



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480016024.0

[45] 授权公告日 2008 年 9 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100416642C

[22] 申请日 2004. 6. 4

[21] 申请号 200480016024.0

[30] 优先权

[32] 2003. 6. 11 [33] GB [31] 0313460.8

[86] 国际申请 PCT/IB2004/001883 2004. 6. 4

[87] 国际公布 WO2004/109641 英 2004. 12. 16

[85] 进入国家阶段日期 2005. 12. 9

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 N·D·杨

[56] 参考文献

US6392617B1 2002. 5. 21

CN1411609A 2003. 4. 16

审查员 朱 琼

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 程天正 陈景峻

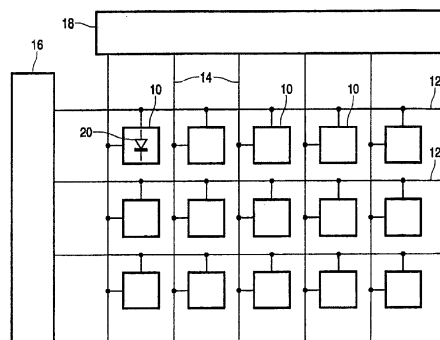
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

彩色电致发光显示装置

[57] 摘要

一种彩色有源矩阵电致发光(EL)显示装置, 具有包括红、绿和蓝发光像素组的像素(10)阵列, 每个像素包括 EL 显示元件(20)、用于驱动电流流过该显示元件的驱动晶体管(22)、存储用于寻址该驱动晶体管的电压的存储电容器(24)、以及根据显示元件的光输出将存储电容器放电的放电光敏元件(40, 42)。蓝像素组中的放电光敏元件(42)包括横向光敏薄膜器件, 如横向薄膜晶体管或者栅控或非栅控横向光电二极管器件, 而红像素组, 并且优选绿像素组中的放电光敏元件(40)也包括垂直 pin 光电二极管(40)。通过这种方式选择光敏元件使得与颜色有关的光灵敏度增强, 从而提高显示装置性能。



1、一种包括显示像素(10)阵列的彩色有源矩阵电致发光显示装置,每个像素包括:

电致发光显示元件(20);

用于驱动电流流过该显示元件的驱动晶体管(22);

存储电容器(24),存储用于寻址所述驱动晶体管的电压;

放电光敏元件(40,42),根据所述显示元件的光输出将存储电容器放电;

其中所述阵列包括其显示元件分别发射红、绿和蓝色光的红、绿和蓝像素组,并且其中所述红像素组的放电光敏元件(40)包括垂直pin光电二极管,所述蓝像素组的放电光敏元件(42)包括横向光敏薄膜器件。

2、如权利要求1所述的显示装置,其中所述绿像素组的放电光敏元件(40)包括垂直pin光电二极管。

3、如权利要求1或2所述的显示装置,其中所述横向光敏薄膜器件(42)包括栅控薄膜器件。

4、如权利要求3所述的显示装置,其中所述横向光敏薄膜器件(42)包括横向薄膜晶体管。

5、如权利要求3所述的显示装置,其中所述横向栅控光敏器件包括横向光电二极管器件。

彩色电致发光显示装置

技术领域

本发明涉及彩色电致发光显示装置，特别是具有像素阵列的有源矩阵显示装置，其中像素包括发光电致发光显示元件和薄膜晶体管。更具体而言，本发明涉及一种彩色有源矩阵电致发光显示装置，其像素包括对显示元件发射出的光作出响应并用于控制显示元件的激励的感光元件。

背景技术

采用电致发光、发光显示元件的彩色矩阵显示装置是众所周知的。显示元件通常包括有机薄膜电致发光元件(OLED)，包含聚合物材料(PLED)或发光二极管(LED)。对于全色显示器，阵列通常包括三组显示元件分别发射红光、绿光和蓝光的像素。

