



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108117540 B

(45) 授权公告日 2021.01.12

(21) 申请号 201711227506.6

(22) 申请日 2017.11.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108117540 A

(43) 申请公布日 2018.06.05

(30) 优先权数据
10-2016-0162201 2016.11.30 KR

(73) 专利权人 乐金显示有限公司
地址 韩国首尔
专利权人 高丽大学校产学协力团

(72) 发明人 尹大伟 金浚演 崔东勋 崔树娜

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 蔡胜有 董文国

(51) Int.Cl.

G07D 401/14 (2006.01)

G09K 11/06 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103262283 A, 2013.08.21

US 20120252147 A1, 2012.10.04

US 20120132900 A1, 2012.05.31

Ruifei Su等. Synthesis and Optical Properties of Novel Carbazole Derivatives Containing Pyridine Ring.《Journal of Heterocyclic Chemistry》.2013,第51卷(第3期),

审查员 薛文君

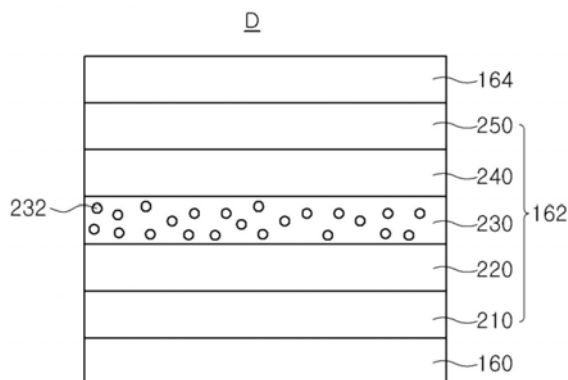
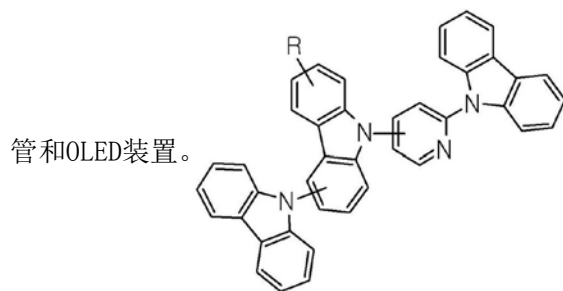
权利要求书3页 说明书13页 附图4页

(54) 发明名称

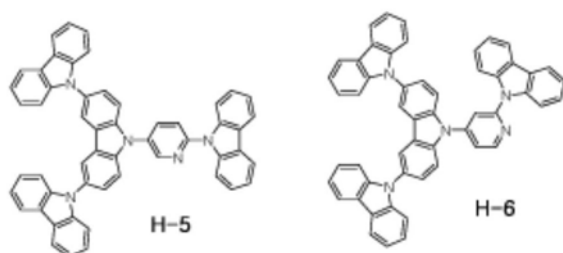
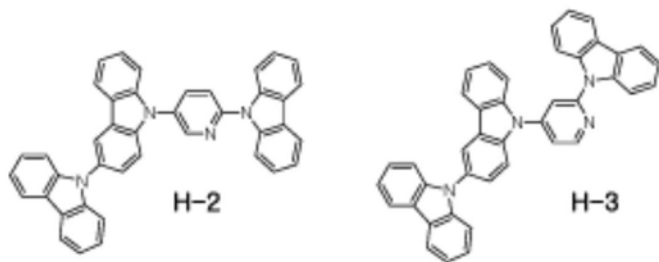
有机化合物、有机发光二极管和有机发光显示装置

(57) 摘要

本发明涉及有机化合物、有机发光二极管和有机发光显示装置。本发明提供了下式的有机化合物以及包含所述有机化合物的有机发光二极管和OLED装置。



1. 一种有机化合物,其选自以下:



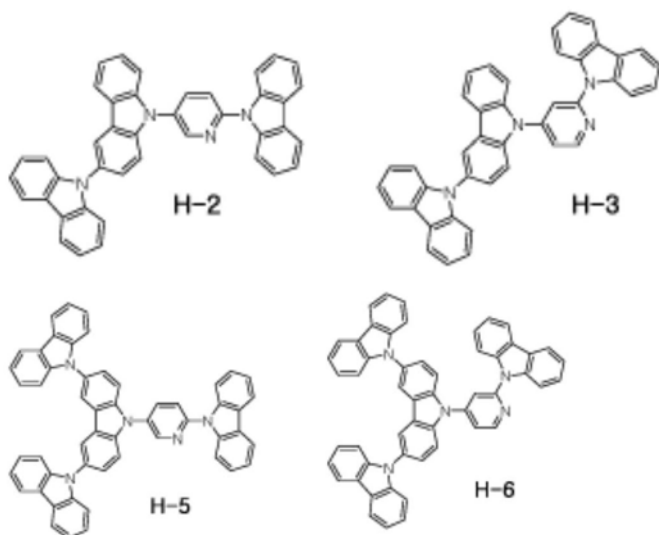
•

2. 一种有机发光二极管,包括:

第一电极;

面对所述第一电极的第二电极;和

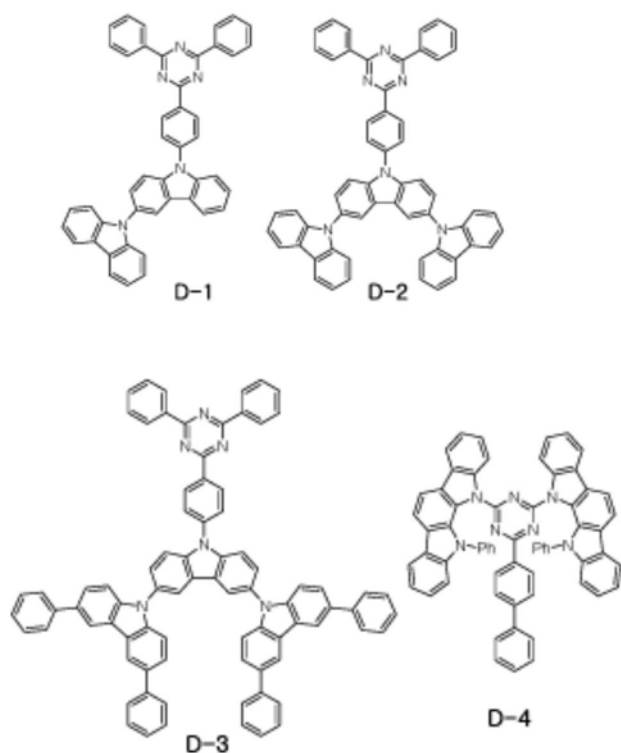
在所述第一电极与所述第二电极之间且包含有机化合物的有机发光层,所述有机化合物选自以下:



•

3. 根据权利要求2所述的有机发光二极管,其中所述有机发光层还包含掺杂剂,以及所述有机化合物的三重态能量大于所述掺杂剂的三重态能量。

4. 根据权利要求2所述的有机发光二极管,其中所述有机发光层还包含掺杂剂,并且所述掺杂剂选自以下:

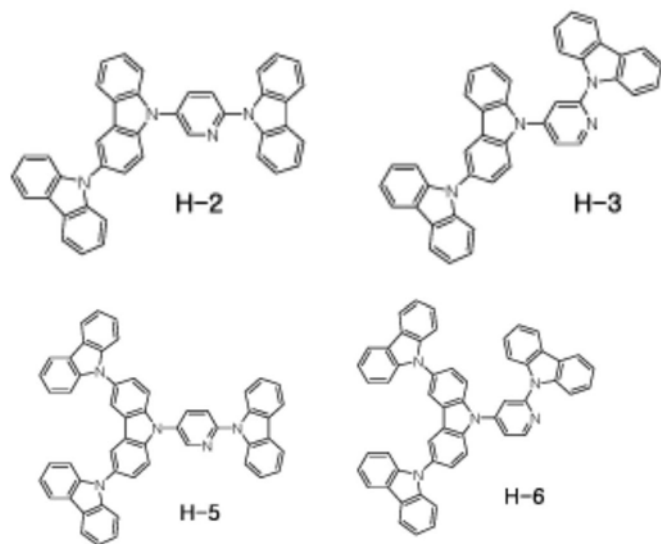


5. 一种有机发光显示装置,包括:

基板;

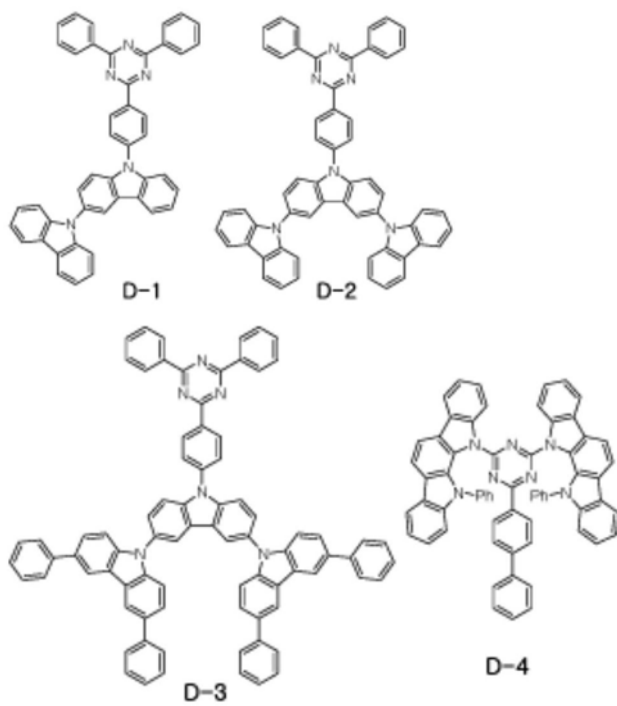
在所述基板之上的有机发光二极管,其包括第一电极、面对所述第一电极的第二电极、以及在所述第一电极与所述第二电极之间的有机发光层;以及

在所述基板与所述有机发光二极管之间且连接至所述有机发光二极管的薄膜晶体管,其中所述有机发光层包含选自以下的有机化合物:



6. 根据权利要求5所述的有机发光显示装置,其中所述有机发光层还包含掺杂剂,以及所述有机化合物的三重态能量大于所述掺杂剂的三重态能量。

7. 根据权利要求5所述的有机发光显示装置,其中所述有机发光层还包含掺杂剂,并且所述掺杂剂选自以下:



o

有机化合物、有机发光二极管和有机发光显示装置

[0001] 本申请要求于2016年11月30日在韩国提交的韩国专利申请第10-2016-0162201号的权益,其通过引用并入本文。

技术领域

[0002] 本发明涉及有机化合物和有机发光二极管,并且更具体地涉及具有高三重态能量和长寿命的有机化合物以及使用该有机化合物的有机发光二极管和有机发光显示(OLED)装置。

背景技术

[0003] 近来,对具有小占用面积的平板显示装置的需求增加。在平板显示装置之中,广泛引入可称为有机电致发光装置的OLED装置。

[0004] OLED装置通过如下来发光:将来自作为电子注入电极的阴极的电子和来自作为空穴注入电极的阳极的空穴注入有机发光层,使电子与空穴复合,产生激子,并使激子从激发态转变为基态。柔性基板例如塑料基板可以用作形成元件的基础基板。由于OLED装置不需要背光组件,因此OLED装置重量轻且功耗低。此外,OLED装置可以在比操作其他显示装置所需的电压更低的电压例如10V或更低下工作。另外,OLED装置足以产生全色图像。

[0005] 有机发光层可具有单层结构。或者,为了提高发光效率,有机发光层可具有多层结构。例如,有机发光层可包括空穴注入层(HIL)、空穴传输层(HTL)、发光材料层(EML)、电子传输层(ETL)和电子注入层(EIL)。

[0006] EML包含掺杂剂作为发射体。然而,由于掺杂剂的发光效率因集中猝灭问题而迅速降低,因此在包括仅具有掺杂剂的EML的OLED装置中存在限制。因此,EML还包含三重态能量大于掺杂剂的主体。

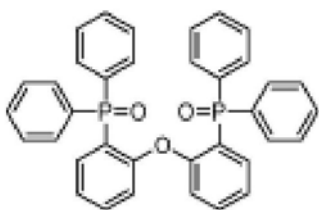
[0007] 例如,在包含磷光发射材料的有机发光二极管中,来自阳极的空穴和来自阴极的电子在主体中复合,并且在主体中形成的单个激子转变成掺杂剂的单重态或三重态。另外,主体中的三重态激子转变成掺杂剂的三重态。

[0008] 为了实现从主体到掺杂剂的有效能量转移,主体的三重态能量需要大于掺杂剂的三重态能量。当主体的三重态能量小于掺杂剂的三重态能量时,产生从掺杂剂到主体的能量逆转转移,从而降低发光效率。

[0009] 例如,对于蓝色光发射,需要具有高三重态能量($T_1 > 3.0\text{eV}$)的主体,并且可使用式1-1或式1-2的基于氧化磷的化合物作为蓝色主体。

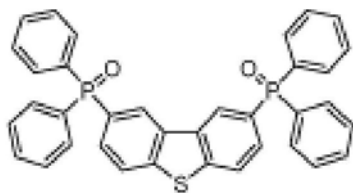
[0010] [式1-1]

[0011]



[0012] [式1-2]

[0013]



[0014] 然而,式1-1和/或式1-2的主体具有低的稳定性,从而有机发光二极管具有非常短的寿命。

[0015] 即,由于苯环中的碳原子(C)与磷原子(P)之间的键能低于蓝色光的能量,因此主体化合物在有机发光二极管的工作期间分解。

[0016] 因此,显示装置的上述主体存在限制。

发明内容

[0017] 因此,本发明涉及有机化合物、使用该有机化合物的有机发光二极管和OLED装置,其基本上消除了由于相关领域的限制和缺点而引起的一个或更多个问题。

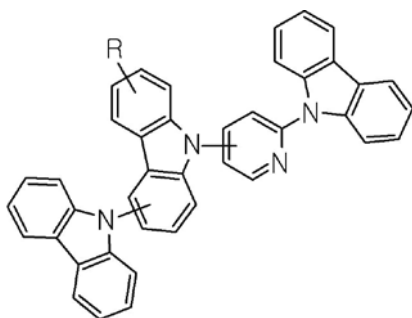
[0018] 本发明的一个目的是提供具有高三重态能量和稳定性的有机化合物。

[0019] 本发明的另一个目的是提供具有改进的发光效率和寿命的有机发光二极管和OLED。

[0020] 本发明的另外的特征和优点将在下面的描述中进行阐述,并且部分特征和优点将根据描述而变得明显,或者可通过实践本发明来学习。本发明的目的和其他优点将通过在所撰写的说明书及其权利要求书以及附图中特别指出的结构来实现和达到。

[0021] 为了实现所述和其他优点,根据本发明的目的,如本文中体现和宽泛地描述的那样,本发明提供了下式的有机化合物:

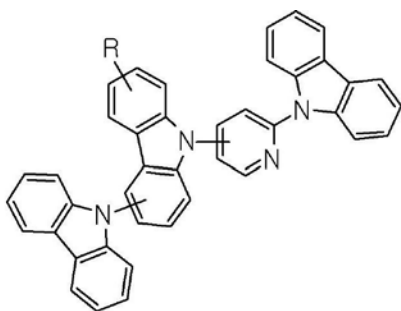
[0022]



