

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6443457号
(P6443457)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 3 C 14/04 (2006.01)	C 2 3 C 14/04 A
H 0 1 L 51/50 (2006.01)	H 0 5 B 33/14 A
H 0 5 B 33/10 (2006.01)	H 0 5 B 33/10

請求項の数 14 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2016-564655 (P2016-564655)	(73) 特許権者	000002897
(86) (22) 出願日	平成28年9月29日 (2016. 9. 29)		大日本印刷株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/078899		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02017/057621	(74) 代理人	100091982
(87) 国際公開日	平成29年4月6日 (2017. 4. 6)		弁理士 永井 浩之
審査請求日	平成29年10月27日 (2017. 10. 27)	(74) 代理人	100091487
(31) 優先権主張番号	特願2015-194295 (P2015-194295)		弁理士 中村 行孝
(32) 優先日	平成27年9月30日 (2015. 9. 30)	(74) 代理人	100082991
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 佐藤 泰和
(31) 優先権主張番号	特願2015-194316 (P2015-194316)	(74) 代理人	100105153
(32) 優先日	平成27年9月30日 (2015. 9. 30)		弁理士 朝倉 悟
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100127465
(31) 優先権主張番号	特願2016-138883 (P2016-138883)		弁理士 堀田 幸裕
(32) 優先日	平成28年7月13日 (2016. 7. 13)	(74) 代理人	100150717
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 山下 和也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸着マスクおよび蒸着マスクの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる有機 E L 用の蒸着マスクであって、
マスク本体と、

前記マスク本体に設けられ、前記蒸着材料を前記被蒸着基板に蒸着させる際に前記蒸着材料が通過する貫通孔と、を備え、

前記マスク本体は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、0.2% 耐力を y (MPa) としたときに、

$$y \geq 950、かつ、y \geq 23x - 1280$$

を満たし、

前記マスク本体の厚みは、15 μ m 以下であることを特徴とする蒸着マスク。

【請求項 2】

被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる有機 E L 用の蒸着マスクであって、
マスク本体と、

前記マスク本体に設けられ、前記蒸着材料を前記被蒸着基板に蒸着させる際に前記蒸着材料が通過する貫通孔と、を備え、

前記マスク本体は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、インデンテーション硬度を z (GPa) としたときに、

$$z \geq 3.7、かつ、z \geq 0.1x - 6.0$$

を満たし、

10

20

前記マスク本体の厚みは、 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする蒸着マスク。

【請求項3】

前記蒸着マスクは、めっき処理によって作製されたことを特徴とする請求項1または2に記載の蒸着マスク。

【請求項4】

前記マスク本体は、第1金属層と、前記第1金属層上に設けられた第2金属層と、を有していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の蒸着マスク。

【請求項5】

被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる有機EL用の蒸着マスクを製造する蒸着マスクの製造方法であって、

基材上に、めっき処理によって、前記蒸着材料を前記被蒸着基板に蒸着させる際に前記蒸着材料が通過する貫通孔が設けられたマスク本体を形成する工程と、

前記マスク本体を前記基材から分離させる工程と、を備え、

前記マスク本体は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、 0.2% 耐力を y (MPa)としたときに、

$$y \geq 950、かつ、y \geq 23x - 1280$$

を満たし、

前記マスク本体の厚みは、 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする蒸着マスクの製造方法

。

【請求項6】

被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる有機EL用の蒸着マスクを製造する蒸着マスクの製造方法であって、

基材上に、めっき処理によって、前記蒸着材料を前記被蒸着基板に蒸着させる際に前記蒸着材料が通過する貫通孔が設けられたマスク本体を形成する工程と、

前記マスク本体を前記基材から分離させる工程と、を備え、

前記マスク本体は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、インデンテーション硬度を z (GPa)としたときに、

$$z \geq 3.7、かつ、z \geq 0.1x - 6.0$$

を満たし、

前記マスク本体の厚みは、 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする蒸着マスクの製造方法

。

【請求項7】

前記マスク本体を形成する工程は、

前記貫通孔を構成する第1開口部が設けられた第1金属層を形成する第1成膜工程と、

前記第1開口部に連通する第2開口部が設けられた第2金属層を前記第1金属層上に形成する第2成膜工程であって、前記第1金属層と前記第2金属層とを有する前記マスク本体を得る第2成膜工程と、を有していることを特徴とする請求項5または6に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項8】

前記第2成膜工程は、

前記基材上および前記第1金属層上に、所定の隙間を空けてレジストパターンを形成するレジスト形成工程と、

前記レジストパターンの前記隙間において前記第1金属層上に、第2金属層を析出させるめっき処理工程と、を含み、

前記レジスト形成工程は、前記第1金属層の前記第1開口部が前記レジストパターンによって覆われるとともに、前記レジストパターンの前記隙間が前記第1金属層上に位置するように実施されることを特徴とする請求項7に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項9】

前記第2成膜工程の前記めっき処理工程は、前記第1金属層に電流を流すことによって前記第1金属層上に前記第2金属層を析出させる電解めっき処理工程を含むことを特徴と

10

20

30

40

50

する請求項 8 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 1 0】

前記基材は、絶縁性を有しており、

前記基材上には、前記第 1 金属層に対応するパターンを有する導電性パターンが形成されており、

前記第 1 成膜工程は、前記導電性パターン上に前記第 1 金属層を析出させるめっき処理工程を含むことを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 1 1】

前記第 1 成膜工程の前記めっき処理工程は、前記導電性パターンに電流を流すことによって前記導電性パターン上に前記第 1 金属層を析出させる電解めっき処理工程を含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の蒸着マスクの製造方法。

10

【請求項 1 2】

前記第 1 成膜工程は、

前記基材上に、所定の隙間を空けてレジストパターンを形成するレジスト形成工程と、

前記レジストパターンの前記隙間において前記基材上に、第 1 金属層を析出させるめっき処理工程と、を含み、

前記基材の表面のうち前記第 1 金属層が析出する部分は、導電性を有する導電層によって構成されていることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の蒸着マスクの製造方法。

20

【請求項 1 3】

前記第 1 成膜工程の前記めっき処理工程は、前記基材に電流を流すことによって前記基材上に前記第 1 金属層を析出させる電解めっき処理工程を含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 1 4】

前記マスク本体を形成する工程において、前記マスク本体を形成するためのめっき液は、マロン酸またはサッカリンを含むことを特徴とする請求項 5 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の蒸着マスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0 0 0 1】

本発明は、複数の貫通孔が形成された蒸着マスク、蒸着マスクの製造方法および蒸着マスクを製造するために用いられる金属板に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、スマートフォンやタブレット P C 等の持ち運び可能なデバイスで用いられる表示装置に対して、高精細であること、例えば画素密度が 4 0 0 p p i 以上であることが求められている。また、持ち運び可能なデバイスにおいても、ウルトラフルハイビジョン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 8 0 0 p p i 以上であることが求められる。

40

【0 0 0 3】

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 E L 表示装置が注目されている。有機 E L 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を含む蒸着マスクを用い、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 E L 表示装置用の有機 E L 基板（被蒸着基板）に対して蒸着マスクを密着させ、次に、密着させた蒸着マスクおよび有機 E L 基板を共に蒸着装置に投入し、有機材料を有機 E L 基板に蒸着させる蒸着工程を行う。この場合、高い画素密度を有する有機 E L 表示装置を精密に作製するためには、蒸着マスクの貫通孔の位置や形状を設計に沿って精密に再現することや、蒸着マスクの厚みを小さくすることが求められる。

50

【0004】

蒸着マスクの製造方法としては、例えば特許文献1に開示されているように、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レジストパターンを形成し、また金属板の第2面上に第2レジストパターンを形成する。次に、金属板の第1面のうち第1レジストパターン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開口部を形成する。その後、金属板の第2面のうち第2レジストパターン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開口部を形成する。この際、第1開口部と第2開口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。

10

【0005】

その他にも、蒸着マスクの製造方法として、例えば特許文献2に開示されているように、めっき処理を利用して蒸着マスクを製造する方法が知られている。例えば特許文献2に記載の方法においては、はじめに、導電性を有する基材を準備する。次に、基材の上に、所定の隙間を空けてレジストパターンを形成する。このレジストパターンは、蒸着マスクの貫通孔が形成されるべき位置に設けられている。その後、レジストパターンの隙間にめっき液を供給して、電解めっき処理によって基材の上に金属層を析出させる。その後、金属層を基材から分離させることにより、複数の貫通孔が形成された蒸着マスクを得ることができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第5382259号公報

【特許文献2】特開2001-234385号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、蒸着マスクは、有機EL基板への蒸着工程を行った後、蒸着材料が付着する傾向にある。付着した蒸着材料はシャドーになり、次の蒸着工程を行う際に、蒸着材料の利用効率を低下させ得る。このことにより、付着した蒸着材料を除去するために、蒸着マスクの超音波洗浄を行う場合がある。この場合、洗浄時に照射される超音波によって、蒸着マスクの両面が変形し、凹みが形成される可能性がある。

30

【0008】

ところで、蒸着マスクは、上述したように、画素密度を高くするために、開口率を増大させたり、厚みを小さくしたりする場合がある。この場合、蒸着マスクの超音波洗浄に対する強度が低下し、蒸着マスクの両面に凹みが形成される可能性が高まる。このような凹みが形成されると、超音波洗浄時に発生するキャビテーションによって、蒸着マスクが破断するという可能性も考えられる。

【0009】

本発明は、このような課題を考慮してなされたものであり、超音波洗浄時に変形することを抑制できる蒸着マスク、蒸着マスクの製造方法および金属板を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、

被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる蒸着マスクであって、

マスク本体と、

前記マスク本体に設けられ、前記蒸着材料を前記被蒸着基板に蒸着させる際に前記蒸着材料が通過する貫通孔と、を備え、

前記マスク本体は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、0.2%耐力を y (M

50

P a) としたときに、

$$y \geq 950、かつ、y \geq 23x - 1280$$

を満たしていることを特徴とする蒸着マスク、
である。

【0011】

また、本発明は、

被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる蒸着マスクであって、
マスク本体と、

前記マスク本体に設けられ、前記蒸着材料を前記被蒸着基板に蒸着させる際に前記蒸着材料が通過する貫通孔と、を備え、

前記マスク本体は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、インデンテーション硬度を z (GPa) としたときに、

$$z \geq 3.7、かつ、z \geq 0.1x - 6.0$$

を満たしていることを特徴とする蒸着マスク、
である。

【0012】

本発明による蒸着マスクにおいて、

前記マスク本体の厚みは、 $15\mu\text{m}$ 以下である、
ようにしてもよい。

【0013】

本発明による蒸着マスクにおいて、

前記蒸着マスクは、めっき処理によって作製されている、
ようにしてもよい。

【0014】

本発明による蒸着マスクにおいて、

前記マスク本体は、第1金属層と、前記第1金属層上に設けられた第2金属層と、を有している、
ようにしてもよい。

【0015】

また、本発明は、

被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる蒸着マスクを製造する蒸着マスクの製造方法であって、

基材上に、めっき処理によって、前記蒸着材料を前記被蒸着基板に蒸着させる際に前記蒸着材料が通過する貫通孔が設けられたマスク本体を形成する工程と、

前記マスク本体を前記基材から分離させる工程と、を備え、

前記マスク本体は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、 0.2% 耐力を y (MPa) としたときに、

$$y \geq 950、かつ、y \geq 23x - 1280$$

を満たしていることを特徴とする蒸着マスクの製造方法、
である。

【0016】

また、本発明は、

被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる蒸着マスクを製造する蒸着マスクの製造方法であって、

基材上に、めっき処理によって、前記蒸着材料を前記被蒸着基板に蒸着させる際に前記蒸着材料が通過する貫通孔が設けられたマスク本体を形成する工程と、

前記マスク本体を前記基材から分離させる工程と、を備え、

前記マスク本体は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、インデンテーション硬度を z (GPa) としたときに、

$$z \geq 3.7、かつ、z \geq 0.1x - 6.0$$

を満たしていることを特徴とする蒸着マスクの製造方法、である。

【0017】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、
前記マスク本体を形成する工程は、
前記貫通孔を構成する第1開口部が設けられた第1金属層を形成する第1成膜工程と、
前記第1開口部に連通する第2開口部が設けられた第2金属層を前記第1金属層上に形成する第2成膜工程であって、前記第1金属層と前記第2金属層とを有する前記マスク本体を得る第2成膜工程と、を有している、
ようにしてもよい。

10

【0018】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、
前記第2成膜工程は、
前記基材上および前記第1金属層上に、所定の隙間を空けてレジストパターンを形成するレジスト形成工程と、
前記レジストパターンの前記隙間において前記第1金属層上に、第2金属層を析出させるめっき処理工程と、を含み、
前記レジスト形成工程は、前記第1金属層の前記第1開口部が前記レジストパターンによって覆われるとともに、前記レジストパターンの前記隙間が前記第1金属層上に位置するように実施される、
ようにしてもよい。

20

【0019】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、
前記第2成膜工程の前記めっき処理工程は、前記第1金属層に電流を流すことによって前記第1金属層上に前記第2金属層を析出させる電解めっき処理工程を含む、
ようにしてもよい。

【0020】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、
前記基材は、絶縁性を有しており、
前記基材上には、前記第1金属層に対応するパターンを有する導電性パターンが形成されており、
前記第1成膜工程は、前記導電性パターン上に前記第1金属層を析出させるめっき処理工程を含む、
ようにしてもよい。

30

【0021】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、
前記第1成膜工程の前記めっき処理工程は、前記導電性パターンに電流を流すことによって前記導電性パターン上に前記第1金属層を析出させる電解めっき処理工程を含む、
ようにしてもよい。

【0022】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、
前記第1成膜工程は、
前記基材上に、所定の隙間を空けてレジストパターンを形成するレジスト形成工程と、
前記レジストパターンの前記隙間において前記基材上に、第1金属層を析出させるめっき処理工程と、を含み、
前記基材の表面のうち前記第1金属層が析出する部分は、導電性を有する導電層によって構成されている、
ようにしてもよい。

40

【0023】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、

50

前記第1成膜工程の前記めっき処理工程は、前記基材に電流を流すことによって前記基材上に前記第1金属層を析出させる電解めっき処理工程を含む、
ようにしてもよい。

【0024】

また、本発明は、
被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる蒸着マスクを製造するために用いられる金属板であ
って、

インデンテーション弾性率を x (GPa)、 0.2% 耐力を y (MPa)としたときに、

$y \geq 950$ 、かつ、 $y \geq 23x - 1280$ 10
を満たしていることを特徴とする金属板、
である。

【0025】

また、本発明は、
被蒸着基板に蒸着材料を蒸着させる蒸着マスクを製造するために用いられる金属板であ
って、

インデンテーション弾性率を x (GPa)、インデンテーション硬度を z (GPa)と
したときに、

$z \geq 3.7$ 、かつ、 $z \geq 0.1x - 6.0$ 20
を満たしていることを特徴とする金属板、
である。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、超音波洗浄時に変形することを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】図1は、本発明の実施の形態において、蒸着マスクを含む蒸着マスク装置の一例
を示す概略平面図。

【図2】図2は、図1に示す蒸着マスク装置を用いて蒸着する方法を説明するための図。

【図3】図3は、図1に示された蒸着マスクを示す部分平面図。 30

【図4】図4は、形態1における図3のA-A線に沿った断面図。

【図5】図5は、図4に示す蒸着マスクの第1部分および第2部分の一部を拡大して示す
断面図。

【図6】図6は、表面および裏面を有する基材を示す断面図。

【図7】図7は、基材の表面上に表面処理用レジストパターンを形成する表面処理用レジ
スト形成工程を示す断面図。

【図8】図8は、基材の表面上に表面処理液を供給する表面処理工程を示す断面図。

【図9A】図9Aは、被処理領域からなる高密着性領域が形成された基材を示す断面図。

【図9B】図9Bは、被処理領域からなる高密着性領域が形成された基材を示す平面図。

【図10A】図10Aは、基材の表面上にめっき用レジストパターンを形成するめっき用
レジスト形成工程を示す断面図。 40

【図10B】図10Bは、図10Aのめっき用レジストパターンを示す平面図。

【図11】図11は、基材の表面上に、貫通孔が形成された金属層を析出させるめっき処
理工程を示す断面図。

【図12】図12は、めっき用レジストパターンを除去する除去工程を示す図。

【図13A】図13Aは、貫通孔が形成された金属層を基材から分離させることによって
得られた蒸着マスクを示す図。

【図13B】図13Bは、図13Aの蒸着マスクを第2面側から見た場合を示す平面図。

【図14】図14は、形態2における図3のA-A線に沿った断面図。

【図15A】図15Aは、図14に示す蒸着マスクの第1金属層および第2金属層の一部 50

を拡大して示す断面図。

【図 1 5 B】図 1 5 B は、図 1 5 A に示す第 1 金属層および第 2 金属層の一部を更に拡大して示す模式断面図。

【図 1 6】図 1 6 は、基材上に形成された導電性パターンを含むパターン基板を示す断面図。

【図 1 7 A】図 1 7 A は、導電性パターン上に第 1 金属層を析出させる第 1 めっき処理工程を示す断面図。

【図 1 7 B】図 1 7 B は、図 1 7 A の第 1 金属層を示す平面図。

【図 1 8 A】図 1 8 A は、パターン基板上および第 1 金属層上にレジストパターンを形成するレジスト形成工程を示す断面図。

【図 1 8 B】図 1 8 B は、図 1 8 A のレジストパターンを示す平面図。

【図 1 9】図 1 9 は、第 1 金属層上に第 2 金属層を析出させる第 2 めっき処理工程を示す断面図。

【図 2 0】図 2 0 は、レジストパターンを除去する除去工程を示す図。

【図 2 1 A】図 2 1 A は、金属層組合体をパターン基板から分離させる分離工程を示す図。

【図 2 1 B】図 2 1 B は、図 1 1 A の蒸着マスクを第 2 面側から見た場合を示す平面図。

【図 2 2】図 2 2 は、形態 3 における表面および裏面を有する基材を示す断面図。

【図 2 3】図 2 3 は、基材上に第 1 レジストパターンを形成する第 1 レジスト形成工程を示す図。

【図 2 4】図 2 4 は、基材上に第 1 金属層を析出させる第 1 めっき処理工程を示す断面図。

【図 2 5】図 2 5 は、第 1 レジストパターン上および第 1 金属層上に第 2 レジストパターンを形成する第 2 レジスト形成工程を示す断面図。

【図 2 6】図 2 6 は、第 1 金属層上に第 2 金属層を析出させる第 2 めっき処理工程を示す断面図。

【図 2 7】図 2 7 は、第 1 レジストパターンおよび第 2 レジストパターンを除去する除去工程を示す図。

【図 2 8】図 2 8 は、金属層組合体をパターン基板から分離させる分離工程を示す図。

【図 2 9】図 2 9 は、形態 4 における蒸着マスクの断面形状の一例を示す図。

【図 3 0】図 3 0 は、図 2 9 に示す蒸着マスクをエッチングによって製造する方法の一例の一工程を示す図。

【図 3 1】図 3 1 は、図 2 9 に示す蒸着マスクをエッチングによって製造する方法の一例の一工程を示す図。

【図 3 2】図 3 2 は、図 2 9 に示す蒸着マスクをエッチングによって製造する方法の一例の一工程を示す図。

【図 3 3】図 3 3 は、図 2 9 に示す蒸着マスクをエッチングによって製造する方法の一例の一工程を示す図。

【図 3 4】図 3 4 は、サンプルのインデンテーション弾性率を測定する際の、圧子の押込量の推移を示すグラフ。

【図 3 5】図 3 5 は、サンプルの超音波試験方法を説明するための図。

【図 3 6】図 3 6 は、各サンプルのインデンテーション弾性率と 0.2 % 耐力との関係を示す図。

【図 3 7】図 3 7 は、各サンプルのインデンテーション弾性率とインデンテーション硬度との関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。なお、本件明細書に添付する図面においては、図示と理解のしやすさの便宜上、適宜縮尺および縦横の寸法比等を、実物のそれらから変更し誇張してある。