这种显示装置中的显示元件是电流驱动的，且常规的模拟驱动方案涉及向显示元件输送可控电流。通常，设置电流源晶体管作为像素结构的一部分，由提供给电流源晶体管的栅电压决定通过电致发光(EL)显示元件的电流。在寻址阶段之后，存储电容器保持该栅电压。EP-A-0717446中描述了这种像素电路的一个例子。从而，每个像素包括EL显示元件和相关的驱动电路。驱动电路具有通过行导线上的行寻址脉冲导通的寻址晶体管。当寻址晶体管导通时，列导线上的数据电压可被传送到该像素的其余部分。特别是，寻址晶体管将列导线电压提供给电流源，该电流源包括驱动晶体管和与驱动晶体管的栅极相连的存储电容器。列数据电压被提供给驱动晶体管的栅极，并且通过存储电容器，即使在行寻址脉冲结束之后栅极也能保持该电压。该电路中的驱动晶体管为p-沟道TFT(薄膜晶体管)，从而存储电容器保持栅-源电压固定。这导致固定的源-漏电流流过晶体管，从而提供像素的所需电流源操作。在它们的寻址之后，可以将像素激励-扩展的驱动周期(长达帧时间)，同时在寻址周期期间所存储的数据信号决定随后驱动周期中像素的输出水平。

在上面的基本像素电路中，LED材料的不同老化或劣化，导致显示器上图像质量有差异。已经提出了可补偿LED材料的老化的改进的电

压-寻址像素电路。这些电路包括对显示元件的光输出作出响应、并根据光输出泄漏存储电容器上存储的电荷的感光元件，从而控制像素初始寻址之后驱动周期期间显示元件的累积光输出。在 W001/20591 中详细描述了这种像素结构的例子。在一个实施例中，像素中的光电二极管将存储在存储电容器上的栅电压放电，并且当驱动晶体管上的栅电压达到阈值电压时，EL 显示元件停止发光，此时存储电容器停止放电。电荷从光电二极管泄漏的速率是显示元件输出的函数，从而光电二极管用作感光反馈装置。在另一实施例中，每个像素中包括光响应 TFT，实现类似的功能。在 PCT 专利申请 IB03/03484 (PHGB 020139) 中描述了这种光反馈型像素电路的一种示例结构，其中感光元件包括垂直结构 p i n 型光电二极管。在 W001/99191 中描述了其中感光元件包括横向栅控光敏薄膜器件（如横向 TFT 或横向栅控 p i n 器件）的像素电路的一种示例结构。

通过这种设置，显示元件产生与 EL 显示元件效率和老化补偿无关的光输出。此外，该像素电路还能补偿为像素供电的载流线中发生的电压降效应。参考 D.A.Fish 等人的文章“A comparison of pixel circuits for Active Matrix Polymer/Organic LED Displays” (32.1, SID 02 Digest, 2002 年 5 月)。

