

發明專利說明書

TP19983

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：944183

※申請日期：94.11.29

※IPC 分類：H05B33/20

一、發明名稱：(中文/英文)

有機 EL 元件

ORGANIC EL DEVICE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章) ID：

豐田自動織機股份有限公司(株式会社豐田自動織機)

KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI

代表人：(中文/英文)(簽章)

豐田鐵郎(豐田鐵郎)

TOYODA, TETSURO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國愛知縣刈谷市豐田町 2 丁目 1 番地

2-1, Toyoda-cho, Kariya-shi, Aichi-ken, Japan

國籍：(中文/英文)

日本

Japan

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文) ID：

- 1.飯島敏樹/IIJIMA, TOSHIKI
- 2.川澄一仁/KAWASUMI, KAZUHITO
- 3.長柄良明/NAGARA, YOSHIAKI

國 籍：(中文/英文)

- 1.~3.日本
Japan

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

- 1.日本 2004.12.13 特願 2004-360415

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文) ID：

- 1.飯島敏樹/IIJIMA, TOSHIKI
- 2.川澄一仁/KAWASUMI, KAZUHIITO
- 3.長柄良明/NAGARA, YOSHIAKI

國 籍：(中文/英文)

- 1.~3.日本
Japan

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

- 1.日本 2004.12.13 特願 2004-360415

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種有機 EL（電致發光）元件。

【先前技術】

近年來，對於有機 EL 元件之重要期許，可列舉朝全彩顯示元件之應用。使用有機 EL 元件而進行全彩顯示的方法之一，習知係藉由彩色濾光片，將來自有機 EL 元件所發出的白色光分成紅、綠、藍光之方法。而且，對於此處所用之有機 EL 元件要求具有如下之特性：

(i) 紅、綠、藍之各色發光強度均衡性為良好的，白色度為高的。

(ii) 發光效率為高的。

(iii) 元件壽命為長的。

一般而言，有機 EL 元件係以由陽極/有機發光層/陰極而成的層構造為基本，藉由於其中適當設置電洞注入層、電洞輸送層、電子輸送層、電洞注入層等薄層所構成的。而且，於此有機發光層中，分別由陽極與陰極所注入的電洞與電子進行再結合而生成激發子，經由此激發子而導致發光。認為此處所生成的激發子中，單重態激發子與三重態激發子相混合，統計理論上，以單重態激發子：三重態激發子 = 1：3 之比例所生成的。

迄今，於許多的有機 EL 元件中，從單重態激發狀態回到基底狀態之際，由於使用發出螢光的發光物質，僅 25% 之單重態能量利用於發光，最後，剩下的 75% 之三重態能量係以熱的形式被消耗。於是，為了將三重態能量有效利

用於發光，有人提案一種將磷光物質（磷光摻雜劑）用於有機發光層之有機 EL 元件（例如，日本專利特開 2001-284056 號公報與日本特表 2002-525808 號公報），或是於含有磷光摻雜劑之數個有機發光層之間，設置由電子輸送性材料而成的激發子阻止層之有機 EL 元件（例如，日本特表 2004-522276 號公報）。但是，於此等有機 EL 元件中，雖然可以提高單色光之發光效率，但是，無法得到使紅、綠與藍之發光強度均衡性為良好，且優異的白色發光。

因此，有人提案一種層壓含有紅色或綠色磷光摻雜劑之有機發光層與含有藍色螢光摻雜劑之有機發光層的有機 EL 元件（例如，日本專利特開 2004-227814 號公報）。

然而，於層壓含有磷光摻雜劑之有機發光層與含有螢光摻雜劑之有機發光層的習知有機 EL 元件中，由於磷光摻雜劑之三重態能量的一部分向螢光摻雜劑之三重態能量進行 Dexter 移動而以熱的方式被消耗，將發生無法達成高效率發光之問題。

【發明內容】

發明摘述

如上所述，於習知之有機 EL 元件中，並無滿足白色度、發光效率及元件壽命均為優異者。

因而，本發明係為了解決該課題而開發，其目的在於提供一種白色度、發光效率與元件壽命均為優異的有機 EL 元件。

於是，本發明人等為了解決該習知之問題點，經由鑽研、達成研發之結果，為了解決如此之問題點，考慮於含

有螢光摻雜劑之發光層與含有磷光摻雜劑之發光層之間設置電洞與電子（載體）均可進行移動之雙極層，於是，完成了本發明。

亦即，有關本發明之有機 EL 元件係於陽極與陰極之間具備：含有螢光摻雜劑之發光層、含有磷光摻雜劑之發光層與含有雙極層之有機層；並且該雙極層係設置於含有該螢光摻雜劑之發光層與含有該磷光摻雜劑之發光層之間。

如此之構造，除了保持含有螢光摻雜劑之發光層與含有磷光摻雜劑之發光層之間的載體均衡性，也能夠抑制三重態能量之 Dexter 移動。

本發明對於雙極層含有電洞輸送性材料與電子輸送性材料之情形特別有效，此雙極層之膜厚較宜為 2nm 以上、15nm 以下。此時，電洞輸送性材料最高的佔分子軌道（HOMO）位準之絕對值較宜較電子輸送性材料最高的佔分子軌道能量位準之絕對值為小。另外，電洞輸送性材料最低的非佔分子軌道（LUMO）位準之絕對值較宜較電子輸送性材料最低的非佔分子軌道位準之絕對值為小。再者，電洞輸送性材料之玻璃轉移溫度較宜較電子輸送性材料之玻璃轉移溫度為高。另外，相對於雙極層，電子輸送性材料較宜含有 5 重量% 以上、95 重量% 以下。

另外，含有螢光摻雜劑之發光層較宜較含有磷光摻雜劑之發光層設置於更接近陰極側。螢光摻雜劑較宜為藍色螢光摻雜劑，磷光摻雜劑較宜為由紅色磷光摻雜劑與綠色磷光摻雜劑中所選擇的至少一種。

含有磷光摻雜劑之發光層較宜含有紅色磷光摻雜劑與

綠色磷光摻雜劑。此時，紅色磷光摻雜劑之含量較宜較綠色磷光摻雜劑之含量為少。

含有螢光摻雜劑之發光層膜厚較宜較含有磷光摻雜劑之發光層膜厚為厚。

有機層較宜更含有與雙極層電洞輸送性材料同樣材料之電洞輸送層，以及與雙極層電子輸送性材料同樣材料之電子輸送層中所選擇的至少一薄層。

雙極層較宜含有具備較磷光摻雜劑之三重態能量間隙為大的三重態能量間隙之材料。

【實施方式】

較佳具體實施例之說明

以下，針對有關本發明之有機 EL 元件，茲將參照附隨的圖示以詳細說明本發明。第 1 圖係有關本發明之有機 EL 元件的示意橫剖面圖。

如第 1 圖所示，有機 EL 元件 10 係於基板 11 上依序層壓陽極 12、有機層 13 與陰極 14。而且，有機層 13 之構造如下：電洞輸送層 15、含有螢光摻雜劑之發光層 18（以下，稱為螢光發光層 18）、含有磷光摻雜劑之發光層 16（以下，稱為磷光發光層 16）、於螢光發光層 18 與磷光發光層 16 之間所設置的雙極層 17 與電子輸送層 19。

首先，針對本發明之有機層，根據第 1 圖詳加說明。

於本發明中，有機層 13 係從陰極 14 起，依序層壓電子輸送層 19、螢光發光層 18、雙極層 17、磷光發光層 16 與電洞輸送層 15 所構成的。如此方式，藉由於螢光發光層 18 與磷光發光層 16 之間設置電洞與電子均可進行移動的雙極層 17，將直流電壓外加於陽極 12 與陰極 14 之際，載

體不會失去均衡，也能夠抑制三重態能量之 Dexter 移動。

螢光發光層 18 主要係由螢光主體材料與螢光摻雜劑所構成的，輸送分別來自陽極 12 與陰極 14 所注入的電洞與電子，或是輸送此等之一種而使二者予以再結合，使激發子得以發生，該激發子回到基底狀態之際將發出螢光之薄層。螢光主體材料被激發之情形係進行 Förster 移動或 Dexter 移動後進行螢光摻雜劑之激發。另外，也有可能不經由主體材料而直接激發螢光摻雜劑。之後，螢光摻雜劑從單重態激發狀態回到基底狀態之際將發出螢光。

一般而言，如此之螢光摻雜劑能夠從具有高螢光量子收率 (Φ) 之化合物中加以適當選擇。

作為藍色螢光摻雜劑，只要為具有藍色螢光發光機能者的話，並無特別之限制，例如，可列舉：二苯乙烯基胺衍生物、芪衍生物、茈衍生物、蔥衍生物、苯并噁唑衍生物、苯并噻唑衍生物、苯并咪唑衍生物、苯并菲衍生物、菲衍生物、二苯乙烯基苯衍生物、四苯基丁二烯等。其中，能夠使用 4,4'-雙〔2-(9-乙基咔唑-2-基)乙烯基〕聯苯 (BCzVBi)、茈等。

