



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02816368.0

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1307480C

[22] 申请日 2002.7.10 [21] 申请号 02816368.0

[30] 优先权

[32] 2001. 8. 23 [33] EP [31] 01203176.1

[86] 国际申请 PCT/IB2002/003022 2002. 7. 10

[87] 国际公布 WO2003/019279 英 2003. 3. 6

[85] 进入国家阶段日期 2004. 2. 20

[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 D·K·G·德博尔

M·T·约翰逊

[56] 参考文献

JP1137240A 1989. 5. 30

US6144361A 2000. 11. 7

WO9953373A1 1999. 10. 21

审查员 韩 旭

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 傅 康 陈景峻

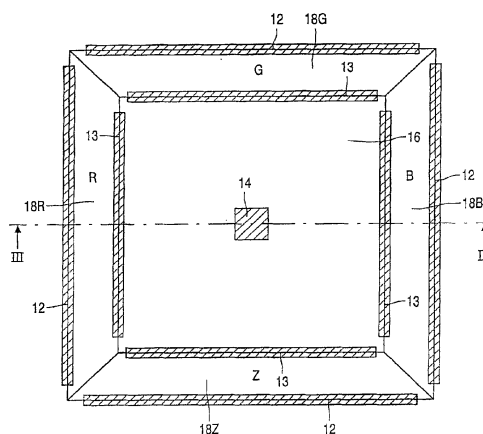
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

电泳显示设备

[57] 摘要

在电泳显示中获得颜色选择和灰度值，其中电泳显示使得具有由用于原色的辅助储存器(18)和入口电极(13)包围的主储存器(16)的像素，将粒子移动到主显示区域和另外的电极(14, 26, 27)用于灰度值选择。



1. 电泳显示设备(1), 包括至少两个像素(10), 每个像素具有一个在主存储器(16)中的电泳介质, 所述主存储器包括至少一个电极(12, 14, 26, 27)和通过所述电极将像素引到不同中间光学状态的驱动装置, 其特征在于, 至少两个像素具有一个公共辅助存储器(18)和至少一个与所述辅助存储器(18)相关联的电极(13), 以及驱动装置用于通过电压将电泳粒子(22)从辅助存储器位移到主存储器(16)。

2. 如权利要求1所述的电泳显示设备, 其特征在于, 从显示设备的横向来看, 一个或多个像素的至少部分边缘与包围至少两个主存储器(16)和一个辅助存储器(18)的壁(19)重合。

3. 如权利要求1所述的电泳显示设备, 其特征在于, 显示设备包括用于在选择之前将像素引到限定状态的电压源(23)。

4. 如权利要求1所述的电泳显示设备, 其特征在于, 主存储器包括至少一个入口电极(25), 并且驱动装置通过电压实现中间光学状态。

5. 如权利要求1所述的电泳显示设备, 其特征在于, 所述显示器具有用于有选择地将电泳粒子从辅助存储器位移到主存储器的电极。

6. 如权利要求1所述的电泳显示设备, 其特征在于, 辅助存储器对于具有不同迁移率的电泳粒子是共用的。

7. 如权利要求4所述的电泳显示设备, 其特征在于其具有用于固定电泳粒子的电极(30)。

8. 如权利要求7所述的电泳显示设备, 其特征在于其具有用于产生与在主存储器和辅助存储器之间的电泳粒子的位移方向横向的电场的电极(26)。

9. 如权利要求7所述的电泳显示设备, 其特征在于, 电泳粒子与主存储器的至少一个壁具有相互粘附的能力。

10. 如权利要求4所述的电泳显示设备, 其特征在于其具有用于对于至少一部分的电泳粒子来说, 阻止主存储器和辅助存储器之间的电泳粒子位移的电极。

11. 如权利要求10所述的电泳显示设备, 其特征在于其具有用于产生与在主存储器和辅助存储器之间的电泳粒子的位移方向横向的电场的电极。

12. 如权利要求 10 所述的电泳显示设备, 其特征在于其具有在主储存器和辅助储存器之间的势垒 (31)。

13. 如权利要求 10 所述的电泳显示设备, 对于多色显示设备, 其特征在于电泳粒子可以有选择地从辅助储存器位移到主储存器。

14. 如权利要求 4 所述的电泳显示设备, 其特征在于, 从像素的主表面的横向方向来看, 辅助储存器位于主储存器的后面。

## 电泳显示设备

### 技术领域

本发明涉及电泳显示设备，该电泳显示设备包括至少一个像素，该像素带有在包括至少一个电极的主存储器中的电泳介质，以及装置，通过该装置可以将像素引入不同的光学状态。

### 背景技术

在这个申请中提到（开关）电极的地方，如果希望，电极可以被分成多个子电极，这些子电极由外部或通过开关元件提供一种相同的电压。

电泳显示设备是基于带电荷的、通常是彩色的粒子在电场作用下在具有不同光透射率或光反射的两个极端状态之间移动。通过这些设备，深（色的）字符可以在浅（色的）背景上成像，并且反之亦然。

