

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6588125号
(P6588125)

(45) 発行日 令和1年10月9日(2019.10.9)

(24) 登録日 令和1年9月20日(2019.9.20)

(51) Int.Cl.	F I
C 2 3 C 14/04 (2006.01)	C 2 3 C 14/04 A
C 2 3 C 14/12 (2006.01)	C 2 3 C 14/12
H 0 5 B 33/10 (2006.01)	H 0 5 B 33/10
H 0 1 L 51/50 (2006.01)	H 0 5 B 33/14 A

請求項の数 14 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2018-85753 (P2018-85753)	(73) 特許権者	512225287
(22) 出願日	平成30年4月26日(2018.4.26)		堺ディスプレイプロダクト株式会社
(62) 分割の表示	特願2017-566424 (P2017-566424) の分割		大阪府堺市堺区匠町1番地
原出願日	平成29年1月31日(2017.1.31)	(74) 代理人	100101683 弁理士 奥田 誠司
(65) 公開番号	特開2018-138698 (P2018-138698A)	(74) 代理人	100155000 弁理士 喜多 修市
(43) 公開日	平成30年9月6日(2018.9.6)	(74) 代理人	100139930 弁理士 山下 亮司
審査請求日	平成30年4月26日(2018.4.26)	(74) 代理人	100125922 弁理士 三宅 章子
早期審査対象出願		(74) 代理人	100202197 弁理士 村瀬 成康
		(74) 代理人	100202142 弁理士 北 倫子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸着マスクの製造方法、蒸着マスク、および有機半導体素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

樹脂層と、前記樹脂層上に形成された磁性金属体とを備えた蒸着マスクの製造方法であって、

(A) 少なくとも1つの第1開口部を有する磁性金属体を用意する工程と、

(B) 基板を用意する工程と、

(C) 前記基板の表面に樹脂材料を含む溶液または樹脂材料のワニスを付与した後、熱処理を行うことによって樹脂層を形成する工程と、

(D) 前記工程(A)、前記工程(B)および前記工程(C)の後、前記基板に形成された前記樹脂層を、前記磁性金属体上に、前記少なくとも1つの第1開口部を覆うように固定する工程であって、

(D1) 前記樹脂層の一部上に、めっきによって金属層を形成する工程と、

(D2) 前記金属層を介して、前記樹脂層を前記磁性金属体に接合する工程とを含み、

前記金属層は、前記樹脂層のうち前記少なくとも1つの第1開口部内に位置する領域には形成されておらず、かつ、前記樹脂層のうち前記少なくとも1つの第1開口部内に位置する領域には磁性金属は存在していない、工程と、

(E) 前記樹脂層に、複数の第2開口部を形成する工程と、

(F) 前記工程(D)および前記工程(E)の後、前記樹脂層から前記基板を剥離する工程と

10

20

を包含する、蒸着マスクの製造方法。

【請求項 2】

前記工程 (E) は、前記工程 (D) の後で行われ、

前記複数の第 2 開口部は、前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも 1 つの第 1 開口部内に位置する領域に形成される、請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】

前記工程 (E) は、前記工程 (C) と前記工程 (D) との間に行われる、請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 4】

前記磁性金属体の周縁部にフレームを設ける工程をさらに包含する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 5】

前記工程 (C) において、前記熱処理は、前記樹脂層に、層面内方向に室温で 0.2 MPa より大きい引張応力を生成させる条件で行われる、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 6】

前記工程 (F) において、前記基板を剥離した後、前記磁性金属体は、前記樹脂層から圧縮応力が付与される、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 7】

前記工程 (D2) は、前記金属層を前記磁性金属体に溶接することによって、前記金属層を介して、前記樹脂層を前記磁性金属体に接合する工程である、請求項 1 から 6 に記載の製造方法。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つの第 1 開口部の短手方向に沿った幅は 30 mm 以上である、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 9】

前記磁性金属体の厚さは 1000 μ m 以上である、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 10】

前記蒸着マスクは、1 つの蒸着対象基板上に複数のデバイスを形成するための蒸着マスクであり、それぞれが複数のデバイスの 1 つに対応する複数の単位領域を有し、

前記磁性金属体は、前記複数の単位領域のそれぞれに対して 1 つの第 1 開口部を有するオープンマスク構造を有する、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 11】

フレームと、

前記フレームに支持された、少なくとも 1 つの第 1 開口部を含む磁性金属体と、

前記磁性金属体上に配置された、前記少なくとも 1 つの第 1 開口部を覆う樹脂層と、

前記樹脂層と前記磁性金属体との間に位置し、前記樹脂層と前記磁性金属体とを接合する接着層と

を備え、

前記樹脂層は、層面内方向に引張応力を有し、

前記磁性金属体は、前記樹脂層から面内方向に圧縮応力を受けており、

前記樹脂層の室温における引張応力は、3 MPa 以上であり、

前記樹脂層は、室温における引張応力が 3 MPa 以上である樹脂膜を基板上に形成し、前記樹脂膜を前記磁性金属体に固定した後で、前記樹脂膜から前記基板を剥離することによって形成されており、前記樹脂層および前記磁性金属体は、所定方向に架張工程を行わずに前記フレームに固定されている、蒸着マスク。

【請求項 12】

前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも 1 つの第 1 開口部内に位置する領域には磁性金属が存在していない、請求項 11 に記載の蒸着マスク。

【請求項 1 3】

前記接着層は金属層であり、前記金属層は、前記樹脂層上に配置されためっき層であり、前記金属層は、前記樹脂層のうち前記少なくとも 1 つの第 1 開口部内に位置する領域には配置されていない、請求項 1 1 または 1 2 に記載の蒸着マスク。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 から 1 3 のいずれかに記載の蒸着マスクを用いて、ワーク上に有機半導体材料を蒸着する工程を包含する、有機半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蒸着マスクの製造方法に関し、特に、樹脂層と金属層とが積層された構造を有する蒸着マスクの製造方法に関する。また、本発明は、蒸着マスク、および蒸着マスクを用いた有機半導体素子の製造方法にも関する。

【背景技術】

【0002】

近年、次世代ディスプレイとして有機 EL (Electro Luminescence) 表示装置が注目を集めている。現在量産されている有機 EL 表示装置では、有機 EL 層の形成は、主に真空蒸着法を用いて行われている。

【0003】

蒸着マスクとしては、金属製のマスク（メタルマスク）が一般的である。しかしながら、有機 EL 表示装置の高精細化が進むにつれ、メタルマスクを用いて精度良く蒸着パターンを形成することが困難になりつつある。現在の金属加工技術では、メタルマスクとなる金属板（例えば厚さ 100 μm 程度）に、短い画素ピッチ（例えば 10 ~ 20 μm 程度）に対応した小さな開口部を高い精度で形成することが難しいからである。

【0004】

そこで、精細度の高い蒸着パターンを形成するための蒸着マスクとして、樹脂層と金属層とが積層された構造を有する蒸着マスク（以下では「積層型マスク」とも呼ぶ）が提案されている。

【0005】

例えば特許文献 1 は、樹脂フィルムと、金属磁性体である保持部材とが積層された積層型マスクを開示している。樹脂フィルムには、所望の蒸着パターンに対応した複数の開口部が形成されている。保持部材には、樹脂フィルムの開口部よりもサイズの大きいスリットが形成されている。樹脂フィルムの開口部は、スリット内に配置されている。そのため、特許文献 1 の積層型マスクを用いる場合、蒸着パターンは、樹脂フィルムの複数の開口部に対応して形成される。一般的なメタルマスク用の金属板よりも薄い樹脂フィルムには、小さな開口部であっても高い精度で形成することができる。

【0006】

樹脂フィルムに上記のような小さな開口部を形成する際には、レーザアブレーション法が好適に用いられる。特許文献 1 には、サポート材（ガラス基板など）に載置された樹脂フィルムにレーザを照射し、所望のサイズの開口部を形成する方法が記載されている。

【0007】

図 28 (a) ~ (d) は、それぞれ、特許文献 1 に開示された従来の蒸着マスクの製造方法を説明するための模式的な工程断面図である。

【0008】

特許文献 1 では、まず、図 28 (a) に示すように、樹脂フィルム 81 上に、開口部（スリット）85 を有する金属層 82 を形成し、積層膜 80 を得る。次いで、図 28 (b) に示すように、積層膜 80 に所定の面内方向に張力を付与した状態で、積層膜 80 をフレーム 87 に取り付ける。この後、積層膜 80 を、図 28 (c) に示すように、ガラス基板 90 上に載置する。このとき、樹脂フィルム 81 における金属層 82 と反対側の面を、エタノールなどの液体 88 を介してガラス基板 90 に密着させる。この後、図 28 (d) に

10

20

30

40

50

示すように、樹脂フィルム 8 1 のうち金属層 8 2 のスリット 8 5 によって露出された部分にレーザ光 L を照射することにより、樹脂フィルム 8 1 に複数の開口部 8 9 を形成する。このようにして、積層型の蒸着マスク 9 0 0 が製造される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開 2 0 1 4 - 2 0 5 8 7 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

10

しかしながら、図 2 8 に例示される従来の製造方法では、樹脂フィルムを高い精度で加工することが困難であったり、樹脂フィルムの開口部の周縁にバリが発生したりするという問題があった。

【0011】

樹脂フィルムにバリが生じると、完成した蒸着マスクを蒸着対象となる基板（以下、「蒸着対象基板」とも呼ぶ）に密着させ難くなり、蒸着マスクと蒸着対象基板との間に隙間が生じ得る。このため、従来の蒸着マスクを用いると、蒸着マスクの開口部に対応した高精細な蒸着パターンが得られない可能性がある。詳細は後述する。

【0012】

なお、樹脂フィルムの加工後にワイピング等によってバリを取り除くことは試みられているものの、バリの発生自体を抑制し得る方法は提案されていない。

20

【0013】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、高精細な蒸着パターンの形成に好適に用いられ得る積層型の蒸着マスク、およびその製造方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、そのような蒸着マスクを用いた有機半導体素子の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明による一実施形態の蒸着マスクの製造方法は、樹脂層と、前記樹脂層上に形成された磁性金属体とを備えた蒸着マスクの製造方法であって、（A）少なくとも 1 つの第 1 開口部を有する磁性金属体を用意する工程と、（B）基板を用意する工程と、（C）前記基板の表面に樹脂材料を含む溶液または樹脂材料のワニスが付与した後、熱処理を行うことによって樹脂層を形成する工程と、（D）前記基板に形成された前記樹脂層を、前記磁性金属体上に、前記少なくとも 1 つの第 1 開口部を覆うように固定する工程と、（E）前記樹脂層に、複数の第 2 開口部を形成する工程と、（F）前記工程（E）の後、前記樹脂層から前記基板を剥離する工程とを包含する。

30

【0015】

ある実施形態において、前記工程（E）は、前記工程（D）の後で行われ、前記複数の第 2 開口部は、前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも 1 つの第 1 開口部内に位置する領域に形成される。

40

【0016】

ある実施形態において、前記工程（E）は、前記工程（C）と前記工程（D）の間に行われる。

【0017】

ある実施形態において、上記方法は、前記磁性金属体の周縁部にフレームを設ける工程をさらに包含する。

【0018】

ある実施形態において、前記工程（C）において、前記熱処理は、前記樹脂層に、層面内方向に室温で 0.2 MPa より大きい引張応力を生成させる条件で行われる。

【0019】

50

ある実施形態において、前記少なくとも1つの第1開口部の幅は30 mm以上であり、前記工程(F)で前記基板を剥離した後、前記磁性金属体を水平方向に保持したときの、前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも1つの第1開口部内に位置する領域の最大たわみ量を とすると、前記工程(C)において、前記熱処理は、前記最大たわみ量が5 μ m以下となるような引張応力が前記樹脂層に生成される条件で行われる。

【0020】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの第1開口部の最小幅をW、前記工程(F)で前記基板を剥離した後、前記磁性金属体を水平方向に保持したときの、前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも1つの第1開口部内に位置する領域の最大たわみ量を とすると、前記工程(C)において、前記熱処理は、 $\Delta T/W$ が0.01%以下となるような引張応力が前記樹脂層に付与される条件で行われる。

10

【0021】

ある実施形態において、前記工程(F)において、前記基板を剥離した後、前記磁性金属体は、前記樹脂層から圧縮応力が付与される。

【0022】

ある実施形態において、前記樹脂層はポリイミド層であり、前記基板はガラス基板であり、前記工程(C)の前記熱処理は、前記樹脂材料を含む溶液または前記樹脂材料のワニスが付与された前記基板を、30 $^{\circ}$ C/min以上のレートで300 $^{\circ}$ C以上600 $^{\circ}$ C以下の温度まで昇温させる工程を含む。

【0023】

20

ある実施形態において、前記工程(D)は、前記樹脂層の一部上に接着層を形成する工程(D1)と、前記接着層を介して前記樹脂層を前記磁性金属体に接合する工程(D2)とを包含する。

【0024】

ある実施形態において、前記接着層は金属層であり、工程(D2)は、前記金属層を前記磁性金属体に溶接することによって、前記金属層を介して、前記樹脂層を前記磁性金属体に接合する工程である。

【0025】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの第1開口部の幅は30 mm以上であり、前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも1つの第1開口部内に位置する領域には磁性金属が存在していない。

30

【0026】

ある実施形態において、前記磁性金属体はオープンマスク構造を有する。

【0027】

本発明による一実施形態の蒸着マスクは、フレームと、前記フレームに支持された、少なくとも1つの第1開口部を含む磁性金属体と、前記磁性金属体上に配置された、前記少なくとも1つの第1開口部を覆う樹脂層と、前記樹脂層と前記磁性金属体との間に位置し、前記樹脂層と前記磁性金属体とを接合する接着層とを備え、前記樹脂層は、層面内方向に引張応力を有し、前記磁性金属体は、前記樹脂層から面内方向に圧縮応力を受けている。

40

【0028】

ある実施形態において、前記樹脂層の室温における引張応力は、0.2 MPaより大きい。

【0029】

ある実施形態において、前記接着層は、前記樹脂層に固着された金属層であり、前記金属層は、前記磁性金属体に溶接されている。

【0030】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの第1開口部の幅は30 mm以上であり、前記磁性金属体を水平方向に保持したときの、前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも1つの第1開口部内に位置する領域の最大たわみ量は5 μ m以下である。