使用藍色螢光摻雜劑之情形的螢光主體材料，例如，二苯乙烯基伸芳基衍生物、芪衍生物、咔唑衍生物、三芳基胺衍生物、蔥衍生物、暈苯衍生物、雙(2-甲基-8-喹啉酚鹽) (*p*-苯基酚鹽) 鋁 (BALq) 等。

作為紅色螢光摻雜劑，只要為具有紅色螢光發光機能者的話，並無特別之限制，例如，可列舉：銻配位化合物、苯并吡喃衍生物、若丹明衍生物、苯并噻噸衍生物、卟啉

衍生物、尼羅紅、2-(1,1'-二甲基乙基)-6-(2-(2,3,6,7-四氫-1,1'-7,7'-四甲基-1H,5H-苯并(ij)喹啉啉-9-醯基)次乙基)-4H-吡喃-4H-亞內鎊丙烷二腈(DCJTB)、4-(二氰基亞甲基)-2-甲基-6-(*p*-二甲胺基苯乙烯基)-4H-吡喃(DCM)等。

作為綠色螢光摻雜劑，只要為具有綠色螢光發光機能者的話，並無特別之限制，例如，可列舉：香豆素衍生物、喹吖酮衍生物等。

作為使用紅色螢光摻雜劑或綠色螢光摻雜劑之情形的螢光主體材料，例如，可列舉：二苯乙烯基伸芳基衍生物、二苯乙烯基苯衍生物、二苯乙烯基胺衍生物、喹啉酚鹽系金屬配位化合物、三芳基胺衍生物、噁二唑衍生物、二甲苯衍生物、二呋唑衍生物、寡噻吩衍生物、苯并吡喃衍生物、三唑衍生物、苯并噁唑衍生物、苯并噻唑衍生物等，更具體而言，可列舉：三(8-喹啉酚鹽)鋁(Alq)、三苯基胺之四聚物、4,4'-雙(2,2'-二苯基乙炔基)聯苯(DPVBi)等。

相對於螢光主體材料，螢光摻雜劑之含量(摻雜量)較宜為0.01重量%以上、20重量%以下，更佳為0.1重量%以上、10重量%以下。螢光摻雜劑使用藍色螢光摻雜劑之情形，相對於螢光主體材料，較宜為0.1重量%以上、20重量%以下。若為此範圍內的話，可以得到採取與來自磷光發光層16之磷光發光均衡強度之螢光發光。

螢光發光層18係利用例如濺鍍法、離子鍍法、真空蒸鍍法、旋轉塗布法、電子束蒸鍍法等習知之成膜法，使用

該螢光摻雜劑與螢光主體材料而能夠形成。

磷光發光層 16 主要係由磷光主體材料與磷光摻雜劑所構成的，使分別從陽極 12 與陰極 14 所注入的電洞與電子予以再結合而生成單重態激發子與三重態激發子。主體材料之單重態激發子能量移向磷光材料之單重態激發子，主體材料之三重態激發子能量移向磷光材料之三重態激發子。磷光材料之單重態激發子係因態間交差而成為三重態激發子。另外，也有磷光材料不經由主體材料而被直接激發之情形。此三重態激發子回到基底狀態之際將發出磷光。

如此之磷光摻雜劑，能夠由有機 EL 元件發光層所用之習知磷光摻雜劑中加以適當選擇。

作為藍色磷光摻雜劑，只要為具有藍色磷光發光機能者的話，並無特別之限制，例如，可列舉：銥、鈦、鉑、鐵、銻、鈹等金屬配位化合物。其中，此等金屬配位化合物配位基中之至少一種較宜具有苯基吡啶骨架、聯二吡啶骨架、卟啉骨架等。更具體而言，可列舉：雙〔4,6-二氟苯基吡啶鹽 -N,C^{2'}〕-皮考啉羧酸鹽銥、三〔2-(2,4-二氟苯基)吡啶鹽 -N,C^{2'}〕銥、雙〔2-(3,5-三氟甲基)吡啶鹽 -N,C^{2'}〕-皮考啉羧酸鹽銥、雙(4,6-二氟苯基吡啶鹽 -N,C^{2'})銥(乙酰基醋酸鹽)。

作為紅色磷光摻雜劑，只要為具有紅色磷光發光機能者的話，並無特別之限制，例如，可列舉：銥、鈦、鉑、鐵、銻、鈹等金屬配位化合物，此等金屬配位化合物配位基中之至少一種具有苯基吡啶骨架、聯二吡啶骨架、卟啉骨架等。更具體而言，可列舉：雙〔2-(2'-苯并〔4,5- α 〕噻

吩基)吡啶鹽-N,C^{3'})銥(乙醯基醋酸鹽)(btp2Ir(acac))、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-12H,23H-卟啉鉑(II)、雙〔2-(2'-苯并〔4,5- α 〕噻吩基)吡啶鹽-N,C^{3'})銥、雙(2-苯基吡啶)銥(乙醯基醋酸鹽)。

作為綠色磷光摻雜劑，只要為具有綠色磷光發光機能者的話，並無特別之限制，例如，可列舉：銥、鈦、鉑、鐵、銻、鈮等金屬配位化合物。其中，此等金屬配位化合物配位基中之至少一種具有苯基吡啶骨架、聯二吡啶骨架、卟啉骨架等。更具體而言，可列舉：faq-三(2-苯基吡啶)銥(Ir(ppy)₃)、雙(2-苯基吡啶鹽-N,C^{2'})銥(乙醯基醋酸鹽)、faq-三〔5-氟-2-(5-三氟甲基-2-吡啶)苯基-C,N〕銥。

另外，作為磷光主體材料，只要為較磷光摻雜劑之三重態能量為大的三重態能量之材料的話，並無特別之限制，例如，咪唑衍生物、菲繞啉衍生物、三唑衍生物、喹啉酚鹽系金屬配位化合物。具體而言，4,4'-N,N'-二咪唑聯苯(CBP)、N-二咪唑基-3,5-苯、聚(9-乙炔咪唑)、4,4',4''-三(9-咪唑基)三苯基胺、4,4'-雙(9-咪唑基)-2,2'-二甲基聯苯、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲繞啉(BCP)、3-苯基-4-(1-萘基)-5-苯基咪唑、三(8-喹啉酚鹽)鋁(Alq)、雙(2-甲基-8-喹啉酚鹽)-4-(苯基酚鹽)鋁等。

相對於磷光主體材料，磷光摻雜劑之含量(摻雜量)較宜為0.01重量%以上、30重量%以下，更佳為0.1重量%以上、20重量%以下。磷光摻雜劑使用紅色磷光摻雜劑之情形，相對於磷光主體材料，較宜為0.1重量%以上、20

重量%以下；使用綠色磷光摻雜劑之情形，相對於磷光主體材料，較宜為0.1重量%以上、20重量%以下。若為此範圍內的話，可以得到採取與來自螢光發光層18之螢光發光均衡強度之磷光發光。

另外，藉由於同一磷光發光層內添加數種磷光摻雜劑，從磷光主體材料向低能量之第一磷光摻雜劑進行能量移動之後，便可能使能量有效率地移向更低能量之第二磷光摻雜劑。尤其，藉由於同一磷光發光層內添加紅色磷光摻雜劑與綠色磷光摻雜劑，能夠進一步使發光效率得以提昇。於此情形下，基於發光效率提昇之觀點，較宜較綠色磷光摻雜劑更為減少紅色磷光摻雜劑之含量。

另外，將磷光發光層16作成二層以上之構造，也可以改變每一層所添加的磷光摻雜劑。

磷光發光層16係利用例如濺鍍法、離子鍍法、真空蒸鍍法、旋轉塗布法、電子束蒸鍍法等習知之成膜法，使用該磷光摻雜劑與磷光主體材料而能夠形成。

若考量白色度、元件壽命與發光效率等之元件性能，螢光摻雜劑較宜使用藍色螢光摻雜劑。另外，磷光摻雜劑較宜使用從紅色磷光摻雜劑與綠色磷光摻雜劑中所選擇的至少一種。

根據所選擇的材料，螢光發光層18之膜厚較宜為1nm以上、100nm以下，更佳為2nm以上、50nm以下。再者，藉由較磷光發光層16之膜厚更增加螢光發光層18之膜厚，螢光與磷光之發光強度均衡性變得良好，能夠使有機EL元件之白色度予以進一步提昇。

根據所選擇的材料，磷光發光層 16 之膜厚較宜為 0.1nm 以上、100nm 以上，更佳為 3 nm 以上、15nm 以上。

雙極層 17 係由分別從陽極 12 與陰極 14 所注入的電洞與電子均可進行移動之材料所構成的，爲了於螢光發光層 18 與磷光發光層 16 之間確保一定之距離，抑制磷光發光層 16 內之三重態能量向螢光發光層 18 進行 Dexter 移動的薄層。

用於雙極層 17 之材料，只要爲電洞與電子均可進行移動（具有雙極性）之材料的話，並無特別之限制，例如，可列舉：單獨具有雙極性之材料或是混合電洞輸送性材料與電子輸送性材料者。

