

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6876737号
(P6876737)

(45) 発行日 令和3年5月26日(2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年4月28日(2021.4.28)

(51) Int.CI.

G03F 1/32 (2012.01)

F 1

G03F 1/32

請求項の数 18 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2019-53222 (P2019-53222)
(22) 出願日	平成31年3月20日 (2019.3.20)
(62) 分割の表示	特願2016-224972 (P2016-224972) の分割
原出願日	平成28年11月18日 (2016.11.18)
(65) 公開番号	特開2019-91097 (P2019-91097A)
(43) 公開日	令和1年6月13日 (2019.6.13)
審査請求日	令和1年9月13日 (2019.9.13)
(31) 優先権主張番号	10-2016-0031239
(32) 優先日	平成28年3月16日 (2016.3.16)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)
(31) 優先権主張番号	10-2016-0107117
(32) 優先日	平成28年8月23日 (2016.8.23)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)

(73) 特許権者	514205126 エスアンドエス テック カンパニー リ ミテッド 大韓民国 42714 テグーシ タルソ ーク ホサンードンロ 42
(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(74) 代理人	100091214 弁理士 大貫 進介
(72) 発明者	南 基 守 大韓民国 42714 テグーシ タルソ ーク ホサンードンロ 42

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】位相反転プランクマスク及びフォトマスク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明基板上に位相反転膜が具備された位相反転プランクマスクであって、前記位相反転膜は、少なくとも2層以上の多層膜を含み、酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)のうちの少なくとも1つを含む金属シリサイド化合物を含み、前記位相反転膜を構成する複数の膜は、前記透明基板から上方に離れるにつれて、酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)のうちの少なくとも1つの含有量を変化させることにより、あるエッティング溶液に対してエッティング速度を低下させており、及び

前記位相反転膜の酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)の含有量は下方に向かって低下している、位相反転プランクマスク。

【請求項 2】

前記位相反転膜は、i線(365nm)、h線(405nm)、g線(436nm)を含む複合波長の露光光に対して35%以下の反射率を有する、請求項1に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 3】

前記位相反転膜を構成する各膜は、あるエッティング溶液に対してエッティング可能な物質により形成され、互いに異なる組成を有し、前記異なる組成の各膜は1回以上積層して構成されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 4】

前記位相反転膜は、多層膜を形成し、前記位相反転膜を構成する各膜は、単一膜又は連

続膜を形成していることを特徴とする、請求項 1 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 5】

前記位相反転膜を構成する各膜は、前記窒素 (N) を含有した場合、0.1 a t % ~ 70 a t % の窒素 (N) 含有量を有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 6】

前記位相反転膜は、i 線、h 線、g 線を含む複合波長の露光光に対して 1 % ~ 40 % の透過率を有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 7】

前記位相反転膜は、i 線、h 線、g 線を含む複合波長の露光光に対して 10 % 以下の透過率偏差を有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 8】

前記位相反転膜は、i 線、h 線、g 線を含む複合波長の露光光に対して 160 ° ~ 200 ° の位相反転量を有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 9】

前記位相反転膜は、i 線、h 線、g 線を含む複合波長の露光光に対して 40 ° 以下の位相量偏差を有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 10】

前記位相反転膜は、400 nm ~ 900 nm 以下の波長のうちの一つの波長で最低反射率を有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 11】

前記金属シリサイド化合物膜は、アルミニウム (Al)、コバルト (Co)、タンゲステン (W)、モリブデン (Mo)、バナジウム (V)、パラジウム (Pd)、チタン (Ti)、プラチナ (Pt)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、カドミウム (Cd)、ジルコニウム (Zr)、マグネシウム (Mg)、リチウム (Li)、セレン (Se)、銅 (Cu)、イットリウム (Y)、硫黄 (S)、インジウム (In)、スズ (Sn)、ボロン (B)、ベリリウム (Be)、ナトリウム (Na)、タンタル (Ta)、ハフニウム (Hf)、ニオブ (Nb) のいずれか 1 種以上の金属物質にシリコン (Si) が含まれてなるか、又は前記金属シリサイドに窒素 (N)、酸素 (O)、炭素 (C)、ホウ素 (B)、水素 (H) のいずれか 1 種以上の軽元素物質をさらに含む化合物を含むことを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 12】

前記位相反転膜の金属シリサイド化合物膜は、MoSiO、MoSiN、MoSiC、MoSiON、MoSiCN、MoSiCO、MoSiCON のいずれか一つを含むことを特徴とする、請求項 11 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 13】

前記金属シリサイド化合物膜は、モリブデン (Mo) 2 a t % ~ 30 a t %、シリコン (Si) 20 a t % ~ 70 a t %、窒素 (N) 5 a t % ~ 40 a t %、酸素 (O) 0 ~ 30 a t %、炭素 (C) 0 ~ 30 a t % の含有量を有することを特徴とする、請求項 12 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 14】

前記位相反転膜の上部に配置される遮光性膜又は 1 層以上の金属膜をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 15】

前記金属膜は、半透過膜、エッチング阻止膜、エッチングマスク膜のいずれか一つを含むことを特徴とする、請求項 14 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 16】

前記遮光性膜及び金属膜は、クロム (Cr)、アルミニウム (Al)、コバルト (Co)、タンゲステン (W)、モリブデン (Mo)、バナジウム (V)、パラジウム (Pd)

10

20

30

40

50

、チタン(Ti)、プラチナ(Pt)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、カドミウム(Cd)、ジルコニウム(Zr)、マグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、セレン(Se)、銅(Cu)、イットリウム(Y)、硫黄(S)、インジウム(In)、スズ(Sn)、ボロン(B)、ベリリウム(Be)、ナトリウム(Na)、タンタル(Ta)、ハフニウム(Hf)、ニオブ(Nb)、シリコン(Si)のいずれか 1 種以上の金属物質を含んでなるか、又は前記金属物質に窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)のいずれか 1 種以上の物質をさらに含んでなることを特徴とする、請求項 14 に記載の位相反転プランクマスク。

【請求項 17】

請求項 1 又は 2 に記載の位相反転プランクマスクを用いて製造された位相反転フォトマスクであって、

前記位相反転膜をエッチングして製造された、少なくとも 2 層以上の多層膜からなる位相反転膜パターンを含み、

前記位相反転膜パターンを構成する各膜は、酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)のうちの少なくとも 1 つを含む金属シリサイド化合物を含み、i 線(365 nm)、h 線(405 nm)、g 線(436 nm)を含む複合波長の露光光に対して 35 % 以下の反射率を有する位相反転フォトマスク。

【請求項 18】

前記位相反転膜の上部又は下部に配置される遮光性膜パターン又は 1 層以上の金属膜パターンをさらに含むことを特徴とする、請求項 17 に記載の位相反転フォトマスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位相反転プランクマスク及びフォトマスクに関し、特に、位相反転膜パターンの反射率を減らし、被転写体のパターン精密度を向上させることができる位相反転プランクマスク及びフォトマスクに関する。

【背景技術】

【0002】

TFT-LCD、OLED、PDPなどを含むフラットパネルディスプレイ(Flat Panel Display : 以下、FPD という。)デバイスや半導体集積回路デバイスを製造するためのリソグラフィ工程ではいずれも、プランクマスクから製造されたフォトマスクを用いたパターンの転写が行われている。

【0003】

プランクマスクは、合成石英ガラスなどからなる透光性基板の主表面上に、金属材料を含む薄膜が形成され、薄膜上にレジスト膜が形成されたものであり、フォトマスクはこのようなプランクマスクから薄膜がパターンングされた形態を有する。ここで、上記薄膜は、光学的特徴によって、遮光膜、反射防止膜、位相反転膜、半透光膜、反射膜、ハードフィルムなどに区別することができ、このような薄膜の 2 種以上が混用されてもよい。

【0004】

最近では FPD 製品に対する市場の要求が高級化、高機能化されることに伴ってその応用範囲が拡大しつつあり、優れた製造工程技術の開発が要求されている。すなわち、高い集積度の半導体デバイスと同様に FPD デバイスも集積度が高くなり、それによる設計ルールが微細化されており、微細パターンを形成するために高いパターン解像度及び高精密化技術が要求されている。