10

20

30

40

50

【0029】

図1～図33は、本発明による一実施の形態およびその変形例を説明するための図である。以下の実施の形態およびその変形例では、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ンニングするために用いられる蒸着マスク、蒸着マスクの製造方法および金属板を例にあげて説明する。ただし、このような適用に限定されることなく、種々の用途に用いられる蒸着マスク、蒸着マスクの製造方法および金属板に対し、本発明を適用することができる。

【0030】

なお、本明細書において、「板」、「シート」、「フィルム」の用語は、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。

10

【0031】

また、「板面（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、当該部材の板面（シート面、フィルム面）に対する法線方向のことを指す。

【0032】

さらに、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件および物理的特性並びにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」、「直交」、「同一」、「同等」等の用語や長さや角度並びに物理的特性の値等については、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。

20

【0033】

（蒸着マスク装置）

まず、蒸着マスクを含む蒸着マスク装置の一例について、図1～図3を参照して説明する。ここで、図1は、蒸着マスクを含む蒸着マスク装置の一例を示す平面図であり、図2は、図1に示す蒸着マスク装置の使用方法を説明するための図である。図3は、蒸着マスクを第1面の側から示す平面図である。

【0034】

図1及び図2に示された蒸着マスク装置10は、平面視において略矩形状の形状を有する複数の蒸着マスク20と、複数の蒸着マスク20の周縁部に取り付けられたフレーム15と、を備えている。各蒸着マスク20には、蒸着マスク20を貫通する複数の貫通孔25が設けられている。この蒸着マスク装置10は、図2に示すように、蒸着マスク20が蒸着対象物である基板、例えば有機EL基板（被蒸着基板）92の下面に対面するようにして蒸着装置90内に支持され、有機EL基板92への蒸着材料の蒸着に使用される。

30

【0035】

蒸着装置90内では、不図示の磁石からの磁力によって、蒸着マスク20と有機EL基板92とが密着するようになる。蒸着装置90内には、蒸着マスク装置10の下方に、蒸着材料（一例として、有機発光材料）98を収容するるつぼ94と、るつぼ94を加熱するヒータ96とが配置されている。蒸着装置90内を高真空に減圧した後、るつぼ94内の蒸着材料98は、ヒータ96からの加熱により、気化または昇華して有機EL基板92の表面に付着するようになる。上述したように、蒸着マスク20には多数の貫通孔25が形成されており、蒸着材料98を有機EL基板92に蒸着させる際、蒸着材料98はこの貫通孔25を通過して有機EL基板92に付着する。この結果、蒸着マスク20の貫通孔25の位置に対応した所望のパターンで、蒸着材料98が有機EL基板92の表面に成膜される。図2において、蒸着マスク20の面のうち蒸着工程の際に有機EL基板92と対向する面（以下、第1面とも称する）が符号20aで表されている。また、蒸着マスク20の面のうち第1面20aの反対側に位置する面（以下、第2面とも称する）が符号20bで表されている。第2面20b側には、蒸着材料98の蒸着源（ここではるつぼ94）が配置される。

40

50

【0036】

上述したように、本実施の形態では、貫通孔25が各有効領域22において所定のパターンで配置されている。なお、複数の色によるカラー表示を行いたい場合には、各色に対応する蒸着マスク20が搭載された蒸着機をそれぞれ準備し、有機EL基板92を各蒸着機に順に投入する。これによって、例えば、赤色用の有機発光材料、緑色用の有機発光材料および青色用の有機発光材料を順に有機EL基板92に蒸着させることができる。

【0037】

なお、蒸着マスク装置10のフレーム15は、矩形状の蒸着マスク20の周縁部に取り付けられている。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を張った状態に保持する。蒸着マスク20とフレーム15とは、例えばスポット溶接により互いに対して固定されている。

【0038】

ところで蒸着処理は、高温雰囲気となる蒸着装置90の内部で実施される場合がある。この場合、蒸着処理の間、蒸着装置90の内部に保持される蒸着マスク20、フレーム15および有機EL基板92も加熱される。この際、蒸着マスク20、フレーム15および有機EL基板92は、各々の熱膨張係数に基づいた寸法変化の挙動を示すことになる。この場合、蒸着マスク20やフレーム15と有機EL基板92の熱膨張係数が大きく異なっていると、それらの寸法変化の差異に起因した位置ずれが生じ、この結果、有機EL基板92上に付着する蒸着材料の寸法精度や位置精度が低下してしまう。このような課題を解決するため、蒸着マスク20およびフレーム15の熱膨張係数が、有機EL基板92の熱膨張係数と同等の値であることが好ましい。例えば、有機EL基板92としてガラス基板が用いられる場合、蒸着マスク20およびフレーム15の主要な材料として、ニッケルを含む鉄合金を用いることができる。具体的には、34～38質量%のニッケルを含むインバー材や、ニッケルに加えてさらにコバルトを含むスーパーインバー材などの鉄合金を、蒸着マスク20を構成する後述する第1部分32および第2部分37を含む金属層28や金属板21の材料として用いることができる。なお本明細書において、「～」という記号によって表現される数値範囲は、「～」という符号の前後に置かれた数値を含んでいる。例えば、「34～38質量%」という表現によって画定される数値範囲は、「34質量%以上かつ38質量%以下」という表現によって画定される数値範囲と同一である。

【0039】

なお蒸着処理の際に、蒸着マスク20、フレーム15および有機EL基板92の温度が高温には達しない場合は、蒸着マスク20およびフレーム15の熱膨張係数を有機EL基板92の熱膨張係数と同等の値にする必要は特にない。この場合、蒸着マスク20を構成する後述する第1部分32および第2部分37を含む金属層28や金属板21の材料として、ニッケルやニッケル-コバルト合金など、上述の鉄合金以外の様々な材料を用いることができる。

【0040】

(蒸着マスク)

次に、蒸着マスク20について、図3～図4を参照して詳細に説明する。図1に示すように、本実施の形態において、蒸着マスク20は、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している。蒸着マスク20は、規則的な配列で貫通孔25が形成された有効領域22と、有効領域22を取り囲む周囲領域23と、を含んでいる。周囲領域23は、有効領域22を支持するための領域であり、有機EL基板92へ蒸着されることを意図された蒸着材料が通過する領域ではない。例えば、有機EL表示装置用の有機発光材料の蒸着に用いられる蒸着マスク20においては、有効領域22は、有機発光材料が蒸着して画素を形成するようになる有機EL基板92の表示領域となる区域に対面する、蒸着マスク20内の領域のことである。ただし、種々の目的から、周囲領域23に貫通孔や凹部が形成されていてもよい。図1に示された例において、各有効領域22は、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している。なお図示はしないが、各有効領域22は、有機EL基板92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 22 は、円形状の輪郭を有していてもよい。

【0041】

図示された例において、蒸着マスク 20 の複数の有効領域 22 は、蒸着マスク 20 の長手方向と平行な一方向に沿って所定の間隔を空けて一列に配列されている。図示された例では、一つの有効領域 22 が一つの有機 EL 表示装置に対応するようになっている。すなわち、図 1 に示された蒸着マスク装置 10（蒸着マスク 20）によれば、多面付蒸着が可能となっている。

【0042】

本実施の形態による蒸着マスク 20 は、マスク本体と、マスク本体に設けられた複数の貫通孔 25 と、を備えている。ここで、マスク本体とは、貫通孔 25 が形成されていない状態の金属製の部材であって、板状に形成された部材を意味する概念として用いており、蒸着マスクが後述するめっき処理によって作製される 1 層構造を有する場合の金属層 28 に相当し、後述するめっき処理によって作製される 2 層構造を有する場合の金属層組合体 28' に相当し、また後述するエッチング処理によって作製される場合の金属板 21 に相当する概念である。図 3 に示すように、図示された例において、各有効領域 22 に形成された複数の貫通孔 25 は、当該有効領域 22 において、互いに直交する二方向に沿ってそれぞれ所定のピッチで配列されている。この貫通孔 25 の形状などについて、以下に詳細に説明する。ここでは、蒸着マスク 20 がめっき処理またはエッチングによって形成される場合の、貫通孔 25 の形状などについて、それぞれ説明する。

【0043】

〔形態 1 めっき処理によって作製された 1 層構造を有する蒸着マスク〕

はじめに、蒸着マスク 20 がめっき処理によって作製された 1 層構造を有する場合について説明する。図 4 は、めっき処理によって作製された 1 層構造の蒸着マスク 20 を、図 3 の A-A 線に沿って切断した場合を示す断面図である。

【0044】

この形態における蒸着マスク 20 は、図 3 および図 4 に示すように、金属層 28（マスク本体）と、金属層 28 に設けられた複数の上述した貫通孔 25 と、を備えている。

【0045】

このうち金属層 28 は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、0.2% 耐力を y (MPa) としたときに、

$$y \geq 950, \text{ かつ、 } y \geq 23x - 1280 \quad \cdots (1)$$

を満たしている。ここで、インデンテーション弾性率とは、極小領域の弾性率を評価するためのナノ・インデンテーション試験によって算出される弾性率である。弾性率の指標としてインデンテーション弾性率を採用することにより、金属層 28 の厚みが小さい場合であっても、その弾性率を適切に評価することができる。0.2% 耐力とは、除荷時の永久ひずみが 0.2% となる応力を言う。

【0046】

あるいは、金属層 28 は、インデンテーション弾性率を x (GPa)、インデンテーション硬度を z (GPa) としたときに、

$$z \geq 3.7, \text{ かつ、 } z \geq 0.1x - 6.0 \quad \cdots (1)$$

を満たしている。ここで、インデンテーション硬度とは、上記ナノ・インデンテーション試験によって算出される硬度である。硬度の指標としてインデンテーション硬度を採用することにより、金属層 28 の厚みが小さい場合であっても、その硬度を適切に評価することができる。

【0047】

ここで、本明細書では、金属層 28 が上記式 (1) を満たしているとは、貫通孔 25 が形成されていない状態の金属層 28 が上記式 (1) を満たしていることを意味し、貫通孔 25 が形成された状態の金属層 28 が上記式 (1) を満たしていることを意味するものではない、とする。従って、本明細書では、蒸着マスク 20 が、上記式 (1) を満たしてい

10

20

30

40

50

る金属層 28 に、貫通孔 25 が形成されたという構成を有している、とすることができる。貫通孔 25 が形成された状態の金属層 28 では、インデンテーション弾性率や 0.2% 耐力（若しくは、インデンテーション硬度）が、貫通孔 25 の大きさ、ピッチ、形状等によって影響を受けると考えられる。このため、蒸着マスク 20 の完成形として、金属層 28 に複数の貫通孔 25 が形成された状態においては、上記式（1）を満たす金属層 28 の領域は、貫通孔 25 が形成されていない領域、より詳細にはインデンテーション弾性率および 0.2% 耐力（若しくは、インデンテーション硬度）に貫通孔 25 の影響が及ばない領域であって、例えば、上述した周囲領域 23 のうち貫通孔 25 の影響が及ばない領域や、有効領域 22 のうち互いに隣り合う貫通孔 25 同士の間の領域であって貫通孔 25 の影響が及ばない領域となる。従って、蒸着マスク 20 の完成形から金属層 28 のインデンテーション弾性率および 0.2% 耐力（若しくは、インデンテーション硬度）を調べる場合には、周囲領域 23 のうち貫通孔 25 が含まれない領域を切り取って、後述するナノ・インデンテーション試験、および 0.2% 耐力を調べる場合には引張試験を行うことが好適である。また、有効領域 22 であっても、互いに隣り合う貫通孔 25 同士の間の距離が、ナノ・インデンテーション試験、および 0.2% 耐力を調べる場合の引張試験を行うことが可能な程度の距離であれば、貫通孔 25 同士の間の領域を切り取ってもよい。なお、材料特性の点で述べると、一般的に蒸着マスク 20 の金属層 28 は、材料の組成や材質が位置によって異なることはない。このため、貫通孔 25 に近い位置と、貫通孔 25 から離れた位置とで、材料の特性が異なることはない。

【0048】

蒸着マスク 20 の貫通孔 25 は、第 1 面 20a 側に位置し、第 1 面 20a において開口寸法 S1 を有する第 1 開口部 30 と、第 2 面 20b 側に位置し、第 2 面 20b において開口寸法 S2 を有する第 2 開口部 35 と、を含んでいる。言い換えると、第 1 面 20a 側の第 1 開口部 30 と第 2 面 20b 側の第 2 開口部 35 とが互いに連通することにより、貫通孔 25 が形成されている。図 4 において、蒸着マスク 20 の有効領域 22 のうち、第 1 面 20a 側の第 1 開口部 30 の輪郭を画定している部分（以下、第 1 部分とも称する）が符号 32 で表され、第 2 面 20b 側の第 2 開口部 35 の輪郭を画定している部分（以下、第 2 部分とも称する）が符号 37 で表されている。第 1 部分 32 および第 2 部分 37 は例えば、後述するめっき処理工程において基材 51 の表面 51a 上に析出する金属層 28 として同時に形成される。

【0049】

図 3 に示すように、貫通孔 25 を構成する第 1 開口部 30 や第 2 開口部 35 は、平面視において略多角形状になっていてもよい。ここでは第 1 開口部 30 および第 2 開口部 35 が、略四角形状、より具体的には略正形状になっている例が示されている。また図示はしないが、第 1 開口部 30 や第 2 開口部 35 は、略六角形状や略八角形状など、その他の略多角形状になっていてもよい。なお「略多角形状」とは、多角形の角部が丸められている形状を含む概念である。また図示はしないが、第 1 開口部 30 や第 2 開口部 35 は、円形状になっていてもよい。また、平面視において第 2 開口部 35 が第 1 開口部 30 を囲う輪郭を有する限りにおいて、第 1 開口部 30 の形状と第 2 開口部 35 の形状が相似形になっている必要はない。

【0050】

図 5 は、図 4 の金属層 28 の第 1 部分 32 および第 2 部分 37 を拡大して示す図である。後述するように、第 1 部分 32 は、基材 51 の低密着性領域 56 とめっき用レジストパターン 60 の第 1 面 61 との間において析出した金属によって形成される部分である。一方、第 2 部分 37 は、めっき用レジストパターン 60 の隙間 64 において析出した金属によって形成される部分である。図 5 においては、第 1 部分 32 と第 2 部分 37 との間の仮想的な境界線が一点鎖線で示されている。また、第 1 部分 32 によって画定される第 1 開口部 30 の壁面 31 と、第 2 部分 37 によって画定される第 2 開口部 35 の壁面 36 とが接する接続部が符号 40 で表されている。なお「壁面 31」とは、第 1 部分 32 の面のうち第 1 開口部 30 を画成する面のことである。上述の「壁面 36」も同様に、第 2 部分 3

7の面のうち第2開口部35を画成する面のことである。

【0051】

図5に示すように、蒸着マスク20の第2面20bにおける金属層28の幅M2は、蒸着マスク20の第1面20aにおける金属層28の幅M1よりも小さくなっている。言い換えると、第2面20bにおける貫通孔25（第2開口部35）の開口寸法S2は、第1面20aにおける貫通孔25（第1開口部30）の開口寸法S1よりも大きくなっている。以下、このように金属層28を構成することの利点について説明する。

【0052】

蒸着マスク20の第2面20b側から飛来する蒸着材料98は、貫通孔25の第2開口部35および第1開口部30を順に通過して有機EL基板92に付着する。有機EL基板92のうち蒸着材料98が付着する領域は、第1面20aにおける貫通孔25の開口寸法S1や開口形状によって主に定められる。ところで、図4において第2面20b側から第1面20aへ向かう矢印L1で示すように、蒸着材料98は、るつぼ94から有機EL基板92に向けて蒸着マスク20の法線方向Nに沿って移動するだけでなく、蒸着マスク20の法線方向Nに対して大きく傾斜した方向に移動することもある。ここで、仮に第2面20bにおける貫通孔25の開口寸法S2が第1面20aにおける貫通孔25の開口寸法S1と同一であるとする、蒸着マスク20の法線方向Nに対して大きく傾斜した方向に移動する蒸着材料98の多くは、貫通孔25を通過して有機EL基板92に到達するよりも前に、貫通孔25の第2開口部35の壁面36に到達して付着してしまう。従って、蒸着材料98の利用効率を高めるためには、第2開口部35の開口寸法S2を大きくすること、すなわち第2面20b側における金属層28の幅M2を小さくすることが好ましいと言える。

【0053】

図4において、第2部分37の端部39および第1部分32の端部34を通る直線L1が、蒸着マスク20の法線方向Nに対してなす角度が、符号 $\theta 1$ で表されている。斜めに移動する蒸着材料98を、第2開口部35の壁面36に到達させることなく可能な限り有機EL基板92に到達させるためには、角度 $\theta 1$ を大きくすることが有利となる。角度 $\theta 1$ を大きくする上では、第1面20a側における金属層28の幅M1に比べて第2面20b側における金属層28の幅M2を小さくすることが有効である。また図から明らかなように、角度 $\theta 1$ を大きくする上では、第1部分32の厚みT1や第2部分37の厚みT2を小さくすることも有効である。ここで「第1部分32の厚みT1」は、第1部分32と第2部分37との境界における第1部分32の厚みを意味している。また図5から明らかなように、第2部分37の厚みT2は、蒸着マスク20の有効領域22を構成する金属層28の厚みと同義である。なお幅M2や厚みT1、厚みT2を過剰に小さくしてしまうと、蒸着マスク20の強度が低下し、このため搬送時や使用時に蒸着マスク20が破損してしまうことが考えられる。例えば、蒸着マスク20をフレーム15に張設する際に蒸着マスク20に加えられる引張り応力によって、蒸着マスク20が破損してしまうことが考えられる。これらの点を考慮すると、蒸着マスク20の各部分の幅や厚みが以下の範囲に設定されることが好ましいと言える。これによって、上述の角度 $\theta 1$ を例えば45°以上にすることができる。