50

【0031】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの第1開口部の幅をW、前記磁性金属体を水平方向に保持したときの、前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも1つの第1開口部内に位置する領域の最大たわみ量を とすると、 Δ/W は0.01%以下である。

【0032】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの第1開口部の幅は30mm以上であり、前記樹脂層のうち前記磁性金属体の前記少なくとも1つの第1開口部内に位置する領域には磁性金属が存在していない。

【0033】

ある実施形態において、前記磁性金属体はオープンマスク構造を有する。

【0034】

本発明による一実施形態の有機半導体素子の製造方法は、上記のいずれかに記載の蒸着マスクを用いて、ワーク上に有機半導体材料を蒸着する工程を包含する。

【発明の効果】

【0035】

本発明の実施形態によると、高精細な蒸着パターンの形成に好適に用いられ得る積層型の蒸着マスクおよびその製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】(a)は、本発明による実施形態の蒸着マスク100を模式的に示す平面図であり、(b)は、図1(a)中のA-A線に沿った断面図である。

【図2】(a)および(b)は、それぞれ、本発明による実施形態の他の蒸着マスクを模式的に示す平面図である。

【図3】(a)および(b)は、それぞれ、本発明による実施形態の蒸着マスクの製造方法を例示する工程平面図および工程断面図である。

【図4】(a)および(b)は、それぞれ、本発明による実施形態の蒸着マスクの製造方法を例示する工程平面図および工程断面図である。

【図5】(a)および(b)は、それぞれ、本発明による実施形態の蒸着マスクの製造方法を例示する工程平面図および工程断面図である。

【図6】(a)および(b)は、それぞれ、本発明による実施形態の蒸着マスクの製造方法を例示する工程平面図および工程断面図である。

【図7】(a)および(b)は、それぞれ、本発明による実施形態の蒸着マスクの製造方法を例示する工程平面図および工程断面図である。

【図8】(a)および(b)は、基板上に形成された膜による応力と、基板の変形の仕方との関係を模式的に示す図である。

【図9】(a)～(e)は、それぞれ、本発明による実施形態の蒸着マスクの他の製造方法を例示する工程断面図である。

【図10】(a)～(e)は、それぞれ、本発明による実施形態の蒸着マスクの他の製造方法を例示する工程断面図である。

【図11】(a)～(e)は、それぞれ、本発明による実施形態の蒸着マスクのさらに他の製造方法を例示する工程断面図である。

【図12】サンプルA～Cの上面図である。

【図13】(a)および(b)は、実施例1の蒸着マスクを示す平面図および断面図である。

【図14】(a)および(b)は、それぞれ、たわみ測定におけるスキャン方向を示す平面図である。

【図15】(a)～(c)は、それぞれ、実施例1の蒸着マスクにおけるセルC1のポリイミド膜の高さの変化を示す図である。

【図16】(a)～(c)は、それぞれ、実施例1の蒸着マスクにおけるセルC1のポリ

10

20

30

40

50

イミド膜の高さの変化を示す図である。

【図 17】(a) ~ (c) は、それぞれ、実施例 1 の蒸着マスクにおけるセル C 2 のポリイミド膜の高さの変化を示す図である。

【図 18】(a) ~ (c) は、それぞれ、実施例 1 の蒸着マスクにおけるセル C 2 のポリイミド膜の高さの変化を示す図である。

【図 19】(a) ~ (c) は、それぞれ、実施例 1 の蒸着マスクにおけるセル C 3 のポリイミド膜の高さの変化を示す図である。

【図 20】(a) ~ (c) は、それぞれ、実施例 1 の蒸着マスクにおけるセル C 3 のポリイミド膜の高さの変化を示す図である。

【図 21】(a) ~ (c) は、それぞれ、実施例 2 の蒸着マスクにおけるセルのポリイミド膜の高さの変化を示す図である。

【図 22】(a) ~ (c) は、それぞれ、実施例 1 の蒸着マスクにおけるセルのポリイミド膜の高さの変化を示す図である。

【図 23】(a) および (b) は、それぞれ、実施例 1、2 の蒸着マスクを示す図である。

【図 24】トップエミッション方式の有機 EL 表示装置 500 を模式的に示す断面図である。

【図 25】(a) ~ (d) は、有機 EL 表示装置 500 の製造工程を示す工程断面図である。

【図 26】(a) ~ (d) は、有機 EL 表示装置 500 の製造工程を示す工程断面図である。

【図 27】(a) ~ (d) は、レーザアブレーション法によって樹脂フィルムにバリが生成される様子を説明するための模式的な断面図である。

【図 28】(a) ~ (d) は、それぞれ、特許文献 1 に開示された従来の蒸着マスクの製造方法を説明するための模式的な工程断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0037】

上述したように、積層型の蒸着マスクを製造する従来の方法によると、樹脂フィルムの開口部の周縁にバリが生成される場合がある。本発明者は、バリが生成される要因について検討を重ね、以下のような知見を得た。

【0038】

従来の方法では、図 28 (c) および (d) を参照しながら説明したように、エタノールなどの液体 88 の表面張力によって樹脂フィルム 81 をガラス基板 90 に密着させた状態で、樹脂フィルム 81 の所定の領域（以下、「レーザ照射領域」と略する）にレーザ光 L を照射し、開口部 89 を形成する。本発明者が検討したところ、この方法では、樹脂フィルム 81 をガラス基板 90 に密着させる際に、ガラス基板 90 と樹脂フィルム 81 との界面に部分的に気泡が生じ、局所的に密着性が低くなるおそれがあることが分かった。さらに、本発明者は、樹脂フィルム 81 のあるレーザ照射領域の下方に気泡が存在していると、高い精度で開口部 89 を形成することが困難になるだけでなく、そのレーザ照射領域にバリが生成され易くなることを見出した。図 27 を参照して詳しく説明する。

【0039】

図 27 (a) ~ (d) は、ガラス基板 90 と樹脂フィルム 81 との間の気泡によってバリが生成される様子を説明するための模式的な断面図である。図 27 では金属層および液体の図示を省略している。

【0040】

図 27 (a) に示すように、ガラス基板 90 などのサポート材上に、（例えば液体を介して）樹脂フィルム 81 を密着させる場合、ガラス基板 90 と樹脂フィルム 81 との間に部分的に隙間（気泡）94 が生じ得る。この状態で、レーザアブレーション法により、樹脂フィルム 81 の加工（以下、単に「レーザ加工」と呼ぶことがある）を行うと、図 27 (b) に示すように、樹脂フィルム 81 のうち気泡 94 上に位置する部分に、開口部を形

10

20

30

40

50

成するためのレーザ照射領域 9 2 が配置される可能性がある。レーザ照射領域 9 2 には、例えば樹脂フィルム 8 1 の表面に焦点を合わせて、複数回のショットが行われる。

【 0 0 4 1 】

レーザアブレーションは、固体の表面にレーザ光を照射したとき、レーザ光のエネルギーによって固体表面の構成物質が急激に放出される現象をいう。ここでは、放出される速度をアブレーション速度という。レーザ加工の際に、レーザ照射領域 9 2 において、エネルギーの分布に依存してアブレーション速度に分布が生じ、樹脂フィルム 8 1 の一部のみに先に貫通孔が形成される可能性がある。そうすると、図 2 7 (c) に示すように、樹脂フィルム 8 1 のうち薄膜化された他の部分 9 8 は、樹脂フィルム 8 1 の裏側（すなわち、樹脂フィルム 8 1 とガラス基板 9 0 との間にある気泡 9 4 内）に折り返されてしまい、それ以上レーザ光で照射されなくなる。この結果、薄膜化された部分 9 8 が除去されずに残された状態で、開口部 8 9 が形成されてしまう。本明細書では、樹脂フィルム 8 1 のうち薄膜化された状態で残された部分 9 8 を「バリ」と呼ぶ。

10

【 0 0 4 2 】

バリ 9 8 が樹脂フィルム 8 1 の裏面側に突出していると、蒸着マスクを蒸着対象基板に設置するときに、蒸着マスクの一部が蒸着対象基板から浮いてしまうことがある。このため、開口部 8 9 に対応した形状の蒸着パターンが得られない可能性がある。

【 0 0 4 3 】

なお、レーザ加工後に樹脂フィルム 8 1 のバリ 9 8 を取り除く処理（バリ取り工程）が行われることもある。例えば樹脂フィルム 8 1 の裏面を拭き取ること（ワイピング）が試みられている。しかしながら、バリ取り工程によって、樹脂フィルム 8 1 に生じたバリ 9 8 を全て取り除くことは難しい。また、図 2 7 (d) に例示するように、ワイピングによって、一部のバリ 9 8 が開口部 8 9 の内部に突出するように戻され、蒸着工程でシャドウイングを引き起こす可能性もある。

20

【 0 0 4 4 】

本発明者は、上記知見に基づいて、サポート材に支持された樹脂層に、バリの発生を抑制しつつ、所望のサイズの開口部を高い精度で形成し得る新規な方法を見出し、本願発明に想到した。

【 0 0 4 5 】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

30

【 0 0 4 6 】

（実施の形態）

< 蒸着マスクの構造 >

図 1 (a) および (b) を参照しながら、本発明の実施形態による蒸着マスク 1 0 0 を説明する。図 1 (a) および (b) は、それぞれ蒸着マスク 1 0 0 を模式的に示す平面図および断面図である。図 1 (b) は、図 1 (a) 中の A - A 線に沿った断面を示している。なお、図 1 は、蒸着マスク 1 0 0 の一例を模式的に示すものであり、各構成要素のサイズ、個数、配置関係、長さの比率などは図示する例に限定されないことはいうまでもない。後述する他の図面でも同様である。

40

【 0 0 4 7 】

蒸着マスク 1 0 0 は、図 1 (a) および (b) に示すように、磁性金属体 2 0 と、磁性金属体 2 0 の主面 2 0 s に配置された樹脂層 1 0 とを備える。樹脂層 1 0 と磁性金属体 2 0 との間の少なくとも一部に位置する接着層 5 0 をさらに備えてもよい。接着層 5 0 は、樹脂層 1 0 と磁性金属体 2 0 とを接合する層である。

【 0 0 4 8 】

蒸着マスク 1 0 0 は、樹脂層 1 0 と磁性金属体 2 0 とが積層された構造を有する積層型マスクである。以下では、樹脂層 1 0 および磁性金属体 2 0 を含む積層体 3 0 を「マスク体」と呼ぶことがある。

【 0 0 4 9 】

50

マスク体 30 の周縁部には、フレーム 40 が設けられていてもよい。フレーム 40 は、磁性金属体 20 における主面 20s と反対側の面に接合されていてもよい。

【0050】

磁性金属体 20 は、少なくとも 1 つの開口部（以下、「第 1 開口部」と呼ぶ）25 を有している。この例では、磁性金属体 20 は、6 つの第 1 開口部 25 を有している。磁性金属体 20 のうち第 1 開口部 25 の周辺に位置し、金属の存在している部分（隣接する第 1 開口部 25 の間に位置する部分も含む）21 を「中実部」と呼ぶ。

【0051】

磁性金属体 20 はオープンマスク構造を有していてもよい。「オープンマスク構造」とは、1 つの蒸着対象基板上に複数のデバイス（例えば有機 EL ディスプレイ）を形成するための蒸着マスクにおいて、1 つのデバイスに対応する単位領域 U に対して 1 つの開口部を有する構造をいう。なお、磁性金属体 20 は、オープンマスク構造を有していなくてもよく、例えば、1 つの単位領域 U に対して 2 以上の開口部（例えばスリット）が配置された構造を有していてもよい。以下、オープンマスク構造を有する磁性金属体を、単に「オープンマスク」と呼ぶことがある。

【0052】

後述するように、蒸着マスク 100 を用いて蒸着工程を行う際、蒸着マスク 100 は、磁性金属体 20 が蒸着源側、樹脂層 10 がワーク（蒸着対象物）側に位置するように配置される。磁性金属体 20 は磁性体であるので、磁気チャックを用いることにより、蒸着工程において蒸着マスク 100 をワーク上に簡便に保持および固定することができる。

【0053】

樹脂層 10 は、磁性金属体 20 の主面 20s 上に、第 1 開口部 25 を覆うように配置されている。樹脂層 10 のうち第 1 開口部 25 内に位置する領域 10a を「第 1 領域」、蒸着マスク 100 の法線方向から見たとき、磁性金属体 20 の中実部 21 と重なっている領域 10b を「第 2 領域」と称する。

【0054】

樹脂層 10 の第 1 領域 10a には複数の開口部（以下、「第 2 開口部」）13 が形成されている。複数の第 2 開口部 13 は、ワークに形成されるべき蒸着パターンに対応したサイズ、形状および位置に形成されている。この例では、各単位領域 U において、複数の第 2 開口部 13 が所定のピッチで配列されている。隣接する 2 つの単位領域 U の間隔は、典型的には、単位領域 U 内における隣接する 2 つの第 2 開口部 13 の間隔よりも大きい。また、この例では、第 1 領域 10a 上には磁性金属は存在していない。

【0055】

樹脂層 10 の第 2 領域 10b は、接着層 50 を介して、磁性金属体 20 の第 1 開口部 25 の周辺（中実部 21）に接合されている。接着層 50 は、特に限定されないが、金属層であってもよい。例えば、樹脂層 10 の第 2 領域 10b 上にめっき等で金属層を形成し、金属層と磁性金属体 20 の中実部 21 とを溶接することによって、樹脂層 10 と磁性金属体 20 とが接合されていてもよい。あるいは、接着層 50 は接着剤で形成されてもよい。なお、樹脂層 10 は、上記に例示した方法で磁性金属体 20 に接合されていればよく、フレーム 40 とは直接接合されていなくてもよい。

【0056】

後述するように、樹脂層 10 は、ガラス基板などの支持基板上に、樹脂材料を含む溶液（例えば可溶型ポリイミド溶液）または樹脂材料の前駆体を含む溶液（例えばポリイミドワニス）を付与し、熱処理を行うことによって形成された層である。ここでいう熱処理は、可溶型ポリイミド溶液を用いる場合には乾燥工程（例えば 100 以上）、ポリイミドワニスを用いる場合には乾燥および焼成工程（例えば 300 以上）を行うための熱処理を含む。

