

(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2010-44275

(P2010-44275A)

(43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G03F 1/08 (2006.01)		G03F 1/08	K	2H095
G03F 1/14 (2006.01)		G03F 1/14	F	
H01L 21/027 (2006.01)		H01L 21/30	502P	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-209128 (P2008-209128)	(71) 出願人	000002060
(22) 出願日	平成20年8月15日 (2008.8.15)		信越化学工業株式会社
			東京都千代田区大手町二丁目6番1号
		(74) 代理人	100079304
			弁理士 小島 隆司
		(74) 代理人	100114513
			弁理士 重松 沙織
		(74) 代理人	100120721
			弁理士 小林 克成
		(74) 代理人	100124590
			弁理士 石川 武史
		(72) 発明者	金子 英雄
			新潟県上越市頸城区西福島28番地1 信
			越化学工業株式会社新機能材料技術研究所
			内
		Fターム(参考)	2H095 BB14 BB31 BC04 BC11 BC13

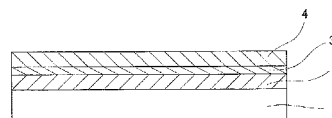
(54) 【発明の名称】 グレートーンマスクブランク及びグレートーンマスク

(57) 【要約】

【解決手段】透光部と、露光光を露光に寄与しない程度に遮光する遮光部と、露光光に対し、透光部の透過率より低く、遮光部の透過率より高い透過率を有し、露光に寄与する透過率を有する半透光部とを有するグレートーンマスクを、透明基板上に、半透光膜、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜、及び遮光膜を備え、これらの膜が、上記透明基板側から、半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜の順に形成されてなるグレートーンマスクブランクを素材とし、半透光部と遮光部とを、各々、半透光膜及び第一反射防止膜を含み、遮光膜を含まない半透光部と、半透光膜、第一反射防止膜及び遮光膜を含む遮光部とで構成する。

【効果】半透光膜の上に半透光膜の反射率を調整する反射防止膜を形成することによってパターン形成後の半透光部の反射率を低減することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透光部と、露光光を露光に寄与しない程度に遮光する遮光部と、露光光に対し、上記透光部の透過率より低く、上記遮光部の透過率より高い透過率を有し、露光に寄与する透過率を有する半透光部とを有するグレートーンマスクの素材となるグレートーンマスクブランクであって、

透明基板上に、半透光膜、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜、及び遮光膜を備え、これらの膜が、上記透明基板側から、半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜の順に形成されてなることを特徴とするグレートーンマスクブランク。

【請求項 2】

上記第一反射防止膜と上記遮光膜とのエッチング特性が異なることを特徴とする請求項 1 記載のグレートーンマスクブランク。

【請求項 3】

上記第一反射防止膜と上記半透光膜とのエッチング特性が同じであることを特徴とする請求項 2 記載のグレートーンマスクブランク。

【請求項 4】

上記第一反射防止膜と上記半透光膜とのエッチング特性が異なることを特徴とする請求項 2 記載のグレートーンマスクブランク。

【請求項 5】

上記第一反射防止膜がフッ素を含むエッチングガスによってドライエッチングされ、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスには耐性を有し、上記遮光膜がフッ素を含むエッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスでエッチングされることを特徴とする請求項 2 記載のグレートーンマスクブランク。

【請求項 6】

上記遮光膜がフッ素を含むエッチングガスによってドライエッチングされ、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスには耐性を有し、上記第一反射防止膜がフッ素を含むエッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスでエッチングされることを特徴とする請求項 2 記載のグレートーンマスクブランク。

【請求項 7】

透光部と、露光光を露光に寄与しない程度に遮光する遮光部と、露光光に対し、上記透光部の透過率より低く、上記遮光部の透過率より高い透過率を有し、露光に寄与する透過率を有する半透光部とを有するグレートーンマスクであって、半透光膜、及び半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜を含み、遮光膜を含まない半透光部と、半透光膜、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜、及び遮光膜を含む遮光部とを備えることを特徴とするグレートーンマスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体集積回路等の製造などに用いられるフォトマスク（グレートーンマスク）の素材となるフォトマスクブランク（グレートーンマスクブランク）、特に FPD（フラットパネルディスプレイ）用として好適なグレートーンマスクの素材となるグレートーンマスクブランク及びグレートーンマスクに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、TFT 液晶表示装置の製造において、製造工程を簡略化するためにグレートーンマスクが用いられている。通常フォトマスクは、透光部と遮光部とからなり、マスクを透過する露光光の強度は実質的に遮光及び透光の 2 値であるが、グレートーンマスクは、透光部と半透光部と遮光部とからなり、各々の部分から透過する露光光の強度を変え、遮光、半透光及び透光の 3 値となっている。グレートーンマスクを用いた露光は、通常のフ

10

20

30

40

50

フォトマスク 2 枚分の工程を、グレートンマスクを用いて 1 枚のフォトマスクで行うものである。

【0003】

このようなグレートンマスクの製造方法の 1 つとして、遮光膜としてクロム化合物を用い、半透光部は遮光膜を部分的にエッチングして厚みを低減して、所定の透過率が得られるようにしたものが提案されている（特許文献 1：特開平 7 - 49410 号公報）。

