

(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2009-237491

(P2009-237491A)

(43) 公開日 平成21年10月15日(2009. 10. 15)

(51) Int.Cl.
G03F 1/08 (2006.01)

F I
G03F 1/08 W

テーマコード (参考)
2H095

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-86750 (P2008-86750)
(22) 出願日 平成20年3月28日 (2008. 3. 28)

(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 100113343
弁理士 大塚 武史
(72) 発明者 佐野 道明
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内
Fターム(参考) 2H095 BA02 BB02 BB03 BC11 BD32
BD33 BD38

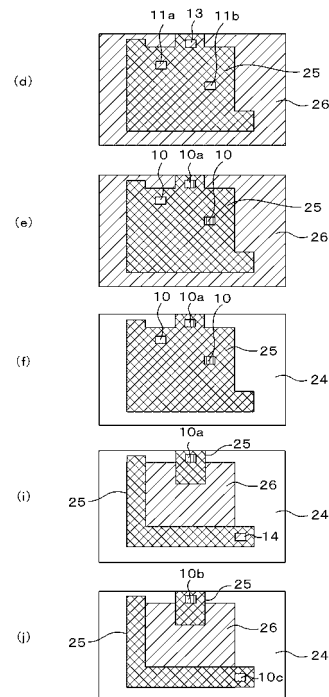
(54) 【発明の名称】 フォトマスクの欠陥修正方法及びフォトマスクの製造方法、並びにパターン転写方法

(57) 【要約】

【課題】半透光部の白欠陥を抑制できるフォトマスクの欠陥修正方法を提供する。

【解決手段】透明基板上に遮光部と透光部と半透光部とからなるマスクパターンを有するフォトマスクの欠陥修正方法であって、該フォトマスクは、透明基板上に順に成膜した半透光膜と遮光膜上に第1レジストパターンを形成する工程と、該第1レジストパターンをマスクとして透光部領域の遮光膜をエッチングして遮光膜パターンを形成する工程と、該遮光膜パターンをマスクとして半透光膜をエッチングする工程と、第2レジストパターンを形成する工程と、該第2レジストパターンをマスクとして半透光部領域の遮光膜をエッチングする工程により製造され、上記第1レジストパターンをマスクとして遮光膜パターンを形成する工程終了後に、欠陥検査を行い、少なくとも最終的に半透光部となる領域に生じた白欠陥部分に、半透光膜のエッチング環境に対しては耐性があり、かつ遮光膜のエッチング環境ではエッチング可能な素材の修正膜を形成する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

透明基板上に半透光膜と遮光膜を成膜し、所定のパターンニングを施すことにより形成された遮光部と、透光部と、マスク使用時に用いられる露光光の透過量を所定量低減する半透光部とからなるマスクパターンを有し、被転写体上に膜厚が段階的または連続的に異なるレジストパターンを形成するためのフォトマスクの欠陥修正方法であって、

前記フォトマスクは、前記遮光膜上に第 1 レジストパターンを形成する工程と、次に該第 1 レジストパターンをマスクとして、露出した透光部領域の遮光膜をエッチングして遮光膜パターンを形成する工程と、続いて該遮光膜パターンをマスクとして半透光膜をエッチングする工程と、次に第 2 レジストパターンを形成する工程と、次いで該第 2 レジストパターンをマスクとして、露出した半透光部領域の遮光膜をエッチングする工程を実施することにより製造され、

前記第 1 レジストパターンをマスクとして遮光膜パターンを形成する工程終了後に、欠陥検査を行い、少なくとも最終的に半透光部となる領域に生じた遮光膜の白欠陥部分に、前記半透光膜のエッチング環境に対しては耐性があり、かつ前記遮光膜のエッチング環境ではエッチング可能な素材からなる修正膜を形成することを特徴とするフォトマスクの欠陥修正方法。

【請求項 2】

前記修正膜は、前記遮光膜のエッチング環境において前記遮光膜よりエッチング時間が長くないような素材及び膜厚に形成することを特徴とする請求項 1 に記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

【請求項 3】

最終的に半透光部となる領域に生じた遮光膜の白欠陥部分に、前記修正膜を形成する際、最終的に遮光部となる領域に生じた遮光膜の白欠陥部分に、修正膜を形成しない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の欠陥修正方法。

【請求項 4】

前記修正膜は、前記遮光膜と同じ素材で形成することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

【請求項 5】

前記修正膜は、前記遮光膜より遮光性が低いことを特徴とする請求項 4 に記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

【請求項 6】

前記半透光膜は金属シリサイド化合物を主成分とする材料で形成され、前記遮光膜及び前記修正膜はいずれもクロムを主成分とする材料で形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

【請求項 7】

前記修正膜は、レーザー CVD 法により形成することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のフォトマスクの欠陥修正方法による欠陥修正工程を含むことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の製造方法によるフォトマスクを用いて所定の波長の露光光を被転写体に露光し、被転写体上に膜厚が段階的または連続的に異なるレジストパターンを形成することを特徴とするパターン転写方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、液晶表示装置 (Liquid Crystal Display: 以下、LCD と呼ぶ) 製造等に用い

