

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 51/50 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200680006364.4

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100539244C

[22] 申请日 2006.2.21

[21] 申请号 200680006364.4

[30] 优先权

[32] 2005.2.28 [33] JP [31] 053297/2005

[32] 2005.6.8 [33] JP [31] 167624/2005

[32] 2005.7.4 [33] JP [31] 194497/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/303807 2006.2.21

[87] 国际公布 WO2006/093171 英 2006.9.8

[85] 进入国家阶段日期 2007.8.28

[73] 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 山崎舜平 池田寿雄 濑尾哲史

坂田淳一郎 岩城裕司

[56] 参考文献

JP2201-316338A 2001.11.13

JP2000-309566A 2000.11.7

CN1394195A 2003.1.29

JP10-265773A 1998.10.6

审查员 钱丹娜

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吕彩霞 韦欣华

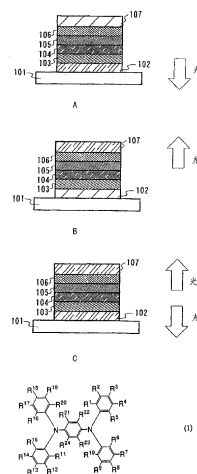
权利要求书 5 页 说明书 88 页 附图 77 页

[54] 发明名称

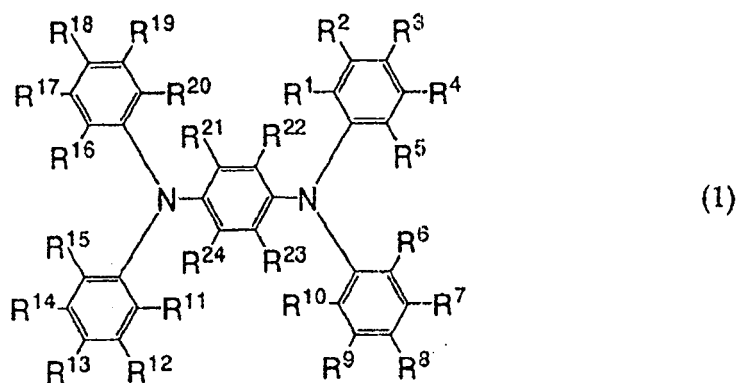
复合材料、发光元件、发光装置和使用该复合材料的电子器件

[57] 摘要

一种复合材料，其包含由以下通式(1)表示的有机化合物和无机化合物，其中，在通式(1)中， $R^1 - R^{24}$ 彼此相同或不同，并且表示氢、烷基、烷氧基、芳基和芳基烷基中的任何一种。一种发光元件包括该复合材料和发光装置，而一种电子器件包括该发光元件。本发明复合材料，相对于有机化合物，具有极好的载流子输送性能和极好的载流子注射性能，以及具有高可见光透射率。通过利用该复合材料，获得了一种需要低激励电压和具有极好的发光效率的电流激发型发光元件。通过使用该发光元件，提供了一种消耗低能量的发光装置和一种包括该发光装置的电子器件。

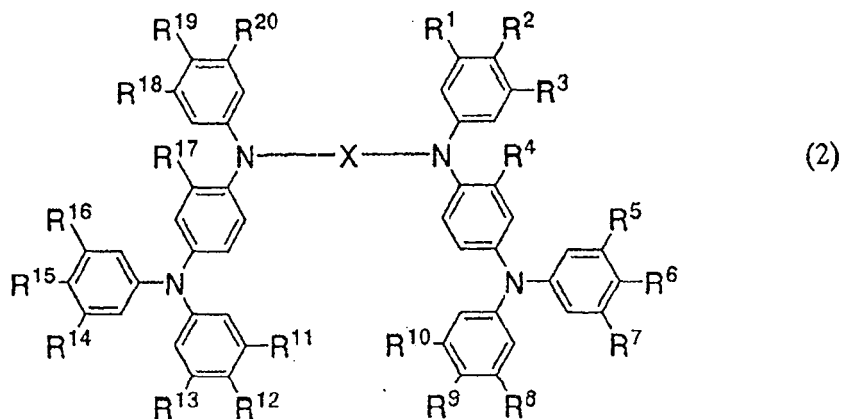


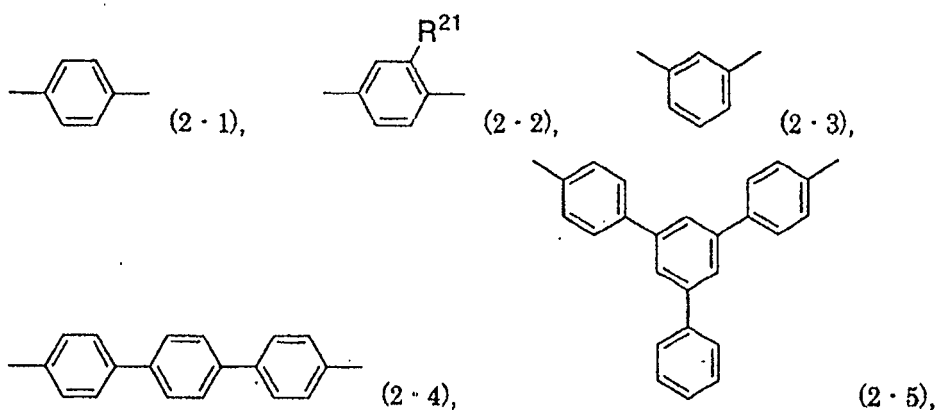
1. 一种复合材料, 其包含
由以下通式(1)表示的有机化合物; 和
无机化合物,



其中, 在通式(1)中, R^1 - R^{24} 中的每一个彼此相同或不同, 并且表示氢、烷基、烷氧基、芳基和芳基烷基中的任何一种。

2. 一种复合材料, 其包含
由以下通式(2)表示的有机化合物; 和
无机化合物,





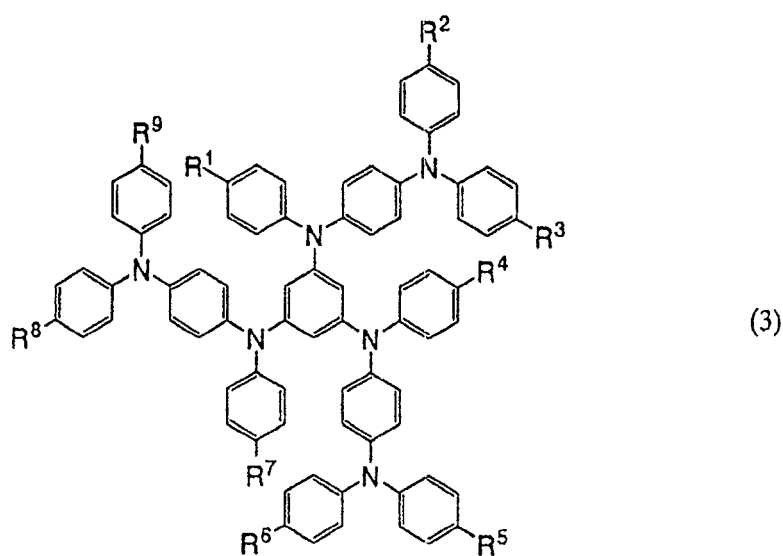
其中，在通式(2)中，X 表示由结构式(2-1)和(2-3)至(2-5)以及通式(2-2)代表的芳烃基团中的任何一种，

其中， R^1 - R^{20} 中的每一个彼此相同或不同，并且表示氢、烷基、烷氧基和芳基中的任何一种，

其中 R^{21} 表示烷基。

3. 一种复合材料，其包括：

由以下通式(3)表示的有机化合物；和
无机化合物，



其中，在通式(3)中， R^1 - R^9 中的每一个彼此相同或不同，并且表示氢、烷基、烷氧基和芳基中的任何一种。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项的复合材料，其中无机化合物是

过渡金属。

5. 根据权利要求 1-3 中任一项的复合材料, 其中无机化合物是氧化钛、氧化锆、氧化钪、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰和氧化镱中的任何一种。

6. 一种发光元件, 其包括含根据权利要求 1-3 中任一项的复合材料的层。

7. 一种发光元件, 其包括:

在一对电极之间的含根据权利要求 1-3 中任一项的复合材料的层,

其中含复合材料的层与一对电极中的一个或两个接触。

8. 一种发光元件, 其包括:

在一对电极之间的含根据权利要求 1-3 中任一项的复合材料的层; 和

多个发光单元,

其中在多个发光单元之间提供含复合材料的层。

9. 一种发光装置, 其包括发光元件, 所述发光元件包括含根据权利要求 1-3 中任一项的复合材料的层。

10. 一种发光装置, 其包括:

基材;

基材上的薄膜晶体管; 和

电连接到薄膜晶体管的薄膜晶体管上的发光元件, 其包括含根据权利要求 1-3 中任一项的复合材料的层。

11. 一种发光装置, 其包括:

基材; 和

发光元件, 其包括:

基材上的第一电极;

含根据权利要求 1-3 中任一项的复合材料的层; 和

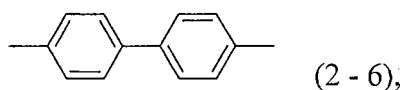
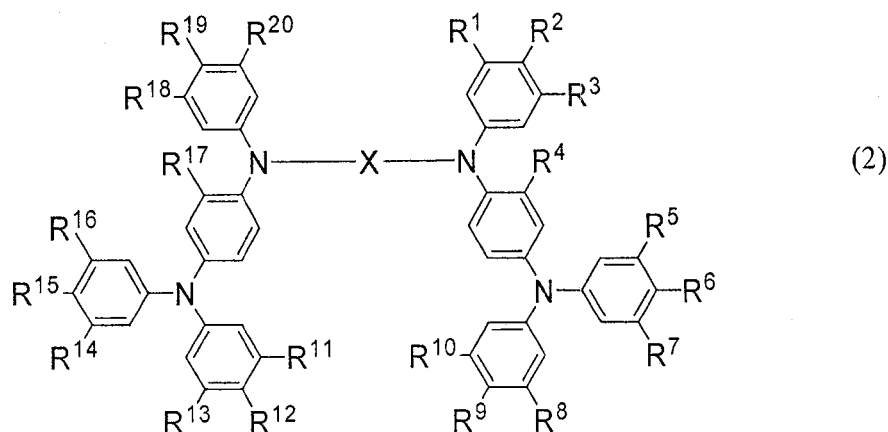
含复合材料的层上的第二电极,

其中第一电极具有光屏性能并且其中第二电极具有透光性能。

12. 一种电子器件，其包括根据权利要求 9 的发光装置。

13. 一种复合材料，所述复合材料包括：

由以下通式(2)表示的有机化合物；和
无机化合物，



其中，在通式(2)中，X表示由结构式(2-6)表示的芳烃基团，

R^1 - R^{20} 中的每一个彼此相同或不同，并且表示氢、烷基、烷氧基和芳基，并且，

R^{21} 表示烷基。

14. 根据权利要求 13 的复合材料，其中无机化合物是过渡金属。

15. 根据权利要求 13 的复合材料，其中无机化合物是氧化钛、氧化锆、氧化钪、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰和氧化铈中的任何一种。

16. 一种发光元件，其包括含根据权利要求 13 的复合材料的层。

17. 一种发光元件，其包括：

在一对电极之间的含根据权利要求 13 的复合材料的层，

其中含复合材料的层与一对电极中的一个或两个接触。

18. 一种发光元件，其包括：

在一对电极之间的含根据权利要求 13 的复合材料的层；和
多个发光单元，

其中在多个发光单元之间提供含复合材料的层。

19. 一种发光装置，其包括发光元件，所述发光元件包括含根据
据权利要求 13 的复合材料的层。

20. 一种发光装置，其包括：

基材；

基材上的薄膜晶体管；和

电连接到薄膜晶体管的薄膜晶体管上的发光元件，其包括含根据
据权利要求 13 的复合材料的层。

21. 一种发光装置，其包括：

基材；和

发光元件，其包括：

基材上的第一电极；

含根据权利要求 13 的复合材料的层；和

含复合材料的层上的第二电极，

其中第一电极具有光屏性能并且其中第二电极具有透光性能。

22. 一种电子器件，其包括根据权利要求 19 的发光装置。

复合材料、发光元件、发光装置和使用该复合材料的电子器件

技术领域

本发明涉及使用有机化合物和无机化合物形成的复合材料，其对有机化合物来说具有极好的载流子输送性能和极好的载流子注入性能以及具有高可见光透射率。此外，本发明涉及使用该复合材料的电流激发型发光元件，进一步地涉及具有该发光元件的发光装置和具有该发光元件的电子器件。

背景技术

近年来，使用发光有机化合物的发光元件的研究与开发已经积极地展开。在上述发光元件的基本结构中，含发光有机化合物的层夹在一对电极之间。通过将电压施加到发光元件，电子和空穴分别从一对电极注入含发光有机化合物的层中，因而电流流过发光元件。然后，通过重组这些载流子(电子和空穴)，该发光有机化合物被激发，当从激态恢复到基态时发光。根据上述的机理，该发光元件被称为电流激发型发光元件。进一步地，就有机化合物所产生的激态的种类而言，存在着单重激态和三重激态。来自单重激态的光发射称为荧光，而来自三重激态的光发射称为磷光。

上述发光元件可以使用厚度约 $0.1\mu\text{m}$ 的有机薄膜制造成很细的，并且重量轻，这是非常大的优点。因为从注入载流子到发光的时间约为数微秒或更小，发光元件的一种特征在于发光元件具有极高的响应速度。据信这些特征对于平板显示元件来说是可取的。此外，通过形成大面积的发光元件而以薄膜形式形成的上述发光元件，可以容易地获得薄片形式的光发射。这些特征难以在由白炽灯或者 LED 所代表的点光源或者由荧光灯所代表的线光源中获得，因此，所述发光元件可以有利地用作薄片形式的光源，其可被用作照明等。

如上所述，在发光装置、照明等中非常期望应用使用发光有机化合物的电流激发型发光元件。然而，电流激发型发光元件仍然具有许多问题。作为问题之一，减少能量消耗可能被提出。为了降低能量消耗，重要的是减少发光元件的激励电压。因为上述电流激发型发光元件的光发

射强度是基于流过发光元件的电流确定的,为了降低激励电压,必须在低压下提供大量电流。

作为降低激励电压的方法,过去已经尝试过在电极和含发光有机化合物的层之间提供缓冲层。例如,众所周知通过在氧化锡铟(ITO)和发光层之间提供使用掺杂有樟脑磺酸的聚苯胺(PANI)形成的缓冲层,可以降低激励电压(例如,见非专利文献1)。据信这是因为相对于发光层,PANI具有极好的载流子注入性能。此外,在非专利文献1中,认为PANI,其是缓冲层,是电极的一部分。

然而,如非专利文献1中所公开的,PANI的问题是当PANI的厚度增加时,透射率降低。具体地说,据报导,当PANI的厚度被设置为约250nm时,透射率小于70%。即,因为本身被用于缓冲层的材料在透射率方面存在问题,元件内所形成的光不能被有效地提取。

根据专利文献1,为了电流密度,即电流效率,已经通过将发光元件(其在专利文献1中被称作发光单元)串联连接而尝试提高亮度。在专利文献1中,将其中有机化合物和金属氧化物(具体地,氧化钒和氧化铌)混合的层施加在串联连接的发光元件的连接部份。据信这种层可以将空穴和电子注入到发光单元中。

然而,如从本发明的实施方案模式中所看出的,在有机化合物和金属氧化物的混合层(其公开在专利文献1中)中,不仅在红外区中,而且在500nm附近形成了大的吸收峰,因此,存在着透光性能问题。因此,在元件内形成的光不能被有效地提取,因此降低了元件的发光效率。

[非专利文献1]: Y. Yang等, Applied Physics Letters, vol. 64 (10), 1245-1247 (1994)

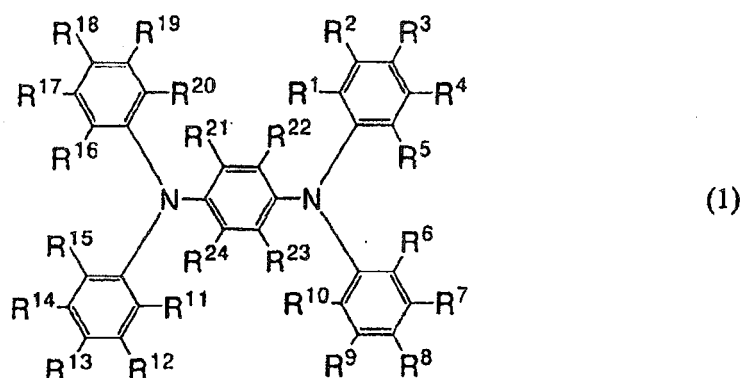
[专利文献1]: 日本专利申请,公开号 2003-272860

发明内容

鉴于上述问题,本发明人致力于研究与开发以便解决这些问题,结果他们已经开发成功。本发明的一个目标是提供一种使用有机化合物和无机化合物形成的复合材料,其具有相对于有机化合物的极好的载流子输送性能和极好的载流子注入性能以及具有极好的透光性能。此外,本发明的另一个目的是提供一种电流激发型发光元件,其具有极好的发光效率并且通过将上述的复合材料施加给发光元件而需要低激励电压。此

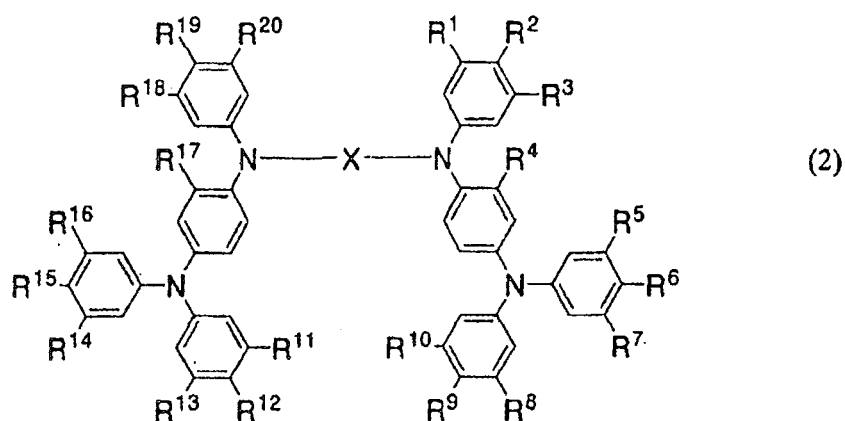
外,本发明的另一个目的是提供一种发光装置,其通过使用该发光元件而需要更少的能量,和包括发光装置的电子器件。

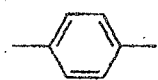
本发明提供一种解决上述问题的复合材料、使用该复合材料的发光元件、使用该发光元件的发光装置、和使用该发光装置的电子器件。在本发明的一个方面中,复合材料可以主要地分为三类,基于复合材料中所含的有机化合物。第一种复合材料包括由以下通式(1)所表示的有机化合物和无机化合物。



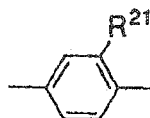
在通式(1)中, R^1 - R^{24} 可以彼此相同或不同,并且表示氢、烷基、烷氧基、芳基和芳基烷基中的任何一种。

第二种复合材料包括由以下通式(2)代表的有机化合物和无机化合物。

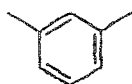




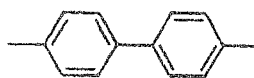
(2-1)



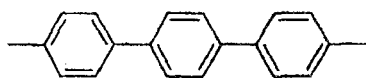
(2-2)



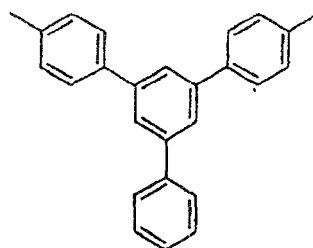
(2-3)



(2-4)



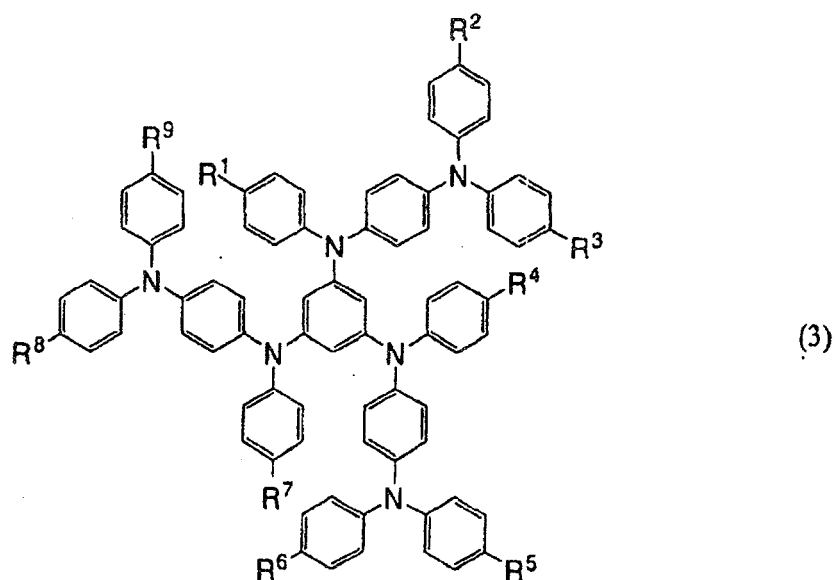
(2-5)



(2-6)

在通式(2)中, X表示由结构式(2-1)和(2-3)至(2-6)以及通式(2-2)代表的芳烃基团中的任何一种。R¹-R²⁰可以彼此相同或不同, 并且表示氢、烷基、烷氧基和芳基中的任何一种。R²¹表示烷基。

第三种复合材料包括由以下通式(3)代表的有机化合物和无机化合物。



(3)

在通式(3)中, R¹-R⁹可以彼此相同或不同, 并且表示氢、烷基、烷氧基和芳基中的任何一种。

在本发明的一个方面, 发光元件包括含上述的复合材料的层。在本

发明的又一方面中，发光装置包括上述的发光元件，电子器件包括上述的发光装置。

本发明可以提供复合材料、发光元件、发光装置和电子器件，其具有如下所示的极好的特征。具体地说，根据本发明，通过将有机化合物和无机化合物组合，可以获得一种复合材料，其相对于有机化合物具有极好的载流子输送性能和极好的载流子注入性能。此外，可以提供具有高可见光透射率的复合材料。进一步地，通过应用本发明的复合材料，可以提供一种电流激发型发光元件，其需要低激励电压和具有极好的发光效率。此外，通过使用上述的发光元件，可以提供需要更少能量的发光装置和包括该发光装置的电子器件。

附图说明

图 1A-1C 是说明本发明发光元件的横断面视图；

图 2 是说明本发明发光元件的横断面视图；

图 3A-3C 是说明本发明发光元件的横断面视图；

图 4A-4C 是说明本发明发光元件的横断面视图；

图 5A-5C 是说明本发明发光元件的横断面视图；

图 6A-6C 是说明本发明发光元件的横断面视图；

图 7 是说明本发明发光元件的图；

图 8A 是说明本发明发光装置的顶视图并且图 8B 是说明本发明发光装置的横断面视图；

图 9A-9E 是说明根据本发明的电子器件的图；

图 10 是说明发光装置的图；

图 11A-11D 是显示了本发明复合材料的吸收光谱的曲线；

图 12 是显示了对比实施例的吸收光谱的曲线；

图 13 是显示了本发明复合材料的透射率的曲线；

图 14 是显示了发光元件的电流-电压特征的曲线；

图 15 是显示了发光元件的亮度-电流效率特征的曲线；

图 16 是显示了发光元件的电压-亮度特征的曲线；

图 17 是显示了发光元件的电流-电压特征的曲线；

图 18 是显示了发光元件的电流-电压特征的曲线；

图 19 是显示了发光元件的电流-电压特征的曲线；

- 图 20 是显示了发光元件的电流-电压特征的曲线;
- 图 21 是显示了发光元件的电流效率的曲线;
- 图 22 是显示了发光元件的能量效率的曲线;
- 图 23 是显示了发光元件的电流效率的曲线;
- 图 24 是显示了发光元件的能量效率的曲线;
- 图 25 是显示了发光元件的电流效率和计算结果的曲线;
- 图 26 是显示了 $1\mu\text{m}$ 的本发明复合材料的吸光率的曲线;
- 图 27 是显示了含 DNTPD 和氧化钼的层的 ESR 测量结果的曲线;
- 图 28 是显示了 DNTPD 的烧焦薄膜的 ESR 测量结果的曲线;
- 图 29 是显示了氧化钼的单个薄膜的 ESR 测量结果的曲线;
- 图 30 是显示了含 DNTPD 和氧化钼的层的 IR 测量结果的曲线;
- 图 31 是显示了氧化钼的单个薄膜的 IR 测量结果的曲线;
- 图 32 是显示了 DNTPD 的单个薄膜的 IR 测量结果的曲线;
- 图 33 是显示了在开始光发射的时候阳极依赖性的曲线;
- 图 34 是显示了在开始光发射的时候功函数和电压之间的关系的曲线;
- 图 35 是显示了含本发明复合材料的层的电流-电压特征的曲线;
- 图 36 是显示了发光元件的电流-电压特征的曲线;
- 图 37 是显示了发光元件的亮度-电流效率特征的曲线;
- 图 38 是显示了发光元件的亮度-能量效率特征的曲线;
- 图 39 是显示了发光元件的电流-电压特征的曲线;
- 图 40 是显示了发光元件的亮度-电流效率特征的曲线;
- 图 41 是显示了发光元件的亮度-能量效率特征的曲线;
- 图 42 是显示了电流效率和反射电极之间的相关性的曲线;
- 图 43 是显示了发光元件的电流-电压特征的曲线;
- 图 44 是显示了发光元件的电压-亮度特征的曲线;
- 图 45 是显示了发光元件的电流效率-亮度特征的曲线;
- 图 46 是显示了发绿光元件的电流效率的曲线;
- 图 47 是显示了发蓝光元件的电流效率的曲线;
- 图 48 是显示了发红光元件的电流效率的曲线;
- 图 49 是显示了发黄光元件的电流效率的曲线;
- 图 50A 和 50B 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发

射光谱的影响的曲线;

图 51A 和 51B 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 52A 和 52B 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 53A 和 53B 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 54A 和 54B 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 55A 和 55B 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 56A 和 56B 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 57A 和 57B 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 58A 和 58B 是显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 59A 和 59B 是显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 60A 和 60B 是显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 61A 和 61B 是显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 62A 和 62B 是显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 63A 和 63B 是显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 64A 和 64B 是显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 65A 和 65B 是显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 66A 和 66B 是显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发

射光谱的影响的曲线;

图 67A 和 67B 是显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 68A 和 68B 是显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 69A 和 69B 是显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 70A 和 70B 是显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 71A 和 71B 是显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 72A 和 72B 是显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 73A 和 73B 是显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发射光谱的影响的曲线;

图 74 是显示了含复合材料的层的厚度对发绿光元件的发射光谱的影响的计算结果的曲线;

图 75 显示了含复合材料的层的厚度对发蓝光元件的发射光谱的影响的计算结果的曲线; 和

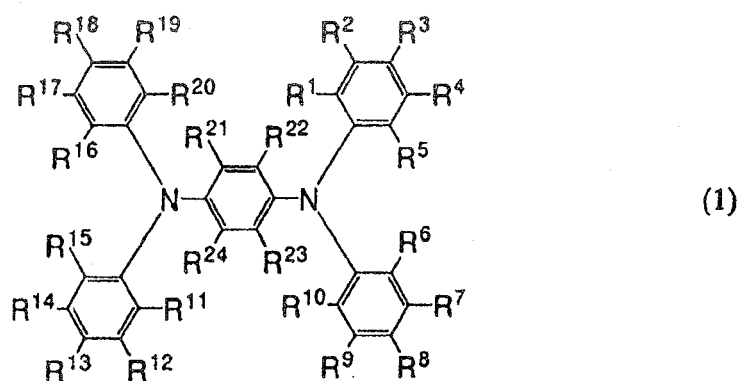
图 76 显示了含复合材料的层的厚度对发红光元件的发射光谱的影响的计算结果的曲线。

具体实施方案

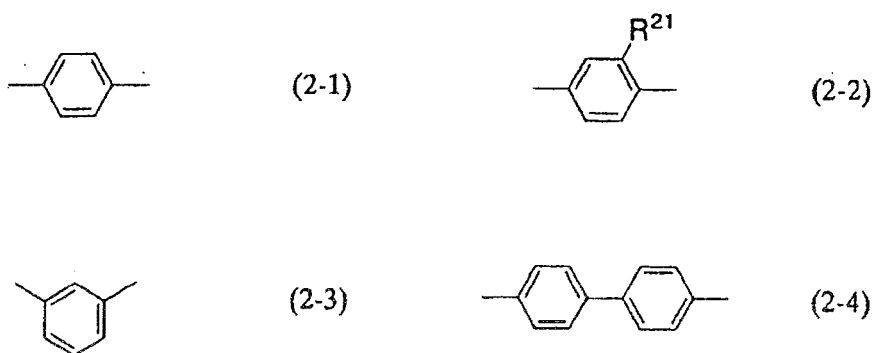
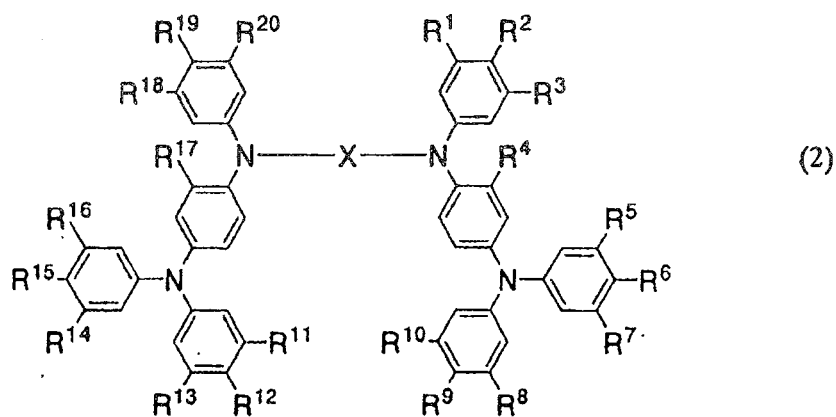
根据本发明的实施方案模式将在下文中参考附图进行描述。本发明不应理解为限于如下给出的实施方案模式的描述和权利要求的范围。本领域技术人员容易理解, 本文中所公开的实施方案模式和具体描述能够以多种方式改变而不背离本发明的目的和范围。本发明不应理解为限于如下给出的实施方案模式的描述。如上所述, 本发明提供一种通过使用有机化合物和无机化合物而形成的复合材料、使用该复合材料的发光元件、包括该发光元件的发光装置和包括该发光元件的电子器件。根据实施方案模式, 在下文中将详细描述本发明。

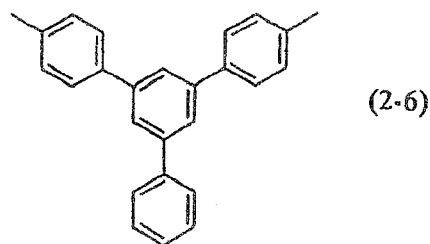
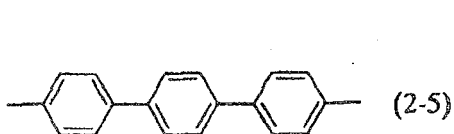
[实施方案模式 1]

在本实施方案模式, 将描述用于本发明发光元件的复合材料, 用于制造该复合材料的材料, 特别是, 有机化合物, 以及类似物。如上所述, 基于复合材料中所含的有机化合物, 用于本发明发光元件的复合材料可被主要地分为三类, 这三类复合材料将分别在下文中描述。这三类复合材料中所包括的有机化合物, 可以分别由以下通式(1)、(2)和(3)表示。

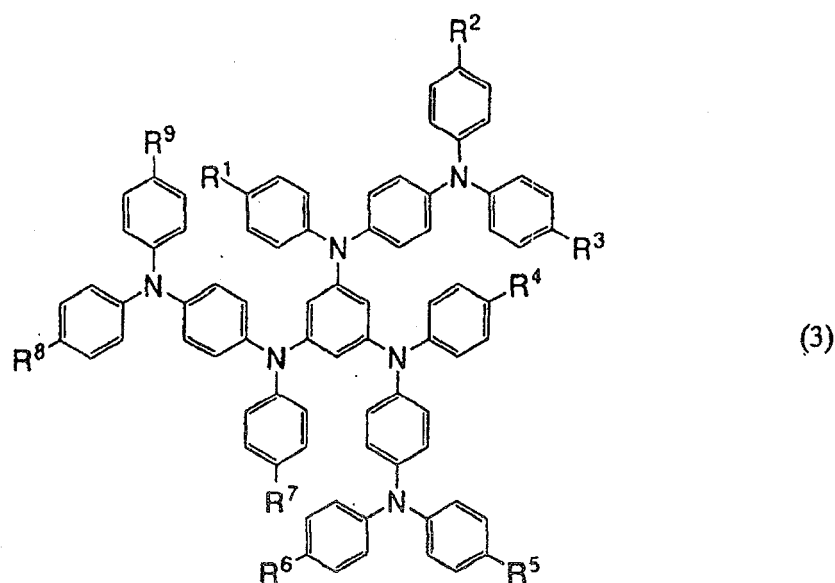


在通式(1)中, R^1 - R^{24} 可以彼此相同或不同, 并且表示氢、烷基、烷氧基、芳基和芳基烷基中的任何一种。





在通式(2)中, X表示由结构通式(2-1)至(2-6)表示的芳烃基团中的任何一种。R¹-R²⁰可以彼此相同或不同, 并且表示氢、烷基、烷氧基和芳基中的任何一种。



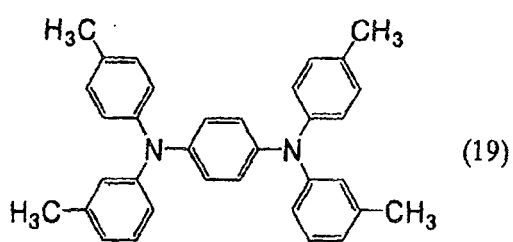
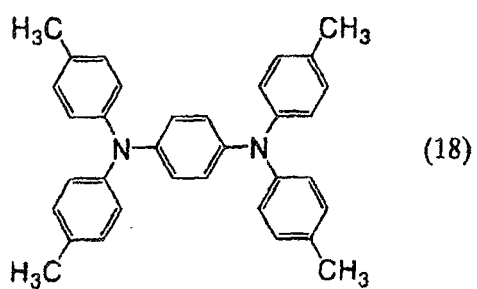
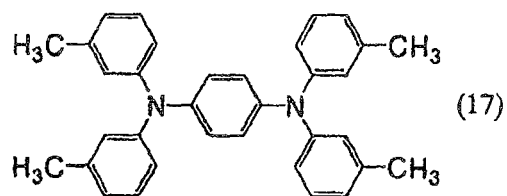
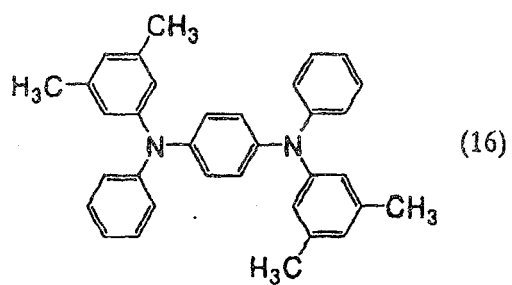
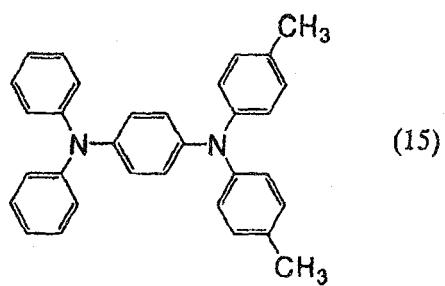
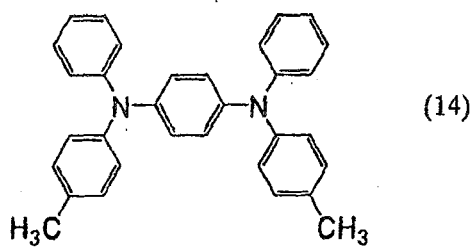
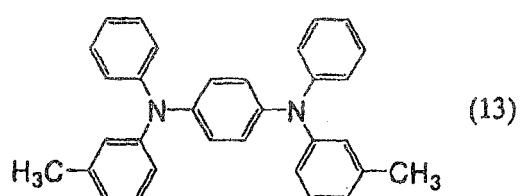
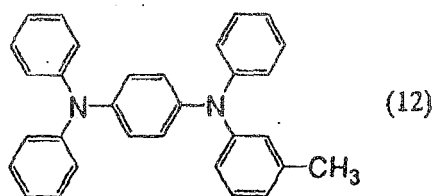
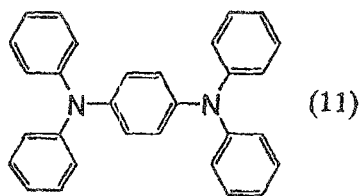
在通式(3)中, R¹-R⁹可以彼此相同或不同, 并且表示氢、烷基、烷氧基和芳基中的任何一种。

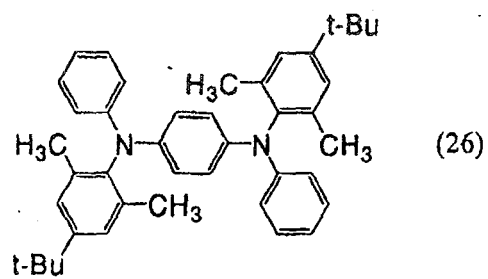
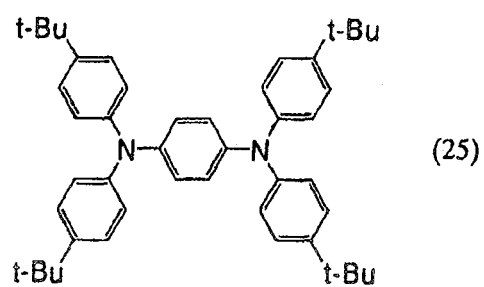
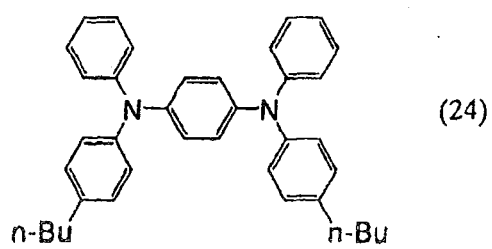
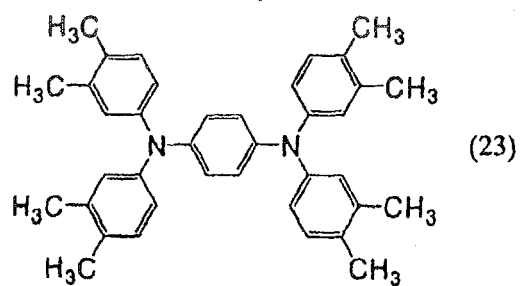
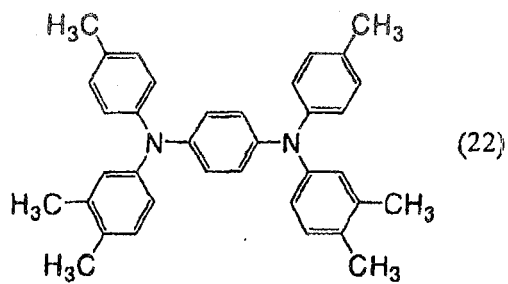
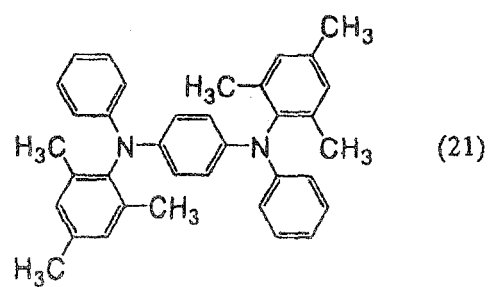
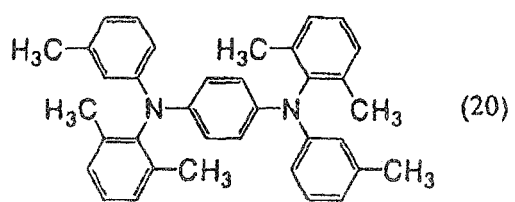
三类复合材料中的每一个在可见光区域中不具有吸收峰, 并且包含由上述通式中的任何一种表示的有机化合物和无机化合物, 因此提供了高可见光透射率。此外, 因为有机化合物和无机化合物彼此相互作用, 本发明复合材料可以获得极好的载流子注入性能和极好的载流子输送性能, 由此该复合材料可用于半导体元件如发光元件、光电变换元件和半导体元件如薄膜晶体管。进一步地, 通过使用本发明复合材料, 可以实现激励电压的减小。此外, 因为本发明复合材料具有极好的可见光透射率, 通过将其用于发光元件或者光电变换元件, 可以获得有效的半导体元件。

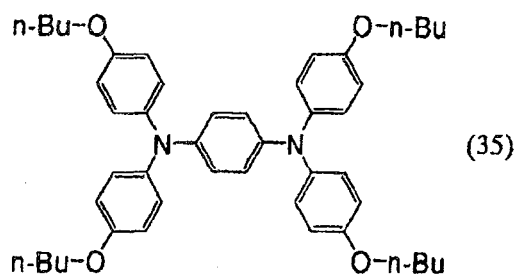
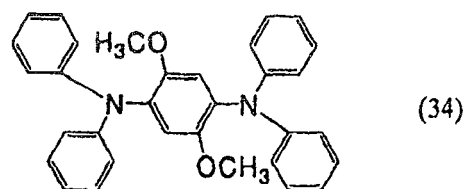
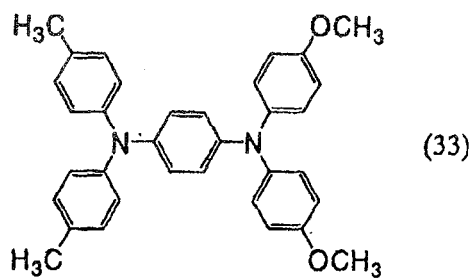
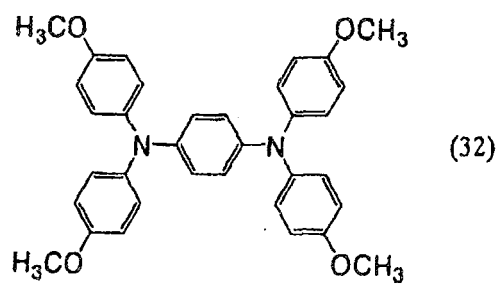
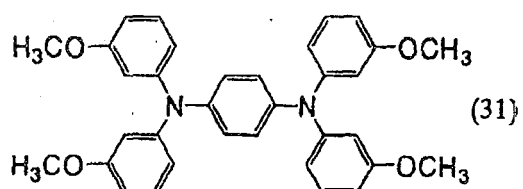
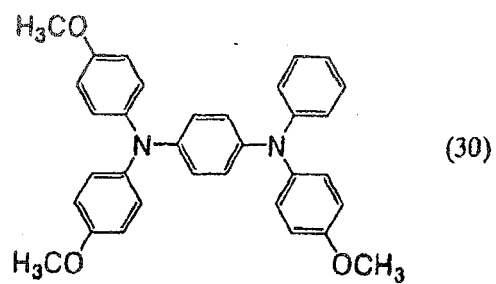
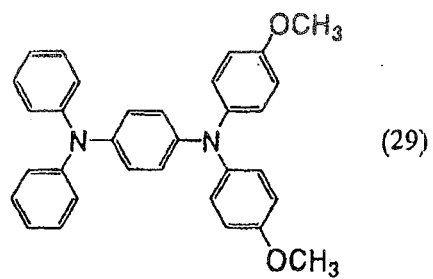
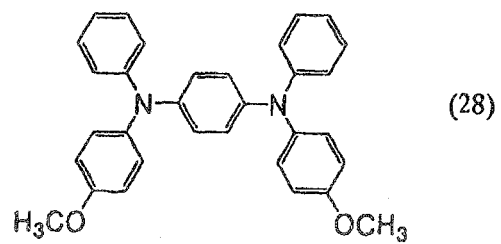
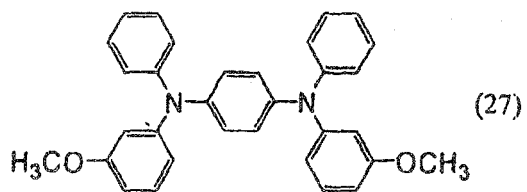
用于上述通式的官能团如下所示。作为官能团的烷基, 可以给出例

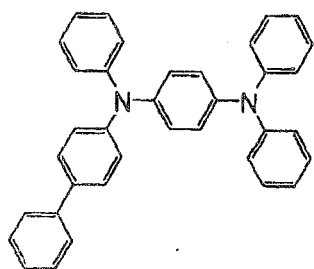
如, 甲基、正丁基、叔丁基等。作为官能团的烷氧基, 可以给出例如, 甲氧基、乙氧基、正丁氧基等。进一步地, 就芳基而论, 其可以具有取代基, 例如可以给出, 苯基、对甲苯基、4-联苯基、3,5-二苯基苯基、4-(4-甲氧基苯基)苯基等。作为芳基烷基, 可以给出 2-苯基-2-丙基等。

作为由上述通式(1)、(2)、和(3)表示的有机化合物, 存在着多种化合物。通过以下的结构通式显示了具体的化合物

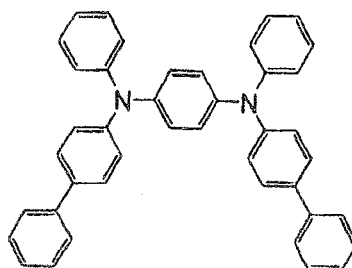




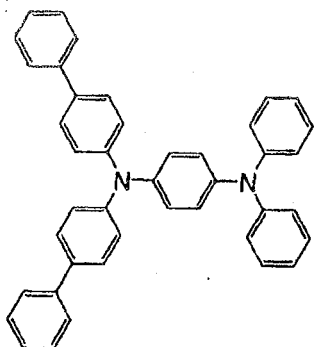




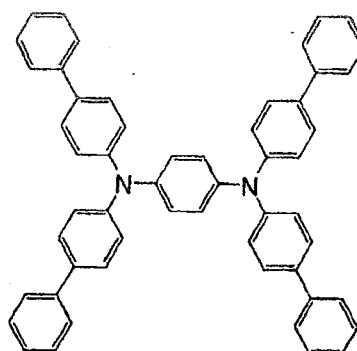
(36)



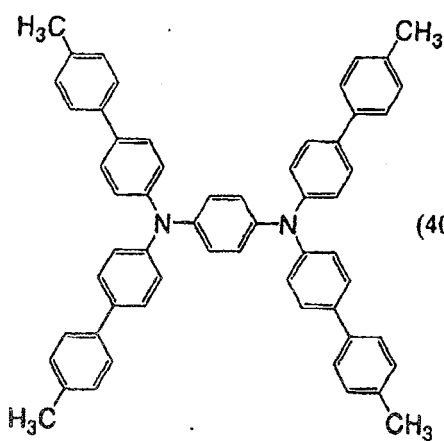
(37)



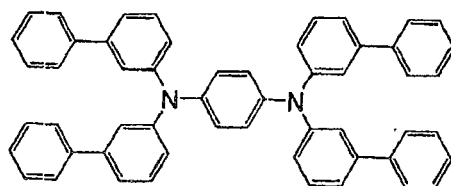
(38)



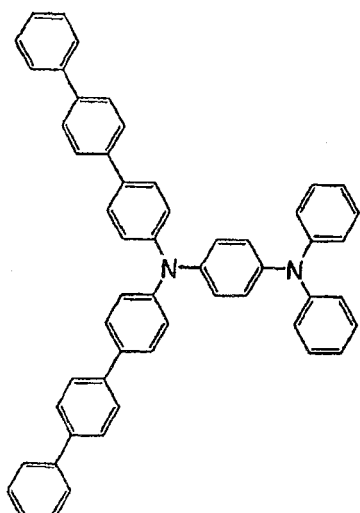
(39)



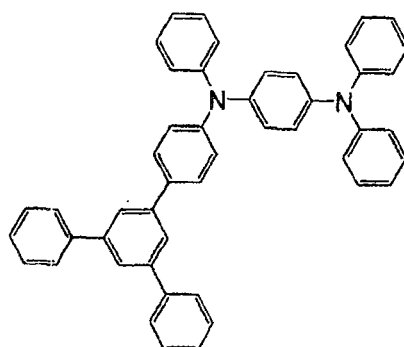
(40)



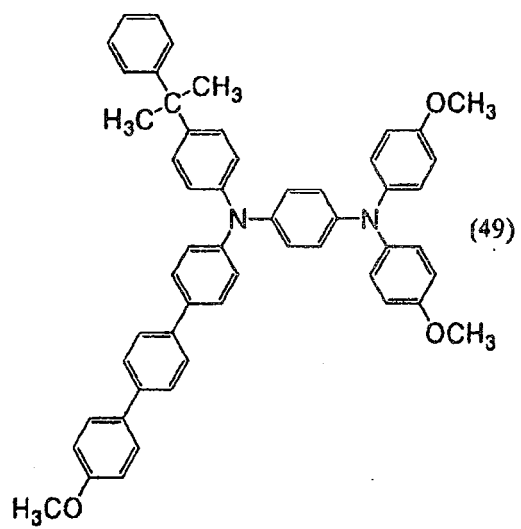
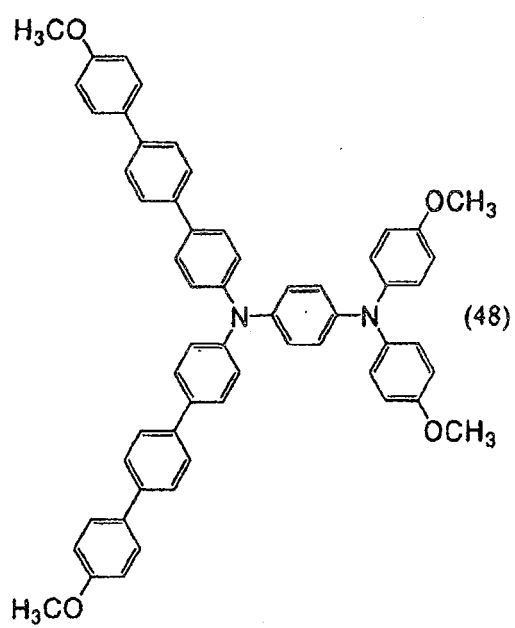
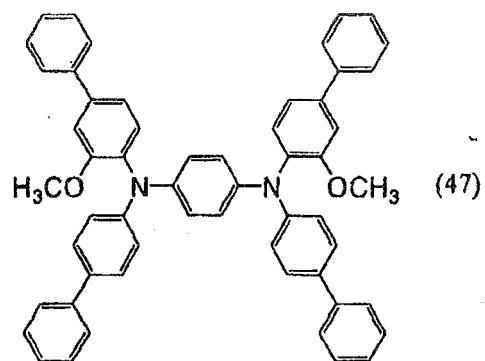
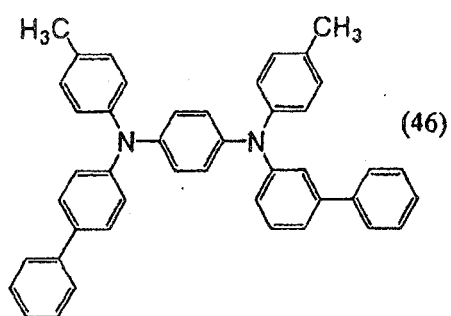
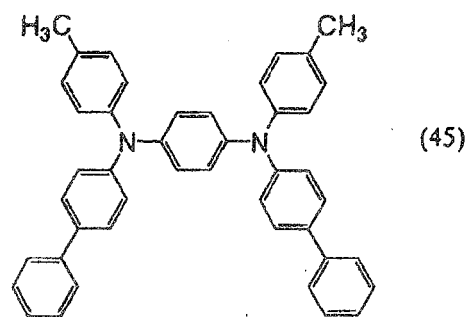
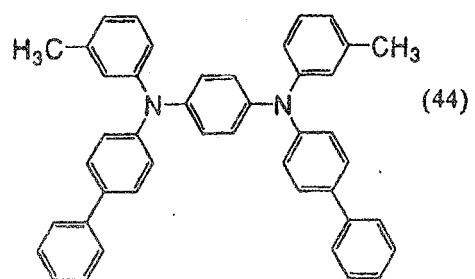
(41)

