

(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2006-261026

(P2006-261026A)

(43) 公開日 平成18年9月28日(2006.9.28)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	3K007
G09F 9/00 (2006.01)	G09F 9/00 338	5C094
G09F 9/30 (2006.01)	G09F 9/30 365Z	5G435
H01L 27/32 (2006.01)	H05B 33/14 A	
H01L 51/50 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-79313 (P2005-79313)
 (22) 出願日 平成17年3月18日 (2005.3.18)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107076
 弁理士 藤網 英吉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (72) 発明者 花岡 英孝
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 3K007 AB18 DB03 FA01
 5C094 AA03 AA55 BA27 FB04 GB10
 5G435 AA06 BB05 KK05

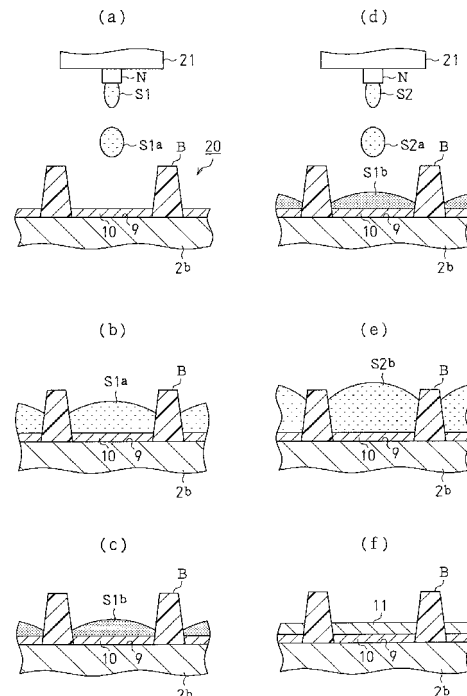
(54) 【発明の名称】 電気光学装置の製造方法および電気光学装置

(57) 【要約】

【課題】 各機能層の膜厚を均一に形成することができる電気光学装置の製造方法及び電気光学装置を提供する。

【解決手段】 発光素子形成領域9の画素電極10上に、正孔輸送層材料を第1の溶媒で溶解または分散した正孔輸送層機能液S1を微小液滴S1aにして塗布した後に、微小液滴S1aから第1の溶媒成分を一部除去して所定の濃縮率に濃縮して濃縮液S1bにする。次に、濃縮液S1b上に第2の溶媒S2を微小液滴S2aとして所定量塗布して溶媒置換し、再び粘度が低下した液状を呈した希釈液S2bにする。その後、加熱して希釈液S2b中の第2の溶媒S2を除去して正孔輸送層11を形成する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成された複数の発光素子形成領域に、発光素子形成材料を溶媒にて分散または溶解した液状の組成物を塗布することにより、前記各発光素子形成領域に機能層をそれぞれ形成する電気光学装置の製造方法において、

前記各発光素子形成領域に、第 1 の溶媒で発光素子形成材料を分散または溶解した液状の組成物を塗布する第 1 塗布工程と、

前記塗布した液状の組成物から前記第 1 の溶媒の少なくとも一部を除去する第 1 乾燥工程と、

前記第 1 の溶媒の少なくとも一部を除去した液状の組成物に、前記第 1 の溶媒と異なる第 2 の溶媒を付加して溶媒置換する第 2 塗布工程と、 10

前記溶媒置換された液状の組成物から溶媒成分を除去する第 2 乾燥工程と、を有することを特徴とする電気光学装置の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電気光学装置の製造方法において、

前記第 1 の溶媒は、揮発性が低いものであり、

前記第 2 の溶媒は、揮発性が高く、発光素子形成材料に対して分散性または溶解性に優れたものであることを特徴とする電気光学装置の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電気光学装置の製造方法において、 20

前記第 1 の乾燥工程にて、前記液状の組成物を所定の濃度に濃縮するまで乾燥させることを特徴とする電気光学装置の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電気光学装置の製造方法において、

前記第 1 の乾燥工程にて、前記液状の組成物をゲル化するまで乾燥させることを特徴とする電気光学装置の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電気光学装置の製造方法において、

前記第 1 の乾燥工程にて、前記液状の組成物を粉末状にするまで乾燥させることを特徴とする電気光学装置の製造方法。 30

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の電気光学装置の製造方法において、

少なくとも前記第 1 塗布工程にて、液滴吐出法により塗布することを特徴とする電気光学装置の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の電気光学装置の製造方法において、

前記第 2 塗布工程にて、前記第 2 の溶媒を、前記基板の複数の発光素子形成領域に同時に塗布することを特徴とする電気光学装置の製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の電気光学装置の製造方法により製造される電気光学装置。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気光学装置の製造方法および電気光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

フラットパネルディスプレイ (FPD)、パーソナルコンピュータ、携帯電話などの携帯端末機器といった表示装置を備えた電子機器に関しては、小型化、軽量化、高精細化などの市場ニーズが近年ますます高まってきている。これに伴って、それらの電子機器に備 50

わる表示装置にも同様な機能を具備することが要求されている。この中にあって、電気光学装置の一つとして各画素に対応して有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子と呼ぶ）を備えた有機エレクトロルミネッセンス表示装置（以下、有機ELディスプレイと呼ぶ）は、高輝度で自発光であること、直流低電圧駆動が可能であること、応答が高速であることなどから表示性能に優れている。また、有機ELディスプレイは、表示装置の薄型化、軽量化、低消費電力化が可能のため、液晶表示装置に続く表示装置として期待されている。

【0003】

有機ELディスプレイの発光層である有機EL素子は、一般には、有機EL物質として低分子材料を使用する場合は真空蒸着法により形成し、有機EL物質として高分子材料を使用する場合にはスピンコート法や液滴吐出法（インクジェット法）により形成することが多い。例えば、高分子の有機EL物質を使用して液滴吐出法で有機EL素子を形成する場合、有機EL物質を有機溶媒に溶解させた組成物の溶液（以下、有機EL機能液と呼ぶ）を、有機EL基板の電極上の所定位置に吐出して有機EL機能液層を形成し、この有機EL機能液層から有機溶媒を除去することにより発光層を得ることができる（特許文献1）。

10

【0004】

有機ELディスプレイの製造においては、発光層を含む各機能層を均一な厚さに形成することが望まれる。しかしながら、有機EL機能液に求められる液滴吐出装置による吐出性と、有機EL機能液層形成後に有機溶媒を除去した際の成膜性を同時に満足することが難しく、各機能層の膜厚が不均一に形成されてしまうことがあった（特許文献2）。