电泳显示设备因此显著地用于取代纸功能的显示设备中，被称作“纸白”（“paper white”）应用（电子报纸、电子日记）。

在具有在两个开关电极之间的电泳介质的已知电泳显示设备中，开关电极提供有驱动电压。在这种情况下，像素只能被引入两个极端的光学状态。其中一个开关电极则被实现为，例如，在显示元素上侧的两个相互连接的窄的导电片。在将相对于底电极的正电压加到这个开关电极上的情况下，其中底电极覆盖显示元素的整个底表面，粒子（在这个例子中是带负电荷的）向由两个互连的窄的导电片限定的电位平面移动。带（负）电荷的粒子散布在显示元素（像素）的正表面，这时显示元素呈现带电荷的粒子的颜色。在将相对于底电极的负电压加到这个开关电极上的情况下，带（负）电荷的粒子散布在底表面上，使得显示元素（像素）呈现液体的颜色。

实际上，存在着不断增长的显示中间光学状态（被称为灰度值）的需要。已知的引入灰度值的方法通常是不充分的。例如，电泳显示设备太慢，以致于无法通过时间加权的驱动周期（时间比灰度级）来引入灰度值。将像素分成不同的表面（面积比灰度级）通常要求在不同子像素之间存在势垒，以便避免相互干扰。

而且，在多色显示设备中驱动所要求的电极数量显著地增长。

### 发明内容

本发明预计来解决这个问题。在根据本发明的电泳彩色显示设备中，通过向像素提供至少一个辅助储存器和至少一个另外的电极，以及通过电压将电泳粒子从辅助储存器转移到主储存器的驱动装置来得到灰度值（中间光学状态）。

本发明是基于对以下内容的认知，即：可以通过一个或多个电极以及可能的另外的电极上的电压，以带（负）电荷的粒子只移动到可见表面的一部分的方式来影响显示单元内部的电场；而且同时，可以通过借助于一个或多个电极以及另外的一个或多个电极产生的电场来影响来自一个或多个辅助储存器（带有不同颜色的电泳粒子）的供应。根据电极以及另外的电极上的电压，更大量或更小量的粒子移动到表面，而得到不同的中间光学状态（灰度值）。

彩色显示设备可以提供有，例如彩色滤光器，但是可替换地，像素可以包括多种类型的电泳粒子或辅助储存器（带有不同颜色的电泳粒子）。

本发明还基于对以下内容的认知，即：当通过在另外的电极上的合适的脉冲图形使用具有不同迁移率的不同颜色的电泳粒子时，可以得到各种合成颜色的不同的中间光学状态。

在改变调整的情况下，为了得到在两个电极之间的表面上的满意分布，优选的是：通过例如在选择之前将像素引到限定的状态（例如，通过给它一个复位脉冲），如果必要的话，与小的交变的场分量相结合，使得带电荷的粒子以均匀的方式预先散布在另一电极上。

在第一个实施例中，从与显示设备的主表面横向的方向来看，像素包括沿主储存器的至少两侧的辅助储存器。因为现在辅助储存器对于多个（多行）像素是共用的，所以可以得到较大的孔。

在用于多色显示的显示设备中，举例来说，例如，当使用不同迁移率电泳粒子时，不同颜色的电泳粒子可以有选择地从辅助储存器位移到主储存器。

还可能希望固定电泳粒子。因此，在另一个实施例中，电泳显示设备提供有用于产生与主储存器和辅助储存器之间的电泳粒子位移的方向横向的电场的装置。在主储存器和辅助储存器之间可以替换地提供机械分离。

为了固定调整的灰度值，电泳粒子以及主储存器的至少一个壁可以

具有相互附着的能力。

本发明的这些以及其他方面将从下文中所描述的实施例中变得更加明白，并且将根据这些实施例进行阐述。

附图说明

在附图中：

图 1 是彩色显示设备的一部分的电气等效物，

图 2 是根据本发明的彩色显示设备的一部分的平面示意图，

图 3 是图 2 中沿线 III-III 得到的横截面，

图 4 是根据本发明的另一个电泳彩色显示设备的一部分的平面图，其中可以实现不同的灰度值（中间光学状态），

图 5 是图 4 的一个变体的剖面视图，

图 6 是图 5 的一个变体，

图 7 是图 5 的一个变体的平面图，

图 8 示出另一个原理，使用该原理可以在根据本发明的彩色显示设备中实现不同的颜色，

图 9 是通过使用图 8 的原理如何在彩色显示设备中实现不同灰度值的剖面视图，而

图 10 示出图 9 的显示设备的一个变体，以及

图 11 示出根据本发明的另一个电泳彩色显示设备。

上述图形是示意性的，并没有按比例画出；对应的部分一般由相同的附图标记指示。

具体实施方式

图 1 是本发明适用的彩色显示设备 1 的一部分的电气等效物。它包括在行或选择电极 7 和列或数据电极 6 的交叉区域处的像素 10 的矩阵。通过行驱动器 4 连续地选择行电极 1 到  $m$ ，同时列电极 1 到  $n$  由数据寄存器 5 提供数据。在这个例子中，列 1,4,7,..., $n-2$  中的像素构成红色像素，列 2,5,8,..., $n-1$  中的像素构成蓝色像素，列 3,6,9,..., $n$  中的像素构成绿色像素。为此，如果必要的话，输入数据 2 首先在处理器 3 中被处理。通过驱动线 8 进行行驱动器 4 和数据寄存器 5 之间的相互同步。

来自行驱动器 4 和数据寄存器 5 的驱动信号选择像素 10（被称为无源驱动）。在已知的设备中，列电极 6 接收相对于行电极 7 的这样一个电压，使得在交叉区域的像素处于两个极端状态其中的一个（例如，黑色