【0005】

そこで、FPD デバイス製造用フォトマスクの精密度を向上させるための方法として、等倍露光装置でも i 線(365 nm)、h 線(405 nm)、g 線(436 nm)を含む複合波長の露光光に対して位相が略 180° 反転される位相反転膜を具備した FPD 用位相反転プランクマスク及びフォトマスクが開発されている。上記位相反転膜は、モリブデンシリサイド(MoSi)化合物又はクロム(Cr)化合物で形成された単層膜形態の薄

10

20

30

40

50

膜であり、大面積の基板に形成された薄膜は湿式エッティングによってパターンの形態で製造される。

【0006】

図1は、従来の位相反転膜パターンを示す写真である。図1を参照すると、モリブデンシリサイド(MoSi)化合物又はクロム(Cr)化合物で構成された単層膜形態の位相反転膜は、大面積に適した湿式エッティング時に等方性(isotropic)エッティング特性を有し、これによって、位相反転膜パターンの縁部分のエッティング断面がなだらかな傾斜を有する形態で形成される。

【0007】

このような、上記パターンの縁部分の傾斜は、パターンの縁部分とその他の部分において透過率及び位相反転量の差を発生させ、位相反転膜のパターン線幅の均一性に影響を及ぼす。そして、パターンの縁部分で位相反転膜の傾斜によって位相反転膜の境界が不明瞭になるため、微細パターンを形成し難い。

【0008】

一方、上記位相反転膜は、転写工程時に表層から反射される露光光の比率が高いと、反射によって干渉波が形成されるため、微細な配線パターンを露光させることが困難となる。このため、露光光に対する低い反射率特性が要求されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的は、位相反転膜の厚さを減らすと共に、位相反転膜パターンの境界が明瞭となるように縁部分の断面傾斜を急にした位相反転プランクマスク及びフォトマスクを提供することである。

【0010】

本発明の他の目的は、位相反転膜パターンの断面形状を改善して位相反転膜パターンの透過率及び位相反転量均一性を高め、位相反転膜パターン及び被転写体のパターン線幅の精密度及び均一性を向上させることができる位相反転プランクマスク及びフォトマスクを提供することである。

【0011】

本発明のさらに他の目的は、位相反転膜表面の反射率を低減させて入射する反射光による干渉波の発生を防止することによって被転写体の微細パターン精密度を向上させることができる位相反転プランクマスク及びフォトマスクを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の目的は本発明によって、透明基板上に位相反転膜が具備された位相反転プランクマスクであって、前記位相反転膜は少なくとも2層以上の多層膜からなり、酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)の少なくとも1種の物質を含む金属シリサイド化合物からなる位相反転プランクマスクによって達成される。

【0013】

前記位相反転膜は、i線(365nm)、h線(405nm)、g線(436nm)を含む複合波長の露光光に対して35%以下の反射率を有することが好ましい。

【0014】

前記位相反転膜を構成する各膜は、同一のエッティング溶液に対してエッティング可能な物質からなり、互いに異なる組成を有し、前記異なる組成の各膜がそれぞれ1回以上積層して構成される。

【0015】

前記位相反転膜は、多層膜の形態からなり、前記位相反転膜を構成する各膜は、单一膜又は連続膜の形態を有する。

【0016】

前記位相反転膜を構成する各膜は、前記透明基板から上部側に近づくほど同一のエッチ

10

20

30

40

50

ング溶液に対してエッティング速度が遅くなるように構成することができる。

【0017】

前記位相反転膜を構成する各膜は、最上層の膜が下部膜に比べて低い窒素（N）含有量を有することができる。

【0018】

前記位相反転膜を構成する各膜は、上部から前記透明基板側に近づくほど前記窒素（N）の含有量が高くなるように構成されてもよい。

【0019】

前記位相反転膜を構成する各膜のうち少なくとも一つの膜は、その上部又は下部に配置される膜に比べてエッティング速度が速い又は遅いものとなるように構成されてもよい。 10

【0020】

前記位相反転膜を構成する各膜は、前記窒素（N）を含有した場合、0.1 a t % ~ 7 0 a t % の窒素（N）含有量を有することが好ましい。

【0021】

前記位相反転膜を構成する各膜のうち最上層の膜は、下部膜に比べて低い酸素（O）含有量を有するように構成されてもよい。

【0022】

前記位相反転膜を構成する各膜は、上部から前記透明基板側に近づくほど前記酸素（O）の含有量が高くなるように構成されてもよい。

【0023】

前記位相反転膜を構成する各膜のうち最上層の膜は、下部膜に比べて高い炭素（C）含有量を有するように構成されてもよい。 20

【0024】

前記位相反転膜を構成する各膜は、上部から前記透明基板側に近づくほど前記炭素（C）の含有量が低くなるように構成されてもよい。

【0025】

前記位相反転膜は、i線、h線、g線を含む複合波長の露光光に対して1% ~ 40%の透過率を有するように構成されてもよい。

【0026】

前記位相反転膜は、i線、h線、g線を含む複合波長の露光光に対して10%以下の透過率偏差を有するように構成されることが好ましい。 30

【0027】

前記位相反転膜は、i線、h線、g線を含む複合波長の露光光に対して160° ~ 200°の位相反転量を有するように構成されてもよい。

【0028】

前記位相反転膜は、i線、h線、g線を含む複合波長の露光光に対して40°以下の位相量偏差を有するように構成されてもよい。

【0029】

前記位相反転膜は400 nm ~ 900 nm以下の波長のうちの一つの波長で最低反射率を有することが好ましい。 40

【0030】

前記位相反転膜は500 ~ 1,500の厚さを有し、前記位相反転膜を構成する各膜は50 ~ 1,450の厚さを有する。

【0031】

前記金属シリサイド化合物膜は、アルミニウム（Al）、コバルト（Co）、タンゲステン（W）、モリブデン（Mo）、バナジウム（V）、パラジウム（Pd）、チタン（Ti）、プラチナ（Pt）、マンガン（Mn）、鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、カドミウム（Cd）、ジルコニウム（Zr）、マグネシウム（Mg）、リチウム（Li）、セレン（Se）、銅（Cu）、イットリウム（Y）、硫黄（S）、インジウム（In）、スズ（Sn）、ボロン（B）、ベリリウム（Be）、ナトリウム（Na）、タンタル（Ta）、 50

ハフニウム(Hf)、ニオブ(Nb)のいずれか 1 種以上の金属物質にシリコン(Si)が含まれてなるか、又は前記金属シリサイドに窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)、ホウ素(B)、水素(H)のいずれか 1 種以上の軽元素物質をさらに含む化合物からなってもよい。

【 0 0 3 2 】

前記位相反転膜を構成する金属シリサイド化合物膜は、MoSiO、MoSiN、MoSiC、MoSiON、MoSiCN、MoSiCO、MoSiCONのいずれか一つからなってもよい。

【 0 0 3 3 】

前記金属シリサイド化合物膜は、モリブデン(Mo) 2 a t % ~ 3 0 a t %、シリコン(Si) 2 0 a t % ~ 7 0 a t %、窒素(N) 5 a t % ~ 4 0 a t %、酸素(O) 0 ~ 3 0 a t %、炭素(C) 0 ~ 3 0 a t %の含有量を有することが好ましい。 10

【 0 0 3 4 】

本発明の位相反転プランクマスクは、前記位相反転膜の上部に配置される遮光性膜又は 1 層以上の金属膜のいずれかをさらに含むことができる。

【 0 0 3 5 】

前記金属膜は、半透過膜、エッチング阻止膜、エッチングマスク膜のいずれか一つであってもよい。

【 0 0 3 6 】

前記遮光性膜及び金属膜は、クロム(Cr)、アルミニウム(Al)、コバルト(Co)、タンゲステン(W)、モリブデン(Mo)、バナジウム(V)、パラジウム(Pd)、チタン(Ti)、プラチナ(Pt)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、カドミウム(Cd)、ジルコニウム(Zr)、マグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、セレン(Se)、銅(Cu)、イットリウム(Y)、硫黄(S)、インジウム(In)、スズ(Sn)、ボロン(B)、ベリリウム(Be)、ナトリウム(Na)、タンタル(Ta)、ハフニウム(Hf)、ニオブ(Nb)、シリコン(Si)のいずれか 1 種以上の金属物質を含んでなるか、又は前記金属物質に窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)のいずれか 1 種以上の物質をさらに含んでなってもよい。 20

