

(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2013-258022

(P2013-258022A)

(43) 公開日 平成25年12月26日(2013.12.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 C	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06 690	
	C09K 11/06 660	
	C09K 11/06 620	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 63 頁) 最終頁に続く		

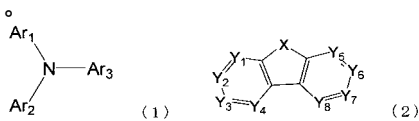
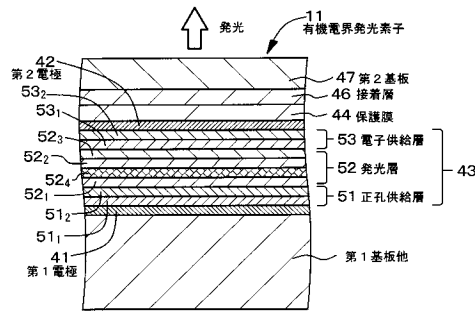
(21) 出願番号	特願2012-132885 (P2012-132885)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成24年6月12日(2012.6.12)	(71) 出願人	000183646 出光興産株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
		(74) 代理人	100086759 弁理士 渡辺 喜平
		(74) 代理人	100112977 弁理士 田中 有子
		(74) 代理人	100141944 弁理士 佐藤 猛
		(72) 発明者	中村 雅人 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子及び表示装置

(57) 【要約】

【課題】良好な発光バランスを得ながら、輝度劣化、短寿命化を抑制しつつ、中間層の膜厚マージンが大きく、量産性の高い、白色発光の有機電界発光素子を提供する。

【解決手段】有機電界発光素子は、陽極41と陰極42との間に、異なる色を発光する複数の発光層が積層されて成る有機層積層構造体43を備えており、発光層と発光層との間に、下記式(1)、及び、Ar¹、Ar²、Ar³の少なくとも1つは下記式(2)で表される基である化合物を含有する中間層を少なくとも1層、有する。



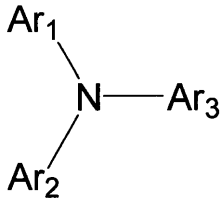
【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と陰極との間に、異なる色を発光する複数の発光層を積層して含む有機層積層構造体を備えており、発光層と発光層との間に、下記式(1)で表される化合物を含有する中間層を少なくとも1層有する、有機電界発光素子。

【化 4 6】

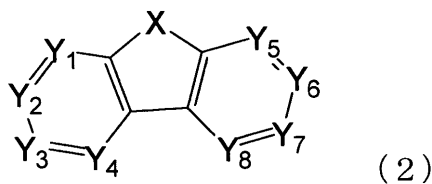


10

(式(1)中、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^3$ はそれぞれ、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～50の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基であり、 Ar^1 と Ar^2 、 Ar^1 と Ar^3 、及び Ar^2 と Ar^3 のいずれか1組が結合して、式(1)中の窒素原子を含む、置換又は無置換の含窒素複素環を形成する場合がある。

但し、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^3$ の少なくとも1つは、下記式(2)で表される複素環基である。

【化 4 7】



20

(式(2)中、 X は酸素原子又は硫黄原子であり、 $\text{Y}_1 \sim \text{Y}_8$ は炭素原子であり、

$\text{Y}_1 \sim \text{Y}_8$ のうち1つは、下記 L_1 と結合する炭素原子であり、他の7つはそれぞれ、下記 R と結合する炭素原子であるか、又は、隣り合う炭素原子を含む置換若しくは無置換の環を形成する。

L_1 は、式(1)中の窒素原子に結合する連結基であり、単結合、又は置換若しくは無置換の環形成炭素数6～50の芳香族炭化水素基である。

30

R は、水素原子、置換若しくは無置換の炭素数1～10のアルキル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数3～10のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3～10のトリアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数18～30のトリアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数8～15のアルキルアリールシリル基(但し、アリール部分の環形成炭素数は6～14)、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～16の芳香族炭化水素基、置換アミノ基、置換アミノ基を有する基、ハロゲン原子、又はシアノ基である。)

【請求項 2】

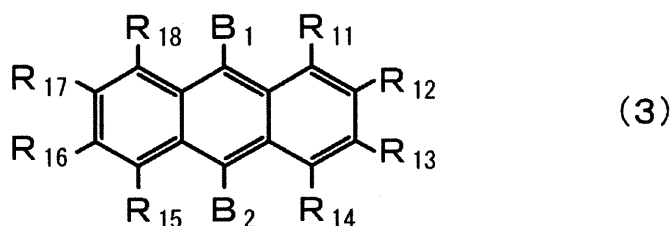
前記複数の発光層のうち、少なくとも1層の発光層は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む請求項1に記載の有機電界発光素子。

40

【請求項 3】

前記アントラセン誘導体は、下記式(3)で表わされる化合物である請求項2に記載の有機電界発光素子。

【化 4 8】



50

(式(3)中、 B_1 及び B_2 は、それぞれ、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~20の芳香族炭化水素基であり、

R_{11} ~ R_{18} は、それぞれ水素原子、フッ素原子、置換若しくは無置換の炭素数1~10のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3~10のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3~30のアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数8~30のアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数1~20のアルコキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~20のアリールオキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基である。)

【請求項4】

前記ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む発光層以外の残りの発光層の少なくとも1層の発光層は、ホスト材料として、少なくともイオン化ポテンシャルが5.6 eV未満である化合物Aを含む、請求項2に記載の有機電界発光素子。

【請求項5】

前記化合物Aは、母骨格が環員数4~7の多環式芳香族炭化水素化合物である請求項4に記載の有機電界発光素子。

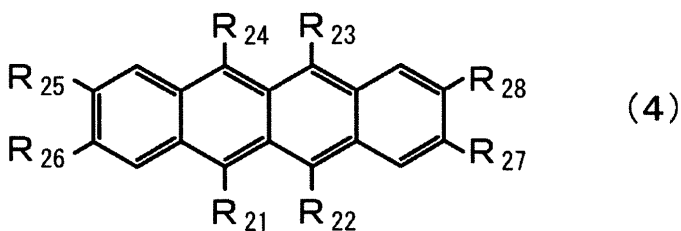
【請求項6】

前記多環式芳香族炭化水素化合物の母骨格は、ピレン、ベンゾピレン、クリセン、ナフタセン、ベンゾナフタセン、ジベンゾナフタセン、ペリレン、又は、コロネンである請求項5に記載の有機電界発光素子。

【請求項7】

前記化合物Aは、下記式(4)で表わされる化合物である請求項4に記載の有機電界発光素子。

【化49】



(式(4)中、 R_{21} ~ R_{28} は、それぞれ、それぞれ水素原子、フッ素原子、置換若しくは無置換の炭素数1~10のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3~10のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3~30のアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数8~30のアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数1~20のアルコキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~20のアリールオキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基である。)

【請求項8】

前記化合物Aを含む発光層は、ドーパント材料として、ペリレン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、ピロメテン錯体、ピラン誘導体、又は、スチリル誘導体を含む請求項4に記載の有機電界発光素子。

【請求項9】

陽極と陰極との間に、陽極側から、第1発光層、中間層、第2発光層、及び、第3発光層がこの順に積層されており、

前記第1発光層は、ホスト材料として少なくとも前記化合物Aを含み、

前記第2発光層及び第3発光層は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む、請求項4に記載の有機電界発光素子。

【請求項10】

前記ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む発光層以外の残りの発光層の少なくとも

10

20

30

40

50

も1層の発光層は、ホスト材料として、少なくとも燐光発光材料を含む請求項2に記載の有機電界発光素子。

【請求項11】

前記燐光発光材料は、カルバゾール誘導体又はキノリン錯体誘導体である請求項10に記載の有機電界発光素子。

【請求項12】

陽極と陰極との間に、陽極側から、第1発光層、中間層、及び、第2発光層が積層されており、

前記第1発光層は、ホスト材料として少なくとも燐光発光材料を含み、

前記第2発光層は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む、請求項10に記載の有機電界発光素子。

10

【請求項13】

前記陽極と接する有機層積層構造体の部分は、正孔供給層からなり、陰極と接する有機層積層構造体の部分は、電子供給層からなる請求項1に記載の有機電界発光素子。

【請求項14】

複数の発光層から放射される光の重ね合わせにより白色光を放射する請求項1に記載の有機電界発光素子。

【請求項15】

2次元マトリクス状に配列された、請求項1～14のいずれかに記載の有機電界発光素子を備えている表示装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス(EL; Electro Luminescence)現象を利用して発光する有機電界発光素子、及び、この有機電界発光素子を備えた表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

白色発光の有機電界発光素子が、照明や、カラーフィルタを備えたフルカラー表示装置等に使用されている。白色発光の有機電界発光素子を使用した表示装置は、赤色有機電界発光素子、緑色有機電界発光素子及び青色有機電界発光素子を別々に作製して得られる表示装置と比較して製造が容易であるため、積極的に開発が行われている。

30

【0003】

白色発光の有機電界発光素子を製造する方法として、異なる発光色を有する複数の発光層を積層し、発光層のそれぞれの発光の重ね合わせにより白色を得る方式がある。本方式においては、発光層と発光層との間に中間層を形成することで、電子や正孔がブロックされて発光が1つの発光層に偏ることを防ぎ、それぞれの発光層からバランス良く発光させることができる。

【0004】

例えば、特許文献1には、陽極側から、赤色発光層、緑色発光層、青色発光層を積層し、緑色発光層と青色発光層の間に - NPD からなる中間層を形成した有機電界発光素子が開示されている。上記中間層を形成したことにより、各発光層をバランス良く発光させている。

40

しかしながら、 - NPD は正孔輸送材料であるため、これを中間層に用いた場合、電子をブロックして高効率な発光が得られるものの、ブロック性が強すぎるために、中間層の陰極側に位置する発光層と中間層との界面において電子が溜まり易く、中間層の陰極側に位置する発光層が劣化し易く、有機電界発光素子の短寿命化を引き起こすといった問題がある。

また、強力で電子をブロックするため、中間層の膜厚を3nmといった非常に薄い膜厚にしなければ、中間層の陽極側に位置する発光層まで電子を分配することができない。そ

50

のため、膜厚制御が極めて難しく、量産上での問題となっている。

また、中間層の膜厚変化に対して、各発光層の発光バランスが敏感であるため、中間層の膜厚マージンが非常に小さくなり、数オングストロームのレベルでの膜厚制御が必要とされ、量産性に乏しいという問題もある。

【0005】

一方、中間層に電子輸送性材料を用いた場合、正孔輸送能力が乏しいため、中間層より陰極側の発光層からの発光が乏しく、発光効率が低下する懸念がある。バランスのとれた白色発光を得るには中間層を数オングストロームのレベルで制御せねばならず、量産性に乏しい。電荷ブロック性を緩和するために、エネルギーギャップの小さい材料を中間層に用いた場合、隣接する発光層における励起子エネルギーを閉じ込めることができず、発光効率の低下を招く。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-100921号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、高効率であり、長寿命な有機電界発光素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

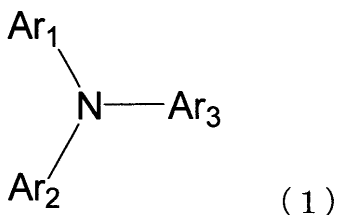
本発明者らは、2層以上の発光層を積層した有機電界発光素子において、発光層間に形成する中間層として、特定の芳香族アミン誘導体を用いることにより、中間層の陰極側と陽極側の両方にバランス良く電荷を供給でき、また、中間層を厚膜化しても駆動電圧が高くないことを見出し、本発明を完成させた。

【0009】

本発明よれば、以下の有機電界発光素子等が提供される。

1. 陽極と陰極との間に、異なる色を発光する複数の発光層を積層して含む有機層積層構造体を備えており、発光層と発光層との間に、下記式(1)で表される化合物を含有する中間層を少なくとも1層有する、有機電界発光素子。

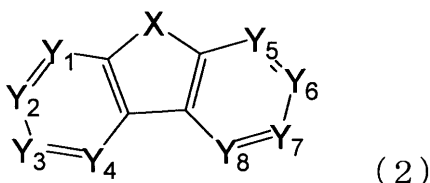
【化1】



(式(1)中、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^3$ はそれぞれ、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~50の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基であり、 Ar^1 と Ar^2 、 Ar^1 と Ar^3 、及び Ar^2 と Ar^3 のいずれか1組が結合して、式(1)中の窒素原子を含む、置換又は無置換の含窒素複素環を形成する場合がある。

但し、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^3$ の少なくとも1つは、下記式(2)で表される複素環基である。

【化2】



(式(2)中、 X は酸素原子又は硫黄原子であり、 $\text{Y}_1 \sim \text{Y}_8$ は炭素原子であり、

10

20

30

40

50

$Y_1 \sim Y_8$ のうち1つは、下記 L_1 と結合する炭素原子であり、他の7つはそれぞれ、下記Rと結合する炭素原子であるか、又は、隣り合う炭素原子を含む置換若しくは無置換の環を形成する。

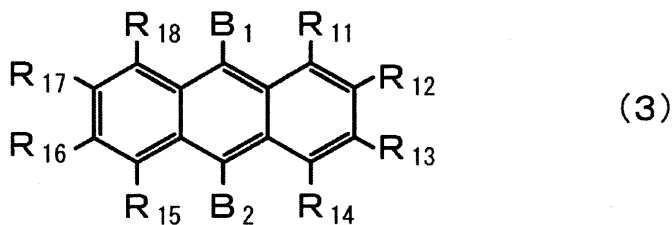
L_1 は、式(1)中の窒素原子に結合する連結基であり、単結合、又は置換若しくは無置換の環形成炭素数6~50の芳香族炭化水素基である。

Rは、水素原子、置換若しくは無置換の炭素数1~10のアルキル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数3~10のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3~10のトリアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数18~30のトリアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数8~15のアルキルアリールシリル基(但し、アリール部分の環形成炭素数は6~14)、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~16の芳香族炭化水素基、置換アミノ基、置換アミノ基を有する基、ハロゲン原子、又はシアノ基である。) 10

2. 前記複数の発光層のうち、少なくとも1層の発光層は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む1に記載の有機電界発光素子。

3. 前記アントラセン誘導体は、下記式(3)で表わされる化合物である2に記載の有機電界発光素子。

【化3】



(式(3)中、 B_1 及び B_2 は、それぞれ、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~20の芳香族炭化水素基であり、

$R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ水素原子、フッ素原子、置換若しくは無置換の炭素数1~10のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3~10のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3~30のアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数8~30のアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数1~20のアルコキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~20のアリールオキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基である。) 30

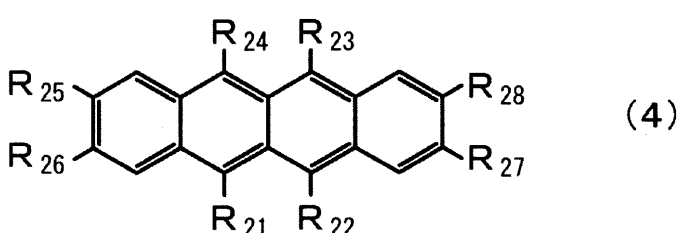
4. 前記ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む発光層以外の残りの発光層の少なくとも1層の発光層は、ホスト材料として、少なくともイオン化ポテンシャルが5.6 eV未満である化合物Aを含む、2に記載の有機電界発光素子。

5. 前記化合物Aは、母骨格が環員数4~7の多環式芳香族炭化水素化合物である4に記載の有機電界発光素子。

6. 前記多環式芳香族炭化水素化合物の母骨格は、ピレン、ベンゾピレン、クリセン、ナフタセン、ベンゾナフタセン、ジベンゾナフタセン、ペリレン、又は、コロネンである5に記載の有機電界発光素子。 40

7. 前記化合物Aは、下記式(4)で表わされる化合物である4に記載の有機電界発光素子。

【化4】



(式(4)中、 $R_{21} \sim R_{28}$ は、それぞれ、それぞれ水素原子、フッ素原子、置換若し 50

くは無置換の炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数 3 ~ 10 のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数 3 ~ 30 のアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数 8 ~ 30 のアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 20 のアリールオキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。))

8. 前記化合物 A を含む発光層は、ドーパント材料として、ペリレン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、ピロメテン錯体、ピラン誘導体、又は、スチリル誘導体を含む 4 に記載の有機電界発光素子。

9. 陽極と陰極との間に、陽極側から、第 1 発光層、中間層、第 2 発光層、及び、第 3 発光層がこの順に積層されており、

前記第 1 発光層は、ホスト材料として少なくとも前記化合物 A を含み、

前記第 2 発光層及び第 3 発光層は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む、4 に記載の有機電界発光素子。

10. 前記ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む発光層以外の残りの発光層の少なくとも 1 層の発光層は、ホスト材料として、少なくとも燐光発光材料を含む 2 に記載の有機電界発光素子。

11. 前記燐光発光材料は、カルバゾール誘導体又はキノリン錯体誘導体である 10 に記載の有機電界発光素子。

12. 陽極と陰極との間に、陽極側から、第 1 発光層、中間層、及び、第 2 発光層が積層されており、

前記第 1 発光層は、ホスト材料として少なくとも燐光発光材料を含み、

前記第 2 発光層は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む、10 に記載の有機電界発光素子。

13. 前記陽極と接する有機層積層構造体の部分は、正孔供給層からなり、陰極と接する有機層積層構造体の部分は、電子供給層からなる 1 に記載の有機電界発光素子。

14. 複数の発光層から放射される光の重ね合わせにより白色光を放射する 1 に記載の有機電界発光素子。

15. 2 次元マトリクス状に配列された、1 ~ 14 のいずれかに記載の有機電界発光素子を備えている表示装置。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、高効率であり、長寿命な有機電界発光素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】本発明の一実施形態の有機電界発光素子の模式的な一部断面図である。

【図 2】本発明の一実施形態の表示装置における画像表示部の断面構成の一部を示す模式的な一部断面図である。

【図 3】本発明の一実施形態の表示装置の概念図である。

【図 4】本発明の一実施形態の表示装置における画素駆動回路の概念図である。

【図 5】本発明の他の実施形態の有機電界発光素子の模式的な一部断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に、異なる色を発光する複数 (2 層以上) の発光層を含む有機層積層構造体を有する。そして、発光層と発光層との間に、下記式 (1) で表される化合物を含有する中間層を少なくとも 1 層有することを特徴とする。

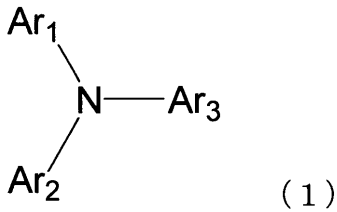
10

20

30

40

【化5】



【0013】

式(1)において、 $\text{Ar}_1 \sim \text{Ar}_3$ はそれぞれ、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～50の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。但し、 Ar_1 と Ar_2 、 Ar_1 と Ar_3 、及び Ar_2 と Ar_3 のいずれか1組が結合して、式(1)中の窒素原子を含む、置換又は無置換の含窒素複素環を形成する場合がある。

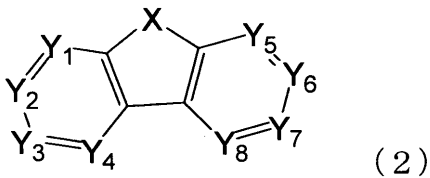
10

含窒素複素環の例としては、カルバゾール環等が挙げられる。

【0014】

本発明において、式(1)の $\text{Ar}_1 \sim \text{Ar}_3$ の少なくとも1つは、下記式(2)で表される複素環基である。即ち、式(1)の化合物は、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフェン環を1つ以上有する。

【化6】



20

【0015】

式(2)中、 X は酸素原子又は硫黄原子である。

$Y_1 \sim Y_8$ は炭素原子であり、 $Y_1 \sim Y_8$ のうち1つは、 L_1 と結合する炭素原子である。 L_1 は、式(1)中の窒素原子に結合する連結基であり、単結合、又は置換若しくは無置換の環形成炭素数6～50の芳香族炭化水素基である。

【0016】

30

L_1 と結合する炭素原子以外の $Y_1 \sim Y_8$ の7つは、それぞれ、下記 R と結合する炭素原子であるか、又は、隣り合う炭素原子を含む置換若しくは無置換の環を形成する。

R は、水素原子、置換若しくは無置換の炭素数1～10のアルキル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数3～10のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3～10のトリアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数18～30のトリアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数8～15のアルキルアリールシリル基(但し、アリール部分の環形成炭素数は6～14)、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～16のアリール基、置換アミノ基、置換アミノ基を有する基、ハロゲン原子、又はシアノ基である。

隣り合う炭素原子を含む環としては、ベンゼン環等が挙げられる。

40

【0017】

本発明の中間層には、陰極側発光層と中間層との界面で電子をブロックし、陰極側発光層での発光効率の向上を図ると共に、陽極側発光層への電子の移動を十分に行うことにより、陽極側発光層での発光効率の向上を図り、しかも、陰極側発光層と中間層との界面における陰極側発光層の劣化を防ぐことが望まれる。

このような中間層を構成する材料に求められる特性として、正孔輸送性を有し、かつ、十分なエネルギーギャップを有し、陰極側発光層に対して電子をブロックするのに十分なLUMO準位を有し、且つ、発光層の発光エネルギーを閉じ込めるのに十分なエネルギーギャップを有し、加えて、正孔輸送性を有しつつも適切な電子の輸送能力も併せ持つといった特性を挙げることができる。

50

【0018】

式(1)の化合物は、ジベンゾフラン構造又はジベンゾチオフエン構造を有するアミン化合物である。この化合物は、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフエンを有するため、エネルギーギャップが大きく、励起子エネルギーの閉じ込めに適している。即ち、式(1)のようなジベンゾフラン又はジベンゾチオフエンを有するアミン化合物を中間層として用いると、励起子エネルギーを閉じ込めることで、高い発光効率を得られ、正孔の輸送と電子の輸送をバランス良く行うことができ、2つ以上の発光層の発光をバランス良く得ることができる。また、電子密度が高いため、電子の輸送を促進する効果がある。

【0019】

一方で、式(1)の化合物はアミン化合物であるため、正孔輸送性を有している。即ち、式(1)で表される化合物からなる中間層は、電子のブロックと移動の両方の機能をバランス良く備えているため、中間層に対して陰極側に位置する発光層(「陰極側発光層」と呼ぶ)と中間層との界面で電子をブロックしつつ、中間層に対して陽極側に位置する発光層(「陽極側発光層」と呼ぶ)への電子の移動も十分に行われる。そのため、中間層と陰極側発光層との界面において電子が溜まることなく、発光層の劣化が生じ難く、長寿命な有機電界発光素子を実現することができる。

