

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5307940号
(P5307940)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013.10.2)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013.7.5)

(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
H 0 5 B	33/10	(2006.01)	H 0 5 B	33/10	
H 0 1 L	51/50	(2006.01)	H 0 5 B	33/14	A

請求項の数 9 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2012-536343 (P2012-536343)	(73) 特許権者	000005049
(86) (22) 出願日	平成23年9月15日 (2011.9.15)		シャープ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/071123		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(87) 国際公開番号	W02012/043258	(74) 代理人	110000040
(87) 国際公開日	平成24年4月5日 (2012.4.5)		特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
審査請求日	平成25年1月8日 (2013.1.8)	(72) 発明者	園田 通
(31) 優先権主張番号	特願2010-215152 (P2010-215152)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(32) 優先日	平成22年9月27日 (2010.9.27)		シャープ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	川戸 伸一
早期審査対象出願			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	井上 智
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
			シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸着方法、蒸着装置、及び有機EL表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に所定パターンの被膜を形成する蒸着方法であって、
 前記基板上に蒸着粒子を付着させて前記被膜を形成する蒸着工程を有し、
 前記蒸着工程は、前記蒸着粒子を放出する蒸着源開口を備えた蒸着源と、前記蒸着源開口と前記基板との間に配置された蒸着マスクとを備えた蒸着ユニットを用いて、前記基板と前記蒸着マスクとを一定間隔だけ離間させた状態で、前記基板及び前記蒸着ユニットのうちの一方を他方に対して相対的に移動させながら、前記蒸着マスクに形成された複数のマスク開口を通過した前記蒸着粒子を前記基板に付着させる工程であり、
 前記基板の法線方向に直交し且つ前記基板及び前記蒸着ユニットの相対的移動方向に直交する方向を第1方向、前記基板の法線方向を第2方向としたとき、
 前記蒸着源開口と前記蒸着マスクとの間に、それぞれが前記第2方向に沿って配列された複数の制御板からなる複数の制御板列が、前記第1方向に沿って配置されており、
 前記第1方向に隣り合う制御板間の空間内に補正板が配置されており、
 前記蒸着源開口から放出された前記蒸着粒子のうち、前記第2方向に対向する制御板間の隙間を通過した蒸着粒子が、前記基板に付着して前記被膜を形成することがないように、前記補正板が配置されていることを特徴とする蒸着方法。

【請求項2】

前記補正板は、前記第1方向に隣り合う制御板間の中央に配置されている請求項1に記載の蒸着方法。

【請求項 3】

前記補正板は、前記第 2 方向に対向する制御板間の隙間の下端よりも前記基板側に配置されている請求項 1 又は 2 に記載の蒸着方法。

【請求項 4】

前記補正板は、前記第 2 方向に移動可能である請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の蒸着方法。

【請求項 5】

前記第 2 方向に沿って配列された前記複数の制御板のうちの少なくとも 1 つは、前記第 2 方向に移動可能である請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の蒸着方法。

【請求項 6】

前記被膜が有機 EL 素子の発光層である請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の蒸着方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の蒸着方法を用いて発光層を形成する工程を備える有機 EL 表示装置の製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の蒸着方法を用いて形成された発光層を備える有機 EL 表示装置。

【請求項 9】

基板上に所定パターンの被膜を形成する蒸着装置であって、
 前記被膜を形成するための蒸着粒子を放出する蒸着源開口を備えた蒸着源、及び、前記蒸着源開口と前記基板との間に配置された蒸着マスクを備えた蒸着ユニットと、
 前記基板と前記蒸着マスクとを一定間隔だけ離間させた状態で、前記基板及び前記蒸着ユニットのうちの一方を他方に対して相対的に移動させる移動機構とを備え、
 前記基板の法線方向に直交し且つ前記基板及び前記蒸着ユニットの相対的移動方向に直交する方向を第 1 方向、前記基板の法線方向を第 2 方向としたとき、
 前記蒸着源開口と前記蒸着マスクとの間に、それぞれが前記第 2 方向に沿って配列された複数の制御板からなる複数の制御板列が、前記第 1 方向に沿って配置されており、
前記第 1 方向に隣り合う制御板間の空間内に補正板が配置されており、
前記蒸着源開口から放出された前記蒸着粒子のうち、前記第 2 方向に対向する制御板間の隙間を通過した蒸着粒子が、前記基板に付着して前記被膜を形成することがないように、前記補正板が配置されていることを特徴とする蒸着装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板上に所定パターンの被膜を形成するための蒸着方法及び蒸着装置に関する。また、本発明は、蒸着により形成された発光層を備えた有機 EL (Electro Luminescence) 表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、様々な商品や分野でフラットパネルディスプレイが活用されており、フラットパネルディスプレイのさらなる大型化、高画質化、低消費電力化が求められている。

【0003】

そのような状況下、有機材料の電界発光 (Electro Luminescence) を利用した有機 EL 素子を備えた有機 EL 表示装置は、全固体型で、低電圧駆動可能、高速応答性、自発光性等の点で優れたフラットパネルディスプレイとして、高い注目を浴びている。

【0004】

例えばアクティブマトリクス方式の有機 EL 表示装置では、TFT (薄膜トランジスタ) が設けられた基板上に薄膜状の有機 EL 素子が設けられている。有機 EL 素子では、一对の電極の間に発光層を含む有機 EL 層が積層されている。一对の電極の一方に TFT が接続されている。そして、一对の電極間に電圧を印加して発光層を発光させることにより

10

20

30

40

50

画像表示が行われる。

【 0 0 0 5 】

フルカラーの有機 E L 表示装置では、一般的に、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の各色の発光層を備えた有機 E L 素子がサブ画素として基板上に配列形成される。T F T を用いて、これら有機 E L 素子を選択的に所望の輝度で発光させることによりカラー画像表示を行う。

【 0 0 0 6 】

有機 E L 表示装置を製造するためには、各色に発光する有機発光材料からなる発光層を有機 E L 素子ごとに所定パターンで形成する必要がある。

【 0 0 0 7 】

発光層を所定パターンで形成する方法としては、例えば、真空蒸着法、インクジェット法、レーザ転写法が知られている。例えば、低分子型有機 E L 表示装置 (O L E D) では、真空蒸着法が用いられることが多い。

【 0 0 0 8 】

真空蒸着法では、所定パターンの開口が形成されたマスク (シャドウマスクとも称される) が使用される。マスクが密着固定された基板の被蒸着面を蒸着源に対向させる。そして、蒸着源からの蒸着粒子 (成膜材料) を、マスクの開口を通して被蒸着面に蒸着させることにより、所定パターンの薄膜が形成される。蒸着は発光層の色ごとに行われる (これを「塗り分け蒸着」という) 。

【 0 0 0 9 】

例えば特許文献 1 , 2 には、基板に対してマスクを順次移動させて各色の発光層の塗り分け蒸着を行う方法が記載されている。このような方法では、基板と同等の大きさのマスクが使用され、蒸着時にはマスクは基板の被蒸着面を覆うように固定される。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開平 8 - 2 2 7 2 7 6 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 0 - 1 8 8 1 7 9 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 4 - 1 6 9 0 6 6 号公報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 4 - 1 0 3 2 6 9 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

このような従来の塗り分け蒸着法では、基板が大きくなればそれに伴ってマスクも大型化する必要がある。しかしながら、マスクを大きくすると、マスクの自重撓みや伸びにより、基板とマスクとの間に隙間が生じ易い。しかも、その隙間の大きさは、基板の被蒸着面の位置によって異なる。そのため、高精度なパターンニングを行うのが難しく、蒸着位置のズレや混色が発生して高精細化の実現が困難である。

【 0 0 1 2 】

また、マスクを大きくすると、マスクやこれを保持するフレーム等が巨大になってその重量も増加するため、取り扱いが困難になり、生産性や安全性に支障をきたすおそれがある。また、蒸着装置やそれに付随する装置も同様に巨大化、複雑化するため、装置設計が困難になり、設置コストも高額になる。

【 0 0 1 3 】

そのため、従来の塗り分け蒸着法では大型基板への対応が難しく、例えば、60 インチサイズを超えるような大型基板に対しては量産レベルで塗り分け蒸着できる方法が実現できていない。

【 0 0 1 4 】

一方、蒸着法において、基板とマスクとの間に隙間が生じると、形成された被膜の端縁から蒸着材料がはみ出すことによって被膜の端縁にボヤケが生じることがある。

10

20

30

40

50

【0015】

有機EL表示装置において、塗り分け蒸着によって形成された発光層の端縁にボヤケが生じると、隣の異なる色の発光層に蒸着材料が付着して混色を生じる。混色を生じないようにするためには、画素の開口幅を狭くするか、または、画素ピッチを大きくして非発光領域を大きくする必要があり、ところが、画素の開口幅を狭くすると輝度が低下する。必要な輝度を得るために電流密度を高くすると、有機EL素子が短寿命化したり、損傷しやすくなったりして、信頼性が低下する。一方、画素ピッチを大きくすると、高精細表示を実現できず、表示品位が低下する。

【0016】

従って、被膜の端縁のボヤケやそのバラツキを抑えることが望まれる。

10

【0017】

また、無駄に消費される蒸着材料を少なくして、蒸着材料の利用効率を向上させ、有機EL表示装置を低コストで製造することが望まれる。

【0018】

本発明は、端縁のボヤケやそのバラツキが抑えられた被膜を、高い蒸着材料の利用効率で安定的に形成することができる、大型の基板にも適用可能な蒸着方法及び蒸着装置を提供することを目的とする。

【0019】

また、本発明は、信頼性及び表示品位に優れた有機EL表示装置を低コストで安定的に提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明の蒸着方法は、基板上に所定パターンの被膜を形成する蒸着方法であって、前記基板上に蒸着粒子を付着させて前記被膜を形成する蒸着工程を有する。前記蒸着工程は、前記蒸着粒子を放出する蒸着源開口を備えた蒸着源と、前記蒸着源開口と前記基板との間に配置された蒸着マスクとを備えた蒸着ユニットを用いて、前記基板と前記蒸着マスクとを一定間隔だけ離間させた状態で、前記基板及び前記蒸着ユニットのうちの一方を他方に対して相対的に移動させながら、前記蒸着マスクに形成された複数のマスク開口を通過した前記蒸着粒子を前記基板に付着させる工程である。前記基板の法線方向に直交し且つ前記基板及び前記蒸着ユニットの相対的移動方向に直交する方向を第1方向、前記基板の法線方向を第2方向としたとき、前記蒸着源開口と前記蒸着マスクとの間に、それぞれが前記第2方向に沿って配列された複数の制御板からなる複数の制御板列が、前記第1方向に沿って配置されている。前記第1方向に隣り合う制御板間の空間内に補正板が配置されている。前記蒸着源開口から放出された前記蒸着粒子のうち、前記第2方向に対向する制御板間の隙間を通過した蒸着粒子が、前記基板に付着して前記被膜を形成することがないように、前記補正板が配置されている。

30

【0021】

本発明の蒸着装置は、基板上に所定パターンの被膜を形成する蒸着装置であって、前記被膜を形成するための蒸着粒子を放出する蒸着源開口を備えた蒸着源、及び、前記蒸着源開口と前記基板との間に配置された蒸着マスクを備えた蒸着ユニットと、前記基板と前記蒸着マスクとを一定間隔だけ離間させた状態で、前記基板及び前記蒸着ユニットのうちの一方を他方に対して相対的に移動させる移動機構とを備える。前記基板の法線方向に直交し且つ前記基板及び前記蒸着ユニットの相対的移動方向に直交する方向を第1方向、前記基板の法線方向を第2方向としたとき、前記蒸着源開口と前記蒸着マスクとの間に、それぞれが前記第2方向に沿って配列された複数の制御板からなる複数の制御板列が、前記第1方向に沿って配置されている。前記第1方向に隣り合う制御板間の空間内に補正板が配置されている。前記蒸着源開口から放出された前記蒸着粒子のうち、前記第2方向に対向する制御板間の隙間を通過した蒸着粒子が、前記基板に付着して前記被膜を形成することがないように、前記補正板が配置されている。

40

【0022】

50

本発明の有機EL表示装置は、上記の蒸着方法を用いて形成された発光層を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0023】

本発明の蒸着方法及び蒸着装置によれば、基板及び蒸着ユニットのうち的一方を他方に対して相対的に移動させながら、蒸着マスクに形成されたマスク開口を通過した蒸着粒子を基板に付着させるので、基板より小さな蒸着マスクを使用することができる。従って、大型基板に対しても蒸着による被膜を形成することができる。

【0024】

複数の制御板列の開口率は、従来のシャドウマスクの開口率より大きいので、蒸着材料の利用効率を向上させることができる。

【0025】

また、蒸着源開口と蒸着マスクとの間に設けられた複数の制御板列が、第1方向に隣り合う制御板間の空間に入射した蒸着粒子を、その入射角度に応じて選択的に捕捉するので、マスク開口には、所定の入射角度以下の蒸着粒子のみが入射する。これにより、蒸着粒子の基板に対する最大入射角度が小さくなるので、基板に形成される被膜の端縁に生じるボヤケを抑制することができる。

【0026】

さらに、複数の制御板を第2方向に沿って配列して制御板列を構成しているので、各制御板は短く且つ軽量である。従って、制御板の自重による変形や変位及び制御板の熱膨張は少ない。よって、被膜の端縁のボヤケのパラツキを増大させることなく、当該ボヤケを抑制することができる。また、ボヤケを抑制するために制御板列の間隔を小さくする必要がないので、蒸着材料の利用効率の著しい低下をとまなうことなくボヤケを抑制することができる。

【0027】

本発明の有機EL表示装置は、上記の蒸着方向を用いて形成された発光層を備えるので、発光層の端縁のボヤケやそのパラツキが抑えられる。従って、信頼性及び表示品位に優れ、大型化も可能な有機EL表示装置を低コストで安定的に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】図1は、有機EL表示装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】図2は、図1に示す有機EL表示装置を構成する画素の構成を示す平面図である。

。

【図3】図3は、図2の3-3線に沿った有機EL表示装置を構成するTFE基板の矢視断面図である。

【図4】図4は、有機EL表示装置の製造工程を工程順に示すフローチャートである。

【図5】図5は、新蒸着法の基本概念を示した斜視図である。

【図6】図6は、図5に示した蒸着装置を、基板の走行方向と平行な方向に沿って見た正面断面図である。

【図7】図7は、図5の新蒸着法において、被膜の端縁に生じるボヤケの発生原因を説明する断面図である。

【図8】図8は、図5に示した蒸着装置において、基板の走行方向と平行な方向に沿って見た蒸着粒子の飛翔方向を示した断面図である。

【図9】図9は、新々蒸着法の基本概念を示した斜視図である。

【図10】図10は、図9に示した蒸着装置を、基板の走行方向と平行な方向に沿って見た正面断面図である。

【図11】図11は、本発明の実施形態1に係る蒸着装置の主要部を示した斜視図である。

。

【図12】図12は、本発明の実施形態1に係る蒸着装置の、基板の走査方向に沿って見た正面断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 3 は、本発明の実施形態 1 に係る蒸着装置の平面図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の実施形態 1 に係る蒸着装置において、補正板の作用を説明するための図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の実施形態 1 に対応した実施例 1 において、第 1 制御板、第 2 制御板、及び補正板の一部の配置を示した部分拡大正面図である。

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の実施形態 1 において、Z 軸方向に沿って z 枚の制御板が配置されている場合において、補正板の設計方法を説明する図である。