10

20

30

40

50

られるグレートンマスク等のフォトマスクの欠陥修正方法及びフォトマスクの製造方法、並びにパターン転写方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、LCDの分野において、薄膜トランジスタ液晶表示装置（Thin Film Transistor Liquid Crystal Display：以下、TFT-LCDと呼ぶ）は、CRT（陰極線管）に比較して、薄型にしやすい消費電力が低いという利点から、現在商品化が急速に進んでいる。TFT-LCDは、マトリクス状に配列された各画素にTFTが配列された構造のTFT基板と、各画素に対応して、レッド、グリーン、及びブルーの画素パターンが配列されたカラーフィルターが液晶相の介在の下に重ね合わされた概略構造を有する。TFT-LCDでは、製造工程数が多く、TFT基板だけでも5～6枚のフォトマスクを用いて製造されていた。このような状況の下、TFT基板の製造を4枚のフォトマスクを用いて行う方法が提案されている。

10

【0003】

この方法は、遮光部と透光部と半透光部を有するフォトマスク（一般にグレートンマスクと呼ばれている）を用いることにより、使用するマスク枚数を低減するというものである。ここで、半透光部とは、マスクを使用してパターンを被転写体に転写する際、透過する露光の透過量を所定量低減させ、被転写体上のフォトリソ膜の現像後の残膜量を制御する部分をいい、そのような半透光部を、遮光部、透光部とともに備えているフォトマスクをグレートンマスクという。

20

【0004】

ここで用いられるグレートンマスクとしては、例えば半透光部がグレートンマスクを使用するLCD用露光機の解像限界以下の微細パターンで形成されている構造のものが知られている。グレートンマスクを使用するLCD用露光機の解像限界は、多くの場合、ステップ方式の露光機で約3 μ m、ミラープロジェクション方式の露光機で約4 μ mである。このため、例えば、ラインアンドスペースの微細パターンの場合、ライン幅とスペース幅をそれぞれ露光機の解像限界以下の3 μ m未満とする。

【0005】

上述の微細パターンタイプの半透光部は、半透光部の設計、具体的には遮光部と透光部の中間的なハーフトーン効果を持たせるための微細パターンをラインアンドスペースタイプにするのかドット（網点）タイプにするのか、或いはその他のパターンにするのかの選択があり、さらにラインアンドスペースタイプの場合、線幅をどのくらいにするのか、光が透過する部分と遮光される部分の比率をどうするか、全体の透過率をどの程度に設計するかなど、非常に多くのことを考慮して設計がなされなければならない。また、グレートンマスクの製造においても、線幅の中心値の管理、マスク内の線幅のばらつき管理など、非常に難しい生産技術が要求されていた。

30

【0006】

そこで、半透光部を半透過性の半透光膜とすることが従来提案されている（例えば下記特許文献1）。この半透光膜を用いることで半透光部での露光量を低減した露光を行うことが出来る。半透光膜を用いる場合、設計においては全体の透過率がどのくらい必要かを検討し、マスクにおいては半透光膜の膜種（素材）であるとか膜厚を選択することでマスクの生産が可能となる。従って、グレートンマスクの製造では半透光膜の膜厚制御を行うだけで足り、比較的管理が容易である。また、TFTチャネル部をグレートンマスクの半透光部で形成する場合、半透光膜であればフォトリソグラフィ工程により容易にパターンニングできるので、TFTチャネル部の形状が複雑なパターン形状であっても可能であるという利点がある。

40

【0007】

【特許文献1】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】

50

【 0 0 0 8 】

ところで、上述のような特許文献 1 に記載のグレートンマスクにおいて、その製造過程で、半透光膜からなる半透光部に欠陥が生じることが避けられない。なお、ここでは、膜パターンの余剰や遮光膜成分の付着、又は異物によって、透過率が所定より低くなる欠陥を黒欠陥、膜パターンの不足によって透過率が所定より高くなる欠陥を白欠陥と称する。とくに、半透光部は T F T チャネル部を形成するために用いられることが多く、半透光部の欠陥による透過率変動は最終製品の重大な欠陥を招く恐れがある。

【 0 0 0 9 】

半透光膜を用いたグレートンマスクの半透光部に、白欠陥、黒欠陥が生じた場合には、通常は、例えばレーザー C V D 法、又は収束イオンビーム (F I B) 法を用いて、局所的な膜修正を行う。すなわち、黒欠陥の部分に F I B またはレーザーを照射して遮光膜成分を飛ばして除去する。一方、白欠陥の部分に対しては、局所的に修正膜を形成し、又は、白欠陥部分、黒欠陥部分を含む領域を予め所定の面積分割離し、改めて局所的に修正膜を形成することが可能である。

10

【 0 0 1 0 】

ここで、図 4 及び図 5 を参照して、従来のグレートンマスクに生じた白欠陥の修正方法について詳述する。

図 4 は、従来のグレートンマスクの製造工程を工程順に示す断面図であり、図 5 は、従来の欠陥修正方法を説明するための工程順に示す平面図である。なお、図 5 の (d) , (e) , (h) , (i) の各工程は、図 4 の (d) , (e) , (h) , (i) の各工程と対応している。