また、陽極側発光層への電子の分配も十分に行われるため、中間層の膜厚を厚く設定することができ、さらには、中間層の膜厚変動に対する各色の発光バランスの変化も小さいことから、中間層の膜厚マージンを大きく取れ、量産性の高い有機電界発光素子を実現することができる。また、最適な発光層のキャリア輸送性との組み合わせにより、全ての発光層がバランス良く発光する有機電界発光素子を実現することができる。

尚、本発明では発光層と発光層との間に、下記式(1)で表される化合物を含有する中間層を少なくとも1層有するが、これは、例えば、発光層が3層である場合、2つある発光層-発光層間のうち、少なくとも一方に中間層があればよいという意味である。

また、発光層がそれぞれ異なる色を発光するとは、発光のピーク波長が異なることを意味する。

【0020】

以下、上述した本発明で使用する式(1)の化合物の各基の例について説明する。

尚、本願において「環形成炭素」とは飽和環、不飽和環、又は芳香環を構成する炭素原子を意味し、「環形成原子」とはヘテロ環(飽和環、不飽和環、及び芳香環を含む)を構成する炭素原子及びヘテロ原子を意味する。

また、本願において水素原子には、軽水素、重水素、三重水素が含まれる。

【0021】

環形成炭素数6~50の芳香族炭化水素基は、好ましくは環形成炭素数6~20であり、より好ましくは環形成炭素数6~16であり、特に好ましくは環形成炭素数6~12である。

1価の芳香族炭化水素基(アリール基)の具体例としては、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ピレニル基、クリセニル基、ベンゾアントリル基、ベンゾ[c]フェナントリル基、ベンゾ[g]クリセニル基、トリフェニレニル基、フルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ジベンゾフルオレニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、フルオラントニル基等が挙げられ、好ましくはフェニル基、ピフェニル基、ナフチル基である。

置換基を有する芳香族炭化水素基としては、トリル基、キシリル基、9,9-ジメチルフルオレニル基等が好ましい。

【0022】

L₁が表す芳香族炭化水素基としては、上記の1価の芳香族炭化水素基の水素原子の1つを単結合とした2価の基が挙げられる。

Rが表す芳香族炭化水素基は、上記の芳香族炭化水素基のうち環形成炭素数が6~16のものである。

【0023】

環形成原子数5~30の複素環基は、好ましくは環形成原子数5~20であり、より好

10

20

30

40

50

ましくは環形成原子数 5 ~ 14 である。

1 価の芳香族複素環基（ヘテロアリール基）の具体例としては、ピロリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、ピリダジニル基、ピリジニル基、トリアジニル基、インドリル基、イソインドリル基、イミダゾリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾ[1, 2-a]ピリジニル基、フリル基、ベンゾフラニル基、イソベンゾフラニル基、ジベンゾフラニル基、アザジベンゾフラニル基、チオフェニル基、ベンゾチオフェニル基、ジベンゾチオフェニル基、アザジベンゾチオフェニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、ナフチリジニル基、カルバゾリル基、アザカルバゾリル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、フェノキサジニル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、フラザニル基、ベンズオキサゾリル基、チエニル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンズチアゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基等が挙げられ、好ましくは、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、カルバゾリル基である。

【0024】

炭素数 1 ~ 10 のアルキル基としては、直鎖状、及び分岐状のアルキル基がある。直鎖状及び分岐状のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基等が挙げられ、好ましくは、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基が挙げられ、さらに好ましくはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、t-ブチル基である。

【0025】

環形成炭素数 3 ~ 10 のシクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基、1-ノルボルニル基、2-ノルボルニル基等が挙げられる。好ましくはシクロペンチル基、シクロヘキシル基である。

【0026】

炭素数 3 ~ 10 のトリアルキルシリル基は、 $-Si(R^a)(R^b)(R^c)$ と表され、 (R^a) 、 (R^b) 及び (R^c) の例としては上述したアルキル基が挙げられる。具体的には、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、t-ブチルジメチルシリル基、ピニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基等が挙げられる。

【0027】

環形成炭素数 18 ~ 30 のトリアリールシリル基は、 $-Si(Ar^a)(Ar^b)(Ar^c)$ と表され、 (Ar^a) 、 (Ar^b) 及び (Ar^c) の例としては、上述したアリール基が挙げられる。具体的には、トリフェニルシリル基等が挙げられる。

【0028】

炭素数 8 ~ 15 のアルキルアリールシリル基（但し、アリール部分の環形成炭素数は 6 ~ 14）としては、ジアルキルアリールシリル基やアルキルジアリールシリル基がある。

ジアルキルアリールシリル基は、 $-Si(R^a)(R^b)(Ar^c)$ と表され、 (R^a) 及び (R^b) の例として上述したアルキル基が挙げられ、 (Ar^c) の例としては、上述した芳香族炭化水素基が挙げられる。具体的には、フェニルジメチルシリル基等が挙げられる。

【0029】

アルキルジアリールシリル基は、 $-Si(R^a)(Ar^b)(Ar^c)$ と表され、 (R^a) の例として上述したアルキル基が挙げられ、 (Ar^b) 及び (Ar^c) の例としては、上述したアリール基が挙げられる。具体的には、メチルジフェニルシリル基等が挙げられる。

【0030】

置換アミノ基は、 $-N(Ar^a)(Ar^b)$ と表され、 (Ar^b) 及び (Ar^c) の例としては、上述したアリール基又はヘテロアリール基が挙げられる。具体的には、ジフェ

10

20

30

40

50

ニルアミノ基、ジビフェニルアミノ基、ジベンゾフラニルビフェニルアミノ基等がある。
置換アミノ基を有する基としては、上記置換アミノ基が置換したアリール基が挙げられる。

【0031】

ハロゲン原子としては、F, Cl, Br, I等が挙げられる。

【0032】

式(1)で表される化合物の、各基の「置換若しくは無置換の・・・」の置換基としては、上記のアルキル基、シクロアルキル基、置換シリル基、芳香族炭化水素基、複素環基、ハロゲン原子や、その他にアルコキシ基、アラルキル基、シリル基、ヒドロキシル基、ニトロ基、シアノ基、カルボキシ基、アリールオキシ基、置換アミノ基等が挙げられる。

10

また、「置換若しくは無置換の・・・」の「無置換」とは、水素原子が結合していることを意味する。

【0033】

本発明において式(1)の化合物は、Ar¹~Ar³の1つ以上が置換アミノ基を有する基、又は置換若しくは無置換のカルバゾール基と結合することで、ジアミン化合物又はトリアミン化合物等を形成した化合物でもよい。

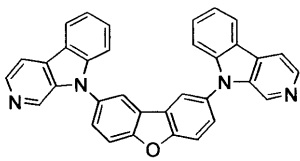
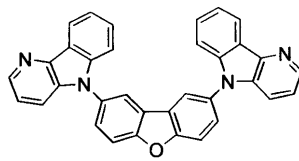
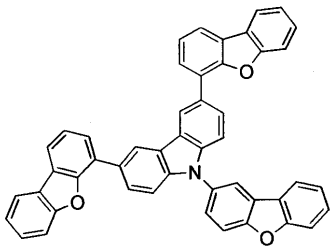
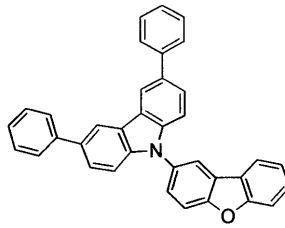
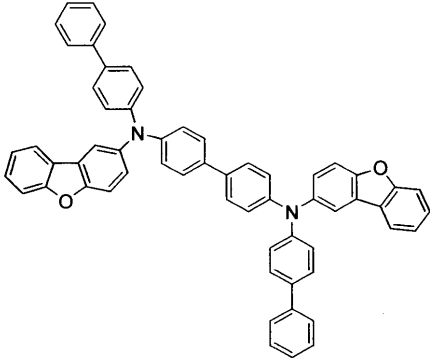
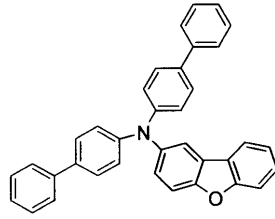
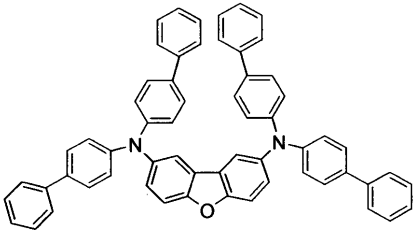
置換アミノ基を有する基としては、上述した置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基を有するアミノ基を有する基が挙げられる。具体的には、ジフェニルアミノ基、ジビフェニルアミノ基、ジベンゾフラニルビフェニルアミノ基、又はこれらの置換アミノ基が芳香族炭化水素基(ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、9,9-ジメチルフルオレニル基等)に結合した基が挙げられる。

20

【0034】

式(1)で表される化合物の具体例を以下に示す。

【化7】



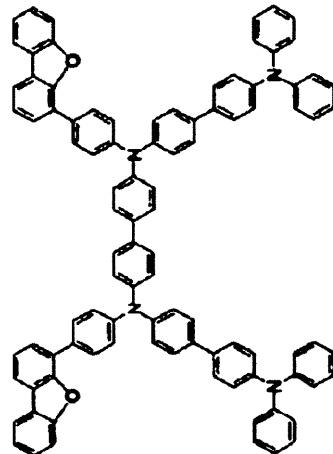
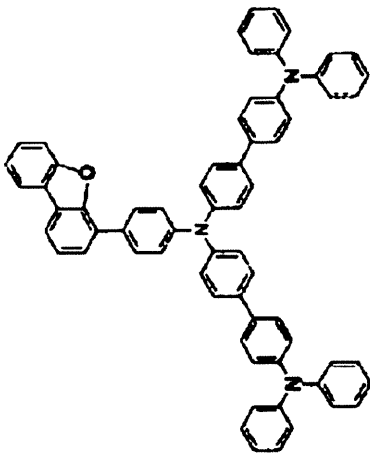
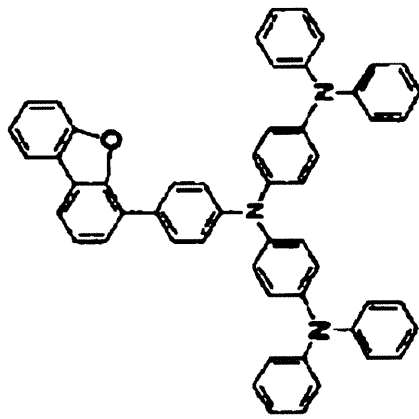
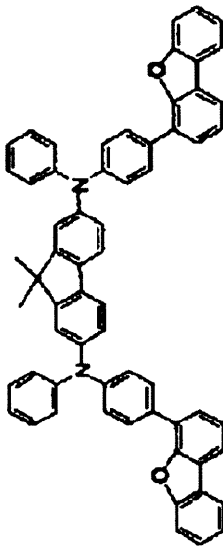
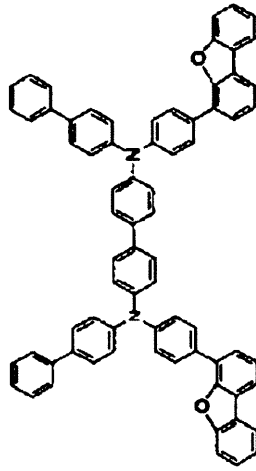
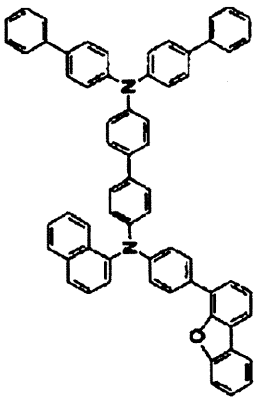
【0035】

10

20

30

【化 8】



【 0 0 3 6 】

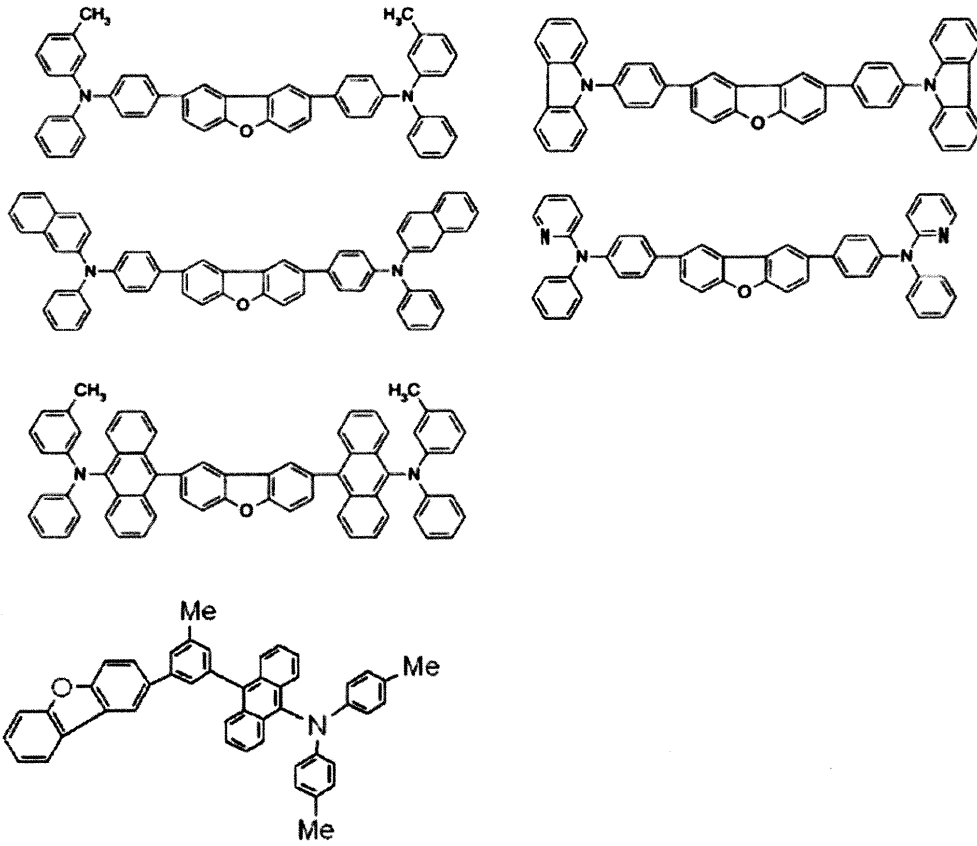
10

20

30

40

【化 9】

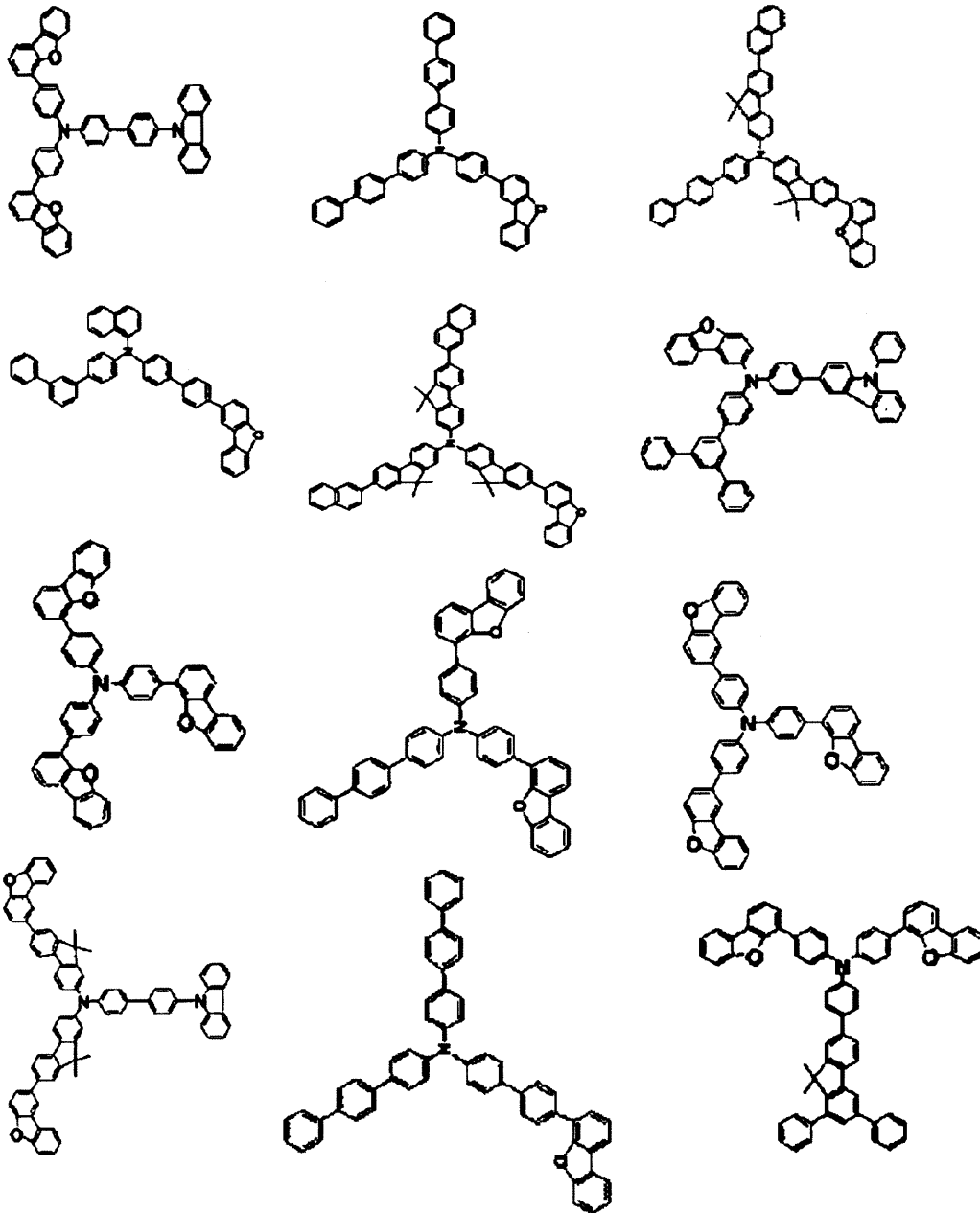


10

20

【 0 0 3 7 】

【化 1 0】



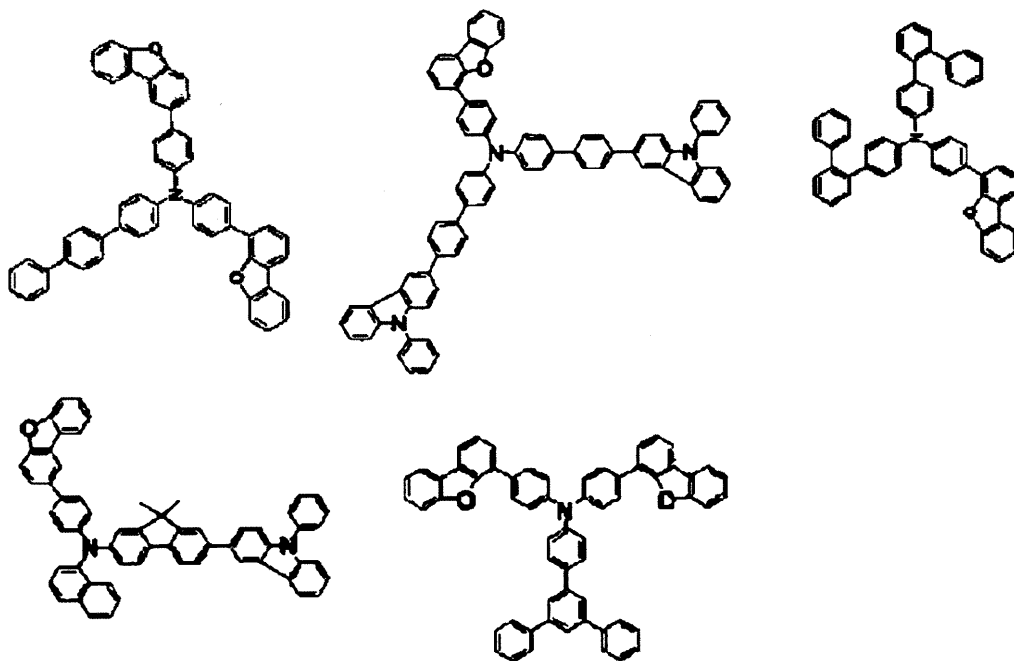
10

20

30

【 0 0 3 8 】

【化 1 1】

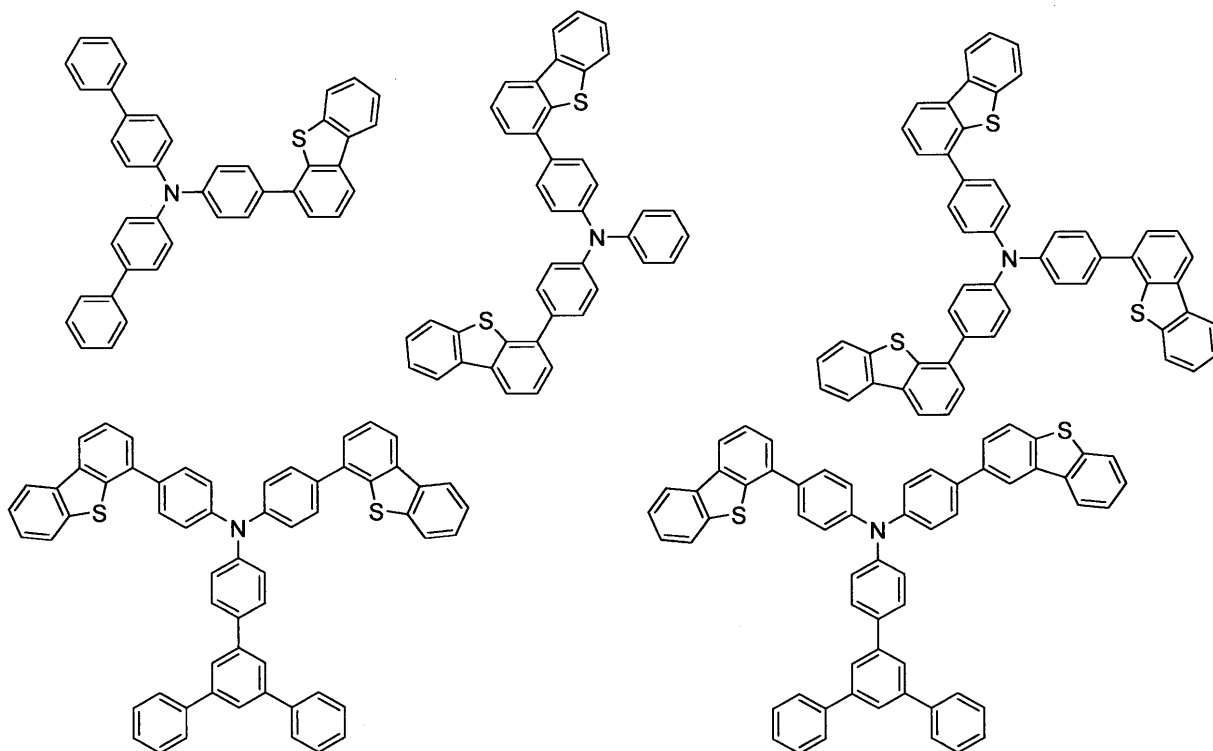


10

【 0 0 3 9】

20

【化 1 2】



30

40

【 0 0 4 0】

式(1)の化合物については、例えば、特開2006-151844、特開2008-021687、WO2007/125714及びWO2010-061824、特開2005-112765を参照することができる。