这种技术在改善显示器质量方面是有效的，从而不均匀性减小。不过，发现所实现的显示质量的问题依然明显，特别是不同颜色像素显示出不同性能的问题。

发明内容

本发明的目的在于提供一种使用上述类型像素电路的改进的彩色显示装置，该显示装置减少了上述问题。

根据本发明一个方面，提供一种包括显示像素阵列的彩色有源矩阵电致发光显示装置，每个像素包括：

电致发光显示元件；

用于驱动电流流过该显示元件的驱动晶体管；

存储电容器，存储用于寻址所述驱动晶体管的电压；

放电光敏元件，用于根据显示元件的光输出将存储电容器放电；

其中该阵列包括其显示元件分别发射红色、绿色和蓝色光的红、绿和蓝像素组，其中红像素组的放电光敏元件包括垂直 p i n 光电二

极管，蓝像素组的放电光敏元件包括横向光敏薄膜器件。

这种显示装置提供对于所有像素颜色波长都显著改善的像素灵敏度，改进了对于所有颜色像素的劣化的校正。本发明源于以下认识：在已知装置中阵列的所有像素内使用相同种类的光敏元件，不能可靠地提供所期望的改进，并且对于不同颜色的像素可能导致不同结果。这些差异是由所采用的光敏元件的光谱性质引起的，更具体而言，由其对于不同颜色光的响应效率的差异引起的。横向栅控光敏器件（如 TFT）工作于红光下时的效率比工作于蓝光或绿光下时的低，这是由于其使用薄膜层的原因，因此在使用这种器件的显示装置中红色像素的操作特性不同于蓝色和绿色像素的操作特性。另一方面，垂直 p i n 二极管结构包括相当厚的结构，并且对于红光具有良好的响应。不过，这些器件趋于对蓝光的响应表现出较差的效率。这是因为在这些器件中，蓝光趋于在包括 p 接触层的顶面区域（假设该区域设置成面对从其接收光的显示元件的电致发光层）中被吸收，从而对于光电流没有贡献。因此，可以想到采用这种光敏元件的显示装置中蓝像素的性能与红和绿像素不同，并且由于光电二极管对光的效率降低，使其老化有增大的趋势。

由于 p i n 光电二极管对于绿光的响应特性趋于更好，从而在绿像素组中也优选使用垂直 p i n 光敏元件而非横向类型。

从而，通过根据像素操作时光的颜色，为像素选用适当种类的光敏元件，可增强与颜色有关的光敏性，并显著改善显示装置性能。

横向薄膜光敏器件可以为栅控器件，如横向 TFT 或栅控横向光电二极管器件，或者为非栅控器件，如横向光电二极管或光敏电阻器。在对栅极进行控制以确保使器件保持在其截止状态的某些像素电路中，栅控类器件是有益的。

附图说明

现在将描述根据本发明的彩色有源矩阵电致发光显示装置的一个实施例。例如，参照附图，在附图中：

图 1 为根据本发明的彩色有源矩阵电致发光显示装置一个实施例的一部分的简化示意图；

图 2 表示图 1 的装置中一种颜色的典型像素的等效电路；

图 3 表示图 1 的装置中另一种颜色的典型像素的等效电路；

图 4 所示的曲线图表示第一和第二种光敏元件的性能特性；以及图 5 和 6 分别示意地表示图 2 和 3 的像素中使用的第一和第二种光敏元件的剖面示例结构。

可以理解附图仅是示意性的，并未依照比例绘出。在附图中使用相同的附图标记表示相同或相似部件。

具体实施方式

参照图 1，彩色有源矩阵电致发光显示装置包括具有规则间隔的显示像素（用方块 10 表示）的行和列矩阵阵列的面板，每个显示像素包括显示元件和控制流过该显示元件的电流的相关驱动装置，并位于相交的行（选择）12 与列（数据）14 寻址导线或线路组之间的各交叉处。此处为了简单仅表示出几个像素。由包括连接各导线组端部的行扫描驱动电路 16 和列数据驱动电路 18 的外围驱动电路，通过寻址导线组寻址像素 10。在操作时，在一帧周期内，利用电路 16 施加给相关行导线 12 的选择信号依次寻址每行像素，以便根据电路 18 并行地提供给列导线的相应数据信号，为该行像素加载相应的数据信号，该数据信号决定寻址周期后的帧周期内它们各自的显示输出。在寻址每行时，由电路 18 适当地同步输送数据信号。

每个像素 10 包括具有一对电极的发光有机电致发光（EL）显示元件 20，在该对电极之间设有一个或多个有机电致发光材料的活性层。在该特定实施例中，所述材料包括聚合物 LED 材料，当然可使用其它有机电致发光材料，如低分子量材料。该阵列的显示元件与相关的有源矩阵电路一起设置在绝缘基板的表面上。基板是透明材料，例如玻璃，并且最靠近基板的各显示元件 20 的电极由诸如 ITO 的透明导电材料形成，从而使电致发光层产生的光透过这些电极和基板，使得可由处于基板另一侧的观察者看到。可替换地，可以将像素设置成远离基板发射光。

像素阵列包括三组像素，其 EL 显示元件分别发射三种不同颜色的光，即红（R）、绿（G）和蓝（B）光，将不同颜色的像素构成相应的列。

每个像素包括实施光学反馈控制技术的驱动电路，在此情形中如 W001/20591 中所述，引用其作为参考并将其披露的内容引作参考。该电路包括对操作时涉及的像素的 EL 显示元件发射的光作出响应的放电