20

上記グレートンマスクは、たとえば以下のような製造方法によって得ることができる。透明基板 2 4 上に半透光膜 2 6、及び遮光層 2 5 a と反射防止層 2 5 b の積層からなる遮光膜 2 5 がこの順に積層されたフォトマスクブランク (図 4 (a) 参照) を準備し、該フォトマスクブランクの遮光膜 2 5 上にレジストを塗布してレジスト膜を形成する。上記レジストとしては例えばポジ型フォトレジストを使用する。そしてレジスト膜に対し、所定のデバイスパターンを描画し、描画後に現像を行うことにより、製造されるマスクの透光部を除く領域にレジストパターン 4 0 を形成する (図 4 (b) 参照) 。描画には例えばレーザー光を用いる。

【 0 0 1 1 】

次に、上記レジストパターン 4 0 をマスクとして、露出した透光部領域の遮光膜 2 5 をエッチングして遮光膜パターンを形成し、残存するレジストパターン 4 0 を除去する (図 4 (c)、(d) 参照) 。この段階で、遮光膜 2 5 には、例えば白欠陥 1 1 と 1 2 が存在しているものとする (いずれの白欠陥も最終的に半透光部となる領域に生じた欠陥であるものとする) 。白欠陥 1 1 は、一般に 5 ~ 2 0 μ m 程度の大きさのピンホール欠陥であり、例えば使用したフォトマスクブランクの遮光膜にもともと存在していたピンホールによるものである。また、白欠陥 1 2 は、例えば上記レジストパターン 4 0 における幅の狭い部分 (透光部に挟まれた半透光部領域上のレジスト) の一部にピンホール 4 0 a が発生し、遮光膜をエッチングする段階でピンホール 4 0 a の片側のレジストが剥離してしまい、その結果生じた遮光膜パターンの不足によるものである (もちろん、一般に白欠陥の発生原因はこれらに限られるわけではない) 。図 5 (d) には平面図を示したが (但し、パターン形状は図 4 と一致しているわけではない)、最終的に半透光部となる領域に 2 箇所 (白欠陥 1 1 a と 1 1 b (いずれもピンホール欠陥で、実際の欠陥形状は不規則であることが多いが、ここでは便宜上矩形で示している)) と、最終的に遮光部となる領域に 1 箇所 (白欠陥 1 3 (ピンホール欠陥)) が存在している。なお、従来はこの段階では欠陥検査は行わないため、以上のような白欠陥の有無は不明である。

30

40

【 0 0 1 2 】

次に、上記遮光膜パターンをマスクとして下層の半透光膜 2 6 をエッチングすることにより、透光部を形成する (図 4 (e)、図 5 (e) 参照) 。上記遮光膜に生じた白欠陥部分では半透光膜がエッチングされて透明基板 2 4 が露出する。

50

【 0 0 1 3 】

次に、基板の全面に再び上記と同じレジスト膜を形成し、2度目の描画を行い、描画後に現像を行うことにより、製造されるマスクの半透光部以外の領域にレジストパターン41を形成する(図4(f)参照)。

【 0 0 1 4 】

次いで、上記レジストパターン41をマスクとして、露出した半透光部領域の遮光膜25をエッチングすることにより、遮光部及び半透光部を形成する(図4(g)参照)。そして、残存するレジストパターン41を除去する(図4(h)参照)。半透光部を形成する半透光膜26には、白欠陥15と16が発生している。これらの白欠陥は、上記遮光膜に生じた白欠陥11と12により下層の半透光膜がエッチングされてできた欠陥である。図5(h)の平面図で説明すると、上述の遮光膜に生じた白欠陥11aと11b(図5(d))がそのまま遮光膜26の白欠陥15aと15bとなり、遮光膜に生じた白欠陥13がそのまま遮光部の白欠陥17となっている。

10

【 0 0 1 5 】

従来は、この段階でマスクの欠陥検査を行い、上記半透光膜の白欠陥15と16については、光透過率が半透光膜と似かよった素材の修正膜1をレーザーCVD法などにより付着させて修正を行い、最終的に、透明基板24上に、半透光膜26によりなる半透光部23、半透光膜26と遮光膜25の積層膜によりなる遮光部21、及び透明基板24が露出した透光部22を形成したグレーンマスクが得られる(図4(i)参照)。また、図5(h)と(i)に示すように、遮光部の白欠陥17、半透光部領域の遮光膜をエッチングする工程で新たに生じた白欠陥14については、いずれも最終的に遮光部となるため、遮光膜と同じ素材を用いた修正膜2a, 2bをレーザーCVD法などにより付着させて修正を行う。

20

【 0 0 1 6 】

以上説明したように、従来は、マスクパターンの作製が完了した段階で、欠陥検査を行い、検出された白欠陥については修正膜を用いて修正を行っており、このうち遮光部となる領域の白欠陥を遮光膜と同じ例えばクロム等を用いて修正を行うことについては特に問題はないが、半透光部となる半透光膜に生じた白欠陥を適当な素材の修正膜を用いて修正することに関しては、以下のような課題がある。

