

(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2018-107084

(P2018-107084A)

(43) 公開日 平成30年7月5日(2018.7.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	
H05B 33/14 (2006.01)	H05B 33/14 Z	
	H05B 33/22 C	
	H05B 33/22 A	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 36 頁)		

(21) 出願番号 特願2016-255523 (P2016-255523)
 (22) 出願日 平成28年12月28日 (2016.12.28)

(71) 出願人 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 山崎 舜平
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 瀬尾 哲史
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 Fターム(参考) 3K107 AA01 AA05 DD53 DD57 DD58
 DD70 DD71 DD75 DD87 GG04
 GG08 GG36

(54) 【発明の名称】 発光装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】インクジェット方式による量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層の形成を効率的に高速に処理することが可能な技術を提供する。

【解決手段】インクジェット方式によって量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成する際に、インクヘッドから量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層と溶媒とを含む組成物を連続して吐出して、量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成することを特徴としている。当該量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層は、マトリクス状に配列した画素電極上に形成するものであり、複数の画素電極に渡って連続して量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成する。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マトリクス状に配列する画素電極上層に、インクヘッドから量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む組成物を吐出して、連続した発光層を形成することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 2】

薄膜トランジスタと画素電極が一对を成してマトリクス状に配列し、当該画素電極上層に、インクヘッドから量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む組成物を吐出して、連続した発光層を形成することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 3】

薄膜トランジスタを有する基板に画素電極を形成し、当該画素電極上層に、インクヘッドから量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む組成物を吐出して、連続した有機化合物層を形成することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 4】

薄膜トランジスタを有する基板に画素電極を形成し、当該画素電極上層に、正孔注入層が形成し、この上層に、インクヘッドから発光性を有する有機化合物を含む組成物を吐出して、連続した発光層を形成することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 5】

薄膜トランジスタを有する基板に画素電極を形成し、当該画素電極上層に、正孔注入層を形成し、この上層に、インクジェット方式で、インクヘッドから量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む組成物を吐出して、連続した発光層を形成することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 6】

薄膜トランジスタを有する基板に画素電極を形成し、当該画素電極上層に、正孔注入層および正孔輸送層を形成し、この上層に、インクジェット方式で、インクヘッドから量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む組成物を吐出して、連続した発光層を形成することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項において、前記発光層を形成した後に、電子輸送層を形成する発光装置の製造方法。

【請求項 8】

請求項 7 において、前記電子輸送層は蒸着法により形成する発光装置の製造方法。

【請求項 9】

請求項 7 または請求項 8 において、前記電子輸送層は第 1 の電子輸送材料からなる第 1 の電子輸送層を形成した後に、第 2 の電子輸送材料からなる第 2 の電子輸送層を形成する発光装置の製造方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、前記インクヘッドは平滑化手段を有し、前記平滑化手段により前記インクヘッドから吐出した組成物を平滑化しながら、連続する発光層のパターンを形成することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項において、前記組成物は、有機発光材料又はその前駆体を溶媒に溶解又は分散させたものを用いることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 12】

請求項 6 乃至請求項 10 のいずれか一項において、前記平滑化手段は、インクヘッドの吐出口近傍に設けられた気体を噴出するノズルであって、当該ノズルからの気体に噴出により前記組成物を平滑化することを特徴とする発光装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

10

20

30

40

50

本発明の一態様は、発光素子、ディスプレイモジュール、照明モジュール、表示装置、発光装置、電子機器及び照明装置およびその製造方法に関する。なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、液晶表示装置、発光装置、照明装置、蓄電装置、記憶装置、撮像装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げることができる。

【背景技術】

【0002】

ディスプレイ技術の発展に伴って、要求される性能は日々高度化している。あるディスプレイが再現可能な色域を示す規格には、従来から広く指標とされている sRGB 規格や NTSC 規格などがあるが、最近ではより広い色域をカバーする Recommendation ITU-R BT.2020（以下、BT.2020 規格）が提唱されている。

【0003】

ほぼ全ての物体色を表現できる BT.2020 規格ではあるが、有機化合物の発するブロードな発光スペクトルをそのまま用いるのでは現状実現が難しいため、キャビティ構造等を用いることによって色純度を高めることで、当該規格を実現する試みがなされている。

【0004】

一方で、元々スペクトルの半値幅が狭い発光を呈する材料を用いることで、当該規格の実現を目指す方針も取られている。特に、金属ハロゲンペロブスカイト類や、数 nm 程度の化合物半導体の微粒子である量子ドット（QD）が注目されている。量子ドットは、その離散性が位相緩和を制限するため、発光が狭線化することから、量子ドットは発光の色純度が高い物質として注目されており、BT.2020 規格の色度を実現する発光材料として期待されている。

【0005】

量子ドットは、 1×10^3 個から 1×10^6 個程度の原子から構成されており、電子や正孔、励起子はその内部に閉じ込められた結果、それらのエネルギー状態が離散的となり、また、サイズに依存してエネルギーシフトする。すなわち、同じ物質から構成される量子ドットであっても、サイズによって発光波長が異なるため、用いる量子ドットのサイズを変更することによって得られる光の波長を容易に調整することができる。

【0006】

また、量子ドットの理論的な内部量子効率ほぼ 100% であると言われており、蛍光発光を呈する有機化合物の 25% を大きく上回り、りん光発光を呈する有機化合物と同等となっている。

【0007】

また、量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層は湿式法により成膜を行うことができる。そのため、安価な発光素子を提供できる可能性がある。ディスプレイなどを製造する際、湿式法による塗り分けを行う方法としてはインクジェット方式がある。量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類の前駆体を溶媒に溶解または分散させた状態（以下、これを組成物という）でインクジェット印刷装置のインクヘッドから滴下して、基板上に被膜を形成する。組成物の物性としては、粘度、表面張力、乾燥速度などが重要なパラメータとなる。また、再現性良く組成物を滴下するにはインクヘッドの幾何学的構造やその駆動条件が重要であり、吐出する組成物の量、方向、周期などがパラメータとなっている。

【0008】

特許文献 1 では、タングステン酸化物を正孔注入層として用い、発光物質として量子ドットを用いた発光素子について開示されている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】国際公開第2012/013272号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

インクジェット方式において、量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む組成物をインクヘッドから吐出させるには、圧電素子を用い、その振動を利用して組成物が充填された容器の容積を変化させて外部に組成物を吐出させる仕組みとなっている。

【0011】

インクヘッドから1回に吐出する組成物の量は10～40pLであり、粘度は1～20cPが良いと考えられている。粘度が低い場合は所定の膜厚を得ることができず、被形成面に組成物が着弾した後流れ出して必要以上にパターンが広がってしまう等の問題が発生する。また、粘度が高すぎるとインクヘッドの吐出口から組成物を円滑に吐出できなくなる、吐出する一滴の組成物の形状が糸を引いたようになる等、着弾後に形状不良が発生させる等の問題がある。

【0012】

組成物における溶媒は、基板に滴下後に揮発するものが適している。しかし、常に連続して滴下していないと溶媒が揮発して、吐出口のところで固まってしまう。例えば、トルエンなど揮発性の高い溶媒を用いる場合は、特に注意が必要となる。吐出が連続している場合でも、吐出口の付近に固形物が次第に成長し、最悪の場合には吐出口を塞いでしまう。それに至らないにしても、吐出口付近にできる固形物は、吐出する組成物の方向を変化させ、着弾精度が著しく低下してしまう。さらに、吐出口の口径が小さくなることにより吐出する組成物の量が減少し、基板上に形成される有機化合物層の厚さが減少するという不良が発生する。このような不具合を防止するために、従来のインクジェット方式では、固形物による目詰まりを防止するために、頻繁にインクヘッドをクリーニングする必要に駆られていた。

【0013】

本発明はこのような問題点を鑑みてなされたものであり、インクジェット方式による量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層の形成を効率的に高速に処理することが可能な技術を提供することを目的とする。また、インクジェット方式による量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層の形成を効率的に高速に処理することが可能でありつつ高い効率で発光する発光装置を製造することが可能な技術を提供することを目的とする。

【0014】

本発明は上述の課題のうちいずれか一を解決すればよいものとする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

この問題点を解決するために本発明の一態様では、インクジェット方式によって量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成する際に、インクヘッドから量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層と溶媒とを含む組成物を吐出して、量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成することを特徴としている。当該量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層は、マトリクス状に配列した画素電極上に形成するものであり、複数の画素電極に渡って連続して量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成するものである。そして、この製造方法により量子ドットを発光物質とした発光素子（以下QLED素子）を用いた発光装置を製造するものである。

【0016】

本発明の一態様は、QLED素子をマトリクス状に配列させて画素部を形成する発光装置の製造方法に適用することができる。アクティブマトリクス駆動方式を採用するには、

10

20

30

40

50

薄膜トランジスタを有する基板に画素電極を形成し、当該画素電極上層に、正孔注入層およびまたは正孔輸送層を形成し、この上層に、インクヘッドから量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類と溶媒とを含む組成物を吐出して連続した量子ドット発光層を形成する。

【0017】

基板上の被形成面に吐出された組成物は、溶媒が揮発し固化することにより量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層が形成される。しかし、表面張力により水玉状に組成物が付着すると均一な厚さの有機化合物層が得られないので、平滑化手段により平滑にすることが好ましい。平滑化手段としては、ノズルから気体を噴出して組成物を平滑にする。或いは、ヘラなどを用い、連速的に形成された組成物の表面をならして平滑化しても良い。

10

【0018】

噴出する気体として、窒素、アルゴンなどの不活性気体を用いると組成物の溶媒を揮発させることができ、また、酸化を防止することができる。或いは、吐出口の外周部に同心円状に開口部を設け、その開口部から気体を噴出することにより平滑化すると共に、吐出口において組成物が乾燥して固体化し、目詰まりするのを防ぐことができる。

【0019】

本発明において、インクジェット方式によりパターン形成する際に用いられる発光性を有する組成物は、量子ドット又は金属ハロゲンペロブスカイト類の前駆体を溶媒に溶解又は分散させたものを用いる。

20

【0020】

従来のインクジェット方式では、インクヘッドの位置制御と、組成物の吐出との操作を繰り返し行うことで所定のパターンを形成するものであったが、1ドット毎に吐出する組成物を基板上で連続させ、線状又はストライプ状の有機化合物層を形成することにより、位置合わせに要する時間が短縮され、有機化合物層の形成が容易となり、処理時間を短縮することができる。

【0021】

特に、本発明は1枚の大面積基板から複数枚の表示用パネルを切り出す生産方式に適用する場合に適している。また、大面積基板に複数の画素領域が設けられている場合には、画素領域間の移動の間、混合物の吐出を瞬時に停止させることで、インクヘッドを大面積基板に対してより高速に移動させることができる。

30

【0022】

また、量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成した後に、第1の電子輸送層と第2の電子輸送層を形成した後、陰極を形成することで、効率の良い発光装置を製造することができる。

【0023】

本発明の他の構成は、上記構成を有する発光素子において、第2の電子輸送層を形成した後、電子注入バッファ層を形成する発光装置の製造方法である。当該電子注入バッファ層は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属を含む材料で形成することが好ましい。

【0024】

また、第2の電子輸送材料は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属と相互作用して、陰極から発光物質を含む層への電子の注入を容易にする物質であることが好ましく、窒素を含む6員環の複素芳香環を有する物質であることが好ましい。具体的には2,2'-ビピリジン骨格を含む物質であることが好ましく、フェナントリン誘導体であることがさらに好ましい

40

【0025】

また、第1の電子輸送材料は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属を発光層へ拡散することを抑制する物質であることが好ましい。また、第1の電子輸送材料の電子移動度は、第2の電子移動度よりも大きいことが好ましく、また、縮合芳香族炭化水素環を有する物質が好ましい。具体的にはアントラセン誘導体であることが好ましい。

50

【 0 0 2 6 】

本発明の他の構成は、上記構成を有する発光素子において発光素子である。

【 0 0 2 7 】

本発明の他の構成は、上記構成を有する発光素子において、第 1 の電子輸送材料の蛍光量子収率が 0.5 以上である発光素子である。

【 0 0 2 8 】

なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子を用いた画像表示デバイスを含む。また、発光素子にコネクタ、例えば異方導電性フィルム又は TCP (Tape Carrier Package) が取り付けられたモジュール、TCP の先にプリント配線板が設けられたモジュール、又は発光素子に COG (Chip On Glass) 方式により IC (集積回路) が直接実装されたモジュールも、発光装置に含む場合がある。さらに、照明器具等は、発光装置を有する場合がある。

10

【発明の効果】

【 0 0 2 9 】

本発明の一態様では、新規発光素子を提供することができる。または、寿命の良好な発光素子を提供することができる。または、発光効率の良好な発光素子を提供することができる。

【 0 0 3 0 】

または、本発明の他の一態様では、信頼性の高い発光装置、電子機器及び表示装置を各々提供することができる。または、本発明の他の一態様では、消費電力の小さい発光装置、電子機器及び表示装置を各々提供することができる。

20

【 0 0 3 1 】

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 2 】

【図 1】本発明のインクジェット方式で有機化合物層を連続的に形成する概念を説明するための図。

30

【図 2】インクジェット方式の印刷装置の構成を説明する図。

【図 3】インクヘッドの構成の一例を説明する断面図。

【図 4】インクヘッドの構成の一例を説明する断面図。

【図 5】インクヘッドの構成の一例を説明する断面図。

【図 6】連続的な有機化合物層を形成する過程を説明する図。

【図 7】連続的な有機化合物層を形成する過程を説明する図。

【図 8】本発明のインクジェット方式で有機化合物層を連続的に形成する概念を説明するための図。

【図 9】ヘッド部における吐出口の配置を示す図。

【図 10】インクジェット方式を用いた有機発光装置の作製工程を説明する断面図。

40

【図 11】発光素子の構成を説明する図。

【図 12】発光装置の上面図と断面図。

【図 13】発光装置の断面図。

【図 14】発光装置の断面図。

【図 15】発光装置の斜視図および断面図。

【図 16】電子機器の例を表す図。

【図 17】電子機器の例を表す図。

【図 18】電子機器の例を表す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 3 】

50

以下、本発明の実施の態様について図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0034】

(実施の形態1)

量子ドットは、その離散性が位相緩和を制限する。このため、発光が狭線化することから、量子ドットは発光の色純度が高い物質として注目されており、BT.2020規格の色度を実現する発光材料として期待されている。

【0035】

量子ドットは、 1×10^3 個から 1×10^6 個程度の原子から構成されており、電子や正孔、励起子はその内部に閉じ込められた結果、それらのエネルギー状態が離散的となり、また、サイズに依存してエネルギーシフトする。すなわち、同じ物質から構成される量子ドットであっても、サイズによって発光波長が異なるため、用いる量子ドットのサイズを変更することによって得られる光の波長を容易に調整することができる。

