

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4570632号
(P4570632)

(45) 発行日 平成22年10月27日(2010.10.27)

(24) 登録日 平成22年8月20日(2010.8.20)

(51) Int.Cl. F I
G03F 1/08 (2006.01) G03F 1/08 L
 G03F 1/08 G

請求項の数 11 (全 14 頁)

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2007-37634 (P2007-37634) | (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 |
| (22) 出願日 | 平成19年2月19日(2007.2.19) | | |
| (65) 公開番号 | 特開2007-249198 (P2007-249198A) | (74) 代理人 | 100091362 弁理士 阿仁屋 節雄 |
| (43) 公開日 | 平成19年9月27日(2007.9.27) | | |
| 審査請求日 | 平成21年7月17日(2009.7.17) | (74) 代理人 | 100090136 弁理士 油井 透 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2006-43011 (P2006-43011) | (74) 代理人 | 100105256 弁理士 清野 仁 |
| (32) 優先日 | 平成18年2月20日(2006.2.20) | (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 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | 審査官 | 佐野 浩樹 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 4階調フォトマスクの製造方法、及びフォトマスクブランク加工品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

遮光部、透光部、及びそれぞれ異なる光透過率の第1半透光部と第2半透光部を有する4階調フォトマスクの製造方法において、

透光性基板上に、互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなる第1半透光膜と遮光膜とが順次成膜されたフォトマスクブランクを準備する工程と、

このフォトマスクブランクの上記遮光膜上に、前記透光部及び前記第2半透光部を開口領域とした第1レジストパターンを形成する工程と、

上記第1レジストパターンをマスクに上記遮光膜をエッチングした後、上記第1半透光膜をエッチングし、更に上記第1レジストパターンを剥離する工程と、

次に、上記透光性基板及び上記遮光膜上に第2半透光膜を成膜する工程と、

当該第2半透光膜上に、前記透光部及び前記第1半透光部を開口領域とした第2レジストパターンを形成する工程と、

上記第2レジストパターンをマスクに上記第2半透光膜及び上記遮光膜をエッチングした後、上記第2レジストパターンを除去して、前記透光部、前記遮光部、前記第1半透光部及び前記第2半透光部を形成する工程と、

を有することを特徴とする4階調フォトマスクの製造方法。

【請求項2】

遮光部、透光部、及びそれぞれ異なる光透過率の第1半透光部と第2半透光部を有する4階調フォトマスクの製造方法において、

透光性基板上に、互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなる第1半透光膜と遮光膜とが順次成膜されたフォトマスクブランクを準備する工程と、

このフォトマスクブランクの上記遮光膜上に、前記透光部及び前記第2半透光部を開口領域とした第1レジストパターンを形成する工程と、

上記第1レジストパターンをマスクに上記遮光膜をエッチングした後、上記第1レジストパターンを剥離し、上記遮光膜をマスクに上記第1半透光膜をエッチングする工程と、

次に、上記透光性基板及び上記遮光膜上に第2半透光膜を成膜する工程と、

当該第2半透光膜上に、前記透光部及び前記第1半透光部を開口領域とした第2レジストパターンを形成する工程と、

上記第2レジストパターンをマスクに上記第2半透光膜及び上記遮光膜をエッチングした後、上記第2レジストパターンを除去して、前記透光部、前記遮光部、前記第1半透光部及び前記第2半透光部を形成する工程と、

を有することを特徴とする4階調フォトマスクの製造方法。

【請求項3】

上記第2半透光膜は、上記遮光膜と同様のエッチングが可能な材料からなることを特徴とする請求項1又は2に記載の4階調フォトマスクの製造方法。

【請求項4】

上記第1半透光膜が、モリブデンシリサイドを主成分とした材料からなり、上記遮光膜及び上記第2半透光膜がクロムを主成分とした材料からなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の4階調フォトマスクの製造方法。

【請求項5】

請求項1～4のいずれかに記載の4階調フォトマスクの製造方法に用いるためのものであって、透光性基板と、前記透光性基板上に第1半透光膜と遮光膜とが積層されたパターンと、前記透光性基板上及び当該パターン上に成膜された第2半透光膜と、を有することを特徴とするフォトマスクブランク加工品。

【請求項6】

遮光部、透光部、及びそれぞれ異なる光透過率の第1半透光部と第2半透光部を有する4階調フォトマスクの製造方法において、

透光性基板上に、第1半透光膜、第2半透光膜及び遮光膜が順次成膜され、これらの第1半透光膜及び遮光膜と上記第2半透光膜とが互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなるフォトマスクブランクを準備する工程と、

このフォトマスクブランクの上記遮光膜上に、前記透光部及び前記第1半透光部を開口領域とした第1レジストパターンを形成する工程と、

上記第1レジストパターンをマスクに上記遮光膜をエッチングした後、上記第2半透光膜をエッチングし、更に上記第1レジストパターンを剥離する工程と、

次に、前記透光部及び前記第2半透光部を開口領域とした第2レジストパターンを形成する工程と、

上記第2レジストパターンをマスクに上記遮光膜及び上記第1半透光膜をエッチングした後、上記第2レジストパターンを除去して、前記透光部、前記遮光部、前記第1半透光部及び前記第2半透光部を形成する工程と、

