

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-148111

(P2016-148111A)

(43) 公開日 平成28年8月18日(2016.8.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 1 D 1/76 (2006.01)	C 2 1 D 1/76 G	4 K O 2 2
C 2 3 C 14/04 (2006.01)	C 2 3 C 14/04 A	4 K O 2 9
C 2 3 C 18/32 (2006.01)	C 2 3 C 18/32	4 K O 5 7
C 2 3 F 1/02 (2006.01)	C 2 3 F 1/02	
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 2 Z	
審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 40 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-21255 (P2016-21255)	(71) 出願人	000002897
(22) 出願日	平成28年2月5日 (2016.2.5)		大日本印刷株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2015-24617 (P2015-24617)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(32) 優先日	平成27年2月10日 (2015.2.10)	(74) 代理人	100091982
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 永井 浩之
		(74) 代理人	100091487
			弁理士 中村 行孝
		(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100105153
			弁理士 朝倉 悟
		(74) 代理人	100127465
			弁理士 堀田 幸裕
		(74) 代理人	100158964
			弁理士 岡村 和郎
		最終頁に続く	

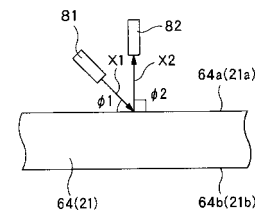
(54) 【発明の名称】 蒸着マスクの製造方法、蒸着マスクを作製するために用いられる金属板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】第1面上に狭い幅のレジストパターンを安定に設けることができる金属板を提供する。

【解決手段】金属板の製造方法は、ニッケルを含む鉄合金からなる板材を準備する準備工程を備えている。板材から得られる金属板の第1面の組成分析を、X線光電子分光法を用いて実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下になっている。

【選択図】図10



【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、

ニッケルを含む鉄合金からなる板材を準備する準備工程を備え、

前記板材から得られる前記金属板の第 1 面の組成分析を、X 線光電子分光法を用いて実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和を A 1 とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和を A 2 とする場合、 $A 1 / A 2$ が 0.4 以下であり、

X 線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第 1 面の組成分析において、前記金属板へ照射される X 線の、前記第 1 面に対する入射角が 45 度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が 90 度である、金属板の製造方法。

10

【請求項 2】

前記板材をアニールして前記金属板を得るアニール工程をさらに含む、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、不活性ガス雰囲気で行われる、請求項 2 に記載の金属板の製造方法。

【請求項 4】

前記準備工程は、ニッケルを含む鉄合金からなる母材を圧延する圧延工程を含む、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。

20

【請求項 5】

前記準備工程は、ニッケル化合物を含む溶液と、鉄化合物を含む溶液とを含むめっき液を利用してめっき膜を作製する製箔工程を含む、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 6】

前記金属板の厚みが、85 μm 以下である、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の金属板の製造方法。

【請求項 7】

前記金属板は、前記金属板の前記第 1 面に貼り付けられたドライフィルムを露光および現像して第 1 レジストパターンを形成し、前記金属板の前記第 1 面のうち前記第 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、前記蒸着マスクを製造するためのものである、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の金属板の製造方法。

30

【請求項 8】

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、

X 線光電子分光法を用いて前記金属板の第 1 面の組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和を A 1 とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和を A 2 とする場合、 $A 1 / A 2$ が 0.4 以下であり、

X 線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第 1 面の組成分析において、前記金属板へ照射される X 線の、前記第 1 面に対する入射角が 45 度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が 90 度である、金属板。

40

【請求項 9】

前記金属板の厚みが、85 μm 以下である、請求項 8 に記載の金属板。

【請求項 10】

前記金属板は、前記金属板の前記第 1 面に貼り付けられたドライフィルムを露光および現像して第 1 レジストパターンを形成し、前記金属板の前記第 1 面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て、前記蒸着マスクを製造するためのものである、請求項 8 または 9 に記載の金属板。

【請求項 11】

50

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、

前記金属板の第1面上に第1レジストパターンを形成する第1レジストパターン形成工程と、

前記金属板の前記第1面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、前記金属板の前記第1面に、前記貫通孔を画成するようになる第1凹部を形成するエッチング工程と、を備え、

X線光電子分光法を用いて前記金属板の前記第1面の組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であり、

X線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第1面の組成分析において、前記金属板へ照射されるX線の、前記第1面に対する入射角が45度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が90度である、蒸着マスクの製造方法。

【請求項12】

前記金属板の厚みが、85μm以下である、請求項11に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項13】

前記第1レジストパターン形成工程は、前記金属板の第1面にドライフィルムを貼りつける工程と、ドライフィルムを露光および現像して前記第1レジストパターンを形成する工程と、を含む、請求項11または12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、複数の貫通孔が形成された蒸着マスクを製造する方法に関する。また本発明は、蒸着マスクを作製するために用いられる金属板およびその製造方法に関する。

【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300ppi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450ppi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。

【0004】

蒸着マスクは一般に、フォトリソグラフィー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とにより、製造され得る（例えば、特許文献1参照）。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凹部を形成する。その後、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凹部を形成する。この際、第1凹部と第2凹部とが通じ合うようにエッチングを行うことにより、金属板を貫通する貫通孔を形成することができる。

【0005】

蒸着マスクを用いた蒸着工程においては、はじめに、蒸着マスクの第2面側が基板に対

10

20

30

40

50

面するように、蒸着マスクおよび基板を配置する。また、蒸着マスクの第1面側に、有機材料などの蒸着材料を保持したるつぼを配置する。次に、蒸着材料を加熱して蒸着材料を気化または昇華させる。気化または昇華した蒸着材料は、蒸着マスクの貫通孔を介して基板に付着する。この結果、蒸着マスクの貫通孔の位置に対応した所望のパターンで、蒸着材料が基板の表面に成膜される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-148740号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

有機EL表示装置の画素密度が高くなるにつれて、蒸着マスクの貫通孔の寸法や配列ピッチは小さくなる。また、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場合、金属板の第1面または第2面に設けられるレジストパターンの幅も狭くなる。このため、レジストパターンを形成するためのレジスト膜には、高い解像度を有することが求められる。また、レジストパターンの幅が狭くなることは、レジストパターンと金属板との間の密着面積が小さくなることを意味している。このため、レジストパターンを形成するためのレジスト膜には、金属板に対する高い密着力を有することも求められる。

20

【0008】

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、金属板の表面に狭い幅のレジストパターンを安定に設けることができる金属板を製造する方法および金属板を提供することを目的とする。また本発明は、そのような金属板を用いて蒸着マスクを製造する方法に関する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

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、ニッケルを含む鉄合金からなる板材を準備する準備工程を備え、前記板材から得られる前記金属板の前記第1面の組成分析を、X線光電子分光法を用いて実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であり、X線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第1面の組成分析において、前記金属板へ照射されるX線の、前記第1面に対する入射角が45度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が90度である、金属板の製造方法である。

30

【0010】

本発明による金属板の製造方法は、前記板材をアニールして前記金属板を得るアニール工程をさらに含んでもよい。

【0011】

40

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、不活性ガス雰囲気で行われてもよい。

【0012】

本発明による金属板の製造方法において、前記準備工程は、ニッケルを含む鉄合金からなる母材を圧延する圧延工程を含んでもよい。

【0013】

本発明による金属板の製造方法において、前記準備工程は、ニッケル化合物を含む溶液と、鉄化合物を含む溶液とを含むめっき液を利用してめっき膜を作製する製箔工程を含んでもよい。

【0014】

50

本発明による金属板の製造方法において、前記金属板の厚みが、 $85\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0015】

本発明による金属板の製造方法において、前記金属板は、前記金属板の前記第1面に貼り付けられたドライフィルムを露光および現像して第1レジストパターンを形成し、前記金属板の前記第1面のうち前記第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、前記蒸着マスクを製造するためのものであってもよい。

【0016】

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、X線光電子分光法を用いて前記金属板の前記第1面の組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であり、X線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第1面の組成分析において、前記金属板へ照射されるX線の、前記第1面に対する入射角が45度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が90度である、金属板である。

【0017】

本発明による金属板において、前記金属板の厚みが、 $85\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0018】

本発明による金属板において、前記金属板は、前記金属板の前記第1面に貼り付けられたドライフィルムを露光および現像して第1レジストパターンを形成し、前記金属板の前記第1面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て、前記蒸着マスクを製造するためのものであってもよい。

【0019】

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、前記金属板の第1面上に第1レジストパターンを形成する第1レジストパターン形成工程と、前記金属板の前記第1面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、前記金属板の前記第1面に、前記貫通孔を画成するようになる第1凹部を形成するエッチング工程と、を備え、X線光電子分光法を用いて前記金属板の前記第1面の組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であり、X線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第1面の組成分析において、前記金属板へ照射されるX線の、前記第1面に対する入射角が45度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が90度である、蒸着マスクの製造方法である。

【0020】

本発明による蒸着マスクの製造方法において、前記金属板の厚みが、 $85\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【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レジストパターン形成工程は、前記金属板の第1面にドライフィルムを貼りつける工程と、ドライフィルムを露光および現像して前記第1レジストパターンを形成する工程と、を含んでいてもよい。

【0022】

本発明は、第1面および前記第1面の反対側に位置する第2面を含む金属板と、前記金属板の前記第1面から前記第2面へ貫通するよう前記金属板に形成された複数の貫通孔と、を備え、前記貫通孔は、前記金属板の前記第2面に形成された第2凹部と、前記第2凹部に接続されるよう前記金属板の前記第1面に形成された第1凹部と、を有し、X線光電子分光法を用いて前記金属板の前記第1面の組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であり、X線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第1面の組成分析にお

10

20

30

40

50

いて、前記金属板へ照射されるX線の、前記第1面に対する入射角が45度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が90度である、蒸着マスクである。

【0023】

本発明による蒸着マスクにおいて、前記金属板の厚みが、85 μ m以下であってもよい。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、金属板の表面に狭い幅のレジストパターンを安定に設けることができる。このため、高い画素密度を有する有機EL表示装置を作製するための蒸着マスクを安定して得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0025】

【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。

【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。

20

【図7】図7は、図4に示す貫通孔およびその近傍の領域を拡大して示す断面図である。

【図8】図8(a)~(c)は、蒸着マスクの製造方法の概略を示す図である。

【図9】図9(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9(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10】図10は、X線光電子分光法を用いて金属板の第1面の組成分析を実施する様子を示す図である。

【図11】図11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、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。

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、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。

【図14A】図14A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14B】図14Bは、図14Aに示す長尺金属板を第1面側から見た場合を示す部分平面図である。

【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。

40

【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。

【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(a)(b)は、第1巻き体から切り出された第1試料を、XPS装置を用いて分析した結果を示す図である。

50

【図 2 2】図 2 2 (a) は、第 1 の標準試料として準備したニッケル酸化物を、X P S 法を利用して分析した結果を示す図であり、図 2 2 (b) は、第 2 の標準試料として準備したニッケル水酸化物を、X P S 法を利用して分析した結果を示す図である。

【図 2 3】図 2 3 は、第 1 サンプルの表面に形成したレジストパターンを示す図である。

【図 2 4】図 2 4 (a) (b) は、第 2 巻き体から切り出された第 2 試料を、XPS 装置を用いて分析した結果を示す図である。

【図 2 5】図 2 5 (a) (b) は、第 3 巻き体から切り出された第 3 試料を、XPS 装置を用いて分析した結果を示す図である。

【図 2 6】図 2 6 (a) (b) は、第 4 巻き体から切り出された第 4 試料を、XPS 装置を用いて分析した結果を示す図である。

【図 2 7 A】図 2 7 A は、鉄の $2P_{3/2}$ 軌道に関する鉄のトータルピークのバックグラウンド線を算出する工程を示す図である。

【図 2 7 B】図 2 7 B は、鉄のトータルピークから鉄単体に関するピークを分離する工程を示す図である。

【図 2 7 C】図 2 7 C は、鉄単体に関するピークの面積を算出する工程を示す図である。

【図 2 7 D】図 2 7 D は、鉄酸化物および鉄水酸化物に関するピークを分離した結果を参考として示す図である。

【図 2 8 A】図 2 8 A は、ニッケルの $2P_{3/2}$ 軌道に関するトータルピークのバックグラウンド線を算出する工程を示す図である。

【図 2 8 B】図 2 8 B は、ニッケルのトータルピークからニッケル単体に関するピークを分離する工程を示す図である。

【図 2 8 C】図 2 8 C は、ニッケル単体に関するピークの面積を算出する工程を示す図である。

【図 2 8 D】図 2 8 D は、ニッケル酸化物およびニッケル水酸化物に関するピークを分離した結果を参考として示す図である。

【図 2 9】図 2 9 は、レジストパターンの一部が現像液中において金属板から剥離した状態の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

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。

【0027】

図 1 ~ 図 2 0 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 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ニ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がなく、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。

【0028】

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基づいて区別され得ない。

【0029】

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。

【0030】

10

20

30

40

50

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。

【0031】

(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、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。

10

【0032】

図1及び図2に示された蒸着マスク装置10は、略矩形状の金属板21からな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、第1面21aおよび第1面21aの反対側に位置する第2面21bを含む金属板21を、第1面21a側および第2面21b側の両方でエッチングすることにより形成された貫通孔25が、多数設けられている。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92、例えばガラス基板の下面に対面するようにして蒸着装置90内に支持され、基板への蒸着材料の蒸着に使用される。

20

【0033】

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。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はこの貫通孔25を介して基板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が基板92の表面に成膜される。

30

【0034】

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。若しくは、有機発光材料の色に応じて異なる蒸着マスク20を用いて、蒸着材料98を基板92の表面に成膜してもよい。