【0004】

しかし、このように部分的にエッチングする方法では、半透光部をフォトマスク全面に亘って均一にエッチングすることが難しいため、遮光膜と半透光膜との 2 層構造とし、それぞれに選択的エッチング可能な材料を用いたフォトマスクブランクを使用する方法が提案されている。このようなものとしては、遮光膜に Cr、半透光膜に MoSi を用い、遮光膜の Cr のパターニングには、塩素系ガスを用いたドライエッチング、又は硝酸第二セリウムと過塩素酸の混合溶液を用いたウェットエッチングを行い、MoSi のエッチングには、フッ素系ガスを用いる方法が開示されている（特許文献 2：特開 2005 - 37933 号公報）。

【0005】

【特許文献 1】特開平 7 - 49410 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 37933 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

半透光膜と遮光膜とを有するグレートンマスクでは、反射率を低減するためには軽元素を添加する方法があるが、軽元素を添加して反射率が低減すると、膜の単位厚さ当たりの遮光性が低下するため、半透光膜の反射率を十分低くするために、膜厚を厚くしなければならないという問題がある。膜厚が増大すると、膜の加工性が低下してしまう。

【0007】

また、半透光膜は、通常、露光光の位相をシフトする作用を有するため、膜厚が厚くなると、位相のシフト量が大きくなる。この位相のシフト量が大きくなると、半透光部と透光部とをそれぞれ通った光が干渉して、半透光部と透光部の境界に光の干渉によって、透過率の低い部分が形成されてしまうという問題がある。

【0008】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、半透光部の膜厚を厚くすることなく、半透光部に必要な透過率と反射率とが確保されたグレートンマスク、及びその素材となるグレートンマスクブラン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】

本発明者は、上記課題を解決するため鋭意検討を重ねた結果、透光部と、露光光を露光に寄与しない程度に遮光する遮光部と、露光光に対し、透光部の透過率より低く、遮光部の透過率より高い透過率を有し、露光に寄与する透過率を有する半透光部とを有するグレートンマスクを、透明基板上に、半透光膜、この半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜、及び遮光膜を備え、これらの膜が、上記透明基板側から、半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜の順に形成されてなるグレートンマスクブランクを素材とし、半透光部と遮光部とを、各々、半透光膜、及び半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜を含み、遮光膜を含まない半透光部と、半透光膜、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜、及び遮光膜を含む遮光部とで構成することにより、半透光部の膜厚を厚くすることなく、半透光部に必要な透過率と反射率とが確保されたグレートンマスクとなり、更に、膜厚が低減されることによって、半透光部と透光部の境界の光の干渉による、透過率の低下を防ぐことができることを見出し、本発明をなすに至った。

【0010】

即ち、本発明は、下記グレートンマスクブランク及びグレートンマスクを提供する。

請求項 1 :

透光部と、露光光を露光に寄与しない程度に遮光する遮光部と、露光光に対し、上記透光部の透過率より低く、上記遮光部の透過率より高い透過率を有し、露光に寄与する透過率を有する半透光部とを有するグレートンマスクの素材となるグレートンマスクブランクであって、

透明基板上に、半透光膜、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜、及び遮光膜を備え、これらの膜が、上記透明基板側から、半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜の順に形成されてなることを特徴とするグレートンマスクブランク。

10

請求項 2 :

上記第一反射防止膜と上記遮光膜とのエッチング特性が異なることを特徴とする請求項 1 記載のグレートンマスクブランク。

請求項 3 :

上記第一反射防止膜と上記半透光膜とのエッチング特性が同じであることを特徴とする請求項 2 記載のグレートンマスクブランク。

請求項 4 :

上記第一反射防止膜と上記半透光膜とのエッチング特性が異なることを特徴とする請求項 2 記載のグレートンマスクブランク。

請求項 5 :

上記第一反射防止膜がフッ素を含むエッチングガスによってドライエッチングされ、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスには耐性を有し、上記遮光膜がフッ素を含むエッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスでエッチングされることを特徴とする請求項 2 記載のグレートンマスクブランク。

20

請求項 6 :

上記遮光膜がフッ素を含むエッチングガスによってドライエッチングされ、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスには耐性を有し、上記第一反射防止膜がフッ素を含むエッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスでエッチングされることを特徴とする請求項 2 記載のグレートンマスクブランク。

請求項 7 :

透光部と、露光光を露光に寄与しない程度に遮光する遮光部と、露光光に対し、上記透光部の透過率より低く、上記遮光部の透過率より高い透過率を有し、露光に寄与する透過率を有する半透光部とを有するグレートンマスクであって、

半透光膜、及び半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜を含み、遮光膜を含まない半透光部と、半透光膜、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜である第一反射防止膜、及び遮光膜を含む遮光部とを備えることを特徴とするグレートンマスク。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、半透光膜の上に半透光膜の反射率を調整する反射防止膜を形成することによってパターン形成後の半透光部の反射率を低減することができる。

40

【0012】

更に、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜と、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜上に形成された遮光膜とのエッチング特性を異なるものとすることによって、加工を容易にするだけでなく、半透光膜の透過率の制御性を改善することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明について更に詳しく説明する。

本発明のグレートンマスクブランクは、石英基板等の透明基板上に、半透光膜と遮光膜とを有し、これらは、例えば、図 1 に示されるように、透明基板 1 側から半透光膜 2、

