

(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2020-68354

(P2020-68354A)

(43) 公開日 令和2年4月30日(2020.4.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/22 B	3K107
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/14 A	5C094
H05B 33/24 (2006.01)	H05B 33/22 A	
H05B 33/28 (2006.01)	H05B 33/10	
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/24	

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-201837 (P2018-201837)  
 (22) 出願日 平成30年10月26日 (2018.10.26)  
 (11) 特許番号 特許第6633716号 (P6633716)  
 (45) 特許公報発行日 令和2年1月22日 (2020.1.22)

(71) 出願人 514188173  
 株式会社 J O L E D  
 東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地  
 (74) 代理人 110001900  
 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所  
 (72) 発明者 三島 孝介  
 東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地  
 株式会社 J O L E D 内  
 (72) 発明者 坂元 光洋  
 東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地  
 株式会社 J O L E D 内  
 (72) 発明者 佐藤 宗治  
 東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地  
 株式会社 J O L E D 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機 E L 素子及び有機 E L 素子の製造方法、並びに有機 E L パネル、有機 E L パネルの製造方法、有機 E L 表示装置、電子機器

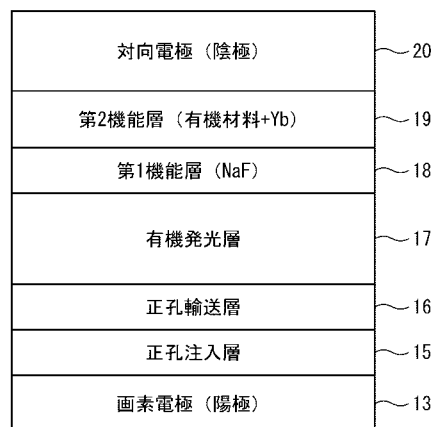
(57) 【要約】

【課題】少なくとも1つの有機層をウエットプロセスで形成することにより製造コストを低減しつつ、発光効率の劣化を可及的に抑制して、長寿命化が可能な有機 E L 素子を提供する。

【解決手段】画素電極(陽極)13と、画素電極13の上方に配された有機発光層17と、有機発光層17上に配され、NaFからなる第1機能層18と、第1機能層18上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層19と、第2機能層19の上方に配された対向電極(陰極)20とを備える。

【選択図】図9

2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

陽極と、  
前記陽極の上方に配された有機発光層と、  
前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、  
前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、  
前記第2機能層の上方に配された陰極と、  
を備えることを特徴とする有機EL素子。

## 【請求項 2】

前記第1機能層の膜厚は、0.1nm以上、20nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の有機EL素子。

10

## 【請求項 3】

前記第2機能層の膜厚は、5nm以上、150nm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の有機EL素子。

## 【請求項 4】

前記第2機能層は、前記第1機能層上に配された第1層部分と、前記第1層部分上に配された第2層部分とを含み、

前記第2層部分におけるYbの含有の割合が、前記第1層部分におけるYbの含有の割合よりも大きい

ことを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の有機EL素子。

20

## 【請求項 5】

前記第2機能層は、第1機能層に近い側から第1層部分、第2層部分および第3層部分を順に積層してなり、前記第1層部分、第2層部分、第3層部分におけるYbの含有の割合をそれぞれ、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ とすると、 $X_2 < X_1 < X_3$ である

ことを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の有機EL素子。

## 【請求項 6】

前記第2機能層におけるYbの含有量が、第1機能層から陰極に近づくに連れて連続的に多くなる

ことを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の有機EL素子。

30

## 【請求項 7】

前記第2機能層と前記陰極との間に、第3機能層として透明導電膜が形成されている

ことを特徴とする請求項1から6までのいずれか1項に記載の有機EL素子。

## 【請求項 8】

前記第3機能層の膜厚は、15nm以上である

ことを特徴とする請求項7に記載の有機EL素子。

## 【請求項 9】

前記第2機能層と前記第3機能層との間に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、3nm以下の薄膜が形成されている

ことを特徴とする請求項7または8に記載の有機EL素子。

## 【請求項 10】

前記第3機能層と前記陰極との間に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、3nm以下の薄膜が形成されている

ことを特徴とする請求項7から9までのいずれか1項に記載の有機EL素子。

40

## 【請求項 11】

前記陰極の前記有機発光層とは反対側に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、5nm以下の薄膜が形成されている

ことを特徴とする請求項1から10までのいずれか1項に記載の有機EL素子。

## 【請求項 12】

前記陽極は、光反射性を有すると共に、前記陰極は、半透過性を有する

請求項1から11までのいずれか1項に記載の有機EL素子。

50

## 【請求項 13】

前記有機発光層で発光された光は、直接前記陰極から射出される第1光束と、前記陽極と前記陰極のそれぞれの有機発光層側の面で反射した後、前記陰極から射出される第2光束とを含み、前記第1光束と前記第2光束が共振するように、前記有機発光層から前記陰極に至るまでに介在する少なくとも一つの機能層の膜厚が、当該発光する発光色の波長に応じて設定されている

請求項12に記載の有機EL素子。

## 【請求項 14】

基板上方に、請求項1から13までのいずれか1項に記載の有機EL素子を複数、行列状に配列し、少なくとも行方向に隣接する有機EL素子における有機発光層は、列方向に延在する隔壁によって仕切られている

ことを特徴とする有機ELパネル。

## 【請求項 15】

トップエミッション型である

請求項14に記載の有機ELパネル。

## 【請求項 16】

請求項14または15に記載の有機ELパネルと、前記有機ELパネルを駆動して画像を表示させる駆動部とを備える有機EL表示装置。

## 【請求項 17】

画像表示部として請求項16に記載の有機EL表示装置を備えた電子機器。

## 【請求項 18】

陽極を形成する第1工程と、前記陽極の上方に有機発光層を形成する第2工程と、前記有機発光層上に、NaFからなる第1機能層を形成する第3工程と、前記第1機能層上に、Ybを含む有機材料からなる第2機能層を形成する第4工程と、前記第2機能層の上方に、陰極を形成する第5工程と、を含むことを特徴とする有機EL素子の製造方法。

## 【請求項 19】

前記第4工程は、第1機能層上に有機材料の層を形成した後、当該有機材料の層にYbをドーピングして第2機能層を形成する

ことを特徴とする請求項18に記載の有機EL素子の製造方法。

## 【請求項 20】

前記第1工程と第2工程の間に、正孔注入層または正孔輸送層を形成する正孔移動容易化層形成工程をさらに含み、前記正孔移動容易化層および前記第2工程、第3工程、第4工程のうち、少なくとも一つの工程は、ウェットプロセスにより実行される

ことを特徴とする請求項18または19に記載の有機EL素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、有機電界発光素子（以下「有機EL素子」と称する）、及びその製造方法、並びに当該有機EL素子を基板上行列状に配した有機ELパネル、当該有機ELパネルを画像表示部として用いた有機EL表示装置、電子機器に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、発光型のディスプレイとして、基板上行列方向に沿って有機EL素子を複数配列した有機ELパネルが、電子機器のディスプレイとして実用化されている。各有機EL素子は、陽極と陰極の一对の電極対の間に有機発光材料を含む有機発光層が配設された基本構造を有し、駆動時に一对の電極対間に電圧を印加し、陽極から有機発光層に注入され

10

20

30

40

50

る正孔と、陰極から有機発光層に注入される電子との再結合に伴って発生する電流駆動型の発光素子である。

【0003】

通常、このような有機ELパネルにあっては、陰極からの有機発光層への電子の注入性を向上させるために、陰極と有機発光層との間に電子輸送層が設けられている。この電子輸送層として、例えば、特許文献1には、有機層に、アルカリ金属やアルカリ土類金属（以下、「アルカリ金属等」と称する。）の化合物を含有させた構成が開示されている。

このようなアルカリ金属等は、仕事関数が低く、陰極から電子を注入・輸送する能力が高いので、有機EL素子の発光効率を向上させることができる。

【0004】

また、上記特許文献1では、高温により電子輸送層におけるアルカリ金属等が、有機発光層に拡散して、発光特性が劣化しないように電子輸送層と有機発光層と間に、バッファ層を設けている。このバッファ層は、Alq3、4,4'-N,N'-ジカルバゾール-ピフェニル(CBP)、ジスチルルアリーレン(DSA)、DPB、BA1q、またはアントラセン誘導体化合物Irなどの有機化合物からなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-94456号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、有機発光層を始めとする有機層は、水分を吸収・透過しやすいという物性を有している。一方、電子輸送層に含まれるアルカリ金属等は、活性が高く、有機層に含まれる水分とすぐに反応して変質し、電子注入特性が劣化して有機ELパネルが短寿命化するという問題がある。

特に、最近では、製造コスト面での優位性から、有機層を形成するための有機材料と溶媒を含む溶液（以下、単に「インク」と称する。）を、印刷装置で塗布して形成するウェットプロセス（湿式法）が多く用いられているが、この場合には、有機層中の水分残留量が、蒸着法などのドライプロセス（乾式法）によって成膜する場合よりも格段に多く、上記特許文献1の構成では、バッファ層が有機化合物からなるため、それより下層の有機層中の水分が当該バッファ層を介して電子輸送層に浸透して、電子輸送層中のアルカリ金属等と反応し、発光特性が劣化するおそれがある。

【0007】

本開示は、上述のような課題に鑑みてなされたものであって、少なくとも1つの有機層をウェットプロセスで形成することにより製造コストを低減しつつ、良好な発光効率を確保すると共に、長寿命化が可能な有機EL素子、及びその製造方法、並びに当該有機EL素子を基板上に行列状に配した有機ELパネル、当該有機ELパネルを画像表示部として用いた有機EL表示装置、電子機器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一態様に係る有機EL素子は、陽極と、前記陽極の上方に配された有機発光層と、前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、前記第2機能層の上方に配された陰極と、を備えることを特徴とする。

また、本開示の別の態様に係る有機EL表示装置は、上記の有機ELパネルと、前記有機ELパネルを駆動して画像を表示させる駆動部とを備える。

【0009】

また、本開示の別の態様に係る電子機器は、画像表示部として上記の有機EL表示装置を備える。

10

20

30

40

50

さらに、本開示の別の態様に係る有機EL素子の製造方法は、陽極を形成する第1工程と、前記陽極の上方に有機発光層を形成する第2工程と、前記有機発光層上に、NaFからなる第1機能層を形成する第3工程と、前記第1機能層上に、Ybを含む有機材料からなる第2機能層を形成する第4工程と、前記第2機能層の上方に、陰極を形成する第5工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

上記態様に係る有機EL素子および有機EL素子の製造方法によれば、少なくとも1つの有機層をウェットプロセスで形成することにより製造コストを低減しつつ、良好な発光効率を確保すると共に、長寿命化が可能な有機EL素子や有機ELパネル、有機EL表示装置、電子機器を提供できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本開示の態様に係る有機EL表示装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】上記有機EL表示装置における有機ELパネルの画像表示面の一部を拡大した模式平面図である。

【図3】図2のA-A線に沿った模式断面図である。

【図4】(a)~(e)は、有機EL素子の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

【図5】(a)~(d)は、図4に続く有機EL素子の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

20

【図6】(a)、(b)は、図5に続く有機EL素子の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

【図7】(a)~(d)は、図6に続く有機EL素子の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

【図8】有機EL素子の製造工程を示すフローチャートである。

【図9】本開示の態様に係る有機EL素子の積層構造を模式的に示す図である。

【図10】本開示の態様に係る有機EL素子の効果を検証するための比較実験の結果を示す表である。

【図11】有機EL素子の第2機能層における第1変形例に係る積層構造を示す模式図である。

30

【図12】有機EL素子の第2機能層における第2変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【図13】有機EL素子の第2機能層における第3変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【図14】有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【図15】光共振器構造を説明するための模式図である。

【図16】有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【図17】有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【図18】有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

【図19】本開示の態様に係る有機EL表示装置を搭載した電子機器としてテレビ装置の例を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

本開示の一態様に至った経緯

有機ELパネルにおける各有機層は、従来は真空蒸着などのドライプロセス（乾式法）により成膜される場合が多かったが、塗布技術、特に印刷装置の技術の進歩に伴い、近年では、ウェットプロセスで各有機層を形成する技術が普及しつつある。

ウェットプロセスは、有機材料が有機溶媒に溶解したインクを印刷装置等により必要箇所に印刷した後、乾燥させて有機層を形成するものであり、大型の有機ELパネルであってもその設備費が抑制できると共に材料利用率が高いなどコスト面で優れているからであ

50

る。

【0013】

特に、有機発光層を印刷プロセスで形成する場合、隣接する画素同士のインクが混ざらないようにするため、隔壁で仕切られており、当該隔壁もウエットプロセスにより樹脂材料で形成することにより、コスト的な優位性が図られている。

特許文献1にもあるように、陰極と有機発光層の間には、電子の有機発光層への移動を容易にするために、有機材料に低仕事関数のアルカリ金属等をドーブした電子輸送層を形成し、これにより良好なキャリアバランスを維持して有機発光層における発光効率が最適になるように構成されている場合がある。