【 0 0 4 1】

中間層の厚さは、0.1nm~20nm、好ましくは5~10nmであることが望ましい。式(1)で表される化合物を中間層として用いることで、陰極側発光層と中間層との界面での電子をブロックしつつ、陽極側発光層への電子供給をバランス良く行えるため、中間層の厚さを従来より厚くすることができる。

50

中間層における式(1)で表される化合物の含有率は特に限定されるものではないが、好ましくは1~100重量%、より好ましくは80~100重量%、特に好ましくは、100重量%である。

中間層に使用できる他の化合物としては、後述する発光層のホスト材料や、正孔輸送領域又は電子輸送領域で使用される化合物が挙げられる。

【0042】

本発明の有機電界発光素子は、上述した式(1)の化合物を含有する中間層を有していればよく、陽極等、他の構成は本技術分野において公知の構成を採用できる。以下、各部材の一例及び本発明における好適例について説明する。

【0043】

[基板]

基板としては、素子の土台になる支持基板や素子を保護するために素子を覆うように形成する基板等がある。

基板として、高歪点ガラス基板、ソーダガラス($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)基板、硼珪酸ガラス($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$)基板、フォルステライト($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$)基板、鉛ガラス($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$)基板、表面に絶縁膜が形成された各種ガラス基板、石英基板、表面に絶縁膜が形成された石英基板、表面に絶縁膜が形成されたシリコン基板、ポリメチルメタクリレート(ポリメタクリル酸メチル, PMMA)やポリビニルアルコール(PVA)、ポリビニルフェノール(PVP)、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリイミド、ポリカーボネート(PC)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリブチレンナフタレート(PBN)に例示される有機ポリマー(高分子材料から構成された可撓性を有するプラスチック・フィルムやプラスチック・シート、プラスチック基板といった高分子材料の形態を有する)、金属箔を挙げることができる。尚、基板を有機ポリマーから構成する場合、透水性や透ガス性を抑えるために、積層構造とするか、あるいは又、表面処理を行うことが好ましい。

【0044】

[陽極]

陽極(アノード電極)は、効率良く正孔を注入するために、真空準位からの仕事関数が大きい電極材料を用いることが好ましい。具体的には、例えば、白金(Pt)、金(Au)、銀(Ag)、銀(Ag)合金、クロム(Cr)、タングステン(W)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、タンタル(Ta)といった仕事関数の高い金属あるいは合金(例えば、銀を主成分とし、0.3質量%~1質量%のパラジウム(Pd)と、0.3質量%~1質量%の銅(Cu)とを含むAg-Pd-Cu合金や、Al-Nd合金)、酸化スズ(SnO_2)とアンチモン(Sb)との合金、酸化亜鉛(ZnO)とアルミニウム(Al)との合金を挙げることができるし、あるいは、これらの金属や合金の酸化物等を単独又は混在した状態で用いることができる。

【0045】

また、陽極(アノード電極)は、光反射性に優れた第1層と、光透過性を有すると共に仕事関数の大きな第2層との積層構造とすることもできる。尚、第2層が有機層積層構造体側に位置する。第1層は、主にアルミニウム(Al)を主成分とする合金を用いることが好ましい。副成分として、主成分であるアルミニウムよりも相対的に仕事関数が小さい元素を用いることが好ましい。このような副成分として、ランタノイド系列の元素を挙げることができる。ランタノイド系列元素の仕事関数は大きくないが、これらの元素を含むことで陽極の安定性が向上し、且つ、陽極の正孔注入性も向上する。また、副成分として、ランタノイド系列の元素の他に、シリコン(Si)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、チタン(Ti)等の元素を用いてもよい。

【0046】

陽極の第1層を構成するAl合金層における副成分の含有量は、例えば、アルミニウムを安定化させるネオジム(Nd)やニッケル(Ni)、チタン(Ti)等である場合、合

10

20

30

40

50

計で約10質量%以下であることが好ましい。これにより、第1層であるアルミニウム合金層における反射率を維持しつつ、有機電界発光素子の製造プロセスにおいて、アルミニウム合金層を安定的に保つことができる。また、高い加工精度及び化学的安定性が得られる。さらに、陽極の導電性、及び、例えば第1基板との密着性も改善される。尚、ネオジウム(Nd)等の金属は仕事関数が小さいため、正孔供給層に一般的に用いられるアミン系材料を用いると、正孔注入障壁が大きくなってしまふ。このような場合には、アミン系材料に7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン(F4-TCNQ)等のアクセプタ材料を混合したり、ポリエチレンジオキシチオフェン-ポリスチレンスルホン酸(PEDOT- PSS)等のpドープ層を陽極の界面に形成することで、正孔注入障壁が低減され、駆動電圧の上昇を抑えることができる。その他、アザトリフェニレン誘導体を用いることで、駆動電圧の上昇を抑えつつ、有機電界発光素子を安定化することが可能となる。

10

【0047】

陽極の第2層は、Al合金の酸化物、モリブデン(Mo)の酸化物、ジルコニウム(Zr)の酸化物、クロム(Cr)の酸化物、タンタル(Ta)の酸化物から構成することができる。例えば、第2層を、副成分としてランタノイド系列の元素を含むアルミニウム合金の酸化物層(自然酸化膜を含む)から構成する場合、ランタノイド系列元素の酸化物は光の透過率が高いため、これを含む第2層の光の透過率が良好となる。そして、これによって、第1層の表面における反射率が高く維持される。また、第2層をITO(Indium Tin Oxide)やIZO(Indium Zinc Oxide)等の透明導電層から構成することにより、陽極の電子注入特性を改善することができる。あるいは又、ITO及びIZOは仕事関数が大きいため、例えば第1基板と接する側、即ち、第1層に用いることによりキャリアの注入効率を高めると共に、陽極と第1基板との間の密着性を向上させることができる。

20

【0048】

[陰極]

陰極(カソード電極)は、例えば、厚さが2nm~15nmであり、光透過性が良好で仕事関数が小さい材料から構成されている。陰極は単層でもよいし、2層構造としてもよい。陰極を2層構造とする場合、第2層を有機層積層構造体側に位置するとした場合、第1層は、仕事関数が小さく、且つ、光透過性の良好な材料から形成されることが好ましい。具体的には、第1層を構成する材料として、例えば、 Li_2O 、 Cs_2CO_3 、 Cs_2SO_4 、 MgF 、 LiF や CaF_2 等のアルカリ金属酸化物、アルカリ金属弗化物、アルカリ土類金属酸化物、アルカリ土類弗化物を挙げることができる。また、第2層を構成する材料として、 $Mg-Ag$ (体積比で、例えば、 $Mg:Ag=5:1\sim30:1$)や $Mg-Ca$ (体積比で、例えば、 $Mg:Ca=2:1\sim10:1$)、 Ca 等の光透過性を有し、且つ、導電性が良好な材料を挙げることができる。第1層及び第2層は、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマCVD法等によって形成することができる。

30

【0049】

また、陰極は、アルミキノリン錯体、スチリルアミン誘導体、フタロシアニン誘導体等の有機発光材料を含有した混合層から構成することもできる。この場合、さらに、 $Mg-Ag$ のような光透過性を有する層をさらに設けてもよい。また、陰極は、以上に説明した積層構造に限定されることはなく、作製される有機電界発光素子あるいは表示装置の構造に応じて最適な組合せ及び積層構造を採用すればよい。例えば、2層構造の陰極は、電極各層の機能分離、即ち、有機層積層構造体への電子注入を促進させる無機層(第1層)と、電極としての機能を果たす無機層(第2層)とを分離した積層構造である。しかしながら、有機層積層構造体への電子注入を促進させる無機層が、電極としての機能を果たす無機層を兼ねていてもよく、陰極を単層構造としてもよい。また、この単層構造の上に、ITO等の透明電極層を形成した積層構造としてもよい。

40

【0050】

さらに、有機電界発光素子がキャビティ構造(共振器構造)となっている場合には、光

50

を出射する側の電極を、半透過・半反射材料から構成することが好ましい。これにより、一方の電極の光反射面と、他方の電極の光反射面との間で多重干渉した発光光を、半透過・半反射材料からなる電極を通して取り出すことができる。この場合、一方の電極の光反射面と他方の電極の光反射面との間の光学的距離は、取り出すべく光の波長によって規定され、この光学的距離を満たすように各層の膜厚を設定する。このような表示装置においては、キャビティ構造を採用することにより、外部への光取出し効率の向上を図ることができるし、発光スペクトルの制御を行うことができる。

【0051】

[有機層積層構造体]

本発明において、有機層積層構造体は複数の発光層、及び上述した中間層を少なくとも1層有する積層体である。有機層積層構造体は、陽極と、最も陽極側にある発光層の間（正孔輸送領域）に正孔供給層（正孔注入層又は正孔輸送層ということもある。）等を1層以上有していてもよく、陰極と、最も陰極側にある発光層の間（電子輸送領域）に電子輸送層（電子注入層又は電子供給層ということもある。）等を1層以上有していてもよい。

尚、有機層積層構造体は一部に無機化合物を含有していてもよい。

【0052】

1. 発光層

発光層は、陽極及び陰極に対する電界印加時に、陽極側から注入された正孔と、陰極側から注入された電子とが再結合する領域である。

本発明の素子は、発光色の異なる発光層を2層以上有する。発光層を3層構成とする場合、例えば、赤色発光層、緑色発光層及び青色発光層とすることができる。赤色発光層、緑色発光層及び青色発光層の積層順序は、各発光層のキャリア輸送性及び光取出しの発光波長に応じた光路長調整から、適宜、決定すればよい。

【0053】

発光層全体の厚さは、有機電界発光素子の全体構成にも依るが、例えば、3nm～30nm、好ましくは5nm～20nmであることが望ましい。例えば、赤色発光層の膜厚として5nm～15nmを例示することができるし、緑色発光層の膜厚として5nm～15nmを例示することができるし、青色発光層の膜厚として5nm～15nmを例示することができるが、これらに限定するものではない。

【0054】

発光層を構成する材料は、電荷の注入機能（電界印加時に陽極あるいは正孔供給層から正孔を注入することができ、陰極あるいは電子供給層から電子を注入することができる機能）、輸送機能（注入された正孔及び電子を電界の力で移動させる機能）、発光機能（電子と正孔の再結合の場を提供し、これらを発光に繋げる機能）を有することが好ましい。

【0055】

本発明において発光層は、蛍光発光層でもよく、燐光発光層でもよい。

蛍光発光層の構成するホスト材料としては、例えば、スチリル誘導体、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体、又は、芳香族アミンを挙げることができる。

【0056】

スチリル誘導体として、ジスチル誘導体、トリスチル誘導体、テトラスチル誘導体、及び、スチリルアミン誘導体を挙げることができる。

アントラセン誘導体として、特に、非対称アントラセン系化合物を挙げることができる。本化合物は、優れたキャリアバランスを保つことができる。

また、芳香族アミンとして、芳香族環基で置換された窒素原子を2個～4個有する化合物を挙げることができる。

【0057】

本発明の素子では、複数の発光層のうち、少なくとも1層の発光層が、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含むことが好ましい。

アントラセン誘導体としては、下記式（3）で表わされる化合物が好ましい。

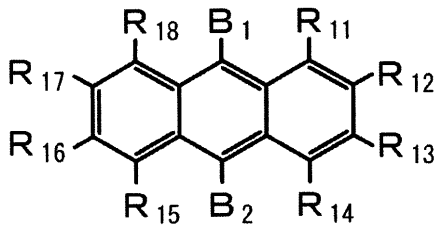
10

20

30

40

【化 1 3】



(3)

【0058】

式(3)において、B₁及びB₂は、それぞれ、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～20の芳香族炭化水素基である。具体的には、上述した式(1)の化合物の例として示した芳香族炭化水素基と同様な基が挙げられる。好ましくは、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ピレニル基、クリセニル基、ベンゾアントリル基、ベンゾ[c]フェナントリル基、ベンゾ[g]クリセニル基、トリフェニレニル基、フルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ジベンゾフルオレニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、フルオランテニル基等が挙げられる。

10

置換基を有する芳香族炭化水素基の置換基としては、式(1)で例示した基と同様なものが挙げられる。

【0059】

R₁₁～R₁₈は、それぞれ水素原子、フッ素原子、置換若しくは無置換の炭素数1～10のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3～10のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3～30のアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数8～30のアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～20のアリールオキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。

20

これらの基の具体例は、上述した式(1)の化合物の例として示したものと同様な基が挙げられる。

炭素数1～20のアルコキシ基は、-OYと表され、Yの例として上述したアルキルの例が挙げられる。具体的なアルコキシ基の例としては、メトキシ基、エトキシ基等が挙げられる。

30

環形成炭素数6～20のアリールオキシ基は、-OZで表わされ、Zの例としては上述したアリール基が挙げられる。具体的なアリールオキシ基の例としては、例えばフェノキシ基、ナフチルオキシ基等が挙げられる。

【0060】

R₁₁～R₁₈は、それぞれ水素原子、置換若しくは無置換の炭素数1～10のアルキル基が好ましい。

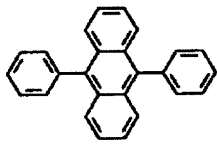
【0061】

式(3)の化合物の具体例(5-1～5-64)を以下に示す。

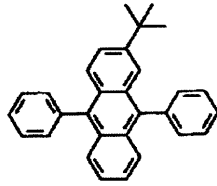
【0062】

40

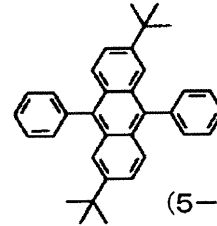
【化 1 4】



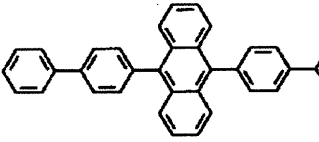
(5-1)



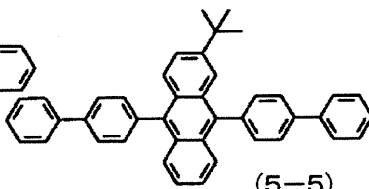
(5-2)



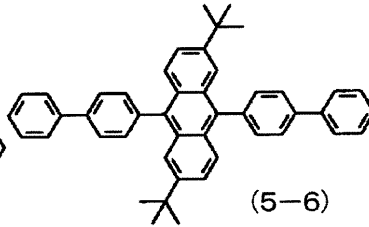
(5-3)



(5-4)

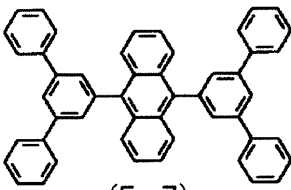


(5-5)

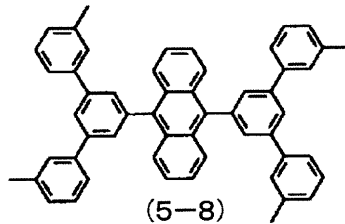


(5-6)

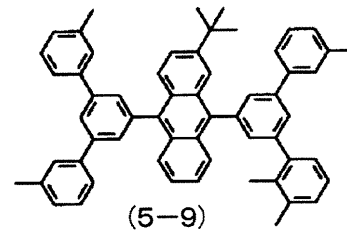
10



(5-7)

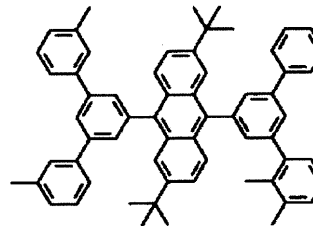


(5-8)

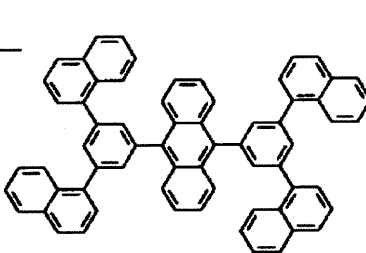


(5-9)

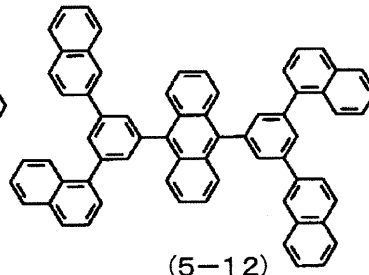
20



(5-10)

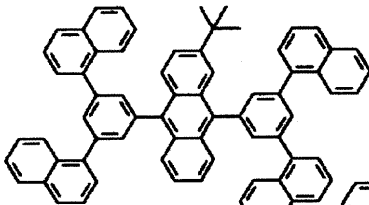


(5-11)

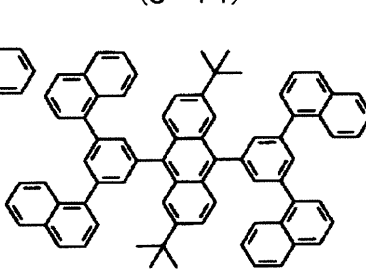


(5-12)

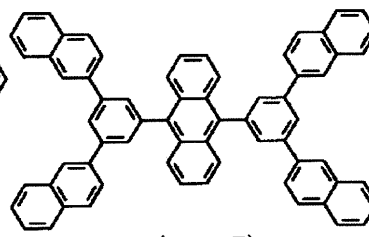
30



(5-13)



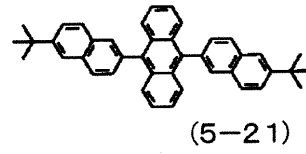
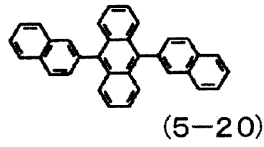
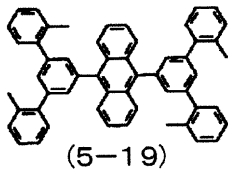
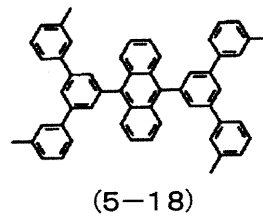
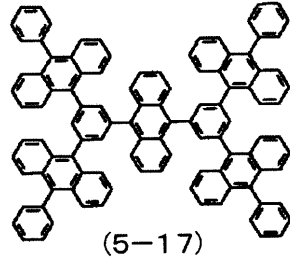
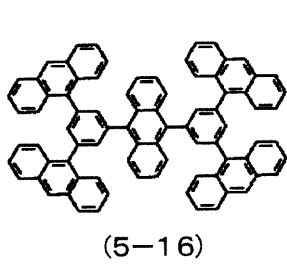
(5-14)



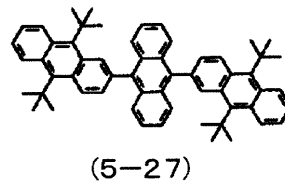
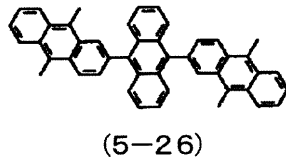
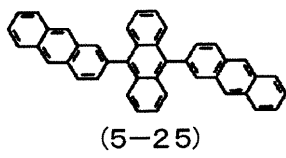
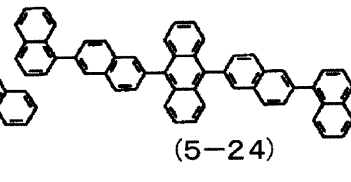
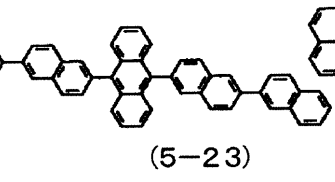
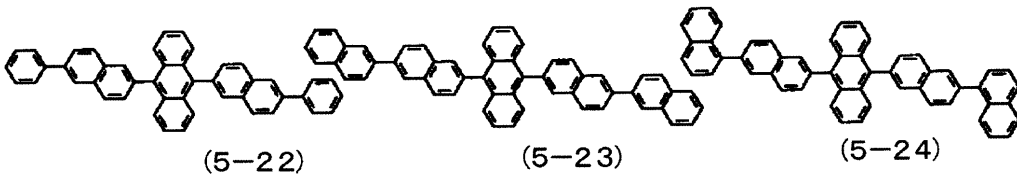
(5-15)

【 0 0 6 3 】

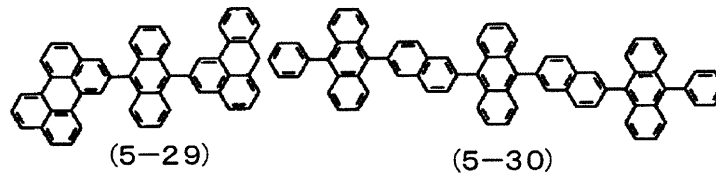
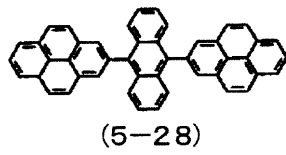
【化 1 5】



10

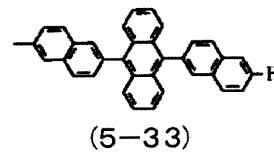
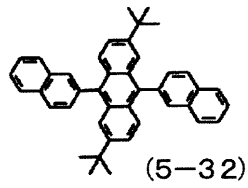
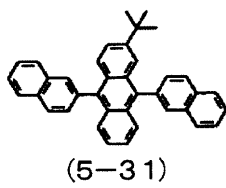