50

半透光膜の反射率を調整する反射防止膜（第一反射防止膜）３、遮光膜４の順に形成される。半透光膜２、第一反射防止膜は、グレートンマスクの半透光部を形成するための膜、遮光膜３は、グレートンマスクの遮光部を形成するための膜であり、このようなグレートンマスクブランクを素材としてグレートンマスクを作製した後は、半透光膜２、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜（第一反射防止膜）３及び遮光膜４は、図２に示されるように、グレートンマスクの半透光部（この場合、半透光膜及び第一反射防止膜を含み、遮光膜を含まない）２１、遮光部（この場合、半透光膜、第一反射防止膜及び遮光膜を含む）４１となり、また、両者が除去された部分は透光部１１となる。

【００１４】

本発明のグレートンマスクは、透光部と半透光部と遮光部とを有する。透光部は、通常は、透明基板が表出した部分で、露光に寄与する透過率を有する。また、遮光部は、露光光を露光に寄与しない程度に遮光する機能を有する。一方、半透光部は、露光光に対し、透光部の透過率より低く、遮光部の透過率より高い透過率を有し、かつ露光に寄与する透過率を有する。また、グレートンマスクブランク上に形成される半透光膜、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜（第一反射防止膜）及び遮光膜は、遮光膜が、露光光を露光に寄与しない程度に遮光する機能を有し、半透光膜及び第一反射防止膜が、それら全体で、露光光に対し、透明基板の透過率より低く、遮光膜の透過率より高い透過率を有し、かつ露光に寄与する透過率を有する。

【００１５】

本発明のグレートンマスクブランクは、透明基板上に、半透光膜、半透光膜の反射率を調整する反射防止膜（第一反射防止膜）及び遮光膜を備え、これらの膜が、上記透明基板側から、半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜の順に形成されている。このような構成とすることによって、遮光膜のみをエッチングしたときに反射防止膜を膜の最表面層とすることによって、反射率が低減できる。

【００１６】

膜そのものの反射率を低減するためには、一般に酸素や窒素などを添加することでも反射率はある程度低減できるが、反射率の低減効果が十分でないだけでなく、光の遮光特性が低くなるために、所定の透過率を得るための膜厚が厚くなるという問題がある。また、半透光膜の膜厚が厚くなると透光部との位相差が大きくなり、透光部と半透光部の境界に半透光部分よりも透過率の低い部分が形成され、設計と遮光性の異なる部分が形成されるという問題もある。

【００１７】

これに対し、本発明では、半透光膜の上に反射防止膜を形成することによって、半透光機能を担わせる部分の膜厚を薄くして、加工性を改善するだけでなく、透光部と半透光部との位相差を小さくすることによって、正確にパターンを形成することができるようになる。更に、反射防止膜と半透光膜の各々の膜がないときと比べて片方の膜を、位相を進むようにし、他方を遅れるようにして、更に半透光部と透光部の位相差を小さくすることによって、更に半透光部と透光部の境界の透過率の低下を低減することもできる。

【００１８】

また、半透光膜が遮光膜よりも基板側にあることによって、全ての膜を成膜したグレートンマスクブランクをパターンニングして（膜のパターンニング後に更に膜を成膜する工程を設けることなく）グレートンマスクを作製することができる。

【００１９】

半透光膜の反射率を調整する反射防止膜（以下、第一反射防止膜という）は、遮光膜とエッチング特性が異なっていた方が、遮光膜だけを制御よくエッチングで取り除くことができ好ましい。第一反射防止膜と遮光膜とのエッチング特性が同じだと、精度よく遮光膜だけをエッチングすることが難しく、遮光膜をエッチングする際に第一反射防止膜もエッチングされてしまったり、遮光膜が部分的に残ったりして、半透光部の透過率の面内や基板間のばらつきを生じる原因になるおそれがある。更に、第一反射防止膜を遮光膜とエッチング特性が異なるようにすると、面内の反射率分布を一定にしやすいという利点もある

。

【 0 0 2 0 】

また、第一反射防止膜と半透光膜のエッチング特性は、同じにしても、異なるものとしてもよい。第一反射防止膜と半透光膜とのエッチング特性を同じにすると、第一反射防止膜と半透光膜を同時にエッチングすることが可能となり、マスク製造工程を簡略化できる

。

【 0 0 2 1 】

一方、第一反射防止膜と半透光膜とのエッチング特性を異なるようにすると、第一反射防止膜は、半透光膜のエッチングマスクとして機能させることができ、制御よく半透光膜を加工することができる。第一反射防止膜を用いずに、遮光膜をエッチングマスクとして機能させることもできるが、遮光膜を所定の透過率（遮光度）が得られるようにしようとすると、膜厚を厚くする必要があるため、エッチングマスクとして用いても加工精度を十分に上げにくい。第一反射防止膜をエッチングマスクとして機能させることによって半透光膜の加工精度を効果的に上げることができる。

10

【 0 0 2 2 】

第一反射防止膜と遮光膜のエッチング特性を異なるようにするには、例えば、 CF_4 、 SF_6 などのフッ素を含むフッ素系エッチングガスによってドライエッチングされ、塩素ガスと酸素ガスの混合ガスのような塩素と酸素を含む塩素酸素系エッチングガスには耐性を有する膜と、上記フッ素系エッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、上記塩素酸素系エッチングガスでエッチングされる膜の組み合わせにすればよい。