【 0 0 3 7 】

一方、本発明の他の側面によれば、上記のような構成を有する位相反転プランクマスクを用いて製造された位相反転フォトマスクであって、前記位相反転膜をエッチングして製造された少なくとも 2 層以上の多層膜からなる位相反転膜パターンを含み、前記位相反転膜パターンを構成する各膜は、酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)の少なくとも 1 種の物質を含む金属シリサイド化合物からなり、i 線(365 nm)、h 線(405 nm)、g 線(436 nm)を含む複合波長の露光光に対して 35 % 以下の反射率を有する位相反転フォトマスクが提供される。 30

【 0 0 3 8 】

前記位相反転膜パターンは、上部縁と下部縁との水平距離が 100 nm 以下であることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

前記位相反転膜パターンは、上面とパターンの縁部分の断面が 70° ~ 110° の角度()を有することが好ましい。 40

【 0 0 4 0 】

本発明のフォトマスクは、前記位相反転膜の上部又は下部に配置される遮光性膜パターン又は 1 層以上の金属膜パターンのいずれかをさらに含むことができる。

【発明の効果】

【 0 0 4 1 】

本発明によれば、同一のエッチング溶液によってエッチング可能な互いに異なる組成の膜からなり、異なる組成の各膜がそれぞれ 1 回以上積層された 2 層以上の多層膜又は連続膜の形態の位相反転膜を具備した位相反転プランクマスク及びフォトマスクが提供される 50

。

【0042】

これによって、本発明は、位相反転膜を構成する各膜の境界部で発生する露光光の干渉効果によって位相反転膜の厚さを減らすことができる。

【0043】

また、位相反転膜のパターニング時に位相反転膜パターンの境界が明瞭となるように縁部分の断面傾斜を急にすることによって、位相反転膜パターンの透過率及び位相反転量均一性を確保することができる。したがって、位相反転膜パターン及び被転写体のパターン線幅の精密度及び均一性を向上させることができる。

【0044】

なお、本発明は、位相反転膜表面の反射率を低減させて、入射する反射光による干渉波の発生を防止することができる。これによって、位相反転膜パターン及び被転写体の微細パターンの精密度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】従来の位相反転膜パターンを示す写真である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る位相反転プランクマスクを示す断面図である。

【図3】図2のプランクマスク内の位相反転膜を示す断面図である。

【図4A】本発明の第1の実施の形態に係る位相反転フォトマスクの製造方法及び位相反転フォトマスクを説明するために示す断面図である。

【図4B】本発明の第1の実施の形態に係る位相反転フォトマスクの製造方法及び位相反転フォトマスクを説明するために示す断面図である。

【図4C】本発明の第1の実施の形態に係る位相反転フォトマスクの製造方法及び位相反転フォトマスクを説明するために示す断面図である。

【図4D】本発明の第1の実施の形態に係る位相反転フォトマスクの製造方法及び位相反転フォトマスクを説明するために示す断面図である。

【図4E】本発明の第1の実施の形態に係る位相反転フォトマスクの製造方法及び位相反転フォトマスクを説明するために示す断面図である。

【図4F】本発明の第1の実施の形態に係る位相反転フォトマスクの製造方法及び位相反転フォトマスクを説明するために示す断面図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る位相反転フォトマスクを示す断面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る位相反転プランクマスクを示す断面図である。

【図7】本発明に係る位相反転膜の境界面を示す断面図である。

【図8】本発明の実施例による位相反転膜の反射率を示すグラフである。

【図9】本発明の実施例による位相反転膜の反射率を示すグラフである。

【図10】本発明の実施例による位相反転膜パターンを示す写真である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

以下では、図面を参照して本発明の実施の形態を取り上げて本発明を具体的に説明するが、実施の形態は単に本発明の例示及び説明をするための目的で用いられたもので、意味の限定や特許請求の範囲に記載された本発明の範囲を制限するために用いられたものではない。したがって、本発明の技術分野における通常の知識を有する者であれば実施の形態から様々な変形及び同等な他の形態が可能であるという点が理解できるであろう。したがって、本発明の真の技術力保護範囲は特許請求の範囲の技術的事項によって定められるべきであろう。

【0047】

以下、本発明の実施の形態で具現される位相反転プランクマスク及びフォトマスクは、液晶表示装置（LCD）、プラズマディスプレイパネル（PDP）、有機発光ダイオード（OLED）などを含むFPD用デバイス及び半導体用デバイスを製造するための位相反転プランクマスク及びフォトマスクである。また、露光光は、i線（365nm）、h線

10

20

30

40

50

(405 nm)、g線(436 nm)、KrF(248 nm)、ArF(193 nm)波長のそれぞれ、又はi線(365 nm)、h線(405 nm)、g線(436 nm)を含む複合波長を意味する。

【0048】

図2は、本発明の第1の実施の形態に係る位相反転プランクマスクを示す断面図であり、図3は、本発明の実施の形態に係る位相反転膜を示す断面図である。図2を参照すると、本発明に係る位相反転プランクマスク100は、透明基板102、及び透明基板102上に位相反転膜104、遮光性膜110及びレジスト膜114が順次に積層された構造を有する。

【0049】

透明基板102は、例えば、1辺が300 mm以上である四角形の透明な基板であり、合成石英ガラス、ソーダライムガラス基板、無アルカリガラス基板、低熱膨脹ガラス基板などであってもよい。

10

【0050】

位相反転膜104は、図3を参照すると、少なくとも2層以上の薄膜104a, ..., 104nが積層された構造を有し、好ましくは、2層乃至10層、より好ましくは、2層乃至8層の薄膜からなる。

【0051】

位相反転膜104は連続膜又は多層膜の形態を有し、各薄膜104a, ..., 104nは単一膜又は連続膜の形態を有する。ここで、上記連続膜は、プラズマがついている状態でスパッタリング工程中に反応性ガス、パワー、圧力などのような工程変数を変更して形成する膜を意味する。

20

【0052】

位相反転膜104を構成する各薄膜104a, ..., 104nは、同一のエッティング溶液によって共にエッティング可能な物質からなり、互いに異なる組成を有し、上記互いに異なる組成の各薄膜104a, ..., 104nが少なくとも1回以上積層されて構成され、異なる組成の膜は異なるエッティング速度を有する。

【0053】

薄膜104a, ..., 104nは、アルミニウム(Al)、コバルト(Co)、タンゲステン(W)、モリブデン(Mo)、バナジウム(V)、パラジウム(Pd)、チタン(Ti)、プラチナ(Pt)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、カドミウム(Cd)、ジルコニウム(Zr)、マグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、セレン(Se)、銅(Cu)、イットリウム(Y)、硫黄(S)、インジウム(Ind)、スズ(Sn)、ボロン(B)、ベリリウム(Be)、ナトリウム(Na)、タンタル(Ta)、ハフニウム(Hf)、ニオブ(Nb)のいずれか1種以上の金属物質からなるか、上記1種以上の金属物質にシリコン(Si)が含まれた金属シリサイドからなるか、上記金属物質又は金属シリサイドに窒素(N)、酸素(O)、炭素(C)、ホウ素(B)、水素(H)のいずれか1種以上の軽元素物質をさらに含む化合物からなる。

30

【0054】

薄膜104a, ..., 104nは、好ましくは、モリブデンシリサイド(MoSi)及びMoSiO、MoSiN、MoSiC、MoSiON、MoSiCN、MoSiCO、MoSiCONのいずれか一つのモリブデンシリサイド(MoSi)化合物からなる。

40

【0055】

薄膜104a, ..., 104nは組成、組成比、厚さなどの変数によって同一のエッティング物質に対して互いに異なるエッティング速度及び反射率を有するため、上記変数を考慮して位相反転膜のパターンの形成時にパターンの縁部分の断面傾斜を急勾配にし、反射率を調節するために、薄膜104a, ..., 104nを適宜配置して構成する。

【0056】

詳しく述べては、位相反転膜104を構成する薄膜104a, ..., 104nのエッティング速度及び反射率は、金属物質、シリコン(Si)、窒素(N)、酸素(O)及び炭素(C)

