

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 51/50 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710182287.4

[43] 公开日 2008年4月9日

[11] 公开号 CN 101159318A

[22] 申请日 2002.2.1

[21] 申请号 200710182287.4

分案原申请号 02118312.0

[30] 优先权

[32] 2001. 2. 1 [33] JP [31] 25971/01

[71] 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

[72] 发明人 濑尾哲史 山崎舜平

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 王小衡

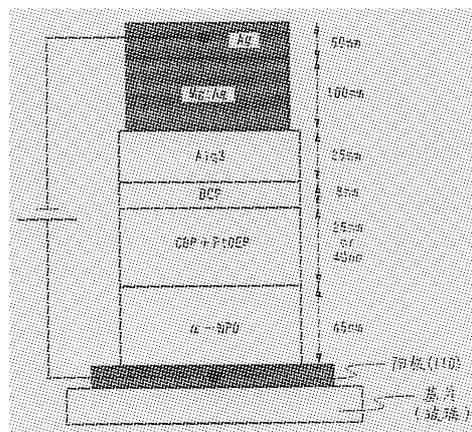
权利要求书 2 页 说明书 26 页 附图 20 页

[54] 发明名称

有机发光元件和使用该元件的显示设备

[57] 摘要

有机化合物膜中提供有由空穴传输材料制成的空穴传输区域, 由电子传输材料制成的电子传输区域, 以及其中空穴传输材料和电子传输材料二者被混合的且被掺有用于红色光的三重态发光材料的混合区域(发光区域), 由此在传统层叠结构中存在的各层之间的界面被消除了, 并且显示出空穴传输, 电子传输和发光的各个功能。根据上述方法, 能够获得用于红色的有机发光元件, 其中功耗是低的, 其寿命是长的。因此, 显示设备和电子设备是通过使用该有机发光元件被制造的。



1. 一种发光器件，包括：

一个阳极；

一个阴极；和

一个在所述阳极和阴极之间的混合区域；

其中该混合区域包括空穴传输材料和电子传输材料；

其中用于展示来自三重激发态之红色发光的材料被加到该混合区域；并

且

其中该混合区域中的空穴传输材料和电子传输材料之一是用于展示来自三重激发态之红色发光的材料的主体材料。

2. 一种发光器件，包括：

一个阳极；

一个阴极；和

一个在所述阳极和阴极之间的空穴传输层；

一个在所述空穴传输层和所述阴极之间的电子传输层；

一个在所述空穴传输层和电子传输层之间的混合区域；

其中该混合区域包括空穴传输材料和电子传输材料；

其中用于展示来自三重激发态之红色发光的材料被加到该混合区域；并

且

其中该混合区域中的空穴传输材料和电子传输材料之一是用于展示来自三重激发态之红色发光的材料的主体材料。

3. 一种发光器件，包括：

一个阳极；

一个阴极；和

一个在所述阳极和阴极之间的混合区域；

其中该混合区域包括空穴传输材料和电子传输材料；

其中包括用于展示来自三重激发态之红色发光的铍络合物的材料被加到该混合区域；并且

其中该混合区域中的空穴传输材料和电子传输材料之一是包括用于展示

来自三重激发态之红色发光的铈络合物的材料的主体材料。

4. 一种发光器件，包括：

一个阳极；

一个阴极；和

一个在所述阳极和阴极之间的空穴传输层；

一个在所述空穴传输层和所述阴极之间的电子传输层；

一个在所述空穴传输层和电子传输层之间的混合区域；

其中该混合区域包括空穴传输材料和电子传输材料；

其中包括用于展示来自三重激发态之红色发光的铈络合物的材料被加到该混合区域；并且

其中该混合区域中的空穴传输材料和电子传输材料之一是包括用于展示来自三重激发态之红色发光的铈络合物的材料的主体材料。

5. 根据权利要求 1 或 2 的发光器件，其中所述空穴传输层包括包含在所述混合区域中的空穴传输材料。

6. 根据权利要求 1 或 2 的发光器件，其中所述电子传输层包括包含在所述混合区域中的电子传输材料。

7. 根据权利要求 1 到 4 的任何一个的发光器件，其中用于展示来自三重激发态之红色发光的材料被掺杂到所述混合区域的一部分。

8. 根据权利要求 1 到 4 的任何一个的发光器件，还包括在所述阳极上的空穴注入区域。

9. 根据权利要求 1 到 4 的任何一个的发光器件，还包括在所述阴极上的电子注入区域。

有机发光元件和使用该元件的显示设备

本申请是申请号为 02118312.0、申请日为 2002 年 2 月 1 日、发明名称为“有机发光元件和使用该元件的显示设备”的申请的分案申请。

技术领域

本发明涉及有机发光元件，其具有阳极，阴极和其中包括发光是通过施加电场获得之有机化合物的膜（以后称为有机化合物膜），和涉及使用该有机发光元件的显示设备。本发明特别涉及包括用作为象素的用于发射红，绿和蓝对应颜色光的有机发光元件的显示设备，其中用于发射红颜色光的元件的发射效率是高的并且元件寿命是长的。注意，本说明书中的显示设备表示使用有机发光元件作为发光元件的图象显示设备。而且，其中有机发光元件被固定到连接器例如各向异性导电膜（FPC：柔性印刷电路），TAB（带自动焊接）带或者 TCP（带载流子封装）的模块，其中印刷电路板被提供在 TAB 带或者 TCP 一端的模块，和其中有机发光元件通过 COG（玻璃上芯片）方法被直接用 IC（集成电路）安装的模块，所有这些都包括在显示设备中。

背景技术

有机发光元件是通过施加电场来发射光的元件。发光机理如后面说明。电压被施加在夹有有机化合物膜的电极，由此从阴极注入的电子和从阳极注入的空穴在有机化合物膜中复合以形成激发状态的分子（分子激子）。然后，分子激子释放能量返回到基态，发光。

通常，在这种有机发光元件中，有机化合物膜被形成为小于 $1\mu\text{m}$ 厚度的薄膜。而且，有机发光元件是其中有机化合物膜本身发光的自身发光元件，并且因此不需要被用于传统液晶显示中的背景光。因此，其最大优点是有机发光元件能够被做成极薄和极轻。

而且，例如，在具有近似为 100 到 200nm 厚度的有机化合物膜中，考虑有机化合物膜载流子迁移，从载流子注入到载流子复合的时间近似为几十纳秒。即使考虑从载流子复合到发光的过程，发光也在微秒内达到。因此，强点之一是响应速度是非常高的。

而且,有机发光元件是载流子注入型发光元件。因此,可用直流电压驱动,并且噪声难于发生。至于驱动电压,有下述报告;第一,有机化合物膜被形成均匀和非常薄,具有近似100nm的厚度;而且,选择电极材料,其使对有机化合物膜的载流子注入阻挡很小;另外,引入异质结构(这里为两层结构);因此,在5.5V时实现100cd/m²的足够亮度。(参考1:C.W.Tang和S.A.VanSlyke,“有机电致发光二极管”应用物理快报,51卷,12期,913-915(1987))。

除了上述诸如薄和轻,高速响应和直流低电压驱动的元素特征之外,其具有的巨大优点之一是有机发光元件具有大量各种发射颜色。该优点的因素是有机化合物本身的多样性。即,用于各种发射颜色的材料能够通过分子设计(例如,引入取代基)开发出的灵活性等导致颜色的丰富。

利用颜色丰富之有机发光元件的最大应用领域是全彩色平板显示。其理由是,因为有大量的能够发射三基色红绿蓝光的有机材料,能够通过将有机材料形成图案而容易地得到全彩色。诸如上述薄和轻,高速响应和直流低电压驱动的元素特征能够被考虑为适合于平板显示的特征。

另外,能够通过发射所有对应红绿蓝色的光获得白色光。在发射白色光中需要考虑三基色光的平衡。因此,示出了相对于每个颜色的最小要求效率(这里为功率效率,单位是lm/W)(参考2:Yoshiharu:“应用物理协会有机分子——生物电子学部分”,11卷,1期,P.88(2000))。

根据参考2,可见有大量的报告,其中对于绿色和蓝色超过了要求值,但是对于红色的值却远远达不到要求值。因此,红色发射效率的提高是开发全彩色平板显示的基本要素。然后,发射效率的提高能够使功率消耗降低。

作为在低发射效率时的因素之一,给出荧光材料不仅被用于红色之发光材料而且被用于一般有机发光元件。在有机发光元件中,当分子激子返回到基态时发生发光。从单重激发态(S*)的发光(荧光)和从三重激发态(T*)的发光(磷光)作为发光是可能的。在使用荧光材料的情况下,仅仅从S*的发光(荧光)是有贡献的。

但是,有机发光元件中S*对T*的统计产生比率被认为是S*:T*=1:3(参考3:Tetsuo Tsutsui,“应用物理协会有机分子——生物电子学部分——第三次报告会文”,P.31(1993))。因此,使用荧光材料的有机发光元件中内部量子效率的理论极限(所产生的光子对注入载流子的比率)是以S*:T*=1:3为基础

被建立为 25%。换言之，在使用荧光材料的有机发光元件的情况下，注入载流子的至少 75%被浪费了。

相反，一般认为，如果能够利用从 T*的发光即磷光的话，发射效率被提高了（简单地说，为 3 到 4 倍）。但是，在一般有机化合物中，从 T*的发光（磷光）在室温时观察不到，而一般仅有从 S*的发光被观察到。其原因是，由于有机化合物的基态通常是单重基态 (So)，T*-So 转换是禁止转换，而 S*-So 转换是允许转换。

但是，近年来，有关能够将在从 T*返回到基态释放的能量（以后称为“三重态激发能量”）转换成发光的有机发光元件的文献在不断地给出，并且高的发射效率也已经引起关注（参考 4：D.F.O'Brien, M.A. Baldo, M.E. Thompson 和 S.R. Forrest, “电致磷光设备中的改进的能量转换”, 应用物理快报, 74 卷, 3 期, 442-444(1999)）, (参考 5：Tetsuo Tsutsui, Moon-Jae Yang, Masayuki Yahiro, Kenji Nakamura, Teruichi Watanabe, Taishi Tsuji, Yoshinori Fukuda, Takeo Wakimono 和 Satoshi Miyaguchi, “用铱络合物作为三重态发射中心的有机发光设备中的高量子效率”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.38, L1502-L1504(1999))

在参考 4 和参考 5 中，用铂作为中心金属的金属络合物（以后称为“铂络合物”）和用铱作为中心金属的金属络合物（以后称为“铱络合物”）被分别用作发光材料。能够认为这些金属络合物有这种特征，其使得第三过渡系列元素被作为中心金属引入。这两种络合物是能够在室温时将三重态激发转换成发光的材料（以后称为“三重态发光材料”）。

正如参考 4 和参考 5 所示，与现有技术相比，能够将三重态激发能量转换到发光的有机发光元件能够达到较高的内部量子效率。然后，因为内部量子效率变得更高，发射效率 (lm/W) 被提高了。因此，如果用于红色的发光元件是通过使用能够将三重态激发能量转换到发光的有机发光元件（此后称为“三重态发光元件”）制造的，则红色发光元件的发射效率能够被提高。

从上述可见，从单重激发态出现发光的有机发光元件（此后称为“单重态发光元件”）被用于绿色和蓝色，同时三重态发光元件适用于红色，由此有希望制造全彩色平板显示器，其具有足够高的亮度和低的功率消耗，其中考虑了三原色光的平衡。

但是，根据参考 5 的报告，当初始亮度被设置为 500cd/m² 时，在恒定电流

驱动下亮度的半衰期近似为 170 小时，因此，三重态发光元件在元件寿命上存在问题。另一方面，在单重态发光元件的情况下，当初始亮度被设置为 500cd/m^2 时，在恒定电流驱动下亮度的半衰期近似为几千小时到一万小时。因此，能够说单重态发光元件在元件寿命方面到达了实际阶段。

因此，在现有技术中，当单重态发光元件被用于绿色和蓝色同时三重态发光元件适用于红色以由此制造全彩色平板显示时，亮度随着时间的变化在绿色或者蓝色的象素和红色的象素之间有很大的差别。

即，这说明随着时间的流逝（几百小时之后）三原色光的平衡被极大地破坏了，并且与此一起，红色发光中的功率消耗增加了。因此，能够说最为重要的技术目的是延长三重态发光元件的寿命，特别是红色光的三重态发光元件的寿命。

发明内容

鉴于上述提出了本发明，因此，本发明的目的是抑制用于红色光的三重态发光元件亮度的降低和延长元件的寿命，并且本发明的另一个目的是提供用于红色的有机发光元件，其具有较高的发光效率和较长的寿命。

另外，本发明的又一个目的是提供显示设备，其中，通过使用用于红色光的三重态发光元件和用于绿色和蓝色光的单重态发光元件，与现有技术相比，三原色光的平衡更为有利，此外，功率消耗更低，颜色之间随着时间的波动变化更小。而且，本发明的又一个目的是通过使用该显示设备，提供具有比现有技术更小的功率消耗的电子设备和展示即使随着时间的流逝不会衰减的清楚显示的显示部分。

与单重态发光元件和三重态发光元件之间的差别无关，有机发光元件通常具有形成如参考 1 中所示的层叠结构（异质结构）的特征。参考 1 中，例如，其中由芳香二元胺化合物构成的空穴传输层和由三（8-羟基喹啉）-铝（以后称为“ Alq_3 ”）构成的电子传输发光层被层叠在一起的单一异质结构适用于有机化合物膜，由此载流子复合效率显著提高。这将在后面说明。

例如，在仅仅包括 Alq_3 单层的有机发光元件的情况下，从阴极注入的大部分电子不与空穴复合和到达阳极，因为 Alq_3 具有电子传输特性。因此，发射效率是极其低的。即，使用能够传输电子和空穴具有保持稳定平衡的材料（以后称为“双极材料”）是必需的，目的是使具有单层的有机发光元件有效率地发

光（或者在低电压下驱动）。 Alq_3 不满足要求。

但是，当参考 1 中所示的单异质结构被使用时，从阴极注入的电子在空穴传输层和电子传输发光层的界面上被阻挡，并且在电子传输发光层中被密封。因此，载流子的复合是在电子传输发光层中高效地进行，导致有效率的发光。即，因异质结构的引入导致的载流子阻挡功能是技术的核心。

另外，在参考 1 的有机发光元件中，实现了功能的分离，即，空穴传输层进行空穴的传输，电子传输发光层进行电子的传输和发光。这种功能分离的优点是：通过实现功能分离，一种有机材料不需要同时具有各种功能（发光特性，载流子传输特性，从电极的载流子注入特性等），因此，分子设计能够具有宽的自由度（例如，极力寻找双极材料是不必要的）。即，具有满意发光特征的材料，具有优良载流子传输特性的材料等被相互组合，由此能够容易地实现高发射效率。

但是，上述的叠层结构是不同物质的接合。因此，界面（以后称为“有机界面”）被发生在各个层之间。对有机发光元件寿命的影响被考虑为源于有机界面形成的问题。即，载流子运动在有机界面上被干扰了，并且亮度因电荷的积累被下降了。

尽管关于这个衰减没有建立确定的理论，但是已经报道亮度的降低能够通过阳极和空穴传输层之间插入空穴注入层和另外通过实现矩形波的 ac 驱动代替 dc 驱动被抑制（参考 5：S.A.VanSlyke, C.H.Chen,和 C.W.Tang.“具有改善稳定性的有机电致发光设备”,*Applied Physics Letters*,Vol.69,No.15,2160-2162(1996)）。这能够说是实验证据，即亮度的降低能够根据消除电荷积累通过施加空穴注入层和通过使用 ac 驱动被抑制。

这里，参考 4 中所示的用于红色的三重态发光元件的元件结构被示于图 1。图 1 中，4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]-联苯（以后称为“ α -NPD”）被用于空穴传输层。4,4'-双咔唑-联苯（以后称为“CBP”）被用作为发光层的基质材料。2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉-铂（以后称为“PtOEP”）被用于三重态发光材料。浴铜灵（basocuproin）（以后称为“BCP”）用于阻挡层， Alq_3 被用于电子传输层，以及 Mg: Ag 合金被用于阴极。

三重态发光元件通常需要适用于发光材料的基质材料（图 1 中，CBP）和用于防止分子激子扩散的阻挡材料（图 1 中，BCP），因此，其做成如图 1 所

示的多层结构。因此，产生大量的有机界面。所以，可以认为这是三重态发光元件寿命短的一个因素。

为了解决上述问题，考虑载流子运动在有机界面上被干扰的原因和改善该问题是重要的。这样，本发明人首先考虑了下述作为模型的两个机理，模型中载流子运动是因有机界面形成而被干扰的。

首先，作为机理之一，可以给出源于有机界面形态的机理。有机发光元件中的有机化合物膜通常是非晶态的膜，并且是通过用主要由偶极相互作用构成的分子之间的力将有机化合物分子相互凝聚而形成的。但是，如果异质结构是通过使用分子的聚合来形成，则存在的可能性是：分子之间在大小和形状的差异极大地影响着异质结构的界面（即有机界面）。

