

(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2013-168649
(P2013-168649A)

(43) 公開日 平成25年8月29日 (2013.8.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/22 B	3 K 1 0 7
	H O 5 B 33/14 A	
	H O 5 B 33/22 D	

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 64 頁)

(21) 出願番号 特願2013-23846 (P2013-23846)	(71) 出願人 512187343
(22) 出願日 平成25年2月8日 (2013.2.8)	三星ディスプレイ株式会社
(31) 優先権主張番号 10-2012-0014825	S a m s u n g D i s p l a y C o .
(32) 優先日 平成24年2月14日 (2012.2.14)	, L t d .
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)	大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95
	95, S a m s u n g 2 R o, G i h
	e u n g - G u, Y o n g i n - C i t y
	, G y e o n g g i - D o, K o r e a
	(74) 代理人 110000671
	八田国際特許業務法人
	(72) 発明者 趙 桓 熙
	大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95
	三星ディスプレイ株式会社内
	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改善された効率特性を有する有機発光素子及びこれを備える有機発光表示装置

(57) 【要約】

【課題】改善された効率特性を持つ有機発光素子及びこれを備える有機発光表示装置を提供する。

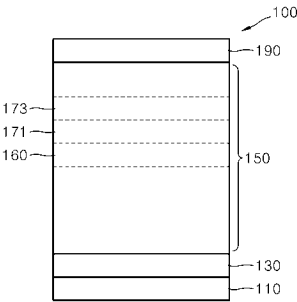
【解決手段】第1電極、前記第1電極と対向する第2電極、前記第1電極と前記第2電極との間に配置された燐光発光層、前記燐光発光層と前記第2電極との間に配置された電子輸送層、及び前記燐光発光層と前記電子輸送層との間に配置された電子制御層を含み、

前記燐光発光層がホスト材料及びドーパント材料を含み、前記電子制御層が電子制御物質を含み、

前記ホスト材料の最高被占軌道 (HOMO) エネルギー準位 (E_{H_H})、前記ホスト材料の最低空軌道 (LUMO) エネルギー準位 (E_{L_H})、前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) 及び前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、 $|E_{H_H} - E_{H_C}| \geq 0.3 \text{ eV}$ 及び $|E_{L_H} - E_{L_C}| \geq 0.5 \text{ eV}$ の関係を満たし、

前記電子制御層の厚さは、50 nm ないし 450 nm である有機発光素子。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 電極、前記第 1 電極と対向する第 2 電極、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に配置された燐光発光層、前記燐光発光層と前記第 2 電極との間に配置された電子輸送層、及び前記燐光発光層と前記電子輸送層との間に配置された電子制御層を含み、

前記燐光発光層がホスト材料及びドーパント材料を含み、前記電子制御層が電子制御物質を含み、

前記ホスト材料の最高被占軌道 (HOMO) エネルギー準位 (E_{H_H})、前記ホスト材料の最低空軌道 (LUMO) エネルギー準位 (E_{L_H})、前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) 及び前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、 $|E_{H_H} - E_{H_C}| \geq 0.3 \text{ eV}$ 及び $|E_{L_H} - E_{L_C}| \geq 0.5 \text{ eV}$ の関係を満たし、

前記電子制御層の厚さは、50 nm ないし 450 nm である有機発光素子。

【請求項 2】

前記ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H})、前記ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H})、前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) 及び前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、 $0 \leq E_{H_H} - E_{H_C} \leq 0.3 \text{ eV}$ 及び $0 \leq E_{L_H} - E_{L_C} \leq 0.5 \text{ eV}$ の関係を満たす請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 3】

前記電子制御物質は、電子移動度が正孔移動度より大きいか、または同じ値を持つ請求項 1 または 2 に記載の有機発光素子。

【請求項 4】

前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、 -5.2 eV ないし -6.1 eV である請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 5】

前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、 -2.5 eV ないし -3.2 eV である請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 6】

前記電子制御物質の含量は、前記電子制御層の総重量に対し 30 重量% ないし 100 重量% である請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 7】

前記電子輸送層と前記電子制御層との厚さ比は、5 : 1 ないし 5 : 10 である請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 8】

第 1 電極、前記第 1 電極と対向する第 2 電極、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に配置された燐光発光層、前記燐光発光層と前記第 2 電極との間に配置された電子輸送層、前記燐光発光層と前記電子輸送層との間に配置された電子制御層、及び前記燐光発光層と前記第 1 電極との間に配置された電子阻止層を含み、

前記燐光発光層はホスト材料及びドーパント材料を含み、前記電子制御層は電子制御物質を含み、前記電子阻止層は電子阻止物質を含み、

前記ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H})、前記ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H})、前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C})、前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) 及び前記電子阻止物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_B}) は、 $|E_{H_H} - E_{H_C}| \geq 0.3 \text{ eV}$ 、 $|E_{L_H} - E_{L_C}| \geq 0.5 \text{ eV}$ 、及び $E_{L_B} > E_{L_H}$ の関係を満たし、

前記電子制御層の厚さは、50 nm ないし 450 nm である有機発光素子。

【請求項 9】

前記電子阻止物質は、トリフェニルアミン誘導体、カルバゾール誘導体及びスピロジフルオレン誘導体のうち少なくとも 1 種を含む請求項 8 に記載の有機発光素子。

【請求項 10】

前記電子阻止層の厚さは、10 ないし 1000 である請求項 8 または 9 に記載の有機発光素子。

【請求項 11】

前記ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H})、前記ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H})、前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) 及び前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、 $0 \leq E_{H_H} - E_{H_C} \leq 0.3 \text{ eV}$ 及び $0 \leq E_{L_H} - E_{L_C} \leq 0.5 \text{ eV}$ の関係を満たす請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 12】

前記電子制御物質は、電子移動度が正孔移動度より大きいか、または同じ値を持つ請求項 8 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 13】

前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) は、 -5.2 eV ないし -6.1 eV である請求項 8 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 14】

前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、 -2.5 eV ないし -3.2 eV である請求項 8 ~ 13 に記載の有機発光素子。

【請求項 15】

前記電子制御物質の含量は、前記電子制御層の総重量に対して 30 重量% ないし 100 重量% である請求項 8 ~ 14 に記載の有機発光素子。

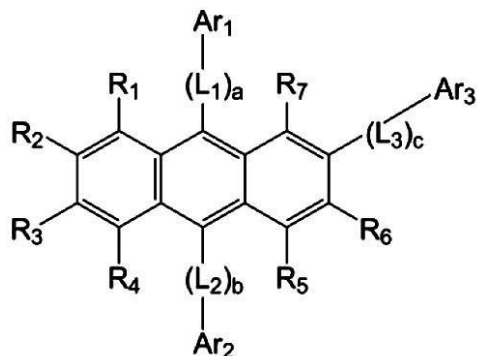
【請求項 16】

前記電子輸送層と前記電子制御層との厚さ比は、5 : 1 ないし 5 : 10 である請求項 8 ~ 15 に記載の有機発光素子。

【請求項 17】

前記電子制御物質は、下記の化学式 1 :

【化 1】



[前記式中、

R_1 ないし R_7 は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシ基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、カルボキシ基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルキル基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルケニル基、及び置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリール基のうち 1 種であり、

Ar_1 、 Ar_2 及び Ar_3 は、互いに独立して置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリール基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールオキシ基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールチオ基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基、及び $-N(Q_1)(Q_2)$ で表される基からなる群から選択される基であり、但し、前記 Ar_1 、 Ar_2 及び Ar_3 のうち少なくとも一つは、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基であり、

10

20

30

40

50

前記 Q_1 及び Q_2 は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシ基、シアノ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシ基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルキル基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルケニル基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリール基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールオキシ基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールチオ基、及び置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基のうち 1 種であり、

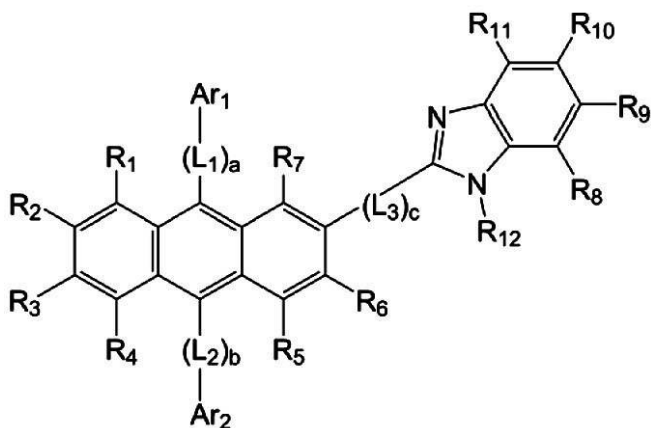
L_1 、 L_2 及び L_3 は、互いに独立して置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリーレン基及び置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリーレン基のうち 1 種であり、

a、b 及び c は、互いに独立して 0 ないし 3 の整数のうち一つである。] で表される化合物を含む請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

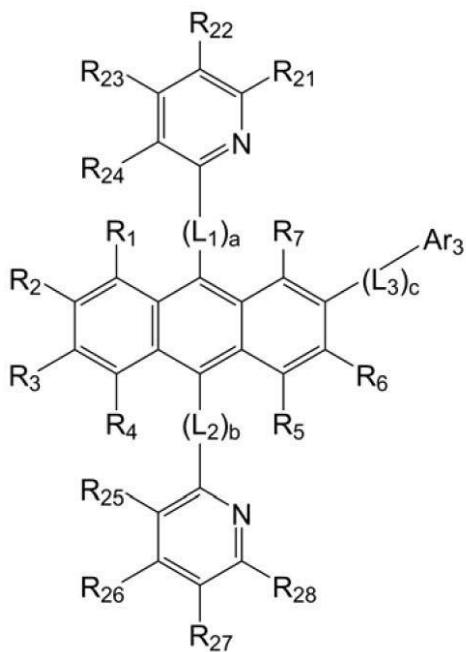
【請求項 18】

前記電子制御物質は、下記の化学式 2 及び 3 :

【化 2】



【化 3】



[前記式中、

R_1 ないし R_{12} 及び R_{21} ないし R_{28} は、互いに独立して水素、重水素、置換または非置換のメチル基、置換または非置換のエチル基、置換または非置換のプロピル基、置換または非置換のブチル基、置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のビフェニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアントリル基、置換または

非置換のフェナントレニル基、置換または非置換のピレニル基のうち1種であり、

Ar_1 、 Ar_2 及び Ar_3 は、互いに独立して置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のペンタレニル基、置換または非置換のインデニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアズレニル基、置換または非置換のヘプタレニル基、置換または非置換のインダセニル基、置換または非置換のアセナフチル基、置換または非置換のフルオレニル基、置換または非置換のスピロフルオレニル基、置換または非置換のフェナレニル基、置換または非置換のフェナントレニル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のフルオランテニル基、置換または非置換のトリフェニレニル基、置換または非置換のピレニル基、置換または非置換のクリセニル基、置換または非置換のナフタセニル基、置換または非置換のピセニル基、置換または非置換のペリレニル基、置換または非置換のペンタフェニル基、置換または非置換のヘキサセニル基、置換または非置換のピロリル基、置換または非置換のイミダゾリル基、置換または非置換のピラゾリル基、置換または非置換のピリジニル基、置換または非置換のビピリジニル基、置換または非置換のピラジニル基、置換または非置換のピリミジニル基、置換または非置換のピリダジニル基、置換または非置換のイソインドリル基、置換または非置換のインドリル基、置換または非置換のインダゾリル基、置換または非置換のプリニル基、置換または非置換のキノリニル基、置換または非置換のベンゾキノリニル基、置換または非置換のフタラジニル基、置換または非置換のナフチリジニル基、置換または非置換のキノキサリニル基、置換または非置換のキナゾリニル基、置換または非置換のシンノリニル基、置換または非置換のカルバゾリル基、置換または非置換のフェナントリジニル基、置換または非置換のアクリジニル基、置換または非置換のフェナントロリニル基、置換または非置換のフェナジニル基、置換または非置換のベンゾオキサゾリル基、置換または非置換のベンゾイミダゾリル基、置換または非置換のフラニル基、置換または非置換のベンゾフラニル基、置換または非置換のチオフェニル基、置換または非置換のベンゾチオフェニル基、置換または非置換のチアゾリル基、置換または非置換のイソチアゾリル基、置換または非置換のベンゾチアゾリル基、置換または非置換のイソオキサゾリル基、置換または非置換のオキサゾリル基、置換または非置換のトリアゾリル基、置換または非置換のテトラゾリル基、置換または非置換のオキサジアゾリル基、置換または非置換のトリアジニル基、置換または非置換のベンゾオキサゾリル基、置換または非置換のジベンゾブラニル基、置換または非置換のジベンゾチオフェニル基、及び置換または非置換のベンゾカルバゾリル基のうち1種であり、

L_1 、 L_2 及び L_3 は、互いに独立して置換または非置換のフェニレン基、置換または非置換のペンタレニレン基、置換または非置換のインデニレン基、置換または非置換のナフチレン基、置換または非置換のアズレニレン基、置換または非置換のヘプタレニレン基、置換または非置換のインダセニレン基、置換または非置換のアセナフチレン基、置換または非置換のフルオレニレン基、置換または非置換のフェナレニレン基、置換または非置換のフェナントレニレン基、置換または非置換のアントリレン基、置換または非置換のフルオランテニレン基、置換または非置換のトリフェニレニレン基、置換または非置換のピレニレン基、置換または非置換のクリセニレン基、置換または非置換のナフタセニレン基、置換または非置換のピセニレン基、置換または非置換のペリレニレン基、置換または非置換のペンタフェニレン基、置換または非置換のヘキサセニレン基、置換または非置換のピロリレン基、置換または非置換のピラゾリレン基、置換または非置換のイミダゾリレン基、置換または非置換のイミダゾリニレン基、置換または非置換のイミダゾピリジニレン基、置換または非置換のイミダゾピリミジニレン基、置換または非置換のピリジニレン基、置換または非置換のピラジニレン基、置換または非置換のピリミジニレン基、置換または非置換のインドリレン基、置換または非置換のプリニレン基、置換または非置換のキノリニレン基、置換または非置換のフタラジニレン基、置換または非置換のインドリジニレン基、置換または非置換のナフチリジニレン基、置換または非置換のキナゾリニレン基、置換または非置換のシンノリニレン基、置換または非置換のインダゾリレン基、置換または非置換のカバゾリレン基、置換または非置換のフェナジニレン基、置換または非置換のフ

10

20

30

40

50

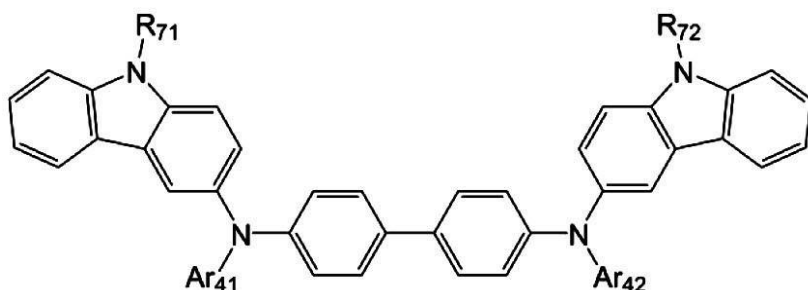
エナントリジニレン基、置換または非置換のピラニレン基、置換または非置換のクロメニレン基、置換または非置換のフラニレン基、置換または非置換のベンゾフラニレン基、置換または非置換のチオフェニレン基、置換または非置換のベンゾチオフェニレン基、置換または非置換のイソチアゾリレン基、置換または非置換のベンゾイミダゾリレン基、置換または非置換のイソキサゾリレン基、置換または非置換のジベンゾチオフェニレン基、置換または非置換のジベンゾピラニレン基、置換または非置換のトリアジニレン基、及び置換または非置換のオキサジアゾリレン基のうち 1 種であり、

a、b 及び c は、互いに独立して 0 ないし 1 の整数のうち一つである] で表される化合物のうち少なくとも 1 種を含む請求項 17 に記載の有機発光素子。

【請求項 19】

前記電子制御物質は、下記の化合物 1 及び 2 :

【化 4】



... (化学式 6)

のうち少なくとも 1 種を含む請求項 17 または 18 に記載の有機発光素子。

【請求項 20】

前記ホスト材料は、正孔輸送単位と電子輸送単位とを同時に持つバイポーラ化合物を含む請求項 1 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 21】

前記ホスト材料は、正孔輸送単位と電子輸送単位とを同時に持つバイポーラ化合物及び少なくとも正孔輸送単位を持つ化合物の混合物を含む請求項 1 ~ 20 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

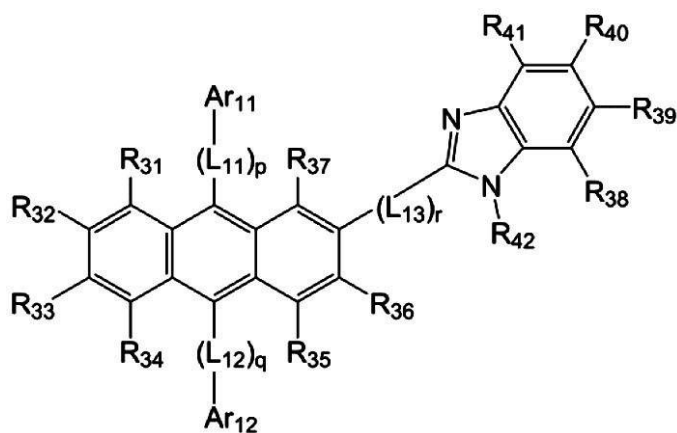
【請求項 22】

前記燐光発光層は、赤色光または緑色光を発する請求項 1 ~ 21 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 23】

前記電子輸送層は、下記の化学式 4 :

【化 5】



... (化学式 4)

[前記式中、

R₃₁ ないし R₄₂ は、互いに独立して水素、重水素、置換または非置換のメチル基、置換または非置換のエチル基、置換または非置換のプロピル基、置換または非置換のブチル基、置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のビフェニル基、置換または非

10

20

30

40

50

置換のナフチル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のフェナントレニル基、置換または非置換のピレニル基のうち1種であり、

Ar_{11} 及び Ar_{12} は、互いに独立して置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のペンタレニル基、置換または非置換のインデニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアズレニル基、置換または非置換のヘプタレニル基、置換または非置換のインダセニル基、置換または非置換のアセナフチル基、置換または非置換のフルオレニル基、置換または非置換のスピロフルオレニル基、置換または非置換のフェナレニル基、置換または非置換のフェナントレニル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のフルオランテニル基、置換または非置換のトリフェニレニル基、置換または非置換のピレニル基、置換または非置換のクリセニル基、置換または非置換のナフタセニル基。置換または非置換のピセニル基、置換または非置換のペリレニル基、置換または非置換のペンタフェニル基、置換または非置換のヘキサセニル基、置換または非置換のピロリル基、置換または非置換のイミダゾリル基、置換または非置換のピラゾリル基、置換または非置換のピリジニル基、置換または非置換のビピリジニル基、置換または非置換のピラジニル基、置換または非置換のピリミジニル基、置換または非置換のピリダジニル基、置換または非置換のイソインドリル基、置換または非置換のインドリル基、置換または非置換のインダゾリル基、置換または非置換のプリニル基、置換または非置換のキノリニル基、置換または非置換のベンゾキノリニル基、置換または非置換のフタラジニル基、置換または非置換のナフチリジニル基、置換または非置換のキノキサリニル基、置換または非置換のキナゾリニル基、置換または非置換のシンノリニル基、置換または非置換のカルバゾリル基、置換または非置換のフェナントリジニル基、置換または非置換のアクリジニル基、置換または非置換のフェナントロリニル基、置換または非置換のフェナジニル基、置換または非置換のベンゾオキサゾリル基、置換または非置換のベンゾイミダゾリル基、置換または非置換のフラニル基、置換または非置換のベンゾフラニル基、置換または非置換のチオフェニル基、置換または非置換のベンゾチオフェニル基、置換または非置換のチアゾリル基、置換または非置換のイソチアゾリル基、置換または非置換のベンゾチアゾリル基、置換または非置換のイソオキサゾリル基、置換または非置換のオキサゾリル基、置換または非置換のトリアゾリル基、置換または非置換のテトラゾリル基、置換または非置換のオキサジアゾリル基、置換または非置換のトリアジニル基、置換または非置換のベンゾオキサゾリル基、置換または非置換のジベンゾブラニル基、置換または非置換のジベンゾチオフェニル基、及び置換または非置換のベンゾカルバゾリル基のうち1種であり、

L_{11} 、 L_{12} 及び L_{13} は、互いに独立して置換または非置換のフェニレン基、置換または非置換のペンタレニレン基、置換または非置換のインデニレン基、置換または非置換のナフチレン基、置換または非置換のアズレニレン基、置換または非置換のヘプタレニレン基、置換または非置換のインダセニレン基、置換または非置換のアセナフチレン基、置換または非置換のフルオレニレン基、置換または非置換のフェナレニレン基、置換または非置換のフェナントレニレン基、置換または非置換のアントリレン基、置換または非置換のフルオランテニレン基、置換または非置換のトリフェニレニレン基、置換または非置換のピレニレン基、置換または非置換のクリセニレン基、置換または非置換のナフタセニレン基、置換または非置換のピセニレン基、置換または非置換のペリレニレン基、置換または非置換のペンタフェニレン基、置換または非置換のヘキサセニレン基、置換または非置換のピロリレン基、置換または非置換のピラゾリレン基、置換または非置換のイミダゾリレン基、置換または非置換のイミダゾピリジニレン基、置換または非置換のイミダゾピリミジニレン基、置換または非置換のピリジニレン基、置換または非置換のピラジニレン基、置換または非置換のピリミジニレン基、置換または非置換のインドリレン基、置換または非置換のプリニレン基、置換または非置換のキノリニレン基、置換または非置換のフタラジニレン基、置換または非置換のインドリジニレン基、置換または非置換のナフチリジニレン基、置換または非置換のキナゾリニレン基、置換または非置換のシンノリニレン基、置換または非置換のインダゾリレン基、置換または非置換のカバゾリレン基、置換または非置換のフェナジニレン基、置換または非置

10

20

30

40

50

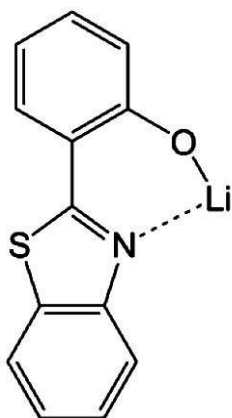
換のフェナントリジニレン基、置換または非置換のピラニレン基、置換または非置換のクロメニレン基、置換または非置換のフラニレン基、置換または非置換のベンゾフラニレン基、置換または非置換のチオフェニレン基、置換または非置換のベンゾチオフェニレン基、置換または非置換のイソチアゾリレン基、置換または非置換のベンゾイミダゾリレン基、置換または非置換のイソキサゾリレン基、置換または非置換のジベンゾチオフェニレン基、置換または非置換のジベンゾピラニレン基、置換または非置換のトリアジニレン基、及び置換または非置換のオキサジアゾリレン基のうち 1 種であり、

p、q 及び r は、互いに独立して 0 ないし 1 の整数のうち一つである] で表される化合物を含む請求項 1 ~ 22 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 24】

前記電子輸送層は、リチウムキノレート (LiQ) または下記の化合物 101 の金属錯体をさらに含む請求項 23 に記載の有機発光素子。

【化 6】



101

【請求項 25】

前記電子輸送層は、1、4、5、8、9、12 - ヘキサアザトリフェニレンヘキサカルボニトリル、テトラシアノ - キノジメタン、アントラキノ、ペリレンビスイミド及びテトラシアノアントラキノジメタンから選択された少なくとも 1 種をさらに含む請求項 23 または 24 に記載の有機発光素子。

