

(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2007-171520

(P2007-171520A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

| | | | | | |
|------------------------------|--|------------|--|------|-------------|
| (51) Int. Cl. | | F I | | | テーマコード (参考) |
| G03F 1/08 (2006.01) | | G03F 1/08 | | A | 2H095 |
| H01L 21/027 (2006.01) | | H01L 21/30 | | 502P | |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-368617 (P2005-368617)
 (22) 出願日 平成17年12月21日 (2005.12.21)

(71) 出願人 000113263
 HOYA株式会社
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
 (74) 代理人 100103676
 弁理士 藤村 康夫
 (72) 発明者 橋本 雅広
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HO
 YA株式会社内
 Fターム(参考) 2H095 BB01 BB10 BB14 BC04 BC24

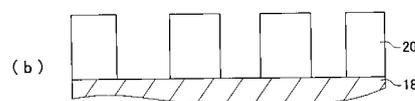
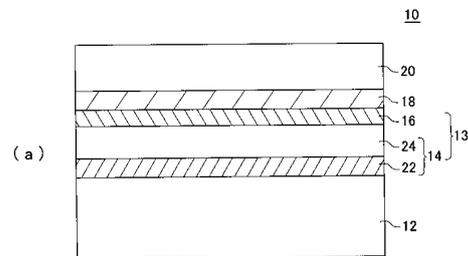
(54) 【発明の名称】 マスクブランク及びマスク

(57) 【要約】

【課題】 遮光性膜のパターニングの解像性を高める。

【解決手段】 化学増幅型レジスト膜20が形成されるマスクブランク10であって、基板12と、基板12上に形成された遮光性膜13と、化学増幅型レジスト膜20の失活を抑制するために遮光性膜13上に形成されたレジスト下地膜18とを備え、パターニングされた化学増幅型レジスト膜20をマスクとして遮光性膜13をエッチングする場合に、失活抑制膜18のエッチングレートが化学増幅型レジスト膜20のエッチングレートよりも速い。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学増幅型レジスト膜が形成されるマスクブランクであって、
基板と、

前記基板上に形成された、転写パターンとなる薄膜、又は転写パターンを形成するための薄膜と、

前記化学増幅型レジスト膜と前記薄膜との間に形成されたレジスト下地膜とを備え、

前記薄膜には、金属、及び酸素と窒素の少なくとも一方の元素が含まれており、

パターンニングされた前記化学増幅型レジスト膜をマスクとして前記薄膜をエッチングする場合に、前記レジスト下地膜のエッチングレートが前記レジスト膜のエッチングレートよりも速いことを特徴とするマスクブランク。

10

【請求項 2】

前記薄膜と前記レジスト下地膜との間に珪素を含む材料からなる珪素含有膜と、を備え、前記レジスト下地膜は、有機材料からなることを特徴とする請求項 1 記載のマスクブランク。

【請求項 3】

前記レジスト下地膜の膜厚は、25 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のマスクブランク。

【請求項 4】

前記レジスト膜の膜厚は、300 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかーに記載のマスクブランク。

20

【請求項 5】

前記薄膜は、クロム及び、酸素と窒素の少なくとも一方の元素が含まれていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかーに記載のマスクブランク。

【請求項 6】

前記マスクブランクは、前記化学増幅型レジスト膜によるレジストパターンをマスクにして塩素を含む塩素系ガスのドライエッチングガスによるドライエッチング処理により、前記薄膜をパターンニングするマスクの作製方法に対応するドライエッチング処理用のマスクブランクであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかーに記載のマスクブランク。

30

【請求項 7】

前記化学増幅型レジスト膜を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかーに記載のマスクブランク。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れかーに記載のマスクブランクにおける前記薄膜をパターンニングして形成された転写パターンを備えることを特徴とするマスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体デバイスや液晶表示デバイス等の製造において使用されるマスクブランク及びマスクに関する。

40

【背景技術】

【0002】

例えば、半導体デバイスの微細加工技術に用いられるフォトマスク（レチクル）は、透明基板上に形成された転写パターンとなる薄膜である遮光性膜をパターンニングすることにより製造される。遮光性膜のパターンニングは、例えば、レジストパターンをマスクとしたドライエッチングにより行われる。レジストパターンは、例えば、電子線リソグラフィ法等により形成される。

