

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5638629号
(P5638629)

(45) 発行日 平成26年12月10日 (2014. 12. 10)

(24) 登録日 平成26年10月31日 (2014. 10. 31)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 51/50 (2006. 01)	H O 5 B 33/14 B
H O 5 B 33/10 (2006. 01)	H O 5 B 33/10
	H O 5 B 33/22 B
	H O 5 B 33/22 D

請求項の数 19 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2012-550978 (P2012-550978)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成23年12月27日 (2011. 12. 27)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/080200		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02012/091005	(74) 代理人	110000350
(87) 国際公開日	平成24年7月5日 (2012. 7. 5)		ポレール特許業務法人
審査請求日	平成25年7月2日 (2013. 7. 2)	(72) 発明者	荒谷 介和
(31) 優先権主張番号	特願2010-291550 (P2010-291550)		日本国茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
(32) 優先日	平成22年12月28日 (2010. 12. 28)	(72) 発明者	佐久間 広貴
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
		(72) 発明者	佐々木 洋
			日本国茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光素子及びこれを用いた光源装置並びに有機発光層材料及び有機発光層形成用塗布液並びに当該素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一の電極と、

第二の電極と、

前記第一の電極と前記第二の電極との間に配置された発光層と、

前記発光層と前記第一の電極との間に配置された電荷輸送層と、を有する有機発光素子であって、

前記電荷輸送層は前記発光層に接し、

前記発光層はホスト、第一のドーパント及び第二のドーパントを含み、

前記第一のドーパントは赤色ドーパントであり、

前記第一のドーパント及び前記第二のドーパントは、フォトルミネッセンススペクトルにおいて最大強度を示す波長が異なり、

前記電荷輸送層は電荷輸送性材料を含み、

前記第一のドーパントには機能性基が付与され、

前記電荷輸送性材料には機能性基が付与され、

前記第一のドーパントの機能性基および前記電荷輸送性材料の機能性基により、前記第一のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在する側の表面に偏在し、

前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、下記(1)～(4)のいずれかである有機発光素子。

(1) 前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、炭素数 4

10

20

以上のアルキル基である。

(2) 前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、共にヒドロキシ基またはカルボキシル基である。

(3) 前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、水素結合を形成できる置換基である。

(4) 前記第一のドーパントの機能性基はパーフルオロフェニル基、前記電荷輸送性材料の機能性基はフェニル基である。

【請求項 2】

第一の電極と、

第二の電極と、

前記第一の電極と前記第二の電極との間に配置された発光層と、

前記発光層と前記第一の電極との間に配置された電荷輸送層と、を有する有機発光素子であって、

前記電荷輸送層は前記発光層に接し、

前記発光層はホスト、第一のドーパント及び第二のドーパントを含み、

前記第一のドーパントは赤色ドーパントであり、

前記第一のドーパント及び第二のドーパントは、フォトルミネッセンススペクトルにおいて最大強度を示す波長が異なり、

前記電荷輸送層は電荷輸送性材料を含み、

前記第一のドーパントには機能性基が付与され、

前記電荷輸送性材料には機能性基が付与され、

前記第一のドーパントの機能性基および前記電荷輸送性材料の機能性基により、前記第一のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在する側の表面に偏在し、

前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、水素結合を形成できる置換基であり、

前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、下記 (1) ~ (5) のいずれかである有機発光素子。

(1) 前記第一のドーパントの機能性基はヒドロキシ基、前記電荷輸送性材料の機能性基はカルボキシル基である。

(2) 前記第一のドーパントの機能性基はカルボキシル基、前記電荷輸送性材料の機能性基はヒドロキシ基である。

(3) 前記第一のドーパントの機能性基はアミド基、前記電荷輸送性材料の機能性基はアシル基である。

(4) 前記第一のドーパントの機能性基はアシル基、前記電荷輸送性材料の機能性基はアミド基である。

(5) 前記第一のドーパントの機能性基はアミノ基、前記電荷輸送性材料の機能性基はヒドロキシ基である。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記第二のドーパントには機能性基が付与され、

前記第二のドーパントの機能性基により、前記第二のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在しない側の表面に偏在する有機発光素子。

【請求項 4】

第一の電極と、

第二の電極と、

前記第一の電極と前記第二の電極との間に配置された発光層と、

前記発光層と前記第一の電極との間に配置された電荷輸送層と、を有する有機発光素子であって、

前記電荷輸送層は前記発光層に接し、

前記発光層はホスト、第一のドーパント及び第二のドーパントを含み、

前記第二のドーパントは赤色ドーパントであり、
前記第一のドーパント及び第二のドーパントは、フォトルミネッセンススペクトルにおいて最大強度を示す波長が異なり、
前記電荷輸送層は電荷輸送性材料を含み、
前記第一のドーパントには機能性基が付与され、
前記電荷輸送性材料には機能性基が付与され、
前記第一のドーパントの機能性基および前記電荷輸送性材料の機能性基により、前記第一のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在する側の表面に偏在し、
前記第二のドーパントには機能性基が付与され、
前記第二のドーパントの機能性基により、前記第二のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在しない側の表面に偏在し、
前記第二のドーパントの機能性基は、フルオロアルキル基、パーフルオロアルキル基、アルキル基（ただし、炭素数は10以上である。）、パーフルオロポリエーテル基及びシロキシ基（-Si-O-Si-）のうちのいずれかであり、
前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、下記（1）～（4）のいずれかである有機発光素子。
（1）前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、炭素数4以上のアルキル基である。
（2）前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、共にヒドロキシ基またはカルボキシル基である。
（3）前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、水素結合を形成できる置換基である。
（4）前記第一のドーパントの機能性基はパーフルオロフェニル基、前記電荷輸送性材料の機能性基はフェニル基である。
【請求項5】
第一の電極と、
第二の電極と、
前記第一の電極と前記第二の電極との間に配置された発光層と、
前記発光層と前記第一の電極との間に配置された電荷輸送層と、を有する有機発光素子であって、
前記電荷輸送層は前記発光層に接し、
前記発光層はホスト、第一のドーパント及び第二のドーパントを含み、
前記第二のドーパントは赤色ドーパントであり、
前記第一のドーパント及び第二のドーパントは、フォトルミネッセンススペクトルにおいて最大強度を示す波長が異なり、
前記電荷輸送層は電荷輸送性材料を含み、
前記第一のドーパントには機能性基が付与され、
前記電荷輸送性材料には機能性基が付与され、
前記第一のドーパントの機能性基および前記電荷輸送性材料の機能性基により、前記第一のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在する側の表面に偏在し、
前記第二のドーパントには機能性基が付与され、
前記第二のドーパントの機能性基により、前記第二のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在しない側の表面に偏在し、
前記第二のドーパントの機能性基は、フルオロアルキル基、パーフルオロアルキル基、アルキル基（ただし、炭素数は10以上である。）、パーフルオロポリエーテル基及びシロキシ基（-Si-O-Si-）のうちのいずれかであり、
前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、水素結合を形成できる置換基であり、
前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、下記（1）～（5）のいずれかである有機発光素子。

10

20

30

40

50

(1) 前記第一のドーパントの機能性基はヒドロキシ基、前記電荷輸送性材料の機能性基はカルボキシル基である。

(2) 前記第一のドーパントの機能性基はカルボキシル基、前記電荷輸送性材料の機能性基はヒドロキシ基である。

(3) 前記第一のドーパントの機能性基はアミド基、前記電荷輸送性材料の機能性基はアシル基である。

(4) 前記第一のドーパントの機能性基はアシル基、前記電荷輸送性材料の機能性基はアミド基である。

(5) 前記第一のドーパントの機能性基はアミノ基、前記電荷輸送性材料の機能性基はヒドロキシ基である。

10

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかにおいて、

前記発光層は第三のドーパントを含み、

前記第三のドーパントは、前記第一のドーパント及び第二のドーパントに対して、フォトルミネッセンススペクトルにおいて最大強度を示す波長が異なる有機発光素子。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかにおいて、

前記発光層の膜厚方向において、前記第一のドーパントの濃度がピークとなる位置は、前記発光層の中央より前記電荷輸送層側に存在し、

前記発光層の膜厚方向において、前記第一のドーパントの濃度がピークとなる位置から前記発光層における前記電荷輸送層が存在しない側の表面に向かって、前記第一のドーパントの濃度は単調減少する有機発光素子。

20

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかにおいて、

前記発光層はバインダポリマーを含み、

前記バインダポリマーは、ポリカーボネート、ポリスチレン、アクリル樹脂およびポリアミドのいずれか一つ以上から選ばれる有機発光素子。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかにおいて、

さらに、前記第一の電極と前記第二の電極との電極の間に配置された有機層を含み、前記有機層は、正孔注入層、正孔輸送層、前記発光層、電子輸送層及び電子注入層をこの順に積層したものであり、

30

前記有機層の側面にバンクが設けられ、

前記バンクの前記発光層が存在する側の表面には撥水層が設けられている有機発光素子。

【請求項 10】

請求項 6 において、

前記第一のドーパントの発光色と前記第二のドーパントの発光色とは異なり、

前記第三のドーパントの発光色は、前記第一のドーパントの発光色および前記第二のドーパントの発光色とは異なり、

40

前記第三のドーパントには機能性基が付与され、

前記第三のドーパントの機能性基および前記電荷輸送性材料の機能性基により、前記第三のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在する側の表面に偏在する有機発光素子。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれかにおいて、

前記発光層は単層である有機発光素子。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれかの有機発光素子に用いられる有機発光層形成用塗布液であって、

50

前記有機発光層形成用塗布液は前記ホスト、前記第一のドーパントおよび溶媒を含む有機発光層形成用塗布液。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 11 のいずれかの有機発光素子に用いられる有機発光層材料であって、
前記有機発光層材料は前記ホストおよび前記第一のドーパントを含む有機発光層材料。

【請求項 14】

請求項 1 ~ 11 のいずれかの有機発光素子を備える光源装置。

【請求項 15】

第一の電極と、
第二の電極と、
前記第一の電極と前記第二の電極との間に配置された発光層と、
前記発光層と前記第一の電極との間に配置された電荷輸送層と、を有する有機発光素子の製造方法であって、
前記電荷輸送層は前記発光層に接し、
前記発光層はホスト、第一のドーパント及び第二のドーパントを含み、
前記第一のドーパントは赤色ドーパントであり、
前記第一のドーパント及び第二のドーパントは、フォトルミネッセンススペクトルにおいて最大強度を示す波長が異なり、

前記電荷輸送層は電荷輸送性材料を含み、
前記第一のドーパントには機能性基が付与され、
前記電荷輸送性材料には機能性基が付与され、
前記第一のドーパントの機能性基および前記電荷輸送性材料の機能性基により、前記第一のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在する側の表面に偏在し、
前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、下記(1) ~ (4)のいずれかであり、

前記発光層は塗布で作製される有機発光素子の製造方法。
(1) 前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、炭素数 4 以上のアルキル基である。

(2) 前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、共にヒドロキシ基またはカルボキシル基である。

(3) 前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、互いに水素結合を形成できる置換基である。

(4) 前記第一のドーパントの機能性基はパーフルオロフェニル基、前記電荷輸送性材料の機能性基はフェニル基である。

【請求項 16】

請求項 15 において、
前記第二のドーパントには機能性基が付与され、
前記第二のドーパントの機能性基により、前記第二のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在しない側の表面に偏在する有機発光素子の製造方法。

【請求項 17】

請求項 15 または 16 において、
前記ホスト、前記第一のドーパント、前記第二のドーパントおよび溶媒を含む塗液における固形成分に対する前記第二のドーパントの濃度は 5 モル % 以上である有機発光素子の製造方法。

【請求項 18】

請求項 17 において、
前記第二のドーパントは、青色ドーパントまたは緑色ドーパントである有機発光素子の製造方法。

【請求項 19】

第一の電極と、

第二の電極と、
前記第一の電極と前記第二の電極との間に配置された発光層と、
前記発光層と前記第一の電極との間に配置された電荷輸送層と、を有する有機発光素子
の製造方法であって、
前記電荷輸送層は前記発光層に接し、
前記発光層はホスト、第一のドーパント及び第二のドーパントを含み、
前記第二のドーパントは赤色ドーパントであり、
前記第一のドーパント及び第二のドーパントは、フォトルミネッセンススペクトルにお
いて最大強度を示す波長が異なり、
前記電荷輸送層は電荷輸送性材料を含み、
前記第一のドーパントには機能性基が付与され、
前記電荷輸送性材料には機能性基が付与され、
前記第一のドーパントの機能性基および前記電荷輸送性材料の機能性基により、前記第
一のドーパントは前記発光層における前記電荷輸送層が存在する側の表面に偏在し、
前記第二のドーパントには機能性基が付与され、
前記第二のドーパントの機能性基により、前記第二のドーパントは前記発光層における
前記電荷輸送層が存在しない側の表面に偏在し、
前記第二のドーパントの機能性基は、フルオロアルキル基、パーフルオロアルキル基、
アルキル基（ただし、炭素数は10以上である。）、パーフルオロポリエーテル基及びシ
ロキシ基（-Si-O-Si-）のうちのいずれかであり、
前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、下記（1）～
（4）のいずれかであり、
前記発光層は塗布で作製される有機発光素子の製造方法。
（1）前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、炭素数4
以上のアルキル基である。
（2）前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、共にヒド
ロキシ基またはカルボキシ基である。
（3）前記第一のドーパントの機能性基及び前記電荷輸送性材料の機能性基は、水素結合
を形成できる置換基である。
（4）前記第一のドーパントの機能性基はパーフルオロフェニル基、前記電荷輸送性材料
の機能性基はフェニル基である。