20



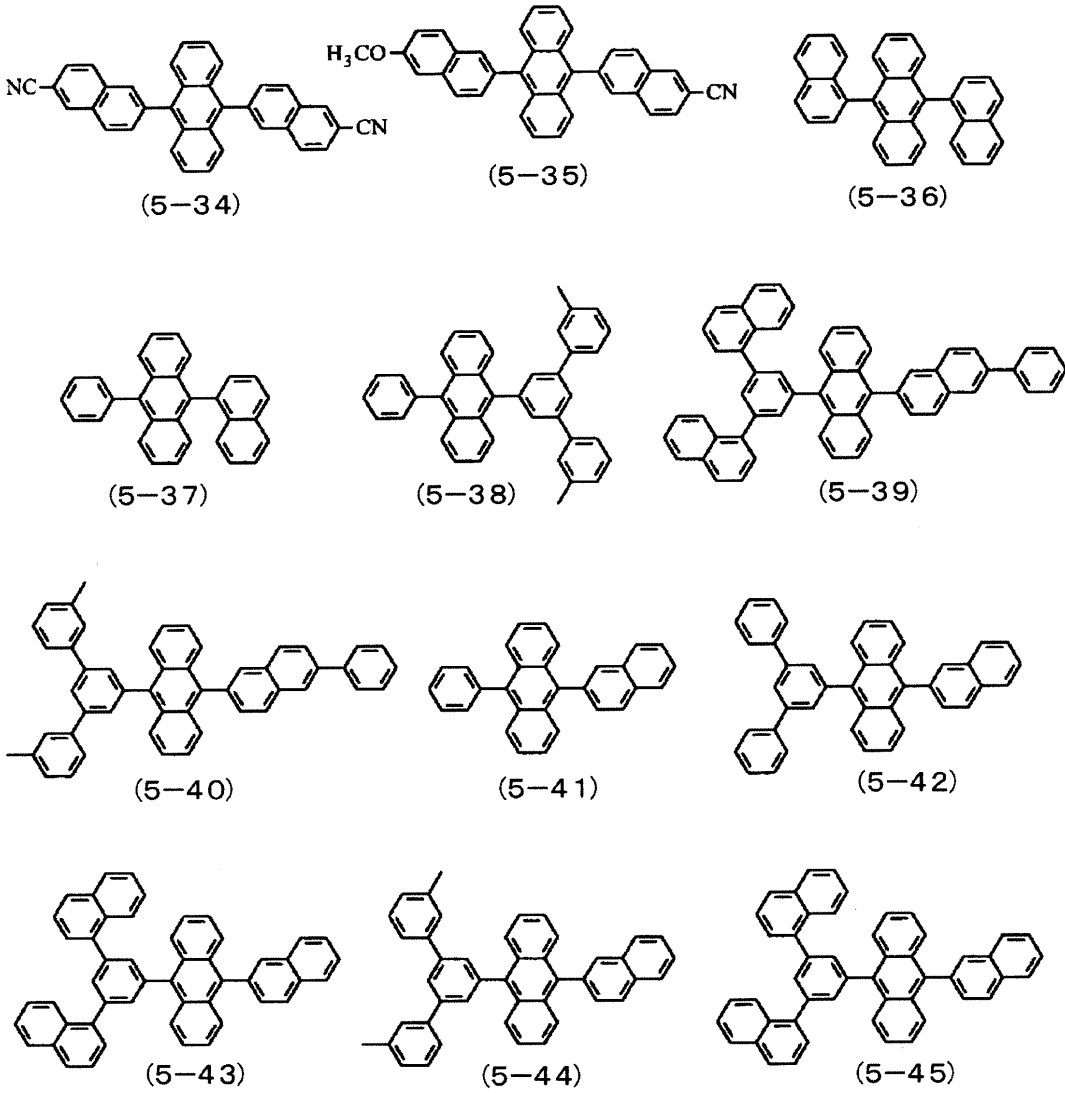
(5-30)

30



【 0 0 6 4 】

【化 1 6】



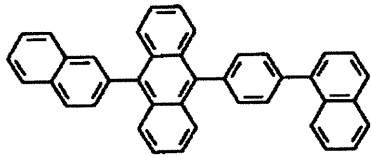
10

20

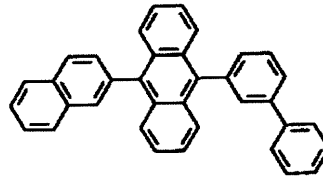
30

【 0 0 6 5 】

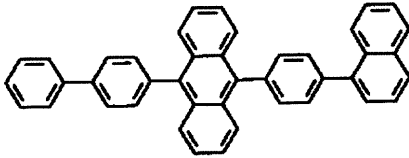
【化 1 7】



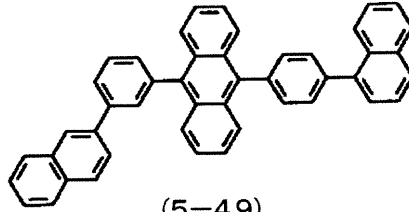
(5-46)



(5-47)

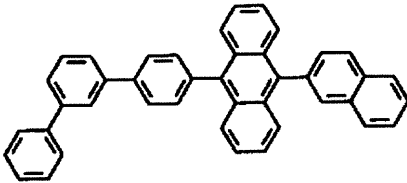


(5-48)

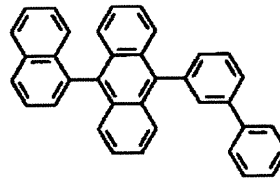


(5-49)

10

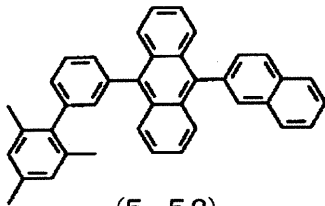


(5-50)

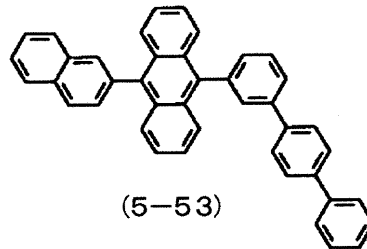


(5-51)

20

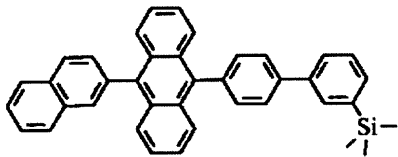


(5-52)

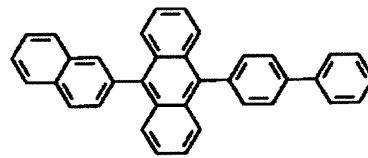


(5-53)

30



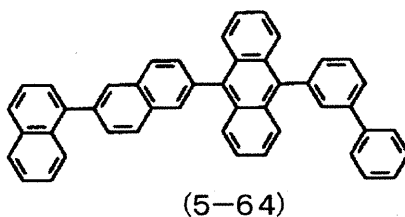
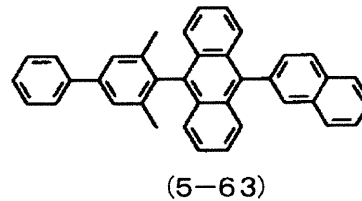
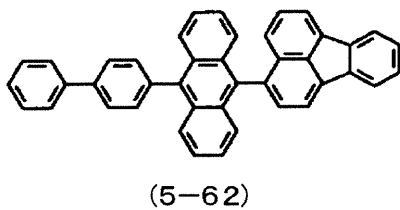
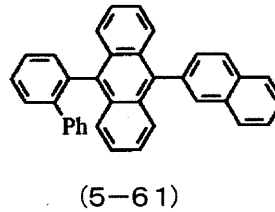
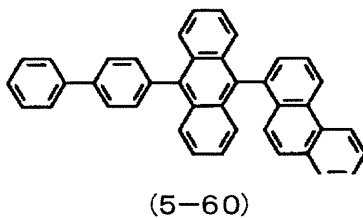
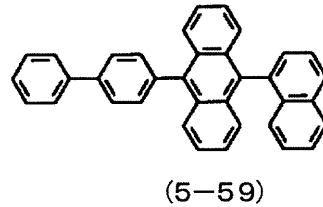
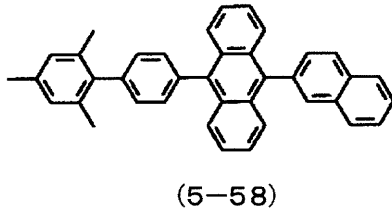
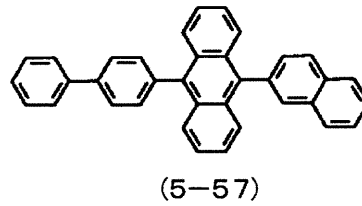
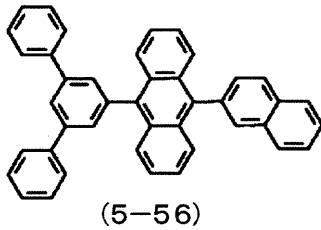
(5-54)



(5-55)

【 0 0 6 6 】

【化 1 8】



【0067】

本発明の素子では、複数の発光層のうち、上述したホスト材料としてアントラセン誘導体を含む発光層以外の発光層の少なくとも1層の発光層は、ホスト材料として、イオン化ポテンシャルが5.6 eV未満の材料を含むことが好ましい。また、本発光層は、複数の発光層のうち、最も陽極側の発光層とすることが好ましい。これにより、陽極からの正孔注入が安定する。

【0068】

イオン化ポテンシャルが5.6 eV未満である化合物（正孔輸送性材料）としては、母骨格が環員数4~7の多環式芳香族炭化水素化合物が挙げられる。母骨格は、ピレン、ベンゾピレン、クリセン、ナфтаセン、ベンゾナфтаセン、ジベンゾナфтаセン、ペリレン、又は、コロネンが好ましい。

【0069】

より具体的には、下記式(4)で表わされる化合物が例示できる。これらの化合物を用いることにより、陽極からの正孔注入が安定する。

10

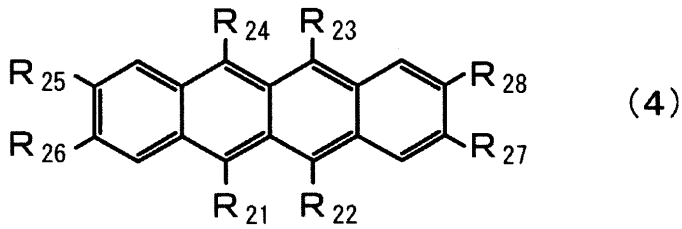
20

30

40

50

【化 19】



(式(4)中、 $R_{21} \sim R_{28}$ は、それぞれ、それぞれ水素原子、フッ素原子、置換若しくは無置換の炭素数1～10のアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3～10のシクロアルキル基、置換若しくは無置換の炭素数3～30のアルキルシリル基、置換若しくは無置換の環形成炭素数8～30のアリールシリル基、置換若しくは無置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～20のアリールオキシ基、置換若しくは無置換の環形成炭素数6～30の芳香族炭化水素基、又は置換若しくは無置換の環形成原子数5～30の複素環基である。)

尚、これらの基の具体例は、上述した式(1)及び(3)の化合物の例として示したものと同様な基が挙げられる。

【0070】

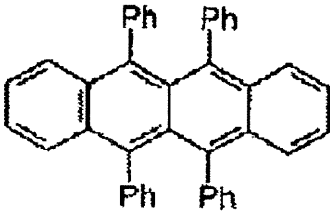
具体的には、以下の式(6-1)～式(6-5)等の化合物を挙げるができる。

【0071】

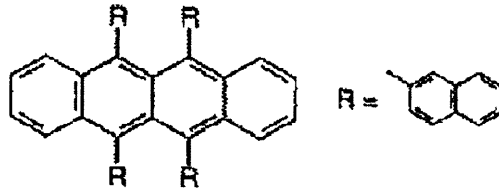
10

20

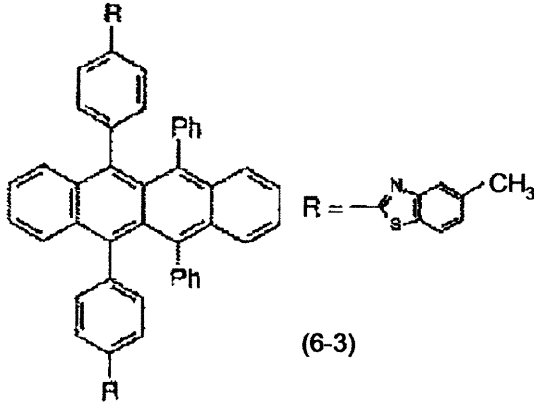
【化 2 0】



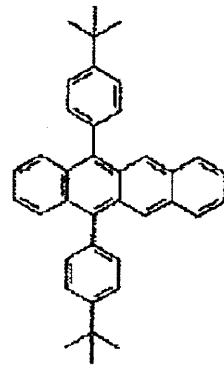
(6-1)



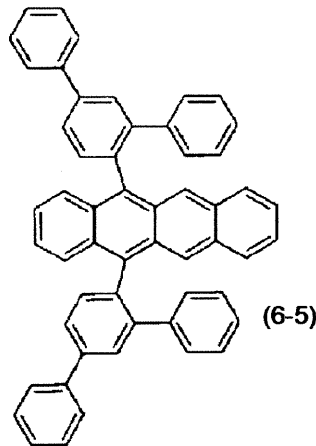
(6-2)



(6-3)



(6-4)



(6-5)

10

20

30

40

50

【0072】

蛍光発光層のドーパント材料としては、例えば、スチリルベンゼン系色素、オキサゾール系色素、ペリレン系色素、クマリン系色素、アクリジン系色素等のレーザー用色素、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体、ペンタセン誘導体、クリセン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、ピラン誘導体若しくはスチリル誘導体等の多環芳香族炭化水素系材料、ピロメテン骨格化合物、又は、金属錯体、キナクリドン誘導体、シアノメチレンピラン系誘導体（DCM、DCJT B）、ベンゾチアゾール系化合物、ベンゾイミダゾール系化合物、金属キレート化オキシノイド化合物等の蛍光材料を挙げることができる。

これらの蛍光材料のそれぞれのドーパ濃度は、膜厚比で0.5%以上15%以下であることが好ましい。

【0073】

本発明では、上述した正孔輸送性材料を含む発光層は、ドーパント材料として、ペリレン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、ピロメテン錯体、ピラン誘導体、又は、スチリル誘導体を含むことが好ましい。

【0074】

燐光発光層に好適なホストは、その励起状態から燐光発光性化合物へエネルギー移動が起こる結果、燐光発光性化合物を発光させる機能を有する化合物である。ホスト化合物として、三重項エネルギーギャップが大きく、励起子エネルギーを燐光発光性化合物にエネルギー移動できる化合物ならば、特に制限はなく、目的に応じて、適宜、選択することが

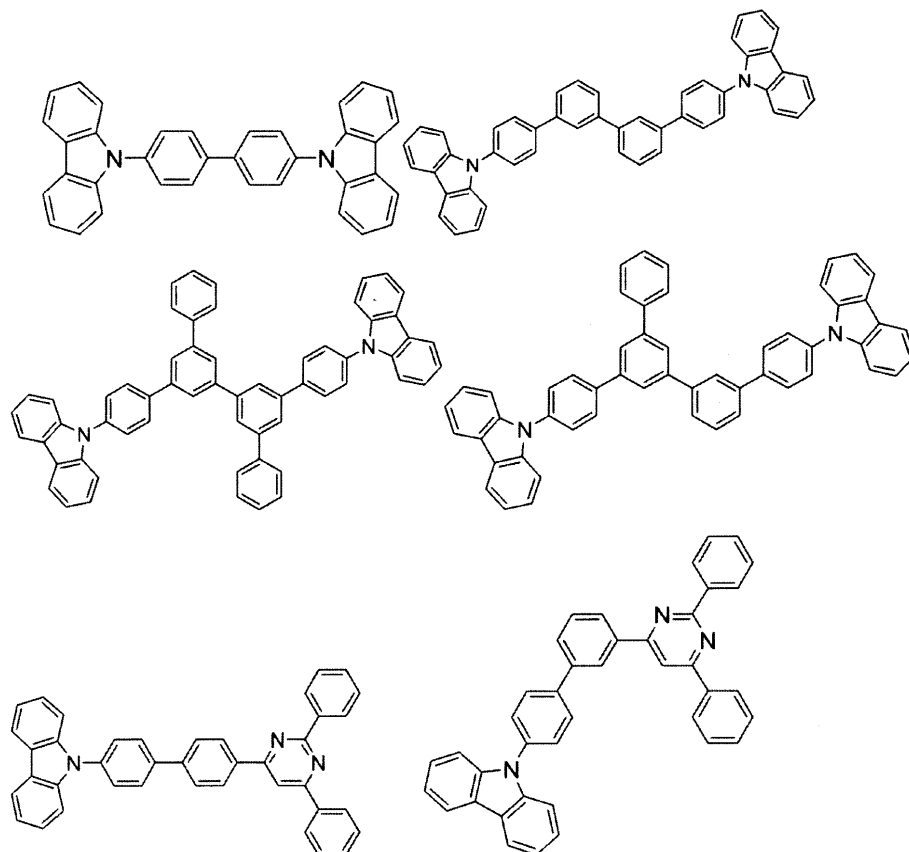
できる。このようなホスト化合物の具体例として、ベンゼン環やナフタレン環、複素環の組合せで構成される縮合環化合物、カルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体、ピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、芳香族第三アミン化合物、スチリルアミン化合物、芳香族ジメチリデン系化合物、ポルフィリン系化合物、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド誘導体、フルオレニリデンメタン誘導体、ジスチリルピラジン誘導体、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン誘導体、8-キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体ポリシラン系化合物、ポリ(N-ビニルカルバゾール)誘導体、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー、ポリチオフェン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体等の高分子化合物等を挙げることができる。ホスト化合物は、単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。具体例として、以下のような化合物が挙げられる。

10

【0075】

【化21】

20



30

40

【0076】

燐光発光性化合物（燐光発光性のドーパント）は、三重項励起子から発光することのできる化合物である。三重項励起子から発光する限り、特に限定されないが、Ir、Ru、Pd、Pt、Os及びReからなる群から選択される少なくとも1種の金属を含む金属錯体であることが好ましく、ポルフィリン金属錯体又はオルトメタル化金属錯体がより好ましい。ポルフィリン金属錯体としては、ポルフィリン白金錯体が好ましい。燐光発光性化合物は、単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

【0077】

オルトメタル化金属錯体を形成する配位子として、種々のものがあるが、好ましい配位

50

子として、2 - フェニルピリジン誘導体、7、8 - ベンゾキノリン誘導体、2 - (2 - チエニル)ピリジン誘導体、2 - (1 - ナフチル)ピリジン誘導体、2 - フェニルキノリン誘導体等を挙げることができる。これらの誘導体は、必要に応じて置換基を有してもよい。特に、フッ素化物、トリフルオロメチル基を導入したものが、青色系ドーパントとして好ましい。さらに、補助配位子として、アセチルアセトナート、ピクリン酸等の上記配位子以外の配位子を有していてもよい。

その他、所望の発光色を有する既知の燐光ドーパントも用いることもできる。具体的には、例えば、スチルベン構造を有するアミン、芳香族アミン、ペリレン誘導体、クマリン誘導体、ポラン誘導体、ピラン誘導体を挙げることができる。

なかでも、イリジウム錯体、白金錯体又はレニウム錯体の燐光ドーパント材料を用いることが好ましい。

【0078】

燐光発光性化合物(燐光発光性のドーパント)の発光層における含有量は、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、0.1質量%~70質量%であり、1質量%~30質量%が好ましい。燐光発光性化合物の含有量が0.1質量%以上であることで、発光が微弱となることを防ぎ、その含有効果が十分に発揮させることができる。一方、70質量%以下とすることで、濃度消光と云われる現象を抑え、有機電界発光素子の性能が低下することを防ぐことができる。

【0079】

本発明では、赤色発光層は、上記の正孔輸送性材料から構成することが好ましい。

緑色発光層は、蛍光発光材料又は燐光発光材料から構成することができる。

青色発光層においては、例えば、上述したアントラセン化合物をホスト材料とし、これに青色の蛍光性ドーパント材料をドーピングすることによって、青色の発光を発生させることができる。

尚、青色発光層及び緑色発光層を構成するホスト材料として、上記の式(3)に示したアントラセン誘導体を用いることが好ましい。

【0080】

青色の発光性ドーパント材料として、約400nm~490nmの範囲に発光ピークを有する化合物を挙げることができる。このよう化合物として、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体、スチリルアミン誘導体、ビス(アジニル)メテンハウ素錯体等の有機物質を挙げることができる。中でも、アミノナフタレン誘導体、アミノアントラセン誘導体、アミノクリセン誘導体、アミノピレン誘導体、スチリルアミン誘導体、ビス(アジニル)メテンハウ素錯体を用いることが好ましい。

【0081】

本発明では、有機層積層構造体が陽極側から、第1発光層、中間層、第2発光層、及び、第3発光層をこの順に積層した構成を有し、第1発光層は、ホスト材料として少なくとも上述した正孔輸送性材料を含み、第2発光層及び第3発光層は、ホスト材料として上述したアントラセン誘導体を含むことが好ましい。

【0082】

また、ホスト材料として上述したアントラセン誘導体を含む発光層以外の発光層の少なくとも1層の発光層が、ホスト材料として、少なくとも燐光発光材料を含む場合もよい。

この場合、燐光発光材料は、カルパゾール誘導体又はキノリン錯体誘導体であることが好ましい。

特に、有機層積層構造体が陽極側から、第1発光層、中間層、及び、第2発光層が積層されており、第1発光層は、ホスト材料として少なくとも燐光発光材料を含み、第2発光層は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含むことが好ましい。

【0083】

本発明の素子では、複数の発光層から放射される光の重ね合わせにより、所望の発光色を得ることができる。特に、白色光を放射する素子として好適である。

【0084】

10

20

30

40

50

2. 正孔輸送領域

正孔輸送領域を形成する層（正孔供給層等）は、発光層への正孔注入効率を高めると共に、リークを防止するためのバッファ層として機能する。正孔供給層の膜厚は、有機電界発光素子全体の構成、特に、電子供給層との関係によるが、例えば5 nm ~ 300 nm、好ましくは10 nm ~ 200 nmであることが望ましい。

【0085】

正孔供給層を構成する材料は、電極や隣接する層を構成する材料との関係で適宜選択すればよく、例えば、ベンジン、スチリルアミン、トリフェニルアミン、ポルフィリン、トリフェニレン、アザトリフェニレン、テトラシアノキノジメタン、トリアゾール、イミダゾール、オキサジアゾール、ポリアリールアルカン、フェニレンジアミン、アリールアミン、オキサゾール、アントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、又は、これらの誘導体や、ポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物若しくはアニリン系化合物等の複素環式共役系のモノマー、オリゴマーあるいはポリマーを挙げることができる。

10

【0086】

正孔供給層を2層構成とする場合、第1層（陽極側）及び第2層（発光層側）を構成する材料として、 α -ナフチルフェニルフェニレンジアミン、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフトロシアニン、ヘキサシアノアザトリフェニレン、7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、F4-TCNQ、テトラシアノ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、N,N,N',N'-テトラキス(p-トリル)p-フェニレンジアミン、N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジ-p-トリルアミノスチルベン、ポリ(パラフェニレンビニレン)、ポリ(チオフェンビニレン)、ポリ(2,2'-チエニルピロール)等を挙げることができる。

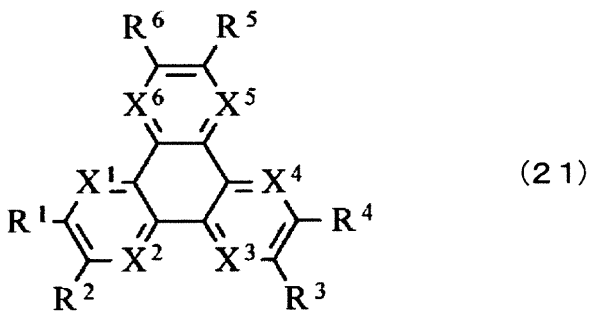
20

【0087】

また、下記式(21)、式(22)、式(23)、式(24)に示した化合物を用いることにより、電子供給層から発光層への電子供給に対して、正孔供給層から発光層への正孔供給を最適化することができる。

