

(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2009-44130

(P2009-44130A)

(43) 公開日 平成21年2月26日(2009.2.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/14	B 3 K 1 O 7
HO 1 L 33/00 (2006.01)	HO 1 L 33/00	A 5 F O 4 1
	HO 5 B 33/22	B
	HO 5 B 33/22	D

審査請求 未請求 請求項の数 27 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-147916 (P2008-147916)  
 (22) 出願日 平成20年6月5日(2008.6.5)  
 (31) 優先権主張番号 102007037097.2  
 (32) 優先日 平成19年8月7日(2007.8.7)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)  
 (31) 優先権主張番号 102007053396.0  
 (32) 優先日 平成19年11月9日(2007.11.9)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 599133716  
 オスラム オプト セミコンダクターズ  
 ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ  
 ル ハフツング  
 Osram Opto Semicond  
 uctors GmbH  
 ドイツ連邦共和国、93055 レーゲ  
 スブルグ、ライプニッツシュトラッセ 4  
 Leibnizstrasse 4, D  
 -93055 Regensburg,  
 Germany  
 (74) 代理人 100061815  
 弁理士 矢野 敏雄  
 (74) 代理人 100094798  
 弁理士 山崎 利臣

最終頁に続く

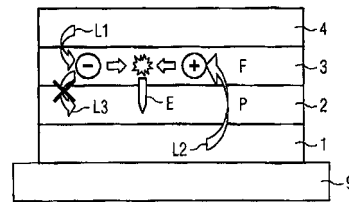
(54) 【発明の名称】放射線を発する装置

(57) 【要約】

【課題】発される放射線の高められた収量を有する放射線を発する装置を提供する。

【解決手段】駆動時に第一の電荷を有する第一の電荷担体を放出する第一の電極と、前記の第一の電極上に配置されている蛍光を発する物質を含む第一の電荷担体輸送層と、前記の第一の電荷担体輸送層上に配置されている燐光を発する物質を含有する第二の電荷担体輸送層と、前記の第二の電荷担体輸送層上に配置されている駆動時に第二の電荷を有する第二の電荷担体を放出する第二の電極とを含み、前記の第二の電荷担体輸送層が、装置の駆動時に、前記の第一の電極から放出される第一の電荷担体を十分に含まないことを特徴とする放射線を発する装置により解決される。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

放射線を発する装置であって、

- 駆動時に第一の電荷を有する第一の電荷担体を放出する第一の電極（４）と、
- 前記の第一の電極上に配置されている蛍光を発する物質を含む第一の電荷担体輸送層（３）と、
- 前記の第一の電荷担体輸送層上に配置されている燐光を発する物質を含有する第二の電荷担体輸送層（２）と、
- 前記の第二の電荷担体輸送層上に配置されている駆動時に第二の電荷を有する第二の電荷担体を放出する第二の電極（１）と

を含み、

- 前記の第二の電荷担体輸送層（２）が、駆動時に、前記の第一の電極（４）から放出される第一の電荷担体を十分に含まないことを特徴とする放射線を発する装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の放射線を発する装置であって、

- 第二の電荷担体輸送層（２）が単極性であり、かつ第二の電荷担体のみを輸送できるか、あるいは第一の電荷担体を遮断することを特徴とする放射線を発する装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の放射線を発する装置であって、第一の電荷担体輸送層（３）と第二の電荷担体輸送層（２）との間に、１つの単極性の電荷担体輸送層（５）が配置されており、該層は第一の電荷の電荷担体を遮断するか、あるいは第二の電荷の電荷担体のみを輸送できることを特徴とする放射線を発する装置。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、有機発光ダイオード（OLED）として構成されており、第一の電荷担体輸送層（３）、第二の電荷担体輸送層（２）、燐光を発する物質又は蛍光を発する物質が有機材料を含むことを特徴とする放射線を発する装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、第一の電荷の電荷担体と第二の電荷の電荷担体との再結合によって、励起子を一重項励起子と三重項励起子を含む励起された電子状態として形成できることを特徴とする放射線を発する装置。

30

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載の放射線を発する装置であって、第一の電荷担体輸送層（２）でのみ、第一の電荷の電荷担体と第二の電荷の電荷担体との再結合が行われることを特徴とする放射線を発する装置。

## 【請求項 7】

請求項 5 に記載の放射線を発する装置であって、

- 第一の電荷担体輸送層中で形成された励起子が三重項励起子を含むことと、
  - 燐光を発する物質が、第一の電荷担体輸送層中で形成された三重項励起子のエネルギーによる励起に際して燐光放射線を放出することと
- を特徴とする放射線を発する装置。

40

## 【請求項 8】

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、

- 第一の電極（４）がアノードであることと、
- 第一の電荷担体輸送層（３）が、正孔を輸送しかつ電子を輸送する層であることと、
- 第二の電荷担体輸送層（２）が、電子輸送層であることと、

50

- 第二の電極（１）がカソードであることと  
を特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層（２）が、正孔を遮断するか、もしくはもっぱら電子を輸送する層であることを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 10】

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、

- 第一の電極（４）がカソードであることと、
- 第一の電荷担体輸送層（３）が、正孔を輸送しかつ電子を輸送する層であることと

10

、  
- 第二の電荷担体輸送層（２）が、正孔輸送層であることと、  
- 第二の電極（１）がアノードであることと  
を特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層（２）が、電子を遮断するか、もしくはもっぱら正孔を輸送する層であることを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 12】

請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層（２）と第二の電極（１）との間に励起子を遮断する層（６）が存在することを特徴とする放射線を発する装置。

20

【請求項 13】

請求項 1 から 12 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、蛍光を発する物質が有機材料を含むことを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 14】

請求項 1 から 13 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、蛍光を発する物質が 1 つの電荷担体輸送マトリクス材料中にドーパントとして存在していることを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 15】

請求項 1 から 14 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、燐光を発する物質が有機材料を含むことを特徴とする放射線を発する装置。

30

【請求項 16】

請求項 1 から 15 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、燐光を発する物質が 1 つの電荷担体輸送マトリクス材料中にドーパントとして存在していることを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層（２）中に、少なくとも 2 つの異なる燐光を発する物質がドーパントとして存在することを特徴とする放射線を発する装置。

40

【請求項 18】

請求項 17 に記載の放射線を発する装置であって、それらの燐光を発する物質が異なる波長で発光することを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層（２）が部分領域を有し、該部分領域はそれぞれ 1 つの別の波長で燐光を発する物質を含み、かつ燐光を発する物質の放出放射線の波長が、第一の電荷担体輸送層（３）との間隔が増すと増大することを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項 20】

請求項 1 から 19 までのいずれか 1 項に記載の放射線を発する装置であって、第二の電

50

荷担体輸送層(2)のHOMO/LUMO準位が、第一の電荷担体輸送層(3)のHOMO/LUMO準位に、第一の電荷の電荷担体が第二の電荷担体輸送層(2)中に到達し得ないように適合されていることを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項21】

請求項1から20までのいずれか1項に記載の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)のHOMO/LUMO準位が、第一の電荷担体輸送層(3)のHOMO/LUMO準位に、第一の電荷担体輸送層からの三重項励起子が第二の電荷担体輸送層(2)中に到達し得ないように適合されていることを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項22】

請求項1から21までのいずれか1項に記載の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)の厚さが、三重項励起子の拡散距離に、該三重項励起子が第二の電荷担体輸送層(2)全体を通して拡散しうるように適合されていることを特徴とする放射線を発する装置。

10

【請求項23】

請求項1から22までのいずれか1項に記載の放射線を発する装置であって、少なくとも2つの第二の電荷担体輸送層(2)が存在し、かつ全ての第二の電荷担体輸送層の全厚さが、三重項励起子の拡散距離より小さいかもしくは同じ大きさであることを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項24】

請求項23に記載の放射線を発する装置であって、各々の第二の電荷担体輸送層(2)が、別の波長で発光する1つの燐光を発する物質を含むことを特徴とする放射線を発する装置。

20

【請求項25】

請求項24に記載の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)が、放出放射線の波長が第一の電荷担体輸送層(3)との間隔の増加とともに増大するように配置されていることを特徴とする放射線を発する装置。

