

(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2015-212720
(P2015-212720A)

(43) 公開日 平成27年11月26日(2015.11.26)

(51) Int.Cl.

G03F 1/00 (2012.01)

F 1

G03F 1/00

Z

テーマコード(参考)

2H095

2H195

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2014-94482(P2014-94482)

(22) 出願日

平成26年5月1日(2014.5.1)

(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 110001508

特許業務法人 津国

(74) 代理人 100078662

弁理士 津国 肇

(74) 代理人 100131808

弁理士 柳橋 泰雄

(74) 代理人 100116528

弁理士 三宅 俊男

(74) 代理人 100146031

弁理士 柴田 明夫

(74) 代理人 100151828

弁理士 杉本 将市

最終頁に続く

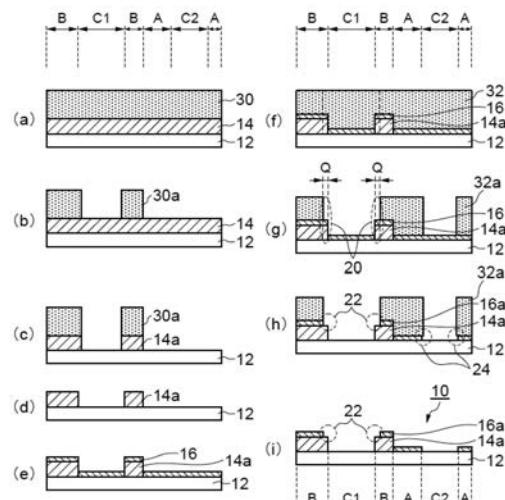
(54) 【発明の名称】多階調フォトマスクの製造方法、多階調フォトマスク及び表示装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】ウェットエッチング及びアライメントズレによるパターン劣化を生じることなく、透光部と遮光部との境界及び半透光部と遮光部との境界をもつ転写用パターンを高精度に形成して、表示装置製造用の多階調フォトマスクを製造すること。

【解決手段】透明基板上に形成された遮光膜及び半透光膜がそれぞれパテーニングされることによって形成された、遮光部、半透光部、及び透光部を備えた転写用パターンを有する、多階調フォトマスクの製造方法において、前記転写用パターンは、前記遮光部と透光部が隣接する部分と、前記半透光部と透光部が隣接する部分とを有し、所定の工程を有する、多階調フォトマスクの製造方法。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

透明基板上に形成された遮光膜及び半透光膜がそれぞれパターニングされることによって形成された、遮光部、半透光部、及び透光部を備えた転写用パターンを有する、多階調フォトマスクの製造方法において、

前記転写用パターンは、前記遮光部と透光部が隣接する部分と、前記半透光部と透光部が隣接する部分とを有し、

前記透明基板上に前記遮光膜が形成されたフォトマスクプランクを用意する工程と、

前記遮光部となる領域以外の領域の遮光膜をエッチング除去して前記遮光部を形成する工程と、

前記遮光部が形成された前記透明基板上に、前記半透光膜を成膜する工程と、

前記半透光膜上において、透光部となる領域を含む領域に開口をもつレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、

前記レジストパターンをマスクとして、前記半透光膜をエッチングする、半透光膜エッチング工程と、

前記レジストパターンを除去する工程とを有し、

前記レジストパターン形成工程では、前記遮光部と隣接する透光部となる領域の寸法に、アライメントマージンを加えた寸法の開口をもつレジストパターンを形成し、

前記半透光膜エッチング工程では、前記レジストパターンの開口内において、前記透光部となる領域の透明基板が露出し、かつ、前記遮光部の、前記透光部と隣接するエッジ部分において、前記遮光膜上の前記半透光膜が、厚さ方向に少なくとも一部エッチングされることを特徴とする、多階調フォトマスクの製造方法。

【請求項 2】

前記半透光膜エッチング工程において、前記半透光膜が厚さ方向に少なくとも一部エッチングされた遮光部のエッジ部分の、前記多階調フォトマスクの露光光に対する光学密度(OD)が2以上であることを特徴とする、請求項1に記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【請求項 3】

前記半透光膜及び前記遮光膜が、同一のエッチング液によってエッチングされうる材料からなることを特徴とする、請求項1又は2に記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【請求項 4】

前記半透光膜及び前記遮光膜が、同一のエッチング液によってエッチングされうる材料からなり、前記同一のエッチング液に対する、前記半透光膜と前記遮光膜のエッチングレート比が、5:1～50:1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多階調フォトマスクの製造方法。

【請求項 5】

前記アライメントマージンが0.25～0.75μmであることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【請求項 6】

前記半透光膜と前記遮光膜のエッチング所要時間の比が1:5～1:50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多階調フォトマスクの製造方法。

【請求項 7】

透明基板上に形成された遮光膜及び半透光膜がそれぞれパターニングされることによって形成された、遮光部、半透光部、及び透光部を備えた転写用パターンを有する、多階調フォトマスクにおいて、

前記転写用パターンは、前記遮光部と透光部が隣接する部分と、前記半透光部と透光部が隣接する部分とを有し、

前記透光部は、前記透明基板が露出し、

前記半透光部は、前記透明基板上に形成された前記半透光膜が露出し、

前記遮光部は、前記遮光膜と前記半透光膜が積層してなる積層部分と、前記遮光膜上の

10

20

30

40

50

半透光膜が厚さ方向に少なくとも一部エッティングされたエッジ部分とを有し、

前記エッジ部分は、前記透光部に隣接し、その幅は0.25～0.75 μmであるとともに、その露光光に対する光学密度(OD)が2以上であることを特徴とする、多階調フォトマスク。

【請求項8】

前記転写用パターンは、前記半透光部に挟まれた前記透光部と、前記遮光部に挟まれた前記透光部とを備えることを特徴とする、請求項7に記載の多階調フォトマスク。

【請求項9】

前記半透光膜及び前記遮光膜が、同一のエッティング液によってエッティングされうる材料からなることを特徴とする、請求項7又は8に記載の多階調フォトマスク。

【請求項10】

前記半透光膜及び前記遮光膜が、同一のエッティング液によってエッティングされうる材料からなり、前記同一のエッティング液に対する、前記半透光膜と前記遮光膜のエッティングレート比が、5：1～50：1であ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】

請求項7～10のいずれかに記載の多階調フォトマスクを用意する工程と、
露光装置によって前記多階調フォトマスクに露光し、前記転写用パターンを、被転写体に転写する工程とを有することを特徴とする、表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶や有機ELに代表される表示装置の製造に有用な多階調フォトマスク及びその製造方法、並びに、当該多階調フォトマスクを用いた表示装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、透明基板上に形成された遮光膜及び半透光膜がそれぞれパターニングされてなる転写用パターンを備えた、多階調フォトマスクが知られている。

