

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5121020号
(P5121020)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl.

F 1

G03F	1/00	(2012.01)	GO 3 F	1/00	Z
G03F	1/50	(2012.01)	GO 3 F	1/50	
G03F	1/58	(2012.01)	GO 3 F	1/58	

請求項の数 16 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-247271 (P2008-247271)
(22) 出願日	平成20年9月26日 (2008.9.26)
(65) 公開番号	特開2010-78923 (P2010-78923A)
(43) 公開日	平成22年4月8日 (2010.4.8)
審査請求日	平成23年8月29日 (2011.8.29)

(73) 特許権者	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	三井 勝 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HO YA株式会社内

審査官 佐野 浩樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】多階調フォトマスク、フォトマスクブランク、及びパターン転写方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透光性基板上に、露光光の一部を透過する半透光膜と露光光を遮光する遮光膜をこの順で有し、前記半透光膜と前記遮光膜にそれぞれパターニングが施されることにより、露光光を透過する透光部、露光光を一部透過する半透光部、露光光を遮光する遮光部が形成された多階調フォトマスクを作製するためのフォトマスクブランクであって、

前記半透光膜は、透光性基板側から下層と上層がこの順に積層した積層膜からなり、

前記下層は、i線～g線の波長帯域にわたる露光光に対する透過率変化量が上層に比べて相対的に小さく、かつ、所定の透過率を得るために必要な膜厚が上層に比べて相対的に薄く、

前記上層は、i線～g線の波長帯域にわたる露光光に対する透過率変化量が下層に比べて相対的に大きく、かつ、所定の透過率を得るために必要な膜厚が下層に比べて相対的に厚いことを特徴とするフォトマスクブランク。

【請求項 2】

前記上層の膜厚は、前記下層の膜厚よりも厚いことを特徴とする請求項1記載のフォトマスクブランク。

【請求項 3】

前記下層は、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制する機能を有する膜であり、

前記上層は、膜厚を調整することによって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露

光光の透過率を所望の値に調整することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のフォトマスクブランク。

【請求項 4】

前記積層膜からなる半透光膜は、 i 線 ~ g 線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が、2 . 0 % 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のフォトマスクブランク。

【請求項 5】

前記下層は、シート抵抗値が前記上層よりも小さいことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のフォトマスクブランク。

【請求項 6】

前記下層は、シート抵抗が 0 . 55 k / 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のフォトマスクブランク。

【請求項 7】

透光性基板上に、

クロムと窒素を含む材料からなる下層と、モリブデンとシリコンを含む材料又はモリブデンとシリコンと窒素を含む材料からなる上層と、をこの順で積層してなる半透光膜の積層膜と、

クロムを含む材料からなる遮光膜と、

をこの順で積層してなることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のフォトマスクブランク。

【請求項 8】

透光性基板上に、露光光の一部を透過する半透光膜と露光光を遮光する遮光膜をこの順で有し、前記半透光膜と前記遮光膜にそれぞれパターニングが施されることにより、露光光を透過する透光部、露光光を一部透過する半透光部、露光光を遮光する遮光部が形成された多階調フォトマスクであって、

前記半透光膜は、透光性基板側から下層と上層がこの順に積層した積層膜からなり、

前記下層は、 i 線 ~ g 線の波長帯域にわたる露光光に対する透過率変化量が上層に比べて相対的に小さく、かつ、所定の透過率を得るために必要な膜厚が上層に比べて相対的に薄く、

前記上層は、 i 線 ~ g 線の波長帯域にわたる露光光に対する透過率変化量が下層に比べて相対的に大きく、かつ、所定の透過率を得るために必要な膜厚が下層に比べて相対的に厚いことを特徴とする多階調フォトマスク。

【請求項 9】

前記上層の膜厚は、前記下層の膜厚よりも厚いことを特徴とする請求項 8 記載の多階調フォトマスク。

【請求項 10】

前記下層は、 i 線 ~ g 線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制する機能を有する膜であり、

前記上層は、膜厚を調整することによって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整することを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の多階調フォトマスク。

【請求項 11】

前記積層膜からなる半透光膜は、 i 線 ~ g 線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が、2 . 0 % 以下であることを特徴とする請求項 8 ~ 10 のいずれかに記載の多階調フォトマスク。

【請求項 12】

前記下層は、シート抵抗値が前記上層よりも小さいことを特徴とする請求項 8 ~ 11 のいずれかに記載の多階調フォトマスク。

【請求項 13】

前記下層は、シート抵抗が 0 . 55 k / 以下であることを特徴とする請求項 8 ~ 1

10

20

30

40

50

2のいずれかに記載の多階調フォトマスク。

【請求項 1 4】

前記半透光部は、透光性基板上に、前記積層構造の半透光膜で構成される半透光部が形成されてなることを特徴とする請求項8～13のいずれかに記載の多階調フォトマスク。

【請求項 1 5】

前記半透光部は、露光光の透過率の異なる第1の半透光部と第2の半透光部を有し、前記第1の半透光部は、透光性基板上に、前記積層構造の半透光膜の下層膜のみで構成される半透光部が形成されてなり、前記第2の半透光部は、透光性基板上に、前記積層構造の半透光膜の下層膜及び上層膜の積層膜で構成される半透光部が形成されてなることを特徴とする請求項8～13のいずれかに記載の多階調フォトマスク。 10

【請求項 1 6】

請求項8～15のいずれかに記載の多階調フォトマスクを用い、i線～g線の波長帯域に亘る露光光によって、フォトマスクに形成された多階調パターンを被転写体上に転写する工程を含む、パターン転写方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多階調フォトマスク、フォトマスクブランク、及びパターン転写方法等に関する。 20

【背景技術】

【0002】

近年、大型F P D（フラットパネルディスプレイ）用フォトマスクの分野において、半透光性領域（いわゆるグレートーン部）を有する多階調フォトマスク（いわゆるグレートーンマスク）を用いてマスク枚数を削減する試みがなされている（例えば、非特許文献1）。 30

ここで、多階調フォトマスクは、図11(1)及び図12(1)に示すように、透光性基板上に、露光光を遮光する遮光部1と、露光光を透過する透光部2と、露光光を一部透過する半透光部3とを有する。半透光部3は、遮光部と透光部の中間的な透過率を得るための領域であり、例えば、図11(1)に示すように遮光部と透光部の中間的な透過率を有する半透光膜3a'を形成した領域、あるいは、図12(1)に示すように多階調フォトマスクを使用（搭載）してパターン転写を行う大型F P D用露光機の解像限界以下の微細遮光パターン3a及び微細透過部3b（いわゆるグレートーンパターン）を形成した領域であって、これらの領域を透過する露光光の透過量を低減しこの領域による照射量を低減して、係る領域に対応するフォトレジストの現像後の膜減りした膜厚を所望の値に制御することを目的として形成される。

