

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7253143号
(P7253143)

(45)発行日 令和5年4月6日(2023.4.6)

(24)登録日 令和5年3月29日(2023.3.29)

(51)国際特許分類 F I
C 2 3 C 14/04 (2006.01) C 2 3 C 14/04 A

請求項の数 8 (全27頁)

(21)出願番号	特願2019-57317(P2019-57317)	(73)特許権者	000002897 大日本印刷株式会社 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(22)出願日	平成31年3月25日(2019.3.25)	(74)代理人	100091982 弁理士 永井 浩之
(65)公開番号	特開2020-158810(P2020-158810 A)	(74)代理人	100091487 弁理士 中村 行孝
(43)公開日	令和2年10月1日(2020.10.1)	(74)代理人	100105153 弁理士 朝倉 悟
審査請求日	令和4年1月28日(2022.1.28)	(74)代理人	100127465 弁理士 堀田 幸裕
		(74)代理人	100158964 弁理士 岡村 和郎
		(72)発明者	岡 宏樹 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マスク

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面と、貫通孔とを含み、 $7\mu\text{m}$ 以下の厚みを有する金属板を備え、

前記貫通孔は、前記第1面における端である第1端と前記第2面における端である第2端とを含む壁面を有し、

前記壁面は、前記金属板の厚み方向において前記第1端と前記第2端の間に位置し、最も小さい開口径を有する最小開口径部を含み、

前記金属板の厚み方向において、前記最小開口径部と前記第1端との間の距離が $2.0\mu\text{m}$ 以下であり、

前記第2端が、湾曲した断面形状を有する、マスク。

【請求項2】

前記金属板が、 $2\mu\text{m}$ 以下の厚みを有する、請求項1に記載のマスク。

【請求項3】

前記金属板の厚み方向において、前記最小開口径部と前記第1端との間の距離が $0.1\mu\text{m}$ 以上である、請求項1又は2に記載のマスク。

【請求項4】

前記金属板の厚みに対する、前記金属板の厚み方向における前記最小開口径部と前記第1端との間の距離の比率が、 0.1 以上 0.4 以下である、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のマスク。

【請求項 5】

第 1 面及び前記第 1 面の反対側に位置する第 2 面と、貫通孔とを含み、 $10\ \mu\text{m}$ 以下の厚みを有する金属板を備え、

前記貫通孔は、前記第 1 面における端である第 1 端と前記第 2 面における端である第 2 端とを含む壁面を有し、

前記壁面は、前記金属板の厚み方向において前記第 1 端と前記第 2 端の間に位置し、最も小さい開口径を有する最小開口径部を含み、

前記金属板の厚み方向において、前記最小開口径部と前記第 1 端との間の距離が $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、

前記第 2 端が、湾曲した断面形状を有し、

2つの前記貫通孔の間に位置する前記金属板の前記第 2 面が平坦である、マスク。

10

【請求項 6】

第 1 面及び前記第 1 面の反対側に位置する第 2 面と、貫通孔とを含み、 $10\ \mu\text{m}$ 以下の厚みを有する金属板を備え、

前記貫通孔は、前記第 1 面における端である第 1 端と前記第 2 面における端である第 2 端とを含む壁面を有し、

前記壁面は、前記金属板の厚み方向において前記第 1 端と前記第 2 端の間に位置し、最も小さい開口径を有する最小開口径部を含み、

前記金属板の厚み方向において、前記最小開口径部と前記第 1 端との間の距離が $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、

前記第 2 端が、湾曲した断面形状を有し、

前記最小開口径部及び前記第 2 端を通る直線が延びる方向と前記第 1 面の面方向とが成す角度が 80° 以下である、マスク。

20

【請求項 7】

前記金属板は、 34 質量%以上且つ 38 質量%以下のニッケルを含む鉄合金を有する、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のマスク。

【請求項 8】

前記貫通孔の最小開口寸法が、 $50\ \mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のマスク。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、貫通孔を含む金属板を備えたマスクに関する。

【背景技術】

【0002】

スマートフォンやタブレット PC 等の持ち運び可能なデバイスで用いられる表示装置は、高精細であることが好ましく、例えば画素密度が $400\ \text{ppi}$ 以上であることが好ましい。また、持ち運び可能なデバイスにおいても、ウルトラハイディフィニション (UHD) に対応することへの需要が高まっており、この場合、表示装置の画素密度が例えば $800\ \text{ppi}$ 以上であることが好ましい。

40

【0003】

表示装置の中でも、応答性の良さ、消費電力の低さやコントラストの高さのため、有機 EL 表示装置が注目されている。有機 EL 表示装置の画素を形成する方法として、所望のパターンで配列された貫通孔が形成されたマスクを用い、所望のパターンで画素を形成する方法が知られている。具体的には、はじめに、有機 EL 表示装置用の基板にマスクを組み合わせる。続いて、有機材料を含む蒸着材料を、マスクの貫通孔を介して基板に付着させる。このような蒸着工程を実施することにより、マスクの貫通孔のパターンに対応したパターンで、蒸着材料を含む蒸着層を有する画素を基板上に形成することができる。

【0004】

マスクの製造方法としては、フォトリソグラフィ技術を用いたエッチングによって金

50

属板に貫通孔を形成する方法が知られている。例えば、はじめに、金属板の第1面上に第1レジスト層を形成し、また金属板の第2面上に第2レジスト層を形成する。次に、金属板の第1面のうち第1レジスト層によって覆われていない領域をエッチングして、金属板の第1面に第1凹部を形成する。その後、金属板の第2面のうち第2レジスト層によって覆われていない領域をエッチングして、金属板の第2面に第2凹部を形成する。この際、第1凹部と第2凹部とが通じ合うようにエッチングを行うことにより、金属板を貫通する貫通孔を形成することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許第5382259号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

金属板の第2面のうち第2レジスト層によって覆われていない領域をエッチングしてマスクを製造する場合、貫通孔の端部のうち基板とは反対側に位置する端部の断面形状が、鋭くとがったものになり易い。この場合、マスクを洗浄する際に貫通孔の端部に異物などが絡み易くなる。

【0007】

本開示の実施形態は、このような課題を効果的に解決し得るマスク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】

【0008】

本開示の一実施形態によるマスクは、

第1面及び前記第1面の反対側に位置する第2面と、貫通孔とを含み、 $10\ \mu\text{m}$ 以下の厚みを有する金属板を備え、

前記貫通孔は、前記第1面における端である第1端と前記第2面における端である第2端とを含む壁面を有し、

前記壁面は、前記金属板の厚み方向において前記第1端と前記第2端の間に位置し、最も小さい開口径を有する最小開口径部を含み、

前記金属板の厚み方向において、前記最小開口径部と前記第1端との間の距離が $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、

前記第2端が、湾曲した断面形状を有する。

【0009】

本開示の一実施形態によるマスクにおいて、

前記金属板が、 $2\ \mu\text{m}$ 以下の厚みを有していてもよい。

【0010】

本開示の一実施形態によるマスクにおいて、

前記金属板の厚み方向において、前記最小開口径部と前記第1端との間の距離が $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。

【0011】

本開示の一実施形態によるマスクにおいて、

前記金属板の厚みに対する、前記金属板の厚み方向における前記最小開口径部と前記第1端との間の距離の比率が、 0.1 以上 0.4 以下であってもよい。

【0012】

本開示の一実施形態によるマスクにおいて、

2つの前記貫通孔の間に位置する前記金属板の前記第2面が平坦であってもよい。

【0013】

本開示の一実施形態によるマスクにおいて、

前記最小開口径部及び前記第2端を通る直線が延びる方向と前記第1面の面方向とが成

10

20

30

40

50

す角度が 80°以下であってもよい。

【0014】

本開示の一実施形態によるマスクにおいて、前記金属板は、34質量%以上且つ38質量%以下のニッケルを含む鉄合金を有していてもよい。

【0015】

本開示の一実施形態によるマスクにおいて、前記貫通孔の最小開口寸法が、50μm以下であってもよい。

【発明の効果】

【0016】

本開示の実施形態によるマスクによれば、マスクを洗浄する際に貫通孔の端部に異物などが絡むことを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本開示の一実施形態による蒸着マスク装置を備えた蒸着装置を示す図である。
 【図2】本開示の一実施形態による蒸着マスク装置を示す平面図である。
 【図3A】図3Aの蒸着マスク装置の蒸着マスクの有効領域を第2面側から見た場合を示す平面図である。
 【図3B】図3Bの蒸着マスク装置の蒸着マスクの有効領域の配列の一変形例を示す平面図である。

【図4】図3AのA-A線に沿った断面図である。

【図5】貫通孔及び遮蔽部を拡大して示す断面図である。

【図6】貫通孔を拡大して示す平面図である。

【図7】貫通孔を画成する遮蔽部を拡大して示す断面図である。

【図8】貫通孔を画成する遮蔽部を更に拡大して示す断面図である。

【図9】金属板上にレジスト層を形成する工程を示す図である。

【図10】レジスト層をパターニングする工程を示す図である。

【図11】第1エッチング工程を示す図である。

【図12】充填工程を示す図である。

【図13】第2エッチング工程を示す図である。

【図14】第2エッチング工程を示す図である。

【図15】充填材除去工程を示す図である。

【図16】比較の形態において、レジスト層をパターニングする工程を示す図である。

【図17】比較の形態において、金属板をエッチングする工程を示す図である。

【図18】マスクを用いて作製された蒸着基板を示す断面図である。

【図19】蒸着工程によって形成される蒸着層を拡大して示す断面図である。

【図20】実施例1において作製された蒸着マスクを示す断面図である。

【図21】実施例2において作製された蒸着マスクを示す断面図である。

【図22】実施例3において作製された蒸着マスクを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、一実施形態に係るマスクの構成及びその製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態は本開示の実施形態の一例であって、本開示はこれらの実施形態に限定して解釈されるものではない。また、本明細書において、「板」、「基材」、「シート」、「フィルム」など用語は、呼称の違いのみに基づいて、互いから区別されるものではない。例えば、「板」はシートやフィルムと呼ばれ得るような部材も含む概念である。また、「面（シート面、フィルム面）」とは、対象となる板状（シート状、フィルム状）の部材を全体的かつ大局的に見た場合において対象となる板状部材（シート状部材、フィルム状部材）の平面方向と一致する面のことを指す。また、板状（シート状、フィルム状）の部材に対して用いる法線方向とは、当該部材の面（シート面、

10

20

30

40

50

フィルム面)に対する法線方向のことを指す。更に、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件並びにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」や「直交」等の用語や長さや角度の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈することとする。

