

(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2004-260050  
(P2004-260050A)

(43) 公開日 平成16年9月16日(2004.9.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027	H O 1 L 21/30 5 3 1 M	2 H O 9 5
G O 3 F 1/16	G O 3 F 1/16 A	5 F O 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2003-50634 (P2003-50634)	(71) 出願人	000003193 凸版印刷株式会社 東京都台東区台東1丁目5番1号
(22) 出願日	平成15年2月27日 (2003.2.27)	(72) 発明者	松尾 正 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
		(72) 発明者	原口 崇 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
		(72) 発明者	金山 浩一郎 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
		Fターム(参考)	2H095 BA10 BC05 BC11 BD02 5F046 GD07 GD10 GD11 GD16

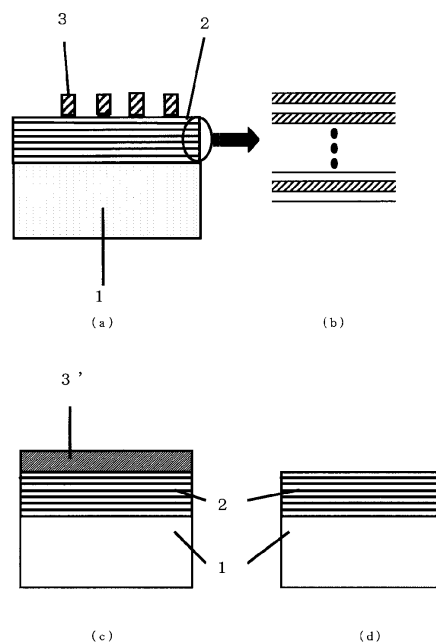
(54) 【発明の名称】 極限紫外線露光用マスク及びブランク並びにパターン転写方法

(57) 【要約】

【課題】 基板 1 上に、露光光の高反射領域となる多層膜 2 を有し、前記多層膜 2 上に低反射領域となる吸収性薄膜のパターン 3 を有する極限紫外線露光用マスクにおいて、D U V 露光による欠陥検査能力を向上するために、多層膜 1 との D U V 光反射率コントラストを大きくできるように吸収膜 3 ' 材料が規定された E U V 露光用マスクおよびそれを作製するためのブランク並びにそのマスクを用いたパターン形成方法を提供する。

【解決手段】 前記低反射部となる薄膜 3 ' は、波長 1 5 0 n m から 3 0 0 n m の紫外線に対する消衰係数が、0 . 2 から 1 . 0 の範囲にあることを特徴とする。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板上に、露光光の高反射領域となる多層膜を有し、前記多層膜上に低反射領域となる吸収性薄膜のパターンを有する極限紫外線露光用マスクにおいて、前記低反射部となる薄膜は、波長 150 nm から 300 nm の紫外線に対する消衰係数が、0.2 から 1.0 の範囲にあることを特徴とする極限紫外線露光用マスク。

## 【請求項 2】

前記多層膜は 2 種類の膜が交互に積層され、2 種類の膜が、Mo を主成分とする膜と Si を主成分とする膜であることを特徴とする、請求項 1 記載の極限紫外線露光用マスク。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の極限紫外線露光用マスクを、前記低反射領域となる吸収性薄膜のパターニングにより作製するための、基板上に、露光光の高反射領域となる前記多層膜が形成され、前記多層膜上の全面に低反射領域となる前記吸収性薄膜が形成されたことを特徴とする極限紫外線露光用マスクブランク。

## 【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の極限紫外線露光用マスクを露光装置に設置し、前記マスクを用いたリソグラフィ法による露光転写を行ない、パターン形成を行なうことを特徴とするパターン転写方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造プロセス中の、極限紫外線露光を用いたフォトリソグラフィ工程で使用される、極限紫外線露光用マスク、及びそのマスクを作製するためのブランク、並びにそのマスクを用いたパターン転写方法に関するものである。