【0003】

近年、マスク製造分野において、電子線リソグラフィ法で用いる電子線の加速電圧を

50

50 keV以上にすることが検討されている。これは、電子線レジスト中を通過する電子線の前方散乱を少なくするとともに、電子ビームの集束性を上げることによって、より微細なレジストパターンが解像されるようにする必要があるからである。電子線の加速電圧が低いとレジスト表面やレジスト中で前方散乱が生じ、前方散乱があるとレジストの解像性が悪化する。しかし、電子線の加速電圧を50 keV以上とした場合、加速電圧に反比例して前方散乱が減少し前方散乱によってレジストに付与されるエネルギーが減少するため、例えば、10～20 keV等の加速電圧の時に使用していた電子線レジストではレジストの感度が不足し、スループットが落ちてしまう。そこで、マスク製造分野においても、半導体ウエハの微細加工技術に用いられているような科学増幅型レジスト膜を使用する必要がでてきた。化学増幅型レジスト膜は、高加速電圧に対して感度が高くしかも高い解像性を有する。

10

【0004】

ここで、マスク製造分野において化学増幅型レジスト膜を使用した場合、例えば下地膜である遮光性膜の表面近傍の膜密度が比較的疎な状態や荒れた状態であると、化学増幅型レジスト膜の失活の問題が生じることが知られている。具体的には、下地膜となる遮光性膜とレジスト膜の界面において、パターンニング中の酸触媒反応が阻害され、レジストパターンの裾部分において解像性が悪化する場合がある。この場合、例えば、ポジ型の化学増幅型レジスト膜においては裾引き、ネガ型では食われといった形状不良が生じる。

【0005】

この原因は、例えば、露光によりレジスト膜中に生成される酸が酸化クロム表面の塩基成分により抑制（クエンチ）されることや、酸が遮光性膜側に拡散してしまうこと等により、遮光性膜との界面における化学増幅型レジスト膜の感度が見かけ上低下するためであると考えられる。従来、この問題を解決するために、マスクブランクに失活抑制膜を設けた構成が知られている（例えば、特許文献1参照。）。特許文献1には、シリサイド系材料の無機膜や、有機パーク等を中間層（失活抑制膜）として導入する構成が開示されている。

20

【特許文献1】特開2003-107675号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

本願発明者は、失活抑制膜を形成することによって生じる問題点について鋭意研究を行った。そして、失活抑制膜の影響により、遮光性膜のパターンニングの解像性が低下してしまう問題があることを見出した。例えば、化学増幅型レジスト膜のレジストパターンをマスクとして失活抑制膜及び遮光性膜をドライエッチングする場合に、失活抑制膜をエッチングしている間にレジスト膜もエッチングされてしまい、レジストパターンの解像性が低下してしまう場合があった。このような場合、形成直後のレジストパターンの解像性が高かったとしても、遮光性膜がエッチングされる時点ではレジストパターンの解像性が低下してしまう。また、このレジストパターンをマスクとしてエッチングされる遮光性膜のパターンニングの解像性も低下してしまう。そのため、従来、マスク製造分野において、化学増幅型レジスト膜を使用したとしても、半導体デザインルールで65 nm、更には45 nmといったパターンの線幅が狭ピッチ化されると、遮光性膜のパターンニングの解像性を十分に高められない場合があった。

30

40

【0007】

また、本願発明者は、マスク製造分野において化学増幅型レジスト膜を使用すること自体によって生じる問題点についても更に鋭意研究を行った。そして、レジスト膜に接する下地の組成によっては、レジスト膜と下地膜の密着性が十分に得られない場合があることを見出した。例えば、下地が珪素を含む珪素含有膜である場合、レジスト膜と珪素含有膜の密着性が不足して、現像中にレジストパターンが消失してしまう場合があった。また、塗布性が十分でなく、均一なレジスト膜を形成するのが難しい場合があった。

【0008】

50

そこで、本発明は、上記の課題を解決できる、マスクブランク及びマスクを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するために、本発明は、以下の構成を有する。

(構成1) 化学増幅型レジスト膜が形成されるマスクブランクであって、基板と、前記基板上に形成された、転写パターンとなる薄膜、又は転写パターンを形成するための薄膜と、前記化学増幅型レジスト膜と前記薄膜との間に形成されたレジスト下地膜とを備え、前記薄膜には、金属、及び酸素と窒素の少なくとも一方の元素が含まれており、パターンニングされた前記化学増幅型レジスト膜をマスクとして前記薄膜をエッチングする場合に、前記レジスト下地膜のエッチングレートが前記レジスト膜のエッチングレートよりも速い。

