

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-218556

(P2009-218556A)

(43) 公開日 平成21年9月24日(2009.9.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 4 A	5 F 0 4 6
GO 3 F 7/20 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 2 1	
	HO 1 L 21/30 5 7 0	

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-268135 (P2008-268135)  
 (22) 出願日 平成20年10月17日 (2008.10.17)  
 (31) 優先権主張番号 12/047,086  
 (32) 優先日 平成20年3月12日 (2008.3.12)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500262038  
 台湾積體電路製造股▲ふん▼有限公司  
 Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.  
 台湾新竹科學工業園區新竹市力行六路八號  
 8, Li-Hsin Rd. 6, Hsinchu Science Park, Hsinchu, Taiwan 300-77, R. O. C.  
 (74) 代理人 100116872  
 弁理士 藤田 和子  
 (72) 発明者 許 奉誠  
 台湾台北縣三峽鎮大觀路26-2號3樓

最終頁に続く

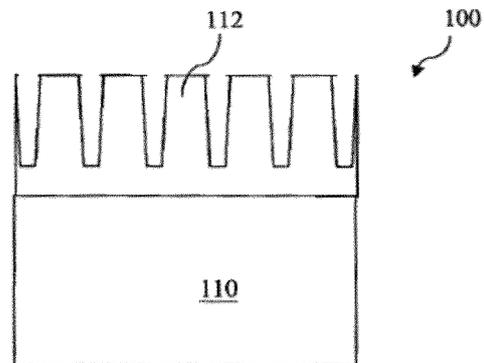
(54) 【発明の名称】 リソグラフィパターンの形成方法

(57) 【要約】

【課題】従来技術が有していた欠点を改善させることが可能なリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【解決手段】リソグラフィパターンの形成方法は、複数の開口を含む第1のレジストパターンを基板110上に形成する工程と、第1のレジストパターンの複数の開口の間に、少なくとも1つの開口を含む第2のレジストパターンを形成する工程と、第1のレジストパターンを除去し、第1のレジストパターンで覆われている基板110の一部を露出させる工程と、を含む。

【選択図】 図8



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の開口を含む第 1 のレジストパターンを基板上に形成する工程と、  
前記第 1 のレジストパターンの前記複数の開口の間に、少なくとも 1 つの開口を含む第 2 のレジストパターンを形成する工程と、  
前記第 1 のレジストパターンを除去し、前記第 1 のレジストパターンで覆われている前記基板の一部を露出させる工程と、を含むことを特徴とするリソグラフィパターンの形成方法。

**【請求項 2】**

前記第 1 のレジストパターンはポジ型レジスト材料を含み、  
前記第 2 のレジストパターンはネガ型レジスト材料を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

10

**【請求項 3】**

前記第 1 のレジストパターンは、前記第 2 のレジストパターンよりも高いエッチングレートを有することを特徴とする請求項 1 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

**【請求項 4】**

前記第 1 のレジストパターンを除去する工程は、  
エッチング工程を行い、前記第 2 のレジストパターンに対し、前記第 1 のレジストパターンを選択的に除去する工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

20

**【請求項 5】**

前記第 1 のレジストパターンを除去する工程は、  
前記第 1 のレジストパターンは溶解可能であるが、前記第 2 のレジストパターンは溶解不能である溶剤を施し、前記第 1 のレジストパターンを溶解させる工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

**【請求項 6】**

前記第 1 のレジストパターンを除去する工程を行った後に、  
前記第 2 のレジストパターンに対応した前記基板の前記少なくとも 1 つの開口の部分にエッチングを行い、前記基板上に複数のコンタクトホールを形成する工程をさらに行うことを特徴とする請求項 1 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

30

**【請求項 7】**

前記第 1 のレジストパターンを除去する工程を行った後に、  
前記第 2 のレジストパターンの前記少なくとも 1 つの開口の部分に対し、前記基板をエッチングし、前記基板上に複数のトレンチを形成する工程をさらに行うことを特徴とする請求項 1 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

**【請求項 8】**

複数のポジ型レジスト材料を含むポジ型レジストパターンを基板上に形成する工程と、  
ネガ型レジスト層により覆われていない頂面を含んだ前記複数のポジ型レジスト材料の間に形成した前記ネガ型レジスト層を前記基板上に形成する工程と、  
前記ネガ型レジスト層に対して露光を行い、前記基板上に複数の露光されていないネガ型レジスト材料を画定させる工程と、  
溶剤を施し、前記ポジ型レジストパターンを除去する工程と、を含むことを特徴とするリソグラフィパターンの形成方法。

40

**【請求項 9】**

前記溶剤を施し、前記ポジ型レジストパターンを除去する工程は、  
現像液を施し、前記ポジ型レジストパターンおよび前記複数の露光されていないネガ型レジスト材料を除去する工程を含むことを特徴とする請求項 8 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

**【請求項 10】**

前記ネガ型レジスト層は、回転速度を調整し、第 1 のポジ型レジストパターンよりも薄

50

い前記ネガ型レジスト層を形成することが可能なスピコーティング方法を用いて形成されることを特徴とする請求項 8 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

【請求項 1 1】

前記ネガ型レジスト層は、前記ネガ型レジスト層の表面張力を調整し、第 1 のポジ型レジストパターンよりも薄い前記ネガ型レジスト層を形成するスピコーティング方法を用いて形成されることを特徴とする請求項 8 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

