

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-507227
(P2015-507227A)

(43) 公表日 平成27年3月5日(2015.3.5)

| | | |
|------------------------------|-----------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| G03F 1/32 (2012.01) | G03F 1/32 | 2H095 |
| G03F 1/58 (2012.01) | G03F 1/58 | |
| H01L 21/027 (2006.01) | H01L 21/30 502P | |

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

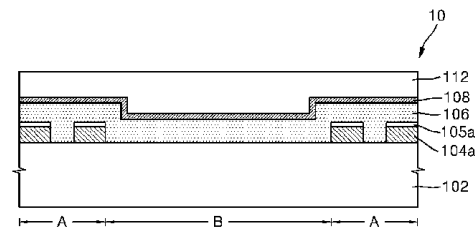
| | | | |
|---------------|------------------------------|----------|--------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2014-556463 (P2014-556463) | (71) 出願人 | 514205126 エスアンドエス テック カンパニー リミテッド |
| (86) (22) 出願日 | 平成24年10月26日 (2012.10.26) | | |
| (85) 翻訳文提出日 | 平成26年8月12日 (2014.8.12) | | |
| (86) 国際出願番号 | PCT/KR2012/008852 | | 大韓民国 704-240 テグーシタルソグ ホサンードンロ 42 |
| (87) 国際公開番号 | W02013/172515 | (74) 代理人 | 100107766 弁理士 伊東 忠重 |
| (87) 国際公開日 | 平成25年11月21日 (2013.11.21) | | |
| (31) 優先権主張番号 | 10-2012-0050634 | (74) 代理人 | 100070150 弁理士 伊東 忠彦 |
| (32) 優先日 | 平成24年5月14日 (2012.5.14) | | |
| (33) 優先権主張国 | 韓国 (KR) | (74) 代理人 | 100091214 弁理士 大貫 進介 |
| (31) 優先権主張番号 | 10-2012-0115190 | (72) 発明者 | ナム, キース |
| (32) 優先日 | 平成24年10月17日 (2012.10.17) | | 大韓民国 704-240 テグーシタルソグ ホサンードンロ 42 |
| (33) 優先権主張国 | 韓国 (KR) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブランクマスク、フォトマスク及びその製造方法

(57) 【要約】

本発明は、下部に配される前記位相反転膜をエッチングするためにハードマスク膜パターンをエッチングマスクとして使うフォトマスクの製造方法を提供する。本発明は、このためのブランクマスク及びこれを用いたフォトマスクも提供する。本発明によれば、ハードマスク膜をパターニングするためのレジスト膜は薄く形成され、エッチング選択比の大きいハードマスク膜パターンをエッチングマスクとして用いて位相反転膜をエッチングすることで、遮光膜パターンによって光学密度が3.0ほどに維持されつつパターン解像度及び正確度を高め、ローディング効果を低減させ、かつCD均一性及びCD線形性のようなCD特性が向上したフォトマスクを製造できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明基板と、
前記透明基板の上部に形成された位相反転膜と、
前記位相反転膜の上部に形成されたハードマスク膜と、を備えるブランクマスク。

【請求項 2】

前記透明基板の縁部に、ブラインド領域が定義されるように前記透明基板の上部や下部に形成される遮光膜パターン、または前記透明基板の下部に形成される遮光膜をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のブランクマスク。

【請求項 3】

前記透明基板の縁部に、ブラインド領域が定義されるように前記透明基板の上部に形成される遮光膜パターンをさらに備え、前記位相反転膜は、前記遮光膜パターンを覆うように形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のブランクマスク。

【請求項 4】

前記透明基板の縁部に、ブラインド領域が定義されるように前記位相反転膜上に形成される遮光膜パターンをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のブランクマスク。

【請求項 5】

前記位相反転膜は、200nm以下の露光波長で0.1%ないし40%の透過率を持つことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 6】

前記位相反転膜は、200nm以下の露光波長で170°ないし190°の位相反転量を持つことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 7】

前記位相反転膜は、100ないし1,000の厚さを持つことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 8】

前記ハードマスク膜は、10ないし100の厚さを持つことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 9】

前記位相反転膜及びハードマスク膜は、単層または複数層の形態を持ち、深さ方向に組成の均一な単一膜または組成の変わる連続膜の形態を持つことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 10】

前記位相反転膜は、シリコン(Si)を含み、チタン(Ti)、バナジウム(V)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、ジルコニウム(Zr)、ニオブ(Nb)、パラジウム(Pd)、亜鉛(Zn)、クロム(Cr)、アルミニウム(Al)、マンガン(Mn)、カドミウム(Cd)、マグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、セレン(Se)、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、ハフニウム(Hf)、タンタル(Ta)、タングステン(W)のうち1種以上の金属物質を含み、選択的に窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)のうち1種以上の物質をさらに含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 11】

前記ハードマスク膜上に備えられたレジスト膜をさらに備え、前記レジスト膜は300ないし2,000の厚さを持つことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 12】

前記レジスト膜は、酸を含む物質で構成されたことを特徴とする請求項 11 に記載のブランクマスク。

【請求項 13】

前記ブラインド領域の光学密度は、露光波長に対して2.0ないし4.0であることを

10

20

30

40

50

特徴とする請求項 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 14】

前記遮光膜パターンまたは遮光膜は、単層または複数層の形態を持ち、深さ方向に組成の均一な単一膜または組成の変わる連続膜の形態を持つことを特徴とする請求項 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 15】

前記遮光膜パターンまたは遮光膜は、200 ないし 1,500 の厚さを持つことを特徴とする請求項 2 に記載のブランクマスク。

【請求項 16】

前記遮光膜パターン上に備えられた反射防止膜パターンまたは前記遮光膜上に備えられた反射防止膜をさらに備えることを特徴とする請求項 2 に記載のブランクマスク。

10

【請求項 17】

前記遮光膜パターン、遮光膜及びハードマスク膜のうち少なくとも一つは、チタン (Ti)、バナジウム (V)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、ニオブ (Nb)、パラジウム (Pd)、亜鉛 (Zn)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、マンガン (Mn)、カドミウム (Cd)、マグネシウム (Mg)、リチウム (Li)、セレン (Se)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ハフニウム (Hf)、タンタル (Ta)、タングステン (W) 及びシリコン (Si) のうち 1 種以上の金属物質を含み、選択的に窒素 (N)、酸素 (O)、炭素 (C) のうち 1 種以上の物質をさらに含むことを特徴とする請求項 2 に記載のブランクマスク。

20

【請求項 18】

請求項 1 または 2 に記載のブランクマスクで製造され、

透明基板に、遮光領域及び透光領域が備えられたブラインド領域と、位相反転領域及び透光領域が備えられたメイン領域とを持つフォトマスクであり、

前記透光領域は、前記透明基板が露出された領域であり、

前記位相反転領域は、前記透明基板のメイン領域に位相反転膜パターンが備えられた領域であり、

前記遮光領域は、前記透明基板のブラインド領域に遮光膜パターンが形成された領域であり、露光光に対する光学密度が 2.0 ないし 4.0 になるように前記遮光膜パターンが 200 ないし 1,500 の厚さを持つフォトマスク。

30

【請求項 19】

前記遮光領域は、前記透明基板の上部に順次に積層された遮光膜パターン及び位相反転膜パターンで形成されるか、前記透明基板の上部に順次に積層された位相反転膜パターン及び遮光膜パターンで形成されるか、または、前記透明基板の下部に形成された遮光膜パターン及び前記透明基板の上部に形成された位相反転膜パターンで形成されることを特徴とする請求項 18 に記載のフォトマスク。