尤其，構成雙極層 17 之材料係藉由選擇具有較磷光摻雜劑三重態能量間隙爲大的三重態能量間隙之材料，能夠抑制磷光主體材料之三重態能量向雙極層 17 材料進行能量移動。於本發明中，所謂三重態能量間隙定義爲基底狀態與材料三重態激發狀態之間的能量差。

單獨具有雙極性之材料，可列舉：咪唑衍生物、芴衍生物。更具體而言，可列舉：4,4'-N,N'-二咪唑聯苯（CBP）、N,N'-二咪唑基-3,5-苯。

將雙極層 17 作爲混合電洞輸送性材料與電子輸送性材料所形成的情形之電洞輸送性材料，能夠從使用於有機 EL 元件電洞輸送層之習知材料等之中，選擇任意之材料而使用。

例如，如此之材料可列舉：酞菁衍生物或三唑衍生物、三芳基甲烷衍生物、三芳基胺衍生物、噁唑衍生物、噁二

唑衍生物、腓衍生物、芪衍生物、吡唑啉衍生物、聚矽烷衍生物、咪唑衍生物、苯基二胺衍生物、胺基取代苯丙烯醯苯衍生物、苯乙烯基蔥衍生物或苯乙烯基胺衍生物等之苯乙烯基化合物、苈衍生物、矽氮烷衍生物、苯胺系共聚物、卟啉化合物、咪唑衍生物、聚芳基烷衍生物、聚苯乙烯及其衍生物、聚噻吩及其衍生物、聚-N-乙烯基咪唑衍生物等、噻吩寡聚物等之導電性高分子寡聚物、芳香族第三級胺化合物、苯乙烯基胺化合物、三胺類、四胺類、聯苯胺類、伸芳基二胺衍生物、對苯二胺衍生物、間苯二胺衍生物、1,1'-雙(4-二芳基胺基苯基)環己烷類、4,4'-二(二芳基胺基)聯苯類、雙〔4-(二芳基胺基)苯基〕甲烷類、4,4''-二(二芳基胺基)三苯類、4,4''-二(二芳基胺基)對聯苯類、4,4'-二(二芳基胺基)二苯基醚類、4,4'-二(二芳基胺基)二苯基磺胺類、雙〔4-(二芳基胺基)苯基〕二甲基甲烷類、雙〔4-(二芳基胺基)苯基〕-二(三氟甲基)甲烷類、2,2'-二苯基乙烯基化合物等。

例如，三芳基胺衍生物可列舉：三苯基胺之二聚物、三聚物、四聚物與五聚物、4,4'-雙〔N-苯基-N-(4''-甲基苯基)胺基〕聯苯、4,4'-雙〔N-苯基-N-(3''-甲基苯基)胺基〕聯苯、4,4'-雙〔N-苯基-N-(3''-甲氧基苯基)胺基〕聯苯、N,N'-二苯基-N,N'-雙(1-萘基)-(1,1'-聯苯基)-4,4'-二胺(NPB)、4,4'-雙〔N-〔4''-〔N'-(1-萘基)-N''-苯基胺基〕聯苯〕-N-苯基胺基〕聯苯(NTPA)、3,3'-二甲基-4,4'-雙〔N-苯基-N-(3''-甲基苯基)胺基〕聯苯、1,1'-雙〔4-〔N,N'-二(4'-甲基苯基)胺基〕苯基環己烷、9,10-

雙〔N-(4-甲基苯基)-N-(4''-*n*-丁基苯基)胺基〕菲、3,8-雙(N,N'-二苯基胺基)-6-苯基菲啶、4-甲基-N,N'-雙〔4'',4'''-雙〔N,N'-二(4-甲基苯基)胺基〕聯苯-4-基〕苯胺、N,N'-雙〔4-(二苯基胺基)苯基〕-N,N'-二苯基-1,3-二胺基苯、N,N'-雙〔4-(二苯基胺基)苯基〕-N,N'-二苯基-1,4-二胺基苯、5,5'-雙〔4-(雙〔4'-甲基苯基〕胺基)苯基〕-2,2':5',2''-三噻吩、1,3,5-三(二苯基胺基)苯、4,4',4''-三(N-吡啶)三苯基胺、4,4',4''-三〔N-(3'''-甲基苯基)-N-苯基胺基〕三苯基胺、4,4',4''-三〔N,N-雙(4'''-*tert*-丁基聯苯基-4''''-基)胺基〕三苯基胺、1,3,5-三〔N-(4'-二苯基胺基苯基)-N-苯基胺基〕苯等。

例如，卟啉化合物可列舉：卟啉、1,10,15,20-四苯基-21H,23H-卟啉銅(II)、1,10,15,20-四苯基-21H,23H-卟啉鋅(II)、5,10,15,20-四(五氟苯基)-21H,23H-卟啉，例如，酞菁衍生物可列舉：矽酞菁氧化物、鋁矽酞菁氯化物、無金屬酞菁類二鋰酞菁、銅四甲基酞菁、銅酞菁、鉻酞菁、鋅酞菁、鉛酞菁、鈦酞菁氧化物、鎂酞菁、銅八甲基酞菁等。

例如，芳香族第三級胺化合物與苯乙烯基胺化合物可列舉：N,N,N',N'-四苯基-4,4'-二胺基苯、N,N'-二苯基-N,N'-雙(3-甲基苯基)-〔1,1'-聯苯基〕-4,4'-二胺、2,2'-雙(4-二-*p*-甲苯基胺基苯基)丙烷、1,1'-雙(4-二-*p*-甲苯基胺基苯基)環己烷、N,N,N',N'-四-*p*-甲苯基-4,4'-二胺基苯、1,1'-雙(4-二-*p*-甲苯基胺基苯基)-4-苯基環己烷、雙(4-二甲基胺基-2-甲基苯基)苯基甲烷、雙(4-二-*p*-甲苯基胺

基苯基) 苯基甲烷、N,N'-二苯基-N,N'-二(4-甲氧基苯基)-4,4'-二胺基聯苯、N,N,N',N'-四苯基-4,4'-二胺基苯基醚、4,4'-雙(二苯基胺基)對聯四苯、N,N,N-三(*p*-甲苯基)胺、4-(二-*p*-甲苯基胺基)-4'-[4-(二-*p*-甲苯基胺基)苯乙烯]芪、4-N,N-二苯基胺基-2-二苯基乙烯基苯、3-甲氧基-4'-N,N-二苯基胺基芪、N-苯基咪唑等。

此等之中，較宜為芳基-二(4-二芳基胺基苯基)胺類、對苯二胺衍生物、4,4'-二胺基聯苯衍生物、4,4'-二胺基二苯基磺胺衍生物、4,4'-二胺基二苯基甲烷衍生物、4,4'-二胺基二苯基醚衍生物、4,4'-二胺基四苯基甲烷衍生物、4,4'-二胺基芪衍生物、1,1'-二芳基環己烷類、4,4'-二胺基三苯基衍生物、5,10-二-(4-胺基苯基)蔥衍生物、2,5-二芳基吡啶類、2,5-二芳基咪喃類、2,5-二芳基噻吩類、2,5-二芳基吡咯類、2,5-二芳基-1,3,4-噁二唑類、4-(二芳基胺基)芪類、4,4'-二(二芳基胺基)芪類、N,N-二芳基-4-(2,2'-二苯基乙烯基)苯胺類、2,5-二芳基-1,3,4-三唑類、1,4-二(4'-胺基苯基)萘衍生物、2,8-二(二芳基胺基)-5-噻噸類、1,3-二(二芳基胺基)異吡啶類等，更佳為三[4-[N-(3-甲基苯基)-N-苯基胺基]苯基]胺、三[4-[N-(2-萘基)-N-苯基胺基]苯基]胺等。

將雙極層 17 作為混合電洞輸送層與電子輸送層所形成的情形之電子輸送性材料能夠從使用於有機 EL 元件電子輸送層之習知材料等之中，選擇任意之材料而使用。

例如，如此之材料可列舉：1,3-雙[5'-(*p-tert*-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2'-基]苯或 2-(4-聯苯基)-5-(4-*tert*-

丁基苯基)-1,3,4-噁二唑等之噁二唑衍生物或 3-(4'-*tert*-丁基苯基)-4-苯基-5-(4"-聯苯基)-1,2,4-三唑等之三唑衍生物、三嗪衍生物、喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯醌衍生物、硝基取代芴酮衍生物、二氧化吡喃衍生物、蔥醌二甲烷衍生物、二氧化噻喃衍生物、萘苊等之雜環四羧酸酐、碳化二醯亞胺、亞芴基甲烷衍生物、蔥醌二甲烷衍生物、蔥酮衍生物、二苯乙烯基吡嗪衍生物、二甲苯衍生物、菲繞啉衍生物、咪唑吡啶衍生物等。