【請求項 1 2】

ポジ型レジストパターンを基板上に形成する工程と、  
前記基板上および前記ポジ型レジストパターン上にネガ型レジスト層を形成する工程と

、  
前記ネガ型レジスト層に対してパターンングを行い、前記基板上にネガ型レジストパターンを形成する工程と、

エッチング工程により前記ポジ型レジストパターンを選択的に除去し、前記ネガ型レジストパターンにより画定される複数の開口を形成する工程と、を含むことを特徴とするリソグラフィパターンの形成方法。

【請求項 1 3】

前記ネガ型レジスト層は、前記ポジ型レジストパターンよりも高い頂面を有することを特徴とする請求項 1 2 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

【請求項 1 4】

前記基板は、半導体材料層と、前記半導体材料層上に形成された誘電体材料層とを含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

【請求項 1 5】

前記ネガ型レジストパターンにより画定された前記複数の開口に対応し、前記基板をエッチングする工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載のリソグラフィパターンの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はリソグラフィパターンの形成方法に関し、特に、コンタクトホールおよびトレンチを形成するリソグラフィパターンの形成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在の半導体技術の形状サイズは、小型化に向かって発展している。近年の形状サイズは、65 ナノメートル、45 ナノメートル、さらにより小さいレベルまで進歩している。マイクロ集積回路レイアウトを形成させるレジスト層は、通常、高いアスペクト比を有する。上述の状況では、様々な理由から理想的な臨界寸法 (Critical Dimension: CD) を維持させることは困難であり、レジスト層の臨界寸法を向上させるには限界があった。例えば、リソグラフィパターンの形成工程では、レジスト層にパターン倒れ (pattern collapse) が発生し、臨界寸法が低下するという悪影響を受け易いため、製造工程は理想的でなかった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

そのため、本発明の目的は、従来技術が有していた上述の欠点を改善させることが可能なリソグラフィパターンの形成方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

(1) 複数の開口を含む第 1 のレジストパターンを基板上に形成する工程と、前記第 1 のレジストパターンの前記複数の開口の間に、少なくとも 1 つの開口を含む第 2 のレジストパターンを形成する工程と、前記第 1 のレジストパターンを除去し、前記第 1 のレジス

10

20

30

40

50

トパターンで覆われている前記基板の一部を露出させる工程と、を含むことを特徴とするリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0005】

(2) 前記第1のレジストパターンはポジ型レジスト材料を含み、前記第2のレジストパターンはネガ型レジスト材料を含むことを特徴とする(1)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0006】

(3) 前記第1のレジストパターンは、前記第2のレジストパターンよりも高いエッチングレートを有することを特徴とする(1)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0007】

(4) 前記第1のレジストパターンを除去する工程は、エッチング工程を行い、前記第2のレジストパターンに対し、前記第1のレジストパターンを選択的に除去する工程を含むことを特徴とする(1)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0008】

(5) 前記第1のレジストパターンを除去する工程は、前記第1のレジストパターンは溶解可能であるが、前記第2のレジストパターンは溶解不能である溶剤を施し、前記第1のレジストパターンを溶解させる工程を含むことを特徴とする(1)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0009】

(6) 前記第1のレジストパターンを除去する工程を行った後に、前記第2のレジストパターンに対応した前記基板の前記少なくとも1つの開口の部分にエッチングを行い、前記基板上に複数のコンタクトホールを形成する工程をさらに行うことを特徴とする(1)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0010】

(7) 前記第1のレジストパターンを除去する工程を行った後に、前記第2のレジストパターンの前記少なくとも1つの開口の部分に対し、前記基板をエッチングし、前記基板上に複数のトレンチを形成する工程をさらに行うことを特徴とする(1)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0011】

(8) 複数のポジ型レジスト材料を含むポジ型レジストパターンを基板の上に形成する工程と、ネガ型レジスト層により覆われていない頂面を含んだ前記複数のポジ型レジスト材料の間に形成した前記ネガ型レジスト層を前記基板の上に形成する工程と、前記ネガ型レジスト層に対して露光を行い、前記基板の上に複数の露光されていないネガ型レジスト材料を画定させる工程と、溶剤を施し、前記ポジ型レジストパターンを除去する工程と、を含むことを特徴とするリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0012】

(9) 前記溶剤を施し、前記ポジ型レジストパターンを除去する工程は、現像液を施し、前記ポジ型レジストパターンおよび前記複数の露光されていないネガ型レジスト材料を除去する工程を含むことを特徴とする(8)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0013】

(10) 前記ネガ型レジスト層は、回転速度を調整し、第1のポジ型レジストパターンよりも薄い前記ネガ型レジスト層を形成することが可能なスピンコーティング方法を用いて形成されることを特徴とする(8)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0014】

(11) 前記ネガ型レジスト層は、前記ネガ型レジスト層の表面張力を調整し、第1のポジ型レジストパターンよりも薄い前記ネガ型レジスト層を形成するスピンコーティング方法を用いて形成されることを特徴とする(8)に記載のリソグラフィパターンの形成方

10

20

30

40

50

法を提供する。

【0015】

(12) ポジ型レジストパターンを基板上に形成する工程と、前記基板上および前記ポジ型レジストパターン上にネガ型レジスト層を形成する工程と、前記ネガ型レジスト層に対してパターンングを行い、前記基板上にネガ型レジストパターンを形成する工程と、エッチング工程により前記ポジ型レジストパターンを選択的に除去し、前記ネガ型レジストパターンにより画定される複数の開口を形成する工程と、を含むことを特徴とするリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0016】

(13) 前記ネガ型レジスト層は、前記ポジ型レジストパターンよりも高い頂面を有することを特徴とする(12)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