50

)の含有量を変化させて調節することができる。

【0057】

位相反転膜104のエッティング速度を調節して断面傾斜を急にする方法として、薄膜104a, . . . , 104nのエッティング速度を調節するために軽元素物質の含有量を調節することが好ましく、窒素(N)又は酸素(O)の含有量を増加させる場合、エッティング速度を速くすることができ、炭素(C)は含有量を増加させる場合に、エッティング速度を遅くすることができる。

【0058】

詳しくは、薄膜104a, . . . , 104nは、パターンの縁部分の断面傾斜が急になるように、透明基板104側の下部薄膜104aから最上部104nの方向に向かってエッティング速度が遅くなるように構成されることが好ましい。のために、薄膜104a, . . . , 104nは、特に、窒素(N)の含有量を変更して薄膜104a, . . . , 104nのエッティング速度を調節することができる。位相反転膜104の薄膜104a, . . . , 104nは、窒素(N)の含有量が増加するほど同一のエッティング物質に対してエッティング速度が増加する。これによって、薄膜104a, . . . , 104nを上部から下部に、すなわち、透明基板102側に近づくほど薄膜中の窒素(N)の含有量を相対的に多くし、透明基板102側に近づくほど位相反転膜104のエッティング速度が増加するように構成することができ、例えば、最上部に配置される薄膜の窒素(N)の含有量が最も低いことが好ましい。

【0059】

ここで、薄膜104a, . . . , 104nのうち、窒素(N)を含有する薄膜が互いに異なる窒素(N)含有量を有する場合、上記窒素(N)は0.1at%~70at%の含有量の差、好ましくは、5%~40at%の含有量の差を有する。

【0060】

また、薄膜104a, . . . , 104nは、炭素(C)の含有量が増加するほど、同一のエッティング物質に対してエッティング速度が遅くなる。これによって、薄膜104a, . . . , 104nを、上部から下部に、すなわち、透明基板102側に近づくほど薄膜中の炭素(C)の含有量を相対的に少なくして、透明基板102側に近づくほど位相反転膜104のエッティング速度が増加するように構成することができ、最上部に配置される薄膜の炭素(C)含有量が最も高いことが好ましい。

【0061】

なお、薄膜104a, . . . , 104nのエッティング速度は酸素(O)の含有量が増加するほど同一のエッティング物質に対して速くなるため、薄膜104a, . . . , 104nに酸素(O)を含めて構成することによって、エッティング速度を微細に調節することができる。これによって、薄膜104a, . . . , 104nを上部から下部に、すなわち、透明基板102側に近づくほど薄膜中の酸素(O)の含有量を相対的に多くし、透明基板102側に近づくほど位相反転膜104のエッティング速度が増加するように構成することができ、例えば、最上部に配置される薄膜の酸素(O)の含有量が最も低いことが好ましい。

【0062】

一方、位相反転膜104の反射率は、特に、薄膜104a, . . . , 104nに含まれた窒素(N)及び酸素(O)のいずれか一方、又は両方の含有量を変化させて調節することができる。窒素(N)の含有量が高いほど、また、酸素(O)の含有量が高いほど、反射率を低くすることができる。

【0063】

したがって、本発明に係る薄膜104a, . . . , 104nは、位相反転部140パターンのエッティング断面形状だけを考慮して上述の窒素(N)、炭素(C)、酸素(O)のエッティング特性に限定されるように薄膜104a, . . . , 104nに窒素(N)、炭素(C)、酸素(O)を含有して配置するのではなく、反射率などのような光学的特性も考慮して薄膜104a, . . . , 104nに窒素(N)、炭素(C)、酸素(O)を含有し

10

20

30

40

50

て配置することが好ましい。すなわち、薄膜 104a, . . . , 104n を形成するための成膜ガスの種類、薄膜中の窒素 (N)、炭素 (C)、酸素 (O) の含有量差によるエッティング速度及び反射率の変化などを考慮して、特定の部分に配置される薄膜がその上部又は下部に配置される薄膜に比べてエッティング速度が遅くなるか又は速くなるように構成すること、反射率が高くなるか又は低くなるように構成することなどのように薄膜 104a, . . . , 104n を様々な形態で積層して、エッティング断面及び反射率を最適化することができる。これは、薄膜 104a, . . . , 104n の形成時に、成膜ガスのうち、薄膜に互いに類似の又は異なるエッティング特性を具現させる窒素 (N)、炭素 (C)、酸素 (O) を含有する成膜ガスの注入量を適切に調節することによって、薄膜 104a, . . . , 104n のエッティング速度及び反射率を最適の状態に調節することができる。 10

【0064】

位相反転膜 104 は、i 線 (365 nm)、h 線 (405 nm)、g 線 (436 nm) を含む複合波長の露光光に対して 50% 以下、好ましくは、40% 以下、より好ましくは、35% 以下の反射率を有する。また、位相反転膜 104 は、400 nm ~ 900 nm 波長領域のいずれか一波長に最低反射率が位置しており、好ましくは 500 nm ~ 800 nm の波長領域に位置するように制御されなければならない。

【0065】

それを具現するために、薄膜 104a, . . . , 104n、例えば、最上部の薄膜 104n の酸素 (O) 含有量が最も高く、その下部薄膜に近づくにつれて酸素 (O) の含有量が低くなるように形成することができる。しかし、それに限定されず、最上部の薄膜 104n の酸素 (O) 含有量が最も高く、その下部薄膜はパターン形状などを考慮して自由に酸素 (O) 含有量を有するように構成してもよい。 20

【0066】

前述したように、窒素 (N)、炭素 (C)、酸素 (O) などの含有量は傾斜角特性及び反射率特性の調節に影響を与えるため、薄膜の窒素 (N)、炭素 (C)、酸素 (O) の含有量を適切に調節すればよい。一例として、前述したように、傾斜角特性は N、O、C の含有量によって調節され、反射率特性は N、O の含有量によって調節される。傾斜角特性の改善のためには、N、O の含有量は下方に向かって増加し、C の含有量は下方に向かって減少することが好ましく、反射率特性の改善のためには、N、O の含有量は下方に向かって減少することが好ましい。これを考慮する時、薄膜は、N、O を下方へ近づくほど減少させるだけでなく、C を下方へ近づくほど減少させるように構成されてもよい。 N の減少は反射率特性を改善するが傾斜角特性を劣化させる。しかしながら、傾斜角特性の劣化は C の増加によって補完して打ち消すことができる。 30

【0067】

位相反転膜 104 は、要求されるパターンの断面傾斜、反射率、透過率及び位相反転量などを満たすために、薄膜 104a, . . . , 104n の成分をモリブデン (Mo) 2 at% ~ 30 at%、シリコン (Si) 20 at% ~ 70 at%、窒素 (N) 5 at% ~ 40 at%、酸素 (O) 0 ~ 30 at%、炭素 (C) が 0 ~ 30 at% の含有量で含む。 40

【0068】

本発明に係る位相反転膜 104 は、多層の薄膜 104a, . . . , 104n が積層して構成されるため屈折率などを調節することができ、单一膜で形成される位相反転膜に比べて薄い厚さで形成することができる。

【0069】

位相反転膜 104 は 500 ~ 1,500 の厚さを有し、好ましくは、900 ~ 1,300 の厚さを有する。位相反転膜 104 を構成する薄膜 104a, . . . , 104n は、上下部に配置される膜との接着力及びエッティング特性などを考慮して 50 ~ 1,450 の厚さで形成する。

【0070】

位相反転膜 104 は、i 線 (365 nm)、h 線 (405 nm)、g 線 (436 nm) 50

を含む複合波長の露光光に対して $160^\circ \sim 200^\circ$ の位相反転量を有し、 40° 以下の位相反転量偏差を有し、好ましくは、 30° 以下の位相反転量の偏差を有する。位相反転膜 104 は、露光光に対して 1% ~ 40% の透過率を有し、好ましくは、5% ~ 20% の透過率を有し、より好ましくは、10% 以下の透過率の偏差を有する。ここで、位相反転量、透過率、反射率の偏差は、i 線、h 線、g 線の露光光による上記各位相反転量、透過率、反射率の値のうち、最大値と最小値との差を意味する。

【0071】

位相反転膜 104 の上部に配置される遮光性膜 110 は、フォトマスクの製造時に、パターンの形態で製造され、位相反転膜 104 をパターニングするためのエッチングマスクの役割を担う。