或彩色的，取决于液体和电泳粒子的颜色)。

如果希望，来自行驱动器 4 的驱动信号能够通过薄膜晶体管 (TFTs) 9 选择图像电极，这些薄膜晶体管的门电极与行电极 7 电气连接，并且它们的源电极与列电极 6 电气连接 (被称为有源驱动)。列电极 6 处的信号经由 TFT 传送到像素 10 的图像电极，它与漏电极相耦合。例如，像素 10 的其他图像电极通过例如一个 (或多个) 共用的计数器电极或多个电极接地。在图 1 的例子中，只示意性地示出用于一个像素 10 的这样的 TFT9。

在根据本发明的第一彩色显示设备中，如将在下文中所描述的，每个像素都提供有一个或多个另外的电极，以及用于向另外的一个或多个电极提供电压的另外的驱动装置。虽然列电极 6 表示为数据电极，并且行电极 7 表示为选择电极，但是如将在下文中所描述的，它们可以在部分的驱动周期执行不同的功能，例如，它们可以使得电泳粒子被位移。为此，驱动装置在数据寄存器 5 (以及可能驱动器的一部分) 中包括，例如，附加存储装置，或其他电子器件以及附加列电极 (未示出) (以及在有源驱动的情况下的附加 TFTs)。

像素 10 (图 2 和图 3) 包括例如玻璃或合成材料的第一基片 11，该基片提供有开关电极 12、13、14，以及第二透明基片 15。根据本发明，像素包括一个主存储器 16，其中充满例如白色液体 17 的电泳介质，以及 (在这个例子中) 四个其中装有电泳液体的辅助存储器 18，在这个例子中，存在彩色的带正电荷的电泳粒子，例如，红色、绿色、蓝色以及如果必要的话，黑色 (在图 2 和图 3 中，辅助存储器由 18R、18G、18B、18Z 来表示)。如果必要的话，当辅助存储器 18 用黑色屏蔽 21 来覆盖其由箭头 20 表示的观看侧时，则像素 10 由例如壁 19 封闭。

用于图 1、2 和 3 的设备的完整的驱动周期包括多个步骤。在第一个步骤，存在于主存储器 (例如，由于先前的驱动周期造成的) 中的可能的彩色 (或黑色) 的带正电荷的电泳粒子 22 由于电极 12 和 13 之间的复位电压被从该存储器中移走，其中复位电压 (在这个例子中) 产生指向电极 13 的场。粒子不仅具有不同的颜色，而且还具有不同的迁移率。例如，红色粒子在电场中移动得比绿色粒子快，而绿色粒子移动得又比蓝色粒子快。

为了执行复位步骤，如果必要的话，首先建立一个状态，在其中所

有粒子存在于电极 14 附近（这时这个电极具有例如 0 的电位，而电极 13 具有 +V 的电位）。这时该像素具有基本上白色的外观。

随后，与辅助储存器 18R 相关联的电极 13 接收一个幅度为 -V 的负脉冲（方波电压），该脉冲持续足够长的时间，使得所有红色粒子 22R 都移向这个电极。通过同时或随后将相对于所述电极 13 的负电压提供给与辅助储存器 18R 相关联的电极 12，将所有的红色粒子 22R 都存储在辅助储存器 18R 中。

其间，绿色粒子 22G 覆盖了电极 14 和 13 之间例如一半的距离。当将具有两倍持续时间的负脉冲（方波电压）提供给与辅助储存器 18G 相关联的电极 13，而其他电极 13 可能为正电压时，这些粒子将到达与辅助储存器 18G 相关联的电极 13。通过随后将相对于所述电极 13 的负电压提供给与辅助储存器 18G 相关联的电极 12，所有的绿色粒子 22G 都以与上述关于红色粒子的相同方式存储在辅助储存器 18G 中。同样地，所有的蓝色粒子 22B 都存储在辅助储存器 18B 中（以及，如果存在的话，黑色粒子 22Z 存储在辅助储存器 18Z 中）。从以上内容可以清楚地看出，就粒子 22 的（迁移率）特性而言，对粒子 22 施加的要求是它们基本上不应该重叠。

随后，在电极 14 和与其中一个辅助储存器 18，例如辅助储存器 18R 相关联的电极 12 之间提供正脉冲（例如，方波电压）。根据该脉冲的持续时间以及脉冲值，一些红色粒子 22R 将散布在主储存器中。因此，限定了像素 10 中红色的灰度值。对于其他颜色，灰度值可以在红色的灰度值确定之后，或与之同时进行限定。

灰度值的调整也可以只借助于与不同的辅助储存器 18 相关联的电极 12 和 13 之间的电压脉冲。在这种情况下，如果希望，电极 14 可以被省略，但是这样就只能够顺序地限定灰度值。

因为粒子不能总是保持位于基片上，例如，由于在液体中的运动，所以提供具有小的附着力的粘附层可能是有利的。

如果必要的话，如此调整的灰度值还可以用与基片横向方向上的磁场或电场来固定。

实际上，很难用单一颜色的粒子来填充不同的辅助储存器 18。一个解决方法就是使用共用的辅助储存器（例如，图 2 中的辅助储存器 18Z）。为了执行复位步骤，与辅助储存器 18Z 相关联的电极 12 接收负脉冲（例