【請求項 20】

前記遮光膜パターン上に備えられた反射防止膜パターンをさらに備えることを特徴とする請求項 18 に記載のフォトマスク。

【請求項 21】

前記位相反転膜パターン上に備えられたハードマスク膜パターンをさらに備えることを特徴とする請求項 18 に記載のフォトマスク。

40

【請求項 22】

透明基板に、遮光領域及び透光領域が備えられたブラインド領域と、位相反転領域及び透光領域が備えられたメイン領域とを持つフォトマスクの製造方法であり、

(a) 前記遮光領域と対応する前記透明基板の上部や下部に遮光膜パターンを形成する段階と、

(b) 前記透明基板の上部に位相反転膜を形成する段階と、

(c) 前記位相反転膜の上部にハードマスク膜を形成する段階と、

(d) 前記ハードマスク膜上に前記透光領域と対応する部分を露出させるハードマスク

50

膜パターンニング用レジスト膜パターンを形成する段階と、

(e) 前記ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターンをエッチングマスクとして用いて、露出されたハードマスク膜をエッチングしてハードマスク膜パターンを形成する段階と、

(f) 前記ハードマスク膜パターンをエッチングマスクとして用いて、露出された位相反転膜をエッチングして前記位相反転領域に位相反転膜パターンを形成する段階と、を含むフォトマスクの製造方法。

【請求項 2 3】

前記 (b) 段階を先に行った後、前記 (a) 段階、(c) 段階、(d) 段階、(e) 段階及び (f) 段階を順次に行うことを特徴とする請求項 2 2 に記載のフォトマスクの製造方法。

10

【請求項 2 4】

前記 (b) 段階、(c) 段階、(d) 段階、(e) 段階及び (f) 段階順に先に行った後、前記 (a) 段階を行うことを特徴とする請求項 2 2 に記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 2 5】

前記 (a) 段階の実行時にレジスト膜を用いたパターンニングまたはリフトオフ方法を用いることを特徴とする請求項 2 4 に記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 2 6】

前記 (f) 段階後、前記ハードマスク膜パターンを除去する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 2 2 ないし 2 5 のうちいずれか一項に記載のフォトマスクの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ブランクマスク、フォトマスク及びその製造方法に関する。さらに詳細には、本発明は、半導体フォトリソグラフィ工程で高精密度の最小線幅 (Critical Dimension; CD) の具現が可能であり、45 nm 級、特に 32 nm 級以下の高い解像度のパターン転写の可能な 193 nm の ArF リソグラフィ、液浸露光リソグラフィ (Immersion Lithography) などに適用できるブランクマスク、フォトマスク及びその製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

最近、大規模の集積回路の高集積化に伴う回路パターンの微細化要求に応じて、高度の半導体微細工程技術が非常に重要な要素となっている。高集積回路の場合に低電力、高速動作のために回路配線が微細化しており、層間連結のためのコンタクトホールパターン、及び集積化による回路構成配置などについての技術的ニーズが高まりつつある。したがって、このようなニーズを満たすためには、回路パターンの原本が記録されるフォトマスクの製造においても、前記微細化を達成して、さらに精密な回路パターンを記録できる技術が要求される。

【0003】

40

フォトリソグラフィ技術において、半導体回路パターンの解像度の向上のために 436 nm の g-line、365 nm の i-line、248 nm の KrF、193 nm の ArF で露光波長の短波長化が行われてきた。しかし、露光波長の短波長化は解像度の向上には大きく寄与しているが、焦点深度 (Depth of Focus; DoF) には悪い影響を与え、レンズを含む光学システムの設計時に負担が増大するという問題点があった。よって、前記問題点を解決するために、露光光の位相を 180° 反転させる位相反転膜を用いて解像度と焦点深度とを同時に向上させる位相反転マスクが開発された。

【0004】

従来の位相反転マスクは、位相反転膜上に遮光膜及びレジスト膜パターンを順次に形成し、レジスト膜パターンをエッチングマスクとして用いて遮光膜をエッチングして遮光膜

50

パターンを形成した後、遮光膜パターンをエッチングマスクとして用いて位相反転膜をエッチングして製造した。前記遮光膜は、効果的な遮光機能のために所定の光学密度を持たねばならず、このために、遮光膜は、約600以上の一定の厚さを持たねばならない。この時、レジスト膜は、前記遮光膜の厚さに応じて遮光膜のエッチングのために、約2,000以上の厚さを持たねばならない。

【0005】

一方、最近には、パターンのサイズが45nm以下、特に32nm以下にさらに微細化かつ稠密化するにつれて、フォトマスク製造時に解像度だけでなく、厳しいCD MTT (Mean to Target)、CD均一性、CD線形性が要求される。

【0006】

しかし、従来の位相反転マスクには、約2,000以上の厚さを持つレジスト膜が使われるにつれて、レジスト膜パターンの微細化が困難になって位相反転膜のエッチングマスクとして使われる遮光膜パターンの微細化が困難になり、最終的に、位相反転膜パターンの微細化が困難になる。

【0007】

これによって、光学密度を約2.0ないし4.0に維持しつつレジスト膜を薄くしてCD特性を向上させる新たなブランクマスクが必要である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明が解決しようとする課題は、光学密度を約2.0ないし4.0に維持しつつ解像度、精密度、CD MTT、CD均一性、CD線形性のようなCD特性を向上させて、45nm級、特に32nm級以下の高い解像度パターン転写の可能なブランクマスク、これを用いたフォトマスク及びその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によるブランクマスクは、透明基板と、前記透明基板の上部に形成された位相反転膜と、前記位相反転膜の上部に形成されたハードマスク膜と、を備える。

【0010】

本発明によるブランクマスクは、前記透明基板の縁部に、ブラインド領域が定義されるように前記透明基板の上部や下部に形成される遮光膜パターン、または前記透明基板の下部に形成される遮光膜をさらに備える。

【0011】

前記ブラインド領域の光学密度は、露光波長に対して2.0ないし4.0であり、前記遮光膜パターンまたは遮光膜は、単層または複数層の形態を持ち、深さ方向に組成の均一な単一膜または組成の変わる連続膜の形態を持つ。前記遮光膜パターンまたは遮光膜は、200ないし1,500の厚さを持ち、本発明によるブランクマスクは、前記遮光膜パターン上に備えられた反射防止膜パターンまたは前記遮光膜上に備えられた反射防止膜をさらに備える。

【0012】

本発明によるブランクマスクにおいて、前記遮光膜パターン、遮光膜及びハードマスク膜のうち少なくとも一つは、チタン(Ti)、バナジウム(V)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、ジルコニウム(Zr)、ニオブ(Nb)、パラジウム(Pd)、亜鉛(Zn)、クロム(Cr)、アルミニウム(Al)、マンガン(Mn)、カドミウム(Cd)、マグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、セレン(Se)、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、ハフニウム(Hf)、タンタル(Ta)、タングステン(W)及びシリコン(Si)のうち1種以上の金属物質を含み、選択的に窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)のうち1種以上の物質をさらに含む。

【0013】

本発明によるフォトマスクは、本発明によるブランクマスクで製造され、透明基板に、

10

20

30

40

50

遮光領域及び透光領域が備えられたブラインド領域と、位相反転領域及び透光領域が備えられたメイン領域とを持つフォトマスクであり、前記透光領域は、前記透明基板が露出された領域であり、前記位相反転領域は、前記透明基板のメイン領域に位相反転膜パターンが備えられた領域であり、前記遮光領域は、前記透明基板のブラインド領域に遮光膜パターンが形成された領域であり、露光光に対する光学密度が2.0ないし4.0になるように、前記遮光膜パターンが200ないし1,500の厚さを持つ。

【0014】

このとき、前記遮光領域は、前記透明基板の上部に順次に積層された遮光膜パターン及び位相反転膜パターンで形成されるか、前記透明基板の上部に順次に積層された位相反転膜パターン及び遮光膜パターンで形成されるか、または、前記透明基板の下部に形成された遮光膜パターン及び前記透明基板の上部に形成された位相反転膜パターンで形成される。

10

【0015】

本発明によるフォトマスクは、前記遮光膜パターン上に備えられた反射防止膜パターンをさらに備え、前記位相反転膜パターン上に備えられたハードマスク膜パターンをさらに備える。