【請求項26】

請求項1から25までのいずれか1項に記載の放射線を発する装置であって、全ての第二の電荷担体輸送層(2)のHOMO/LUMO準位が、第一の電荷担体輸送層(3)から励起子移動が全ての電荷担体輸送層(2)を通じて行われうるように互いに適合されていることを特徴とする放射線を発する装置。

30

【請求項27】

請求項1から26までのいずれか1項に記載の放射線を発する装置であって、第一の電荷担体と第二の電荷担体の輸送のための電荷担体輸送路が、駆動の間に該装置を走っており、かつ第一の電荷担体のための電荷担体輸送路(L1)が、第一の電極(4)と第一の電荷担体輸送層(3)とにより限られた該装置の領域に制限されており、かつ第二の電荷担体のための電荷担体輸送路(L2)が、少なくとも、第二の電荷担体輸送層(2)と第一の電荷担体輸送層(3)を走っていることを特徴とする放射線を発する装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線を発する装置であって、駆動時に第一の電荷を有する第一の電荷担体を放出する第一の電極と、前記の第一の電極上に配置されている蛍光を発する物質を含む第一の電荷担体輸送層と、前記の第一の電荷担体輸送層上に配置されている燐光を発する物質を含有する第二の電荷担体輸送層と、前記の第二の電荷担体輸送層上に配置されている駆動時に第二の電荷を有する第二の電荷担体を放出する第二の電極とを含む放射線を発する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

本願は、ドイツ国特許出願 1 0 2 0 0 7 0 3 7 0 9 7 . 2 号及びドイツ国特許出願 1 0 2 0 0 7 0 5 3 3 9 6 . 0 号の優先権を主張する。これらの出願の内容は、参照をもって開示されたものとする。

【 0 0 0 3 】

放射線を発する装置の広く知られた問題の 1 つは、該装置に印加される電圧に対して低い、発される放射線の収量である。

【特許文献 1】ドイツ国特許出願 1 0 2 0 0 7 0 3 7 0 9 7 . 2 号

【特許文献 2】ドイツ国特許出願 1 0 2 0 0 7 0 5 3 3 9 6 . 0 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 4 】

本発明の実施形態の課題は、発される放射線の高められた収量を有する放射線を発する装置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 5 】

前記課題は、以下に記載される放射線を発する装置によって解決される。放射線を発する装置の更なる実施形態は、他の従属請求項の対象である。

【 0 0 0 6 】

放射線を発する装置であって、

- 駆動時に第一の電荷を有する第一の電荷担体を放出する第一の電極（ 4 ）と、
  - 前記の第一の電極上に配置されている蛍光を発する物質を含む第一の電荷担体輸送層（ 3 ）と、
  - 前記の第一の電荷担体輸送層上に配置されている燐光を発する物質を含有する第二の電荷担体輸送層（ 2 ）と、
  - 前記の第二の電荷担体輸送層上に配置されている駆動時に第二の電荷を有する第二の電荷担体を放出する第二の電極（ 1 ）と
- を含み、

20

- 前記の第二の電荷担体輸送層（ 2 ）が、装置の駆動時に、前記の第一の電極（ 4 ）から放出される第一の電荷担体を十分に含まないことを特徴とする放射線を発する装置。

30

【 0 0 0 7 】

前記の放射線を発する装置であって、

- 第二の電荷担体輸送層（ 2 ）が単極性であり、かつ第二の電荷担体のみを輸送できるか、あるいは第一の電荷担体を遮断することを特徴とする放射線を発する装置。

【 0 0 0 8 】

前記の放射線を発する装置であって、第一の電荷担体輸送層（ 3 ）と第二の電荷担体輸送層（ 2 ）との間に、 1 つの単極性の電荷担体輸送層（ 5 ）が配置されており、該層は第一の電荷の電荷担体を遮断するか、あるいは第二の電荷の電荷担体のみを輸送できることを特徴とする放射線を発する装置。

40

【 0 0 0 9 】

前記の放射線を発する装置であって、有機発光ダイオード（ O L E D ）として構成されており、第一の電荷担体輸送層（ 3 ）、第二の電荷担体輸送層（ 2 ）、燐光を発する物質又は蛍光を発する物質が有機材料を含むことを特徴とする放射線を発する装置。

【 0 0 1 0 】

前記の放射線を発する装置であって、第一の電荷の電荷担体と第二の電荷の電荷担体との再結合によって、励起子を一重項励起子と三重項励起子を含む励起された電子状態として形成できることを特徴とする放射線を発する装置。

【 0 0 1 1 】

前記の放射線を発する装置であって、第一の電荷担体輸送層（ 2 ）でのみ、第一の電荷

50

の電荷担体と第二の電荷の電荷担体との再結合が行われることを特徴とする放射線を発する装置。

【0012】

前記の放射線を発する装置であって、

- 第一の電荷担体輸送層中で形成された励起子が三重項励起子を含むことと、
  - 燐光を発する物質が、第一の電荷担体輸送層中で形成された三重項励起子のエネルギーによる励起に際して燐光放射線を放出することと
- を特徴とする放射線を発する装置。

【0013】

前記の放射線を発する装置であって、

- 第一の電極(4)がアノードであることと、
  - 第一の電荷担体輸送層(3)が、正孔を輸送しかつ電子を輸送する層であることと、
  - 第二の電荷担体輸送層(2)が、電子輸送層であることと、
  - 第二の電極(1)がカソードであることと
- を特徴とする放射線を発する装置。

10

【0014】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)が、正孔を遮断するか、もしくはもっぱら電子を輸送する層であることを特徴とする放射線を発する装置。

【0015】

前記の放射線を発する装置であって、

- 第一の電極(1)がカソードであることと、
  - 第一の電荷担体輸送層(3)が、正孔を輸送しかつ電子を輸送する層であることと、
  - 第二の電荷担体輸送層(2)が、正孔輸送層であることと、
  - 第二の電極(1)がアノードであることと
- を特徴とする放射線を発する装置。

20

【0016】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)が、電子を遮断するか、もしくはもっぱら正孔を輸送する層であることを特徴とする放射線を発する装置。

30

【0017】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)と第二の電極(1)との間に励起子を遮断する層(6)が存在することを特徴とする放射線を発する装置。

【0018】

前記の放射線を発する装置であって、蛍光を発する物質が有機材料を含むことを特徴とする放射線を発する装置。

【0019】

前記の放射線を発する装置であって、蛍光を発する物質が1つの電荷担体輸送マトリクス材料中にドーパントとして存在していることを特徴とする放射線を発する装置。

【0020】

前記の放射線を発する装置であって、燐光を発する物質が有機材料を含むことを特徴とする放射線を発する装置。

40

【0021】

前記の放射線を発する装置であって、燐光を発する物質が1つの電荷担体輸送マトリクス材料中にドーパントとして存在していることを特徴とする放射線を発する装置。

【0022】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)中に、少なくとも2つの燐光を発する物質がドーパントとして存在することを特徴とする放射線を発する装置。

【0023】

50

前記の放射線を発する装置であって、それらの燐光を発する物質が異なる波長で発光することを特徴とする放射線を発する装置。

【0024】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)が部分領域を有し、該部分領域はそれぞれ1つの別の波長で燐光を発する物質を含み、かつ燐光を発する物質の放出放射線の波長が、第一の電荷担体輸送層(3)との間隔が増すと増大することを特徴とする放射線を発する装置。

【0025】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)のHOMO/LUMO準位が、第一の電荷担体輸送層(3)のHOMO/LUMO準位に、第一の電荷の電荷担体が第二の電荷担体輸送層(2)中に到達し得ないように適合されていることを特徴とする放射線を発する装置。

10

【0026】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)のHOMO/LUMO準位が、第一の電荷担体輸送層(3)のHOMO/LUMO準位に、第一の電荷担体輸送層からの三重項励起子が第二の電荷担体輸送層(2)中に到達し得ないように適合されていることを特徴とする放射線を発する装置。

【0027】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)の厚さが、三重項励起子の拡散距離に、該三重項励起子が第二の電荷担体輸送層(2)全体を通して拡散するように適合されていることを特徴とする放射線を発する装置。