【0014】

しかし、アルカリ金属等は、活性が高く、上述のように隔壁や有機発光層の樹脂材料中にわずかでも水分が含まれていると、やがて、その水分が、電子注入層に浸透し、電子輸送層中のアルカリ金属等が当該水分と反応して変質して電子注入性が著しく劣化してしまう。これにより、発光効率が劣化し、短寿命となるおそれがあることが分かった。

特許文献1では、電子輸送層と有機発光層との間に、Alq<sub>3</sub>、4,4'-N,N'-ジカルバゾール-ピフェニル(CBP)などからなるバッファ層を設けているが、いずれも有機材料を含んでいるので、電子輸送層への水分の浸入を抑制するという点では十分機能していない。

【0015】

また、最近では、有機発光層のインクを、迅速かつ均一に塗布するため、ライン状に配列された各画素を、その列毎にバンクで仕切って、インクを帯状に塗布する方法(ラインバンク方式)を用いることがある。この場合には、有機発光層と下地となる有機層との接触面積が大きくなって、下部有機層中の水分も電子輸送層に移動して、ますます、電子輸送層の特性が劣化してしまうことが考えられる。

【0016】

そこで、本願発明者らは、ウエットプロセスを採用して低コスト化を図りつつ、ラインバンク方式を採用した場合でも、発光効率が良好で寿命が短くならない構成を求めて鋭意研究した結果、本開示の一態様に至ったものである。

本開示の一態様の概要

本開示の一態様に係る有機EL素子は、陽極と、前記陽極の上方に配された有機発光層と、前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、前記第2機能層の上方に配された陰極と、を備える。

【0017】

係る態様により、少なくとも1つの有機層をウエットプロセスで形成することにより製造コストを低減しつつ、有機EL素子の発光効率を向上させると共に長寿命化を可能とする。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第1機能層の膜厚が、0.1nm以上20nm以下である。

【0018】

係る態様により、第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、第1機能層(NaF)上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層によって部分的に還元されることで電子注入性を確保し、発光効率が良好で寿命が短くならない有機EL素子を得ることができると。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第2機能層の膜厚が、5nm以上150nm以下である。

【0019】

係る態様により、第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、第1機能層(NaF)を還元させ、また、第2機能層に含まれるYbの電子注入性の効果を発揮することができる。また、第2機能層上に第3機能層としてスパッタ法で製膜される例えばITOやIZO

10

20

30

40

50

が製膜されるときにおいてもそのスパッタダメージを緩和し、発光効率が良好で寿命が短くならない有機EL素子を得ることができる。

【0020】

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第2機能層は、前記第1機能層上に配された第1層部分と、前記第1層部分上に配された第2層部分とを含み、前記第2層部分におけるYbの含有の割合が、前記第1層部分におけるYbの含有の割合よりも大きい。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第2機能層が、第1機能層に近い側から第1層部分、第2層部分および第3層部分を順に積層してなり、前記第1層部分、第2層部分、第3層部分におけるYbの含有の割合をそれぞれ、X1、X2、X3とすると、 $X2 < X1 < X3$ である。

10

【0021】

このように第2機能層の膜厚方向にYbに濃度を変化させることにより、第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、適切に還元させ、発光層への電子注入性を向上させることが出来るとともに、Ybドーパ量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることも出来る。また、第3層部分の濃度を高くすることにより陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができる。

【0022】

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第2機能層におけるYbの含有量は、第1機能層から陰極に近づくに連れて連続的に多くなる。

20

このように第2機能層のYb含有量を連続して変化させることで第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、第1機能層には弱い還元性を作用させ、電子注入性は制限しつつも水分の第2機能層への侵入をより抑制でき、Ybドーパ量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることも出来る。また、陰極側の濃度を高くすることで陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができる。

【0023】

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、第2機能層と陰極との間に、第3機能層として透明導電膜が形成されている。

30

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第3機能層の膜厚は、15nm以上である。

係る態様によれば、第3機能層の膜厚を調整することにより、発光色の波長に応じた光共振器構造を構築することが可能となる。

【0024】

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第2機能層と前記第3機能層との間に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、3nm以下の薄膜が形成されている。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第3機能層と陰極との間に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、3nm以下の薄膜が形成されている。

40

【0025】

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記陰極の前記有機発光層とは反対側に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、5nm以下の薄膜が形成されている。

係る態様により、陰極の膜質を向上することが出来ることに加え、外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができる。

【0026】

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記陽極は、光反射性を有すると共に、前記陰極は、半透過性を有する。

ここで、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記有機発光層

50

で発光された光は、前記陰極から直接射出される第1光束と、前記陽極と前記陰極間で反射した後、前記陰極から射出される第2光束とを含み、第1光束と第2光束が共振するように、前記有機発光層から前記陰極に至るまでに介在する少なくとも一つの機能層の膜厚が、当該発光する発光色の波長に応じて設定されている。

【0027】

係る態様により、陽極の界面と陰極の界面間で構成される光共振器を構築することができ、有機EL素子の発光効率のさらに向上を可能にする。

また、本開示の別の態様に係る有機ELパネルは、上記態様に係る有機EL素子を複数、行列状に配列し、少なくとも行方向に隣接する有機EL素子における有機発光層は、列方向に延在する隔壁によって仕切られている。

【0028】

これにより、発光効率に優れ、長寿命化が可能な有機ELパネルを提供することができる。

また、本開示の別の態様に係る有機ELパネルは、トップエミッション型である。

トップエミッション型の有機ELパネルでは、光を射出する方向に、TFEなどからなる駆動回路が配されていないので、各有機EL素子の開口率を大きくでき、発光効率に優れる。

【0029】

また、本開示の別の態様に係る有機EL表示装置は、上記態様に係る有機ELパネルと、前記有機ELパネルを駆動して画像を表示させる駆動部とを備える。

また、本開示の別の態様に係る電子機器は、上記態様において、画像表示部として上記有機EL表示装置を備える。

係る有機EL表示装置および電子機器は、表示パネルの発光効率に優れ、寿命も長くすることができる。

【0030】

また、本開示の別態様に係る有機ELパネルの製造方法は、陽極を形成する第1工程と、前記陽極の上方に有機発光層を形成する第2工程と、前記有機発光層上に、NaFからなる第1機能層を形成する第3工程と、前記第1機能層上に、Ybを含む有機材料からなる第2機能層を形成する第4工程と、前記第2機能層の上方に、陰極を形成する第5工程とを含む。

【0031】

係る態様により、上述のように発光効率に優れた良質な画像を表示できる有機EL素子の製造が可能となる。

また、本開示の別態様に係る有機ELパネルの製造方法は、前記第4工程が、第1機能層上に有機材料の層を形成した後、当該有機材料の層にYbをドーピングして第2機能層を形成する。

【0032】

また、前記第1工程と第2工程の間に、正孔注入層または正孔輸送層を形成する正孔移動容易化層形成工程をさらに含み、前記正孔移動容易化層および前記第2工程、第3工程、第4工程のうち、少なくとも一つの工程は、ウェットプロセスにより実行されるとしてもよい。

これにより製造コストの低減化が容易となる。

【0033】

なお、上記各開示の態様において「上」とは、絶対的な空間認識における上方向（鉛直上方）を指すものではなく、有機EL素子の積層構造における積層順を基に、相対的な位置関係により規定されるものである。具体的には、有機EL素子において、基板の主面に垂直な方向であって、基板から積層物側に向かう側を上方向とする。また、例えば「基板上」と表現した場合は、基板に直接接する領域のみを指すのではなく、積層物を介した基板の上方の領域も含めるものとする。また、例えば「基板の上方」と表現した場合、基板と間隔を空けた上方領域のみを指すのではなく、基板上の領域も含めるものとする。

10

20

30

40

50

## 【0034】

## 実施の形態

以下、本開示の一態様に係る有機EL素子および有機ELパネル、有機EL表示装置について、図面を参照しながら説明する。なお、図面は、模式的なものを含んでおり、各部材の縮尺や縦横の比率などが実際とは異なる場合がある。

## 1. 有機EL表示装置1の全体構成

図1は、有機EL表示装置1の全体構成を示すブロック図である。有機EL表示装置1は、例えば、テレビ、パーソナルコンピュータ、携帯端末、業務用ディスプレイ（電子看板、商業施設用大型スクリーン）などに用いられる表示装置である。

## 【0035】

有機EL表示装置1は、有機ELパネル10と、これに電氣的に接続された駆動制御部200とを備える。

有機ELパネル10は、本実施の形態では、上面が長形状の画像表示面であるトップエミッション型の表示パネルである。有機ELパネル10では、画像表示面に沿って複数の有機EL素子（不図示）が配列され、各有機EL素子の発光を組み合わせることで画像を表示する。なお、有機ELパネル10は、一例として、アクティブマトリクス方式を採用している。

## 【0036】

駆動制御部200は、有機ELパネル10に接続された駆動回路210と、計算機などの外部装置又はアンテナなどの受信装置に接続された制御回路220とを有する。駆動回路210は、各有機EL素子に電力を供給する電源回路、各有機EL素子への供給電力を制御する電圧信号を印加する信号回路、一定の間隔ごとに電圧信号を印加する箇所を切り替える走査回路などを有する。

## 【0037】

制御回路220は、外部装置や受信装置から入力された画像情報を含むデータに応じて、駆動回路210の動作を制御する。

なお、図1では、一例として、駆動回路210が有機ELパネル10の周囲に4つ配置されているが、駆動制御部200の構成はこれに限定されるものではなく、駆動回路210の数や位置は適宜変更可能である。また、以下では説明のため、図1に示すように、有機ELパネル10上面の長辺に沿った方向をX方向、有機ELパネル10上面の短辺に沿った方向をY方向とする。

## 【0038】

## 2. 有機ELパネル10の構成

## (A) 平面構成

図2は、有機ELパネル10の画像表示面の一部を拡大した模式平面図である。有機ELパネル10では、一例として、R（赤色）、G（緑色）、B（青色）（以下、単にR、G、Bともいう。）にそれぞれ発光する副画素100R、100G、100Bが行列状に配列されている。副画素100R、100G、100Bは、X方向に交互に並び、X方向に並ぶ一組の副画素100R、100G、100Bが、一つの画素Pを構成している。画素Pでは、階調制御された副画素100R、100G、100Bの発光輝度を組み合わせることにより、フルカラーを表現することが可能である。

## 【0039】

また、Y方向においては、副画素100R、副画素100G、副画素100Bのいずれかのみが並ぶことでそれぞれ副画素列CR、副画素列CG、副画素列CBが構成されている。これにより、有機ELパネル10全体として画素Pが、X方向及びY方向に沿った行列状に並び、この行列状に並ぶ画素Pの発色を組み合わせることにより、画像表示面に画像が表示される。

## 【0040】

副画素100R、100G、100Bには、それぞれR、G、Bの色に発光する有機EL素子2（R）、2（G）、2（B）（図3参照）が配置されている。

10

20

30

40

50

また、本実施の形態に係る有機ELパネル10では、いわゆるラインバンク方式を採用している。すなわち、副画素列CR、CG、CBを1列ごとに仕切る隔壁(バンク)14がX方向に間隔をおいて複数配置され、各副画素列CR、CG、CBでは、副画素100R、100G、100Bが、有機発光層を共有している。

#### 【0041】

ただし、各副画素列CR、CG、CBでは、副画素100R、100G、100B同士を絶縁する画素規制層141がY方向に間隔をおいて複数配置され、各副画素100R、100G、100Bは、独立して発光することができるようになっている。

なお、画素規制層141の高さは、有機発光層のインク塗布時における液面の高さよりも低い。図2では、隔壁14及び画素規制層141は点線で表されているが、これは、画素規制層141及び隔壁14が、画像表示面の表面に露出しておらず、画像表示面の内部に配置されているからである。

#### 【0042】

##### (B) 断面構成

図3は、図2のA-A線に沿った模式断面図である。

有機ELパネル10において、一つの画素は、R、G、Bをそれぞれ発光する3つの副画素からなり、各副画素は、対応する色を発光する有機EL素子2(R)、2(G)、2(B)で構成される。

#### 【0043】

各発光色の有機EL素子2(R)、2(G)、2(B)は、基本的には、ほぼ同様の構成を有するので、区別しないときは、有機EL素子2として説明する。

図3に示すように、有機EL素子2は、基板11、層間絶縁層12、画素電極(陽極)13、隔壁14、正孔注入層15、正孔輸送層16、有機発光層17、第1機能層18、第2機能層19、対向電極(陰極)20、および、封止層21とからなる。

#### 【0044】

基板11、層間絶縁層12、第1機能層18、第2機能層19、対向電極20、および、封止層21は、画素ごとに形成されているのではなく、有機ELパネル10が備える複数の有機EL素子2に共通して形成されている。

##### (1) 基板

基板11は、絶縁材料である基材111と、TFT(Thin Film Transistor)層112とを含む。TFT層112には、副画素ごとに駆動回路が形成されている。基材111は、例えば、ガラス基板、石英基板、シリコン基板、硫化モリブデン、銅、亜鉛、アルミニウム、ステンレス、マグネシウム、鉄、ニッケル、金、銀などの金属基板、ガリウム砒素などの半導体基板、プラスチック基板等を採用することができる。