【図 1 7】図 1 7 は、本発明の実施形態 2 に係る蒸着装置の主要部を示した斜視図である。

【図 1 8】図 1 8 は、本発明の実施形態 2 に係る蒸着装置の、基板の走査方向に沿って見た正面断面図である。

10

【図 1 9】図 1 9 は、本発明の実施形態 2 に係る蒸着装置において、補正板の作用を説明するための図である。

【図 2 0】図 2 0 A 及び図 2 0 B は、本発明に係る蒸着装置において、補正板のシャドウ効果を説明するための図である。

【図 2 1】図 2 1 は、本発明の実施形態 1 に対応した実施例 2 において、第 1 制御板、第 2 制御板、及び補正板の一部の配置を示した部分拡大正面図である。

【図 2 2】図 2 2 は、本発明の実施形態 2 において、Z 軸方向に沿って z 枚の制御板が配置されている場合において、補正板の設計方法を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0029】

本発明の蒸着方法は、基板上に所定パターンの被膜を形成する蒸着方法であって、前記基板上に蒸着粒子を付着させて前記被膜を形成する蒸着工程を有する。前記蒸着工程は、前記蒸着粒子を放出する蒸着源開口を備えた蒸着源と、前記蒸着源開口と前記基板との間に配置された蒸着マスクとを備えた蒸着ユニットを用いて、前記基板と前記蒸着マスクとを一定間隔だけ離間させた状態で、前記基板及び前記蒸着ユニットのうちの一方を他方に対して相対的に移動させながら、前記蒸着マスクに形成された複数のマスク開口を通過した前記蒸着粒子を前記基板に付着させる工程である。前記基板の法線方向に直交し且つ前記基板及び前記蒸着ユニットの相対的移動方向に直交する方向を第 1 方向、前記基板の法線方向を第 2 方向としたとき、前記蒸着源開口と前記蒸着マスクとの間に、それぞれが前記第 2 方向に沿って配列された複数の制御板からなる複数の制御板列が、前記第 1 方向に沿って配置されている。

30

【0030】

上記の本発明の蒸着方法において、前記第 1 方向に隣り合う制御板間の空間内に補正板が配置されていることが好ましい。

【0031】

かかる好ましい構成によれば、第 2 方向に対向する制御板間の隙間を通過して基板に到達する蒸着粒子を、補正板により排除することができるので、被膜の端縁に生じるボヤケを効果的に抑制することができる。

【0032】

40

この場合において、前記蒸着源開口から放出された前記蒸着粒子のうち、前記第 2 方向に対向する制御板間の隙間を通過した蒸着粒子が、前記基板に付着して前記被膜を形成することがないように、前記補正板が配置されていることが好ましい。

【0033】

かかる好ましい構成によれば、被膜の端縁に生じるボヤケをより確実に抑制することができる。

【0034】

前記補正板は、前記第 1 方向に隣り合う制御板間の中央に配置されていることが好ましい。

【0035】

50

かかる好ましい構成によれば、必要な補正板の数を最小にすることができる。

【0036】

前記補正板は、前記第2方向に対向する制御板間の隙間の下端よりも前記基板側に配置されていることが好ましい。

【0037】

かかる好ましい構成によれば、蒸着源開口から補正板までの第2方向に沿った距離を大きくすることができるので、補正板を用いたことによる蒸着材料の利用効率の低下を少なくすることができる。

【0038】

前記蒸着源開口から放出された前記蒸着粒子のうち、前記第2方向に対向する制御板間の隙間を通過した蒸着粒子が、前記基板に付着して前記被膜を形成することがないように、前記複数の制御板列が構成されていてもよい。

10

【0039】

かかる好ましい構成によれば、補正板を用いることなく、被膜の端縁に生じるボヤケをより確実に抑制することができる。

【0040】

前記補正板は、前記第2方向に移動可能であることが好ましい。また、前記第2方向に沿って配列された前記複数の制御板のうちの少なくとも1つは、前記第2方向に移動可能であることが好ましい。

【0041】

20

かかる好ましい構成によれば、補正板及び/又は制御板を取り替えることなく、被膜の端縁に生じるボヤケの幅を変更することができる。

【0042】

前記被膜が有機EL素子の発光層であることが好ましい。

【0043】

かかる好ましい構成によれば、混色や発光ムラが抑えられた有機EL表示装置を提供することができる。

【0044】

以下に、本発明を好適な実施形態及び実施例を示しながら詳細に説明する。但し、本発明は以下の実施形態及び実施例に限定されないことはいうまでもない。以下の説明において参照する各図は、説明の便宜上、本発明の実施形態及び実施例の構成部材のうち、本発明を説明するために必要な主要部材のみを簡略化して示したものである。従って、本発明は以下の各図に示されていない任意の構成部材を備え得る。また、以下の各図中の部材の寸法は、実際の構成部材の寸法および各部材の寸法比率等を忠実に表したのではない。

30

【0045】

(有機EL表示装置の構成)

本発明を適用して製造可能な有機EL表示装置の一例を説明する。本例の有機EL表示装置は、TFT基板側から光を取り出すボトムエミッション型で、赤(R)、緑(G)、青(B)の各色からなる画素(サブ画素)の発光を制御することによりフルカラーの画像表示を行う有機EL表示装置である。

40

【0046】

まず、上記有機EL表示装置の全体構成について以下に説明する。

【0047】

図1は、有機EL表示装置の概略構成を示す断面図である。図2は、図1に示す有機EL表示装置を構成する画素の構成を示す平面図である。図3は、図2の3-3線に沿った有機EL表示装置を構成するTFT基板の矢視断面図である。

【0048】

図1に示すように、有機EL表示装置1は、TFT12(図3参照)が設けられたTFT基板10上に、TFT12に接続された有機EL素子20、接着層30、封止基板40がこの順に設けられた構成を有している。有機EL表示装置1の中央が画像表示を行う表

50

示領域 19 であり、この表示領域 19 内に有機 EL 素子 20 が配置されている。

【0049】

有機 EL 素子 20 は、当該有機 EL 素子 20 が積層された TFT 基板 10 を、接着層 30 を用いて封止基板 40 と貼り合わせることで、これら一対の基板 10, 40 間に封入されている。このように有機 EL 素子 20 が TFT 基板 10 と封止基板 40 との間に封入されていることで、有機 EL 素子 20 への酸素や水分の外部からの浸入が防止されている。

【0050】

TFT 基板 10 は、図 3 に示すように、支持基板として、例えばガラス基板等の透明な絶縁基板 11 を備える。但し、トップエミッション型の有機 EL 表示装置では、絶縁基板 11 は透明である必要はない。

10

【0051】

絶縁基板 11 上には、図 2 に示すように、水平方向に敷設された複数のゲート線と、垂直方向に敷設され、ゲート線と交差する複数の信号線とからなる複数の配線 14 が設けられている。ゲート線には、ゲート線を駆動する図示しないゲート線駆動回路が接続され、信号線には、信号線を駆動する図示しない信号線駆動回路が接続されている。絶縁基板 11 上には、これら配線 14 で囲まれた各領域に、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の色の有機 EL 素子 20 からなるサブ画素 2R, 2G, 2B が、マトリクス状に配置されている。

【0052】

サブ画素 2R は赤色光を発射し、サブ画素 2G は緑色光を発射し、サブ画素 2B は青色光を発射する。列方向 (図 2 の上下方向) には同色のサブ画素が配置され、行方向 (図 2 の左右方向) にはサブ画素 2R, 2G, 2B からなる繰り返し単位が繰り返して配置されている。行方向の繰り返し単位を構成するサブ画素 2R, 2G, 2B が画素 2 (すなわち、1 画素) を構成する。

20

【0053】

各サブ画素 2R, 2G, 2B は、各色の発光を担う発光層 23R, 23G, 23B を備える。発光層 23R, 23G, 23B は、列方向 (図 2 の上下方向) にストライプ状に延設されている。

【0054】

TFT 基板 10 の構成を説明する。

【0055】

TFT 基板 10 は、図 3 に示すように、ガラス基板等の透明な絶縁基板 11 上に、TFT 12 (スイッチング素子)、配線 14、層間膜 13 (層間絶縁膜、平坦化膜)、エッジカバー 15 等を備える。

30

【0056】

TFT 12 はサブ画素 2R, 2G, 2B の発光を制御するスイッチング素子として機能するものであり、サブ画素 2R, 2G, 2B ごとに設けられる。TFT 12 は配線 14 に接続される。

【0057】

層間膜 13 は、平坦化膜としても機能するものであり、TFT 12 及び配線 14 を覆うように絶縁基板 11 上の表示領域 19 の全面に積層されている。

40

【0058】

層間膜 13 上には、第 1 電極 21 が形成されている。第 1 電極 21 は、層間膜 13 に形成されたコンタクトホール 13a を介して、TFT 12 に電氣的に接続されている。

【0059】

エッジカバー 15 は、層間膜 13 上に、第 1 電極 21 のパターン端部を被覆するように形成されている。エッジカバー 15 は、第 1 電極 21 のパターン端部で有機 EL 層 27 が薄くなったり電界集中が起こったりすることで、有機 EL 素子 20 を構成する第 1 電極 21 と第 2 電極 26 とが短絡することを防止するための絶縁層である。

【0060】

エッジカバー 15 には、サブ画素 2R, 2G, 2B 毎に開口 15R, 15G, 15B が

50

設けられている。このエッジカバー 15 の開口 15 R, 15 G, 15 B が、各サブ画素 2 R, 2 G, 2 B の発光領域となる。言い換えれば、各サブ画素 2 R, 2 G, 2 B は、絶縁性を有するエッジカバー 15 によって仕切られている。エッジカバー 15 は、素子分離膜としても機能する。

【0061】

有機 EL 素子 20 について説明する。

【0062】

有機 EL 素子 20 は、低電圧直流駆動による高輝度発光が可能な発光素子であり、第 1 電極 21、有機 EL 層 27、第 2 電極 26 をこの順に備える。

【0063】

第 1 電極 21 は、有機 EL 層 27 に正孔を注入（供給）する機能を有する層である。第 1 電極 21 は、前記したようにコンタクトホール 13 a を介して TFT 12 と接続されている。

【0064】

有機 EL 層 27 は、図 3 に示すように、第 1 電極 21 と第 2 電極 26 との間に、第 1 電極 21 側から、正孔注入層兼正孔輸送層 22、発光層 23 R, 23 G, 23 B、電子輸送層 24、電子注入層 25 をこの順に備える。

【0065】

本実施形態では、第 1 電極 21 を陽極とし、第 2 電極 26 を陰極としているが、第 1 電極 21 を陰極とし、第 2 電極 26 を陽極としてもよく、この場合は有機 EL 層 27 を構成する各層の順序は反転する。

【0066】

正孔注入層兼正孔輸送層 22 は、正孔注入層としての機能と正孔輸送層としての機能とを併せ持つ。正孔注入層は、有機 EL 層 27 への正孔注入効率を高める機能を有する層である。正孔輸送層は、発光層 23 R, 23 G, 23 B への正孔輸送効率を高める機能を有する層である。正孔注入層兼正孔輸送層 22 は、第 1 電極 21 およびエッジカバー 15 を覆うように、TFT 基板 10 における表示領域 19 の全面に一樣に形成されている。

【0067】

本実施形態では、正孔注入層と正孔輸送層とが一体化された正孔注入層兼正孔輸送層 22 を設けているが、本発明はこれに限定されず、正孔注入層と正孔輸送層とが互いに独立した層として形成されていてもよい。

【0068】

正孔注入層兼正孔輸送層 22 上には、発光層 23 R, 23 G, 23 B が、エッジカバー 15 の開口 15 R, 15 G, 15 B を覆うように、それぞれ、サブ画素 2 R, 2 G, 2 B の列に対応して形成されている。発光層 23 R, 23 G, 23 B は、第 1 電極 21 側から注入されたホール（正孔）と第 2 電極 26 側から注入された電子とを再結合させて光を出射する機能を有する層である。発光層 23 R, 23 G, 23 B は、それぞれ、低分子蛍光色素や金属錯体等の発光効率が高い材料を含む。

【0069】

電子輸送層 24 は、第 2 電極 26 から発光層 23 R, 23 G, 23 B への電子輸送効率を高める機能を有する層である。

【0070】

電子注入層 25 は、第 2 電極 26 から有機 EL 層 27 への電子注入効率を高める機能を有する層である。

【0071】

電子輸送層 24 は、発光層 23 R, 23 G, 23 B および正孔注入層兼正孔輸送層 22 を覆うように、これら発光層 23 R, 23 G, 23 B および正孔注入層兼正孔輸送層 22 上に、TFT 基板 10 における表示領域 19 の全面にわたって一樣に形成されている。また、電子注入層 25 は、電子輸送層 24 を覆うように、電子輸送層 24 上に、TFT 基板 10 における表示領域 19 の全面にわたって一樣に形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

本実施形態では、電子輸送層 2 4 と電子注入層 2 5 とは互いに独立した層として設けられているが、本発明はこれに限定されず、両者が一体化された単一の層（即ち、電子輸送層兼電子注入層）として設けられていてもよい。

【 0 0 7 3 】

第 2 電極 2 6 は、有機 E L 層 2 7 に電子を注入する機能を有する層である。第 2 電極 2 6 は、電子注入層 2 5 を覆うように、電子注入層 2 5 上に、T F T 基板 1 0 における表示領域 1 9 の全面にわたって一様に形成されている。

【 0 0 7 4 】

なお、発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B 以外の有機層は有機 E L 層 2 7 として必須ではなく、要求される有機 E L 素子 2 0 の特性に応じて取捨選択すればよい。また、有機 E L 層 2 7 は、必要に応じて、キャリアブロッキング層を更に有していてもよい。例えば、発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B と電子輸送層 2 4 との間にキャリアブロッキング層として正孔ブロッキング層を追加することで、正孔が電子輸送層 2 4 に抜けるのを阻止し、発光効率を向上することができる。

【 0 0 7 5 】

（有機 E L 表示装置の製造方法）

次に、有機 E L 表示装置 1 の製造方法について以下に説明する。

【 0 0 7 6 】

図 4 は、上記の有機 E L 表示装置 1 の製造工程を工程順に示すフローチャートである。

【 0 0 7 7 】

図 4 に示すように、本実施形態にかかる有機 E L 表示装置 1 の製造方法は、例えば、T F T 基板・第 1 電極の作製工程 S 1、正孔注入層・正孔輸送層の形成工程 S 2、発光層の形成工程 S 3、電子輸送層の形成工程 S 4、電子注入層の形成工程 S 5、第 2 電極の形成工程 S 6、封止工程 S 7 をこの順に備えている。

【 0 0 7 8 】

以下に、図 4 の各工程を説明する。但し、以下に示す各構成要素の寸法、材質、形状等はあくまで一例に過ぎず、本発明はこれに限定されるものではない。また、本実施形態では第 1 電極 2 1 を陽極とし、第 2 電極 2 6 を陰極としており、これとは逆に第 1 電極 2 1 を陰極とし、第 2 電極 2 6 を陽極とする場合には、有機 E L 層の積層順は以下の説明と反転する。同様に、第 1 電極 2 1 および第 2 電極 2 6 を構成する材料も以下の説明と反転する。

【 0 0 7 9 】

最初に、絶縁基板 1 1 上に公知の方法で T F T 1 2 及び配線 1 4 等を形成する。絶縁基板 1 1 としては、例えば透明なガラス基板あるいはプラスチック基板等を用いることができる。一実施例では、絶縁基板 1 1 として、厚さが約 1 m m、縦横寸法が 5 0 0 × 4 0 0 m m の矩形形状のガラス板を用いることができる。

