

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5349729号
(P5349729)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int.Cl. F I
G03F 1/68 (2012.01) G O 3 F 1/08 A
HO1L 21/027 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 O 2 P

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-551611 (P2003-551611)	(73) 特許権者	591016172
(86) (22) 出願日	平成14年12月9日 (2002.12.9)		アドバンスト・マイクロ・デバイス・ インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2005-513518 (P2005-513518A)		ADVANCED MICRO DEVI CES INCORPORATED
(43) 公表日	平成17年5月12日 (2005.5.12)		アメリカ合衆国、94088-3453
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/039372		カリフォルニア州、サニペイル、ピィ・ オウ・ボックス・3453、ワン・エイ・ エム・ディ・プレイス、メイル・ストップ ・68 (番地なし)
(87) 国際公開番号	W02003/050616	(74) 代理人	100108833
(87) 国際公開日	平成15年6月19日 (2003.6.19)		弁理士 早川 裕司
審査請求日	平成17年11月29日 (2005.11.29)	(74) 代理人	100132207
審査番号	不服2009-17073 (P2009-17073/J1)		弁理士 太田 昌孝
審査請求日	平成21年9月14日 (2009.9.14)		
(31) 優先権主張番号	10/016, 710		
(32) 優先日	平成13年12月11日 (2001.12.11)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位相が180°の領域の周りにクロム境界を設けることにより位相シフト・マスクを改善する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

位相シフト・マスクを設計する方法であって、

位相シフト・マスクの第1位相領域の第1エッジ部を識別するステップを有し、前記第1エッジ部は前記位相シフト・マスクを用いて形成される構造に対応するパターン部分を定義するもので、かつ、前記第1位相領域は前記第1エッジ部に沿って前記位相シフト・マスクの第2位相領域と隣接するものであり、かつ、前記第1位相領域と前記第2位相領域とは異なる位相極性を有するものであり、

前記第1位相領域の第2エッジ部を識別するステップを有し、前記第1位相領域は前記第2エッジ部に沿って前記位相シフト・マスクの第2位相領域と隣接するものであり、かつ、前記第2エッジ部は前記第1位相領域のエッジ部ではあるが前記パターン部分を定義しないものであり、

前記第1位相領域の前記第2エッジ部に相当する幅の狭いラインを定義するステップと

、
前記幅の狭いラインにクロムを形成して、前記第1位相領域の前記第2エッジ部に沿ってクロム境界を形成するステップと、を有する方法。

【請求項2】

前記幅の狭いラインを定義するステップは、識別した前記第1位相領域の前記第2エッジ部を外側に拡張して、前記第1位相領域の前記第2エッジ部に相当する幅の狭いラインを定義する、請求項1記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 位相領域に 180° の位相極性を割り当てるステップと、
 前記第 1 位相領域の前記第 1 エッジ部と前記第 2 エッジ部とに基づいて、前記第 1 位相領域の境界を定めるステップと、
 前記定めた境界の外側に、位相 0° の領域を割り当てるステップと、をさらに有する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 位相領域と前記第 2 位相領域とは、相互に 180° 異なる位相角を割り当てられる、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

ゲートおよび他の層のパターニングを改良する位相シフト・パターンを生成するための位相シフト・マスクを形成する方法であって、

前記位相シフト・マスクを用いて形成された構造に対応するパターン部分を定義する第 1 エッジ部を形成するステップと、

前記第 1 エッジ部に沿って隣接する第 1 領域及び第 2 領域を形成するステップと、

前記第 1 領域及び前記第 2 領域に対して逆の位相極性を割り当てるステップと、

割り当てられた位相極性をもたらずように前記第 1 領域及び前記第 2 領域のいずれか一方又は両方を修正するステップと、

前記第 1 領域と前記第 2 領域とが隣接するエッジ部であって、前記パターン部を定義するエッジ部ではない第 2 エッジ部に沿った所定の領域にクロムを形成したクロム境界を形成するステップと、を有し、