#### 【0045】

プラスチック材料としては、熱可塑性樹脂、熱硬化樹脂いずれの樹脂を用いてもよい。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミド、ポリイミド(PI)、ポリカーボネート、アクリル系樹脂、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリブチレンテレフタレート、ポリアセタール、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル、シリコーン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうち1種、または2種以上を積層した積層体を用いることができる。

#### 【0046】

##### (2) 層間絶縁層

層間絶縁層12は、基板11上に形成されている。層間絶縁層12は、樹脂材料からなり、TFT層112の上面の段差を平坦化するためのものである。樹脂材料としては、例えば、ポジ型の感光性材料が挙げられる。また、このような感光性材料として、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂が挙げられる。また、図3の断面図には示されていないが、層間絶縁層12には、副画素ごとにコンタクトホー

10

20

30

40

50

ルが形成されている。

【0047】

(3) 画素電極

画素電極13は、光反射性の金属材料からなる金属層を含み、層間絶縁層12上に形成されている。画素電極13は、副画素ごとに設けられ、コンタクトホール(不図示)を通じてTF T層112と電氣的に接続されている。

本実施の形態においては、画素電極13は、陽極として機能する。

【0048】

光反射性を具備する金属材料の具体例としては、Ag(銀)、Al(アルミニウム)、アルミニウム合金、Mo(モリブデン)、APC(銀、パラジウム、銅の合金)、ARA(銀、ルビジウム、金の合金)、MoCr(モリブデンとクロムの合金)、MoW(モリブデンとタングステンの合金)、NiCr(ニッケルとクロムの合金)などが挙げられる。

10

【0049】

画素電極13は、金属層単独で構成してもよいが、金属層の上に、ITO(酸化インジウム錫)やIZO(酸化インジウム亜鉛)のような金属酸化物からなる層を積層した積層構造としてもよい。

(4) 隔壁・画素規制層

隔壁14は、基板11の上方に副画素ごとに配置された複数の画素電極13を、X方向(図2参照)において列毎に仕切るものであって、X方向に並ぶ副画素列CR、CG、CBの間においてY方向に延伸するラインバンク形状である。

20

【0050】

この隔壁14には、電気絶縁性材料が用いられる。電気絶縁性材料の具体例として、例えば、絶縁性の有機材料(例えば、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ノボラック樹脂、フェノール樹脂等)が用いられる。

隔壁14は、有機発光層17を塗布法で形成する場合に塗布された各色のインクが溢れて混色しないようにするための構造物として機能する。

【0051】

なお、樹脂材料を用いる際は、加工性の点から感光性を有することが好ましい。当該感光性は、ポジ型、ネガ型のいずれであってもよい。

30

隔壁14は、有機溶媒や熱に対する耐性を有することが好ましい。また、インクの流出を抑制するために、隔壁14の表面は所定の撥液性を有することが好ましい。

画素電極13が形成されていない部分において、隔壁14の底面が層間絶縁層12の上面と接している。

【0052】

画素規制層141は、電気絶縁性材料からなり、各副画素列においてY方向(図2)に隣接する画素電極13の端部を覆い、当該Y方向に隣接する画素電極13同士を仕切っている。

画素規制層141の膜厚は、画素電極13の膜厚よりも若干大きいが、有機発光層17の上面までの厚みよりも小さくなるように設定されている。これにより、各副画素列CR、CG、CBにおける有機発光層17は、画素規制層141によっては仕切られず、有機発光層17を形成する際のインクの流動が妨げられない。そのため、各副画素列における有機発光層17の厚みを均一に揃えることを容易にする。

40

【0053】

画素規制層141は、上記構造により、Y方向に隣接する画素電極13の電気絶縁性を向上しつつ、各副画素列CR、CG、CBにおける有機発光層17の段切れ抑制、画素電極13と対向電極20との間の電気絶縁性の向上などの役割を有する。

画素規制層141に用いられる電気絶縁性材料の具体例としては、上記隔壁14の材料として例示した樹脂材料や無機材料などが挙げられる。また、上層となる有機発光層17を形成する際、インクが濡れ広がりやすいように、画素規制層141の表面はインクに対

50

する親液性を有することが好ましい。

【0054】

(5) 正孔注入層

正孔注入層15は、画素電極13から有機発光層17への正孔の注入を促進させる目的で、画素電極13上に設けられている。正孔注入層15は、例えば、Ag(銀)、Mo(モリブデン)、Cr(クロム)、V(バナジウム)、W(タングステン)、Ni(ニッケル)、Ir(イリジウム)などの酸化物、あるいは、PEDOT(ポリチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物)などの導電性ポリマー材料からなる層である。例えばスパッタプロセスやウエットプロセスにより形成しても良い。

【0055】

上記のうち、酸化金属からなる正孔注入層15は、仕事関数が大きく、有機発光層17に対し安定的に正孔を注入する。

(6) 正孔輸送層

正孔輸送層16は、正孔注入層15から注入された正孔を有機発光層17へ輸送する機能を有する。正孔輸送層16は、例えば、ポリフルオレンやその誘導体、あるいは、ポリアリアルアミンやその誘導体などの高分子化合物であって、親水基を備えないものなどを用いてウエットプロセスにより形成される。

【0056】

(7) 有機発光層

有機発光層17は、開口部14a内に形成されており、正孔と電子の再結合により、R、G、Bの各色の光を発光する機能を有する。なお、特に、発光色を特定して説明する必要があるときには、有機発光層17(R)、17(G)、17(B)と記す。

有機発光層17の材料としては、公知の材料を利用することができる。具体的には、例えば、オキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサンテン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8-ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、2-ピピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩とIII族金属との錯体、オキシシ金属錯体、希土類錯体などの蛍光物質で形成されることが好ましい。

【0057】

(8) 第1機能層

第1機能層18は、下部の有機層からの水分の第2機能層19への移動を抑止すると共に、対向電極20からの電子を有機発光層17へ輸送する機能を有する。第1機能層18は、NaF(フッ化ナトリウム)からなる。NaFは、上層に還元性を有する材料を蒸着することで電子注入性に優れると共に水分の透過性が低く防水性を有するからである。

【0058】

(9) 第2機能層19

第2機能層19は、対向電極20から供給される電子を有機発光層17側へと注入・輸送する機能を有する。第2機能層19は、有機材料、特に、電子輸送性を有する有機材料に、Yb(イッテルビウム)を、ドーピングして形成されている。

なお、電子輸送性を有する有機材料(ホスト材料)として、例えば、オキサジアゾール誘導体(OXD)、トリアゾール誘導体(TAZ)、フェナンスロリン誘導体(BCP、Bphen)などの電子系低分子有機材料が挙げられるが、これらに限定されない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 9 】

## ( 1 0 ) 対向電極

対向電極 2 0 は、透光性の導電性材料からなり、第 2 機能層 1 9 上に形成されている。対向電極 2 0 は、陰極として機能する。

対向電極 2 0 としては、例えば、金属薄膜または、ITO や IZO などの透明導電膜を用いることができる。光共振器構造をより効果的に得るためには、対向電極 2 0 の材料として、アルミニウム、マグネシウム、銀、アルミニウム - リチウム合金、マグネシウム - 銀合金等のうち少なくとも 1 つの材料からなる金属薄膜を形成するのが望ましい。この場合において、金属薄膜の膜厚は、5 nm 以上 3 0 nm 以下とすることが望ましい。

## 【 0 0 6 0 】

上記のような光共振器構造を採用する場合には、第 2 機能層 1 9 と対向電極 2 0 の間に ITO や IZO などの透明導電膜を所望の膜厚で形成して、有機発光層 1 7 と対向電極 2 0 間の光学的距離を適切な大きさに調整するのが望ましい（詳しくは、後述の変形例（2）参照）。

また、対向電極 2 0 上に同じく ITO や IZO などの透明導電膜を形成して、これにより、色度や視野角を調整するようにしてもよい。

## 【 0 0 6 1 】

## ( 1 1 ) 封止層

封止層 2 1 は、正孔輸送層 1 6、有機発光層 1 7、第 2 機能層 1 9 などの有機層が水分に晒されたり、空気に晒されたりして劣化するのを防止するために設けられるものである。

封止層 2 1 は、例えば、窒化シリコン（SiN）、酸窒化シリコン（SiON）などの透光性材料を用いて形成される。

## 【 0 0 6 2 】

## ( 1 2 ) その他

図 3 には示されていないが、封止層 2 1 上に透明な接着剤を介して防眩用の偏光板や上部基板を貼り合せてもよい。また、各有機 EL 素子 2 により発光される光の色度を補正するためのカラーフィルターを貼り合わせてもよい。これらにより、正孔輸送層 1 6、有機発光層 1 7、第 2 機能層 1 9 などを外部の水分および空気などからさらに保護できる。

## 【 0 0 6 3 】

## 3 . 有機 EL パネル 1 0 の製造方法

以下、有機 EL パネル 1 0 の製造方法について、図面を用いて説明する。

図 4 ( a ) ~ ( f )、図 5 ( a ) ~ ( d )、図 6 ( a )、( b ) および図 7 ( a ) ~ ( d ) は、有機 EL パネル 1 0 の製造における各工程での状態を示す模式断面図である。また、図 8 は、有機 EL パネル 1 0 の製造工程を示すフローチャートである。

## 【 0 0 6 4 】

## ( 1 ) 基板準備工程

まず、図 4 ( a ) に示すように、基材 1 1 1 上に TFT 層 1 1 2 を成膜して基板 1 1 を準備する（図 8 のステップ S 1）。TFT 層 1 1 2 は、公知の TFT の製造方法により成膜することができる。

## ( 2 ) 層間絶縁層形成工程

次に、図 4 ( b ) に示すように、基板 1 1 上に、層間絶縁層 1 2 を形成する（図 8 のステップ S 2）。

## 【 0 0 6 5 】

具体的には、一定の流動性を有する樹脂材料を、例えば、ダイコート法により、基板 1 1 の上面に沿って、TFT 層 1 1 2 による基板 1 1 上の凹凸を埋めるように塗布する。これにより、層間絶縁層 1 2 の上面は、基材 1 1 1 の上面に沿って平坦化した形状となる。

また、層間絶縁層 1 2 における、TFT 素子の例えばソース電極上の個所にドライエッチング法を行い、コンタクトホール（不図示）を形成する。コンタクトホールは、その底部にソース電極の表面が露出するようにパターニングなどを用いて形成される。

10

20

30

40

50

## 【0066】

次に、コンタクトホールの内壁に沿って接続電極層を形成する。接続電極層の上部は、その一部が層間絶縁層12上に配される。接続電極層の形成は、例えば、スパッタリング法を用いることができ、金属膜を成膜した後、フォトリソグラフィ法およびウエットエッチング法を用いてパターンングすればよい。

## (3) 画素電極・正孔注入層の形成工程

次に、図4(c)に示すように、層間絶縁層12上に画素電極材料層130を形成する。画素電極材料層130は、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法などを用いて形成することができる。

## 【0067】

さらに、画素電極材料層130上に正孔注入材料層150を形成する(図4(d))。正孔注入材料層150は、例えば、反応性スパッタ法などを用いて形成することができる。

そして、図4(e)に示すように、画素電極材料層130と正孔注入材料層150とをエッチングによりパターンングして、副画素ごとに区画された複数の画素電極13と正孔注入層15とを形成する(図8のステップS3)。

## 【0068】

なお、画素電極13、正孔注入層15の形成方法は上述の方法に限られず、例えば、画素電極材料層130をパターンングして画素電極13を形成してから、正孔注入層15を形成してもよい。

また、隔壁14を形成してから、正孔注入層15をウエットプロセスによって形成するようにしてもよい。

## 【0069】

## (4) 隔壁・画素規制層形成工程

次に、隔壁14および画素規制層141を形成する(図8のステップS4)。

本実施の形態では、画素規制層141と隔壁14を別工程で形成するようにしている。

## (4-1) 画素規制層形成

まず、Y方向(図2)における画素電極列を副画素毎に仕切るため、X方向に伸びる画素規制層141を形成する。

## 【0070】

図5(a)に示すように、画素電極13、正孔注入層15が形成された層間絶縁層12上に、画素規制層141の材料となる感光性の樹脂材料を一様に塗布して、形成すべき画素規制層141の高さと等しい膜厚の画素規制層材料層1410を形成する。

具体的な塗布方法として、例えばダイコート法やスリットコート法、スピンコート法などのウエットプロセスを用いることができる。塗布後には、例えば、真空乾燥及び60~120程度の低温加熱乾燥(プリベーク)などを行って不要な溶媒を除去するとともに、画素規制層材料層1410を層間絶縁層12に定着させることが好ましい。

## 【0071】

そして、フォトリソグラフィ法を用いて、画素規制層材料層1410をパターンングする。

例えば、画素規制層材料層1410がポジ型の感光性を有する場合は、画素規制層141として残す箇所を遮光し、除去する部分が透明なフォトマスク(不図示)を介して画素規制層材料層1410を露光する。

## 【0072】

次に、現像を行い、画素規制層材料層1410の露光領域を除去することにより、画素規制層141を形成することができる。具体的な現像方法としては、例えば、基板11全体を、画素規制層材料層1410の露光により感光した部分を溶解させる有機溶媒やアルカリ液などの現像液に浸した後、純水などのリンス液で基板11を洗浄すればよい。