を有することを特徴とする4階調フォトマスクの製造方法。

【請求項7】

遮光部、透光部、及びそれぞれ異なる光透過率の第1半透光部と第2半透光部を有する4階調フォトマスクの製造方法において、

透光性基板上に、第1半透光膜、第2半透光膜及び遮光膜が順次成膜され、これらの第1半透光膜及び遮光膜と上記第2半透光膜とが互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなるフォトマスクブランクを準備する工程と、

このフォトマスクブランクの上記遮光膜上に、前記透光部及び前記第1半透光部を開口領域とした第1レジストパターンを形成する工程と、

上記第1レジストパターンをマスクに上記遮光膜をエッチングした後、上記第1レジス

10

20

30

40

50

トパターンを剥離し、上記遮光膜をマスクに上記第2半透光膜をエッチングする工程と、次に、前記透光部及び前記第2半透光部を開口領域とした第2レジストパターンを形成する工程と、

上記第2レジストパターンをマスクに上記遮光膜及び上記第1半透光膜をエッチングした後、上記第2レジストパターンを除去して、前記透光部、前記遮光部、前記第1半透光部及び前記第2半透光部を形成する工程と、

を有することを特徴とする4階調フォトマスクの製造方法。

【請求項8】

上記第1半透光膜と上記遮光膜とが同様のエッチング剤によってエッチングが可能であることを特徴とする請求項6又は7に記載の4階調フォトマスクの製造方法。

10

【請求項9】

上記第2半透光膜が、モリブデンシリサイドを主成分とした材料からなり、上記第1半透光膜及び上記遮光膜がクロムを主成分とした材料からなることを特徴とする請求項8に記載の4階調フォトマスクの製造方法。

【請求項10】

前記第1半透光部と第2半透光部の、露光光の光透過率が20～50%であることを特徴とする、請求項1～9のいずれかに記載の4階調フォトマスクの製造方法。

【請求項11】

前記4階調フォトマスクが液晶表示装置製造用であることを特徴とする、請求項1～10のいずれかに記載の4階調フォトマスクの製造方法。

20

【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と称する)の薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor:以下、TFTと称する)などの製造に好適に使用される4階調フォトマスクの製造方法、及びこの4階調フォトマスクの製造方法に用いられるフォトマスクブランクに関する。

【背景技術】

【0002】

光透過率が3段階以上の多段階に変化する多階調フォトマスクが、特許文献1に開示されている。この多階調フォトマスクは、光学素子の屈折面や反射面を創成する際に使用される。

30

【0003】

上記公報記載の多階調フォトマスクは、まず、透光性基板上に形成された金属化合物等の膜上にレジスト膜を形成し、このレジスト膜を露光して描画し、現像して第1レジストパターンを形成する。そして、この第1レジストパターンをマスクにして上記金属化合物等の膜をエッチングする。

【0004】

次に、上記金属化合物等の膜上に再度レジスト膜を形成し、このレジスト膜を露光・描画して現像し、第2レジストパターンを形成する。そして、この第2レジストパターンをマスクにして上記金属化合物等の膜を再度エッチングする。上述のレジストパターンの形成と金属化合物等の膜のエッチングとを所望回数繰り返すことで、多階調のフォトマスクを製造している。

40

【特許文献1】特開平9-146259号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、上記公報記載の多階調フォトマスクの製造方法では、金属化合物等の膜をエッチングする回数と、そのエッチング加工用のレジストパターンを形成するための露光・描画回数とが同一回数であるため、露光・描画回数が増大してしまう。例えば、光透過率

50

を4段階に変化させる4階調のフォトマスクを製造するためには、露光・描画回数を3回実施しなければならない。

【0006】

本発明の目的は、上述の事情を考慮してなされたものであり、4階調のフォトマスクをフォトグラフィ工程により少ない描画回数で製造できる4階調のフォトマスクの製造方法、及びこの製造方法に用いられるフォトマスクブランクを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の態様は、

遮光部、透光部、及びそれぞれ異なる光透過率の第1半透光部と第2半透光部を有する4階調フォトマスクの製造方法において、

透光性基板上に、互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなる第1半透光膜と遮光膜とが順次成膜されたフォトマスクブランクを準備する工程と、

このフォトマスクブランクの上記遮光膜上に、前記透光部及び前記第2半透光部を開口領域とした第1レジストパターンを形成する工程と、

上記第1レジストパターンをマスクに上記遮光膜をエッチングした後、上記第1半透光膜をエッチングし、更に上記第1レジストパターンを剥離する工程と、

次に、上記透光性基板及び上記遮光膜上に第2半透光膜を成膜する工程と、

当該第2半透光膜上に、前記透光部及び前記第1半透光部を開口領域とした第2レジストパターンを形成する工程と、

上記第2レジストパターンをマスクに上記第2半透光膜及び上記遮光膜をエッチングした後、上記第2レジストパターンを除去して、前記透光部、前記遮光部、前記第1半透光部及び前記第2半透光部を形成する工程と、
を有する4階調フォトマスクの製造方法である。