20

【0028】

前記の放射線を発する装置であって、少なくとも2つの第二の電荷担体輸送層(2)が存在し、かつ全ての第二の電荷担体輸送層の全厚さが、三重項励起子の拡散距離より小さいかもしくは同じ大きさであることを特徴とする放射線を発する装置。

【0029】

前記の放射線を発する装置であって、各々の第二の電荷担体輸送層(2)が、別の波長で発光する1つの燐光を発する物質を含むことを特徴とする放射線を発する装置。

【0030】

前記の放射線を発する装置であって、第二の電荷担体輸送層(2)が、放出放射線の波長が第一の電荷担体輸送層(3)との間隔の増加とともに増大するように配置されていることを特徴とする放射線を発する装置。

30

【0031】

前記の放射線を発する装置であって、全ての第二の電荷担体輸送層(2)のHOMO/LUMO準位が、第一の電荷担体輸送層(3)から励起子移動が全ての電荷担体輸送層(2)を通じて行われうるように互いに適合されていることを特徴とする放射線を発する装置。

【0032】

前記の放射線を発する装置であって、第一の電荷担体と第二の電荷担体の輸送のための電荷担体輸送路が、駆動の間に該装置を通過して走っており、かつ第一の電荷担体のための電荷担体輸送路(L1)が、第一の電極(4)と第一の電荷担体輸送層(3)とにより限られた該装置の領域に制限されており、かつ第二の電荷担体のための電荷担体輸送路(L2)が、少なくとも、第二の電荷担体輸送層(2)と第一の電荷担体輸送層(3)を通過して走っていることを特徴とする放射線を発する装置。

40

【0033】

本発明の一実施態様は、駆動時に第一の電荷を有する第一の電荷担体を放出する第一の電極と、前記の第一の電極上に配置されている蛍光を発する物質を含む第一の電荷担体輸送層と、前記の第一の電荷担体輸送層上に配置されている燐光を発する物質を含有する第二の電荷担体輸送層と、前記の第二の電荷担体輸送層上に配置されている駆動時に第二の電荷を有する第二の電荷担体を放出する第二の電極とを含み、前記の第二の電荷担体輸送

50

層が、装置の駆動時に、第一の電荷担体を十分に含まない放射線を発する装置に関する。

【0034】

係る層順序を有する放射線を発する装置において、第二の電荷担体輸送層は、駆動時に第一の電極から放出される第一の電荷の電荷担体を十分に含まない。

【0035】

その際、"十分に含まない"とは、第一の電荷の電荷担体が、第二の電荷担体輸送層中で装置の駆動の間に、前記層中の全電荷輸送の高くても0.1%の割合となる前記層中の電荷輸送の割合を有することを表すべきである。そのことは、例えば特に、第一の電荷担体によって媒介される電荷輸送と第二の電荷担体によって媒介される電荷輸送との間の差が、少なくとも3の十乗であることを意味する。これは結果的に、前記層中で装置の駆動の間に、ほぼ第二の電荷担体のみが移動し、従って第一の電荷の電荷担体と第二の電荷の電荷担体とは実質的に出会わず再結合できないこととなる。それによって、燐光を発する物質が存在する前記層中で、第一の電荷担体と第二の電荷担体との再結合によるエネルギーは放出されえず、その燐光を発する物質を、電子的に励起された状態へと励起させることができる。従って、燐光を発する物質の励起のためのエネルギーは、第一の電荷担体輸送層から第二の電荷担体輸送層へと輸送せねばならない。

10

【0036】

第二の電荷担体輸送層は、単極性であってよく、かつ/または第一の電荷の電荷担体を遮断してよい。従って、第二の電荷担体輸送層は、その際、装置の駆動の間に、第二の電荷担体しか輸送しないが、第一の電荷担体を輸送せず又は副次的な規模で輸送するに過ぎず、結果的に、第二の電荷担体輸送層は、装置の駆動の間に、第一の電荷担体を十分に含まないこととなる。

20

【0037】

従って、本発明の一実施形態は、少なくとも2つの電極と、少なくとも1つの他の層を含み、前記の電極間には、少なくとも2つの電荷担体輸送層が配置されており、その電荷担体輸送層のうち少なくとも1つの層が第二の電荷の電荷担体のみを輸送し、前記の他の層では、第一の電荷の電荷担体と第二の電荷の電荷担体の両方を輸送される。

【0038】

第一の電荷の電荷担体と、その第一の電荷と反対の電荷を有する第二の電荷の電荷担体とが、第一の電荷担体輸送層中で互いに出会った場合に、これらの電荷担体は再結合して、励起された電子状態(励起子)を形成しうる。該励起子は、励起された負電荷を有する電子と、正電荷を有する電荷担体(いわゆる"正孔"もしくは欠損電子)とからなる二粒子状態である。ある分子が電子的に励起された状態にある場合に、種々の緩和プロセスを介して再びエネルギーを放出する可能性は複数存在する。熱的緩和の場合には、エネルギーは、熱エネルギーとして無放射で放出される。他の可能性の1つは、放射線の形態での、例えば約400~800nmの領域の可視放射線の形態での、並びに紫外線領域の及び赤外IR領域での放射線の形態でのエネルギー放出である。その際、主に、蛍光と燐光という2つの場合は区別される。蛍光とは、ここでは、電子的に励起された一重項状態からの緩和による放射線放出を表し、その場合には、それらの電子は励起された状態に対になった電子スピンを有する。燐光とは、それに対して、電子的に励起された三重項状態から緩和が起こる緩和プロセスを表し、その場合に、それらの電子は励起された状態で平行な電子スピンを有する。

30

40

【0039】

従って、励起された蛍光を発する物質は、蛍光の形態で放射線を放出しうる。一重項状態から三重項状態への遷移は、それと関係するスピン反転に基づき実際は禁止されている。それというのも、スピン反転は、スピン角運動量の量子力学的保存と矛盾するからである。従って、スピン反転は、スピン角運動量の変化が別の角運動量の変化によって補償される場合にのみ可能であり、これは大概是電子軌道角運動量を介して生ずる。

【0040】

電子と"正孔"との再結合に際して、励起された電子状態、すなわち励起子が生ずる。励

50

起子は、スピン 1 / 2 粒子と、電子と、正孔とが、全スピン 0 にまで、すなわち一重項励起子にまで、もしくは全スピン 1 にまで、すなわち三重項励起子にまで結合しうる二粒子状態である。スピン統計に基づき、一重項励起子と三重項励起子は、比率 1 : 3 で形成される。

#### 【 0 0 4 1 】

これらの励起子のエネルギーによって、蛍光を発する物質もしくは燐光を発する物質を、励起された状態へと移行させることができる。その状態から、再び緩和が可能であり、その際に、遊離エネルギーは、例えば可視放射線の形態で放出される。

#### 【 0 0 4 2 】

第二の電荷担体輸送層において、第一の電荷の電荷担体が十分に不足していることに基づき、実質的に、第一の電荷の電荷担体と第二の電荷の電荷担体とが互いに出会うことはできず、従って両方の電荷担体が再結合して、励起子を形成することはできない。前記の第二の電荷担体輸送層中に存在する燐光を発する物質は、従って、第一の電荷担体輸送層の励起子から、有利には三重項励起子からエネルギー移動メカニズムを介して第二の電荷担体輸送層中に輸送されるエネルギーによって励起された状態に移る。