10

【0072】

遮光性膜 110 は、レジスト膜 114 との間にエッチング物質が浸透してレジスト膜 114 が剥離されることを防止するために、レジスト膜 114 との接着力に優れた物質で構成することが好ましい。

【0073】

そのために、遮光性膜 110 は、位相反転膜 104 と相互エッチング選択比を有し、レジスト膜 114 との接着力に優れた物質で構成され、上記特性を満たすいかなる物質で形成されても構わない。遮光性膜 110 は、アルミニウム (Al)、コバルト (Co)、タンゲステン (W)、モリブデン (Mo)、バナジウム (V)、パラジウム (Pd)、チタン (Ti)、プラチナ (Pt)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、カドミウム (Cd)、ジルコニウム (Zr)、マグネシウム (Mg)、リチウム (Li)、セレン (Se)、銅 (Cu)、イットリウム (Y)、硫黄 (S)、インジウム (In)、スズ (Sn)、ボロン (B)、ベリリウム (Be)、ナトリウム (Na)、タンタル (Ta)、ハフニウム (Hf)、ニオブ (Nb)、シリコン (Si) のいずれか一つ以上の物質を含んで形成したり、又はそれらの物質に窒素 (N)、酸素 (O)、炭素 (C) のいずれか 1 種以上の物質をさらに含んで形成することができる。

20

【0074】

遮光性膜 110 は、好ましくは、モリブデンクロム (MoCr)、クロム (Cr)、又はそれらに酸素 (O)、窒素 (N)、炭素 (C) のいずれか 1 種以上を含む化合物、例えば、MoCrO、MoCrN、MoCrC、MoCrCN、MoCrCO、MoCrCON、CrO、CrN、CrC、CrCN、CrCO、CrCON 膜のいずれか一つからなる。

30

【0075】

遮光性膜 110 は、遮光膜 106 及び反射防止膜 108 を含む 2 層以上の多層膜又は連続膜の形態で構成することが好ましく、遮光膜 106 が反射防止機能を有する場合、反射防止膜 108 は形成しなくてもよい。

【0076】

遮光性膜 110 は、遮光性膜パターンの縁部分の断面傾斜が急になるように、同一のエッチング溶液に対して共にエッチング可能な物質からなり、互いに異なる組成を有し、これらの異なる組成の各薄膜が少なくとも 1 回以上積層して構成された 2 層以上の多層膜又は連続膜の形態で構成されることが好ましい。このとき、遮光性膜 110 を構成する薄膜は、組成、組成比、厚さなどの変数によって同一のエッチング物質に対してエッチング速度がそれぞれ異なるため、上記変数を考慮して適切に配置することができる。

40

【0077】

遮光性膜 110 で形成される遮光性膜パターンは、下部に配置される位相反転膜 104 のパターン形成後に除去されてもよく、例えば、基板の縁部分にブラインド領域 (Blind Area) を定義できるように要求される上記位相反転膜パターンの一部分上に残留してもよい。

【0078】

遮光性膜 110 は、位相反転膜 104 パターンとの積層構造又はその単独パターンの構

50

造において、露光光に対して2~6の光学密度(Optical density)を有し、そのために、遮光性膜110は500~2,000の厚さを有する。遮光性膜110は露光光に対して30%以下の反射率を有し、好ましくは、20%以下の反射率を有し、より好ましくは、15%以下の反射率を有する。

【0079】

このように、本発明は、位相反転膜をモリブデンシリサイド(MoSi)又はその化合物を用いて互いにエッティング速度が異なる多層膜で形成することによって、位相反転膜パターンの断面傾斜を改善することができる。これによって、位相反転膜パターンのCD(Critical Dimension)精密度及び均一性を向上させることができ、2μm以下、好ましくは、1.8μm以下、より好ましくは、1.5μm以下の微細な位相反転膜パターンを具現することができる。10

【0080】

図4A乃至図4Fは、本発明の第1の実施の形態に係る位相反転フォトマスクの製造方法及び位相反転フォトマスクを説明するための断面図である。

【0081】

図4Aを参照すると、本発明に係る位相反転フォトマスクは、透明基板102上に順次に、位相反転膜104、遮光性膜110及びレジスト膜114を積層して位相反転プランクマスク100を形成する。

【0082】

位相反転膜104及び遮光性膜110は、化学的真空蒸着(Chemical Vapor or Deposition)法、スパッタリングを含む物理的真空蒸着(Physical Vapor Deposition)法、電子ビーム蒸着法、レーザー蒸着法、ALD法などによって成膜することができる。特に、本発明において位相反転膜104及び遮光性膜110は、アルゴン(Argon)などの非活性ガス及び反応性ガスを注入したチャンバー内で金属を含有するターゲットに電圧を印加するスパッタリング方法によって成膜することが好ましい。20

【0083】

このとき、位相反転膜104及び遮光性膜110は、NO、N₂O、NO₂、N₂、O₂、CO₂、CO、CH₄の少なくとも1種の反応性ガスと共に使用することが好ましく、上記反応性ガスの他に、酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)を提供できるガスを自由に使用して形成することもできる。30

【0084】

位相反転膜104を構成する各薄膜がモリブデンシリサイド(MoSi)又はその化合物のいずれか一つからなる場合、位相反転膜104は、モリブデンシリサイド(MoSi)の單一ターゲット、又はそれぞれモリブデン(Mo)とシリコン(Si)からなる複数のターゲットを用いたスパッタリング工程で形成することができる。このとき、上記モリブデンシリサイド(MoSi)單一ターゲットは、Mo:Si=2 at%~30 at%:70 at%~98 at%である組成比を有し、例えば、Mo:Si=10 at%:90 at%、Mo:Si=15 at%:85 at%、Mo:Si=20 at%:80 at%、Mo:Si=30 at%:70 at%などの様々な組成比を有するターゲットを使用することができ、上記ターゲットの組成比は要求される位相反転膜104の条件によって自由に調節することができる。40

【0085】

位相反転膜104を構成する各薄膜のエッティング速度を調節するために、スパッタリング工程時に各ガスの注入比率を別々にすることができる、上記反応性ガスと非活性ガスは0.5:9.5~4:6の比、好ましくは、1:9~3:7の比で微細に調整して注入する。

【0086】

遮光性膜110は、遮光膜106及び反射防止膜108の積層形態で形成することが好ましいが、これは一つの例示的な形態であり、湿式エッティング特性を考慮して2層以上の50

多層膜又は連続膜の積層形態で遮光性膜 110 を形成することができる。

【0087】

遮光性膜 110 は、位相反転膜 104 とエッティング選択比を有する物質で形成し、例えば、Cr、及びCrO、CrN、CrC、CrCO、CrON、CrCN、CrCON のいずれか一クロム (Cr) 化合物で形成することが好ましい。

【0088】

図4Bを参照すると、上記レジスト膜に露光及び現像工程などを行ってレジスト膜パターン 114a を形成した後、レジスト膜パターン 114a をエッティングマスクとして下部の上記遮光性膜をエッティングして遮光性膜パターン 110a を形成する。

【0089】

図4Cを参照すると、上記レジスト膜パターン 114a 及び遮光性膜パターン 110a をエッティングマスクとして下部の上記位相反転膜をエッティングして、多層膜からなる位相反転膜パターン 104a を形成する。

【0090】

このとき、遮光性膜パターン 110a 及び位相反転膜パターン 104a を形成するためのエッティング工程は湿式又は乾式エッティングのいずれか一工程で行い、好ましくは、湿式エッティング工程で行う。ここで、上記湿式エッティング工程のエッティング物質及びエッティング方法としては、従来公知の様々な材料及び方法を用いることができる。なお、上記位相反転膜のエッティングは、上記レジスト膜パターンを除去した後に行うことができる。

【0091】

図4Dを参照すると、上記遮光性膜パターン上にレジスト膜パターン (図示せず) を形成した後、上記遮光性膜パターンにエッティング工程を行って位相反転膜パターン 104a 上に遮光性膜パターン 110a が残留することによって、位相反転に対するサイドローブ (Side - Lobe) 現象を防止することができ、コンタクト (Contact) 又はラインパターンを形成するためのリムタイプ (Rim - Type) 構造の位相反転フォトマスク 200 の製造を完了する。