【0008】

本発明の第2の態様は、

遮光部、透光部、及びそれぞれ異なる光透過率の第1半透光部と第2半透光部を有する4階調フォトマスクの製造方法において、

透光性基板上に、互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなる第1半透光膜と遮光膜とが順次成膜されたフォトマスクブランクを準備する工程と、

このフォトマスクブランクの上記遮光膜上に、前記透光部及び前記第2半透光部を開口領域とした第1レジストパターンを形成する工程と、

上記第1レジストパターンをマスクに上記遮光膜をエッチングした後、上記第1レジストパターンを剥離し、上記遮光膜をマスクに上記第1半透光膜をエッチングする工程と、

次に、上記透光性基板及び上記遮光膜上に第2半透光膜を成膜する工程と、

当該第2半透光膜上に、前記透光部及び前記第1半透光部を開口領域とした第2レジストパターンを形成する工程と、

上記第2レジストパターンをマスクに上記第2半透光膜及び上記遮光膜をエッチングした後、上記第2レジストパターンを除去して、前記透光部、前記遮光部、前記第1半透光部及び前記第2半透光部を形成する工程と、
を有する4階調フォトマスクの製造方法である。

【0009】

本発明の第3の態様は、

上記第2半透光膜は、上記遮光膜と同様のエッチングが可能な材料からなる本発明の第1又は2の態様に記載の4階調フォトマスクの製造方法である。

【0010】

本発明の第4の態様は、

上記第1半透光膜が、モリブデンシリサイドを主成分とした材料からなり、上記遮光膜及び上記第2半透光膜がクロムを主成分とした材料からなる本発明の第1～3の態様のいずれかに記載の4階調フォトマスクの製造方法である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

本発明の第 5 の態様は、

本発明の第 1 ~ 4 の態様のいずれかに記載の 4 階調フォトマスクの製造方法に用いるためのフォトマスクブランクであって、

透光性基板と、前記透光性基板上に第 1 半透光膜と遮光膜とが積層されたパターンと、前記透光性基板上及び当該パターン上に成膜された第 2 半透光膜と、を有するフォトマスクブランクである。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 6 の態様は、

遮光部、透光部、及びそれぞれ異なる光透過率の第 1 半透光部と第 2 半透光部を有する 4 階調フォトマスクの製造方法において、

透光性基板上に、第 1 半透光膜、第 2 半透光膜及び遮光膜が順次成膜され、これらの第 1 半透光膜及び遮光膜と上記第 2 半透光膜とが互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなるフォトマスクブランクを準備する工程と、

このフォトマスクブランクの上記遮光膜上に、前記透光部及び前記第 1 半透光部を開口領域とした第 1 レジストパターンを形成する工程と、

上記第 1 レジストパターンをマスクに上記遮光膜をエッチングした後、上記第 2 半透光膜をエッチングし、更に上記第 1 レジストパターンを剥離する工程と、

次に、前記透光部及び前記第 2 半透光部を開口領域とした第 2 レジストパターンを形成する工程と、

上記第 2 レジストパターンをマスクに上記遮光膜及び上記第 1 半透光膜をエッチングした後、上記第 2 レジストパターンを除去して、前記透光部、前記遮光部、前記第 1 半透光部及び前記第 2 半透光部を形成する工程と、
を有する 4 階調フォトマスクの製造方法である。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 7 の態様は、

遮光部、透光部、及びそれぞれ異なる光透過率の第 1 半透光部と第 2 半透光部を有する 4 階調フォトマスクの製造方法において、

透光性基板上に、第 1 半透光膜、第 2 半透光膜及び遮光膜が順次成膜され、これらの第 1 半透光膜及び遮光膜と上記第 2 半透光膜とが互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなるフォトマスクブランクを準備する工程と、

このフォトマスクブランクの上記遮光膜上に、前記透光部及び前記第 1 半透光部を開口領域とした第 1 レジストパターンを形成する工程と、

上記第 1 レジストパターンをマスクに上記遮光膜をエッチングした後、上記第 1 レジストパターンを剥離し、上記遮光膜をマスクに上記第 2 半透光膜をエッチングする工程と、

次に、前記透光部及び前記第 2 半透光部を開口領域とした第 2 レジストパターンを形成する工程と、

上記第 2 レジストパターンをマスクに上記遮光膜及び上記第 1 半透光膜をエッチングした後、上記第 2 レジストパターンを除去して、前記透光部、前記遮光部、前記第 1 半透光部及び前記第 2 半透光部を形成する工程と、
を有する 4 階調フォトマスクの製造方法である。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 8 の態様は、

上記第 1 半透光膜と上記遮光膜とが同様のエッチング剤によってエッチングが可能である本発明の第 6 又は 7 の態様に記載の 4 階調フォトマスクの製造方法である。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 9 の態様は、

上記第 2 半透光膜が、モリブデンシリサイドを主成分とした材料からなり、上記第 1 半透光膜及び上記遮光膜がクロムを主成分とした材料からなる本発明の第 8 の態様に記載の 4 階調フォトマスクの製造方法である。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 1 0 の態様は、

