

(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2008-117689

(P2008-117689A)

(43) 公開日 平成20年5月22日(2008.5.22)

| (51) Int.Cl.                | F I          | テーマコード (参考) |
|-----------------------------|--------------|-------------|
| <b>H05B 33/10</b> (2006.01) | H05B 33/10   | 3K107       |
| <b>H01L 51/50</b> (2006.01) | H05B 33/14 A | 4D075       |
| <b>B05D 1/26</b> (2006.01)  | B05D 1/26 Z  |             |
| <b>B05D 3/10</b> (2006.01)  | B05D 3/10 H  |             |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 35 頁)

|           |                              |          |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------|------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2006-301327 (P2006-301327) | (71) 出願人 | 000001270                                                                                                                                                                                                                                            |
| (22) 出願日  | 平成18年11月7日 (2006.11.7)       |          | コニカミノルタホールディングス株式会社<br>東京都千代田区丸の内一丁目6番1号                                                                                                                                                                                                             |
|           |                              | (72) 発明者 | ▲高▼島 洋祐<br>東京都日野市さくら町1番地コニカミノル<br>タテクノロジーセンター株式会社内                                                                                                                                                                                                   |
|           |                              | Fターム(参考) | 3K107 AA01 BB01 CC33 CC45 FF15<br>GG08 GG28<br>4D075 AC06 AC09 AC88 AC91 AC92<br>AC93 AE04 AE16 AE27 BB24Y<br>BB24Z BB69Z BB92Z CA47 CB08<br>DA04 DA06 DB13 DB33 DB36<br>DB37 DB38 DB39 DB40 DB43<br>DB48 DB53 DB55 DC19 DC21<br>DC24 EA07 EC07 EC30 |

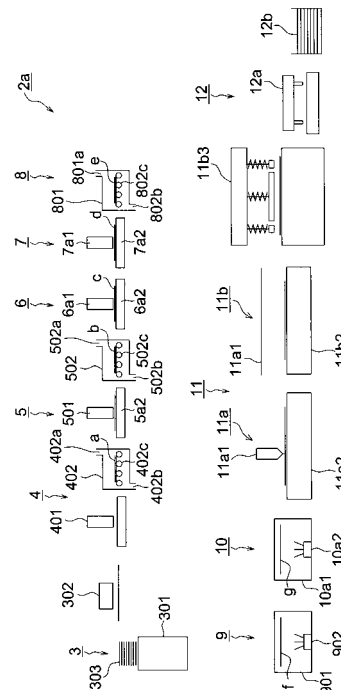
(54) 【発明の名称】 機能性積層膜の形成方法、積層薄膜デバイス、有機エレクトロルミネッセンス表示装置

## (57) 【要約】

【課題】成膜対象となる面の性質と、積層する塗布液に使用する溶剤との関係を考慮しないで機能性積層膜を形成する機能性積層膜の形成方法、この形成方法で製造した積層薄膜デバイス及び有機エレクトロルミネッセンス表示装置の提供。

【解決手段】基材上に第1機能性薄膜に対して溶解性を示す溶媒を用いた第2機能性薄膜形成用塗布液を使用し、前記第1機能性薄膜の上に隣接して前記第2機能性薄膜を液滴吐出法で形成する機能性積層膜の形成方法において、前記基材に第1機能性薄膜を形成する第1機能性薄膜形成工程と、前記第1機能性薄膜を形成した前記基材を加熱する加熱処理工程と、前記第1機能性薄膜の上に第2機能性薄膜形成用塗布液を液滴として供給する第2機能性薄膜形成用液滴供給工程と、前記第2機能性薄膜に対して溶剤を供給する溶剤供給工程と、溶剤除去工程とを有することを特徴とする機能性積層膜の形成方法。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基材上に少なくとも第 1 機能性薄膜と、第 2 機能性薄膜とを有する機能性積層膜を、前記第 1 機能性薄膜に対して溶解性を示す溶媒を用いた第 2 機能性薄膜形成用塗布液を使用し、前記第 1 機能性薄膜の上に隣接して前記第 2 機能性薄膜を液滴吐出法で形成する機能性積層膜の形成方法において、前記機能性積層膜の形成方法が、  
 前記基材に第 1 機能性薄膜を形成する第 1 機能性薄膜形成工程と、  
 前記第 1 機能性薄膜を形成した前記基材を加熱する加熱処理工程と、  
 前記第 1 機能性薄膜の上に第 2 機能性薄膜形成用塗布液を液滴として供給する第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程と、  
 前記第 2 機能性薄膜に対して溶剤を供給する溶剤供給工程と、  
 前記溶剤を除去する溶剤除去工程とを有することを特徴とする機能性積層膜の形成方法。

10

## 【請求項 2】

前記溶剤供給工程で用いられる溶剤は、第 2 機能性薄膜に対し溶解性を有し、且つ第 1 機能性薄膜に対する溶解性が、該第 2 機能性薄膜に対する溶解性よりも低いことを特徴とする請求項 1 に記載の機能性積層膜の形成方法。

## 【請求項 3】

前記液滴は、式 1) を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の機能性積層膜の形成方法。

$$\text{式 1)} \quad 0.5 \mu\text{m}^{-1} \leq S/V \leq 1.0 \mu\text{m}^{-1}$$

20

式中、S は表面積を示し、V は体積を示す。

## 【請求項 4】

前記溶剤供給工程で第 2 機能性薄膜の上に供給される溶剤の量は、該溶剤で形成される溶剤塗膜量  $h_w$  が第 2 機能性薄膜の乾燥膜厚  $h_d$  に対して  $10h_d \leq h_w \leq 100h_d$  を満たすことを特徴とする請求項 1～3 の何れか 1 項に記載の機能性積層膜の形成方法。

## 【請求項 5】

請求項 1～4 の何れか 1 項に記載の機能性積層膜の形成方法を用いて形成された機能性積層膜を有することを特徴とする積層薄膜デバイス。

## 【請求項 6】

請求項 6 に記載の積層薄膜デバイスが有機エレクトロルミネッセンス素子であり、該有機エレクトロルミネッセンス素子を用いたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、基材の上に形成された薄膜の上に、液滴吐出法により薄膜を積層する方法に関する。更に詳しくは基材の上に形成された第 1 機能性薄膜に対して溶解性を有する溶媒を使用した第 2 機能性薄膜形成用塗布液を使用して第 2 機能性薄膜を形成する機能性積層膜の形成方法と、この方法で形成した機能性積層膜を有する積層薄膜デバイスと、この積層薄膜デバイスを使用した有機エレクトロルミネッセンス表示装置に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

電子デバイスや光学デバイスなど種々のデバイスの構成要素として薄膜が広く利用されている。この様な薄膜の形成方法として、ドライプロセス法とウェットプロセス法が知られている。

## 【0003】

ドライプロセス法では高真空下で薄膜を形成する。この場合、積層構造を作るのが容易なため、効率、品質という面で非常に優れているが、一方、 $10^{-4}$  Pa 以下という高真空条件下で蒸着を行うため、操作が複雑でコストも高く製造の観点からは必ずしも好ましくない。

50

## 【0004】

それに対してウェットプロセス法は、押し出し塗布法、ディップコート法、スピンコート法、インクジェット法、印刷法といった各種湿式法を採用することが出来る。つまり大気圧下で形成することが出来るためコストが安くすむメリットがある。更に、溶液を調製して薄膜にするため、大面積に対してもムラが出来難いという特徴がある。よって、コスト、製造技術という面で非常にメリットがあることから、盛んに使用されている薄膜形成方法である。特に、最近ではより薄膜化が要求されているためインクジェットヘッドを使用し、微細な液滴を着弾させることにより薄膜を形成するインクジェット法が使用されている。

## 【0005】

ウェットプロセス法によって積層を行う場合には、積層される側の薄膜の面の性質と、積層する塗布液に使用する溶媒の性質との関係を十分に考慮しないと、両者の相性により、積層される側の薄膜の面に変質を生じさせてしまったり、積層する薄膜が設計した特性からずれてしまったり、或いは積層した薄膜の膜厚が一定にならなかったりして性能が不安定になるなどの不都合を生じる。

## 【0006】

例えば、有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子を製造する場合を例にすると、発光素子を構成する正孔輸送層、発光層、電子輸送層等の各層の成膜にウェットプロセス法が採用されている。具体的には、正孔輸送層の上に発光層等となるべき溶質を含んだ塗布液を液滴吐出法によって所定の位置へ液滴として着弾させ固化させることにより、薄膜状の発光層が形成される。しかしながら、ウェットプロセス法を用いて積層構造を形成しようとする際には、材料の溶媒に対する溶解性を十分に考慮する必要がある。例えば、下地となる正孔輸送層に対しても溶解性のある溶媒を用いて発光層を積層しようすると、正孔輸送層が発光層の溶媒に溶解してしまい、正孔輸送層と発光層との間で層間混合が生じてしまうため、発光効率を高める積層構造を構成するのが難しい。これらの対応が検討されてきた。例えば、薄膜を積層する側の薄膜を、積層する薄膜用塗布液に使用する溶媒の沸点以上に加熱しておき、積層する薄膜用塗布液を液滴吐出法により薄膜を積層する側の薄膜の上に液滴を着弾させることで着弾と同時に溶媒を蒸発させ、溶媒の影響を除き積層させる方法が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

## 【0007】

しかしながら、特許文献1の記載の方法は次の問題点を有している。液滴が着弾する基板を予め加熱しておくことで着弾と同時に液滴が乾燥させるため、下地層の溶解防止及び溶媒選択性を可能としているが、着弾と同時に液滴を乾燥させるため、乾燥条件に自由度がなく膜厚ムラが生じやすく、より高品質を要求されるデバイスには適用されない場合がある。

## 【0008】

この様な状況から、成膜対象となる面の性質と、積層する塗布液に使用する溶剤との関係を考慮しないで機能性積層膜を形成する機能性積層膜の形成方法、この形成方法で製造した積層薄膜デバイス及び、積層薄膜デバイスを使用した有機エレクトロルミネッセンス表示装置を開発することが望まれている。

【特許文献1】特開2006-172987号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

本発明は、上記状況に鑑み成されたものであり、その目的は、成膜対象となる面の性質と、積層する塗布液に使用する溶剤との関係を考慮しないで機能性積層膜を形成する機能性積層膜の形成方法、この形成方法で製造した積層薄膜デバイス及び、積層薄膜デバイスを使用した有機エレクトロルミネッセンス表示装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

## 【0010】

本発明の上記目的は、下記の構成により達成された。

## 【0011】

1. 基材上に少なくとも第1機能性薄膜と、第2機能性薄膜とを有する機能性積層膜を、前記第1機能性薄膜に対して溶解性を示す溶媒を用いた第2機能性薄膜形成用塗布液を使用し、前記第1機能性薄膜の上に隣接して前記第2機能性薄膜を液滴吐出法で形成する機能性積層膜の形成方法において、前記機能性積層膜の形成方法が、前記基材に第1機能性薄膜を形成する第1機能性薄膜形成工程と、前記第1機能性薄膜を形成した前記基材を加熱する加熱処理工程と、前記第1機能性薄膜の上に第2機能性薄膜形成用塗布液を液滴として供給する第2機能性薄膜形成用液滴供給工程と、前記第2機能性薄膜に対して溶剤を供給する溶剤供給工程と、前記溶剤を除去する溶剤除去工程とを有することを特徴とする機能性積層膜の形成方法。

10

## 【0012】

2. 前記溶剤供給工程で用いられる溶剤は、第2機能性薄膜に対し溶解性を有し、且つ第1機能性薄膜に対する溶解性が、該第2機能性薄膜に対する溶解性よりも低いことを特徴とする前記1に記載の機能性積層膜の形成方法。

## 【0013】

3. 前記液滴は、式1)を満たすことを特徴とする前記1又は2に記載の機能性積層膜の形成方法。

## 【0014】

$$\text{式1)} \quad 0.5 \mu\text{m}^{-1} \leq S/V \leq 1.0 \mu\text{m}^{-1}$$

式中、Sは表面積を示し、Vは体積を示す。

20

## 【0015】

4. 前記溶剤供給工程で第2機能性薄膜の上に供給される溶剤の量は、該溶剤で形成される溶剤塗膜量 $h_w$ が第2機能性薄膜の乾燥膜厚 $h_d$ に対して $10h_d \leq h_w \leq 100h_d$ を満たすことを特徴とする前記1～3の何れか1項に記載の機能性積層膜の形成方法。

## 【0016】

5. 前記1～4の何れか1項に記載の機能性積層膜の形成方法を用いて形成された機能性積層膜を有することを特徴とする積層薄膜デバイス。

## 【0017】

6. 前記6に記載の積層薄膜デバイスが有機エレクトロルミネッセンス素子であり、該有機エレクトロルミネッセンス素子を用いたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

30

## 【発明の効果】

## 【0018】

成膜対象となる面の性質と、積層する塗布液に使用する溶剤との関係を考慮しないで機能性積層膜を形成する機能性積層膜の形成方法、この形成方法で製造した積層薄膜デバイス及び、積層薄膜デバイスを使用した有機エレクトロルミネッセンス表示装置を提供することが出来、安定した性能を有する積層薄膜デバイス、有機エレクトロルミネッセンス表示装置の製造が可能となり、生産効率の向上が可能となった。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0019】

本発明の実施の形態を、基材の上に少なくとも第1機能性薄膜と、第2機能性薄膜とを有する機能性積層膜を形成した製品の一例として有機EL素子を挙げ、図1～図7を参照しながら説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

## 【0020】

図1は有機ELパネルの構成の一例を示す概略図である。図1(a)は有機ELパネルの構成の一例を示す模式図である。図1(b)は図1(a)のA-A'に沿った概略断面図である。図1(c)は図1(a)のB-B'に沿った概略断面図である。

## 【0021】

50

図中、1は有機ELパネルを示す。有機ELパネル1は、基材101上に、第1電極102a1を含む陽極層102aと、正孔輸送層102bと、発光層102cと、電子輸送層102dと、陰極バッファ層102eと、第2電極102f1を含む陰極層102fと、第1電極102a1からの第1取り出し電極102a2と、第2電極102f1からの第2取り出し電極102f2とを有する有機EL素子102と、有機EL素子102の周囲と表面に設けられた接着剤層103を介して封止部材104により封止された構造となっている。本図では、発光層102cを第1機能性薄膜とし、電子輸送層102dを第2機能性薄膜とする。

#### 【0022】

本図に示される有機EL素子において、陽極層102aと正孔輸送層102bとの間に正孔注入層（不図示）を設けてもよい。有機EL素子102では、陽極（第1電極）102a1と基材101との間にガスバリア膜（不図示）を設けても構わない。

#### 【0023】

本図に示す有機EL素子の層構成は一例を示したものであるが、他の代表的な多層構成を有する有機EL素子の層構成としては次の構成が挙げられる。

#### 【0024】

(1) 基材／陽極／発光層／電子輸送層／陰極／封止層

(2) 基材／陽極／正孔輸送層／発光層／正孔阻止層／電子輸送層／陰極／封止層

(3) 基材／陽極／正孔輸送層／発光層／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層（電子注入層）／陰極／封止層