【0036】

量子ドットを発光物質として用いた電流励起型の発光素子(以下QLED素子とも言う)は、有機化合物を発光物質として用いた有機EL素子(以下OLED素子とも言う)と同様に、薄型軽量に作製可能である、面光源の作製が容易である、微細な画素の形成が可能である、曲げることが可能であるといった特徴を備えている。その上で、QLED素子は、OLED素子と比較して、色純度、寿命、効率及び発光波長の選択容易性といった点で同等、又は有利となる可能性を有することから盛んに研究がなされている。

【0037】

量子ドットを構成する材料としては、第14族元素、第15族元素、第16族元素、複数の第14族元素からなる化合物、第4族から第14族に属する元素と第16族元素との化合物、第2族元素と第16族元素との化合物、第13族元素と第15族元素との化合物、第13族元素と第17族元素との化合物、第14族元素と第15族元素との化合物、第11族元素と第17族元素との化合物、酸化鉄類、酸化チタン類、カルコゲナイドスピネル類、各種半導体クラスターなどを挙げることができる。

【0038】

具体的には、セレン化カドミウム(CdSe)、硫化カドミウム(CdS)、テルル化カドミウム(CdTe)、セレン化亜鉛(ZnSe)、酸化亜鉛(ZnO)、硫化亜鉛(ZnS)、テルル化亜鉛(ZnTe)、硫化水銀(HgS)、セレン化水銀(HgSe)、テルル化水銀(HgTe)、砒化インジウム(InAs)、リン化インジウム(InP)、砒化ガリウム(GaAs)、リン化ガリウム(GaP)、窒化インジウム(InN)、窒化ガリウム(GaN)、アンチモン化インジウム(InSb)、アンチモン化ガリウム(GaSb)、リン化アルミニウム(AlP)、砒化アルミニウム(AlAs)、アンチモン化アルミニウム(AlSb)、セレン化鉛(PbSe)、テルル化鉛(PbTe)、硫化鉛(PbS)、セレン化インジウム(In₂Se₃)、テルル化インジウム(In₂Te₃)、硫化インジウム(In₂S₃)、セレン化ガリウム(Ga₂Se₃)、硫化砒素(In₂As₂S₃)、セレン化砒素(In₂As₂Se₃)、テルル化砒素(In₂As₂Te₃)、硫化アンチモン(In₂Sb₂S₃)、セレン化アンチモン(In₂Sb₂Se₃)、テルル化アンチモン(In₂Sb₂Te₃)、硫化ビスマス(In₂Bi₂S₃)、セレン化ビスマス(In₂Bi₂Se₃)、テルル化ビスマス(In₂Bi₂Te₃)、ケイ素(Si)、炭化ケイ素(SiC)、ゲルマニウム(Ge)、錫(Sn)、セレン(Se)、テルル(Te)、ホウ素(B)、炭素(C)、リン(P)、窒化ホウ素(BN)、リン化ホウ素(BP)、砒化ホウ素(BAs)、窒化アルミニウム(AlN)、硫化アルミニウム(Al₂S₃)、硫化バリウム(BaS)、セレン化バリウム(BaSe)、テルル化バリウム(BaTe)、硫化カルシウム(CaS)、セレン化カルシウム(CaSe)、

10

20

30

40

50

テルル化カルシウム (CaTe)、硫化ベリリウム (BeS)、セレン化ベリリウム (BeSe)、テルル化ベリリウム (BeTe)、硫化マグネシウム (MgS)、セレン化マグネシウム (MgSe)、硫化ゲルマニウム (GeS)、セレン化ゲルマニウム (GeSe)、テルル化ゲルマニウム (GeTe)、硫化錫 (IV) (SnS_2)、硫化錫 (II) (SnS)、セレン化錫 (II) (SnSe)、テルル化錫 (II) (SnTe)、酸化鉛 (II) (PbO)、フッ化銅 (I) (CuF)、塩化銅 (I) (CuCl)、臭化銅 (I) (CuBr)、ヨウ化銅 (I) (CuI)、酸化銅 (I) (Cu_2O)、セレン化銅 (I) (Cu_2Se)、酸化ニッケル (II) (NiO)、酸化コバルト (II) (CoO)、硫化コバルト (II) (CoS)、四酸化三鉄 (Fe_3O_4)、硫化鉄 (II) (FeS)、酸化マンガン (II) (MnO)、硫化モリブデン (IV) (MoS_2)、酸化バナジウム (II) (VO)、酸化バナジウム (IV) (VO_2)、酸化タングステン (IV) (WO_2)、酸化タンタル (V) (Ta_2O_5)、酸化チタン (TiO_2 、 Ti_2O_5 、 Ti_2O_3 、 Ti_5O_9 など)、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、窒化ケイ素 (Si_3N_4)、窒化ゲルマニウム (Ge_3N_4)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、チタン酸バリウム (BaTiO_3)、セレンと亜鉛とカドミウムの化合物 (CdZnSe)、インジウムと砒素とリンの化合物 (InAsP)、カドミウムとセレンと硫黄の化合物 (CdSeS)、カドミウムとセレンとテルルの化合物 (CdSeTe)、インジウムとガリウムと砒素の化合物 (InGaAs)、インジウムとガリウムとセレンの化合物 (InGaSe)、インジウムとセレンと硫黄の化合物 (InSeS)、銅とインジウムと硫黄の化合物 (例えば CuInS_2) およびこれらの組合せなどを挙げることができるが、これらに限定されない。また、組成が任意の比率で表される、いわゆる合金型量子ドットを用いても良い。例えば、 $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ (x は 0 から 1 の任意の数) で表される合金型量子ドットは、 x の比率を変化させることで発光波長を変えることができるため、青色発光を得るには有効な手段の一つである。

【0039】

量子ドットの構造としては、コア型、コア - シェル型、コア - マルチシェル型などがあり、そのいずれを用いても良いが、コアを覆ってより広いバンドギャップを持つ別の無機材料でシェルを形成することによって、ナノ結晶表面に存在する欠陥やダングリングボンドの影響を低減することができる。これにより、発光の量子効率が大きく改善するためコア - シェル型やコア - マルチシェル型の量子ドットを用いることが好ましい。シェルの材料の例としては、硫化亜鉛 (ZnS) や酸化亜鉛 (ZnO) が挙げられる。

【0040】

また、量子ドットは、表面原子の割合が高いことから、反応性が高く、凝集が起こりやすい。そのため、量子ドットの表面には保護剤が付着している又は保護基が設けられていることが好ましい。当該保護剤が付着している又は保護基が設けられていることによって、凝集を防ぎ、溶媒への溶解性を高めることができる。また、反応性を低減させ、電気的安定性を向上させることも可能である。保護剤 (又は保護基) としては、例えば、ポリオキシエチレンラウリルエーテル、ポリオキシエチレンステアリルエーテル、ポリオキシエチレンオレイルエーテル等のポリオキシエチレンアルキルエーテル類、トリプロピルホスフィン、トリブチルホスフィン、トリヘキシルホスフィン、トリオクチルホスフィン等のトリアルキルホスフィン類、ポリオキシエチレン n - オクチルフェニルエーテル、ポリオキシエチレン n - ノニルフェニルエーテル等のポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル類、トリ (n - ヘキシル) アミン、トリ (n - オクチル) アミン、トリ (n - デシル) アミン等の第 3 級アミン類、トリプロピルホスフィンオキシド、トリブチルホスフィンオキシド、トリヘキシルホスフィンオキシド、トリオクチルホスフィンオキシド、トリデシルホスフィンオキシド等の有機リン化合物、ポリエチレングリコールジラウレート、ポリエチレングリコールジステアレート等のポリエチレングリコールジエステル類、また、ピリジン、ルチジン、コリジン、キノリン類等の含窒素芳香族化合物等の有機窒素化合物、ヘキシルアミン、オクチルアミン、デシルアミン、ドデシルアミン、テトラデシルアミン、ヘキサデシルアミン、オクタデシルアミン等のアミノアルカン類、ジブチルスルフィ

ド等のジアルキルスルフィド類、ジメチルスルホキシドやジブチルスルホキシド等のジアルキルスルホキシド類、チオフエン等の含硫黄芳香族化合物等の有機硫黄化合物、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸等の高級脂肪酸、アルコール類、ソルビタン脂肪酸エステル類、脂肪酸変性ポリエステル類、３級アミン変性ポリウレタン類、ポリエチレンイミン類等が挙げられる。

【００４１】

なお、量子ドットを含む発光層を形成する場合は、量子ドットを適当な液媒体に溶解又は分散させて用いればよい。量子ドットとホスト材料とを含む発光層を形成する場合は、ホスト材料に量子ドットを分散させる、又はホスト材料と量子ドットとを適当な液媒体に溶解又は分散させて用いればよい。

10

【００４２】

なお、量子ドットは、棒状の量子ロッドであっても良い。量子ロッドはｃ軸方向に偏光した指向性を有する光を呈するため、量子ロッドを発光材料として用いることにより、より外部量子効率が良い発光素子を得ることができる。

【００４３】

金属ハロゲンペロブスカイト類は、有機材料と、無機材料が複合された材料、もしくは無機材料のみからなる材料であり、励起子発光や、キャリアの高移動度など興味深い特性を持っている。特に無機層（ペロブスカイト層ともいう）と有機層が交互に積層された超格子構造を形成している金属ハロゲンペロブスカイト類は、それが量子井戸構造となっていることから励起子束縛エネルギーが非常に大きく、励起子が安定に存在することができる。また、当該金属ハロゲンペロブスカイト類は、半値幅が狭く、ストークスシフトが小さい励起子発光を示すため、発光素子としての応用も期待されている。また、金属ハロゲンペロブスカイト類の量子ドットも、非常に半値幅の狭い色純度の良好な発光を示すことが知られている。

20

【００４４】

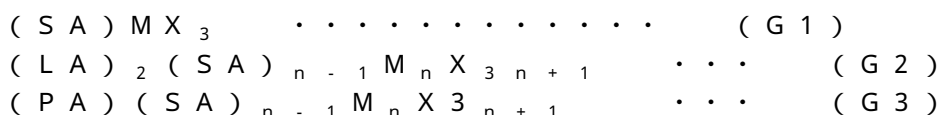
また、金属ハロゲンペロブスカイト類は優れた自己組織性を有するため、原料を混ぜた溶液を塗布するだけのウェットプロセスで薄膜試料や単結晶試料を簡単に作製することが可能である。また、数十nmから数百nm程度の金属ハロゲンペロブスカイト類の量子ドットを用いることでも良好な発光層を形成することができる。

【００４５】

金属ハロゲンペロブスカイト類は一般式（Ｇ１）乃至（Ｇ３）のいずれかで表すことができる。

30

【００４６】



【００４７】

上記一般式においてMは２価の金属イオンを表し、Xはハロゲンイオンを表す。

【００４８】

２価の金属イオンとしては具体的には、鉛、スズなどの２価の陽イオンが用いられている

40

【００４９】

ハロゲンイオンとしては、具体的には、塩素、臭素、ヨウ素、フッ素などのアニオンが用いられる。

【００５０】

また、nは１乃至１０の整数を表しているが、一般式（Ｇ２）または一般式（Ｇ３）において、nが１０よりも大きい場合、その性質は一般式（Ｇ１）で表される金属ハロゲンペロブスカイト類に近いものとなる。

【００５１】

また、LAは $R^1-NH_3^+$ で表されるアンモニウムイオンを表す。

【００５２】

50

一般式 $R^1 - NH_3^+$ で表されるアンモニウムイオンにおいて、 R^1 は炭素数 2 乃至 20 のアルキル基、アリール基及びヘテロアリール基のいずれか 1 又は炭素数 2 乃至 20 のアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基と、炭素数 1 乃至 12 のアルキレン基、ビニレン基、炭素数 6 乃至 13 のアリーレン基及びヘテロアリーレン基の組み合わせからなる基であり、後者の場合はアルキレン基、アリーレン基及びヘテロアリーレン基は複数連なっているとしても良く、同じ種類の基が複数個用いられても良い。なお、上記アルキレン基、ビニレン基、アリーレン基及びヘテロアリーレン基が複数連なっている場合、アルキレン基、ビニレン基、アリーレン基及びヘテロアリーレン基の総数は 35 以下であることが好ましい。

【0053】

10

また、 SA は一価の金属イオンまたは $R^6 - NH_3^+$ で表され、 R^6 が炭素数 1 乃至 6 のアルキル基であるアンモニウムイオンを表す。

【0054】

また、 PA は、 $NH_3^+ - R^2 - NH_3^+$ 若しくは $NH_3^+ - R^3 - R^4 - R^5 - NH_3^+$ 、またはアンモニウムカチオンを有する分岐ポリエチレンイミンの一部または全部を表し、当該部分の価数は +2 である。なお、一般式中の電荷はほぼつりあっている。

【0055】

ここで、金属ハロゲンペロブスカイト類の電荷は、上記式により材料中すべての部分において厳密に釣り合っているものではなく、材料全体の中性が概ね保たれていれば良い。材料中には局所的に遊離のアンモニウムイオンや遊離のハロゲンイオン、不純物イオンなどその他のイオンなどが存在する場合があるあり、それらが電荷を中和している場合がある。また、粒子や膜の表面、結晶のグレイン境界などでも局所的に中性が保たれていない場合があり、必ずしもすべての場所において、中性が保たれていなくとも良い。

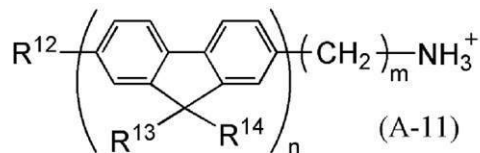
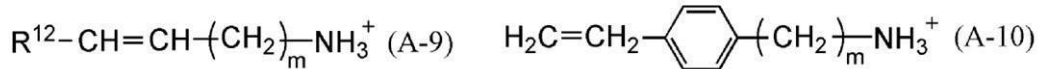
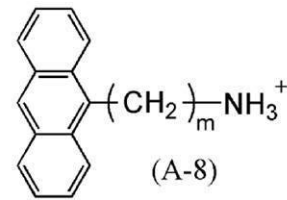
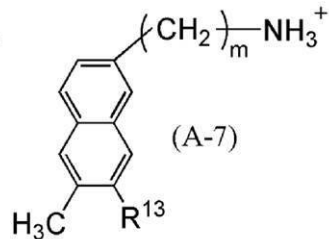
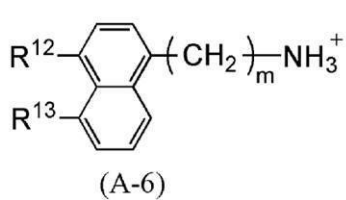
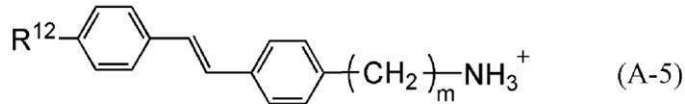
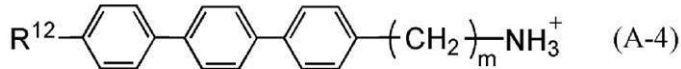
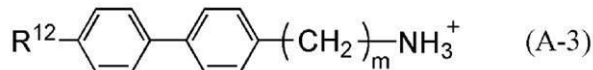
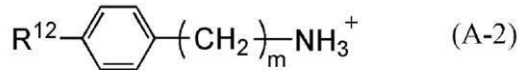
20

