

(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. F 1 テーマコード (参考)  
**G 0 3 F 1/00 (2012.01)** G 0 3 F 1/00 Z 2 H 0 9 5  
 2 H 1 9 5

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)	(71) 出願人	000113263
(22) 出願日	平成26年5月1日(2014.5.1)		H O Y A 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

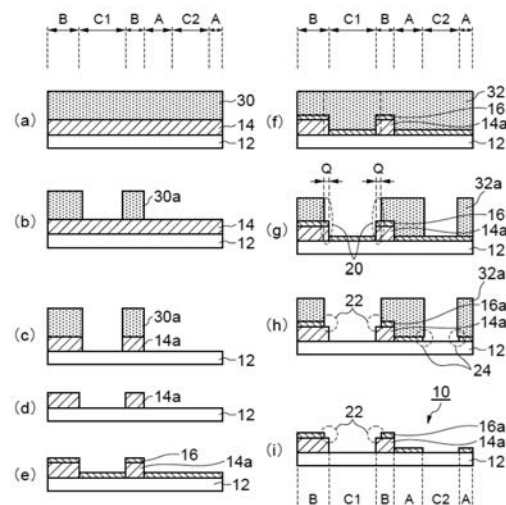
(54) 【発明の名称】 多階調フォトマスクの製造方法、多階調フォトマスク及び表示装置の製造方法

## (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。

【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ターン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ン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ブ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 ~ 0.75  $\mu\text{m}$  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ン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チ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。

【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 7 又は 8 に記載の多階調フォトマスク。

10

【請求項 10】

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、 $5 : 1 \sim 50 : 1$ 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】

20

【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ン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、エッチ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、エッチ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。

30

【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】

40

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、パターン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、互いにエッチ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

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ブラン  
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 203 a 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 203 a 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 202 a を形成する (図 2 (c))。そして、レジストパターン 203 a を除  
去する (図 2 (d))。

【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 205 a が形成される (図 2 (g))。

【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 202 a  
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 205 a を除去してグレートンマ  
スク 300 が完成する (図 2 (i))。

【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ンングされ、遮光部、透光部、及び半透光部を有するグレートンマ  
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、鮮鋭性、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、低コストで被転写体 (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。

【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 C  
r 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

10

20

30

40

50

すると、第2エッチングでは、 $X + Y$ のエッチング時間（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チングする場合に比べて長時間となる。

【0017】

尚、ここでエッチング方法としては、ウェットエッチングが適用される。ウェットエッチングは、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（一辺が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、ウェットエッチングは、真空装置を必須とするドライエッチングに比べて、設備的にも効率的にも大変有利であるためである。

【0018】

ウェットエッチングは、等方エッチングの性質が強く、被エッチング膜の深さ方向のみならず、被エッチング膜面と平行な方向にもエッチングが進行する。一般的に、エッチング時間が長く必要である場合には、エッチング量の面内ばらつきが拡大する傾向があるから、ウェットエッチングの時間が長くなるにつれて、サイドエッチング量が増加し、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エッチングには、この点において問題がある。また、エッチング時間の長さに伴って、エッチ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エッチングを示す図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をエッチング除去し、透光部C2となる領域では、半透光膜204のみがエッチング除去される。

【0023】

このとき、第2エッチ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、 $X + Y$ のエッチング時間を必要とし、透光部C2となる部分では、Yに相当するエッチ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チングが終了するとき、C2の部分はエッチングが過剰に進み、レジストパターン205aの下の半透光膜204にサイドエッチングが進行する（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、このサイドエッチング分を、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チングが若干アンダー（エッチング量が

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、サイドエッチ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、上記のエッチ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、サイドエッチング量を $S\mu m$ (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ない。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(エッチ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のエッチング除去を行い(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チ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、ウェットエッチングを適用して形成する場合には、ウェットエッチ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、ウェットエッチ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ン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ブ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。

【 0 0 3 6 】

< 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、< 1 > に記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【 0 0 3 7 】

< 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、< 1 > 又は < 2 > に記載の多階調フォトマスクの製造方法。

【 0 0 3 8 】

< 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、< 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。

【 0 0 3 9 】

< 5 > 前記アライメントマージンが  $0.25 \sim 0.75 \mu\text{m}$  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。