10

#### 【 0 0 4 3 】

装置について追求するに値することは、できる限り高い放射線収量を達成することであり、同様にできる限り広い放射線スペクトルをカバーできる可能性を有することである。良好な放射線収量は、第一の電極と第二の電極で印加される電圧に対してできる限り高い、得られた放射線収量からの率を意味する。これについては、追求するに値することは、励起された電子的な一重項状態で存在するエネルギーを放射線エネルギーに変換するだけでなく、励起された電子的な三重項状態で存在するエネルギーを放射線生成のために使用することである。後者のことは、スピン統計を理由に 75 % となる。それというのも、励起された電子状態における第二の電子は、第一の電子のスピンとは異なる 3 種の配向可能性を取ることができ、それが三重項状態をもたらすのに対して、1 つの配向可能性だけではスピンの対を、従って一重項状態をもたらすに過ぎないからである。一重項発光に加え、なおも存在するできるだけ大部分のエネルギーさえも三重項発光に移行させる試みは、"三重項収集 (triplet harvesting)" とも呼称される。この場合に、燐光を発する物質は、蛍光を発する物質の三重項励起子中に存在する励起された電子状態を、エネルギー移動メカニズムを介して取り込むために利用される。燐光を発する物質の前記の三重項励起子からの放射線を発する緩和によって、その際、三重項状態で存在するエネルギーは、放射線を発する装置の放射線収量のために使用される。燐光を発する物質が放射線を発する装置中に存在しない場合には、蛍光を発する物質の三重項励起子は、無放射の消光プロセスを介して緩和し、その結果、蛍光を発する物質の三重項励起子中に存在する励起された電子状態は、放射線を発する装置の放射線のために寄与しないか、あるいは副次的にのみ寄与するに過ぎない。

20

30

#### 【 0 0 4 4 】

電極と両方の電荷担体輸送層との間に、並びに両方の電荷担体輸送層自体の間に、他の層が存在してよい。

#### 【 0 0 4 5 】

ここで、本発明の一実施形態では、第一の電荷担体輸送層と第二の電荷担体輸送層との間に、1 つの単極性の電荷担体輸送層が配置されていてよく、該層は第一の電荷の電荷担体を遮断するか、あるいは第二の電荷の電荷担体のみを輸送できる。従って、第一の電荷の電荷担体が第二の電荷担体輸送層中に進入することを防ぎ、あるいは低減させることができ、その結果、第二の電荷担体輸送層は、装置の駆動の間に、第一の電荷の電荷担体を十分に含まない。第二の電荷担体輸送層のマトリクスエネルギー準位は、その際、前記の状態に向けて選択する必要はない。

40

#### 【 0 0 4 6 】

更なる本発明による一実施形態によれば、装置の駆動の間に、電荷担体輸送路 (L a d u n g s t r a e g e r t r a n s p o r t p f a d ) は、放射線を発する装置を通して

50

走っている。電荷担体輸送路とは、本発明に関しては、電荷担体を、駆動時に、層列に対して垂直方向で、従って層を貫いて一方の電極から来て反対電荷の電極の方向で受け取ることができる経路を表す。その際、第一の電荷の電荷担体のために、第一の電極と第一の電荷担体輸送層とにより限られた装置の層順序の領域によって決められる1つの電荷担体輸送路が生ずる。第二の電荷の電荷担体のために、第二の電極から出発して少なくとも第二の電荷担体輸送層を通過して第一の電荷担体輸送層中に至る1つの電荷担体輸送路が生ずる。従って、装置の駆動の間に、第一の電荷担体のための電荷担体輸送路は、第二の電荷担体のための電荷担体輸送路よりも短い。

【0047】

挙げられた電極と、それぞれの到達すべき電荷担体輸送層との間に位置する層は、相応の電荷担体によって、装置の駆動時に通過されうる。ここで、例えば第一の電荷の電荷担体は、第一の電極と第一の電荷担体輸送層との間に存在する励起子遮断層を通過することができ、このことは、電荷担体輸送路を、励起子遮断層が存在しない層順序と比較して相応して延長する。励起子遮断層が、第二の電極と第二の電荷担体輸送層との間に存在する場合に、前記層は、装置の駆動の間に、第二の電荷の電荷担体によって通過されることがあり、それによって、第二の電荷の電荷担体の電荷担体輸送路は相応して延長される。

10

【0048】

本発明の更なる一実施形態において、放射線を発する装置は、例えば1つもしくは複数の有機層又は有機材料を含有する層を含む有機発光ダイオード(OLED)である。その有機物質は、例えば第一の電荷担体輸送層及び/又は第二の電荷担体輸送層の材料であってよく、同様に燐光を発する及び/又は蛍光を発する物質であってよい。更に、その蛍光を発する物質及び/又は燐光を発する物質は、電荷担体輸送特性を有してもよく、従ってその都度の電荷担体輸送層は、十分に前記物質からなるか、あるいは該物質を基礎成分として含むことができる。しかしながら、蛍光を発する物質及び/又は燐光を発する物質は、また、これらが有機もしくは無機の性質であるかとは無関係に、ドーピング物質としてマトリクス材料中に存在してもよい。その際、ドーピング物質自体が電荷輸送に寄与することができるが、必須ではない。有機物質は、ポリマーの電子発光性物質もしくは非ポリマーの物質、いわゆる"小分子"であってよい。その際、電子発光とは、ある物質が電圧の印加によって少なくとも部分的に励起されて、放射線、例えば光を放出しうる特性を表す。

20

30

【0049】

OLEDは、第一の電極の側にも、第二の電極の側にも基板を有してよく、該基板には、電荷担体輸送層を含む機能的積層体が配置されていてよい。

【0050】

本発明による更なる装置の実施形態では、第一の電極は、アノードでもカソードでもよい。同じことは、第二の電極についても言え、その際、第二の電極は、第一の電極とは逆の極性を有する。つまり、第一の電極がカソードである場合に、第二の電極はアノードである。同様に、第一の電極がアノードであり、かつ第二の電極がカソードであるという可能性がある。

【0051】

従って、第一の電荷の電荷担体は、第一の電極がカソードである場合に、負の電荷担体、つまり電子であってよく、また同様に、第一の電極がアノードである場合に、正の電荷担体、いわゆる"正孔"であってよい。第二の電荷の電荷担体は、第一の電荷の電荷担体と反対の相応の極性を有する。つまり、第二の電極がアノードである場合に、第二の電荷の電荷担体は、正孔である。しかしながら同様に、第一の電極がアノードである場合に、第一の電荷の電荷担体が正孔であり、かつ第二の電荷の電荷担体が電子である逆の場合も可能である。

40

【0052】

本発明による一実施形態が、第一の電極としてアノードを含む場合に、後続の層は、第一の電荷担体輸送層として、正孔を輸送しかつ電子を輸送する層であり、第二の電荷担体

50

輸送層として、電子輸送層であり、かつ第二の電極として、カソードである。

【0053】

本発明による一実施形態が、第一の電極としてカソードを含む場合に、後続の層は、第一の電荷担体輸送層として、正孔を輸送しかつ電子を輸送する層であり、第二の電荷担体輸送層として、正孔輸送層であり、かつ第二の電極として、アノードである。

【0054】

本発明による更なる一実施形態において、放射線を発する装置は、アノードとして第一の電極を含み、かつカソードとして第一の電極を含んでよい。第二の電極、つまりアノードに引き続き、正孔誘導層(HIL)と、正孔輸送層(HTL)の形態の第二の電荷担体輸送層と、電子輸送層(ETL)の形態の第一の電荷担体輸送層とが存在する。透過電位の印加に際して、有機層中に、アノードは、正の電荷担体、いわゆる正孔を注入し、そしてカソードは、電子を注入する。注入された正孔と電子は、それぞれ反対電荷を有する電極へと移動する。正孔と電子との再結合に際して、いわゆる励起された電子状態、つまり励起子が生ずる。

10

【0055】

これらの励起子のエネルギーによって、蛍光を発する物質もしくは燐光を発する物質を励起させることができ、次いで該物質は放射線を放出する。可視放射線の放出のために、2つの放出経路が利用できる。一方では、励起された一重項状態からの緩和であり、もう一方では、励起された三重項状態からの緩和である。三重項状態は、励起された電子状態の電子が、同じ配向のスピンを有することを特徴とするのに対して、一重項状態においては、励起された電子状態の電子は、反対のスピンを有する(スピニングが"対"になっている)。しかしながら、更に、励起された状態は、無放射の消光過程を介してもそのエネルギーを放出できるが、あるいは放出された放射線は、可視領域に存在しない。本発明に関連して、"放射線"という概念は、それぞれ赤外線ないし紫外線を含む領域における電磁放射線の意味で用いられる。可視領域での発光を達成するために、OLEDの種々の層を相応の物質でドーピングするか、あるいは該物質から作成する。