(4) 基材／陽極／陽極バッファ層（正孔注入層）／正孔輸送層／発光層／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層（電子注入層）／陰極／封止層

(5) 基材／陽極／正孔輸送層／青色発光層／橙色発光層／電子輸送層／陰極／封止層

本発明において、発光層とは青色発光層、緑色発光層、赤色発光層を指す。発光層を積層する場合の積層順としては、特に制限はなく、又各発光層間に非発光性の中間層を有していてもよい。本発明においては、少なくとも一つの青発光層が、全発光層中最も陽極に近い位置に設けられていることが好ましい。又、発光層を4層以上設ける場合には、陽極に近い順から、例えば青色発光層／緑色発光層／赤色発光層／青色発光層、青色発光層／緑色発光層／赤色発光層／青色発光層／緑色発光層、青色発光層／緑色発光層／赤色発光層／青色発光層／緑色発光層／赤色発光層のように青色発光層、緑色発光層、赤色発光層を順に積層することが、輝度安定性を高める上で好ましい。発光層を多層にすることで白色素子の作製が可能である。

#### 【0025】

発光層の膜厚の総和は特に制限はないが、膜の均質性、発光に必要な電圧等を考慮し、通常2nm～5μm、好ましくは2～200nmの範囲で選ばれる。更に10～20nmの範囲にあるのが好ましい。膜厚を20nm以下にすると電圧面のみならず、駆動電流に対する発光色の安定性が向上する効果があり好ましい。個々の発光層の膜厚は、好ましくは2～100nmの範囲で選ばれ、2～20nmの範囲にあるのが更に好ましい。青、緑、赤の各発光層の膜厚の関係については、特に制限はないが、3色の発光層中、青発光層（複数層ある場合はその総和）が最も厚いことが好ましい。

#### 【0026】

発光層は発光極大波長が各々430～480nm、510～550nm、600～640nmの範囲にある発光スペクトルの異なる少なくとも3層以上の層を含む。3層以上であれば、特に制限はない。4層より多い場合には、同一の発光スペクトルを有する層が複数層あってもよい。発光極大波長が430～480nmにある層を青発光層、510～550nmにある層を緑発光層、600～640nmの範囲にある層を赤発光層と言う。又、前記の極大波長を維持する範囲において、各発光層には複数の発光性化合物を混合してもよい。例えば、青発光層に、極大波長430～480nmの青発光性化合物と、同510～550nmの緑発光性化合物を混合して用いてもよい。

#### 【0027】

本発明はこれら多層構造を有する有機EL素子に示される様に、基材の上に少なくとも第1機能性薄膜と、第2機能性薄膜とにより構成される機能性積層膜において、第1機能性薄膜上に湿式塗布方法で第2機能性薄膜を隣接して形成する機能性積層膜の形成方法、この機能性積層膜の形成方法で製造した積層薄膜デバイス（例えば有機EL素子）及びこの積層薄膜デバイス（例えば有機EL素子）を使用した有機EL表示装置に関するものである。尚、本発明において積層薄膜デバイスとは、例えば有機EL素子、有機フォトコンダクタ有機薄膜太陽電池等が挙げられるが、特に制限はない。

#### 【0028】

図2は枚葉基材を使用し多層構造を有する有機EL素子を作製する製造プロセスの一例を示す模式図である。尚、本図で示す製造プロセスの説明は、有機EL素子の一例として、枚葉基材上に、第1電極（陽極）、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、第2電極（陰極）、陰極バッファ層、封止層の順番に形成されている照明用（面発光）有機EL素子の場合について行う。本図では、枚葉基材上に既に第1電極（陽極）が形成されたものを使用するため、第1電極（陽極）形成工程は省略してある。尚、本図では発光層を第1機能性薄膜とし、を第2機能性薄膜とする。

#### 【0029】

図中、2aは有機EL素子の製造プロセスを示す。製造プロセス2aは、枚葉基材の供給工程3と、正孔輸送層形成工程4と、第1機能性薄膜（発光層）を形成する第1機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）5と、第2機能性薄膜（電子輸送層）とを形成する第2機能性薄膜形成用液滴供給工程（電子輸送層形成用液滴供給工程）6と、溶剤供給工程7と、溶剤除去工程8と、陰極バッファ層を形成する陰極バッファ層形成工程9と、第2電極（陰極）を形成する第2電極形成工程10と、封止層を形成する封止層形成工程11と、回収工程12とを有している。

#### 【0030】

本図で示される製造プロセスは、枚葉基材の供給工程3と正孔輸送層形成工程4と第1機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）5～溶剤除去工程8までを連続して大気圧条件下で行い、陰極バッファ層形成工程9～封止層形成工程11迄を連続して減圧条件下で行う場合を示している。回収工程12は大気圧条件下で行う。本発明は第1機能性薄膜（発光層）の上に、第2機能性薄膜（電子輸送層）を形成する方法に関するものである。

#### 【0031】

供給工程3は、少なくとも一つの有機EL素子を形成するのに使用される少なくとも一つの第1電極（陽極）（不図示）が既に形成された枚葉基材303を次工程に供給する供給装置301と、枚葉基材の表面を清掃するための基材洗浄処理装置302とを有している。

#### 【0032】

正孔輸送層形成工程4は、枚葉基材303上に形成されている第1電極（陽極）（不図示）の上に正孔輸送層形成用塗布液を塗布する塗布装置401と、形成された正孔輸送層形成用塗膜を乾燥し正孔輸送層aを形成する乾燥装置402とを有している。塗布装置401としては溶媒に正孔注入、正孔輸送機能を有する材料、例えばポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン）-ポリスチレンスルホン酸（PEDOT/PSS Bayer社製、Baytron P Al 4083）等を溶解あるいは分散した塗布液を塗布する湿式方式であるスリットコート法、インクジェット法、スプレー法等が使用され、材料の特性にもよるが、乾燥後の厚さとして10～100nmになるように塗布される。乾燥装置402は、乾燥風の供給口402a、排気口402bと、搬送用ロール402cとを有している。

#### 【0033】

第1機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）5は、正孔輸送層の上に発光層形成用塗布液を塗布する塗布装置501と、形成された発光層形成用塗膜を乾燥し発光層bを形成する乾燥装置502とを有している。塗布装置501としては有機溶媒に、発光層を形成するカルバゾール誘導体（4，4'-N，N'-dicarbazole-biphenyl）

10

20

30

40

50

1、CBP)、イリジウム錯体(fac tris(2-phenylpyridine) iridium(III)、(Ir(ppy)<sub>3</sub>))等を溶解した塗布液を塗布する湿式方式であるスリットコート法、インクジェット法、スプレー法、スピコート法等が使用され、材料の特性にもよるが、乾燥後の厚さとして10~100nmになるように塗布される。

#### 【0034】

乾燥装置502は、乾燥風の供給口502a、排気口502bと、搬送用ロール502cとを有している。

#### 【0035】

乾燥装置502では、次工程の第2機能性薄膜形成用液滴供給工程(電子輸送層形成用液滴供給工程)6で第1機能性薄膜(発光層)の上に着弾した第2機能性薄膜形成用液滴を着弾した時点で、液滴の溶媒を蒸発させるために、基材を加熱する加熱処理工程を兼ねても構わない。基材の温度は、液滴の溶媒の沸点に対して、-10℃~+10℃の範囲であることが好ましい。-10℃未満の場合は第1機能性薄膜(発光層)を溶解し、第1機能性薄膜(発光層)と第2機能性薄膜(電子輸送層)との間で層間混合が生じ、性能維持が出来なくなるため好ましくない。+10℃を超える場合は、加熱された基板から液滴吐出ノズルへの伝熱により、塗布液が乾燥し液滴吐出手段のノズルの目詰まりを生じる可能性があり好ましくない。

#### 【0036】

第2機能性薄膜形成用液滴供給工程(電子輸送層形成用液滴供給工程)6は、第2機能性薄膜形成用塗布液(電子輸送層形成用塗布液)を液滴として供給する液滴吐出手段6a1と載置台6a2とを有している。液滴吐出手段としては特に限定はなく、例えばインクジェットノズル、静電ノズル等が挙げられ、本図は静電ノズルを使用した静電ノズル吐出装置の場合を示している。

#### 【0037】

液滴吐出手段6a1により第2機能性薄膜形成用塗布液(電子輸送層形成用塗布液)を液滴として第1機能性薄膜(発光層)の上に液滴の状態相互に重ね合わさらない様に着弾させるのであるが、供給される第1機能性薄膜(発光層)を有する基材の温度が第2機能性薄膜形成用塗布液(電子輸送層形成用塗布液)の溶媒の沸点近傍になっているため、着弾すると同時に蒸発し、第2機能性薄膜(電子輸送層)cが形成される。尚、形成された第2機能性薄膜(電子輸送層)cの表面は凹凸状となっている。

尚、第2機能性薄膜形成用塗布液(電子輸送層形成用塗布液)に使用している溶媒は、第1機能性薄膜(発光層)に対して溶解性を有している。着弾すると同時に溶媒が蒸発することで次の効果が挙げられる。

1) 第2機能性薄膜形成用塗布液の溶媒が、下地層となる第1機能性薄膜へ浸透、溶解による層間混合を防止することが出来る。

2) 第2機能性薄膜形成用塗布液を重ね合わさらない様に着弾させることで、体積に対する液滴表面積を大きく取れるためより効率的な乾燥が可能となる。

#### 【0038】

本図では乾燥装置502と第2機能性薄膜形成用液滴供給工程(電子輸送層形成用液滴供給工程)6とが分離した状態となっているが乾燥装置502と第2機能性薄膜形成用液滴供給工程(電子輸送層形成用液滴供給工程)6とを合わせた工程としてもよい。又、第1機能性薄膜(発光層)の上に着弾した第2機能性薄膜形成用塗布液(電子輸送層形成用塗布液)の液滴を、着弾した時点で液滴の溶媒を蒸発させるために、載置台6a2に加熱手段を設け加熱処理工程を兼ねても構わない。

#### 【0039】

本図に示される第2機能性薄膜形成用液滴供給工程(電子輸送層形成用液滴供給工程)6で液滴吐出手段6a1による塗布は次の方法で行うことが可能である。1) 枚葉基材を固定し、液滴吐出手段6a1を枚葉基材の幅方向と搬送方向とに移動する方法。2) 液滴吐出手段6a1を固定し、枚葉基材が固定されている載置台を枚葉基材の幅方向と搬送方

10

20

30

40

50

向とに移動する方法。これらの方法は必要に応じて適宜選択することが可能である。

#### 【0040】

溶剤供給工程7は溶剤供給手段として、溶剤供給装置7a1と載置台7a2とを有している。溶剤供給装置7a1としては特に限定はなく、例えば、押し出し塗布ヘッド、インクジェットノズル、静電ノズル等が挙げられる。溶剤供給装置7a1に使用する溶剤は、第2機能性薄膜（電子輸送層）に対し溶解性を有し、且つ第1機能性薄膜（発光層）に対する溶解性が、第2機能性薄膜（電子輸送層）に対する溶解性よりも低いことが好ましい。

#### 【0041】

溶剤供給工程7で第2機能性薄膜（電子輸送層）の上に第2機能性薄膜（電子輸送層）に対し溶解性を有する溶剤を供給し溶剤層dを形成することで形成されていた第2機能性薄膜（電子輸送層）が溶解し、平滑な平面を有する状態の第2機能性薄膜形成用塗膜（電子輸送層形成用塗膜）となる。又、第1機能性薄膜（発光層）に対する溶解性が低いため、第2機能性薄膜（電子輸送層）から浸透した溶剤で第1機能性薄膜（発光層）が溶解されることを防止することが可能となっている。

#### 【0042】

溶剤供給工程7で第2機能性薄膜（電子輸送層）の上に供給する溶剤の量は、溶剤による第1機能性薄膜（発光層）の溶解ダメージ等を考慮し、供給された溶剤で形成された溶剤塗膜量hwが第2機能性薄膜（電子輸送層）の乾燥膜厚hdに対して $10hd \leq hw \leq 100hd$ を満たすように、 $N_2$ 、Arなどの不活性ガス下で、且つ温度が $40^\circ C \sim 80^\circ C$ の環境条件で供給することが好ましい。

#### 【0043】

本図に示される溶剤供給工程7で溶剤供給装置7a1による溶媒の供給は次の方法で行うことが可能である。1）枚葉基材を固定し、溶剤供給装置7a1を枚葉基材の幅方向と搬送方向とに移動する方法。2）溶剤供給装置7a1を固定し、枚葉基材が固定されている載置台を枚葉基材の幅方向と搬送方向とに移動する方法。これらの方法は必要に応じて適宜選択することが可能である。

#### 【0044】

溶剤除去工程8は、乾燥風の供給口801a、排気口802bと、搬送用ロール802cとを有する溶剤除去装置801を有している。第2機能性薄膜形成用塗膜（電子輸送層形成用塗膜）は溶剤除去装置801で溶媒が除去され連続状の第2機能性薄膜（電子輸送層）eを形成する。

#### 【0045】

陰極バッファ層9は、蒸発源容器902を有する蒸着装置901を有し、減圧条件下で連続状の第2機能性薄膜（電子輸送層）eの上に陰極バッファ層fを形成するようになっている。

#### 【0046】

第2電極（陰極）形成工程10は、蒸発源容器10a2を有する蒸着装置10a1を有し、減圧条件下で陰極バッファ層fの上に第1電極（陽極）と直交する様に第2電極（陰極）gを形成するようになっている。この段階で有機EL素子が出来上がる。

#### 【0047】

封止層形成工程11は、シール剤塗設工程11aと、枚葉シート状可撓性封止部材貼合工程11bとを有している。本図に示す封止層形成工程11は枚葉シート状可撓性封止部材を使用する工程を示している。シール剤塗設工程11aでは、第2電極（陰極）gまでが形成された基材（有機EL素子）を載置台11a2に載置し、シール剤塗設装置8a1で第1電極（陽極）と第2電極（陰極）gの先端部分を残して発光領域又は発光領域の周辺にシール剤が塗設される。

#### 【0048】

枚葉シート状可撓性封止部材貼合工程11bでは、シール剤塗設工程11aでシール剤が塗設された有機EL素子を載置台11b2の上に載置し、枚葉シート状可撓性封止部材

10

20

30

40

50



1 1 b 1 を積重した後、可撓性封止部材貼合装置 1 1 b 3 により貼合する。この段階で、少なくとも一つの有機 E L パネルが形成される。本図では封止層形成工程 1 1 を枚葉シート状可撓性封止部材を使用する場合を示したが、蒸着で封止層を形成する方式で合っても構わない。

#### 【0049】

回収工程 1 2 では貼合された可撓性封止部材の不要部分を除去し、第 1 電極（陽極）、第 2 電極（陰極）の端部を除いて第 2 電極（陰極）上に可撓性封止部材が貼合された状態とすることで枚葉基材上に少なくとも一つの照明用（面発光）の有機 E L パネルとした後、枚葉の基材（有機 E L 素子）から打ち抜き断裁装置 1 2 a で可撓性封止部材で封止された個別の有機 E L パネルを打ち抜き断裁することで図 1 に示す有機 E L パネル 1 2 b が回収される。

