

(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2020-72188

(P2020-72188A)

(43) 公開日 令和2年5月7日(2020.5.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 51/50 (2006.01)</b>	H O 5 B 33/22 A	3 K 1 0 7
<b>H O 5 B 33/10 (2006.01)</b>	H O 5 B 33/14 A	5 C 0 9 4
<b>H O 1 L 27/32 (2006.01)</b>	H O 5 B 33/10	5 G 4 3 5
<b>H O 5 B 33/26 (2006.01)</b>	H O 1 L 27/32	
<b>H O 5 B 33/24 (2006.01)</b>	H O 5 B 33/26 Z	
審査請求 有 請求項の数 23 O L (全 30 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-205570 (P2018-205570)  
 (22) 出願日 平成30年10月31日 (2018.10.31)

(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  
 F ターム (参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC21 DD03  
 DD10 DD23 DD27 DD29 DD46Y  
 DD52 DD75 DD76 DD78 DD84  
 DD86 DD89 FF14 GG04 GG05

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 表示装置、電子機器

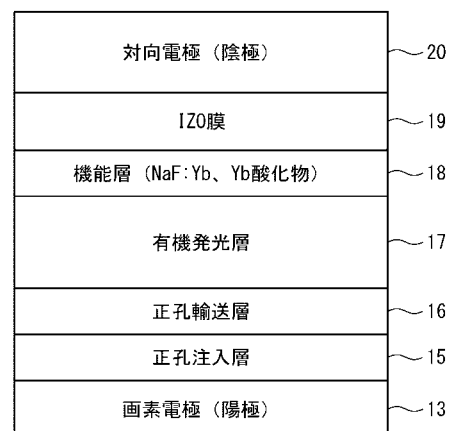
## (57) 【要約】

【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、発光効率を向上すると共に、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）1 3 と、画素電極 1 3 の上方に配された有機発光層 1 7 と、有機発光層 1 7 上に配され、第 1 の金属のフッ化物と第 2 の金属が混在されて存在し、かつ前記第 2 の金属の一部が酸化されてなる機能層 1 8 と、機能層 1 8 の上方に配された陰極とを備え、第 1 の金属は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属であると共に、第 2 の金属は、希土類金属である。

【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、希土類金属と、他の材料とが混在されて存在し、かつ、前記希土類金属の一部が酸化されてなる機能層と、  
前記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 E L 素子。

## 【請求項 2】

前記他の材料は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択された金属のフッ化物  
である  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の有機 E L 素子。 10

## 【請求項 3】

前記アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択された金属のフッ化物と希土類金属との総量に対する希土類金属の含有量は、73wt%より多く、100wt%未満であることを特徴とする請求項 2 に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 4】

前記アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択された金属は、Naであり、前記希土類金属は、Yb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 E L 素子。 20

## 【請求項 5】

前記機能層は、前記有機発光層に接して形成されている  
ことを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 6】

前記機能層と前記陰極との間に、前記機能層に接して無機酸化物を含む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 5 までのいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 7】

前記透明導電膜は、ITO膜もしくはIZO膜である  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の有機 E L 素子。 30

## 【請求項 8】

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  
ことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の有機 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、前記第 1 光束と前記第 2 光束が共振するように、前記透明導電膜の膜厚が、当該発光する発光色の波長に  
応じて設定されている  
ことを特徴とする請求項 8 に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 10】

前記機能層と前記陰極との間に、電子輸送層が形成されている  
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。 40

## 【請求項 11】

前記他の材料は、有機材料である  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 12】

前記他の材料は、酸化物である  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の有機 E L 素子。

## 【請求項 13】

前記陽極と前記陰極との間に、2つ以上の有機発光層が形成され、その各有機発光層間 50

に電荷発生層が形成されると共に、少なくとも一つの有機発光層と前記電荷発生層との間に前記電荷発生層に接して前記機能層が形成され、前記電荷発生層が金属酸化物からなることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 E L 素子。

【請求項 1 4】

前記金属酸化物は、M o の酸化物であることを特徴とする請求項 1 3 に記載の有機 E L 素子。

【請求項 1 5】

基板上方に、請求項 1 から 1 5 までのいずれか 1 項に記載の有機 E L 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 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

10

ことを特徴とする有機 E L パネル。

【請求項 1 6】

トップエミッション型であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の有機 E L パネル。

【請求項 1 7】

請求項 1 5 または 1 6 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ことを特徴とする有機 E L 表示装置。

【請求項 1 8】

画像表示部として請求項 1 7 に記載の有機 E L 表示装置を備えた電子機器。

20

【請求項 1 9】

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、希土類金属と、他の材料とが混在されて存在し、かつ、前記希土類金属の一部が酸化されてなる機能層を形成する第 3 工程と、前記機能層の上方に、陰極を形成する第 4 工程と、を含むことを特徴とする有機 E L 素子の製造方法。

【請求項 2 0】

前記他の材料は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択された金属のフッ化物であることを特徴とする請求項 2 0 に記載の有機 E L 素子の製造方法。

30

【請求項 2 1】

前記第 3 工程は、前記有機発光層上に、前記希土類金属と前記他の材料を共蒸着する蒸着工程と、前記共蒸着された希土類金属の一部を酸化させる酸化工程とを含むことを特徴とする請求項 2 0 または 2 1 に記載の有機 E L 素子の製造方法。

【請求項 2 2】

前記第 3 工程と第 4 工程との間に、前記機能層上に、無機酸化物からなる透明導電膜を形成する透明導電膜形成工程を含み、前記透明導電膜形成工程が、前記酸化工程を兼ねている

40

ことを特徴とする請求項 2 1 に記載の有機 E L 素子の製造方法。

【請求項 2 3】

前記透明導電膜形成工程は、スパッタリング法によって実施されることを特徴とする請求項 2 2 に記載の有機 E L 素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、有機電界発光素子（以下「有機 E L 素子」と称する）、及びその製造方法、

50

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、基板上に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発生する電流駆動型の発光素子である。

10

【０００３】

このような有機ＥＬ素子にあっては、発光効率の向上と長寿命化が常に求められている。

有機発光層を構成する有機材料（特に、高分子有機材料）の最低空軌道（ＬＵＭＯ：Lowest Unoccupied Molecular Orbital）のエネルギー準位は、多くの場合、陰極材料のフェルミ準位との差が大きいため、陰極から有機発光層への電子の注入が円滑に行われず、良好な発光効率を得るのが難しい。

【０００４】

そのため、従来から、有機発光層に電子を供給するための機能層（電子注入層および／または電子輸送層等）を有機発光層と陰極との間に設けるようにしている。

20

この電子輸送層を有機材料で構成すると、陰極と有機発光層との間のエネルギー障壁を十分には小さくすることができず、発光効率の向上は望めない。また、電子輸送層の層数を増やして徐々にエネルギー障壁を小さくすることもできるが、この場合には、生産性が悪く、製造コストも高くなる。

【０００５】

そこで、Na、Cs、Baなどの仕事関数の低い金属材料を有機材料中にドーブして、電子注入性を高める構成が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

30

【特許文献１】国際公開WO2015-194189号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

ところが、Na、Cs、Baのようなアルカリ金属もしくはアルカリ土類金属（以下、「アルカリ金属類」と総称する。）は、活性が大きく、有機発光層中の水分などと反応して特性が劣化し、短寿命となる傾向にある。

そのため、特許文献１には、上記アルカリ金属類を含有する電子輸送層と有機発光層との間に、アルカリ金属のフッ化物からなる中間層を設けて有機発光層中の水分等が、電子輸送層に浸透するのを防止する構成が開示されている。

40

【０００８】

このように従来から、有機ＥＬ素子の発光効率の向上と長寿命化を両立するための試みが数多くなされてきている。

本開示は、上述のような背景に鑑みてなされたものであって、さらに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】

【０００９】

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

50

と、前記有機発光層上に配され、希土類金属と、他の材料とが混在されて存在し、かつ、前記希土類金属の一部が酸化されてなる機能層と、前記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パネルは、基板上方に、上記開示に係る有機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ことを特徴とする。

【0010】

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。

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

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、希土類金属と、他の材料とが混在されて存在し、かつ、前記希土類金属の一部が酸化されてなる機能層を形成する第3工程と、前記機能層の上方に、陰極を形成する第4工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

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、さらに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。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【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。

30

【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透過率の比較実験の結果を示すグラフである。

【図11】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駆動電圧の比較実験の結果を示すグラフである。

40

【図12】本開示の態様に係る有機EL素子における機能層のNaF:Yb層の望ましい共蒸着比の範囲を求めるための実験の結果を示すグラフである。

【図13】(a)は、透過率を評価する際の実験対象の構造を示し、(b)は、駆動電圧を評価する際の実験対象の構造を示す模式図である。

【図14】本開示の態様に係る有機EL素子の発光効率とNaF:Yb層の共蒸着比との関係を示すグラフである。

【図15】本開示の態様に係る有機EL素子の機能層(NaF:Yb層)の望ましい膜厚を求めるための実験の結果を示すグラフである。

【図16】光共振器構造を説明するための模式図である。

【図17】本開示の別の態様に係るタンデム型の有機EL素子の積層構造を示す模式図で

50

ある。

【図 18】機能層として、有機物と Yb を共蒸着した場合の共蒸着比と透過率との関係を示すグラフである。

【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。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本開示の一態様に至った経緯