40

【0035】

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。

40

【0036】

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

50

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。例えば、蒸着マスク 20 を構成する金属板の材料として、30 ~ 54 質量 % のニッケルを含む鉄合金を用いることができる。ニッケルを含む鉄合金の具体例としては、34 ~ 38 質量 % のニッケルを含むインバー材、30 ~ 34 質量 % のニッケルに加えてさらにコバルトを含むスーパーインバー材、38 ~ 54 質量 % のニッケルを含む低熱膨張 Fe - Ni 系めっき合金などを挙げることができる。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。

10

【0037】

(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状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 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。

20

【0038】

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。

30

【0039】

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 6 を主に参照して更に詳述する。

【0040】

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 から、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 へ貫通している。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 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 に第 2 凹部 35 が形成される。第 1 凹部 30 は、第 2 凹部 35 に接続され、これによって第 2 凹部 35 と第 1 凹部 30 とが互に通じ合うように形成される。貫通孔 25 は、第 2 凹部 35 と、第 2 凹部 35 に接続された第 1 凹部 30 とによって構成されている。

40

【0041】

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。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、

50

しだいに小さくなっていく。

【 0 0 4 2 】

図 4 ~ 図 6 に示すように、第 1 凹部 3 0 の壁面 3 1 と、第 2 凹部 3 5 の壁面 3 6 とは、周状の接続部 4 1 を介して接続されている。接続部 4 1 は、蒸着マスクの法線方向に対して傾斜した第 1 凹部 3 0 の壁面 3 1 と、蒸着マスクの法線方向に対して傾斜した第 2 凹部 3 5 の壁面 3 6 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 4 1 は、蒸着マスク 2 0 の平面視において貫通孔 2 5 の面積が最小になる貫通部 4 2 を画成する。

【 0 0 4 3 】

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 2 0 の第 2 面 2 0 b 上において、隣り合う二つの貫通孔 2 5 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 2 0 の第 2 面 2 0 b に対応するようになる金属板 2 1 の第 2 面 2 1 b 側から当該金属板 2 1 をエッチングして第 2 凹部 3 5 を作製する場合、隣り合う二つの第 2 凹部 3 5 の間に金属板 2 1 の第 2 面 2 1 b が残存するようになる。

【 0 0 4 4 】

同様に、図 4 および図 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 2 0 の第 1 面 2 0 a の側においても、隣り合う二つの第 1 凹部 3 0 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 1 凹部 3 0 の間に金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a が残存していてもよい。以下の説明において、金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a の有効領域 2 2 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 4 3 とも称する。このようなトップ部 4 3 が残るように蒸着マスク 2 0 を作製することにより、蒸着マスク 2 0 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 2 0 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 4 3 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 9 8 の利用効率が低下することがある。従って、トップ部 4 3 の幅 β が過剰に大きくならないように蒸着マスク 2 0 が作製されることが好ましい。例えば、トップ部 4 3 の幅 β が $2 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。なおトップ部 4 3 の幅 β は一般に、蒸着マスク 2 0 を切断する方向に応じて変化する。例えば、図 4 および図 6 に示すトップ部 4 3 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 2 0 を切断した場合にもトップ部 4 3 の幅 β が $2 \mu\text{m}$ 以下になるよう、蒸着マスク 2 0 が構成されていてもよい。

【 0 0 4 5 】

なお図 5 に示すように、場所によっては隣り合う二つの第 1 凹部 3 0 が接続されるようにエッチングが実施されてもよい。すなわち、隣り合う二つの第 1 凹部 3 0 の間に、金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a が残存していない場所が存在していてもよい。

【 0 0 4 6 】

図 2 に示すようにして蒸着マスク装置 1 0 が蒸着装置 9 0 に収容された場合、図 4 に二点鎖線で示すように、蒸着マスク 2 0 の第 1 面 2 0 a が蒸着材料 9 8 を保持したるつぼ 9 4 側に位置し、蒸着マスク 2 0 の第 2 面 2 0 b が基板 9 2 に対面する。したがって、蒸着材料 9 8 は、次第に断面積が小さくなっていく第 1 凹部 3 0 を通過して基板 9 2 に付着する。図 4 において第 1 面 2 0 a 側から第 2 面 2 0 b へ向かう矢印で示すように、蒸着材料 9 8 は、るつぼ 9 4 から基板 9 2 に向けて基板 9 2 の法線方向に沿って移動するだけでなく、基板 9 2 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 2 0 の厚みが大きいと、斜めに移動する蒸着材料 9 8 の多くは、貫通孔 2 5 を通って基板 9 2 に到達するよりも前に、第 1 凹部 3 0 の壁面 3 1 に到達して付着する。従って、蒸着材料 9 8 の利用効率を高めるためには、蒸着マスク 2 0 の厚み t を小さくし、これによって、第 1 凹部 3 0 の壁面 3 1 や第 2 凹部 3 5 の壁面 3 6 の高さを小さくすることが好ましいと考えられる。すなわち、蒸着マスク 2 0 を構成するための金属板 2 1 として、蒸着マスク 2 0 の強度を確保できる範囲内で可能な限り厚み t の小さな金属板 2 1 を

用いることが好ましいと言える。この点を考慮し、本実施の形態において、好ましくは蒸着マスク20の厚み t は、 $85\mu\text{m}$ 以下に、例えば $5\sim 85\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。

なお厚み t は、周囲領域23の厚み、すなわち蒸着マスク20のうち第1凹部30および第2凹部35が形成されていない部分の厚みである。従って厚み t は、金属板21の厚みであるということもできる。

【0047】

図4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 L_1 が、蒸着マスク20の法線方向 N に対してなす最小角度が、符号 θ_1 で表されている。斜めに移動する蒸着材料98を、壁面31に到達させることなく可能な限り基板92に到達させるためには、角度 θ_1 を大きくすることが有利となる。角度 θ_1 を大きくする上では、蒸着マスク20の厚み t を小さくすることの他にも、上述のトップ部43の幅 β を小さくすることも有効である。

【0048】

図6において、符号 α は、金属板21の第2面21b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（以下、リブ部とも称する）の幅を表している。リブ部の幅 α および貫通部42の寸法 r_2 は、有機EL表示装置の寸法および表示画素数に応じて適宜定められる。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リブ部の幅 α および貫通部42の寸法 r_2 の値の一例を示す。

【表1】

表示画素数	リブ部の幅	貫通部の寸法
FHD(Full High Definition)	$20\mu\text{m}$	$40\mu\text{m}$
WQHD(Wide Quad High Definition)	$15\mu\text{m}$	$30\mu\text{m}$
UHD(Ultra High Definition)	$10\mu\text{m}$	$20\mu\text{m}$

【0049】

限定はされないが、本実施の形態による蒸着マスク20は、 450ppi 以上の画素密度の有機EL表示装置を作製する場合に特に有効なものである。以下、図7を参照して、そのような高い画素密度の有機EL表示装置を作製するために求められる蒸着マスク20の寸法の一例について説明する。図7は、図4に示す蒸着マスク20の貫通孔25およびその近傍の領域を拡大して示す断面図である。

【0050】

図7においては、貫通孔25の形状に関連するパラメータとして、蒸着マスク20の第2面20bから接続部41までの、蒸着マスク20の法線方向に沿った方向における距離、すなわち第2凹部35の壁面36の高さが符号 r_1 で表されている。さらに、第2凹部35が第1凹部30に接続する部分における第2凹部35の寸法、すなわち貫通部42の寸法が符号 r_2 で表されている。また図7において、接続部41と、金属板21の第2面21b上における第2凹部35の先端縁と、を結ぶ直線 L_2 が、金属板21の法線方向 N に対して成す角度が、符号 θ_2 で表されている。

【0051】

450ppi 以上の画素密度の有機EL表示装置を作製する場合、貫通部42の寸法 r_2 は、好ましくは $10\sim 60\mu\text{m}$ の範囲内に設定される。これによって、高い画素密度の有機EL表示装置を作製することができる蒸着マスク20を提供することができる。好ましくは、第2凹部35の壁面36の高さ r_1 は、 $6\mu\text{m}$ 以下に設定される。

【0052】

次に、図7に示す上述の角度 θ_2 について説明する。角度 θ_2 は、金属板21の法線方向 N に対して傾斜するとともに接続部41近傍で貫通部42を通過するように飛来した蒸

着材料 9 8 のうち、基板 9 2 に到達することができる蒸着材料 9 8 の傾斜角度の最大値に相当する。なぜなら、角度 $\theta 2$ よりも大きな傾斜角度で飛来した蒸着材料 9 8 は、基板 9 2 に到達するよりも前に第 2 凹部 3 5 の壁面 3 6 に付着するからである。従って、角度 $\theta 2$ を小さくすることにより、大きな傾斜角度で飛来して貫通部 4 2 を通過した蒸着材料 9 8 が基板 9 2 に付着することを抑制することができ、これによって、基板 9 2 のうち貫通部 4 2 に重なる部分よりも外側の部分に蒸着材料 9 8 が付着してしまうことを抑制することができる。すなわち、角度 $\theta 2$ を小さくすることは、基板 9 2 に付着する蒸着材料 9 8 の面積や厚みのばらつきの抑制を導く。このような観点から、例えば貫通孔 2 5 は、角度 $\theta 2$ が 4 5 度以下になるように形成される。なお図 7 においては、第 2 面 2 1 b における第 2 凹部 3 5 の寸法、すなわち、第 2 面 2 1 b における貫通孔 2 5 の開口寸法が、接続部 4 1 における第 2 凹部 3 5 の寸法 $r 2$ よりも大きくなっている例を示した。すなわち、角度 $\theta 2$ の値が正の値である例を示した。しかしながら、図示はしないが、接続部 4 1 における第 2 凹部 3 5 の寸法 $r 2$ が、第 2 面 2 1 b における第 2 凹部 3 5 の寸法よりも大きくなっている例もよい。すなわち、角度 $\theta 2$ の値は負の値であってもよい。

10

【0053】

次に、蒸着マスク 2 0 を作製する場合に生じ得る課題について説明する。はじめに図 8 (a) ~ (c) を参照して、蒸着マスク 2 0 の製造方法の概略を説明する。

【0054】

蒸着マスク 2 0 の製造工程においては、はじめに図 8 (a) に示すように、第 1 面 2 1 a および第 2 面 2 1 b を含む金属板 2 1 を準備する。また図 8 (a) に示すように、金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a 上に第 1 レジストパターン 6 5 a を形成し、また第 2 面 2 1 b 上に第 2 レジストパターン 6 5 b を形成する。その後、図 8 (b) に示すように、金属板 2 1 の第 2 面 2 1 b のうち第 2 レジストパターン 6 5 b によって覆われていない領域をエッチングして、第 2 凹部 3 5 を形成する第 2 面エッチング工程を実施する。次に、図 8 (c) に示すように、金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a のうち第 1 レジストパターン 6 5 a によって覆われていない領域をエッチングして、第 1 凹部 3 0 を形成する第 1 面エッチング工程を実施する。

20

【0055】

ここで上述のように、蒸着マスク 2 0 に十分な強度を持たせながら、蒸着材料 9 8 の利用効率を高めるためには、可能な限り小さな幅を有するトップ部 4 3 が残ることが好ましい。この場合、トップ部 4 3 に対応して金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a 上に形成される第 1 レジストパターン 6 5 a の幅 w も同様に小さくなる。なお図 8 (a) および図 8 (b) に示すように、エッチング工程の際の金属板 2 1 の浸食は、金属板 2 1 の法線方向（厚み方向）のみに進むのではなく、金属板 2 1 の板面に沿った方向にも進んでいく。従って、金属板 2 1 の板面に沿った方向において進行する浸食の程度よりも第 1 レジストパターン 6 5 a の幅 w が小さい場合、エッチング工程において第 1 レジストパターン 6 5 a が金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a から剥離してしまうことになる。金属板 2 1 の板面に沿った方向において進行する浸食は、片側で少なくとも $3 \mu\text{m}$ 程度進行すると考えられる。この点を考慮し、第 1 レジストパターン 6 5 a の幅 w は、上述のトップ部 4 3 の幅 β よりも少なくとも $6 \mu\text{m}$ は大きくなるよう設定されることが好ましい。例えば第 1 レジストパターン 6 5 a の幅 w は、 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲内になっている。

30

40

【0056】

ところで、狭い幅の第 1 レジストパターン 6 5 a を精度良く作成するためには、レジストパターン 6 5 a を形成するための後述するレジスト膜 6 5 c が高い解像度を有することが求められる。例えばレジスト膜 6 5 c として、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用いることが好ましい。ドライフィルムの例としては、例えば日立化成製の R Y 3 3 1 0 を挙げることができる。その他にも、ドライフィルムの例として、旭化成イーマテリアルズ製の U F G - 0 5 2、A T P - 0 5 3 などを挙げることができる。

【0057】

50

なお、ドライフィルムとは、金属板 2 1 などの対象物の上にレジスト膜を形成するために対象物に貼り付けられるフィルムのことである。ドライフィルムは、P E T などからなるベースフィルムと、ベースフィルムに積層され、感光性を有する感光層と、を少なくとも含む。感光層は、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂、スチレン系樹脂などの感光性材料を含む。

【 0 0 5 8 】

高い解像度を有するドライフィルムを用いて第 1 レジストパターン 6 5 a を作製することにより、小さな幅 w を有する第 1 レジストパターン 6 5 a を精度良く金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a 上に形成することが可能になる。一方、第 1 レジストパターン 6 5 a の幅 w が小さくなると、金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a と第 1 レジストパターン 6 5 a との間の密着面積も小さくなる。このため、第 1 レジストパターン 6 5 a を形成するための後述するレジスト膜 6 5 c には、金属板 2 1 の第 1 面 2 1 a に対する高い密着力を有することが求められる。

