

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910118307.0

[51] Int. Cl.

*H01L 51/50 (2006.01)*

*H01L 51/52 (2006.01)*

*H01L 51/54 (2006.01)*

*H01L 27/32 (2006.01)*

[43] 公开日 2009 年 9 月 2 日

[11] 公开号 CN 101521263A

[22] 申请日 2009.2.25

[21] 申请号 200910118307.0

[30] 优先权

[32] 2008. 2. 27 [33] JP [31] 2008 - 046862

[71] 申请人 富士电机控股株式会社

地址 日本川崎市

[72] 发明人 寺尾丰

[74] 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

代理人 龙 淳

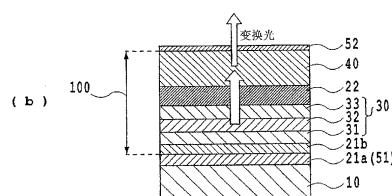
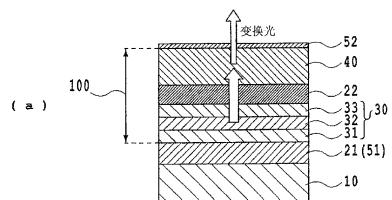
权利要求书 3 页 说明书 24 页 附图 6 页

### [54] 发明名称

微谐振器色变换 EL 元件和使用该元件的有机  
EL 显示器

### [57] 摘要

本发明提供一种能够增强来自色变换层的变换光强度的色变换方式的有机 EL 元件、和色调视野角依存性小的能够采用简便方法制造的有机 EL 显示器。该微谐振器色变换 EL 元件具有至少一对电极、由该一对电极夹持并包含发光层的功能层、吸收从发光层发出的光并发出不同波长的光的色变换层、和一对光反射层，发光层和色变换层配置在一对光反射层中间，一对光反射层由不透性反射层和半透性反射层构成，不透性反射层与半透性反射层之间的间隔设定为构成微谐振器的光学距离，该微谐振器能够增强从色变换层放射的光中特定波长的光的强度。本发明的显示器使用该微谐振器色变换 EL 元件。



1. 一种微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：

具有至少一对电极、由所述一对电极夹持并包含发光层的功能层、吸收从发光层发出的光并发出不同波长的光的色变换层、和一对光反射层，

所述发光层和所述色变换层配置在所述一对光反射层中间，

所述一对光反射层由不透过性反射层和半透过性反射层构成，

所述不透过性反射层与所述半透过性反射层之间的间隔设定为构成微谐振器的光学距离，所述微谐振器能够增强从所述色变换层放射的光中特定波长的光的强度。

2. 如权利要求 1 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：

所述一对电极由透明电极和光反射性电极构成，并且所述光反射性电极也作为所述不透过性反射层发挥功能。

3. 如权利要求 2 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：

所述光反射性电极由金属形成。

4. 如权利要求 2 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：

所述光反射性电极由金属与透明导电层的叠层体形成。

5. 如权利要求 3 或 4 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：

所述金属选自 Al、Ag、Mg、Zn、Ta 的单体或它们的合金。

6. 如权利要求 3 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：

所述金属是选自 Al、Ag、Mg、Zn、Ta 中的至少 1 种与选自 Li、Na、K、Rb、Cs、Ca 中的至少 1 种的合金。

7. 如权利要求 1 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：

所述色变换层设置在所述发光层与所述半透过性反射层之间。

8. 如权利要求 1 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：  
所述半透过性反射层是金属膜。

9. 如权利要求 8 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：  
构成所述半透过性反射层的金属膜由选自 Ag、Au、Cu、Mg、Li  
和以它们为主要成分的合金中的金属形成。

10. 如权利要求 1 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：  
在存在于所述一对光反射层之间的所有层边界中，邻接的两层发  
光层在发光波长区域的折射率之差在 0.35 以内。

11. 如权利要求 1 所述的微谐振器色变换 EL 元件，其特征在于：  
所述色变换层是仅由 1 种或多种有机色素形成的层。

12. 一种有机 EL 显示器，其特征在于，包括：  
权利要求 1 所述的微谐振器色变换 EL 元件；和  
微谐振器 EL 元件，其具有至少一对电极、由所述一对电极夹持并  
包含发光层的功能层、和一对光反射层，所述发光层配置在所述一对  
光反射层之间，所述一对光反射层之间的距离设定为构成微谐振器的  
光学距离，所述微谐振器能够增强从所述发光层放射的光中特定波长  
的光的强度，

其中，蓝色、绿色和红色副像素由所述微谐振器色变换 EL 元件或  
微谐振器 EL 元件中的任一个构成。

13. 如权利要求 12 所述的有机 EL 显示器，其特征在于：  
蓝色副像素由微谐振器 EL 元件构成，绿色副像素和红色副像素由  
微谐振器色变换 EL 元件构成。

14. 如权利要求 12 所述的有机 EL 显示器，其特征在于：  
蓝色副像素和红色副像素由微谐振器 EL 元件构成，绿色副像素由

微谐振器色变换 EL 元件构成。

15. 如权利要求 12 所述的有机 EL 显示器，其特征在于：

蓝色副像素和绿色副像素由微谐振器 EL 元件构成，红色副像素由微谐振器色变换 EL 元件构成。

16. 如权利要求 12 所述的有机 EL 显示器，其特征在于：

在所述微谐振器色变换 EL 元件中，所述一对电极中的一个透明电极，所述色变换层配置在所述透明电极和所述半透过性反射层之间。

17. 如权利要求 12 所述的有机 EL 显示器，其特征在于：

在蓝色、绿色和红色副像素中，在微谐振器色变换 EL 元件或微谐振器 EL 元件的光射出一侧，还包含与各副像素颜色相对应的滤色层。

## 微谐振器色变换 EL 元件和使用该元件的有机 EL 显示器

### 技术领域

本发明涉及多色发光场致发光元件。本发明的多色发光场致发光元件能够用于个人计算机、文字处理机、电视机、传真机、音响、录像机、汽车导航仪、台式计算机、电话机、便携式末端机和产业用计测器等。

### 背景技术

随着信息机器的多样化、节省空间的需要，积极地进行着消耗电力低于 CRT、空间占有面积少的平板显示器的开发。其中，对自发光型且能够实现高精细化、使用场致发光（EL）元件的场致发光显示器的期待高涨。

关于 EL 元件，迄今为止以提高发光效率、提高能量转换效率为焦点的研究增多。已知降低 EL 元件发光效率的原因之一是在发光层中产生的光的一半以上被封闭在元件或透明基板内（例如，参照非专利文献 1）。

作为将封闭在元件或透明基板内的光取出、使发光效率得到提高的方法之一，大多已知使用微谐振器结构的方法（例如，参照非专利文献 2）。并且，提出了利用该原理的有机 EL 元件（例如，参照专利文献 1 和 2）。

如果使用微谐振器结构，在发光层内产生的光子就会具有指向性地射出，并且，能够得到光子的能量分布变窄，即发光光谱变窄、束强度达到数倍～数十倍的效果，能够得到发光层中得到的发光强度的增强效果、单色化的效果。

专利文献 1：特开平 6-283271 号公报

专利文献 2：国际公开第 94/7344 号小册子

专利文献 3：特开平 3-152897 号公报

专利文献 4：专利第 2838063 号公报

专利文献 5: 特开 2002-359076 号公报  
专利文献 6: 特开 2004-115441 号公报  
专利文献 7: 特开 2003-212875 号公报  
专利文献 8: 特开 2003-238516 号公报  
专利文献 9: 特开 2003-81924 号公报  
专利文献 10: 国际公开第 2003/048268 号小册子  
非专利文献 1: Advanced Materials, vol. 6. p.491 (1994)  
非专利文献 2: Applied Physics Letters, vol. 64, p.2486 (1994)  
非专利文献 3: Max Born & Emil Wolf 著,《Principles of Optics》(2nd edition、1964 年、Pergamon Press)  
非专利文献 4: O. S. Heavens 著,《Optical Properties of Thin Solid Films》(1991 年、Dover Publishing Inc.)

## 发明内容

但是,如果要将该微谐振器 EL 元件用在彩色显示器中,就必须对每个与红、蓝、绿各种颜色相对应的像素,调节构成共振器的一对反射镜之间的光学距离,制造工序复杂。认为在将对应于红、蓝、绿色的发光层用于各种颜色的像素的情况下,通过改变该发光层的膜厚,能够调节反射镜之间的光学距离,但如果每种颜色的发光效率发生变化或劣化速度发生变化,则每个像素的驱动特性就会发生很大变化,难以制成显示器。

另一方面,作为与将对应于红色 (R)、绿色 (G)、蓝色 (B) 的发光层用于各种颜色的副像素的彩色化方法相比,制造工序更简单的 EL 元件的多色化方法,提出了使用吸收从发光层放射的光并发出不同波长的光的色变换层的荧光变换法(参照专利文献 3)。另外,提出了组合该技术和微谐振器 EL 元件的技术(参照专利文献 4 和 5)。图 1 表示现有技术的微谐振器有机 EL 元件的一个例子。图 1 (a) 的微谐振器有机 EL 元件的结构为,在透明基板 510 上叠层有色变换层 540、平坦化层 560、半透过性反射层 552、透明电极 522、包含发光层 532 的功能层 530 和反射电极 521。在图 1 (a) 中,表示了由空穴注入-迁移层 531、发光层 532 和电子注入-迁移层 533 构成的功能层 530 的例

子。在此，由半透过性反射层 552 和也作为不透过性反射层 551 发挥功能的反射电极 521 形成微谐振器，其有效光路长 600 由半透过性反射层 552 和反射电极 521 (551) 确定，相对于发光层 532 的发光波长被最优化。另外，色变换层 540 配置在微谐振器结构的外侧。

在使用微谐振器结构和荧光变换层，制作具有 RGB 副像素的彩色 EL 显示器时，如图 1 (b) 所示，在蓝色 (B) 副像素中，放射来自微谐振器 EL 元件的蓝色发光，在绿色 (G) 副像素和红色 (R) 副像素中，将从该微谐振器 EL 元件放射的光的波长分别在红色变换层 540R 和绿色变换层 540G 中变换，放射得到的变换光。如上所述，从微谐振器 EL 元件放射的发光 (即蓝色输出光) 具有比较强的指向性。另一方面，从色变换层 540R、540G 放射的变换光 (即红色输出光和绿色输出光) 的放射方向是各向同性的。因此，图 1 (b) 所示的彩色显示器表现出大的色调视野角依存性 (在从斜向看时带黄色)，缺乏实用性。