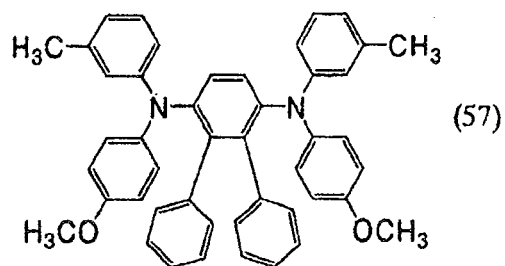
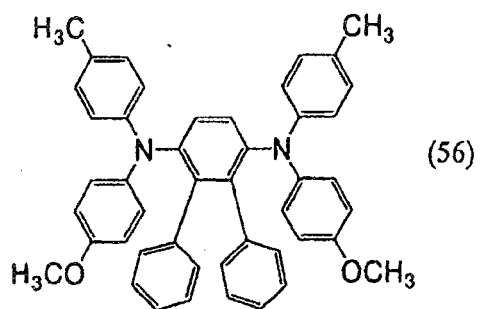
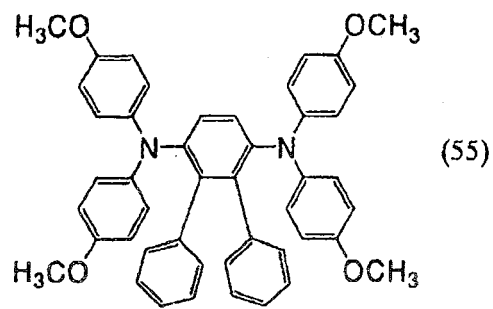
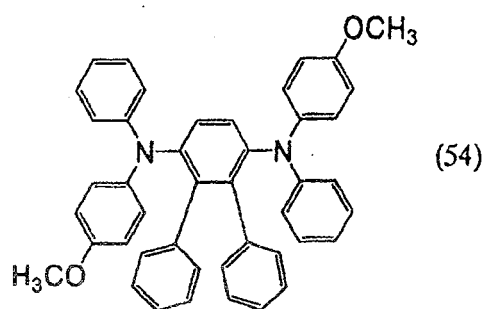
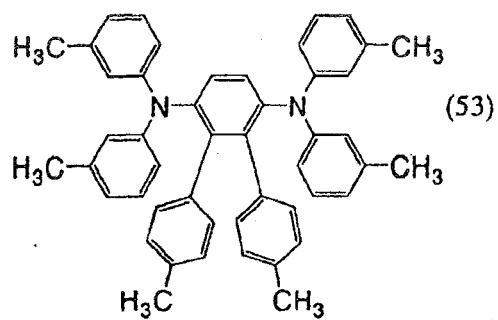
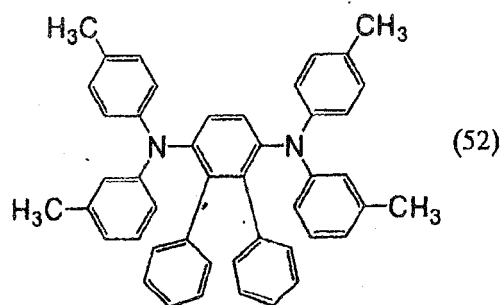
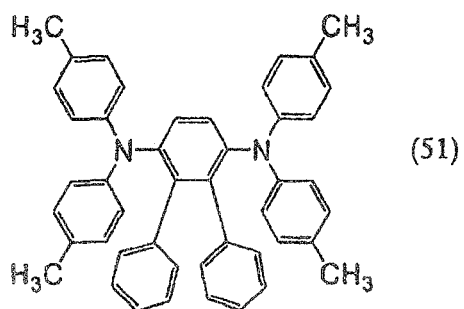
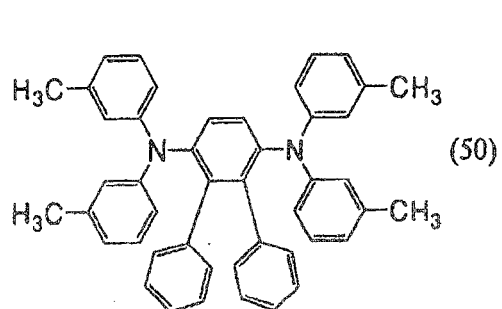


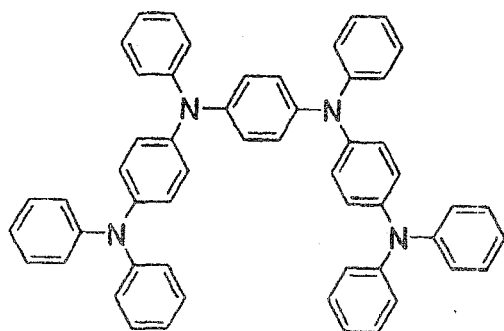
(42)



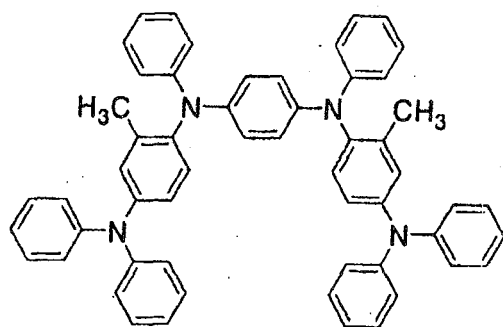
(43)



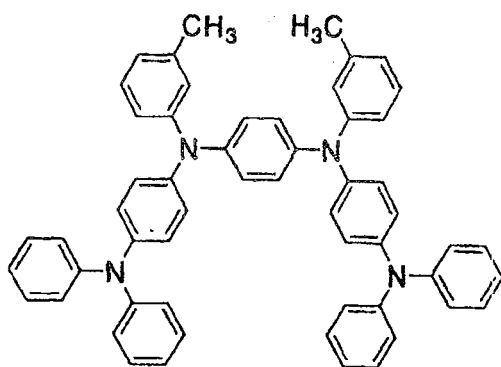




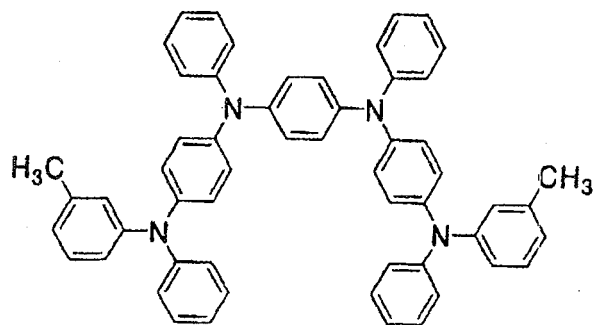
(58)



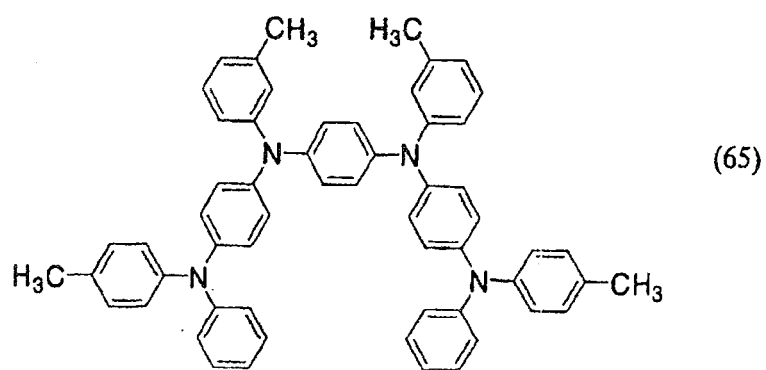
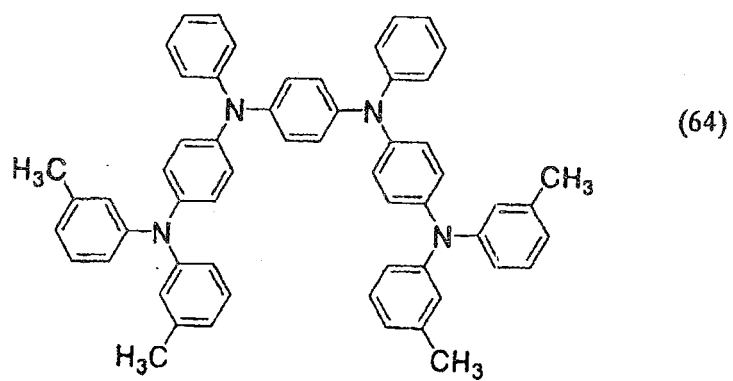
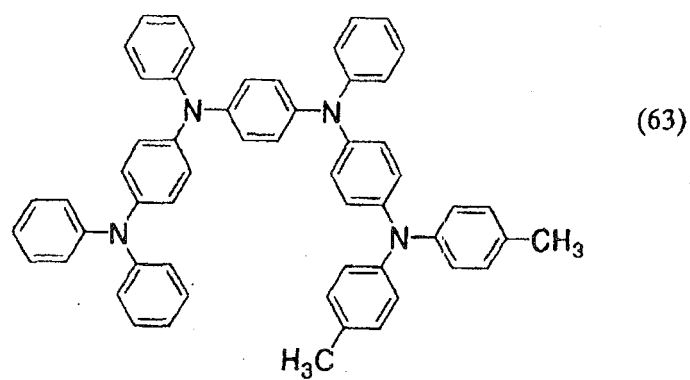
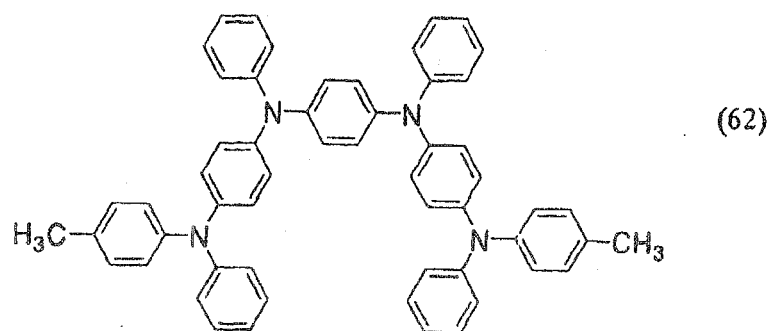
(59)

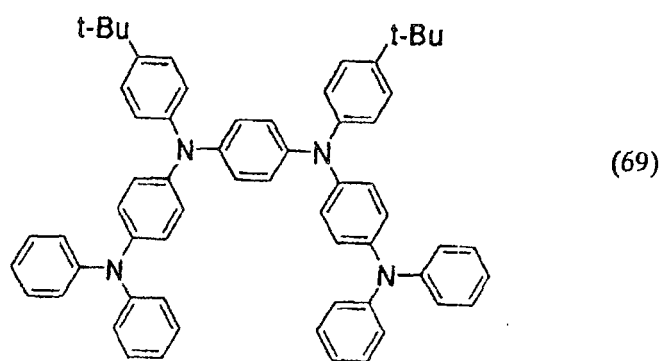
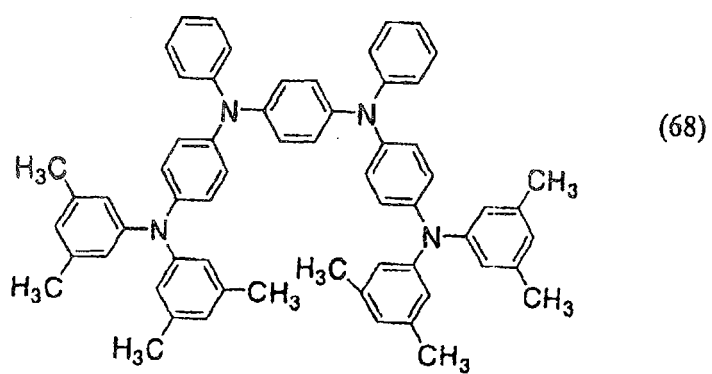
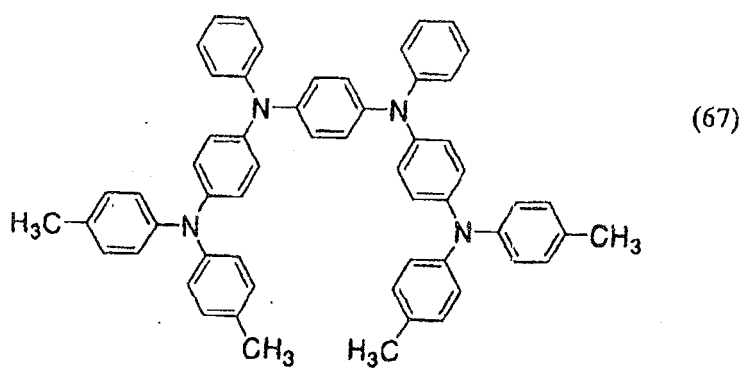
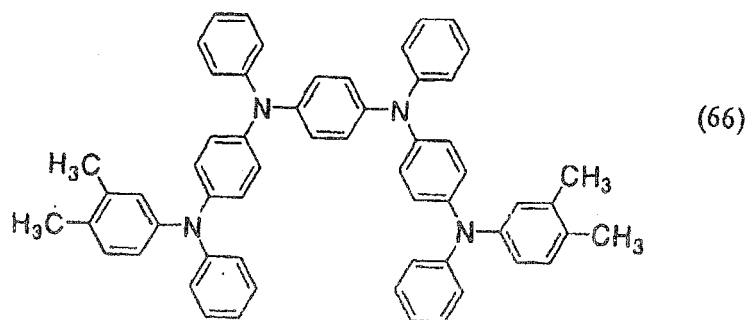


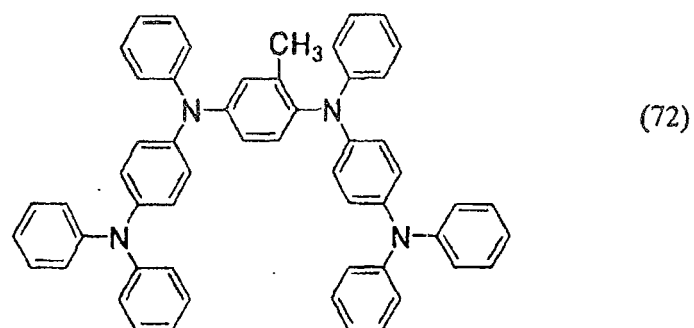
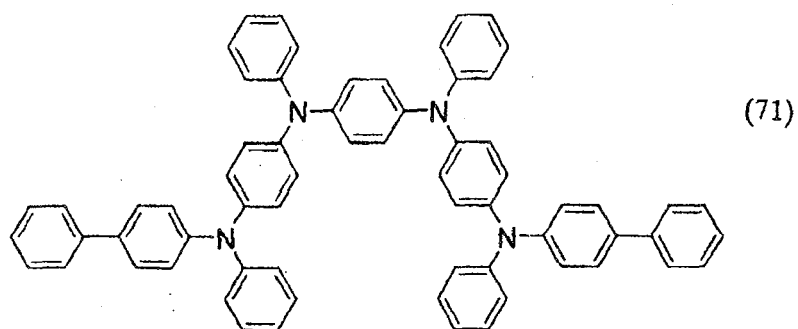
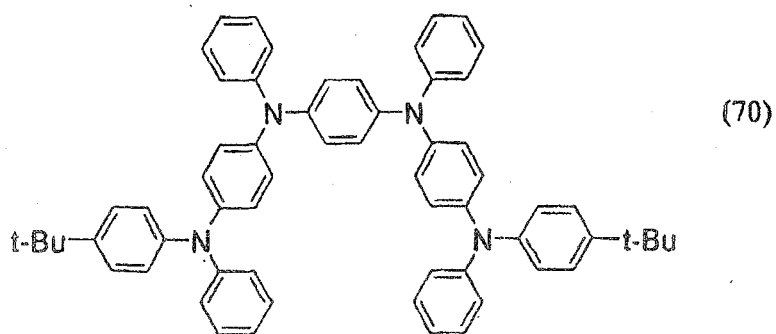
(60)

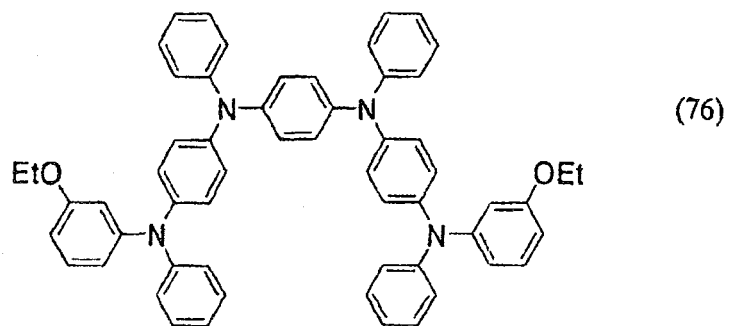
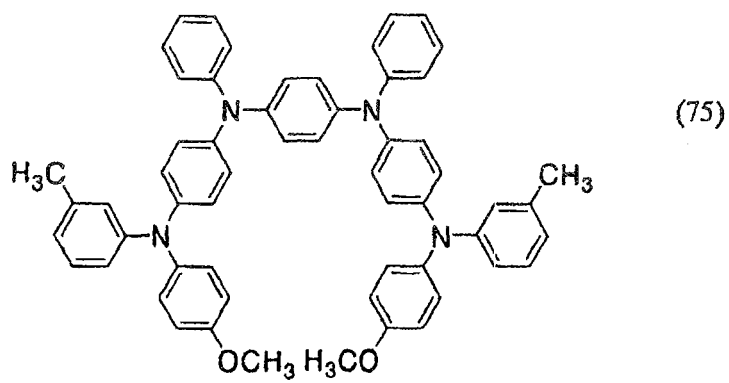
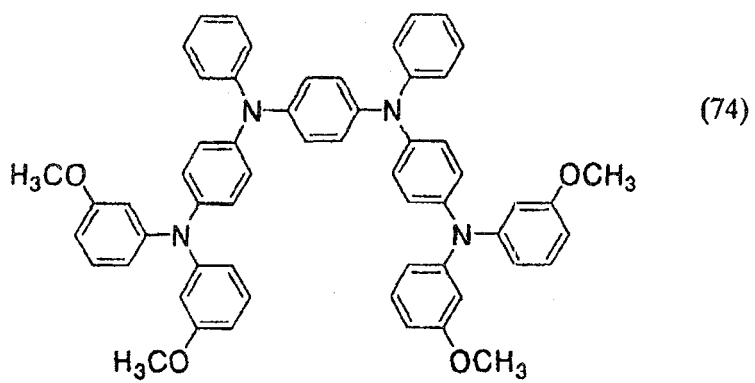
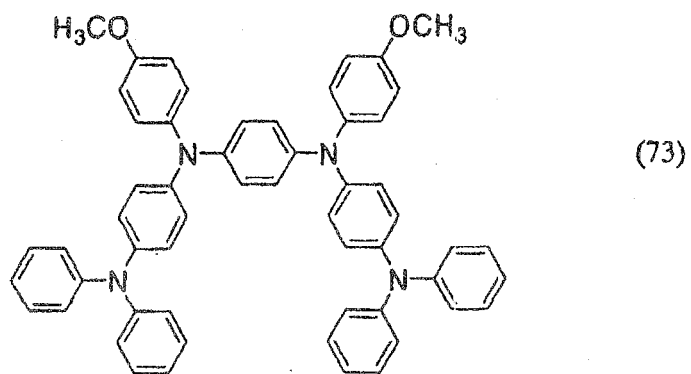


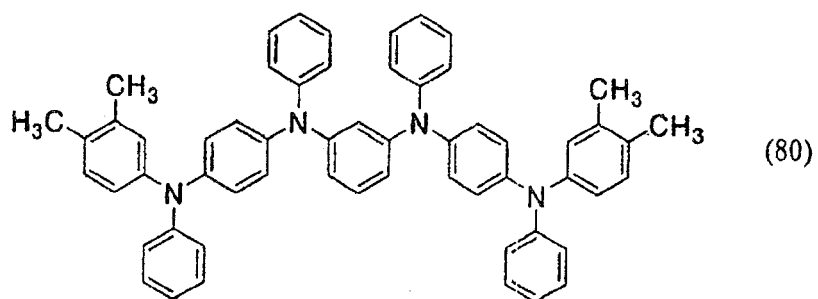
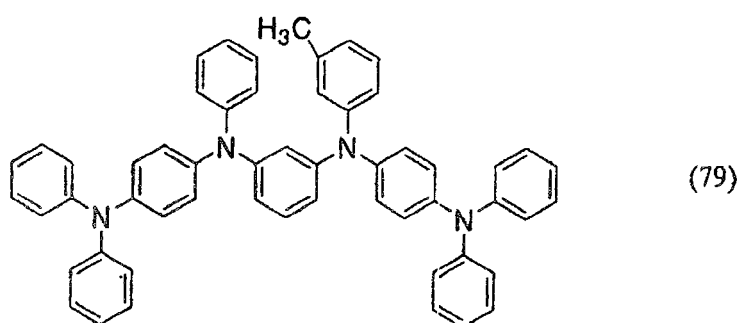
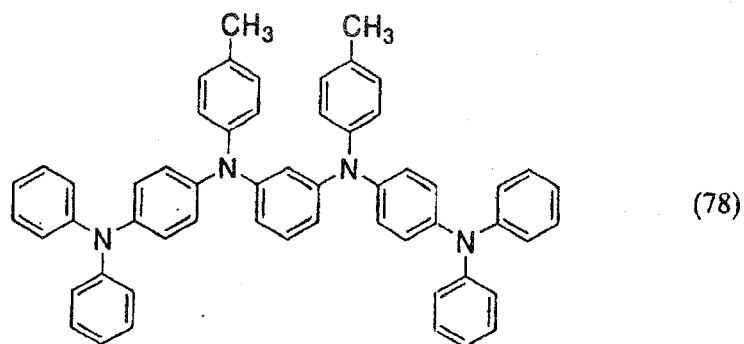
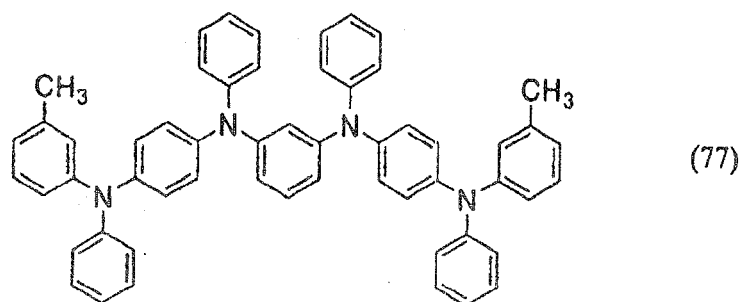
(61)

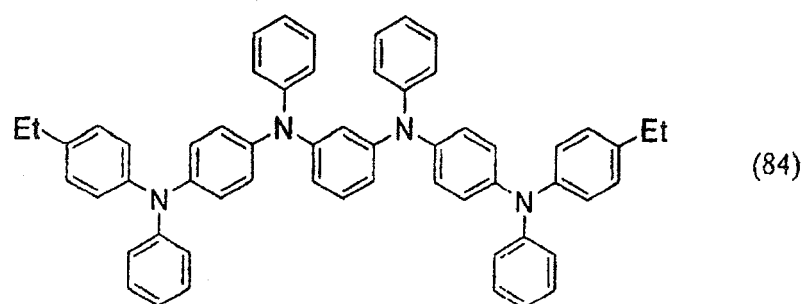
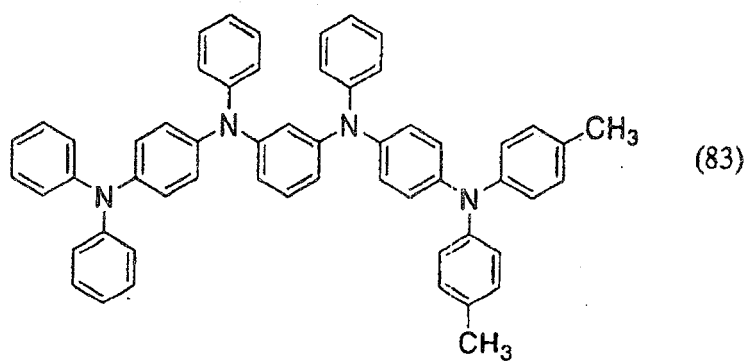
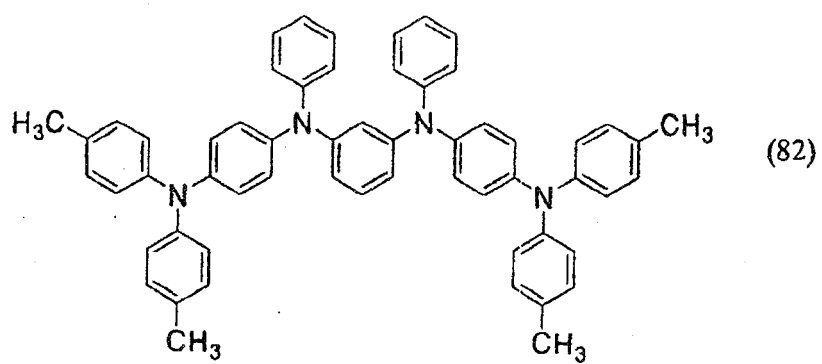
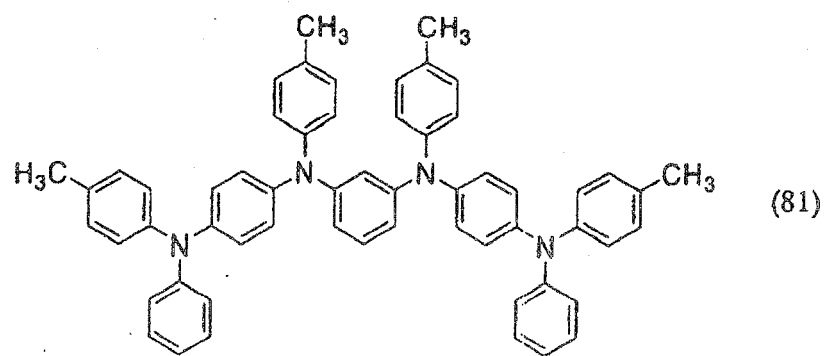


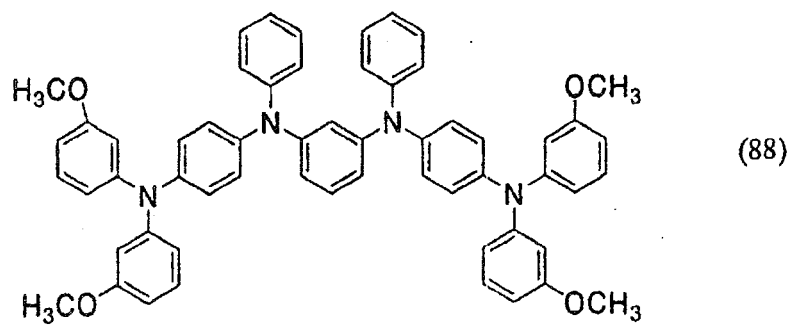
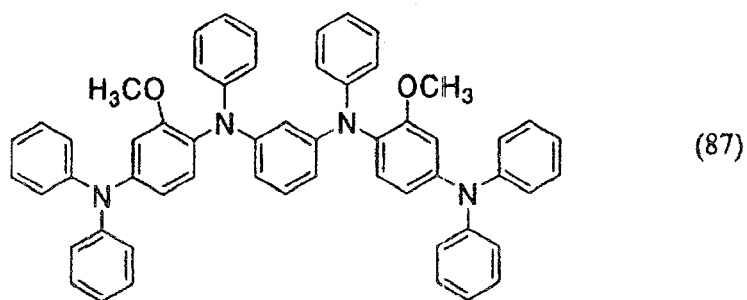
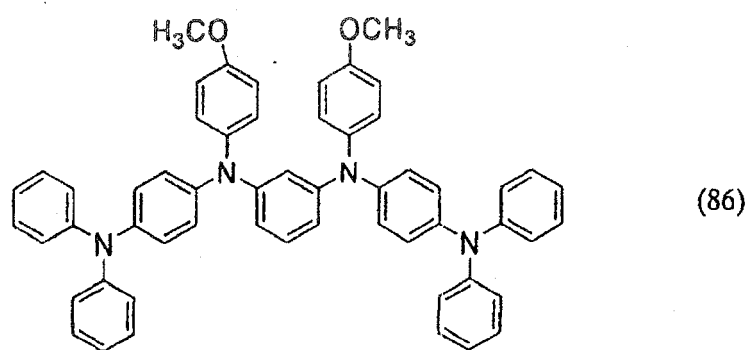
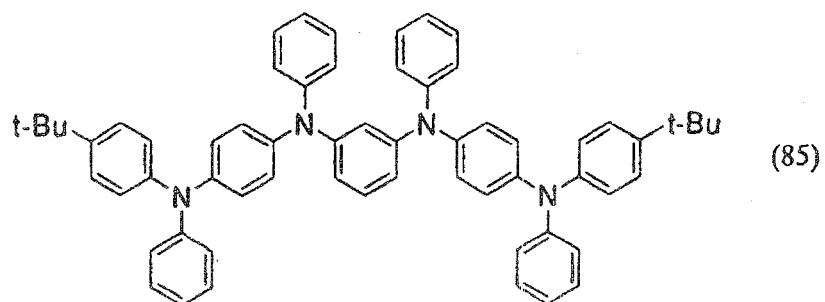


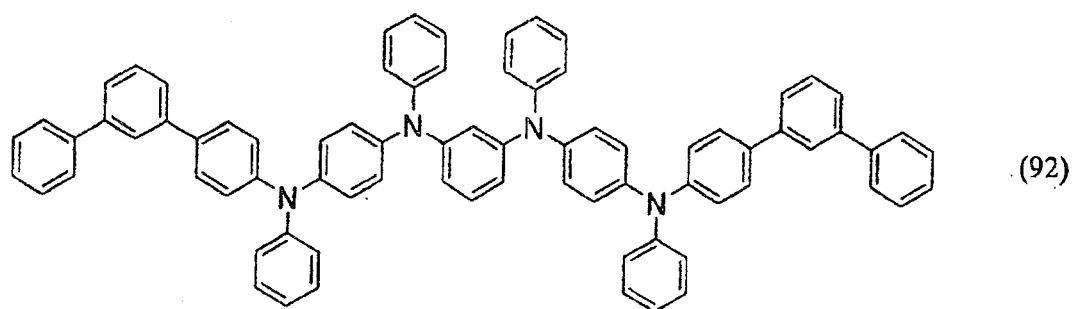
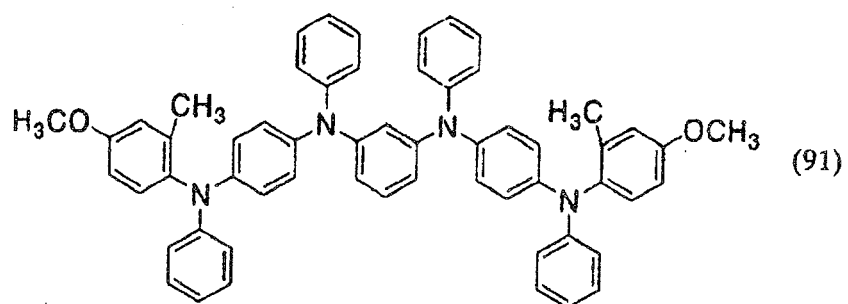
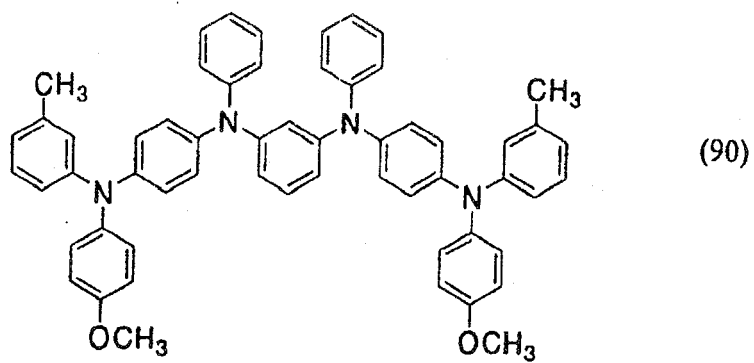
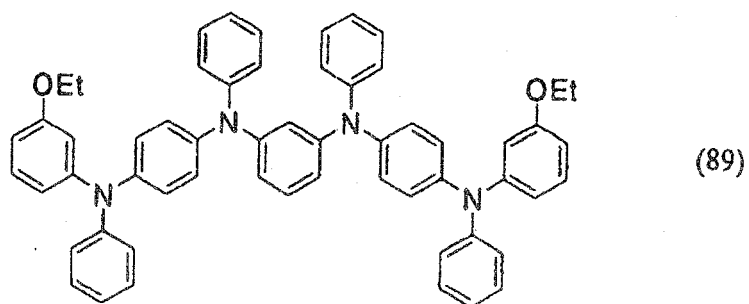


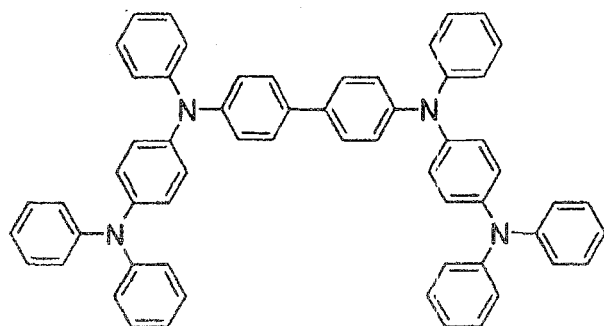




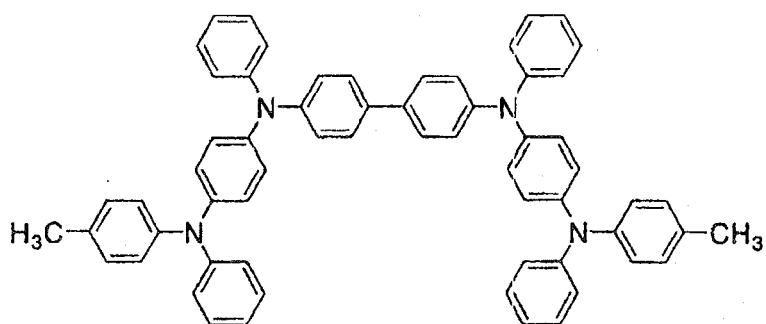




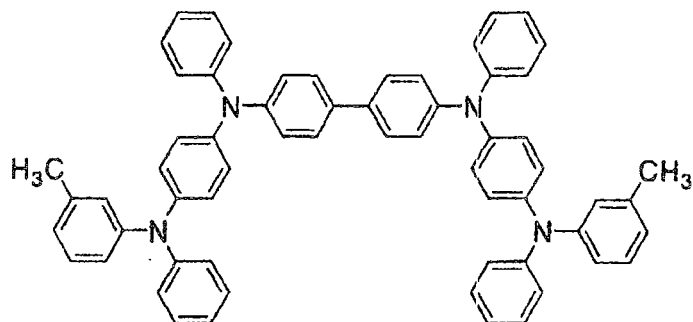




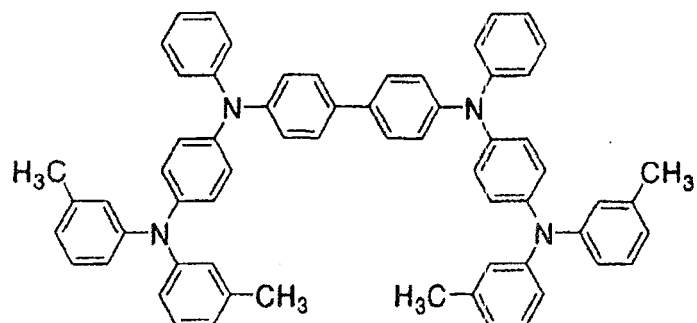
(93)



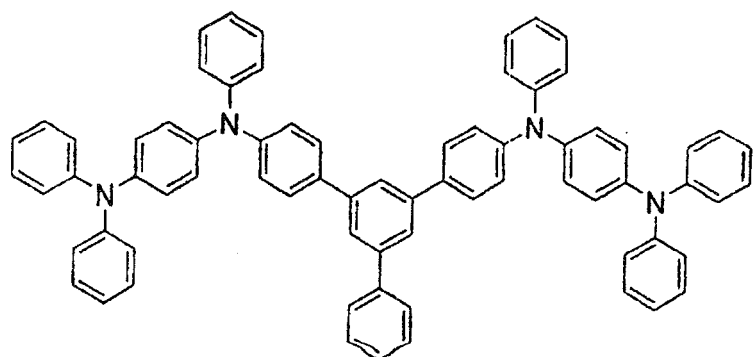
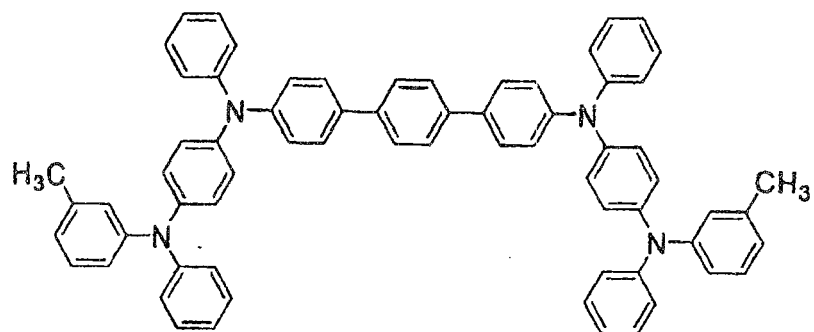
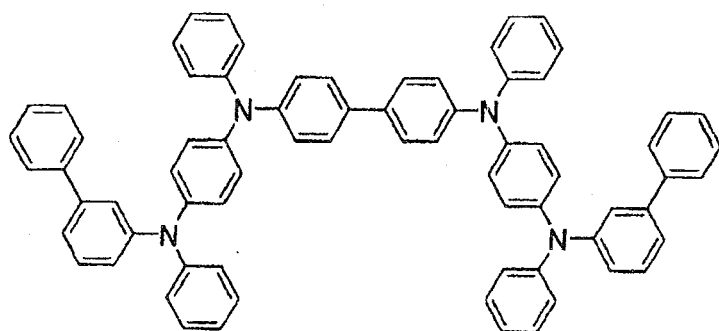
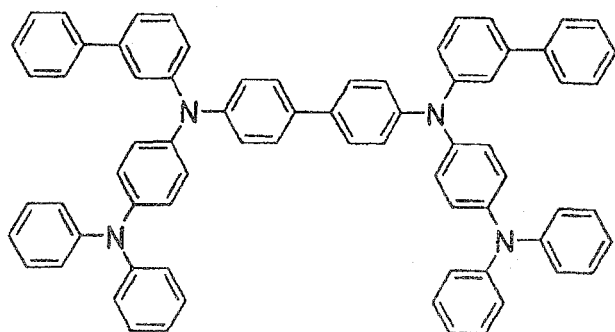
(94)

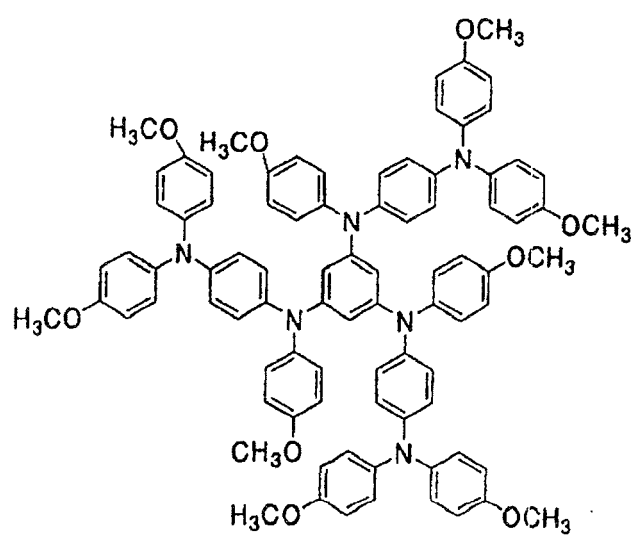
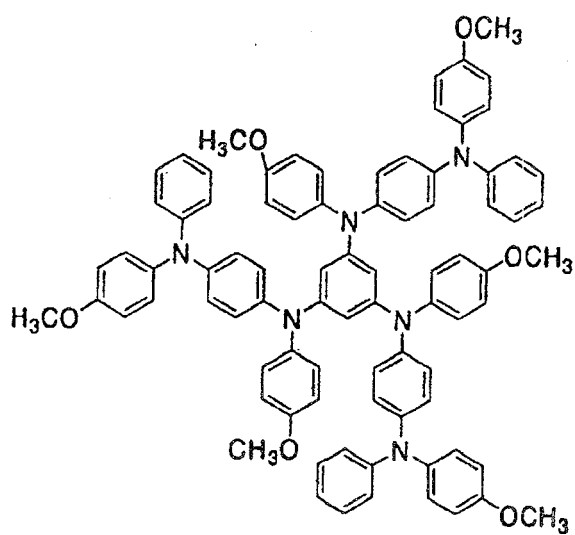
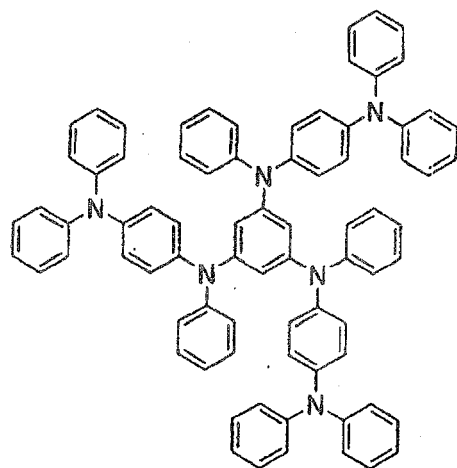


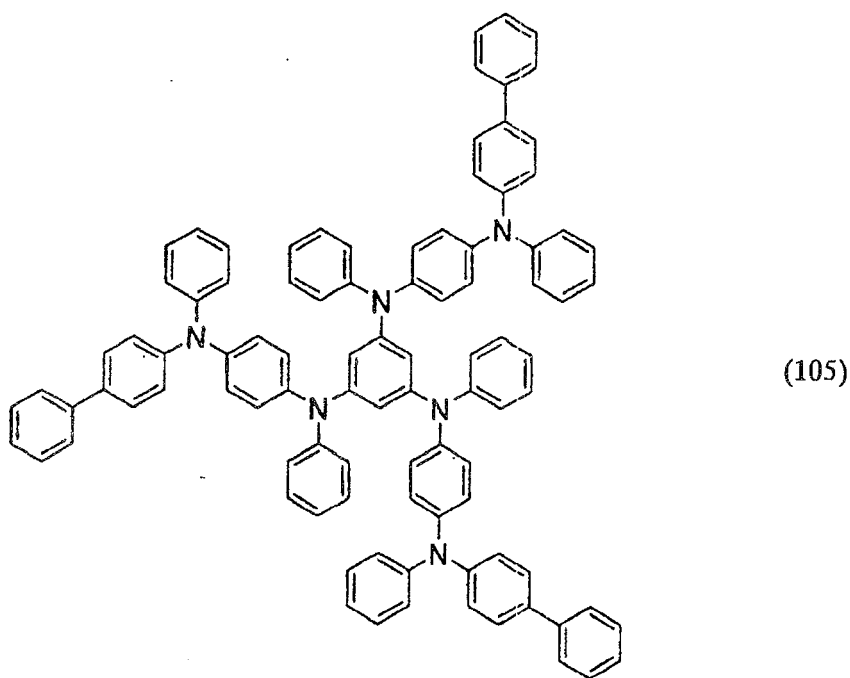
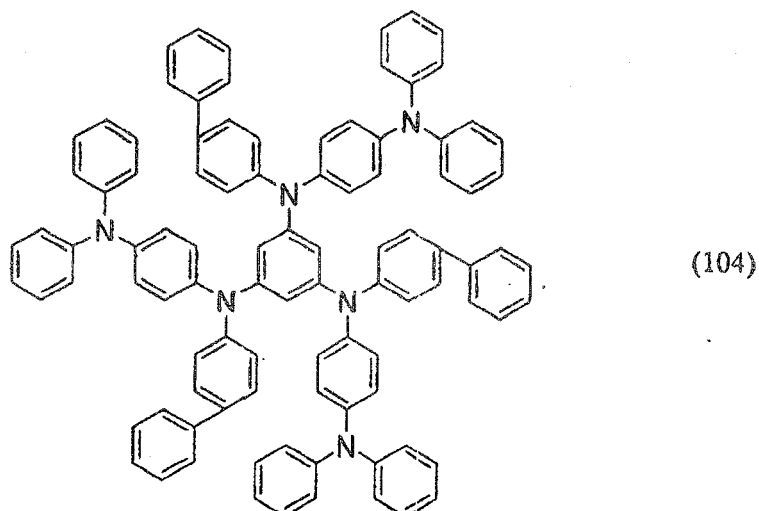
(95)



(96)







相应于通式(1)-(3)的特定的化合物由上述的结构通式表示。作为由通式(1)代表的有机化合物的特定的实例，可以给出的是由结构通式(11)-(57)代表的有机化合物。作为由通式(2)代表的有机化合物的特定的实例，可以给出的是由结构通式(58)-(100)代表的有机化合物。此外，作为由通式(3)代表的有机化合物，特定地，可以给出的是由结构通式(101)-(105)代表的有机化合物。

在相应于由通式(2)代表的有机化合物的由结构通式(58)-(100)代表的特定的有机化合物之中，由结构通式(58)-(71)和结构通式(73)-(76)代表的有机化合物是其中 X 是结构通式(2-1)的有机化合物。此外，在由结构

通式(72)代表的有机化合物中，X是结构通式(2-2)。在由(77)-(92)代表的有机化合物中，X是结构通式(2-3)。

在由结构通式(93)-(98)代表的有机化合物中，通式(2)的X是结构通式(2-4)。在由结构通式(99)代表的有机化合物中，X是结构通式(2-5)。此外，在由结构通式(100)代表的有机化合物中，X是结构通式(2-6)。

作为用于本发明的复合材料的无机化合物，过渡金属氧化物是优选的。具体地说，可以给出氧化钛、氧化锆、氧化铪、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰、氧化铈等。特别是，因为氧化钒、氧化钼、氧化钨和氧化铈具有极好的电子接受性能，它们是优选的。在它们之中，特别是，即使在大气空气下，氧化钼是稳定的，因此它容易被处理并且是更优选的。

用于制造本发明复合材料的方法不特别受限，无论是湿法还是干法，只要通过该方法形成在可见光区域中没有吸收光谱的复合材料，然而，蒸发法是优选的，因为容易进行借助于阴影掩模的图案化。例如，本发明复合材料可以优选通过有机化合物和无机化合物的共同蒸发而形成。此外，在如上所述的过渡金属氧化物之中，因为氧化钼容易在真空中蒸发，当形成包括氧化钼的复合材料时，从制造工艺的观点来看，该复合材料优选通过共同蒸发而形成。

[实施方案模式2]

在该实施方案模式中，将描述本发明发光元件的层压结构的实例。本发明发光元件在一对电极之间具有多个层。通过合并由具有极好的载流子注入性能的物质制成的层和由具有极好的载流子输送性能的物质制成的层来层压多个层，使得除了电极之外，形成发光区域，即，在远离电极处出现了载流子的再结合。

参考图 1A，以下将描述本发明发光元件的一个实例。在该实施方案模式中，发光元件包括第一电极 102、第一层 103、第二层 104、第三层 105 和第四层 106，其顺序地层压在第一电极 102 上，和在第四层 106 上提供的第二电极 107。在该实施方案模式中，第一电极 102 用作阳极，第二电极 107 用作阴极。

这种发光元件在基材 101 上形成，所述基材 101 被用作发光元件的承载体。作为基材 101，可以使用例如玻璃、塑料等。进一步地，可以将除上述材料以外的材料用作基材 101，只要其在制造发光元件的步骤

中用作发光元件的承载体。作为第一电极 102, 可以使用各种金属、合金、导电化合物等。

例如, 可以给出的是氧化锡铟(ITO)、含硅或氧化硅的氧化锡铟、氧化铟锌(IZO)、含氧化钨和氧化锌的氧化锡铟(IWZO)等。这些导电金属氧化物薄膜通常通过溅射形成。例如, 氧化铟锌(IZO)可以使用其中 1-20wt%氧化锌混合于氧化铟中的靶通过溅射而形成。此外, 含氧化钨和氧化锌的氧化锡铟(IWZO)可以使用其中将 0.5-5wt%的氧化钨和 0.1-1wt%的氧化锌添加到氧化铟的靶通过溅射而形成。此外, 金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、钛(Ti)、铜(Cu)、钯(Pd)、铝(Al)、铝硅合金(Al-Si)、铝钛合金(Al-Ti)、铝硅铜合金(Al-Si-Cu)、金属材料的氮化物(例如, TiN)等可用于第一电极 102。当第一电极被用作阳极时, 在上述材料之中, 优选使用具有高功函数(4.0eV 或更多)的材料形成第一电极。在本发明发光元件中, 第一电极 102 的材料不局限于具有高功函数的材料, 也可以使用具有低功函数的材料。