10

【 0 0 5 9 】

しかしながら、本件発明者が鋭意研究を重ねたところ、ドライフィルムは、銅や銅合金に対しては強く密着するが、インバー材などの鉄 - ニッケル合金に対しては密着し難いことを見出した。このため、従来の蒸着マスク 2 0 の製造工程において、第 1 レジストパターン 6 5 a や第 2 レジストパターン 6 5 b が金属板 2 1 から剥離してしまうという工程不良が生じていた。例えば、露光された後述するレジスト膜 6 5 c、6 5 d を現像してレジストパターン 6 5 a、6 5 b を形成する現像工程の際に、現像液が金属板 2 1 とレジスト膜 6 5 c、6 5 d との間に浸み込み、レジスト膜 6 5 c、6 5 d が金属板 2 1 から剥離するという不具合が観察された。また、現像工程の後に、レジストパターン 6 5 a、6 5 b をより強固に金属板 2 1 に密着させるためにレジストパターン 6 5 a、6 5 b を焼成する焼成工程を実施するまでの間に、レジスト膜 6 5 c、6 5 d が金属板 2 1 から剥離するという不具合も観察された。

20

【 0 0 6 0 】

エッチング用のレジストとしては、上述のドライフィルム以外に、液体状などの流動性を有する状態で対象物に塗布される液体状レジスト材が広く知られている。液体状レジスト材は、例えばカゼインレジストである。この場合、液体状レジスト材を金属板 2 1 などの対象物の上に塗布し、液を固化させることにより、対象物の上にレジスト膜を形成する。液体状レジスト材は、液体の状態で対象物に接触する。このため、対象物の表面に凹凸が存在している場合であっても、液体が凹凸に追従した後に液体が固化してレジスト膜となる。従って、液体状レジスト材と対象物との間の密着性は高い。

30

【 0 0 6 1 】

一方、上述のように、ドライフィルムは、感光層を含むフィルムの状態で対象物に接触する。このため、対象物の表面に凹凸が存在している場合、ドライフィルムの感光層が完全には凹凸に追従できない。この結果、一般に、ドライフィルムと対象物との間の密着性は、液体状レジスト材と対象物との間の密着性よりも低くなる。

【 0 0 6 2 】

以下の表に、解像度、密着性およびコストに関してドライフィルムと液体状レジスト材とを比較した結果を示す。ここで「密着性」は、インバー材に対するドライフィルムまたは液体状レジスト材の密着のし易さを意味している。表に示すように、従来のドライフィルムは、液体状レジスト材に比べて、優れた解像度を有する一方で、インバー材に対する密着性に乏しく、かつコストも高い。

40

【表 2】

	解像度	密着性	コスト
ドライフィルム	◎(great)	△(not good)	△(not good)
液体状レジスト材	△(not good)	○(good)	◎(great)

【0063】

10

なお、ドライフィルムは従来、主に、プリント基板用の銅箔をエッチングして銅配線を作成するという用途において使用されていた。この場合、ドライフィルムは銅箔上に設けられる。上述のように、ドライフィルムは、銅や銅合金に対しては強く密着するので、ドライフィルムの密着性に関する課題は従来は特に認識されていなかった。インバー材などの鉄 - ニッケル合金に対するドライフィルムの密着性が低いという課題は、本実施形態のように小さな幅のレジストパターンを鉄 - ニッケル合金からなる金属板上に精密に形成する場合に認識されるものであると考える。

【0064】

小さな幅 w を有する第 1 レジストパターン 65 a を安定に鉄 - ニッケル合金からなる金属板 21 の第 1 面 21 a 上に形成するためには、第 1 レジストパターン 65 a と第 1 面 21 a との間の密着力を高めることが重要になる。本件発明者らが鋭意研究を重ねた結果、第 1 レジストパターン 65 a と第 1 面 21 a との間の密着力は、金属板 21 の第 1 面 21 a におけるニッケル化合物の存在に左右されることを見出した。以下、本件発明者らが得た知見について説明する。

20

【0065】

一般に、ニッケルを含む鉄合金からなる金属板の表面が酸化される場合、金属板は、ニッケルを含む鉄合金からなるバルク層と、鉄酸化物、鉄水酸化物、ニッケル酸化物およびニッケル水酸化物を含む表面層と、を含んでいる。具体的には、金属板の最も表面には鉄酸化物および鉄水酸化物が存在し、そして、鉄酸化物および鉄水酸化物とバルク層の間にはニッケル酸化物およびニッケル水酸化物が存在する。

30

【0066】

表面が酸化された金属板の組成を、本件発明者らが X 線光電子分光法（以下、XPS 法とも称する）を用いて分析したところ、金属板の表面から数 nm 以内の位置に、ニッケルを含む鉄合金からなるバルク層の存在が観察された。このことから、ニッケル酸化物およびニッケル水酸化物を含む表面層は、金属板の表面から数 nm 以内の位置に存在していると言える。

【0067】

また後述する実施例に示すように、レジストパターンに対する金属板の密着性の評価を行ったところ、レジストパターンに対する密着性が低い金属板においては、レジストパターンに対する密着性が高い金属板に比べて、金属板の表面層にニッケル酸化物およびニッケル水酸化物がより多く存在していた。金属板の表面層に存在する化合物が、鉄酸化物、鉄水酸化物、ニッケル酸化物およびニッケル水酸化物であることを考えると、「金属板の表面層にニッケル酸化物およびニッケル水酸化物が多く存在する」という状況は、「金属板の表面層において、鉄酸化物および鉄水酸化物に対するニッケル酸化物およびニッケル水酸化物の比率が高い」という状況に言い換えることができる。また、後述する実施例に示すように、様々な金属板に関してレジストパターンに対する密着性を評価したところ、鉄酸化物および鉄水酸化物に対するニッケル酸化物およびニッケル水酸化物の比率が 0.4 以下であれば、レジストパターンに対する金属板の密着性が十分に確保されており、一方、上述の比率が 0.4 を超えると、レジストパターンに対する金属板の密着性が不十分になっていた。

40

50

【0068】

また、レジストパターンに対する密着性が高い金属板、およびレジストパターンに対する密着性が低い金属板について、金属板の製造工程の相違点を検証したところ、レジストパターンに対する密着性が低い金属板においては、水素などの還元性ガスを多く含む還元雰囲気の下で金属板のアニール工程が実施されていたことがわかった。従って、還元雰囲気の下では、金属板の表面にニッケル酸化物およびニッケル水酸化物が偏析しやすいと言える。また、水素などの還元性ガスを多く含む還元雰囲気の下では、後述する反応式に示すように、ニッケル酸化物の還元反応に伴ってニッケル水酸化物が生成される。このことから、ニッケル酸化物よりもニッケル水酸化物の方が、レジストパターンに対する密着性に悪影響を及ぼしていると考えられる。

10

【0069】

なお上述の考察に基づくと、金属板の表面層におけるニッケル水酸化物の比率に基づいて、レジストパターンに対する金属板の密着性を予測することが可能であると言える。しかしながら、後述する実施例に示すように、XPS分析において、ニッケル酸化物に対応するピークとニッケル水酸化物に対応するピークとを正確に分離することは容易ではない。この点を考慮し、本実施の形態においては、鉄酸化物および鉄水酸化物に対するニッケル酸化物およびニッケル水酸化物の比率に基づいて、レジストパターンに対する密着性に関する情報を得る方法を採用している。具体的な存在比率や、金属板21の第1面21aにおける各化合物の検査方法の詳細については後述する。

20

【0070】

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。

【0071】

（金属板の製造方法）

はじめに図9(a)(b)を参照して、金属板の製造方法について説明する。図9(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9(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。

30

【0072】

〔圧延工程〕

はじめに図9(a)に示すように、ニッケルを含む鉄合金から構成された母材55を準備し、この母材55を、一対の圧延ロール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。一対の圧延ロール56a, 56bの間に到達した母材55は、一対の圧延ロール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 の板材64Xを得ることができる。図9(a)に示すように、板材64X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、好ましくは上述のように5~85 μm の範囲内となっている。

40

【0073】

なお図9(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。また、一対の圧延ロール56a, 56bの間に母材55や板材64Xを通過させる際の向きが一方向に限られることはない。例えば、図9(a)(b)において、紙面左側から右側への向き、および紙面右側から左側への向きで繰り返し母材55や板材64Xを一対の圧延ロール56a, 56bの間に通過させることにより、母材55や板材64

50

Xを徐々に圧延してもよい。

【0074】

〔スリット工程〕

その後、圧延工程によって得られた板材64X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、圧延に起因して板材64X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、板材64X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。

【0075】

〔アニール工程〕

その後、圧延によって板材64X内に蓄積された残留応力を取り除くため、図9(b)に示すように、アニール装置57を用いて板材64Xをアニールし、これによって長尺金属板64を得る。アニール工程は、図9(b)に示すように、板材64Xや長尺金属板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、いわゆるバ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秒以上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板材64X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。

【0076】

好ましくは上述のアニール工程は、非還元雰囲気や不活性ガス雰囲気で行われる。ここで非還元雰囲気とは、水素などの還元性ガスを含まない雰囲気のことである。「還元性ガスを含まない」とは、水素などの還元性ガスの濃度が10%以下であることを意味している。また不活性ガス雰囲気とは、アルゴンガス、ヘリウムガス、窒素ガスなどの不活性ガスが90%以上存在する雰囲気のことである。非還元雰囲気や不活性ガス雰囲気で行われるアニール工程を実施することにより、上述のニッケル水酸化物が長尺金属板64の第1面64aや第2面64bに生成されることを抑制することができる。

【0077】

アニール工程を実施することにより、残留歪がある程度除去された、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の厚み t に等しくなる。

【0078】

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9(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。

【0079】

〔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。

【0080】

〔検査工程〕

その後、得られた長尺金属板64の第1面64aを構成する材料の組成を検査する検査工程を実施する。ここでは、XPS法を用いて長尺金属板64の第1面64aの組成分析

10

20

30

40

50

を実施する例について説明する。XPS法とは、X線を試料に照射することによって試料から放出される光電子のエネルギー分布を測定し、試料の表面から数nmの範囲内の領域における構成元素の種類や存在量に関する知見を得る方法である。この場合、各構成元素の存在量は、X線光電子分光法によって測定されたスペクトルにおいて、各構成元素に対応するピークの面積を積分することによって算出されるピーク面積値に比例する。従って、はじめに、各構成元素に対応するピーク面積値を算出し、次に、各構成元素のピーク面積値の合計値を算出し、その後、対象とする構成元素のピーク面積値を合計値で割り、かつ100を掛けることにより、対象とする構成元素のアトミック%を算出することができる。なお、構成元素の存在量とピーク面積値との関係は、X線に対する感度等に応じて構成元素ごとに異なることがある。この場合、感度の相違を補正するための相対感度係数を各構成元素のピーク面積値に掛けて補正ピーク面積値を算出してから、上述の合計値やアトミック%を算出してもよい。

10

20

30

40

50

【0081】

図10は、X線光電子分光法を用いて長尺金属板64の第1面64aの組成分析を実施する様子を示す図である。図10に示すように、長尺金属板64の第1面64aの組成分析の一例においては、照射部81から長尺金属板64へX線X1が照射され、そして、長尺金属板64から放出される光電子X2の取り込み角が90度に設定される。この場合、長尺金属板64の第1面64aから数nm例えば5nmの範囲内の領域における構成元素の種類や存在量を再現性良く測定することができる。なお「取り込み角」とは、図10に示すように、長尺金属板64から放出されて検出部82に到達する光電子X2が、長尺金属板64から放出される際の進行方向と、長尺金属板64の第1面64aとが成す角度のことである。

【0082】

XPS法を用いて長尺金属板64の第1面64aの組成分析を実施した後、以下の条件(1)を満たす長尺金属板64のみを、後述する蒸着マスク20の製造工程において使用するという、長尺金属板64の選別を実施する。

(1) X線光電子分光法を用いて長尺金属板64の第1面64aの組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であること。

【0083】

上記の条件(1)は、後述する第1レジストパターン65aと第1面21aとの間の密着力を十分に確保するための条件である。上述のように、ニッケル水酸化物およびニッケル酸化物は、第1レジストパターン65aと第1面21aとの間の密着力を低減するように作用する。従って、上述の条件(1)に規定されるように、ニッケル酸化物およびニッケル水酸化物のピーク面積値の上限を規定することは、第1レジストパターン65aと第1面21aとの間に必要とされる密着力を最低限確保する上で有効である。

【0084】

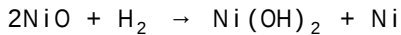
なお後述するように、X線光電子分光法を用いた分析において、ニッケル酸化物に対応するピークとニッケル水酸化物に対応するピークとは極めて近接して存在しており、このため両者を明確に区別することは困難である。同様に、鉄酸化物に対応するピークと鉄水酸化物に対応するピークとは極めて近接して存在しており、このため両者を明確に区別することは困難である。このような分析上の観点から、本実施の形態においては、ニッケル水酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との比ではなく、ニッケル酸化物のピーク面積値およびニッケル水酸化物のピーク面積値の和と、鉄酸化物のピーク面積値および鉄水酸化物のピーク面積値の和との比に基づいて、第1レジストパターン65aと第1面21aとの間の密着力が十分に確保され得るかどうかを判定している。

【0085】

本件発明者らが鋭意研究を重ねたところ、アニール工程の際の雰囲気中に水素などの還元性ガスが含まれる場合に、長尺金属板64の第1面64aや第2面64bなどの表面にニ

ニッケル水酸化物が生成され易く、この結果、第 1 レジストパターン 6 5 a と第 1 面 2 1 a との間の密着力が低くなり易いことを見出した。また、アニール工程の際の雰囲気为非還元雰囲気や不活性ガス雰囲気とすることにより、長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a や第 2 面 6 4 b などの表面にニッケル水酸化物が生成されることを抑制することができ、この結果、上述の $A1/A2$ を 0.4 以下とし、これによって、第 1 レジストパターン 6 5 a と第 1 面 2 1 a との間の密着力を十分に確保することができた。