10

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光層材料、有機発光層材料を用いた有機発光層形成用塗布液、有機発光層形成用塗布液を用いた有機発光素子、有機発光素子を用いた光源装置およびそれらの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、単層の発光層を有する有機白色発光素子として、電極間に、少なくとも発光色が青色またはそれよりも短波長を示すポリマと、発光中心形成化合物とを含有する組成物よりなる単層発光層を挿入し、発光中心形成化合物は、その2種以上がポリマ中に分子分散した状態で存在しており、それぞれの発光中心形成化合物はそれぞれ単独で発光する単層型白色発光有機EL素子が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平9-63770号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 4 】

従来の有機発光素子においては、ドーパントおよび電荷輸送層に所望の機能性基がなく、ドーパントの濃度制御が難しいという問題があった。

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、簡便にドーパントの濃度を制御可能な有機発光層材料を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明は、第一の電極と、第二の電極と、これらの電極の間に配置された有機層とを含み、有機層は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層をこの順に積層した有機発光素子において、発光層は、ホスト及び第一のドーパントを含み、正孔輸送層は、正孔輸送性材料を含み、電子輸送層は、電子輸送性材料を含み、正孔輸送性材料及び電子輸送性材料は、機能性基を有し、第一のドーパントは、機能性基を有し、発光層の内部であって発光層が正孔輸送層又は電子輸送層に接する側に偏在し、第一のドーパントの機能性基と正孔輸送性材料及び前記電子輸送性材料のうち前記第一のドーパントが偏在する側に位置する材料の機能性基とは、互いに親和性を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、簡便にドーパントの濃度を制御できる有機発光層材料及びこれを用いた有機発光素子を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】光源装置の一実施形態を示す断面図である。

【図 2】有機発光素子の一実施形態を示す断面図である。

【図 3】有機発光素子の一実施形態を示す断面図である。

【図 4】有機発光素子中の各材料のエネルギーダイアグラムである。

【図 5】光源装置の一実施形態を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下、本発明の実施形態に係る有機発光素子について説明する。

30

【 0 0 1 0 】

前記有機発光素子は、第一の電極と、第二の電極と、これらの電極の間に配置された有機層とを含み、有機層は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層をこの順に積層したものである。そして、発光層は、ホスト及び第一のドーパントを含み、正孔輸送層及び電子輸送層は、電荷輸送性材料を含み（正孔輸送層は、正孔輸送性材料を含み、電子輸送層は、電子輸送性材料を含み）、正孔輸送性材料及び電子輸送性材料は、機能性基を有し、第一のドーパントは、機能性基を有し、発光層の内部であって発光層が正孔輸送層又は電子輸送層に接する側に偏在し、第一のドーパントの機能性基と正孔輸送性材料及び電子輸送性材料のうち第一のドーパントが偏在する側に位置する材料の機能性基とは、互いに親和性を有する。

40

【 0 0 1 1 】

ここで、「互いに親和性を有する」とは、2つ以上の機能性基同士が分子間相互作用、すなわち引力的相互作用によって近接する性質を有することをいう。

【 0 0 1 2 】

前記有機発光素子においては、第一のドーパントの機能性基及び上記の材料（正孔輸送性材料及び電子輸送性材料のうち第一のドーパントが偏在する側に位置する材料）の機能性基は、下記の構成（i）～（iv）のうちのいずれか一つ以上に該当することが望ましい。

【 0 0 1 3 】

（i）第一のドーパントの機能性基及び上記の材料の機能性基は、炭素数 4 以上のアル

50

キル基である。

【0014】

(ii) 第一のドーパントの機能性基及び上記の材料の機能性基は、共にヒドロキシ基またはカルボキシル基である。

【0015】

(iii) 第一のドーパントの機能性基及び上記の材料の機能性基は、水素結合を形成する。

【0016】

(iv) 第一のドーパントの機能性基はパーフルオロフェニル基であり、上記の材料の機能性基はフェニル基である。

10

【0017】

前記有機発光素子において、第一のドーパントの機能性基及び上記の材料の機能性基は、構成(iii)に該当し、下記の構成(v)～(ix)のうちのいずれか一つ以上に該当することが望ましい。

【0018】

(v) 第一のドーパントの機能性基はヒドロキシ基であり、上記の材料の機能性基はカルボキシル基である。

【0019】

(vi) 第一のドーパントの機能性基はカルボキシル基であり、上記の材料の機能性基はヒドロキシ基である。

20

【0020】

(vii) 第一のドーパントの機能性基はアミド基であり、上記の材料の機能性基はアシル基である。

【0021】

(viii) 第一のドーパントの機能性基はアシル基であり、上記の材料の機能性基はアミド基である。

【0022】

(ix) 第一のドーパントの機能性基はアミノ基であり、上記の材料の機能性基はヒドロキシ基である。

【0023】

30

前記有機発光素子において、発光層の膜厚方向で第一のドーパントの濃度がピークとなる位置は、発光層の中央部より上記の材料の側に存在し、上記の位置から発光層における上記の材料の反対側の界面に向かって、第一のドーパントの濃度は単調減少することが望ましい。

【0024】

前記有機発光素子において、発光層は、さらに、バインダポリマーを含み、バインダポリマーは、ポリカーボネート、ポリスチレン、アクリル樹脂及びポリアミドのいずれかを含むことが望ましい。

【0025】

前記有機発光素子において、有機層の側面には、バンクを配置し、バンクの発光層に対向する側の表面には、撥水層が設けられていることが望ましい。

40

【0026】

前記有機発光素子においては、発光層は、さらに、第二のドーパントを含み、第一のドーパントの発光色と第二のドーパントの発光色とは異なり、第二のドーパントは、機能性基を有し、発光層における上記の材料の反対側の界面に偏在していることが望ましい。

【0027】

前記有機発光素子において、発光層は、さらに、第三のドーパントを含み、第一のドーパントの発光色と第二のドーパントの発光色とは異なり、第三のドーパントの発光色は、第一のドーパントの発光色および第二のドーパントの発光色とは異なり、第三のドーパントは、機能性基を有し、発光層における上記の材料の側に偏在していることが望ましい。

50

【 0 0 2 8 】

前記有機発光素子において、発光層は、さらに、第二のドーパントおよび第三のドーパントを含み、第一のドーパントの発光色と第二のドーパントの発光色とは異なり、第三のドーパントの発光色は、第一のドーパントの発光色および第二のドーパントの発光色とは異なり、発光層から白色光が出射されることが望ましい。

【 0 0 2 9 】

前記有機発光素子においては、発光層は、単層であることが望ましい。

【 0 0 3 0 】

前記有機発光素子は、光源装置に適用することができる。

【 0 0 3 1 】

10

以下、前記有機発光素子の有機発光層を形成するために用いる有機発光層材料及び有機発光層形成用塗布液並びに前記有機発光素子の製造方法について説明する。

【 0 0 3 2 】

前記有機発光層材料は、ホスト及び第一のドーパントを含む混合物である。

【 0 0 3 3 】

前記有機発光層形成用塗布液は、前記有機発光層材料及び溶媒を含む混合物である。

【 0 0 3 4 】

前記有機発光素子の製造方法は、第一の電極と、第二の電極と、これらの電極の間に配置された有機層とを含み、有機層は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層をこの順に積層し、発光層は、ホスト及び第一のドーパントを含み、正孔輸送層は、正孔輸送性材料を含み、電子輸送層は、電子輸送性材料を含み、正孔輸送性材料及び前記電子輸送性材料は、機能性基を有し、第一のドーパントは、機能性基を有し、発光層の内部であって発光層が正孔輸送層又は電子輸送層に接する側に偏在し、第一のドーパントの機能性基と正孔輸送性材料及び電子輸送性材料のうち第一のドーパントが偏在する側に位置する材料の機能性基とは、互いに親和性を有する有機発光素子の製造方法であって、ホスト、第一のドーパント及び溶媒を含む有機発光層形成用塗布液を塗布する工程を含む。

20

【 0 0 3 5 】

前記製造方法において、有機発光層形成用塗布液は、さらに、第二のドーパントを含み、前記第一のドーパントの発光色と前記第二のドーパントの発光色とは異なり、前記第一のドーパントの発光ピーク波長は、前記第二のドーパントの発光ピーク波長より長く、前記有機発光層形成用塗布液の溶質成分に対する前記第二のドーパントの濃度は5モル%以上であることが望ましい。

30

【 0 0 3 6 】

前記製造方法において、前記第二のドーパントは、青色ドーパント又は緑色ドーパントであることが望ましい。

【 0 0 3 7 】

以下、図面等により本発明を詳細に説明する。

以下の説明は本願発明の内容の具体例を示すものであり、本願発明がこれらの説明に限定されるものではなく、本明細書に開示される技術的思想の範囲内において当業者による様々な変更および修正が可能である。また、本発明を説明するための全図において、同一の機能を有するものは、同一の符号を付け、その繰り返しの説明は省略する場合がある。

40

【 0 0 3 8 】

有機LEDの製造方法は、真空蒸着法と塗布法に大別される。そのうち、塗布法は、大面積の成膜が容易、材料の利用効率が高いなどの利点がある。塗布法を用いるためには、有機LEDの層数を少なくする必要があり、発光層を単層にすることが求められている。ここで、有機LEDは、「有機発光ダイオード (Organic Light - Emitting Diode)」の略称である。

【 0 0 3 9 】

従来の塗布法で作製した有機発光素子においては、青色ドーパントからのエネルギー移

50

動を抑制するため、緑色ドーパント濃度が0.04モル%、二種類の赤色ドーパントのうち一方の赤色ドーパント濃度が0.02モル%、他方の赤色ドーパント濃度が0.015モル%と非常に低く、ドーパントの濃度制御が難しくなる。また、各ドーパント間のエネルギー移動、発光領域でのキャリア閉じ込めが不十分であることなどのため、十分な発光効率を得られていない。

【0040】

図1は、光源装置の一実施形態を示す断面図である。

本図は、上部電極102側から光を取り出すトップエミッション型の有機発光素子である。本図においては、基板100の表面に下部電極101（第一の電極）、第一のバンク104、第二のバンク105、有機層103、上部電極102（第二の電極）、樹脂層106、封止基板107及び光取出し層108が上記の順で配置されている。

10

【0041】

下部電極101は陽極である。下部電極101は陰極であってもよい。下部電極101は、例えばフォトリソグラフィによりパターンニングして形成される。

【0042】

下部電極101が陽極の場合、上部電極102は陰極となる。下部電極101が陰極の場合、上部電極102は陽極となる。上部電極102が酸化インジウムスズ（ITO）または酸化インジウム亜鉛（IZO）である場合、ITOまたはIZOをスパッタ法で形成する際には、スパッタによるダメージを緩和するため、有機層103と上部電極102との間にバッファ層を設けることがある。バッファ層には、酸化モリブデン、酸化バナジウムなどの金属酸化物を用いることが望ましい。上部電極102は、隣接する発光部の下部電極101と接続される。これにより、発光部を直列接続することができる。

20

【0043】

第一のバンク104は、順テーパとなっており、パターンニングされた下部電極101の端部を覆い、発光部の部分的なショート故障を防止する。有機層103を塗布で形成した後、所定のフォトリソマスクを用いて現像露光することにより、第一のバンク104が形成される。第一のバンク104の有機層103が存在する側の表面に撥水性処理を施して、撥水層を形成してもよい。例えば、第一のバンク104の表面にフッ素系ガスのプラズマ処理を行い、第一のバンク104の表面をフッ素化することで撥水性処理を行う。第一のバンク104として、感光性ポリイミドが好ましい。また、第一のバンク104として、アクリル樹脂、アクリル樹脂、ノボラック樹脂、フェノール樹脂、非感光性材料なども用いることができる。