20

【特許文献1】特開平10-12377号公報

【特許文献2】特開2004-71506号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のように発光層を含む各機能層の膜厚が不均一になると、膜厚の薄い部分への電流集中を生じさせる。その結果、有機ELディスプレイのそれぞれの画素内で輝度ムラが生じるとともに、各機能層の膜厚の薄い部分の劣化が早く進むおそれがある。また、膜厚差が激しく生じた場合には膜厚の薄い部分が下地層の電極露出に至り、機能層上に形成する対極となる電極との短絡を引き起こすおそれがある。

30

【0006】

本発明の目的は、各機能層の膜厚を均一に形成することができる電気光学装置の製造方法及び電気光学装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明の電気光学装置の製造方法は、基板上に形成された複数の発光素子形成領域に、発光素子形成材料を溶媒にて分散または溶解した液状の組成物を塗布することにより、前記各発光素子形成領域に機能層をそれぞれ形成する電気光学装置の製造方法において、前記各発光素子形成領域に、第1の溶媒で発光素子形成材料を分散または溶解した液状の組成物を塗布する第1塗布工程と、前記塗布した液状の組成物から前記第1の溶媒の少なくとも一部を除去する第1乾燥工程と、前記第1の溶媒の少なくとも一部を除去した液状の組成物に、前記第1の溶媒と異なる第2の溶媒を付加して溶媒置換する第2塗布工程と、前記溶媒置換された液状の組成物から溶媒成分を除去する第2乾燥工程と、を有する。

40

【0008】

これによれば、例えば第2塗布工程で塗布する第2の溶媒として前記発光層形成材料に対して分散性または溶解性のよいものを用いれば、第1乾燥工程で液状の組成物から第1の溶媒の少なくとも一部を除去して発光層形成領域に形成された液状の組成物が、第2塗布工程で付加される第2の溶媒によって溶媒置換されて、発光層形成領域に均一に分散ま

50

たは溶解して再形成されることから、次に第2乾燥工程にて溶媒成分を完全に除去することで成膜されると、膜厚が均一な機能層を形成することができる。したがって、輝度ムラ等がなく表示品質に優れ、高信頼性を有する電気光学装置を製造することが可能である。

【0009】

この電気光学装置の製造方法において、前記第1の溶媒は、揮発性が低いものであり、前記第2の溶媒は、揮発性が高く、発光素子形成材料に対して分散性または溶解性に優れたものであってもよい。

【0010】

これによれば、第1の溶媒の揮発性が低いことから、第1塗布工程において液状の組成物の粘度変化がされにくいため、安定した塗布性を保持して電気光学装置を製造することが可能である。また、第2塗布工程で塗布される第2の溶媒が、発光素子材料の分散または溶解に優れたものであることから、第1乾燥工程を経た液状の組成物を発光層形成領域内に均一に分散または溶解して形成することが可能であるため、その後の第2乾燥工程で溶媒成分を完全に除去して成膜されると、膜厚が均一な機能層を形成することができる。さらに、第2の溶媒は高い揮発性を有していることから、第2乾燥工程において溶媒成分を除去するときに、第2の溶媒付加によって溶媒置換された機能層の表層全体から均一かつ迅速に溶媒成分が揮発して除去されることから、成膜された機能層はより均一な膜厚にて形成される。

10

【0011】

その上、前記したように、第2の溶媒付加による作用によって均一な膜厚を有する機能層を形成することができるため、第1の溶媒の選定にあたっては成膜性を考慮しなくてもよく、第1塗布工程における塗布性の向上を図るための選定が可能となり、塗布性の優れた液状の組成物を調整することができる。したがって、第1塗布工程の塗布性が向上して液状の組成物を安定した塗布品質を得ることができることから、表示品質等の安定した優れた電気光学装置を製造することが可能となる。

20

【0012】

この電気光学装置の製造方法において、前記第1の乾燥工程にて、前記液状の組成物を所定の濃度に濃縮するまで乾燥させてもよい。

これによれば、第1塗布工程で発光層形成領域に塗布した液状の組成物を所定の濃縮率に制御して濃縮することで、第2の溶媒による溶媒置換を再現性よく実現できるため、表示品質等の優れた電気光学装置を安定して製造することが可能となる。

30

【0013】

この電気光学装置の製造方法において、前記第1の乾燥工程にて、前記液状の組成物をゲル化するまで乾燥させてもよい。

これによれば、第1塗布工程にて発光層形成領域に塗布した液状の組成物を第1乾燥工程で所定の濃度に濃縮させる方法よりも液状の組成物中の第1の溶媒の残留量が少ないことから、第2の溶媒による溶媒置換寄与率が上がり、前記した第2の溶媒が有する成膜寄与性が発揮され易くなるため、均一な膜厚の発光層を形成することができるため、表示品質等の優れた電気光学装置を製造することが可能となる。

40

【0014】

この電気光学装置の製造方法において、前記第1の乾燥工程にて、前記液状の組成物を粉末状にするまで乾燥させてもよい。

これによれば、第1塗布工程にて発光層形成領域に塗布した液状の組成物を第1乾燥工程でゲル化するまで乾燥させる方法よりも、第2の溶媒による溶媒置換寄与率をさらに上げることができることから、均一な膜厚の発光層を形成することができるため、表示品質等の優れた電気光学装置を製造することが可能となる。

【0015】

この電気光学装置の製造方法において、少なくとも前記第1塗布工程にて、液滴吐出法により塗布してもよい。

これによれば、液滴吐出法が、液状の組成物による微細なパターンニングを簡便な工程で

50

且つ短時間で行うことができる塗布方法であるため、例えばカラー表示タイプの電気光学装置の多色化などの高機能化や高精細化が比較的容易に可能となる。また、必要な場所に必要量の液状の組成物を塗布する方法であるため、たとえ大面積の基板においても液状の組成物を無駄にすることなく電気光学装置を製造することが可能となる。

【0016】

この電気光学装置の製造方法において、前記第2塗布工程にて、前記第2の溶媒を、前記基板の複数の発光素子形成領域に同時に塗布してもよい。

これによれば、第2の溶媒を電気光学装置基板の発光素子形成領域毎に塗布するのではなく、複数の発光素子形成領域に、または全ての発光素子形成領域に同時に塗布することができる。したがって、電気光学装置が大画面、または高精細なものであっても短時間で、または一括して塗布することができるため、効率的に電気光学装置を製造することが可能となる。