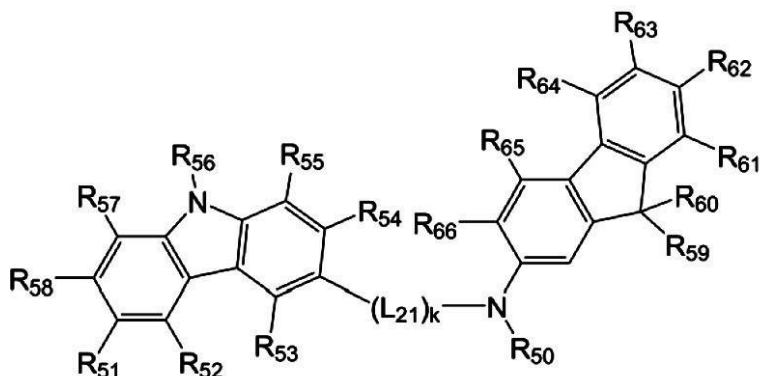
【請求項 26】

前記電子輸送層は、Li、Cs、Na、K、Ca、Mg、Ba 及び Ra から選択された少なくとも 1 種の金属単体、金属カーボネート、金属アセテート、金属ベンゾエート、金属アセトアセテート、金属アセチルアセトネート、金属ステアレートから選択された少なくとも 1 種をさらに含む請求項 23 ~ 25 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 27】

前記燐光発光層と前記第 1 電極との間に配置された正孔輸送層をさらに含み、前記正孔輸送層は、下記の化学式 5 :

【化 7】



... (化学式 5)

[前記式中、

R_{50} は、置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のビフェニル基、及び置換または非置換のピリジル基のうち 1 種であり、

L_{21} は、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキレン基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニレン基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリーレン基、及び置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリーレン基のうち 1 種であり、

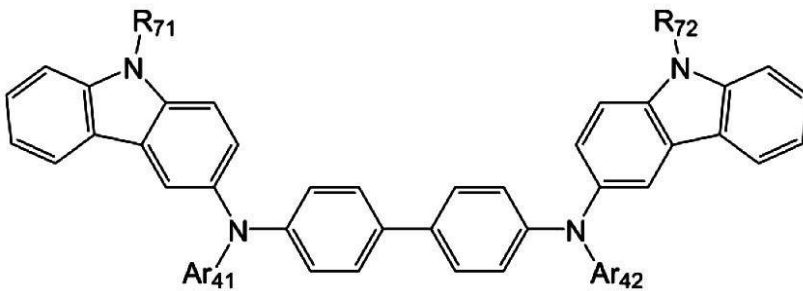
R_{51} ないし R_{66} は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキルチオール基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルキル基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルケニル基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリール基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールオキシ基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールチオ基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基及び $-N(Q_{11})(Q_{12})$ で表される置換基のうち 1 種であり、前記 Q_{11} 及び Q_{12} は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、シアノ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシル基、 $C_1 - C_{30}$ アルキル基、 $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、 $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、 $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基、 $C_1 - C_{30}$ アルキルチオール基、 $C_3 - C_{30}$ シクロアルキル基、 $C_3 - C_{30}$ シクロアルケニル基、 $C_6 - C_{30}$ アリール基、 $C_6 - C_{30}$ アリールオキシ基、 $C_6 - C_{30}$ アリールチオ基、及び $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基のうち 1 種であり、

k は、0 ないし 3 の整数のうち一つである] で表される化合物を含む請求項 1 ~ 26 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

【請求項 28】

前記正孔輸送層と前記第 1 電極との間に配置された正孔注入層をさらに含み、前記正孔注入層は、下記の化学式 6 :

【化 8】



... (化学式 6)

[前記式中、

Ar_{41} 及び Ar_{42} は、互いに独立して置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリーレン基、及び置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリーレン基のうち 1 種であり、

R_{71} 及び R_{72} は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボキシル基やその塩、スルホン酸基やその塩、リン酸やその塩、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルキル基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリール基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールオキシ基、及び置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールチオ基のうち 1 種である] で表される化合物を含む請求項 27 に記載の有機発光素子。

【請求項 29】

ソース、ドレイン、ゲート及び活性層を含むトランジスタ及び請求項 1 ~ 28 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子を備え、

前記有機発光素子の第 1 電極は、前記ソース及びドレインのうち一つと電氣的に連結された有機発光表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、改善された効率特性を持つ有機発光素子に係り、より詳細には、輝度による発光効率特性が改善された有機発光素子に関する。また、本発明はブラック状態で発光効率特性が改善された有機発光素子を備えた有機発光表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光素子は、自発光型素子であり、視野角が広くてコントラストに優れるだけではなく、応答時間が速く、輝度、駆動電圧及び応答速度特性に優れ、多色化が可能であるという長所があって広く注目されている。

【0003】

一般的な有機発光素子は、基板の上部にアノードが形成されており、アノード上部に正孔輸送層、発光層、電子輸送層及びカソードが順次に形成されている構造を持つ。ここで正孔輸送層、発光層及び電子輸送層は、主に有機化合物からなる。アノード及びカソードの間に電圧を印加すれば、アノードから注入された正孔は、正孔輸送層を経由して発光層に移動し、カソードから注入された電子は、電子輸送層を経由して発光層に移動する。キャリア（正孔及び電子）は、発光層領域で再結合して励起子を生成し、この励起子が励起状態から基底状態に変わりつつ光が生成される。

【0004】

有機発光素子の発光効率を定める最も重要な要因は、発光材料である。発光材料としては、蛍光材料が広く使われてきたが、電気発光メカニズム上、理論的に 4 倍まで発光効率を改善させうる燐光材料が発光効率を向上させる最善の方法である。

【0005】

燐光材料を使った有機発光素子は、低輝度領域で蛍光材料を使った有機発光素子に比べて非常に高い効率を示す。特に、燐光材料を使った有機発光素子は、低い電流が流れる領域でも発光効率が高いため、有機発光表示装置がブラック状態を示さねばならない時にも漏れ電流による発光がなされ、緑色または赤色が弱く発光する現象が示される。これを改善するために、正孔輸送層と発光層との間に正孔輸送を遅くする層を取り込むか、または電子注入層に純粋な金属を適用するなどの方法を使っていた。

【0006】

しかし、これらの方法によっても、燐光材料を使った有機発光素子の低輝度状態効率特性は決して満足すべきレベルにならず、これを改善する余地がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】韓国登録特許 10 - 0879477 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

そこで本発明は、燐光材料を含む有機発光素子として、高輝度領域で発光効率が高く、低輝度領域では発光効率が高い有機発光素子を提供することを目的とする。

【0009】

本発明は、また前記有機発光素子を備え、ゆえにブラック状態で赤色及び緑色発光が抑えられた有機発光表示装置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】

【0010】

本発明の一実施形態によると、第 1 電極、前記第 1 電極と対向する第 2 電極、前記第 1

10

20

30

40

50

電極と前記第 2 電極との間に配置された燐光発光層、前記燐光発光層と前記第 2 電極との間に配置された電子輸送層、及び前記燐光発光層と前記電子輸送層との間に配置された電子制御層を含み；前記燐光発光層がホスト材料及びドーパント材料を含み、前記電子制御層が電子制御物質を含み；前記ホスト材料の最高被占軌道（HOMO）エネルギー準位（ E_{H_H} ）、前記ホスト材料の最低空軌道（LUMO）エネルギー準位（ E_{L_H} ）、前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位（ E_{H_C} ）及び前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位（ E_{L_C} ）は、 $|E_{H_H} - E_{H_C}| \geq 0.3 \text{ eV}$ 及び $|E_{L_H} - E_{L_C}| \geq 0.5 \text{ eV}$ の関係を満たし；前記電子制御層の厚さは、50 nm ないし 450 nm である有機発光素子が提供される。

【0011】

他の実施形態によると、第 1 電極、前記第 1 電極と対向する第 2 電極、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に配置された燐光発光層、前記燐光発光層と前記第 2 電極との間に配置された電子輸送層、前記燐光発光層と前記電子輸送層との間に配置された電子制御層、及び前記燐光発光層と前記第 1 電極との間に配置された電子阻止層を含み、前記燐光発光層はホスト材料及びドーパント材料を含み、前記電子制御層は電子制御物質を含み、前記電子阻止層は電子阻止物質を含み；前記ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位（ E_{H_H} ）、前記ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位（ E_{L_H} ）、前記電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位（ E_{H_C} ）、前記電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位（ E_{L_C} ）及び前記電子阻止物質の最低空軌道エネルギー準位（ E_{L_B} ）は、 $|E_{H_H} - E_{H_C}| \geq 0.3 \text{ eV}$ 、 $|E_{L_H} - E_{L_C}| \geq 0.5 \text{ eV}$ 、及び $E_{L_B} > E_{L_H}$ の関係を満たし；前記電子制御層の厚さは、50 nm ないし 450 nm である有機発光素子が提供される。

【0012】

また他の一実施形態によると、ソース、ドレイン、ゲート及び活性層を含むトランジスタ及び前記有機発光素子を備え、前記有機発光素子の第 1 電極が前記ソース及びドレインのうち一つと電氣的に連結された有機発光表示装置が提供される。

【発明の効果】

【0013】

本発明の一実施形態による有機発光素子は、電子制御層を備え、発光層に注入される電子フローの制御で、高輝度領域では高い発光効率を持ち、低輝度領域では低い発光効率を持つことにより、輝度による発光効率特性が改善される。

【0014】

本発明の他の一実施形態による有機発光素子は、電子制御層及び電子阻止層を備え、発光層に注入される電子フローの制御で、高輝度領域で高い発光効率を持ち、低輝度領域では低い発光効率を持つことによって輝度による発光効率特性が改善される。

【0015】

本発明のまた他の一実施形態による有機発光表示装置は、前記有機発光素子を備え、ブラック状態で赤色及び緑色発光が抑えられて輝度による発光効率特性が改善される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】一実施形態による有機発光素子 100 の概略的な断面図である。

【図 2】他の一実施形態による有機発光素子 200 の概略的な断面図である。

【図 3】一実施形態による、基板 / 第 1 電極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子制御層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 第 2 電極の構造を持つ有機発光素子の概略的な断面図である。

【図 4】他の一実施形態による、基板 / 第 1 電極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 電子阻止層 / 発光層 / 電子制御層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 第 2 電極の構造を持つ有機発光素子の概略的な断面図である。

【図 5】図 3 に示した有機発光素子の各層の HOMO 及び LUMO エネルギー準位を概略的に示す図面である。

【図 6】図 4 に示した有機発光素子の各層の HOMO 及び LUMO エネルギー準位を概略

10

20

30

40

50

的に示す図面である。

【図 7】実施例 1 ないし 6 及び比較例 1 ないし 4 による有機発光素子の輝度による効率を示すグラフである。

【図 8】実施例 1 ないし 6 及び比較例 1 ないし 4 による有機発光素子の輝度による効率を示す規格化されたグラフである。

【図 9】実施例 7 ないし 10 及び比較例 5 ないし 7 による有機発光素子の輝度による効率を示すグラフである。

【図 10】実施例 7 ないし 10 及び比較例 5 ないし 7 による有機発光素子の輝度による効率を示す規格化されたグラフである。

【図 11】実施例 11 ないし 14 及び比較例 8 ないし 10 による有機発光素子の輝度による効率を示すグラフである。

【図 12】実施例 11 ないし 14 及び比較例 8 ないし 10 による有機発光素子の輝度による効率を示す規格化されたグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、添付した図面を参照しながら本発明についてさらに詳細に説明する。

【0018】

図 1 は、一実施形態による有機発光素子の概略的な断面図である。

【0019】

図 1 を参照すれば、一実施形態による有機発光素子 100 は、基板 110、前記基板 110 上に形成された第 1 電極 130、前記第 1 電極 130 と対向する第 2 電極 190、前記第 1 電極 130 と前記第 2 電極 190 との間に配置された有機層 150 を備える。

【0020】

有機層 150 は、正孔及び電子が再結合して生成された励起子が励起状態から基底状態に変わりつつ発光する発光層 160、発光層 160 と第 2 電極 190 との間に配置された電子輸送層 173、及び発光層 160 と前記電子輸送層 173 との間に配置された電子制御層 171 を備える。

【0021】

発光層 160 は、燐光性ホスト材料及びドーパント材料を含む燐光発光層である。電子制御層 173 は、電子制御物質を含む。

【0022】

燐光性ホスト材料及びドーパント材料は、三重項励起状態から熱ではなく光が出る発光メカニズムを行うので、燐光性ホスト材料及びドーパント材料を発光層に使った有機発光素子は、一重項励起状態から発光する蛍光性材料を使う場合に比べて、理論的に 4 倍まで発光効率が改善する。

【0023】

ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H})、ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H})、電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) 及び電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、下記の 2 つの関係をいずれも満たす。

【0024】

$$\begin{aligned} |E_{H_H} - E_{H_C}| &= 0.3 \text{ eV 及び} \\ |E_{L_H} - E_{L_C}| &= 0.5 \text{ eV} \end{aligned}$$

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) は、ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H}) と類似した値を持つ。両者の差の絶対値は、0.3 eV 以下である。

【0025】

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) と、ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H}) との差の絶対値が 0.3 eV 以下である場合、低輝度領域での発光層から電子制御層への正孔阻止メカニズムが抑えられる。

【0026】

10

20

30

40

50

電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) と、ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H}) との差は 0.5 eV 以下である。

【0027】

電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) が、ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H}) と前記関係を満たす場合、電子輸送能が適当であり、駆動電圧は過度に上昇しない。

【0028】

電子制御物質を含む電子制御層 171 の厚さは、 50 ないし 450 である。

【0029】

電子制御層 171 は、発光層 160 への電子注入を制御する役割を行う。電子制御層 171 の厚さが 50 以上ならば、低輝度で発光効率低下効果が適度に発生し、その厚さが 450 以下ならば、駆動電圧の過度な上昇が抑えられる。

【0030】

このような構造を持つ有機発光素子 100 は、燐光発光層 160 を有するため、発光効率が大きく向上し、高輝度領域で正孔と電子の注入及び輸送がスムーズであるため、高い発光効率を持つ。しかし、前記有機発光素子 100 は、電子制御層 171 の存在によって低輝度領域では正孔阻止メカニズムが抑えられ、電子輸送層 173 から発光層 160 側への電子の注入及び輸送が遅くなる。その結果、低輝度領域で発光層 160 内の励起子を形成するための電子と正孔との均衡が割れ、素子の発光効率が低下する。

【0031】

ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H})、ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H})、電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) 及び電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、下記の関係式をいずれも満たす。

【0032】

$$0 \leq E_{H_H} - E_{H_C} \leq 0.3 \text{ eV} \text{ 及び}$$

$$0 \leq E_{L_H} - E_{L_C} \leq 0.5 \text{ eV}$$

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) は、ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H}) より低く、その差は 0.3 eV 以下である。

【0033】

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) がホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H}) より低いため、高輝度での正孔阻止メカニズムによって発光効率は上昇しうる。しかし、その差が 0.3 eV 以下であるため、低輝度では正孔阻止メカニズムが抑えられて発光効率が低下する。

【0034】

また、電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) がホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H}) より低くてスムーズな電子輸送が行われ、但し、その差が 0.5 eV 以下であるため、過度な駆動電圧の上昇が抑えられる。

【0035】

電子制御物質の電子移動度は、正孔移動度より大きいか、または同等であってもよい。このようにすることで、電子制御物質を含む電子制御層 171 で電子フローは遅くなり得る。すなわち、電子輸送層 173 で速く移動する電子フローは、電子制御物質を含む電子制御層 171 を通過する間に適度に遅くなり、低輝度領域で素子の発光効率が低下し得る。

【0036】

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) は、例えば、 -5.2 eV ないし -6.1 eV の範囲であってもよく、最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、例えば、 -2.5 eV ないし -3.2 eV の範囲であってもよい。

【0037】

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) 及び最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) が前記範囲を満たす場合、高輝度での正孔阻止メカニズムによって発光効率が

10

20

30

40

50

上昇し、低輝度では正孔阻止メカニズムが抑えられて発光効率が低下し得る。

【0038】

電子制御物質の含量は、電子制御層 171 の総重量に対して 30 重量%ないし 100 重量%であってもよい。

【0039】

電子制御層 171 は、電子制御物質のみからなるが、電子制御物質以外の他の物質を含んでもよい。しかし、電子制御物質による輝度による発光効率特性改善効果を有するためには、電子制御物質の含量は十分でなければならず、電子制御層 171 の総重量に対して 30 重量%以上でありうる。

【0040】

電子輸送層 173 と電子制御層 171 との厚さ比は、5 : 1 ないし 5 : 10 でありうる。

【0041】

電子輸送層 173 と電子制御層 171 との厚さ比は、電子輸送層 173 に含まれた電子輸送層形成用物質と電子制御層 171 に含まれた電子制御物質との重量比などに関係するだけでなく、電子制御物質の影響をいかに受け取るかにも関係する。電子制御層 171 の厚さが電子輸送層 173 の厚さに比べて前記関係を満たす場合、電子制御物質による輝度による発光効率制御効果が好適に奏される。

【0042】

図 2 は、他の一実施形態による有機発光素子の概略的な断面図である。

【0043】

図 2 を参照すれば、一実施形態による有機発光素子 200 は、基板 210、前記基板 210 上に形成された第 1 電極 230、前記第 1 電極 230 と対向する第 2 電極 290、前記第 1 電極 230 と前記第 2 電極 290 との間に配置された有機層 250 を備える。

【0044】

有機層 250 は、正孔と電子が再結合して励起子を生成し、それによって励起子が励起状態から基底状態に変化する間に光を発する発光層 260、発光層 260 と第 2 電極 290 との間に配置された電子輸送層 273、発光層 260 と電子輸送層 273 との間に配置された電子制御層 271、及び発光層 260 と第 1 電極 230 との間に配置された電子阻止層 281 を含む。

【0045】

発光層 260 は、燐光性ホスト材料及びドーパント材料を含み、電子制御層 271 は、電子制御物質を含み、電子阻止層 281 は、電子阻止物質を含む。

【0046】

ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H})、ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H})、電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C})、電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) 及び電子阻止物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_B}) は、下記の 3 つの関係をいずれも満たす。

【0047】

$$\begin{aligned} |E_{H_H} - E_{H_C}| &= 0.3 \text{ eV} \\ |E_{L_H} - E_{L_C}| &= 0.5 \text{ eV 及び} \\ E_{L_B} &> E_{L_H} \end{aligned}$$

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) は、ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H}) と類似した値を持ち、両者の差の絶対値は、0.3 eV 以下である。

【0048】

両者の差の絶対値が 0.3 eV 以下である場合、低輝度領域で発光層から電子制御層への正孔阻止メカニズムが抑えられうる。

【0049】

電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) と、ホスト材料の最低空軌道エネ

10

20

30

40

50

ルギー準位 (E_{L_H}) との差は 0.5 eV 以下である。

【0050】

電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) が、ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H}) と前記関係を満たす場合、電子輸送能が適当でありえ、駆動電圧は過度に上昇しないかもしれない。

【0051】

電子阻止物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_B}) は、ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H}) より高い。

【0052】

電子阻止物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_B}) がホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H}) より高い場合、発光層 260 から第 1 電極 230 側へ流れる電子の移動が阻止され得る。

【0053】

電子制御物質を含む電子制御層 271 の厚さは、 50 ないし 450 である。

【0054】

電子制御層 271 の厚さが 50 以上ならば、低輝度で発光効率低下効果が適度に発生し、その厚さが 450 以下ならば、駆動電圧の過度な上昇が抑えられる。

【0055】

このような構造を持つ有機発光素子 200 は、高輝度領域での正孔と電子の注入及び輸送がスムーズであり、特に、電子阻止層 281 が、電子の発光層 260 を超える第 1 電極 230 側への移動を阻止するため、素子発光効率は非常に優秀である。

【0056】

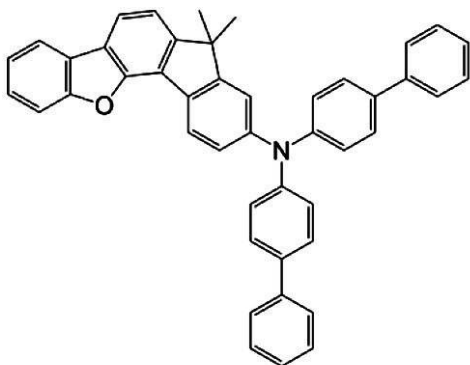
しかし、前記有機発光素子 200 は、電子制御層 271 の存在によって低輝度領域では正孔阻止メカニズムが抑えられ、電子輸送層 273 から発光層 260 側への電子の注入及び輸送が遅くなる。その結果、低輝度領域で発光層 260 内の励起子を生成するための電子と正孔との均衡が割れ、素子の発光効率が低下する。

【0057】

電子阻止物質は、最低空軌道エネルギー準位が高い物質であり、特に制限されず、トリアールアミン系のトリフェニルアミン誘導体、カルバゾール誘導体及びスピロジフルオレン誘導体などを含む。電子阻止物質としては、例えば、TCTA、スピロ-TAD (2, 2', 7, 7' - テトラキス (N, N - ジフェニルアミノ) - 9, 9' - スピロピフルオレン) 及び下記の化合物 701 などの物質を使え、また Irppz、ppz2Ir (dpm) などの金属錯体を使ってもよい。

【0058】

【化 1】



701

【0059】

電子阻止層の厚さは、 10 ないし 1000 でありうる。電子阻止層の厚さが 10 以上ならば、満足な電子阻止特性が得られ、その厚さが 1000 以下ならば、駆動電圧

の過度な上昇が抑えられる。例えば、電子阻止層の厚さは、50 ないし 800 でありうる。

【0060】

ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H})、ホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H})、電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) 及び電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、下記の関係式を満たす。

【0061】

$$0 \leq E_{H_H} - E_{H_C} \leq 0.3 \text{ eV 及び}$$

$$0 \leq E_{L_H} - E_{L_C} \leq 0.5 \text{ eV}$$

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) は、ホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H}) より低く、その差は 0.3 eV 以下である。

10

【0062】

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) がホスト材料の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_H}) より低いため、高輝度で正孔阻止メカニズムによって発光効率が上昇し得る。しかし、その差が 0.3 eV 以下であるため、低輝度では正孔阻止メカニズムが抑えられて発光効率が低下し得る。

【0063】

また、電子制御物質の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) がホスト材料の最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_H}) より低いため、スムーズな電子輸送が行われうる。しかし、その差が 0.5 eV 以下であるため、過度な駆動電圧の上昇が抑えられうる。

20

【0064】

電子制御物質の電子移動度は、正孔移動度より大きい、または同程度である。このようにすることで、電子制御物質を含む電子制御層 271 で電子フロー遅くなり得る。すなわち、電子輸送層 273 で速く移動する電子フローは、電子制御物質を含む電子制御層 271 を通過する間に適度に遅くなり、低輝度領域で素子の発光効率が低下する。

【0065】

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) は、例えば、-5.2 eV ないし -6.1 eV の範囲であり、最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) は、例えば、-2.5 eV ないし -3.2 eV の範囲である。

【0066】

電子制御物質の最高被占軌道エネルギー準位 (E_{H_C}) と最低空軌道エネルギー準位 (E_{L_C}) とが前記範囲を満たす場合、高輝度で正孔阻止メカニズムによって発光効率が上昇し、低輝度では正孔阻止メカニズムが抑えられて発光効率が低下する。

30

【0067】

電子制御物質の含量は、電子制御層 271 の総重量に対して 30 重量% ないし 100 重量% であってよい。

【0068】

電子制御層 271 は、電子制御物質を含むが、電子制御物質以外の他の物質を含んでもよい。しかし、電子制御物質による輝度による発光効率特性改善効果を持つためには、電子制御物質の含量は十分でなければならず、電子制御層 271 の総重量に対して約 30 重量% 以上であってよい。