【0056】

なお、上記式 (G2) における (LA) には例えば、下記一般式 (A-1) 乃至 (A-11)、一般式 (B-1) 乃至 (B-6) で表される物質などを用いることができる。

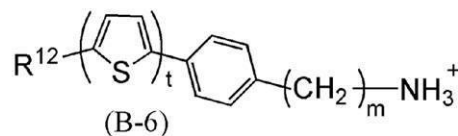
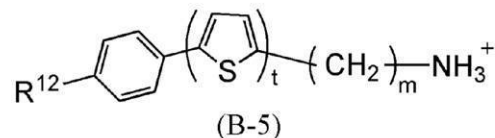
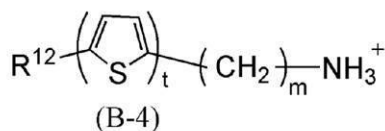
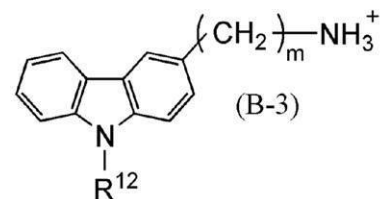
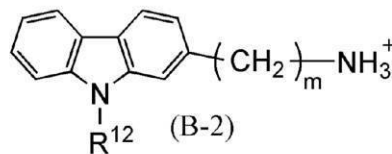
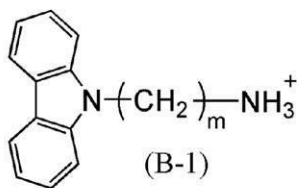
【0057】

【化 1】



【 0 0 5 8 】

【化 2】



【 0 0 5 9 】

また、上記一般式 (G3) における (PA) は、代表的には下記一般式 (C-1)、(C-2) 及び (D) のいずれかで表される物質およびアンモニウムカチオンを有する分岐ポリエチレンアミンなどの一部分、または全部を表しており、+2 価の電荷を有している。これらポリマーは、複数の格子単位にわたって電荷を中和している場合があり、また、異なる二つのポリマー分子が有する電荷一つづつによって一つの格子単位の電荷が中和されている場合もある。

10

20

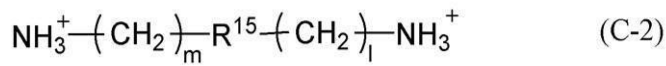
30

40

50

【 0 0 6 0 】

【 化 3 】

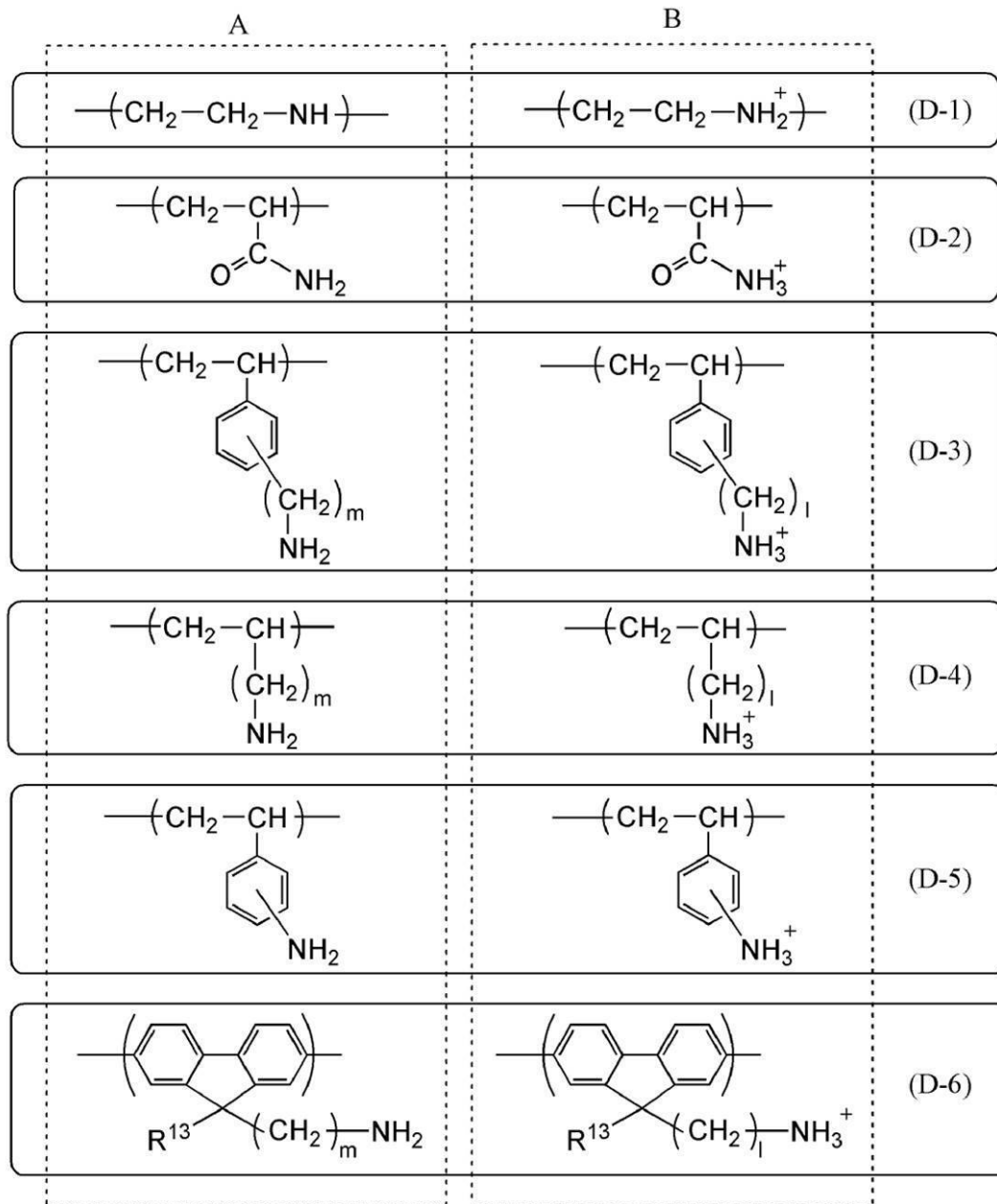


【 0 0 6 1 】

【 化 4 】



10



20

30

40

【 0 0 6 2 】

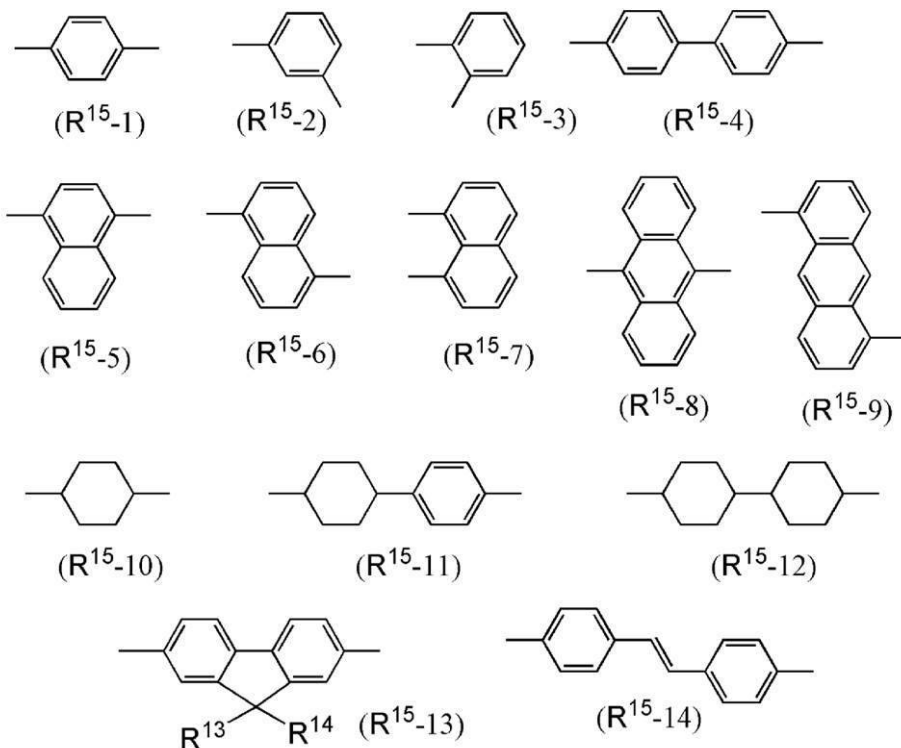
但し、上記一般式において R^{11} は炭素数 2 乃至 18 のアルキル基を表し、 R^{12} 、 R^{13} および R^{14} は水素または炭素数 1 乃至 18 のアルキル基を表し、 R^{15} は下記構造式および一般式 ($\text{R}^{15}-1$) 乃至 ($\text{R}^{15}-14$) を表す。また、 R^{16} および R^{17} は

50

それぞれ独立に水素または炭素数 1 乃至 6 のアルキル基を表す。また、X は上記 (D - 1) 乃至 (D - 6) のいずれかの組で表されるモノマーユニット A および B の組み合わせを有し、A が u 個、B が v 個含まれている構造を表している。なお、A および B の並び順は限定されない。また、m および l はそれぞれ独立に 0 乃至 12 の整数であり、t は 1 乃至 18 の整数である。また、u は 0 乃至 17 の整数、v は 1 乃至 18 の整数であり、u + v は 1 乃至 18 の整数である。

【0063】

【化 5】



10

20

30

40

50

【0064】

なお、これらは例示であり、(L A)、(P A)として用いることができる物質はこれらに限られることはない。

【0065】

一般式 (1) で表される (S A) M X₃ の組成を有する 3 次元構造の金属ハロゲン化物ペロブスカイトでは、中心に金属原子 M を置き 6 個の頂点にハロゲン原子を配置した正八面体構造が各頂点のハロゲン原子を共有して 3 次元に配列することで骨格を形成している。この各頂点にハロゲン原子を有する八面体の構造ユニットをペロブスカイトユニットと呼ぶことにする。このペロブスカイトユニットが孤立して存在するゼロ次元構造体、頂点のハロゲン原子を介して 1 次元的に連結した線状構造体、2 次元的に連結したシート状構造体、3 次元的に連結した構造体があり、更にペロブスカイトユニットが 2 次元的に連結したシート状構造体が複数層積層して形成される複雑な 2 次元構造体もある。更により複雑な構造体もある。これらのペロブスカイトユニットを有するすべての構造体の総称として、有機無機金属ハロゲン化物ペロブスカイト類、略称、ペロブスカイト類と定義して用いる。

【0066】

すべてのペロブスカイトユニットのハロゲン原子が 3 次元的に連結されている 3 次元構造体では、それぞれのペロブスカイトユニットは一価のマイナス電荷を持っており、連結したペロブスカイトユニットの間隙にそれを中和する一価の S A カチオンが存在しているが、それ以外の構造体では八面体を構成するハロゲン原子の一部は八面体の頂点を共有していないので、ペロブスカイトユニットのマイナス電荷は一価ではない。従ってペロブス

カイトユニットのマイナス電荷を打ち消すカチオンの含有割合もペロブスカイトユニットの連結様式に依存して変化する。又、三次元ペロブスカイトではカチオンは連結したペロブスカイト骨格の間隙の大きさに制限されてそのサイズが限定されるが、それ以外の構造体においては、逆にカチオンのサイズと形状がペロブスカイトユニットの結合様式を支配するので、有機アミン類であるカチオン種のサイズと形状の分子設計により、多様なペロブスカイト構造体が生み出されるという材料設計上の柔軟性が生まれる。

【0067】

前述の金属ハロゲンペロブスカイト類の中の、二次元構造体（ペロブスカイト層、無機層ともいう）を複数層重ねて、それを様々なサイズと形状の有機イオン（上記式では（L A）、（P A）に相当）で隔離した構造の、特別な二次元ペロブスカイト類であり上記一般式（2）または（3）で表されるものである。

10

【0068】

金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層は、上記一般式における、M、Xに相当するメタルハライドと、（S A）、（L A）、（P A）に相当する有機アンモニウムを液媒体に溶かしたものを塗布し、加熱することで、または、金属ハロゲンペロブスカイト類の量子ドットを液媒体に分散させて塗布、加熱すること形成することができる。金属ハロゲンペロブスカイト類の量子ドットとホスト材料とを用いる場合は、金属ハロゲンペロブスカイト類の量子ドットを直接ホスト材料に分散、または金属ハロゲンペロブスカイト類の量子ドットとホスト材料とを適当な溶媒に分散または溶解して用いる。

20

【0069】

金属ハロゲンペロブスカイト類の量子ドットは、立方体状の物の他、ロッド状、プレート状、球状など様々な形状を取り得る。そのサイズは1 μm以下、好ましくは500 nm以下であることが好ましい。

【0070】

量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイトを含む発光層の膜厚は3乃至1000 nm、好ましくは10乃至100 nmとし、発光層中の量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類の含有率は1乃至100体積%とする。ただし、量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類のみで発光層を形成することが好ましい。

【0071】

量子ドットや金属ハロゲンペロブスカイトの前駆体を溶解または分散する液媒体としては、たとえば、ベンゼン、トルエン、キシレン、メシチレン、シクロヘキシルベンゼン、テトラヒドロフラン、ジオキサン、エタノール、メタノール、n-プロパノール、イソプロパノール、n-ブタノール、t-ブタノール、アセトニトリル、ジメチルスルホキシド、ジメチルホルムアミド、クロロホルム、メチレンクロライド、四塩化炭素、酢酸エチル、ヘキサン、シクロヘキサン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、ジクロロベンゼン、デカリン、ドデカン等種々の有機溶剤を用いることが出来る。特に、ベンゼン、トルエン、キシレン、メシチレン等の低極性なベンゼン誘導体を用いることで、好適な濃度の溶液を作ることが出来、また、インク中に含まれる材料が酸化などにより劣化することを防止できるため好ましい。また、作製後の膜の均一性や膜厚の均一性などを考慮すると沸点が100 以上であることが好ましく、トルエン、キシレン、メシチレンが更に好ましい。