10

【0017】

本発明の電気光学装置は、上記記載の電気光学装置の製造方法により製造されている。

これによれば、均一な膜厚の機能層を形成することができるため、表示品質等に優れた、信頼性の高い電気光学装置を得ることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

以下、本発明を、有機ELディスプレイに具体化した一実施形態を図面に従って説明する。なお、本実施形態では、基板上に形成する有機EL素子が発光した光を、基板側からではなく有機EL素子の上部から取り出す、いわゆるトップエミッション構造の有機ELディスプレイを例とする。

20

【0019】

図1は、有機ELディスプレイを説明する正面図であり、図2は、その有機ELディスプレイの図1中のa-a線断面図である。

図1に示すように、有機ELディスプレイ1は、ディスプレイ部Dと、該ディスプレイ部Dの下側部(図1中Y矢印方向)に接続されたフレキシブル回路基板FCとから構成されている。

【0020】

ディスプレイ部Dは、基板2を備えている。基板2は、ガラス材や樹脂材などの材料により構成されている。基板2は、その略中央に略四角形状の表示領域Rを備えている。表示領域Rには、 $m \times n$ 個の画素3がマトリクス状に形成されている。基板2上であって、表示領域R以外の領域(以下、非表示領域Qという)には、一对の走査線駆動回路5及び検査回路6が形成されている。

30

【0021】

表示領域Rには、1行あたりm個の画素3群が図中X矢印方向である行方向にn行、また、1列当りn個の画素3群が図中Y矢印方向である列方向にm列形成されている。各画素3には、赤色の光を出射する赤色用有機EL素子4R、緑色の光を出射する緑色用有機EL素子4G、青色の光を出射する青色用有機EL素子4Bが、行方向に沿って赤色用有機EL素子4R、緑色用有機EL素子4G、青色用有機EL素子4Bの順に配置されている。即ち、各色用有機EL素子4R、4G、4Bは、行方向に沿っては、赤色用有機EL素子4R、緑色用有機EL素子4G、青色用有機EL素子4B、赤色用有機EL素子4R、緑色用有機EL素子4G、・・・の順に繰り返し配置されている。そして、各色用有機EL素子4R、4G、4Bは、隣接する各色用有機EL素子4R、4G、4Bと等ピッチで配置されている。

40

【0022】

図2に示すように、各色用有機EL素子4R、4G、4Bは、基板2上に形成された回路形成層2b上に形成されている。この回路形成層2bは、表示領域Rに形成される前記各画素3を駆動させるための薄膜トランジスタT等といった回路素子や、非表示領域Qに形成される走査線駆動回路5または検査回路6を構成する回路素子の一部または全部が形

50

成された層である。これらは、スパッタ等の気相堆積法や、フォトリソグラフィーなどによりパターンニングして形成される。また、回路形成層 2 b 上の表示領域 R に対応した領域には、各有機 EL 素子 4 R, 4 G, 4 B をマトリクス状に区画するバンク B が形成されている。

【0023】

バンク B は、その表面が撥液性を有している。このバンク B は、元来撥液性を備えた材料、例えば、フッ素系樹脂で構成されたものであってもよい。また、撥液性を備えていないものであっても、通常用いられる、アクリル樹脂やポリイミド樹脂等の有機樹脂をフォトリソグラフィーなどによってパターン形成し、CF₄ プラズマ処理等により表面を撥液化されたものであってもよい。

10

【0024】

また、前記回路形成層 2 b 上であって、バンク B によって区画された凹状の発光素子形成領域 9 の各底部には画素電極 10 が形成されている。画素電極 10 は、本実施形態ではアルミニウム (Al) で形成されている。各画素電極 10 は、対応する薄膜トランジスタ T とコンタクトホール H を介して電氣的に接続されている。なお、ここまで積層形成したものを、以下、本実施形態では有機 EL ディスプレイ基板 20 と呼ぶ。

【0025】

有機 EL ディスプレイ基板 20 の各発光素子形成領域 9 に形成された画素電極 10 上には、正孔輸送層 11、赤、緑、青の各色発光層 12 R, 12 G, 12 B の順に積層される機能層 13 が形成されている。発光層 12 R は赤色の光を出射する有機発光材料で構成された発光層であり、発光層 12 G は緑色の光を出射する有機発光材料で構成された発光層であり、発光層 12 B は青色の光を出射する有機発光材料で構成された発光層である。

20

【0026】

機能層 13 及びバンク B 上全面に渡って陰極 14 が形成されている。また、陰極 14 の一部は、前記非表示領域 Q 上を覆うように形成されている。陰極 14 は、光透過性を有するインジウム-錫酸化物 (ITO) などを用いた透明電極で形成されている。

【0027】

以上のように、前記した画素電極 10、正孔輸送層 11、赤色用有機 EL 素子 4 R 及び陰極 14 が積層されて、赤色用有機 EL 素子 4 R が構成される。また、画素電極 10、正孔輸送層 11、緑色用有機 EL 素子 4 G 及び陰極 14 が積層されて緑色用有機 EL 素子 4 G が構成される。同様に、画素電極 10、正孔輸送層 11、青色用有機 EL 素子 4 B 及び陰極 14 が積層されて青色用有機 EL 素子 4 B が構成される。

30

【0028】

また、回路形成層 2 b の外周縁部には陰極 14 を覆うように、光透過性を有した材料で構成された封止部材を含む封止層 15 が形成されている。

また、図 1 に示すように、基板 2 上であって、前記表示領域 R を挟むように非表示領域 Q には、一对の走査線駆動回路 5 が配置されている。各走査線駆動回路 5 は、前記した n 行の画素 3 群のうち所望の 1 行の画素 3 群を選択する走査信号を出力する。さらに、図 1 に示すように、基板 2 上であって、前記表示領域 R より反 Y 矢印方向側の非表示領域 Q には検査回路 6 が形成されている。検査回路 6 は、上記の製造工程を経て製造された有機 EL ディスプレイ 1 が出荷される前などに、各色用有機 EL 素子 4 R, 4 G, 4 B が正常に駆動するか否かを検査するために駆動される回路である。

40

【0029】

一方、フレキシブル回路基板 FC 上にはデータ線駆動回路 7 と制御回路 8 とが形成されている。データ線駆動回路 7 は、前記走査線駆動回路 5 が出力した走査信号によって選択された行の画素 3 群に対して、その各色用有機 EL 素子 4 R, 4 G, 4 B の発光輝度を決定するデータ信号を出力する。