如，幅度为 $-V$ 的方波电压），该脉冲持续足够长的时间，以便使得所有粒子22都移向这个电极。

当将粒子从共用辅助储存器位移到主储存器（或其他辅助储存器）时，必须首先将不同颜色的粒子分离。为此，如果必要的话，可能要提供另外的电极，用于产生阻止给定粒子（例如，该粒子具有的电荷比其他粒子高）通过的势垒。使用连续的两个或三个这样的势垒，则可以再次将粒子相互分离（例如，在复位步骤的一部分期间）。因为这个步骤对于所有像素来说都是一样的，所以可以将用于产生势垒的电极共同地供给多个（或所有）像素。其他的将不同颜色的粒子相互分离的可能性是，例如提供与具有不同尺寸或表面变性（附着力差别）的彩色粒子相结合的物理屏障（如过滤器），使得一种颜色的粒子更容易离开共同的辅助储存器（或，与此相反，更难离开共同的辅助储存器）。

图4是两个并列的、具有共同的辅助储存器18、18R、18G、18B的像素10、10'的平面图。在复位步骤期间，与辅助储存器18相关联的电极12接收相对于电极14、14'的负脉冲（借助于电压源23），使得所有粒子22都移向这个电极。随后，如上所述，与辅助储存器18R、18G、18B相关联的电极13接收相对于电极12的负脉冲（借助于电压源24），并且，可能是同时地或随后地，借助于电压源23，电极14的电压相对于电极12是负的。结果，所有的红色、绿色和蓝色粒子都存储在辅助储存器18R、18G、18B中，然后，通过例如电极14、14'和电极12之间的电压来再次限定灰度值。通过产生势垒再次实现颜色选择（确定哪些粒子存储在哪个辅助储存器18R、18G、18B中），通过提供物理屏障（例如，过滤器）或借助于表面变性，将不同颜色的粒子相互分离。共同的辅助储存器18、18R、18G、18B由黑色屏蔽21覆盖。

图5是根据本发明的像素的另一个例子的横截面，其中由在电极12和另外的入口电极25之间的单个的辅助储存器18来代替辅助储存器18、18R、18G、18B。在这个例子中，在复位步骤（电极12和14之间的负电压）中再次执行使得所有粒子都移向电极12的操作。随后，进行颜色选择，其中不同颜色的粒子具有不同的迁移率。根据迁移率以及在入口电极25处的（负）脉冲的脉冲持续时间和脉冲高度，如专利US 6,017,584中所述的，一种颜色的粒子移向电极25，例如，首先是红色粒子。

通过对于电极14和25处的电压的合适选择（取决于要被调整的灰

度值), 将希望数量的粒子传到可视区域。

如果必要的话, 通过在电极 12 和 13 之间施加一个电压, 在此处电极 13 和 14 基本上保持在相同的电压上, 来移走在可视区域(主存储器 16)中的可能剩余的粒子。随后, 对于其他两种颜色重复这些步骤(除了复位步骤以外)。如果必要的话, 可以用电场将最终的调整固定。这个可以(如果必要的话, 在比较大的部分或整个显示设备上)通过例如电极 32 和电压源 23 提供。

图 6 是具有物理屏障 31 的一个变体的横截面。这里, 颜色选择通过电极 12 和 25 再次实现, 同时通过电极 13 和 14 来调整灰度值。

通过再次使用与图 2 的平面图类似的平面图, 并且通过扩展如图 7 中所示的入口电极 25 所示的显示单元, 可以加速该过程。所有的辅助存储器 18、18R、18G、18B 当前包括红色、绿色、蓝色(以及可能的黑色)粒子。然而现在, 对于三(四)种类型的粒子(颜色)的颜色选择以及随后的灰度值的调整可以同时进行。附图标记与先前例子中的附图标记具有相同的含义。

图 5、6 和 7 所示的设备显著地特别适合基于黄色、青色和深红色(减色法混合)的显示设备。

图 8 是根据本发明的另一个彩色显示单元的横截面。当前位于主存储器 16 下面的辅助存储器 18 再次被电泳介质填充, 电泳介质可以是例如, 在其中存在电泳粒子 22 的白色液体, 在这个例子中电泳粒子是彩色的带正电荷的粒子, 包括红色粒子 22R、绿色粒子 22G 以及蓝色粒子 22B。在这个例子中, 粒子不仅具有不同的颜色, 而且还具有不同的迁移率。例如, 红色粒子在电场中移动得比绿色粒子快, 而绿色粒子又比蓝色粒子移动得快。

在图 8a 的情况下, 所有粒子都存在于电极 12 附近(它具有 0 电位, 而电极 13 具有 +V 电位)。因此, 像素具有白色的外观。在图 8b 中, 电极 13 接收幅度为 -V 的负脉冲(方波电压) 28, 该负脉冲持续足够长的时间, 使得所有的红色粒子 22R 都移向电极 13。蓝色粒子 22B 已经覆盖电极 12 和 13 之间例如一半的距离。通过随后将电压 0 和 -V 提供到电极 27 和 26(图 8c), 大部分红色粒子 22R 移向电极 26, 并且再次为红色引入灰度值。根据电极 27 和 26 处的电压调整不同的灰度值。

在具有三个这样的像素的显示设备中, 如果蓝色是所希望的, 蓝色

粒子的迁移率大约是红色粒子的一半，则提供幅度为 $-V$ 的负脉冲（方波电压）28持续两倍周期。然后所有的红色和蓝色粒子都位于电极13的位置处。随后，电极13接收幅度为 $+V$ 的正脉冲（方波电压），该正脉冲持续足够长的时间，使得所有的红色粒子22R从电极13移走。通过随后将电压提供给电极27和26，蓝色粒子移向电极26和27，并且再次引入灰度值。相似的脉冲图形为蓝色像素提供调整灰度值的可能性。辅助储存器可以再次为多个像素所共用。