第一层 103 包含本发明复合材料。如实施方案模式 1 所示, 本发明复合材料包含具有任何由通式(1)-(3)表示的结构的有机化合物和无机化合物。因为本发明复合材料具有高载流子密度, 它具有极好的载流子注入性能以及极好的载流子输送性能。在该实施方案模式中, 本发明复合材料用作空穴注入层。进一步地, 第一层 103 可能包括不仅单层结构而且可能包括其中层压两层或更多层的结构。

使用具有强空穴输送性能的物质, 例如, 芳香胺(即包含苯环-氮键)化合物如: 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写: α -NPD 或 NPB); N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(缩写: TPD); 4,4',4''-三(N,N'-二苯胺)三苯胺(缩写: TDATA); 和 4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(缩写: MTDATA), 来形成第二层 104。这里给出的物质主要是具有 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更大的空穴输送迁移率的物质。进一步地, 可以使用其它物质, 只要它是其中空穴输送性能强于电输送性能的物质。进一步地, 第二层 104 可能包括不仅单层结构而且可能包括其中层压使用上述物质形成的两层或更多层的结构。

第三层 105 是含具有强发光性能的物质层。例如, 第三层 105 是通过自由地结合具有强发光性能的物质如 N,N'-二甲基喹吖啶酮(缩写: DMQd)、N,N'-二苯基喹吖啶酮(缩写: DPQd)、3-(2-苯并噻唑)-7-二乙基

氨基香豆素(缩写: 香豆素 6)和双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉根合]铱(乙酰丙酮)(缩写: $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$)和难以结晶的具有强载流子输送性能的物质如三(8-喹啉根合)铝(缩写: Alq_3)和 9,10-二(2-萘基)蒽(缩写: DNA)而形成的。进一步地, 因为 Alq_3 和 DNA 是同时具有强发光性能的物质, 其每一个可以独立地用作第三层 105。

使用具有强电子输送性能的物质, 例如, 具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物如三(8-喹啉根合)铝(缩写: Alq_3)、三(4-甲基-8-喹啉根合)铝(缩写: Almq_3)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉根合)铍(缩写: BeBq_2)和双(2-甲基-8-喹啉根合)(4-苯基苯酚根合)铝(缩写: BAlq)等, 形成第四层 106。此外, 还可以使用具有噁唑配位体或噻唑配位体的金属配合物如双[2-(2-羟苯基)-苯并噁唑根合]锌(缩写: $\text{Zn}(\text{BOX})_2$)和双[2-(2-羟苯基)-苯并噻唑根合]锌(缩写: $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$)。

除了上述金属配合物以外, 还可以使用 2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(缩写: PBD); 1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(缩写: OXD-7); 3-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(缩写: TAZ); 3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(缩写: p-EtTAZ); 红菲咯啉(缩写: BPhen); 浴铜灵(缩写: BCP)等作为具有强空穴输送性能的物质。

这里提及的物质主要是具有 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更大的电子迁移率的物质。进一步地, 除上述物质以外的物质可用于第四层 106, 只要它是一种其中电子输送性能比空穴输送性能更强的物质。此外, 第四层 106 可能包括不仅单层结构而且可能包括其中层压两层或更多层的结构。

作为用于形成第二电极 107 的物质, 可以使用金属、合金、导电化合物, 其各自具有低功函数(3.8eV 或以下), 或者其混合物。具体地说, 属于元素周期表第 1 族或第 2 族的元素, 即碱金属如锂(Li)和铯(Cs), 碱土金属如镁(Mg)、钙(Ca)和锶(Sr), 含这些元素的合金(如 Mg:Ag 和 Al:Li)可被用作阴极材料。

或者, 通过在第二电极 107 和发光层之间插入具有促进电子注入功能的层, 各种导电材料如 Al、Ag、ITO 和氧化锡铟(含硅的)可用于第二电极 107, 不管功函数水平如何。作为具有促进电子注入功能的层, 可以使用碱金属化合物或者碱土金属化合物, 如氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)和氟化钙(CaF_2)。另外, 可以使用由具有电子输送性能的物质制成的层,

该物质包含碱金属或碱土金属,例如,含镁(Mg)的 Alq_3 等。

不特别限制用于形成第一层 103、第二层 104、第三层 105 和第四层 106 的方法。这些层可以使用除蒸发以外的方法形成。例如,这些层可以通过使用喷墨、旋涂等形成。进一步地,它们可以通过对各个电极或者各个层使用不同的方法形成

在具有上述结构的本发明发光元件中,由于在第一电极 102 和第二电极 107 之间形成的电位差,当电流流过发光元件时,在含有具有强发光性能的物质第三层 105 处空穴和电子重组,因而发光。即,在第三层 105 中形成发光区域。进一步地,整个第三层 105 不必用作发光区域。例如,发光区域可以仅仅在第二层 104 的一侧或者在第四层 106 的一侧在第三层 105 的一部分中形成。

通过第一电极 102 和第二电极 107 中的一个或者两个,在发光区域中形成的光被发射到外部。因此,使用具有透光性能的物质形成第一电极 102 和第二电极 107 中的一个或者两个。当仅仅使用具有透光性能的物质形成第一电极 102 时,通过第一电极 102 和基材发射在发光区域中形成的光,如图 1A 所示。

另一方面,当仅仅使用具有透光性能的物质形成第二电极 107 时,从基材的相对侧通过第二电极 107 发射在发光区域中形成的光,如图 1B 所示。当使用具有透光性能的物质形成第一电极 102 和第二电极 107 两者时,从基材侧和基材的相对侧两者,通过第一电极 102 和第二电极 107 两者,发射在发光区域中形成的光,如图 1C 所示。

进一步地,在第一电极 102 和第二电极 107 之间提供的层的结构不局限于上述的结构。也可使用不同于上述结构的结构,只要它具有这样的区域,其中空穴和电子在远离第一电极 102 和第二电极 107 的部分重组,使得阻止由于接近发光区域和金属而引起的光猝灭,并且还具有含本发明复合材料的层。

即,不特别限制在第一和第二电极间提供的层的层压结构,并且可以自由地以与含本发明复合材料的层的组合的方式提供使用具有强电子输送性能的物质、具有强空穴输送性能的物质、具有强电子注入性能的物质、具有强空穴注入性能的物质、具有双极性的物质(即具有强电子输送性能和强空穴输送性能的物质)等形成的层。此外,可以在第一电极 102 上提供使用氧化硅薄膜等形成的层以便控制载流子重组的位置。

通过顺序地在用作阴极的第一电极 302 上层压使用具有强电子输送性能的物质形成的第一层 303、使用具有强发光性能的物质形成的第二层 304、使用具有强空穴输送性能的物质形成的第三层 305、使用本发明复合材料形成的第四层 306 和用作阳极的第二电极 307 形成图 2 中所示的发光元件。进一步地，附图标记 301 是基材。

在该实施方案模式中，在由玻璃、塑料等制成的基材上制造发光元件。通过在一个基材上提供如上所述的多个发光元件，可以制造无源基质(matrix)发光装置。进一步地，在例如薄膜晶体管(TFT)列阵基材而不是由玻璃、塑料等制成的基材上，可以制造发光元件。这使得可以制造一种有源基质发光装置，其通过 TFT 控制驱动发光元件。进一步地，不特别限制 TFT 的结构，可以使用交错的 TFT 或者逆向交错的 TFT。相对于在 TFT 阵列基材上形成的驱动电路，该驱动电路可以使用 N 型 TFT 和 P-型 TFT、或者 N 型 TFT 或 P-型 TFT 形成。

本发明发光元件具有实施方案模式 1 中所示的含复合材料的层。因为在含本发明复合材料的层中形成空穴，该层具有极好的空穴注入性能、使降低驱动电压成为可能。含本发明复合材料的层具有极好的导电性能，因此即使提高层的厚度，也可以抑制发光元件的驱动电压的增加。因此，通过提高含复合材料的层的厚度，可以阻止上下电极之间的短路。结果，由于在制造工艺中形成的粉尘所造成的缺陷可以被抑制，这使得可以提高产量。

提高含本发明复合材料的层的厚度可以阻止由损坏等所引起的短路，因此可以获得具有高可靠性的发光元件。例如，相比于常规发光元件，其中电极间的厚度是 100-150nm，使用本发明复合材料的发光元件的电极间的厚度可以被设置为 100-500nm，更优选地，200-500nm。

因为含本发明复合材料的层在可见光区域中不具有吸收峰，该层具有极好的可见光透射率，因此可以有效地将发光区域中形成的光发射到外部。因而，相比于常规情况，可以改进发光效率。此外，因为含本发明复合材料的层具有高载流子密度，该层可以与电极欧姆接触。即，相对于电极，发光元件的接触电阻低。因此，不管功函数等，可以自由地选择电极材料。结果，可以放宽电极材料的选择。

因为可以通过真空蒸发形成含本发明复合材料的层，当通过真空蒸发形成含发光物质的层时，在没有暴露于大气空气的情况下，可以在相

同真空装置中形成这两层。即，可以在真空中形成发光元件。因而，在制造工艺中可以防止粉尘附着于层上，使提高产量成为可能。此外，因为含本发明复合材料的层包括有机材料和无机材料，可以降低电极和含发光物质的层之间形成的应力。此外，本实施方案模式可以自由地与其它实施方案模式相结合。

[实施方案模式 3]

在该实施方案模式中，参考图 3A-3C 和图 4A-4C 将描述具有不同于实施方案模式 2 中所示的发光元件的结构的发光元件。在该实施方案模式中，可以提供含本发明复合材料的层，以与用作阴极的电极接触。图 3A 显示了本发明发光元件的结构的实例。该发光元件具有这样的结构，其中第一层 411、第二层 412 和第三层 413 层压在第一电极 401 和第二电极 402 之间。在该实施方案模式中，第一电极 401 用作阳极，第二电极 402 用作阴极。

第一电极 401 和第二电极 402 可以使用与实施方案模式 2 相同的结构。第一层 411 包含具有强发光性能的物质，第二层 412 包含一种选自具有供电子性能的物质和具有强电子输送性能的化合物的化合物，第三层 413 包含描述于实施方案模式 1 中的复合材料。作为包含在第二层 412 中的具有供电子性能的物质，优选使用碱金属、碱土金属或者其氧化物或盐。具体地说，可以给出的是锂、铯、钙、氧化锂、氧化钙、氧化钡、碳酸铯等。

在上述结构中，如图 3A 所示，通过将电压施加到发光元件，电子在第二层 412 和第三层 413 之间的界面附近传递而形成电子和空穴。第二层 412 将电子输送到第一层 411，而第三层 413 将空穴输送到第二电极 402。即，第二层 412 和第三层 413 的结合用作载流子形成层。

因此可以说第三层 413 用来将空穴输送到第二电极 402。另外，第三层 413 显示出极强的空穴注入和输送性能并且具有高可见光透射率，由此，可以阻止光发射的提取效率的减小(由薄膜厚度增加所引起)。因此，就图 3A 来说，当通过溅射形成第二电极 402 时，可以降低对包括具有发光性能的第一层 411 的损害。

通过改变第一电极 401 和第二电极 402 的材料，本发明发光元件，就其结构来说，具有不同的变体。在图 3B 和 3C 以及图 4A-4C 中显示了不同变体的示意图。进一步地，用于图 3A 中的相同的附图标记也用

于图 3B 和 3C 以及图 4A-4C 中。附图标记 400 表示用于支承本发明发光元件的基材。

图 3A-3C 显示了各种实例,在其每一个中,第一层 411、第二层 412 和第三层 413 以这一顺序层压在基材 400 上。当第一电极 401 具有透光性能和第二电极 402 具有光屏性能(特别是,反光性能)时,可以通过基材 400 发射光,如图 3A 所示。或者,当第一电极 401 具有光屏性能(特别是,反光性能)和第二电极 402 具有透光性能时,可以通过基材 400 的相对侧发射光,如图 3B 所示。此外,当第一电极 401 和第二电极 402 都具有透光性能时,光可以通过基材 400 和基材 400 的相对侧发射,如图 3C 所示。

图 4A-4C 显示了各种实例,在其每一个中,第三层 413、第二层 412 和第一层 411 以这一顺序层压在基材 400 上。当第一电极 401 具有光屏性能(特别是,反光性能)和第二电极 402 具有透光性能时,可以通过基材 400 发射光,如图 4A 所示。或者,当第一电极 401 具有透光性能和第二电极 402 具有光屏性能(特别是,反光性能)时,可以通过基材 400 的相对侧发射光,如图 4B 所示。进一步地,当形成第一电极 401 和第二电极 402 以具有透光性能时,光可以通过基材 400 和基材 400 的相对侧发射,如图 4C 所示。

此外,如图 3A-3C 所示,形成第一电极 401 后,在第一电极 401 上可以顺序地层压第一层 411、第二层 412 和第三层 413,于是可以在其上形成第二电极 402。或者,如图 4A-4C 所示,形成第二电极 402 后,在第二电极 402 上可以顺序地层压第三层 413、第二层 412 和第一层 411,于是可以在其上形成第一电极 401。当形成所述实施方案模式的发光元件时,可以使用已知的方法,不管湿法和干法。此外,本实施方案模式可以自由地与其它实施方案模式相结合。

[实施方案模式 4]

参考 5A-5C 和图 6A-6C 将描述具有不同于实施方案模式 2 和实施方案模式 3 中所示的发光元件的结构的发光元件。在这种实施方案模式中所示的结构中,可以提供含本发明复合材料的层以接触发光元件的两个电极。图 5A 显示了这种实施方案模式的发光元件的结构的实例。在第一电极 201 和第二电极 202 之间层压第一层 211、第二层 212、第三层 213 和第四层 214。

在该实施方案模式中，第一电极 201 用作阳极，第二电极 202 用作阴极。实施方案模式 2 中所示的相同结构可用于第一电极 201 和第二电极 202。第一层 211 是描述于实施方案模式 1 中的含本发明复合材料的层。第二层 212 是包含具有强发光性能的物质层。

第三层 213 是一种激光器，其包含一种选自具有供电子性能的物质化合物和具有强电子输送性能的物质化合物。第四层 214 是描述于实施方案模式 1 中的含本发明复合材料的层。作为包含在第三层 213 中的具有供电子性能的物质，优选使用碱金属、碱土金属或者其氧化物或盐。具体地说，可以给出的是锂、铯、钙、氧化锂、氧化钙、氧化钡、碳酸铯等。

在上述结构中，如图 5A 所示，通过将电压施加到发光元件，电子在第三层 213 和第四层 214 之间的界面附近传递而形成电子和空穴。第一层 213 将电子输送到第二层 212，而第四层 214 将空穴输送到第二电极 202。即，第三层 213 和第四层 214 的结合用作载流子形成层。此外，因此可以说第四层 214 用来将空穴输送到第二电极 202。

另外，第一层 211 和第四层 214 显示出极强的空穴注入和输送性能。因此，在所述实施方案模式的发光元件中，可以极大增加阳极侧的第一层 211 的厚度和阴极侧的第四层 214 的厚度，由此，可以进一步有效地阻止发光元件的短路。就图 5A 来说，当通过溅射形成第二电极 202 时，可以降低对包括具有发光性能的物质层 212 的损害。此外，通过在具有发光功能的第二层的两侧上使用相同的材料而形成第一层 211 和第四层 214，可以预期到抑制应力变形的作用。

通过改变第一电极 201 和第二电极 202 的材料，本发明发光元件，就其结构来说，具有不同的变体。在图 5B 和 5C 以及图 6A-6C 中显示了不同变体的示意图。进一步地，用于图 5A 中的附图标记也用于图 5B 和 5C 和图 6A-6C。附图标记 200 表示用于支承本发明发光元件的基材。图 5A-5C 显示了各种实例，在其每一个中，第一层 211、第二层 212、第三层 213 和第四层 214 以这一顺序层压在基材 200 上。

当第一电极 201 具有透光性能和第二电极 202 具有光屏性能(特别是，反光性能)时，可以通过基材 200 发射光，如图 5A 所示。或者，当第一电极 201 具有光屏性能(特别是，反光性能)和第二电极 202 具有透光性能时，可以通过基材 200 的相对侧发射光，如图 5B 所示。此外，

当第一电极 201 和第二电极 202 都具有透光性能时,光可以通过基材 200 和基材 200 的相对侧发射,如图 5C 所示。

图 6A-6C 显示了各种实例,在其每一个中,第四层 214、第三层 213、第二层 212 和第一层 211 以这一顺序层压在基材 200 上,如不同于图 5A-5C。当第一电极 201 具有光屏性能(特别是,反光性能)和第二电极 202 具有透光性能时,可以通过基材 200 发射光,如图 6A 所示。或者,当第一电极 201 具有透光性能和第二电极 202 具有光屏性能(特别是,反光性能)时,可以通过基材 200 的相对侧发射光,如图 6B 所示。进一步地,当形成第一电极 201 和第二电极 202 以具有透光性能时,光可以通过基材 200 和基材 200 的相对侧发射,如图 6C 所示。

进一步地,有可能使用这样的结构,其中第一层 211 包含一种选自具有供电子性能的物质的化合物和具有强电子输送性能的化合物,第二层 212 包含具有发光性能的物质,第三层 213 包含描述于实施方案模式 1 中的复合材料,第四层 214 包含一种选自具有供电子性能的物质的化合物和具有强电子输送性能的化合物。此外,形成第一电极 201 后,可以在第一电极 201 上顺序地层压第一层 211、第二层 212、第三层 213 和第四层 214,然后可以在其上形成第二电极 202。或者,形成第二电极 202 后,可以在第二电极 202 上顺序地层压第四层 214、第三层 213、第二层 212 和第一层 211,然后可以在其上形成第一电极 201。当形成所述实施方案模式的发光元件时,可以使用已知的方法,不管湿法和干法。此外,本实施方案模式可以自由地与其它实施方案模式相结合。

[实施方案模式 5]

在该实施方案模式中,将描述具有不同于实施方案模式 2 和实施方案模式 4 中所示结构的结构的发光元件。在这种实施方案模式中显示了具有其中层压了多个发光单元的结构结构的发光元件。所述实施方案模式显示了一种情形,其中本发明复合材料在发光元件中被用于电荷形成层。即,参考图 7,在这种实施方案模式中显示了其中层压了多个发光单元的所谓的串联发光元件。在图 7 中,在第一电极和第二电极间层压了两个发光单元。

在图 7 中,在第一电极 501 和第二电极 502 之间层压了第一发光单元 511 和第二发光单元 512。电荷形成层 513 插入在第一发光单元 511 和第二发光单元 512 之间。第一电极 501 和第二电极 502 可以通过使用

已知的材料形成。第一发光单元 511 和第二发光单元 512 可以分别包括已知的结构。

电荷形成层 513 包含描述于实施方案模式 1 中的本发明复合材料。因为本发明复合材料具有高可见光透射率,因此在第一发光单元和第二发光单元中形成的光的透射率可以被提高,使改进光至外部的提取效率成为可能。进一步地,电荷形成层 513 可以通过结合本发明复合材料和已知材料而形成。例如,如实施方案模式 3 所示,电荷形成层 513 可以通过结合由本发明复合材料制成的层和含一种选自具有供电子性能的物质的化合物和具有强电子输送性能的化合物的层而形成。进一步地,电荷形成层 513 可以利用使用本发明复合材料形成的层和透明的导电薄膜的结合而形成。

在这种实施方案模式中描述了包括两个发光单元的发光元件。进一步地,其中层压了三个或更多个发光单元的发光元件当然可以以和本实施方案模式同样的方式使用本发明复合材料形成。例如,通过将第一发光单元、第一电荷形成层、第二发光单元、第二电荷形成层和第三发光单元以这一顺序进行层压而形成其中层压了三个发光单元的发光元件。在第一电荷形成层和第二电荷形成层中的任何一个或者两者中可以包括本发明复合材料。此外,本实施方案模式可以自由地与其它实施方案模式相结合。

[实施方案模式 6]

在该实施方案模式中,将描述具有本发明发光元件的发光装置。在该实施方案模式中,在像素部分中具有本发明发光元件的发光装置将参考图 8A 和 8B 来描述。图 8A 是发光装置的顶视图,图 8B 是沿图 8A 中的线 A-A'和线 B-B'的横剖面视图。由虚线所环绕的部分 601 是驱动电路部分(源侧驱动电路),由另一虚线所环绕的部分 602 是像素部分,由另一虚线所环绕的部分 603 是驱动电路部分(栅侧驱动电路)。另外,附图标记 604 表示密封基材并且附图标记 605 表示密封材料。由密封材料 605 所环绕的内部是空隙 607。

引线 608 是用于将待输入的信号传输到源侧驱动电路 601 和栅侧驱动电路 603 的导线,其接收来自 FPC(柔性印刷电路)609 的作为外部输入端的信号如视频信号、时钟信号、起始信号和复位信号。虽然这里仅仅显示了 FPC,可以将印刷线路板(PWB)连接于 FPC。本说明书中的发

光装置的种类不仅包括发光装置，而且包括连接于 FPC 或者 PWB 的发光装置。

其次，参考图 8B 将描述发光装置的截面结构。在元件基材 610 上形成驱动电路部分和像素部分。在图 8B 中，显示了驱动电路部分的源侧驱动电路 601 和像素部分 602 中的一个像素。在源侧驱动电路 601 中，形成了其中结合了 n 型沟道 TFT 623 和 P 型沟道 TFT 624 的 CMOS 电路。由 TFTs 构成的驱动电路可以与已知的 CMOS 电路、PMOS 电路或 NMOS 电路一起形成。

虽然这种实施方案模式描述了在相同的基材上形成驱动电路的情况，但是驱动电路不必在相同的基材上形成，并且驱动电路可以在基材外部形成。像素部分 602 包括多个像素。各个像素包括开关 TFT 611、电流控制 TFT 612 和电连接到电流控制 TFT 612 的漏极的第一电极 613。形成绝缘体 614 以覆盖第一电极 613 的尾部。这里，阳性光敏丙烯酸树脂薄膜用来形成绝缘体 614。

另外，绝缘体 614 的上或下端部分被制成具有一定曲率的曲面，以便改进覆盖度。例如，就使用阳性光敏丙烯酸类化合物作为绝缘体 614 的材料来说，优选的是仅仅绝缘体 614 的上端部分被制成具有曲率半径 ($0.2\mu\text{m}$ - $3\mu\text{m}$) 的曲面。此外，作为绝缘体 614，有可能使用阴性感光材料，其在光的作用下不溶于蚀刻剂，和阳性感光材料，其在光的作用下可溶于蚀刻剂。

在第一电极 613 上，形成含发光物质的层 616 和第二电极 617。这里，在该实施方案模式中，优选使用具有高功函的材料作为待用作其阳极的第一电极 613 的材料。例如，除单层如 ITO 薄膜、含硅的氧化锡铟薄膜、含氧化锌的氧化铟薄膜、氮化钛薄膜、铬薄膜、钨薄膜、Zn 薄膜或 Pt 薄膜之外，有可能使用氮化钛薄膜和主要含铝的薄膜的层压层，和氮化钛薄膜、主要含铝的薄膜和氮化钛薄膜的三层结构等。当使用层压结构时，作为导线，它具有低电阻，并且可以产生有利的欧姆接触。

含发光物质的层 616 还包含描述于实施方案模式 1 中的本发明复合材料。因为发光元件具有本发明的含复合材料的层，所以，可以降低发光元件的驱动电压，由此可以降低发光装置的能量消耗。此外，本发明发光元件具有高发光效率，使得可以进一步地降低能量消耗。

通过利用本发明复合材料，可以提高发光元件的电极间的厚度，使

阻止由粉尘、损坏等所引起的短路成为可能。结果,可以获得高度可靠的发光装置,因此改进发光装置的生产产量。作为可以与描述于实施方案模式 1 中的本发明复合材料结合使用的材料,可以使用已知的方法,具体来说,可以使用低分子量材料、中等分子量材料(包括低聚物和树枝状聚合物)或高分子量材料。

作为在含发光物质的层 616 上形成的用于第二电极(阴极)617 的材料,优选使用具有低功函的材料(例如, Al、Ag、Li、Ca, 其合金或化合物如 MgAg、MgIn、AlLi、CaF₂、LiF 和氮化钙)。当在含发光物质的层 616 中形成的灯光通过第二电极 617 时,具有一定厚度的薄的金属薄膜和透明导电薄膜(如 ITO、含氧化锌的氧化铟、含硅的氧化锡铟或氧化锌(ZnO))的层压层可以用作第二电极(阴极)617。

在发光元件中,密封基材 604 和元件基材 610 彼此借助密封材料 605 而相连接,因而可以获得一种结构,其中在由元件基材 610、密封基材 604 和密封材料 605 所环绕的空隙 607 中提供发光元件 618。除了其中空隙 607 充满惰性气体(如氮或氩)的情况以外,还存在这样一种情况,其中空隙 607 充满了密封材料 605。优选使用用于密封材料 605 的环氧树脂。几乎不传输水和氧气的材料是优选的。

进一步地,作为用于密封基材 604 的材料,使用 FRP(玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、Mylar®、聚酯、丙烯酸类化合物等形成的塑料基材以及玻璃基材和石英基材可以被使用。如上所述,可以获得具有本发明发光元件的发光装置。

在该实施方案模式中,以上描述了有源基质发光装置,其中通过晶体管控制驱动发光元件。或者,可以制造无源基质发光装置,其中在没有特别提供驱动元件如晶体管的情况下,驱动发光元件。图 10 显示了根据本发明制造的无源发光装置的透视图。在图 10 中,在基材 951 上,在电极 952 和电极 956 之间提供了含发光物质的层 955。用绝缘层 903 覆盖电极 952 的边缘,并且在绝缘层 953 上提供间壁层 954。

间壁层 954 具有一定斜率,使得间壁层的一个侧壁和其另一侧壁间的宽度逐渐朝基底表面变窄。即,在间壁层 954 的窄侧方向中的横截面具有梯形形状,下侧(其面对与绝缘层 953 的表面方向相同的方向,并且接触绝缘层 953)短于上侧(其面对与绝缘层 953 的表面方向相同的方向,并且不接触绝缘层 953)。通过按照下述方式提供间壁层 954,可以

阻止由于静电荷等造成的发光元件中的缺陷。此外,在无源发光装置(包括在低驱动电压下驱动的本发明发光元件)中,使得可以在低能量消耗的情况下对其进行驱动。

[实施方案模式 7]

这种实施方案模式将描述各个电子器件,其每一个包括实施方案模式 6 中所示的发光装置作为其部件。本发明的电子器件中的每一个包括描述于实施方案模式 1 中的复合材料并且具有消耗更少能量的显示器部分。各个电子器件具有高度可靠的显示器部分,其中可以抑制由于粉尘、损坏等造成的短路。

作为本发明的电子器件,可以例举的是照相机如图像照相机和数字照相机、护目镜型显示器、导航系统、放声装置(如汽车音响或音响组件)、个人电脑、游戏机、便携式信息终端设备(如便携式电脑、移动式电话、便携式游戏机和电子图书)、利用记录介质的图像重显装置(如可以复制记录介质如数字化视频光盘(DVD)并且装备有能够显示图像的显示器装置的装置)等。

这些电子器件的具体实例示于图 9A-9E 中。图 9A 显示了电视机,其包括外壳 9101、支架 9102、显示器部分 9103、扬声器部分 9104、视频输入端 9105 等。通过使用用于显示器部分 9103 的本发明发光装置来制造电视机。通过使用本发明发光装置,可以提供具有需要更少能量以及具有高可靠性的显示器部分的电视机。应当注意的是电视机的种类包括各种类型的信息显示器装置,例如用于计算机的显示器装置、用于 TV 广播接收的显示器装置、用于广告显示的显示器装置等。

图 9B 显示了一种计算机,其包括主体 9201、外壳 9202、显示器部分 9203、键盘 9204、外接端口 9205、指示鼠标 9206 等。通过使用用于显示器部分 9203 的本发明发光装置来制造计算机。通过使用本发明发光装置,可以提供具有需要更少能量以及具有高可靠性的显示器部分的计算机。

图 9C 显示了护目镜型显示器,其包括主体 9301、显示器部分 9302、支架部分 9303 等。通过使用用于显示器部分 9302 的本发明发光装置来制造护目镜型显示器。通过使用本发明发光装置,可以提供具有需要更少能量以及具有高可靠性的显示器部分的护目镜型显示器。

图 9D 显示了移动式电话,其包括主体 9401、外壳 9402、显示器部

分 9403、音频输入部分 9404、音频输出部分 9405、操作键 9406、外接端口 9407、天线 9408 等。通过使用用于显示器部分 9403 的本发明发光装置来制造移动式电话。通过使用本发明发光装置，可以提供具有需要更少能量以及具有高可靠性的显示器部分的移动式电话。另外，在显示器部分 9403 中，通过在黑色背景上显示白色字符可以抑制移动式电话的能量消耗。

图 9E 显示了照相机，其包括主体 9501、显示器部分 9502、外壳 9503、外接端口 9504、遥控接收部分 9505、图像接收部分 9506、电池 9507、音频输入部分 9508、操作键 9509、目镜部分 9510 等。通过使用用于显示器部分 9502 的本发明发光装置来制造照相机。通过使用本发明发光装置，可以提供具有需要更少能量以及具有高可靠性的显示器部分的照相机。

如上所述，可以在极宽范围内应用本发明的发光装置，并且可以在各种领域中将所述发光装置应用于电子器件中。通过使用本发明发光装置，可以提供具有需要更少能量以及具有高可靠性的显示器部分的电子器件。

[实施方案 1]

在实施方案 1 中将描述本发明复合材料的制造实例。进一步地，本发明不局限于这些实施方案，而权利要求的范围规定了本发明。对于实施方案 2 同样如此。在实施方案 1 中，将详述复合材料的制造实例。

«制造实施例 1»(DTDPPA+MoO_x)

首先，在真空蒸发装置中将玻璃基材固定到基材夹持器。然后，在不同的电阻加热型蒸发源中独立地倒入 DTDPPA(N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对苯二胺)(其由结构通式(14)表示)和氧化钼(钼的化合价: VI)。在其中压力减小到约 10^{-4} Pa 的真空条件下，通过 DTDPPA 和氧化钼的共同蒸发，通过使用本发明复合材料来形成薄膜。在这种情况下，DTDPPA 的蒸发速率为 0.4nm/s，然而蒸发了氧化钼，其数量是 DTDPPA 数量的 1/4。含 DTDPPA 和氧化钼的薄膜的厚度被设置为 50nm。

在图 11A 中显示了 DTDPPA 和氧化钼的复合材料的吸收光谱的测量结果。如图 11A 所示，在可见光区域(400-700nm)中没有观察到显著的吸收。进一步地，在仅仅含 DTDPPA 的单个薄膜或仅仅含氧化钼的单个薄膜中没有观察到的吸收在 900nm 附近形成。这表明形成了空穴。

«制造实施例 2»(DPAB+MoO_x)

以和制造实施例 1 同样的方式制造含 DPAB 和氧化钼的复合材料,区别在于使用由结构通式(93)表示的 DPAB(4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯)来代替制造实施例 1 的 DTDPPA。在图 11B 中显示了含 DPAB 和氧化钼的复合材料的吸收光谱的测量结果。如图 11B 所示,在可见光区域(400-700nm)中没有观察到显著的吸收。进一步地,在仅仅含 DPAB 的单个薄膜或仅仅含氧化钼的单个薄膜中没有观察到的吸收在 900nm 附近形成。这表明形成了空穴。

«制造实施例 3»(DNTPD+MoO_x)

以和制造实施例 1 同样的方式制造含 DNTPD 和氧化钼的复合材料,区别在于使用由结构通式(96)表示的 DNTPD(4,4'-双(N-{4-[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]苯基}-N-苯基氨基)联苯)来代替制造实施例 1 的 DTDPPA。在图 11C 中显示了含 DNTPD 和氧化钼的复合材料的吸收光谱的测量结果。如图 11C 所示,在可见光区域(400-700nm)中没有观察到显著的吸收。进一步地,在仅仅含 DNTPD 的单个薄膜或仅仅含氧化钼的单个薄膜中没有观察到的吸收在 900nm 附近形成。这表明形成了空穴。

«制造实施例 4»(DPA3B+MoO_x)

以和制造实施例 1 同样的方式制造含 DPA3B 和氧化钼的复合材料,区别在于使用由结构通式(101)表示的 DPA3B(1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯)来代替制造实施例 1 的 DTDPPA。在图 11D 中显示了含 DPA3B 和氧化钼的复合材料的吸收光谱的测量结果。如图 11D 所示,在可见光区域(400-700nm)中没有观察到显著的吸收。进一步地,在仅仅含 DPA3B 的单个薄膜或仅仅含氧化钼的单个薄膜中没有观察到的吸收在 900nm 附近形成。这表明形成了空穴。

«对比实施例»(NPB+MoO_x)

以和制造实施例 1 同样的方式制造含 NPB 和氧化钼的复合材料,区别在于使用 NPB 来代替制造实施例 1 的 DTDPPA。在图 12 中显示了含 NPB 和氧化钼的复合材料的吸收光谱的测量结果。如图 12 所示,很明显的是在处于可见光区域(400-700nm)中的 500nm 附近观察到显著的吸收。进一步地,在仅仅含 NPB 的单个薄膜或仅仅含氧化钼的单个薄膜中没有观察到的吸收在 1,400nm 附近形成。这表明形成了空穴。

其次,为了比较制造实施例 1-4 和对比实施例,图 13 显示了一条曲线,其中图 11A-11D 和图 12 的纵轴所显示的吸收被转化为透射率以便在同一曲线中进行比较。进一步地,在图 13 中,在可见光区域(400-700nm)中限制了横轴的波长。如图 13 所示,已知的是制造实施例 1-4 的可见光区域中的透射率约为 90%或更大。另一方面,已知的是对比实施例的透射率在 500nm 附近减小到 70s%。根据上述比较,相比于常规复合材料,本发明复合材料具有更好的透射率。

此外,在图 26 中显示了在蓝(450nm)-红(650nm)范围中的制造实施例 1、2 和 3 的 $1\mu\text{m}$ 的吸收。如图 26 所示,已知的是每一本发明复合材料的 $1\mu\text{m}$ 的吸收是 $2\mu\text{m}^{-1}$ 或以下,在蓝(450nm)-红(650nm)范围中吸收是少的。结果,本发明的复合材料在蓝(450nm)、绿(520nm)和红(650nm)范围内具有高透射率,它们适于全色显示器。

[实施方案 2]

在实施方案 2 中将详述使用本发明复合材料的发光元件。此外,通过对比实施例将描述本发明的效果。

«本发明发光元件»

首先,在玻璃基材上通过溅射形成含氧化硅的氧化锡铟而形成第一电极。进一步地,第一电极的厚度被设置为 110nm,电极面积被设置为 2mm^2 。

其次,将其上形成第一电极的基材固定于基材夹持器,其设置在真空蒸发装置之内,使得第一电极的表面朝向下方。其后,排空真空蒸发装置的内部,使得压力减小到约 10^{-4}Pa ,然后通过共同蒸发 DNTPD、氧化钼(钼的化合价: VI)和红荧烯在第一电极上形成含本发明复合材料的层。含本发明复合材料的层的厚度被设置为 120nm。DNTPD、氧化钼(钼的化合价: VI)和红荧烯之间的质量比被调节到 1:0.5:0.02。此外,共同蒸发方法是一种蒸发方法,其中在一个加工室中从多个蒸发源同时进行蒸发。

其次,含 NPB 的厚度为 10nm 的薄膜通过使用电阻加热的蒸发而形成,从而形成空穴输送层。进一步地,通过共同蒸发 Alq_3 和香豆素 6 在空穴输送层上形成厚度为 37.5nm 的发光层。 Alq_3 和香豆素 6 之间的质量比被调节为 1:0.05(= Alq_3 :香豆素 6)。因此,香豆素 6 分散在 Alq_3 中。

其后,通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq_3 形成电子传输

层, 以具有 37.5nm 的厚度。此外, 以和电子传输层同样的方式在电子传输层上使用氟化钙形成厚度 1nm 的电子注入层。然后, 通过使用电阻加热的蒸发在电子注入层上使用铝形成厚度 200nm 的第二电极。因而, 制造出本发明发光元件。

《对比元件 1》

以和上述的本发明发光元件同样的方式制造对比元件 1, 区别在于, 如上所述的在本发明的发光元件中含复合材料的层被替换为如下所述的含常规复合材料的层。在这种对比元件 1 中, 通过共同蒸发 NPB、氧化钼(钼的化合价: VI)和红荧烯, 在第一电极上形成含常规复合材料的层。含常规复合材料的层的厚度被设置为 120nm。NPB、氧化钼(钼的化合价: VI)和红荧烯之间的质量比被调节到 1:0.33:0.01。

《对比元件 2》

作为对比元件 2, 不使用复合材料来制造用于对比的发光元件。以和本发明发光元件同样的方式制造对比元件 2, 区别在于形成厚度 20nm 的含 CuPc 的薄膜以替代本发明发光元件中的含复合材料的层, 形成厚度 40nm 的含 NPB 的薄膜作为空穴输送层。分别测量了本发明发光元件、对比元件 1 和对比元件 2 的性能特征。进一步地, 在保持室温(25°C)的同时进行测量。要注意的是, 在每个元件中, 可以获得来源于香豆素 6 的绿光发射。

在图 14 中显示了每一发光元件的电压-电流特征。如图 14 所示, 相比于不含复合材料的含 CuPc 的对比元件 2, 电流更容易流过含本发明复合材料的发光元件和含常规复合材料的对比元件 1。这表明, 相对于有机化合物以及常规复合材料, 本发明复合材料具有极好的载流子输送性能和极好的载流子注入性能。

其次, 通过测量亮度-电流效率特征, 比较发光效率。在图 15 中显示了测量结果。已知的是, 如上所述, 电流容易流过本发明发光元件以及对比元件 1, 然而, 本发明发光元件的电流效率(发光效率), 其显示了相对于电流的输出(亮度), 超过了对比元件 1 的电流效率。用于该实验中的本发明发光元件发射绿光。如实施方案 1 所述, 然而, 据信在 500nm 附近(蓝区域-绿区域)常规复合材料具有差的透射率, 这导致了对比元件 1 的发光效率下降。

另一方面, 本发明复合材料具有极好的透光性能, 因此, 它显示出

极好的发光效率。为了进一步地测量本发明复合材料的发光特征，测量了本发明发光元件、对比元件 1 和对比元件 2 的电压-亮度特征。在图 16 中显示了测量结果。从测量结果来看，本发明复合材料具有极好的载流子输送性能和极好的载流子注入性能，相对于有机化合物来说，并且进一步地具有极好的透光性能。此外，如图 16 所示，本发明的发光元件具有最低的驱动电压。

[实施方案 3]

在这种实施方案中将描述这种情况，其中改变本发明复合材料中所含的无机化合物的浓度。

首先，在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度被设置为 110nm，电极面积被设置为 2mm^2 。

其次，通过共同蒸发 DNTPD 和氧化钼在第一电极上形成本发明的含复合材料的层。

随后，通过使用电阻加热的蒸发使用厚度 10nm 的 NPB 形成空穴输送层。

进一步地，通过共同蒸发 Alq_3 和香豆素 6 在空穴输送层上形成厚度为 40nm 的发光层。 Alq_3 和香豆素 6 之间的重量比被调节为 1:0.01(= Alq_3 :香豆素 6)。

其后，通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用厚度 30nm 的 Alq_3 形成电子传输层。

进一步地，以和电子传输层同样的方式在电子传输层上使用厚度 1nm 的氟化锂形成电子注入层。

然后，通过使用电阻加热的蒸发在电子注入层上使用厚度 200nm 的铝形成第二电极。因而，制造出本发明发光元件。

进一步地，在这种实施方案中，形成了多个发光元件，每一个具有含复合材料的层，使得含复合材料的层中所包含的 DNTPD 和氧化钼之间的比例被设置为 4vol%、7vol%、10vol%、13vol% 和 16vol%。发光元件的含复合材料的相应的层的厚度被设置为 60nm、90nm、120nm 和 150nm，基于相应的浓度。即，总共形成了二十种发光元件。

在本实施方案中制造的发光元件的电流-电压特征示于图 17-20 中。图 17 显示了在其中氧化钼浓度是 7vol% 的情况下的电流-电压特征。图 18 显示了在其中氧化钼浓度是 10vol% 的情况下的电流-电压特征。图

19 显示了在其中氧化钼浓度是 13vol%的情况下的电流-电压特征。图 20 显示了在其中氧化钼浓度是 16vol%的情况下的电流-电压特征。

在其中氧化钼的浓度是 7vol%的情况下,随着厚度增加,电流-电压特征向高电压一侧移动。类似地,在其中氧化钼的浓度是 10vol%的情况下,随着厚度增加,电流-电压特征向高电压一侧移动。然而,在其中氧化钼的浓度是 13vol%或更大的情况下,随着厚度增加,电流-电压特征没有向高电压一侧移动。因此,在其中氧化钼的浓度是 13vol%或更大的情况下,在没有提高驱动电压的情况下,含复合材料的层的厚度可以被自由地设置。

在这种实施方案中制造的发光元件中,检验了含复合材料的层中所含的无机化合物的浓度的影响。检查结果示于图 21 和图 22 中。图 21 显示了电流效率与氧化钼浓度的关系。图 22 显示了能量效率与氧化钼浓度的关系。根据图 21 和图 22,已知的是在本发明发光元件中,即使当提高含复合材料的层中所含的氧化钼的浓度时,电流效率和能量效率几乎不变。即,已知的是电流效率和能量效率与复合材料中所含的无机化合物的浓度变化无关。

[实施方案 4]

在这种实施方案中,通过改变本发明的含复合材料的层的厚度,比较发光元件的电流效率和能量效率。

首先,通过溅射在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度被设置为 110nm,电极面积被设置为 2mm^2 。

其次,通过共同蒸发 DNTPD 和氧化钼在第一电极上形成本发明的含复合材料的层。

随后,通过使用电阻加热的蒸发,使用 NPB 形成空穴输送层,以具有 10nm 的厚度。

进一步地,通过共同蒸发 Alq_3 和香豆素 6 在空穴输送层上形成厚度为 40nm 的发光层。 Alq_3 和香豆素 6 之间的重量比被调节为 1:0.01(= Alq_3 :香豆素 6)。

其后,通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq_3 形成电子传输层,以具有 30nm 的厚度。

进一步地,以和电子传输层同样的方式,在电子传输层上使用氟化锂形成电子注入层,以具有 1nm 的厚度。

然后,通过使用电阻加热的蒸发在电子注入层上使用厚度 200nm 的铝形成第二电极。因而,制造出本发明发光元件。

进一步地,在这种实施方案中,形成了多个发光元件,每一个具有含复合材料的层,使得含复合材料的层中所含的 DNTPD 和氧化钼之间的各个体积比被设置为 10vol%、13vol%和 16vol%。含复合材料的相应的层的厚度被设置为 60nm、90nm、120nm、150nm、180nm、210nm 和 240nm,基于相应的浓度。即,总共形成了 21 种发光元件。

在图 23 中显示了这种实施方案中制造的发光元件的厚度和电流效率的关系,而在图 24 中显示了厚度和其能量效率的关系。在 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的情况下,获得了两个测量结果。

如图 23 所示,根据薄膜厚度的变化,电流效率周期性地变化。如图 24 所示,根据薄膜厚度的变化,能量效率也周期性地变化。同样在各个浓度的氧化钼中观察到了这些现象,其与复合材料中所含的无机化合物的浓度无关。因此,据信由于光学干涉作用而引起了电流效率的变化。还据信其中含复合材料的层的厚度为 150nm 的情况可能提供最好的电流效率。进一步地,在能量效率中还观察到了类似的相关性,据信其中含复合材料的层的厚度为 150nm 的情况提供了最好的能量效率。

在图 25 中显示了光学计算和实际测量值的相关性。根据图 25,已知的是计算结果和实际测量值几乎彼此是类似的。

(对比例 1)

首先,通过溅射在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度被设置为 110nm,电极面积被设置为 2mm^2 。

其次,通过共同蒸发 NPB 和氧化钼在第一电极上形成含 NPB 和氧化钼的层。形成含 NPB 和氧化钼的层使得 NPB 和氧化钼之间的体积比是 10vol%。在对比元件 3 的情况中,含 NPB 和氧化钼的层的厚度被设置为 120nm。在对比元件 4 的情况中,含 NPB 和氧化钼的层的厚度被设置为 150nm。

随后,通过使用电阻加热的蒸发,使用 NPB 形成空穴输送层,以具有 10nm 的厚度。

进一步地,通过共同蒸发 Alq_3 和香豆素 6 在空穴输送层上形成厚度为 40nm 的发光层。 Alq_3 和香豆素 6 之间的重量比被调节为 1:0.01(= Alq_3 :香豆素 6)。

其后,通过用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq_3 以 30nm 的厚度形成电子传输层。

进一步地,以和电子传输层同样的方式在电子传输层上使用厚度 1nm 的氟化锂形成电子注入层。

然后,通过用电阻加热的蒸发在电子注入层上使用厚度 200nm 的铝形成第二电极。如此,制造对比元件 3 和 4。

表 1 显示了本实施方案的发光元件(其中含复合材料的层中所含的氧化钼的浓度是 13vol%,含复合材料的层的厚度是 150nm)、对比元件 3 和对比元件 4 的电流效率和能量效率。进一步地,表 1 显示了在 10 mA/cm^2 的情况下的测量结果。

[表 1]

	有机 化合物	含复合 材料的层 的厚度	复合材料中 所含的无机 化合物的 浓度(体积)	电流效率 (cd/A)	能量效率 (lm/W)
对比元件3	NPB	120nm	10vol%	11.0	6.4
对比元件4	NPB	150nm	10vol%	12.3	7.1
本发明的 发光元件	DNTPD	150nm	13vol%	14.0	7.5

如表 1 所示,已知的是通过使用本发明的含复合材料的层来改进电流效率和能量效率。此外,相比于其中本发明发光元件的含复合材料的层的厚度是 150nm 的情况和其中对比实施例 4 的含复合材料的层的厚度是 150nm 的情况,本发明发光元件的电流效率和能量效率被改进了很多。因此,通过使用本发明复合材料,可以获得具有高效率的发光元件。

[实施方案 5]

在本实施方案中测量了含本发明复合材料的层的电子状态。

通过共同蒸发在石英基材上形成含 DNTPD 和氧化钼的层,以具有 200nm 的厚度。在这种情况下,进行共同蒸发,使得 DNTPD 和氧化钼之间的重量比为 1:0.5。对含 DNTPD 和氧化钼的层进行 ESR(电子自旋

共振)测量。ESR 测量是一种测量方法,其中通过对具有未成对电子的样品施加强磁场,未成对电子的能级引起塞曼分裂,并且进行测量,同时利用微波的共振吸收跃迁,这是能级之间的能量差。在 ESR 测量中,通过在引起吸收的时候和在磁场强度下测量频率,可以获知未成对电子是否存在和自旋状态。此外,从吸收强度来看,可以获得电子自旋的密集度。本实施方案的测量在以下条件下进行:共振频率是 9.3GHz;调制频率, 100kHz;调制宽度, 0.63mT;放大倍数, 50;时间常数, 0.1 秒;微波输入, 1mW;扫描时间, 4 分钟;和测量温度, 室温,同时使用电子自旋共振分析设备(# JES-TE200, Hitachi, Ltd.)。作为用于校正磁场的样品,使用氧化镁支承的锰。在图 27 中显示了 ESR 测量结果。此外,作为对比实施例,还对仅仅包含 DNTPD 的薄膜(厚度为 200nm)和仅仅包含氧化钼的薄膜(200nm)进行了 ESR 测量。在图 28 中显示了仅仅包含 DNTPD 的薄膜的 ESR 测量结果,在图 29 中显示了仅仅包含氧化钼的薄膜的 ESR 测量结果。

在图 27-29 中,在仅仅包含 DNTPD 的薄膜和仅仅包含氧化钼的薄膜中没有检测到 ESR 信号。然而,在含 DNTPD 和氧化钼的层中检测到 ESR 信号。因此,已知的是含 DNTPD 和氧化钼的层具有未成对电子。即,已知的是含 DNTPD 和氧化钼的层与仅仅包含 DNTPD 的薄膜和仅仅包含氧化钼的薄膜处于不同的电子状态。进一步地,如从图 27 来看,获得的含 DNTPD 和氧化钼的层的“g”值为 2.0025,已知的是该值极接近于 2.0023,其是自由电子的“g”值。另一方面,已知的是谱线宽度极窄,为 0.77mT。

[实施方案 6]

在本实施方案中对含本发明复合材料的层的结合状态进行了测量。

在玻璃基材上使用铝形成薄膜,以具有 200nm 的厚度。通过共同蒸发在其上形成含 DNTPD 和氧化钼的层,以具有 100nm 的厚度。因而,制造出样品。在这种情况下,进行共同蒸发使得 DNTPD 和氧化钼之间的重量比被设置为 1(DNTPD):0.5(氧化钼)。使用红外(IR)光谱方法,测量了含 DNTPD 和氧化钼的层。在室温条件、P 极化倾角和反射吸收光谱下进行这种测量,同时利用傅里叶变换红外吸收光谱仪(# NEXUS 670 FT-IR, Thermo Nicolet Corporation)。在图 30 中显示了 IR 测量结果。此

外,作为对比实施例,还对仅仅包含氧化钼的薄膜(厚度为 50nm)和仅仅包含 DNTPD 的薄膜(厚度为 50nm)进行了 IR 测量。在图 31 中显示了仅仅包含氧化钼的薄膜的 IR 测量结果,在图 32 中显示了仅仅包含 DNTPD 的薄膜的 IR 测量结果。

根据图 30-32,含 DNTPD 和氧化钼的层的 IR 光谱几乎与仅仅包含氧化钼的薄膜的光谱和仅仅包含 DNTPD 的薄膜的光谱相一致。因此,据信没有引起新的共价键的形成或者断开。

[实施方案 7]

将描述用于制造本发明发光元件的方法和发光元件的特征。在这种实施方案中,制造了发光元件 11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20,其具有使用不同的材料形成的第一材料。

在玻璃基材上,通过使用含若干%的硅的铝(Al-Si)形成发光元件 11 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用含若干%的钛的铝(Al-Ti)形成发光元件 12 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钛(Ti)形成发光元件 13 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用氮化钛(TiN)形成发光元件 14 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钽(Ta)形成发光元件 15 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用氮化钽(TaN)形成发光元件 16 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钨(W)形成发光元件 17 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用铬(Cr)形成发光元件 18 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钼(Mo)形成发光元件 19 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用含氧化硅的氧化锡铟(ITSO)形成发光元件 20 的第一电极。

其后,洗涤和干燥玻璃基材。然后,将各个基材置于蒸发装置中,并且所述蒸发装置被抽空到真空度为 1×10^{-4} 或以下。在真空气氛下,分别在 150°C 对其上提供了第一电极的玻璃基材进行烘焙处理达 30 分钟。