【0088】

【化22】



30

【0089】

式(21)中、 $R^1 \sim R^6$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、又は、アミノ基、アリールアミノ基、炭素数20以下のカルボニル基、炭素数20以下のカルボニルエステル基、炭素数20以下のアルキル基、炭素数20以下のアルケニル基、炭素数20以下のアルコキシル基、炭素数30以下のアリール基、炭素数30以下の複素環基、ニトリル基、シアノ基、ニトロ基及びシリル基から選ばれる置換基からなる群から選択された1種類の置換基若しくはその誘導体であり、隣接する $R^1 \sim R^6$ は、互いに結合して環状構造を形成してもよい。また、 $X^1 \sim X^6$ は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子である。尚、上記の式(21)に示したアザトリフェニレン誘導体は、 X が窒素原子に置換されることにより、化合物中の窒素含有率が高くなるため、正孔供給層に好適に用いられる。

40

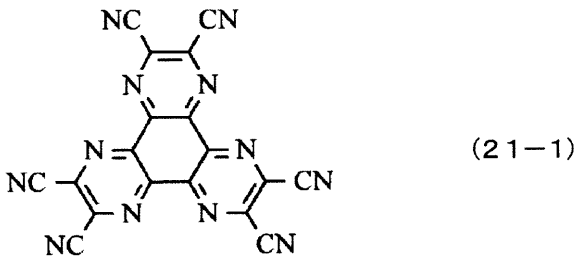
式(21)に示したアザトリフェニレン誘導体の具体例として、以下の式(21-1)

50

等の化合物を挙げるができる。

【0090】

【化23】



10

【0091】

【化24】



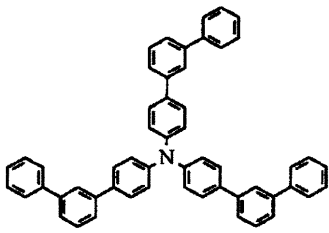
【0092】

式(22)中、 $A_0 \sim A_2$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、あるいは、シリル基によって置換された炭素数6~30の芳香族炭化水素基である。式(22)に示したアミン誘導体の具体例として、以下の式(22-1)~式(22-9)等の化合物を挙げるができる。

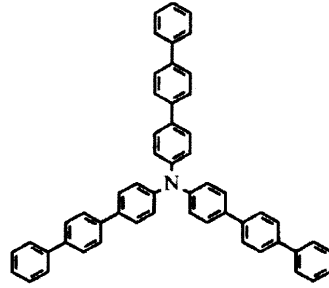
20

【0093】

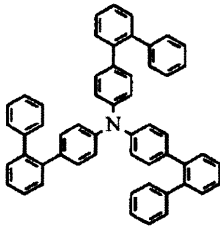
【化 2 5】



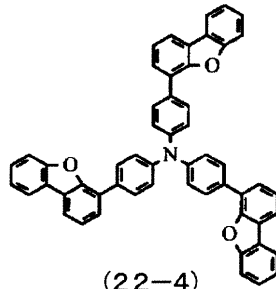
(22-1)



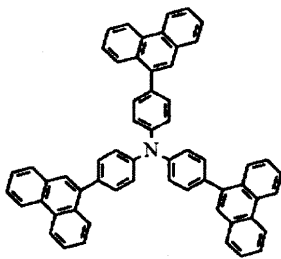
(22-2)



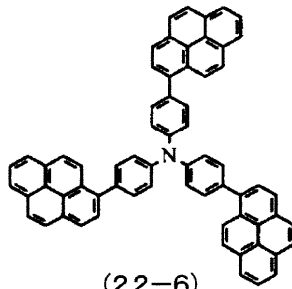
(22-3)



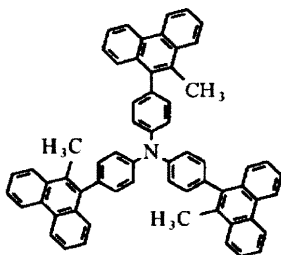
(22-4)



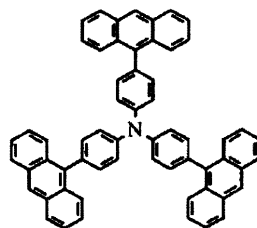
(22-5)



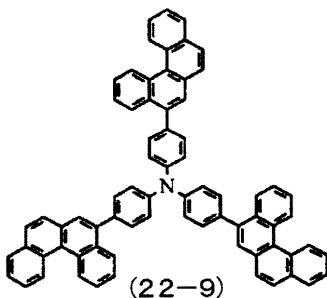
(22-6)



(22-7)



(22-8)



(22-9)

【 0 0 9 4 】

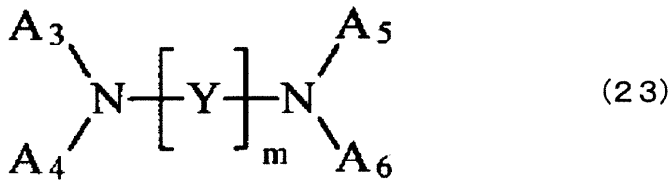
10

20

30

40

【化 2 6】



【0095】

式(23)中、 $\text{A}_3 \sim \text{A}_6$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、あるいは、シリル基によって置換された炭素数6~20の芳香族炭化水素基である。 A_3 及び A_4 、並びに、 A_5 及び A_6 は、各々、連結基を介して結合していてもよい。 Y は、窒素(N)との結合部位以外の環炭素が、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基又はシリル基によって置換されたベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ナフタセン、フルオランテン又はペリレンからなる2価の芳香族炭化水素基である。 m は1以上の整数である。

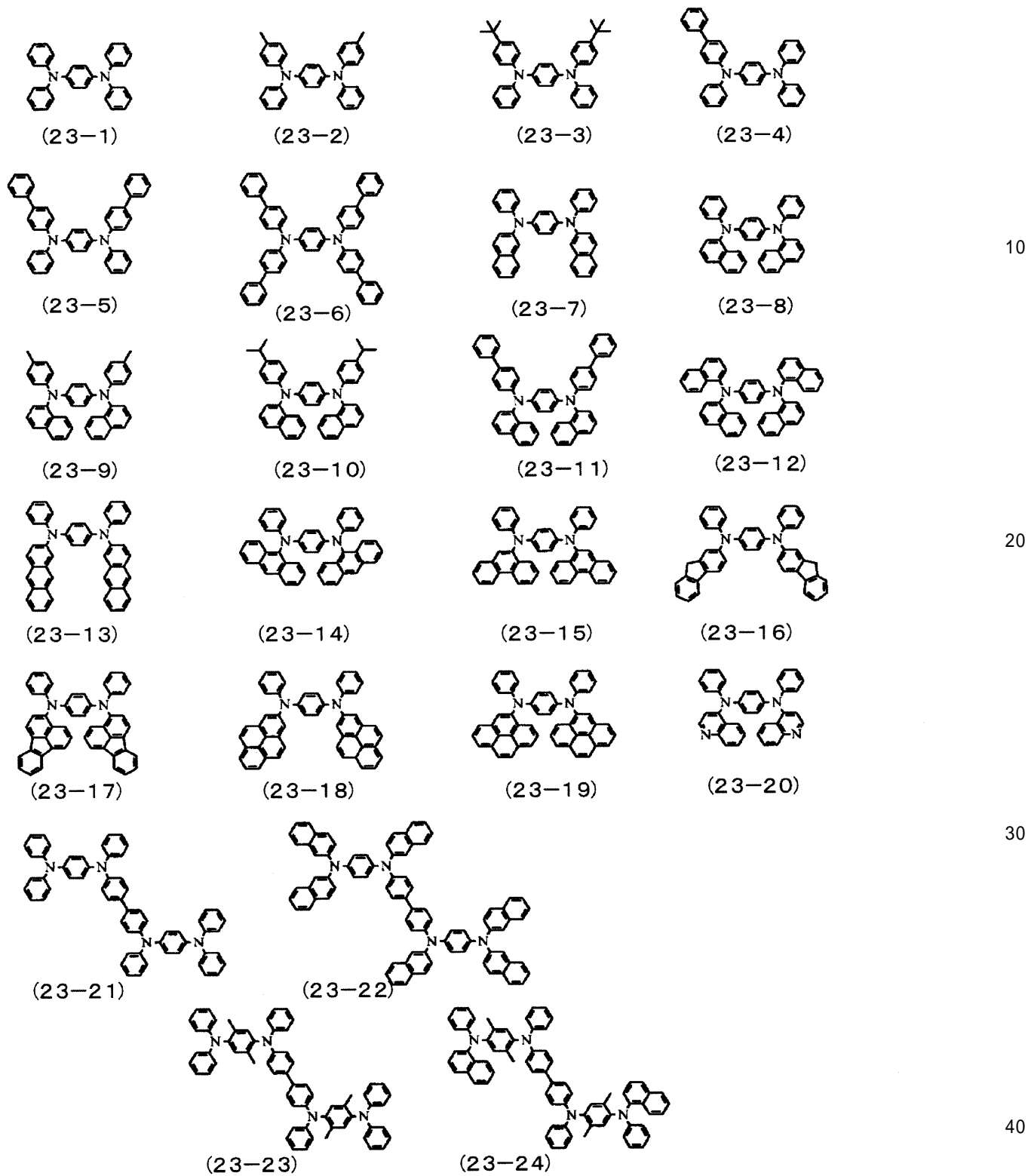
10

式(23)に示したジアミン誘導体の具体例として、以下の式(23-1)~式(23-84)等の化合物を挙げる事ができる。

20

【0096】

【化 27】



10

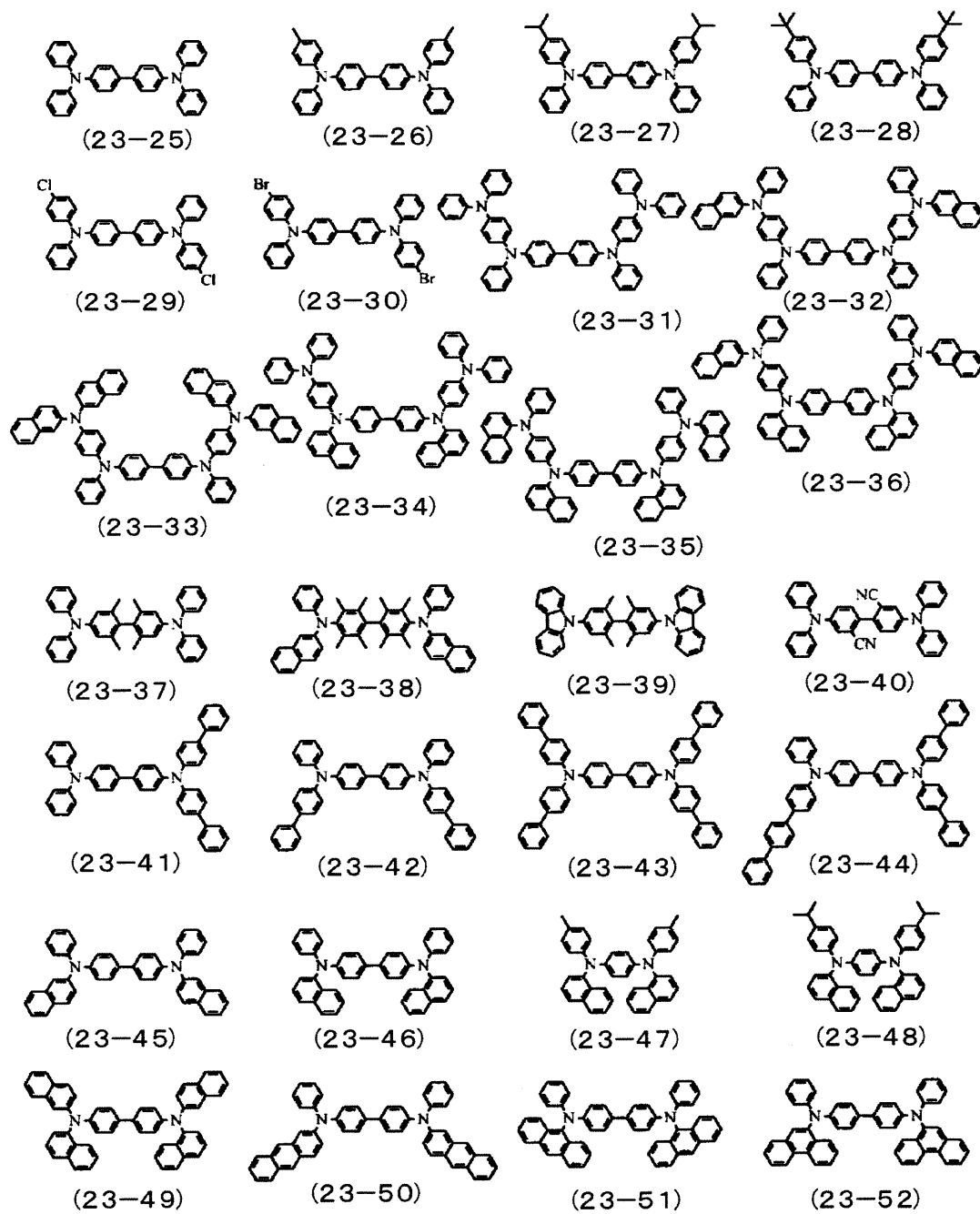
20

30

40

【 0 0 9 7 】

【化 2 8】



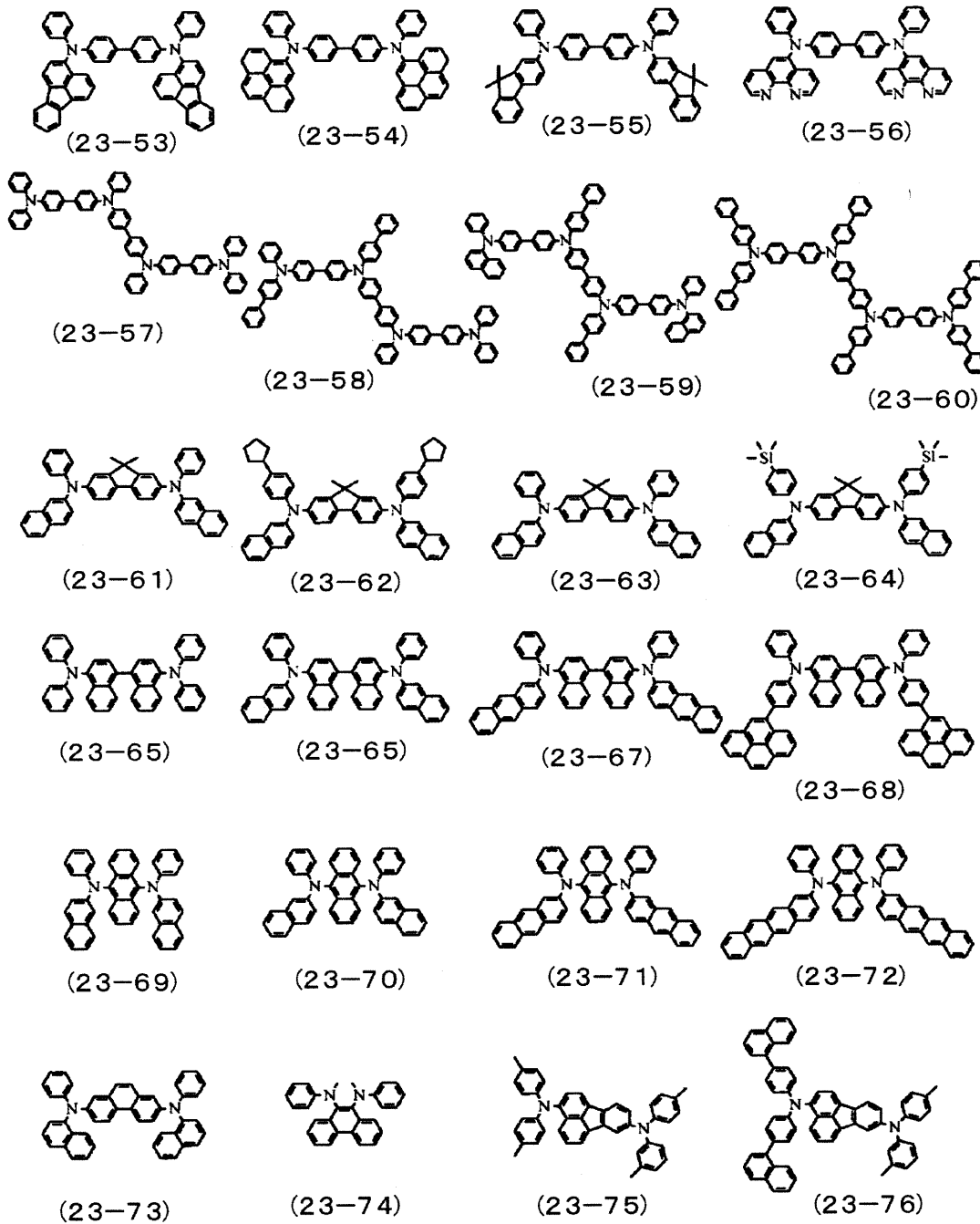
10

20

30

【 0 0 9 8 】

【化 2 9】



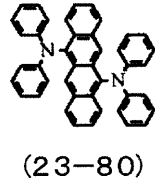
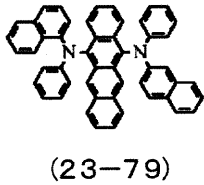
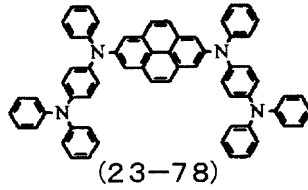
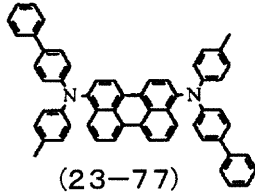
10

20

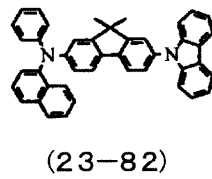
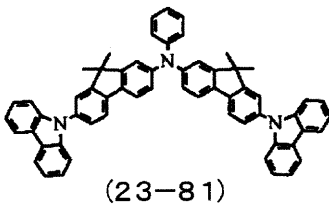
30

【 0 0 9 9 】

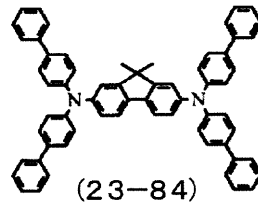
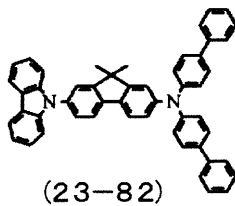
【化 3 0】



10

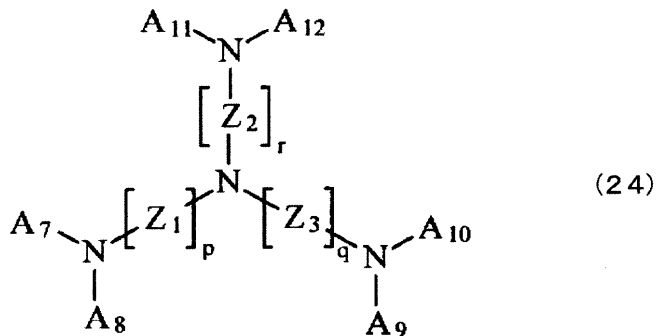


20



【 0 1 0 0】

【化 3 1】



30

【 0 1 0 1】

式(24)中、 $A_7 \sim A_{12}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基又はシリル基によって置換された炭素数6~20の芳香族炭化水素基である。隣接する A_7 及び A_8 、 A_9 及び A_{10} 、並びに、 A_{11} 及び A_{12} は、各々、連結基を介して結合していてもよい。 $Z_1 \sim Z_3$ は、窒素(N)との結合部位以外の環炭素が、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基又はシリル基によって置換されたベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ナフタセン、フルオランテン又はペリレンからなる2価の芳香族炭化水素基である。 p 、 q 及び r は

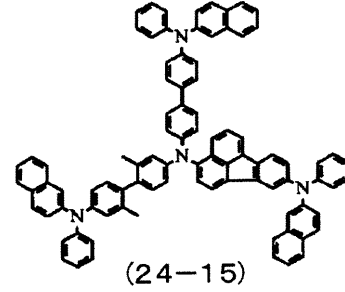
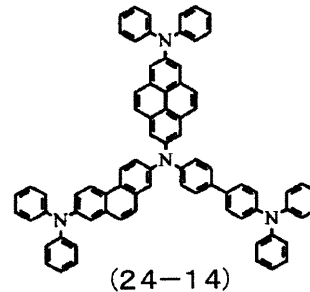
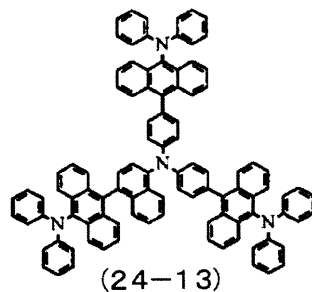
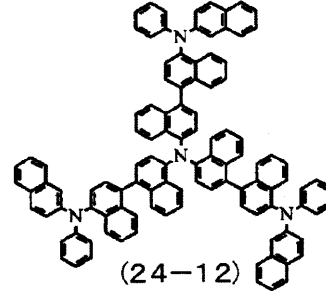
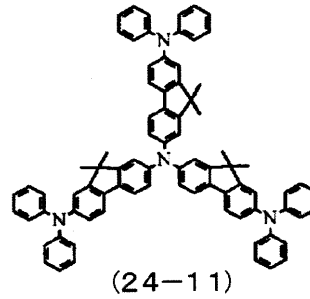
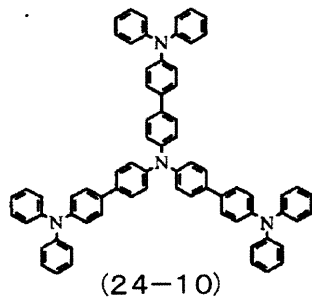
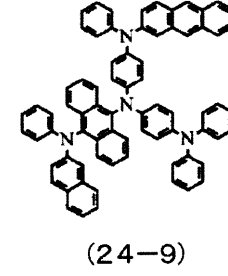
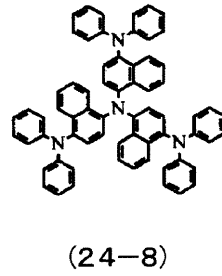
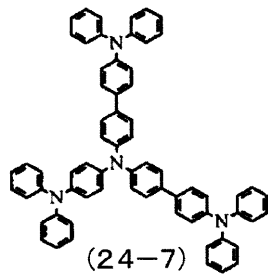
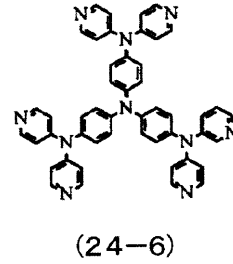
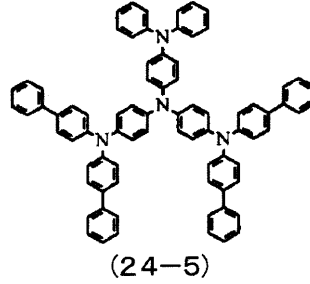
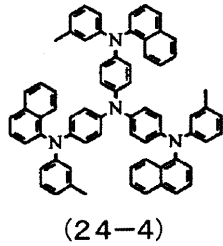
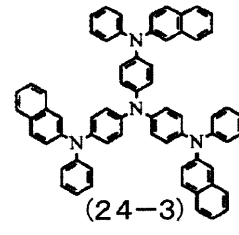
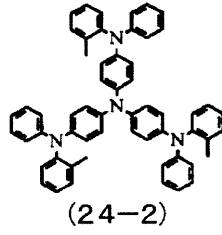
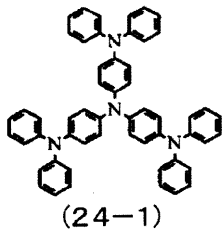
40