大型多階調フォトマスクを、ミラープロジェクション方式や、レンズを使ったレンズプロジェクション方式の大型露光装置に搭載して使用する場合、半透光部3を通過した露光光は全体として露光量が足りなくなるため、この半透光部3を介して露光したポジ型フォトレジストは膜厚が薄くなるだけで基板上に残る。つまり、レジストは露光量の違いによって通常の遮光部1に対応する部分と半透光部3に対応する部分で現像液に対する溶解性に差ができるため、現像後のレジスト形状は、図11(2)及び図12(2)に示すように、通常の遮光部1に対応する部分1'が例えば約1μm、半透光部3に対応する部分3'が例えば約0.4～0.5μm、透光部2に対応する部分はレジストのない部分2'となる。そして、レジストのない部分2'で被加工基板の第1のエッティングを行い、半透光部3に対応する薄い部分3'のレジストをアッシング等によって除去しこの部分で第2のエッティングを行うことによって、1枚のマスクで従来のマスク2枚分の工程を行い、マスク枚数を削減する。 40

【非特許文献1】月刊F P D Intelligence、p.31-35、1999年5月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】 50

【0003】

ところで、マイクロプロセッサ、半導体メモリ、システムLSIなどの半導体ディバイスを製造するためのLSI用マスクは、最大でも6インチ角程度と相対的に小型であって、ステップ（ショット-ステップ露光）方式による縮小投影露光装置に搭載されて使用されることが多い。また、LSI用マスクでは、レンズ系による色収差排除及びそれによる解像性向上の観点から、単色の露光光が使用される。このLSI用マスクについての単色の露光波長の短波長化は、超高圧水銀灯のg線（436nm）、i線（365nm）、KrFエキシマレーザ（248nm）、ArFエキシマレーザ（193nm）へと進行してきている。

また、LSI用マスクを製造するための小型マスクプランクにおいては、高いエッチング精度が必要であるため、ドライエッチングによってマスクプランク上に形成された薄膜のパターニングが施される。

これに対し、FPD用大型マスクは、例えば、 $330\text{mm} \times 450\text{mm}$ から $1220\text{mm} \times 1400\text{mm}$ と相対的に大型であって、ミラープロジェクション方式やレンズを使ったレンズプロジェクション方式の露光装置に搭載されて使用されることが多い。また、FPD用大型マスクを、ミラープロジェクション（スキャニング露光方式による、等倍投影露光）方式の露光装置に搭載して使用する場合、（1）反射光学系だけでマスクを介した露光が行われるので、LSI用マスクの如きレンズ系の介在に基づき生じる色収差は問題とならないこと、及び、（2）現状では多色波露光の影響（透過光や反射光に基づく干渉や、色収差の影響など）を検討するよりも、単色波露光に比べ大きな露光光強度を確保した方が総合的な生産面から有利であることから、またレンズ方式の大型露光装置に搭載して使用する場合上記（2）に記載したことなどから、超高圧水銀灯のi～g線の広い帯域を利用し多色波露光を実施している。複数の波長による露光（多色波露光）処理の利点は、露光光強度が、単一波長による露光（単色波露光）の場合に比べて大きくできることである。例えば、i線のみ、又はg線のみの単色波露光に比べて、h線を含みi線からg線に亘る波長帯域の光で露光を行うほうが、露光光強度は大きい。このため、デバイスの生産性を向上させることができる。また、例えば、FPDデバイス等の大型のディスプレイデバイスは、等倍露光法を利用して製造される場合が多い。LSIデバイス等の製造で使われている縮小露光法に比べて等倍露光法では、デバイス面に照射される露光光の入射強度が小さいので、複数の波長を利用することで、デバイス面に照射される露光光の入射強度を補える利点が得られる。

また、FPD用大型マスクの製造においては、大型のドライエッチング装置の作製が難しく、作製したとしても非常に高価で均一にエッチングすることは技術的に難しい。このようなことから、FPD用大型マスクを製造するための大型マスクプランクにおいては、コスト面及びスループットを重視してエッチング液を用いたウエットエッチングを採用し、マスクプランク上に形成された薄膜のパターニングが施されることが多い。

【0004】

近年、FPD用大型多階調フォトマスクの要求精度（規格値）が厳しくなってきている。これと同時にコスト削減も要望されている。

そこで、本発明者らは、FPD用大型多階調フォトマスクプランク及びフォトマスクに關し、半透光膜及び遮光膜のそれぞれにウエットエッチングによるパターニングが施される場合について、厳しくなる要求精度（規格値）を満たすための課題について検討した。

その結果、

（1）半透光膜のi線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制すること、
（2）半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整すること（特に微調整が容易であること）、

（3）欠陥の少ない製造プロセスを採用できること、
は両立が困難であることがわかった。

このことを、以下で詳しく説明する。

まず、前提として、ウエットエッチングを用いて作製されるFPD用大型多階調フォト

10

20

30

40

50

マスクにおける遮光膜としては、Cr系遮光膜が通常使用される。

半透光膜としてMoSiNを用いるFPD用大型多階調フォトマスクプランク及びフォトマスクでは、基板側から基板\MoSiN半透光膜\Cr系遮光膜のフォトマスクプランク(従来例1)が用いられる。このとき、MoSiN半透光膜は、i線-g線間の透過率変動が相対的に大きいが、所定の透過率を得るための膜厚が相対的に厚い(例えば約20~35nm)ため、膜厚による透過率調整及び透過率制御が容易である。また、半透光膜としてMoSiNを用いる場合は、半透光膜先付け・半透光膜後付けの双方のプロセスを採用可能である。

半透光膜としてCrNを用いるFPD用大型多階調フォトマスクプランク及びフォトマスク(従来例2)においては、CrN半透光膜は、i線-g線間の透過率変動が相対的に小さいが、所定の透過率を得るための膜厚が相対的に薄い(例えば約10nm以下と非常に薄い)ため、膜厚による透過率調整や制御が難しい。また、CrN半透光膜は、Cr系遮光膜とのエッチング選択性がほとんどないため、Cr系遮光膜の成膜とパターニングをまず行い、その後に、CrN半透光膜の成膜とパターニングを行う必要がある(いわゆる半透光膜後付けプロセスの採用が必須となる)。半透光膜後付けプロセスの場合、成膜とその膜のパターニングの一連の工程を2回に分けて行う必要があるので、半透光膜先付けプロセスに比べ、欠陥が増加する。

上記のように、従来例1と2の双方の利点を有し、双方の欠点を解消する技術の提案は未だなされていない。つまり、上記(1)~(3)を両立しうる技術の提案は未だなされていない。