【0019】

また、本実施形態で参照する図面において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号または類似の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する場合がある。また、図面の寸法比率は説明の都合上実際の比率とは異なる場合や、構成の一部が図面から省略される場合がある。

【0020】

なお、本開示の実施形態は、矛盾の生じない範囲で、その他の実施形態や変形例と組み合わせられ得る。また、その他の実施形態同士や、その他の実施形態と変形例も、矛盾の生じない範囲で組み合わせられ得る。また、変形例同士も、矛盾の生じない範囲で組み合わせられ得る。

【0021】

また、本開示の実施形態において、製造方法などの方法に関して複数の工程を開示する場合に、開示されている工程の間に、開示されていないその他の工程が実施されてもよい。また、開示されている工程の順序は、矛盾の生じない範囲で任意である。

【0022】

本実施形態においては、マスクが、有機EL表示装置を製造する際に有機材料を所望のパターンで基板上にパターニングするために用いられる蒸着マスクである例について説明する。ただし、マスクの用途が特に限定されることはなく、種々の用途に用いられるマスクに対し、本実施形態を適用することができる。例えば、仮想現実いわゆるVRや拡張現実いわゆるARを表現するための画像や映像を表示又は投影するための装置を製造するために、本実施形態のマスクを用いてもよい。

【0023】

まず、対象物に蒸着材料を蒸着させる蒸着処理を実施する蒸着装置80について、図1を参照して説明する。図1に示すように、蒸着装置80は、その内部に、蒸着源(例えばるつぼ81)、ヒータ83、及び蒸着マスク装置10を備えていてもよい。また、蒸着装置80は、蒸着装置80の内部を真空雰囲気にするための排気手段を更に備えていてもよい。るつぼ81は、有機発光材料などの蒸着材料82を収容する。ヒータ83は、るつぼ81を加熱して、真空雰囲気の下で蒸着材料82を蒸発させる。蒸着マスク装置10は、るつぼ81と対向するよう配置されている。

【0024】

以下、蒸着マスク装置10について説明する。図1に示すように、蒸着マスク装置10は、少なくとも1つの蒸着マスク20を備える。蒸着マスク装置10は、蒸着マスク20を支持するフレーム15を更に備えていてもよい。フレーム15は、蒸着マスク20が撓んでしまうことがないように、蒸着マスク20をその面方向に引っ張った状態で支持する。

【0025】

蒸着マスク装置10は、図1に示すように、蒸着材料82を付着させる対象物である基板91に蒸着マスク20が対面するよう、蒸着装置80内に配置されている。蒸着マスク20は、蒸着源81から飛来した蒸着材料82を通過させる複数の貫通孔40を有する。以下の説明において、蒸着マスク20の面のうち、飛来した蒸着材料82が付着する基板91の側に位置する面を第1面201と称し、第1面201の反対側に位置する面を第2面202と称する。

【0026】

蒸着マスク装置10は、図1に示すように、基板91の、蒸着マスク20と反対の側の面に配置された磁石85を備えていてもよい。磁石85を設けることにより、磁力によって蒸着マスク20を磁石85側に引き寄せて、蒸着マスク20を基板91に密着させることができる。これにより、蒸着工程においてシャドウが発生することを抑制することがで

10

20

30

40

50

き、基板 9 1 に付着する蒸着材料 8 2 によって基板 9 1 に形成される蒸着層の寸法精度や位置精度を高めることができる。また、静電気力を利用する静電チャックを用いて蒸着マスク 2 0 を基板 9 1 に密着させてもよい。

【 0 0 2 7 】

図 2 は、蒸着マスク装置 1 0 を蒸着マスク 2 0 の第 1 面 2 0 1 側から見た場合を示す平面図である。図 2 に示すように、蒸着マスク装置 1 0 は、複数の蒸着マスク 2 0 を備えていてもよい。本実施の形態において、各蒸着マスク 2 0 は、一方向に延びる矩形状の形状を有する。蒸着マスク装置 1 0 において、複数の蒸着マスク 2 0 は、蒸着マスク 2 0 の長さ方向に交差する幅方向に並んでいる。各蒸着マスク 2 0 は、蒸着マスク 2 0 の長さ方向の両端部において、例えば溶接によってフレーム 1 5 に固定されている。

10

【 0 0 2 8 】

図 2 に示す蒸着マスク 2 0 は、溶接などによってフレーム 1 5 に固定される一对の耳部 2 1 と、耳部 2 1 の間に位置する中間部 2 2 と、を有する。中間部 2 2 は、少なくとも 1 つの有効領域 2 3 と、有効領域 2 3 の周囲に位置する周囲領域 2 4 と、を有していてもよい。図 2 に示す例において、中間部 2 2 は、蒸着マスク 2 0 の長さ方向に沿って所定の間隔を空けて配列された複数の有効領域 2 3 を含む。周囲領域 2 4 は、複数の有効領域 2 3 を囲んでいる。

【 0 0 2 9 】

蒸着マスク 2 0 を用いて有機 E L 表示装置などの表示装置を作製する場合、1 つの有効領域 2 3 は、1 つの有機 E L 表示装置の表示領域に対応する。このため、図 2 に示す蒸着マスク装置 1 0 によれば、有機 E L 表示装置の多面付蒸着が可能である。なお、1 つの有効領域 2 3 が複数の表示領域に対応する場合もある。また、図示はしないが、蒸着マスク 2 0 の幅方向においても所定の間隔を空けて複数の有効領域 2 3 が配列されていてもよい。

20

【 0 0 3 0 】

有効領域 2 3 は、例えば、平面視において略四角形状、さらに正確には平面視において略矩形状の輪郭を有する。なお図示はしないが、各有効領域 2 3 は、有機 E L 表示装置の表示領域の形状に応じて、様々な形状の輪郭を有することができる。例えば各有効領域 2 3 は、円形状の輪郭を有していてもよい。

【 0 0 3 1 】

図 3 A は、蒸着マスク 2 0 の有効領域 2 3 を第 2 面 2 0 2 側から見た場合を示す平面図である。また、図 4 は、図 3 A の有効領域 2 3 の A - A 線に沿った断面図である。有効領域 2 3 は、金属板 3 0 と、金属板 3 0 に設けられた複数の貫通孔 4 0 と、を含む。金属板 3 0 は、図 4 に示すように、第 1 面 3 1 と、第 1 面 3 1 の反対側に位置する第 2 面 3 2 と、を含む。金属板 3 0 の第 1 面 3 1 が、蒸着マスク 2 0 の第 1 面 2 0 1 を構成し、金属板 3 0 の第 2 面 3 2 が、蒸着マスク 2 0 の第 2 面 2 0 2 を構成している。貫通孔 4 0 は、金属板 3 0 の第 1 面 3 1 から第 2 面 3 2 へ貫通している。貫通孔 4 0 は、第 1 面 3 1 から第 2 面 3 2 へ広がる壁面 4 1 を有する。

30

【 0 0 3 2 】

金属板 3 0 を構成する材料としては、例えば、ニッケルを含む鉄合金を用いることができる。鉄合金は、ニッケルに加えてコバルトを更に含んでもよい。例えば、金属板 3 0 の材料として、ニッケル及びコバルトの含有量が合計で 3 0 質量%以上且つ 5 4 質量%以下であり、且つコバルトの含有量が 0 質量%以上且つ 6 質量%以下である鉄合金を用いることができる。ニッケル若しくはニッケル及びコバルトを含む鉄合金の具体例としては、3 4 質量%以上且つ 3 8 質量%以下のニッケルを含むインパー材、3 0 質量%以上且つ 3 4 質量%以下のニッケルに加えてさらにコバルトを含むスーパーインパー材、3 8 質量%以上且つ 5 4 質量%以下のニッケルを含む低熱膨張 Fe - Ni 系めっき合金などを挙げることができる。このような鉄合金を用いることにより、金属板 3 0 の熱膨張係数を低くすることができる。例えば、基板 9 1 としてガラス基板が用いられる場合に、金属板 3 0 の熱膨張係数を、ガラス基板と同等の低い値にすることができる。これにより、蒸着工程の際、基板 9 1 に形成される蒸着層の寸法精度や位置精度が、金属板 3 0 を備える蒸着マ

40

50

スク 20 と基板 91 との間の熱膨張係数の差に起因して低下することを抑制することができる。

【0033】

貫通孔 40 の形状は、貫通孔 40 の周囲の金属板 30 によって画成される。例えば、遮蔽部 35 の側面が、貫通孔 40 の壁面 41 を構成する。貫通孔 40 の周囲の金属板 30 は、基板 91 の表示領域に蒸着材料 82 が付着することを遮蔽するよう機能する。以下の説明において、貫通孔 40 の周囲の金属板 30 のことを遮蔽部 35 とも称する。

【0034】

蒸着マスク 20 を構成する金属板 30 の第 1 面 31 の面方向 D1 の法線方向に沿って、すなわち金属板 30 の厚み方向 D2 に沿って金属板 30 を見た場合、複数の貫通孔 40 のうちの少なくとも一部は、互いに交差する第 1 方向 D11 及び第 2 方向 D12 に沿ってそれぞれ所定の第 1 ピッチ C1 及び第 2 ピッチ C2 で配列されている。第 1 方向 D11 及び第 2 方向 D12 はいずれも、面方向 D1 における方向である。第 1 ピッチ C1 及び第 2 ピッチ C2 のうち小さい方のピッチは、表示装置又は投影装置の画素密度に応じて例えば以下のように定められる。

- ・画素密度が 600 ppi 以上の場合：ピッチは 42.3 μm 以下
- ・画素密度が 1200 ppi 以上の場合：ピッチは 21.2 μm 以下
- ・画素密度が 3000 ppi 以上の場合：ピッチは 8.5 μm 以下

画素密度が 600 ppi の表示装置又は投影装置は、例えば、スマートフォン用の有機 EL 表示装置として用いられる。

画素密度が 1200 ppi の表示装置又は投影装置は、例えば、仮想現実を表現するための画像や映像を表示又は投影するために用いられる。

画素密度が 3000 ppi の表示装置又は投影装置は、例えば、拡張現実を表現するための画像や映像を表示又は投影するために用いられる。

【0035】

有効領域 23 の配列は任意である。例えば、有効領域 23 の配列として、図 3A に示すように並列配列が採用されていてもよく、図 3B に示すように千鳥配列が採用されていてもよい。