前記第 1 領域及び前記第 2 領域の前記第 2 エッジ部は、前記第 1 エッジ部とは異なるエッジ部であることを特徴とする方法。

【請求項 6】

前記第 2 エッジ部を外側に拡張した所定の領域にクロムを形成することによって前記クロム境界を形成する、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

集積回路製造プロセスに使用するよう構成されたマスクであって、

1 又は 2 以上の位相が 0° の領域と、

前記マスクを用いて形成される構造に対応する 1 又は 2 以上のパターン部分を定義する 1 又は 2 以上の第 1 エッジ部と、前記 1 又は 2 以上のパターン部分を定義しないエッジ部である第 2 エッジ部とにおいて、前記 1 又は 2 以上の位相が 0° の領域に隣接する位相が 180° の領域と、

前記第 2 エッジ部に沿って設けられる、不透明な材料を含む 1 又は 2 以上のクロム境界とを有する、マスク。

【請求項 8】

定義された領域の外側に、位相が 0° の領域をさらに有する、請求項 7 記載のマスク。

【請求項 9】

前記不透明な材料はクロムを含む、請求項 7 記載のマスク。

【請求項 10】

前記位相が 0° の領域と前記位相が 180° の領域とは、相互に 180° 異なる位相角を割り当てられる、請求項 7 記載のマスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、集積回路および集積回路の製造方法に関し、特に、公称値以下の (sub-nominal) 寸法を必要とするゲートおよび他の層、構造または領域のパターニングを改善するための位相シフト・パターンに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

半導体デバイスまたは集積回路（IC）は、数百万個のトランジスタ等のデバイスを含むことがある。

超大規模集積（ULSI）回路は、相補型MOS（CMOS）電界効果トランジスタ（FET）を有することがある。

従来のシステムおよびプロセスによってIC上に数百万個のICデバイスを作成することが可能であるが、ICデバイス構造（device feature）を微細化して、IC上に集積可能なデバイスの数を増やすことがさらに必要とされている。

【0003】

ICデバイス構造の小型化を阻む制約の1つに、従来のリソグラフィの能力が挙げられる。

リソグラフィとは、パターンすなわち像を、媒体間で転写する処理である。

従来のICリソグラフィは、紫外線（UV）に感受性を有するフォトレジストを使用する。紫外光を、レチクルすなわちマスクを通じてフォトレジストに照射して、IC上にデバイス・パターンを形成する。

従来のICリソグラフィ・プロセスでは、コンタクト、トレンチ、ポリシリコン・ラインまたはゲート構造のような小型構造をプリントできる能力に限界がある。

【0004】

一般に、従来のリソグラフィ・プロセス（例えばプロジェクション・リソグラフィおよびEUVリソグラフィ）は、極めて小さなサイズの小型構造をばらつきなく製造する解像度および精度を充分備えていない。

解像度は、多くの現象によって悪影響を受ける可能性があり、このような現象には、光回折、レンズ収差、機械的安定性、汚染、レジスト材料の光学特性、レジストのコントラスト、レジストの膨張、レジストの熱流動などがある。

上記のように、コンタクト、トレンチおよびゲート、ひいてはICデバイスの極限寸法（critical dimension）は、これらのサイズをどれだけ縮小できるかに制限される。