其次,通过共同蒸发 DNTPD、氧化钼和红荧烯在每一个第一电极上形成含本发明复合材料的层。进一步地,DNTPD、氧化钼和红荧烯之间的重量比设置为 1(DNTPD):0.15(氧化钼):0.04(红荧烯)。进一步地,含复合材料的各个层的厚度设置为 60nm。

其次,通过蒸发 NPB,在含本发明复合材料的各个层上形成空穴输送层。各个空穴输送层的厚度设置为 10nm。

随后,通过共同蒸发 Alq_3 和香豆素 6 在各个空穴输送层上形成发光层。进一步地, Alq_3 和香豆素 6 之间的重量比设置为 1:0.005。进一步地,各个发光层的厚度设置为 40nm。

通过蒸发 Alq_3 , 在各个发光层上形成电子传输层。各个电子传输层的厚度设置为 20nm。

其次,通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)在各个电子传输层上形成电子注入层。Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.02(Li):1(BzOS)。进一步地,各个电子注入层的厚度设置为 20nm。

其次,通过使用氧化锡铟在各个电子注入层上形成第二电极。各个第二电极的厚度设置为 60nm。

通过施加电压来驱动以上制造的各个发光元件,使得第一电极的电势高于第二电极的,然后测量在开始光发射的时候的电压。进一步地,在开始光发射的时候的电压被假定为当观察到光发射为 1 cd/m^2 或更大时的电压。在图 33 中显示了测量结果。在图 33 中,横轴表示第一电极的材料,而纵轴表示在开始光发射的时候的电压(V)。

[实施方案 8]

将描述用于制造本发明发光元件的方法和发光元件的特征。在这种实施方案中,制造了发光元件 21、22、23、24、25、26、27、28、29 和 30,其具有使用不同的材料形成的第一电极。

在玻璃基材上,通过使用含若干%的硅的铝(Al-Si)形成发光元件 21 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用含若干%的钛的铝(Al-Ti)形成发光元件 22 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钛(Ti)形成发光元件 23 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用氮化钛(TiN)形成发光元件 24 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钽(Ta)形成发光元件 25 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用氮化钽(TaN)形成发光元件 26 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钨(W)形成发光元件 27 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用铬(Cr)形成发光元件 28 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钼(Mo)形成发光元件 29 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用含氧化硅的氧化锡铟(ITSO)形成发光元件 30 的第一电极。

其后,洗涤和干燥玻璃基材。然后,将各个基材置于蒸发装置中,

并且所述蒸发装置被抽空到真空度为 1×10^{-4} 或以下。在真空气氛下, 分别在 150°C 对其上提供了第一电极的玻璃基材进行烘焙处理达 30 分钟。

其次, 通过共同蒸发 DNTPD、氧化钼和红荧烯在每一个第一电极上形成含本发明复合材料的层。进一步地, DNTPD、氧化钼和红荧烯之间的重量比设置为 1(DNTPD):0.15(氧化钼):0.04(红荧烯)。进一步地, 含复合材料的各个层的厚度设置为 80nm。

其次, 通过蒸发 NPB, 在含本发明复合材料的各个层上形成空穴输送层。各个空穴输送层的厚度设置为 10nm。

随后, 通过共同蒸发 Alq_3 和香豆素 6 在各个空穴输送层上形成发光层。进一步地, Alq_3 和香豆素 6 之间的重量比设置为 1:0.005。进一步地, 各个发光层的厚度设置为 40nm。

通过蒸发 Alq_3 , 在各个发光层上形成电子传输层。各个电子传输层的厚度设置为 20nm。

其次, 通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)在各个电子传输层上形成电子注入层。Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.02(Li):1(BzOS)。进一步地, 各个电子注入层的厚度设置为 20nm。

其次, 通过使用氧化锡铟在各个电子注入层上形成第二电极。各个第二电极的厚度设置为 60nm。

通过施加电压来驱动以上制造的各个发光元件, 使得第一电极的电势高于第二电极的, 然后测量在开始光发射的时候的电压。

在图 33 中显示了测量结果。在图 33 中, 横轴表示第一电极的材料, 而纵轴表示在开始光发射的时候的电压(V)。

(对比实施例 2)

在对比实施例 2 中将描述发光元件 31、32、33、34、35、36、37、38、39 和 40, 其是相对于描述于实施方案 7 和实施方案 8 中的发光元件的对比实施例。

在玻璃基材上, 通过使用含若干%的硅的铝(Al-Si)形成发光元件 31 的第一电极。在另一玻璃基材上, 通过使用含若干%的钛的铝(Al-Ti)形成发光元件 32 的第一电极。在另一玻璃基材上, 通过使用钛(Ti)形成发光元件 33 的第一电极。在另一玻璃基材上, 通过使用氮化钛(TiN)形成

发光元件 34 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钽(Ta)形成发光元件 35 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用氮化钽(TaN)形成发光元件 36 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钨(W)形成发光元件 37 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用铬(Cr)形成发光元件 38 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用钼(Mo)形成发光元件 39 的第一电极。在另一玻璃基材上,通过使用含氧化硅的氧化锡铟(ITSO)形成发光元件 40 的第一电极。

其后,洗涤和干燥玻璃基材。然后,将各个基材置于蒸发装置中,并且所述蒸发装置被抽空到真空度为 1×10^{-4} 或以下。在真空气氛下,分别在 150°C 对其上提供了第一电极的玻璃基材进行烘焙处理达 30 分钟。

其次,通过蒸发铜酞菁(缩写: CuPc)在各个第一电极上形成空穴注入层。各个空穴注入层的厚度设置为 20nm。

其次,通过蒸发 NPB 在各个空穴注入层上形成空穴输送层。各个空穴输送层的厚度设置为 40nm。

随后,通过共同蒸发 Alq_3 和香豆素 6 在各个空穴输送层上形成发光层。进一步地, Alq_3 和香豆素 6 之间的重量比设置为 1:0.005。进一步地,各个发光层的厚度设置为 40nm。

通过蒸发 Alq_3 , 在各个发光层上形成电子传输层。各个电子传输层的厚度设置为 20nm。

其次,通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)在各个电子传输层上形成电子注入层。Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.02(Li):1(BzOS)。进一步地,各个电子注入层的厚度设置为 20nm。

其次,通过使用氧化锡铟在各个电子注入层上形成第二电极。各个第二电极的厚度设置为 60nm。

通过施加电压来驱动以上制造的各个发光元件,使得第一电极的电势高于第二电极的,然后测量在开始光发射的时候的电压。在图 33 中显示了测量结果。在图 33 中,横轴表示第一电极的材料,而纵轴表示在开始光发射的时候的电压(V)。

从图 33 来看,已知的是在开始光发射的时候的电压大大不同,这取决于作为对比实施例的发光元件 31-40 的种类,在每个对比实施例

中，使用铜酞菁形成与第一电极接触的层，即这取决于每一发光元件的第一电极的材料。另一方面，已知的是根据本发明制造的发光元件 11-30 的在开始光发射的时候的电压几乎没有变化。因此，已知的是本发明发光元件难以受电极材料的种类的影响。因此，当通过应用本发明制造利用电极作为反射面的发光元件时，通过选择具有较优良的反射率的材料，可以形成电极。

进一步地，在图 34 中显示了第一电极(阳极)的功函和在开始光发射的时候的电压之间的关系。在通常的发光元件中，具有低功函的金属没有用作阳极，具体地说需要 4.6-4.7eV 或更大的功函。同时，根据本发明制造的发光元件的在开始光发射的时候的电压不取决于所述功函。因此，通过采用本发明，可以选择电极的材料而不管功函。因此，可以将具有低功函的高反射率的材料用于阳极。

此外，在图 42 中显示了电流效率和反射电极之间的关系。图 42 的元件的结构示于下表中：

元件模式	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子注入层	阴极
实施方案	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
	(1 : 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	60 nm	10 nm	40 nm	20 nm	20 nm	60 nm
对比实施例	CuPc (用于比较 的层)	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
			(1:0.015 wt/wt)			
	20 nm	40 nm	40 nm	20 nm	20 nm	60 nm

在其中通过基材和基材的相对侧发射光的发光元件中，当具有高反射率的电极用作作为反射电极的第一电极时，可以获得高效率。在使用本发明复合材料的发光元件中，在具有由 Al-Ti 制成的第一电极的发光元件中实现了最高的电流效率，所述第一电极具有极高的反射率。同时，相对于对比实施例的发光元件，其中使用铜酞菁形成与第一电极接触的层，当使用 Al-Ti 形成第一电极时，所述发光元件的电流效率小于 1 %。

通过利用本发明复合材料，可以选择用于电极的材料，而不管电极的载流子注入性能。因此，具有高反射率的材料可被用作第一电极，而

不管电极的载流子注入性能。

[实施方案 9]

在这种实施方案中,将描述其中具有高反射率的铝用作电极和含本发明复合材料的层用作与该电极接触的层的情况。

首先,通过溅射在玻璃基材上使用铝(Al)形成第一电极。电极尺寸为 2mm×2mm。

其次,将其上形成第一电极的基材固定于基材夹持器,其设置在真空蒸发装置之内,使得第一电极的表面朝向下方。

通过共同蒸发 DNTPD 和氧化钼(钼的化合价: VI)在第一电极上形成包含本发明复合材料的层。薄膜厚度设置为 200nm。进一步地,共同蒸发方法是一种蒸发方法,其中在一个加工室中从多个蒸发源同时进行蒸发。DNTPD 和氧化钼(钼的化合价: VI)之间的重量比调节为 1(DNTPD):0.5(氧化钼)。此外,在减压下,在形成第一电极后,在没有将本发明的含复合材料的层暴露于大气空气的情况下,形成该层。

通过使用电阻加热的蒸发在本发明含复合材料的层上使用铝(Al)形成第二电极。因而,制造出本发明发光元件 41。

进一步地,如下形成元件 42。使用铝在基材上形成第一电极并且使其暴露于大气空气。该第一电极受到 UV-臭氧处理 30 分钟,其后通过共同蒸发 DNTPD 和氧化钼(钼的化合价: VI)在第一电极上形成含本发明复合材料的层。元件 42 以和元件 41 同样的方式制造,区别在于进行 UV-臭氧处理 30 分钟。

此外,通过使用第一电极制造元件 43,所述第一电极由含氧化硅的氧化锡钼(ITSO)形成。以和元件 41 同样的方式形成元件 43,区别在于 ITSO 用作第一电极材料。

电流-电压特征通过两端极方法在如下条件下进行测量,其中将其中各个第一电极是阳极和各个第二电极是阴极的情况设置为正向。

在图 35 中显示了在室温下(25°C)元件 31-33 的电流-电压特征的测量结果。从图 35 已知的是,即使在其中铝用作第一电极(元件 41)的情况下,在没有将第一电极暴露于大气空气的情况下,通过依次形成本发明含复合材料的层,获得了有利的电流-电压特征。进一步地,暴露于大气空气的元件 42 的电流-电压特征,其中铝用作第一电极,移动至高电压侧。相比元件 41,具有由 ITSO 制成的第一电极(其已通常用作阳极)

的元件 43 的电流-电压特征移动至高电压侧。

相比于已通常用作阳极的 ITSO, 铝具有较低的功函, 因此当铝已用作阳极时, 不能获得有利的特性。然而, 通过使用本发明复合材料, 可以选择电极材料而不管功函。

此外, 铝具有高反射率。因此, 具有高反射率的铝材料可被用作阳极, 使改进至外部的光发射的提取效率成为可能。

[实施方案 10]

在本实施方案中将描述使用本发明复合材料的发光元件。

首先, 通过溅射在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度设置为 110nm, 其面积设置为 2mm^2 。

其次, 通过共同蒸发 DNTPD 和氧化钼在第一电极上形成含本发明复合材料的层。进一步地, 形成含本发明复合材料的这种层, 使得氧化钼的体积比是 13vol%。薄膜厚度设置为 150nm。

通过使用电阻加热的蒸发, 使用 NPB 形成空穴输送层, 以具有 10nm 的厚度。

进一步地, 通过共同蒸发 Alq_3 和 $\text{N,N}'$ -二苯基喹吡啶酮(缩写: DPQd) 在空穴输送层上形成厚度 40nm 的发光层。这里, Alq_3 和 DPQd 之间的重量比调节为 1:0.005(= Alq_3 :DPQd)。

其后, 通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq_3 形成厚度 30nm 的电子传输层。

此外, 通过使用电阻加热的蒸发使用氟化锂形成厚度 1nm 的电子注入层。

通过使用电阻加热的蒸发在电子注入层上形成厚度 200nm 的第二电极。因而, 制造出本发明发光元件 51。

(对比实施例 3)

制造一种发光元件, 其是相对于描述于实施方案 10 中的发光元件的对比实施例。

首先, 通过溅射在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度设置为 110nm, 其面积设置为 2mm^2 。

其次, 通过蒸发使用 DNTPD 在第一电极上形成薄膜, 以具有 50nm 的厚度。

通过使用电阻加热的蒸发, 使用 NPB 形成空穴输送层, 以具有 10nm

的厚度。

进一步地,通过共同蒸发 Alq₃ 和 N,N'-二苯基喹吡啶酮(缩写:DPQd)在空穴输送层上形成厚度 40nm 的发光层。这里,Alq₃ 和 DPQd 之间的重量比调节为 1:0.005(=Alq₃:DPQd)。

其后,通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq₃ 形成厚度 30nm 的电子传输层。

此外,通过使用电阻加热的蒸发使用氟化锂形成厚度 1nm 的电子注入层。

通过使用电阻加热的蒸发在电子注入层上形成厚度 200nm 的第二电极。因而,制造出对比发光元件 52。

(对比实施例 4)

制造一种发光元件,其是描述于实施方案 10 中的发光元件的对比实施例。

首先,通过溅射在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度设置为 110nm,其面积设置为 2mm²。

其次,通过蒸发使用铜酞菁(CuPc)在第一电极上形成薄膜,以具有 20nm 的厚度。

通过使用电阻加热的蒸发,使用 NPB 形成空穴输送层,以具有 40nm 的厚度。

进一步地,通过共同蒸发 Alq₃ 和 N,N'-二苯基喹吡啶酮(缩写:DPQd)在空穴输送层上形成厚度 40nm 的发光层。这里,Alq₃ 和 DPQd 之间的重量比调节为 1:0.005(=Alq₃:DPQd)。

其后,通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq₃ 形成厚度 30nm 的电子传输层。

此外,通过使用电阻加热的蒸发使用氟化锂形成厚度 1nm 的电子注入层。

通过使用电阻加热的蒸发在电子注入层上形成厚度 200nm 的第二电极。因而,制造出对比发光元件 53。

在图 36 中显示了实施方案 10 中制造的本发明的发光元件 51、对比实施例 3 中制造的对比发光元件 52 和对比实施例 4 中制造的对比发光元件 53 的电流-电压特征。进一步地,其亮度-电流效率特征示于图 37 中。此外,其亮度-能量效率特征示于图 38。

如从图 36 来看,已知的是相比于使用 CuPc 的对比发光元件 53,使用 DNTPD 的对比发光元件 52 和本发明的发光元件 51 显示出更有利的电流-电压特征。即,当施加恒定电压时,流过对比发光元件 52 和本发明发光元件 51 的电流的量大于对比发光元件 53 的。

另一方面,从图 37 来看,已知的是相比对比发光元件 52,对比发光元件 53 和本发明发光元件 51 显示出更有利的亮度-电流效率特征。即,对比发光元件 53 和本发明发光元件 51 需要更少量的电流以获得恒定亮度。

本发明发光元件 51 显示出有利的电流-电压特征和有利的亮度-电流效率特征,因此,发光元件 51 消耗更少的能量。如图 37 所示,本发明发光元件 51 显示出更有利的亮度-能量效率特征,相比于对比发光元件 52 和 53,因而发光元件 51 消耗更少的能量。

结果,通过使用含本发明复合材料的层,可以获得消耗更少能量的发光元件。

[实施方案 11]

在本实施方案中将描述使用本发明复合材料的发光元件。

首先,通过溅射在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度设置为 110nm,其面积设置为 2mm²。

其次,通过共同蒸发 DNTPD 和氧化钼在第一电极上形成含本发明复合材料的层。进一步地,形成含本发明复合材料的这种层,使得氧化钼的体积比是 13vol%。薄膜厚度设置为 150nm。

通过用电阻加热的蒸发,使用 NPB 形成空穴输送层,以具有 10nm 的厚度。

进一步地,通过共同蒸发 NPB 和双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉根合]铱(乙酰丙酮)(缩写:Ir(Fdpq)₂(acac))在空穴输送层上形成厚度为 30nm 的发光层。这里, NPB 和 Ir(Fdpq)₂(acac)之间的重量比调节为 1:0.08(=NPB:Ir(Fdpq)₂(acac))。

其后,通过用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq₃ 形成厚度 60nm 的电子传输层。

此外,通过用电阻加热的蒸发在电子传输层上使用氟化锂形成厚度 1nm 的电子注入层。

通过用电阻加热的蒸发在电子注入层上形成厚度 200nm 的第二

电极。因而，制造出本发明发光元件 61。

(对比实施例 5)

制造一种对比发光元件，其是相对于描述于实施方案 11 中的发光元件的对比实施例。

首先，通过溅射在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度设置为 110nm，其面积设置为 2mm^2 。

其次，通过蒸发在第一电极上形成含 DNTPD 的薄膜，以具有 50nm 的厚度。

通过使用电阻加热的蒸发，使用 NPB 形成空穴输送层，以具有 10nm 的厚度。

进一步地，通过共同蒸发 NPB 和双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉根合]铱(乙酰丙酮)(缩写: $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$) 在空穴输送层上形成厚度为 30nm 的发光层。这里，NPB 和 $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$ 之间的重量比调节为 1:0.08(=NPB: $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$)。

其后，通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq_3 形成厚度 60nm 的电子传输层。

此外，通过使用电阻加热的蒸发使用氟化锂形成厚度 1nm 的电子注入层。

通过使用电阻加热的蒸发在电子注入层上使用铝形成厚度 200nm 的第二电极。因而，制造出对比发光元件 62。

(对比实施例 6)

制造一种对比发光元件，其是相对于描述于实施方案 11 中的发光元件的对比实施例。

首先，通过溅射在玻璃基材上使用含氧化硅的氧化锡铟形成第一电极。第一电极的厚度设置为 110nm，其面积设置为 2mm^2 。

其次，通过蒸发在第一电极上形成含铜酞菁(CuPc)的薄膜，以具有 20nm 的厚度。

通过使用电阻加热的蒸发，使用 NPB 形成空穴输送层，以具有 40nm 的厚度。

进一步地，通过共同蒸发 NPB 和双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉根合]铱(乙酰丙酮)(缩写: $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$) 在空穴输送层上形成厚度为 30nm 的发光层。这里，NPB 和 $\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})$ 之间的重量比调节为

1:0.08(=NPB:Ir(Fdpq)₂(acac))。

其后, 通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq₃ 形成厚度 60nm 的电子传输层。

此外, 通过使用电阻加热的蒸发使用氟化锂形成厚度 1nm 的电子注入层。

通过使用电阻加热的蒸发在电子注入层上形成厚度 200nm 的第二电极。因而, 制造出对比发光元件 63。

在图 39 中显示了实施方案 11 中制造的本发明的发光元件 61、对比实施例 5 中制造的对比发光元件 62 和对比实施例 6 中制造的对比发光元件 63 的电流-电压特征。此外, 其亮度-电流效率特征示于图 40 中。此外, 其亮度-能量效率特征示于图 41。

如从图 39 来看, 已知的是相比于使用 CuPc 的对比发光元件 63, 使用 DNTPD 的对比发光元件 62 和本发明的发光元件 61 显示出更有利的电流-电压特征。即, 当向其施加恒定电压时, 流过对比发光元件 62 和本发明发光元件 61 的电流的量大于对比发光元件 63 的。

另一方面, 如从图 40 来看, 已知的是相比于对比发光元件 62, 对比发光元件 63 和本发明的发光元件 61 显示出更有利的亮度-电流效率特征。即, 对比发光元件 63 和本发明发光元件 61 需要更少量的电流以获得恒定亮度。

本发明发光元件 61 显示出有利的电流-电压特征和有利的亮度-电流效率特征, 因此, 发光元件 61 消耗更少的能量。如图 41 所示, 本发明发光元件 61 显示出更有利的亮度-能量效率特征, 相比于对比发光元件 62 和 63, 因而发光元件 61 消耗更少的能量。

结果, 通过使用含本发明复合材料的层, 可以获得消耗更少能量的发光元件。

[实施方案 12]

在本实施方案中将描述使用本发明复合材料的发光元件。描述于本实施方案中的发光元件通过基材的相对侧发光。

首先, 在玻璃基材上使用钛(Ti)形成第一电极。第一电极的厚度设置为 110nm, 其面积设置为 2mm²。

其次, 通过共同蒸发 DNTPD、氧化钼和红荧烯在第一电极上形成含本发明复合材料的层。进一步地, DNTPD、氧化钼和红荧烯之间的重

量比设置为 1:0.15:0.04(DNTPD:氧化钼:红荧烯)。进一步地,含复合材料的层的厚度设置为 40nm。

其次,通过蒸发 NPB,在含本发明复合材料的所述层上形成空穴输送层,以具有 10nm 的厚度。

随后,通过共同蒸发 Alq₃ 和香豆素 6 在空穴输送层上形成发光层,以具有 40nm 的厚度。进一步地,Alq₃ 和香豆素 6 之间的重量比设置为 1:0.015(Alq₃:香豆素 6)。

通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq₃ 形成电子传输层,以具有 20nm 的厚度。

其次,通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)在电子传输层上形成电子注入层。Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.02:1(Li:BzOS)。进一步地,电子注入层的厚度设置为 20nm。

其次,通过溅射在电子注入层上使用 ITO 形成第二电极,以具有 110nm 的厚度。因而,制造出本发明发光元件 71。

(对比实施例 7)

制造一种对比发光元件,其是相对于描述于实施方案 12 中的发光元件的对比实施例。

首先,在玻璃基材上使用钛(Ti)形成第一电极。第一电极的厚度设置为 110nm,其面积设置为 2mm²。

其次,通过使用电阻加热的蒸发在第一电极上使用铜酞菁(CuPc)形成空穴注入层,以具有 20nm 的厚度。

其次,通过使用电阻加热的蒸发,使用 NPB 形成空穴输送层,以具有 40nm 的厚度。

随后,通过共同蒸发 Alq₃ 和香豆素 6 在空穴输送层上形成发光层,以具有 40nm 的厚度。进一步地,Alq₃ 和香豆素 6 之间的重量比设置为 1:0.015(Alq₃:香豆素 6)。

通过使用电阻加热的蒸发在发光层上使用 Alq₃ 形成电子传输层,以具有 20nm 的厚度。

其次,通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)在电子传输层上形成电子注入层。Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.02:1(= Li:BzOS)。进一步地,电子注入层的厚度设置为 20nm。

其次,通过溅射在电子注入层上使用 ITO 形成第二电极,以具有

110nm 的厚度。因而，制造出对比发光元件 72。

在图 43 中显示了实施方案 12 中制造的本发明的发光元件 71 和对比实施例 7 中制造的对比发光元件 72 的电流-电压特征。图 43 的元件的结构示于下表中，

元件模式	阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
实施方案	Ti	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
		(1 : 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
		40 nm	10 nm	40 nm	20 nm	20 nm	110 nm
对比实施例	Ti	CuPc (用于比较 的层)	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
				(1:0.015 wt/wt)			
		20 nm	40 nm	40 nm	20 nm	20 nm	110 nm

C6=香豆素 6

进一步地，其电压-亮度特征示于图 44 中。图 44 的元件的结构示于下表中，

元件模式	阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
实施方案	Ti	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
		(1 :0.15 :0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
		40 nm	10 nm	40 nm	20 nm	20 nm	110 nm
对比实施例	Ti	CuPc	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
				(1:0.015 wt/wt)			
		20 nm	40 nm	40 nm	20 nm	20 nm	110 nm

C6=香豆素 6

此外，其电流效率-亮度特征示于图 45。图 45 的元件的结构示于下表中，

元件模式	阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
实施方案	Ti	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
		(1 :0.15 :0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
		40 nm	10 nm	40 nm	20 nm	20 nm	110 nm
对比实施例	Ti	CuPc (用于比较 的层)	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
				(1:0.015 wt/wt)			
		20 nm	40 nm	40 nm	20 nm	20 nm	110 nm

C6=香豆素 6

如从图 43 来看, 已知的是相比于对比发光元件 72, 本发明的发光元件 71 的电流-电压特征得到了改进。进一步地, 如从图 44 和 45 来看, 已知的是相比于对比发光元件 72, 发光元件 71 的在开始光发射的时候的电压降低约 1V。此外, 亮度为 1,000 cd/m² 下的电压值降低约 2V。就电流效率-亮度特征而言, 本发明的发光元件 71 和对比发光元件 72 都显示出有利的电流效率-亮度特征。

结果, 通过使用含本发明复合材料的层, 可以获得消耗更少能量的发光元件。

[实施方案 13]

在本实施方案中将描述使用含本发明复合材料的层的发光元件的光学设计。

相比于常规发光元件中所用的有机化合物如 Alq_3 和 NPB, 含本发明复合材料的层具有较高的导电性。因此, 即使提高本发明含复合材料的层的厚度, 其电流-电压特征(伏安特性)没有变化并且发光元件的驱动电压没有提高。因此, 发光层和反射电极之间的距离, 即本发明含复合材料的层的厚度可以任意被控制, 使控制光发射的光学干涉成为可能。即, 可以调节光发射的色纯度或效率。

作为具体的实施例, 在图 46-49 中显示了改变含本发明复合材料的各个层的厚度的结果, 所述各个层包括在各自的发绿光元件、发蓝光元件、发红光元件和发黄光元件中。

作为各个发绿光元件的结构, 在钛(Ti)上使用含氧化硅的氧化锡铟形成厚度 20nm 的第一电极, 并且在第一电极上形成含本发明复合材料的层。具体地说, 通过共同蒸发 DNTPD, 氧化钼和红荧烯形成本发明含复合材料的层使得 DNTPD、氧化钼和红荧烯之间的重量比设置为 1:0.15:0.04(=DNTPD:氧化钼:红荧烯)。各个发绿光元件中所含的本发明含复合材料的层的厚度设置为 20nm、40nm、60nm、80nm、100nm、120nm、140nm 和 160nm。在含本发明复合材料的各个层上, 使用 NPB 以厚度 10nm 形成空穴输送层, 使用 Alq_3 和香豆素 6 以厚度 40nm 形成发光层, 使得 Alq_3 和香豆素 6 之间的重量比设置为 1:0.015(= Alq_3 :香豆素 6)。其次, 使用 Alq_3 以厚度 15nm 形成电子传输层, 通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)以厚度 15nm 形成电子注入层, 使得 Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.01:1(Li:BzOS)。使用 ITO 形成第二电极, 以具有 110nm 的厚度。

作为各个发蓝光元件的结构, 在钛(Ti)上使用含氧化硅的氧化锡铟形成厚度 20nm 的第一电极, 并且在第一电极上形成含本发明复合材料的层。具体地说, 通过共同蒸发 DNTPD, 氧化钼和红荧烯形成本发明含复合材料的层使得 DNTPD、氧化钼和红荧烯之间的重量比设置为 1:0.15:0.04(=DNTPD:氧化钼:红荧烯)。各个发蓝光元件中所含的本发明含复合材料的层的厚度设置为 20nm、40nm、60nm、80nm、100nm、120nm、140nm 和 160nm。在含本发明复合材料的各个层上, 使用 NPB 以厚度 10nm 形成空穴输送层, 使用 9,10-二(萘-2-基)-2-叔丁基蒽(缩写:

TBDNA)和 2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(缩写: TBP)以厚度 30nm 形成发光层, 使得 TBDNA 和 TBP 之间的重量比设置为 1:0.02(=TBDNA:TBP)。其次, 使用 Alq₃ 以厚度 15nm 形成电子传输层, 通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)以厚度 15nm 形成电子注入层, 使得 Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.01:1(Li:BzOS)。使用 ITO 以 110nm 的厚度形成第二电极。

作为各个发红光元件的结构, 在钛(Ti)上使用含氧化硅的氧化锡铟形成厚度 20nm 的第一电极, 并且在第一电极上形成含本发明复合材料的层。具体地说, 通过共同蒸发 DNTPD, 氧化钼和红荧烯形成本发明含复合材料的层使得 DNTPD、氧化钼和红荧烯之间的重量比设置为 1:0.15:0.04(=DNTPD:氧化钼:红荧烯)。各个发红光元件中所含的本发明含复合材料的层的厚度分别设置为 20nm、40nm、60nm、80nm、100nm、120nm、140nm 和 160nm。在含本发明复合材料的各个层上, 使用 NPB 以厚度 10nm 形成空穴输送层, 使用 Alq₃、红荧烯和 4-二氰基亚甲基-2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃(缩写: DCJTI)以厚度 60nm 形成发光层, 使得 Alq₃、红荧烯和 DCJTI 之间的重量比是 1:1:0.032(=Alq₃:红荧烯:DCJTI)。其次, 使用 Alq₃ 以厚度 15nm 形成电子传输层, 通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)以厚度 15nm 形成电子注入层, 使得 Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.01:1(Li:BzOS)。使用 ITO 以 110nm 的厚度形成第二电极。

作为各个发黄光元件的结构, 在钛(Ti)上使用含氧化硅的氧化锡铟形成厚度 20nm 的第一电极, 并且在第一电极上形成含本发明复合材料的层。具体地说, 通过共同蒸发 DNTPD, 氧化钼和红荧烯形成本发明含复合材料的层使得 DNTPD、氧化钼和红荧烯之间的重量比设置为 1:0.15:0.04(=DNTPD:氧化钼:红荧烯)。各个发黄光元件中所含的本发明含复合材料的层的厚度分别设置为 20nm、40nm、60nm、80nm、100nm、120nm、140nm 和 160nm。在含本发明复合材料的各个层上, 使用 NPB 以厚度 10nm 形成空穴输送层, 使用 Alq₃ 和红荧烯以厚度 60nm 形成发光层, 使得 Alq₃ 和红荧烯之间的重量比为 1:0.02(=Alq₃:红荧烯)。其次, 使用 Alq₃ 以厚度 15nm 形成电子传输层, 通过共同蒸发锂(Li)和 4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)芪(缩写: BzOS)以厚度 15nm 形成电子注入层, 使得 Li 和 BzOS 之间的重量比设置为 0.01:1(Li:BzOS)。使用 ITO 以 110nm 的

厚度形成第二电极。

如从图 46-49 来看, 已知的是电流效率对含本发明复合材料的各个层的厚度敏感。

图 46 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ ITO	DNTPD :MoOx : 红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
(ITO =20 nm)	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	X nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 47 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
(ITSO =20 nm)	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	X nm	10 nm	30 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 48 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	REML	Alq	BzOs	ITO
(ITSO =20 nm)	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	X nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 49 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	YEmL	Alq	BzOs	ITO
(NITO =20 nm)	(1:0.15 :0.04 wt/wt/wt)					
	X nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

这种结果是由光的光干涉引起的。因此，本发明含复合材料的层的薄膜厚度的变化不仅影响效率的变化，而且影响光谱的形状、色度和视角相关性。作为具体的实例，对于发绿光元件、发蓝光元件和发红光元件的光谱的视角相关性和本发明含复合材料的层的厚度之间的关系示于图 50A-73B 中。

图 50A 和 50B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	20 nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 51A 和 51B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITSO=20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	40 nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 52A 和 52B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoO _x : 红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITO =20 nm	(1 : 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	60 nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 53A 和 53B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoO _x : 红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	80 nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 54A 和 54B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITO =20 nm	(1:0.15 :0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	100 nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 55A 和 55B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITO =20 nm	(1:0.15 :0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	120 nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 56A 和 56B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	140 nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 57A 和 57B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	160 nm	10 nm	40 nm	15 nm	15 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 58A 和 58B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x : 红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	20 nm	10 nm	15 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 59A 和 59B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x : 红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	40 nm	10 nm	15 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 60A 和 60B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	60 nm	10 nm	15 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 61A 和 61B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	80 nm	10 nm	15 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 62A 和 62B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx : 红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	100 nm	10 nm	15 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 63A 和 63B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx : 红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	120 nm	10 nm	15 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 64A 和 64B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITO ≈20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	140 nm	10 nm	15 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 65A 和 65B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITO ≈20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	160 nm	10 nm	15 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 66A 和 66B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx : 红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	25 nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 67A 和 67B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx : 红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	50 nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 68A 和 68B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO ≈20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	75 nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 69A 和 69B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO ≈20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	100 nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 70A 和 70B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	125 nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 71A 和 71B 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x :红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	150 nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 72A 和 72B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x : 红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	175 nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 73A 和 73B 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoO _x 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoO _x : 红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	200 nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

这些试验结果(图 50A-73B)有利地符合计算结果(图 74-76)。图 74 的元件的结构示于下表中,

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoOx : 红荧烯	NPB	Alq:C6	Alq	BzOs	ITO
ITO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)		(1:0.015 wt/wt)			
	X nm	10 nm	40 nm	15 nm	20 nm	110 nm

C6=香豆素 6

图 75 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITO	DNTPD :MoOx : 红荧烯	NPB	BEML	Alq	BzOs	ITO
ITO =20 nm	(1: 0.15 : 0.04 wt/wt/wt)					
	X nm	10 nm	30 nm	15 nm	15 nm	110 nm

图 76 的元件的结构示于下表中，

阳极	MoOx 层	空穴输送层	发光层	电子输送层	电子 注入层	阴极
Ti\ITSO	DNTPD :MoOx :红荧烯	NPB	REmL	Alq	BzOs	ITO
ITSO =20 nm	(1:0.15 :0.04 wt/wt/wt)					
	X nm	10 nm	60 nm	15 nm	15 nm	110 nm

例如，就发绿光元件来说，如图 74A 和 74B 所示，当改变本发明含复合材料的层的厚度时，亮度的实际测量值(即，发光效率)重复了计算所获得的结果。

如上所述，通过简单地调节本发明含复合材料的层的厚度，而不管驱动电压，可以容易地控制光谱，即色纯度。此外，可以计算出适于高效元件的本发明含复合材料的层的厚度。

本申请基于日本专利申请系列 No.2005-053297(2005 年 2 月 28 日提交日本专利局)、日本专利申请系列 No.2005-167624(2005 年 6 月 8 日提交日本专利局)和日本专利申请系列 No.2005-194497(2005 年 7 月 4 日提交日本专利局)，其全部内容引入本文作为参考。

