

(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2004-168726
(P2004-168726A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C07C 211/61	C07C 211/61	3K007
C07C 211/50	C07C 211/50	4H006
C09K 11/06	C09K 11/06 620	
H05B 33/14	C09K 11/06 635	
H05B 33/22	C09K 11/06 645	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 40 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-338248 (P2002-338248)	(71) 出願人	000005968 三菱化学株式会社 東京都港区芝五丁目33番8号
(22) 出願日	平成14年11月21日 (2002.11.21)	(74) 代理人	100086911 弁理士 重野 剛
		(72) 発明者	竹内 昌子 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内
		(72) 発明者	飯田 宏一郎 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内
		(72) 発明者	市野澤 晶子 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内

最終頁に続く

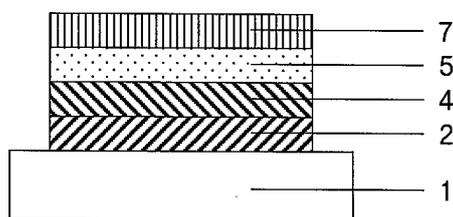
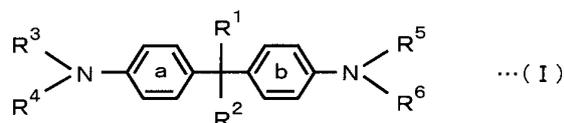
(54) 【発明の名称】ビスアミノフェニルメタン系化合物とこれを用いた電荷輸送材料、有機電界発光素子材料及び有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】低電圧、高効率駆動が可能であり、かつ耐熱性、駆動安定性に優れ、高温においても安定な発光特性を長時間にわたって維持できる有機電界発光素子を提供する。

【解決手段】下記一般式 (I) で表される新規ビスアミノフェニルメタン系化合物。このビスアミノフェニルメタン系化合物を含む層を有する有機電界発光素子。

【化13】



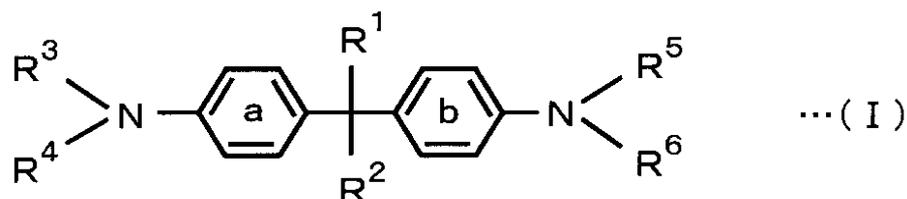
(R¹, R² は水素原子、水酸基、アルキル基、アルケニル基、芳香族炭化水素基、芳香族複素環基等。R³ ~ R⁶ は、芳香族炭化水素基、芳香族複素環基等。但し、R¹ ~ R⁶ のうちの少なくとも1つは、3環以上が縮合してなる、置換基を有していても良い縮合環基を表す。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式 (I) で表されるビスアミノフェニルメタン系化合物。

【化 1】



10

(一般式 (I) 中、 R^1 、 R^2 は、各々独立に、水素原子、水酸基、置換基を有していても良いアルキル基、置換基を有していても良いアルケニル基、置換基を有していても良い芳香族炭化水素基、または置換基を有していても良い芳香族複素環基を表すか、あるいは R^1 と R^2 が結合して、置換基を有していても良い非芳香族環を形成する。

$R^3 \sim R^6$ は、各々独立に、置換基を有していても良い芳香族炭化水素基、または置換基を有していても良い芳香族複素環基を表すか、あるいは以下の組み合わせで各々結合して、置換基を有していても良い環を形成する。

R^3 と R^4

20

R^3 と環 a を構成する炭素原子

R^4 と環 a を構成する炭素原子

R^5 と R^6

R^5 と環 b を構成する炭素原子

R^6 と環 b を構成する炭素原子

但し、 $R^1 \sim R^6$ のうちの少なくとも 1 つは、3 環以上が縮合してなる、置換基を有していても良い縮合環基を表す。

環 a および環 b は、一般式 (I) に示される置換基以外の置換基を有していても良いベンゼン環を表す。))

【請求項 2】

30

3 環以上が縮合してなる、置換基を有していても良い縮合環基が、置換基を有していても良いフェントリル基である、請求項 1 に記載のビスアミノフェニルメタン系化合物。

【請求項 3】

R^1 および R^2 のうちの少なくとも一方は水素原子以外の基である、請求項 1 または 2 に記載のビスアミノフェニルメタン系化合物。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のビスアミノフェニルメタン系化合物を含む電荷輸送材料。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のビスアミノフェニルメタン系化合物を含む有機電界発光素子材料。

40

【請求項 6】

陽極と陰極との間に発光層を有する有機電界発光素子において、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のビスアミノフェニルメタン系化合物を含む層を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 7】

前記ビスアミノフェニルメタン系化合物を含む層を、陽極と発光層との間に有する、請求項 6 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 8】

前記ビスアミノフェニルメタン系化合物を含む層が発光層である、請求項 6 または 7 に記

50

載の有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、新規なビスアミノフェニルメタン系化合物と、これを用いた電荷輸送材料、有機電界発光素子材料および有機電界発光素子に関するものである。詳しくは、有機化合物から成る発光層に電界をかけて光を放出する薄膜型デバイスとしての有機電界発光素子に用いられる、特に正孔輸送性の層形成材料として好適な新規ビスアミノフェニルメタン系化合物と、これを用いた電荷輸送材料、有機電界発光素子材料および、このビスアミノフェニルメタン系化合物含む層を設けた有機電界発光素子に関するものである。

10

【0002】

【従来技術】

従来、薄膜型の電界発光(EL)素子としては、無機材料のII-VI族化合物半導体であるZnS、CaS、SrS等に、発光中心であるMnや希土類元素(Eu、Ce、Tb、Sm等)をドーブしたものが一般的であるが、上記の無機材料から作製したEL素子は、

- 1) 交流駆動が必要(50~1000Hz)、
 - 2) 駆動電圧が高い(~200V)、
 - 3) フルカラー化が困難(特に青色)、
 - 4) 周辺駆動回路のコストが高い、
- という問題点を有している。

20

【0003】

しかし、近年、上記問題点の改良のため、有機薄膜を用いたEL素子の開発が行われるようになった。特に、発光効率を高めるため、電極からのキャリアー注入の効率向上を目的として、電極の種類最適化を行い、芳香族ジアミンから成る正孔輸送層と8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体から成る発光層とを設けた有機電界発光素子の開発(Appl. Phys. Lett., 51巻, 913頁, 1987年)により、従来のアントラセン等の単結晶を用いたEL素子と比較して発光効率の大幅な改善がなされ、実用特性に近づいている。

【0004】

上記の様な低分子材料を用いた電界発光素子の他にも、発光層の材料として、ポリ(p-フェニレンビニレン)、ポリ[2-メトキシ-5-(2-エチルヘキシルオキシ)-1,4-フェニレンビニレン]、ポリ(3-アルキルチオフェン)等の高分子材料を用いた電界発光素子の開発や、ポリビニルカルバゾール等の高分子に低分子の発光材料と電子移動材料を混合した素子の開発も行われている。

30

【0005】

有機電界発光素子をフラットパネル・ディスプレイやバックライト等の光源に応用するためには、素子の信頼性を十分に確保する必要がある。しかしながら、従来の有機電界発光素子では耐熱性が不十分であり、素子の環境温度やプロセス温度の上昇により電流-電圧特性が高電圧側にシフトしたり、素子駆動時の局所的なジュール発熱により寿命が低下したり、非発光部分(ダークスポット)の発生及び増加等の劣化が避けられなかった。

40

【0006】

これらの劣化の主原因は、有機層の薄膜形状の劣化である。この薄膜形状の劣化は素子駆動時の発熱等による温度上昇で、有機非晶質薄膜の結晶化(又は凝集)等に起因すると考えられている。この耐熱性の低さは、材料のガラス転移温度(以下「Tg」と略す)の低さに由来すると考えられる。

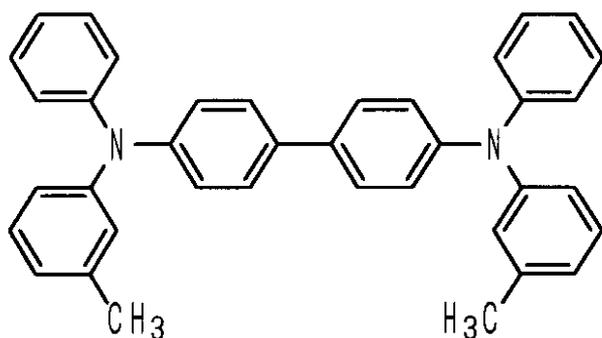
【0007】

低分子量(例えば、分子量400~600程度)の化合物、特に正孔輸送材料については、融点が低く対称性が高いものが多い。これまでに有機電界発光素子の正孔輸送材料としてよく用いられている代表的な芳香族アミン化合物を以下に示す。

50

【 0 0 0 8 】

【 化 2 】

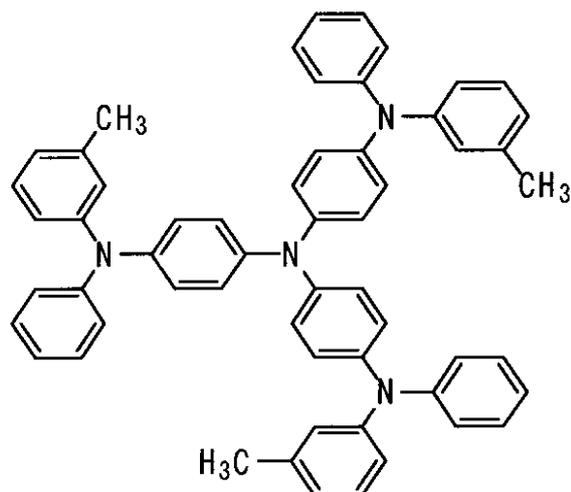


(A-1)

10

【 0 0 0 9 】

【 化 3 】

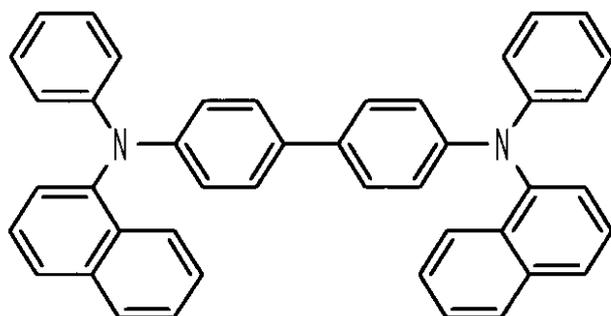


(A-2)

20

【 0 0 1 0 】

【 化 4 】



(A-3)

30

40

【 0 0 1 1 】

上記芳香族ジアミン (A-1) の T_g は 65 であり、 N, N' -ジフェニル- N, N' - $(3\text{-メチルフェニル})\text{-}1, 1'$ -ビフェニル- $4, 4'$ -ジアミン (通常TPDと呼ばれる) の T_g は 60、スターバースト型芳香族トリアミン (A-2) の T_g は 75 (J. Phys. Chem., 97巻、6240頁、1993年)、また、 1-ナフチル 基を導入した $4, 4'$ -ビス [$N\text{-}(1\text{-ナフチル})\text{-}N\text{-フェニルアミノ}$] ビフェニル (A-3) の T_g は 96 (電子情報通信学会技術研究報告、OME95-54、1995年) である。

50

【0012】

これらの芳香族アミン化合物から形成される有機非晶質薄膜では、温度上昇により結晶化したり、正孔輸送層と発光層の2層型素子構造においては相互拡散現象を起こしたりする。そして、その結果、素子の発光特性、特に駆動電圧が高くなる劣化現象が現れ、最終的には駆動寿命の低下につながる。また、素子の駆動時以外でも、素子作成時において、蒸着、ベーキング(アニール)、配線、封止等の工程での温度上昇が見込まれるため、正孔輸送材料のTgは更に高いことが望ましい。

【0013】

一方、低分子量化合物の代わりに高分子材料を有機電界発光素子の正孔輸送材料として用いる試みも行われており、例えばポリビニルカルバゾール(電子情報通信学会技術研究報告、OME90-38、1990年)、ポリシラン(Appl. Phys. Lett.、59巻、2760頁、1991年)、ポリフォスファゼン(第42回高分子学会年次大会、I-8-07及びI-8-08、1993年)等が報告されている。しかし、ポリビニルカルバゾールは200と高いTgを有するものの正孔のトラップ等の問題があり耐久性は低く、ポリシランは光劣化等により駆動寿命が数秒と短く、ポリフォスファゼンはイオン化ポテンシャルが高く、いずれも従来の芳香族ジアミン化合物を凌ぐ特性は示していない。

10

【0014】

この他に、芳香族ジアミン化合物をポリカーボネートやポリメチルメタアクリレートに30~80重量%分散させた正孔輸送層も検討されているが(Jpn. J. Appl. Phys.、31巻、L960頁、1992年)、低分子化合物が可塑剤として作用してTgを下げ、素子特性も芳香族ジアミン化合物を単独で使用した場合と比較して低下している。