【0092】

また、図4Eを参照すると、ブラインド領域を定義するように縁部分の位相反転膜パターン 104a 上に遮光性膜パターン 110a が残留する位相反転フォトマスク 200 の製造を完了する。

【0093】

また、図4Fを参照すると、位相反転フォトマスク 200 は、上述した図4Cの段階後に、位相反転膜パターン 104a 上の上記遮光性膜パターンを完全に除去し、透明基板 102 上に位相反転膜パターン 104a だけが残留する形態で具現することもできる。

【0094】

図5は、本発明の第2の実施の形態に係る位相反転フォトマスクを示す断面図である。図5を参照すると、本発明に係る位相反転フォトマスク 300 は、透明基板 102 のメイン領域に2層以上の多層膜からなる位相反転膜パターン 104a が具備され、ブラインド領域にアラインキーのような補助的なパターンを有するように少なくとも遮光性膜パターン 110b が具備される。

【0095】

位相反転フォトマスク 300 は、透明基板 102 上に遮光性膜及びレジスト膜パターンを形成した後、レジスト膜パターンをエッティングマスクとして上記遮光性膜をエッティングして遮光性膜パターン 110b を形成する。

【0096】

続いて、遮光性膜パターン 110b を含む透明基板 102 上に多層の位相反転膜を形成し、位相反転膜上にレジスト膜パターンを形成した後、位相反転膜をエッティングして位相反転膜パターン 104a を形成する過程で製造される。

【0097】

ここで、図示してはいないが、上記遮光性膜パターン 110b は、要求されるメイン領

10

20

30

40

50

域の位相反転膜パターンの下部にも部分的に配置されてもよい。

【0098】

本発明の実施の形態に係る位相反転プランクマスクは、多層の位相反転膜上に、上記位相反転膜のエッティングマスクの役割を担う薄い厚さの金属膜を含む構造を有することができる。

【0099】

図6は、本発明の第3の実施の形態に係る位相反転プランクマスクを示す断面図である。図6を参照すると、本発明に係る位相反転プランクマスク400は、透明基板202と、透明基板202上に順次に形成された位相反転膜204、金属膜206及びレジスト膜214を含む。

10

【0100】

ここで、位相反転膜204は、上述した実施の形態における位相反転膜と構造的、物理的、化学的及び光学的に同じ構成及び物性を有する。すなわち、位相反転膜204は2層以上の多層膜又は連続膜からなり、各薄膜は、好ましくは、モリブデンシリサイド(MoSi)、又はこれに酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)、ホウ素(B)、水素(H)のいずれか1種以上の軽元素を含むモリブデンシリサイド(MoSi)化合物からなる。

【0101】

金属膜212は、パターンの形態で製造されて位相反転膜204のエッティングマスクの役割を担い、そのために、金属膜212は位相反転膜204のエッティング物質に対して10以上のエッティング選択比を有する物質で構成されることが好ましい。

20

【0102】

金属膜212は、クロム(Cr)、アルミニウム(Al)、コバルト(Co)、タンゲステン(W)、モリブデン(Mo)、バナジウム(V)、パラジウム(Pd)、チタン(Ti)、プラチナ(Pl)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、カドミウム(Cd)、ジルコニウム(Zr)、マグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、セレンニウム(Se)、銅(Cu)、イットリウム(Y)、硫黄(S)、インジウム(In)、スズ(Sn)、ベリリウム(Be)、ナトリウム(Na)、タンタル(Ta)、ハフニウム(Hf)、ニオブ(Nb)のいずれか1種以上の金属物質を含んでなるか、又は上記物質に酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)のいずれか1種以上の軽元素物質をさらに含んでなる。

30

【0103】

金属膜212は、位相反転膜204がモリブデンシリサイド(MoSi)化合物で構成される場合、例えば、クロム(Cr)単独、又はクロム(Cr)に酸素(O)、窒素(N)、炭素(C)のいずれか1種以上の軽元素物質をさらに含むクロム(Cr)化合物で構成することが好ましい。このとき、金属膜212は、クロム(Cr)が30at%~70at%、窒素(N)が20at%~50at%、酸素(O)が0~30at%、炭素(C)が0~30at%である組成比を有する。

【0104】

金属膜212は10~700の厚さを有し、好ましくは、50~400の厚さ有する。金属膜212は、上部に配置されるレジスト膜214との接着力に優れており、金属膜212のエッティングマスクとして用いられるレジスト膜214は、金属膜212が非常に薄い厚さを有することから厚さの薄膜化が可能であり、8,000以下、好ましくは、6,000以下の厚さを有する。

40

【0105】

そして、上記金属膜とレジスト膜は、製品レベル又は必要によって、通常使用するバイナリプランクマスクに形成する厚さで形成することもできる。

【0106】

本発明の実施の形態に係る位相反転プランクマスク400は、上述した実施の形態と同じ工程を用いて位相反転フォトマスクとして製造することができる。ここで、上記位相反転フォトマスクも同様に、上述した実施の形態及び図4D、図4E、図4F及び図5のよ

50

うに、透明基板上に位相反転膜パターンだけが形成される形態、要求される位相反転膜パターンの一部分上に金属膜パターンが残留する形態、メイン領域に位相反転膜パターンだけが残留する形態などの様々な形態にすることができる。

【0107】

このように、本発明は、位相反転膜のエッチングマスクとして薄い厚さの金属膜を使用することによってレジスト膜の厚さを従来に比べて非常に薄膜化できるため、ローディング効果が著しく減少し、エッチング工程後に非常に高い精密度の金属膜パターンを形成することができ、上記金属膜パターンをエッチングマスクとしてエッチングされる位相反転膜パターンも高い精密度のCDを有するように形成することができる。

【0108】

また、金属膜はレジスト膜との接着力に優れるため、位相反転膜のパターニング時にエッチング物質が界面に浸透して位相反転膜パターンの断面が傾斜して形成されることを根本的に防止することができる。

【0109】

なお、図示してはいないが、位相反転フォトマスクは、遮光機能などの所定の役割のために位相反転膜パターンの上部又は下部に具備された遮光性膜パターンをさらに含むことができる。

【0110】

本発明の実施の形態に係る位相反転膜は、2層以上の多層膜で形成することによってその厚さを減らすことができ、位相反転膜のパターニング時に位相反転膜パターンの境界が明瞭となるように縁部分の断面傾斜を急にし、より微細な位相反転膜パターンを形成することができる。

【0111】

図7は、本発明の実施の形態による位相反転膜パターンにおいて特にその境界面を示す断面図である図7を参照すると、本発明に係る多層の位相反転膜パターン104aは、厚さ及びエッチング速度などの変数を考慮して、下部膜のエッチング速度が上部膜よりも速くなるように形成したり、又は一部分でエッチング速度を遅くする薄膜を採用するなどのように様々な構成することによって、パターンの縁部分の断面傾斜を急にすることができる。

【0112】

このとき、位相反転膜パターン104aの上部縁と下部縁との水平距離(Tail Size: d)は100nm以下であり、好ましくは、60nm以下である。また、位相反転膜パターン104aの上面とパターンの縁部分の断面は70°～110°の角度(θ)を有し、好ましくは、80°～100°の角度(θ)を有する。

【0113】

なお、本発明に係る位相反転プランクマスク及びフォトマスクは、位相反転膜又は遮光性膜の上部、下部の一つ以上の部分に具備されたエッチング阻止膜、半透過膜、ハードフィルムなどの薄膜をさらに含むことができる。

【0114】

(実施例)

位相反転プランクマスク及び位相反転膜パターンの形成

本発明の実施例による多層の位相反転膜を評価するために、図4A乃至図4Dに示す製造方法と同一の方法で位相反転プランクマスク及びこれを用いたフォトマスクを形成して評価した。

【0115】

本発明の実施例による位相反転プランクマスク100は、透明基板上にスパッタリング工程で多層の位相反転膜104、遮光性膜110及びレジスト膜114を順次に形成した。

【0116】

本発明の実施例1乃至4は、位相反転膜104をそれぞれ2層、4層、6層、8層の多

10

20

30

40

50

層膜で形成し、位相反転膜 104 を構成する各膜は、モリブデンシリサイド (MoSi) ターゲットを利用し、アルゴン (Ar) 及び反応性ガスとして N2 及び CO2 ガスのいずれか 1 種以上のガスを利用したスパッタリング工程で MoSiN 膜及び MoSiCON のいずれかで形成した。上記各膜は、組成及び組成比が互いに同一であるか又は異なり、組成が同一である場合、含まれた酸素 (O)、炭素 (C)、窒素 (N) の組成比を同一に又は異なるように形成した。