另外，雙(10-苯并[h]喹啉酚鹽)鉍、5-羥基黃酮之鉍鹽、5-羥基黃酮之鋁鹽等之有機金屬配位化合物、8-羥基喹啉或其衍生物之金屬配位化合物，例如，三(8-喹啉酚)鋁(Alq)或三(5,7-二氫-8-喹啉酚)鋁、雙(2-甲基-8-喹啉酚鹽)(*p*-苯酚鹽)鋁(BAlq)、三(5,7-二溴-8-喹啉酚)鋁、三(2-甲基-8-喹啉酚)鋁等 Oxine(一般稱為 8-喹啉酚或 8-羥基喹啉)等之含有喹啉酚鹽系金屬配位化合物等螯合物的金屬螯合物喹啉鹽化合物。另外，也可以列舉：此等金屬配位化合物之中心金屬取代成銻、銻、鎂、銅、鈣、錫、鋅或鉛之金屬配位化合物等。也較宜使用以無金屬或金屬酞菁或此等之末端為烷基、磺基等所取代者。

此等之中，更佳為 2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲繞啉(BCP)、3-苯基-4-(1'-萘基)-5-苯基-1,2,4-三唑(TAZ)。另外，藉由選擇具有較電子輸送性材料之玻璃轉移溫度(T_g)為高的玻璃轉移溫度之電洞輸送性材料，元件發光顏色之變化或效率之降低變得難以發生，使元件予以連續

發光時，能夠進一步防止元件性能的降低。

相對於雙極層 17，該電子輸送性材料較宜含有 5 重量 % 以上、95 重量 % 以下，更佳含有 20 重量 % 以上、80 重量 % 以下。相對於雙極層 17，若電子輸送性材料低於 5 重量 % 的話，從磷光發光層 16 向螢光發光層 18 之電洞移動變少，無法得到高效率之白色發光。另外同樣的，相對於雙極層 17，若電子輸送性材料超過 95 重量 % 的話，從磷光發光層 16 向螢光發光層 18 之電子移動變多，無法得到高效率之白色發光。因而，於雙極層 17 中之電子輸送性材料為該範圍內的話，能夠作成高的發光效率，並且，優異白色度之有機 EL 元件。

另外，將雙極層 17 作為電洞輸送性材料與電子輸送性材料之混合層而形成之情形下，電洞輸送性材料之 HOMO 能量位準的絕對值較宜選擇較電子輸送性材料之 HOMO 能量位準的絕對值為小的材料。另外，電洞輸送性材料之 LUMO 能量位準的絕對值較宜選擇較電子輸送性材料之 LUMO 能量位準的絕對值為小的材料。藉由如此方式予以構成，便充分達成雙極機能，能夠進一步使發光效率得以提昇。

還有，於本發明中，HOMO 能量位準與離子化位能、LUMO 能量位準與電子親和力分別定義為同義的。離子化位能與電子親和力係以真空位準為基準所定義的。

離子化位能 (HOMO) 能夠利用光電子分光法或類似於此法之測定法進行直接測定，或者，相對於基準電極，也能夠進行電化學測得的氧化電位之校正而求得。

電子親和力 (LUMO) 係將吸收光譜吸收端之能量作為能帶間隙值，能夠從離子化位能 (HOMO) 減去能帶間隙而求得。

雙極層 17 係利用真空蒸鍍法、濺鍍法、離子化蒸鍍法、離子鍍法、電子束蒸鍍法、旋轉塗布法等習知之薄膜成膜法，使用該材料而能夠形成。此時，雙極層 17 之膜厚較宜為 2nm 以上、15nm 以下，更佳為 4nm 以上、10nm 以下。若雙極層 17 之膜厚為 1nm 以下予以形成的話，抑制雙極層 17 三重態能量 Dexter 移動的機能將降低。另外，若雙極層 17 之膜厚為 15nm 以上予以形成的話，有機 EL 元件之驅動電壓將變高。因而，藉由使雙極層之膜厚作成該範圍內，能夠確保螢光發光層 18 與磷光發光層 16 之距離，更有效率地抑制三重態能量之移動。

電洞輸送層 15 係一種從陽極注入電洞，再將所注入的電洞輸送至磷光發光層 16 之薄層，將如下之特性賦與有機 EL 元件：

(i) 降低驅動電壓。

(ii) 因為將來自陽極 12 向磷光發光層 16 所注入之電洞予以安定化，元件將得以長壽命化。

(iii) 由於提高陽極 12 與磷光發光層 16 之密著性，發光面之均勻性變高。

(iv) 被覆陽極 12 之突起等，能減少元件之缺陷。

用於電洞輸送層 15 之材料，只要為能將該特性賦與電洞輸送層 15 者的話，並無特別之限制，能夠從使用於該雙極層 17 之電洞輸送性材料或是能作為光傳導材料之電洞

注入材料使用的習知材料等之中的任意材料加以選擇後使用。尤其，基於成本等之觀點，材料較宜使用相同於雙極層 17 中所含之電洞輸送性材料。

電洞輸送層 15 可以由該材料之一種而予以形成，也可以混合數種材料而予以形成。另外，也可以為由相同組成或不同組成之數層而成的多層構造。

電洞輸送層 15 係利用例如濺鍍法、離子鍍法、真空蒸鍍法、旋轉塗布法、電子束蒸鍍法等習知之成膜法，使用該材料而能夠形成。雖然電洞輸送層 15 之膜厚係視所用之材料而定，通常為 5nm 以上、5 μ m 以下。

還有，一般而言，電洞輸送層 15 之 HOMO 係設定於成為陽極的功函數與發光層的 HOMO 之間。另外，電洞輸送層 15 係設置於從鄰接的發光層之光取出側的情形，相對於所取出的光，透明地予以形成。因此，從可形成該電洞輸送層 15 的材料中，予以薄膜化之際，適當選擇相對於該光為透明之材料，一般而言，設定使相對於所取出光之透過率成為大於 10%。

電子輸送層 19 係一種設置於陰極 14 與螢光發光層 18 之薄層，將來自陰極 14 所注入的電子輸送至螢光發光層 18 之薄層，將如下之特性賦與有機 EL 元件：

(i) 降低驅動電壓。

(ii) 因為將來自陰極 14 向螢光發光層 18 所注入之電子予以安定化，元件將得以長壽命化。

(iii) 由於提高陰極 14 與螢光發光層 18 之密著性，能夠提高發光面之均勻性。

用於電子輸送層 19 之材料，只要為能將該特性賦與電子輸送層 19 者的話，並無特別之限制，能夠從使用於該雙極層之電子輸送性材料或是能作為光傳導材料之電子注入材料使用的習知材料等之中的任意材料加以選擇。一般而言，較宜採用使 LUMO 成為與陰極功函數鄰接的發光層之間的材料。基於成本等之觀點，尤其，材料較宜使用相同於雙極層 17 中所含之電子輸送性材料而形成電子輸送層 19。

電子輸送層 19 可以從該材料之一種而予以形成，也可以混合數種材料而予以形成。另外，也可以為由相同組成或不同組成的數層而成的多層構造。

電子輸送層 19 係利用濺鍍法、離子鍍法、真空蒸鍍法、旋轉塗布法、電子束蒸鍍法等習知之成膜法，使用該材料而能夠形成。雖然電子輸送層 19 之膜厚係視所用之材料而定，通常為 5nm 以上、5 μ m 以下。

還有，電子輸送層 19 設置於從鄰接的發光層之光取出側的情形，相對於所取出的光，必須為透明的。因此，從可形成該電子輸送層 19 的材料中，予以薄膜化之際，適當選擇相對於該光為透明之材料，一般而言，設定使相對於所取出光之透過率成為大於 10%。

接著，針對基板、陽極與陰極詳加說明。

於本發明中，基板 11 係一種為了支撐有機 EL 元件之板狀構件。由於構成有機 EL 元件之各層極薄，一般製成被基板 11 所支撐的有機 EL 元件。基於如此之目的，基板 11 較宜具有平面平滑性。基板 11 位於光取出側之情形，相對

於所取出之光，基板 11 作成透明的。

只要具有該性能的話，能夠使用習知之基板作為基板 11，例如，可列舉：玻璃基板、矽基板、石英基板等之陶瓷基板、塑膠基板、金屬基板。另外，也能夠使用於此等基板上形成金屬箔之基板等。再者，也能夠使用組合數個同種或不同種基板的複合基板。

於本發明中，陽極 12 係係一種為了將電洞注入有機層 13 之電極。因而，用於陽極 12 之材料，只要為能將此性質賦與陽極 12 者的話即可，一般而言，選擇金屬、合金、導電性化合物與此等之混合物等習知材料。

例如，用於陽極 12 之材料可列舉：ITO（銦錫氧化物）、IZO（銦鋅氧化物）、IWO（銦鎢錫氧化物）、氧化錫、氧化鋅、鋅鋁氧化物、氮化鈦等金屬氧化物或金屬氮化物；金、鉑、銀、銅、鋁、鎳、鈷、鉛、鉻、鉬、鎢、鉭、鈮等之金屬與此等之金屬合金或碘化銅合金等；聚苯胺、聚噻吩、聚吡咯、聚苯乙烯、聚（3-甲基噻吩）、聚苯硫醚等導電性高分子等。