本发明是为了解决将这种微谐振器 EL 元件和荧光变换法用于彩色显示器时产生的课题而完成的，能够采用简便的制造方法，实现使用高效率 EL 元件的高亮度的彩色显示器。

本发明第一实施方式的微谐振器色变换 EL 元件的特征在于，具有至少一对电极、由上述一对电极夹持并包含发光层的功能层、吸收从发光层发出的光并发出不同波长的光的色变换层、和一对光反射层，上述发光层和上述色变换层配置在上述一对光反射层中间，上述一对光反射层由不透过性反射层和半透过性反射层构成，上述不透过性反射层与上述半透过性反射层之间的间隔设定为构成微谐振器的光学距离，上述微谐振器能够增强从上述色变换层放射的光中特定波长的光的强度。

在本实施方式中，由透明电极和光反射性电极构成上述一对电极，可以使上述光反射性电极作为上述不透过性反射层发挥功能。在此，光反射性电极可以由金属形成，也可以是金属与透明导电层的叠层体。具体而言，作为金属，可以使用 Al、Ag、Mg、Zn、Ta 的单体或它们的合金。或者，还可以使用选自 Al、Ag、Mg、Zn、Ta 中的至少 1 种与选自 Li、Na、K、Rb、Cs、Ca 中的至少 1 种的合金，形成光反射性电极。

另外，在本实施方式中，色变换层可以设置在发光层与半透过性反射层之间。这里，希望色变换层是仅由1种或多种有机色素形成的层。

并且，半透过性反射层还可以是金属膜。具体而言，可以将由Ag、Au、Cu、Mg、Li或以它们为主要成分的合金形成的金属膜用作半透过性反射层。

在本实施方式中，在存在于一对光反射层之间的所有层边界中，邻接的两层发光层在发光波长区域的折射率之差在0.35以内。

本发明第二实施方式的有机EL显示器的特征在于，包括：第一实施方式记载的微谐振器色变换EL元件；和微谐振器EL元件，其具有至少一对电极、由上述一对电极夹持并包含发光层的功能层、和一对光反射层，上述发光层配置在上述一对光反射层之间，上述一对光反射层之间的距离设定为构成微谐振器的光学距离，上述微谐振器使从所述发光层放射的光中特定波长的光的强度增强。蓝色、绿色和红色副像素由上述微谐振器色变换EL元件或微谐振器EL元件中的任一个构成。

例如，可以由微谐振器EL元件构成蓝色副像素，由微谐振器色变换EL元件构成绿色副像素和红色副像素。或者由微谐振器EL元件构成蓝色副像素和红色副像素，由微谐振器色变换EL元件构成绿色副像素。还可以由微谐振器EL元件构成蓝色副像素和绿色副像素，由微谐振器色变换EL元件构成红色副像素。

在本实施方式中使用的微谐振器色变换EL元件中，可以采用上述一对电极中的一个是透明电极、上述色变换层配置在上述透明电极和上述半透过性反射层之间的结构。

此外，在蓝色、绿色和红色副像素中，在微谐振器色变换EL元件或微谐振器EL元件的光射出一侧，还可以包含与各副像素颜色相对应的滤色层。

#### 发明效果

在采用以上结构的微谐振器色变换有机EL元件中，通过在构成微谐振器结构的一对反射层的中间设置色变换层，使微谐振器结构的光路长与从色变换层放射的特定波长的光的共振条件相适合，能够使来

白色变换层的变换光的强度增强。特别是通过仅用一种或多种有机色素形成色变换层，能够使色变换层的折射率与构成 EL 元件的薄膜材料的折射率接近。结果，在色变换层中能够吸收发光层发出的大部分光并进行荧光变换，所以，能够进一步增强来自色变换层的变换光的强度。

另外，通过组合微谐振器 EL 元件和本发明的微谐振器色变换 EL 元件制作彩色显示器，能够简便地提供没有色调视野角依存的高效率的 EL 显示器。这是因为从微谐振器色变换 EL 元件放射的变换光，由于微谐振器结构的存在而被赋予指向性，其指向性与微谐振器 EL 元件发光的指向性几乎是同等的。

### 附图说明

图 1 是表示现有技术的微谐振器 EL 元件和使用该元件的显示器的图，(a) 表示微谐振器 EL 元件，(b) 表示显示器。

图 2 是表示本发明第一实施方式的微谐振器色变换 EL 元件的一个例子的图，(a) 表示反射性电极是单层的情况，(b) 表示反射性电极是金属层和透明导电层的叠层结构的情况。

图 3 是表示本发明第一实施方式的微谐振器色变换 EL 元件的另一个例子的图。

图 4 是表示本发明第一实施方式的微谐振器色变换 EL 元件的另一个例子的图。

图 5 是表示本发明第二实施方式的有机 EL 显示器的一个例子的图。

图 6 是表示实施例 1、2 和比较例 1 的元件的发光光谱的曲线图。

图 7 是表示实施例 3 的元件的发光光谱的曲线图。

图 8 是表示实施例 4 的显示器的各色副像素的发光光谱的曲线图。

### 符号说明

10：支撑基板；21：反射性电极；21a：金属层；21b：透明导电层；22：透明电极；23：半透过性电极；30：功能层（有机 EL 层）；31：电子注入-迁移层；32：发光层；33：空穴注入-迁移层；34：载流

子迁移性色变换层（carrier transporting color conversion layer）；40（R、G）：色变换层；51：不透过性反射层；52：半透过性反射层；100：微谐振器的有效光路长。

## 具体实施方式

### [微谐振器色变换 EL 元件]

本发明第一实施方式的微谐振器色变换 EL 元件的特征在于，在由一对光反射层形成的微谐振器结构内收容发光层和色变换层，设定微谐振器的有效光路长，即一对光反射层之间的间隔，以增强从色变换层放射的光内的特定波长。

进一步具体而言，微谐振器色变换 EL 元件具有至少一对电极、由该一对电极夹持并包含发光层的功能层、吸收从发光层发出的光并发出不同波长的光的色变换层、和一对光反射层。该一对光反射层由不透过性反射层和半透过性反射层构成，该发光层和该色变换层配置在该一对光反射层中间。

在本实施方式中的“设定为使从色变换层放射的光内的特定波长增强”，指的是在从色变换层放射的波长  $\lambda_{CCM}$  的光对元件面垂直放射时，该光发生共振而被增强的条件，意指满足式（1）的条件。

$$0.9 \cdot \lambda_{CCM} \leq 4\pi \cdot \sum n_i d_i / (2m\pi - \delta) \leq 1.1 \cdot \lambda_{CCM} \quad (1)$$

式中， $\Sigma$  表示对位于一对光反射层之间的全部层取总和， $n_i$  和  $d_i$  表示位于一对光反射层之间的各层的折射率和膜厚， $\delta$  表示在一对光反射层中发生光反射时的相位变化， $m$  是整数。

在此，由于光反射产生的相位变化  $\delta$  是在半透过性反射层中反射的相位变化和在不透过性反射层中反射的相位变化的总和，可以采用文献已知的方法求出（例如，参照非专利文献 3 和 4）。

另外，式（1）的条件假定微谐振器结构内（即位于一对光反射层之间）的全部层的折射率大体相等，在这些层的边界处不会发生反射，只在半透过性反射层和不透过性反射层中发生光的反射。但是，在本发明中，选择各层的材料，以使存在于微谐振器结构内的全部层边界中，邻接的两层发光层在发光波长区域的折射率之差优选在 0.35 以内，更优选在 0.25 以内。因此，在微谐振器结构内的层间不发生反射的假

定十分妥当，在本发明目的的微谐振器结构内各层膜厚的决定中，式（1）是十分妥当的条件。

或者，在不能忽略微谐振器结构内的一个或多个界面处的反射的情况下，可以通过使用考虑到这些界面中的反射的各层的复折射率的顺序计算，理论地求出波长  $\lambda_{CCM}$  的光的共振条件，决定微谐振器结构内的各层的膜厚。

另外，使用式（1）决定各层的膜厚，可以试着制作此时的总膜厚附近例如每 10nm 改变膜厚的元件，找出波长  $\lambda_{CCM}$  得到增强的膜厚条件。

图 2 表示本实施方式的微谐振器色变换 EL 元件结构的 1 个例子。图 2 (a) 的元件具有在支承基板 10 上叠层有反射性电极 21、功能层 30、透明电极 22、色变换层 40 和半透过性反射层 52 的结构。这里，反射性电极 21 和透明电极 22 构成一对电极。并且，反射性电极 21 也作为不透过性反射层 51 发挥功能，与半透过性反射层 52 共同构成一对光反射层。并且，在图 2 (a) 中，表示功能层 30 由电子注入-迁移层 31、发光层 32 和空穴注入-迁移层 33 构成的例子。

在图 2 (a) 所示的元件中，由反射性电极 21 和半透过性反射层 52 构成微谐振器，划定微谐振器的有效光路长 100。关于该元件，构成功能层 30 的各层、透明电极 22 和色变换层 40 为式（1）条件的对象，决定这些层的材料和膜厚以满足式（1）的条件。

图 2 (b) 表示微谐振器色变换 EL 元件结构的变形例。图 2 (b) 的元件，除了反射性电极 21 是金属层 21a 和透明导电层 21b 的叠层体外，与图 2 (a) 的元件相同。在该变形例中，金属层 21a 作为不透过性反射层 51 发挥功能。因此，由金属层 21a 和半透过性反射层 52 构成微谐振器，划定微谐振器的有效光路长 100。关于该元件，除了构成功能层 30 的各层、透明电极 22 和色变换层 40 以外，透明导电层 21b 也为式（1）条件的对象，决定这些层的材料和膜厚以满足式（1）的条件。使反射性电极 21 为金属层 21a 与透明导电层 21b 的叠层体的优点在于，能够使用透明导电层 21b 调整微谐振器结构的光路长条件，并且，在以空穴注入-迁移层 33 与反射性电极 21 邻接的方式将功能层 30 的顺序逆转时，能够确保良好的空穴注入性。

图 3 表示本实施方式的微谐振器色变换 EL 元件结构的另一个例子。图 3 的元件具有在支承基板 10 上叠层有反射性电极 21、功能层 30 和半透过性电极 23 的结构。这里，反射性电极 21 和半透过性电极 23 构成一对电极。并且，反射性电极 21 作为不透过性反射层 51 发挥功能，半透过性电极 23 作为半透过性反射层 52 发挥功能，反射性电极 21 和半透过性电极 23 构成一对光反射层。