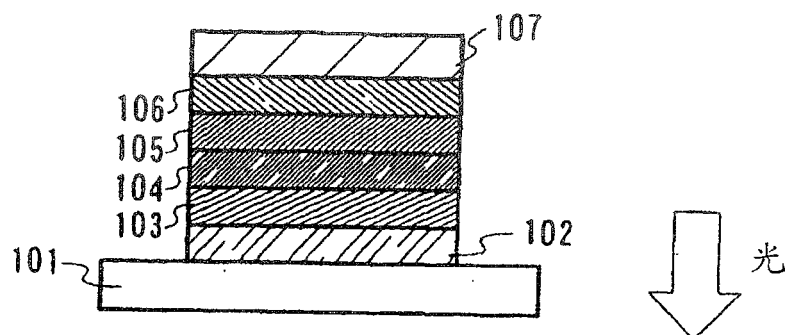


图 1A

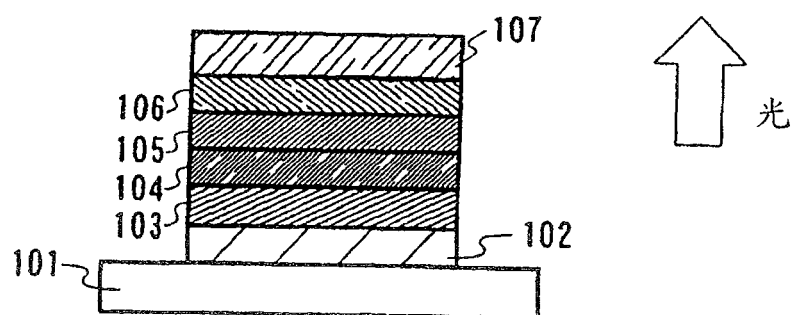


图 1B

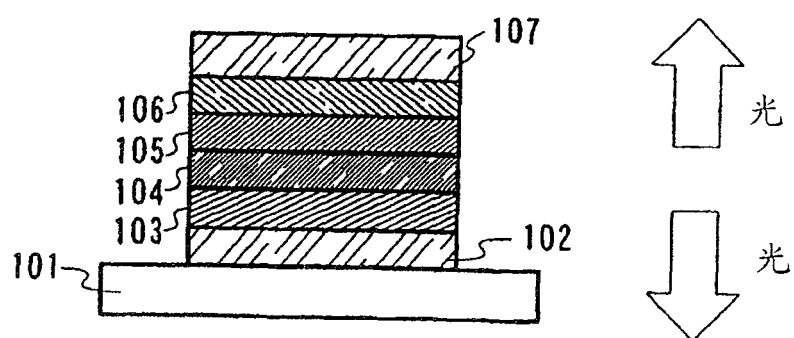


图 1C

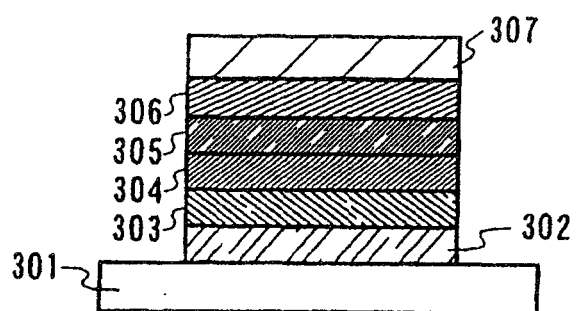


图 2

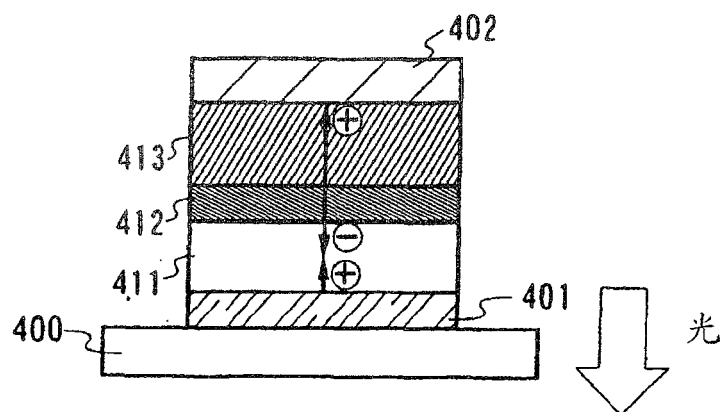


图 3A

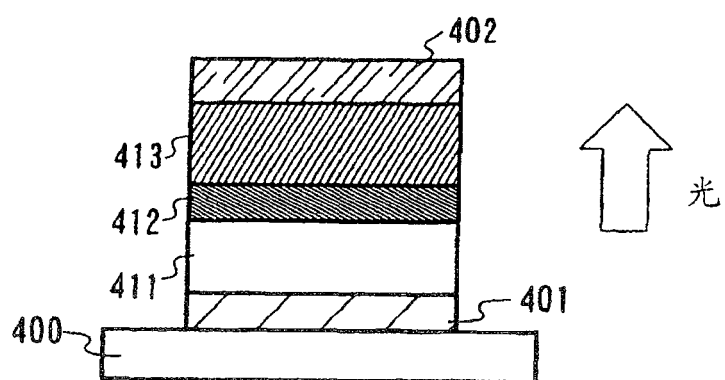


图 3B

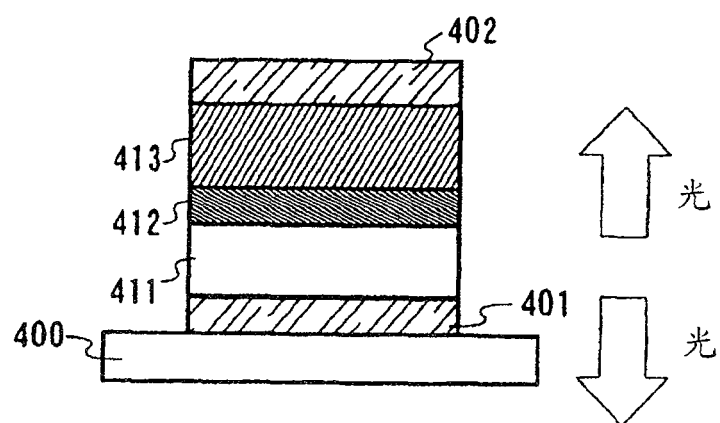


图 3C

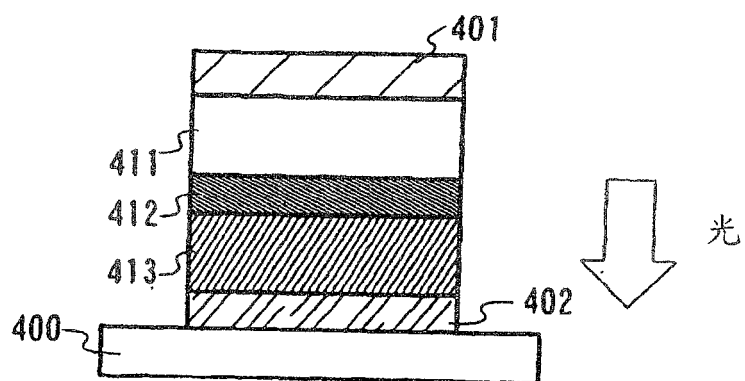


图 4A

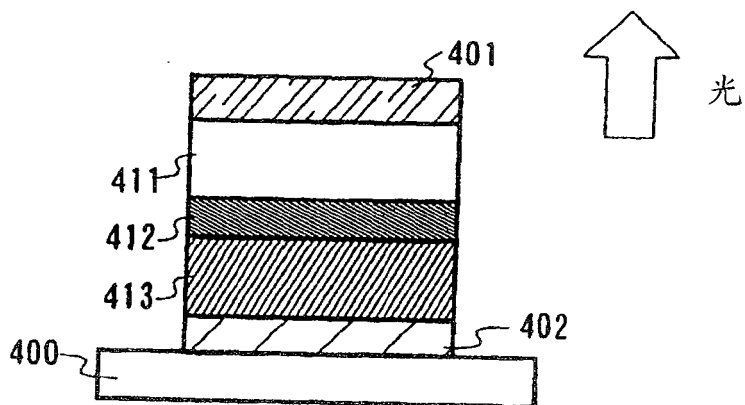


图 4B

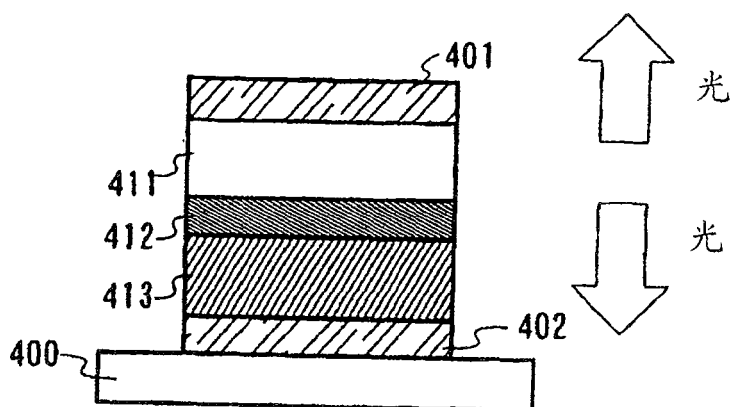


图 4C

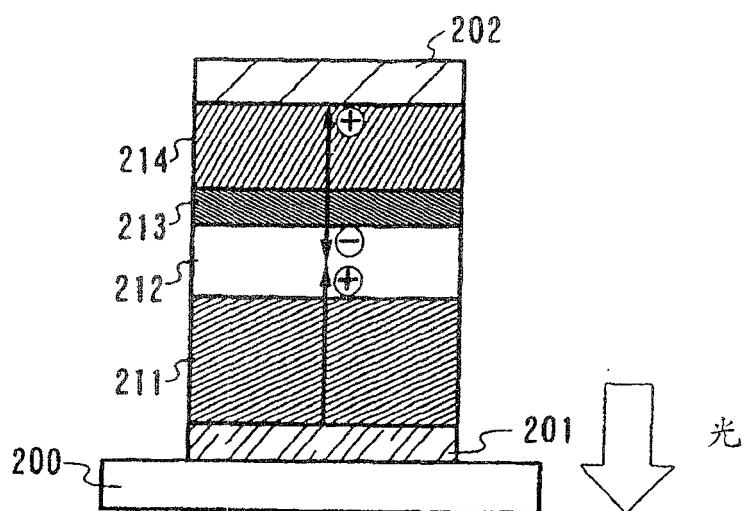


图 5A

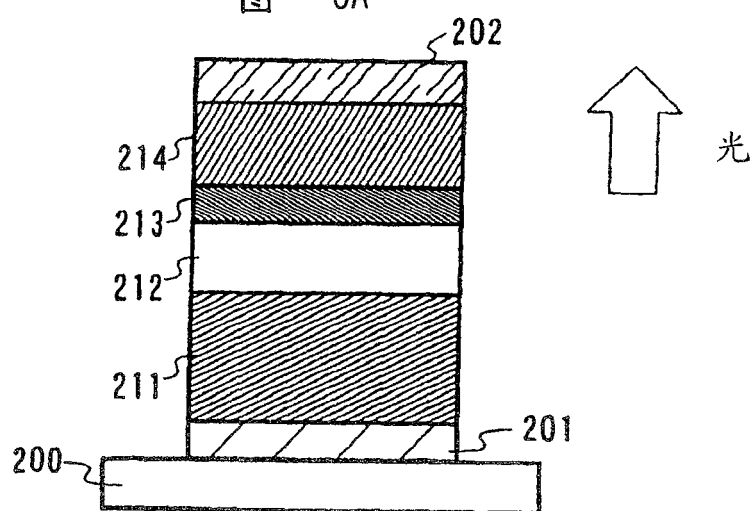


图 5B

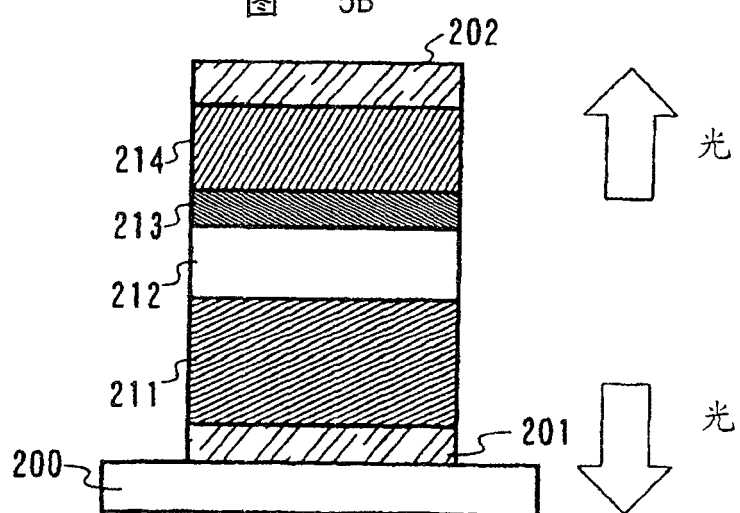


图 5C

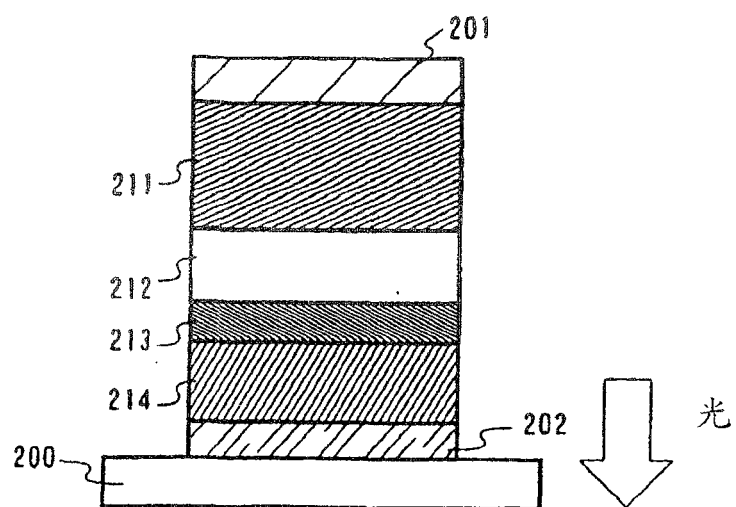


图 6A

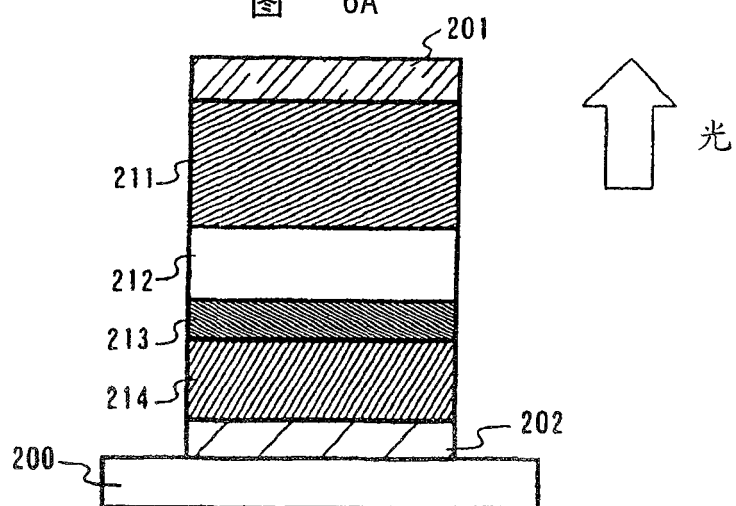


图 6B

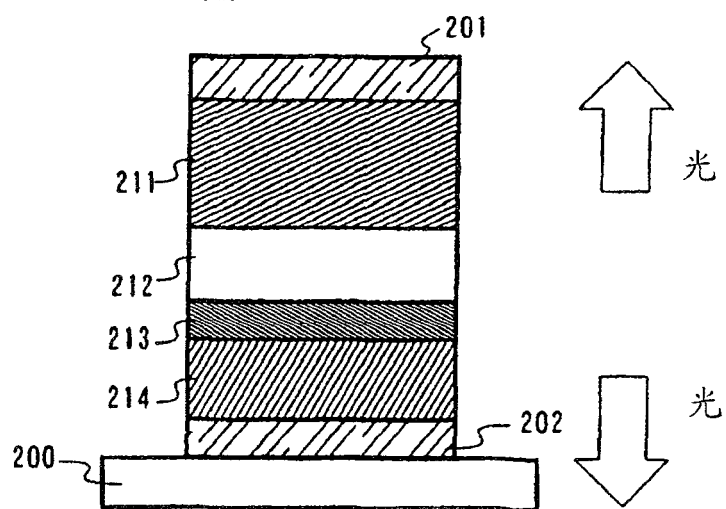


图 6C

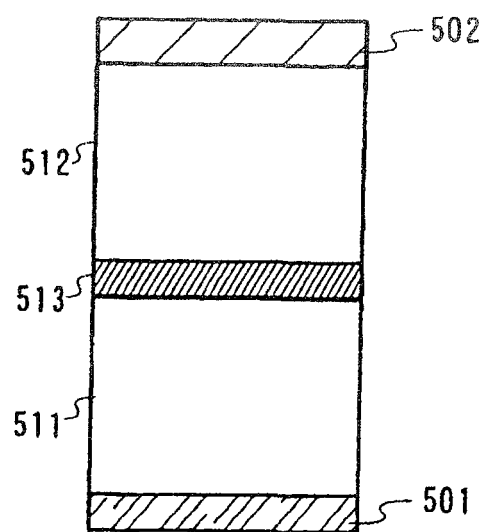


图 7

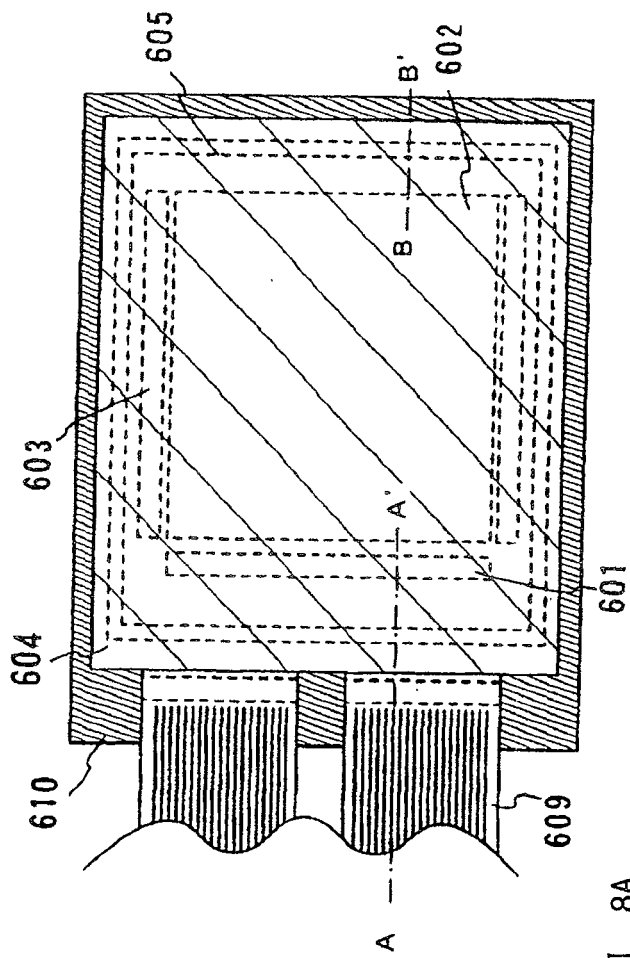


图 8A

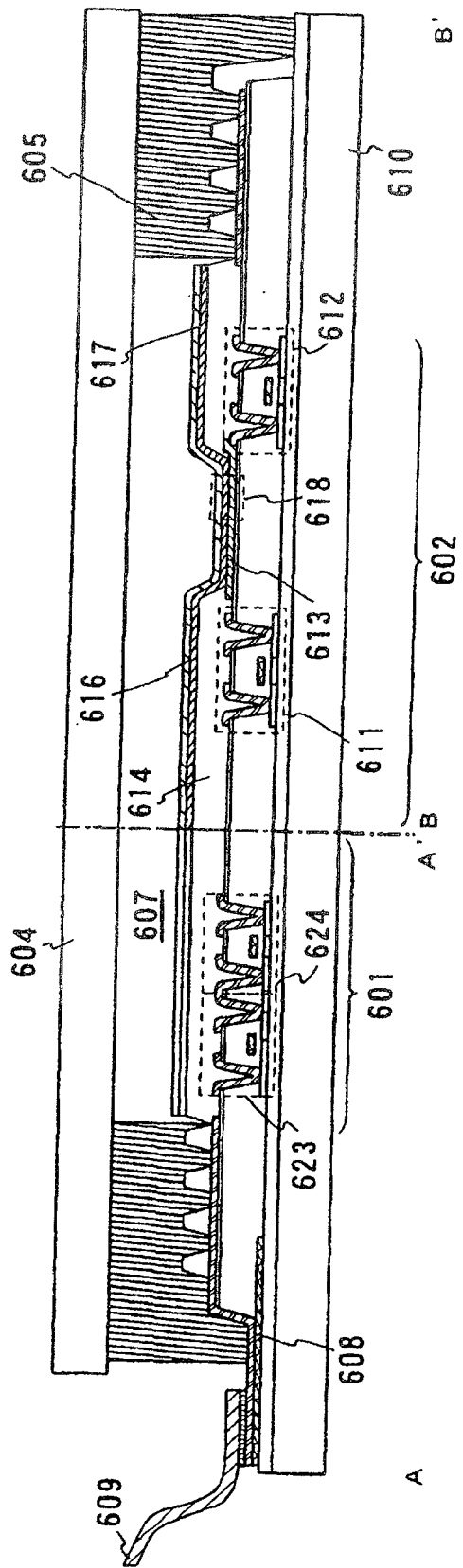


图 8B

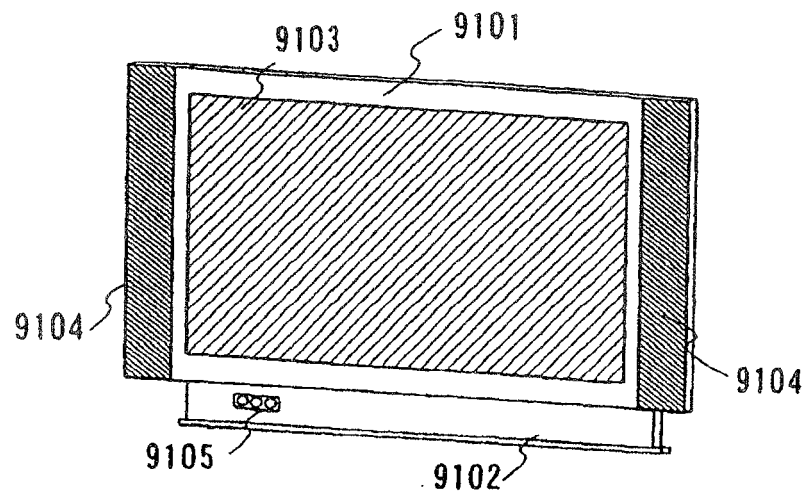


图 9A

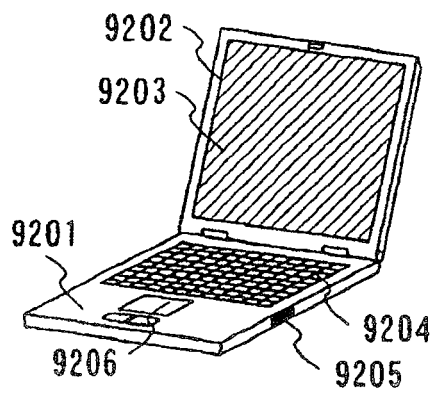


图 9B

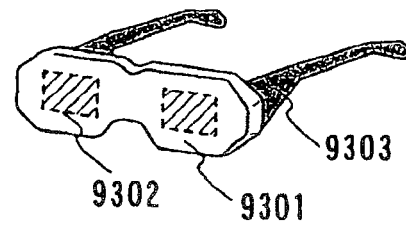


图 9C

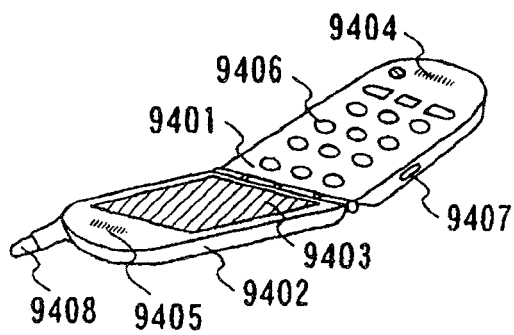


图 9D

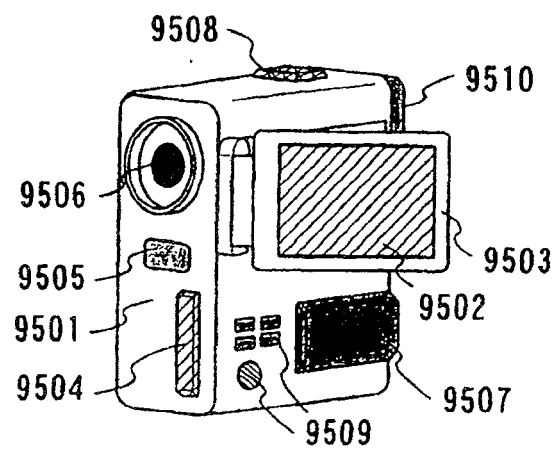


图 9E

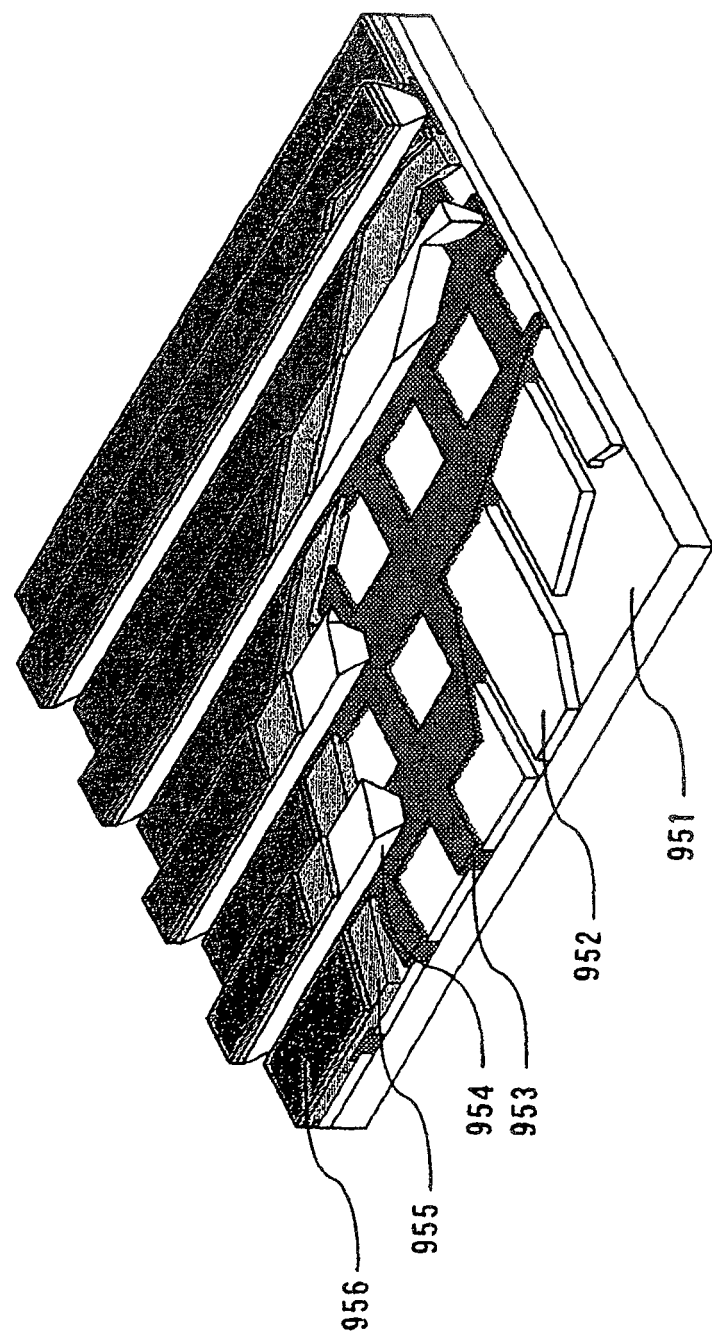


图 10

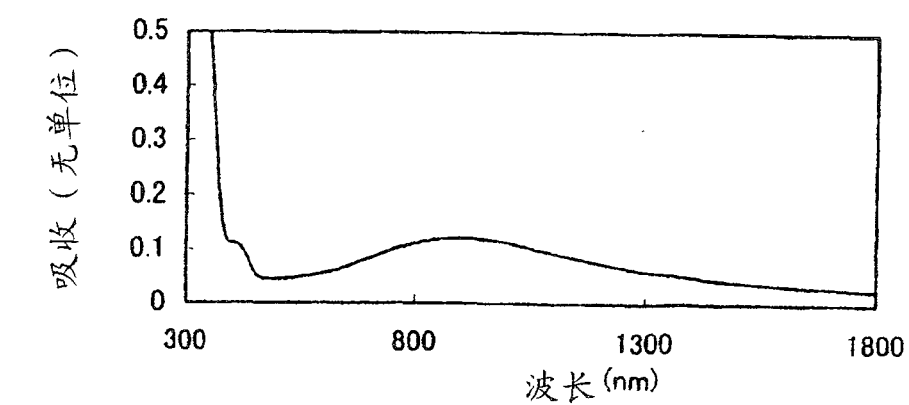
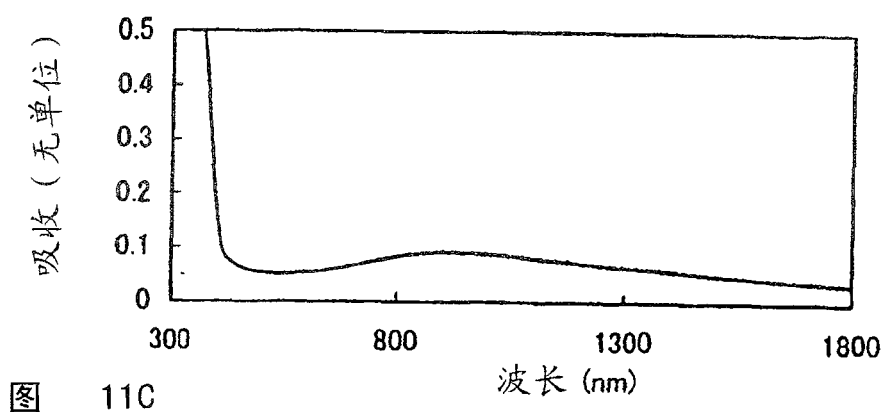
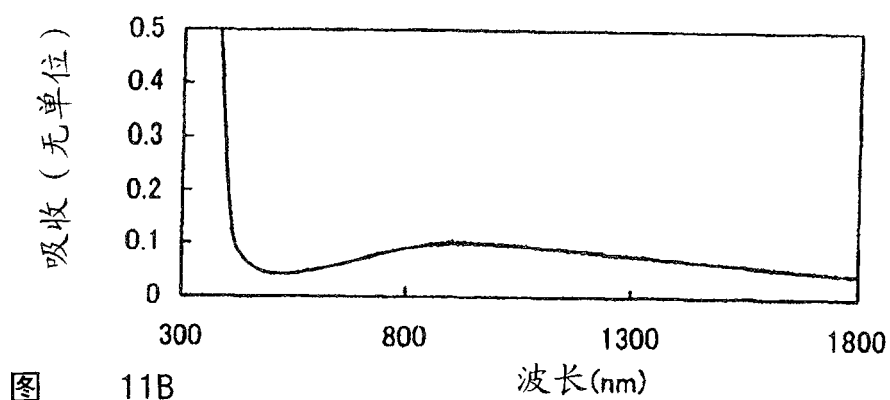
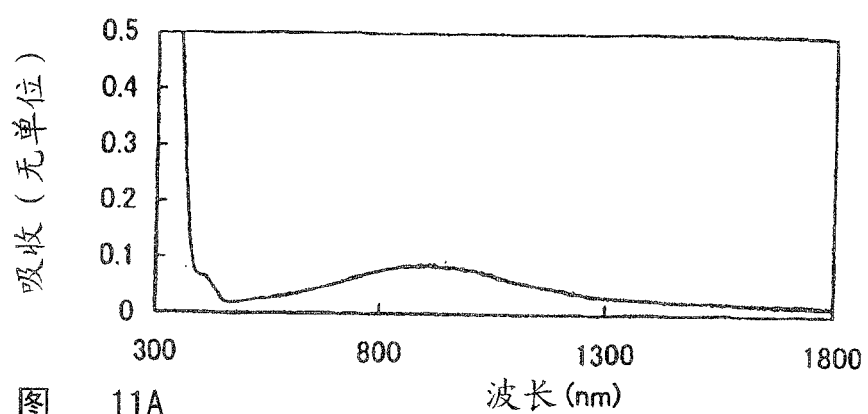