【0057】

また、本実施形態では、複数の第 2 開口部 13 は、支持基板上で樹脂層 10 に対してレーザー加工を行うことによって形成されている。支持基板と樹脂層 10 とは密着されており

10

20

30

40

50

、両者の間には気泡が存在していない（あるいはほとんど存在していない）ため、樹脂層 10 のレーザ加工工程においてバリの発生が抑制される。従って、本実施形態の樹脂層 10 は、バ리를ほとんど有していない。あるいは、バ리를有しているとしても、その数（単位面積当たりの個数）は従来よりも大幅に低減されている。支持基板は、樹脂層に第 2 開口部 13 が形成された後に樹脂層 10 から剥離される。

【0058】

上記方法で支持基板上に形成された樹脂層 10 は、層面内方向に引張応力（引張の内部応力）を有し得る。これにより、支持基板を剥離した後に、樹脂層 10 の第 1 領域 10 a に生じるたわみを低減できるので、ワーク上に高精細な蒸着パターンを形成することが可能になる。樹脂層 10 の引張応力は、例えば、支持基板上で樹脂層 10 を形成する際の熱処理条件などによって制御され得る。樹脂層 10 の引張応力は、室温において、例えば 0 . 2 MPa より大きい。好ましくは 3 MPa 以上である。これにより、より効果的にたわみを低減できる。

【0059】

一般に、熱処理により支持基板上に樹脂膜を形成する場合、樹脂膜に生じる残留応力をできるだけ低減し得る条件で熱処理が行われる。樹脂膜の残留応力（引張応力）が大きくなると、支持基板の反りなどの問題が生じ、形状安定性や信頼性が低下する要因となるからである。これに対し、本実施形態は、樹脂層 10 に所定の引張応力を故意に生成させ、それを利用して、樹脂層 10 のたわみを低減するものである。これにより、樹脂層 10 を架張する工程が不要となり、より容易なプロセスで、たわみの低減された蒸着マスクを製造できる。

【0060】

なお、支持基板上では、樹脂層 10 は応力分布を有する場合があるが、支持基板を剥離すると、樹脂層 10 の引張応力の大きさは平均化され、面内で略均一になり得る。従って、樹脂層 10 の第 1 領域 10 a 内で、略等しい大きさの引張応力を有し得る。

【0061】

本実施形態によると、樹脂層 10 が所定の引張応力を有するため、樹脂層 10 の第 2 開口部 13 に近接して金属膜を配置しなくても、樹脂層 10 に生じるたわみが低減される。従って、金属膜の精密なパターンニング工程が不要になる。また、たわみの発生を抑制しつつ、磁性金属体 20 の第 1 開口部 25 のサイズを大きくでき、例えばオープンマスク構造を有する磁性金属体 20 を使用することも可能になる。以下、詳しく説明する。

【0062】

従来の蒸着マスクでは、樹脂フィルムと金属膜（磁性金属膜）との積層膜（または樹脂フィルム）を架張機等によって、特定の層面内方向に引っ張った状態でフレームに固定されていた（以下、「架張工程」と呼ぶ）。このような積層型マスクでは、金属膜の開口部が大きすぎると、樹脂膜に自重によるたわみが生じ、樹脂膜の開口部に対応した形状の蒸着パターンが得られない可能性があった。このため、従来は、樹脂膜の開口部にできるだけ近接して保持部材である金属膜を配置するために、特許文献 1 で提案されているように、樹脂膜上に精密な金属パターンを形成する必要があった。これに対し、本実施形態によると、樹脂層 10 を支持基板上に形成する際のプロセス条件により、樹脂層 10 に所望の引張応力を生じさせることが可能である。また、磁性金属体 20 とは別個に、樹脂層 10 に引張応力を生じさせるため、樹脂層 10 に生じる引張応力の大きさをより容易に制御できる。従って、樹脂膜上に精密なパターンを有する磁性金属膜を形成する必要がなく、オープンマスクなどの予め第 1 開口部を形成した金属板を使用できる。このため、従来よりも製造プロセスおよび製造コストを大幅に低減できる。

【0063】

本実施形態は、例えばオープンマスクなどの、比較的大きいサイズの第 1 開口部 25 を有する磁性金属体 20 を使用する場合に特に有利である。第 1 開口部 25 のサイズが比較的大きい場合でも、樹脂層 10 の内在する引張応力により、樹脂層 10 に生じるたわみを低減できる。従って、たわみに起因する蒸着パターンのずれを抑制するために、樹脂層 1

0の第1領域10a上に別途磁性金属を配置する必要がない。第1開口部25の幅(短手方向に沿った長さ)は、例えば30mm以上、または50mm以上であってもよい。第1開口部25の幅の上限は特に限定しないが、例えば300mm以下であれば、たわみ量の増大を抑制できる。

【0064】

本実施形態によると、樹脂層10の最大たわみ量 δ を所定値 s 以下に抑えることができる。ここで、樹脂層10の最大たわみ量 δ は、磁性金属体20を水平方向に保持したときの、樹脂層10の第1領域10aの最大たわみ量をいう。 s は、特に限定しないが、例えば5 μ m、好ましくは2 μ mである。例えば、磁性金属体20の第1開口部25の幅が30mm以上のとき、樹脂層10の最大たわみ量 δ は5 μ m以下であってもよい。あるいは、第1開口部25の幅をW、樹脂層10の最大たわみ量を δ とすると、 δ/W は0.01%以下であってもよい。

10

【0065】

本実施形態の蒸着マスク100では、磁性金属体20は、樹脂層10から面内方向に圧縮応力を受ける。なお、架張工程によって積層膜をフレームに固定する場合、金属膜および樹脂膜はともにフレームから面内方向に張力を受けており、樹脂膜が金属膜に圧縮応力を与える構成は得られない。また、樹脂膜のみを架張工程でフレームに固定する場合でも、樹脂膜は金属膜に密着されておらず、金属膜は樹脂膜から圧縮応力を受けないと考えられる。

【0066】

20

樹脂層10の材料としては、例えばポリイミドを好適に用いることができる。ポリイミドは、強度、耐薬品性および耐熱性に優れる。樹脂層10の材料として、ポリパラキシレン、ビスマレイミド、シリカハイブリッドポリイミドなどの他の樹脂材料を用いてもよい。樹脂層10を形成している樹脂膜の線熱膨張係数 R (ppm/ $^{\circ}$ C)は、蒸着対象となる基板の線熱膨張係数と同程度であることが好ましい。このような樹脂層10は、樹脂材料、焼成条件などの形成条件などによって形成され得る。樹脂層10の形成方法については後述する。

【0067】

樹脂層10の厚さは、特に限定されない。ただし、樹脂層10が厚すぎると、蒸着膜の一部が所望の厚さよりも薄く形成されてしまうことがある(「シャドウイング」と呼ばれる)。シャドウイングの発生を抑制する観点からは、樹脂層10の厚さは、25 μ m以下であることが好ましい。また、3 μ m以上であれば、支持基板上に付与された樹脂材料(またはその前駆体)を含む溶液に対して熱処理を行うことによって、より均一な厚さの樹脂層10を形成できる。また、樹脂層10自体の強度および洗浄耐性の観点からも、樹脂層10の厚さは3 μ m以上であることが好ましい。

30

【0068】

磁性金属体20の材料としては、種々の磁性金属材料を用いることができる。例えばNi、Cr、フェライト系ステンレス鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼などの線熱膨張係数 M の比較的大きい材料を用いてもよいし、例えばFe-Ni系合金(インバー)、Fe-Ni-Co系合金など線熱膨張係数 M の比較的小さい材料を用いてもよい。

40

【0069】

なお、特許文献1に開示されているような従来の蒸着マスクでは、金属層のスリットのサイズはできるだけ小さくなるように設計されており、マスク全体に占める中実部の面積率は比較的高い(特許文献1の図1では70%超)。このため、金属層の材料として、線熱膨張係数 M の小さい材料(例えば M :6ppm/ $^{\circ}$ C未満)が用いられていた。蒸着工程での蒸着マスクの形状安定性を確保するためである。これに対し、本実施形態では、マスク全体に占める中実部21の面積率を小さく(すなわち第1開口部25の面積率を大きく)できるので、従来は使用できなかった線熱膨張係数の高い金属を用いることも可能である。従って、線熱膨張係数に関わらず種々の金属材料を用いることが可能になり、金属材料の選択の自由度を高めることができる。

50

【0070】

磁性金属体20の厚さは、特に限定されない。ただし、磁性金属体20が薄すぎると、磁気チャックの磁界から受ける被吸着力が小さくなり、蒸着工程において、蒸着マスク100をワーク上に保持することが困難になることがある。このため、磁性金属体20の厚さは5 μ m以上であることが好ましい。

【0071】

磁性金属体20の厚さは、蒸着工程におけるシャドウイングが生じない範囲内に設定されることが好ましい。従来の蒸着マスクでは、保持部材である金属層は、樹脂膜の開口部に近接して配置されていた。このため、蒸着工程におけるシャドウイングを抑制する観点から、金属層の厚さを小さく（例えば20 μ m以下）する必要があった。これに対し、本実施形態によると、樹脂層10が所定の引張応力を有しており、磁性金属体20を樹脂層10の第2開口部13に近接して配置しなくてもよい。このため、磁性金属体20の第1開口部25の端部を樹脂層10の第2開口部13から十分離して配置できる（例えば、磁性金属体20の中実部21と第2開口部13との最小距離Dmin：1mm以上）。最小距離Dminが大きいと、磁性金属体20を厚くしてもシャドウイングが生じ難いため、従来よりも磁性金属体20を厚くできる。磁性金属体20の厚さは、蒸着角、磁性金属体20のテーパ角、磁性金属体20の中実部21と第2開口部13との最小距離Dminの大きさにもよるが、例えば1000 μ m以上であってもよい。磁性金属体20としてオープンマスクを用いる場合、第1開口部25のサイズを単位領域Uよりも十分に大きくなるように設計しておくことで、オープンマスクの厚さを例えば300 μ m以上にできる。磁性金属体20の厚さの上限値は、特に限定しないが、例えば1.5mm以下であれば、シャドウイングを抑制することが可能である。このように、本実施形態によると、磁性金属体20の材料のみでなく、厚さの選択の自由度をも高めることができる。

【0072】

フレーム40は、例えば磁性金属から形成されている。あるいは、金属以外の材料、例えば樹脂（プラスチック）で形成されていてもよい。従来の蒸着マスクでは、架張工程によってフレームに固定された積層膜（樹脂膜および金属膜）からの張力でフレームが変形・破断しないように、フレームには適度な剛性が求められていた。このため、例えば厚さ20mmのインバーからなるフレームが使用されていた。これに対し、本実施形態では、架張工程を行わずに、あるいは磁性金属体20に大きな張力をかけずにフレーム40の取り付けを行うので、フレーム40には架張工程に起因する張力がかからない。従って、従来よりも剛性の小さいフレーム40を用いることも可能であり、フレーム40の材料の選択の自由度が高い。また、フレーム40を従来よりも薄くすることも可能である。従来よりも薄いフレームまたは樹脂製のフレームを用いると、軽量でハンドリング性に優れた蒸着マスク100が得られる。

【0073】

< 蒸着マスクの他の構造例 >

図2(a)および(b)は、それぞれ、本実施形態の他の蒸着マスク200、300を模式的に示す平面図である。これらの図において、図1と同様の構成要素には同じ参照符号を付している。以下の説明では、蒸着マスク100と異なる点のみを説明する。

【0074】

蒸着マスク200、300では、磁性金属体20は、単位領域U内に複数の第1開口部25を有している。各第1開口部25内には、2以上の第2開口部13（図示している個数に限定されないというまでもない）が位置している。

【0075】

第1開口部25は、図2(a)に例示するように、単位領域U内に、行方向および列方向に配列された第2開口部13の列ごと（または行ごと）に配置されたスリットであってもよい。または、図2(b)に例示するように、第1開口部25は、複数の列および複数の行に配列された第2開口部13を含むサブ領域ごとに配置されてもよい。

【0076】

なお、図 1 および図 2 には、複数の単位領域 U を有する蒸着マスクを例示したが、各単位領域 U の数および配列方法、各単位領域 U 内の第 2 開口部 13 の個数および配列方法などは、製造しようとするデバイスの構成によって決まり、図示する例に限定されない。単位領域 U の数は単数であってもよい。

【0077】

< 蒸着マスクの製造方法 >

図 3 ~ 図 7 を参照しながら、蒸着マスク 100 の製造方法を例に、本実施形態の蒸着マスクの製造方法を説明する。図 3 ~ 図 7 の (a) および (b) は、それぞれ、蒸着マスク 100 の製造方法の一例を示す工程平面図、および、各図の (a) に示す A - A 線に沿った工程断面図である。

10

【0078】

まず、図 3 (a) および (b) に示すように、支持基板 60 を用意し、支持基板 60 上に樹脂層 10 を形成する。支持基板 60 として、例えばガラス基板が好適に用いられ得る。ガラス基板のサイズおよび厚さは特に限定されない。

【0079】

樹脂層 10 は次のようにして形成される。まず、支持基板 60 上に、樹脂材料の前駆体を含む溶液（例えばポリイミドワニス）または樹脂材料を含む溶液（例えば可溶型ポリイミド溶液）を付与する。溶液の付与方法としては、スピンコート法、スリットコーター法などの公知の方法を用いることができる。ここでは、樹脂材料としてポリイミドを用い、ポリイミドの前駆体であるポリアミック酸を含む溶液（ポリイミドワニス）をスピンコート法で支持基板 60 上に塗布する。続いて、熱処理（乾燥および焼成）を行うことにより、樹脂層 10 としてポリイミド層を形成する。熱処理温度は 300 以上、例えば 400 以上 500 以下に設定され得る。

20

【0080】

熱処理条件は、樹脂層 10 に所定の引張応力を生成させるような条件に設定される。例えば 0.2 MPa より大きい（好ましくは 3 MPa 以上の）引張応力を生成させるように設定されてもよい。引張応力の大きさは、樹脂層 10 の材料や熱処理条件の他、例えば、支持基板 60 の厚さ、形状、サイズ、支持基板 60 の材料特性（ヤング率、ポアソン比、熱膨張係数など）によって変わり得る。ここでいう熱処理条件は、熱処理温度（最高温度）、昇温速度、高温（例えば 300 以上）での保持時間、熱処理時の雰囲気などを含む。また、昇温時の温度プロファイルのみでなく、冷却時の温度プロファイルをも含む。