20

【0015】

このように、有機電界発光素子の実用化に向けて、素子の耐熱性及び駆動寿命に未だ大きな問題を抱えているのが現状である。

【0016】

有機電界発光素子の耐熱性が改善されず、発光特性が不安定なことは、ファクシミリ、複写機、液晶ディスプレイのバックライト等の光源としては大きな問題であり、フラットパネル・ディスプレイ等の表示素子としても望ましくない特性である。特に車載用表示への応用を考える上では深刻である。

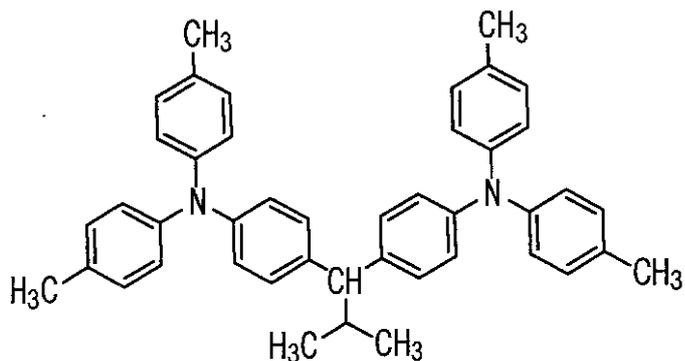
30

【0017】

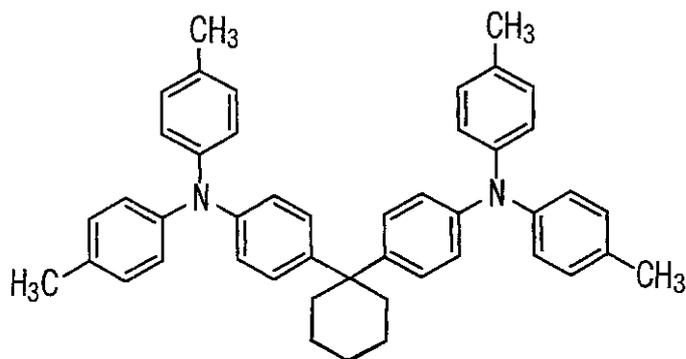
なお、米国特許第4,127,412号には下記のようなビスアミノフェニルメタン系化合物を含む光導電性記録要素についての記載がある。

【0018】

【化5】



10



20

【0019】

上記化合物、1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-2-メチルプロパンのTgは79 であり、1,1-ビス(4-ジ-トリルアミノフェニル)シクロヘキサンのTgは82 とTgが比較的高く、有機電界発光素子の耐熱性向上に有効である。また、上記化合物はトリフェニルアミン骨格同志のスタッキングが良好なため正孔輸送効率が非常に良いことが知られている。

【0020】

しかしながら、有機電界発光素子に十分な耐熱性を付与して駆動寿命の延長を図るためには、Tg 100 以上は必要であるといわれており、上記のビスアミノフェニルメタン系化合物であっても、このような高Tgを満足するには至らず、耐熱性が不十分で、駆動寿命が十分でないことが予想される。

30

【0021】

【特許文献1】

米国特許第4,127,412号

【非特許文献1】

Appl. Phys. Lett., 51巻, 913頁, 1987年

【非特許文献2】

J. Phys. Chem., 97巻, 6240頁, 1993年

40

【非特許文献3】

電子情報通信学会技術研究報告、OME95-54、1995年

【非特許文献4】

電子情報通信学会技術研究報告、OME90-38、1990年

【非特許文献5】

Appl. Phys. Lett., 59巻, 2760頁, 1991年

【非特許文献6】

第42回高分子学会年次大会、I-8-07及びI-8-08、1993年

【非特許文献7】

50

Jpn. J. Appl. Phys., 31巻、L960頁、1992年

【0022】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記従来の問題点を解決し、低電圧、高効率駆動が可能であり、かつ耐熱性、駆動安定性に優れ、高温においても安定な発光特性を長時間にわたって維持できる有機電界発光素子を実現し得る新規ビスアミノフェニルメタン系化合物と、これを用いた電荷輸送材料、有機電界発光素子材料及び有機電界発光素子を提供することを目的とする。

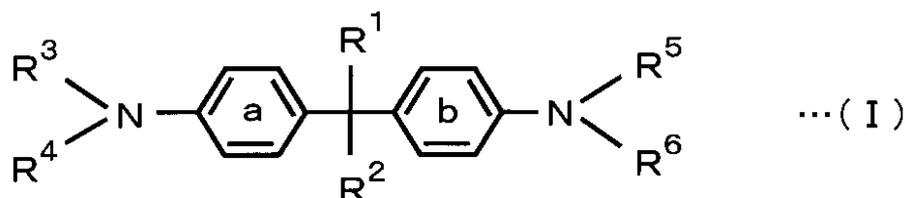
【0023】

【課題を解決するための手段】

本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物は、下記一般式(I)で表されることを特徴とする。 10

【0024】

【化6】



20

(一般式(I)中、 R^1 、 R^2 は、各々独立に、水素原子、水酸基、置換基を有していても良いアルキル基、置換基を有していても良いアルケニル基、置換基を有していても良い芳香族炭化水素基、または置換基を有していても良い芳香族複素環基を表すか、あるいは R^1 と R^2 が結合して、置換基を有していても良い非芳香族環を形成する。

$R^3 \sim R^6$ は、各々独立に、置換基を有していても良い芳香族炭化水素基、または置換基を有していても良い芳香族複素環基を表すか、あるいは以下の組み合わせで各々結合して、置換基を有していても良い環を形成する。

R^3 と R^4

R^3 と環aを構成する炭素原子

R^4 と環aを構成する炭素原子

R^5 と R^6

R^5 と環bを構成する炭素原子

R^6 と環bを構成する炭素原子

但し、 $R^1 \sim R^6$ のうち少なくとも1つは、3環以上が縮合してなる、置換基を有していても良い縮合環基を表す。

環aおよび環bは、一般式(I)に示される置換基以外の置換基を有していても良いベンゼン環を表す。) 30

【0025】

即ち、本発明者らは、有機電界発光素子の駆動寿命特性の更なる向上を図るべく、Tgが高く、駆動安定性および駆動寿命の向上をもたらすビスアミノフェニルメタン系化合物について検討した結果、上記一般式(I)で表される新規ビスアミノフェニルメタン系化合物が、分子中に有する3環以上の縮合環基の存在のためにTgが高く駆動安定性および駆動寿命の向上に有効であることを見出し、本発明に到達した。 40

【0026】

本発明の電荷輸送材料は、このような本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物を含むものであり、本発明の有機電界発光素子材料は、このような本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物を含むものである。

【0027】

即ち、前記一般式(I)で表されるビスアミノフェニルメタン化合物は、高いTgを 50

有し、かつ電荷輸送性が高いことから、電荷輸送性材料として電子写真感光体、有機電界発光素子、光電変換素子、有機太陽電池、有機整流素子等に好適に使用できる。また、前記一般式(Ⅰ)で表されるビスアミノフェニルメタン系化合物を用いることにより、耐熱性に優れ、長期間安定に駆動(発光)する有機電界発光素子が得られ、有機電界発光素子材料として好適である。

【0028】

本発明の有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に発光層を有する有機電界発光素子において、このような本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物を含む層を有するものであり、耐熱性、発光効率に優れ、駆動寿命が長い安定した有機電界発光素子である。

【0029】

10

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0030】

まず、前記一般式(Ⅰ)で表される本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物について説明する。

【0031】

本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物を示す前記一般式(Ⅰ)中、 R^1 および R^2 は、各々独立に、水素原子、水酸基、置換基を有していても良いアルキル基、置換基を有していても良いアルケニル基、置換基を有していても良い芳香族炭化水素基、または置換基を有していても良い芳香族複素環基を表すか、あるいは R^1 と R^2 が結合して置換基を有していても良い非芳香族環を形成する。ここで、芳香族炭化水素基および芳香族複素環基は、単環であっても縮合環であっても良い。

20

【0032】

R^1 および R^2 として具体的には、

水素原子；

水酸基；

メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、オクチル基、ドデシル基等の、炭素数1～10の直鎖または分岐のアルキル基；

ビニル基、アリル基等の、炭素数1～10の直鎖または分岐のアルケニル基；

フェニル基、ナフチル基、アントリル基、ピレニル基、フェナントリル基、フルオレニル基、アセナフチル基等の、炭素数6～20の芳香族炭化水素基；

30

ピリジル基、チエニル基、ピラジル基、チアゾリル基、フェナントリジル基、キノリル基、カルバゾリル基等の、5または6員環の単環または2～6縮合環である芳香族複素環基；

が挙げられる。これらはいずれも置換基を有していても良い。

【0033】

また、 R^1 と R^2 は互いに結合して、置換基を有していても良い非芳香族環を形成しても良い。この場合に形成する環の具体例としては、シクロブタン環、シクロヘキサン環、シクロペンタン環、シクロヘプタン環、シクロヘキサジエン環等が挙げられる。

【0034】

40

R^1 および R^2 として、より好ましいものは水素原子、メチル基、イソプロピル基等の炭素数1～10の直鎖または分岐のアルキル基、ピレニル基、フルオレニル基等の3環以上の縮合環からなる芳香族炭化水素基、または R^1 と R^2 が結合して形成したシクロヘキサン環またはシクロヘプタン環である。これらはいずれも置換基を有していても良い。

【0035】

なお、蒸着時に化合物が分解する可能性が低い点で、 R^1 および R^2 の内、少なくとも一方は水素原子以外の基であることが好ましく、 R^1 および R^2 がいずれも水素原子以外の基であることが、より好ましい。

【0036】

また、合成の容易性の点では、 R^1 および R^2 のうち、一方が水素原子、他方が水素原子

50

以外の基であるものが好ましい。

【0037】

$R^3 \sim R^6$ は、各々独立に、置換基を有していても良い芳香族炭化水素基、置換基を有していても良い芳香族複素環基を表すか、または後述するように、環の一部を構成する。ここで、芳香族炭化水素基および芳香族複素環基は、単環であっても縮合環であっても良い。

【0038】

$R^3 \sim R^6$ として、具体的には、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ピレニル基、フルオレニル基、アセナフチル基等の、炭素数6～20の芳香族炭化水素基；ピリジル基、チエニル基、ピラジル基、チアゾリル基、フェナントリジル基、キノリル基、カルバゾリル基等の、5員環または6員環の単環または2～6縮合環からなる芳香族複素環基が挙げられる。

10

【0039】

これらのうち、より好ましいものは芳香族炭化水素基であり、中でもフェニル基、フェナントリル基、またはピレニル基等が好ましい。

【0040】

$R^3 \sim R^6$ が環の一部を構成する場合、すなわち、

R^3 と R^4

R^3 と環 a を構成する炭素原子

R^4 と環 a を構成する炭素原子

R^5 と R^6

R^5 と環 b を構成する炭素原子

R^6 と環 b を構成する炭素原子

が結合して、各々、置換基を有していても良い環を形成する場合、上記環は1分子中に1個のみ存在しても良く、または複数個存在しても良い。複数個存在する場合には、互いに結合して縮合環を形成していても良い。

20

【0041】

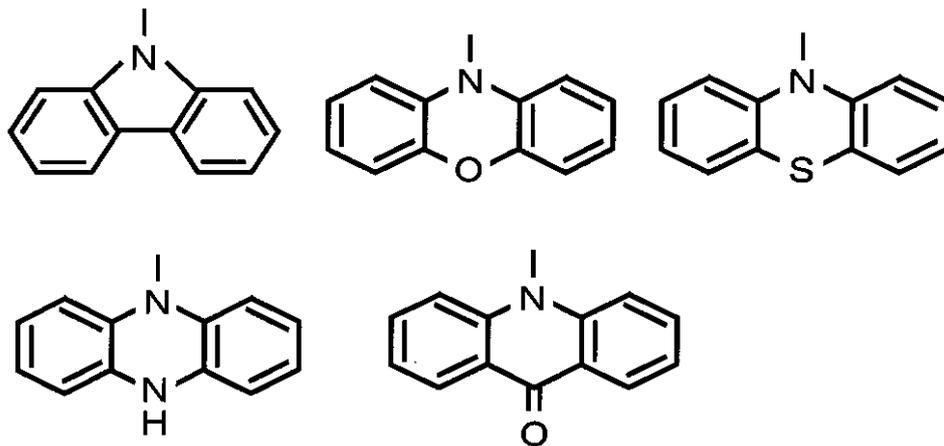
このような環構造の例を以下に記すが、該環構造はこれらに限定されるものではない。

【0042】

【化7】

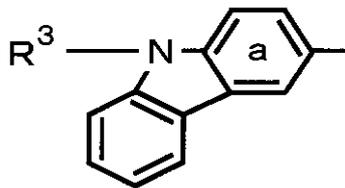
30

[R³とR⁴またはR⁵とR⁶が結合して環を形成した例]



10

[R³またはR⁴と環a、あるいはR⁵またはR⁶と環bが結合して環を形成した例]



20

【0043】

R³ ~ R⁶ としては、高い非晶性および高い電荷輸送性が期待できる点では、(環の一部を構成するのではなく)置換基を有していても良い芳香族炭化水素基、置換基を有していても良い芳香族複素環基を表す場合が好ましい。