【0005】

本発明は、FPD用大型多階調フォトマスクプランク及びフォトマスクに関し、
(1)半透光膜のi線~g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制すること、
(2)半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整すること(特に微調整が容易であること)、
(3)欠陥の少ない製造プロセスを採用できること、
を両立しうる技術の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らは、上記課題を解決すべく、銳意研究開発を行った。その結果、
(i)半透光膜は、i線~g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率スペクトルが互いに異なる2以上の半透光膜の積層膜とし、これにより、
(ii)前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過するi線~g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が適切に制御でき、かつ、

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率が適切に制御できる、
ことを見い出した。これにより、上記(1)~(3)を両立しうるFPD用大型多階調フォトマスクプランク及びフォトマスクを得ることが可能となることを見い出した。

更に、本発明者は、前記積層膜を構成する各半透光膜の材料が同じであっても、各半透光膜の膜厚によってi線~g線の波長帯域に亘る透過率変化量の抑制効果が得られたり、得られなかつたりすることを見い出した。このことに基づいて、本発明者は、
(iii)「前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過するi線~g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が制御(所望の値に抑制)でき、かつ、

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率が制御(所望の値に制御)できる、」ように前記積層膜を構成する各半透光膜の材料及び膜厚を選択する(調整する)ことによって、上記(1)~(3)を両立しうるFPD用大型多階調フォトマスクプランク及びフォトマスクが得られることを見い出し、本発明に至った。

10

20

30

40

50

【0007】

本発明方法は、以下の構成を有する。

(構成1)

透光性基板上に、露光光の一部を透過する半透光膜と露光光を遮光する遮光膜をこの順で有し、前記半透光膜と前記遮光膜にそれぞれパターニングが施されることにより、露光光を透過する透光部、露光光を一部透過する半透光部、露光光を遮光する遮光部が形成された多階調フォトマスクを作製するためのフォトマスクブランクであって、

前記半透光膜は、i線～g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率スペクトルが互いに異なる2以上の中透光膜の積層膜からなり、

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過するi線～g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が制御され、かつ、

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率が制御され、
たものであることを特徴とするフォトマスクブランク。

(構成2)

前記積層膜を構成する少なくとも一方の半透光膜は、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制する機能を有する膜であり、かつ、

前記積層膜を構成する少なくとも一方の半透光膜の膜厚を調整することによって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整することを特徴とする構成1記載のフォトマスクブランク。

(構成3)

前記積層膜からなる半透光膜は、i線～g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が、2.0%以下であることを特徴とする構成1又は2に記載のフォトマスクブランク。

(構成4)

透光性基板上に、

クロムと窒素を含む材料からなる半透光膜と、モリブデンとシリコンを含む材料又はモリブデンとシリコンと窒素を含む材料からなる半透光膜と、をこの順で積層してなる半透光膜の積層膜と、

クロムを含む材料からなる遮光膜と、
をこの順で積層してなることを特徴とする構成1～3のいずれか一項に記載のフォトマスクブランク。

(構成5)

透光性基板上に、露光光の一部を透過する半透光膜と露光光を遮光する遮光膜をこの順で有し、前記半透光膜と前記遮光膜にそれぞれパターニングが施されることにより、露光光を透過する透光部、露光光を一部透過する半透光部、露光光を遮光する遮光部が形成された多階調フォトマスクであって、

前記半透光膜は、i線～g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率スペクトルが互いに異なる2以上の半透光膜の積層膜からなり、

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過するi線～g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が制御され、かつ、

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率が制御され、
たものであることを特徴とする多階調フォトマスク。

(構成6)

前記半透光部は、透光性基板上に、前記積層構造の半透光膜で構成される半透光部が形成されてなることを特徴とする構成5に記載の多階調フォトマスク。

(構成7)

10

20

30

40

50

前記半透光部は、露光光の透過率の異なる第1の半透光部と第2の半透光部を有し、前記第1の半透光部は、透光性基板上に、前記積層構造の半透光膜の下層膜のみで構成される半透光部が形成されてなり、前記第2の半透光部は、透光性基板上に、前記積層構造の半透光膜の下層膜及び上層膜の積層膜で構成される半透光部が形成されてなることを特徴とする構成5に記載の多階調フォトマスク。

(構成8)

構成5～7のいずれかに記載の多階調フォトマスクを用い、i線～g線の波長帯域に亘る露光光によって、フォトマスクに形成された多階調パターンを被転写体上に転写する工程を含む、パターン転写方法。

【発明の効果】

10

【0008】

本発明によれば、下記(1)～(3)を両立しうるFPD用大型多階調フォトマスクブランク及びフォトマスク並びにそれらの製造方法を提供できる。

- (1) 半透光膜のi線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制すること、
- (2) 半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整すること（特に微調整が容易であること）、
- (3) 欠陥の少ないプロセスを採用できること。

【0009】

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明のフォトマスクブランク及び多階調フォトマスクは、

20

透光性基板上に、露光光の一部を透過する半透光膜と露光光を遮光する遮光膜をこの順で有し、前記半透光膜と前記遮光膜にそれぞれパターニングが施されることにより、露光光を透過する透光部、露光光を一部透過する半透光部、露光光を遮光する遮光部が形成された多階調フォトマスクであって、又はこの多階調フォトマスクを作製するためのフォトマスクブランクであって、

前記半透光膜は、i線～g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率スペクトルが互いに異なる2以上の半透光膜の積層膜からなり、

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過するi線～g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が制御され、かつ、

30

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率が制御され、たものであることを特徴とする（構成1、構成5）。

上記構成1、構成5に係る発明によれば、下記(1)～(3)を両立しうるFPD用大型多階調フォトマスクブランク及びフォトマスク並びにそれらの製造方法の提供が可能となる。

- (1) 半透光膜のi線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制すること、
- (2) 半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整すること（特に微調整が容易であること）、
- (3) 欠陥の少ないプロセスを採用できること。

40

【0010】

本発明のフォトマスクブランク及びフォトマスクは、上述したように、「前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過するi線～g線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量が制御（所望の値に抑制）でき、かつ、

前記積層膜からなる半透光膜は、2以上の半透光膜の積層によって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率が制御（所望の値に抑制）できる、」ように前記積層膜を構成する各半透光膜の材料及び膜厚を選択する（調整する）ことを特徴とするものであると言える。

これによって、上記(1)～(3)を両立しうるFPD用大型多階調フォトマスクブランク

50

ンク及びフォトマスクが得られる。

具体的には、例えば、半透光膜は、基板側から CrN\MoSiNの積層膜とする。MoSiNの膜厚が適当である場合（膜厚が相対的に小さい場合）、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を1.5%以下に抑制する効果得られる。また、MoSiNの膜厚で透過率の微調整が可能となる。これに対し、MoSiNの膜厚が適当でない場合（膜厚が相対的に大きい場合）、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制する効果得られない。