30

【0081】

樹脂層 10 に残留する引張応力を大きくするには、例えば、ポリイミドワニスのイミド化を急激に行わせるような条件に設定することが考えられる。一例として、昇温速度を大きくすることにより、引張応力を増加させることが可能である。例えば、ガラス基板上にポリイミド層を熱処理で形成する場合、ポリイミドワニスが付与されたガラス基板を、30 / min 以上のレートで 300 以上 600 以下の温度まで昇温させてもよい。また、昇温および冷却を含む全熱処理工程を通して、上記ガラス基板を例えば 300 以上の温度での保持される合計時間を短く（例えば 30 分以内）に設定することで、樹脂層 10 に残留する引張応力を増加させることができる。さらに、昇温および冷却を含む全熱処理時間を比較的短くする（例えば 1 時間以内）、最高温度での保持時間（放置時間）を短くする（例えば 5 分以内）、最高温度到達後に急冷すること等によっても、引張応力を大きくできる。熱処理雰囲気は特に限定されず、大気雰囲気または窒素ガス雰囲気であってもよいが、100 Pa 以下の減圧雰囲気下で熱処理を行うと、昇温速度をより容易に高めることができる。

40

【0082】

ポリイミドワニスの代わりに、溶媒可溶型のポリイミド（重合体）を含む溶液（可溶型ポリイミド溶液）を支持基板 60 上に塗布し、乾燥させることによって樹脂層 10 を形成してもよい。乾燥温度は、溶媒の沸点によって適宜選択され、特に限定しないが、例えば 100 ~ 320、好適には 120 ~ 250 である。この場合でも、昇温速度を上

50

記と同程度まで大きくしたり、高温での保持時間を短くすることによって、樹脂層 10 に残留する引張応力を増加させることが可能である。

【0083】

樹脂層 10 を支持基板 60 上に形成すると、支持基板 60 の材料や厚さによっては支持基板 60 に反りが生じることがある。また、支持基板 60 上において、樹脂層 10 は応力分布を有する。例えば樹脂層 10 の中央部から端部に向かうほど引張応力が大きくなる。また、支持基板 60 の長さが大きい方向において、より大きな引張応力が生じ得る。

【0084】

ここで、図 8 (a) および図 8 (b) を参照して、基板 SUB 上に形成された膜 RF による応力と、基板 SUB の変形の仕方との関係を説明する。図 8 (a) に模式的に示すように、膜 RF が引張応力 S_t を有している場合、基板 SUB の表面には圧縮応力が作用しているので、基板 SUB の表面は凹面を形成するように変形する（反る）。これに対して、図 8 (b) に示すように、膜 RF が圧縮応力 S_c を有している場合、基板 SUB の表面には引張応力が作用しているので、基板 SUB の表面は凸面を形成するように変形する。

【0085】

上述した方法で形成された樹脂層 10 は引張応力を有するので、図 8 (a) に示すように、支持基板 60 は凹面を形成するように変形し、支持基板 60 の端部は水平面から浮く場合がある。なお、支持基板 60 の材料や厚さによっては、樹脂層 10 から圧縮応力が付与されても支持基板 60 に反りが生じない場合もある。

【0086】

次いで、図 4 (a) および (b) に示すように、樹脂層 10 の一部上に接着層 50 を形成する。接着層 50 は、後述する磁性金属体 20 の第 1 開口部 25 に対応する開口部 55 を有する。接着層 50 は、樹脂層 10 のうち、磁性金属体 20 の中実部 21 に対応する領域（第 2 領域 10b となる領域）全体に形成されてもよいし、その一部に形成されてもよい。好ましくは、樹脂層 10 のうち第 1 領域 10a となる部分を包囲するように配置される。

【0087】

接着層 50 は金属層であってもよいし、接着剤で形成されていてもよい。接着層 50 は樹脂層 10 の上面に固着されていればよい。例えば、接着層 50 として、電解めっき、無電解めっきなどの方法で金属層を形成することができる。金属層の材料としては、種々の金属材料を用いることができ、例えば、Ni、Cu、Sn を好適に用いることができる。金属層の厚さは、後述する磁性金属体 20 への溶接工程で耐え得る大きさであればよく、例えば $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下である。

【0088】

次いで、図 5 (a) および (b) に示すように、支持基板 60 上に形成された樹脂層 10 を、第 1 開口部 25 を覆うように磁性金属体 20 上に固定する。樹脂層 10 と磁性金属体 20 とは、接着層 50 を介して接合される。樹脂層 10 のうち磁性金属体 20 の第 1 開口部 25 内に位置する領域 10a が第 1 領域、中実部 21 と重なる領域 10b が第 2 領域となる。

【0089】

磁性金属体 20 は、磁性金属材料から形成され、かつ、少なくとも 1 つの第 1 開口部 25 を有する。磁性金属体 20 の製造方法は、特に限定しない。例えば、磁性金属板を用意し、フォトリソグラフィプロセスによって、磁性金属板に第 1 開口部 25 を形成することによって製造され得る。磁性金属体 20 の材料としては、例えばインバー（約 36wt% の Ni を含む Fe - Ni 系合金）を好適に用いることができる。

【0090】

接着層 50 が金属層である場合、樹脂層 10 側からレーザー光を照射し、接着層 50 を磁性金属体 20 に溶接してもよい。このとき、間隔を空けて複数箇所ですポット溶接を行ってもよい。スポット溶接を行う箇所の数やその間隔（ピッチ）は適宜選択され得る。このようにして、樹脂層 10 は、接着層 50 を介して磁性金属体 20 に接合される。

【0091】

なお、接着層50は金属層でなくてもよい。樹脂層10と磁性金属体20とは、接着剤から形成された接着層50を用いて接合されてもよい(ドライラミネートまたは熱ラミネート)。

【0092】

接着層50は、樹脂層10の周縁部のみに配置されていても構わない。磁性金属体20のうち、後で設けられるフレームと重なる部分を「周辺部」、フレームの開口内に位置する部分を「マスク部」とすると、接着層50は、磁性金属体20の周辺部と樹脂層10との間のみに配置されていてもよい。その場合には、マスク部において、磁性金属体20の中実部21と樹脂層10とは接着されない。

10

【0093】

接着層50は、樹脂層10の第1領域10aとなる部分上には形成されないことが好ましい。第1領域10aに接着層50が形成されていると、後の工程で樹脂層10から支持基板60を剥離した後も、樹脂層10の引張応力が第1領域10aで面内分布を有してしまう可能性がある。

【0094】

次に、図6(a)および(b)に示すように、例えばレーザアブレーション法により、樹脂層10の第1領域10aに複数の第2開口部13を形成する(レーザ加工工程)。このようにして、磁性金属体20および樹脂層10を含むマスク体30を得る。

【0095】

樹脂層10のレーザ加工には、パルスレーザを用いる。ここでは、YAGレーザを用い、波長が355nm(第3高調波)のレーザ光L1を樹脂層10の所定の領域に照射する。レーザ光L1のエネルギー密度は例えば0.36J/cm²に設定される。前述したように、樹脂層10のレーザ加工は、樹脂層10の表面にレーザ光L1の焦点を合わせて、複数回のショットを行うことによって行われる。ショット周波数は例えば60Hzに設定される。なお、レーザ加工の条件(レーザ光の波長、照射条件など)は、上記に限定されず、樹脂層10を加工し得るように適宜選択される。

20

【0096】

なお、樹脂層10が上述した応力分布を有していると、支持基板60の剥離後に第1領域10a内の応力分布が平均化されたときに、第2開口部13のサイズおよび形状が第1領域10a内の位置に応じて変化する可能性がある。このような場合には、支持基板60を剥離した後で第2開口部13が所望のサイズおよび形状を有するように、応力分布の平均化による第2開口部13の変形量を考慮して、第2開口部13を形成しておくことが好ましい。

30

【0097】

本実施形態では、支持基板60上に焼成(または乾燥)することによって形成された樹脂層10に対してレーザ加工を行う。支持基板60と樹脂層10の間には気泡が存在しないため、従来よりも高い精度で所望のサイズの第2開口部13を形成することが可能であり、バリ(図27参照)の発生も抑制される。

【0098】

続いて、図7(a)および(b)に示すように、マスク体30を支持基板60から剥離する。支持基板60の剥離は、例えばレーザリフトオフ法により行うことができる。樹脂層10と支持基板60との密着力が比較的弱い場合には、ナイフエッジなどを用いて機械的に剥離を行ってもよい。

40

【0099】

ここでは、例えばXeClエキシマレーザを用い、支持基板60側からレーザ光(波長:308nm)を照射することによって、樹脂層10を支持基板60から剥離する。なお、レーザ光は、支持基板60を透過し、かつ、樹脂層10で吸収される波長の光であればよく、他のエキシマレーザあるいはYAGレーザなどの高出力レーザを用いてもよい。

【0100】

50

支持基板 60 を剥離すると、樹脂層 10 は、内在する引張応力によって、たるみなく（ピンと）張った状態になる。また、樹脂層 10 のうち磁性金属体 20 に接合されていない部分（ここでは第 1 領域 10a）内では、所定の方向における引張応力の大きさが平均化され得る。

【0101】

この後、図示していないが、マスク体 30 にフレーム 40 を固定する（フレーム取り付け工程）。このようにして、図 1 に示す蒸着マスク 100 が製造される。

【0102】

フレーム取り付け工程では、磁性金属体 20 の周辺部上にフレーム 40 を載置し、磁性金属体 20 の周辺部とフレーム 40 とを接合する。フレーム 40 は、例えばインバーなどの磁性金属で形成されている。樹脂層 10 側からレーザ光を照射することによって、磁性金属体 20 の周辺部とフレーム 40 とを溶接してもよい（スポット溶接）。スポット溶接のピッチは適宜選択され得る。なお、図 1 に示す例では、支持基板 60 の法線方向から見たとき、フレーム 40 の内縁部と磁性金属体 20 の内縁部とが略整合しているが、磁性金属体 20 の一部がフレーム 40 の内側に露出しているてもよい。あるいは、フレーム 40 は、磁性金属体 20 の周辺部全体および樹脂層 10 の一部を覆っているてもよい。

【0103】

前述のように、本実施形態では、樹脂層 10 および磁性金属体 20 を所定の層面内方向に引っ張ってフレーム 40 に固定する工程（架張工程）を行わないので、従来よりも剛性の小さいフレーム 40 を用いることが可能である。このため、フレーム 40 は、ABS（アクリロニトリルブタジエンスチレン）、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）などの樹脂から形成されているてもよい。また、マスク体 30 とフレーム 40 との接合方法は、レーザ溶接に限定されない。例えば接着剤を用いて磁性金属体 20 の周辺部とフレーム 40 とを接合してもよい。

【0104】

この後、必要に応じて、磁性金属体 20 を電磁コイルで磁化させる着磁工程を行い、磁性金属体 20 の残留磁束密度を例えば 10 mT 以上 1000 mT に調整する。なお、着磁工程を行わなくてもよい。着磁工程を行わなくても、磁性金属体 20 は磁性体であるので、磁気チャックを用いることにより、蒸着工程において蒸着マスク 100 をワーク上に保持することができる。

【0105】

上記では、蒸着マスク 100 を形成する方法を例に説明したが、他の蒸着マスク 200、300 についても、上記と同様の方法で製造され得る。

【0106】

< 蒸着マスクの他の製造方法 >

図 3 ~ 図 7 を参照しながら前述した方法では、樹脂層 10 と磁性金属体 20 とを接合した後で、樹脂層 10 に第 2 開口部 13 を形成しているが、樹脂層 10 と磁性金属体 20 とを接合する前に、第 2 開口部 13 を形成してもよい。また、図 3 ~ 図 7 を参照しながら前述した方法では、マスク体 30 とフレーム 40 とを接合する前に、支持基板 60 をマスク体 30 から剥離しているが、フレーム 40 とマスク体 30 とを接合した後で、支持基板 60 を剥離してもよい。さらに、樹脂層 10 と磁性金属体 20 とを接合させる前に、磁性金属体 20 にフレーム 40 を取り付けてもよい。

【0107】

以下、図面を参照しながら、本実施形態の蒸着マスクの他の製造方法を説明する。図面では、図 3 ~ 図 7 と同じ構成要素には同じ参照符号を付している。また、図 3 ~ 図 7 を参照しながら前述した方法と異なる点を中心に説明し、各層の形成方法、材料、厚さ等が上記方法と同様である場合には説明を省略している。

【0108】

図 9 (a) ~ (e) は、蒸着マスクの他の製造方法を例示する工程断面図である。

【0109】

まず、図9(a)に示すように、支持基板60上に樹脂層10を形成する。樹脂層10の形成方法は、図3を参照しながら前述した方法と同様である。ここでは、ポリイミドワニスを支持基板60上に塗布し、焼成することによって樹脂層10を形成する。

【0110】

次いで、図9(b)に示すように、レーザ加工により、樹脂層10に第2開口部13を形成する。第2開口部13は、樹脂層10のうち、後の工程で磁性金属体20と接合したときに磁性金属体20の第1開口部25内に位置する領域に形成される。

【0111】

続いて、図9(c)に示すように、接着層50を介して、樹脂層10と磁性金属体20とを接合する。接合方法は、図5を参照しながら前述した方法と同様である。

10

【0112】

この後、図9(d)に示すように、例えばレーザリフトオフ法により、樹脂層10から支持基板60を剥離する。

【0113】

次いで、図9(e)に示すように、例えばレーザ光L2を用いてスポット溶接を行うことにより、フレーム40を磁性金属体20の周辺部に設ける。このようにして、蒸着マスク100を得る。

