

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5516816号
(P5516816)

(45) 発行日 平成26年6月11日(2014.6.11)

(24) 登録日 平成26年4月11日(2014.4.11)

(51) Int.Cl.		F I
C 2 3 C 14/04 (2006.01)		C 2 3 C 14/04 A
C 2 3 C 14/24 (2006.01)		C 2 3 C 14/24 G
B 2 1 B 45/00 (2006.01)		B 2 1 B 45/00 A
C 2 1 D 9/56 (2006.01)		C 2 1 D 9/56 1 O 1 E

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2013-215061 (P2013-215061)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成25年10月15日(2013.10.15)		大日本印刷株式会社
審査請求日	平成25年11月12日(2013.11.12)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
早期審査対象出願		(74) 代理人	100117787
			弁理士 勝沼 宏仁
		(74) 代理人	100091982
			弁理士 永井 浩之
		(74) 代理人	100127465
			弁理士 堀田 幸裕
		(74) 代理人	100158964
			弁理士 岡村 和郎
		(72) 発明者	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属板、金属板の製造方法、および金属板を用いて蒸着マスクを製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の貫通孔を形成して蒸着マスクを製造するために用いられる金属板の製造方法であって、

前記蒸着マスクの前記貫通孔は、前記金属板をエッチングすることによって形成されるものであり、

前記金属板の製造方法は、

母材を圧延して前記金属板を得る圧延工程と、

前記圧延工程によって得られた前記金属板をアニールするアニール工程と、

を備え、

前記金属板から取り出した複数のサンプルに熱処理を施す前後に測定される、前記各サンプル上の2つの測定点の間における距離をそれぞれL1およびL2とし、各サンプルの熱復元率Fを以下の式

$$F = \{ (L1 - L2) / L1 \} \times 10^6 \text{ (ppm)}$$

によって定義する場合、以下の条件(1)、(2)が満たされており、

(1) 前記各サンプルにおける熱復元率の平均値が - 10 ppm以上かつ + 10 ppm以下であること；および、

(2) 前記各サンプルにおける熱復元率のばらつきが 20 ppm以下であること；

前記サンプルは、前記金属板を前記金属板の幅方向に沿って切断することによって得た少なくとも1つのサンプル金属板を、前記金属板の長手方向に沿って複数に切断すること

によって得られるものであり、

前記サンプル上の前記2つの測定点は、前記金属板の長手方向に沿って並んでおり、
前記熱処理は、前記各サンプルの温度を25 から300 に30分間で昇温させる第1工程と、5分間にわたって前記各サンプルの温度を300 に保持する第2工程と、前記各サンプルの温度を300 から25 に60分間で降温させる第3工程と、からなり

、
前記熱復元率のばらつきは、前記各サンプルにおける熱復元率の標準偏差に3を掛けることによって算出される値であり、

前記金属板の厚みは、0.100 mm以下である、金属板の製造方法。

【請求項2】

前記アニール工程は、前記圧延された母材を長手方向に引っ張りながら実施される、請求項1に記載の金属板の製造方法。

【請求項3】

前記アニール工程は、コアに巻き取られた状態の前記金属板に対して実施される、請求項1に記載の金属板の製造方法。

【請求項4】

前記母材が、インバー材から構成されている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の金属板の製造方法。

【請求項5】

複数の貫通孔を形成して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、
前記マスクの前記貫通孔は、前記金属板をエッチングすることによって形成されるものであり、

前記金属板から取り出した複数のサンプルに熱処理を施す前後に測定される、前記各サンプル上の2つの測定点の間における距離をそれぞれL1およびL2とし、各サンプルの熱復元率Fを以下の式

$$F = \{ (L1 - L2) / L1 \} \times 10^6 \text{ (ppm)}$$

によって定義する場合、以下の条件(1)、(2)が満たされており、

(1)前記各サンプルにおける熱復元率の平均値が-10 ppm以上かつ+10 ppm以下であること；および、

(2)前記各サンプルにおける熱復元率のばらつきが20 ppm以下であること；

前記サンプルは、前記金属板を前記金属板の幅方向に沿って切断することによって得た少なくとも1つのサンプル金属板を、前記金属板の長手方向に沿って複数に切断することによって得られるものであり、

前記サンプル上の前記2つの測定点は、前記金属板の長手方向に沿って並んでおり、
前記熱処理は、前記各サンプルの温度を25 から300 に30分間で昇温させる第1工程と、5分間にわたって前記各サンプルの温度を300 に保持する第2工程と、前記各サンプルの温度を300 から25 に60分間で降温させる第3工程と、からなり

、
前記熱復元率のばらつきは、前記各サンプルにおける熱復元率の標準偏差に3を掛けることによって算出される値であり、

前記金属板の厚みは、0.100 mm以下である、金属板。

【請求項6】

前記金属板が、インバー材から構成されている、請求項5に記載の金属板。

【請求項7】

複数の貫通孔が形成された蒸着マスクを製造する方法であって、
金属板を準備する工程と、
前記金属板上にレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、
前記金属板のうち前記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、前記金属板に、前記貫通孔を画成するようになる凹部を形成するエッチング工程と、を備え、

10

20

30

40

50

前記金属板から取り出した複数のサンプルに熱処理を施す前後に測定される、前記各サンプル上の2つの測定点の間における距離をそれぞれL1およびL2とし、各サンプルの熱復元率Fを以下の式

$$F = \{ (L1 - L2) / L1 \} \times 10^6 \text{ (ppm)}$$

によって定義する場合、以下の条件(1)、(2)が満たされており、

(1) 前記各サンプルにおける熱復元率の平均値が - 10 ppm以上かつ + 10 ppm以下であること；および、

(2) 前記各サンプルにおける熱復元率のばらつきが 20 ppm以下であること；

前記サンプルは、前記金属板を前記金属板の幅方向に沿って切断することによって得た少なくとも1つのサンプル金属板を、前記金属板の長手方向に沿って複数に切断することによって得られるものであり、

前記サンプル上の前記2つの測定点は、前記金属板の長手方向に沿って並んでおり、

前記熱処理は、前記各サンプルの温度を 25 から 300 に30分間で昇温させる第1工程と、5分間にわたって前記各サンプルの温度を 300 に保持する第2工程と、前記各サンプルの温度を 300 から 25 に60分間で降温させる第3工程と、からなり、

前記熱復元率のばらつきは、前記各サンプルにおける熱復元率の標準偏差に3を掛けることによって算出される値であり、

前記金属板の厚みは、0.100 mm以下である、蒸着マスクの製造方法。

【請求項8】

前記レジストパターン形成工程は、
前記金属板上にレジスト膜を形成する工程と、
前記レジスト膜に露光マスクを真空密着させる工程と、
前記露光マスクを介して前記レジスト膜を所定のパターンで露光する工程と、
露光された前記レジスト膜に像を形成するための現像工程と、を有し、
前記現像工程は、前記レジスト膜の硬度を高めるためのレジスト熱処理工程を含む、請求項7に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項9】

前記金属板が、インバー材から構成されている、請求項7または8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】

【0001】

本発明は、複数の貫通孔を形成して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。また本発明は、金属板の製造方法に関する。また本発明は、複数の貫通孔が形成されたマスクを、金属板を用いて製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、スマートフォンやタブレットPC等の持ち運び可能なデバイスで用いられる表示装置に対して、高精細であること、例えば画素密度が300 ppi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、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450 ppi以上であることが求められる。

【0003】

応答性の良さや消費電力の低さのため、有機EL表示装置が注目されている。有機EL表示装置の画素を形成する方法として、所望のパターンで配列された貫通孔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EL表示装置用の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基板を共に蒸着装置に投入し、有機材料などの蒸着を行う。蒸着マスクは一般に、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こ

10

20

30

40

50

とにより、製造され得る（例えば、特許文献1）。例えば、はじめに、金属板上にレジスト膜を形成し、次に、レジスト膜に露光マスクを密着させた状態でレジスト膜を露光してレジストパターンを形成し、その後、金属板のうち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することにより、貫通孔が形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-39319号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

蒸着マスクを用いて蒸着材料を基板上に成膜する場合、基板だけでなく蒸着マスクにも蒸着材料が付着する。例えば、蒸着材料の中には、蒸着マスクの法線方向に対して大きく傾斜した方向に沿って基板に向かうものも存在するが、そのような蒸着材料は、基板に到達するよりも前に蒸着マスクの貫通孔の壁面に到達して付着する。この場合、基板のうち蒸着マスクの貫通孔の壁面の近傍に位置する領域には蒸着材料が付着しにくくなり、この結果、付着する蒸着材料の厚みが他の部分に比べて小さくなってしまったり、蒸着材料が付着していない部分が生じてしまったりすることが考えられる。すなわち、蒸着マスクの貫通孔の壁面の近傍における蒸着が不安定になってしまうことが考えられる。従って、有機EL表示装置の画素を形成するために蒸着マスクが用いられる場合、画素の寸法精度や位置精度が低下してしまい、この結果、有機EL表示装置の発光効率が低下してしまうことになる。

20

【0006】

このような課題を解決するため、蒸着マスクを製造するために用いられる金属板の厚みを小さくすることが考えられる。なぜなら、金属板の厚みを小さくすることによって、蒸着マスクの貫通孔の壁面の高さを小さくすることができ、このことにより、蒸着材料のうち貫通孔の壁面に付着するものの比率を低くすることができるからである。しかしながら、厚みの小さな金属板を得るためには、母材を圧延して金属板を製造する際の圧延率を大きくする必要がある。ここで圧延率とは、 $(母材の厚み - 金属板の厚み) / (母材の厚み)$ によって算出される値のことである。金属を圧延した場合、金属の内部には歪が生じる。圧延後にアニールなどの熱処理を施した場合であっても、このような歪を短時間で完全に除去することは容易ではない。従って、蒸着マスクを作製するために用いられる金属板には、金属板の内部に残留している歪すなわち残留歪が通常は存在している。

30

【0007】

ところで、金属板を用いて蒸着マスクを製造する工程や、蒸着マスクを用いた蒸着工程は、蒸着マスクを構成する金属板に熱を加える工程を含んでいる。この際、熱に起因して、金属板中の残留応力が除去されたり、結晶の配列が変化したりすることがある。残留応力が除去されたり、結晶の配列が変化したりすると、金属板の寸法が短くなることがある。例えば残留応力が除去された場合は、残留応力で保持されていた材料形状が、できるだけ歪がなくなるように変化するため、金属板の寸法が短くなることがある。また結晶の配列が変化した場合は、結晶密度が、より密度が高くなるよう変化するため、金属板の寸法が短くなることがある。