【0011】

本発明のフォトマスクブランク及びフォトマスクは、
前記積層膜を構成する少なくとも一方の半透光膜は、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制する機能を有する膜であり、かつ、
10

前記積層膜を構成する少なくとも一方の半透光膜の膜厚を調整することによって、前記積層膜からなる半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整することを特徴とする（構成2）。

上記構成2に係る発明によれば、下記（1）～（3）を両立しうるFPD用大型多階調フォトマスクブランク及びフォトマスク並びにそれらの製造方法の提供が可能となる。

- (1) 半透光膜のi線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制すること、
- (2) 半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整すること（特に微調整が容易であること）、
- (3) 欠陥の少ない製造プロセスを採用できること。
20

【0012】

上記構成2に係る発明には、以下の態様が含まれる。

（態様1）

i線～g線間の透過率変動が相対的に大きいが、所定の透過率得るために膜厚が相対的に厚いため透過率の調整・制御が容易である膜と、

i線～g線間の透過率変動が相対的に小さいが、所定の透過率得るために膜厚が相対的に薄いため透過率の調整・制御が難しい膜と、
の積層膜で半透光膜を構成する態様。

上記態様1の具体例としては、例えば、基板側からCrN\MoSiNの積層膜で半透光膜を構成する態様が挙げられる。
30

（態様2）

i線～g線間の透過率変動が相対的に小さく、所定の透過率得るために膜厚が相対的に厚いため透過率の調整・制御が容易である膜と、

i線～g線間の透過率変動が相対的に小さいが、所定の透過率得るために膜厚が相対的に薄いため透過率の調整・制御が難しい膜と、
の積層膜で半透光膜を構成する態様。

上記態様2の具体例としては、例えば、基板側からCrN\MoSiの積層膜で半透光膜を構成する態様が挙げられる。この場合、CrN膜、MoSi膜の何れか一方の膜又は双方の膜の膜厚で透過率の調整が可能となる。また、MoSi膜の成膜条件によってMoSi膜の透過率を調整することによって、積層膜からなる半透光膜の透過率を調整することも可能である。さらに、MoSiNの膜厚で透過率の微調整が可能となる。
40

なお、上記態様1、2において、i線～g線間の透過率変動が相対的に小さいが、所定の透過率得るために膜厚が相対的に薄いため透過率の調整・制御が難しい膜は、下層（基板側の層）とすることができます、上層（遮光膜側の層）とすることもできる。

【0013】

本発明のフォトマスクブランク及びフォトマスクにおいて、積層膜からなる半透光膜は、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量が、2.0%以下であることが好ましい（構成3）。

厳しくなる要求精度（規格値）を満たすためである。また、半透光膜のi線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を小さく抑制することによる効果が、大きく得られるからであ
50

る。

同様の観点から、積層膜からなる半透光膜は、 i 線 ~ g 線の波長帯域に亘る透過率変化量が、1 . 5 %以下であることが更に好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明のフォトマスクブランク及びフォトマスクにおいて、前記積層膜を構成する少なくとも一方の半透光膜は、 i 線 ~ g 線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率変化量(i 線 ~ g 線の波長帯域における透過率の最大値と最小値との差)が、1 . 5 %以下となる材料からなることが好ましい。

このような材料としては、MoSi、CrNなどが挙げられる。これらのなかでも、(a) i 線 ~ g 線の波長帯域に亘る露光光に対する透過率の波長依存性が小さいこと、(b) 耐薬品性(耐洗浄性)及び耐光性に優れること、(c) エッチング速度を制御できること、(d) 他方の半透光膜(例えばMoSiN、MoSi等)のエッチング液に対してエッチング選択性が十分にあり、そのため他方の半透光膜(例えばMoSiN、MoSi等)のエッチングに際して半透光膜が受けるダメージが小さいこと、などの点から、CrNが最も好ましい。

【 0 0 1 5 】

本発明のフォトマスクブランク及びフォトマスクは、例えば、
透光性基板上に、

クロムと窒素を含む材料からなる半透光膜と、モリブデンとシリコンを含む材料又はモリブデンとシリコンと窒素を含む材料からなる半透光膜と、をこの順で積層してなる半透光膜の積層膜と、

クロムを含む材料からなる遮光膜と、
をこの順で積層してなる態様が含まれる(構成4)。

【 0 0 1 6 】

本発明のフォトマスクブランク及びフォトマスクにおいて、基板側からCrN \ MoSiNの積層膜からなる半透光膜を用いる場合は、以下の効果が得られる。

1) MoSiNの膜厚を適当な厚さとすることによって、 i 線 ~ g 線の波長帯域に亘る透過率変化量を1 . 5 %以下に抑制する効果が得られる。

2) CrN単層膜を用いる場合(従来例2)に比べ、所望の透過率への調整・制御が容易であり、特に透過率の微調整が容易である。

3) 半透光膜先付けプロセスが使用可能である。

4) MoSiN単層膜を用いる場合(従来例1)に比べ、MoSiN膜を薄くできるのでエッチング時間の短縮が可能となる。具体的には、従来例1に比べ、膜厚約1 / 3で、ジャストエッチングタイム約1 / 5となる。

5) MoSi系単層膜(MoSi、MoSiN等)に比べ、積層膜の状態でシート抵抗が低い。これは、MoSi系膜は非導電性だが下層に接するCrN膜のトンネル効果で導電性が得られると考えられる。

6) MiSi系単層膜(MoSi、MoSiN等)に比べ耐光性・耐薬性に優れる。CrN膜も耐光性・耐薬性に優れるので、積層膜からなる半透光膜として耐光性・耐薬性に優れる。

7) 基板側から半透光性のCrN膜(下層)と、これと接する半透光性のMoSi膜(上層)と、これと接するCr系の遮光膜との積層構造における各層の間で高いエッチング選択比が得られる。

【 0 0 1 7 】

本発明のフォトマスクブランク及びフォトマスクにおいて、積層膜からなる半透光膜は、2層構造(2層膜)とすることができます、3層以上の多層構造(多層膜)とすることも可能である。

本発明において、積層膜を構成する各半透光膜は、金属を含む膜とすることができます。

本発明において、積層膜からなる半透光膜は、積層膜の状態で電気抵抗がシート抵抗値1 k / 以下の導電性であることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0018】

本発明のフォトマスクプランク及びフォトマスクにおいて、半透光膜の材質としては、膜厚を選択することにより、透光部の透過率を100%とした場合に透過率20~60%程度（好ましくは40~60%）の半透過性が得られるものが好ましく、例えば、MoSi系材料、Cr化合物（Crの酸化物、窒化物、酸窒化物、フッ化物など）、Si, W, Al等が挙げられる。Si, W, Al等は、その膜厚によって高い遮光性も得られ、或いは半透過性も得られる材質である。