## 【従来の技術】

## 【0002】

半導体集積回路の微細化技術は常に進歩しており、微細化のためのフォトリソグラフィ技術に使用される光の波長は次第に短くなってきている。光源としては、現状、これまで使用されて来た KrF エキシマレーザ（波長 248 nm）から ArF エキシマレーザ（波長 193 nm）に切り替わりつつあり、さらにその次には F2 エキシマレーザ（波長 157 nm）の使用が提案され、このような遠紫外線（Deep UV、以下 DUV）での開発が行われている。

## 【0003】

しかしながら、F2 エキシマレーザをもってしても、将来的な 50 nm 以下の線幅を有するデバイスを作製するためのリソグラフィ技術として適用するには、露光機やレジストの課題もあり、容易ではない。このため、エキシマレーザ光より波長が一桁以上短い（10 ~ 15 nm）極限紫外線（Extreme UV、以下 EUV と略記）を用いた、EUV リソグラフィの研究開発が進められている。

## 【0004】

EUV 露光では、上述のように波長が短いため、物質の屈折率がほとんど真空の値に近く、材料間の光吸収の差も小さい。このため、EUV 領域では従来の透過型の屈折光学系が組めず、反射光学系となり、従ってマスクも反射型マスクとなる。これまで開発されてきた一般的な EUV マスクは、Si ウェハやガラス基板上に、例えば Mo と Si からなる 2 層膜を 40 層ほど積層した多層膜部分を高反射領域とし、その上に低反射領域（吸収領域）として金属性膜のパターンを形成した構造であった。高反射領域は、界面が急峻で、屈折率差が大きく、吸収がなるべく小さな 2 種類の膜を交互に積層し、隣接する 2 層から成る層対の厚さを露光波長の略 2 分の 1 とし、2 層膜を 40 対程度成膜したものである。この結果、各層対からの僅かな反射成分が干渉して強め合い、直入射に近い EUV 光に対して比較的高い反射率を得ることが可能となる。

## 【0005】

10

20

30

40

50

**【非特許文献 1】**

小川「EUVリソグラフィの反射型マスク用多層膜」(光技術コンタクト、Vol. 39, No. 5、2001、日本オプトメカトロニクス協会) p. 292

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

以上のようなEUVマスクもしくはブランクの欠陥検査においては、線幅が小さいため、DUVによる反射光が用いられる。そこで問題となるのは、DUV光に対する多層膜部と吸収膜部の反射率の比、いわゆるコントラストである。

本発明では、DUV露光による欠陥検査能力を向上するために、多層膜とのDUV光反射率比を大きくできるよう吸収膜材料が規定されたEUV露光用マスクおよびそれを作製するためのブランク並びにそのマスクを用いたパターン形成方法を提供する。

10

**【0007】****【課題を解決するための手段】**

本発明の請求項1の発明は、基板上に、露光光の高反射領域となる多層膜を有し、前記多層膜上に低反射領域となる吸収性薄膜のパターンを有する極限紫外線露光用マスクにおいて、前記低反射部となる薄膜は、波長150nmから300nmの紫外線に対する消衰係数が、0.2から1.0の範囲にあることを特徴とする極限紫外線露光用マスクとしたものである。

**【0008】**

本発明の請求項2の発明は、前記多層膜は2種類の膜が交互に積層され、2種類の膜が、Moを主成分とする膜とSiを主成分とする膜であることを特徴とする、請求項1記載の極限紫外線露光用マスクとしたものである。

20

**【0009】**

本発明の請求項3の発明は、請求項1または2に記載の極限紫外線露光用マスクを、前記吸収性薄膜のパターニングにより作製するための、基板上に、露光光の高反射領域となる前記多層膜が形成され、前記多層膜上の全面に低反射領域となる前記吸収性薄膜が形成されたことを特徴とする極限紫外線露光用マスクブランクとしたものである。

**【0010】**

本発明の請求項4の発明は、請求項1または2に記載の極限紫外線露光用マスクを露光装置に設置し、前記マスクを用いたリソグラフィ法による露光転写を行ない、パターン形成を行なうことを特徴とするパターン転写方法としたものである。