上述のように特許文献 1 には、陰極から有機発光層への電子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類をドーブした電子輸送層を形成して、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を良好にすると共に、電子輸送層と有機発光層との間に、アルカリ金属のフッ化物からなる中間層を設けて、下層の有機層からの水分によるアルカリ金属類の劣化を防止して、長寿命化を図る構成が開示されている。

【0014】

ところが、近年では、生産性や材料の使用効率の観点から、できるだけウェットプロセス（湿式法）により有機 EL 素子の各有機層を形成する傾向にあり、そうすると有機層内に残留する水分の量も多くなるので、水分をブロックする役割を担う中間層の膜厚を大きくする必要がある。中間層を形成するアルカリ金属のフッ化物は、還元によって部分的にアルカリ金属（例えば、Na）に解離し、電子注入性を得ることができる。一般的に、このような還元作用は、中間層の上層に他のアルカリ金属類で還元性の強い材料を積層することで発現するが、中間層の膜厚を大きくすると、上層の還元作用が中間層の特に下層部で小さくなるため、駆動電圧が高くなり、発光効率の向上の目的が十分達成できない。

【0015】

また、特許文献 1 のように中間層の上層に有機材料中にアルカリ金属類をドーブした材料を積層する場合にはアルカリ金属類のみの積層よりも還元性が低下する為に、中間層の膜厚を大きくすると、駆動電圧の増加が一層大きくなり、発光効率の向上の目的が十分達成できないことがある。

一方、陰極の上方には、通常、封止層が形成されるが、それでも水分が電子輸送層への上層から電子輸送層内に浸入するおそれが皆無であるとは言い切れない。

【0016】

そこで、本願の発明者は、電子輸送層におけるアルカリ金属類の代わりに、希土類金属を使用することに思い至った。希土類金属は、アルカリ金属類と同程度に仕事関数が低いが、アルカリ金属類よりは水分との反応性が小さいので、長寿命化が期待できるからである。

また、発光効率を向上させるためには、まず、第 1 に、有機発光層で発光した光束ができるだけ多く、有機 EL 素子外に射出されるようにしなければならない。そのためには、有機発光層から陰極に至るまでの各層の光透過率（以下、単に「透過率」という。）が高いことが望ましい。

【0017】

第 2 に、駆動電圧（陰極と陽極に一定電流値を印加した時の電圧）ができるだけ低いことが望ましい。発光効率は、供給した単位電力当りの発光量と定義できるからである。

上記の方針に基づき、本願発明者は、ウェットプロセスを採用して低コスト化を図りつつ、発光効率を向上し、かつ長寿命化が可能な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。

【0018】

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、希土類金属と、他の材料とが混在されて存在し、かつ、前記希土類金属の一部が酸化されてなる機能層と、前記機能層の上方に配された陰極と、

を備える。

【0019】

係る態様により、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素子を提供できる。

ここで、前記他の材料は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択された金属のフッ化物であることが望ましい。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、前記アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択された金属のフッ化物と希土類金属との総量に対する希土類金属の含有量は、73wt%より多く、100wt%未満である。

【0020】

係る態様により、金属のフッ化物を希土類金属で部分的に還元させることで効率的に機能層の透明率の向上を確保しつつ、駆動電圧を低減することができる。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、前記アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択された金属は、Naであり、前記希土類金属は、Ybである。

このような金属の選択により、より発光効率の向上が望める。

【0021】

また、前記機能層は、前記有機発光層に接して形成されているのが望ましい。

これにより、有機発光層からの水分の浸入を防止すると共に、陰極から有機発光層への電子注入を確実に行える。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、前記機能層と前記陰極との間に、前記機能層に接して無機酸化物を含む透明導電膜が形成されている。

【0022】

係る態様により、光共振器構造のための膜厚の調整が容易になると共に、製造工程で機能層における第2の金属を酸化することになるので工数が削減できてコスト低減に繋がる。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、前記透明導電膜は、ITO膜もしくはIZO膜である。

【0023】

ITO膜もしくはIZO膜は透明性と導電性に優れ、発光効率の向上に貢献する。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、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、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、前記第1光束と前記第2光束が共振するように、前記透明導電膜の膜厚が、当該発光する発光色の波長に応じて設定されている。

【0024】

これにより、高次の光共振器構造の構築が可能になり発光効率がさらに向上する。

また、前記機能層と前記陰極との間に、電子輸送層が形成されているとしてもよい。

これにより、陰極から有機発光層への電子注入・輸送性をより増すことができる。

また、前記他の材料を、有機材料としてもよい。

これにより、材料の選択の自由度が増し、設計の多様性が期待できる。

【0025】

また、前記他の材料を、酸化物としてもよい。

これにより、酸化物を希土類金属と混在させて機能層を形成する際に、同時に一部の希土類金属を酸化が可能となり生産性が増す。

また、本開示の別の態様に係る有機EL素子は、前記陽極と前記陰極との間に、2つ以上の有機発光層が形成され、その各有機発光層間に電荷発生層が形成されると共に、少なくとも一つの有機発光層と前記電荷発生層との間に前記電荷発生層に接して前記機能層が形成され、前記電荷発生層が金属酸化物からなる。

【0026】

10

20

30

40

50

これにより、有機ＥＬ素子をタンデム型の構成とした場合において、さらに発光効率を増すことができる。

ここで、前記金属酸化物は、Ｍｏの酸化物であるとしてもよい。

また、本開示の別の態様に係る有機ＥＬパネルは、基板上方に、上記の有機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。

【００２７】

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、ＴＦＴ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。

【００２８】

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。

【００２９】

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、希土類金属と、他の材料とが混在されて存在し、かつ、前記希土類金属の一部が酸化されてなる機能層を形成する第３工程と、前記機能層の上方に、陰極を形成する第４工程と、を含む。

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。

【００３０】

ここで、前記他の材料は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択された金属のフッ化物である。

また、前記第３工程は、前記有機発光層上に、前記希土類金属と前記他の材料を共蒸着する蒸着工程と、前記共蒸着された希土類金属の一部を酸化させる酸化工程とを含む。

これにより機能層の透明率を向上させることができる。

【００３１】

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３工程と第４工程との間に、前記機能層上に、無機酸化物からなる透明導電膜を形成する透明導電膜形成工程を含み、前記透明導電膜形成工程が、前記酸化工程を兼ねている。

これにより製造コストが低減化される。

また、本開示の別態様に係る有機ＥＬパネルの製造方法は、前記透明導電膜形成工程は、スパッタリング法によって実施される。

【００３２】

これにより、機能層における希土類金属の酸化を効率的に行える。

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。

【００３３】

10

20

30

40

50



## 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。

#### 【００３４】

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、上面が長方形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。

#### 【００３５】

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。

#### 【００３６】

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。

#### 【００３７】

### 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。

#### 【００３８】

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。

#### 【００３９】

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。

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。

#### 【0040】

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。

#### 【0041】

##### (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。

#### 【0042】

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、機能層18、IZO膜19、対向電極(陰極)20、および、封止層21とからなる。

#### 【0043】

基板11、層間絶縁層12、機能層18、IZO膜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。

#### 【0044】

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。

#### 【0045】

##### (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ルが形成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

## ( 3 ) 画素電極

画素電極 1 3 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 1 2 上に形成されている。画素電極 1 3 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 T F T 層 1 1 2 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 1 3 は、陽極として機能する。

## 【 0 0 4 7 】

光反射性を具備する金属材料の具体例としては、A g（銀）、A l（アルミニウム）、アルミニウム合金、M o（モリブデン）、A P C（銀、パラジウム、銅の合金）、A R A（銀、ルビジウム、金の合金）、M o C r（モリブデンとクロムの合金）、M o W（モリブデンとタングステンの合金）、N i C r（ニッケルとクロムの合金）などが挙げられる。

10

## 【 0 0 4 8 】

画素電極 1 3 は、金属層単独で構成してもよいが、金属層の上に、I T O（酸化インジウム錫）や I Z O（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 1 4 は、基板 1 1 の上方に副画素ごとに配置された複数の画素電極 1 3 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 C R、C G、C B 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

## 【 0 0 4 9 】

この隔壁 1 4 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 1 4 は、有機発光層 1 7 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。

## 【 0 0 5 0 】

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。

隔壁 1 4 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 1 4 の表面は所定の撥液性を有することが好ましい。

30

画素電極 1 3 が形成されていない部分において、隔壁 1 4 の底面が層間絶縁層 1 2 の上面と接している。

## 【 0 0 5 1 】

画素規制層 1 4 1 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 1 3 の端部を覆い、当該 Y 方向に隣接する画素電極 1 3 同士を仕切っている。

画素規制層 1 4 1 の膜厚は、画素電極 1 3 の膜厚よりも若干大きい、有機発光層 1 7 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 C R、C G、C B における有機発光層 1 7 は、画素規制層 1 4 1 によっては仕切られず、有機発光層 1 7 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 1 7 の厚みを均一に揃えることを容易にする。

40

## 【 0 0 5 2 】

画素規制層 1 4 1 は、上記構造により、Y 方向に隣接する画素電極 1 3 の電気絶縁性を向上しつつ、各副画素列 C R、C G、C B における有機発光層 1 7 の段切れ抑制、画素電極 1 3 と対向電極 2 0 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 1 4 1 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 1 4 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 1 7 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 1 4 1 の表面はインクに対する親液性を有することが好ましい。