本発明の第 6 ~ 9 の態様のいずれかに記載の 4 階調フォトマスクの製造方法に用いるためのフォトマスクブランクであって、

透光性基板と、前記透光性基板上に順次積層された第 1 半透光膜、第 2 半透光膜及び遮光膜と、を有するフォトマスクブランクである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の発明によれば、透光性基板上に、互いのエッチングに対し耐性を有する材料からなる第 1 半透光膜と遮光膜とが順次成膜され、この遮光膜上に、好ましくは遮光膜と同様のエッチングが可能な材料からなる第 2 半透光膜が成膜されることから、互いにエッチング耐性がある膜とない膜との組合せにより、フォトリソグラフィ工程によって描画回数を低減して 4 階調フォトマスクを製造できる。

10

【 0 0 1 8 】

請求項 6 乃至 1 0 のいずれかに記載の発明によれば、透光性基板上に、第 1 半透光膜、第 2 半透光膜及び遮光膜が順次成膜され、第 1 半透光膜と遮光膜とが同様のエッチングが可能であり、これらの第 1 半透光膜及び遮光膜と第 2 半透光膜とが互いのエッチングに対して耐性を有する材料からなることから、互いにエッチング耐性がある膜とない膜との組合せにより、フォトリソグラフィ工程によって描画回数を低減して 4 階調フォトマスクを製造できる。

20

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

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。

[A] 第 1 の実施の形態 (図 1 、 図 2)

図 1 は、本発明に係る 4 階調フォトマスクの製造方法における第 1 の実施の形態である 4 階調グレーンマスクの製造工程を示す工程図である。図 2 は、図 1 の製造工程により製造された 4 階調グレーンマスクを示し、(A) が平面図、(B) が側断面図である。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すグレーンマスク 1 0 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、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、被転写体 1 1 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 1 2 を形成するものである。尚、図 2 (B) 中において符号 1 9 A、1 9 B、1 9 C は、被転写体 1 1 において積層された膜を示す。

30

【 0 0 2 1 】

上記グレーンマスク 1 0 は、当該グレーンマスク 1 0 の使用時に露光光を遮光 (光透過率が略 0 %) させる遮光部 1 3 と、露光光を略 1 0 0 % 透過させる透光部 1 4 と、露光光の透過率を 2 0 ~ 5 0 % 程度に低減させる第 1 半透光部 1 5 A 及び第 2 半透光部 1 5 B とを有して構成される。このように、遮光部 1 3 及び透光部 1 4 の他に半透光部を有するフォトマスクがグレーンマスクと称される。上記第 1 半透光部 1 5 A と第 2 半透光部 1 5 B とは光透過率が異なり、本実施の形態では、第 1 半透光部 1 5 A の光透過率が第 2 半透光部 1 5 B の光透過率よりも低く設定されている。従って、上記グレーンマスク 1 0 は、露光光の透過率が 4 段階に異なる 4 階調のグレーンマスクとなっている。

40

【 0 0 2 2 】

上記第 1 半透光部 1 5 A は、ガラス基板等の透光性基板 1 6 の表面に光半透過性の第 1 半透光膜 1 7 A が設けられて構成される。また、第 2 半透光部 1 5 B は、透光性基板 1 6 の表面に光半透過性の第 2 半透光膜 1 7 B が設けられて構成される。更に、遮光部 1 3 は、透光性基板 1 6 の表面に、上記第 1 半透光膜 1 7 A、遮光膜 1 8 及び上記第 2 半透光膜 1 7 B が順次積層されて構成される。

50

【0023】

上記第1半透光膜17Aは、金属とシリコンを含む薄膜であり、モリブデンシリサイド(MoS₂)を主成分とする膜が好ましく、例えばMoSi(MoS)、MoSiN、MoSiON、MoSiCON等が挙げられる。また、第2半透光膜17B及び遮光膜18は、クロムを主成分とする膜であり、遮光膜18はクロム、第2半透光膜17Bは窒化クロム、酸化クロム、酸窒化クロム、フッ化クロム等が好ましい。第1半透光部15Aの光透過率は、第1半透光膜17Aの膜材質と膜厚との選定によって設定される。また、第2半透光部15Bの光透過率は、第2半透光膜17Bの膜材質と膜厚との選定によって設定される。更に、遮光部13の光透過率は、第1半透光膜17A、第2半透光膜17B及び遮光膜18の膜材質と膜厚との選定によって設定される。

10

【0024】

上述のような4階調のグレートンマスク10を使用したとき、遮光部13では露光光が透過せず、第2半透光部15Bでは露光光が低減され、第1半透光部15Aでは、第2半透光部15Bよりも露光光が更に低減されるため、被転写体11上に付着したレジスト膜(ポジ型フォトリソ膜)は、遮光部13に対応する部分で膜厚が最も高くなり、第1半透光部15Aに対応する部分で膜厚が次に厚くなり、第2半透光部15Bに対応する部分で膜厚が薄くなり、透光部14に対応する部分で膜がないレジストパターン12を形成する。なお、レジスト膜をネガ型フォトリソ膜とした場合には、各部に対応するレジスト膜の膜厚は上記の逆になる。