并且，图 3 中表示功能层 30 由电子注入-迁移层 31、发光层 32、空穴注入-迁移层 33 和载流子迁移性色变换层 34 (40) 构成的例子。在图 3 中，表示载流子迁移性色变换层 34 (40) 具有空穴迁移性、与半透过性电极 23 接触的构成例，但也可以采用载流子迁移性色变换层 34 (40) 具有电子迁移性、使其与反射性电极 21 接触的结构。

在图 3 所示的元件中，由反射性电极 21 和半透过性电极 23 构成微谐振器，划定微谐振器的有效光路长 100。关于该元件，构成功能层 30 的电子注入-迁移层 31、发光层 32、空穴注入-迁移层 33 和载流子迁移性色变换层 34 (40) 为式 (1) 条件的对象，决定这些层的材料和膜厚以满足式 (1) 条件。另外，在该例中，也可以由金属层与透明导电层的叠层体构成反射性电极 21，此时，与图 2 (b) 结构同样地划定微谐振器的有效光路长。

图 4 表示本实施方式的微谐振器色变换 EL 元件结构的又一个例子。图 4 的元件具有在支承基板 10 上叠层有反射性电极 21、功能层 30、透明电极 22 和半透过性反射层 52 的结构。这里，反射性电极 21 和透明电极 22 构成一对电极。并且，反射性电极 21 也作为不透过性反射层 51 发挥功能，反射性电极 21 和半透过性反射层 52 构成一对光反射层。

并且，图 4 中表示功能层 30 由电子注入-迁移层 31、发光层 32、空穴注入-迁移层 33 和载流子迁移性色变换层 34 (40) 构成的例子。

在图 4 所示的元件中，由反射性电极 21 和半透过性反射层 52 构成微谐振器，划定微谐振器的有效光路长 100。关于该元件，构成功能层 30 的各层和透明电极 22 为式 (1) 条件的对象，决定这些层的材料和膜厚以满足式 (1) 的条件。另外，在该例中，也可以由金属层与透明导电层的叠层体构成反射性电极 21，此时，与图 2 (b) 结构同样地

划定微谐振器的有效光路长。

在图2~4所示的微谐振器色变换EL元件中，将光反射性电极21用作阴极，将透明电极22或半透过性电极23用作阳极。但是，在本实施方式中，也可以将光反射性电极21用作阳极，将透明电极22或半透过性电极23用作阴极。此时，功能层30构成为，从光反射性电极21一侧开始，为空穴注入-迁移层33、发光层32、电子注入-迁移层31和有时存在的载流子迁移性色变换层34。

并且，在构成图2~4所示的微谐振器色变换EL元件的功能层30的层中，电子注入-迁移层31和空穴注入-迁移层33是可以任意选择设置的层。电子注入-迁移层31和空穴注入-迁移层33可以各自为单一的层，也可以具有多层的叠层结构。例如，可以使电子注入-迁移层31为电子注入层和电子迁移层的两层结构，也可以使空穴注入-迁移层33为空穴注入层和空穴迁移层的两层结构。

下面，依次详细说明各构成要素。

#### [支承基板10]

本发明的支承基板10，可以使用通常用作平板显示器的支承基板的材料形成。例如，可以使用玻璃（无碱、碱）、或聚碳酸酯那样的塑料形成支承基板10。另外，在图2~4中例示的有机EL元件中，由于发光层32的发光不透过支承基板10而向外部发出，所以，支承基板10不一定必须透明。因此，可以使用硅或陶瓷那样的不透明材料形成支承基板10。还可以使用形成有多个开关元件（TFT等）的硅基板作为支承基板10。

#### [一对反射层]

##### （不透过性反射层51）

本发明的不透过性反射层51可以使用高反射率的金属、非晶质合金或微晶性合金形成。高反射率的金属包括Al、Ag、Mg、Ta、Zn、Mo、W、Ni、Cr等。高反射率的非晶质合金包括NiP、NiB、CrP和CrB等。高反射率的微晶性合金包括NiAl、Ag合金等。不透过性反射层51的膜厚考虑片材电阻值、反射率、表面平坦性等设定，通常为50~200nm。由于具有该范围内的膜厚，能够充分反射来自发光层32的发光和来自色变换层40的变换光，能够得到微谐振器的效果。

### (半透过性反射层 52)

本发明的半透过性反射层 52 可以使用只透过特定波长区域的电介质多层膜那样的一维光子晶体(One-dimensional Photonic Crystal)制作。但是，制作一维光子晶体，必须使用多个成膜工序和需要严格控制膜厚的复杂的工序。从简化制作所必须的工序的观点出发，在本发明中，优选使用金属薄膜作为半透过性反射层 52。

用于形成半透过性反射层 52 的金属材料，优选对可见光的光吸收小的材料。适合在本发明中使用的金属材料包括 Ag、Au、Cu、Li、Mg 或以这些金属为主要成分的合金。本发明中的“主要成分”意指以全部合金为基准含有 50 原子%以上的上述金属。

在使用金属薄膜形成半透过性反射层 52 的情况下，半透过性反射层 52 的膜厚是决定本实施方式的微谐振器色变换 EL 元件的发光光谱和发光强度的重要因素。优选半透过性反射层 52 的膜厚依赖于使用的金属材料以及所需要的发光光谱和发光强度，在 5nm~50nm 之间调整。通过使用具有这样范围内膜厚的半透过性反射层 52，能够使对从色变换层发出的光具有充分的反射性、在色变换层 40 中得到大的变换光强度，和对从色变换层 40 发出的变换光具有充分的透过性、不使元件的发光强度显著降低的相反的两种要求性能并存。

### [一对电极]

#### (光反射性电极 21)

本发明的光反射性电极 21，与不透过性反射层 51 同样，可以使用高反射率的金属、非晶质合金或微晶性合金形成。在使用上述材料形成光反射性电极 21 的情况下，为了得到充分的反射性，优选膜厚在 50~200nm 的范围内。或者，本发明的光反射性电极 21 也可以是由上述金属或合金构成的金属层 21a 与透明导电层 21b 的叠层体。在这种情况下，为了得到充分的反射性，优选金属层 21a 具有 50~200nm 范围内的膜厚。透明导电层 21b 可以使用通常已知的 ITO (铟一锡氧化物)、IZO (铟一锌氧化物)、IWO (铟一钨氧化物)、AZO (掺杂 Al 的锌氧化物) 等透明导电性氧化物材料形成。或者，也可以使用聚(3,4-亚乙二氧基噻吩):聚(苯乙烯磺酸酯) (PEDOT:PSS) 等高导电性高分子材料，形成透明导电层 21b。

另外，在本发明中，可以将由金属或合金形成的光反射性电极 21、或金属层/透明导电层结构中的金属层 21a 用作上述不透过性反射层 51。

#### (透明电极 22)

本发明的透明电极 22 可以使用通常已知的 ITO (铟一锡氧化物)、IZO (铟一锌氧化物)、IWO (铟一钨氧化物)、AZO (掺杂 Al 的锌氧化物) 等透明导电性氧化物材料形成。或者，也可以使用聚(3,4-亚乙二氧基噻吩):聚(苯乙烯磺酸盐) (PEDOT:PSS) 等高导电性高分子材料，形成透明电极 22。

#### (半透过性电极 23)

本发明的半透过性电极 23，与半透过性反射层 52 同样，可以使用对可见光吸收少的金属形成。可以使用的金属材料包括 Ag、Au、Cu、Li、Mg 或以这些金属为主要成分的合金。依赖于使用的金属材料以及所需要的发光光谱和发光强度，半透过性电极 23 具有 5nm~50nm 范围内的膜厚。通过使用具有这样范围内膜厚的半透过性电极 23，能够使用于使从色变换层 40 发出的变换光发生共振的充分的反射性、和不使透过的变换光极度减弱的充分透过性的相反的两种要求并存。

### [功能层 30]

#### (电子注入-迁移层 31)

电子注入-迁移层 31 形成为使用来自阴极的电子注入性优异、电子迁移能力高的材料的单一层。但是，通常优选分为促进从阴极向有机层注入电子的电子注入层和向发光层 32 迁移电子的电子迁移层两层形成。在使用两层结构的电子注入-迁移层 31 的情况下，优选采用使电子注入层与阴极接触、使电子迁移层与发光层 32 接触的结构。

具体而言，电子迁移层可以使用下述材料形成：3-苯基-4-(1'-蔡基)-5-苯基-1,2,4-三唑 (TAZ) 那样的三唑衍生物，1,3-双[(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑]-苯 (OXD-7)、2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑 (PBD)、1,3,5-三(4-叔丁基苯基-1,3,4-噁二唑基)苯 (TPOB) 那样的噁二唑衍生物，5,5'-双(二苯基氧硼基)-2,2'-联噻吩 (BMB-2T)、5,5'-双(二苯基氧硼基)-2,2':5'2'-三噻吩 (5,5'-bis(dimesitylboryl)-2,2':5',2'-terthiophene) (BMB-3T) 那样的噻吩衍生物、三(8-羟基喹啉) 铝

(Alq<sub>3</sub>) 那样的铝配合物, 4,7-二苯基-1,10-菲绕啉 (BPhen)、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲绕啉 (BCP) 那样的菲绕啉衍生物, 2,5-二-(3-联苯基)-1,1-二甲基-3,4-二苯基硅杂环戊二烯 (2,5-di-(3-biphenyl)-1,1-dimethyl-3,4-diphenyl silacyclopentadiene) (PPSPP)、1,2-双(1-甲基-2,3,4,5-四苯基硅杂环戊二烯基)乙烷 (2PSP)、2,5-双(2,2-联二吡啶-6-基)-1,1-二甲基-3,4-二苯基硅杂环戊二烯 (PyPySPyPy) 那样的硅杂环戊二烯 (silacyclopentadiene) 衍生物等。

电子注入层可以使用下述材料形成: Li<sub>2</sub>O、LiO、Na<sub>2</sub>S、Na<sub>2</sub>Se 和 NaO 等碱金属硫族化合物, CaO、BaO、SrO、BeO、BaS 和 CaSe 等碱土金属硫族化合物, LiF、NaF、KF、CsF、LiCl、KCl 和 NaCl 等碱金属卤化物, CaF<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>、SrF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub> 和 BeF<sub>2</sub> 等碱土金属卤化物, Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 等碱金属碳酸盐等。在使用这些材料形成电子注入层时, 优选使电子注入层的膜厚为 0.5~1.0nm 左右。

或者, 作为电子注入层, 也可以使用 Li、Na、K、Cs 等碱金属, Ca、Ba、Sr、Mg 等碱土金属的薄膜 (膜厚 1.0~5.0nm 左右)。

或者, 还可以使用在上述电子迁移层的材料中掺杂有 Li、Na、K、Cs 等碱金属, LiF、NaF、KF、CsF 等碱金属卤化物, Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 等碱金属碳酸盐的材料, 形成促进从阴极注入电子的电子注入层。