50

## 【 0 0 5 3 】

## ( 5 ) 正孔注入層

正孔注入層 1 5 は、画素電極 1 3 から有機発光層 1 7 への正孔の注入を促進させる目的で、画素電極 1 3 上に設けられている。正孔注入層 1 5 は、例えば、A g ( 銀 )、M o ( モリブデン )、C r ( クロム )、V ( バナジウム )、W ( タングステン )、N i ( ニッケル )、I r ( イリジウム ) などの酸化物、あるいは、P E D O T ( 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。また、例えば、A g ( 銀 )、M o ( モリブデン )、C r ( クロム )、V ( バナジウム )、W ( タングステン )、N i ( ニッケル )、I r ( イリジウム ) などの酸化物上に P E D O T ( 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を積層しても良い。

10

## 【 0 0 5 4 】

上記のうち、酸化金属からなる正孔注入層 1 5 は、正孔を安定的に、または、正孔の生成を補助して、有機発光層 1 7 に対し正孔を注入する機能を有し、大きな仕事関数を有する。

## ( 6 ) 正孔輸送層

正孔輸送層 1 6 は、正孔注入層 1 5 から注入された正孔を有機発光層 1 7 へ輸送する機能を有する。正孔輸送層 1 6 は、例えば、ポリフルオレンやその誘導体、あるいは、ポリアリー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。

20

## 【 0 0 5 5 】

## ( 7 ) 有機発光層

有機発光層 1 7 は、開口部 1 4 a 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 1 7 ( R )、1 7 ( G )、1 7 ( B ) と記す。

有機発光層 1 7 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 - ビピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩と I I I 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。

30

## 【 0 0 5 6 】

## ( 8 ) 機能層

機能層 1 8 は、対向電極 2 0 から供給される電子を有機発光層 1 7 側へと注入・輸送する機能を有する。

機能層 1 8 は、アルカリ金属類のフッ化物と、希土類金属の混合物からなり、一部の希土類金属が酸化された状態で存在する。

40

## 【 0 0 5 7 】

アルカリ金属類のフッ化物は、水分の透過性が低く防水性を有する。また、希土類金属は、低仕事関数の金属であり電子注入性に優れると共に水分との反応性が低く、さらには、その酸化物は透明性が高いという特性を有する。

したがって、それらの混合物からなる機能層 1 8 は、防水性を有すると共に、良好な電

50

子注入性と透明性を併せて有することになり、その結果、発光効率の大幅な向上が望める。

【0058】

また、希土類金属のうちでもYbなどの還元性が強い金属は、アルカリ金属類のフッ化物を還元してアルカリ金属類を解離させる効果があり、これにより電子輸送性がさらに向上するという効果が得られる。

本実施の形態では、アルカリ金属類のフッ化物として、NaF（フッ化ナトリウム）、希土類金属としてYb（イッテルビウム）を採用している。

【0059】

（9）IZO膜

IZO膜19は、透明導電膜であって、対向電極20と合わせて2層構造の陰極として作用すると共に、その形成時において、上記機能層18におけるYbの一部を酸化する役目を担っている。

なお、IZO膜は光透過性に優れているので、その膜厚を調整することにより、有機発光層17から対向電極20までの距離を調整して、高次の光共振器の構築に寄与することも可能である。詳しくは後述する。

【0060】

（10）対向電極

対向電極20は、IZO膜19上に形成され、陰極として機能する。

本実施の形態に係る有機ELパネル10は、トップエミッション型であるため、対向電極20は、光透過性と導電性を兼ね備える必要がある。本実施の形態では、光共振器構造をより効果的に得るために、対向電極20の材料として、銀、銀合金、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属薄膜を用いる。膜厚は、5nm～50nmが望ましい。

【0061】

（11）封止層

封止層21は、正孔輸送層16、有機発光層17、IZO膜19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21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。

【0062】

（12）その他

図3には示されていないが、封止層21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せてもよい。これらにより、正孔輸送層16、有機発光層17、機能層18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。

【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）～（f）、図5（a）～（d）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。

【0064】

（1）基板準備工程

まず、図4（a）に示すように、基材111上にTF T層112を成膜して基板11を準備する（図8のステップS1）。TF T層112は、公知のTF T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11上に、層間絶縁層12を形成する（図8のステップS2）。

【0065】

10

20

30

40

50

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、T F T 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、T F T 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。

#### 【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 1 2 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ニングすればよい。

10

#### （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 1 2 上に画素電極材料層 1 3 0 を形成する。画素電極材料層 1 3 0 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 1 3 0 上に正孔注入材料層 1 5 0 を形成する（図 4（d））。正孔注入材料層 1 5 0 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 1 3 0 と正孔注入材料層 1 5 0 とをエッチングによりパターニングして、副画素ごとに区画された複数の画素電極 1 3 と正孔注入層 1 5 とを形成する（図 8 のステップ S 3）。

20

#### 【0068】

なお、画素電極 1 3、正孔注入層 1 5 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 1 3 0 をパターニングして画素電極 1 3 を形成してから、正孔注入層 1 5 を形成してもよい。

また、隔壁 1 4 を形成してから、正孔注入層 1 5 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

30

次に、隔壁 1 4 および画素規制層 1 4 1 を形成する（図 8 のステップ S 4）。

本実施の形態では、画素規制層 1 4 1 と隔壁 1 4 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 1 4 1 を形成する。

#### 【0070】

図 5（a）に示すように、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、画素規制層 1 4 1 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 1 4 1 の高さと同じ膜厚の画素規制層材料層 1 4 1 0 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（プリバーク）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 1 4 1 0 を層間絶縁層 1 2 に定着させることが好ましい。

40

#### 【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 1 4 1 0 をパターニングする。

例えば、画素規制層材料層 1 4 1 0 がポジ型の感光性を有する場合は、画素規制層 1 4 1 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 1 4 1 0 を露光する。

#### 【0072】

50

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（ポストバーク）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））。

#### 【0073】

##### （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 と同様にして形成する。

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 の高さと同じ膜厚の隔壁材料層 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））。

#### 【0074】

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 5（c）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）。

#### 【0075】

##### （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 8（d）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。

#### 【0076】

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）機能層形成工程（機能層前駆体形成工程）

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、機能層前駆体 181 を形成する（図 8 のステップ S7）。機能層前駆体 181 は、一定の割合の NaF と Yb を共蒸着法により成膜することにより形成される。

#### 【0077】

##### （8）IZO 膜形成工程

次に、機能層前駆体 181 上に IZO 膜 19 を形成する（図 7（b）、図 8 のステップ S8）。IZO 膜 19 は、IZO をスパッタリングすることにより形成される。

なお、このスパッタリングの実施の際に IZO の微粒子が機能層前駆体 181 の表面から侵食し、これにより機能層前駆体 181 中の IZO 膜 19 側の一部の Yb が一定の厚みで層状に酸化して最終的に機能層 18 が完成する。

#### 【0078】

10

20

30

40

50

なお、I Z O 膜 1 9 の膜厚は、1 5 n m 以上が望ましく、後述の光共振器構造を構築する場合には 4 0 n m 以上が望ましい。

#### ( 9 ) 対向電極形成工程

次に、図 7 ( c ) に示すように、I Z O 膜 1 9 上に、対向電極 2 0 を形成する ( 図 8 のステップ S 9 ) 。本実施の形態では、対向電極 2 0 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 9 】

#### ( 1 0 ) 封止層形成工程

次に、図 7 ( d ) に示すように、対向電極 2 0 上に、封止層 2 1 を形成する ( 図 8 のステップ S 1 0 ) 。封止層 2 1 は、S i O N 、S i N 等を、スパッタリング法、C V D 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。

これにより、有機 E L パネル 1 0 が完成する。

#### 【 0 0 8 0 】

なお、上記の製造方法は、あくまで例示であり、趣旨に応じて適宜変更可能である。

#### 4 . 有機 E L 素子の評価実験

上記実施の形態により形成された有機 E L 素子 2 の発光効率の良好性を示す指標である有機発光層 1 7 と対向電極 2 0 間の透過率および駆動電圧について評価実験を行った。

#### ( 1 ) 透過率に関する評価実験

図 9 は、上記有機 E L 素子 2 における画素電極 ( 陽極 ) 1 3 の対向電極 ( 陰極 ) 2 0 までの積層構造を模式的に示す図である。同図に示すように有機 E L 素子 2 ( 実施品 ) では、ガラス基板上に A 1 合金を蒸着して画素電極 ( 陽極 ) 1 3 とし、正孔注入層 1 5 、正孔輸送層 1 6 、有機発光層 1 7 、機能層 1 8 、I Z O 膜 1 9 、対向電極 ( 陽極 ) 2 0 を順に積層している。

#### 【 0 0 8 1 】

機能層 1 8 は、上述のように、まず、有機発光層 1 7 上に N a F と Y b を共蒸着して N a F と Y b の混合物からなる層 ( 以下、「N a F : Y b 層」と表記 ) を形成し、その上に I Z O 膜 1 9 をスパッタリング法により形成する。その際に N a F : Y b 層における Y b の一部がその主面と平行な層状に酸化されていると推察される。

具体的に、本実施の形態に係る有機 E L 素子 2 の透過率を評価するための実施品のサンプルとして、ガラス基板上に機能層 1 8 と I Z O 膜 1 9 を形成したものをを用いた ( H 1 4 ) 。発光効率を評価するためには、この 2 層を合わせた透過率が一番貢献するからである。

#### 【 0 0 8 2 】

なお、本実験においては、N a F と Y b の合計の重量に対する Y b の重量の割合 ( w t % ) は、8 0 w t % に設定している。また、機能層 1 8 の厚みは、1 5 n m である。