30

【0044】

第二のバンク105は、逆テーパとなっており、隣接する発光部の上部電極102が導通しないようにするために用いられる。有機層103を塗布で形成した後、所定のフォトリソマスクを用いて現像露光することにより、第二のバンク105が形成される。第二のバンク105の有機層103が存在する側の表面には、撥水性処理を施して撥水層を形成してもよい。例えば、第二のバンク105の表面にフッ素系ガスのプラズマ処理を行い、第二のバンク105の表面をフッ素化することで撥水性処理を行う。第二のバンク105として、ネガ型フォトリソレジストを用いることが好ましい。また、第二のバンク105として、アクリル樹脂、アクリル樹脂、ノボラック樹脂、フェノール樹脂、非感光性材料なども用いることができる。

40

【0045】

樹脂層106は、発光部を封止するため、発光素子の劣化の要因となるガスや水分の浸入を防ぐために用いられる。樹脂層106として、エポキシ樹脂などの各種ポリマを用いることができる。封止性能を向上するために、樹脂層106として上部電極102上の無機パッシベーション膜を用いることもできる。

【0046】

封止基板107は、ガラス基板である。但し、ガラス基板以外でも、適切なガスバリア膜を有するプラスチック基板も用いることができる。

50

【 0 0 4 7 】

光取出し層 1 0 8 は、有機層 1 0 3 で発光した光を効率よく取出すために用いられる。光取出し層 1 0 8 として、例えば、散乱性、拡散反射性を有するフィルムが用いられる。

【 0 0 4 8 】

ここで用いる有機発光素子は、単一の素子でも、複数の分割された素子でもかまわない。複数の素子を接続する方法は、各素子を直列、並列またはそれらを組み合わせた方法が挙げられる。また、有機発光素子を複数の分割した場合には、以下の構成が考えられる。

【 0 0 4 9 】

(A) 第一のドーパント、第二のドーパントおよび第三のドーパントを含む単一の有機発光素子が複数存在する。

10

【 0 0 5 0 】

(B) 第一のドーパントおよび第二のドーパントを含む有機発光素子、第三のドーパントを含む有機発光素子が存在する。

【 0 0 5 1 】

(C) 第一のドーパントを含む有機発光素子、第二のドーパントを含む有機発光素子、第三のドーパントを含む有機発光素子が存在する。

【 0 0 5 2 】

上記 (B) において、赤色ドーパントおよび緑色ドーパントを含む有機発光素子と、青色ドーパントを含む有機発光素子とを組み合わせる場合、エネルギー移動の影響を最小限にし、青色ドーパントを含む有機発光素子を効率的に光らせることができる。

20

【 0 0 5 3 】

また、上記 (C) において、第一のドーパント、第二のドーパントおよび第三のドーパントを赤色ドーパント、緑色ドーパントおよび青色ドーパントとすれば、複数の有機発光素子からの発光が混じりあい、白色光が出射される。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、光源装置の一実施形態を示す断面図である。

第一の有機発光素子 2 0 2 および第二の有機発光素子 2 0 3 は、第二のバンク 1 0 5 で分割されている。第一の有機発光素子 2 0 2 および第二の有機発光素子 2 0 3 から光が取り出される方向には、拡散板 2 0 1 が配置されている。上記 (B) の構成を用いる場合、図 5 においては、第一の有機発光素子 2 0 2 が赤色ドーパント 5 および緑色ドーパント 6 を含む有機発光素子となり、第二の有機発光素子 2 0 3 が青色ドーパント 7 を含む有機発光素子となる。上記 (C) の構成を用いる場合、図 5 においては、第一の有機発光素子 2 0 2 および第二の有機発光素子 2 0 3 が、赤色ドーパント 5 を含む有機発光素子、緑色ドーパント 6 を含む有機発光素子、青色ドーパント 7 を含む有機発光素子のいずれかとなる。各有機発光素子の配置は、図 5 に示すようなストライプ状のほかに千鳥格子状でもかまわない。

30

【 0 0 5 5 】

図 2 は、一実施形態に係る有機発光素子を示す断面図である。

本図に示す有機発光素子は、上部電極 1 0 2 と、下部電極 1 0 1 と、有機層 1 0 3 と、を有する。上部電極 1 0 2 および下部電極 1 0 1 は、第一の電極および第二の電極のいずれかに相当する。図 2 の下側から基板 1 0 0、下部電極 1 0 1、有機層 1 0 3、上部電極 1 0 2 の順に配置されている。図 2 の有機発光素子は、下部電極 1 0 1 側から発光層 1 0 3 の発光を取り出すボトムエミッション型である。下部電極 1 0 1 は陽極となる透明電極、上部電極 1 0 2 は陰極となる反射電極である。

40

【 0 0 5 6 】

なお、上部電極 1 0 2 が陰極、下部電極 1 0 1 が陽極であれば、図 3 のように上部電極 1 0 2 を透明電極としたトップエミッション型の素子構造でも構わない。基板 1 0 0 および下部電極 1 0 1、下部電極 1 0 1 および有機層 1 0 3、有機層 1 0 3 および上部電極 1 0 2 はそれぞれ接していても構わず、各層の間に無機のバッファ層や注入層などを介在させてもよい。無機のバッファ層としては、酸化バナジウム、酸化モリブデン、酸化タンゲ

50

ステン等が挙げられる。注入層としては、電子注入層及び正孔注入層が挙げられる。

【 0 0 5 7 】

有機層 1 0 3 には、電荷輸送層（正孔輸送層 2、電子輸送層 8）および発光層 1 1 が含まれる。図 2 においては、基板 1 0 0 の表面に下部電極 1 0 1 が形成され、下部電極 1 0 1 の表面に正孔注入層 1 が形成され、正孔注入層 1 の表面に電荷輸送層としての正孔輸送層 2 が形成され、正孔輸送層 2 の表面に発光層 1 1 が形成され、発光層 1 1 の表面に電子輸送層 8 が形成され、電子輸送層 8 の表面に電子注入層 9 が形成され、電子注入層 9 の表面に上部電極 1 0 2 が形成されている。

【 0 0 5 8 】

図 3 のように、基板 1 0 0 の表面に下部電極 1 0 1 が形成され、下部電極 1 0 1 の表面に電子注入層 9 が形成され、電子注入層 9 の表面に電荷輸送層としての電子輸送層 8 が形成され、電荷輸送層の表面に発光層 1 1 が形成され、発光層 1 1 の表面に正孔輸送層 2 が形成され、正孔輸送層 2 の表面に正孔注入層 1 が形成され、正孔注入層 1 の表面に上部電極 1 0 2 が形成されていても構わない。いずれの場合においても、発光層 1 1 は電荷輸送層に接している。発光層 1 1 と電荷輸送層との関係以外において、有機層 1 0 3 を構成する各層は接していても構わず、各層の間に無機のバッファ層や注入層などを介在させてもよい。

【 0 0 5 9 】

上記のように、電荷輸送層としては、電子輸送層 8、正孔輸送層 2 などが考えられる。電荷輸送層には、電荷輸送材料（以下、「電荷輸送性材料」とも呼ぶ。）が含まれている。電荷輸送層が正孔輸送層 2 である場合、電荷輸送層の材料選択の多様性が増す。

【 0 0 6 0 】

発光層 1 1 は、ホスト 4 及び第一のドーパントを含む。発光層 1 1 とは、上部電極 1 0 2、下部電極 1 0 1、電子輸送層 8 または正孔輸送層 2 から注入されてくる電子及び正孔が再結合して発光する層をいう。発光する部分は、発光層 1 1 の層内であってもよいし、発光層 1 1 と発光層 1 1 に隣接する層との界面であってもよい。発光層 1 1 が発光した時の色は特に限定されないが、白色になることが好ましい。発光層 1 1 として、単層であってもよいし、異なる色が発光する複数の発光層 1 1 からなる積層構造であってもよい。

【 0 0 6 1 】

第一のドーパントおよび電荷輸送材料に適切な機能性基を付与し、第一のドーパントと電荷輸送材料との相互作用を用いることにより、第一のドーパントを発光層 1 1 における電荷輸送層が存在する側の表面に局在化させる。第一のドーパントに付与される機能性基、電荷輸送材料に付与される機能性基を、例えば、第一のドーパントと電荷輸送材料のいずれにも炭素数 4 以上のアルキル基を設けることにより、アルキル鎖間の相互作用により、第一のドーパントが電荷輸送層の近傍に局在化する。この場合、第一のドーパントの機能性基および電荷輸送材料の機能性基により、発光層 1 1 内の第一のドーパントは発光層 1 1 における電荷輸送層が存在する側の界面に引き寄せられる。よって、一回の塗布で擬似的な積層形成ができる。このように、塗布法によれば、塗布の対象である電荷輸送層の側に第一のドーパントが引き寄せられる。

【 0 0 6 2 】

この際、発光層 1 1 内で第一のドーパントが濃度分布を形成し、発光層 1 1 の膜厚方向において、第一のドーパントの濃度がピークとなる位置は、発光層 1 1 の中央部より電荷輸送層側に存在することになる。また、発光層 1 1 の膜厚方向において、第一のドーパントの濃度がピークとなる位置から発光層 1 1 における電荷輸送層が、発光層 1 1 の形成の際に存在しない側の表面に向かって、第一のドーパントの濃度は単調減少する。第一のドーパントと電荷輸送材料との相互作用を用いる場合、第一のドーパントの機能性基および電荷輸送材料の機能性基として、ヒドロキシ基またはカルボキシル基を用いてもよい。

【 0 0 6 3 】

また、第一のドーパントの機能性基および電荷輸送材料の機能性基に水素結合を形成できる置換基を設けることにより、第一のドーパントと電荷輸送材料との相互作用が強まり

10

20

30

40

50

、第一のドーパントが電荷輸送層の近傍に局在化する。水素結合を形成できる置換基としては、以下の構成が考えられるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 6 4 】

水素結合を形成できる置換基としては、以下の構成を少なくとも一種類有していればよく、二種類以上存在していてもよい。水素結合を形成できる置換基としては、以下の構成のいずれか一種類だけを選択することが望ましい。これにより、第一のドーパント同士の水素結合を抑制できる。

【 0 0 6 5 】

(D) 第一のドーパントの機能性基がヒドロキシ基、電荷輸送材料の機能性基がカルボキシル基

10

(E) 第一のドーパントの機能性基がカルボキシル基、電荷輸送材料の機能性基がヒドロキシ基

(F) 第一のドーパントの機能性基がアミド基、電荷輸送材料の機能性基がアシル基

(G) 第一のドーパントの機能性基がアシル基、電荷輸送材料の機能性基がアミド基

(H) 第一のドーパントの機能性基がアミノ基、電荷輸送材料の機能性基がヒドロキシ基

【 0 0 6 6 】

アシル基としては、カルボキシル基、アセチル基などのアルカノイル基、ベンゾイル基、スルホニル基、ホスホノイル基などが挙げられる。以上に述べた機能性基は、ドーパントまたは電荷輸送材料の主骨格に直接付与してもよいが、アミド結合やエステル結合などを介して付与しても構わない。

20

【 0 0 6 7 】

また、第一のドーパントの機能性基をパーフルオロフェニル基とし、電荷輸送材料の機能性基をフェニル基とすることにより、水素結合並みの強い分子間引力が得られる。

【 0 0 6 8 】

以上をまとめると、第一のドーパントの機能性基および電荷輸送材料の機能性基として以下の構成が考えられる。このとき、下記の構成を少なくとも一種類有していればよく、二種類以上有していてもよい。

【 0 0 6 9 】

(I) 第一のドーパントの機能性基及び電荷輸送材料の機能性基は、炭素数 4 以上のアルキル基である。

30

【 0 0 7 0 】

(J) 第一のドーパントの機能性基及び電荷輸送材料の機能性基は、水素結合を形成する。

【 0 0 7 1 】

(K) 第一のドーパントの機能性基はパーフルオロフェニル基、電荷輸送材料の機能性基はフェニル基である。

【 0 0 7 2 】

発光層 1 1 に含まれる全ての第一のドーパントに機能性基が付与されていてもよいし、一部の第一のドーパントに機能性基が付与されていてもよい。また、電荷輸送層に含まれる全ての電荷輸送材料に機能性基が付与されていてもよいし、一部の電荷輸送材料に機能性基が付与されていてもよい。

40

【 0 0 7 3 】

ホスト 4 には、機能性基が付与されていてもよい。ホスト 4 の機能性基は、第一のドーパントの機能性基と同様の機能を有する。ホスト 4 にホスト 4 の機能性基が付与される場合、発光層 1 1 に含まれる全てのホスト 4 にホスト 4 の機能性基が付与されていてもよいし、一部のホスト 4 にホスト 4 の機能性基が付与されていてもよい。なお、第一のドーパントをより局在化させる場合には、ホスト 4 にホスト 4 の機能性基が付与されていないことが望ましい。