【0054】

- ・第1面20a側における金属層28の幅M1：5～25 μm
- ・第2面20b側における金属層28の幅M2：2～20 μm
- ・第1部分32の厚みT1：5 μm 以下
- ・第2部分37の厚みT2：1～50 μm 、より好ましくは3～30 μm 、さらに好ましくは3～25 μm 、さらに好ましくは3～15 μm
- ・厚みT1と厚みT2との差 ΔT ：0.1～50 μm 、より好ましくは3～30 μm 、さらに好ましくは3～25 μm 、さらに好ましくは3～15 μm

とりわけ、第2部分37の厚みT2を15 μm 以下とすることにより、後述する圧延材で作製された蒸着マスク20では得ることが困難な厚みで蒸着マスク20を作製することが

できる。この場合、シャドーの影響を低減し、蒸着材料の利用効率を向上させることが可能な蒸着マスク 20 を得ることができる。

【0055】

表 1 に、5 インチの有機 EL 表示装置において、表示画素数、および表示画素数に応じて求められる、蒸着マスク 20 の各部分の幅や厚みの値の例を示す。なお「FHD」は、Full High Definitionを意味し、「WQHD」は、Wide Quad High Definitionを意味し、「UHD」は、Ultra High Definitionを意味している。

【表 1】

表示画素数	M 1	M 2	T 1	T 2	ΔT
FHD	30 μ m 以下	25 μ m 以下	5 μ m 以下	3～30 μ m	1～25 μ m
WQHD	25 μ m 以下	20 μ m 以下	4 μ m 以下	3～25 μ m	1～21 μ m
UHD	15 μ m 以下	10 μ m 以下	3 μ m 以下	3～15 μ m	0.1～15 μ m

10

【0056】

次に、第 1 部分 3 2 の形状についてより詳細に説明する。仮に図 5 において点線で示すように、端部 3 4 において第 1 部分 3 2 が、第 2 面 2 0 b 側へ向かって大きく切り立った形状を有している場合、貫通孔 2 5 の第 2 開口部 3 5 を通過した後の蒸着材料 9 8 の多くが第 1 部分 3 2 の壁面 3 1 に到達して付着してしまうことが考えられる。このような、端部 3 4 近傍における第 1 部分 3 2 への蒸着材料 9 8 の付着を抑制するため、図 5 に示すように、第 1 部分 3 2 は、端部 3 4 およびその近傍において、第 1 部分 3 2 のうち第 2 部分 3 7 に接する部分における厚み T 1 よりも小さな厚みを有することが好ましい。例えば図 5 に示すように、第 1 部分 3 2 の厚みが、第 1 部分 3 2 のうち第 2 部分 3 7 に接する部分から端部 3 4 に向かうにつれて単調に減少していることが好ましい。このような第 1 部分 3 2 の形状は、後述するように、めっき処理によって第 1 部分 3 2 を形成することによって実現され得る。

20

【0057】

(蒸着マスクの製造方法)

次に、以上のような構成からなる蒸着マスク 20 を製造する方法について、図 6～図 1 3 B を参照して説明する。

【0058】

まず、後述する基材 5 1 上に、めっき処理によって、貫通孔 2 5 が設けられた金属層 2 8 (マスク本体) を形成する工程 (成膜工程) が実施される。当該成膜工程は、後述する準備工程と、表面処理用レジスト形成工程と、表面処理工程と、めっき用レジスト形成工程と、めっき処理工程と、を有している。

【0059】

(準備工程)

はじめに図 6 に示すように、めっき処理の際の下地となる基材 5 1 を準備する準備工程を実施する。ここでは、めっき処理が電解めっき処理である例について説明する。この場合、基材 5 1 の表面 5 1 a のうち少なくとも金属層 2 8 が析出する部分は、導電性を有する導電層によって構成されている。例えば基材 5 1 全体が、導電性を有する導電層によって構成されていてもよい。この場合、基材 5 1 のうち表面 5 1 a の反対側に位置する裏面 5 1 b には、裏面 5 1 b が他の部材と導通してしまうことを防ぐための、絶縁性を有するカバーフィルム 5 2 が設けられていてもよい。

40

【0060】

後述するめっき処理の際に所定の金属を析出させることができる限りにおいて、基材 5 1 の導電層を構成する材料が特に限られることはない。例えば、基材 5 1 の導電層を構成

50

する材料としては、金属材料や酸化物導電性材料等の導電性を有する材料が適宜用いられる。金属材料の例としては、例えばステンレススチールや銅などを挙げることができる。好ましくは、後述するめっき用レジストパターン60に対する高い密着性を有する材料が、基材51の導電層を構成する材料として用いられる。例えばめっき用レジストパターン60が、アクリル系光硬化性樹脂を含むレジスト膜など、いわゆるドライフィルムと称されるものをパターニングすることによって作製される場合、基材51の導電層を構成する材料として、ドライフィルムに対する高い密着性を有する銅が用いられることが好ましい。

【0061】

準備工程においては、基材51を準備した後、基材51の表面51aに高密着性領域55および低密着性領域56を形成する工程を実施する。ここで「高密着性領域55および低密着性領域56」は、高密着性領域55に対する、後述するめっき用レジストパターン60の第1面61の密着力が、低密着性領域56に対するめっき用レジストパターン60の第1面61の密着力よりも相対的に高くなるよう構成された領域として定義される。図9Aおよび図9Bは、高密着性領域55および低密着性領域56が形成された基材51を示す断面図および平面図である。高密着性領域55は、めっき処理によって基材51の表面51a上に作製される蒸着マスク20の第1面20a側の第1開口部30に対応する領域である。図9Aおよび図9Bに示すように、高密着性領域55は、基材51の表面51a上に複数形成される。また各高密着性領域55は、第1開口部30に対応する形状、例えば略矩形形状を有している。一方、低密着性領域56は、各高密着性領域55を取り囲むよう形成される。高密着性領域55および低密着性領域56とめっき用レジストパターン60との間の密着力の評価方法としては、例えば、JIS K5400-8に記載の基盤目試験、JIS-5600-5-6に記載のクロスカット法、JIS K5600-5-7に記載のプルオフ法などを用いることができる。

【0062】

(表面処理用レジスト形成工程)

以下、基材51上に高密着性領域55および低密着性領域56を形成する方法の一例について、図7および図8を参照して説明する。はじめに図7に示すように、基材51の表面51aのうち低密着性領域56に対応する領域の上に表面処理用レジストパターン53を形成する表面処理用レジスト形成工程を実施する。言い換えると、基材51の表面51aのうち高密着性領域55に対応する領域に隙間53aが空けられるよう、基材51の表面51a上に表面処理用レジストパターン53を設ける。具体的には、はじめに、基材51の表面51aにドライフィルムを貼り付けることによって、ネガ型のレジスト膜を形成する。ドライフィルムの例としては、例えば日立化成製のRY3310など、アクリル系光硬化性樹脂を含むものを挙げることができる。次に、レジスト膜のうち隙間53aとなるべき領域に光を透過させないようにした露光マスクを準備し、露光マスクをレジスト膜上に配置する。その後、真空密着によって露光マスクをレジスト膜に十分に密着させる。なおレジスト膜として、ポジ型のものが用いられてもよい。この場合、露光マスクとして、レジスト膜のうちの除去したい領域に光を透過させるようにした露光マスクが用いられる。

【0063】

その後、レジスト膜を露光マスク越しに露光する。さらに、露光されたレジスト膜に像を形成するためにレジスト膜を現像する。以上のようにして、図7に示す表面処理用レジストパターン53を形成することができる。なお、表面処理用レジストパターン53を基材51の表面51aに対してより強固に密着させるため、現像工程の後に表面処理用レジストパターン53を加熱する熱処理工程を実施してもよい。

【0064】

(表面処理工程)

次に、図8に示すように、基材51の表面51aのうち表面処理用レジストパターン53によって覆われていない領域を表面処理して被処理領域54を形成する表面処理工程を

実施する。ここでは、表面処理液として、基材 51 の表面 51 a をソフトエッチングすることによって表面 51 a を粗化することができるものが用いられる。例えば表面処理液として、過酸化水素水および硫酸を含む、いわゆる過酸化水素／硫酸系のソフトエッチング剤などが用いられ、具体的にはAtotek社製のボンドフィルムなどが用いられ得る。このような表面処理液を用いて基材 51 の表面 51 a を部分的に粗化することにより、後述するめっき用レジストパターン 60 に対する表面 51 a の被処理領域 54 の密着力を部分的に高めることができる。すなわち、表面処理液によって表面処理された被処理領域 54 が、めっき用レジストパターン 60 に対する高い密着力を有する高密着性領域 55 となる。また、表面処理用レジストパターン 53 によって覆われているために表面処理が施されなかった領域が、めっき用レジストパターン 60 に対する密着力が高密着性領域 55 に比べて相対的に低い低密着性領域 56 となる。高密着性領域 55 に施される粗化処理の程度、例えば高密着性領域 55 の表面粗さは、高密着性領域 55 を構成する材料や後述するめっき用レジストパターン 60 を構成する材料などに応じて適宜定められる。例えば、菱化システム社製の走査型白色干渉計VertScanを用いて表面粗さを測定した場合、高密着性領域 55 および低密着性領域 56 における表面粗さはそれぞれ以下の範囲内になっている。

【表 2】

	算術平均粗さ (Ra)	最大高さ (Ry)	表面積率 (s-ratio)
高密着性領域	0.2～0.7 μm	2.0～5.0 μm	1.6～2.6
低密着性領域	0.2 μm 以下	2.0 μm 以下	1.1 以下

なお表 2 において、「表面積率 (s-ratio)」は、高密着性領域 55 や低密着性領域 56 の表面の起伏や凹凸を考慮しない、表面の二次元的な投影面積に対する、高密着性領域 55 や低密着性領域 56 の表面の起伏や凹凸を含めた、表面の三次元的な実測面積の比を意味している。

【0065】

なお、めっき用レジストパターン 60 に対する基材 51 の表面 51 a の密着力を部分的に高めることができる限りにおいて、表面処理工程の内容が、上述の粗化処理に限られることはない。例えば表面処理工程は、めっき用レジストパターン 60 に対する高い密着性を有する層を、基材 51 の表面 51 a のうち表面処理用レジストパターン 53 によって覆われていない領域に設ける工程であってもよい。

【0066】

その後、表面処理用レジストパターン 53 を除去する除去工程を実施する。例えばアルカリ系剥離液を用いることによって、表面処理用レジストパターン 53 を基材 51 の表面 51 a から剥離させることができる。このようにして、図 9 A および図 9 B に示すように、複数の高密着性領域 55 と、高密着性領域 55 を取り囲む低密着性領域 56 と、に区画された表面 51 a を有する基材 51 を準備することができる。

【0067】

(めっき用レジスト形成工程)

次に、基材 51 の表面 51 a 上に、所定の隙間 64 を空けてめっき用レジストパターン 60 を形成するめっき用レジスト形成工程を実施する。図 10 A および図 10 B は、めっき用レジストパターン 60 が形成された基材 51 を示す断面図および平面図である。図 10 A に示すように、めっき用レジストパターン 60 は、基材 51 の表面 51 a に対向する第 1 面 61 と、第 1 面 61 の反対側に位置する第 2 面 62 と、隙間 64 に面する側面 63 と、を含んでいる。

【0068】

めっき用レジスト形成工程は、図 10 A および図 10 B に示すように、めっき用レジストパターン 60 の第 1 面 61 が高密着性領域 55 を覆うとともに低密着性領域 56 にまで

広がり、かつ、めっき用レジストパターン60の隙間64が低密着性領域56上に位置するよう、実施される。この場合、図10Aに示すように、めっき用レジストパターン60の第1面61は、高密着性領域55および低密着性領域56の両方に接し、まためっき用レジストパターン60の側面63は低密着性領域56に接するようになる。なお上述のように高密着性領域55には粗化处理が施されているので、高密着性領域55に対するめっき用レジストパターン60の密着力は、低密着性領域56に対するめっき用レジストパターン60の密着力よりも高くなっている。

【0069】

後述するように、蒸着マスク20の第1部分32は、低密着性領域56とめっき用レジストパターン60との間に浸入しためっき液によって形成される。めっき用レジストパターン60のうち高密着性領域55から低密着性領域56へはみ出している部分の幅kは、第1面20a上における第1部分32の幅M3に対応しており、例えば0.5~5.0 μ mの範囲内になっている。

10

【0070】

めっき用レジスト形成工程においては、上述の表面処理用レジスト形成の場合と同様に、はじめに、基材51の表面51aにドライフィルムを貼り付けることによって、ネガ型のレジスト膜を形成する。ドライフィルムの例としては、例えば日立化成製のRY3310など、アクリル系光硬化性樹脂を含むものを挙げることができる。次に、レジスト膜のうち隙間64となるべき領域に光を透過させないようにした露光マスクを準備し、露光マスクをレジスト膜上に配置する。その後、真空密着によって露光マスクをレジスト膜に十分に密着させる。なおレジスト膜として、ポジ型のものが用いられてもよい。この場合、露光マスクとして、レジスト膜のうちの除去したい領域に光を透過させるようにした露光マスクが用いられる。

20

【0071】

その後、レジスト膜を露光マスク越しに露光する。さらに、露光されたレジスト膜に像を形成するためにレジスト膜を現像する。以上のようにして、図10Aおよび図10Bに示すめっき用レジストパターン60を形成することができる。なお、めっき用レジストパターン60を基材51の表面51aに対して、特に高密着性領域55に対してより強固に密着させるため、現像工程の後にめっき用レジストパターン60を加熱する熱処理工程を実施してもよい。また現像工程の後、酸性の溶液などを用いてめっき用レジストパターン60に囲まれた低密着性領域56の金属表面を活性化する活性化工程を実施してもよい。これによって、めっき用レジストパターン60と低密着性領域56との間の密着性をより低くすることができる。酸性の溶液としては、例えばスルファミン酸を用いることができる。

30

【0072】

(めっき処理工程)

次に、めっき用レジストパターン60の隙間64にめっき液を供給するめっき処理工程を実施する。例えば、めっき用レジストパターン60が設けられた基材51を、めっき液が充填されためっき槽に浸してもよい。これによって、図11に示すように、隙間64において基材51の表面51a上に金属層28を析出させることができる。

40

【0073】

基材51の表面51a上に金属層28を析出させることができる限りにおいて、めっき処理工程の具体的な方法が特に限られることとはない。例えば、めっき処理工程は、基材51の導電層に電流を流すことによって基材51の表面51aの低密着性領域56上に金属層28を析出させる、いわゆる電解めっき処理工程として実施されてもよい。若しくは、めっき処理工程は、無電解めっき処理工程であってもよい。なおめっき処理工程が無電解めっき処理工程である場合、基材51の導電層上には適切な触媒層が設けられる。電解めっき処理工程が実施される場合にも、基材51の導電層上に触媒層が設けられていてもよい。

【0074】

50

用いられるめっき液の成分は、金属層 28 に求められる特性に応じて適宜定められる。例えば金属層 28 が、ニッケルを含む鉄合金によって構成される場合、めっき液として、ニッケル化合物を含む溶液と、鉄化合物を含む溶液との混合溶液を用いることができる。例えば、スルファミン酸ニッケルや臭化ニッケルを含む溶液と、スルファミン酸第一鉄を含む溶液との混合溶液を用いることができる。めっき液には、様々な添加剤が含まれていてもよい。添加剤としては、例えば、ホウ酸などの pH 緩衝剤や、マロン酸やサッカリンなどの添加剤が含まれていてもよい。その他にも、金属層 28 を構成する材料に応じて、例えば、ニッケルおよびコバルトを含むめっき液や、ニッケルを含むめっき液などを用いることができる。

【0075】

ところで上述のように、めっき用レジストパターン 60 の隙間 64 は基材 51 の低密着性領域 56 上に位置している。まためっき用レジストパターン 60 は、高密着性領域 55 から低密着性領域 56 へはみ出している。この場合、めっき用レジストパターン 60 の隙間 64 に供給されためっき液は、低密着性領域 56 とめっき用レジストパターン 60 の第 1 面 61 との間にも浸入し得る。このようなめっき液の浸入が生じるため、図 11 に示すように、隙間 64 だけでなく、基材 51 の低密着性領域 56 とめっき用レジストパターン 60 の第 1 面 61 との間においても金属（金属層 28）の析出が生じる。このため、めっき処理工程によって基材 51 の表面 51a 上に生じる金属層 28 は、めっき用レジストパターン 60 の隙間 64 において析出した金属によって形成される第 2 部分 37 に加えて、基材 51 の低密着性領域 56 とめっき用レジストパターン 60 の第 1 面 61 との間において析出した金属によって形成される第 1 部分 32 を含むようになる。一方、高密着性領域 55 においては粗化処理によってめっき用レジストパターン 60 に対する密着力が高められている。このため図 11 に示すように、めっき液の浸入を高密着性領域 55 によって食い止めることができる。このため、金属層 28 に上述の第 1 開口部 30 を確保することができる。

【0076】

このようにして、図 4 および図 5 に示す金属層 28 が得られる。

【0077】

（除去工程）

その後、図 12 に示すように、めっき用レジストパターン 60 を金属層 28 から除去する除去工程を実施する。例えばアルカリ系剥離液を用いることによって、めっき用レジストパターン 60 を基材 51 の表面 51a から剥離させることができる。めっき用レジストパターン 60 が除去されることにより、貫通孔 25 が現れ、貫通孔 25 が設けられた金属層 28 を得ることができる。

【0078】

（分離工程）

次に、金属層 28 を基材 51 の表面 51a から分離させる分離工程を実施する。これによって、図 13A に示すように、第 1 面 20a から第 2 面 20b まで延びる第 2 部分 37 と、第 1 面 20a 側において第 2 部分 37 から貫通孔 25 の中心側に向かって広がる第 1 部分 32 と、を含む金属層 28 を有する蒸着マスク 20 を得ることができる。図 13B は、蒸着マスク 20 を第 2 面 20b 側から見た場合を示す平面図である。

【0079】

以下、分離工程の一例について詳細に説明する。はじめに、粘着性を有する物質が塗工などによって設けられているフィルムを、基材 51 上に形成された金属層 28 に貼り付ける。次に、フィルムを引き上げたり巻き取ったりすることにより、フィルムを基材 51 から引き離し、これによって、金属層 28 を基材 51 から分離させる。その後、金属層 28 からフィルムを剥がす。