40

【0069】

電子輸送層 273 と電子制御層 271 との厚さ比は、約 5 : 1 ないし約 5 : 10 でありうる。

【0070】

電子制御層 271 の厚さが電子輸送層 273 の厚さに比べて前記関係を満たす場合、電子制御物質による輝度による発光効率制御効果が好適に奏される。

【0071】

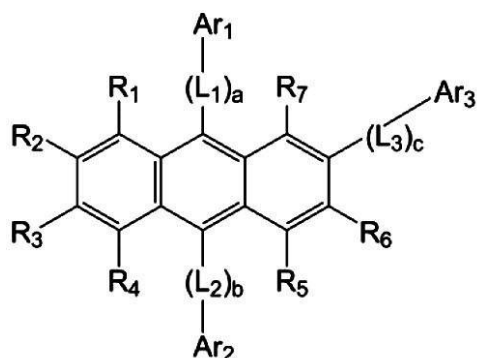
電子制御物質は、電子制御層 171、または 271 の総重量に対して約 30 重量% ないし 100 重量% を占め、電子制御層 171、または 271 と発光層 160、または 260

50

との最高被占軌道エネルギー準位関係を調節して、高輝度領域では電子の注入及び輸送を速くし、低輝度領域では電子の注入及び輸送を遅くする役割を行う物質である。このような電子制御物質は、下記の化学式 1 で表される化合物を含む。

【 0 0 7 2 】

【 化 2 】



・ ・ ・ (化学式 1)

10

【 0 0 7 3 】

前記化学式 1 のうち、 R_1 ないし R_7 は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、カルボキシル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルキル基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルケニル基、及び置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリール基のうち 1 種であり、 Ar_1 、 Ar_2 及び Ar_3 は、互いに独立して置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリール基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールオキシ基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールチオ基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基、及び $-N(Q_1)(Q_2)$ で表される基からなる群から選択される基であり、前記 L_1 、 L_2 及び L_3 は、互いに独立して置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリーレン基及び置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリーレン基のうち 1 種であり、 a 、 b 及び c は、互いに独立して 0 ないし 3 の整数のうち一つである。但し、前記化学式 1 のうち、 Ar_1 、 Ar_2 及び Ar_3 のうち少なくとも一つは、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基である。

20

30

【 0 0 7 4 】

前記 $-N(Q_1)(Q_2)$ で表される置換基のうち、 Q_1 及び Q_2 は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、シアノ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、置換または非置換の $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルキル基、置換または非置換の $C_3 - C_{30}$ シクロアルケニル基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリール基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールオキシ基、置換または非置換の $C_6 - C_{30}$ アリールチオ基、及び置換または非置換の $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基のうち 1 種である。

40

【 0 0 7 5 】

前記化学式 1 のうち、 a が 0 である場合、 $-(L_1)_a-$ は、単結合を示し、 a が 2 以上である場合、複数の L_1 は、互いに同一または異なる。同様に、 b が 0 である場合、 $-(L_2)_b-$ は、単結合を示し、 b が 2 以上である場合、複数の L_2 は、互いに同一または異なる。同様に、 c が 0 である場合、 $-(L_3)_c-$ は、単結合を示し、 c が 2 以上である場合、複数の L_3 は、互いに同一または異なる。

【 0 0 7 6 】

前記化学式 1 で表される化合物は、 -5.2 eV ないし -6.1 eV 範囲の最高被占軌道エネルギー準位、及び -2.5 eV ないし -3.2 eV 範囲の最低空軌道エネルギー準位を持ち、化合物の分子構造中に $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基を少なくとも一つ含み、

50

電子移動性が比較的優秀である。

【 0 0 7 7 】

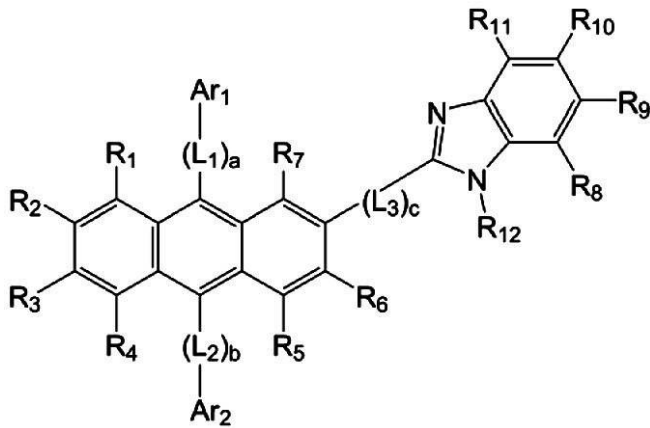
前記化学式 1 で表される化合物は電子制御層 1 7 1、または 2 7 1 に含まれ、高輝度領域では電子の注入及び輸送を速くし、低輝度領域では電子の注入及び輸送を延ばす役割を行える。

【 0 0 7 8 】

電子制御物質は、下記の化学式 2 及び 3 で表される化合物のうち少なくとも 1 種を含んでもよい。

【 0 0 7 9 】

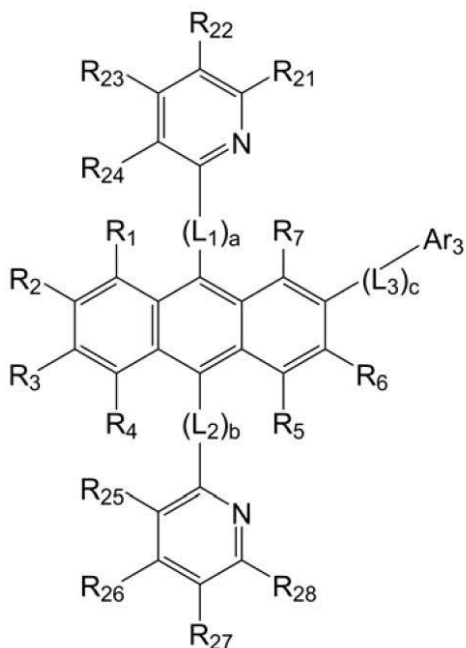
【 化 3 】



... (化学式 2)

【 0 0 8 0 】

【 化 4 】



... (化学式 3)

【 0 0 8 1 】

前記化学式 2 及び 3 中、 R_1 ないし R_{12} 及び R_{21} ないし R_{28} は、互いに独立して水素、重水素、置換または非置換のメチル基、置換または非置換のエチル基、置換または非置換のプロピル基、置換または非置換のブチル基、置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のビフェニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のフェナントレニル基、置換または非置換のピレニル基のうち 1 種である。

【 0 0 8 2 】

Ar_1 、 Ar_2 及び Ar_3 は、互いに独立して置換または非置換のフェニル基、置換ま

10

20

30

40

50

たは非置換のペンタレニル基、置換または非置換のインデニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアズレニル基、置換または非置換のヘプタレニル基、置換または非置換のインダセニル基、置換または非置換のアセナフチル基、置換または非置換のフルオレニル基、置換または非置換のスピロフルオレニル基、置換または非置換のフェナレニル基、置換または非置換のフェナントレニル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のフルオランテニル基、置換または非置換のトリフェニレニル基、置換または非置換のピレニル基、置換または非置換のクリセニル基、置換または非置換のナフタセニル基、置換または非置換のピセニル基、置換または非置換のペリレニル基、置換または非置換のペンタフェニル基、置換または非置換のヘキサセニル基、置換または非置換のピロリル基、置換または非置換のイミダゾリル基、置換または非置換のピラゾリル基、置換または非置換のピリジニル基、置換または非置換のビピリジニル基、置換または非置換のピラジニル基、置換または非置換のピリミジニル基、置換または非置換のピリダジニル基、置換または非置換のイソインドリル基、置換または非置換のインドリル基、置換または非置換のインダゾリル基、置換または非置換のプリニル基、置換または非置換のキノリニル基、置換または非置換のベンゾキノリニル基、置換または非置換のフタラジニル基、置換または非置換のナフチリジニル基、置換または非置換のキノキサリニル基、置換または非置換のキナゾリニル基、置換または非置換のシンノリニル基、置換または非置換のカルバゾリル基、置換または非置換のフェナントリジニル基、置換または非置換のアクリジニル基、置換または非置換のフェナントロリニル基、置換または非置換のフェナジニル基、置換または非置換のベンゾオキサゾリル基、置換または非置換のベンゾイミダゾリル基、置換または非置換のフラニル基、置換または非置換のベンゾフラニル基、置換または非置換のチオフェニル基、置換または非置換のベンゾチオフェニル基、置換または非置換のチアゾリル基、置換または非置換のイソチアゾリル基、置換または非置換のベンゾチアゾリル基、置換または非置換のイソオキサゾリル基、置換または非置換のオキサゾリル基、置換または非置換のトリアゾリル基、置換または非置換のテトラゾリル基、置換または非置換のオキサジアゾリル基、置換または非置換のトリアジニル基、置換または非置換のベンゾオキサゾリル基、置換または非置換のジベンゾブラニル基、置換または非置換のジベンゾチオフェニル基、及び置換または非置換のベンゾカルバゾリル基のうち1種である。

【0083】

L_1 、 L_2 及び L_3 は、互いに独立して置換または非置換のフェニレン基、置換または非置換のペンタレニレン基、置換または非置換のインデニレン基、置換または非置換のナフチレン基、置換または非置換のアズレニレン基、置換または非置換のヘプタレニレン基、置換または非置換のインダセニレン基、置換または非置換のアセナフチレン基、置換または非置換のフルオレニレン基、置換または非置換のフェナレニレン基、置換または非置換のフェナントレニレン基、置換または非置換のアントリレン基、置換または非置換のフルオランテニレン基、置換または非置換のトリフェニレニレン基、置換または非置換のピレニレン基、置換または非置換のクリセニレン基、置換または非置換のナフタセニレン基、置換または非置換のピセニレン基、置換または非置換のペリレニレン基、置換または非置換のペンタフェニレン基、置換または非置換のヘキサセニレン基、置換または非置換のピロリレン基、置換または非置換のピラゾリレン基、置換または非置換のイミダゾリレン基、置換または非置換のイミダゾピリジニレン基、置換または非置換のイミダゾピリミジニレン基、置換または非置換のピリジニレン基、置換または非置換のピラジニレン基、置換または非置換のピリミジニレン基、置換または非置換のインドリレン基、置換または非置換のプリニレン基、置換または非置換のキノリニレン基、置換または非置換のフタラジニレン基、置換または非置換のインドリジニレン基、置換または非置換のナフチリジニレン基、置換または非置換のキナゾリニレン基、置換または非置換のシンノリニレン基、置換または非置換のインダゾリレン基、置換または非置換のカバゾリレン基、置換または非置換のフェナジニレン基、置換または非置換のフェナントリジニレン基、置換または非置換のピラニレン基、置換または非置換のクロメニ

レン基、置換または非置換のフラニレン基、置換または非置換のベンゾフラニレン基、置換または非置換のチオフェニレン基、置換または非置換のベンゾチオフェニレン基、置換または非置換のイソチアゾリレン基、置換または非置換のベンゾイミダゾリレン基、置換または非置換のイソキサゾリレン基、置換または非置換のジベンゾチオフェニレン基、置換または非置換のジベンゾプラニレン基、置換または非置換のトリアジニレン基、及び置換または非置換のオキサジアゾリレン基のうち1種である。

【0084】

a、b及びcは、互いに独立して0ないし1の整数のうち一つである。

前記化学式2及び3中、aが0である場合、 $-(L_1)_a$ は、単結合を示し、bが0である場合、 $-(L_2)_b$ は、単結合を示し、cが0である場合、 $-(L_3)_c$ は、単結合を示す。

10

【0085】

前記化学式2及び3で表される化合物は、 -5.2 eV ないし -6.1 eV 範囲の最高被占軌道エネルギー準位、及び -2.5 eV ないし -3.2 eV 範囲の最低空軌道エネルギー準位を持ち、化学式2の場合には、分子構造中にベンゾイミダゾール基を含み、化学式3の場合には、分子構造中にピリジル基を含んで電子移動性が比較的優秀である。

【0086】

前記化学式2及び3で表される化合物を少なくとも一つ含む電子制御層171、271は、高輝度領域で電子の注入及び輸送が速くなり、低輝度領域では電子の注入及び輸送が遅くなる。

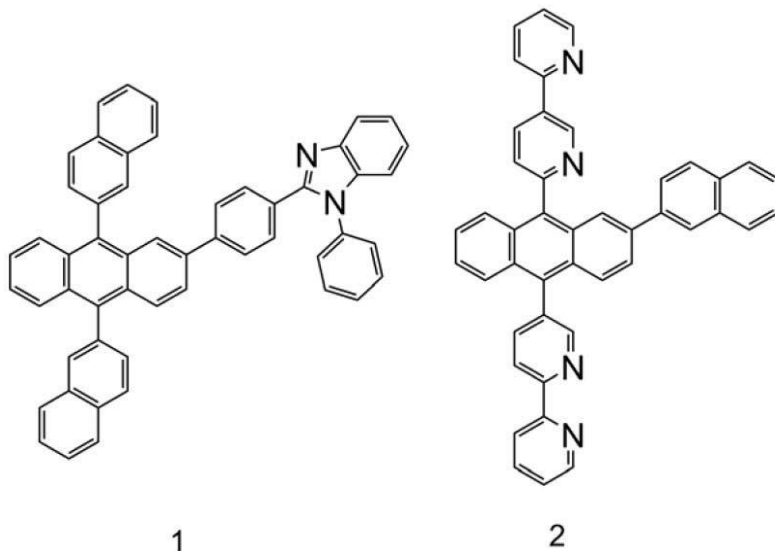
20

【0087】

例えば、電子制御物質は、下記の化合物1及び2のうち少なくとも1種を含んでもよい。

【0088】

【化5】



30

40

【0089】

この場合、電子制御層171、または271は、前記化合物1、前記化合物2、または前記化合物1と2との混合物を、電子制御層の総重量に対し約30重量%ないし100重量%含んでもよい。

【0090】

図3は、一実施形態によって基板310/第1電極330/正孔注入層383/正孔輸送層385/発光層360/電子制御層371/電子輸送層373/電子注入層375/第2電極390の構造を持つ有機発光素子300の概略的な断面図である。以下、図3を参照して、一実施形態による有機発光素子の構造及び製造方法を詳細に説明する。

【0091】

50

基板 310 としては、通常の有機発光素子に使われる基板が使用でき、機械的強度、熱的安定性、透明性、表面平滑性、取り扱い容易性及び防水性の優れたガラス基板または透明プラスチック基板を使ってもよい。

【0092】

第1電極 330 は、基板 310 の上部に第1電極 330 形成用物質を、蒸着法またはスパッタ法などを用いて形成できる。第1電極 330 がアノードである場合、正孔注入を容易にするために、第1電極形成用物質は、高い仕事関数を持つ物質から選択される。第1電極 330 は、反射型電極または透過型電極であってもよい。第1電極形成用物質としては、透明で伝導性の優秀な酸化インジウムスズ (ITO)、酸化インジウム亜鉛 (IZO)、酸化スズ (SnO_2) または酸化亜鉛 (ZnO) などを用いてもよい。または、第1電極 330 は、マグネシウム (Mg)、銀 (Ag)、アルミニウム (Al)、アルミニウム/リチウム (Al/Li)、カルシウム (Ca)、銀/酸化インジウムスズ (Ag/ITO)、マグネシウム/インジウム (Mg/In) またはマグネシウム/銀 (Mg/Ag) などを用いて反射型電極として形成してもよい。第1電極 330 は、単一層または2つ以上の複数層構造を有してもよい。例えば、第1電極 330 は、ITO/Ag/ITO の3層構造を有し得るが、これらに限定されるものではない。

10

【0093】

第1電極 330 の上部には有機層 350 が形成されている。有機層 350 は、正孔注入層 383、正孔輸送層 385、バッファ層 (図示せず)、発光層 360、電子制御層 371、電子輸送層 373 及び電子注入層 375 を含んでもよい。

20

【0094】

正孔注入層 383 は、第1電極 330 の上部に真空蒸着法、スピンコーティング法、キャスト法またはLB法などの多様な方法を用いて形成してもよい。真空蒸着法によって正孔注入層 383 を形成する場合、その蒸着条件は、正孔注入層形成用材料として使う化合物、目的とする正孔注入層 383 の構造及び熱的特性などによって異なり得るが、例えば、蒸着温度約 100 ないし 500、真空度約 10^{-8} ないし約 10^{-3} torr、蒸着速度約 0.01 ないし 100 /sec の範囲で選択してもよい。スピンコーティング法によって正孔注入層 383 を形成する場合、そのコーティング条件は、正孔注入層形成用材料として使う化合物、目的とする正孔注入層 383 の構造及び熱的特性によって異なり得るが、約 2000 rpm ないし 5000 rpm のコーティング速度、コーティング後に溶媒除去のための熱処理温度は、約 80 ないし 200 の温度範囲で選択してもよい。

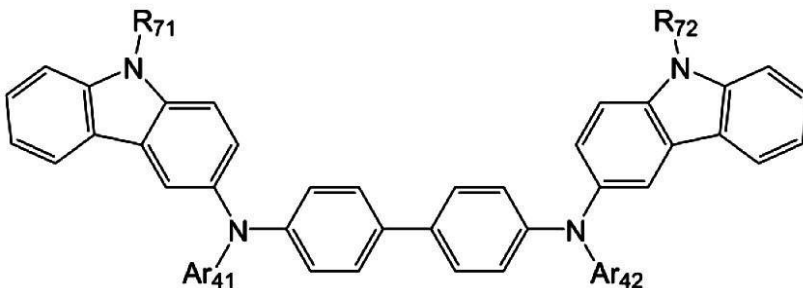
30

【0095】

正孔注入層形成用材料としては、下記の化学式 6 :

【0096】

【化 6】



... (化学式 6)

40

【0097】

[前記化学式 6 中、 Ar_{41} 及び Ar_{42} は、互いに独立して置換または非置換の $\text{C}_6 - \text{C}_{30}$ アリーレン基、及び置換または非置換の $\text{C}_2 - \text{C}_{30}$ ヘテロアリーレン基のうち 1 種であり、 R_{71} 及び R_{72} は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボキシル基やその塩、スルホン酸基やその塩、燐酸やその塩、置換または非置換の $\text{C}_1 - \text{C}_{30}$ アルキル基、置換または非置換の $\text{C}_2 - \text{C}_{30}$ アルケニル基、置換または非置換の $\text{C}_2 -$

50

C₃₋₃₀ アルキニル基、置換または非置換の C₁₋₃₀ アルコキシ基、置換または非置換の C₃₋₃₀ シクロアルキル基、置換または非置換の C₆₋₃₀ アリール基、置換または非置換の C₆₋₃₀ アリールオキシ基、及び置換または非置換の C₆₋₃₀ アリールチオ基のうち 1 種である。] で表される化合物を使えるが、これに限定されるものではない。

【0098】

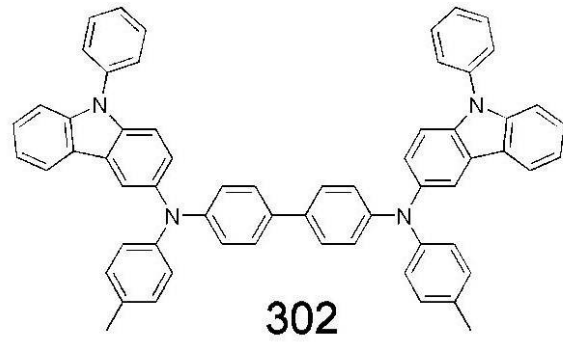
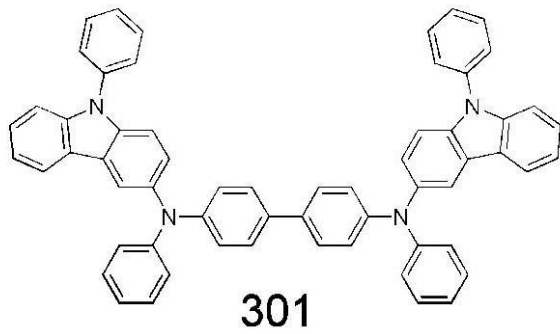
例えば、正孔注入層形成用材料としては、前記化学式 6 で表される化合物を使うか、または前記化学式 6 で表される化合物と、公知の正孔注入層形成用材料とを混合して使ってもよい。

【0099】

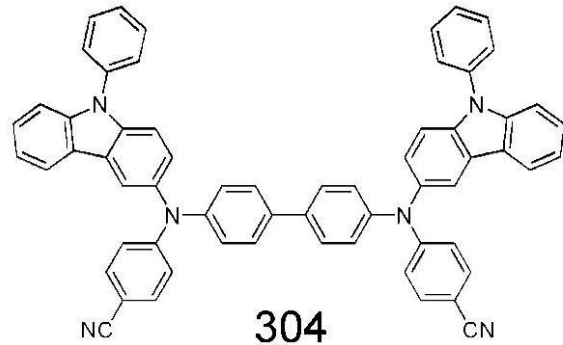
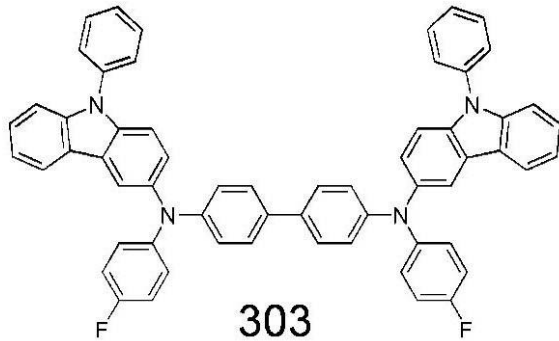
前記化学式 6 で表される化合物は、下記の化合物 301 ないし 308 のうち少なくとも 1 種でありうるが、これらに限定されるものではない。

【0100】

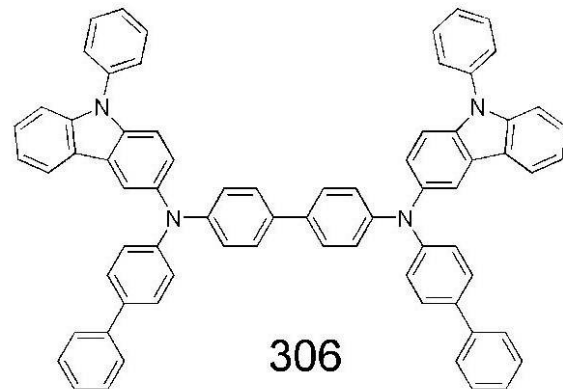
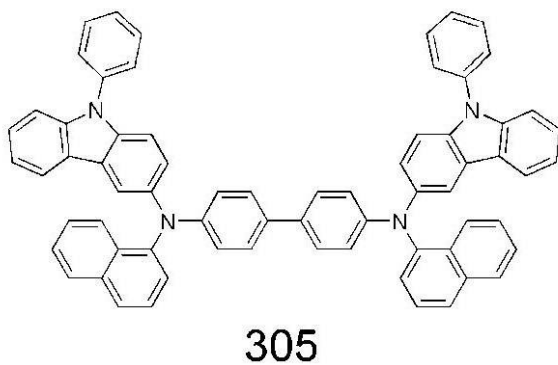
【化 7】



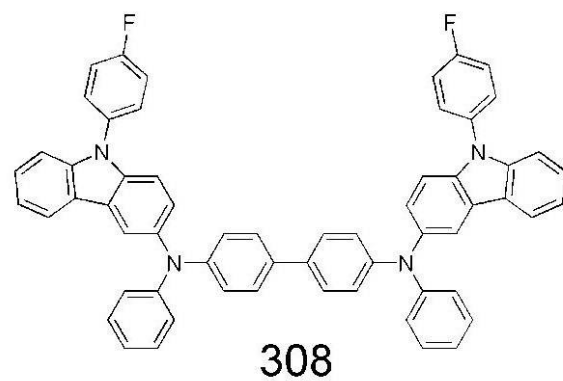
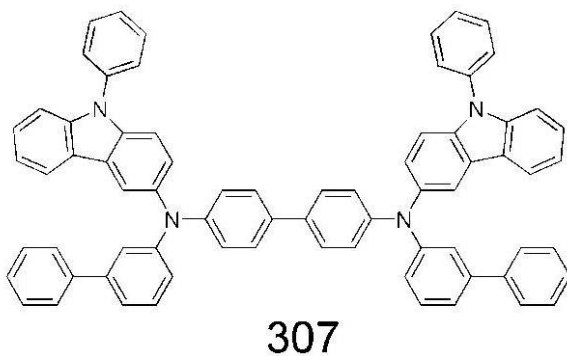
10