图 11D

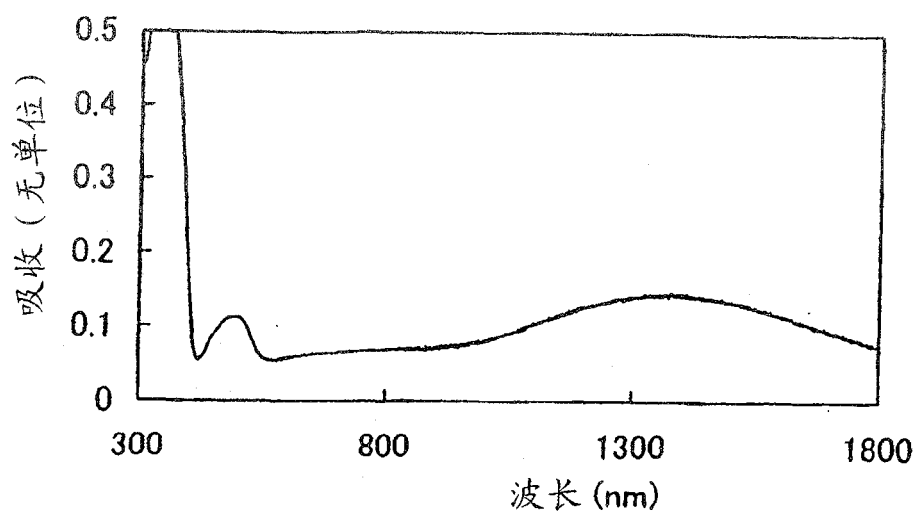


图 12

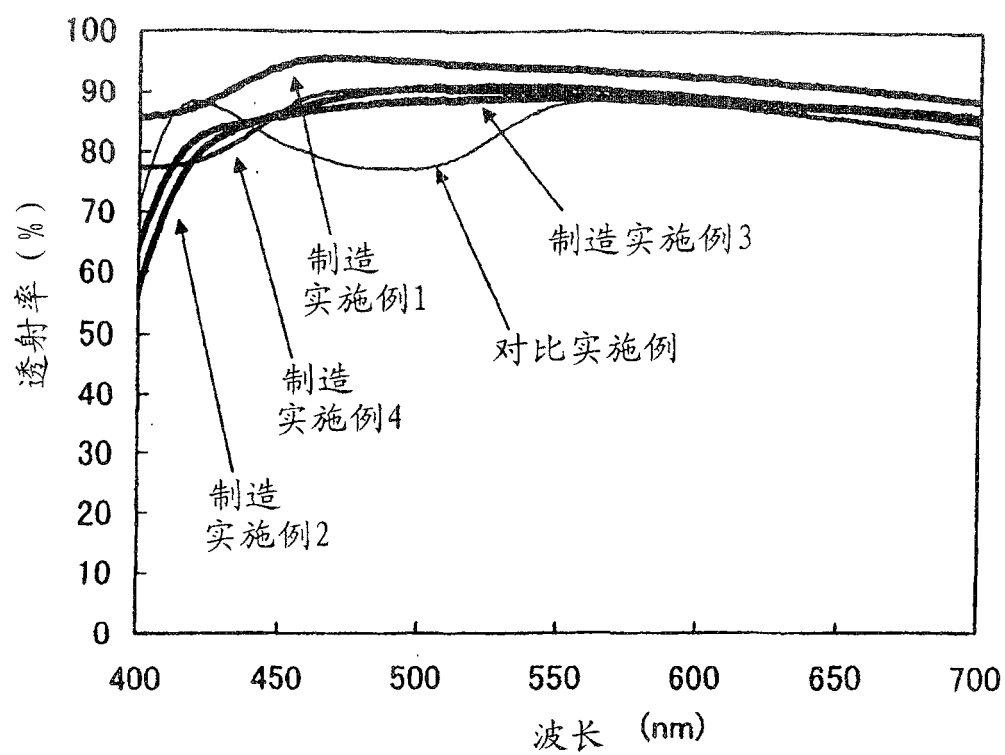


图 13

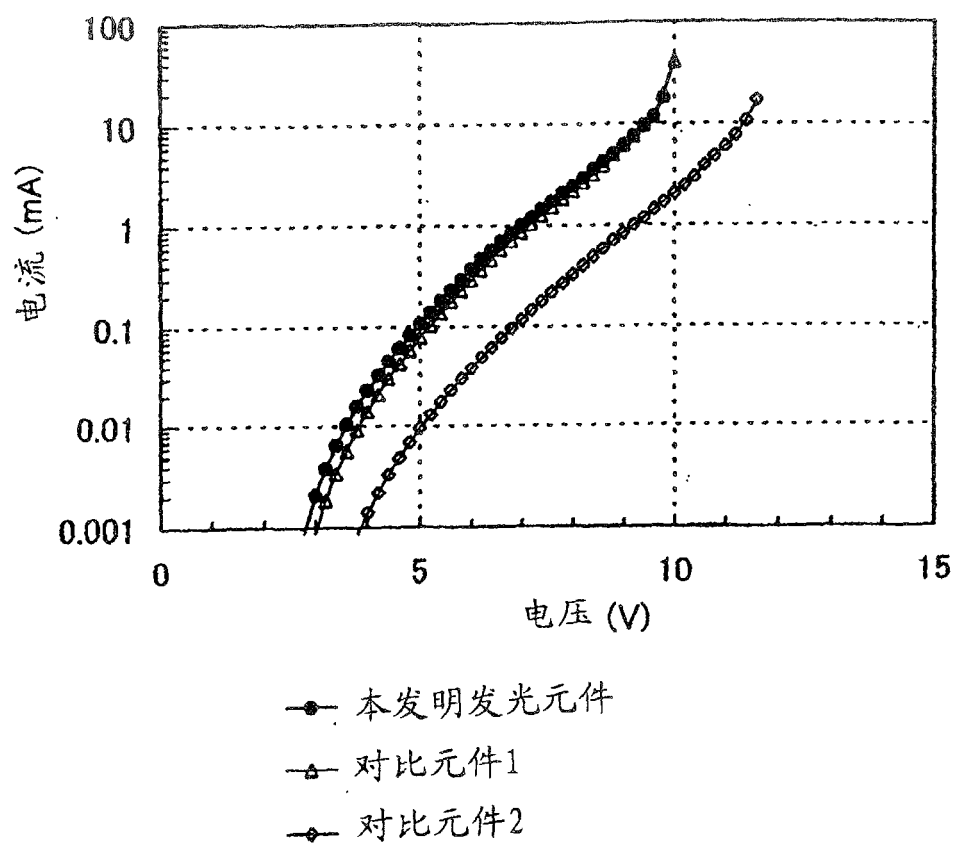


图 14

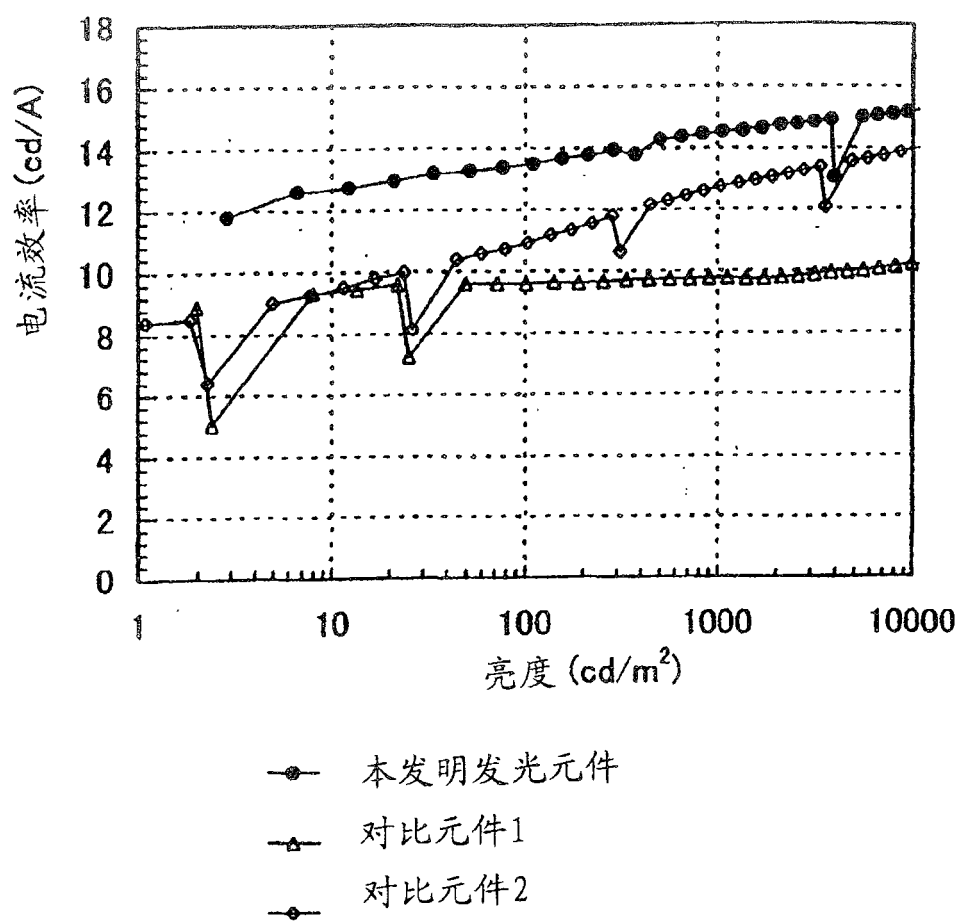


图 15

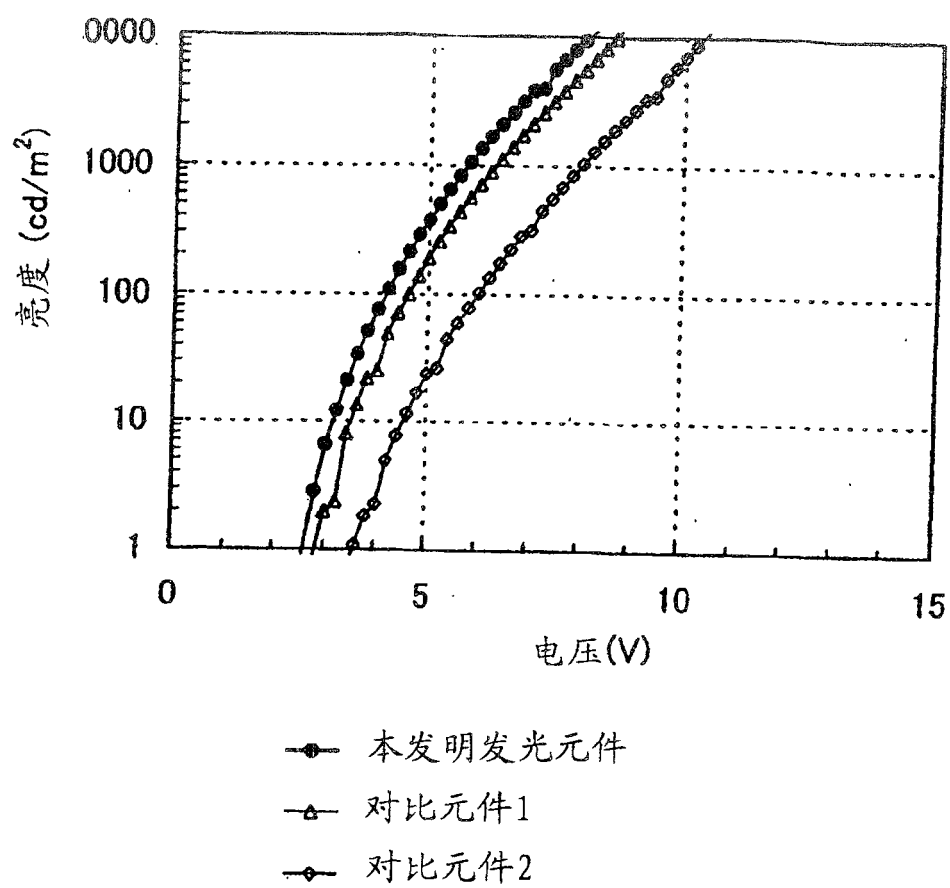


图 16

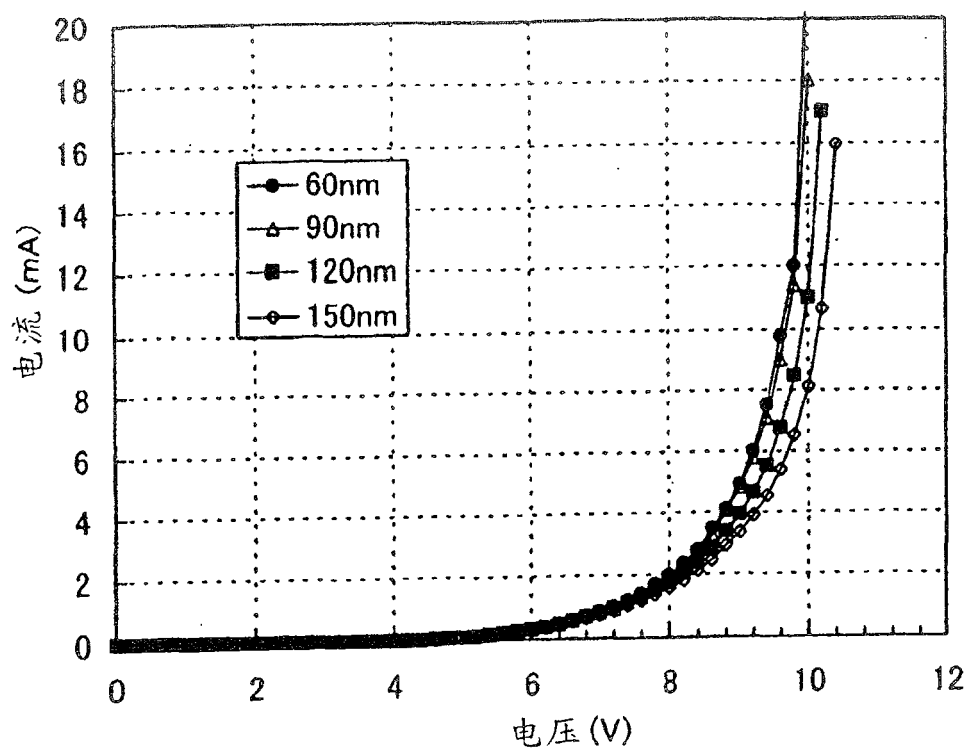


图 17

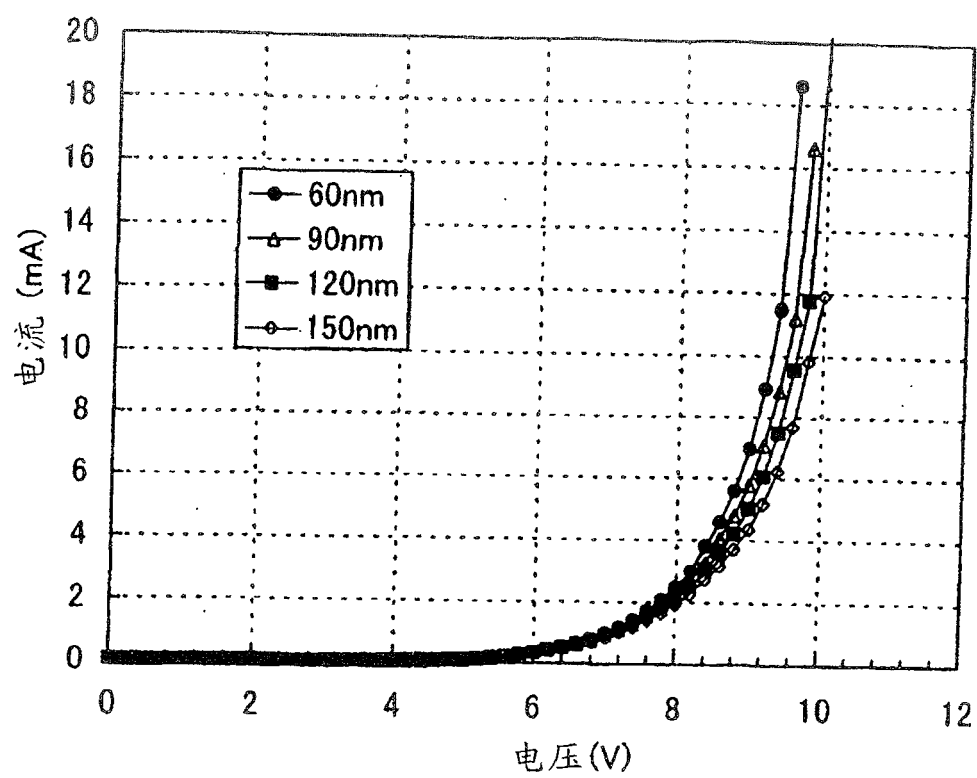


图 18

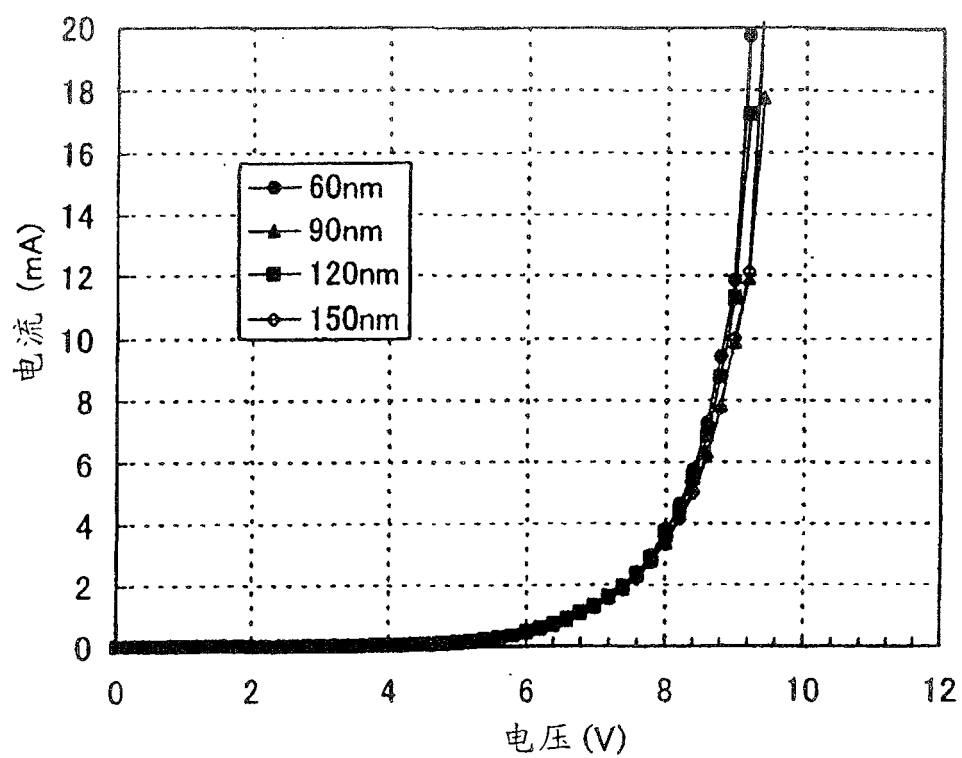


图 19

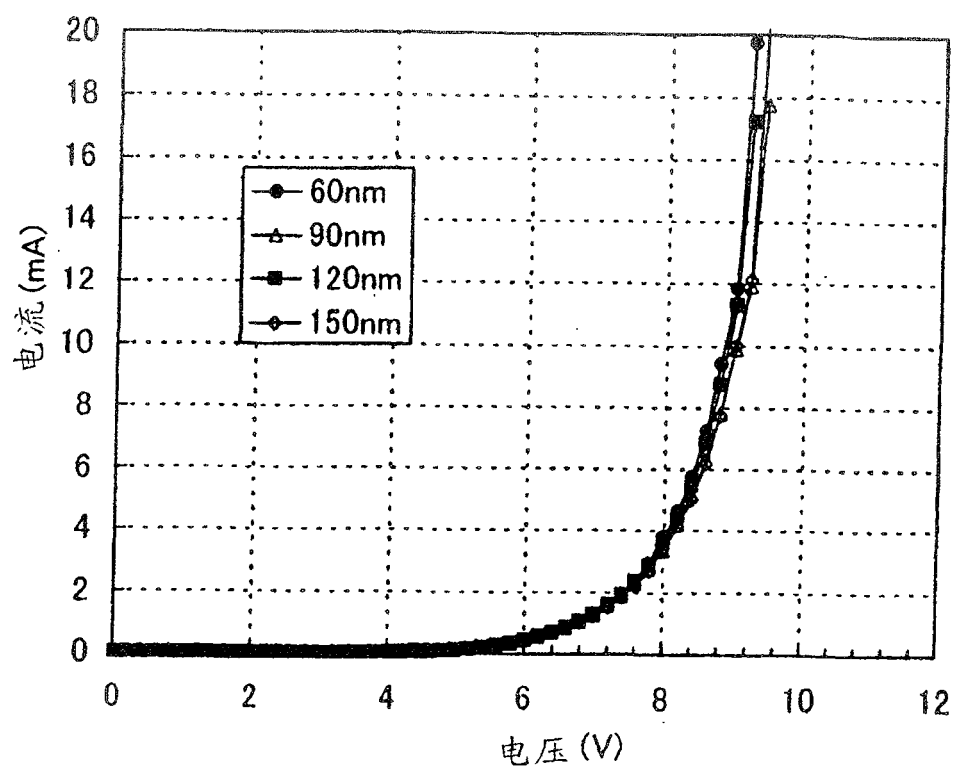


图 20

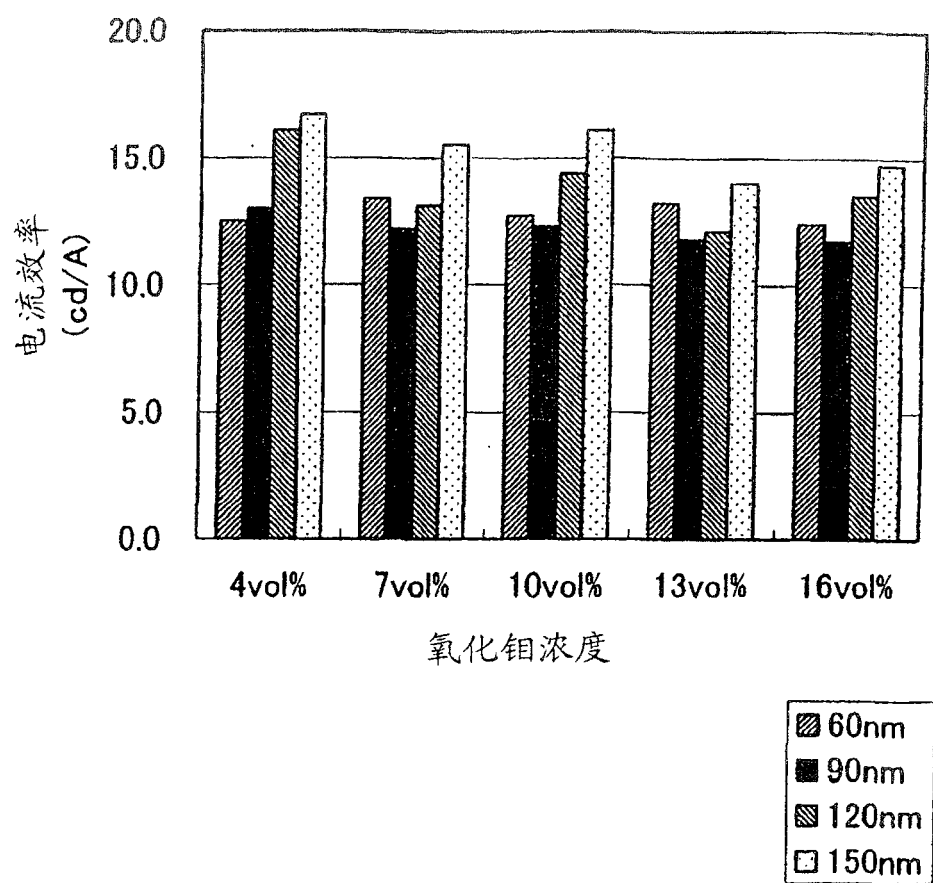


图 21

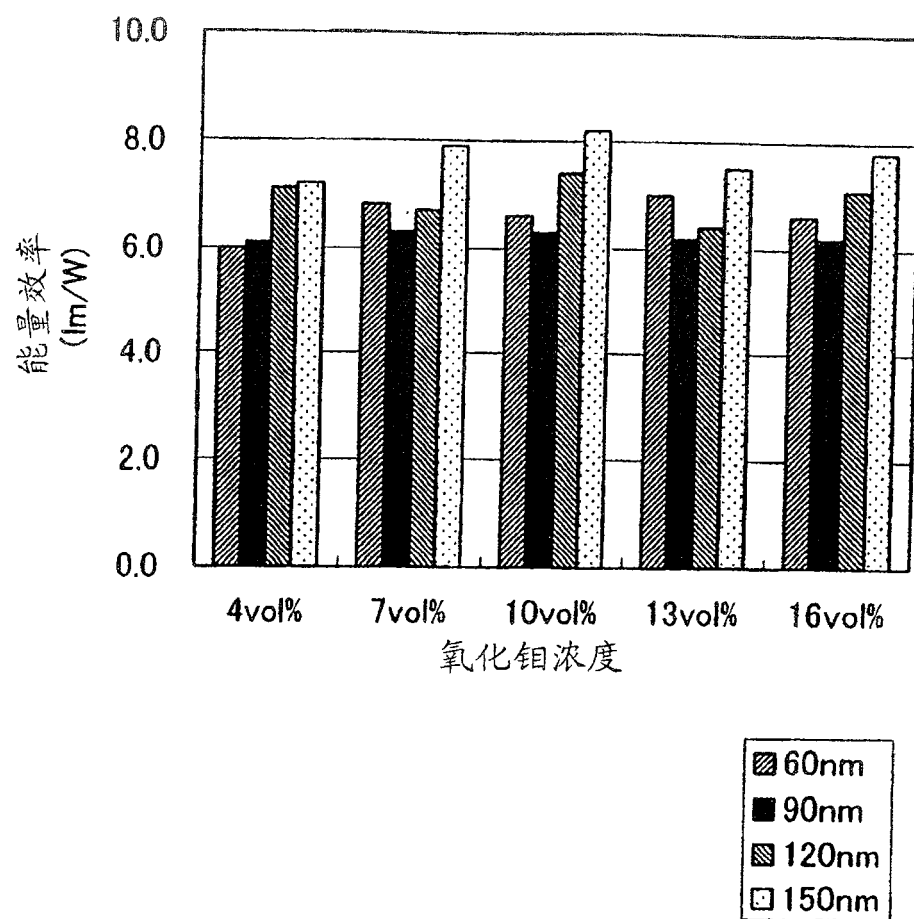


图 22

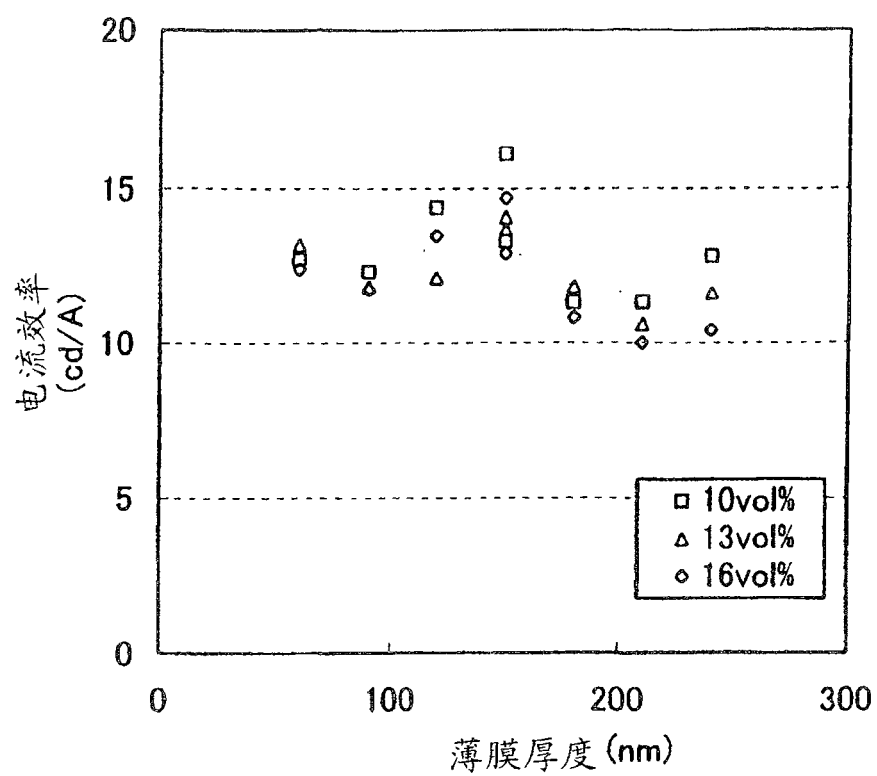


图 23

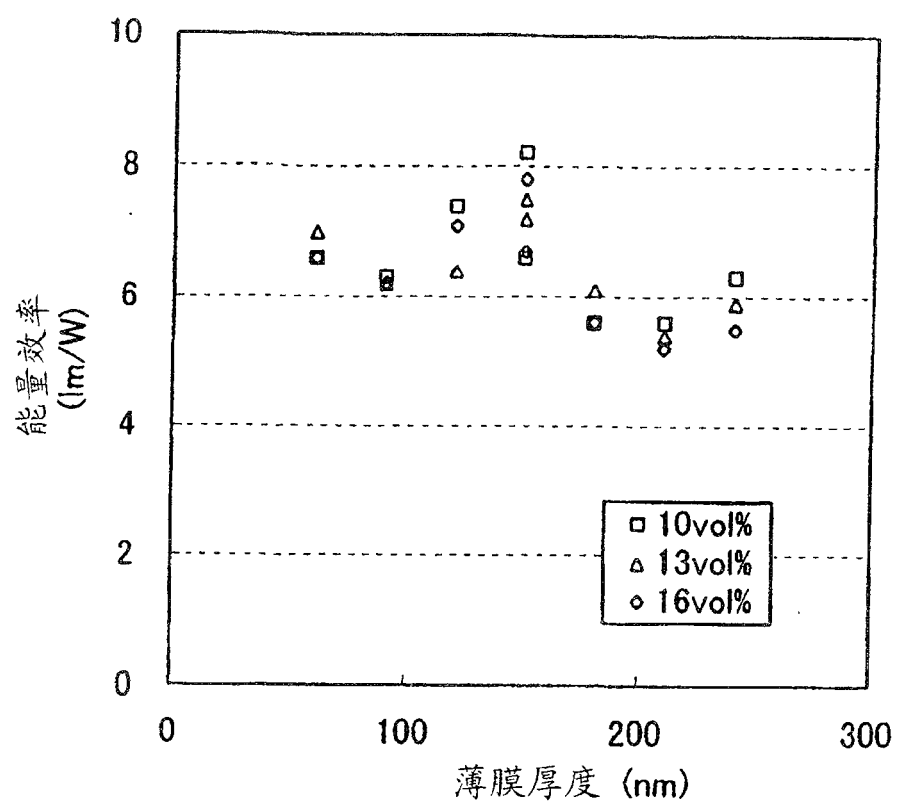


图 24

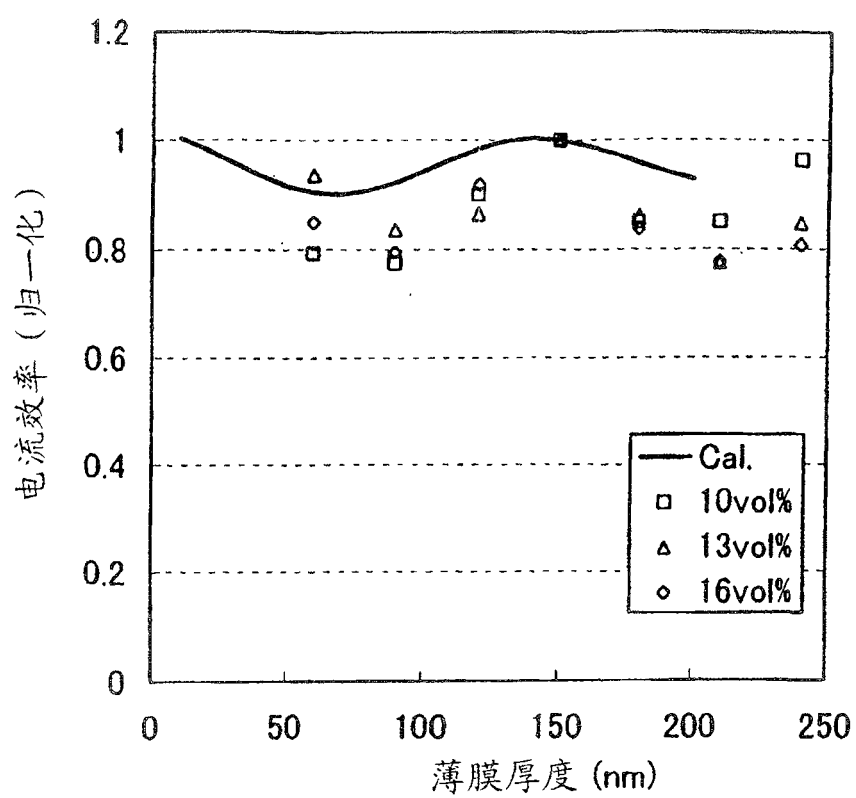


图 25

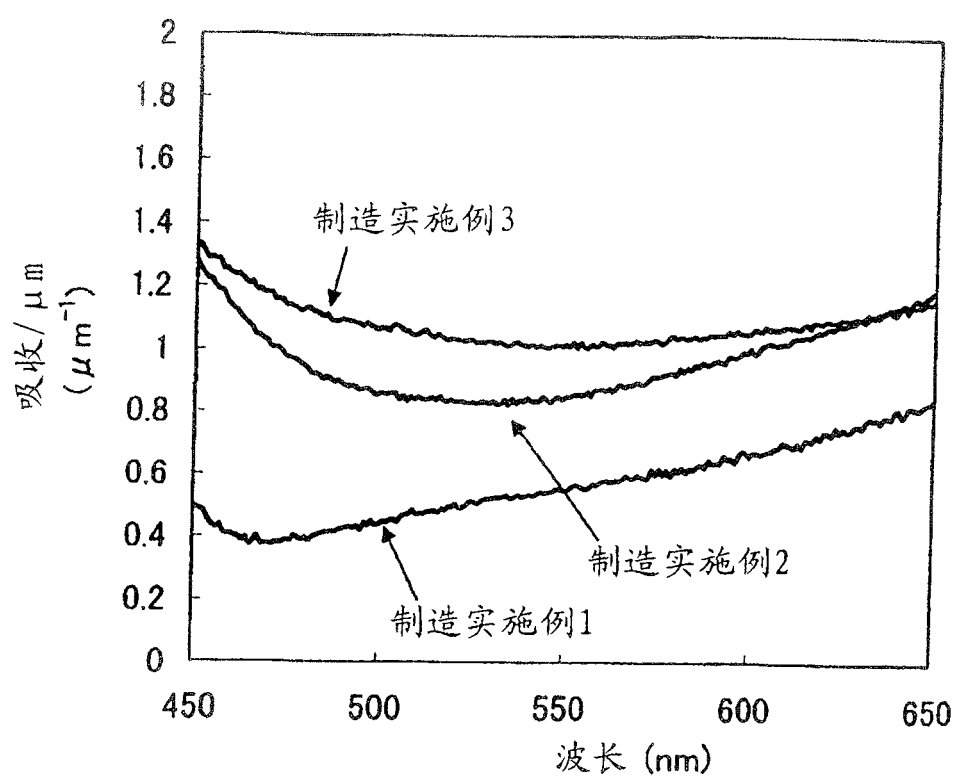


图 26

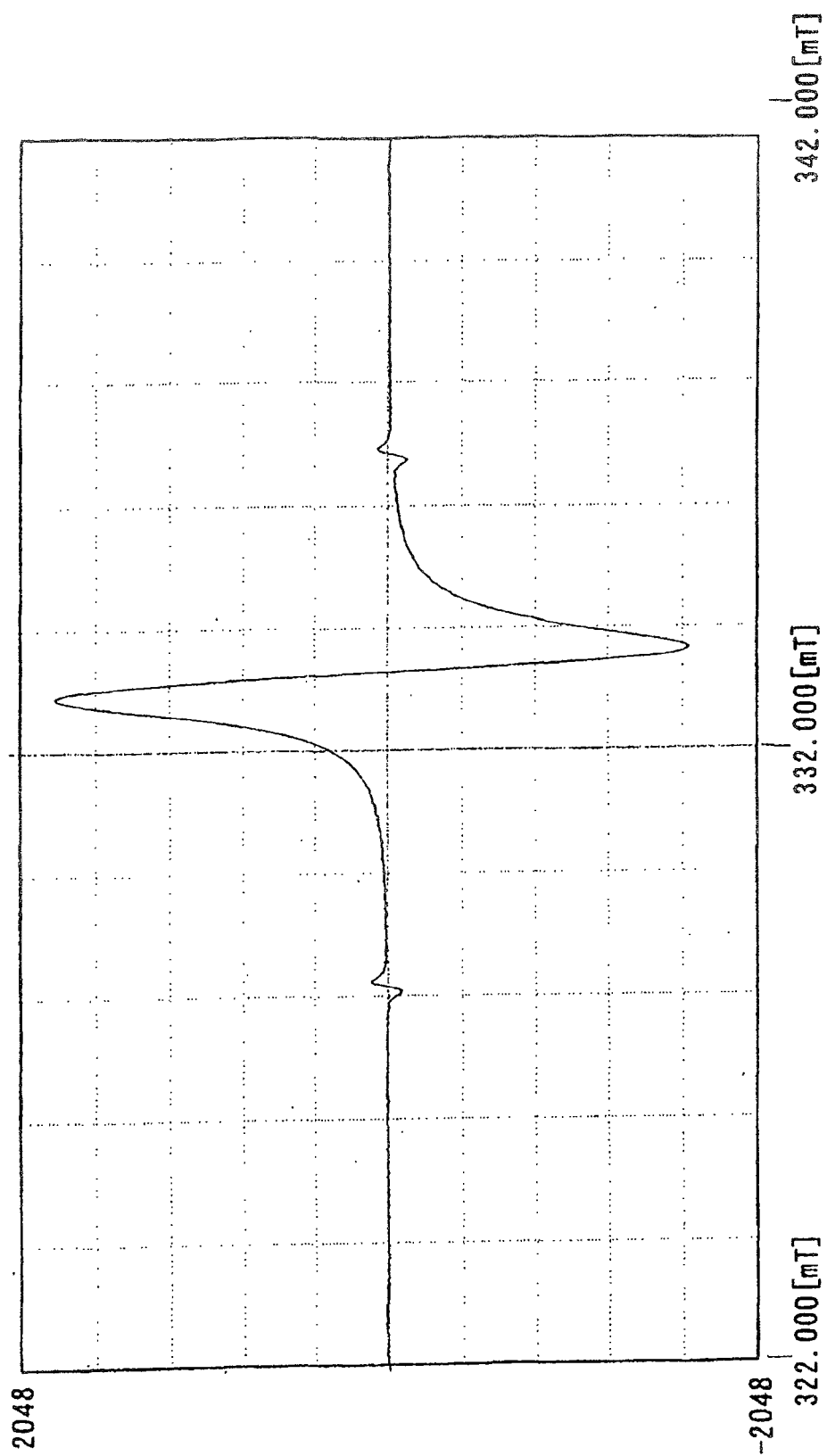


图 27

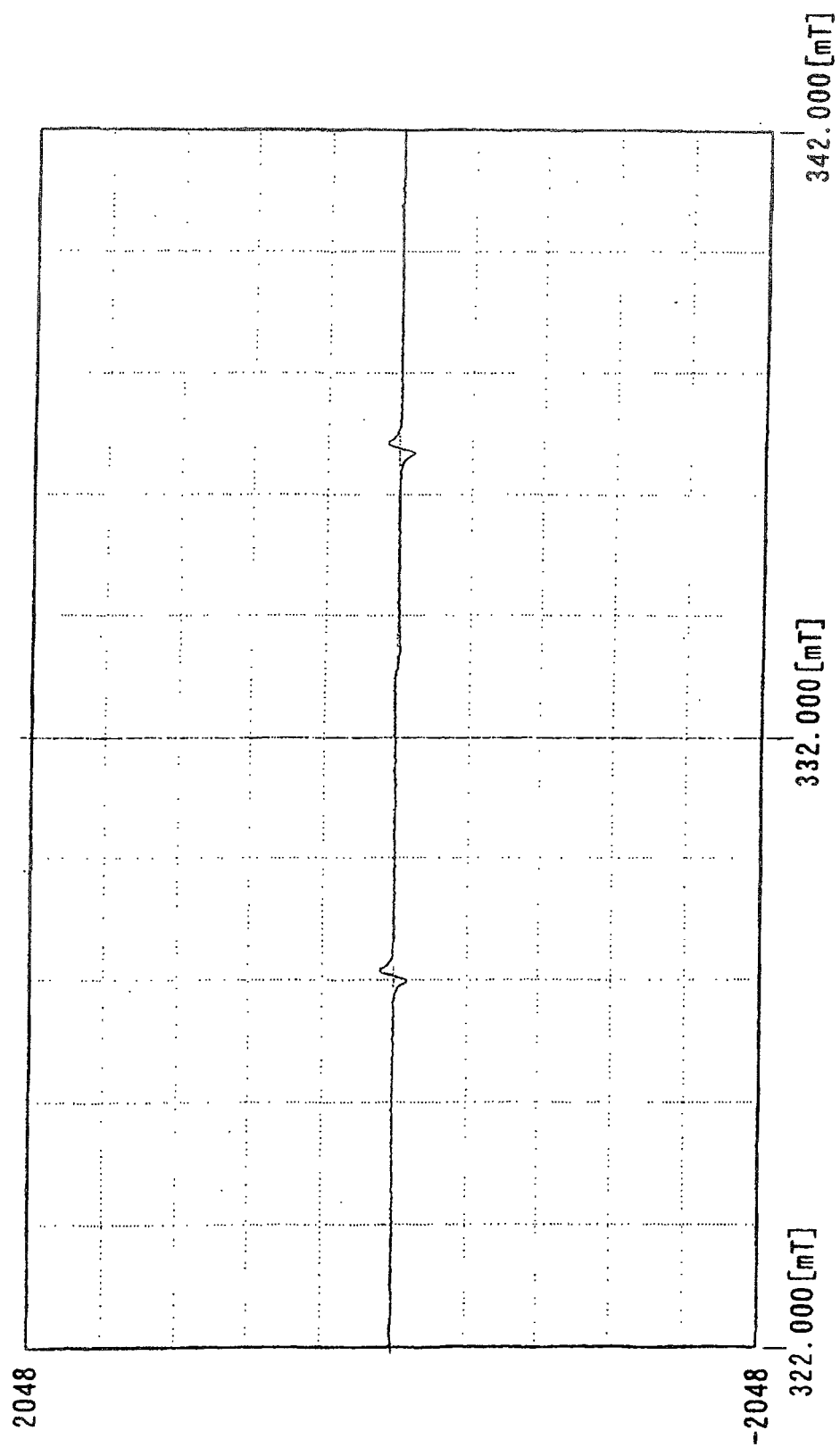


图 28

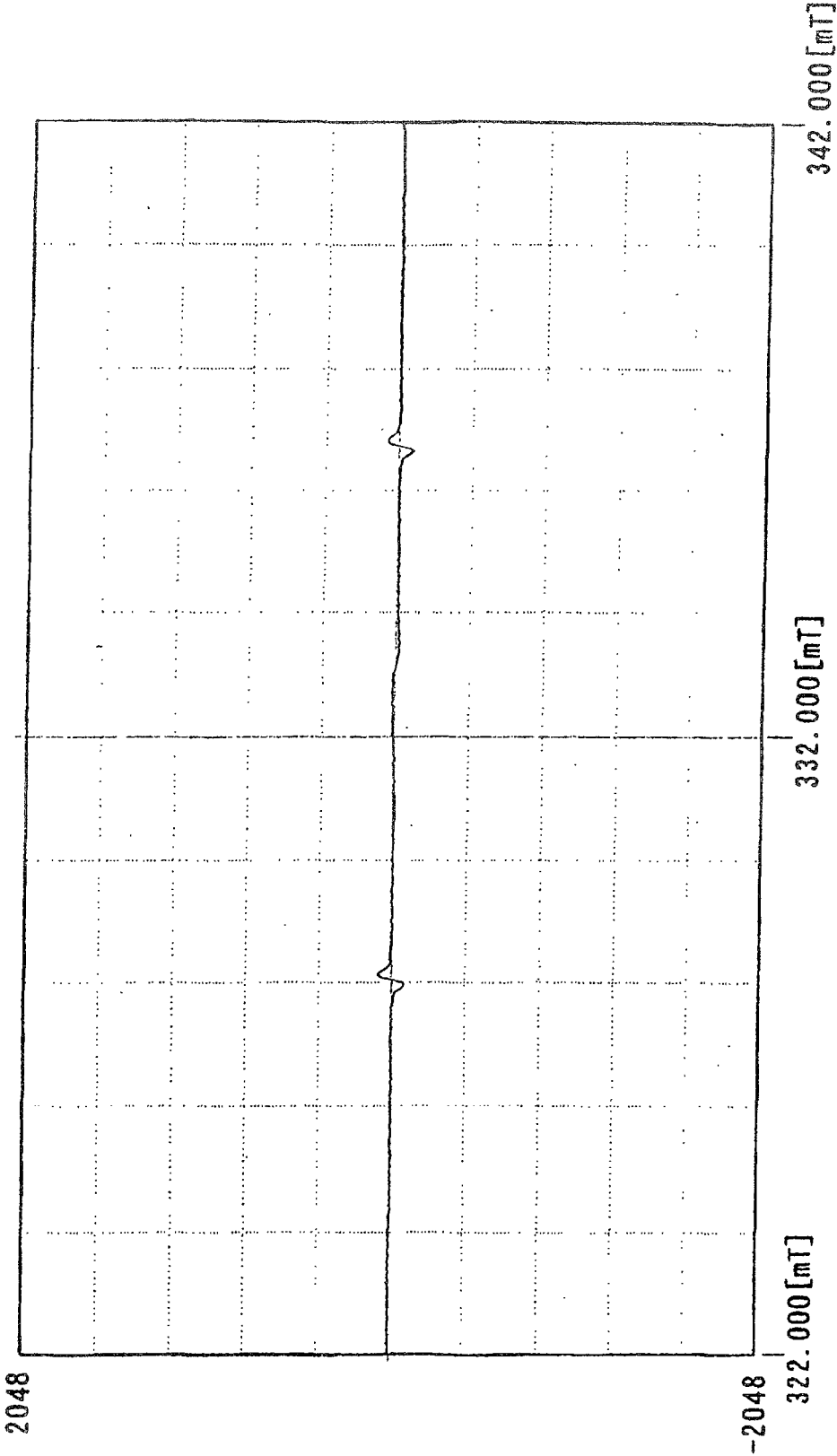


图 29

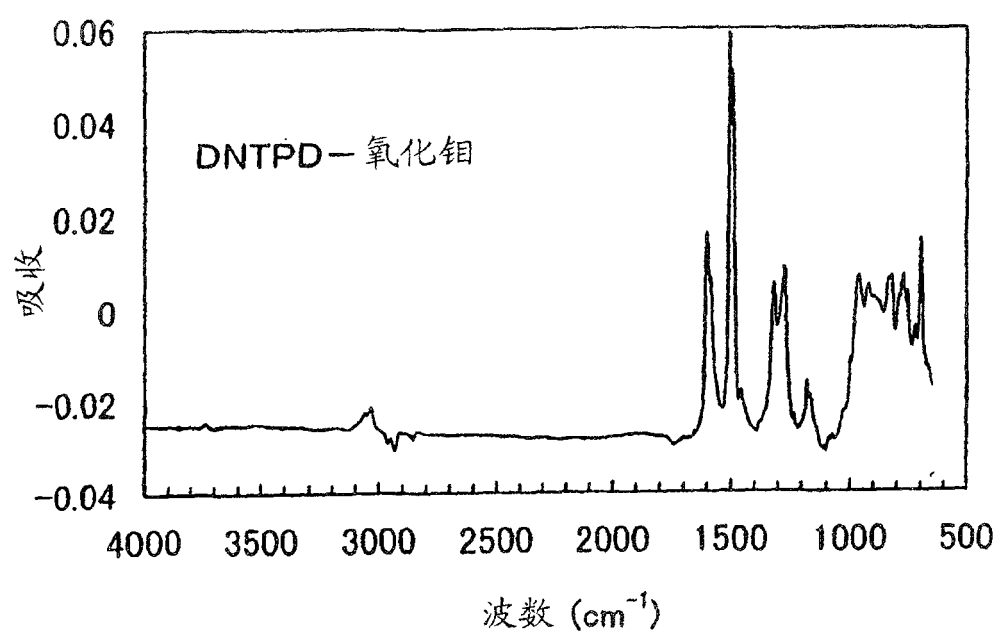


图 30

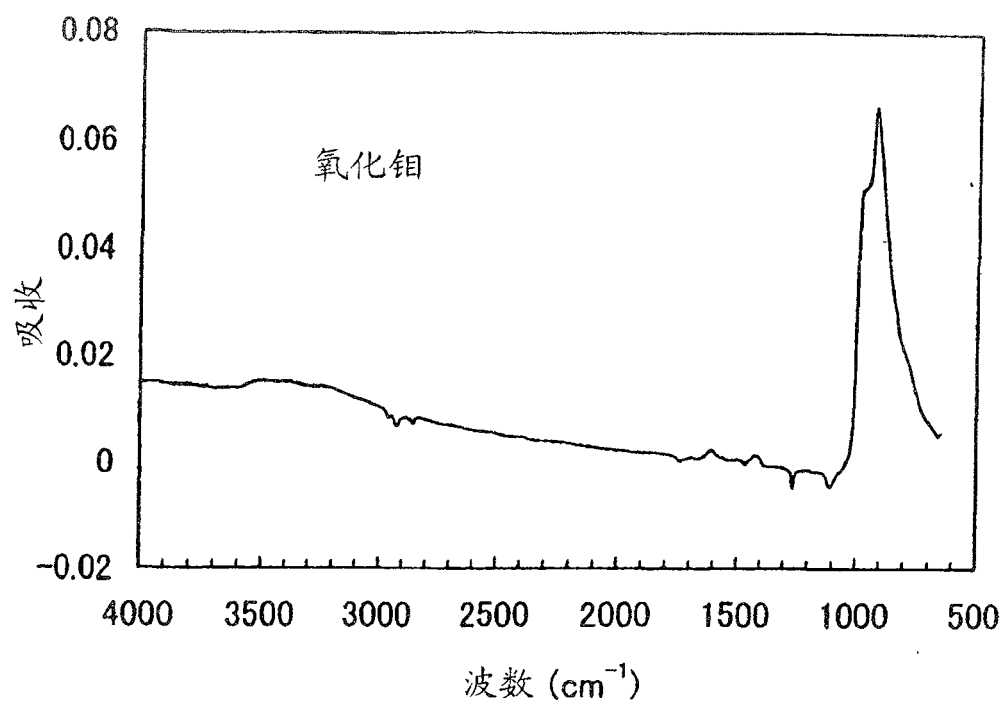


图 31

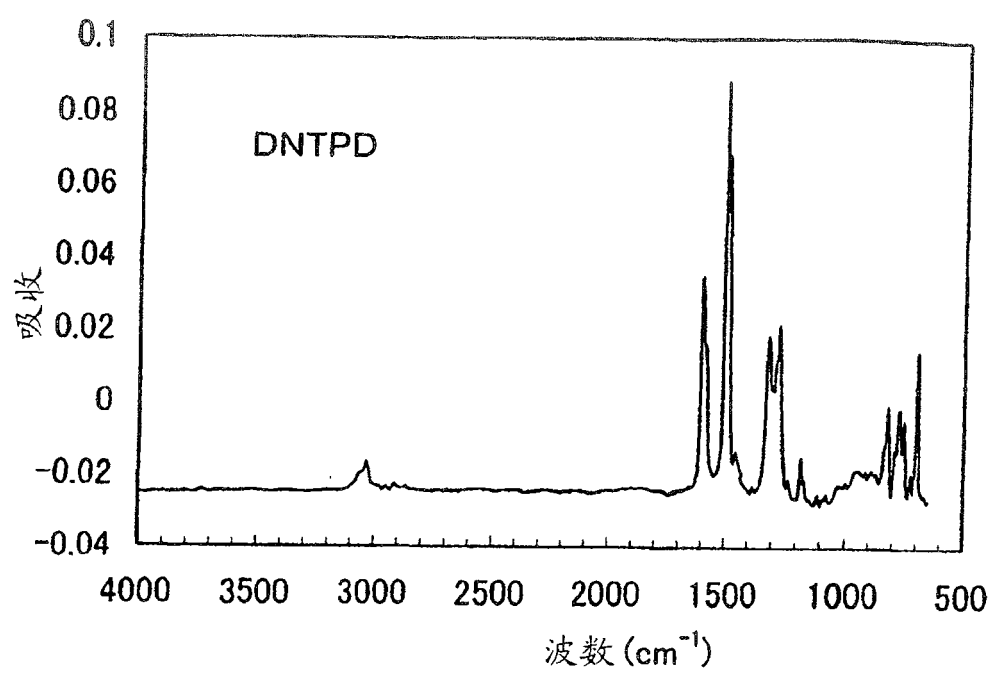


图 32

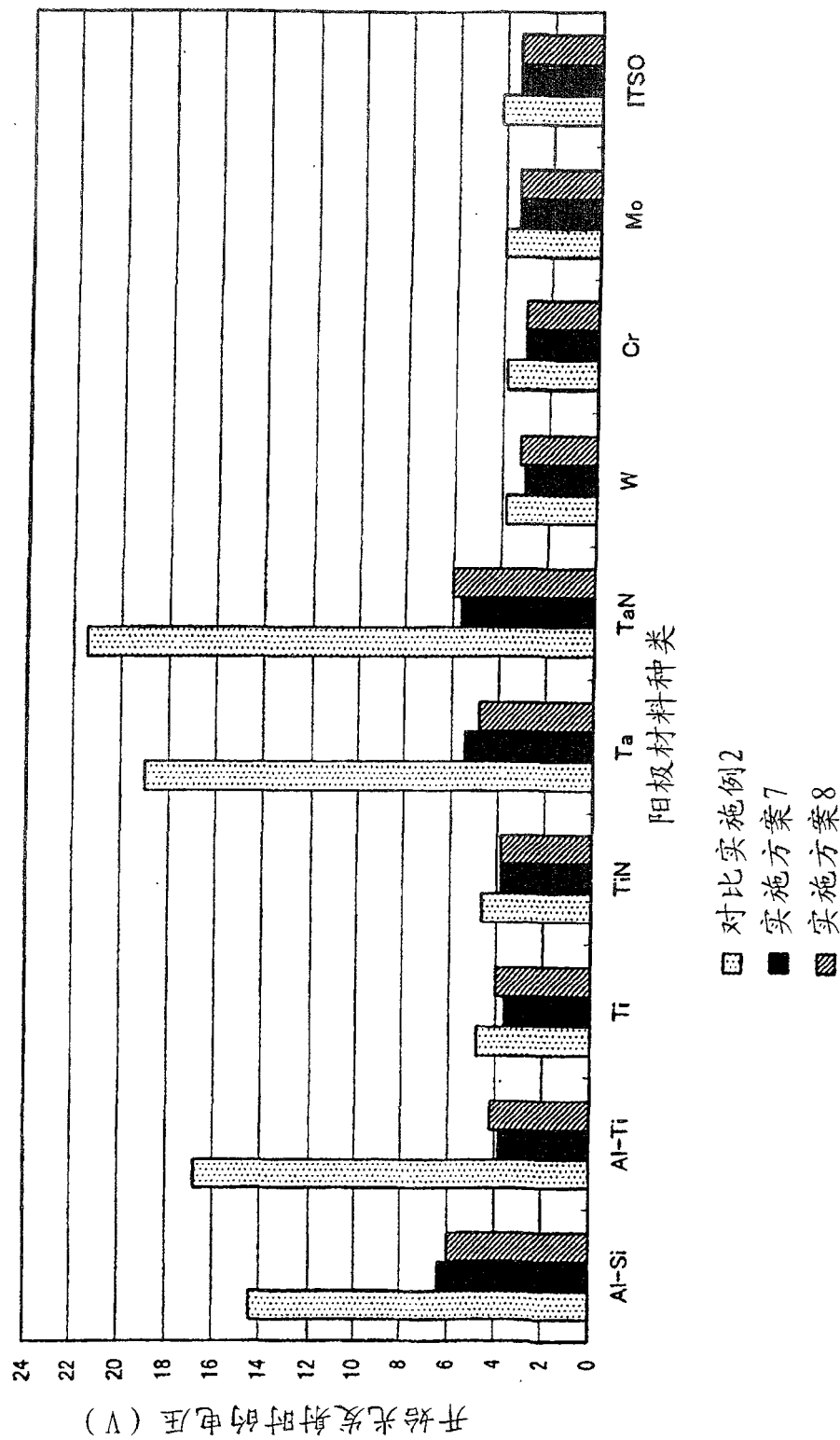


图 33

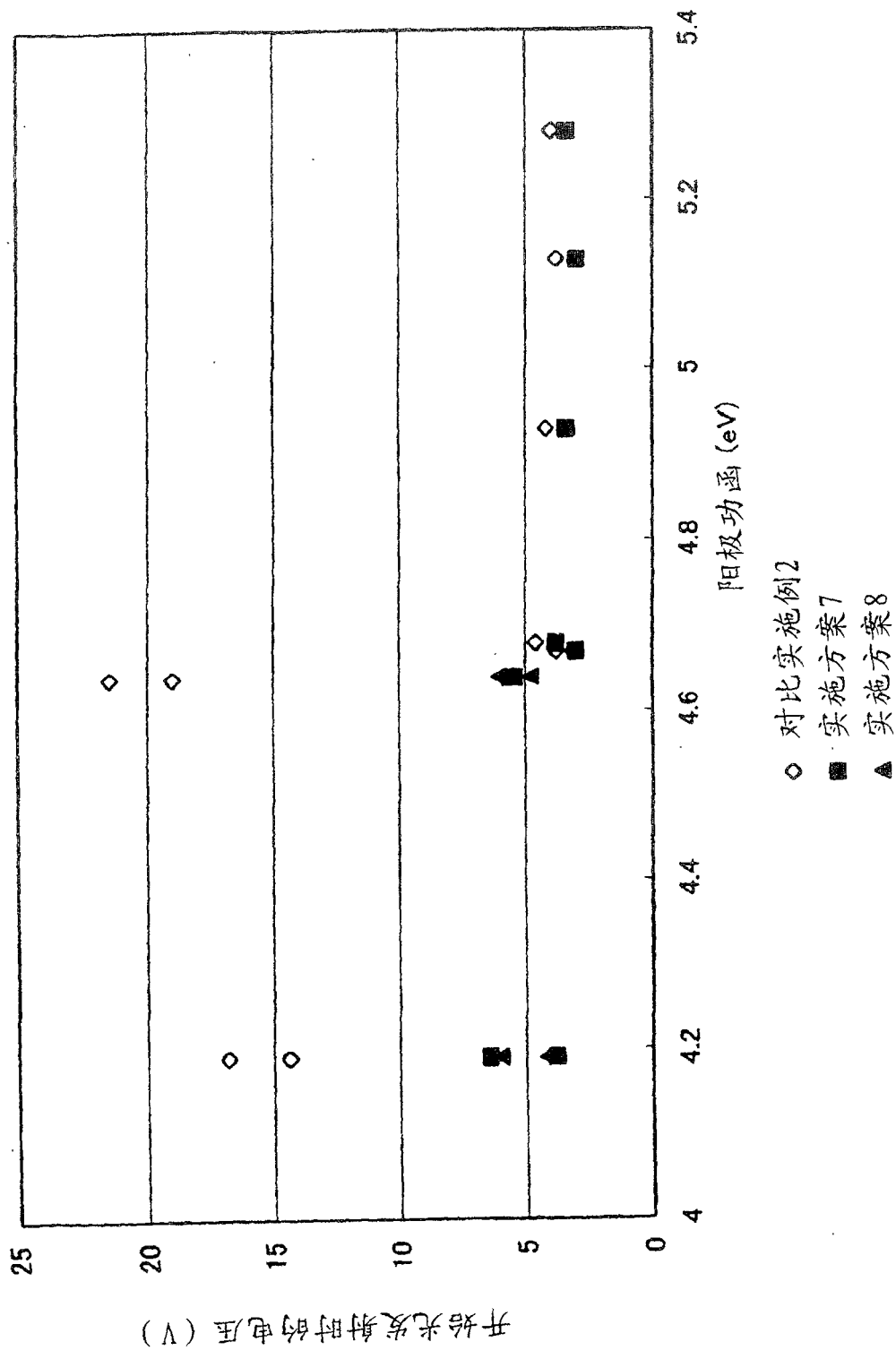


图 34

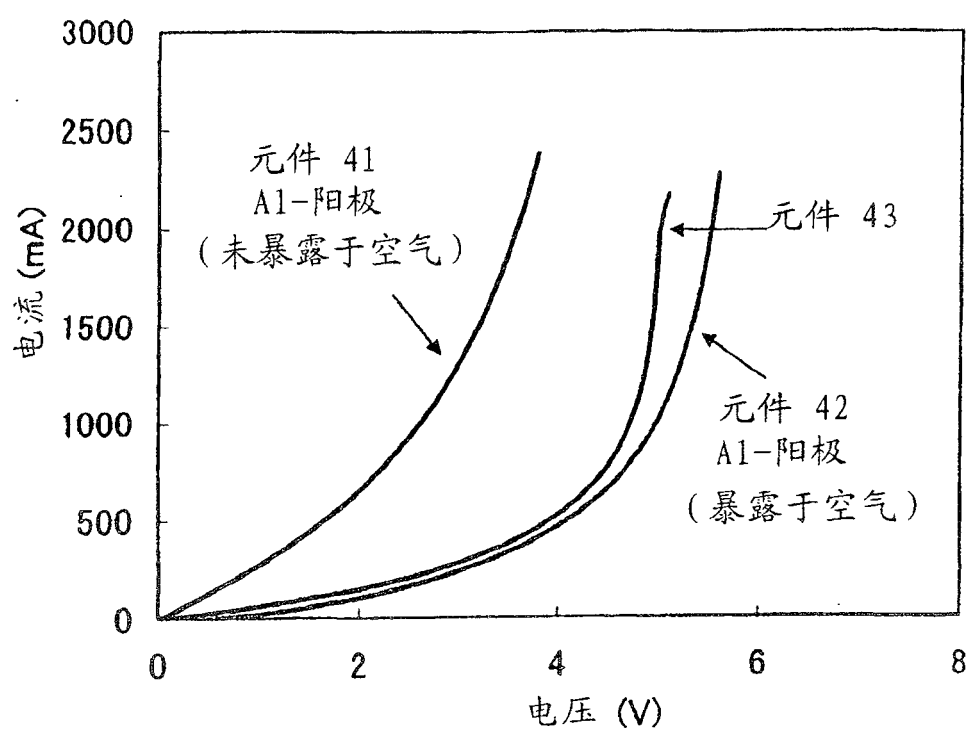


图 35

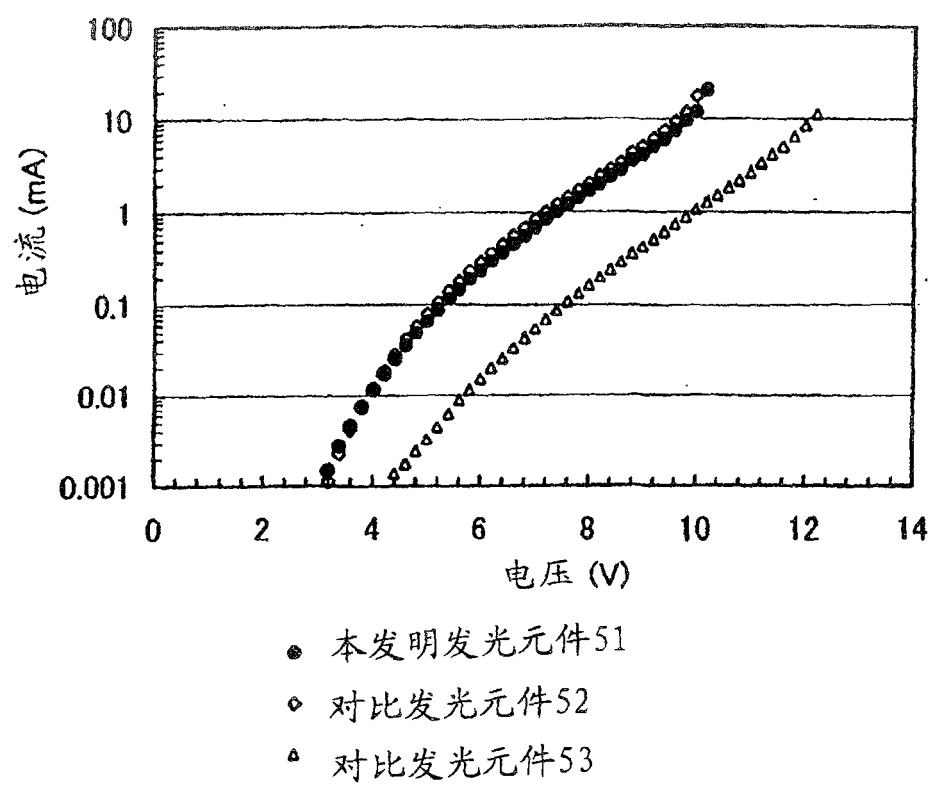


图 36

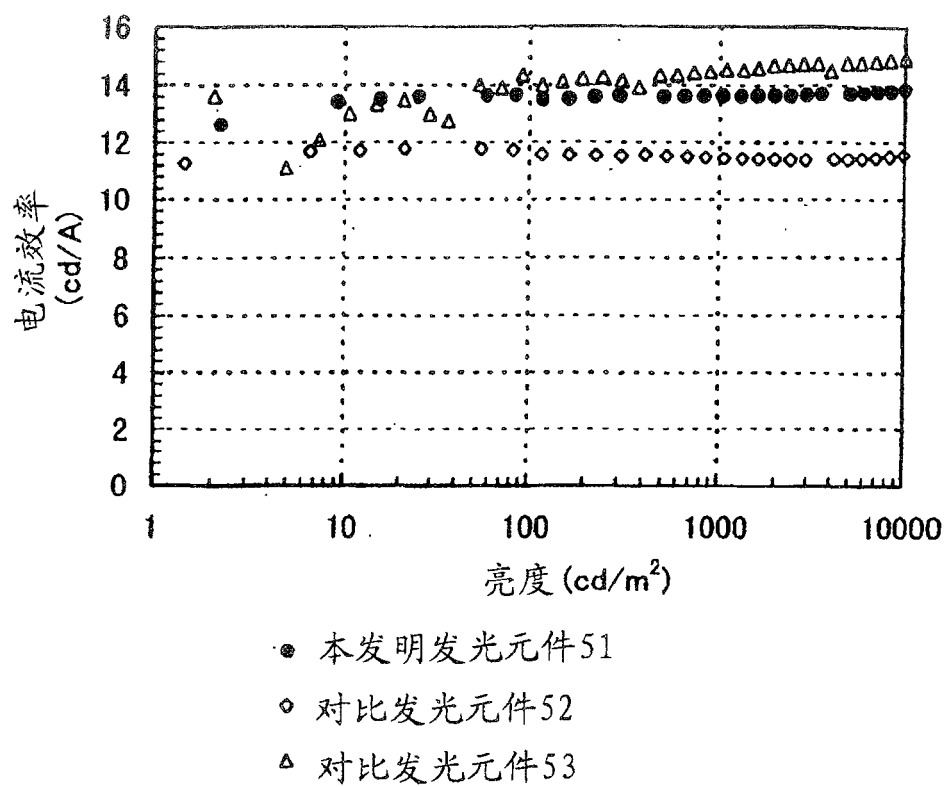


图 37

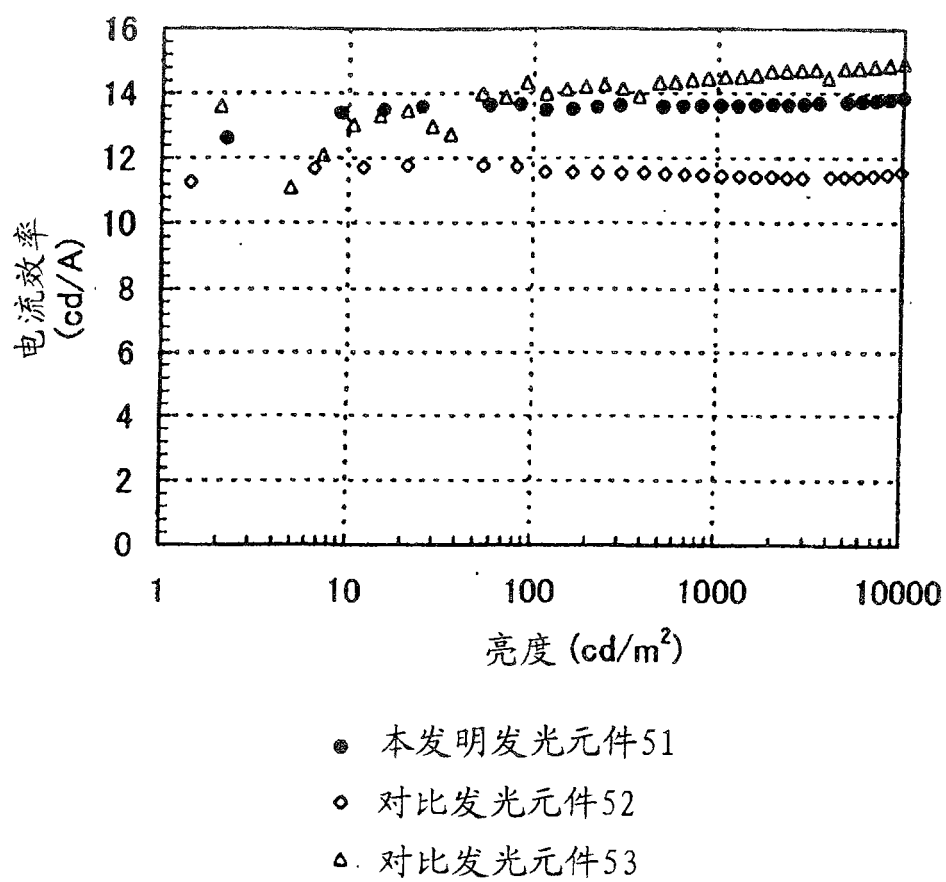
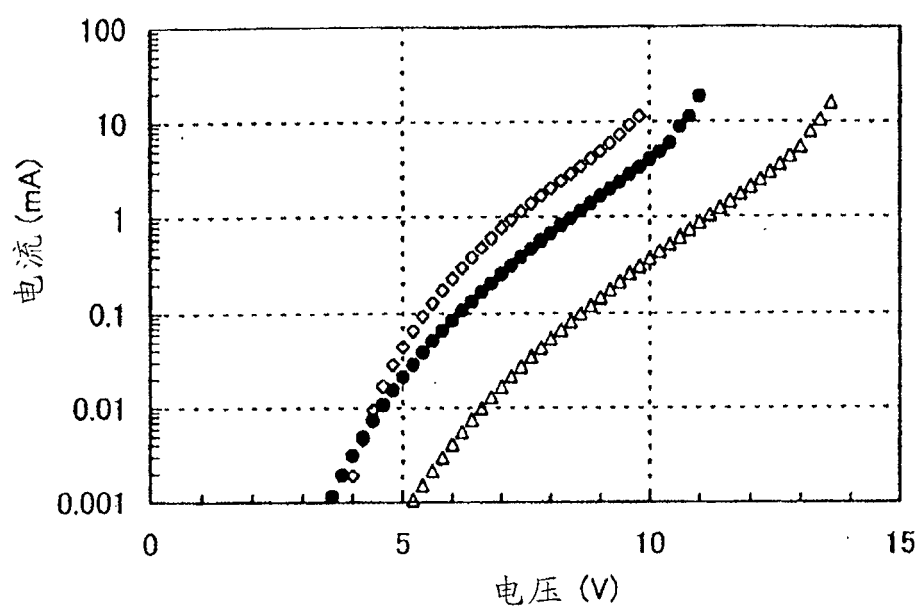