[0023] 其中R选自氢和咔唑。

[0024] 在本发明的另一方面中,本发明提供了有机发光二极管,其包括第一电极;面对第一电极的第二电极;在第一电极与第二电极之间且包含有机化合物的发光材料层,有机化合物具有下式:

[0025]

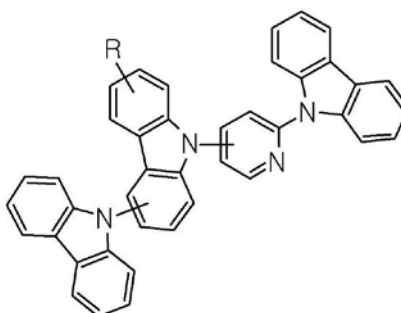


,

[0026] 其中R选自氢和呋唑。

[0027] 在本发明的另一方面,本发明提供了有机发光显示装置,其包括:基板;有机发光二极管,其在基板之上且包括第一电极、面对第一电极的第二电极、以及在第一电极与第二电极之间的有机发光层;以及在基板与有机发光二极管之间且连接至有机发光二极管的薄膜晶体管,其中,有机发光层包含下式的有机化合物:

[0028]



,

[0029] 并且其中R选自氢和呋唑。

[0030] 应当理解,前面的一般描述和以下详细描述均为示例性的和解释性的,并且旨在提供对所要求保护的本发明的进一步说明。

附图说明

[0031] 为了提供对本发明的进一步理解并被并入本说明书且构成本说明书的一部分而包含的附图示出了本发明的实施方案,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0032] 图1是根据本发明的OLED装置的示意性截面图;

[0033] 图2是根据本发明的有机发光二极管的示意性截面图;

[0034] 图3A至3E是根据本发明的有机化合物的NMR图。

具体实施方式

[0035] 现在将详细参考优选实施方案,其示例在附图中示出。

[0036] 图1是根据本发明的OLED装置的示意性截面图,以及图2是根据本发明的有机发光二极管的示意性截面图。

[0037] 如图1和2所示,OLED装置100包括基板110、在基板110之上的有机发光二极管D、在基板110与有机发光二极管D之间的薄膜晶体管(TFT) Tr。TFT Tr连接至有机发光二极管D。

[0038] 基板110可为玻璃基板或柔性塑料基板。

[0039] 在基板110上形成缓冲层120,并在缓冲层120上形成TFT Tr。缓冲层120可省略。

[0040] 在缓冲层120上形成半导体层122。半导体层122可包含氧化物半导体材料或多晶

硅。

[0041] 当半导体层122包含氧化物半导体材料时,可在半导体层122之下形成遮光图案(未示出)。到半导体层122的光可被遮光图案遮蔽或阻挡,从而可以防止半导体层122的热劣化。当半导体层122包含多晶硅时,杂质可能被掺杂到半导体层122的两侧。

[0042] 在半导体层122上形成栅极绝缘层124。栅极绝缘层124可由无机绝缘材料例如硅氧化物或硅氮化物形成。

[0043] 在半导体层122的中心之上的栅极绝缘层124上形成由导电材料例如金属形成的栅电极130。

[0044] 在图1中,在基板110的整个表面上形成栅极绝缘层124。或者,栅极绝缘层124可被图案化为具有与栅电极130相同的形状或相似的形状。

[0045] 在包括栅电极130的基板110的整个表面上形成由绝缘材料形成的层间绝缘层132。层间绝缘层132可由无机绝缘材料例如硅氧化物或硅氮化物或有机绝缘材料例如苯并环丁烯或光丙烯酸类物质形成。

[0046] 层间绝缘层132包括使半导体层122的两侧暴露的第一和第二接触孔134和136。第一和第二接触孔134和136位于栅电极130的两侧以与栅电极130间隔开。

[0047] 在图1中,第一和第二接触孔134和136延伸到栅极绝缘层124中。或者,当栅极绝缘层124被图案化为具有与栅电极130相同的形状时,第一和第二接触孔134和136仅通过层间绝缘层132而不通过栅极绝缘层124形成。

[0048] 在层间绝缘层132上形成由导电材料例如金属形成的源电极140和漏电极142。源电极140和漏电极142相对于栅电极130彼此间隔开,并且通过第一和第二接触孔134和136分别接触半导体层122的两侧。

[0049] 半导体层122、栅电极130、源电极140和漏电极142构成TFT Tr,并且TFT Tr充当驱动元件。

[0050] 在图1中,栅电极130、源电极140和漏电极142位于半导体层122之上。即,TFT Tr具有共面结构。或者,在TFT Tr中,栅电极可位于半导体层之下,并且源电极和漏电极可位于半导体层之上,使得TFT Tr可具有逆交错结构。在这种情况下,半导体层可包含非晶硅。

[0051] 尽管未示出,但是栅极线和数据线设置在基板110上或上方并且彼此交叉以限定像素区域。另外,电连接至栅极线和数据线的开关元件可设置在基板110上。开关元件电连接至作为驱动元件的TFT Tr。

[0052] 此外,可在基板110上或上方形成平行于栅极线或数据线且与栅极线或数据线间隔开的电源线。此外,可在基板110上进一步形成用于在一个帧期间保持TFT Tr的栅电极130的电压的存储电容器。

[0053] 形成包括使TFT Tr的漏电极142暴露的漏极接触孔152的钝化层150以覆盖TFT Tr。

[0054] 通过漏极接触孔152连接至TFT Tr的漏电极142的第一电极160单独地在每个像素区域中形成。第一电极160可为阳极并且可由具有相对高功函数的导电材料形成。例如,第一电极160可由诸如铟锡氧化物(ITO)或铟锌氧化物(IZO)的透明导电材料形成。

[0055] 当有机发光二极管D以顶部发光型工作时,可在第一电极160之下形成反射电极或反射层。例如,反射电极或反射层可以由铝-钪-铜(APC)合金形成。

[0056] 在钝化层150上形成覆盖第一电极160的边缘的堤层166。像素区域中的第一电极160的中心通过堤层166的开口暴露。

[0057] 在第一电极160上形成有机发光层162。有机发光层162可具有由发光材料形成的发光材料层(EML)的单层结构。或者,为了提高发光效率,有机发光层162可具有还包括至少一个辅助层的多层结构。

[0058] 参考图2,有机发光层(162)可包括在第一和第二电极160和164之间的EML 230,在第一电极160与EML 230之间的HTL 220,在第一电极160与HTL 220之间的HIL 210,在EML 230与第二电极164之间的ETL 240,以及在ETL 240与第二电极164之间的EIL 250。

[0059] 另外,有机发光层162还可包括在HTL 220与EML 230之间的电子阻挡层(EBL,未示出)以及在EML 230与ETL 240之间的空穴阻挡层(HBL,未示出)。

[0060] 第二电极164形成在包括有机发光层162的基板110之上。第二电极164位于显示区域的整个表面上。第二电极164可为阴极。第二电极164可由具有比第一电极160低的功函数的导电材料形成。例如,第二电极164可由铝(Al)、镁(Mg)或Al-Mg合金形成。

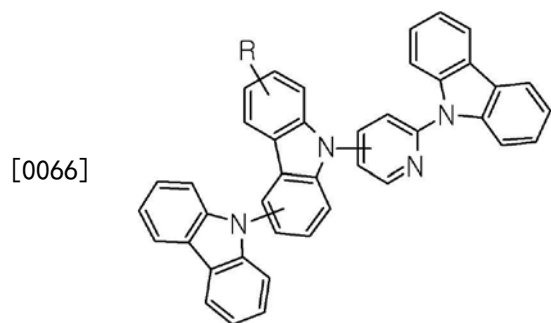
[0061] 第一电极160、有机发光层162和第二电极164构成有机发光二极管D。