### (发光层 32)

发光层 32 的材料可以根据所希望的色调进行选择。为了使色变换层 40 有效地激发并发光, 优选使用显示蓝色至蓝绿色发光的材料形成发光层 32。显示蓝色至蓝绿色发光的材料, 例如, 包括苯并噻唑类、苯并咪唑类、苯并噁唑类等荧光增白剂, 苯乙烯基苯类化合物, 芳香族二次甲基类 (aromatic dimethylidyne) 化合物等。具体优选使用 9,10-二(2-萘基)蒽 (ADN)、4,4'-双(2,2'-二苯基乙烯基)联苯 (DPVBi)、2-甲基-9,10-二(2-萘基)蒽 (MADN)、9,10-双(9,9-二(正丙基)-芴-2-基)蒽 (ADF)、9-(2-萘基)-10-(9,9-二(正丙基)-芴-2-基)蒽 (ANF) 等, 形成发光层 32。

### (空穴注入-迁移层 33)

空穴注入-迁移层 33 可以形成为使用来自阳极的空穴注入性优异、空穴迁移能力高的材料的单一层。但是, 通常优选分为促进从阳极向

有机层空穴注入的空穴注入层、和向发光层 32 进行空穴迁移的空穴迁移层两层形成。在使用两层结构的空穴注入-迁移层 33 的情况下，优选采用使空穴注入层与阳极接触、空穴迁移层与发光层 32 接触的结构。

作为用于形成空穴注入-迁移层 33 的材料，可以使用具有三芳胺部分结构、咔唑部分结构、噁二唑部分结构的材料等通常有机 EL 元件中使用的空穴迁移材料。具体而言，例如可以使用 N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-1,1'-联苯基-4,4'-二胺 (TPD)、N,N,N',N'-四(4-甲氧基苯基)-联苯胺 (MeO-TPD)、4,4',4"-三{1-萘基(苯基)氨基}三苯基胺 (1-TNATA)、4,4',4"-三{2-萘基(苯基)氨基}三苯基胺 (2-TNATA)、4,4',4"-三(3-甲基苯基苯基氨基)三苯基胺 (m-MTADATA)、4,4'-双{N-(1-萘基)-N-苯基氨基}联苯 (NPB)、2,2',7,7'-四(N,N-二苯基氨基)-9,9'-螺二芴 (Spiro-TAD)、N,N'-二(联苯基-4-基)-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯基)-4,4'-二胺 (p-BPD)、三(邻-三苯基-4-基)胺 (o-TTA)、三(对-三苯基-4-基)胺 (p-TTA)、1,3,5-三[4-(3-甲基苯基苯基氨基)苯基]苯 (m-MTDAPB)、4,4',4"-三-9-咔唑基三苯基胺 (TCTA) 等，形成空穴注入-迁移层 33。

或者，也可以使用在上述空穴迁移材料中添加 (p 型掺杂) 有电子接受性掺杂剂的材料，形成空穴注入层。可以使用的电子接受性掺杂剂，例如，包括四氰基苯醌二甲烷 (tetracyano-quinodimethane) 衍生物等的有机半导体。代表性的四氰基苯醌二甲烷衍生物是 2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基苯醌二甲烷 (F<sub>4</sub>-TCNQ)。或者，可以使用氧化钼 (MoO<sub>3</sub>)、氧化钨 (WO<sub>3</sub>)、氧化钒 (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 等无机半导体作为电子接受性掺杂剂。

#### (载流子迁移性色变换层 34)

载流子迁移性色变换层 34 是具有电子注入/迁移性或空穴注入/迁移性、同时具有色变换功能的层。载流子迁移性色变换层 34 包含基质材料 (host material) 和一种或多种色变换色素。此时，优选基质材料具有载流子迁移性能，并且能够吸收从发光层 32 发出的光，生成单态激发子。

在使用具有电子注入/迁移性的载流子迁移性色变换层 34 的情况下，作为基质材料，可以使用 Znsq<sub>2</sub>、Alq<sub>3</sub> 等。色变换色素是：(a) 直接吸收发光层所发出的光 (入射光)，进行波长分布变换，发出具有不

同波长分布的光（变换光）的色素；或（b）接受吸收了发光层所发出的光的基质材料激发子的能量，发出具有与发光层发出的光不同波长分布的光的色素。作为本发明的色变换色素，可以使用吸收蓝色～蓝绿色区域的光、发出红色光或绿色光的色素。作为吸收蓝色～蓝绿色区域的光、发出红色光的色变换色素，可以利用 4-二氰基亚甲基-2-甲基-6-(对二甲基氨基苯乙烯基)-4H-吡喃（DCM-1、I）、DCM-2（II）、DCJTB（III）等双花青类色素，1-乙基-2-(4-(对二甲基氨基苯基)-1,3-丁间二烯基)-吡啶姆-高氯酸盐（1-ethyl-2-(4-(p-dimethylaminophenyl)-1,3-butadienyl)-pyridium-Perchlorate）（吡啶 1）等吡啶类材料，若丹明类的咁吨类材料，噁嗪类材料，香豆素类色素，吖啶色素，其它缩合芳香环材料（二取代吡咯〔3,4-c〕吡咯衍生物、噻二唑杂环的类似化合物发生缩环的苯并咪唑化合物、卟啉衍生物化合物、喹吖酮类化合物、双(氨基苯乙烯基)萘化合物等）。

另外，作为吸收蓝色～蓝绿色区域的光、发出绿色光的色变换色素，可以含有例如 3-(2'-苯并噻唑基)-7-二乙基氨基-香豆素（香豆素 6）、3-(2'-苯并咪唑基)-7-二乙基氨基-香豆素（香豆素 7）、3-(2'-N-甲基苯并咪唑基)-7-二乙基氨基-香豆素（香豆素 30）、2,3,5,6-1H,4H-四氢-8-三氟甲基喹嗪（9,9a,1-gh）香豆素（香豆素 153）等香豆素类色素，或作为香豆素色素类染料的碱性黄 51、以及溶剂黄-11（solvent yellow 11）、溶剂黄-116 等萘二甲酰亚胺类色素等。

另一方面，在使用具有空穴注入/迁移性的载流子迁移性色变换层 34 的情况下，作为基质材料，可以使用 BAPP、BABP 等低分子或 CzPP、CzBP 等高分子量二萘嵌苯类孔迁移材料（参照专利文献 6）。或者，作为基质材料，也可以使用作为具有孔迁移性的荧光材料的具有结合有芳基氨基的吖啶骨架的氮杂芳香族化合物（参照专利文献 7）、具有与氨基结合的吖啶骨架的缩合芳香族化合物（参照专利文献 8）、具有氨基的苯并菲芳香族化合物（参照专利文献 9）、或具有氨基的二萘嵌苯类芳香族化合物（参照专利文献 10）。作为色变换色素，可以使用与上述具有电子注入/迁移性的载流子迁移性色变换层 34 同样的材料。

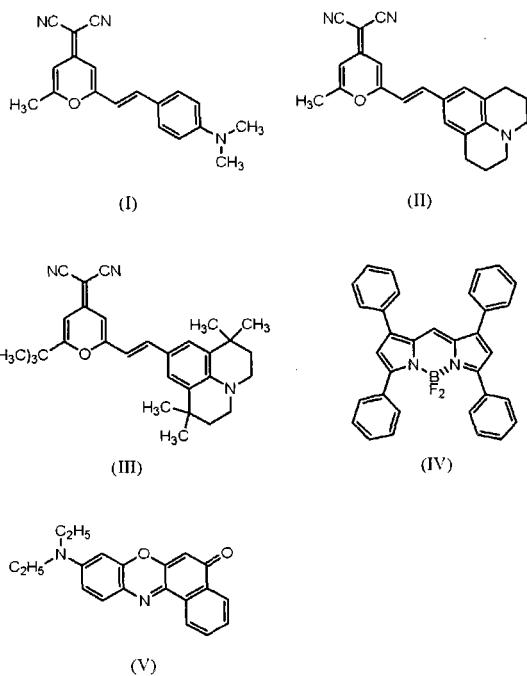
#### 〔色变换层 40〕

本发明的色变换层 40 是通过采用蒸镀法等干式工序或喷墨、凹版

印刷等印刷技术，使至少一种荧光色素附着而形成的层。本发明的色变换层40的膜厚为2000nm(2μm)以下，优选为100~2000nm，更优选为100~1000nm。

在本发明中适合使用的荧光色素包括Alq<sub>3</sub>(三(8-羟基喹啉)铝配合物)等铝配合物类色素、3-(2-苯并噻唑基)-7-二乙基氨基香豆素(香豆素6)、3-(2-苯并咪唑基)-7-二乙基氨基香豆素(香豆素7)、香豆素135等香豆素类色素，溶剂黄43、溶剂黄44那样的萘二甲酰亚胺类色素等低分子有机荧光色素。另外，作为荧光色素，也可以使用以聚亚苯基类、聚芳撑类、聚芴类为代表的各种高分子发光材料。

作为其他方法，可以使用在上述荧光色素中添加有第二荧光色素的两种荧光色素的混合物，形成色变换层。在该结构中，上述荧光色素吸收向色变换层40的入射光，优选吸收有机EL元件发出的蓝色~蓝绿色光，将吸收的能量转移给第二荧光色素，第二荧光色素放射所希望波长的光。在本发明中，可以适合用作第二荧光色素的荧光色素包括二乙基喹吖酮(DEQ)等喹吖酮衍生物，DCM-1(I)、DCM-2(II)和DCJTB(III)等双花青类色素，若丹明B、若丹明6G等咁吨类色素，吡啶1等吡啶类色素，4,4-二氟-1,3,5,7-四苯基-4-硼-3a,4a-二氮杂-s-苯并二茚(IV)(4,4-difluoro-1,3,5,7-tetraphenyl-4-bora-3a,4a-diaza-s-indacene(IV))，路玛近F红(Lumogen F Red)，尼罗红(V)等。



在使用第二荧光色素的情况下，第二荧光色素不发生浓度消光是非常重要的。

这是因为第二荧光色素是放射所希望光的材料，其浓度消光会造成色变换效率的下降。本发明的色变换层 40 中的第二荧光色素浓度的上限可以依赖于所使用的材料而变化。通常，以色变换层 40 的全部构成分子数为基准，本发明的色变换层 40 中的第二荧光色素的优选浓度为 10 摩尔% 以下，优选在 0.01~10 摩尔% 的范围内，更优选在 0.1~5 摩尔% 的范围内。通过以这样范围内的浓度使用第二荧光色素，能够防止浓度消光，同时能够得到充分的变换光强度。