【0003】

例えば特許文献1には、エッティングストッパー膜を設けなくても、遮光膜及び半透光膜を、エッティング特性が同じかあるいは近似した膜材料で構成することができ、半透光部のパターンずれを防止できるハーフトーン膜タイプのグレートーンマスク及びその製造方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-257712号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

半透光膜を用いた多階調フォトマスク(グレートーンマスク)は、表示装置などの製造において必要なフォトマスクの枚数を低減することができるので、生産効率向上に有用である。ここで、特許文献1のように、ハーフトーン膜を用いた多階調フォトマスクは、パターニングを施された複数の膜(遮光膜や、露光光を一部透過する半透光膜など)が積層してなる転写用パターンをもつ。このような多階調フォトマスクの製造に際し、特許文献1に記載の製造方法によれば、膜素材において、互いにエッティング選択性をもつものを選択することが必要とされないため、素材の選択範囲が広いというメリットがある。

【0006】

特許文献1に記載の方法では、図2に記載の工程によって、図2(i)に示すグレートーンマスク300を製造する。具体的には、まず、透明基板201上に遮光膜202を形成

10

20

30

40

50

し、その上にポジ型レジストを塗布してレジスト膜203を形成したフォトマスクプランク200を用意する(図2(a))。

【0007】

そしてこれに、レーザ描画機などを用いて描画し(第1描画)、現像する。これによって半透光部を形成する領域(図2のA領域)ではレジスト膜が除去され、遮光部を形成する領域(図2のB領域)及び透光部を形成する領域(図3のC領域)には、レジスト膜が残存するレジストパターン203aが形成される(図2(b))。

【0008】

次に、形成されたレジストパターン203aをマスクとして、遮光膜202をエッチング(第1エッチング)して、遮光部(B領域)及び透光部(C領域)に対応する領域に遮光膜パターン202aを形成する(図2(c))。そして、レジストパターン203aを除去する(図2(d))。

10

【0009】

以上説明した1回目のフォトリソグラフィ工程により、半透光部に対応する領域(A領域)が画定され、この時点では遮光部(B領域)及び透光部(C領域)は画定されていない。

【0010】

次に、以上により得られた遮光膜パターン付き基板の全面に半透光膜204を成膜する(図2(e))。これにより、A領域の半透光部が形成される。

【0011】

更に、半透光膜204の全面にポジ型レジストを塗布してレジスト膜205を形成し(図2(f))、描画を行う(第2描画)。現像後に、透光部(C領域)ではレジスト膜205が除去され、遮光部(B領域)及び半透光部(A領域)にレジスト膜が残存するレジストパターン205aが形成される(図2(g))。

20

【0012】

これをマスクとして、透光部となるC領域の半透光膜204と遮光膜パターン202aをエッチング(第2エッチング)して除去する(図2(h))。ここで、半透光膜と遮光膜のエッチング特性が同一または近似していることで、連続的にエッチングが可能である。そして、前記第2エッチングの後、レジストパターン205aを除去してグレートーンマスク300が完成する(図2(i))。

30

【0013】

以上説明した方法により、2回のフォトリソグラフィ工程によって、遮光膜及び半透光膜がそれぞれパターニングされ、遮光部、透光部、及び半透光部を有するグレートーンマスクが製造される。

【0014】

この方法は、半透光部のパターン寸法及び半透光部と遮光部との位置関係は、1回目のフォトリソグラフィ工程で確保されるから、TFTの特性上重要なチャネル部を、パターンずれを生じることなく形成できる利点がある。

【0015】

ところで、液晶や有機ELを搭載した表示装置においては、画像の明るさ、鮮銳性、反応速度、消費電力の低減、更にはコストダウンなど、多くの面で、益々の技術の改良が要求されている。この状況下、これらデバイスを製造するためのフォトマスクにも、従来以上に微細なパターンを精緻に形成するだけでなく、低成本で被転写体(パネル基板など)にパターンを転写できる機能が求められている。また、必要とされる転写用パターンのデザインも多様化し、複雑化している。

40

【0016】

こうした状況下、本発明者らの検討により、新たな課題が見出された。

上記の特許文献1の工程によると、第2エッチングにて、半透光膜と遮光膜の2つの膜を連続して1工程でエッチング除去している(図2(h))。ここで、例えば、遮光膜がCrを主成分とする膜であり、半透光膜がクロム化合物からなるものであるとし、前者のエッチング必要時間をX(例えば50秒)、後者のエッチング必要時間をY(例えば10秒)と

50

すると、第2エッティングでは、X + Yのエッティング時間（例えば60秒）が必要となり、遮光膜又は半透光膜の単一膜をエッティングする場合に比べて長時間となる。

【0017】

尚、ここでエッティング方法としては、ウェットエッティングが適用される。ウェットエッティングは、表示装置製造用フォトマスクには極めて有利に適用できるからである。これは、比較的大面積（一边が300mm以上）であり、多様なサイズの基板が存在する表示装置製造用フォトマスクにとって、ウェットエッティングは、真空装置を必須とするドライエッティングに比べて、設備的にも効率的にも大変有利であるためである。

【0018】

ウェットエッティングは、等方エッティングの性質が強く、被エッティング膜の深さ方向のみならず、被エッティング膜面と平行な方向にもエッティングが進行する。一般的に、エッティング時間が長く必要である場合には、エッティング量の面内ばらつきが拡大する傾向があるから、ウェットエッティングの時間が長くなるにつれて、サイドエッティング量が増加し、その量の面内におけるばらつきも増加する。このため、上記の場合、形成される転写用パターンの線幅（CD、Critical Dimension、以下パターンの線幅の意味で使う）精度が劣化しやすい。すなわち、上記X + Y（秒）を必要とする第2エッティングには、この点において問題がある。また、エッティング時間の長さに伴って、エッティング剤の使用量も増加し、重金属を含む廃液処理の負担も増加する。

【0019】

また、転写パターンのデザインが複雑化したり、微細寸法（CD）のパターンがある場合には、更に、以下のような問題が生じる可能性に、本発明者らは着目した。

【0020】

上記特許文献1の方法を示した図2(i)では、半透光部と遮光部が隣接する部分を含むパターンが形成されているが、こうしたパターンの他に、最近の表示装置製造用のフォトマスクの転写用パターンには、より複雑なものが含まれる。例えば、前記の隣接部分に加えて透光部と半透光部が隣接する部分をもつ転写用パターンなどのニーズがある。

【0021】

そこで例えば、上記図2に示された転写用パターンに、更に透光部と半透光部が隣接する部分がある場合を考える(図3(i)参照)。ここで図3におけるA領域は半透光部、B領域は遮光部である点において、上記図2の工程と同様である。また、図3において遮光部に隣接する透光部をC1領域、半透光部に隣接する透光部をC2領域とする。

【0022】

図3(a)～(d)の工程（第1フォトリソ工程）は、図2(a)～(d)にそれぞれ対応し、図3(e)～(i)（第2フォトリソ工程）は、図2(e)～(i)にそれぞれ対応する。ここで、第2エッティングを示す図3(h)のステップでは、透光部C1となる領域では、半透光膜204と遮光膜パターン202aをエッティング除去し、透光部C2となる領域では、半透光膜204のみがエッティング除去される。