10

【0010】

転写パターンとなる薄膜や、転写パターンを形成するための薄膜と化学増幅型レジスト膜との間に、化学増幅型レジスト膜のエッチングレートよりも遅いレジスト下地膜を形成した場合、レジスト下地膜をエッチングしている間にレジスト膜もエッチングされてしまうことから、転写パターンとなる薄膜や転写パターンを形成するための薄膜(例えば、遮光性膜)の解像性向上に対してレジスト下地膜が阻害要因となる場合がある。そのため、このような場合には、レジスト下地膜(例えば、失活抑制機能をもったレジスト下地膜)によりレジストパターンの解像性を高めたとしても、実質上マスク解像性の向上にはつながらない恐れがある。また、レジストパターンをマスクにしてエッチングにより上記薄膜をパターンニングする際に、薄膜のエッチングレートが遅いと、薄膜のパターンニングが終わる前にレジストパターンが消失することにつながり、薄膜のパターン精度が悪化することになる。しかし、構成1のようにした場合、レジスト膜のエッチングレートに対してエッチングレートが速いため、レジスト下地膜をエッチングしている間にレジスト膜のエッチングを抑制させ、かつ、薄膜に、金属、及び酸素と窒素の少なくとも一方の元素を含むことにより、薄膜のエッチングレートを速めることができる。そのため、レジストパターン形成直後の解像性を保ったまま、転写パターンとなる薄膜や転写パターンを形成するための薄膜をエッチングできる。これにより、転写パターンとなる薄膜や転写パターンを形成するための薄膜のパターンニングの解像性を高め、薄膜パターンの線幅精度を高めることができる。

20

30

【0011】

尚、化学増幅型レジスト膜とは、例えば、露光によりレジスト膜中に生成される触媒物質の酸が、引き続き行われる熱処理工程においてポリマーの溶解性を制御する官能基或いは官能物質と反応することによりレジスト機能を発現するレジスト膜である。レジスト機能を発現するとは、例えば、官能基等を外すことによってアルカリに溶解するようになることである。化学増幅型レジスト膜は、50keV以上の加速電圧で加速された電子線によってレジスト描画(露光)されるのが好ましい。

【0012】

(構成2) 前記薄膜と前記レジスト下地膜との間に珪素を含む材料からなる珪素含有膜と、を備え、前記レジスト下地膜は、有機材料からなる。このように構成すれば、珪素含有膜と化学増幅型レジスト膜との密着性を改善できる。そのため、珪素含有膜上に化学増幅型レジスト膜を適切に形成できる。尚、この珪素含有膜は、例えば、転写パターンとなる薄膜をパターンニングする際に使用するハードマスクとして用いられる膜である。このように構成すれば、ハードマスクブランクスにおいて化学増幅型レジスト膜を適切に使用できる。

40

【0013】

(構成3) レジスト下地膜の膜厚は25nm以下である。このようにすれば、レジスト下地膜をエッチングしている間にレジスト膜が殆どエッチングされないので、レジストパターン形成直後の解像性を保ったまま、転写パターンとなる薄膜や転写パターンを形成す

50

るための薄膜の、パターンニングの解像性を更に高めることができる。

【0014】

(構成4)レジスト膜の膜厚は300nm以下である。このように構成すれば、半導体デザインルール65nm以下で要求される薄膜パターンの解像性が得られる。

【0015】

(構成5)薄膜は、クロム及び、酸素と窒素の少なくとも一方の元素が含まれている。尚、薄膜の上層部に反射防止機能を持たせても良い。反射防止機能を持たせるには、上層部の材料として、酸化クロムや窒化クロム、酸化窒化クロムを用いるのが好ましい。また、薄膜の基板側には、薄膜の下地との密着性を良好にするために、薄膜の下層部として、窒素を含有する窒化クロムを有しても良い。クロム及び、酸素と窒素の少なくとも一方の元素が含まれた薄膜を用いた場合、薄膜は、例えば、レジストパターンをマスクにして塩素系ガスを用いてドライエッチングされる。この場合に、レジスト下地膜のエッチングレートがレジスト膜のエッチングレートよりも速い場合であっても、レジストパターンをマスクとしてパターンニングする薄膜のエッチングレートが遅いとすれば、薄膜パターンの解像性の向上が図れない。しかし、構成5のようにすれば、薄膜のエッチングレート(ドライエッチングレート)を速くすることができるので、薄膜パターンの解像性、位置精度が良好になる。

10

【0016】

(構成6)マスクブランクは、化学増幅型レジストによるレジストパターンをマスクにして塩素を含む塩素系ガスのドライエッチングガスによるドライエッチング処理により、転写パターンとなる薄膜や転写パターンを形成するための薄膜をパターンニングするマスクの作製方法に対応するドライエッチング処理用のマスクブランクが好適である。

20

【0017】

(構成7)マスクブランクは、化学増幅型レジスト膜を更に備える。このように構成すれば、転写パターンとなる薄膜や転写パターンを形成するための薄膜の解像性を適切に高めることができる。また、化学増幅型レジスト膜の失活を適切に抑制できる。

【0018】

(構成8)構成1乃至7の何れか一に記載のマスクブランクにおける薄膜をパターンニングして形成された転写パターンを備えることを特徴とするマスク。このように構成すれば、構成1から7と同様の効果を得ることができる。