【 0 0 8 0 】

次いで、T F T 1 2 及び配線 1 4 を覆うように絶縁基板 1 1 上に感光性樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ技術によりパターンニングを行うことで、層間膜 1 3 を形成する。層間膜 1 3 の材料としては、例えばアクリル樹脂やポリイミド樹脂等の絶縁性材料を用いることができる。但し、ポリイミド樹脂は一般に透明ではなく、有色である。このため図 3 に示すようなボトムエミッション型の有機 E L 表示装置 1 を製造する場合には、層間膜 1 3 としてはアクリル樹脂等の透明性樹脂を用いることが好ましい。層間膜 1 3 の厚さは、T F T 1 2 の上面の段差を解消することができればよく、特に限定されない。一実施例では、アクリル樹脂を用いて厚さ約 2 μ m の層間膜 1 3 を形成することができる。

【 0 0 8 1 】

次に、層間膜 1 3 に、第 1 電極 2 1 を T F T 1 2 に電氣的に接続するためのコンタクトホール 1 3 a を形成する。

【 0 0 8 2 】

10

20

30

40

50

次に、層間膜 13 上に、第 1 電極 21 を形成する。即ち、層間膜 13 上に導電膜（電極膜）を成膜する。次いで、導電膜上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ技術を用いてパターニングを行った後、塩化第二鉄をエッチング液として、導電膜をエッチングする。その後、レジスト剥離液を用いてフォトレジストを剥離し、さらに基板洗浄を行う。これにより、層間膜 13 上にマトリクス状の第 1 電極 21 が得られる。

【0083】

第 1 電極 21 に用いられる導電膜材料としては、ITO（Indium Tin Oxide：インジウム錫酸化物）、IZO（Indium Zinc Oxide：インジウム亜鉛酸化物）、ガリウム添加酸化亜鉛（GZO）等の透明導電材料、金（Au）、ニッケル（Ni）、白金（Pt）等の金属材料を用いることもできる。

10

【0084】

導電膜の積層方法としては、スパッタ法、真空蒸着法、CVD（chemical vapor deposition、化学蒸着）法、プラズマCVD法、印刷法等を用いることができる。

【0085】

一実施例では、スパッタ法により、ITOを用いて、厚さ約100nmの第1電極21を形成することができる。

【0086】

次に、所定パターンのエッジカバー15を形成する。エッジカバー15は、例えば層間膜13と同様の絶縁材料を使用することができ、層間膜13と同様の方法でパターニングすることができる。一実施例では、アクリル樹脂を用いて、厚さ約1μmのエッジカバー15を形成することができる。

20

【0087】

以上により、TF T基板10および第1電極21が作製される（工程S1）。

【0088】

次に、工程S1を経たTF T基板10を、脱水のために減圧バーク処理し、更に第1電極21の表面洗浄のために酸素プラズマ処理する。

【0089】

次に、上記TF T基板10上に、正孔注入層および正孔輸送層（本実施形態では正孔注入層兼正孔輸送層22）を、TF T基板10の表示領域19の全面に蒸着法により形成する（S2）。

30

【0090】

具体的には、表示領域19の全面が開口したオープンマスクを、TF T基板10に密着固定し、TF T基板10とオープンマスクとを共に回転させながら、オープンマスクの開口を通じて正孔注入層および正孔輸送層の材料をTF T基板10の表示領域19の全面に蒸着する。

【0091】

正孔注入層と正孔輸送層とは、前記したように一体化されていてもよく、互いに独立した層であってもよい。層の厚みは、一層あたり例えば10～100nmである。

【0092】

正孔注入層および正孔輸送層の材料としては、例えば、ベンジン、スチリルアミン、トリフェニルアミン、ポルフィリン、トリアゾール、イミダゾール、オキサジアゾール、ポリアリールアルカン、フェニレンジアミン、アリールアミン、オキサゾール、アントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、トリフェニレン、アザトリフェニレン、およびこれらの誘導体、ポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物、アニリン系化合物等の、複素環式または鎖状式共役系のモノマー、オリゴマー、またはポリマー等が挙げられる。

40

【0093】

一実施例では、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（-NPD）を使用して、厚さ30nmの正孔注入層兼正孔輸送層22を形成することができる。

50

【 0 0 9 4 】

次に、正孔注入層兼正孔輸送層 2 2 上に、エッジカバー 1 5 の開口 1 5 R , 1 5 G , 1 5 B を覆うように、発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B をストライプ状に形成する (S 3) 。発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B は、赤、緑、青の各色別に、所定領域を塗り分けるように蒸着される (塗り分け蒸着) 。

【 0 0 9 5 】

発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B の材料としては、低分子蛍光色素、金属錯体等の発光効率が高い材料が用いられる。例えば、アントラセン、ナフタレン、インデン、フェナントレン、ピレン、ナフタセン、トリフェニレン、アントラセン、ペリレン、ピセン、フルオランテン、アセフェナントリレン、ペンタフェン、ペンタセン、コロネン、ブタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン、およびこれらの誘導体、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム錯体、ビス (ベンゾキノリノラト) ベリリウム錯体、トリ (ジベンゾイルメチル) フェナントロリンユーロピウム錯体、ジトルイルビニルピフェニル等が挙げられる。

10

【 0 0 9 6 】

発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B の厚さは、例えば 1 0 ~ 1 0 0 n m にすることができる。

【 0 0 9 7 】

本発明の蒸着方法及び蒸着装置は、この発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B の塗り分け蒸着に特に好適に使用することができる。本発明を使用した発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B の形成方法の詳細は後述する。

20

【 0 0 9 8 】

次に、正孔注入層兼正孔輸送層 2 2 および発光層 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B を覆うように、T F T 基板 1 0 の表示領域 1 9 の全面に電子輸送層 2 4 を蒸着法により形成する (S 4) 。電子輸送層 2 4 は、上記した正孔注入層・正孔輸送層の形成工程 S 2 と同様の方法により形成することができる。

【 0 0 9 9 】

次に、電子輸送層 2 4 を覆うように、T F T 基板 1 0 の表示領域 1 9 の全面に電子注入層 2 5 を蒸着法により形成する (S 5) 。電子注入層 2 5 は、上記した正孔注入層・正孔輸送層の形成工程 S 2 と同様の方法により形成することができる。

30

【 0 1 0 0 】

電子輸送層 2 4 および電子注入層 2 5 の材料としては、例えば、キノリン、ペリレン、フェナントロリン、ビススチリル、ピラジン、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、およびこれらの誘導体や金属錯体、L i F (フッ化リチウム) 等を用いることができる。

【 0 1 0 1 】

前記したように電子輸送層 2 4 と電子注入層 2 5 とは、一体化された単一層として形成されてもよく、または独立した層として形成されてもよい。各層の厚さは、例えば 1 ~ 1 0 0 n m である。また、電子輸送層 2 4 および電子注入層 2 5 の合計厚さは、例えば 2 0 ~ 2 0 0 n m である。

40

【 0 1 0 2 】

一実施例では、A l q (トリス (8 - ヒドロキシキノリン) アルミニウム) を使用して厚さ 3 0 n m の電子輸送層 2 4 を形成し、L i F (フッ化リチウム) を使用して厚さ 1 n m の電子注入層 2 5 を形成することができる。

【 0 1 0 3 】

次に、電子注入層 2 5 を覆うように、T F T 基板 1 0 の表示領域 1 9 の全面に第 2 電極 2 6 を蒸着法により形成する (S 6) 。第 2 電極 2 6 は、上記した正孔注入層・正孔輸送層の形成工程 S 2 と同様の方法により形成することができる。第 2 電極 2 6 の材料 (電極材料) としては、仕事関数の小さい金属等が好適に用いられる。このような電極材料としては、例えば、マグネシウム合金 (M g A g 等) 、アルミニウム合金 (A l L i 、 A l C

50

a、AlMg等)、金属カルシウム等が挙げられる。第2電極26の厚さは、例えば50~100nmである。一実施例では、アルミニウムを用いて厚さ50nmの第2電極26を形成することができる。

【0104】

第2電極26上には、第2電極26を覆うように、外部から酸素や水分が有機EL素子20内に浸入することを阻止するために、保護膜を更に設けてもよい。保護膜の材料としては、絶縁性や導電性を有する材料を用いることができ、例えば窒化シリコンや酸化シリコンが挙げられる。保護膜の厚さは、例えば100~1000nmである。

【0105】

以上により、TFT基板10上に、第1電極21、有機EL層27、および第2電極26からなる有機EL素子20を形成できる。

10

【0106】

次いで、図1に示すように、有機EL素子20が形成されたTFT基板10と、封止基板40とを、接着層30にて貼り合わせ、有機EL素子20を封入する。封止基板40としては、例えば厚さが0.4~1.1mmのガラス基板あるいはプラスチック基板等の絶縁基板を用いることができる。

【0107】

かくして、有機EL表示装置1が得られる。

【0108】

このような有機EL表示装置1において、配線14からの信号入力によりTFT12をON(オン)させると、第1電極21から有機EL層27へ正孔が注入される。一方、第2電極26から有機EL層27へ電子が注入される。正孔と電子とは発光層23R, 23G, 23B内で再結合し、エネルギーを失活する際に所定の色の光を出射する。各サブ画素2R, 2G, 2Bの発光輝度を制御することで、表示領域19に所定の画像を表示することができる。

20

【0109】

以下に、発光層23R, 23G, 23Bを塗り分け蒸着により形成する工程S3を説明する。

【0110】

(新蒸着法)

発光層23R, 23G, 23Bを塗り分け蒸着する方法として、本発明者らは、特許文献1, 2のような、蒸着時に基板と同等の大きさのマスクを基板に固定する蒸着方法に代えて、蒸着源及び蒸着マスクに対して基板を移動させながら蒸着を行う新規な蒸着方法(以下、「新蒸着法」という)を検討した。

30

【0111】

図5は、新蒸着法の基本概念を示した斜視図である。

【0112】

蒸着源960と蒸着マスク970とで蒸着ユニット950を構成する。蒸着源960と蒸着マスク970との相対的位置は一定である。基板10が、蒸着マスク970に対して蒸着源960とは反対側を一定速度で一方向10aに移動する。蒸着源960の上面には、それぞれが蒸着粒子991を放出する複数の蒸着源開口961が形成されており、蒸着マスク970には、複数のマスク開口971が形成されている。蒸着源開口961から放出された蒸着粒子991は、マスク開口971を通過して基板10に付着する。発光層23R, 23G, 23Bの各色別に繰り返して蒸着を行うことにより、発光層23R, 23G, 23Bの塗り分け蒸着を行うことができる。

40

【0113】

このような新蒸着法によれば、蒸着マスク970の、基板10の移動方向10aの寸法Lmを、基板10の同方向の寸法とは無関係に設定することができる。従って、基板10よりも小さい蒸着マスク970を用いることができる。このため、基板10を大型化しても蒸着マスク970を大型化する必要がないので、蒸着マスク970の自重撓みや伸びの

50

問題が発生しない。また、蒸着マスク 970 やこれを保持するフレーム等が巨大化・重量化することもない。従って、特許文献 1, 2 に記載された従来の蒸着法の問題が解決され、大型基板に対する塗り分け蒸着が可能になる。

【0114】

しかしながら、本発明者らの更なる検討の結果、図 5 に示した新蒸着法は、特許文献 1, 2 の蒸着法に比べて、形成される被膜（蒸着膜）の端縁にボヤケが生じやすいという問題があることが判明した。この問題の発生原因を以下に説明する。

【0115】

図 6 は、基板 10 の移動方向 10a と平行な方向に沿って見た、図 5 の蒸着装置の正面図である。図 6 の紙面の左右方向に、複数の蒸着源開口 961 及び複数のマスク開口 971 が並んでいる。各蒸着源開口 961 から蒸着粒子 991 はある広がり（指向性）をもって放出される。即ち、図 6 において、蒸着源開口 961 から放出される蒸着粒子 991 の数は、蒸着源開口 961 の真上方向において最も多く、真上方向に対してなす角度（出射角度）が大きくなるにしたがって徐々に少なくなる。蒸着源開口 961 から放出された各蒸着粒子 991 は、それぞれの放出方向に向かって直進する。図 6 では、蒸着源開口 961 から放出される蒸着粒子 991 の流れを矢印で概念的に示している。従って、各マスク開口 971 には、その真下に位置する蒸着源開口 961 から放出された蒸着粒子 991 が最も多く飛来するが、これに限定されず、斜め下方に位置する蒸着源開口 961 から放出された蒸着粒子 991 も飛来する。

【0116】

図 7 は、あるマスク開口 971 を通過した蒸着粒子 991 によって基板 10 上に形成される被膜 990 の、図 6 と同様に基板 10 の移動方向 10a と平行な方向に沿って見た断面図である。上述したように、様々な方向から飛来した蒸着粒子 991 がマスク開口 971 を通過する。基板 10 の被蒸着面 10e に到達する蒸着粒子 991 の数は、マスク開口 971 の真上の領域で最も多く、これから遠くなるにしたがって徐々に少なくなる。従って、図 7 に示すように、基板 10 の被蒸着面 10e には、マスク開口 971 を真上方向に基板 10 に投影した領域に、厚く且つ略一定厚みを有する被膜主部 990c が形成され、その両側に、被膜主部 990c より遠くなるにしたがって徐々に薄くなるボヤケ部分 990e が形成される。そして、このボヤケ部分 990e が被膜 990 の端縁のボヤケを生じさせる。

【0117】

ボヤケ部分 990e の幅 W_e が大きくなりボヤケ部分 990e が隣の異なる色の発光層領域に及ぶと、「混色」を生じたり、有機 EL 素子の特性が劣化したりする。従って、ボヤケ部分 990e が隣の発光層領域にまで拡大しないようにしなければならない。

【0118】

図 8 に示すように、基板 10 の移動方向 10a と平行な方向に沿って見たとき、マスク開口 971 を通過した蒸着粒子 991 の基板 10 に対する入射角度の最大値（最大入射角度）を θ とする。ここで、蒸着粒子 991 の入射角度は、基板 10 の法線 10n に対して蒸着粒子 991 の飛翔方向がなす角度によって定義される。蒸着マスク 970 と基板 10 との間隔を H とすると、図 7 に示したボヤケ部分 990e の幅 W_e は、

$$W_e = H \times \tan \theta$$

である。

【0119】

従って、ボヤケ部分 990e の幅 W_e を小さくするためには、蒸着マスク 970 と基板 10 との間隔 H 、及び、蒸着粒子 991 の基板 10 に対する最大入射角度 θ のうちの少なくとも一方を小さくすればよい。

【0120】

しかしながら、蒸着マスク 970 と基板 10 との間隔 H を小さくすると、蒸着マスク 970 と基板 10 とが衝突する可能性が高まる。基板 10 を蒸着マスク 970 に対して移動させる際に、両者が衝突することなく、間隔 H を小さくするためには、蒸着マスク 970

に対する基板 10 の位置を高精度に制御する必要がある。従って、間隔 H を小さくするには限界がある。

【0121】

一方、最大入射角度 θ は、蒸着源開口 961 から放出される蒸着粒子 991 の出射角度、または、マスク開口 971 のアスペクト比によって決定される。

【0122】

蒸着粒子 991 の出射角度は、図 8 に示すように基板 10 の移動方向 10a と平行な方向に沿って見たとき、蒸着源開口 961 から放出される蒸着粒子 991 の飛翔方向が基板 10 の法線 10n に対してなす角度によって定義される。上述したように、蒸着粒子 991 は蒸着源開口 961 から様々な方向に向かって放出される。一般に、蒸着源開口 961 の真上に向かう蒸着粒子（出射角度が 0 度の蒸着粒子）が最も多く、出射角度が大きくなるにしたがって蒸着粒子量は少なくなる。蒸着粒子 991 の出射角度の最大値（最大出射角度）を θ_{max} とする。

