[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 26/02 (2006.01)
G09F 9/37 (2006.01)
G09G 3/32 (2006.01)
G02F 1/19 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480005184.5

[45] 授权公告日 2008 年 5 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100388048C

[22] 申请日 2004.2.18
[21] 申请号 200480005184.5
[30] 优先权
[32] 2003.2.26 [33] EP [31] 03100460.9
[86] 国际申请 PCT/IB2004/050119 2004.2.18
[87] 国际公布 WO2004/077124 英 2004.9.10
[85] 进入国家阶段日期 2005.8.25
[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 W·L·伊泽曼
M·C·J·M·维森伯格
M·P·C·M·克里恩
S·T·德兹瓦特
[56] 参考文献
WO02099527A1 2002.12.12
US5757345A 1998.5.26
US6433917B1 2002.8.13
JP2000356750A 2000.12.26
CN1318184A 2001.10.17
审查员 房元锋
[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 梁 永

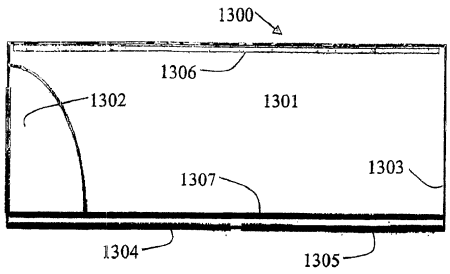
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 10 页

[54] 发明名称

具有双稳态电润湿盒的无源矩阵显示器

[57] 摘要

本发明提供一种包括电润湿像素(1300)的显示器单元。本发明的像素(1300)提供双稳态或多稳态像素状态，从而有助于无源矩阵寻址。为此，为每个多稳态状态设置一个附加电极(1305)。因此，每个像素都包括一个对置电极(1306)和至少一对地址和维持电极(1304，1305)。为了激活像素，向与对置电极(1306)有关的地址和维持电极(1304，1305)施加地址电势，并且为了使像素去激活而去掉该电势。为了保持当前的像素状态，只向与对置电极(1306)有关的维持电极(1305)施加维持电势；那么将保持当前的像素状态，即有源或无源，并且该维持电势配置因此提供双稳态像素状态。



1. 一种显示器单元，包括至少一个电润湿像素（1300），每个电润湿像素包括:

密封盒（1303）;

极性液体和非极性液体（1301，1302），所述液体不可混溶，具有不同的光学性质并容纳在所述盒中;

对置电极（1306）；以及

至少一个电极对，每个电极对都包括地址电极（1304）和维持电极（1305），通过表面（1307）将所述地址和维持电极与所述液体分开，该表面（1307）相对于所述液体中的仅仅一种是疏液的；以及

其中所述地址和维持电极设置处于各自的电势，以控制所述液体的空间分布，并由此限定多稳态像素状态。

2. 根据权利要求 1 的显示器单元，其中所述至少一个电极对设置为提供一种有源多稳态像素状态。

3. 根据权利要求 1 的显示器单元，进一步包括控制单元，其用于:

向与每个像素的对置电极有关的地址和维持电极施加电势；以及

借助于向与各个像素的对置电极有关的所述地址和维持电极施加的地址电势而将每个像素设置在至少一个有源的多稳态像素状态中，或者借助于从与各个像素的对置电极有关的地址和维持电极上去掉任何电势而将每个像素设置在无源的多稳态像素状态中；以及

借助于仅仅向各个像素的每个维持电极施加维持电势而保持每个像素中的当前多稳态像素状态。

4. 根据权利要求 1 的显示器单元，其中该显示器单元包括多个像素，并且其中这些像素沿矩阵结构中的行和列排列。

5. 根据权利要求 1 的显示器单元，其中每个像素进一步包括至少一个附加电极对（1412，1422；1413，1423），每个电极对都包括维持电极（1422；1423）和地址电极（1412，1413），其中每个像素中的地址和维持电极都相邻设置，从而通过维持电极使这些地址电极在空间上彼此隔开，反之亦然，并且其中每个电极对都提供多稳态像素状态。