30

【0019】

尚、上記において、マスクブランクには、フォトマスクブランク、位相シフトマスクブランク、反射型マスクブランク、インプリント用転写プレート基板も含まれる。また、マスクブランクには、レジスト膜付きマスクブランク、レジスト膜形成前のマスクブランクが含まれる。レジスト膜形成前のマスクブランクには、転写パターンとなる薄膜、又は転写パターンを形成するための薄膜上にレジスト下地膜が形成されたマスクブランクも含まれる。位相シフトマスクブランクには、ハーフトーン膜上にクロム系材料等の遮光性膜が形成される場合を含む。尚、この場合、転写パターンとなる薄膜は、ハーフトーン膜や遮光性膜を指す。また、反射型マスクブランクの場合は、多層反射膜上、又は多層反射膜上に設けられたバッファ層上に、転写パターンとなるタンタル系材料やクロム系材料の吸収体膜が形成される構成、インプリント用転写プレートの場合には、転写プレートとなる基材上にクロム系材料等の転写パターン形成用薄膜が形成される構成を含む。マスクには、フォトマスク、位相シフトマスク、反射型マスク、インプリント用転写プレートが含まれる。マスクにはレチクルが含まれる。

40

【0020】

また、上記において遮光性膜には、露光光を遮断する遮光性膜、遮光機能と位相シフト機能を有するハーフトーン膜が含まれる。この遮光性膜の膜材料、膜組成、膜構造、膜厚等は特に限定されない。遮光性膜の材料としては、クロム単体や、クロムに酸素、窒素、炭素からなる元素を少なくとも1種を含むもの(Crを含む材料)、又は、LEAR(Low Energy Activation Resist)用としてアセタール系レジ

50

ストやHEAR (High Energy Activation Resist) 用としてSCAP系レジスト等の化学増幅型レジスト膜を遮光性膜上に直接形成した場合に、レジストパターンの底部に裾引きや食われが生じる膜材料などが挙げられる。

【0021】

遮光性膜の膜組成は、光学特性（フォトマスクブランクにおいては、光学濃度、反射率など、位相シフトマスクブランクにおいては、透過率、位相シフト量など）やパターン形状が良好となるエッチング特性（深さ方向におけるエッチングレート）等に応じて適宜調整される。遮光性膜の膜構造としては、上記膜材料からなる単層、複数層構造とすることができる。また、異なる組成においては、段階的に形成した複数層構造や、連続的に組成が変化した膜構造とすることもできる。遮光性膜の膜厚は、光学特性（フォトマスクブランクにおいては、光学濃度など、位相シフトマスクブランクにおいては、透過率、位相シフト量など）に応じて適宜調整される。フォトマスクブランクの場合、遮光性膜の膜厚は、例えば、30～150nmである。位相シフトマスクブランクの場合、遮光機能と位相シフト機能を有するハーフトーン膜の膜厚は、例えば、50～150nmである。

10

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、化学増幅型レジスト膜を用いた場合に、転写パターンとなる薄膜や、転写パターンを形成するための薄膜のパターニングの解像性を高め、薄膜パターンの線幅精度を高めることができる。また、化学増幅型レジスト膜の下地に珪素を含む珪素含有膜を用いた場合に、珪素含有膜と化学増幅型レジスト膜との密着性を改善できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係るマスクブランク10の一例を示す。図1(a)は、マスクブランク10の構成の一例を示す。本例において、マスクブランク10は、バイナリマスク用のマスクブランクであり、透明基板12、遮光性膜13（遮光層14と、反射防止層16との積層膜）、レジスト下地膜18、及び化学増幅型レジスト膜20を備える。

【0024】

透明基板12は、例えば、合成石英基板又はソーダライムガラス等の材料からなる。遮光性膜13は、遮光層14と反射防止層16との積層膜である。遮光層14は、透明基板12上に、窒化クロム膜22及び炭化窒化クロム膜24をこの順で有する。窒化クロム膜22は、窒化クロム(CrN)を主成分とする層であり、例えば10～20nmの膜厚を有する。炭化窒化クロム膜24は、炭化窒化クロム(CrCN)を主成分とする層であり、例えば25～60nmの膜厚を有する。

30

【0025】

反射防止層16は、クロムに酸素及び窒素が含有されている膜(CrON膜)であり、炭化窒化クロム膜24上に形成される。反射防止層16の膜厚は、例えば、15～30nmである。反射防止層16は、酸化クロム(CrO)を主成分とする膜であっても良い。