20

【 0 0 2 3 】

具体的には、例えば、第一反射防止膜がフッ素系エッチングガスによってドライエッチングされ、塩素酸素系エッチングガスには耐性を有し、遮光膜がフッ素系エッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、塩素酸素系エッチングガスでエッチングされるようにすることができる。

【 0 0 2 4 】

第一反射防止膜と遮光膜のエッチング特性が異なる場合、遮光膜パターンをマスクにして、第一反射防止膜をパターンニングすることができるが、このとき、第一反射防止膜と半透光膜とのエッチング特性が同じ場合、例えば、半透光膜がフッ素系エッチングガスによってドライエッチングされ、塩素酸素系エッチングガスには耐性を有する場合は、第一反射防止膜を、レジストをマスクとしてエッチングするときと同じフッ素系エッチングガスで、半透光膜をエッチングすることができる。また、レジストの目減り量が少ないため、薄いレジスト膜で、精度よくエッチングすることができる。

30

【 0 0 2 5 】

一方、第一反射防止膜と半透光膜のエッチング特性が異なる場合、例えば、半透光膜がフッ素系エッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、塩素酸素系エッチングガスでエッチングされる場合は、第一反射防止膜をエッチングマスクとして半透光膜をパターン形成することができる。遮光膜と半透光膜のエッチング特性が同じときは、半透光膜のエッチングと、半透光部とする部分に残っている遮光膜とを同時に除去することが可能であるため、グレートンマスク製造工程を簡略化できるという利点がある。更に、半透光膜を塩素酸素系エッチングガスでエッチングできる場合は、基板が粗面化しにくいという利点がある。

40

【 0 0 2 6 】

また、遮光膜がフッ素系エッチングガスによってドライエッチングされ、塩素酸素系エッチングガスには耐性を有し、第一反射防止膜がフッ素系エッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、塩素酸素系エッチングガスでエッチングされるようにしてもよい

。

【 0 0 2 7 】

このような構成とした場合、遮光膜をパターンニングするときに、レジストをマスクとしてエッチングを行うが、レジストの膜減りを低減することができ、薄いレジスト膜でパタ

50

ーン形成でき、粗密依存性も少ない良好な遮光膜パターンを精度よく形成することができる。第一反射防止膜と遮光膜のエッチング特性が異なる場合、遮光膜パターンをマスクにして、第一反射防止膜をパターンニングすることができるが、第一反射防止膜と半透光膜とのエッチング特性が同じ場合、例えば、半透光膜がフッ素系エッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、塩素酸素系エッチングガスでエッチングされる場合、第一反射防止膜と同時に半透光膜をエッチングしてパターンを形成でき、その後に、半透光部となる部分のマスクとして用いた遮光膜のみを除去することで、パターンが形成できる。特に、遮光膜が塩素酸素系エッチングガスでエッチングされるときは、基板がエッチングされにくく、基板表面の荒れや白濁を防止することができる。

【0028】

一方、第一反射防止膜と半透光膜のエッチング特性が異なる場合、例えば、半透光膜がフッ素系エッチングガスによってドライエッチングされ、塩素酸素系エッチングガスには耐性を有する場合は、第一反射防止膜をエッチングマスクとして半透光膜をパターン形成することができる。遮光膜と半透光膜のエッチング特性が同じときは、半透光膜のエッチングと、半透光部とする部分に残っている遮光膜とを同時に除去することが可能であるため、グレートンマスク製造工程を簡略化できるという利点がある。

【0029】

膜の具体的な材質として、フッ素系のエッチングガスでドライエッチングでき、塩素酸素系のエッチングガスではエッチングされないものとしては、シリコン、シリコン化合物を用いることによって、このようなエッチング特性を満たすことができる。シリコン化合物としては、シリコンと遷移金属とを少なくとも含むものが好ましく、例えば、遷移金属とシリコンとを、 MoSi 、 TaSi 、 ZrSi 、 WSi 等とし、更に、酸素、窒素、炭素等の軽元素を含有するものが好ましい。膜の透過率（遮光性）は、膜厚や、組成、例えば、軽元素、特に酸素や窒素の量を変えることで調整できる。

【0030】

このようなものとして具体的には、例えば、 MoSiN 、 MoSiON 、 MoSiO 、 TaSiON 、 TaSiN 、 TaSiO 、 ZrSiON 、 ZrSiN 、 ZrSiO 、 WSiON 、 WSiN 、 WSiO などが挙げられる。なかでも MoSiON 、 MoSiN は、フッ素系のドライエッチングで特にエッチングしやすく、塩素酸素系のドライエッチングで耐性が良好であり好ましい。膜の構成元素の組成比は、例えば、遷移金属は0原子%以上70原子%以下、特に0原子%を超えて30原子%以下、シリコンは20原子%以上100原子%以下、特に40原子%以上100原子%未満、酸素は0原子%以上70原子%以下、特に0原子%を超えて60原子%以下、窒素は0原子%以上60原子%、特に0原子%を超えて50原子%以下とすればよい。