【0005】

例えば、0.5ミクロン以下の集積回路の設計構造においては、光リソグラフィ法の最高の解像度を得るには、レンズ系の開口数（NA）を最大にする必要がある。

レンズ系の焦点深度はNAに反比例することに加えて集積回路の表面を光学的に平坦にすることはできないため、解像度が高い場合には焦点が合わないし、この逆も当てはまる。

したがって、半導体の製造工程において達成可能な最小寸法が小さくなるのに伴い、従来の光リソグラフィ技術の限界に達しつつある。

特に、最小寸法が0.1ミクロンに近づくにつれて、従来の光リソグラフィ技術は有効に機能しなくなる可能性がある。

【0006】

構造の微細化を求めるニーズに対し、集積回路（IC）の製造業者は「位相シフト」と呼ばれる技術を確立した。

位相シフトでは、光リソグラフィ・マスクの隣接する2つの半透明な領域によって生じる相殺的干渉を利用して、フォトレジスト層上に非露光領域を形成する。

位相シフトは、マスク材料から出る光の位相が、その光がマスク材料を透過した距離の関数になるという波特性をマスクの半透明な領域を透過する光が示すことを利用している。この距離は、マスク材料の厚みに等しい。

【0007】

位相シフトを用いることにより、マスクによって形成できる像の品質を向上させることが可能となる。

隣接する開口部を透過する光の位相が相互に180度異なる、隣接する半透明な領域から出る光の干渉によって、フォトレジスト層に、所望の非露光領域を形成することができる。

これらを透過する光の相殺的干渉によって生じる位相シフト領域の境界に沿って、フォ

10

20

30

40

50

トレジスト層に暗い非露光領域が形成される。

【 0 0 0 8 】

位相シフト・マスクは公知であり、B. J. リン (B. J. Lin) の論文「位相シフトの優位性 (Phase-Shifting Masks Gain an Edge)」(Circuits and Devices、1993年3月、第28～35頁)に記載されているように、様々な態様で使用されている。上記の構成は、周期的位相シフト・マスクング (PSM) と呼ばれている。

【 0 0 0 9 】

場合によっては、位相シフト・マスクの設計に使用する位相シフト・アルゴリズムによって位相シフト領域が決定され、この位相シフト領域は、活性層の活性領域よりも広い。

例えばポリシリコンの残存する長さは、通常フィールド・マスクすなわちトリム・マスクによって決定される。

しかしながら、この手法も上記の問題とは無縁ではない。例えば、位相シフト・マスクとフィールド・マスクとのアラインメント・オフセットにより、これらが位相シフト領域からフィールド・マスク領域に移るのにつれて、ポリシリコンのラインがよじれたり、狭くなった部分が生ずる可能性がある。

また、フィールド・マスクを使用して、活性領域を超えて高密度の幅の狭いポリシリコンのラインをプリントするため、フィールド・マスクが、位相シフト・マスクと同程度にクリティカルで必要なものとなる。

【 0 0 1 0 】

ポリシリコン (すなわち「ポリ」) のレイアウトの位相シフト・パターニングは、狭く、ピッチの小さいラインのパターニングを可能にすると共に、製造能力を改善させることが証明されている。

これらの事項は、所望の線幅とピッチの微細化に伴って一層重要となるが、リスクと問題があり得る。

【 0 0 1 1 】

位相シフトを用いる従来のパターニングは、所望の最小寸法の領域 (通常は、活性パターン上のポリシリコン・ゲートまたは幅の狭いポリシリコン) のみをシフトすることによって行われている。

活性領域から離れた、パターニングされたポリシリコンのラインは、通常、活性領域上にパターニングされたポリシリコンのラインと類似するデザイン・ルールに従ってレイアウトされる。

このように、位相シフトされたパターニングとバイナリ・パターニングとの間に変わり目 (transition) が多く存在する可能性がある。

変遷領域 (transition area) によって配線幅の損失が起こり、デバイスのリークを増大する可能性がある。

【 0 0 1 2 】

現在使用されているポリシリコン層のレベンソン型位相シフトマスク (alternating phase shift mask) の設計は、ゲート領域 (すなわち、ポリシリコンと活性層とが交わる領域) の周りに、交互に位相シフト領域を設けることによって、ゲートの微細化を達成することを主眼に置くことが多い。