【0036】

図 3A 及び図 3B に示す例において、金属板 30 の厚み方向 D2 に沿って金属板 30 を見た場合の貫通孔 40 は、四隅が湾曲した略矩形状の輪郭を有する。なお、輪郭の形状は、画素の形状に応じて任意に定められ得る。例えば、六角形、八角形などのその他の多角形の形状を有していてもよく、円形状を有していてもよい。また、輪郭の形状は、複数の形状の組み合わせであってもよい。また、複数の貫通孔 40 はそれぞれ、互いに異なる輪郭の形状を有していてもよい。貫通孔 40 が多角形の形状の輪郭を有する場合、貫通孔 40 の開口寸法は、図 3A に示すように、多角形において対向する一対の辺の間隔である。

【0037】

図 4 に示すように、周囲領域 24 も、有効領域 23 と同一の金属板 30 によって構成されている。周囲領域 24 における金属板 30 の厚み H0 は、有効領域 23 における金属板 30 の厚み H1 よりも大きくてもよい。同様に、上述の耳部 21 も、有効領域 23 と同一の金属板 30 によって構成され、耳部 21 の厚みが有効領域 23 の厚み H1 よりも大きくてもよい。なお、図示はしないが、周囲領域 24 の厚み H0 や耳部 21 の厚みは、有効領域 23 の厚み H1 と同一であってもよく、有効領域 23 の厚み H1 よりも小さくてもよい。

【0038】

有効領域 23 は、後述するように、まず金属板 30 に第 1 面 31 側から第 1 エッチング工程を施し、続いて金属板 30 に第 2 面 32 側から第 2 エッチングを施すことによって形成される。従って、有効領域 23 の金属板 30 の厚み H1 とは、第 2 エッチング工程後の金属板 30 の厚みである。

【0039】

10

20

30

40

50

遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 は、10 μm 以下であることが好ましい。遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 は、7 μm 以下であってもよく、5 μm 以下であってもよく、4 μm 以下であってもよく、3 μm 以下であってもよく、2 μm 以下であってもよい。遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 を 10 μm 以下にすることにより、蒸着工程において貫通孔 40 の壁面 41 に蒸着材料 82 が付着することを抑制することができる。これにより、貫通孔 40 を通過できない蒸着材料 82 の比率を低減することができる。蒸着材料 82 の利用効率を高めることができる。一方、遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 が小さくなり過ぎると、蒸着マスク 20 を使用する際や搬送する際などに蒸着マスク 20 に変形や破損が生じ易くなる。この点を考慮し、遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 は、0.5 μm 以上であることが好ましい。金属板 30 の厚み H1 は、1.0 μm 以上であってもよく、1.5 μm 以上であってもよい。

10

【0040】

遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 の範囲は、0.5 μm 以上 10 μm 以下であってもよく、1.0 μm 以上 5 μm 以下であってもよく、1.5 μm 以上 2 μm 以下であってもよい。また、遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 の範囲は、2 μm 以上 10 μm 以下であってもよい。また、遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、遮蔽部 35 を構成する金属板 30 の厚み H1 の範囲は、0.5 μm 以上 1.5 μm 以下であってもよい。

20

【0041】

貫通孔 40 及び貫通孔 40 を画成する遮蔽部 35 について、図 5 及び図 6 を参照して詳細に説明する。図 5 は、貫通孔 40 及び遮蔽部 35 を拡大して示す断面図である。図 6 は、貫通孔 40 を拡大して示す平面図である。

【0042】

図 5 に示すように、貫通孔 40 の壁面 41 は、第 1 端 411、第 2 端 412、及び最小開口径部 46 を含む。第 1 端 411 は、金属板 30 の第 1 面 31 における壁面 41 の端であり、第 2 端 412 は、金属板 30 の第 2 面 32 における壁面 41 の端である。最小開口径部 46 は、壁面 41 のうち第 1 端 411 と第 2 端 412 との間に位置し、最も小さい開口寸法を有する部分である。

30

【0043】

図 5 に示す例において、壁面 41 は、第 1 端 411 から第 2 端 412 側へ広がる第 1 壁面 43 と、第 2 端 412 から第 1 端 411 側へ広がる第 2 壁面 44 と、第 1 壁面 43 と第 2 壁面 44 とが合流する突端 45 と、を含む。突端 45 は、貫通孔 40 及び遮蔽部 35 の断面図において、壁面 41 のうち最も内側に位置する部分である。内側とは、貫通孔 40 及び遮蔽部 35 の断面図において貫通孔 40 の中心軸 C に近づく側である。中心軸 C とは、貫通孔 40 の断面図において、対向する第 1 端 411 の間の中間点と、対向する第 2 端 412 の間の中間点とを通る直線である。また、後述する外側とは、貫通孔 40 及び遮蔽部 35 の断面図において貫通孔 40 の中心軸 C から遠ざかる側である。上述の最小開口径部 46 は、突端 45 を含んでいる。

40

【0044】

図 5 に示すように、第 1 壁面 43 は、第 1 端 411 から第 2 端 412 側に向かうにつれて内側に向かうように広がっていてもよい。また、第 2 壁面 44 は第 2 端 412 から第 1 端 411 側に向かうにつれて内側に向かうように広がっていてもよい。なお、「第 1 端 411 から第 2 端 412 側に向かうにつれて内側に向かうように広がる」という状態、及び、「第 2 壁面 44 は第 2 端 412 から第 1 端 411 側に向かうにつれて内側に向かうように広がる」という状態は、壁面 41 に存在する、深さ又は高さが 200 nm 以下の微小な

50

凹凸を無視した場合に成立していればよい。

【 0 0 4 5 】

図 5 及び図 6 において、符号 S 1 は、最小開口径部 4 6 における貫通孔 4 0 の開口寸法（以下、最小開口寸法とも称する）を表し、符号 S 2 は、第 1 面 3 1 における貫通孔 4 0 の開口寸法（以下、第 1 面開口寸法とも称する）を表し、符号 S 3 は、第 2 面 3 2 における貫通孔 4 0 の開口寸法（以下、第 2 面開口寸法とも称する）を表す。また、符号 S 4 は、複数の貫通孔 4 0 が並ぶ方向における遮蔽部 3 5 の幅を表す。第 1 面開口寸法 S 2 は、最小開口寸法 S 1 以上であり、第 2 面開口寸法 S 3 は、第 1 面開口寸法 S 2 以上である。第 1 面開口寸法 S 2 と最小開口寸法 S 1 の差は、小さいことが好ましい。第 1 面開口寸法 S 2 から最小開口寸法 S 1 を引いた値は、例えば $0 \mu\text{m}$ 以上 $2.0 \mu\text{m}$ 以下である。また、第 2 面開口寸法 S 3 は、第 1 面開口寸法 S 2 よりも大きいことが好ましい。例えば、第 2 面開口寸法 S 3 は、第 1 面開口寸法 S 2 よりも少なくとも $0.5 \mu\text{m}$ 以上大きいことが好ましい。第 2 面開口寸法 S 3 は、第 1 面開口寸法 S 2 よりも $1 \mu\text{m}$ 以上大きくてもよく、 $1.5 \mu\text{m}$ 以上大きくてもよく、 $2 \mu\text{m}$ 以上大きくてもよい。また、第 2 面開口寸法 S 3 から第 1 面開口寸法 S 2 を引いた値は、好ましくは $10 \mu\text{m}$ 以下である。第 2 面開口寸法 S 3 から第 1 面開口寸法 S 2 を引いた値は、 $8 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $6 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $4 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。図 6 に示すように、金属板 3 0 の厚み方向に沿って貫通孔 4 0 を見た場合に、第 1 端 4 1 1 の輪郭が最小開口径部 4 6 の輪郭を囲んでいてもよく、また、第 2 端 4 1 2 の輪郭が第 1 端 4 1 1 の輪郭を囲んでいてもよい。

【 0 0 4 6 】

第 2 面開口寸法 S 3 から第 1 面開口寸法 S 2 を引いた値の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第 2 面開口寸法 S 3 から第 1 面開口寸法 S 2 を引いた値は、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1 \mu\text{m}$ 以上 $8 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1.5 \mu\text{m}$ 以上 $6 \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $2 \mu\text{m}$ 以上 $4 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第 2 面開口寸法 S 3 から第 1 面開口寸法 S 2 を引いた値の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第 2 面開口寸法 S 3 から第 1 面開口寸法 S 2 を引いた値は、 $4 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第 2 面開口寸法 S 3 から第 1 面開口寸法 S 2 を引いた値の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第 2 面開口寸法 S 3 から第 1 面開口寸法 S 2 を引いた値は、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $2 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【 0 0 4 7 】

最小開口寸法 S 1、第 1 面開口寸法 S 2、第 2 面開口寸法 S 3 及び幅 S 4 は、表示装置又は投影装置の画素密度に応じて例えば以下の表 1 のように定められる。

【表 1】

画素密度	S1	S2	S3	S4
600ppi	$16 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 以下	$16 \mu\text{m}$ 以上 $32 \mu\text{m}$ 以下	$18 \mu\text{m}$ 以上 $40 \mu\text{m}$ 以下	$13 \mu\text{m}$ 以上 $26 \mu\text{m}$ 以下
1200ppi	$8 \mu\text{m}$ 以上 $15 \mu\text{m}$ 以下	$8 \mu\text{m}$ 以上 $17 \mu\text{m}$ 以下	$10 \mu\text{m}$ 以上 $25 \mu\text{m}$ 以下	$6 \mu\text{m}$ 以上 $13 \mu\text{m}$ 以下
3000ppi	$3 \mu\text{m}$ 以上 $6 \mu\text{m}$ 以下	$3 \mu\text{m}$ 以上 $8 \mu\text{m}$ 以下	$5 \mu\text{m}$ 以上 $8.5 \mu\text{m}$ 以下	$2 \mu\text{m}$ 以上 $6 \mu\text{m}$ 以下

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

最小開口寸法 S_1 、第 1 面開口寸法 S_2 、第 2 面開口寸法 S_3 及び幅 S_4 は、有効領域 2 3 における金属板 3 0 の厚み H_1 に対する比率として定められていてもよい。例えば、厚み H_1 に対する最小開口寸法 S_1 の比率 ($= S_1 / H_1$) は、例えば 0.3 以上であり、0.5 以上であってもよく、0.7 以上であってもよく、1.0 以上であってもよい。また、 S_1 / H_1 は、例えば 3 0 以下であり、2 5 以下であってもよく、2 0 以下であってもよく、1 5 以下であってもよい。

【 0 0 4 9 】

S_1 / H_1 の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 S_1 / H_1 は、0.3 以上 3 0 以下であってもよく、0.5 以上 2 5 以下であってもよく、0.7 以上 2 0 以下であってもよく、1.0 以上 1 5 以下であってもよい。また、 S_1 / H_1 の範囲は、上述の複数の上限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 S_1 / H_1 は、1 5 以上 3 0 以下であってもよい。また、 S_1 / H_1 の範囲は、上述の複数の下限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 S_1 / H_1 は、0.3 以上 1.0 以下であってもよい。