10

【0017】

(14) 前記基板は、半導体材料層と、前記半導体材料層上に形成された誘電体材料層とを含むことを特徴とする(12)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【0018】

(15) 前記ネガ型レジストパターンにより画定された前記複数の開口に対応し、前記基板をエッチングする工程をさらに含むことを特徴とする(12)に記載のリソグラフィパターンの形成方法を提供する。

【発明の効果】

20

【0019】

本発明のリソグラフィパターンの形成方法は、従来技術が有していた上述の欠点を改善することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、これによって本発明が限定されるものではない。

【0021】

(第1実施形態)

図1～図8は、本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイス100を示す断面図である。図9は、本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法200を示す流れ図である。以下、図1～図9を基に、リソグラフィパターンの形成方法200および半導体デバイス100を同時に説明する。

30

【0022】

図1～図9を参照する。図1～図9に示すように、本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の第1工程である工程202において、基板110上にアンダー材料(underlying material)層を形成する。基板110は、ゲルマニウムGe、シリコンゲルマニウムSiGeまたはガリウムヒ素GaAsを含む半導体工程に好ましいその他の材料からなってもよい。さらに基板110は、例えば、ダイヤモンドなどの元素半導体(elementary semiconductor)、炭化ケイ素SiC、インジウムヒ素InAs、インジウムリンInPなどの化合物半導体材料またはシリコンゲルマニウムカーボンSiGeC、ガリウムヒ素リンGaAsP、ガリウムインジウムリンGaInPなどの好ましい合金半導体材料からなってもよい。また、基板110は、ガラス基板などの非半導体材料からなり、薄膜トランジスタ液晶表示装置を形成したり、石英ガラス(fused quartz)、フッ化カルシウム(calcium fluoride)によりフォトマスクを形成してもよい。基板110は、異なるイオンドープ領域、誘電体材料および多層配線をさらに含んでもよい。他の実施形態において、基板110は、例えば、CMOSFET(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effe

40

50

ct Transistor)、撮像センサ、メモリセル、容量素子などの超小型電子部品に応じ、様々なドーピング材料を含んでもよい。基板110は、様々な超小型電子部品の接続または分離を行うために、様々な導電性材料と誘電体材料との組み合わせを含んでもよい。基板110は、その上に形成された1つまたは複数の材料層を含んでもよい。

#### 【0023】

アンダー材料層(under material layer)は、必要に応じて様々な機能を提供する複数の薄膜層を含んでもよい。材料層112は、基板110上に形成される。材料層112は、シリコン、ポリシリコン、誘電体材料、導電性材料またはこれらの組み合わせからなる。第1実施形態において、材料層112の厚さは、100~9000の間であるが、好ましくは1000~3500 ( $10^{-10}\text{m}$ )、の間である。材料層112は、ILD(Interlayer Dielectric)層またはIMD(Inter Metal Dielectric)層を形成する誘電体材料を含む。誘電体層は、酸化ケイ素および/または誘電率が4よりも小さい低誘電材料を含む。例えば、低誘電材料は、FSG(Fluorinated Silica Glass)、カーボンドーパ酸化ケイ素、ブラックダイヤモンド(BLACK DIAMOND)(登録商標)、キセロゲル(Xerogel)、エアロジェル(Aerogel)、フッ素化アモルファスカーボン膜(fluorinated amorphous carbon film)、パリレン(Parylene)、BCB(bis-benzocyclobutane)、SiLK(登録商標)誘電体樹脂、ポリイミド(polyimide)および/またはその他好ましい多孔性高分子(porous polymeric)材料からなってもよい。誘電体層は、スピンコーティング、化学気相成長法を用いて形成させたり、その他好ましい工程により形成させてもよい。

10

20

#### 【0024】

続いて、材料層112上にマスク層114を形成させる。マスク層114は、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素または化学気相成長法などにより形成されるその他好ましい材料からなってもよい。化学気相成長法で使用し、窒化ケイ素材料層を形成させる反応源(precursor)には、ヘキサクロロジシラン(hexachlorodisilane: HCD)、ジクロロシラン(dichlorosilane)、有機シリコン前駆体物質(BTBAS)(Bis(Tertiary Butyl Amino) Silane)、ジシラン(disilane: DS)が含まれている。マスク層114の厚さは、50~1000の間であり、その後のエッチング材料層112および/または基板110の製造工程において、マスクとして用いる。

30

#### 【0025】

続いて、マスク層114上に材料層116を形成し、リソグラフィ露光工程で発生する反射を低減させる。材料層116には、ARC(Anti-Reflective Coating)材料またはBARC(Bottom Anti-Reflective Coating)材料が含まれる。第1実施形態のBARC材料には、スピンコーティングで形成された有機BARC材料が含まれる。材料層116の厚さは、50~500の間である。他の実施形態では、マスク層114をマスクおよびARC材料として用いるため、BARC層116は必要ない。他の実施形態では、必要に応じて、異なる材料を組み合わせた材料層を用いてもよい。

40

#### 【0026】

図1~図9を参照する。図1~図9に示すように、リソグラフィパターンの形成方法200の工程204において、ポジ型レジストパターン118を基板上に形成する。ポジ型レジストは、露光された部分が除去されたことを示す。本発明の第1実施形態において、ポジ型レジスト層を基板上に形成し、第1のリソグラフィ工程により図1に示すようにポジ型レジストパターン118を形成する。ポジ型レジストパターン118は、アンダー材料層の一部を露出させる複数の開口をその間に有する複数のポジ型レジスト材料を含む。第1のリソグラフィ工程は、リソグラフィシステムおよび第1のマスクを用いる。ポジ型レジストパターン118の開口は、第1のマスク上に予め形成された集積回路パターンに