【0044】

R¹ ~ R⁶ のアルキル基、アルケニル基、芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、R¹ と R² が結合して形成する非芳香族環、および、R³ ~ R⁶、環 a 並びに環 b を構成する炭素原子から選択された 2 以上が結合して形成する環、が有しうる置換基としては、特に制限はないが、例えば

ハロゲン原子；

メチル基、エチル基、ブチル基、t-ブチル基等の炭素数 1 ~ 10 の直鎖または分岐のアルキル基；

ビニル基、アリル基等の炭素数 1 ~ 10 の直鎖または分岐のアルケニル基；

フェニル基などの炭素数 6 ~ 20 の芳香族炭化水素基；

ベンジル基等の炭素数 7 ~ 21 のアラルキル基；

ジメチルアミノ基等の炭素数 1 ~ 10 のアルキル鎖を有するジアルキルアミノ基；

ジフェニルアミノ基、フェニルナフチルアミノ基等の炭素数 6 ~ 10 のアリール基部分を有するジアリールアミノ基

等が挙げられる。

【0045】

前記一般式 (I) で表される本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物において、R¹ ~ R⁶ のうち少なくとも 1 つは、3 環以上が縮合してなる、置換基を有していても良い縮合環基である。該縮合環基を有することにより、化合物の Tg が上昇するため、例えば後述する有機電界発光素子の層に使用した場合に、素子の耐熱性が向上し、好ましい。

【0046】

該縮合環基としては、アントリル基、フェナントリル基、ピレニル基、フルオレニル基な

50

どの、3環以上が縮合してなる芳香族炭化水素基；アクリジニル基、フェナントリジニル基などの、3環以上、好ましくは6員環が3環以上縮合してなる芳香族複素環基等が挙げられる。

【0047】

該縮合環の中でも、より好ましいものは芳香族炭化水素基であり、特に好ましいものはフェナントリル基である。フェナントリル基を有することにより、後述するように、該化合物を含む層を有する有機電界発光素子の、連続駆動特性が飛躍的に向上する。

【0048】

該縮合環が結合する位置としては、 $R^3 \sim R^6$ のいずれかが好ましく、 R^3 または R^4 、 R^5 または R^6 に、各々1つずつ有している場合が特に好ましい。

10

【0049】

また、合成上は $-NR^3R^4$ と $-NR^5R^6$ が等しい、対称性の高い化合物が好ましいが、 $-NR^3R^4$ と $-NR^5R^6$ を異なる基とすることにより、該化合物を含む薄膜の非晶性が高まるという利点があり、このような非対象の化合物も好ましい。

【0050】

このような本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物は、例えば以下の経路で合成される。

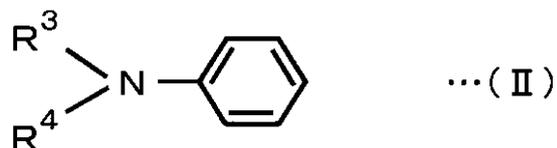
【0051】

即ち、下記一般式(II)で表されるトリフェニルアミン誘導体と下記一般式(IIIa)で表されるアルデヒド基を有する化合物もしくは下記一般式(IIIb)で表されるカルボニル基を有する化合物を、酢酸、メタンスルホン酸中で反応させて目的の前記一般式(I)で表されるジアミノフェニルメタン系化合物を得ることができる。

20

【0052】

【化8】



30



40

(なお、上記一般式(II)，(IIIa)，(IIIb)において、 $R^1 \sim R^4$ は、前記一般式(I)におけると同義である。)

【0053】

前記一般式(I)で表されるビスジアミノジフェニルメタン化合物の分子量は、通常、下限が500程度、好ましくは600程度であり、上限は通常2000程度、好ましくは1500程度である。この下限値を下回ると、Tgが低下する虞があり、また上限を超えると蒸着による成膜が困難になる可能性がある。

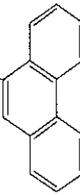
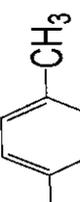
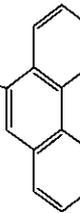
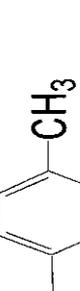
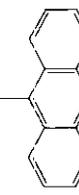
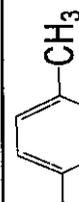
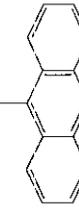
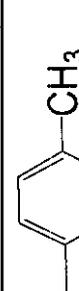
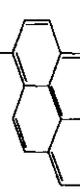
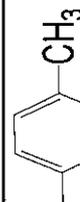
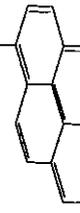
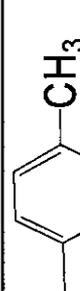
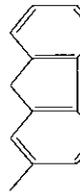
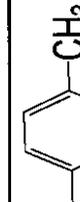
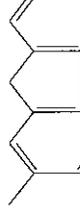
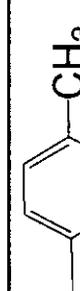
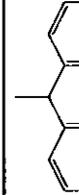
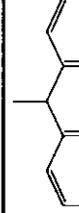
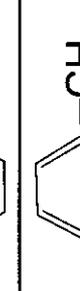
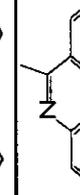
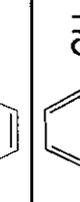
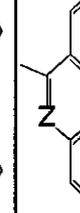
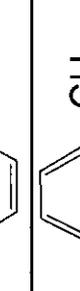
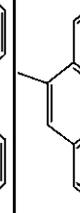
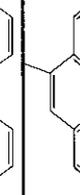
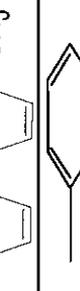
【0054】

50

前記一般式 (I) で表される本発明のビスジアミノジフェニルメタン系化合物の好ましい具体例を以下に示すが、これらに限定するものではない。

【0055】

【表1】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
1	H	CH(CH ₃) ₂				
2	H	CH(CH ₃) ₂				
3	H	CH(CH ₃) ₂				
4	H	CH(CH ₃) ₂				
5	H	CH(CH ₃) ₂				
6	H	CH(CH ₃) ₂				
7	H	CH(CH ₃) ₂				
8	H	CH(CH ₃) ₂				

10

20

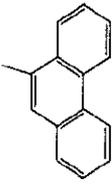
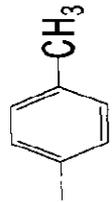
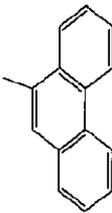
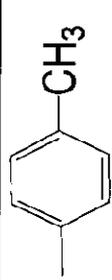
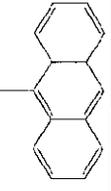
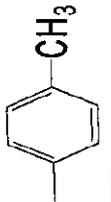
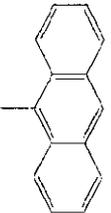
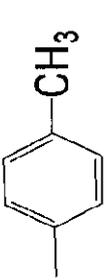
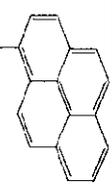
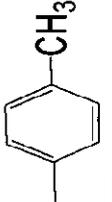
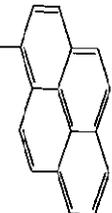
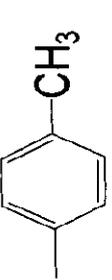
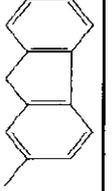
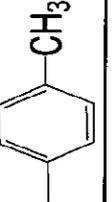
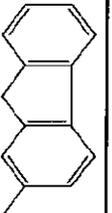
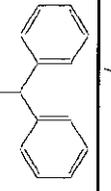
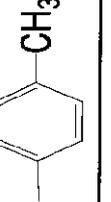
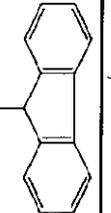
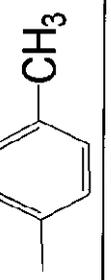
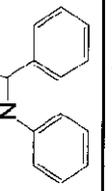
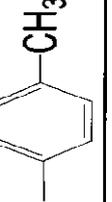
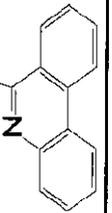
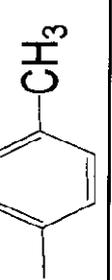
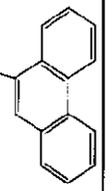
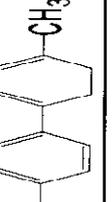
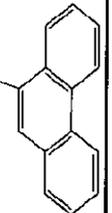
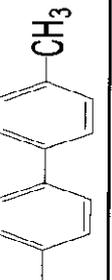
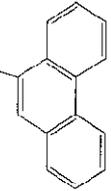
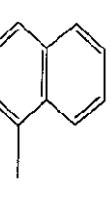
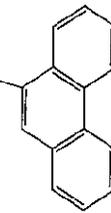
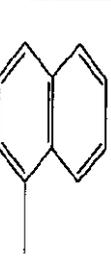
30

40

【0056】

50

【表 2】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
9	H	CH ₃				
10	H	CH ₃				
11	H	CH ₃				
12	H	CH ₃				
13	H	CH ₃				
14	H	CH ₃				
15	H	CH ₃				
16	H	CH ₃				

10

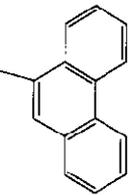
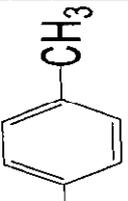
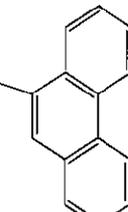
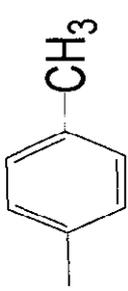
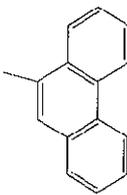
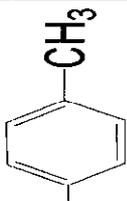
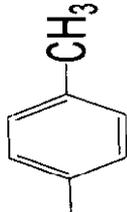
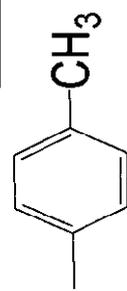
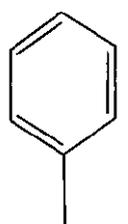
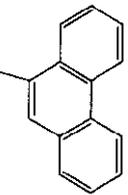
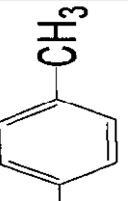
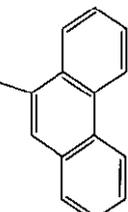
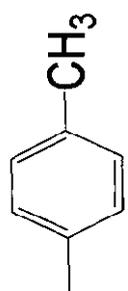
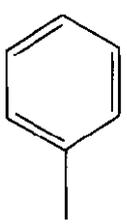
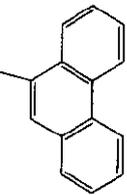
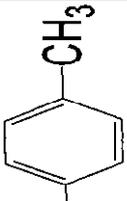
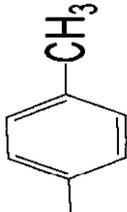
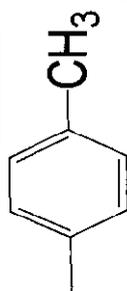
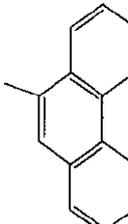
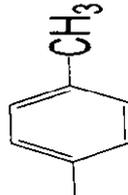
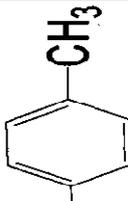
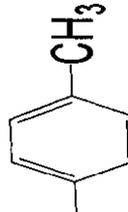
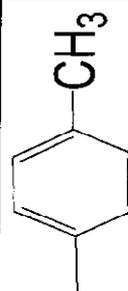
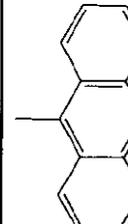
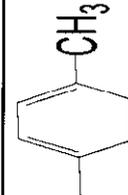
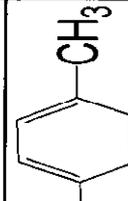
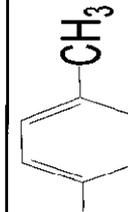
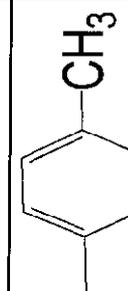
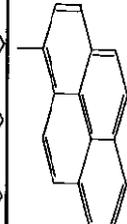
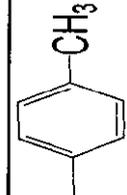
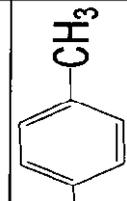
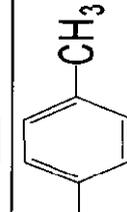
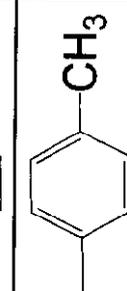
20

30

40

【0057】

【表 3】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
17	CH ₃	CH(CH ₃) ₂				
18	CH ₃	CH(CH ₃) ₂				
19	CH ₃					
20	CH ₃					
21	H					
22	H					
23	H					