40

【0008】

蒸着マスクを構成する金属板の寸法が熱によって変化し得るということは、蒸着マスクに形成された貫通孔の位置が熱によって変化し得ることを意味している。また、金属板の内部の残留歪の程度が、金属板の幅方向において異なることも考えられる。この場合、貫通孔の位置が熱によって変化する程度が、元となる長尺金属板において蒸着マスクを構成する金属板が占めていた幅方向での位置によって異なることになる。このことは、蒸着マスクに形成された貫通孔の位置が熱によって変化するだけでなく、その変化の程度が、蒸着マスクの個体ごとに異なることを意味する。従って、各蒸着マスクの貫通孔の孔の位置

50

を精密に設定するためには、元となる長尺金属板として、残留歪の程度およびそのばらつきが小さなものを用いることが重要になる。このような課題は、上述の特許文献1においては認識されていないものである。

【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、高い位置精度で形成された貫通孔を備えた蒸着マスクを製造するために用いられる金属板を提供することを目的とする。また本発明は、金属板の製造方法およびマスクの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、複数の貫通孔を形成して蒸着マスクを製造するために用いられる金属板の製造方法であって、

前記蒸着マスクの前記貫通孔は、前記金属板をエッチングすることによって形成されるものであり、

前記金属板の製造方法は、

母材を圧延して前記金属板を得る圧延工程と、

前記圧延工程によって得られた前記金属板をアニールするアニール工程と、
を備え、

前記金属板から取り出した複数のサンプルに熱処理を施す前後に測定される、前記各サンプル上の2つの測定点の間における距離をそれぞれL1およびL2とし、各サンプルの熱復元率Fを以下の式

$$F = \{ (L1 - L2) / L1 \} \times 10^6 \text{ (ppm)}$$

によって定義する場合、以下の条件(1)、(2)が満たされており、

(1) 前記各サンプルにおける熱復元率の平均値が -10 ppm以上かつ +10 ppm以下であること；および、

(2) 前記各サンプルにおける熱復元率のばらつきが20 ppm以下であること；

前記サンプルは、前記金属板を前記金属板の幅方向に沿って切断することによって得た少なくとも1つのサンプル金属板を、前記金属板の長手方向に沿って複数に切断することによって得られるものであり、

前記サンプル上の前記2つの測定点は、前記金属板の長手方向に沿って並んでおり、

前記熱処理は、前記各サンプルの温度を25 から300 に30分間で昇温させる第1工程と、5分間にわたって前記各サンプルの温度を300 に保持する第2工程と、前記各サンプルの温度を300 から25 に60分間で降温させる第3工程と、からなり、

前記熱復元率のばらつきは、前記各サンプルにおける熱復元率の標準偏差に3を掛けることによって算出される値である、金属板の製造方法である。

【0011】

本発明による金属板の製造方法において、前記アニール工程は、前記圧延された母材を長手方向に引っ張りながら実施されてもよい。若しくは、前記アニール工程は、コアに巻き取られた状態の前記金属板に対して実施されてもよい。

【0012】

本発明による金属板の製造方法において、前記母材が、インバー材から構成されていてもよい。

【0013】

本発明は、複数の貫通孔を形成して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、

前記マスクの前記貫通孔は、前記金属板をエッチングすることによって形成されるものであり、

前記金属板から取り出した複数のサンプルに熱処理を施す前後に測定される、前記各サンプル上の2つの測定点の間における距離をそれぞれL1およびL2とし、各サンプルの

10

20

30

40

50

熱復元率 F を以下の式

$$F = \{ (L1 - L2) / L1 \} \times 10^6$$

によって定義する場合、以下の条件 (1), (2) が満たされており、

(1) 前記各サンプルにおける熱復元率の平均値が -10 ppm 以上かつ +10 ppm 以下であること; および、

(2) 前記各サンプルにおける熱復元率のばらつきが 20 ppm 以下であること;

前記サンプルは、前記金属板を前記金属板の幅方向に沿って切断することによって得た少なくとも 1 つのサンプル金属板を、前記金属板の長手方向に沿って複数に切断することによって得られるものであり、

前記サンプル上の前記 2 つの測定点は、前記金属板の長手方向に沿って並んでおり、

前記熱処理は、前記各サンプルの温度を 25 から 300 に 30 分間で昇温させる第 1 工程と、5 分間にわたって前記各サンプルの温度を 300 に保持する第 2 工程と、前記各サンプルの温度を 300 から 25 に 60 分間で降温させる第 3 工程と、からなり、

前記熱復元率のばらつきは、前記各サンプルにおける熱復元率の標準偏差に 3 を掛けることによって算出される値である、金属板である。

【0014】

本発明による金属板は、インバー材から構成されていてもよい。

【0015】

本発明は、複数の貫通孔が形成された蒸着マスクを製造する方法であって、

金属板を準備する工程と、

前記金属板上にレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、

前記金属板のうち前記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、前記金属板に、前記貫通孔を画成するようになる凹部を形成するエッチング工程と、を備え、

前記金属板から取り出した複数のサンプルに熱処理を施す前後に測定される、前記各サンプル上の 2 つの測定点の間における距離をそれぞれ L1 および L2 とし、各サンプルの熱復元率 F を以下の式

$$F = \{ (L1 - L2) / L1 \} \times 10^6$$

によって定義する場合、以下の条件 (1), (2) が満たされており、

(1) 前記各サンプルにおける熱復元率の平均値が -10 ppm 以上かつ +10 ppm 以下であること; および、

(2) 前記各サンプルにおける熱復元率のばらつきが 20 ppm 以下であること;

前記サンプルは、前記金属板を前記金属板の幅方向に沿って切断することによって得た少なくとも 1 つのサンプル金属板を、前記金属板の長手方向に沿って複数に切断することによって得られるものであり、

前記サンプル上の前記 2 つの測定点は、前記金属板の長手方向に沿って並んでおり、

前記熱処理は、前記各サンプルの温度を 25 から 300 に 30 分間で昇温させる第 1 工程と、5 分間にわたって前記各サンプルの温度を 300 に保持する第 2 工程と、前記各サンプルの温度を 300 から 25 に 60 分間で降温させる第 3 工程と、からなり、

前記熱復元率のばらつきは、前記各サンプルにおける熱復元率の標準偏差に 3 を掛けることによって算出される値である、蒸着マスクの製造方法である。

【0016】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、前記レジストパターン形成工程は、

前記金属板上にレジスト膜を形成する工程と、前記レジスト膜に露光マスクを真空密着させる工程と、前記露光マスクを介して前記レジスト膜を所定のパターンで露光する工程と、露光された前記レジスト膜に像を形成するための現像工程と、を有し、前記現像工程は、前記レジスト膜の硬度を高めるためのレジスト熱処理工程を含んでいてもよい。

【0017】

10

20

30

40

50

本発明による蒸着マスクの製造方法において、前記金属板が、インバー材から構成されていてもよい。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、貫通孔の位置のばらつきが抑制された蒸着マスクを得ることができる。このため、基板上に付着される蒸着材料の位置精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本発明の一実施の形態を説明するための図であって、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である。

10

【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である。

【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である。

【図4】図4は、図3のIV-IV線に沿った断面図である。

【図5】図5は、図3のV-V線に沿った断面図である。

【図6】図6は、図3のVI-VI線に沿った断面図である。

【図7】図7(a)は、母材を圧延して、所望の厚さを有する金属板を得る工程を示す図であり、図7(b)は、圧延によって得られた金属板をアニールする工程を示す図である。

【図8】図8(a)は、長尺金属板を示す平面図であり、図8(b)は、長尺金属板から切り出されたサンプル金属板を示す平面図であり、図8(c)は、サンプル金属板から切り出されたサンプルを示す平面図である。

20

【図9A】図9Aは、サンプルに対して施される熱処理を示す図である。

【図9B】図9B(a)(b)はそれぞれ、熱処理が施される前および後におけるサンプルを示す平面図である。

【図10】図10は、図1に示す蒸着マスクの製造方法の一例を全体的に説明するための模式図である。

【図11】図11は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、金属板上にレジスト膜を形成する工程を示す断面図である。

【図12】図12は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、レジスト膜に露光マスクを密着させる工程を示す断面図である。

30

【図13】図13は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、法線方向に沿った断面において長尺金属板を示す図である。

【図14】図14は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、法線方向に沿った断面において長尺金属板を示す図である。

【図15】図15は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、法線方向に沿った断面において長尺金属板を示す図である。

【図16】図16は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、法線方向に沿った断面において長尺金属板を示す図である。

【図17】図17は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、法線方向に沿った断面において長尺金属板を示す図である。

40

【図18】図18は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、法線方向に沿った断面において長尺金属板を示す図である。

【図19】図19は、蒸着マスクの製造方法の一例を説明するための図であって、法線方向に沿った断面において長尺金属板を示す図である。

【図20】図20は、蒸着マスクを含む蒸着マスク装置の変形例を示す図である。

【図21】図21は、第1～第10巻き体から切り出された第1～第10サンプルにおける熱復元率の測定結果を示す図である。

【図22】図22は、第1～第10巻き体から得られた長尺金属板から作製された蒸着マスクにおける、1次効果の評価結果を示す図である。

50

【図 2 3】図 2 3 は、第 1 ~ 第 1 0 巻き体から得られた長尺金属板から作製された蒸着マスクにおける、2 次効果の評価結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

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。

【0021】

図 1 ~ 図 1 9 は、本発明による一実施の形態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 E L 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ングするために用いられる蒸着マスクの製造方法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の製造方法に対し、本発明を適用することができる。

10

【0022】

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り、したがって、例えば「金属板」は、「金属シート」や「金属フィルム」と呼ばれる部材と呼称の違いのみにおいて区別され得ない。

【0023】

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。

20

【0024】

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」、「直角」、「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。

【0025】

30

（蒸着マスク装置）

まず、製造方法対象となる蒸着マスクを含む蒸着マスク装置の一例について、主に図 1 ~ 図 6 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り、図 4 ~ 図 6 は、図 3 の各位置における断面図である。

【0026】

図 1 及び図 2 に示された蒸着マスク装置 1 0 は、略矩形状の金属板 2 1 からなる複数の蒸着マスク 2 0 と、複数の蒸着マスク 2 0 の周縁部に取り付けられたフレーム 1 5 と、を備えている。各蒸着マスク 2 0 には、互いに対向する第 1 面 2 1 a および第 2 面 2 1 b を有する金属板 2 1 を少なくとも第 1 面 2 1 a からエッチングすることにより形成された貫通孔 2 5 が、多数設けられている。この蒸着マスク装置 1 0 は、図 2 に示すように、蒸着マスク 2 0 が蒸着対象物である基板、例えばガラス基板 9 2 の下面に対面するようにして蒸着装置 9 0 内に支持され、基板への蒸着材料の蒸着に使用される。

40

【0027】

蒸着装置 9 0 内では、不図示の磁石からの磁力によって、蒸着マスク 2 0 とガラス基板 9 2 とが密着するようになる。蒸着装置 9 0 内には、蒸着マスク装置 1 0 の下方に、蒸着材料（一例として、有機発光材料）9 8 を収容するつぼ 9 4 と、つぼ 9 4 を加熱するヒータ 9 6 とが配置されている。つぼ 9 4 内の蒸着材料 9 8 は、ヒータ 9 6 からの加熱により、気化または昇華してガラス基板 9 2 の表面に付着するようになる。上述したよう