ここで、半透光膜の材料としては、MoとSiで構成されるMoSi系材料に限らず、金属及びシリコン（MSi, M:Mo, Ta, W, Ni, Zr, Ti, Cr等の遷移金属）、酸化窒化された金属及びシリコン（MSiON）、酸化炭化された金属及びシリコン（MSiCO）、酸化窒化炭化された金属及びシリコン（MSiCON）、酸化された金属及びシリコン（MSiO）、窒化された金属及びシリコン（MSiN）、などが挙げられる。
10

【0019】

本発明のフォトマスクプランク及びフォトマスクにおいて、遮光膜の材質としては、膜厚を選択することにより高い遮光性が得られるものが好ましく、例えばCr、Si、W、Al等が挙げられる。

遮光膜の材質としては、例えば、CrN、CrO、CrN、CrC、CrONなどCrを主成分とするものが挙げられる。遮光膜は、これらの単層でもこれらを積層したものであっても良い。遮光膜は、好ましくは、Crからなる遮光層にCr化合物（CrO、CrN、又はCrC）からなる反射防止層を積層したものが好ましい。
20

【0020】

本発明の多階調フォトマスクにおいては、図9(1)に一例を示すように、前記半透光部は、透光性基板21上に、2つの半透光膜22、23を積層した構造の半透光膜のみで構成される半透光部が形成されてなる態様が含まれる（構成6）。

本発明の多階調フォトマスクにおいては、図9(2)に一例を示すように、前記半透光部は、露光光の透過率の異なる第1の半透光部と第2の半透光部を有し、前記第1の半透光部は、透光性基板21上に、前記積層構造の半透光膜の下層膜22のみで構成される半透光部が形成されてなり、前記第2の半透光部は、透光性基板21上に、前記積層構造の半透光膜の下層膜22及び上層膜23の積層膜で構成される半透光部が形成されてなる態様が含まれる（構成7）。この場合、上層の半透光膜23として、一定の透過率を有する半透光膜を用い、上層の半透光膜23を選択的に残すことによって、4階調マスクを得ることが可能となる。
30

【0021】

本発明において、透光性基板の露出した透光部の露光光透過率を100%としたとき、半透光膜の露光光透過率は20~60%が好ましく、40~60%が更に好ましい。ここで透過率とは、多階調フォトマスクを使用する例えば大型LCD用露光機の露光光の波長に対する透過率のことである。

本発明において、形成されるマスクの遮光部は、半透光膜と遮光膜の積層となる場合は、遮光膜単独では遮光性が足りなくても半透光膜と合わせた場合に遮光性が得られれば良い。
40

本発明において、基板側から半透光膜の下層と、これと接する半透光膜の上層と、これと接する遮光膜とは、基板上に成膜したときに互いに密着性が良好であることが望ましい。

【0022】

本発明では、透光性基板上に半透光膜、遮光膜を成膜する工程を有するが、成膜方法は、スパッタ法、蒸着法、CVD（化学的気相成長）法など、膜種に適した方法を適宜選択すればよい。

【0023】

本発明では、金属及び珪素を含む材料からなる半透光膜のエッチング液としては、弗化
50

水素酸、珪弗化水素酸、弗化水素アンモニウムから選ばれる少なくとも一つの弗素化合物と、過酸化水素、硝酸、硫酸から選ばれる少なくとも一つの酸化剤とを含むエッティング液を用いることができる。

本発明では、Crを含む材料のエッティング液としては、硝酸第2セリウムアンモニウムを含むエッティング液を用いることができる。

【0024】

本発明の多階調フォトマスクは、薄膜トランジスタ(TFT)製造用の多階調フォトマスク及びブランクであり、該半透光部は、該薄膜トランジスタのチャネル部に相当する部分のパターンを転写するものとして好適に使用することができる。

TFT基板製造用のマスクパターンの一例を図13に示す。TFT基板製造用のパターン100は、TFT基板のソース及びドレインに対応するパターン101a、101bからなる遮光部101と、TFT基板のチャネル部に対応するパターンからなる半透光部103と、これらパターンの周囲に形成される透光部102とで構成される。

【0025】

本発明のパターン転写方法は、上記構成5～7のいずれかに記載のフォトマスクを用い、i線～g線の波長帯域に亘る露光光によって、フォトマスクに形成された多階調パターンを被転写体上に転写する工程を含むパターン転写方法として好適に使用することができる(構成8)。

【0026】

本発明において、i線～g線の波長帯域に亘る露光光源としては、超高压水銀灯などが例示されるが、本発明はこれに限定されない。

【0027】

以下、実施例に基づき本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例1)

(フォトマスクブランクの作製)

各種半透光膜を基板上にそれぞれ単層、積層して形成した試料(下記(1)～(3))を準備した。

(1) CrN膜

Crターゲットを用い、ArとN₂(8:2 sccm)ガスをスペッタリングガスとしてCrN膜(半透光膜)を、露光光源の波長に対する透過率が40%となる膜厚(約88オングストローム)で基板上に成膜した。

得られたCrN膜の、i線(365nm)、h線(405nm)、g線(436nm)における透過率(%)、反射率(%)、i線～g線の波長帯域における透過率、反射率の最大値と最小値との差、を図1(1)に示す。また、得られたCrN膜の、膜厚、及び、シート抵抗(k/)、を図1(2)に示す。さらに、得られたCrN膜の、透過率スペクトルを図2に、相対反射率スペクトルを図3に、それぞれ示す。

(2) MoSiN膜

Mo:Si=20:80(原子%比)のターゲットを用い、ArとN₂をスペッタリングガス(流量比; Ar: N₂ 50 sccm)として、モリブデン及びシリコンの窒化膜からなる半透光膜(MoSiN膜)を、約120オングストロームの膜厚、及び、約330オングストロームの膜厚で、それぞれ基板上に形成した。

得られたMoSiN膜は、膜厚の薄い方をMoSiN-1と表記し、膜厚の厚い方をMoSiN-2と表記する。

得られたMoSiN膜(MoSiN-1、MoSiN-2)の、i線(365nm)、h線(405nm)、g線(436nm)における透過率(%)、反射率(%)、i線～g線の波長帯域における透過率、反射率の最大値と最小値との差、を図1(1)に示す。また、得られたMoSiN膜(MoSiN-1、MoSiN-2)の、膜厚、及び、シート抵抗(k/)、を図1(2)に示す。さらに、得られたMoSiN膜(MoSiN-1、MoSiN-2)の、透過率スペクトルを図2に、相対反射率スペクトルを図3に、それぞれ示す。