10

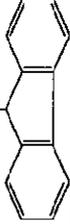
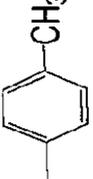
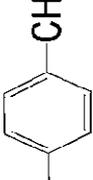
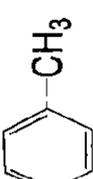
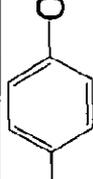
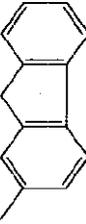
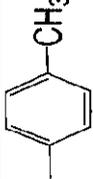
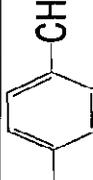
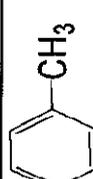
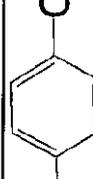
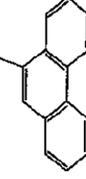
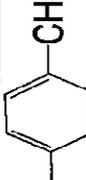
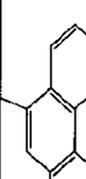
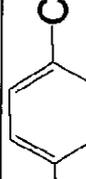
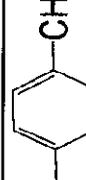
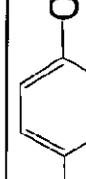
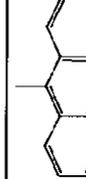
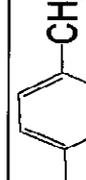
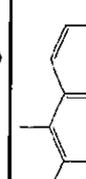
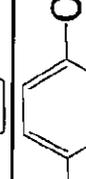
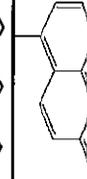
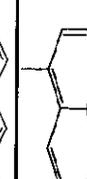
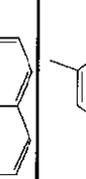
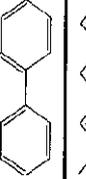
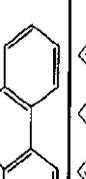
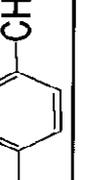
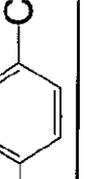
20

30

40

【 0 0 5 8 】

【 表 4 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
24	H					
25	H					
26	CH ₃	CH ₃				
27	CH ₃	CH ₃				
28	CH ₃	CH ₃				
29	CH ₃	CH ₃				
30	CH ₃	CH ₃				
31	CH ₃	CH ₃				
32	CH ₃	CH ₃				

10

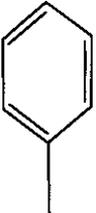
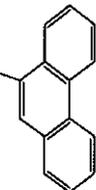
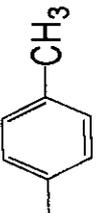
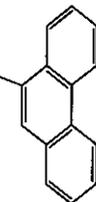
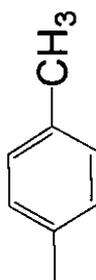
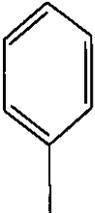
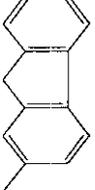
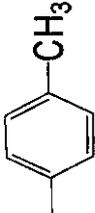
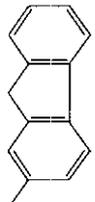
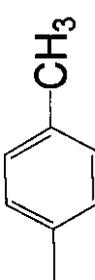
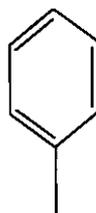
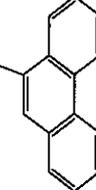
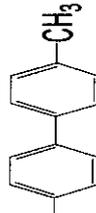
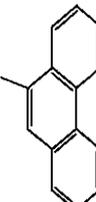
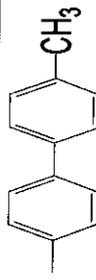
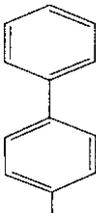
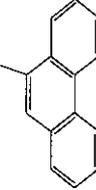
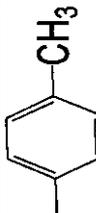
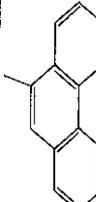
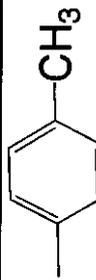
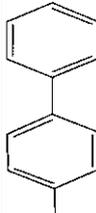
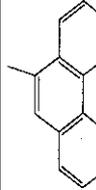
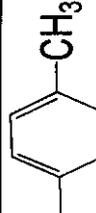
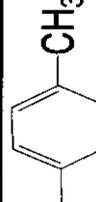
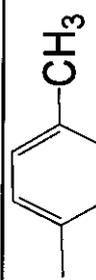
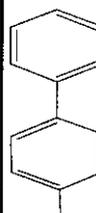
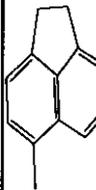
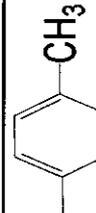
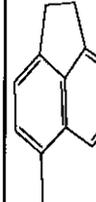
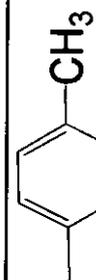
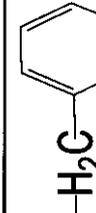
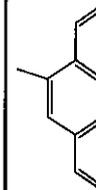
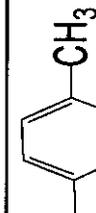
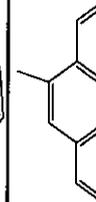
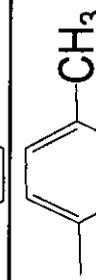
20

30

40

【 0 0 5 9 】

【 表 5 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
33	H					
34	H					
35	H					
36	CH ₃					
37	CH ₃					
38	CH ₃					
39	H					
40	H					

10

20

30

40

【0060】

【表6】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
41	H					
42	H					
43	H					
44	H					
45	H					
46	H					
47	H	CH(CH ₃) ₂				

10

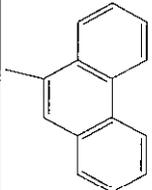
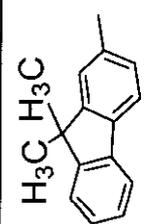
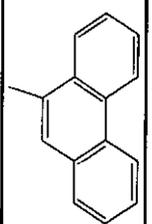
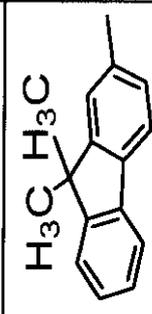
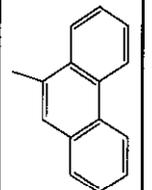
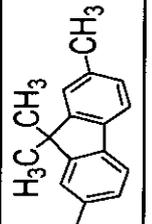
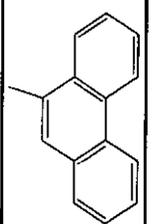
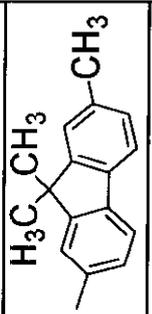
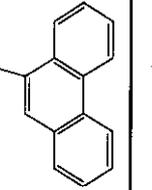
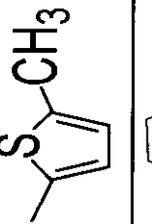
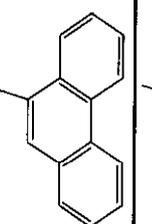
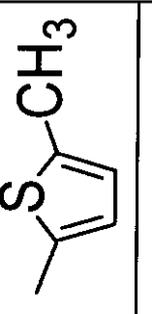
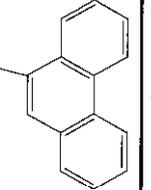
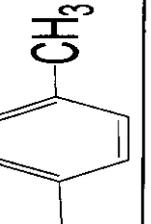
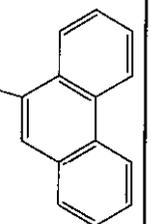
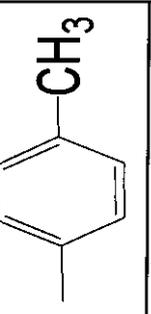
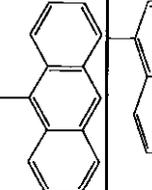
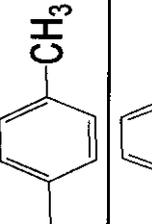
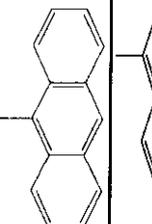
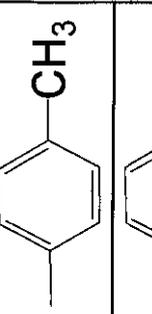
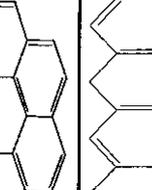
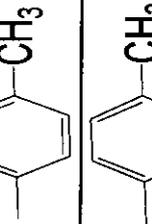
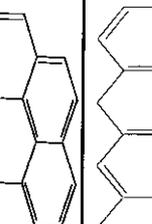
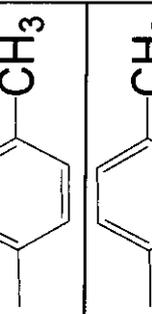
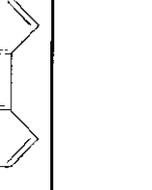
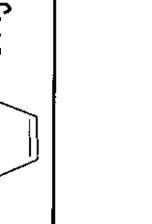
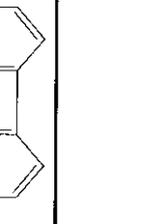
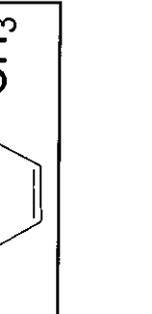
20

30

40

【 0 0 6 1 】

【 表 7 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
48	H	CH(CH ₃) ₂				
49	H	CH(CH ₃) ₂				
50	H	CH(CH ₃) ₂				
51	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
52	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
53	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
54	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				

10

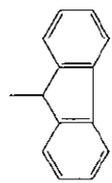
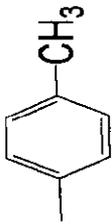
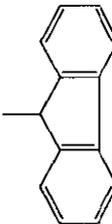
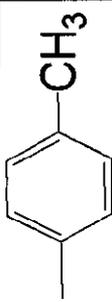
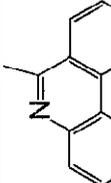
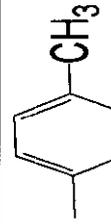
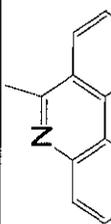
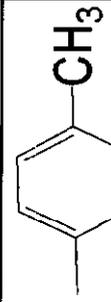
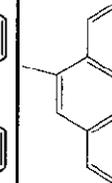
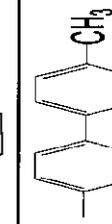
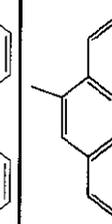
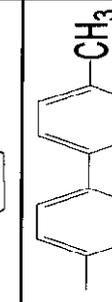
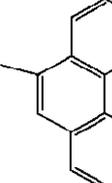
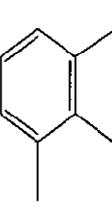
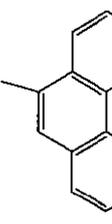
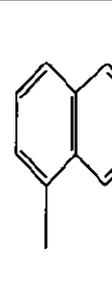
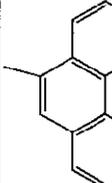
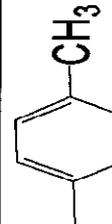
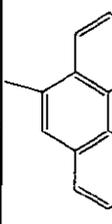
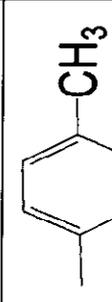
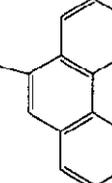
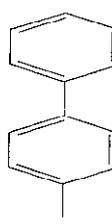
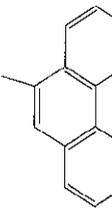
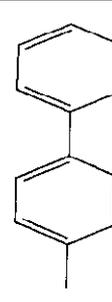
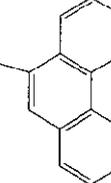
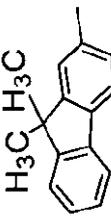
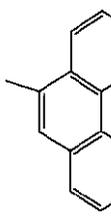
20

30

40

【 0 0 6 2 】

【 表 8 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
55	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
56	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
57	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
58	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
59	CH ₃	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
60	CH ₃	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
61	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				