【0016】

本発明によるフォトマスクの製造方法は、透明基板に、遮光領域及び透光領域が備えられたブラインド領域と、位相反転領域及び透光領域が備えられたメイン領域とを持つフォトマスクの製造方法であり、(a)前記遮光領域と対応する前記透明基板の上部や下部に遮光膜パターンを形成する段階と、(b)前記透明基板の上部に位相反転膜を形成する段階と、(c)前記位相反転膜の上部にハードマスク膜を形成する段階と、(d)前記ハードマスク膜上に前記透光領域と対応する部分を露出させるハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターンを形成する段階と、(e)前記ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターンをエッチングマスクとして用いて、露出されたハードマスク膜をエッチングしてハードマスク膜パターンを形成する段階と、(f)前記ハードマスク膜パターンをエッチングマスクとして用いて、露出された位相反転膜をエッチングして前記位相反転領域に位相反転膜パターンを形成する段階と、を含む。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明によるブランクマスクは、ハードマスク膜を備えることで、後続のフォトマスクの製造時にこれをエッチングマスクとして使って、エッチング選択比を持つハブマスクをパターンニングできる。

30

【0018】

したがって、ハードマスク膜をパターンニングするためのレジスト膜の厚さを縮めてロウディング効果を低減させ、これより製造されるフォトマスクの解像度、精密度、CD M T T、CD均一性、CD線形性のようなCD特性を向上させる。

【0019】

これによって、45nm級、特に32nm級以下の最小線幅が具現され、193nmのArFリソグラフィ、液浸露光リソグラフィなどに適用できるフォトマスクを提供する。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施形態によるブランクマスクを示す断面図である。

【図2】本発明の実施形態によるブランクマスクを示す断面図である。

【図3】本発明の実施形態によるブランクマスクを示す断面図である。

【図4】本発明の実施形態によるブランクマスクを示す断面図である。

【図5】本発明の実施形態によるフォトマスクを示す断面図である。

【図6】本発明の実施形態によるフォトマスクを示す断面図である。

【図7】本発明の実施形態によるフォトマスクを示す断面図である。

【図8】本発明の実施形態によるフォトマスクの製造方法を説明するために示す断面図で

50

ある。

【図 9】本発明の実施形態によるフォトマスクの製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 10】本発明の実施形態によるフォトマスクの製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 11】本発明の実施形態によるフォトマスクの他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 12】本発明の実施形態によるフォトマスクの他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 13】本発明の実施形態によるフォトマスクの他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 14】本発明の実施形態によるフォトマスクのさらに他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 15】本発明の実施形態によるフォトマスクのさらに他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 16】本発明の実施形態によるフォトマスクのさらに他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 17】本発明の実施形態によるフォトマスクのさらに他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【図 18】本発明の実施形態によるフォトマスクのさらに他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明によるブランクマスクにおいて、前記位相反転膜は、200nm以下の露光波長で0.1%ないし40%の透過率を持ち、200nm以下の露光波長で170°ないし190°の位相反転量を持つ。前記位相反転膜は、100ないし1,000の厚さを持ち、シリコン(Si)を含み、チタン(Ti)、バナジウム(V)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、ジルコニウム(Zr)、ニオブ(Nb)、パラジウム(Pd)、亜鉛(Zn)、クロム(Cr)、アルミニウム(Al)、マンガン(Mn)、カドミウム(Cd)、マグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、セレン(Se)、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、ハフニウム(Hf)、タンタル(Ta)、タングステン(W)のうち1種以上の金属物質を含み、選択的に窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)のうち1種以上の物質をさらに含む。

【0022】

前記ハードマスク膜は10ないし100の厚さを持ち、前記位相反転膜及びハードマスク膜は、単層または複数層の形態を持ち、深さ方向に組成の均一な単一膜または組成の変わる連続膜の形態を持つ。

【0023】

本発明によるブランクマスクは、前記ハードマスク膜上に備えられたレジスト膜をさらに備え、前記レジスト膜は300ないし2,000の厚さを持つ。前記レジスト膜は、酸を含む物質で構成される。

【0024】

本発明によるフォトマスクの製造方法において、前記(b)段階を先に行った後、前記(a)段階、(c)段階、(d)段階、(e)段階及び(f)段階を順次に行い、または、前記(b)段階、(c)段階、(d)段階、(e)段階、及び(f)段階順に先に行った後、前記(a)段階を行ってもよく、前記(a)段階の実行時にレジスト膜を用いたパターンングまたはリフトオフ方法を用いることもできる。前記(f)段階後、前記ハードマスク膜パターンを除去する段階をさらに含むこともある。

【0025】

以下、添付した図面を参照して本発明の望ましい実施形態を説明する。しかし、本発明

10

20

30

40

50

の実施形態はいろいろな他の形態に変形され、本発明の範囲が後述する実施形態によって限定されると解釈されてはならない。本発明の実施形態は、当業者に本発明をさらに完全に説明するために提供されるものである。よって、図面の要素の形状などは、さらに明確な説明を強調するために誇張されたものであり、図面上で同じ符号で表示された要素は同じ要素を意味する。また、ある膜が他の膜または基板の「上」、「上部」または「下部」にあると記載する場合に、前記ある膜は前記他の膜または基板に直接接触して存在し、または、その間に第3の膜が介在されうる。

【0026】

図1は、本発明の第1の実施形態によるブランクマスクを示す断面図である。図1を参照すれば、本発明の第1の実施形態によるブランクマスク10は、透明基板102の縁部に、ブラインド領域Aが定義されるように透明基板102の上部に形成された遮光膜パターン104aを備える。前記ブランクマスク10には、ブラインド領域Aで取り囲まれたメイン領域Bも定義される。

10

【0027】

前記ブランクマスク10は、前記遮光膜パターン104aを覆うように前記透明基板102の上部に備えられた位相反転膜106、及び前記位相反転膜106の上部に備えられたハードマスク膜108も備える。前記ハードマスク膜108上には、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜112をさらに備える。

【0028】

図2は、本発明の第2の実施形態によるブランクマスクを示す断面図である。図2を参照すれば、本発明の第2の実施形態によるブランクマスク20は、透明基板102の上部に位相反転膜106を備える。ブランクマスク20は、前記透明基板102の縁部に、ブラインド領域Aが定義されるように前記透明基板102の上部に形成された遮光膜パターン104aも備える。前記ブランクマスク20には、ブラインド領域Aで取り囲まれたメイン領域Bも定義される。

20

【0029】

前記ブランクマスク20は、前記遮光膜パターン104a及び、位相反転膜106の上部に備えられたハードマスク膜108も備える。前記ハードマスク膜108上には、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜112をさらに備える。

【0030】

第1の実施形態によるブランクマスク10は、遮光膜パターン104a上に位相反転膜106が積層された形態になっているが、第2の実施形態によるブランクマスク20は、位相反転膜106上に遮光膜パターン104aが積層された形態になっている。すなわち、ブランクマスク10、20では遮光膜パターンと位相反転膜との積層順序が変わる。

30

【0031】

ブランクマスク10、20において、前記ブラインド領域Aの光学密度は、露光波長に対して2.0ないし4.0である。図1及び図2に示したように、前記遮光膜パターン104a上には反射防止膜パターン105aをさらに備える。

【0032】

図3は、本発明の第3の実施形態によるブランクマスクを示す断面図である。図3を参照すれば、本発明の第3の実施形態によるブランクマスク30は、透明基板102、前記透明基板102の上部に備えられた位相反転膜106及び前記位相反転膜106の上部に備えられたハードマスク膜108を備える。前記ハードマスク膜108上には、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜112をさらに備える。

40

【0033】

図4は、本発明の第4の実施形態によるブランクマスクを示す断面図である。図4を参照すれば、本発明の第4の実施形態によるブランクマスク40は、透明基板102、前記透明基板102の上部、特に上面Uに備えられた位相反転膜106、前記位相反転膜106の上部に備えられたハードマスク膜108、及び前記透明基板102の下部、特に下面Dに備えられた遮光膜104を備える。前記ハードマスク膜108上には、ハードマスク