【 0 0 1 7 】

すなわち、半透光膜の白欠陥修正に用いる修正膜の材料は本来であれば半透光膜と同一材料を用いればよいが、上記半透光膜と同一のものを必ずしも使用できない。というのは、半透光部に用いた半透光膜は、上述の局所的な成膜法に適するとは限らないからである。このため、半透光膜とは異なる膜素材(又は組成)のものを使用することを前提として、修正膜の素材を選択する必要がある。この場合、局所的な修正部分の露光光透過率が、その他の部分(未修正部分)と相違しないように、修正膜の素材、組成、及び膜厚を選択する必要がある。一方、グレーンマスクを用いて、被転写体にパターンを転写する際に用いられる露光機は、例えば液晶表示装置製造用のものである場合、i線~g線(365~436nm)程度の波長域を用いるのが一般的である。これらの露光には、半導体装置製造用のものより一般に面積の大きな露光が必要であるため、光量を確保するために単一波長は用いず、波長域をもった露光光を用いることが有利である。また、露光機の露光光は、多くの場合、個々の装置において必ずしも一定ではない。例えば、i線~g線にわたる波長域の露光光を有していても、i線の強度が最も大きい露光機、g線の強度が最も大きい露光機などが存在する。更に、露光機の光源の波長特性は、経時変化する。したがって、局所的な修正部分の露光光透過率が未修正部分と相違しないように、予め所定の波長における光透過率特性を勘案して修正膜の素材、膜厚等を選択したとしても、光透過率は露光光の波長が異なれば変動するため、実際の露光時に、修正部分と未修正の部分の透過率が完全に一致するとは限らず、もしずれがあれば、パターン転写したとき、その部分の被転写体上のレジストに意図しない膜厚の段差が生じてしまう。

30

40

【 0 0 1 8 】

50

本発明は、上記従来の事情に鑑みてなされたものであり、グレートンマスクにおける半透光部の白欠陥の発生を低減でき、特に上層の遮光膜に生じた白欠陥に起因する下層の半透光膜の白欠陥の発生を抑制できるフォトマスクの欠陥修正方法を提供することを第1の目的とする。また、本発明は、このような欠陥修正方法を適用した欠陥修正工程を有することにより、特に上層の遮光膜に生じた白欠陥に起因する下層の半透光膜の白欠陥の発生を抑制できることにより、グレートンマスクにおける半透光部の白欠陥の発生を低減できるフォトマスクの製造方法を提供することを第2の目的とする。さらには、半透光部の白欠陥の発生が好適に低減された上記フォトマスクを用いたパターン転写方法を提供することを第3の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記課題を解決するため、本発明は以下の構成を有する。

(構成1) 透明基板上に半透光膜と遮光膜を成膜し、所定のパターンニングを施すことにより形成された遮光部と、透光部と、マスク使用時に用いられる露光光の透過量を所定量低減する半透光部とからなるマスクパターンを有し、被転写体上に膜厚が段階的または連続的に異なるレジストパターンを形成するためのフォトマスクの欠陥修正方法であって、前記フォトマスクは、前記遮光膜上に第1レジストパターンを形成する工程と、次に該第1レジストパターンをマスクとして、露出した透光部領域の遮光膜をエッチングして遮光膜パターンを形成する工程と、続いて該遮光膜パターンをマスクとして半透光膜をエッチングする工程と、次に第2レジストパターンを形成する工程と、次いで該第2レジストパターンをマスクとして、露出した半透光部領域の遮光膜をエッチングする工程を実施することにより製造され、前記第1レジストパターンをマスクとして遮光膜パターンを形成する工程終了後に、欠陥検査を行い、少なくとも最終的に半透光部となる領域に生じた遮光膜の白欠陥部分に、前記半透光膜のエッチング環境に対しては耐性があり、かつ前記遮光膜のエッチング環境ではエッチング可能な素材からなる修正膜を形成することを特徴とするフォトマスクの欠陥修正方法。

【0020】

(構成2) 前記修正膜は、前記遮光膜のエッチング環境において前記遮光膜よりエッチング時間が長くないような素材及び膜厚に形成することを特徴とする構成1に記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

(構成3) 最終的に半透光部となる領域に生じた遮光膜の白欠陥部分に、前記修正膜を形成する際、最終的に遮光部となる領域に生じた遮光膜の白欠陥部分に、修正膜を形成しないことを特徴とする構成1又は2に記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

(構成4) 前記修正膜は、前記遮光膜と同じ素材で形成することを特徴とする構成1乃至3のいずれかに記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

【0021】

(構成5) 前記修正膜は、前記遮光膜より遮光性が低いことを特徴とする構成4に記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

(構成6) 前記半透光膜は金属シリサイド化合物を主成分とする材料で形成され、前記遮光膜及び前記修正膜はいずれもクロムを主成分とする材料で形成されることを特徴とする構成1乃至5のいずれかに記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