10

#### 【0050】

本図では、陰極バッファ層形成工程 9、第 2 電極形成工程 1 0 が蒸着装置の場合を示したが、陰極バッファ層及び第 2 電極の形成方法については、特に限定はなく、例えばスパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマ C V D 法、レーザ C V D 法、熱 C V D 法、コーティング法などを用いることが出来る

図 3 は带状基材を使用し多層構造を有する有機 E L パネルを作製する製造プロセスの一例を示す模式図である。尚、本図で示す製造プロセスの説明は、有機 E L パネルの一例として、带状可撓性基材上に、第 1 電極（陽極）、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、陰極バッファ層、第 2 電極（陰極）、封止層の順番に形成されている照明用（面発光）有機 E L パネルの場合について行う。本図では、带状可撓性基材上に、第 1 電極（陽極）が既に形成されたものを使用するため、第 1 電極形成工程は省略してある。尚、本図では発光層を第 1 機能性薄膜とし、電子輸送層を第 2 機能性薄膜とする。

20

#### 【0051】

図中、2 b は有機 E L 素子の製造プロセスを示す。製造プロセス 2 b は、带状基材の供給工程 3 ' と、正孔輸送層形成工程 4 ' と、第 1 機能性薄膜（発光層）とを形成する第 1 機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）5 ' と、第 2 機能性薄膜（電子輸送層）とを形成する第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程（電子輸送層形成用液滴供給工程）6 ' と、溶剤供給工程 7 ' と、溶剤除去工程 8 ' と、第 1 回収工程 9 ' と、陰極バッファ層を形成する陰極バッファ層形成工程 1 0 ' と、第 2 電極（陰極）を形成する第 2 電極形成工程 1 1 ' と、封止層を形成する封止層形成工程 1 2 ' と、第 2 回収工程 1 3 ' とを有している。

30

#### 【0052】

本図で示される製造プロセスは、带状基材の供給工程 3 ' ～溶剤除去工程 8 ' 迄を連続して大気圧条件下で行い、大気圧条件下で一旦巻き取った後、陰極バッファ層形成工程 1 0 ' ～封止層形成工程 1 2 ' 迄を連続して減圧条件下で行う場合を示している。第 2 回収工程 1 3 ' は大気圧条件下又は減圧条件下の何れに配設しても構わない。

#### 【0053】

供給工程 3 ' は、繰り出し工程 3 ' a と表面処理工程 3 ' b とを有している。繰り出し工程 3 ' a では、少なくとも一つの有機 E L 素子を形成するのに使用される第 1 電極が既に形成された带状基材 3 ' a 1 が巻き芯に巻き取られロール状態で供給される様になっている。3 ' a 2 は带状基材 3 ' a 1 の元巻きロールを示す。表面処理工程 3 ' b は洗浄表面改質処理装置 3 ' b 1 と、除電処理手段 3 ' b 2 とを有している。洗浄表面改質処理装置 3 ' b 1 は、正孔輸送層形成用塗布液を塗布する前に繰り出し工程 3 ' a から送られてきた带状基材 3 ' a 1 の第 1 電極（不図示）表面を洗浄改質するために配設されている。除電処理手段 3 ' b 2 としては、非接触式除帯電除去装置 3 ' b 2 1 と接触式帯電除去装置 3 ' b 2 2 とを有している。

40

#### 【0054】

非接触式帯電除去装置 3 ' b 2 1 としては例えば、非接触式のイオナイザーが挙げられイオナイザーの種類については特に制限はなく、イオン発生方式は A C 方式、D C 方式ど

50

ちらでも構わない。ACタイプ、ダブルDCタイプ、パルスACタイプ、軟X線タイプが用いることが出来るが、特に精密除電の観点から、ACタイプが好ましい。ACタイプを使用の際に必要な噴射気体については、空気かN<sub>2</sub>が用いられるが、十分に純度が高められたN<sub>2</sub>で行うことが好ましい。又、インラインで行う観点より、ブロータイプもしくはガンタイプより選ばれる。

#### 【0055】

接触式帯電除去装置3' b 2 2としては、除電ロール又はアース接続した導電性ブラシを用いて行われる。除電器としての除電ロールは、接地されており、除電された表面に回転自在に接触して表面電荷を除去する。このような除電ロールとしては、アルミニウム、銅、ニッケル、ステンレス等の金属製ロールの他に、カーボンブラック、金属粉、金属繊維等の導電性材料を混合した弾性のあるプラスチックやゴム製のロールが使用される。特に、帯状可撓性連続シートとの接触をよくするため、弾性のあるものが好ましい。アース接続した導電性ブラシとは、一般には、線状に配列した導電性繊維からなるブラシ部材や線状金属製のブラシを有する除電バー又は除電糸構造のものを挙げることが出来る。除電バーについては、特に限定はないが、コロナ放電式のものが好ましく用いられ、例えば、キーエンス社製のS J-Bが用いられる。除電糸についても、特に限定はないが、通常フレキシブルな糸状のものが好ましく用いることが出来る。

#### 【0056】

第1機能性薄膜形成工程（正孔輸送層形成工程）4'は、塗布工程4' aと、乾燥工程4' bと、除電処理工程4' cとを有している。

#### 【0057】

塗布工程4' aは帯状基材3' a 1を保持するバックアップロール4' a 1と、バックアップロール4' a 1に保持された帯状基材3' a 1に正孔輸送層形成用塗布液を外部取り出し電極となる一部を除いて塗布する湿式塗布機4' a 2とを有している。

#### 【0058】

乾燥工程4' bは、帯状基材3' a 1上の第1電極（不図示）上に形成された正孔輸送層形成用塗膜a'の溶媒を除去し正孔輸送層b'を形成する乾燥風の供給口4' b 1と、排気口4' b 1 2と、搬送用ロール4' b 1 3とを有する乾燥装置4' b 1とを有している。尚、乾燥装置4' b 1は加熱処理を可能とする部分を内部に有している。

#### 【0059】

塗布装置4' a 2としては溶媒に正孔注入、正孔輸送機能を有する材料、例えばポリ(3, 4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリスチレンスルホン酸(PEDOT/ PSS Bayer社製、Baytron P Al 4083)等を溶解あるいは分散した塗布液を塗布する湿式方式であるスリットコート法、インクジェット法、スプレー法等が使用され、材料の特性にもよるが、乾燥後の厚さとして10~100nmになるように塗布される。

#### 【0060】

除電処理工程4' cは、非接触式帯電除去装置4' c 1と接触式帯電除去装置4' c 2とを有している。尚、非接触式帯電除去装置4' c 1と接触式帯電除去装置4' c 2とは、供給工程3'に使用した非接触式帯電除去装置3' b 2 1と接触式帯電除去装置3' b 2 2と同じである。

#### 【0061】

第1機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）5'は、アキュムレータ部5' aと、塗布工程5' bと、乾燥工程5' cと、除電処理工程5' dとを有している。

#### 【0062】

アキュムレータ部5' aは、ロール5' a 1が上下方向（図中の矢印方向）に移動することで、正孔輸送層形成工程4'と、第1機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）5'との搬送速度の差を調整するために配設されており、速度差に応じてロール5' a 1の増設が可能となっている。

#### 【0063】

塗布工程 5' b は、塗布装置 5' b 1 と受け部材 5' b 2 とを有している。塗布装置 5' b 1 としては特に限定はなく、カルバゾール誘導体 (4, 4'-N, N'-dicarbazole-biphenyl、CBP)、イリジウム錯体 (fac tris (2-phenylpyridine) iridium (III)、(Ir (ppy)<sub>3</sub>)) 等を溶媒に溶解した第 1 機能性薄膜形成用 (発光層形成用) 塗布液を正孔輸送層の上に塗布する湿式方式であるスリットコート法、インクジェット法、スプレー法等が使用され、材料の特性にもよるが、乾燥後の厚さとして 10~100 nm になるように塗布される。

#### 【0064】

乾燥工程 5' c は、乾燥装置 5' c 1 とを有している。乾燥装置 5' c 1 は、乾燥風の供給口 5' c 1 1 と、排気口 5' c 1 2 と、搬送用ロール 5' c 1 3 とを有している。乾燥工程 5' c で溶媒が除去され第 1 機能性薄膜 (発光層) c が正孔輸送層の上に形成される。

10

#### 【0065】

除電処理工程 5' d は形成された第 1 機能性薄膜 (発光層) c' の除電を行う非接触式帯電除去装置 5' d 1 と接触式帯電除去装置 5' d 2 とを有している。尚、非接触式帯電除去装置 5' d 1 と接触式帯電除去装置 5' d 2 とは、供給工程 3' に使用した非接触式帯電除去装置 3' b 2 1 と接触式帯電除去装置 3' b 2 2 と同じである。

#### 【0066】

第 2 機能性薄膜形成工程 (電子輸送層形成工程) 6' は、アキュムレータ部 6' a と、加熱処理工程 6' b と、第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程 (電子輸送層形成用液滴供給工程) 6' c とを有している。

20

#### 【0067】

アキュムレータ部 6' a は、ロール 6' a 1 が上下方向 (図中の矢印方向) に移動することで、第 1 機能性薄膜形成工程 (発光層形成工程) 5' と、第 2 機能性薄膜形成工程 (電子輸送層形成工程) 6' との搬送速度の差を調整するために配設されており、速度差に応じてロール 6' a 1 の増設が可能となっている。

#### 【0068】

加熱処理工程 6' b は、加熱処理装置 6' b 1 と、形成された第 1 機能性薄膜 (発光層) c' の除電を行う除電処理工程 6' b 2 とを有している。

加熱処理装置 6' a 1 は、加熱風の供給口 6' b 1 1 と、排気口 6' b 1 2 と、搬送用ロール 6' b 1 3 とを有している。

30

#### 【0069】

加熱処理装置 6' b 1 では、第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程 (塗布工程) 6' c で第 1 機能性薄膜 (発光層) の上に着弾した第 2 機能性薄膜形成用塗布液 (電子輸送層形成用塗布液) の液滴を着弾した時点で液滴中の溶媒を蒸発させるために、第 1 機能性薄膜 (発光層) までを形成した基材の温度を決める必要がある。基材の温度は、第 2 機能性薄膜形成用 (電子輸送層形成用) 塗布液の液滴の溶媒の沸点に対して、-10℃~+10℃の範囲であることが好ましい。-10℃未満の場合は、第 2 機能性薄膜形成用塗布液 (電子輸送層形成用塗布液) が第 1 機能性薄膜 (発光層) の上に一時停滞するため、第 1 機能性薄膜 (発光層) を溶解し、第 1 機能性薄膜 (発光層) と第 2 機能性薄膜 (電子輸送層) との間で層間混合が生じ、性能維持が出来なくなるため好ましくない。+10℃を超える場合は、加熱された基板から液滴吐出ノズルへの伝熱により、塗布液が乾燥し液滴吐出手段のノズルの目詰まりを生じる可能性があり好ましくない。

40

#### 【0070】

除電処理手段 6' b 2 は、非接触式帯電除去装置 6' b 2 1 と接触式帯電除去装置 6' b 2 2 とを有している。尚、非接触式帯電除去装置 6' b 2 1 と接触式帯電除去装置 6' b 2 2 とは、供給工程 3' に使用した非接触式帯電除去装置 3' b 2 1 と接触式帯電除去装置 3' b 2 2 と同じである。

#### 【0071】

第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程 (塗布工程) 6' c は、第 2 機能性薄膜形成用塗布

50

液（電子輸送層形成用塗布液）を液滴として供給する液滴吐出手段 6' c 1 と受け部材 6' c 2 とを有している。液滴吐出手段としては特に限定はなく、例えばインクジェットノズル、静電ノズル等が挙げられ、本図は静電ノズルを使用した静電ノズル吐出装置の場合を示している。尚、第 2 機能性薄膜形成用塗布液（電子輸送層形成用塗布液）に使用している溶媒は、第 1 機能性薄膜（発光層）に対して溶解性を有している。

#### 【0072】

液滴吐出手段 6' c 1 は、第 2 機能性薄膜形成用塗布液（電子輸送層形成用塗布液）を液滴として第 1 機能性薄膜（発光層）の上に液滴の状態に相互に重ね合わさらない様に着弾させる様に調整されている。前の工程から搬送供給されてくる第 1 機能性薄膜（発光層）を有する基材の温度が第 2 機能性薄膜形成用塗布液（電子輸送層形成用塗布液）の溶媒の沸点より高くなっているため、着弾すると同時に蒸発し、第 2 機能性薄膜（電子輸送層）e' が形成される。着弾すると同時に溶媒が蒸発することで得られる効果は図 2 で示した効果と同じである。尚、形成された第 2 機能性薄膜（電子輸送層）e' の表面は凹凸状となっている。

#### 【0073】

本図では加熱処理装置 6' b 1 と第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程（塗布工程）6' c とが分離した状態となっているが加熱処理装置 6' b 1 と第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程（塗布工程）6' c とを合わせた工程としてもよい。又、第 2 機能性薄膜形成用塗布液（電子輸送層形成用塗布液）を液滴として、第 1 機能性薄膜（発光層）の上に着弾した時点で液滴の溶媒を蒸発させるために、載置台 6' c 2 に加熱手段を設け加熱処理工程を設けても構わない。更に、乾燥装置 5' c 1 と加熱処理装置 6' b 1 とを合わせた工程としてもよく適宜選択することが可能である。

#### 【0074】

本図に示される第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程（塗布工程）6' c で液滴吐出手段 6' c 1 による塗布は次の方法で行うことが可能である。1) 液滴吐出手段 6' c 1 を带状基材の幅方向に移動する方法。2) 带状基材の幅に合わせて複数の液滴吐出手段 6' c 1 をチドリ状に配設する方法。これらの方法は必要に応じて適宜選択することが可能である。

#### 【0075】

溶剤供給工程 7' は、アキュムレータ部 7' a と溶剤供給手段 7' b とを有している。アキュムレータ部 7' a は、ロール 7' a 1 が上下方向（図中の矢印方向）に移動することで、第 2 機能性薄膜形成工程（電子輸送層形成工程）6' と、溶剤供給工程 7' との搬送速度の差を調整するために配設されており、速度差に応じてロール 7' a 1 の増設が可能となっている。

#### 【0076】

溶剤供給手段 7' b は、溶剤供給装置 7' b 1 と受け部材 7' b 2 とを有している。溶剤供給装置 7' b 1 としては、押し出し塗布ヘッド、インクジェットノズル、静電ノズル等が挙げられる。溶剤供給装置 7' b 1 に使用する溶剤は、図 2 に示した溶剤供給装置 7' a 1 に使用する溶剤と同じである。

#### 【0077】

溶剤供給工程 7' で第 2 機能性薄膜（電子輸送層）の上に第 2 機能性薄膜（電子輸送層）に対し溶解性を有する溶剤を供給し溶剤層 g' を形成することで第 2 機能性薄膜（電子輸送層）が溶解し平滑な平面を有する状態の第 2 機能性薄膜形成用塗膜（電子輸送層形成用塗膜）となる。この際、使用する溶剤が第 1 機能性薄膜（発光層）に対し溶解性が低いため、第 2 機能性薄膜（電子輸送層）を介しての浸透であるため、第 1 機能性薄膜（発光層）が溶解されることを防止することが可能となっている。