そして、比較実験をするための、次の 3 つの比較品を作成した。

第 1 比較品として、上記実施品のうち、機能層 1 8 を N a F のみで、膜厚 1 5 n m に形成したものを作成した ( H 1 1 ) 。

#### 【 0 0 8 3 】

第 2 比較品として、上記実施品のうち、機能層 1 8 を Y b のみで膜厚 1 5 n m に形成したものを作成した ( H 1 2 ) 。

第 3 比較品として、上記実施品のうち、機能層 1 8 を 2 層構造とし、有機発光層 1 7 側の第 1 層を N a F のみで形成し、その上の第 2 層を Y b のみで形成した ( 以下、「N a F / Y b 層」と表記 ) ものを作成した。第 1 層と第 2 層の膜厚の合計は、1 5 n m であり、2 層のうち Y b の量が、本実施品と同じ 8 0 w t % となるように第 1 層と第 2 層の膜厚を設定した。

#### 【 0 0 8 4 】

いずれも、I Z O 膜の膜厚は、5 n m に統一した。

透過率の測定は島津製作所製可視・近赤外分光光度計 SolidSpec3700 を用いて測定を行った。まず、ガラス基板のみの透過率を測定し、それをベースラインとしてガラス基板上

10

20

30

40

50



に機能層を製膜したサンプルを測定することで透過率の算出を行った。

透過率の実験は、実験対象品の下方に可視光の照明装置を配すると共に、上方には照度センサーを配置し、各実験対象品に対する照度センサーによる検出値を、ガラス基板のみの照度センサーの検出値を基準値とした場合の相対値で求めた。

【0085】

図10は、透過率実験の評価を示すグラフであり、縦軸は、上記基準値に対する相対値を示している。

同グラフに示すように、本実施品(H14)が一番透過率に優れ、第1比較品(H11)がそれよりわずかに低く、第2比較品(H12)、第3比較品(H13)にいたっては、かなり低い透過率になっている。

【0086】

第1比較品の透過率が高いのは、NaF自体の光透過性が高いことによる。第2比較品の透過率が低いのは、Ybの光透過性が低いことによる。第3比較品の透過率が第2比較品の透過率よりやや改善されているのは、NaFの層が含まれていることによる。

しかし、同じNaFとYbが含まれていながら、共蒸着した実施品(H14)の透過率が、第3比較品に比べて格段に優れているのは、次のような理由によるものと解される。

【0087】

すなわち、Ybなどの希土類金属は、酸化すると透明性が向上するという特性を有する。その一方で希土類金属単体を酸化させても希土類金属単体の表面のみに酸化物(不動態)が形成され、希土類金属の表面に緻密に形成された酸化物によりブロックされて、それ以上内層のYb原子を酸化するまでは至らない。したがって、第2比較品、第3比較品においては、Yb層の表面に酸化膜が形成されるだけで、内部まで、酸素が浸透せず深い層まで酸化できないため、透過率の改善はあまり望めない。

【0088】

ところが、本実施品(H14)では、NaFとYbが共蒸着され、Yb原子とNaF分子が、混合物として互いに分散されて存在するため、Yb原子(もしくはYbのクラスター)同士に隙間が存在する。ここにIZOをスパッタリングすると、表面にあるYb原子を酸化するだけでなく、Yb原子同士の隙間からIZOが浸入して内部のYb原子を次々に酸化していくことができる。これにより膜厚方向においてかなり深くにあるYb原子まで酸化をすることができ、それだけ透過率が格段に向上することになる。

【0089】

もともとNaF自体は、透過率が高く(H11参照)、Ybの酸化物はさらに透過率が高いので、本実施品(H14)に示すように第1比較品(H11)を抜き、透過率が一番高くなったものと解される。

(2) 駆動電圧に関する評価実験

次に、駆動電圧に係る評価実験を行った。

【0090】

本実施品(H24)として、図9の積層構造のうち、正孔輸送層16を省略したものを形成し、機能層18は、Ybが80wt%のNaF:Yb層であって膜厚を15nmに設定している。

比較例として、次の構成の有機EL素子を作成した。

第1比較品(H21)は、上記本実施品において機能層18をNaFのみで膜厚15nmで形成したものである。

【0091】

第2比較品(H22)は、上記本実施品において機能層18をYbのみで膜厚15nmで形成したものである。

第3比較品(H23)は、上記本実施品において機能層18を2層構造とし、有機発光層17側の第1層をNaFのみで形成し、第2層をYbのみで形成した。第1層と第2層の膜厚の合計は、15nmであり、2層全体に対してYbの量が、本実施品と同じ80wt%となるように第1層と第2層の各膜厚を設定した。

10

20

30

40

50

## 【0092】

その他の、条件は、全て、本実施品と同じである。

図11は、比較例と実施例との駆動電圧の実験結果を示すグラフである。各実験対象品の陽極と陰極に一定電流値を印加した時の電圧値を測定した。

同図のグラフに示すように、第1比較品(H21)から第3比較品(H23)と順に駆動電圧が低下し、本実施品(H24)は、第3比較品(H23)とほぼ同じ低い駆動電圧となっている。

## 【0093】

このような結果になったのは、機能層18が、NaF単体(H21)では、NaFが解離されず絶縁層のままで存在し、陰極と有機発光層とのエネルギー障壁を十分解消できず電子注入性が低いためであり、また、機能層18がYb単体の場合は、YbがNaFよりも電子注入性が高いので、駆動電圧がやや低下している。さらに、NaF/Yb並びにNaF:Ybは、NaFとYbでエネルギー障壁を順次小さくして、電子注入性・電子輸送性を向上させることができ、同程度に低い駆動電圧となったと考えることができる。

## 【0094】

既述のように、発光効率の評価基準として透過率が高く、駆動電圧の低いことが重要であるので、図10、図11に示す実験結果により本実施品による発光効率の向上の効果が得られることが検証された。

## 5. 機能層におけるNaF:Ybの共蒸着比

上述のように機能層をNaF:Ybの共蒸着で形成すると共に、その上層にIZO膜を形成することにより、特許文献1で開示している構成に対して、次のような優れた効果を得ることができる。

## 【0095】

(ア)本開示によれば、ウエットプロセスにより有機発光層等を形成して生産コストを低減しつつ、NaFが、アルカリ金属類のフッ化物であって、水分のブロック性と光透過性に優れており、かつ、還元性を有するYbと共蒸着させることにより、NaFの一部がNaに解離し、電子輸送性を有するので、長寿命化、高発光効率を得ることが可能である。

## 【0096】

(イ)また、特許文献1のように中間層(NaF)の上層に有機材料中にアルカリ金属類をドーブした有機材料を積層する場合にはアルカリ金属類のみを積層する場合よりも還元性が低下する為に、中間層の膜厚を大きくすると、駆動電圧の増加が一層大きくなり、発光効率の向上の目的が十分達成できないことがある。しかし、本開示に係る構成によれば、同一の機能層の中にNaFとYbが共蒸着によって混在しているため、ある程度厚みを大きくしても電子輸送性が低下しにくく、光共振器構造における光学的距離の調整層としての役割を果たすことができる。これにより他に特別な膜厚調整層を設ける必要性がなくなるので、特許文献1の場合よりも製造プロセスが簡易化され、生産コストを低減しつつ、光共振器構造を構築して発光効率の向上化を図ることが可能となる。

## 【0097】

次に、機能層18のNaF:Yb層におけるNaFとYbの総量に対するYbの重量の割合(wt%:以下、単に「共蒸着比」という。)をどのような範囲内にすれば、さらにより発光効率を得られるかについて考察する。

上述のように、機能層18におけるYbの酸化物の層の厚みを大きくするためには、Ybの原子(もしくはクラスター)間にNaFが散在しており、IZOのスパッタ時にこの部分からIZO、特に酸素原子Oが機能層18の内部まで浸入する必要があると考えられる。

## 【0098】

図12は、NaF:Ybの共蒸着比と、透過率及び駆動電圧との関係を示すグラフである。

横軸は、共蒸着比をYbの重量%(wt%)で示している。左側の縦軸は、可視領域の

10

20

30

40

50

光線の透過率であって、ガラスの透過率を「1」とした場合の相対値で示しており、右側の縦軸は、一定電流値を印加した時の駆動電圧の大きさを示す。

【0099】

同グラフにおいて、実線(H31)は、透過率の変化を示すグラフであり、破線(H32)は駆動電圧の変化を示すグラフである。

なお、透過率の実験は、図13(a)の模式図に示すように、ガラス基板上にNaF:Yb層を所定の共蒸着比で膜厚15nmに形成し、その上にIZO膜を50nmで形成したものを評価構造とした。

【0100】

また、駆動電圧の実験は、図13(b)の模式図に示すように、ガラス基板上に、Alを蒸着してなるアノード(50nm)、正孔注入層(35nm)、正孔輸送層(20nm)、有機発光層(50nm)を積層した上に、NaF:Yb層を所定の共蒸着比で膜厚15nmに形成し、その上にIZO膜を50nmで形成し、さらにカソードとしてAgを80nmの膜厚で蒸着して形成したものを評価構造とした。

【0101】

まず、透過率を見ると、実線H31に示すように、共蒸着比が90wt%までは、0.74以上の透過率を維持するが、共蒸着比が90%を超えると、透過率が急激に悪化することが分かる。

一方、駆動電圧を見ると、破線H32に示すように、共蒸着比が73wt%を超えると、急激に低下し、100wt%に至るまで(100wt%未満)は、駆動電圧に抑えることができるのが分かる。なお、共蒸着比が100%になると、図11で説明した第2比較品(H22)と同じに結果となり駆動電圧が上昇するが、わずかでもNaFが残っていれば、駆動電圧の低減の効果を得られるので、共蒸着比は、73wt%より大きく100wt%未満であることが望ましい。