图9是以上述原理为基础工作的像素的横截面。辅助储存器18存在于电极12和13之间。与参考图8所描述的相似，给定颜色的粒子被选择，它们在选择之后位于电极14的位置处。借助于电极29处的合适的负电压，将粒子引入到主储存器16中。因为粒子不能总是保持位于基片上，例如，由于在液体中的运动，所以提供具有小的附着力的粘附层可能是有利的，以使得粒子均匀地散布在基片11上。还可以通过在附加电极30（可以为多个像素共用）处的小的交变电压来得到跨越基片11均匀散布的粒子。

随后，通过电极26和27处的电压（可能与电极30处的电压相结合）来再次调整灰度值。如果必要的话，这样调整的灰度值可以随后通过与基片横向的方向上的磁场或电场来再次固定。通过电极13处的电压，避免不同颜色的粒子到达主储存器16。

在图10的器件中，后者通过例如有机的（聚合物）或无机的（玻璃粉）屏障31来达到。电极13这时存在于辅助储存器18中。附图标记再次与先前例子中的附图标记具有相同的含义。在图8和9的例子中，如果必要的话，可以省略电极29。这需要在电极26、27和30上不同的驱动图形，以便产生所希望的吸引场，而且同时，在像素的其他侧上提供电极27和30。

图11示出与图8相类似的，多色像素是如何被驱动的。在基本上所有的红色粒子22R都再次用例如具有幅度并持续足够长的时间使得所有的红色粒子都移向电极13的负脉冲（方波电压）来移动之后，通过在电极26和27处的电压 $V_1$ 和 $V_2$ ，其中 $V_2 \gg V_1$ ，将大部分红色粒子移向电极27（参看图11a）。根据迁移率和电极13处的电压，蓝色粒子22B存在于电极13的附近或正好在电极13的下面。在所有的粒子都已经移向电极13之后，通过电压 $V_2$ 和 $V_1$ ，其中 $V_2 < V_1$ ，将大部分蓝色粒子22B

移向电极 26。这时只有绿色粒子 22G (参看图 11b) 仍然在辅助储存器中。根据电极 26 和 27 处的电压  $V_1$  和  $V_2$ , 到达最终的状态, 其中基片 11 由彩色的粒子 22 整体 (参看图 11c) 或彻底 (参看图 11d) 地覆盖。最终的颜色和灰度值当然还取决于电极 26 和 27 的电压和脉冲宽度。

本发明当然并不局限于上文所述的例子。上述例子涉及用于子像素的红色、绿色和蓝色, 同时, 如已经叙述的, 对于黄色、青色和深红色也可以得到极好的结果, 同时还可以加上第四个 (例如, 黑色) 元素。本发明还适用于具有两种颜色 (单色的, 例如黑色和白色) 的显示设备。

因为辅助储存器不属于真实像素, 所以它们最好由不透明的 (黑色) 屏蔽覆盖。一个或一组像素的边缘最好与组合的储存器 (容器) 壁 19 重合。这样避免并列像素之间的相互干扰, 这是因为实现了储存器 (容器) 之间的完全分离。

一个或多个这些可能性的组合在实际中也是适用的。

本发明的保护范围不局限于所述的实施例。

本发明在于每一个新的特征, 以及每一个特征的组合。权利要求书中的附图标记并不限制它们的保护范围。动词“包括”以及它的动词变化的使用并不排除存在除了那些权利要求书中声明的那些元件之外的元件。在元件之前使用冠词“一个”并不排除存在多个这样元件。