その後、所定温度で焼成(ポストベーク)することにより、層間絶縁層12上に、X方向に延伸する画素規制層141を形成することができる(図5(b))。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 3 】

## ( 4 - 2 ) 隔壁形成

次に、Y方向に伸びる隔壁14を上記画素規制層141と同様に形成する。

すなわち、上記画素電極13、正孔注入層15、画素規制層141が形成された層間絶縁層12上に、隔壁用の樹脂材料を、ダイコート法などを用いて塗布して、形成すべき隔壁14の高さと等しい膜厚の隔壁材料層140を形成し(図5(c))、フォトリソグラフィ法により隔壁材料層140にY方向に延在する隔壁14をパターンニングした後、所定の温度で焼成して隔壁14を形成する(図5(d))。

## 【 0 0 7 4 】

なお、上記では、画素規制層141と隔壁14のそれぞれの材料層をウエットプロセスで形成した後にパターンニングするようにしたが、いずれか一方または双方の材料層をドライプロセスで形成して、フォトリソグラフィ法とエッチング法により、パターンニングするようにしてもよい。

## ( 5 ) 正孔輸送層形成工程

次に、図6(a)に示すように、隔壁14が規定する開口部14aに対し、正孔輸送層16の構成材料を含むインクを、印刷装置の塗布ヘッド301のノズル3011から吐出して開口部14a内の正孔注入層15上に塗布する。この際、正孔輸送層16のインクは、画素電極列の上方においてY方向(図2)に沿って延伸するように塗布される。その後、乾燥させて、正孔輸送層16を形成する(図8のステップS5)。

## 【 0 0 7 5 】

## ( 6 ) 有機発光層形成工程

次に、上記正孔輸送層16の上方に、有機発光層17を形成する(図8のステップS6)。

具体的には、図6(b)に示すように、各開口部14aに対応する発光色の発光材料を含むインクを、印刷装置の塗布ヘッド301のノズル3011から順次吐出して開口部14a内の正孔輸送層16上に塗布する。この際、インクを画素規制層141の上方においても連続するように塗布する。これにより、Y方向に沿ってインクが流動可能となり、インクの塗布むらを低減して、同一の副画素列における有機発光層17の膜厚を均一化することが可能となる。

## 【 0 0 7 6 】

そして、インク塗布後の基板11を真空乾燥室内に搬入して真空環境下で加熱することにより、インク中の有機溶媒を蒸発させる。これにより、有機発光層17を形成できる。

## ( 7 ) 第1機能層形成工程

次に、図7(a)に示すように、有機発光層17および隔壁14上に、第1機能層18を形成する(図8のステップS7)。第1機能層18は、NaFを蒸着法により各副画素に共通して成膜することにより形成される。

## 【 0 0 7 7 】

## ( 8 ) 第2機能層形成工程

次に、図7(b)に示すように、第1機能層18上に、第2機能層19を形成する(図8のステップS8)。第2機能層19は、例えば、電子輸送性の有機材料とドーパ金属であるYbを共蒸着法によって各副画素に共通して成膜することにより形成される。

## ( 9 ) 対向電極形成工程

次に、図7(c)に示すように、第2機能層19上に、対向電極20を形成する(図8のステップS9)。本実施の形態では、対向電極20は、銀、アルミニウム等を、スパッタリング法、真空蒸着法により成膜することにより形成される。

## 【 0 0 7 8 】

## ( 10 ) 封止層形成工程

次に、図7(d)に示すように、対向電極20上に、封止層21を形成する(図8のステップS10)。封止層21は、SiON、SiN等を、スパッタリング法、CVD法などにより成膜することにより形成することができる。

10

20

30

40

50

これにより、有機ELパネル10が完成する。

【0079】

なお、上記の製造方法は、あくまで例示であり、適宜変更可能である。

4. 有機EL素子の評価実験

次に、上記実施の形態により形成された有機EL素子2の発光効率および寿命について評価実験を行った。

図9は、上記有機EL素子2における画素電極(陽極)13の対向電極(陰極)20までの積層構造を模式的に示す図である。

【0080】

実験対象となる有機EL素子2(実施品)では、ガラス基板上にAl合金を蒸着して画素電極(陽極)13とし、正孔注入層15、電子輸送層16、有機発光層17、第1機能層18、第2機能層19、対向電極(陽極)20を順に積層している。

第1機能層18は、膜厚が2nmのNaF薄膜であり、真空蒸着法により形成した。第2機能層19は、有機材料とYbを共蒸着法により膜厚15nmとなるように形成した。ドーピング金属Ybのドーピング濃度は、20wt%である。

【0081】

比較品1に係る有機EL素子は、図9における第1機能層18を形成せずに、第2機能層19のドーピング金属をBaとした。このBaは、アルカリ土類金属であり、仕事関数が十分低く、従来からn型ドーパントとして広く用いられてきたものである。

比較品2に係る有機EL素子は、図9における第1機能層18を形成せずに、第2機能層19のドーピング金属をYbとした。

【0082】

比較品3に係る有機EL素子は、NaFからなる第1機能層18を形成し、第2機能層19のドーピング金属をBaとした。

比較品1~3の第2機能層の膜厚およびドーピング金属のドーピング濃度は、それぞれ、本実施品と同じ、15nm、20wt%に設定した。

また、比較品3における第1機能層18の膜厚は、実施品と同じ、2nmである。

【0083】

その他の層の形成条件は、実施品、比較品1~3とも全て同じにした。

図10は、本実施品と比較品1~3との発光効率、駆動電圧、寿命および総合評価の結果を示す比較表である。

同表において、発光効率欄には、発光初期における発光効率(単位電力あたりの全光束lm/W(ルーメン毎ワット))を、実施品の発光効率を100とした場合の比較値で示されている。

【0084】

また、駆動電圧欄には、一定電流を印加した際の駆動電圧の逆数を、実施品を100とした場合の比較値で示している。逆数で比較しているから、この欄の数値が高いほど駆動電圧が低くなることを示す。

寿命欄には、加速度実験した結果を示しており、ここでは、例えば、発光効率が初期の80%以下になったときに寿命に達したと判断している。この場合も実施品の寿命を100とした場合の比較値で示している。

【0085】

なお、総合評価は、上記の発光効率、駆動電圧、寿命の評価が、いずれも95ポイント以上である場合を「○」とし、80以上95ポイント未満である場合を「△」とし、80ポイント未満のものを「×」と評価した。

図10の比較表を見ても分かるように、第1機能層を有しない比較品1、2では、発光効率は、実施品の6割程度に落ち込む。また電圧は、ともに大きく高電圧化している。しかも、寿命評価になると、第2機能層のドーピング金属がBaの場合の比較品1は、3割近くまで落ち込み、ドーピング金属がYbの場合の比較品2は、ほぼ5割まで落ち込んでいる。

10

20

30

40

50

## 【0086】

また、比較品3では、第2機能層のドーピング金属はBaであるが、NaFからなる第1機能層を有しているため、電子輸送性が補完され、発光効率・駆動電圧での評価値が高くなるが、実施例にはわずかに及ばない。しかし、寿命に関しては、実施品と、まだ30ポイントもの差がついている。

そして、総合評価として「 」となるものは、本実施品のみであった。

## 【0087】

このような実験結果から次のことが分かる。

(ア) Baの仕事関数が、Ybの仕事関数よりも小さいにも関わらず(Baの仕事関数2.52V、Ybの仕事関数2.6V)、発光効率および駆動電圧において、ドーピング金属がYbの方が、ドーピング金属がBaの場合よりも若干評価が高い。これは、希土類であるYbの方がアルカリ土類金属であるBaよりも活性が低く、発光デバイス作製プロセス中で水分と反応して変質が起こりにくく、電圧も低く、電子電流量の低下も抑制されることで効率の低下も抑制されていると考えられる。

10

## 【0088】

(イ) 希土類金属であるYbの方がアルカリ土類金属であるBaよりも活性が低く、水分と反応して変質しにくいいため、寿命の観点からドーピング金属がYbの方がかなり優位になる。

(ウ) 第1機能層がない場合には(比較品1、比較品2)、第2機能層のドーピング金属がBaかYbかで、寿命の差が18%であったにも関わらず、NaFの第1機能層を有している場合には(比較品3、実施品)、第2機能層のドーピング金属がBaかYbかで、寿命の差が30%まで開いている。これは、NaFとYbとの組み合わせの相性がよく、それらの相乗効果により、水分に対する耐性がより優れた長寿命の有機EL素子が形成されるからであると推察される。

20

## 【0089】

5. 第1機能層と第2機能層の膜厚および第2機能層におけるドーブ濃度について

## (1) 第1機能層の膜厚

第1機能層18を形成するNaFは、上述のように有機発光層17への電子注入性と、水分ブロック性を有しており、その膜厚は、0.1nm以上、20nm以下が望ましい。膜厚が0.1nm未満であると、薄すぎて第2機能層19から有機発光層17への電子注入性と、第2機能層19への水分ブロック性の効果を十分に発揮できず、また、膜厚が20nmを超えると、第2機能層の還元作用が十分に第一機能層に働かず、電子注入性を悪化させてしまう。

30

## 【0090】

## (2) 第2機能層の膜厚

第2機能層19のドーピング金属であるYbは、陰極である対向電極20からの電子注入性に優れると共に、従来のBaなどと比べて透明度が高いので、その膜厚は、5nm以上、150nm以下の範囲とすることができる。膜厚が5nm未満であると、薄すぎて十分に第一機能層であるNaFを還元出来ずに陰極から十分電子を注入することができず、また、膜厚が150nmを超えると、光学調整が難しく、光取出し効率が悪化し、発光効率に支障を生ずるおそれがあるからである。

40

## 【0091】

第2機能層19の膜厚の範囲をこのように広く取れるため、光学的設計により、この膜厚の範囲内で、R、G、Bの発光色ごとに第2機能層19の厚みを個別に設定して、光共振構造を構築することも可能である。

なお、第1機能層18は、下層の有機層から第2機能層19への水分の移動をブロックする機能と有機発光層17への電子注入の2つの機能を同時に担っているので、第1機能層18を有機発光層17上に直接積層すると共に、第1機能層18上に第2機能層19を直接形成するのが効果的である。これにより余分な中間層を介在させる必要がないので、プロセス負荷を軽減できる。

50

## 【0092】

## (3) 第2機能層におけるYbのドーブ濃度

Ybは、仕事関数が低く電子注入性に優れていると共に、水分に対する反応性がアルカリ金属等に比してかなり低いので、ドーブ濃度を1wt%以上、90wt%以下の範囲とすることができる。1wt%未満であると必要な電子注入性を得られず、90wt%を超えると、蒸着時などにYbの塊が生じやすく、ホスト材料である有機層中に均等に分散させるのが難しくなるからである。

## 【0093】

## 6. 効果(まとめ)

以上、説明したように本表示の態様に係る有機EL素子によれば、有機発光層17上にNaFからなる第1機能層18を形成し、その上にYbをドーブした第2機能層19を形成している。

第1機能層18のNaFは、水分のブロック能力が高いと共に、Ybの還元作用により電子注入性を増すことができるので、電子輸送層の機能を果たしつつ、その下層の有機発光層17や隔壁14、画素規制層141の有機層からの水分が第2機能層19に浸入するのを抑制することができる。

## 【0094】

一方、第2機能層19のドーピング金属であるYbは希土類であり、仕事関数が低いので電子注入性が良好であり、発光効率が向上し、駆動電圧も低く抑えることができる。さらに、上記第1機能層18によって、下層の有機層からの水分の浸入が抑制されている上、Yb自体、アルカリ金属等に比して水分との反応性が低いため変質しにくい。

したがって、有機EL素子2の有機層の少なくとも1層をウエットプロセスで形成して製造コストを低減させつつ、有機層の含有水分による第2機能層19の電子注入性の劣化を抑制して、有機EL素子の長寿命化を図ることができる。

## 【0095】

## 変形例

以上、本発明の一態様として、有機EL素子、及び有機ELパネル、及び有機EL素子の製造方法などの実施の形態について説明したが、本発明は、その本質的な特徴的構成要素を除き、以上の説明に何ら限定を受けるものではない。以下では、本発明の他の態様を説明する。

## 【0096】

## (1) 第2機能層の構成の変形例

上記実施の形態では、第2機能層19は単層で、かつ、Ybのドーブ濃度が均一になるようにしたが、次のような構成にしてもよい。

## (1-1) 第2機能層を単層構造のまま膜厚方向にYbの濃度勾配を設ける構成

図11は、第1変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

## 【0097】

同図に示すように、第2機能層19のYbのドーブ濃度が対向電極20に接する側は、 $X_2$ wt%で、第1機能層18に近づくにつれてドーブ濃度が少なくなり、第1機能層18と接する部分では、 $X_1$ wt% ( $X_1 < X_2 < 90$ )となるように構成されている。

このような構成にすることにより、第2機能層のYb含有量を連続して変化させることで第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、第1機能層には弱い還元性を作用させ、電子注入性は制限しつつも水分の第2機能層への侵入をより抑制でき、Ybドーブ量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることも出来る。また、陰極側の濃度を高くすることで陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができる。