[0062] 尽管未示出,但是在有机发光二极管D上形成封装膜以防止水分渗入有机发光二极管D中。封装膜可具有第一无机层、有机层和第二无机层的三层结构。然而,其并不限于此。例如,封装膜180还可包括在第二无机层186上的有机层或者堆叠在第二无机层186上的有机层和无机层。

[0063] 此外,用于减少环境光反射的偏光板可设置在顶部发光型有机发光二极管D之上。例如,偏光板可为圆偏光板。

[0064] 在有机发光二极管D和/或OLED装置100中,有机发光层162(优选为EML 230)包含式2的有机化合物232。

[0065] [式2]



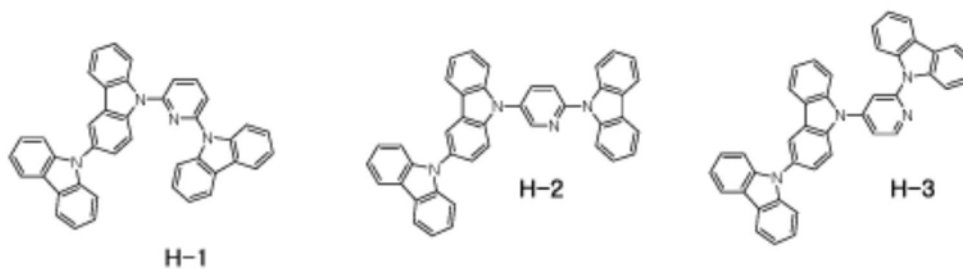
[0067] 在式2中,R选自氢和咔唑。

[0068] 即,有机化合物232包含至少三个与吡啶核直接或间接连接(结合或联接)的咔唑部分。单咔唑部分与吡啶核的邻位连接,双咔唑部分(即,被咔唑取代的咔唑部分(咔唑取代的咔唑部分))与吡啶核的如下位置连接,以与单咔唑部分间隔开吡啶核在单咔唑部分与双咔唑部分之间的至少一个碳原子或氮原子。

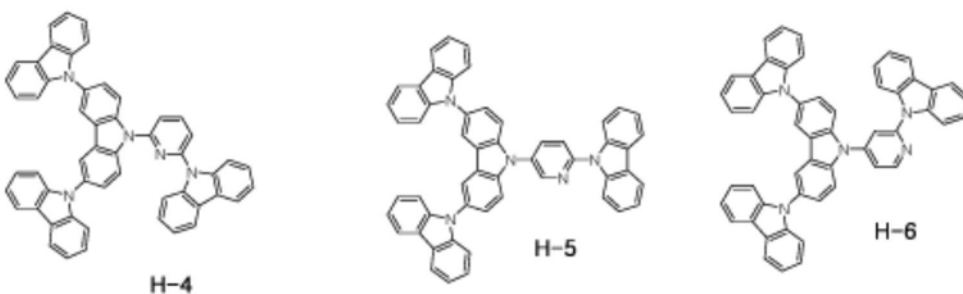
[0069] 换言之,吡啶核中的碳原子相对于吡啶核的氮原子依次被定义为C1、C2、C3、C4和C5,单咔唑部分连接至C1碳原子,双咔唑部分连接至C3至C5碳原子中之一。在式2中,R取代的咔唑部分相对于单咔唑部分为间位或对位。

[0070] 本发明的有机化合物232可选自式3。

[0071] [式3]



[0072]



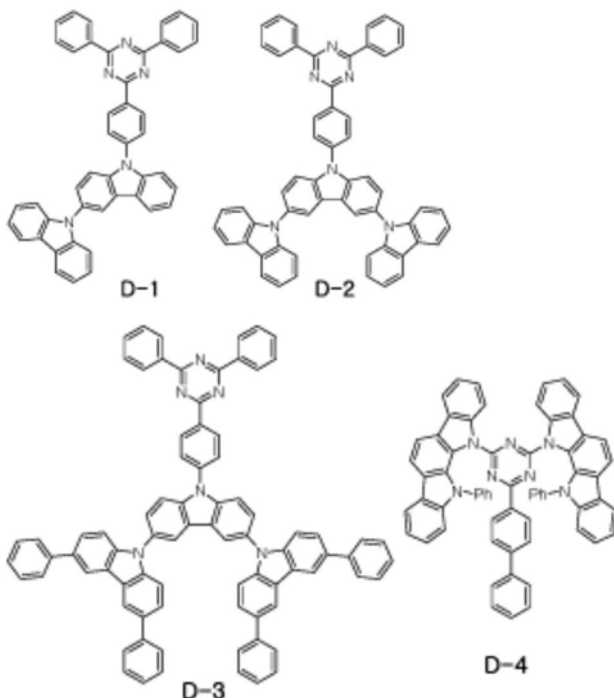
[0073] 有机化合物232具有高的三重态能量和提高的稳定性。

[0074] 使用有机化合物232作为EML 230的主体,并且EML 230还包含掺杂剂。

[0075] 掺杂剂可具有比有机化合物232小的三重态能量,并且相对于主体具有约1至30的重量%。掺杂剂可为荧光材料、磷光材料或热活化延迟荧光(TADF)材料。

[0076] 例如,作为掺杂剂的TADF材料可选自式4。

[0077] [式4]



[0078]

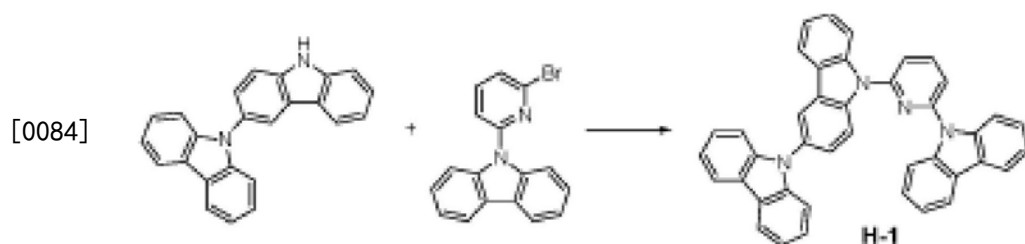
[0079]

[0080] 如上所述,由于有机化合物具有高的三重态能量和提高的稳定性,因此有机发光二极管D和/或OLED装置100具有高的发光效率和增加的寿命。

[0081] 有机化合物的合成

[0082] 1. 化合物H-1

[0083] [反应式1]



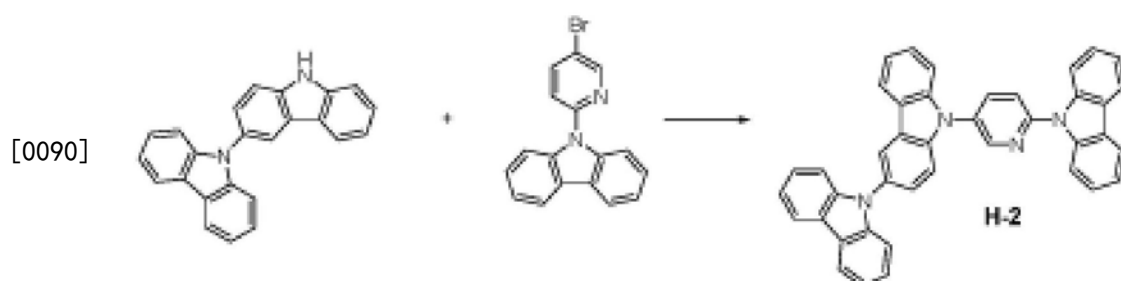
[0085] 将9H-3,9'-联吡啶(3.32g,10.0mmol)、9-(2-溴吡啶-5-基)-9H-吡啶(3.23g,10.0mmol)和K₃PO₄(6.37g,30.0mmol)溶解在甲苯(70ml)中,并在N₂条件下将混合物放入CuI(0.5g,2.5mmol)和反式-1,2-二氨基环己烷(1.5g,13.0mmol)的混合溶液中。然后,使混合物回流12小时。在使所得物冷却至室温之后,使用硅藻土过滤所得物以除去溶剂。将混合物通过石英管色谱法纯化。