【 0 0 7 4 】

50

発光層 11 に発光色の異なる第一のドーパントおよび第二のドーパントが含まれている場合、第一のドーパントに第一のドーパントの機能性基が含まれ、第二のドーパントに第二のドーパントの機能性基が含まれていることが望ましい。第二のドーパントに第二のドーパントの機能性基が付加されることにより、第二のドーパントは発光層 11 において発光層 11 の形成の際に電荷輸送層が存在しない側の表面に偏在、局在化することになる。つまり、第二のドーパントは発光層 11 において濃度勾配を形成する。

【0075】

第二のドーパントに第二のドーパントの機能性基が付加されることにより、発光層 11 の膜厚方向において、第二のドーパントの濃度がピークとなる位置は、発光層 11 の中央部より発光層 11 の形成の際に電荷輸送層が存在しない側に存在することになる。また、発光層 11 の膜厚方向において、第二のドーパントの濃度がピークとなる位置から電荷輸送層側に向かって単調減少する。

10

【0076】

第二のドーパントの機能性基としては、例えばフルオロアルキル基、パーフルオロアルキル基、アルキル基（ただし、C の数は 10 以上とする。）、パーフルオロポリエーテル基及びシロキシ基（-Si-O-Si-）が挙げられる。表面エネルギーを考慮すれば、フルオロアルキル基及びパーフルオロポリエーテル基が望ましく、パーフルオロアルキル基が更に望ましい。第二のドーパントは、これらの機能性基の一つでも有していればよいが、複数種類有していても構わない。これらの基は主骨格に直接導入してもよいが、アミド結合やエステル結合などを介して導入してもかまわない。

20

【0077】

第二のドーパントにフッ素を有する置換基が付与されている場合、フッ素の数が多いほど、第二のドーパントは発光層 11 における発光層 11 形成時に電荷輸送層が存在しない側の表面に偏在する。具体的には、置換基に含まれるフッ素の数が 7 以上であることが望ましい。電荷輸送材料に電荷輸送材の機能性基を付与する代わりに、電荷輸送層に界面活性剤が含まれ、界面活性剤に電荷輸送材料の機能性基が付与されていてもよい。界面活性剤としては、シロキサン系界面活性剤、フッ素系界面活性剤、非イオン性界面活性剤などが挙げられる。電荷輸送層に界面活性剤が含まれることにより、発光層の平坦性が向上し、無効電流が減少するため、電力効率を高めることができる。電荷輸送材料の機能性基が付与された界面活性剤が電荷輸送層に含まれている場合、電荷輸送材料に電荷輸送材料の機能性基を付与してもよい。この場合に、界面活性剤に付与される電荷輸送材料の機能性基と電荷輸送材料に付与される電荷輸送材料の機能性基とは同一である必要はない。電荷輸送層に界面活性剤が含まれる場合、電荷輸送層に含まれる全ての界面活性剤に電荷輸送材料の機能性基が付与されていてもよいし、一部の界面活性剤に電荷輸送材料の機能性基が付与されていてもよい。

30

【0078】

<ホスト>

ホスト 4 としては、カルバゾール誘導体、フルオレン誘導体、アリアルシラン誘導体などを用いることが好ましい。また、ポリカーボネート、ポリスチレン、アクリル樹脂、ポリアミドなどのバインダポリマーも合わせて用いることができる。バインダポリマーを用いることにより、ホスト 4 の粘度をコントロールして印刷法による製膜を容易にすることができる。また、これにより、発光層 11 の膜強度を増加させ、発光層 11 が扱いやすくなることができる。上記のバインダポリマーを一種類用いてもよいし、複数種類用いてもよい。

40

【0079】

効率の高い発光を得るためには、ドーパントとして青色ドーパント 7 を用いた場合の青色ドーパント 7 の励起エネルギーよりも、ホストの励起エネルギーが十分大きいことが好ましい。なお、励起エネルギーは、発光スペクトルを用いて測定される。

【0080】

<ドーパント>

50

ドーパントとしては、蛍光性化合物及びリン光性化合物を用いることができる。ドーパントとしては、赤色ドーパント5、緑色ドーパント6、青色ドーパント7などが挙げられる。発光層11には、単一の発光色を有するドーパントが少なくとも一種類含まれていればよく、発光色が異なる複数種類のドーパントが含まれていてもよい。

【0081】

ここで、「発光色が異なる」とは、各ドーパントのPLスペクトルにおいて最大強度を示す波長が異なることをいう。発光層11に、発光色の異なる複数種類のドーパントが含まれることにより、発光層11から白色光が出射される。例えば、発光層11に赤色ドーパント5、緑色ドーパント6及び青色ドーパント7が含まれることにより、発光層11から白色光が出射される。ドーパントが複数種類含まれる場合、複数種類のドーパント全てに第一のドーパントの機能性基が付与されていてもよく、複数種類のドーパントの少なくとも一つに第一のドーパントの機能性基が付与されていてもよい。発光層11にドーパントが三種類以上含まれる場合、少なくとも二種類のドーパントに第一のドーパントの機能性基が付与されることにより、チャージバランスをとることができる。例えば、発光層11に発光色の異なる第一のドーパント、第二のドーパントおよび第三のドーパントが含まれている場合、第一のドーパントに第一のドーパントの機能性基が付与され、第三のドーパントに第一のドーパントの機能性基と同様の機能を有する機能性基が付与され、第二のドーパントに第二のドーパントの機能性基が付与されていることが望ましい。第一のドーパントの機能性基および第三のドーパントの機能性基は、必ずしも同一である必要はない。

【0082】

青色ドーパント7は、波長400nm～500nmの範囲に室温におけるPLスペクトルの最大強度を有する。青色ドーパント7には、Ir錯体が用いられる。また、Pd、Pt、Alなどの各種金属錯体やスチリルアミン系などの有機材料も用いることができる。青色ドーパント7の重量平均分子量は250以上3000以下が望ましい。

【0083】

ここで、「250以上3000以下」は、「250以上かつ3000以下」と同義であり、「250～3000」とも同義である。本明細書においては、他の数値範囲についても、同様の意味とする。

【0084】

緑色ドーパント6は、波長500nm～590nmの範囲に室温におけるPLスペクトルの最大強度を有する。緑色ドーパント6には、Ir錯体が用いられる。また、Pd、Pt、Al、Znなどの各種金属錯体やクマリン色素、キナクリドンなどの有機材料も用いることができる。緑色ドーパント6の重量平均分子量は250以上3000以下が望ましい。

【0085】

赤色ドーパント5は、波長590nm～780nmの範囲に室温におけるPLスペクトルの最大強度を有する。赤色ドーパント5には、Ir錯体が用いられる。また、Pd、Pt、Al、Znなどの各種金属錯体やDCM([2-[(E) - 4 - (ジメチルアミノ) スチリル] - 6 - メチル - 4H - ピラン - 4 - イリデン]マロノニトリル)などの有機材料も用いることができる。赤色ドーパント5の重量平均分子量は250以上3000以下が望ましい。

【0086】

<塗液>

塗液は、ホスト4およびドーパントを適切な溶媒に溶解させたものである。ここで用いる溶媒は、例えばトルエンなどの芳香族炭化水素系溶媒、テトラヒドロフランなどのエーテル系溶媒、アルコール類、フッ素系溶媒など各材料が溶解するものであればよい。また、各材料の溶解度や、乾燥速度の調整のために前述の溶媒を複数混合した混合溶媒でもかまわない。

【0087】

発光層 11 に発光色の異なる複数種類のドーパントが含まれている場合、複数種類のドーパントのうち発光ピーク波長が一番小さいドーパントについて、塗液における固形成分に対するドーパント濃度は 5 モル % 以上であることが望ましい。例えば、発光層 11 に発光色の異なる第一のドーパントおよび第二のドーパントが含まれている場合、第一のドーパントの発光ピーク波長が第二のドーパントの発光ピーク波長より長ければ、塗液における固形成分に対する第二のドーパント濃度は 5 モル % 以上であることが望ましい。これにより、第二のドーパントのエネルギー移動を抑制でき、第二のドーパントが効率的に発光させることができる。塗液における固形成分に対するドーパントの濃度は、高速液体クロマトグラフィー (High Performance Liquid Chromatography: HPLC) で計測される。

10

【0088】

また、塗液に青色ドーパント 7 または緑色ドーパント 6 が含まれているとき、塗液における固形成分に対する青色ドーパント 7 または緑色ドーパント 6 の濃度は 5 モル % 以上であることが望ましい。青色ドーパント 7 の濃度が 5 モル % 以上であると、電荷の移動度が増えるため、電荷バランスがよくなる。緑色ドーパント 6 の濃度が 5 モル % 以上であると、緑色ドーパント 6 以外のドーパントとして発光層 11 に青色ドーパント 7 が含まれていなければ、電荷輸送性が向上する。

【0089】

発光層 11 を成膜するための塗布法としては、スピンコート法、キャスト法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、インクジェット印刷法、反転印刷法、スリットコート法、キャピラリーコート法などを挙げることができる。

20

【0090】

< 正孔注入層 >

正孔注入層 1 は、発光効率や寿命を改善する目的で使用される。また、特に必須ではないが、陽極の凹凸を緩和する目的で使用される。正孔注入層 1 を単層もしくは複数層設けてもよい。正孔注入層 1 としては、PEDOT (ポリ (3, 4 - エチレンジオキシチオフェン)) - PSS (ポリスチレンスルホネート) 等の導電性高分子が好ましい。その他にも、ポリピロール系やトリフェニルアミン系のポリマ材料を用いることができる。また、低分子材料系 (重量平均分子量 10000 以下) と組み合わせでよく用いられるフタロシアニン類化合物やスターバーストアミン系化合物も適用可能である。

30

【0091】

< 正孔輸送層 2 >

正孔輸送層 2 は陽極から注入された正孔を発光層 11 に輸送するために使用される。正孔輸送層 2 としては、フルオレン、カルバゾール、アリアルアミンなどの単独あるいは共重合体が用いられる。共重合体としては、チオフェン系、ピロール系を骨格に有する材料でも用いることができる。また、側鎖にフルオレン、カルバゾール、アリアルアミン、チオフェン、ピロールなどの骨格を有するポリマも用いることができる。また、ポリマに限ることはなく、スターバーストアミン系化合物やアリアルアミン系化合物、スチルベン誘導体、ヒドラゾン誘導体、チオフェン誘導体なども用いることができる。また、上記の材料を含むポリマを用いてもよい。また、これらの材料に限られるものではなく、これらの材料を 2 種以上併用しても差し支えない。

40

【0092】

< 電子輸送層 8 >

電子輸送層 8 は、発光層 11 に電子を供給する層である。広い意味では、電子注入層 9 及び正孔阻止層も電子輸送層 8 に含まれる。電子輸送層 8 を単層もしくは複数層設けてもよい。この電子輸送層 8 の材料としては、例えば、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 (以下、BALq)、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (以下、Alq3)、Tris (2, 4, 6 - trimethyl - 3 - (pyridin - 3 - yl) phenyl) borane (以下、3TPYMB)、1, 4 - Bis (triphenylsilyl) benzene (以下、UGH2

50

）、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フラーレン誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン誘導体などを用いることができる。

【0093】

<電子注入層>

電子注入層9は、陰極から電子輸送層8への電子注入効率を向上させる。具体的には、弗化リチウム、弗化マグネシウム、弗化カルシウム、弗化ストロンチウム、弗化バリウム、酸化マグネシウム又は酸化アルミニウムを用いることが望ましい。もちろん、これらの材料に限られるわけではなく、また、これらの材料を2種以上併用しても差し支えない。また、電荷輸送材料を金属或いは有機物でn型ドーピングした材料を用いてもよい。

【0094】

<基板>

基板100としては、ガラス基板、金属基板、 SiO_2 、 SiN_x 、 Al_2O_3 等の無機材料を形成したプラスチック基板等が挙げられる。プラスチック基板や金属基板に適切な透水性低下保護膜を施してもよい。金属基板材料としては、ステンレス、42アロイなどの合金が挙げられる。プラスチック基板材料としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリメチルメタクリレート、ポリサルフォン、ポリカーボネート、ポリアミド等が挙げられる。

【0095】

<陽極>

陽極材料としては、高い仕事関数を有する材料であれば用いることができる。具体的には、ITO、IZOなどの導電性酸化物や、薄いAgなどの仕事関数の大きい金属が挙げられる。ITO、IZOなどの透明電極とAgなどの反射電極の積層体でもよい。また、Mo、Crや透明電極と光拡散層との組み合わせなども用いることができる。電極のパターン形成は、一般的にはガラス等の基板上にフォトリソグラフィなどを用いて行うことができる。

【0096】

<陰極>

陰極材料は、発光層3に電子を注入するための電極である。具体的には、LiFとAlとの積層体やMgAg合金などが好適に用いられる。ITO、IZOなどの透明電極とMgAg、Liなどの電子注入性電極の積層体を用いてもよい。MgAgやAg薄膜単独でもよい。また、これらの材料に限定されるものではなく、例えばLiFの代わりとして、Cs化合物、Ba化合物、Ca化合物などを用いることができる。