【0023】

このとき、第2エッティングの必要時間の設定が困難になる。何故なら、C1の部分は、X + Yのエッティング時間を必要とし、透光部C2となる部分では、Yに相当するエッティング時間で十分であるからである。

【0024】

このため、C1の透光部を形成するためのエッティングが終了するとき、C2の部分はエッティングが過剰に進み、レジストパターン205aの下の半透光膜204にサイドエッティングが進行する(図3(h)において、符号210に示す、半透光膜のエッジ部分)。この結果、半透光膜パターン204aの寸法はレジストパターン205aの寸法と異なることとなる。

【0025】

そこで、あらかじめ、このサイドエッティング分を、描画データに反映させておくことが考えられる。すなわち、描画データとしてはエッティングが若干アンダー（エッティング量が

10

20

30

40

50

少ない側)となるように、描画データのサイジングを施しておき、サイドエッティングが進行した結果、設計したジャストの寸法となるようにする。しかしこの手法をとっても、上記のエッティング量の面内ばらつきを解決することにはならない。

【0026】

更に、サイドエッティング量を $S \mu m$ (図3(h)参照) とすると、上記サイジングでは、得ようとする透光部C2の寸法に対して、 $2S(\mu m)$ 分、狭く描画しておかなければならぬ。このため、描画データによる透光部C2の寸法は、著しく微細となり、描画装置が保証する線幅限界に近づき、安定したCD精度が得にくい。また、 $2S(\mu m)$ より小さな線幅をもつ透光部C2は、形成が不可能ということになってしまう。

【0027】

従って、図3の方法では、より微細で、より高いCD精度の多階調フォトマスクを製造しようとする場合には課題が残ることがわかった。

【0028】

ところで、図3(b)の第1描画では、透光部C1を形成するための描画データに、サイジングを導入している。すなわち、第1、第2描画の間に、相互にアライメントずれが生じることを前提として、所望の透光部C1の寸法(図3(b)の縦破線参照)より、アライメントずれを考慮した寸法分だけ小さいレジストパターンの開口が生じるように(エッティングがアンダーになるように)描画を行っている。これを行わないと、第2描画・現像によって、透光部C1となる領域内の一部にレジストパターンが残存し、不要な半透光部が形成されてしまう不都合が生じる。図4を参照して以下に説明する。

【0029】

すなわち図4(a)～(d)の第1フォトリソ工程で透明基板201上に遮光膜パターン202aを形成し、これらの上に半透光膜204を形成する(図4(e))。さらにその上にフォトレジストを塗布してレジスト膜205を形成する(図4(f))。

【0030】

そして図4(f)に示した通り、C1及びC2の領域に透光部を形成するための第2描画を行い、現像する。しかし現実には、第1・2描画の間で一定程度のアライメントずれが発生してしまうので、縦破線に示すジャストの位置にレジストパターン205aの開口は形成されずに、図4(g)の楕円破線で示される位置にレジストパターンのエッジが形成される。

【0031】

そしてこのレジストパターン205aに基づいて半透光膜204のエッティング除去を行い(図4(h))、レジストパターン205aを除去すると(図4(i))、透光部となるべき場所(C1)に不要な半透光膜206が残存する不都合が生じる。

【0032】

実際問題として、2回の描画によるパターン位置を完全に一致させることは困難であるから、図3(b)に示すサイジングが必要となり、その場合には、ウェットのサイドエッティングに起因する上述の問題が生じる結果となる。

【0033】

以上から理解されるとおり、透光部と遮光部との境界及び半透光部と遮光部との境界をもつ転写用パターンを、ウェットエッティングを適用して形成する場合には、ウェットエッティング及びアライメントずれによるパターン劣化を生じさせることなく、透光部(C1及びC2)のCD精度を向上させることが望まれる。

【0034】

そこで本発明は、ウェットエッティング及びアライメントずれによるパターン劣化を生じることなく、透光部と遮光部との境界及び半透光部と遮光部との境界をもつ転写用パターンを高精度に形成して、表示装置製造用の多階調フォトマスクを製造する方法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】

【0035】

10

20

30

40

50

本発明の要旨は、以下の通りである。

<1> 透明基板上に形成された遮光膜及び半透光膜がそれぞれパターニングされることによって形成された、遮光部、半透光部、及び透光部を備えた転写用パターンを有する、多階調フォトマスクの製造方法において、

前記転写用パターンは、前記遮光部と透光部が隣接する部分と、前記半透光部と透光部が隣接する部分とを有し、

前記透明基板上に前記遮光膜が形成されたフォトマスクプランクを用意する工程と、

前記遮光部となる領域以外の領域の遮光膜をエッティング除去して前記遮光部を形成する工程と、

前記遮光部が形成された前記透明基板上に、前記半透光膜を成膜する工程と、

前記半透光膜上において、透光部となる領域を含む領域に開口をもつレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、

前記レジストパターンをマスクとして、前記半透光膜をエッティングする、半透光膜エッティング工程と、

前記レジストパターンを除去する工程とを有し、

前記レジストパターン形成工程では、前記遮光部と隣接する透光部となる領域の寸法に、アライメントマージンを加えた寸法の開口をもつレジストパターンを形成し、

前記半透光膜エッティング工程では、前記レジストパターンの開口内において、前記透光部となる領域の透明基板が露出し、かつ、前記遮光部の、前記透光部と隣接するエッジ部分において、前記遮光膜上の前記半透光膜が、厚さ方向に少なくとも一部エッティングされることを特徴とする、多階調フォトマスクの製造方法。

【0036】

<2> 前記半透光膜エッティング工程において、前記半透光膜が厚さ方向に少なくとも一部エッティングされた遮光部のエッジ部分の、前記多階調フォトマスクの露光光に対する光学密度(OD)が2以上であることを特徴とする、<1>に記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【0037】

<3> 前記半透光膜及び前記遮光膜が、同一のエッティング液によってエッティングされうる材料からなることを特徴とする、<1>又は<2>に記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【0038】

<4> 前記半透光膜及び前記遮光膜が、同一のエッティング液によってエッティングされうる材料からなり、前記同一のエッティング液に対する、前記半透光膜と前記遮光膜のエッティングレート比が、5:1～50:1であることを特徴とする、<1>～<3>のいずれかに記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【0039】

<5> 前記アライメントマージンが0.25～0.75μmであることを特徴とする、<1>～<4>のいずれかに記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【0040】

<6> 前記半透光膜と前記遮光膜のエッティング所要時間の比が1:5～1:50であることを特徴とする、<1>～<5>のいずれかに記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【0041】

<7> 透明基板上に形成された遮光膜及び半透光膜がそれぞれパターニングされることによって形成された、遮光部、半透光部、及び透光部を備えた転写用パターンを有する、多階調フォトマスクにおいて、