50

、1以上の整数である。式(24)に示したトリアリールアミン多量体の具体例として、以下の式(24-1)~式(24-15)等の化合物を挙げることができる。

【0102】

【化32】



【0103】

以上に説明した各種の化合物は、正孔供給層の第1層及び第2層のどちらに用いてもよいが、窒素含有率の高い組成の化合物を第1層に用いることが好ましい。

【0104】

3. 電子輸送領域

電子輸送領域を構成する層として、電子注入層や電子輸送層(以下、電子注入層・輸送層と呼ぶ場合がある)が挙げられる。電子注入層・輸送層は、発光層への電子の注入を助

10

20

30

40

50

け、発光領域まで電子を輸送する層であって、電子移動度が大きい。電子注入層・輸送層の厚さとして、数 nm ~ 数 μm を挙げることができるが、特に膜厚が厚いとき、電圧上昇を避けるために、 $10^4 \text{ V/cm} \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に電子移動度が少なくとも $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以上であることが好ましい。

【0105】

電子注入層・輸送層に用いられる材料として、8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体や含窒素複素環誘導体が好適である。8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体の具体例として、オキシシノ（一般に、8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリン）のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物、例えば、トリス（8-キノリノール）アルミニウムを挙げることができる。含窒素複素環誘導体として、例えば、オキサゾール、チアゾール、オキサジアゾール、チアジアゾール、トリアゾール、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、フェナントロリン、ベンズイミダゾール、イミダゾピリジン等を挙げることができるが、中でも、ベンズイミダゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、イミダゾピリジン誘導体が好ましい。

10

【0106】

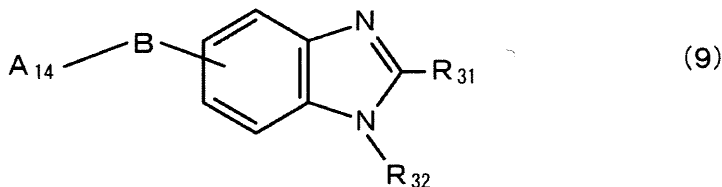
電子供給層は、陰極から注入される電子を発光層に輸送するためのものであり、電子供給層の膜厚は、有機電界発光素子の全体構成に依るが、例えば、10 nm ~ 200 nm、好ましくは20 nm ~ 180 nmであることが望ましい。電子輸送層の材料として、優れた電子輸送能を有する有機材料を用いることが好ましい。発光層、特に赤色発光層及び緑色発光層への電子の輸送効率を高めることにより、電界強度による赤色発光層及び緑色発光層における発光色の変化が抑制される。このような有機材料として、具体的には、電子移動度が $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以上 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以下の含窒素複素環誘導体を挙げることができる。

20

具体的な材料として、下記の式(9)で表わされるベンゾイミダゾール誘導体を挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

【0107】

【化33】



30

【0108】

式(9)中、 A_{14} は、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1~20のアルキル基及びその誘導体、又は、3~40個の芳香族環が縮合した多環芳香族炭化水素基を有する炭素数6~60の炭化水素基又は含窒素複素環基及びその誘導体である。Bは、単結合、2価の芳香族環基あるいはその誘導体である。 R_{31} 、 R_{32} は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1~20のアルキル基及びその誘導体、炭素数6~60の芳香族炭化水素基及びその誘導体、含窒素複素環基及びその誘導体、又は、炭素数1~20のアルコキシ基及びその誘導体である。

40

【0109】

式(9)に示した化合物の具体例として、以下の式(9-1)~式(9-49)等の化合物を挙げることができる。尚、「Ar()」は、式(9)中の R_{31} 、 R_{32} を含むベンゾイミダゾール骨格に対応し、「B」は式(9)中のBに対応する。また、「Ar(1)」及び「Ar(2)」は式(9)中の A_{14} に対応し、Ar(1)、Ar(2)の順にBに結合する。

【0110】

【化 3 4】

	Ar (α)	B	Ar (1)	Ar (2)
(9-1)				
(9-2)				
(9-3)				
(9-4)				
(9-5)				
(9-6)				
(9-7)				
(9-8)				

10

20

30

【 0 1 1 1 】

【化 3 5】

	Ar (α)	B	Ar (1)	Ar (2)
(9-9)				
(9-10)				
(9-11)				
(9-12)				
(9-13)				
(9-14)				
(9-15)				
(9-16)				
(9-17)				

10

20

30

【 0 1 1 2 】

【化 3 6】

	Ar (α)	B	Ar (1)	Ar (2)
(9-18)		—		
(9-19)		—		
(9-20)		—		
(9-21)		—		
(9-22)		—		
(9-23)		—		
(9-24)		—		
(9-25)		—		
(9-26)		—		

10

20

30

40

【 0 1 1 3 】

【化 3 7】

	Ar (α)	B	Ar (1)	Ar (2)
(9-27)		/		
(9-28)		/		
(9-29)		/		
(9-30)		/		
(9-31)		/		
(9-32)		/		
(9-33)		/		
(9-34)		/		
(9-35)		/		

10

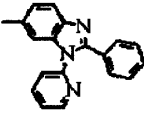
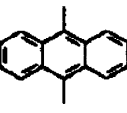
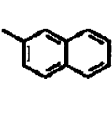
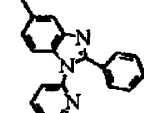
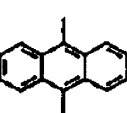
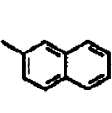
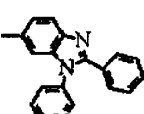
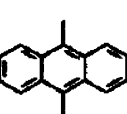
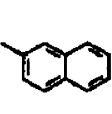
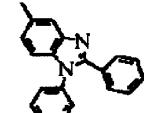
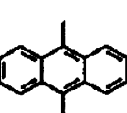
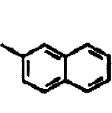
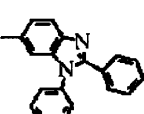
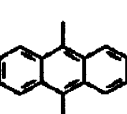
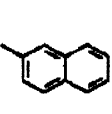
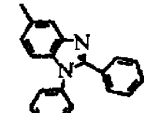
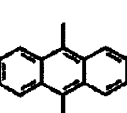
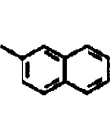
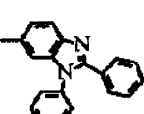
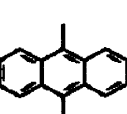
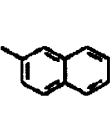
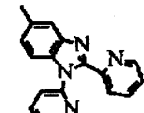
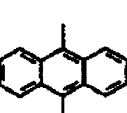
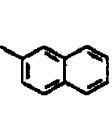
20

30

【 0 1 1 4 】

40

【化 3 8】

	Ar (α)	B	Ar (1)	Ar (2)
(9-36)		—		
(9-37)		—		
(9-38)		—		
(9-39)		—		
(9-40)		—		
(9-41)		—		
(9-42)		—		
(9-43)		—		

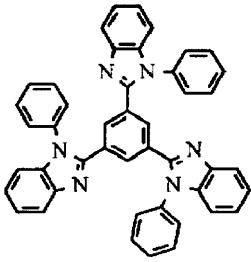
10

20

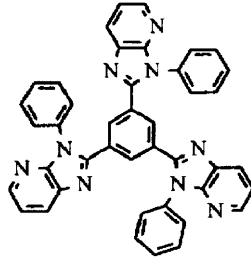
30

【 0 1 1 5 】

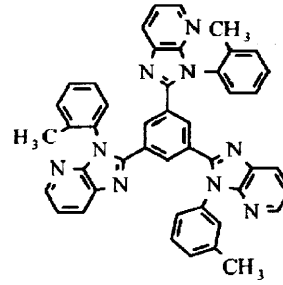
【化 3 9】



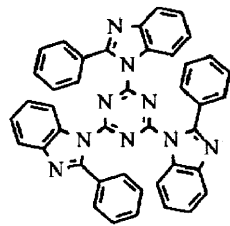
(9-44)



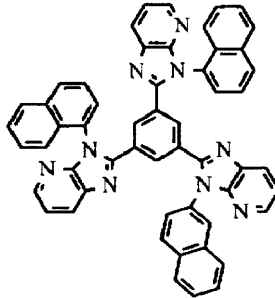
(9-45)



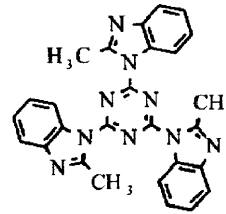
(9-46)



(9-47)



(9-48)



(9-49)

10

20

【0116】

尚、電子輸送層に用いる有機材料は、上記の化合物のようにアントラセン骨格を有する化合物が好ましいが、これに限定するものではない。例えば、アントラセン骨格に変えて、ピレン骨格又はクリセン骨格を備えたベンゾイミダゾール誘導体を用いてもよい。また、電子輸送層に用いる有機材料は、1種類だけでなく、複数種類を混合又は積層して用いてもよい。また、上記化合物を電子注入層に用いてもよい。

【0117】

本発明の素子において、発光層からの発光は、陽極側、陰極側、又は両側から取り出すことができる。光を取り出す方向にある基板及び電極は有機電界発光素子が出射する光に対して透明であることが要求される。

30

【0118】

続いて、本発明の有機電界発光素子及び表示装置の構成例、及び製造方法について説明する。

本発明の有機電界発光素子は、例えば、第1基板（支持基板）上に、陽極、有機層積層構造体及び陰極がこの順に積層された構造を有してもよく、また、第1基板上に、陰極、有機層積層構造体及び陽極がこの順に積層された構造でもよい。

尚、第1基板側に形成された電極を『第1電極』と呼び、第1基板に対向して設けられる第2基板側に形成された電極を『第2電極』と呼ぶ場合があるが、第1電極が陽極又は陰極に相当し、第2電極が陰極あるいは陽極に相当する。ここで、有機層積層構造体は、陽極側から順に、例えば、1あるいは複数の正孔供給層、複数の発光層、電子供給層（複数の電子供給層）の積層構造を有する。発光層と発光層の間に中間層が形成されている。

40

【0119】

第2基板から光が出射される構造の表示装置を、便宜上、『上面発光型の表示装置』と呼び、第1基板から光が出射される構造の表示装置を、便宜上、『下面発光型の表示装置』と呼ぶ場合がある。

表示装置において、複数の有機電界発光素子の配列を、ストライプ配列、ダイアゴナル配列、デルタ配列、レクタングル配列とすることができる。

表示装置の駆動方式がアクティブマトリクス方式である場合、第1電極は、画素毎にパターンニングされ、第1基板に設けられた駆動用の薄膜トランジスタに接続されている。この場合、第1電極の上には、絶縁材料からなる隔壁が設けられ、隔壁に設けられた開口

50

部の底部に第1電極が露出するように構成される。また、第2電極は、第1電極の周縁を覆う隔壁及び有機層積層構造体によって第1電極に対して絶縁された状態で形成されている。第2電極は、パターニングされない状態で、即ち、所謂ベタ電極として形成され、各画素に対して共通電極としてもよい。

【0120】

第1基板上には、通常、素子駆動部が設けられている。本発明の有機電界発光素子等は、第1基板上あるいは第1基板の上方に形成されている。

【0121】

有機電界発光素子を構成する陽極から陰極までの各層は、真空蒸着法、イオンビーム法（EB法）、分子線エピタキシー法（MBE法）、スパッタリング法、OVPD（Organic Vapor Phase Deposition）法等の、所謂ドライプロセスによって形成することができる。

また、有機層積層構造体は、レーザー転写法、スピンコート法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法等の塗布法、インクジェット印刷法、オフセット印刷法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法、マイクログラビアコート法等の印刷法といった、所謂、ウエットプロセスに基づき形成することも可能であり、有機層積層構造体の構成材料の性質に応じて、ドライプロセスとウエットプロセスを併用してもよい。

【0122】

第1電極は、例えば、層間絶縁層上に設けられている。そして、この層間絶縁層は、第1基板上に形成された素子駆動部を覆っている。素子駆動部は、1又は複数の薄膜トランジスタ（TFT, Thin Film Transistor）から構成されており、TFTと第1電極とは、層間絶縁層に設けられたコンタクトプラグを介して電気的に接続されている。層間絶縁層の構成材料として、 SiO_2 、BPSG、PSG、BSG、AsSG、PbSG、SiON、SOG（スピンオンガラス）、低融点ガラス、ガラスペーストといった SiO_2 系材料；SiN系材料；ポリイミド等の絶縁性樹脂を、単独あるいは適宜組み合わせ使用することができる。

層間絶縁層の形成には、CVD法、塗布法、スパッタリング法、各種印刷法等の公知のプロセスが利用できる。下面発光型の表示装置にあっては、層間絶縁層は、有機電界発光素子からの光に対して透明な材料から構成する必要があるし、素子駆動部は有機電界発光素子からの光を遮らないように形成する必要がある。

【0123】

低抵抗材料からなるバス電極を第2電極に設ける場合、隔壁の射影像中にバス電極の射影像が含まれるような位置にバス電極を設けることが望ましい。バス電極を構成する材料として、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、銅、銅合金、金、金合金を挙げることができる。

【0124】

上面発光型の表示装置を構成する場合、第2電極と第2基板との間に、第2電極側から、保護層及び接着層（封止層）が形成されている形態とすることができる。ここで、保護層を構成する材料として、発光層で発光した光に対して透明であり、緻密で、水分を透過させない材料を用いることが好ましく、具体的には、例えば、アモルファスシリコン（ $-Si$ ）、アモルファス炭化シリコン（ $-SiC$ ）、アモルファス窒化シリコン（ $-Si_{1-x}N_x$ ）、アモルファス酸化シリコン（ $-Si_{1-y}O_y$ ）、アモルファスカーボン（ $-C$ ）、アモルファス酸化・窒化シリコン（ $-SiON$ ）、 Al_2O_3 、ダイヤモンド・ライク・カーボン（DLC, Diamond Like Carbon）のような炭素を主成分とする材料、カーボン・ナノチューブ等を挙げることができる。このような無機アモルファス性の絶縁性材料は、グレインを構成しないため透水性が低く、良好な保護層を得ることができる。

【0125】

保護層は、例えば厚さが $2\text{nm} \sim 3\mu\text{m}$ である絶縁性材料又は導電性材料のいずれによ

10

20

30

40

50

って構成されていてもよい。保護層は、これらの材料からなる層の単層構造であってもよいし、積層構造であってもよい。特に、窒化物からなる保護層は、膜質が緻密であり、有機電界発光素子に悪影響を及ぼす水分、酸素、その他の不純物に対して極めて高いブロッキング効果を有する。

保護層は、特に真空蒸着法のような成膜粒子のエネルギーが小さい成膜方法、あるいは又、CVD法に基づき形成することが、下地に対して及ぼす影響を小さくすることができるので好ましい。

有機層積層構造体の劣化による輝度の低下を防止するために、成膜温度を常温に設定し、さらには、保護層の剥がれを防止するために保護層のストレスが最小になる条件で保護層を成膜することが望ましい。また、保護層の形成は、既に形成されている電極を大気に暴露することなく形成することが好ましく、これによって、大気中の水分や酸素による有機層積層構造体の劣化を防止することができる。さらには、表示装置が上面発光型である場合、保護層は、有機層積層構造体で発生した光を例えば80%以上、透過する材料から構成することが望ましく、具体的には、無機アモルファス性の絶縁性材料、例えば、上述した材料を例示することができる。保護層を導電材料から構成する場合、保護層を、ITOやIZOのような透明導電材料から構成すればよい。

【0126】

また、接着層（封止層）を構成する材料として、アクリル系接着剤、エポキシ系接着剤、ウレタン系接着剤、シリコン系接着剤、シアノアクリレート系接着剤といった熱硬化型接着剤や、紫外線硬化型接着剤を挙げることができる。

尚、下面発光型の表示装置を構成する場合にあっても、第2電極と第2基板の間には、第2電極側から、上述した保護層及び接着層が形成されている形態とすることができる。

【0127】

本発明の表示装置は、液晶表示装置用のバックライト装置や面状光源装置を含む照明装置としても用いることができる。

【0128】

以下、有機電界発光素子及びこの素子を使用した表示装置の一実施形態について、具体的に説明する。

図1は、本発明の一実施形態の有機電界発光素子の模式的な一部断面図である。

図2は、本発明の一実施形態の表示装置における画像表示部の断面構成の一部を示す模式的な一部断面図である。

図3は、本発明の一実施形態の表示装置の概念図である。

図4は、本発明の一実施形態の表示装置における画素駆動回路（但し、駆動回路を、2つのトランジスタ T_{Drv} 、 T_{Sig} と1つの容量部 C_1 からなる駆動回路（ $2Tr/1C$ 駆動回路）とした例）の概念図である。

【0129】

有機電界発光素子11は、第1基板20上に陽極（第1電極）41、有機層積層構造体43及び陰極（第2電極）42を、この順に積層した構造を有する。有機層積層構造体43は、第1電極側から、順に、例えば、正孔供給層51（正孔注入層51₁及び正孔輸送層51₂）、発光層52、電子供給層53（第1層53₁及び第2層53₂）を積層してなる。即ち、陽極41と接する有機層積層構造体43の部分は、正孔注入層51₁からなり、陰極42と接する有機層積層構造体43の部分は、電子供給層53の第2層53₂からなる。そして、この有機電界発光素子11にあつては、陽極41から注入された正孔と、陰極42から注入された電子とが発光層52内で再結合する際に生じる発光光を、第1基板20とは反対側の第2基板47から取り出す。尚、より具体的には、発光層52は、後述するように、陽極側から順に、赤色発光層、青色発光層、緑色発光層が積層されている。

【0130】

表示装置1は、2次元マトリクス状に配列された有機電界発光素子11を備えており、上面発光方式（トップエミッション方式）の表示装置である。この表示装置1は、有機E

Lテレビジョン装置等として用いられるものであり、例えば、第1基板20の上に、表示領域として、複数の有機電界発光素子11がマトリクス状に配置されている。図2において有機電界発光素子11は、赤色有機電界発光素子11R、緑色有機電界発光素子11G及び青色有機電界発光素子11Bである。表示領域の周辺には、映像表示用のドライバである映像信号出力回路102及び走査回路101、電流供給部100が設けられている(図3,4)。尚、隣り合う有機電界発光素子11の組合せ(赤色有機電界発光素子11R、緑色有機電界発光素子11G及び青色有機電界発光素子11B)によって、1つの画素(ピクセル)が構成されている。また、赤色有機電界発光素子11R、緑色有機電界発光素子11G及び青色有機電界発光素子11Bのそれぞれによって、副画素(サブピクセル)が構成されている。

10

【0131】

画像表示部10は、具体的には、

- (a) 第1基板20、
- (b) 第1基板20上に設けられた駆動回路、
- (c) 駆動回路を覆う層間絶縁層21、
- (d) 層間絶縁層21上に設けられた発光部(有機層積層構造体43)、
- (e) 発光部(有機層積層構造体43)上に設けられた保護層44、
- (f) 保護層44上に設けられた遮光層45、及び、
- (g) 保護層44及び遮光層45を覆う第2基板47、

を備えている(図2)。

20

【0132】

より具体的には、ソーダガラスからなる第1基板20上には駆動回路が設けられている。駆動回路は、複数のTFTから構成されている。TFTは、第1基板20上に形成されたゲート電極31、第1基板20及びゲート電極31上に形成されたゲート絶縁膜32、ゲート絶縁膜32上に形成された半導体層に設けられたソース/ドレイン領域33、並びに、ソース/ドレイン領域33の間であって、ゲート電極31の上方に位置する半導体層の部分が相当するチャンネル形成領域34から構成されている。図示した例にあっては、TFTをボトムゲート型としたが、トップゲート型であってもよい。TFTのゲート電極31は、走査線SCL(図2には図示せず)に接続されている。そして、層間絶縁層21(21A,21B)が、第1基板20及び駆動回路を覆っている。

30

また、有機電界発光素子を構成する第1電極41は、 SiO_x や SiN_y 、ポリイミド樹脂等からなる層間絶縁層21B上に設けられている。TFTと第1電極41とは、層間絶縁層21Aに設けられたコンタクトプラグ22、配線23、コンタクトプラグ24を介して電氣的に接続されている。図面においては、1つの有機電界発光素子駆動部につき、1つのTFTを図示した。

【0133】

層間絶縁層21上には、開口26を有し、開口26の底部に第1電極41が露出した絶縁層(隔壁)25が形成されている。絶縁層25は、平坦性に優れ、しかも、有機層積層構造体43の水分による劣化を防止して発光輝度を維持するために、吸水率の低い絶縁材料、具体的には、ポリイミド樹脂から構成されている。開口26の底部に露出した第1電極41の部分の上から、開口26を取り囲む絶縁層25の部分に互り、有機発光材料からなる発光層を備えた有機層積層構造体43が形成されている。有機層積層構造体43は、積層構造を有するが、図2では1層で表す。

40

【0134】

第2電極42上には、有機層積層構造体43への水分の到達防止を目的として、プラズマCVD法に基づき、アモルファス窒化シリコン($-Si_{1-x}N_x$)からなる絶縁性の保護層44が設けられている。保護層44の上には遮光層45が形成されており、保護層44及び遮光層45上にはソーダガラスからなる第2基板47が配されている。保護層44及び遮光層45と第2基板47とは、アクリル系接着剤からなる接着層46によって接着されている。第1電極41を陽極(アノード電極)として用い、第2電極42を陰極