【0025】

そして、レジストパターン12の膜のない部分(透光部14に対応する部分)で、被転写体11における例えば膜19A、19B及び19Cに第1エッチングを実施する。続いて、レジストパターン12の膜のうち最も膜厚が薄い部分(第2半透光部15Bに対応する部分)をアッシング等によって除去し、この部分(第2半透光部15Bに対応する部分)で、被転写体11における例えば膜19B及び19Cに第2エッチングを実施する。続いて、レジストパターン12の膜のうち次に膜厚が薄い部分(第1半透光部15Aに対応する部分)をアッシング等によって除去し、この部分(第1半透光部15Aに対応する部分)で、被転写体11における例えば膜19Cに第3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10を用いて、従来のフォトマスク3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。

20

30

【0026】

ところで、上述のような4階調グレートンマスク10を製造する製造工程を、図1を用いて以下に述べる。

【0027】

まず、透光性基板16の表面に、第1半透光膜17A、遮光膜18を順次成膜する工程を実施してフォトマスクブランク20を形成し、準備する(図1(A))。この第1半透光膜17Aと遮光膜18は、グレートンマスク10の製造工程において、互いのエッチングに対し耐性を有する膜になっている。たとえば、第1半透光膜17Aは、クロム用エッチングガスまたは液に対して耐性を有し、遮光膜18は、MoSi用エッチングガスまたは液に対して耐性を有する素材(材料)を選択することが出来る。

40

【0028】

次に、上記フォトマスクブランク20の遮光膜18上にレジスト膜(ポジ型フォトリソ膜)を成膜する。続いて、このレジスト膜を電子線またはレーザーを用いた描画装置によって露光して描画し、現像して、第1レジストパターン21を形成する(図1(B))。この第1レジストパターン21は、製造されるグレートンマスク10の透光部14及び第2半透光部15Bを開口領域とする形状に形成される。

【0029】

次に、この第1レジストパターン21が形成されたフォトマスクブランク20の遮光膜18を、クロム用エッチングガスまたは液を用い、第1レジストパターン21をマスクにしてドライエッチングまたはウェットエッチングする(図1(C))。このエッチングに

50

より、遮光膜 18 に遮光膜パターン 22 が形成される。また、第 1 半透光膜 17A は、クロム用エッチングガスまたは液に対して耐性を有することから、この遮光膜 18 のエッチング時にはエッチングされにくい。

【0030】

遮光膜パターン 22 の形成後、第 1 レジストパターン 21 を剥離し（図 1（D））、その後、遮光膜パターン 22 をマスクにし、第 1 半透光膜 17A をドライまたはウェットエッチングして第 1 半透光膜パターン 23 を形成する（図 1（E））。または、上記遮光膜パターン 22 の形成後、第 1 レジストパターン 21 及び遮光膜パターン 22 をマスクにし、第 1 半透光膜 17A をドライまたはウェットエッチングして第 1 半透光膜パターン 23 を形成し、その後に上記第 1 レジストパターン 21 を剥離してもよい。これらのウェットまたはドライエッチングにおいて、遮光膜 18 は、MoSi 用エッチングガスまたは液に対して耐性を有するため、この第 1 半透光膜 17A のエッチング時にエッチングされることがない。また、上記 MoSi 用エッチング液としては、例えば弗化水素酸、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を含むものが使用される。

10

【0031】

上述のようにして第 1 半透光膜パターン 23 を形成後、遮光膜 18 上及び露出した透光性基板 16 上に第 2 半透光膜 17B を成膜して、他のフォトマスクブランク 24、すなわち、透光性基板 16 と、この透光性基板 16 上に第 1 半透光膜 17A と遮光膜 18 とが積層されたパターンと、露出した透光性基板 16 上及び当該パターン上に成膜された第 2 半透光膜 17B と、を有するフォトマスク 24 を形成する（図 1（F））。なお、第 2 半透光膜 17B と遮光膜 18 とは、グレートーンマスク 10 の製造工程において、互いのエッチングに対して耐性が小さい膜である。すなわち、第 2 半透光膜 17B と遮光膜 18 とは、同種のエッチングガスまたは液によってエッチングが可能な素材（材料）により構成される。

20

【0032】

次に、上記フォトマスクブランク 24 の第 2 半透光膜 17B 上にレジスト膜を成膜する。続いて、このレジスト膜を前述と同様に露光して描画し、現像して、第 2 レジストパターン 25 を形成する（図 1（G））。この第 2 レジストパターン 25 は、透光部 14 及び第 1 半透光部 15A を開口領域とする形状に形成される。

30

【0033】

次に、第 2 レジストパターン 25 をマスクにして、前記クロム用エッチングガスまたは液を用い遮光膜 18 及び第 2 半透光膜 17B をドライまたはウェットエッチングする（図 1（H））。その後、残存する第 2 レジストパターン 25 を除去（剥離）して、第 1 半透光膜 17A からなる第 1 半透光部 15A、第 2 半透光膜 17B からなる第 2 半透光部 15B、第 1 半透光膜 17A、第 2 半透光膜 17B 及び遮光膜 18 が積層されてなる遮光部 13 を有する 4 階調のグレートーンマスク 10 を製造する（図 1（I））。