50

より画定される。第1実施形態において、ポジ型レジスト材料間にはピッチが存在する。このピッチとは、ポジ型レジストパターン中で、ポジ型レジスト材料から隣接したポジ型レジスト材料までの距離を示す。このピッチは、50～200nmの間の距離であるが、好ましくは100nmである。第1のレジストパターン118の厚さは、500～5000の間である。第1実施形態において、ポジ型レジストパターン118の厚さは、500～3000の間であるが、500～1500の間である。ポジ型レジストパターン118を形成する第1のリソグラフィ工程は、レジスト塗布、ソフトベーク (soft baking)、マスク位置合わせ (mask aligning)、露光、ポストエクスポージャーベーク (post-exposure baking)、現像 (developing) およびハードベーク (hard baking) でもよい。この露光工程では、放射ビームを利用して半導体デバイス100の露光を行う。

10

#### 【0027】

図2および図9を参照する。図2および図9に示すように、リソグラフィパターンの形成方法200の工程206において、基板上にネガ型レジスト層120を形成する。ネガ型レジスト層120は、アンダー材料層上およびポジ型レジストパターン118上に形成され、ポジ型レジストの開口間に形成される。半導体デバイス100は、その上がネガ型レジスト層120により覆われるが、ネガ型レジスト層120の頂面がポジ型レジストパターン118よりも低いため、ポジ型レジストパターン118はネガ型レジスト層120により覆われていない状態である。第1実施形態では、ネガ型レジスト層120は、高い表面張力を有するように調整され、ネガ型レジスト層120の頂面は、ポジ型レジストパターン118の頂面に形成されていない。そのため、第1のポジ型レジストパターンよりも薄いネガ型レジスト層120を形成させることができる。他の実施形態では、スピニングの速度を高速に調整し、ネガ型レジスト層120の頂面がポジ型レジストパターン118の頂面により覆われないようにする。他の実施形態では、ネガ型レジストパターン120を溶剤で溶解させるが、この溶剤はポジ型レジストパターン118を溶解させることはない。例えば、ネガ型レジスト層120は水溶性である一方、ポジ型レジストパターン118は水溶性でないが有機溶剤に溶ける。

20

#### 【0028】

図3および図9を参照する。リソグラフィパターンの形成方法200の工程208において、第2のリソグラフィ工程により、ネガ型レジスト層120のパターニングを行い、ネガ型レジストパターン120 (ここでは、混乱しないように同じ符号を用いる) を図3に示すように形成する。ネガ型レジストパターン120は、ポジ型レジストパターン118と同様に、複数のネガ型レジスト材料および複数の開口を含む。ネガ型レジスト材料の間は、50～200nmで離間されている。開口間のアンダー材料層は覆われていない。第1実施形態では、各ネガ型レジスト材料がポジ型レジストに水平に当接されている。第2のリソグラフィ工程では、予め形成した集積回路パターンを有する第2のマスクと、リソグラフィシステムとにより露光を行う。第2のリソグラフィパターンの形成工程は、実質的に、レジストのポストエクスポージャーベーク、現像およびハードベークの工程を含んでもよい。

30

#### 【0029】

図4および図9を参照する。図4および図9に示すように、リソグラフィパターンの形成方法200の工程210において、ポジ型レジストパターン118を除去する。本発明の第1実施形態では、ポジ型レジストを溶解させることが可能であるが、ネガ型レジストを溶解させない溶剤を使用し、ポジ型レジストパターン118を除去してネガ型レジストパターンを残す。他の実施形態では、有機溶剤を使用し、ポジ型レジストパターン118を選択的に除去してもよい。他の実施形態では、工程208において、ポジ型レジストパターン118は、第2のリソグラフィパターンの形成工程中の現像工程を省略してもよい。現像工程を省略する場合、工程210において、ネガ型レジスト層のパターニングの工程の一つにしてもよい。ポジ型レジストパターン118を除去すると、図4に示すように、ネガ型レジスト層120中に複数の開口121が形成される。上述の工程から分かるよ

40

50

うに、開口121は、第1のマスクと第2のマスクとにより画定されて形成される。

#### 【0030】

ネガ型レジストパターン120の構造をポジ型レジストパターン118に対応させて構成し、ダブルパターニングの構造を形成する。第1実施形態において、ネガ型レジストパターン120間の開口121は、ピッチ分割 (pitch splitting) の構造に形成される。第1実施形態において、この間隔は約100nmである。第1実施形態において、ポジ型レジストパターン118とネガ型レジストパターン120との間には、ピッチ間隔が存在する。このピッチ間隔は、ポジ型レジストパターンのポジ型レジスト材料の間またはネガ型レジストパターンのネガ型レジスト材料の間の距離の半分であるため、開口121が画定される間隔は半分となり、さらに小さな最小形状サイズ (minimum features size) を得ることができる。他の実施形態では、開口121を用いることにより、金属線のコンタクトホールまたはトレンチを形成する。

#### 【0031】

図5および図9を参照する。図5および図9に示すように、リソグラフィパターンの形成方法200の工程212において、アンダー材料層のエッチングを行う。マスク層114は、開口121に対応した部分がネガ型レジストパターン120により覆われておらず、エッチングにより除去される。そのため、ネガ型レジスト層120により画定された開口121が延伸されてマスク層114上に形成される。エッチング工程において、マスク層114は、ネガ型レジスト層120よりも高いエッチングレートを有する。そのため、開口121間の覆われていないレジスト層は、実質的に、エッチング工程により一緒に除去される。第1実施形態において、開口121間のBARC材料116は、この工程のエッチング工程において除去される。他の実施形態において、開口121間のBARC層116は、工程210において、ポジ型レジストパターン118の溶剤を除去するとき、一緒に除去される。