【0080】

なお粘着性を有する物質としては、UV などの光を照射されることによって、または加熱されることによって粘着性を喪失する物質を使用してもよい。この場合、金属層 28 を

基材 5 1 から分離させた後、フィルムに光を照射する工程やフィルムを加熱する工程を実施する。これによって、金属層 2 8 からフィルムを剥がす工程を容易化することができる。例えば、フィルムと金属層 2 8 とを可能な限り互いに平行な状態に維持した状態で、フィルムを剥がすことができる。これによって、フィルムを剥がす際に金属層 2 8 が湾曲することを抑制することができ、このことにより、蒸着マスク 2 0 に湾曲などの変形のくせがついてしまうことを抑制することができる。

【0081】

上述した形態 1 によれば、上述のように、めっき用レジスト形成工程は、めっき用レジストパターン 6 0 が高密着性領域 5 5 を覆うとともに低密着性領域 5 6 にまで広がり、かつ、めっき用レジストパターン 6 0 の隙間 6 4 が低密着性領域 5 6 上に位置するよう、実施される。このため、めっき処理工程の際、低密着性領域 5 6 とめっき用レジストパターン 6 0 との間にめっき液を少なくとも部分的に浸入させることができる。これによって、金属層 2 8 は、基材 5 1 の低密着性領域 5 6 とめっき用レジストパターン 6 0 との間において析出した金属によって形成される第 1 部分 3 2 と、めっき用レジストパターン 6 0 の隙間 6 4 において析出した金属によって形成される第 2 部分 3 7 と、を含むようになる。この場合、蒸着マスク 2 0 の貫通孔 2 5 の形状は、第 1 面 2 0 a においては第 1 部分 3 2 によって画定され、第 2 面 2 0 b においては第 2 部分 3 7 によって画定される。従って、複雑な形状を有する貫通孔 2 5 を得ることができる。

10

【0082】

また、低密着性領域 5 6 とめっき用レジストパターン 6 0 との間に浸入しためっき液を利用して第 2 部分を形成することにより、小さな厚みを有する第 1 部分 3 2 を得ることができる。さらに、第 1 部分 3 2 の厚みを、第 1 部分 3 2 のうち第 2 部分 3 7 に接する部分から端部 3 4 に向かうにつれて単調に減少させることも可能になる。これによって、有機 EL 基板 9 2 に到達し得る蒸着材料 9 8 の飛来角度に対応する上述の角度 $\theta 1$ を効率的に大きくすることができる。

20

【0083】

また、めっき処理を利用して金属層 2 8 を形成することにより、貫通孔 2 5 の形状とは独立に、蒸着マスク 2 0 の厚みを任意に設定することができる。このため、十分な強度を蒸着マスク 2 0 に持たせることができる。従って、高精細な有機 EL 表示装置を製造することができ、かつ耐久性に優れた蒸着マスク 2 0 を提供することができる。

30

【0084】

〔形態 2 めっき処理によって作製された 2 層構造を有する蒸着マスク〕

次に、蒸着マスク 2 0 がめっき処理によって作製された 2 層構造を有する場合について説明する。図 1 4 は、めっき処理によって作製された 2 層構造の蒸着マスク 2 0 を、図 3 の A-A 線に沿って切断した場合を示す断面図である。

【0085】

この形態における蒸着マスク 2 0 は、図 1 4 に示すように、金属層組合体 2 8 ' (マスク本体) と、金属層組合体 2 8 ' に設けられた複数の上述した貫通孔 2 5 と、を備えている。このうち金属層組合体 2 8 ' は、所定のパターンで第 1 開口部 3 0 が設けられた第 1 金属層 3 2 ' と、第 1 開口部 3 0 に連通する第 2 開口部 3 5 が設けられた第 2 金属層 3 7 ' と、を有している。第 2 金属層 3 7 ' は、第 1 金属層 3 2 ' よりも蒸着マスク 2 0 の第 2 面 2 0 b 側に配置されている。図 1 4 に示す例においては、第 1 金属層 3 2 ' が蒸着マスク 2 0 の第 1 面 2 0 a を構成し、第 2 金属層 3 7 ' が蒸着マスク 2 0 の第 2 面 2 0 b を構成している。

40

【0086】

このうち金属層組合体 2 8 ' は、上述した金属層 2 8 と同様に、上記式 (1) を満たしている。

【0087】

ここで、本明細書では、金属層組合体 2 8 ' との用語は、上述した金属層 2 8 と同様に、貫通孔 2 5 が形成されていない状態 (単なる板状) の部材の概念を意味するものとして

50

用いる。すなわち、本明細書では、概念的には、金属層組合体 28' に、金属層組合体 28' とは別の概念である複数の貫通孔 25 が設けられた構成を、蒸着マスク 20 が有しているとする。このことにより、金属層組合体 28' が上記式 (1) を満たしているとは、貫通孔 25 が形成されていない状態の金属層組合体 28' が上記式 (1) を満たしていることを意味し、貫通孔 25 が形成された状態の金属層組合体 28' が上記式 (1) を満たしていることを意味するものではない。貫通孔 25 が形成された状態の金属層組合体 28' では、インデンテーション弾性率や 0.2% 耐力 (若しくは、インデンテーション硬度) が、貫通孔 25 の大きさ、ピッチ、形状等によって影響を受けると考えられる。このため、蒸着マスク 20 の完成形として、金属層組合体 28' に複数の貫通孔 25 が形成された状態においては、上記式 (1) を満たす金属層組合体 28' の領域は、貫通孔 25 が形成されていない領域、より詳細にはインデンテーション弾性率および 0.2% 耐力 (若しくは、インデンテーション硬度) に貫通孔 25 の影響が及ばない領域であり、例えば、上述した周囲領域 23 のうち貫通孔 25 の影響が及ばない領域や、有効領域 22 のうち互いに隣り合う貫通孔 25 同士の間の領域となる。従って、蒸着マスク 20 の完成形から金属層組合体 28' のインデンテーション弾性率および 0.2% 耐力 (若しくは、インデンテーション硬度) を調べる場合には、周囲領域 23 のうち貫通孔 25 が含まれない領域を切り取って、後述するナノ・インデンテーション試験、および 0.2% 耐力を調べる場合には引張試験を行うことが好適である。また、有効領域 22 であっても、互いに隣り合う貫通孔 25 同士の間の距離が、ナノ・インデンテーション試験および 0.2% 耐力を調べる場合の引張試験を行うことが可能な程度の距離であれば、貫通孔 25 同士の間の領域を切り取ってもよい。なお、材料特性の点で述べると、一般的に蒸着マスク 20 の金属層組合体 28' は、材料の組成や材質が位置によって異なることはない。このため、貫通孔 25 に近い位置と、貫通孔 25 から離れた位置とで、材料の特性が異なることはない。

【0088】

形態 2 においては、第 1 開口部 30 と第 2 開口部 35 とが互いに連通することにより、蒸着マスク 20 を貫通する貫通孔 25 が構成されている。この場合、蒸着マスク 20 の第 1 面 20a 側における貫通孔 25 の開口寸法や開口形状は、第 1 金属層 32' の第 1 開口部 30 によって画定される。一方、蒸着マスク 20 の第 2 面 20b 側における貫通孔 25 の開口寸法や開口形状は、第 2 金属層 37' の第 2 開口部 35 によって画定される。言い換えると、貫通孔 25 には、第 1 金属層 32' の第 1 開口部 30 によって画定される形状、および、第 2 金属層 37' の第 2 開口部 35 によって画定される形状の両方が付与されている。

【0089】

図 14 において、符号 40 は、第 1 金属層 32' と第 2 金属層 37' とが接続される接続部を表している。なお図 14 においては、第 1 金属層 32' と第 2 金属層 37' とが接している例を示したが、これに限られることはなく、第 1 金属層 32' と第 2 金属層 37' との間にその他の層が介在されていてもよい。例えば、第 1 金属層 32' と第 2 金属層 37' との間に、第 1 金属層 32' 上における第 2 金属層 37' の析出を促進させるための触媒層が設けられていてもよい。

【0090】

図 15A は、図 14 の第 1 金属層 32' および第 2 金属層 37' の一部を拡大して示す図である。図 15A に示すように、蒸着マスク 20 の第 2 面 20b における第 2 金属層 37' の幅 M5 は、蒸着マスク 20 の第 1 面 20a における第 1 金属層 32' の幅 M4 よりも小さくなっている。言い換えると、第 2 面 20b における貫通孔 25 (第 2 開口部 35) の開口寸法 S2 は、第 1 面 20a における貫通孔 25 (第 1 開口部 30) の開口寸法 S1 よりも大きくなっている。以下、このように第 1 金属層 32' および第 2 金属層 37' を構成することの利点について説明する。

【0091】

蒸着マスク 20 の第 2 面 20b 側から飛来する蒸着材料 98 は、貫通孔 25 の第 2 開口部 35 および第 1 開口部 30 を順に通って有機 EL 基板 92 に付着する。有機 EL 基板 9

10

20

30

40

50

2のうち蒸着材料98が付着する領域は、第1面20aにおける貫通孔25の開口寸法S1や開口形状によって主に定められる。ところで、図14において第2面20b側から第1面20aへ向かう矢印L1で示すように、蒸着材料98は、るつぼ94から有機EL基板92に向けて蒸着マスク20の法線方向Nに沿って移動するだけでなく、蒸着マスク20の法線方向Nに対して大きく傾斜した方向に移動することもある。ここで、仮に第2面20bにおける貫通孔25の開口寸法S2が第1面20aにおける貫通孔25の開口寸法S1と同一であるとする、蒸着マスク20の法線方向Nに対して大きく傾斜した方向に移動する蒸着材料98の多くは、貫通孔25を通して有機EL基板92に到達するよりも前に、貫通孔25の第2開口部35の壁面36に到達して付着してしまう。従って、蒸着材料98の利用効率を高めるためには、第2開口部35の開口寸法S2を大きくすること、すなわち第2金属層37'の幅M5を小さくすることが好ましいと言える。

10

【0092】

図14において、第2金属層37'の端部39を通るとともに第1金属層32'の壁面31に接する直線L1が、蒸着マスク20の法線方向Nに対してなす角度が、符号 $\theta 1$ で表されている。斜めに移動する蒸着材料98を、第2開口部35の壁面36に到達させることなく可能な限り有機EL基板92に到達させるためには、角度 $\theta 1$ を大きくすることが有利となる。角度 $\theta 1$ を大きくする上では、第1金属層32'の幅M4に比べて第2金属層37'の幅M5を小さくすることが有効である。また図から明らかなように、角度 $\theta 1$ を大きくする上では、第1金属層32'の厚みT4や第2金属層37'の厚みT5を小さくすることも有効である。ここで「第1金属層32'の厚みT4」は、第1金属層32'のうち第2金属層37'に接続される部分における厚みを意味している。なお第2金属層37'の幅M5、第1金属層32'の厚みT5や第2金属層37'の厚みT5を過剰に小さくしてしまうと、蒸着マスク20の強度が低下し、このため搬送時や使用時に蒸着マスク20が破損してしまうことが考えられる。例えば、蒸着マスク20をフレーム15に張設する際に蒸着マスク20に加えられる引張り応力によって、蒸着マスク20が破損してしまうことが考えられる。これらの点を考慮すると、第1金属層32'および第2金属層37'の寸法が以下の範囲に設定されることが好ましいと言える。これによって、上述の角度 $\theta 1$ を例えば45°以上にすることができる。

20

【0093】

- ・第1面20a側における第1金属層32'の幅M4：5～25 μm
- ・第2面20b側における第2金属層37'の幅M5：2～20 μm
- ・蒸着マスク20の厚みT3：1～50 μm 、より好ましくは3～30 μm 、さらに好ましくは3～25 μm 、さらに好ましくは3～15 μm
- ・第1金属層32'の厚みT4：5 μm 以下
- ・第2金属層37'の厚みT5：0.1～50 μm 、より好ましくは3～30 μm 、さらに好ましくは3～25 μm 、さらに好ましくは3～15 μm

とりわけ、蒸着マスク20の厚みT3を15 μm 以下とすることにより、後述する圧延材で作製された蒸着マスク20では得ることが困難な厚みで蒸着マスク20を作製することができる。この場合、シャドーの影響を低減し、蒸着材料の利用効率を向上させることが可能な蒸着マスク20を得ることができる。

30

40

【0094】

表3に、5インチの有機EL表示装置において、表示画素数、および表示画素数に応じて求められる、蒸着マスク20の各部分の幅や厚みの値の例を示す。なお「FHD」は、Full High Definitionを意味し、「WQHD」は、Wide Quad High Definitionを意味し、「UHD」は、Ultra High Definitionを意味している。

【表 3】

表示画素数	M 4	M 5	T 3	T 4	T 5
FHD	30 μ m以下	25 μ m以下	3~30 μ m	5 μ m以下	1~25 μ m
WQHD	25 μ m以下	20 μ m以下	3~25 μ m	4 μ m以下	1~21 μ m
UHD	15 μ m以下	10 μ m以下	3~15 μ m	3 μ m以下	0.1~15 μ m

10

【0095】

次に、第1金属層32'の形状についてより詳細に説明する。仮に図15Aにおいて点線で示すように、端部34において第1金属層32'が、第2面20b側へ向かって大きく切り立った形状を有している場合、貫通孔25の第2開口部35を通過した後の蒸着材料98の多くが第1金属層32'の壁面31に到達して付着してしまうことが考えられる。このような、端部34近傍における第1金属層32'への蒸着材料98の付着を抑制するため、図15Aに示すように、第1金属層32'は、端部34およびその近傍において、第1金属層32'のうち第2金属層37'に接続される部分における厚みT4よりも小さな厚みを有することが好ましい。例えば図15Aに示すように、第1金属層32'の厚みが、第1金属層32'のうち第2金属層37'に接続される部分から端部34に向かうにつれて減少していることが好ましい。このような第1金属層32'の形状は、後述するように、めっき処理によって第1金属層32'を形成することによって実現され得る。

20

【0096】

図15Aにおいて、蒸着機から、第2金属層37'の端部39を通ることなく第1金属層32'の壁面31に接する直線L2が表されている。この直線L2が蒸着マスク20の法線方向Nに対してなす角度は、符号 $\theta 2$ となっている。この角度 $\theta 2$ は、端部39を通らないために上述した角度 $\theta 1$ よりも小さくなっている。このような角度 $\theta 2$ に相当する蒸着角度 $\phi (=90^\circ - \theta 2)$ を有する蒸着機に蒸着マスク20を適用した場合には、図15Bに示すようなシャドウが発生し得る。ここで、角度 $\theta 2$ について、図15Bを用いてより詳細に説明する。

30

【0097】

図15Bには、二点鎖線で示すように矩形状に形成された第1金属層32'の壁面31の角部を通る直線L3が法線方向Nに対してなす角度を $\theta 2'$ とした場合に、シャドウSH1が発生し得ることが示されている。このように壁面31が矩形状に形成されている場合には、厚みを小さくすることによりシャドウを小さくすることが可能となるが、この場合には、蒸着マスク20の強度が低下し得る。

【0098】

これに対して、図15Bに示すように、湾曲状に形成された壁面31に接する角度 $\theta 2'$ の直線L4によって発生し得るシャドウは、SH2となる。このシャドウSH2は、上述のシャドウSH1よりも小さくなっている。このことにより、壁面31が矩形状に形成された場合よりも湾曲状に形成された場合の方が、シャドウを小さくすることができる。言い換えると、同じシャドウを得るためには、壁面31が矩形状に形成された場合よりも湾曲状に形成された場合の方が、当該壁面31に接する直線の角度を大きくすることができる。すなわち、図15Bに示すように、湾曲状の壁面31に接する直線L5の角度が、 $\theta 2'$ よりも大きい $\theta 2''$ である場合であっても、得られるシャドウはSH1となる。このことにより、壁面31が湾曲状に形成された蒸着マスク20は、角度 $\theta 2$ が大きくなり得る、すなわち蒸着角度 ϕ が小さくなり得る蒸着機に適用することができる。また、第1金属層32'の厚みを小さくしなくても、壁面31を湾曲状に形成することによって当該壁面31に接する直線の角度が大きくなるため、蒸着マスク20の強度を確保することもできる。

40

50

【0099】

このようにして、蒸着マスク20を、図15Aに示す角度 $\theta 2$ が大きくなり得る蒸着機に適用可能とすることが好適である。例えば、上述したように壁面31を湾曲状に形成することにより、角度 $\theta 2$ が、好ましくは 30° 以上、より好ましくは 45° 以上となり得る蒸着機に適用することが可能となる。

【0100】

このような壁面31の湾曲形状も、めっき処理によって第1金属層32'を形成することによって実現され得る。なお「壁面31」とは、第1金属層32'の面のうち第1開口部30を画成する面のことである。上述の「壁面36」も同様に、第2金属層37'の面のうち第2開口部35を画成する面のことである。

10

【0101】

(蒸着マスクの製造方法)

次に、以上のような構成からなる蒸着マスク20を製造する方法について、図16～図21Bを参照して説明する。

【0102】

まず、後述する基材51'上に、めっき処理によって、貫通孔25が設けられた金属層組合物28'(マスク本体)を形成する工程が実施される。当該工程は、具体的には、後述する第1成膜工程と、第2成膜工程と、を有している。

【0103】

(第1成膜工程)

20

はじめに、絶縁性を有する基材51'上に所定のパターンで第1開口部30が設けられた第1金属層32'を形成する第1成膜工程について説明する。まず図16に示すように、絶縁性を有する基材51'と、基材51'上に形成された導電性パターン52'と、を有するパターン基板50を準備する準備工程を実施する。導電性パターン52'は、第1金属層32'に対応するパターンを有している。絶縁性および適切な強度を有する限りにおいて基材51'を構成する材料や基材51'の厚みが特に限られることはない。例えば基材51'を構成する材料として、ガラスや合成樹脂などを用いることができる。

【0104】

導電性パターン52'を構成する材料としては、金属材料や酸化物導電性材料等の導電性を有する材料が適宜用いられる。金属材料の例としては、例えばクロムや銅などを挙げることができる。好ましくは、後述するレジストパターン60'に対する高い密着性を有する材料が、導電性パターン52'を構成する材料として用いられる。例えばレジストパターン60'が、アクリル系光硬化性樹脂を含むレジスト膜など、いわゆるドライフィルムと称されるものをパターンニングすることによって作製される場合、導電性パターン52'を構成する材料として、ドライフィルムに対する高い密着性を有する銅が用いられることが好ましい。

30

【0105】

後述するように、導電性パターン52'の上には、導電性パターン52'を覆うように第1金属層32'が形成され、この第1金属層32'はその後の工程で導電性パターン52'から分離される。例えば導電性パターン52'の厚みは、 $50 \sim 500 \text{ nm}$ の範囲内になっている。