添加第二荧光色素的构成，能够增大入射光吸收峰波长和色变换发光峰波长之差，所以，在从蓝色向红色变换时等波长移动幅度大时有效。并且由于功能被分离，还能够扩大荧光色素的选择范围。

本发明第二实施方式的有机 EL 显示器包括；第一实施方式中记载的微谐振器色变换 EL 元件；和微谐振器 EL 元件，其具有至少一对电极、由该一对电极夹持并包含发光层的功能层、和一对光反射层，该发光层配置在该一对光反射层之间，该一对光反射层之间的距离设定为构成微谐振器的光学距离，该微谐振器能够增强从上述发光层放射的光中特定波长的光的强度。蓝色、绿色和红色副像素由该微谐振器色变换 EL 元件或微谐振器 EL 元件中的任一个构成。

本发明的微谐振器 EL 元件，除了不包括具有色变换功能的层（色变换层或载流子迁移性色变换层）、以及一对光反射层之间的距离设定为能够增强从发光层放射的光中特定波长的光强度的光学距离之外，可以与第一实施方式中记载的微谐振器色变换元件具有同样的结构。

图 5 表示本实施方式的有机 EL 显示器的一个例子。图 5 所示的有机 EL 显示器由具有图 2 所示结构的与红色和绿色副像素相对应的微谐振器色变换有机 EL 元件、和与蓝色副像素相对应的微谐振器有机 EL 元件构成。并且，通过适当设定红色变换层 40R、绿色变换层 40G 的膜厚，将符合各色副像素的反射层间距离 100R 和 100G 设定为，在色变换层 40R 和 40G 上以覆盖显示器整个表面的方式形成的半透过性反射层 52 和作为不透过性反射层 51 发挥功能的反射性电极 21 之间的距离。即，在蓝色副像素中，在透明电极 22 上形成的半透过性反射层 52

与反射性电极 21 之间的距离 100B 设定为使发光层 32 发出的蓝色光的强度增强的距离。另一方面，在绿色和红色副像素中，在色变换层 40 (G、R) 上形成的半透过性反射层 52 与反射性电极 21 之间的距离 100 (G、R) 分别设定为使色变换层 40 (G、R) 发出的绿色和红色光的强度增强的光学距离。

在本实施方式中，如图 5 所示，微谐振器有机 EL 元件和微谐振器色变换有机 EL 元件间共有一对电极 (21、22) 和功能层 30 的结构非常方便。通过采用这样的结构，能够得到与通常的有机 EL 显示器同样的被动式矩阵驱动型或主动式矩阵驱动型的结构。

另外，在本实施方式中，微谐振器色变换有机 EL 元件的色变换层 40 (R、G) 形成于作为一对电极中一个的透明电极 22 和半透过性反射层 52 之间的结构非常方便。通过采用这样的结构，容易制作与各色副像素相对应的色变换层 40 (R、G)，同时，通过适当设定色变换层 40 的膜厚，能够将一对反射层之间的距离设定为所希望的光学距离。

在本实施方式的有机 EL 显示器中，可以在微谐振器色变换 EL 元件和微谐振器 EL 元件的光射出一侧设置透过特定波长区域的光的滤色层，这是任意选择的。例如，可以在构成蓝色、绿色和红色副像素的微谐振器色变换 EL 元件或微谐振器 EL 元件的射出一侧（在图 5 的结构中，半透过性反射层 52 一侧），设置蓝色、绿色和红色滤色层。通过设置滤色层，能够提高各色副像素的射出光的颜色纯度，能够进行高品质的显示。滤色层可以使用市售的平板显示器用滤色材料制作。滤色层可以在半透过性反射层 52 上直接形成，或隔着钝化层（使用  $\text{SiO}_x$ 、 $\text{AlO}_x$ 、 $\text{TiO}_x$ 、 $\text{TaO}_x$ 、 $\text{ZnO}_x$  等无机氧化物， $\text{SiN}_x$  等无机氮化物和  $\text{SiN}_x\text{O}_y$  等无机氧氮化物等形成）形成。或者，也可以将在不同于支承基板 10 的透明支承体上设置有滤色层的滤色器贴合在上述有机 EL 显示器的射出侧，从而，使滤色层与规定种类的副像素相对配置。

在图 5 中，表示了蓝色副像素由微谐振器有机 EL 元件形成、红色和绿色副像素由微谐振器色变换有机 EL 元件形成的例子。但是，在本实施方式的有机 EL 显示器中，也可以由微谐振器 EL 元件形成蓝色副像素和红色副像素、由微谐振器色变换 EL 元件形成绿色副像素。或者，也可以由微谐振器 EL 元件形成蓝色副像素和绿色副像素、由微谐振器

色变换 EL 元件形成红色副像素。

在由微谐振器有机 EL 元件形成多种副像素的情况下，在这些微谐振器有机 EL 元件内，可以设置用于调整一对反射层间的有效光路长的透明层（未图示）。例如，在由微谐振器 EL 元件形成蓝色副像素和红色副像素的情况下，在蓝色副像素的微谐振器有机 EL 元件或红色副像素的微谐振器有机 EL 元件中的任意一个或两个中设置透明层，能够调整一对反射层间的光学距离。用于形成透明层的材料，包括  $\text{SiO}_x$ 、 $\text{AlO}_x$ 、 $\text{TiO}_x$ 、 $\text{TaO}_x$ 、 $\text{ZnO}_x$  等无机氧化物， $\text{SiN}_x$  等无机氮化物和  $\text{SiN}_x\text{O}_y$  等无机氧氮化物。透明层可以采用溅射法、CVD 法、真空蒸镀法等该技术中已知的任意方法形成。透明层例如可以设置在电极（优选透明电极）和半透过性反射层之间（图 5 结构中的色变换层 40 的位置）。

另外，也可以不设置透明层，使用例如对蓝色和红色两种波长增强发光强度的多模微谐振器有机 EL 元件，形成多种副像素。在这种情况下，利用功能层 30、透明电极 22 的膜厚调整微谐振器有机 EL 元件的有效光路长。

如上述说明，通过在全部副像素中导入微谐振器结构，能够得到色相不因为观察角度而发生变化的视野角依存性小的有机 EL 显示器。这是因为在图 1 (b) 所示的现有结构的显示器中，从色变换层射出的光被各向同性地射出，相对于此，在图 5 所示的本发明的显示器中，在红色副像素和绿色副像素中，从色变换层射出的光由于微谐振器而具有与蓝色副像素同样的指向性。

## 实施例

### （实施例 1）红色发光的微谐振器色变换 EL 元件

用碱清洗液对长 50mm×宽 50mm×厚 0.7mm 的支承基板 (Corning Inc. 生产，1737 玻璃) 进行清洗，再用纯水充分清洗。接着，采用 DC 磁控溅射法将银合金 (Furuya Metal Co., Ltd. 生产，APC-TR) 附着在清洗后的支承基板上，形成膜厚 100nm 的银合金膜。采用旋涂法，在银合金膜上形成膜厚 1.3 $\mu\text{m}$  的光致抗蚀剂 (东京应化工业生产，TFR-1250) 膜，在 80℃ 的洁净烘箱中干燥 15 分钟。对光致抗蚀剂膜，通过 2mm 宽的条纹图案的掩模，照射高压汞灯产生的紫外光，用显影

液（东京应化工业生产，NMD-3）进行显影，由此在银合金薄膜上制作 2mm 宽的光致抗蚀剂图案。接着，使用银用蚀刻液（关东化学生产，SEA2）进行蚀刻，然后使用剥离液（东京应化生产，剥离液 106），剥离光致抗蚀剂图案，制作由线宽 2mm 的条纹形状部分构成的金属层。在金属层上，采用 DC 磁控溅射法，形成由铟锌氧化物（IZO）构成的膜厚 100nm 的透明导电膜，与银合金薄膜同样采用光刻法进行图案化，形成由与导电层图案一致的条纹形状部分构成的透明导电层，得到反射性电极。在 IZO 的蚀刻中，使用草酸。在室温下，在具备低压汞灯的 UV/O<sub>3</sub> 清洗装置中对形成有反射性电极的基板进行 10 分钟处理。

接着，将进行过清洗处理的基板安装在电阻加热真空蒸镀装置中，进行有机 EL 层的形成。在形成有机 EL 层时，将真空槽内压减压到  $1 \times 10^{-4}$ Pa。最初，共蒸镀 Alq<sub>3</sub> 和金属 Li，使其摩尔比为 1:1，形成膜厚 20nm 的电子注入层。接着，蒸镀 Alq<sub>3</sub>，形成膜厚 10nm 的电子迁移层。然后，共蒸镀作为基质材料的 ADN 和作为发光掺杂剂的 4,4'-双(2-(4-(N,N-二苯基氨基)苯基)乙烯基)联苯 (DPAVBi)，形成膜厚 30nm 的发光层。在此，使 ADN 的蒸镀速度为 1Å/s、DPAVBi 的蒸镀速度为 0.03Å/s。接着，蒸镀 NPB，形成膜厚 20nm 的空穴迁移层。最后，以使膜厚比 2-TNATA : F<sub>4</sub>-TCNQ = 100 : 2 的蒸镀速度共蒸镀 2-TNATA 和 F<sub>4</sub>-TCNQ，形成膜厚 30nm 的空穴注入层。

不破坏真空地将形成有有机 EL 层的基板移动至相对的靶溅射装置中，在空穴注入层上附着 IZO，形成膜厚 50nm 的透明电极。此时，考虑在溅射时由于成膜粒子向横向扩散而引起的图案的模糊，使用具有 1mm 宽的条纹图案的金属掩模。得到的透明电极由在与反射性电极交叉的方向上延伸的、宽 2mm 的多个条纹形状的部分电极构成。

再次不破坏真空地将形成有透明电极的基板移动至电阻加热真空蒸镀装置中，在透明电极上，以使膜厚比 Alq<sub>3</sub> : DCM-2 = 100 : 3 的蒸镀速度共蒸镀 Alq<sub>3</sub> 和 DCM-2，形成膜厚 320nm 的色变换层。接着，在色变换层上蒸镀 Ag，形成膜厚 10nm 的半透过性反射层。

接着，使用密闭搬送容器，将水分浓度和氧浓度维持在 10ppm 以下的环境，同时将形成有半透过性反射层的基板搬到等离子体 CVD 装置内。使用等离子体 CVD 法，使 SiN 附着在半透过性反射层上，形