なお、水素などの還元性ガスを含む還元雰囲気の下では、例えば以下の反応式で表されるように、長尺金属板 6 4 の表面に既に形成されているニッケル酸化物の一部が還元されてニッケルが生成されることと同時に、ニッケル水酸化物が長尺金属板 6 4 の表面に生成されると考えられる。



第 1 レジストパターン 6 5 a と第 1 面 2 1 a との間の密着力を十分に確保するためには、長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a や第 2 面 6 4 b などの表面でニッケルの還元反応が生じることを抑制し、これによってニッケル水酸化物の生成を抑制することが重要であると言える。

【0086】

本件発明者らが鋭意研究を重ねた結果、 $A1/A2$ が低くなるほど、第 1 レジストパターン 6 5 a と第 1 面 2 1 a との間の密着性が高くなる傾向が見られた。従って、第 1 レジストパターン 6 5 a と第 1 面 2 1 a との間の密着性を高める上では、 $A1/A2$ が 0.3 以下であることがより好ましく、 $A1/A2$ が 0.2 以下であることがさらに好ましい。

【0087】

なお上述の説明においては、上述の条件 (1) に基づいて長尺金属板 6 4 を検査する検査工程を、長尺金属板 6 4 の選別を行うために利用する例を示したが、条件 (1) の利用方法がこれに限られることはない。

例えば、上述の条件 (1) は、アニール温度やアニール時間などの、長尺金属板 6 4 を製造するための条件を最適化するために利用されてもよい。具体的には、様々なアニール温度やアニール時間で長尺金属板 6 4 を製造し、得られた各長尺金属板 6 4 の表面の組成を分析し、そして分析結果と条件 (1) とを照らし合わせることによって、条件 (1) を満たし得る適切な製造条件を設定する、という作業のために、条件 (1) が利用されてもよい。この場合、実際の製造工程において得られた長尺金属板 6 4 の全てに対して、条件 (1) に基づく選別を実施する必要はない。例えば、一部の長尺金属板 6 4 に対してのみ、条件 (1) に関する抜き取り検査を実施してもよい。若しくは、製造条件がいったん設定された後は、条件 (1) に関する検査が全く実施されなくてもよい。

【0088】

(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 6 4 を用いて蒸着マスク 2 0 を製造する方法について、主に図 1 1 ~ 図 1 9 を参照して説明する。以下に説明する蒸着マスク 2 0 の製造方法では、図 1 1 に示すように、長尺金属板 6 4 が供給され、この長尺金属板 6 4 に貫通孔 2 5 が形成され、さらに長尺金属板 6 4 を断裁することによって枚葉状の金属板 2 1 からなる蒸着マスク 2 0 が得られる。

【0089】

より具体的には、蒸着マスク 2 0 の製造方法、帯状に延びる長尺の金属板 6 4 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 6 4 に施して、長尺金属板 6 4 に第 1 面 6 4 a の側から第 1 凹部 3 0 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 6 4 に施して、長尺金属板 6 4 に第 2 面 6 4 b の側から第 2 凹部 3 5 を形成する工程と、を含んでいる。そして、長尺金属板 6 4 に形成された第 1 凹部 3 0 と第 2 凹部 3 5 とが互に通じ合うことによって、長尺金属板 6 4 に貫通孔 2 5 が作製される。図 1 2 ~ 図 1 9 に示された例では、第 2 凹部 3 5 の形成工程が、第 1 凹部 3 0 の形成工程の前に実施され、且つ、第 2 凹部 3 5 の形成工程と第 1 凹部 3 0 の形成工程の間に、作製された第 2 凹部 3 5 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。

【0090】

図11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11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11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。

【0091】

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12～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、長手方向において長尺金属板64の所定の位置を占める領域から作製される。この場合、好ましくは、蒸着マスク20の長手方向が長尺金属板64の圧延方向に一致するよう、複数の蒸着マスク20が長尺金属板64に割り付けられる。

【0092】

まず、図12に示すように、長尺金属板64の第1面64a上および第2面64b上にネガ型の感光性レジスト材料を含むレジスト膜65c、65dを形成する。レジスト膜65c、65dを形成する方法としては、アクリル系光硬化性樹脂などの感光性レジスト材料を含む層が形成されたフィルム、いわゆるドライフィルムを長尺金属板64の第1面64a上および第2面64b上に貼り付ける方法が採用される。ここで上述のように、長尺金属板64は、第1面64aにおけるニッケル水酸化物の存在量が上述の条件(1)を満たすように製造されており、このような第1面64aにレジスト膜65cが貼り付けられる。

【0093】

次に、レジスト膜65c、65d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85a、85bを準備し、露光マスク85a、85bをそれぞれ図13に示すようにレジスト膜65c、65d上に配置する。露光マスク85a、85bとしては、例えば、レジスト膜65c、65d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85a、85bをレジスト膜65c、65d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。

【0094】

その後、レジスト膜65c、65dを露光マスク85a、85b越しに露光する。さらに、露光されたレジスト膜65c、65dに像を形成するためにレジスト膜65c、65dを現像する（現像工程）。以上のようにして、図14Aに示すように、長尺金属板64の第1面64a上に第1レジストパターン65aを形成し、長尺金属板64の第2面64b上に第2レジストパターン65bを形成することができる。なお現像工程は、レジスト膜65c、65dの硬度を高めるための、または長尺金属板64に対してレジスト膜65c、65dをより強固に密着させ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は、アルゴンガス、ヘリウムガス、窒素ガスなどの不活性ガスの雰囲気において、例えば100～400の範囲内で実施される。

【0095】

図14Bは、図14Aに示す、第1レジストパターン65a、65bが設けられた長尺金属板64を、第1面64a側から見た場合を示す部分平面図である。図14Bにおいては、第1レジストパターン65aが設けられている領域が網掛けで表されている。また、その後のエッチング工程によって形成される第1凹部30、壁面31、接続部41やトップ部43が点線で表されている。

10

20

30

40

50

【0096】

次に、図15に示すように、長尺金属板64の第2面64b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、第2エッチング液を用いてエッチングする第2面エッチング工程を実施する。例えば、第2エッチング液が、搬送される長尺金属板64の第2面64bに対面する側に配置されたノズルから、第2レジストパターン65b越しに長尺金属板64の第2面64bに向けて噴射される。この結果、図15に示すように、長尺金属板64のうちの第2レジストパターン65bによって覆われていない領域で、第2エッチング液による浸食が進む。これによって、長尺金属板64の第2面64bに多数の第2凹部35が形成される。第2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。

10

【0097】

その後、図16に示すように、後の第1面エッチング工程において用いられる第1エッチング液に対する耐性を有した樹脂69によって、第2凹部35が被覆される。すなわち、第1エッチング液に対する耐性を有した樹脂69によって、第2凹部35が封止される。図16に示す例において、樹脂69の膜が、形成された第2凹部35だけでなく、第2面64b(第2レジストパターン65b)も覆うように形成されている。

【0098】

次に、図17に示すように、長尺金属板64の第1面64a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をエッチングし、第1面64aに第1凹部30を形成する第1面エッチング工程を実施する。第1面エッチング工程は、第2凹部35と第1凹部30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1エッチング液としては、上述の第2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

【0099】

なお第1エッチング液による浸食は、長尺金属板64のうちの第1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、長尺金属板64の法線方向(厚み方向)のみに進むのではなく、長尺金属板64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1面エッチング工程は、第1レジストパターン65aの隣り合う二つの孔66aに対面する位置にそれぞれ形成された二つの第1凹部30が、二つの孔66aの間に位置するブリッジ部67a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18に示すように、長尺金属板64の第1面64aに上述のトップ部43を残すことができる。

30

【0100】

その後、図19に示すように、長尺金属板64から樹脂69が除去される。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、図19に示すように、樹脂69と同時にレジストパターン65a、65bも除去される。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。

【0101】

このようにして多数の貫通孔25が形成された長尺金属板64は、当該長尺金属板64を挟持した状態で回転する搬送ローラー72、72により、切断装置(切断手段)73へ搬送される。なお、この搬送ローラー72、72の回転によって長尺金属板64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61が回転させられ、巻き体62から長尺金属板64が供給されるようになっている。

40

【0102】

その後、多数の貫通孔25が形成された長尺金属板64を切断装置(切断手段)73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25が形成された枚葉状の金属板21が得られる。

【0103】

50

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 の元となる長尺金属板 6 4 は、第 1 面 6 4 a におけるニッケル水酸化物の存在量が上述の条件 (1) を満たすように製造されている。上述の第 1 レジストパターン 6 5 a、および第 1 レジストパターン 6 5 a の元となるレジスト膜 6 5 c は、このような第 1 面 6 4 a に貼り付けられる。このため、長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a と第 1 レジストパターン 6 5 a との間の密着力を十分に確保することができる。またレジスト膜 6 5 c としては、上述のように、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も称される、高い解像度を有するものが採用されている。このため本実施の形態によれば、第 1 レジストパターン 6 5 a が金属板 2 1 から剥離してしまうという工程不良が生じることを抑制しながら、狭い幅の第 1 レジストパターン 6 5 a を精度良く長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a 上に形成することができる。従って、高い画素密度を有する有機 E L 表示装置を作製するために用いられる蒸着マスク 2 0 を、高い歩留りで製造することができる。

10

【 0 1 0 4 】

また本実施の形態によれば、第 1 レジストパターン 6 5 a を所望の幅で精密に長尺金属板 6 4 の第 1 面 6 4 a 上に形成することができるので、所望の幅 β を有するトップ部 4 3 を備えた蒸着マスク 2 0 を作製することができる。このため、蒸着マスク 2 0 に十分な強度を持たせながら、上述の角度 $\theta 1$ を可能な限り大きくすることができる。

【 0 1 0 5 】

(蒸着工程)

20

次に、得られた蒸着マスク 2 0 を用いて基板 9 2 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 2 0 の第 2 面 2 0 b を基板 9 2 の面に密着させる。この際、図示しない磁石などを用いて、蒸着マスク 2 0 の第 2 面 2 0 b を基板 9 2 の面に密着させてもよい。また図 1 に示すように、複数の蒸着マスク 2 0 をフレーム 1 5 に張設することによって、蒸着マスク 2 0 の面が基板 9 2 の面に平行になるようにする。その後、るつぼ 9 4 内の蒸着材料 9 8 を加熱することにより、蒸着材料 9 8 を気化または昇華させる。気化または昇華した蒸着材料 9 8 は、蒸着マスク 2 0 の貫通孔 2 5 を通って基板 9 2 に付着する。この結果、蒸着マスク 2 0 の貫通孔 2 5 の位置に対応した所望のパターンで、蒸着材料 9 8 が基板 9 2 の表面に成膜される。

【 0 1 0 6 】

30

ここで本実施の形態によれば、所望の幅 β を有するトップ部 4 3 を第 1 面 2 0 a 側に残すことができるので、蒸着マスク 2 0 に十分な強度を持たせることができる。

【 0 1 0 7 】

なお、上述した実施の形態に対して様々な変更を加えることが可能である。以下、必要に応じて図面を参照しながら、変形例について説明する。以下の説明および以下の説明で用いる図面では、上述した実施の形態と同様に構成され得る部分について、上述の実施の形態における対応する部分に対して用いた符号と同一の符号を用いることとし、重複する説明を省略する。また、上述した実施の形態において得られる作用効果が変形例においても得られることが明らかである場合、その説明を省略することもある。

【 0 1 0 8 】

40

上述の本実施の形態においては、上述の条件 (1) において規定される「第 1 面」が、長尺金属板 6 4 や金属板 2 1 のうち蒸着工程の際に蒸着材料 9 8 が配置される側の面である例を示した。しかしながら、上述の条件 (1) において規定される「第 1 面」は、長尺金属板 6 4 や金属板 2 1 のうち基板 9 2 が配置される側の面であってもよい。この場合、長尺金属板 6 4 や金属板 2 1 のうち基板 9 2 が配置される側に貼り付けられるレジストパターンを、強固に長尺金属板 6 4 や金属板 2 1 に密着させることができる。このため、長尺金属板 6 4 や金属板 2 1 のうち基板 9 2 が配置される側に、高い歩留りで精密に凹部を形成することができる。

すなわち本実施の形態において、上述の条件 (1) は、以下のように言い換えることもできる。

50

「X線光電子分光法を用いて金属板の一方の面および一方の面の反対側に位置する他方の面の少なくとも1つの面の組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であること。」

また本実施の形態によれば、金属板の一方の面および一方の面の反対側に位置する他方の面の少なくとも1つの面の組成分析の結果が、上述の条件を満たすことにより、金属板の面に高い歩留りで精密に凹部を形成することができる。

【0109】

その他にも、「ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であること」という条件が、長尺金属板64の第1面64aおよび第2面64bの両方で満たされていてもよい。

【0110】

また上述の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。

【0111】

また上述の本実施の形態においては、現像工程においてレジスト熱処理工程が実施される例を示した。しかしながら、上述の条件(1)が満たされるように長尺金属板64を製造することによって長尺金属板64とレジスト膜65cとの間の密着力が十分に確保される場合、レジスト熱処理工程が省略されてもよい。レジスト熱処理工程が実施されない場合は、レジスト熱処理工程が実施される場合に比べて、第1レジストパターン65aの硬さが低下する。従って、貫通孔25を形成した後、レジストパターン65aをより容易に除去することができる。

【0112】

また上述の本実施の形態においては、所望の厚さを有する板材が、母材を圧延して板材を作製し、その後、板材をアニールすることによって得られる例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、めっき処理を利用した製箔工程によって、所望の厚さを有する金属板を作製してもよい。製箔工程においては、例えば、めっき液の中に部分的に浸漬されたステンレス製などのドラムを回転させながら、ドラムの表面にめっき膜を形成し、このめっき膜を剥がしていくことにより、長尺状の金属板をロールトゥーロールで作製することができる。ニッケルを含む鉄合金からなる金属板を作製する場合、めっき液としては、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を含む溶液と、スルファミン酸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、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。