このようなレベンソン型位相シフトマスクの設計の一例が、クリストファ・A・スペンス (Christopher A. Spence) (本願の発明者の1人) による、本願の譲受人に譲渡された米国特許第5,573,890号「位相シフト・マスクを用いた光リソグラフィ (METHOD OF OPTICAL LITHOGRAPHY USING PHASE SHIFT MASKING)」に記載されている。

【 0 0 1 3 】

位相シフト法を改善した方法が開発されており、これは、移行領域を減らすと共に、移行領域を活性領域のエッジ部 (active edge) から遠ざけて、配線幅の損失の影響を全く受けないかほとんど受けない幅の広いポリシリコンまたはポリシリコンのパターンのコーナー部に配置するものである。

この改善された位相シフト法の一例は、2001年1月30日に出願された、トッド P

10

20

30

40

50

・ルカン (Todd P. Lukanc) (本願の発明者の1人) による、本願の譲受人に譲渡された米国特許出願第09/772,577号「位相シフト・マスク、ならびにその製造のためのシステムおよび方法 (PHASE SHIFT MASK AND SYSTEM AND METHOD FOR MAKING THE SAME)」に記載されている。同内容はここに参照のため援用される。

【0014】

ルカンによる上記特許出願の明細書には、ポリシリコン・パターンの一部を定義し、極限寸法 (CD) を非常に厳密に制御する必要があるバイナリ・マスクおよび位相マスクについて記載されている。

この位相マスクは、基本的には、長く幅の狭い開口部を有し、パターニングが容易であるものの、バイナリ・マスクは、隔離された領域と高密度の領域の両方において、開口部が小さくライン幅が狭い。

このように、バイナリ・マスクのパターニングが複雑となり、この方法の製造に使用できる技術が制限される。

単純な位相シフト法および改善された位相シフト法のいずれについても、両方のマスクがクリティカルであると共に、最適な照明条件およびパターニング条件が異なる。

【0015】

公知となっているシステムにはこのほか、ゲートに特有の方法を用いずに、「ノード」ベースの方法を使用するものがあり、これは、最小のポリシリコン・ジオメトリ (フィールドおよびゲートの両方) の全てに対して位相シフトの適用を試みる位相割り当てを生成する。

「ノード」ベースの方法の2つの例として、ギャレン (Galan) 等による「ランダムな論理回路のポリシリコン・レベルへのレベンソン型位相シフトマスクの適用 (Applications of Alternating-Type Phase Shift Mask to Polysilicon Level for Random Logic Circuits)」, Jpn. J. Appl. Phys., 第33巻 (1994年)、第6779~6784頁、1994年12月、および、リーブマン (Liebmann) 等による米国特許第5,807,649号「ライト・フィールド・トリム・マスクによる、リソグラフィ・パターニング法およびそのためのマスク・セット (LITHOGRAPHIC PATTERNING METHOD AND MASK SET THEREFOR WITH LIGHT FIELD TRIM MASK)」がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

公知技術を鑑みて、より容易かつ信頼性の高いマスクを製造できるようにすると共にウェーハへの結像の品質を高める、クリアなフィールド位相シフト・マスク (PSM) の改善、ならびにフィールド・マスクすなわちトリム・マスクを用いた方法の改善が求められている。

また、位相シフト・マスク構造を用いる (enclosing) ことによって、光学近接効果補正 (OPC) のばらつきを低減させるか、またはOPCの使用を減らすことが求められている。

さらに、位相シフト・パターンを形成して、公称値以下の寸法を必要とするゲートおよび他の層のパターニングを改良することが求められている。

【課題を解決するための手段】

【0017】

ある実施形態の一例は、第1位相領域の周りにクロム境界を用いることによって、クリアなフィールド位相シフト・マスクを改善することに関する。

ある代表的な方法の一例は、第1位相パターンのエッジ部を識別するステップと、これらのエッジ部を拡張するステップと、拡張部分をクロムにマージ (merge) するステップとを有する。

代替的な方法は、第1位相データを大きくしたデータと小さくしたデータとを求めるステップと、両データの差分を求めるステップと、この差分をクロムにマージするステップとを有する。