10

【0123】

一方、マスク開口 971 のアスペクト比は、図 8 に示すようにマスク開口 971 を基板 10 の移動方向 10a と平行な方向に沿って見たとき、マスク開口 971 の開口幅 W_m に対する蒸着マスク 970 の厚さ T_m の比（ T_m / W_m ）で定義される。マスク開口 971 を通過しうる蒸着粒子 991 の飛翔方向が基板 10 の法線 10n に対してなす角度の最大値を θ_{max} とすると、マスク開口 971 のアスペクト比は $\cot \theta_{max}$ で表される。

【0124】

θ_{max} を満足するとき、蒸着粒子の最大入射角度 θ_{max} は、マスク開口 971 のアスペクト比 $\cot \theta_{max}$ に依存する（即ち、 $\cot \theta_{max} = \tan \theta_{max}$ ）。従って、アスペクト比 $\cot \theta_{max}$ を大きくすれば、蒸着粒子の最大入射角度 θ_{max} を小さくすることができる。

20

【0125】

ところが、マスク開口 971 のアスペクト比 $\cot \theta_{max}$ を大きくすると以下の問題が生じる。

【0126】

第 1 に、蒸着マスク 970 の厚さ T_m が大きくなるので、マスク開口 971 の内周面に蒸着粒子が付着しやすく、その結果、実質的な開口寸法が小さくなり、最悪の場合には、マスク開口 971 が目詰まりしてしまう。例えば、蒸着マスク 970 と基板 10 との間隔 H が 0.5 mm のときにボヤケ部分 990e の幅 W_e を 50 μm 以下にするためには、 $\cot \theta_{max} = 5.7$ である必要がある。従って、 $\cot \theta_{max} = 10$ となる。マスク開口 971 の内周面が図 8 に示すように基板 10 の法線 10n と平行であるマスク開口 971 において、マスク開口 971 の開口幅 W_m を 90 μm に設定すると、 $\cot \theta_{max} = 10$ を満足するためには、蒸着マスク 970 の厚さ T_m は 900 μm である必要がある。一般的な蒸着マスクの厚さ 10 ~ 100 μm と比べると、蒸着マスク 970 を 9 ~ 90 倍も厚くする必要がある。蒸着マスク 970 の厚さ T_m を厚くすればするほど、蒸着粒子のマスク開口 971 の内周面への付着量は増大する。

30

【0127】

第 2 に、アスペクト比が大きくなるほど、蒸着マスク 970 の製造が困難となる。一般に蒸着マスク 970 の材料としては、耐熱性、加工性、熱膨張係数を吟味して金属が用いられる。そして、表面に対して略直角の内周面を有するマスク開口 971 を形成する方法として、電鍍法やレーザーカットによる掘削法などが用いられる。このような方法で金属板材に高アスペクト比の開口を形成することは難しく、例えば、アスペクト比 $\cot \theta_{max}$ が 3 以上の高精度な開口を実現することは技術的に困難を伴う。従って、上記の例のように厚さ T_m が 900 μm の金属板に、幅 W_m が 90 μm のマスク開口 971 を高精度で多数形成することは製造上極めて困難である。また、仮にこのような蒸着マスクを作成することができたとしても、その蒸着マスクの製作コストが増大してしまうため、これを用いて製造される有機 EL 表示装置が高コストとなってしまう。

40

【0128】

50

第3に、アスペクト比が大きくなると、蒸着マスク970が厚くなるので、蒸着マスク970が重くなり、その自重による撓み変形を無視できなくなる。蒸着マスク970が自重により変形すると、蒸着マスク970と基板10との間隔Hが蒸着マスク970の面上の位置により変化するので、ボヤケ部分990eの幅Weが基板10の面内において一定でなくなる。

【0129】

従って、マスク開口971のアスペクト比cot を大きくするには限界がある。よって、アスペクト比cot を大きくすることにより、蒸着粒子の最大入射角度 を小さくすることは困難である。

【0130】

上記とは逆に、 $\theta < \theta_c$ を満足するとき、蒸着粒子の最大入射角度 θ_c は、蒸着粒子の最大出射角度 θ_c に依存する（即ち、 $\theta_c = \theta_c$ ）。従って、最大出射角度 θ_c を小さくすれば、蒸着粒子の最大入射角度 θ_c を小さくすることができる。

【0131】

最大出射角度 θ_c は、一般に、蒸着源開口961の形状により調整することができると考えられる。しかしながら、最大出射角度 θ_c を小さくすることは、想像するほど容易なことではない。

【0132】

特許文献3には、蒸着源開口の断面形状を、基板側ほど径が大きくなるテーパ形状にすることにより、蒸着源開口の真正面位置に急峻なピークを有する厚さ分布の蒸着膜を形成することができること記載されている。しかしながら、特許文献3の図4に示されているように、確かにテーパ形状断面を有する蒸着源開口を用いた場合には、一定径の蒸着源開口を用いた場合に比べて、蒸着膜厚さが最大となる部分近傍の厚さ分布は急峻になるものの、蒸着膜が形成される領域（即ち、蒸着粒子が付着する範囲）はほとんど変わらない。即ち、蒸着源開口の形状を、特許文献3に記載されたテーパ形状断面を有するように変更したとしても、最大出射角度 θ_c はほとんど変化しない。

【0133】

特許文献4には、蒸着源と蒸着マスクとの間に、蒸着ビーム通過孔が形成された蒸着ビーム方向調整板を配置することが記載されている。蒸着源から放出された蒸着粒子を、蒸着ビーム方向調整板に形成された蒸着ビーム通過孔を通過させることにより、蒸着ビームの指向性が高まる。特許文献4には、蒸着ビーム通過孔の径は、指向性を十分に高めるために、約0.1mm～1mmが好ましいと記載されている。ところが、このような小径の蒸着ビーム通過孔を形成した蒸着ビーム方向調整板を用いた場合、上述したマスク開口971を高アスペクト比化した場合と同様の問題がある。即ち、蒸着ビーム通過孔は、その径が小さいために、蒸着粒子が蒸着ビーム通過孔の内周面に付着することによって目詰まりしやすい。また、小径の蒸着ビーム通過孔を高精度で多数形成することは技術的に困難であり、コスト高となる。また、加工性を改善するために蒸着ビーム通過孔の径を大きくすると、蒸着ビームの所望する指向性を得るためには、蒸着ビーム方向調整板を厚くする必要があり、その結果、蒸着ビーム方向調整板の自重による撓み変形や、それに伴う指向性やボヤケ部分の幅が一定でなくなる。更に、蒸着ビーム通過孔を通過できない蒸着粒子量が多く、蒸着レートが低下し、また、蒸着材料の利用効率が悪い。蒸着ビーム方向調整板を図5に示した新蒸着法に適用すると、蒸着ビームの指向性を高める必要がない、基板10の走行方向10aと平行な方向においても、指向性の悪い蒸着ビームが捕捉されてしまうので、蒸着材料の利用効率の不所望な低下を招いてしまう。

【0134】

以上のように、図5に示した新蒸着法は、大型の基板に対しても塗り分け蒸着を行うことができるという特長を有するものの、蒸着材料の利用効率の低下を防ぎながら、ボヤケ部分990eの幅Weを小さくすることは困難である。混色が生じないようにするためにボヤケ部分990eが隣の異なる色の発光層領域に及ばないようにするためには、画素（図2のサブ画素2R, 2G, 2Bを意味する）の開口幅を狭くするか、または、画素のピ

10

20

30

40

50

ッチを大きくして、非発光領域を大きくする必要がある。ところが、画素の開口幅を狭くすると、発光領域が小さくなるので輝度が低下する。必要な輝度を得るために電流密度を高くすると、有機EL素子が短寿命化したり、損傷しやすくなったりして、信頼性が低下する。一方、画素ピッチを大きくすると、高精細表示を実現できず、表示品位が低下する。

【0135】

(新々蒸着法)

図5及び図6に示した新蒸着法の上記の問題を解決する塗り分け蒸着方法として、本発明者らは、蒸着源と蒸着マスクとの間に、複数の制御板を配置する蒸着方法(以下、「新々蒸着法」という)を検討した。

10

【0136】

図9は、新々蒸着法の基本概念を示した斜視図である。図10は、図9に示した蒸着装置を、基板の走行方向と平行な方向に沿って見た正面断面図である。これらの図において、図5、図6に示したのと同じ部材には同一の符号が付されており、それらの説明を省略する。以下の説明の便宜のため、基板10の幅方向に沿った水平方向軸をX軸、X軸と垂直な水平方向軸をY軸、X軸及びY軸に垂直な上下方向軸をZ軸とするXYZ直交座標系を設定する。Y軸は基板10の移動方向10aと平行であり、Z軸は基板10の被蒸着面10eの法線方向と平行である。

【0137】

蒸着源960と蒸着マスク970との間に複数の制御板980が配置されている。各制御板980の主面(面積が最大である面)はYZ面と平行である。複数の制御板980は、複数の蒸着源開口961の配置方向(即ち、X軸方向)と平行に一定ピッチで配置されている。

20

【0138】

制御板980の作用について説明する。

【0139】

各蒸着源開口961から、ある広がり(指向性)をもって放出された蒸着粒子991が、隣り合う制御板980の間の空間(以下、「制御空間981」という)に入射する。蒸着粒子991のうち、その速度ベクトルのX軸方向成分が大きな蒸着粒子991は、制御板980に衝突し付着して、マスク開口971に到達することはできない。即ち、制御板980は、マスク開口971に入射する蒸着粒子991の入射角度を制限する。ここで、マスク開口971に対する「入射角度」は、XZ面への投影図において、蒸着粒子991の飛翔方向がZ軸に対してなす角度で定義される。

30

【0140】

このように、新々蒸着法によれば、複数の制御板980を用いることにより、X軸方向における蒸着粒子991の指向性を向上させることができる。従って、蒸着粒子991の基板10に対する最大入射角度(図8参照)を小さくすることができるので、ボヤケ部分990eの幅Weを小さくすることができる。

【0141】

一方、複数の制御板980は、YZ面と平行であるので、速度ベクトルのY軸方向成分が大きな蒸着粒子991であっても、制御板980に捕捉されない。従って、複数の制御板980を用いた新々蒸着法は、特許文献4に記載された蒸着ビーム方向調整板を用いた場合に比べて、蒸着材料の利用効率や蒸着レートの低下を大幅に少なくすることができる。

40

【0142】

蒸着粒子991の基板10に対する最大入射角度(図8参照)を複数の制御板980によって5.7°に規制する場合に必要な複数の制御板980の設計条件の一例を以下に示す。X軸方向に隣り合う制御板980の間隔Dが5mm、制御板980のZ軸方向寸法(厚み)Tが0.5mmである場合、制御板980の長さL(Z軸方向寸法)を50mmにすれば、 $\theta = 5.7^\circ$ を満足する。制御板980のY軸方向寸法は、特に制限はないが

50

、例えば200mmに設定することができる。この設計条件では、50mm×200mm×0.5mmの板状の複数の制御板980を5mm間隔で配置する必要がある。制御板980はそれぞれ別個に容易に作成することができ、また、複数の制御板980を5mm間隔で配置することも容易である。従って、小径の複数の蒸着ビーム通過孔を形成しなければならない特許文献4に記載された蒸着ビーム方向調整板に比べて、複数の制御板980は加工性にも優れている。更に、制御板980は、軽量性や交換性においても、特許文献4に記載された蒸着ビーム方向調整板に比べて優れている。

【0143】

新々蒸着法において、複数の制御板980を用いてボヤケ部分990eの幅Weを小さくするためには、制御空間981のアスペクト比(制御板980の長さL/制御板980の間隔D)を大きくすればよい。即ち、制御板980のX軸方向間隔Dを小さくするか、または、制御板980の長さLを大きくすればよい。

10

【0144】

ところが、複数の制御板980のX軸方向間隔Dを小さくすると、複数の制御板980の開口率が低下する。ここで、複数の制御板980の開口率は、制御板980の厚みT、複数の制御板980のX軸方向間隔Dを用いて、 $D/(D+T)$ により定義される。間隔Dを小さくすると、開口率が急激に低下し、制御板980に付着する蒸着材料の量が増大するので、蒸着材料の利用効率の低下してしまう。

【0145】

一方、制御板980の長さLを大きくすると、制御板980の重量が増大するので、制御板980の自重によって、制御板980の変形や変位が生じやすくなる。また、制御板980の長さLを大きくすると、温度上昇による制御板980の熱膨張量が大きくなる。これらによって、最大入射角度(図8参照)が変化する。その結果、ボヤケ部分990eの幅Weにバラツキが生じてしまう。

20

【0146】

制御板980の自重による変形を防止するためには、制御板980の厚みTを大きくし、その剛性を向上させることが考えられる。ところが、厚みTを大きくすれば、複数の制御板980の開口率が低下し、蒸着材料の利用効率の低下してしまう。

【0147】

一般に、有機EL表示装置では機種ごとにその画素設計が異なるため、許容できるボヤケ部分の幅も機種ごとに異なる。新々蒸着法では、許容できるボヤケ部分の幅が変わると、制御板980を交換して制御空間981のアスペクト比を変更する必要がある。ところが、制御板980の交換作業を行うと、処理タクトが低下し、製造コストが上昇するという問題がある。

30

【0148】

以上のように、図9及び図10に示した新々蒸着法は、図5及び図6に示した新蒸着法に比べて、蒸着材料の利用効率の低下を防ぎながら、ボヤケ部分の幅を小さくすることができる。ところが、ボヤケ部分の幅を更に小さくしようとすると、ボヤケ部分の幅にバラツキが生じたり、蒸着材料の利用効率が低下したりするなどの問題がある。また、ボヤケ部分の許容幅の変更にもない、制御板の交換が必要となる場合があり、そのような場合には処理タクトが低下し、製造コストが上昇するという問題がある。

40

【0149】

本発明者らは、新々蒸着法の上記の問題を解決するべく鋭意検討し、本発明を完成するに至った。以下に、本発明の好適な実施形態を説明する。

【0150】

(実施形態1)

図11は、本発明の実施形態1に係る蒸着装置の主要部を示した斜視図である。図12は、本実施形態1に係る蒸着装置を、基板10の幅方向(第1方向)と垂直な方向に沿って見た正面断面図である。図13は、本実施形態1に係る蒸着装置(但し、蒸着マスク70を省略している)の平面図である。以下の説明の便宜のため、基板10の幅方向に沿っ

50

た水平方向軸をX軸、X軸と垂直な水平方向軸をY軸、X軸及びY軸に垂直な上下方向軸をZ軸とするXYZ直交座標系を設定する。Z軸は基板10の被蒸着面10eの法線方向と平行である。説明の便宜のため、Z軸方向の矢印の側(図11の紙面の上側)を「上側」と称する。

【0151】

蒸着源60に対してZ軸方向に対向して蒸着マスク70が配置されている。

【0152】

蒸着源60は、その上面(即ち、蒸着マスク70に対向する面)に、複数の蒸着源開口61を備える。複数の蒸着源開口61は、X軸方向(第1方向)に一定ピッチで配置されている。各蒸着源開口61は、Z軸と平行に上方に向かって開口したノズル形状を有しており、蒸着マスク70に向かって、発光層の材料となる蒸着粒子91を放出する。

10

【0153】

蒸着マスク70は、その主面(面積が最大である面)がXY面と平行な板状物であり、X軸方向に沿って複数のマスク開口71がX軸方向の異なる位置に形成されている。本実施形態では、各マスク開口71の開口形状はY軸に平行なスロット形状を有しているが、本発明はこれに限定されない。