(構成7) 前記修正膜は、レーザーCVD法により形成することを特徴とする構成1乃至6のいずれかに記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

【0022】

(構成8) 構成1乃至7のいずれかに記載のフォトマスクの欠陥修正方法による欠陥修正工程を含むことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

(構成9) 構成8に記載の製造方法によるフォトマスクを用いて所定の波長の露光光を被転写体に露光し、被転写体上に膜厚が段階的または連続的に異なるレジストパターンを形成することを特徴とするパターン転写方法。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

本発明のフォトマスクの欠陥修正方法によれば、透明基板上に半透光膜と遮光膜を成膜したフォトマスクブランクを用いて、1度目のパターンニングにより上層の遮光膜にパターンを形成する工程の終了後に、欠陥検査を行い、少なくとも最終的に半透光部となる領域に生じた白欠陥部分に、上記半透光膜のエッチング環境に対しては耐性があり、かつ上記遮光膜のエッチング環境ではエッチング可能な素材からなる修正膜を形成することにより、特に上層の遮光膜に生じた白欠陥に起因する下層の半透光膜の白欠陥の発生を抑制でき、結果的にグレートンマスク等のフォトマスクにおける半透光部の白欠陥の発生を低減することができる。

また、本発明のフォトマスクの製造方法によれば、このような本発明の欠陥修正方法を適用した欠陥修正工程を有することにより、特に上層の遮光膜に生じた白欠陥に起因する下層の半透光膜の白欠陥の発生を抑制でき、半透光部の白欠陥の発生を好適に低減できるフォトマスクを得ることができる。

【 0 0 2 4 】

さらに、上記のように半透光部の白欠陥の発生が好適に低減されたフォトマスクを用いて、被転写体へのパターン転写を行うことにより、パターン欠陥のない良好な転写パターンを転写することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 5 】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づき説明する。

図1は、本発明に係るフォトマスク（グレートンマスク）を用いたパターン転写方法を説明するための断面図である。

図1に示すグレートンマスク20は、例えば液晶表示装置（LCD）の薄膜トランジスタ（TFT）やカラーフィルター、またはプラズマディスプレイパネル（PDP）などを製造するために用いられるものであり、図1に示す被転写体30上に、膜厚が段階的または連続的に異なるレジストパターン33を形成するものである。なお、図1中において符号32A、32Bは、被転写体30において基板31上に積層された膜を示す。

【 0 0 2 6 】

上記グレートンマスク20は、具体的には、当該グレートンマスク20の使用時に露光光を遮光（透過率が略0%）させる遮光部21と、透明基板24の表面が露出した露光光を透過させる透光部22と、透光部の露光光透過率を100%としたとき透過率を10~80%、好ましくは、20~70%程度に低減させる半透光部23とを有して構成される。半透光部23は、ガラス基板等の透明基板24上に光半透過性の半透光膜26が形成されて構成される。また、遮光部21は、透明基板24上に、上記半透光膜26と遮光性の遮光膜25が設けられて構成される。なお、図1に示す遮光部21、透光部22、及び半透光部23のパターン形状はあくまでも一例であって、本発明をこれに限定する趣旨ではないことは勿論である。

【 0 0 2 7 】

上記半透光膜26としては、クロム化合物、モリブデンシリサイド化合物、Si、W、Al等が挙げられる。このうち、クロム化合物には、酸化クロム(CrOx)、窒化クロム(CrNx)、酸窒化クロム(CrOxN)、フッ化クロム(CrFx)や、これらに炭素や水素を含むものがある。また、モリブデンシリサイド化合物としては、MoSixのほか、MoSiの窒化物、酸化物、酸化窒化物、炭化物などが含まれる。また、上記遮光膜25としては、Cr、Si、W、Alなどが挙げられる。上記遮光部21の透過率は、主に遮光膜25の膜材質と膜厚との選定によって設定される。また、上記半透光部23の透過率は、半透光膜26の膜材質と膜厚との選定によって設定される。

【 0 0 2 8 】

上述のようなグレートンマスク20を使用したときに、遮光部21では露光光が実質的に透過せず、透光部22では露光光が透過し、半透光部23では露光光が低減されるため、被転写体30上に形成したレジスト膜（ポジ型フォトレジスト膜）は、転写後、現像を

10

20

30

40

50

経たとき遮光部 2 1 に対応する部分で膜厚が厚くなり、半透光部 2 3 に対応する部分で膜厚が薄くなり、透光部 2 2 に対応する部分では残膜が実質的に生じないレジストパターン 3 3 を形成する (図 1 を参照) 。このレジストパターン 3 3 において、半透光部 2 3 に対応する部分で膜厚が所定量薄くなる効果をグレートン効果という。

【 0 0 2 9 】

そして、図 1 に示すレジストパターン 3 3 の膜のない部分で、被転写体 3 0 における例えば膜 3 2 A 及び 3 2 B に第 1 エッチングを実施し、レジストパターン 3 3 の膜の薄い部分をアッシング等によって除去しこの部分で、被転写体 3 0 における例えば膜 3 2 B に第 2 エッチングを実施する。このようにして、1 枚のグレートンマスク 2 0 を用いて従来のフォトマスク 2 枚分の工程が実施されることになり、マスク枚数が削減される。