陽極 12 係設置於較有機層 13 更接近光取出側的情形，一般而言，設定相對於所取出光之透過率成為大於 10%。取出可見光區域之光的情形，較宜使用於可見光區域透過率高的 ITO。

作為反射性電極使用之情形下，適宜選擇之材料，其性能上具備將向外部取出之光予以反射的材料，一般而言，選擇金屬或合金、金屬化合物。

陽極 12 可以僅利用一種該材料予以形成，也可以混合

數種而予以形成。或是，也可以為由相同組成或不同組成之數層而成的多層構造。而且，陽極 12 係利用濺鍍法、離子鍍法、真空蒸鍍法、旋轉塗布法、電子束蒸鍍法等習知之成膜法，使用該材料而予以形成。

雖然陽極 12 之膜厚係視所用之材料而定，一般而言，於 5nm 以上、1 μ m 以下，較宜於 10nm 以上、1 μ m 以下，更佳於 10nm 以上、500nm 以下，特別理想於 10nm 以上、300nm 以下，最好於 10nm 以上、200nm 以下之範圍而予以形成。

陽極 12 之片材電阻較宜設為數百歐姆/片材以下，更佳設為 5 歐姆/片材以上、50 歐姆/片材以下。

可以於陽極 12 之表面（與有機層 13 連接之表面）進行 UV 臭氧洗淨、氧電漿洗淨、氫電漿洗淨。為了抑制有機 EL 元件之短路或缺陷之發生，可以利用使粒徑予以微小化之方法或成膜後進行研磨之方法，將表面粗糙度的二次方平均值控制於 20nm 以下。

另外，陽極 12 之電阻為高的情形，可以設置輔助電極而降低電阻。輔助電極係一種將銀、銅、鉻、鋁、鈦、鋁合金、銀合金等金屬或此等之積層物與陽極 12 部分合併所設置的電極。

於本發明中，陰極 14 係一種將電子注入有機層 13 之電極，此陰極 14 較宜使用功函數小的金屬、合金、導電性化合物以及由此等混合物而成的電極材料。為了提高電子注入效率，更佳為使用功函數低於 4.5eV 的電極材料。例如，如此之電極材料可列舉：鋰、鈉、鎂、金、銀、銅、鋁、

銦、鈣、錫、鈮、鈦、錳、鉻、鉕、鋁-鈣合金、鋁-鋰合金、鋁-鎂合金、鎂-銀合金、鎂-銦合金、鋰-銦合金、鈉-鋰合金、鎂/銅混合物、鋁/氧化鋁混合物等。另外，材料也能夠使用可適用於作為陽極用的材料。

於陰極 14 係設置於較有機層 13 更接近光取出側的情形，設定使相對於所取出光之透過率成為大於 10%，層壓透明之導電性氧化物。

陰極 14 作為光反射性電極使用之情形下，於該材料之中，適宜選擇具備將所取出之光予以反射性能的材料，一般而言，選擇金屬或合金、金屬化合物等。

陰極 14 可以使用單一該材料而予以形成，也可以使用數種材料而予以形成。例如，若以 5% 以上、10% 以下，將銀或銅添加於鎂中的話，能防止陰極 14 之氧化，或是使陰極 14 之有機層 13 的接著性得以提高。

陰極 14 係利用真空蒸鍍法、濺鍍法、離子化蒸鍍法、離子鍍法、電子束蒸鍍法等習知之薄膜成膜法，使用該材料而能夠形成。

雖然陰極 14 之膜厚係視所用之材料而定，較宜於 5nm 以上、1 μ m 以下，更佳於 10nm 以上、500nm 以下，最好於 50nm 以上、200nm 以下之範圍而予以形成。

陰極 14 之片材電阻較宜設為數百歐姆/片材以下。

藉由該積層構造而顯現白色之情形下，能夠將陰極與陽極之間的磷光發光層 16、雙極層 17 與螢光發光層 18 作成如下之層構造：

(i) 藍色螢光發光層/雙極層/紅色與綠色磷光發光層

(ii) 藍色螢光發光層 / 雙極層 / 紅色磷光發光層 / 綠色磷光發光層

(iii) 藍色螢光發光層 / 雙極層 / 綠色磷光發光層 / 紅色磷光發光層

(iv) 藍色螢光發光層 / 雙極層 / 紅色螢光與綠色磷光發光層

(v) 藍色螢光發光層 / 雙極層 / 綠色螢光與紅色磷光發光層

(vi) 藍色螢光發光層 / 紅色螢光發光層 / 雙極層 / 綠色磷光發光層

(vii) 藍色螢光發光層 / 綠色螢光發光層 / 雙極層 / 紅色磷光發光層

(viii) 藍色螢光發光層 / 雙極層 / 紅色磷光發光層 / 雙極層 / 綠色螢光發光層

(ix) 藍色螢光發光層 / 雙極層 / 綠色磷光發光層 / 雙極層 / 紅色螢光發光層

(x) 綠色磷光發光層 / 雙極層 / 藍色螢光發光層 / 雙極層 / 紅色磷光發光層

(xi) 綠色磷光發光層 / 綠色螢光發光層 / 雙極層 / 紅色磷光發光層

(xii) 綠色磷光發光層 / 雙極層 / 藍色螢光發光層 / 紅色螢光發光層

於此等層構造之中，藉由作成將螢光發光層 18 設置於更接近磷光發光層 16 陰極側的元件構造，能夠達成更優異的白色度與發光效率。

於該層構造之中，根據紅色、綠色與藍色而顯現白色，但是，如藍色發光層/黃色發光層或淺藍色發光層/橙色發光層、綠色發光層/紫色發光層般之可發出屬於互補色關係之顏色而顯現白色。當然，也可以顯現白色以外的顏色。

有關本發明之有機 EL 元件的有機層並不受限於由該電洞輸送層 15、螢光發光層 18、磷光發光層 16 與雙極層 17、電子輸送層 19 五種所構成的，於有機 EL 元件中，可以適度含有或省略習知之薄層。

更具體而言，可以作成如下之元件構造：

(i) (陽極) / (螢光、磷光、雙極層) / (陰極)

(ii) (陽極) / (螢光、磷光、雙極層) / 電子輸送層 / (陰極)

(iii) (陽極) / (螢光、磷光、雙極層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / (陰極)

(iv) (陽極) / 電洞輸送層 / (螢光、磷光、雙極層) / (陰極)

(v) (陽極) / 電洞輸送層 / (螢光、磷光、雙極層) / 電子輸送層 / (陰極)

(vi) (陽極) / 電洞輸送層 / (螢光、磷光、雙極層) / 電子輸送層 / 電洞注入層 / (陰極)

(vii) (陽極) / 電洞注入層 / 電洞輸送層 / (螢光、磷光、雙極層) / (陰極)

(viii) (陽極) / 電洞注入層 / 電洞輸送層 / (螢光、磷光、雙極層) / 電子輸送層 / (陰極)

(ix) (陽極) / 電洞注入層 / 電洞輸送層 / (螢光、磷光、

雙極層) / 電子輸送層 / 電子注入層 / (陰極)

電洞注入層係形成於陽極與電洞輸送層之間，將來自陽極所注入之電洞輸送至電洞輸送層之薄層，將如下之特性賦與有機 EL 元件：

(i) 降低驅動電壓。

(ii) 因為將來自陽極向電洞輸送層所注入之電洞予以安定化，元件將得以長壽命化。

(iii) 由於提高陽極與電洞輸送層之密著性，發光面之均勻性變高。

(iv) 被覆陽極之突起等，能減少元件之缺陷。

用於電洞注入層之材料，只要為能將該特性賦與電洞注入層者的話，並無特別之限制，能夠直接使用可用於該電洞輸送層 15 之材料或習知之材料。電洞注入層可以使用單一材料而予以形成，也可以使用數種材料而予以形成。

電洞注入層之膜厚為 0.1nm 以上、100nm 以下，較宜為 0.3nm 以上、50nm 以下。

電子注入層係一種形成於陰極 14 與電子輸送層 19 之間的薄層，將來自陰極 14 所注入之電子輸送至電子輸送層 19 的薄層，將如下之特性賦與有機 EL 元件：

(i) 降低驅動電壓。

(ii) 因為將來自陰極 14 向電子輸送層 19 所注入之電子予以安定化，元件將得以長壽命化。

(iii) 由於提高陰極 14 與電子輸送層 19 之密著性，能夠提高發光面之均勻性。

於電子注入層所用之材料，並無特別之限制，能夠採用

只要為能將該性能賦與電子注入層者的話，也能夠使用習知之材料。例如，可列舉：氟化鋰、氧化鋰、氟化鎂、氟化鈣、氟化鋇、氟化鋇等之鹼金屬、鹼土金屬之氟化物、氧化物、氮化物、硫化物等。電子注入層可以使用單一材料而予以形成，也可以使用數種材料而予以形成。