[0086] 经纯化的固体通过使用CH₂Cl₂和己烷而重结晶,从而获得白色状态的固体化合物H-1(9-(6-(9H-吡啶-9-基)吡啶-2-基)-3-(9H-吡啶-9-基)-9H-吡啶)。(4.98g,8.68mmol,87%)

[0087] 图3A示出了化合物H-1的NMR图。(¹H-NMR(500MHz,CDCl₃):δ(ppm)8.28(s,1H),8.25-8.14(m,6H),8.12-8.10(d,J=7.65Hz,1H),8.07-8.05(d,J=8.55Hz,2H),7.74-7.70(t,J=8.20Hz,2H),7.57-7.55(d,J=8.55Hz,1H),7.51-7.28(m,13H)。C₄₁H₂₆N₄的分析计算值:C,85.69;H,4.56;N,9.75,实测值:C,85.57;H,4.61;N,9.82)

[0088] 2. 化合物H-2

[0089] [反应式2]



[0091] 将9H-3,9'-联吡啶(3.32g,10.0mmol)、9-(6-溴吡啶-2-基)-9H-吡啶(3.23g,10.0mmol)和K₃PO₄(6.37g,30.0mmol)溶解在甲苯(70ml)中,并在N₂条件下将混合物放入CuI(0.5g,2.5mmol)和反式-1,2-二氨基环己烷(1.5g,13.0mmol)的混合溶液中。然后,使混合物回流12小时。在使所得物冷却至室温之后,使用硅藻土过滤所得物以除去溶剂。将混合物通过石英管色谱法纯化。

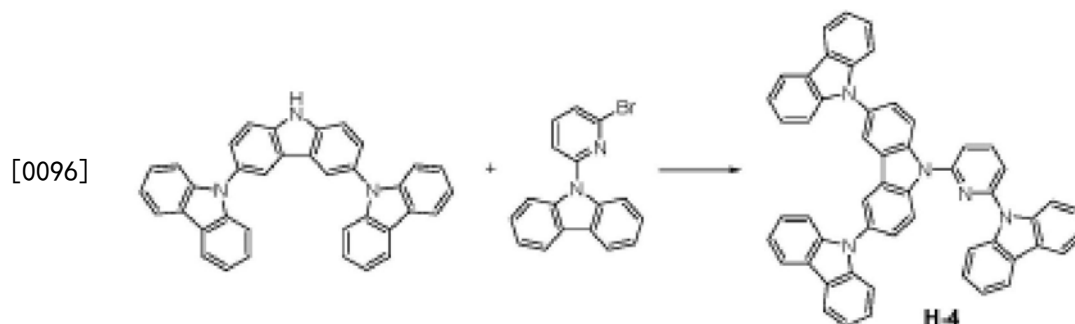
[0092] 经纯化的固体通过使用CH₂Cl₂和己烷而重结晶,从而获得白色状态的固体化合物H-2(9-(6-(9H-吡啶-9-基)吡啶-2-基)-9H-3,9'-联吡啶)。(4.89g,8.51mmol,85%)

[0093] 图3B示出了化合物H-2的NMR图。(¹H-NMR(500MHz,CDCl₃):δ(ppm)9.07(d,J=2.15Hz,1H),8.34(d,J=1.50Hz,1H),8.24-8.16(m,6H),8.06-8.05(d,J=1.51Hz,2H),8.00-7.98(d,J=8.50Hz,1H),7.71-7.69(d,J=8.55Hz,1H),7.65-7.63(dd,J=2.15,8.55Hz,1H),7.58-7.51(m,4H),7.45-7.38(m,7H),7.34-7.29(m,2H)。C₄₁H₂₆N₄的分析计算

值:C,85.69;H,4.56;N,9.75,实测值:C,85.59;H,4.60;N,9.81)

[0094] 3.化合物H-4

[0095] [反应式3]



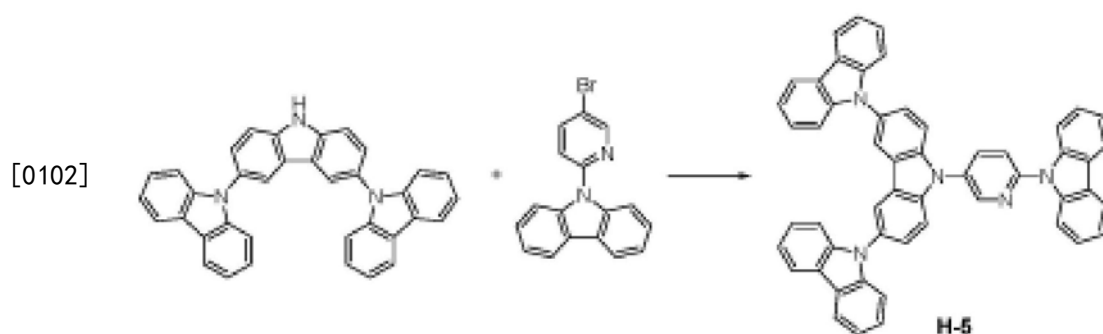
[0097] 将9'-H-9,3':6',9''-三咔唑(4.98g,10.0mmol)、9-(6-溴吡啶-2-基)-9H-咔唑(3.23g,10.0mmol)和K₃PO₄(6.37g,30.0mmol)溶解在甲苯(70ml)中,并在N₂条件下将混合物放入CuI(0.5g,2.5mmol)和反式-1,2-二氨基环己烷(1.5g,13.0mmol)的混合溶液中。然后,使混合物回流12小时。在使所得物冷却至室温之后,使用硅藻土过滤所得物以除去溶剂。将混合物通过石英管色谱法纯化。

[0098] 经纯化的固体通过使用CH₂Cl₂和己烷而重结晶,从而获得白色状态的固体化合物H-4(9-(6-(9H-咔唑-9-基)吡啶-2-基)-3,6-二(9H-咔唑-9-基)-9H-咔唑)。(5.65g,7.64mmol,76%)

[0099] 图3C示出了化合物H-4的NMR图。(¹H-NMR(500MHz,CDCl₃):δ(ppm)8.29-8.25(m,5H),8.17-8.15(m,6H),8.10-8.08(d,J=8.25Hz,2H),7.82-7.81(d,J=7.90Hz,1H),7.79-7.77(d,J=7.90Hz,1H),7.65-7.63(dd,J=1.80,8.85Hz,2H),7.49-7.46(t,J=7.95Hz,2H),7.42-7.36(m,10H),7.31-7.26(m,4H)。C₅₃H₃₃N₅的分析计算值:C,86.04;H,4.50;N,9.47,实测值:C,86.11;H,4.35;N,9.54)

[0100] 4.化合物H-5

[0101] [反应式4]