【0113】

このようにして得られた金属板に対して、次に、上述のアニール工程を実施してもよい。また、アニール工程の後に、金属板の幅を所望の幅に調整するために金属板の両端を切り落とす上述の切断工程を実施してもよい。

【0114】

めっき処理を利用して金属板を作製した場合も、上述の本実施の形態の場合と同様に、その後、レジストパターン65a、65bを形成する工程や、金属板の第1面および第2面をエッチングする工程を実施することにより、複数の貫通孔25が形成された蒸着マスク20を得ることができる。また、条件(1)を利用することにより、金属板の判別や製造条件の最適化を実施することができる。

【実施例】

【0115】

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。

【0116】

実施例 1

【0117】

(第1巻き体)

はじめに、34～38質量%のニッケルと、クロムと、残部の鉄および不可避の不純物と、を含む鉄合金から構成された母材を準備した。次に、母材に対して上述の圧延工程、スリット工程およびアニール工程を実施することにより、20 μ mの厚みを有する長尺金属板が巻き取られた巻き体(第1巻き体)を製造した。

10

【0118】

[組成の分析]

その後、シャーを用いて長尺金属板64を所定の範囲で、例えば30×30mmの範囲で切り出して第1試料を得た。次に、XPS法を用いて、第1試料の表面の組成を分析した。測定器としては、サーモフィッシャーサイエンティフィック社製XPS装置 ESCALAB 20i-XLを用いた。

組成分析の際の、XPS装置の設定は以下のとおりである。

入射X線: monochromated Al $k\alpha$ (単色化X線、 $h\nu=1486.6\text{eV}$)

X線出力: 10kV・16mA (160W)

20

アパーチャ開度: F.O.V.=open、A.A.=open

測定領域: 700 μ m ϕ

X線入射角 ϕ_1 (図10参照): 45度

光電子取り込み角: 90度

【0119】

図21(a)(b)は、第1巻き体から切り出された第1試料を、上述のXPS装置を用いて分析した結果を示す図である。図21(a)(b)において、横軸は、第1試料から観測された光電子に対応する、第1試料の電子軌道の光電子束縛エネルギー(Binding Energy)を表しており、縦軸は、第1試料から観測された光電子の強度を表している。図21(a)には、横軸の値が約700～740eVの場合が示されており、図21(b)には、横軸の値が約850～890eVの場合が示されている。

30

【0120】

XPS法を利用した組成分析においては、第1試料に含まれる構成元素の含有量に対応した大きさのピークが、構成元素に応じた特定の横軸上の位置に現れる。例えば図21(a)において、符号P1が付されたピークは、第1試料に含まれる鉄酸化物および鉄水酸化物に対応しており、符号P2が付されたピークは、第1試料に含まれる鉄に対応している。また図21(b)において、符号P3が付されたピークは、第1試料に含まれるニッケル酸化物およびニッケル水酸化物に対応しており、符号P4が付されたピークは、第1試料に含まれるニッケルに対応している。

【0121】

40

参考として、図22(a)に、第1の標準試料として準備したニッケル酸化物(NiO)を、XPS法を利用して分析した結果を示す。また図22(b)に、第2の標準試料として準備したニッケル水酸化物($\text{Ni}(\text{OH})_2$)を、XPS法を利用して分析した結果を示す。図22(a)に示すように、ニッケル酸化物に対応するピークは、横軸の値が第1の値 $E_1 = 853.8\text{eV}$ となる位置に現れる。一方、図22(b)に示すように、ニッケル水酸化物に対応するピークは、横軸の値が第2の値 $E_2 = 855.9\text{eV}$ となる位置に現れる。

【0122】

図21(b)には、参考として、ニッケル酸化物に対応するピークが現れる第1の値 E_1 の位置、および、ニッケル水酸化物に対応するピークが現れる第2の値 E_2 の位置を点

50

線で示している。E 1 および E 2 の値は近接しており、このため図 2 1 (b) に示すように、第 1 試料の測定結果において、ピーク P 3 には、ニッケル酸化物に対応する光電子の検出結果、および、ニッケル水酸化物に対応する光電子の検出結果の両方が含まれる。図 2 1 (b) に示すピーク P 3 から、ニッケル酸化物に対応するピークとニッケル水酸化物に対応するピークとを正確に分離することは容易ではない。この点を考慮し、上述の条件 (1) においては、ニッケル酸化物に対応する光電子の検出結果とニッケル水酸化物に対応する光電子の検出結果とを合算した値を利用して、金属板とレジストパターンとの間の密着力を評価するようにしている。

【 0 1 2 3 】

図 2 1 (a) (b) に示す各ピーク P 1 ~ P 4 を測定した後、各ピークの面積を積分してピーク面積値を算出した。結果、鉄酸化物および鉄水酸化物に対応するピーク P 1 のピーク面積値は 2 2 3 2 9 . 3 であり、鉄に対応するピーク P 2 のピーク面積値は 4 4 8 1 . 8 であり、ニッケル酸化物およびニッケル水酸化物に対応するピーク P 3 のピーク面積値は 9 0 9 0 . 5 であり、ニッケルに対応するピーク P 4 のピーク面積値は 4 7 4 8 . 9 であった。従って、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和を A 1 とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和を A 2 とする場合、 $A 1 / A 2 = 0 . 4 1$ となる。このため、第 1 試料が取り出された第 1 巻き体においては、上述の条件 (1) が満たされていないと言える。

なお各ピーク P 1 ~ P 4 のピーク面積値は、XPS装置が有する解析機能を用いて算出した。例えば、分析者に依存して測定結果がばらつくことを抑制するため、バックグラウンドの算出方法として、Shirley法を常に採用するようにした。

【 0 1 2 4 】

以下、XPS法を用いた分析の結果に基づいて上述の $A 1 / A 2$ を算出する方法について詳細に説明する。

【 0 1 2 5 】

1 . XPS装置の調整

まず、下記の調整条件 1 ~ 3 を満たすよう、XPS装置の分光器エネルギー軸の調整を実施した。

調整条件 1 : Ag $3d_{5/2}$ $368.26 \pm 0.05\text{eV}$

調整条件 2 : Au $4f_{7/2}$ $83.98 \pm 0.05\text{eV}$

調整条件 3 : Cu $2p_{3/2}$ $932.67 \pm 0.05\text{eV}$

調整条件 1 は、銀の $3d_{5/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子束縛エネルギーが $368.26 \pm 0.05\text{eV}$ の範囲内となるよう、分光器エネルギー軸を調整したことを意味している。同様に、調整条件 2 は、金の $4f_{7/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子束縛エネルギーが $83.98 \pm 0.05\text{eV}$ の範囲内となるよう、分光器エネルギー軸を調整したことを意味している。同様に、調整条件 3 は、銅の $2p_{3/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子束縛エネルギーが $932.67 \pm 0.05\text{eV}$ の範囲内となるよう、分光器エネルギー軸を調整したことを意味している。

【 0 1 2 6 】

また、炭素の $1s$ 軌道の C-C 結合に基づいて得られる光電子束縛エネルギーが $284.7 \sim 285.0\text{eV}$ の範囲内となるよう、XPS装置のチャージアップ補正を設定した。

【 0 1 2 7 】

続いて、上述のように調整されたXPS装置を用いて、鉄ニッケル合金の試料を分析して、上述の $A 1 / A 2$ を算出した。まず、鉄に関連するピーク P 1 , P 2 に基づいて上述の $A 2$ を算出する方法について、図 2 7 A ~ 図 2 7 D を参照して説明する。

【 0 1 2 8 】

2 . 鉄に関する分析

図 2 7 A は、ある 1 つの鉄ニッケル合金の試料を、XPS装置を用いて分析した結果のうち、横軸の値が $700 \sim 740\text{eV}$ の範囲である結果を拡大して示している。図 2 7 A に示すように、横軸の値が $700 \sim 740\text{eV}$ の範囲の結果は、鉄の $2p_{1/2}$ 軌道に基づいて

得られる光電子の強度分布を示すグラフ、および、鉄の $2p_{3/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子の強度分布を示すグラフを含む。ここでは、鉄の $2p_{3/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子の強度分布を示すグラフ（以下、鉄のトータルピーク P_{Fe} と称する）に基づいて、上述の A 2 を算出した例を説明する。

【 0 1 2 9 】

〔バックグラウンド線の算出工程〕

まず、鉄のトータルピーク P_{Fe} におけるバックグラウンド線 $B_{G_{Fe}}$ を算出する工程について説明する。はじめに、分析対象とする鉄の $2p_{3/2}$ 軌道における、横軸の光電子束縛エネルギーの値の下限値 B_1 および上限値 B_2 を、下記のように決定した。

下限値 B_1 : $703.6 \pm 0.2 \text{ eV}$

上限値 B_2 : $717.0 \pm 0.2 \text{ eV}$

続いて、Shirley法を利用して、下限値 B_1 ~ 上限値 B_2 の範囲における、鉄のトータルピーク P_{Fe} におけるバックグラウンド線 $B_{G_{Fe}}$ を算出した。なお、上述の下限値 B_1 および上限値 B_2 における「 $\pm 0.2 \text{ eV}$ 」という表示は、測定結果のノイズの影響がバックグラウンド線 $B_{G_{Fe}}$ の算出結果に及ぶことを抑制するため、試料ごとに下限値 B_1 および上限値 B_2 の値を微調整したことを表している。

【 0 1 3 0 】

〔鉄単体に関するピークの分離工程〕

次に、鉄のトータルピーク P_{Fe} から鉄単体に関するピークを分離する工程について、図 2 7 B を参照して説明する。図 2 7 B は、図 2 7 A に示す鉄のトータルピーク P_{Fe} を拡大して示す図である。なお、ここでは、鉄のトータルピーク P_{Fe} にスムージングを施した後、鉄のトータルピーク P_{Fe} から鉄単体に関するピークを分離した結果について説明する。スムージングの方法としては、平均化など、公知の方法を採用することができる。

【 0 1 3 1 】

まず、鉄単体に関するピークのピーク位置 E_{Fe1} を決定した。具体的には、はじめに、鉄のトータルピーク P_{Fe} に含まれる各ピーク P_1 , P_2 のうち、鉄単体に関連して現れたピークがどちらかを決定した。XPS法の分野においては、鉄単体の $2p_{3/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子束縛エネルギーが約 707 eV であることが知られている。従って、ピーク P_2 を、鉄単体に関連して現れたピークと決定した。続いて、ピーク P_2 の位置を探索した。そして、ピーク P_2 のピーク位置が $706.9 \pm 0.2 \text{ eV}$ の範囲内である場合、ピーク P_2 のピーク位置を、鉄単体に関するピークのピーク位置 E_{Fe1} として採用した。

【 0 1 3 2 】

次に、鉄単体に関するピークの半値幅 W_{Fe1} を 1.54 eV に設定した。続いて、XPS装置の分析機能を利用して、ピーク位置が E_{Fe1} であり、半値幅が W_{Fe1} であるピークを、鉄のトータルピーク P_{Fe} から分離した。このようにして得られた、鉄単体に関するピークを、図 2 7 B に符号 P_{Fe1} で示す。なお、XPS装置による分析においては、得られたピーク P_{Fe1} の半値幅が、設定した半値幅 W_{Fe1} から変動していることがある。この際、 $\pm 0.1 \text{ eV}$ の範囲内の変動は許容した。

【 0 1 3 3 】

なお、鉄のトータルピーク P_{Fe} に関する用語において、上述の「鉄単体に関するピーク P_{Fe1} 」や後述する「ピーク P_{Fe2} 」、「ピーク P_{Fe3} 」は、鉄のトータルピーク P_{Fe} を、試料に含まれる元素単体および化合物に基づく複数のピークに分解することによって得られるピークである。すなわち、上述の「ピーク P_1 , P_2 」は、鉄のトータルピーク P_{Fe} の形状に基づいて判別されるピークであり、「ピーク P_{Fe1} , P_{Fe2} , P_{Fe3} 」は、鉄のトータルピーク P_{Fe} を、物理的な理論に基づいて分解することによって得られるピークである。

【 0 1 3 4 】

〔鉄単体に関するピークの面積の算出工程〕

次に、鉄単体に関するピーク P_{Fe1} の面積 S_{Fe1} を算出した。面積 S_{Fe1} は、図 27C においてピーク P_{Fe1} とバックグラウンド線 BG_{Fe} とによって囲まれた領域（斜線が描かれた領域）の面積である。

【0135】

また、鉄のトータルピーク P_{Fe} の面積を算出した。鉄のトータルピーク P_{Fe} の面積は、図 27C において鉄のトータルピーク P_{Fe} とバックグラウンド線 BG_{Fe} とによって囲まれた領域の面積である。

【0136】

続いて、鉄のトータルピーク P_{Fe} の面積 S_{Fe1} から、鉄単体に関するピーク P_{Fe1} の面積 S_{Fe1} を減算して、図 27C に示す面積 $S_{Fe}(REST)$ を算出した。このようにして算出した面積 $S_{Fe}(REST)$ を、上述の A2、すなわち、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和とした。

【0137】

参考までに、図 27D に、鉄のトータルピーク P_{Fe} が、ピーク P_{Fe1} 、ピーク P_{Fe2} 、およびピーク P_{Fe3} という 3 つのピークを含むと仮定して、トータルピーク P_{Fe} を分離した結果を示す。上述のとおり、ピーク P_{Fe1} は、鉄単体に関するピークである。また、ピーク P_{Fe2} およびピーク P_{Fe3} は、鉄酸化物に関するピークまたは鉄水酸化物に関するピークである。

上述の面積 $S_{Fe}(REST)$ は、鉄のトータルピーク P_{Fe} を図 27D に示すように複数のピークに分離した場合の、鉄単体に関するピーク P_{Fe1} 以外のピークの面積の総和に対応している。すなわち、面積 $S_{Fe}(REST)$ は、鉄酸化物のピークの面積と鉄水酸化物のピークの面積値の和に対応している。