30

40

【0072】

上記量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイトを含む発光層を有する発光素子は、図11に示すように、陽極101、陰極102に挟まれた発光物質を含む層103に発光層113、第1の電子輸送層114-1、第2の電子輸送層114-2を有する構造であることが好ましい。発光層113には量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類が含まれており、第1の電子輸送層114-1には第1の電子輸送材料が含まれ、第2の電子輸送層114-2には第2の電子輸送材料が含まれ、第1の電子輸送材料と、第2の電子輸送材料は異なる材料である。なお、電子輸送層は1層であっても構わないが、金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を有する発光素子においては、その電子輸送層は第1の

50

電子輸送層および第 2 の電子輸送層の 2 層を有することが好ましい。

【0073】

発光物質を含む層 103 は、これらの層の他、正孔注入層 111、正孔輸送層 112、電子注入バッファ層 115 や、その他の層を有していても良い。なお、第 1 の電子輸送層 114 - 1 は発光層 113 に接して形成し、第 2 の電子輸送層 114 - 2 は第 1 の電子輸送層に接して形成され、第 2 の電子輸送層 114 - 2 は第 1 の電子輸送層 114 - 1 と陰極 102 の間に形成される。

【0074】

第 1 の電子輸送層 114 - 1 に含まれる第 1 の電子輸送材料は、電子輸送性の良好な物質であることが好ましい。これは、金属ハロゲンペロブスカイト類が良好なホール輸送性を有するために、キャリアバランスを整えることを目的としている。金属ハロゲンペロブスカイト類のホール輸送性が高いことでキャリアバランスが崩れると、発光領域の偏りやホールの電子輸送層への突き抜けによって、発光効率の低下や寿命の低下が引き起こされる恐れがあるからである。具体的には $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質であることが好ましい。

【0075】

また、金属ハロゲンペロブスカイト類は、リチウムになど、アルカリ金属やアルカリ土類金属に敏感に反応し、消光してしまう。アルカリ金属やアルカリ土類金属は、陰極 102 からの電子の注入を助ける目的で電子注入バッファ層 115 の材料として用いられることが多い。そのため、第 1 の電子輸送材料は、アルカリ金属やアルカリ土類金属、特にリチウムの拡散を抑制する機能を有する化合物であることが好ましい。このような材料としてはアントラセン誘導体が特に好適である。アントラセン誘導体はアルカリ金属やアルカリ土類金属の拡散を有効に抑え、且つ電子輸送性の良好な物質である。

【0076】

第 1 の電子輸送材料としては、例えば、ビス(10 - ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)(略称: BeBq₂)、ビス(2 - メチル - 8 - キノリノラト)(4 - フェニルフェノラト)アルミニウム(III)(略称: BA1q)、ビス(8 - キノリノラト)亜鉛(II)(略称: Znq)、ビス[2 - (2 - ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称: ZnPBQ)、ビス[2 - (2 - ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称: ZnBTZ)などの金属錯体が挙げられる。また、ポリアゾール骨格を有する複素環化合物を用いることもでき、例えば 2 - (4 - ビフェニル) - 5 - (4 - tert - ブチルフェニル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール(略称: PBD)、1, 3 - ビス[5 - (p - tert - ブチルフェニル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール - 2 - イル]ベンゼン(略称: OXD - 7)、9 - [4 - (5 - フェニル - 1, 3, 4 - オキサジアゾール - 2 - イル)フェニル] - 9H - カルバゾール(略称: CO11)のようなオキサジアゾール誘導体や、3 - (4 - ビフェニル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - tert - ブチルフェニル) - 1, 2, 4 - トリアゾール(略称: TAZ)のようなトリアゾール誘導体や、2, 2', 2'' - (1, 3, 5 - ベンゼントリイル)トリス(1 - フェニル - 1H - ベンゾイミダゾール)(略称: TPBI)、2 - [3 - (ジベンゾチオフエン - 4 - イル)フェニル] - 1 - フェニル - 1H - ベンゾイミダゾール(略称: mDBTBIm - II)などのベンゾイミダゾール誘導体が挙げられる。また、2 - [3 - (ジベンゾチオフエン - 4 - イル)フェニル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン(略称: 2mDBTPDBq - II)、2 - [3' - (ジベンゾチオフエン - 4 - イル)ビフェニル - 3 - イル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン(略称: 2mDBTBPD Bq - II)、2 - [3' - (9H - カルバゾール - 9 - イル)ビフェニル - 3 - イル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン(略称: 2mCzBPDBq)、4, 6 - ビス[3 - (フェナン Tren - 9 - イル)フェニル]ピリミジン(略称: 4, 6mPnP2Pm)、4, 6 - ビス[3 - (4 - ジベンゾチエニル)フェニル]ピリミジン(略称: 4, 6mDBTP2Pm - II)などのジアジン骨格を有する複素環化合物や、2, 4, 6 - トリス(ビフェニル - 3 - イル) - 1, 3, 5 - トリアジン(略称: T2T)、2, 4, 6 - トリス(3'

10

20

30

40

50

(ピリジン-3-イル)ピフェニル-3-イル)-1,3,5-トリアジン(略称: TmPPPyTz)、9-(4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)-9'-フェニル-9H,9'H-3,3'-ビカルバゾール(略称: CzT)、2-{3-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称: mDBtBPTzn)などのトリアジン骨格を有する複素環化合物や、3,5-ビス[3-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]ピリジン(略称: 35DCzPPy)、1,3,5-トリ[3-(3-ピリジル)-フェニル]ベンゼン(略称: TmPyPB)などのピリジン骨格を有する複素環化合物が挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格を有する複素環化合物やトリアジン骨格を有する複素環化合物やピリジン骨格を有する複素環化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン(ピリミジンやピラジン)骨格を有する複素環化合物やトリアジン骨格を有する複素環化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。

10

【0077】

また、n型の化合物半導体を用いても良く、例えば、酸化チタン(TiO_2)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化ケイ素(SiO_2)、酸化錫(SnO_2)、酸化タングステン(WO_3)、酸化タンタル(Ta_2O_3)、チタン酸バリウム($BaTiO_3$)、ジルコン酸バリウム($BaZrO_3$)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)、酸化ハフニウム(HfO_2)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、酸化イットリウム(Y_2O_3)、ケイ酸ジルコニウム($ZrSiO_4$)のような酸化物、窒化ケイ素(Si_3N_4)のような窒化物、硫化カドミウム(CdS)、セレン化亜鉛($ZnSe$)及び硫化亜鉛(ZnS)等も用いることができる。

20

【0078】

また、ポリ(2,5-ピリジン-ジイル)(略称: PPy)、ポリ[(9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(ピリジン-3,5-ジイル)](略称: PF-Py)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(2,2'-ビピリジン-6,6'-ジイル)](略称: PF-BPy)、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)(略称: F8)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-alt-(ベンゾ[2,1,3]チアゾール-4,8-ジイル)](略称: F8BT)等の高分子化合物を用いることもできる。

30

【0079】

また、9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: CzPA)、7-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-7H-ジベンゾ[c,g]カルバゾール(略称: cgDBCzPA)、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: PCzPA)、4-[3-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)フェニル]ジベンゾフラン(略称: 2mDBFPFA-II)、t-BuDNA、9-(2-ナフチル)-10-[4-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称: BH-1)のような縮合芳香族炭化水素環を有する物質、とりわけアントラセン骨格を有する物質は、電子輸送性も高く、アルカリ金属およびアルカリ土類金属の拡散を抑制することから好ましい選択である。なお、第1の電子輸送材料の電子移動度は第2の電子輸送材料の電子移動度よりも大きいことが好ましい。

40

【0080】

また、第1の電子輸送材料はその蛍光量子収率が0.5以上であることが好ましい。これは、ホール輸送性の高い金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層113から第1の電子輸送層114-1にホールが漏れ出て、第1の電子輸送材料の励起状態が形成された場合、フェルスター機構によるエネルギー移動を利用することで、金属ハロゲンペロブスカイト類に励起エネルギーを還元し、発光層113の発光効率の向上を図れるからである。このような観点では、第1の電子輸送材料としては、エネルギーギャップが比較的大きく蛍光量子収率の高いアントラセン骨格を有する物質が有用である。

50

【0081】

第2の電子輸送材料としては、陰極102からの電子の注入を容易とする材料を用いることが好ましい。特に、電子注入バッファ層115として設けられたアルカリ金属またはアルカリ土類金属と相互作用することで電子の注入が容易となる物質を第2の電子輸送材料として用いることは、より発光物質を含む層103への電子の注入を容易とすることができるため、好ましい構成である。

【0082】

第2の電子輸送材料としては、バソキュプロイン（略称：BCP）、2,9-ビス（ナフタレン-2-イル）-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称：NBPhen）、4,4'-ジ（1,10-フェナントロリン-2-イル）ビフェニル（略称：Phen2BP）、2,2'-（3,3'-フェニレン）ビス（9-フェニル-1,10-フェナントロリン）（略称：mPPhen2P）、2'-[2,2'-ビピリジン-5,6-ジイルビス（ビフェニル-4,4'-ジイル）]ビスベンゾオキサゾール（略称：BoxP2BPpy）、2,2'-[2-（ビピリジン-2-イル）ピリジン-5,6-ジイルビス（ビフェニル-4,4'-ジイル）]ビスベンゾオキサゾール（略称：BoxP2PyPm）、1,3,5-トリ[（3-ピリジル）-フェン-3-イル]ベンゼン（略称：TmPyPB）、1,3-ビス[3,5-ジ（ピリジン-3-イル）フェニル]ベンゼン（略称：BmPyPhB）、3,3',5,5'-テトラ[（m-ピリジル）-フェン-3-イル]ビフェニル（略称：BP4mPy）、2-（ナフタレン-2-イル）-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称：HNBPPhen）、3,3',5,5'-テトラ[（メタピリジル）フェニ-3-イル]ビフェニル、2,9-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称：2,9DPPhen）、3,4,7,8-テトラメチル-1,10-フェナントロリン（略称：TMePhen）のような、窒素を含む6員環の複素芳香環を有する物質が好ましい。特に2,2'-ビピリジン骨格を含む物質は陰極からの電子注入を容易とし、その中でもフェナントロリン誘導体は電子輸送性も高くさらに好ましい。

【0083】

電子輸送層を1層で形成した場合は、第1の電子輸送層に用いられる材料および第2の電子輸送層に用いられる材料のどちらを使用しても良い。

【0084】

電子注入バッファ層115としては、フッ化リチウム（LiF）、フッ化セシウム（CsF）、フッ化カルシウム（CaF₂）等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を用いることが好ましい。また、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を含有させたものや、エレクトライドを用いてもよい。該エレクトライドとしては、例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等が挙げられる。

【0085】

第1の電子輸送層114-1、第2の電子輸送層114-2および電子注入バッファ層115は真空蒸着法で形成することが可能であるが、他の方法により形成されても良い。

【0086】

以上、発光層113より陰極102側における発光物質を含む層103の積層構造およびその構成について説明した。続いて、発光層113より陽極101側における発光物質を含む層103の積層構造およびその構成について説明する。

【0087】

量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光素子においては、OLED素子と同様の正孔注入層111および正孔輸送層112を用いることができる。しかし、金属ハロゲンペロブスカイト類は湿式法により成膜をすることが可能であるため、この場合、正孔注入層111や正孔輸送層112も湿式法で形成することが好ましい。

【0088】

湿式法で正孔輸送層112を形成する場合は、ポリ（N-ビニルカルバゾール）（略称：PVK）やポリ（4-ビニルトリフェニルアミン）（略称：PVTPA）、ポリ[N-（

10

20

30

40

50

4 - { N' - [4 - (4 - ジフェニルアミノ) フェニル] フェニル - N' - フェニルアミノ } フェニル) メタクリルアミド] (略称 : P T P D M A) 、ポリ [N , N' - ビス (4 - ブチルフェニル) - N , N' - ビス (フェニル) ベンジジン] (略称 : P o l y - T P D) 等の高分子化合物を用いることができる。

【 0 0 8 9 】

また、湿式法で正孔注入層 1 1 1 を形成する場合は、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) 水溶液 (P E D O T / P S S) 、ポリアニリン / ショウノウスルホン酸水溶液 (P A N I / C S A) 、 P T P D E S 、 E t - P T P D E K 、または P P B A 、ポリアニリン / ポリ (スチレンスルホン酸) (P A N I / P S S) 等の酸を添加した導電性高分子化合物などを用いることができる。

10

【 0 0 9 0 】

正孔輸送層 1 1 2 や正孔注入層 1 1 1 は湿式法でなくても形成することが可能である。

【 0 0 9 1 】

この場合、正孔注入層 1 1 1 はアクセプタ性の比較的高い第 1 の物質で形成すればよい。また、アクセプタ性を有する第 1 の物質と、正孔輸送性を有する第 2 の物質とが混合された複合材料により形成されていることが好ましい。第 1 の物質は第 2 の物質に対してアクセプタ性を有する物質を用いる。第 1 の物質が第 2 の物質から電子を引き抜くことで第 1 の物質に電子が発生し、電子を引き抜かれた第 2 の物質には正孔が発生する。引き抜かれた電子と発生した正孔は、電界により電子が陽極 1 0 1 へ流れ、正孔が正孔輸送層 1 1 2 を介し発光層 1 1 3 へ注入される。

20

【 0 0 9 2 】

特に、量子ドットを発光層に用いた場合は、第 1 の物質と、第 2 の物質とが混合された複合材料を正孔注入層 1 1 1 として用いることが好ましい。

【 0 0 9 3 】

第 1 の物質は、遷移金属酸化物又は元素周期表における第 4 族乃至第 8 族に属する金属の酸化物、電子吸引基 (ハロゲン基やシアノ基) を有する有機化合物等が好ましい。

【 0 0 9 4 】

上記の遷移金属酸化物、元素周期表における第 4 族乃至第 8 族に属する金属の酸化物としては、バナジウム酸化物、ニオブ酸化物、タンタル酸化物、クロム酸化物、モリブデン酸化物、タンゲステン酸化物、マンガン酸化物、レニウム酸化物、チタン酸化物、ルテニウム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物及び銀酸化物がアクセプタ性が高いため好ましい。中でも特に、モリブデン酸化物は大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好適である。

30

【 0 0 9 5 】

上記電子吸引基 (ハロゲン基やシアノ基) を有する化合物としては 7 , 7 , 8 , 8 - テトラシアノ - 2 , 3 , 5 , 6 - テトラフルオロキノジメタン (略称 : F₄ - T C N Q) 、クロラニル、2 , 3 , 6 , 7 , 1 0 , 1 1 - ヘキサシアノ - 1 , 4 , 5 , 8 , 9 , 1 2 - ヘキサアザトリフェニレン (略量 : H A T - C N) 、1 , 3 , 4 , 5 , 7 , 8 - ヘキサフルオロテトラシアノ - ナフトキノジメタン (略称 : F₆ - T C N N Q) 等を挙げることができる。特に、H A T - C N のように複素原子を複数有する縮合芳香環に電子吸引基が結合している化合物が、熱的に安定であり好ましい。