【0117】

また、位相反転膜 104 は、NO、N2O、NO2、N2、O2、CO2、CO、CH4 の少なくとも 1 種以上の反応性ガスを用いて MoSiO、MoSiN、MoSiC、MoSiCO、MoSiON、MoSiCN、MoSiCON のいずれか一つのモリブデンシリサイド (MoSi) 化合物で形成することができる。

【0118】

遮光性膜 110 は、遮光膜 106 及び反射防止膜 108 の積層構造からなり、クロム (Cr) ターゲットを用いたスパッタリング工程によって位相反転膜 104 とエッチング選択比を有するクロム (Cr) 化合物で形成した。遮光性膜 110 は、断面形状の改善のために、位相反転膜と同様に 2 層以上の多層膜又は連続膜の形態で構成することができ、遮光性膜が反射防止の機能を有する場合、反射防止膜を形成しなくてもよい。

【0119】

本発明の実施例による多層位相反転膜の評価は、FPD 用位相反転プランクマスク 100 の遮光性膜 110 及び位相反転膜 104 をパターニングした後に行った。

【0120】

上記パターニングには、まず、上記レジスト膜に露光及び現像工程を進行してレジスト膜パターンを形成した後、上記レジスト膜パターンをエッチングマスクとして上記遮光性膜を湿式エッチングして遮光性膜パターン 110a を形成した。次に、上記レジスト膜パターンを除去した後、遮光性膜パターン 110a をエッチングマスクとして下部の上記位相反転膜を湿式エッチングして位相反転膜パターン 104a を形成し、上記遮光性膜パターンの一部を除去する方法を利用した。

【0121】

そして、比較例では、MoSiN 単層からなる位相反転膜を形成して位相反転プランクマスクを形成し、実施例と同じ方法でパターニングを進行し、実施例と比較例による位相反転膜の特性を比較した。

【0122】

下記の表 1 及び表 2 に、本発明の実施例 1 乃至 4 と比較例による位相反転膜 104 の製造のための工程ガス比、パワー、各膜の構成、光学的特性及びパターンの断面形状を示す。

【0123】

【表 1】

表 1

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
位相反転膜の構造		2層膜	4層膜	6層膜	8層膜
ターゲット		MoSi	MoSi	MoSi	MoSi
工程パワー (kW)		3.0	3.0	3.0	3.0
位相反転膜の各層の組成及び厚さ (Å)	1層 (最下層)	MoSiN (1,055Å)	MoSiN (606Å)	MoSiN (434Å)	MoSiN (316Å)
工程ガス比 (%) Ar/N ₂ /CO ₂	2層	MoSiN (213Å)	MoSiN (217Å)	MoSiN (164Å)	MoSiN (136Å)
	3層	-	MoSiN (203Å)	MoSiN (135Å)	MoSiN (124Å)
	4層	-	MoSiCON (160Å)	MoSiCON (131Å)	MoSiCON (123Å)
	5層	-	-	MoSiCON (143Å)	MoSiCON (118Å)
	6層	-	-	MoSiCON (146Å)	MoSiCON (127Å)
	7層	-	-	-	MoSiCON (112Å)
	8層	-	-	-	MoSiCON (126Å)
	1層	77/23/-	77/23/-	77/23/-	77/23/-
工程ガス比 (%) Ar/N ₂ /CO ₂	2層	89/11/-	83/17/-	83/17/-	83/17/-
	3層	-	89/11/-	89/11/-	89/11/-
	4層	-	83/11/6	87/11/2	87/11/2
	5層	-	-	85/11/3	85/11/3
	6層	-	-	83/11/6	83/11/6
	7層	-	-	-	85/11/3
	8層	-	-	-	87/11/2

10

20

30

位相反転膜の厚さ (Å)	1,268	1,186	1,153	1,182
遮光性膜の厚さ(Å)	1,100	1,100	1,100	1,100

表 2

		実施例 5	実施例 6	実施例 7	比較例
位相反転膜の構造		2層膜	2層膜	3層膜	単層膜
ターゲット		MoSi	MoSi	MoSi	MoSi
工程パワー(KW)		3.0	3.0	3.0	3.0
位相反転 膜の各層 の組成及 び厚さ (Å)	1層 (最下層)	MoSiN (806Å)	MoSiN (640Å)	MoSiN (121Å)	MoSiN
	2層	MoSiN (228Å)	MoSiN (576Å)	MoSiN (530Å)	
	3層	-	-	MoSiN (538Å)	
工程ガス 比(%) Ar/N ₂ /CO ₂	1層	80/20/-	78/22/-	50/50/-	77/23/-
	2層	89/11/-	82/18/-	78/22/-	
	3層	-	-	83/17/-	
位相反転膜の厚さ (Å)	1,034	1,216	1,189	1,320	
遮光性膜の厚さ(Å)	1,100Å	1,100Å	1,100Å	1,100Å	

10

20

30

表 3

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
透過率(%)	365nm	5.57	5.55	5.82	5.74
	405nm	8.78	8.76	9.03	8.86
	436nm	12.49	12.53	12.85	12.37
反射率(%)	365nm	23.76	19.66	19.07	19.39
	405nm	25.47	22.69	20.62	22.39
	436nm	26.75	25.40	21.81	24.03
位相差(°)	365nm	186	181	178	178
	436nm	158	155	150	153
最低反射率波長	667 nm	658 nm	643 nm	641 nm	
水平距離(Tail Size)	51 nm	49 nm	52 nm	48 nm	

10

表 4

20

		実施例 5	実施例 6	実施例 7	比較例
透過率(%)	365nm	5.26	4.63	4.36	6.04
	405nm	7.87	7.06	6.89	9.26
	436nm	10.21	9.09	9.20	12.08
反射率(%)	365nm	33.49	26.3	32.4	22.8
	405nm	31.97	29.6	33.3	24.1
	436nm	29.52	31.3	32.8	23.6
位相差(°)	365nm	174	185	179	173
	436nm	149	159	155	146
最低反射率波長	616 nm	680 nm	584 nm	676 nm	
水平距離(Tail Size)	50 nm	53 nm	51 nm	152 nm	

30

表 1 乃至表 4 を参照すると、本発明の実施例 1 乃至実施例 7 では、位相反転膜を構成する各薄膜を、位相反転膜パターンの断面が急になるように厚さ及びエッチング速度を考慮して形成及び配置した。すなわち、実施例 1 及び実施例 7 は、各薄膜の組成を変更して、位相反転膜を構成する薄膜が下部透明基板側に近づくほど同一のエッチング溶液に対してエッチング速度が速くなるように形成し、実施例 4 は、中間部分に配置される薄膜のエッチング速度が上部及び下部に配置される薄膜に比べて遅くなるように構成した。

【 0 1 2 4 】

このとき、実施例 1 乃至実施例 7 、及び比較例の位相反転膜は、透過率、位相反転量などにおいていずれも要求される条件を満たした。

【 0 1 2 5 】

位相反転膜 104 は、本発明の実施例による反射率を示すグラフである図 8 及び図 9 を参照すると、i 線 (365 nm) 、 h 線 (405 nm) 、 g 線 (436 nm) を含む複合波長の露光光に対して 40 % 以下の反射率を有することが確認できた。

【 0 1 2 6 】

しかし、実施例と比較例は、パターンングされた位相反転膜の断面形状が異なった。

40

50

【0127】

図10は、本発明の実施例による多層位相反転膜パターンの断面形状を示す写真である。図10を参照すると、本発明の実施例7の位相反転膜、すなわち、下部透明基板側に近づくほど同一のエッティング溶液に対してエッティング速度が速くなるように形成され、このとき、位相反転膜を構成する各薄膜を、エッティング速度に対応して厚さを調節した場合、2層と3層の位相反転膜パターンは位相反転膜を構成する上部薄膜のエッティング速度を速くすることによって、位相反転膜パターンの縁部分の断面傾斜が急になっていることが分かる。この時、上記位相反転膜パターンの上部縁と下部縁との水平距離 (Tail Size) は約51nmであり、位相反転膜パターンの上面と縁の断面は80°以上の角度()を有し、位相反転膜パターンの縁部分の傾斜が改善されたことが確認できた。 10