10

【 0 0 3 0 】

次に、図 2 及び図 3 を参照して、本発明に係る欠陥修正方法による修正工程を含むフォトマスク (グレートンマスク) の製造方法について詳述する。図 2 は、本発明による欠陥修正方法を含むフォトマスクの製造工程を工程順に示す断面図であり、図 3 は、本発明による欠陥修正方法を説明するための工程順に示す平面図である。なお、図 3 の (d) , (e) , (f) , (i) 、 (j) の各工程は、図 2 の (d) , (e) , (f) , (i) , (j) の各工程と対応している。また、図 2 及び図 3 では、前述の図 4 及び図 5 と同様のパターン形状を用いているが、以下では必要に応じて重複説明する。

【 0 0 3 1 】

本実施の形態では、透明基板 2 4 上に、モリブデンシリサイドを含む半透光膜 2 6 (露光光透過率 5 0 %) 、クロムを主成分とする遮光膜 2 5 を成膜し、所定のパターンニングを施すことによって、遮光部 2 1 、透光部 2 2 、及び半透光部 2 3 を有するマスクパターンを備えた、図 1 に示すような T F T 基板製造用のグレートンマスクを用いる。

20

本実施の形態に係る上記グレートンマスクは、以下に説明する製造方法によって得ることができる。

【 0 0 3 2 】

透明基板 2 4 上に半透光膜 2 6 、及び遮光層 2 5 a と反射防止層 2 5 b の積層からなる遮光膜 2 5 がこの順に積層されたフォトマスクブランク (図 2 (a) 参照) を準備する。上記半透光膜 2 6 及び遮光膜 2 5 の膜材料は上述したとおりである。

まず上記フォトマスクブランクの遮光膜 2 5 上にレジストを塗布してレジスト膜を形成する。上記レジストとしては例えばポジ型フォトレジストを使用する。そしてレジスト膜に対し、所定のデバイスパターンを描画し、描画後に現像を行うことにより、製造されるマスクの透光部を除く領域にレジストパターン 4 0 を形成する (図 2 (b) 参照) 。描画には例えばレーザー光を用いる。

30

【 0 0 3 3 】

次に、上記レジストパターン 4 0 をマスクとして、露出した透光部領域の遮光膜 2 5 をエッチングして遮光膜パターンを形成し、残存するレジストパターン 4 0 を除去する (図 2 (c) 、 (d) 参照) 。この場合のエッチング手段としては、ドライエッチングもしくはウェットエッチングのいずれかを用いることができる。

【 0 0 3 4 】

次に、この段階で欠陥検査装置を用いて、マスクパターンの欠陥検査を行う。そして、遮光膜 2 5 に白欠陥が存在するときは、該欠陥部分の位置情報と形状情報を特定する。欠陥検査の結果、遮光膜 2 5 には、例えば白欠陥 1 1 と 1 2 が存在した (いずれの白欠陥も最終的に半透光部となる領域に生じた欠陥である。) 。白欠陥 1 1 は、一般に 5 ~ 2 0 μ m 程度の大きさのピンホール欠陥であり、例えば使用したフォトマスクブランクの遮光膜にもともと存在していたピンホールによるものである。また、白欠陥 1 2 は、例えば上記レジストパターン 4 0 における幅の狭い部分 (透光部に挟まれた半透光部領域上のレジスト) の一部にピンホール 4 0 a が発生し、遮光膜をエッチングする段階でピンホール 4 0 a の片側のレジストが剥離してしまい、その結果生じた遮光膜パターンの不足によるものである (もちろん、一般に白欠陥の発生原因はこれらに限られるわけではない。) 。図 3 (

40

50

d)には平面図を示したが(但し、パターン形状は図2と一致しているわけではない)、最終的に半透光部となる領域に例えば2箇所(11aと11b(いずれもピンホール欠陥で、実際の欠陥形状は不規則であることが多いが、ここでは便宜上矩形で示している))と、最終的に遮光部となる領域に1箇所(13(ピンホール欠陥))が存在している。

【0035】

次に、上記欠陥検査のデータ(位置、形状等)をもとに、少なくとも最終的にマスクの半透光部となる領域に生じた白欠陥部分(図2(d)に示す白欠陥11と12、図3(d)に示す白欠陥11aと11b)に、所定の修正膜10を形成する(図2(e)、図3(e)参照)。

かかる修正膜10は、上記半透光膜26のエッチング環境に対しては耐性があり、かつ上記遮光膜25のエッチング環境ではエッチング可能な素材を使用する。上記修正膜10は、例えば遮光膜25と同じ素材で形成することができる。遮光膜25と同じ素材であれば、エッチング特性が遮光膜25と同様であるため本発明にとって好適に用いることができる。本実施の形態では、上記半透光膜26は金属シリサイド化合物(具体的にはモリブデンシリサイド化合物)を主成分とする材料で形成され、上記遮光膜25はクロムを主成分とする材料で形成されているため、上記修正膜10には、遮光膜25と同じクロムを主成分とする材料(Cr, CrN, CrO, CrC, CrONなど)を用いるのが好適である。