10

20

30

40

50

(3) 積層膜

基板上に、上記と同じCrN膜、膜厚の薄い方のMoSiN膜(MoSiN-1)を、この順で形成した試料を、CrN+MoSiN-1と表記する。

基板上に、上記と同じCrN膜、膜厚の厚い方のMoSiN膜(MoSiN-2)を、この順で形成した試料を、CrN+MoSiN-2と表記する。

得られた試料(CrN+MoSiN-1、CrN+MoSiN-2)の、i線(365nm)、h線(405nm)、g線(436nm)における透過率(%)、反射率(%)、i線～g線の波長帯域における透過率、反射率の最大値と最小値との差、を図1(1)に示す。また、得られた試料(CrN+MoSiN-1、CrN+MoSiN-2)の、膜厚、及び、シート抵抗(k/)、を図1(2)に示す。さらに、得られた試料(CrN+MoSiN-1、CrN+MoSiN-2)の、透過率スペクトルを図2に、相対反射率スペクトルを図3に、それぞれ示す。
10

なお、上記成膜工程では、大型ガラス基板(合成石英(QZ)10mm厚、サイズ850mm×1200mm)を使用し、大型インラインスペッタリング装置を使用した。

また、図1(1)及び図3における「相対反射率」は、アルミ(A1)の反射率を基準(100%)として測定した反射率を示す。

【0028】

(評価)

CrN\MoSiNの積層膜に関し、MoSiNの膜厚が適当である場合(CrN+MoSiN-1の試料の場合)、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を1.5%以下に抑制する効果得られる。また、MoSiNの膜厚で透過率の微調整が可能となる。これに対し、MoSiNの膜厚が適当でない場合(CrN+MoSiN-2の試料の場合)、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制する効果得られない。
20

【0029】

(実施例2)

(フォトマスクブランクの作製)

各種半透光膜を基板上にそれぞれ単層、積層して形成した試料を準備した。

(1) CrN膜

Crターゲットを用い、ArとN₂(8:2sccm)ガスをスペッタリングガスとしてCrN膜(半透光膜)を、露光光源の波長に対する透過率が40%となる膜厚(約78オングストローム)で基板上に成膜した。
30

得られたCrN膜の、i線(365nm)、h線(405nm)、g線(436nm)における透過率(%)、反射率(%)、i線～g線の波長帯域における透過率、反射率の最大値と最小値との差、を図4(1)に示す。また、得られたCrN膜の、膜厚、及び、シート抵抗(k/)、を図4(2)に示す。さらに、得られたCrN膜の、透過率スペクトルを図5に、相対反射率スペクトルを図6に、それぞれ示す。

(2) MoSi膜

Mo:Si=20:80(原子%比)のターゲットを用い、Arをスペッタリングガスとして、モリブデン及びシリコンからなる半透光膜(MoSi膜)を、約220オングストロームの膜厚で基板上に形成した。
40

得られたMoSi膜の、i線(365nm)、h線(405nm)、g線(436nm)における透過率(%)、反射率(%)、i線～g線の波長帯域における透過率、反射率の最大値と最小値との差、を図4(1)に示す。また、得られたMoSi膜の、膜厚、及び、シート抵抗(k/)、を図4(2)に示す。さらに、得られたMoSi膜の、透過率スペクトルを図5に、相対反射率スペクトルを図6に、それぞれ示す。

(3) 積層膜

基板上に、上記と同じCrN膜、MoSi膜を、この順で形成した試料を、CrN+MoSiと表記する。

得られた試料(CrN+MoSi)の、i線(365nm)、h線(405nm)、g線(436nm)における透過率(%)、反射率(%)、i線～g線の波長帯域における
50

透過率、反射率の最大値と最小値との差、を図4(1)に示す。また、得られた試料(CrN+MoSi)の、膜厚、及び、シート抵抗(k_T/Ω)、を図4(2)に示す。さらに、得られた試料(CrN+MoSi)の、透過率スペクトルを図5に、相対反射率スペクトルを図6に、それぞれ示す。

なお、上記成膜工程では、大型ガラス基板(合成石英(QZ)10mm厚、サイズ850mm×1200mm)を使用し、大型インラインスピッタリング装置を使用した。

また、図4(1)及び図6における「相対反射率」は、アルミ(Al)の反射率を基準(100%)として測定した反射率を示す。

【0030】

(評価)

「i線-g線間の透過率変動が相対的に小さく、所定の透過率を得るために膜厚が相対的に厚いため透過率の調整・制御が容易である」CrN膜と、「線-g線間の透過率変動が相対的に小さいが、所定の透過率を得るために膜厚が相対的に薄いため透過率の調整・制御が難しい」MoSi膜と、の積層膜で半透光膜を構成すると、i線～g線の波長帯域に亘る透過率変化量を2.0%以下に抑制する効果が得られる。

実施例2では、CrN膜、MoSi膜の何れか一方の膜又は双方の膜の膜厚で透過率の調整が可能となる。また、MoSi膜の成膜条件によってMoSi膜の透過率を調整することによって、積層膜からなる半透光膜の透過率を調整することも可能である。さらに、MoSiNの膜厚で透過率の微調整が可能となる。

【0031】

(実施例3)

(フォトマスクプランクの作製)

大型ガラス基板(合成石英(QZ)10mm厚、サイズ850mm×1200mm)上に、大型インラインスピッタリング装置を使用し、多階調フォトマスク用の半透光膜の成膜を行った。具体的には、Crターゲットを用い、ArとN₂(8:2sccm)ガスをスピッタリングガスとしてCrN膜(半透光膜)を、露光光源の波長に対する透過率が40%となる膜厚(約88オングストローム)で成膜した。

続いて、上記半透光膜上に、Mo:Si=20:80(原子%比)のターゲットを用い、ArとN₂をスピッタリングガス(流量比; Ar 5:N₂ 50sccm)として、モリブデン及びシリコンの窒化膜からなる半透光膜の上層膜(MoSiN)を、約120オングストロームの膜厚で形成した。

半透光膜の下層膜(CrN)と半透光膜の上層膜(MoSiN)とを積層した状態の積層膜のシート抵抗は1k_T/Ω以下の導電性であった。

続いて、上記半透光膜の上層膜上に、遮光膜として、まずArとN₂ガスをスピッタリングガスとしてCrN膜を150オングストローム、次いでArとCH₄ガスをスピッタリングガスとしてCrC膜(主遮光膜)を650オングストローム、次いでArとNOガスをスピッタリングガスとしてCrON膜(膜面反射防止膜)を250オングストローム、連続成膜した。尚、各膜はそれぞれ組成傾斜膜であった。

以上のようにして、FPD用大型フォトマスクプランクを作製した。

【0032】

(多階調フォトマスクの作製)

上記のようにして、透光性基板21(QZ)上に、半透光膜22(CrN)と半透光膜23(MoSiN)の積層膜からなる半透光膜24、及び遮光膜30(基板側からCrN膜31/CrC遮光膜32/CrON反射防止膜33)を順次成膜したフォトマスクプランクを準備する(図7、図8(1)参照)。