30

**【0011】****【発明の実施の形態】**

本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図1(a)は本発明のEUV露光用マスクの実施形態の例を断面で示した説明図であり、図1(b)は、(a)の多層膜2の部分拡大図である。本発明のEUV露光用マスクは、基板上1に、露光光の高反射領域となる多層膜2を有し、前記多層膜2上に低反射領域となる吸収性薄膜のパターン3を有するEUV露光用マスクを前提とする。そして、低反射部となる吸収性薄膜は、波長150nmから300nmの紫外線に対する消衰係数が、0.2から1.0の範囲にあることを特徴とする。

40

**【0012】**

なお、ここで、吸収性薄膜のパターン3の下には、パターニングや欠陥修正の際に、高反射部となる多層膜2を保護する緩衝膜が存在することもある。さらに高反射領域となる多層膜2は、その最上層のみが「Capping Layer」と呼ばれる厚めの膜である場合もあるが、いずれも本発明の効果に影響を与えないので図1では省略する。

**【0013】**

また、図1(c)(d)は本発明のEUV露光用マスクブランクの実施形態の例を断面で示した説明図である。図1(c)のブランクの吸収性薄膜3'をパターニングすることにより図1(a)のマスクが得られる。図1(d)は図1(c)のブランクにおいて、吸収性薄膜3'を形成する前の形態である。

50

以下、図1(a)のEUV露光用マスクについて、代表して説明を行う。

【0014】

すなわち、低反射部となる吸収性薄膜は、波長150nmから300nmの紫外線に対する消衰係数が、0.2から1.0の範囲にすることで、多層膜と吸収性薄膜の反射率比は極大になる。

このような構成にすることにより、反射率比が極大となることを以下に述べる。

【0015】

図2は消衰係数に対して、反射率比を示したグラフである。横軸は吸収性薄膜の消衰係数 $k$ 、縦軸は反射率比 $R/R_0$  (%)を表す。ここで、

$R$  : 吸収膜部の反射率

$R_0$  : 多層膜部の反射率

なお、吸収膜は金属性膜であるので、DUV光に対する屈折率( $n$ )は0.8から2.5の間にほとんどの場合含まれる。また、EUV光に対する吸収性と微細加工性を確保するために、吸収膜の膜厚は500 から1000 が妥当である。

【0016】

図2では、屈折率をパラメタとし(0.8、2.0)、検査光波長257nm、吸収膜膜厚1000 として計算した場合のグラフである。同様に図3では、検査光波長257nm、吸収膜膜厚500、図4では、検査光波長193nm、吸収膜膜厚1000、図5では、検査光波長193nm、吸収膜膜厚500 とした場合である。

【0017】

図から解るように、屈折率( $n$ )が0.8から2.0の範囲にあるほとんどの吸収膜において、 $R/R_0$ は極小値を一つ持ち、このとき反射率コントラストは極大になる。そのとき $k$ はおおむね0.2から1.0の範囲にある。この関係は波長や膜厚を変更しても成り立っている。

【0018】

また、多層膜2は2種類の膜を交互に積層し、そして2種類の膜を、Moを主成分とする膜とSiを主成分とする膜とする。これによって、界面が急峻で、屈折率差が大きく、各層対からの僅かな反射成分が干渉して強め合い、吸収がなるべく小さな多層膜とし、反射率を高めることができる。

【0019】

本発明のEUVマスクは、従来どおりのマスク作製プロセスに準拠して作製できる。すなわち、Siウエハーやガラス基板1上に、例えばMoとSiからなる多層膜を、通常のマグネトロンスパッタリング法やイオンビームスパッタリング法などにより、所望の層数の膜を積層して高反射領域2とする。その上に低反射(吸収)領域3'として、通常のマグネトロンスパッタリング法などにより薄膜を作製し、本発明のEUVハーフトーンマスク用ブランクが完成する。