【0030】

制御回路 8 は、各走査線駆動回路 5 及びデータ線駆動回路 7 が駆動制御するための各種

50

制御信号を生成し、その生成した制御信号を各駆動回路 5、7 にそれぞれ出力する。

次に、前記各発光素子形成領域 9 の画素電極 10 上に積層する、有機 EL ディスプレイの機能層 13 を構成する正孔輸送層 11、各色発光層 12R, 12G, 12B の形成方法について詳しく説明する。

【0031】

(第1塗布工程)

図3(a)~(e)は、液滴吐出法(インクジェット法)にて正孔輸送層11の形成工程を説明するための説明図である。

【0032】

まず、図3(a)に示すように、発光素子形成領域9の画素電極10上に、液滴吐出ヘッド21に備わるノズルNから、発光素子形成材料としての正孔輸送層材料を第1の溶媒で溶解または分散した液状の組成物(以下、「正孔輸送層機能液」という)S1を微小液滴S1aにして吐出する。そして、図3(b)に示すように、発光素子形成領域9の画素電極10上に微小液滴S1aを塗布する。なお、正孔輸送層材料は、トリフェニルアミン誘導体(TPD)、ピラゾリン誘導体、アリールアミン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニレンジアミン誘導体などが用いられる。また、正孔輸送層材料は、3,4-ポリ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)も用いられる。また、第1の溶媒は、正孔輸送層材料を含む溶質を溶解または均一に分散させる溶解性と、良好な塗布性を備えた溶媒が用いられている。詳述すると、第1の溶媒は、揮発性の低いもの、つまり飽和蒸気圧が比較的低いものが望ましい。なぜならば、揮発性が高すぎると、揮発して正孔輸送層材料がノズルの目詰まりを起こし易い。また、正孔輸送層機能液が揮発により増粘して、ノズルNからの吐出性を悪化させて塗布性に悪影響を及ぼすからである。

【0033】

(第1乾燥工程)

図3(b)に示すように、発光素子形成領域9の画素電極10上に、微小液滴S1aが塗布されると、次に加熱処理を行う第1乾燥工程としての仮乾燥工程に移る。仮乾燥工程は、有機ELディスプレイ基板20を加熱して画素電極10上に塗布された微小液滴S1aから第1の溶媒成分を一部除去する。そして、図3(c)に示すように、画素電極10上の微小液滴S1aを所定の濃縮率に濃縮して濃縮液S1bにする。このとき、第1の溶媒の量を50%以下にまで濃縮することが望ましく、特に10%~20%程度にまで濃縮することが望ましい。なお、塗布した微小液滴S1aの濃縮方法は、加熱処理に限らず、真空脱気や窒素ガスなどのガスをフローすることなどによっても可能である。

【0034】

(第2塗布工程)

次に、図3(d)に示すように、発光素子形成領域9の濃縮液S1b上に、液滴吐出ヘッド21のノズルNから、第2の溶媒S2を微小液滴S2aとして所定量塗布する。第2の溶媒S2は、正孔輸送層機能液S1の溶質である正孔輸送層材料の分散性または溶解性に優れ、且つ揮発性の高いもの、すなわち飽和蒸気圧の高いものが用いられる。第2の溶媒S2は、それらの特性を有する公知の有機溶媒を使用することができる。例えばキシレンが好ましい。また、たとえば、正孔輸送層材料として、3,4-ポリ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)を用いる場合には、第2の溶媒S2は、メチルアルコール、エチルアルコール、イソプロピルアルコール等の極性溶媒が用いられてもよい。第2の溶媒S2を塗布すると、図3(e)に示すように、仮乾燥によって濃縮されて増粘した粘度が上昇した濃縮液S1bは第2の溶媒S2の微小液滴S2aによって溶媒置換され、再び粘度が低下し液状を呈した希釈液S2bとなる。

【0035】

この希釈液S2bは、第2の溶媒S2が分散性または溶解性に優れていることから、希釈液S2b内の正孔輸送層材料は、発光素子形成領域9全体に均一に分散または溶解される。

【0036】

(第2乾燥工程)

続いて、希釈液S2bを形成した有機ELディスプレイ基板20を加熱して希釈液S2b中の第2の溶媒S2で溶媒置換された溶媒成分を除去して、図3(f)に示すように正孔輸送層11を形成する。このとき、希釈液S2bは、第2の溶媒S2によって発光素子形成領域9全体に均一に正孔輸送層材料を分散または溶解させているので、加熱し乾燥することによって、均一な膜厚の機能層としての正孔輸送層11が形成される。しかも、第2の溶媒S2は、高い揮発性を有するので、希釈液S2bの表層全域から略均一に第2の溶媒S2の蒸発が促進するため、成膜後の正孔輸送層11はより均一な膜厚に形成される。

10

【0037】

正孔輸送層11が形成されると、次に、正孔輸送層11の上に、機能層としての各色発光層12R, 12G, 12Bを形成する。その形成方法には、正孔輸送層11と同じ方法を用いることができる。以下、各色発光層12R, 12G, 12Bを形成する方法の一例を、図4(a)~(e)に従って以下説明する。なお、上記正孔輸送層11の形成方法と同一あるいは同等の構成部分については、説明を省略する。

【0038】

図4(a)~(e)は、一画素を構成する各色発光層12R, 12G, 12Bのうち、代表例として赤色発光層12Rの形成方法を概略的に示す説明図である。なお、図4(a)~(e)は、前記図3(a)~(b)と同様に有機ELディスプレイ基板20の一部構造を省略して示している。

20

【0039】

(第1塗布工程)

まず、図4(a)に示すように、発光素子形成領域9内に形成した正孔輸送層11上に、液滴吐出ヘッド21に備わるノズルNから、赤色発光層材料を含む液状の組成物(以下、「赤色発光層機能液」という)F1を微小液滴F1aにして吐出する。そして、図4(b)に示すように、正孔輸送層11上に微小液滴F1aを塗布する。

【0040】

赤色発光層機能液F1は、本実施形態では赤色発光材料であるポリフルオレンを、第1の溶媒であるシクロヘキシルベンゼンで分散または溶解したものを使用する。第1の溶媒としてのシクロヘキシルベンゼンは、前記正孔輸送層11を形成する場合の機能液S1の第1の溶媒と同じように、赤色発光材料(ポリフルオレン)を含む溶質を溶解または均一に分散させる溶解性と、良好な塗布性を備えた溶媒である。詳述すると、第1の溶媒としてのシクロヘキシルベンゼンは、揮発性が低く、つまり高沸点で飽和蒸気圧が低いため、赤色発光層機能液F1は揮発によるノズル目詰まりを起こし難い。従って、赤色発光層機能液F1は、揮発によって粘度が上昇し吐出性を悪化させて塗布性に悪影響を及ぼすことはない。