遮光性膜13は、上記のように、透明基板12側から窒化クロム膜22、炭化窒化クロム膜24、酸化窒化クロム膜の材料で構成され、遮光性膜全体にクロム及び、酸素及び窒素の少なくとも一方の元素が含まれているので、レジストパターンをマスクにして塩素系ガスを用いたドライエッチング時のドライエッチングレートを速めることができるので、ドライエッチング時における化学増幅型レジスト膜のダメージも抑えられ、狭ピッチの微細な薄膜パターン（転写パターン）を形成することができる。

40

【0026】

レジスト下地膜18は、化学増幅型レジスト膜20の失活を抑制するための層であり、反射防止層16を挟んで遮光性膜13上に形成される。レジスト下地膜18の膜厚は、化学増幅型レジスト膜20の膜厚、レジストパターンをマスクにし遮光性膜13をパターンニングする際のレジスト膜及びレジスト下地膜のエッチングレートに応じて適宜調整される

50

。例えば、化学増幅型レジスト膜20の膜厚が300nm以下の場合、レジスト下地膜18の膜厚は25nm以下が好ましく、CDバイアスの観点から20nm以下が好ましい。また、失活抑制機能の観点からは、レジスト下地膜18の膜厚は1nm以上が好ましい。上記観点を鑑み、レジスト下地膜18の膜厚は1~25nm、3~20nm、5~15nmが好適である。

【0027】

本例において、レジスト下地膜18は、化学増幅型レジスト膜20に対してレジストパターンを形成する際に使用する現像液に対して耐性を有し、且つ、レジストパターンをマスクにして遮光性膜13をエッチングする際に使用するエッチャントに対して、エッチングレートを速める元素、即ち、レジスト下地膜のエッチングの際に、レジスト下地膜に含有されている元素（活性種）を放出することで、エッチャントに作用する元素を含有した有機膜や無機膜で構成される。レジスト下地膜18に含む上記元素は、レジストパターンをマスクにして遮光性膜13をエッチングする際に、化学増幅型レジスト膜20のエッチングレートよりもレジスト下地膜18のエッチングレートが速くなるように適宜その量が調整される。また、レジスト下地膜18として、有機膜を用いれば、極めて薄い膜厚で十分な失活抑制機能を発揮させることができ、エッチングレートを適切に高めることができ、さらに、化学増幅型レジスト膜20との密着性も良好になるので好ましい。レジスト下地膜にエッチングレートを速める元素（活性種）を含有させる方法としては、レジスト下地膜表面に対して、前記元素をイオン注入する方法や、有機膜である場合においては、前記方法以外に前記元素を含有する有機化合物を選択してレジスト下地膜18とすることで得られる。尚、通常マスクブランクとしては、レジスト下地膜18上には、化学増幅型レジスト膜20が形成される。

10

20

【0028】

尚、本実施形態の変形例において、マスクブランク10は、位相シフトマスク用のマスクブランクであっても良い。この場合、マスクブランク10は、例えば、透明基板12と遮光性膜13との間に、位相シフト膜を更に備える。位相シフト膜としては、例えば、クロム系（CrO、CrF等）、モリブデン系（MoSiON、MoSiN、MoSiO等）、タングステン系（WSiON、WSiN、WSiO等）、シリコン系（SiN等）の各種公知のハーフトーン膜を用いることができる。位相シフトマスク用のマスクブランク10は、位相シフト膜を、遮光性膜13上に備えても良い。また、マスクブランク10は、遮光性膜13として、ハーフトーン膜を備えても良い。

30

【0029】

図1(b)は、露光・現像処理により化学増幅型レジスト膜20がパターンニングされた状態を示す。このようにパターンニングされた化学増幅型レジスト膜20をマスクとして、レジスト下地膜18及び遮光性膜13をエッチングすることにより、遮光性膜13をパターンニングし、最後に化学増幅型レジスト膜20及びレジスト下地膜18を除去して、転写パターンとなる遮光性膜パターンが透明基板12上に形成したフォトマスクが製造できる。

【0030】

ここで、遮光性膜13等をエッチングする条件において、レジスト下地膜18のエッチングレートは、例えば、0.3nm/秒以上、より好ましくは、1.0nm/秒以上、更に好ましくは、2.0nm/秒以上である。遮光性膜13をエッチングする条件とは、パターンニングされた化学増幅型レジスト膜20をマスクとして遮光性膜13をエッチングする工程におけるエッチング条件である。

40

【0031】

この場合、このエッチング条件において、マスクとして用いられる化学増幅型レジスト膜20がエッチングされるエッチングレートよりも、レジスト下地膜のエッチングレートを速くする。そのため、本例によれば、化学増幅型レジスト膜20の解像性を低下させることなく、遮光性膜13をエッチングできる。また、これにより、遮光性膜13のパターンニングの解像性を高めることができる。レジスト下地膜18のエッチングレートは、例え