【0154】

蒸着マスク70はマスクテンション機構73(図12参照)によって保持される。マスクテンション機構73は、蒸着マスク70に、その主面と平行な方向に張力を印加することにより、蒸着マスク70に、自重によるたわみや伸びが発生するのを防ぐ。

20

【0155】

蒸着源開口61と蒸着マスク70との間に、蒸着源開口61側から蒸着マスク70側に向かって、第1制御板80a及び第2制御板80bがこの順にZ軸方向(第2方向)に沿って配置されている。Z軸方向に対向する第1制御板80aと第2制御板80bの間には隙間84が形成されている。本発明では、Z軸に沿って配置された複数の制御板(本実施形態1では、第1制御板80a及び第2制御板80b)からなる列を「制御板列」と呼ぶ。X軸方向に、複数の制御板列が一定ピッチで配置されている。

【0156】

X軸方向に配置された複数の第1制御板80aは同一寸法の薄板であり、また、X軸方向に配置された複数の第2制御板80bも同一寸法の薄板である。第1及び第2制御板80a、80bの主面(面積が最大である面)は、基板10の被蒸着面10eに対して垂直であり、且つ、Y軸方向と平行である。

30

【0157】

複数の補正板83が、第1制御板80aと補正板83とがX軸方向に交互に配置されるように、X軸方向に配置されている。複数の補正板83は、同一寸法の薄板であり、その主面(面積が最大である面)は、基板10の被蒸着面10eに対して垂直であり、且つ、Y軸方向と平行である。X軸方向において、補正板83は、X軸方向に隣り合う2枚の第1制御板80aの間の中央に位置している。また、Z軸方向において、補正板83は、第1制御板80aと第2制御板80bとの間の隙間84の上端(即ち、第2制御板80bの下端)よりも蒸着源60側に配置されている。

40

【0158】

複数の第1制御板80a及び複数の補正板83は、X軸方向と平行な一对の第1保持部材86aとY軸方向と平行な一对の第2保持部材87aとで構成される枠状の保持体85aに例えば溶接等の方法で一体的に保持されている(図11参照)。同様に、複数の第2制御板80bは、X軸方向と平行な一对の第1保持部材86bとY軸方向と平行な一对の第2保持部材87bとで構成される枠状の保持体85bに例えば溶接等の方法で一体的に保持されている。但し、複数の制御板80a、80b及び複数の補正板83の相対的位置や姿勢を一定に維持することができれば、複数の制御板80a、80b及び複数の補正板83を保持する方法は、上記に限定されない。

【0159】

50

蒸着源開口 6 1 と複数の第 1 制御板 8 0 a とは Z 軸方向に離間しており、且つ、複数の第 2 制御板 8 0 b と蒸着マスク 7 0 とは Z 軸方向に離間している。また、複数の補正板 8 3 と蒸着源開口 6 1 とは Z 軸方向に離間している。蒸着源 6 0、蒸着マスク 7 0、複数の制御板 8 0 a、8 0 b、複数の補正板 8 3 の相対的位置は少なくとも塗り分け蒸着を行う期間中は一定であり、これらは蒸着ユニット 5 0 を構成する。例えば、図 1 2 に示されているように、ホルダ 5 2 で、蒸着源 6 0、マスクテンション機構 7 3、及び保持体 8 5 a、8 5 b を一体的に保持することで、蒸着源 6 0、蒸着マスク 7 0、複数の制御板 8 0 a、8 0 b、複数の補正板 8 3 の相対的位置を一定に維持することができる。

【 0 1 6 0 】

図 1 2 に示されているように、基板 1 0 は、保持装置 5 4 により保持される。保持装置 5 4 としては、例えば基板 1 0 の被蒸着面 1 0 e とは反対側の面を静電気力で保持する静電チャックを用いることができる。これにより、基板 1 0 の自重による撓みが実質的にない状態で基板 1 0 を保持することができる。但し、基板 1 0 を保持する保持装置 5 4 は、静電チャックに限定されず、これ以外の装置であってもよい。

10

【 0 1 6 1 】

保持装置 5 4 に保持された基板 1 0 は、移動機構 5 6 によって、蒸着マスク 7 0 に対して蒸着源 6 0 とは反対側を、蒸着マスク 7 0 から一定間隔だけ離間した状態で、一定速度で Y 軸方向（第 2 方向）1 0 a に走査（移動）される。基板 1 0 の移動は、往復移動であってもよく、あるいは、いずれか一方のみに向かう単方向移動であってもよい。移動機構 5 6 の構成は特に制限はない。例えばモータで送りネジを回転させる送りネジ機構やリニアモータ等、公知の搬送駆動機構を用いることができる。

20

【 0 1 6 2 】

上記の蒸着ユニット 5 0 と、基板 1 0 と、基板 1 0 を保持する保持装置 5 4 と、基板 1 0 を移動させる移動機構 5 6 とは、図示しない真空チャンバ内に収納される。真空チャンバは密封された容器であり、その内部空間は減圧されて所定の低圧力状態に維持される。

【 0 1 6 3 】

蒸着源開口 6 1 から放出された蒸着粒子 9 1 は、X 軸方向に隣り合う第 1 制御板 8 0 a の間の空間（以下、「第 1 制御空間」という）8 1 a を通過し、次いで、X 軸方向に隣り合う第 2 制御板 8 0 b の間の空間（以下、「第 2 制御空間」という）8 1 b を通過し、更に、マスク開口 7 1 を通過して、基板 1 0 の被蒸着面（即ち、基板 1 0 の蒸着マスク 7 0 に対向する側の面）1 0 e に付着して被膜 9 0 を形成する。被膜 9 0 は、Y 軸方向に延びたストライプ状となる。

30

【 0 1 6 4 】

被膜 9 0 を形成する蒸着粒子 9 1 は、必ず第 1 制御空間 8 1 a、第 2 制御空間 8 1 b、及びマスク開口 7 1 を通過する。蒸着源開口 6 1 から放出された蒸着粒子 9 1 が、制御空間 8 1 a、8 1 b 及びマスク開口 7 1 を通過しないで基板 1 0 の被蒸着面 1 0 e に到達することがないように、制御板 8 0 a、8 0 b 及び蒸着マスク 7 0 が設計され、更に必要に応じて蒸着粒子 9 1 の飛翔を妨げる防着板等（図示せず）が設置されていてもよい。

【 0 1 6 5 】

本実施形態では、各第 1 制御空間 8 1 a 内に補正板 8 3 が配置されているので、蒸着粒子 9 1 は、第 1 制御空間 8 1 a を通過する際、第 1 制御板 8 0 a と補正板 8 3 との間を必ず通過する。

40

【 0 1 6 6 】

赤、緑、青の各色別に蒸着材料 9 1 を変えて 3 回の蒸着（塗り分け蒸着）を行うことにより、基板 1 0 の被蒸着面 1 0 e に赤、緑、青の各色に対応したストライプ状の被膜 9 0（即ち、発光層 2 3 R、2 3 G、2 3 B）を形成することができる。

【 0 1 6 7 】

制御板 8 0 a、8 0 b は、図 9 及び図 1 0 に示した新々蒸着法における制御板 9 8 0 と同様に、速度ベクトルの X 軸方向成分が大きな蒸着粒子 9 1 を衝突させ付着させることにより、XZ 面への投影図において、マスク開口 7 1 に入射する蒸着粒子 9 1 の入射角度を

50

制限する。ここで、マスク開口71に対する「入射角度」は、XZ面への投影図において、蒸着粒子91の飛翔方向がZ軸に対してなす角度で定義される。その結果、大きな入射角度でマスク開口71を通過する蒸着粒子91が低減する。従って、図7に示したボヤケ部分990eの幅Weが小さくなり、好ましくはボヤケ部分990eが実質的に発生しなくなるので、ストライプ状の被膜90の両側の端縁のボヤケの発生が大幅に抑制される。その結果、有機EL表示装置において、混色が生じないように発光領域間の非発光領域の幅を大きくする必要がなくなる。よって、高輝度で高精細の表示を実現できる。また、輝度を高めるために発光層の電流密度を高くする必要がなくなるので、長寿命を実現でき、信頼性が向上する。

【0168】

本実施形態1の各制御板列を構成する制御板80a, 80bは、図9及び図10に示した新々蒸着法における制御板980を隙間84を介して上下に2分割したものと考えることができる。単に隙間84を介して分割しただけでは、図14に示すように、第1制御空間81aを斜めに出射した蒸着粒子91が、隙間84を通過して、当該第1制御空間81aの真上に位置する第2制御空間81b以外の第2制御空間81bを通過して、マスク開口71に入射する可能性が生じる。補正板83は、このような隙間84を通過して飛翔する蒸着粒子91を捕捉する。従って、本実施形態1では、第1制御板80aと第2制御板80bとの間に隙間84が形成されているにもかかわらず、第1制御空間81aとこの真上の第2制御空間81bとを順に通過した蒸着粒子91のみがマスク開口71を通過することができる。制御板列を構成する、Z軸方向に沿って配列された第1制御板80a及び第2制御板80bは、マスク開口71に入射する蒸着粒子91の入射角度を制限する効果に関して、隙間84が形成されていない連続した制御板と同じである。制御板列を構成する第1制御板80a及び第2制御板80bを、実効長さLeを有する連続した1枚の制御板とみなすことができる。

【0169】

ボヤケ部分990eの幅Weを小さくするためには、図9及び図10に示した新々蒸着法では、上述したように、複数の制御板980のX軸方向間隔Dを小さくするか、または、制御板980の長さLを大きくする必要があった。間隔Dを小さくすると、複数の制御板980の開口率が急激に低下するので、蒸着材料の利用効率が低下するという問題があった。一方、制御板980の長さLを大きくすると、制御板980の重量や熱膨張量が大きくなるので、ボヤケ部分の幅Weにバラツキが生じるという問題があった。

【0170】

これに対して、本実施形態では、実効長さLeを有する、1枚の連続した制御板とみなしうる制御板列が複数の制御板で構成されている。制御板列を構成する各制御板の長さは相対的に短く且つ軽量である。従って、ボヤケ部分の幅Weにバラツキが生じない範囲内で、各制御板の長さを長くして制御板列の実効長さLeを長くすることは容易である。また、必要に応じて、制御板列を構成する制御板の数を増やすことにより、制御板列の実効長さLeを長くしてもよい。従って、本実施形態によれば、制御板列のX軸方向間隔を小さくすることなく、そのZ軸方向長さ(即ち、実効長さLe)を長くすることができる。その結果、蒸着材料の利用効率を低下させることなく、且つ、ボヤケ部分の幅のバラツキを増大させることなく、ボヤケ部分990eの幅Weを小さくすることができる。

【0171】

なお、上記の実施形態では、第1制御空間81a内に補正板83を配置する例を示したが、補正板83を設けなくても、第1制御空間81aを出射した蒸着粒子91が、隙間84を通過して、当該第1制御空間81aの真上に位置する第2制御空間81b以外の第2制御空間81bを通過してマスク開口71に入射することがないように、第1及び第2制御板80a, 80bを設計することも可能である。そのような場合には、補正板83を省略することができる。

【0172】

本実施形態1に対応した実施例1を示す。但し、本発明は、以下の実施例に限定されな

10

20

30

40

50

いことはいうまでもない。

【0173】

図15に、制御板80a、80b及び補正板83の一部を拡大して示す。

【0174】

第1制御板80aは、Z軸方向の長さL1を70mm、Y軸方向の長さを190mm、X軸方向寸法(厚み)T1を0.5mmとした。第2制御板80bは、Z軸方向の長さL2を70mm、Y軸方向の長さを190mm、X軸方向寸法(厚み)T2を0.5mmとした。第1及び第2制御板80a、80bの材料としてSUS304を用いた。複数の第1制御板80a及び複数の第2制御板80bを、X軸方向の配置ピッチPを8mmとして保持部材85a及び保持部材85bにそれぞれ一体的に保持させた(図11、図12を参

10

【0175】

Z軸方向に対向する第1制御板80aと第2制御板80bとの間の隙間84のZ軸方向寸法Wは、10mmとした。

【0176】

補正板83を、X軸方向に隣り合う2つの第1制御板80aの間の中央に配置した。補正板83は、Z軸方向長さL0を45mm、Y軸方向長さを190mm、X軸方向寸法(厚み)T0を0.2mmとした。Z軸方向においては、隙間84の上端(即ち、第2制御板80bの下端)から、補正板83の上端までのZ軸方向距離H11が40mm、補正板83の下端までのZ軸方向距離H12が85mmになるように、補正板83を配置した。補正板83の材料として、第1及び第2制御板80a、80bと同じSUS304を用いた。複数の補正板83を、複数の第1制御板80a保持する保持部材85aに一体的に保持させた(図11、図12を参照)。

20

【0177】

本実施例1では、各第1制御空間81a内に1枚の補正板83が設けられているので、第1制御空間81aを出射した蒸着粒子91が、隙間84を通過して、当該第1制御空間81aの真上に位置する第2制御空間81b以外の第2制御空間81bを通過して、マスク開口71に入射することはなかった。即ち、隙間84を隔ててZ軸方向に沿って並ぶ第1制御板80a及び第2制御板80bは、隙間84が形成されていない、Z軸方向に連続した1枚の制御板と同等であり、その実効長さLe(Le=L1+W+L2)は150mmであった。

30

【0178】

図15に示されているように、Y軸方向に沿って見たとき、第1制御板80aの下端と、この第1制御板80aに隣り合う第1制御板80aの真上に位置する第2制御板80bの上端とを結ぶ直線がX軸方向に対してなす角度を θ とすると、 $\tan \theta = 20$ であるから、 $\theta = 87.1^\circ$ となる。従って、制御板80a、80bによって決定される蒸着粒子の広がり角度 θ' ($\theta' = 90^\circ - \theta$)は 2.9° であった。即ち、第1及び第2制御板80a、80bによって、第2制御空間81bを出射する蒸着粒子の出射角度は 2.9° 以下に制限される。

40

【0179】

Z軸方向に沿って上方から見た蒸着源開口61の開口形状は円形とした。蒸着源開口61の上端から第1制御板80aの下端までのZ軸方向間隔75mmとした。蒸着源開口61から放出される蒸着粒子の最大出射角度 θ_0 (図8参照)は約 60° であった。 $\theta_0 < \theta'$ であるから、本実施例では、蒸着マスク70の各マスク開口71に入射する蒸着粒子の入射角度の最大値(最大入射角度)は、上記広がり角度 θ' に依存し、 2.9° であった。ここで、マスク開口71に入射する蒸着粒子の最大入射角度は、Y軸方向と平行な方向に沿って見たとき、マスク開口71に入射する蒸着粒子の飛翔方向が蒸着マスク70の法線(即ち、Z軸方向)に対してなす角度によって定義される。

【0180】

50

蒸着マスク70のX軸方向寸法は600mm、Y軸方向寸法は200mm、Z軸方向寸法(厚さTm)は50 μ mとした。蒸着マスク70の材料は、インバー材(FeにNiを36%含有した合金)とした。

【0181】

蒸着マスク70には、Y軸方向寸法が150mm、X軸方向寸法Wmが90 μ mのスロット状のマスク開口71を、X軸方向ピッチ450 μ mで、X軸方向に751個形成した。このとき、マスク開口971のアスペクト比cot(図8参照)は1.7であった。本実施例では、 θ であるから、蒸着粒子の基板10に対する最大入射角度 θ は上記広がり角度 θ に依存した。

【0182】

蒸着マスク70の複数のマスク開口71を形成した領域の周囲には、インバー材からなる防着板を設置して、制御空間81a, 81b及びマスク開口71を通過しない蒸着粒子が基板10の被蒸着面10eに付着するのを防いだ。