【0031】

また、塩素酸素系のエッチングガスでエッチングでき、フッ素系のエッチングガスでエッチングされないものとしては、クロムを含むもの（クロム又はクロム化合物）を用いることによって特性を満たすことができる。クロム化合物としては、クロムと、酸素、窒素、炭素等の軽元素とを含有するもの、とりわけシリコンを含まないものが好ましい。膜の透過率（遮光性）は、膜厚や、組成、例えば、軽元素、特に酸素や窒素の量を変えることで調整できる。

【0032】

このようなものとして具体的には、例えば、 CrC 、 CrCN 、 CrCO 、 CrCON 、 CrN 、 CrON 、 CrO などが挙げられる。膜の構成元素の組成比は、例えば、クロムは0原子%を超えて100原子%以下、特に20原子%以上100原子%以下、炭素は0原子%以上30原子%以下、特に0原子%を超えて20原子%以下、酸素は0原子%以上60原子%以下、特に0原子%を超えて50原子%以下、窒素は0原子%以上50原子%、特に0原子%を超えて40原子%以下とすればよい。

【0033】

膜の構成として更に具体的には、半透光膜として MoSiN 、第一反射防止膜としてM

10

20

30

40

50

o S i N、遮光膜として C r N、また、半透光膜として C r N、第一反射防止膜として M o S i N、遮光膜として C r Nなどを組合せればよいが、これらに限定されるものではない。

【0034】

半透光膜、遮光膜は、いずれか又は両方が単層でも多層でもよく、また、組成が膜厚方向に異なる構成としてもよく、光学特性が所定の特性を満たすように調整してもよい。

【0035】

これら半透光膜と遮光膜の成膜方法は、特に制限はないが、スパッタ法を用いると膜材質の制約が少なく、均一な膜を得ることができる。スパッタ法では、膜を構成する遷移金属（例えば、M o、T a、Z r、W）及び／又はシリコンを含むターゲット、或いはクロムターゲットなどを用い、所定の光学特性が得られるように、膜を構成する軽元素に応じて、酸素を含むガス、窒素を含むガス、炭素を含むガスなどの反応性ガスの量や成膜条件（例えば、ターゲットの構成、ターゲットへの印加電量等）などを調整すればよい。

【0036】

半透光部の透過率は、遮光部と透光部の間、即ち、透光部の透過率より低く、遮光部の透過率より高いものであり、これは得られるマスクの使用方法によって調整されるものであるが、通常、半透光膜と第一反射防止膜とを合わせて、例えば

10～80%、より一般的には15～60%とされる。

【0037】

また、遮光部の透過率は、露光光を露光に寄与しない程度に遮光するものであることから、半透光膜、第一反射防止膜及び遮光膜を合わせて、例えば、光学濃度で2以上、好ましくは3以上あればよい。

【0038】

更に、透過率調整は半透光膜が主として行うようにし、反射率の低減は第一反射防止膜で行うようにすることにより、膜の設計が容易となり、膜厚の低減効果も大きいため、第一反射防止膜の光学濃度は半透光膜よりも小さい方が好ましい。

【0039】

各々の膜の膜厚としては、上記光学特性を満たすように調整すればよく、例えば、半透光膜は3～100nm、特に3～80nm、第一反射防止膜は5～30nm、特に5～20nm、遮光膜は40～200nmとすればよい。

【0040】

露光光には特に制限はないが、350nm以上500nm未満の間にピーク波長を有する光が好ましく、特に、436nm（g線）、405nm（h線）及び365nm（i線）から選ばれる少なくとも1つの波長をピーク波長として有する光が好ましい。また、露光光は、単一波長の光（レーザ光等のコヒーレントな光）であっても、波長幅を有する光（スペクトルを有する光）であってもよい。

【0041】

基板については、上記露光光に対し透明であればよく、合成石英や、ソーダ硝子などでよいが、合成石英が、熱膨張が小さいために好ましい。

【0042】

更に、遮光膜の上に、更に第二反射防止膜を形成すると、遮光膜の反射率を低減することができるため好ましい。第二反射防止膜を設ける場合、第二反射防止膜は、遮光膜とエッチング特性が同じであることが好ましい。具体的には、遮光膜と第二反射防止膜が共に、フッ素を含むエッチングガスによってドライエッチングされ、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスには耐性を有するもの、又は遮光膜と第二反射防止膜が共に、フッ素を含むエッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスでエッチングされるものが好ましい。

【0043】

また、半透光膜と基板との間に更に別の反射防止膜、密着性改善膜、表面粗さを改善するための下地層などを形成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

グレートンマスクは、公知のリソグラフィーの手法によって、グレートンマスクブランクから製造することができる。具体的には、下記方法が挙げられる。

【 0 0 4 5 】

（製造方法１） 半透光膜と第一反射防止膜のエッチング特性が同じ場合

例えば、石英基板の上に半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜、第二反射防止膜の順に形成され、半透光膜と第一反射防止膜とはエッチング特性が同じ膜、遮光膜と第二反射防止膜とは同じエッチング特性の膜、第一反射防止膜と遮光膜とはエッチング特性が異なる膜として形成されたグレートンマスクブランクを用いる。

【 0 0 4 6 】

基板とこの直上に形成される膜、例えば半透光膜のエッチング特性は同じでも異なってもよいが、異なっていた方が、基板を過剰に掘り込まなくてすみ、半透光部と透光部を透過した光の位相差が大きくならないため好ましい。