20



30



40

【 0 1 0 1 】

公知の正孔注入層形成用材料は、例えば、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス - [4 - (フェニル - m - トリル - アミノ) - フェニル] - ビフェニル - 4, 4' - ジアミン (DNTPD)、銅フタロシアニンなどのフタロシアニン化合物、m - MTDATA [4, 4', 4'' - トリス (3 - メチルフェニルフェニルアミノ) トリフェニルアミン]、NPB (N, N' - ジ (1 - ナフチル) - N, N' - ジフェニルベンジジン)、TDATA、2 - TNATA、Pani / DBSA (ポリアニリン / ドデシルベンゼンスルホン酸)、PEDOT / PSS (ポリ (3, 4 - エチレンジオキシチオフェン) / ポリ (4 - スチ

50

レンスルホネート))、PANI/CSA(ポリアニリン/カンファースルホン酸)またはPANI/PSS(ポリアニリン/ポリ(4-スチレンスルホネート))などを挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0102】

正孔注入層383の厚さは、約100ないし約10000であってもよく、例えば、約100ないし約1000であってもよい。正孔注入層383の厚さが前述した範囲を満たす場合、実質的な駆動電圧の上昇なしに満足な正孔注入特性が得られる。

【0103】

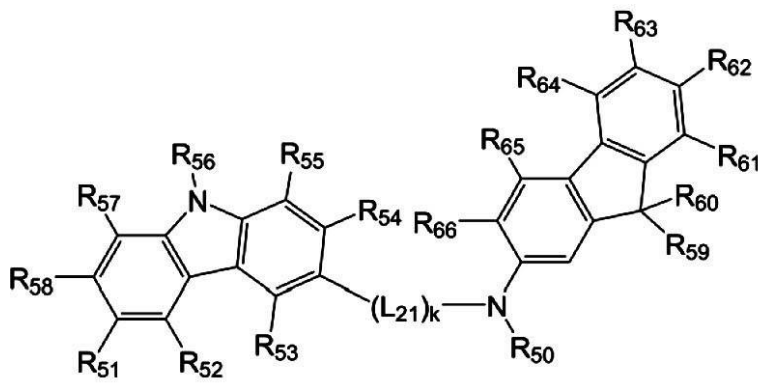
次いで、正孔注入層の上部に真空蒸着法、スピンコーティング法、キャスト法またはLB法などの多様な方法を用いて正孔輸送層385を形成する。真空蒸着法及びスピンコーティング法によって正孔輸送層385を形成する場合、その蒸着条件及びコーティング条件は使う化合物によって異なるが、一般的に、正孔注入層383の形成とほぼ同じ条件でよい。

【0104】

正孔輸送層形成用材料としては、下記の化学式5：

【0105】

【化8】



【0106】

[前記化学式5中、R₅₀は、置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のビフェニル基、及び置換または非置換のピリジル基のうち1種であり、L₂₁は置換または非置換のC₁-C₃₀アルキレン基、置換または非置換のC₂-C₃₀アルケニレン基、置換または非置換のC₆-C₃₀アリーレン基、及び置換または非置換のC₂-C₃₀ヘテロアリーレン基のうち1種であり、R₅₁ないしR₆₆は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシル基、置換または非置換のC₁-C₃₀アルキル基、置換または非置換のC₂-C₃₀アルケニル基、置換または非置換のC₂-C₃₀アルキニル基、置換または非置換のC₁-C₃₀アルコキシ基、置換または非置換のC₁-C₃₀アルキルチオール基、置換または非置換のC₃-C₃₀シクロアルキル基、置換または非置換のC₃-C₃₀シクロアルケニル基、置換または非置換のC₆-C₃₀アリール基、置換または非置換のC₆-C₃₀アリールオキシ基、置換または非置換のC₆-C₃₀アリールチオ基、置換または非置換のC₂-C₃₀ヘテロアリール基及び-N(Q₁₁)(Q₁₂)で表される置換基からなる群から選択される基であり、kは、0ないし3の整数のうち一つである。

【0107】

前記-N(Q₁₁)(Q₁₂)中、Q₁₁及びQ₁₂は、互いに独立して水素、重水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、シアノ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシル基、C₁-C₃₀アルキル基、C₂-C₃₀アルケニル基、C₂-C₃₀アルキニル基、C₁-C₃₀アルコキシ基、C₁-C₃₀アルキルチオール基、C₃-C₃₀シクロアルキル基、C₃-C₃₀シクロアルケニル基、C₆-C₃₀アリール基、C₆-C₃₀アリールオキシ基、C₆-C₃₀アリールチオ基、及びC₂-C₃₀ヘテロアリール基のうち1種である

。

【 0 1 0 8 】

前記化学式 5 中、 k が 0 である場合、 $-(L_{21})_k-$ は、単結合を示し、 k が 2 以上である場合、複数の L_{21} は、互いに同一または異なる。] で表される化合物を使用してもよいが、これに限定されるものではない。

【 0 1 0 9 】

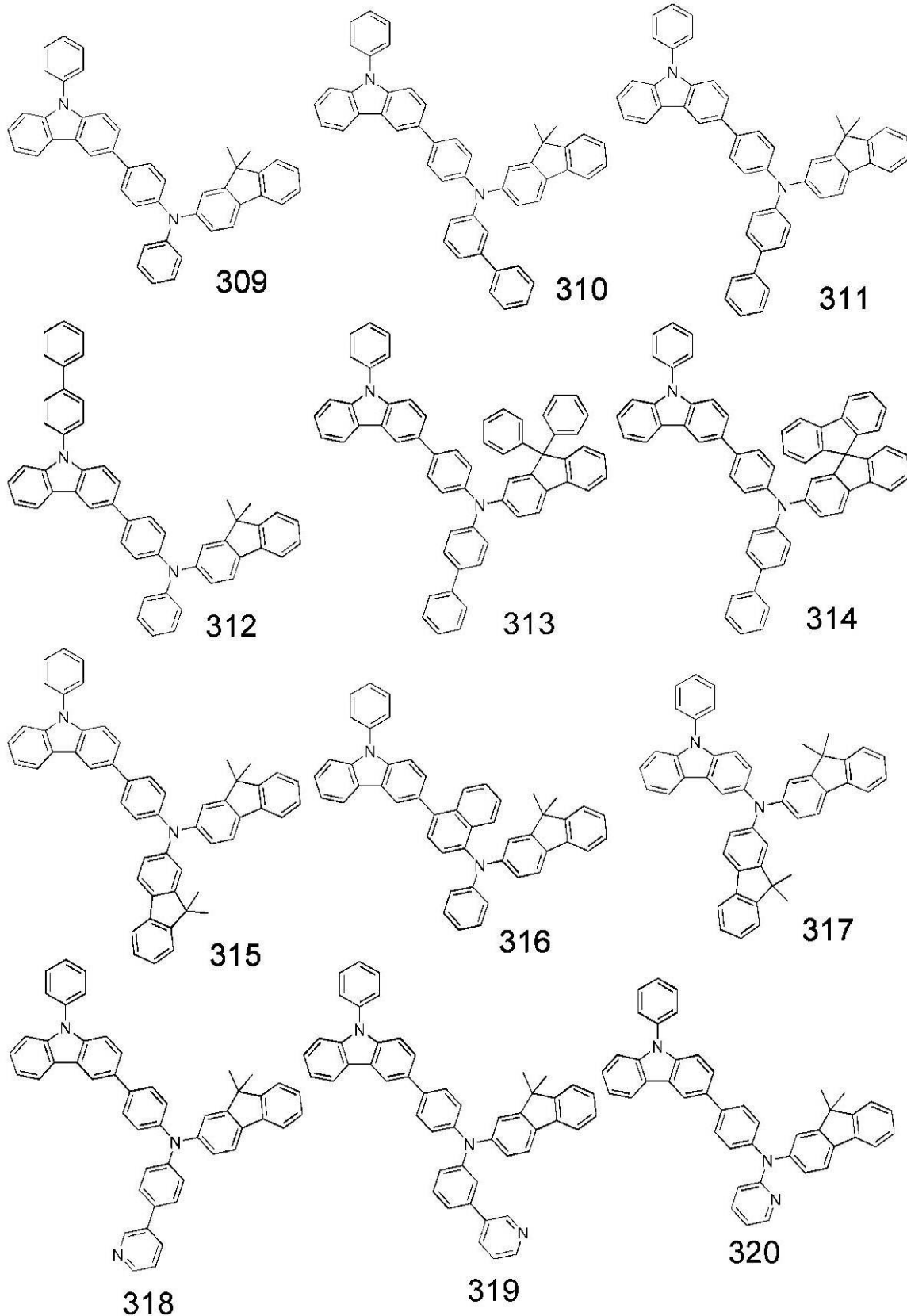
例えば、正孔輸送層形成用材料としては、前記化学式 5 で表される化合物を使うか、または前記化学式 5 で表される化合物と公知の正孔輸送層形成用材料とを混合して使用してもよい。

【 0 1 1 0 】

前記化学式 5 で表される化合物は、下記の化合物 3 0 9 ないし 3 2 0 のうち少なくとも 1 種でありうるが、これらに限定されるものではない。

【 0 1 1 1 】

【化 9】



【 0 1 1 2 】

公知の正孔輸送層形成用材料としては、例えば、N-フェニルカルバゾール、ポリビニルカルバゾールなどのカルバゾール誘導体、N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-N, N'-ジフェニル-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン(TPD)、TCTA(4, 4', 4''-トリス(N-カルバゾリル)トリフェニルアミン)またはNPB(N, N'-ジ(1-ナフチル)-N, N'-ジフェニルベンジジン)などが挙げられる

が、これらに限定されるものではない。正孔輸送層 385 の厚さは、約 50 ないし 2000 であることが好ましく、例えば、約 100 ないし 1500 であることがより好ましい。正孔輸送層 385 の厚さが前述した範囲を満たす場合、実質的な駆動電圧上昇なしに満足な正孔輸送特性が得られる。

【0113】

第 1 電極 330 の上部には、正孔注入層 383 及び正孔輸送層 385 のうちいずれか一つのみ形成されてよく、他の一つは省略されているか、または正孔注入層 383 及び正孔輸送層 385 のうち少なくとも一つが複数層の形態で形成されていてもよい。または、第 1 電極 330 の上部に、正孔注入層及び正孔輸送層の代りに正孔注入機能及び正孔輸送機能を同時に持つ機能層（図示せず）が備えられてもよい。正孔注入機能及び正孔輸送機能を同時に持つ機能層は、化学式 5 で表される化合物、化学式 5 で表される化合物と正孔輸送層形成用材料との混合物、化学式 6 で表される化合物、及び化学式 6 で表される化合物と正孔注入層形成用材料との混合物のうち少なくとも 1 種を使って形成することができ、その厚さは、約 100 ないし 10000 であることが好ましく、例えば、約 500 ないし 1000 であることがより好ましい。正孔注入機能及び正孔輸送機能を同時に持つ機能層の厚さが前述した範囲を満たす場合、実質的な駆動電圧の上昇なしに満足な正孔注入及び輸送特性が得られうる。

10

【0114】

正孔輸送層 385、または正孔注入機能及び正孔輸送機能を同時に持つ機能層（図示せず）の上部に、真空蒸着法、スピンコーティング法、キャスト法または LB 法などの方法を用いて発光層 360 を形成できる。真空蒸着法及びスピンコーティング法によって発光層 360 を形成する場合、その蒸着条件は、使う化合物によって異なるが、一般的に正孔注入層の形成とほぼ同じ条件でよい。

20

【0115】

発光層 360 のホスト材料としては、正孔輸送単位と電子輸送単位とを同時に持つバイポーラ化合物を使える。正孔輸送単位は、正孔輸送能の優秀な官能基を含む単位であり、例えば、フルオレン誘導体が含まれる単位、カルバゾール誘導体が含まれる単位、ジベンゾチオフェン誘導体が含まれる単位、またはジベンゾフラン誘導体が含まれる単位などを意味し、電子輸送単位は、電子輸送能の優秀な官能基を含む単位であり、例えば、ピリジン誘導体が含まれる単位、ピリミジン誘導体が含まれる単位、またはトリアジン誘導体が含まれる単位などを意味する。ホスト材料として、かかる正孔輸送単位と電子輸送単位とを同時に持つバイポーラ化合物を使う場合、電子制御層 371 によって低輝度領域でホスト材料内の正孔と電子との不均衡が生じ、発光効率が低下する恐れがある。

30

【0116】

あるいは、発光層 360 のホスト材料として、前記正孔輸送単位と電子輸送単位とを同時に持つバイポーラ化合物、及び少なくとも正孔輸送単位を持つ化合物の混合物を使える。ホスト材料として、前記バイポーラ化合物以外に少なくとも正孔輸送単位を有する化合物がさらに加えられた場合には、ホスト材料の正孔特性がさらに大きくなることで、低輝度領域でホスト材料内の正孔と電子との不均衡がさらに大きくなり、発光効率が低下しやすくなり得る。バイポーラ化合物及び少なくとも正孔輸送単位を有する化合物の混合比は、約 1 : 1 ないし約 1 : 9 でありうる。バイポーラ化合物及び少なくとも正孔輸送単位を持つ化合物の混合比が前記範囲を満たす場合、ホスト材料内の正孔と電子との不均衡がさらに大きくなる。

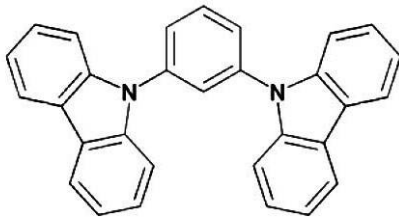
40

【0117】

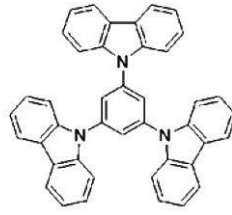
例えば、前記ホスト材料は、下記の化合物 501 ないし 509 のうち少なくとも 1 種でありうる。

【0118】

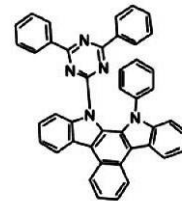
【化 10 - 1】



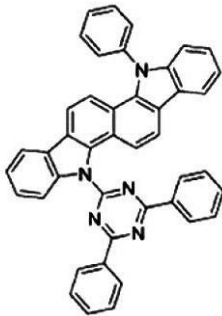
501



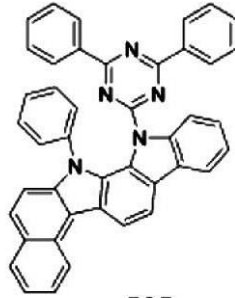
502



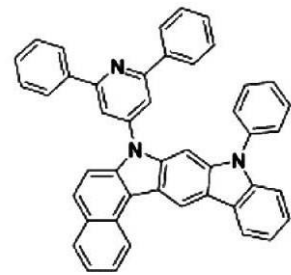
503



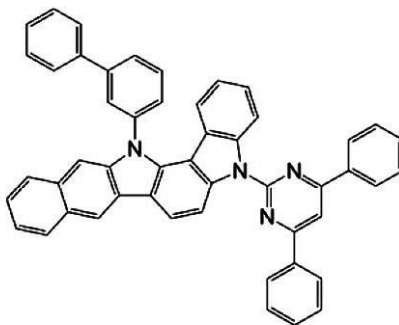
504



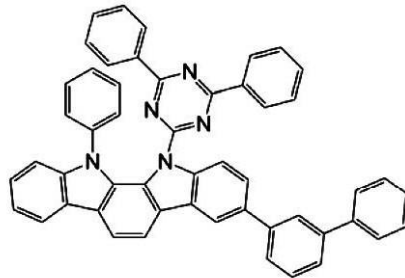
505



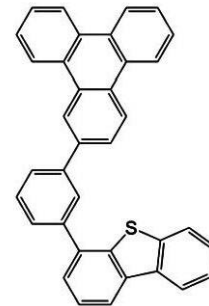
506



507



508



509

【0119】

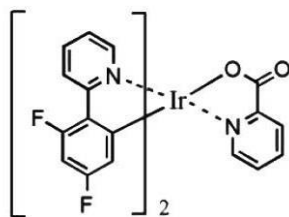
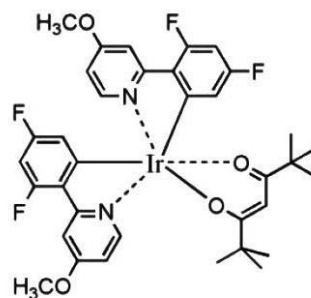
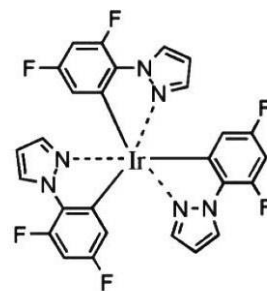
発光層 360 は、赤色発光層、緑色発光層または青色発光層にパターンニングされる。赤色発光層、緑色発光層及び青色発光層のうち少なくとも一つは、下記のドーパントを含む（ppy = フェニルピリジン）。

【0120】

例えば、青色ドーパントとしては、下記の化合物の少なくとも一種が使えるが、これらに限定されるものではない。

【0121】

【化 10 - 2】

F₂Irpic(F₂ppy)₂Ir(tmd)Ir(dfppz)₃

10

20

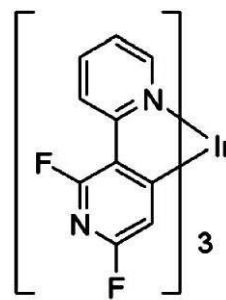
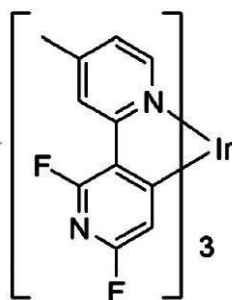
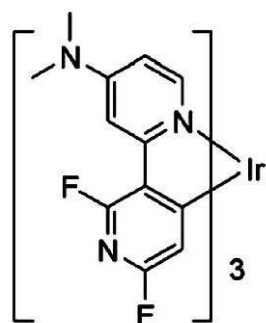
30

40

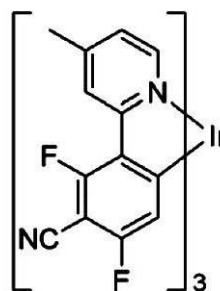
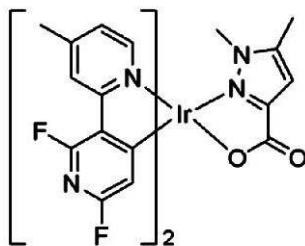
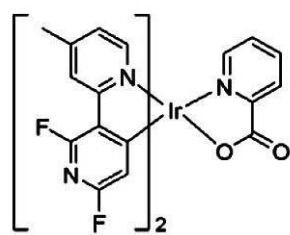
50

【 0 1 2 2 】

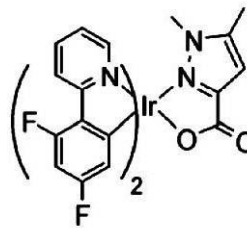
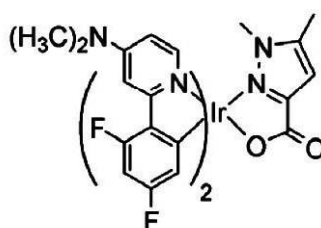
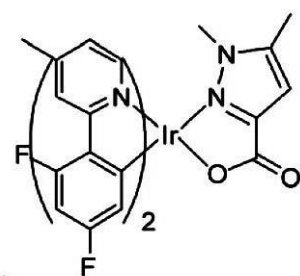
【 化 1 0 - 3 】



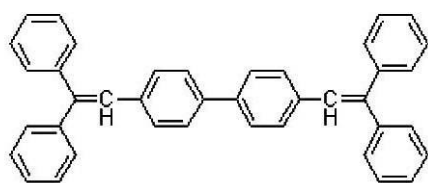
10



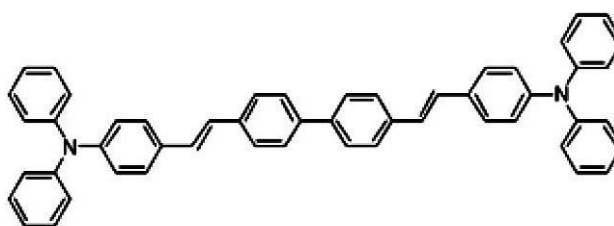
20



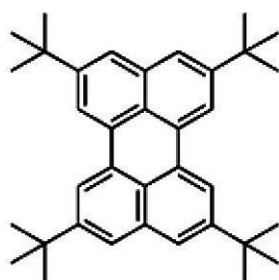
30



DPVBi



DPAVB



TBPe

40

【 0 1 2 3 】

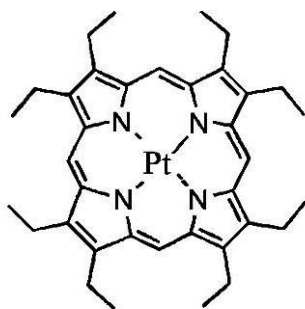
例えば、赤色ドーパントとしては、下記の化合物の少なくとも一種が使えるが、これら

50

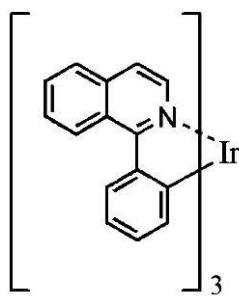
に限定されるものではない。

【 0 1 2 4 】

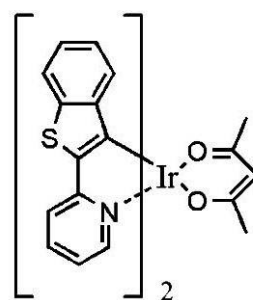
【 化 1 1 】



PtOEP

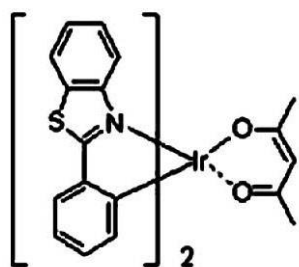


Ir(piq)₃

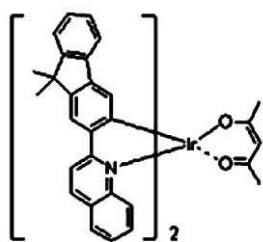


Btp₂Ir(acac)

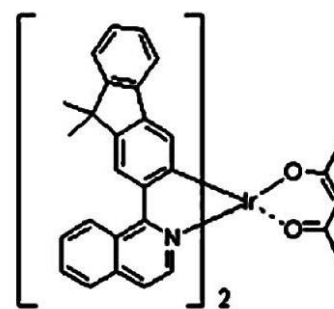
10



Ir(BT)₂(acac)

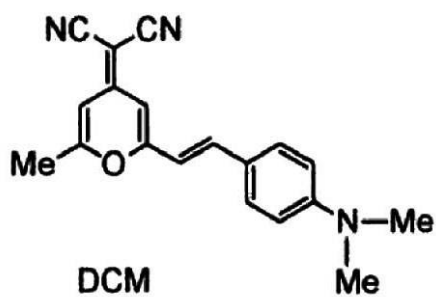


Ir(fiq)₂(acac)

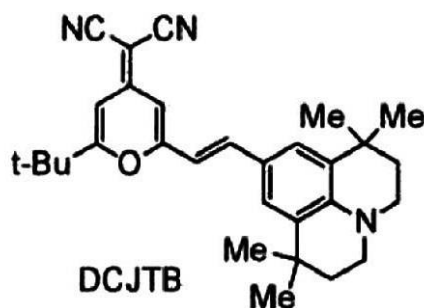


Ir(fliq)₂(acac)

20



DCM



DCJTb

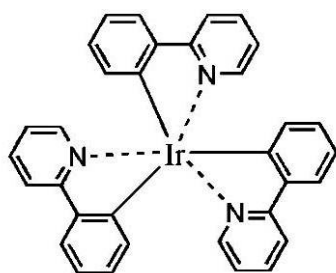
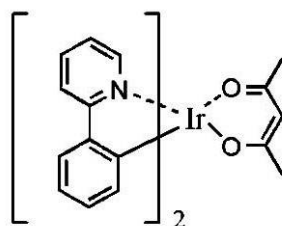
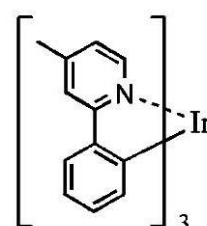
30