40

【 0 0 9 6 】

第 2 の物質は、正孔輸送性を有する物質であり、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有することが好ましい。第 1 の物質として用いることのできる材料としては、N , N' - ジ (p - トリル) - N , N' - ジフェニル - p - フェニレンジアミン (略称 : D T D P P A) 、4 , 4' - ビス [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : D P A B) 、N , N' - ビス { 4 - [ビス (3 - メチルフェニル) アミノ] フェニル } - N , N' - ジフェニル - (1 , 1' - ビフェニル) - 4 , 4' - ジアミン (略称 : D N T P D) 、1 , 3 , 5 - トリス [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ] ベンゼン (略称 : D P A 3 B) 等の芳香族アミン、3 - [N

50

- (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) - N - フェニルアミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称 : PCzPCA1)、3, 6 - ビス [N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) - N - フェニルアミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称 : PCzPCA2)、3 - [N - (1 - ナフチル) - N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) アミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称 : PCzPCN1)、4, 4' - ジ (N - カルバゾリル) ビフェニル (略称 : CBP)、1, 3, 5 - トリス [4 - (N - カルバゾリル) フェニル] ベンゼン (略称 : TCPB)、9 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9H - カルバゾール (略称 : CzPA)、1, 4 - ビス [4 - (N - カルバゾリル) フェニル] - 2, 3, 5, 6 - テトラフェニルベンゼン等のカルバゾール誘導体、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン (略称 : t - BuDNA)、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ジ (1 - ナフチル) アントラセン、9, 10 - ビス (3, 5 - ジフェニルフェニル) アントラセン (略称 : DPPA)、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ビス (4 - フェニルフェニル) アントラセン (略称 : t - BuDBA)、9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン (略称 : DNA)、9, 10 - ジフェニルアントラセン (略称 : DPAnth)、2 - tert - ブチルアントラセン (略称 : t - BuAnth)、9, 10 - ビス (4 - メチル - 1 - ナフチル) アントラセン (略称 : DMNA)、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ビス [2 - (1 - ナフチル) フェニル] アントラセン、9, 10 - ビス [2 - (1 - ナフチル) フェニル] アントラセン、2, 3, 6, 7 - テトラメチル - 9, 10 - ジ (1 - ナフチル) アントラセン、2, 3, 6, 7 - テトラメチル - 9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、9, 9' - ビアントリル、10, 10' - ジフェニル - 9, 9' - ビアントリル、10, 10' - ビス (2 - フェニルフェニル) - 9, 9' - ビアントリル、10, 10' - ビス [(2, 3, 4, 5, 6 - ペンタフェニル) フェニル] - 9, 9' - ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ペンタセン、コロネン、ルブレン、ペリレン、2, 5, 8, 11 - テトラ (tert - ブチル) ペリレン等の芳香族炭化水素が挙げられる。芳香族炭化水素はビニル骨格を有していてもよい。ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、4, 4' - ビス (2, 2 - ジフェニルビニル) ビフェニル (略称 : DPVBi)、9, 10 - ビス [4 - (2, 2 - ジフェニルビニル) フェニル] アントラセン (略称 : DPVPA) 等が挙げられる。また、4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : NPB)、N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N' - ジフェニル - [1, 1' - ビフェニル] - 4, 4' - ジアミン (略称 : TPD)、4, 4' - ビス [N - (スピロ - 9, 9' - ビフルオレン - 2 - イル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : BSPB)、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称 : BPAFLP)、4 - フェニル - 3' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称 : mBPAFLP)、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : PCB A1BP)、4, 4' - ジフェニル - 4' - (9 - フェニル - 9 - H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : PCB Bi1BP)、4 - (1 - ナフチル) - 4' - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル) - トリフェニルアミン (略称 : PCB ANB)、4, 4' - ジ (1 - ナフチル) - 4' - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : PCB NBB)、9, 9 - ジメチル - N - フェニル - N - [4 - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - フルオレン - 2 - アミン (略称 : PCB AF)、N - フェニル - N - [4 - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - スピロ - 9, 9' - ビフルオレン - 2 - アミン (略称 : PCB ASF) などの芳香族アミン骨格を有する化合物、1, 3 - ビス (N - カルバゾリル) ベンゼン (略称 : mCP)、4, 4' - ジ (N - カルバゾリル) ビフェニル (略称 : CBP)、3, 6 - ビス (3, 5 - ジフェニルフェニル) - 9 - フェニルカルバゾール (略称 : CzTP)、3, 3' - ビス (9 - フェニル - 9H - カルバゾール) (略称 : PCCP) などのカルバゾール骨格を有する化合物、4, 4', 4'' - (ベンゼン - 1, 3, 5 - トリイル) トリ (ジベンゾチオフエン) (略称 : DBT3P - II)、

10

20

30

40

50

2, 8 - ジフェニル - 4 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ジベンゾチオフェン (略称 : D B T F L P - I I I)、4 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] - 6 - フェニルジベンゾチオフェン (略称 : D B T F L P - I V) などのチオフェン骨格を有する化合物、4, 4', 4'' - (ベンゼン - 1, 3, 5 - トリイル) トリ (ジベンゾフラン) (略称 : D B F 3 P - I I)、4 - { 3 - [3 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] フェニル } ジベンゾフラン (略称 : m m D B F F L B i - I I) などのフラン骨格を有する化合物を用いることができる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物やカルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。

10

【 0 0 9 7 】

正孔輸送層 1 1 2 を蒸着で形成する場合は、上記第 2 の物質として挙げた材料を用いて形成することができる。

【 0 0 9 8 】

陽極 1 0 1 は、仕事関数の大きい (具体的には 4 . 0 e V 以上) 金属、合金、導電性化合物、およびこれらの混合物などを用いて形成することが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム - 酸化スズ (I T O : I n d i u m T i n O x i d e)、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム - 酸化スズ、酸化インジウム - 酸化亜鉛、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム (I W Z O) 等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾル - ゲル法などを応用して作製しても構わない。作製方法の例としては、酸化インジウム - 酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し 1 w t % 以上 2 0 w t % 以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成する方法などがある。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム (I W Z O) は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを 0 . 5 w t % 以上 5 w t % 以下、酸化亜鉛を 0 . 1 w t % 以上 1 w t % 以下含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することもできる。この他、金 (A u)、白金 (P t)、ニッケル (N i)、タングステン (W)、クロム (C r)、モリブデン (M o)、鉄 (F e)、コバルト (C o)、銅 (C u)、パラジウム (P d)、アルミニウム (A l)、または金属材料の窒化物 (例えば、窒化チタン) 等が挙げられる。また、グラフェンも用いることができる。なお、正孔注入層 1 1 1 に第 1 の物質と第 2 の物質とを含む複合材料を用いた場合には、仕事関数に関わらず、上述以外の電極材料も選択することもできる。

20

30

【 0 0 9 9 】

陰極 1 0 2 を形成する物質としては、リチウム (L i) やセシウム (C s) 等のアルカリ金属、およびマグネシウム (M g)、カルシウム (C a)、ストロンチウム (S r) 等の元素周期表の第 1 族または第 2 族に属する元素、およびこれらを含む合金 (M g A g、A l L i)、ユウロピウム (E u)、イッテルビウム (Y b) 等の希土類金属およびこれらを含む合金、I T O、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム - 酸化スズ、酸化インジウム - 酸化亜鉛、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム (I W Z O) 等が挙げられる。また、アルミニウム (A l)、銀 (A g)、インジウム錫酸化物 (I T O)、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム - 酸化スズ等、様々な導電性材料を陰極 1 0 2 として用いることができる。これら導電性材料は、真空蒸着法やスパッタリング法などの乾式法、インクジェット法、スピンコート法等を用いて成膜することが可能である。また、ゾル - ゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。

40

【 0 1 0 0 】

また、電子注入バッファ層 1 1 5 の代わりに電荷発生層 1 1 6 を設けても良い (図 1 1 (B))。電荷発生層 1 1 6 は、電位をかけることによって当該層の陰極側に接する層に正孔を、陽極側に接する層に電子を注入することができる層のことである。電荷発生層 1 1 6 には、少なくとも P 型層 1 1 7 が含まれる。P 型層 1 1 7 は、上述の正孔注入層 1 1 1

50

を構成することができる材料、特に複合材料を用いて形成することが好ましい。また P 型層 117 は、複合材料を構成する材料として上述したアクセプター材料を含む膜と正孔輸送材料を含む膜とを積層して構成しても良い。P 型層 117 に電位をかけることによって、第 2 の電子輸送層 114 - 2 に電子が、陰極 102 に正孔が注入され、発光素子が動作する。

【0101】

なお、電荷発生層 116 は P 型層 117 の他に電子リレー層 118 及び電子注入バッファ層 119 のいずれか一又は両方がもうけられていることが好ましい。

【0102】

電子リレー層 118 は少なくとも電子輸送性を有する物質を含み、電子注入バッファ層 119 と P 型層 117 との相互作用を防いで電子をスムーズに受け渡す機能を有する。電子リレー層 118 に含まれる電子輸送性を有する物質の LUMO 準位は、P 型層 117 におけるアクセプター性物質の LUMO 準位と、第 2 の電子輸送層 114 - 2 における電荷発生層 116 に接する層に含まれる物質の LUMO 準位との間であることが好ましい。電子リレー層 118 に用いられる電子輸送性を有する物質における LUMO 準位の具体的なエネルギー準位は - 5 . 0 e V 以上、好ましくは - 5 . 0 e V 以上 - 3 . 0 e V 以下とする。なお、電子リレー層 118 に用いられる電子輸送性を有する物質としてはフタロシアニン系の材料又は金属 - 酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。

10

【0103】

電子注入バッファ層 119 には、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。

20

【0104】

また、電子注入バッファ層 119 が、電子輸送性を有する物質とドナー性物質を含んで形成される場合には、ドナー性物質として、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））の他、テトラチアナフタセン（略称：TTN）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を用いることもできる。なお、電子輸送性を有する物質としては、先に説明した第 1 の電子輸送層 114 - 1 や第 2 の電子輸送層 114 - 2 を構成する材料と同様の材料を用いて形成することができる。

30

【0105】

また上述した各電極または各層を異なる成膜方法を用いて形成しても構わない。

【0106】

本発明の実施の形態の発光装置の作製方法について、図 1 から図 11 を参照して説明する。図 1 は基板 1101 上にデータ線駆動回路 1104 が形成され、画素部 1102 にインクジェット方式で量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成する段階を示している。画素部 1102 にはストライプ状に隔壁 1105 が設けられ、各隔壁の間に量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成する。隔壁 1105 はインクジェット方式で量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成する際に、隣接する当該層が相互に混ざり合わないようするために設けている。

40

【0107】

量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層 1106 は、インクヘッド 1107 から発量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む組成物を吐出して形成する。組成物はインクヘッドから連続的に吐出させて、線状のパターンを形成する

50

。量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類は特に限定されるものではないが、カラー表示を行うには赤、緑、青の各色を発光する量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層 1 1 0 6 R、1 1 0 6 G、1 1 0 6 B を設ける。

【0 1 0 8】

量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成する前に、その他の層を形成しても良い。湿式法で形成する場合は、量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層と同じようにインクヘッドから吐出する方法で形成することが好ましい。また、蒸着法により形成しても良い。

【0 1 0 9】

図 2 はインクジェット方式を用いた印刷装置の構成を示している。インクヘッド 2 0 1 から吐出される組成物は、基板上で連続した組成物のパターンが形成されるように、吐出する周期と基板の移動速度を調節する。インクヘッド 2 0 1 に隣接して、組成物の平滑化手段として気体を噴出するノズル 2 0 2 が備えられていても良い。このノズルから噴出する気体により、基板上 2 1 5 上に吐出された組成物を平滑化することができる。また、吐出した組成物の着弾位置の精度を高めるために、インクヘッド 2 0 1 と基板 2 1 5 との間隔を 1 mm 以下に近づける。これはインクヘッド 2 0 1 が上下に動く移動機構 2 0 4 とその制御手段 2 0 3 を設け、パターン形成時のみ基板 2 1 5 に近づけるようにする構成とする。

10

【0 1 1 0】

その他の構成は、基板を固定し X Y 方向に可動し基板を真空チャック等の手法で固定する基板ステージ 2 0 5、インクヘッド 2 0 1 に組成物を供給する手段 2 0 6、ノズル 2 0 2 に気体を供給する手段 2 0 7 などから成っている。筐体 2 1 0 はインクヘッド 2 0 1、基板ステージ 2 0 5 等を覆い、ガス供給手段 2 0 8 と筐体 2 1 0 内に設けられたシャワーヘッド 2 0 9 により、組成物の溶媒と同じ気体を供給して雰囲気置換しておく乾燥をある程度防止することができ、長時間印刷を続けることができる。その他付随する要素として、処理する基板を保持するカセット 2 1 2、そのカセット 2 1 2 から搬出入させる搬送手段 2 1 1、清浄な空気を送り出し作業領域の埃を低減するクリーンユニット 2 1 3 などを備えても良い。

20

【0 1 1 1】

量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成するための組成物を吐出するインクヘッドは、パターンの精度を決める上で重要な役割を担う。図 3 はその構成に一例を示し、筐体 3 0 1 に圧電素子 3 0 2 が装着された弾性板 3 0 3 により一方の面が封止された圧力発生室 3 0 4 と、供給された組成物を一旦蓄えるリザーバー 3 0 5 などから成っている。圧力発生室 3 0 4 の一端には開口が形成され、そこから組成物を吐出する吐出口 3 0 6 を設けている。圧力発生室 3 0 4 を構成する弾性板 3 0 3 は、圧電素子 3 0 2 のたわみ変位により圧力発生室 3 0 4 の容積を変動させ混合物を吐出させる。平滑化手段として用いる開口 3 0 8 が形成されたノズル 3 0 7 は、気体を基板面に向かって噴出するものであり、インクヘッドの吐出口 3 0 6 の近傍に設けられている。

30

【0 1 1 2】

図 4 はインクヘッド他の一例を示している。このインクヘッドの構成は、筐体 3 1 1 に圧電素子 3 1 2、弾性板 4 0 3、が設けられ、同様に組成物を連続的に吐出することができる。圧力発生室 3 1 4 に設けられる吐出口 3 1 6 には、その外周部に同心円状に開口 3 1 8 が設けられ、この開口 3 1 8 から気体を噴出することにより、平滑化することができる。また、気体として組成物の溶媒と同質のものを用いれば、吐出口 3 1 6 において組成物が乾燥して固体化するのを防ぐことができる。