【 0 0 4 0 】

< 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、< 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。

【 0 0 4 1 】

< 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ン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チ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、同一のエッチング液によってエッチングされ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。

10

【0044】

<10>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、 $5:1 \sim 50:1$ 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】

20

【0046】

本発明によれば、ウェットエッチ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ンマスクの製造方法の各工程を示す模式図である。

30

【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。

40

【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チ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チングする工程、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】

50

## &lt; フォトマスクブランク用意工程 ( 図 1 ( a ) ) &gt;

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 1 2 上に、遮光膜 1 4 が形成されたフォトマスクブランクを用意する。

## 【 0 0 5 1 】

ここで使用される遮光膜 1 4 の素材に特に制限はないが、好ましくは、以下のものを使用できる。例えば、遮光膜 1 4 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使用してもよい。

10

## 【 0 0 5 2 】

遮光膜 1 4 は、例えばスパッタ法など公知の方法で透明基板 1 2 上に形成されたものとする。遮光膜 1 4 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 1 4 の光学濃度 ( OD ) が 2 以上、好ましくは 3 以上となるようにする。

## 【 0 0 5 3 】

さらに、遮光膜 1 4 は、その表面側 ( 透明基板 1 2 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 2 0 ( 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 1 4 の損傷を抑止する効果がある。

20

## 【 0 0 5 4 】

前記反射防止層は、例えば遮光膜 1 4 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。

## 【 0 0 5 5 】

また、前記エッチング減速層は、遮光膜 1 4 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 1 4 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 1 4 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

## 【 0 0 5 6 】

反射防止層及び / 又はエッチング減速層は、遮光膜 1 4 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。遮光膜 1 4 の表層部分と内側部分との間に明確な境界があってもよいし、遮光膜 1 4 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

## 【 0 0 5 7 】

また、以上説明した遮光膜 1 4 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。

## 【 0 0 5 8 】

更に、上記遮光膜 1 4 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 3 0 が形成された、レジスト付フォトマスクブランクを使用することができる ( 図 1 ( a ) 参照 ) 。

## 【 0 0 5 9 】

## &lt; 遮光部形成工程 ( 図 1 ( b ) ~ ( d ) ) &gt;

50

本工程において遮光膜パターン 14 a 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 30 a 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 30 a 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 30 a 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 14 a が形成される（図 1（c））。そして第 1 レジストパターン 30 a 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。

【0064】

20

< 半透光膜成膜工程（図 1（e）） >

遮光膜パターン 14 a 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】

多階調フォトリソ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（ $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiO}_x$ ）、金属シリサイド化合物（ $\text{TaSi}$ 、 $\text{MoSi}$ 、 $\text{WSi}$  又はそれらの窒化物、酸化窒化物など）、及び  $\text{TiON}$  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ない場合（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とは互いにエッチングレートが異なることが好ましい。エッチングレートとは、エッチング液によってエッチングが進行する際の、単位時間あたりのエッチング量をいう。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、共通のエッチング液に対するエッチ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、同一のエッチング液に対して、遮光膜14のエッチングレート(OR)より、半透光膜16のエッチングレート(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、同一のエッチング液に対する、半透光膜16と遮光膜14のエッチングレート比が、5:1~50:1であることがより好ましい)。

【0072】

更に、半透光膜16と遮光膜14のエッチ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エッチングによる、遮光部の後述するエッジ部分20のエッチング量を抑制することができ、第2エッチ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。

【0073】

<レジストパターン形成工程(図1(f)~(g))>

半透光膜16上にフォトリソを塗布して第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。

【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( $\mu\text{m}$ )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0.25~0.75 $\mu\text{m}$ (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、0.2~0.5 $\mu\text{m}$ とすることもできる。

【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る。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、ウェットエッチングに伴うわずかなサイドエッチング量(例えば、0.1 $\mu\text{m}$ 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もよい。この場合でも、サイドエッチ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。

【0078】

この方法によると、長時間のエッチングによってCD精度の劣化が生じる工程がない。更に、大きなサイドエッチ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】

<半透光膜エッチング工程(図1(h))>

10

20

30

40

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チングして除去する(第2エッチング、図1(h))。エッチング時間は、図1におけるC2の領域の半透光膜16がエッチ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)のエッチ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チングによる深刻な問題が生じない。