10

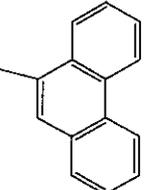
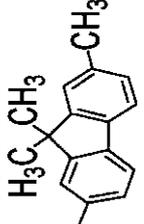
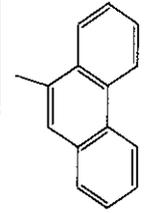
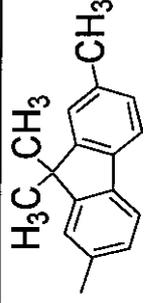
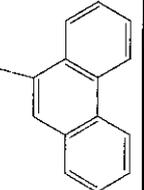
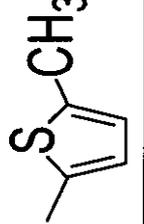
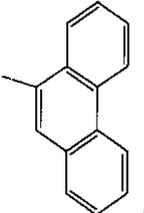
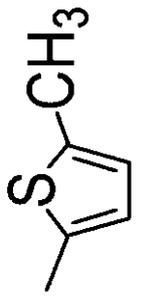
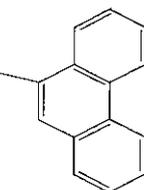
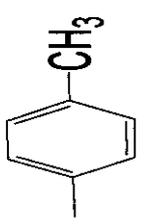
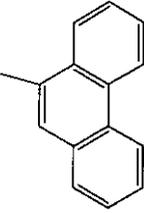
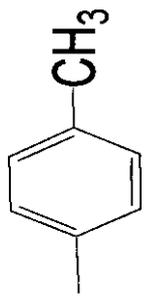
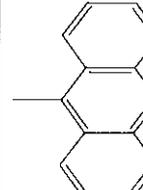
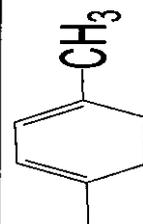
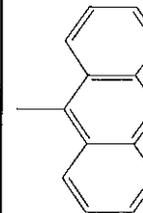
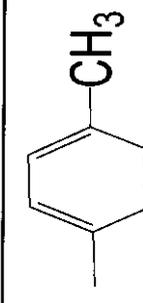
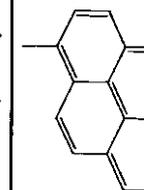
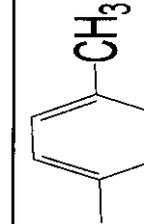
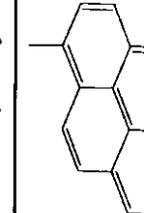
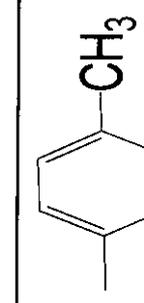
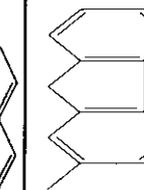
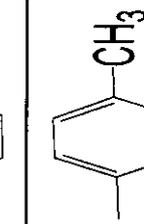
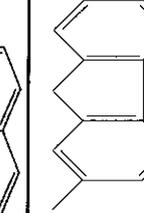
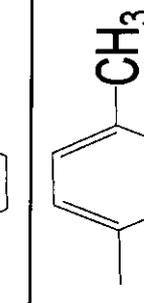
20

30

40

【 0 0 6 3 】

【 表 9 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
62	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
63	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
64	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
65	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
66	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
67	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				

10

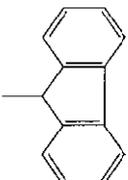
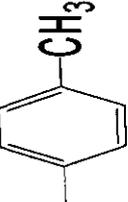
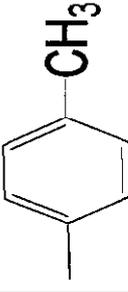
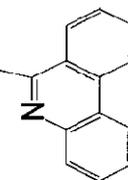
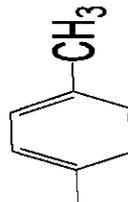
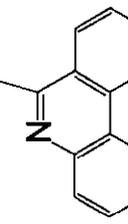
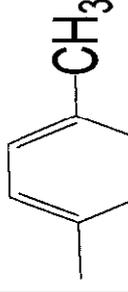
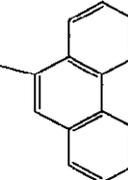
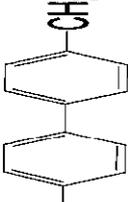
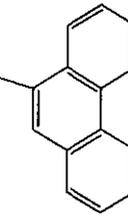
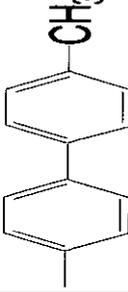
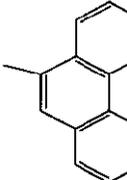
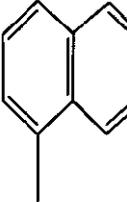
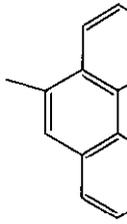
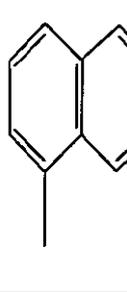
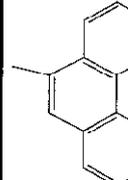
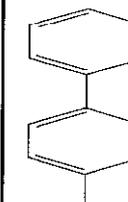
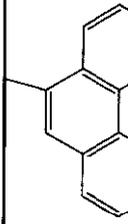
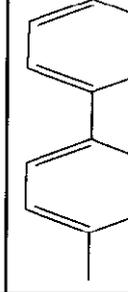
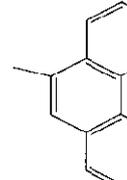
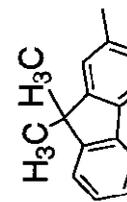
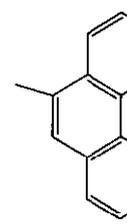
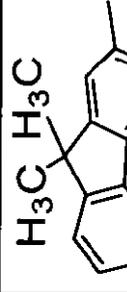
20

30

40

【 0 0 6 4 】

【 表 1 0 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
68	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
69	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
70	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
71	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
72	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
73	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				

10

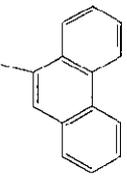
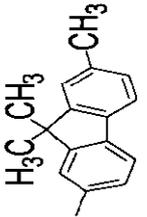
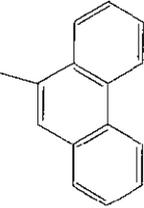
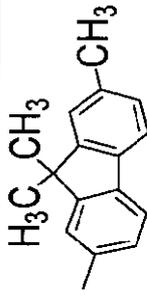
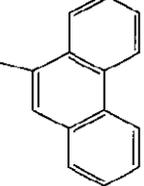
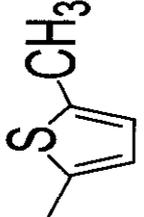
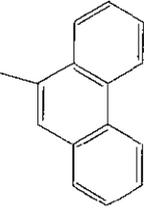
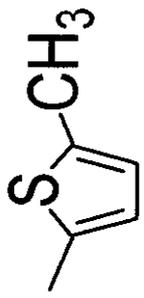
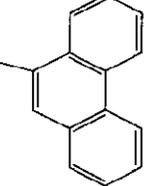
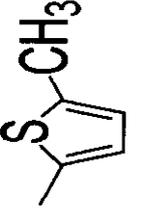
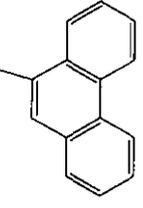
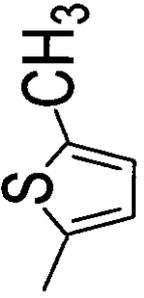
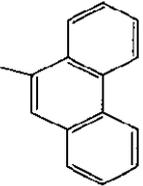
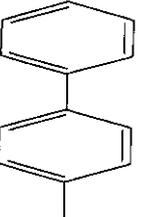
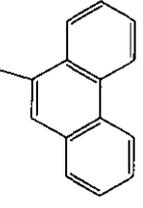
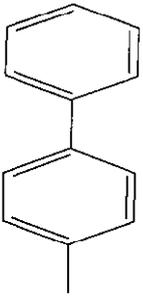
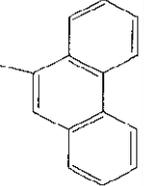
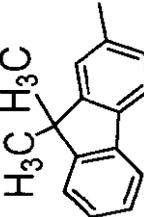
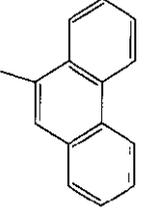
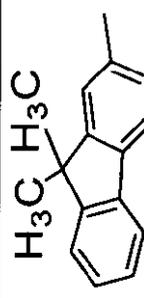
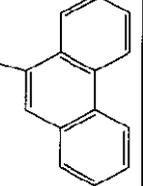
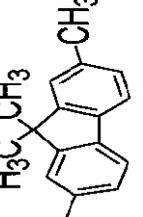
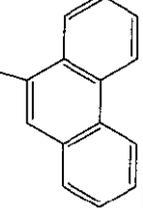
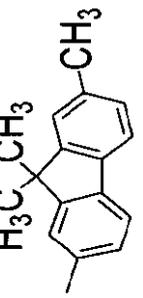
20

30

40

【 0 0 6 5 】

【 表 1 1 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
74	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
75	H	CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂				
76	CH ₃	CH ₃				
77	CH ₃	CH ₃				
78	CH ₃	CH ₃				
79	CH ₃	CH ₃				

10

20

30

40

【 0 0 6 6 】

【 表 1 2 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
80	CH ₃					
81	CH ₃					
82	CH ₃					
83	CH ₃	CH(CH ₃) ₂				
84	CH ₃					
85	CH ₃					

10

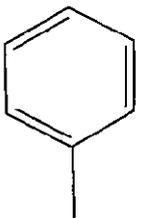
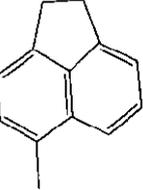
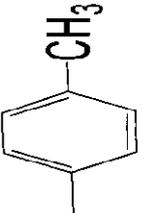
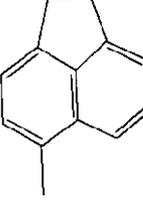
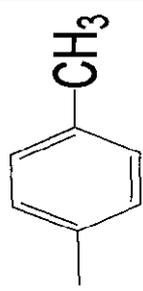
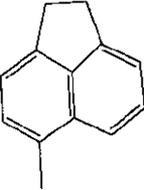
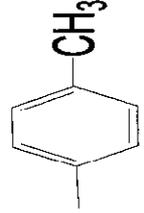
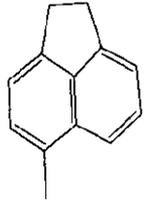
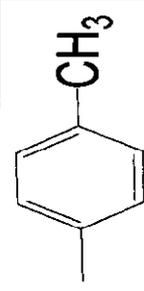
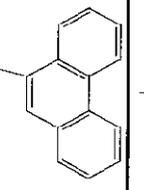
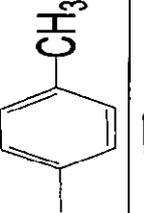
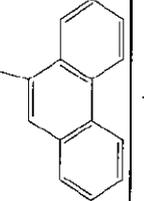
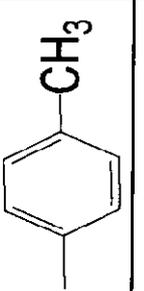
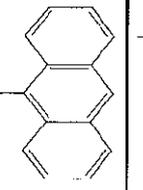
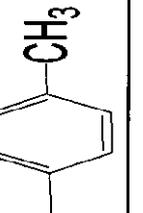
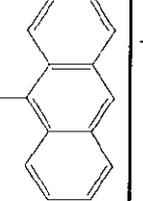
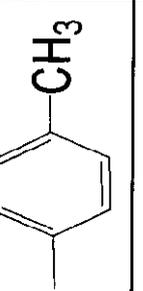
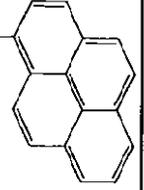
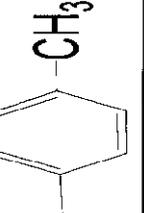
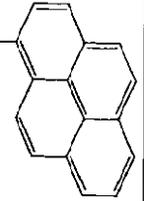
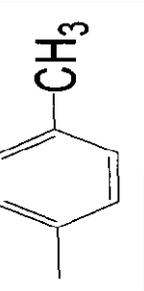
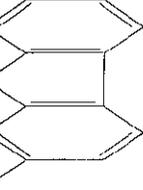
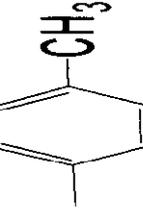
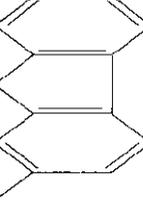
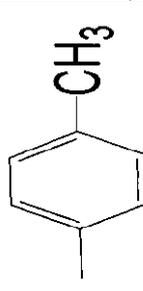
20

30

40

【 0 0 6 7 】

【 表 1 3 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
86	CH ₃					
87	CH ₃	CH(CH ₃) ₂				
88						
89						
90						
91						

10

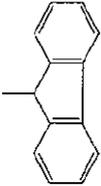
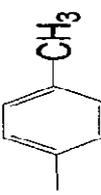
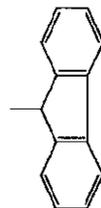
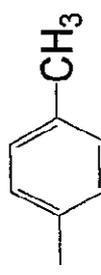
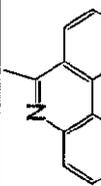
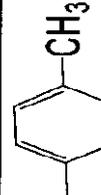
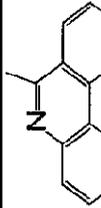
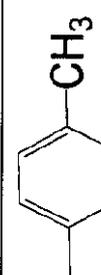
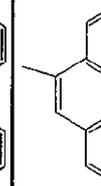
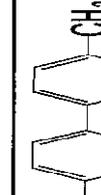
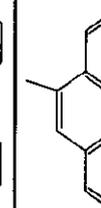
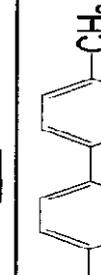
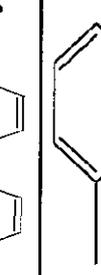
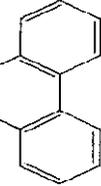
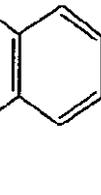
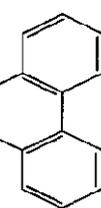
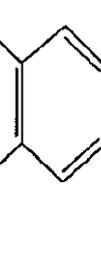
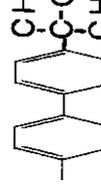
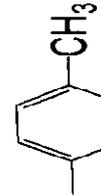
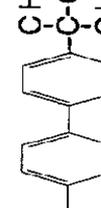
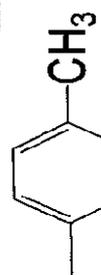
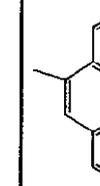
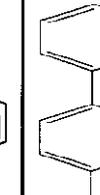
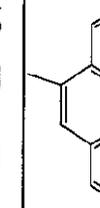
20