次に、このフォトマスクプランク上に例えば電子線或いはレーザ描画用のポジ型レジストをCAPコータ装置を用いて塗布し、ベーリングを行って、レジスト膜を形成する。次に、電子線描画機或いはレーザ描画機などを用いて描画を行う。描画後、これを現像して、フォトマスクプランク上に透光部を除く領域(即ち遮光部及び半透光部に対応する領域)にレジストパターン50aを形成する(図8(2)参照)。

10

20

30

40

50

次に、形成されたレジストパターン 50a をマスクとして、遮光膜 30 をウエットエッチングして、遮光膜パターン 30a を形成をする（図 8（3）参照）。使用するエッティング液は、硝酸第二セリウムアンモニウムに過塩素酸を加えたものである。

次に、レジストパターン 50a を除去した後、遮光膜パターン 30a をマスクとして、上層の半透光膜 23（MoSiN）をウエットエッチングして、半透光膜（MoSiN）のパターン 23a を形成をする（図 8（4）参照）。使用するエッティング液は、弗化水素アンモニウムに過酸化水素を加えたものである。

次に、遮光膜パターン 30a をマスクとして、下層の半透光膜 22（CrN）をウエットエッチングして、半透光膜（CrN）のパターン 22a を形成をする（図 8（5）参照）。使用するエッティング液は、硝酸第二セリウムアンモニウムに過塩素酸を加えたものである。
10

次に、再び全面に前記レジストを塗布してレジスト膜を形成する。そして、2回目の描画を行う。描画後、これを現像して、遮光部及び透光部に対応するレジストパターン 51a を形成する（図 8（6）参照）。

次に、形成されたレジストパターン 51a をマスクとして、半透光部となる領域の遮光膜パターン 30a をウエットエッチングにより除去する。これにより、半透光部上の透光膜が除去されると共に、遮光膜パターン 30b が形成される（図 8（7）参照）。

最後に、残存するレジストパターン 51a を、濃硫酸などを用いて除去する（図 8（8）参照）。

以上のようにして多階調フォトマスクが出来上がる。
20

【0033】

（評価）

上記実施例 3 に係る発明によれば、下記（1）～（3）を両立しうる FPD 用大型多階調フォトマスクプランク及びフォトマスク並びにそれらの製造方法を提供できることが確認された。

- （1）半透光膜の i 線～g 線の波長帯域に亘る透過率変化量を抑制すること、
- （2）半透光膜を透過する露光光の透過率を所望の値に調整すること（特に微調整が容易であること）、
- （3）欠陥の少ないプロセスを採用できること。

【0034】

（実施例 4）

上記実施例 3 において、図 8 の工程（8）に続けて、下層の半透光膜（CrN）パターン 22a と上層の半透光膜（MoSiN）パターン 23a の積層膜ならなる半透光膜パターン 24a の一部について、新たにレジストパターンを形成して保護する。その後、レジストパターンで保護されていない半透光膜パターン 24a における上層の半透光膜（MoSiN）パターン 23a を、エッティング液（弗化水素アンモニウムに過酸化水素を加えたもの）を用いてエッティングし、下層の半透光膜（CrN）パターン 22a のみからなる半透光部を形成した。

レジストパターン 24a を除去し、下層の半透光膜（CrN）パターン 22a と上層の半透光膜（MoSiN）パターン 23a の積層膜ならなる半透光部と、下層の半透光膜（CrN）パターン 22a のみからなる半透光部と、遮光部と、透光部と、を有する多階調（4 階調）フォトマスクを作製した（図 9（2）参照）。
40

評価の結果は実施例 3 と同様であった。

【0035】

以上、好ましい実施例を掲げて本発明を説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図 1】本発明の実施例 1 で得られた各種半透光膜の光学特性等を示す図である。

【図 2】本発明の実施例 1 で得られた各種半透光膜の透過率スペクトルを示す図である。
50

【図3】本発明の実施例1で得られた各種半透光膜の反射率スペクトルを示す図である。

【図4】本発明の実施例2で得られた各種半透光膜の光学特性等を示す図である。

【図5】本発明の実施例2で得られた各種半透光膜の透過率スペクトルを示す図である。

【図6】本発明の実施例2で得られた各種半透光膜の反射率スペクトルを示す図である。

【図7】本発明の実施例3で作製したフォトマスクプランクを示す模式的断面図である。

【図8】本発明の実施例3に係る製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【図9】半透光部の態様を説明するための模式図である。

【図10】半透光膜と遮光膜との成膜順序の違いを説明するための図であり、図10(1)は半透光膜先付けタイプのフォトマスク、図10(2)は半透光膜後付けタイプのフォトマスクをそれぞれ示す。
10

【図11】半透光膜を有する多階調フォトマスクを説明するための図であり、(1)は部分平面図、(2)は部分断面図である。

【図12】解像限界以下の微細遮光パターンを有する多階調フォトマスクを説明するための図であり、(1)は部分平面図、(2)は部分断面図である。

【図13】TFT基板製造用のマスクパターンの一例を示す図である。

【符号の説明】

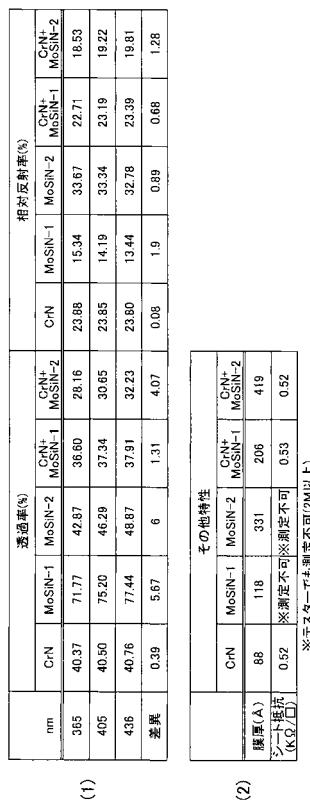
【0037】

- | | |
|------|---------------------|
| 1 | 遮光部 |
| 2 | 透光部 |
| 3 | 半透光部 |
| 3 a | 微細遮光パターン |
| 3 b | 微細透過部 |
| 3 a' | 半透光膜 |
| 2 1 | 透光性基板 |
| 2 2 | 半透光膜の下層膜 |
| 2 3 | 半透光膜の上層膜 |
| 2 4 | 積層構造の半透光膜(半透光膜の積層膜) |
| 3 0 | 遮光膜 |
| 5 0 | レジスト膜 |