50

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 はこの貫通孔 25 を介してガラス基板 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 がガラス基板 92 の表面に成膜される。

【0028】

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、カラー表示を行いたい場合には、貫通孔 25 の配列方向（前述の一方向）に沿って蒸着マスク 20（蒸着マスク装置 10）とガラス基板 92 とを少しずつ相対移動させ、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蒸着させていってもよい。

【0029】

なお、蒸着マスク装置 10 のフレーム 15 は、矩形の蒸着マスク 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。

【0030】

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。従って、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 および基板 92 も加熱される。この際、蒸着マスク、フレーム 15 および基板 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、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、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、基板 92 としてガラス基板 92 が用いられる場合、蒸着マスク 20 およびフレーム 15 の材料として、鉄に 36% のニッケルを加えた合金であるインバー材を用いることができる。

【0031】

（蒸着マスク）

次に、蒸着マスク 20 について詳細に説明する。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、金属板 21 からなり、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の輪郭を有している。蒸着マスク 20 の金属板 21 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、基板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基板（ガラス基板 92）上の区域、すなわち、作製された有機 EL 表示装置用基板の表示面をなすようになる基板上の区域に直面する、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の輪郭を有している。

【0032】

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。

【0033】

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。この金属板 21 に形成された貫通孔 25 の一例について、図 3 ~ 図

10

20

30

40

50

6を主に参照して更に詳述する。

【0034】

図4～図6に示すように、複数の貫通孔25は、蒸着マスク20の法線方向に沿った一方の側となる第1面20aと、蒸着マスク20の法線方向に沿った他方の側となる第2面20bと、の間を延びて、蒸着マスク20を貫通している。図示された例では、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の側から金属板21に第1凹部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の側から金属板21に第2凹部35が形成され、この第1凹部30および第2凹部35によって貫通孔25が形成されている。

【0035】

図3～図6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凹部30の断面積は、しだいに小さくなっていく。図3に示すように、第1凹部30の壁面31は、その全領域において蒸着マスク20の法線方向に対して交差する方向に延びており、蒸着マスク20の法線方向に沿った一方の側に向けて露出している。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凹部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てもよい。第2凹部35の壁面36は、その全領域において蒸着マスク20の法線方向に対して交差する方向に延びており、蒸着マスク20の法線方向に沿った他方の側に向けて露出している。

【0036】

なお、図4～図6に示すように、第1凹部30の壁面31と、第2凹部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凹部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凹部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の平面視において最も貫通孔25の面積が小さくなる貫通部42を画成する。

【0037】

図4～図6に示すように、蒸着マスクの法線方向に沿った他方の側の面、すなわち、蒸着マスク20の第2面20b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2面20bに対応するようになる金属板21の第2面21b側から当該金属板21をエッチングして第2凹部35を作製する場合、隣り合う二つの第2凹部35の間に金属板21の第2面21bが残存するようになる。

【0038】

一方、図4～図6に示すように、蒸着マスクの法線方向に沿った一方の側、すなわち、蒸着マスク20の第1面20aの側において、隣り合う二つの第1凹部30が接続されている。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20aに対応するようになる金属板21の第1面21a側から当該金属板21をエッチングして第1凹部30を形成する場合、隣り合う二つの第1凹部30の間に、金属板21の第1面21aが残存しないようになる。すなわち、金属板21の第1面21aは、有効領域22の全域にわたってエッチングされている。このような第1凹部30によって形成される蒸着マスク20の第1面20aによれば、図2に示すように蒸着マスク20の第1面20aが蒸着材料98に対面するようにしてこの蒸着マスク20を用いた場合に、蒸着材料98の利用効率を効果的に改善することができる。

【0039】

図2に示すようにして蒸着マスク装置10が蒸着装置90に收容された場合、図4に二点鎖線で示すように、蒸着マスク20の第1面20aが蒸着材料98を保持したるつぼ94側に位置し、蒸着マスク20の第2面20bがガラス基板92に対面する。したがって、蒸着材料98は、次第に断面積が小さくなっていく第1凹部30を通過してガラス基板

10

20

30

40

50

92に付着する。図4に矢印で示すように、蒸着材料98は、るつぼ94からガラス基板92に向けてガラス基板92の法線方向に沿って移動するだけでなく、ガラス基板92の法線方向に対して大きく傾斜した方向に移動することもある。このとき、蒸着マスク20の厚みが大きいと、斜めに移動する蒸着材料98の多くは、貫通孔25を通過してガラス基板92に到達するよりも前に、第1凹部30の壁面31に到達して付着する。この場合、ガラス基板92上の貫通孔25に対面する領域内には、蒸着材料98が到達しやすい領域と到達しにくい部分が生じてしまう。従って、蒸着材料の利用効率（成膜効率：ガラス基板92に付着する割合）を高めて高価な蒸着材料を節約し、且つ、高価な蒸着材料を用いた成膜を所望の領域内に安定してむらなく実施するためには、斜めに移動する蒸着材料98を可能な限りガラス基板92に到達させるように蒸着マスク20を構成することが重要になる。すなわち、蒸着マスク20のシート面に直交する図4～図6の断面において、貫通孔25の最小断面積を持つ部分となる接続部41と、第1凹部30の壁面31の他の任意の位置と、を通過する直線L1が、蒸着マスク20の法線方向に対してなす最小角度1（図4参照）を、十分に大きくすることが有利となる。

10

【0040】

角度1を大きくするための方法の1つとして、蒸着マスク20の厚みを小さくし、これによって、第1凹部30の壁面31や第2凹部35の壁面36の高さを小さくすることが考えられる。すなわち、蒸着マスク20を構成するための金属板21として、蒸着マスク20の強度を確保できる範囲内で可能な限り厚みの小さな金属板21を用いることが好ましいと言える。

20

【0041】

角度1を大きくするためのその他の方法として、第1凹部30の輪郭を最適化することも考えられる。たとえば本実施の形態によれば、隣り合う二つの第1凹部30の壁面31が合流することにより、他の凹部と合流していない点線で示された壁面（輪郭）を有する凹部と比較して、この角度1を大幅に大きくすることができる（図4参照）。以下、その理由について説明する。

【0042】

第1凹部30は、後に詳述するように、金属板21の第1面21aをエッチングすることにより形成される。エッチングによって形成される凹部の壁面は、一般的に、浸食方向に向けて凸となる曲面状となる。したがって、エッチングによって形成された凹部の壁面31は、エッチングの開始側となる領域において切り立ち、エッチングの開始側とは反対側となる領域、すなわち凹部の最も深い側においては、金属板21の法線方向に対して比較的大きく傾斜するようになる。一方、図示された蒸着マスク20では、隣り合う二つの第1凹部30の壁面31が、エッチングの開始側において合流しているので、二つの第1凹部30の壁面31の先端縁32が合流する部分43の外輪郭が、切り立った形状ではなく、面取された形状となっている。このため、貫通孔25の大部分をなす第1凹部30の壁面31を、蒸着マスクの法線方向に対して効果的に傾斜させることができる。すなわち角度1を大きくすることができる。

30

【0043】

本実施の形態による蒸着マスク20によれば、有効領域22の全域において、第1凹部30の壁面31が蒸着マスクの法線方向に対してなす傾斜角度1を効果的に増大させることができる。これにより、蒸着材料98の利用効率を効果的に改善しながら、所望のパターンでの蒸着を高精度に安定して実施することができる。

40

【0044】

（材料）

以下、上述の蒸着マスク20を構成するための材料（金属板）について説明する。厚みの小さな蒸着マスク20を得るためには、母材を圧延して金属板を製造する際の圧延率を大きくする必要がある。しかしながら、圧延率が大きいほど、金属板の内部に残留している応力すなわち残留応力も大きくなってしまふ。このような残留応力を除去する方法として、金属板を加熱する方法が知られている。ところで、加熱によって残留応力が除去され

50

ると、金属板の外形の寸法が変化することがある。例えば、金属板の長手方向における寸法が、金属板を加熱した後に短くなることがある。なぜなら、金属板の内部の残留応力が除去されて残留歪が除去されたり、結晶の配列が変化して結晶密度が変化したりすることが導かれるからである。以下の説明において、熱に起因して金属板の外形の寸法が変化する現象のことを「熱復元」とも称する。

【0045】

ところで、金属板を用いて蒸着マスク20を製造する工程は、金属板に熱を加える工程を含んでいる。例えば、金属板上にレジスト膜を形成する工程においては、はじめに、ネガ型の感光性レジスト材料を含む塗布液を金属板上に塗布し、その後、熱によって塗布液を乾燥させる。この際、金属板に熱が加えられるので、残留歪が除去されることがある。また、レジスト膜を現像する工程においても、レジスト膜の硬度を高めるためにレジスト膜を加熱することがある。この際も金属板に熱が加えられるので、残留歪が除去されることがある。従って蒸着マスクの製造工程において、上述の金属板の熱復元が生じ得る。また蒸着マスク20を用いた蒸着工程においても、蒸着マスク20に所定の熱が加えられ、これによって熱復元が生じることが考えられる。

なお、熱に起因する残留歪の除去が金属板21上の位置によらず均一に生じる場合、金属板21の熱復元も、金属板21上の位置によらず均一に生じることになる。すなわち、金属板21上の任意の2点の標点間の距離の変化率（収縮率）が、標点の位置に同一の値になる。一方、熱に起因する残留歪の除去が金属板21上の位置に依存して不均一に生じる場合、金属板21の熱復元も、金属板21上の位置に依存して不均一に生じることになる。すなわち、金属板21上の任意の2点の標点間の距離の変化率（収縮率）が、標点の位置に依存して異なる値になる。以下の説明において、位置によらず均一に生じる熱復元のことを、「均一な熱復元」と称し、位置に依存して不均一に生じる熱復元のことを、「不均一な熱復元」と称する。

【0046】

以下、金属板の「不均一な熱復元」によって生じ得る問題点について考える。

蒸着マスク20を用いたところで蒸着工程においては、図1に示すように、複数の蒸着マスク20がフレーム15に取り付けられる。各蒸着マスク20は、張った状態でフレーム15に保持される。従って、長手方向における金属板21の熱復元が、幅方向における位置によらず均等に生じる場合、引張量を調整することで、取り付けられる際の、フレーム15に対する蒸着マスク20の長さを調整することができる。すなわち、フレーム15に対する蒸着マスク20の貫通孔25の位置を理想的に調整することができる。