40

【0106】

次に、導電性パターン52'が形成された基材51'上に第1めっき液を供給して、導電性パターン52'上に第1金属層32'を析出させる第1めっき処理工程を実施する。例えば、導電性パターン52'が形成された基材51'を、第1めっき液が充填されためっき槽に浸す。これによって、図17Aに示すように、パターン基板50上に、所定のパターンで第1開口部30が設けられた第1金属層32'を得ることができる。図17Bは、基材51'上に形成された第1金属層32'を示す平面図である。

【0107】

なおめっき処理の特性上、図17Aに示すように、第1金属層32'は、基材51'の

50

法線方向に沿って見た場合に導電性パターン52'と重なる部分だけでなく、導電性パターン52'と重ならない部分にも形成され得る。これは、導電性パターン52'の端部53'と重なる部分に析出した第1金属層32'の表面にさらに第1金属層32'が析出するためである。この結果、図17Aに示すように、第1金属層32'の端部34は、基材51'の法線方向に沿って見た場合に導電性パターン52'と重ならない部分に位置するようになり得る。一方、金属の析出が厚み方向でなく基材51'の板面方向に進んだ分だけ、端部34およびその近傍における第1金属層32'の厚みは、中央部における厚みに比べて小さくなる。例えば図17Aに示すように、第1金属層32'の中央部から端部34に向かうにつれて第1金属層32'の厚みが少なくとも部分的に減少し、端部34およびその近傍（あるいは壁面31）が湾曲状に形成される。この結果、上述したように、適用可能な蒸着機の蒸着角度 ϕ を小さく（角度 θ_2 を大きく）することができる。

10

【0108】

図17Aにおいて、第1金属層32'のうち導電性パターン52'と重ならない部分の幅が符号wで表されている。幅wは、例えば0.5～5.0 μm の範囲内になる。導電性パターン52'の寸法は、この幅wを考慮して設定される。

【0109】

導電性パターン52'上に第1金属層32'を析出させることができる限りにおいて、第1めっき処理工程の具体的な方法が特に限られることはない。例えば第1めっき処理工程は、導電性パターン52'に電流を流すことによって導電性パターン52'上に第1金属層32'を析出させる、いわゆる電解めっき処理工程として実施されてもよい。若しくは、第1めっき処理工程は、無電解めっき処理工程であってもよい。なお第1めっき処理工程が無電解めっき処理工程である場合、導電性パターン52'上には適切な触媒層が設けられる。電解めっき処理工程が実施される場合にも、導電性パターン52'上に触媒層が設けられていてもよい。

20

【0110】

用いられる第1めっき液の成分は、第1金属層32'に求められる特性に応じて適宜定められる。例えば第1金属層32'が、ニッケルを含む鉄合金によって構成される場合、第1めっき液として、ニッケル化合物を含む溶液と、鉄化合物を含む溶液との混合溶液を用いることができる。例えば、スルファミン酸ニッケルや臭化ニッケルを含む溶液と、スルファミン酸第一鉄を含む溶液との混合溶液を用いることができる。めっき液には、様々な添加剤が含まれていてもよい。添加剤としては、例えば、ホウ酸などのpH緩衝材や、マロン酸やサッカリンなどの添加剤が含まれていてもよい。

30

【0111】**（第2成膜工程）**

次に、第1開口部30に連通する第2開口部35が設けられた第2金属層37'を第1金属層32'上に形成する第2成膜工程を実施する。まず、パターン基板50の基材51'上および第1金属層32'上に、所定の隙間64'を空けてレジストパターン60'を形成するレジスト形成工程を実施する。図18Aおよび図18Bは、基材51'上に形成されたレジストパターン60'を示す断面図および平面図である。図18Aおよび図18Bに示すように、レジスト形成工程は、第1金属層32'の第1開口部30がレジストパターン60'によって覆われるとともに、レジストパターン60'の隙間64'が第1金属層32'上に位置するように実施される。

40

【0112】

以下、レジスト形成工程の一例について説明する。はじめに、パターン基板50の基材51'上および第1金属層32'上にドライフィルムを貼り付けることによって、ネガ型のレジスト膜を形成する。ドライフィルムの例としては、例えば日立化成製のRY3310など、アクリル系光硬化性樹脂を含むものを挙げることができる。次に、レジスト膜のうち隙間64'となるべき領域に光を透過させないようにした露光マスクを準備し、露光マスクをレジスト膜上に配置する。その後、真空密着によって露光マスクをレジスト膜に十分に密着させる。なおレジスト膜として、ポジ型のものが用いられてもよい。この場合

50

、露光マスクとして、レジスト膜のうちの除去したい領域に光を透過させるようにした露光マスクが用いられる。

【0113】

その後、レジスト膜を露光マスク越しに露光する。さらに、露光されたレジスト膜に像を形成するためにレジスト膜を現像する。以上のようにして、図18Aおよび図18Bに示すように、第1金属層32'上に位置する隙間64'が設けられるとともに第1金属層32'の第1開口部30を覆うレジストパターン60'を形成することができる。なお、レジストパターン60'を基材51'および第1金属層32'に対してより強固に密着させるため、現像工程の後にレジストパターン60'を加熱する熱処理工程を実施してもよい。

10

【0114】

次に、レジストパターン60'の隙間64'に第2めっき液を供給して、第1金属層32'上に第2金属層37'を析出させる第2めっき処理工程を実施する。例えば、第1金属層32'が形成された基材51'を、第2めっき液が充填されためっき槽に浸す。これによって、図19に示すように、第1金属層32'上に第2金属層37'を形成することができる。

【0115】

第1金属層32'上に第2金属層37'を析出させることができる限りにおいて、第2めっき処理工程の具体的な方法が特に限られることとはない。例えば、第2めっき処理工程は、第1金属層32'に電流を流すことによって第1金属層32'上に第2金属層37'を析出させる、いわゆる電解めっき処理工程として実施されてもよい。若しくは、第2めっき処理工程は、無電解めっき処理工程であってもよい。なお第2めっき処理工程が無電解めっき処理工程である場合、第1金属層32'上には適切な触媒層が設けられる。電解めっき処理工程が実施される場合にも、第1金属層32'上に触媒層が設けられていてもよい。

20

【0116】

第2めっき液としては、上述の第1めっき液と同一のめっき液が用いられてもよい。若しくは、第1めっき液とは異なるめっき液が第2めっき液として用いられてもよい。第1めっき液の組成と第2めっき液の組成とが同一である場合、第1金属層32'を構成する金属の組成と、第2金属層37'を構成する金属の組成も同一になる。

30

【0117】

なお図19においては、レジストパターン60'の上面と第2金属層37'の上面とが一致するようになるまで第2めっき処理工程が継続される例を示したが、これに限られることはない。第2金属層37'の上面がレジストパターン60'の上面よりも下方に位置する状態で、第2めっき処理工程が停止されてもよい。

【0118】

このようにして、第1金属層32'上に第2金属層37'が形成され、図14および図15Aに示す第1金属層32'と第2金属層37'とを有する金属層組合体28'が得られる。

【0119】

(除去工程)

その後、図20に示すように、レジストパターン60'を除去する除去工程を実施する。例えばアルカリ系剥離液を用いることによって、レジストパターン60'を基材51'、第1金属層32'や第2金属層37'から剥離させることができる。

40

【0120】

(分離工程)

次に、第1金属層32'および第2金属層37'を有する金属層組合体28'をパターン基板50の基材51'から分離させる分離工程を実施する。これによって、図21Aに示すように、所定のパターンで第1開口部30が設けられた第1金属層32'と、第1開口部30に連通する第2開口部35が設けられた第2金属層37'と、を備えた蒸着マス

50

ク 20 を得ることができる。図 21B は、蒸着マスク 20 を第 2 面 20b 側から見た場合を示す平面図である。

【0121】

以下、分離工程の一例について詳細に説明する。はじめに、粘着性を有する物質が塗工などによって設けられているフィルムを、基材 51' 上に形成された金属層組合物 28' に貼り付ける。次に、フィルムを引き上げたり巻き取ったりすることにより、フィルムを基材 51' から引き離し、これによって、金属層組合物 28' をパターン基板 50 の基材 51' から分離させる。その後、金属層組合物 28' からフィルムを剥がす。その他にも、分離工程においては、はじめに、金属層組合物 28' と基材 51' との間に、分離のきっかけとなる間隙を形成し、次に、この間隙にエアを吹き付け、これによって分離工程を促進してもよい。

10

【0122】

なお粘着性を有する物質としては、UV などの光を照射されることによって、または加熱されることによって粘着性を喪失する物質を使用してもよい。この場合、金属層組合物 28' を基材 51' から分離させた後、フィルムに光を照射する工程やフィルムを加熱する工程を実施する。これによって、金属層組合物 28' からフィルムを剥がす工程を容易化することができる。例えば、フィルムと金属層組合物 28' とを可能な限り互いに平行な状態に維持した状態で、フィルムを剥がすことができる。これによって、フィルムを剥がす際に金属層組合物 28' が湾曲することを抑制することができ、このことにより、蒸着マスク 20 に湾曲などの変形のくせがついてしまうことを抑制することができる。

20

【0123】

上述した形態 2 によれば、上述のように、レジストパターン 60' の隙間 64' に第 2 めっき液を供給して、第 1 金属層 32' 上に第 2 金属層 37' を析出させることによって、蒸着マスク 20 が作製される。このため、蒸着マスク 20 の貫通孔 25 に、第 1 金属層 32' の第 1 開口部 30 によって画定される形状、および、第 2 金属層 37' の第 2 開口部 35 によって画定される形状の両方を付与することができる。従って、複雑な形状を有する貫通孔 25 を精密に形成することができる。例えば、上述の角度 $\theta 1$ を大きくすることが可能な貫通孔 25 を得ることができる。とりわけ、第 1 金属層 32' の端部 34 およびその近傍を、後述する形態 3 よりも大きく湾曲状に形成することができるため、当該角度 $\theta 1$ をより一層大きくすることができる。これによって、蒸着材料 98 の利用効率を高めることができる。言い換えると、端部 34 およびその近傍が湾曲状に形成されていることにより、所定の角度 $\theta 1$ に対して第 1 金属層 32' の厚みを、湾曲の度合いが小さい場合よりも大きくすることができる。第 1 金属層 32' の強度、例えば超音波洗浄時に対する強度を増大させることができる。また、めっき処理を利用して第 2 金属層 37' を形成することにより、貫通孔 25 の形状とは独立に、蒸着マスク 20 の厚み T3 を任意に設定することができる。このため、十分な強度を蒸着マスク 20 に持たせることができる。従って、高精細な有機 EL 表示装置を製造することができ、かつ耐久性に優れた蒸着マスク 20 を提供することができる。さらに、上述したように、第 1 金属層 32' の端部 34 およびその近傍を湾曲状に形成しているため、蒸着マスク 20 を適用可能な蒸着機の蒸着角度 ϕ を小さく（角度 $\theta 2$ を大きく）することができる。

30

40

【0124】

〔形態 3 2 層構造を有する蒸着マスクのめっき処理による製造方法の他の例〕

次に、2 層構造を有する蒸着マスクのめっき処理による製造方法の他の例について説明する。当該製造方法により製造される蒸着マスク 20 の構造は、図 14 に示す形態 2 の構造と略同一となるため、ここでは詳細な説明は省略する。以下に、形態 3 における蒸着マスク 20 を製造する方法について、図 22～図 28 を参照して説明する。

【0125】

まず、後述する基材 51' 上に、めっき処理によって、貫通孔 25 が設けられた金属層組合物 28'（マスク本体）を形成する工程が実施される。当該工程は、具体的には、後述する第 1 成膜工程と、第 2 成膜工程と、を有している。

50

【0126】

(第1成膜工程)

はじめに図22に示すように、めっき処理の際の下地となる基材51''を準備する準備工程を実施する。ここでは、めっき処理が電解めっき処理である例について説明する。この場合、基材51''の表面51a''のうち少なくとも第1金属層32'が析出する部分は、導電性を有する導電層によって構成されている。例えば、基材51''全体が、導電性を有する導電層によって構成されていてもよい。この場合、基材51''のうち表面51a''の反対側に位置する裏面51b''には、裏面51b''が他の部材と導通してしまうことを防ぐための、絶縁性を有するカバーフィルム52''が設けられていてもよい。

10

【0127】

後述するめっき処理の際に所定の金属を析出させることができる限りにおいて、基材51''の導電層を構成する材料が特に限られることはない。例えば、基材51''の導電層を構成する材料としては、金属材料や酸化物導電性材料等の導電性を有する材料が適宜用いられる。金属材料の例としては、例えばステンレススチールや銅などを挙げることができる。好ましくは、後述する第1レジストパターン60Aに対する高い密着性を有する材料が、基材51''の導電層を構成する材料として用いられる。例えば第1レジストパターン60Aが、アクリル系光硬化性樹脂を含むレジスト膜など、いわゆるドライフィルムと称されるものをパターンニングすることによって作製される場合、基材51''の導電層を構成する材料として、ドライフィルムに対する高い密着性を有する銅が用いられることが好ましい。

20

【0128】

次に、基材51''の表面51a''上に、所定の第1隙間64Aを空けて第1レジストパターン60Aを形成する第1レジスト形成工程を実施する。図23は、第1レジストパターン60Aが形成された基材51''を示す断面図である。図23に示すように、第1レジストパターン60Aは、第1隙間64Aに面する側面63Aを含んでいる。

【0129】

第1レジスト形成工程においては、はじめに、基材51''の表面51a''にドライフィルムを貼り付けることによって、ネガ型のレジスト膜を形成する。ドライフィルムの例としては、例えば日立化成製のRY3310など、アクリル系光硬化性樹脂を含むものを挙げることができる。次に、レジスト膜のうち第1隙間64Aとなるべき領域に光を透過させないようにした露光マスクを準備し、露光マスクをレジスト膜上に配置する。その後、真空密着によって露光マスクをレジスト膜に十分に密着させる。なおレジスト膜として、ポジ型のものが用いられてもよい。この場合、露光マスクとして、レジスト膜のうちの除去したい領域に光を透過させるようにした露光マスクが用いられる。

30

【0130】

その後、レジスト膜を露光マスク越しに露光する。さらに、露光されたレジスト膜に像を形成するためにレジスト膜を現像する。以上のようにして、図23に示す第1レジストパターン60Aを形成することができる。なお、第1レジストパターン60Aを基材51''の表面51a''に対してより強固に密着させるため、現像工程の後に第1レジストパターン60Aを加熱する熱処理工程を実施してもよい。

40

【0131】

次に、第1レジストパターン60Aが形成された基材51''上に第1めっき液を供給して、第1隙間64Aにおける基材51''上に第1金属層32'を析出させる第1めっき処理工程を実施する。例えば、第1レジストパターン60Aが形成された基材51''を、第1めっき液が充填されためっき槽に浸す。これによって、図24に示すように、基材51''上に、所定のパターンで第1開口部30が設けられた第1金属層32'を得ることができる。

【0132】

なおめっき処理の特性上、図24に示すように、第1金属層32'は、基材51''の

50

法線方向に析出して成長していく。しかしながら、第1レジストパターン60Aの第1隙間64Aに面する側面63A付近では、第1レジストパターン60Aの存在により、第1めっき液が入り込みにくくなっていることから、金属材料の析出速度が低下する。このことにより、第1金属層32'の端部34およびその近傍は、図14および図15Aに示すような湾曲状に形成され得る。なお、図24～図28においては、図面を明瞭化するために、端部34およびその近傍は矩形状に示されている。

【0133】

基材51'上に第1金属層32'を析出させることができる限りにおいて、第1めっき処理工程の具体的な方法が特に限られることはない。例えば第1めっき処理工程は、基材51'に電流を流すことによって基材51'上に第1金属層32'を析出させる、
10
いわゆる電解めっき処理工程として実施されてもよい。若しくは、第1めっき処理工程は、無電解めっき処理工程であってもよい。なお第1めっき処理工程が無電解めっき処理工程である場合、基材51'上には適切な触媒層が設けられる。電解めっき処理工程が実施される場合にも、基材51'上に触媒層が設けられていてもよい。

【0134】

第1めっき液の成分は、形態2で説明した第1めっき液と同様とすることができるため、ここでは詳細な説明は省略する。

【0135】

(第2成膜工程)

次に、第1開口部30に連通する第2開口部35が設けられた第2金属層37'を第1
20
金属層32'上に形成する第2成膜工程を実施する。まず、第1レジストパターン60A上および第1金属層32'上に、所定の第2隙間64Bを空けて第2レジストパターン60Bを形成する第2レジスト形成工程を実施する。図25は、第1レジストパターン60Aおよび第1金属層32'上に形成された第2レジストパターン60Bを示す断面図である。図25に示すように、第2レジスト形成工程は、第1金属層32'の第1開口部30が第2レジストパターン60Bによって覆われるとともに、第2レジストパターン60Bの第2隙間64Bが第1金属層32'上に位置するように実施される。

【0136】

第2レジストパターン60Bの形成工程は、上述した第1レジストパターン60Aの形成工程と同様に実施することができるため、ここでは詳細な説明は省略する。
30

【0137】

次に、第2レジストパターン60Bの第2隙間64Bに第2めっき液を供給して、第1金属層32'上に第2金属層37'を析出させる第2めっき処理工程を実施する。例えば、第1金属層32'が形成された基材51'を、第2めっき液が充填されためっき槽に浸す。これによって、図26に示すように、第1金属層32'上に第2金属層37'を形成することができる。

【0138】

第1金属層32'上に第2金属層37'を析出させることができる限りにおいて、第2めっき処理工程の具体的な方法が特に限られることはない。例えば、第2めっき処理工程は、第1金属層32'に電流を流すことによって第1金属層32'上に第2金属層37'
40
'を析出させる、いわゆる電解めっき処理工程として実施されてもよい。若しくは、第2めっき処理工程は、無電解めっき処理工程であってもよい。なお第2めっき処理工程が無電解めっき処理工程である場合、第1金属層32'上には適切な触媒層が設けられる。電解めっき処理工程が実施される場合にも、第1金属層32'上に触媒層が設けられていてもよい。

【0139】

第2めっき液としては、上述の第1めっき液と同一のめっき液が用いられてもよい。若しくは、第1めっき液とは異なるめっき液が第2めっき液として用いられてもよい。第1めっき液の組成と第2めっき液の組成とが同一である場合、第1金属層32'を構成する金属の組成と、第2金属層37'を構成する金属の組成も同一になる。
50

【0140】

なお図26においては、第2レジストパターン60Bの上面と第2金属層37'の上面とが一致するようになるまで第2めっき処理工程が継続される例を示したが、これに限られることはない。第2金属層37'の上面が第2レジストパターン60Bの上面よりも下方に位置する状態で、第2めっき処理工程が停止されてもよい。