【0114】

図10(a)～(e)は、蒸着マスクの他の製造方法を例示する工程断面図である。

【0115】

20

まず、図10(a)に示すように、支持基板60上に樹脂層10を形成する。樹脂層10の形成方法は、図3を参照しながら前述した方法と同様である。

【0116】

次いで、図10(b)に示すように、接着層50を介して、樹脂層10と磁性金属体20とを接合する。

【0117】

続いて、図10(c)に示すように、レーザ加工により、樹脂層10に第2開口部13を形成する。

【0118】

この後、図10(d)に示すように、例えばレーザ光L2を用いてスポット溶接を行うことにより、フレーム40を磁性金属体20の周辺部に設ける。

30

【0119】

次いで、図10(e)に示すように、例えばレーザリフトオフ法により、樹脂層10から支持基板60を剥離する。このようにして、蒸着マスク100を得る。

【0120】

図11(a)～(e)は、蒸着マスクのさらに他の製造方法を例示する工程断面図である。

【0121】

まず、図11(a)に示すように、支持基板60上に樹脂層10を形成する。樹脂層10の形成方法は、図3を参照しながら前述した方法と同様である。

40

【0122】

また、図11(b)に示すように、フレーム40に磁性金属体20を取り付けることにより、フレーム構造体を形成する。具体的には、磁性金属体20の周辺部上にフレーム40を載置し、周辺部とフレーム40とを接合する。ここでは、磁性金属体20側からレーザ光L3を照射することによって、磁性金属体20の周辺部とフレーム40とを溶接する。例えば、所定の間隔を空けて複数箇所ですポット溶接を行ってもよい。なお、架張溶接装置を用いて、磁性金属体20に所定の方向に一定の張力を付与した状態で、磁性金属体20をフレーム40に接合してもよい。ただし、本実施形態では、磁性金属体20はフレーム40に固定されていればよいので、大きな張力を付与する必要はない。

【0123】

50

続いて、図 1 1 (c) に示すように、接着層 5 0 を介して、樹脂層 1 0 と磁性金属体 2 0 とを接合する。

【 0 1 2 4 】

次いで、図 1 1 (d) に示すように、レーザ加工により、樹脂層 1 0 に第 2 開口部 1 3 を形成する。

【 0 1 2 5 】

この後、図 1 1 (e) に示すように、例えばレーザリフトオフ法により、樹脂層 1 0 から支持基板 6 0 を剥離する。このようにして、蒸着マスク 1 0 0 を得る。

【 0 1 2 6 】

このように、本実施形態の蒸着マスク 1 0 0 は種々の方法で製造され得る。なお、図 9 に例示した方法では、第 2 開口部 1 3 を形成した樹脂層 1 0 と磁性金属体 2 0 とを接合する際に、高精度な位置合わせを行う必要がある。これに対し、樹脂層 1 0 と磁性金属体 2 0 とを接合した後に第 2 開口部 1 3 を形成すると、そのような高精度な位置合わせを行わなくてもよいので有利である。

【 0 1 2 7 】

また、図 1 0 および図 1 1 に例示した方法では、支持基板 6 0 を剥離する前に、フレーム 4 0 の取り付けを行う。この場合、重量および嵩の大きいフレーム 4 0 が取り付けられた支持基板 6 0 を、レーザリフトオフ装置のステージに設置し、支持基板 6 0 の剥離を行うため、他の方法よりも、使用するレーザリフトオフ装置のステージを大きく、かつ、高強度にする必要がある。また、レーザヘッドとステージとの距離 W D (ワークディスタンス) を大きくする必要がある。これに対し、支持基板 6 0 の剥離後に、フレーム 4 0 の取り付け工程を行うと、レーザリフトオフ装置のステージの大きさ、強度、W D などにより上記のような制限が課せられないため、より実用的である。

【 0 1 2 8 】

< 本実施形態の製造方法による効果 >

本実施形態の蒸着マスクの製造方法によると、樹脂材料を含む溶液または樹脂材料の前駆体を含む溶液を支持基板 6 0 の表面に付与し、熱処理を行うことによって樹脂層 1 0 を形成する。この方法で形成された樹脂層 1 0 は、支持基板 6 0 に密着しており、樹脂層 1 0 と支持基板 6 0 との界面に気泡は生じない。従って、支持基板 6 0 上で樹脂層 1 0 に複数の第 2 開口部 1 3 を形成することにより、所望のサイズの第 2 開口部 1 3 を従来よりも高い精度で形成でき、なおかつ、バリ 9 8 (図 2 7 参照) の発生を抑制できる。

【 0 1 2 9 】

また、本実施形態によると、樹脂層 1 0 に所望の引張応力を生じさせることができる。これにより、樹脂層 1 0 の第 1 領域 1 0 a に生じるたわみ量を低減できる。このため、第 1 領域 1 0 a 上に、第 2 開口部 1 3 に近接して磁性金属を配置しなくても、蒸着対象基板上に樹脂層 1 0 を密着させることが可能になる。従って、第 1 開口部 2 5 のサイズを拡大でき、例えばオープンマスクの使用も可能になる。中実部の面積率の極端に小さい (例えば、マスク部の面積に対して 5 0 % 以下) 磁性金属体 2 0 を使用することも可能である。また、高精度にパターニングされた磁性金属層を形成しなくてもよいので、製造工程を簡略化できる。さらに、熱膨張係数 M の大きい金属材料を使用することも可能になる。従って、磁性金属体 2 0 の形状および金属材料の選択の自由度を従来よりも高めることができる。

【 0 1 3 0 】

本実施形態では、支持基板 6 0 上で樹脂層 1 0 を形成し、支持基板 6 0 に支持された状態の樹脂層 1 0 と磁性金属体 2 0 とを接合する。樹脂層 1 0 は残留応力として所定の引張応力を有しているので、樹脂層 1 0 を引っ張ってフレームに接合させる架張工程を行わない。大掛かりな架張機を用いた架張工程が不要になるので、製造コストを低減できるメリットがある。また、架張工程を行わないので、フレーム 4 0 から磁性金属体 2 0 に所定の層面内方向の張力が付与されない。従って、従来よりもフレーム 4 0 の剛性を小さくすることが可能になり、フレーム 4 0 の材料選択の自由度、および、フレーム幅、厚さ等の設

10

20

30

40

50

計の自由度が大きくなる。

【0131】

特許文献1などに記載の従来方法では、架張工程によって樹脂フィルムをフレームに固定した後で、樹脂フィルムに対するレーザ加工が行われる。これに対し、本実施形態では、フレーム40の取り付け工程は、樹脂層10のレーザ加工前に行ってもよいし、レーザ加工後に行ってもよい。レーザ加工後にフレーム40の取り付け工程を行う場合には、次のようなメリットがある。フレーム40が取り付けられる前の、支持基板60によって支持されたマスク体30（レーザ加工前のマスク体を含む）は、フレーム40が取り付けられた後のマスク体30よりも軽量で取り扱いやすいので、レーザ加工機への設置、搬送等の作業が容易になる。また、フレーム40が取り付けられていないので、樹脂層10にレーザ光L1を照射しやすく、樹脂層10を加工し易い。さらに、特許文献1の方法では、樹脂層のレーザ加工がうまくいかなかったときに、フレームから積層マスクを剥離する必要があるが、フレーム40を取り付ける前にレーザ加工を行う場合には、そのような剥離工程は不要である。

10

【0132】

さらに、架張工程によってフレームに固定された樹脂フィルムは、湿度や温度などの周囲環境の変化に敏感であり、樹脂フィルムのたわみ量は周囲環境によって変化し得る。これに対し、本実施形態では、樹脂層10のたわみはゼロまたは僅かであり、たわみ量の経時変化もほとんど見られない。

【0133】

20

ところで、蒸着工程における蒸着マスクの温度上昇の大きさ、すなわち、製造時の蒸着マスクの温度 T_1 と、蒸着工程における蒸着マスクの温度 T_2 との差 T （ $T = T_2 - T_1$ ）は、蒸着方法、蒸着装置等によって変わる。温度差 T が比較的小さく抑えられる場合、 T は3℃未満、例えば1℃程度である。一方、 T は3℃～15℃程度になることもある。なお、本実施形態における製造時の温度 T_1 は、製造装置（例えば、樹脂層10の加工に使用するレーザ加工機、フレーム取り付け工程に使用する溶接機など）が設置されている環境温度であり、例えば室温である。蒸着工程における温度 T_2 は、蒸着源の位置をワークに対して相対的に移動させながら（走査しながら）蒸着を行う場合には、蒸着マスクのうち、蒸着が行われている部分の温度を指す。本実施形態では、 T が比較的大きい場合（例えば3℃超）、必要に応じて、次の方法で、位置ずれを抑制することが可能である。まず、蒸着マスクの温度上昇（ T ）を予め測定する。次いで、 T の測定結果に基づいて、熱膨張によって発生する位置ずれ量を算出する。位置ずれ量は、第2開口部13の位置と蒸着位置とのずれ、および、第2開口部13自体の変形による第2開口部13の形状と所望の蒸着パターンとのずれを含む。この位置ずれ量を相殺するように、樹脂層10の第2開口部13のサイズを所望の蒸着パターンよりも所定量だけ小さく形成する。なお、位置ずれ量を算出する代わりに、実際に蒸着を行って位置ずれ量を測定してもよい。

30

【0134】

（熱処理条件と樹脂層の引張応力との関係）

本発明者は、樹脂層の形成条件（熱処理条件）と、樹脂層の引張応力および樹脂層のたわみ量との関係を検討した。以下、その方法および結果を説明する。

40

【0135】

・サンプルA～Cの作製方法

熱処理条件を異ならせて、ガラス基板61上にポリイミド膜62を形成し、サンプルA～Cを得た。図12は、サンプルA～Cの上面図である。

【0136】

まず、支持基板として、ガラス基板（旭硝子製AN-100）61を用意した。ガラス基板61の熱膨張係数は $3.8 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 、サイズは $370 \text{ mm} \times 470 \text{ mm}$ 、厚さは 0.5 mm であった。

【0137】

50

上記のガラス基板 6 1 の一部上に、ポリイミドワニス（宇部興産株式会社製 U - ワニス - S）を塗布した。ここでは、図 1 2 に示すように、ガラス基板 6 1 における所定の領域（330 mm × 366 mm）にポリイミドワニスを塗布した。

【0138】

次いで、ポリイミドワニスを塗布したガラス基板 6 1 に対して、圧力：20 Pa の真空雰囲気下で熱処理を行い、ポリイミド膜 6 2 を形成した。熱処理では、室温（ここでは 25 とした）から 500 （最高温度）まで昇温し、500 で所定の時間保持した。この後、パージガスとして窒素ガスを供給し、次いで急冷（3 分間）した。各サンプルにおける 500 までの昇温時間、500 での保持時間、昇温速度（室温から 500 到達時まで）、およびポリイミド膜 6 2 の厚さを表 1 に示す。

10

【0139】

このようにして、サンプル A ~ C として、ポリイミド膜 6 2 が形成されたガラス基板 6 1 を得た。サンプル A ~ C では、ポリイミド膜 6 2 の引張応力によって、ガラス基板 6 1 に圧縮応力が付与され、ガラス基板 6 1 に反りが生じた。長辺方向および短辺方向におけるガラス基板 6 1 の反り量の平均値を表 1 に示す。

【0140】

・ポリイミド膜 6 2 の引張応力の算出

次いで、サンプル A ~ C におけるガラス基板 6 1 の反り量から、ポリイミド膜 6 2 の引張応力を算出した。結果を表 1 に示す。引張応力は、Stoney の式を用いて、ガラス基板 6 1 の厚さ、ヤング率、ポアソン比、ポリイミド膜 6 2 の厚さ、ガラス基板 6 1 の反りの曲率半径（近似値）から求めることができる。

20

【0141】

また、表 1 には、比較のため、昇温速度の小さい条件でポリイミド膜を作製した場合の結果も示す（「サンプル D」とする）。表 1 に示すように、サンプル D では、120 、150 、180 に到達後、その温度で所定時間保持することにより、段階的に 450 まで昇温した。サンプル D の引張応力は、ガラス基板 6 1 の反りを 10 μm として算出した値である。

【0142】

【表 1】

		サンプル A	サンプル B	サンプル C	サンプル D
熱処理条件	温度	室温～500℃			室温～450℃
	圧力	20 Pa			大気圧
	加熱時間	8分 昇温3分 保持5分	13分 昇温8分 保持5分	21分 昇温16分 保持5分	195分 120℃で10分保持 150℃で10分保持 180℃で60分保持 450℃で30分保持
	昇温速度	158℃/分	59℃/分	30℃/分	5℃/分
ポリイミド膜の厚さ（μm）		10	20	20	20
ガラス基板長辺方向の反り量（μm）		23	620	230	10以下
ガラス基板短辺方向の反り量（μm）		6	400	130	10以下
ポリイミド膜の引張応力（MPa）		0.2	9.6	3.3	0.2

30

40

【0143】

さらに、同じ熱処理条件で 6 つのサンプル B 1 ~ B 6 を作製し、ポリイミド膜 6 2 に生

50

じた引張応力を算出した。サンプル B 1 ~ B 6 の熱処理条件は、サンプル B と同様とした（室温 ~ 500、圧力：20 Pa、加熱時間：13 分（昇温 8 分 + 保持 5 分）、昇温速度：59 / 分）。ただし、熱処理前に、ポリイミドワニスが付与されたガラス基板 61 が設置されたチャンバーを減圧する速度をサンプル B よりも小さくした。これらのサンプルについても、上記と同様に、ガラス基板の反り量からポリイミド膜の引張応力を求めた。結果を表 2 に示す。

【0144】

【表 2】

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
ポリイミド膜の厚さ (μm)	20					
ガラス基板長辺方向の 反り量 (μm)	750	700	710	680	690	670
ガラス基板の短辺方向の 反り量 (μm)	500	500	520	470	500	540
ポリイミド膜の引張応力 (MPa)	11.7	11.4	11.7	10.8	11.2	11.4

【0145】

上記の結果から、熱処理条件によって、支持基板上の樹脂層に生じる引張応力を制御できることが確認された。例えば、昇温速度を大きくすることで、引張応力の大きい樹脂層を形成できることが分かった。なお、ここでは、サンプルごとに昇温速度を変えて熱処理を行ったが、昇温速度以外の熱処理条件を変えても、樹脂層の引張応力の大きさを異ならせることができる。

【0146】

（実施例）

実施例の蒸着マスクを作製し、樹脂層のたわみ量を評価したので、その結果を説明する。

【0147】

図 13 (a) は、実施例 1 の蒸着マスクを説明するための平面図であり、図 13 (b) は、図 13 (a) の B - B 線に沿った断面図である。実施例 1 の蒸着マスクの作製方法は、図 11 を参照しながら前述した方法と同様とした。