50

膜パターンニング用レジスト膜 112 をさらに備える。前記遮光膜 104 上には、反射防止膜 105 をさらに備える。

【0034】

ブランクマスク 40 の変形例として、図示はしていないが、位相反転膜 106 はパターンニングされており、ハードマスク膜 108 及びハードマスク膜パターンニング用レジスト膜 112 は除去されており、遮光膜 104 上には遮光膜パターンニング用レジスト膜がさらに形成されたブランクマスクも、本発明の実施形態の一つになりうる。またブランクマスク 40 の他の変形例として、遮光膜 104 がパターンニングされて透明基板 102 の下部に遮光膜パターンを備えることで、縁部にブラインド領域が定義されたブランクマスクも、本発明の実施形態の一つになりうる。

10

【0035】

図 1 ないし図 4 によるブランクマスク 10、20、30、40 において、前記遮光膜 104、遮光膜パターン 104a、位相反転膜 106 及びハードマスク膜 108 は単層または複数層の形態を持ち、深さ方向（透明基板に近くなる方向）に組成の均一な単一膜または組成の変わる連続膜の形態を持つ。前記遮光膜 104 及び遮光膜パターン 104a は、200 ないし 1,500 の厚さを持つ。

【0036】

前記位相反転膜 106 は、200 nm 以下の露光波長で 0.1% ないし 40% の透過率を持ち、170° ないし 190° の位相反転量を持ち、100 ないし 1,000 の厚さを持つ。前記位相反転膜 106 は、シリコン (Si) を含み、チタン (Ti)、バナジウム (V)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、ニオブ (Nb)、パラジウム (Pd)、亜鉛 (Zn)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、マンガン (Mn)、カドミウム (Cd)、マグネシウム (Mg)、リチウム (Li)、セレン (Se)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ハフニウム (Hf)、タンタル (Ta)、タングステン (W) 及びシリコン (Si) のうち 1 種以上の金属物質を含み、選択的に窒素 (N)、酸素 (O)、炭素 (C) のうち 1 種以上の物質をさらに含む。

20

【0037】

前記ハードマスク膜 108 は、10 ないし 100 の厚さを持つ。前記遮光膜 104、遮光膜パターン 104a 及びハードマスク膜 108 のうち少なくとも一つは、チタン (Ti)、バナジウム (V)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、ニオブ (Nb)、パラジウム (Pd)、亜鉛 (Zn)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、マンガン (Mn)、カドミウム (Cd)、マグネシウム (Mg)、リチウム (Li)、セレン (Se)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ハフニウム (Hf)、タンタル (Ta)、タングステン (W) 及びシリコン (Si) のうち 1 種以上の金属物質を含み、選択的に窒素 (N)、酸素 (O)、炭素 (C) のうち 1 種以上の物質をさらに含む。

30

【0038】

前記ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜 112 は、300 ないし 2,000 の厚さを持ち、酸を含む物質で構成される。

【0039】

本発明によるブランクマスク 10、20、30、40 は、位相反転膜 106 の上部にハードマスク膜 108 を備えることで、後続フォトマスクの製造時にこれをエッチングマスクとして使って、エッチング選択比を持つハブマスク、すなわち、位相反転膜 106 をパターンニングできる。よって、ハードマスク膜 108 をパターンニングするためのハードマスク膜パターンニング用レジスト膜 112 の厚さを縮めてローディング効果を低減させ、これより製造されるフォトマスクの解像度、精密度、CD MTT、CD 均一性、CD 線形性のような CD 特性を向上させる。これによって、45 nm 級、特に 32 nm 級以下の最小線幅が具現され、193 nm の ArF リソグラフィ、液浸露光リソグラフィなどに適用できるフォトマスクを提供する。

40

【0040】

50

図5は、本発明の第5の実施形態によるフォトマスクを示す断面図である。図5を参照すれば、本発明の第5の実施形態によるフォトマスク100は、アラインキーPを含む補助的なパターンが備えられるブラインド領域A、及びメインパターンが備えられるメイン領域Bを備える。ブラインド領域Aは、遮光領域114及び透光領域116を備え、メイン領域Bは、透光領域116及び位相反転領域118を備える。

【0041】

ブラインド領域A及びメイン領域Bに備えられた透光領域116は、透明基板102が露出された領域であり、位相反転領域118は、透明基板102の上部に位相反転膜パターン106aが備えられた領域である。ブラインド領域Aに備えられた遮光領域114は、透明基板102の上部に遮光膜パターン104aが形成された領域であり、特に本実施形態では、遮光膜パターン104a及び位相反転膜パターン106aが順次に積層されて遮光領域114が形成される。

10

【0042】

このようなフォトマスク100は、図1を参照して説明したブランクマスク10を出発材料として位相反転膜106をパターンニングして製造でき、詳細な製造方法は後述する。ブランクマスク10で製造される場合、フォトマスク100は、前記遮光膜パターン104a上に備えられた反射防止膜パターン105a(図1)をさらに備え、前記位相反転膜パターン106a上にはハードマスク膜パターン(図示せず)をさらに備える。

【0043】

図6は、本発明の第6の実施形態によるフォトマスクを示す断面図である。図6を参照すれば、本発明の第6の実施形態によるフォトマスク200は、透明基板102の上部に位相反転膜パターン106a及び遮光膜パターン104aが順次に積層されて遮光領域114が形成されるという点を除いては、フォトマスク100と同一である。このようなフォトマスク200は、図2を参照して説明したブランクマスク20を用いて位相反転膜106をパターンニングして製造するか、または、図3を参照して説明したブランクマスク30を用いて形成した位相反転膜106をパターンニングした後、その上に遮光膜パターンをさらに形成して製造し、詳細な製造方法は後述する。

20

【0044】

図7は、本発明の第7の実施形態によるフォトマスクを示す断面図である。図7を参照すれば、本発明の第7の実施形態によるフォトマスク300は、ブラインド領域Aの遮光領域114が、透明基板102の下面Dに備えられた遮光膜パターン104aと、透明基板102の上面Uの、前記遮光膜パターン104aと対応する位置に備えられた位相反転膜パターン106aとで形成されるという点を除いては、フォトマスク100、200と同一である。

30

【0045】

透明基板102の下部に備えられた遮光膜パターン104aは、位相反転膜パターン106aと反射率差がある場合、ブラインド領域Aと対応する領域全体に形成されてもよい。このようなフォトマスク300は、図3を参照して説明したブランクマスク30を用いて位相反転膜106をパターンニングした後、透明基板102の下部に遮光膜パターンをさらに形成して製造するか、または、透明基板102の上面Uに位相反転膜106が備えられ、かつ下面Dには遮光膜104が備えられた、図4を参照して説明したようなブランクマスク50を用いて、位相反転膜106及び遮光膜104をパターンニングして製造する。

40

【0046】

前記第5及び第6の実施形態によるフォトマスク100、200のブラインド領域Aに備えられた遮光領域114は、透明基板102の上部に遮光膜パターン104a及び位相反転膜パターン106aが積層されて形成される。フォトマスク100においては、遮光膜パターン104a上に位相反転膜パターン106aが積層されており、フォトマスク200においては、位相反転膜パターン106a上に遮光膜パターン104aが積層されていることが特徴である。前記第7の実施形態によるフォトマスク300のブラインド領域Aに備えられた遮光領域114は、透明基板102の上面Uの位相反転膜パターン106