【0102】

図14は、上記の透過率と駆動電圧の実験結果から、発光効率を総合評価したグラフである。

同グラフにおいて、横軸は、機能層18(膜厚15nm)のNaF:Ybの共蒸着比を示し、縦軸は、共蒸着比が0wt%の発光効率( $E_0$ )と、共蒸着比がXwt%のときの発光効率( $E_x$ )の差分  $E_x (= E_x - E_0)$  を、発光効率が最大となるとき  $E_{80}$  を「1」とした場合の相対値で示している。

【0103】

同グラフに示すように、共蒸着比が73wt%を超えて100wt%未満の範囲において、他の共蒸着比の場合よりも発光効率が増加しているのが分かる。さらに、共蒸着比が75wt%以上95wt%以下の範囲においては、発光効率の相対値が、0.5を超えており、より望ましい結果となった。

6. 機能層の膜厚と発光効率との関係

図15は、機能層(NaF:Yb層)18の膜厚と、透過率、駆動電圧との関係を示すグラフである。

【0104】

なお、透過率の評価に使用した構造は、図13(a)と同じであり、NaF:Yb層の共蒸着比を80%に固定し、その膜厚のみを変化させた。

また、駆動電圧の評価に使用した構造は、図13(b)と同じであり、NaF:Yb層の共蒸着比を80%に固定し、その膜厚のみを変化させた。

図15のグラフにおいて、横軸は、NaF:Yb層の膜厚を示している。左側の縦軸は、ガラスの透過率を1とした場合の透過率を相対値で示し、右側の縦軸は、駆動電圧の大きさを示す。

【0105】

実線H41は、透過率の変化を示すグラフであり、破線H42は駆動電圧の変化を示すグラフである。

10

20

30

40

50

NaF : Yb層が10nmのとき、透過率(H41)が、予め測定しておいたNaF : Yb層の共蒸着比0%のときと同じ値(相対比0.770)になり、それより、NaF : Yb層が薄くなると、Ybの酸化物の絶対量も少なくなって、透過率が低下する。

#### 【0106】

また、NaF : Yb層が10nmのとき、駆動電圧(H42)が、予め測定しておいたNaF : Yb層の共蒸着比100%のときと同じ値(8V)になり、それより、NaF : Yb層が薄くなると、同じくYbの酸化物の絶対量も少なくなって、駆動電圧が上昇してしまうと考えられる。

また、NaF : Yb層が、20nmを超えると、透過率(H41)の減少率が、駆動電圧(H42)の減少率よりも大きくなり、発光効率としては低下してしまうので、共蒸着比が80wt%のときのNaF : Yb層の膜厚は、10nm以上、20nm以下が望ましい。

10

#### 【0107】

なお、共蒸着比を73wt%を少し超えた値(具体的には、74wt%)と、100wt%少し小さい値(具体的には99wt%)についても同様な実験を行っても、NaF : Yb層の膜厚が、少なくとも10nm以上、20nm以下の範囲内においては、他の膜厚のときよりも発光効率が改善されることが分かった。これにより、共蒸着比が、73wt%を超え、100wt%未満の範囲においては、機能層18の膜厚が10nm以上、20nm以下が望ましいと言える。

#### 【0108】

20

#### 7. 効果のまとめ

以上のように、有機発光層の上に、NaFとYbを共蒸着して機能層を形成し、その上にIZO膜を形成すれば、発光効率のさらなる向上が望め、長寿命化も可能となる。

この際、Ybの共蒸着比は、73wt%を超えて100wt%未満とすることが望ましく、また、機能層の膜厚は、10nm以上、20nm未満とすることが望ましい。

#### 【0109】

これによって、さらに発光効率を改善させることができる。

なお、このような効果を得られるのは、機能層の各成分が次のような物性を有することによるものと解される。

(1) NaFが、アルカリ金属類のフッ化物であって、水分のブロック性と光透過性に優れており、かつ、還元性を有するYbと共蒸着させることにより、NaFの一部がNaに解離し、電子輸送性を有すること。

30

#### 【0110】

(2) Ybが希土類金属であって、低仕事関数の金属であると共に、アルカリ金属類に比して活性が小さいため、水分との反応性が低く劣化しにくい。また、IZO膜の成膜時に生成されたYbの酸化物も仕事関数が低く、アルカリ金属のフッ化物と同等かそれ以上の光透明性を有する。

したがって、NaFの代わりに他のアルカリ金属フッ化物を使用し、Ybの代わりに他の適当な希土類金属を使用しても上記実施の形態と同様な効果を得ることが可能である。

#### 【0111】

40

なお、IZO膜も他の無機酸化物を含む透明導電膜、例えば、ITO膜により代替されてもよい。その形成過程において、機能層における希土類金属を酸化させるという点においては作用効果が同じであるからである。

#### 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。

#### 【0112】

#### (1) 光共振器構造

50

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。

I Z O 膜の透明性が高いので、その膜厚を他の層より比較的大きく取れ、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。

図 1 6 は、本変形例に係る有機 E L 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。

#### 【 0 1 1 3 】

光共振器構造は、画素電極 1 3 の正孔注入層 1 5 との界面と、対向電極 2 0 の I Z O 膜 1 9 との界面との間に構成される。

図 1 6 には、有機発光層 1 7 から出射される光の主な光路を示している。光路 C 1 は、有機発光層 1 7 から対向電極 2 0 側に出射された光が、反射されることなく対向電極 2 0 を直接透過する光路である。

10

#### 【 0 1 1 4 】

光路 C 2 は、有機発光層 1 7 から画素電極 1 3 側に出射された光が、画素電極 1 3 で反射され、有機発光層 1 7 を経由して対向電極 2 0 を透過する光路である。

対向電極 2 0 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 2 0 は、例えば、対向電極 2 0 を A g または A l、それらの合金など、蒸着法で 5 n m ~ 5 0 n m 程度の膜厚で形成することにより達成できる。

#### 【 0 1 1 5 】

光路 C 3 は、有機発光層 1 7 から対向電極 2 0 側に出射された光が、対向電極 2 0 で反射され、さらに画素電極 1 3 で反射され、有機発光層 1 7 を介して対向電極 2 0 を透過する光路である。

20

光路 C 1 と光路 C 2 の光学距離の差（光路差） C 1 は、図 1 6 に示す光学膜厚 L 1 の 2 倍の長さに対応する。光学膜厚 L 1 は、有機発光層 1 7 から画素電極 1 3 の正孔注入層 1 5 との界面までの、正孔注入層 1 5 と正孔輸送層 1 6 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。

#### 【 0 1 1 6 】

また、光路 C 2 と光路 C 3 との光路差 C 2 は、図 1 6 に示す光学膜厚 L 2 の 2 倍の長さに対応する。光学膜厚 L 2 は、有機発光層 1 7 から対向電極 2 0 の I Z O 膜 1 9 との界面までの、機能層 1 8、I Z O 膜 1 9 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。

30

光共振器構造では、各光路 C 1、光路 C 2、光路 C 3 を経た光が、同位相で有機 E L 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 1 6 で発光される光の目標波長を とすると、光路 C 2 では、1 回反射して半波長だけずれているので、

光路差 C 1 = の整数倍 + / 2 であるのが望ましい。

#### 【 0 1 1 7 】

このように、正孔注入層 1 5、正孔輸送層 1 6、有機発光層 1 7 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 C 3 を経た光が、同位相で有機 E L 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 C 3 では、2 回反射しているので、この場合には、

光路差 C 2 = の整数倍 であるのが望ましい。

40

#### 【 0 1 1 8 】

また、上記光路差 C 1 は、正孔注入層 1 5 または正孔輸送層 1 6 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 C 2 については、I Z O 膜 1 9 の膜厚と屈折率によって調整されるが望ましい。上述の通り I Z O 膜 1 9 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 C 1、C 2 を設定すべく、正孔注入層 1 5、正孔輸送層 1 6、有機発光層 1 7 の膜厚および I Z O 膜 1 9 の膜厚が決定される。

#### 【 0 1 1 9 】

なお、実際には、さらに多く回数の反射を得て対向電極 2 0 から射出される高次の反射

50

光の光路 C 4、C 5、・・・も存在し得るが、光共振器の原理は上記とまったく同じなので、これ以上の説明を省略する。

発光色ごとに、IZO膜 19 の膜厚を変更するためには、例えば、R、G、B のうち 1 種類の発光色の副画素に対応する部分が開口したスパッタリング用のマスクを用意し、当該マスクの開口を R、G、B の副画素の位置に順次ずらせていき、それぞれの位置での IZO のスパッタリング時間を調整することにより実現できる。

#### 【0120】

##### (2) タンデム型の有機 EL 素子について

有機発光層を、低分子有機材料などで形成するような場合には、より発光効率を改善するため、陽極と陰極との間に、2 つ以上の有機発光層を形成し、その各有機発光層間に電荷発生層を形成してなる、いわゆるタンデム型の有機 EL 素子が提案されている。本発明は、このようなタンデム型有機 EL 素子に対しても適用可能である。

10

#### 【0121】

図 17 は、このようなタンデム型有機 EL 素子 500 の構成を模式的に示す図であり、各層におけるエネルギー準位の関係を示すため、便宜上、有機 EL 素子 500 の積層構造を水平方向に並べて図示している。