【 0 0 5 0 】

図 5 において、符号 L_1 は、貫通孔 4 0 の断面図において最小開口径部 4 6 及び第 2 端 4 1 2 を通る仮想的な直線を表す。符号 θ_1 は、直線 L_1 が延びる方向と、金属板 3 0 の第 1 面 3 1 の面方向とが成す角度を表す。角度 θ_1 は、好ましくは 80° 以下である。角度 θ_1 は、 70° 以下であってもよく、 60° 以下であってもよく、 50° 以下であってもよく、 45° 以下であってもよく、 40° 以下であってもよい。また、角度 θ_1 は、好ましくは、 10° 以上である。角度 θ_1 は、 15° 以上であってもよく、 20° 以上であってもよく、 25° 以上であってもよく、 30° 以上であってもよい。

【 0 0 5 1 】

角度 θ_1 の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、角度 θ_1 は、 10° 以上 80° 以下であってもよく、 15° 以上 70° 以下であってもよく、 20° 以上 60° 以下であってもよく、 25° 以上 50° 以下であってもよく、 30° 以上 45° 以下であってもよい。また、角度 θ_1 の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、角度 θ_1 は、 40° 以上 80° 以下であってもよい。また、角度 θ_1 の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、角度 θ_1 は、 10° 以上 30° 以下であってもよい。

【 0 0 5 2 】

以下、角度 θ_1 の技術的意味について説明する。蒸着マスク 2 0 を用いる蒸着工程において、蒸着材料 8 2 は、蒸着源 8 1 から基板 9 1 に向かって金属板 3 0 の厚み方向に沿って飛来する成分に加えて、金属板 3 0 の厚み方向に対して傾斜した方向に沿って飛来する成分を含むことがある。傾斜した方向に沿って飛来する蒸着材料 8 2 の一部は、基板 9 1 に到達する前に金属板 3 0 の第 2 面 3 2 や貫通孔 4 0 の壁面 4 1 に到達して付着する。このため、基板 9 1 に形成される蒸着層の厚みは、貫通孔 4 0 の壁面 4 1 に近いほど薄くなり易い。このような、基板 9 1 への蒸着材料 8 2 の付着が貫通孔 4 0 の壁面 4 1 によって阻害される現象のことを、シャドーとも称する。本実施の形態によれば、上述の角度 θ_1 が 80° 以下になるよう貫通孔 4 0 の壁面 4 1 を構成することにより、シャドーの発生を抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

ところで、角度 θ_1 を小さくすることは、金属板 3 0 の第 1 面 3 1 の面方向における最小開口径部 4 6 と第 2 端 4 1 2 との間の距離 S_5 (図 5 参照) の拡大を導く。距離 S_5 の拡大は、遮蔽部 3 5 の幅 S_4 の拡大を導く。上述の貫通孔 4 0 のピッチは、最小開口寸法 S_1 と遮蔽部 3 5 の幅 S_4 の和に等しい。従って、距離 S_5 が拡大すると、貫通孔 4 0 のピッチを小さくすることが制限されてしまう。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

ここで本実施の形態においては、上述のように、有効領域 2 3 における金属板 3 0 の厚み $H 1$ が小さく、例えば $1 0 \mu m$ 以下になっている。このため、角度 $\theta 1$ を小さくするために必要な距離 $S 5$ が、従来の、例えば $1 0 \mu m$ を超える厚みを有する蒸着マスクの場合に比べて短い。従って、本実施の形態によれば、貫通孔 4 0 のピッチを小さく維持しながら、角度 $\theta 1$ を $8 0^\circ$ 以下にすることができる。

【 0 0 5 5 】

次に、図 7 を参照して、貫通孔 4 0 及び遮蔽部 3 5 の形状について更に詳細に説明する。図 7 は、貫通孔 4 0 を画成する遮蔽部 3 5 を拡大して示す断面図である。

【 0 0 5 6 】

図 7 において、符号 $H 2$ は、金属板 3 0 の厚み方向 $D 2$ における、最小開口径部 4 6 と第 1 端 4 1 1 との間の距離を表す。以下の説明において、距離 $H 2$ のことを、第 1 壁面 4 3 の高さとも称する。第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ は、好ましくは $2. 0 \mu m$ 以下である。第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ は、 $1. 5 \mu m$ 以下であってもよく、 $1. 0 \mu m$ 以下であってもよく、 $0. 8 \mu m$ 以下であってもよく、 $0. 6 \mu m$ 以下であってもよい。第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ を $1. 0 \mu m$ 以下にすることにより、蒸着工程によって基板 9 1 に形成される蒸着層 9 2 の、基板 9 1 の面方向における端部の位置がばらつくことを抑制することができる。これにより、2 つの隣り合う画素の間隔に関して設けられるマージンを低減することができる。

【 0 0 5 7 】

一方、蒸着マスク 2 0 の製造工程においては、第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ の設計値を小さくし過ぎると、第 2 面 3 2 側から実施されるエッチングが第 1 面 3 1 側にまで到達することが考えられる。第 2 面 3 2 側から実施されるエッチングが第 1 面 3 1 側にまで到達すると、最小開口寸法 $S 1$ 及び第 1 面開口寸法 $S 2$ のばらつきが大きくなってしまふ。この点を考慮し、第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ は、好ましくは $0. 1 \mu m$ 以上である。第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ は、 $0. 2 \mu m$ 以上であってもよく、 $0. 3 \mu m$ 以上であってもよい。

【 0 0 5 8 】

第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ は、 $0. 1 \mu m$ 以上 $2. 0 \mu m$ 以下であってもよく、 $0. 2 \mu m$ 以上 $1. 5 \mu m$ 以下であってもよく、 $0. 3 \mu m$ 以上 $1. 0 \mu m$ 以下であってもよい。また、第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ は、 $0. 6 \mu m$ 以上 $2. 0 \mu m$ 以下であってもよい。また、第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ は、 $0. 1 \mu m$ 以上 $0. 3 \mu m$ 以下であってもよい。

【 0 0 5 9 】

第 1 壁面 4 3 の高さ $H 2$ の好ましい範囲は、遮蔽部 3 5 を構成する金属板 3 0 の厚み $H 1$ に対する相対値として定められていてもよい。例えば、遮蔽部 3 5 を構成する金属板 3 0 の厚み $H 1$ に対する高さ $H 2$ の比率 ($H 2 / H 1$) は、好ましくは $0. 4$ 以下である。 $H 2 / H 1$ は、 $0. 3 5$ 以下であってもよく、 $0. 3$ 以下であってもよい。また、 $H 2 / H 1$ は、好ましくは $0. 1$ 以上である。 $H 2 / H 1$ は、 $0. 1 5$ 以上であってもよく、 $0. 2$ 以上であってもよい。

【 0 0 6 0 】

また、 $H 2 / H 1$ の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 $H 2 / H 1$ は、 $0. 1$ 以上 $0. 4$ 以下であってもよく、 $0. 1 5$ 以上 $0. 3 5$ 以下であってもよく、 $0. 2$ 以上 $0. 3$ 以下であってもよい。また、 $H 2 / H 1$ の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 $H 2 / H 1$ は、 $0. 3$ 以上 $0. 4$ 以下であってもよい。また、 $H 2 / H 1$ の範囲は、複数の下限の候補値の

10

20

30

40

50

うちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 H_2 / H_1 は、 0.1 以上 0.2 以下であってもよい。

【0061】

図7において、符号 H_3 は、金属板30の厚み方向 D_2 における、最小開口径部46と第2端412との間の距離を表す。以下の説明において、距離 H_3 のことを、第2壁面44の高さとも称する。第2壁面44の高さ H_3 は、好ましくは $4\ \mu\text{m}$ 以下である。第2壁面44の高さ H_3 は、 $3.5\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第2壁面44の高さ H_3 は、好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上である。第2壁面44の高さ H_3 は、 $1.5\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。

【0062】

第2壁面44の高さ H_3 の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2壁面44の高さ H_3 は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $4\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1.5\ \mu\text{m}$ 以上 $3.5\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第2壁面44の高さ H_3 の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2壁面44の高さ H_3 は、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $4\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、第2壁面44の高さ H_3 の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2壁面44の高さ H_3 は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $2\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0063】

後述するように、2つの貫通孔40の間に位置する遮蔽部35の第2面32は、金属板30のうち有効領域23に対応する部分を全域にわたって金属板30の第2面32側からエッチングすることによって形成される。このため、2つの貫通孔40の間に位置する遮蔽部35の第2面32は平坦である。「第2面が平坦」とは、遮蔽部35の断面図における、金属板30の第1面31の面方向 D_1 における中心点を中心とした距離 S_6 の範囲内において、図7に示すように、第2面32に現れる谷部と山部の間の距離の最大値 H_4 が $1\ \mu\text{m}$ 以下であることを意味する。距離 S_6 は、遮蔽部35の幅 S_4 の $1/2$ である。 H_4 は、 $0.8\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.6\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0064】

なお、蒸着マスク20の製造工程において遮蔽部35の第1面31はエッチングされないため、第2面32に現れる谷部と山部の間の距離の最大値 H_4 は、第1面31に現れる谷部と山部の間の距離の最大値に比べて大きい。 H_4 は、例えば $0.05\ \mu\text{m}$ 以上であり、 $0.07\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。

【0065】

第2面32に現れる谷部と山部の間の距離の最大値 H_4 の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 H_4 は、 $0.05\ \mu\text{m}$ 以上 $1\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.07\ \mu\text{m}$ 以上 $0.8\ \mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $0.6\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、 H_4 は、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 H_4 は、 $0.6\ \mu\text{m}$ 以上 $1\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。また、 H_4 は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 H_4 は、 $0.05\ \mu\text{m}$ 以上 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0066】

また、後述するように、貫通孔40の壁面41の第2壁面44は、金属板30の第1面31側に充填された充填材52と金属板30との間に浸入したエッチング液によって金属板30がサイドエッチングされることによって形成される面である。この場合、図7に示すように、壁面41の第2端412の断面形状は、湾曲したものとなる。第2端412の断面形状が湾曲していることにより、金属板30の厚み方向に対して傾斜した方向に沿って飛来する蒸着材料82が第2端412及び第2端412の周辺に付着しにくくなる。また、蒸着マスク20を洗浄する工程において、第2端412が鋭くとがっている場合に比