50

ば、化学増幅型レジスト膜 20 のエッチングレートの 1.2 ~ 1.0 倍である。より好ましくは、1.5 ~ 5 倍である。

【0032】

以下、本発明の第 1 の実施形態の実施例及び比較例を示す。

(実施例 1)

透明基板 12 としてサイズ 6 インチ角、厚さ 0.25 インチの合成石英基板を用い、透明基板 12 上に、遮光層 14 として、窒化クロム膜 22 及び炭化窒化クロム膜 24 をそれぞれスパッタリング法で形成した。続いて、反射防止層 16 として、酸化窒化クロム膜を形成した。遮光性膜 13 は、膜厚方向の略全域に窒素を含むものであった。遮光性膜 13 の膜厚は 68 nm とした。

10

【0033】

更に、有機膜（富士フィルムエレクトロニクスマテリアルズ社製：FKB-15B）を回転塗布法で 30 nm 塗布して、レジスト下地膜 18 を形成した。その後、ホットプレートで 200 で 10 分熱処理して、レジスト下地膜 18 を乾燥させた。次に、化学増幅型レジスト膜 20 として、電子線露光用化学増幅型ポジレジスト（FEP171：富士フィルムエレクトロニクスマテリアルズ社製）を回転塗布法で厚さ 300 nm 塗布し、その後、ホットプレートで 130 で 10 分熱処理して、化学増幅型レジスト膜 20 を乾燥させ、ArF エキシマレーザー露光用のレジスト膜付きフォトマスクブランクスであるマスクブランク 10 を得た。

【0034】

20

(比較例 1)

レジスト下地膜 18 を形成しなかった以外は実施例 1 と同様にして、比較例 1 に係るマスクブランクを得た。

【0035】

(比較例 2)

レジスト下地膜として有機膜（東京応化工業社製：OSCAL930）を用いた以外は実施例 1 と同様にして、比較例 2 に係るマスクブランクを得た。

【0036】

実施例 1、及び比較例 1、2 に係るマスクブランクについて、解像性の違いを比較するために、遮光性膜のパターニングを行った。最初に、各マスクブランクを電子線露光装置で露光し、その後、露光後のベーク処理及び現像処理をして、レジストパターンを形成した。この露光は、50 keV 以上の加速電圧で加速された電子線によって行った。

30

【0037】

続いて、レジストパターンをマスクとし、塩素ガスと酸素ガスとを含むエッチングガスを用いたドライエッチングにより、レジスト下地膜 18 及び遮光性膜 13 をパターニングした。尚、このドライエッチングの条件において、実施例 1 のレジスト下地膜 18 のエッチングレートは、2 nm / 秒である。また、比較例 2 のレジスト下地膜のエッチングレートは、0.2 nm / 秒であり、実施例 1 と比べて低い。尚、化学増幅型レジスト膜 20 のドライエッチングレートは 0.6 nm / 秒であった。従って、実施例 1 のレジスト下地膜 18 のドライエッチングレートは、化学増幅型レジスト膜 20 のドライエッチングレートの 3.3 倍、比較例 2 のレジスト下地膜 18 のドライエッチングレートは、化学増幅型レジスト膜 20 のドライエッチングレートの 0.3 倍であった。

40

【0038】

実施例 1 においては、レジストパターンの裾部分に裾引き状の突起部が形成されていないことが確認された。また、レジストパターンの解像性の低下が生じることなく、遮光性膜 13 がパターニングされていることが確認された。

【0039】

化学増幅型レジスト膜 20 及びレジスト下地膜 18 を除去してフォトマスクとして、遮光性膜 13 の突起部分（パターンエッジのギザつき）を SEM（走査型電子顕微鏡）で調べたところ、約 10 nm 程度以下のギザつきであった。また、100 nm のライン & スペ

50

ースパターンが解像されていることが確認された。また、半導体デザインルール65nmにおいてフォトマスクで要求されるパターン線幅精度を満足するものであった。尚、化学増幅型レジスト膜20及びレジスト下地膜18の除去は、濃硫酸に過酸化水素水を加えたレジスト剥離液に浸すことにより行った。

【0040】

比較例1においては、レジストパターンの裾部分に裾引き状の突起部が形成されていることが確認された。また、化学増幅型レジスト膜を除去してフォトマスクとして、遮光性膜の突起部分(パターンエッジのギザつき)をSEM(走査型電子顕微鏡)で調べたところ、約30nm程度以下のギザつきであった。また、200nmのライン&スペースパターンが解像しているにとどまっていた。

10

【0041】

比較例2においては、ドライエッチングの影響により、レジストパターンの解像性の低下が生じていた。そのため、化学増幅型レジスト膜及びレジスト下地膜を除去してフォトマスクとして、遮光性膜の突起部分(パターンエッジのギザつき)をSEM(走査型電子顕微鏡)で調べたところ、約30nm程度以下のギザつきであった。また、200nmのライン&スペースパターンが解像しているにとどまっていた。