【0080】

そして前記のエッチングにより、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チング除去されて、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チングされ、膜厚が減少する(図1(h))。

10

【0081】

但し、エッチ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の下に遮光膜パターン14aはほとんどエッチ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、好ましくは3以上である。より好ましくは、遮光膜14のエッチングレートを、半透光膜16のエッチ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のエッチングとしては、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、ウェットエッチ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、そのエッチング液としては、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。

【0084】

<レジストパターン除去工程(図1(i))>

半透光膜のエッチング工程後、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上において、遮光膜14及び半透光膜16がそれぞれパターン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が形成されてなり、そしてC1及びC2領域では透明基板12が露出している。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エッチングにおいて長時間のエッチ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、好ま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(エッチングストッパ膜など)を設けても構わない。

50

## 【 0 0 8 8 】

## 〔 表示装置の製造方法 〕

本発明の多階調フォトマスク 1 0 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 1 0 を通して、フォトリソ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リソ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る。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のである。

## 【 0 0 8 9 】

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のである。

## 【 0 0 9 0 】

このような本発明の多階調フォトマスク 1 0 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（ ）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 1 0 は、プロキシミティ露光用のフォトマスクとしてもよい。

## 【 0 0 9 1 】

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 1 0 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リソ用レイヤ、など）の形成にも使用が可能である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 9 2 】