10

20

30

40

50

べて、第2端412に異物が絡みにくくなる。異物とは、例えばセルロースである。

【0067】

蒸着マスク20の金属板30の第2面32には、蒸着マスク20が搬送される際などに保護フィルムなどが貼られ、その後に保護フィルムが剥がされる場合がある。この場合、第2端412の断面形状が湾曲していることにより、第2端412が鋭くとがっている場合に比べて、保護フィルムを剥がし易くなる。例えば、保護フィルムが第2端412に引っ掛かってしまったり、保護フィルムの粘着剤が第2端412に付着して異物として残ったりすることを抑制することができる。

【0068】

第2端412の断面形状の曲率半径R1は、好ましくは0.3 μ m以上である。曲率半径R1は、0.5 μ m以上であってもよく、1.0 μ m以上であってもよい。これにより、第2端412が上述の効果をより顕著に奏することができる。また、第2端412の断面形状の曲率半径R1は、好ましくは2.0 μ m以下である。曲率半径R1は、1.5 μ m以下であってもよく、1.0 μ m以下であってもよい。

10

【0069】

また、曲率半径R1の範囲は、上述の厚みH1の場合と同様に、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2端412の断面形状の曲率半径R1は、0.3 μ m以上2.0 μ m以下であってもよく、0.5 μ m以上1.5 μ m以下であってもよい。また、曲率半径R1の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2端412の断面形状の曲率半径R1は、1.0 μ m以上2.0 μ m以下であってもよい。また、曲率半径R1の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第2端412の断面形状の曲率半径R1は、0.3 μ m以上1.0 μ m以下であってもよい。

20

【0070】

次に、第2端412を特定する方法について、図8を参照して説明する。図8は、貫通孔40を画成する遮蔽部35を更に拡大して示す図である。第2端412は、第2壁面44が広がる方向の変化量が30°以上になる角度変化点を含む部分として定義されてもよい。以下、角度変化点について説明する。

【0071】

図8において、符号P1は、有効領域23の断面図において第2壁面44上に位置する1つの点を表す。また、符号P2は、点P1から500nmだけ第2壁面44に沿って第2面32に近づく側に変位した点を表す。符号Q1は、点P1において第2壁面44に接する直線を表し、符号Q2は、点P2において第2壁面44に接する直線を表す。符号は、直線Q1が延びる方向と直線Q2が延びる方向とが成す角度を表す。このようにして算出される角度が、点P1における第2壁面44の角度の変化量である。第2端412は、このようにして算出される角度の変化量が30°以上になる角度変化点を含んでいる。

30

【0072】

なお、図8に示す例においては、点P1だけでなく、図8において点Pxと点Pyとの間に位置する点においても、角度の変化量が30°以上になる。この場合、第2端412は、角度の変化量が30°以上になる第2壁面44の範囲における中心点として定義される。

40

【0073】

蒸着マスクの製造方法

次に、金属板30を加工して蒸着マスク20を製造する方法について、主に図9～図15を参照して説明する。

【0074】

まず、金属板30を準備する。金属板30としては、ロールから巻き出された状態の、連続的に延びる金属板30を用いてもよい。この場合、蒸着マスク20の製造工程は、ガイドローラーに沿って搬送される金属板30に対して実施されてもよい。また、金属板3

50

0 としては、蒸着マスク 20 の製造工程に応じて用いられる露光機などの装置に対応した寸法を有する 1 枚の金属板 30 を用いてもよい。

【0075】

金属板 30 の厚み H0 は、好ましくは 15 μm 以上である。金属板 30 の厚み H0 は、20 μm 以上であってもよく、30 μm 以上であってもよい。金属板 30 の厚み H0 を 10 μm 以上にすることにより、蒸着マスク 20 の製造工程において金属板 30 に加わる負荷に起因して金属板 30 が破損してしまうことを抑制することができる。また、金属板 30 の厚み H0 は、好ましくは 200 μm 以下である。厚み H0 は、100 μm 以下であってもよく、50 μm 以下であってもよい。

【0076】

また、金属板 30 の厚み H0 の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、金属板 30 の厚み H0 は、10 μm 以上 200 μm 以下であってもよく、15 μm 以上 100 μm 以下であってもよく、20 μm 以上 50 μm 以下であってもよい。また、厚み H0 の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、金属板 30 の厚み H0 は、50 μm 以上 200 μm 以下であってもよい。また、厚み H0 の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、金属板 30 の厚み H0 は、10 μm 以上 20 μm 以下であってもよい。

【0077】

続いて、図 9 に示すように、金属板 30 の第 1 面 31 に第 1 レジスト層 51 を形成することにより形成される層であってもよい。若しくは、第 1 レジスト層 51 は、ドライフィルムなどのフィルムを第 1 面 31 に貼り付けることにより形成される層であってもよい。なお、第 1 レジスト層 51 の厚みを小さくする上では、レジストの材料を含む溶液を塗布し、固化させるタイプ、いわゆる塗布型のレジスト層を採用することが好ましい。

【0078】

塗布型を採用する場合、例えば、光溶解型、いわゆるポジ型の感光材を含む溶液を第 1 面 31 に塗布し、固化させることにより、第 1 レジスト層 51 を形成することができる。この際、第 1 レジスト層 51 を焼成するレジスト層焼成工程を実施してもよい。なお、感光材は、光硬化型、いわゆるネガ型であってもよい。

【0079】

ポジ型の感光材の例としては、SC500 などのノボラック系ポジレジストなどを挙げることができる。ネガ型の感光材の例としては、カゼインレジストなどを挙げることができる。

【0080】

第 1 レジスト層 51 を焼成するレジスト層焼成温度は、感光材に応じて設定される。例えば、感光材としてノボラック系ポジレジストを用いる場合、レジスト層焼成温度は、40 以上が好ましく、50 以上であってもよく、60 以上であってもよい。また、感光材としてノボラック系ポジレジストを用いる場合、レジスト層焼成温度は、180 以下が好ましく、170 以上であってもよく、160 以下であってもよい。

【0081】

感光材としてノボラック系ポジレジストを用いる場合、レジスト層焼成温度は、複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの任意の 1 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、レジスト層焼成温度は、40 以上 180 以下であってもよく、50 以上 170 以下であってもよく、60 以上 160 以下であってもよい。また、レジスト層焼成温度の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、レジスト層焼成温度は、160 以上 180 以下であってもよい。また、レジスト層焼成温度の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の 2 つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、レジスト層焼成

10

20

30

40

50

温度は、40 以上60 以下であってもよい。

【0082】

また、感光材としてカゼインレジストを用いる場合、レジスト層焼成温度は、80 以上が好ましく、100 以上であってもよく、120 以上であってもよい。また、感光材としてノボラック系ポジレジストを用いる場合、レジスト層焼成温度は、250 以下が好ましく、230 以上であってもよく、200 以下であってもよい。

【0083】

感光材としてカゼインレジストを用いる場合、レジスト層焼成温度は、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、レジスト層焼成温度は、80 以上250 以下であってもよく、100 以上230 以下であってもよく、120 以上200 以下であってもよい。また、レジスト層焼成温度の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、レジスト層焼成温度は、200 以上250 以下であってもよい。また、レジスト層焼成温度の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、レジスト層焼成温度は、80 以上120 以下であってもよい。

10

【0084】

第1レジスト層51の厚みは、好ましくは5.0 μm以下である。第1レジスト層51の厚みは、3.0 μm以下であってもよく、2.0 μm以下であってもよい。第1レジスト層51の厚みを5.0 μm以下にすることにより、複数の貫通孔40の間で第1面開口寸法S2がばらつくことを抑制することができる。また、第1レジスト層51の厚みは、好ましくは1.0 μm以上である。第1レジスト層51の厚みは、1.5 μm以上であってもよく、2.0 μm以上であってもよい。

20

【0085】

第1レジスト層51の厚みの範囲は、上述の厚みH1の場合と同様に、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第1レジスト層51の厚みは、1.0 μm以上5.0 μm以下であってもよく、1.5 μm以上3.0 μm以下であってもよい。また、第1レジスト層51の厚みの範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第1レジスト層51の厚みは、2.0 μm以上5.0 μm以下であってもよい。また、第1レジスト層51の厚みの範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、第1レジスト層51の厚みは、1.0 μm以上2.0 μm以下であってもよい。

30

【0086】

図9に示すように、金属板30の第2面32に第2レジスト層56を形成してもよい。第2レジスト層56に含まれる感光材は、第1レジスト層51に含まれる感光材と同一であってもよく、異なってもよい。図示はしないが、金属板30の第2面32には第2レジスト層56が設けられていなくてもよい。

【0087】

続いて、第1レジスト層51を露光する露光工程を実施し、その後、第1レジスト層51を現像する現像工程を実施する。これにより、図10に示すように、第1レジスト層51を部分的に除去して、金属板30の第1面31のうち有効領域23に対応する部分に、第1レジスト層51によって覆われていない複数の露出領域53を設けることができる。

40

【0088】

金属板30の第2面32に第2レジスト層56が形成されている場合、図10に示すように、第2レジスト層56を露光及び現像してもよい。本実施の形態においては、第2面32のうち有効領域23に対応する部分の第2レジスト層56を除去し、周囲領域24及び耳部21に対応する部分に第2レジスト層56が残るように、第2レジスト層56を露光及び現像する。図示はしないが、第2面32のうち有効領域23及び周囲領域24に対応する部分の第2レジスト層56を除去し、耳部21に対応する部分に第2レジスト層5

50

6が残るように、第2レジスト層56を露光及び現像してもよい。

【0089】

なお、図示はしないが、第2面32のうち有効領域23に対応する部分に、第2面32のエッチングの均一性が阻害されない程度にわずかに第2レジスト層56が残っていてもよい。例えば、第2面32のうち有効領域23に対応する部分であって、第2レジスト層56が設けられていない、連続する露出領域が、第2面32の少なくとも1つの面方向において0.5μm以上の寸法を有していてもよい。

【0090】

続いて、第1レジスト層51をマスクとして金属板30を3第1面31側からエッチングする第1エッチング工程を実施する。これにより、図11に示すように、第1面31に第1凹部50を形成することができる。第1凹部50は、例えば半球状の形状を有する。

10

【0091】

続いて、図12に示すように、第1凹部50に充填材52を充填する充填工程を実施する。例えば、充填材52を含む溶液を金属板30の第1面31側に塗布する。充填材52としては、熱可塑性樹脂、フォトレジストなどを用いることができる。フォトレジストは、例えばポジ型の感光材を含むポジレジストである。図12に示すように、充填材52が第1レジスト層51を覆っていてもよい。充填材52を構成する樹脂の具体例としては、アクリル系樹脂、ノボラック系樹脂などを挙げることができる。