一方、長手方向における金属板21の熱復元が幅方向に不均一に生じている場合、複数の蒸着マスク20を一律に引っ張ったとしても、各蒸着マスク20における貫通孔25の位置を理想的に調整することはできない。また、各蒸着マスク20における金属板21の熱復元の程度の差は、目視では確認不可能な程度の小さなものである。従って、各蒸着マスク20における引っ張り量を個別に調整することによってフレーム15に対する各蒸着マスク20の貫通孔25の位置を理想的に調整することは、困難である。このため、長手方向における金属板21の熱復元が幅方向に不均一に生じている場合、蒸着マスク20を用いた蒸着工程によって作製される有機EL表示装置の発光層の位置が、蒸着マスク20において生じていた熱復元のばらつきの程度に応じてばらつくことになる。このことは、有機EL表示装置の品質のばらつきを招いてしまう。

【0047】

このような背景の下、幅方向における熱復元の量のばらつきが小さい金属板を選別して用いることが重要になる。なお上述のように、蒸着マスク20の製造工程における熱復元は、用いられる金属板の内部の残留歪に起因して生じる。従って、幅方向における熱復元の量のばらつきが小さい金属板を用いるということは、幅方向における残留歪の量のばらつきが小さい金属板を用いることに対応している。

【0048】

次に、このような構成からなる本実施の形態とその作用および効果について説明する。

ここでは、はじめに、蒸着マスクを製造するために用いられる金属板の製造方法について説明する。次に、得られた金属板を用いて蒸着マスクを製造する方法について説明する。その後、得られた蒸着マスクを用いて基板上に蒸着材料を蒸着させる方法について説明する。

【0049】

(金属板の製造方法)

はじめに図7(a)(b)、図8(a)(b)(c)、図9Aおよび図9B(a)(b)を参照して、金属板の製造方法について説明する。図7(a)は、母材を圧延して、所望の厚さを有する金属板を得る工程を示す図であり、図7(b)は、圧延によって得られた金属板をアニールする工程を示す図である。

10

【0050】

(圧延工程)

はじめに図7(a)に示すように、インバー材から構成された母材55を準備し、この母材55を、一对の圧延ロール56a, 56bを含む圧延装置56に向けて、矢印D1で示す搬送方向に沿って搬送する。一对の圧延ロール56a, 56bの間に到達した母材55は、一对の圧延ロール56a, 56bによって圧延され、この結果、母材55は、その厚みが低減されるとともに、搬送方向に沿って伸ばされる。これによって、厚み t_0 の長尺金属板64を得ることができる。図7(a)に示すように、長尺金属板64をコア61に巻き取ることによって巻き体62を形成してもよい。厚み t_0 の具体的な値は特に限られないが、例えば0.020mm以上かつ0.100mm以下となっている。

20

【0051】

なお図7(a)は、圧延工程の概略を示すものに過ぎず、圧延工程を実施するための具体的な構成や手順が特に限られることはない。例えば圧延工程は、母材55を構成するインバー材の結晶配列を変化させる温度以上の温度で母材を加工する熱間圧延工程や、インバー材の結晶配列を変化させる温度以下の温度で母材を加工する冷間圧延工程を含んでもよい。

【0052】

(スリット工程)

その後、圧延工程によって得られた長尺金属板64の幅方向における両端をそれぞれ3mm以上かつ5mm以下の範囲にわたって切り落とすスリット工程を実施してもよい。このスリット工程は、圧延に起因して長尺金属板64の両端に生じ得るクラックを除去するために実施される。このようなスリット工程を実施することにより、長尺金属板64が破断してしまう現象、いわゆる板切れが、クラックを起点として生じてしまうことを防ぐことができる。

30

【0053】

(アニール工程)

その後、圧延によって長尺金属板64内に蓄積された残留応力を取り除くため、図7(b)に示すように、アニール装置57を用いて長尺金属板64をアニールする。アニール工程は、図7(b)に示すように、長尺金属板64を搬送方向(長手方向)に引っ張りながら実施されてもよい。すなわち、アニール工程は、いわゆるパッチ式の焼鈍ではなく、搬送しながらの連続焼鈍として実施されてもよい。アニール工程が実施される期間は、長尺金属板64の厚みや圧延率などに応じて適切に設定されるが、例えば500で60秒にわたってアニール工程が実施される。なお上記「60秒」は、アニール装置57中の500に加熱された空間を長尺金属板64が通過することに要する時間が60秒であることを意味している。

40

【0054】

アニール工程を実施することにより、残留歪が有る程度除去された、厚み t_0 の長尺金属板64を得ることができる。なお厚み t_0 は通常、蒸着マスク20の周囲領域23内の最大厚み T_b に等しくなる。

【0055】

50

なお、上述の圧延工程、スリット工程およびアニール工程を複数回繰り返すことによって、厚み t_0 の長尺の金属板64を作製してもよい。また図7(b)においては、アニール工程が、長尺金属板64を長手方向に引っ張りながら実施される例を示したが、これに限られることはなく、アニール工程を、長尺金属板64がコア61に巻き取られた状態で実施してもよい。すなわちバッチ式の焼鈍が実施されてもよい。なお、長尺金属板64がコア61に巻き取られた状態でアニール工程を実施する場合、長尺金属板64に、巻き体62の巻き取り径に応じた反りの癖がついてしまうことがある。従って、巻き体62の巻き径や母材55を構成する材料によっては、長尺金属板64を長手方向に引っ張りながらアニール工程を実施することが有利である。

【0056】

なお上述の連続焼鈍は、バッチ式の焼鈍に比べて工程のスループットを高めることができるというメリットをもたらすが、反面、バッチ式の焼鈍に比べて残留歪の除去の程度が不十分になるというデメリットを有している。すなわち、上述の熱復元は、バッチ式の焼鈍が実施される場合よりも、連続焼鈍が実施される場合に生じ易いと考えられる。

【0057】

〔切断工程〕

その後、長尺金属板64の幅方向における両端をそれぞれ所定範囲にわたって切り落とし、これによって、長尺金属板64の幅を所望の幅に調整する切断工程を実施する。このようにして、所望の厚みおよび幅を有する長尺金属板64を得ることができる。

【0058】

〔検査工程〕

その後、得られた長尺金属板64から取り出されたサンプルに熱処理を施す前後での熱復元の程度を検査する検査工程を実施する。図8(a)は、得られた長尺金属板64を示す平面図である。図8(a)において、長手方向における長尺金属板64の先端が符号64cで表されており、後端が符号64dで表されている。検査工程においては、はじめに、長尺金属板64を長尺金属板64の幅方向に沿って切断することによって、長手方向における所定の長さを有するサンプル金属板75を得る。サンプル金属板75は、1つの巻き体62を構成する長尺金属板64から少なくとも1つ切り出される。例えば図8(a)において点線で示すように、サンプル金属板75は、長尺金属板64の先端64cにおいて2つ切り出され、長尺金属板64の後端64dにおいて2つ切り出される。図8(b)には、1つの長尺金属板64から切り出された4つのサンプル金属板75が示されている。

【0059】

次に、サンプル金属板75を金属板の長手方向に沿って複数に切断することによって、複数のサンプル76を得る。例えば図8(b)において点線で示すように、サンプル金属板75が幅方向に10等分される。図8(c)には、4つのサンプル金属板75から切り出された、合計40本のサンプル76が示されている。

【0060】

その後、各サンプル76に熱処理を施す前後において、各サンプル76上の2つの測定点76aの間における距離を25の温度条件下でそれぞれ測定する。熱処理は、図9Aに示すように、各サンプル76の温度をP1からP2に、時間Z1をかけて昇温させる第1工程S1と、時間Z2にわたって各サンプル76の温度を温度P1に保持する第2工程S2と、各サンプル76の温度をP2からP1に、時間Z3をかけて降温させる第3工程S3と、からなっている。時間Z1, Z2, Z3および温度P1, P2は、蒸着マスク20の製造工程において金属板21に加えられる熱を模擬することができるよう、設定される。例えばZ1, Z2, Z3は、それぞれ30分間, 5分間, 60分間に設定され、温度P1, P2は、それぞれ常温(例えば25), 300に設定される。

第1工程において、サンプル76は、図9Aに示すように、温度P1(25)から温度P2(300)まで均一な速度(昇温速度)で昇温されるよう、加熱される。同様に第3工程において、サンプル76は、温度P2(300)から温度P1(25)まで

10

20

30

40

50

均一な速度（降温速度）で降温されるよう、冷却される。

【 0 0 6 1 】

図 9 B (a) は、熱処理が施される前のサンプル 7 6 を示す平面図であり、図 9 B (b) は、熱処理が施された後のサンプル 7 6 を示す平面図である。図 9 B (a) (b) において、サンプル 7 6 に熱処理を施す前後での、サンプル 7 6 の長手方向、すなわち長尺金属板 6 4 の長手方向における 2 つの測定点 7 6 a の間の距離が、それぞれ符号 L 1 および L 2 で示されている。2 つの測定点 7 6 a は例えば、サンプル 7 6 に熱処理を施す前における距離 L 1 が、各サンプル 7 6 の熱復元の程度を評価する上で適切な距離、例えば約 5 0 0 m m となるよう、設定されている。なお図 9 B (a) (b) においては、説明の便宜上、距離 L 1 , L 2 の差が実際よりも大きく表現されている。

10

【 0 0 6 2 】

図 9 B (a) (b) においては、2 つの測定点 7 6 a がサンプル 7 6 の長手方向に沿って並ぶよう設定されている。しかしながら、サンプル 7 6 の熱復元を適切に観察することができる限りにおいて、測定点 7 6 a の並べ方が特に限られることはない。

【 0 0 6 3 】

2 つの測定点 7 6 a をサンプル 7 6 に付す方法は特に限られないが、例えば測定点 7 6 a は、サンプル 7 6 に形成された傷痕などの印としてサンプル 7 6 に付されている。

【 0 0 6 4 】

熱処理が施される前後における、サンプル 7 6 の長手方向における 2 つの測定点 7 6 a の間の距離 L 1 , L 2 を測定した後、以下の式に基づいて、サンプル 7 6 の熱復元率 F を算出する。

20

$$F = \{ (L 1 - L 2) / L 1 \} \times 1 0 ^ 6 \text{ (単位は ppm)}$$

このように熱復元率 F は、熱処理前のサンプル 7 6 における 2 つの測定点 7 6 a 間の距離 L 1 に対する、熱処理前後での距離 L 1 , L 2 の差の百万分率として定義される。例えば、L 1 が 5 0 0 m m であり、L 2 が 4 9 9 . 9 9 5 m m である場合、熱復元率 F は + 1 0 p p m になる。距離 L 1 , L 2 の測定はいずれも、温度 P 1 の条件下、すなわち常温 (2 5) で実施される。

【 0 0 6 5 】

ところで、上述の長尺金属板 6 4 には、圧延工程の際の長尺金属板 6 4 の伸び率が幅方向の位置に応じて異なることに起因する波打ち形状が現れることがある。このような波打ち形状が現れている場合、上述の距離 L 1 , L 2 は、波打ち形状に沿ってサンプル 7 6 の表面をスキャンすることによって得られる、波打ち形状を考慮した距離であってもよく、若しくは、波打ち形状を無視した距離であってもよい。いずれの測定法においても、サンプル 7 6 に生じる熱復元の程度を評価することができる。