前記転写用パターンは、前記遮光部と透光部が隣接する部分と、前記半透光部と透光部が隣接する部分とを有し、

前記透光部は、前記透明基板が露出し、

前記半透光部は、前記透明基板上に形成された前記半透光膜が露出し、

前記遮光部は、前記遮光膜と前記半透光膜が積層してなる積層部分と、前記遮光膜上の

10

20

30

40

50

半透光膜が厚さ方向に少なくとも一部エッティングされたエッジ部分とを有し、

前記エッジ部分は、前記透光部に隣接し、その幅は $0.25 \sim 0.75 \mu\text{m}$ であるとともに、その露光光に対する光学密度(OD)が2以上であることを特徴とする、多階調フォトマスク。

【0042】

<8>前記転写用パターンは、前記半透光部に挟まれた前記透光部と、前記遮光部に挟まれた前記透光部とを備えることを特徴とする、<7>に記載の多階調フォトマスク。

【0043】

<9>前記半透光膜及び前記遮光膜が、同一のエッティング液によってエッティングされうる材料からなることを特徴とする、<7>又は<8>に記載の多階調フォトマスク。

【0044】

<10>前記半透光膜及び前記遮光膜が、同一のエッティング液によってエッティングされうる材料からなり、前記同一のエッティング液に対する、前記半透光膜と前記遮光膜のエッティングレート比が、5:1～50:1であることを特徴とする、<8>又は<9>に記載の多階調フォトマスク。

【0045】

<11><7>～<10>のいずれかに記載の多階調フォトマスクを用意する工程と、露光装置によって前記多階調フォトマスクに露光し、前記転写用パターンを、被転写体に転写する工程とを有することを特徴とする、表示装置の製造方法。

【発明の効果】

【0046】

本発明によれば、ウェットエッティング及びアライメントずれによるパターン劣化を生じることなく、透光部と遮光部との境界及び半透光部と遮光部との境界をもつ転写用パターンを高精度に形成して、表示装置製造用の多階調フォトマスクを製造する方法が提供される。さらに本発明によれば、例えば当該方法により製造された多階調フォトマスク、並びに当該多階調フォトマスクを使用した表示装置の製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明の多階調フォトマスクの製造方法の各工程を示す模式図である。

【図2】特許文献1に示されたグレートーンマスクの製造方法の各工程を示す模式図である。

【図3】透光部と半透光部が隣接する部分、及び透光部と遮光部が隣接する部分を含む転写用パターンを有する多階調フォトマスクの製造方法の、参考例としての各工程を示す模式図である。

【図4】アライメントマージンを導入しない場合の多階調フォトマスクの製造方法の、参考例としての各工程を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0048】

以下、本発明の多階調フォトマスクの製造方法（以下、単に「本発明の製造方法」ともいう）、本発明の多階調フォトマスク、及び本発明の表示装置の製造方法について、順に説明する。

【0049】

[多階調フォトマスクの製造方法]

本発明の多階調フォトマスクは、上記の[課題を解決するための手段]<1>にて説明した各工程、すなわちフォトマスクブランクを用意する工程、フォトマスクブランクの遮光膜をエッティング除去して遮光部を形成する工程、半透光膜を成膜する工程、その半透光膜上にレジストパターンを形成する工程、前記半透光膜をエッティングする工程、及び前記レジストパターンを除去する工程を経ることで製造される。以下、これらの各工程について、図1を参照しながら説明する。

【0050】

10

20

30

40

50

< フォトマスクプランク用意工程 (図 1 (a)) >

図 1 は、本発明の多階調フォトマスクの製造方法の各工程を示す模式図である。本発明の製造方法においては、まず製造しようとする多階調フォトマスクの平面形状に対応した所定形状の、ガラスなどの透明基板 12 上に、遮光膜 14 が形成されたフォトマスクプランクを用意する。

【 0051 】

ここで使用される遮光膜 14 の素材に特に制限はないが、好ましくは、以下のものが使用できる。例えば、遮光膜 14 の素材としては、Cr 又は Cr 化合物 (Cr の酸化物、窒化物、炭化物、酸化窒化物、酸化窒化炭化物など) の他、Ta、Mo、W 及びそれらの化合物 (例えば、TaSi、MoSi、WSi 又はそれらの窒化物、酸化窒化物などの金属シリサイド化合物)などを好ましく使用することができる。また、これらの材料は 1 種単独で使用してもよく、2 種以上を組み合わせて使用してもよい。

10

【 0052 】

遮光膜 14 は、例えばスパッタ法など公知の方法で透明基板 12 上に形成されたものとすることができる。遮光膜 14 の膜厚は、製造される多階調フォトマスクについて使用される露光光に対する、遮光膜 14 の光学濃度 (OD) が 2 以上、好ましくは 3 以上となるようになる。

【 0053 】

さらに、遮光膜 14 は、その表面側 (透明基板 12 と反対側) の表層に、反射防止層、エッチング減速層などの機能層を有することができる。前記反射防止層は、レジスト膜描画光の反射を抑えることで描画精度を高めることができる。また、前記エッチング減速層は、後述する半透光膜エッチング工程の際に、遮光部のエッジ部分 20 (図 1 (g) 参照) がエッチングを受ける速度を低下させ、その部分における遮光膜 14 の損傷を抑止する効果がある。

20

【 0054 】

前記反射防止層は、例えば遮光膜 14 が Cr を含むときは、Cr の酸化物、窒化物、炭化物、酸化窒化物、炭化窒化物のいずれか少なくとも一種を含む層として設けることができる。

【 0055 】

また、前記エッチング減速層は、遮光膜 14 のエッチング液によってエッチング可能な材料であって、かつ、遮光膜 14 の厚さ方向内部の組成 (又は膜質) よりも、エッチングが遅くなる組成 (又は膜質) からなるものであればよい。例えば、遮光膜 14 が Cr を含有する素材で形成されている場合には、エッチング減速層の素材としては、Cr の酸化物、窒化物、炭化物、酸化窒化物、酸化窒化炭化物などから選択される少なくとも一種を採用することができる。また、反射防止層がエッチング減速層を兼ねてもよい。

30

【 0056 】

反射防止層及び/又はエッチング減速層は、遮光膜 14 の深さ方向において、表層部分の組成が内側部分と異なるように形成されたものとすることができます。遮光膜 14 の表層部分と内側部分との間に明確な境界があつてもよいし、遮光膜 14 の深さ方向に連続的又は段階的に組成が変化していくのでもよい。

40

【 0057 】

また、以上説明した遮光膜 14 については、上記反射防止層又はエッチング減速層が除去された状態にあっても、製造される多階調フォトマスクに対して使用される露光光の光学濃度 OD が通常 2 以上であり、好ましくは 3 以上である。