【0092】

続いて、充填材52を焼成する充填材焼成工程を実施する。なお、充填材52として熱可塑性樹脂を用いる場合、充填材焼成工程は実施されなくてもよい。

20

【0093】

図12において、符号H5は、金属板30の厚み方向における、第1面31から充填材52の頂部までの距離を表す。頂部とは、金属板30の厚み方向において、充填材52のうち第1面31から最も離れている部分である。距離H5は、第1凹部50の深さに等しい。距離H5は、好ましくは7.0μm以下である。距離H5は、6.0μm以下であってもよく、5.0μm以下であってもよい。また、距離H5は、好ましくは1.0μm以上である。距離H5は、2.0μm以上であってもよく、3.0μm以上であってもよく、4.0μm以上であってもよい。

【0094】

距離H5の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、距離H5は、1.0μm以上7.0μm以下であってもよく、2.0μm以上6.0μm以下であってもよく、3.0μm以上5.0μm以下であってもよい。また、距離H5の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、距離H5は、6.0μm以上7.0μm以下であってもよい。また、距離H5の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、距離H5は、1.0μm以上4.0μm以下であってもよい。

30

【0095】

また、エッチングされる前の金属板30の厚みH0に対する距離H5の比率(=H5/H0)は、好ましくは0.1以上である。H5/H0は、0.3以上であってもよく、0.5以上であってもよい。H5/H0を0.1以上にすることにより、後述する第2面32側におけるエッチングが充填材52に到達するまでの時間が位置によってばらつくことを抑制することができる。また、H5/H0は、好ましくは0.9以下であり、0.7以下であってもよく、0.5以下であってもよい。

40

【0096】

H5/H0の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、H5/H0は、0.1以上0.9以下であってもよく、0.3以上0.7以下であってもよい。また、H5/H0の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められ

50

てもよい。例えば、 $H5/H0$ は、 0.5 以上 0.9 以下であってもよい。また、 $H5/H0$ の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 $H5/H0$ は、 0.1 以上 0.5 以下であってもよい。

【0097】

続いて、金属板30を第2面32側からエッチングする第2エッチング工程を実施する。エッチング液としては、塩化第2鉄溶液及び塩酸を含むものなどを用いることができる。エッチング液の温度は、例えば 25 以上であり、 30 以上であってもよく、 35 以上であってもよい。また、エッチング液の温度は、例えば 80 以下であり、 70 以下であってもよく、 60 以下であってもよい。

【0098】

エッチング液の温度の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、エッチング液の温度は、 25 以上 80 以下であってもよく、 30 以上 70 以下であってもよく、 35 以上 60 以下であってもよい。また、エッチング液の温度の範囲は、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、エッチング液の温度は、 60 以上 80 以下であってもよい。また、エッチング液の温度の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、エッチング液の温度は、 25 以上 35 以下であってもよい。

【0099】

第2エッチング工程は、図13に示すように、有効領域23に位置する金属板30の第2面32が少なくとも充填材52の頂部521よりも第1面31側に位置するようになるまで継続される。第2面32側からのエッチングを充填材52の頂部521に到達させることにより、蒸着マスク20に貫通孔40を形成することができる。

【0100】

また、第2エッチング工程は、貫通孔40の第2面開口寸法 $S3$ が、突端45における最小開口寸法 $S1$ 以上になるまで継続される。第2エッチング工程は、好ましくは、貫通孔40の第2面開口寸法 $S3$ が最小開口寸法 $S1$ よりも $1\mu\text{m}$ 以上大きくなるまで、より好ましくは、貫通孔40の第2面開口寸法 $S3$ が最小開口寸法 $S1$ よりも $2\mu\text{m}$ 以上大きくなるまで、継続される。また、第2エッチング工程は、貫通孔40の第2面開口寸法 $S3$ が第1面開口寸法 $S2$ よりも大きくなるまで継続されてもよい。第2エッチング工程は、好ましくは、貫通孔40の第2面開口寸法 $S3$ が第1面開口寸法 $S2$ よりも $1\mu\text{m}$ 以上大きくなるまで、より好ましくは、貫通孔40の第2面開口寸法 $S3$ が第1面開口寸法 $S2$ よりも $2\mu\text{m}$ 以上大きくなるまで、継続される。

【0101】

また、好ましくは、第2エッチング工程は、図14に示すように、第1面31から充填材52の頂部521までの距離 $H5$ に対する、有効領域23に位置する金属板30の厚み $H1$ の比率($=H1/H5$)が 0.9 以下になるまで、継続される。これにより、充填材52と金属板30との間にエッチング液が浸入し易くなる。この結果、図14に示すように、充填材52の周囲の金属板30がサイドエッチングされ、充填材52と金属板30との間に隙間57が生じ易くなる。サイドエッチングによって金属板30に形成された面が、貫通孔40の壁面41の上述の第2壁面44を構成する。サイドエッチングの量を制御することにより、第2壁面44が、第2端412から第1端411側に向かうにつれて内側に向かうように広がる形状を有することができる。 $H1/H5$ は、 0.8 以下であってもよく、 0.7 以下であってもよく、 0.6 以下であってもよい。また、 $H1/H5$ は、 0.1 以上であってもよく、 0.2 以上であってもよく、 0.3 以上であってもよい。

【0102】

$H1/H5$ の範囲は、上述の厚み $H1$ の場合と同様に、複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの任意の1つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 $H1/H5$ は、 0.1 以上 0.9 以下であってもよく、 0.2 以上 0.8 以下であってもよく、 0.3 以上 0.7 以下であってもよい。また、 $H1/H5$ の範囲は

10

20

30

40

50

、複数の上限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 $H1/H5$ は、 0.6 以上 0.9 以下であってもよい。また、 $H1/H5$ の範囲は、複数の下限の候補値のうちの任意の2つの組み合わせによって定められてもよい。例えば、 $H1/H5$ は、 0.1 以上 0.3 以下であってもよい。

【0103】

第2エッチング工程においてエッチングを継続する時間は、例えば、予め取得されたエッチング条件データに基づいて決定され得る。エッチング条件データは、例えば、エッチングを継続する時間と、有効領域23の厚み $H1$ との関係を含む。エッチング条件データは、エッチングを継続する時間と、第1壁面43の高さ $H2$ との関係を含んでいてもよく、エッチングを継続する時間と、第2壁面44の高さ $H3$ との関係を含んでいてもよい。これらのエッチング条件データに基づいて、厚み $H1$ 、高さ $H2$ 、高さ $H3$ などが適切な値になるよう、第2エッチング工程においてエッチングを継続する時間を決定することができる。

10

【0104】

続いて、図15に示すように、充填材52を除去する充填材除去工程を実施する。これによって、金属板30に貫通孔40が生じる。充填材52を除去するための溶液としては、水酸化ナトリウムを含む溶液などを用いることができる。また、第1レジスト層51及び第2レジスト層56を除去するレジスト層除去工程を実施する。レジスト層を除去するための溶液としては、水酸化ナトリウムを含む溶液などを用いることができる。このようにして、複数の貫通孔40が設けられた金属板30を備える蒸着マスク20を得ることができる。なお、充填材除去工程及びレジスト層除去工程は、充填材及びレジスト層の両方を除去可能な溶液などを用いることにより、同時に実施されてもよい。

20

【0105】

本実施の形態においては、上述のように、金属板30のうち有効領域23に対応する部分における第2面32のエッチングを、第2面32にレジスト層を設けずに実施する。言い換えると、第1面31側に形成されている複数の第1凹部50に跨るように広がる凹部を、第2面32側に形成する。これにより、複数の貫通孔40の間で、貫通孔40の最小開口径部46の位置や最小開口寸法 $S1$ がばらつくことを抑制することができる。

【0106】

次に、本実施の形態を、比較の形態と対比することにより、本実施の形態の効果について更に説明する。図16及び図17は、比較の形態における蒸着マスク20の製造方法を示す図である。図16及び図17に示す比較の形態において、上述の実施の形態と同一部分または同様の機能を有する部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

30

【0107】

図16は、比較の形態において、金属板30の第1面31に設けられた第1レジスト層51及び第2面32に設けられた第2レジスト層56を示す断面図である。図16に示すように、比較の形態においては、金属板30の第2面32のうち有効領域23に対応する部分に、第2レジスト層56によって覆われていない複数の露出領域58を設ける。その後、本実施の形態の場合と同様に、金属板30を第1面31側からエッチングして第1凹部50を形成し、続いて、第1凹部50に充填材52を充填する。その後、第2レジスト層56をマスクとして金属板30を第2面32側からエッチングして、第2面32に複数の第2凹部55を形成する。複数の第1凹部50と複数の第2凹部55とが互いに連通することにより、図17に示すように、金属板30に複数の貫通孔40を形成することができる。

40

【0108】

ところで、比較の形態においては、露光マスクの位置合わせの誤差などに起因して、図16の右側部分に示すように、第1レジスト層51に対する第2レジスト層56の相対的な位置が設計からずれることがある。この場合、図17の右側部分に示すように、第1凹部50に対する第2凹部55の相対的な位置がずれてしまい、この結果、1つの貫通孔40において、第1凹部50と第2凹部55とが合流する位置が、金属板30の厚み方向に

50

おいてばらつくことがある。すなわち、図 17 において符号 H 6 で示すように、貫通孔 40 の最小開口径部 46 の位置が金属板 30 の厚み方向においてばらつくことがある。この結果、第 1 壁面 43 の高さ H 2 がばらついてしまう。

【0109】

また、比較の形態においては、金属板 30 の第 2 面 32 側からのエッチングが、複数の第 2 凹部 55 において個別に進行する。この場合、充填材 52 の頂部の位置のばらつき、エッチング液の濃度のばらつき、エッチング液の流れのばらつきなどに起因して、各第 2 凹部 55 におけるエッチングの速度にもばらつきが生じ得る。この結果、第 1 凹部 50 と第 2 凹部 55 とが合流する位置にばらつきが生じ、貫通孔 40 の開口寸法の最小値がばらつき易くなる。また、第 1 壁面 43 の高さ H 2 にもばらつきが生じてしまう。

10

【0110】

これに対して、本実施の形態においては、第 2 面 32 のうち少なくとも有効領域 23 に対応する部分の大半に第 2 レジスト層 56 が設けられていない。このため、第 2 エッチング工程において、有効領域 23 に対応する部分におけるエッチング液の速度や濃度が、比較の形態に比べて均一になり易い。このため、最小開口径部 46 の寸法及び位置並びに第 1 壁面 43 の高さ H 2 が、有効領域 23 の複数の貫通孔 40 の間でばらつくことを抑制することができる。