【0128】

そして、実施例1と同様に、下部透明基板側に近づくほど同一のエッティング溶液に対してエッティング速度が速くなるように形成され、このとき、位相反転膜を構成する各薄膜を、エッティング速度に対応して厚さを調節した場合、4層の位相反転膜パターンは縁部分の断面傾斜が改善されたことが確認できた。この時、上記位相反転膜パターンの上部縁と下部縁との水平距離は約49nmであることを確認した。

【0129】

そして、実施例3の位相反転膜、すなわち、上部薄膜のエッティング速度が速くなるように形成され、このとき、位相反転膜を構成する各薄膜を、エッティング速度に対応して厚さを調節した場合、位相反転膜パターンは縁部分の断面傾斜が改善されたことが分かる。この時、上記位相反転膜パターンの上部縁と下部縁との水平距離は約52nmであることを確認した。 20

【0130】

そして、実施例4乃至実施例7は、位相反転膜パターンの上部縁と下部縁との水平距離がそれぞれ48nm、50nm、53nm、51nmであることを確認した。

【0131】

しかしながら、比較例のように、位相反転膜が単層で形成された場合、図1に示すように、位相反転膜パターンの縁部分の断面傾斜がなだらかに形成され、位相反転膜パターンの境界が不明瞭に形成されることが分かる。この時、上記位相反転膜パターンの上部縁と下部縁との水平距離は約152nmであることを確認した。 30

【0132】

以上、本発明を最も好ましい実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は、上記の実施の形態に記載された範囲に限定されない。上記の実施の形態に様々な変更又は改良を加えることが可能であるということは、当該技術の分野における一般の技術者であれば容易に理解できるであろう。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが特許請求の範囲の記載から明らかである。

【符号の説明】

【0133】

100	F P D用位相反転プランクマスク
102, 202	透明基板
104, 204	多層位相反転膜
106	遮光膜
108	反射防止膜
110	遮光性膜
212	金属膜

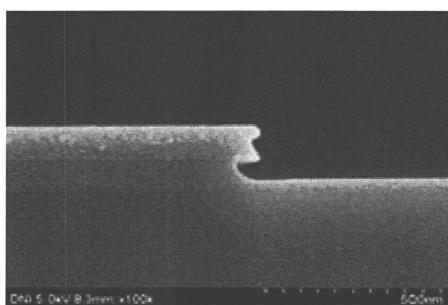
10

20

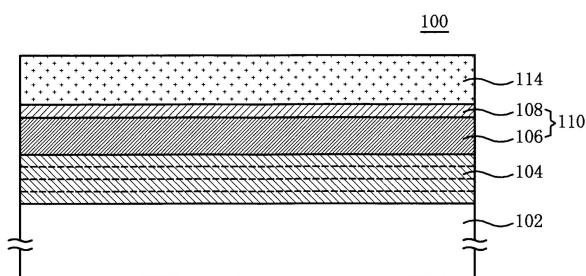
30

40

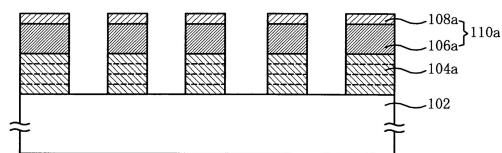
【図1】



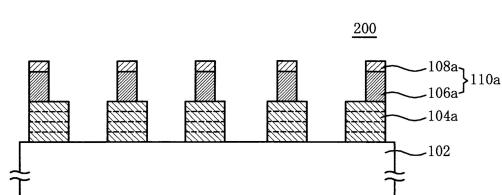
【図2】



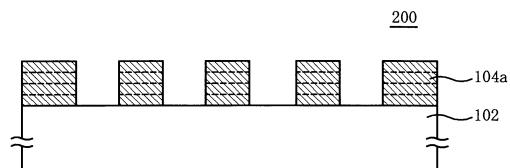
【図4 C】



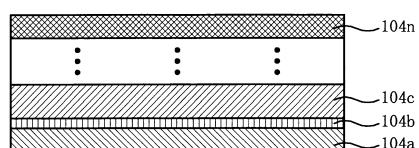
【図4 D】



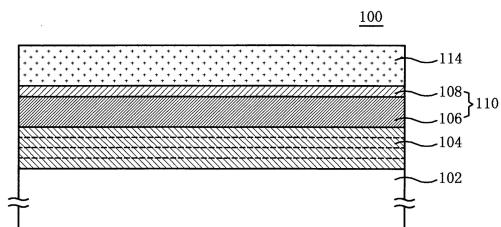
【図4 E】



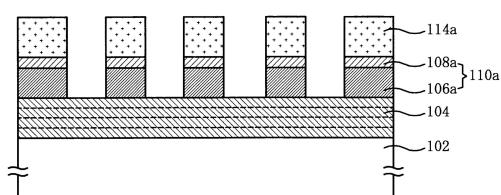
【図3】



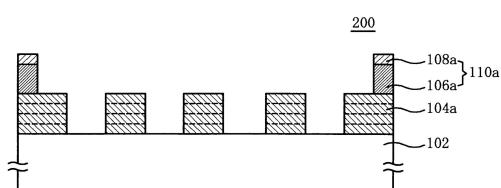
【図4 A】



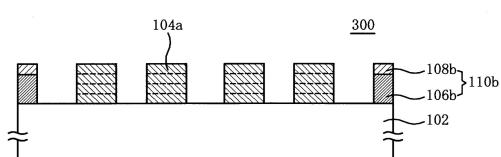
【図4 B】



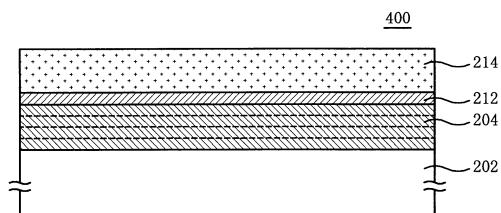
【図4 F】



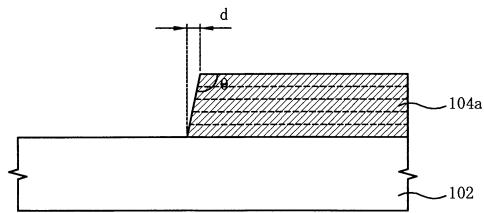
【図5】



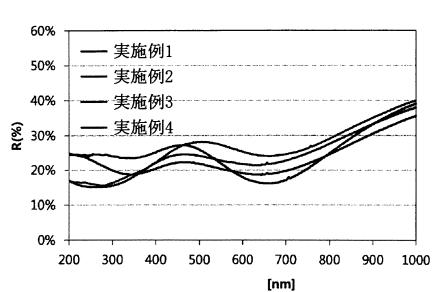
【図6】



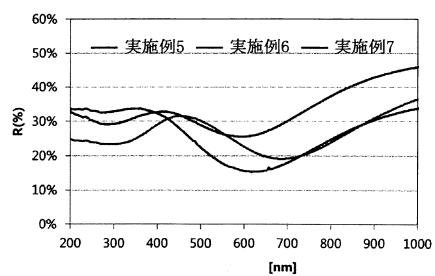
【図7】



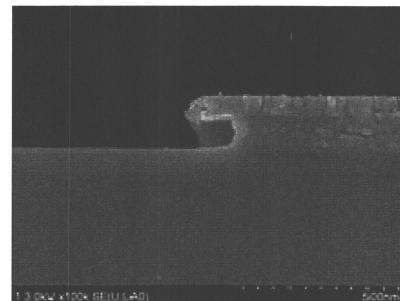
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 申 ちよる

大韓民国 42714 テグ-シ タルソ-グ ホサン-ドンロ 42

(72)発明者 李 鍾 華

大韓民国 42714 テグ-シ タルソ-グ ホサン-ドンロ 42

(72)発明者 徐 成 みん

大韓民国 42714 テグ-シ タルソ-グ ホサン-ドンロ 42

(72)発明者 金 世 民

大韓民国 42714 テグ-シ タルソ-グ ホサン-ドンロ 42

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 特開2014-026281(JP, A)

特開2014-194531(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 1/00~1/86