同図に示すように、有機 EL 素子 500 は、左から順に、不図示の基板に形成されたアノード（陽極）510、正孔注入層 511、正孔輸送層 512、第 1 有機発光層 513、電子輸送層（機能層）514、電荷発生層 515、正孔注入層 516、正孔輸送層 517、第 2 有機発光層 518、電子輸送層 519、陰極 520 の順に積層されてなる。

20

#### 【0122】

中間にある電荷発生層 515 は、本例では、無機の P 型酸化物として  $\text{MoO}_3$  で形成され、正孔注入層 516 には、正孔を供給し、電子輸送層 514 には電子を供給する機能を有する。

機能層としての電子輸送層 514 は、NaF と Yb を例えば、Yb 80 wt % で共蒸着してなり、この上に電荷発生層 515 をスパッタリング法で形成する際に一部の Yb が酸化される。

#### 【0123】

したがって、この場合にも、上記実施の形態における機能層 18 と同様、電子輸送層 514 の光透過率と電子注入性が向上し、発光効率がよりよくでき、また長寿命化を図れるという効果が得られる。

30

##### (3) 機能層前駆体の製法の別の態様

上記実施の形態では、機能層前駆体を、NaF と Yb を所定の比で共蒸着して形成したが、必ずしも共蒸着による製法に限定されず、例えば、NaF と Yb の微粒子を有機溶媒中に均等に分散させて、スピンコート法などにより塗布して乾燥させる方法でも構わない。

#### 【0124】

##### (4) NaF 以外の物質と Yb との共蒸着

(4-1) 上記実施の形態では、機能層 18 を、NaF と Yb を所定の比で共蒸着して形成することによって、NaF と Yb の粒子をほぼ均等に分散させ、機能層 18 上に IZO 膜 19 をスパッタリングで形成する際に、Yb 粒子同士の隙間を介して IZO が内部まで浸入し、比較的厚い Yb の酸化物の層を形成して、高い透過率を得ることができた。

40

#### 【0125】

この原理からすれば、NaF 以外の物質、例えば透過率の高い有機物と Yb を共蒸着させても、同様な効果が得られると解される。

図 18 は、NaF と Yb の共蒸着した場合 (H51) と、有機物と Yb を共蒸着した場合 (H52) の共蒸着比と透過率との関係を示すグラフである。

なお、評価構造は、H51 については、図 13 (a) と同様であり (NaF : Yb 層 [15 nm]、IZO 膜 [5 nm])、H52 については、NaF : Yb 層の代わりに、有機物 : Yb 層 [15 nm] を形成した。共蒸着する有機物として、透光性と電子輸送性を有す

50

る公知の有機材料を用いることにより、機能層 18 の電子注入性・輸送性をより向上させることができる。本例では、この有機材料の一例として、フェナンスロリン誘導体 (BCP) を用いた。もちろん、このような有機物と共蒸着させる希土類金属については、還元性は不要である。

#### 【0126】

図 18 の H52 に示すように、有機物と Yb を共蒸着した場合でも、共蒸着比が 95 wt % 程度までは、良好な透過率を有していることが検証された。

なお、機能層 18 を有機物と Yb の共蒸着で形成する場合には、有機発光層 17 と機能層 18 との間に、防水性のため NaF 層を形成することが望ましい。

(4-2) さらには、IZO と Yb を共蒸着して、IZO : Yb 層を機能層として用いることも可能である。この場合には、IZO と Yb の共蒸着の段階で、一部の Yb が酸化されるので、機能層 18 上にさらに IZO 膜を形成する必要はないと解される。

#### 【0127】

##### (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、機能層 18 や IZO 膜 19、正孔注入層 15 や正孔輸送層 16 を有する構成であるとしたが、これに限られない。例えば、正孔輸送層 16 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 15 と正孔輸送層 16 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。

#### 【0128】

また、機能層 18 上の IZO 膜 19 と対向電極 20 との間に別の電子輸送層を設けるようにしても構わない。この場合の電子輸送層に用いられる材料としては、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。これにより電子注入輸送性をさらに向上させることができる。

#### 【0129】

(6) また、2 次以上の高次の光共振器構造を特に考慮する必要がなければ、IZO 膜 19 も必ずしも必須ではない。機能層 18 に共蒸着された Yb を酸化する方法は、他にもあり得るからである。例えば、高圧の酸素雰囲気下に所定時間放置することが考えられる。

なお、Yb の酸化物を含む層の深さは、発光効率の向上に寄与するために、少なくとも機能層 18 の膜厚の 50 % 以上あることが望ましい。

#### 【0130】

##### (7) 隔壁・画素規制層の形成工程の変形例

上記実施の形態では、隔壁 14 と画素規制層 141 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 14 と画素規制層 141 を同時に形成するようにしてもよい。

まず、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、ダイコート法などのウェットプロセスにより、樹脂材料を塗布して隔壁材料層 140 (図 5 (c) 参照) を形成する。

#### 【0131】

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 12 に定着させることが好ましい。

次に、フォトリソマスク (不図示) を介して隔壁材料層 140 を露光する。

例えば、隔壁材料層 140 がポジ型の感光性を有する場合は、隔壁材料層 140 を残す箇所を遮光し、除去する部分を露光する。

#### 【0132】

画素規制層 141 は、隔壁 14 よりも膜厚が小さいので、画素規制層 141 の部分は、隔壁材料層 140 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リソマスクとして、隔壁 14 に対応する位置に配さ

10

20

30

40

50

れ光を完全に遮断する遮光部と、画素規制層 141 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 13 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。

【0133】

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 13 上の隔壁材料層 140 が全露光され、画素規制層 141 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 140 の露光領域を除去することにより、隔壁 14 と、これよりも膜厚の小さな画素規制層 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、隔壁材料層 140 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、所定の温度で焼成する。

【0134】

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 12 上に、Y 方向に延伸する隔壁 14 および X 方向に延伸する画素規制層 141 を同一の工程で形成することができ、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。

(8) 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、画素絶縁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。

【0135】

また、上記実施の形態に係る有機 EL パネル 10 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 10 では、画素電極 13 を長方形平板状の部材としたが、これに限られない。

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 EL 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 EL パネルであっても構わない。

【0136】

(9) 上記実施の形態に係る有機 EL パネル 10 では、R、G、B 色にそれぞれ発光する副画素 100R、100G、100B 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。

【0137】

(10) 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。

(11) 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、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 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

10

20

30

40

50



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。

【産業上の利用可能性】

【0138】

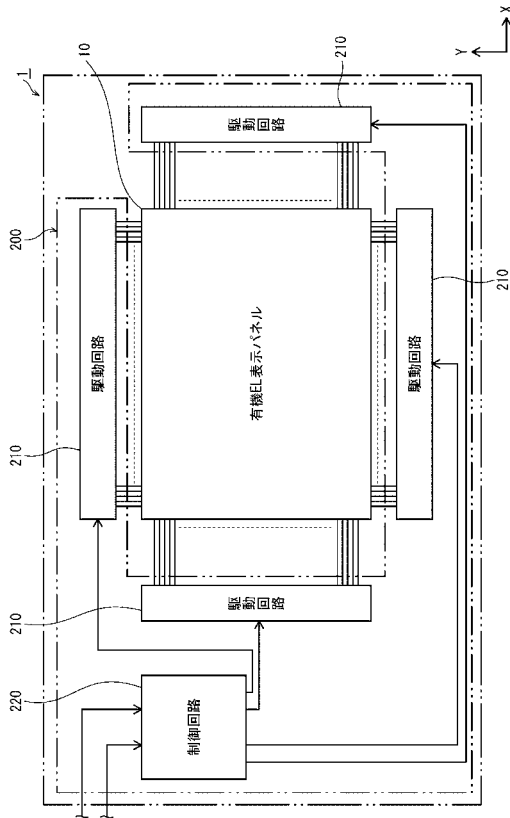
本開示に係る有機EL素子は、様々な電子機器に用いられる表示パネルに広く利用することができる。

【符号の説明】

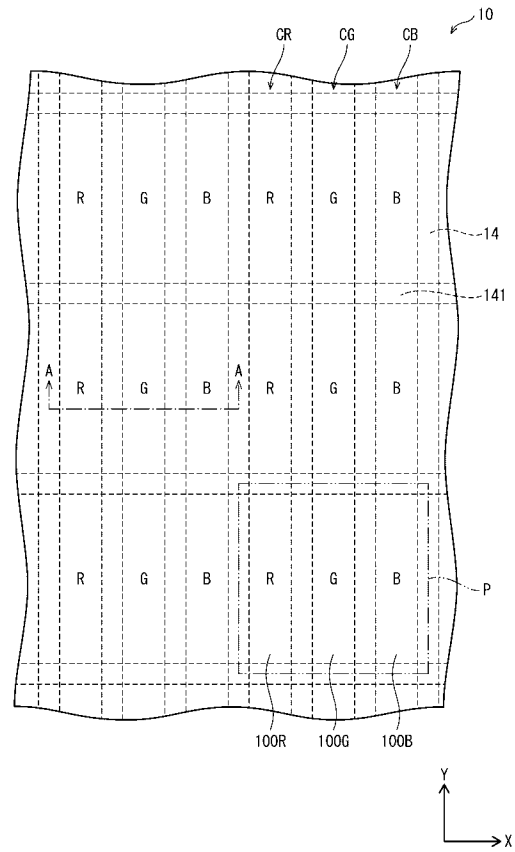
【0139】

1	有機EL表示装置	
2	有機EL素子	10
10	有機ELパネル	
11	基板	
12	層間絶縁層	
13	画素電極	
14	隔壁	
15	正孔注入層	
16	正孔輸送層	
17	有機発光層	
18	機能層	
19	IZO膜	20
20	対向電極	
21	封止層	
100B、100G、100R	副画素	
111	基材	
112	TFT層	
140	隔壁材料層	
141	画素規制層	
401	テレビ装置	
500	タンデム型有機EL素子	

