。

INACTIVE

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI P25-0094-1104R (Japanese)

注 9:概して，装置メーカは実用上のパラメータの範囲を示し，装置使用者は使用者の要求に合うようにこの範囲から実際の条件を選択する。

5.1.6 *解像度，実用解像度(resolution，practical)* — マスク(あるいは原図)に従って確実に形成できる最小線幅。[SEMI Micropatterning — Terms and Definitions Relating to the Microlithography Industry]

注 10:実用解像度は装置メーカが規定する数値である。

5.1.7 *疑似点対象物(point-like object)* — 直径および幅が実用解像度と等しい円形および正方形の像

5.1.8 *評価ラインパターン(evaluative line pattern)* — 3〜5 本の平行な真っ直ぐな線からなるパターン。これらの線は標準座標とある決まった角度をなし，また線幅は実用解像度と等しく，ピッチは実用解像度の 2 倍である。(SEMI P19 参照)

5.1.9 *サジタルライン(saggital lines)* — 光軸を通る半径方向に平行な線からなる評価ラインパターン(図 1 参照)

注 11:サジタルラインは光軸を含む平面上に無い光線より本来形成される。円柱座標系を有する光学系に対して，例えばいくつかの縮小ステッパー，サジタルラインは像面内のある実際の点からの半径方向の線となる。その他のシステムにおいては半径方向とはならないかもしれない。例えば，スキャナーではサジタル方向は像面のスキャン方向に垂直となる。

5.1.10 *タンジェンシャルライン(tangential line)* — 光軸を通る半径方向と垂直な評価ラインパターン(図 1 参照)

注 12:本来タンジェンシャルラインは光軸を含む平面上の光線により形成される。円柱座標系を有する光学系に対して，タンジェンシャルラインは像面内のある実際の点からの円周の線となる。その他のシステムにおいてはそのように配置されないかもしれない。例えば，スキャナーではサジタル方向は像面のスキャン方向と平行になる。

5.1.11 *焦点(focus)* — レンズの対象物，光学系および像面(ここに像面とは対象物のある点からの光学像の光線が像面の対応する位置において最も小さな範囲に集まる面である)の幾何学的設定条件。これは，常にある参照，例えば光学射出面，光学中心，供役面等，から光軸に沿っての光学像の点までの距離で与えられる。焦点は像面内で変化するかもしれないし，また像面内のある像の位置からの z 軸の値として表されるのが適当である。(焦点面の定義を参照のこと)

注 13:疑似点対象物はこの z 軸上位置において，最もシャープな像を形成する。疑似点対象物のプロセス像が最もシャープとなる z 軸の位置は，疑似点対象物の光学像が最もシャープとなる z 軸の位置に対して，ある一定のオフセットを持つ。(後述の“平均焦点”と“最適焦点”の定義を参照のこと)

注 14:また，これは，光学像の中のある点における，光子の流れの最もコントラストが高くなる点でもある。

5.1.12 *線焦点(line focus)* — 評価ラインの像に対する z 軸の位置，ここで光学像は最も高いコントラストを示し，またその結果正確な線幅およびピッチとなる。線焦点は像面内で変化する可能性があり，像面内の特定の像位置にたいする z 座標の値として示されるのが適切である。これはまた，線の角度によっても変化する。それゆえ線焦点には線方向，例えば，サジタル，タンジェンシャルあるいはそれ以外の角度といった規格が必要である。

5.1.13 *焦点面(focal surface)* — レンズに対して固定された対象物に対して，光学像面内のそれぞれの疑似点光源の焦点を探すことにより決定される面。よって，焦点面は像面内でそれぞれの点で最も高いコントラストの得られる z 軸の距離のマップとなり，(z, y)あるいは(r, θ)座標系の関数となる。

注 15:無条件の焦点面は疑似点対象(ラインあるいは回折光子では無い)により決定されるということを思い出すことが重要である。別の定義が疑似点対象以外のパターンに必要である。

5.1.14 *面平坦性(field flatness)* — 焦点面内における z 軸の最大値と最小値の差。

5.1.15 *サジタル焦点面(saggital focal surface)* — サジタルラインの評価のみにより決定された焦点面。

5.1.16 *タンジェンシャル焦点面(tangential focal surface)* — タンジェンシャルラインの評価のみにより決定された焦点面。

5.1.17 *標準非点収差(normal astigmatism)* — 各像位置におけるサジタル焦点面とタンジェンシャル焦点面間の z 座標差。非点収差は(x, y)座標系においてのスカラーのマップである。

INACTIVE

Documents Document Sharing Hub
Full document details: SEMI P25-0094-1104R (Japanese)