#### 【0032】

図6および図9を参照する。図6および図9に示すように、リソグラフィパターンの形成方法200の工程214において、ネガ型レジスト層120により画定された開口121に対応し、アンダー材料層をエッチングすると、ネガ型レジストパターン120が除去される。レジスト灰化 (resist ashing) 工程では、レジスト材料と、覆われていないBARC材料とを除去する。工程214では、湿式化学エッチング工程または乾式プラズマエッチング工程によりネガ型レジスト層120を除去する。例えば、酸素プラズマ (oxygen plasma) エッチングを行い、ネガ型レジスト層120を除去する。この他、BARC層116を同様のプラズマエッチング工程により除去してもよい。

#### 【0033】

図7を参照する。図7は、半導体デバイス100を示す側面図である。誘電体材料層112は、パターニングされたマスク層114をハードマスクとして用いてエッチング工程を行い、マスク層114により画定された開口を誘電体材料層112に形成する。誘電体材料層112は、パターニングされたマスク層114の開口部分の箇所に対応し、乾式エッチング工程または湿式エッチング工程によりエッチング除去を行い、誘電体材料層112上に複数のトレンチまたはコンタクトホールを形成する。マスク層114は、材料層112よりも高いエッチング耐性を有するため、この工程ではハードマスクとして用いることができる。エッチング工程には、好ましいエッチングガス (例えば、HBr、Cl<sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>、O<sub>2</sub>、ArまたはHe) を使用してもよい。マスク層114はエッチング工程で消費され、残りの部分は図8に示すように除去される。

#### 【0034】

図1~図9を参照する。図1~図9に示すように、本発明は、さらにリソグラフィダブルパターニング工程の形成方法を提供する。このリソグラフィパターンの形成方法は、二重露光と、アンダー材料層または基板のエッチング工程により行い、生産コストおよびCD変異の影響を低減させることができる。他の長所としては、例えば、ポジ型レジストパ

ターン 118 とネガ型レジストパターン 120 との間のオーバーレイエラー ( o v e r l a y e r r o r ) は、2つの隣接した開口位置を変えるが、開口 121 のサイズを制限し続けることができる点がある。オーバーレイエラーは、各集積回路素子 (例えば、コンタクトホールまたは金属線) のサイズを変えることができるため、本発明のリソグラフィダブルパターニングの形成方法 200 は発生しない。

#### 【0035】

マスク層 114 をハードマスクとして用い、アンダー材料層または基板のエッチングを行うため、エッチング耐性が高いマスク層 114 を選択した後、本発明のリソグラフィパターンの形成方法を利用すると、厚い材料層のエッチングを行うことができる。他の実施形態では、アンダー材料層を 1 つだけのエッチング工程で完成させることができるため、従来のダブルパターニング工程およびダブルエッチング工程よりも生産コスト、製造スループットおよび生産品質において優れている。他の実施形態では、アンダー材料層を除去するエッチング工程においてアンダー材料層 122 をハードマスク ( h a r d m a s k ) として用いるため、上述のエッチング工程において、ポジ型パターニングおよびネガ型パターニングにエッチング耐性の効果を与える必要がない。そのため、ポジ型パターニングおよびネガ型パターニングの厚さを低減させることができる。他の実施形態では、マスク層 114 をハードマスクとして用いてアンダー材料層または基板のエッチングを行うため、エッチング耐性の高いマスク層 114 を選択した後、本発明のリソグラフィパターンの形成方法を用いた場合、さらに厚い材料層をエッチングすることができる。

10

#### 【0036】

(第2実施形態)

以下、図 9 ~ 図 13 を基に、本発明の第2実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法 200 を説明する。第2実施形態では、基板 110 上にアンダー材料層を形成する工程 202 から開始し、第1実施形態と同様に、工程 204 においてポジ型レジストパターン 118 をアンダー材料層上に形成する。

20

#### 【0037】

図 10 および図 9 を参照する。図 10 および図 9 に示すように、リソグラフィパターンの形成方法 200 の工程 206 において、基板 110 上にネガ型レジストパターン 120 を形成する。図 10 に示すように、ネガ型レジスト層 120 は、アンダー材料層上およびポジ型レジストパターン 118 上に形成される。半導体デバイス 130 上をネガ型レジスト層 120 で覆うと、ネガ型レジスト層 120 の頂面がポジ型レジストパターン 118 よりも高いため、ポジ型レジストパターン 118 がネガ型レジスト層 120 により覆われる。第2実施形態では、ポジ型レジストパターン 118 上に形成されたネガ型レジスト層 120 の厚さは 50 ~ 100 である。続いて、スピニングを利用して半導体デバイス 100 上に平坦面を有するネガ型レジスト層 120 を形成する。第2実施形態において、ポジ型レジストパターン 118 は、工程 210 で使用するエッチャントに対して、ネガ型レジスト層 120 よりもエッチング耐性が低い。他の実施形態において、ポジ型レジストパターン 118 には、化学増幅型レジスト ( C h e m i c a l A m p l i f i e r : C A ) が含まれる。化学増幅型レジストには、リソグラフィ露光工程で分解されて酸が発生し、触媒反応で多くの酸を発生させる光酸発生剤 ( P h o t o a c i d G e n e r a t o r : P A G ) が含まれる。他の実施形態において、ネガ型レジストは、ポジ型レジストパターンが発生させた酸に対して不活性である。