光敏元件。不过，与上述公开文献中所描述的显示装置不同，根据本发明，图 1 的显示装置根据阵列中不同颜色的像素使用不同种类的光敏元件。

图 2 表示阵列中一个典型像素的驱动电路，该像素是产生红或绿色光输出的像素之一，并且该驱动电路提供电压寻址操作。在相同行中所有像素共享的电源线 32 与公共地线 34 之间，EL 显示元件 20 与驱动晶体管 22 串联连接，公共地线 34 包括阵列中所有显示元件 20 共用的阴极层。驱动电路包括寻址晶体管 (TFT) 26，该寻址晶体管通过施加给行导线 12 的行寻址脉冲而导通。在被导通时，列导线 14 上的数据电压可被传递到该像素电路的其余部分。特别是，寻址晶体管 26 将列导线电压输送给电流源 15，电流源 15 包括连接于晶体管 22 的栅结点与电源线 32 之间的驱动晶体管 22 和存储电容器 24。从而该列电压提供给驱动晶体管 22 的栅极，通过存储电容器 24，即使在行寻址脉冲结束之后栅极也能保持该电压。此处驱动晶体管 22 为 p-沟道薄膜晶体管 TFT，从而使电容器 24 保持栅-源电压固定。这导致固定的源-漏电流流过晶体管 22，从而提供所需的像素的电流源操作。

为了补偿 LED 材料的老化效应，像素驱动电路中包含的放电光敏元件 27 对显示元件 20 的光输出作出响应，并响应于该光输出泄漏存储电容器 24 上所存储的电荷，从而控制寻址之后的周期期间显示元件的累积光输出。此处，光敏元件 27 包括在晶体管 22 的栅结点与线 32 之间与存储电容器 24 并联连接的垂直结构 p i n 光电二极管 40，其阴极与线 32 连接，从而被施加反偏压。由于响应于光输入产生的光电流，光敏元件使存储在电容器 24 上的栅电压放电，且当该栅电压达到晶体管 22 的阈值电压电平时，EL 显示元件 20 将不再发光。电荷从元件 27 泄漏的速率是显示元件光输出的函数，从而该元件起到光敏反馈装置的作用。

图 3 表示阵列中一个典型的蓝色像素的驱动电路。该像素电路类似于图 2，不过此处放电光敏元件 27 包括横向栅控光敏薄膜器件 42。本实施例中的器件 42 包括与 TFT 26 和 22 形式类似且同时制造的横向结构薄膜晶体管 (TFT)。不过，与 TFT 22 不同的是，TFT 42 是 n-沟道器件。在线 32 与 TFT 22 的栅结点之间，该 TFT 42 的载流源电极和漏电极跨接在存储电容器 24 上。TFT 42 的栅极同 TFT 22 与显示元

件 20 的阳极之间的结点相连。

如同图 2 像素的光电二极管 40 那样，将 TFT 42 设置成，使其暴露于工作时的显示元件 20 发射出的光，并对该光作出响应，以泄漏存储电容器 24 上所存储的电荷，以便控制像素寻址阶段之后的周期期间显示元件 20 的累积光输出。与线 32 耦合的 TFT 42 的漏结点被施加反偏压并是感光的，从而入射在其上的来自显示元件 20 的光导致在 TFT 42 中产生与显示元件的瞬时光输出大小近似线性成比例的小光电流。将 TFT 42 的栅极如此偏置：其电压相对于 TFT 22 的栅结点为零或负，并且相对于线 32 为负，从而使其保持截止（非导电）状态。因而，TFT 42 按照反向偏置光电二极管的方式仅仅起到泄漏器件的作用，如同图 4 电路结构的光电二极管 40 一样。在引作参考的 W001/99191 中描述了在光控 EL 像素电路中这种栅控光敏薄膜器件的使用以及构成方式。