[0103] 将9'-H-9,3':6',9''-三咔唑(4.98g,10.0mmol)、9-(5-溴吡啶-2-基)-9H-咔唑(3.23g,10.0mmol)、K₃PO₄(6.37g,30.0mmol)溶解在甲苯(70ml)中,并在N₂条件下将混合物放入CuI(0.5g,2.5mmol)和反式-1,2-二氨基环己烷(1.5g,13.0mmol)的混合溶液中。然后,使混合物回流12小时。在使所得物冷却至室温之后,使用硅藻土过滤所得物以除去溶剂。将混合物通过石英管色谱法纯化。

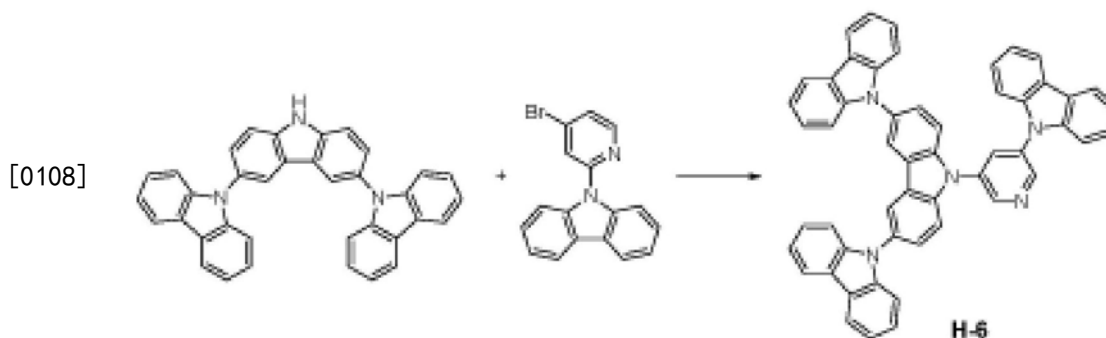
[0104] 经纯化的固体通过使用CH₂Cl₂和己烷而重结晶,从而获得白色状态的固体化合物H-5(9-(5-(9H-咔唑-9-基)吡啶-2-基)-3,6-二(9H-咔唑-9-基)-9H-咔唑)。(5.96g,

8.05mmol, 81%)

[0105] 图3D示出了化合物H-5的NMR图。 $^1\text{H-NMR}$ (500MHz, CDCl_3): δ (ppm) 9.16 (s, 1H), 8.34–8.31 (m, 3H), 8.19–8.17 (m, 6H), 8.10–8.08 (d, $J=8.55\text{Hz}$, 2H), 8.06–8.04 (d, $J=8.55\text{Hz}$, 1H), 7.78–7.76 (d, $J=8.85\text{Hz}$, 2H), 7.72–7.70 (d, $J=8.55\text{Hz}$, 2H), 7.56–7.53 (t, $J=7.30\text{Hz}$, 2H), 7.43–7.39 (m, 10H), 7.32–7.29 (m, 4H). $\text{C}_{53}\text{H}_{33}\text{N}_5$ 的分析计算值:C, 86.04; H, 4.50; N, 9.47, 实测值:C, 86.09; H, 4.44; N, 9.47)

[0106] 5. 化合物H-6

[0107] [反应式5]



[0109] 将9'H-9,3':6',9''-三咪唑 (4.98g, 10.0mmol)、9-(6-溴吡啶-2-基)-9H-咪唑 (3.23g, 10.0mmol)、 K_3PO_4 (6.37g, 30.0mmol) 溶解在甲苯 (70ml) 中, 并在 N_2 条件下将混合物放入 CuI (0.5g, 2.5mmol) 和反式-1,2-二氨基环己烷 (1.5g, 13.0mmol) 的混合溶液中。然后, 使混合物回流12小时。在使所得物冷却至室温之后, 使用硅藻土过滤所得物以除去溶剂。将混合物通过石英管色谱法纯化。

[0110] 经纯化的固体通过使用 CH_2Cl_2 和己烷重结晶, 从而获得白色状态的固体化合物H-6 (9-(6-(9H-咪唑-9-基)吡啶-2-基)-3,6-二(9H-咪唑-9-基)-9H-咪唑)。(5.28g, 7.14mmol, 71%)

[0111] 图3E示出了化合物H-6的NMR图。 $^1\text{H-NMR}$ (500MHz, CDCl_3): δ (ppm) 9.11 (d, 1H, $J=2.50\text{Hz}$), 8.31–8.27 (m, 5H), 8.22 (d, 2H, $J=7.60\text{Hz}$), 8.19 (d, $J=7.65\text{Hz}$, 2H), 8.10 (d, $J=8.55\text{Hz}$, 1H), 7.75 (d, $J=8.85\text{Hz}$, 2H), 7.59 (d, $J=8.55\text{Hz}$, 2H), 7.54 (t, $J=7.30\text{Hz}$, 2H), 7.45–7.38 (m, 10H), 7.32 (t, $J=7.90\text{Hz}$, 4H). $\text{C}_{53}\text{H}_{33}\text{N}_5$ 的分析计算值:C, 86.04; H, 4.50; N, 9.47, 实测值:C, 85.95; H, 4.52; N, 9.61)

[0112] 测量有机化合物的性质并列于表1中。(f: 振子强度)

[0113] 表1

[0114]

化合物	HOMO ³	LUMO ^a	S1 ^a	T1 ^a	f ^a	HOMO ^b	LUMO ⁴	Eg ⁰
H-1	-5.22	-1.21	3.57	3.13	0.15	-5.58	-2.20	3.38
H-2	-5.20	-1.31	3.45	3.11	0.14	-5.58	-2.24	3.34
H-4	-5.20	-1.35	3.39	3.10	0.08	-5.59	-2.20	3.39
H-5	-5.24	-1.42	3.37	3.04	0.00	-5.62	-2.28	3.34
H-6	-5.21	-1.45	3.32	3.04	0.19	-5.63	-2.30	3.33

[0115] a. 使用高斯09 (DFT计算, B3LYP/6-31G*) 的模拟数据

[0116] b. 通过循环伏安法测量

- [0117] c. $LUMO = HOMO + E_g$
- [0118] d. 从吸收开始估算
- [0119] 如表1所示,本发明的有机化合物具有高的三重态能量(T1)和宽带隙能量(E_g),使得有机化合物对于EML的主体是足够的。
- [0120] [有机发光二极管]
- [0121] 在真空室中,按照以下顺序将各层沉积在ITO基板上。
- [0122] (a) HIL **70 Å** (式5-1化合物),
- [0123] (b) HTL **550 Å** (式5-2化合物),
- [0124] (c) EBL **100 Å** (式5-3化合物),
- [0125] (d) EML **250 Å** (主体+掺杂剂(式4中的D2化合物)),
- [0126] (e) HBL **100 Å** (式5-4化合物),
- [0127] (f) ETL **100 Å** (式5-5化合物),
- [0128] (g) EIL **8 Å** (LiF), 和
- [0129] (h) 阴极 **800 Å** (Al)
- [0130] (1) 比较例1
- [0131] 使用式6-1化合物作为EML中的主体。
- [0132] (2) 比较例2
- [0133] 使用式6-2化合物作为EML中的主体。
- [0134] (3) 比较例3
- [0135] 使用式6-3化合物作为EML中的主体。
- [0136] (4) 比较例4
- [0137] 使用式6-4化合物作为EML中的主体。
- [0138] (5) 比较例5
- [0139] 使用式6-5化合物作为EML中的主体。
- [0140] (6) 比较例6
- [0141] 使用式6-6化合物作为EML中的主体。
- [0142] (7) 比较例7
- [0143] 使用式6-7化合物作为EML中的主体。
- [0144] (8) 比较例8
- [0145] 使用式1-2化合物作为EML中的主体。
- [0146] (9) 实施例1
- [0147] 使用化合物H-1作为EML中的主体。
- [0148] (10) 实施例2
- [0149] 使用化合物H-2作为EML中的主体。
- [0150] (11) 实施例3
- [0151] 使用化合物H-4作为EML中的主体。