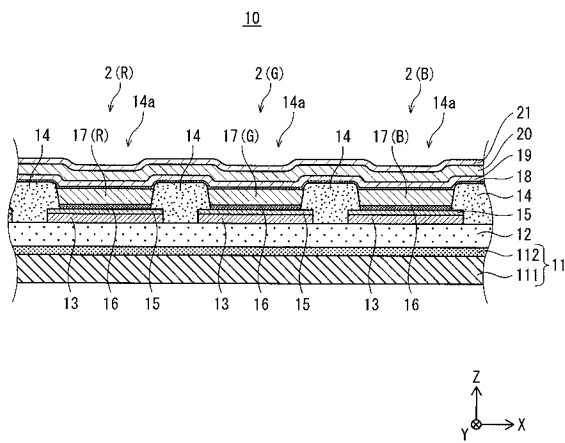
【図 1】



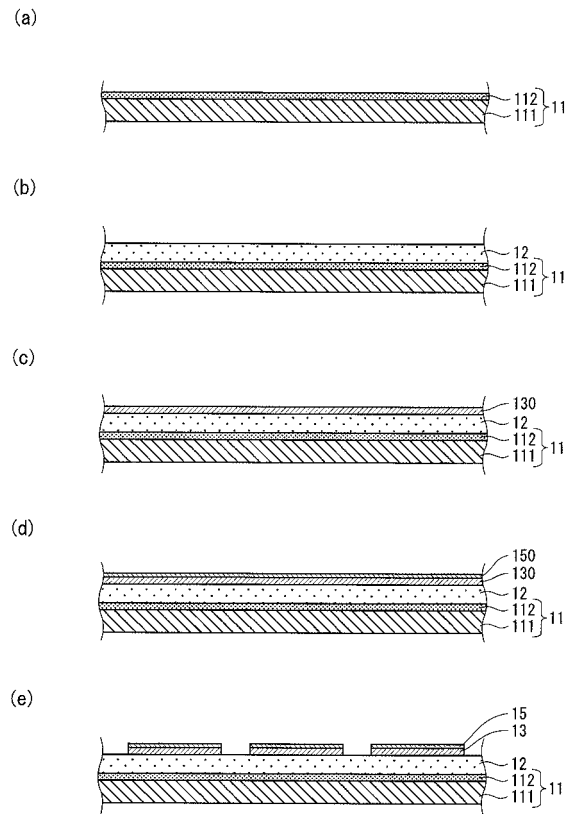
【図 2】



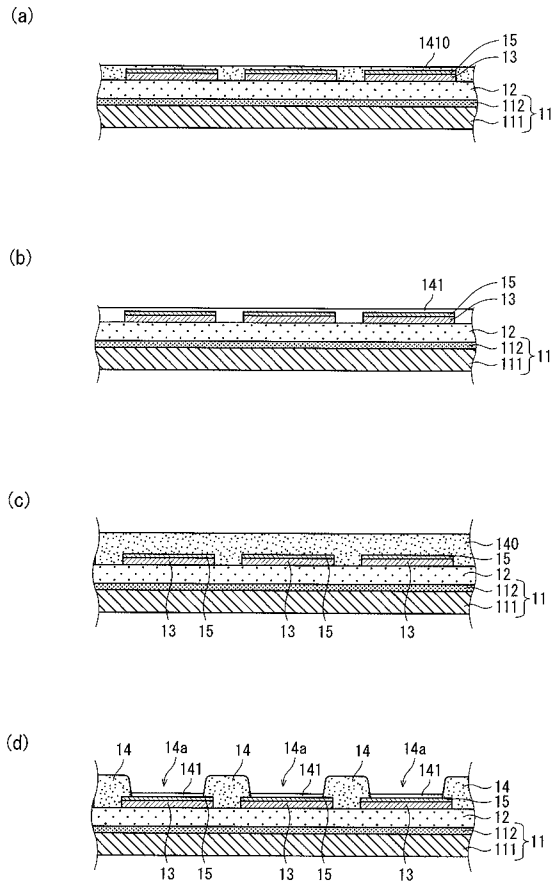
【図 3】



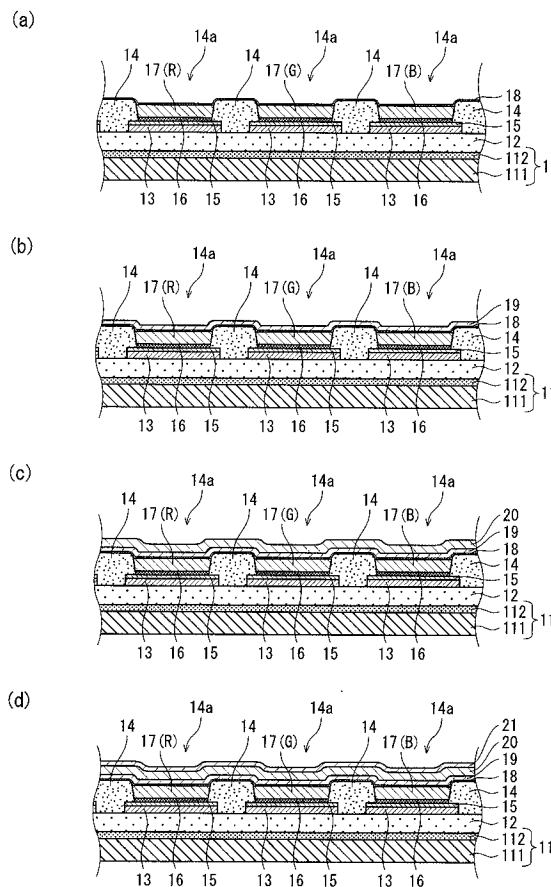
【図 4】



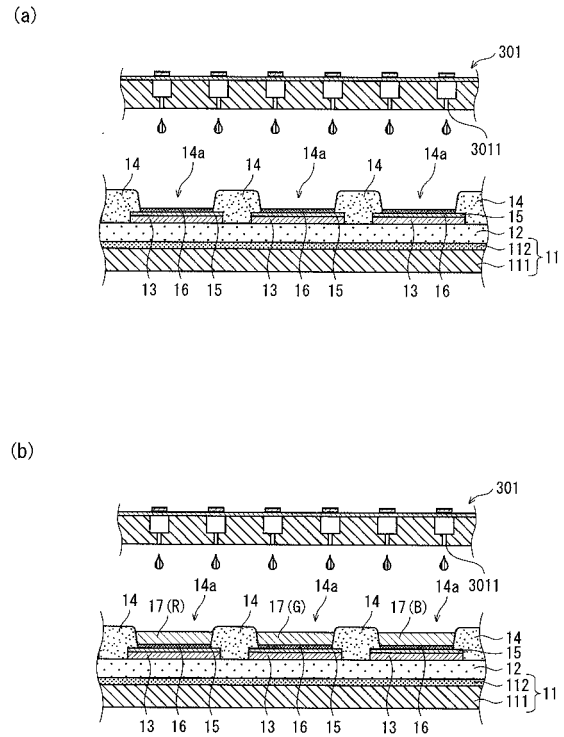
【図 5】



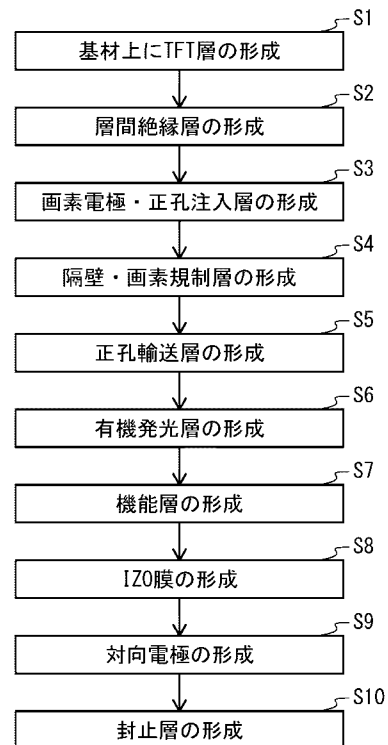
【図 7】



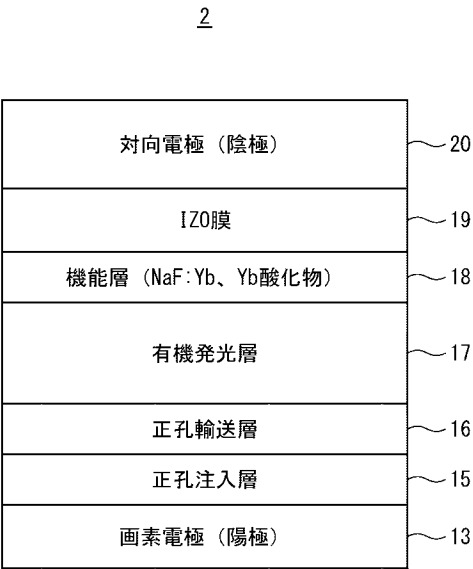
【図 6】



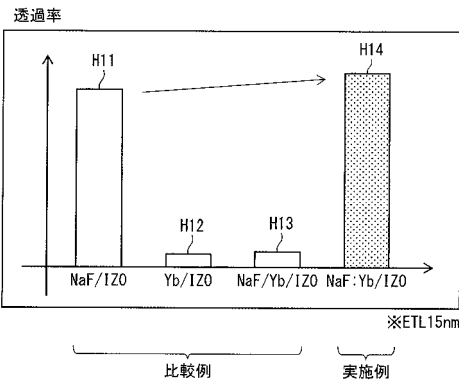
【図 8】



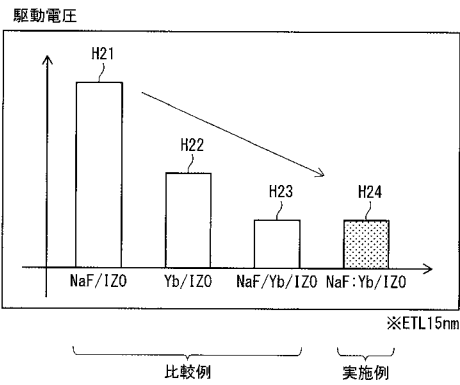
【 図 9 】



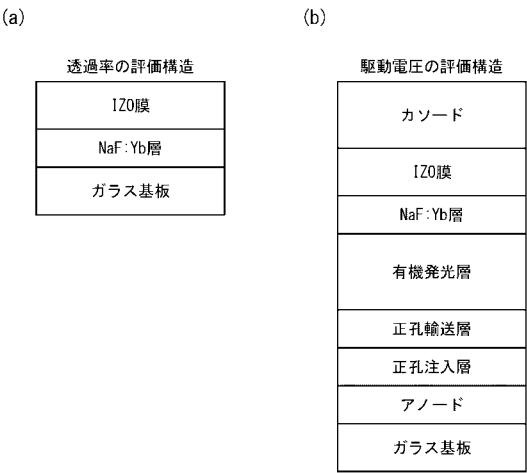
【 図 1 0 】



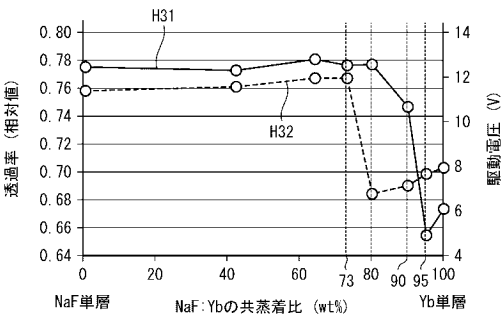
【 図 1 1 】



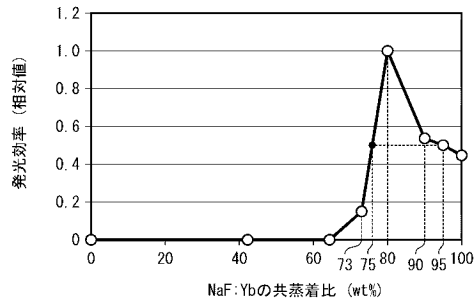
【 図 1 3 】



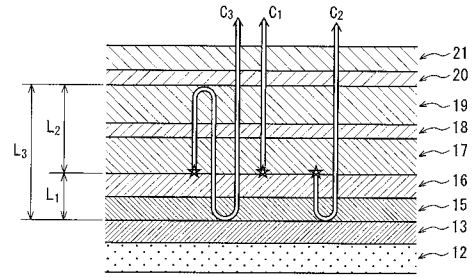
【 図 1 2 】



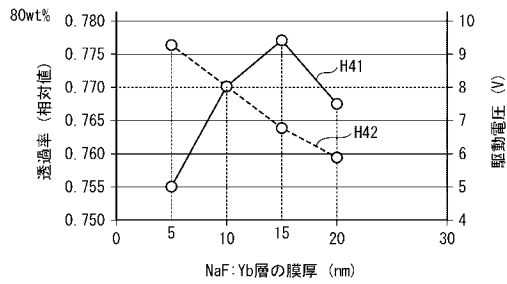
【図 14】



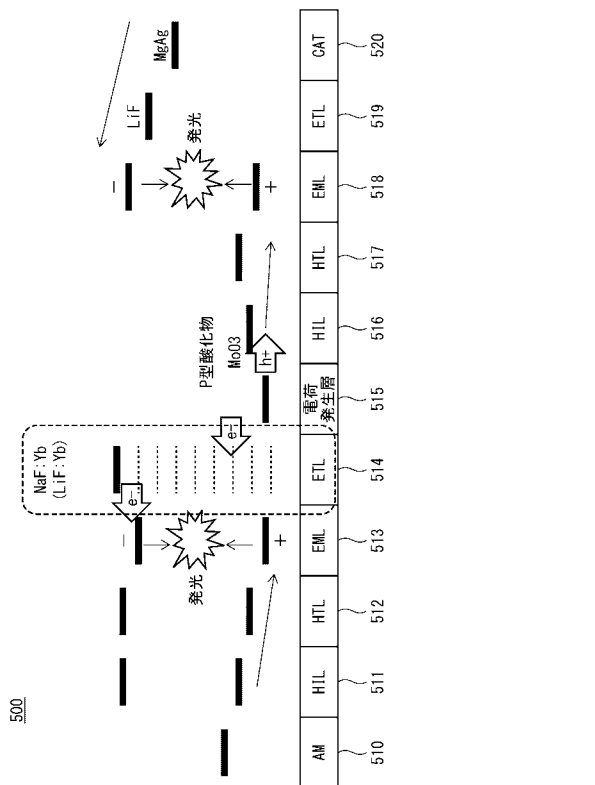
【図 16】



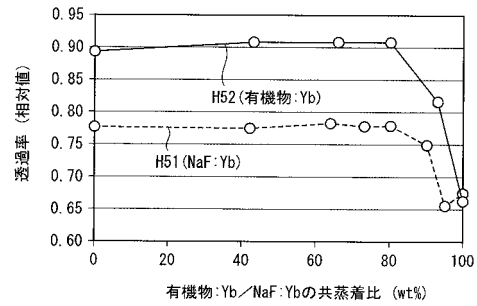
【図 15】



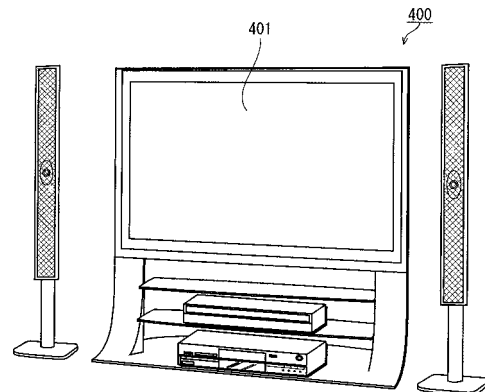
【図 17】



【図 18】



【図 19】



## 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</b>	<b>33/12</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 B 33/24			
<b>H 0 5 B</b>	<b>33/22</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 B 33/12		C	
<b>G 0 9 F</b>	<b>9/30</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 B 33/22		Z	
<b>G 0 9 F</b>	<b>9/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 B 33/12		B	
			G 0 9 F 9/30	3 6 5		
			G 0 9 F 9/00	3 3 8		

F ターム( 参考 ) 5C094 AA10 AA37 BA11 BA27 CA19 DA13 EA05 FA01 FA02 FB01  