对于图 2 和 3 的像素电路，存储电容器 24 上存储电荷的放电速率是显示元件 20 的光输出的函数。可由下式近似给出在这种驱动电路的光学反馈控制下，显示元件 20 的累积光输出 L_T 近似为：

$$L_T = \frac{C_S}{n_{PD}} (V(o) - V_T)$$

其中 n_{PD} 为光敏元件 27 的效率， C_S 为存储电容器 24 的电容， $V(o)$ 为驱动 TFT 22 的初始栅-源电压， V_T 为驱动 TFT 22 的阈值电压。从而，光输出与显示元件效率无关，因而可实现对老化的补偿。

光敏元件 27 的效率取决于其处理的光的颜色。在这方面，栅控横向薄膜器件 42 在光谱的红色区域中趋于表现较差的效率，因为其由薄膜层组成。另一方面，相对较厚的垂直 p i n 光电二极管能以相对较高的效率对红光作出响应。不过，这些器件对蓝光的响应较差，这主要是由于在表面区域（即，接收入射光的 p（或 n）接触层）中蓝光被很大程度地吸收，在此处其对所产生的光电流没有贡献。

因此，对于不同颜色的像素，通过使用不同类型的光敏元件，在发蓝光的像素中使用横向栅控薄膜器件 42，在发红和绿光的像素中使用垂直 p i n 光电二极管，光敏元件的效率根据其处理的像素颜色被适当选择，与阵列中的所有像素都使用相同种类光敏元件的情形相比，对于所有颜色像素的性能而言，产生明显改善的结果。

在图 4 中用曲线图说明不同颜色像素使用不同类型光敏元件的好

处，在图 4 中用曲线 A 表示活性硅层厚度（即 TFT 42 的 n-i-n 或 (p-i-p) 半导体层的厚度）约为 $0.04\ \mu\text{m}$ 的横向 TFT 光敏器件的量子效率 QE 与波长 λ 的关系，用曲线 B 表示 i 区域层厚度为大约 $1\ \mu\text{m}$ 的垂直 p i n 光电二极管的量子效率 QE 与波长 λ 的关系。R、G 和 B 表示像素发射出的红、绿和蓝光的近似波长。如从图可以看出，垂直 p i n 元件的量子效率的峰值处于红与绿光波长之间，而横向 TFT 的量子效率在蓝光波长附近更高，比光电二极管元件在该波长处获得的量子效率要高得多。此外该曲线图中虚线 C 和 D 所示为，在薄膜厚度大约 $1\ \mu\text{m}$ 的情形中，在硅薄膜中（如横向 TFT 或垂直 p i n 光电二极管的 i 层中）对不同波长 λ 的光的吸收，曲线 D。

图 5 和 6 分别示意地表示图 1 显示装置的像素中使用的垂直 p i n 光电二极管 40 和横向栅控薄膜器件 (TFT) 的结构示例。

参照图 5，光电二极管 40 设置在基板 50 上，基板 50 可以为显示装置的玻璃基板或设置在该基板上的绝缘层，并且制造在金属层 52 上，该金属层 52 提供与该元件的底部电极的接触。光电二极管元件包括由相继沉积且垂直层叠的薄膜氧化非晶硅（子）层形成的 p-i-n 结构，最下层 54 包括 n 掺杂材料，直接形成在金属层 52 上面，p 掺杂层 55 为最上层。p 层 55 被例如 ITO 透明导电层 57 覆盖。除层 57 的主要部分之外，该光电二极管结构被绝缘层 58 围绕，从而箭头 L 所示的输入光能进入光电二极管结构。利用上金属层 60 的相应部分实现与光电二极管的电连接，所述相应部分与 ITO 层 57 接触并通过绝缘层 58 中形成的开口与下金属层 52 接触。通常，光电二极管结构的中间本征 i 层 54 的厚度为大约 0.2 到 $1.5\ \mu\text{m}$ ，上部 p 层 55 的厚度为大约 5 到 20nm 。仅 i 层 54 中的光吸收产生光电流。蓝光在上部 p 层 55 中被很大程度地吸收。