【0148】

・実施例 1 の蒸着マスクの作製

実施例 1 では、支持基板として、ガラス基板（200 × 130 mm、厚さ：0.5 mm）を用いた。ガラス基板上に、上記のサンプル B と同様の熱処理条件で、ポリイミド膜（厚さ：20 μm ）71 を形成した。

【0149】

また、磁性金属体として、3 つの第 1 開口部（50 mm × 90 mm）73 を有するオープンマスク（200 × 110 mm、厚さ：100 μm ）72 を用意した。このオープンマスク 72 を、不図示の SUS 製のフレーム（200 × 130 mm、厚さ：10 mm、フレーム幅 20 mm）に溶接した。

【0150】

次いで、ガラス基板上のポリイミド膜 71 の一部上に、接着層として、エポキシ樹脂系の接着剤（セメダイン社製 EP330）75 を付与した。この後、接着剤 75 を介して、ポリイミド膜 71 とオープンマスク 72 とを接合した。

【0151】

続いて、ポリイミド膜 71 から支持基板を剥離した。ポリイミド膜 71 には第 2 開口部は設けなかった。このようにして、実施例 1 の蒸着マスクを得た。

【 0 1 5 2 】

実施例 1 の蒸着マスクは、3 つのセル C 1 ~ C 3 を含んでいる。ここで「セル」とは、蒸着マスクを法線方向から見たとき、各第 1 開口部 7 3 およびその周辺を含む部分を指し、上述した単位領域 U に対応する。また、各セルにおいて、ポリイミド膜 7 1 のうち第 1 開口部 7 3 によって露出する領域 7 1 a を「第 1 領域」、オープンマスク 7 2 と接着剤 7 5 によって接合された領域 7 1 b を「第 2 領域」とする。

【 0 1 5 3 】

・実施例 2 の蒸着マスクの作製

上記のサンプル D と同様の熱処理条件でポリイミド膜 7 1 を形成した点以外は、実施例 1 と同様の方法で実施例 2 の蒸着マスクを作製した。ただし、実施例 2 では、オープンマ
スク 7 2 の 3 つの第 1 開口部 7 3 のうち中央に位置する開口部にはポリイミド膜 7 1 を貼
らなかった。従って、実施例 2 の蒸着マスクは 2 つのセルを含む。

【 0 1 5 4 】

・実施例 1、2 の蒸着マスクの観察

実施例 1 および実施例 2 の蒸着マスクの写真を、図 2 3 (a) および (b) に示す。実
施例 1 の蒸着マスクでは、ポリイミド膜 7 1 のたわみに依存した皺は見られない。また、
ポリイミド膜 7 1 は膜応力の分布に依存したように思われる模様が観察される。一方、実
施例 2 の蒸着マスクでは、ポリイミド膜 7 1 のたわみに依存した皺が見られ、セルの中央
部でたわみが大きくなっていることが分かる。

【 0 1 5 5 】

・ポリイミド膜 7 1 のたわみ測定

実施例 1 の蒸着マスクのセル C 1 ~ C 3 のそれぞれについて、ポリイミド膜 7 1 のたわ
みの測定を行った。

【 0 1 5 6 】

図 1 4 (a) および (b) は、それぞれ、たわみ測定における、各セルのスキャン方向
を示す平面図である。ここでは、レーザ変位計 (キーエンス社製、L K - H 0 5 7 K) を
用いて、各セルにおける第 1 開口部 7 3 の短辺方向および長辺方向にスキャンして、ポリ
イミド膜 7 1 の高さの変化を調べた。データサンプリング周期を 2 0 0 μ s とした。

【 0 1 5 7 】

図 1 5 ~ 図 2 0 は、実施例 1 の蒸着マスクにおける各セルのポリイミド膜 7 1 の測定結
果を示す図である。

【 0 1 5 8 】

図 1 5 (a) ~ (c) および図 1 6 (a) ~ (c) は、それぞれ、実施例 1 の蒸着マ
スクにおけるセル C 1 のポリイミド膜 7 1 の高さの変化を示す図である。同様に、図 1 7 (a) ~ (c) および図 1 8 (a) ~ (c) は、それぞれ、セル C 2 のポリイミド膜 7 1 の
高さの変化を示す図であり、図 1 9 (a) ~ (c) および図 2 0 (a) ~ (c) は、それ
ぞれ、セル C 3 のポリイミド膜 7 1 の高さの変化を示す図である。また、図 1 5、図 1 7
、図 1 9 の (a) ~ (c) は、それぞれ、図 1 4 (a) に示す I - I、II - II、III
- III 線に沿って、セルの短手方向にポリイミド膜 7 1 をスキャンしたときの測定結
果を示す。図 1 6、図 1 8、図 2 0 の (a) ~ (c) は、それぞれ、図 1 4 (a) に示す
IV - IV、V - V、VI - VI 線に沿って、セルの長手方向にポリイミド膜 7 1 をス
キャンしたときの測定結果を示す。

【 0 1 5 9 】

これらの図において、縦軸はポリイミド膜 7 1 の高さであり、各セルの中央部の高さを
基準とした値である。横軸は、2 0 0 μ s 間隔で取得したデータ点数である。なお、手動
でセンサーを移動させて測定しており、センサーのスキャン速度が一定でないため、横軸
は距離とは対応していない。

【 0 1 6 0 】

図 1 5 ~ 図 2 0 において、ポリイミド膜 7 1 の第 1 領域 7 1 a の高さが傾きを有してい
るが、この傾きは、フレームのチルト、接着剤 7 5 の厚さばらつき等に依存する。また、

ポリイミド膜 71 の第 1 領域 71 a と第 2 領域 71 b との間に段差 h が生じている。これは、実施例 1 の蒸着マスクを、ポリイミド膜 71 を上にして設置し、下方（ポリイミド膜 71 のオープンマスク 72 側）から変位計で測定を行っているからである。段差 h はオープンマスク 72 および接着剤 75 の合計厚さに対応する。

【0161】

セル C1 ~ C3 の各断面の測定結果に補正線を破線で示す。「補正線」は、ポリイミド膜 71 のたわみがゼロの場合のポリイミド膜 71（第 1 領域 71 a）の高さの変化を表す。ポリイミド膜 71 にたわみが生じていると、ポリイミド膜 71 の高さの実測値は、補正線の高さよりも小さくなる。ここでは、各断面におけるポリイミド膜 71 のたわみ量として、補正線と実測値との高さの差（補正線の高さに対して実測値がマイナスになる場合）の最大値を求めた。また、たわみ量の最大値を、そのセルの「最大たわみ量」とした。

10

【0162】

この結果、いずれのセルにおいても、最大たわみ量は 5 μm 以下であった。従って、実施例 1 の蒸着マスクでは、セルの位置にかかわらず、ポリイミド膜 71 の第 1 領域 71 a は所定の大きさの引張応力を有しており、たわみ量（すなわち実測値と補正線との高さの差）を抑制できることが分かった。また、ポリイミド膜 71 の第 1 領域 71 a 内では、熱処理直後に生じた応力分布が小さくなる（平均化される）ことが分かった。

【0163】

一方、実施例 2 の蒸着マスクのセルについても、実施例 1 と同様の方法で、ポリイミド膜 71 のたわみ測定を行い、最大たわみ量を求めた。

20

【0164】

図 21 (a) ~ (c) および図 22 (a) ~ (c) は、それぞれ、実施例 2 の蒸着マスクにおける 1 つのセルのポリイミド膜 71 の高さの変化を示し、図 14 (a) および (b) に示す I - I、II - II、III - III、IV - IV、V - V、VI - VI 線に沿ってポリイミド膜 71 をスキャンしたときの測定結果を示す。

【0165】

この結果、実施例 2 の蒸着マスクでは、各セルにおける最大たわみ量は 400 μm 以上 500 μm 以下であり、実施例 1 よりも大きなたわみが生じていることが分かった。従って、ポリイミド膜 71 の引張応力を大きくすることにより、ポリイミド膜 71 のたわみを低減できることが確認された。

30

【0166】

なお、所定の引張応力（例えば 3 MPa 以上）を有する樹脂膜と、引張応力が比較的小さくなるような条件で形成された従来の樹脂膜とは、支持基板または磁性金属体にかかる圧縮応力（反り量）の測定、樹脂膜の面内配向（IR 吸収スペクトル）の測定などによって区別され得る。例えば、従来の樹脂膜では、表面および裏面の IR 吸収スペクトルは略同じであるが、引張応力の大きい樹脂膜では、表面および裏面の IR 吸収スペクトルが異なる等の違いが生じ得る。また、オープンマスクに接合された所定の引張応力を有する樹脂膜と、架張によってフレームに固定された従来の樹脂膜とは、例えば偏光を用いた観察によっても区別され得る。

【0167】

40

（有機半導体素子の製造方法）

本発明の実施形態による蒸着マスクは、有機半導体素子の製造方法における蒸着工程に好適に用いられる。

【0168】

以下、有機 EL 表示装置の製造方法を例として説明を行う。

【0169】

図 24 は、トップエミッション方式の有機 EL 表示装置 500 を模式的に示す断面図である。

【0170】

図 24 に示すように、有機 EL 表示装置 500 は、アクティブマトリクス基板（TFT

50

基板) 510 および封止基板 520 を備え、赤画素 P_r、緑画素 P_g および青画素 P_b を有する。

【0171】

TFT 基板 510 は、絶縁基板と、絶縁基板上に形成された TFT 回路とを含む(いずれも不図示)。TFT 回路を覆うように、平坦化膜 511 が設けられている。平坦化膜 511 は、有機絶縁材料から形成されている。

【0172】

平坦化膜 511 上に、下部電極 512R、512G および 512B が設けられている。下部電極 512R、512G および 512B は、赤画素 P_r、緑画素 P_g および青画素 P_b にそれぞれ形成されている。下部電極 512R、512G および 512B は、TFT 回路に接続されており、陽極として機能する。隣接する画素間に、下部電極 512R、512G および 512B の端部を覆うバンク 513 が設けられている。バンク 513 は、絶縁材料から形成されている。

10

【0173】

赤画素 P_r、緑画素 P_g および青画素 P_b の下部電極 512R、512G および 512B 上に、有機 EL 層 514R、514G および 514B がそれぞれ設けられている。有機 EL 層 514R、514G および 514B のそれぞれは、有機半導体材料から形成された複数の層を含む積層構造を有する。この積層構造は、例えば、下部電極 512R、512G および 512B 側から、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入層をこの順で含んでいる。赤画素 P_r の有機 EL 層 514R は、赤色光を発する発光層を含む。緑画素 P_g の有機 EL 層 514G は、緑色光を発する発光層を含む。青画素 P_b の有機 EL 層 514B は、青色光を発する発光層を含む。

20

【0174】

有機 EL 層 514R、514G および 514B 上に、上部電極 515 が設けられている。上部電極 515 は、透明導電材料を用いて表示領域全体にわたって連続するように(つまり赤画素 P_r、緑画素 P_g および青画素 P_b に共通に)形成されており、陰極として機能する。上部電極 515 上に、保護層 516 が設けられている。保護層 516 は、有機絶縁材料から形成されている。

【0175】

TFT 基板 510 の上述した構造は、TFT 基板 510 に対して透明樹脂層 517 によって接着された封止基板 520 によって封止されている。

30

【0176】

有機 EL 表示装置 500 は、本発明の実施形態による蒸着マスクを用いて以下のようにして製造され得る。図 25(a)~(d) および図 26(a)~(d) は、有機 EL 表示装置 500 の製造工程を示す工程断面図である。なお、以下では、赤画素用の蒸着マスク 101R、緑画素用の蒸着マスク 101G、青画素用の蒸着マスク 101B を順に用いてワーク上に有機半導体材料を蒸着する(TFT 基板 510 上に有機 EL 層 514R、514G および 514B を形成する)工程を中心に説明を行う。

【0177】

まず、図 25(a) に示すように、絶縁基板上に、TFT 回路、平坦化膜 511、下部電極 512R、512G、512B およびバンク 513 が形成された TFT 基板 510 を用意する。TFT 回路、平坦化膜 511、下部電極 512R、512G、512B およびバンク 513 を形成する工程は、公知の種々の方法により実行され得る。

40

【0178】

次に、図 25(b) に示すように、真空蒸着装置内に保持された蒸着マスク 101R に、搬送装置により TFT 基板 510 を近接させて配置する。このとき、樹脂層 10 の第 2 開口部 13R が赤画素 P_r の下部電極 512R に重なるように、蒸着マスク 101R と TFT 基板 510 とが位置合わせされる。また、TFT 基板 510 に対して蒸着マスク 101R とは反対側に配置された不図示の磁気チャックにより、蒸着マスク 101R を TFT 基板 510 に対して密着させる。

50

【0179】

続いて、図25(c)に示すように、真空蒸着により、赤画素Prの下部電極512R上に、有機半導体材料を順次堆積し、赤色光を発する発光層を含む有機EL層514Rを形成する。

【0180】

次に、図25(d)に示すように、蒸着マスク101Rに代えて、蒸着マスク101Gを真空蒸着装置内に設置する。樹脂層10の第2開口部13Gが緑画素Pgの下部電極512Gに重なるように、蒸着マスク101GとTFT基板510との位置合わせを行う。また、磁気チャックにより、蒸着マスク101GをTFT基板510に対して密着させる。

10

【0181】

続いて、図26(a)に示すように、真空蒸着により、緑画素Pgの下部電極512G上に、有機半導体材料を順次堆積し、緑色光を発する発光層を含む有機EL層514Gを形成する。

【0182】

次に、図26(b)に示すように、蒸着マスク101Gに代えて、蒸着マスク101Bを真空蒸着装置内に設置する。樹脂層10の第2開口部13Bが青画素Pbの下部電極512Bに重なるように、蒸着マスク101BとTFT基板510との位置合わせを行う。また、磁気チャックにより、蒸着マスク101BをTFT基板510に対して密着させる。

20

【0183】

続いて、図26(c)に示すように、真空蒸着により、青画素Pbの下部電極512B上に、有機半導体材料を順次堆積し、青色光を発する発光層を含む有機EL層514Bを形成する。