【0138】

なお、鉄単体に関するピークが表れる位置は既知であるが、鉄酸化物及び鉄水酸化物には、複数の状態が存在する。このため、鉄酸化物に関するピーク及び鉄水酸化物に関するピークは、図 27D に示す 2 つのピーク（ピーク P_{Fe2} およびピーク P_{Fe3} ）では必ずしも表されない。このため、試料の表面層における鉄酸化物または鉄水酸化物の比率を正確に算出することは困難である。この点を考慮し、上述の A2 として、鉄酸化物のピークの面積と鉄水酸化物のピークの面積値の和を採用している。

【0139】

なお、鉄単体に関するピーク P_{Fe1} の面積 S_{Fe1} のことを、ピーク P2 の面積値と称し、面積 $S_{Fe}(REST)$ のことを、ピーク P1 の面積値と称することもある。

【0140】

3. ニッケルに関する分析

次に、ニッケルに関する分析について説明する。図 28A は、ある 1 つの鉄ニッケル合金の試料を、XPS 装置を用いて分析した結果のうち、横軸の値が 850 ~ 890 eV の範囲内である結果を拡大して示している。図 28A に示すように、横軸の値が 850 ~ 890 eV の範囲の結果は、ニッケルの $2p_{1/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子の強度分布を示すグラフ、および、ニッケルの $2p_{3/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子の強度分布を示すグラフを含む。ここでは、ニッケルの $2p_{3/2}$ 軌道に基づいて得られる光電子の強度分布を示すグラフ（以下、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} と称する）に基づいて、上述の A1 を算出した例を説明する。なお、A1 の算出方法において、上述の鉄に関する A2 の算出方法と同様の部分については、詳細な説明を省略する。

【0141】

〔バックグラウンド線の算出工程〕

まず、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} におけるバックグラウンド線 BG_{Ni} を、Shirley 法を利用して算出した。分析対象とするニッケルの $2p_{3/2}$ 軌道における、横軸の光電子束縛エネルギーの値の下限値 B3 および上限値 B4 は、下記のように決定した。

下限値 B3 : $849.5 \pm 0.2 \text{ eV}$

10

20

30

40

50

上限値 $B_4 : 866.9 \pm 0.2 \text{ eV}$

【0142】

〔ニッケル単体に関するピークの分離工程〕

次に、図28Bに示すように、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} からニッケル単体に関するピークを分離した。具体的には、まず、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} のうち、ニッケル単体に関連して現れたピーク P_4 のピーク位置を探索した。そして、ピーク P_4 のピーク位置が $852.6 \pm 0.2 \text{ eV}$ の範囲内である場合、ピーク P_4 のピーク位置を、ニッケル単体に関するピークのピーク位置 E_{Ni1} として採用した。

【0143】

次に、ニッケル単体に関するピークの半値幅 W_{Ni1} を 1.15 eV に設定した。続いて、XPS装置の分析機能を利用して、ピーク位置が E_{Ni1} であり、半値幅が W_{Ni1} であるピークを、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} から分離した。このようにして得られた、ニッケル単体に関するピークを、図28Bに符号 P_{Ni1} で示す。

【0144】

〔ニッケル単体に関するピークの面積の算出工程〕

次に、ニッケル単体に関するピーク P_{Ni1} の面積 S_{Ni1} を算出した。面積 S_{Ni1} は、図28Cにおいてピーク P_{Ni1} とバックグラウンド線 BG_{Ni} によって囲まれた領域（斜線が描かれた領域）の面積である。

【0145】

また、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} の面積を算出した。ニッケルのトータルピーク P_{Ni} の面積は、図28Cにおいてニッケルのトータルピーク P_{Ni} とバックグラウンド線 BG_{Ni} によって囲まれた領域の面積である。

【0146】

続いて、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} の面積 S_{Ni1} から、ニッケル単体に関するピーク P_{Ni1} の面積 S_{Ni1} を減算して、図28Cに示す面積 $S_{Ni}(\text{REST})$ を算出した。このようにして算出した面積 $S_{Ni}(\text{REST})$ を、上述の A_1 、すなわち、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和とした。

【0147】

参考までに、図28Dに、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} を、ピーク P_{Ni1} 、ピーク P_{Ni2} 、ピーク P_{Ni3} およびピーク P_{Ni4} という4つのピークに分離した結果を示す。上述のとおり、ピーク P_{Ni1} は、ニッケル単体に関するピークである。また、ピーク P_{Ni2} 、ピーク P_{Ni3} 、ピーク P_{Ni4} は、ニッケル酸化物に関するピークまたはニッケル水酸化物に関するピークである。

上述の面積 $S_{Ni}(\text{REST})$ は、ニッケルのトータルピーク P_{Ni} を図28Dに示すように複数のピークに分離した場合の、ニッケル単体に関するピーク P_{Ni1} 以外のピークの面積の総和に対応している。すなわち、面積 $S_{Ni}(\text{REST})$ は、ニッケル酸化物のピークの面積とニッケル水酸化物のピークの面積値の和に対応している。

【0148】

なお、ニッケル単体に関するピーク P_{Ni1} の面積 S_{Ni1} のことを、ピーク P_4 の面積値と称し、面積 $S_{Ni}(\text{REST})$ のことを、ピーク P_3 の面積値と称することもある。

【0149】

4. A_1 / A_2 の算出

以上のようにして算出した A_1 および A_2 に基づいて、 A_1 / A_2 を算出した。

【0150】

〔レジストパターンに対する密着性の評価〕

上述の第1巻き体の長尺金属板を、シャーを用いて例えば $200 \times 200 \text{ mm}$ の範囲で切り出して、第1サンプルを得た。次に、第1サンプルの表面に、 $10 \mu\text{m}$ の厚みの感光層を含むドライフィルムを貼り付けて、第1サンプルの表面にレジスト膜を設けた。その

10

20

30

40

50

後、図 2 3 に示すような、幅 w を有する格子状のレジストパターンが形成されるよう、レジスト膜を露光した。幅 w は $100\text{ }\mu\text{m}$ に設定した。次に、第 1 サンプルを現像液に浸漬させ、 $100\text{ }\mu\text{m}$ の幅のレジストパターンが第 1 サンプルから剥離してしまうまでの時間を測定した。現像液としては、ソーダアッシュジャパン株式会社製の炭酸ナトリウムを 5.0 g/L の濃度としたものを用いた。現像液の温度は、 24 に設定した。

【0151】

本実施例においては、現像液に浸漬されたレジストパターンが剥離するまでの時間が 15 分以上であれば、密着性が良好であり、一方、現像液に浸漬されたレジストパターンが剥離するまでの時間が 15 分未満であれば、密着性が不良であると判断した。本実施例において、レジストパターンが第 1 サンプルから剥離するまでの時間は 13 分であった。従って、第 1 試料が取り出された第 1 巻き体と、レジストパターンとの間の密着性は、不良であると言える。

【0152】

レジストパターンが金属板から剥離しているか否かは、例えば、金属板の第 1 面の法線方向に沿ってレジストパターンを見た場合にレジストパターンが曲線状の部分を含むか否かに基づいて判断することができる。なぜなら、現像液中においては、レジストパターンのうち金属板から剥離した部分が浮遊して変形するからである。図 2 7 に、格子状にパターンニングされたレジストパターンの一部が現像液中において金属板から剥離した状態の金属板およびレジストパターンの模式図の一例を示す。

【0153】

(第 2 ~ 第 4 巻き体)

第 1 巻き体の場合と同様に、 $34 \sim 38$ 質量%のニッケルと、 0.1 質量%未満のクロムと、残部の鉄および不可避の不純物と、を含む鉄合金から構成された母材を用いて、 $20\text{ }\mu\text{m}$ の厚みを有する長尺金属板が巻き取られた第 2 巻き体 ~ 第 4 巻き体を製造した。さらに、第 1 巻き体の場合と同様に、第 2 巻き体 ~ 第 4 巻き体に関して、組成の分析、および、レジストパターンに対する密着性の評価を実施した。図 2 4 (a) (b)、図 2 5 (a) (b) および図 2 6 (a) (b) にそれぞれ、第 2 巻き体、第 3 巻き体および第 4 巻き体から切り出された試料を、上述の XPS 装置を用いて分析した結果を示す。

【0154】

(第 1 ~ 第 4 巻き体の判定結果のまとめ)

第 1 巻き体 ~ 第 4 巻き体の長尺金属板から取り出された試料を分析した結果として得られた、上述の各ピーク P 1 ~ P 4 のピーク面積値を表 3 に示す。また、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和を $A1$ とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和を $A2$ として、 $A1/A2$ を算出した結果を併せて表 3 に示す。表 3 に示すように、第 1 巻き体および第 2 巻き体においては、上述の条件 (1) が満たされていなかった。一方、第 3 巻き体および第 4 巻き体においては、上述の条件 (1) が満たされていた。参考までに、XPS 法を利用した組成分析によって算出された、第 1 巻き体 ~ 第 4 巻き体の長尺金属板の組成を表 4 に示す。

【表 3】

	ピーク P 1	ピーク P 2	ピーク P 3	ピーク P 4	$A1/A2$
第 1 巻き体	22329.3	4481.8	9090.5	4748.9	0.41
第 2 巻き体	45167.9	8984.6	20021.6	7849.8	0.44
第 3 巻き体	36717.5	5195.9	8444.0	6138.4	0.23
第 4 巻き体	27134.2	3991.4	7948.8	4690.9	0.29

【表 4】

	組成 (at%)				
	C	N	O	Fe	Ni
第 1 巻き体	12.7	1.0	46.5	32.1	7.7
第 2 巻き体	15.6	0.8	47.4	29.5	6.7
第 3 巻き体	32.7	0.8	40.4	22.2	4.0
第 4 巻き体	18.4	1.2	45.9	28.5	6.1

10

【 0 1 5 5 】

(レジストパターンに対する密着性の評価結果のまとめ)

第 1 巻き体～第 4 巻き体の長尺金属板から切り出したサンプルに対して実施した、上述のレジストパターンに対する密着性の評価結果を、表 5 に示す。表 5 の「密着性」の欄において、「良好」および「不良」はそれぞれ、現像液に浸漬されたレジストパターンが剥離するまでの時間が 1 5 分以上、および 1 5 分未満であったことを意味している。

【表 5】

	剥離時間	密着性
第 1 巻き体	13	不良
第 2 巻き体	14	不良
第 3 巻き体	35	良好
第 4 巻き体	33	良好

20

【 0 1 5 6 】

表 3 および表 5 に示すように、第 3 巻き体および第 4 巻き体から切り出されたサンプルは、レジストパターンに対する良好な密着性を有していた。一方、第 1 巻き体および第 2 巻き体から切り出されたサンプルは、レジストパターンに対する十分な密着性を有していなかった。これらのことから、金属板の表面における、鉄酸化物および鉄水酸化物に対するニッケル酸化物およびニッケル水酸化物の比率を小さくすること、より具体的には上述の $A1/A2$ を 0.4 以下とすることは、レジストパターンに対する密着性を確保する上で有効であると言える。すなわち、上述の条件 (1) は、金属板を選別するための有力な判断手法であると考えられる。

30

【 0 1 5 7 】

(第 5 ～ 第 9 巻き体)

第 1 巻き体の場合と同様にして、3.4 ～ 3.8 質量%のニッケルと、0.1 質量%未満のクロムと、残部の鉄および不可避の不純物と、を含む鉄合金から構成された母材を用いて、20 μm の厚みを有する長尺金属板が巻き取られた第 5 巻き体～第 8 巻き体、および、18 μm の厚みを有する長尺金属板が巻き取られた第 9 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 5 巻き体～第 9 巻き体に関して、組成の分析、および、レジストパターンに対する密着性の評価を実施した。

40

【 0 1 5 8 】

(第 5 ～ 第 9 巻き体の判定結果のまとめ)

第 5 巻き体～第 9 巻き体の長尺金属板から取り出された試料を分析した結果として得られた、ピーク P1 ～ P4 のピーク面積値を表 6 に示す。また、上述の $A1/A2$ を算出した結果を併せて表 6 に示す。表 6 に示すように、第 6 巻き体においては、上述の条件 (1) が満たされていなかった。一方、第 5 巻き体および第 7 巻き体～第 9 巻き体においては

50

、上述の条件（１）が満たされていた。参考までに、XPS法を利用した組成分析によって算出された、第５巻き体～第９巻き体の長尺金属板の組成を表７に示す。

【表６】

	ピークP1	ピークP2	ピークP3	ピークP4	A1/A2
第５巻き体	24528.3	3176.6	9165.0	4292.1	0.37
第６巻き体	28969.1	5527.5	13102.1	5083.0	0.45
第７巻き体	33256.9	1043.7	6615.7	2013.6	0.20
第８巻き体	30606.3	3739.6	8098.6	6506.4	0.26
第９巻き体	97247.0	6789.0	19847.0	12266.0	0.20

10

【表７】

	組成 (at%)				
	C	N	O	Fe	Ni
第５巻き体	16.2	1.0	45.1	30.6	7.1
第６巻き体	33.3	2.1	41.6	18.4	4.7
第７巻き体	24.6	0.8	47.7	24.2	2.7
第８巻き体	25.9	0.6	42.0	27.0	4.6
第９巻き体	34.6	1.3	42.6	17.4	4.1