参照图 6，TFT 形式的横向栅控光敏薄膜器件 42 设置在基板 50 上，并包括多晶硅沉积薄膜层 62，该薄膜层通过在其端部区域进行适当 n 型掺杂而形成以便产生横向分隔的源区 63 和漏区 64，本征半导体区域 65 处于区域 63 与 64 之间。在半导体层 62 上设置栅绝缘层 66，并在覆盖本征区 65 的层 62 上形成透明导电材料（如 ITO）的栅电极 67。由延伸通过栅绝缘层 65 的金属层部分 68 和 69 提供与源极 63 和漏极 64 的电连接。通常对于这种横向 TFT 结构，半导体层 52 的厚度

为大约 40nm。在这种厚度下，实际上入射在本征区 65 上的所有蓝光都被吸收，同时相对较少的红光和绿光被吸收。

元件 42 的 TFT 结构可改为使用氢化非晶硅材料形成。

对使用这种光敏元件的像素结构以及像素阵列制造方法的更详细描述，可参考上述提到的 W001/99191，其涉及使用横向栅控光敏薄膜元件的像素；和 PCT 专利申请 IB03/03484，该专利涉及具有利用垂直非晶硅 p i n 光电二极管以及多晶硅 TFT 的像素的装置。

对于上述装置，像素阵列可包括与其它三组发出不同波长的光的另一组或多组像素。所述另一组像素的像素电路的光敏元件对于该波长具有最适宜的灵敏性。

尽管在上述实施例中，对于蓝像素使用 n 型 TFT 形式的栅控横向光敏薄膜器件，不过可知为了实现这一目的，可使用其它栅控横向光敏薄膜器件，例如 p 型 TFT（具有横向 p-i-p 结构），或栅控横向光电二极管（具有横向 p-i-n 结构），或者非栅控横向光敏薄膜器件，如横向光电二极管器件或横向光敏电阻器器件。

对于垂直 p i n 光电二极管 40 而言，可知该器件的结构与基板的层位关系可以是任意的，这取决于电路的极性。同样，对于使用横向光敏器件的像素电路，可反转电路的极性，在此情形中可使用 p 型 TFT。

通过阅读本说明，本领域技术人员显然可以想到其它变型。这些变型可能涉及有源矩阵电致发光显示装置领域中众所周知的其它特征和用于其中的部件，并且可取代或者添加到此处已经描述的特征。尽管在本申请中将权利要求表述为特征的具体组合，不过应当理解本申请披露的范围也明确或者隐含地包括此处所披露的任何新颖特征或者特征的任何新颖组合或者其任何概括，而无论与目前任何权利要求中要求保护的是否涉及相同发明，或者是否解决任何或所有与本发明所解决的相同的技术问题。从而申请人提醒在本申请或者源于其的任何进一步申请的审查过程中，可以为这些特征和/或这些特征的组合要求新权利要求。