【0183】

第2制御板80bの上端から蒸着マスク70までの距離を120mmとした。蒸着マスク70と基板10の被蒸着面10eとの間の間隔Hを500 μ mとした。

【0184】

画素(図2のサブ画素2R, 2G, 2Bを意味する)のサイズ(実際の発光領域サイズ)は、Y軸方向が300 μ m、X軸方向が70 μ mとした。画素のピッチは、Y軸方向が450 μ m、X軸方向が150 μ mとした。

【0185】

蒸着速度は、ホスト材料及びゲスト材料(ドーパント材料)のそれぞれが、赤色(R)で5.0nm/s及び0.53nm/s、緑色(G)で5.0nm/s及び0.67nm/s、青色(B)で5.0nm/s及び0.67nm/sとした。

【0186】

以上のような構成により、基板10をY軸方向に1往復走査させることにより、有機材料からなる蒸着膜を所望の画素パターンに形成して、発光層を形成することができた。即ち、蒸着源開口61から放出された蒸着粒子のうち、第1制御空間81aを通過し、この第1制御空間81aの真上に位置する第2制御空間81bを通過し、更にマスク開口71を通過した蒸着粒子のみが基板10の被蒸着面10eに付着した。

【0187】

本実施例1では、蒸着粒子の基板10に対する最大入射角度 θ は、第2制御空間81bを出射した蒸着粒子の広がり角度 θ と同じ2.9°であった。従って、被膜のボヤケ部分の幅We(図7参照)は、

$$We = H \times \tan \theta = 25 \mu\text{m}$$

であった。ボヤケ部分の幅Weは、X軸方向に隣り合う発光領域の間の非発光領域のX軸方向寸法よりも狭い。しかも、第1及び第2制御板80a, 80bの長さL1, L2はいずれも70mmと短いので、ボヤケ部分の幅Weのバラツキはほとんどなかった。従って、ボヤケ部分を非発光領域内に収めることができた。即ち、X軸方向の隣に位置する、異なる色の発光領域内に蒸着粒子が付着することはなく、混色がない高品位の有機EL表示装置を製造することができた。また、ボヤケ部分の幅We及びそのバラツキがともに小さいので、非発光領域のX軸方向寸法を小さくすることが可能となり、画素の発光領域を大きくすることができる。そのため、電流密度を下げて有機EL素子を構成する発光層の劣化を防止でき、その結果、画素の発光寿命特性が向上し、高信頼性の有機EL表示装置を得ることができた。

【0188】

上記の実施例1は例示に過ぎず、適宜変更することができる。

【0189】

例えば、補正板83の寸法や配置は、上記の実施例に限定されない。但し、第1制御空間81aを出射した蒸着粒子91が、隙間84を通過して、この第1制御空間81aの真

10

20

30

40

50

上の第2制御空間81b以外の第2制御空間81bを通過してマスク開口71に入射することがないように、第1及び第2制御板80a, 80bの設計に応じて、補正板83を設計する必要がある。具体的には、制御板83は以下の条件を満足しなければならない。

【0190】

図15において、角度 θ_0 , θ_1 , θ_2 を以下の式1-1のように定義する。

【0191】

(式1-1)

$$\tan \theta_0 = 2 \times W / (T_1 + T_2)$$

$$\tan \theta_1 = 2 \times (W + L_1) / (2 \times P - T_1 + T_2)$$

$$\tan \theta_2 = L_2 / (P - T_2)$$

10

角度 θ_1 , θ_2 のうち大きい方を角度 θ とする。また、図15に示すように、第1制御板80aと補正板83とのX軸方向における間隔をRとする。補正板83のZ軸方向の長さをL0、隙間84の上端(即ち、第2制御板80bの下端)から、補正板83の上端までのZ軸方向距離をH11、補正板83の下端までのZ軸方向距離をH12とする。

【0192】

(a) $\theta = 0$ のとき

$$L_0 = 0 \text{ (即ち、補正板83は不要)}$$

(b) $\theta < 0$ のとき

$$H_{12} = W + R \times \tan \theta_0$$

$$H_{11} = (R + T_2) \times \tan \theta$$

$$L_0 = H_{12} - H_{11} = W + R \times \tan \theta_0 - (R + T_2) \times \tan \theta$$

20

第1及び第2制御板80a, 80bの設計によっては、上記(a)に示されるように、補正板83を省略することができる。即ち、上記(a)を満足する場合には、補正板83を用いなくても蒸着粒子91が隙間84を通過することはなく、上述した実施形態1の効果を得ることができる。

【0193】

上記の説明では、Z軸方向に沿って2つの制御板80a, 80bを隙間84を隔てて配置する例を示したが、Z軸方向に沿って配置される制御板の数は2つに限定されず、3つ以上であってもよい。制御板の数がいくつであっても、Z軸方向に対向する2つの制御板間の隙間84を通過した蒸着粒子が基板10に付着することがないように、必要により補正板を設置する必要がある。この場合、補正板の設計方法としては特に限定はないが、以下に2つの方法を例示する。

30

【0194】

第1の方法として、Z軸方向位置が異なる各隙間に対して、上記(式1-1)を適用して補正板を設計することができる。即ち、上記(式1-1)の第1制御板及び第2制御板を、nを正の整数としたとき、蒸着源60側からZ軸方向に第n番目の第n制御板及び第n+1番目の第n+1制御板で置き換えて、第n制御板と第n+1制御板との間の第n番目の隙間に対する第n補正板を上記(式1-1)を適用して設計する。これを、全ての隙間に対して行う。

【0195】

第2の方法は以下の通りである。図16に示すように、制御板列をZ軸方向に沿ったz枚の制御板で構成する場合を考える。蒸着源に最も近い第1制御板80aの下端と第n+1制御板80_{n+1}の下端とのZ軸方向距離をH_n、第n+1制御板80_{n+1}の下端と最も蒸着マスクに近い第z制御板80_zの上端とのZ軸方向距離をH_{n'}として、式1-1中の角度 θ_1 , θ_2 の定義式を以下に置き換える。

40

【0196】

(式1-2)

$$\tan \theta_1 = 2 \times H_n / (2 \times P - T_1 + T_{n+1})$$

$$\tan \theta_2 = 2 \times H_{n'} / (2 \times P - T_{n+1} - T_z)$$

ここで、 T_{n+1} , T_z はそれぞれ、第n+1制御板80_{n+1}、第z制御板80_zの

50

厚みである。その他は、上記(式1-1)の第1制御板及び第2制御板を、第n制御板 80_n 及び第n+1制御板 80_{n+1} で置き換えて、第n制御板 80_n と第n+1制御板 80_{n+1} との間の第n番目の隙間に対する第n補正板 83_n を上記(a)又は(b)を適用して設計する。この第2の方法によれば、角度 θ_1 、 θ_2 を大きくすることができるので、Z軸方向位置が異なる複数の隙間に対して共通する1枚の補正板を用いることができたり、ある隙間に対しては補正板を省略することができたりする等の設計上の利点がある。

【0197】

(実施形態2)

実施形態1では、補正板 83 は、Z軸方向において、第1制御板 80_a と第2制御板 80_b との間の隙間 84 の上端(即ち、第2制御板 80_b の下端)よりも蒸着源 60 側に配置されていた。これに対して、本実施形態2では、補正板 83 は、Z軸方向において、第1制御板 80_a と第2制御板 80_b との間の隙間 84 の下端(即ち、第1制御板 80_a の上端)よりも蒸着マスク 70 側に配置されている。本実施形態2の蒸着装置の構成は、上記を除いて実施形態1のそれと同じである。

10

【0198】

図17は、本発明の実施形態2に係る蒸着装置の主要部を示した斜視図である。図18は、本実施形態2に係る蒸着装置を、基板 10 の幅方向と垂直な方向に沿って見た正面断面図である。これらの図において、実施形態1を示した図11、図12に示したのと同じ部材には同一の符号が付されており、それらについての重複する説明を省略する。以下、実施形態1と異なる点を中心に本実施形態2を説明する。

20

【0199】

複数の補正板 83 が、第2制御板 80_b と補正板 83 とがX軸方向に交互に配置されるように、X軸方向に配置されている。複数の補正板 83 は、同一寸法の薄板であり、その主面(面積が最大である面)は、基板 10 の被蒸着面 10_e に対して垂直であり、且つ、Y軸方向と平行である。X軸方向において、補正板 83 は、X軸方向に隣り合う2枚の第2制御板 80_b の間の中央に位置している。

【0200】

複数の補正板 83 は、複数の第2制御板 80_b とともに、X軸方向と平行な一对の第1保持部材 86_b とY軸方向と平行な一对の第2保持部材 87_b とで構成される枠状の保持体 85_b に例えば溶接等の方法で一体的に保持されている。但し、複数の補正板 83 の相対的位置や姿勢を一定に維持することができれば、複数の補正板 83 を保持する方法は、上記に限定されない。

30

【0201】

複数の補正板 83 と蒸着マスク 70 とはZ軸方向に離間している。

【0202】

本実施形態2においても、実施形態1と同様に、蒸着源開口 61 から放出された蒸着粒子 91 は、第1制御空間 81_a 、第2制御空間 81_b 、及び、マスク開口 71 を順に通過して、基板 10 の被蒸着面 10_e に付着して、Y軸方向に延びたストライプ状の被膜 90 を形成する。

40

【0203】

本実施形態2は、各第2制御空間 81_b 内に補正板 83 が配置されているので、蒸着粒子 91 は、第2制御空間 81_b を通過する際、第2制御板 80_b と補正板 83 との間を必ず通過する。

【0204】

実施形態1と同様に、本実施形態2においても、制御板 80_a 、 80_b は、XZ面への投影図において、マスク開口 71 に入射する蒸着粒子 91 の入射角度を制限する。従って、図7に示したボヤケ部分 990_e の幅 W_e が小さくなり、好ましくはボヤケ部分 990_e が実質的に発生しなくなるので、ストライプ状の被膜 90 の両側の端縁のボヤケの発生が大幅に抑制される。その結果、有機EL表示装置において、混色が生じないように発光

50

領域間の非発光領域の幅を大きくする必要がなくなる。よって、高輝度で高精細の表示を実現できる。また、輝度を高めるために発光層の電流密度を高くする必要がなくなるので、長寿命を実現でき、信頼性が向上する。

【0205】

各制御板列を構成する第1制御板80aと第2制御板80との間には隙間84が形成されている。従って、図19に示すように、第1制御空間81aを斜めに出射した蒸着粒子91が、隙間84を通過して、当該第1制御空間81aの真上に位置する第2制御空間81b以外の第2制御空間81bを通過して、マスク開口71に入射する可能性が生じる。補正板83は、このような隙間84を通過して飛翔する蒸着粒子91を捕捉する。従って、本実施形態2でも、第1制御板80aと第2制御板80bとの間に隙間84が形成されているにもかかわらず、第1制御空間81aとこの真上の第2制御空間81bとを順に通過した蒸着粒子91のみがマスク開口71を通過することができる。従って、本実施形態2においても、制御板列を構成する、Z軸方向に沿って配列された第1制御板80a及び第2制御板80bを、実効長さ L_e を有する連続した1枚の制御板とみなすことができる。

10

【0206】

実施形態1と同様に、制御板列のX軸方向間隔を小さくすることなく、そのZ軸方向長さ(即ち、実効長さ L_e)を長くすることができる。従って、蒸着材料の利用効率を低下させることなく、且つ、ボヤケ部分の幅のバラツキを増大させることなく、ボヤケ部分990eの幅 W_e を小さくすることができる。

20

【0207】

本実施形態2では、実施形態1に比べて、補正板83は蒸着源開口61からZ軸方向に相対的に遠い位置に配置されている。補正板83が蒸着源開口61の近くに配置された図20Aと、遠くに配置された図20Bとを比較すれば理解できるように、補正板83が蒸着源開口61からZ軸方向に遠ざかれば遠ざかるほど、補正板83によって蒸着粒子91の流れが遮られる角度範囲83sは小さくなる。従って、本実施形態2は、実施形態1に比べて、蒸着材料の利用効率及び蒸着レートが向上する。

【0208】

なお、上記の実施形態では、第2制御空間81b内に補正板83を配置する例を示したが、補正板83を設けなくても、第1制御空間81aを出射した蒸着粒子91が、隙間84を通過して、当該第1制御空間81aの真上に位置する第2制御空間81b以外の第2制御空間81bを通過してマスク開口71に入射することがないように、第1及び第2制御板80a、80bを設計することも可能である。そのような場合には、補正板83を省略することができる。

30

【0209】

本実施形態2に対応した実施例2を示す。但し、本発明は、以下の実施例に限定されないことはいうまでもない。

【0210】

図21に、制御板80a、80b及び補正板83の一部を拡大して示す。

【0211】

第1制御板80a及び第2制御板80bの寸法、配置、材料は実施例1と同じにした。

40

【0212】

補正板83を、X軸方向に隣り合う2つの第2制御板80bの間の中央に配置した。補正板83は、Z軸方向長さ L_0 を45mm、Y軸方向長さを190mm、X軸方向寸法(厚み) T_0 を0.2mmとした。Z軸方向においては、隙間84の下端(即ち、第1制御板80aの上端)から、補正板83の下端までのZ軸方向距離 H_{21} が40mm、補正板83の上端までのZ軸方向距離 H_{22} が85mmになるように、補正板83を配置した。補正板83の材料として、第1及び第2制御板80a、80bと同じSUS304を用いた。複数の補正板83を、複数の第2制御板80b保持する保持部材85bに一体的に保持させた(図17、図18を参照)。

50

【0213】

本実施例2では、各第2制御空間81b内に1枚の補正板83が設けられているので、第1制御空間81aを出射した蒸着粒子91が、隙間84を通過して、当該第1制御空間81aの真上に位置する第2制御空間81b以外の第2制御空間81bを通過して、マスク開口71に入射することはなかった。即ち、隙間84を隔ててZ軸方向に沿って並ぶ第1制御板80a及び第2制御板80bは、隙間84が形成されていない、Z軸方向に連続した1枚の制御板と同等であり、その実効長さ L_e ($L_e = L_1 + W + L_2$)は150mmであった。

【0214】

上記以外は実施例1と同様にして、基板1の被蒸着面10eに、有機材料からなる蒸着膜を所望の画素パターンに形成して、発光層を形成した。

10

【0215】

実施例1と同様に、本実施例2でも、蒸着粒子の基板10に対する最大入射角度 θ は、第1及び第2制御板80a, 80bによって制限される蒸着粒子の広がり角度 θ' と同じ 2.9° であった。従って、被膜のボヤケ部分の幅 W_e (図7参照)は、

$$W_e = H \times \tan \theta = 25 \mu\text{m}$$

であった。ボヤケ部分の幅 W_e は、X軸方向に隣り合う発光領域の間の非発光領域のX軸方向寸法よりも狭い。しかも、第1及び第2制御板80a, 80bの長さ L_1 , L_2 はいずれも70mmと短いので、ボヤケ部分の幅 W_e のバラツキはほとんどなかった。従って、ボヤケ部分を非発光領域内に収めることができた。即ち、X軸方向の隣りに位置する、異なる色の発光領域内に蒸着粒子が付着することはなく、混色がない高品位の有機EL表示装置を製造することができた。また、ボヤケ部分の幅 W_e 及びそのバラツキがともに小さいので、非発光領域のX軸方向寸法を小さくすることが可能となり、画素の発光領域を大きくすることができる。そのため、電流密度を下げて有機EL素子を構成する発光層の劣化を防止でき、その結果、画素の発光寿命特性が向上し、高信頼性の有機EL表示装置を得ることができた。