50

aと、それに対応する位置の下面Dに形成された遮光膜パターン104aとが積層されて形成される。

【0047】

本発明によるフォトマスク100、200、300において、遮光領域114は露光光に対して2.0ないし4.0の光学密度を持ち、望ましくは、1.5ないし3.0の光学密度を持つ。遮光膜パターン104aは、遮光領域114の光学密度を確保するために形成され、このために、遮光膜パターン104aは200ないし1,500の厚さを持ち、望ましくは300ないし1,000、さらに望ましく400ないし800の厚さを持つ。遮光領域114の光学密度を確保するために、遮光膜パターン104a及び位相反転膜パターン106aはその厚さが調節されて形成される。遮光膜パターン104a上には、図示していないが、反射防止膜パターン(例えば、図1の105a)がさらに備えられ、前記反射防止膜パターンは、前記遮光膜パターン104aと同一または異なるエッチング特性を持つ物質で形成される。

10

【0048】

位相反転膜パターン106aは、ブラインド領域Aの遮光膜パターン104aと対応する位置及びメイン領域Bの透明基板102上に備えられ、200nm以下の露光波長で0.1%ないし40%の透過率を持ち、望ましくは0.1%ないし20%の透過率を持ち、さらに望ましくは0.1%ないし6%の透過率を持ち、10%ないし30%の反射率を持つ。位相反転膜パターン106aは、100ないし1,000の厚さを持ち、望ましくは300ないし1,000の厚さを持ち、露光波長に対して160°ないし200°の位相反転量を持ち、望ましくは170°ないし190°の位相反転量を持つ。

20

【0049】

遮光膜パターン104aは、チタン(Ti)、バナジウム(V)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、ジルコニウム(Zr)、ニオブ(Nb)、パラジウム(Pd)、亜鉛(Zn)、クロム(Cr)、アルミニウム(Al)、マンガン(Mn)、カドミウム(Cd)、マグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、セレン(Se)、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、ハフニウム(Hf)、タンタル(Ta)、タングステン(W)のうち1種以上の物質を含み、窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)のうち1種以上の物質をさらに含む。位相反転膜パターン106aは、シリコン(Si)を含み、前記遮光膜パターン104aの金属物質のうち1種以上の物質を含み、窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)のうち1種以上の物質をさらに含む。

30

【0050】

遮光膜パターン104aは、例えば、Cr、CrO、CrN、CrC、CrON、CrCN、CrCO、CrCONのようなクロム(Cr)系化合物で形成し、タンタル(Ta)系化合物及び2種以上の金属を含むMoTa系化合物のような3成分系金属化合物で形成する。位相反転膜パターン106aは、遮光膜パターン104aとエッチング選択比を持つように、シリコン(Si)を含むMoSiO、MoSiN、MoSiC、MoSiCO、MoSiCN、MoSiON、MoSiCONのようなMoSi系化合物の金属シリコン化合物で形成する。あわせて、遮光膜パターン104a及び位相反転膜パターン106aは、前述した化合物が互いに入れ替わるように形成してもよい。遮光膜パターン104a及び位相反転膜パターン106aは、単層または複数層構造を持ち、深さ方向に組成の均一な単一膜または組成の変わる連続膜構造を持つ。

40

【0051】

図8ないし図10は、本発明の第5の実施形態によるフォトマスク100の製造方法を説明するために示す断面図である。先ず図8を参照すれば、透明基板102の縁部をブラインド領域Aと定義し、ブラインド領域Aで取り囲まれた内部をメイン領域Bと定義する。ブラインド領域Aは、遮光領域114及び透光領域116を含み、ブラインド領域Aの透光領域116は、フォトマスクに備えられるアラインキーPのような補助パターンと定義される。メイン領域Bは、透光領域116及び位相反転領域118を含む。

【0052】

50

このような透明基板 102 の上部に遮光膜 104 を形成する。遮光膜 104 は、チタン (Ti)、バナジウム (V)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、ニオブ (Nb)、パラジウム (Pd)、亜鉛 (Zn)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、マンガン (Mn)、カドミウム (Cd)、マグネシウム (Mg)、リチウム (Li)、セレン (Se)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ハフニウム (Hf)、タンタル (Ta)、タンゲステン (W) のうち 1 種以上の物質で形成し、または前記 1 種以上の物質に窒素 (N)、酸素 (O)、炭素 (C) のうち 1 種以上の物質をさらに含んで形成する。遮光膜 104 は、例えば、クロム (Cr) 化合物で形成し、200 ないし 1,500 の厚さに形成し、望ましくは 300 ないし 1,000、さらに望ましくは 400 ないし 800 の厚さに形成する。遮光膜 104 上には、図示していないが、反射防止膜をさらに形成する。前記反射防止膜は、前記遮光膜 104 と同一または異なるエッチング特性を持つ物質で形成する。

10

【0053】

次いで、遮光膜 104 上に遮光膜パターニング用レジスト膜を形成した後、ブラインド領域 A の透光領域 116、及びメイン領域 B と対応する部分の遮光膜 104 部分が露出されるようにパターニングして、遮光膜パターニング用レジスト膜パターン 110a を形成する。

【0054】

図 9 を参照すれば、遮光膜パターニング用レジスト膜パターン 110a (図 8) をエッチングマスクとして用いて遮光膜 104 をパターニングし、ブラインド領域 A の遮光領域 114 と対応する透明基板 102 の上部に遮光膜パターン 104a を形成する。遮光膜パターン 104a は、ブラインド領域 A の遮光領域 114 を定義すると共に、遮光領域の露光光に対する光学密度を 2.0 ないし 4.0 に維持するために形成する。

20

【0055】

次いで、遮光膜パターニング用レジスト膜パターン 110a (図 8) を除去した後、遮光膜パターン 104a 及び露出された透明基板 102 部分を覆うように位相反転膜 106 を形成し、位相反転膜 106 の上部にハードマスク膜 108 及びハードマスク膜パターニング用レジスト膜 112 (図 1) を順次に形成して、図 1 に示したようなブランクマスク 10 の製造を完了する。

【0056】

ハードマスク膜 108 は、チタン (Ti)、バナジウム (V)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、ニオブ (Nb)、パラジウム (Pd)、亜鉛 (Zn)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、マンガン (Mn)、カドミウム (Cd)、マグネシウム (Mg)、リチウム (Li)、セレン (Se)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ハフニウム (Hf)、タンタル (Ta)、タンゲステン (W) のうち 1 種以上の金属物質で形成するか、または、前記 1 種以上の金属物質に窒素 (N)、酸素 (O)、炭素 (C) のうち 1 種以上の物質をさらに含んで形成する。位相反転膜 106 はシリコン (Si) を含み、前記ハードマスク膜 108 の金属物質のうち 1 種以上の金属物質を含み、窒素 (N)、酸素 (O)、炭素 (C) のうち 1 種以上の物質をさらに含んで形成する。ハードマスク膜 108 及び位相反転膜 106 は、互いにエッチング選択比を持つ物質で形成する。ハードマスク膜 108 は、位相反転膜 106 とエッチング選択比を持つように、例えば、Cr、CrO、CrN、CrC、CrON、CrCN、CrCO、CrCON のようなクロム (Cr) 系化合物で形成し、タンタル (Ta) 系化合物及び 2 種以上の金属を含む MoTa 系化合物のような 3 成分系金属化合物で形成してもよい。ハードマスク膜 108 は、10 ないし 100 の厚さを持つように形成し、望ましくは 20 ないし 50 の厚さを持つように形成する。

30

40

【0057】

位相反転膜 106 は、100 ないし 1,000 の厚さに形成し、望ましくは 300 ないし 900 の厚さに形成し、0.1% ないし 40% の透過率を持つように形成し、望ましくは 0.1% ないし 20% の透過率を持つように形成し、さらに望ましくは 0.1

50

%ないし6%の透過率を持つように形成する。位相反転膜106は、 160° ないし 200° の位相反転量を持つように形成し、望ましくは 170° ないし 190° の位相反転量を持つように形成し、10%ないし30%の反射率を持つように形成する。この時、位相反転膜は、10%~30%の反射率を持つことで反射防止膜の役割を行う。