【 0 1 2 5 】

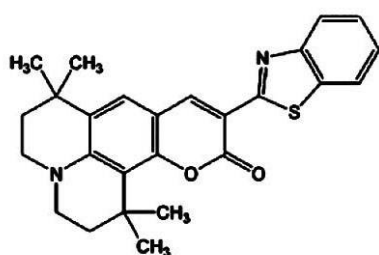
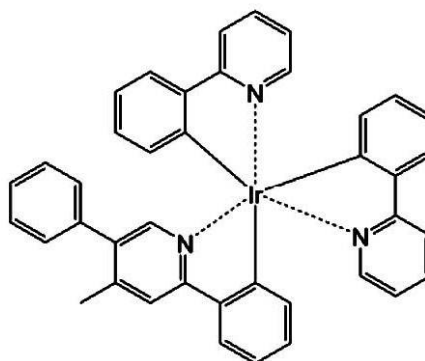
例えば、緑色ドーパントとしては、下記の化合物の少なくとも一種が使えるが、これらに限定されるものではない。

【 0 1 2 6 】

【化 1 2】

**Ir(ppy)₃****Ir(ppy)₂(acac)****Ir(mpyp)₃**

10

**C545T**

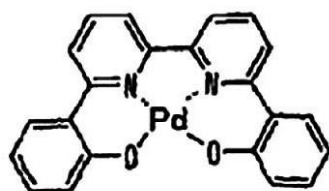
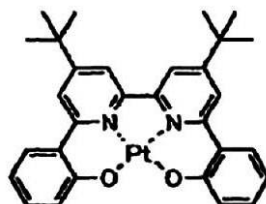
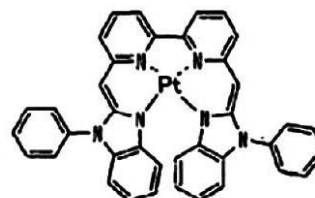
20

【 0 1 2 7】

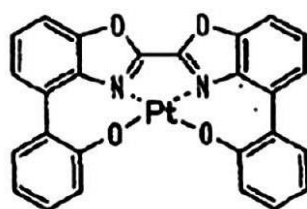
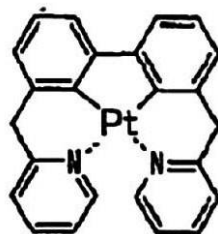
発光層 3 6 0 に含まれるドーパントは、下記の金属錯体の少なくとも一種でありうるが、これらに限定されるものではない。

【 0 1 2 8】

【化 1 3 - 1】

**D1****D2****D3**

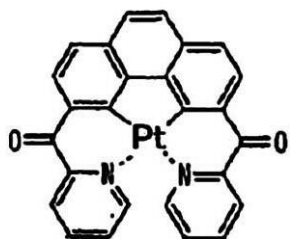
30

**D4****D5****D6**

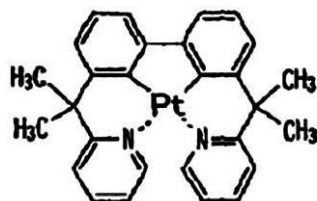
40

【 0 1 2 9】

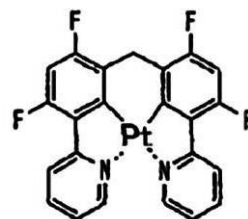
【化 1 3 - 2】



D7

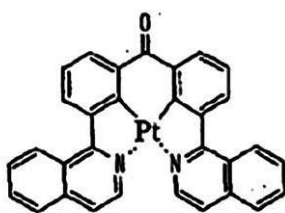


D8

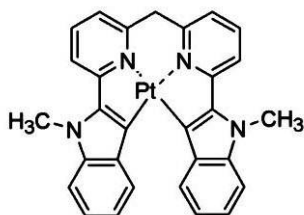


D9

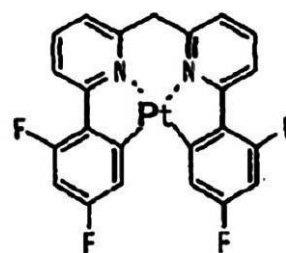
10



D10

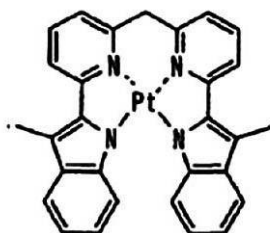


D11

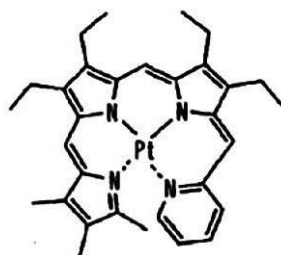


D12

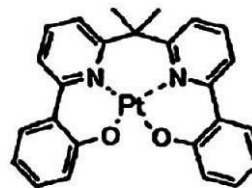
20



D13

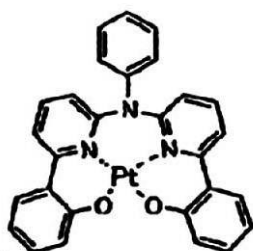


D14

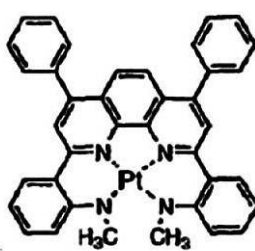


D15

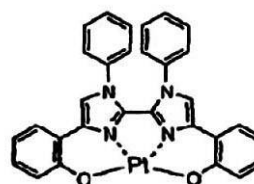
30



D16



D17

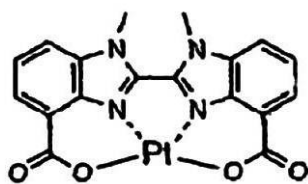


D18

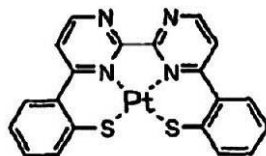
40

【 0 1 3 0 】

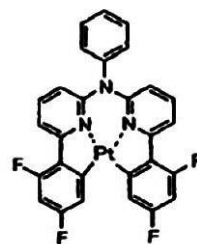
【化 1 3 - 3】



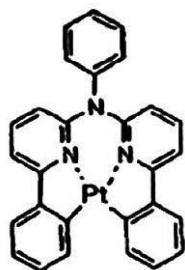
D19



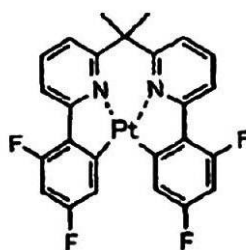
D20



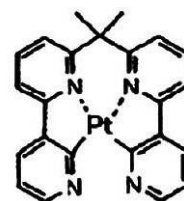
D21



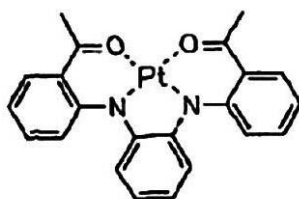
D22



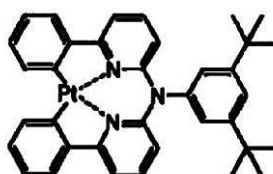
D23



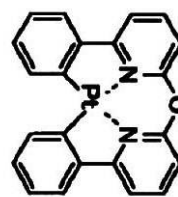
D24



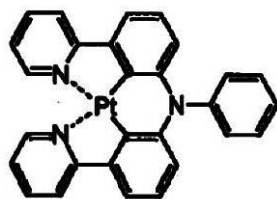
D25



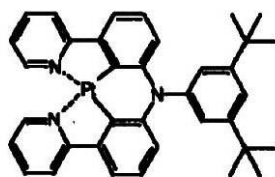
D26



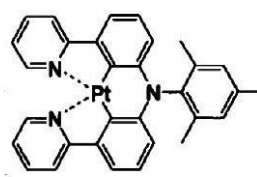
D27



D28



D29



D30

【 0 1 3 1】

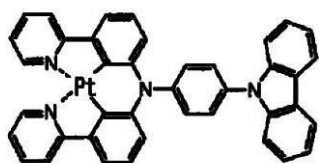
10

20

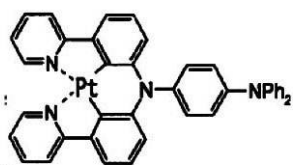
30

40

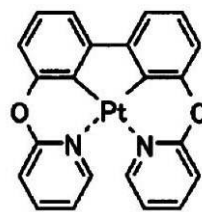
【化 1 3 - 4】



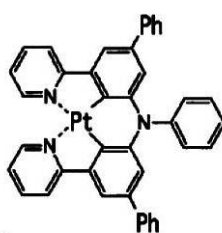
D31



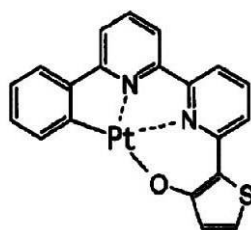
D32



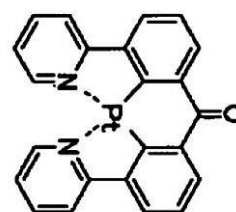
D33



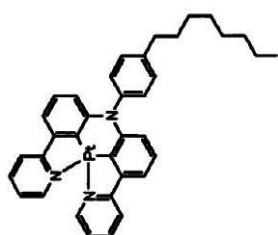
D34



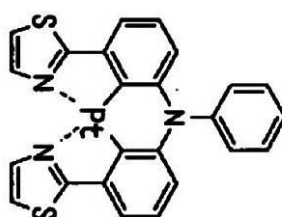
D35



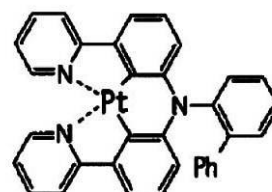
D36



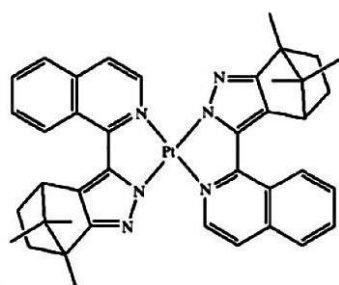
D37



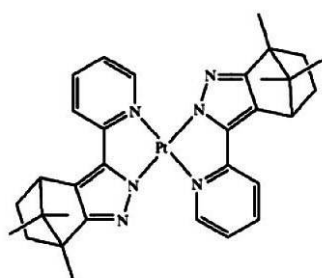
D38



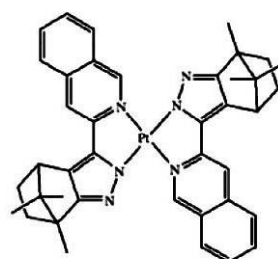
D39



D40



D41



D42

【 0 1 3 2 】

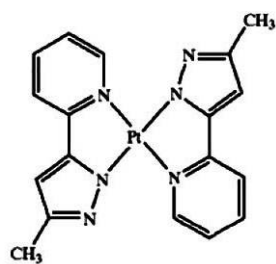
10

20

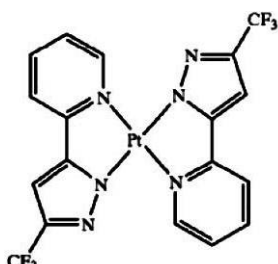
30

40

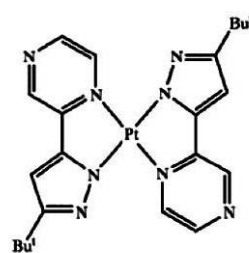
【化 1 3 - 5】



D43

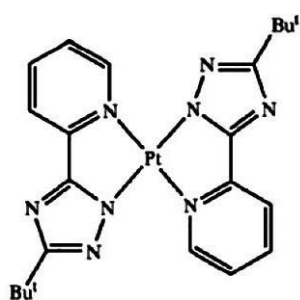


D44

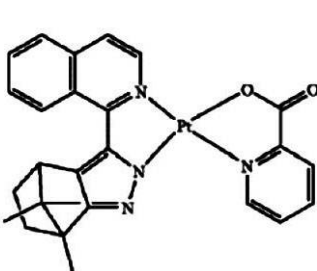


D45

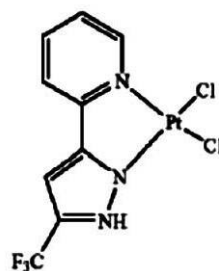
10



D46

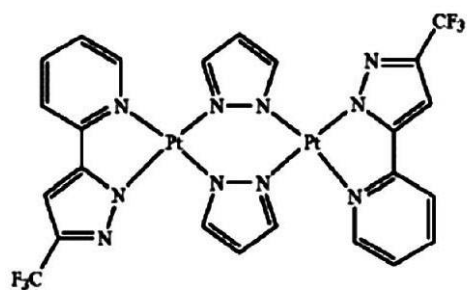


D47

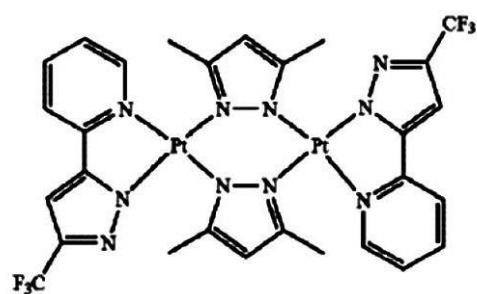


D48

20



D49



D50

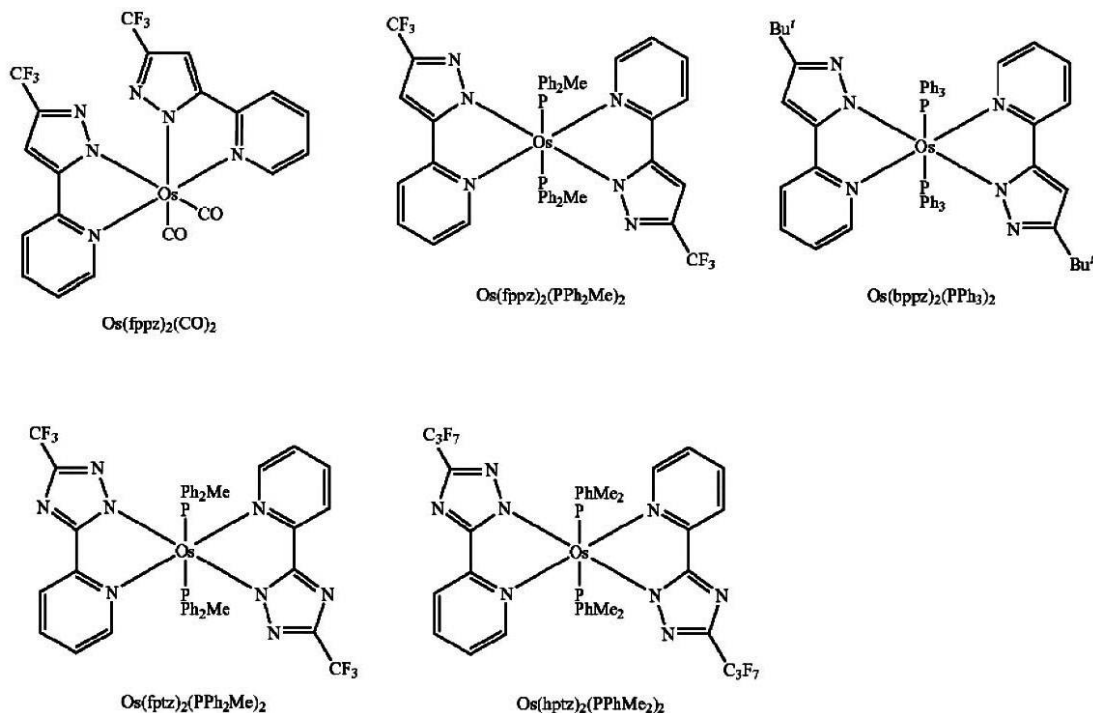
30

【 0 1 3 3 】

また、発光層 3 6 0 に含まれるドーパントは、下記の Os - 錯体の少なくとも一種でありうるが、これらに限定されるものではない。

【 0 1 3 4 】

【化 1 4】



10

20

【0 1 3 5】

発光層 3 6 0 がホスト材料及びドーパント材料を含む場合、ドーパント材料の含量は、ホスト材料約 1 0 0 重量部を基準として約 0 . 0 1 ないし約 2 5 重量部の範囲で選択されるが、これらに限定されるものではない。

【0 1 3 6】

発光層 3 6 0 の厚さは、約 1 0 0 ないし約 1 0 0 0 が好ましく、例えば、約 2 0 0 ないし約 6 0 0 でありうる。発光層 3 6 0 の厚さが前述した範囲を満たす場合、実質的な駆動電圧上昇なしに優秀な発光特性を示す。

【0 1 3 7】

次いで、発光層 3 6 0 の上部に電子制御層 3 7 1 を、真空蒸着法、スピンコーティング法、またはキャスト法などの多様な方法を用いて形成する。真空蒸着法及びスピンコーティング法によって電子制御層 3 7 1 を形成する場合、その条件は、使う化合物によって異なるが、一般的に、正孔注入層 3 8 3 の形成とほぼ同じ条件でよい。電子制御層 3 7 1 の形成用材料としては、前述した分子軌道エネルギー準位の関係を満たす電子制御物質を用いてもよい。電子制御層 3 7 1 の厚さは、5 0 ないし 4 5 0 であってよく、電子輸送層 3 7 3 と電子制御層 3 7 1 との厚さ比が 5 : 1 ないし 5 : 1 0 になる範囲内で選択してもよい。

30

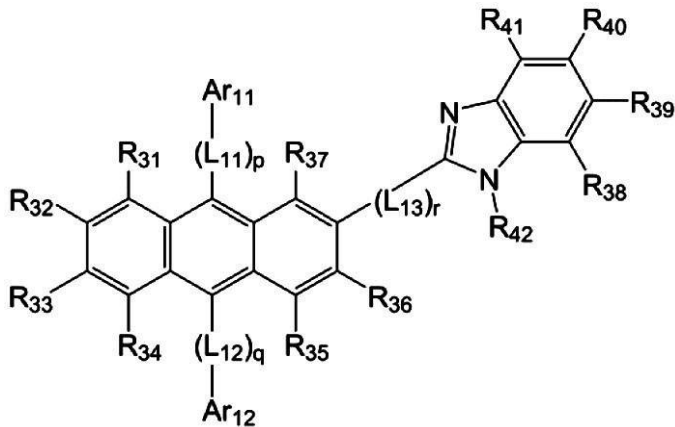
【0 1 3 8】

電子制御層 3 7 1 の上部に電子輸送層 3 7 3 を、真空蒸着法、スピンコーティング法、またはキャスト法などの多様な方法を用いて形成する。真空蒸着法及びスピンコーティング法によって電子輸送層 3 7 3 を形成する場合、その条件は、使う化合物によって異なってもよく、一般的に、正孔注入層 3 8 3 の形成とほぼ同じ条件でよい。電子輸送層形成用材料としては、電子注入電極（カソード）から注入された電子を安定して輸送する機能を行うものとして化学式 4 で表される化合物を使えるが、これに限定されるものではない。

40

【0 1 3 9】

【化 1 5】



・・・ (化学式 4)

【 0 1 4 0】

[前記化学式 4 中、 R_{31} ないし R_{42} は、互いに独立して水素、重水素、置換または非置換のメチル基、置換または非置換のエチル基、置換または非置換のプロピル基、置換または非置換のブチル基、置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のビフェニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のフェナントレニル基、置換または非置換のピレニル基のうち 1 種である。

【 0 1 4 1】

Ar_{11} 及び Ar_{12} は、互いに独立して置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のペンタレニル基、置換または非置換のインデニル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアズレニル基、置換または非置換のヘプタレニル基、置換または非置換のインダセニル基、置換または非置換のアセナフチル基、置換または非置換のフルオレニル基、置換または非置換のスピロフルオレニル基、置換または非置換のフェナレニル基、置換または非置換のフェナントレニル基、置換または非置換のアントリル基、置換または非置換のフルオランテニル基、置換または非置換のトリフェニレニル基、置換または非置換のピレニル基、置換または非置換のクリセニル基、置換または非置換のナフタセニル基、置換または非置換のピセニル基、置換または非置換のペリレニル基、置換または非置換のペンタフェニル基、置換または非置換のヘキサセニル基、置換または非置換のピロリル基、置換または非置換のイミダゾリル基、置換または非置換のピラゾリル基、置換または非置換のピリジニル基、置換または非置換のビピリジニル基、置換または非置換のピラジニル基、置換または非置換のピリミジニル基、置換または非置換のピリダジニル基、置換または非置換のイソインドリル基、置換または非置換のインドリル基、置換または非置換のインダゾリル基、置換または非置換のプリニル基、置換または非置換のキノリニル基、置換または非置換のベンゾキノリニル基、置換または非置換のフタラジニル基、置換または非置換のナフチリジニル基、置換または非置換のキノキサリニル基、置換または非置換のキナゾリニル基、置換または非置換のシンノリニル基、置換または非置換のカルバゾリル基、置換または非置換のフェナントリジニル基、置換または非置換のアクリジニル基、置換または非置換のフェナントロリニル基、置換または非置換のフェナジニル基、置換または非置換のベンゾオキサゾリル基、置換または非置換のベンゾイミダゾリル基、置換または非置換のフラニル基、置換または非置換のベンゾフラニル基、置換または非置換のチオフェニル基、置換または非置換のベンゾチオフェニル基、置換または非置換のチアゾリル基、置換または非置換のイソチアゾリル基、置換または非置換のベンゾチアゾリル基、置換または非置換のイソオキサゾリル基、置換または非置換のオキサゾリル基、置換または非置換のトリアゾリル基、置換または非置換のテトラゾリル基、置換または非置換のオキサジアゾリル基、置換または非置換のトリアジニル基、置換または非置換のベンゾオキサゾリル基、置換または非置換のジベンゾプラニル基、置換または非置換のジベンゾチオフェニル基、及び置換または非置換のベンゾカルバゾリル基のうち 1 種である。

【 0 1 4 2】

10

20

30

40

50

L_{11} 、 L_{12} 及び L_{13} は、互いに独立して置換または非置換のフェニレン基、置換または非置換のペンタレニレン基、置換または非置換のインデニレン基、置換または非置換のナフチレン基、置換または非置換のアズレニレン基、置換または非置換のヘプタレニレン基、置換または非置換のインダセニレン基、置換または非置換のアセナフチレン基、置換または非置換のフルオレニレン基、置換または非置換のフェナレニレン基、置換または非置換のフェナントレニレン基、置換または非置換のアントリレン基、置換または非置換のフルオランテニレン基、置換または非置換のトリフェニレニレン基、置換または非置換のピレニレン基、置換または非置換のクリセニレン基、置換または非置換のナフタセニレン基、置換または非置換のピセニレン基、置換または非置換のペリレニレン基、置換または非置換のペンタフェニレン基、置換または非置換のヘキサセニレン基、置換または非置換のピロリレン基、置換または非置換のピラゾリレン基、置換または非置換のイミダゾリレン基、置換または非置換のイミダゾピリジニレン基、置換または非置換のイミダゾピリミジニレン基、置換または非置換のピリジニレン基、置換または非置換のピラジニレン基、置換または非置換のピリミジニレン基、置換または非置換のインドリレン基、置換または非置換のプリニレン基、置換または非置換のキノリニレン基、置換または非置換のフタラジニレン基、置換または非置換のインドリジニレン基、置換または非置換のナフチリジニレン基、置換または非置換のキナゾリニレン基、置換または非置換のシノリニレン基、置換または非置換のインダゾリレン基、置換または非置換のカバゾリレン基、置換または非置換のフェナジニレン基、置換または非置換のフェナントリジニレン基、置換または非置換のピラニレン基、置換または非置換のクロメニレン基、置換または非置換のフラニレン基、置換または非置換のベンゾフラニレン基、置換または非置換のチオフェニレン基、置換または非置換のベンゾチオフェニレン基、置換または非置換のイソチアゾリレン基、置換または非置換のベンゾイミダゾリレン基、置換または非置換のイソキサゾリレン基、置換または非置換のジベンゾチオフェニレン基、置換または非置換のジベンゾブラニレン基、置換または非置換のトリアジニレン基、及び置換または非置換のオキサジアゾリレン基のうち 1 種であり、 p 、 q 及び r は、互いに独立して 0 ないし 1 の整数のうち一つである。