【0042】

(比較例3)

レジスト下地膜として、エッチングレートを速める元素を含有しない有機膜を用いた以外は実施例1と同様にして、比較例3に係るマスクブランクを得た。更に、上記と同様にしてパターンニングの評価を行った。尚、比較例3におけるレジスト下地膜18のエッチングレートは、0.5nm/秒であり、化学増幅型レジスト膜のエッチングレートの0.8倍であった。

20

【0043】

その結果、100nmのライン&スペースパターンが解像していることは確認されたが、レジストパターンをマスクとして、塩素ガスと酸素ガスとを含むエッチングガスを用いたドライエッチングで露出しているレジスト下地膜と、遮光性膜とを連続して除去した場合、遮光性膜パターンの解像悪化を引き起こす結果となった。そして、半導体デザインルール65nmで要求されているフォトマスクのパターン線幅精度を満足するものではなかった。

30

【0044】

(実施例2)

レジスト下地膜の分子量と、ドライエッチングレートを速める元素が含有された有機化合物を適宜選択することで、レジスト下地膜18の膜厚が10nm、化学増幅型レジスト膜のエッチングレートに対して1.3倍となるようにした以外は実施例1と同様にマスクブランクを作製し、さらに、このマスクブランクスを使ってフォトマスクを作製した。その結果、遮光性膜13の突起部分のギザつきは、約10nm以下に納まり、100nmのライン&スペースパターンが解像されていることが確認された。また、半導体デザインルール65nmにおいてフォトマスクで要求されるパターン線幅精度を満足するものであった。

40

【0045】

図2は、本発明の第2の実施形態に係るマスクブランク10の一例を示す。図2(a)は、マスクブランク10の構成の一例を示す。尚、以下に説明する点を除き、図2において、図1と同一又は同様の構成については、図1と同じ符号を付して説明を省略する。本例において、マスクブランク10は、透明基板12、遮光性膜13(遮光層14と、反射防止層16との積層膜)、珪素含有膜32(珪素を含む膜)、有機材料からなるレジスト下地膜34、及び化学増幅型レジスト膜20を備える。

【0046】

珪素含有膜32は、遮光性膜13をパターンニングする際に使用するハードマスク用の珪素を含む膜であり、遮光性膜13上に形成される。珪素含有膜32の膜厚は、例えば30

50

nm (例えば25~35nm)である。珪素含有膜32は、例えば、MoSiO、MoSiN、又はMoSiON等の、MoSiを含む膜であってよい。珪素含有膜32は、TaSiO、TaSiN、TaSiON、WSiO、WSiN、WSiON、SiO、SiN、又はSiON等の膜であってよい。尚、ハードマスクとして用いられる珪素含有膜32は、転写パターンを形成するための薄膜の一例である。

【0047】

有機材料からなるレジスト下地膜34は、珪素含有膜32と化学増幅型レジスト膜20との密着性を改善するための有機膜であり、珪素含有膜32上に形成される。珪素含有膜32に対する有機材料からなるレジスト下地膜34の密着性は、珪素含有膜32上に化学増幅型レジスト膜20を形成した場合の珪素含有膜32に対する化学増幅型レジスト膜20の密着性よりも高い。

10

【0048】

また、本例において、レジスト下地膜34は、第1の実施形態におけるレジスト下地膜18(図1参照)と同一又は同様のものである。そのため、レジスト下地膜34は、失活抑制効果を有するレジスト下地膜18としての機能も更に有している。レジスト下地膜34の膜厚は、例えば、25nm以下(例えば、1~25nm)である。より好ましくは、1~15nm、更に好ましくは、5~10nmである。尚、通常マスクブランクとしては、レジスト下地膜34上には、化学増幅型レジスト膜20が形成される。

【0049】

図2(b)は、電子線リソグラフィ法により化学増幅型レジスト膜20がパターンニングされた状態を示す。このようにパターンニングされた化学増幅型レジスト膜20をマスクとして、レジスト下地膜34及び珪素含有膜32がエッチングされる。また、珪素含有膜32をマスク(ハードマスク)として、遮光性膜13がエッチングされる。これにより、遮光性膜13をパターンニングしたフォトマスクが製造できる。

20

【0050】

ここで、珪素含有膜32をエッチングする条件において、レジスト下地膜34のエッチングレートは、例えば、0.3nm/秒以上、より好ましくは1.0nm/秒以上、更に好ましくは、2.0nm/秒以上である。珪素含有膜32をエッチングする条件とは、パターンニングされた化学増幅型レジスト膜20をマスクとして珪素含有膜32をエッチングする工程におけるエッチング条件である。