【0034】

以上のように構成されたことから、上記実施の形態によれば、次の効果を奏する。グレートーンマスク 10 の製造工程によれば、透光性基板 16 と、この透光性基板 16 上に第 1 半透光膜 17A と遮光膜 18 とが積層されたパターンと、この透光性基板 16 の露出面及び当該パターン上に成膜された第 2 半透光膜 17B と、を有するフォトマスク 24 が形成される。そして、第 1 半透光膜 17A と遮光膜 18 とは互いのエッチングに対し耐性を有する膜であり、また、遮光膜 18 と第 2 半透光膜 17B とは同様のエッチング剤によってエッチングが可能な膜である。このように、互いにエッチング耐性が大きい膜と相対的に小さい膜との組合せにより、フォトリソグラフィ工程による描画回数を 2 回に低減して、4 階調のフォトマスク 10 を製造できる。

40

【0035】

[B] 第 2 の実施の形態（図 3、図 4）

図 3 は、本発明に係る 4 階調フォトマスクの製造方法における第 2 の実施の形態である

50

4階調グレーンマスクの製造工程を示す工程図である。図4は、図3の製造工程により製造された4階調グレーンマスクを示し、(A)が平面図、(B)が側断面図である。この第2の実施の形態において、前記第1の実施の形態と同様な部分は、同一の符号を付すことにより説明を省略する。

【0036】

図4に示すグレーンマスク30も、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、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、被転写体31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32を形成するものである。

【0037】

上記グレーンマスク30は、当該グレーンマスク30の使用時に露光光を遮光(光透過率が略0%)させる遮光部33と、露光光を略100%透過させる透光部34と、露光光の透過率を20~50%程度に低減させる第1半透光部35A及び第2半透光部35Bとを有して構成される。上記第1半透光部35Aと第2半透光部35Bとは光透過率が異なり、本実施の形態では、第1半透光部35Aの光透過率が第2半透光部35Bの光透過率よりも高く設定されている。従って、上記グレーンマスク30も、前記グレーンマスク10と同様に、露光光の透過率が4段階に異なる4階調のグレーンマスクとなっている。

【0038】

上記第1半透光部35Aは、ガラス基板等の透光性基板16の表面に光半透過性の第1半透光膜37Aが設けられて構成される。また、第2半透光部35Bは、透光性基板16の表面に、上記第1半透光膜37Aと光半透過性の第2半透光膜37Bとが積層されて構成される。更に、遮光部33は、透光性基板16の表面に、上記第1半透光膜37A、第2半透光膜37B及び遮光膜38が順次積層されて構成される。

【0039】

上記第2半透光膜37Bは、金属とシリコンを含む薄膜であり、モリブデンシリサイド(MoSi)を主成分とする膜が好ましく、例えばMoSi(MoSi₂)、MoSiN、MoSiON、MoSiCON等が挙げられる。また、第1半透光膜37A及び遮光膜38は、クロムを主成分とする膜であり、遮光膜38はクロム、第1半透光膜37Aは窒化クロム、酸化クロム、酸窒化クロム、フッ化クロム等が好ましい。第1半透光部35Aの光透過率は、第1半透光膜37Aの膜材質と膜厚との選定によって設定される。また、第2半透光部35Bの光透過率は、第1半透光膜37A及び第2半透光膜37Bのそれぞれの膜材質と膜厚との選定によって設定される。

【0040】

上述のような4階調のグレーンマスク30を使用したとき、遮光部33では露光光が透過せず、第1半透光部35Aでは露光光が低減され、第2半透光部35Bでは、第1半透光部35Aよりも露光光が更に低減されるため、被転写体31上に付着したレジスト膜(ポジ型フォトレジスト膜)は、遮光部33に対応する部分で膜厚が最も高くなり、第2半透光部35Bに対応する部分で膜厚が次に厚くなり、第1半透光部35Aに対応する部分で膜厚が薄くなり、透光部34に対応する部分で膜がないレジストパターン32を形成する。なお、レジスト膜をネガ型フォトレジスト膜とした場合には、各部に対応するレジスト膜の膜厚は上記の逆になる。

【0041】

そして、レジストパターン32の膜のない部分(透光部34に対応する部分)で、被転写体31における例えば膜19A、19B及び19Cに第1エッチングを実施する。続いて、レジストパターン32の膜のうち最も膜厚が薄い部分(第1半透光部35Aに対応する部分)をアッシング等によって除去し、この部分(第1半透光部35Aに対応する部分)で、被転写体31における例えば膜19B及び19Cに第2エッチングを実施する。続いて、レジストパターン32の膜のうち次に膜厚が薄いが薄い部分(第2半透光部35Bに対応する部分)をアッシング等によって除去し、この部分(第2半透光部35Bに対応

10

20

30

40

50

する部分)で、被転写体31における例えば膜19Cに第3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30を用いて、従来のフォトマスク3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。