图 38

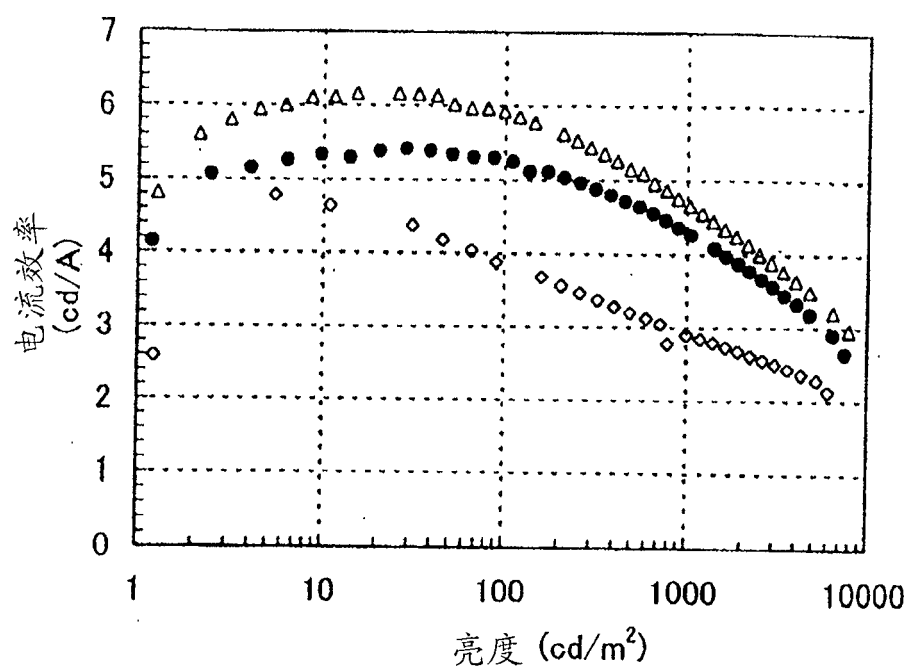


● 本发明发光元件61

◇ 对比发光元件62

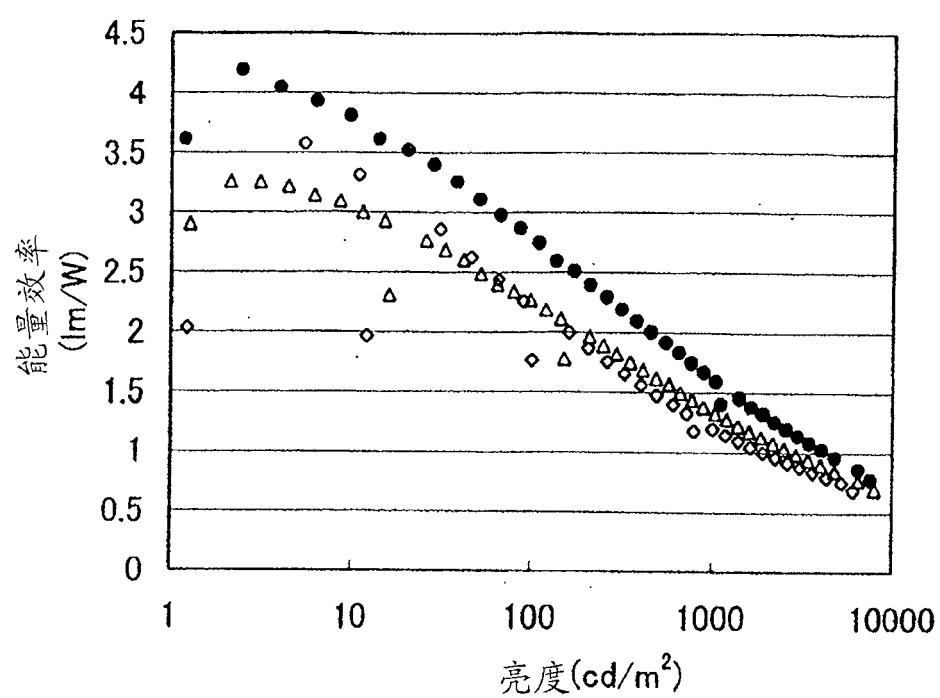
△ 对比发光元件63

图 39



- 本发明发光元件61
- ◇ 对比发光元件62
- △ 对比发光元件63

图 40



- 本发明发光元件61
- ◇ 对比发光元件62
- △ 对比发光元件63

图 41

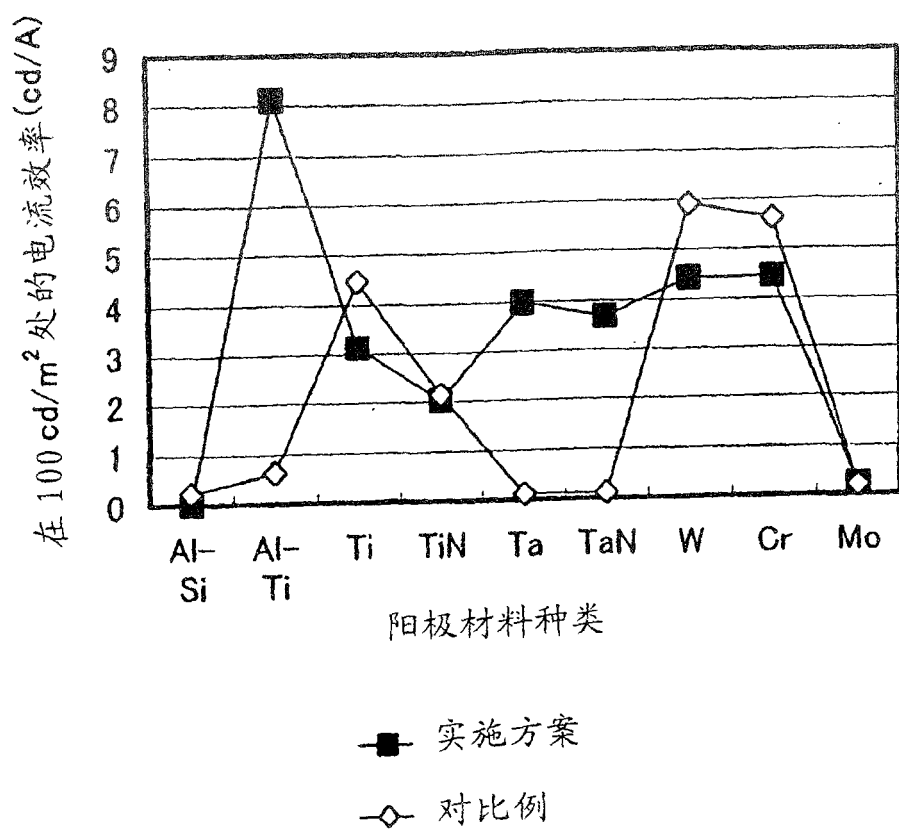


图 42

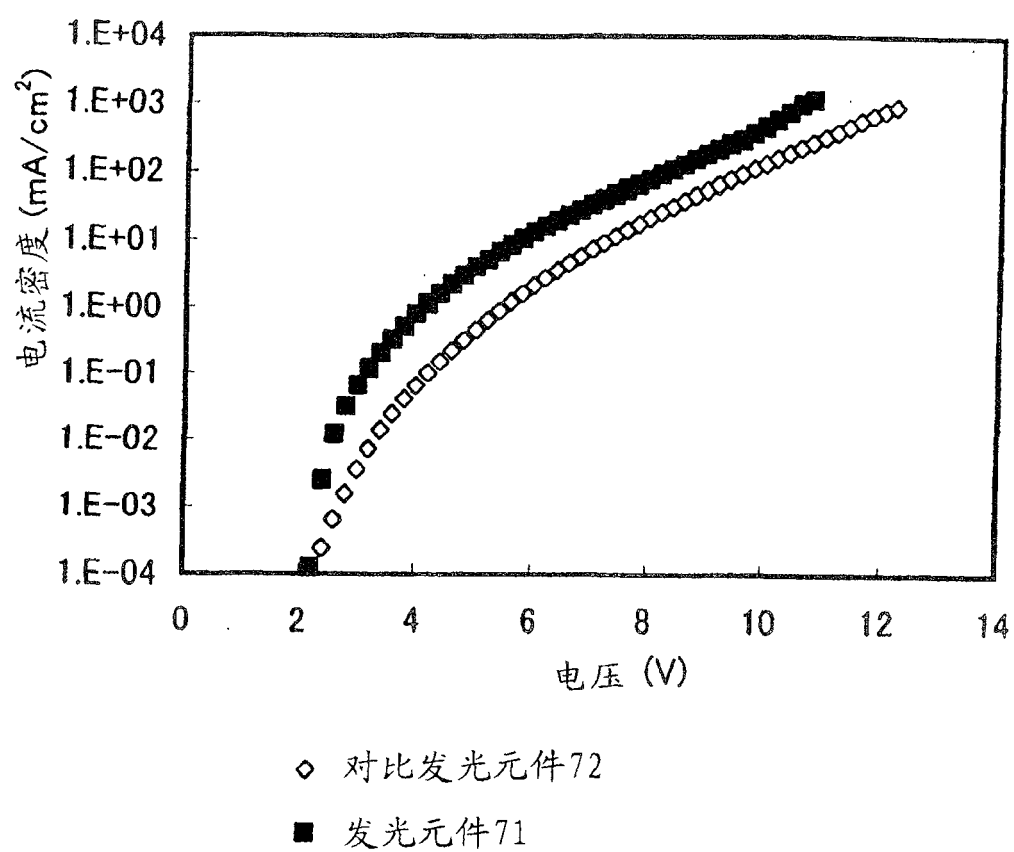


图 43

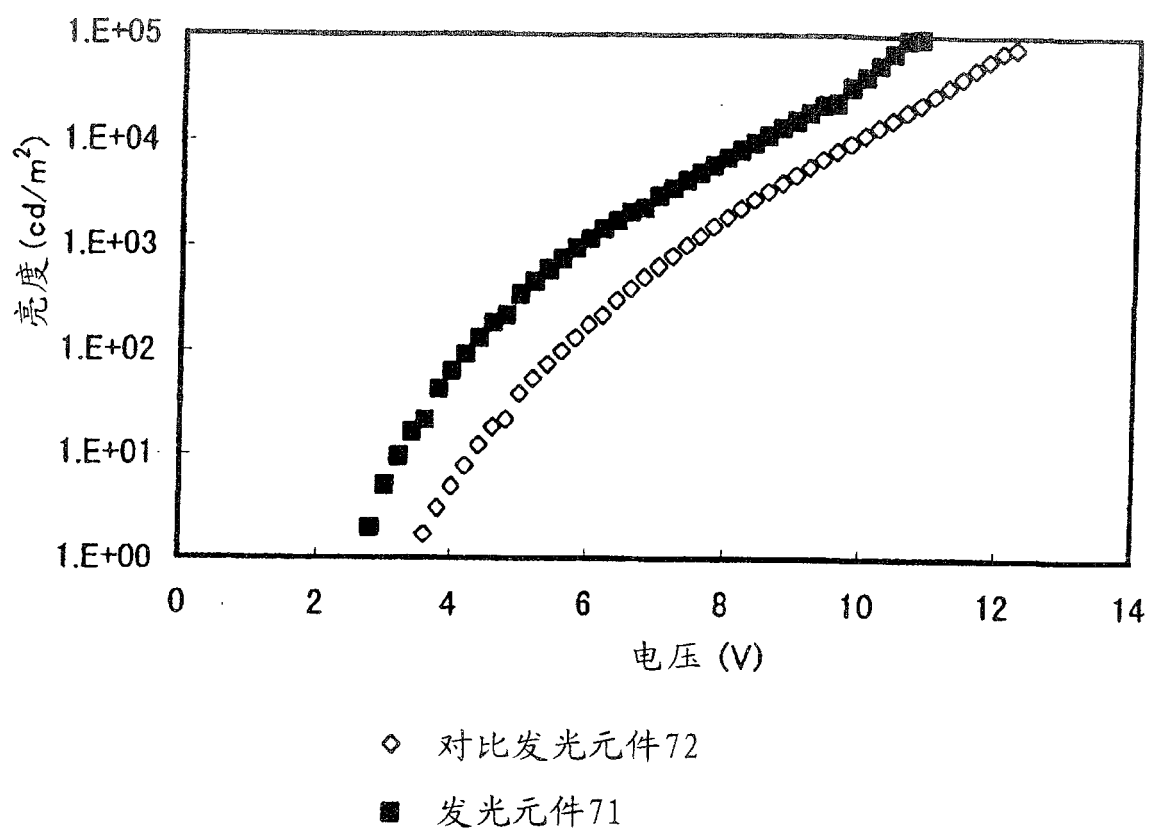


图 44

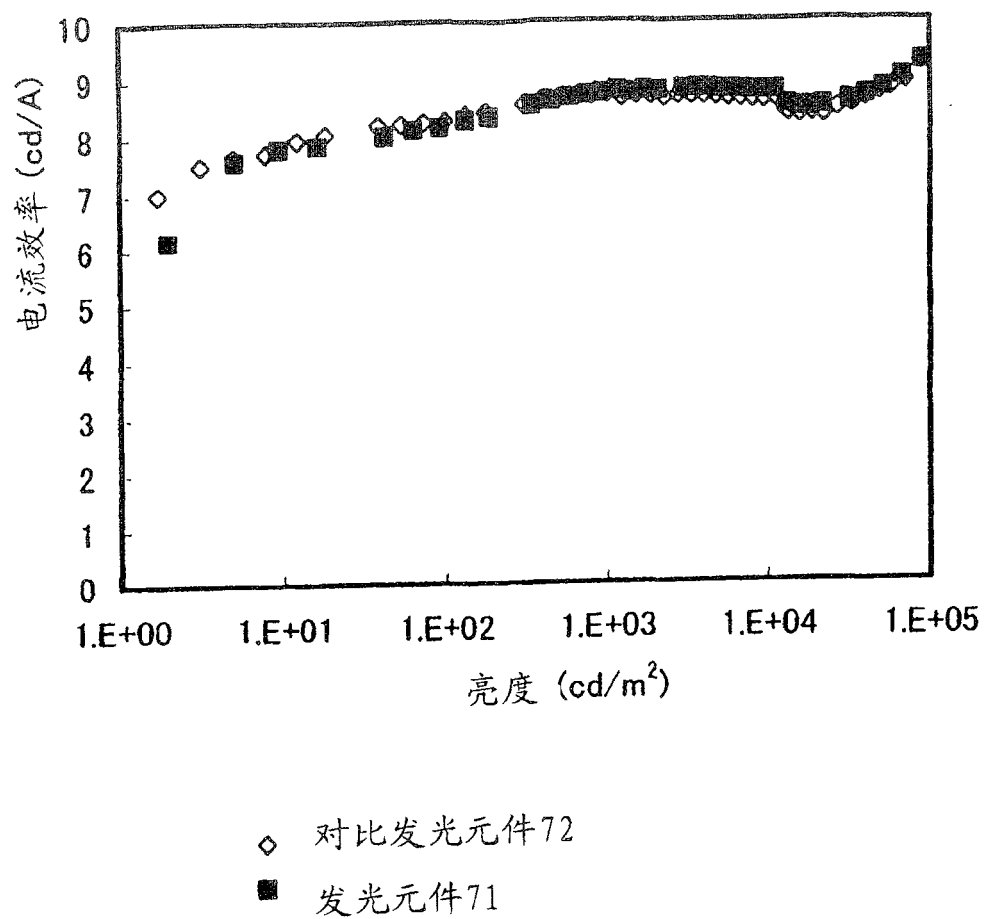


图 45

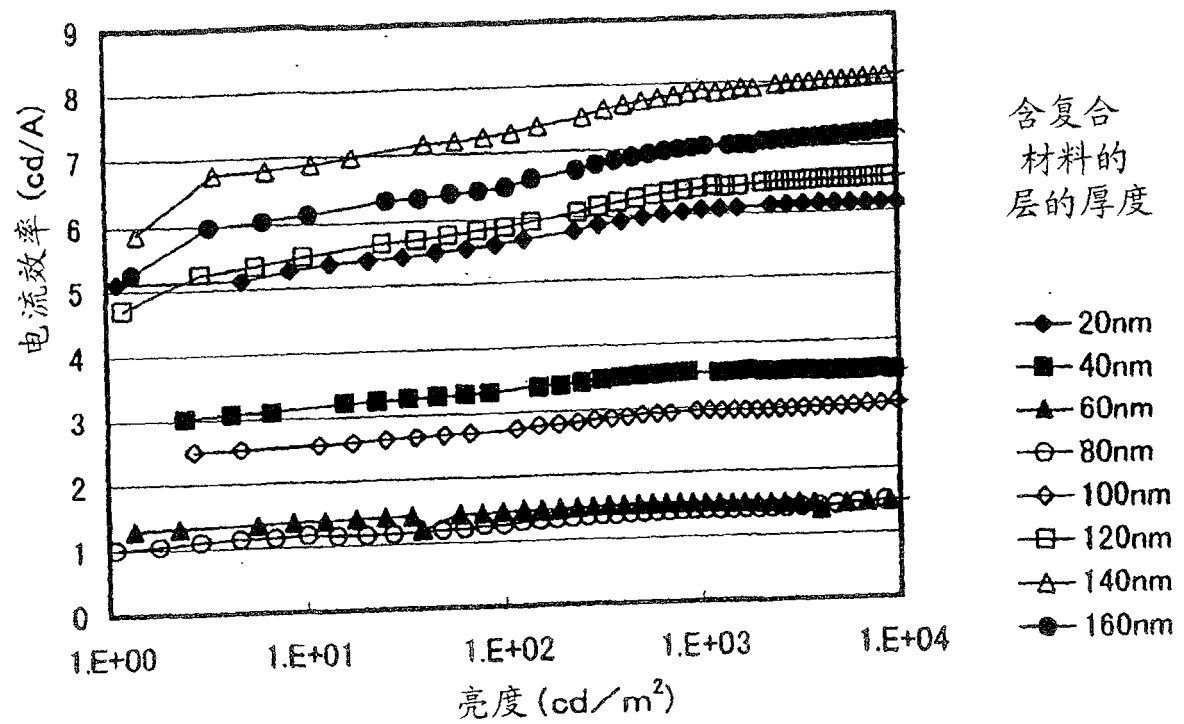


图 46

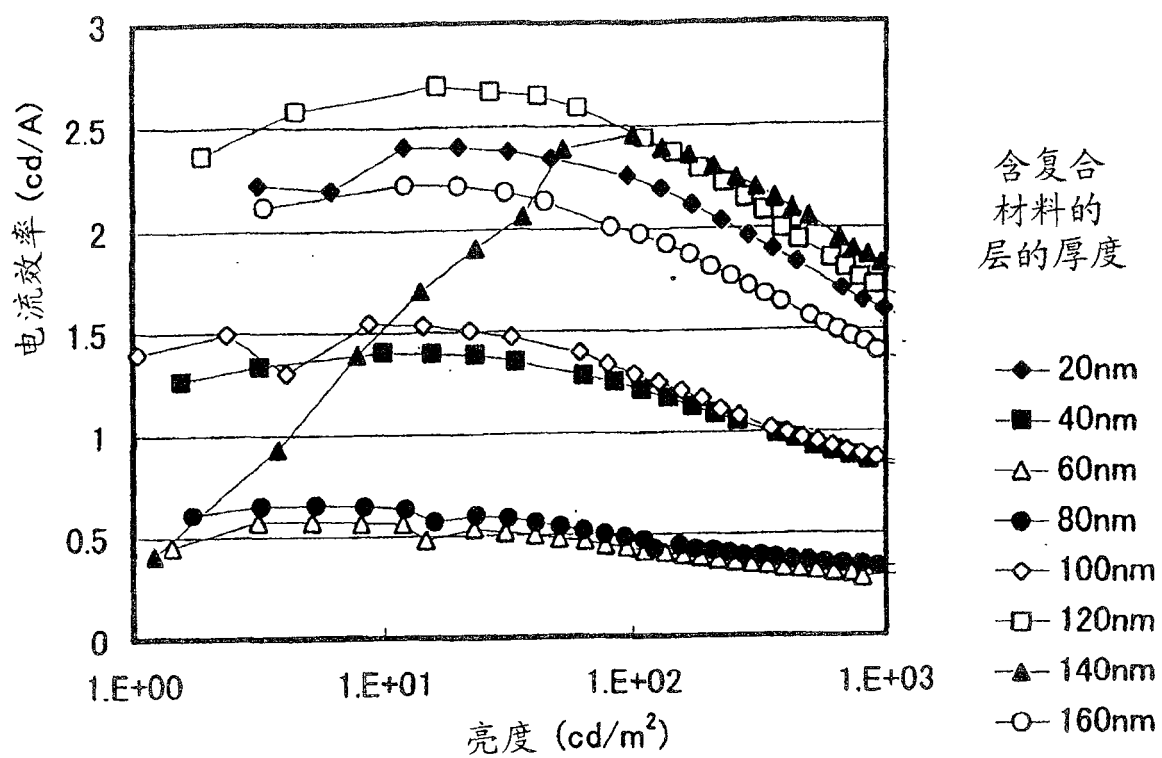


图 47

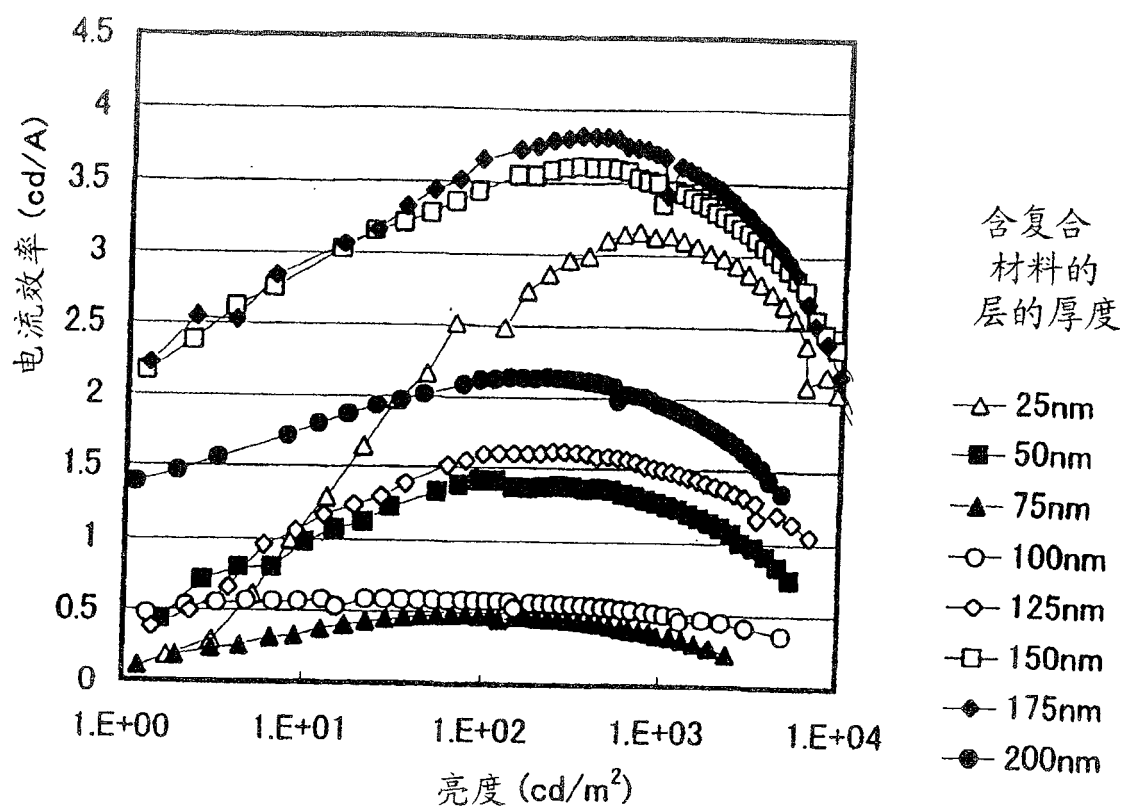


图 48

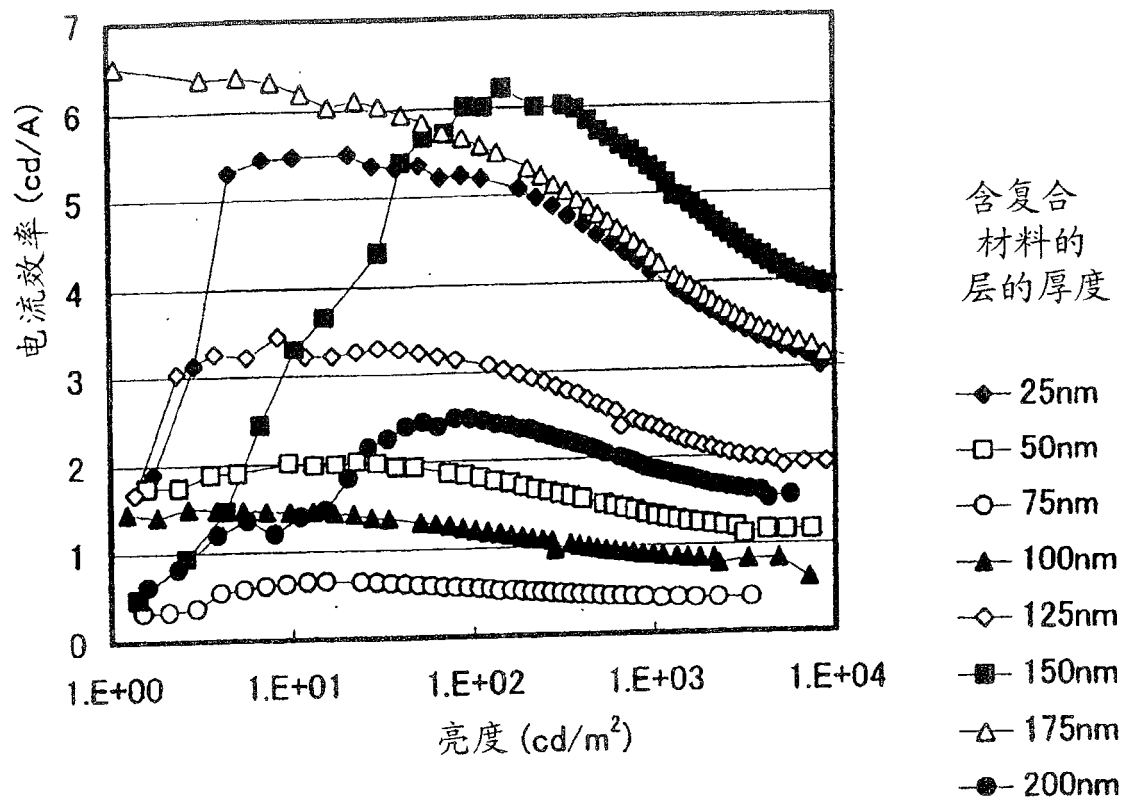


图 49

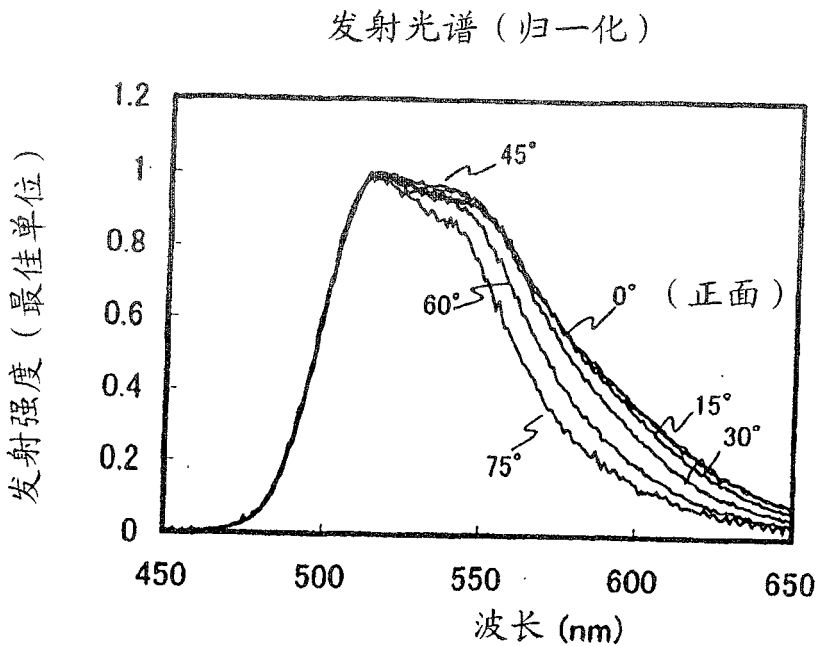


图 50A

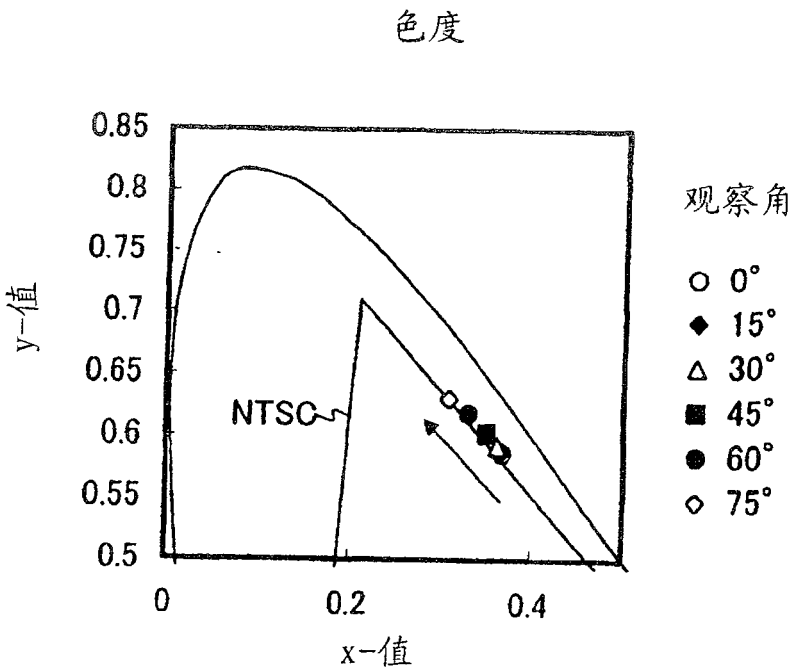


图 50B

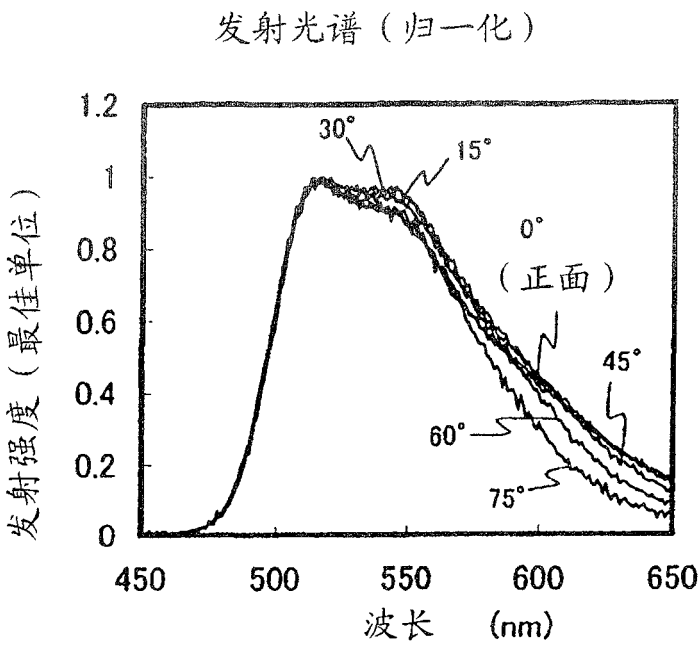


图 51A

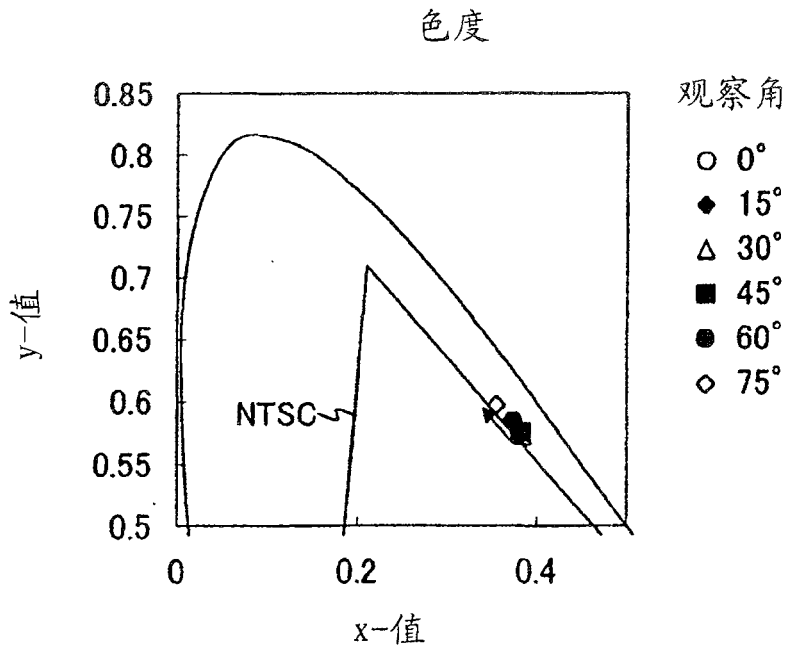


图 51B

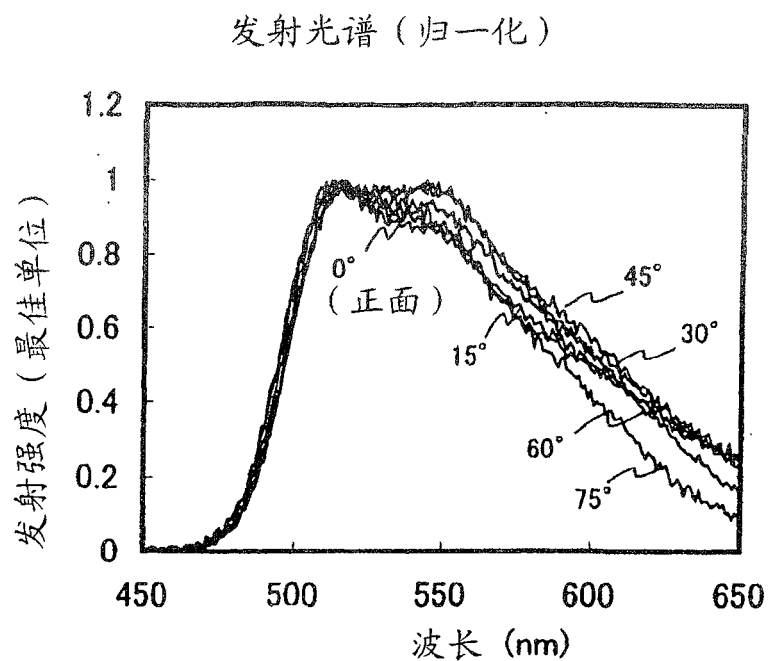


图 52A

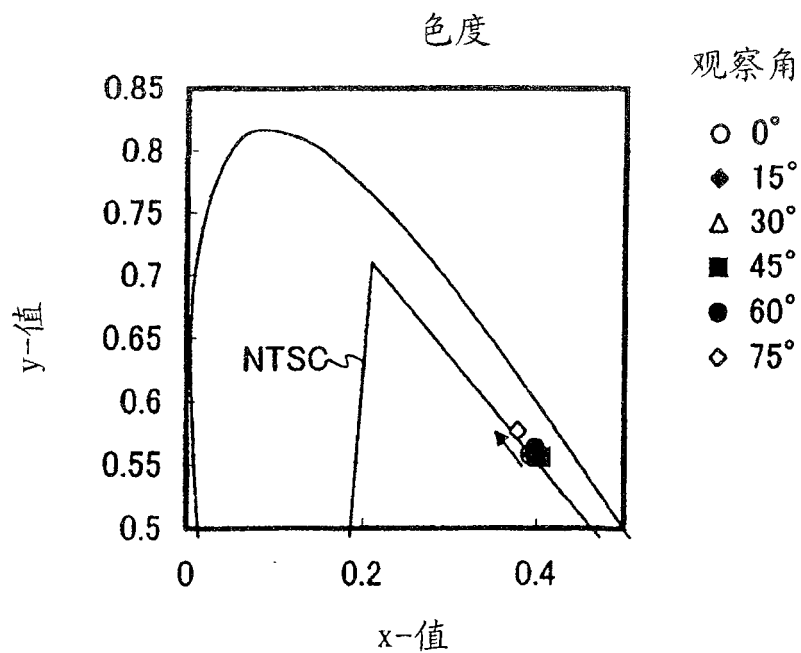


图 52B

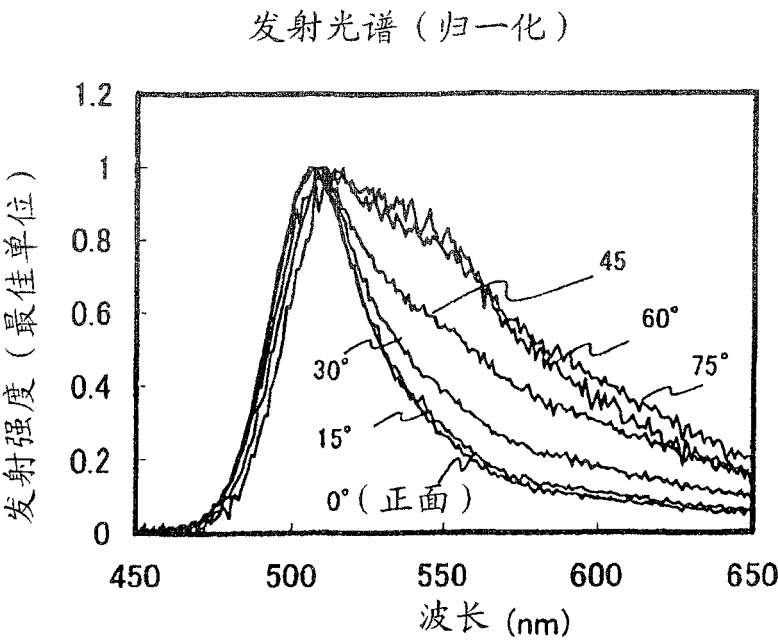


图 53A

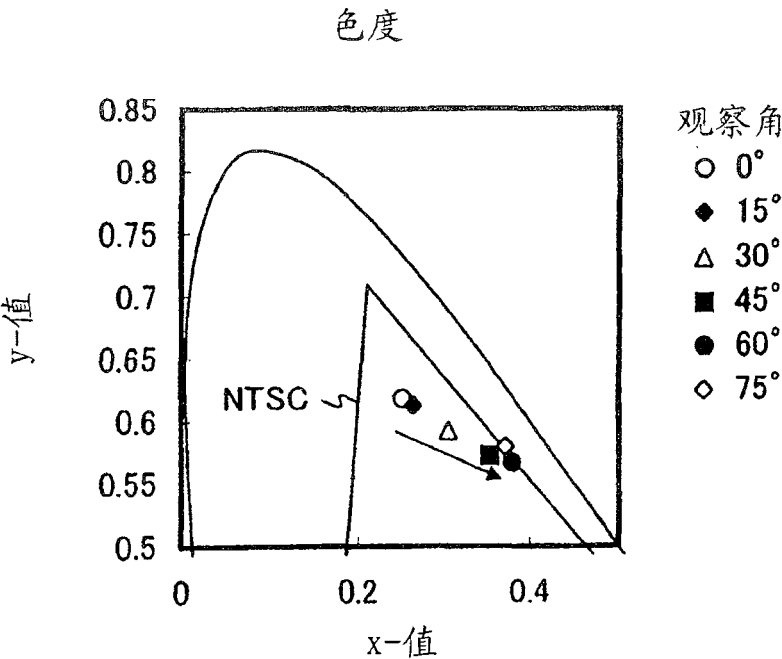


图 53B

发射光谱 (归一化)

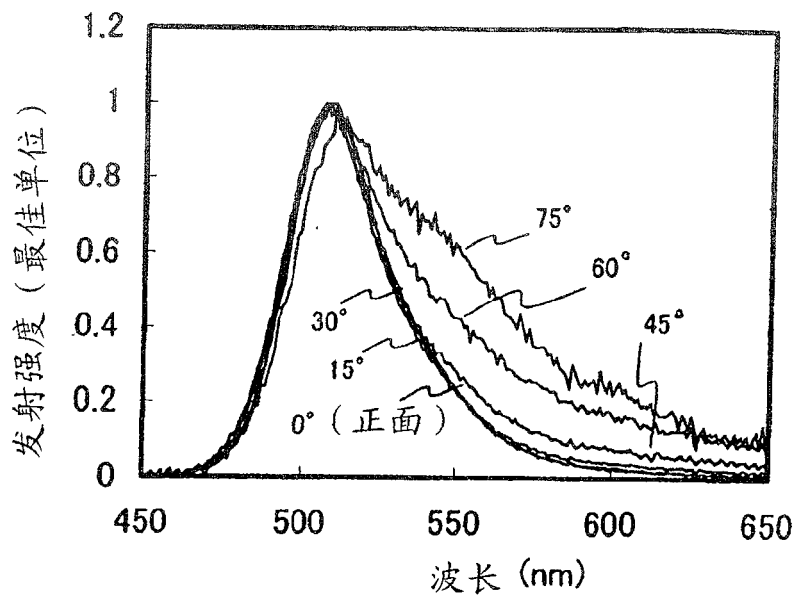


图 54A

色度

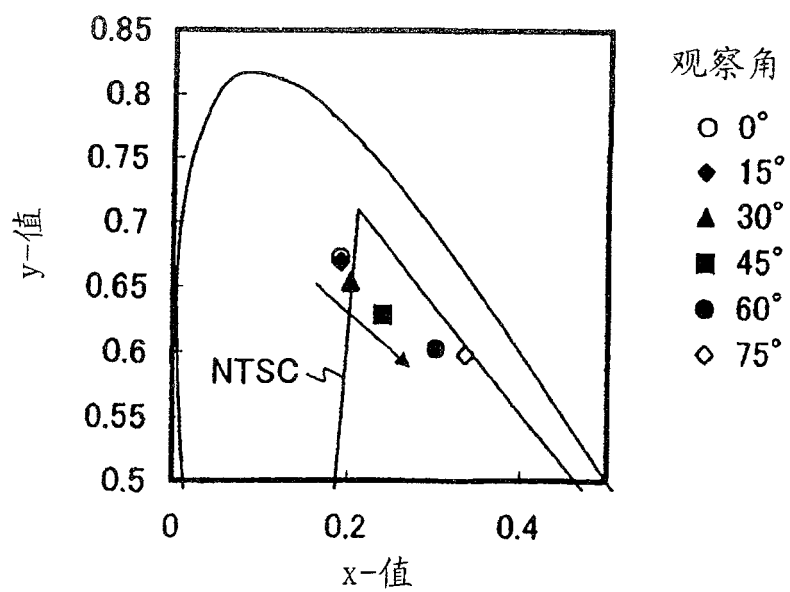


图 54B

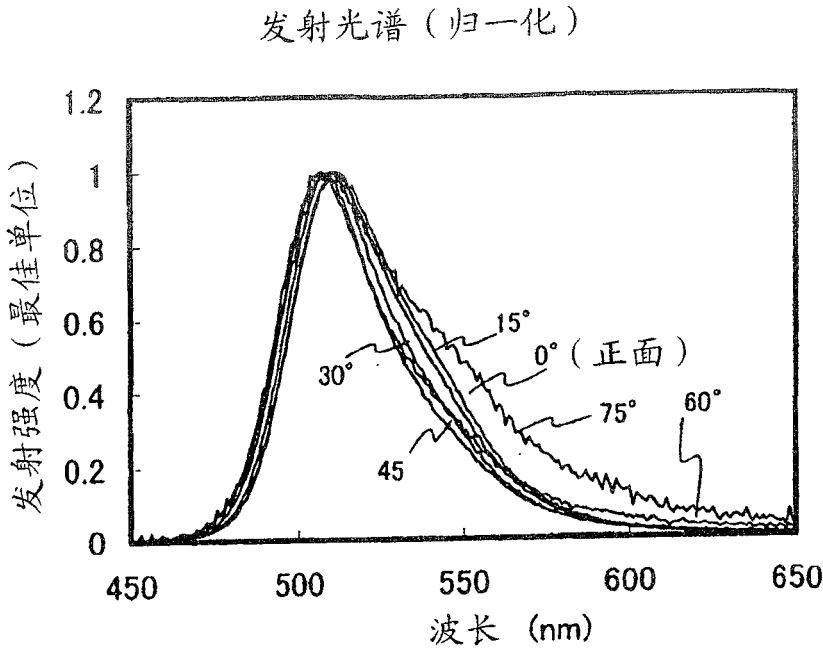


图 55A

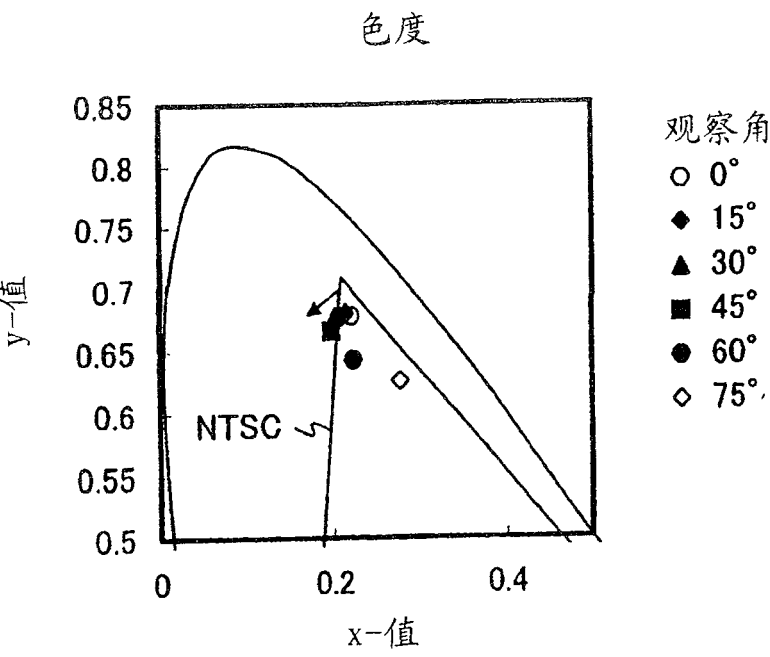


图 55B

发射光谱 (归一化)

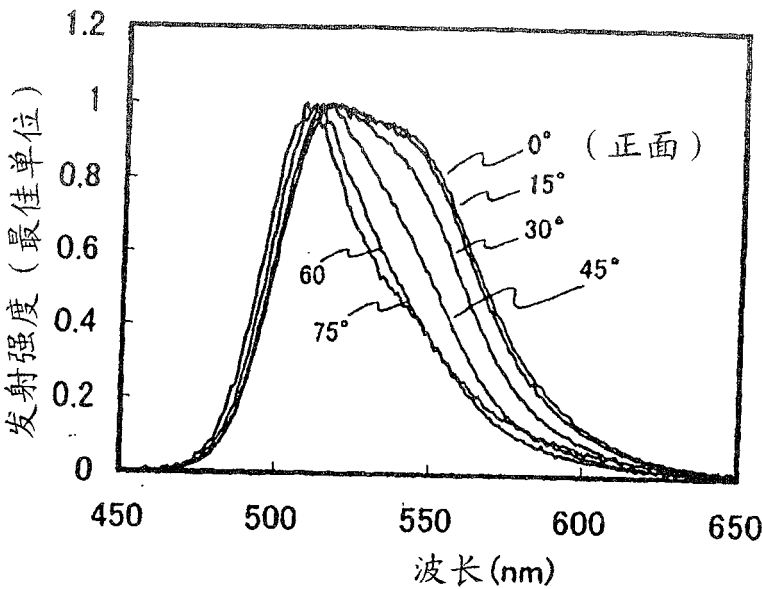


图 56A

色度

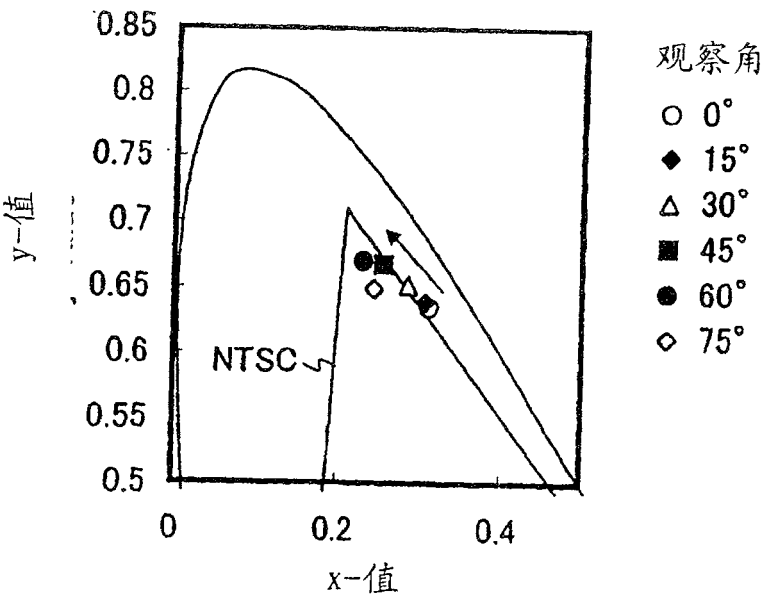


图 56B

发射光谱 (归一化)

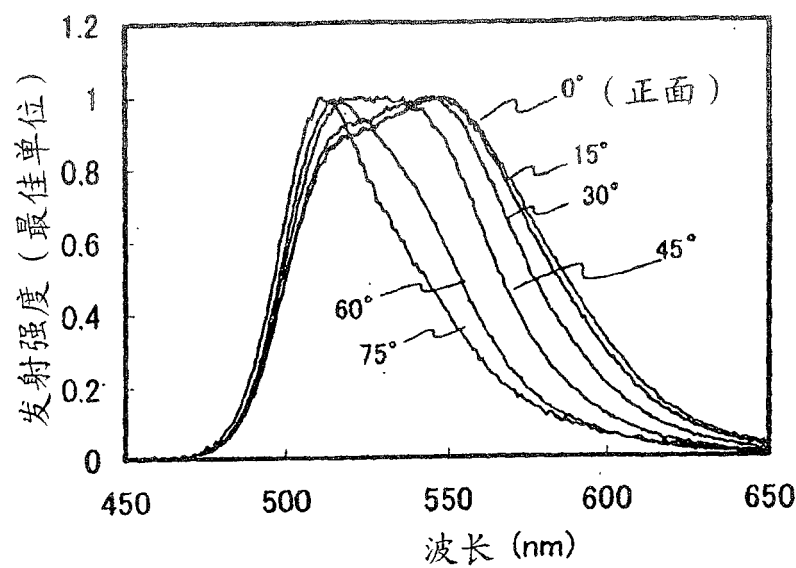


图 57A

色度

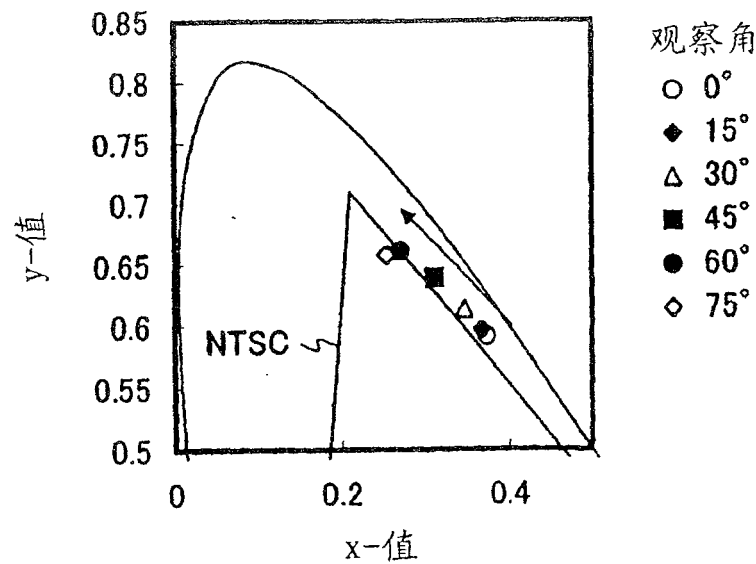


图 57B

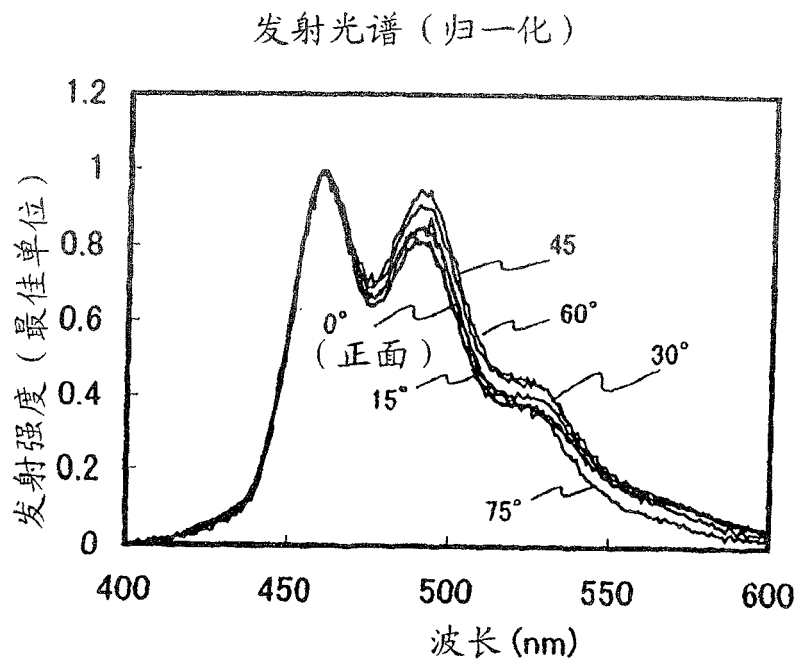


图 58A

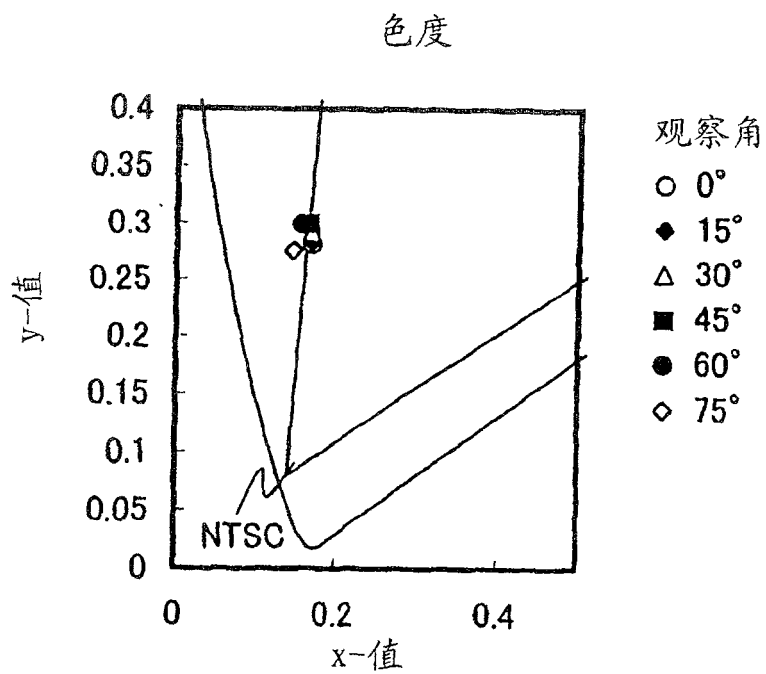


图 58B

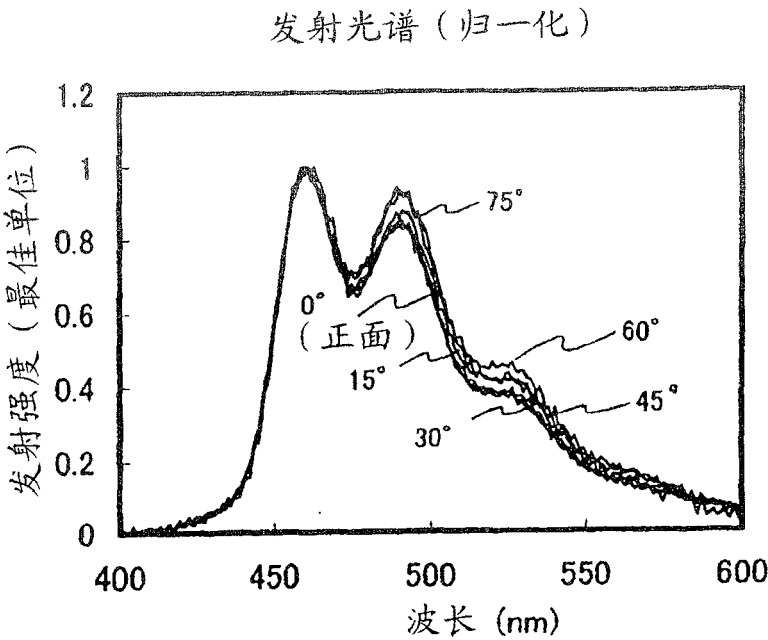


图 59A

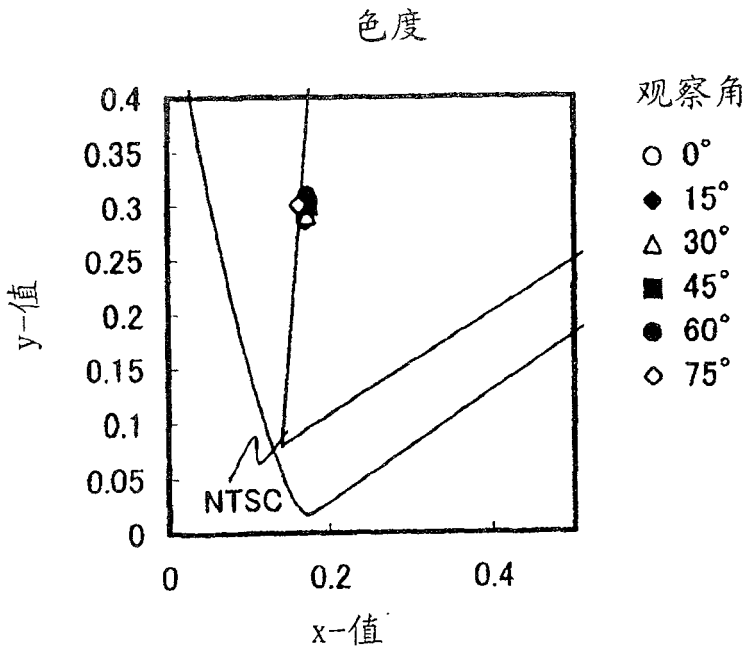


图 59B

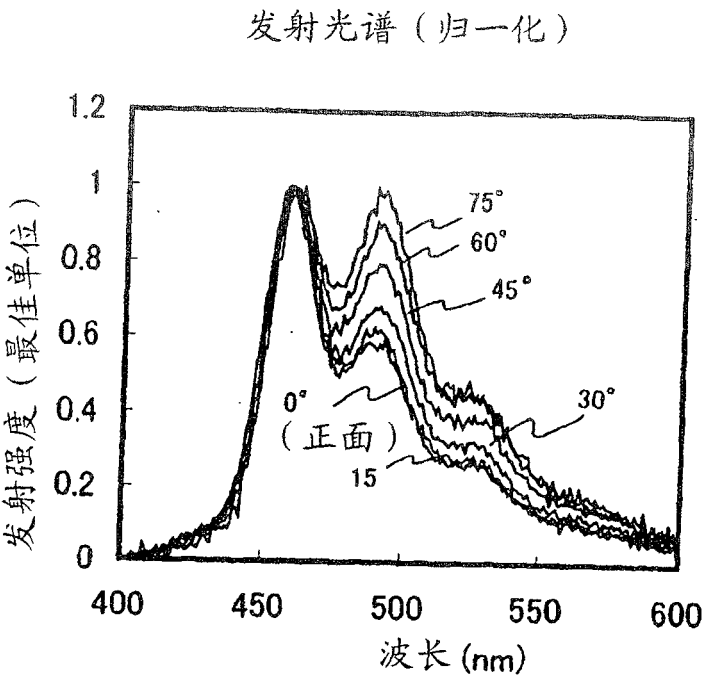


图 60A

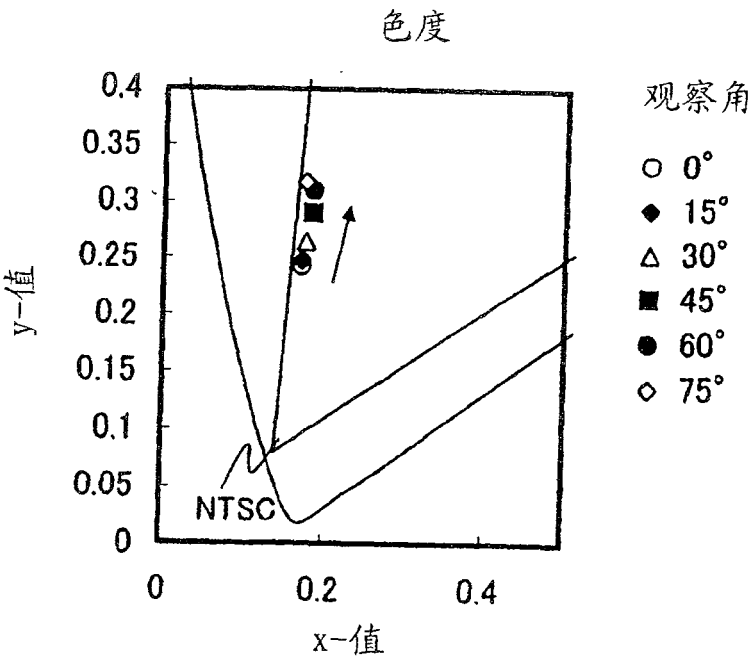


图 60B

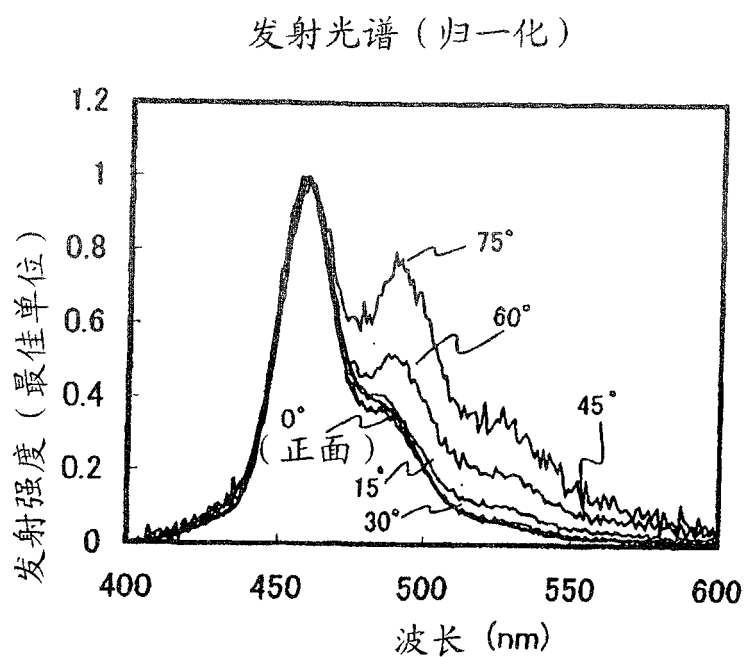


图 61A

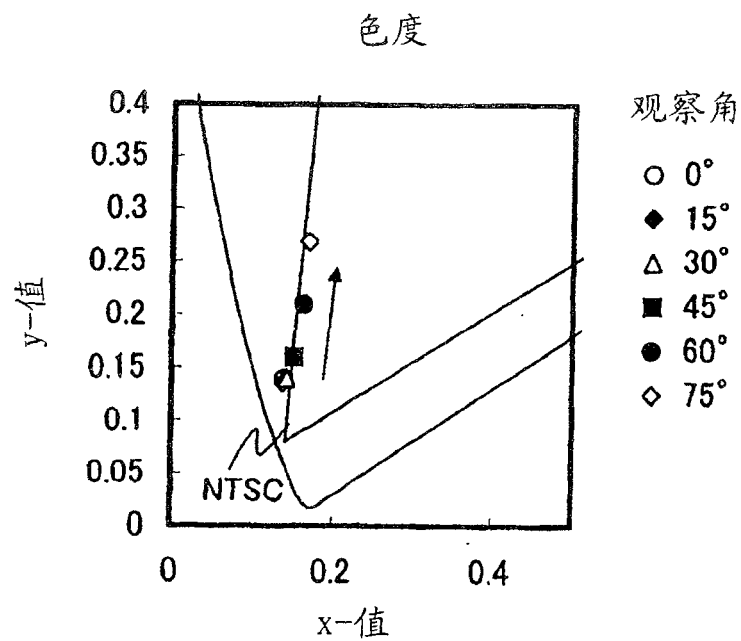


图 61B

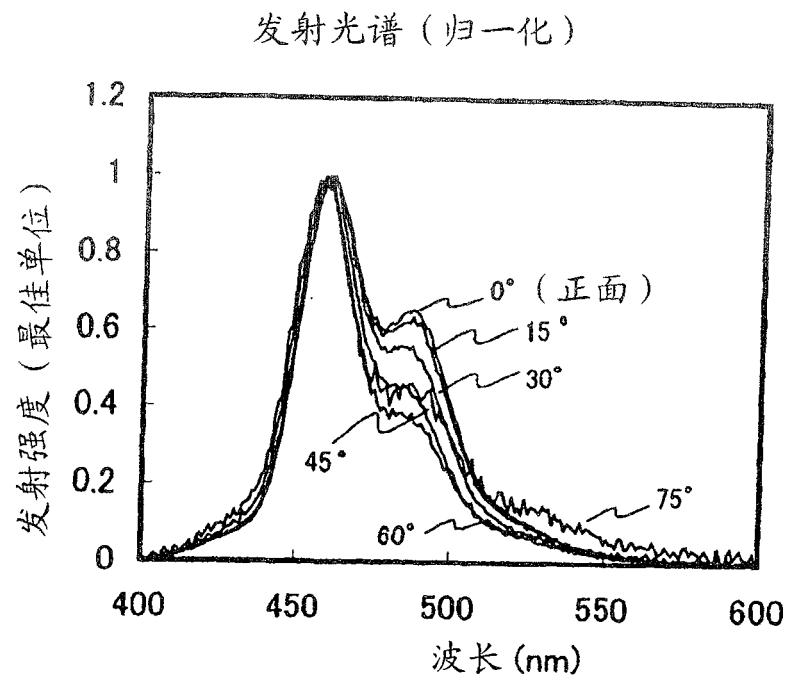


图 62A

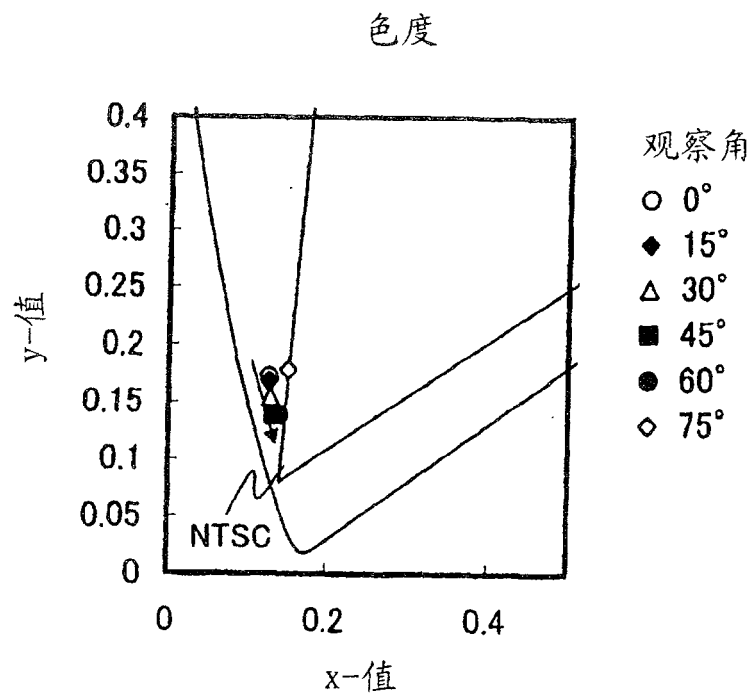


图 62B

发射光谱 (归一化)