【0058】

前記ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜112(図1)は、酸を含む物質で形成し、300ないし2,000の厚さを持つように形成し、望ましくは400ないし1,500の厚さを持つように形成する。この時、ハードマスク膜108は、下部に配される位相反転膜106をエッチングするためのエッチングマスクとして使われ、これによって、薄いハードマスク膜108をパターンニングするために、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜112(図1)の厚さを縮める。

10

【0059】

次いで、ブラインド領域A及びメイン領域Bの透光領域116と対応する部分のハードマスク膜108が露出されるように、前記ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜112(図1)をパターンニングしてハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112aを形成する。

【0060】

次いで、図10を参照すれば、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112aをエッチングマスクとして用いてハードマスク膜108(図9)をパターンニングし、ブラインド領域A及びメイン領域Bの透光領域116と対応する部分の位相反転膜106を露出させるハードマスク膜パターン108aを形成する。

20

【0061】

次いで、ハードマスク膜パターン108aをエッチングマスクとして用いて位相反転膜106(図9)をエッチングし、ブラインド領域A及びメイン領域Bの透光領域116と対応する透明基板102部分を露出させる位相反転膜パターン106aを形成する。

【0062】

次いで、前記ハードマスク膜パターン108a(図10)まで除去すれば、図5に示したようなフォトマスク100の製造が完了する。この時、前記ハードマスク膜パターン108aは、下部に配される位相反転膜106をエッチングするためのエッチングマスクとして使われることで、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜112は、ハードマスク膜108をパターンニングするために薄い厚さを持ち、エッチング選択比の大きいハードマスク膜パターン108aをエッチングマスクとして位相反転膜106をエッチングすることで、フォトマスク100のパターン解像度を高め、ローディング効果を低減させ、かつCD均一性及び線形性を向上させる。あわせて、前記ハードマスク膜パターン108aは、フォトマスク100の製造工程で選択的に位相反転膜パターン106a上に残る。

30

【0063】

位相反転膜106がM o S i系化合物の金属シリコン化合物で形成される場合、パターンニング時に透明基板102とのエッチング選択比問題が発生する恐れがあり、この時、透明基板102上にエッチング阻止膜を形成する。前記エッチング阻止膜は、位相反転膜106とエッチング選択比を持つようにCr、CrO、CrN、CrC、CrON、CrCN、CrCO、CrCONのようなクロム(Cr)系化合物で形成し、または、タンタル(Ta)系化合物及び2種以上の金属を含むM o T a系化合物のような3成分系金属化合物で形成する。

40

【0064】

以上で説明したように、フォトマスク100の製造方法の実施形態では、遮光領域114と対応する透明基板102の上部に遮光膜パターン104aを形成した後、位相反転膜116及びハードマスク膜118を形成し、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112aを形成した後、このハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112aをエッチングマスクとして用いてハードマスク膜パターン108aを形成し、このハードマスク膜パターン108aをエッチングマスクとして用いて、露出された位相反転

50

膜 106 をエッチングして位相反転膜パターン 106 a を形成する順序に工程を進める。

【0065】

図 11 ないし図 13 は、本発明の第 6 の実施形態によるフォトマスク 200 の製造方法を説明するために示す断面図である。

【0066】

まず、図 11 を参照すれば、透明基板 102 の縁部をブラインド領域 A と定義し、ブラインド領域 A で取り囲まれた内部をメイン領域 B と定義する。ブラインド領域 A は遮光領域 114 及び透光領域 116 を含み、ブラインド領域 A の透光領域 116 は、フォトマスクに備えられるアラインキー P のような補助パターンと定義される。メイン領域 B は、透光領域 116 及び位相反転領域 118 を含む。

10

【0067】

このような透明基板 102 の上部に位相反転膜 106 を形成し、その上に遮光膜 104 を形成する。遮光膜 104 上には、図示していないが、反射防止膜をさらに形成する。前記反射防止膜は、前記遮光膜 104 と同一または異なるエッチング特性を持つ物質で形成する。

【0068】

次いで、遮光膜 104 上に遮光膜パターンニング用レジスト膜を形成した後、ブラインド領域 A の透光領域 116、及びメイン領域 B と対応する部分の遮光膜 104 部分が露出されるようにパターンニングして、遮光膜パターンニング用レジスト膜パターン 110 a を形成する。

20

【0069】

図 12 を参照すれば、遮光膜パターンニング用レジスト膜パターン 110 a (図 11) をエッチングマスクとして用いて遮光膜 104 (図 11) をパターンニングし、ブラインド領域 A の遮光領域 114 と対応する透明基板 102 の上部に遮光膜パターン 104 a を形成する。遮光膜パターン 104 a は、ブラインド領域 A の遮光領域 114 を定義すると共に、遮光領域の露光光に対する光学密度を 2.0 ないし 4.0 に維持するために形成する。

【0070】

次いで、遮光膜パターンニング用レジスト膜パターン 110 a (図 11) を除去した後、遮光膜パターン 104 a 及び露出された位相反転膜 106 を覆うように、位相反転膜 106 の上部にハードマスク膜 108 及びハードマスク膜パターンニング用レジスト膜 112 (図 2) を順次に形成して、図 2 に示したようなブランクマスク 20 の製造を完了する。

30

【0071】

次いで、ブラインド領域 A 及びメイン領域 B の透光領域 116 と対応する部分のハードマスク膜 108 が露出されるように前記ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜 112 (図 2) をパターンニングして、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン 112 a を形成する。

【0072】

次いで、図 13 を参照すれば、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン 112 a をエッチングマスクとして用いてハードマスク膜 108 (図 12) をパターンニングし、ブラインド領域 A 及びメイン領域 B の透光領域 116 と対応する部分の位相反転膜 106 (図 12) を露出させるハードマスク膜パターン 108 a を形成する。次いで、ハードマスク膜パターン 108 a をエッチングマスクで用いて位相反転膜 106 (図 12) をエッチングしてブラインド領域 A 及びメイン領域 B の透光領域 116 と対応する透明基板 102 部分を露出させる位相反転膜パターン 106 a を形成する。

40

【0073】

次いで、前記ハードマスク膜パターン 108 a (図 13) まで除去すれば図 6 に示したようなフォトマスク 200 製造が完了する。この時、前記ハードマスク膜パターン 108 a は、下部に配される前記位相反転膜 106 をエッチングするためのエッチングマスクとして使われることで、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜 112 は、ハードマスク膜 108 をパターンニングするために薄い厚さを持ち、エッチング選択比の大きいハードマ

50

スク膜パターン108aをエッチングマスクとして位相反転膜106をエッチングすることで、フォトマスク200のパターン解像度を高め、ローディング効果を低減させ、かつCD均一性及び線形性を向上させる。あわせて、前記ハードマスク膜パターン108aは、フォトマスク200の製造工程で選択的に位相反転膜パターン106a上に残る。

【0074】

以上で説明したように、フォトマスク200の製造方法の実施形態では、透明基板102の上部に位相反転膜116を形成した後、遮光領域114と対応する透明基板102の上部に遮光膜パターン104a及びその上部のハードマスク膜118を形成し、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112aを形成した後、このハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112aをエッチングマスクとして用いてハードマスク膜パターン108aを形成し、このハードマスク膜パターン108aをエッチングマスクとして用いて、露出された位相反転膜106をエッチングして位相反転膜パターン106aを形成する順序に工程を進める。

10

【0075】

図14ないし図17は、本発明の第6の実施形態によるフォトマスク200の他の製造方法を説明するために示す断面図である。

【0076】

先ず、図3を参照して説明したようなブランクマスク30を用意した後、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜112(図3)を露光及び現像することで、図14に示したようにハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112aを形成する。この時、透明基板102は、縁部に配されて遮光領域114及び透光領域116を含むブラインド領域Aと、ブラインド領域Aの内部に位置して透光領域116及び位相反転領域116を含むメイン領域Bとを持つように定義する。前記ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112aは、ブラインド領域A及びメイン領域Bの透光領域116と対応する部分のハードマスク膜108が露出されるように形成する。