【 0 0 4 7 】

まず、第二反射防止膜の上にレジストを塗布する。レジストはネガ型でもポジ型でもよい。ポジ型レジストを用いた場合、透光部とする部分の描画（露光）、現像を行い、レジストパターンを形成する。次に、レジストパターンをマスクとして、第一反射防止膜にはエッチング耐性があり、遮光膜と第二反射防止膜をエッチングするエッチング条件でドライエッチングする。エッチングはウエットエッチングでもよい。このとき、第一反射防止膜はエッチングストップとして機能するため、制御よくエッチングされる。次に、レジストパターンと反射防止膜、遮光膜のパターンをマスクとして、第二反射防止膜及び遮光膜にはエッチング耐性があり、第一反射防止膜と半透光膜がエッチングされるエッチャントを用いて、第一反射防止膜と半透光膜をエッチングし、透光部を形成する。ここではレジストパターンと第二反射防止膜、遮光膜のパターンをエッチングマスクとしたが、レジストを除去、洗浄して、第二反射防止膜、遮光膜のパターンをエッチングマスクとしてエッチングしてもよい。

【 0 0 4 8 】

上記エッチング中に、レジストが消滅するようにレジストの膜厚を設定した場合は、エッチング後にレジストの除去をおこなう必要がなくなり好ましい。上記エッチング後にレジストが残存している場合はレジストを除去し、洗浄した後に、再度レジストを塗布する。レジストはポジ型でもネガ型でもよいが、ポジ型の場合は、半透光部とする部分の描画（露光）、現像を行い、レジストパターンを形成する。次に、レジストパターンをマスクとして、第一反射防止膜にはエッチング耐性があり、遮光膜と第二反射防止膜とをエッチングするドライ又はウエットエッチングで、第二反射防止膜と遮光膜をエッチングし、半透光部とする部分を形成する。その後にレジストを除去し、グレートンマスクが完成する。

【 0 0 4 9 】

より具体的には、例えば、以下の方法が採用できる。

石英基板の上に半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜及び第二反射防止膜が順に形成され、半透光膜及び第一反射防止膜が、フッ素を含むエッチングガスによってドライエッチングされ、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスには耐性を有する膜、遮光膜及び第二反射防止膜が、フッ素を含むエッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスでエッチングされる膜である場合、まず、第二反射防止膜の上にポジ型レジストを塗布し、透光部とする部分の描画（露光）、現像を行い、レジストパターンを形成する。次に、レジストパターンをマスクとして、塩素ガスと酸素ガスの混合ガスで第二反射防止膜と遮光膜とをエッチングする。このとき、第一反射防止膜はエッチングストップとして機能する。次に、レジストパターンと第二反射防止膜、遮光膜のパターンをマスクとして、フッ素系ガスである SF_6 を用いて、第一反射防止膜と半透光膜をエッチングし、透光部を形成する。次にレジストを除去し、洗浄した後に、再度レジストを塗布して、半透光部とする部分の描画（露光）、現像を行い、レジストパターンを形

10

20

30

40

50

成する。次に、レジストパターンをマスクとして、塩素ガスと酸素ガスの混合ガスで第二反射防止膜と遮光膜をエッチングし、半透光部とする部分を形成する。その後にレジストを除去して、グレートンマスクが完成する。

【0050】

(製造方法2) 半透光膜が第一反射防止膜のエッチング特性が異なり、遮光膜と同じ場合

例えば、石英基板の上に半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜、第二反射防止膜の順に形成され、半透光膜と遮光膜と第二反射防止膜は同じエッチング特性の膜、第一反射防止膜だけが、半透光膜、遮光膜及び第二反射防止膜とエッチング特性が異なる膜として形成されたグレートンマスクブランクを用いる。

10

【0051】

基板とこの直上に形成される膜、例えば半透光膜のエッチング特性は同じでも異なってもよいが、異なっていた方が、基板を過剰に掘り込まなくてすみ、半透光部と透光部を透過した光の位相差が大きくならないため好ましい。

【0052】

まず、第二反射防止膜の上にレジストを塗布する。レジストはネガ型でもポジ型でもよい。ポジ型レジストを用いた場合、透光部とする部分の描画(露光)、現像を行い、レジストパターンを形成する。次に、レジストパターンをマスクとして、第一反射防止膜にはエッチング耐性があり、遮光膜と第二反射防止膜をエッチングするエッチング条件でドライエッチングする。エッチングはウエットエッチングでもよい。このとき、第一反射防止膜はエッチングストッパとして機能するため、制御よくエッチングされる。次に、レジストパターンと第二反射防止膜、遮光膜のパターンをマスクとして、第二反射防止膜及び遮光膜にはエッチング耐性があり、第一反射防止膜がエッチングされるエッチャントを用いて、第一反射防止膜をエッチングし、透光部とする部分を形成する。ここではレジストパターンと第二反射防止膜、遮光膜のパターンをエッチングマスクとしたが、レジストを除去、洗浄して、第二反射防止膜、遮光膜のパターンをエッチングマスクとしてエッチングしてもよい。