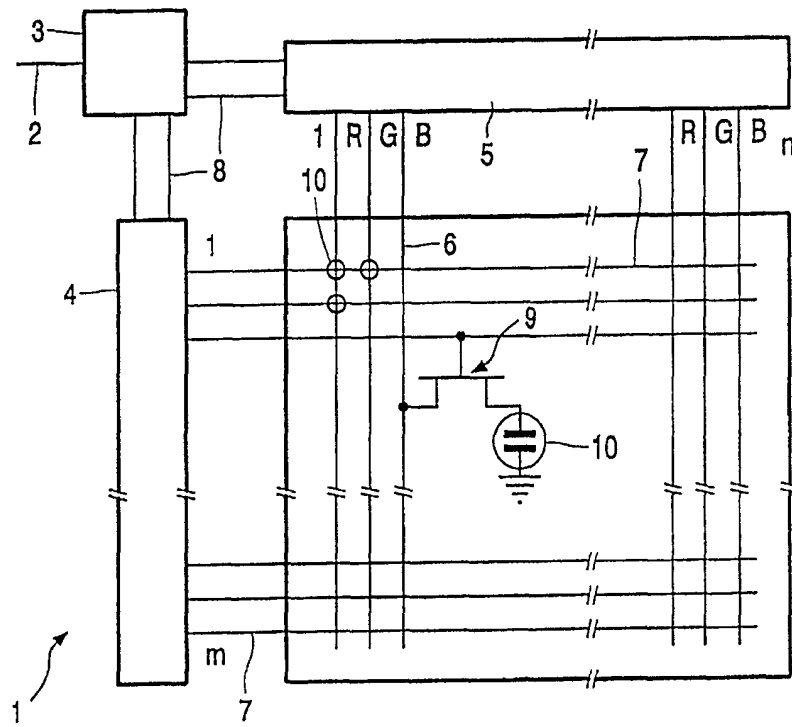


图 1

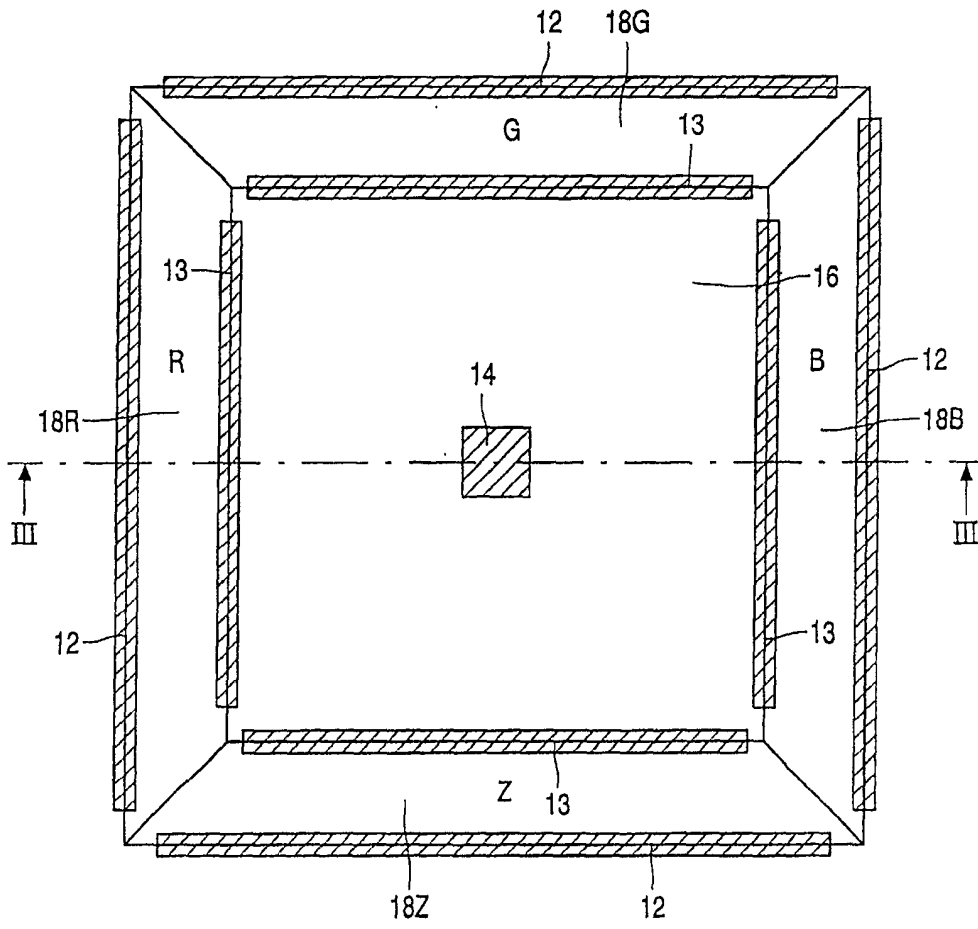


图 2

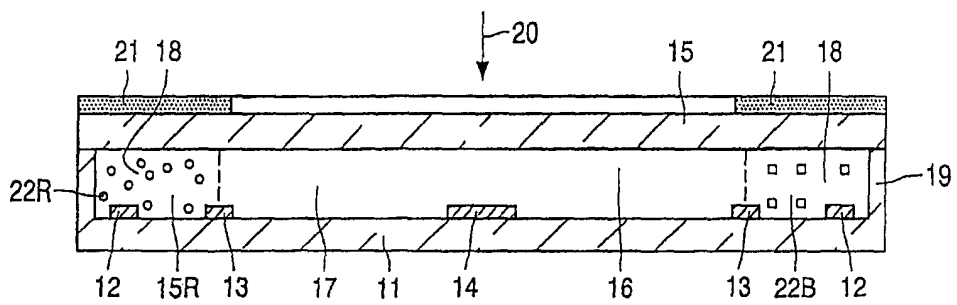


图 3

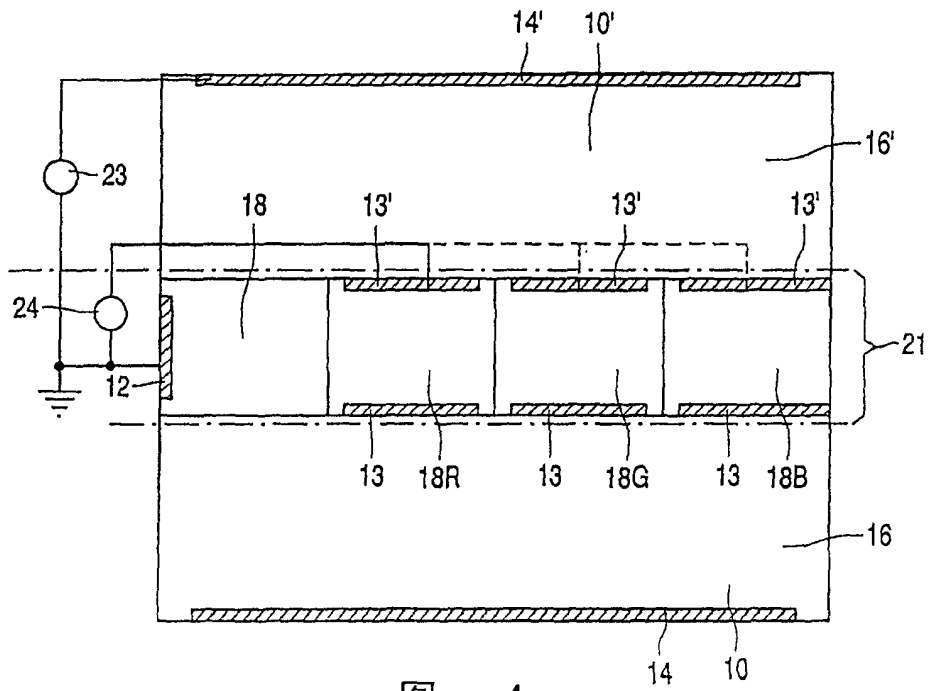


图 4

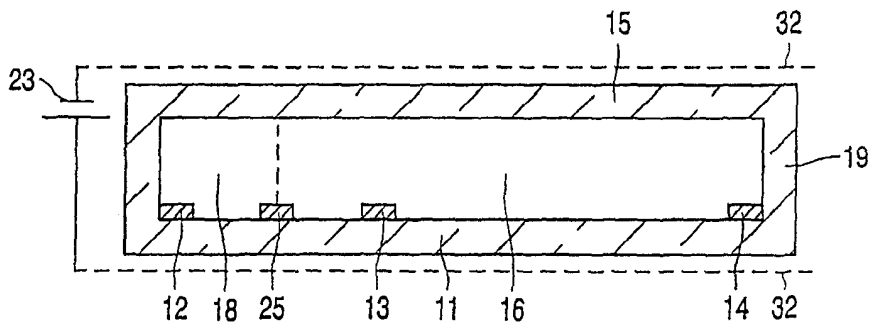