## 【0098】

これにより、より発光効率に優れ、長寿命化が可能な有機EL素子を提供できる。

なお、Ybのドーブ濃度を徐々に変化させる方法として、例えば、共蒸着法において、

10

20

30

40

50

Y bを加熱する電気炉の温度と有機材料を加熱する電気炉の温度をそれぞれ制御して、Y bの蒸着速度を、有機材料の蒸着速度に対して相対的に遅くさせていくことにより達成できる。

【0099】

(1-2) 第2機能層が2層構造

図12は、第2変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

同図に示すように、第2機能層19を、第1層部分191と第2層部分192の2層構造とし、第2層部分192のY bのドーピング濃度( $X_2$  wt%)を第1層部分191のY bのドーピング濃度( $X_1$  wt%)より高くしている( $1 < X_1 < X_2 < 90$ )。

【0100】

本変形例によっても上記(1-1)の変形例と同様、発光効率の向上と長寿命化が期待できる。

(1-3) 第2機能層が3層構造

図13は、第2変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

同図に示すように、第2機能層19を、第1層部分191、第2層部分192、第3層部分193の3層構造とし、第1～第3層部分191～193のY bのドーピング濃度を、それぞれ $X_1$  wt%、 $X_2$  wt%、 $X_3$  wt%としたときに、 $1 < X_2 < X_1 < X_3 < 90$ の関係を満たすように形成されている。

【0101】

本変形例によれば、対向電極20側の第3層部分193のドーピング濃度が、第1機能層18側の第1層部分191よりも大きいので、この部分で第2変形例と同じような効果を得られると共に、第1、第3層部分191、193の間にある第2層部分192のドーピング濃度が一番低くなるようにしているのでY bドーピング量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることが出来る。

また、第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、還元させ、発光層への電子注入性を向上させることが出来る。

また、第3層の濃度を高くすることでより陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができるという効果を得ることができる。

【0102】

(2) 光共振器構造

発光効率をさらに向上するためには、光共振器構造を採用することが望ましい。

図14は、有機EL素子2の別の態様に係る積層構造を示す模式図である。

同図に示すように、第2機能層19と対向電極20との間に所定膜厚の透明導電膜23が形成されている。この透明導電膜23は、ITOやIZOなどをマグネトロンスパッタリング法などにより形成する。

【0103】

透明導電膜23を介在させることにより、対向電極20と透明導電膜23との組が、陰極として機能し、合成されたシート抵抗が低くなり、電圧降下による輝度の防止に寄与すると共に、ITO、IZOは透明度が高いので膜厚を比較的大きくとれるため、光共振器構造における光路長の調整に利用することができる。

この透明導電膜23の膜厚は、15 nm以上が望ましい。40 nm以上が更に望ましい。透明導電膜の膜厚を15 nm以上にすることでキャビティ調整(光共振器構造のための膜厚調整)を効果的に利用することが出来、高効率化を実現できる。

【0104】

図15は、本変形例に係る有機EL素子2の光共振器構造における光の干渉を説明する図である。

光共振器構造は、画素電極13の正孔注入層15との界面と、対向電極20の透明導電膜23との界面との間に構成される。

図15には、有機発光層17から出射される光の主な光路を示している。光路C1は、

10

20

30

40

50

有機発光層 17 から対向電極 20 側に出射された光が、反射されることなく対向電極 20 を透過する光路である。

【0105】

光路 C2 は、有機発光層 17 から画素電極 13 側に出射された光が、画素電極 13 で反射され、有機発光層 17 を経由して対向電極 20 を透過する光路である。この場合には、対向電極 20 は、下方からくる光を一部反射するような半透過性を有することが望ましい。このような対向電極 20 は、前述したように、Ag または Al、それらの合金などを材料として、蒸着法によって 5 nm 以上 30 nm 以下の膜厚で形成することにより達成できる。

【0106】

光路 C3 は、有機発光層 17 から対向電極 20 側に出射された光が、対向電極 20 で反射され、さらに画素電極 13 で反射され、有機発光層 17 を介して対向電極 20 を透過する光路である。

光路 C1 と光路 C2 の光学距離の差（光路差）C1 は、図 15 に示す光学膜厚 L1 の 2 倍の長さに対応する。光学膜厚 L1 は、有機発光層 17 から画素電極 13 の正孔注入層 15 との界面までの、正孔注入層 15 と正孔輸送層 16 の合計の光学距離（各層における膜厚と屈折率との積の合計値）である。

【0107】

また、光路 C2 と光路 C3 との光路差 C2 は、図 15 に示す光学膜厚 L2 の 2 倍に対応する。光学膜厚 L2 は、有機発光層 17 から対向電極 20 の透明導電膜 23 との界面までの、第 1 機能層 18、第 2 機能層 19、透明導電膜 23 の光学距離（各層における膜厚と屈折率との積の合計値）である。

光共振器構造では、各光路 C1、光路 C2、光路 C3 を経た光が、同位相で有機 EL 素子 2 から射出されるように調整する必要がある。そのため、図 15 で発光される光の目標波長を  $\lambda$  とすると、光路 C2 では、1 回反射して半波長だけずれているので、

光路差 C1 =  $n \cdot \lambda / 2$  の整数倍 +  $\lambda / 4$  であるのが望ましい。

【0108】

このように、正孔注入層 15、正孔輸送層 16、有機発光層 17 の膜厚などのいずれか 1 つ、または 2 つ値が設定されている。

また、光路 C3 を経た光が、同位相で有機 EL 素子 2 から射出されるように調整する必要があるが、そのためには、光路 C3 では、2 回反射しているため、この場合には、

光路差 C2 =  $n \cdot \lambda$  の整数倍 であるのが望ましい。

【0109】

また、上記光路差 C1 は、正孔注入層 15 または正孔輸送層 16 の厚みおよびそれらの屈折率により決定されるが、光路差 C2 については、図 14 の透明導電膜 23 の厚みと屈折率によって調整されるが望ましい。上述の通り透明導電膜 23 は透明性が高いので、当該薄膜の膜厚の多少の相違があっても、影響は少ないからである。

各発光色の波長が異なるので、その波長にあわせて、上記光路差 C1、C2 を変更すべく、各発光色に対応した有機 EL 素子 2 における正孔注入層 15、正孔輸送層 16、有機発光層 17 の膜厚および透明導電膜 23 の膜厚が決定される。

【0110】

なお、上述のように Yb は水分と反応して変質しにくいので第 2 機能層 19 にドーピングする Yb の量を最小限に抑制することができ、その結果として透明性が高く、その許容される膜厚の範囲も広いので、上記透明導電膜 23 に代えて、もしくは透明導電膜 23 と合わせて光路差 C2 が、上述の共振条件を満たすように膜厚を設定しても構わない。

また、第 2 機能層 19 上に第 3 機能層として ITO や IZO がスパッタ法により製膜されるときにおいても、第 2 機能層 19 がそのスパッタダメージを緩和することができるため、有機発光層が保護され、発光効率が良好で寿命が短くない有機 EL 素子を得ることができる。

【0111】

10

20

30

40

50

(3) 外部からの水分浸入の阻止および対向電極のシート抵抗による電圧降下の軽減

(3-1) 図16は、有機EL素子2のさらに別の態様に係る積層構造を示す模式図である。

図14の構成と異なるのは、第2機能層19と透明導電膜23との間に、Ybからなる中間層(Yb層)24が形成されている点である。

【0112】

これにより対向電極20からの電子注入性がさらに向上すると共に、Yb層24、透明導電膜23、対向電極20を一組の陰極と捉えたときに全体のシート抵抗が低下するので、有機ELパネル10が大型化しても、その画面中央部における電圧降下を抑制し、より良好な画質を得ることができる。

また、Ybは、ある程度の耐水性を有しているため、上層(透明導電膜23、対向電極20、封止層21)からの水分の浸入を阻止して、下層の第2機能層19や有機発光層17の劣化を抑制し、長寿命化を図ることができる。

【0113】

なお、Yb層24の膜厚は、0.1nm以上、3nm以下の範囲であることが望ましい。

0.1nm未満であると、耐水性及びシート抵抗の低下の効果が、さほど期待できず、3nmを超えると光透過性に影響を与え、却って有機EL素子2の発光効率を低下させてしまうおそれがあるからである。

【0114】

(3-2) 図17は、有機EL素子2のさらに別の態様に係る積層構造を示す模式図である。

同図に示すように、本変形例では、透明導電膜23と対向電極20との間に、Yb層24が形成されている。この構成によっても、対向電極20とYb層24の組からなるシート抵抗が低下するので、電圧降下が軽減され、有機ELパネル10が大型化しても、その画面中央部における電圧降下を抑制し、より良好な画質を得ることができる。

【0115】

また、Ybの耐水性により、上層(対向電極20、封止層21)からの水分の浸入を阻止して、下層の透明導電膜23や第2機能層19、有機発光層17の劣化を抑制し、長寿命化を図ることができる。この構成によれば、透明導電膜23も外部の水分から保護できる。

なお、この変形例におけるYb層24の膜厚も、上記(3-1)と同様な理由から、0.1nm以上、3nm以下の範囲であることが望ましい。

【0116】

(3-3) 図18は、有機EL素子2のさらに別の態様に係る積層構造を示す模式図である。同図に示すように、本変形例では、対向電極20の外側(有機発光層17と反対側)に、Yb層24が形成されている。この構成によっても、対向電極20のシート抵抗による電圧降下を軽減し、有機ELパネル10が大型化しても、その画面中央部における電圧降下を抑制し、より良好な画質を得ることができる。但し、対向電極20より外側に設けられているため、電子注入性の補強という効果はない。

【0117】

また、Ybの耐水性により、上層(封止層21)からの水分の浸入を阻止して、下層の透明導電膜23や第2機能層19、有機発光層17の劣化を抑制し、長寿命化を図ることができる。

この変形例におけるYb層24の膜厚は、0.1nm以上、5nm以下の範囲であることが望ましい。0.1nm未満であると、耐水性及びシート抵抗の低下の効果が、さほど期待できず、5nmを超えると光透過性に影響を与え、却って有機EL素子2の発光効率を低下させてしまうおそれがあるからである。

【0118】

(4) 隔壁・画素規制層の形成工程の変形例

10

20

30

40

50

上記実施の形態では、隔壁 1 4 と画素規制層 1 4 1 を別の工程で形成するようにしたが、ハーフトーンマスクを用いて、隔壁 1 4 と画素規制層 1 4 1 を同時に形成するようにしてもよい。

まず、画素電極 1 3、正孔注入層 1 5 が形成された層間絶縁層 1 2 上に、ダイコート法などのウエットプロセスにより、樹脂材料を塗布して隔壁材料層 1 4 0 (図 5 (c) 参照) を形成する。

#### 【0119】

塗布後には、例えば、真空乾燥及び 60 ~ 120 程度の低温加熱乾燥 (プリベーク) などを行って不要な溶媒を除去するとともに、隔壁材料層を層間絶縁層 1 2 に定着させることが好ましい。

次に、フォトマスク (不図示) を介して隔壁材料層 1 4 0 を露光する。

例えば、隔壁材料層 1 4 0 がポジ型の感光性を有する場合は、隔壁材料層 1 4 0 を残す箇所を遮光し、除去する部分を露光する。

#### 【0120】

画素規制層 1 4 1 は、隔壁 1 4 よりも膜厚が小さいので、画素規制層 1 4 1 の部分は、隔壁材料層 1 4 0 を半露光する必要がある。

そのため、露光工程で使用されるフォトマスクとして、隔壁 1 4 に対応する位置に配され光を完全に遮断する遮光部と、画素規制層 1 4 1 に対応する位置に配された半透明部と、それ以外の画素電極 1 3 の露出部分に対応する位置に配された透光部とを有するハーフトーンマスクを使用する。

#### 【0121】

上記半透明部の透光度は、所定時間露光したときに、画素電極 1 3 上の隔壁材料層 1 4 0 が全露光され、画素規制層 1 4 1 は、その高さ分だけ露光されないで残るように決定される。

次に、現像を行い、隔壁材料層 1 4 0 の露光領域を除去することにより、隔壁 1 4 と、これよりも膜厚の小さな画素規制層 1 4 1 を形成することができる。具体的な現像方法としては、例えば、基板 1 1 全体を、隔壁材料層 1 4 0 の露光により感光した部分を溶解させる有機溶媒やアルカリ液などの現像液に浸した後、純水などのリンス液で基板 1 1 を洗浄すればよい。その後、所定の温度で焼成する。

#### 【0122】

以上のようにハーフトーンマスクの使用により、層間絶縁層 1 2 上に、Y 方向に延伸する隔壁 1 4 および X 方向に延伸する画素規制層 1 4 1 を同一の工程で形成することができるので、その分だけ工程数を減らすことができるので、有機 EL パネル製造のコストダウンに資する。

#### (5) 有機 EL 素子の積層構造の変形例

上記実施の形態では、有機 EL 素子の積層構成として、第 1 機能層 1 8 や第 2 機能層 1 9、正孔注入層 1 5 や正孔輸送層 1 6 を有する構成であったが、これに限られない。例えば、正孔輸送層 1 6 を有しない有機 EL 素子であってもよい。また、例えば、正孔注入層 1 5 と正孔輸送層 1 6 とに替えて、単一層の正孔注入輸送層を有していてもよい。