30

【0051】

この場合、このエッチング条件において、マスクとして用いられている化学増幅型レジスト膜20がエッチングされるエッチングレートに対して、レジスト下地膜34のエッチングレートを速くすることが好ましい。そのため、本例によれば、化学増幅型レジスト膜20の解像性を低下させることなく、珪素含有膜32をエッチングできる。また、これにより、珪素含有膜32のパターンニングの解像性を高めることができる。更には、ハードマスクとして用いられる珪素含有膜32のパターンニングの解像性が高まることにより、遮光性膜13の解像性を高めることができる。レジスト下地膜34のエッチングレートは、例えば、化学増幅型レジスト膜20のエッチングレートの1.2~10倍である。より好ましくは、1.5~5倍である。尚、レジスト下地膜34のエッチングレートは、化学増幅型レジスト膜との密着性を改善する目的だけであれば、化学増幅型レジスト膜20がエッチングされるエッチングレートに対して、レジスト下地膜34のエッチングレートが遅くてもかまわない。

40

【0052】

以下、本発明の第2の実施形態の実施例及び比較例を示す。

(実施例3)

実施例1と同様の透明基板12を用い、実施例1と同様に遮光性膜13を形成した。更に、珪素含有膜32として、MoSiON膜を形成した。珪素含有膜32の膜厚は30nmとした。

【0053】

50

次に、実施例 1 と同じ材料の有機膜（富士フィルムエレクトロニクスマテリアルズ社製：FKB-15B）を回転塗布法で 30 nm 塗布して、レジスト下地膜 34 を形成した。その後、ホットプレートで 200 で 10 分熱処理して、レジスト下地膜 34 を乾燥させた。次に、実施例 1 と同様に化学増幅型レジスト膜 20 を形成し、レジスト膜付きフォトマスクブランクであるマスクブランク 10 を得た。

【0054】

（比較例 4）

レジスト下地膜 34 を形成しなかった以外は実施例 3 と同様にして、比較例 4 に係るマスクブランクを得た。

【0055】

実施例 3、及び比較例 4 に係るマスクブランクについて、化学増幅型レジスト膜と珪素含有膜との密着性の違いを比較するために、化学増幅型レジスト膜のパターニングを行った。最初に、各マスクブランクを電子線露光装置で露光し、その後、露光後のベーク処理及び現像処理して、レジストパターンを形成した。この露光は、50 keV 以上の加速電圧で加速された電子線によって行った。

【0056】

実施例 3 においては、レジスト下地膜 34 によって化学増幅型レジスト膜 20 と珪素含有膜 32 との密着性が良好であり、そのため、所望のライン&スペースパターンがしっかりと形成されていることが確認された。

【0057】

比較例 4 においては、化学増幅型レジスト膜と珪素含有膜との密着性が不十分であり、現像処理中にレジストパターンの消失が生じた。

【0058】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は、上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更又は改良を加えることが可能であることは、当業者に明らかである。その様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。

【産業上の利用可能性】

【0059】

本発明は、半導体デバイスや液晶表示デバイス等の製造において使用されるマスクブランク及びマスクに好適に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係るマスクブランク 10 の一例を示す図である。図 1 (a) は、マスクブランク 10 の構成の一例を示す。図 1 (b) は、露光・現像処理により化学増幅型レジスト膜 20 がパターニングされた状態を示す。

【図 2】本発明の第 2 の実施形態に係るマスクブランク 10 一例を示す図である。図 2 (a) は、マスクブランク 10 の構成の一例を示す。図 2 (b) は、電子線リソグラフィにより化学増幅型レジスト膜 20 がパターニングされた状態を示す。

【符号の説明】

【0061】

10・・・マスクブランク、12・・・透明基板、13・・・遮光性膜、14・・・遮光層、16・・・反射防止層、18・・・レジスト下地膜、20・・・化学増幅型レジスト膜、22・・・窒化クロム膜、24・・・炭化窒化クロム膜、32・・・珪素含有膜、34・・・レジスト下地膜

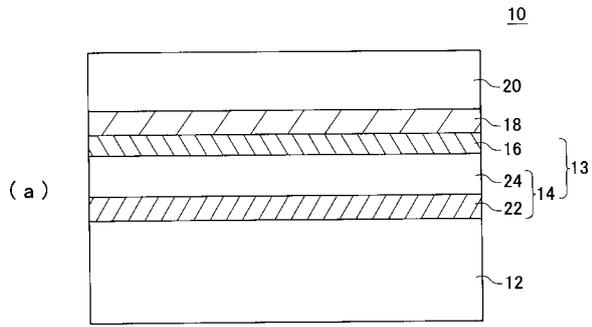
10

20

30

40

【 図 1 】



【 図 2 】