位相マスク上のクロム領域は、マスク上のクロムによって、石英エッチングを完全に定義できるようにすることにより、マスクの形成を改善することができる。

【0018】

他の代表的な実施形態の一例は、集積回路の製造に使用する位相シフト・マスクを設計する方法に関する。

この方法は、位相シフト・マスクの第1位相領域のエッジ部を識別するステップと、識別した前記エッジ部を拡張して、前記第1位相領域の前記エッジ部に沿って幅の狭いラインを定義するステップと、前記幅の狭いラインにクロムを形成して、前記第1位相領域の前記エッジ部に沿ってクロム境界を形成するステップと、を有していてもよい。

第1位相領域は、一般には、位相シフトによって定義することが所望されるクリティカルなポリシリコンまたは他の領域などのクリティカル領域の近くにあり、識別したエッジ部は、第1位相領域のクリティカル領域に近い方のエッジ部でない。

【0019】

他の代表的な実施形態の一例は、公称値以下の寸法を必要とするゲートおよび他の層のパターニングを改良するように、位相シフト・パターンを形成する方法に関する。

この方法は、クリティカルなゲート領域を定義するステップと、前記クリティカルなゲート領域の両側に位相領域を形成するステップと、前記クリティカルなゲート領域の両側の前記位相領域に逆の位相極性を割り当てるステップと、割り当てられた位相極性によって位相領域を拡大する (enhancing) ステップと、位相遷移 (phase transition) が発生する可能性のある位置にブレイク領域を定義するステップと、多角形を生成して、もう一方のエッジ部を定義すると共に、定義した前記ブレイク領域をこの多角形から除外するステップと、第1位相領域の外側に境界領域を構成して、クロム境界を形成するステップと、を有していてもよい。

【0020】

他の代表的な実施形態の一例は、第1位相領域の外エッジ部の周りにクロム境界を設けて、クリアなフィールド位相シフト・マスクを改善する方法に関する。

この方法は、第1位相領域および第2位相領域を含む位相領域に位相極性を割り当てるステップと、割り当てられた前記位相領域のエッジ部を定義するステップと、前記第1位相領域の定義された前記エッジ部の周りに境界を定めるステップと、前記第1位相領域の周りの前記境界にクロム境界を形成するステップと、を有していてもよい。

【0021】

他の代表的な実施形態の一例は、集積回路の製造プロセスに使用するために構成されたマスクに関する。

このマスクは、位相が0°の領域の第1エッジ部と位相が180°の領域の第1エッジ部とによって定義されたクリティカルなパターン部、および位相が180°の領域の第2エッジ部の外側にあるクロム境界領域を有していてもよい。

位相が180°の領域の第2エッジ部は、位相が180°の領域の第1エッジ部とは異なる。クロム境界領域は不透明な材料を含む。

【0022】

本発明のその他の原理的特徴および効果は、以下の図面、詳細な説明および添付の請求の範囲を参照することによって、当業者に明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下に、代表的な実施形態の一例を添付の図面を参照して記載する。図面において類似の参照符号は類似の要素を示している。

【0024】

図1は、位相シフト・マスク (PSM)、およびフィールド・マスクまたはトリム・マスクを形成または設計する、代表的なステップを示すフローチャート100である。

位相マスクにあらかじめ定義された位相が0°の領域または位相が180°の領域の組により、クリティカルなポリシリコン部分を識別できるようになる。

10

20

30

40

50

この位相が 0° の領域または位相が 180° の領域は、手書きで形成しても、現在入手可能なソフトウェア・プログラムを用いて形成しても、あるいはこの領域を定義するのに適したプログラムを形成することによって形成してもよい。