【0097】

以下に具体的な実施例を示して本願発明の内容を更に詳細に説明する。

【実施例1】

【0098】

実施例1の有機発光素子の断面図は、図2の通りである。基板100にはガラス基板を用い、下部電極101にはAgとITOとの積層膜を用いた。正孔注入層1には、PEDOT（ポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン））-PSS（ポリスチレンスルホネート）を用いた。正孔輸送層2には、下記化学式〔化1〕で表される高分子材料を用いた。

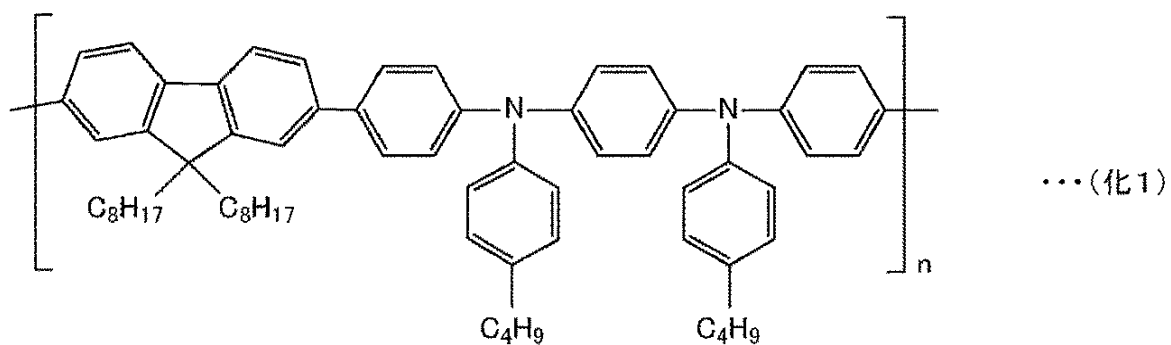
【0099】

10

20

30

40

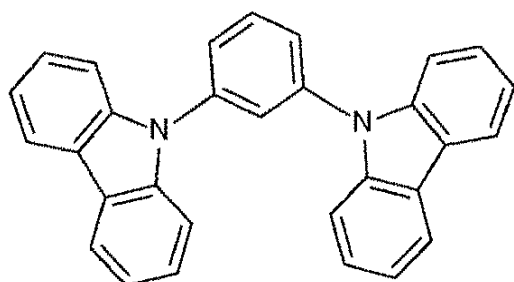


10

【 0 1 0 0 】

発光層 11 のホスト 4 には、下記化学式〔化 2〕で表されるカルバゾール誘導体を用いた。

【 0 1 0 1 】

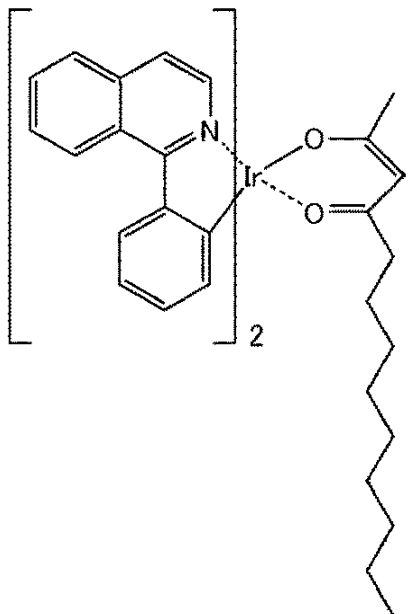


20

【 0 1 0 2 】

赤色ドーパント 5 には、下記化学式〔化 3〕で表される Ir 錯体を用いた。

【 0 1 0 3 】



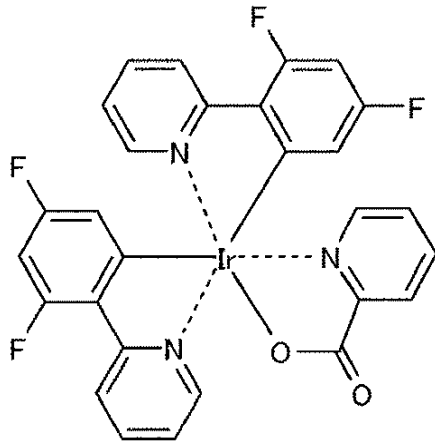
30

40

【 0 1 0 4 】

青色ドーパント 7 には、下記化学式〔化 4〕で表される Ir 錯体を用いた。

【 0 1 0 5 】



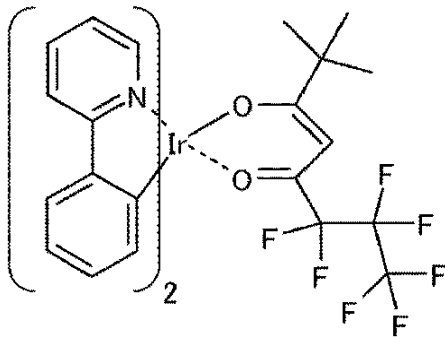
…(化4)

10

【0106】

緑色ドーパント6には、下記化学式〔化5〕で表されるIr錯体を用いた。

【0107】



…(化5)

20

【0108】

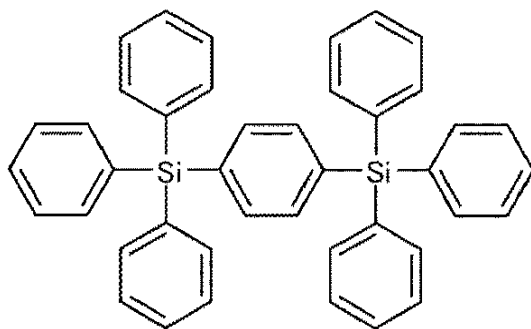
発光層塗液は、ホスト4、赤色ドーパント5、緑色ドーパント6及び青色ドーパント7を適切な溶媒に溶解させたものである。本実施例においては、ホスト4、赤色ドーパント5、緑色ドーパント6及び青色ドーパント7の固形分中のモル濃度は、赤色ドーパント5が0.5モル%、緑色ドーパント6が1.0モル%、青色ドーパント7が5.8モル%である。溶媒には、トルエンを用いた。

30

【0109】

電子輸送層8には、下記化学式〔化6〕及び〔化7〕で表される物質の積層構造を用いた。

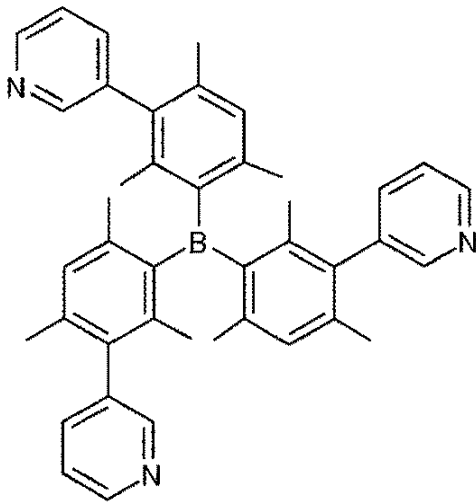
【0110】



…(化6)

40

【0111】



…(化7)

10

【0112】

電子注入層9には、MgAgを用いた。また、上部電極102にはIZOを用いた。

【0113】

本実施例の下部電極101に+電位を上部電極102に-電位を印加したところ、赤、緑及び青の3色からなる白色発光が得られた。

【0114】

20

赤色ドーパント5及び青色ドーパント7が自発的にそれぞれ正孔輸送層2側と電子輸送層8側に局在化し、図4に示したバンドダイアグラムとなる。図4は、有機発光素子中の各材料のエネルギーダイアグラムである。この場合、電子は電子輸送層8から発光層11に注入され、緑色ドーパント6に注入される。その後、青色ドーパント7を介して輸送され、正孔輸送層2界面近傍の赤色ドーパント5に注入される。但し、赤色ドーパント5の量は青色ドーパント7に比べて著しく少ないため、青色ドーパント7から赤色ドーパント5への電子移動は制限され、この界面に電子が蓄積される。一方、正孔は、正孔輸送層2からホストに注入され、青色ドーパント7に移動し、再結合して発光する。その際、赤色ドーパント5にエネルギー移動をおこし、赤色にも発光する。正孔輸送層2と青色ドーパント7との間に電子に対するエネルギーバリアが存在するため、青色の発光が効率よく起こる。正孔はホストから緑色ドーパント6にも注入され、緑色発光する。本実施例の有機発光素子を用いた光源の装置の断面図は、図1である。

30

【0115】

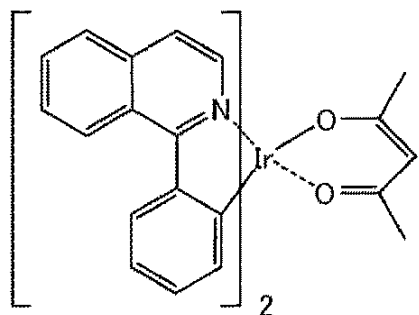
上記の有機発光素子を樹脂層106にエポキシ樹脂を用いて、封止基板107と貼り合わせて封止した。封止基板の反対側に散乱性の光取出し層108を設けた。下部電極101に+電位、上部電極102に-電位を印加したところ、白色に発光する光源装置が得られた。

【0116】

赤色ドーパント5として下記化学式〔化8〕を用いた以外は実施例1と同様に発光素子を作製したところ、青色及び緑色の発光が弱く赤色の強い発光しか得られなかった。これは、赤色ドーパント5が青色ドーパント7及び緑色ドーパント6に近接したため、赤色ドーパント5へのエネルギー移動が起こったためと考えられる。

40

【0117】



…(化8)

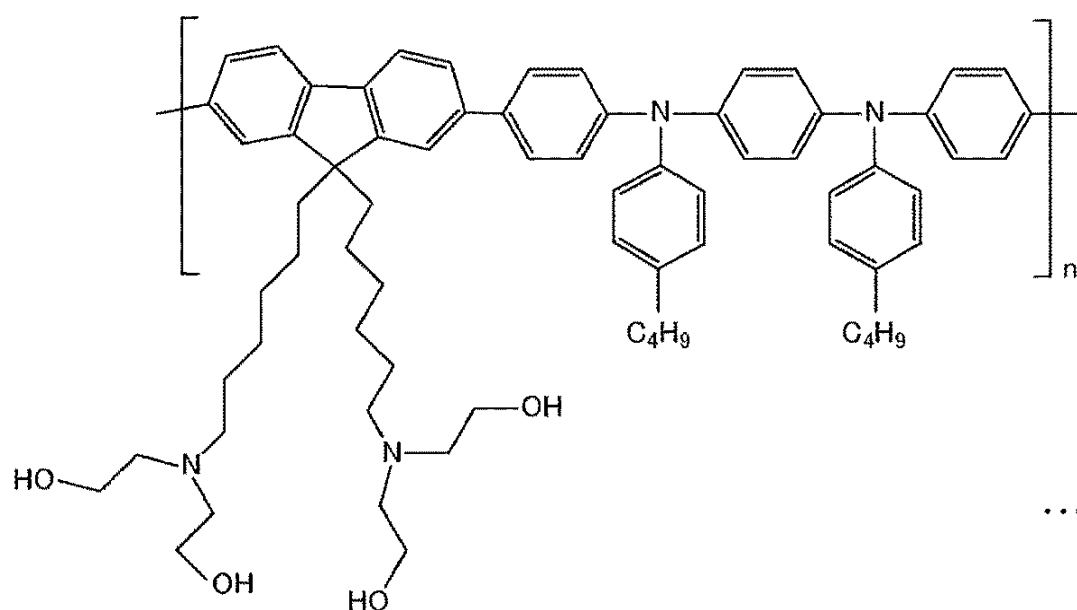
【実施例 2】

10

【0118】

正孔輸送層 2 として下記化学式〔化 9〕、赤色ドーパント 5 として下記化学式〔化 10〕を用いた以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