40

【0 1 1 3】

図 5 は組成物を圧縮気体を用いて押し出し、被形成面上に連続的に供給するインクヘッドの構成を示している。筐体 3 2 1 には組成物が流れる経路が形成され、途中にダイアフラムバルブ 3 2 3 が設けられ、吐出口 3 3 3 にはニードルバルブ 3 2 2 が設けられている。どちらも、組成物の供給を制御するためのものであるが、ニードルバルブ 3 2 2 は組成

50

物の供給量と、供給の断続を瞬間的に行うために設けている。組成物は圧縮気体供給手段 3 2 6 を利用してリザーバー 3 2 5 から供給する。供給量は超音波を利用した検出器（超音波ヘッド 3 2 4、検出回路 3 2 7 から成る）により検知し、その情報は A / D コンバータ 3 2 8 を介して演算処理装置 3 3 2 に入力される。演算処理装置 3 3 2 はインターフェースを介して外部情報処理装置と信号の送受信をしたり、A / D 又は D / A コンバータ 3 2 9 ~ 3 3 1 を介して各種バルブの制御を行う。このような構成によっても線状のパターンを形成することができる。

【0 1 1 4】

インクヘッドに設けられる吐出口は一つでも良いが、より効率的に印刷を行うには複数の吐出口を設けても良い。例えば、一組の圧力発生室と吐出口を一対に対応させて設けても良いし、複数の吐出口に対し一組の圧力発生室に対応させても良い。

10

【0 1 1 5】

図 6 は、基板上に被形成面 6 0 0 にインクヘッド 6 0 1 が組成物を吐出して線状の量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成する方法を段階的に示している。図 6 (A) は初期状態であり、被形成面 3 4 0 にパターンを形成するに当たっては、図 6 (B) に示すようにこのインクヘッド 3 4 1 及びノズル 3 4 2 が被形成面に近接し、組成物 3 4 4 の吐出を開始する。

【0 1 1 6】

そして、図 6 (C) に示すように、インクヘッド 3 4 1 と被形成面 6 0 0 が相対的に動くことにより線状のパターン 3 4 5 が形成される。平滑化手段 3 4 2 から噴出する気体により、パターンは平滑化させることができる。所定の位置に達したインクヘッド 3 4 1 は組成物の吐出を止め（図 6 (D) ）、その後被形成面 3 4 0 から離れる（図 6 (E) ）。こうして、被形成面 3 4 0 上に所定の厚さの連続した有機化合物層のパターンを形成することができる。

20

【0 1 1 7】

また、図 7 は、基板上に被形成面 7 0 0 にインクヘッド 7 0 1 が組成物を吐出して線状の有機化合物層を形成する他の方法を段階的に示している。図 7 (A) は初期状態であり、被形成面 7 0 0 にパターンを形成するに当たっては、図 7 (B) に示すようにこのインクヘッド 7 0 1 が被形成面に近接し、組成物 7 0 2 の吐出を開始する。

【0 1 1 8】

そして、図 7 (C) に示すように、インクヘッド 7 0 1 と被形成面 7 0 0 が相対的に動くことにより線状のパターン 7 0 3 が形成される。形成する組成物のパターンは、組成物の吐出量の他に、インクヘッド 7 0 1 と被形成面 7 0 0 との間隔をもって制御する。所定の位置に達したインクヘッド 7 0 1 は組成物の吐出を止め、その後被形成面 7 0 0 から離れる（図 7 (D) ）。こうして、被形成面 7 0 0 上に連続した量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層のパターンを形成することができる。

30

【0 1 1 9】

図 8 は画素部に形成された画素列 1 1 に対して一括で組成物を塗布する例を示している。画素部は画素列 1 1 を隔てるように隔壁 2 1 が設けられ、ヘッド部 2 0 には複数の吐出口が取り付けられている。吐出口は赤色発光層用組成物 1 4 a、緑色発光層用素子生物 1 4 b、青色発光層用組成物 1 4 c それぞれが繰り返し設けられている。このような構成とすることで一回の走査で多数の画素列に有量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成することが可能となり、飛躍的にスループットが向上する。

40

【0 1 2 0】

実際には画素のサイズが数 μm と小さい場合もあるため、画素列の幅も数 μm 程度となる場合がある。そのような場合、横一列に吐出口を並べることは困難となるため、吐出口の配置を工夫する必要がある。図 9 に示すのは、インクヘッドに対する吐出口の取り付け位置を変えた例である。図 9 (A) はインクヘッド 5 1 に斜めに位置をずらしながら吐出口 5 2 a ~ 5 2 c を形成した例である。なお、5 2 a は赤色発光層用組成物を塗布するた

50

めの吐出口、52bは緑色発光層用組成物を塗布するための吐出口、52cは青色発光層用組成物を塗布するための吐出口である。また、矢印の1本1本は画素列に対応する。このような吐出口の配置とすることで、画素列のピッチが狭くなっても、隣接する吐出口が干渉し合うことなく量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成することができる。

【0121】

そして、53で示されるように吐出口52a～52cを一つの単位とし、一つ乃至複数個の単位がヘッド部に設けられている。この単位53は、一つであれば3本の画素列に対して同時に組成物を塗布することになるし、n個あれば3n本の画素列に対して同時に組成物を塗布することになる。このような構成とすることで、吐出口の配置スペースの自由

10

【0122】

次に、図9(B)に示すインクヘッド54は、図9(A)の変形であり、一つの単位55に含まれるノズルの数を増やした場合の例である。単位55の中には赤色発光層用組成物を塗布するための吐出口56a、緑色発光層用組成物を塗布するための吐出口56b、青色発光層用組成物を塗布するための吐出口56cが2個ずつ含まれ、一つの単位55によって合計6本の画素列に同時に組成物が塗布されることになる。

【0123】

20

本実施の形態では上記単位55が一つ乃至複数個だけ設けられ、単位55が、一つであれば6本の画素列に対して同時に組成物を塗布することになるし、n個あれば6n本の画素列に対して同時に組成物を塗布することになる。勿論、単位55の中に設けるノズル数は6個に限定する必要はなく、さらに複数設けることも可能である。このような構成の場合も図9(A)の場合と同様に、画素部にある全ての画素列を一括で処理することもできるし、画素部を複数のゾーンに分割して数回に分けて処理することが可能である。

【0124】

また、図9(C)のようなインクヘッド57を用いることもできる。インクヘッド57は三つの画素列分のスペースを空けて、赤色発光層用塗布液を塗布するための吐出口58a、緑色発光層用塗布液を塗布するための吐出口58b、青色発光層用塗布液を塗布するための吐出口58cが設けられている。このインクヘッド57をまず1回走査して画素列に組成物を塗布したら、次にインクヘッド57を三つの画素列分だけ右にずらして再び走査する。さらに、またインクヘッド57を三つの画素列分だけ右にずらして再び走査する。以上のように3回の走査を行うことで赤、緑、青の順に並んだストライプ状に組成物を塗布することができる。このような構成の場合も図9(A)の場合と同様に、画素部にある全ての画素列を一括で処理することもできるし、画素部を複数のゾーンに分割して数回に分けて処理することが可能である。

30

【0125】

このように本発明を用いることにより、組成物を連続的に吐出し、量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を連続して形成することにより、量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を印刷する際の位置制御の時間が短縮され、印刷速度を向上させることができる。

40

【0126】

以上のように、量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成した後、電子輸送層114を形成する。電子輸送層114は量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層と同様に湿式法によって形成してもよいが、蒸着により形成しても良い。

【0127】

量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層を形成した後、上述のように、第1の電子輸送層114-1を形成し、第2の電子輸送層114-2を形成すること

50

によって非常に発光効率の良好な発光素子を製造することができる。

【0128】

図10(A)に示すように、薄膜トランジスタ1301乃至1303が形成された基板1200上に陽極1201～1204を形成する。

【0129】

次いで、図10(B)に示すようにこの陽極のパターン間に樹脂材料から成る隔壁1205を形成する。この隔壁は陽極の端部を覆うように形成する。この隔壁は、インクヘッドから吐出し着弾した組成物が流れ出して隣接する画素と混合しないようにするために設けるものである。

【0130】

次に、この陽極1201～1204を有するガラス基板1200に対し、正孔注入層を形成する。湿式法にて正孔注入層を形成する場合には、スピン塗布法を用いても良いし、発光層と同様にインクジェット印刷装置を用いて隔壁の間のみに形成しても良い。(図10(C))。

【0131】

その後、インクジェット印刷装置1207により、組成物を塗布して量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層1208を形成する。インクジェット吐出後、加熱を行う事で溶媒を揮発させ、量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層1208を形成する。この発光層1208は、前述したように、吐出される組成物を重ね合わせ、線状又はストライプ状の層として形成する(図10(D))。

【0132】

次に、量子ドットまたは金属ハロゲンペロブスカイト類を含む発光層1208が形成された基板を、真空蒸着装置内に搬入し、蒸着法により電子輸送層および電子注入バッファ層1209を形成する(図10(E))。電子輸送層は異なる電子輸送材料を用いて第1の電子輸送層および第2の電子輸送層からなっていることが好ましい。電子輸送層が上述のような2層構造であることによって、発光効率の良好な発光素子を作製することができるようになる。

【0133】

続いて、陰極1210を成膜する。これにより発光装置が完成する(図10(F))。

【0134】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1に記載の発光素子を用いた発光装置について説明する。

【0135】

本発明の一態様の発光装置について図12を用いて説明する。なお、図12(A)は、発光装置を示す上面図、図12(B)は図12(A)をA-BおよびC-Dで切断した断面図である。この発光装置は、発光素子の発光を制御するものとして、点線で示された駆動回路部(ソース線駆動回路)601、画素部602、駆動回路部(ゲート線駆動回路)603を含んでいる。また、604は封止基板、605はシール材であり、シール材605で囲まれた内側は、空間607になっている。

【0136】

なお、引き回し配線608はソース線駆動回路601及びゲート線駆動回路603に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)609からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板(PWB)が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

【0137】

次に、断面構造について図12(B)を用いて説明する。素子基板610上には駆動回

10

20

30

40

50

路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース線駆動回路 6 0 1 と、画素部 6 0 2 中の一つの画素が示されている。

【 0 1 3 8 】

なお、ソース線駆動回路 6 0 1 は n チャネル型 F E T 6 2 3 と p チャネル型 F E T 6 2 4 とを組み合わせた C M O S 回路が形成される。また、駆動回路は、種々の C M O S 回路、P M O S 回路もしくは N M O S 回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー体型を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

【 0 1 3 9 】

また、画素部 6 0 2 はスイッチング用 F E T 6 1 1 と、電流制御用 F E T 6 1 2 とそのドレインに電氣的に接続された第 1 の電極 6 1 3 とを含む複数の画素により形成されているが、これに限定されず、3 つ以上の F E T と、容量素子とを組み合わせた画素部としてもよい。

10

【 0 1 4 0 】

F E T に用いる半導体の種類及び結晶性については特に限定されず、非晶質半導体を用いてもよいし、結晶性半導体を用いてもよい。F E T に用いる半導体の例としては、第 1 3 族半導体、第 1 4 族半導体、半導体、化合物半導体、酸化物半導体、有機半導体材料を用いることができるが、特に、酸化物半導体を用いると好ましい。該酸化物半導体としては、例えば、I n - G a 酸化物、I n - M - Z n 酸化物 (M は、A l 、G a 、Y 、Z r 、L a 、C e 、または N d) 等が挙げられる。なお、エネルギーギャップが 2 e V 以上、好ましくは 2 . 5 e V 以上、さらに好ましくは 3 e V 以上の酸化物半導体材料を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができるため、好ましい構成である。

20

【 0 1 4 1 】

なお、第 1 の電極 6 1 3 の端部を覆って絶縁物 6 1 4 が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成することができる。

【 0 1 4 2 】

また、被覆性を良好なものとするため、絶縁物 6 1 4 の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物 6 1 4 の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物 6 1 4 の上端部のみに曲率半径 (0 . 2 μ m 乃至 3 μ m) を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物 6 1 4 として、ネガ型の感光性樹脂、或いはポジ型の感光性樹脂のいずれも使用することができる。

30

【 0 1 4 3 】

第 1 の電極 6 1 3 上には、E L 層 6 1 6 及び第 2 の電極 6 1 7 がそれぞれ形成されている。これらはそれぞれ図 1 1 (A) で説明した陽極 1 0 1 、発光物質を含む層 1 0 3 及び陰極 1 0 2 又は図 1 1 (B) で説明した第 1 の電極 5 0 1 、E L 層 5 0 3 及び第 2 の電極 5 0 2 に相当する。

【 0 1 4 4 】

E L 層 6 1 6 には有機金属錯体が含まれることが好ましい。当該有機金属錯体は、発光層における発光中心物質として用いられることが好ましい。

【 0 1 4 5 】

さらにシール材 6 0 5 で封止基板 6 0 4 を素子基板 6 1 0 と貼り合わせることにより、素子基板 6 1 0 、封止基板 6 0 4 、およびシール材 6 0 5 で囲まれた空間 6 0 7 に発光素子 6 1 8 が備えられた構造になっている。なお、空間 6 0 7 には、充填材が充填されており、不活性気体 (窒素やアルゴン等) が充填される場合の他、シール材 6 0 5 で充填される場合もある。封止基板には凹部を形成し、そこに乾燥材を設けると水分の影響による劣化を抑制することができ、好ましい構成である。

40

【 0 1 4 6 】

シール材 6 0 5 にはエポキシ系樹脂やガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、素子基板 6 1 0 及び封止基板 6 0 4 に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、F R P (

50

Fiber Reinforced Plastics)、PVF(ポリビニルフロライド)、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

【0147】

例えば、本明細書等において、様々な基板を用いて、トランジスタや発光素子を形成することが出来る。基板の種類は、特定のものに限定されることはない。その基板の一例としては、半導体基板(例えば単結晶基板又はシリコン基板)、SOI基板、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板、金属基板、ステンレス・スチル基板、ステンレス・スチル・ホイルを有する基板、タングステン基板、タングステン・ホイルを有する基板、可撓性基板、貼り合わせフィルム、繊維状の材料を含む紙、又は基材フィルムなどがある。ガラス基板の一例としては、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、又はソーダライムガラスなどがある。可撓性基板、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどの一例としては、以下のものがあげられる。例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエーテルサルフォン(PES)に代表されるプラスチックがある。または、一例としては、アクリル等の合成樹脂などがある。または、一例としては、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、又はポリ塩化ビニルなどがある。または、一例としては、ポリアミド、ポリイミド、アラミド、エポキシ、無機蒸着フィルム、又は紙類などがある。特に、半導体基板、単結晶基板、又はSOI基板などを用いてトランジスタを製造することによって、特性、サイズ、又は形状などのばらつきが少なく、電流能力が高く、サイズの小さいトランジスタを製造することができる。このようなトランジスタによって回路を構成すると、回路の低消費電力化、又は回路の高集積化を図ることができる。