30

40

【 0 0 6 8 】

【 表 1 4 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						

10

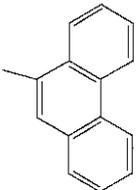
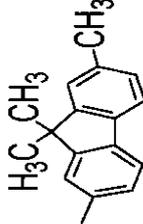
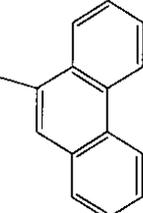
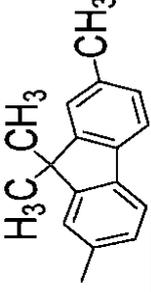
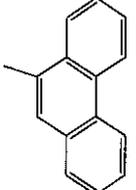
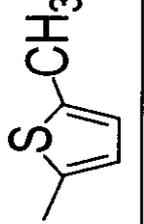
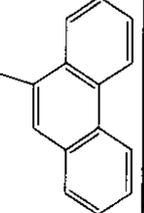
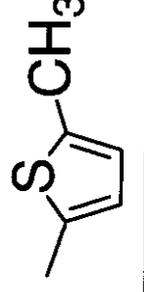
20

30

40

【 0 0 6 9 】

【 表 1 5 】

番号	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	R ⁶
99						
100						

10

20

30

40

50

【0070】

前記一般式(I)で表される本発明のビスジアミノジフェニルメタン系化合物は、高いガラス転移点T_gを有し、かつ電荷輸送性が高いことから、電荷輸送性材料として電子写真感光体、有機電界発光素子、光電変換素子、有機太陽電池、有機整流素子等に好適に使用できる。

【0071】

また、前記一般式(Ⅰ)で表される本発明のビスジアミノジフェニルメタン系化合物を用いることにより、耐熱性に優れ、長期間安定に駆動(発光)する有機電界発光素子が得られるため、有機電界発光素子材料としても好適である。

【0072】

次に、このような本発明のビスジアミノジフェニルメタン系化合物を用いて構成される本発明の有機電界発光素子について説明する。

【0073】

本発明の有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に発光層を有し、前記一般式(Ⅰ)で表される本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物を含有する層を有することを特徴とする。

10

【0074】

本発明の有機電界発光素子において、このビスジアミノジフェニルメタン系化合物は、有機電界発光素子におけるいずれの層に含有されていても良いが、好ましくは陽極と発光層との間の正孔輸送性の層、または発光層に含有され、更に好ましくは、正孔輸送性の層に含有される。

【0075】

本発明の有機電界発光素子において、同一の層内に2種以上の前記ビスアミノフェニルメタン系化合物が含有されていても良く、また、2以上の層にこのビスアミノフェニルメタン系化合物が含有されている場合、これらの層に含有されるビスアミノフェニルメタン系化合物は同一のものであっても異なるものであっても良い。

20

【0076】

なお、本発明の有機電界発光素子において、陽極 - 発光層間の層が、1つの場合にはこれを「正孔輸送層」と称し、2つ以上の場合は陽極に接している層を「正孔注入層」、それ以外の層を総称して「正孔輸送層」と称す。

【0077】

以下に、図面を参照して、前記一般式(Ⅰ)で表される本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物を正孔輸送層に含有する場合を例に、本発明の有機電界発光素子の実施の形態を詳細に説明する。

【0078】

図1～図3は本発明の有機電界発光素子の構造例を模式的に示す断面図であるが、本発明の有機電界発光素子は、何ら図示のものに限定されるものではない。図1～図3において、1は基板、2は陽極、3は正孔注入層、4は正孔輸送層、5は発光層、6は電子輸送層、7は陰極を各々表わす。

30

【0079】

基板1は有機電界発光素子の支持体となるものであり、石英やガラスの板、金属板や金属箔、プラスチックフィルムやシートなどが用いられる。特にガラス板や、ポリエステル、ポリメタクリレート、ポリカーボネート、ポリスルホンなどの透明な合成樹脂の板が好ましい。合成樹脂基板を使用する場合にはガスバリア性に留意する必要がある。基板のガスバリア性が小さすぎると、基板を通過した外気により有機電界発光素子が劣化することがあるので好ましくない。このため、合成樹脂基板を用いる場合には、その少なくとも片面に緻密なシリコン酸化膜等を設けてガスバリア性を確保する方法も好ましい方法の一つである。

40

【0080】

基板1上には陽極2が設けられるが、陽極2は正孔輸送層4への正孔注入の役割を果たすものである。この陽極2は、通常、アルミニウム、金、銀、ニッケル、パラジウム、白金等の金属、インジウムおよび/またはスズの酸化物などの金属酸化物、ヨウ化銅などのハロゲン化金属、カーボンブラック、あるいは、ポリ(3-メチルチオフェン)、ポリピロール、ポリアニン等の導電性高分子などにより構成される。陽極2の形成は通常、スパッタリング法、真空蒸着法などにより形成されることが多い。また、銀などの金属微粒子

50

、ヨウ化銅などの微粒子、カーボンブラック、導電性の金属酸化物微粒子、導電性高分子微粉末などを用いて陽極2を形成する場合には、適当なバインダー樹脂溶液に分散し、基板1上に塗布することにより陽極2を形成することもできる。更に、導電性高分子を用いて陽極2を形成する場合には、電解重合により直接基板1上に薄膜を形成したり、基板1上に導電性高分子溶液を塗布して陽極2を形成することもできる（App1. Phys. Lett., 60巻, 2711頁, 1992年）。陽極2は異なる物質を積層して形成することも可能である。

【0081】

陽極2の厚みは、必要とする透明性により異なる。透明性が必要とされる場合は、可視光の透過率を、通常60%以上、好ましくは80%以上とすることが望ましく、この場合、陽極2の厚みの上限は通常1000nm好ましくは500nmであって、下限は通常5nm好ましくは10nmである。不透明で良い場合は陽極2の厚みは任意であり、例えば金属等で形成して基板1を兼ねても良い。また、更には上記の陽極2の上に異なる導電材料を積層することも可能である。

10

【0082】

図1の有機電界発光素子では、陽極2の上に正孔輸送層4が設けられている。

図1に示す構成の素子の場合、この正孔輸送層4が、本発明の有機電界発光素子の特徴である、前記一般式(I)で表されるビスアミノフェニルメタン系化合物を含有する層であることが好ましい。

【0083】

一般に正孔輸送層4の材料に要求される条件としては、陽極2からの正孔注入効率が高く、かつ、注入された正孔を効率良く輸送することができる材料であることが必要である。そのためには、イオン化ポテンシャルが小さく、可視光の光に対して透明性が高く、しかも正孔移動度が大きく、更に安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時や使用時に発生しにくいことが要求される。また、発光層5に接するために、発光層5からの発光を消光したり、発光層5との間でエキサイプレックスを形成して効率を低下させないことが求められる。上記の一般的要求以外に、車載表示用の応用を考えた場合、素子には更に耐熱性が要求される。従って、正孔輸送層4を形成する材料としては、ガラス転移温度 T_g として85以上の値を有する材料が望ましい。

20

【0084】

一般式(I)で表される本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物は、上記条件の多くを満たすため、この正孔輸送層4に使用することが好ましい。

30

【0085】

一般式(I)で表される本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物は、発光層5と陽極2との間に存在する層、特に正孔輸送層4に含有される場合に、そのイオン化ポテンシャルが5.0~5.4eVであることが好ましい。

【0086】

イオン化ポテンシャルは物質のHOMO(最高被占分子軌道)レベルにある電子を真空準位に放出するのに必要なエネルギーで定義され、光電子分光法で直接測定されるか、あるいは電気化学的に測定した酸化電位を基準電極に対して補正しても求められる。後者の方法の場合は、例えば、飽和甘コウ電極(SCE)を基準電極として用いたとき、

40

イオン化ポテンシャル = 酸化電位 (vs. SCE) + 4.3 eV

で表される("Molecular Semiconductors", Springer-Verlag, 1985年、98頁)。

【0087】

なお、正孔輸送層4は、本発明の性能を損なわない限り、一般式(I)で表されるビスアミノフェニルメタン系化合物に加えて、公知の正孔輸送性材料を含有していても良い。

【0088】

この公知の正孔輸送性材料としては、例えば、1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニ

50

ルアミノ]ピフェニルで代表される2個以上の3級アミンを含み2個以上の縮合芳香族環が窒素原子に置換した芳香族アミン(特開平5-234681号公報)、トリフェニルベンゼンの誘導体でスターバースト構造を有する芳香族トリアミン(米国特許第4,923,774号)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)ピフェニル-4,4'-ジアミン等、ピレニル基に芳香族ジアミノ基が複数個置換した化合物、スチリル構造を有する芳香族ジアミン(特開平4-290851号公報)、チオフェン基で芳香族3級アミンユニットを連結したもの(特開平4-304466号公報)、スターバースト型芳香族トリアミン(特開平4-308688号公報)、フルオレン基で3級アミンを連結したもの(特開平5-25473号公報)、トリアミン化合物(特開平5-239455号公報)、ビスジピリジルアミノピフェニル、N,N,N'-トリフェニルアミン誘導体(特開平6-1972号公報)、フェノキサジン構造を有する芳香族ジアミン(特開平7-138562号公報)、ジアミノフェニルフェナントリジン誘導体(特開平7-252474号公報)、シラザン化合物(米国特許第4,950,950号公報)、シラナミン誘導体(特開平6-49079号公報)、ホスファミン誘導体(特開平6-25659号公報)などが挙げられる。これらの化合物は、単独で用いても良いし、必要に応じて2種以上を混合して用いても良い。

10

【0089】

正孔輸送層4は塗布法または真空蒸着法などで形成することができる。

【0090】

塗布法の場合は、一般式(I)で表される化合物の少なくとも1種以上に、必要により正孔のトラップにならないバインダー樹脂や塗布性改良剤などの添加剤を添加し、溶解して塗布溶液を調製し、スピンコート法などの方法により陽極2上に塗布し、乾燥して正孔輸送層4を形成する。バインダー樹脂としては、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル等が挙げられる。バインダー樹脂は添加量が多いと正孔移動度を低下させるので、少ない方が望ましく、通常、正孔輸送層4中の含有量が50重量%以下が好ましく、30重量%以下がより好ましい。

20

【0091】

真空蒸着法の場合には、一般式(I)で表される化合物を真空容器内に設置されたルツボに入れ、真空容器内を適当な真空ポンプで 10^{-4} Pa程度にまで排気した後、ルツボを加熱して該化合物を蒸発させ、ルツボと向かい合っている置かれた、陽極2が形成された基板1上に蒸着させて正孔輸送層4を形成する。

30

【0092】

一般式(I)で表される化合物と公知の正孔輸送性材料とを併用する場合、一般式(I)で表される化合物による効果を十分に発揮させるために、正孔輸送層4中に含まれる正孔輸送材料全体のうち一般式(I)で表される化合物の含有量は、5重量%以上、特に10重量%以上であることが好ましい。

【0093】

正孔輸送層4の膜厚の上限は通常300nm好ましくは100nmであり、下限は通常5nm好ましくは10nmである。このように薄い膜を一様に形成するためには、一般に真空蒸着法がよく用いられる。

40

【0094】

正孔注入の効率を更に向上させ、かつ、有機層全体の陽極2への付着力を改善させる目的で、図2,3に示す如く、正孔輸送層4と陽極2との間に正孔注入層3を挿入することも行われている。正孔注入層3を挿入することで、初期の素子の駆動電圧が下がると同時に、素子を定電流で連続駆動した時の電圧上昇も抑制される効果がある。正孔注入層3に用いられる材料に要求される条件としては、陽極2とのコンタクトが良く均一な薄膜を形成することができ、熱的に安定、すなわち、融点およびTgが高く、融点としては300以上、Tgとしては100以上が要求される。更に、イオン化ポテンシャルが低く陽極2からの正孔注入が容易なこと、正孔移動度が大きいことが挙げられる。

【0095】

50

一般式 (I) で表される化合物は、この正孔注入層 3 に使用することも好ましい。

【0096】

一般式 (I) で表される化合物を正孔注入層 3 に使用した場合には、前記正孔輸送層 4 には、公知の正孔輸送性材料を適宜使用することができる。また、正孔注入層 3 および正孔輸送層 4 の双方に、一般式 (I) で表される化合物を使用しても良い。更に、一般式 (I) で表される化合物を前記正孔輸送層 4 のみに使用し、正孔注入層 3 には公知の材料を適宜使用することも可能である。