#### 【0078】

溶剤供給工程 7' で第 2 機能性薄膜（電子輸送層）の上に供給する溶剤の量及び条件は、図 2 に示す溶剤供給工程 7 の場合と同じである。

#### 【0079】

本図に示される溶剤供給工程 7' で溶剤供給装置 7' b 1 による溶剤の供給は次の方法で行うことが可能である。1) 溶剤供給装置 7' b 1 を帯状基材の幅方向に移動する方法。2) 帯状基材の幅に合わせて複数の溶剤供給装置 7' c 1 を千鳥に配設する方法。これらの方法は必要に応じて適宜選択することが可能である。

#### 【0080】

溶剤除去工程 8' は、溶剤除去手段 8' a と、除電処理工程 8' b とを有している。溶剤除去手段 8' a は、乾燥風の供給口 8' a 1 1、排気口 8' a 1 2 と、搬送用ロール 8' a 1 3 とを有する溶剤除去装置 8' a 1 を有している。溶剤除去装置 8' a 1 で第 2 機能性薄膜形成用塗膜（電子輸送層形成用塗膜）は溶媒が除去され連続状の第 2 機能性薄膜（電子輸送層）f' を形成する。尚、溶剤除去装置 8' a 1 は加熱処理を可能とする部分を内部に有している。

10

#### 【0081】

除電処理工程 8' b は、非接触式帯電除去装置 8' b 1 と接触式帯電除去装置 8' b 2 とを有している。尚、非接触式帯電除去装置 8' b 1 と接触式帯電除去装置 8' b 2 とは、供給工程 3' に使用した非接触式帯電除去装置 3' b 2 1 と接触式帯電除去装置 3' b 2 2 と同じである。

#### 【0082】

第 1 回収工程 9' は、アキュムレータ部 9' a と、巻き取り部 9' b とを有している。アキュムレータ部 9' a は、ロール 9' a 1 が上下方向（図中の矢印方向）に移動することで、溶剤供給工程 7' と、第 1 回収工程 9' との搬送速度（巻き取り速度）の差を調整するために配設されており、速度差に応じてロール 6' a 1 の増設が可能となっている。巻き取り部 9' b で、巻き取り装置（不図示）により表面が平坦な第 2 機能性薄膜（電子輸送層）g' が形成された帯状基材が巻き芯に巻かれロール状帯状基材 3' a 3 で回収される。

20

#### 【0083】

陰極バッファ層形成工程 10' は、供給部 10' a と、陰極バッファ層形成部 10' b とを有している。供給部 10' a' では、前工程で回収されたロール状帯状基材 3' a 3 が繰り出され陰極バッファ層形成部 10' b へ供給される。陰極バッファ層形成部 10' b では、電子輸送層の上に陰極バッファ層 i' が形成される。10' b 1 は蒸着装置を示し、10' b 2 は蒸発源容器を示す。陰極バッファ層 h' が形成された帯状可撓性基材は、引き続き、第 2 電極（陰極）形成工程 11' へ送られる。

30

#### 【0084】

第 2 電極（陰極）形成工程 11' は、第 2 電極（陰極）形成部 11' a で陰極バッファ層 i' 上に第 2 電極（陰極）i' が形成される。11' a 1 は蒸着装置を示し、11' a 2 は蒸発源容器を示す。第 2 電極（陰極）i' が形成された段階で有機 EL 素子が出来上がる。第 2 電極（陰極）i' が形成された帯状可撓性基材は、引き続き、封止層形成工程 12' に送られる。

#### 【0085】

封止層形成工程 12' は、アキュムレータ部 12' a と、封止層形成装置 12' b と、除電処理手段 12' c とを有している。

40

#### 【0086】

アキュムレータ部 12' a は、ロール 12' a 1 が上下方向（図中の矢印方向）に移動することで、第 2 電極（陰極）形成工程 11' と、封止層形成工程 12' との搬送速度の差を調整するために配設されており、速度差に応じてロール 12' a 1 の増設が可能となっている。

#### 【0087】

封止層形成装置 12' b により第 2 電極（陰極）形成工程 11' で形成された第 2 電極（陰極）i' の端部及び第 1 電極（陽極）（不図示）を除いて第 2 電極 i' 上に封止層 j' が形成されることで帯状基材上に少なくとも一つの照明用（面発光）有機 EL パネルが作製される。本図に示す封止層の代わりに、封止フィルムを貼着する方式であっても構わ

50

ない。

#### 【0088】

除電処理工程12'cは、非接触式帯電除去装置12'c1と接触式帯電除去装置12'c2とを有している。尚、非接触式帯電除去装置12'c1と接触式帯電除去装置12'c2とは、供給工程3'に使用した非接触式帯電除去装置3'b21と接触式帯電除去装置3'b22と同じである。

#### 【0089】

回収工程13'は、巻き取り装置（不図示）を有している。回収工程13'では少なくとも一つの照明用（面発光）有機ELパネルが形成された带状可撓性基材が巻き取り装置（不図示）により、封止層k'側を内側にして巻き取られ回収される。3'a4はロール状として回収された少なくとも一つの照明用（面発光）有機ELパネルが形成されたロール状带状基材を示し、性能維持、ダークスポット（未発光部分）等を考慮し、酸素濃度1～100ppm、水分濃度1～100ppmの環境下に保管することが好ましい。

#### 【0090】

図2、図3に示される製造プロセスで使用する正孔輸送層形成用塗布液、第1機能性薄膜形成用塗布液（発光層形成用塗布液）、及び第2機能性薄膜形成用塗布液（電子輸送層形成用塗布液）は、少なくとも1種の有機化合物材料と少なくとも1種の溶媒とを有し、塗布時のハジキ、塗布ムラ等を考慮し、表面張力が $15 \times 10^{-3} \sim 55 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ であることが好ましい。

#### 【0091】

図2、図3に示される正孔輸送層、第1機能性薄膜（発光層）、及び第2機能性薄膜（電子輸送層）を形成する工程は、性能維持、異物付着に伴う故障欠陥の防止等を考慮し、露点温度 $-20^\circ\text{C}$ 以下、且つJISB 9920に準拠し、測定した清浄度がクラス5以下で、且つ、乾燥部を除き $10 \sim 45^\circ\text{C}$ の大気圧条件下で形成されることが好ましい。本発明において清浄度がクラス5以下とは、クラス3～クラス5を示す。

#### 【0092】

図4は図2に示される第2機能性薄膜形成用液滴供給工程（電子輸送層形成用液滴供給工程）で形成された第2機能性薄膜（電子輸送層）の概略図である。図4（a）は図2に示される第2機能性薄膜形成用液滴供給工程（電子輸送層形成用液滴供給工程）で形成された第2機能性薄膜（電子輸送層）の1例を示す例概略平面図である。図4（b）は図2に示される第2機能性薄膜形成用液滴供給工程（電子輸送層形成用液滴供給工程）で形成された第2機能性薄膜（電子輸送層）の他の1例を示す例概略平面図である。図4（c）は図4（b）のB-B'に沿った概略断面図である。

#### 【0093】

図4（a）につき説明する。本図に示される第2機能性薄膜（電子輸送層）cは、第1機能性薄膜（発光層）の上に、第2機能性薄膜形成用塗布液（電子輸送層形成用塗布液）を液滴吐出手段により吐出されたが液滴c1～c11が平面状に着弾し固化した状態で構成されている場合を示している。各液滴c1～c11は、第1機能性薄膜（発光層）の上に着弾する時は互いに隣接する液滴が重なり合わない様に、且つ出来るだけ近づける状態で液滴吐出手段により吐出することが好ましい。

#### 【0094】

本図に示される第2機能性薄膜（電子輸送層）cは、液滴c1と、液滴c6と、液滴c7とで囲まれた隙間Xを小さくするため、1滴あたりの着弾被覆面積を小さくする必要がある。着弾面積を小さくするためには、吐出される液滴の体積を小さくする方法があるが、1滴あたりの着弾面積としては $50 \mu\text{m}^2$ 以下が好ましく、その際の吐出液滴体積の目安としては0.1～1p1程度である。隙間Xが大きい場合は、次工程の溶剤供給工程で第2機能性薄膜（電子輸送層）cの上に溶剤が供給された時、直接に第1機能性薄膜（発光層）に溶剤が届くため溶剤の種類によっては第1機能性薄膜（発光層）にダメージを与える危険がある。

#### 【0095】

図4(b)につき説明する。本図に示される第2機能性薄膜(電子輸送層)c'は、第1機能性薄膜(発光層)bの上に、第2機能性薄膜形成用塗布液(電子輸送層形成用塗布液)を液滴吐出手段により吐出された液滴c'1~c'6が平面状に着弾し固化した状態の上に、液滴c'7~c'12を液滴c'1~c'6の半径分だけずらして着弾し、液滴c'13~c'18を液滴c'7~c'12の半径分だけずらして着弾させて固化した状態で構成されている場合を示している。

#### 【0096】

各液滴c'7~c'12は、各液滴c'1~c'6の上に着弾するのであるが既に各液滴c'1~c'6は乾燥しているため積重したことに伴う乾燥不良の発生は生じない。各液滴c'13~c'18も同じである。

10

#### 【0097】

各液滴c'1~c'18は、第1機能性薄膜(発光層)の上に着弾する時は互いに隣接する液滴が重なり合わない様に、且つ出来るだけ近づける状態で液滴吐出手段により吐出することが好ましい。

#### 【0098】

本図に示される第2機能性薄膜(電子輸送層)c'の構成は、1滴あたりの着弾被覆面積が $50\mu\text{m}^2$ 以上の大きい場合に、液滴間出来る隙間Yをなくすために有効な方法である。隙間Yがなくなることで、次工程の溶剤供給工程で第2機能性薄膜(電子輸送層)cの上に溶剤が供給された時、直接に第1機能性薄膜(発光層)に溶剤が届かなくなるため第1機能性薄膜(発光層)にダメージを与える危険がなくなる。

20

#### 【0099】

図4(c)につき説明する。

#### 【0100】

図中、Zは基材303の上に形成された第1電極(陽極)を示す。本図に示す様に第2機能性薄膜形成用塗布液(電子輸送層形成用塗布液)を液滴吐出手段により吐出された液滴が固化して形成された第2機能性薄膜(電子輸送層)c'は、表面が凹凸を有する状態で形成されている。

#### 【0101】

本図に示される液滴吐出手段により吐出された液滴の大きさは、液滴の表面積をS、体積をVとした時、飛翔中の乾燥、着弾直後の液滴表面積の確保、着弾時の持込溶媒量、乾燥速度等を考慮し、次の式1)を満たすことが好ましい。

30

#### 【0102】

$$\text{式1)} \quad 0.5\mu\text{m}^{-1} \leq S/V \leq 1.0\mu\text{m}^{-1}$$

尚、液滴の表面積Sおよび体積Vは、吐出する液滴量(液滴体積V)を決めることにより下式より計算で求めることが可能である。 $V = 4/3\pi R^3$ 、 $S = 4\pi R^2$  式中、Rは液滴の半径を示す。

#### 【0103】

尚、図3に示される液滴吐出手段6'c1(図3を参照)により着弾させて形成された第2機能性薄膜(電子輸送層)の状態は、本図に示される第2機能性薄膜(電子輸送層)の状態と同じである。

40

#### 【0104】

図5は図2で示される溶剤供給工程で第2機能性薄膜(電子輸送層)の上に溶剤が供給された状態を示す概略断面図である。図5(a)は図2で示される溶剤供給工程で表面状態が凹凸の第2機能性薄膜(電子輸送層)の上に溶剤が供給され溶剤層が形成された状態を示す概略断面図である。図5(b)は図5(a)に示される状態から表面状態が凹凸の第2機能性薄膜(電子輸送層)が溶解された状態を示す概略断面図である。

#### 【0105】

図5(a)に付き説明する。

#### 【0106】

溶剤供給工程7(図2を参照)で表面状態が凹凸の第2機能性薄膜(電子輸送層)の上

50

に供給された直後の溶剤は、一旦溶剤層 d を形成する。供給された溶剤は、第 2 機能性薄膜（電子輸送層）に対しては溶解性を示し、第 2 機能性薄膜（電子輸送層）の下層の第 1 機能性薄膜（発光層）b に対する溶解性は、第 2 機能性薄膜（電子輸送層）に対する溶解性よりも低くなっている。このため、先に第 2 機能性薄膜（電子輸送層）b が溶解されるため、溶剤の溶解力が低下し第 1 機能性薄膜（発光層）b は溶解されなくなる。

#### 【0107】

第 2 機能性薄膜（電子輸送層）に対して溶解性を示すとは、第 2 機能性薄膜（電子輸送層）を構成している溶質を溶解することである。具体的な溶解性の求め方は、30℃に温度調節された湯煎にて、第 2 機能性薄膜形成用塗布液に用いられる溶媒に対して第 2 機能性薄膜（電子輸送層）を構成する溶質を順次溶かし込んでいき、不溶の溶質が検出されるようになった状態を限界溶解濃度とした。本発明では限界溶解濃度を溶剤の溶解性とした。

10

#### 【0108】

同様の方法により、第 1 機能性薄膜（発光層）b に対する溶解性を求め、第 1 機能性薄膜（発光層）b および第 2 機能性薄膜（電子輸送層）の限界溶解濃度を比較することで 2 層（第 1 機能性薄膜、第 2 機能性薄膜）に対する溶解性の優劣をつけることが出来る。例えば、第 1 機能性薄膜に対する限界溶解濃度が第 2 機能性薄膜に対する限界溶解濃度より小さければよいが、より好ましくは限界溶解濃度で 1.5 倍以上の溶解性の差があることが好ましい。

#### 【0109】

図 3 の溶剤供給工程 8' で第 2 機能性薄膜（電子輸送層）の上に供給する溶剤も本図と同じように、一旦は溶剤層を形成している。

20

#### 【0110】

図 5 (b) に付き説明する。表面の状態が凹凸の第 2 機能性薄膜（電子輸送層）c' の上に供給された溶剤は第 2 機能性薄膜（電子輸送層）c' を溶解し、平坦な第 2 機能性薄膜形成用塗膜（発光層形成用塗膜）d（図 2 を参照）が形成される。この後、溶剤除去工程 8（図 2 を参照）で溶剤を除去することで、平滑な平面を有する状態の第 2 機能性薄膜（電子輸送層）e となる。

#### 【0111】

図 3 の溶剤供給工程 7' で第 2 機能性薄膜（発光層）の上に供給する溶剤も一旦は溶剤層を形成した後、溶剤除去工程 8'（図 3 を参照）に入る前は本図と同じ状態となっており、溶剤除去工程 8'（図 3 を参照）で溶剤を除去することで、平滑な平面を有する状態の第 2 機能性薄膜（電子輸送層）となる。

30

#### 【0112】

図 6 は図 2、図 3 に示される第 2 機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）に使用する液滴供給手段の一例としての静電ノズル吐出装置の一部断面図を含む拡大概略斜視図である。