#### 【0123】

(6) 上記実施の形態に係る有機 EL パネル 1 0 では、図 2 に示すように、画素規制層 1 4 1 の延伸方向が有機 EL パネル 1 0 の長軸 X 方向、隔壁 1 4 の延伸方向が有機 EL パネル 1 0 の短軸 Y 方向であったが、画素規制層 1 4 1 と隔壁 1 4 の延伸方向は、逆であってもよい。また、画素絶縁層及び隔壁の延伸方向は、有機 EL パネル 1 0 の形状とは無関係な方向であってもよい。

#### 【0124】

また、上記実施の形態に係る有機 EL パネル 1 0 では、一例として画像表示面を長方形としたが、画像表示面の形状に限定はなく、適宜変更可能である。

また、上記実施の形態に係る有機 EL パネル 1 0 では、画素電極 1 3 を長方形平板状の部材としたが、これに限られない。

10

20

30

40

50

さらに、上記実施の形態においてはラインバンク方式の有機 E L パネルについて説明したが、一つの副画素ごとにその四方を隔壁で囲むようにした、いわゆるピクセルバンク方式の有機 E L パネルであっても構わない。

#### 【 0 1 2 5 】

( 7 ) 上記実施の形態に係る有機 E L パネル 1 0 では、R、G、B 色にそれぞれ発光する副画素 1 0 0 R、1 0 0 G、1 0 0 B が配列されていたが、副画素の発光色はこれに限られず、例えば、R、G、B に加えて黄色 ( Y ) の 4 色であってもよい。また、一つの画素 P において、副画素は 1 色あたり 1 個に限られず、複数配置されてもよい。また、画素 P における副画素の配列は、図 2 に示すような、赤色、緑色、青色の順番に限られず、これらを入れ替えた順番であってもよい。

10

#### 【 0 1 2 6 】

( 8 ) また、上記実施の形態に係る有機 E L パネル 1 0 は、アクティブマトリクス方式を採用したが、これに限られず、パッシブマトリクス方式を採用してもよい。また、トップエミッション型の有機 E L 表示パネルだけでなくボトムエミッション型の有機 E L 表示パネルにも適用可能である。

( 9 ) 上記実施の形態で示した有機 E L パネルは、図 1 9 に示すようにテレビ装置 4 0 0 の表示部 4 0 1 や、その他パーソナルコンピュータ、形態端末、業務用ディスプレイなど様々な電子機器の表示パネルとして用いることができる。

#### 補足

以上、本開示に係る有機 E L 素子およびその製造方法並びに有機 E L パネル、有機 E L 表示装置、電子機器について、実施の形態および変形例に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態および変形例に限定されるものではない。上記実施の形態および変形例に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で実施の形態および変形例における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

20

#### 【 産業上の利用可能性 】

#### 【 0 1 2 7 】

本開示に係る有機 E L 素子は、様々な電子機器に用いられる表示パネルに広く利用することができる。

#### 【 符号の説明 】

30

#### 【 0 1 2 8 】

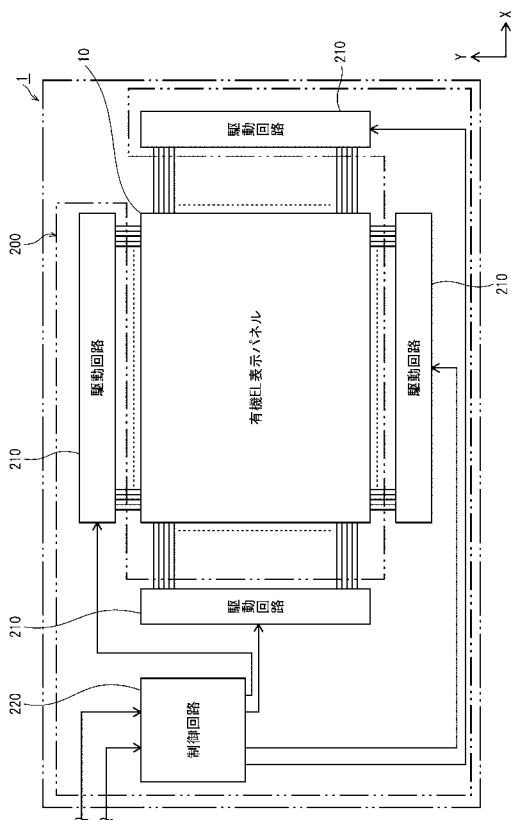
- 1 有機 E L 表示装置
- 2 有機 E L 素子
- 1 0 有機 E L パネル
- 1 1 基板
- 1 2 層間絶縁層
- 1 3 画素電極
- 1 4 隔壁
- 1 5 正孔注入層
- 1 6 正孔輸送層
- 1 7 有機発光層
- 1 8 第 1 機能層
- 1 9 第 2 機能層 1 9
- 2 0 対向電極
- 2 1 封止層
- 2 3 透明導電膜
- 2 4 Y b 層
- 1 0 0 B、1 0 0 G、1 0 0 R 副画素
- 1 1 1 基材
- 1 1 2 T F T 層

40

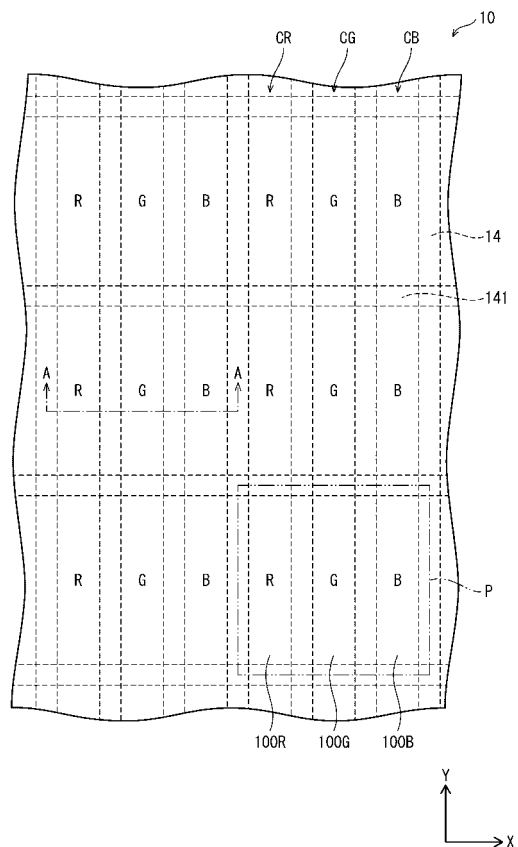
50

- 1 2 5 R、1 2 5 G 掘り込み部
- 1 4 0 隔壁材料層
- 1 4 1 画素規制層
- 1 9 1 第 1 層部分
- 1 9 2 第 2 層部分
- 1 9 3 第 3 層部分