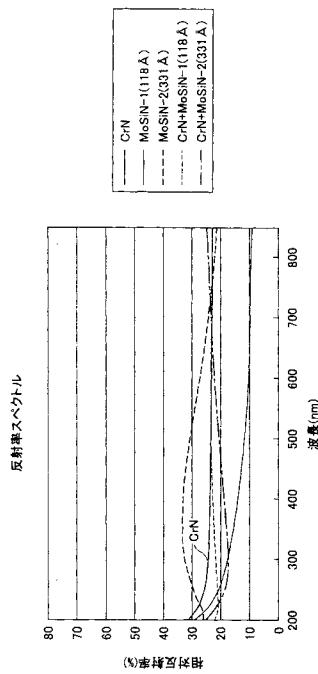
10

20

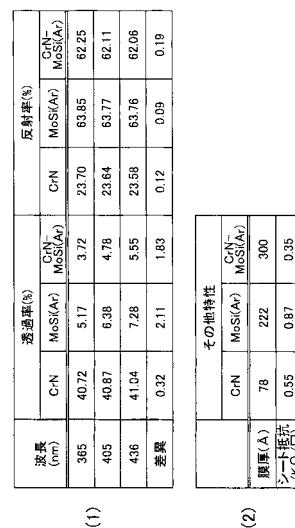
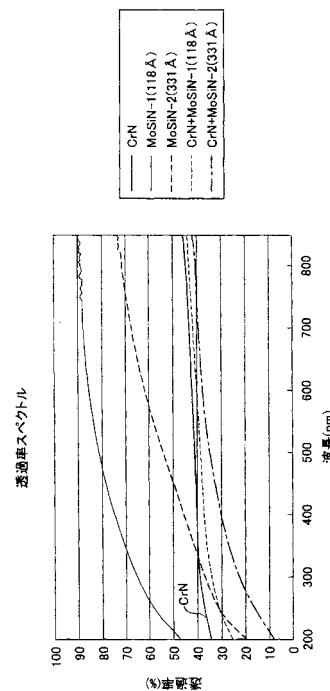
【図1】



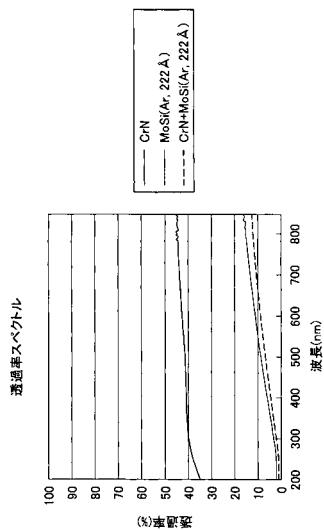
【図3】



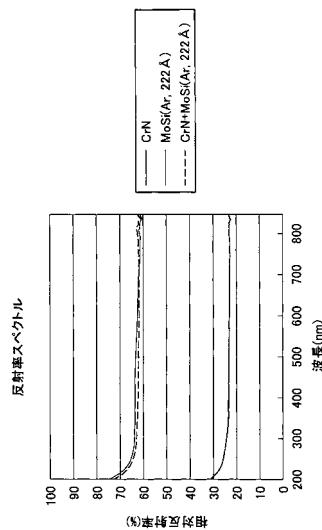
【図4】



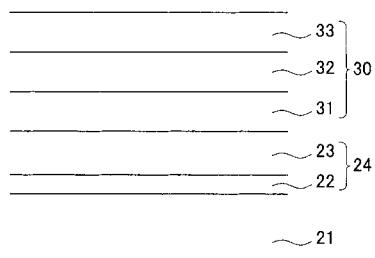
【図5】



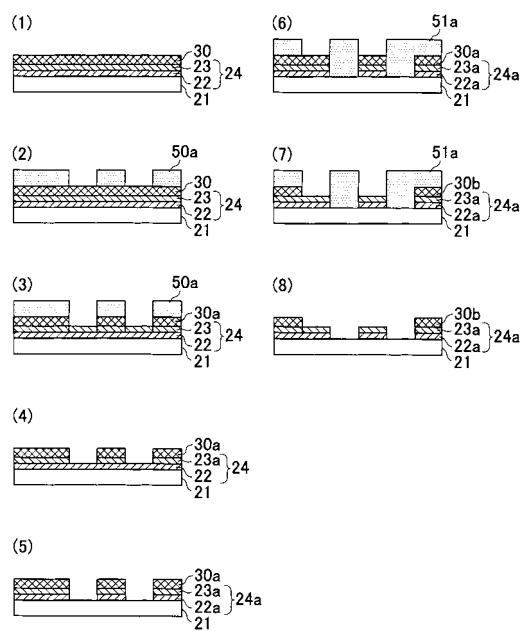
【図6】



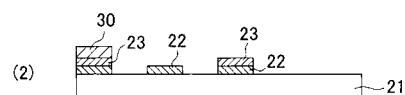
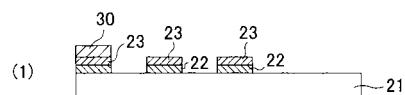
【図7】



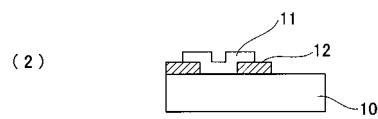
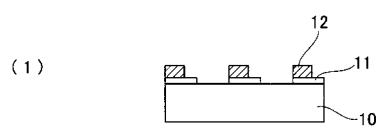
【図8】



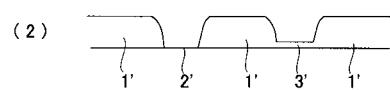
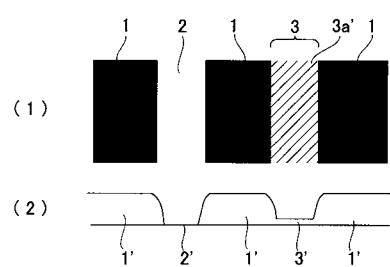
【図9】



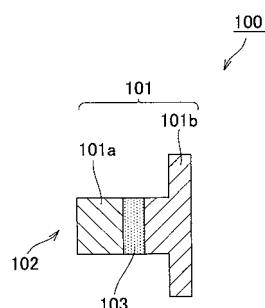
【図10】



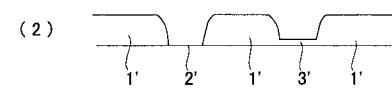
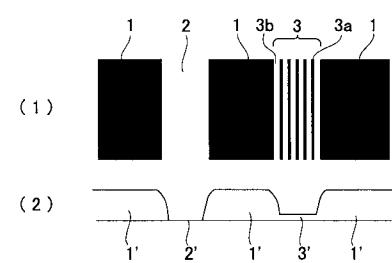
【図11】



【図13】



【図12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-199700(JP,A)
特開2007-249198(JP,A)
特開2008-122698(JP,A)
特開平06-342205(JP,A)
特開2007-133098(JP,A)
特開2010-038931(JP,A)
国際公開第2009/048089(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 03 F 1 / 00 - 1 / 86
7 / 20 - 7 / 24
9 / 00 - 9 / 02