30

例えば、後述する実施例においては、新東 S プレシジョン株式会社製の自動二次元座標測定器 A M I C - 7 1 0 を用いてサンプル 7 6 の距離 L 1 , L 2 を測定した結果を示すが、この場合、距離 L 1 , L 2 は、サンプル 7 6 の波打ち形状を無視した、X Y 座標上の距離となっている。なお A M I C - 7 1 0 は、測定対象の環境温度、すなわちサンプル 7 6 の環境温度を一定にする機能も含んでいる。このため、A M I C - 7 1 0 を用いることにより、温度変化の影響を受けない安定した測定が可能になる。

40

【 0 0 6 6 】

その後、得られた熱復元率 F の値に基づいて、長尺金属板 6 4 の選別を実施する。ここでは、以下の条件 (1) , (2) をいずれも満たす長尺金属板 6 4 のみを、後述する蒸着マスク 2 0 の製造工程において使用するという、長尺金属板 6 4 の選別を実施する。

(1) 各サンプル 7 6 における熱復元率 F の平均値 K 1 が - 1 0 p p m 以上かつ + 1 0 p p m 以下であること。

(2) 各サンプル 7 6 における熱復元率 F のばらつき K 2 が 2 0 p p m 以下であること。

各サンプル 7 6 における熱復元率 F のばらつき K 2 は、所定の本数のサンプル 7 6 、例えば 4 0 本のサンプル 7 6 における熱復元率 F の標準偏差 σ に 3 を掛けることによって

50

算出される値である。すなわち、ばらつき K_2 として、 $3\sigma_1$ を採用している。

【0067】

上記の条件(1)は、各サンプル76における熱復元率 F の平均値 K_1 が、蒸着マスク20の貫通孔25に対して求められる位置精度に比べて十分に小さいことを意味している。従って、条件(1)が満たされている長尺金属板64を用いることにより、蒸着マスク20を構成する金属板21の寸法が、熱復元に起因して、蒸着マスク20の製造工程の間に蒸着マスク20の品質に影響を及ぼす程度に変化してしまうことを防ぐことができる。このため、金属板21に形成する貫通孔25の位置を、熱復元率を考慮してロット毎に調整するという作業や、複数の蒸着マスク20をフレーム15に取り付ける際の引っ張り量を、熱復元率を考慮してロット毎に調整するという作業などが不要になる。

10

【0068】

上記の条件(2)は、各サンプル76における熱復元率 F のばらつき K_2 が、蒸着マスク20の貫通孔25に対して求められる位置精度の程度に比べて十分に小さいことを意味している。従って、条件(2)が満たされている長尺金属板64を用いることにより、1つの長尺金属板64から得られる複数の蒸着マスク20における貫通孔25の位置のばらつきを、許容範囲内のものとするることができる。このためフレーム15に取り付けられた複数の蒸着マスク20を用いた蒸着工程によって基板上に蒸着される蒸着材料の位置が個体ごとにばらつくことを抑制することができる。従って、蒸着によって有機EL表示装置の画素を形成する場合、有機EL表示装置の画素の位置精度を高めることができる。このため、各画素から出射される光を無駄なく取り出すことができるようになる。すなわち、各画素の発光効率を高めることができる。

20

【0069】

(蒸着マスクの製造方法)

次に、上述のようにして選別された長尺金属板64を用いて蒸着マスク20を製造する方法について、主に図10～図19を参照して説明する。以下に説明する蒸着マスク20の製造方法では、図10に示すように、長尺金属板64が供給され、この長尺金属板64に貫通孔25が形成され、さらに長尺金属板64を断裁することによって枚葉状の金属板21からなる蒸着マスク20が得られる。

【0070】

より具体的には、蒸着マスク20の製造方法、帯状に延びる長尺の金属板64を供給する工程と、フォトリソグラフィ技術を用いたエッチングを長尺の金属板64に施して、長尺金属板64に第1面64aの側から第1凹部30を形成する工程と、フォトリソグラフィ技術を用いたエッチングを長尺金属板64に施して、長尺金属板64に第2面64bの側から第2凹部35を形成する工程と、を含んでいる。そして、長尺金属板64に形成された第1凹部30と第2凹部35とが互いに通じ合うことによって、長尺金属板64に貫通孔25が作製される。図11に示された例では、第2凹部35の形成工程が、第1凹部30の形成工程の前に実施され、且つ、第2凹部35の形成工程と第1凹部30の形成工程の間に、作製された第2凹部35を封止する工程が、さらに設けられている。以下において、各工程の詳細を説明する。

30

【0071】

図10には、蒸着マスク20を作製するための製造装置60が示されている。図10に示すように、まず、長尺金属板64をコア61に巻き取った巻き体62が準備される。そして、このコア61が回転して巻き体62が巻き出されることにより、図10に示すように帯状に延びる長尺金属板64が供給される。なお、長尺金属板64は、貫通孔25を形成されて枚葉状の金属板21、さらには蒸着マスク20をなすようになる。

40

【0072】

供給された長尺金属板64は、搬送ローラー72によって、エッチング装置(エッチング手段)70に搬送される。エッチング手段70によって、図11～図19に示された各処理が施される。なお本実施の形態においては、長尺金属板64の幅方向に複数の蒸着マスク20が割り付けられるものとする。すなわち、複数の蒸着マスク20が、長手方向に

50

において長尺金属板 6 4 の所定の位置を占める領域から作製される。この場合、長尺金属板 6 4 の熱復元率が幅方向においてばらついていると、得られる蒸着マスク 2 0 の長さや後述するトータルピッチもばらつくことになる。

【 0 0 7 3 】

まず、図 1 1 に示すように、長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a 上 (図 1 1 の紙面における下側の面上) および第 2 面 6 4 b 上にネガ型の感光性レジスト材料を含む塗布液を塗布して、レジスト膜 6 5 c、6 5 d を形成する。

【 0 0 7 4 】

次に、レジスト膜 6 5 c、6 5 d のうちの除去したい領域に光を透過させないようにした露光マスク 8 5 a、8 5 b を準備し、露光マスク 8 5 a、8 5 b をそれぞれ図 1 2 に示すようにレジスト膜 6 5 c、6 5 d 上に配置する。露光マスク 8 5 a、8 5 b としては、例えば、レジスト膜 6 5 c、6 5 d のうちの除去したい領域に光を透過させないようにしたガラス乾板が用いられる。その後、真空密着によって露光マスク 8 5 a、8 5 b をレジスト膜 6 5 c、6 5 d に十分に密着させる。

なお感光性レジスト材料として、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。

【 0 0 7 5 】

その後、レジスト膜 6 5 c、6 5 d を露光マスク 8 5 a、8 5 b 越しに露光する。さらに、露光されたレジスト膜 6 5 c、6 5 d に像を形成するためにレジスト膜 6 5 c、6 5 d を現像する (現像工程)。以上のようにして、図 1 3 に示すように、長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a 上にレジストパターン (単に、レジストとも呼ぶ) 6 5 a を形成し、長尺金属板 6 4 の第 2 面 6 4 b 上にレジストパターン (単に、レジストとも呼ぶ) 6 5 b を形成することができる。なお現像工程は、レジスト膜 6 5 c、6 5 d の硬度を高めるためのレジスト熱処理工程を含んでいてもよい。レジスト熱処理工程においては、例えば、3 0 0 の温度条件下で 5 分間の加熱処理を行う。

【 0 0 7 6 】

次に、図 1 4 に示すように、長尺金属板 6 4 上に形成されたレジストパターン 6 5 b をマスクとして、エッチング液 (例えば塩化第二鉄溶液) を用いて、長尺金属板 6 4 の第 2 面 6 4 b 側からエッチングする。例えば、エッチング液が、搬送される長尺金属板 6 4 の第 2 面 6 4 b に対面する側に配置されたノズルから、レジストパターン 6 5 b 越しに長尺金属板 6 4 の第 2 面 6 4 b に向けて噴射される。この結果、図 1 4 に示すように、長尺金属板 6 4 のうちのレジストパターン 6 5 b によって覆われていない領域で、エッチング液による浸食が進む。以上のようにして、第 2 面 6 4 b の側から長尺金属板 6 4 に多数の第 2 凹部 3 5 が形成される。

【 0 0 7 7 】

その後、図 1 5 に示すように、エッチング液に対する耐性を有した樹脂 6 9 によって、形成された第 2 凹部 3 5 が被覆される。すなわち、エッチング液に対する耐性を有した樹脂 6 9 によって、第 2 凹部 3 5 が封止される。図 1 5 に示す例において、樹脂 6 9 の膜が、形成された第 2 凹部 3 5 だけでなく、第 2 面 6 4 b (レジストパターン 6 5 b) も覆うように形成されている。

【 0 0 7 8 】

次に、図 1 6 に示すように、長尺金属板 6 4 に対して第 2 回目のエッチングを行う。第 2 回目のエッチングにおいて、長尺金属板 6 4 は第 1 面 6 4 a の側のみからエッチングされ、第 1 面 6 4 a の側から第 1 凹部 3 0 の形成が進行していく。長尺金属板 6 4 の第 2 面 6 4 b の側には、エッチング液に対する耐性を有した樹脂 6 9 が被覆されているからである。したがって、第 1 回目のエッチングにより所望の形状に形成された第 2 凹部 3 5 の形状が損なわれてしまうことはない。

【 0 0 7 9 】

エッチングによる浸食は、長尺金属板 6 4 のうちのエッチング液に触れている部分にお

10

20

30

40

50

いて行われていく。従って、浸食は、長尺金属板 6 4 の法線方向（厚み方向）のみに進むのではなく、長尺金属板 6 4 の板面に沿った方向にも進んでいく。この結果、図 1 7 に示すように、エッチングが長尺金属板 6 4 の法線方向に進んで第 1 凹部 3 0 が第 2 凹部 3 5 と接続するだけでなく、レジストパターン 6 5 a の隣り合う二つの孔 6 6 a に対面する位置にそれぞれ形成された二つの第 1 凹部 3 0 が、二つの孔 6 6 a の間に位置するブリッジ部 6 7 a の裏側において、合流する。

【 0 0 8 0 】

図 1 8 に示すように、長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a の側からのエッチングがさらに進む。図 1 8 に示すように、隣り合う二つの第 1 凹部 3 0 が合流してなる合流部分 4 3 がレジストパターン 6 5 a から離間して、レジストパターン 6 5 a 下となる当該合流部分 4 3 において、エッチングによる浸食が金属板 6 4 の法線方向（厚さ方向）にも進む。これにより、蒸着マスクの法線方向に沿った一方の側へ向けて尖っていた合流部分 4 3 が、蒸着マスクの法線方向に沿った一方の側からエッチングされ、図 1 8 に示すように面取される。これにより、第 1 凹部 3 0 の壁面 3 1 が蒸着マスクの法線方向に対してなす傾斜角度 1 を増大させることができる。