图 5

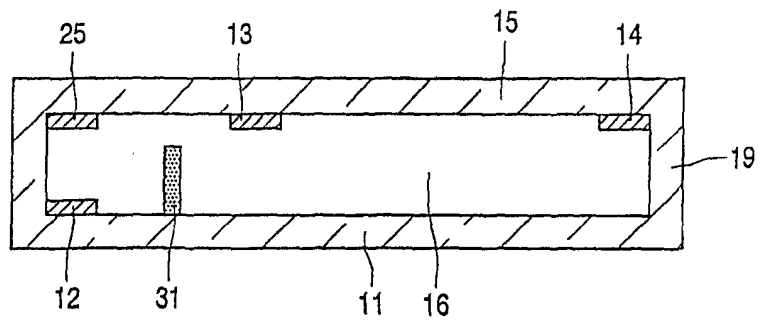


图 6

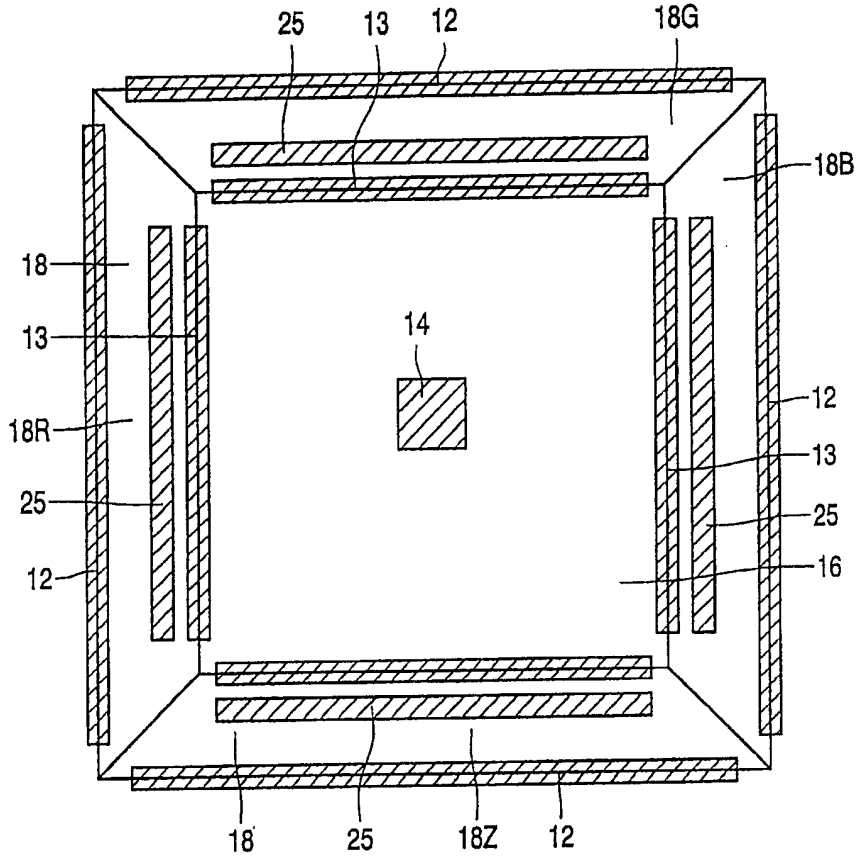


图 7

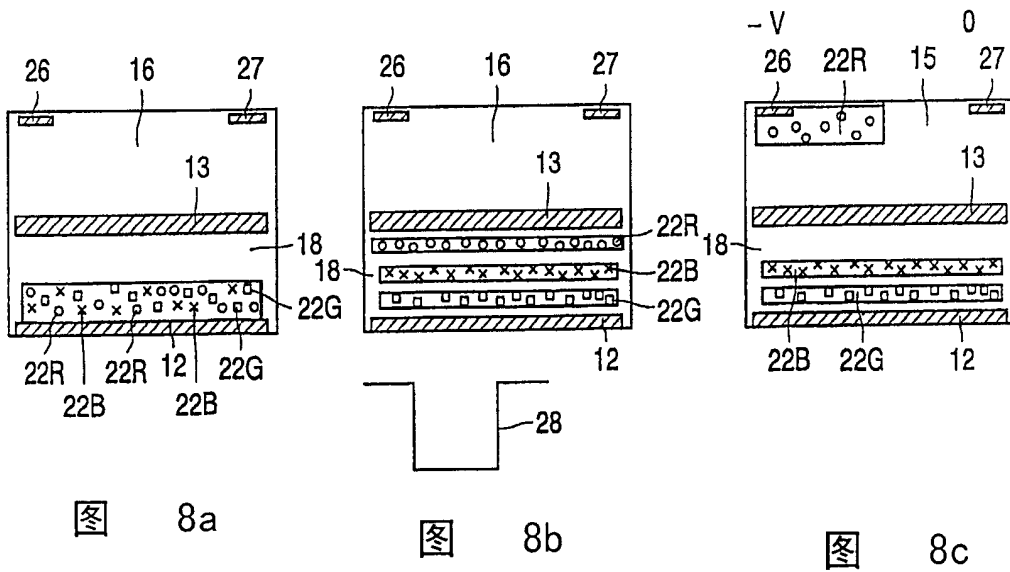


图 8a

图 8b

图 8c

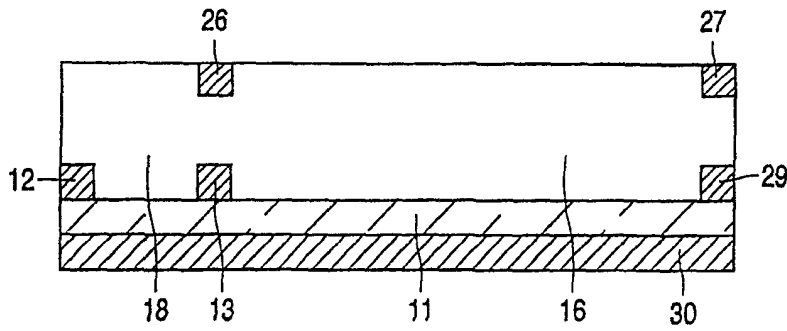


图 9