【0119】

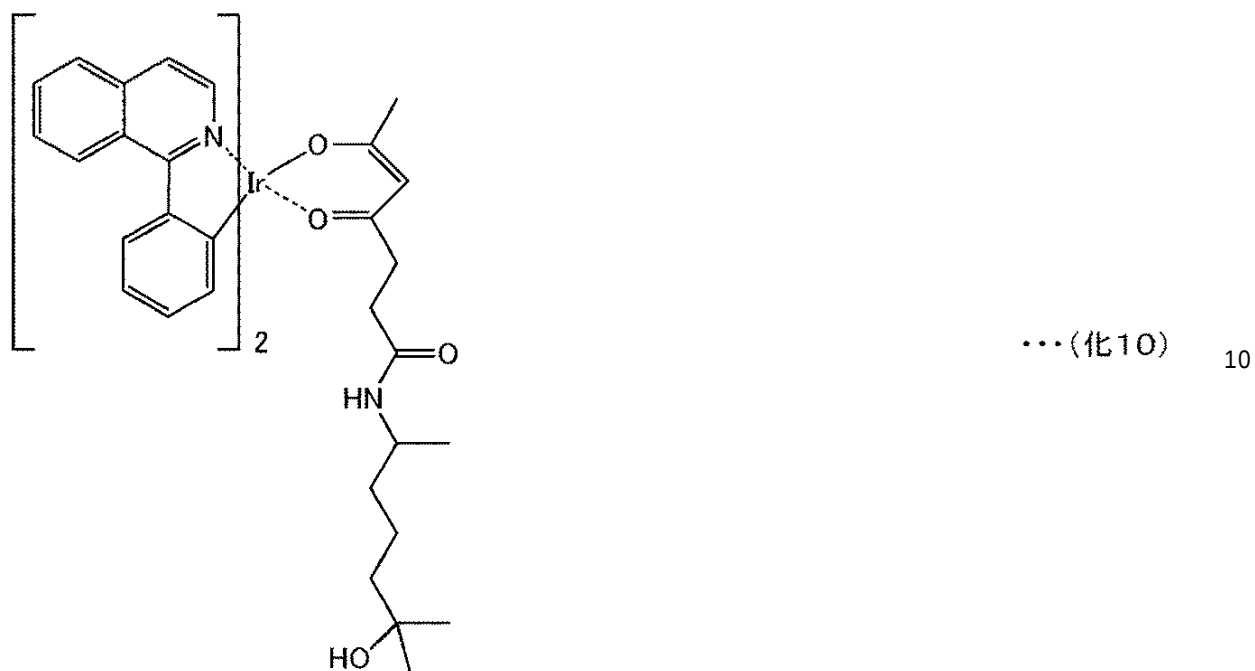


20

…(化9)

30

【0120】

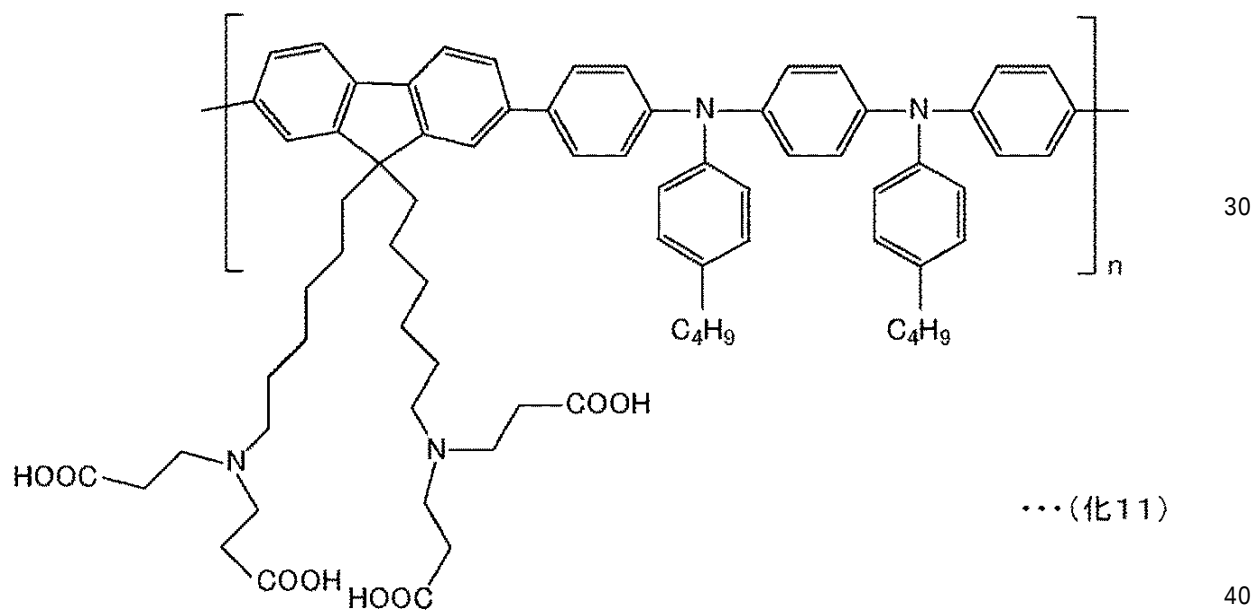


【実施例 3】

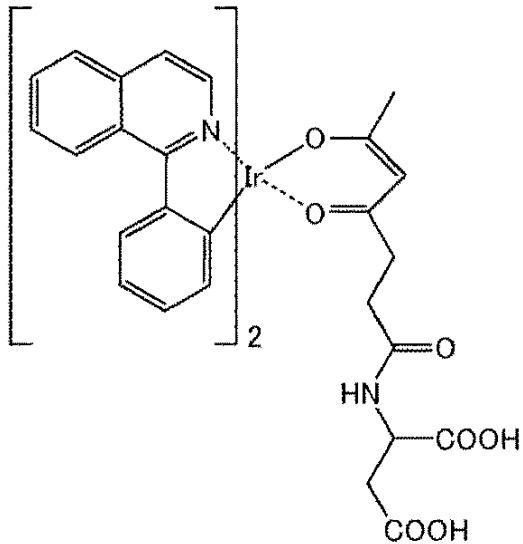
【0121】

正孔輸送層 2 として下記化学式〔化 1 1〕、赤色ドーパント 5 として下記化学式〔化 1 2〕を用いた以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

【0122】



【0123】



…(化12)

10

【実施例 4】

【0124】

正孔輸送層 2 として上記化学式〔化 1 1〕、赤色ドーパント 5 として上記化学式〔化 1 0〕を用いた以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

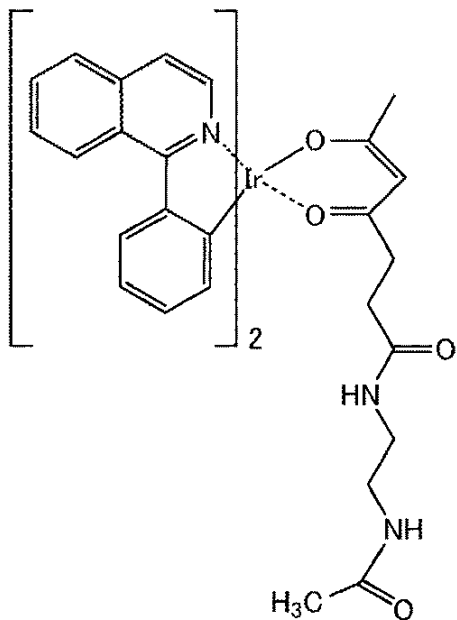
20

【実施例 5】

【0125】

正孔輸送層 2 として上記化学式〔化 1 1〕、赤色ドーパント 5 として下記化学式〔化 1 3〕を用いた以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

【0126】



…(化13)

30

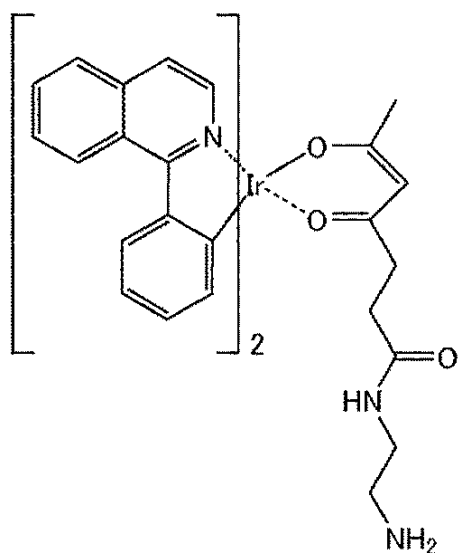
40

【実施例 6】

【0127】

正孔輸送層 2 として〔化 9〕、赤色ドーパント 5 として下記化学式〔化 1 4〕を用いた以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

【0128】



…(化14)

10

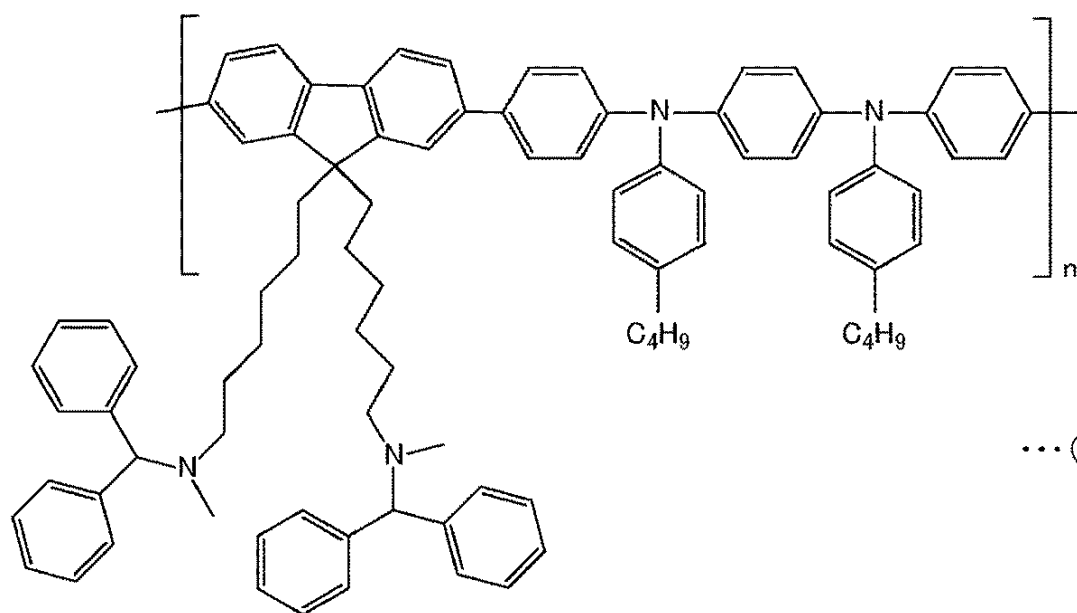
【実施例 7】

【0129】

正孔輸送層 2 として下記化学式〔化 1 5〕、赤色ドーパント 5 として下記化学式〔化 1 6〕を用いた以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

20

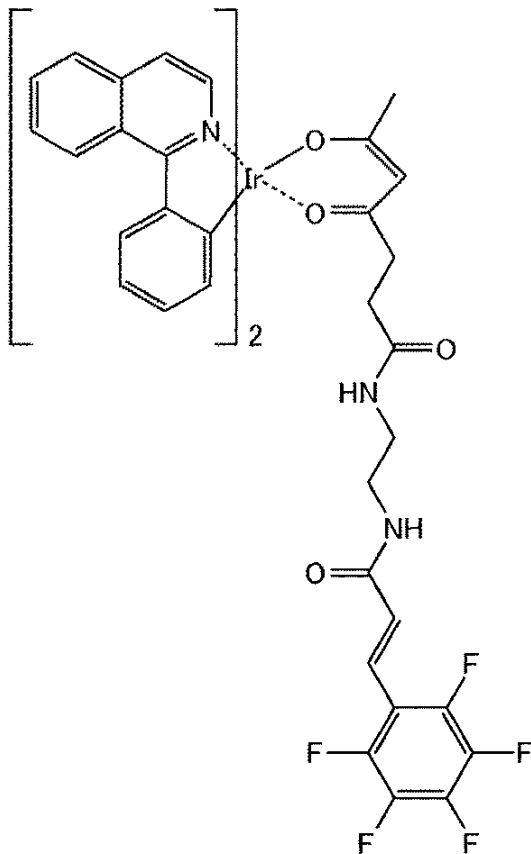
【0130】



…(化15)

30

【0131】



10

…(化16)

20

【実施例 8】

【0132】

発光層 11 にそれぞれ、ポリカーボネートを実施例 1 の固形分に対して 10 % 添加し、印刷法を用いて発光層 11 を製膜した以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、均一な発光層が得られ、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。また、印刷法での製膜が可能となった。

30

【実施例 9】

【0133】

発光層 11 にそれぞれ、ポリスチレンを実施例 1 の固形分に対して 10 % 添加し、印刷法を用いて発光層 11 を製膜した以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、均一な発光層が得られ、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。また、印刷法での製膜が可能となった。

【実施例 10】

【0134】

発光層 11 にそれぞれ、アクリル樹脂を実施例 1 の固形分に対して 10 % 添加し、印刷法を用いて発光層 11 を製膜した以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、均一な発光層が得られ、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。また、印刷法での製膜が可能となった。

40

【実施例 11】

【0135】

発光層 11 にそれぞれ、ポリアミドを実施例 1 の固形分に対して 10 % 添加し、印刷法を用いて発光層 11 を製膜した以外は実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、均一な発光層が得られ、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。また、印刷法での製膜が可能となった。