【0020】

以下、通常のマスク作製プロセスに従って、薄膜のパターニングを行い、本発明のEUVハーフトーンマスクを作製する。すなわち、前記ブランク上に電子線レジストを塗布し、ベーキングを行った後、通常電子線描画を行い、現像してレジストパターンを形成する。その後、このレジストパターンをマスクにして、低反射用2層膜のドライエッチングを行った後、レジストを剥離して、本発明のハーフトーンマスクが完成する。

【0021】

本発明によるフォトマスクを用いたパターン転写方法は、例えば、先ず被加工層を表面に形成した基板の上にフォトレジスト層を設けたのち、本発明によるフォトマスクを介して反射した極限紫外線を選択的に照射する。

【0022】

次いで、現像工程において不必要な部分のフォトレジスト層を除去し、基板上にエッチングレジスト層のパターンを形成させたのち、このエッチングレジスト層のパターンをマスクとして被加工層をエッチング処理し、次いで、エッチングレジスト層のパターンを除去

10

20

30

40

50

することにより、フォトマスクパターンに忠実なパターンを基板上に転写する方法である。

【 0 0 2 3 】

【 発 明 の 効 果 】

本発明では、以上のような構成、作用をもつから、吸収膜材料が多層膜とのD U V光反射率コントラストを大きくでき、D U V露光による欠陥検査能力を向上するE U V露光用マスクおよびそれを作製するためのブランク並びにそのマスクを用いたパターン形成方法とすることができる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 図 1 】 ( a ) 本発明のE U V露光用マスクの実施形態の例を断面で示した説明図である。  
( b ) は、( a ) の多層膜2の部分拡大図である。

( c )、( d ) は、本発明のE U V露光用マスクブランクの実施形態の例を断面で示した説明図である。

【 図 2 】 消衰係数に対して、反射率比を示したグラフである。

【 図 3 】 消衰係数に対して、反射率比を示した他のグラフである。

【 図 4 】 消衰係数に対して、反射率比を示したその他のグラフである。

【 図 5 】 消衰係数に対して、反射率比を示したその他のグラフである。

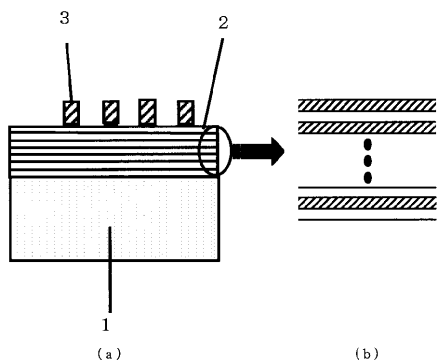
【 符 号 の 説 明 】

- 1 ... 基板
- 2 ... 高反射多層膜
- 3 ... 低反射薄膜パターン
- 3' ... 低反射薄膜 ( 吸収性薄膜 )

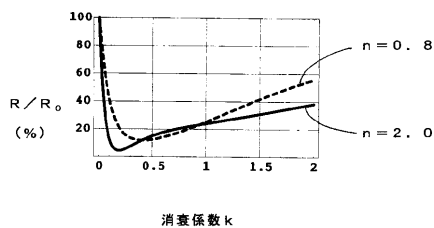
10

20

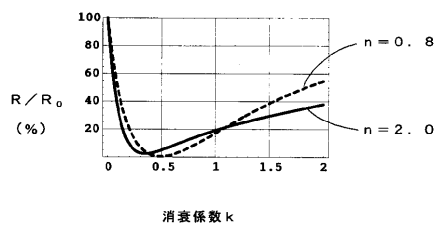
【 図 1 】



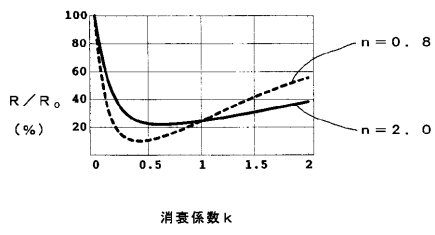
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