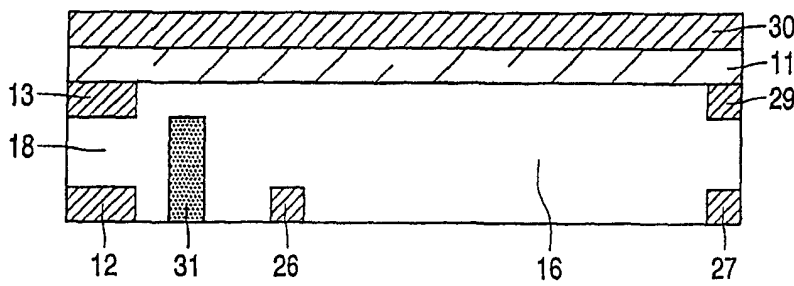


图 10

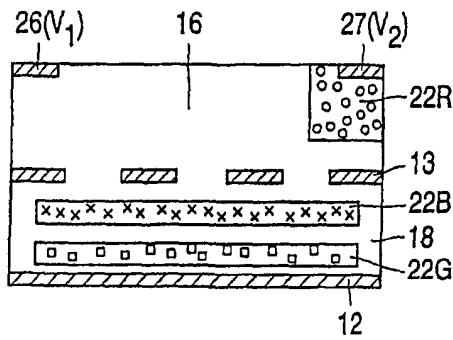


图 11a

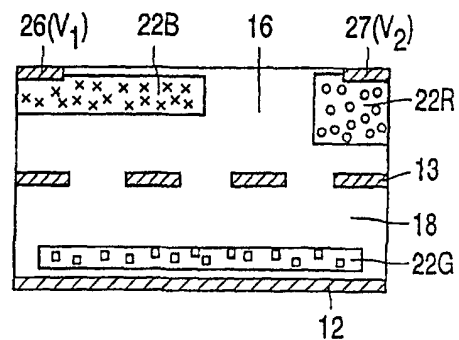


图 11b

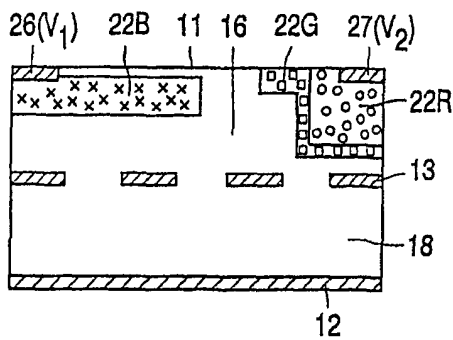


图 11c

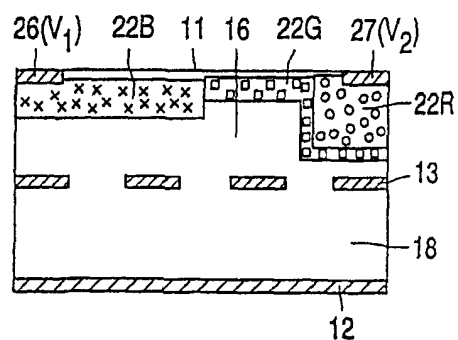


图 11d