【0184】

次に、図26(d)に示すように、有機EL層514R、514Gおよび514B上に、上部電極515および保護層516を順次形成する。上部電極515および保護層516の形成は、公知の種々の方法により実行され得る。このようにして、TFT基板510が得られる。

【0185】

その後、TFT基板510に対して封止基板520を透明樹脂層517により接着することにより、図24に示した有機EL表示装置500が完成する。

30

【0186】

なお、ここでは、赤画素Pr、緑画素Pgおよび青画素Pbの有機EL層514R、514Gおよび514Bにそれぞれ対応する3枚の蒸着マスク101R、101G、101Bを用いたが、1枚の蒸着マスクを順次ずらすことによって、赤画素Pr、緑画素Pgおよび青画素Pbに対応する有機EL層514R、514Gおよび514Bを形成してもよい。また、有機EL表示装置500において、封止基板520に代えて封止フィルムを用いてもよい。あるいは、封止基板(または封止フィルム)を使用せずに、TFT基板510に薄膜封止(TFE:Thin Film Encapsulation)構造を設けてもよい。薄膜封止構造は、例えば、窒化シリコン膜などの複数の無機絶縁膜を含む。薄膜封止構造は有機絶縁膜をさらに含んでもよい。

40

【0187】

なお、上記の説明では、トップエミッション方式の有機EL表示装置500を例示したが、本実施形態の蒸着マスクがボトムエミッション方式の有機EL表示装置の製造にも用いられることはいうまでもない。

【0188】

また、本実施形態の蒸着マスクを用いて製造される有機EL表示装置は、必ずしもリジッドなデバイスでなくてもよい。本実施形態の蒸着マスクは、フレキシブルな有機EL表示装置の製造にも好適に用いられる。フレキシブルな有機EL表示装置の製造方法におい

50

ては、支持基板（例えばガラス基板）上に形成されたポリマ層（例えばポリイミド層）上に、T F T回路などが形成され、保護層の形成後にポリマ層がその上の積層構造ごと支持基板から剥離（例えばレーザーリフトオフ法が用いられる）される。

【 0 1 8 9 】

また、本実施形態の蒸着マスクは、有機 E L 表示装置以外の有機半導体素子の製造にも用いられ、特に、高精細な蒸着パターンの形成が必要とされる有機半導体素子の製造に好適に用いられる。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 9 0 】

本発明の実施形態による蒸着マスクは、有機 E L 表示装置をはじめとする有機半導体素子の製造に好適に用いられ、高精細な蒸着パターンの形成が必要とされる有機半導体素子の製造に特に好適に用いられる。

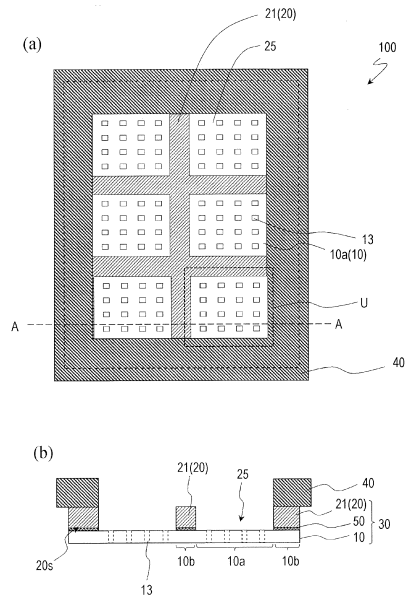
10

【符号の説明】

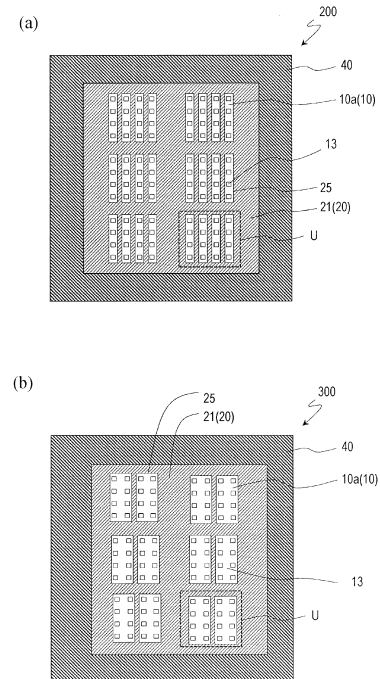
【 0 1 9 1 】

1 0	樹脂層	
1 0 a	第 1 領域	
1 0 b	第 2 領域	
1 3	開口部	
2 0	磁性金属体	
2 1	中実部	20
2 5	開口部	
3 0	マスク体	
4 0	フレーム	
5 0	接着層	
6 0	支持基板	
L 1、L 1、L 3	レーザー光	
1 0 0、2 0 0、3 0 0	蒸着マスク	
5 0 0	有機 E L 表示装置	
5 1 0	T F T 基板	
5 1 1	平坦化膜	30
5 1 2 B、5 1 2 G、5 1 2 R	下部電極	
5 1 3	バンク	
5 1 4 B、5 1 4 G、5 1 4 R	有機 E L 層	
5 1 5	上部電極	
5 1 6	保護層	
5 1 7	透明樹脂層	
5 2 0	封止基板	
P b	青画素	
P g	緑画素	
P r	赤画素	40
U	単位領域	