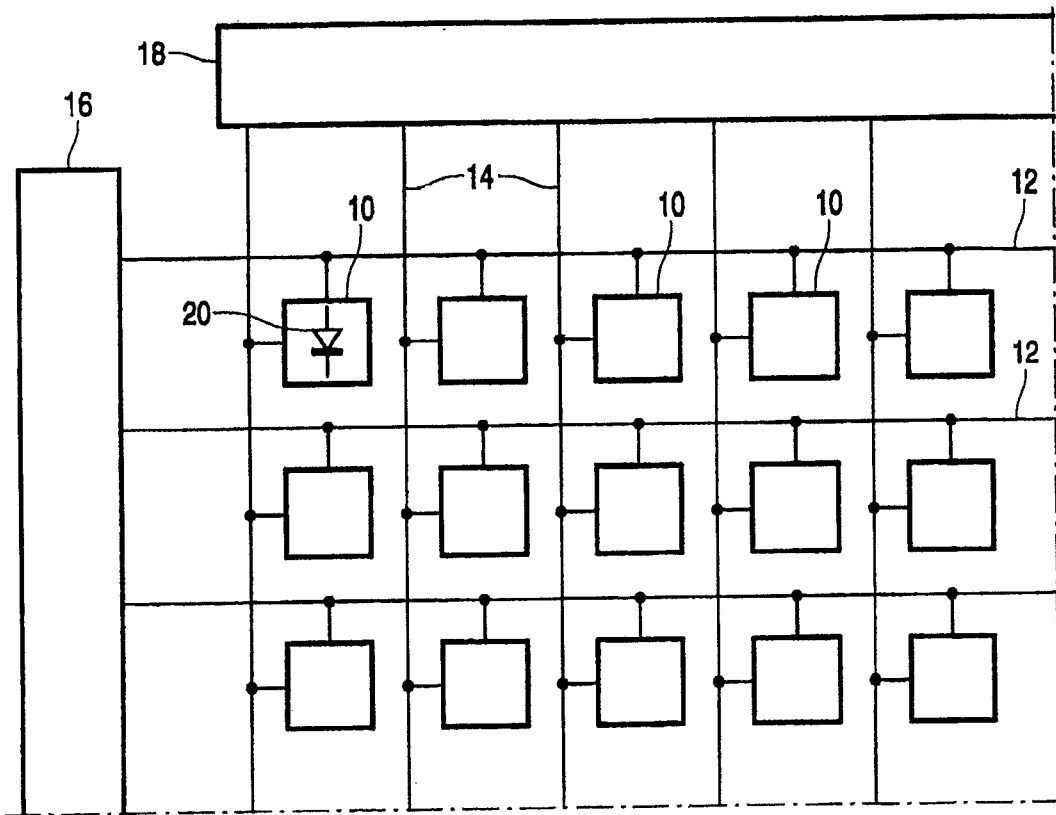


图 1

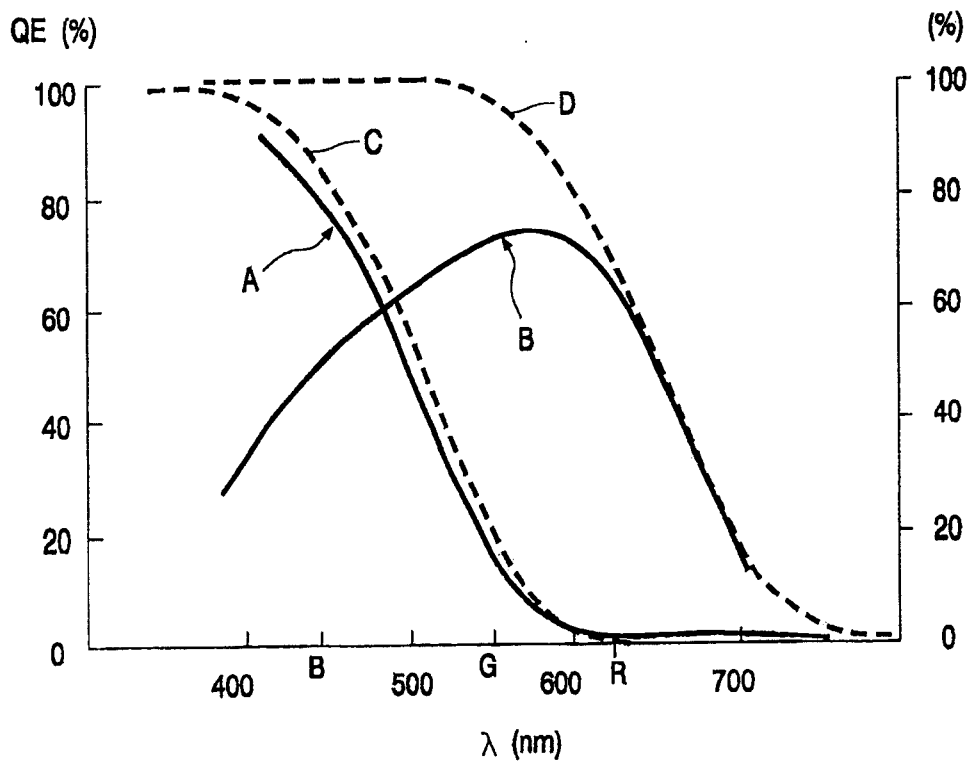


图 4