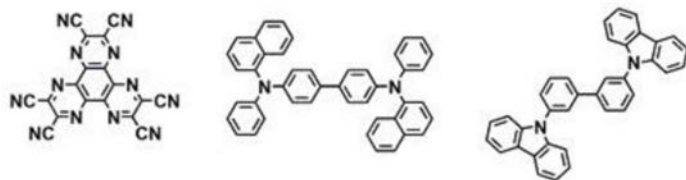
[0152] (12) 实施例4

[0153] 使用化合物H-5作为EML中的主体。

[0154] (13) 实施例5

[0155] 使用化合物H-6作为EML中的主体。

[0156] [式5]

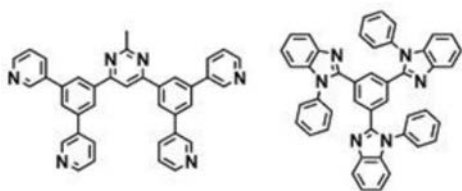


5-1

5-2

5-3

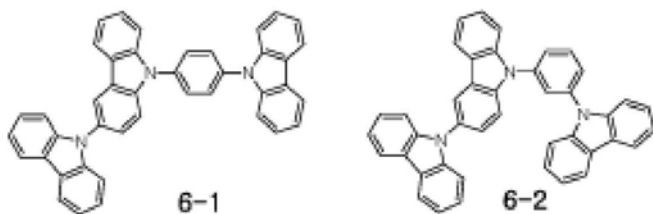
[0157]



5-4

5-5

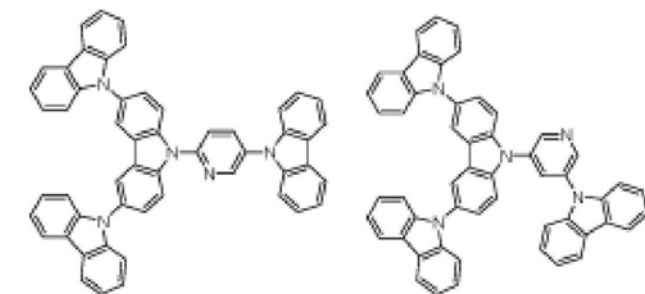
[0158] [式6]



6-1

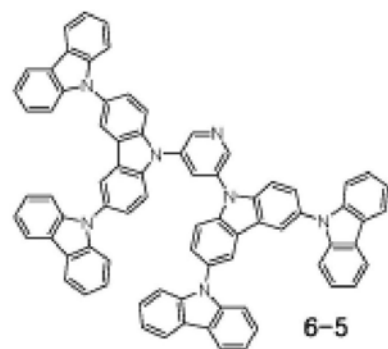
6-2

[0159]



6-3

6-4



6-5

[0160] 测量比较例1至8和实施例1至5的有机发光二极管的性质并列于表2中。在10mA/cm²下测量电压、外部量子效率(EQE)和色坐标指数,并且寿命(L)是处于相对于初始亮度(300nit)的95%的相对值。

[0161] 表2

[0162]

	V	Cd/A	EQE (%)	EQE 最大	CIE x	CIE y	L
比较例 1	5.7	5.6	4.5	7.9	0.15	0.17	10
比较例 2	7.1	6.4	4.3	7.6	0.16	0.22	8
比较例 3	3.8	7.9	5.6	7.5	0.16	0.20	8
比较例 4	3.8	9.2	6.3	7.9	0.16	0.21	5
比较例 5	4.5	2.2	2.2	2.2	0.16	0.14	8
比较例 6	6.4	2.2	1.9	3.8	0.16	0.18	9
比较例 7	4.4	0.31	0.2	0.3	0.16	0.18	4
比较例 8	5.5	17.5	9.8	21.0	0.175	0.290	<2
实施例 1	4.7	8.4	5.9	8.1	0.16	0.20	84
实施例 2	4.0	7.9	6.1	10.7	0.15	0.18	100
实施例 3	4.6	9.3	6.0	8.1	0.16	0.24	80
实施例 4	3.8	9.2	6.3	7.9	0.16	0.21	80
实施例 5	3.7	8.3	5.9	7.5	0.16	0.20	72

[0163] 如表2所示,包含本发明的有机化合物作为主体的实施例1至实施例5的有机发光二极管的特性(例如,电压和效率)得到改善。特别地,与比较例1至比较例8的有机发光二极管相比,实施例1至实施例5的有机发光二极管的寿命显著提高。

[0164] 即,由于本发明的有机化合物具有高的三重态能量,因此有机发光二极管和OLED装置的发光效率提高。另外,由于本发明的有机化合物具有高的稳定性,因此有机发光二极管和OLED装置的寿命增加。