電子注入層之膜厚為 0.1nm 以上、10nm 以下，較宜為 0.3nm 以上、3nm 以下。

電子注入層可以於其層內形成均勻的膜厚，也可以形成不均勻的膜厚，也可以形成島狀，能夠利用真空蒸鍍法等習知之薄膜成膜法而予以形成。

接著，針對能設置於該層間的薄層加以說明。

於該各層間之至少一層，也可以設置阻止電洞或電子等移動的薄層（阻止層）。例如，相較於雙極層，螢光發光層係設置於更接近陰極側之情形，也可以將電洞阻止層設置於鄰接螢光發光層之陰極側。如此方式，藉由設置電洞阻止層，因為抑制電洞通過陰極側，於螢光發光層內進行電洞與電子有效率地進行再結合，能夠使發光效率得以提昇。

用於電洞阻止層之材料，例如，可列舉：三唑衍生物或噁二唑衍生物、BAIq、菲繞啉衍生物等習知之材料，尤其，藉由材料使用相同於雙極層中所含之電洞輸送性材料，不會縮短元件壽命，能夠使發光效率得以提昇。

基於防止有機 EL 元件與氧或水份相接觸，也可以於基板之相反側設置保護膜（密封層、鈍化膜）。

使用於保護層之材料，例如，可列舉：有機高分子材料、

無機材料，還有，光硬化性樹脂之熱硬化性樹脂等，使用於保護層之材料，可以單獨使用，或是也可以合併數種後使用。保護層可以為單層構造，或是也可以為多層構造。

有機高分子材料之例子，可列舉：氯三氟乙烯聚合物、二氯二氟乙烯聚合物、氯三氟乙烯聚合物與二氯二氟乙烯聚合物之共聚物等之氟系樹脂；聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯系樹脂等之丙烯系樹脂；環氧樹脂、矽樹脂、環氧矽樹脂、聚苯乙烯樹脂、聚酯樹脂、聚碳酸酯樹脂、聚醯胺樹脂、聚醯亞胺樹脂、聚醯胺醯亞胺樹脂、聚對二甲苯樹脂、聚乙烯樹脂、聚苯醚樹脂等。

無機材料可列舉：聚矽氮烷、鑽石薄膜、非晶形二氧化矽、電絕緣性玻璃、金屬氧化物、金屬氮化物、金屬碳化物、金屬硫化物等。

另外，能夠將有機 EL 元件加入例如石蠟、流動石蠟、矽油、氟代烴油、添加沸石之氟代烴油等之不活性物質中，予以封入後加以保護。

當然，也可以利用密封罐加以保護。具體而言，基於阻絕來自外部之水份或氧之目的下，也可以藉由密封板、密封容器等之密封構件而將有機層加以密封。即使僅於背面側之電極側設置密封構件，也可以利用密封構件覆蓋整個有機 EL 元件。若能夠密封有機層，並能夠阻絕外部空氣的話，密封構件之形狀、大小、厚度等並無特別之限定。用於密封構件之材料，能夠使用玻璃、不銹鋼、金屬（鋁等）、塑膠（聚一氯三氟乙烯、聚酯、聚碳酸酯等）、陶瓷等。

將密封構件設置於有機 EL 元件之際，也可以使用適宜之密封劑（接著劑）。利用密封構件覆蓋整個有機 EL 元件之情形，也可以不使用密封劑而進行密封構件彼此間之熱熔融。密封劑可使用紫外線硬化樹脂、熱硬化樹脂、二液型硬化樹脂等。

再者，也可以於密閉容器與有機 EL 元件間的空間中，注入水份吸收劑或不活性液體。水份吸收劑並無特別之限定，具體例可列舉：氧化鋇、氧化鈉、氧化鉀、氧化鈣、硫酸鈉、硫酸鈣、硫酸鎂、五氧化磷、氯化鈣、氯化鎂、氯化銅、氟化銫、氟化銻、溴化鈣、溴化鈾、分子篩、沸石、氧化鎂等。不活性液體可以使用石蠟類、流動石蠟類、氟系溶劑（過氟烷、過氟胺、過氟醚等）、氬系溶劑、矽油類等。

若根據本發明的話，不僅保持含有螢光摻雜劑之發光層與含有磷光摻雜劑之發光層之間的載體均衡性，也因為抑制三重態能量 Dexter 移動，能夠提供白色度、發光效率與元件壽命均為優異的有機 EL 元件。

實施例

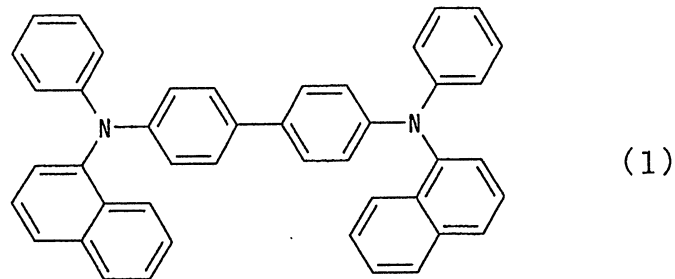
以下，藉由實施例與比較例，進一步詳加說明本發明。但是，此等實施例係說明例，本發明並不受到限定。

（實施例 1）

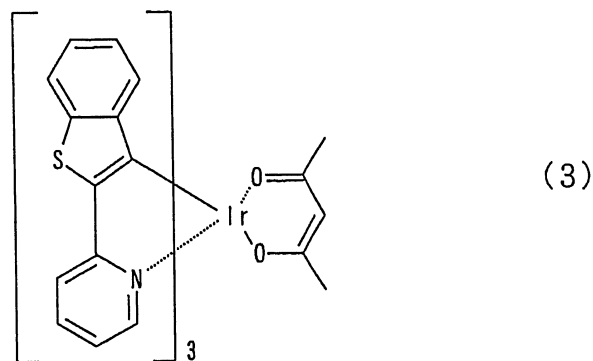
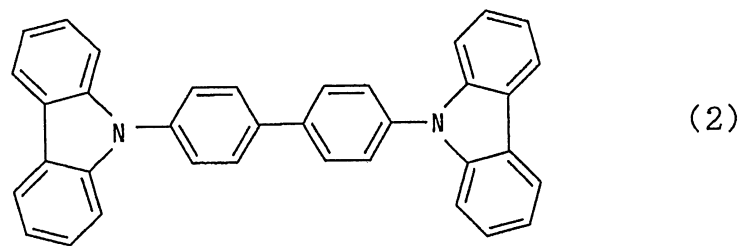
於一側表面上，準備已形成陽極 12（膜厚 150nm 之 ITO 層）之透明玻璃基板 11，進行基板洗淨。亦即，依序進行鹼液洗淨、純水洗淨，使其乾燥後進行紫外線臭氧洗淨。

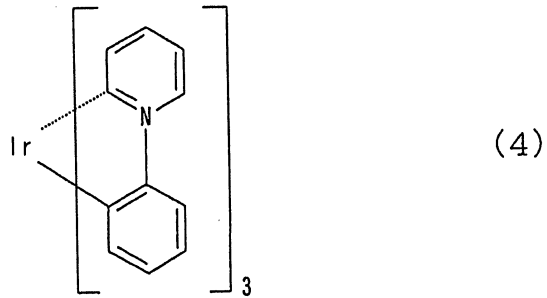
於已進行如此洗淨之基板 11 的陽極 12 上、真空蒸鍍裝

置（碳坩堝、蒸鍍速度 0.1nm/s 、真空度約 $5.0\times 10^{-5}\text{Pa}$ ）中，進行下式（1）所示之電洞輸送材料 NPB 的蒸鍍而製作膜厚 40nm 薄層，將此層作成電洞輸送層 15。

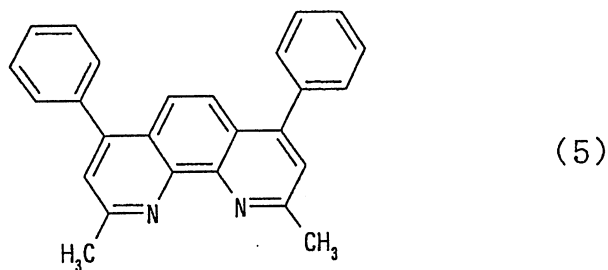


於電洞輸送層 15 上、真空蒸鍍裝置（碳坩堝、蒸鍍速度 0.1nm/s 、真空度約 $5.0\times 10^{-5}\text{Pa}$ ）中，同時進行下式（2）所示之磷光主體材料 CBP（89.5 重量%）、下式（3）所示之紅色磷光摻雜劑 btp2Ir(acac) （0.5 重量%）與下式（4）所示之綠色磷光摻雜劑 Ir(ppy)_3 （10 重量%）的蒸鍍而製作膜厚 8nm 薄層，將此層作成磷光發光層 16。