【 0058 】

更に、上記遮光膜 14 上にフォトレジスト (以下、単にレジストともいう) が、例えば公知の塗布装置 (コータ) によって塗布され、第 1 レジスト膜 30 が形成された、レジスト付フォトマスクプランクを使用することができる (図 1 (a) 参照)。

【 0059 】

< 遮光部形成工程 (図 1 (b) ~ (d)) >

50

本工程において遮光膜パターン14aを形成することにより、遮光部を画定する。

【0060】

具体的には、第1レジスト膜30について描画機で第1描画を行い、続いて現像をすることで、第1レジストパターン30aを形成する(図1(b))。ネガ型のレジストを用いてもよいが、ここではポジ型のレジストを使用した態様として説明する。

【0061】

このとき、遮光部となる領域(図1のB領域)には第1レジスト膜が残存し、それ以外の領域となる部分では第1レジスト膜が現像によって除去され、その部分で第1レジストパターン30aが開口するように描画データを作成し、その描画データに基づいて描画する。

10

【0062】

このように第1レジストパターン30aを形成し、これをマスクとして遮光膜14をエッチング(第1エッチング)することで遮光膜パターン14aが形成される(図1(c))。そして第1レジストパターン30aを除去する。これにより、遮光部が画定される(図1(d))。

【0063】

前記エッチングとしては、ウェットエッチングを適用することが好ましい。公知のエッチング液を用いることができ、例えば、Crを含有する遮光膜であれば、硝酸第2セリウムアンモニウム水溶液と過塩素酸との混合水溶液を使用することができる。

20

【0064】

<半透光膜成膜工程(図1(e))>

遮光膜パターン14aが形成された上記透明基板12上の全面に半透光膜16を成膜する(図1(e))。半透光膜16の成膜は、スパッタ法などの公知の方法により実施することができる。

【0065】

多階調フォトマスクに対して使用される露光光の代表波長(露光光に含まれる任意の波長。例えばi線)に対する、半透光膜16の透過率は、20~80%とすることができる。より好ましくは20~70%であり、更に好ましくは30~60%である。

【0066】

また、半透光膜16の上記代表波長に対する位相シフト量は、好ましくは90度以下、より好ましくは60度以下である。位相シフト量が180度に近づくと、図1におけるA領域の半透光部とC2領域の透光部との境界において、露光光の位相が反転し、互いに干渉することから露光光が相殺され、被転写体上に形成されるべきレジストパターンの立体形状に不要な凸部が生じるリスクがある。

30

【0067】

この半透光膜16の素材としては、以下のものが例示される。例えば、半透光膜16の素材としては、Cr化合物(Crの酸化物、窒化物、炭化物、酸化窒化物、酸化窒化炭化物など)、Si化合物(SiO₂、SOG)、金属シリサイド化合物(TaSi、MoSi、WSi又はそれらの窒化物、酸化窒化物など)、及びTiONなどのTi化合物を使用することができる。これらは1種単独で使用しても、2種以上を組み合わせて使用してもよい。

40

【0068】

尚、遮光膜14と半透光膜16の材料には、互いにエッチング選択性がある場合でも、無い場合でも、本発明の製造方法が適用できる。つまり、遮光膜14と半透光膜16は、互いのエッチング液に対して、耐性をもつ場合でも、もたない場合でもよい。但し、本発明の製造方法は、遮光膜14が半透光膜16とエッチング選択性が無い場合(つまり、同一のエッチング液によってエッチング可能である場合)の利点を生かす一方で、課題を解決する点で、その効果が顕著であるため、ここではその態様で説明する。

【0069】

好ましくは、遮光膜14、半透光膜16が互いに同一の金属を含む場合であり、また、

50

この金属の好ましい例は、Crである。

【0070】

但し、遮光膜14と半透光膜16とは互いにエッティングレートが異なることが好ましい。エッティングレートとは、エッティング液によってエッティングが進行する際の、単位時間あたりのエッティング量をいう。これはそれぞれの膜を構成する素材の組成や膜質によって決まる。例えば、共通の金属を含有していても、その他の成分が異なることにより、共通のエッティング液に対するエッティングレートに差を生じさせることができる。

【0071】

本発明の製造方法においては、同一のエッティング液に対して、遮光膜14のエッティングレート(OR)より、半透光膜16のエッティングレート(HR)が大きいことが好ましい。具体的には、HR/OR 5であることが好ましく、50 HR/OR 5であることがより好ましい(つまり、同一のエッティング液に対する、半透光膜16と遮光膜14のエッティングレート比が、5:1 ~ 50:1であることがより好ましい)。

10

【0072】

更に、半透光膜16と遮光膜14のエッティング所要時間の比が1:5~1:50となることが好ましい。そしてこれにより、第2エッティングによる、遮光部の後述するエッジ部分20のエッティング量を抑制することができ、第2エッティングにより形成されるエッジ部分22の遮光部としての遮光機能を維持できるので、好ましい。

20

【0073】

<レジストパターン形成工程(図1(f)~(g))>

半透光膜16上にフォトレジストを塗布して第2レジスト膜32を形成する(図1(f))。

【0074】

そして図1(g)に示される通り、描画(第2描画)を行い、現像することで、第2レジストパターン32aを形成する。当該レジストパターンは、C1及びC2の透光部となる領域に対応する部分に開口を有する。

30

【0075】

但し、第2描画において、遮光部と透光部が隣接する部分において、アライメントマージンQ(μm)分のサイジングを施した描画データを作成し、その描画データに基づいて第2描画を行う(図1(f)の縦破線参照)。アライメントマージンQの寸法は、描画装置に起因するアライメントずれの大きさを基に決定し、好ましくは0.25~0.75μm(図1(g)に示すようにレジストパターンの片側に対して)とする。又は、アライメントに優れた描画装置においては、0.2~0.5μmとすることもできる。

30

【0076】

なお、本工程において、半透光部と隣接する透光部となる領域(図1におけるC2領域)については、アライメントマージンを考慮したサイジングは必要なく、得ようとする透光部の寸法どおりの描画データとすることができます。これは、C2領域の透光部のサイズは、第2描画のみにより決定するからである。

【0077】

或いは、ウェットエッティングに伴うわずかなサイドエッティング量(例えば、0.1μm以下、図1(h)の微量サイドエッチ部位24参照)を勘案して、これを描画データに反映させてよい。この場合でも、サイドエッティング量が小さいので、本発明では面内ばらつきが拡大するデメリットが生じない。

40

【0078】

この方法によると、長時間のエッティングによってCD精度の劣化が生じる工程がない。更に、大きなサイドエッティング量を見込んであらかじめ透光部の描画データを、アンダー側に補正する必要がないため、微細なパターンが、解像不可能な幅に補正されてしまうリスクが解消される。