10

20

30

【0143】

前記化学式 4 中、 p 、 q 及び r が互いに独立して 0 である場合、 $-(L_{11})_p-$ 、 $-(L_{12})_q-$ 及び $-(L_{13})_r-$ は、互いに独立して単結合を示す。

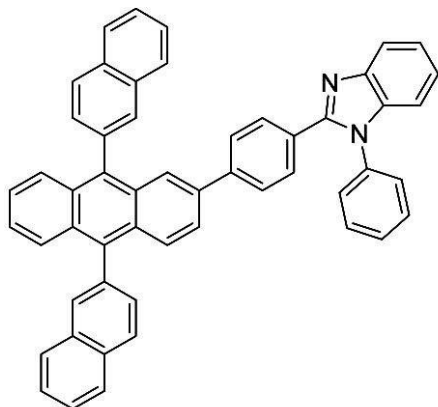
例えば、電子輸送層形成用材料としては、前記化学式 4 で表される化合物を使うか、または前記化学式 4 で表される化合物と公知の電子輸送層形成用材料とを混合して使用してもよい。

【0144】

前記化学式 4 で表される化合物は、例えば下記の化合物 201 でありうるが、これに限定されるものではない。

【0145】

【化 16】



201

40

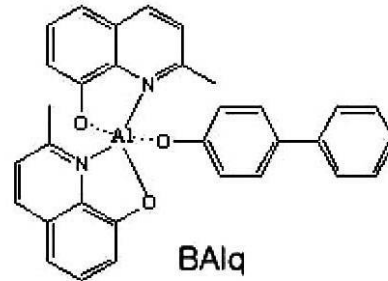
50

【 0 1 4 6 】

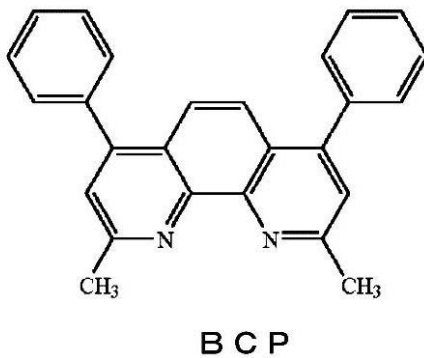
公知の電子輸送層形成用材料の例としては、キノリン誘導体、特に、トリス（８－キノリノレート）アルミニウム（ Alq_3 ）、 TAZ 、 Ba1q 、ベリリウムビス（ベンゾキノリン－１０－オレート）（ Bebq_2 ）または ADN などの材料を使ってもよいが、これらに限定されるものではない。

【 0 1 4 7 】

【 化 1 7 】



10



20

【 0 1 4 8 】

電子輸送層 373 の厚さは、約 50 ないし 1000 であることが好ましく、例えば、約 100 ないし 500 でありうる。電子輸送層 373 の厚さが前述した範囲を満たす場合、実質的な駆動電圧上昇なしに満足な電子輸送特性が得られる。

30

【 0 1 4 9 】

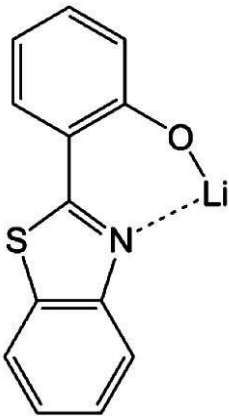
電子輸送層 373 は、前記化学式 4 で表される化合物以外に、金属含有化合物をさらに含んでもよい。

【 0 1 5 0 】

前記金属含有化合物は、 Li 錯体である。前記 Li 錯体は、例えば、リチウムキノレート（ LiQ ）または下記の化合物 101 などが挙げられる。

【 0 1 5 1 】

【化 18】



101

【0152】

電子輸送層 373 は、前記化学式 4 で表される化合物以外に、1、4、5、8、9、12-ヘキサザトリフェニレンヘキサカルボニトリル、テトラシアノキノジメタン、アントラキノン、ペリレンビスイミド及びテトラシアノアントラキノジメタンから選択された少なくとも 1 種をさらに含むことが好ましい。

【0153】

電子輸送層 373 は、前記化学式 4 で表される化合物以外に、Li、Cs、Na、K、Ca、Mg、Ba 及び Ra から選択された少なくとも 1 種の金属単体、金属カーボネート、金属アセテート、金属ベンゾエート、金属アセトアセテート、金属アセチルアセトネート及び金属ステアレートから選択された少なくとも 1 種をさらに含むことが好ましい。

【0154】

電子輸送層 373 が、前記化学式 4 で表される化合物以外に前述した物質をさらに含む場合、電子注入及び輸送能が向上しうる。

【0155】

電子輸送層 373 の上部には、カソードからの電子の注入を容易にする機能を持つ電子注入層 375 が積層され、この材料は特に制限されない。

【0156】

電子注入層形成用材料としては、LiF、NaCl、CsF、Li₂O または BaO などの公知の材料を用いてもよい。電子注入層 375 の蒸着条件は、使う化合物によって異なってもよく、一般的に、正孔注入層 383 の形成とほぼ同じ条件でよい。

【0157】

電子注入層 375 の厚さは、約 1 nm ないし約 100 nm であることが好ましく、例えば、約 3 nm ないし約 90 nm でもよい。電子注入層 375 の厚さが前述した範囲を満たす場合、実質的な駆動電圧上昇なしに満足な電子注入特性が得られうる。

【0158】

有機層 350 の上部には第 2 電極 390 が備えられている。第 2 電極 390 は、電子注入電極であるカソードでもよく、この時、前記第 2 電極形成用物質としては、低い仕事関数を持つ金属、合金、電気伝導性化合物またはこれらの混合物を使用してもよい。具体的な例として、リチウム (Li)、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al)、アルミニウム：リチウム (Al：Li)、カルシウム (Ca)、マグネシウム：インジウム (Mg：In)、またはマグネシウム：銀 (Mg：Ag) などを薄膜で形成して透過型電極が得られる。一方、前面発光素子を得るために ITO または IZO を用いた透過型電極を形成するなど、多様な変形が可能である。

【0159】

これらの構成を持つ有機発光素子 300 は、電子輸送層 373 から発光層 360 に注入される電子フローが電子制御層 371 の影響により制御されるため、高輝度領域で高い発

10

20

30

40

50

光効率を持ち、低輝度領域では低い発光効率を持つ。

【0160】

図4は、一実施形態によって、基板410/第1電極430/正孔注入層483/正孔輸送層485/電子阻止層481/発光層460/電子制御層471/電子輸送層473/電子注入層475/第2電極490の構造を持つ有機発光素子400の概略的な断面図である。

【0161】

基板410、第1電極430、正孔注入層483、正孔輸送層485、発光層460、電子制御層471、電子輸送層473、電子注入層475及び第2電極490に関する詳細な説明は、前記図3に関する説明を参照してもよい。

10

【0162】

電子阻止層481は、正孔注入層483、正孔輸送層485、及び正孔注入機能及び正孔輸送機能を同時に持つ機能層(図示せず)のうち少なくとも一つと発光層460の間に配置される。電子阻止層481は、発光層460で正孔と結合していない電子の第1電極430側への移動を防止する役割を行える。電子阻止層481は、電子阻止物質を使って形成され、電子阻止物質は、例えば、トリフェニルアミン誘導体、カルバゾール誘導体及びスピロジフルオレン誘導体のうち少なくとも1種であってもよい。

【0163】

電子阻止層481の厚さは、約10 nmないし約1000 nmであることが好ましく、例えば、約50 nmないし約800 nmであってもよい。電子阻止層481の厚さが前述した範囲を満たす場合、実質的な駆動電圧上昇なしに満足な電子阻止特性が得られうる。

20

【0164】

このような構成を持つ有機発光素子400は、電子制御層471及び電子阻止層481の影響で電子輸送層473から発光層460に注入されて正孔輸送層485に移動する電子フローが制御されて、高輝度領域で高い発光効率を持ち、低輝度領域では低い発光効率を持つ。

【0165】

図5は、図3に示した有機発光素子300の各層の最高被占軌道エネルギー準位、及び最低空軌道エネルギー準位を概略的に示す図面である。

【0166】

電子制御物質を含む電子制御層371の最高被占軌道エネルギー準位は、ホスト材料を含む発光層360の最高被占軌道エネルギー準位より低く、その差は、約0.3 eV以下である。また、電子制御層371の最低空軌道エネルギーは、発光層360の最低空軌道エネルギー準位より低く、その差は、約0.5 eV以下である。

30

【0167】

これらの関係によって、電子制御層371は、高輝度領域で発光層360から電子制御層371を通過しようとする正孔を阻止して素子の輝度を向上させ、低輝度領域では、発光層360からの正孔が電子制御層371を通過して電子輸送層373に移動することをスムーズにして素子の輝度を低くする。

【0168】

図6は、図4に示した有機発光素子の各層の最高被占軌道エネルギー準位、及び最低空軌道エネルギー準位を概略的に示す図面である。

40

【0169】

電子制御物質を含む電子制御層471の最高被占軌道エネルギー準位は、ホスト材料を含む発光層460の最高被占軌道エネルギー準位より低く、その差は、約0.3 eV以下である。また、電子制御層471の最低空軌道エネルギーは、発光層460の最低空軌道エネルギー準位より低く、その差は、約0.5 eV以下である。

【0170】

電子阻止物質を含む電子阻止層481は、発光層460と第1電極430との間に備えられ、この場合には発光層460と隣接している。電子阻止層481の最低空軌道エネルギー

50

ギー準位は、発光層 4 6 0 の最低空軌道エネルギー準位より高い。

【0171】

これらの関係によって、高輝度領域で電子制御層 4 7 1 は、発光層 4 6 0 から電子制御層 4 7 1 を通過しようとする正孔を阻止し、電子阻止層 4 8 1 は、発光層 4 6 0 で正孔と結合していない電子の第 1 電極 4 3 0 側への移動を阻止して素子の輝度を高め、低輝度領域では電子制御層 4 7 1 が、発光層 4 6 0 から電子制御層 4 7 1 を通過して電子輸送層 4 7 3 に移動する電子をスムーズに流して素子の輝度を低くする。

【0172】

また他の一実施形態による有機発光表示装置は、ソース、ドレイン、ゲート及び活性層を含むトランジスタ及び前述した有機発光素子を備え、前記有機発光素子の第 1 電極が前記ソース及びドレインのうち一つと電気的に連結される。

10

【0173】

前記トランジスタの活性層は、非晶質シリコン層、結晶質シリコン層、有機半導体層または酸化物半導体層などの多様な変形が可能である。

【0174】

このような有機発光表示装置は、ブラック状態で赤色及び緑色発光が抑えられて、輝度による発光効率特性が改善され得る。

【0175】

本明細書のうち、“非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基”（または“ $C_1 - C_{30}$ アルキル基”）の具体的な例としては、メチル、エチル、プロピル、イソブチル、sec-ブチル、ペンチル、iso-アミル、ヘキシルなどの炭素数 1 ないし 30 の直鎖状または分枝型アルキル基を挙げられ、置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基は、前記非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基のうち少なくとも一つの水素が、重水素、ハロゲン、ヒドロキシ基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、アミジノ基、ヒドラジン、ヒドラゾン、カルボキシ基やその塩、スルホン酸基やその塩、燐酸やその塩、または $C_1 - C_{30}$ アルキル基、 $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、 $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、 $C_6 - C_{30}$ アリール基、 $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基、 $-N(Q_{101})(Q_{102})$ 、及び $Si(Q_{103})(Q_{104})(Q_{105})(Q_{106})$ （ここで、 Q_{101} ないし Q_{106} は、互いに独立して水素、 $C_1 - C_{30}$ アルキル基、 $C_2 - C_{30}$ アルケニル基、 $C_2 - C_{30}$ アルキニル基、 $C_6 - C_{30}$ アリール基、及び $C_2 - C_{30}$ ヘテロアリール基からなる群から選択される）に置換されたものである。

20

30

【0176】

本明細書のうち、非置換の $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基（または $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基）は、 $-OA$ （但し、 A は、前述したような非置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基）の化学式を持ち、その具体的な例として、メトキシ、エトキシまたはイソプロピルオキシなどがある。置換の $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基は、 $C_1 - C_{30}$ アルコキシ基のうち少なくとも一つの水素が、前述した置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基の場合と同じ置換基に置換されたものである。

【0177】

本明細書のうち、非置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニル基（または $C_2 - C_{30}$ アルケニル基）は、前記非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキル基の中間や末端に一つ以上の炭素間二重結合を含んでいることを意味し、その例としては、エチニル、プロペニルまたはブテニルなどがある。置換の $C_2 - C_{30}$ アルケニル基は、 $C_2 - C_{30}$ アルケニル基のうち少なくとも一つの水素が、前述した置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基の場合と同じ置換基に置換されたものである。

40

【0178】

本明細書のうち、非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキニル基（または $C_2 - C_{30}$ アルキニル基）は、前記非置換の $C_2 - C_{30}$ アルキル基の中間や末端に一つ以上の炭素間三重結合を含んでいることを意味する。置換の $C_2 - C_{30}$ アルキニル基は、少なくとも一つの水素が、前述した置換の $C_1 - C_{30}$ アルキル基の場合と同じ置換基に置換された $C_2 -$

50

C₃₀ アルキニル基である。

【0179】

本明細書のうち、非置換の C₆ - C₃₀ アリール基は、一つ以上の芳香族環を含む炭素原子数 6 ないし 60 の炭素環芳香族システムを有する 1 価の置換基を意味し、非置換の C₆ - C₃₀ アリーレン基は、一つ以上の芳香族環を含む炭素原子数 6 ないし 60 の炭素環芳香族システムを持つ 2 価の置換基を意味する。前記アリール基及びアリーレン基が 2 以上の環を含む場合、2 以上の環は互いに縮合していてもよい。置換の C₆ - C₃₀ アリール基は、C₆ - C₃₀ アリール基のうち少なくとも一つの水素が前述した置換の C₁ - C₃₀ アルキル基の場合と同じ置換基に置換されたものであり、置換の C₆ - C₃₀ アリーレン基は、C₆ - C₃₀ アリーレン基のうち少なくとも一つの水素が、前述した置換の C₁ - C₃₀ アルキル基の場合と同じ置換基に置換されたものである。

10

【0180】

本明細書のうち、非置換の C₂ - C₃₀ ヘテロアリール基は、N、O、P または S から選択された 1 つ以上のヘテロ原子を含み、残りの環原子が C である一つ以上の芳香族環からなるシステムを持つ 1 価の置換基を意味し、非置換の C₂ - C₃₀ ヘテロアリーレン基は、N、O、P または S から選択された 1 つ以上のヘテロ原子を含み、残りの環原子が C である一つ以上の芳香族環からなるシステムを有する 2 価の置換基を意味する。ここで、ヘテロアリール基及びヘテロアリーレン基が 2 つ以上の環を含む場合、2 つ以上の環は互いに縮合していてもよい。置換の C₂ - C₃₀ ヘテロアリール基は、C₂ - C₃₀ ヘテロアリール基のうち少なくとも一つの水素が、前述した置換の C₁ - C₃₀ アルキル基の場合と同じ置換基に置換されたものであり、置換の C₂ - C₃₀ ヘテロアリーレン基は、C₂ - C₃₀ ヘテロアリーレン基のうち少なくとも一つの水素が、前述した置換の C₁ - C₃₀ アルキル基の場合と同じ置換基に置換されたものである。

20

【0181】

本明細書のうち、非置換の C₆ - C₃₀ アリールオキシ基は、- O A₂（ここで、A₂ は、前記置換または非置換の C₆ - C₃₀ アリール基）を示し、置換の C₆ - C₃₀ アリールオキシ基は、C₆ - C₃₀ アリールオキシ基のうち少なくとも一つの水素が、前述した置換の C₁ - C₃₀ アルキル基の場合と同じ置換基に置換されたものである。

【0182】

本明細書のうち、非置換の C₆ - C₃₀ アリールチオ基は、- S A₃（ここで、A₃ は、前記置換または非置換の C₆ - C₃₀ アリール基）を示し、置換の C₆ - C₃₀ アリールチオ基は、C₆ - C₃₀ アリールチオ基のうち少なくとも一つの水素が、前述した置換の C₁ - C₃₀ アルキル基の場合と同じ置換基に置換されたものである。

30

【実施例】

【0183】

以下、実施例を挙げて一実施形態による有機発光素子について、さらに具体的に説明する。しかし、本発明は下記の実施例に限定されるものではない。

（実施例 1）

アノードとしては、コーニング（c o r n i n g）社製のガラスを使った三星モバイルディスプレイ（SMD）社製の ITO（7nm）/ Ag（100nm）/ ITO（7nm）基板を 50mm × 50mm × 0.7mm サイズに切り取り、純水を用いてそれぞれ 30 分間超音波洗浄及び 30 分間イソプロピルアルコールで洗浄した後、10 分間紫外線オゾン洗浄をしてから真空蒸着装置に取り付けた。

40

【0184】

前記ガラス基板の上部に、化合物 301 を真空蒸着して 750 厚さの正孔注入層を形成した後、前記正孔注入層の上部に化合物 311 を真空蒸着して 1300 厚さの正孔輸送層を形成した。

【0185】

前記正孔輸送層の上部に、ホストとして化合物 507 と、燐光ドーパントとして化合物 401 とを 98 : 2 の重量比で同時蒸着することで、400 厚さの赤色発光層を形成し

50

た。

【 0 1 8 6 】

次いで、前記発光層の上部に化合物 1 を真空蒸着して 5 0 厚さの電子制御層を形成した。

【 0 1 8 7 】

前記電子制御層の上部に、化合物 2 0 1 (化合物 1 と同一) と L i Q とを 1 : 1 の重量比で真空蒸着して、 1 0 0 厚さの電子輸送層を形成した。

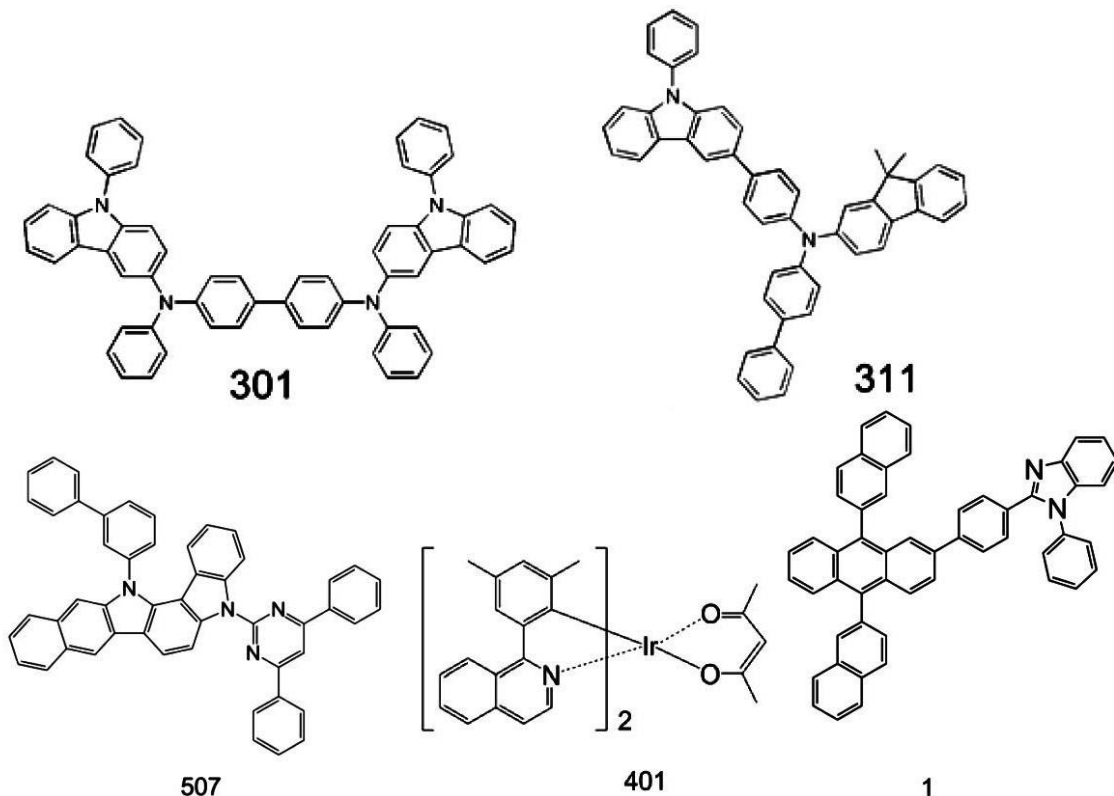
【 0 1 8 8 】

前記電子輸送層の上部に、L i F を真空蒸着して 5 厚さの電子注入層を形成した後、M g : A g を 1 0 : 1 の重量比で真空蒸着して 1 3 0 厚さのカソードを形成することで有機発光素子を製造した。

10

【 0 1 8 9 】

【 化 1 9 】



20

30

【 0 1 9 0 】

(実施例 2)

電子制御層の形成時に厚さを 5 0 の代わりに 1 0 0 で形成したことを除いては、前記実施例 1 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(実施例 3)

電子制御層の形成時に厚さを 5 0 の代わりに 2 0 0 で形成したことを除いては、前記実施例 1 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

40

(実施例 4)

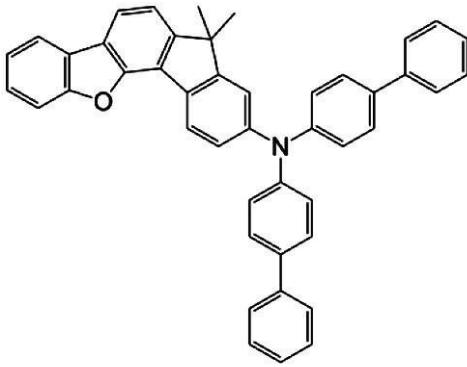
電子制御層の形成時に厚さを 5 0 の代わりに 4 5 0 で形成したことを除いては、前記実施例 1 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(実施例 5)

正孔輸送層と発光層との間に下記の化合物 7 0 1 を真空蒸着して 3 0 0 厚さの電子阻止層を形成し、電子制御層の形成時に厚さを 5 0 の代わりに 1 0 0 で形成したことを除いては、前記実施例 1 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

【 0 1 9 1 】

【化 2 0】



701

10

【 0 1 9 2】

(実 施 例 6)

正孔輸送層と発光層との間に化合物 7 0 1 を真空蒸着して 3 0 0 厚さの電子阻止層を形成し、電子制御層の形成時に厚さを 5 0 の代わりに 2 0 0 で形成したことを除いては、前記実施例 1 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(比 較 例 1)

電子制御層を形成していないことを除いては、前記実施例 1 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

20

(比 較 例 2)

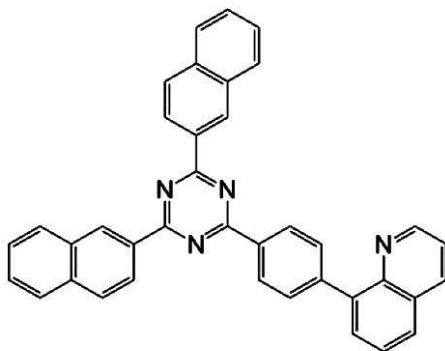
電子制御層を形成していないことを除いては、前記実施例 5 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(比 較 例 3)

化合物 1 を真空蒸着して 2 0 0 厚さの電子制御層を形成する代わりに、下記の化合物 6 0 1 を使って 2 0 0 厚さの層を形成したことを除いては、前記実施例 3 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

【 0 1 9 3】

【化 2 1】



601

30

40

【 0 1 9 4】

(比 較 例 4)

化合物 1 を真空蒸着して 4 5 0 厚さの電子制御層を形成する代わりに、化合物 6 0 1 を使って 4 5 0 厚さの層を形成したことを除いては、前記実施例 4 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(実 施 例 7)