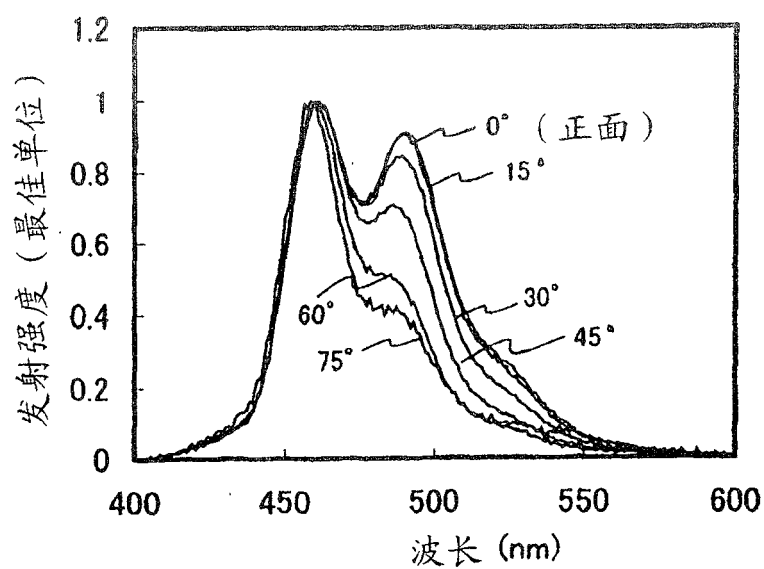


图 63A

色度

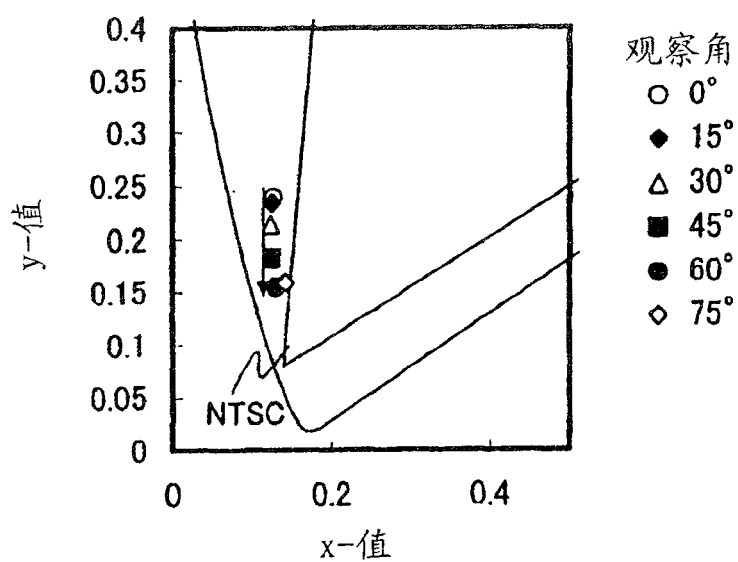


图 63B

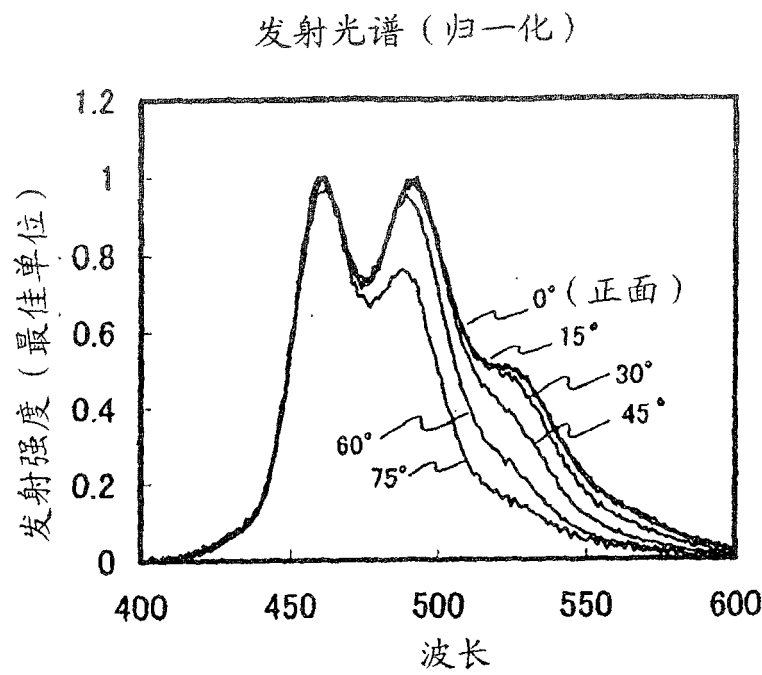


图 64A

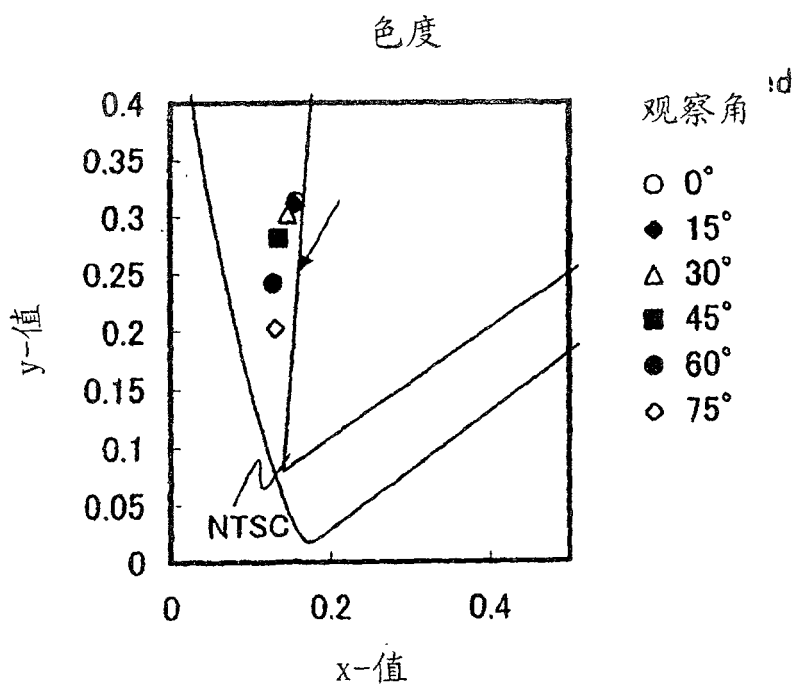


图 64B

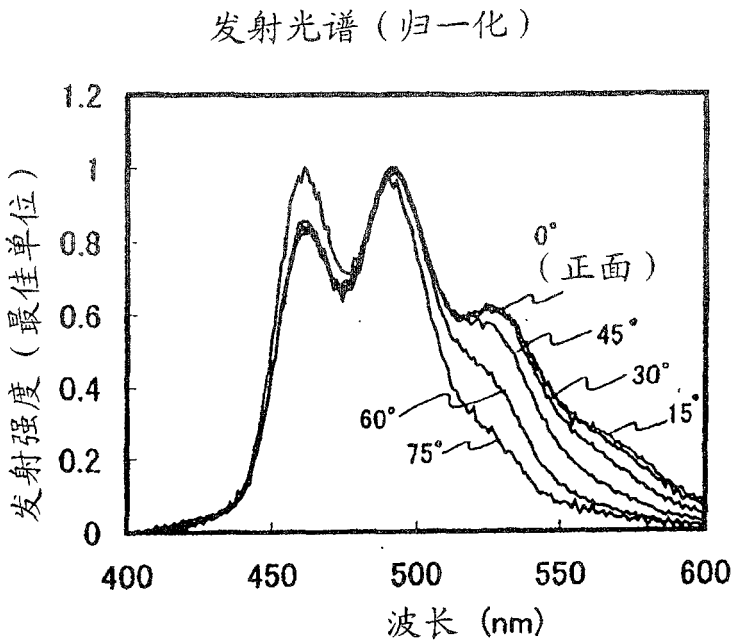


图 65A

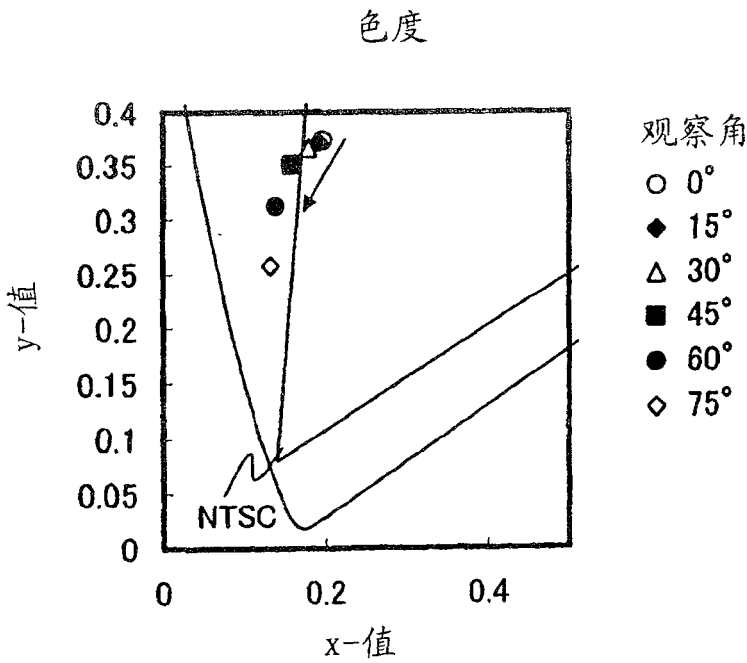


图 65B

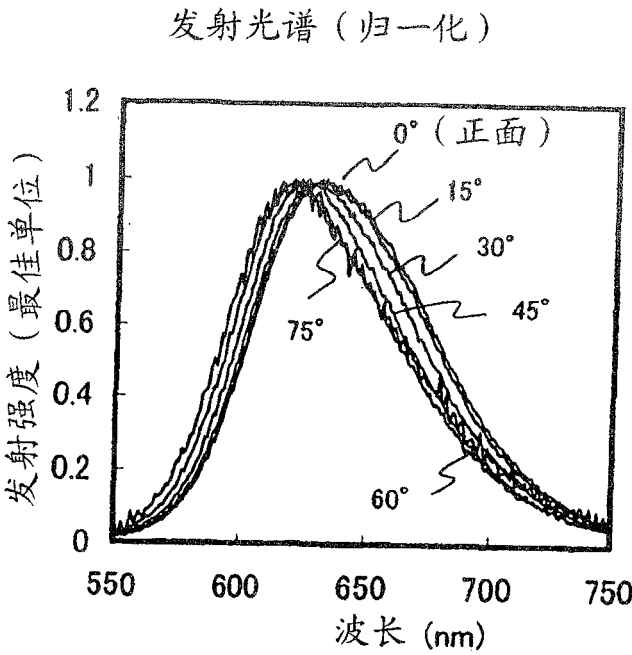


图 66A

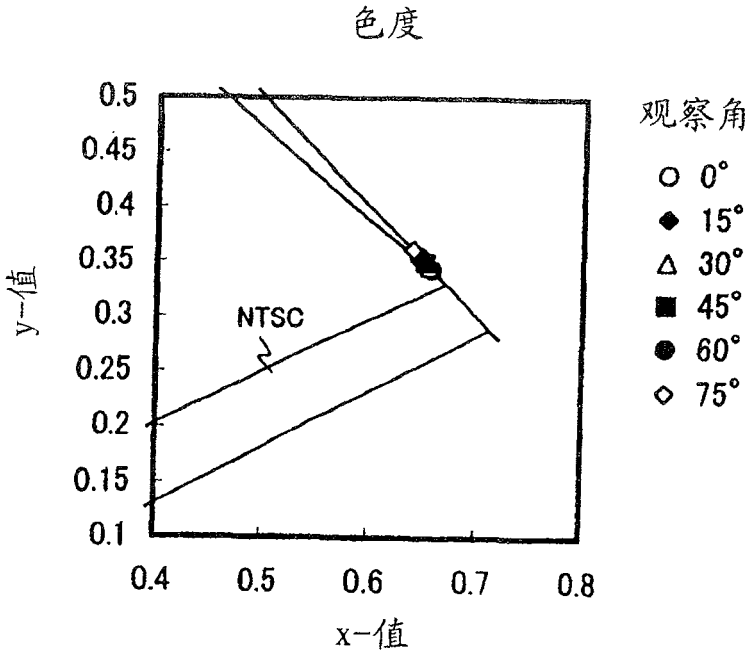


图 66B

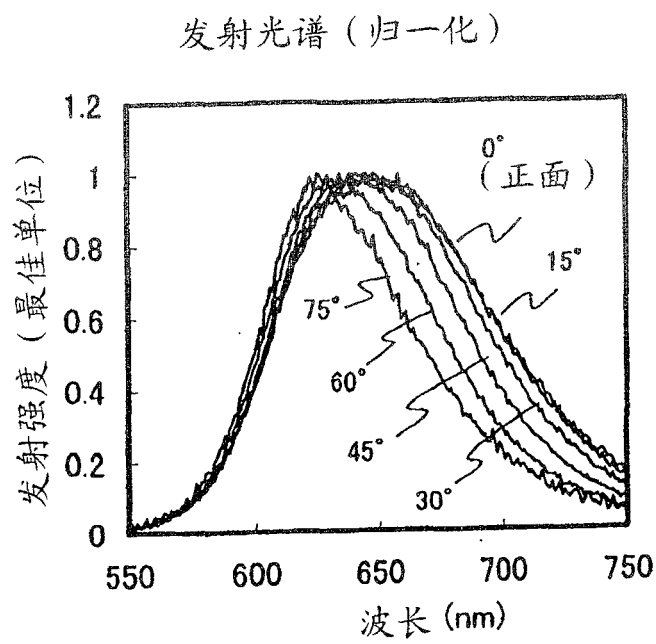


图 67A

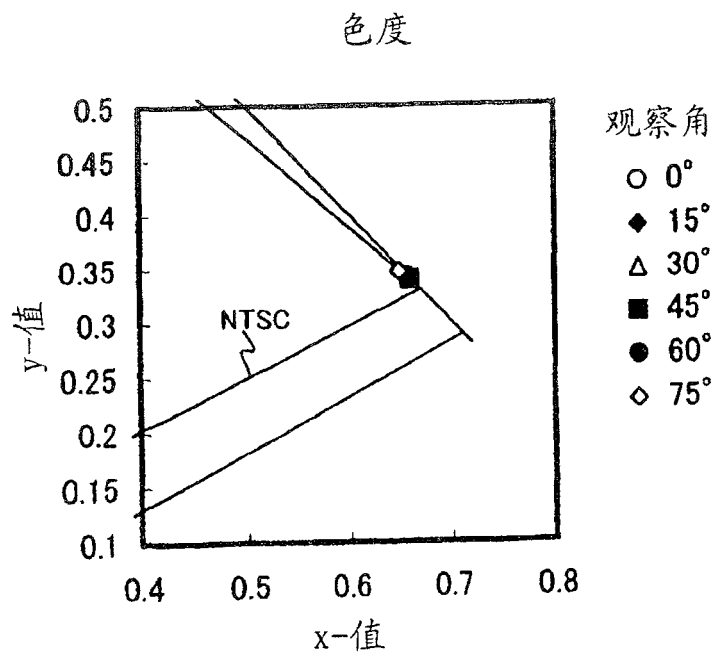


图 67B

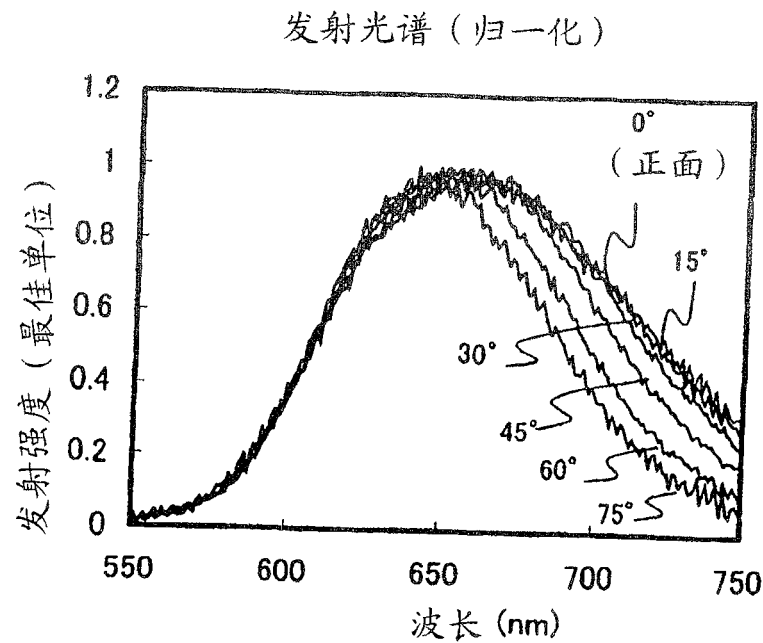


图 68A

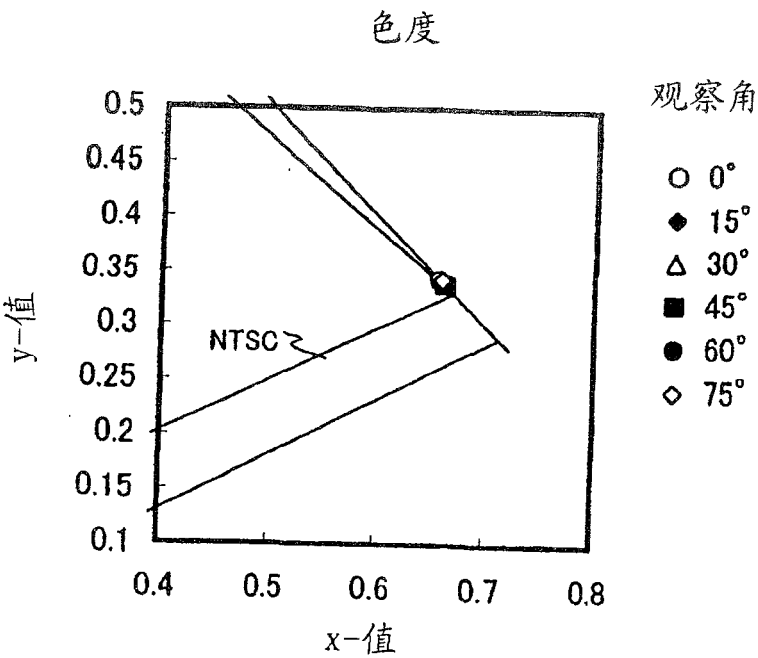


图 68B

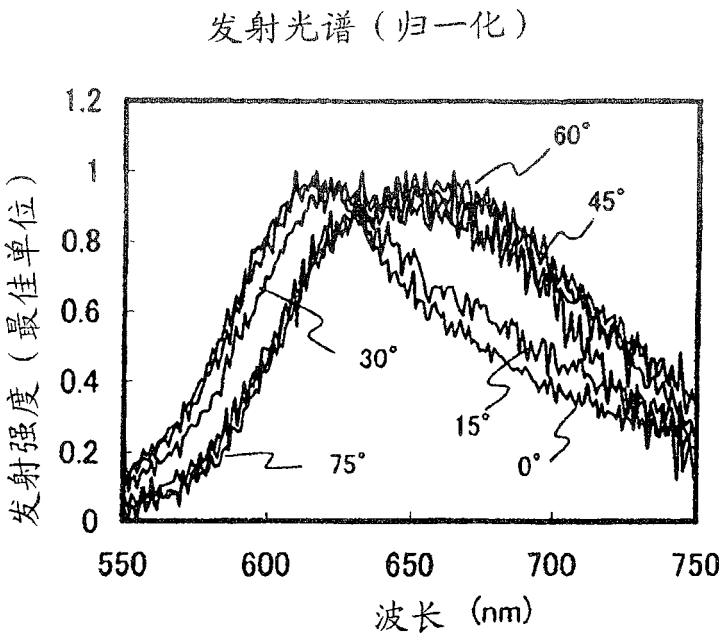


图 69A

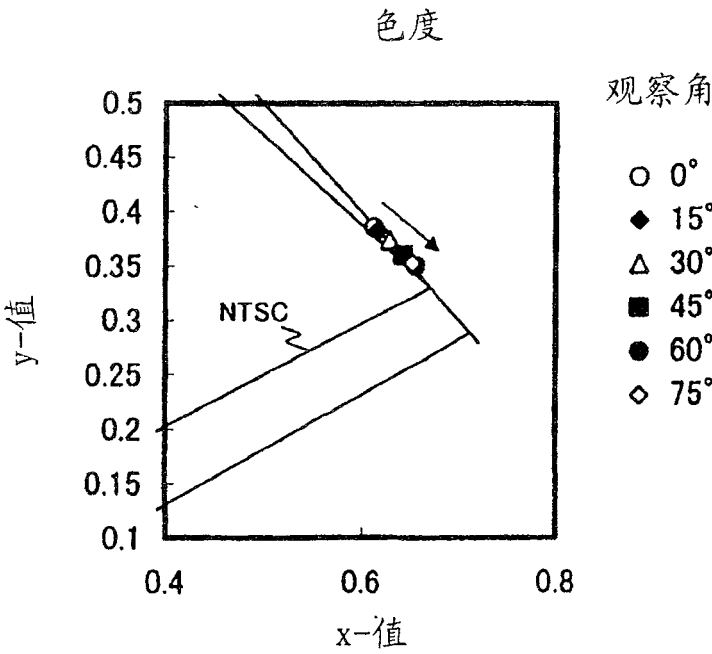


图 69B

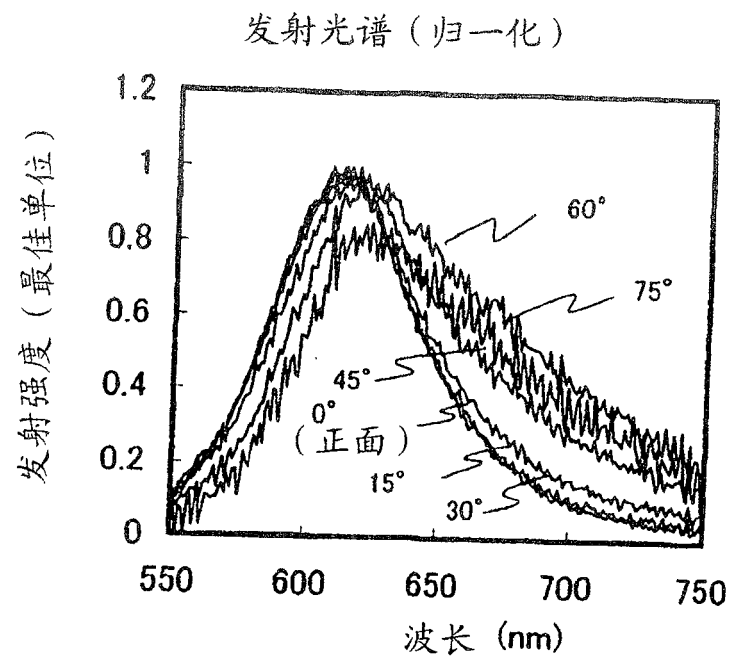


图 70A

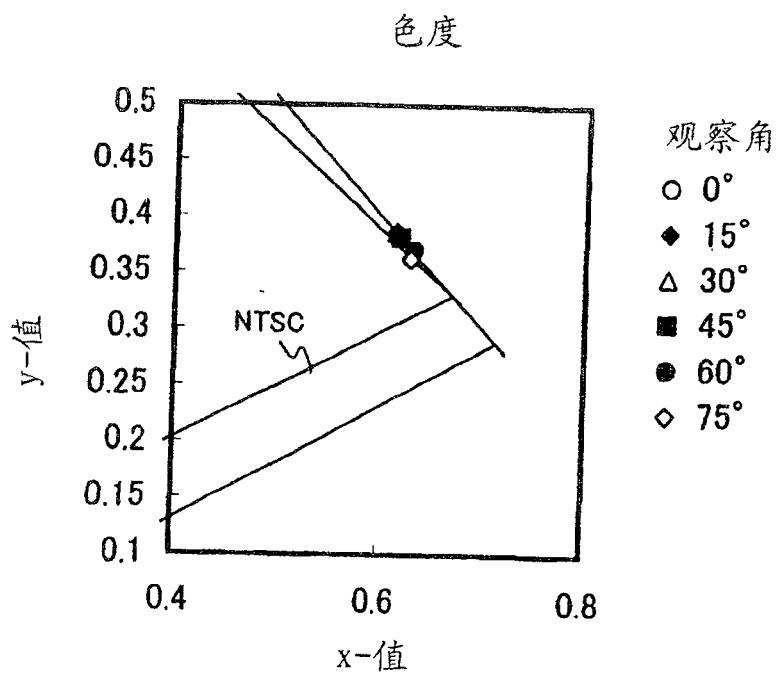


图 70B

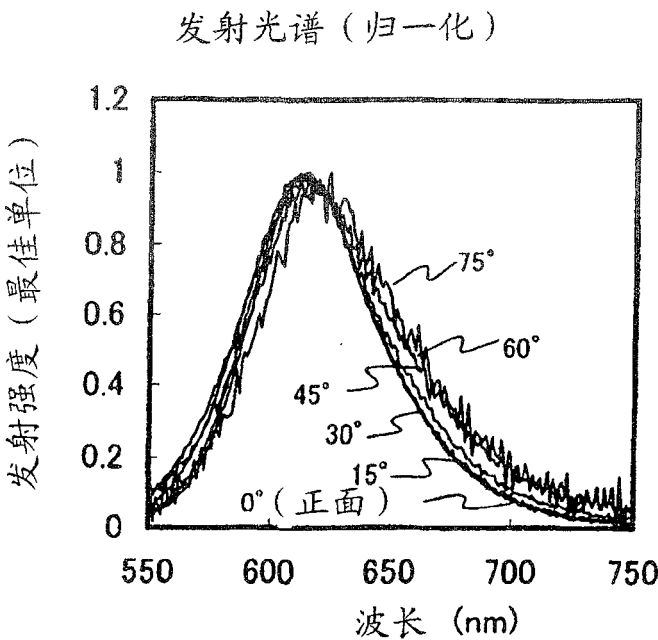


图 71A

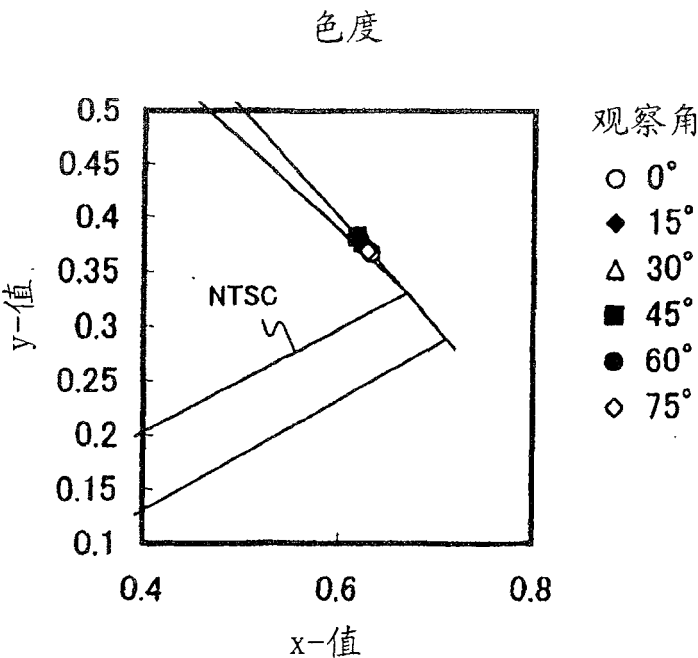


图 71B

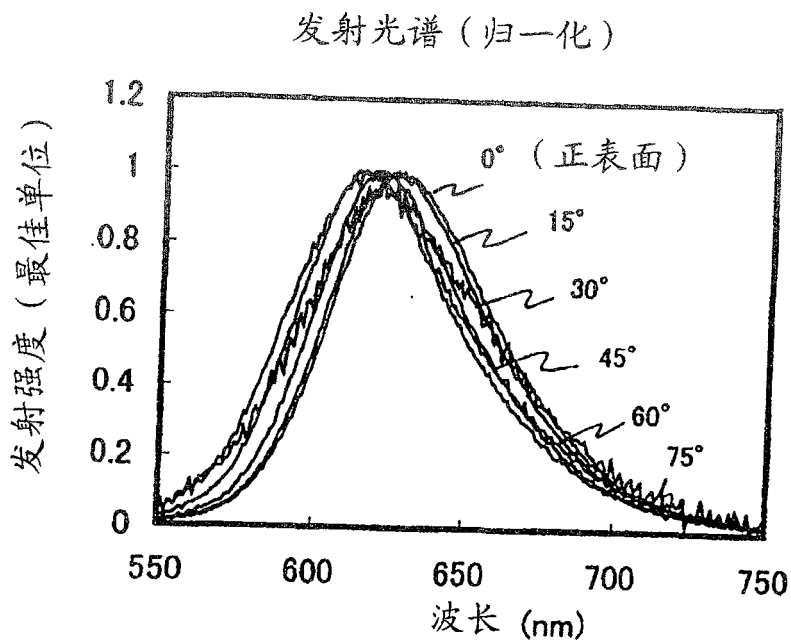


图 72A

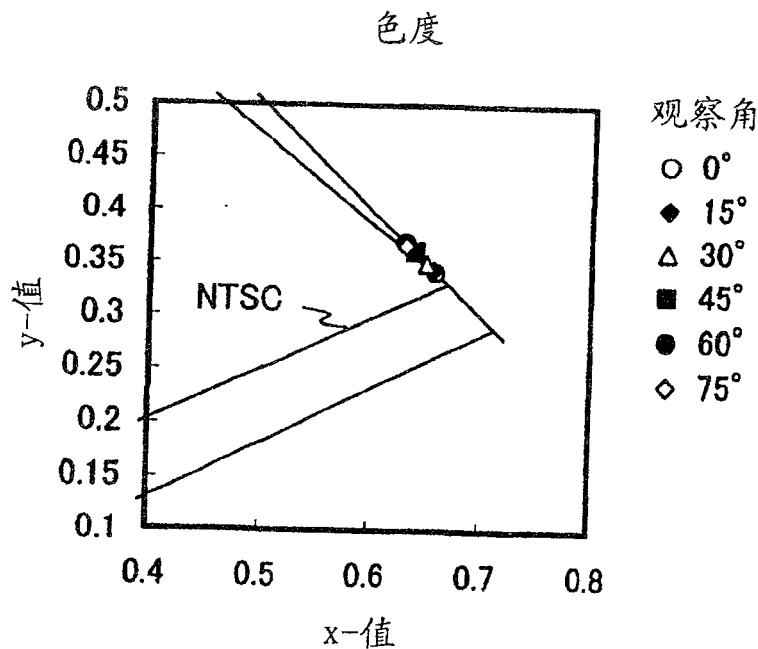


图 72B

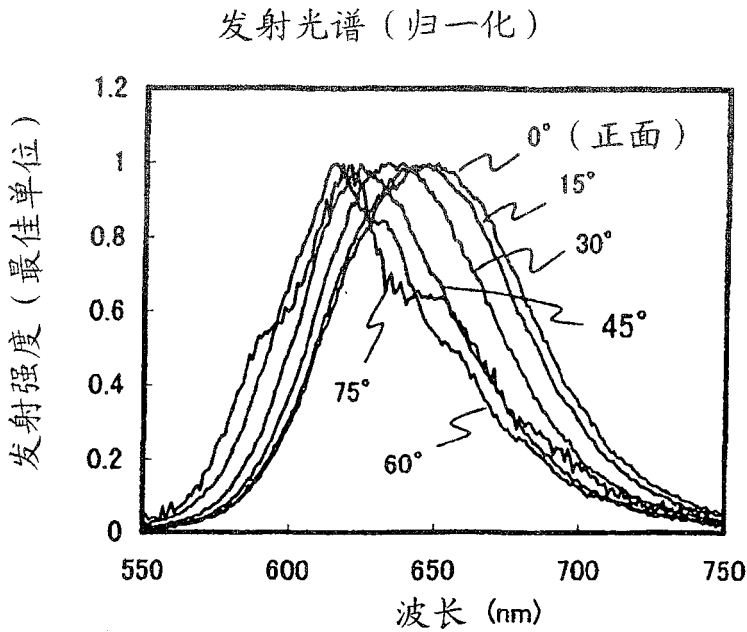


图 73A

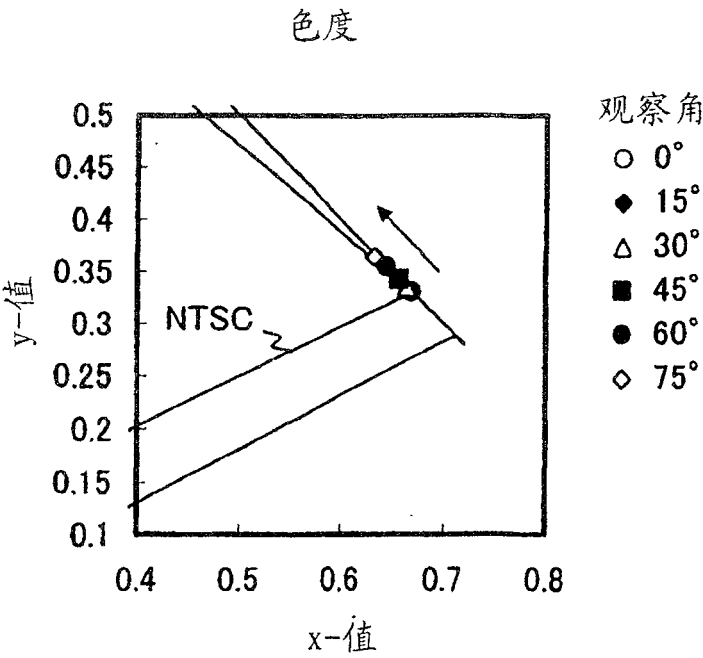


图 73B

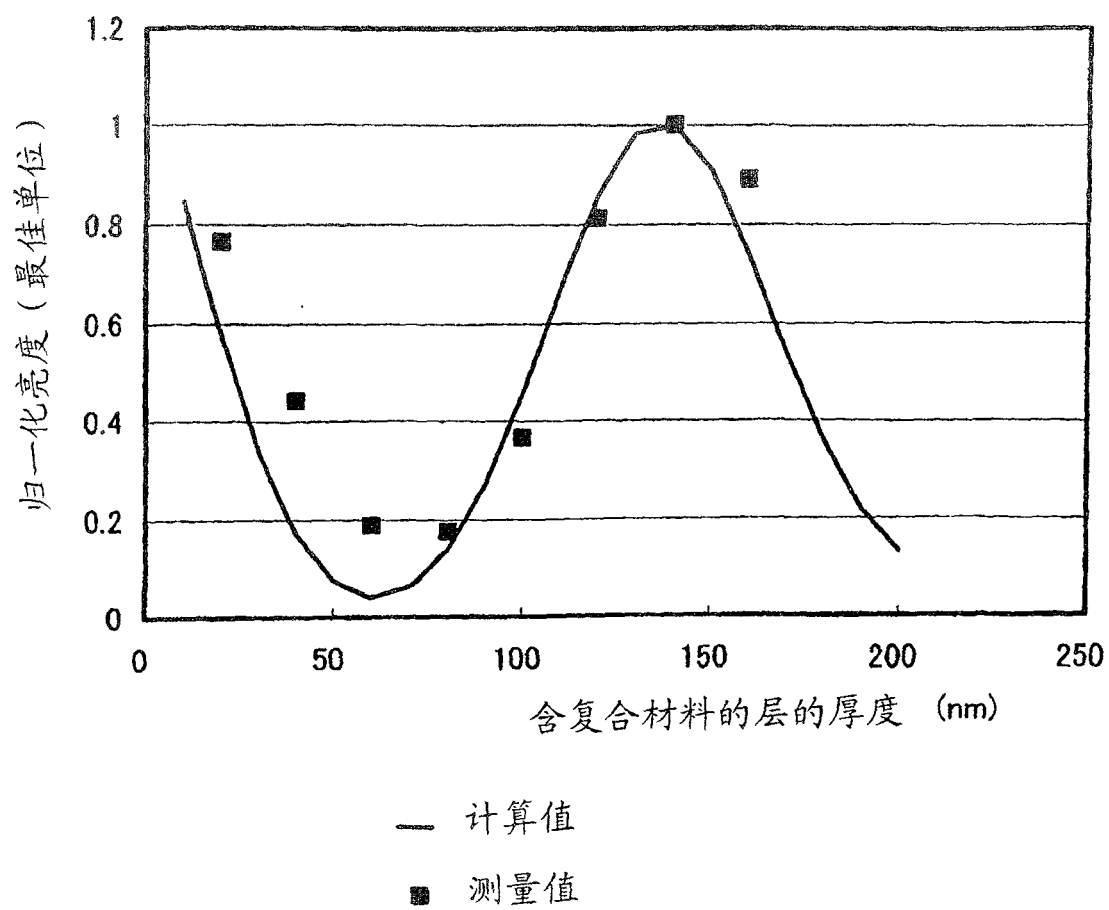


图 74

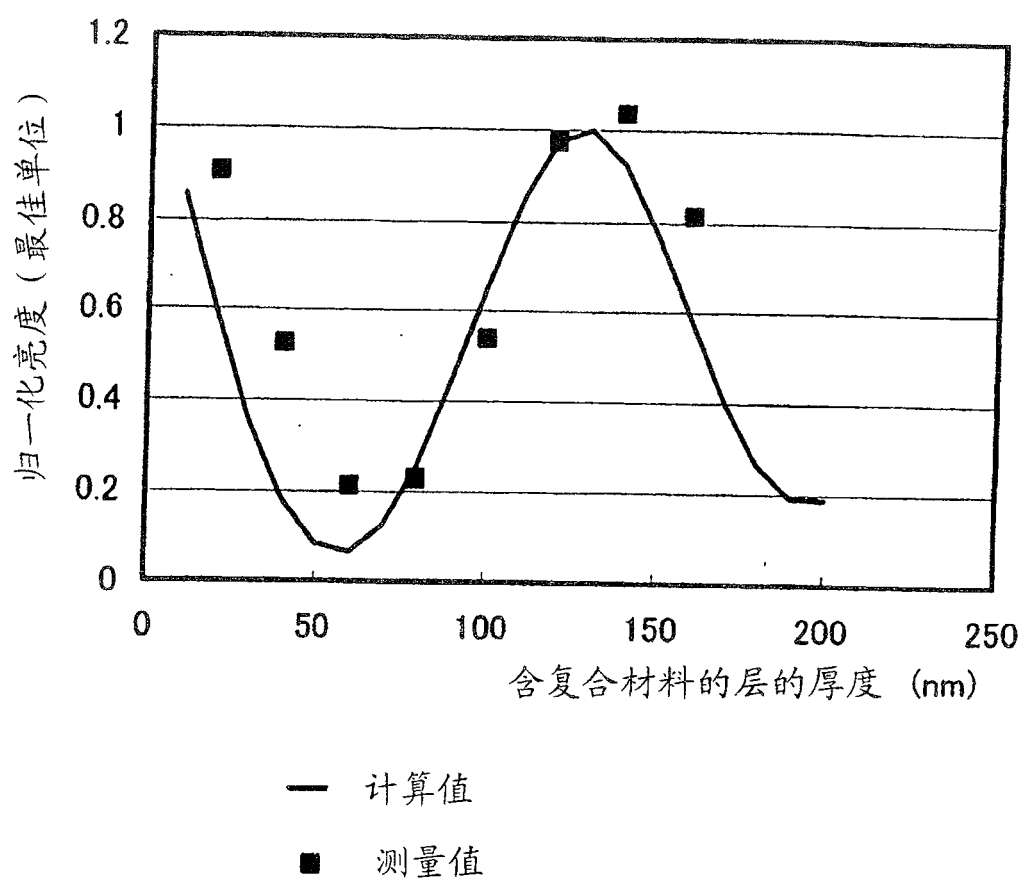


图 75

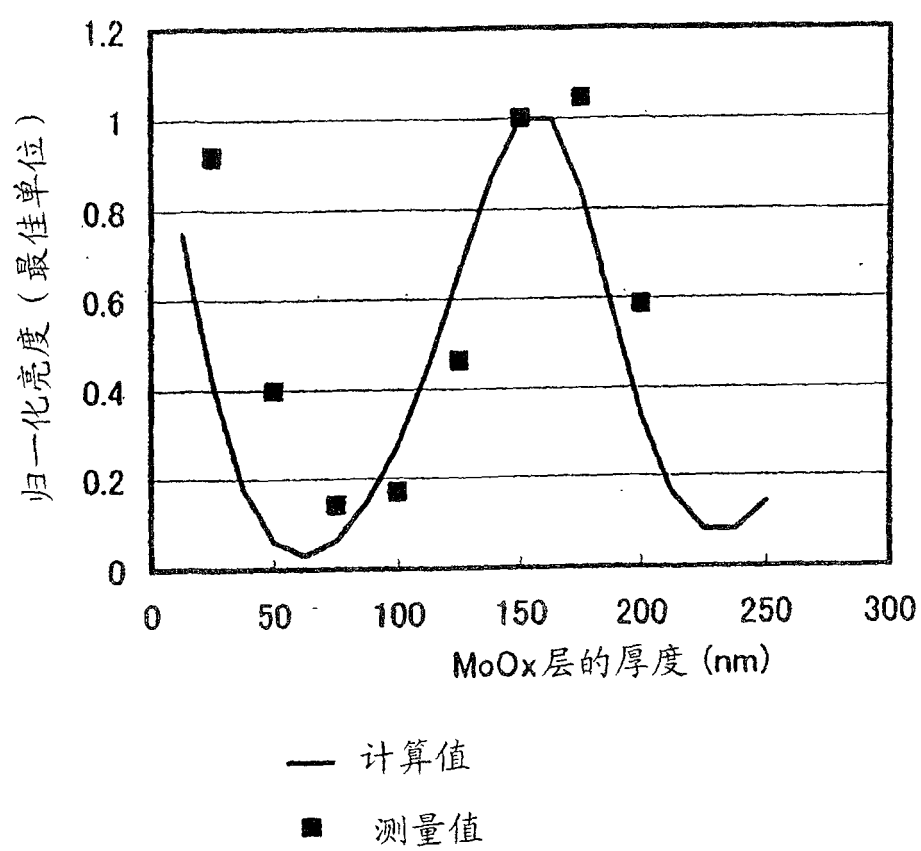


图 76

标记说明

101: 基材、102: 第一电极、103: 第一层、104: 第二层、105: 第三层、106: 第四层、107: 第二电极、400: 基材、401: 第一电极、402: 第二电极、411: 第一层、412: 第二层、413: 第三层、200: 基材、201: 第一电极、202: 第二电极、211: 第一层、212: 第二层、213: 第三层、214: 第四层、301: 基材、302: 第一电极、303: 第一层、304: 第二层、305: 第三层、306: 第四层、307: 第二电极、501: 第一电极、502: 第二电极、511: 第一光发射单元、512: 第二光发射单元、513: 电荷形成层、601: 源信号线驱动电路、602: 像素部分、603: 栅信号线驱动电路、604: 密封基材、605: 密封材料、607: 空隙、608: 导线、609: FPC(柔性印刷电路)、610: 元件基材、611: 开关 TFT、612: 电流控制 TFT、613: 第一电极、614: 绝缘体、616: 含发光物质的层、617: 第二电极、618: 发光元件、623: n 型沟道 TFT、624: P 型沟道 TFT、951: 基材、952: 电极、953: 绝缘层、954: 间壁层、955: 含发光物质的层、956: 电极

专利名称(译)	复合材料、发光元件、发光装置和使用该复合材料的电子器件		
公开(公告)号	CN100539244C	公开(公告)日	2009-09-09
申请号	CN200680006364.4	申请日	2006-02-21
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
[标]发明人	山崎舜平 池田寿雄 濑尾哲史 坂田淳一郎 岩城裕司		
发明人	山崎舜平 池田寿雄 濑尾哲史 坂田淳一郎 岩城裕司		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06		
代理人(译)	吕彩霞		
优先权	2005167624 2005-06-08 JP 2005053297 2005-02-28 JP 2005194497 2005-07-04 JP		
其他公开文献	CN101147273A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种复合材料，其包含由以下通式(1)表示的有机化合物和无机化合物，其中，在通式(1)中，R1-R24彼此相同或不同，并且表示氢、烷基、烷氧基、芳基和芳基烷基中的任何一种。一种发光元件包括该复合材料和发光装置，而一种电子器件包括该发光元件。本发明复合材料，相对于有机化合物，具有极好的载流子输送性能和极好的载流子注射性能，以及具有高可见光透射率。通过利用该复合材料，获得了一种需要低激励电压和具有极好的发光效率的电流激发型发光元件。通过使用该发光元件，提供了一种消耗低能量的发光装置和一种包括该发光装置的电子器件。