【0079】

<半透光膜エッティング工程(図1(h))>

50

第2レジストパターン32aを形成した後、このレジストパターンをマスクとして、半透光膜16の露出した部分をエッティングして除去する(第2エッティング、図1(h))。エッティング時間は、図1におけるC2の領域の半透光膜16がエッティング除去される時間を基準とする。つまり、図3(h)のように $X + Y$ (秒)のエッティングを行うのではなく、Y(秒)程度でよい。このため従来技術のようなサイドエッティングによる深刻な問題が生じない。

【0080】

そして前記のエッティングにより、C2領域の透光部を形成するとともに、C1領域の半透光膜もエッティング除去されて、透光部が形成される。このとき、C1領域(透光部)に隣接するB領域(遮光部)のエッジ部分20は、第2レジストパターン32aから露出しているため、当該部分の半透光膜16が厚さ方向に少なくとも一部エッティングされ、膜厚が減少する(図1(h))。

10

【0081】

但し、エッティング時間は上記の通り半透光膜16を除去するのに必要な時間とされるので、半透光膜16の下の遮光膜パターン14aはほとんどエッティングの影響を受けず、実質的な損傷とはならない。

【0082】

また、遮光膜14がわずかに損傷を受けたとしても、その光学性能が維持できるため、不都合はない。この光学性能とは、露光光に対する光学密度(OD)は、2以上であり、好みしくは3以上である。より好みしくは、遮光膜14のエッティングレートを、半透光膜16のエッティングレートより小さいものとする。

20

【0083】

以上説明した半透光膜16のエッティングとしては、表示装置用の多階調フォトマスクの製造における製造コストの観点から、ウェットエッティングが好ましく採用される。半透光膜16がCrを含有する物である場合には、そ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水溶液と過塩素酸との混合水溶液を使用することができる。

20

【0084】

<レジストパターン除去工程(図1(i))>

半透光膜のエッティング工程後、第2レジストパターン32aを除去して、本発明の多階調フォトマスク10が完成する(図1(i))。当該多階調フォトマスク10は、透明基板12において、遮光膜14及び半透光膜16がそれぞれパターニングされることによって形成された遮光部、透光部、半透光部を有している。

30

【0085】

[多階調フォトマスク]

本発明の多階調フォトマスク10においては、B領域は、遮光膜と半透光膜が積層する、積層部分と、その透光部側のエッジにおいて少なくとも半透光膜表面が膜減りしたエッジ部分22とを有する。A領域は透明基板12上に半透光膜パターン16aが形成されたり、そしてC1及びC2領域では透明基板12が露出してている。以上の領域が、それぞれ、多階調フォトマスク10における遮光部、半透光部、及び透光部を形成しており、本発明の多階調フォトマスクは、これらを備えた転写用パターンを有している。

40

【0086】

本発明者らによると、本発明の製造方法により製造された多階調フォトマスクは、遮光部の寸法精度が極めて高いことが認められた。これは、上述のように、第2エッティングにおいて長時間のエッティングが不要であることに加え、第1描画によって、遮光部の寸法が実質的に画定されることに由来する。この第1描画の際には、好みしくは反射防止層を表面に有する遮光膜を用いて行うことができるため、半透光膜を上層に置いた状態でのレーザ描画と比較しても、高い精度が得られる。

【0087】

尚、本発明の効果を損なわない範囲において、遮光膜や半透光膜の他に、さらなる光学膜や機能膜(エッティングストップ膜など)を設けても構わない。

50

【0088】

[表示装置の製造方法]

本発明の多階調フォトマスク10は、上記の通り透光部、半透光部及び遮光部を含む転写用パターンを備える。この多階調フォトマスク10を通して、フォトレジスト膜が形成された被転写体上に対して露光すると、その転写パターンが被転写体に転写され、パターン転写されたフォトレジスト膜を現像することによって、所定の立体形状をもつレジストパターンとすることができます。すなわち、転写用パターンのもつ、透光部及び半透光部を透過する露光量が互いに異なることにより、被転写体上において、レジスト残膜量が互いに異なる部分をもつ、段差をもつレジストパターンを形成することができる。

【0089】

こうした多階調フォトマスクは、主に表示装置の製造に有利に利用される。多階調フォトマスクはフォトマスク2枚分の機能をもつことから、表示装置の生産効率やコストの点でメリットが大きいためである。

【0090】

このような本発明の多階調フォトマスク10は、LCD用、或いはFPD用として知られる露光装置を用いて露光することができる。例えば、i線、h線、g線を含む露光光を用い、開口数(NA)が0.08~0.10、コヒレントファクタ(λ)が0.7~0.9程度の等倍光学系をもつ、プロジェクション露光装置が用いられる。もちろん前記多階調フォトマスク10は、プロキシミティ露光用のフォトマスクとしてもよい。

【0091】

本発明の表示装置の製造方法により製造される表示装置には、液晶表示装置、有機EL表示装置などが含まれる。また、本発明の多階調フォトマスク10は、これら表示装置の様々な部位(薄膜トランジスタのS/Dレイヤ、カラーフィルタのフォトスペーサ用レイヤ、など)の形成にも使用が可能である。