30

【0041】

(第1乾燥工程)

次に、微小液滴F1aを塗布した状態の有機ELディスプレイ基板20を加熱する仮乾燥工程に移る。仮乾燥工程によって、微小液滴F1aから溶媒成分を一部除去して所定の濃縮率の濃縮して、図4(c)に示すように、濃縮液F1bを得る。

40

【0042】

(第2塗布工程)

続いて、図4(d)に示すように、濃縮液F1b上に、第2の溶媒F2を所定量吐出する。すると、図4(e)に示すように、濃縮液F1bは第2の溶媒F2によって溶媒置換されて濃縮液F1b中の発光素子形成材料としての赤色発光層材料を分散または溶解し、粘度が低下した液状を呈する希釈液F2bを形成する。このとき、第2の溶媒F2は、前記正孔輸送層11の形成のときと同様に、溶質である赤色発光素子材料に対する分散性または溶解性に優れ、且つ揮発性の高いもの、すなわち飽和蒸気圧の高いものが用いられる。

50

例えば、第2の溶媒F2としては、キシレン、トルエン、メシチレン、テトラリン、アニソール等、公知の有機溶剤を使用する。

【0043】

(第2乾燥工程)

次に、希釈液F2bを形成した有機ELディスプレイ基板20を、加熱等の方法により溶媒を除去して、図4(f)に示すように、機能層としての赤色発光層12Rを成膜する。この赤色発光層12Rは、前記した正孔輸送層11の成膜時と同様に第2の溶媒F2の付加による作用によって、素子形成領域で均一な膜厚に形成される。

【0044】

なお、緑色発光層12G、および青色発光層12Bについても、上記赤色発光層12Rと同様の製造方法により形成される。因みに、緑色発光層12Gを形成する発光素子形成材料としての緑色発光層材料にはポリフェニレンビニレンなどが、青色発光層12Bを形成する発光素子形成材料としての青色発光層材料には同じくポリフェニレンビニレンやポリアルキルフェニレンなどが使われるが、これらに限らない。

10

【0045】

次に、上記液滴吐出法に用いる液滴吐出装置について図面に沿って説明する。

図5は、液滴吐出法(インクジェット法)により前記機能層13材料を含む液状の組成物(機能液)を塗布する液滴吐出装置の構成を示す斜視図である。

【0046】

図5に示すように、液滴吐出装置30には、直方体形状を有する基台31が備えられている。本実施形態では、この基台31の長手方向をY方向とし、同Y方向と直行する方向をX方向とする。基台31の上面31aには、Y方向に延びる一对の案内凹溝32a, 32bが同Y方向全幅に渡り設けられている。その基台31の上側には、一对の案内凹溝32a, 32bに対応する図示しない直動機構を備えたステージ33が取り付けられている。そのステージ33の直動機構は、例えば案内凹溝32a, 32bに沿って延びているネジ軸(図示しない)と、同ネジ軸と螺合するボールナットを備えたネジ式直動機構であって、そのネジ軸が、所定のパルス信号を受けてステップ単位で正逆転するY軸モータ(図示しない)に連結されている。

20

【0047】

そして、所定のステップ数に相対する駆動信号がY軸モータに入力されると、Y軸モータは正転または逆転して、ステージ33が同ステップ数に相対する分だけ、Y方向に沿って所定の速度(走査速度V)で往動または複動する(Y方向に走査する)ようになっている。尚、本実施形態では、ステージ33が案内凹溝32a, 32b(基台31)の最も手前側に配置する位置(図1における実線位置)を往動位置とし、同案内凹溝32a, 32b(基台31)の最も奥側に配置する位置(図5における2点鎖線位置)を複動位置とする。

30

【0048】

ステージ33の上面には、載置面34が形成され、その載置面34には図示しない吸引式の基板チャック機構が設けられている。そして、載置面34に基板2を載置すると、前記基板チャック機構によって、有機ELディスプレイ基板20が載置面34の所定位置に位置決め固定されるようになっている。

40

【0049】

基台31のX方向両側には、一对の支持台35a, 35bが立設され、その一对の支持台35a, 35bには、X方向に延びる案内部材36が架設されている。案内部材36は、その長手方向の幅がステージ33のX方向の幅よりも長く形成され、その一端が支持台35a側に張り出すように配設されている。

【0050】

案内部材36の上側には、液滴吐出装置30により吐出させる各種機能液S1, F1及び第2の溶媒S2, F2を供給可能に収容する収容タンク36aが配設されている。一方、その案内部材36の下側には、X方向に延びる上下一対の案内レール37a, 37bが

50

X方向全幅に渡り凸設されている。また、案内部材36の下側には、前記案内レール37a、37bに対応する図示しない直動機構を備えたキャリッジ38が取り付けられている。

【0051】

キャリッジ38は、直方体形状に形成され、その下方には、各種機能液を液滴として吐出するノズルNを備えた液滴吐出ヘッド21が備わっている。そのキャリッジ38は、その長手方向(X方向)の幅がステージ33のX方向の幅よりも若干長く形成されている。キャリッジ38の直動機構は、例えば案内レール37a、37bに沿ってX方向に延びるネジ軸と、同ネジ軸と螺合するボールナットを備えたネジ式直動機構であって、そのネジ軸が、所定のパルス信号を受けてステップ単位で正逆転するX軸モータ(図示せず)に連結されている。

10

【0052】

そして、所定のステップ数に相対する駆動信号をX軸モータに入力すると、X軸モータは正転または逆転して、キャリッジ38が同ステップ数に相対する分だけX方向に沿って往動または復動する(X方向に走査する)。なお、本実施形態では、キャリッジ38が案内レール37a、37bの最も支持台35a側に配置する位置(図5における実線位置)を往動位置とし、同案内レール37a、37bも最も支持台35b側に配置する位置(図5における二点鎖線位置)を復動位置とする。

【0053】

そして、この液滴吐出装置30のステージ33の載置面34に、有機ELディスプレイ基板20位置決め固定し、Y矢印方向に搬送させながら、図3(a)~(f)、図4(a)~(f)で示したタイミングで、液滴吐出ヘッド21のノズルNから微小液滴S1a、F1a、S2a、F2aにして発光素子形成領域9に塗布することができる。