アノードとしては、コーニング社製のガラスを使った三星モバイルディスプレイ (S M D) 社製の I T O (7 n m) / A g (1 0 0 n m) / I T O (7 n m) 基板を 5 0 m m × 5 0 m m × 0 . 7 m m サイズに切り取り、純水を用いてそれぞれ 3 0 分間超音波洗浄及び

50

30 分間イソプロピルアルコールで洗浄し、10 分間紫外線およびオゾンにさらした後、真空蒸着装置に取り付けた。

【0195】

前記ガラス基板の上部に化合物 301 を真空蒸着して 750 厚さの正孔注入層を形成した後、前記正孔注入層の上部に化合物 311 を真空蒸着して、1300 厚さの正孔輸送層を形成した。

【0196】

前記正孔輸送層の上部に化合物 701 を真空蒸着して 300 厚さの電子阻止層を形成した。

【0197】

前記電子阻止層の上部に、ホストとして化合物 508 と、燐光ドーパントとして化合物 402 とを、95 : 5 の重量比で同時蒸着することで 400 厚さの緑色発光層を形成した。

【0198】

次いで、前記発光層の上部に化合物 1 を真空蒸着して 50 厚さの電子制御層を形成した。

【0199】

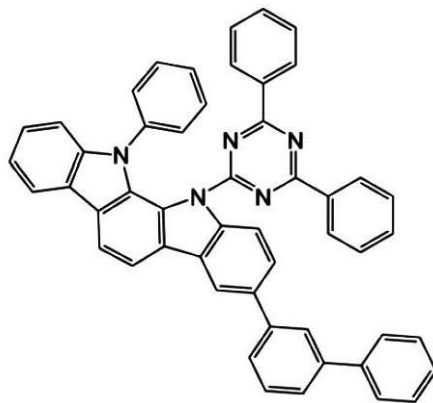
前記電子制御層の上部に、化合物 201 (化合物 1 と同一) と LiQ とを 1 : 1 の重量比で真空蒸着して 100 厚さの電子輸送層を形成した。

【0200】

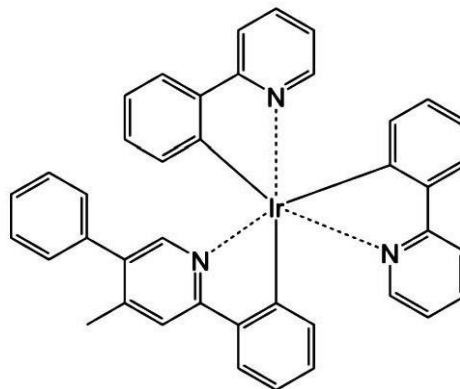
前記電子輸送層の上部に LiF を真空蒸着して 5 厚さの電子注入層を形成した後、Mg : Ag を 10 : 1 の重量比で真空蒸着して 130 厚さのカソードを形成することで有機発光素子を製造した。

【0201】

【化 22】



508



402

【0202】

(実施例 8)

電子制御層の形成時に厚さを 50 の代わりに 100 で形成したことを除いては、前記実施例 7 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(実施例 9)

電子制御層の形成時に厚さを 50 の代わりに 200 で形成したことを除いては、前記実施例 7 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(実施例 10)

電子阻止層を形成せずに、電子制御層の形成時に厚さを 50 の代わりに 200 で形成したことを除いては、前記実施例 7 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(比較例 5)

電子制御層を形成していないことを除いては、前記実施例 10 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(比較例 6)

電子制御層を形成していないことを除いては、前記実施例 7 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(比較例 7)

化合物 1 を真空蒸着して 200 厚さの電子制御層を形成する代わりに、化合物 601 を使って 200 厚さの層を形成したことを除いては、前記実施例 9 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(実施例 11)

アノードとしては、コーニング社製のガラスを使った三星モバイルディスプレイ (SMD) 社製の ITO (7 nm) / Ag (100 nm) / ITO (7 nm) 基板を 50 mm × 50 mm × 0.7 mm サイズに切り取り、純水を用いてそれぞれ 30 分間超音波洗浄及び 30 分間イソプロピルアルコールで洗浄した後、真空蒸着装置に取り付けた。

10

【0203】

前記ガラス基板の上部に化合物 301 を真空蒸着して 750 厚さの正孔注入層を形成した後、前記正孔注入層の上部に化合物 311 を真空蒸着して 1300 厚さの正孔輸送層を形成した。

【0204】

前記正孔輸送層の上部に、ホストとして化合物 504 及び化合物 509 の 2 : 8 重量比混合物と、燐光ドーパントとして化合物 402 とを、85 : 15 の重量比で同時蒸着することで 400 厚さの緑色発光層を形成した。

20

【0205】

次いで、前記発光層の上部に化合物 1 を真空蒸着して 50 厚さの電子制御層を形成した。

【0206】

前記電子制御層の上部に、化合物 201 (化合物 1 と同一) と LiQ とを、1 : 1 の重量比で真空蒸着して 100 厚さの電子輸送層を形成した。

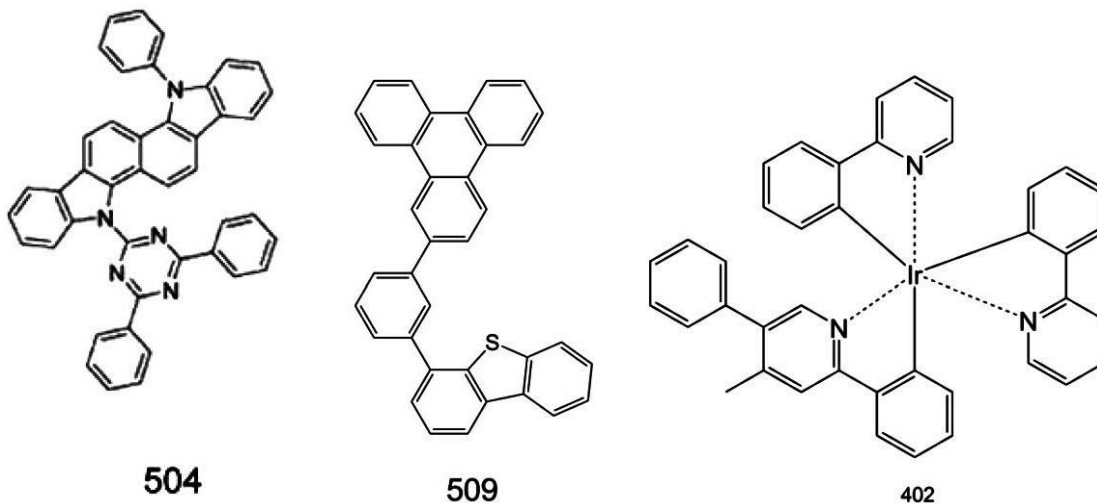
【0207】

前記電子輸送層の上部に LiF を真空蒸着して 5 厚さの電子注入層を形成した後、Mg : Ag を 10 : 1 の重量比で真空蒸着して 130 厚さのカソードを形成することで有機発光素子を製造した。

30

【0208】

【化 23】



40

【0209】

(実施例 12)

電子制御層の形成時に厚さを 50 の代わりに 100 で形成したことを除いては、前記実施例 11 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

50

(実施例 13)

電子制御層の形成時に厚さを 50 の代わりに 200 で形成したことを除いては、前記実施例 11 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(実施例 14)

正孔輸送層と発光層との間に化合物 701 を真空蒸着して 300 厚さの電子阻止層を形成し、電子制御層の形成時に厚さを 50 の代わりに 100 で形成したことを除いては、前記実施例 11 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(比較例 8)

電子制御層を形成していないことを除いては、前記実施例 11 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

10

(比較例 9)

電子制御層を形成していないことを除いては、前記実施例 14 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

(比較例 10)

化合物 1 を真空蒸着して 200 厚さの電子制御層を形成する代わりに、化合物 601 を使って 200 厚さの層を形成したことを除いては、前記実施例 13 と同じ方法を用いて有機発光素子を製造した。

【0210】

前記実験条件をまとめて下記表 1 に示した。

【0211】

20

【表 1】

区分	電子制御層				発光層			電子阻止層	
	電子制御物質	HOMO (eV)	LUMO (eV)	厚さ (Å)	ホスト材料	HOMO (eV)	LUMO (eV)	電子阻止物質	LUMO (eV)
実施例1	化合物1	-5.6	-2.8	50	化合物507	-5.6	-2.8	-	-
実施例2	化合物1	-5.6	-2.8	100	化合物507	-5.6	-2.8	-	-
実施例3	化合物1	-5.6	-2.8	200	化合物507	-5.6	-2.8	-	-
実施例4	化合物1	-5.6	-2.8	450	化合物507	-5.6	-2.8	-	-
実施例5	化合物1	-5.6	-2.8	100	化合物507	-5.6	-2.8	化合物701	-2.1
実施例6	化合物1	-5.6	-2.8	200	化合物507	-5.6	-2.8	化合物701	-2.1
比較例1	-	-	-	-	化合物507	-5.6	-2.8	-	-
比較例2	-	-	-	-	化合物507	-5.6	-2.8	化合物701	-2.1
比較例3	化合物601	-6.3	-3.1	200	化合物507	-5.6	-2.8	-	-
比較例4	化合物601	-6.3	-3.1	450	化合物507	-5.6	-2.8	-	-
実施例7	化合物1	-5.6	-2.8	50	化合物508	-5.7	-2.6	化合物701	-2.1
実施例8	化合物1	-5.6	-2.8	100	化合物508	-5.7	-2.6	化合物701	-2.1
実施例9	化合物1	-5.6	-2.8	200	化合物508	-5.7	-2.6	化合物701	-2.1
実施例10	化合物1	-5.6	-2.8	200	化合物508	-5.7	-2.6	-	-
比較例5	-	-	-	-	化合物508	-5.7	-2.6	-	-
比較例6	-	-	-	-	化合物508	-5.7	-2.6	化合物701	-2.1
比較例7	化合物601	-6.3	-3.1	200	化合物508	-5.7	-2.6	化合物701	-2.1
実施例11	化合物1	-5.6	-2.8	50	化合物504及び509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-
実施例12	化合物1	-5.6	-2.8	100	化合物504及び509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-
実施例13	化合物1	-5.6	-2.8	200	化合物504及び509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-
実施例14	化合物1	-5.6	-2.8	100	化合物504及び509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	化合物701	-2.1
比較例8	-	-	-	-	化合物504及び509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-
比較例9	-	-	-	-	化合物504及び509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	化合物701	-2.1
比較例10	化合物601	-6.3	-3.1	200	化合物504及び509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-

【0212】

(評価例)

実施例1～6及び比較例1～4による有機発光素子に対して、輝度を 0.1 cd/m^2

10

20

30

40

50

～ 10,000 cd/m² 範囲で変更しながら赤色発光効率を測定し、その結果を図 7 に示し、これを規格化して図 8 に示した。

【0213】

図 7 を参照すると、実施例 1 ～ 6 による有機発光素子は、低輝度で比較例 1 ～ 4 による有機発光素子より全般的に低い発光効率を示した。

【0214】

このグラフを規格化した図 8 を参照すると、実施例 1 ～ 6 による有機発光素子は、約 100 cd/m² 以上の高輝度領域で、比較例 1 ～ 4 による有機発光素子と類似したレベルの発光効率を示すことが分かる。しかし、約 1 cd/m² 近くの低輝度領域で、実施例 1 ～ 6 による有機発光素子は、比較例 1 ～ 4 による有機発光素子に比べて非常に低いレベルの発光効率を示した。発光効率の低下が容易に分かるように、グラフ上に矢印で示した。

10

【0215】

実施例 1 ～ 6 及び比較例 1 ～ 4 による有機発光素子について、輝度による発光効率特性の改善の程度を調べるために、S 比 (S - r a t i o) を計算して表 2 に示した。

【0216】

【表 2】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
効率@ 1cd/m ²	32.2	21.8	18.6	13.6	19.8	17.5	38.7	42.8	34.4	25.9
効率@ 1,000cd/m ²	32.8	33.0	31.7	22.0	35.5	33.1	33.1	38.9	34.4	23.7
S比	1.02	1.51	1.70	1.62	1.79	1.90	0.85	0.91	1.00	0.91

【0217】

S比は、1,000cd/m²における電流効率値を1cd/m²における電流効率値

10

20

30

40

50

で割った比として定義される。S比が大きいほど、輝度対効率グラフの形がS字状に近くなり、これは、有機発光素子が高輝度領域で高い発光効率を示し、低輝度領域では低い発光効率を示す傾向が大きいということを意味する。

【0218】

表2を参照すると、実施例1～6による有機発光素子は、S比がいずれも1を超え、実施例6の場合にはほぼ2に近づいた一方、比較例1～4による有機発光素子は、S比が1以下であった。すなわち、実施例1～6による有機発光素子は、比較例1～4による有機発光素子に比べて輝度対効率グラフの形がS字状にさらに近いということが分かる。

【0219】

これから、実施例1～6による有機発光素子は、高輝度領域では高い赤色発光効率を示し、低輝度領域では非常に低い赤色発光効率を示しているため、輝度による発光効率特性が改善することが確認できる。

【0220】

実施例7～10及び比較例5～7による有機発光素子について、輝度を $0.1\text{ cd/m}^2 \sim 10,000\text{ cd/m}^2$ 範囲で変更しながら緑色発光効率を測定し、その結果を図9に示し、これを規格化して図10に示した。

【0221】

図9を参照すると、実施例8～10による有機発光素子は、低輝度で比較例5～7による有機発光素子より全般的に発光効率が低いことが分かる。実施例7による有機発光素子は、比較例5～7による有機発光素子と類似したレベルの発光効率を示す。

【0222】

このグラフを規格化した図10を参照すると、実施例7～10による有機発光素子は、約 100 cd/m^2 以上の高輝度領域で、比較例5～7による有機発光素子と類似したレベルの発光効率を示すことが分かる。しかし、約 1 cd/m^2 近くの低輝度領域で、実施例7～10による有機発光素子は、比較例5～7による有機発光素子に比べて低いレベルの発光効率を示した。発光効率の低下が容易に分かるように、グラフ上に矢印で示した。

【0223】

実施例7～10及び比較例5～7による有機発光素子について、輝度による発光効率特性の改善の程度を調べるために、S比を計算して表3に示した。

【0224】

10

20

30

【表 3】

	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	比較例5	比較例6	比較例7
効率@ 1cd/m ²	98.2	71.2	45.7	38.1	97.3	103.1	75.3
効率@ 1,000cd/m ²	102.3	92.8	80.7	56.6	80.1	111.3	74.5
S比	1.04	1.30	1.76	1.49	0.82	1.08	0.99

【0225】

表3を参照すると、実施例7～10による有機発光素子は、S比がいずれも1を超え、実施例9の場合には1.7以上である一方、比較例5～7による有機発光素子は、S比が1付近またはその以下であった。すなわち、実施例7～10による有機発光素子は、比較例5～7による有機発光素子に比べて輝度対効率グラフの形がS字状にさらに近いということが分かる。

【0226】

これにより、実施例7～10による有機発光素子は、高輝度領域では高い緑色発光効率を示し、低輝度領域では非常に低い緑色発光効率を示して、輝度による発光効率特性が改善することが分かる。

【 0 2 2 7 】

実施例 1 1 ~ 1 4 及び比較例 8 ~ 1 0 による有機発光素子について、輝度を $0.1 \text{ cd} / \text{m}^2 \sim 10,000 \text{ cd} / \text{m}^2$ 範囲に変更しつつ緑色発光効率を測定し、その結果を図 1 1 に示し、これを規格化して図 1 2 に示した。

【 0 2 2 8 】

図 1 1 を参照すると、実施例 1 1 ~ 1 4 による有機発光素子は、低輝度で比較例 8 ~ 1 0 による有機発光素子より全般的に低い発光効率を示した。

【 0 2 2 9 】

このグラフを規格化した図 1 2 を参照すると、実施例 1 1 ~ 1 4 による有機発光素子は、約 $100 \text{ cd} / \text{m}^2$ 以上の高輝度領域で、比較例 8 ~ 1 0 による有機発光素子と類似したレベルの発光効率を示した。しかし、約 $1 \text{ cd} / \text{m}^2$ 近くの低輝度領域で、実施例 1 1 ~ 1 4 による有機発光素子は、比較例 8 ~ 1 0 による有機発光素子に比べて非常に低いレベルの発光効率を示した。発光効率の低下が容易に分かるように、グラフ上に矢印で示した。

10

【 0 2 3 0 】

実施例 1 1 ~ 1 4 及び比較例 8 ~ 1 0 による有機発光素子について、輝度による発光効率特性の改善の程度を調べるために、S 比を計算して表 4 に示した。

【 0 2 3 1 】

【表 4】

	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	比較例8	比較例9	比較例10
効率@ 1cd/m ²	49.5	28.5	23.0	17.00	91.54	104.13	75.30
効率@ 1,000cd/m ²	92.8	88.2	82.1	90.06	91.02	102.20	74.51
S比	1.88	3.1	3.57	5.30	0.99	0.98	0.99

【0232】

表4を参照すると、実施例11～14による有機発光素子は、S比がいずれも1を超え、実施例12～13の場合には3以上であり、特に、実施例14の場合には5以上であった。それに比べて、比較例8～10による有機発光素子は、S比が1以下であった。すなわち、実施例11～14による有機発光素子は、比較例8～10による有機発光素子に比べて輝度対効率グラフの形がS字状にさらに近いということになる。

【0233】

実施例11～14による有機発光素子は、他の場合よりS比の値が非常に高かったが、これはホスト材料として、正孔輸送単位と電子輸送単位とを同時に持つバイポーラ化合物である化合物504と、正孔輸送単位を持つ化合物である化合物509との混合物を使っ

10

20

30

40

50

たことから起因すると考えられる。

【 0 2 3 4 】

これにより、実施例 1 1 ~ 1 4 による有機発光素子は、高輝度領域では高い緑色発光効率を示し、低輝度領域では非常に低い緑色発光効率を示しているため、輝度による発光効率特性が改善することが確認できる。前記赤色発光素子と緑色発光素子及び青色発光素子を含むフルカラー有機発光表示装置は、高輝度領域では高い発光効率を示し、ブラック状態では赤色及び緑色発光が抑えられて高い発光効率特性を示す。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 2 3 5 】

本発明は、有機発光素子及びこれを備える有機発光表示装置関連の技術分野に好適に用いられる。

10

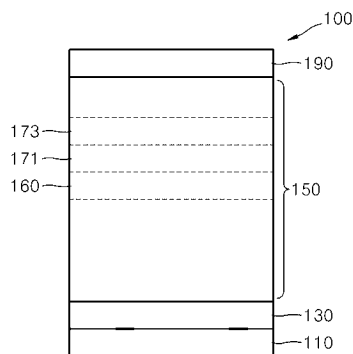
【 符号の説明 】

【 0 2 3 6 】

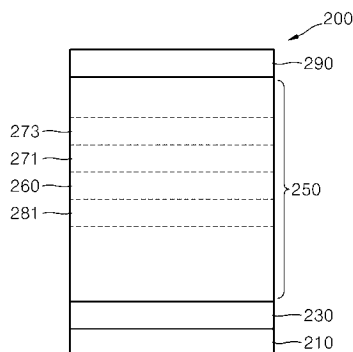
1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0	有機発光素子、
1 1 0、2 1 0、3 1 0、4 1 0	基板、
1 3 0、2 3 0、3 3 0、4 3 0	第 1 電極、
1 5 0、2 5 0、3 5 0、4 5 0	有機層、
1 6 0、2 6 0、3 6 0、4 6 0	発光層、
1 7 1、2 7 1、3 7 1、4 7 1	電子制御層、
1 7 3、2 7 3、3 7 3、4 7 3	電子輸送層、
3 7 5、4 7 5	電子注入層、
2 8 1、4 8 1	電子阻止層、
3 8 3、4 8 3	正孔注入層、
3 8 5、4 8 5	正孔輸送層、
1 9 0、2 9 0、3 9 0、4 9 0	第 2 電極。