【0042】

ところで、上述のような4階調グレートンマスク30を製造する製造工程を、図3を用いて以下に述べる。

【0043】

まず、透光性基板16の表面に、第1半透光膜37A、第2半透光膜37B及び遮光膜38を順次成膜する工程を実施してフォトマスクブランク40を形成し、準備する(図3(A))。ここで、第2半透光膜37Bと遮光膜38とは、グレートンマスク30の製造工程において、互いのエッチングに対し耐性を有する膜になっている。たとえば、第2半透光膜37Bは、クロム用エッチングガスまたは液に対して耐性を有し、遮光膜38は、M o S i用エッチングガスまたは液に対して耐性を有する素材(材料)を選択することが出来る。また、第1半透光膜37Aは、遮光膜38と同様なエッチングが可能な材料からなり、従って、第1半透光膜37Aと遮光膜38は、互いのエッチングに対し耐性の小さい膜である。すなわち、第1半透光膜37Aと遮光膜38とは、同種のエッチングガスまたは液によってエッチングが可能な素材(材料)により構成される。

【0044】

次に、上記フォトマスクブランク40の遮光膜38上にレジスト膜(ポジ型フォトレジスト膜)を成膜する。続いて、このレジスト膜を電子線またはレーザーを用いた描画装置によって露光して描画し、現像して、第1レジストパターン41を形成する(図3(B))。この第1レジストパターン41は、製造されるグレートンマスク30の透光部34及び第1半透光部35Aを開口領域とする形状に形成される。

【0045】

次に、この第1レジストパターン41が形成されたフォトマスクブランク40の遮光膜38を、クロム用エッチングガスまたは液を用い、第1レジストパターン41をマスクにしてドライエッチングまたはウェットエッチングする(図3(C))。このエッチングにより、遮光膜38に遮光膜パターン42が形成される。また、第2半透光膜37Bは、クロム用エッチングガスまたは液に対して耐性を有することから、この遮光膜38のエッチング時にはエッチングされにくい。

【0046】

遮光膜パターン42の形成後、第1レジストパターン41を剥離し、その後、遮光膜パターン42をマスクにし、第2半透光膜37Bをドライまたはウェットエッチングして第2半透光膜パターン43を形成する(図3(D))。または、上記遮光膜パターン42の形成後、第1レジストパターン41及び遮光膜パターン42をマスクにし第2半透光膜37Bをドライまたはウェットエッチングして第2半透光膜パターン43を形成し、その後、上記第1レジストパターン41を剥離してもよい。これらのウェットまたはドライエッチングにおいて、遮光膜38及び第1半透光膜37Aは、M o S i用エッチングガスまたは液に対して耐性を有するため、この第2半透光膜37Bのエッチング時にはエッチングされにくい。

【0047】

上述のようにして第2半透光膜パターン43を形成後、遮光膜38上及び露出した第1半透光膜37A上にレジスト膜を成膜する。続いて、このレジスト膜を前述と同様に露光して描画し、現像して、第2レジストパターン44を形成する(図3(E))。この第2レジストパターン44は、透光部34及び第2半透光部35Bを開口領域とする形状に形成される。

【0048】

次に、第2レジストパターン44をマスクにして、前記クロム用エッチングガスまたは液を用い、遮光膜38及び第1半透光膜37Aをドライまたはウェットエッチングする(図3(F))。その後、残存する第2レジストパターン44を除去(剥離)して、第1半

10

20

30

40

50

透光膜 37A からなる第 1 半透光部 35A、第 1 半透光膜 37A 及び第 2 半透光膜 37B が積層されてなる第 2 半透光部 35B、第 1 半透光膜 37A、第 2 半透光膜 37B 及び遮光膜 38 が積層されてなる遮光部 33 を有する 4 階調のグレートンマスク 30 を製造する (図 3 (G))。

【0049】

以上のように構成されたことから、上記実施の形態によれば、次の効果を奏する。グレートンマスク 30 の製造工程によれば、透光性基板 16 と、透光性基板 16 上に順次積層された第 1 半透光膜 37A、第 2 半透光膜 37B 及び遮光膜 38 と、を有するフォトリソグラフィマスク 40 が形成される。ここで、第 2 半透光膜 37B と遮光膜 38 とは互いのエッチングに対し耐性を有する膜であり、また、第 1 半透光膜 37A と遮光膜 38 とは同様のエッチング剤によってエッチングが可能な膜である。このように、互いにエッチング耐性が大きい膜と相対的に小さい膜との組合せにより、フォトリソグラフィ工程による描画回数を 2 回に低減して、4 階調のフォトマスク 10 を製造できる。

10

【0050】

以上、本発明を上記実施の形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図 1】本発明に係る 4 階調フォトマスクの製造方法における第 1 の実施の形態である 4 階調グレートンマスクの製造工程を示す工程図である。