20

【0216】

上記の実施例2は例示に過ぎず、適宜変更することができる。

【0217】

例えば、補正板83の寸法や配置は、上記の実施例に限定されない。但し、第1制御空間81aを出射した蒸着粒子91が、隙間84を通過して、この第1制御空間81aの真上の第2制御空間81b以外の第2制御空間81bを通過してマスク開口71に入射することがないように、第1及び第2制御板80a, 80bの設計に応じて、補正板83を設計する必要がある。具体的には、制御板83は以下の条件を満足しなければならない。

30

【0218】

図21において、角度 θ_0 , θ_1 , θ_2 を以下の式2-1のように定義する。

【0219】

(式2-1)

$$\tan \theta_0 = 2 \times W / (T_1 + T_2)$$

$$\tan \theta_1 = L_1 / (P - T_1)$$

$$\tan \theta_2 = 2 \times (W + L_2) / (2 \times P + T_1 - T_2)$$

40

角度 θ_1 , θ_2 のうち大きい方を角度 θ とする。また、図21に示すように、第2制御板80bと補正板83とのX軸方向における間隔を R とする。補正板83のZ軸方向の長さを L_0 、隙間84の下端(即ち、第1制御板80aの上端)から、補正板83の下端までのZ軸方向距離を H_{21} 、補正板83の上端までのZ軸方向距離を H_{22} とする。

【0220】

(a) $\theta = 0$ のとき

$L_0 = 0$ (即ち、補正板83は不要)

(b) $\theta < 0$ のとき

$H_{22} \geq W + R \times \tan \theta$

50

$$H_{21} = (R + T_1) \times \tan$$

$$L_0 = H_{22} - H_{21} \cdot W + R \times \tan - (R + T_1) \times \tan$$

第1及び第2制御板80a, 80bの設計によっては、上記(a)に示されるように、補正板83を省略することができる。即ち、上記(a)を満足する場合には、補正板83を用いなくても蒸着粒子91が隙間84を通過することはなく、上述した実施形態2の効果を得ることができる。

【0221】

上記の説明では、Z軸方向に沿って2つの制御板80a, 80bを隙間84を隔てて配置する例を示したが、Z軸方向に沿って配置される制御板の数は2つに限定されず、3つ以上であってもよい。制御板の数がいくつであっても、Z軸方向に対向する2つの制御板間の隙間84を通過した蒸着粒子が基板10に付着することがないように、必要により補正板を設置する必要がある。この場合、補正板の設計方法としては特に限定はないが、以下に2つの方法を例示する。

【0222】

第1の方法として、Z軸方向位置が異なる各隙間に対して、上記(式2-1)を適用して補正板を設計することができる。即ち、上記(式2-1)の第1制御板及び第2制御板を、nを正の整数としたとき、蒸着源60側からZ軸方向に第n番目の第n制御板及び第n+1番目の第n+1制御板で置き換えて、第n制御板と第n+1制御板との間の第n番目の隙間に対する第n補正板を上記(式2-1)を適用して設計する。これを、全ての隙間に対して行う。

【0223】

第2の方法は以下の通りである。図22に示すように、制御板列をZ軸方向に沿ったz枚の制御板で構成する場合を考える。蒸着源に最も近い第1制御板80aの下端と第n制御板80_nの上端とのZ軸方向距離をH_n、第n制御板80_nの上端と最も蒸着マスクに近い第z制御板80_zの上端とのZ軸方向距離をH_{n'}として、式2-1中の角度 θ_1 , θ_2 の定義式を以下に置き換える。

【0224】

(式2-2)

$$\tan \theta_1 = 2 \times H_n / (2 \times P - T_1 - T_n)$$

$$\tan \theta_2 = 2 \times H_{n'} / (2 \times P + T_n - T_z)$$

ここで、T_n、T_zはそれぞれ、第n制御板80_n、第z制御板80_zの厚みである。その他は、上記(式2-1)の第1制御板及び第2制御板を、第n制御板80_n及び第n+1制御板80_{n+1}で置き換えて、第n制御板80_nと第n+1制御板80_{n+1}との間の第n番目の隙間に対する第n補正板83_nを上記(a)又は(b)を適用して設計する。この第2の方法によれば、角度 θ_1 , θ_2 を大きくすることができるので、Z軸方向位置が異なる複数の隙間に対して共通する1枚の補正板を用いることができたり、ある隙間に対しては補正板を省略することができたりする等の設計上の利点がある。

【0225】

上記の実施形態1, 2において、制御板80a, 80b及び補正板83の表面に捕捉され付着した蒸着材料は、例えば複数の制御板80a, 80b及び複数の補正板83を保持体85a, 85bとともに蒸着装置から取り外し、加熱することにより、蒸着材料を融解又は昇華させて制御板80a, 80b及び補正板83から脱離させ、回収することができる。そのため、制御板80a, 80b及び補正板83に付着した蒸着材料も無駄にはならず、総合的な材料利用効率を向上することができる。これに対して、塗り分け蒸着に使用されるシャドウマスクは、一般に、微小な開口が多数形成された100 μ m程度の厚さの金属板からなり、張力を付与してフレームに張り付けられているので、本発明の制御板80a, 80b及び補正板83と同様に加熱すると、シャドウマスクは歪みを生じて再使用が困難となることがある。従って、シャドウマスクでは、これに付着した蒸着材料を回収することは一般に困難であった。本発明の制御板80a, 80b及び補正板83は、微細加工は施されておらず、また、張力も付与されていないので、シャドウマスクにおける上

10

20

30

40

50

記の問題は生じない。

【0226】

本発明では、マスク開口71に蒸着粒子が大きな入射角度で入射しないように、蒸着マスク70の前段で蒸着粒子の一部を制御板80a、80b及び補正板83で捕捉する。従って、本発明では、制御板80a、80b及び補正板83を用いない図5に示した新蒸着法に比べて、蒸着マスク(特にそのマスク開口の内周面)への蒸着材料の付着量が減少する。そのため、マスク開口の目詰まりが生じにくく、蒸着材料の付着による蒸着マスクの交換頻度を低減することができる。

【0227】

本発明において、補正板83の厚みはできるだけ薄いほうが好ましい。薄ければ薄いほど、補正板83の厚みによるシャドウ効果(蒸着粒子流が補正板83によって遮蔽されること。図20A、図20Bを参照)の影響が少なくなり、蒸着材料の利用効率及び蒸着レート低下を小さくすることができる。補正板83は、隙間84を通過する蒸着粒子が基板10に付着しないように、実施例1、2で説明した設計にしたがっていけばよい。また、複数の補正板83の形状や寸法は精密に一致している必要はない。従って、補正板83には制御板に比べて設計マージンに余裕があり、その厚みを低減することは可能である。

【0228】

上記の実施形態1、2では、赤、緑、青のいずれの色の有機発光層材料の塗り分け蒸着においても、同様に設計された制御板80a、80b及び補正板83を用いたが、本発明はこれに限定されず、例えば制御板80a、制御板80b、及び補正板83のうちの少なくとも1つの設計を色ごとに変えてもよい。例えば、緑の発光層材料は隣接画素に僅かに付着しても特性上問題がない場合には、緑の発光層材料の蒸着時には補正板83を使用せず、隙間84を通過した蒸着粒子が基板に付着することを許容する構成を採用してもよい。

【0229】

上記の実施形態1、2では、補正板83をX軸方向に隣り合う一対の制御板間の中央に配置した。この構成では、1枚の補正板83で、この補正板83に対してX軸方向の両側に位置する一対の隙間84を蒸着粒子が通過するのを規制することができる。従って、補正板83の数を最小にすることができる。

【0230】

但し、本発明は、上記の構成に限定されない。即ち、補正板83がX軸方向に隣り合う一対の制御板間の中央からX軸方向にずれた位置に配置されていてもよい。また、X軸方向に隣り合う一対の制御板間に、複数の補正板83が配置されていてもよい。Z軸方向に対向する制御板間の隙間84を通過した蒸着粒子が基板に付着することがないように設計されていれば、補正板83の位置や数は任意に設定することができる。

【0231】

上記の実施形態1、2では、制御板80a、80b及び補正板83は、いずれもその主面がYZ面と平行になるように配置したが、本発明はこれに限定されない。例えば、複数の第1制御板80a、複数の第2制御板80b、及び複数の補正板83のうちの少なくとも1つを、その主面がY軸と平行であり且つ基板10の被蒸着面10eに対して傾斜させて配置してもよい。これにより、被膜90のX軸方向の両側のボヤケ部分の幅Weを異ならせることができる。この場合、上記の実施例1、2で説明した各種角度を定義する式1-1、1-2、2-1、2-2は、傾斜した制御板及び/又は補正板の傾斜角度に応じて変更される。

【0232】

制御板及び/又は補正板がZ軸方向に移動可能な構成であってもよい。即ち、X軸方向に沿って配置された複数の制御板及び/又はX軸方向に沿って配置された複数の補正板を、一体的にZ軸方向に移動可能に構成してもよい。これにより、Z軸方向に並んだ複数の制御板からなる制御板列の実効長さLeを調整することができるので、ボヤケ部分の幅Weを調整することができる。有機EL表示装置の画素の設計仕様は機種によって異なるの

10

20

30

40

50

で、許容できるボヤケ部分の幅 W_e も機種によって異なる場合がある。そのような場合に、制御板列の実効長さ L_e を変更できないと、機種毎に制御板を交換する必要がある。そのため、機種ごとに制御板を準備することによる設備コストの増大、制御板を交換することによる製造装置の処理タクトの低下等によって、製造コストが上昇してしまう。図9及び図10に示した新々蒸着法でも、上述したように、ボヤケ部分の幅 W_e を変更するために制御板980を交換する必要がある。本発明において制御板及びノ又は補正板をZ軸方向に移動可能に構成することにより、制御板を交換することなく複数機種で共通する制御板を使用して制御板列の実効長さ L_e を調整することができるので、上記の問題を解決できる。なお、制御板及びノ又は補正板を移動する場合には、Z軸方向に対向する制御板間の隙間84を通過した蒸着粒子が基板に到達することがないように注意する必要がある。

10

【0233】

本発明では、制御板を冷却してもよい。制御板を冷却するための冷却装置は、制御板自身に取り付けてもよく、あるいは、制御板を保持する保持体(保持体85a, 85b)に取り付けて熱伝導を利用して制御板を冷却してもよい。冷却装置としては、特に制限はないが、例えば冷却パイプ内に冷媒を通過させる水冷方法を用いることができる。制御板を冷却することにより、制御板の温度上昇が抑えられるので、制御板に衝突した蒸着粒子をより確実に捕捉することができ、また、制御板からの蒸着粒子の再蒸発を防ぐことができる。また、蒸着源からの輻射熱により制御板が加熱されて変形や寸法変化するなどの現象の発生を防止することもできる。その結果、ボヤケ部分990eの幅 W_e のバラツキを更に低減することができる。

20

【0234】

制御板に加えて、または、制御板に代えて、補正板を上記と同様に冷却してもよく、その場合は上述の効果が得られる。

【0235】

また、制御板の温度を所定温度に調整する温調装置を設けてもよい。温調装置の構成は、特に制限はないが、例えば制御板を加熱する加熱装置と、制御板を冷却する冷却装置と、制御板の温度を検出する温度検出器とで構成することができる。加熱装置及び冷却装置は、制御板自身に取り付けてもよく、あるいは、制御板を保持する保持体(保持体85a, 85b)に取り付けて熱伝導を利用して制御板を加熱及び冷却してもよい。加熱装置としては、特に制限はないが、例えば公知のヒーターを用いることができる。冷却装置としては、特に制限はないが、例えば冷却パイプ内に冷媒を通過させる水冷方法を用いることができる。制御板の温度を適切に管理することにより、制御板に捕捉された蒸着粒子を再蒸発させて、材料利用効率を更に向上させることができる。但し、制御板から再蒸発した蒸着粒子は、制御板の温度等によっては様々な方向に飛翔する可能性がある。再蒸発した蒸着粒子が所望する最大入射角度よりも大きな角度で基板10に入射すると、被膜の端縁に不所望なボヤケ部分が生じる。従って、制御板の温度を調整して再蒸発する蒸着粒子の量や飛翔方向を制御することが好ましい。

30

【0236】

制御板に加えて、または、制御板に代えて、補正板の温度を所定温度に調整する温調装置を上記と同様に設けてもよく、その場合は上述の効果が得られる。

40

【0237】

上記の実施形態1, 2では、蒸着源60に、ノズル形状を有する複数の蒸着源開口61がX軸方向に沿って一定ピッチで配置されていたが、本発明はこれに限定されない。例えば、ノズル形状を有する蒸着源開口61のZ軸方向に沿って見た開口形状は、上記の実施例に示した円形に限定されず、楕円形、長方形、正方形、各種多角形などであってもよい。複数の蒸着源開口61のX軸方向の配置ピッチは、複数の制御板列のX軸方向の配置ピッチと同じであっても、異なってもよい。制御板列に対する蒸着源開口61のX軸方向における相対的位置は、任意に設定することができる。また、蒸着源開口が、複数の制御板列の両端幅よりも長いスロット形状の開口であって、当該開口がX軸方向に平行に配

50

置られていてもよい。

【0238】

制御板及び補正板のX軸方向に沿って見た形状は、矩形である必要はなく、例えば、蒸着源60側の辺が小さく、蒸着マスク70側の辺が大きな、略台形であってもよい。また、制御板及び補正板は、平板である必要はなく、例えば屈曲または湾曲していてもよく、あるいは波板であってもよい。また、制御板及び補正板の厚さは一定である必要はなく、例えば、蒸着源60側で厚く、蒸着マスク70側で薄い、テーパ状断面を有していてもよい。

【0239】

複数の制御板及び複数の補正板の作成方法は特に制限はない。例えば、制御板及び補正板を別個に作成し、これを保持体85a, 85bに溶接等により固定してもよい。あるいは、厚板材料に複数の貫通穴を一直線上に形成して、隣り合う貫通穴間の隔壁を制御板及び補正板として利用してもよい。

10

【0240】

蒸着マスク70に形成したマスク開口71のパターンは上記の実施例1, 2に限定されない。全てのマスク開口71の形状及び寸法は同じであってもよいし、異なってもよい。マスク開口71のX軸方向ピッチは一定であってもよいし、異なってもよい。

【0241】

上記の実施形態1, 2に示した蒸着装置では、蒸着源開口61、制御板80a, 80b、複数のマスク開口71が、それぞれX軸方向に一列に並んで配置されていたが、本発明はこれに限定されない。例えば、蒸着源開口、制御板、マスク開口のうちの少なくとも1つのX軸方向に沿った列がY軸方向に複数列配置されていてもよい。その場合、当該複数列間で、蒸着源開口、制御板、マスク開口のうちの少なくとも1つのX軸方向位置は同一であってもよいし、異なってもよい。

20

【0242】

上記の実施形態1, 2では、不動の蒸着ユニット50に対して基板10が移動したが、本発明はこれに限定されず、蒸着ユニット50及び基板10のうちの一方を他方に対して相対的に移動させればよい。例えば、基板10の位置を一定とし、蒸着ユニット50を移動させてもよく、あるいは、蒸着ユニット50及び基板10の両方を移動させてもよい。

【0243】

上記の実施形態1, 2では、蒸着ユニット50の上方に基板10を配置したが、蒸着ユニット50と基板10との相対的位置関係はこれに限定されない。例えば、蒸着ユニット50の下方に基板10を配置してよく、あるいは、蒸着ユニット50と基板10とを水平方向に対向して配置してもよい。