特别是，在通过使用其中分子在大小上相互有极大差别材料来形成异质结构的情况下，可以认为有机界面中结的一致性变坏。图2示出概念性示意图。图2中，由小分子201构成的第一层211和由大分子202构成的第二层212形成叠层。在这种情况下，具有弱一致性的区域214就被发生在所形成的有机界面213上。

图2中所示的具有弱一致性的区域214可以变成干扰载流子运动的阻挡层（或者能量阻挡层），并且因此，有可能区域214变成用于进一步降低驱动电压的障碍。而且，存在的可能性是：不能够越过能量阻挡层的载流子被作为电荷聚集，其招致上述亮度的降低。

作为另一个机理，能够给出源于形成层叠结构工艺（即形成有机界面）的机理。具有层叠结构的有机发光元件通常是通过使用图3所示的多腔室类型（一系列式）蒸发设备制造的，从阻挡载流子和功能分离的观点看，其目的是避免在各个层形成中的污染。

图3是用于形成空穴传输层，发光层和电子传输层三层结构（双异质结构）的蒸发设备的概念性示意图。第一，具有阳极（铟锡氧化物（以后称为“ITO”）等）的基片被载运到装载室，然后，在紫外线辐射室的真空环境下用紫外线辐射，由此清洁处理阳极的表面。特别是在阳极为诸如ITO氧化物的情况下，氧化处理是在预处理室中完成的。而且，为了形成层叠结构的各个层，空穴传输层是在蒸发室301中形成的，发光层是在蒸发室302到304中形成的（图3中，为红绿蓝三色），电子传输层是在蒸发室305中形成的，以及阴极是通过在蒸

发室 306 中的蒸发形成的。最后，在密封室中完成密封，然后基片从卸载室中运出。因此获得了有机发光元件。

这种一系列式蒸发装置的特征是各个层是通过在不同的蒸发室 301 到 305 中进行蒸发形成的。即，装置具有的结构是使得用于各个层的材料不容易相互混合。

这样，尽管蒸发装置的内部通常被降压到大约 10^4 到 10^5 帕，但存在非常小量的气体成分（氧，水气等）。因此，在上述真空度情况下，可以说即使非常小量的气体成分也容易仅仅在几秒内形成近似为单层的吸收层。

在通过使用图 3 装置制造具有层叠结构的有机发光元件的情况下，一个问题是在各个层的形成之间产生大量的间隔。即，令人担心的是由非常小量的气体成分构成的吸收层（以后称为“杂质层”）被形成在各个层的形成之间的间隔中，特别是通过第二传递室传递基片时更是这样。

在各个层之间（即在有机界面上）形成的杂质层变成杂质区域，其在有机发光元件完成之后俘获载流子以干扰载流子的运动。因此，杂质层也引起驱动电压的升高。而且，当俘获载流子的杂质区域存在时，电荷就被聚集在该区中。因此，存在招致上述亮度降低的可能性。

考虑上述机理，要求传统的层叠结构被根据元件结构和制造工艺两者的新的层叠结构所代替，目的是解决有机界面上的问题（有机界面形态的破坏和杂质层的形成）。

另外，在三重态发光元件的情况下，存在这种限制，即功能分离应当被实现为层叠结构元件的情况。其原因是需要提供其中掺杂被安排到适当基质材料的发光区域，因为三重态发光材料具有弱的载流子传输特性和不得不用作为掺杂剂。而且，由于三重态分子激子的扩散长度比单重态分子激子的扩散长度长，还要求用于防止分子激子扩散的阻挡材料。即，即使有机界面被去掉了，在没有有机化合物膜的功能分离的情况下，三重态发光元件仍然达不到有效率的发光。

考虑上述，本发明人发明了用于实现三重态发光元件的技术，其中有机界面被去掉了并且在有机化合物膜中实现功能分离。概念性的示意图示于图 4A 和 4B 以及图 5 中。

图 4A 中，在有机化合物膜 403 内，提供了由空穴传输材料构成的空穴传

输区域 405，由电子传输材料构成的电子传输区域 406，以及其中混合了空穴传输材料和电子传输材料的混合区域 407。而且，三重态发光材料 408 被掺杂在混合区域 407 中。这里，尽管阳极 402 被提供在基片 401 上，可以采用其中阴极 404 被提供在基片上的相反结构。

在形成这种元件的情况下，空穴传输材料在阳极侧能够接收和传输空穴，同时电子传输材料在阴极侧能够接收和传输电子。而且，由于混合区域 407 具有双极特性，空穴和电子能够在混合区域 407 中运动。因此，在混合区域 407 中的载流子复合导致发光。但是，在这种情况下，从防止三重态分子激子扩散的观点看，在三重态发光材料的最高占有分子轨道（HOMO）和最低非占有分子轨道（LUMO）之间的能量差与空穴传输材料和电子传输材料相比为小是优选的。

而且，在图 4A 所示的元件中，其中各个功能能够被表达的区域存在于有机化合物膜 403 中。实现了功能的表达，并且此外，不存在在传统层叠结构中所见的有机界面。因此，源于上述有机界面的问题（有机界面形态的破坏和杂质层的形成）能够被解决。

首先，参考图 6 解释有机界面形态破坏的解决方案。图 6 表示本发明中公开的有机发光元件，其是由包括小分子 601 的区域 611，由大分子 602 构成的区域 612 和包括小分子 601 与大分子 602 的混合区域 613 构成的。从图 6 可见，图 2 中存在的有机界面 213 不存在了，并且具有弱一致性的区域 214 也不存在。

另外，用于杂质层形成的解决方案是简单和清楚的。在形成图 4A 和 4B 的有机发光元件的情况下，最好进行下述工艺。空穴传输材料被蒸发在阳极上，电子传输材料在中途开始以共同蒸发状态在其上蒸发以形成混合区域，空穴传输材料的蒸发在混合区域形成之后停止，并且然后，蒸发电子传输材料。因此，不存在图 2 所示的间隔，其是当有机发光元件通过使用蒸发装置制造时产生的。即，形成杂质层的时间不存在了。

正如上述，在本发明的三重态发光元件中，因为不形成有机界面，载流子运动是顺利的。因此，元件寿命不会受到负面影响。而且，在层叠结构中实现功能分离，因此，在发射效率上也没有问题。

注意，在图 4A 中，由用于增强空穴注入特性的材料（以后称为“空穴注入材料”）构成的空穴注入区域可以被插入在阳极和有机化合物膜之间。而且，

由用于增强电子注入特性的材料（以后称为“电子注入材料”）构成的电子注入区域可以被插入在阴极和有机化合物膜之间。另外，可以插入空穴注入区域和电子注入区域两者。

在这种情况下，空穴注入材料或者电子注入材料是用于使从电极到有机化合物膜之载流子注入的阻挡变小的材料，因此具有使从电极到有机化合物膜之载流子运动变为顺利和去掉电荷积累的效果。但是，从上述避免杂质层形成的观点看，优选是在其间不设置间隔的情况下沉积各个注入材料和有机化合物膜。

而且，发光区域尽可能地与两个电极保持距离，由此能够防止因能量移动导致的对电极材料的淬灭。因此，在图 4A 所示的有机发光元件中，三重态发光材料被掺入的区域可以不是混合区域 407 的整个区域，但可以是该区域的一部分（特别是中心部分）。

另外，正如图 4B 所示，优选地是，除了三重态发光材料 408 之外，阻挡材料 409 也被掺到混合区域 407。阻挡材料 409 是具有阻挡载流子或者分子激子之功能的材料，并且优选地在包含于混合区域 407 的材料中具有最大激发能级。阻挡材料的掺杂能够改善混合区域 407 中的载流子复合速率和防止分子激子的扩散。因此，可以认为发射效率提高了。

注意，阻挡材料 409 可以被掺杂在混合区域 407 上。但是，在许多情况下，阻挡材料通常具有阻挡空穴和电子之一的功能，并且因此，如果掺杂在整个混合区域上进行，则可以失去混合区域中的载流子平衡。因此，被掺杂阻挡材料的区域可以不是整个混合区域但是该区域的一部分（特别是端部区域）。

特别是，在阻挡材料 409 具有空穴阻挡特性的情况下，空穴阻挡材料被掺杂到比如图 4B 所示的掺杂了三重态发光材料 408 之区域更靠近阴极侧的区域中，由此获得有效率的发光。

这样，从控制载流子平衡的观点看，在从阳极到阴极的方向上，包含有空穴传输材料和电子传输材料两者的混合区域中形成浓度梯度是优选的，结果使得空穴传输材料的浓度渐渐地下降，而电子传输材料的浓度渐渐地增加。而且，在本发明中，混合区域也是载流子复合区域。因此，希望混合区域具有 10nm 或更大的厚度。

这样，就去掉了有机界面，并且除此之外，功能用元件结构来展现，该元

件结构中，三重态发光材料被掺杂到由空穴传输材料和电子传输材料构成的混合区域中。另外，在以图 1 传统层叠结构为基础的层叠结构的有机界面中提供混合区域是有效的手段。概念性示意图示于图 5 中。

图 5 表示有机发光元件，其中在基片 501 上提供了阳极 502，由空穴注入材料构成的空穴注入区域 503，由空穴传输材料构成的空穴传输区域 504，包括掺杂了三重态发光材料之基质材料的发光区域 505，由阻挡材料构成的阻挡区域 506，由电子传输材料构成的电子传输区域 507，由电子注入材料构成的电子注入区域 508 以及阴极 509。所有的区域 503 到 508 不需要被用在本发明中，并且至少区域 504 到 507 存在就足够了。但是，为了方便的缘故示出了所有的区域。注意，在这里阳极 502 被提供在基片 501 上，但是也可以采用相反的结构，其中阴极 509 被提供在基片上。

此时，本发明的特征是用于所涉及空间之上和下区域的各个材料（例如在空间 512 情况下的空穴传输材料和基质材料）被混合在各个区域之间的任何一个空间 511 到 515 的每个中。换言之，尽管在各个区域之间的空间 511 到 515 用图 5 中的虚线示出，实际上不存在有机界面。可以说提供了混合区域。

仍然在三重态发光元件中，由于不形成有机界面，载流子运动是顺畅的。因此，元件寿命不产生负面影响。而且，功能分离被实现为在层叠结构中，因此，发射效率也没有问题。

正如上述，传统层叠结构是不同物质的简单结（异质结），而由图 4A 和 4B 以及图 5 所示例的本发明结构可以说是混合结构。因此，能够说图 4A 和 4B 以及图 5 所示的有机发光元件是基于新概念的有机发光元件。

而且，用于红色光的三重态发光材料被用于基于图 4A 和 4B 以及图 5 所示概念的三重态发光元件，由此能够提供用于红色光的有机发光元件，其中发射效率比现有技术高，寿命比现有技术长。而且，通过使用用于红色的三重态发光元件和用于绿色和蓝色的单重态发光元件，能够制造其中三原色光的平衡是更优的显示设备，除此之外，其功耗更低，并且颜色波动随时间的变化比现有技术的小。

而且，在上述显示设备中，优选的是如本发明中公开的混合结是在用于绿色和蓝色的单重态发光元件实现的，而不是用传统的层叠结构。即，在图 4A 和 4B 或者图 5 中，要被掺杂的三重态发光材料通过用于绿色或者蓝色的单重

态发光材料被替换是有利的，或者载流子传输材料被做成在不掺杂情况下发光（或者选择用于发射绿色或者蓝色光的材料）是有利的。

附图说明

附图中：

图 1 表示传统有机发光元件的结构；

图 2 表示有机化合物膜的状态；

图 3 表示蒸发装置的结构；

图 4A 和 4B 表示有机发光元件的结构；

图 5 表示有机发光元件的结构；

图 6 表示有机化合物膜的状态；

图 7A 和 7B 表示蒸发装置的结构；

图 8 表示蒸发装置的结构；

图 9A 到 9E 表示形成显示装置的过程；

图 10A 到 10C 表示各个像素的结构；

图 11 表示显示装置的剖面结构；

图 12 表示显示装置的剖面结构；

图 13 表示显示装置的剖面结构；

图 14A 和 14B 表示显示装置的顶部表面结构和剖面结构；

图 15A 到 15C 表示显示装置的顶部表面结构和剖面结构；

图 16A 和 16B 表示显示装置的结构；

图 17A 和 17B 表示显示装置的结构；

图 18A 到 18C 表示显示装置的结构；

图 19A 到 19F 表示电子设备的特例；和

图 20A 和 20B 表示电子设备的特例。

具体实施方式

下面，将说明实现本发明的实施例模式。注意，在有机发光元件中，为了获得发光，阳极和阴极的至少一个是透明的就足够了。在本实施例模式中，说明是以其中透明阳极被形成在基片上以从阳极中取出光的元件结构为基础进行的。实际上，也可将本发明适用于其中透明阴极被形成在基片上以从阴极中取出光的结构和其中光从对着基片侧取出的结构。

在实现本发明中，为了防止杂质层的形成，有机发光元件的制造工艺是重要的。这样，首先将说明制造具有在本发明中公开的混合区域之三重态发光元件的方法，但重点集中在混合区域的形成上。

图 7A 是蒸发装置的顶视图。该蒸发装置是单室型的，其中一个真空罐 710 被设置为蒸发室，并且多个蒸发源被提供在该真空罐中。然后，具有不同功能的各种材料，例如空穴注入材料，空穴传输材料，电子传输材料，电子注入材料，阻挡材料，发光材料和用于阴极的构成材料被分离地分别被提供在多个蒸发源中。

在具有上述蒸发室的蒸发装置中，首先，具有阳极（ITO 等）的基片被装载入装载室中。在阳极是诸如 ITO 氧化物的情况下，氧化过程是在预处理室中进行的（注意，尽管图 7A 中没有示出，为了净化阳极表面，提供紫外线辐射室也是可能的）。而且，用于形成有机发光元件的所有材料都在真空罐 710 中被蒸发。但是，在真空罐 710 中可以形成阴极，或者在其中可以提供另一个蒸发室以形成该阴极。简言之，在真空罐 710 中进行蒸发直到阴极形成是有利的。最后，在密封室中进行密封，并且基片从卸载室中取出以获得有机发光元件。

参考图 7B（真空罐 710 的剖面视图）说明制造根据本发明使用这种单室型蒸发装置之三重态发光元件的过程。图 7B 作为最简单的例子，表示通过使用真空罐 710 形成由空穴传输材料 721，电子传输材料 722 和三重态发光材料 723 构成的有机化合物膜的工艺，该真空罐 710 具有三个蒸发源（有机化合物蒸发源 a 716，有机化合物蒸发源 b 717，和有机化合物蒸发源 c 718）。

首先，具有阳极 702 的基片 701 被装载入真空罐 710，并且通过固定台 711 固定（基片在蒸发时通常被做成旋转）。接着，真空罐 710 的内部被降压（ 10^{-4} 帕斯卡或者更低是优选的），然后，加热容器 a 712 以蒸发空穴传输材料 721。在得到预定的蒸发速率（单位：埃/秒）之后，挡板 a 714 被打开，由此开始蒸发。此时，容器 b 713 也随挡板 b 715 被关闭而加热。

此后，挡板 b 715 随挡板 a 714 打开被打开，因此，在空穴传输区域 703 形成之后，电子传输材料 722 被共蒸发形成混合区域 704。因此，杂质层在空穴传输区域 703 和混合区域 704 之间是不被混合的。注意，在形成混合区域 704 时，非常少量的三重态发光材料 723 也被掺杂（图 7B 中所示的状态）。

而且，为了形成电子传输区域，挡板 a 714 随挡板 b 715 被关闭，并且完成

容器 a 712 的加热。因此，杂质层在混合区域 704 和电子传输区域之间不被形成。

注意，在形成空穴注入区域或者电子注入区域的情况下，用于各个注入材料的蒸发源可以被提供在相同的蒸发箱 710 中。图 7B 中，例如，在空穴注入区域被提供在阳极 702 和空穴传输区域 703 之间的情况下，在没有空穴注入材料被蒸发到阳极 702 上之后的时间间隔的情况下，空穴传输材料 721 被蒸发。因此，能够避免杂质层的形成。

如果使用上述方法，有可能制造在“发明概述”部份中描述的所有有机发光元件。例如，即使在混合区域被提供在如图 5 所示的各个区域之间的情况下，有可能利用类似的共蒸发法。仍然在该情况下，因为不存在间隔，能够避免杂质层的形成。而且，仍然在混合区域被提供在单重态发光元件的情况下，能够通过类似的技术制造有机发光元件。

下面，在制造显示设备中对每个像素的蒸发过程被表示在图 8 和图 9A 到 9E 的示意图中。图 8 表示蒸发装置的例子，利用它，能够制造显示设备。初看起来该蒸发装置类似于图 3 所示的，但是在它们之间有极大的不同点。与其中分离蒸发室被提供用于层叠结构的各个层（即各个材料）之图 3 所示蒸发装置不同，在图 8 所示的蒸发装置中，蒸发室被分离地提供用于各个颜色（红，绿和蓝）之像素的形成，并且用于形成某种颜色像素的所有材料（除了阴极材料之外）的蒸发源被提供在一个蒸发室（801，802 或 803）中。