【0025】

ステップ110においては、あらかじめ定義された位相が 180° の領域のエッジ部 あって、最終的なポリシリコン・パターンを定義していないエッジ部の外側の位相マスク 上に、不透明な境界領域を形成する。この不透明な境界領域は、手書きで定義しても、コンピュータ用のソフトウェア・プログラムを用いて定義してもよい。

好都合なことに、定義した不透明な境界領域をクリティカルな層パターンにマージ することによって形成される設計データベースは、「ダイ-データベース間」(die-to-database) の検査に使用することができ、これによってマスクの製造プロセスを簡略化 できる。

10

ステップ120においては、(最終的なポリシリコン・パターン、位相が 180° の領域、またはクロム境界領域のいずれとしても) 定義されていない全ての領域を、位相が 0° の領域として定義する。

【0026】

ステップ130においては、マスク上にクロムをパターンニングして、エッチングする。

クロム定義プロセスの一環として、あるいはクロムのパターンニングの後に、レジスト層を塗布して、位相が 180° の部分形成する領域のレジスト部分を選択的に除去する。

代表的なある実施形態の一例においては、サイズを大きくした位相が 180° のパターンまたは位相エッチング領域を定義してレジストを除去し、石英をエッチングできるようにする。

20

このサイズを大きくしたレジスト・パターンは、エッチングされないようにする必要のあるクロム中の全ての開口部を被覆する。

位相が 180° の領域の形成において、石英の厚みをエッチングにより薄くするが、ドライ・エッチングまたはウェット・エッチングのいずれかによって石英をエッチングしてもよい。

位相が 180° の部分および位相エッチ領域の形成については、図2を参照してさらに詳細に記載する。

【0027】

ステップ140においては、最終的なポリシリコン・パターンの外側 で境界クロム領域よりもサイズを大きくした開口部を有するように、トリム・マスクを形成する。

30

トリム・マスクの開口部は境界領域よりも面積がわずかに大きいため、トリム・マスクの開口部のサイズは大きめとされる。

トリムマスクングプロセスにおいて、トリム・マスクの開口部は、わずかに小さい境界領域の上に置かれる。

代表的なトリム・マスクについては、図3を参照して説明する。

【0028】

図2は、図1に記載したプロセスを利用して形成または設計した、位相マスク200の平面図である。

40

位相マスク200は、ポリシリコン領域210、位相が 180° の領域220、位相が 0° の領域230、および位相が 180° の境界領域240を有する。

ポリシリコン領域210(図2に点線の領域で示す)は、クリティカルなポリシリコン部分である。

位相が 180° の領域220および位相が 0° の領域230は、ポリシリコン領域210を定義できるようにするものであり、これらは手書きで形成しても、または位相マスクを設計するために構成されたコンピュータ用のソフトウェア・プログラムを使用して形成してもよい。

位相が 180° の境界領域240は、位相が 180° の定義された領域220のエッジ部 のうち、ポリシリコン・パターンを定義しないエッジ部の外側に 形成され得る。

50

【 0 0 2 9 】

位相マスク 2 0 0 はまた、定義された領域の外側の領域 2 5 0 を有していてもよい。代表的な実施形態の一例においては、領域 2 5 0 (図 2 に斜線のない領域で示される) はゼロ位相を割り当てられる。

【 0 0 3 0 】

位相エッチング領域 2 6 0 (図 2 に太い破線で示される) は、位相が 180° の領域 2 2 0 の形成に使用するパターンを定義する領域である。好都合なことに、位相エッチング領域 2 6 0 の位置は、元のクロム・パターンに対するエッチング・パターンの配置ミスを防ぐようにクロム・パターンに自己整合する。別の実施形態においては、エッチング・プロファイルを部分的に隠すように、エッチング・プロファイルがクロムの下部に隠れるようなエッチング・プロファイルを形成することが可能である。一部が隠れているエッチング・プロファイルにより、側壁プロファイルに多少のばらつきがあっても許容されるようになる。