20

【0053】

上記エッチング中に、レジストが消滅するようにレジストの膜厚を設定した場合は、エッチング後にレジストの除去をおこなう必要がなくなり好ましい。上記エッチング後にレジストが残存している場合はレジストを除去し、洗浄した後に、再度レジストを塗布する。レジストはポジ型でもネガ型でもよいが、ポジ型の場合は半透光部とする部分と透光部とする部分の描画(露光)、現像を行い、レジストパターンを形成する。次に、第一反射防止膜はエッチング耐性があり、遮光膜と第二反射防止膜と半透光膜をエッチングするドライ又はウエットエッチングで、レジストパターンをエッチングマスクとして第二反射防止膜と遮光膜をエッチングし、同時に第一反射防止膜のパターンをエッチングマスクにして、半透光膜をエッチングして、半透光部とする部分を形成する。その後にレジストを除去し、グレートンマスクが完成する。

30

【0054】

より具体的には、例えば、以下の方法が採用できる。

40

石英基板の上に半透光膜、第一反射防止膜、遮光膜及び第二反射防止膜が順に形成され、第一反射防止膜が、フッ素を含むエッチングガスによってドライエッチングされ、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスには耐性を有する膜、半透光膜、遮光膜及び第二反射防止膜が、フッ素を含むエッチングガスによるドライエッチングに耐性を有し、かつ塩素と酸素を含むエッチングガスでエッチングされる膜である場合、まず、第二反射防止膜の上にポジ型レジストを塗布し、透光部とする部分の描画(露光)、現像を行い、レジストパターンを形成する。次に、レジストパターンをマスクとして、塩素ガスと酸素ガスの混合ガスで第二反射防止膜と遮光膜をエッチングする。このとき、第一反射防止膜はエッチングストッパとして機能する。次に、レジストパターンと第二反射防止膜、遮光膜のパターンをマスクとして、フッ素系ガスである SF_6 を用いて、第一反射防止膜をエッチングし

50

、透光部とする部分を形成する。次にレジストを除去し、洗浄した後に、再度レジストを塗布して、半透光部とする部分及び透光部とする部分の描画（露光）、現像を行い、レジストパターンを形成する。次に、レジストパターンをマスクとして、塩素ガスと酸素ガスの混合ガスで第二反射防止膜と遮光膜をエッチングし、半透光部とする部分を形成すると同時に、第一反射防止膜のパターンをエッチングマスクにして、半透光膜をエッチングする。その後にレジストを除去して、グレートンマスクが完成する。

【 0 0 5 5 】

なお、上記グレートンマスクの製造方法の例では、第二反射防止膜を有するものの場合を示したが、第二反射防止膜を形成していないグレートンマスクブランクからグレートンマスクを製造する場合は、第二反射防止膜及び遮光膜のエッチングを、遮光膜のエッチングとし、第二反射防止膜及び遮光膜のパターンをエッチングマスクとして利用する代わりに、遮光膜のパターンのエッチングマスクとして利用すればよい。

10

【実施例】

【 0 0 5 6 】

以下、実施例及び比較例を示し、本発明を具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に制限されるものではない。

【 0 0 5 7 】

[実施例 1]

石英基板の上にスパッタ法で、Ar (2 0 s c c m)、N₂ (5 s c c m) を真空チャンパーに流し、MoSi ターゲットとSi ターゲットを用いて、半透光膜としてMoSi N膜を膜厚 1 5 n mとして形成した。

20

【 0 0 5 8 】

次に、この半透光膜上にスパッタ法で、Ar (5 s c c m)、N₂ (5 0 s c c m)、O₂ (2 s c c m) を真空チャンパーに流し、MoSi ターゲットとSi ターゲットを用いて、第一反射防止膜としてMoSi ON膜を膜厚 3 1 n mとして形成した。第一反射防止膜を形成した段階での透過率は、波長 3 6 5 n mにおいて 2 0 %、第一反射防止膜側からの反射率は、波長 3 6 5 n mにおいて 1 5 %であった。

【 0 0 5 9 】

次に、この第一反射防止膜上にスパッタ法で、Ar (2 0 s c c m)、N₂ (1 s c c m) を真空チャンパーに流し、Cr ターゲットを用いて、遮光膜としてCr N膜を膜厚 6 0 n mとして形成した。

30

【 0 0 6 0 】

更に、この遮光膜上にスパッタ法で、Ar (1 5 s c c m)、N₂O (1 2 s c c m) を真空チャンパーに流し、Cr ターゲットを用いて、第二反射防止膜として、Cr ON膜を膜厚 2 0 n mとして形成して、グレートンマスクブランクを得た。

【 0 0 6 1 】

[比較例 1]

石英基板の上にスパッタ法で、Ar (5 s c c m)、N₂ (5 0 s c c m)、O₂ (2 s c c m) を真空チャンパーに流し、MoSi ターゲットとSi ターゲットを用いて、半透光膜としてMoSi N膜を膜厚 8 0 n m形成した。半透光膜を形成した段階での透過率は、波長 3 6 5 n mにおいて 2 0 %、半透光膜側からの反射率は、波長 3 6 5 n mにおいて 1 5 %であった。

40

【 0 0 6 2 】

次に、この半透光膜上にスパッタ法で、Ar (2 0 s c c m)、N₂ (1 s c c m) を真空チャンパーに流し、Cr ターゲットを用いて、遮光膜としてCr N膜を膜厚 6 0 n mとして形成した。