重要的是，对于某种颜色像素，所有功能性材料（空穴传输材料，电子传输材料等）都被没有间隔地蒸发直到形成阴极，由此防止杂质层的形成。注意，阴极在阴极蒸发室 804 中与像素共同地被最后沉积是有利的。

在这种情况下，杂质层被形成在阴极和电子传输区域（或者电子注入区域）之间。但是，随着在蒸发阴极时的溅射中，阴极材料以一定程度被注入到电子传输区域中。该效果使杂质层能够被去掉，并且因此不产生问题。当然，阴极的沉积可以在每一个蒸发室（801 到 803）中进行。

已知技术的遮蔽掩膜被用于各个颜色像素的应用中。其状态示于图 9A 到 9E。首先，如图 9A 中所示，其上的透明电极（阳极）902 被堤岸形状的结构 903 分成红像素 911，绿像素 912 和蓝像素 913 之基片 901 被载入用于红像素的蒸发室 801 中以形成用于红像素的有机化合物膜 904（空穴注入区域或者电

子注入区域可以存在或不存在，但在这里被省略)。此时，基片被图形化的金属掩膜 914 覆盖，使得该材料不被混合到其它颜色的像素中（蓝像素和绿像素）（图 9B）。

接着，基片被载入用于绿像素的蒸发室 802 中以形成用于绿像素的有机化合物膜 905。金属掩膜 914 位于偏离先前位置的位置上，使得该材料不被混合到其它像素中（图 9C）。这类似于形成用于蓝像素的有机化合物膜 906 的情况（图 9D）。最后，在阴极蒸发室 804 中，阴极 907 与三像素相同地被沉积（图 9E）。

注意，各颜色像素之有机化合物膜的形成次序可以是任何次序。在显示设备的上述制造方法中，形成是以红，绿和蓝的次序进行的。

用于空穴注入材料，空穴传输材料，电子传输材料，电子注入材料，阻挡材料，发光材料，用于阴极构成材料等优选材料被列在下面。但是，用于本发明有机发光元件的材料不局限于此。

卟啉基的化合物在作为空穴注入材料的有机化合物中是有效的，并且给出了酞菁（以后称为“H₂Pc”），铜酞菁（以后称为“CuPc”）等。存在有其中对导电的聚合物化合物进行化学掺杂的材料，并且能够给出掺杂有聚苯乙烯磺酸（以后称为“PSS”）的聚乙烯二氧噻吩（以后称为“PEDOT”），聚苯胺，聚乙烯吡啶（以后称为“PVK”）等。而且，由于阳极的平面性，绝缘体的聚合物化合物是有效的，并且聚酰亚胺（以后称为“PI”）是经常使用的。另外，使用无机化合物，并且除了由金，铂等构成的金属薄膜之外，给出了铝氧化物（以后称为“氧化铝”）的超级薄膜。

芳香胺基（即，具有苯环和氮的键）的化合物被最广泛地用作为空穴传输材料。作为广泛使用的材料，除了上述的 TPD 之外，能够给出星形裂开（starburst）类型的芳香胺基化合物，例如其衍生物的 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]-联苯（以后称为“ α -NPD”），4,4',4"-三(N,N-联苯-氨基)-三苯胺（以后称为“TDADA”），和 4,4',4"-三[N-(3-甲苯)-N-苯基-氨基]-三苯胺（以后称为“MTDATA”）。

金属络合物经常被用作为电子传输材料，并且给出例如上述的 Alq₃，三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝（以后称为“Almq₃”）和双(10-羟基苯并[h]-喹啉)铍（以后称为“BeBq₂”）的具有喹啉骨架或者苯并喹啉骨架的金属络合物，作为混合

配合基化合物的双(2-甲基-8-羟基喹啉)-(4-羟基-联苯)-铝(以后称为“BALq”)等。另外,给出具有噁唑或者噻唑配合基的金属络合物,例如二[2-(2-羟基苯基)-苯并噁唑]锌(以后称为“Zn(BOX)₂”)和二[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑]锌(以后称为“Zn(BTX)₂”)。而且,除了金属络合物之外,诸如2-(4-双苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(以后称为“PBD”)和1,3-双[5-(p-叔-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-yl]苯(以后称为“OXD-7”)的噁二唑衍生物,诸如3-(4-叔-丁基苯基)-4-苯基-5-(4-二苯基)-1,2,4-噻唑(以后称为“TAZ”)和3-(4-叔-丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-二苯基)-1,2,4-噻唑(以后称为“p-EtTAZ”)的噻唑衍生物,和诸如红菲咯啉(以后称为“BPhen”)和浴铜灵(以后称为“BCP”)的菲咯啉衍生物具有电子传输特性。

上述电子传输材料能够被用作为电子注入材料。另外,经常使用超级薄膜,其是由绝缘体形成的,例如为诸如氟化锂的碱金属卤化物或者诸如氧化锂的碱金属氧化物。而且,诸如乙酰丙酮锂(以后称为“Li(acac)”)和8-羟基喹啉锂(以后称为“Liq”)的碱金属络合物也是有效的。

作为阻挡材料,因为高的激发能级,上述BALq,OXD-7,TAZ,p-EtTAZ,BPhen,BCP等是有效的。

作为用于红色的三重态发光材料,已知的有2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉-铂(以后称为“PtOEP”),二[2-(2-吡啶基)-苯并[b]噻吩]-乙酰丙酮-铱(以后称为“Ir(btp)₂(acac)”)等。

实施例

[实施例 1]

该实施例中,特别说明图4A中所示的有机发光元件,其中由电子注入材料构成的电子注入区域被插入在阴极404和有机化合物膜403之间。

首先,通过溅射,ITO被沉积成具有近似为100nm厚度的膜中,并且制备其上形成了阳极402的玻璃基片401。具有阳极402的玻璃基片401被装载入如图7A和7B所示的真空罐中。在该实施例中,需要5个蒸发源,因为要蒸发5种材料(四种对应于有机化合物,一种对应于作为阴极的金属)。

然后,作为空穴传输材料的 α -NPD以3Å/s的蒸发速率被蒸发以形成具有40nm厚度的空穴传输区域。此后,在 α -NPD的蒸发速率被固定在3Å/s的同

时, 作为电子传输材料的 BAlq_2 也被以 $3\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率开始蒸发。即, 混合区域 407 是通过共蒸发形成, 其中 α -NPD 和 Alq_3 速率之比为 1: 1。

混合区域 407 被形成为具有 30nm 的厚度, 并且此时, 混合区域 407 中对应于 20nm 的中间区域 (即, 混合区域的 30nm 中的 5nm 到 25nm) 以 4wt% 的比率被掺杂有作为用于红色的三重态发光材料的 PtOEP, 其用作为发光材料 408。 α -NPD 和 BAlq_2 每个都具有高的激发能级, 并且因此, 图 4B 所示的阻挡材料 409 在该实施例中是不要求的。

在混合区域 407 的厚度到达 30nm 之后, 尽管 α -NPD 的蒸发完成, 但 BAlq_2 的蒸发继续, 由此形成电子传输区域 406。其厚度被设置为 10nm。另外, BAlq_2 的蒸发完成, 并且此时, 在没有时间间隔的情况下开始蒸发作为电子注入材料的 Alq_3 , 蒸发到近似为 40nm。不设置时间间隔的原因是防止上述的杂质层的形成。最后, 作为阴极的 Al: Li 合金被蒸发为具有近似为 150nm 的厚度。因此, 获得了用于发射红色光的源于 PtOEP 的三重态发光元件。

[实施例 2]

该实施例中, 特别说明图 5 中所示的有机发光元件。

首先, 通过溅射, ITO 被沉积成具有近似为 100nm 厚度的膜中, 并且制备其上形成了阳极 502 的玻璃基片 501。具有阳极 502 的玻璃基片 501 被装载入如图 7A 和 7B 所示的真空罐中。在该实施例中, 需要 8 个蒸发源, 因为要蒸发 8 种材料 (7 种对应于有机化合物, 一种对应于作为阴极的金属)。

然后, 在作为空穴注入材料的 CuPc 被蒸发为 10nm 以形成空穴注入区域 503 之后, 在蒸发 CuPc 的同时, 开始蒸发作为空穴传输材料的 α -NPD, 由此形成由 CuPc 和 α -NPD 构成的混合区域 511。混合区域 511 被设置为具有 10nm 的厚度。

接着, 停止 CuPc 的蒸发, 并且仅仅 α -NPD 被蒸发为 30nm 以形成空穴传输区域 504。此后, 在蒸发 α -NPD 的同时, 开始蒸发作为基质材料的 CBP, 由此形成由 α -NPD 和 CBP 构成的混合区域 512。混合区域 512 被设置为具有 10nm 的厚度。

接着, 停止 α -NPD 的蒸发, 并且 CBP 被蒸发为 20nm 以形成发光区域 505。在发光区域 505 形成期间, 作为用于红色光之三重态发光材料的 PtOEP 以 4wt% 比例被掺入。此后, 完成 PtOEP 的蒸发, 并且在蒸发 CBP 的同时, 开始蒸发

作为阻挡材料的 BCP，由此形成由 CBP 和 BCP 构成的混合区域 513。混合区域 513 被设置为具有 5nm 的厚度。

然后，停止 CBP 的蒸发，并且 BCP 被蒸发为 10nm 以形成阻挡区域 506。此后，在蒸发 BCP 的同时，开始蒸发作为电子传输材料的 Alq_3 ，由此形成由 BCP 和 Alq_3 构成的混合区域 514。混合区域 514 被设置为具有 5nm 的厚度。

随后，停止 BCP 的蒸发，并且 Alq_3 被蒸发形成具有 40nm 厚度的电子传输区域 507。 Alq_3 的蒸发完成，并且此时，在没有任何时间间隔的情况下开始蒸发作为电子注入材料的 Li(acac) ，蒸发到近似为 2nm。不设置时间间隔的原因仅仅是防止上述的杂质层的形成。

最后，作为阴极的铝被蒸发为近似是 150nm。因此，获得了用于发射红色光的源于 PtOEP 的三重态发光元件。

[实施例 3]

在该实施例中，特别说明在图 9A 到 9E 所示的显示设备之每个像素的结构。图 8 所示的蒸发装置被用作为蒸发装置以由此形成每个像素。注意，图 8 和图 9A 到 9E 中的参考标号在下面涉及。

首先，图 9A 所示的基片被装载入用于红色像素的蒸发室 801 中，并且制造如图 10A 所示的用于红色的三重态发光元件。这里，CuPc 是空穴注入材料， α -NPD 是空穴传输材料， BAlq_2 是电子传输材料，以及 Alq_3 是电子注入材料。PtOEP 被掺入到由 α -NPD 和 BAlq_2 构成的混合区域中。其重量比被设置为 α -NPD: BAlq_2 : PtOEP=20: 80: 4。注意，在次序上应注意在 CuPc 和 α -NPD 之间和在 BAlq_2 和 Alq_3 之间不产生时间间隔，由此防止了杂质层的形成。

接着，基片被装载入用于绿色像素的蒸发室 802 中，并且制造具有图 10B 所示混合区域的绿色单重态发光元件。这里，CuPc 是空穴注入材料， α -NPD 是空穴传输材料，以及 Alq_3 是电子传输材料和也是发光材料。混合区域中的重量比被设置为 α -NPD: Alq_3 =50: 50。注意，在次序上应注意在 CuPc 和 α -NPD 之间不产生时间间隔，由此防止了杂质层的形成。

另外，基片被装载入用于蓝色像素的蒸发室 803 中，并且制造包括图 10C 所示混合区域的蓝色单重态发光元件。这里，CuPc 是空穴注入材料， α -NPD 是空穴传输材料和也是发光材料， BAlq_2 是电子传输材料，以及 Alq_3 是电子注入材料。混合区域中的重量比被设置为 α -NPD: BAlq_2 =20: 80。注意，在次

序上应注意在 CuPc 和 α -NPD 之间和在 BAlq₂ 和 Alq₃ 之间不产生时间间隔，由此防止了杂质层的形成。

最后，Al: Li 合金被蒸发为 150nm 作为阴极。因此，能够实现全彩色显示设备，其中使用了源于 PtOEP 的红色发光的像素，源于 Alq₃ 的绿色发光的像素和源于 α -NPD 的蓝色发光的像素。

[实施例 4]

在实施例 3 中所示的全彩色发光设备的整个结构在本实施例中说明。

图 11 是使用本发明有机发光元件的有源矩阵发光设备的剖面示意图。注意，尽管薄膜晶体管（以后称为 TFT）在这里被用作为有源元件，MOS 晶体管也可以使用。

而且，这里所示的例子使用了顶部栅极 TFT（top gate TFT）（具体地是平面 TFT）作为 TFT，但是底部栅极 TFT（典型地是反向排列 TFT（reverse stagger TFT））也能够使用。

参考标号 1101 表示图 11 中的基片，并且可见光能够通过的基片被用作为该基片。具体地说，可以使用玻璃基片，石英基片，结晶玻璃基片或者塑料基片（包括塑料膜）。注意，在表面上形成的绝缘膜也被包括在该基片 1101 中。

像素部分 1111 和驱动器电路部分 1112 被形成在基片 1101 上。首先解释像素部分 1111。

像素部分 1111 是用于完成图象显示的区域。多个像素存在于基片上，并且在每个像素中形成用于控制在有机发光元件中流动的电流量的 TFT 1102（以后称为电流控制 TFT）、像素电极（阳极）1103、有机化合物膜 1104 和阴极 1105。注意，尽管图 11 中仅仅示出了电流控制 TFT，但也可以形成用于控制施加在电流控制 TFT 之栅极的电压量的 TFT（以后称为开关 TFT）。

优选的是 p 沟道 TFT 应当被使用为电流控制 TFT 1102。尽管有可能使用 n 沟道 TFT，使用 p 沟道 TFT 在有机发光元件的阳极被连接到电流控制 TFT 的情况下能够更有效地抑制电流消耗量，如图 11 所示。

而且，像素电极 1103 被电连接到电流控制 TFT 1102 的漏极。具有 4.5 到 5.5eV 功系数的导电材料被用作为实施例 4 中像素电极 1103 的材料，并且因此像素电极 1103 起有机发光元件阳极的作用。氧化铟、氧化锡、氧化锌或者这些材料的化合物（诸如 ITO）一般可以被用作为像素电极 1103。有机化合物膜 1104

被形成在像素电极 1103 上。

另外,阴极 1105 被形成在有机化合物膜 1104 上。优选使用具有从 2.5 到 3.5eV 功系数的导电材料作为阴极 1105 的材料。包含碱金属元素或者碱土金属元素的导电膜,包含铝的导电膜,具有铝或者银的这些导电膜的层叠结构等可以被典型地用作为阴极 1105。

另外,由像素电极 1103,有机化合物膜 1104 和阴极 1105 构成的层被保护膜 1106 覆盖。形成保护膜 1106 以将有机发光元件与氧气和水隔离开。氮化硅,氮氧化硅,氧化铝,氧化钽,或者碳(一般为类金刚石碳)被用作为保护膜 1106 的材料。

下面解释驱动器电路 1112。驱动器电路 1112 是用于控制送到像素部分 1111 之信号(栅信号和数据信号)的时序的区域,并且形成移位寄存器,缓存器,锁存器,模拟开关(转换栅)和电平移位器。由 n 沟道 TFT1107 和 p 沟道 TFT1108 构成的 CMOS 电路作为这些电路的基本元件被示于图 11 中。

注意,公知的结构可以被用作为移位寄存器,缓存器,锁存器,模拟开关(转换栅)和电平移位器电路的电路结构。而且,尽管像素部分 1111 和驱动器电路 1112 在图 11 中被形成在相同的基片上,IC 或者 LSI 在不形成驱动器电路的情况下也能够被电连接。

而且,尽管在图 11 中像素电极(阳极)1103 被电连接到电流控制 TFT1102,也能够使用其中阴极被连接到电流控制 TFT 的结构。在这种情况下,像素电极可以用与阴极 1105 材料相同的材料形成,并且阴极可以用与像素电极(阳极)1103 材料相同的材料形成。优选的是在这种情况下电流控制 TFT 应当是 n 沟道 TFT。

图 11 中所示的发光设备是通过在形成像素电极 1103 之后形成布线 1109 的步骤制造的设备。在这种情况下,有像素电极 1103 将具有表面粗糙度的可能性。有机发光元件是电流驱动元件,并且因此认为,像素电极 1103 的表面粗糙度将破坏其特性。

也能够考虑其中像素电极 1203 是在形成布线 1209 之后形成的发光设备,如图 12 中所示。在这种情况下,与图 11 的结构相比,来自像素电极 1203 的电流注入被改善了。

另外,在像素部分 1111 和像素部分 1211 中布置的每个像素分别被图 11 和

图 12 中的正锥堤岸结构 1110 和 1210 分开。例如通过使用反向锥结构，该堤岸结构也能够被构造成使得该堤岸结构不接触像素电极。其例子示于图 13 中。

两者被用作为布线和分离部分的布线和分离部分 1310 被形成在图 13 中。图 13 中所示的布线和分离部分 1310 的形状（具有突出部分的结构）能够通过将构成布线的金属和具有低于该金属刻蚀速率之刻蚀速率的材料（例如金属氮化物）层叠在一起，然后在其上进行刻蚀来形成。这种形状能够防止在像素电极 1303 或者布线和阴极 1305 之间的短路。注意，不同于通常的有源矩阵发光设备，像素上的阴极 1305 被给出条形（类似于无源矩阵发光设备中的阴极）的结构被示于图 13 中。