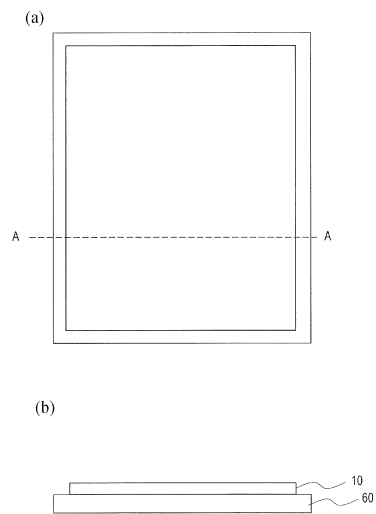
【図 1】



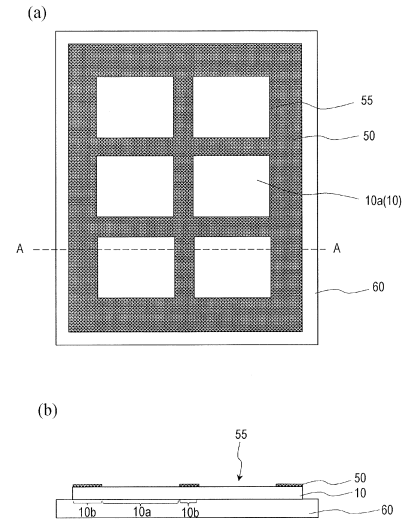
【図 2】



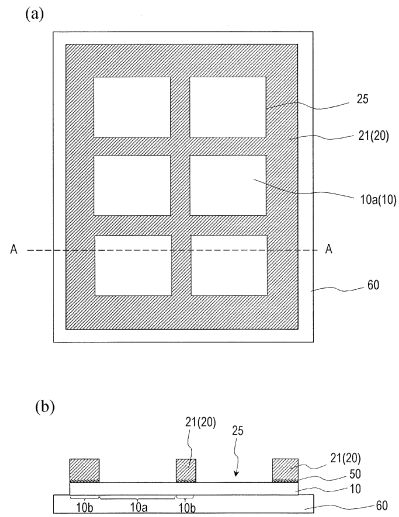
【図 3】



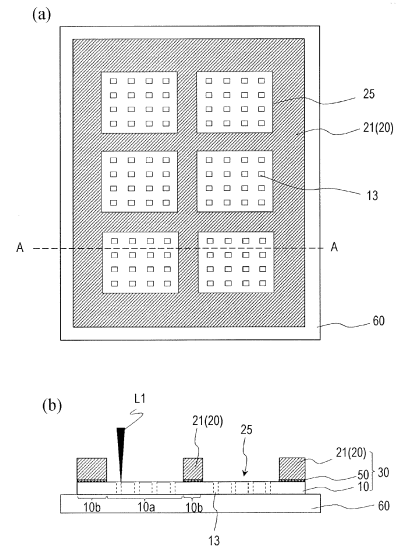
【図 4】



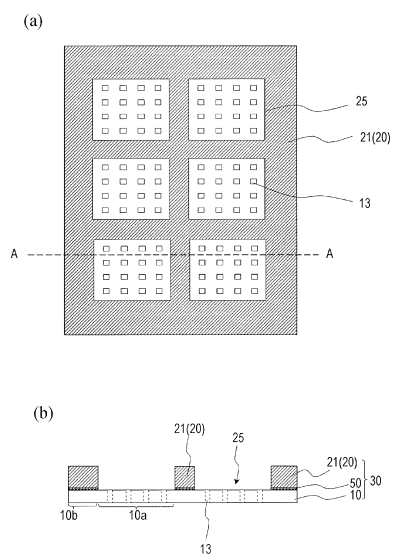
【図 5】



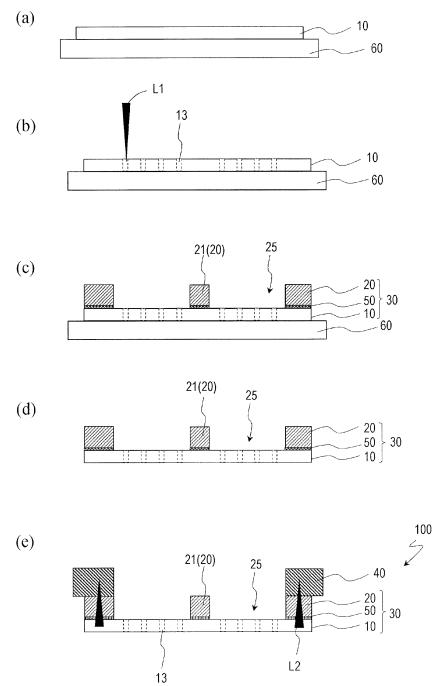
【図 6】



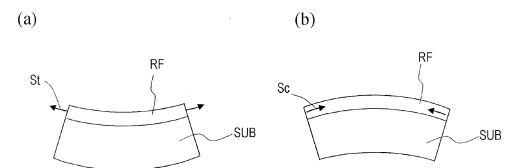
【図 7】



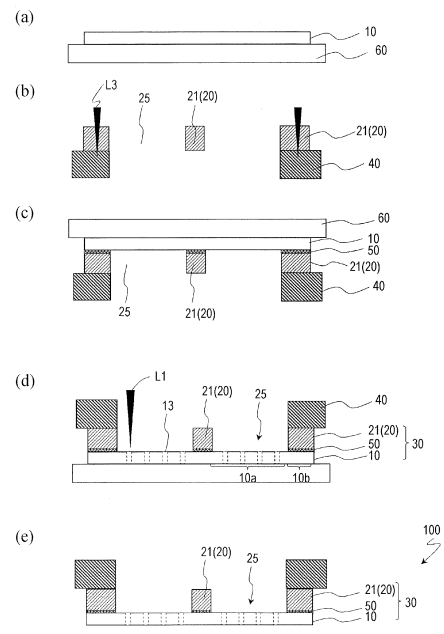
【図 9】



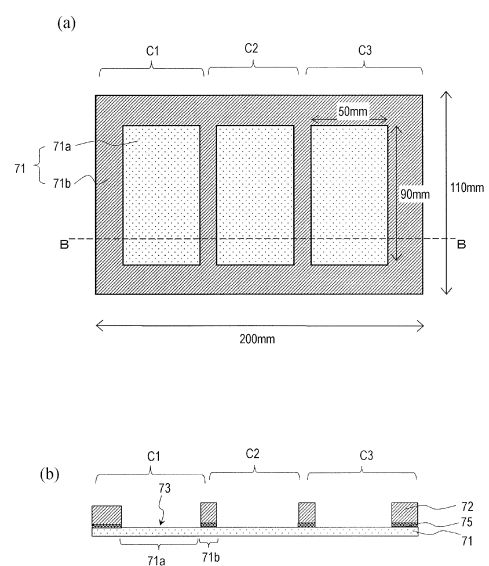
【図 8】



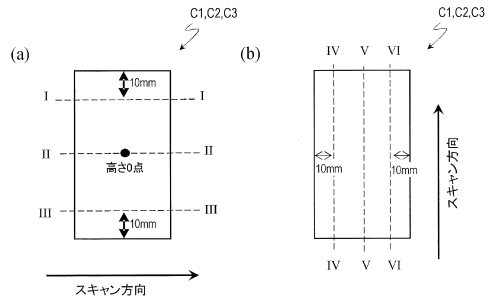
【 図 1 1 】



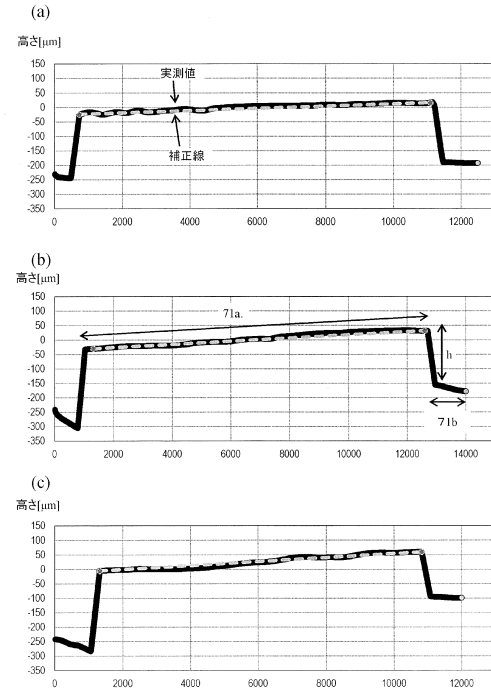
【 図 1 3 】



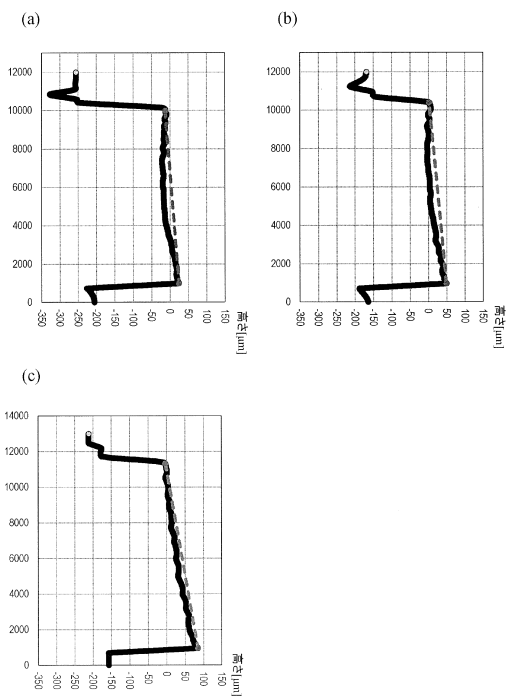
【図 14】



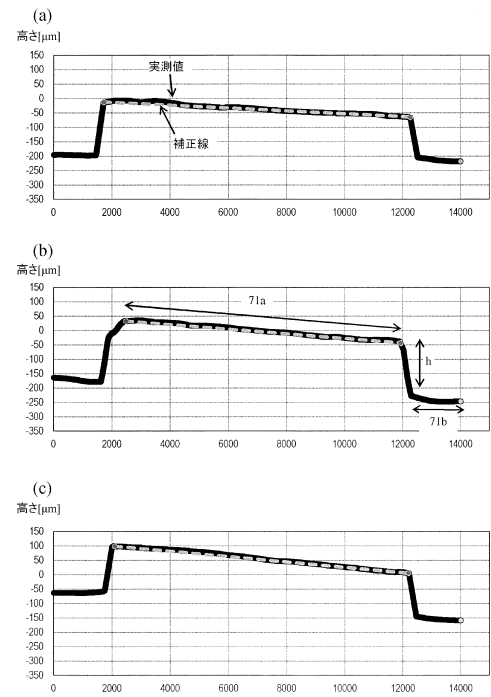
【図 15】



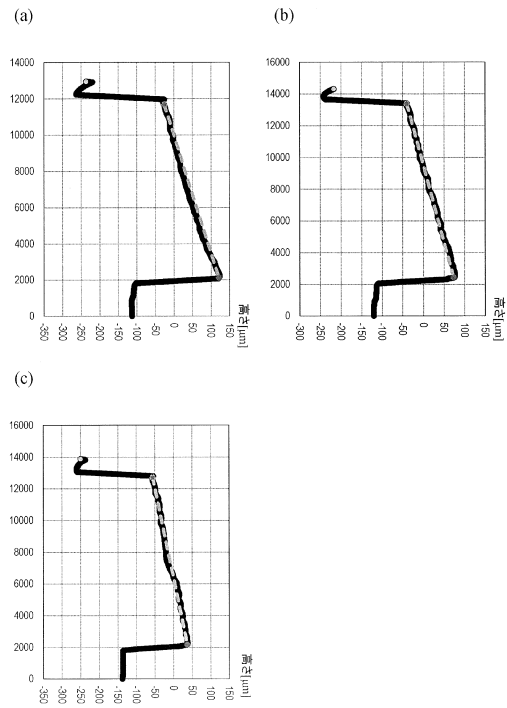
【図 16】



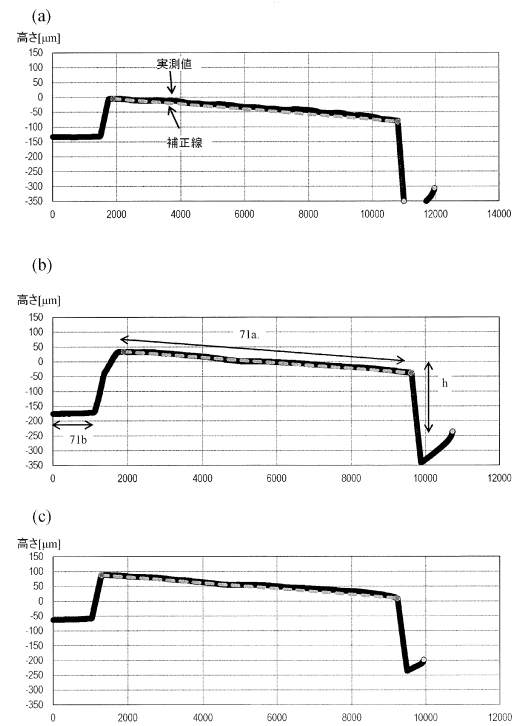
【図 17】



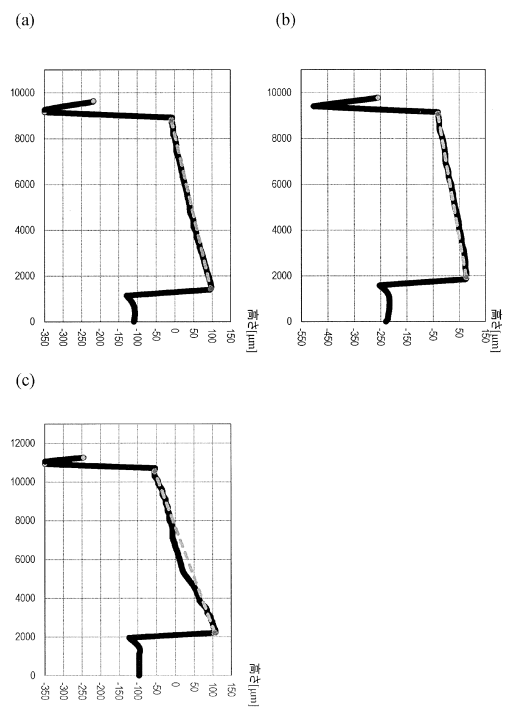
【図 18】



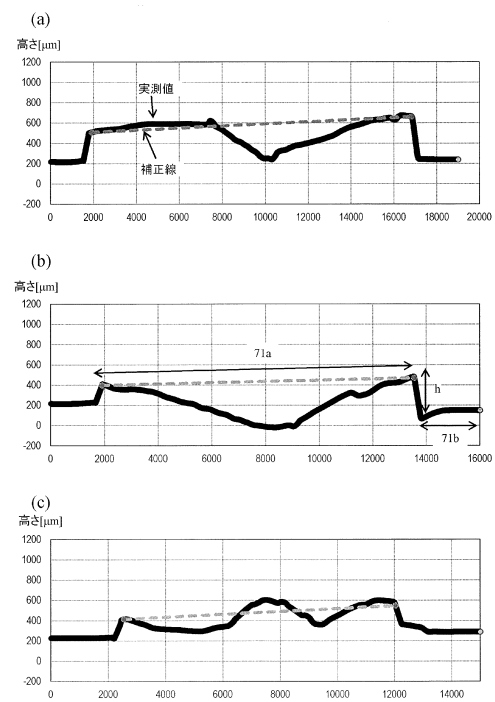
【図 19】



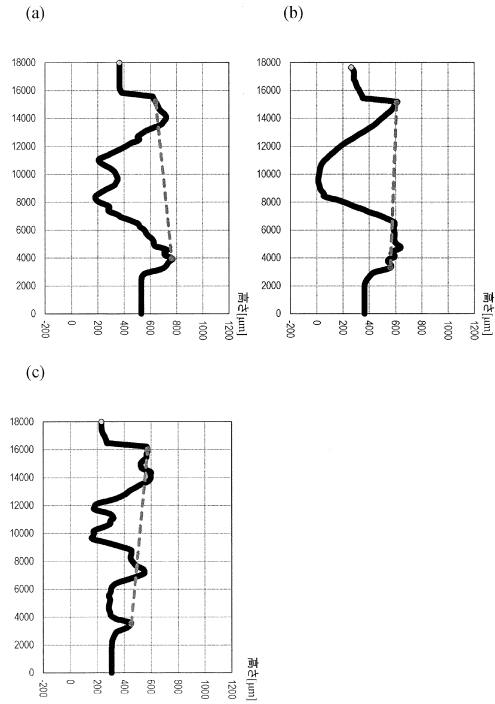
【図 20】



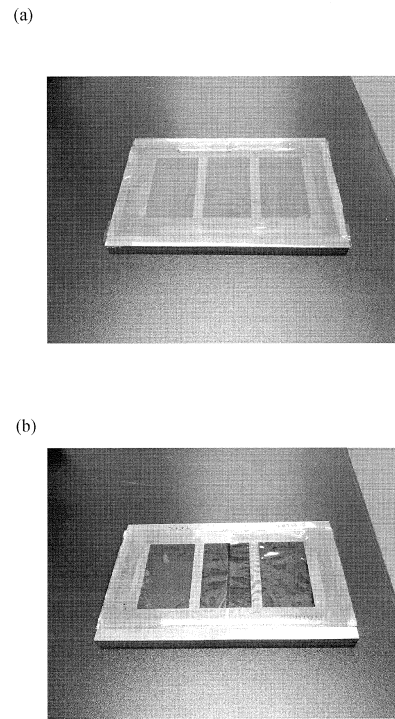
【図 21】



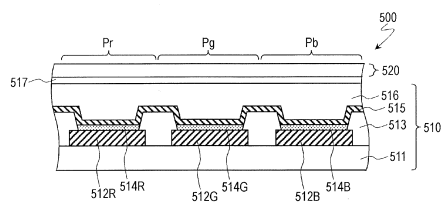
【図 2 2】



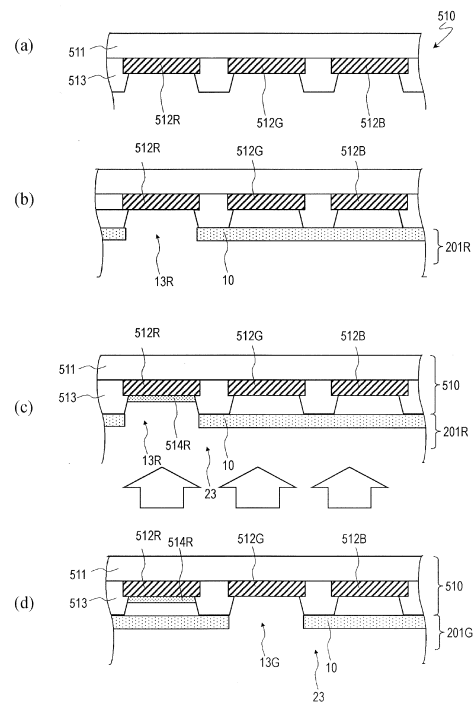
【図 2 3】



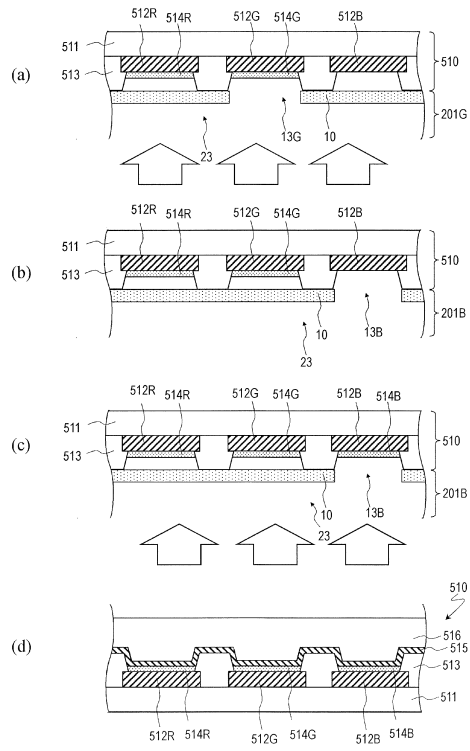
【図 2 4】



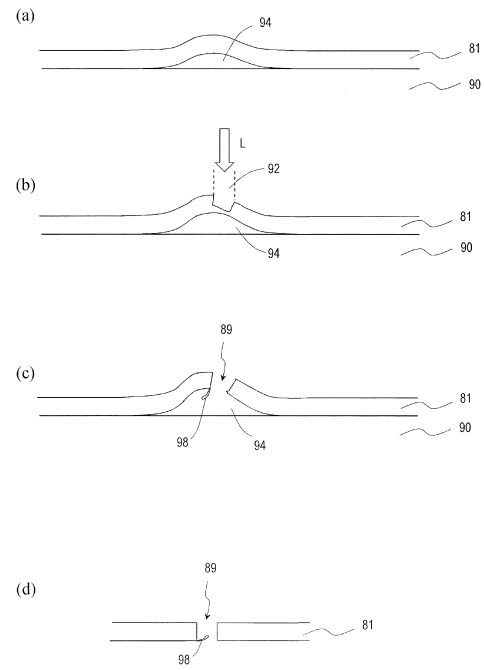
【図 2 5】



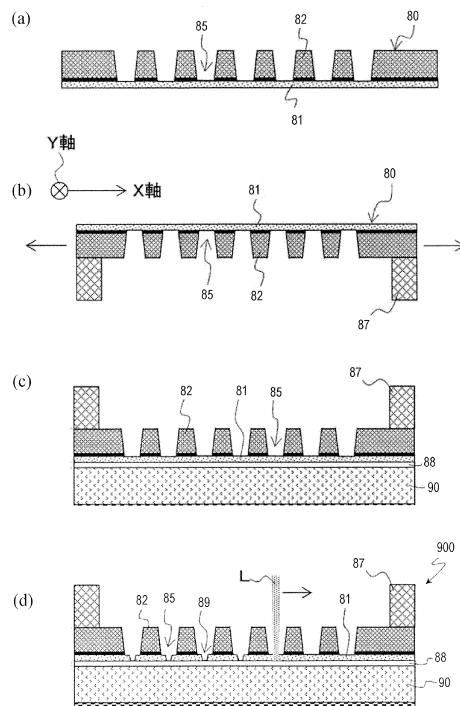
【図 26】



【図 27】



【図 28】



フロントページの続き

- (72)発明者 岸本 克彦
大阪府堺市堺区匠町1番地 堺ディスプレイプロダクト株式会社内
- (72)発明者 崎尾 進
大阪府堺市堺区匠町1番地 堺ディスプレイプロダクト株式会社内
- (72)発明者 西田 光志
大阪府堺市堺区匠町1番地 堺ディスプレイプロダクト株式会社内

審査官 今井 淳一

- (56)参考文献 特開2015-017308(JP,A)
特開2017-179591(JP,A)
特開2013-095993(JP,A)
特開2014-121720(JP,A)
特開2016-130348(JP,A)
国際公開第2017/006821(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| C23C | 14/04 |
| C23C | 14/12 |
| H01L | 51/50 |
| H05B | 33/10 |