【 0 0 8 1 】

このようにして、エッチングによる長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a の浸食が、長尺金属板 6 4 の有効領域 2 2 をなすようになる全領域内において、進む。これにより、有効領域 2 2 をなすようになる領域内における長尺金属板 6 4 の法線方向に沿った最大厚み T a が、エッチング前における長尺金属板 6 4 の最大厚み T b より薄くなる。

【 0 0 8 2 】

以上のようにして、長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a の側からのエッチングが予め設定した量だけ進んで、長尺金属板 6 4 に対する第 2 回目のエッチングが終了する。このとき、第 1 凹部 3 0 は長尺金属板 6 4 の厚さ方向に沿って第 2 凹部 3 5 に到達する位置まで延びており、これにより、互いに通じ合っている第 1 凹部 3 0 および第 2 凹部 3 5 によって貫通孔 2 5 が長尺金属板 6 4 に形成される。

【 0 0 8 3 】

その後、図 1 9 に示すように、長尺金属板 6 4 から樹脂 6 9 が除去される。樹脂膜 6 9 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、図 1 9 に示すように、樹脂 6 9 と同時にレジストパターン 6 5 a , 6 5 b も除去される。なお、樹脂 6 9 を除去した後、樹脂 6 9 とは別途にレジストパターン 6 5 a , 6 5 b を除去してもよい。

【 0 0 8 4 】

このようにして多数の貫通孔 2 5 を形成された長尺金属板 6 4 は、当該長尺金属板 6 4 を狭持した状態で回転する搬送ローラー 7 2 , 7 2 により、切断装置（切断手段）7 3 へ搬送される。なお、この搬送ローラー 7 2 , 7 2 の回転によって長尺金属板 6 4 に作用するテンション（引っ張り応力）を介し、上述した供給コア 6 1 が回転させられ、巻き体 6 2 から長尺金属板 6 4 が供給されるようになっている。

【 0 0 8 5 】

その後、多数の凹部 6 1 が形成された長尺金属板 6 4 を切断装置（切断手段）7 3 によって所定の長さおよび幅に切断することにより、多数の貫通孔 2 5 が形成された枚葉状の金属板 2 1 が得られる。

【 0 0 8 6 】

以上のようにして、多数の貫通孔 2 5 を形成された金属板 2 1 からなる蒸着マスク 2 0 が得られる。ここで本実施の形態によれば、金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a は、有効領域 2 2 の全域にわたってエッチングされている。このため、蒸着マスク 2 0 の有効領域 2 2 の厚みを小さくし、かつ、第 1 面 2 1 a 側に形成される二つの第 1 凹部 3 0 の壁面 3 1 の先端縁 3 2 が合流する部分 4 3 の外輪郭を、面取された形状とすることができる。従って、上述の角度 1 を大きくすることができ、このことにより、蒸着材料の利用効率および蒸着の位置精度を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【0087】

また本実施の形態によれば、上述の条件(1)、(2)により、幅方向D2の各位置において測定される熱復元率の平均値およびばらつきが抑制された長尺金属板64が用いられている。このため、長尺金属板64から得られる複数の蒸着マスク20の貫通孔25の位置が個体ごとにばらつくことを抑制することができる。

【0088】

(蒸着方法)

次に、得られた蒸着マスク20を用いて基板92上に蒸着材料を蒸着させる方法について説明する。はじめに図2に示すように、蒸着マスク20を基板92に対して密着させる。この際、図1に示すように、複数の蒸着マスク20をフレーム15に張設することによって、蒸着マスク20の面が基板92の面に平行になるようにする。ここで本実施の形態によれば、長尺金属板64の幅方向における熱復元率の平均値およびばらつきに基づいて予め選別された長尺金属板64が用いられている。このため、このような選別が実施されない場合に比べて、蒸着マスク20の長さが設計値から相違すること、および、複数の蒸着マスク20の長さがばらつくことが抑制されている。従って、フレーム15に対する各蒸着マスク20の貫通孔25の位置の、設計値からのずれを低減することができる。このため、高い位置精度で蒸着材料を基板92に蒸着させることができる。従って、蒸着によって有機EL表示装置の画素を形成する場合、有機EL表示装置の画素の位置精度を高めることができる。このため、各画素から出射される光を無駄なく取り出すことができるようになる。すなわち、各画素の発光効率を高めることができる。

10

20

【0089】

なお本実施の形態において、金属板21の第1面21aが、有効領域22の全域にわたってエッチングされる例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、有効領域22の一部においてのみ金属板21の第1面21aがエッチングされてもよい。

【0090】

また本実施の形態において、長尺金属板64の幅方向に複数の蒸着マスク20が割り付けられる例を示した。また、蒸着工程において、複数の蒸着マスク20がフレーム15に取り付けられる例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、図20に示すように、金属板21の幅方向および長手方向の両方に沿って格子状に配置された複数の有効領域22を有する蒸着マスク20が用いられてもよい。この場合であっても、幅方向における熱復元率のばらつきが低減された長尺金属板64を用いることにより、熱に起因する寸法変化の程度が蒸着マスク20の幅方向の位置によってばらつくことを抑制することができる。これによって、蒸着工程において、基板上に付着される蒸着材料の位置精度を高めることができる。

30

【実施例】

【0091】

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

【0092】

(第1巻き体および第1サンプル)

はじめに、インバー材から構成された母材に対して上述の圧延工程、スリット工程、アニール工程および切断工程を実施することにより、長尺の金属板が巻き取られた巻き体(第1巻き体)を製造した。

40

【0093】

具体的には、はじめに、第1熱間圧延工程および第1冷間圧延工程をこの順で行う第1圧延工程を実施し、次に、長尺金属板の幅方向における両端をそれぞれ3mm以上かつ5mm以下の範囲にわたって切り落とす第1スリット工程を実施し、その後、500で60秒にわたって長尺金属板を連続焼鈍する第1アニール工程を実施した。さらに、第1アニール工程を経た長尺金属板に対して、第2冷間圧延工程を含む第2圧延工程を実施し、次に、長尺金属板の幅方向における両端をそれぞれ3mm以上かつ5mm以下の範囲にわ

50

たって切り落とす第2スリット工程を実施し、その後、500で60秒にわたって長尺金属板を連続焼鈍する第2アニール工程を実施した。これによって、所望の厚みを有する、約600mm幅の長尺金属板64を得た。その後、長尺金属板64の幅方向における両端をそれぞれ所定範囲にわたって切り落とし、これによって、長尺金属板64の幅を所望の幅、具体的には500mm幅に最終的に調整する切断工程を実施した。

【0094】

なお、上述の冷間圧延工程においては、バックアップローラーを用いた圧力調整を行った。具体的には、長尺金属板64の形状が左右対称になるよう、圧延機のバックアップローラー形状、および、圧力を調整した。また、冷間圧延工程は、圧延油、例えば灯油を用いてクーリングしながら行った。冷間圧延工程の後には、炭化水素系の洗浄剤で長尺金属板を洗浄する洗浄工程を行った。洗浄工程の後には、上述のスリット工程を実施した。

10

【0095】

その後、シャーを用いて長尺金属板64をその幅方向に沿って切断することによって、幅500mm、投影長さ700mmの金属板からなる第1サンプル金属板を得た。ここでは、長尺金属板64の先端において2つの第1サンプル金属板を切り出し、かつ、長尺金属板64の後端において2つの第1サンプル金属板を切り出した。なお「投影長さ」とは、金属板を真上から見た場合、すなわち金属板の波打ち形状を無視した場合の金属板の長さ（圧延方向における寸法）のことである。また第1サンプル金属板の幅とは、幅方向における第1サンプル金属板の一对の端部の間の距離のことである。第1サンプル金属板の一对の端部は、圧延工程およびアニール工程によって得られる金属板の幅方向における両端を所定範囲にわたって切り落とす切断工程を経ることによって形成される部分であり、ほぼ真っ直ぐに延びている。

20

【0096】

次に、4つの第1サンプル金属板をそれぞれ長手方向に沿って10等分した。これによって、幅50mm、投影長さ700mmを有する合計40本の第1サンプルを得た。その後、針を用いて各第1サンプルをひっかくことにより、各第1サンプル上に2つの測定点を付した。2つの測定点は、2つの測定点の間に長手方向において約500mmの間隔が空くよう、付された。

【0097】

次に、各第1サンプルに対して熱処理を施した。また、熱処理を施す前後での、各第1サンプルの長手方向における2つの測定点の間の距離 L_1 、 L_2 を、25の温度条件下で測定した。熱処理においては、はじめに、各第1サンプルの温度を25から300に30分かけて昇温させ、次に、各第1サンプルの温度を5分間にわたって300に保持し、その後、各第1サンプルの温度を300から25に60分間かけて降温させた。ここでは、各第1サンプルに熱処理を施し、かつ各第1サンプルの2つの測定点の間の距離を測定するための測定器として、新東Sプレジジョン株式会社製の上述の自動二次元座標測定器AMIC-710を用いた。また、測定された距離 L_1 、 L_2 に基づいて、上述の熱復元率Fを算出した。

30

【0098】

測定の結果、各第1サンプルにおける熱復元率Fの平均値 K_1 は-2ppmであり、また、熱復元率のばらつき K_2 は16ppmであった。これらの測定結果と、上述の条件(1)、(2)とを照らしあわせたところ、第1サンプルにおいては、条件(1)、(2)のいずれもが満たされていた。従って第1サンプルが取り出された第1巻き体は、蒸着マスクを製造するための素材として用いることができるものであると判定される。

40

【0099】

〔1次効果の評価〕

上述の第1サンプルが得られた第1巻き体の長尺金属板を用いて、長手方向に沿って5つの有効領域が設けられた蒸着マスクを多数製造した。各蒸着マスクの各有効領域には、規則的な配列で多数の貫通孔が形成されている。次に、得られた蒸着マスクの位置精度を評価するため、各蒸着マスクのトータルピッチを測定し、そしてトータルピッチの平均値

50

およびばらつきを算出した。

ここでトータルピッチとは、蒸着マスクにおける所定の2点間の距離のことである。蒸着マスクの位置精度を評価することができる限りにおいて、2点の設定箇所は特に限られないが、ここでは、蒸着マスクの一端側に位置する有効領域の近傍に形成される所定のマークと、蒸着マスクの他端側に位置する有効領域の近傍に形成される所定のマークとの間の距離を、トータルピッチとして測定した。この場合のトータルピッチは、設計上は約600mmになる。

トータルピッチのばらつきの程度の指標としては、熱復元率の場合と同様に、各蒸着マスクのトータルピッチの測定値の標準偏差(σ)に3を掛けた値、すなわち 3σ を利用した。