#### 【0113】

図中、5a1 は静電ノズル吐出装置を示す。5a11 は塗布液供給管 5a12 から供給された塗布液を静電ノズル吐出装置のヘッド 5a13 の幅に広げる塗布液供給部を示す。5a14 は塗布液供給部 5a11 からの塗布液を導く塗布液流路を示す。5a15 は塗布液回収部を示し、塗布液流路 5a14 と回収管 5a16 とをつなげている。

40

#### 【0114】

5a17 は塗布液流路 5a14 にある塗布液を吐出するスリット状の液滴吐出ノズルを示す。液滴吐出ノズル 5a17 内には所定の間隔（例えば 0.2 mm）で配列された複数の吐出電極 5a18 と、各吐出電極 5a18 の両側及び上面にそれぞれ配置された低誘電体製（例えば、セラミックス製）の仕切り壁 5a19 が設けられている。吐出電極 5a18 の数は枚葉基材（带状基材）の幅方向に配列された第 1 電極の数と間隔に応じて適宜合わせることが可能となっている。本図では 6 本の場合を示している。各吐出電極 5a18 は、それぞれ、銅、ニッケル等の金属で形成され、その表面には、濡れ性のよい顔料付着

50



防止用低誘電体膜（例えば、ポリイミド膜）が形成されている。又、各吐出電極 5 a 1 8 の先端は、三角錐形状に成形されており、それぞれが適当な長さ（70 μm～80 μm）だけ液滴吐出ノズル 5 a 1 7 から枚葉基材（帯状基材）側に向かって突出している。液滴吐出ノズル 5 a 1 7 の吐出口径は、液滴形成性、液滴安定性等を考慮し、3～20 μmであることが好ましい。

#### 【0115】

液滴吐出ノズル 5 a 1 7 の数は枚葉基材（帯状基材）に吐出する液滴のパターンに合わせ設定することが可能である。尚、本図に示される静電ノズル吐出装置は図 2、図 3 に示される溶剤供給装置としても使用することが可能である。

#### 【0116】

図 7 は図 2、図 3 に示される第 2 機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）に使用する液滴供給手段の一例としてのインクジェット吐出装置の一部断面図を含む拡大概略斜視図である。

#### 【0117】

図中、12 は、剪断モード型（ピエゾ型）インクジェットヘッドのインクジェット吐出装置を示す。インクジェット吐出装置 12 の本体 12 a は、上層圧電性基盤 12 a 1 と下層圧電性基盤 12 a 2 とを接合して形成された圧電性基盤 12 a 3 と、天板 12 a 4 と、ノズル板 12 a 5 とを有している。

#### 【0118】

圧電性基盤 12 a 3 には、研削加工を施すことによりノズル板 12 a 5 側が開口し、反対側が閉塞している互いに平行な所定の長さを有する複数のノズル 12 a 6 と、ノズル 12 a 6 の閉塞した側につながる平坦な面 12 a 7 と、ノズル（インク圧力室）12 a 6 の両側に側壁 12 a 8 とを有している。複数のノズルは交互に塗布液圧力室用のノズルと空気圧力室用のノズルとして使用する場合もある。本図は塗布液圧力室用として使用した場合を示している。12 a 4 1 は圧電性基盤 12 a 3 の上面を覆う第 1 天板を示し、12 a 4 2 は第 1 天板の上面を覆う第 2 天板を示す。12 a 9 は塗布液供給管 12 b から供給された塗布液の溜部を示し、各ノズル 12 a 6 に連通した各塗布液供給口 12 a 10 より各塗布液圧力室用のノズル 12 a 6 に供給される様になっている。各ノズル 12 a 6 は第 1 天板 12 a 3 1 とノズル板 12 a 5 とにより覆われることで複数の密閉されたチャネル（塗布液圧力室）が形成される様になっている。

#### 【0119】

12 a 5 1 は各側壁の剪断変形に伴い、塗布液圧力室の圧力変化で塗布液を液滴の状態で吐出させるノズル板 12 a 5 の表面 12 a 5 2 に設けられたノズル吐出口を示す。ノズル吐出口の間隔は、0.02～0.3 mm が好ましい。12 c はノズル（インク圧力室）12 a 6 を洗浄するための洗浄液の洗浄液供給管を示す。洗浄液供給管 12 c より供給された溶液は塗布液と同じ経路を経てノズル吐出口より吐出する様になっている。

#### 【0120】

第 1 天板及び第 2 天板の材料は特に限定されず、例えば有機材料からなってもよいが、アルミナ、窒化アルミニウム、ジルコニア、シリコン、窒化シリコン、シリコンカーバイド、石英、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）等が挙げられる。ノズル板 12 a 5 を構成する基材としては、金属や樹脂が使用される。例えばステンレス、ポリイミド、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン等が好ましく採用出来る。特に好ましくはポリイミド樹脂で、D u p o n t 社製：カプトンや宇部興産（株）製：ユービレックス等が寸法安定性、耐インク性、耐熱性等に優れているので好ましい。

#### 【0121】

以下、基材の上に少なくとも第 1 機能性薄膜と、第 2 機能性薄膜とを有する機能性積層膜を形成した積層薄膜デバイスの一例として有機 EL 素子を挙げ、EL 素子を構成している、基材、ガスバリア層、第 1 電極、正孔輸送層、第 1 機能性薄膜（発光層）、第 2 機能性薄膜（電子輸送層）、陰極バッファ層、第 2 電極、封止層等に付き説明する。

#### 【0122】

## (基材)

本発明に係わるガスバリア層と第1電極が既に形成された基材としては、枚葉シート状基材、帯状可撓性基材が挙げられる。枚葉シート状基材としては、透明ガラス板、シート状透明樹脂フィルムが挙げられる。帯状可撓性基材としては、透明樹脂フィルムが挙げられる。樹脂フィルムとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、セロファン、セルロースジアセテート、セルローストリアセテート、セルロースアセテートブチレート、セルロースアセテートプロピオネート、セルロースアセテートフタレート、セルロースナイトレート等のセルロースエステル類又はそれらの誘導体、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンビニルアルコール、シンジオタクティックポリスチレン、ポリカーボネート、ノルボルネン樹脂、ポリメチルペンテン、ポリエーテルケトン、ポリイミド、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン類、ポリエーテルイミド、ポリエーテルケトンイミド、ポリアミド、フッ素樹脂、ナイロン、ポリメチルメタクリレート、アクリル或いはポリアリレート類、アートン（商品名J S R社製）或いはアペル（商品名三井化学社製）といったシクロオレフィン系樹脂等が挙げられる。

10

## 【0123】

帯状可撓性基材の厚さは特に限定されないが、取り扱い性、搬送性等を考慮し、0.05～1mmの範囲が好ましい。帯状可撓性基材の幅は特に限定はなく、使用するエレクトロルミネッセンス表示装置の画面サイズに応じて適宜に選択することが可能である。

## 【0124】

20

帯状可撓性基材には、添加剤等が含有されていてもよく、例えば電磁波遮蔽透明板がプラズマディスプレイパネルの前面に装着される場合には、パネルの前面から発生する近赤外線を吸収させるための近赤外線吸収剤を含有させもよいし、ディスプレイの見やすさを向上させるために、染料、顔料等の着色剤により着色されていてもよい。

## 【0125】

帯状可撓性基材として使用する樹脂フィルムの表面にはガスバリア膜が必要に応じて形成されることが好ましい。ガスバリア膜としては無機物、有機物の被膜又はその両者のハイブリッド被膜が挙げられる。ガスバリア膜の特性としては、水蒸気透過度が $0.01\text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以下であることが好ましい。更には、酸素透過度 $10^{-3}\text{ ml/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 以下、水蒸気透過度 $10^{-5}\text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以下の高バリア性フィルムであることが好ましい。

30

## 【0126】

## (ガスバリア膜)

ガスバリア膜を形成する材料としては、水分や酸素等素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素等を用いることが出来る。更に該膜の脆弱性を改良するためにこれら無機層と有機材料からなる層の積層構造を持たせることがより好ましい。無機層と有機層の積層順については特に制限はないが、両者を交互に複数回積層させることが好ましい。バリア膜の形成方法については、特に限定はなく、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザCVD法、熱CVD法、コーティング法等を用いることが出来るが、特開2004-68143号に記載されているような大気圧プラズマ重合法によるものが特に好ましい。

40

## 【0127】

## (第1電極)

第1電極としては、仕事関数の大きい(4eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 等の導電性透明材料が挙げられる。又、 $\text{IDIXO}(\text{In}_2\text{O}_3 \cdot \text{ZnO})$ 等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリ

50

ング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィー法で所望の形状のパターンを形成してもよく、或いはパターン精度をあまり必要としない場合は（ $100\mu\text{m}$ 以上程度）、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。或いは、有機導電性化合物のように塗布可能な物質を用いる場合には、印刷方式、コーティング方式等湿式成膜法を用いることも出来る。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を $10\%$ より大きくすることが望ましく、又、陽極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常 $10\sim1000\text{nm}$ 、好ましくは $10\sim200\text{nm}$ の範囲で選ばれる。

#### 【0128】

（正孔注入層（陽極バッファ層））

第1電極と発光層又は正孔輸送層の間に、正孔注入層（陽極バッファ層）を存在させてもよい。正孔注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の第2編第2章「電極材料」（123-166頁）に詳細に記載されている。陽極バッファ層（正孔注入層）は、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

#### 【0129】

（正孔輸送層）

正孔輸送層とは、正孔を輸送する機能を有する正孔輸送材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層は単層又は複数層設けることが出来る。正孔輸送材料としては、正孔の注入又は輸送、電子の障壁性の何れかを有するものであり、有機物、無機物の何れであってもよい。例えば、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、又導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。

#### 【0130】

正孔輸送材料としては上記のものを使用することが出来るが、ポルフィリン化合物、芳香族第3級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第3級アミン化合物を用いることが好ましい。芳香族第3級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノフェニル；N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン（TPD）；2, 2-ビス（4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル）プロパン；1, 1-ビス（4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル）シクロヘキサン；N, N, N', N'-テトラ-*p*-トリル-4, 4'-ジアミノビフェニル；1, 1-ビス（4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル）-4-フェニルシクロヘキサン；ビス（4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル）フェニルメタン；ビス（4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル）フェニルメタン；N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ（4-メトキシフェニル）-4, 4'-ジアミノビフェニル；N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル；4, 4'-ビス（ジフェニルアミノ）クオードリフェニル；N, N, N-トリ（*p*-トリル）アミン；4-（ジ-*p*-トリルアミノ）-4'-[4-（ジ-*p*-トリルアミノ）スチリル]スチルベン；4-N, N-ジフェニルアミノ-（2-ジフェニルビニル）ベンゼン；3-メトキシ-4'-N, N-ジフェニルアミノスチルベンゼン；N-フェニルカルバゾール、更には米国特許第5, 061, 569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば、4, 4'-ビス[N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ]ビフェニル（NPD）、特開平4-308688号公

10

20

30

40

50

報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4, 4', 4"-トリス〔N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミン(MTDATA)等が挙げられる。

#### 【0131】

更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、又はこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることも出来る。又、p型-Si、p型-SiC等の無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することが出来る。

#### 【0132】

又、特開平11-251067号公報、J. Huang et. al. 著文献(Applied Physics Letters 80(2002), p. 139)に記載されているような所謂p型正孔輸送材料を用いることも出来る。本発明においては、より高効率の発光素子が得られることから、これらの材料を用いることが好ましい。

10

#### 【0133】

正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5μm程度、好ましくは5~200nmである。この正孔輸送層は上記材料の1種又は2種以上からなる一層構造であってもよい。又、不純物をドーブしたp性の高い正孔輸送層を用いることも出来る。その例としては、特開平4-297076号、特開2000-196140号、特開2001-102175号、J. Appl. Phys., 95, 5773(2004)等に記載されたものが挙げられる。この様なp性の高い正孔輸送層を用いることが、より低消費電力の有機EL素子を作製することが出来るため好ましい。

20

#### 【0134】

(発光層)

本発明に係わる発光層に使用する材料は特に限定はなく、例えば、株式会社 東レリサーチセンター フラットパネルディスプレイの最新動向 ELディスプレイの現状と最新技術動向 228~332頁に記載されている如き各種材料が挙げられる。

#### 【0135】

本発明に係わる発光層には、発光層の発光効率を高くするために公知のホスト化合物と、公知のリン光性化合物(リン光発光性化合物とも言う)を含有することが好ましい。ホスト化合物とは、発光層に含有される化合物の中で、その層中での質量比が20%以上であり、且つ室温(25℃)においてリン光発光のリン光量子収率が、0.1未満の化合物と定義される。好ましくはリン光量子収率が0.01未満である。ホスト化合物を複数種併用して用いてもよい。ホスト化合物を複数種用いることで、電荷の移動を調整することが可能であり、有機EL素子を高効率化することが出来る。又、リン光性化合物を複数種用いることで、異なる発光を混ぜることが可能となり、これにより任意の発光色を得ることが出来る。リン光性化合物の種類、ドーブ量を調整することで白色発光が可能であり、照明、バックライトへの応用も出来る。

30

#### 【0136】

これらのホスト化合物としては、正孔輸送能、電子輸送能を有しつつ、且つ発光の長波長化を防ぎ、尚且つ高Tg(ガラス転移温度)である化合物が好ましい。公知のホスト化合物としては、例えば、特開2001-257076号公報、同2002-308855号公報、同2001-313179号公報、同2002-319491号公報、同2001-357977号公報、同2002-334786号公報、同2002-8860号公報、同2002-334787号公報、同2002-15871号公報、同2002-334788号公報、同2002-43056号公報、同2002-334789号公報、同2002-75645号公報、同2002-338579号公報、同2002-105445号公報、同2002-343568号公報、同2002-141173号公報、同2002-352957号公報、同2002-203683号公報、同2002-363227号公報、同2002-231453号公報、同2003-3165号公報、同2002-234888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002-260861号公報、同2002-280183号公報、同200

40

50

2-299060号公報、同2002-302516号公報、同2002-305083号公報、同2002-305084号公報、同2002-308837号公報等に記載の化合物が挙げられる。

#### 【0137】

複数の発光層を有する場合、これら各層のホスト化合物の50質量%以上が同一の化合物であることが、有機層全体に渡って均質な膜性状を得やすいことから好ましく、更にはホスト化合物のリン光発光エネルギーが2.9 eV以上であることが、ドープメントからのエネルギー移動を効率的に抑制し、高輝度を得る上で有利となることからより好ましい。リン光発光エネルギーとは、ホスト化合物を基材上に100 nmの蒸着膜のフォトルミネッセンスを測定し、そのリン光発光の0-0バンドのピークエネルギーを言う。

10

#### 【0138】

ホスト化合物は、有機EL素子の経時での劣化（輝度低下、膜性状の劣化）、光源としての市場ニーズ等を考慮し、リン光発光エネルギーが2.9 eV以上且つTgが90℃以上のものであることが好ましい。すなわち、輝度と耐久性の両方を満足するためには、リン光発光エネルギーが2.9 eV以上且つTgが90℃以上のものであることが好ましい。Tgは、更に好ましくは100℃以上である。