[0165] 对于本领域技术人员而言明显的是,可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下

对本发明做出各种修改和变化。因此,本发明旨在包括落入所附权利要求书及其等同物范围内的本发明的修改和变化。

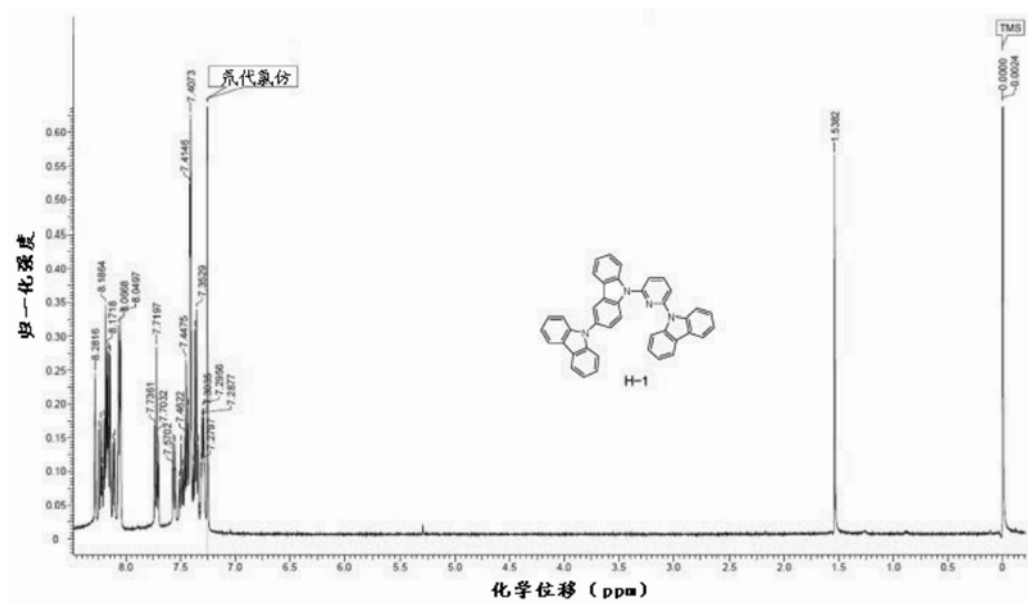


图3A

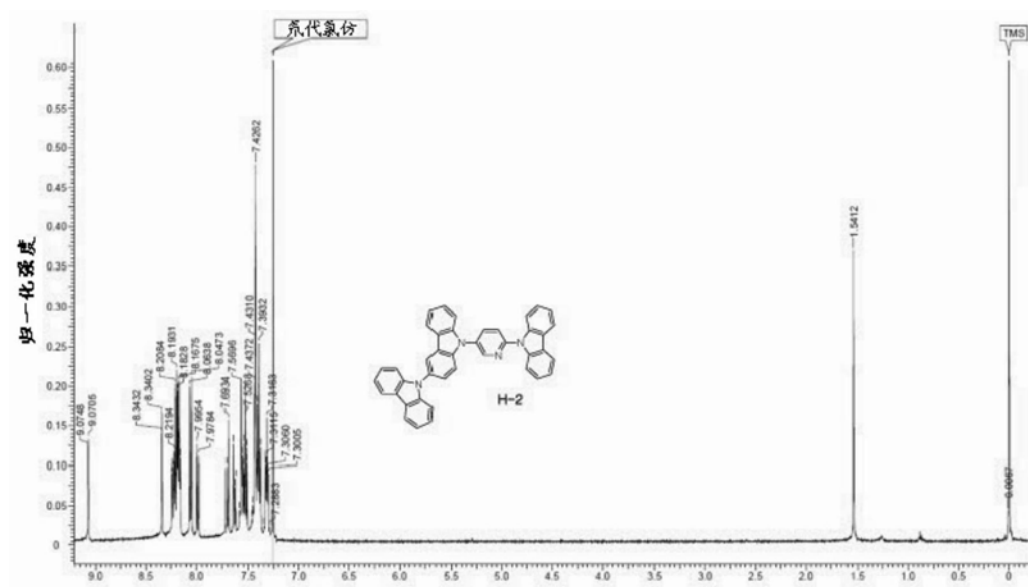


图3B

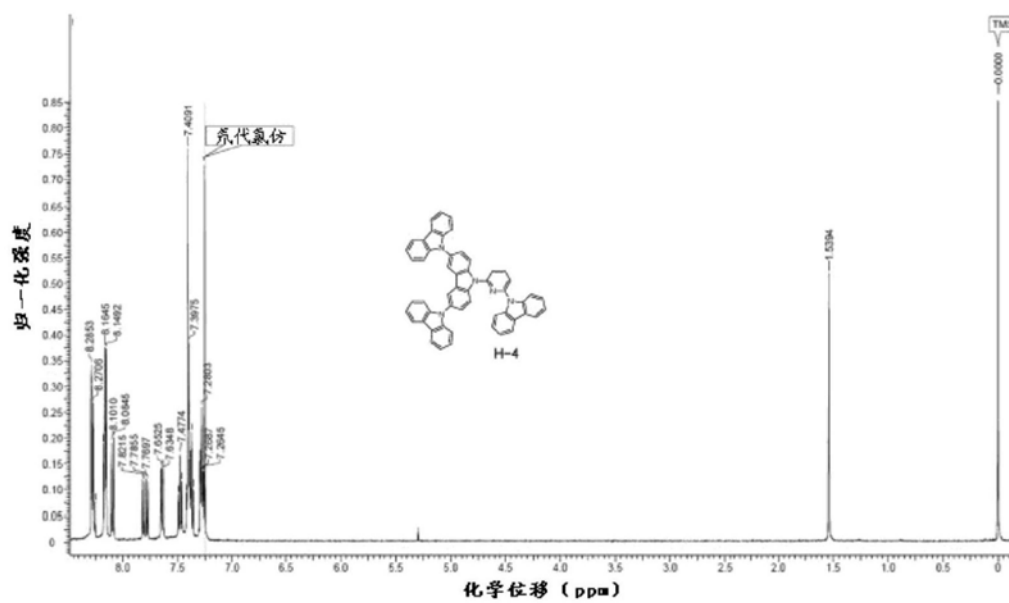


图3C

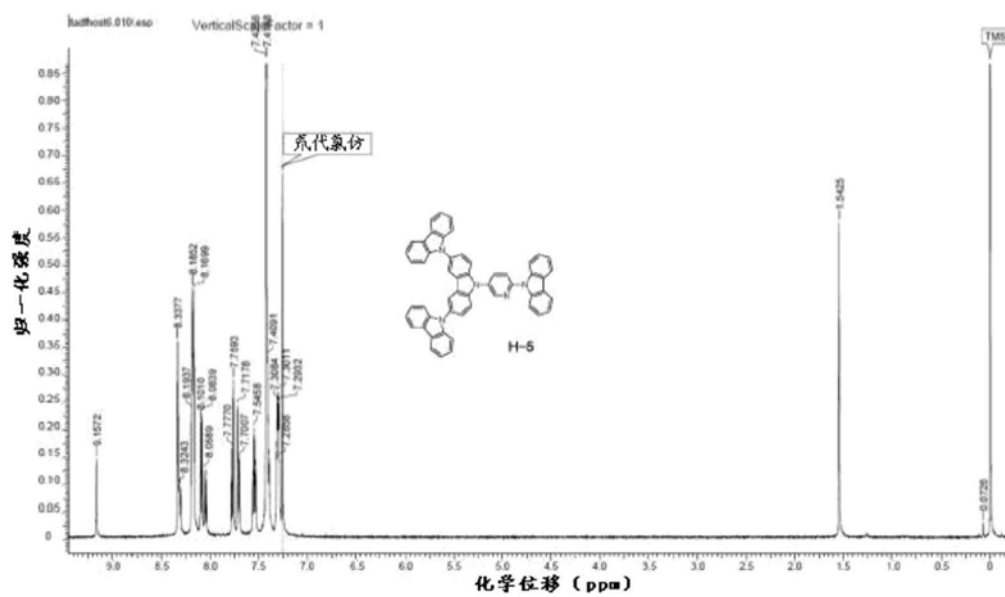


图3D

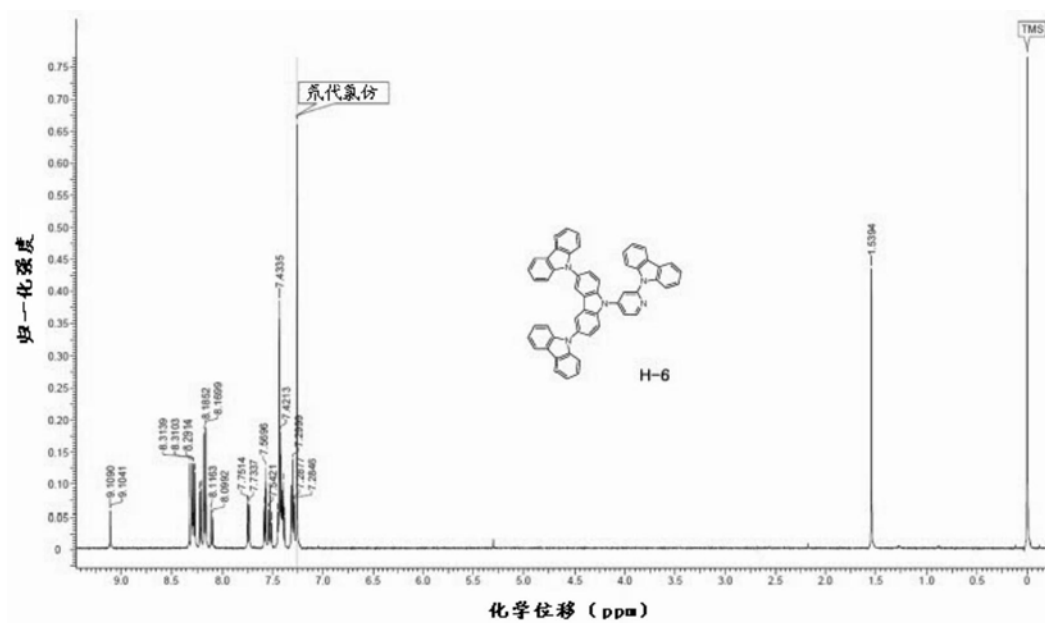


图3E