20

【0056】

正孔輸送層(HTL)では、最高占有分子軌道(HOMO)の位置も、HOMOと最低非占有分子軌道(LUMO)との間の間隙も、OLEDの別の層と材料の分子軌道HOMO/LUMOに適合させることが望ましい。HOMO準位は、正孔をアノードから注入できるためには十分に低くなければならない。しかしながら、他方で、電子輸送層(ETL)のHOMOに必要なエネルギー障壁は、正孔が電子輸送層中で移動でき、そこで電子と再結合しうる高すぎない低さにあってよい。それに対して電子輸送層中で再結合が行われないことが望ましければ、従って正孔が前記層中に到達しないことが望ましければ、HTLのHOMOは、相応して、ETLのそれよりも低く選択せねばならない。それによって、OLEDの前記部位で、正孔遮断、すなわち正孔遮断層が生ずる。

30

【0057】

HTLのHOMO-LUMO間隙も、別の層の前記間隙も、放出される放射線が、同様に該層自体に再び吸収されないために、発光性ドーパントの場合よりも大きく十分に大きく選択されることが望ましい。LUMO-HTLとLUMO-ETLとの間のエネルギー差は、電子がHTLに到達すべきか否かに応じて選択されねばならない。電子がHTLに到達しないことが望ましい場合には、これらを電子遮断として用いることが望ましい場合には、HTLのLUMOは、ETLのLUMOよりもエネルギー的に高い位置にある。電子遮断層のLUMOは、電子輸送層よりも少なくとも300meV高い位置にあることが望ましい。それに対して、HTL中で再結合が行われ、かつ電子がHTL中に移動しうることを望ましい場合に、LUMO-HTLとLUMO-ETLとの間のエネルギー差は小さく保持せねばならない。ETLは、更に、電子をカソードから上述のLUMOで注入できるように十分に低い位置にあるLUMOを占有することが望ましい。カソードの材料は、場合によりそれに適合されている。OLEDが正孔注入層(HIL)をも含む場合には、エネルギー準位は、アノードとHTLの準位に適合されている。すなわち前記の準位は

40

50

、両者の間になければならず、これにより、正孔の仕事関数が、アノードからその後続の層（ここではH I L）へと低下し、従ってアノードからの後続層への正孔遷移が容易になる。H I LのH O M Oは、アノードよりも、7 0 0 m e Vより高くない、有利には5 0 0 m e Vより高くないことが望ましい。

【 0 0 5 8 】

それに対して、ある層が正孔遮断機能を有する場合には、そのH O M Oは、正孔を離れた状態に保つべき層のH O M Oより下に位置せねばならない。該遮断層のH O M Oは、この場合に、後続の層のH O M Oよりも、少なくとも3 0 0 m e V低い、より良好には少なくとも7 0 0 m e V低いことが望ましい。

【 0 0 5 9 】

本発明によるO L E Dの一実施形態は、励起子遮断層を含んでよい。係る層は、有利には第二の電荷担体輸送層と第二の電極との間に位置する。この層のエネルギー準位は、同様に、隣接する層の準位に適合させねばならない。その場合に、励起子遮断層では、H O M OとL U M Oとの間のエネルギー差（ $E$ ）が重要である。これは、励起子のエネルギーを定義している。従って、励起子は、 $E$ がその励起子のエネルギーよりも、あるいはその励起子が形成された層の $E$ よりも、1 0 0 m e Vだけ高いもしくはそれより高い層中に拡散しえないか、又は副次的な規模でのみ拡散しうるに過ぎない。更に、この層が電子もしくは正孔を伝導すべきかどうか重要である。それに応じて、L U M OもしくはH O M Oのエネルギー準位を選択すべきである。例えば、電子を遮断することが望ましい場合に、遮断層のL U M Oは、電子が遮断層に向かって輸送される層のL U M Oよりも高い位置になければならない。

10

20

【 0 0 6 0 】

第一の励起子遮断層の存在とは無関係に、更なる装置においては、第二の励起子遮断層が、例えば第一の電荷担体輸送層と、第一の電荷の電荷担体を第一の電荷担体輸送層中に注入する層との間に存在してよい。この励起子遮断層は、第一の電荷担体輸送層中で形成された励起子を注入層中に拡散させるのを阻止する。

【 0 0 6 1 】

しかしながら、1つの励起子遮断層を、例えばカソードの前に位する場合に、それによって、励起子の消光と、それと結びつく無放射のエネルギーの移動とを阻止することができる。

30

【 0 0 6 2 】

本発明の更なる実施形態では、個々の層のエネルギー準位を互いに適合させることが可能である。このためには、第一の及び第二の電荷担体輸送層のマトリクス材料か、前記層のマトリクス材料中に導入されるドーピング物質のいずれかが、相応のエネルギー準位を有さねばならない。該物質のH O M O準位（最高占有分子軌道）とL U M O準位（最低非占有分子軌道）は、種々の様式で測定することができる。H O M O準位の測定のため一般に知られた方法は、紫外線光電子分光法（U P S）である。L U M O準位の測定のためには、例えば逆光電子分光（I P E S）が適している。H O M OとL U M Oとの間のエネルギー差（ $E$ ）は、直接的に、吸収スペクトルと発光スペクトルの比較によって得ることができる。上述の技術の機能様式については、相応の教科書を参照されたい。

40

【 0 0 6 3 】

燐光を発する物質としての燐光ドーパントの消光を、該ドーパントが導入されたマトリクス物質によって低減、あるいは妨げるために、燐光が発生する該ドーパントのエネルギー準位（ $T_1$ 準位）は、マトリクス物質の $T_1$ 準位より下であることが望ましい。つまりマトリクス物質の $T_1$ 準位がドーパントの準位より下にある場合には、ドーパントからマトリクスへの無放射の三重項励起子移動が起こりうる。従って、その低い位置にある $T_1$ 準位に基づき、良好な電荷担体輸送特性を有するポリマーの化合物は、燐光を発するドーパントのためのマトリクス材料として、限定付でのみ適しているに過ぎない。ドーパントから放射される放射線の波長が短いほど、 $T_1$ 準位とエネルギー的な基底状態との間のエネルギー差は大きい。つまり、青色スペクトル領域で放射がなされる燐光ドーパントの使用

50

は、その高い位置にある $T_1$ 準位に基づき、赤色領域で発光する燐光ドーパントを使用するよりも、可能なマトリクス材料の $T_1$ 準位と適合させることが困難である。

【0064】

本発明の装置は、そのエネルギー準位適合の問題を、異なる層での、すなわち異なるマトリクス物質を有してよい異なる層での蛍光を発する物質（一重項発光体）と燐光を発する物質（三重項発光体）との組み合わせによって解決している。蛍光が生ずる蛍光ドーパントのエネルギー準位（ $S_1$ 準位）と、マトリクスがそれ自体発光体として機能しない限りは、マトリクスの相応の $S_1$ 準位についても同様のことが言える。

【0065】

装置の実施形態が、1つだけより多くの、燐光を発するドーパントが設けられた層を含む場合には、この層の順序に注意を払うべきである。最低の $T_1$ 準位を占有する燐光を発するドーパントを有する層は、励起子が形成される層から最も遠く離れていることが望ましく、従って、燐光を発する物質を有する層の最後として三重項励起子によって通過されることが望ましい。ただし、マトリクス材料からドーパントへのエネルギー遷移が、この層中での励起された状態のエネルギー準位の位置に基づき、別のマトリクス-ドーパント組み合わせを有する別の層の場合よりも明らかに悪く、非効率的である場合を除き、その際、他方で、該装置の層順序中のこの層は、再び、第一の電荷担体輸送層の近くに位置しており、その層中では、できる限り良好な放射線収量を達成するために励起子が形成される。

10

【0066】

好ましい一実施形態は、異なる波長で発光を示す燐光を発する物質を含む第二の電荷担体輸送層を含む。その際に、前記の第二の電荷担体輸送層は、それぞれ別の燐光を発する物質を含む部分領域に分割することができる。第一の電荷担体輸送層の最も近くに位置する部分領域は、その際、最も短い波長を有する放射線を放出する燐光を発する物質を含む。他の部分領域は別の燐光を発する物質を含み、その際、放出される放射線の波長は、第一の電荷担体輸送層からの間隔が増えると高まる。