【0097】

正孔注入層 3 の材料としては、無機・有機の各種化合物が提案されている。

【0098】

例えば、これまでに銅フタロシアニン等のフタロシアニン化合物 (特開昭 63 - 295695 号公報)、ポリアニリン (Appl. Phys. Lett., 64 巻、1245 頁、1994 年)、ポリチオフェン (Optical Materials, 9 巻、125 頁、1998 年) 等の有機化合物や、スパッタ・カーボン膜 (Synth. Met., 91 巻、73 頁、1997 年) や、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、モリブデン酸化物等の金属酸化物 (J. Phys. D, 29 巻、2750 頁、1996 年) が報告されている。

【0099】

また、正孔注入層 3 としては、正孔注入・輸送性の低分子有機化合物と電子受容性化合物を含有する層 (特開平 11 - 251067 号公報、特開 2000 - 159221 号公報等に記載) や、芳香族アミノ基等を有する非共役系高分子化合物に、必要に応じて電子受容性化合物をドーピングしてなる層 (特開平 11 - 283750 号公報、特開 2000 - 36390 号公報、特開 2000 - 150168 号公報、特開 2001 - 223084 号公報など) なども好ましい。

【0100】

更に、正孔注入層 3 の材料は、正孔輸送層 4 に使用できるものとして前述した、公知の正孔輸送性材料の中から選択して使用しても良い。

【0101】

正孔注入層 3 は、一般式 (I) で表される化合物と、公知の正孔注入層形成材料とを併用して形成しても良い。この場合、一般式 (I) で表される化合物による効果を十分に得るために、正孔注入層 3 中の一般式 (I) で表される化合物の含有量は 5 重量% 以上、特に 10 重量% 以上であることが好ましい。

【0102】

正孔注入層 3 も、正孔輸送層 4 と同様にして薄膜形成可能であるが、無機物を用いて形成する場合には、更に、スパッタ法や電子ビーム蒸着法、プラズマ CVD 法を用いることができる。

【0103】

正孔注入層 3 の膜厚の上限は通常 100 nm 好ましくは 50 nm であり、下限は通常 3 nm 好ましくは 5 nm である。

【0104】

図 1 に示す素子において、正孔輸送層 4 の上には発光層 5 が設けられる。発光層 5 は、電界を与えられた電極間において、陽極 2 から注入されて正孔輸送層 4 を移動する正孔と、陰極 7 から注入されて電子輸送層 6 を移動する電子との再結合により励起されて強い発光を示す化合物を主成分として形成される。また、この化合物は、安定な薄膜形状を有し、固体状態で高い (発光の) 量子収率を示し、正孔および/または電子を効率良く輸送することができるものであることが必要である。更に電気化学的かつ化学的に安定であり、トラップとなる不純物が製造時や使用時に発生しにくい化合物であることが要求される。

【0105】

前記一般式 (I) で表される本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物は、発光層の材料として使用しても良い。

10

20

30

40

50

【0106】

このような条件を満たし、蛍光を示す発光層を形成する化合物としては、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体などの錯体化合物（特開昭59-194393号公報）、10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリンの錯体化合物（特開平6-322362号公報）、ビスチリルベンゼン誘導体（特開平1-245087号公報、同2-222484号公報）、ビスチリルアリーレン誘導体（特開平2-247278号公報）、（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾチアゾールの錯体化合物（特開平8-315983号公報）、シロール誘導体等が挙げられる。また、前述の正孔輸送性材料のうち、蛍光性を有する芳香族アミン系化合物も発光層材料として用いることができる。これらの発光層材料は、通常は真空蒸着法により正孔輸送層4上に積層される。

10

【0107】

発光層5の膜厚の上限は通常200 nm好ましくは100 nmであり、下限は通常10 nm好ましくは20 nmである。

【0108】

発光層5も正孔輸送層4と同様の方法で形成することができるが、通常は真空蒸着法が用いられる。

【0109】

素子の発光効率を向上させるとともに発光色を変える目的で、例えば、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体をホスト材料として、クマリン等のレーザー用蛍光色素をドーピングすること（J. Appl. Phys., 65巻, 3610頁, 1989年）等が行われている。このドーピング手法は、発光層5にも適用でき、ドーピング用材料としては、クマリン以外にも各種の蛍光色素が使用できる。青色発光を与える蛍光色素としては、ペリレン、ピレン、アントラセン、クマリンおよびそれらの誘導体等が挙げられる。緑色蛍光色素としては、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体等が挙げられる。黄色蛍光色素としては、ルブレン、ペリミドン誘導体等が挙げられる。赤色蛍光色素としては、DCM系化合物、ベンゾピラン誘導体、ローダミン誘導体、ベンゾチオキサントン誘導体、アザベンゾチオキサントン等が挙げられる。

20

【0110】

上記のドーピング用蛍光色素以外にも、ホスト材料に応じて、レーザー研究, 8巻, 694頁, 803頁, 958頁(1980年); 同9巻, 85頁(1981年)、に列挙されている蛍光色素を、発光層用のドーピング材料として使用することができる。

30

【0111】

ホスト材料に対して上記蛍光色素がドーピングされる量は、 10^{-3} 重量%以上、10重量%以下が好ましい。

【0112】

上述の蛍光色素を発光層5のホスト材料にドーピングする方法を以下に説明する。

【0113】

塗布法による場合は、前記発光層5のホスト材料と、ドーピング用蛍光色素、更に必要により、電子のトラップや発光の消光剤とならないバインダー樹脂や、レベリング剤等の塗布性改良剤などの添加剤を添加して溶解した塗布溶液を調製し、スピコート法などの方法により正孔輸送層4上に塗布し、乾燥して発光層5を形成する。バインダー樹脂としては、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル等が挙げられる。バインダー樹脂は添加量が多いと正孔/電子移動度を低下させるので、少ない方が望ましく、通常発光層5中の含有量で50重量%以下が好ましい。

40

【0114】

真空蒸着法の場合には、前記ホスト材料を真空容器内に設置されたルツボに入れ、ドーピング用蛍光色素を別のルツボに入れ、真空容器内を適当な真空ポンプで 10^{-4} Pa程度にまで排気した後、各々のルツボを同時に加熱して蒸発させ、ルツボと向かい合って置かれた基板上に層を形成する。また、他の方法として、上記の材料を予め所定比で混合したものを同一のルツボを用いて蒸発させても良い。

50

【0115】

上記各ドーパントが発光層5中にドーブされる場合、発光層5の膜厚方向において均一にドーブされていても良く、膜厚方向において濃度分布があっても構わない。例えば、正孔輸送層4側の界面近傍にのみドーブしたり、逆に、陰極7側の界面近傍にのみドーブしても良い。

【0116】

燐光を示す発光層は通常、燐光性ドーパントとホスト化合物から形成される。

【0117】

燐光性ドーパントとしては、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18 - オクタエチル - 21H, 23H - ポルフィリン白金 (II) 等のポルフィリン錯体 (USP 6, 303, 238号公報)、トリス (2 - フェニルピリジン) イリジウムなどの有機イリジウム錯体 (WO 00/70655号公報)、ビス (2 - チェニルピリジン) 白金などの有機白金錯体 (WO 00/57676号公報)、ビス (2 - (2' - ベンゾチエニル) - ピリジナト) イリジウム (アセチルアセトナト) 等の混合配位子有機金属錯体 (WO 01/41512号公報) 等が挙げられる。

【0118】

また、ホスト材料としては、4, 4' - N, N' - ジカルバゾールビフェニルなどのカルバゾール誘導体 (WO 00/70655号公報)、トリス (8 - ヒドロキシキノリン) アルミニウム (USP 6, 303, 238号公報)、2, 2', 2'' - (1, 3, 5 - ベンゼントリル) トリス [1 - フェニル - 1H - ベンズイミダゾール] (Appl. Phys. Lett., 78巻, 1622項, 2001)、ポリビニルカルバゾール (特開2001-257076号公報) 等が挙げられる。

【0119】

これらの材料からなる発光層も、前述の蛍光を発する発光層と同様の方法で形成することができ、膜厚やドーブ量も前記蛍光発光層と同程度である。

【0120】

図1に示す素子において、発光層5の上に設けられる陰極7は、発光層5に電子を注入する役割を果たす。陰極7として用いられる材料は、前記陽極2に使用される材料を用いることが可能であるが、効率良く電子注入を行なうには、仕事関数の低い金属が好ましく、スズ、マグネシウム、インジウム、カルシウム、アルミニウム、銀等の適当な金属またはそれらの合金が用いられる。具体例としては、マグネシウム - 銀合金、マグネシウム - インジウム合金、アルミニウム - リチウム合金等の低仕事関数の合金電極が挙げられる。

【0121】

陰極7の膜厚は通常、陽極2と同様である。低仕事関数金属から成る陰極7を保護する目的で、この上に更に、仕事関数が高く大気に対して安定な金属層を積層することは素子の安定性を増すため好ましい。この目的のために、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、クロム、金、白金等の金属が使われる。

【0122】

素子の発光効率を更に向上させることを目的として、図3に示す如く、発光層5と陰極7の間に電子輸送層6を設けても良い。電子輸送層6は、電界を与えられた電極間において陰極7から注入された電子を効率良く発光層5の方向に輸送することができる化合物より形成される。

【0123】

電子輸送層6に用いられる電子輸送性化合物としては、陰極7からの電子注入効率が高く、かつ、高い電子移動度を有し注入された電子を効率良く輸送することができる化合物であることが必要である。

【0124】

このような条件を満たす材料としては、8 - ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体などの錯体化合物 (特開昭59-194393号公報)、10 - ヒドロキシベンゾ[h]キノリンの錯体化合物、オキサジアゾール誘導体、ジスチリルビフェニル誘導体、シロール誘

導体、3 - または 5 - ヒドロキシフラボン錯体化合物、ベンズオキサゾール錯体化合物、ベンゾチアゾール錯体化合物、トリスベンズイミダゾリルベンゼン（米国特許第 5, 645, 948号）、キノキサリン化合物（特開平6 - 207169号公報）、フェナントロリン誘導体（特開平5 - 331459号公報）、2 - t - プチル - 9, 10 - N, N' - ジシアノアントラキノンジイミン、n型水素化非晶質炭化シリコン、n型硫化亜鉛、n型セレン化亜鉛などが挙げられる。

【0125】

電子輸送層6の膜厚の上限は通常200 nm好ましくは100 nmであり、下限は通常5 nm好ましくは10 nmである。

【0126】

電子輸送層6は、正孔輸送層4と同様にして塗布法あるいは真空蒸着法により発光層5上に積層することにより形成されるが、通常は、真空蒸着法が用いられる。

【0127】

更に、陰極7と図1, 2の発光層5との界面、または陰極7と図3の電子輸送層6との界面に、LiF、MgF₂、Li₂Oなどの極薄絶縁膜（膜厚0.1 ~ 5 nm）を挿入することも、素子の効率を向上させる有効な方法である（Appl. Phys. Lett., 70巻, 152頁, 1997年；特開平10 - 74586号公報；IEEE Trans. Electron. Devices, 44巻, 1245頁, 1997年）。

【0128】

なお、本発明の有機電界発光素子は、図1とは逆の構造、即ち、基板上1に陰極7、発光層5、正孔輸送層4、陽極2の順に積層することも可能であり、既述したように少なくとも一方が透明性の高い2枚の基板の間に本発明の有機電界発光素子を設けることも可能である。同様に、図2, 3に示した前記各層構成とは逆の構造に積層することも可能である。更に、図1 ~ 図3に示した各層以外にも、陽極2又は陰極7と発光層5との間に任意の層を有していても良い。

【0129】

本発明の有機電界発光素子は、有機電界発光素子が、単一の素子、アレイ状に配置された構造からなる素子、陽極と陰極がX - Yマトリックス状に配置された構造のいずれにおいても適用することができる。

【0130】

このような有機電界発光素子によれば、正孔輸送層4にビスアミノフェニルメタン系骨格を有し、Tgが高く電子輸送効率の良い安定な本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物を含有させることにより、耐熱性、駆動安定性に優れた有機電界発光素子が提供される。

【0131】

なお、前述したように、本発明に係る前記一般式(I)で表されるビスアミノフェニルメタン系化合物は、基本的に正孔注入・輸送性の層には使用可能であるので、図1 ~ 図3における正孔輸送層に限らず、陽極と発光層との間に設けられるいずれの層にも採用することが可能であり、発光層に採用することもできる。

【0132】

【実施例】

次に、実施例及び比較例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例の記載に限定されるものではない。

【0133】

実施例1：例示化合物(1)の合成

以下の構造式に示す本発明のビスアミノフェニルメタン系化合物(例示化合物(1))：表1のNo. 1の化合物)を合成した。

【0134】

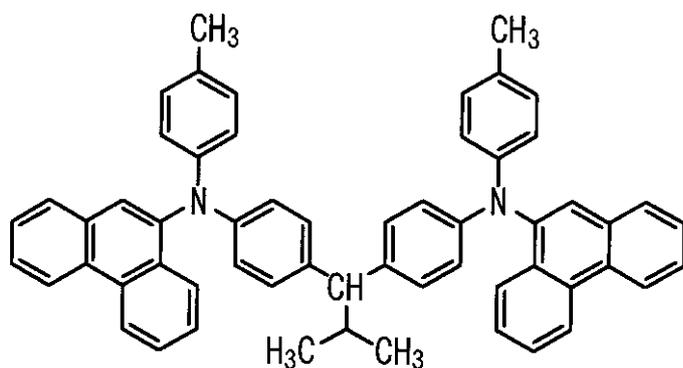
【化9】

10

20

30

40



10

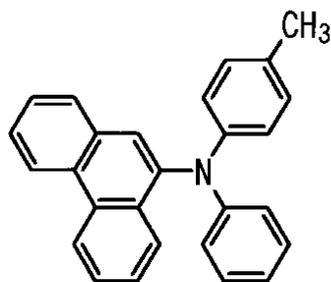
【0135】

まず、下記の構造式に示すフェナントレン-9-イル-フェニル-p-トリルアミン23.3g(65mmol)と、イソプロパルアルデヒド5.86g(81.25mmol)に、酢酸100ml、クロロホルム30mlを加え窒素雰囲気中で、昇温攪拌し、系内が溶解したところでメタンスルホン酸30mlを滴下し、60~70℃で約7時間反応させた。