10

20

【0148】

また、基板として、可撓性基板を用い、可撓性基板上に直接、トランジスタや発光素子を形成してもよい。または、基板とトランジスタの間や、基板と発光素子の間に剥離層を設けてもよい。剥離層は、その上に半導体装置を一部あるいは全部完成させた後、基板より分離し、他の基板に転載するために用いることができる。その際、トランジスタは耐熱性の劣る基板や可撓性の基板にも転載できる。なお、上述の剥離層には、例えば、タングステン膜と酸化シリコン膜との無機膜の積層構造の構成や、基板上にポリイミド等の有機樹脂膜が形成された構成等を用いることができる。

30

【0149】

つまり、ある基板を用いてトランジスタや発光素子を形成し、その後、別の基板にトランジスタや発光素子を転置し、別の基板上にトランジスタや発光素子を配置してもよい。トランジスタや発光素子が転置される基板の一例としては、上述したトランジスタを形成することが可能な基板に加え、紙基板、セロファン基板、アラミドフィルム基板、ポリイミドフィルム基板、石材基板、木材基板、布基板(天然繊維(絹、綿、麻)、合成繊維(ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル)若しくは再生繊維(アセテート、キュブラ、レーヨン、再生ポリエステル)などを含む)、皮革基板、又はゴム基板などがある。これらの基板を用いることにより、特性のよいトランジスタの形成、消費電力の小さいトランジスタの形成、壊れにくい装置の製造、耐熱性の付与、軽量化、又は薄型化を図ることができる。

40

【0150】

図13には着色層(カラーフィルタ)等を設けることによってより色純度を向上させた発光装置の例を示す。図13(A)には基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006、1007、1008、第1の層間絶縁膜1020、第2の層間絶縁膜1021、周辺部1042、画素部1040、駆動回路部1041、発光素子の第1の電極1024W、1024R、1024G、1024B、隔壁1025、EL層1028、発光素子の陰極1029、封止基板1031、シール材1032などが図示されている。

【0151】

また、図13(A)では着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、

50

青色の着色層 1034B)は透明な基材 1033に設けている。また、黒色層(ブラックマトリックス) 1035をさらに設けても良い。着色層及び黒色層が設けられた透明な基材 1033は、位置合わせし、基板 1001に固定する。なお、着色層、及び黒色層は、オーバーコート層で覆われている。

【0152】

図13(B)では着色層(赤色の着色層 1034R、緑色の着色層 1034G、青色の着色層 1034B)をゲート絶縁膜 1003と第1の層間絶縁膜 1020との間に形成する例を示した。このように、着色層は基板 1001と封止基板 1031の間に設けられていても良い。

【0153】

また、以上に説明した発光装置では、FETが形成されている基板 1001側に光を取り出す構造(ボトムエミッション型)の発光装置としたが、封止基板 1031側に発光を取り出す構造(トップエミッション型)の発光装置としても良い。トップエミッション型の発光装置の断面図を図14に示す。この場合、基板 1001は光を通さない基板を用いることができる。FETと発光素子の陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の発光装置と同様に形成する。その後、第3の層間絶縁膜 1037を電極 1022を覆って形成する。この絶縁膜は平坦化の役割を担っていても良い。第3の層間絶縁膜 1037は第2の層間絶縁膜と同様の材料の他、他の様々な材料を用いて形成することができる。

【0154】

発光素子の第1の電極 1024W、1024R、1024G、1024Bはここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図14のようなトップエミッション型の発光装置である場合、第1の電極を反射電極とすることが好ましい。EL層 1028の構成は、図11(A)の発光物質を含む層 103または図11(B)のEL層 503として説明したような素子構造とする。

【0155】

図14のようなトップエミッションの構造では着色層(赤色の着色層 1034R、緑色の着色層 1034G、青色の着色層 1034B)を設けた封止基板 1031で封止を行うことができる。封止基板 1031には画素と画素との間に位置するように黒色層(ブラックマトリックス) 1035を設けても良い。着色層(赤色の着色層 1034R、緑色の着色層 1034G、青色の着色層 1034B)や黒色層はオーバーコート層によって覆われていても良い。なお封止基板 1031は透光性を有する基板を用いることとする。

【0156】

図15には本発明の一態様であるパッシブマトリクス型の発光装置を示す。なお、図15(A)は、発光装置を示す斜視図、図15(B)は図15(A)をX-Yで切断した断面図である。図15において、基板 951上には、電極 952と電極 956との間にはEL層 955が設けられている。電極 952の端部は絶縁層 953で覆われている。そして、絶縁層 953上には隔壁層 954が設けられている。隔壁層 954の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層 954の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺(絶縁層 953の面方向と同様の方向を向き、絶縁層 953と接する辺)の方が上辺(絶縁層 953の面方向と同様の方向を向き、絶縁層 953と接しない辺)よりも短い。このように、隔壁層 954を設けることで、静電気等に起因した発光素子の不良を防ぐことが出来る。

【0157】

以上、説明した発光装置は、マトリクス状に配置された多数の微小な発光素子を、画素部に形成されたFETでそれぞれ制御することが可能であるため、画像の表現を行う表示装置として好適に利用できる発光装置である。

【0158】

電子機器

本発明の一態様である電子機器の例について説明する。電子機器として、例えば、テレ

10

20

30

40

50

ビジョン装置（テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を以下に示す。

【0159】

図16(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。表示部7103により、映像を表示することが可能であり、表示部7103は、発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。

10

【0160】

テレビジョン装置の操作は、筐体7101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部7103に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機7110に、当該リモコン操作機7110から出力する情報を表示する表示部7107を設ける構成としてもよい。

【0161】

なお、テレビジョン装置は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

20

【0162】

図16(B1)はコンピュータであり、本体7201、筐体7202、表示部7203、キーボード7204、外部接続ポート7205、ポインティングデバイス7206等を含む。なお、このコンピュータは、発光素子をマトリクス状に配列して表示部7203に用いることにより作製される。図16(B1)のコンピュータは、図16(B2)のような形態であっても良い。図16(B2)のコンピュータは、キーボード7204、ポインティングデバイス7206の代わりに第2の表示部7210が設けられている。第2の表示部7210はタッチパネル式となっており、第2の表示部7210に表示された入力用の表示を指や専用のペンで操作することによって入力を行うことができる。また、第2の表示部7210は入力用表示だけでなく、その他の画像を表示することも可能である。また表示部7203もタッチパネルであっても良い。二つの画面がヒンジで接続されていることによって、収納や運搬をする際に画面を傷つける、破損するなどのトラブルの発生も防止することができる。

30

【0163】

図16(C)(D)は、携帯情報端末の一例を示している。携帯情報端末は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯情報端末は、発光素子をマトリクス状に配列して作製された表示部7402を有している。

【0164】

図16(C)及び(D)に示す携帯情報端末は、表示部7402を指などで触れることで、情報を入力することができる構成とすることもできる。この場合、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部7402を指などで触れることにより行うことができる。

40

【0165】

表示部7402の画面は主として3つのモードがある。第1は、画像の表示を主とする表示モードであり、第2は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第3は表示モードと入力モードの2つのモードが混合した表示+入力モードである。

【0166】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部7402を文字の入力を

50

主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部 7 4 0 2 の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好ましい。

【 0 1 6 7 】

また、携帯電話機内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機の向き（縦か横か）を判断して、表示部 7 4 0 2 の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【 0 1 6 8 】

また、画面モードの切り替えは、表示部 7 4 0 2 を触れること、又は筐体 7 4 0 1 の操作ボタン 7 4 0 3 の操作により行われる。また、表示部 7 4 0 2 に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

10

【 0 1 6 9 】

また、入力モードにおいて、表示部 7 4 0 2 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7 4 0 2 のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【 0 1 7 0 】

表示部 7 4 0 2 は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7 4 0 2 に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

20

【 0 1 7 1 】

なお、上記電子機器は、本明細書中に示した構成を適宜組み合わせる用いることができる。

【 0 1 7 2 】

また、表示部に本発明の一態様の発光素子を用いることが好ましい。当該発光素子は発光効率が良好な発光素子とすることが可能である。また、駆動電圧の小さい発光素子とすることが可能である。このため、本発明の一態様の発光素子を含む電子機器は消費電力の小さい電子機器とすることが可能である。

本発明の一態様である自動車を図 1 7 に示す。当該自動車はフロントガラスやダッシュボードに発光素子が搭載されている。表示領域 5 0 0 0 乃至表示領域 5 0 0 5 は発光素子を用いて設けられた表示領域である。本発明の一態様の発光素子を用いることが好ましく、これにより表示領域 5 0 0 0 乃至表示領域 5 0 0 5 は消費電力を抑えられるため、車載に好適である。

30

【 0 1 7 3 】

表示領域 5 0 0 0 と表示領域 5 0 0 1 は、自動車のフロントガラスに設けられた、発光素子を用いる表示装置である。この発光素子を、第 1 の電極と第 2 の電極を透光性を有する電極で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態の表示装置とすることが可能である。シースルー状態の表示であれば、自動車のフロントガラスに設置したとしても、視界の妨げになることなく設置することができる。なお、駆動のためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料による有機トランジスタや、酸化物半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いると良い。

40

【 0 1 7 4 】

表示領域 5 0 0 2 はピラー部分に設けられた発光素子を用いる表示装置である。表示領域 5 0 0 2 には、車体に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。また、同様に、ダッシュボード部分に設けられた表示領域 5 0 0 3 は車体によって遮られた視界を、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。見えない部分を補完するように映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。

50

【 0 1 7 5 】

表示領域 5 0 0 4、表示領域 5 0 0 5 および表示領域 5 0 0 6 はナビゲーション情報、速度計や回転数、走行距離、給油量、ギア状態、空調の設定など、その他様々な情報を提供することができる。表示は使用者の好みに合わせて適宜その表示項目やレイアウトを変更することができる。なお、これら情報は表示領域 5 0 0 0 乃至表示領域 5 0 0 3 にも設けることができる。また、表示領域 5 0 0 0 乃至表示領域 5 0 0 6 は照明装置として用いることも可能である。表示装置 5 0 0 4 は凹形状を有することによって、外光の反射の影響を低減し、視認しやすい形状となっている。このような形状を有する表示装置は、基板としてプラスチックなどの可とう性を有する材料を用いることにより実現することができる。

10

【 0 1 7 6 】

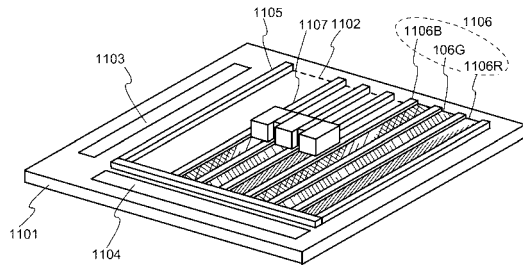
図 1 8 (A) ~ (C) に、折りたたみ可能な携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。図 1 8 (A) に展開した状態の携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。図 1 8 (B) に展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。図 1 8 (C) に折りたたんだ状態の携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。携帯情報端末 9 3 1 0 は、折りたたんだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。

【 0 1 7 7 】

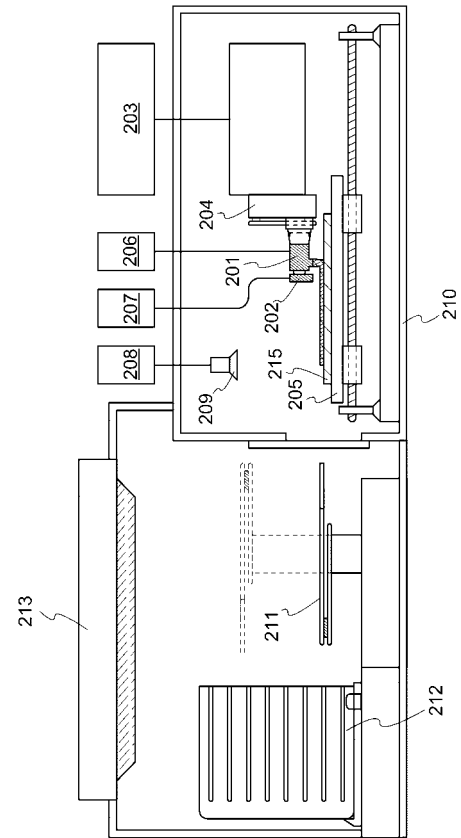
表示パネル 9 3 1 1 はヒンジ 9 3 1 3 によって連結された 3 つの筐体 9 3 1 5 に支持されている。なお、表示パネル 9 3 1 1 は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。また、表示パネル 9 3 1 1 は、ヒンジ 9 3 1 3 を介して 2 つの筐体 9 3 1 5 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9 3 1 0 を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。本発明の一態様の発光装置を表示パネル 9 3 1 1 に用いることができる。表示パネル 9 3 1 1 における表示領域 9 3 1 2 は折りたたんだ状態の携帯情報端末 9 3 1 0 の側面に位置する表示領域である。表示領域 9 3 1 2 には、情報アイコンや使用頻度の高いアプリやプログラムのショートカットなどを表示させることができ、情報の確認やアプリなどの起動をスムーズに行うことができる。