30

【産業上の利用可能性】

【0244】

本発明の蒸着装置及び蒸着方法の利用分野は特に制限はないが、有機EL表示装置の発光層の形成に好ましく利用することができる。

【符号の説明】

【0245】

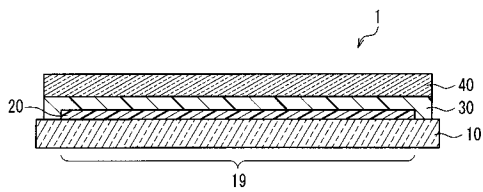
- 10 基板
- 10e 被蒸着面
- 20 有機EL素子
- 23R, 23G, 23B 発光層
- 50 蒸着ユニット
- 56 移動機構
- 60 蒸着源
- 61 蒸着源開口
- 70 蒸着マスク
- 71 マスク開口

40

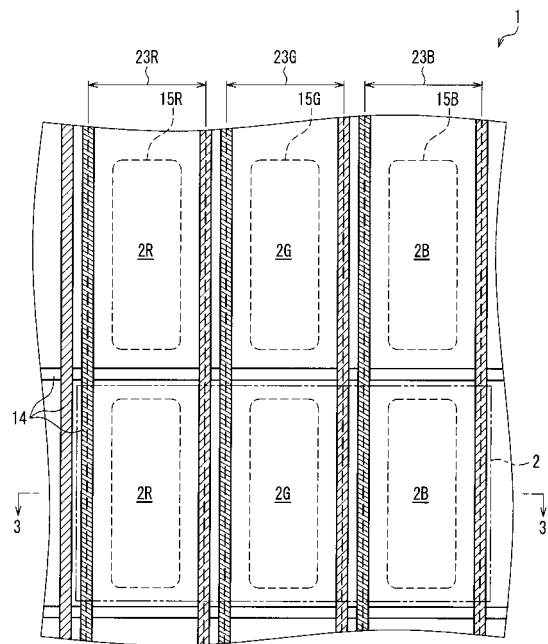
50

- 8 0 a 第 1 制御板
- 8 0 b 第 2 制御板
- 8 1 a 第 1 制御空間
- 8 1 b 第 2 制御空間
- 8 3 補正板
- 8 4 隙間
- 9 0 被膜
- 9 1 蒸着粒子

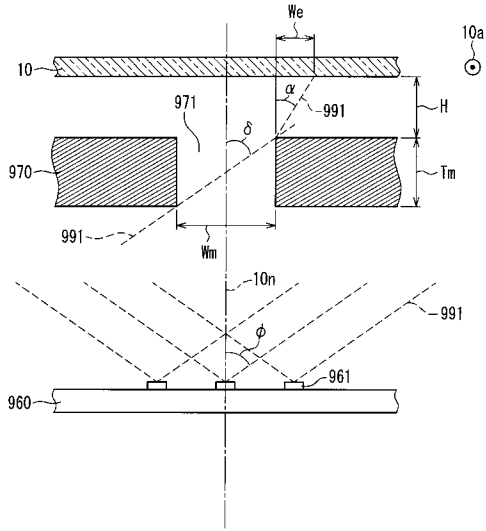
【 図 1 】



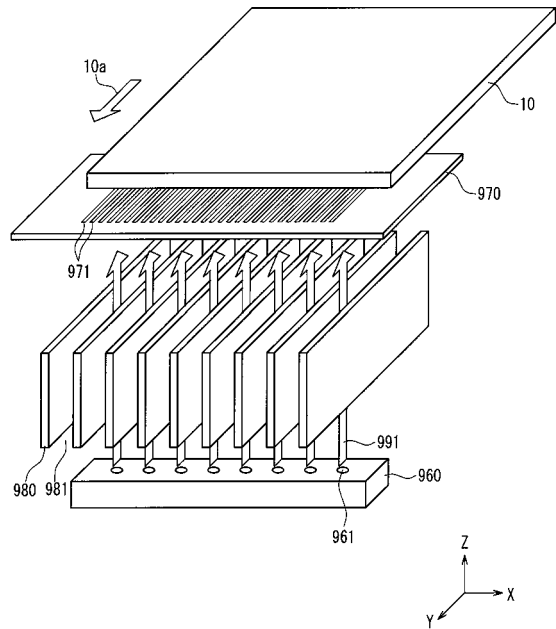
【 図 2 】



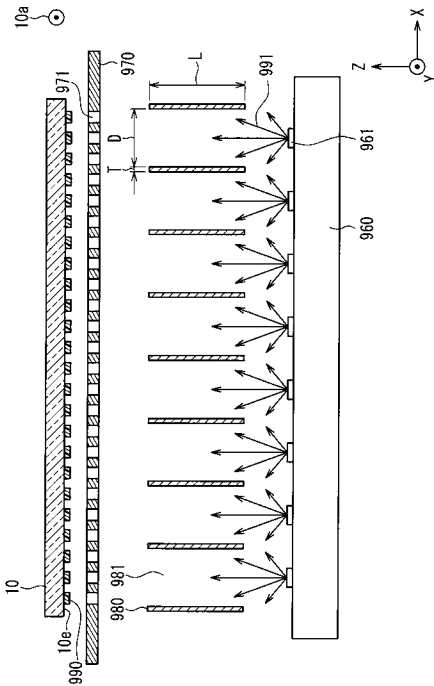
【 図 8 】



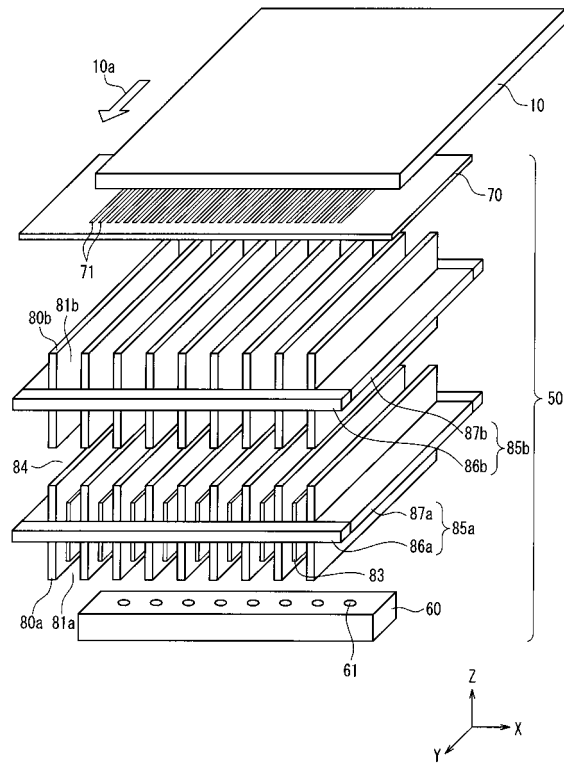
【 図 9 】



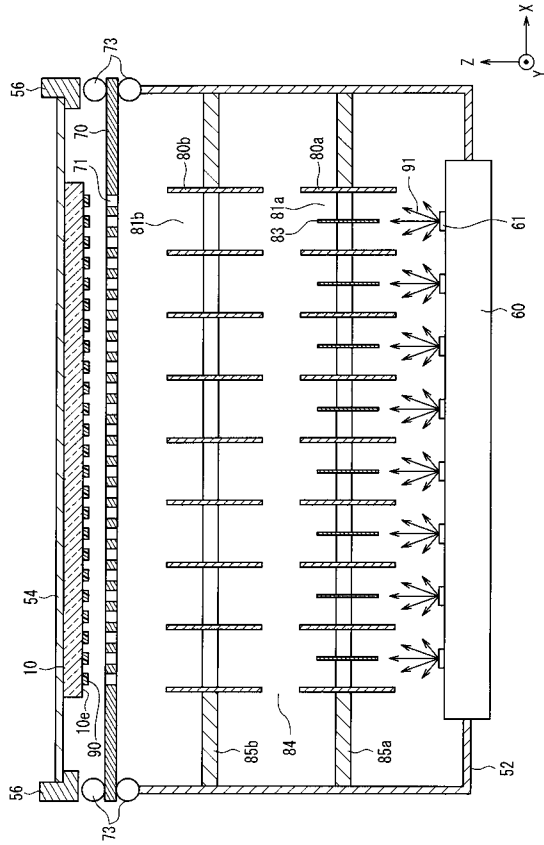
【 図 10 】



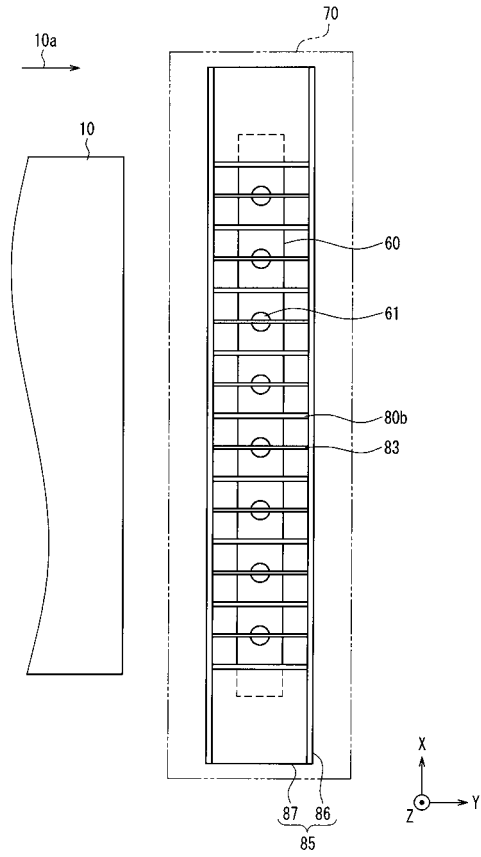
【 図 11 】



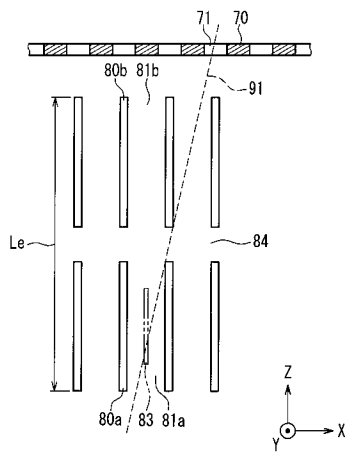
【 図 1 2 】



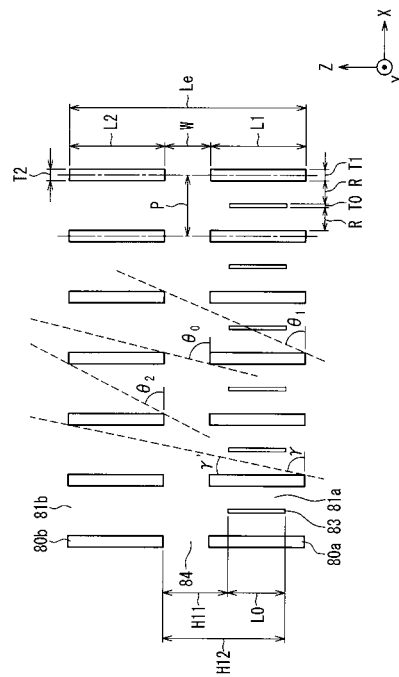
【 図 1 3 】



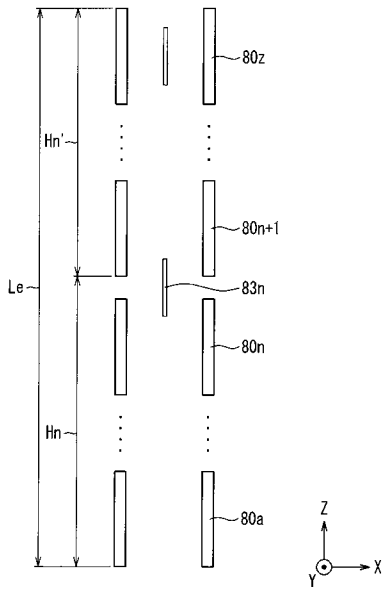
【 図 1 4 】



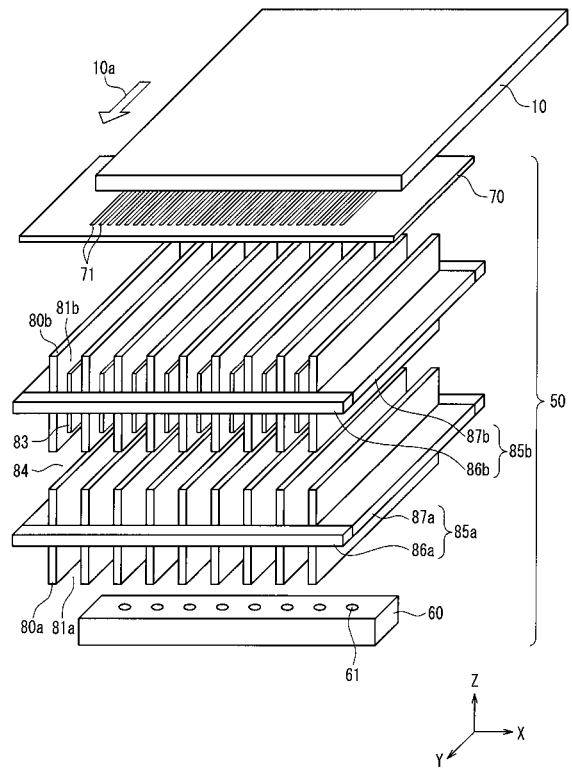
【 図 1 5 】



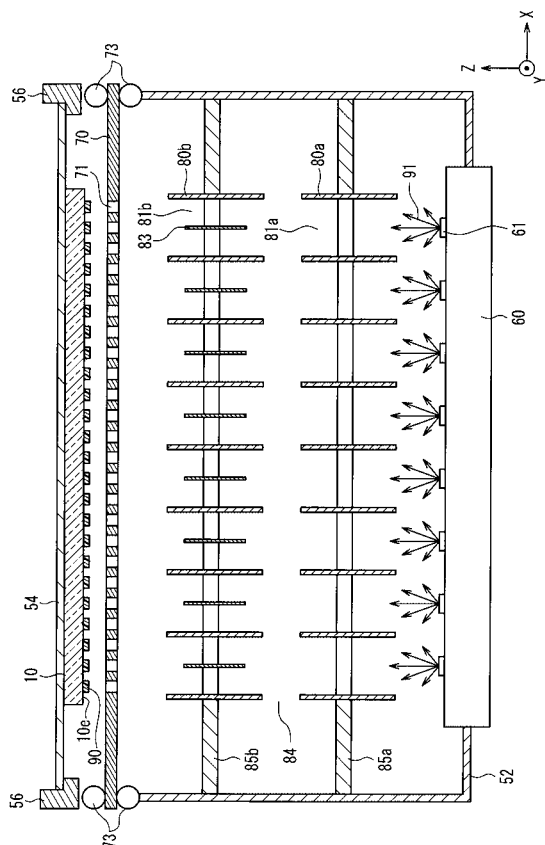
【 図 16 】



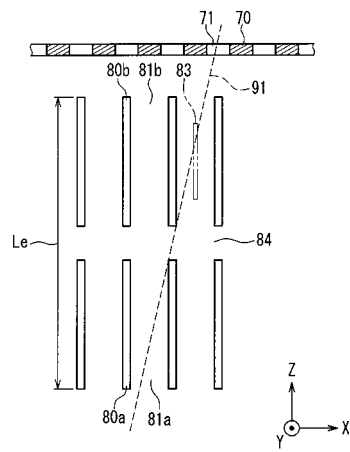
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



フロントページの続き

審査官 塩谷 領大

(56)参考文献 特開2011-032579(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 3 C	1 4 / 0 4
C 2 3 C	1 4 / 2 4
H 0 1 L	5 1 / 5 0
H 0 5 B	3 3 / 1 0