【0141】

このようにして、第1金属層32'上に第2金属層37'が形成され、図14および図15Aに示す第1金属層32'と第2金属層37'とを有する金属層組合体28'が得られる。

【0142】

(除去工程)

その後、図27に示すように、第1レジストパターン60Aおよび第2レジストパターン60Bを除去する除去工程を実施する。例えばアルカリ系剥離液を用いることによって、第1レジストパターン60Aおよび第2レジストパターン60Bを基材51'、第1金属層32'や第2金属層37'から剥離させることができる。

【0143】

(分離工程)

次に、第1金属層32'および第2金属層37'を有する金属層組合体28'を基材51'から分離させる分離工程を実施する。これによって、図28に示すように、所定のパターンで第1開口部30が設けられた第1金属層32'と、第1開口部30に連通する第2開口部35が設けられた第2金属層37'と、を備えた蒸着マスク20を得ることができる。分離工程は、上述した形態2における分離工程と同様に実施することができる。

【0144】

上述した形態3によれば、上述のように、第1レジストパターン60Aの第1隙間64Aに第1めっき液を供給して第1金属層32'を析出させ、第2レジストパターン60Bの第2隙間64Bに第2めっき液を供給して、第1金属層32'上に第2金属層37'を析出させることによって、蒸着マスク20が作製される。このため、蒸着マスク20の貫通孔25に、第1金属層32'の第1開口部30によって画定される形状、および、第2金属層37'の第2開口部35によって画定される形状の両方を付与することができる。従って、複雑な形状を有する貫通孔25を精密に形成することができる。例えば、上述の角度 θ_1 を大きくすることが可能な貫通孔25を得ることができる。これによって、蒸着材料98の利用効率を高めることができる。また、めっき処理を利用して第2金属層37'を形成することにより、貫通孔25の形状とは独立に、蒸着マスク20の厚みT3を任意に設定することができる。このため、十分な強度を蒸着マスク20に持たせることができる。従って、高精細な有機EL表示装置を製造することができ、かつ耐久性に優れた蒸着マスク20を提供することができる。

【0145】

[形態4 エッチングによって作製された蒸着マスク]

上述の図3～図28に示す例においては、めっき処理によって蒸着マスク20を作製する場合について説明した。しかしながら、蒸着マスク20を作製するために採用される方法が、めっき処理に限られることはない。以下、エッチングによって金属板21に貫通孔25を形成することによって蒸着マスク20を作製する例について説明する。ここで、金属板21は、エッチングによって、有機EL基板92に蒸着材料98を蒸着させる蒸着マスク20であって、複数の貫通孔25が形成された蒸着マスク20を作製するために用いられる板材である。

【0146】

すなわち、この形態4における蒸着マスク20は、図29に示すように、金属板21(マスク本体)と、金属板21に設けられた複数の上述の貫通孔25と、を備えている。

【0147】

このうち金属板21は、上述した金属層28と同様に、上記式(1)を満たしている。

【0148】

ここで、本明細書では、金属板21との用語は、上述した金属層28と同様に、貫通孔25が形成されていない状態（単なる板状）の部材の概念を意味するものとして用いる。すなわち、本明細書では、概念的には、金属板21に、金属板21とは別の概念である複数の貫通孔25が設けられた構成を、蒸着マスク20が有しているとする。このことにより、金属板21が上記式（1）を満たしているとは、貫通孔25が形成されていない状態の金属板21が上記式（1）を満たしていることを意味し、貫通孔25が形成された状態の金属板21が上記式（1）を満たしていることを意味するものではない。貫通孔25が形成された状態の金属板21では、インデンテーション弾性率や0.2%耐力（若しくは、インデンテーション硬度）が、貫通孔25の大きさ、ピッチ、形状等によって影響を受けると考えられる。このため、蒸着マスク20の完成形として、金属板21に複数の貫通孔25が形成された状態においては、上記式（1）を満たす金属板21の領域は、貫通孔25が形成されていない領域、より詳細にはインデンテーション弾性率および0.2%耐力（若しくは、インデンテーション硬度）に貫通孔25の影響が及ばない領域であり、例えば、上述した周囲領域23のうち貫通孔25の影響が及ばない領域や、有効領域22のうち互いに隣り合う貫通孔25同士の間の領域となる。従って、蒸着マスク20の完成形から金属板21のインデンテーション弾性率および0.2%耐力（若しくは、インデンテーション硬度）を調べる場合には、周囲領域23のうち貫通孔25が含まれない領域を切り取って、後述するナノ・インデンテーション試験、および0.2%耐力を調べる場合には引張試験を行うことが好適である。また、有効領域22であっても、互いに隣り合う貫通孔25同士の間の距離が、ナノ・インデンテーション試験、および0.2%耐力を調べる場合の引張試験を行うことが可能な程度の距離であれば、貫通孔25同士の間の領域を切り取ってもよい。なお、材料特性の点で述べると、一般的に蒸着マスク20の金属板21は、材料の組成や材質が位置によって異なることはない。このため、貫通孔25に近い位置と、貫通孔25から離れた位置とで、材料の特性が異なることはない。

10

20

【0149】

図29は、エッチングを利用することによって作製された蒸着マスク20を、図3のA-A線に沿って切断した場合を示す断面図である。図29に示す例では、後に詳述するように、蒸着マスクの法線方向における一方の側となる金属板21の第1面21aに第1開口部30がエッチングによって形成され、金属板21の法線方向における他方の側となる第2面21bに第2開口部35がエッチングによって形成される。第1開口部30は、第2開口部35に接続され、これによって第2開口部35と第1開口部30とが互いに連通するように形成される。貫通孔25は、第2開口部35と、第2開口部35に接続された第1開口部30とによって構成されている。

30

【0150】

図29に示すように、蒸着マスク20の第1面20aの側から第2面20bの側へ向けて、蒸着マスク20の法線方向に沿った各位置における蒸着マスク20の板面に沿った断面での各第1開口部30の断面積は、しだいに小さくなっていく。同様に、蒸着マスク20の法線方向に沿った各位置における蒸着マスク20の板面に沿った断面での各第2開口部35の断面積は、蒸着マスク20の第2面20bの側から第1面20aの側へ向けて、しだいに小さくなっていく。

40

【0151】

図29に示すように、第1開口部30の壁面31と、第2開口部35の壁面36とは、周状の接続部41を介して接続されている。接続部41は、蒸着マスクの法線方向に対して傾斜した第1開口部30の壁面31と、蒸着マスクの法線方向に対して傾斜した第2開口部35の壁面36とが合流する張り出し部の稜線によって、画成されている。そして、接続部41は、蒸着マスク20の平面視において貫通孔25の面積が最小になる貫通部42を画成する。

【0152】

図29に示すように、蒸着マスクの法線方向に沿った一方の側の面、すなわち、蒸着マ

50

スク 20 の第 1 面 20 a 上において、隣り合う二つの貫通孔 25 は、蒸着マスクの板面に沿って互いから離間している。すなわち、後述する製造方法のように、蒸着マスク 20 の第 1 面 20 a に対応するようになる金属板 21 の第 1 面 21 a 側から当該金属板 21 をエッチングして第 1 開口部 30 を作製する場合、隣り合う二つの第 1 開口部 30 の間に金属板 21 の第 1 面 21 a が残存するようになる。

【0153】

同様に、図 29 に示すように、蒸着マスクの法線方向に沿った他方の側、すなわち、蒸着マスク 20 の第 2 面 20 b の側においても、隣り合う二つの第 2 開口部 35 が、蒸着マスクの板面に沿って互いから離間していてもよい。すなわち、隣り合う二つの第 2 開口部 35 の間に金属板 21 の第 2 面 21 b が残存していてもよい。以下の説明において、金属板 21 の第 2 面 21 b の有効領域 22 のうちエッチングされずに残っている部分のことを、トップ部 43 と称する。このようなトップ部 43 が残るように蒸着マスク 20 を作製することにより、蒸着マスク 20 に十分な強度を持たせることができる。このことにより、例えば搬送中などに蒸着マスク 20 が破損してしまうことを抑制することができる。なおトップ部 43 の幅 β が大きすぎると、蒸着工程においてシャドウが発生し、これによって蒸着材料 98 の利用効率が低下することがある。従って、トップ部 43 の幅 β が過剰に大きくならないように蒸着マスク 20 が作製されることが好ましい。例えば、トップ部 43 の幅 β が $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。なおトップ部 43 の幅 β は一般に、蒸着マスク 20 を切断する方向に応じて変化する。例えば、図 29 に示すトップ部 43 の幅 β は互いに異なることがある。この場合、いずれの方向で蒸着マスク 20 を切断した場合にもトップ部 43 の幅 β が $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下になるよう、蒸着マスク 20 が構成されていてもよい。

【0154】

図 29 においても、上述の図 4 に示す場合と同様に、蒸着マスク 20 の第 2 面 20 b 側における貫通孔 25 (第 2 開口部 35) の端部 38 を通る蒸着材料 98 の経路であって、有機 EL 基板 92 に到達することができる経路のうち、蒸着マスク 20 の法線方向 N に対して角度 $\theta 1$ をなす経路が、符号 L1 で表されている。本形態においても、蒸着材料 98 の利用効率を高めるためには、角度 $\theta 1$ を大きくすることが好ましい。例えば、蒸着マスク 20 の強度を確保できる範囲内で可能な限り蒸着マスク 20 の厚みを小さくし、これによって角度 $\theta 1$ を大きくすることが好ましい。例えば蒸着マスク 20 の厚みは、 $80\text{ }\mu\text{m}$ 以下に、例えば $10\sim 80\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内や $20\sim 80\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。蒸着の精度をさらに向上させるため、蒸着マスク 20 の厚みを、 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下に、例えば $10\sim 40\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内や $20\sim 40\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内に設定してもよい。なお蒸着マスク 20 の厚みは、周囲領域 23 の厚み、すなわち蒸着マスク 20 のうち第 1 開口部 30 および第 2 開口部 35 が形成されていない部分の厚みである。従って蒸着マスク 20 の厚みは、金属板 21 の厚みであるということもできる。

【0155】

次に、図 29 に示す蒸着マスク 20 を、エッチングを利用して製造する方法について説明する。

【0156】

はじめに、所定の厚みを有する金属板 21 を準備する。金属板 21 を構成する材料としては、ニッケルを含む鉄合金などが用いられ得る。とりわけ、このような合金からなる圧延材を好適に用いることができる。次に図 30 に示すように、金属板 21 の第 1 面 21 a 上に、所定の隙間 66 a を空けて第 1 レジストパターン 65 a を形成する。また、金属板 21 の第 2 面 21 b 上に、所定の隙間 66 b を空けて第 2 レジストパターン 65 b を形成する。

【0157】

その後、図 31 に示すように、金属板 21 の第 1 面 21 a のうち第 1 レジストパターン 65 a によって覆われていない領域を、第 1 エッチング液を用いてエッチングする第 1 面エッチング工程を実施する。例えば、第 1 エッチング液が、金属板 21 の第 1 面 21 a に対面する側に配置されたノズルから、第 1 レジストパターン 65 a 越しに金属板 21 の第

1面21aに向けて噴射される。この結果、図31に示すように、金属板21の第1面21aのうち第1レジストパターン65aによって覆われていない領域で、第1エッチング液による浸食が進む。これによって、金属板21の第1面21aに多数の第1開口部30が形成される。第1エッチング液としては、例えば塩化第2鉄溶液および塩酸を含むものが用いられる。

【0158】

その後、図32に示すように、後の第2面エッチング工程において用いられる第2エッチング液に対する耐性を有した樹脂69によって、第1開口部30が被覆される。すなわち、第2エッチング液に対する耐性を有した樹脂69によって、第1開口部30が封止される。図32に示す例においては、樹脂69の膜が、形成された第1開口部30だけでなく、金属板21の第1面21a（第1レジストパターン65a）も覆うように形成されている。

10

【0159】

次に、図33に示すように、金属板21の第2面21bのうち第2レジストパターン65bによって覆われていない領域をエッチングし、第2面21bに第2開口部35を形成する第2面エッチング工程を実施する。第2面エッチング工程は、第1開口部30と第2開口部35とが互いに通じ合い、これによって貫通孔25が形成されるようになるまで実施される。第2エッチング液としては、上述の第1エッチング液と同様に、例えば塩化第2鉄溶液および塩酸を含むものが用いられる。

20

【0160】

なお第2エッチング液による浸食は、金属板21のうち第2エッチング液に触れている部分において行われていく。従って、浸食は、金属板21の法線方向（厚み方向）のみに進むのではなく、金属板21の板面に沿った方向にも進んでいく。ここで好ましくは、第2面エッチング工程は、第2レジストパターン65bの隣り合う二つの隙間66bに対面する位置にそれぞれ形成された二つの第2開口部35が、二つの隙間66bの間に位置するブリッジ部67bの裏側において合流するよりも前に終了される。これによって、図33に示すように、金属板21の第2面21bに上述のトップ部43を残すことができる。

【0161】

その後、金属板21から樹脂69を除去する。これによって、金属板21に形成された複数の貫通孔25を備える蒸着マスク20を得ることができる。樹脂69は、例えばアルカリ系剥離液を用いることによって、除去することができる。アルカリ系剥離液が用いられる場合、樹脂69と同時にレジストパターン65a、65bも除去され得る。なお、樹脂69を除去した後、樹脂69を剥離させるための剥離液とは異なる剥離液を用いて、樹脂69とは別途にレジストパターン65a、65bを除去してもよい。

30

【0162】

このように本実施の形態によれば、蒸着マスク20のマスク本体（金属層28、金属板21）が、インデンテーション弾性率を x （GPa）、0.2%耐力を y （MPa）としたときに、 $y \geq 950$ 、かつ、 $y \geq 23x - 1280$ を満たしている場合、以下に詳述するように、蒸着マスク20の超音波洗浄時に、蒸着マスク20の第1面20aおよび第2面20bに凹みが発生することを抑制でき、蒸着マスク20が変形することを抑制できる。とりわけ、蒸着マスク20のマスク本体の厚みが、 $15\mu\text{m}$ 以下となっている場合であっても、凹みが発生することを抑制できる。すなわち、高い画素密度を有する有機EL表示装置を精密に作製することができるとともに、変形を防止することができる蒸着マスク20を得ることができる。

40

【0163】

また、本実施の形態によれば、蒸着マスク20のマスク本体（金属層28、金属板21）が、インデンテーション弾性率を x （GPa）、インデンテーション硬度を z （GPa）としたときに、 $z \geq 3.7$ 、かつ、 $z \geq 0.1x - 6.0$ を満たしている場合、以下に詳述するように、蒸着マスク20の超音波洗浄時に、蒸着マスク20の第1面20aおよび第2面20bに凹みが発生することを抑制でき、蒸着マスク20が変形することを抑制

50

できる。とりわけ、蒸着マスク20のマスク本体の厚みが、15 μ m以下となっている場合であっても、凹みが発生することを抑制できる。すなわち、高い画素密度を有する有機EL表示装置を精密に作製することができるとともに、変形を防止することができる蒸着マスク20を得ることができる。

【0164】

以上、本発明の実施の形態について詳細に説明してきたが、本発明による蒸着マスク、蒸着マスクの製造方法および金属板は、上記実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【実施例】

【0165】

10

(実施例1)

上述した本実施の形態による蒸着マスク20のマスク本体（金属層28、金属層組合物28'、金属板21）のインデンテーション弾性率および0.2%耐力を測定するとともに、超音波洗浄を行って、マスク本体の2つの面のうちの一方の面（以下、対象面と記す）に発生した凹みの有無を確認した。

【0166】

まず、めっき処理によって作製されたマスク本体としての2層構造の金属層組合物28'（〔形態2〕）について、種々のサンプルを作製した。第1めっき液には、スルファミン酸第一鉄、スルファミン酸ニッケル、ホウ酸、サッカリン、マロン酸等を含む混合溶液を用いた。この第1めっき液の温度を35℃～50℃とし、鉄ペレットおよびニッケルペレットをアノードとして用いて、第1金属層32'を析出させた。第2めっき液には第1めっき液と同様の混合溶液を用い、第1金属層32'を析出させる際の条件と同様の条件で、第2金属層37'を析出させた。このようにして、第1金属層32'と第2金属層37'とによって構成された2層構造の各サンプルを作製した。作製された金属層組合物28'のサンプルのうち一部のサンプルに、アニール処理（焼成処理）を行い、残りのサンプルにはアニール処理を行わなかった。このようにして、5種類の金属層組合物28'のサンプルを作製した（後述する表4および図36のサンプルS1～S5）。なお、アニール処理は、100℃から600℃の温度、窒素雰囲気下で60分間行ったが、温度が高い方が、後述する0.2%耐力が小さくなる傾向にあった。

20

【0167】

30

また、めっき処理によって作製されたマスク本体としての1層構造の金属層28（〔形態1〕）についても、種々のサンプルを作製した。めっき液には、上述した第1めっき液や第2めっき液と同様の混合溶液を用い、同様の条件で金属層28を析出させて1層構造の各サンプルを作製した。作製された金属層28のサンプルのうち一部のサンプルに、アニール処理（焼成処理）を行い、残りのサンプルにはアニール処理を行わなかった。このようにして、10種類の金属層28のサンプルを作製した（後述する表4および図36のサンプルS6～S15）。なお、アニール処理は、100℃から600℃の温度、窒素雰囲気下で60分間行ったが、温度が高い方が、後述する0.2%耐力が小さくなる傾向にあった。

【0168】

40

金属層組合物28'のサンプルおよび金属層28のサンプルは、40mm×40mm、厚みは、0.5 μ m～25 μ mの形状とした。このサンプルには、上述した貫通孔25は形成しなかった。なお、厚みは、サンプルによって違いが生じているが、この程度の違いでは、インデンテーション弾性率や0.2%耐力の測定、および超音波洗浄時での凹みの発生には影響が無いものと考えられる。

【0169】

また、エッチング処理によって作製されたマスク本体としての金属板21（〔形態4〕）について、2種類のサンプルを作製した（後述する表4および図36のサンプルS16～S17）。ここでは、圧延材として、日立金属株式会社製の36Ni-Fe合金であるYET36（35～37質量%のニッケルと、鉄およびその他の微量成分を含有）を使用

50

した。作製された金属板 2 1 のサンプルにはアニール処理は行わなかった。また、金属板 2 1 のサンプルの形状は、金属層組合体 2 8 ' や金属層 2 8 のサンプルの形状と同様とし、貫通孔 2 5 は形成しなかった。