30

40

#### 【0038】

図 11 および図 9 を参照する。リソグラフィパターンの形成方法 200 の工程 208 において、図 11 に示すように、ネガ型レジスト層 120 が第2のリソグラフィ工程によりパターニングされ、ネガ型レジストパターン 120 が形成される。ポジ型レジストパターン 118 と同様に、ネガ型レジストパターン 120 は、複数のネガ型レジスト材料および複数の開口を含む。開口間のアンダー材料層は覆われていない。第2のリソグラフィ工程において、ネガ型レジスト層 120 は、もう一つの所定の集積回路構造パターンの第2のマスクおよびリソグラフィシステムにより露光を行う。第2のリソグラフィパターンの形

50

成工程には、実質的に、レジストのポストエクスポージャーベーク、現像およびハードベークが含まれてもよい。

【0039】

図12および図9を参照する。リソグラフィパターンの形成方法200の工程210において、ポジ型レジストパターン118を除去する。第2実施形態ではエッチャントを使用するが、このエッチャントに対するエッチング耐性は、ポジ型レジストでは低くてネガ型レジストでは高いため、ポジ型レジストパターン118が除去されてネガ型レジストパターンが残される。他の実施形態では、ポジ型レジストパターン118を選択的に除去するため、有機エッチャントを使用することができる。第2実施形態において、ネガ型レジストパターン120の開口に対応したBARC層は、上述のエッチング工程において部分的または完全に除去される。ポジ型レジストパターン118が除去されると、図12に示すように、ネガ型レジスト層120中に複数の開口121が形成される。開口121は、第1のマスクと第2のマスクとにより画定されて上述の工程により形成され、コンタクトホールまたはトレンチが形成される。

10

【0040】

第2実施形態のリソグラフィパターンの形成方法200は、ネガ型レジスト層の開口121を形成した後、第1実施形態で述べた後続工程をさらに行う。例えば、第1実施形態の工程212と同様に、リソグラフィパターンの形成方法200は、図13に示すようにマスク層114のエッチングを行う工程212をさらに行う。第2実施形態の工程214では、図6に示す第1実施形態の工程214と同様に、ネガ型レジスト層120を除去する。また、リソグラフィパターンの形成方法200は、マスク層114下にある誘電体材料層112のエッチングを行い、マスク層を除去する工程をさらに行う。

20

【0041】

本発明のリソグラフィパターンの形成方法200の他の実施形態には、上述したように、本発明の主旨と領域を脱しない範囲内で各種の変更や修正を加えることができる。第2実施形態において、複数のコンタクトホールがポジ型レジストパターン118とネガ型レジストパターン120とにより画定され、誘電体材料層112上に形成される。なお、他の実施形態では、複数のトレンチがポジ型レジストパターン118とネガ型レジストパターン120とにより画定され、誘電体材料層112上に形成されてもよい。また他の実施形態では、BARC層および/またはマスク層が形成されなくともよい。さらに他の実施形態では、ポジ型レジストパターン118およびネガ型レジストパターン120を基板110上に直接形成させてもよい。

30

【0042】

露光用の放射ビームは、例えば、波長248nmのフッ化クリプトンエキシマレーザ(KrF excimer laser)または波長193nmのフッ化アルゴンエキシマレーザ(ArF excimer laser)などの紫外線または深紫外線(extreme ultraviolet: EUV)でもよい。リソグラフィパターンの形成工程では、軸上(on-axis)、軸外(off-axis)、四極子(quadripole)、双極子(dipole)の露光技術など、他の露光モードまたは技術が利用されてもよい。リソグラフィパターンの形成工程は、マスクレスリソグラフィ(maskless lithography)、電子ビーム描画(electron-beam writing)、イオンビーム露光(ion-beam writing)、分子インプリント(molecular imprint)など、他の方法で代替してもよい。第1のマスクおよび第2のマスクは、他のリソグラフィパターンの形成技術と組み合わせて使用してもよい。例えば、第1のマスクまたは第2のマスクのパターニングには、バイナリマスク(binary mask)よりも優れたパターニングを形成させることができる位相ソフトマスク(Phase Shift Mask: PSM)を使用してもよい。

40

【0043】

第2実施形態では、ポジ型レジストパターンに、化学増幅型レジストが含まれるが、他の実施形態では、ネガ型レジストパターンに、酸に対して不活性な材料が含まれてもよい

50

。さらに他の実施形態では、ネガ型レジスト層に、合成ゴム系樹脂 (synthetic rubber resin)、ビス-アクリルアミド (bis-acrylamide) および芳香族系溶剤 (aromatic solvent) が含まれてもよい。ポジ型レジスト層には、ノボラック樹脂 (novolac resin)、感光剤 (Photo active Compound: PAC) として用いるジアゾナフトキノン (diazonaphthoquinone)、溶剤として用いるメトキシポリエチレングリコール (PGME) が含まれている。他の実施形態において、ネガ型レジスト層は、シリコン含有材料であるため、ネガ型レジストは、ポジ型レジストよりも高いエッチング耐性を有する。

#### 【0044】

上述したように、ポジ型レジストパターンの除去工程210は、工程208と一緒に実施される。例えば、ネガ型レジスト層の現像に用いる現像溶液を用い、ポジ型レジストパターンを同時に除去することができるように調整または設定を行うことができる。