图 12 有源矩阵发光设备的外部视图被示于图 14 中。注意，图 14A 表示顶表面示意图，其中图 14A 沿线 P-P 被截取的剖面示意图被示于图 14B 中。另外，图 12 中使用的符号也被用于图 14A 和 14B。

图 14A 中的参考标号 1401 表示像素部分，参考标号 1402 表示栅信号线驱动器电路，以及参考标号 1403 表示数据信号线驱动器电路。而且，被送到栅信号线驱动器电路 1402 和数据信号线驱动器电路 1403 的信号通过输入布线 1404 从 TAB（带自动粘接（tape automated bonding））带（tape）1405 输入。注意，尽管在图中没有示出，可以连接其中 TAB 带中形成 IC（集成电路）的 TCP（带载封装（tape carrier package）），其代替 TAB 带 1405。

参考标号 1406 表示在图 12 所示有机发光元件上形成的覆盖材料，使用由树脂制造的密封胶 1407，该覆盖材料 1406 被粘结。任何材料可以被用作为该覆盖材料 1406，前提是氧气和水不能通过该材料。正如图 14B 所示，由塑料材料 1406a 制成的并且在塑料材料 1406a 的正反面上形成的具有碳膜 1406b 和 1406c（具体为类金刚石炭膜）的盖被用在实施例 4 中。

另外，密封胶 1407 被由树脂制成的密封材料 1408 覆盖，并且有机发光元件被完全地密封在封闭空间 1409 中，如图 14B 所示。然后，密封空间 1409 可以被填充有惰性气体（一般为氮气或者惰性气体），树脂，或者惰性液体（例如，液态碳氟化合物，一般为全氟烷烃）。另外，形成吸湿剂或者脱氧剂也是有效的。

另外，偏振板（polarization plate）也可以被形成在根据实施例 4 的发光设备的显示表面（在其上可以观看图象的表面）。该偏振板抑制从外部入射的光

的反射，并且在防止用户自己的图象被投射到显示表面上是有效的。通常使用圆形偏振板。但是，优选使用给出少的内部反射的结构，通过调整折射率，目的是防止从有机化合物层发射的光被偏振板所反射和返回到内部。

注意，本发明所公开的任何有机发光元件可以被用作为在实施例 4 的发光设备中包含的有机发光元件。

[实施例 5]

本实施例中，无源矩阵发光设备将被说明作为包括由本发明公开的有机 EL 设备之发光设备的例子。图 15A 是其顶视图，图 15B 是通过沿虚线 P-P' 截取图 15A 获得的剖面视图。

图 15A 中，参考标号 1501 表示基片，并且这里使用塑料单元。作为塑料单元，能够使用由聚酰亚胺，聚酰胺，丙烯酸树脂，环氧树脂，PES（聚醚砜），PC（聚碳酸酯），PET（聚对苯二甲酸乙二酯）或者 PEN（聚醚腈）制成的板形状或者膜形状单元。

参考标号 1502 表示由导电氧化物膜制成的扫描线（阳极层）。在该实施例中，使用其中氧化镓被加到氧化锌的导电氧化物膜。参考标号 1503 表示由金属膜制成的数据线（阴极层）。在该实施例中，使用铍膜。参考标号 1504 表示由丙烯酸树脂制成的堤岸。该堤岸 1504 起绝缘壁作用，用于分开数据线 1503。扫描线 1502 和数据线 1503 两者都被形成为条形并且提供为相互正交。注意，尽管在图 15A 中没有示出，有机化合物层被夹在扫描线 1502 和数据线 1503 之间，交叉部分 1505 变成像素。

扫描线 1502 和数据线 1503 通过 TAB 带 1507 被连接到外部驱动器电路。注意，参考标号 1508 表示由一组扫描线 1502 构成的布线组，参考标号 1509 表示由一组与数据线 1503 连接的连接布线 1506 构成的布线组。另外，尽管没有示出，代替 TAB 带 1507，其中 IC 被提供在 TAB 带中的 TCP 可以与扫描线和数据线相连接。

图 15B 中，参考标号 1510 表示密封单元，参考标号 1511 表示通过该密封单元 1510 被粘到塑料基片 1501 上的覆盖单元。光固化树脂优选地被用作为密封单元 1510，并且其中脱气较少且具有低吸湿性的材料是优选的。优选的是，覆盖单元是由与基片 1501 相同的材料制成，能够使用玻璃（包括石英玻璃）或者塑料。这里，使用塑料单元。

下面，像素区域 1512 结构的放大视图被示于图 15C 中。参考标号 1513 表示有机化合物层。注意，正如图 15C 中所示，堤岸 1504 用这种形状形成，其中下层的宽度比上层的宽度窄，并且因此数据线 1503 能够被物理地相互分开。由密封单元 1510 包围的像素部分 1514 通过由树脂制成的密封单元 1515 而与外部空气隔开，并且因此获得了这种结构，使有机化合物层的破坏被防止。

在具有上述结构的本发明的发光设备中，像素部分 1514 是通过扫描线 1502，数据线 1503，堤岸 1504，和有机化合物层 1513 构成的。因此，该发光设备能够通过非常简单的工艺制造。

而且，偏振板可以被提供在本实施例中描述的发光设备的显示表面（图象观看表面）。该偏振板具有抑制从外部入射的光的反射和防止观看者在显示屏中被反射的效果。通常，使用圆形偏振板。注意，为了防止从有机化合物层发射的光被偏振板反射和回到内部部分的情况，优选使用其中折射率被调整以减少内部反射的结构。

注意，作为该实施例的发光设备中包括的有机 EL 元件，可以使用由本发明公开的任何一种有机 EL 元件。

[实施例 6]

在该实施例中，将说明其中印刷布线板被提供在实施例 5 中说明的发光设备中的模块的例子。

在图 16A 所示的模块中，TAB 带 1604 被固定到基片 1601（这里，包括像素部分 1602 和布线 1603a 和 1603b），并且印刷布线板 1605 通过 TAB 带 1604 被固定到基片 1601。

这里，印刷布线板 1605 的功能块视图被示于图 16B。起到至少 I/O 端口（输入部分和输出部分）1606 和 1609、数据信号侧驱动器电路 1607 和栅信号侧驱动器电路 1608 作用的 IC 被提供在印刷布线板 1605 的内部部分。

因此，在本说明书中，特别地，该模块被叫做驱动器电路外部模块，在该模块中，TAB 带被固定到其中像素部分被形成在基片表面上的基片上，并且具有起驱动器电路功能的印刷布线板通过该 TAB 带被固定到基片。

注意，作为该实施例的发光设备中的有机 EL 元件，可以使用由本发明公开的任何一种有机 EL 元件。

[实施例 7]

在该实施例中，将说明其中印刷布线板被提供在实施例 4 或 5 中说明的发光设备中的模块的例子。

在图 17A 所示的模块中，TAB 带 1705 被固定到基片 1701（这里，包括像素部分 1702，数据信号侧驱动器电路 1703，栅信号侧驱动器电路 1704 和布线 1703a 和 1704a），并且印刷布线板 1706 通过 TAB 带 1705 被固定到基片 1701。印刷布线板 1706 的功能块视图被示于图 17B

正如图 17B 所示，起到至少 I/O 端口 1707 和 1710 和控制部分 1708 作用的 IC 被提供在印刷布线板 1706 的内部部分。注意，尽管这里提供了存储器部分 1709，但其是不必要提供的。另外，控制部分 1708 具有控制操作驱动器电路、校正图象数据等功能。

因此，在本说明书中，特别地，该模块被叫做控制器外部模块，在该模块中，具有起到控制器功能的印刷布线板被固定到其中形成有机 EL 元件的基片。

注意，作为该实施例的发光设备中包括的有机 EL 元件，可以使用由本发明公开的任何一种有机 EL 元件。

[实施例 8]

其中类似于由实施例 1 和 2 表示的三重态发光元件被数字时间灰度显示驱动的发光设备例子被示于实施例 8。实施例 8 的发光设备是极其有用的，因为通过利用从三重激发态发射的光，能够获得高效率的发光，并且同时，通过采用数字时间灰度显示能够获得均匀的图象。

在有机发光元件中使用的像素的电路结构被示于图 18A。参考符号 Tr1 和 Tr2 表示晶体管，参考符号 Cs 表示存储电容器。如果选择了栅极线，电流在该电路中从源极线流到晶体管 Tr1，并且对应于该信号的电压被存储在存储电容器 Cs 中。由在晶体管 Tr2 的栅极和源极之间的电压 V_{gs} 控制的电流然后在晶体管 Tr2 中和在有机发光元件中流动。

在 Tr1 已经被选择之后晶体管 Tr1 被置于截止状态，并且存储电容器 Cs 的电压 V_{gs} 被存储。仅仅依赖于电压 V_{gs} 的电流能够因此继续流动。

用于表示通过数字时间灰度显示来驱动该类型电路的图被示于图 18B。一帧被分成多个子帧，并且 6 位灰度用被分成 6 个子帧的一帧被示于图 18B。对每一个子帧之发光周期的比率在该情况下变成 32:: 16:: 8:: 4:: 2:: 1。

实施例 8 中 TFT 基片驱动器电路的概念被示于图 18C。栅驱动器和源驱动

器被形成在相同基片上。设置像素电路和驱动器使得完成数字驱动，并且因此能够获得不受 TFT 特性偏移影响的均匀图象。

[实施例 9]

在上述实施例中已经说明的本发明发光设备具有低功耗和长寿命的优点。因此，包括那些发光设备作为它们显示单元的电设备能够比传统设备在更小功率消耗下工作和是耐用的。这些优点是很有用的，尤其对使用电池作为电源的电设备更是这样，例如便携式装置，因为低功耗直接导致了方便性（电池持续更长时间）。

该发光设备是自发光的，以去掉如液晶显示中所需要的背景光，并且具有其厚度小于 $1\mu\text{m}$ 的有机化合物膜。因此，该发光设备能够被做成薄和轻的。包括该发光设备作为它们显示单元的电设备因此是比传统的电设备薄和轻。这也直接导致了方便性（携带它们轻而小巧）和是很有用的，特别是对于便携式装置和类似的其它电子设备。而且，由于运输（大量的设备能够批量运输）和安装（节省空间），对于所有电子设备，薄（非庞大的）无疑是有用的。

因为自发光，该发光设备的特征在于：在亮的地方具有比液晶显示设备更好的可视性和宽的视角。因此，包括该发光设备作为它们显示单元的电设备在观看显示的容易性方面也是有利的。

概括地说，除了具有传统有机发光元件的优点即薄/轻和高可视性之外，使用本发明发光设备的电子设备还具有低功耗和长寿命的新特性，因此是很有用的。

本实施例表示了包括本发明发光设备作为显示单元的电子设备的例子。其特定例子被示于图 19 和 20 中。在本实施例电子设备中包括的有机发光元件能够是根据本发明的任何元件。在本实施例电子设备中包括的发光设备能够具有在图 11 到 18 中示出的任何一种结构。

图 19A 表示使用有机发光元件的显示设备。该显示器由外壳 1901a，支座 1902a，和显示单元 1903a 构成。通过使用本发明的发光设备作为显示单元 1903a，该显示器能够是薄和轻以及耐用的。因此，运输被简单化了，并且在安装中节省了空间和寿命长。

图 19B 表示摄像机，其由主体 1901b，显示单元 1902b，音频输入单元 1903b，操作开关 1904b，电池 1905b，以及图象接收单元 1906b 构成。通过使用本发

明的发光设备作为显示单元 1902b, 摄像机能够是薄和轻的, 并且消耗较少的功率。因此, 电池消耗被减少了且携带摄像机方便了。

图 19C 表示数字摄像机, 其由主体 1901c, 显示单元 1902c, 目镜单元 1903c 和操作开关 1904c 构成。通过使用本发明的发光设备作为显示单元 1902c, 数字摄像机能够是薄和轻的, 并且消耗较少的功率。因此, 电池消耗被减少了且携带数字摄像机方便了。

图 19D 表示用记录媒体装备的图象再现装置。该装置由主体 1901d, 记录媒体(例如 CD, LD 或者 DVD)1902d, 操作开关 1903d, 显示单元 (A) 1904d, 和显示单元 (B) 1905d 构成。显示单元 (A) 1904d 主要显示图象信息, 而显示单元 (B) 1905d 主要显示文本信息。通过使用本发明的发光设备作为显示单元 (A) 1904d 和显示单元 (B) 1905d, 图象再现装置消耗较少的功率且能够是薄和轻以及耐用。安装有记录媒体的图象再现装置还包括 CD 播放器和游戏机。

图 19E 表示(便携式)移动计算机, 其由主体 1901e, 显示单元 1902e, 图象接收单元 1903e, 开关 1904e, 和存储器插槽 1905e 构成。通过使用本发明的发光设备作为显示单元 1902e, 便携式计算机能够是薄和轻的, 并且消耗较少的功率。因此, 电池消耗被减少了且携带计算机方便了。便携式计算机能够将信息存储在闪烁存储器或者通过集成非易失性存储器获得的记录媒体中, 并且能够再现所存储的信息。

图 19F 表示个人计算机, 其由主体 1901f, 外壳 1902f, 显示单元 1903f, 和键盘 1904f 构成。通过使用本发明的发光设备作为显示单元 1903f, 个人计算机能够是薄和轻的, 并且消耗较少的功率。由于电池消耗小和轻, 尤其对随身携带的笔记本个人计算机或者其它个人计算机, 该发光设备有巨大的优点。

这些电子设备现在是用渐增的频率信息尤其是活动信息来显示的, 这些频率信息是通过诸如因特网的电子通讯线路和诸如无线电波的无线电通讯传送的。由于有机发光元件具有非常快的响应速度, 该发光设备是适合于活动显示的。

图 20A 表示蜂窝式电话, 其由主体 2001a, 音频输出单元 2002a, 音频输入单元 2003a, 显示单元 2004a, 操作开关 2005a, 和天线 2006a 构成。通过使用本发明的发光设备作为显示单元 2004a, 蜂窝式电话能够是薄和轻的, 并且消

耗较少的功率。因此，电池消耗被减少了，携带蜂窝式电话容易了，并且主体紧凑。

图 20B 表示收音机(特别是汽车收音机)，其由主体 2001b，显示单元 2002b，和操作开关 2003b 和 2004b 构成。通过使用本发明的发光设备作为显示单元 2002b，收音机能够是薄和轻的，并且消耗较少的功率。尽管本实施例中以汽车收音机作为例子，但该收音机可以是家庭收音机。

对图 19 到 20 所示电子设备给出根据周围亮度调制发射光的发光之功能是有有效的，在这里电子设备是通过提供具有光传感器作为检测周围亮度之测量手段被使用的。如果发射光的发光和周围环境的亮度的对比度是 100 比 150，则用户能够不困难地识别图象或者文本信息。利用该功能，当周围环境是亮时为更好观看能够增加图象的亮度，而当周围环境是暗时能够降低图象的亮度以降低功耗。

通过实现本发明，能够抑制用于红色光的三重态发光元件亮度的降低以延长元件寿命。因此，与现有技术相比，能够提供用于红色的有机发光元件，其中发射效率是高的，寿命是长的。

而且，能够提供该显示设备，其中光的三原色的平衡是有利的，此外，通过使用用于红色的三重态发光元件和用于绿色和蓝色的单重态发光元件，其功耗是低的，并且与现有技术相比颜色波动随时间的变化是小的。而且，能够提供电子装置，其中通过使用上述显示设备，与现有技术相比功耗低，并且具有显示不随时间流逝而变暗之清楚图象的显示部分。