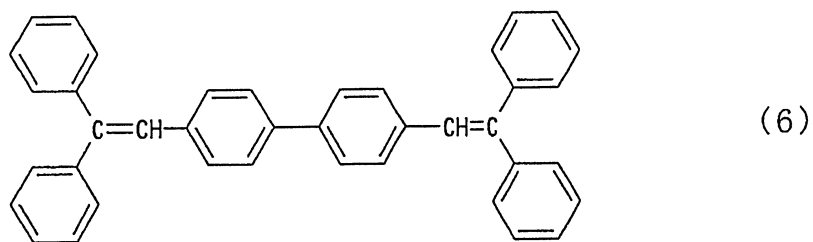


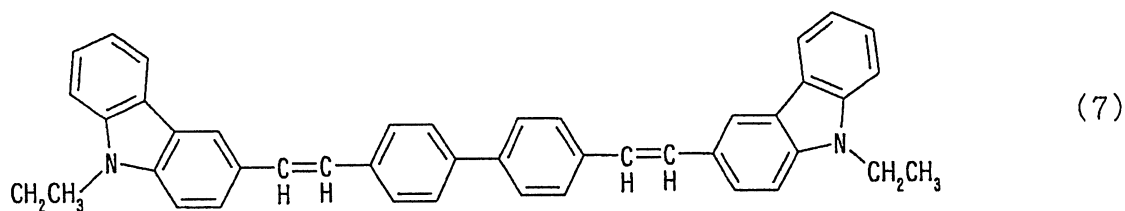


於磷光發光層 16 上、真空蒸鍍裝置（碳坩堝、蒸鍍速度 0.1nm/s 、真空度約 $5.0 \times 10^{-5}\text{Pa}$ ）中，同時進行下式（5）所示之電子輸送性材料 BCP（50 重量%）與該式（1）所示之電洞輸送材料 NPB（50 重量%）的蒸鍍而製作膜厚 4nm 薄層，將此層作成雙極層 17。



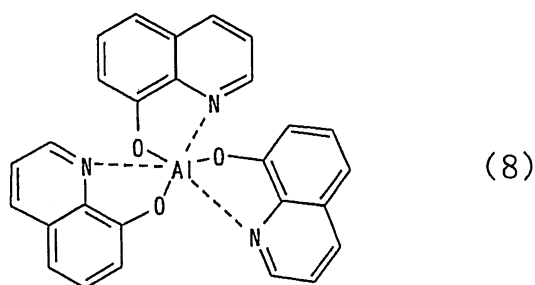
於雙極層 17 上、真空蒸鍍裝置（碳坩堝、蒸鍍速度 0.1nm/s 、真空度約 $5.0 \times 10^{-5}\text{Pa}$ ）中，同時進行下式（6）所示之螢光主體材料 DPVBi（96 重量%）與下式（7）所示之螢光摻雜劑 BCzVBi（4 重量%）的蒸鍍而製作膜厚 20nm 薄層，將此層作成螢光發光層 18。





於螢光發光層 18 上、真空蒸鍍裝置（碳坩堝、蒸鍍速度 0.1nm/s 、真空度約 $5.0\times 10^{-5}\text{Pa}$ ）中，進行該式（5）所示之 BCP 的蒸鍍而製作膜厚 6nm 薄層，將此層作成電洞阻止層。

於電洞阻止層上、真空蒸鍍裝置（碳坩堝、蒸鍍速度 0.1nm/s 、真空度約 $5.0\times 10^{-5}\text{Pa}$ ）中，進行下式（8）所示之 Alq 的蒸鍍而製作膜厚 24nm 薄層，將此層作成電子輸送層 19。



於電子輸送層 19 上、真空蒸鍍裝置（碳坩堝、蒸鍍速度 0.1nm/s 、真空度約 $5.0\times 10^{-5}\text{Pa}$ ）中，製作膜厚 1nm 之氟化鋰（LiF）薄層，將此層作成電子注入層。

於電子注入層上、真空蒸鍍裝置（鎢鍋、蒸鍍速度 1nm/s 、真空度約 $5.0\times 10^{-5}\text{Pa}$ ）中，製作膜厚 150nm 之鋁（Al）薄層，將此層作成陰極。

進行如此方式，使有機 EL 元件予以完成之後，利用習知之驅動電路，連接陽極 12 與陰極 14，發光效率係測定

亮度 1000cd/m^2 之電效率與白色度，另外，有機 EL 元件壽命係測定連續流動已形成初期亮度 2400cd/m^2 時電流之際的初期亮度半衰壽命（直到亮度成爲 1200cd/m^2 爲止之時間，以下，稱爲「半衰壽命」）。還有，亮度係利用亮度測定器（Topcon 股份公司製之商品名 BM7）所進行測定的。將結果顯示於表 1。

以下，彙整顯示後述實施例與比較例中所用之化合物的簡稱。此等之簡稱係對應於如下之各化合物。另外，顯示各化合物 HOMO 能量位準之絕對值、LUMO 能量位準之絕對值與玻璃轉移溫度（ T_g ）。

NPB：N,N'-二苯基-N,N'-雙（1-萘基）-（1,1'-聯苯基）-4,4'-二胺（HOMO：5.4eV、LUMO：2.4eV、 T_g ：96°C）

BCP：2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲繞啉（HOMO：6.5eV、LUMO：3.0eV、 T_g ：62°C）

CBP：4,4'-N,N'-二吡啶聯苯（ T_g ：85°C）

Ir(ppy)₃：faq-三（2-苯基吡啶）銱

btp2Ir(acac)：雙〔2-（2'-苯并〔4,5-a〕噻吩基）吡啶鹽-N,C^{3'}〕銱（乙醯基醋酸鹽）

Alq：三（8-喹啉酚鹽）鋁（ T_g ：175°C）

BAlq：雙（2-甲基-8-喹啉酚鹽）（*p*-苯酚鹽）鋁（HOMO：5.8eV、LUMO：3.0eV）

SAlq：鋁（III）雙（2-甲基-8-喹啉酚鹽）（HOMO：6.0eV、LUMO：3.0eV）

TPBI：2,2',2''-（1,3,5-苯三酚）三〔1-苯基-1H-苯并咪唑〕（HOMO：5.8eV、LUMO：2.8eV、 T_g ：63°C）

OXD-7 : 1,3-雙 (N,N'-*t*-丁基苯基) -1,3,4-噁二唑
(HOMO : 6.4eV、LUMO : 3.1eV)

TAZ : 3-苯基 -4-(1-萘基) -5-苯基 -1,2,4-三唑 (HOMO :
5.8eV、LUMO : 2.8eV)

CuPc : 卟啉 -銅 (II) 配位化合物 (HOMO : 5.1eV、LUMO :
2.1eV、T_g : 200℃ 以上)

NTPA : 4,4'-雙 [N-[4''-[N'-(1-萘基) -N''-苯基胺基]
聯苯基]-N-苯基胺基] 聯苯 (HOMO : 5.5eV、LUMO : 2.5eV、
T_g : 148℃)

DPVBi : 4,4'-雙 (2,2'-二苯基乙烯基) 聯苯

BCzVBi : 4,4'-雙 [2-(9-乙基咪唑 -2-基) 乙烯基] 聯
苯

(實施例 2 ~ 6)

於實施例 2 ~ 6 中，除了分別使用 BA1q、SA1q、TPBI、OXD-7 與 TAZ 取代雙極層 17 中的電子輸送性材料 BCP 之外，進行相同於實施例 1 之方式而製作有機 EL 元件。針對製得的實施例 2 ~ 6 之有機 EL 元件，進行相同於實施例 1 之方式，測定電效率、白色度與半衰壽命。將結果顯示於表 1。還有，電效率與半衰壽命係顯示相對於實施例 1 之相對值。

(實施例 7 與 8)

於實施例 7 與 8 中，除了分別使用 CuPc 或 NTPA 取代雙極層 17 中的電洞輸送性材料 NPB 之外，進行相同於實施例 1 之方式而製作有機 EL 元件。針對製得的實施例 7 與 8 之有機 EL 元件，進行相同於實施例 1 之方式，測定電

效率、白色度與半衰壽命。將結果顯示於表 1。還有，電效率與半衰壽命係顯示相對於實施例 1 之相對值。

表 1

實施例	雙極層之構造	電效率	色度 x	色度 y	半衰壽命
1	BCP+NPB	1	0.32	0.33	1
2	BAlq+NPB	0.96	0.31	0.34	1.03
3	SAlq+NPB	0.94	0.30	0.33	0.89
4	TPBI+NPB	0.95	0.32	0.31	0.92
5	OXD-7+NPB	0.97	0.31	0.32	0.91
6	TAZ+NPB	0.98	0.33	0.31	0.86
7	BCP+CuPc	0.97	0.32	0.31	0.99
8	BCP+NTPA	1	0.34	0.31	1.04

(實施例 9 ~ 12)

於實施例 9 ~ 12 中，除了分別將雙極層 17 中之電洞輸送性材料：電子輸送性材料的重量比 80 : 20、60 : 40、40 : 60 與 20 : 80 取代 50 : 50 之外，進行相同於實施例 1 之方式而製作有機 EL 元件。針對製得的實施例 9 ~ 12 之有機 EL 元件，進行相同於實施例 1 之方式，測定電效率、白色度與半衰壽命。將結果顯示於表 2。還有，電效率與半衰壽命係顯示相對於實施例 1 之相對值。