10

【 0 0 3 1 】

トリム・マスク開口部 2 7 0 (図 2 に点線で示される) は、フィールド・マスクすなわちトリム・マスクを適用したときに露出する領域を定義する。

トリム・マスク開口部 2 7 0 に対応する代表的なトリム・マスクについては、図 3 を参照して記載する。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、フィールド・マスクすなわちトリム・マスク 3 0 0 の平面図である。

20

トリム・マスク 3 0 0 は、図 2 を参照して記載した位相マスク 2 0 0 と共に使用されるように構成されている。

トリム・マスク 3 0 0 は、図 2 のトリム・マスク開口部 2 7 0 に対応する開口部 3 1 0 を有する。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、ポリシリコン・ライン 4 0 0 およびトリム・マスク 4 0 5 を示す。

ポリシリコン・ライン 4 0 0 は、位相が 180° の領域 4 1 0 と位相が 0° の領域 4 2 0 とを分離する。

クロム境界 4 3 0 は、位相が 180° の領域 4 1 0 のエッジ部に沿って設けられている。

30

クロム境界 4 3 0 は、クロム・マスクが石英エッチングを完全に定義できるようにすることによって、マスクの形成を改善し得る。

【 0 0 3 4 】

代表的な実施形態の一例においては、クロム境界 4 3 0 は、位相が 180° の領域 4 1 0 のエッジ部を識別するステップ、これらのエッジ部を外側および内側に拡張して幅の狭いラインを定義ステップ、およびこの幅の狭いラインにクロムを形成するステップによって形成される。

クロム境界 4 3 0 の幅は、ほぼ最小のゲート幅寸法であっても、クリティカルなゲートが形成される位相が 0° の領域および位相が 180° の領域の間の幅であってもよい。

代替的に、クロム境界 4 3 0 は、位相が 180° のデータを考慮に入れて、このデータを大きくしたデータと小さくしたデータとを求めて、両者の差分を求めることによって生成してもよい。

40

【 0 0 3 5 】

クロム境界 4 3 0 の代表的な材料は、不透明な性質の材料であればどのようなものを含んでいてもよい。

代替的に、必要な位相条件を満たせば、境界 4 3 0 に当業者に公知となっているどのような透明な材料を使用してもよい。

【 0 0 3 6 】

好都合なことに、クロム境界 4 3 0 は、クロム・マスクが石英エッチングを完全に定義できるようにすることによって、マスクの形成を改善でき、可能な限り再現性の高いエッ

50

チング・プロフィールを形成できるようになる。さらに、位相マスクの描画に使用するクロム・データベースを、ダイ・データベース間の検査に使用することができる。またさらに、クロム境界430は、幅が狭いものの、位相エッチング開口部のアラインメント不良に対する余裕を与えるために十分な幅を有する。クロム境界430を定義しない場合、マスクは、マスク検査時に、位相0°と位相180°との変わり目において暗いラインを有するように見え、欠陥として認識される可能性がある。

【0037】

現時点において、図面に示し、上記に記載した代表的な実施形態が好ましいものの、これらの実施形態は例に過ぎないことを理解されたい。例えば、別の技術を使用して位相シフト領域を形成する実施形態としてもよい。

10

さらに、位相差が180°であれば、0°および180°以外の位相角を使用する実施形態も可能である。

本発明は、特定の実施形態に限定されることはなく、添付の請求の範囲の範囲および趣旨から逸脱しない限り、種々の変形、組み合わせおよび置換にも及ぶ。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】代表的な一実施形態による、位相シフト・マスクを形成するステップを示すフローチャート。