【0036】

上記修正膜10は、遮光性は必要ではなく、半透光膜のエッチングの際に残存可能な最小の膜厚があれば良い。従って、遮光性は遮光膜より低くて良い。また後で半透光部領域上の遮光膜をエッチングにより除去するときに、該欠陥修正部分の痕跡が残ることを避けるためには、遮光膜のエッチング終了時に確実に抜けるように、遮光膜同等又はそれより薄い膜とすることが好ましい。いずれにしても、上記遮光膜25のエッチング環境において遮光膜25よりエッチング時間が長くないような膜厚に形成することが好ましい。また、上記修正膜10の形成手段は特に限定されるわけではないが、局所的な膜形成に有効な例えばレーザーCVD法を用いて形成することが好ましい。

【0037】

なお、上記白欠陥12のように透光部と隣接する半透光部領域上に生じた白欠陥の場合には、2度目の描画時のアライメントずれを考慮して、上記修正膜10を若干のマージンを設けて大きめ(幅広)に形成してもよい。その結果、最終的に半透光部となる半透光膜26が設計値よりも大きめ(幅広)に形成されても、後でレーザー照射等によって不要な膜部分を除去することが可能である。

【0038】

次に、上記白欠陥部分に修正膜10を形成した遮光膜パターンをマスクとして下層の半透光膜26をエッチングすることにより、透光部領域の透明基板24を露出させて透光部を形成する(図2(f)、図3(f)参照)。上記修正膜10は、半透光膜26のエッチング環境に対しては耐性を有するため、上記遮光膜に生じた白欠陥部分11, 12は修正膜10によって保護され、遮光膜の白欠陥がそのまま下層の半透光膜の白欠陥となるのを防止できる。

【0039】

次に、基板の全面に再び上記と同じレジスト膜を形成し、2度目の描画を行い、描画後に現像を行うことにより、製造されるマスクの半透光部以外の領域にレジストパターン41を形成する(図2(g)参照)。

【0040】

次いで、上記レジストパターン41をマスクとして、露出した半透光部領域の遮光膜25をエッチングすることにより、遮光部及び半透光部を形成する(図2(h)参照)。上記修正膜10は、上記遮光膜25のエッチング環境ではエッチング可能であるため、かかる半透光部領域の遮光膜25をエッチングする段階で一緒に除去される。

10

20

30

40

50

【0041】

そして、残存するレジストパターン41を除去する(図2(i)参照)。上述の白欠陥12のように透光部と隣接する半透光部領域上の遮光膜に生じた白欠陥に対して上記修正膜10を大きめ(幅広)に形成した場合、半透光部となる半透光膜26が設計値よりも大きめ(幅広)に形成されても、必要に応じて(かかる半透光部の光透過率に影響を与える場合)レーザー照射等によって不要な膜部分26aを除去することが可能である。

こうして、最終的に、透明基板24上に、半透光膜26によりなる半透光部23、半透光膜26と遮光膜25の積層膜によりなる遮光部21、及び透明基板24が露出した透光部22を形成したグレートンマスク20が得られる(図2(j)参照)。

【0042】

また、図3のパターン形状において、最終的に遮光部となる領域に発生した前記白欠陥13については、白欠陥11aと11bを修正膜10で修正する図3(e)の工程であわせて修正を行ってもよい。但し、白欠陥13領域は最終的に遮光部となるため、必要な遮光性が得られるような膜厚で修正膜10aを形成する。また、図3(j)に示すように、遮光部の上記白欠陥13についてはこの段階では修正は行わずに、たとえば上記半透光部領域の遮光膜をエッチングする工程で新たに生じた白欠陥14(図3(i))と一緒に、いずれも最終的に遮光部となるため、遮光膜と同じ素材を用いた修正膜10b, 10cをレーザーCVD法などにより付着させて修正を行ってもよい。最終的に遮光部となる領域は最初に修正を行っても再修正の必要性が生じる場合もあるため、最後にまとめて一度に修正を行うことが好ましい。

【0043】

そして、以上のような本実施の形態によって得られた、半透光部の白欠陥の発生が抑制されたグレートンマスク20を用いて被転写体30(図1参照)へのパターン転写を行うと、被転写体30上には、パターン欠陥のない良好な転写パターンが精度良く転写される。

【0044】

以上説明した本実施の形態によれば、以下のような効果が得られる。

すなわち、透明基板上に半透光膜と遮光膜を順に形成したフォトマスクブランクを用いて、所定のパターンングを施すことにより、遮光部と透光部と半透光部とを有するグレートンマスクを製造する場合に、1度目のパターンング終了後の上層の遮光膜パターンに発生した白欠陥を欠陥検査により特定し、そのうちの少なくとも最終的に半透光部となる領域の白欠陥についてはこの段階で所定の修正膜を埋めて保護しておくことにより、次の上記遮光膜パターンをマスクとする半透光膜のエッチング工程では上記白欠陥部分に対応する半透光膜はエッチングされないため、遮光膜の白欠陥がそのまま下層の半透光膜の白欠陥となるのを防止できる。つまり、上層の遮光膜に生じた白欠陥に起因する下層の半透光膜の白欠陥の発生を防止できる。その結果グレートンマスク等のフォトマスクにおける半透光部の白欠陥の発生を低減することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】グレートンマスク等のフォトマスクを用いたパターン転写方法を説明するための断面図である。