【0170】

次に、作製された各サンプルについてナノ・インデンテーション試験を行い、各サンプルのインデンテーション弾性率を測定した。測定には、ナノインデント（ハイジトロン社製、TriboIndenter、T I 9 5 0）を用いた。圧子には、ダイヤモンド製の三角錐形状の圧子（Berkovich圧子、No.TI0039-10251012）を用いた。ナノ・インデンテーション試験は、室温（23℃～25℃）下で行った。

【0171】

測定の際には、図 3 4 に示すように、押込過程として圧子をサンプルに深さ 200 nm まで押し込んだ。この際の圧子の押込速度は 20 nm/秒とした。その後、除荷過程として、サンプルに押し込まれていた圧子を引き出した。この際の圧子の引出速度は 20 nm/秒とした。

【0172】

図 3 4 に示す押込過程および除荷過程の間に、圧子の押込荷重 P と押込量 h とを測定し、測定された押込荷重 P のうちの最大荷重 P_{max} を求め、その最大荷重 P_{max} が圧子に負荷されたときの押込量 h から圧子とサンプルとの接触面積 A_c を求めた。なお、押込荷重 P 、押込量 h の測定と、最大荷重 P_{max} 、接触面積 A_c の算出は、ナノインデント内で行われた。このようにして求められた最大荷重 P_{max} と接触面積 A_c とから、以下の式を用いてインデンテーション弾性率 E_r を求めた。

【数 1】

$$E_r = \frac{S\sqrt{\pi}}{2\sqrt{A_c}}$$

ここで、 S は、除荷過程におけるスティッフネス（接触剛性）を示しており、

【数 2】

$$S = \frac{dP}{dh}$$

である。このように、インデンテーション弾性率 E_r は、除荷過程における押込荷重 P と押込量 h との関係から求められ、減少弾性率または戻り弾性率と称されることもある。

【0173】

なお、押込荷重 P および押込量 h の測定から、インデンテーション弾性率 E_r の算出までは、ナノインデントが行った。

【0174】

0.2% 耐力の測定には、インストロン社製のデジタル材料試験機 5581 型を用いた。0.2% 耐力の測定は、室温で行った。試験片は、ダンベル形状（JIS K6251 の 5 号形）とした。引張荷重は、1 mm/分の試験速度で負荷した。伸び測定には、インストロン社製の非接触ビデオ伸び計 AVE を用いた。伸び測定の基準となる標点間の距離は 25 mm とした。引張荷重と試験片の伸びとの関係から応力-歪み曲線を求め、ここから 0.2% 耐力を求めた。

【0175】

各サンプルで得られたインデンテーション弾性率および 0.2% 耐力は、後述する表 4 に示す。

【0176】

次に、各サンプルの超音波洗浄を行い、凹みの発生の有無を調べた。

【0177】

具体的には、まず、図 3 5 に示すように、洗浄槽 100 内に洗浄液を貯留し、この洗浄

10

20

30

40

50

液にサンプル S を浸漬させた。洗浄液には、溶剤である N-メチルピロリドン（NMP）を使用した。洗浄液の温度は 40℃ に調整した。また、サンプル S は、サンプルの上端部を保持するようにして洗浄液内に吊り下げられるように浸漬させた。これにより、サンプル S の対象面が、垂直方向に沿うようにした。なお、超音波洗浄時には、蒸着マスク 20 の両端を保持して超音波洗浄することが一般的である。上述のようにしてサンプル S の一端のみを保持してサンプル S を吊り下げる場合には、一般的な場合よりも凹みが発生しやすくなると考えられ、凹みの発生に関して厳しい条件を採用した。

【0178】

このサンプルの対象面に対して、超音波を 20 kHz で 30 分間、水平方向（サンプルの対象面に対して垂直な方向）に照射し、サンプルの超音波洗浄を行った。なお、超音波洗浄を行う際に照射される超音波の周波数は、一般的には 20 kHz よりも高いが、ここでは、加速試験との意味合いを込めて、一般的な周波数よりも低い周波数とした。

【0179】

超音波を照射した後、サンプルを取り出して、対象面における凹みの発生の有無を確認した。凹みが発生していた場合には、発生した凹みの個数を数えた。その結果を、以下の表 4 に示す。なお、凹みの確認は、サンプルの対象面を実体顕微鏡（株式会社ニコン社製、型式 SMZ 645）で総合倍率 50 倍で拡大した画像を反射照明下で行われた。また、表 4 の凹み発生数は、各サンプルを 17 個作製して、その結果を平均した値を示している。

【0180】

【表 4】

No.	インデンテーション弾性率 (GPa)	0.2%耐力 (MPa)	凹み発生数(平均)	良否判定
S1	76.7	1387	0.0	○
S2	109.1	1346	0.5	○
S3	52.8	1125	0.0	○
S4	90.0	1289	0.0	○
S5	92.8	1422	0.0	○
S6	96.5	910	34.7	×
S7	97.7	1010	0.4	○
S8	95.1	1057	0.0	○
S9	98.2	951	9.8	×
S10	96.7	986	0.4	○
S11	81.0	899	5.5	×
S12	111.4	893	78.6	×
S13	105.0	1049	6.1	×
S14	108.0	983	47.0	×
S15	112.4	1023	18.6	×
S16	98.4	823	111.6	×
S17	106.5	789	161.5	×

【0181】

各サンプルの良否判定は、凹みの発生数が 1 以下であるとした。この良否判定に基づくと、各サンプルの良否判定は表 4 に示すようになる。

【0182】

表 4 に示された各サンプルを、図 36 にプロットした。図 36 では、横軸にインデンテーション弾性率をとり、縦軸に 0.2% 耐力をとった。

【0183】

図 36 に示されているように、プロットされた各サンプルのうち、良と判定されたサンプルのグループが存在するエリアと、否と判定されたサンプルのグループが存在するエリアとは、明確に区分けされていることがわかる。より具体的には、概略的には、0.2% 耐力が小さい範囲に、否と判定されたサンプルが存在し、0.2% 耐力が大きい範囲に、良と判定されたサンプルが存在している。

【0184】

そして、これらのサンプルのグループの間には、明確な境界線が存在すると言うことができる。その境界線は、インデンテーション弾性率が所定の値（図36では約97）よりも小さい範囲では、0.2%耐力が一定となる線によって定義できることがわかる。より具体的には、0.2%耐力を y （MPa）とすると、境界線は、

$$y = 950$$

によって定義できる。すなわち、このインデンテーション弾性率の範囲では、 $y = 950$ の境界線よりも0.2%耐力が小さい範囲に、否と判定されたサンプルのグループが存在し、当該境界線よりも大きい範囲に、良と判定されたサンプルのグループが存在している。

10

【0185】

一方、インデンテーション弾性率が上記所定の値よりも大きい範囲では、0.2%耐力が、インデンテーション弾性率の一次関数を示す線によって定義できることがわかる。より具体的には、インデンテーション弾性率を x （GPa）、0.2%耐力を y （MPa）とすると、境界線は、

$$y = 23x - 1280$$

によって定義できる。すなわち、このインデンテーション弾性率の範囲では、 $y = 23x - 1280$ よりも0.2%耐力が小さい範囲に、否と判定されたサンプルのグループが存在し、当該境界線よりも大きい範囲に、良と判定されたサンプルのグループが存在している。

20

【0186】

従って、インデンテーション弾性率 x （GPa）と0.2%耐力 y （MPa）が、

$$y \geq 950, \text{ かつ } y \geq 23x - 1280$$

を満たしていると、超音波洗浄時に凹みの発生の可能性を低減できる、または凹みが発生し得ない蒸着マスク20のマスク本体（金属層28、金属層組合体28'、金属板21）を得ることができる。

【0187】

なお、実施例1におけるサンプルS1～S6は、上述したように2層構造の金属層組合体28'（〔形態2〕）である。これらのサンプルS1～S6は、いずれも良と判定されており、否と判定されたサンプルが存在していない。しかしながら、形態2の金属層組合体28'と、形態1の金属層28とは、層構造の点で相違するが、層構造の相違は、凹みの発生に影響を及ぼすことは考え難いため、形態2の金属層組合体28'も、形態1の金属層28と同様の傾向を示すと考えられる。このため、形態2の金属層組合体28'であっても、上記式を満たすことにより、超音波洗浄時に凹みの発生の可能性を低減できる、または凹みが発生し得ない蒸着マスク20のマスク本体（金属層組合体28'）を得ることができる。

30

【0188】

また、形態3の金属層組合体28'と、形態2の金属層組合体28'とは、第1金属層32'が析出する下地が、第1レジストパターン60Aが形成された基材51'か、あるいは基材51'上に形成された導電性パターン52'かが異なるだけであり、第2金属層37'の析出方法に差異は無い。このことにより、形態3の金属層組合体28'も、形態2の金属層組合体28'（更に言えば形態1の金属層28）と同様の傾向を示すと考えられる。このため、形態3の金属層組合体28'であっても、上記式を満たすことにより、超音波洗浄時に凹みの発生の可能性を低減できる、または凹みが発生し得ない蒸着マスク20のマスク本体（金属層組合体28'）を得ることができる。

40

【0189】

（実施例2）

上述した本実施の形態による蒸着マスク20のマスク本体（金属層28、金属層組合体28'、金属板21）のインデンテーション弾性率およびインデンテーション硬度を測定するとともに、超音波洗浄を行って、マスク本体の2つの面のうちの一方の面（以下、対

50

象面と記す)に発生した凹みの有無を確認した。

【0190】

まず、めっき処理によって作製されたマスク本体としての2層構造の金属層組合物28' (〔形態2〕)について、上述した実施例1と同様にして5種類の金属層組合物28'のサンプルを作製した(後述する表5および図37のサンプルS1～S5)。なお、アニール処理は、100℃から600℃の温度、窒素雰囲気下で60分間行ったが、温度が高い方が、後述するインデンテーション硬度が小さくなる傾向にあった。

【0191】

また、めっき処理によって作製されたマスク本体としての1層構造の金属層28 (〔形態1〕)について、上述した実施例1と同様にして10種類の金属層28のサンプルを作製した(後述する表5および図37のサンプルS6～S15)。なお、アニール処理は、100℃から600℃の温度、窒素雰囲気下で60分間行ったが、温度が高い方が、後述するインデンテーション弾性率が小さくなる傾向にあった。

【0192】

金属層組合物28'のサンプルおよび金属層28のサンプルは、40mm×40mm、厚みは、0.5μm～25μmの形状とした。このサンプルには、上述した貫通孔25は形成しなかった。なお、厚みは、サンプルによって違いが生じているが、この程度の違いでは、インデンテーション弾性率やインデンテーション硬度の測定、および超音波洗浄時での凹みの発生には影響が無いものと考えられる。

【0193】

また、エッチング処理によって作製されたマスク本体としての金属板21 (〔形態4〕)について、上述した実施例1と同様にして2種類のサンプルを作製した(後述する表5および図37のサンプルS16～S17)。

【0194】

次に、作製された各サンプルについてナノ・インデンテーション試験を行い、各サンプルのインデンテーション弾性率およびインデンテーション硬度を測定した。実施例2におけるインデンテーション弾性率の測定およびインデンテーション硬度の測定は、実施例1と同様に行った。

【0195】

インデンテーション硬度 H_{IT} は、実施例1と同様にして求められた最大荷重 P_{max} と接触面積 A_C とから以下の式を用いて求めた。

【数3】

$$H_{IT} = \frac{P_{max}}{A_C}$$

【0196】

なお、押込荷重 P および押込量 h の測定から、インデンテーション弾性率 E_r およびインデンテーション硬度 H_{IT} の算出までは、ナノインデンターが行った。

【0197】

各サンプルで得られたインデンテーション弾性率およびインデンテーション硬度は、後述する表5に示す。

【0198】

次に、各サンプルの超音波洗浄を行い、凹みの発生の有無を調べた。

【0199】

超音波洗浄は、実施例1と同様にして行い、超音波を照射した後、サンプルを取り出して、対象面における凹みの発生の有無を確認した。凹みが発生していた場合には、発生した凹みの個数を数えた。その結果を、以下の表5に示す。なお、凹みの確認は、実施例1と同様に行った。表5の凹み発生数は、各サンプルを17個作製して、その結果を平均した値を示している。

【0200】

【表5】

No.	インデンテーション弾性率 (GPa)	インデンテーション硬度 (GPa)	凹み発生数(平均)	良否判定
S1	76.7	5.5	0.0	○
S2	109.1	5.6	0.5	○
S3	52.8	4.6	0.0	○
S4	90.0	5.1	0.0	○
S5	92.8	6.1	0.0	○
S6	96.5	3.5	34.7	×
S7	97.7	4.0	0.4	○
S8	95.1	4.2	0.0	○
S9	98.2	3.7	9.8	×
S10	96.7	3.8	0.4	○
S11	81.0	3.5	5.5	×
S12	111.4	3.4	78.6	×
S13	105.0	4.2	6.1	×
S14	108.0	3.8	47.0	×
S15	112.4	4.0	18.6	×
S16	98.4	3.1	111.6	×
S17	106.5	3.0	161.5	×

【0201】

各サンプルの良否判定は、凹みの発生数が1以下であるとした。この良否判定に基づく
と、各サンプルの良否判定は表5に示すようになる。

【0202】

表5に示された各サンプルを、図37にプロットした。図37では、横軸にインデンテ
ーション弾性率をとり、縦軸にインデンテーション硬度をとった。

【0203】

図37に示されているように、プロットされた各サンプルのうち、良と判定されたサン
プルのグループが存在するエリアと、否と判定されたサンプルのグループが存在するエリ
アとは、明確に区分けされていることがわかる。より具体的には、概略的には、インデ
ンテーション硬度が小さい範囲に、否と判定されたサンプルが存在し、インデンテーシ
ン硬度が大きい範囲に、良と判定されたサンプルが存在している。

【0204】

そして、これらのサンプルのグループの間には、明確な境界線が存在すると言うことが
できる。その境界線は、インデンテーション弾性率が所定の値（図37では約97）より
も小さい範囲では、インデンテーション硬度が一定となる線によって定義できることがわ
かる。より具体的には、インデンテーション硬度を z （GPa）とすると、境界線は、

$$z = 3.7$$

によって定義できる。すなわち、このインデンテーション弾性率の範囲では、 $z = 3.7$
の境界線よりもインデンテーション硬度が小さい範囲に、否と判定されたサンプルのグル
ープが存在し、当該境界線よりも大きい範囲に、良と判定されたサンプルのグループが存
在している。

【0205】

一方、インデンテーション弾性率が上記所定の値よりも大きい範囲では、インデンテ
ーション硬度が、インデンテーション弾性率の一次関数を示す線によって定義できることが
わかる。より具体的には、インデンテーション弾性率を x （GPa）、インデンテーシ
ン硬度を z （GPa）とすると、境界線は、

$$z = 0.1x - 0.6$$

によって定義できる。すなわち、このインデンテーション弾性率の範囲では、 $z = 0.1$
 $x - 0.6$ よりもインデンテーション硬度が小さい範囲に、否と判定されたサンプルのグル
ープが存在し、当該境界線よりも大きい範囲に、良と判定されたサンプルのグループが

存在している。

【0206】

従って、インデンテーション弾性率 x (GPa) とインデンテーション硬度 z (GPa) が、

$$z \geq 3.7, \text{ かつ } z \geq 0.1x - 6.0$$

を満たしている、超音波洗浄時に凹みの発生の可能性を低減できる、または凹みが発生し得ない蒸着マスク20のマスク本体（金属層28、金属層組合体28'、金属板21）を得ることができる。

【0207】

なお、実施例2におけるサンプルS1～S6は、上述したように2層構造の金属層組合体28'（〔形態2〕）である。これらのサンプルS1～S6は、いずれも良と判定されており、否と判定されたサンプルが存在していない。しかしながら、形態2の金属層組合体28'と、形態1の金属層28とは、層構造の点で相違するが、層構造の相違は、凹みの発生に影響を及ぼすことは考え難いため、形態2の金属層組合体28'も、形態1の金属層28と同様の傾向を示すと考えられる。このため、形態2の金属層組合体28'であっても、上記式を満たすことにより、超音波洗浄時に凹みの発生の可能性を低減できる、または凹みが発生し得ない蒸着マスク20のマスク本体（金属層組合体28'）を得ることができる。

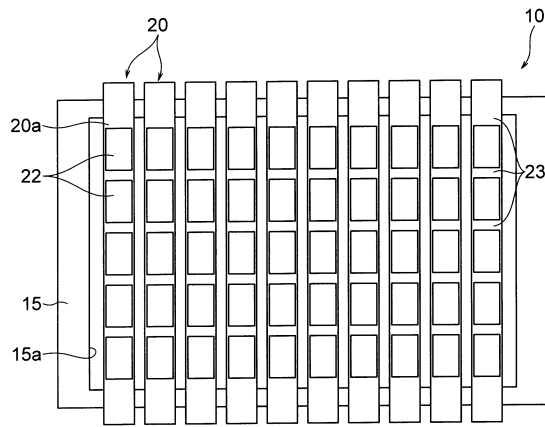
10

【0208】

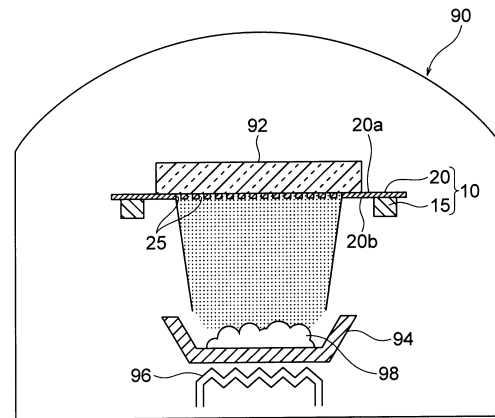
また、形態3の金属層組合体28'と、形態2の金属層組合体28'とは、第1金属層32'が析出する下地が、第1レジストパターン60Aが形成された基材51'か、あるいは基材51'上に形成された導電性パターン52'かが異なるだけであり、第2金属層37'の析出方法に差異は無い。このことにより、形態3の金属層組合体28'も、形態2の金属層組合体28'（更に言えば形態1の金属層28）と同様の傾向を示すと考えられる。このため、形態3の金属層組合体28'であっても、上記式を満たすことにより、超音波洗浄時に凹みの発生の可能性を低減できる、または凹みが発生し得ない蒸着マスク20のマスク本体（金属層組合体28'）を得ることができる。