#### 【0045】

他の実施形態のリソグラフィパターンの形成方法200では、ネガ型レジスト層120を形成する前に、ポジ型レジストパターン118のレジスト硬化工程を行ってもよい。硬化工程により第1のレジストパターン118が硬化されるため、ネガ型レジスト層が形成されるときのリソグラフィパターンの製造工程により変形されない。この硬化工程には、熱硬化工程、または、紫外線硬化、イオンボンバード (ion-implant bombard)、電子ビーム処理もしくはこれらの工程の組み合わせを含む。他の実施形態では、第2のリソグラフィ工程を行う前に、第1のレジストパターン118上に1層の材料を形成して覆い、ポジ型レジスト材料の強化または保護を行う。ポジ型レジストパターン118上に形成され、保護機能を提供するこの層は、例えば、厚さが50~500のBARC材料である高分子材料からなってもよい。

#### 【0046】

本発明は、リソグラフィパターンの形成方法を提供する。このリソグラフィパターンの形成方法は、複数の開口を含む第1のレジストパターンを基板上に形成する工程と、第1のレジストパターンの開口の間に位置し、少なくとも1つの開口を含んだ第2のレジストパターンを基板上に形成する工程と、第1のレジストパターンを除去し、第1のレジストパターンが覆う基板の一部を露出させる工程と、を含む。

#### 【0047】

本発明のリソグラフィパターンの形成方法は、第1のレジストパターンがポジ型レジスト材料を含み、第2のレジストパターンがネガ型レジスト材料を含む。エッチング工程において、第1のレジストパターンは、第2のレジストパターンよりも高いエッチングレートを有する。第1レジストパターンを除去する工程には、エッチング工程を行い、第2のレジストパターンから第1のレジストパターンを選択的に除去する工程が含まれる。第1のレジストパターンを除去する工程には、溶剤を施して第1のレジストパターンを溶解させる工程がさらに含まれる。第1のレジストパターンを除去する工程には、第1のレジストパターンを溶解させるが、第2のレジストパターンは溶解させない溶剤を施し、第1のレジストパターンを溶解させる工程が含まれる。第1のレジストパターンを除去した後、第2のレジストパターンの少なくとも1つの開口部分の対した箇所にエッチングを行う工程をさらに行う。基板のエッチング工程は、基板上に複数のコンタクトホールを形成させる。基板をエッチングする工程を行うことにより、基板上に複数のトレンチを形成する。

#### 【0048】

本発明の他の実施形態は、リソグラフィダブルパターニングの形成方法をさらに提供する。このリソグラフィダブルパターニングの形成方法は、複数のポジ型レジスト材料を含むポジ型レジストパターンを基板上に形成する工程と、ネガ型レジスト層により頂面が覆われていないポジ型レジスト材料間に画定された複数の開口間にネガ型レジスト層を基板上に形成する工程と、ネガ型レジスト層に露光を行い、複数の露光されていないネガ型レジスト材料を基板上に画定させる工程と、溶剤を施し、ポジ型レジストパターンを除去す

10

20

30

40

50

る工程と、を含む。

【0049】

本実施形態によるパターンニングの形成方法は、PGMEに溶剤を施し、ポジ型レジストパターンを除去する工程は、現像液(developing solution)を施し、ポジ型レジストパターンと、未露光のネガ型レジスト材料とを除去する。ネガ型レジスト層は、スピコーティング方法により形成する。スピコーティング方法は、回転速度を調整し、第1のポジ型レジストパターンよりも薄いネガ型レジスト層を形成する。このスピコーティング方法は、ネガ型レジスト層の表面張力を調整し、第1のポジ型レジストパターンよりも薄いネガ型レジスト層を形成する工程を含む。

【0050】

本発明の他の実施形態は、リソグラフィダブルパターンニングの形成方法を提供する。このリソグラフィダブルパターンニングの形成方法は、基板上にポジ型レジストパターンを形成する工程と、基板上およびポジ型レジストパターン上にネガ型レジスト層を形成する工程と、ネガ型レジスト層にパターンニングを行い、基板上にネガ型レジストパターンを形成する工程と、エッチング工程によりポジ型レジストパターンを選択的に除去し、ネガ型レジストパターンを画定し、複数の開口を形成する工程と、を含む。

【0051】

本実施形態によるパターンニングの形成方法は、ネガ型レジスト層は、ポジ型レジストパターンよりも高い頂面を有する。ネガ型レジスト層の厚さは、ポジ型レジストパターンよりも大きく、50~100である。基板は半導体材料層である。基板は、半導体材料層上にある誘電体材料層をさらに含む。リソグラフィパターンニングの形成方法は、ネガ型レジストパターンが画定した開口に対応した基板の箇所にもエッチングを行う工程をさらに含む。

【0052】

当該分野の技術を熟知するものが理解できるように、本発明の好適な実施形態を前述の通り開示したが、これらは決して本発明を限定するものではない。本発明の主旨と領域を脱しない範囲内で各種の変更や修正を加えることができる。従って、本発明の特許請求の範囲は、このような変更や修正を含めて広く解釈されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図3】本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図4】本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図5】本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図6】本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図7】本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図8】本発明の第1実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図9】本発明の一実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法を示すフロー図である。

【図10】本発明の第2実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】本発明の第 2 実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【図 1 2】本発明の第 2 実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

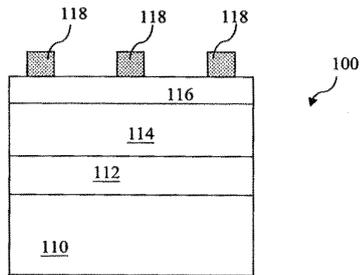
【図 1 3】本発明の第 2 実施形態によるリソグラフィパターンの形成方法の各工程における半導体デバイスを示す断面図である。