【符号の説明】

【0092】

10 多階調フォトマスク

12 透明基板

14 遮光膜

14 a 遮光膜パターン

16 半透光膜

16 a 半透光膜パターン

20 半透光膜のエッジ部分

22 遮光部のエッジ部分

24 微量サイドエッチ部位

30 第1レジスト膜

30 a 第1レジストパターン

32 第2レジスト膜

32 a 第2レジストパターン

200 フォトマスクブランク

201 透明基板

202 遮光膜

202 a 遮光膜パターン

203 レジスト膜

203 a レジストパターン

204 半透光膜

204 a 半透光膜パターン

205 レジスト膜

205 a レジストパターン

206 不要な半透光膜

10

20

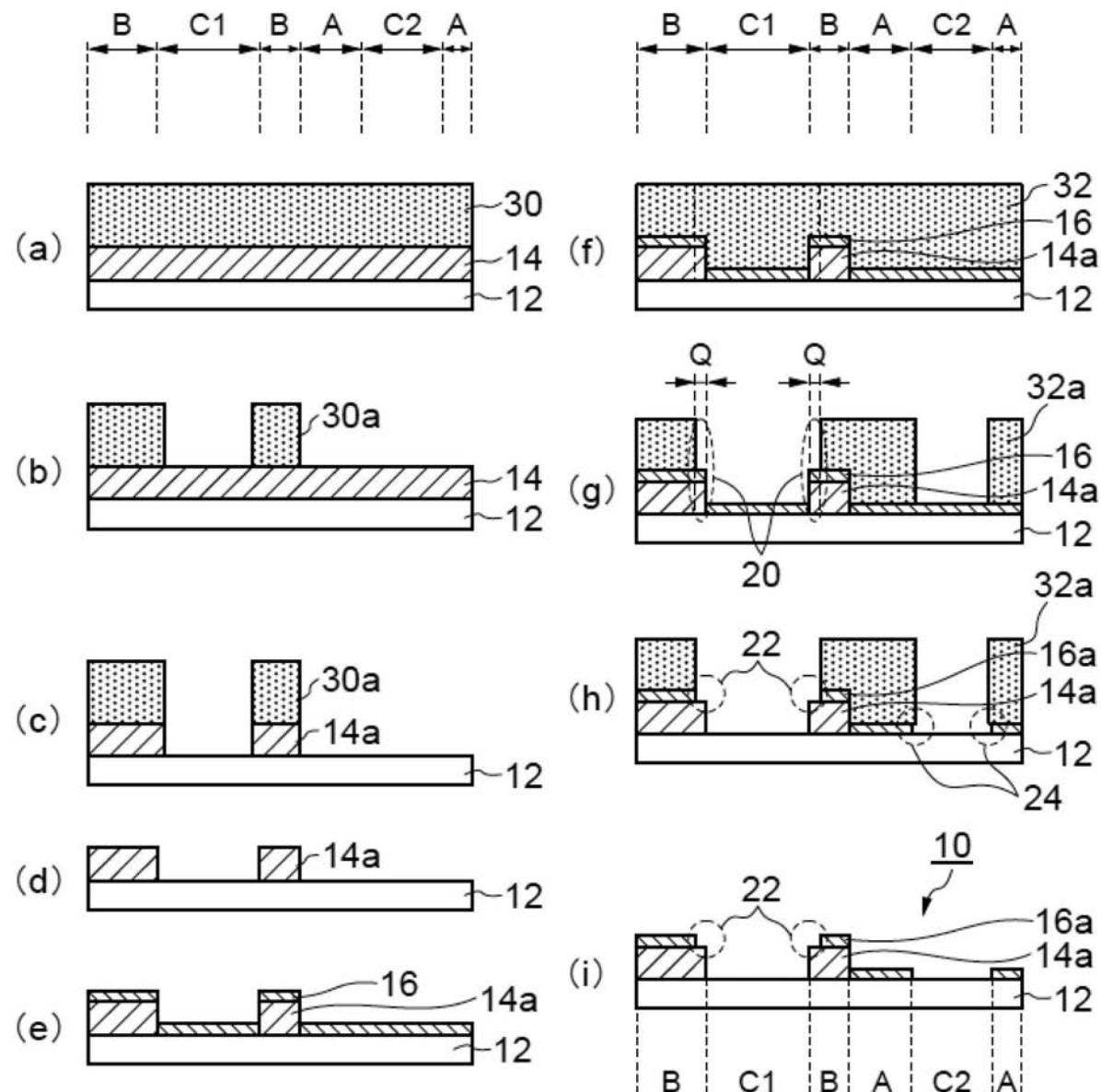
30

40

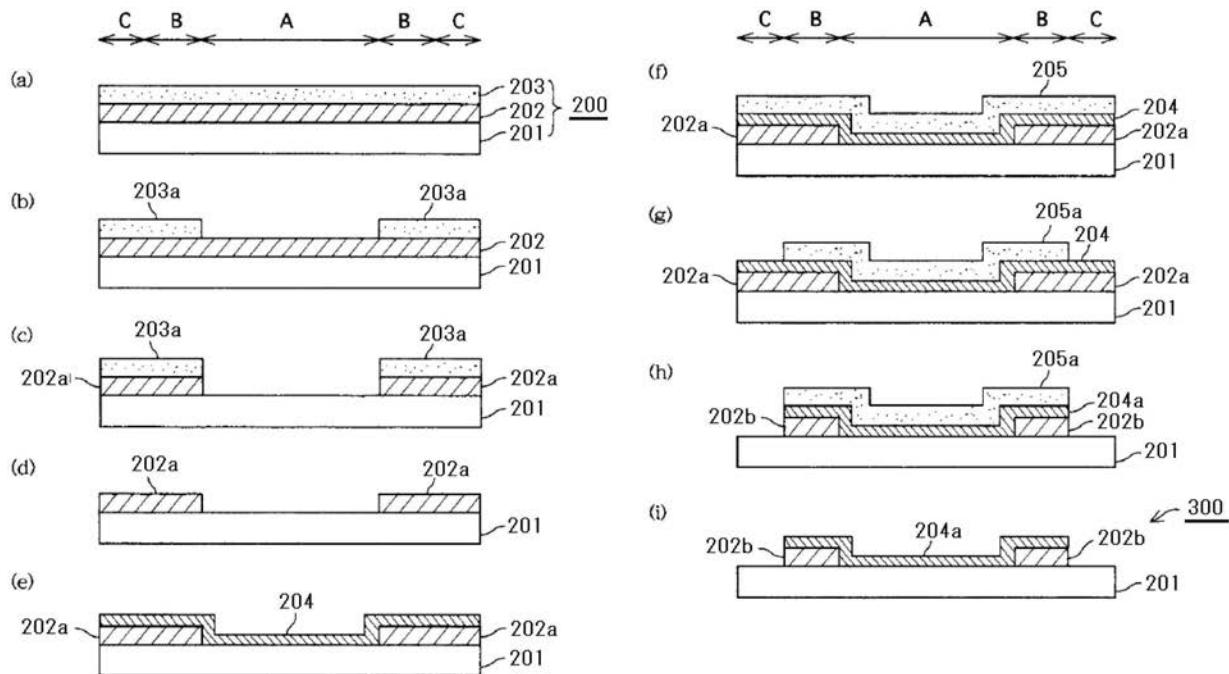