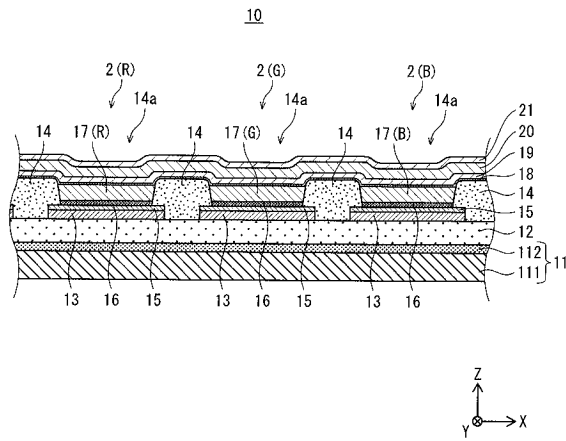
【 図 1 】



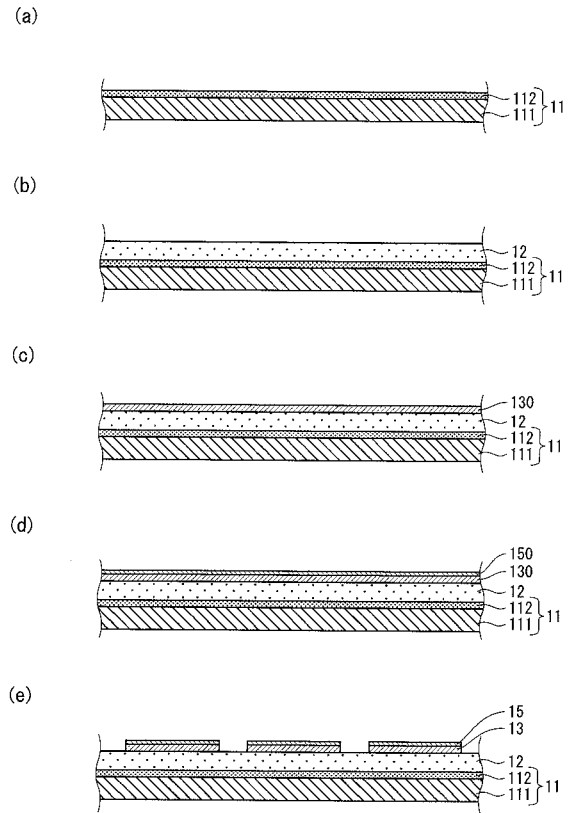
【 図 2 】



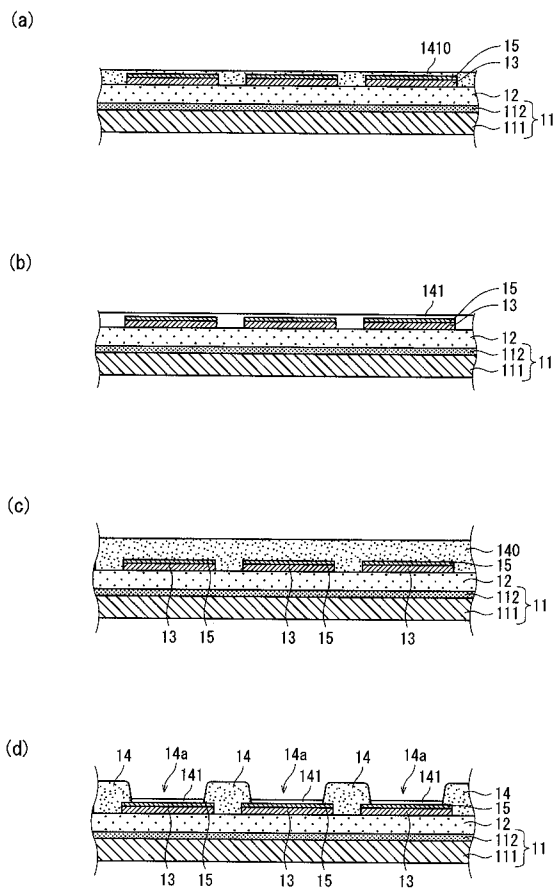
【 図 3 】



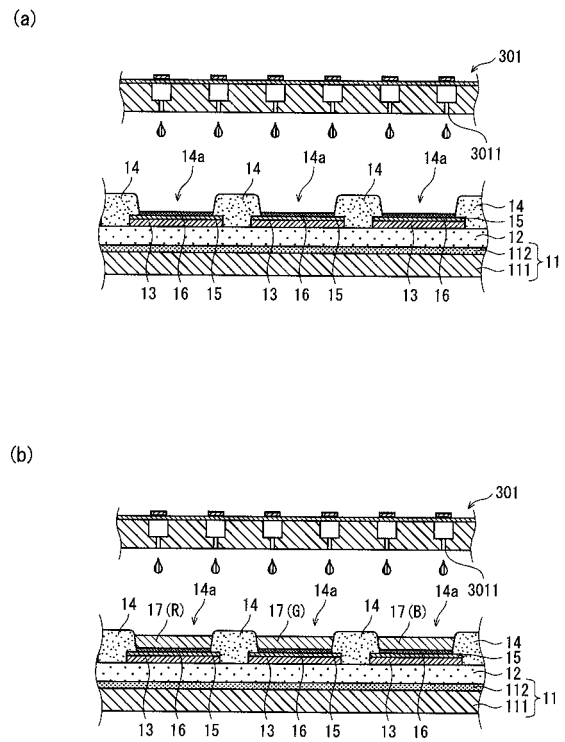
【 図 4 】



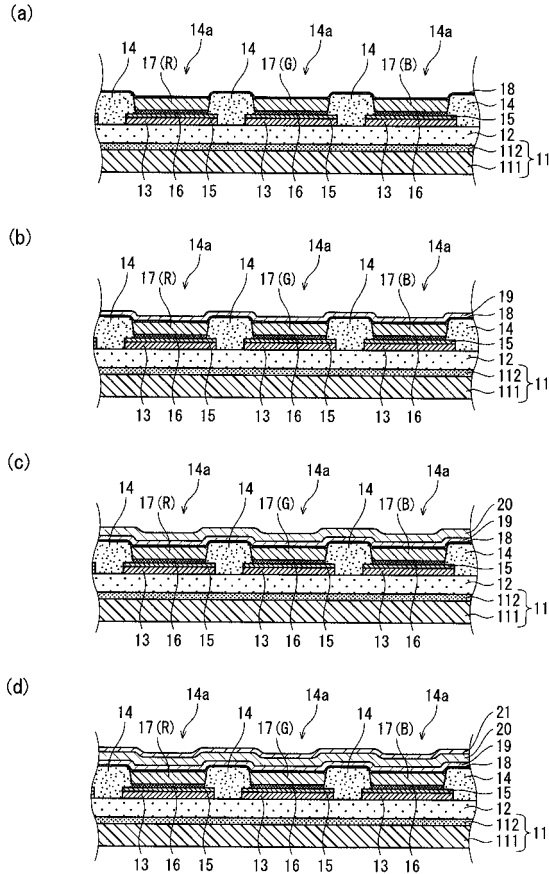
【 図 5 】



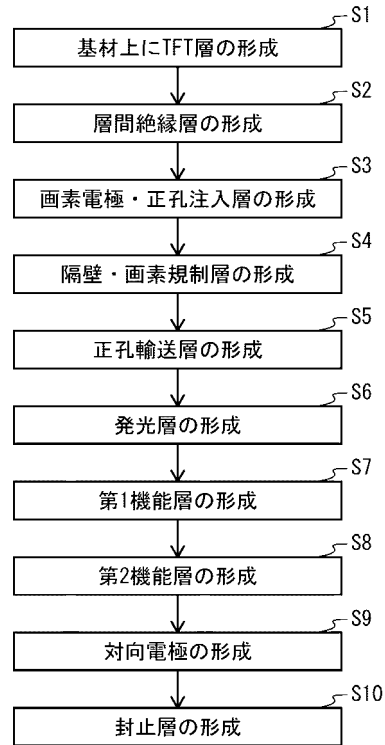
【 図 6 】



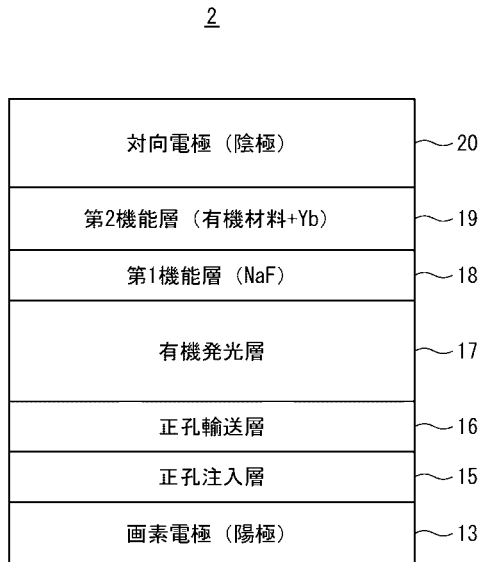
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



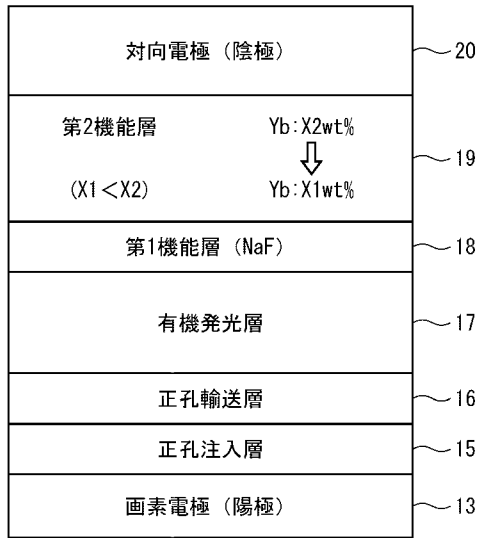
【 図 10 】

(比較表)

比較品	第1機能層	第2機能層ドーピング金属	発光効率	駆動電圧 (逆数)	寿命	総合評価
比較品1	無し	Ba	61	72	33	x
比較品2	無し	Yb	64	74	51	x
比較品3	NaF	Ba	95	97	70	x
実施品	NaF	Yb	100	100	100	○

【 図 1 1 】

2



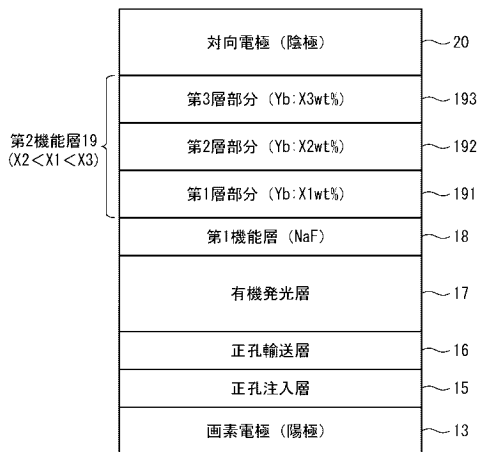
【 図 1 2 】

2



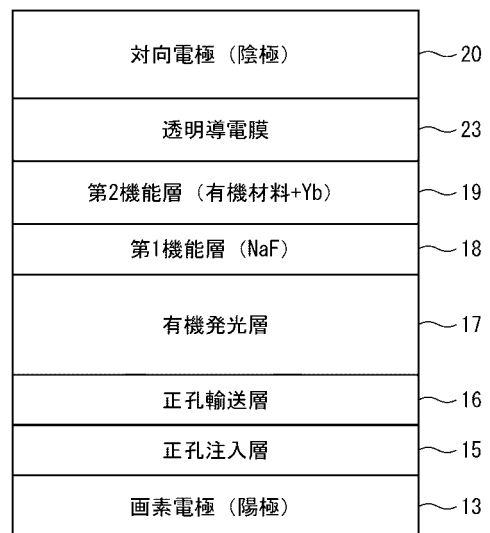
【 図 1 3 】

2

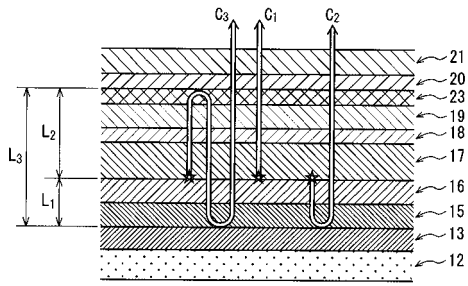


【 図 1 4 】

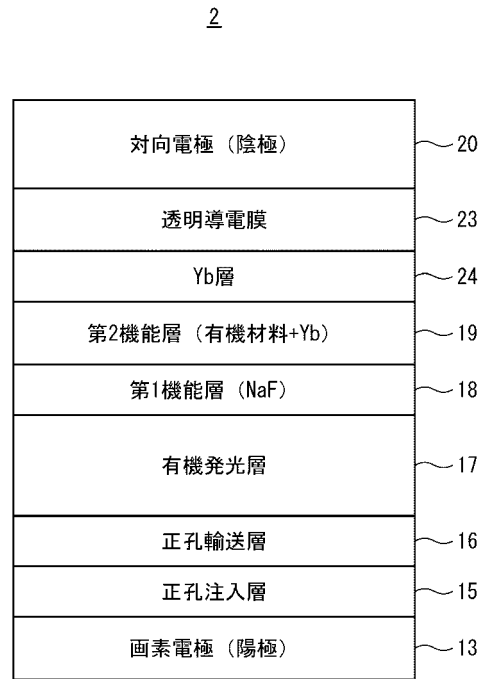
2



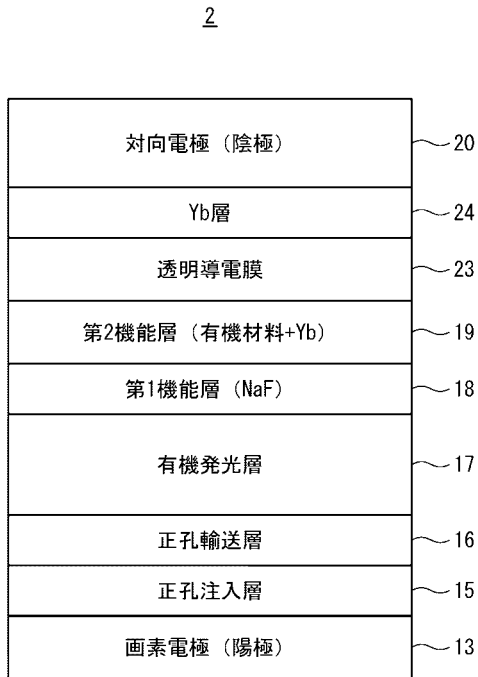
【 図 1 5 】



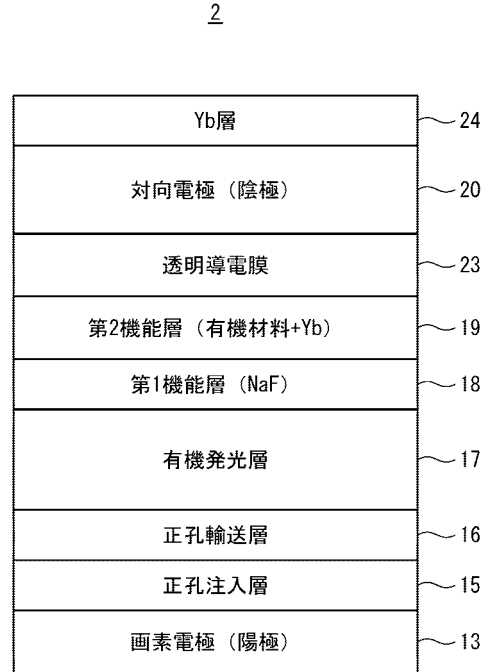
【 図 1 6 】



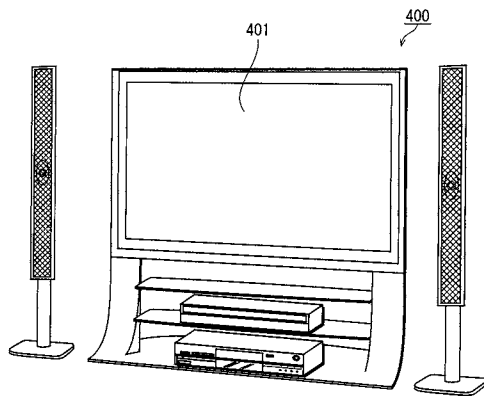
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【図 19】



## 【手続補正書】

【提出日】令和1年10月15日(2019.10.15)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と、

前記陽極の上方に配された有機発光層と、

前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、

前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、

前記第2機能層の上方に配された陰極と、

を備え、

前記第2機能層は、前記第1機能層上に配された第1層部分と、前記第1層部分上に配された第2層部分とを含み、

前記第2層部分におけるYbの含有の割合が、前記第1層部分におけるYbの含有の割合よりも大きい

ことを特徴とする有機EL素子。

【請求項 2】

陽極と、

前記陽極の上方に配された有機発光層と、

前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、

前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、

前記第2機能層の上方に配された陰極と、  
を備え、

前記第2機能層は、第1機能層に近い側から第1層部分、第2層部分および第3層部分を順に積層してなり、前記第1層部分、第2層部分、第3層部分におけるYbの含有の割合をそれぞれ、X1、X2、X3とすると、 $X2 < X1 < X3$ である

ことを特徴とする有機EL素子。

【請求項3】

陽極と、

前記陽極の上方に配された有機発光層と、

前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、

前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、

前記第2機能層の上方に配された陰極と、

を備え、

前記第2機能層におけるYbの含有量が、第1機能層から陰極に近づくに連れて連続的に多くなる

ことを特徴とする有機EL素子。

【請求項4】

陽極と、

前記陽極の上方に配された有機発光層と、

前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、

前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、

前記第2機能層の上方に配された陰極と、

を備え、

前記第2機能層と前記陰極との間に、第3機能層として、膜厚が15nm以上の透明導電膜が形成されている

ことを特徴とする有機EL素子。

【請求項5】

前記第2機能層と前記第3機能層との間に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、3nm以下の薄膜が形成されている

ことを特徴とする請求項4に記載の有機EL素子。

【請求項6】

前記第3機能層と前記陰極との間に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、3nm以下の薄膜が形成されている

ことを特徴とする請求項4または5に記載の有機EL素子。

【請求項7】

陽極と、

前記陽極の上方に配された有機発光層と、

前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、

前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、

前記第2機能層の上方に配された陰極と、

を備え、

前記陰極の前記有機発光層とは反対側に、Ybからなる膜厚0.1nm以上、5nm以下の薄膜が形成されている

ことを特徴とする有機EL素子。

【請求項8】

陽極と、

前記陽極の上方に配された有機発光層と、

前記有機発光層上に配され、NaFからなる第1機能層と、

前記第1機能層上に配され、Ybを含む有機材料からなる第2機能層と、

前記第2機能層の上方に配された陰極と、

を備え、

前記陽極は、光反射性を有すると共に、前記陰極は、半透過性を有することを特徴とする有機 E L 素子。

【請求項 9】

前記有機発光層で発光された光は、直接前記陰極から射出される第 1 光束と、前記陽極と前記陰極のそれぞれの有機発光層側の面で反射した後、前記陰極から射出される第 2 光束とを含み、前記第 1 光束と前記第 2 光束が共振するように、前記有機発光層から前記陰極に至るまでに介在する少なくとも一つの機能層の膜厚が、当該発光する発光色の波長に応じて設定されている

請求項 8 に記載の有機 E L 素子。

【請求項 10】

前記第 1 機能層の膜厚は、0.1 nm 以上、20 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子