50

(カソード電極)として用いる。具体的には、第1電極41は、厚さ $0.2\mu\text{m} \sim 0.5\mu\text{m}$ のアルミニウム(A1)、銀(Ag)、あるいは、これらの合金で構成される光反射材料から成り、第2電極42は、厚さ $0.1\mu\text{m}$ のITOやIZOといった透明導電材料や、厚さ 5nm 程度の銀(Ag)、マグネシウム(Mg)等の光を或る程度透過する金属薄膜(半透明金属薄膜)からなる。第2電極42はパターンングされておらず、1枚のシート状に形成されている。

【0135】

第2基板(封止用基板)47には、例えば、カラーフィルタ(図示せず)、及び、ブラックマトリクスとしての遮光層45が設けられており、有機電界発光素子11で発生した光を取り出すと共に、各有機電界発光素子11間の配線において反射された外光を吸収し、コントラストを改善する。

赤色有機電界発光素子11R、緑色有機電界発光素子11G及び青色有機電界発光素子11Bにおいて、カラーフィルタは、それぞれ、赤色フィルタ、緑色フィルタ及び青色フィルタ(いずれも図示せず)から構成されている。赤色フィルタ、緑色フィルタ及び青色フィルタは、それぞれ、例えば矩形形状で隙間なく形成されている。これらの赤色フィルタ、緑色フィルタ及び青色フィルタは、顔料を混入した樹脂によって構成されており、顔料を選択することにより、目的とする赤色、緑色あるいは青色の波長域における光透過率が高く、他の波長域における光透過率が低くなるように調整されている。

【0136】

遮光層45は、例えば黒色の着色剤を混入した光学濃度が1以上の黒色の樹脂膜(具体的には、例えば、黒色のポリイミド樹脂からなる)、又は、薄膜の干渉を利用した薄膜フィルタから構成されている。薄膜フィルタは、例えば、金属、金属窒化物あるいは金属酸化物からなる薄膜を2層以上積層して成り、薄膜の干渉を利用して光を減衰させる。薄膜フィルタとして、具体的には、Crと酸化クロム(III)(Cr_2O_3)とを交互に積層したものを挙げることができる。

【0137】

表示領域内には画素駆動回路が設けられている(図3,4)。画素駆動回路は、陽極(第1電極)41の下方に形成されたアクティブ型の駆動回路である。この画素駆動回路は、

- (A) 走査回路101、
 - (B) 映像信号出力回路102、
 - (C) 電流供給部100、
 - (D) 電流供給部100に接続され、第1の方向に延びるM本の電流供給線CSL、
 - (E) 走査回路101に接続され、第1の方向に延びるM本の走査線SCL、並びに、
 - (F) 映像信号出力回路102に接続され、第2の方向に延びるN本のデータ線DTL
- を備えている。

【0138】

また、有機電界発光素子11は、第1の方向にN個、第1の方向とは異なる第2の方向にM個、合計 $N \times M$ 個の、2次元マトリクス状に配列されており、それぞれが、発光部(具体的には、有機EL発光部)ELPを有する。尚、符号 C_{EL} は、発光部の寄生容量を表す。また、発光部ELPを駆動するための駆動回路を備えている。この駆動回路は、電流供給線CSL、走査線SCL及びデータ線DTLに接続されている。図3においては、 3×3 個の有機電界発光素子11を図示しているが、これは、あくまでも例示に過ぎない。走査回路101は、走査線SCLの両端に配され、あるいは、一端に配されている。そして、データ線DTLと走査線SCLの交差領域が、各有機電界発光素子11のいずれか1つ(サブピクセル)に対応している。

【0139】

駆動回路は、少なくとも、

- (A) ソース/ドレイン領域、チャンネル形成領域及びゲート電極を備えた駆動トランジスタ $T_{D r v}$ 、

10

20

30

40

50

(B) ソース/ドレイン領域、チャンネル形成領域及びゲート電極を備えた映像信号書込みトランジスタ T_{Sig} 、並びに、

(C) 容量部 C_1 、

から構成されている。尚、駆動トランジスタ T_{Drv} 及び映像信号書込みトランジスタ T_{Sig} は、具体的には、薄膜トランジスタ (TFT) からなる。

【0140】

ここで、駆動トランジスタ T_{Drv} において、

(A-1) 一方のソース/ドレイン領域は、電流供給線 CSL に接続されており、

(A-2) 他方のソース/ドレイン領域は、発光部 ELP に接続され、且つ、容量部 C_1 の一端に接続されており、

(A-3) ゲート電極は、映像信号書込みトランジスタ T_{Sig} の他方のソース/ドレイン領域に接続され、且つ、容量部 C_1 の他端に接続されている。

【0141】

一方、映像信号書込みトランジスタ T_{Sig} において、

(B-1) 一方のソース/ドレイン領域は、データ線 DTL に接続されており、

(B-2) ゲート電極は、走査線 SCL に接続されている。

【0142】

駆動トランジスタ T_{Drv} 及び映像信号書込みトランジスタ T_{Sig} は、それぞれ、ソース/ドレイン領域、チャンネル形成領域、及び、ゲート電極を備えた、 n チャンネル型の TFT からなる。

【0143】

この表示装置 1 においては、各副画素に対して、走査回路 101 から映像信号書込みトランジスタ T_{Sig} のゲート電極を介して走査信号が供給されると共に、映像信号出力回路 102 から画像信号が映像信号書込みトランジスタ T_{Sig} を介して保持容量 C_1 に保持される。即ち、この保持容量 C_1 に保持された信号に応じて駆動トランジスタ T_{Drv} がオン・オフ制御され、これにより、有機電界発光素子 11 に駆動電流 I_d が流され、発光層 52 において正孔と電子とが再結合して発光が起こる。この光は、下面発光型 (ボトムエミッション) の場合には第 1 電極 41 及び第 1 基板 20 を透過して取り出され、上面発光型 (トップエミッション) の場合には第 2 電極 42、カラーフィルタ (図示せず) 及び第 2 基板 47 を透過して取り出される。

【0144】

本実施形態では図 1 に示すように、有機電界発光素子 11 は、陽極 41 と陰極 42 との間に、異なる色を発光する複数の発光層 52 が積層されて成る有機層積層構造体 43 を備えている。発光層 52 は、陽極 41 と陰極 42 との間に、陽極側から、赤色を発光する第 1 発光層 52₁、中間層 52₄、青色を発光する第 2 発光層 52₂、及び、緑色を発光する第 3 発光層 52₃ が積層された構造を有する。そして、複数の発光層 52₁, 52₂, 52₃ から放射される光の重ね合わせにより白色光を放射する。

【0145】

尚、上記の実施形態では、発光層を 3 層形成したが、これに限られず、例えば、発光層は 2 層でもよい。また、発光層は蛍光発光層でも燐光発光層でもよく、これらを組み合わせてもよい。

中間層は単層としたが、2 層以上の積層構造でもよい。この場合、中間層のいずれかに上述した式 (1) の化合物が含まれていればよい。

【0146】

図 5 は、本発明の他の実施形態の有機電界発光素子の模式的な一部断面図である。

本実施形態の素子は、有機層積層構造体 43 の発光層 62 を除き、上述した図 1 の素子と同様であるので、説明を省略する。正孔供給層 61、電子供給層 63 は、図 1 の正孔供給層 51、電子供給層 53 と同じである。

本実施形態の素子では、発光層 62 が陽極 (第 1 電極) 41 から第 1 発光層 62₁、中間層 62₄、及び第 2 発光層 62₂ がこの順に積層した構造を有している。2 つの発光層

10

20

30

40

50

6 2₁, 6 2₂ から放射される光の重ね合わせにより白色光を放射する。

【0147】

本実施形態の素子では、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む発光層（具体的には、第2発光層6 2₂）以外の残りの発光層の少なくとも1層の発光層（具体的には、第1発光層6 2₁）は、ホスト材料として、少なくとも燐光発光材料を含むことが好ましい。また、第2発光層6 2₂は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含むことが好ましい。

【実施例】

【0148】

実施例1～実施例9、比較例1及び比較例2

10

図1に示す層構成の有機電界発光素子11を作製した。

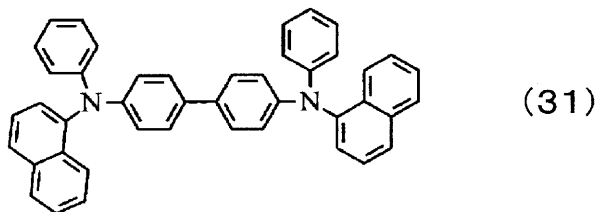
先ず、30mm×30mmのガラス板（第1基板20）上に、陽極41としてAl層を200nmの膜厚で形成した後、2mm×2mmの発光領域以外の上に、真空蒸着法に基づきSiO₂からなる層間絶縁層21を形成した。

次いで、陽極41及び層間絶縁層21上に、ヘキサニトリルアザトリフェニレン〔式(21-1)〕からなる膜厚10nmの正孔注入層51₁を、真空蒸着法に基づき蒸着速度0.2nm/秒～0.4nm/秒で形成した。その後、下記式(31)に示す化合物からなる膜厚30nmの正孔輸送層51₂を、真空蒸着法に基づき蒸着速度0.2nm/秒～0.4nm/秒で形成した。

【0149】

20

【化40】



【0150】

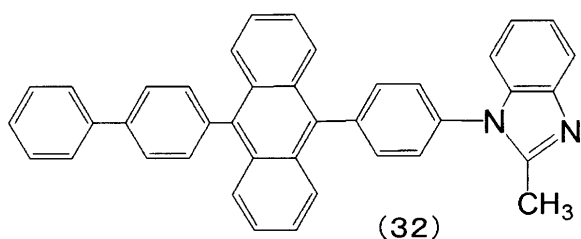
次に、発光層52₁, 52₂, 52₃及び中間層52₄を表1及び表2に示す順番、膜厚、材料構成で積層した。尚、表に記載のドーパント材料の「%」はドーパント濃度（膜厚比）である。

30

その後、発光層52上に電子輸送層として、下記式(32)で示す化合物を100nmの膜厚で形成した。尚、第1発光層52₁は正孔輸送性を有し、第2発光層52₂及び第3発光層52₃は電子輸送性を有する。

【0151】

【化41】



40

【0152】

次いで、陰極の第1層として、LiFを、真空蒸着法に基づき約0.3nm（蒸着速度：0.01nm/秒）の膜厚で形成した後、第2層として、Mg-Agを真空蒸着法に基づき10nmの膜厚で形成し、2層構造の陰極42を設けた。

【0153】

尚、陽極41と正孔注入層51₁との界面がキャビティ構造（共振器構造）の第1端面となり、陰極42の第1層と第2層との界面が共振器構造の第2端面となる。

50

【 0 1 5 4 】

以上のようにして有機電界発光素子を作製した。得られた有機電界発光素子を用いて、駆動条件 $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ において、色度及び電圧、外部量子効率を測定した。また、初期輝度 400 nit 、 50 、定電流駆動 1000 時間後の輝度を測定し、初期輝度との相対輝度を算出した。

測定結果を表 1 及び表 2 に示す。尚、表 1 及び表 2 において、「EQE 比」は、実施例 1 の試料の外部量子効率の値を「 100 」としたときの相対値を示し、「相対輝度」は、実施例 1 の試料の初期輝度を「 1 」としたときの 1000 時間後の輝度の相対値である。

【 0 1 5 5 】

【 表 1 】

	陽極側			陰極側			色度 (x, y)	電圧 (V)	EQE 比	相対輝度
	第1発光層	中間層	第2発光層	第3発光層	中間層	第4発光層				
実施例 1	10nm	10nm	10nm	10nm	中間層1	ホスト(2)	(0.28, 0.30)	8.0	100	0.95
	ホスト(1)		ホスト(2)	ホスト(2)						
	ドーパント(1)(1%)		ドーパント(3)(5%)	ドーパント(2)(5%)						
実施例 2	10nm	10nm	10nm	10nm	中間層2	ホスト(4)	(0.28, 0.30)	8.0	99	0.95
	ホスト(1)		ホスト(4)	ホスト(4)						
	ドーパント(1)(1%)		ドーパント(3)(5%)	ドーパント(2)(5%)						
実施例 3	10nm	10nm	10nm	10nm	中間層3	ホスト(5)	(0.28, 0.30)	7.9	100	0.94
	ホスト(1)		ホスト(5)	ホスト(5)						
	ドーパント(1)(1%)		ドーパント(3)(5%)	ドーパント(2)(5%)						
実施例 4	10nm	10nm	10nm	10nm	中間層4	ホスト(6)	(0.28, 0.30)	8.1	100	0.95
	ホスト(1)		ホスト(6)	ホスト(6)						
	ドーパント(1)(1%)		ドーパント(3)(5%)	ドーパント(2)(5%)						
実施例 5	10nm	10nm	10nm	10nm	中間層5	ホスト(7)	(0.28, 0.30)	8.0	101	0.93
	ホスト(1)		ホスト(7)	ホスト(7)						
	ドーパント(1)(1%)		ドーパント(3)(5%)	ドーパント(2)(5%)						
実施例 6	10nm	10nm	10nm	10nm	中間層6	ホスト(8)	(0.28, 0.30)	8.1	98	0.95
	ホスト(1)		ホスト(8)	ホスト(8)						
	ドーパント(1)(1%)		ドーパント(3)(5%)	ドーパント(2)(5%)						
実施例 7	10nm	10nm	10nm	10nm	中間層7	ホスト(9)	(0.28, 0.30)	7.9	100	0.95
	ホスト(1)		ホスト(9)	ホスト(9)						
	ドーパント(1)(1%)		ドーパント(3)(5%)	ドーパント(2)(5%)						
実施例 8	10nm	10nm	10nm	10nm	中間層8	ホスト(10)	(0.28, 0.30)	7.9	101	0.96
	ホスト(1)		ホスト(10)	ホスト(10)						
	ドーパント(1)(1%)		ドーパント(3)(5%)	ドーパント(2)(5%)						

【 0 1 5 6 】

10

20

30

40

【 表 2 】

	陽極側			陰極側			色度 (x, y)	電圧 (V)	EQE 比	相対輝度
	第1発光層	中間層	第2発光層	第3発光層	第3発光層	第3発光層				
実施例 9	10nm	10nm	10nm	10nm	10nm	10nm	(0.28, 0.30)	8.0	100	0.95
	ホスト(1)	中間層 9	ホスト(11)	ホスト(11)	ホスト(11)					
	トランプトン(1)(1%)		トランプトン(3)(5%)	トランプトン(2)(5%)						
比較例 1	10nm	10nm	10nm	10nm	10nm	10nm	(0.18, 0.19)	8.0	85	0.70
	ホスト(1)	中間層 10	ホスト(2)	ホスト(2)	ホスト(2)					
	トランプトン(1)(1%)		トランプトン(3)(5%)	トランプトン(2)(5%)						
比較例 2	10nm	3nm	10nm	10nm	10nm	10nm	(0.28, 0.30)	8.0	85	0.70
	ホスト(1)	中間層 10	ホスト(2)	ホスト(2)	ホスト(2)					
	トランプトン(1)(1%)		トランプトン(3)(5%)	トランプトン(2)(5%)						
実施例 10	10nm	5nm / 5nm	10nm	10nm	10nm	10nm	(0.28, 0.30)	7.8	100	0.93
	ホスト(1)	中間層 11 / 中間層 1	ホスト(2)	ホスト(2)	ホスト(2)					
	トランプトン(1)(1%)		トランプトン(3)(5%)	トランプトン(2)(5%)						
実施例 11	15nm	10nm	15nm	15nm	15nm	15nm	(0.34, 0.38)	8.5	150	0.80
	ホスト(3)	中間層 12	ホスト(2)	ホスト(2)	ホスト(2)					
	トランプトン(4)(5%)		トランプトン(3)(5%)	トランプトン(3)(5%)						
比較例 3	15nm	10nm	15nm	15nm	15nm	15nm	(0.20, 0.20)	8.5	100	0.40
	ホスト(3)	中間層 13	ホスト(2)	ホスト(2)	ホスト(2)					
	トランプトン(4)(5%)		トランプトン(3)(5%)	トランプトン(3)(5%)						
実施例 12	10nm	10nm	10nm	10nm	10nm	10nm	(0.28, 0.30)	8.0	100	0.95
	ホスト(1)	中間層 14	ホスト(11)	ホスト(11)	ホスト(11)					
	トランプトン(1)(1%)		トランプトン(3)(5%)	トランプトン(2)(5%)						

【 0 1 5 7 】

各例で使用した表 1 及び 2 に記載の化合物の構造を以下に示す。

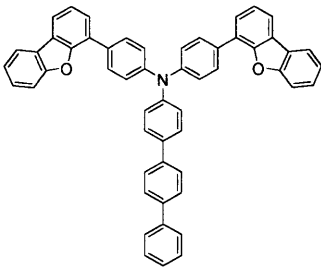
10

20

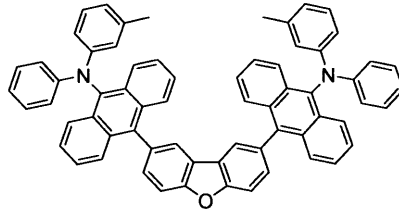
30

40

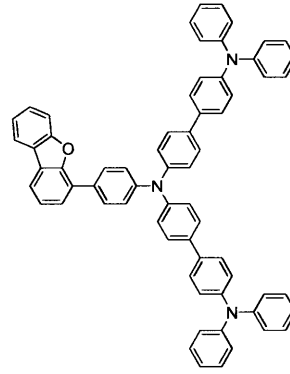
【化 4 2】



中間層 (1)

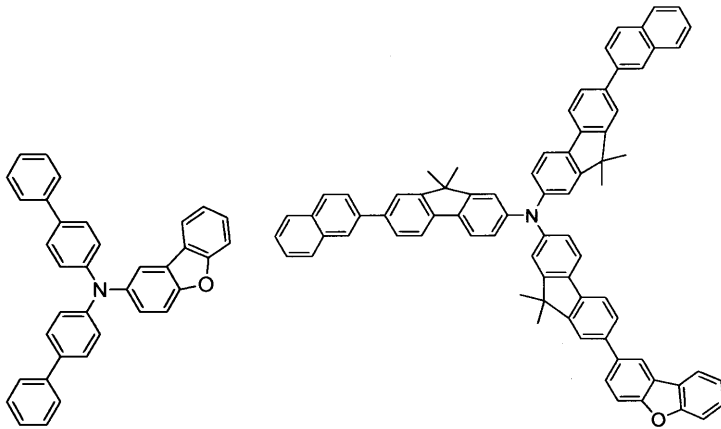


中間層 (2)

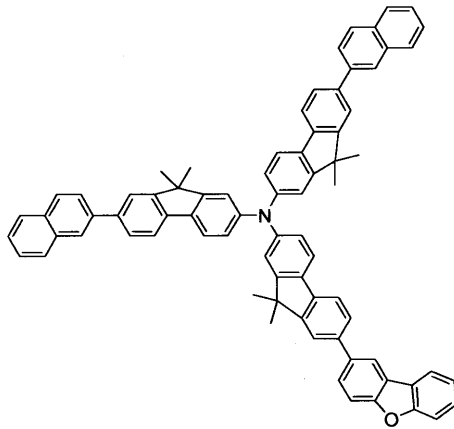


中間層 (3)

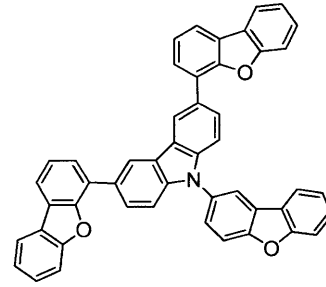
10



中間層 (4)

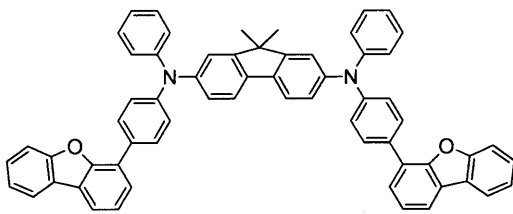


中間層 (5)

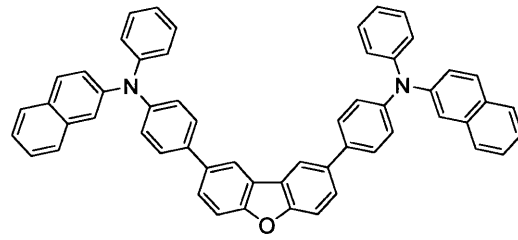


中間層 (6)

20

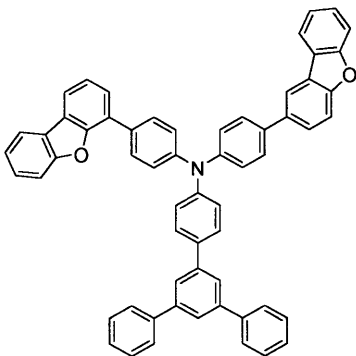


中間層 (7)

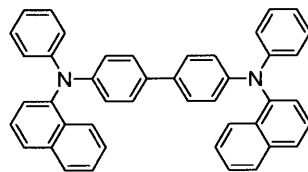


中間層 (8)

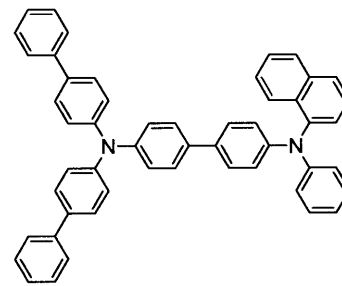
30



中間層 (9)



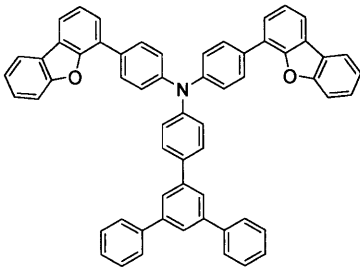
中間層 (10)



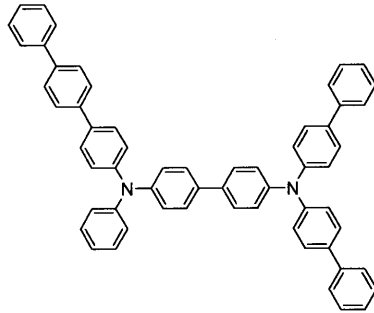
中間層 (11)

40

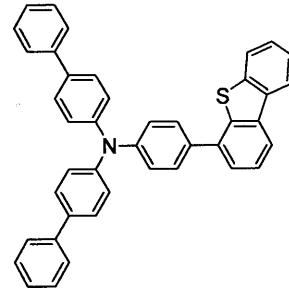
【化 4 3】



中間層 (1 2)



中間層 (1 3)

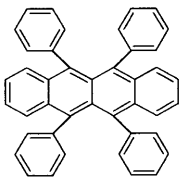


中間層 (1 4)