20

【0067】

第二の電荷担体輸送層が、例えば2つの燐光を発する物質を含む場合には、2つの部分領域に分割することができる。第一の部分領域は、例えば緑色領域で発光を示す燐光を発する物質を含み、第二の部分領域は、赤色領域で発光を示す燐光を発する物質を含む。その際、第一の部分領域は、第二の部分領域よりも第一の電荷担体輸送層の近くに配置されている。

30

【0068】

更なる好ましい一実施形態は、異なるマトリクス材料を有する少なくとも2つの第二の電荷担体輸送層を含む。これらの層の燐光を発する物質は、異なる波長を有する放射線を放出する。この場合に、第二の電荷担体輸送層は、燐光を発する物質から放出される放射線の波長が、第一の電荷担体輸送層からの間隔が増えると増大するように配置されている。

【0069】

ここで、一実施形態は、例えば2つの第二の電荷担体輸送層を含み、その際、一方の第二の電荷担体輸送層は、緑色領域で燐光を発する物質を含み、そしてもう一方の第二の電荷担体輸送層は、赤色領域で燐光を発する物質を含む。緑色発光体を有する第二の電荷担体輸送層は、その際、赤色発光体を有する別の第一の電荷担体輸送層よりも、第一の電荷担体輸送層の近くに配置されている。

40

【0070】

更なる一態様は、また、装置、例えばOLEDが放射すべき所望の色相、すなわち、蛍光を発する物質と燐光を発する物質との合計である。燐光を発するドーパントもしくは蛍光を発するドーパントを含む個々の層の順序の変更によって、個々のドーパントにより全スペクトルに寄与される放射線の寄与度が影響される。その際ここでは、それぞれの層の位置だけでなく、その厚さも、またドーパントがマトリクス層中に導入される密度も重要

50

である。燐光を発する物質を、例えばドーパントとして有する第二の電荷担体輸送層が、第一の電荷担体輸送層の近くに、すなわち励起子を形成する層の近くに配置されているほど、マトリクス材料からドーパントへのエネルギー移動がより良好に行われるほど、マトリクス材料が厚いほど、そしてマトリクス中のドーパントの割合が高いほど、O L E Dの全スペクトルへの前記ドーパントの発光の寄与度が大きくなる。第二の電荷担体輸送層が主にまたはそれだけではなくもっぱら、燐光を発する物質から作成されている場合に、層順序におけるその位置とその層厚は、この層からの発光が放射線を発する装置の全放出に対して有する割合についての基準となる。

#### 【0071】

本発明によるO L E Dの更なる一実施形態は、少なくとも2つの電荷担体輸送層を含み、その際、第一の電荷担体輸送層自体は、蛍光を発する材料を含むか、あるいは蛍光を発する材料でドーピングされている。蛍光は、励起された一重項状態から基底状態への緩和によって放出される可視放射線である。第二の電荷担体輸送層は、1つの燐光を発する物質を含有する。燐光は、励起された三重項状態から基底状態への緩和によって放出される可視放射線である。

10

#### 【0072】

第二の電荷担体輸送層は、実質的に、第一の電荷の電荷担体を含まず、第二の電荷の電荷担体のみを輸送する。従って、第二の電荷担体輸送層においては、電子と正孔との再結合は行われず、従ってこの層では励起子の形成も行われない。この結果として、燐光を発する物質はこの層中で、この層で結合された励起子に由来するエネルギーによって励起され得ない。このことは、再び、燐光を発する物質が、別の層から燐光を発する物質が存在する層中に移行したエネルギーによってのみ励起できることを意味する。このエネルギー輸送は、例えばいわゆるデクスター移動メカニズムもしくはフェルスター移動メカニズムを介して行われうる。デクスター移動メカニズムは、異なる分子間での、例えば蛍光を発する物質とマトリクス材料との間での重複軌道あるいは波動関数を介した電子交換メカニズムである。電子を交換しうるためには、電子交換を行うべき分子は、適切なレドックス電位を必要とする。

20

#### 【0073】

フェルスター移動メカニズムの場合には、双極子 - 双極子 - 相互作用がエネルギー移動を担う。このためには、両方の分子は、スペクトル的な重複を有さねばならない。フェルスターメカニズムを介すると、発明者の認識によれば、エネルギーは、ある一重項状態から別の一重項状態にのみ伝達できるにすぎず、それに対して、デクスターメカニズムを介すれば、エネルギーは、三重項状態からも別の三重項状態へと至ることができる。それというのも、ここではスピン保存則のみを守られねばならないに過ぎないからである。

30

#### 【0074】

本発明による、エネルギー移動が可能な層における蛍光を発する物質（一重項発光体）と燐光を発する物質（三重項発光体）との組み合わせに基づき、エネルギー移動が行われない層中にある一重項発光体と三重項発光体とで可能となるものより明らかに高い、放射線収量を達成できる。一重項発光体と三重項発光体との空間的分離は、更に、両方の系の間で無放射の消光過程が起こりえないように考慮されている。該装置の全発光スペクトルのスペクトル的な拡張も好ましい。さもなくば熱放射として放出される三重項励起子のエネルギーの可視三重項発光への移行を基礎として、熱放射の減少をもとに装置の高められた寿命がもたらされる。

40

#### 【0075】

以下に、本発明による装置の製造に適した物質を挙げる。このリストは、可能な例を述べるものとして理解されるものであり、完結した列記として見なされるべきではない。

#### 【0076】

正孔注入層（H I L）としては、例えば以下の材料もしくはそれらの材料の組み合わせが適している：

マトリクスにF 4 - T C N Q（テトラフルオロテトラシアノキノリン）もしくはその誘

50

導体及び酸化モリブデンを加えたもの。

【0077】

正孔輸送層 (HTL) のためには、例えば以下の材料が適している：

1 - TNATA (4, 4, 4 - トリス (N - (ナフチ - 1 - イル) - N - フェニル - アミノ)トリフェニルアミン)、2 - TNATA (4, 4, 4 - トリス (N - (ナフチ - 2 - イル) - N - フェニル - アミノ)トリフェニルアミン)、MTDATA (4, 4, 4 - トリス (N - 3 - メチルフェニル - N - フェニル - アミノ)トリフェニルアミン)、aNPB (N, N - ビス (ナフタレン - 1 - イル) - N, N - ビス (フェニル)ベンジジン)、bNPD (N, N - ビス (ナフタレン - 2 - イル) - N, N - ビス (フェニル)ベンジジン)、TPD (N, N - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N - ビス (フェニル)ベンジジン)、spTAD (2, 2, 7, 7 - ジフェニルアミノ - スピロ - 9, 9 - ビフルオレン)、Cu - PC (フタロシアニン - 銅錯体) 又は別の PC - 金属錯体、TAPC (1, 1 - ビス [(4 - フェニル) - ビス - (4 - メチル - フェニル) - アミノ] - シクロヘキサン)。

10

【0078】

電子輸送層 (ETL) のためには、例えば以下の材料が適している：

Alq<sub>3</sub> (トリス (8 - ヒドロキシキノリン)アルミニウム)、BAIq<sub>2</sub> (ビス - [2 - メチル - 8 - キノラト] - [4 - フェニルフェノラト] - アルミニウム (III))、BPhen (4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン)、BCP (2, 9 - ジメチル - 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン)、OXD7、OXD8、TPBi (1, 3, 5 - トリス - (1 - フェニル - 1H - ベンゾイミダゾール - 2 - イル) - ベンゼン)、TAZ (3 - (4 - ビフェニル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - t - ブチルフェニル) - 1, 2, 4 - トリアゾール)、TAZ2 (3, 5 - ジフェニル - 4 - ナフチ - 1 - イル - 1, 2, 4 - トリアゾール)、t - Bu - PBD (2 - ( - ビフェニル) - 5 - (4 - t - ブチル - フェニル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール)、トリアジン又はトリアジン誘導体。