【0111】

また、本実施の形態においては、第 2 面 32 のうち少なくとも有効領域 23 に対応する部分の大半に第 2 レジスト層 56 が設けられていないので、第 2 レジスト層 56 の位置の誤差に起因する最小開口径部 46 の寸法及び位置の誤差が生じ難い。この点でも、最小開口径部 46 の寸法及び位置並びに第 1 壁面 43 の高さ H 2 が、有効領域 23 の複数の貫通孔 40 の間でばらつくことを抑制することができる。

20

【0112】

また、本実施の形態においては、第 2 エッチング工程におけるエッチングの速度などのばらつきを抑制することができるので、第 1 壁面 43 を残しながら第 1 壁面 43 の高さ H 2 が小さくなるように第 2 エッチング工程を実施することが容易になる。このため、第 1 壁面 43 の高さ H 2 の設計値及び実測値を小さくすることができ、例えば $2.0 \mu\text{m}$ 以下にすることができる。これにより、蒸着工程の際にシャドウが生じることを抑制することができる。

30

【0113】

蒸着マスク装置の製造方法

次に、上述のようにして得られた蒸着マスク 20 をフレーム 15 に溶接する溶接工程を実施する。これによって、蒸着マスク 20 及びフレーム 15 を備える蒸着マスク装置 10 を得ることができる。

【0114】

蒸着方法

次に、本実施の形態に係る蒸着マスク 20 を用いて基板 91 に蒸着材料 82 を付着させ、図 18 に示すように基板 91 に蒸着層 92 を形成する方法について説明する。以下の説明において、基板 91 と、蒸着工程によって基板 91 に形成された蒸着層 92 とを少なくとも備える物品のことを、蒸着基板 90 とも称する。蒸着基板 90 は、有機 EL 表示装置などで用いられる。

40

【0115】

蒸着マスク 20 を用いて基板 91 に蒸着材料 82 を付着させる蒸着工程においては、まず、蒸着マスク 20 が基板 91 に対向するよう蒸着マスク装置 10 を配置する。また、磁石 85 を用いて蒸着マスク 20 を基板 91 に密着させる。また、蒸着装置 80 の内部を真空雰囲気にする。この状態で、蒸着材料 82 を蒸発させて基板 91 へ飛来させることにより、蒸着マスク 20 の貫通孔 40 に対応したパターンで蒸着材料 82 を基板 91 に付着させることができる。

【0116】

50

図 2 2 は、蒸着工程によって基板 9 1 に形成される蒸着層 9 2 を拡大して示す断面図である。上述の蒸着マスク 2 0 の製造方法によれば、第 2 エッチング工程におけるエッチングの速度などのばらつきを抑制することができるので、貫通孔 4 0 の第 1 壁面 4 3 の高さ H 2 を小さく設定することができる。このため、金属板 3 0 の第 1 面 3 1 の面方向における第 1 壁面 4 3 の幅 K 1 を小さくすることができる。これにより、図 2 2 に示すように、蒸着層 9 2 のうち蒸着マスク 2 0 の貫通孔 4 0 の最小開口径部 4 6 よりも外側に形成される部分の幅 K 1 が、複数の画素の間でばらつくことを抑制することができる。このため、隣り合う画素の干渉を考慮して蒸着基板 9 0 の設計において設けられるマージンを低減することができる。

【 0 1 1 7 】

また、上述の蒸着マスク 2 0 の製造方法によれば、最小開口径部 4 6 の寸法及び位置が複数の貫通孔 4 0 の間でばらつくことを抑制することができる。このため、図 1 9 に示すように基板 9 1 上の電極 9 3 に重なるように蒸着層 9 2 が形成される場合に、電極 9 3 の寸法及び位置に対する蒸着層 9 2 の寸法及び位置がばらつくことを抑制することができる。このことも、蒸着基板 9 0 の設計において考慮されるマージンを低減することに寄与し得る。

【 0 1 1 8 】

蒸着基板 9 0 の設計において考慮されるマージンを低減することにより、蒸着基板 9 0 の画素密度を高めることができる。また、蒸着基板 9 0 の画素密度が一定である場合には、マージンを低減することにより、隣り合う画素の干渉を防ぎながら、電極 9 3 の面積を拡大することができる。これにより、蒸着層 9 2 の面積のうち電極 9 3 と重なる面積の比率を高めることができる。このことは、蒸着層 9 2 が発光層である場合に、蒸着層 9 2 の発光効率の向上を導く。これにより、蒸着層 9 2 の輝度を高めたり、蒸着層 9 2 の寿命を延ばしたりすることができる。

【 実施例 】

【 0 1 1 9 】

次に、本開示の実施形態を実施例により更に具体的に説明するが、本開示の実施形態はその要旨を超えない限り、以下の実施例の記載に限定されるものではない。

【 0 1 2 0 】

(実施例 1)

まず、 $30\ \mu\text{m}$ の厚みを有し、 34 質量%以上且つ 38 質量%以下のニッケルを含む鉄合金からなる金属板 3 0 を準備した。次に、上述の図 1 0 に示すように金属板 3 0 の第 1 面 3 1 に第 1 レジスト層 5 1 を形成した。具体的には、まず、金属板 3 0 の第 1 面 3 1 にノボラック系ポジレジストである SC 5 0 0 を塗布した。続いて、ポジレジストを 140 で 600 秒にわたって加熱して、第 1 レジスト層 5 1 を得た。その後、第 1 レジスト層 5 1 を露光及び現像することにより、図 1 0 に示す露出領域 5 3 を形成した。続いて、第 1 レジスト層 5 1 をマスクとして金属板 3 0 を第 1 面 3 1 側からエッチングして第 1 凹部 5 0 を形成した。第 1 凹部 5 0 の開口寸法 S 2 は $5.0\ \mu\text{m}$ であり、第 1 凹部 5 0 の深さ H 5 は $2.3\ \mu\text{m}$ であり、第 1 凹部 5 0 のピッチは $8.0\ \mu\text{m}$ であった。

【 0 1 2 1 】

続いて、第 1 凹部 5 0 に充填材 5 2 を充填し、充填材 5 2 を焼成した。充填材 5 2 としては SC 5 0 0 を用いた。充填材 5 2 の焼成温度及び焼成時間は 140 及び 600 秒であった。

【 0 1 2 2 】

続いて、金属板 3 0 の第 2 面 3 2 にレジスト層が設けられていない状態において、金属板 3 0 を第 2 面 3 2 側からエッチングする第 2 エッチング工程を実施して、金属板 3 0 に貫通孔 4 0 を形成した。エッチング液としては、塩化第 2 鉄溶液及び塩酸を含むものを用いた。エッチング液の温度は 45 であった。エッチング時間は、貫通孔 4 0 の第 2 面開口寸法 S 3 が第 1 面開口寸法 S 2 よりも $1\ \mu\text{m}$ 以上大きくなるよう、予め取得したエッチング条件データに基づいて決定した。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 3 】

続いて、充填材 5 2 及び第 1 レジスト層 5 1 を除去した。このようにして得られた蒸着マスク 2 0 の貫通孔 4 0 の断面を観察した結果を、図 2 3 に示す。貫通孔 4 0 の断面を観察するための装置としては、Z E I S S 製の走査型電子顕微鏡 U L T R A 5 5 を用いた。図 2 3 に示す例において、貫通孔 4 0 の壁面 4 1 の第 1 壁面 4 3 及び第 2 壁面 4 4 には、深さ又は高さが 1 0 0 n m 以下の微小な凹凸が見られた。

【 0 1 2 4 】

(実施例 2)

第 2 エッチング工程のエッチング時間を実施例 1 の場合よりも長くしたこと以外は、実施例 1 の場合と同様にして、貫通孔 4 0 を作製した。また、実施例 1 の場合と同様にして、蒸着マスク 2 0 の貫通孔 4 0 の断面を観察した。結果を、図 2 1 に示す。

10

【 0 1 2 5 】

(実施例 3)

第 2 エッチング工程のエッチング時間を実施例 2 の場合よりも長くしたこと以外は、実施例 1 の場合と同様にして、貫通孔 4 0 を作製した。また、実施例 1 の場合と同様にして、蒸着マスク 2 0 の貫通孔 4 0 の断面を観察した。結果を、図 2 2 に示す。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 6 】

- 1 0 蒸着マスク装置
- 1 5 フレーム
- 2 0 蒸着マスク
- 2 0 1 第 1 面
- 2 0 2 第 2 面
- 2 1 耳部
- 2 2 中間部
- 2 3 有効領域
- 2 4 周囲領域
- 3 0 金属板
- 3 1 第 1 面
- 3 2 第 2 面
- 3 5 遮蔽部
- 4 0 貫通孔
- 4 1 壁面
- 4 1 1 第 1 端
- 4 1 2 第 2 端
- 4 3 第 1 壁面
- 4 4 第 2 壁面
- 4 5 突端
- 4 6 最小開口径部
- 5 0 第 1 凹部
- 5 1 第 1 レジスト層
- 5 2 充填材
- 5 3 露出領域
- 5 5 第 2 凹部
- 5 6 第 2 レジスト層
- 5 7 隙間
- 5 8 露出領域
- 8 0 蒸着装置
- 8 1 蒸着源
- 8 2 蒸着材料

20

30

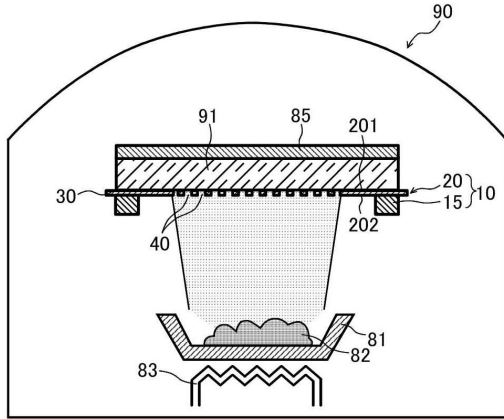
40

50

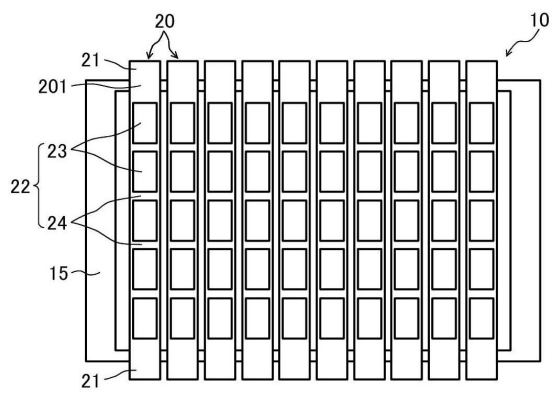
- 8 3 ヒータ
- 8 5 磁石
- 9 0 蒸着基板
- 9 1 基板
- 9 2 蒸着層
- 9 3 電極