【0136】

【化10】

20



【0137】

反応終了後、得られた沈殿物を濾別し、その沈殿物を一度クロロホルム等に溶解し、メタノールに再沈殿させることにより粗生成物を得た。これをカラムクロマトグラフィにて精製することにより、15.6gの白色粉末を得た。

30

【0138】

この生成物5gを昇華精製して3.75gを回収した。収率は75%であった。この化合物の質量分析を行ったところ、分子量が773であり、更にNMRスペクトルにより目的化合物であることを確認した。またセイコー電子社製「DSC-20」により示差熱分析測定したところ、Tgは139℃と高い値を示した。

【0139】

NMRのスペクトルデータを以下に示す。

40

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) (δ = ppm) 400 MHz)

8.67 (d, 2H, $J = 8.2$)

8.65 (d, 2H, $J = 8.2$)

8.02 (dd, 2H, $J = 8.2, 1.0$)

7.70 (dd, 2H, $J = 8.2, 1.0$)

7.62 - 7.57 (m, 4H)

7.52 (ddd, 2H, $J = 8.2, 7.2, 1.0$)

7.44 (ddd, 2H, $J = 8.2, 7.2, 1.0$)

7.04 (d, 4H, $J = 8.6$)

6.98 - 6.96 (m, 8H)

50

6.93 (d, 4H, J = 8.6)
 3.21 (d, 1H, J = 10.2)
 2.26 (d, 7, 1H, J = 10.2, 6.5)
 2.25 (s, 6H)
 0.83 (d, 6H, J = 6.5)

【0140】

実施例2：例示化合物(21)の合成

ジ-p-トリル-フェニル-アミンとフェナントレン-9-カルボキシアルデヒドを用い、実施例1と同様にして例示化合物(21)(表3のNo.21のビスアミノフェニルメタン系化合物)を合成し、同様に目的生成物であることを確認した。この例示化合物(21)について、実施例1と同様にしてTgを測定したところ113と高い値を示した。

10

【0141】

NMRのスペクトルデータを以下に示す。

¹H-NMR(CDCl₃ (= ppm) 270MHz)

8.69 (dd, 2H)
 8.12 (d, 2H)
 7.73 (d, 2H)
 7.62 - 7.51 (m, 4H)
 7.05 - 6.92 (m, 24H)
 6.11 (s, 1H)
 2.28 (s, 13H)

20

【0142】

実施例3：有機電界発光素子の作製

図2に示す構造を有する有機電界発光素子を以下の方法で作製した。

【0143】

ガラス基板上にインジウム・スズ酸化物(ITO)透明導電膜を120nm堆積したものの(ジオマテック社製；電子ビーム成膜品；シート抵抗15)を通常のフォトリソグラフィ技術と塩酸エッチングを用いて2mm幅のストライプにパターンニングして陽極2を形成した。パターン形成したITO基板を、アセトンによる超音波洗浄、純水による水洗、イソプロピルアルコールによる超音波洗浄の順で洗浄後、窒素ブローで乾燥させ、最後に紫外線オゾン洗浄を行った。

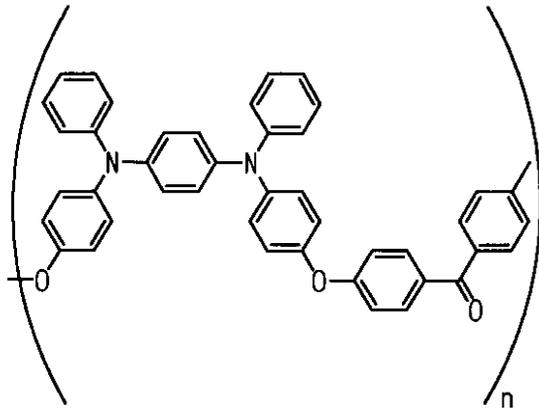
30

【0144】

次に、正孔注入層3として下記の構造式で表される芳香族ジアミン含有ポリエーテル(D-1)(ホモポリマー。重量平均分子量46000。Tg = 183)及びこの(D-1)に対し10重量%の下記化合物(E-1)を下記の条件で、上記ガラス基板上にスピコートした。

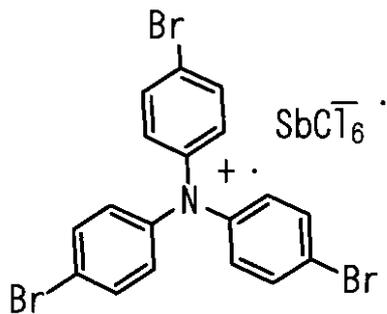
【0145】

【化11】



(D-1)

10



(E-1)

20

【0146】

溶媒	シクロヘキサノン
塗布液濃度	10 [mg/ml]
スピナ回転数	1500 [rpm]
スピナ回転時間	30 [秒]
乾燥条件	100 で1時間乾燥

30

【0147】

上記のスピンコートにより30nmの膜厚の均一な正孔注入層3が形成された。

【0148】

次に、正孔注入層3を塗布成膜した基板1を真空蒸着装置内に設置した。この装置の粗排気を油回転ポンプにより行った後、装置内の真空度が 1.2×10^{-6} Torr (約 2.7×10^{-4} Pa)以下になるまで液体窒素トラップを備えた油拡散ポンプを用いて排気した。

【0149】

この装置内に配置されたセラミックルツボに例示化合物(1)を入れ、ルツボの周囲のタantal線ヒーターで加熱して蒸着を行った。蒸着時の真空度は 0.9×10^{-6} Torr (約 1.72×10^{-4} Pa)で、蒸着速度 0.1~0.15nm/秒で膜厚40nmの正孔輸送層4を成膜した。

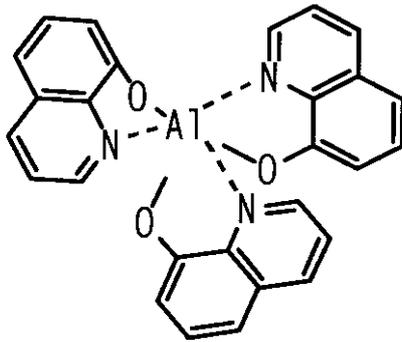
40

【0150】

引き続き、発光層5の材料として、以下の構造式に示すアルミニウムの8-ヒドロキシキノリン錯体、 $Al(C_9H_6NO)_3$ (B-1)を上記正孔輸送層4と同様にして蒸着を行った。

【0151】

【化12】



(B-1)

10

【0152】

この時のアルミニウムの8-ヒドロキシキノリン錯体のルツボ温度は270~310の範囲で制御した。蒸着時の真空度は 0.9×10^{-6} Torr (約 1.72×10^{-4} Pa)、蒸着速度は0.1~0.13 nm/秒で、膜厚60 nmの発光層5を成膜した。

【0153】

上記の正孔輸送層4及び発光層5を真空蒸着するときの基板温度は室温に保持した。

【0154】

ここで、発光層5までの蒸着を行った素子を一度前記真空蒸着装置内より大気中に取り出し、陰極蒸着用のマスクとして2 mm幅のストライプ状シャドーマスクを、陽極2のITOストライプと直交するように素子に密着させた。この素子を別の真空蒸着装置内に設置し、有機層形成時と同様にして装置内の真空度が 2×10^{-6} Torr (約 2.7×10^{-4} Pa)以下になるまで排気した。

20

【0155】

続いて、フッ化リチウムをモリブデンボートを用いて膜厚0.3 nmとなるように蒸着した。蒸着時の真空度は 2.7×10^{-6} Torr (約 3.7×10^{-4} Pa)であった。更に、この上に、アルミニウムをモリブデンボートを用いて膜厚100 nmとなるように蒸着して陰極7を形成した。蒸着時の真空度は 3.6×10^{-6} Torr (約 4.8×10^{-4} Pa)、蒸着時間は3分56秒であった。

30

【0156】

陰極7の蒸着時の基板温度は室温に保持した。

【0157】

以上の様にして、2 mm x 2 mmのサイズの発光面積部分を有する有機電界発光素子が得られた。この素子の発光特性を表16に示す。

【0158】

表16において、発光輝度は 250 mA/cm^2 の電流密度での値、発光効率 100 cd/m^2 での値、輝度/電流は輝度-電流密度特性の傾きを、電圧は 100 cd/m^2 での値を各々示す。また、駆動寿命は素子を85の条件下、通電開始時の発光輝度が 300 cd/m^2 となる一定電流値で直流定電流連続通電し、発光輝度が 150 cd/m^2 となったときの通電時間である。

40

【0159】

表16に示すように、例示化合物(1)を含む正孔輸送層の使用により、駆動電圧の低下が達成され、発光効率が高く、高輝度を有し更には駆動寿命の長い素子が得られたことがわかる。

【0160】

実施例4：有機電界発光素子の作製

正孔輸送層4の材料として例示化合物(1)の代わりに、例示化合物(21)を用いたこと以外は、実施例1と同様にして有機電界発光素子を作成した。この素子の発光特性を表16に示す。

50

【0161】

表16に示すように、例示化合物(21)を含む正孔輸送層の使用により、駆動電圧の低下が達成され、発光効率が良く、高輝度を有し更には駆動寿命の長い素子が得られたことがわかる。

【0162】

比較例1

正孔輸送層4の材料として例示化合物(1)の代わりに、1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-2-メチルプロパンを用いたこと以外は、実施例1と同様にして有機電界発光素子を作成した。この素子の発光特性を表16に示す。

【0163】

表16に示すように、この素子の発光効率は実施例3,4の素子に比べて低く、特に駆動寿命が短いものであった。

【0164】

【表16】

	発光 開始電圧 [V]	発光 輝度 [cd/m ²]	発光 効率 [lm/W]	輝度/電流 [cd/A]	電圧 [V]	駆動 寿命 [h]
実施例1	2.2	12650	5.26	7.4	4.5	580
実施例2	2.3	9981	4.9	6.73	4.4	250
比較例1	2.5	9817	4.06	6.08	4.8	22

【0165】

【発明の効果】

以上詳述した通り、本発明によれば、T_gが高く熱的に安定で電荷輸送性に優れた新規ビスアミノフェニルメタン系化合物と、このビスアミノフェニルメタン系化合物を好ましくは正孔輸送層に用いることにより、耐熱性の向上した素子を得ることができ、更に発光効率が良く、駆動寿命が長い安定した発光特性を示す有機電界発光素子を得ることができる。

【0166】

従って、本発明による有機電界発光素子はフラットパネル・ディスプレイ(例えばOAコンピュータ用は壁掛けテレビ)の分野や面発光体としての特徴を生かした光源(例えば、複写機の光源、液晶ディスプレイや計器類のバックライト光源)、表示板、標識灯への応用が考えられ、特に、光耐熱性、長寿命性が要求される車載用表示素子としてはその技術的価値は大きいものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の有機電界発光素子の実施の形態の一例を示した模式的断面図である。

【図2】本発明の有機電界発光素子の実施の形態の別の例を示した模式的断面図である。

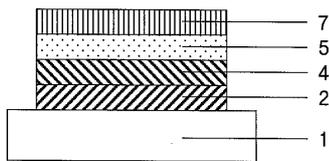
【図3】本発明の有機電界発光素子の実施の形態の別の例を示した模式的断面図である。

【符号の説明】

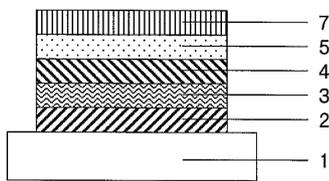
- 1 基板
- 2 陽極
- 3 正孔注入層
- 4 正孔輸送層
- 5 発光層
- 6 電子輸送層

7 陰極

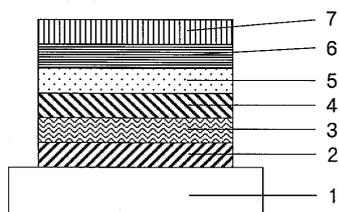
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
	H 0 5 B 33/14	A
	H 0 5 B 33/22	D

(72)発明者 佐藤 ちよ子
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内

(72)発明者 佐藤 秀樹
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内

(72)発明者 塩谷 武
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内

(72)発明者 井田 和孝
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB01 AB03 AB06 AB11 AB14 DB03 FA01
4H006 AA01 AA03 AB92

【要約の続き】

環aおよび環bは、置換基を有していても良いベンゼン環を表す。)

【選択図】 図1