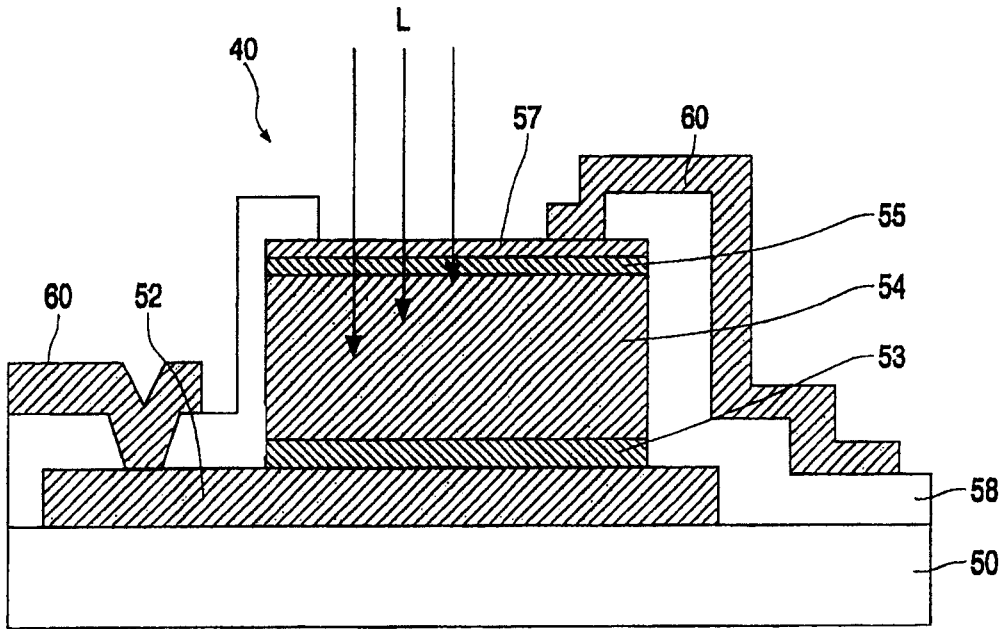


图 5

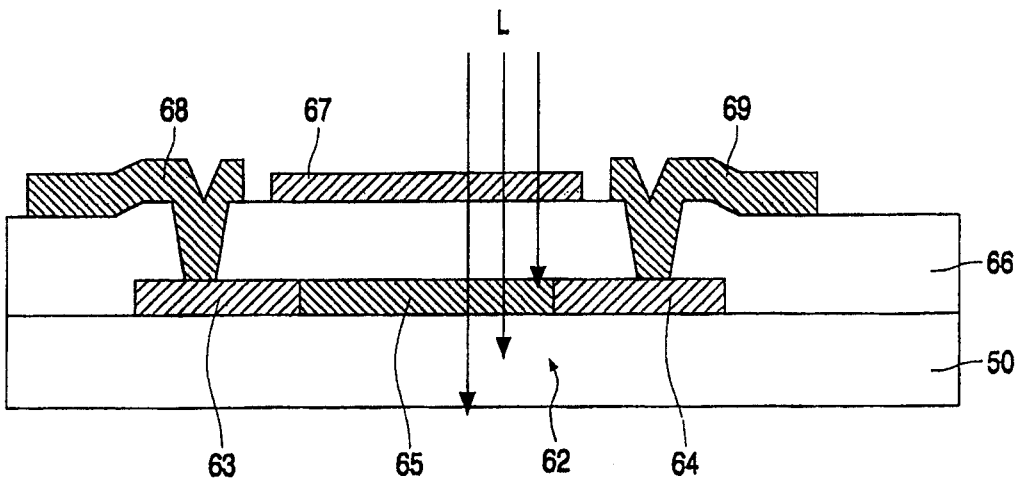


图 6