【符号の説明】

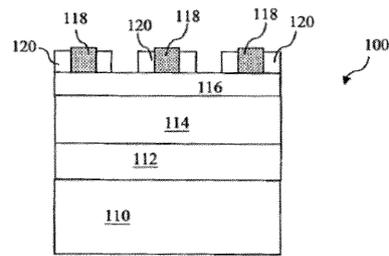
【 0 0 5 4 】

- 1 0 0 半導体デバイス
- 1 1 0 基板
- 1 1 2 材料層
- 1 1 4 マスク層
- 1 1 6 材料層
- 1 1 8 ポジ型レジストパターン
- 1 2 0 ネガ型レジストパターン
- 1 2 1 開口
- 1 2 2 アンダー材料層
- 1 3 0 半導体デバイス

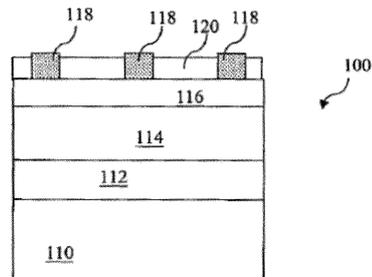
【 図 1 】



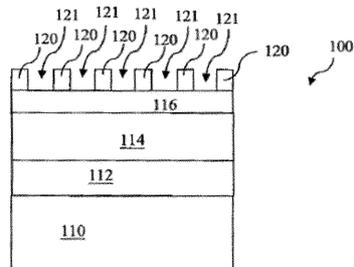
【 図 3 】



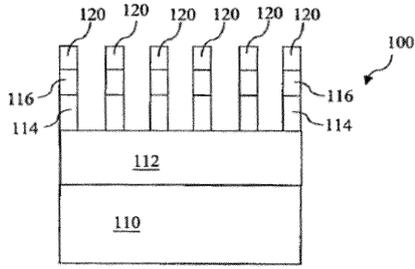
【 図 2 】



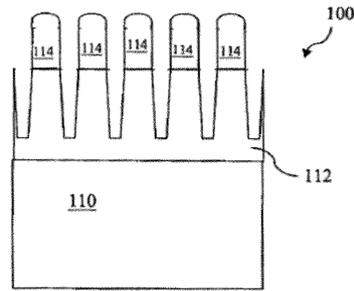
【 図 4 】



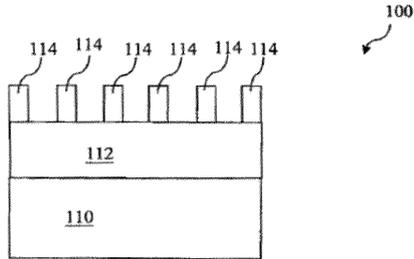
【図 5】



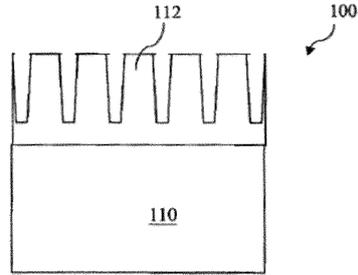
【図 7】



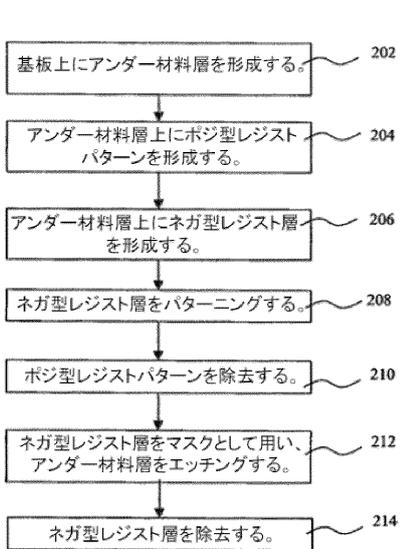
【図 6】



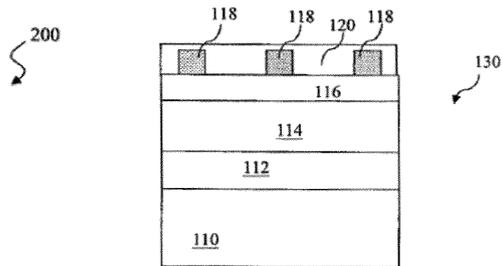
【図 8】



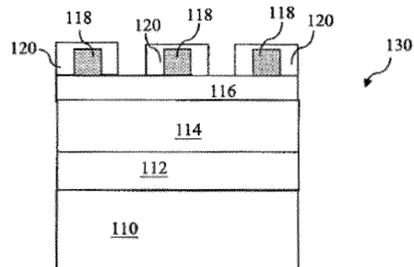
【図 9】



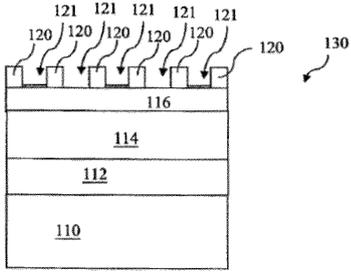
【図 10】



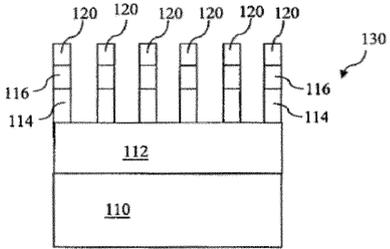
【図 11】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 陳 建宏

台湾新竹市公園路186巷2弄5號

Fターム(参考) 5F046 AA13