20

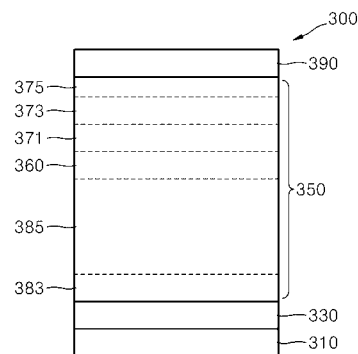
【 図 1 】



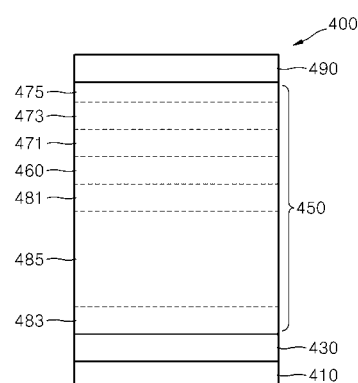
【 図 2 】



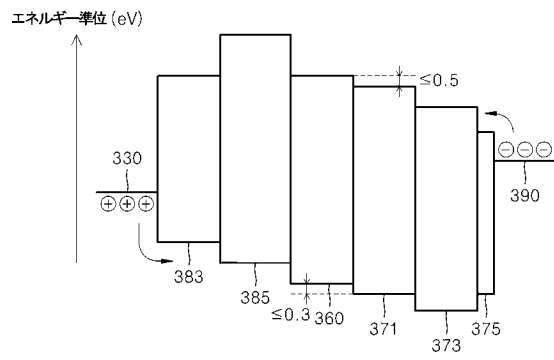
【 図 3 】



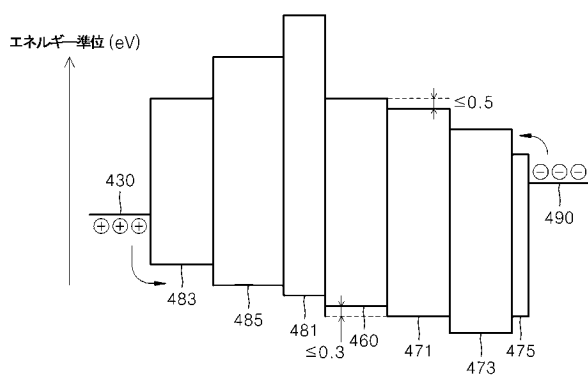
【 図 4 】



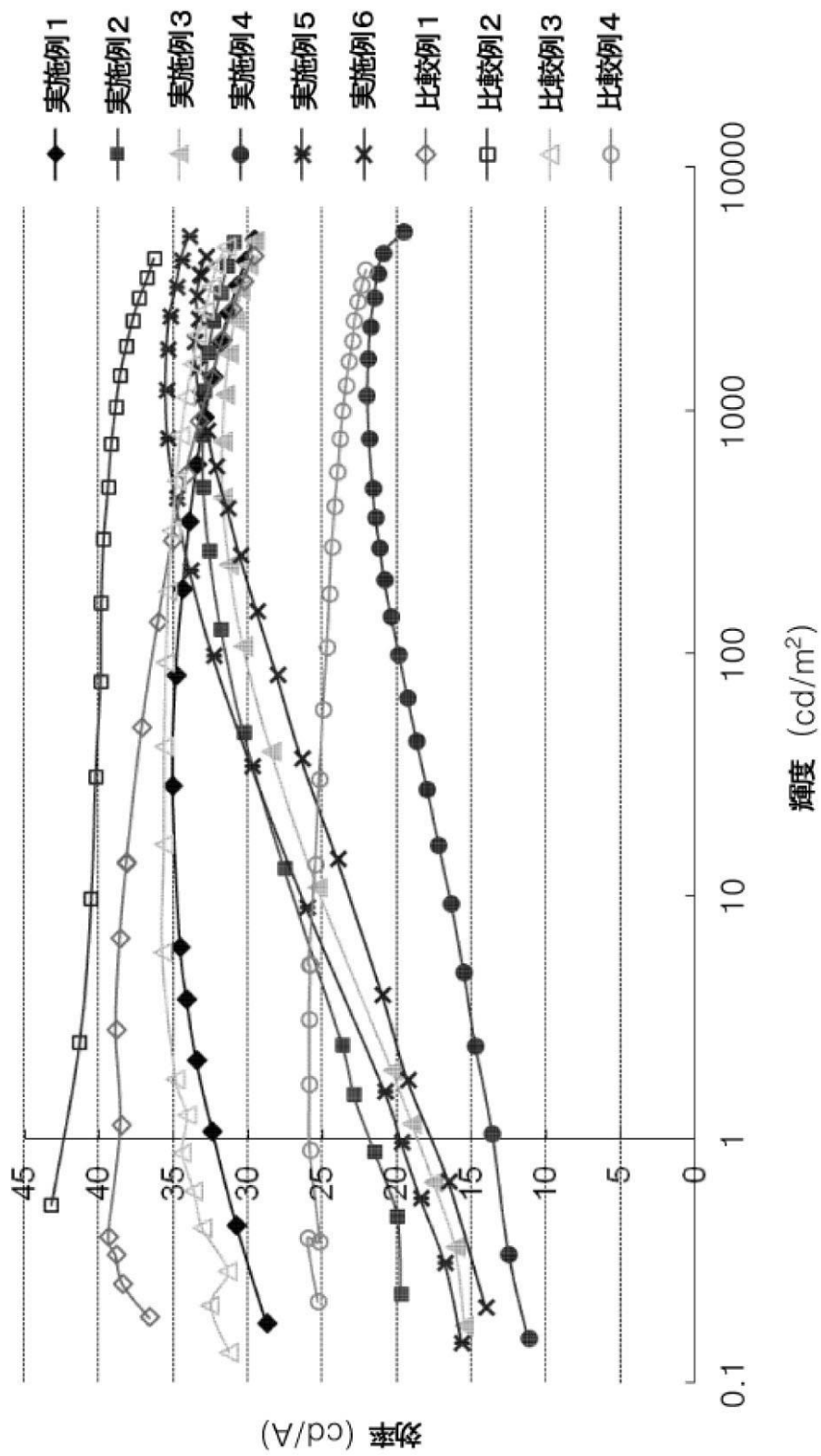
【図 5】



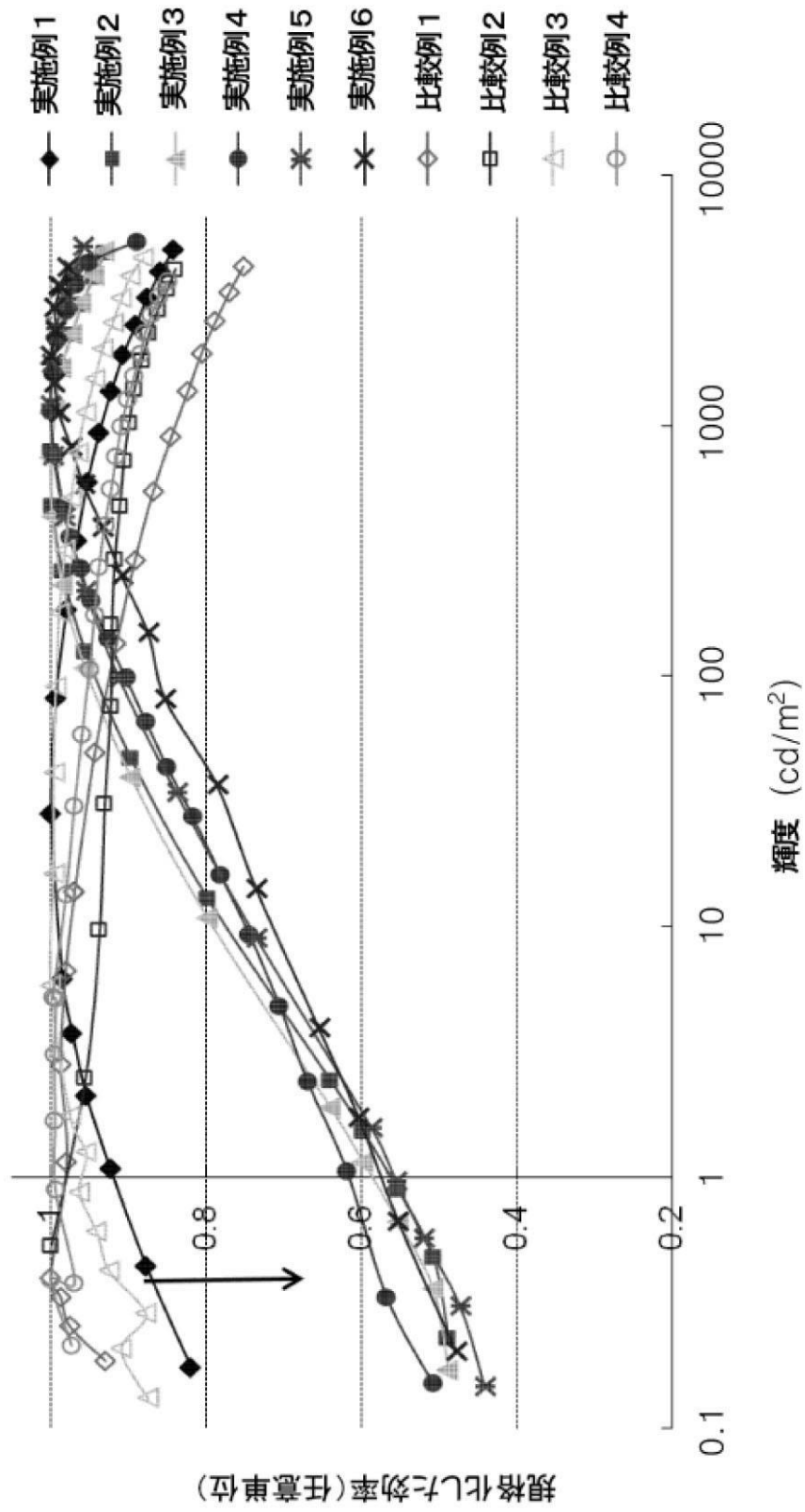
【図 6】



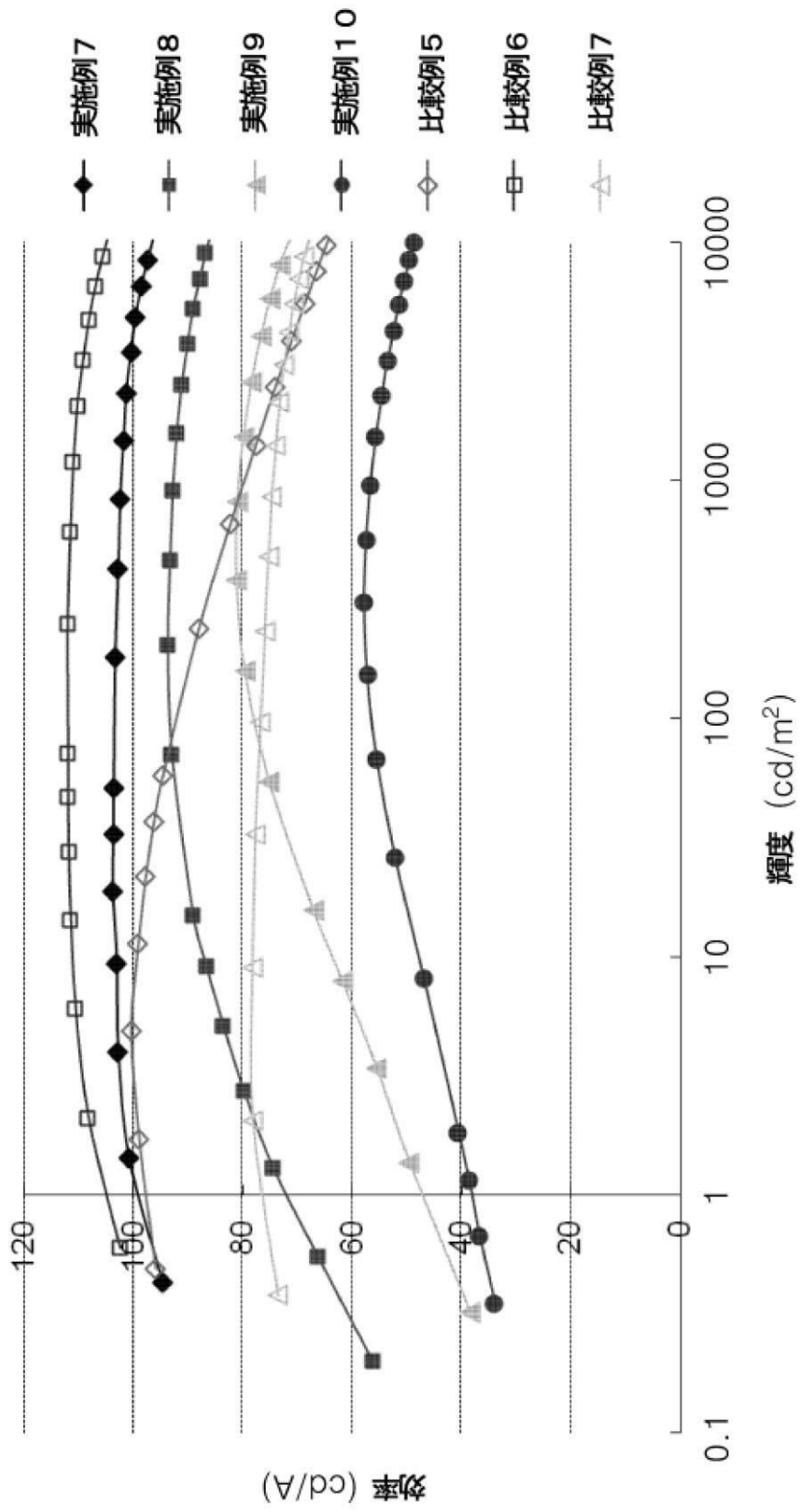
【図 7】



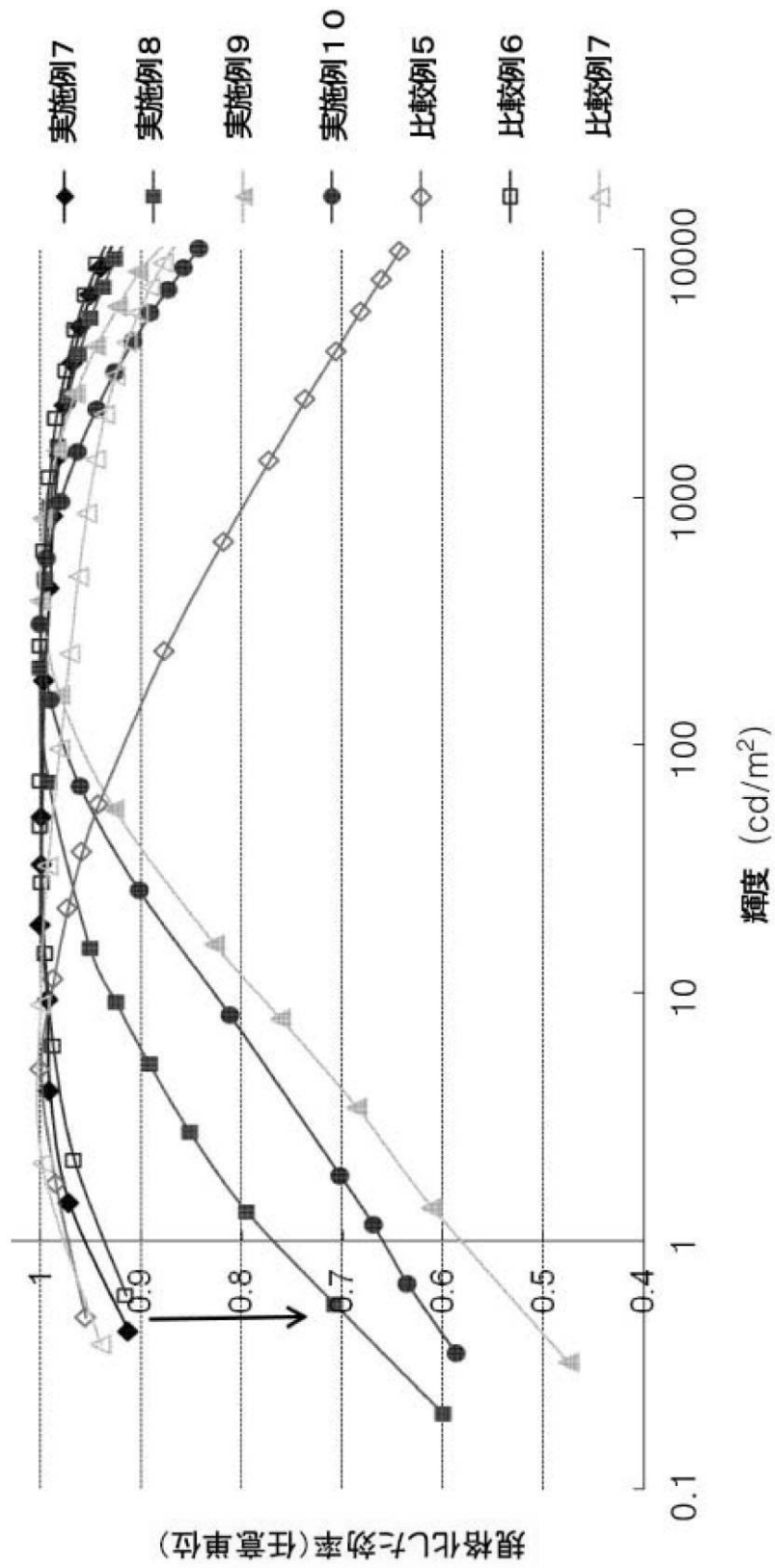
【 図 8 】



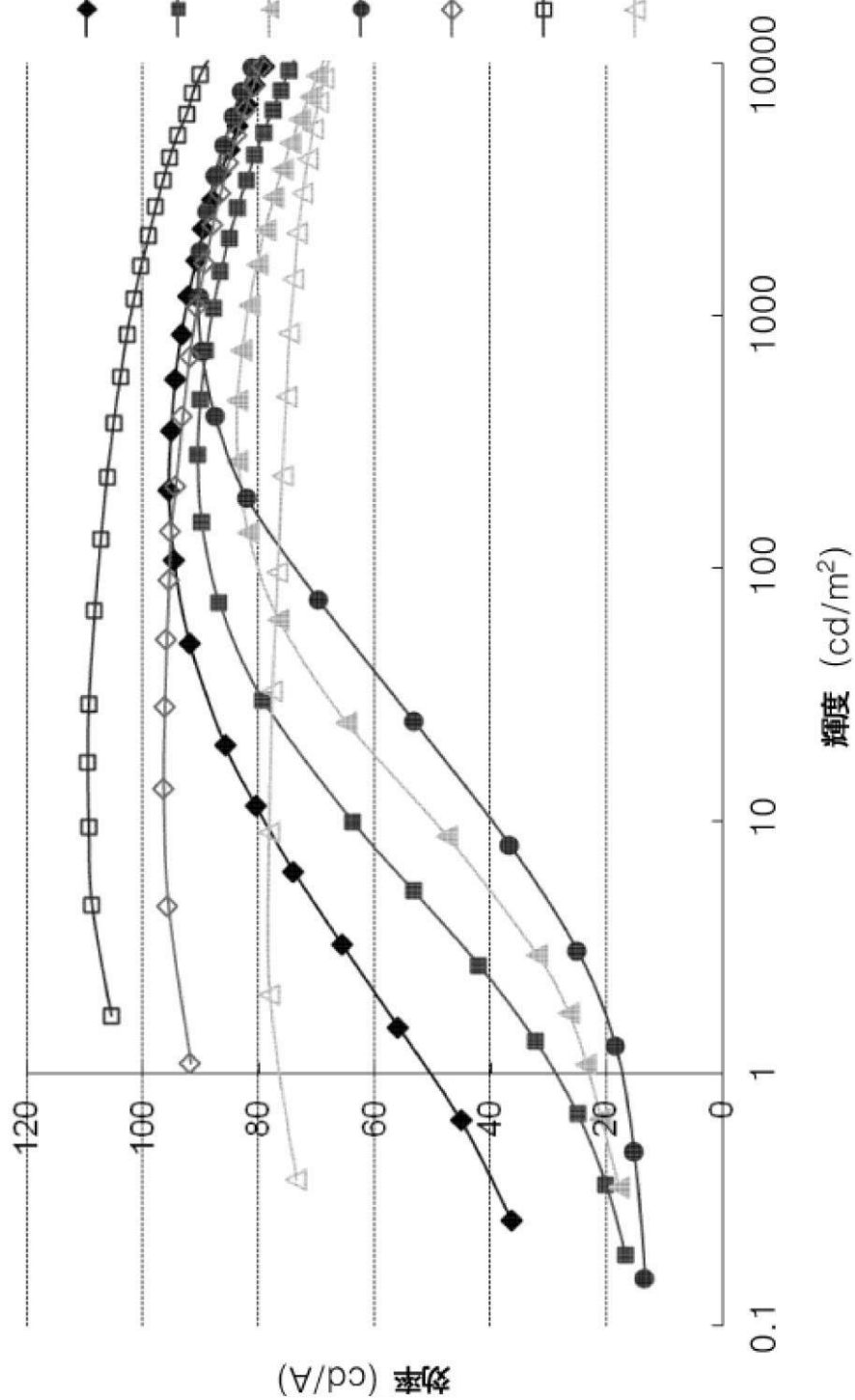
【図 9】



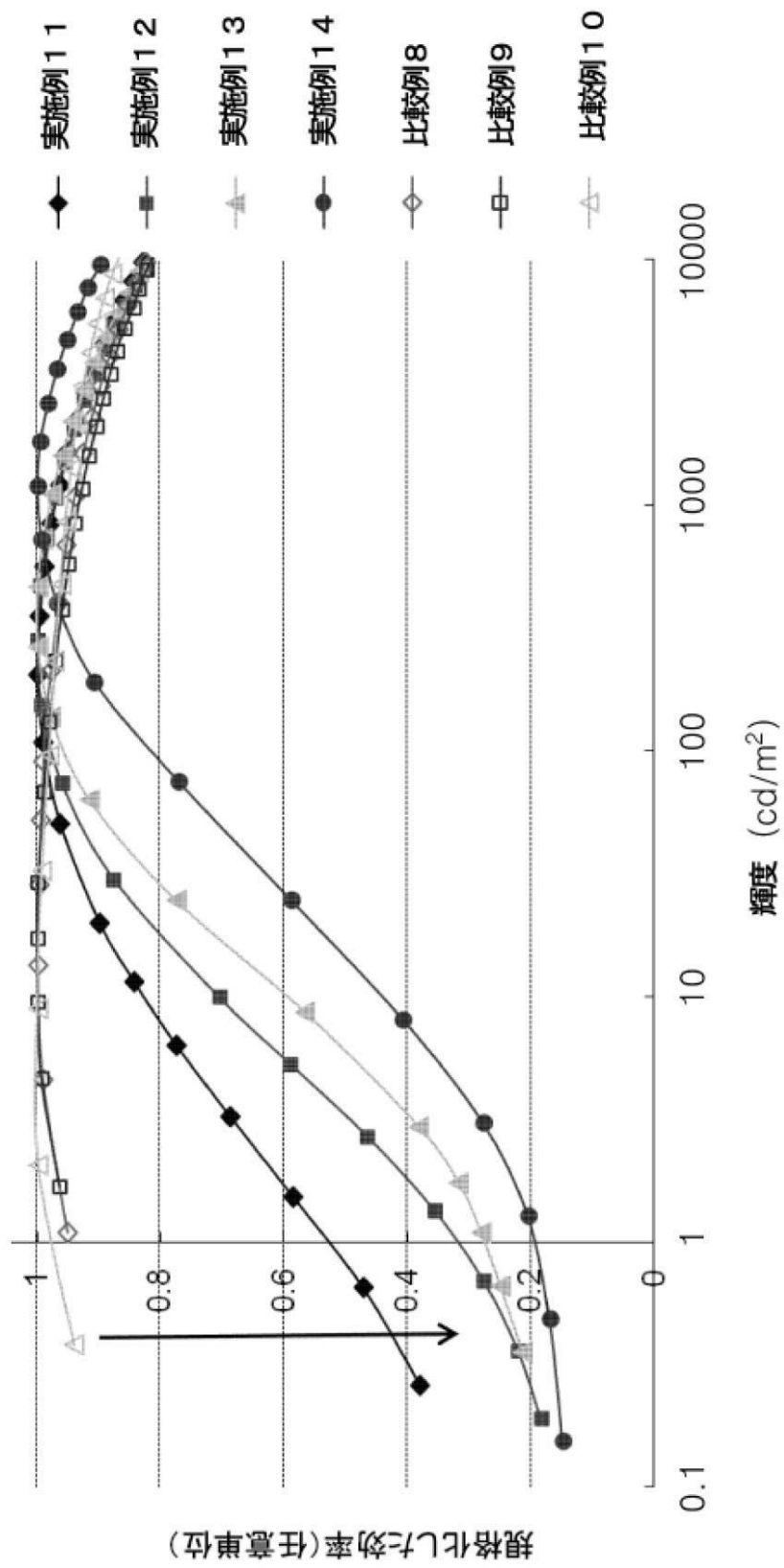
【図 10】



實施例 1 1
實施例 1 2
實施例 1 3
實施例 1 4
比較例 8
比較例 9
比較例 1 0



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 李 寛 熙
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路 9 5 三星ディスプレイ株式會社内
(72)発明者 秋 昌 雄
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路 9 5 三星ディスプレイ株式會社内
(72)発明者 李 們 在
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路 9 5 三星ディスプレイ株式會社内
(72)発明者 郭 在 見
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路 9 5 三星ディスプレイ株式會社内
(72)発明者 朴 永 浩
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路 9 5 三星ディスプレイ株式會社内
(72)発明者 徐 智 賢
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路 9 5 三星ディスプレイ株式會社内
F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 DD53 DD67 DD68 DD69 DD71 DD75 DD78
DD80 DD84 DD86 EE03 FF14 FF15 FF19

专利名称(译)	具有改善的效率特性的有机发光装置和具有该有机发光装置的有机发光显示装置		
公开(公告)号	JP2013168649A	公开(公告)日	2013-08-29
申请号	JP2013023846	申请日	2013-02-08
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器的股票会社		
[标]发明人	趙桓熙 李寬熙 秋昌雄 李們在 郭在見 朴永浩 徐智賢		
发明人	趙 桓 熙 李 寬 熙 秋 昌 雄 李 們 在 郭 在 見 朴 永 浩 徐 智 賢		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/0058 H01L51/0059 H01L51/0061 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/0073 H01L51/0085 H01L51/50 H01L51/5004 H01L51/5016 H01L51/5072 H01L51/5076 H01L51/5096 H01L2251/5384 H01L2251/552 H01L51/5024		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/14.A H05B33/22.D G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/DD53 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/DD71 3K107/DD75 3K107/DD78 3K107/DD80 3K107/DD84 3K107/DD86 3K107/EE03 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/FF19 5C094/AA07 5C094/AA08 5C094/BA27 5C094/DA13 5C094/DB04 5C094/FA02 5C094/FB01 5C094/FB14 5C094/JA08 5C094/JA20		
优先权	1020120014825 2012-02-14 KR		
其他公开文献	JP6355889B2 JP2013168649A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了具有改善的效率特性的有机发光器件和包括该有机发光器件的有机发光显示装置。第一电极，面对第一电极的第二电极，设置在第一电极和第二电极之间的磷光发光层以及磷光发光层和第二电极 在两者之间设置有电子传输层，在磷光发光层与电子传输层之间设置有电子控制层，磷光发射层包含主体材料和掺杂剂材料，电子控制层包含电子控制材料，主体材料的最高占据分子轨道（HOMO）能级（ E_H^h ），主体材料的最低未占据分子轨道（LUMO）能级（ E_L^h ），电子控制物质的最高占据分子轨道 电子控制物质的能级（ E_H^c ）和最低未占轨道能级（ E_L^c ）为 $|E_H^h - E_H^c| \leq 0.3\text{eV}$ 和 $|E_L^h - E_L^c| \leq 0.5\text{eV}$ ，有机发光器件，其中电子控制层的厚度为50Å至450Å。[选型图]图1