【0100】

第1巻き体から得られた蒸着マスクのトータルピッチの測定値の平均値は600.0018mmであり、ばらつき(3σ)は9.3 μ mであった。なお標準偏差(σ)を算出する際のn数は、後述する第2巻き体～第10巻き体から得られた蒸着マスクとの間での比較を行う上で十分な確度を標準偏差(σ)の値が有するよう設定した。具体的には、40本の第1サンプルの各々において2箇所トータルピッチを測定することにより、n数を80とした。なお、蒸着マスクのトータルピッチの測定値の平均値およびばらつきの許容範囲は、蒸着マスクを用いることによって作製される有機EL表示装置の画素密度などに応じて定められる。例えば、400ppiの画素密度の有機EL表示装置を作製する場合、蒸着マスクのトータルピッチの測定値の平均値が設計値(例えば600.0000mm)±0.005mmの範囲内であり、かつ、蒸着マスクのトータルピッチの測定値のばらつきが0.01mm以下であることが求められる。このように設定することにより、得られる蒸着マスクのトータルピッチを、設計値(例えば600.0000mm)±0.015mmの範囲内、すなわち許容値の範囲内に入れることができる。

【0101】

また、第1巻き体から得られた蒸着マスクのトータルピッチを、工程能力指数の観点で評価した。工程能力指数とは、工程の持つ品質達成能力(工程能力)を数値化したものである。一般には、工程能力指数が1.33以上であれば、その工程の品質達成能力は良好であると言われる。

【0102】

以下、工程能力指数の算出方法について説明する。工程の結果として製造される物の特性値の平均値が調整され得る場合の工程能力指数 C_p は、以下の式によって算出される。

$$C_p = (USL - LSL) / (6 \times \sigma)$$

ここでUSLおよびLSLはそれぞれ、上側規格値および下側規格値である。例えば本実施例においては、上述のように、トータルピッチの許容値が600.0000mm±0.015mmであるので、USLは600.015mmであり、LSLは599.985mmである。なお、「特性値の平均値が調整され得る」とは、工程の調整によって、特性値の平均値をUSLおよびLSLの中間にすることができる場合を意味している。

【0103】

一方、特性値の平均値がUSLおよびLSLの中間から外れることを考慮した場合の工程能力指数 C_{pk} は、以下の式によって算出される。

$$C_{pk} = (1 - k) \times C_p$$

ここでkは、以下の式によって算出される。

10

20

30

40

【数 1】

$$k = \frac{\left| \frac{USL + LSL}{2} - \mu \right|}{\frac{USL - LSL}{2}}$$

ここで μ は、第1巻き体から得られた蒸着マスクのトータルピッチの測定値の平均値のことである。

【0104】

本実施例においては、工程能力指数として、上述のCpkを採用する。第1巻き体の長尺金属板から得られた蒸着マスクのトータルピッチの工程能力指数Cpkは、1.42であった。

【0105】

(2次効果の評価)

第1巻き体の長尺金属板から作製された蒸着マスクを用いて、基板上に蒸着材料を蒸着させた。なお、用いた蒸着マスクに形成されている多数の貫通孔のパターンは、画素密度300ppiに対応したストライプパターンであった。また蒸着材料としては、緑色の光を放射する緑色用有機発光材料を用いた。その後、基板上に蒸着された、緑色用有機発光材料からなる複数の緑色発光層について、それらの中心座標位置を測定した。中心座標位置の測定は、蒸着マスクの1つの有効領域に基づいて形成される複数の緑色発光層のうち9つの緑色発光層について実施した。上述の各サンプルの評価の場合と同様にして1つの長尺金属板から取り出される10本の蒸着マスクに関して評価した場合、1つの蒸着マスクに存在する有効領域の数が5であるとする、測定対象となる緑色発光層の数は、 $10 \times 5 \times 9 = 450$ となる。

【0106】

測定された中心座標位置の各々について、設計値からのずれ量を算出した。また、ずれ量の標準偏差 σ_3 を算出した。そして、ずれ量のばらつき($3\sigma_3$)が許容値以下であるかどうかを判定した。この際、中心座標位置のずれ量のばらつき(の許容値は $10\mu\text{m}$ とした。結果、中心座標位置のずれ量のばらつきは $8.7\mu\text{m}$ であった。すなわち、蒸着材料の位置精度は良好であった。

【0107】

(第2～第10巻き体および第2～第10サンプル)

第1巻き体の場合と同様にして、インバー材から構成された母材から、第2巻き体～第10巻き体を製造した。さらに、第1巻き体の場合と同様にして、第2巻き体～第10巻き体に関して、各巻き体から取り出されたサンプルの熱復元率の測定、並びに、各巻き体の長尺金属板から作製された蒸着マスクに関する上述の1次効果の評価および2次効果の評価を実施した。

【0108】

(各サンプルの判定結果のまとめ)

第1巻き体～第10巻き体から取り出された各サンプルの熱復元率の測定結果を、図21に示す。図21に示すように、第1,第2,第3および第5サンプルでは、判定結果が「○」となった。すなわち、上述の条件(1),(2)がいずれも満たされていた。一方、第4,第6,第7,第8,第9および第10サンプルにおいては、判定結果が「×」となった。すなわち、上述の条件(1)または(2)の少なくとも1つが満たされていなかった。具体的には、第7,第8および第9サンプルにおいては、上述の条件(1)が満たされていなかった。また、第4および第6サンプルにおいては、上述の条件(2)が満たされていなかった。また第10サンプルにおいては、上述の条件(1),(2)がいずれも満たされていなかった。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 9 】

(1 次効果および 2 次効果の評価結果のまとめ)

第 1 巻き体 ~ 第 1 0 巻き体の長尺金属板から作製された蒸着マスクに関する上述の 1 次効果の評価および 2 次効果の評価の結果を、それぞれ図 2 2 および図 2 3 に示す。

図 2 2 および図 2 3 に示すように、第 1 , 第 2 , 第 3 および第 5 巻き体から得られた長尺金属板を用いて作製した蒸着マスクについては、1 次効果の評価の判定結果および 2 次効果の評価の判定結果がいずれも「 σ 」となった。具体的には、1 次効果に関しては、図 2 2 に示すように、トータルピッチ (T P) の平均値が $600.0000\text{ mm} \pm 0.005\text{ mm}$ の範囲内となり、T P のばらつきが 0.01 mm 以下となり、かつ、工程能力指数 C p k が 1.33 以上となっていた。また、2 次効果に関しては、図 2 3 に示すように、
10

一方、第 4 , 第 6 , 第 7 , 第 8 , 第 9 および第 1 0 巻き体から得られた長尺金属板を用いて作製した蒸着マスクにおいては、1 次効果の評価の判定結果および 2 次効果の評価の判定結果がいずれも「 \times 」となった。具体的には、1 次効果に関しては、工程能力指数 C p k が 1.33 未満となり、2 次効果に関しては、作製された緑色発光層の中心座標位置のずれ量のばらつきが $10\text{ }\mu\text{m}$ を超えていた。さらに、第 6 ~ 第 1 0 巻き体から得られた長尺金属板用いて作製した蒸着マスクにおいては、T P の平均値が $600.0000\text{ mm} \pm 0.005\text{ mm}$ の範囲外となっていた。さらに、第 1 0 巻き体から得られた長尺金属板用いて作製した蒸着マスクにおいては、T P のばらつきが 0.01 mm を超えていた。

【 0 1 1 0 】

図 2 1、図 2 2 および図 2 3 の対比から分かるように、上述の条件 (1) , (2) に基づく判定結果と、1 次効果および 2 次効果に基づく判定結果とは完全に一致していた。すなわち、上述の条件 (1) , (2) を利用することにより、蒸着マスクの製造工程における工程能力指数を高めることができ、かつ、発光層を高い位置精度で形成することができる長尺金属板 6 4 を選別することができると言える。すなわち、上述の条件 (1) , (2) は、長尺金属板 6 4 を選別するための有力な判断手法であると考えられる。
20

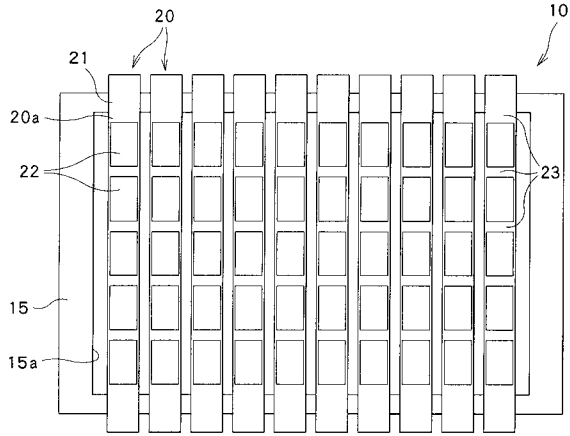
【要約】

【課題】貫通孔の位置のばらつきが抑制された蒸着マスクを作製することができる金属板を提供する。

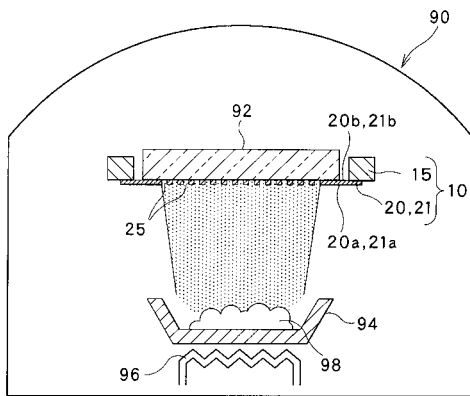
【解決手段】熱処理前のサンプルにおける 2 つの測定点間の距離に対する、熱処理前後での距離の差の百万分率を、熱復元率として定義する。この場合、各サンプルにおける熱復元率の平均値が -10 ppm 以上かつ $+10\text{ ppm}$ 以下であり、かつ、各サンプルにおける熱復元率のばらつきが 20 ppm 以下である。
30