20

【0054】

次に、上記実施形態の効果を以下に記載する。

(1)本実施形態では、正孔輸送層11を形成する場合、まず最初に、正孔輸送層材料の揮発性の低い第1の溶媒で分散または溶解した正孔輸送層機能液S1を使い、正孔輸送層機能液S1の微小液滴S1aを液滴吐出装置30にて、発光素子形成領域9に吐出した。従って、正孔輸送層機能液S1は、第1の溶媒が揮発し難く、揮発によって正孔輸送層機能液S1が増粘することがないことから、常に、ノズルNからの微小液滴S1aの吐出性を良好に維持することができる。その結果、正孔輸送層機能液S1の微小液滴S1aを確実に発光素子形成領域9に吐出させることができる。

30

【0055】

そして、発光素子形成領域9に吐出させた正孔輸送層機能液S1の微小液滴S1a中の第1の溶媒の一部を除去して濃縮液S1bを形成した後、その濃縮液S1bに溶解性に優れ且つ揮発性の高い第2の溶媒S2を吐出して濃縮液S1bを希釈液S2bにした。従って、この希釈液S2bは、第2の溶媒S2の優れた溶解性によって正孔輸送層材料が、発光素子形成領域9全体に均一に分散または溶解しているため、膜厚が均一な正孔輸送層11を形成することができる。しかも、第2の溶媒S2は、高い揮発性をも有するので、希釈液S2bの表層全域から略均一に第2の溶媒S2の蒸発が促進するため、正孔輸送層11はより均一な膜厚に形成される。

40

【0056】

(2)しかも、本実施形態では、正孔輸送層機能液S1(濃縮液S1b)に対して第2の溶媒S2を吐出させることにより、正孔輸送層材料に対する溶媒(第1の溶媒)の選定にあたっては、成膜寄与性は考慮しなくてもよく、溶媒の選定の選択肢を広げることができる。また、正孔輸送層材料の安定性や塗布性などの向上を目的とする溶媒選定が可能となるため、正孔輸送層材料を含む機能液S1の塗布性の向上等が図れることによって、生産性よく、表示品質等の優れた有機ELディスプレイを製造することが可能となる。

【0057】

(3)本実施形態では、発光層12R、12G、12Bを形成する場合、先ず最初に、

50

発光層材料の揮発性の低い第1の溶媒で溶解または分散した発光層機能液F1を使い、発光層機能液F1の微小液滴F1aを液滴吐出装置30にて、発光素子形成領域9に吐出した。従って、発光層機能液F1は、第1の溶媒が揮発し難く、揮発によって発光層機能液F1が増粘することがないことから、常に、ノズルNからの微小液滴F1aの吐出性を良好に維持することができる。その結果、発光層機能液F1の微小液滴F1aを確実に発光素子形成領域9に吐出させることができる。つまり、発光層材料を確実に発光素子形成領域9に吐出させることができる。

【0058】

そして、発光素子形成領域9に吐出させた発光層機能液F1の微小液滴F1a中の第1の溶媒の一部を除去して濃縮液F1bを形成した後、その濃縮液F1bに溶解性に優れ且つ揮発性の高い第2の溶媒F2を吐出して濃縮液F1bを希釈液F2bにした。従って、この希釈液F2bは、第2の溶媒F2の優れた溶解性によって正孔輸送層材料が、発光素子形成領域9全体に均一に分散または溶解しているため、膜厚が均一な発光層12R, 12G, 12Bを形成することができる。しかも、第2の溶媒F2は、高い揮発性をも有するので、希釈液F2bの表層全域から略均一に第2の溶媒F2の蒸発が促進するため、発光層12R, 12G, 12Bはより均一な膜厚に形成される。

【0059】

(4)しかも、本実施形態では、発光層機能液F1(濃縮液F1b)に対して第2の溶媒F2を吐出させることにより、発光層材料に対する溶媒(第1の溶媒)の選定にあたっては、成膜寄与性は考慮しなくてもよく、溶媒の選定の選択肢を広げることができる。また、発光層材料の安定性や塗布性などの向上を目的とする溶媒選定が可能となるため、発光層材料を含む機能液F1の塗布性の向上等が図れることによって、生産性よく、表示品質等の優れた有機ELディスプレイを製造することが可能となる。

【0060】

(5)さらに、本実施形態では、正孔輸送層11および発光層12R, 12G, 12Bの膜厚を均一にできることにより、膜厚が薄い部分への電流集中による早期劣化および短絡が防止できるため、高信頼性を有する有機ELディスプレイを製造することができる。また、正孔輸送層11においては、キャリア(正孔)が各色発光素子にエネルギー減衰を最小限に抑えて効率よく供給され、各発光層12R, 12G, 12Bは均質な発光体となるため、画素内、および各画素毎の輝度ムラや表示ムラのない、表示品質の優れた有機ELディスプレイを製造することができる。

【0061】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、以下のように実施してもよい。

上記の実施形態では、第2塗布工程にて第2の溶媒S2、F2を液滴吐出装置30によって発光素子形成領域9に塗布する方法を示したが、これに限定されない。有機ELディスプレイ基板20を、第2の溶媒S2、F2の蒸気雰囲気中に曝露することによって、第1の溶媒から第2の溶媒S2、F2にそれぞれ置換が可能である。

【0062】

図6は、第2の溶媒S2、F2の蒸気雰囲気中に曝露することによって、第1の溶媒から第2の溶媒S2、F2にそれぞれ置換する方法に使用可能な溶媒蒸気曝露装置40を、概念的に示す斜視図である。

【0063】

図6に示す溶媒蒸気曝露装置40において、筐体41は、その搬入口に搬入部開閉装置42a、搬出口に搬出部開閉装置42bを備えている。また、筐体41の底部には、溶剤蒸気供給口43を介して溶媒蒸気供給装置44と連結されている。溶媒蒸気供給装置44は、第2の溶媒S2(またはF2)の蒸気を生成し、筐体41内に供給する。また、筐体41の上部には排気装置45が設けられている。排気装置45は、筐体41内に供給した第2の溶媒S2(またはF2)の蒸気を排気する。