#### 【0139】

リン光性化合物（リン光発光性化合物）とは、励起三重項からの発光が観測される化合物であり、室温（25℃）にてリン光発光する化合物であり、リン光量子収率が、25℃において0.01以上の化合物である。先に説明したホスト化合物と合わせ使用することで、より発光効率の高い有機EL素子とすることが出来る。

20

#### 【0140】

本発明に係るリン光性化合物は、リン光量子収率は好ましくは0.1以上である。上記リン光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光IIの398頁（1992年版、丸善）に記載の方法により測定出来る。溶液中でのリン光量子収率は種々の溶媒を用いて測定出来るが、本発明に用いられるリン光性化合物は、任意の溶媒の何れかにおいて上記リン光量子収率が達成されればよい。

#### 【0141】

リン光性化合物の発光は原理としては2種挙げられ、一つはキャリアが輸送されるホスト化合物上でキャリアの再結合が起こってホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをリン光性化合物に移動させることでリン光性化合物からの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つはリン光性化合物がキャリアトラップとなり、リン光性化合物上でキャリアの再結合が起こりリン光性化合物からの発光が得られるというキャリアトラップ型であるが、何れの場合においても、リン光性化合物の励起状態のエネルギーはホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

30

#### 【0142】

リン光性化合物は、有機EL素子の発光層に使用される公知のものの中から適宜選択して用いることが出来る。リン光性化合物としては、好ましくは元素の周期表で8族-10族の金属を含有する錯体系化合物であり、更に好ましくはイリジウム化合物、オスミウム化合物、又は白金化合物（白金錯体系化合物）、希土類錯体であり、中でも最も好ましいのはイリジウム化合物である。

40

#### 【0143】

本発明においては、リン光性化合物のリン光発光極大波長としては特に制限されるものではなく、原理的には中心金属、配位子、配位子の置換基等を選択することで得られる発光波長を変化させることが出来る。

#### 【0144】

本発明に係わる有機EL素子や、化合物の発光する色は、「新編色彩科学ハンドブック」（日本色彩学会編、東京大学出版会、1985）の108頁の図4.16において、分光放射輝度計CS-1000（コニカミノルタセンシング社製）で測定した結果をCIE色度座標に当て嵌めた時の色で決定される。又、白色素子とは、2度視野角正面輝度を上

50

記方法により測定した際に、 $1000\text{ cd/m}^2$ でのCIE1931表色系における色度が $X=0.33\pm0.07$ 、 $Y=0.33\pm0.07$ の領域内にあることを言う。

#### 【0145】

##### （電子輸送層）

電子輸送層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の第2編第2章「電極材料」（123～166頁）に詳細に記載されている。電子輸送層に用いられる電子輸送材料（正孔阻止材料を兼ねる）としては、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることが出来、例えば、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体等が挙げられる。更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることが出来る。更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、又はこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることも出来る。

10

#### 【0146】

又、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えば、トリス（8-キノリノール）アルミニウム（Alq）、トリス（5,7-ジクロロ-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5,7-ジブromo-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（2-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、ビス（8-キノリノール）亜鉛（Znq）等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、Ga又はPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることが出来る。その他、メタルフリーもしくはメタルフタロシアニン、又はそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることが出来る。又、ジスチルピラジン誘導体も、電子輸送材料として用いることが出来るし、正孔注入層、正孔輸送層と同様に、n型-Si、n型-SiC等の無機半導体も電子輸送材料として用いることが出来る。電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm～5μm程度、好ましくは5～200nmである。電子輸送層は上記材料の1種又は2種以上からなる一層構造であってもよい。

20

30

#### 【0147】

又、不純物をドーブしたn性の高い電子輸送層を用いることも出来る。その例としては、特開平4-297076号公報、特開平10-270172号公報、特開2000-196140号公報、特開2001-102175号公報、J. Appl. Phys., 95, 5773 (2004)等に記載されたものが挙げられる。この様なn性の高い電子輸送層を用いることがより低消費電力の素子を作製することが出来るため好ましい。電子輸送層は上記電子輸送材料を、例えば、湿式塗布、真空蒸着法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することも出来る。

#### 【0148】

##### （陰極バッファ層（電子注入層））

電子注入層（陰極バッファ層）は、特開平6-325871号公報、同9-17574号公報、同10-74586号公報等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。上記バッファ層（注入層）はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるがその膜厚は0.1nm～5μmの範囲が好ましい。

40

#### 【0149】

##### （第2電極）

50

第2電極としては、仕事関数の小さい（4 e V以下）金属（電子注入性金属と称する）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。この様な電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム－カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム／銅混合物、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）混合物、インジウム、リチウム／アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えば、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）混合物、リチウム／アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することが出来る。又、陰極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm～5  $\mu\text{m}$ 、好ましくは50～200 nmの範囲で選ばれる。尚、発光した光を透過させるため、有機EL素子の第1電極（陽極）又は第2電極（陰極）の何れか一方が、透明又は半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

10

#### 【0150】

又、第2電極に上記金属を1～20 nmの膜厚で作製した後に、第1電極の説明で挙げた導電性透明材料をその上に作製することで、透明又は半透明の第2電極（陰極）を作製することが出来、これを応用することで第1電極（陽極）と第2電極（陰極）の両方が透過性を有する素子を作製することが出来る。

20

#### 【0151】

##### （封止層）

本発明に係わる封止層は、 $\text{SiO}_x$ を蒸着で設けてもよいし、又、可撓性封止部材としてはポリエチレンテレフタレート、ナイロンなどの可撓性樹脂フィルムからなる基材へ蒸着法やコーティング法でバリア層を形成した材料又はバリア層として金属箔を用いた可撓性封止部材を用いることが可能である。バリア層としては例えばIn、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti、Ni等の金属、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{GeO}$ 、 $\text{NiO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 等の金属酸化物を蒸着した材料が挙げられる。又、金属箔の材料としては、例えばアルミニウム、銅、ニッケルなどの金属材料や、ステンレス、アルミニウム合金などの合金材料を用いることが出来るが、加工性やコストの面でアルミニウムが好ましい。膜厚は、1～100  $\mu\text{m}$ 程度、好ましくは10  $\mu\text{m}$ ～50  $\mu\text{m}$ 程度が望ましい。又、製造時の取り扱いを容易にするために、ポリエチレンテレフタレート、ナイロンなどのフィルムを予めラミネートしておいてもよい。可撓性封止部材に樹脂フィルムを使用する場合、液状シール剤と接触する側に熱可塑性接着性樹脂層を有することが好ましい。

30

#### 【0152】

本発明に使用する可撓性封止部材の水蒸気透過度は、 $0.01 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 以下であることが好ましく、且つ酸素透過度は、 $0.01 \text{ ml}/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 以下であることが好ましい。水分透過度はJIS K7129B法（1992年）に準拠した方法で主としてMOC ON法により測定した値であり、酸素透過度はJIS K7126B法（1987年）に準拠した方法で主としてMOC ON法により測定した値である。可撓性封止部材のヤング率は、可撓性封止部材と第1圧着部材、第2圧着部材との密着性やシール剤の塗れ広がり防止等を考慮し、 $1 \times 10^{-3} \text{ GPa} \sim 80 \text{ GPa}$ であり、厚みが10  $\mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

40

#### 【0153】

本発明に係わる有機EL素子の発光の室温における外部取り出し効率は1%以上であることが好ましく、より好ましくは5%以上である。ここに、外部取り出し量子効率(%)＝有機EL素子外部に発光した光子数／有機EL素子に流した電子数 $\times 100$ である。

#### 【0154】

50

又、カラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用しても、有機EL素子からの発光色を蛍光体を用いて多色へ変換する色変換フィルターを併用してもよい。色変換フィルターを用いる場合においては、有機EL素子の発光の $\lambda_{max}$ は480nm以下が好ましい。

#### 【0155】

本発明に係わる有機EL素子は、発光層で発生した光を効率よく取り出すために以下に示す方法を併用することが好ましい。有機EL素子は、空気よりも屈折率の高い（屈折率が1.7～2.1程度）層の内部で発光し、発光層で発生した光の内15%から20%程度の光しか取り出せないことが一般的に言われている。これは、臨界角以上の角度 $\theta$ で界面（透明基材と空気との界面）に入射する光は、全反射を起こし素子外部に取り出すことが出来ないことや、透明電極ないし発光層と透明基材との間で光が全反射を起こし、光が透明電極ないし発光層を導波し、結果として、光が素子側面方向に逃げるためである。

#### 【0156】

この光の取り出しの効率を向上させる手法としては、例えば、透明基材表面に凹凸を形成し、透明基材と空気界面での全反射を防ぐ方法（米国特許第4,774,435）。基材に集光性を持たせることにより効率を向上させる方法（特開昭63-314795号公報）。素子の側面等に反射面を形成する方法（特開平1-220394号公報）。基材と発光体の間に中間の屈折率を持つ平坦層を導入し、反射防止膜を形成する方法（特開昭62-172691号公報）。基材と発光体の間に基材よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法（特開2001-202827号公報）。基材、透明電極層や発光層の何れかの層間（含む、基材と外界間）に回折格子を形成する方法（特開平11-283751号公報）等がある。

#### 【0157】

本発明においては、これらの方法を有機EL素子と組み合わせて用いることが出来るが、基材と発光体の間に基材よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法、或いは基材、透明電極層や発光層の何れかの層間（含む、基材と外界間）に回折格子を形成する方法を好適に用いることが出来、これらの手段を組み合わせることにより、更に高輝度或いは耐久性に優れた素子を得ることが可能である。

#### 【0158】

透明電極と透明基材の間に低屈折率の媒質を光の波長よりも長い厚みで形成すると、透明電極から出てきた光は、媒質の屈折率が低いほど、外部への取り出し効率が高くなる。低屈折率層としては、例えば、エアロゲル、多孔質シリカ、フッ化マグネシウム、フッ素系ポリマー等が挙げられる。透明基材の屈折率は一般に1.5～1.7程度であるので、低屈折率層は、屈折率がおよそ1.5以下であることが好ましい。又、更に1.35以下であることが好ましい。低屈折率媒質の厚みは、媒質中の波長の2倍以上となるのが望ましい。これは、低屈折率媒質の厚みが、光の波長程度になってエバネッセントで染み出した電磁波が基材内に入り込む膜厚になると、低屈折率層の効果が薄れるからである。全反射を起こす界面もしくは何れかの媒質中に回折格子を導入する方法は、光取り出し効率の向上効果が高いという特徴がある。この方法は、回折格子が1次の回折や、2次の回折といった所謂ブラッグ回折により、光の向きを屈折とは異なる特定の向きに変えることが出来る性質を利用して、発光層から発生した光の内、層間での全反射等により外に出ることが出来ない光を、何れかの層間もしくは、媒質中（透明基材内や透明電極内）に回折格子を導入することで光を回折させ、光を外に取り出そうとするものである。導入する回折格子は、二次元的な周期屈折率を持っていることが望ましい。これは、発光層で発光する光はあらゆる方向にランダムに発生するので、ある方向にのみ周期的な屈折率分布を持っている一般的な1次元回折格子では、特定の方向に進む光しか回折されず、光の取り出し効率がさほど上がらない。しかしながら、屈折率分布を二次元的な分布にすることにより、あらゆる方向に進む光が回折され、光の取り出し効率が上がる。

#### 【0159】

回折格子を導入する位置としては前述の通り、何れかの層間もしくは、媒質中（透明基



材内や透明電極内)でもよいが、光が発生する場所である有機発光層の近傍が望ましい。この時、回折格子の周期は、媒質中の光の波長の約 $1/2 \sim 3$ 倍程度が好ましい。回折格子の配列は、正方形のラチス状、三角形のラチス状、ハニカムラチス状等、2次元的に配列が繰り返されることが好ましい。

#### 【0160】

更に、本発明に係わる有機EL素子は、発光層で発生した光を効率よく取り出すために、基材の光取り出し側に、例えばマイクロレンズアレイ上の構造を設けるように加工したり、或いは、所謂集光シートと組み合わせることにより、特定方向、例えば素子発光面に対し正面方向に集光することにより、特定方向上の輝度を高めることが出来る。マイクロレンズアレイの例としては、基材の光取り出し側に一辺が $30 \mu\text{m}$ でその頂角が $90^\circ$ となるような四角錐を2次元に配列する。一辺は $10 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。これより小さくなると回折の効果が発生して色付く、大き過ぎると厚みが厚くなり好ましくない。

10

#### 【0161】

集光シートとしては、例えば液晶表示装置のLEDバックライトで実用化されているものを用いることが可能である。この様なシートとして例えば、住友スリーエム社製輝度上昇フィルム(BEF)等を用いることが出来る。プリズムシートの形状としては、例えば基材に頂角 $90^\circ$ 、ピッチ $50 \mu\text{m}$ の△状のストライプが形成されたものであってもよいし、頂角が丸みを帯びた形状、ピッチをランダムに変化させた形状、その他の形状であってもよい。又、発光素子からの光放射角を制御するために光拡散板・フィルムを、集光シートと併用してもよい。例えば、(株)きもと製拡散フィルム(ライトアップ)等を用いることが可能である。

20

#### 【実施例】

#### 【0162】

以下、実施例を挙げて本発明の具体的な効果を示すが、本発明の態様はこれに限定されるものではない。

#### 【0163】

##### 実施例1

図2に示す製造プロセスを使用し、以下に示す手順で図1に示す有機ELパネルを作製した。

30

#### 【0164】

##### (基材の準備)

基材として厚さ $1.1 \text{ mm}$ 、幅 $100 \text{ mm}$ 、長さ $100 \text{ mm}$ のソーダ石灰ガラスを準備した。尚、ソーダ石灰ガラスの全面には、酸やアルカリから保護するためのシリカコートしたものを使用した。

#### 【0165】

##### (第1電極の形成)

第1電極として準備したガラス基材上にITO(インジウムチンオキシド)を $100 \text{ nm}$ 成膜した基材(NHテクノグラス社製NA-45)にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明基材をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

40

#### 【0166】

##### (正孔輸送層の形成)

この透明基板上に、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフエン)-ポリスチレンスルホン酸(PEDOT/PSS Bayer社製、Baytron P Al 4083)を純水で70%に希釈した溶液を、スピンコート法( $3000 \text{ rpm}$ 、30秒)により成膜した後、 $200^\circ\text{C}$ で1時間乾燥し、乾燥膜厚 $30 \text{ nm}$ の正孔輸送層を設けた。

#### 【0167】

##### (第1機能性薄膜(発光層の形成)の形成)

カルバゾール誘導体(4,4'-N,N'-dicarbazole-biphenyl)

50

1、CBP) に対してイリジウム錯体 (fac tris (2-phenylpyridine) iridium (III)、(Ir (ppy)<sub>3</sub>)) が6%となるように混合し、全固形分濃度が0.5%となるように1, 2-ジクロロエタンに溶解した溶液を、スピコート法 (1000 rpm、30秒) により塗布成膜後、60℃で1時間真空乾燥し、乾燥膜厚30nmの発光層を形成した。

#### 【0168】

(第2機能性薄膜 (電子輸送層の形成))