【 0 0 6 3 】

更に、この遮光膜上にスパッタ法で、Ar (1 5 s c c m)、N₂O (1 2 s c c m) を真空チャンパーに流し、Cr ターゲットを用いて、反射防止膜として、Cr ON膜を膜厚 2 0 n mとして形成して、グレートンマスクブランクを得た。

50

【0064】

上記例で得られたグレートンマスクブランクは、各々の膜を、フォトリソグラフィーの手法によりエッチングして、透光部、半透光部及び遮光部を有するグレートンマスクとすることができる。実施例1で得られたグレートンマスクの半透光部は、膜厚46nm(半透光膜15nmと第一反射防止膜31nm)で、透過率が20%、反射率が15%となっているのに対し、同じ透過率と反射率が得られる比較例1で得られたグレートンマスクの半透光部は、膜厚80nm(半透光膜のみで80nm)である。従って、本発明では、半透光部が薄膜化される。

【0065】

[実施例2]

石英基板の上にスパッタ法で、Ar(20sccm)、N₂(1sccm)を真空チャンバーに流し、Crターゲットを用いて、半透光膜としてCrN膜を膜厚12nmとして形成した。

10

【0066】

次に、この半透光膜上にスパッタ法で、Ar(5sccm)、N₂(50sccm)を真空チャンバーに流し、MoSiターゲットとSiターゲットを用いて、第一反射防止膜としてMoSiN膜を膜厚12nmとして形成した。第一反射防止膜を形成した段階での透過率は、波長365nmにおいて20%、第一反射防止膜側からの反射率は、波長365nmにおいて26%であった。

【0067】

次に、この第一反射防止膜上にスパッタ法で、Ar(20sccm)、N₂(1sccm)を真空チャンバーに流し、Crターゲットを用いて、遮光膜としてCrN膜を膜厚60nmとして形成した。

20

【0068】

更に、この遮光膜上にスパッタ法で、Ar(15sccm)、N₂O(12sccm)を真空チャンバーに流し、Crターゲットを用いて、第二反射防止膜として、CrON膜を膜厚20nmとして形成して、グレートンマスクブランクを得た。

【0069】

[実施例3]

石英基板の上にスパッタ法で、Ar(20sccm)、N₂(1sccm)を真空チャンバーに流し、Crターゲットを用いて、半透光膜としてCrN膜を膜厚10nmとして形成した。

30

【0070】

次に、この半透光膜上にスパッタ法で、Ar(15sccm)、N₂O(12sccm)を真空チャンバーに流し、Crターゲットを用いて、第一反射防止膜としてCrON膜を膜厚11nmとして形成した。第一反射防止膜を形成した段階での透過率は、波長365nmにおいて20%、第一反射防止膜側からの反射率は、波長365nmにおいて26%であった。

【0071】

更に、この第一反射防止膜上にスパッタ法で、Ar(20sccm)、N₂(5sccm)を真空チャンバーに流し、MoSiターゲットとSiターゲットを用いて、MoSi遮光膜としてMoSiN膜を膜厚60nmとして形成して、グレートンマスクブランクを得た。

40

【0072】

[比較例2]

石英基板の上にスパッタ法で、Ar(15sccm)、N₂O(12sccm)を真空チャンバーに流し、Crターゲットを用いて、半透光膜としてCrN膜を膜厚46nmとして形成した。半透光膜を形成した段階での透過率は、波長365nmにおいて20%、半透光膜側からの反射率は、波長365nmにおいて28%であった。

【0073】

50

次に、この半透光膜上にスパッタ法で、Ar (20 sccm)、N₂ (5 sccm) を真空チャンバーに流し、MoSiターゲットとSiターゲットを用いて、MoSi遮光膜としてMoSiN膜を膜厚60nmとして形成して、グレートンマスクブランクを得た。

【0074】

上記例で得られたグレートンマスクブランクは、各々の膜を、フォトリソグラフィの手法によりエッチングして、透光部、半透光部及び遮光部を有するグレートンマスクとすることができる。実施例2で得られたグレートンマスクの半透光部は、膜厚24nm (半透光膜12nmと第一反射防止膜12nm) で、透過率が20%、反射率が26%、実施例3で得られたグレートンマスクの半透光部は、膜厚21nm (半透光膜10nmと第一反射防止膜11nm) で、透過率が20%、反射率が26%となっているのに対し、比較例2で得られたグレートンマスクの半透光部は、透過率が20%となるように膜厚を合わせると、膜厚46nm (半透光膜のみで46nm) で、反射率が28%である。いずれの場合も、本発明の半透光部が薄膜化され、優位性があることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明のグレートンマスクブランクの一例を示す断面図である。

【図2】本発明のグレートンマスクの一例を示す断面図である。

【符号の説明】

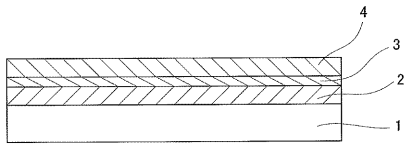
【0076】

- 1 透明基板
- 2 半透光膜
- 3 半透光膜の反射率を調整する反射防止膜 (第一反射防止膜)
- 4 遮光膜
- 11 透光部
- 21 半透光部
- 41 遮光部

10

20

【図 1】



【図 2】