20

【0079】

燐光を発する物質としては、例えば以下の燐光を発する材料もしくは材料の組み合わせが適している：

FIr6、FPt1 ([2 - (4, 6 - ジフルオロフェニル) - ピリジナト] - アセチルアセトナト] - 白金 - II)、FIrpic (ビス (3, 5 - ジフルオロ - 2 - (2 - ピリジル)フェニル - (2 - カルボキシピリジル) - イリジウム - III)、FIrN4、Irppy3 (fac - トリス (2 - フェニル - ピリジル)イリジウム錯体)、Ir(ppy)<sub>2</sub>acac、Ir(typ)<sub>3</sub> (トリス [2 - (4 - トリル) - ピリジナト] - イリジウム (III))、Ir(typ)<sub>2</sub>acac、Ir(bt)<sub>2</sub>acac、Ir(btp)<sub>2</sub>acac (ビス [2 - (2 - ベンゾチエニル - ピリジナト] - [アセチル - アセトナト] - イリジウム (III))、Ir(dbp)<sub>2</sub>acac (イリジウム (III) ビス (ジベンゾ [f, h] キノキサリン) (アセチルアセトナト))、Ir(mdp)<sub>2</sub>acac (イリジウム (III) ビス (2 - メチルジベンゾ [f, h] キノキサリン) (アセチルアセトナト))、Ir(pq)<sub>3</sub>、Ir(pq)<sub>2</sub>acac、Ir(piq)<sub>3</sub>、(CF3ppy)<sub>2</sub>Ir(pic)、PtOEP (白金オクタエチルポルフィリン)。

30

40

【0080】

蛍光を発する物質も燐光を発する物質も堆積させることができる層のために、又はマトリクス材料としては、例えば以下の材料又は材料の組み合わせが適している：

CBP (4, 4 - ビス (カルバゾール - 9 - イル) - 2, 2 - ジメチル - ビフェニル)、CTTA (4, 4, 4 - トリス (n - (ナフチ - 2 - イル) - N - フェニル - アミノ)トリフェニルアミン)、mCP、TCP (1, 3, 5 - トリス - カルバゾール - 9 - イル - ベンゼン)、CPF、CDBP (4, 4 - ビス (カルバゾール - 9 - イル) - 2, 2 - ジメチル - ビフェニル)、DPVBi (4, 4 - ビス (2, 2 - ジフェニル - エテン - 1 - イル) - ジフェニル)、スピロ - PVBi (スピロ - 4, 4 - ビス (

50

2, 2 - ジフェニル - エテン - 1 - イル) - ジフェニル)、UGH 1、UGH 2、UGH 3、UGH 4、CzSi、ADN (9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン)、TBADN、MADN、ペリレン、カルバゾール誘導体、フルオレン誘導体。

【0081】

蛍光を発する物質としては、例えば以下の材料又は材料の組み合わせが適している：

DCM (4 - (ジシアノメチレン) - 2 - メチル - 6 - (p - ジメチルアミノ - スチリル) 4H - ピラン)、DCM2 (4 - (ジシアノメチレン) - 2 - メチル - 6 - (ジユロリジン - 4 - イル - ビニル) - 4H - ピラン)、DCJT B、ルブレン (5, 6, 11, 12 - テトラフェニル - ナフタセン)、クマリン (C545T)、BCzVBi、BCzVb、TBSA (9, 10 - ビス [ (2, 7 - ジ - t - プチル) - 9, 9 - スピロピフルオレニル ] アントラセン)、DPAVBi、DPAVB、Zn 錯体、Cu 錯体。

10

【0082】

以下に、本発明の変形実施態様を、図面及び実施例をもとに詳細に説明する。

【0083】

図1は、放射線を放出する装置の一実施形態の概略断面図を示す。該装置は、5つの示される層を含む。この場合に、最下層9は基板であり、その次の層1はアノードである。層2は、第二の電荷担体輸送層、すなわち電子を輸送できないか又は電子を遮断する単極性の正孔輸送層である。前記層上に、電子も正孔も輸送し、それとともに同時二極性である第一の電荷担体輸送層3が配置されている。カソードは、層4によって示されている。第二の電荷担体輸送層2は、燐光を発する物質Pを含有し、第一の電荷担体輸送層3は、蛍光を発する物質Fを含有する。丸で囲まれたマイナス記号として図示される電子は、カソード4から第一の電荷担体輸送層3中に注入される。それは、矢印L1によって図示される。前記層から、電子は第二の電荷担体輸送層2中には更に拡散できない。それというのも、これらの電子は遮断されるか又は輸送できないからである。それは、x印のついた矢印L3によって図示される。アノード1から第二の電荷担体輸送層2中に注入される、丸で囲まれたプラス記号として図示される正孔は、第二の電荷担体輸送層2から第一の電荷担体輸送層3中に輸送される。それは、矢印L2によって図示される。第一の電荷担体輸送層3中で電子と正孔との再結合によって形成された、星形として図示された励起子は、第二の電荷担体輸送層2中に拡散しうるか、あるいは矢印Eによって図示されたエネルギーは、エネルギー移動メカニズムを介して第二の電荷担体輸送層2中に移動しうる。そして、該層において燐光を発する物質Pが励起されて、燐光が発される。第二の電荷担体輸送層2は電子を十分に含まないので、この層中では電子と正孔との再結合は起こらず、従ってまた励起子の形成も起こりえない。第一の電荷担体輸送層3中に存在する蛍光を発する物質Fは、同様に、この層で形成される励起子のエネルギーによってエネルギー移動メカニズムを介して励起される。従って、異なる層(3及び2)に配置されている異なる電子発光を発する物質(F及びP)は、励起子のエネルギーによって電子的に励起され、その際、該エネルギーは、第一の電荷担体輸送層3に由来するものである。

20

30

【0084】

図2は、放射線を放出する装置の更なる一実施形態の概略断面図を示す。該装置は、6つの示された層を含む。この場合に、最下層9は基板であり、その次の層1はアノードである。層2は、第二の電荷担体輸送層2、すなわち正孔輸送層である。層5は、第一の電荷担体遮断層、ここでは電子を遮断する層である。前記層上に、第一の電荷担体輸送層3、すなわち電子も正孔も輸送する層が配置されている。カソードは、層4によって示されている。第二の電荷担体輸送層2は、燐光を発する物質Pを含有し、そして第一の電荷担体輸送層3は、蛍光を発する物質Fを含有する。丸で囲まれたマイナス記号として図示される電子は、カソード4から第一の電荷担体輸送層3中に注入される。前記層から、電子は層5中には更に拡散できない。それというのも、これらの電子は遮断されるからである。それは、x印のついた矢印L3によって図示される。カソードから第二の電荷担体輸送層2中に注入される、丸で囲まれたプラス記号として図示される正孔は、第二の電荷担体

40

50

輸送層 2 から層 5 を通じて第一の電荷担体輸送層 3 中に輸送される。それは、矢印 L 2 によって図示される。第一の電荷担体輸送層 3 中で電子と正孔との再結合によって形成された、星形として図示された励起子は、層 5 を通じて、第二の電荷担体輸送層 2 中に拡散しうるか、あるいは矢印 E によって図示されたエネルギーは、エネルギー移動メカニズムを介して第二の電荷担体輸送層 2 中に移動しうる。そして、該層において燐光を発する物質 P が励起されて、燐光が発される。層 5 は、第一の電荷の電荷担体、ここでは電子を遮断するので、層 2 は、電子を十分に含まない。そのため、第二の電荷担体輸送層 2 においては電子と正孔との再結合は起らず、従って励起子の形成は起こりえない。燐光を発する物質 P を含有する層と蛍光を発する物質 F を含有する第一の電荷担体輸送層 3 との間の空間的分離は、図 2 に示される実施形態においては、層 2 と 3 が直接的に隣接している図 1 に示される実施形態におけるものよりもなお大きい。