バソクプロイン (BCP) を固形分濃度が1質量%となるように1, 2-ジクロロエタンに溶解した溶液を電子輸送層形成用塗布液とした。液滴供給手段として、発光層までを形成した基板を60℃に加熱し、雰囲気温度を40℃の状態、図6に示す静電ノズル吐出装置を使用し、準備した電子輸送層形成用塗布液の液滴を図4(b)に示される状態で着弾させ、乾燥膜厚50nmの電子輸送層を形成した。発光層までを形成した基板の加熱は静電ノズル吐出装置の載置台に加熱装置を配設することで行った。尚、静電ノズル吐出装置により電子輸送層形成用塗布液を塗布する時の液滴の表面積S/体積Vは0.5 μm<sup>-1</sup>とした。尚、液滴の表面積Sおよび体積Vは、吐出する液滴量 (液滴体積V) を決めることにより一義的に決まるものであり、ここでは0.9 plの液滴を吐出している。

#### 【0169】

発光層の上に着弾する隣接する液滴は、静電ノズル吐出装置からの液滴体積量と液滴吐出パターンを変更することにより、隣接液滴がウェット状態で接触しないようにした。ここでは未乾状態での隣接液滴接触を防止するため、第1の走査でドット状に液滴を配置し、第2の走査で第1の走査で形成されたドット間を埋めるように液滴配置を行った。電子輸送層の乾燥膜厚は、光学式膜厚測定装置 (FE-3000、大塚電子(株)) で測定した値を示す。

#### 【0170】

(電子輸送層の平滑化処理)

(溶剤供給)

次に、電子輸送層までを形成した基材を溶剤供給工程で、溶剤供給装置として図6に示す静電ノズル吐出装置を使用し、不連続状の電子輸送層の上に1, 2-ジクロロエタンを液滴として着弾させ溶剤層を形成し、電子輸送層を溶解し電子輸送層形成用塗膜とした。尚、溶剤塗膜量は、第2機能性薄膜 (電子輸送層) の乾燥膜厚に対して10倍となるように液滴塗出量を調整した。

#### 【0171】

尚、使用した溶剤 (1, 2-ジクロロエタン) の、電子輸送層を構成する溶質BCPに対する溶解性 (溶解度) は限界溶解 0.5質量%、発光層を構成する溶質CBP、Ir (ppy)<sub>3</sub>に対する溶解性 (溶解度) は限界溶解 0.5質量%であった。

#### 【0172】

BCPに対する (溶解性 (溶解度) は限界溶解) は、30℃の湯煎において超音波溶解を行った際に溶解した測定値を示す。

#### 【0173】

(溶剤除去)

次に、溶剤除去工程で、温度100℃、30分間処理し、供給した溶剤 (1, 2-ジクロロエタン) を除去し、連続状で且つ平滑となった電子輸送層を得た。

#### 【0174】

(有機ELパネルの作製)

その後、陰極バッファ層としてフッ化リチウム (LiF) 1nm、陰極としてアルミニウム (Al) 120nmをそれぞれ蒸着成膜し、有機EL素子を作製した後、不活性ガス下にて封止接着材としてUV硬化性のエポキシ樹脂 (ナガセケムテックス(株) 製UVレジンXNR5570-B1) を電極端子部分を除く部分にディスペンス法により塗布し、ガラスを圧着させ貼り合わせ後、UVランプを対向電極側から照射し封止を実施し、有機ELパネルを作製し、試料No. 101とした。

尚、電子輸送層を形成する時、発光層までを形成した基材を加熱しなかった他は全て同じ方法で有機ELパネルを作製し比較試料No. 102とした。又、電子輸送層の上に溶剤供給を行わなかった他は全て同じ方法で有機ELパネルを作製し比較試料No. 103とした。

#### 【0175】

評価

作製した各試料No. 101～103に付き、発光ムラを以下に示す試験方法により試験し、以下に示す評価ランクに従って評価した結果を表1に示す。

#### 【0176】

発光ムラの試験方法

KEITHLEY製ソースメジャーユニット2400型を用いて、直流電圧を有機EL素子に印加し発光させた。200cdで発光させた発光素子について、50倍の顕微鏡で発光ムラを観察した。

#### 【0177】

発光ムラの評価ランク

- ◎：9割以上が均一に発光している
- ：8割以上が均一に発光している
- △：7割以上が均一に発光している
- ×：7割未満しか均一に発光していない

#### 【0178】

#### 【表1】

| 試料No. | 発光ムラ | 備考  |
|-------|------|-----|
| 101   | ◎    | 本発明 |
| 102   | ×    | 比較  |
| 103   | ×    | 比較  |

#### 【0179】

本発明の有効性が確認された。

#### 【0180】

実施例2

(基材の準備)

実施例1と同じ基材を準備した。

#### 【0181】

(第1電極の形成)

実施例1と同じ方法で、同じ第1電極を基材の上に形成した。

#### 【0182】

(正孔輸送層の形成)

実施例1と同じ方法で、同じ正孔輸送層を第1電極の上に形成した。

#### 【0183】

(第1機能性薄膜(発光層の形成)の形成)

実施例1と同じ方法で、同じ発光層を正孔輸送層の上に形成した。

#### 【0184】

(第2機能性薄膜(電子輸送層の形成))

実施例1と同じ方法で、同じ電子輸送層を発光層の上に形成した。

#### 【0185】

(電子輸送層の平滑化処理)

次に、電子輸送層までを形成した基材を溶剤供給工程で、溶剤供給装置として図6に示す静電ノズル吐出装置を使用し、電子輸送層の上に表2に示す様に発光層と電子輸送層に

対する溶解性が異なる溶剤を液滴として着弾させ溶剤層を形成し、電子輸送層を溶解し電子輸送層形成用塗膜とした。この後、溶剤除去工程で供給した溶剤を除去し、平滑となった電子輸送層までを形成した基体 No. 2-1~2-4とした。尚、溶剤膜量は実施例 1 と同じにした。発光層に対する溶解性は、発光層を構成する溶質 CBP、Ir(pppy)<sub>3</sub> に対する溶解性を示す。電子輸送層に対する溶解性は電子輸送層を構成する溶質 CBP に対する溶解性を示す。溶解性は実施例 1 と同じ方法で測定した。

【0186】

【表 2】

| 基体<br>No. | 発光層に<br>対する溶解性<br>(質量%) | 電子輸送層に<br>対する溶解性<br>(質量%) | 溶剤 | 溶剤除去条件     |             |
|-----------|-------------------------|---------------------------|----|------------|-------------|
|           |                         |                           |    | 温度<br>(°C) | 時間<br>(min) |
| 2-1       | 0.5                     | 0.5                       | A* | 100        | 30          |
| 2-2       | 0.4                     | 0.6                       | B* | 100        | 30          |
| 2-3       | 0.3                     | 0.6                       | C* | 100        | 30          |
| 2-4       | 0.2                     | 0.7                       | D* | 100        | 30          |

10

【0187】

A\*1, 2-ジクロロエタン：テトラリン＝100：0

B\*1, 2-ジクロロエタン：テトラリン＝95：5

C\*1, 2-ジクロロエタン：テトラリン＝90：10

D\*1, 2-ジクロロエタン：テトラリン＝80：20

(有機 EL パネルの作製)

その後、電子輸送層までを形成した各基材 No. 2-1~2-4 の電子輸送層の上に、陰極バッファ層としてフッ化リチウム (LiF) 1nm、陰極としてアルミニウム (Al) 120nm をそれぞれ蒸着成膜し、有機 EL 素子を作製した後、不活性ガス下にて封止接着材として UV 硬化性のエポキシ樹脂 (ナガセケムテックス (株) 製 UV レジン XNR 5570-B1) を電極端子部分を除く部分にディスペンス法により塗布し、ガラスを圧着させ貼り合わせ後、UV ランプを対向電極側から照射し封止を実施し、有機 EL パネルを作製し、試料 No. 201~204 とした。

30

【0188】

評価

作製した各試料 No. 201~204 に付き、発光ムラを実施例 1 と同じ試験方法により試験し、実施例 1 と同じ評価ランクに従って評価した結果を表 3 に示す。

【0189】

【表 3】

| 試料No. | 基体No. | 発光ムラ |
|-------|-------|------|
| 201   | 2-1   | ○    |
| 202   | 2-2   | ○    |
| 203   | 2-3   | ◎    |
| 204   | 2-4   | ◎    |

40

【0190】

本発明の有効性が確認された。

【0191】

実施例 3

(基材の準備)

50

実施例 1 と同じ基材を準備した。

【0192】

(第 1 電極の形成)

実施例 1 と同じ方法で、同じ第 1 電極を基材の上に形成した。

【0193】

(正孔輸送層の形成)

実施例 1 と同じ方法で、同じ正孔輸送層を第 1 電極の上に形成した。

【0194】

(第 1 機能性薄膜 (発光層の形成) の形成)

実施例 1 と同じ方法で、同じ発光層を正孔輸送層の上に形成した。

10

【0195】

(第 2 機能性薄膜 (電子輸送層の形成) )

静電ノズル吐出装置より塗出される液滴の表面積  $S$  と体積  $V$  との比を表 5 に示す様に変化した他は実施例 1 と同じ方法で、同じ電子輸送層を発光層の上に形成した。液滴の表面積  $S$  と体積  $V$  とは静電ノズル吐出装置からの液滴吐出量を調整することで調整した。

【0196】

(電子輸送層の平滑化処理)

実施例 1 と同じ溶媒を使用し、実施例 1 と同じ方法で電子輸送層を平滑化した。

【0197】

(有機 EL パネルの作製)

その後、陰極バッファ層としてフッ化リチウム ( $\text{LiF}$ ) 1 nm、陰極としてアルミニウム ( $\text{Al}$ ) 120 nm をそれぞれ蒸着成膜し、有機 EL 素子を作製した後、不活性ガス下にて封止接着材として UV 硬化性のエポキシ樹脂 (ナガセケムテックス (株) 製 UV レジン XNR5570-B1) を電極端子部分を除く部分にディスペンス法により塗布し、ガラスを圧着させ貼り合わせ後、UV ランプを対向電極側から照射し封止を実施し、有機 EL パネルを作製し、試料 No. 301 ~ 306 とした。

20

【0198】

評価

作製した各試料 No. 301 ~ 306 に付き、発光ムラを評価した。尚、発光ムラは実施例 1 と同じ試験方法により試験し、実施例 1 と同じ評価ランクに従って評価した結果を表 4 に示す。

30

【0199】

【表 4】

| 試料No. | 液滴の表面積 $S$ / 体積 $V$<br>( $\mu\text{m}^{-1}$ ) | 発光ムラ |
|-------|-----------------------------------------------|------|
| 301   | 0.4                                           | ◎    |
| 302   | 0.5                                           | ◎    |
| 303   | 0.7                                           | ◎    |
| 304   | 0.9                                           | ◎    |
| 305   | 1.0                                           | ○    |
| 306   | 1.2                                           | ○    |

40

【0200】

本発明の有効性が確認された。

【0201】

実施例 4

(基材の準備)

50

実施例 1 と同じ基材を準備した。

【0202】

(第 1 電極の形成)

実施例 1 と同じ方法で、同じ第 1 電極を基材の上に形成した。

【0203】

(正孔輸送層の形成)

実施例 1 と同じ方法で、同じ正孔輸送層を第 1 電極の上に形成した。

【0204】

(第 1 機能性薄膜 (発光層の形成) の形成)

実施例 1 と同じ方法で、同じ発光層を正孔輸送層の上に形成した。

10

【0205】

(第 2 機能性薄膜 (電子輸送層の形成) )

実施例 1 と同じ方法で、同じ電子輸送層を発光層の上に乾燥膜厚 50 nm の電子輸送層を形成した。

【0206】

(電子輸送層の平滑化処理)

電子輸送層の上に溶媒を供給する時、溶剤塗膜量を表 5 に示す様に変えた他は、実施例 1 と同じ溶媒を使用し、同じ方法で電子輸送層の平滑化処理を行った。溶剤塗膜量は静電ノズル吐出装置の吐出装置の吐出液滴量を調整することで調整した。

20

【0207】

(有機 EL パネルの作製)

その後、陰極バッファ層としてフッ化リチウム (LiF) 1 nm、陰極としてアルミニウム (Al) 120 nm をそれぞれ蒸着成膜し、有機 EL 素子を作製した後、不活性ガス下にて封止接着材として UV 硬化性のエポキシ樹脂 (ナガセケムテックス (株) 製 UV レジン XNR5570-B1) を電極端子部分を除く部分にディスペンス法により塗布し、ガラスを圧着させ貼り合わせ後、UV ランプを対向電極側から照射し封止を実施し、有機 EL パネルを作製し、試料 No. 401 ~ 407 とした。

【0208】

評価

作製した各試料 No. 401 ~ 407 に付き、発光ムラを実施例 1 と同じ試験方法により試験し、実施例 1 と同じ評価ランクに従って評価した結果を表 5 に示す。

30

【0209】

【表 5】

| 試料No. | 溶剤塗膜量(μm) | 発光ムラ |
|-------|-----------|------|
| 401   | 0.4       | —    |
| 402   | 0.5       | ◎    |
| 403   | 0.75      | ◎    |
| 404   | 1.0       | ◎    |
| 405   | 3.0       | ◎    |
| 406   | 5.0       | ○    |
| 407   | 6.0       | △    |

40

【0210】

試料 No. 401 は塗布限界により評価できなかった。本発明の有効性が確認された。

【0211】

実施例 5

以下に示す方法で有機フォトダイオードを作製した。

50

## 【0212】

(基材の準備)

厚さ1.1mm、幅100mm、長さ100mmのソーダ石灰ガラスを準備した。尚、ソーダ石灰ガラスの全面には、酸やアルカリから保護するためのシリカコートしたものを使用した。

## 【0213】

(透明電極の形成)

準備した基材の上に透明電極としてIZO（インジウム亜鉛酸化物）を100nm成膜した。

## 【0214】

(ホール注入層の形成)

透明電極を形成した基材をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を更に5分間行った。この後、銅フタロシアニン（CuPc）を蒸着成膜し、20nmのホール注入層を形成した。

## 【0215】

(第1機能性薄膜（ホール輸送層の形成）)

次に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1,2-ジクロロエタンに溶解した溶液をスピンコート法で塗布成膜後、60℃で1時間真空乾燥し、乾燥膜厚30nmのホール輸送層を形成した。

## 【0216】

(第2機能性薄膜（光導電層の形成）)

次に、このホール輸送層上に、雰囲気温度は40℃、基材温度は60℃の条件下で、ポリ（2-メトキシ、5-（2'-エチル-ヘキソキシ）-1,4-フェニレン-ビニレン）（MEH-PPV）を1,2-ジクロロエタンに溶解した溶液を図7に示すインクジェット吐出装置で液滴を着弾させ乾燥膜厚50nmの光導電層を形成した。

## 【0217】

(光導電層の平滑化処理)

(溶剤の供給)

次に、不連続状の光導電層までを形成した基材を溶剤供給工程で、溶剤供給装置として図7に示すインクジェット吐出装置を使用し、光導電層の上に1,2-ジクロロエタンを液滴として図4（b）に示す状態に着弾させ溶剤層を形成し、光導電層を溶解し光導電層形成用塗膜とした。溶剤塗膜量は、光導電層の乾燥膜厚に対して10倍となるように液滴塗出量を調整した。