表 2

實施例	NPB : BCP [重量 %]	電效率	色度 x	色度 y	半衰壽命
9	80 : 20	0.82	0.29	0.28	0.79
10	60 : 40	0.94	0.30	0.31	0.94
11	40 : 60	0.98	0.34	0.36	0.76
12	20 : 80	0.94	0.39	0.39	0.65

(實施例 13 ~ 16)

於實施例 13 ~ 16 中，除了如表 3 所示者取代磷光發光層 16、雙極層 17 與螢光發光層 18 的層壓順序之外，進行相同於實施例 1 之方式而製作有機 EL 元件。針對製得的實施例 13 ~ 16 之有機 EL 元件，進行相同於實施例 1 之方式，測定電效率、白色度與半衰壽命。將結果顯示於表 3。還有，電效率與半衰壽命係顯示相對於實施例 1 之相對值。

表 3

實施例	螢光發光層、雙極層與磷光發光層之層壓順序 (從陽極側起至陰極側)	電效率	色度 x	色度 y	半衰壽命
13	紅色磷光發光層/綠色磷光發光層/雙極層/藍色螢光發光層	0.95	0.32	0.31	0.98
14	藍色螢光發光層/雙極層/ 紅色與綠色磷光發光層	0.77	0.30	0.32	1
15	藍色螢光發光層/雙極層/ 綠色磷光發光層/紅色磷光發光層	0.75	0.32	0.33	0.92
16	藍色螢光發光層/雙極層/ 紅色磷光發光層/綠色磷光發光層	0.73	0.33	0.31	0.96

(實施例 17 與 18)

於實施例 17 中，除了將電洞阻止層與電子輸送層 19 作成一層（同時蒸鍍 BCP 與 Alq）；於實施例 18 中，除了省略電洞阻止層之外，進行相同於實施例 1 之方式而製作有機 EL 元件。針對製得的實施例 17 與 18 之有機 EL 元件，進行相同於實施例 1 之方式，測定電效率、白色度與半衰壽命。將結果顯示於表 4。還有，電效率與半衰壽命係顯

示相對於實施例 1 之相對值。

表 4

實施例	電效率	色度 x	色度 y	半衰壽命
17	1.02	0.31	0.32	0.98
18	0.96	0.31	0.33	1.03

還有，於該實施例 1~18，構成雙極層 17 之電洞輸送性材料的 HOMO 能量位準之絕對值變得較構成雙極層 17 之電子輸送性材料的 HOMO 能量位準之絕對值為小。另外，構成雙極層 17 之電洞輸送性材料的 LUMO 能量位準之絕對值也變得較構成雙極層 17 之電子輸送性材料的 LUMO 能量位準之絕對值為小。

(比較例 1~4)

分別於比較例 1~3 中，除了僅利用電洞輸送性材料 (NPB) 形成膜厚 4nm、僅利用電洞輸送性材料 (NPB) 形成膜厚 2nm、僅利用電子輸送性材料 (PCB) 形成膜厚 4nm 的雙極層 17 之外，進行相同於實施例 1 之方式而製作有機 EL 元件。另外，於比較例 4 中，除了不形成雙極層 17 之外，進行相同於實施例 1 之方式而製作有機 EL 元件。針對製得的比較例 1~4 之有機 EL 元件，進行相同於實施例 1 之方式，測定電效率、白色度與半衰壽命。將結果顯示於表 5。還有，電效率與半衰壽命係顯示相對於實施例 1 之相對值。

表 5

比較例	電效率	色度 x	色度 y	半衰壽命
1	0.62	0.26	0.27	0.65
2	0.49	0.31	0.33	0.79
3	0.93	0.43	0.49	0.27
4	0.33	0.29	0.29	0.19

由表 1~5 明顯得知，相較於比較例 1~4，將雙極層 17 設置於螢光發光層 18 與磷光發光層 16 之間的實施例 1~18 之有機 EL 元件，所有的白色度、發光效率與元件壽命上更為優異。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係為了說明有關本發明之有機 EL 元件層構造例的橫剖面圖。

【主要元件符號說明】

- 10 有機 EL 元件
- 11 基板
- 12 陽極
- 13 有機層
- 14 陰極
- 15 電洞輸送層
- 16 磷光發光層
- 17 雙極層
- 18 螢光發光層
- 19 電子輸送層

五、中文發明摘要：

本發明係一種有機 EL 元件，其係於陽極與陰極之間，具備：含有螢光摻雜劑之發光層、含有磷光摻雜劑之發光層與含有雙極層之有機層；及該雙極層係設置於含有該螢光摻雜劑之發光層與含有該磷光摻雜劑之發光層之間。

六、英文發明摘要：

An organic EL element is equipped with the luminescence layer containing a fluorescent dopant, a luminescence layer containing phosphorescence dopant and an organic layer containing the bipolar layer between the anode and the cathode, and the said bipolar layer is installed between the luminescence layer containing the above-mentioned fluorescent dopant and the luminescence layer containing the above-mentioned phosphorescence dopant.

十、申請專利範圍：

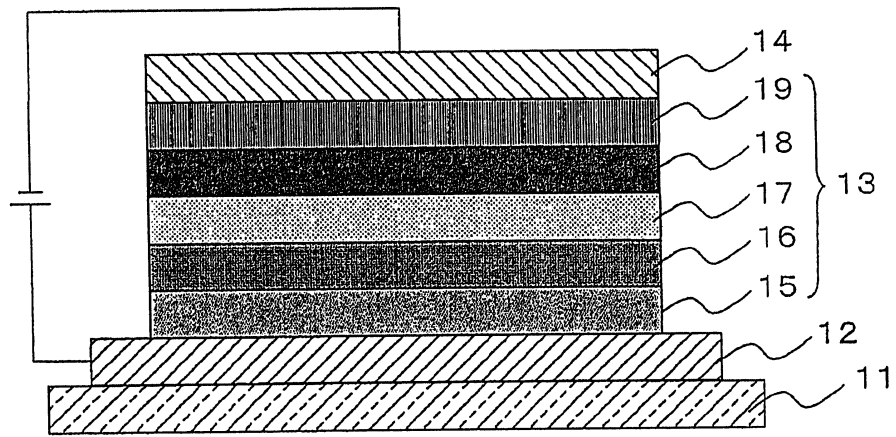
1. 一種有機 EL 元件，其係於陽極與陰極之間，具備：含有螢光摻雜劑之發光層、含有磷光摻雜劑之發光層與含有雙極層之有機層，並且該雙極層係設置於含有該螢光摻雜劑之發光層與含有該磷光摻雜劑的發光層之間。
2. 如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中該雙極層含有電洞輸送性材料與電子輸送性材料。
3. 如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中該雙極層之膜厚為 2nm 以上、15nm 以下。
4. 如申請專利範圍第 2 項之有機 EL 元件，其中該電洞輸送性材料最高的佔分子軌道 (HOMO) 能量位準之絕對值較該電子輸送性材料最高的佔分子軌道能量位準之絕對值為小。
5. 如申請專利範圍第 2 項之有機 EL 元件，其中該電洞輸送性材料最低的非佔分子軌道 (LUMO) 能量位準之絕對值較該電子輸送性材料最低的非佔分子軌道能量位準之絕對值為小。
6. 如申請專利範圍第 2 項之有機 EL 元件，其中該電洞輸送性材料之玻璃轉移溫度較該電子輸送性材料之玻璃轉移溫度為高。
7. 如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中含有該螢光摻雜劑之發光層較含有該磷光摻雜劑之發光層設置於更接近陰極側。
8. 如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中該螢光摻雜劑為藍色螢光摻雜劑。

- 9.如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中該磷光摻雜劑為紅色磷光摻雜劑。
- 10.如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中該磷光摻雜劑為綠色磷光摻雜劑。
- 11.如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中含有該磷光摻雜劑之發光層含有紅色磷光摻雜劑與綠色磷光摻雜劑。
- 12.如申請專利範圍第 11 項之有機 EL 元件，其中該紅色磷光摻雜劑之含量較該綠色磷光摻雜劑之含量為少。
- 13.如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中含有該螢光摻雜劑之發光層膜厚較含有該磷光摻雜劑之發光層膜厚為厚。
- 14.如申請專利範圍第 2 項之有機 EL 元件，其中該有機層更含有一電洞輸送層，其含有與該雙極層之電洞輸送性材料同樣的材料。
- 15.如申請專利範圍第 2 項之有機 EL 元件，其中該有機層更含有一電子輸送層，其含有與該雙極層之電子輸送性材料同樣的材料。
- 16.如申請專利範圍第 1 項之有機 EL 元件，其中該雙極層含有具備較該磷光摻雜劑之三重態能量間隙為大的三重態能量間隙之材料。
- 17.如申請專利範圍第 2 項之有機 EL 元件，其中相對於該雙極層，含有該電子輸送性材料 5 重量% 以上、95 重量% 以下。

十一、圖式：

第 1 圖

10



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 有機 EL 元件
- 11 基板
- 12 陽極
- 13 有機層
- 14 陰極
- 15 電洞輸送層
- 16 磷光發光層
- 17 雙極層
- 18 螢光發光層
- 19 電子輸送層

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：