20

【 0 1 5 9 】

（レジストパターンに対する密着性の評価結果のまとめ）

第５巻き体～第９巻き体の長尺金属板から切り出したサンプルに対して実施した、上述のレジストパターンに対する密着性の評価結果を、表８に示す。

30

【表８】

	密着性
第５巻き体	良好
第６巻き体	不良
第７巻き体	良好
第８巻き体	良好
第９巻き体	良好

40

【 0 1 6 0 】

表６および表８に示すように、第５巻き体および第７巻き体～第９巻き体から切り出されたサンプルは、レジストパターンに対する良好な密着性を有していた。一方、第６巻き体から切り出されたサンプルは、レジストパターンに対する十分な密着性を有していなかった。これらのことから、上述のA1/A2を0.4以下とすることは、レジストパターンに対する密着性を確保する上で有効であると言える。すなわち、上述の条件（１）は、金属板を選別するための有力な判断手法であると考えらる。

【符号の説明】

50

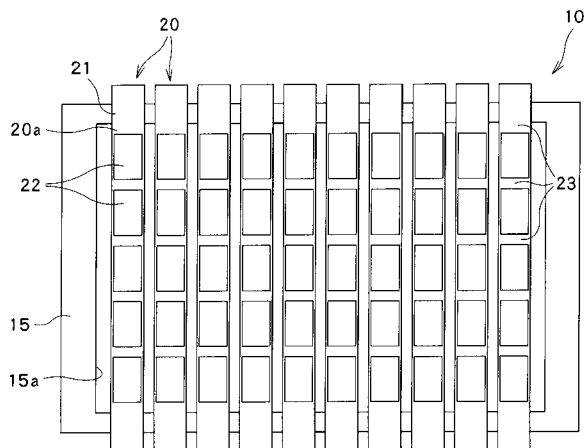
【 0 1 6 1 】

- 2 0 蒸着マスク
- 2 1 金属板
- 2 1 a 金属板の第 1 面
- 2 1 b 金属板の第 2 面
- 2 2 有効領域
- 2 3 周囲領域
- 2 5 貫通孔
- 3 0 第 1 凹部
- 3 1 壁面
- 3 5 第 2 凹部
- 3 6 壁面
- 4 3 トップ部
- 6 4 長尺金属板
- 6 4 a 長尺金属板の第 1 面
- 6 4 b 長尺金属板の第 2 面
- 6 5 a 第 1 レジストパターン
- 6 5 b 第 2 レジストパターン
- 6 5 c 第 1 レジスト膜
- 6 5 d 第 2 レジスト膜
- 8 1 照射部
- 8 2 検出部
- 9 8 蒸着材料

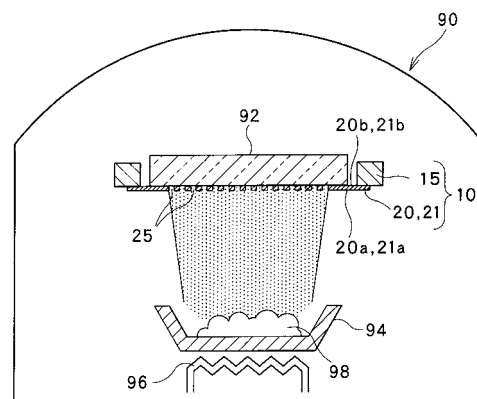
10

20

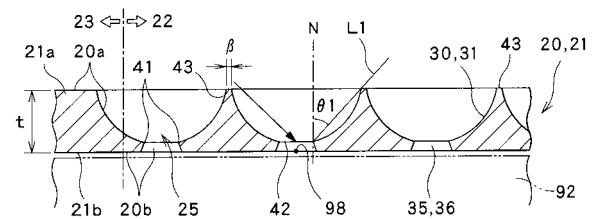
【 図 1 】



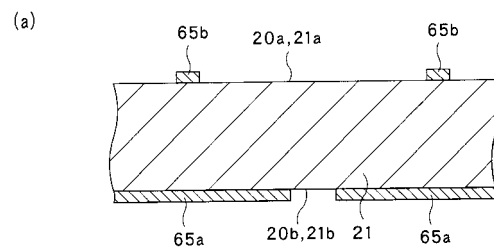
【 図 2 】



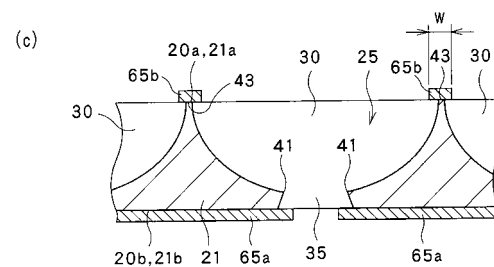
【 図 4 】



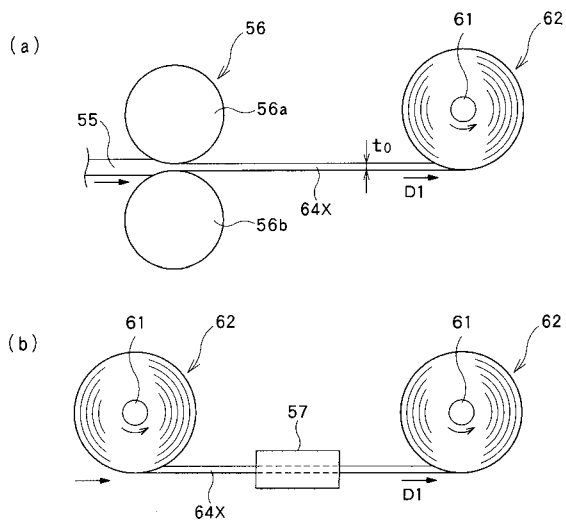
【 図 8 】



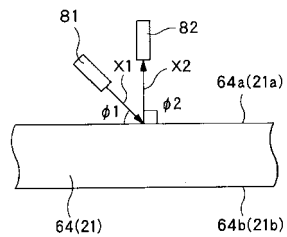
(b) is a cross-sectional view of a semiconductor device. It shows a substrate 20a, 21a with a top layer 65b. A central region 21 is covered by a layer 65a, which is partially recessed to form a semi-circular feature 35. The recessed area is bounded by layers 20b, 21b and 65a. The top surface of the substrate is also labeled 65b.



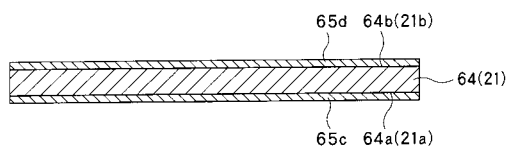
【図 9】



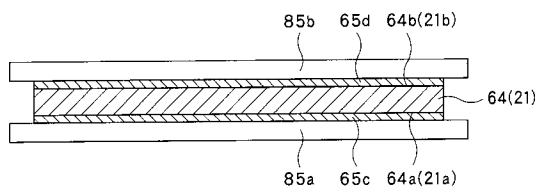
【図 10】



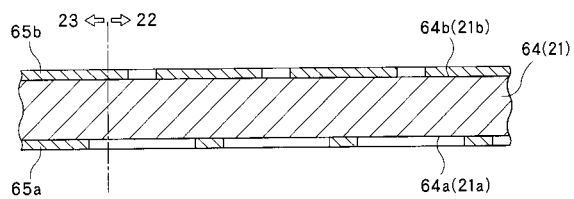
【図 12】



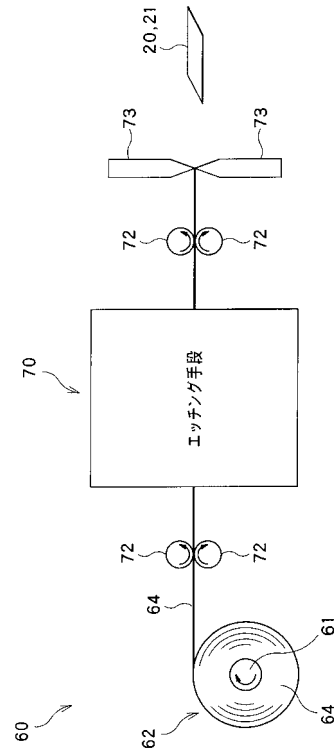
【図 13】



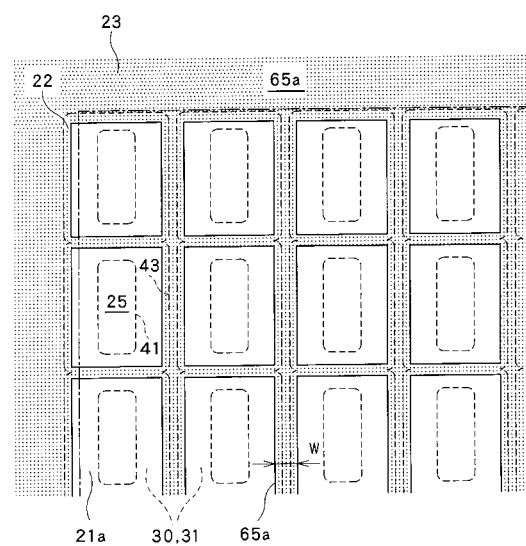
【図 14 A】



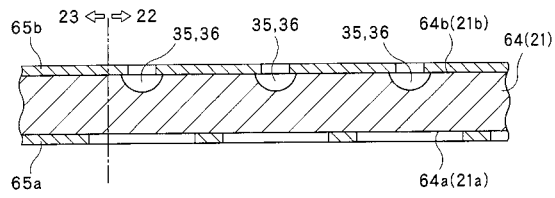
【図 11】



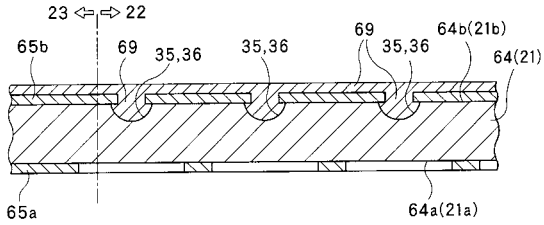
【図 14 B】



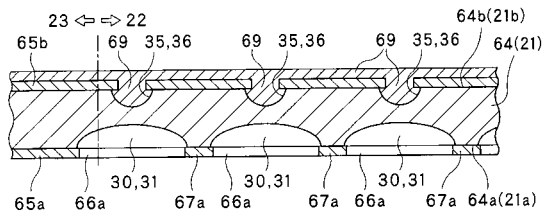
【図 15】



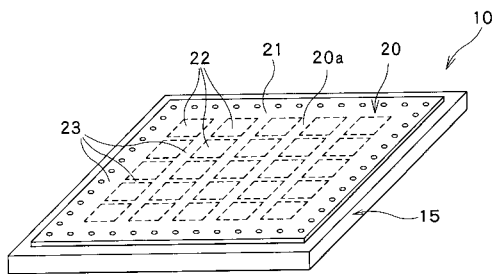
【図 16】



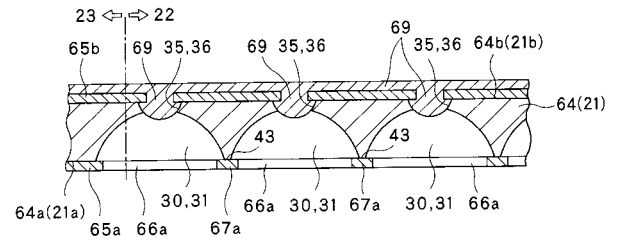
【図 17】



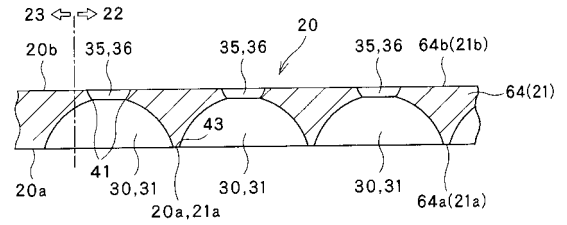
【図 20】



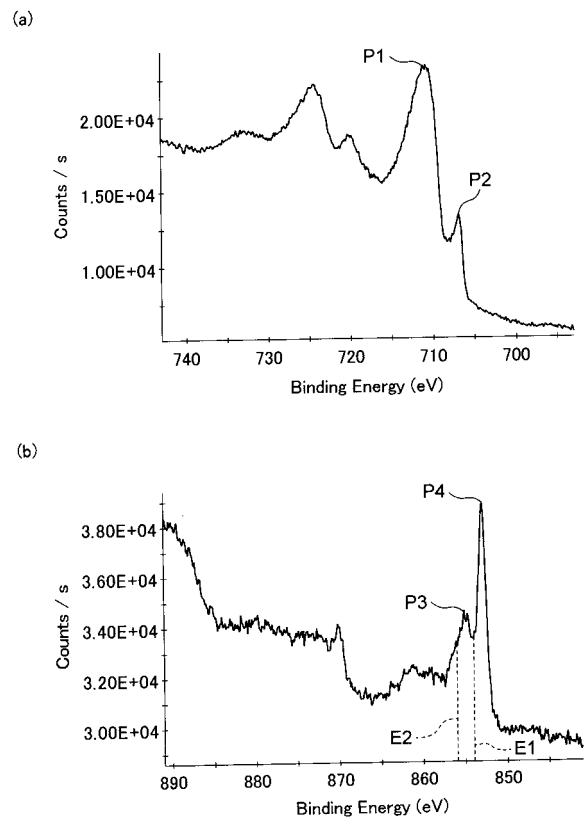
【図 18】



【図 19】

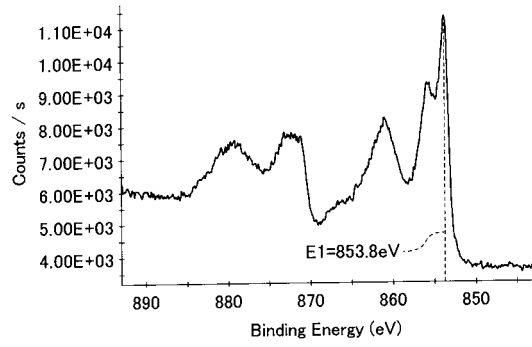


【図 21】

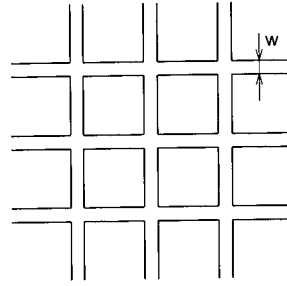


【 図 2 2 】

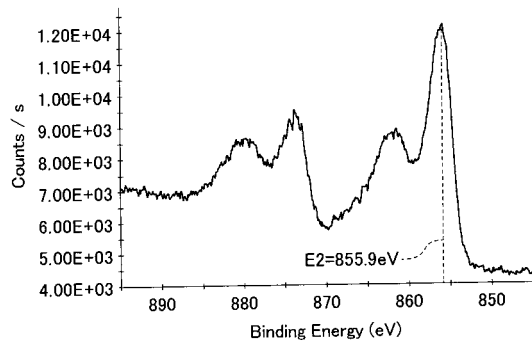
(a)