成膜厚 1μm 的保护膜。

最后，在长 41mm×宽 41mm×厚 1.1mm 的密闭用玻璃基板（日本电气硝子生产，OA-10）的整个表面涂布加热固化型环氧粘合剂，将其贴合在保护膜上，密封有机 EL 发光部，得到红色发光的微谐振器色变换 EL 元件。在本实施例的构成中，在微谐振器结构内，折射率差最大的界面是电子注入层（掺杂 Li 的 Alq<sub>3</sub>、折射率 1.73（610nm））和透明导电层（IZO、折射率 2.01（610nm））的界面，其折射率差是 0.28。

#### （实施例 2）红色发光的微谐振器色变换 EL 元件

除了使色变换层的膜厚为 330nm、半透过性反射层的膜厚为 20nm 之外，重复实施例 1 的步骤，得到红色发光的微谐振器色变换 EL 元件。

#### （比较例 1）红色发光的色变换 EL 元件

除了不形成半透过性反射层之外，重复实施例 1 的步骤，得到红光发光的色变换 EL 元件。

图 6 表示实施例 1、2 和比较例 1 中制作的元件的发光光谱。另外，在表 1 中表示各元件的色度、电流效率（电流密度为 10mA/cm<sup>2</sup> 时）和亮度比（以比较例元件的亮度为 1 的相对值）的评价结果。由图 6 可知，实施例 1 和 2 的发光光谱的峰强度比比较例 1 的强。结果，与比较例 1 的元件相比，具有微谐振器结构的实施例 1 和 2 的元件的发光效率提高到 1.4~1.7 倍。

〔表 1〕实施例 1、2 和比较例 1 的元件的评价

	色度（CIExy 座标系）		电流效率 (cd/A)	亮度比
	x	y		
实施例 1	0.656	0.344	3.7	1.7
实施例 2	0.661	0.339	3.0	1.4
比较例 1	0.660	0.340	2.2	1

#### （实施例 3）绿色发光的微谐振器色变换 EL 元件

除了通过仅蒸镀 Alq<sub>3</sub> 形成色变换层，使色变换层的膜厚变为 230nm 之外，重复实施例 1 的步骤，得到绿色发光的微谐振器色变换 EL 元件。在图 7 中表示得到的元件的发光光谱。在表 2 中表示得到的元件的色度和电流效率（电流密度为 10mA/cm<sup>2</sup> 时）的评价结果。由图 7 和表 2 所示的结果可知，即使在使用具有宽的发光光谱的 Alq<sub>3</sub> 作为

绿色变换色素的情况下，通过导入本发明的微谐振器结构，也能够得到颜色纯度优异的绿色光。在本实施例的构成中，在微谐振器结构内，折射率差最大的界面是电子注入层（掺杂 Li 的 Alq<sub>3</sub>、折射率 1.73 (530nm)）和透明导电层（IZO、折射率 2.06 (530nm)）的界面，其折射率差是 0.33。

[表 2] 实施例 3 的元件的评价

	色度 (CIExy 座标系)		电流效率 (cd/A)
	x	y	
实施例 3	0.213	0.667	8.4

#### (实施例 4) 有机 EL 显示器

本实施例提供具有图 5 所示的大致截面的有机 EL 显示器。

作为支承基板 10，准备在表面上配列有用于控制各副像素的多个开关元件 (TFT 元件，未图示) 的无碱玻璃基板 (纵 50mm×横 50mm × 厚 0.7mm, Corning Inc. 生产, Eagle 2000)。各 TFT 元件使用非晶硅制作。开关元件以纵向 330μm、横向 110μm 的间距，在纵向配列 80 个，在横向配列 240 个。这相当于由 RGB 三种副像素构成的像素在横向配列 80 个、在纵向配列 80 个。开关元件被用于将凹凸平坦化的膜厚约 2μm 的树脂膜 (未图示) 覆盖，该树脂膜具有用于使开关元件与光反射性电极连接的多个连接孔。

与实施例 1 同样操作，采用 DC 磁控溅射法，使膜厚 100nm 的银合金 (Furuya Metal Co., Ltd. 生产, APC-TR) 附着在树脂膜上，与树脂膜上的连接孔的位置符合地进行图案化，在纵向 330μm 和横向 110μm 的间距中，得到由长 300μm 和宽 95μm 的多个矩形部分构成的银合金图案 (金属层)。接着，采用 DC 磁控溅射法，附着膜厚 100nm 的 IZO，与银合金图案符合地进行图案化，在纵向 330μm 和横向 110μm 的间距中，得到由长 310μm 和宽 100μm 的多个矩形部分构成的透明导电层图案 (透明导电层)。如上所述，得到由银合金和透明导电层的叠层结构构成的被分割为多个部分电极的反射性电极 21。该反射性电极 21 也为不透过性反射层 51 发挥功能。另外，将构成反射性电极 21 的多个部分电极分别与开关元件 1 对 1 地连接。

接着，采用旋涂法将感光性树脂材料（JEM-700-R2，JSR 生产）涂布在基板上，使膜厚为  $1\mu\text{m}$ ，隔着光掩模对感光树脂材料膜照射高压汞灯的光，使用显影液（东京应化工业生产，NMD-3）使感光树脂材料膜显影。将得到的膜在加热到  $200^\circ\text{C}$  的热板上加热 20 分钟，得到具有在相当于各副像素的位置的长  $300\mu\text{m}$  和宽  $80\mu\text{m}$  的多个开口部的绝缘膜（未图示）。

接着，将形成有绝缘膜的基板安装在电阻加热真空蒸镀装置中，隔着在显示区域（即形成有反射性电极 21 的区域）具有开口部的金属掩模，形成有机 EL 层 30。在形成有机 EL 层 30 时，将真空槽内压减压到  $1 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 。最初，共蒸镀  $\text{Alq}_3$  和金属 Li，使其摩尔比为 1：1，形成膜厚  $20\text{nm}$  的电子注入层。接着，蒸镀  $\text{Alq}_3$ ，形成膜厚  $10\text{nm}$  的电子迁移层。接着，共蒸镀作为基质材料的 ADN 和作为发光掺杂剂的 4,4'-双(2-(4-(N,N-二苯基氨基)苯基)乙烯基)联苯 (DPAVBi)，形成膜厚  $30\text{nm}$  的发光层 32。在此，使 ADN 的蒸镀速度为  $1\text{\AA/s}$ 、DPAVBi 的蒸镀速度为  $0.03\text{\AA/s}$ 。接着，蒸镀 NPB，形成膜厚  $20\text{nm}$  的空穴迁移层。最后，以使膜厚比  $2\text{-TNATA} : \text{F}_4\text{-TCNQ} = 100 : 2$  的蒸镀速度共蒸镀 2-TNATA 和  $\text{F}_4\text{-TCNQ}$ ，形成膜厚  $60\text{nm}$  的空穴注入层。在此，电子注入层和电子迁移层的叠层结构相当于电子注入-迁移层 31，空穴迁移层和空穴注入层的叠层结构相当于空穴注入-迁移层 33。

接着，不破坏真空地将形成有有机 EL 层 30 的基板移动至相对靶的溅射装置中，隔着具有比形成有机 EL 层 30 时的金属掩模宽的开口部的金属掩模，在有机 EL 层 30 上附着 IZO，形成膜厚  $50\text{nm}$  的透明电极 22。透明电极 22 是在显示区域整个表面形成的共用电极，通过使用具有宽开口部的金属掩模，具有用于连接与外部驱动回路连接的连接端子的区域。

接着，再次不破坏真空地将形成有透明电极 22 的基板移动至电阻加热真空蒸镀装置中。准备多个具有在长度方向上延伸的多个条纹形状开口部的金属掩模。金属掩模的开口部分别具有  $90\mu\text{m}$  的宽度，以  $330\mu\text{m}$  的间距配列。在透明电极 22 上，隔着上述金属掩模蒸镀  $\text{Alq}_3$ ，在相当于绿色副像素的位置形成膜厚  $230\text{nm}$  的绿色变换层 40G。

接着，改变上述金属掩模的位置，隔着金属掩模，以使膜厚比

$\text{Alq}_3 : \text{DCM-2} = 100 : 3$  的蒸镀速度共蒸镀  $\text{Alq}_3$  和 DCM-2, 在相当于红色副像素的位置形成膜厚 320nm 的红色变换层 40R。

进一步在形成有绿色变换层 40G 和红色变换层 40R 的基板上, 隔着形成透明电极 22 时使用的金属掩模, 蒸镀 Ag, 形成膜厚 10nm 的半透过性反射层 52。

然后, 使用密闭搬送容器, 将水分浓度和氧浓度维持在 10ppm 以下的环境, 同时将形成有半透过性反射层的基板搬送到等离子体 CVD 装置内。采用等离子体 CVD 法, 使  $\text{SiN}$  附着在半透过性反射层上, 形成膜厚 1 $\mu\text{m}$  的保护膜 (未图示), 得到 EL 元件基板。

在此, 准备在长 41mm  $\times$  宽 41mm  $\times$  厚 1.1mm 的玻璃基板 (日本电气硝子生产, OA-10) 表面上相当于红色、绿色和蓝色副像素的位置形成有对应颜色的滤色层 (膜厚 0.8 $\mu\text{m}$ ) 的滤光器 (未图示)。各滤光层使用彩色镶嵌 (Color Mosaic) CR-7001 (红色)、CG-7001 (绿色) 和 CB-7001 (蓝色) (能够从 Fujifilm Electronic Materials Co., Ltd. 得到), 按照通常的旋涂、图案状曝光、显影和加热固化的步骤制成。在滤色层的全部表面涂布加热固化型环氧粘合剂, 将其贴合在 EL 元件基板的保护膜上, 密封有机 EL 发光部, 得到有机 EL 显示器。

关于本实施例显示器的红色副像素和绿色副像素, 在微谐振器结构内, 如实施例 1 和实施例 3 所述, 折射率差最大的界面是电子注入层和透明导电层的界面, 其折射率差分别是 0.28 和 0.33。另外, 关于本实施例显示器的蓝色副像素, 在微谐振器结构内, 折射率差最大的界面是电子注入层 (掺杂 Li 的  $\text{Alq}_3$ 、折射率 1.80 (470nm)) 和透明导电层 (IZO、折射率 2.12 (470nm)) 的界面, 其折射率差是 0.32。

在图 8 中表示得到的有机 EL 显示器的各色副像素的发光光谱。另外, 在表 3 中表示以 10mA/cm<sup>2</sup> 的电流密度使各色副像素发光时的色度和发光效率。