50

2 1 0 半透光膜のエッジ部分
3 0 0 グレートーンマスク

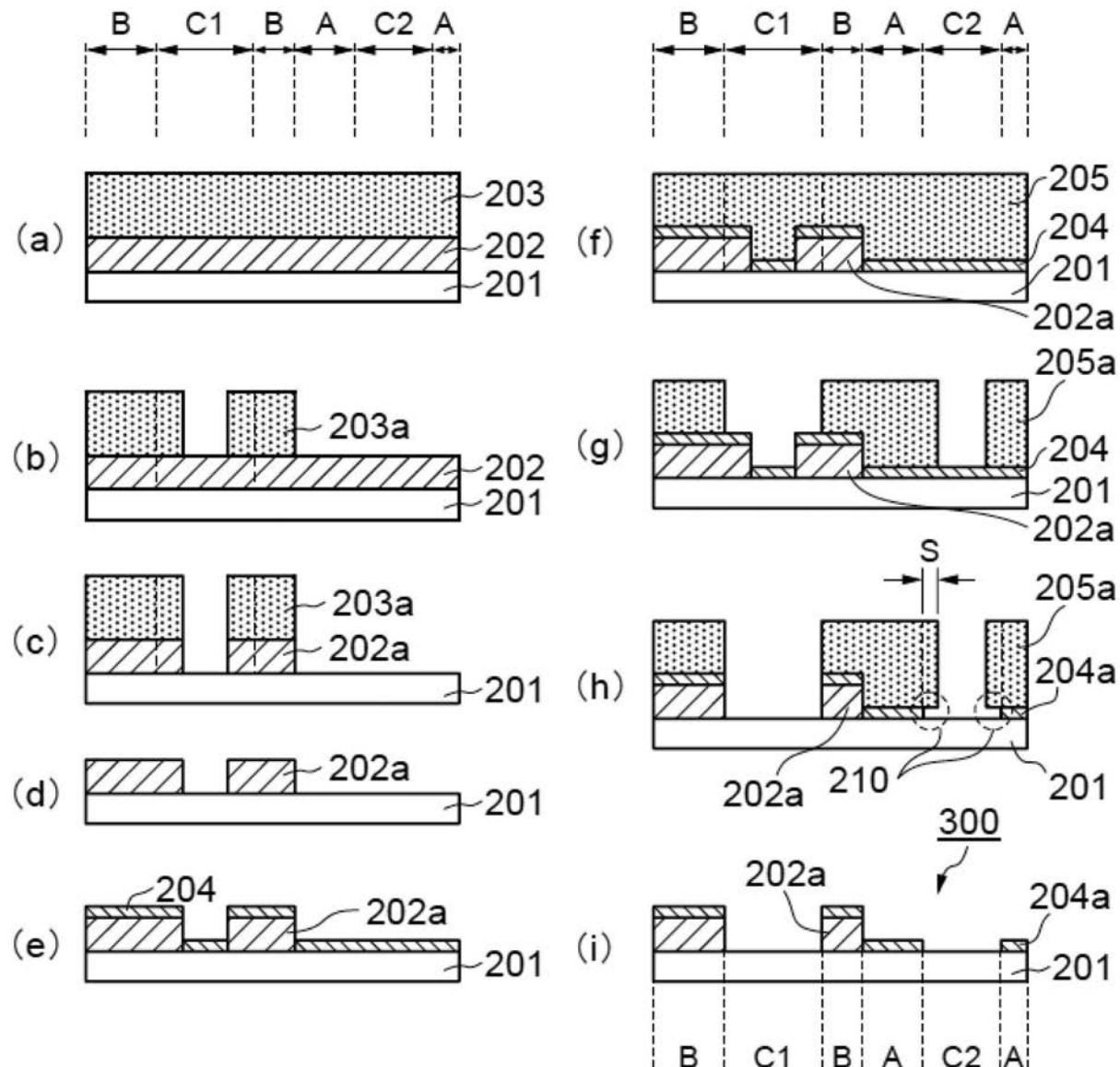
【図1】



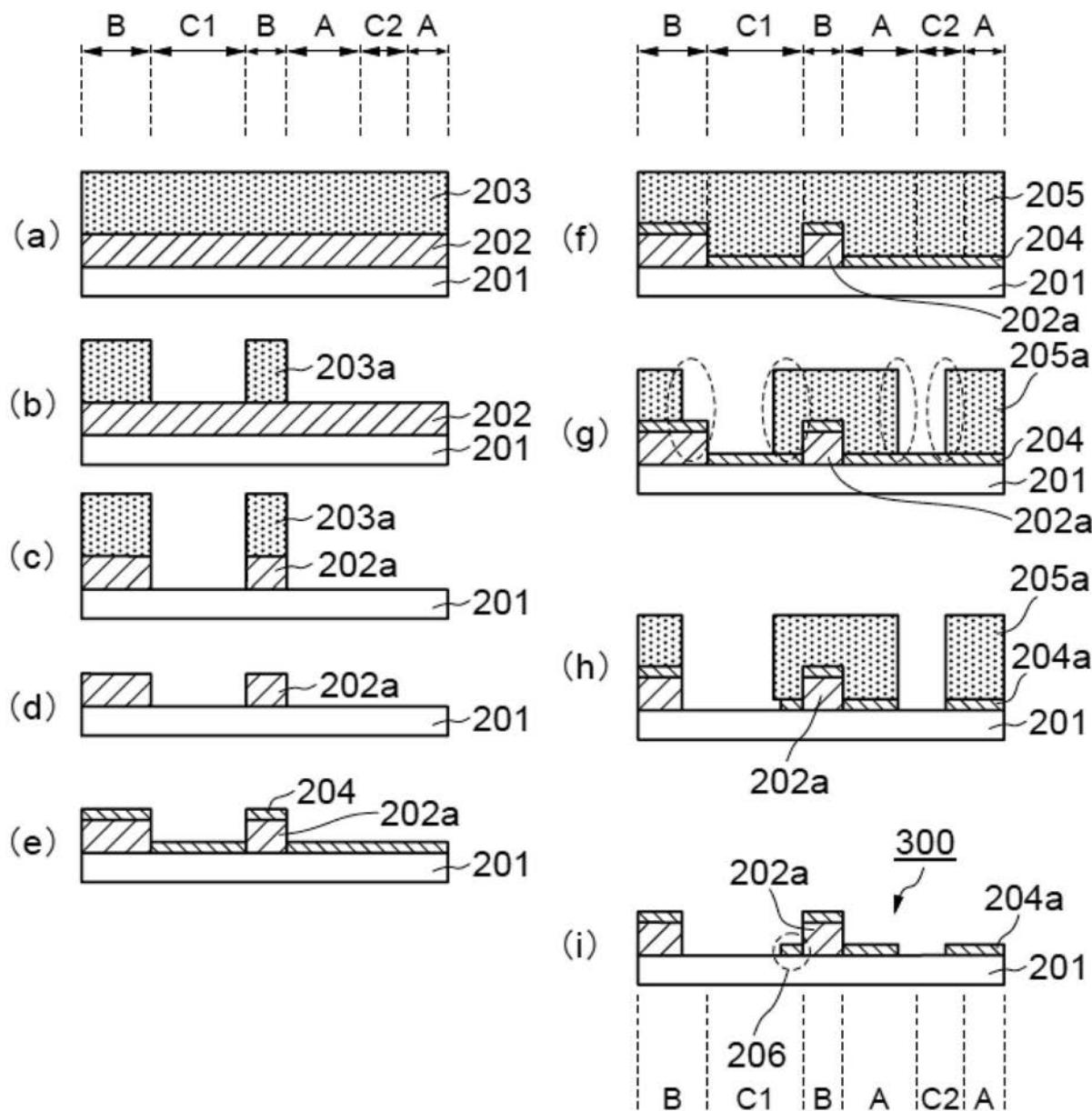
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 金台勲

大韓民国京畿道平澤市青北面玄谷産園路 55 韓国H O Y A電子株式会社内

(72)発明者 金成辰

大韓民国京畿道平澤市青北面玄谷産園路 55 韩国H O Y A電子株式会社内

(72)発明者 李錫薰

大韓民国京畿道平澤市青北面玄谷産園路 55 韩国H O Y A電子株式会社内

F ターム(参考) 2H095 BA12 BB02 BB15 BB34 BB36 BC09

2H195 BA12 BB02 BB15 BB34 BB36 BC09