【 図 2 3 】

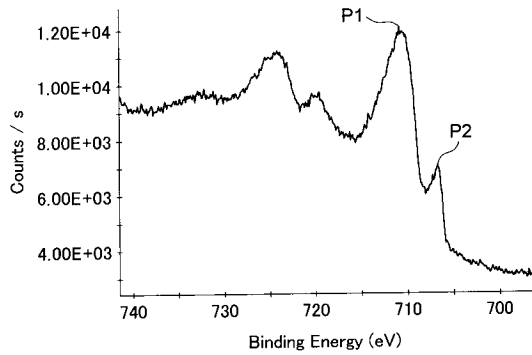


(b)



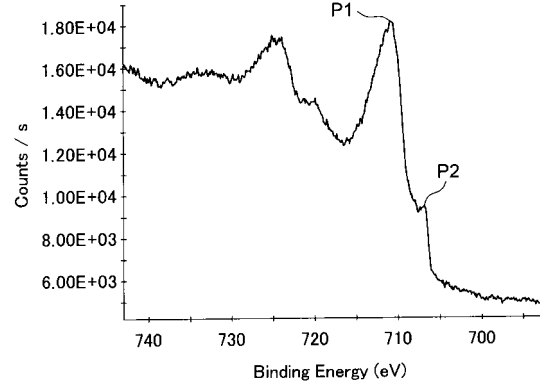
【 図 2 4 】

(a)

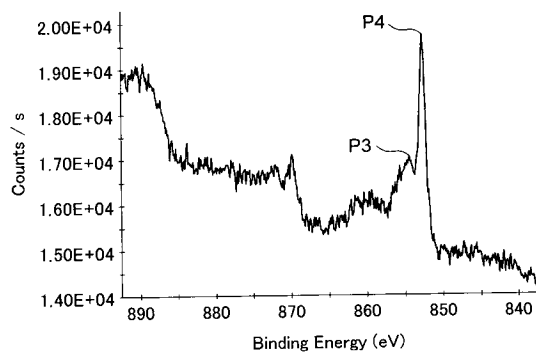


【 図 2 5 】

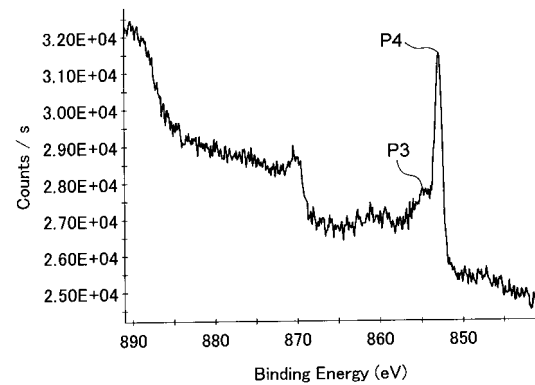
(a)



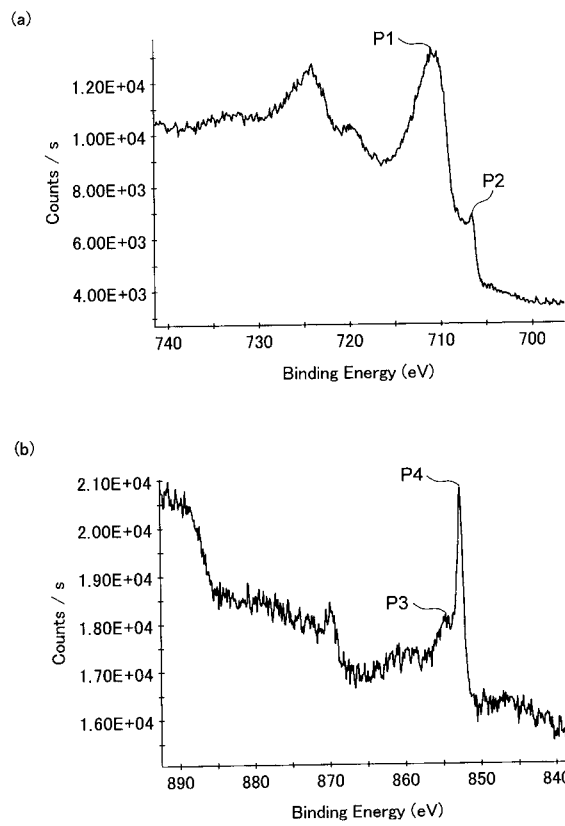
(b)



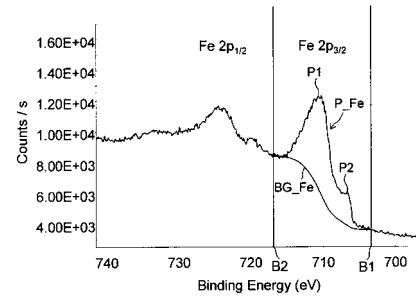
(b)



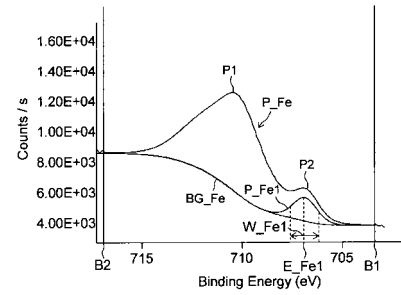
【図 26】



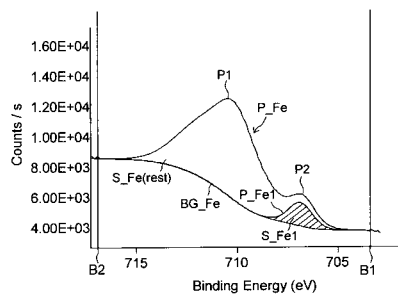
【図 27 A】



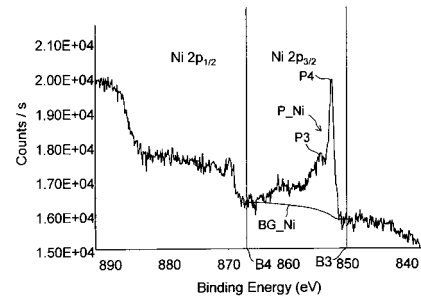
【図 27 B】



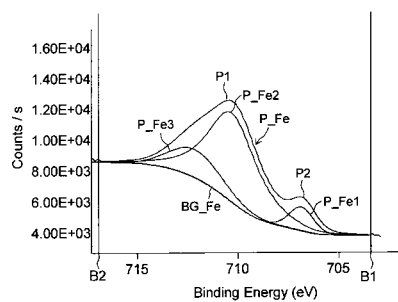
【図 27 C】



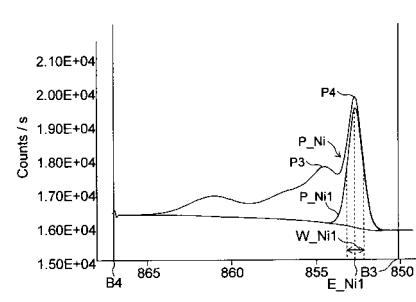
【図 28 A】



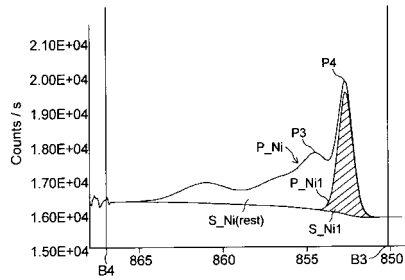
【図 27 D】



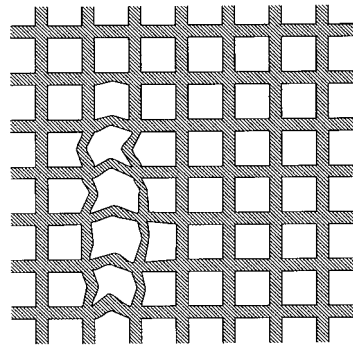
【図 28 B】



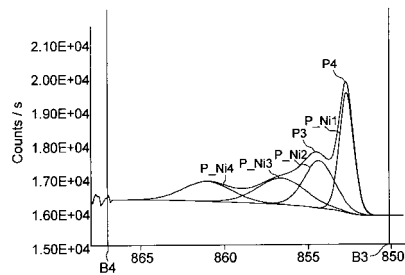
【図 28C】



【図 29】



【図 28D】



【手続補正書】

【提出日】平成28年6月21日(2016.6.21)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機EL表示装置の画素を形成するための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、

ニッケルを含む鉄合金からなる板材を準備する準備工程を備え、

前記板材から得られる前記金属板は、前記金属板の第1面に貼り付けられたドライフィルムを露光および現像して第1レジストパターンを形成し、前記金属板の前記第1面のうち前記第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複数の貫通孔を形成することにより、前記蒸着マスクを製造するためのものであり、

前記板材から得られる前記金属板の第1面の組成分析を、X線光電子分光法を用いて実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和をA1とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和をA2とする場合、 $A1/A2$ が0.4以下であり、

X線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第1面の組成分析において、前記金属板へ照射されるX線の、前記第1面に対する入射角が45度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が90度である、

金属板の製造方法。

【請求項2】

前記 A 1 / A 2 が 0 . 4 以下になるように非還元雰囲気または不活性ガス雰囲気で前記板材をアニールして前記金属板を得るアニール工程をさらに含む、請求項 1 に記載の金属板の製造方法。

【請求項 3】

前記準備工程は、ニッケルを含む鉄合金からなる母材を圧延する圧延工程を含む、請求項 1 または 2 に記載の金属板の製造方法。

【請求項 4】

前記準備工程は、ニッケル化合物を含む溶液と、鉄化合物を含む溶液とを含むめっき液を利用してめっき膜を作製する製箔工程を含む、請求項 1 または 2 に記載の金属板の製造方法。

【請求項 5】

前記金属板の厚みが、85 μ m 以下である、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の金属板の製造方法。

【請求項 6】

有機 E L 表示装置の画素を形成するための蒸着マスクを製造するために用いられる、ニッケルを含む鉄合金からなる金属板であって、

前記金属板は、前記金属板の第 1 面に貼り付けられたドライフィルムを露光および現像して第 1 レジストパターンを形成し、前記金属板の前記第 1 面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て複数の貫通孔を形成することにより、前記蒸着マスクを製造するためのものであり、

X 線光電子分光法を用いて前記金属板の第 1 面の組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和を A 1 とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和を A 2 とする場合、A 1 / A 2 が 0 . 4 以下であり、

X 線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第 1 面の組成分析において、前記金属板へ照射される X 線の、前記第 1 面に対する入射角が 45 度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が 90 度である、
金属板。

【請求項 7】

前記金属板の厚みが、85 μ m 以下である、請求項 6 に記載の金属板。

【請求項 8】

有機 E L 表示装置の画素を形成するための蒸着マスクを製造する方法であって、ニッケルを含む鉄合金からなる金属板を準備する工程と、

前記金属板の第 1 面上に第 1 レジストパターンを形成する第 1 レジストパターン形成工程と、

前記金属板の前記第 1 面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、前記金属板の前記第 1 面に、貫通孔を画成するようになる第 1 凹部を形成するエッチング工程と、を備え、

X 線光電子分光法を用いて前記金属板の前記第 1 面の組成分析を実施した結果として得られる、ニッケル酸化物のピーク面積値とニッケル水酸化物のピーク面積値との和を A 1 とし、鉄酸化物のピーク面積値と鉄水酸化物のピーク面積値との和を A 2 とする場合、A 1 / A 2 が 0 . 4 以下であり、

X 線光電子分光法を用いた前記金属板の前記第 1 面の組成分析において、前記金属板へ照射される X 線の、前記第 1 面に対する入射角が 45 度であり、前記金属板から放出される光電子の取り込み角が 90 度であり、

前記第 1 レジストパターン形成工程は、前記金属板の第 1 面にドライフィルムを貼りつける工程と、ドライフィルムを露光および現像して前記第 1 レジストパターンを形成する工程と、を含む、蒸着マスクの製造方法。

【請求項 9】

前記金属板は、ニッケルを含む鉄合金からなる板材を前記 A 1 / A 2 が 0 . 4 以下にな

るように非還元雰囲気または不活性ガス雰囲気でアニールすることによって得られたものである、請求項 8 に記載の蒸着マスクの製造方法。

【請求項 10】

前記金属板を準備する工程は、
ニッケルを含む鉄合金からなる板材を準備する工程と、
前記 A 1 / A 2 が 0 . 4 以下になるように非還元雰囲気または不活性ガス雰囲気で前記
板材をアニールして前記金属板を得るアニール工程と、を備える、請求項 8 に記載の蒸着
マスクの製造方法。

【請求項 11】

前記金属板の厚みが、 $85\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項 8 乃至 10 のいずれか一項に記載の蒸着マスクの製造方法。

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 1 D 1/26 (2006.01)	C 2 1 D 1/26	D
	C 2 1 D 1/26	K

(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 中 山 浩 明
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 池 田 和 成
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

(72)発明者 大 内 詩 子
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

F ターム(参考) 4K022 AA02 BA09 BA14 DA01 EA01 EA04
4K029 AA09 AA24 CA01 HA02 HA03
4K057 WA20 WB01 WD07 WE08 WK10 WN01