【実施例 12】

【0136】

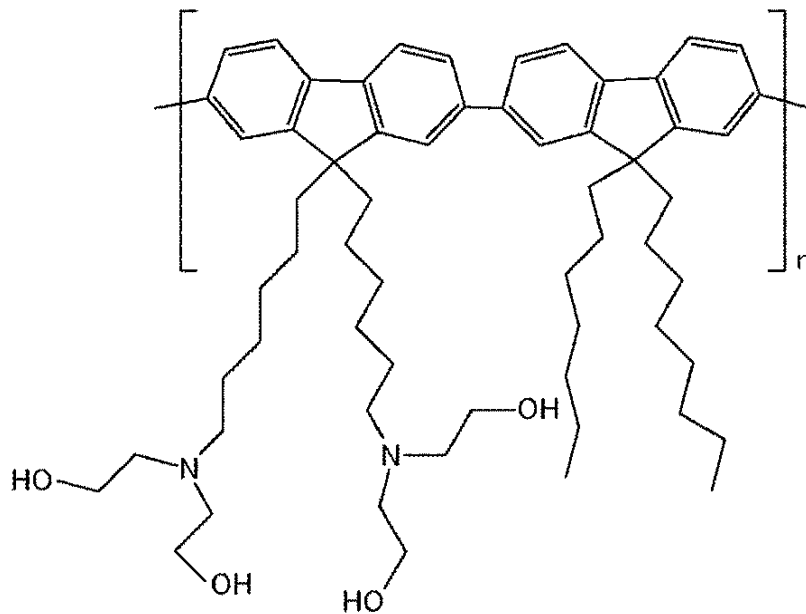
本実施例の有機発光素子の断面図は図 3 である。

50

【 0 1 3 7 】

基板 1 0 0 にはガラス基板を用い、下部電極 1 0 1 には A l を用いた。電子注入層 9 には、 LiCO_3 と下記化学式〔化 1 7 〕との混合物を用いた。 LiCO_3 は 1 5 w t % とした。電子輸送層 8 には、下記化学式〔化 1 7 〕で表される高分子材料を用いた。

【 0 1 3 8 】



…(化17)

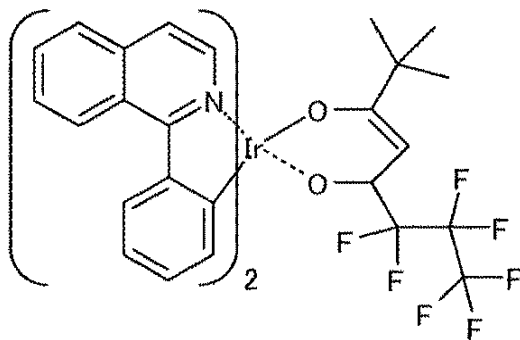
【 0 1 3 9 】

発光層 1 1 のホストには、上記化学式〔化 2 〕で表されるカルバゾール誘導体を用いた。

【 0 1 4 0 】

また、赤色ドーパント 5 には、下記化学式〔化 1 8 〕で表される I r 錯体を用いた。

【 0 1 4 1 】



…(化18)

【 0 1 4 2 】

また、青色ドーパント 7 には、上記化学式〔化 4 〕で表される I r 錯体を用いた。

【 0 1 4 3 】

また、緑色ドーパント 6 には、下記化学式〔化 1 9 〕で表される I r 錯体を用いた。

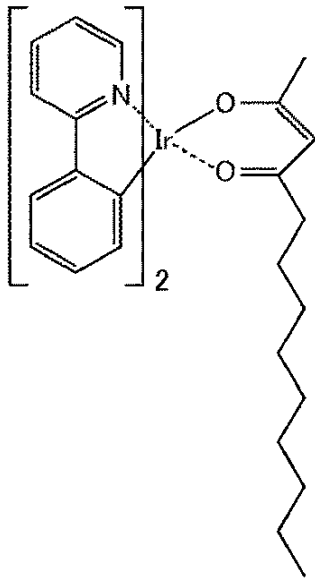
【 0 1 4 4 】

10

20

30

40



…(化19)

10

【0145】

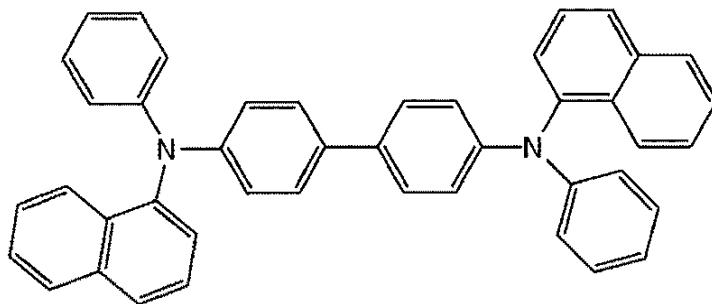
発光層塗液は、ホスト4、赤色ドーパント5、緑色ドーパント6及び青色ドーパント7を適切な溶媒に溶解させたものである。本実施例においては、ホスト4、赤色ドーパント5、緑色ドーパント6及び青色ドーパント7の固形分中のモル濃度は、赤色ドーパント5

20

【0146】

正孔輸送層2には、下記化学式〔化20〕で表されるアリールアミン誘導体を用いた。

【0147】



…(化20)

30

【0148】

正孔注入層1には、 MoO_3 を用いた。また、上部電極102にはIZOを用いた。

【0149】

本実施例の下部電極101に-電位を上部電極102に+電位を印加したところ、赤、緑及び青の3色からなる白色発光が得られた。

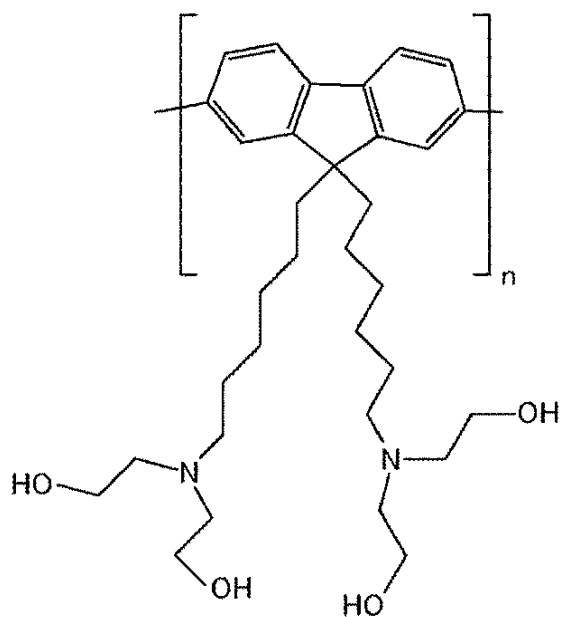
【実施例13】

40

【0150】

電子輸送層8として下記化学式〔化21〕、緑色ドーパント6として下記化学式〔化22〕を用いた以外は実施例12と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の3色からなる白色発光が得られた。

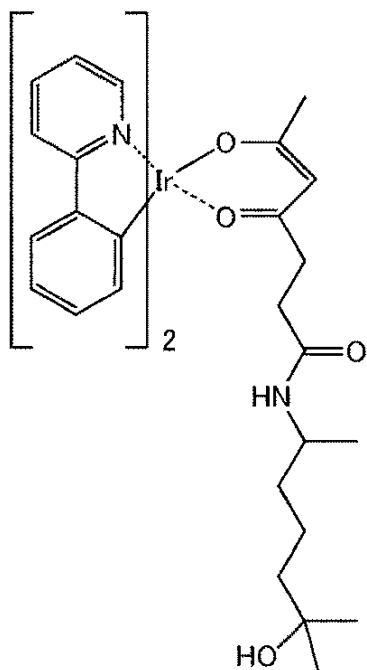
【0151】



…(化21)

10

【 0 1 5 2 】



…(化22)

20

30

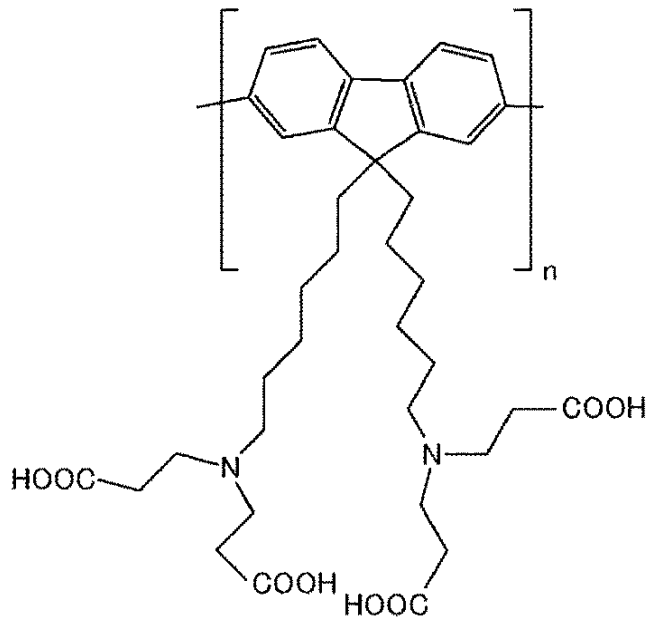
【実施例 1 4】

【 0 1 5 3 】

電子輸送層 8 として下記化学式〔化 2 3〕、緑色ドーパント 6 として下記化学式〔化 2 4〕を用いた以外は実施例 1 2 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

40

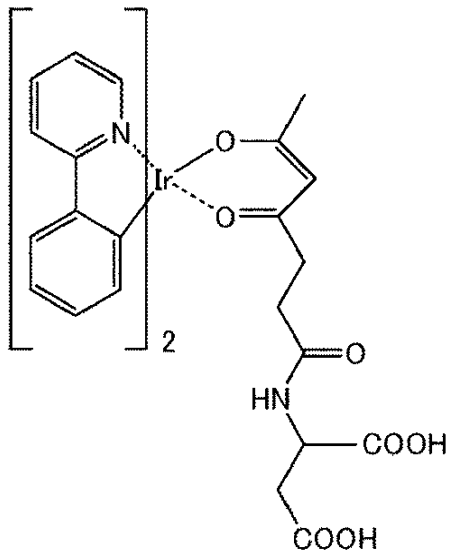
【 0 1 5 4 】



... (化23)

10

【 0 1 5 5 】



... (化24)

20

30

【 実施例 1 5 】

【 0 1 5 6 】

電子輸送層 8 として上記化学式〔化 2 3〕、緑色ドーパント 6 として上記化学式〔化 2 2〕を用いた以外は実施例 1 2 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

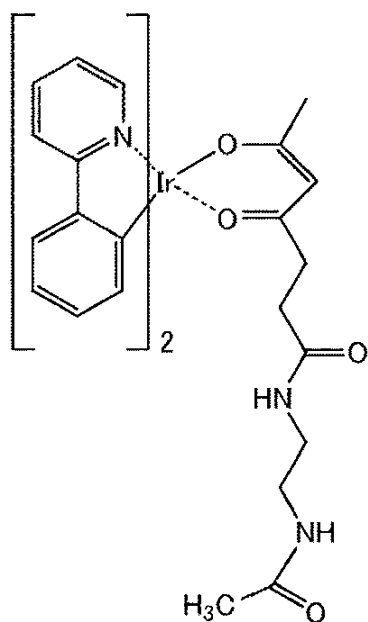
【 実施例 1 6 】

【 0 1 5 7 】

電子輸送層 8 として上記化学式〔化 2 3〕、緑色ドーパント 6 として下記化学式〔化 2 5〕を用いた以外は実施例 1 2 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

【 0 1 5 8 】

40



... (化25)

10

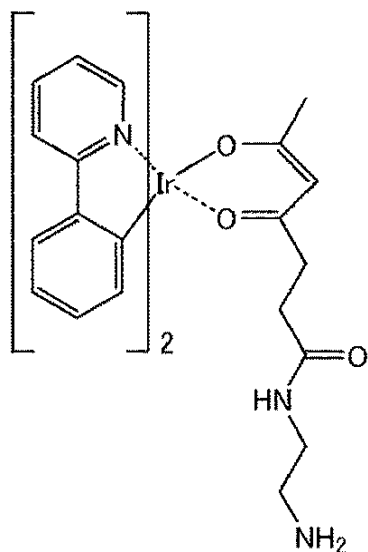
【実施例 17】

【0159】

電子輸送層 8 として上記化学式〔化 21〕、緑色ドーパント 6 として下記化学式〔化 26〕を用いた以外は実施例 12 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

20

【0160】



... (化26)