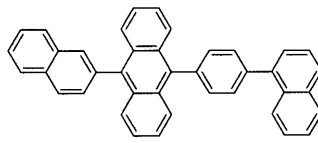
10

【 0 1 5 9】

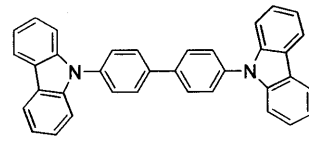
【化 4 4】



ホスト (1)

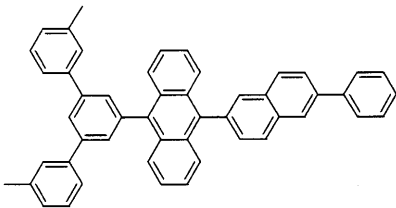


ホスト (2)

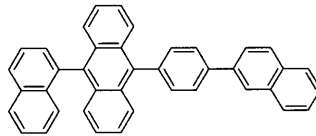


ホスト (3)

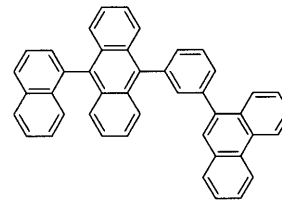
20



ホスト (4)

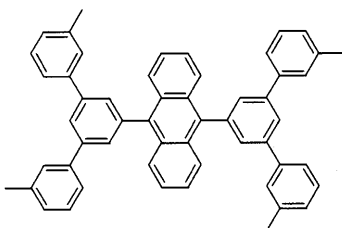


ホスト (5)

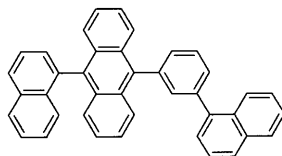


ホスト (6)

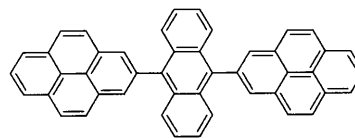
30



ホスト (7)

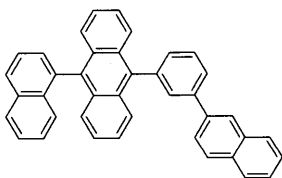


ホスト (8)

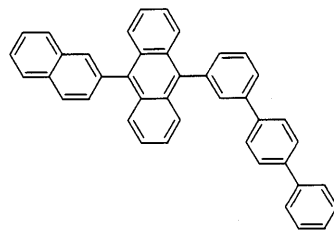


ホスト (9)

40



ホスト (1 0)



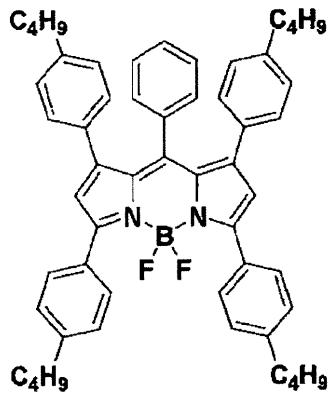
ホスト (1 1)

【 0 1 6 0】

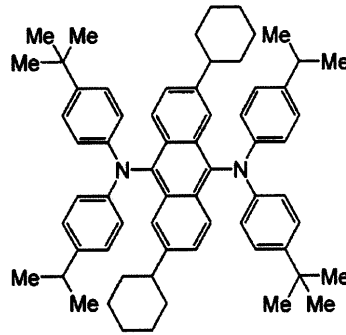
ホスト (1) は、赤色蛍光ホスト材料、ホスト (2) は、緑色及び青色蛍光ホスト材料、ホスト (3) は、黄色燐光ホスト材料である。

【 0 1 6 1】

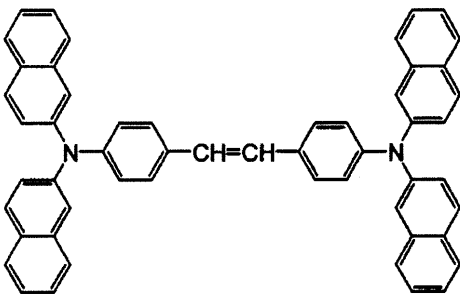
【化 4 5】



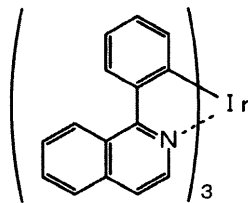
ドーパント (1)



ドーパント (2)



ドーパント (3)



ドーパント (4)

【0162】

ドーパント(1)は、赤色蛍光ドーパント材料、ドーパント(2)は、緑色蛍光ドーパント材料、ドーパント(3)は、青色蛍光ドーパント材料、ドーパント(4)は、黄色蛍光ドーパント材料である。

【0163】

実施例1~9の有機電界発光素子において、複数の発光層の内の少なくとも1層の発光層(具体的には、第2発光層及び第3発光層)は、ホスト材料としてアントラセン誘導体を含む(上記ホスト(2)、ホスト(4)~ホスト(11))。また、第1発光層は正孔輸送性のホスト材料としてホスト(1)を含む(上記ホスト(1))。正孔輸送性材料のイオン化ポテンシャルは5.6eV未満であり、具体的には、ホスト(1)のイオン化ポテンシャルは5.57eVである。

尚、イオン化ポテンシャルは、各材料から電子を取り去ってイオン化するために必要なエネルギーを意味し、紫外線光電子分光分析装置(AC-2、理研(株)計器)にて測定した。

【0164】

正孔輸送性材料は、母骨格が環員数4~7の多環式芳香族炭化水素化合物であることが好ましく、実施例1~9ではホスト(1)で表わされるナフタセン化合物である。正孔輸送性材料を含む発光層(第1発光層)は、ドーパント(1)を含んでいる。

【0165】

実施例1~9の結果から、中間層として中間層(1)~中間層(9)を用いることで、白色発光が確認され、発光寿命も十分長いことが確認できた。

一方、比較例1及び比較例2では、-NPDからなる中間層(10)を用いた。比較例1にあっては、中間層(10)の厚さを10nmとしたので、過剰な電子ブロック性により、発光バランスが陰極側発光層側の青色に偏り、白色が得られなかった。また、比較

10

20

30

40

50

例 2 にあっては、中間層 (1 0) の厚さを 3 nm としたので、白色発光が得られたものの、中間層 (1 0) と青色を発光する第 2 発光層との界面で劣化が促進され、短寿命であった。

【 0 1 6 6 】

実施例 1 0

中間層を、中間層 (1) (厚さ : 5 nm) と中間層 (1 1) (厚さ : 5 nm) の積層構造とした他は、実施例 1 と同様にして有機電界発光素子を作製した。但し、中間層 (1) が第 2 発光層 5 2₂ と接しており、中間層 (1 1) が第 1 発光層 5 2₁ と接している。

結果を表 2 に示す。

【 0 1 6 7 】

実施例 1 0 では、中間層 5 2₄ を、中間層 (1) と中間層 (1 1) の積層構造としたが、中間層 (1) を青色を発光する第 2 発光層 5 2₂ と接するように配することにより、白色発光が得られ、発光寿命も十分長いことが確認できた。

【 0 1 6 8 】

実施例 1 1

図 5 に示す層構成を有する有機電界発光素子を作製した。

具体的に、表 2 に示すように、陽極 4 1 と陰極 4 2 との間に、陽極側から、第 1 発光層 (黄色を発光する) 6 2₁、中間層 (1 2) からなる中間層 6 2₄、及び、第 2 発光層 (青色を発光する) 6 2₂ が積層されており、第 1 発光層 6 2₁ は、ホスト材料として少なくとも燐光発光材料 (具体的には、ホスト (3)) を含み、第 2 発光層 6 2₂ は、ホスト材料としてアントラセン誘導体 (具体的には、蛍光発光材料であるホスト (2)) を含むように形成し、2 つの発光層 6 2₁、6 2₂ から放射される光の重ね合わせにより白色光を放射するようにした。

実施例 1 と同様にして、各種の測定を行った結果を表 2 に示す。白色光が得られ、長寿命の有機電界発光素子を得ることができた。

【 0 1 6 9 】

比較例 3

中間層に中間層 (1 3) を用いた他は、実施例 1 1 と同様にして有機電界発光素子を作製し、評価した。結果を表 2 に示す。

本例の素子は、発光バランスが陰極側発光層側である青色に偏り、白色が得られず、短寿命であった。

【 0 1 7 0 】

実施例 1 2

中間層を、中間層 (1 4) とした他は、実施例 9 と同様にして有機電界発光素子を作製した。結果を表 2 に示す。

【 0 1 7 1 】

以上、本発明を説明したが、本発明は上記の実施例及び実施形態に限定されるものではない。実施例における有機電界発光素子及び表示装置の構成、構造、使用した材料、有機電界発光素子の層構成等は例示であり、適宜、変更することができる。表示装置をアクティブマトリクス型として説明したが、パッシブマトリクス型とすることもできる。また、アクティブマトリクス駆動のための画素駆動回路の構成も、実施例において説明した構成に限定されず、必要に応じて容量素子やトランジスタを追加してもよい。そして、この場合、画素駆動回路の変更に応じて、上述した信号線駆動回路や走査線駆動回路の他に、必要な駆動回路を追加すればよい。

【 0 1 7 2 】

有機電界発光素子に設けられたカラーフィルタとして、赤色、緑色、青色を挙げたが、代替的に、黄色のカラーフィルタを配してもよいし、白色の有機電界発光素子の場合には、カラーフィルタを設けなくてもよい。一対の電極 (陽極と陰極)、及び、これらの電極間に有機層積層構造体が挟持された有機電界発光素子であれば、他の構成要素 (例えば、無機化合物層や無機成分) が含まれていてもよい。

10

20

30

40

50

【0173】

実施例において説明した有機電界発光素子では、第1電極と第2電極との間で発光光を共振させて取り出す共振器構造とすることで、取り出し光の色純度を向上させ、共振の中心波長付近の取り出し光の強度を向上させることが可能となる。この場合、例えば、第1電極と有機層積層構造体との界面を第1端面とし、第2電極との第1層と第2層との界面を第2端面とし、有機層積層構造体を共振部として、発光層で発生した光を共振させて、第2端面から取り出す共振器構造とした場合、共振器を構成する第1端面と第2端面との間の光学的距離OLを下記の式(A)を満たすように設定すればよい。光学的距離OLは、実際には、式(A)を満たす正の最小値となるように選択することが好ましい。尚、光学的距離とは、光路長とも呼ばれ、一般に、屈折率nの媒質中を距離Lだけ光線が通過したときの $n \times L$ を指す。

10

【0174】

$$(2 \cdot OL) / \lambda + \phi_1 / (2\pi) = m \quad (A)$$

【0175】

ここで、

OL : 第1端面と第2端面との間の光学的距離(単位: nm)

ϕ_1 : 第1端面で生じる反射光の位相シフト ϕ_2 との和 ($\phi = \phi_1 + \phi_2$) (単位: rad)

λ : 第2端面の側から取り出すべく光のスペクトルのピーク波長(単位: nm)

m : OLが正となる整数

20

【0176】

また、有機電界発光素子では、発光層における最大発光位置と第1端面との間の光学的距離 OL_1 が下記の式(B-1)、式(B-2)を満たし、最大発光位置と第2端面との間の光学的距離 OL_2 が下記の式(C-1)、式(C-2)を満たすように調整することが好ましい。ここで、最大発光位置とは、発光領域の中で最も発光強度が大きい位置を指す。例えば、発光層の陽極側と陰極側との両方の界面で発光する場合には、発光強度の大きい方の界面とすればよい。

【0177】

$$OL_1 = tL_1 + a_1 \quad (B-1)$$

$$(2tL_1) / \lambda = -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \quad (B-2)$$

$$OL_2 = tL_2 + a_2 \quad (C-1)$$

$$(2tL_2) / \lambda = -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \quad (C-2)$$

30

【0178】

ここで、

λ : 取り出すべく光のスペクトルのピーク波長

tL_1 : 第1端面と最大発光位置との間の光学的理論距離

a_1 : 発光層における発光分布に基づく補正量

ϕ_1 : 第1端面で生じる反射光の位相シフト(rad)

m_1 : 0又は整数

tL_2 : 第2端面と最大発光位置との間の光学的理論距離

40

a_2 : 発光層における発光分布に基づく補正量

ϕ_2 : 第2端面で生じる反射光の位相シフト(rad)

m_2 : 0又は整数

【0179】

位相シフト量 ϕ_1 , ϕ_2 は、第1電極や第2電極を構成する材料の複素屈折率の実数部分と虚数部分の値を、例えばエリプソメータを用いて測定し、これらの値に基づく計算を行うことで求めることができる(例えば、“Principles of Optics”, Max Born and Emil Wolf, 1974 (PERGAMON PRESS) 参照)。

【0180】

50

式 (B - 1)、式 (B - 2) を満足することで、発光層で発生した光のうち第 1 電極へ向かう光が第 1 端面で反射して戻ってきたときに、その戻り光の位相と発光時の位相とが同じとなり、発光した光のうち第 2 電極へ向かう光と強め合う関係となる。また、式 (C - 1)、式 (C - 2) を満足することで、発光層で発生した光のうち第 2 電極へ向かう光が第 2 端面で反射して戻ってきたときに、その戻り光の位相と発光時の位相とが同じとなり、発光した光のうち第 1 電極へ向かう光と強め合う関係となる。

【 0 1 8 1 】

ここで、電子輸送層を正孔供給層のトータル膜厚よりも厚く形成することで、式 (B - 1)、式 (B - 2)、式 (C - 1)、式 (C - 2) の m_1 、 m_2 の関係が、 $m_1 > m_2$ となるように設計することが可能となる。そして、これにより、光の取り出し効率を高めることができる。

10

【 0 1 8 2 】

尚、式 (B - 1) の光学的理論距離 $t L_1$ 及び式 (C - 1) の光学的理論距離 $t L_2$ は、発光領域に広がりがないと考えた場合、第 1 端面又は第 2 端面での位相変化量と、進行することでの位相変化量が、丁度打ち消し合い、戻り光の位相と発光時の位相とが同じとなる理論値である。但し、発光部分には、通常、広がりがあるので、式 (B - 1) 及び式 (C - 1) では、発光分布に基づく補正量 a_1 、 a_2 が加えられている。

【 0 1 8 3 】

補正量 a_1 、 a_2 は発光分布により異なるが、最大発光位置が発光層の第 2 電極側にあり、発光分布が最大発光位置から第 1 電極側に広がっている場合、又は、最大発光位置が発光層の第 1 電極側にあり、発光分布が最大発光位置から第 2 電極側に広がっている場合、例えば下記の式 (D - 1)、式 (D - 2) から求めることができる。

20

【 0 1 8 4 】

$$a_1 = b \cdot \ln(s) \quad (D - 1)$$

$$a_2 = -a_1 \quad (D - 2)$$

【 0 1 8 5 】

式 (D - 1)、式 (D - 2) 中において、「 b 」は、発光層における発光分布が最大発光位置から第 1 電極の方向へ広がっている場合には、 $2 n_{a v e} b$ $6 n_{a v e} b$ の範囲内の値、最大発光位置から第 2 電極の方向へ広がっている場合には、 $-6 n_{a v e} b$ $-2 n_{a v e} b$ の範囲内の値であり、「 s 」は、発光層における発光分布に関する物性値 ($1/e$ 減衰距離)、「 $n_{a v e}$ 」は、取り出すべく光のスペクトルのピーク波長における第 1 端面と第 2 端面との間に存在する物質の平均屈折率である。

30

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 8 6 】

本発明の有機電界発光素子及び表示装置は、壁掛けテレビのフラットパネルディスプレイ等の平面発光体、照明、複写機、プリンター、液晶ディスプレイのバックライト又は計器類等の光源、表示板、標識灯等に利用できる。

【 符号の説明 】

【 0 1 8 7 】

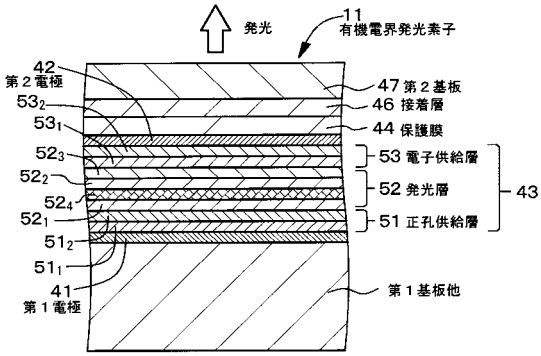
- 1 表示装置
- 10 画像表示部
- 11, 11R, 11G, 11B 有機電界発光素子
- 20 第 1 基板
- 21, 21A, 21B 層間絶縁層
- 22 コンタクトプラグ
- 23 配線
- 24 コンタクトプラグ
- 25 絶縁層 (隔壁)
- 26 開口
- 31 ゲート電極

40

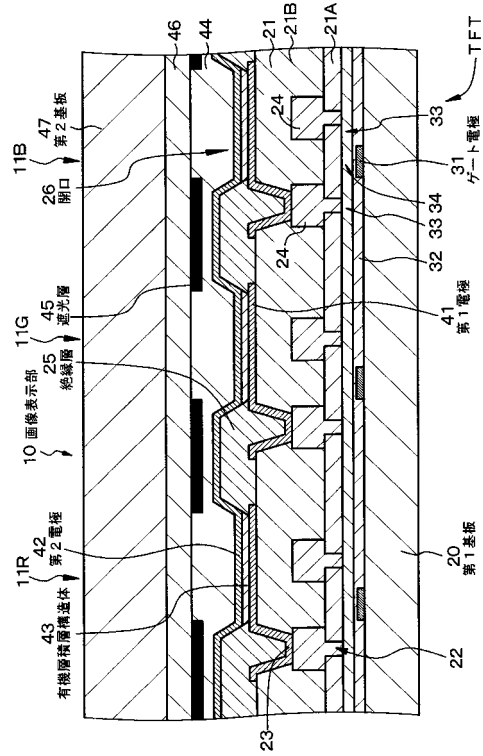
50

3 2	ゲート絶縁膜	
3 3	ソース/ドレイン領域	
3 4	チャネル形成領域	
4 1	陽極(第1電極)	
4 2	陰極(第2電極)	
4 3	有機層積層構造体	
4 4	保護層	
4 5	遮光層	
4 6	接着層	
4 7	第2基板	10
5 1	正孔供給層	
5 1 ₁	正孔注入層	
5 1 ₂	正孔輸送層	
5 2	発光層	
5 2 ₁ , 6 2 ₁	第1発光層	
5 2 ₁ , 6 2 ₂	第1発光層	
5 2 ₃	第1発光層	
5 2 ₄ , 6 2 ₄	中間層	
5 3	電子供給層	
5 3 ₁	電子供給層の第1層	20
5 3 ₂	電子供給層の第2層	
1 0 0	電流供給部	
1 0 1	走査回路	
1 0 2	映像信号出力回路	
T _{D r v}	駆動トランジスタ	
T _{S i g}	映像信号書込みトランジスタ	
C ₁	容量部	
C S L	電流供給線	
S C L	走査線	
D T L	データ線	30
E L P	発光部	

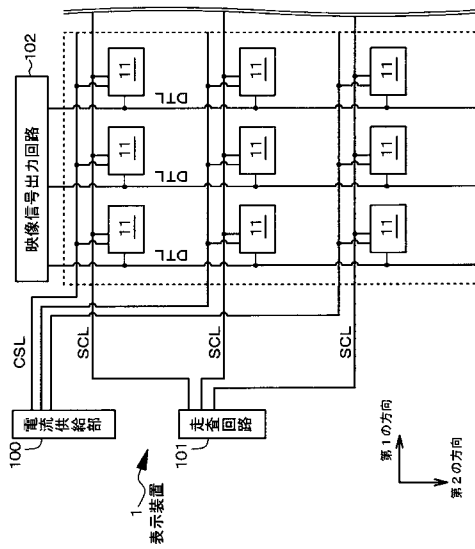
【図1】



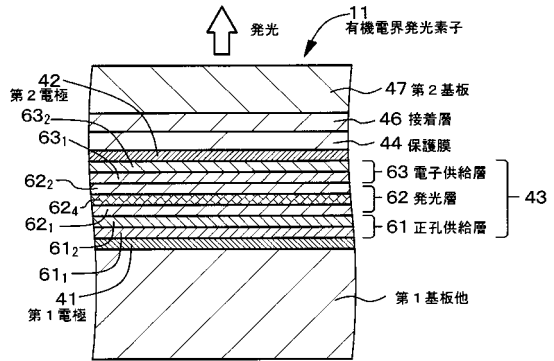
【図2】



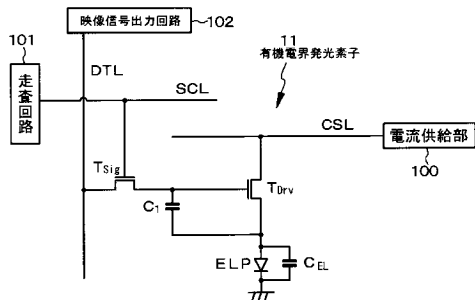
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
C 0 9 K 11/06 6 2 5

(72)発明者 神戸 江美子
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 舟橋 正和
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC03 CC04 CC08 CC09 CC21 CC45 DD51 DD53
DD59 DD64 DD67 DD68 DD69 EE10 FF19

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2013258022A5	公开(公告)日	2015-06-18
申请号	JP2012132885	申请日	2012-06-12
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司 出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	索尼公司 出光兴产株式会社		
[标]发明人	中村雅人 神戸江美子 舟橋正和		
发明人	中村 雅人 神戸 江美子 舟橋 正和		
IPC分类号	H05B33/12 H01L51/50 C09K11/06		
CPC分类号	C09B57/00 C09B57/008 C09K11/06 C09K2211/1011 C09K2211/1014 H01L51/0058 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/0061 H01L51/0073 H01L51/0074 H01L51/5012 H01L51/5044 H01L51/5265 H01L2251/5376 H01L2251/552 Y02B20/181 G09F9/30 H01L51/0052 H01L51/0054 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/5024 H01L51/504 H01L51/5072		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/14.A C09K11/06.690 C09K11/06.660 C09K11/06.620 C09K11/06.625		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC03 3K107/CC04 3K107/CC08 3K107/CC09 3K107/CC21 3K107/CC45 3K107/DD51 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/EE10 3K107/FF19		
代理人(译)	渡边喜平 佐藤 猛		
其他公开文献	JP6060530B2 JP2013258022A		

摘要(译)

解决的问题：提供一种白色发光的有机电致发光器件，该器件具有中间层的厚度裕度大且批量生产性高，同时抑制了亮度的劣化并缩短了寿命，同时获得了良好的发光平衡。有机电致发光器件包括有机层堆叠结构43，其中在阳极41和阴极42之间堆叠发射不同颜色的多个发光层。在其下式(1)与Ar1，Ar2之间，Ar3中的至少一个是包含作为下式(2)表示的基团的化合物的中间层。至少有一层。[选型图]图1