10

## 【 0 0 8 5 】

図 3 は、放射線を放出する装置の更なる一実施形態の概略断面図を示す。該装置は、6 つの示される層を含む。この場合に、最下層 9 は基板であり、その次の層 1 はアノードである。層 6 は、励起子を遮断する層である。層 2 は、第二の電荷担体輸送層、すなわち電子を輸送しないか又は副次的な規模でのみ輸送する正孔輸送層である。該正孔輸送層 2 の上に、電子も正孔も輸送する第一の電荷担体輸送層 3 が配置されている。カソードは、層 4 によって示されている。第二の電荷担体輸送層 2 は、燐光を発する物質 P を含有し、第一の電荷担体輸送層 3 は、蛍光を発する物質 F を含有する。丸で囲まれたマイナス記号として図示される電子は、カソード 4 から第一の電荷担体輸送層 3 中に注入される。それは、矢印 L 1 によって図示される。前記層から、電子は第二の電荷担体輸送層 2 中には更に拡散できない。それというのも、これらの電子は遮断されるか又は輸送できないからである。それは、x 印のついた矢印 L 3 によって図示される。アノード 1 から励起子遮断層 6 中に注入される、丸で囲まれたプラス記号として図示される正孔は、第二の電荷担体輸送層 2 を通じて第一の電荷担体輸送層 3 中に輸送される。それは、矢印 L 2 によって図示される。第一の電荷担体輸送層 3 中で電子と正孔との再結合によって形成された、星形として図示された励起子は、第二の電荷担体輸送層 2 中に拡散しうるか、あるいは矢印 E によって図示されたエネルギーは、エネルギー移動メカニズムを介して第二の電荷担体輸送層 2 中に移動しうる。そして、該層において燐光を発する物質 P が励起されて、燐光が発される。第二の電荷担体輸送層 2 は電子を十分に含まないので、この層中では再結合は起こらず、従って励起子の形成は起こりえない。層 6 を通じて、第一の電荷担体輸送層 3 から来た励起子は、第二の電荷担体輸送層 2 を通じて次の層中に、例えばアノードの方向で拡散できない。それというのも、層 6 は励起子を遮断するからである。従って、励起子の無放射の消光は、アノードで妨げられ、あるいは低減される。励起子、とりわけ三重項励起子のエネルギーは、従って、その大部分が、第二の電荷担体輸送層 2 の燐光を発する物質 P によって取り込まれうるため、該装置の放射線収量は増加する。

20

30

## 【 0 0 8 6 】

図 4 は、放射線を放出する装置、すなわち O L E D の更なる一実施形態の概略断面図を示す。6 つの示される層は、以下の本発明の構成要素を表す。層 9 は、基板であり、その上に他の層が施与されている。層 10 は、透明なアノードである。層 20 は、アノードから正孔輸送層中への正孔移動のためのエネルギー障壁を下げる正孔誘導層 ( H I L ) である。層 30 は、燐光を発する物質 P を含有する正孔輸送層 ( H T L ) である。層 40 は、電子も正孔も輸送する、蛍光を発する物質 F を含む層である。層 50 は、カソードである。

40

## 【 0 0 8 7 】

好ましい一実施形態は、図 4 に図示される構造を有する O L E D である。該 O L E D は、以下の層から構成される： I T O / P E D O T / H T L / L E P / カソード。その際、I T O ( 酸化インジウムスズ ) は、透明なアノード 10 であり、P E D O T は、正孔誘導層 20 であり、そして H T L は、正孔輸送層 30 である。L E P は、発光層 40 を表し、その際、層 40 は、光を蛍光の形態で放出する。薄層 C s F ( 1 n m ) を有するアルミニ

50

ウム(200nm)からなるカソードは、層50によって示される。この実施例においては、LEP40は、青色領域で蛍光を発するポリマーである。HTL30は、赤色領域で燐光を発する燐光を発する物質Pを含有し、従って同様に発光する。HTL30の材料は、正孔は輸送するが電子は輸送しないように選択される。つまり、電子と正孔とが出会うこと、従って再結合は、LEP40でのみ可能である。ここで、電子と正孔との再結合によって放出されるエネルギーの一部は、この層中に存在するポリマーを一重項状態に励起し、次いでそこから該ポリマーは青色波長領域の光を放射する。エネルギーの他の部分、とりわけ三重項励起子は、エネルギー移動プロセスを介して、燐光を発する物質Pが存在するHTL30に輸送される。該物質は、LEP40から移行したエネルギーによって三重項準位に励起され、次いでそこから燐光を発する物質Pは緩和されて、可視領域の放射線を放出する。

10

#### 【0088】

係るOLEDのスペクトルは、蛍光帯の他に、なおも、一般により長波長に拡張されたスペクトルを、付加的な燐光放出を通して有する。材料の相応の選択によって、係るOLEDは白色光を生成しうる。

#### 【0089】

本発明は、実施例をもとにする説明によって制限されるものではない。むしろ、本発明はそれぞれの新規の特徴並びに特徴のそれぞれの組み合わせを包括し、この特徴もしくはこの組み合わせ自体が特許請求の範囲もしくは実施例内に明示的に記載されていない場合であっても、特に特許請求の範囲内の特徴の各組み合わせを包含する。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0090】

【図1】図1は、放射線を放出する装置の一実施形態の概略断面図を示す。

【図2】図2は、放射線を放出する装置の可能な更なる一実施形態の概略断面図を示す。

【図3】図3は、放射線を放出する装置の可能な更なる一実施形態の概略断面図を示す。

【図4】図4は、放射線を放出する装置の特定の一実施形態の概略断面図を示す。

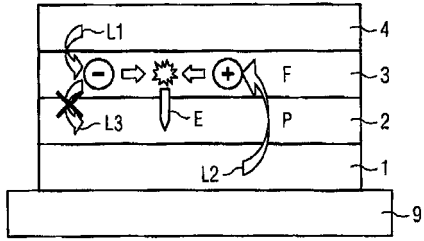
#### 【符号の説明】

#### 【0091】

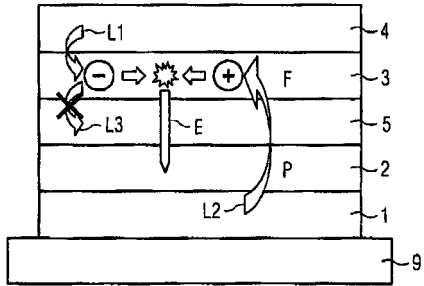
1 第二の電極、 2 第二の電荷担体輸送層、 3 第一の電荷担体輸送層、 4 第一の電極、 5 単極性の電荷担体輸送層、 6 励起子遮断層、 9 基板、 10 透明なアノード、 20 正孔誘導層、 30 正孔輸送層、 40 電子と正孔を輸送する層、 50 カソード

30

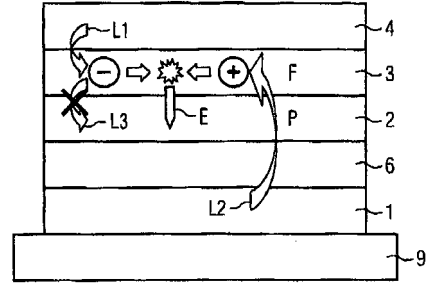
【 図 1 】



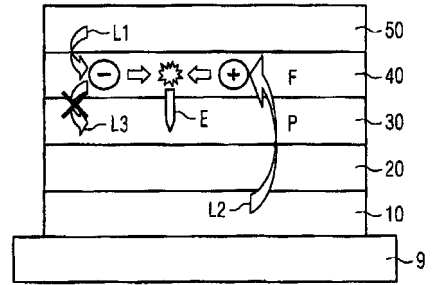
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100099483  
弁理士 久野 琢也
- (74)代理人 100110593  
弁理士 杉本 博司
- (74)代理人 100128679  
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633  
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100114890  
弁理士 アイゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (74)代理人 230100044  
弁護士 ラインハルト・アイゼル
- (72)発明者 ヴィ・エン チョーン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア カールスバッド ハンティントン ドライヴ 6 3 2 3
- (72)発明者 ステリアス エー チョウリス  
キプロス国 ピーオーボックス 5 0 3 2 9 アーチビショップ キプリアノス 3 1 リマソル  
セーピング コー - オペレイティヴ バンク ビルディング フォースフロア オフィス 3 3  
キプロス ユニヴァーシティ オブ テクノロジー
- (72)発明者 マシュー ケー マタイ  
アメリカ合衆国 モンローヴィレ イーグル リッジ ドライヴ 2 0 1 6
- F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC03 CC04 DD51 DD53 DD66 DD67 DD69 DD72  
DD75 DD78 FF13 FF15 FF19  
5F041 CA03 CA45