20

【0077】

図15を参照すれば、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン112a(図14)をエッチングマスクとして用いてハードマスク膜108(図14)をパターンニングし、ブラインド領域A及びメイン領域Bの透光領域116と対応する部分の位相反転膜106(図14)を露出させるハードマスク膜パターン108aを形成する。次いで、ハードマスク膜パターン108aをエッチングマスクとして用いて位相反転膜106(図14)をエッチングし、ブラインド領域A及びメイン領域Bの透光領域116と対応する透明基板102部分を露出させる位相反転膜パターン106aを形成する。

30

【0078】

図16を参照すれば、前記ハードマスク膜パターン108a(図15)を除去した後、位相反転膜パターン106a及び露出された透明基板102部分を覆うように遮光膜104を形成し、遮光膜104上に遮光膜パターンニング用レジスト膜を形成する。次いで、前記遮光膜パターンニング用レジスト膜をパターンニングし、ブラインド領域Aの遮光領域114と対応する遮光膜104部分上に残る遮光膜パターンニング用レジスト膜パターン113aを形成する。

40

【0079】

図17を参照すれば、前記遮光膜パターンニング用レジスト膜パターン113aをエッチングマスクとして用いて、露出された前記遮光膜104(図16)部分をエッチングして遮光膜パターン104aを形成する。次いで、前記遮光膜パターンニング用レジスト膜パターン113aを除去すれば、メイン領域Bに位相反転膜パターン106aが備えられた位相反転領域118が形成され、ブラインド領域Aに形成され、かつ光学密度が露光光に対して2.0ないし4.0である遮光領域114を含む、図6に示したようなフォトマスク200の製造が完了する。

【0080】

以上で説明したフォトマスク200製造方法の他の実施形態では、透明基板102の上

50

部に位相反転膜 116 及びその上部のハードマスク膜 118 を形成し、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン 112 a を形成した後、このハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン 112 a をエッチングマスクとして用いてハードマスク膜パターン 108 a を形成し、このハードマスク膜パターン 108 a をエッチングマスクとして用いて、露出された位相反転膜 106 をエッチングして位相反転膜パターン 106 a を形成した後、遮光領域 114 と対応する透明基板 102 の上部に遮光膜パターン 104 a を形成する順序に工程を進める。

【0081】

第 6 の実施形態のフォトマスク 200 を製造するためのブランクマスク 30 は、図 3 を参照して説明したように、遮光膜なしに位相反転膜 106 上にハードマスク膜 108 のみ存在する形態であり、位相反転膜 106 及びハードマスク膜 108 のみで光学濃度及び透過率などを調節してフォトマスクを製造する形態に使われてもよい。

10

【0082】

あわせて、本発明の第 6 の実施形態によるフォトマスク 200 は、図 18 を参照して説明するリフトオフ方法でも形成できる。

【0083】

まず、前述した図 14 及び図 15 と同じ工程を進めて、ブラインド領域 A 及びメイン領域 B の透光領域 116 と対応する部分の位相反転膜 106 を露出させるハードマスク膜パターン 108 a を形成し、ハードマスク膜パターン 108 a をエッチングマスクとして用いて位相反転膜 106 をエッチングし、ブラインド領域 A 及びメイン領域 B の透光領域 116 と対応する透明基板 102 部分を露出させる位相反転膜パターン 106 a を形成する。

20

【0084】

次いで、図 18 を参照して、ブラインド領域 A 及びメイン領域 B の全体にリフトオフ用レジスト膜を形成し、ブラインド領域 A の露出された透明基板 102 部分とメイン領域 B の位相反転膜パターン 106 a 及び露出された透明基板部分 102 を覆うように、リフトオフ用レジスト膜をパターンニングしてリフトオフ用レジスト膜パターン 115 a を形成する。次いで、ブラインド領域 A の位相反転膜パターン 106 a 及びリフトオフ用レジスト膜パターン 115 a 上に遮光膜 104 を形成する。

【0085】

リフトオフ方法を用いてリフトオフ用レジスト膜パターン 115 a 及びリフトオフ用レジスト膜パターン 115 a の上部の遮光膜 104 部分を除去すれば、本発明の第 6 の実施形態によるフォトマスク 200 を得られる。

30

【0086】

以上で説明したフォトマスク 200 製造方法のさらに他の実施形態でも、透明基板 102 の上部に位相反転膜 116 及びその上部のハードマスク膜 118 を形成し、ハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン 112 a を形成した後、このハードマスク膜パターンニング用レジスト膜パターン 112 a をエッチングマスクとして用いてハードマスク膜パターン 108 a を形成し、このハードマスク膜パターン 108 a をエッチングマスクとして用いて、露出された位相反転膜 106 をエッチングして位相反転膜パターン 106 a を形成した後、遮光領域 114 と対応する透明基板 102 の上部に遮光膜パターン 104 a を形成する順序に工程を進める。

40

【0087】

以上のように、本発明の実施形態によるフォトマスクは、位相反転膜をエッチングするためのエッチングマスクとしてハードマスク膜パターンを使うことで、ハードマスク膜をパターンニングするためのレジスト膜は薄く形成できる。よって、エッチング選択比の大きいハードマスク膜をエッチングマスクとして用いて位相反転膜をエッチングすることで、遮光膜によって光学密度が 3.0 ほどに維持されつつパターン解像度を高め、ローディング効果を低減させ、かつ CD 均一性及び CD 線形性のような CD 特性が向上したフォトマスクを製造できる。

50

【 0 0 8 8 】

以上で本発明の望ましい実施形態について図示して説明したが、本発明は前述した特定の望ましい実施形態に限定されず、特許請求の範囲で請求する本発明の趣旨を逸脱せずに当業者ならば多様な変形実施が可能であるということはいうまでもなく、かかる変更は特許請求の範囲に記載の範囲内にある。

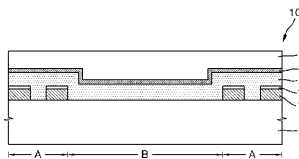
【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 9 】

これによって、45nm級、特に32nm級以下の最小線幅が具現され、193nmのArFリソグラフィ、液浸露光リソグラフィなどに適用できるフォトマスクを提供する。

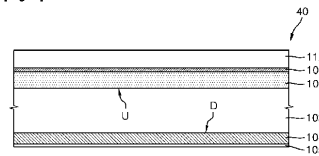
【 図 1 】

[Fig. 1]



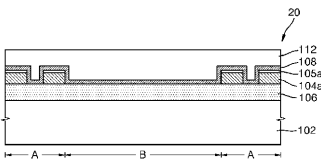
【 図 4 】

[Fig. 4]



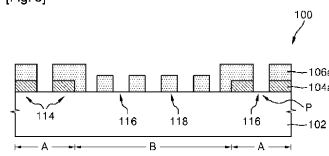
【 図 2 】

[Fig. 2]



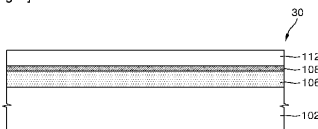
【 図 5 】

[Fig. 5]



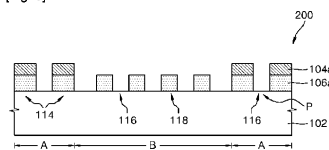
【 図 3 】

[Fig. 3]



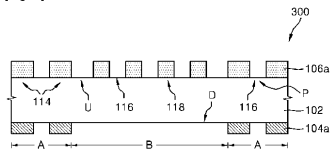
【 図 6 】

[Fig. 6]



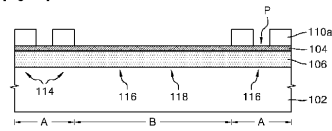
【 図 7 】

[Fig. 7]



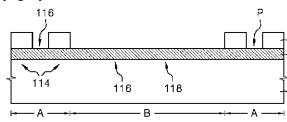
【 図 1 1 】

[Fig. 11]