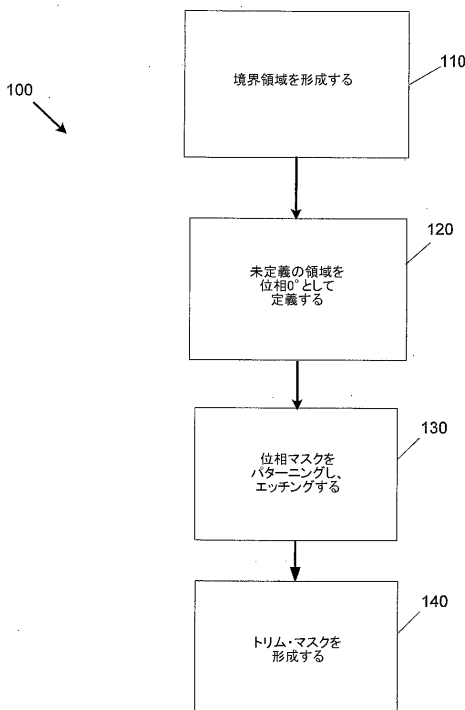
【図2】代表的な一実施形態による、位相シフト・マスクの設計の上平面図。

【図3】代表的な実施形態による、図2の位相シフト・マスク・デザインと共に使用するように構成されたトリム・マスクの上平面図。

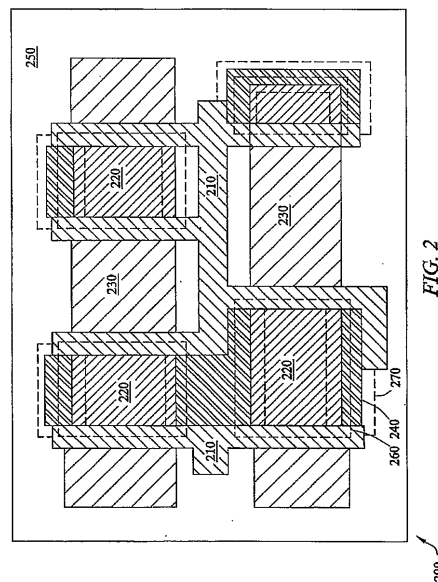
20

【図4】代表的な一実施形態による、位相が180°の領域および位相が0°の領域を分離しているポリシリコン・ラインの一部と、これに対応するトリム・マスクを示すブロック図。

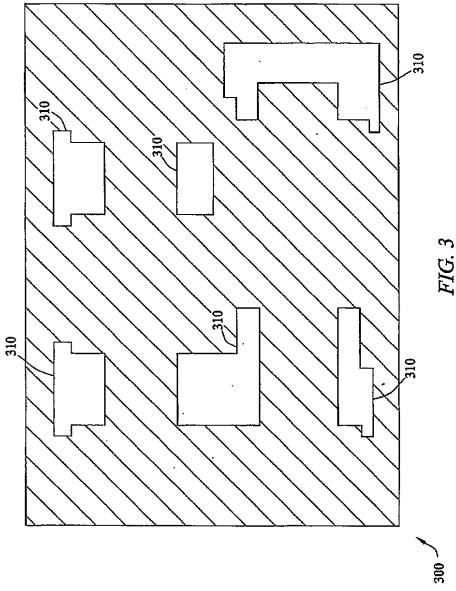
【図1】



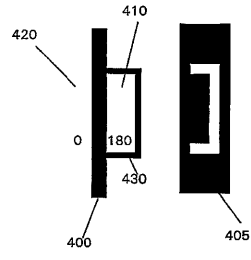
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(74)代理人 100162156

弁理士 村雨 圭介

(74)代理人 100099324

弁理士 鈴木 正剛

(74)代理人 100108604

弁理士 村松 義人

(74)代理人 100111615

弁理士 佐野 良太

(72)発明者 トッド ピー． ルーカンク

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95120、サン ノゼ、ロックハイブン ドライブ 12
17

(72)発明者 クリストファー エイ． スpens

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94087、サニーベイル、アンドーバー ドライブ 11
45

合議体

審判長 伊藤 陽

審判官 吉村 尚

審判官 瀬津 太郎

(56)参考文献 特開2000-227652(JP,A)

特開2001-228599(JP,A)

特開2000-349010(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F1/00

H01L21/00