20

【図 2】図 1 の製造工程により製造された 4 階調グレートンマスクを示し、(A) が平面図、(B) が側断面図である。

【図 3】本発明に係る 4 階調フォトマスクの製造方法における第 2 の実施の形態である 4 階調グレートンマスクの製造工程を示す工程図である。

【図 4】図 3 の製造工程により製造された 4 階調グレートンマスクを示し、(A) が平面図、(B) が側断面図である。

【符号の説明】

【0052】

- 10 グレートンマスク (フォトマスク)
- 13 遮光部
- 14 透光部
- 15A 第 1 半透光部
- 15B 第 2 半透光部
- 16 透光性基板
- 17A 第 1 半透光膜
- 17B 第 2 半透光膜
- 18 遮光膜
- 20 フォトマスクブランク
- 21 第 1 レジストパターン
- 24 フォトマスクブランク
- 25 第 2 レジストパターン
- 30 グレートンマスク (フォトマスク)
- 33 遮光部
- 34 透光部
- 35A 第 1 半透光部
- 35B 第 2 半透光部
- 37A 第 1 半透光膜
- 37B 第 2 半透光膜
- 38 遮光膜
- 40 フォトマスクブランク

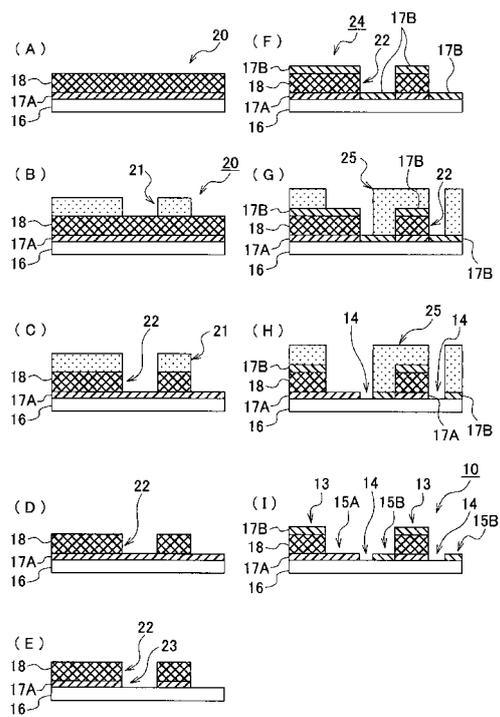
30

40

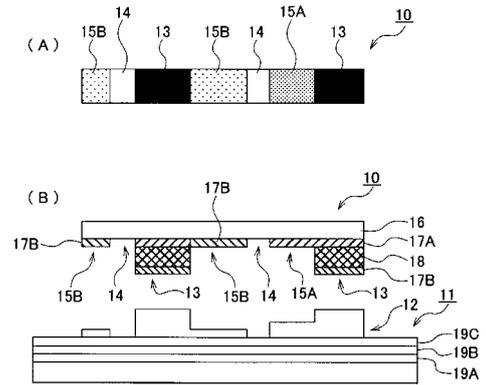
50

- 4 1 第 1 レジストパターン
- 4 4 第 2 レジストパターン

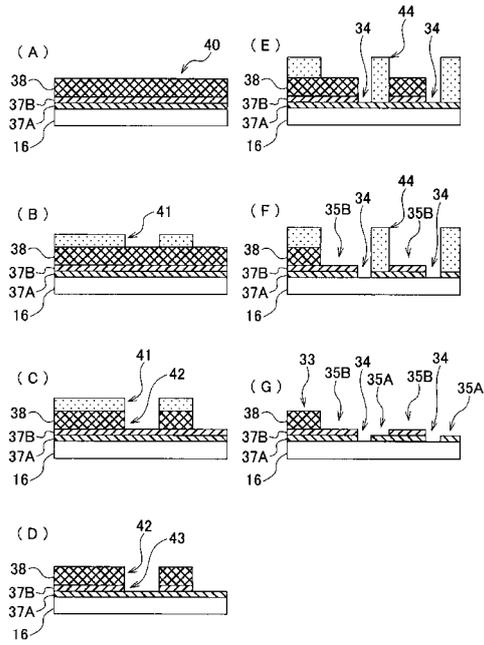
【 図 1 】



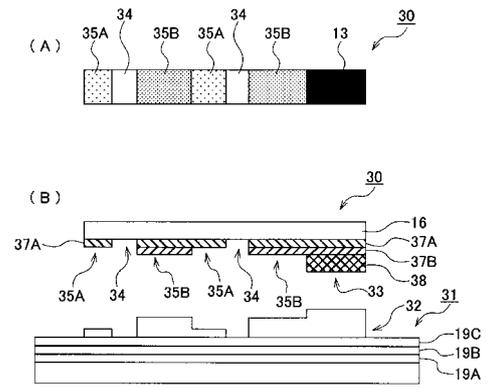
【 図 2 】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2005/024518(WO, A1)

特開2008-033330(JP, A)

特開2007-248988(JP, A)

特開平09-146259(JP, A)

特開2006-317665(JP, A)

特開2007-271696(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/13 - 1/1334、

1/1337 - 1/1341、 1/1347、

1/137 - 1/141、

G03F 1/00 - 1/16 、 7/20 - 7/24 、

9/00 - 9/02 、

G09F 9/00 - 9/46 、

H01L21/027、21/30 、21/46 、27/32