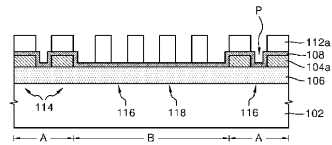
【 図 8 】

[Fig. 8]



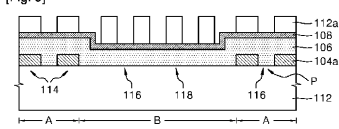
【 図 1 2 】

[Fig. 12]



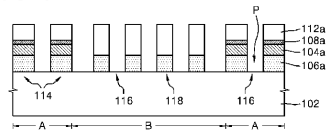
【 図 9 】

[Fig. 9]



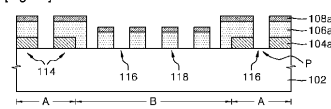
【 図 1 3 】

[Fig. 13]



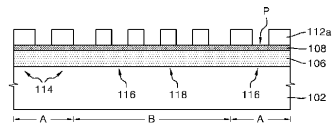
【 図 1 0 】

[Fig. 10]



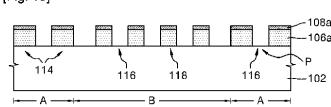
【 図 1 4 】

[Fig. 14]



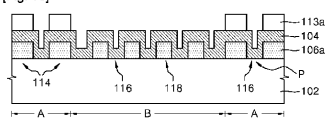
【 図 1 5 】

[Fig. 15]



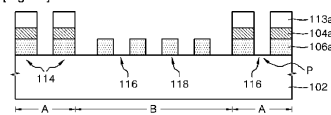
【 図 1 6 】

[Fig. 16]



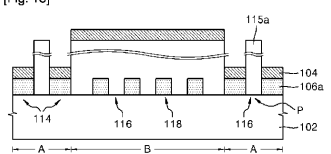
【 図 1 7 】

[Fig. 17]



【 図 1 8 】

[Fig. 18]




【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/008852

| | | |
|--|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G03F 1/26(2012.01)i, G03F 1/70(2012.01)i, G03F 1/80(2012.01)i</i> According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03F 1/26; H01L 21/027; G03F 1/08 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: photomask, phase retarder, shield layer, hard mask | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X Y | KR 10-2005-0019210 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 03 March 2005 See claims 10-17, 19, 20 and 25; pages 4, 6. | 1,8,11 2-7,9,10,12-26 |
| Y | KR 10-0278645 B1 (S&STECH CO., LTD.) 15 January 2001 See claims 1, 3; pages 4, 5; figures 4-6. | 2,4,13-21 |
| Y | KR 10-2011-0001909 A (ULVAC COATING CORPORATION) 06 January 2011 See paragraphs [0042], [0072]-[0085]; figure 1(F). | 3,22-26 |
| Y | KR 10-2010-0002162 A (HOYA CORPORATION) 06 January 2010 See claim 1. | 5-7 |
| Y | KR 10-2011-0093551 A (S&STECH CO., LTD.) 18 August 2011 See claims 1, 9-12; paragraphs [0023], [0030]. | 9,10,12,13,18-21 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. | | <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family |
| Date of the actual completion of the international search 22 FEBRUARY 2013 (22.02.2013) | | Date of mailing of the international search report 25 FEBRUARY 2013 (25.02.2013) |
| Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140 | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members



International application No.

PCT/KR2012/008852

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member | Publication date |
|--|------------------|--|--|
| KR 10-2005-0019210 A | 03.03.2005 | JP 2005-062884 A US 2005-0042526 A1 US 7371484 B2 | 10.03.2005 24.02.2005 13.05.2008 |
| KR 10-0278645 B1 | 15.01.2001 | NONE | |
| KR 10-2011-0001909 A | 06.01.2011 | CN 101937170 A JP 2011-013283 A | 05.01.2011 20.01.2011 |
| KR 10-2010-0002162 A | 06.01.2010 | JP 2010-009038 A TW 201024912 A US 2010-0092874 A1 US 2011-0171567 A1 US 7935461 B2 US 8216747 B2 | 14.01.2010 01.07.2010 15.04.2010 14.07.2011 03.05.2011 10.07.2012 |
| KR 10-2011-0093551 A | 18.08.2011 | JP 2011-164566 A | 25.08.2011 |

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2012/008852

| | | |
|--|--|---|
| A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) | | |
| G03F 1/26(2012.01)i, G03F 1/70(2012.01)i, G03F 1/80(2012.01)i | | |
| B. 조사된 분야 | | |
| 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G03F 1/26; H01L 21/027; G03F 1/08 | | |
| 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC | | |
| 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 포토마스크, 위상차막, 차광층, 하드마스크 | | |
| C. 관련 문헌 | | |
| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구결(해당하는 경우)의 기재 | 관련 청구항 |
| X Y | KR 10-2005-0019210 A (삼성전자주식회사) 2005.03.03 청구항 10-17, 19, 20, 25; 페이지 4, 6 참조. | 1, 8, 11 2-7, 9, 10, 12-26 |
| Y | KR 10-0278645 B1 (주식회사 에스엔에스텍) 2001.01.15 청구항 1, 3; 페이지 4, 5; 도면 4-6 참조. | 2, 4, 13-21 |
| Y | KR 10-20110001909 A (알박 세이마쿠 가부시카이가이샤) 2011.01.06 단락 [0042], [0072]-[0085]; 도면 1(F) 참조. | 3, 22-26 |
| Y | KR 10-2010-0002162 A (호야 가부시카이가이샤) 2010.01.06 청구항 1 참조. | 5-7 |
| Y | KR 10-2011-0093551 A (주식회사 에스엔에스텍) 2011.08.18 청구항 1, 9-12; 단락 [0023], [0030] 참조. | 9, 10, 12, 13, 18-21 |
| <input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오. | | |
| * 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌 | | |
| 국제조사의 실제 완료일 2013년 02월 22일 (22.02.2013) | 국제조사보고서 발송일 2013년 02월 25일 (25.02.2013) | |
| ISA/KR의 명칭 및 우편주소  팩스 번호 82-42-472-7140 | 심사관 홍성란 전화번호 82-42-481-5405 |  |

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2012/008852

| 국제조사보고서에서 인용된 특허문헌 | 공개일 | 대응특허문헌 | 공개일 |
|-----------------------|------------|--|--|
| KR 10-2005-0019210 A | 2005.03.03 | JP 2005-062884 A US 2005-0042526 A1 US 7371484 B2 | 2005.03.10 2005.02.24 2008.05.13 |
| KR 10-0278645 B1 | 2001.01.15 | 없음 | |
| KR 10-2011-0001909 A | 2011.01.06 | CN 101937170 A JP 2011-013283 A | 2011.01.05 2011.01.20 |
| KR 10-2010-0002162 A | 2010.01.06 | JP 2010-009038 A TW 201024912 A US 2010-0092874 A1 US 2011-0171567 A1 US 7935461 B2 US 8216747 B2 | 2010.01.14 2010.07.01 2010.04.15 2011.07.14 2011.05.03 2012.07.10 |
| KR 10-2011-0093551 A | 2011.08.18 | JP 2011-164566 A | 2011.08.25 |

서식 PCT/ISA/210 (대응특허 추가용지) (2009년 7월)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72)発明者 カン, グン - ウォン

大韓民国 704 - 240 テグ - シ タルソ - グ ホサン - ドンロ 42

(72)発明者 リ, ジョン - ファ

大韓民国 704 - 240 テグ - シ タルソ - グ ホサン - ドンロ 42

(72)発明者 ヤン, チョル - ギュ

大韓民国 704 - 240 テグ - シ タルソ - グ ホサン - ドンロ 42

(72)発明者 クォン, スン - ギ

大韓民国 704 - 240 テグ - シ タルソ - グ ホサン - ドンロ 42

Fターム(参考) 2H095 BB03 BB14 BB25 BB26 BB35 BC05 BC08 BC11 BC24 BE03