20

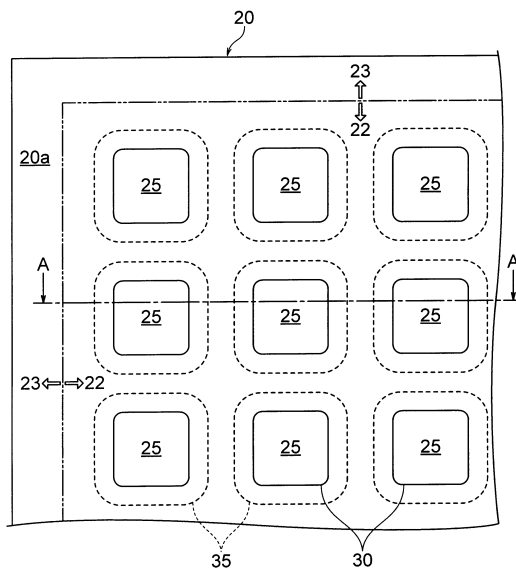
【図 1】



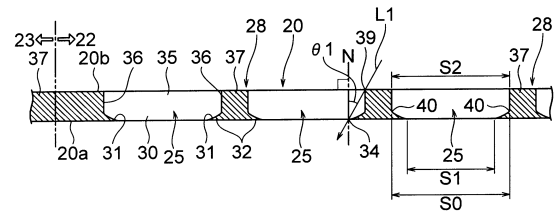
【図 2】



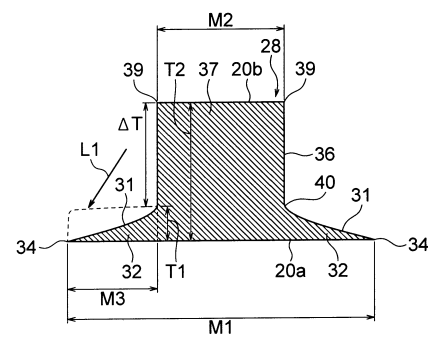
【図 3】



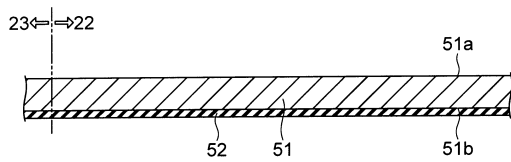
【図 4】



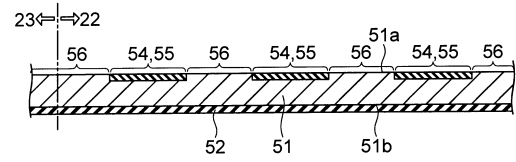
【図 5】



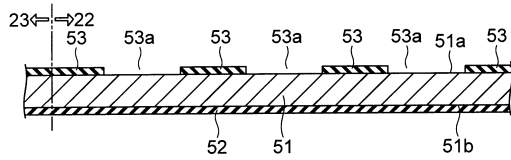
【図 6】



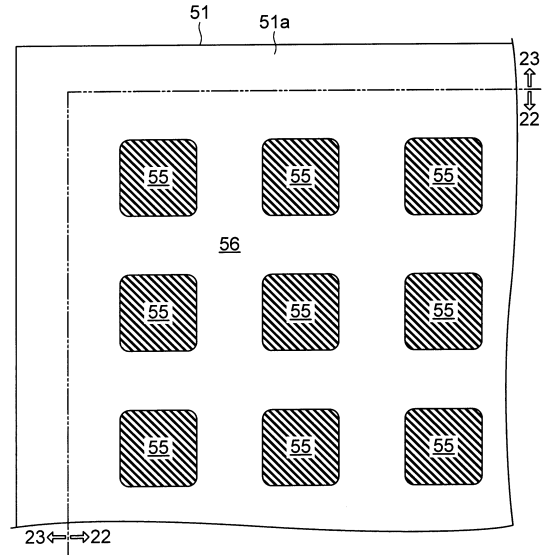
【図 9 A】



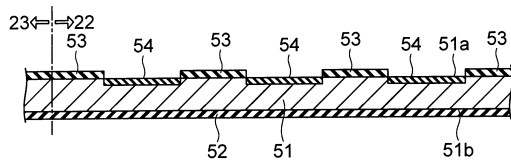
【図 7】



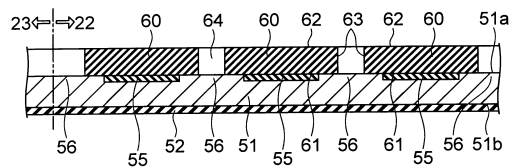
【図 9 B】



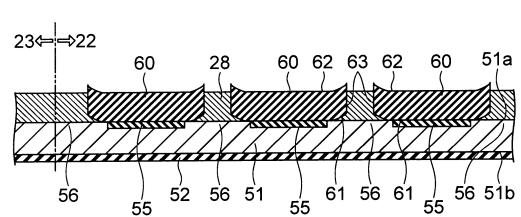
【図 8】



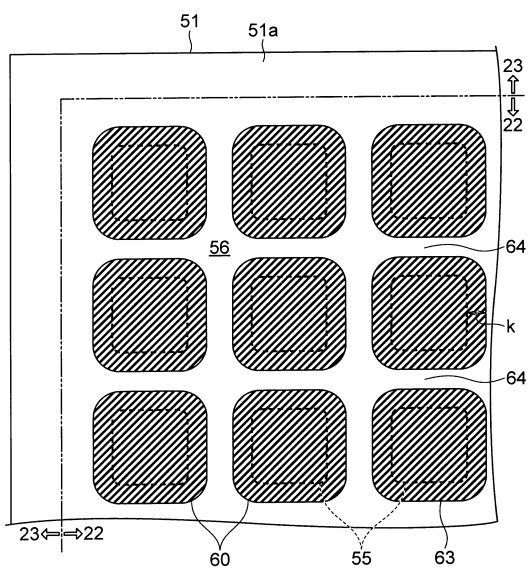
【図 10 A】



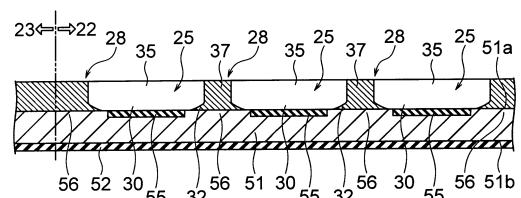
【図 11】



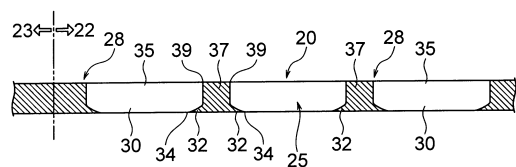
【図 10 B】



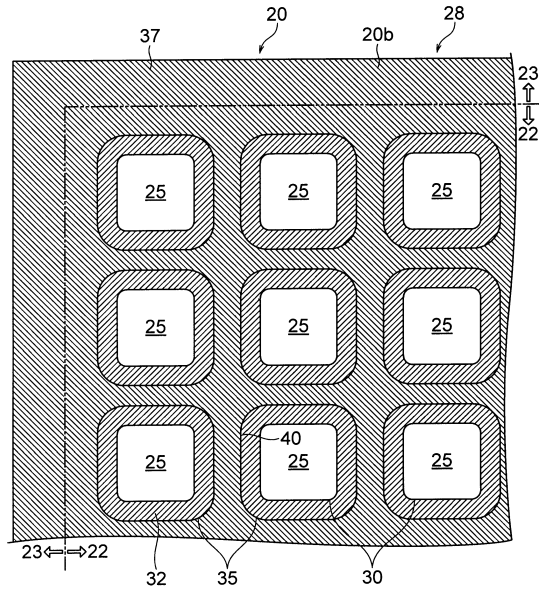
【図 12】



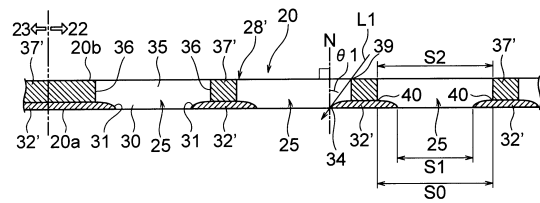
【図 13 A】



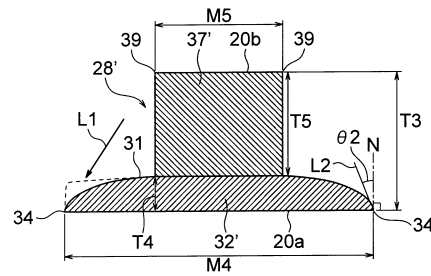
【図 1 3 B】



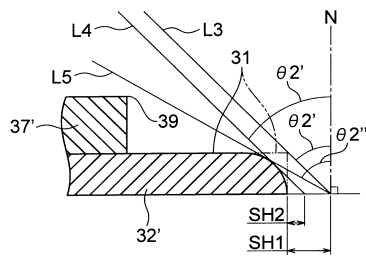
【図 1 4】



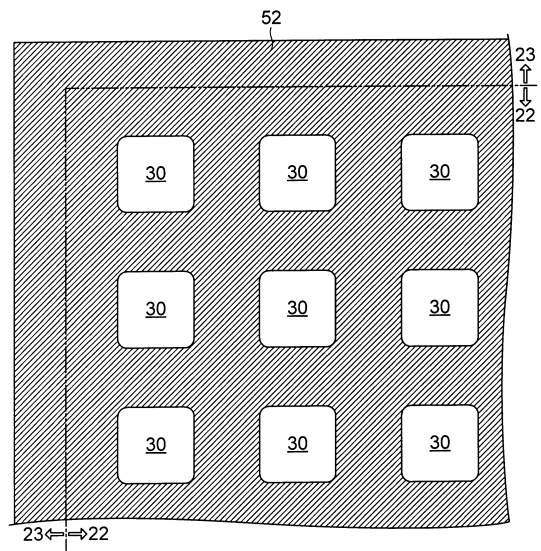
【図 1 5 A】



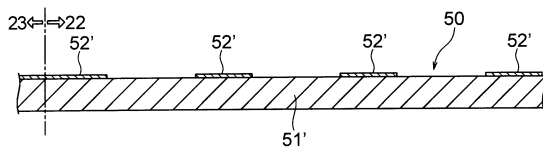
【図 1 5 B】



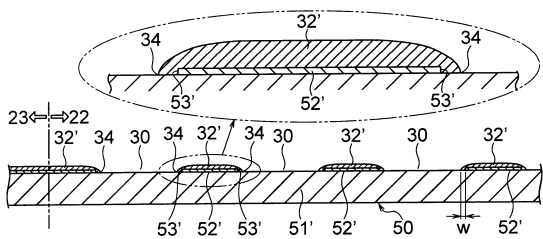
【図 1 7 B】



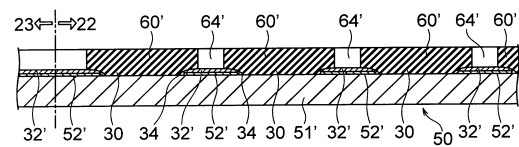
【図 1 6】



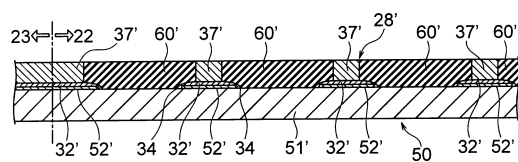
【図 1 7 A】



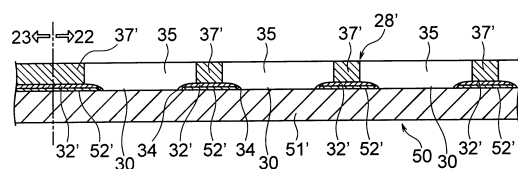
【図 1 8 A】



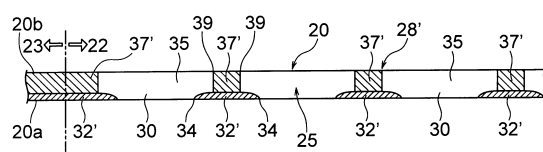
【図 19】



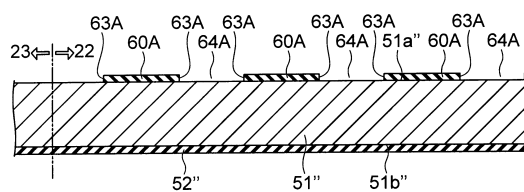
【図 20】



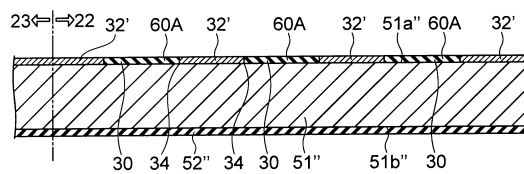
【図 2 1 A】



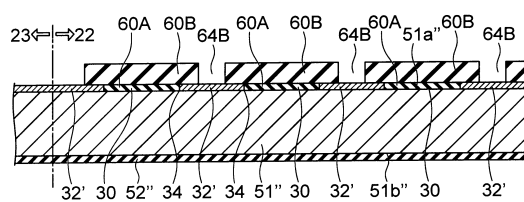
【図 2 3】



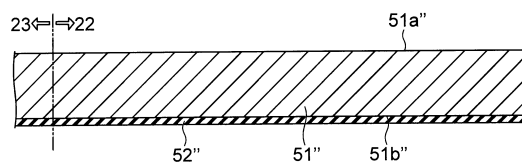
【图 2 4】



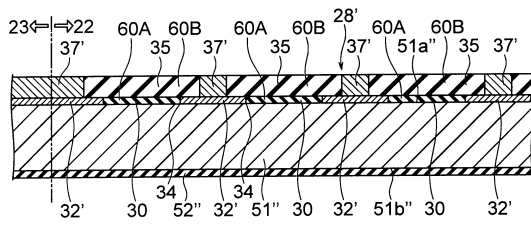
【図 25】



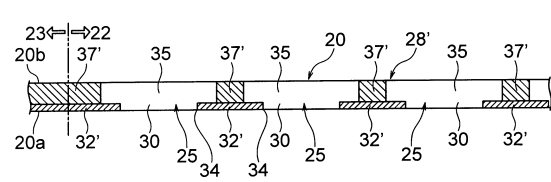
【図 2 2】



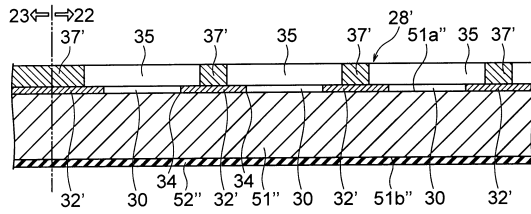
【図 26】



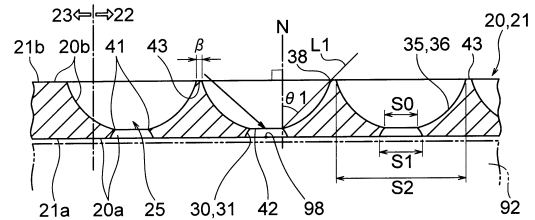
【図 28】



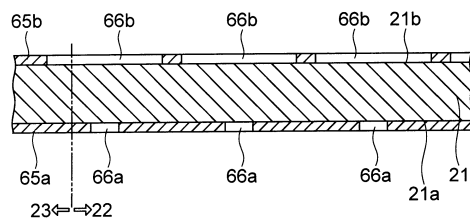
【図 27】



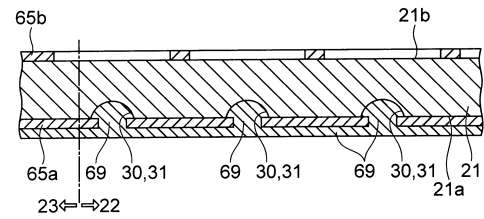
【図 29】



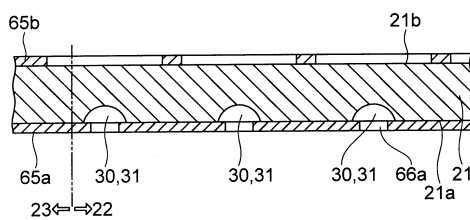
【図 30】



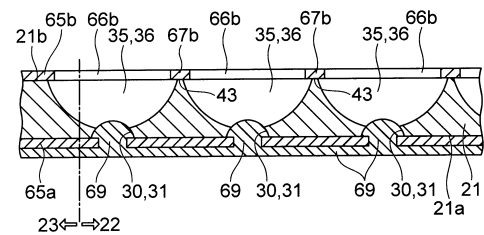
【図 32】



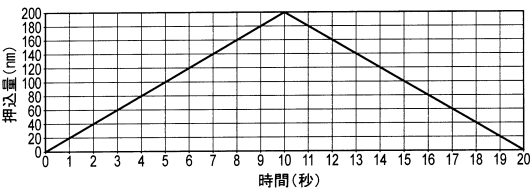
【図 31】



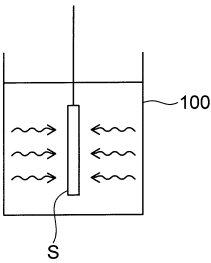
【図 33】



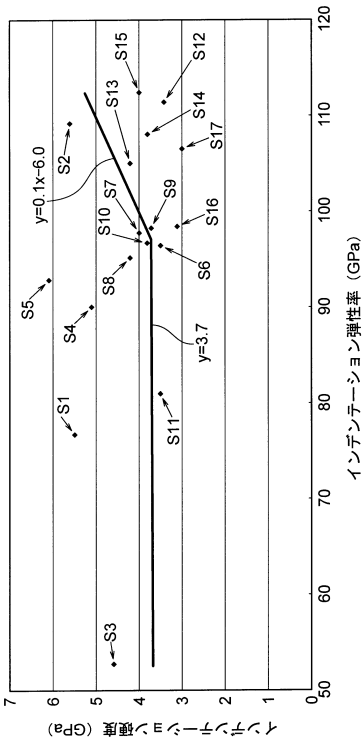
【図 3 4】



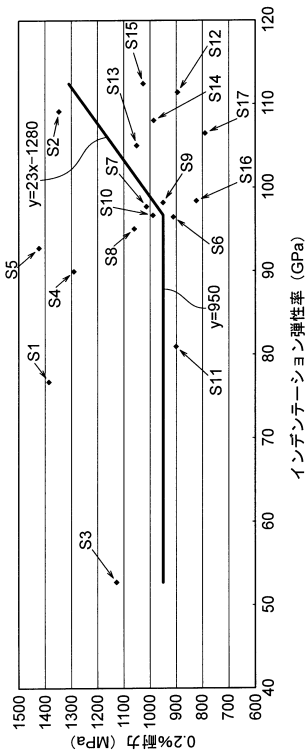
【図 3 5】



【図 3 7】



【図 3 6】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2016-139523(P2016-139523)

(32)優先日 平成28年7月14日(2016.7.14)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

前置審査

(72)発明者 池 永 知加雄
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 島 崎 洋
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 関 謙太郎
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 古 庄 宏 樹
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 初 田 千 秋
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 神▲崎▼ 賢一

(56)参考文献 特開2005-154879(JP, A)

特開昭61-009592(JP, A)

特開2007-234248(JP, A)

特開2006-164815(JP, A)

特開2006-233286(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/04

H01L 51/50

H05B 33/10