[表 3] 实施例 4 的显示器的评价

	色度 (CIExy 座标系)		电流效率 (cd/A)
	x	y	
蓝色副像素	0.119	0.099	3.4
绿色副像素	0.223	0.733	7.6
红色副像素	0.664	0.336	4.6

另外，对从正面（和显示面的法线所成的角是  $0^\circ$ ）观察该显示器的情况和从与显示面的法线所成的角是  $70^\circ$  的斜向观察该显示器的情况进行比较，可知色调没有大的变化。这是由于红、蓝、绿各副像素采用同样的微谐振器结构，发光的方向依存性没有差别。

如上所述，利用组合本发明得到的色变换层和微谐振器结构的有机 EL 元件，能够提供色再现性、发光效率优异的有机 EL 显示器。

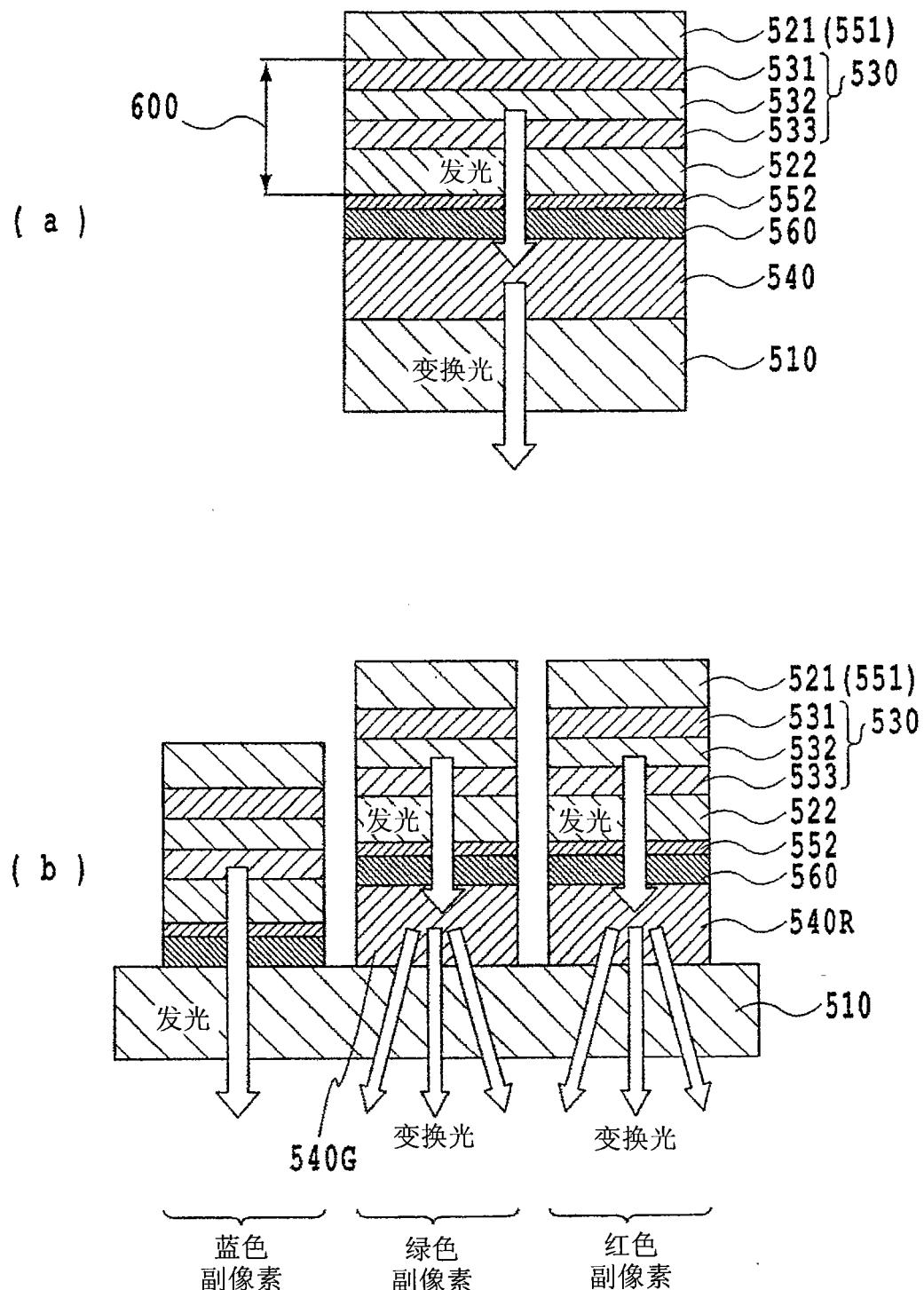


图1

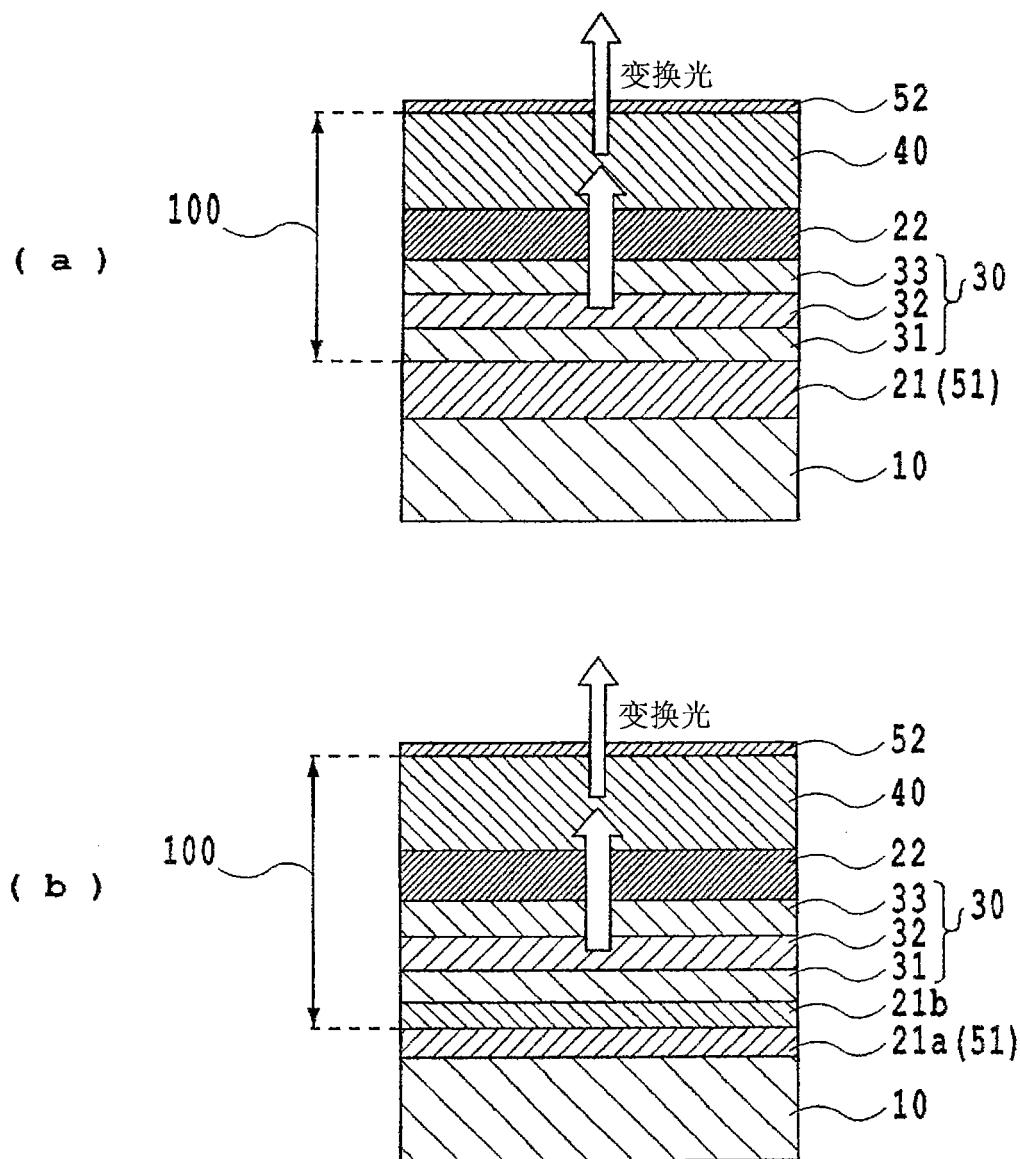


图2

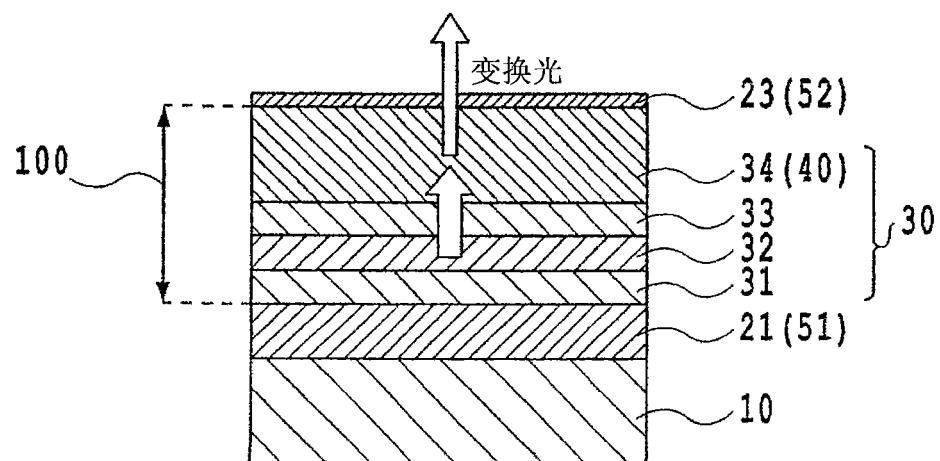


图3

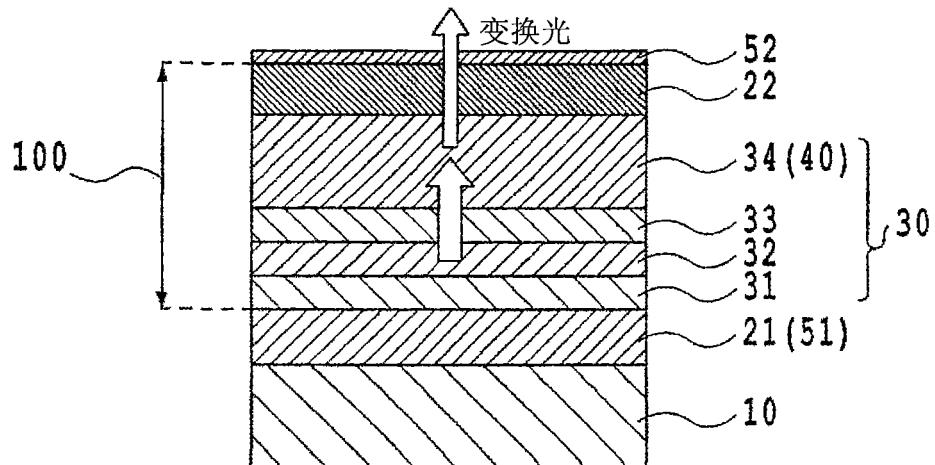


图4

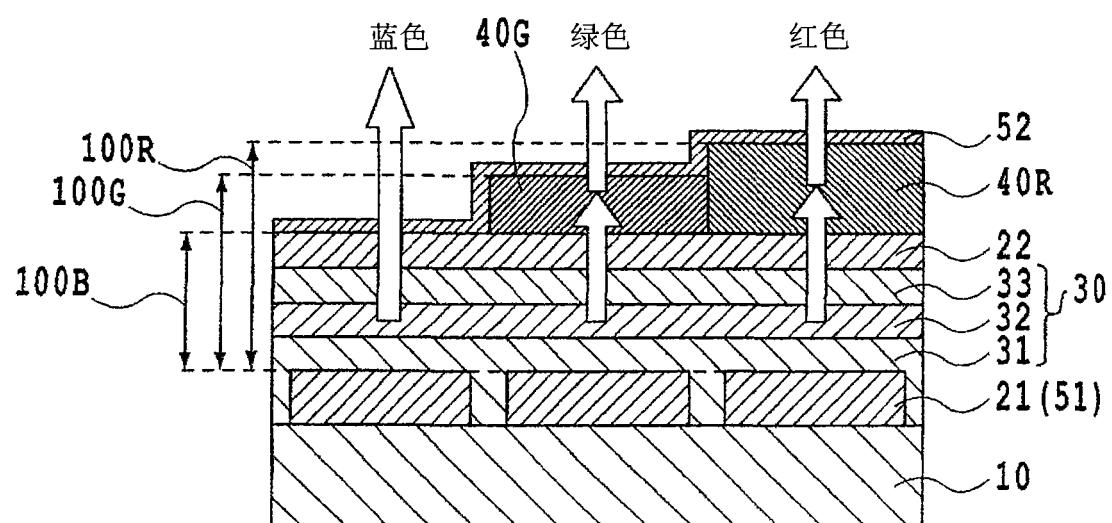


图5

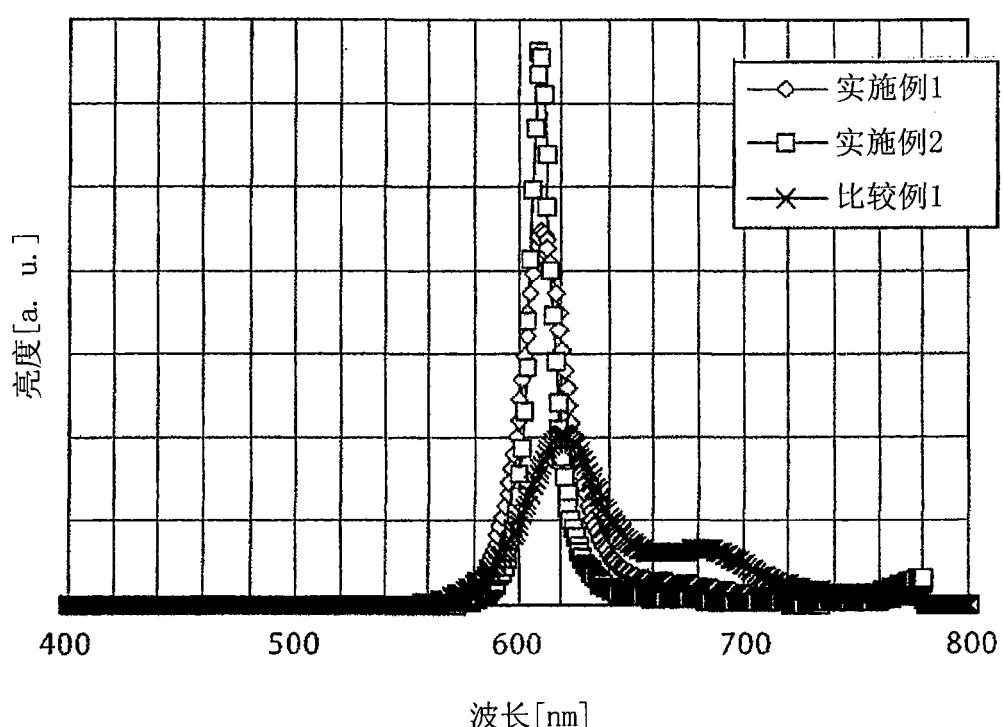


图6

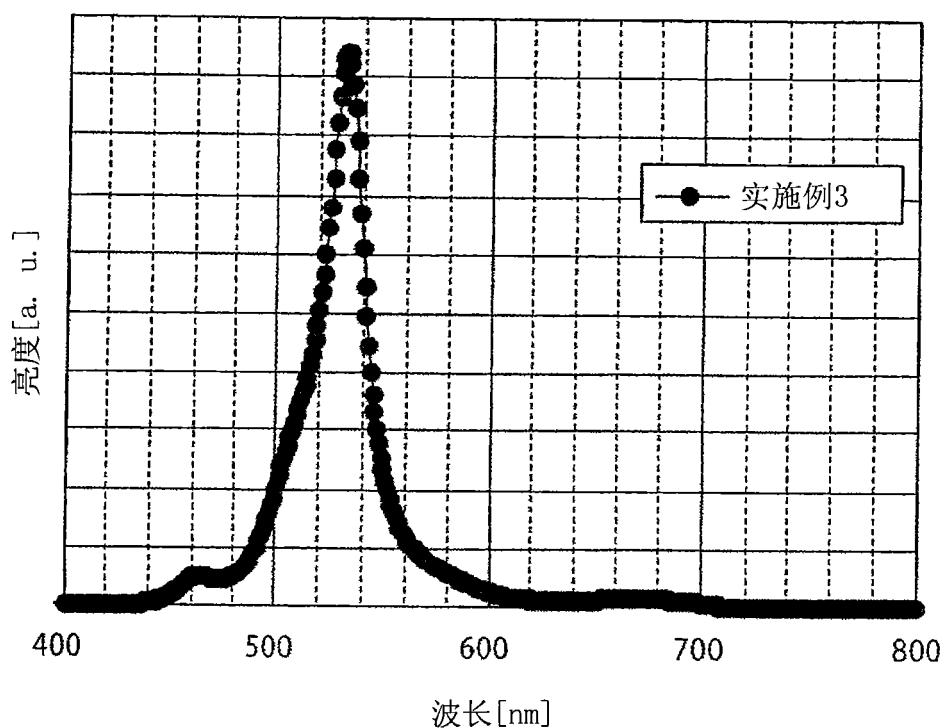


图7

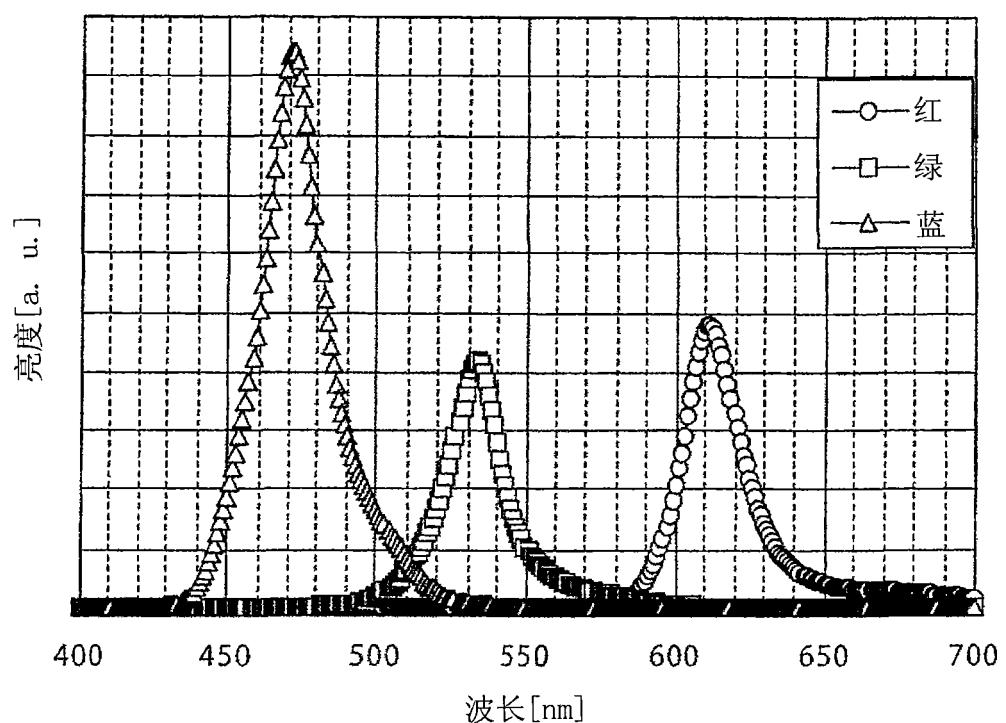


图8

专利名称(译)	微谐振器色变换EL元件和使用该元件的有机EL显示器		
公开(公告)号	<a href="#">CN101521263A</a>	公开(公告)日	2009-09-02
申请号	CN200910118307.0	申请日	2009-02-25
[标]申请(专利权)人(译)	富士电机株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士电机控股株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士电机控股株式会社		
[标]发明人	寺尾丰		
发明人	寺尾丰		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52 H01L51/54 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5265 H01L27/322		
优先权	2008046862 2008-02-27 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

本发明提供一种能够增强来自色变换层的变换光强度的色变换方式的有机EL元件、和色调视野角依存性小的能够采用简便方法制造的有机EL显示器。该微谐振器色变换EL元件具有至少一对电极、由该一对电极夹持并包含发光层的功能层、吸收从发光层发出的光并发出不同波长的光的色变换层、和一对光反射层，发光层和色变换层配置在一对光反射层中间，一对光反射层由不透过性反射层和半透过性反射层构成，不透过性反射层与半透过性反射层之间的间隔设定为构成微谐振器的光学距离，该微谐振器能够增强从色变换层放射的光中特定波长的光的强度。本发明的显示器使用该微谐振器色变换EL元件。