【図2】本発明による欠陥修正方法を含むフォトマスクの製造工程を工程順に示す断面図である。

【図3】本発明による欠陥修正方法を説明するための工程順に示す平面図である。

【図4】従来のグレートンマスクの製造工程を工程順に示す断面図である。

【図5】従来の欠陥修正方法を説明するための工程順に示す平面図である。

【符号の説明】

【0046】

10 修正膜

20 グレートンマスク

10

20

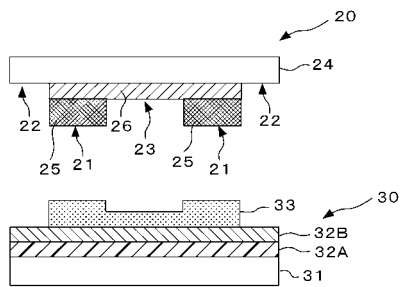
30

40

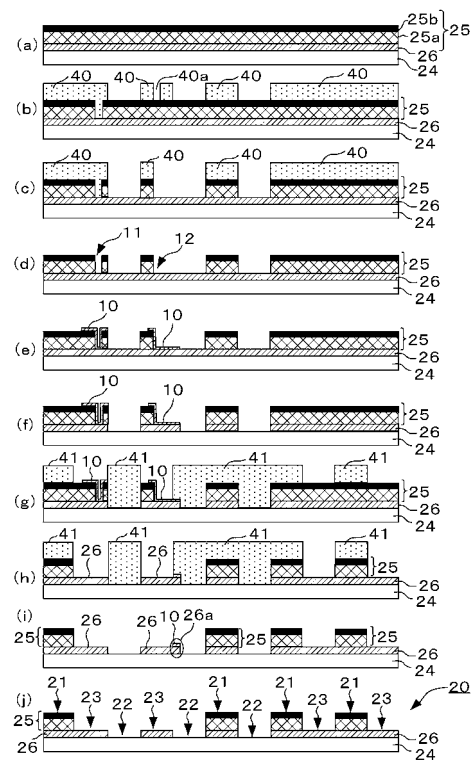
50

- 2 1 遮光部
- 2 2 透光部
- 2 3 半透光部
- 2 4 透明基板
- 2 5 遮光膜
- 2 6 半透光膜
- 3 0 被転写体
- 3 3 レジストパターン

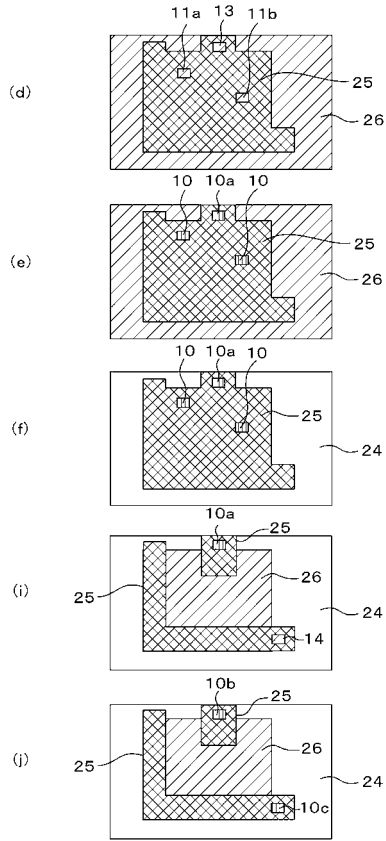
【 図 1 】



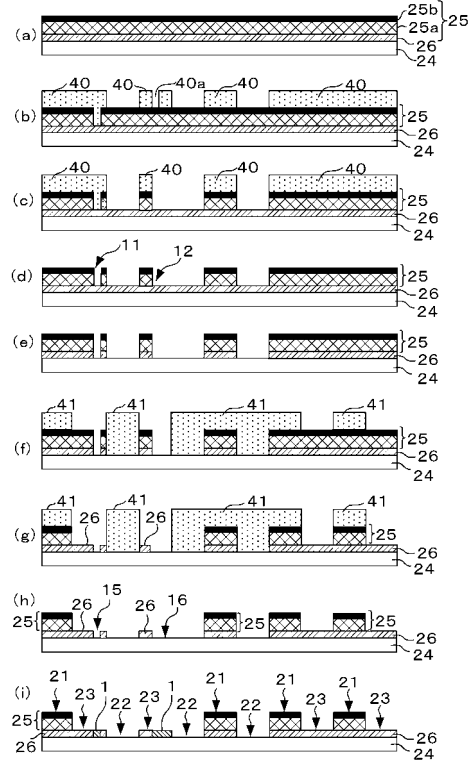
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