【0064】

そして、搬入部開閉装置42aにより筐体41の搬入口を開放し、この搬入口から筐体

10

20

30

40

50

4 1 内に、有機 E L ディスプレイ基板 2 0 を搬入して載置台 4 6 に載置した後、開閉装置 4 2 a により筐体 4 1 の搬入口を閉じ、溶媒蒸気供給装置 4 4 から第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) の蒸気を筐体 4 1 内に供給する。なお、載置台 4 6 は温度調節可能として、載置する有機 E L ディスプレイ基板 2 0 を温度調節できる構造としてもよい。

【 0 0 6 5 】

すると、やがて筐体 4 1 内の空間は第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) の蒸気で満たされる。有機 E L ディスプレイ基板 2 0 の温度が第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) の蒸気温度より低ければ、第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) の蒸気は有機 E L ディスプレイ基板 2 0 の表面で凝縮する。第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) の蒸気は有機 E L ディスプレイ基板 2 0 の溶媒蒸気接触面全面に渡って凝縮するが、各画素を区画するバンク B が撥水性を有しているため、凝縮した第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) はバンク B によって区画化された凹状領域 (発光素子形成領域 9) 内のみを選択的に溜まり落ちる挙動を呈する。その結果、第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) の発光素子形成領域 9 への塗布が可能となる。

【 0 0 6 6 】

なお、ここでは、溶媒蒸気曝露装置 4 0 により第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) を付与方法を示したが、これに限らない。蒸気密度を制御して溶媒蒸気の雰囲気をつくれる空間と機構を有して、且つ有機 E L ディスプレイ基板 2 0 の搬入及び取り出しができる機構を備えている装置を用いれば、第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) の蒸気雰囲気曝露による溶媒置換は可能である。

【 0 0 6 7 】

この他にも、図示しないスプレー法等により前記有機 E L ディスプレイ基板 2 0 の略全面に第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) を塗布する方法も適用が可能である。スプレー法等によって前記有機 E L ディスプレイ基板 2 0 の全面に第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) を塗布しても、前記したバンク B が有する撥水性の作用により、各機能層材料への第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) の付与が可能となる。

【 0 0 6 8 】

この構成によれば、第 2 の溶媒 S 2 (または F 2) を基板 2 0 の各画素毎に塗布する必要がなく、大画面、または高精細パターンを有する電気光学装置も短時間で処理でき、効率的に電気光学装置を製造することが可能となる。

【 0 0 6 9 】

上記実施形態では、発光素子形成領域 9 に塗布した各種機能液 S 1 , F 1 の微小液滴 S 1 a , F 1 a に対して第 2 の溶媒 S 2 , F 2 をそれぞれ付加する前に、第 1 乾燥工程としての仮乾燥等によって溶媒の少なくとも一部を除去して所定の濃縮率に濃縮する方法を示したが、これに限らない。溶媒除去率を制御して、発光素子形成領域 9 に塗布された微小液滴 S 1 a , F 1 a をゲル化、または粉末化してもよい。ゲル化または粉末化した正孔輸送層材料または発光層材料は、前記した方法により付加する第 2 の溶媒 S 2 , F 2 に溶解されて希釈液 S 2 b , F 2 b を形成し、前記の方法にて第 2 の溶媒 S 2 , F 2 を含む溶媒成分を除去することによって、正孔輸送層 1 1 および発光層 1 2 R , 1 2 G , 1 2 B を得ることが可能である。

【 0 0 7 0 】

この構成によれば、第 2 の溶媒 S 2 , F 2 による溶媒置換寄与率が向上して成膜性への寄与率が高くなる。なお、ゲル化させた場合よりも、粉末化させてから第 2 の溶媒 S 2 , F 2 を付加した時の方が、より第 2 の溶媒 S 2 , F 2 による溶媒置換寄与率が向上することから、第 2 の溶媒 S 2 , F 2 の成膜性への寄与率は高くなる。

【 0 0 7 1 】

上記した本発明の実施形態では、有機 E L ディスプレイを例として述べたが、発光素子形成材料を含む機能層材料を電極上に塗布して機能層を形成する発光装置、照明装置などの電気光学装置に適用することができる。

【 0 0 7 2 】

上記実施形態で製造された有機 E L ディスプレイは、携帯電話、薄型テレビジョン、

10

20

30

40

50

ノートパソコン等、種々の電子機器の表示部として実施してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の電気光学装置の代表例として、有機ELディスプレイの構成の一例を概略的に示す正面図。

【図2】同じく、有機ELディスプレイの構造の一例を概略的に示す断面図。

【図3】(a)~(f)は、本発明の一実施形態に係る有機ELディスプレイの正孔輸送層の形成方法を概略的に示す説明図。

【図4】(a)~(f)は、同じく、赤色発光層の形成方法を概略的に示す説明図。

【図5】液滴吐出装置の一例を概略的に示す斜視図。

【図6】溶媒蒸気曝露装置の一例を概略的に示す斜視図。

【符号の説明】

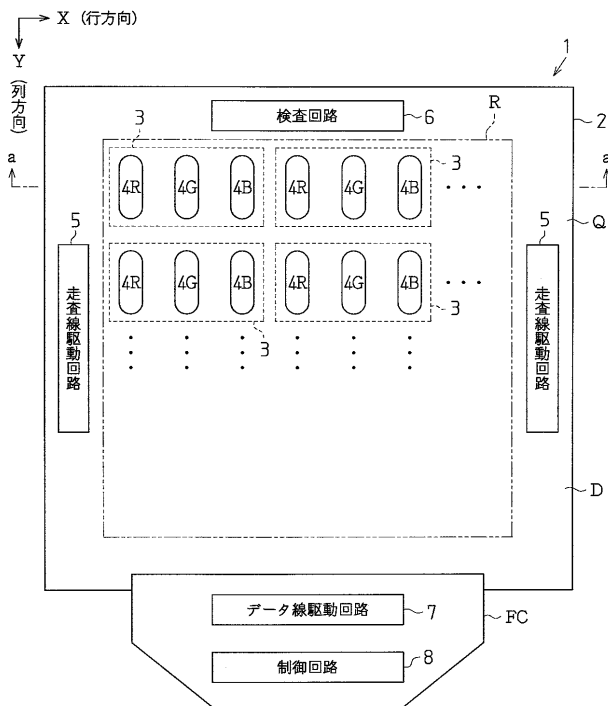
【0074】

1...有機ELディスプレイ、2...基板、2b...回路形成層、3...画素、4R...赤色有機EL素子、4G...緑色有機EL素子、4B...青色有機EL素子、9...発光素子形成領域、10...画素電極、11...正孔輸送層、12R...赤色発光層、12G...緑色発光層、12B...青色発光層、13...機能層、14...陰極、20...有機ELディスプレイ基板、30...液滴吐出装置、40...溶剤蒸気密閉装置、B...バンク、H...吐出ヘッド、N...ノズル、S1...液状の組成物としての正孔輸送層機能液、S1a...微小液滴、S1b...濃縮液、S2...第2の溶媒、S2b...希釈液、F1...液状の組成物としての赤色発光層機能液、F1a...微小液滴、F1b...濃縮液、F2...第2の溶媒、F2b...希釈液。