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

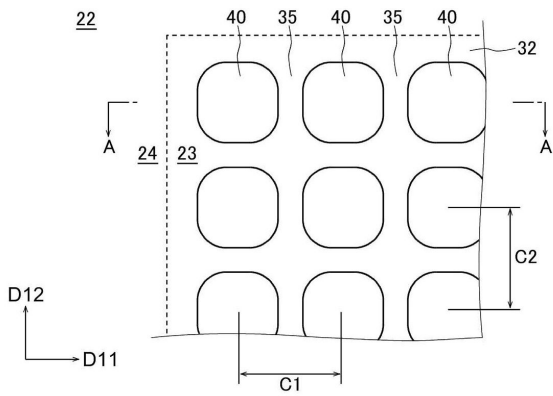
20

30

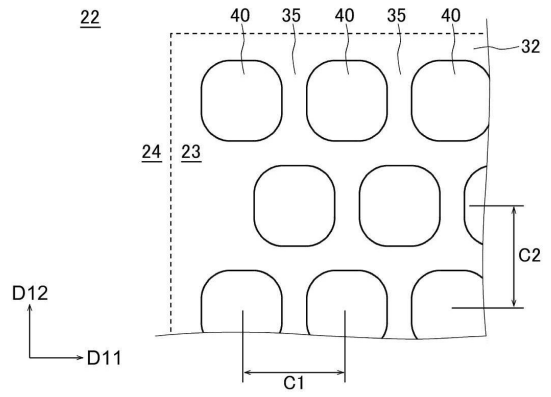
40

50

【 図 3 A 】

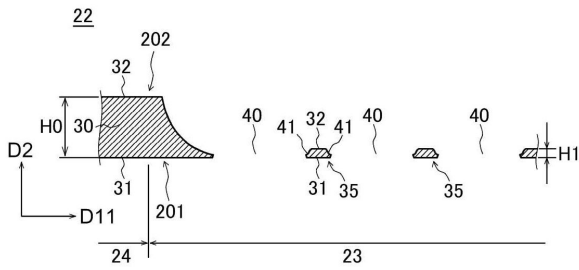


【 図 3 B 】

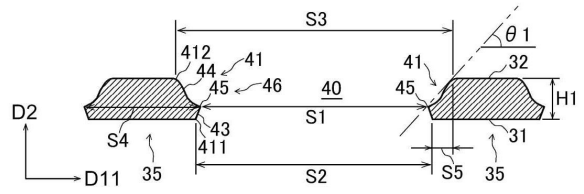


10

【 図 4 】



【 図 5 】



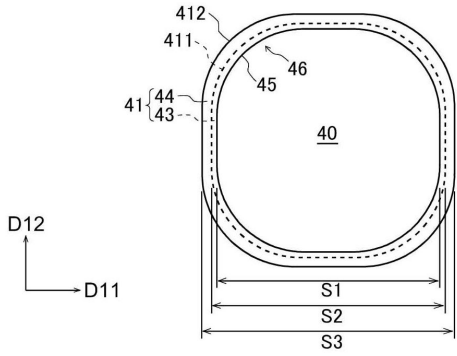
20

30

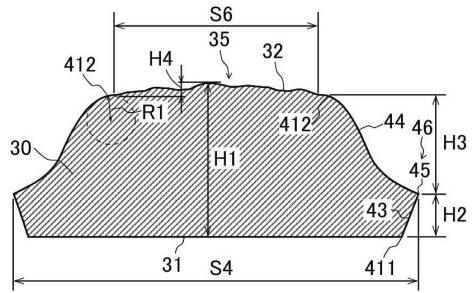
40

50

【 図 6 】

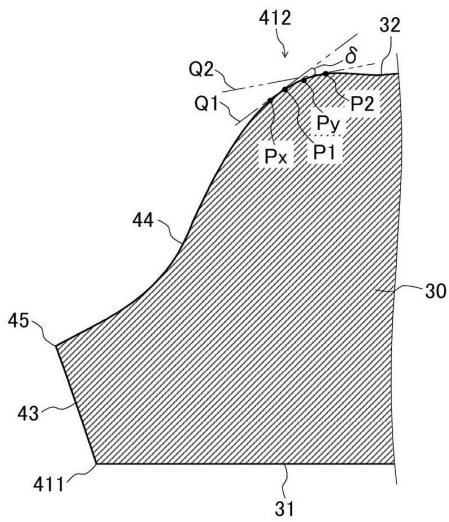


【 図 7 】

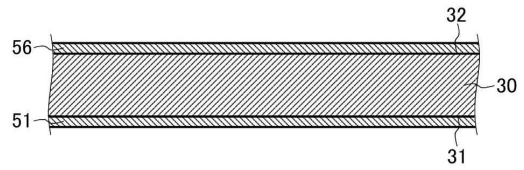


10

【 図 8 】

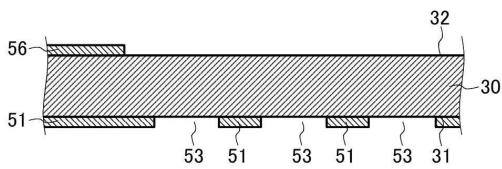


【 図 9 】



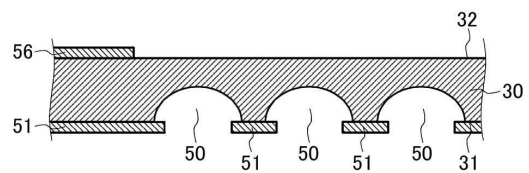
20

【 図 1 0 】



30

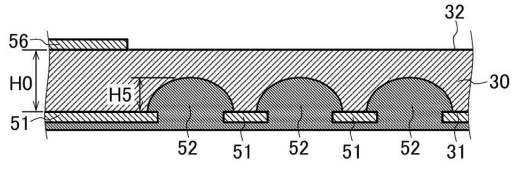
【 図 1 1 】



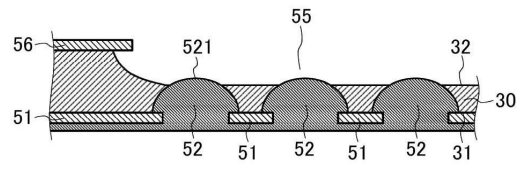
40

50

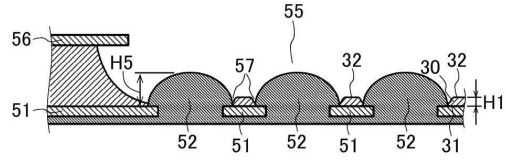
【図 1 2】



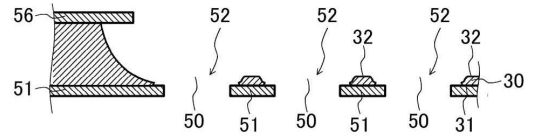
【図 1 3】



【図 1 4】

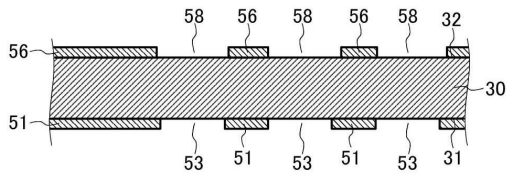


【図 1 5】

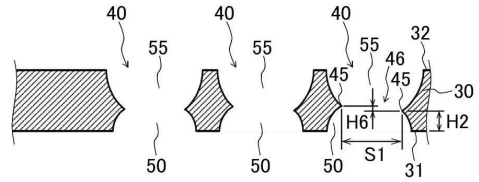


10

【図 1 6】



【図 1 7】



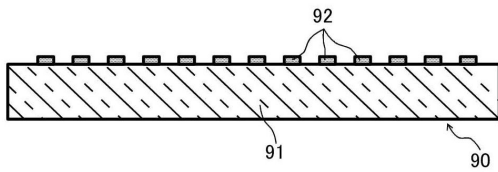
20

30

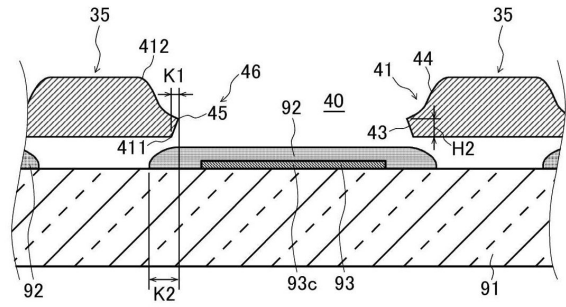
40

50

【 図 1 8 】

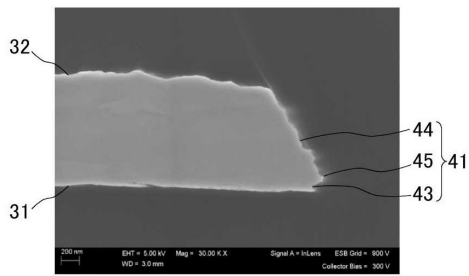


【 図 1 9 】

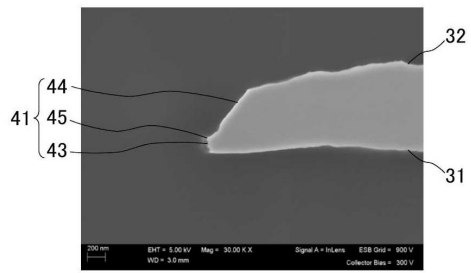


10

【 図 2 0 】

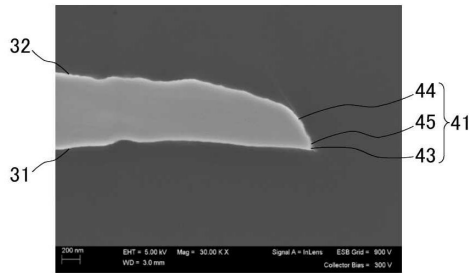


【 図 2 1 】



20

【 図 2 2 】



30

40

50

フロントページの続き

大日本印刷株式会社内

(72)発明者 吉田 耕平

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

(72)発明者 清水 恒芳

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

審査官 森坂 英昭

(56)参考文献 特開2016-108643(JP,A)

特開2018-059130(JP,A)

特開2017-166029(JP,A)

特開2018-172799(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C23C 14/00 - 14/58