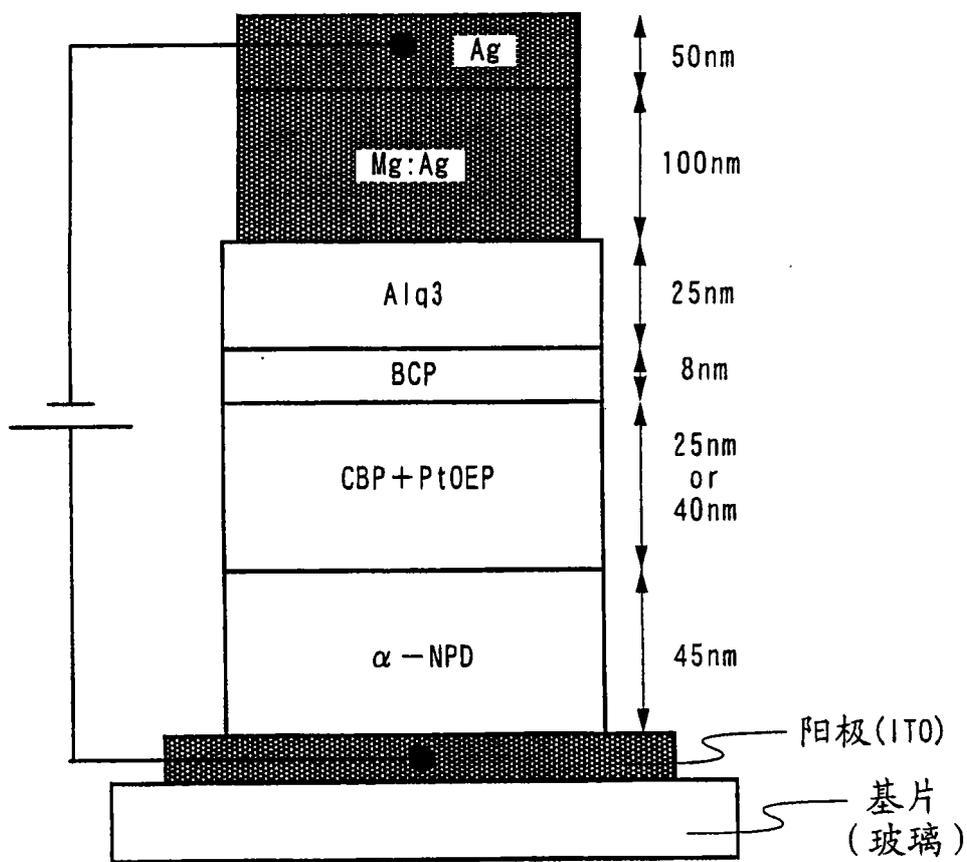


图 1

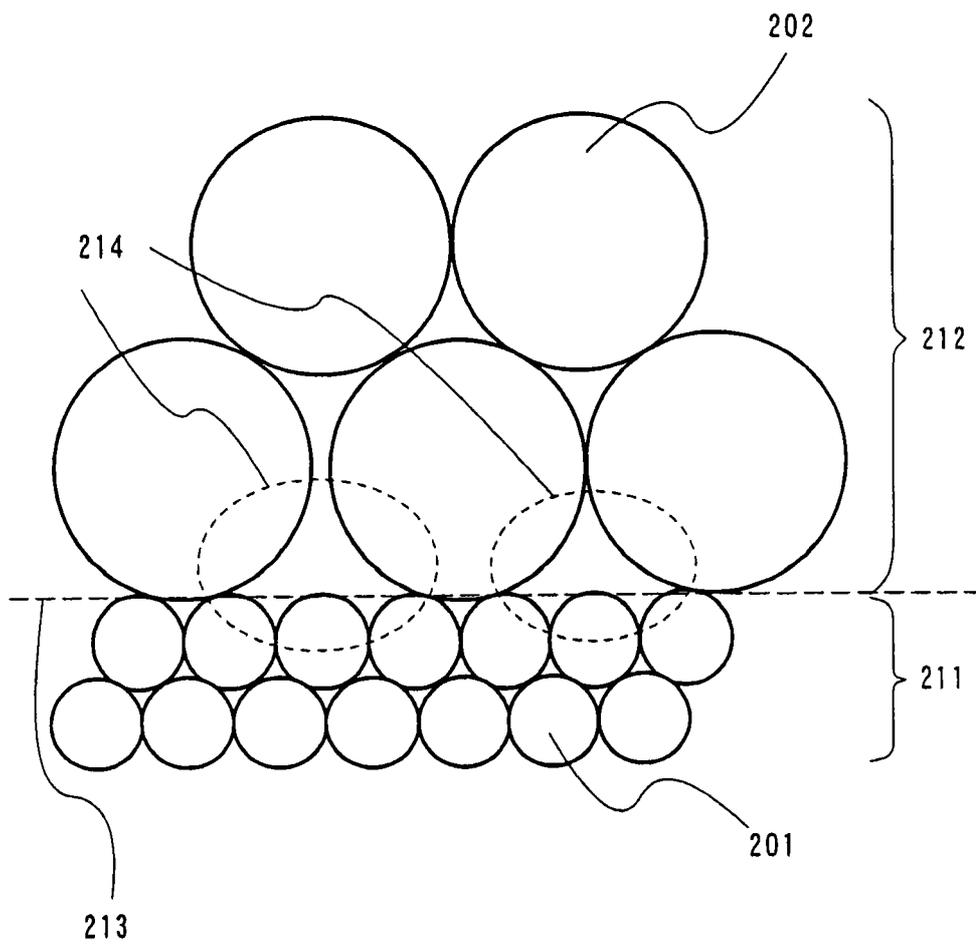


图 2

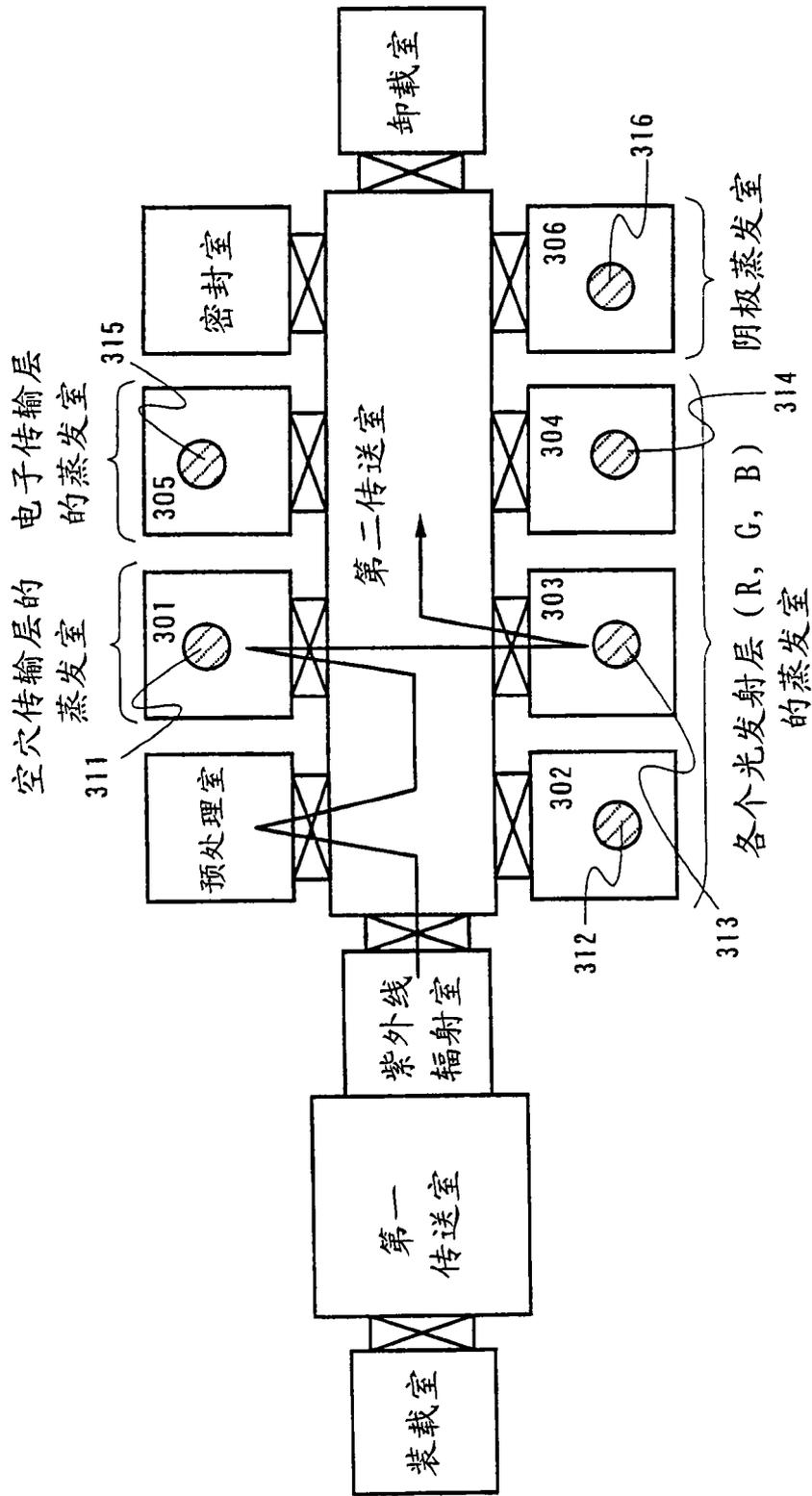


图 3

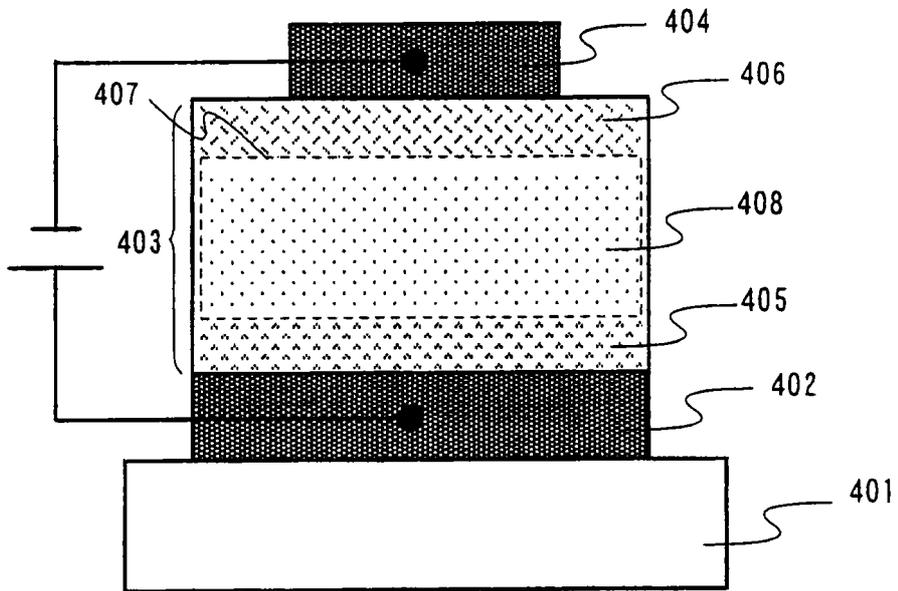


图 4A

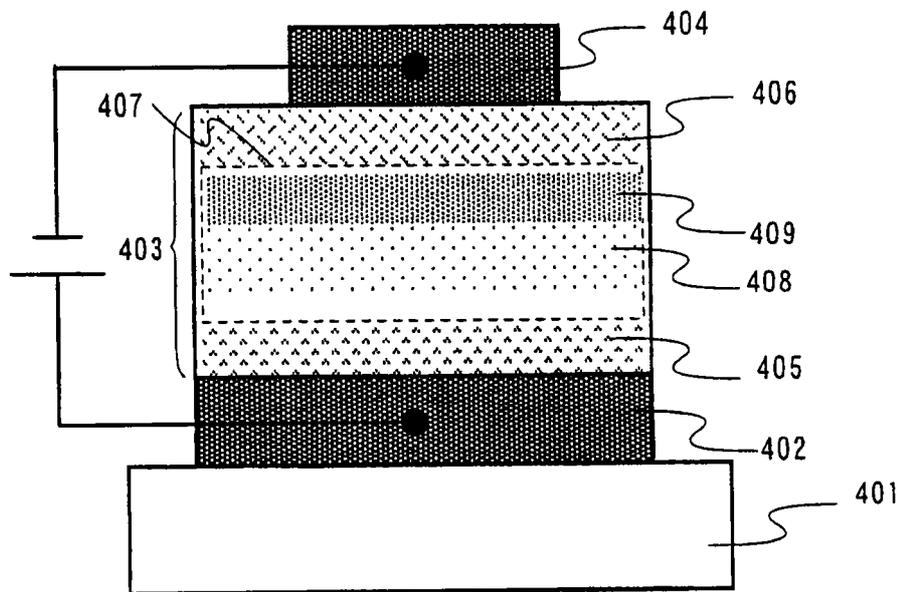


图 4B

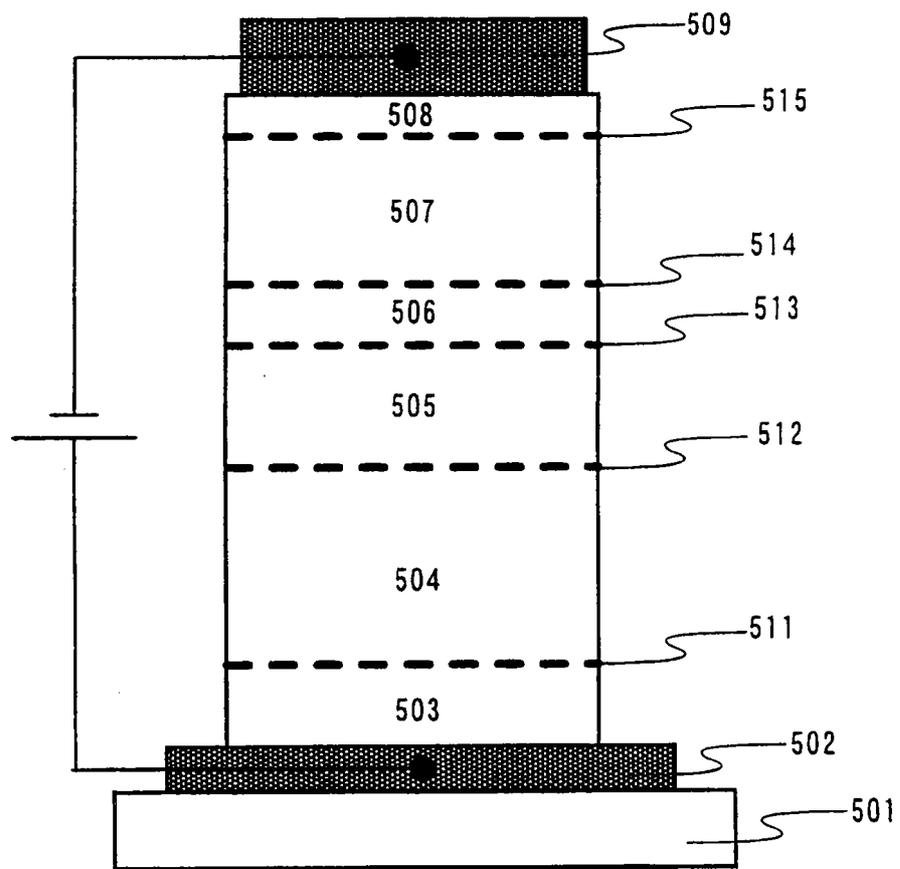


图 5

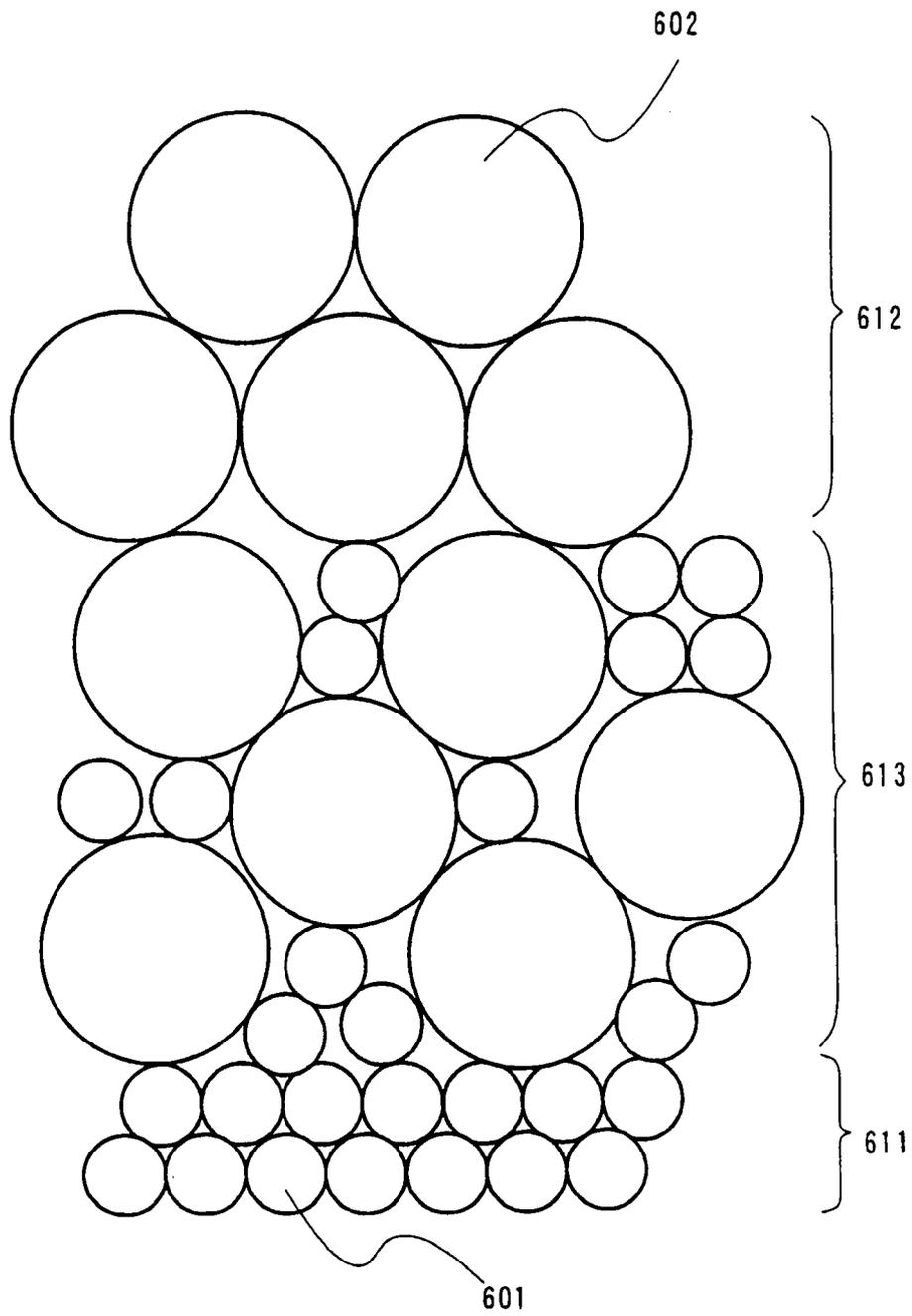


图 6

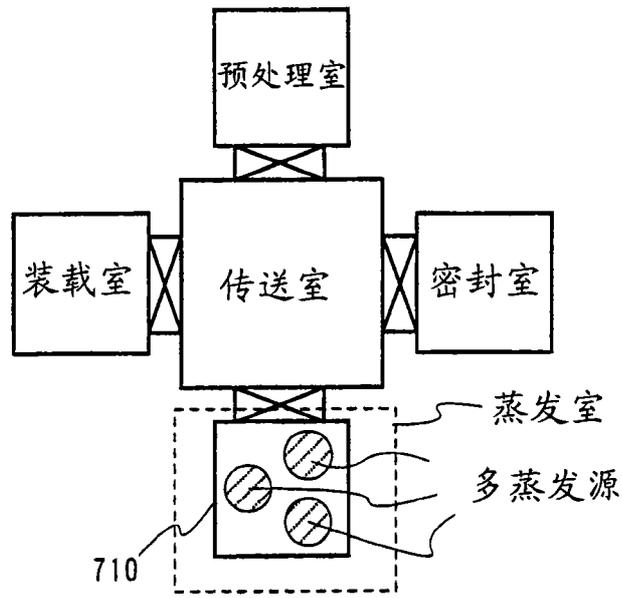


图 7A

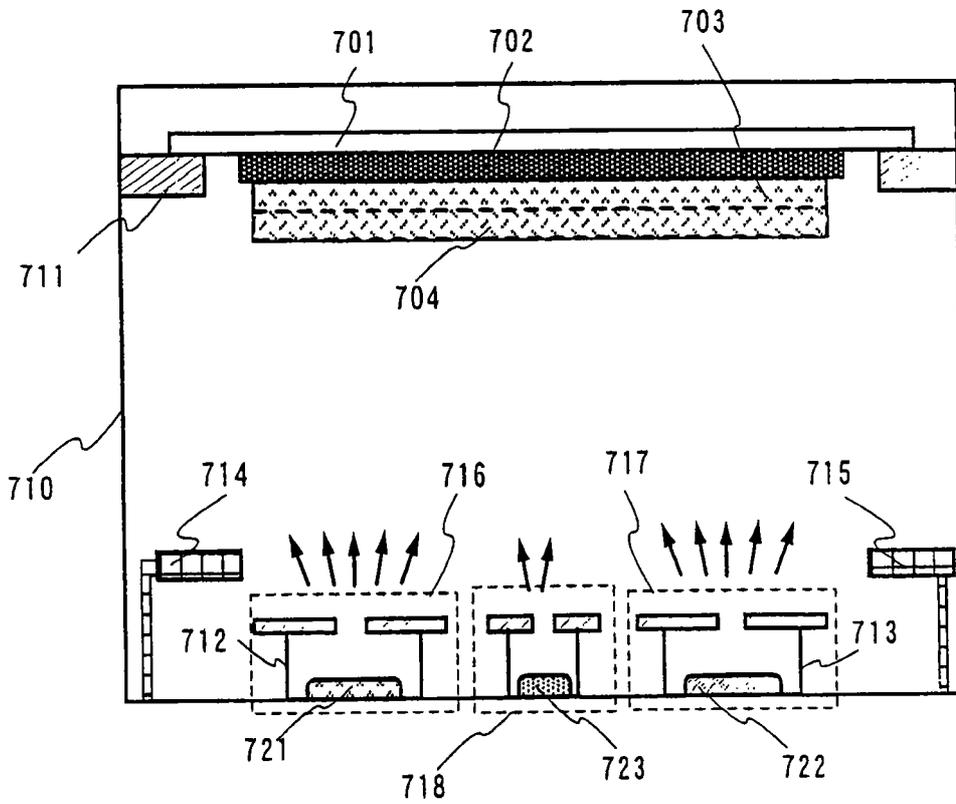


图 7B

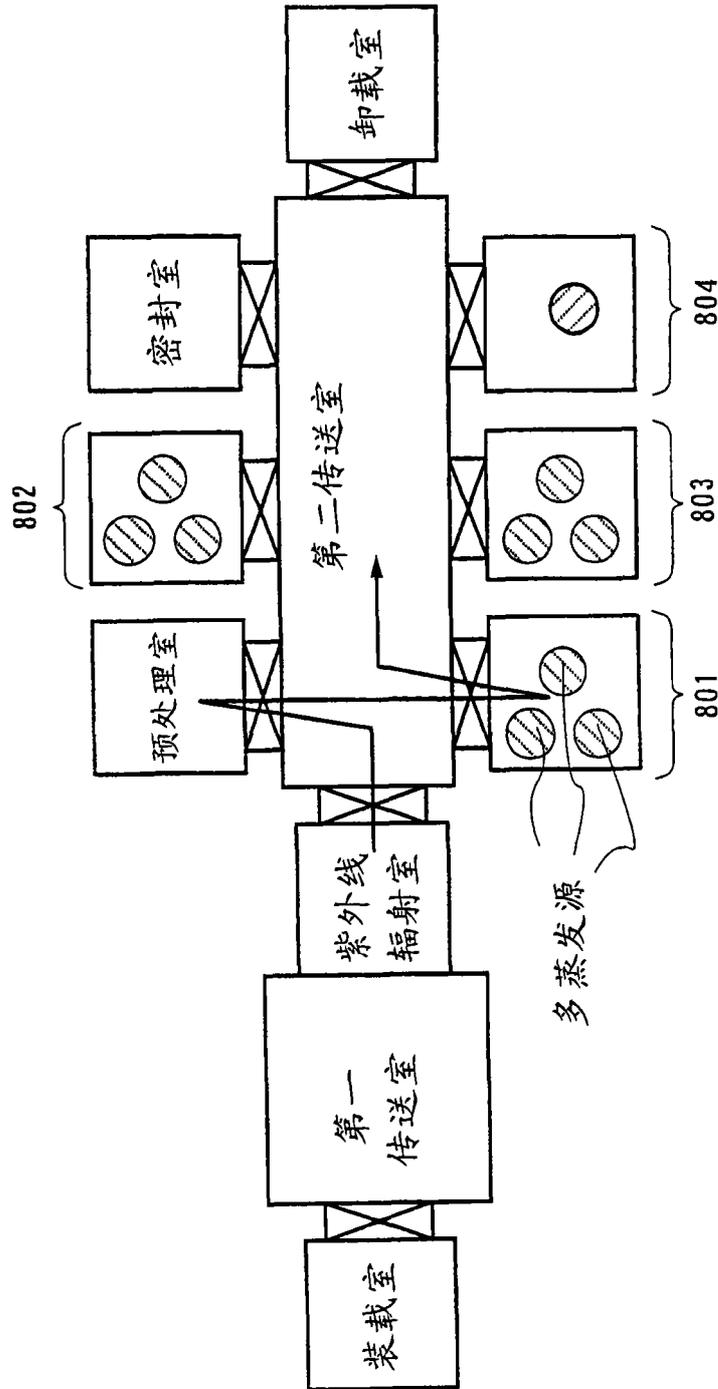


图 8

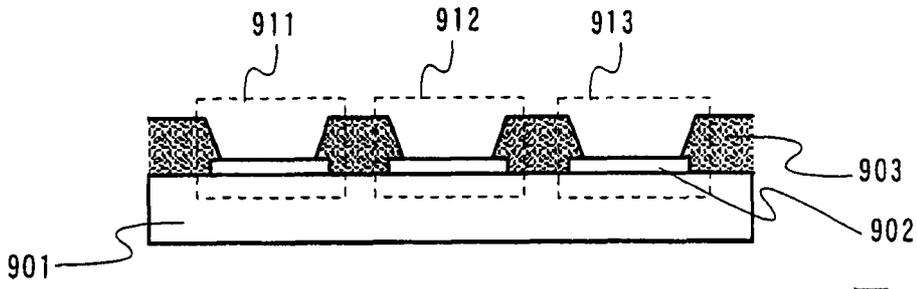


图 9A

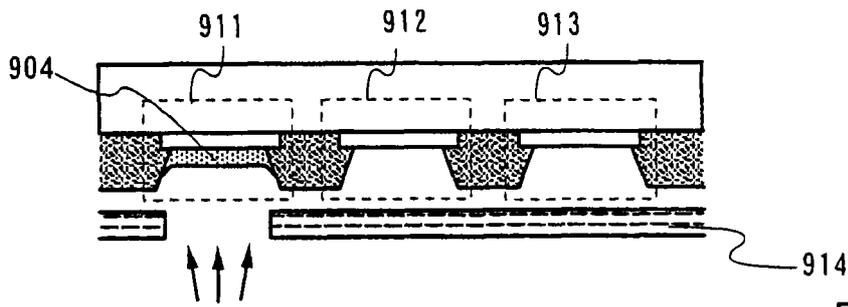


图 9B

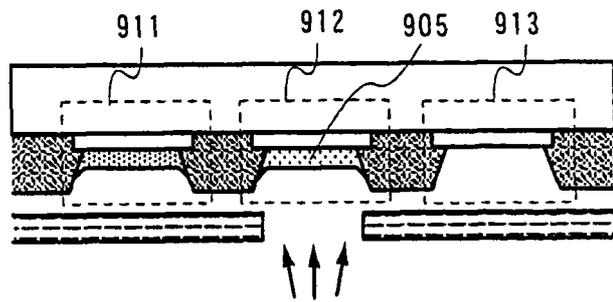


图 9C

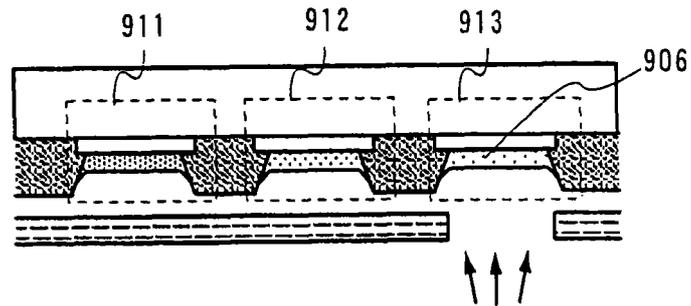


图 9D