FB02 FB12 JA01  
5G435 AA03 AA14 BB05 CC09 KK05 KK10

专利名称(译)	有机EL元件，有机EL元件的制造方法，有机EL面板，有机EL显示装置以及电子设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2020072188A</a>	公开(公告)日	2020-05-07
申请号	JP2018205570	申请日	2018-10-31
[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		
发明人	三島 孝介		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10 H01L27/32 H05B33/26 H05B33/24 H05B33/12 H05B33/22 G09F9/30 G09F9/00		
CPC分类号	H01L51/5215 H01L27/3246 H01L51/0005 H01L51/5012 H01L51/5072 H01L51/5092 H01L51/5218 H01L51/5234 H01L51/5265 H01L51/56 H01L2227/323 H01L2251/5315 H01L2251/558		
FI分类号	H05B33/22.A H05B33/14.A H05B33/10 H01L27/32 H05B33/26.Z H05B33/24 H05B33/12.C H05B33/22.Z H05B33/12.B G09F9/30.365 G09F9/00.338		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD03 3K107/DD10 3K107/DD23 3K107/DD27 3K107/DD29 3K107/DD46Y 3K107/DD52 3K107/DD75 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/DD84 3K107/DD86 3K107/DD89 3K107/FF14 3K107/GG04 3K107/GG05 5C094/AA10 5C094/AA37 5C094/BA11 5C094/BA27 5C094/CA19 5C094/DA13 5C094/EA05 5C094/FA01 5C094/FA02 5C094/FB01 5C094/FB02 5C094/FB12 5C094/JA01 5G435/AA03 5G435/AA14 5G435/BB05 5G435/CC09 5G435/KK05 5G435/KK10		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

有机电致发光元件包括：阳极；布置在阳极的上侧的有机发光层；布置在有机发光层上方的功能层，其中，稀土金属和其他材料混合存在。稀土金属的哪一部分被氧化，并且阴极设置在功能层的上侧。制造有机电致发光元件的方法包括：形成阳极；在阳极的上侧形成有机发光层；在有机发光层上方形成其中混合存在稀土金属和其他材料的功能层；以及稀土金属的一部分被氧化，并在功能层的上侧形成阴极。

2