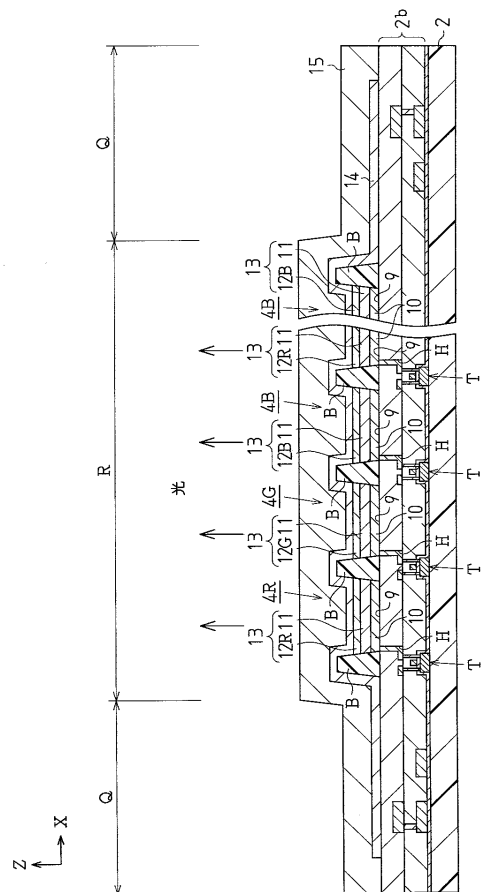
10

20

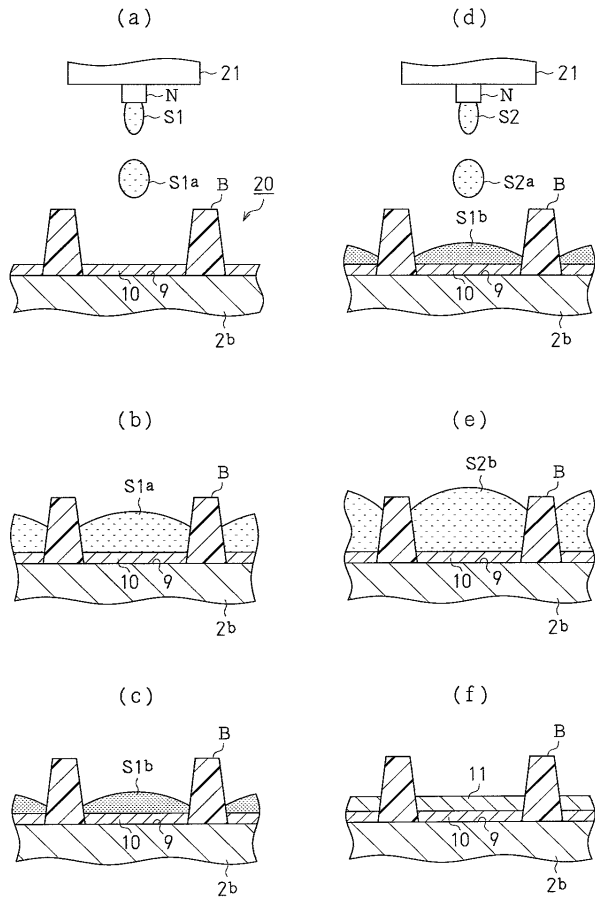
【図1】



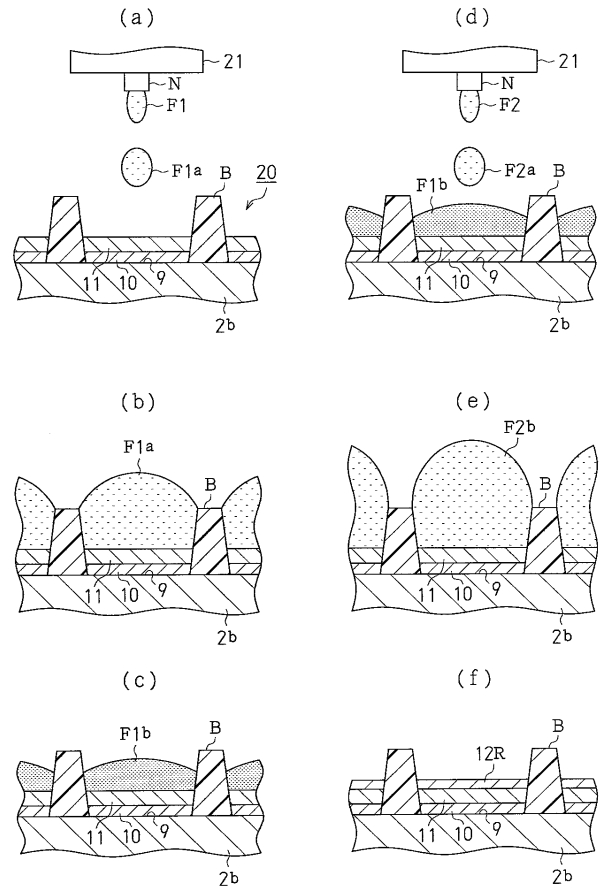
【図2】



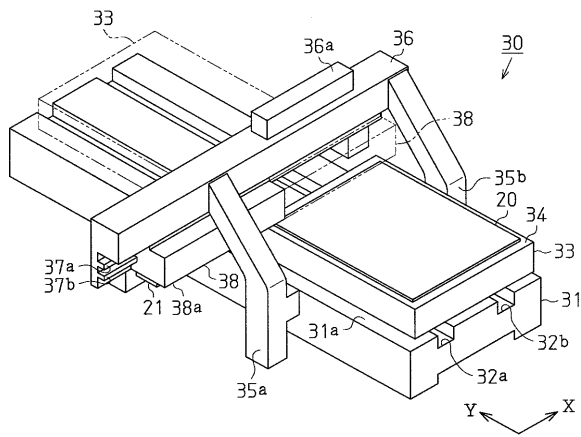
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