## 【0218】

尚、使用した溶剤（1,2-ジクロロエタン）の、光導電層を構成する溶質MEH-PPVに対する溶解性（溶解度）は限界溶解0.5質量%、ホール輸送層を構成する溶質NPDに対する溶解性（溶解度）は限界溶解0.5質量%であった。MEH-PPVに対する（溶解性（溶解度）は限界溶解）は、30℃の湯煎において超音波溶解を行った際に溶解した限界濃度の測定値を示す。NPDに対する（溶解性（溶解度）限界溶解）は、30℃の湯煎において超音波溶解を行った際に溶解した限界濃度の測定値を示す。

## 【0219】

(溶剤除去)

次に、溶剤除去工程で、温度100℃、30分間処理し、供給した溶剤（1,2-ジクロロエタン）を除去し、平滑となった光導電層を得た。

## 【0220】

(対向電極の形成)

その後、光導電層の上に対向電極としてアルミニウム（Al）100nmを蒸着成膜した。

## 【0221】

(封止)

続いて、不活性ガス下にて封止接着材としてUV硬化性のエポキシ樹脂（ナガセケムテックス（株）製UVレジンXNR5570-B1）を電極端子部分を除く部分にディスペンス法により塗布し、ガラスを圧着させ貼り合わせ後、UVランプを対向電極側から照射し封止を実施し有機フォトダイオードを作製し試料No. 501とした。

#### 【0222】

尚、光導電層を形成する時、ホール輸送層までを形成した基材を加熱しなかった他は全て同じ方法で有機フォトダイオードを作製し比較試料No. 502とした。又、光導電層の上に溶剤供給を行わなかった他は全て同じ方法で有機フォトダイオード作製し比較試料No. 503とした。

#### 【0223】

##### 評価

作製した各試料No. 501～503に付き、導電率比[－]を以下に示す方法で求めた結果を表6に示す。

#### 【0224】

導電率比[－]を求める方法

マルチソースメータにより電流－電圧特性の測定を行い、－1V適用時の光電流密度と暗電流密度とを求め以下の式より計算で導電率比を算出した。

#### 【0225】

導電率比[－]＝光電流密度[mA/cm<sup>2</sup>]/暗電流密度[mA/cm<sup>2</sup>]-1V

#### 【0226】

##### 【表6】

| 試料No. | 導電比率[－]         | 備考  |
|-------|-----------------|-----|
| 501   | $7 \times 10^5$ | 本発明 |
| 502   | $2 \times 10^3$ | 比較  |
| 503   | $9 \times 10^4$ | 比較  |

#### 【0227】

本発明の有効性が確認された。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0228】

【図1】有機ELパネルの構成の一例を示す概略図である。

【図2】枚葉基材を使用し多層構造を有する有機EL素子を作製する製造プロセスの一例を示す模式図である。

【図3】図3は帯状基材を使用し多層構造を有する有機ELパネルを作製する製造プロセスの一例を示す模式図である。

【図4】図4は図2に示される第2機能性薄膜形成用液滴供給工程（電子輸送層形成用液滴供給工程）で形成された第2機能性薄膜（電子輸送層）の概略図である。

【図5】図5は図2で示される溶剤供給工程で第2機能性薄膜（電子輸送層）の上に溶剤が供給された状態を示す概略断面図である。

【図6】図2、図3に示される第2機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）に使用する液滴供給手段の一例としての静電ノズル吐出装置の一部断面図を含む拡大概略斜視図である。

【図7】図2、図3に示される第2機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）に使用する液滴供給手段の一例としてのインクジェット吐出装置の一部断面図を含む拡大概略斜視図である。

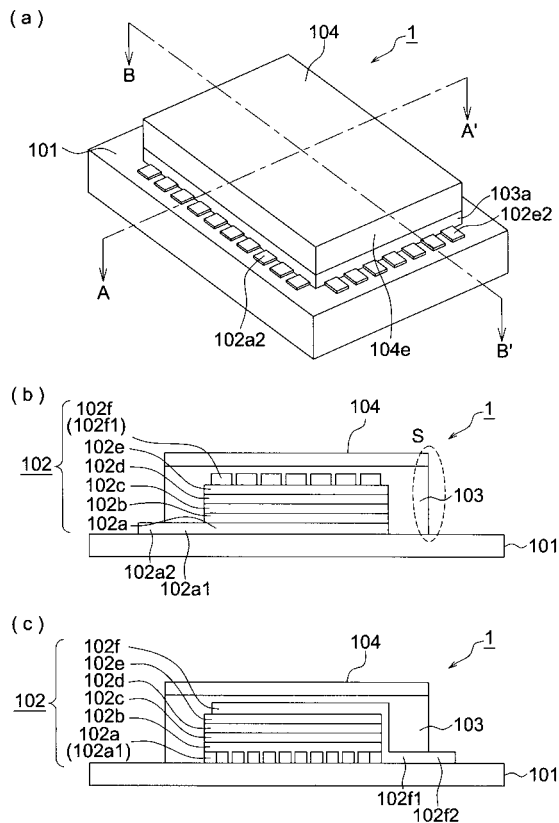
#### 【符号の説明】

#### 【0229】

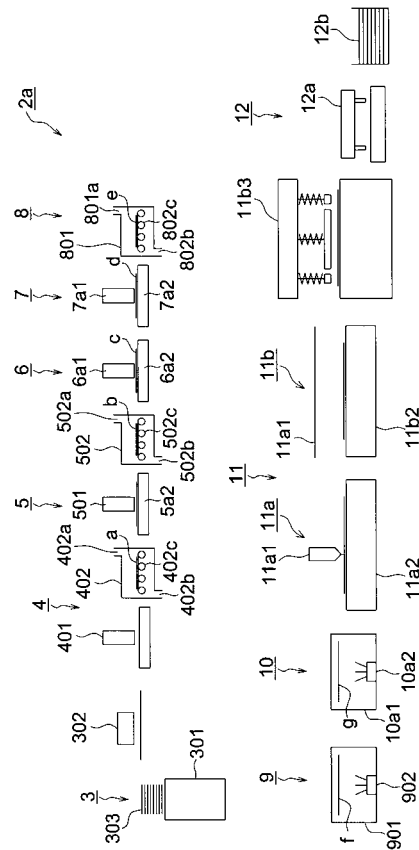


|              |                                    |    |
|--------------|------------------------------------|----|
| 1            | 有機 E L パネル                         |    |
| 1 0 1        | 基材                                 |    |
| 1 0 2        | 有機 E L 素子                          |    |
| 1 0 2 a 1    | 第 1 電極                             |    |
| 1 0 2 b      | 正孔輸送層（正孔注入層）                       |    |
| 1 0 2 c      | 有機化合物層（発光層）                        |    |
| 1 0 2 d      | 電子輸送層                              |    |
| 1 0 2 e      | 陰極バッファ層                            |    |
| 1 0 2 f 1    | 第 2 電極 1                           |    |
| 1 0 3        | 接着剤層                               | 10 |
| 1 0 4        | 封止部材                               |    |
| 2 a、2 b      | 製造プロセス                             |    |
| 4、4'         | 正孔輸送層形成工程                          |    |
| 4 0 2、5 0 2  | 乾燥装置                               |    |
| 5、5'         | 第 1 機能性薄膜形成工程（発光層形成工程）             |    |
| 6、6'         | 第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程（電子輸送層形成用液滴供給工程） |    |
| 6' b         | 加熱処理工程                             |    |
| 6' b 1       | 加熱処理装置                             |    |
| 6' c         | 第 2 機能性薄膜形成用液滴供給工程（塗布工程）           |    |
| 6 a 1、6' c 1 | 静電ノズル吐出装置                          | 20 |
| 7、7'         | 溶剤供給工程                             |    |
| 7' b         | 溶剤供給手段                             |    |
| 7 a 1、7' b 1 | 溶剤供給装置                             |    |
| 8、8'         | 溶剤除去工程                             |    |
| 8 0 1、8' a 1 | 溶剤除去装置                             |    |
| 9、1 0'       | 陰極バッファ層形成工程                        |    |
| 9'           | 第 1 回収工程                           |    |
| 1 0、1 1'     | 第 2 電極形成工程                         |    |
| 1 1、1 2'     | 封止層形成工程                            |    |
| 1 2          | 回収工程                               | 30 |
| 1 3'         | 第 2 回収工程                           |    |

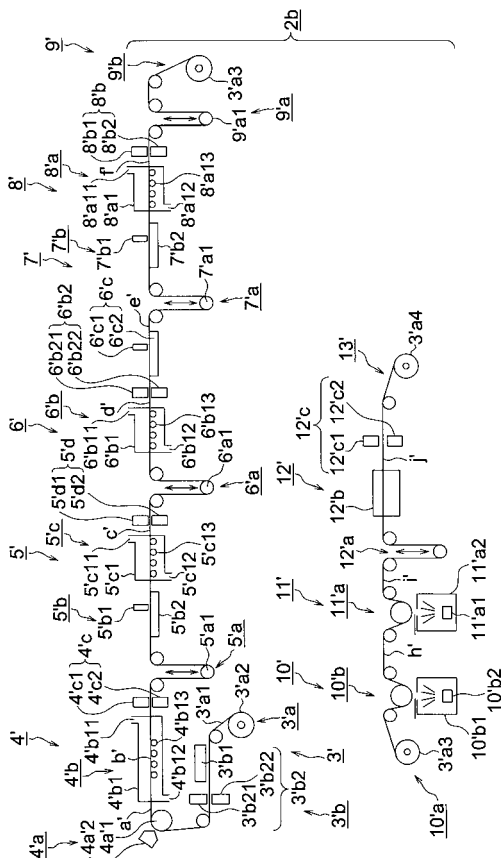
【図 1】



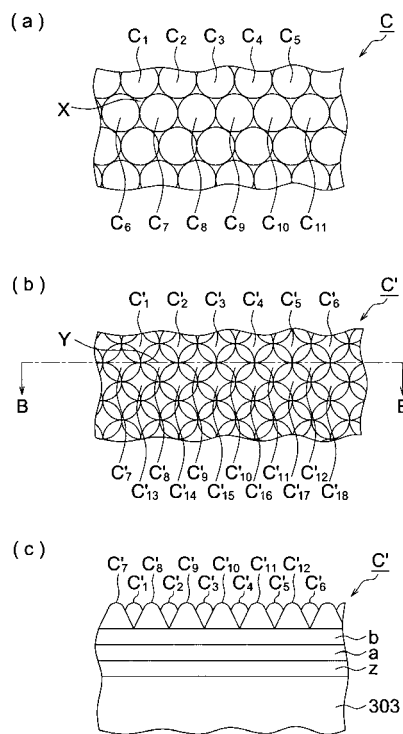
【図 2】



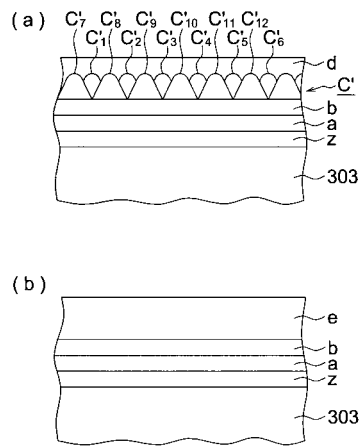
【図 3】



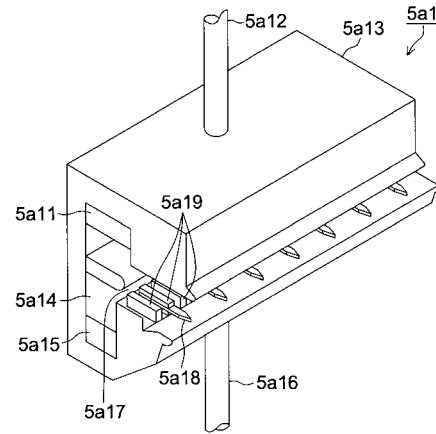
【図 4】



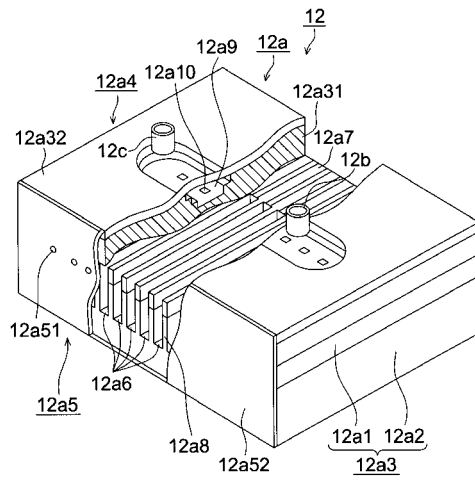
【図 5】



【図 6】



【図 7】



|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |            |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 形成功能性层压膜的方法，层压薄膜器件，有机电致发光显示器件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2008117689A</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 公开(公告)日 | 2008-05-22 |
| 申请号            | JP2006301327                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 申请日     | 2006-11-07 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 柯尼卡株式会社                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 柯尼卡美能达控股公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |            |
| [标]发明人         | 高島洋祐                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 发明人            | ▲高▼島 洋祐                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |            |
| IPC分类号         | H05B33/10 H01L51/50 B05D1/26 B05D3/10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |            |
| FI分类号          | H05B33/10 H05B33/14.A B05D1/26.Z B05D3/10.H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |            |
| F-TERM分类号      | 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC33 3K107/CC45 3K107/FF15 3K107/GG08 3K107/GG28 4D075/AC06 4D075/AC09 4D075/AC88 4D075/AC91 4D075/AC92 4D075/AC93 4D075/AE04 4D075/AE16 4D075/AE27 4D075/BB24Y 4D075/BB24Z 4D075/BB69Z 4D075/BB92Z 4D075/CA47 4D075/CB08 4D075/DA04 4D075/DA06 4D075/DB13 4D075/DB33 4D075/DB36 4D075/DB37 4D075/DB38 4D075/DB39 4D075/DB40 4D075/DB43 4D075/DB48 4D075/DB53 4D075/DB55 4D075/DC19 4D075/DC21 4D075/DC24 4D075/EA07 4D075/EC07 4D075/EC30 |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |            |

# 摘要(译)

要解决的问题：提供一种形成功能性层压膜以形成功能性层压膜的方法，而不考虑成为成膜对象的面特性与用于层压涂布液的溶剂之间的关系，层压薄膜器件以及通过该方法制造的有机电致发光显示装置。

ŽSOLUTION：在形成功能性层合膜的方法中，其中使用对第一功能性薄膜具有溶解性的溶剂的第二功能性薄膜形成用涂布液用于基板上，并且其中形成第二功能性薄膜通过液滴喷射方法在第一功能性薄膜上相邻，这是具有在基板上形成第一功能性薄膜的第一功能性膜形成步骤的功能性层压膜的形成功能性层压膜的方法，加热基板的热处理步骤其中形成第一功能性薄膜，第二功能性薄膜形成的液滴供应步骤，用于在第一功能性薄膜上提供用于第二功能性薄膜形成的涂布液作为液滴，供应溶剂的溶剂供应步骤第二功能薄膜和溶剂去除步骤。Ž