30

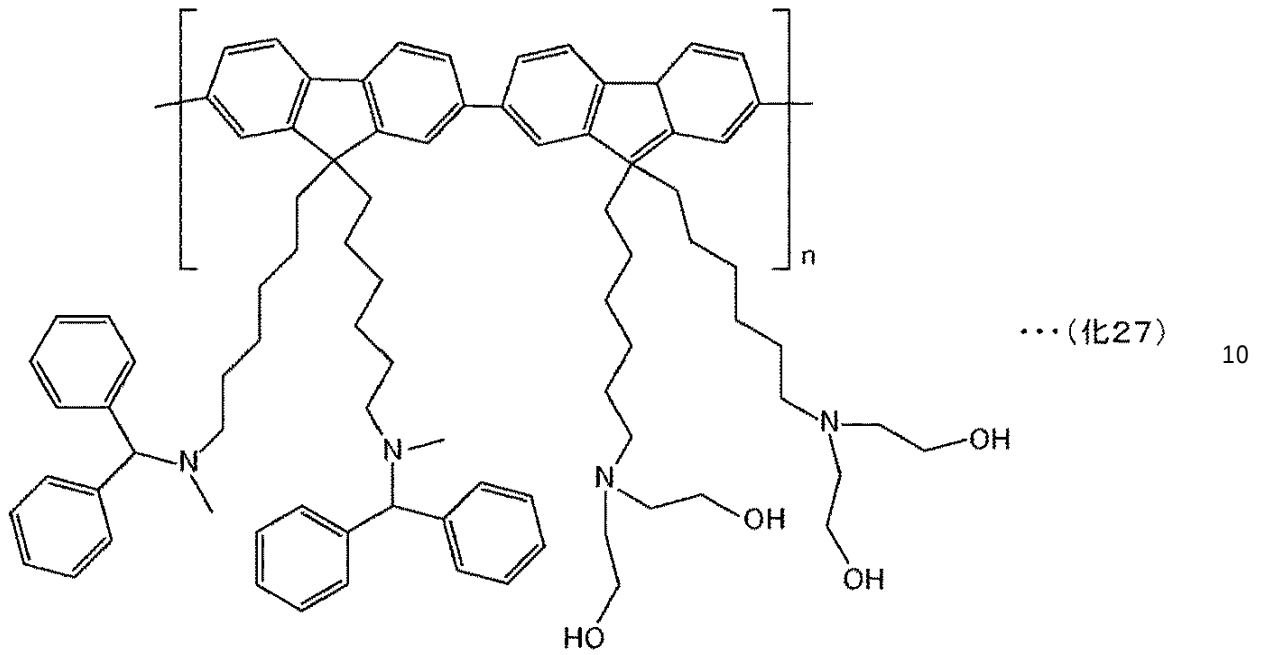
【実施例 18】

【0161】

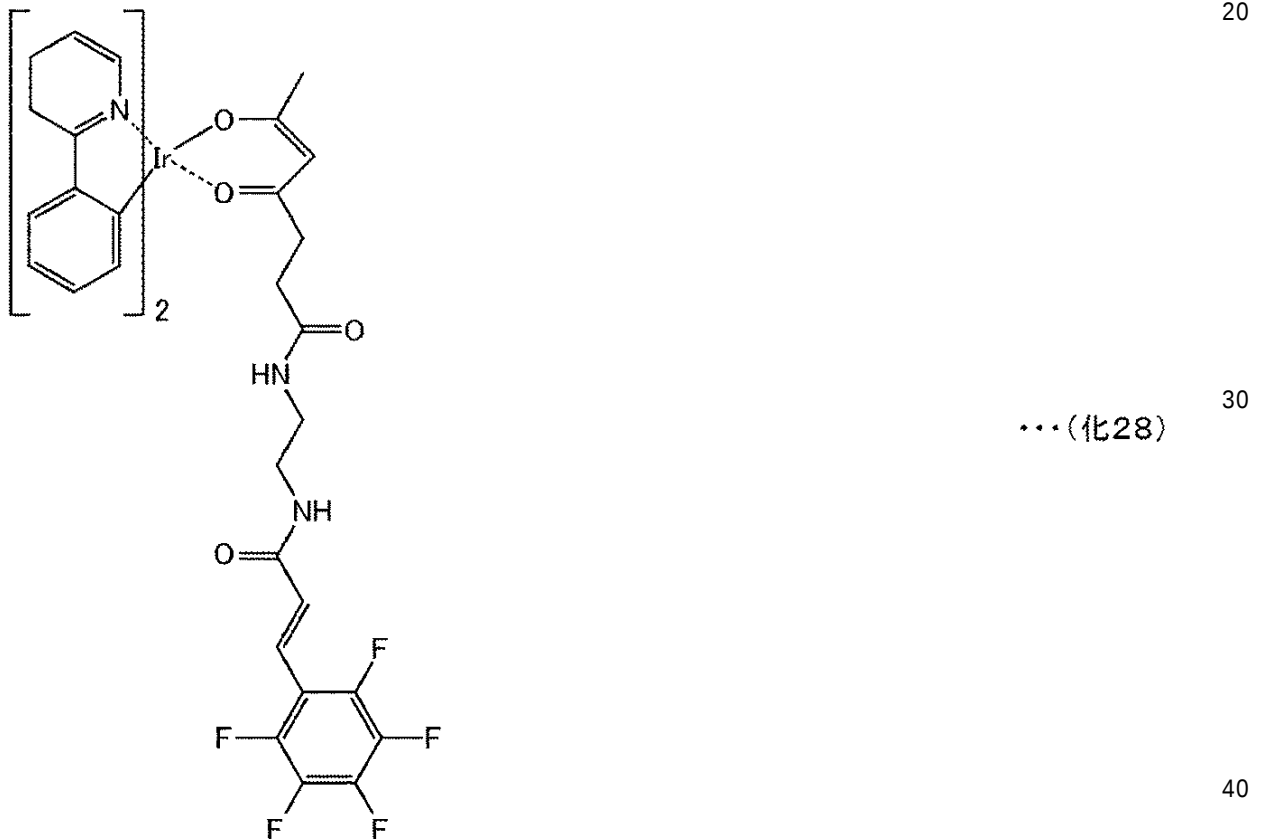
電子輸送層 8 として下記化学式〔化 27〕、緑色ドーパント 6 として下記化学式〔化 28〕を用いた以外は実施例 12 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤、緑及び青の 3 色からなる白色発光が得られた。

40

【0162】



【 0 1 6 3 】



【実施例 19】

【 0 1 6 4 】

発光層 11 に緑色ドーパント 6 を用いない以外は、実施例 1 と同様に有機発光素子を作製した。その結果、赤色および青色からなる白色発光が得られた。

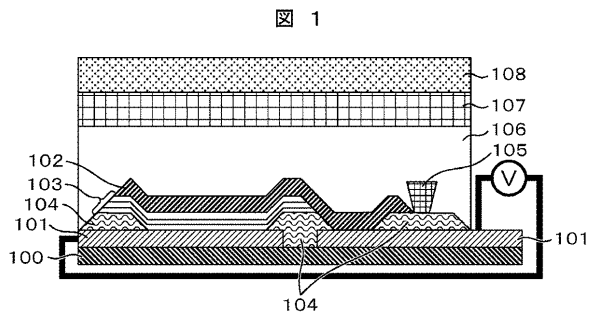
【符号の説明】

【 0 1 6 5 】

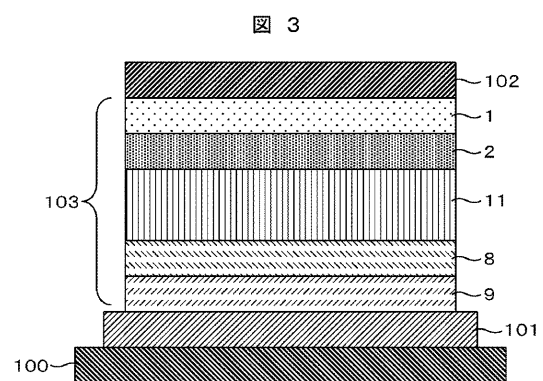
1 : 正孔注入層、2 : 正孔輸送層、4 : ホスト、5 : 赤色ドーパント、6 : 緑色ドーパント、7 : 青色ドーパント、8 : 電子輸送層、9 : 電子注入層、10 : 電荷輸送層、11

：発光層、100：基板、101：下部電極、102：上部電極、103：有機層、104：第一のバンク、105：第二のバンク、106：樹脂層、107：封止基板、108：光取出し層、201：拡散板、202：第一の有機発光素子、203：第二の有機発光素子。

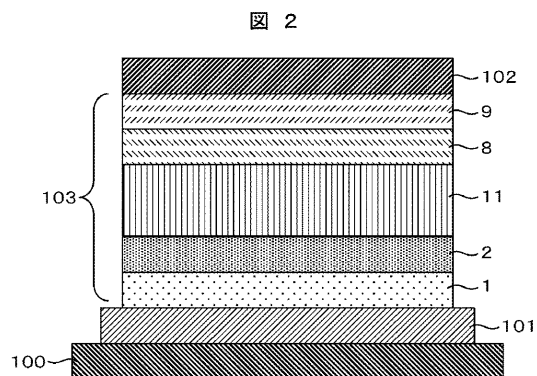
【図1】



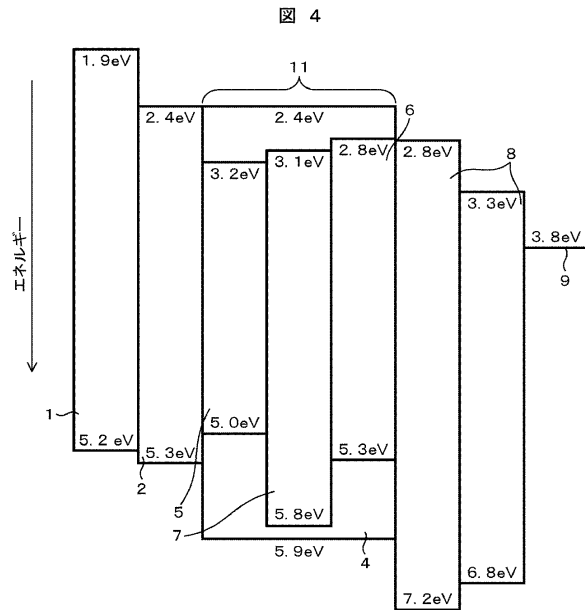
【図3】



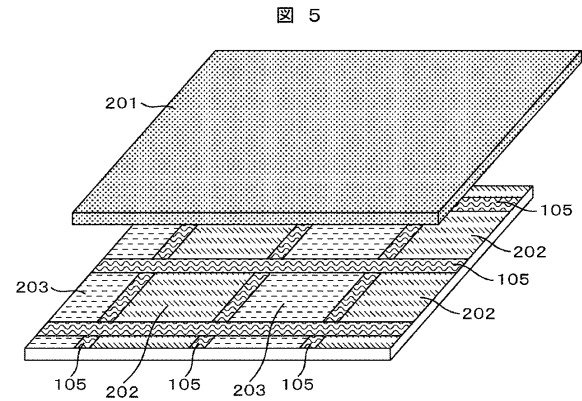
【図2】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

審査官 中山 佳美

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 0 2 6 4 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 2 2 9 1 2 1 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 9 5 1 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6

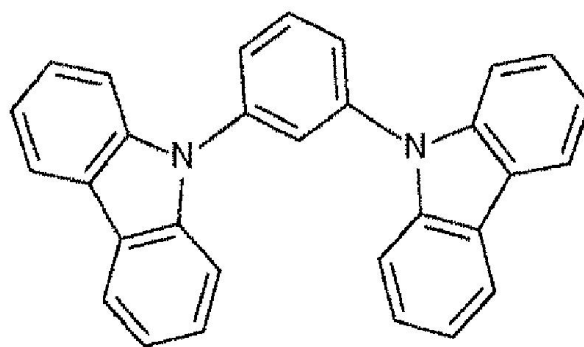
H 0 1 L 2 7 / 3 2

H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8

专利名称(译)	有机发光装置和使用该装置的光源装置		
公开(公告)号	JP5638629B2	公开(公告)日	2014-12-10
申请号	JP2012550978	申请日	2011-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	荒谷 介和 佐久間 広貴 佐々木 洋		
发明人	荒谷 介和 佐久間 広貴 佐々木 洋		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10		
CPC分类号	H01L51/5262 C09K11/06 C09K2211/1029 C09K2211/1416 C09K2211/185 H01L51/0032 H01L51/0035 H01L51/0085 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L2251/5346 H05B33/14		
FI分类号	H05B33/14.B H05B33/10 H05B33/22.B H05B33/22.D		
审查员(译)	中山 佳美		
优先权	2010291550 2010-12-28 JP		
其他公开文献	JPWO2012091005A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光装置包括下电极，上电极和设置在这些电极之间的有机层。有机层是空穴注入层，空穴传输层，发光层，电子传输层和电子注入层的层压体。发光层包括主体和第一掺杂剂。空穴传输层包括空穴传输材料，电子传输层包括电子传输材料。空穴传输材料和电子传输材料具有官能团。发光层中的第一掺杂剂具有官能团，并且集中在发光层的与空穴传输层或电子传输层接触的一侧。



0 1 0 2】

赤色ドーパント5には、下記化学式〔4
0 1 0 3】