1 0 多階調フォトマスク

1 2 透明基板

1 4 遮光膜

1 4 a 遮光膜パターン

1 6 半透光膜

1 6 a 半透光膜パターン

2 0 半透光膜のエッジ部分

2 2 遮光膜のエッジ部分

2 4 微量サイドエッチ部位

3 0 第 1 レジスト膜

3 0 a 第 1 レジストパターン

3 2 第 2 レジスト膜

3 2 a 第 2 レジストパターン

2 0 0 フォトリソブランク

2 0 1 透明基板

2 0 2 遮光膜

2 0 2 a 遮光膜パターン

2 0 3 レジスト膜

2 0 3 a レジストパターン

2 0 4 半透光膜

2 0 4 a 半透光膜パターン

2 0 5 レジスト膜

2 0 5 a レジストパターン

2 0 6 不要な半透光膜

10

20

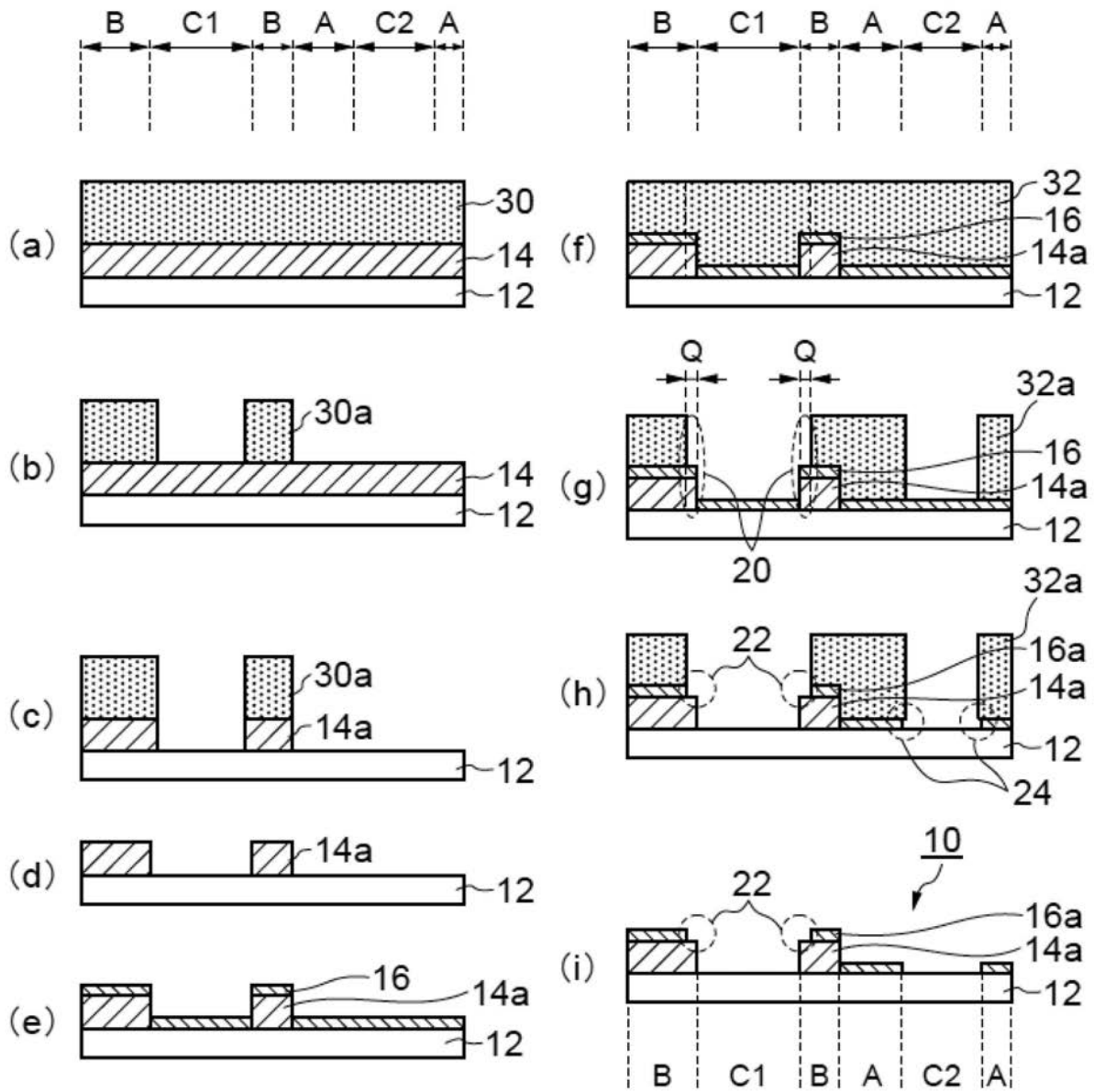
30

40

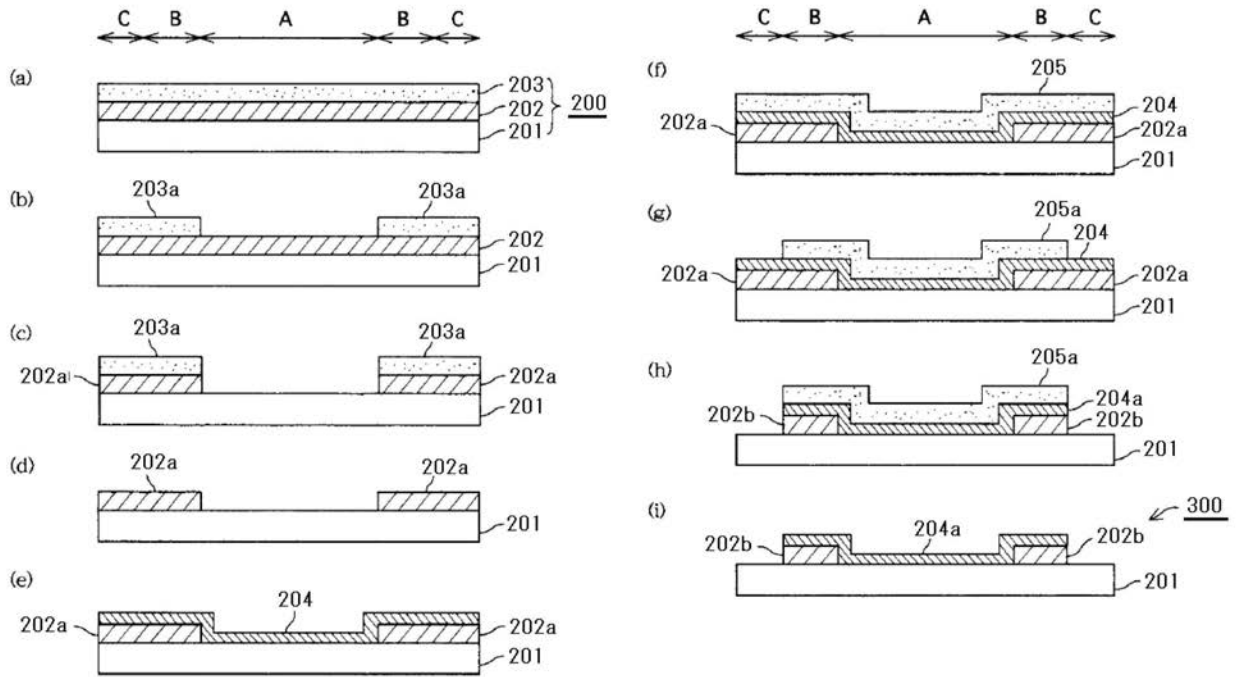
50

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

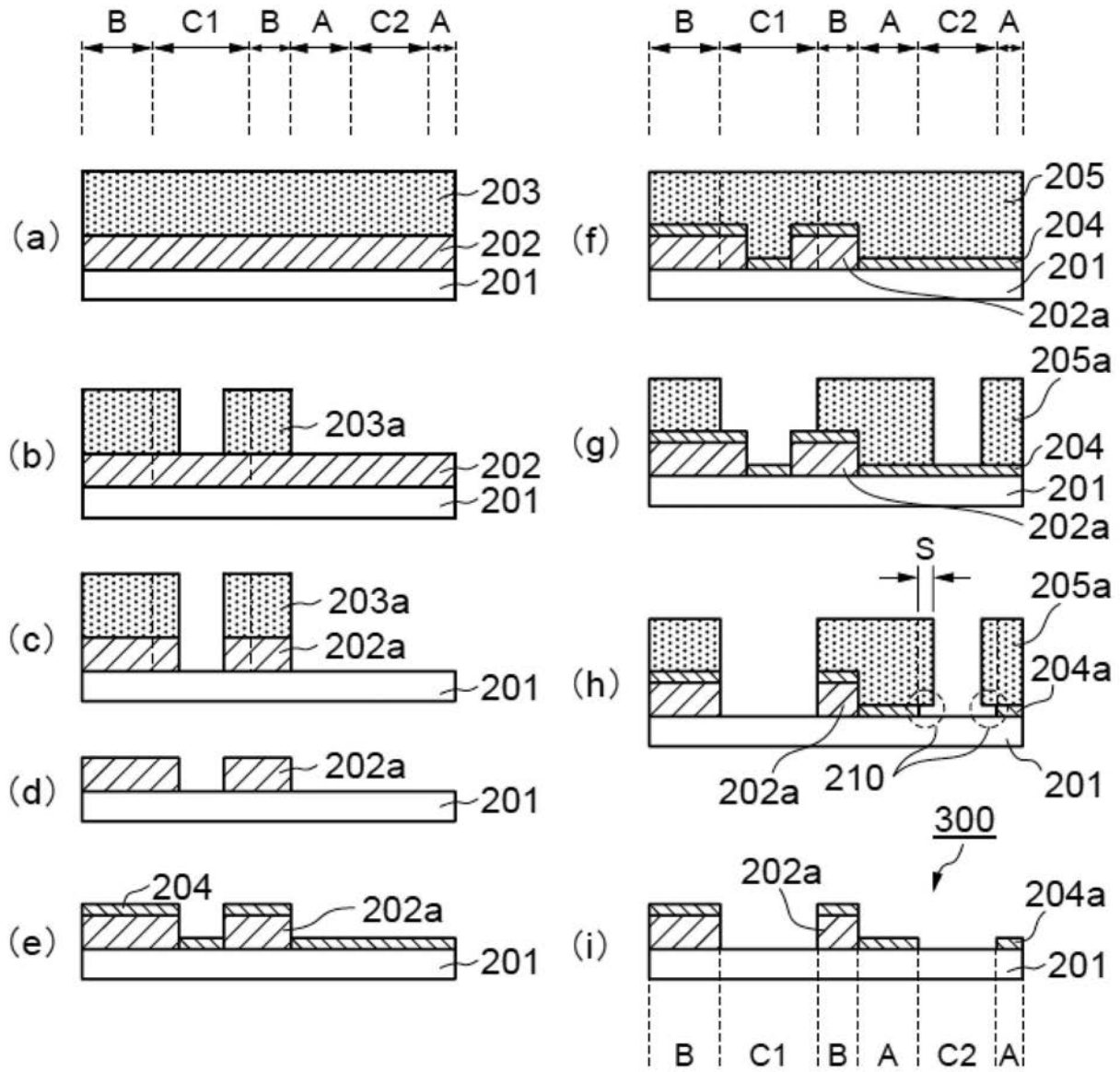
【図 1】