20

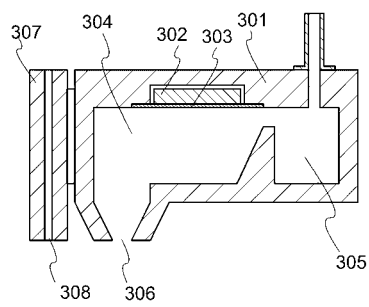
【図 1】



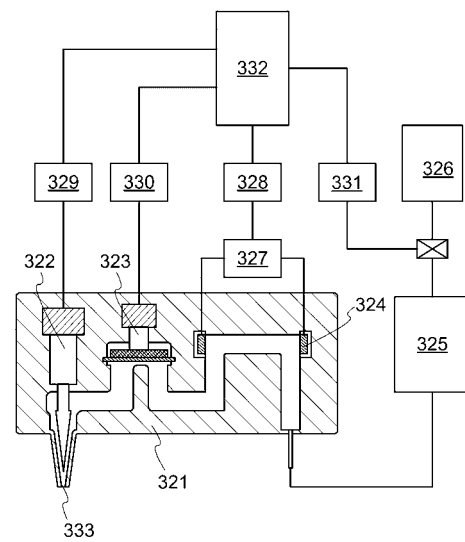
【図 2】



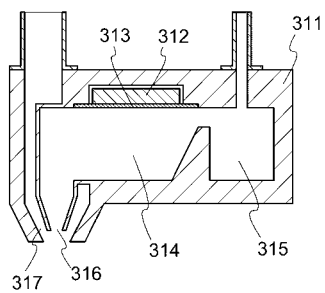
【図 3】



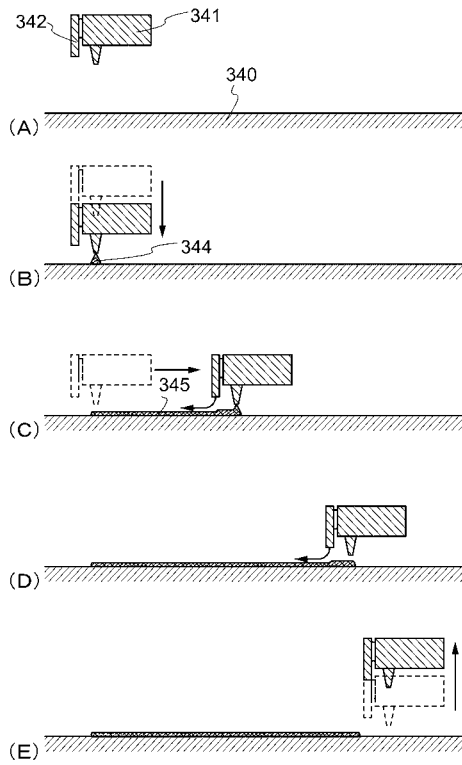
【図 5】



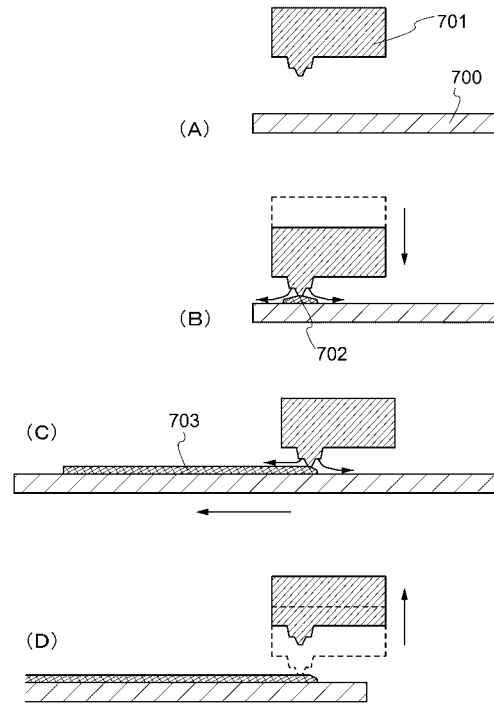
【図 4】



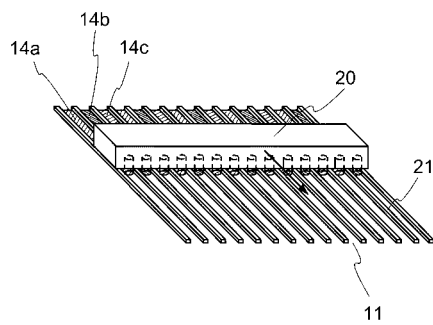
【図 6】



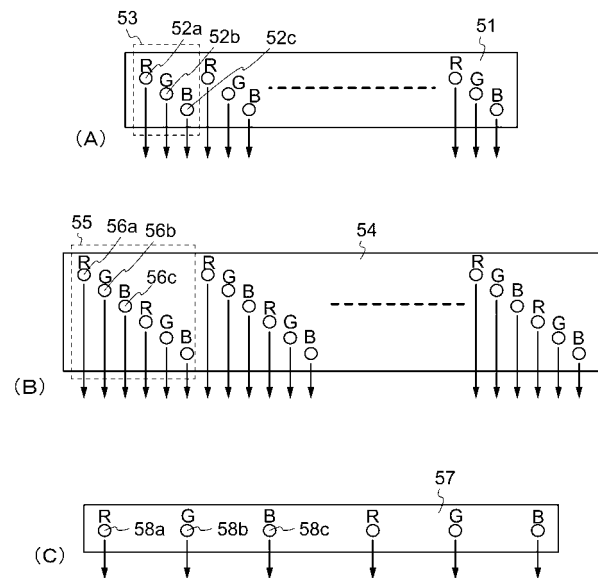
【図 7】



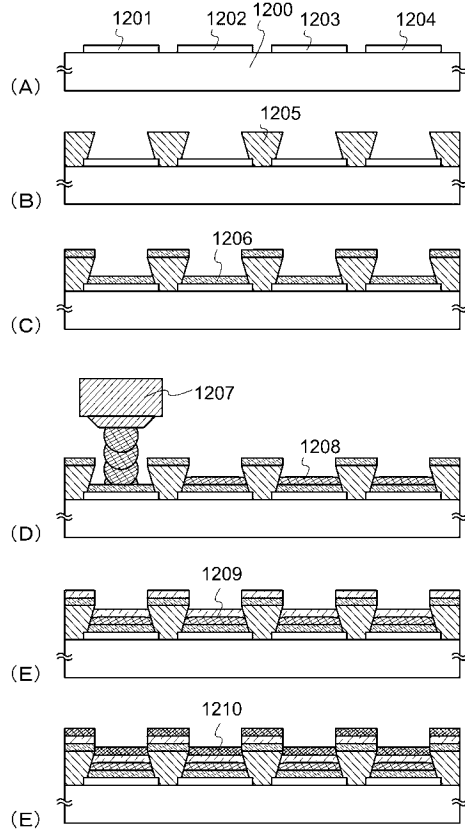
【図 8】



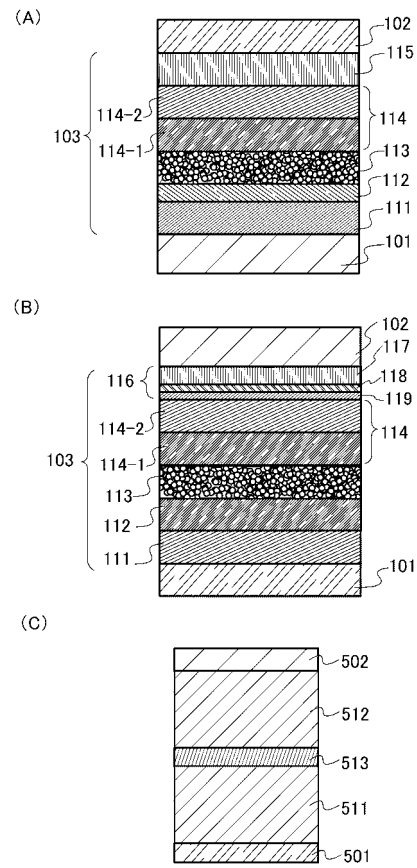
【図 9】



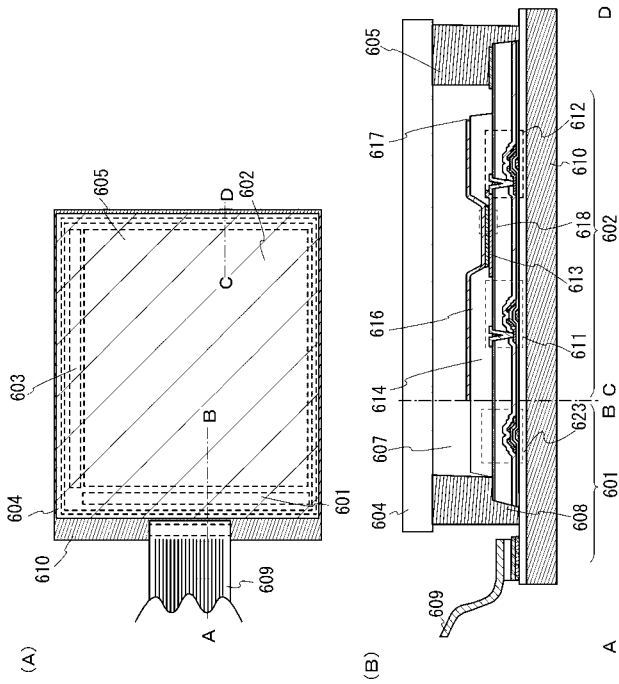
【図 10】



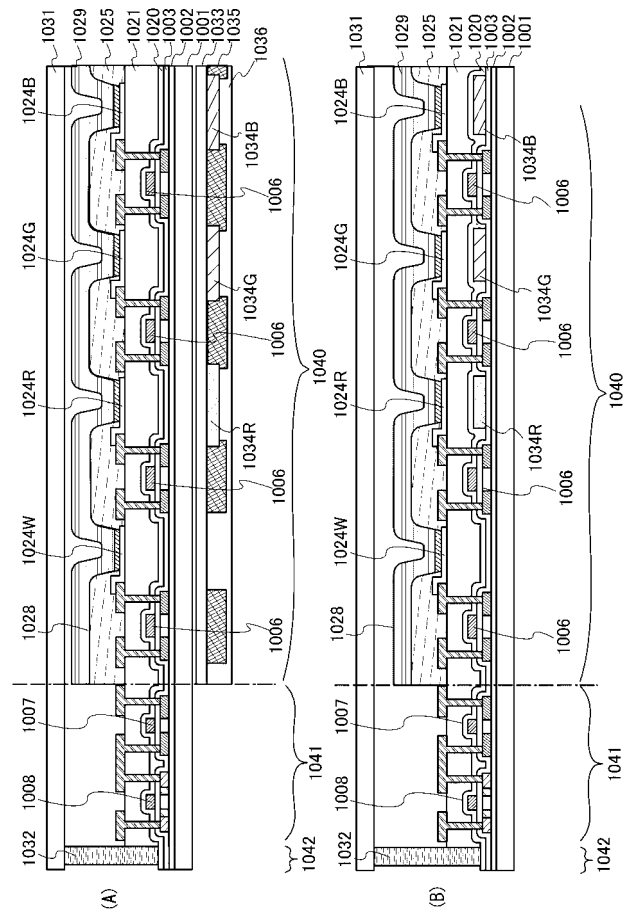
【図 11】



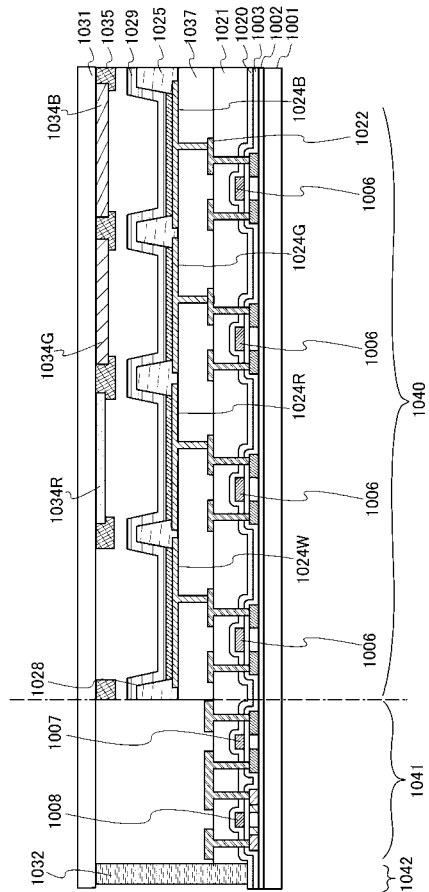
【図 12】



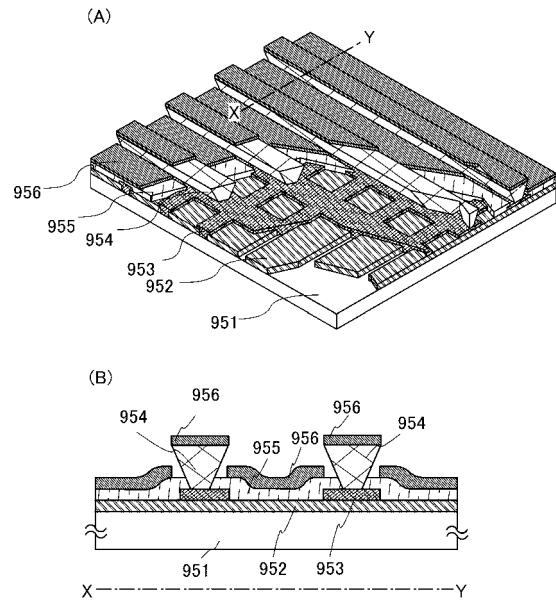
【図 13】



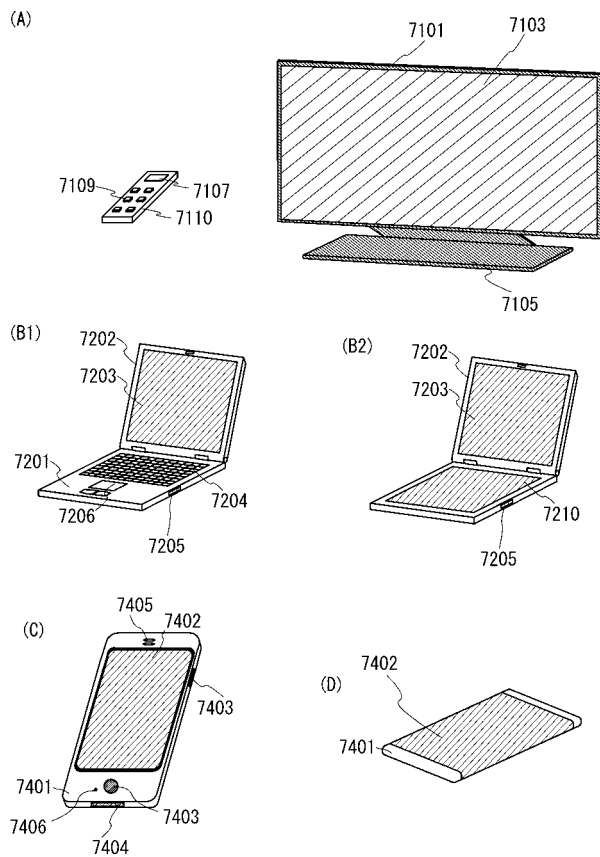
【図 14】



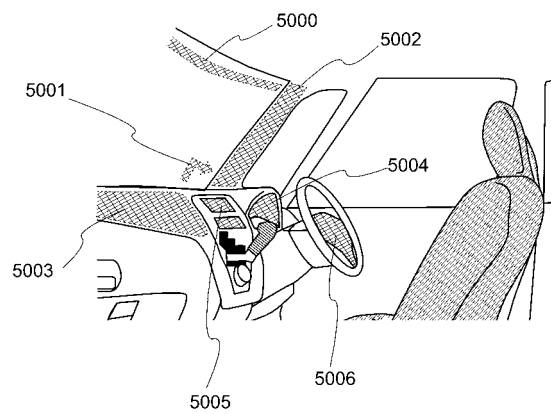
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【図 18】