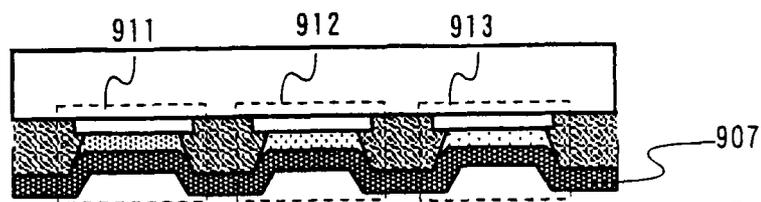


图 9E

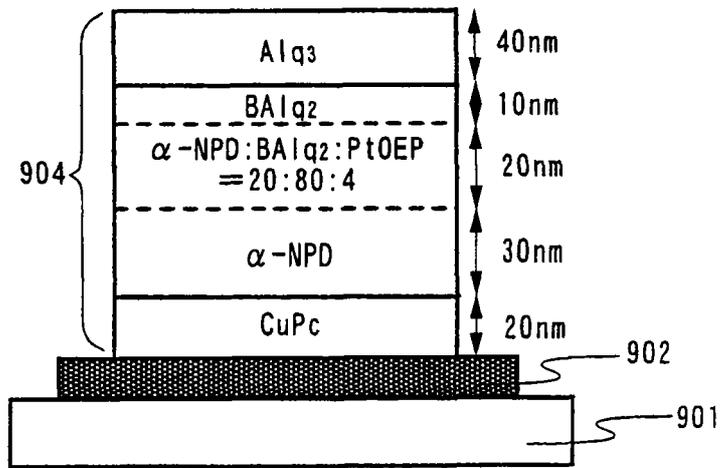


图 10A

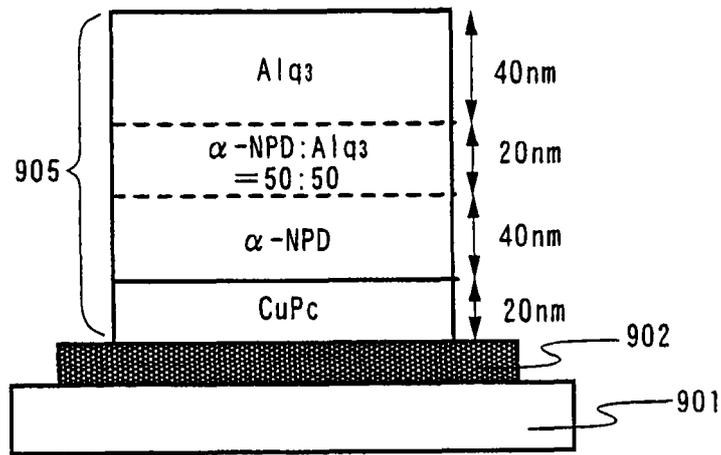


图 10B

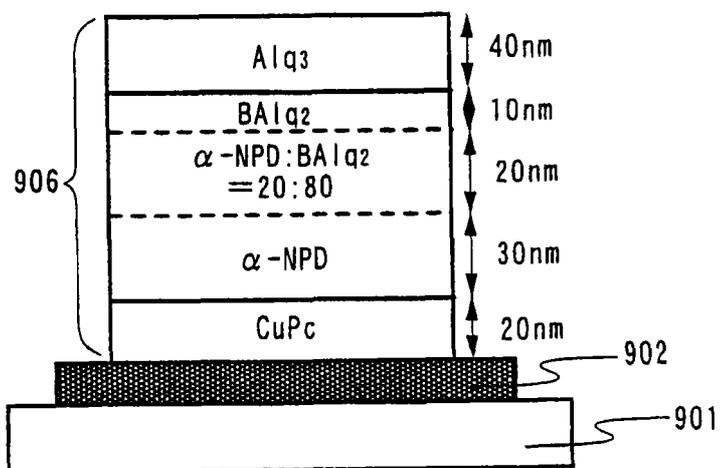


图 10C

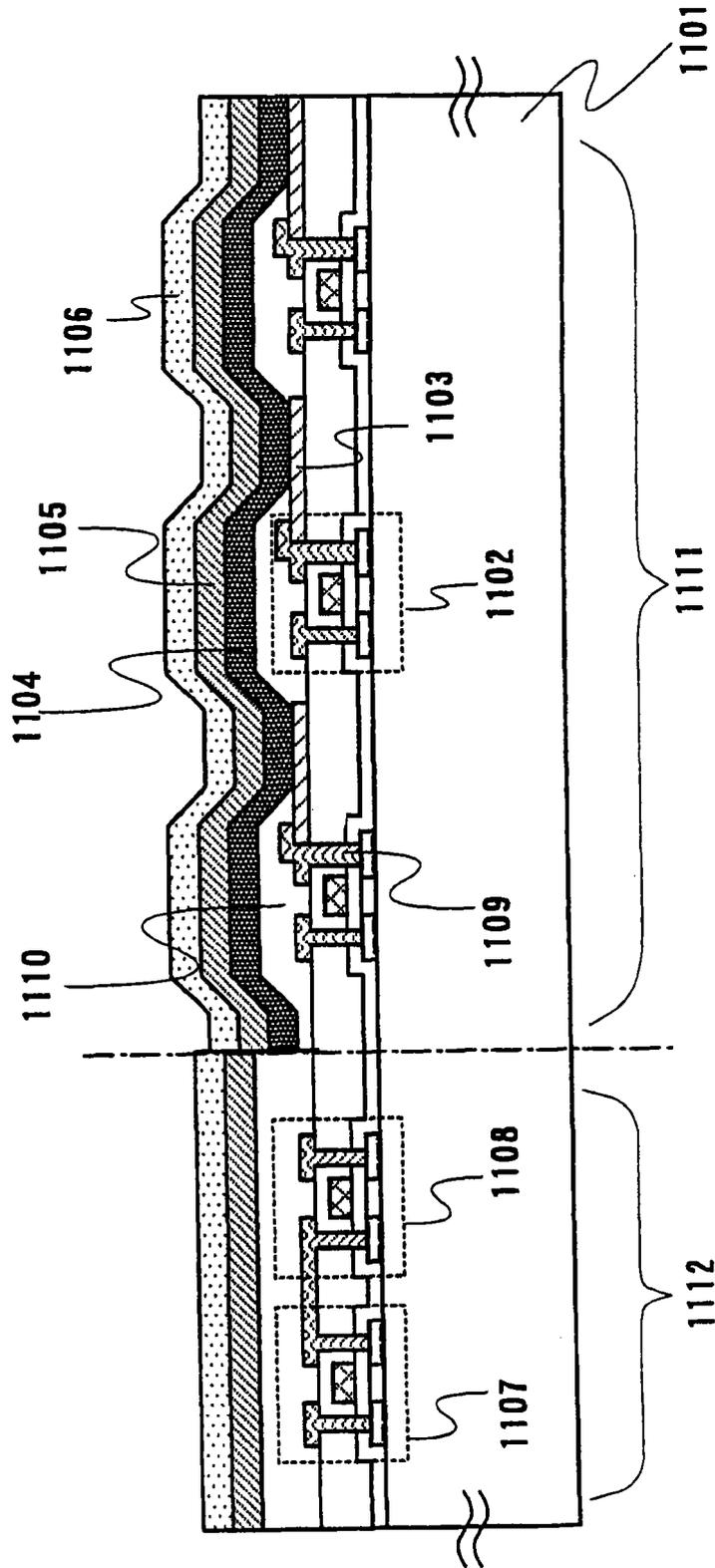


图 11

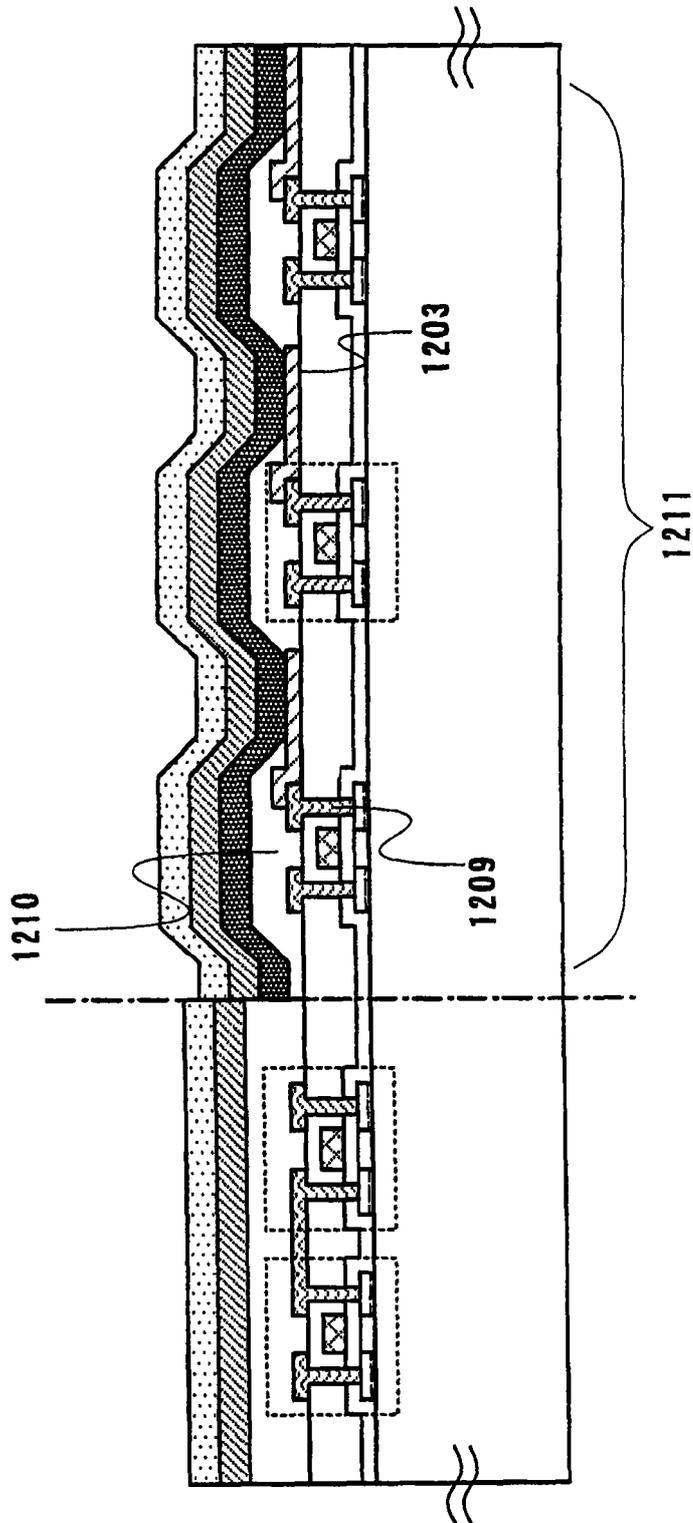


图 12

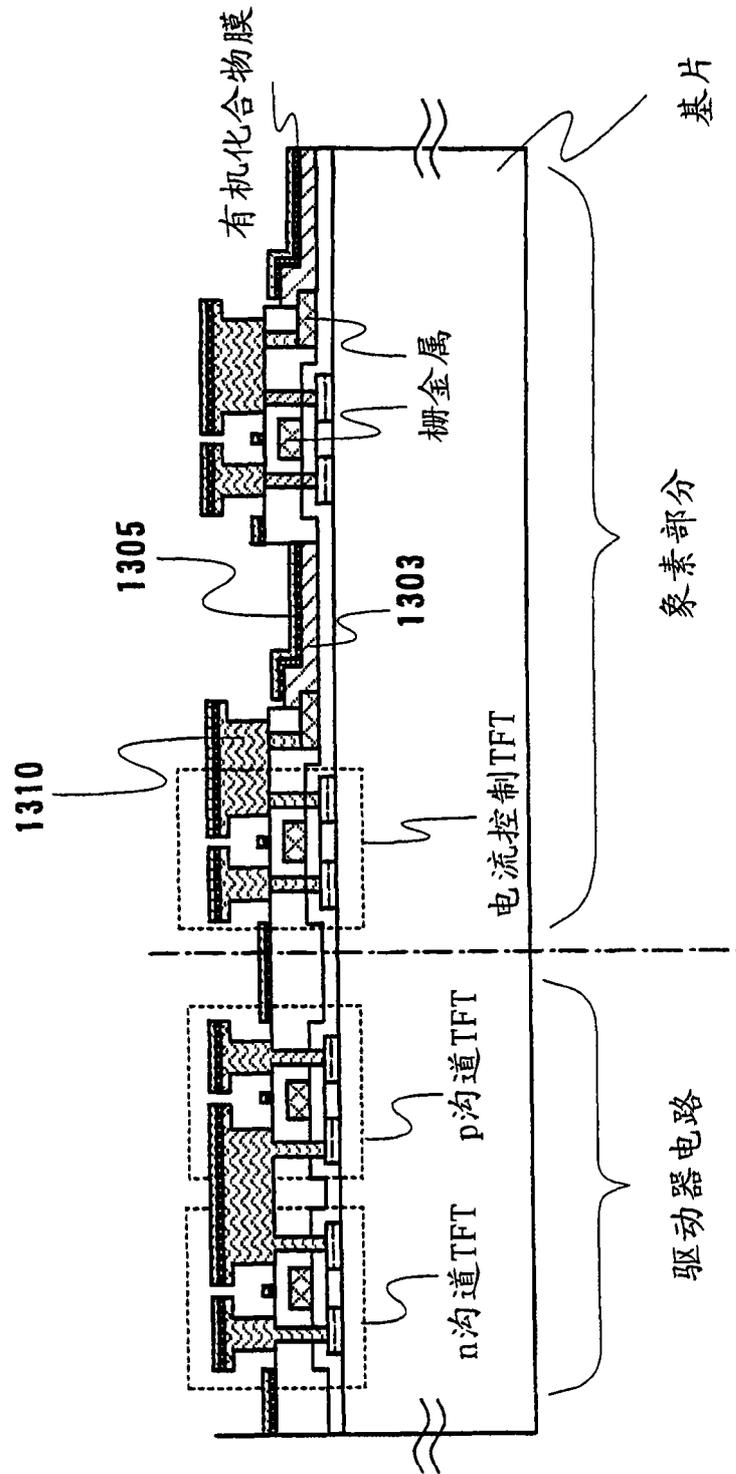


图 13

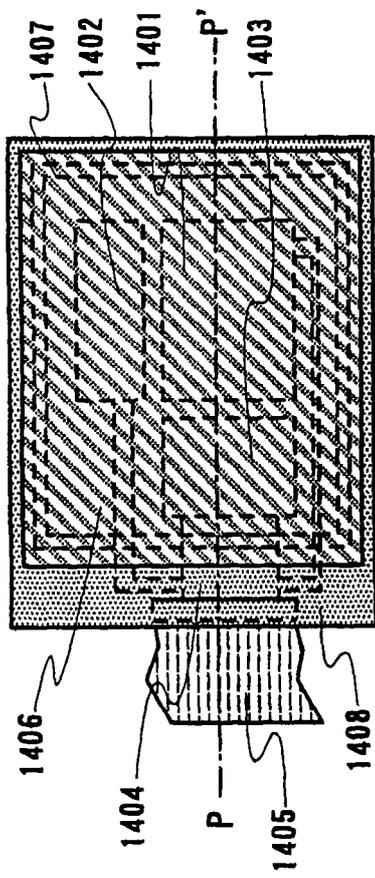


图 14A

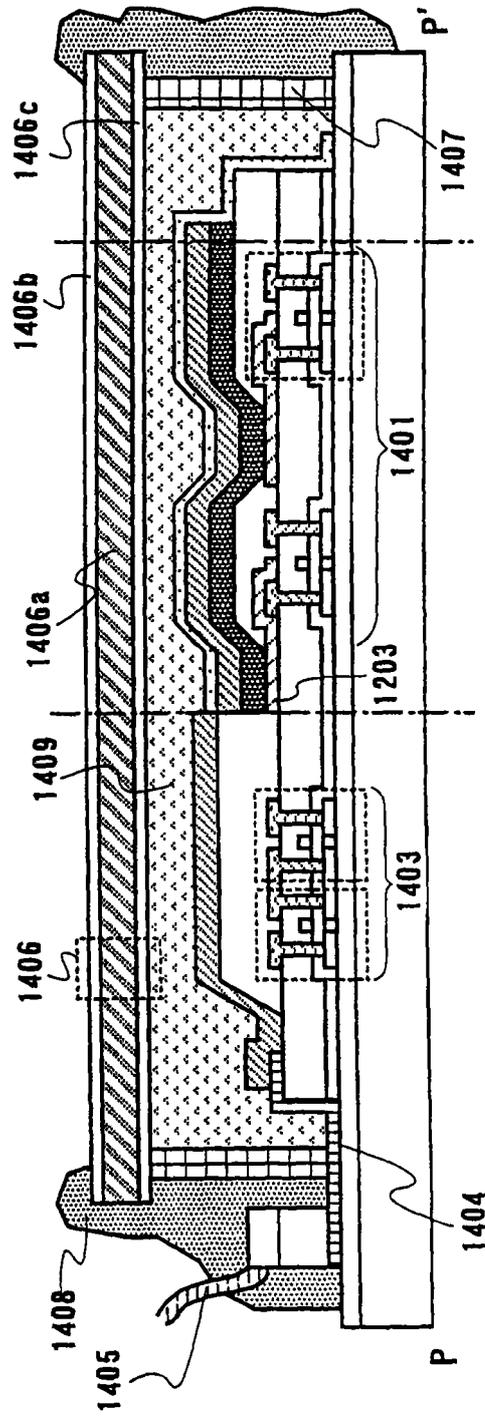


图 14B

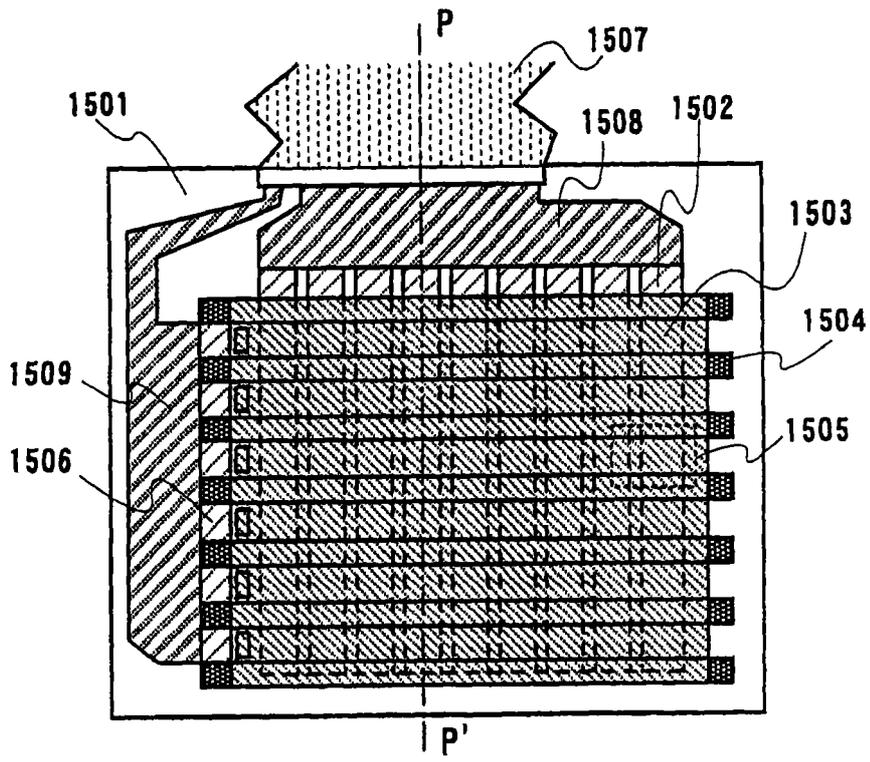


图 15A

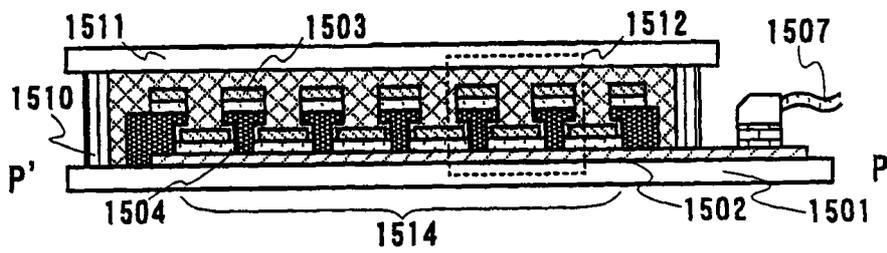


图 15B

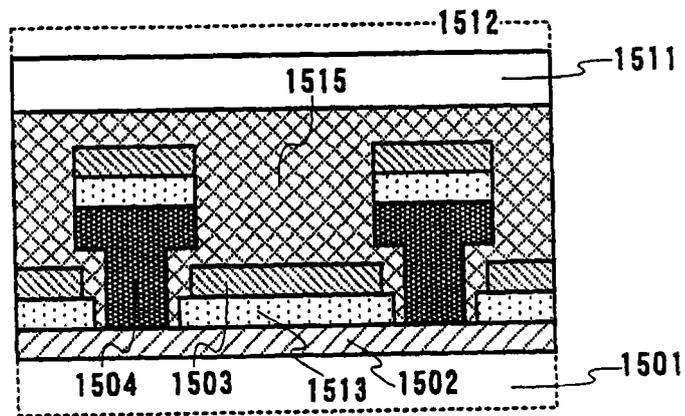


图 15C

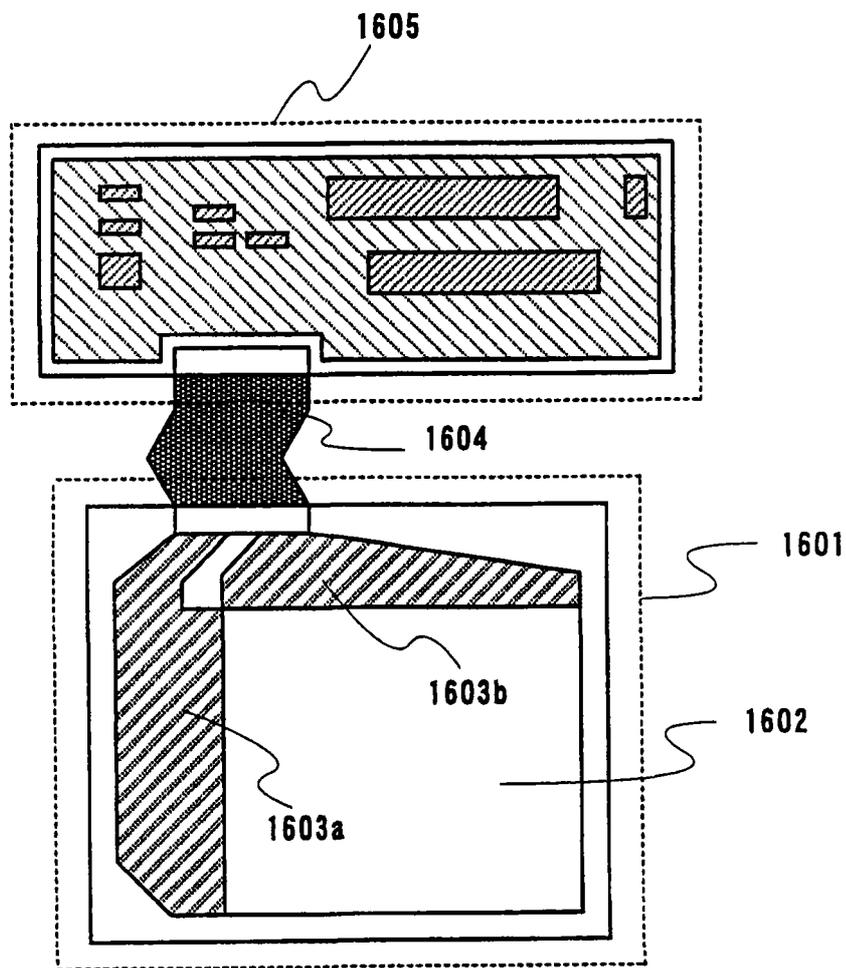


图 16A

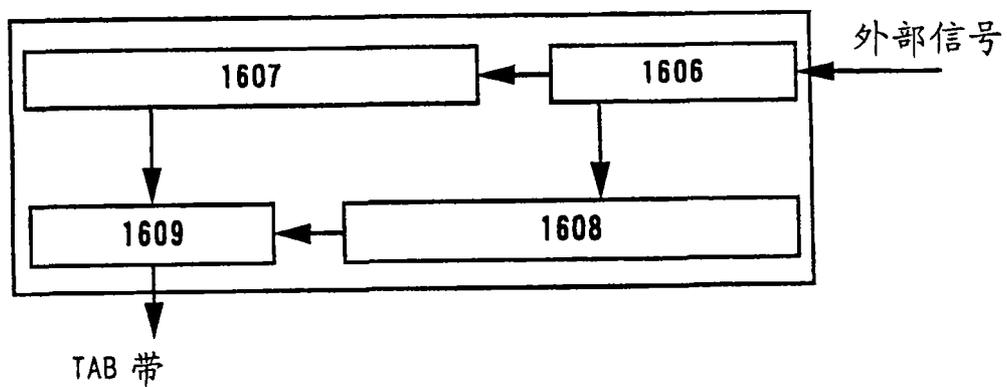


图 16B