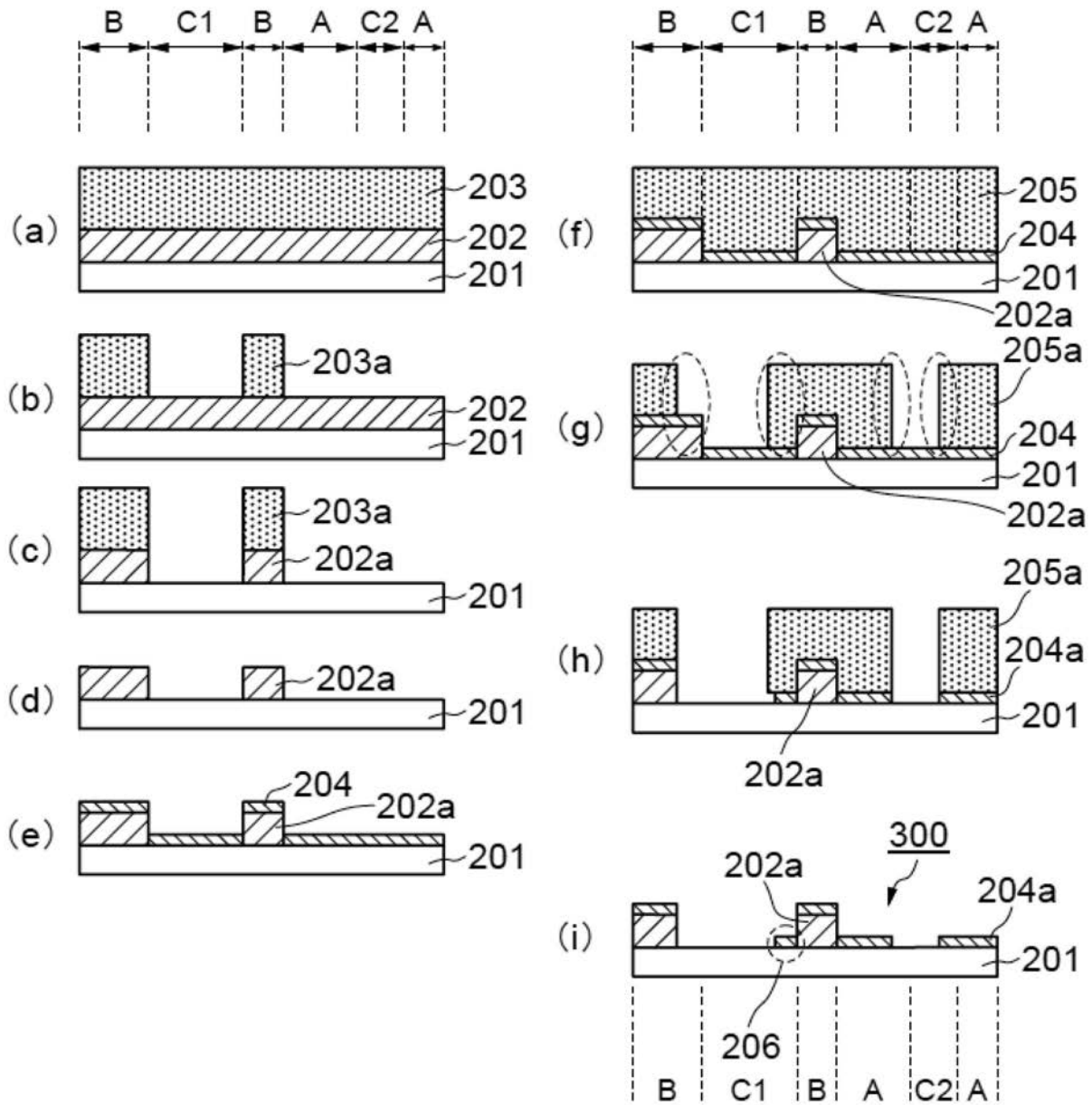
【 図 2 】



【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団路5 5 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団路5 5 韓国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団路5 5 韓国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