【選択図】図 9 B

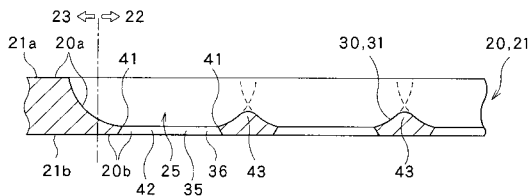
【図1】



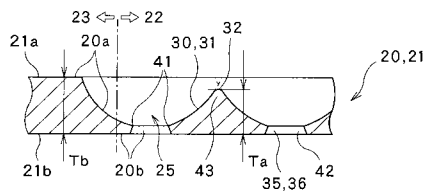
【図2】



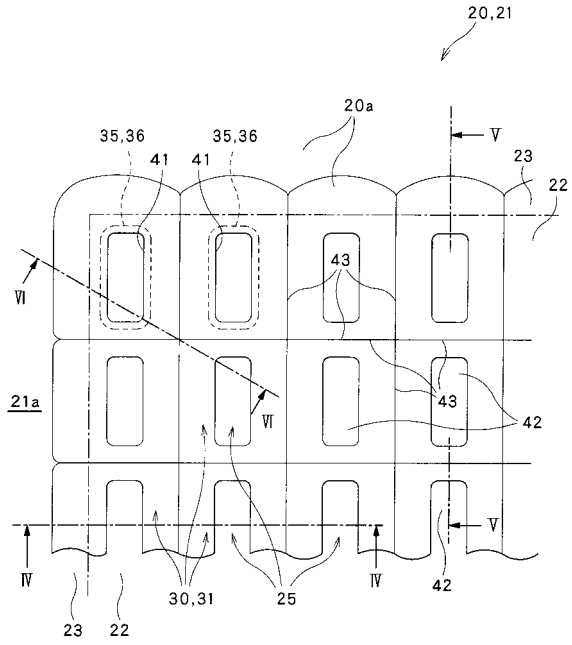
【図5】



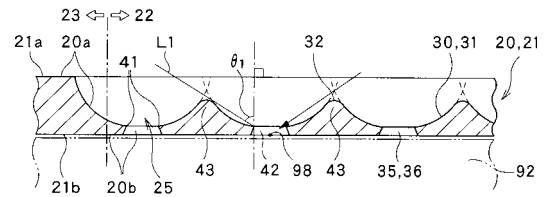
【図6】



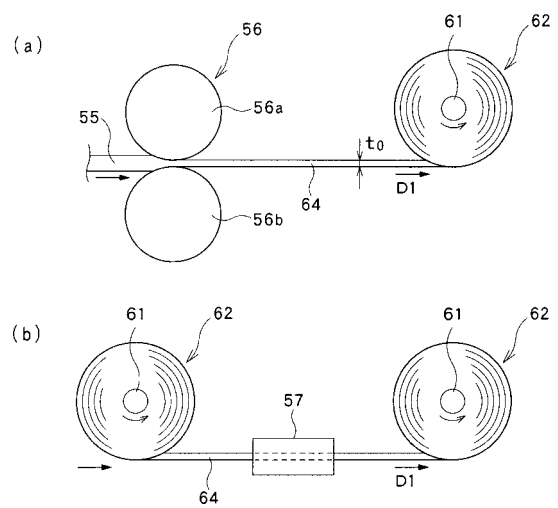
【図3】



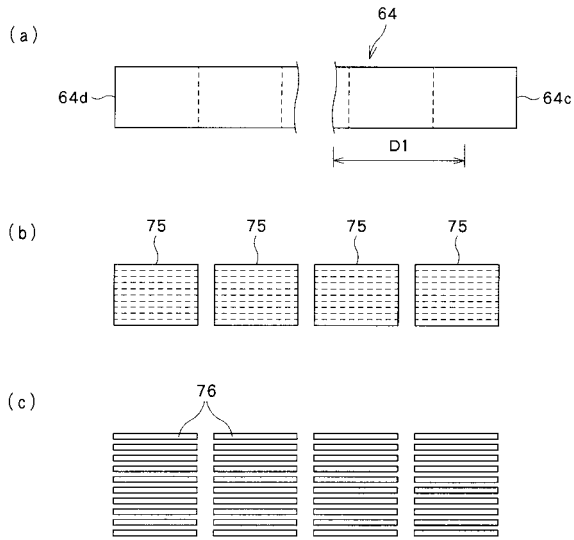
【図4】



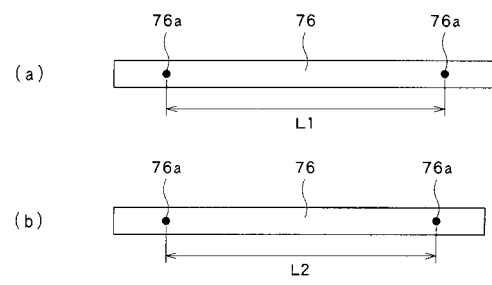
【図7】



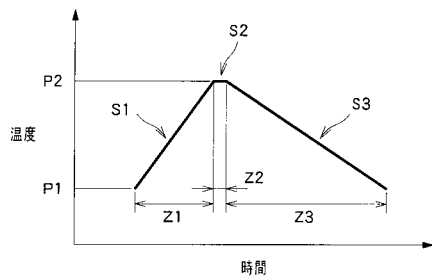
【図8】



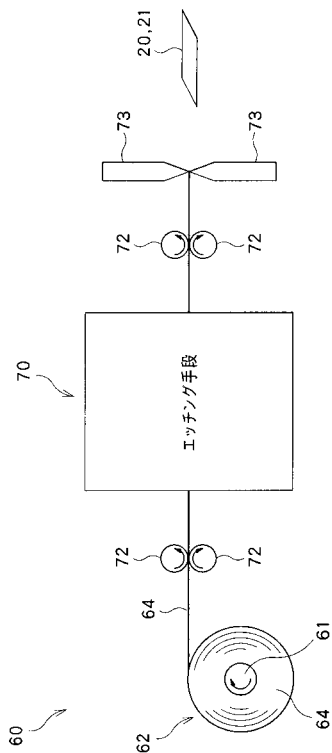
【図9B】



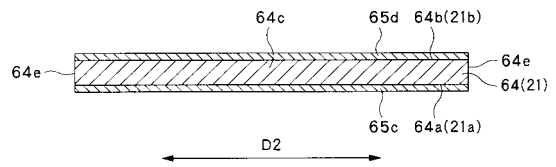
【図9A】



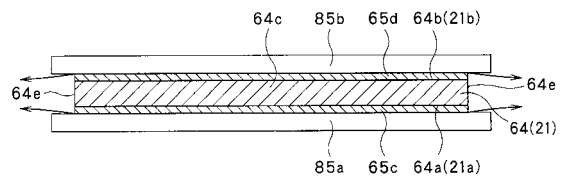
【図10】



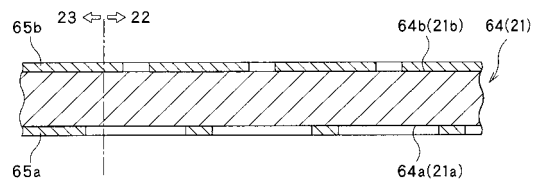
【図11】



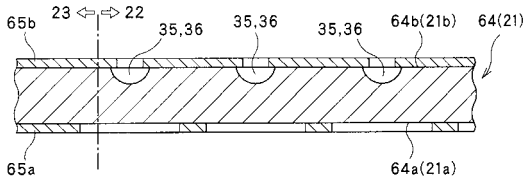
【図12】



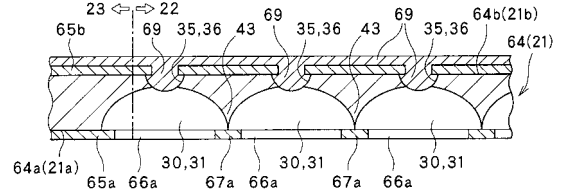
【図13】



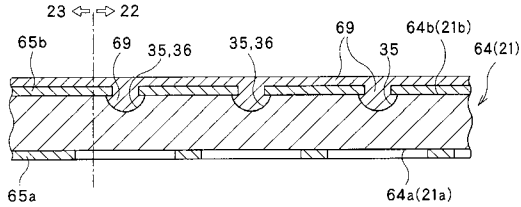
【図14】



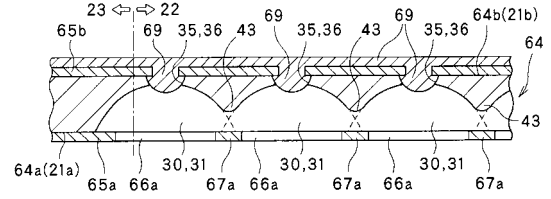
【図17】



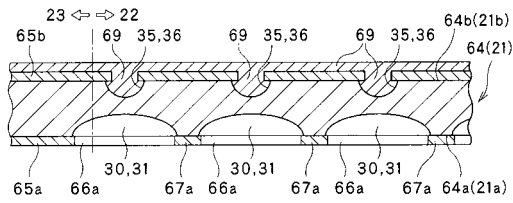
【図15】



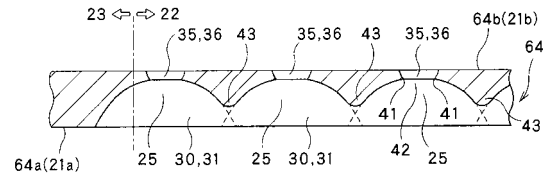
【図18】



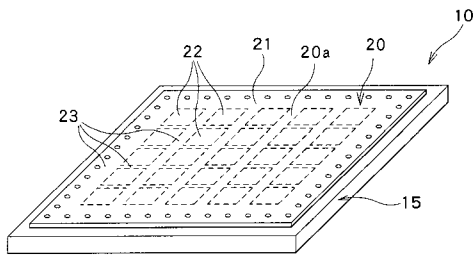
【図16】



【図19】



【図20】



【図22】

	1次効果			判定結果
	TPの平均値 (mm)	TPの ばらつき(3σ) (μm)	工程能力指数 Cpk	
第1巻き体	600.0018	9.3	1.42	○
第2巻き体	600.0012	8.3	1.66	○
第3巻き体	600.0008	4.9	2.90	○
第4巻き体	599.9985	17.7	0.76	×
第5巻き体	599.9968	0.5	23.60	○
第6巻き体	599.9932	8.9	0.92	×
第7巻き体	599.9899	9.2	0.53	×
第8巻き体	599.9901	8.3	0.61	×
第9巻き体	599.9855	6.7	0.07	×
第10巻き体	599.9798	19.1	-0.27	×

【図21】

	熱復元率		判定結果
	平均値 (ppm)	ばらつき(3σ) (ppm)	
第1サンプル	-2	16	○
第2サンプル	-1	13	○
第3サンプル	0	8	○
第4サンプル	3	26	×
第5サンプル	5	3	○
第6サンプル	9	21	×
第7サンプル	17	9	×
第8サンプル	18	13	×
第9サンプル	26	16	×
第10サンプル	43	29	×

【図23】

	2次効果	
	中心位置座標の ばらつき(3σ) (μm)	判定結果
第1巻き体	8.7	○
第2巻き体	7.9	○
第3巻き体	5.3	○
第4巻き体	12.2	×
第5巻き体	1.2	○
第6巻き体	12.1	×
第7巻き体	14.3	×
第8巻き体	13.5	×
第9巻き体	15.3	×
第10巻き体	21.2	×

フロントページの続き

(72)発明者 宮 谷 勲

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 櫻木 伸一郎

(56)参考文献 特開平08-067914(JP,A)
特開平11-229040(JP,A)
特開2008-041553(JP,A)
特開2003-272838(JP,A)
特開昭56-041331(JP,A)
特開2005-183153(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/00 - 14/58
B21B 45/00
C21D 9/52 - 9/66