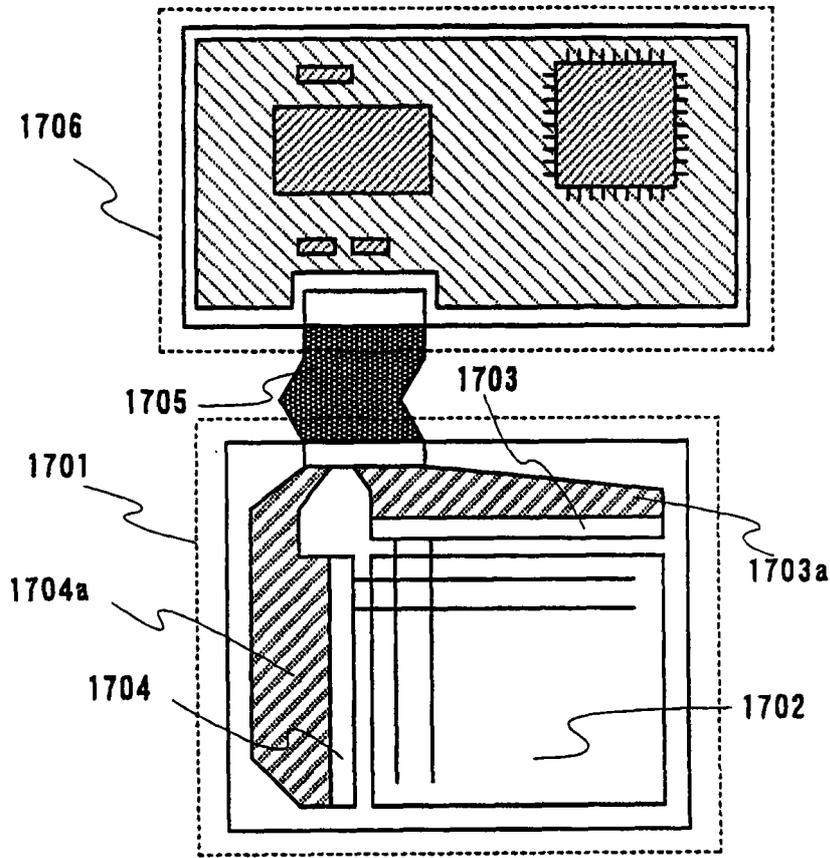


图 17A

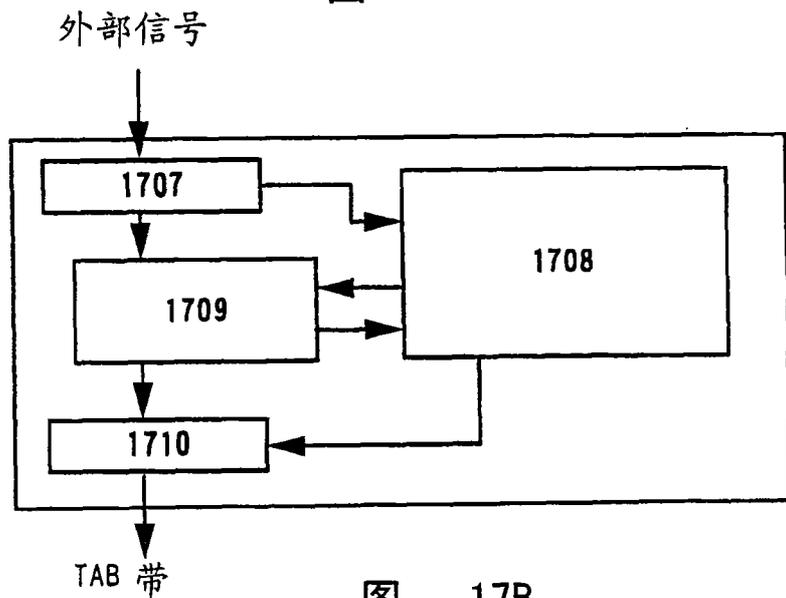


图 17B

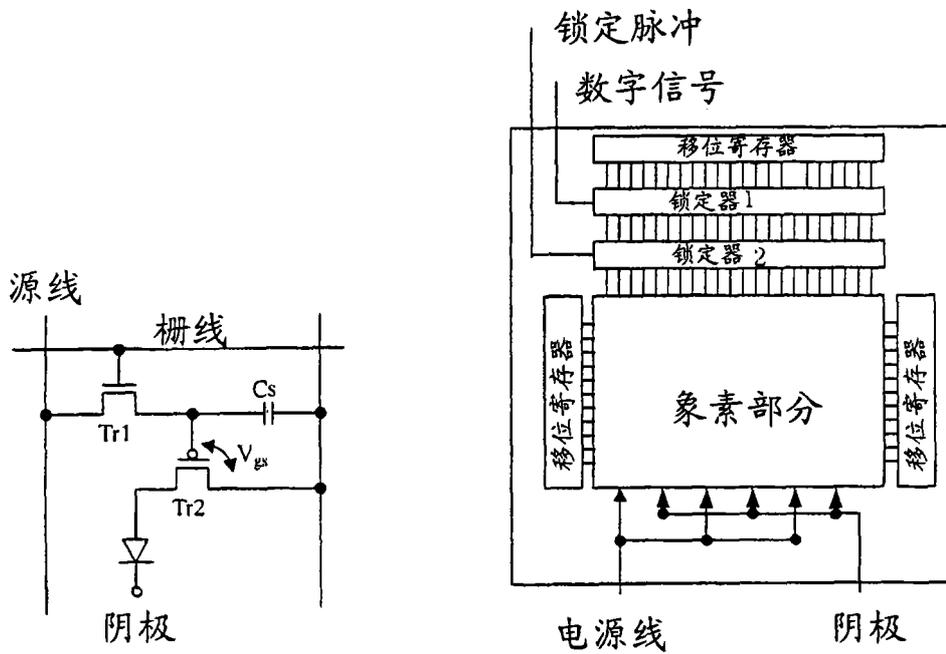
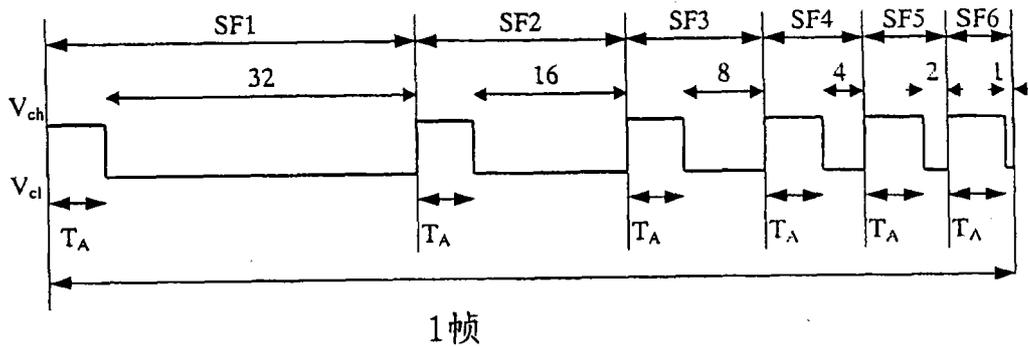


图 18A

图 18B



SF1-SF6: 子帧, TA: 实时写

图 18C

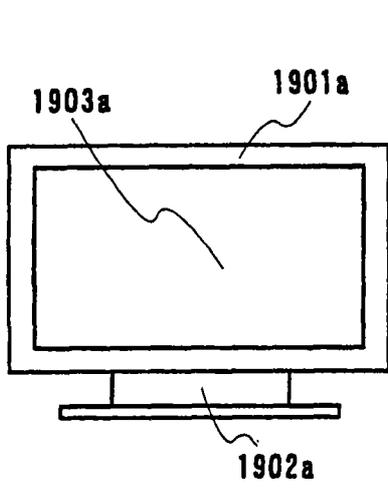


图 19A

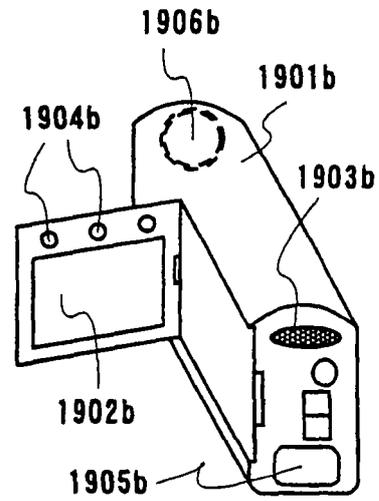


图 19B

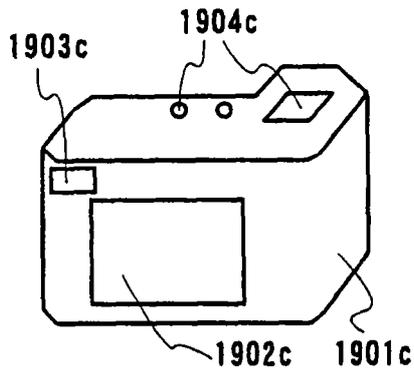


图 19C

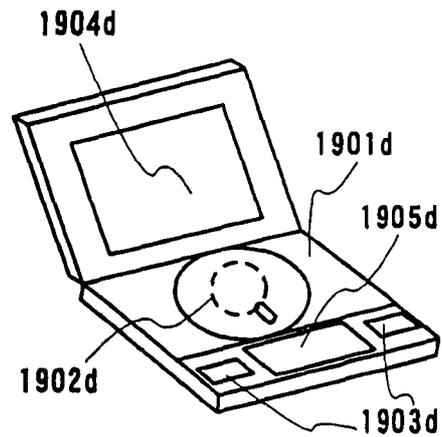


图 19D

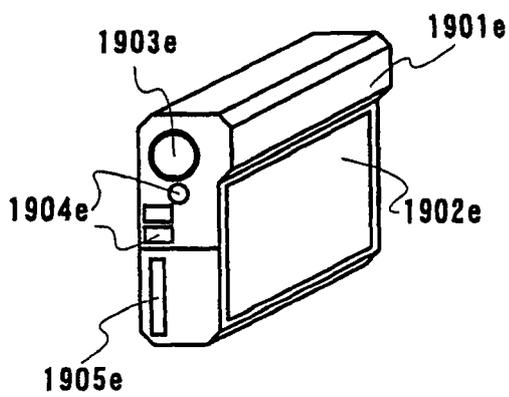


图 19E

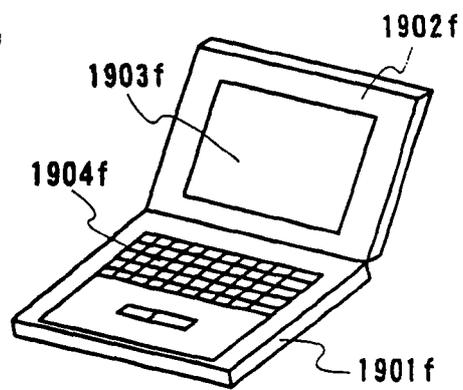


图 19F

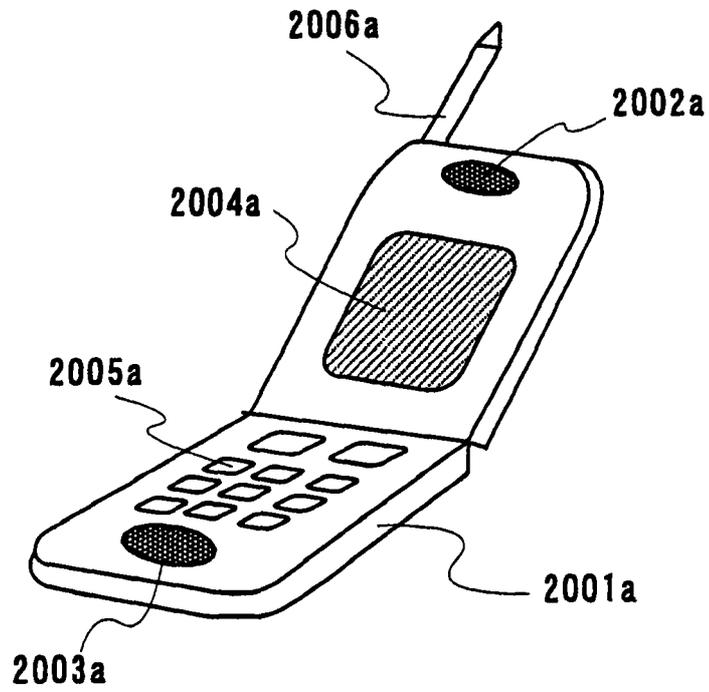


图 20A

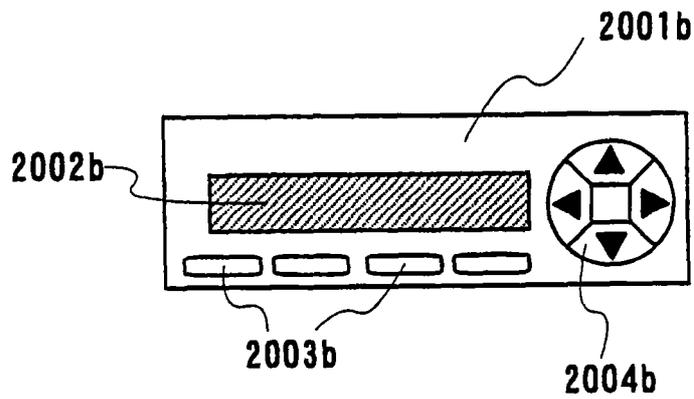


图 20B

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 有机发光元件和使用该元件的显示设备 | | |
| 公开(公告)号 | CN101159318A | 公开(公告)日 | 2008-04-09 |
| 申请号 | CN200710182287.4 | 申请日 | 2002-02-01 |
| [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 | 濑尾哲史 山崎舜平 | | |
| 发明人 | 濑尾哲史 山崎舜平 | | |
| IPC分类号 | H01L51/50 H05B33/14 H01L27/32 | | |
| CPC分类号 | H01L51/5096 H01L27/3244 H01L27/3281 H01L2251/5384 H01L27/3211 H01L51/5008 H01L51/5016 H01L51/5048 H01L2251/5376 | | |
| 优先权 | 2001025971 2001-02-01 JP | | |
| 其他公开文献 | CN101159318B | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

有机化合物膜中提供有由空穴传输材料制成的空穴传输区域，由电子传输材料制成的电子传输区域，以及其中空穴传输材料和电子传输材料二者被混合的且被掺有用于红色光的三重态发光材料的混合区域(发光区域)，由此在传统层叠结构中存在的各层之间的界面被消除了，并且显示出空穴传输，电子传输和发光的各个功能。根据上述方法，能够获得用于红色的有机发光元件，其中功耗是低的，其寿命是长的。因此，显示设备和电子设备是通过使用该有机发光元件被制造的。