【請求項 11】

前記第 2 機能層の膜厚は、5 nm 以上、150 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

【請求項 12】

陽極と、前記陽極の上方に配された有機発光層と、前記有機発光層上に配され、NaF からなる第 1 機能層と、前記第 1 機能層上に配され、Yb を含む有機材料からなる第 2 機能層と、前記第 2 機能層の上方に配された陰極と、を備える有機 E L 素子を、基板上方に、複数、行列状に配列し、少なくとも行方向に隣接する有機 E L 素子における有機発光層は、列方向に延在する隔壁によって仕切られている

ことを特徴とする有機 E L パネル。

【請求項 13】

トップエミッション型である  
請求項 12 に記載の有機 E L パネル。

【請求項 14】

請求項 12 または 13 に記載の有機 E L パネルと、  
前記有機 E L パネルを駆動して画像を表示させる駆動部と  
を備える有機 E L 表示装置。

【請求項 15】

画像表示部として請求項 14 に記載の有機 E L 表示装置を備えた電子機器。

【請求項 16】

陽極を形成する第 1 工程と、  
前記陽極の上方に有機発光層を形成する第 2 工程と、  
前記有機発光層上に、NaF からなる第 1 機能層を形成する第 3 工程と、  
前記第 1 機能層上に、Yb を含む有機材料からなる第 2 機能層を形成する第 4 工程と、  
前記第 2 機能層の上方に、陰極を形成する第 5 工程と、  
を含み、

前記第 4 工程は、第 1 機能層上に有機材料の層を形成した後、当該有機材料の層に Yb をドープして第 2 機能層を形成する

ことを特徴とする有機 E L 素子の製造方法。

【請求項 17】

前記第 1 工程と第 2 工程の間に、正孔注入層または正孔輸送層を形成する正孔移動容易化層形成工程をさらに含み、前記正孔移動容易化層および前記第 2 工程、第 3 工程、第 4 工程のうち、少なくとも一つの工程は、ウェットプロセスにより実行される

ことを特徴とする請求項 16 に記載の有機 E L 素子の製造方法。

【請求項 18】

基板を用意する工程と、

前記基板上方に、行列状に複数の画素電極を形成する工程と、  
前記基板上方に、前記複数の画素電極を行方向において区画するように、列方向に沿って隔壁を複数形成する工程と、  
行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙に、有機発光層を形成する工程と、  
前記有機発光層上に、NaFからなる第1機能層を形成する工程と、  
前記第1機能層上に、Ybを含む有機材料からなる第2機能層を形成する工程と、  
前記第2機能層の上方に、対向電極を形成する工程と、  
を含む、  
ことを特徴とする有機ELパネルの製造方法。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

近年、発光型のディスプレイとして、基板上行列方向に沿って有機EL素子を複数配列した有機ELパネルが、電子機器のディスプレイとして実用化されている。各有機EL素子は、陽極と陰極の一对の電極対の間に有機発光材料を含む有機発光層が配設された基本構造を有し、駆動時に一对の電極対間に電圧を印加し、陽極から有機発光層に注入される正孔と、陰極から有機発光層に注入される電子との再結合に伴って光が発生する電流駆動型の発光素子である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

このように第2機能層の膜厚方向にYbの濃度を变化させることにより、第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、適切に還元させ、発光層への電子注入性を向上させることが出来るとともに、Ybドープ量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることも出来る。また、第3層部分のYbの濃度を高くすることにより陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、上記態様において、前記第2機能層におけるYbの含有量は、第1機能層から陰極に近づくにつれて連続的に多くなる。

このように第2機能層のYb含有量を連続して变化させることで第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、第1機能層には弱い還元性を作用させ、電子注入性は制限しつつも水分の第2機能層への侵入をより抑制でき、Ybドープ量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることも出来る。また、陰極側のYbの濃度を高くすることで陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0063】

## 3. 有機ELパネル10の製造方法

以下、有機ELパネル10の製造方法について、図面を用いて説明する。

図4(a)~(e)、図5(a)~(d)、図6(a)、(b)および図7(a)~(d)は、有機ELパネル10の製造における各工程での状態を示す模式断面図である。また、図8は、有機ELパネル10の製造工程を示すフローチャートである。

## 【手続補正7】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0080

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0080】

実験対象となる有機EL素子2(実施品)では、ガラス基板上にAl合金を蒸着して画素電極(陽極)13とし、正孔注入層15、電子輸送層16、有機発光層17、第1機能層18、第2機能層19、対向電極(陰極)20を順に積層している。

第1機能層18は、膜厚が2nmのNaF薄膜であり、真空蒸着法により形成した。第2機能層19は、有機材料とYbを共蒸着法により膜厚15nmとなるように形成した。ドーピング金属Ybのドーピング濃度は、20wt%である。

## 【手続補正8】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0093

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0093】

## 6. 効果(まとめ)

以上、説明したように本開示の態様に係る有機EL素子によれば、有機発光層17上にNaFからなる第1機能層18を形成し、その上にYbをドーピングした第2機能層19を形成している。

第1機能層18のNaFは、水分のブロック能力が高いと共に、Ybの還元作用により電子注入性を増すことができるので、電子輸送層の機能を果たしつつ、その下層の有機発光層17や隔壁14、画素規制層141の有機層からの水分が第2機能層19に浸入するのを抑制することができる。

## 【手続補正9】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0101

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0101】

本変形例によれば、対向電極20側の第3層部分193のドーピング濃度が、第1機能層18側の第1層部分191よりも大きいので、この部分で第2変形例と同じような効果を得られると共に、第1、第3層部分191、193の間にある第2層部分192のドーピング濃度が一番低くなるようにしているのでYbドーピング量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることができる。

また、第1機能層のNaFの防水性を発揮しつつ、還元させ、発光層への電子注入性を向上させることができる。

また、第3層部分のYbの濃度を高くすることでより陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができるという効果を得ることができる。

## 【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0103

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0103】

透明導電膜 23 を介在させることにより、対向電極 20 と透明導電膜 23 との組が、陰極として機能し、合成されたシート抵抗が低くなり、電圧降下による輝度の低下の防止に寄与すると共に、ITO、IZO は透明度が高いので膜厚を比較的大きくとれるため、光共振器構造における光路長の調整に利用することができる。

この透明導電膜 23 の膜厚は、15 nm 以上が望ましい。40 nm 以上が更に望ましい。透明導電膜の膜厚を 15 nm 以上にすることでキャビティ調整（光共振器構造のための膜厚調整）を効果的に利用することが出来、高効率化を実現できる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0123

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0123】

(6) 上記実施の形態に係る有機 EL パネル 10 では、図 2 に示すように、画素規制層 141 の延伸方向が有機 EL パネル 10 の長軸 X 方向、隔壁 14 の延伸方向が有機 EL パネル 10 の短軸 Y 方向であったが、画素規制層 141 と隔壁 14 の延伸方向は、逆であってもよい。また、画素規制層及び隔壁の延伸方向は、有機 EL パネル 10 の形状とは無関係な方向であってもよい。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0126

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0126】

(8) また、上記実施の形態に係る有機 EL パネル 10 は、アクティブマトリクス方式を採用したが、これに限られず、パッシブマトリクス方式を採用してもよい。また、トップエミッション型の有機 EL 表示パネルだけでなくボトムエミッション型の有機 EL 表示パネルにも適用可能である。

(9) 上記実施の形態で示した有機 EL パネルは、図 19 に示すようにテレビ装置 400 の表示部 401 や、その他パーソナルコンピュータ、携帯端末、業務用ディスプレイなど様々な電子機器の表示パネルとして用いることができる。

補足

以上、本開示に係る有機 EL 素子およびその製造方法並びに有機 EL パネル、有機 EL 表示装置、電子機器について、実施の形態および変形例に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態および変形例に限定されるものではない。上記実施の形態および変形例に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で実施の形態および変形例における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】図面

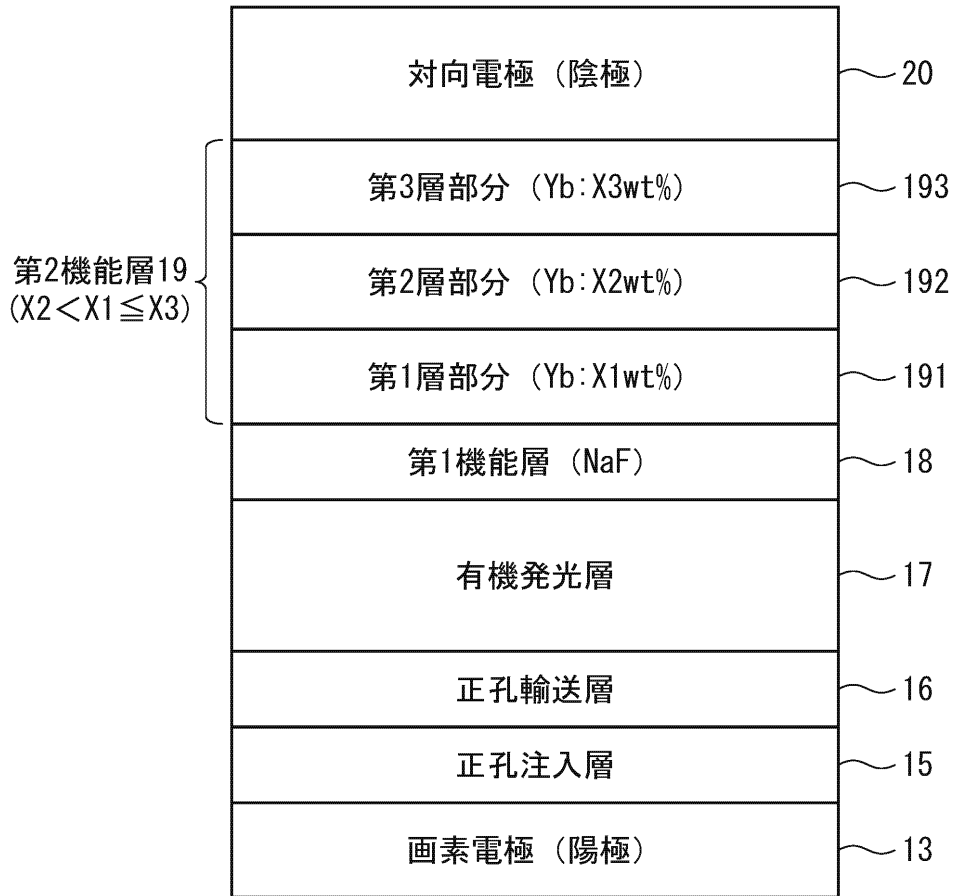
【補正対象項目名】図 13

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 図 1 3 】

2



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		テーマコード(参考)
<b>H 0 5 B 33/22 (2006.01)</b>	H 0 5 B	33/28	
<b>H 0 1 L 27/32 (2006.01)</b>	H 0 5 B	33/12	B
<b>G 0 9 F 9/30 (2006.01)</b>	H 0 5 B	33/22	Z
	H 0 1 L	27/32	
	G 0 9 F	9/30	3 6 5

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC21 CC45 DD03 DD10 DD23 DD27 DD29  
 DD44Y DD46Y DD74 DD75 DD76 DD78 DD86 DD87 DD89 FF14  
 FF15 GG06  
 5C094 AA10 AA37 AA44 BA12 BA27 FB01 GB10 HA08

专利名称(译)	有机EL元件，有机EL元件的制造方法，有机ELED面板，有机EL面板的制造方法，有机EL显示器，电子设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2020068354A</a>	公开(公告)日	2020-04-30
申请号	JP2018201837	申请日	2018-10-26
[标]申请(专利权)人(译)	日本有机雷特显示器股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	株式会社JOLED		
[标]发明人	三島孝介 坂元光洋 佐藤宗治		
发明人	三島 孝介 坂元 光洋 佐藤 宗治		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10 H05B33/24 H05B33/28 H05B33/12 H05B33/22 H01L27/32 G09F9/30		
CPC分类号	H01L51/5076 H01L51/5259 H01L27/3211 H01L51/5092 H01L51/5218 H01L51/5234 H01L51/56 H01L2251/558		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/14.A H05B33/22.A H05B33/10 H05B33/24 H05B33/28 H05B33/12.B H05B33/22.Z H01L27/32 G09F9/30.365		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/CC45 3K107/DD03 3K107/DD10 3K107/DD23 3K107/DD27 3K107/DD29 3K107/DD44Y 3K107/DD46Y 3K107/DD74 3K107/DD75 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/DD86 3K107/DD87 3K107/DD89 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/GG06 5C094/AA10 5C094/AA37 5C094/AA44 5C094/BA12 5C094/BA27 5C094/FB01 5C094/GB10 5C094/HA08		
其他公开文献	JP6633716B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

有机电致发光元件包括：阳极；设置在阳极的上侧上的有机发光层；设置在有机发光层上方并包括NaF的第一功能层；设置在第一功能层上方并包括发光二极管的第二功能层。包含Yb的有机材料，以及设置在第二功能层的上侧的阴极。一种制造有机电致发光元件的方法，包括：形成阳极；在阳极的上侧上形成有机发光层；在有机发光层上形成包括NaF的第一功能层；形成包括有机层的第二功能层。在第一功能层上包含含Yb的材料，并在第二功能层的上侧形成阴极。

2