6. 根据权利要求 5 的显示器单元，其中每个像素中的维持电极都彼此电互连。

7. 根据权利要求 4 的显示器单元，其中每个像素中沿同一行排列的每个维持电极都彼此电互连。

8. 根据权利要求 4 的显示器单元，其中每个像素中沿同一行排列的每个对置电极都彼此电互连。

9. 根据权利要求 1 的显示器单元，其中每个像素中的所述液体都具有不同的折射率并定义透镜，并且其中通过所述透镜控制每个像素状态。

10. 根据权利要求 9 的显示器单元，进一步包括光导，并且其中所述电极用于在导通状态和关闭状态之间移动透镜，在导通状态中，透镜用于将来自光导的光朝向盒的出射面聚焦，在关闭状态中，透镜用于将来自光导的光远离出射面扩散。

11. 根据权利要求 1 的显示器单元，其中所述液体具有不同的滤光性质，并且其中液体的空间分布提供限定所述像素状态的可控滤光器。

12. 一种用于至少一个电润湿像素的双稳态寻址的方法，每个像素都包括地址电极（1304）、维持电极（1305）和对置电极（1306），

其中通过向与对置电极有关的地址电极和维持电极施加电势来设置有源状态；以及

其中通过从与对置电极有关的地址电极和维持电极上去掉任何电势来设置无源状态；该方法进一步包括以下步骤：

通过向与对置电极有关的维持电极施加电势以及从与对置电极有关的地址电极上去掉任何电势来保持当前的状态。

13. 根据权利要求 12 的用于双稳态寻址的方法，其中在像帧过程中对显示器设备中的多个像素进行寻址，该方法包括以下连续的步骤：

将每个像素设置为有源状态；

将所述像素的子集设置为无源状态；以及

将每个像素保持在其当前状态中。

14. 根据权利要求 12 的用于双稳态寻址的方法，像素排列在具有行和列的矩阵中，并且一次对一行像素进行寻址。

具有双稳态电润湿盒的无源矩阵显示器

技术领域

本发明涉及基于电润湿的像素，并且具体地涉及适合于无源矩阵寻址的这种像素。

背景技术

电润湿（electro-wetting）本质上是电场改变与疏水表面接触的极性液体的润湿特性的一种现象。通过施加电场，在极性液体中产生表面能量梯度，这能够用于控制液体。在一般的应用中，使用水作为极性液体。

近来，已经提出并证明了基于电润湿原理工作的光学元件（像素）。这种光学元件通常由充满一部分水和一部分油的密封盒（closed cell）组成。也可以使用其他液体；重要的特性在于他们是不可混溶的，并且他们中的一种液体是极性的（例如水），而另一种是非极性的（例如油）。由于液体不可混溶，因此在它们之间总是存在轮廓分明的界面。盒的内表面一般包括两个独立的表面，一个是疏水的，一个是非疏水的。疏水表面本性上排斥水，并且通过适当地配置这些表面可以预先确定液体之间的空间关系，即迫使水位于与疏水表面相对的预定位置。因此，也可以预先确定这两种液体之间的界面。

而且，在盒中设置两个电极，即设置在疏水表面后面的一个地址电极，和形成一部分非疏水表面且因此已经与至少一种液体电接触的一个对置电极。通过在电极之间施加电势，在液体中产生电场。电场产生大于疏水表面引起的排斥力的静电力，从而改变液体之间的空间关系，因此也改变了液体界面的位置。实际上，可借助于控制外加电势来控制液体界面。

有几种利用该机制并用该机制控制像素的已知原理。根据第一种原理，选择具有不同折射率的液体。这将液体之间的弯月面变成具有可借助于电极电势控制的折射性质的透镜。通常，该透镜可在光聚焦的导通状态的凸面和光散焦的关闭状态的凹面之间变化。这种类型的像素在下面将称作透镜型像素。

根据第二种原理，作为替代，选择具有不同颜色和/或不同等级的透明度的液体。基本上，通过选择哪种液体部分或全部占据像素的光路，而另一种液体从光路移开，来控制像素的颜色和/或亮度。利用该第二种原理，在下文称作过滤器型像素，可借助于附加电极来提供灰度级，因此每个附加电极都对应于附加的灰度级。

基于透镜原理的电润湿像素从专利申请 JP2000-356750 中获知。在 WO 02/099527 中也描述了电润湿像素的另一种类型。

根据上面的任一种原理，可以借助于外加电势来控制像素特性。虽然一些应用为了提供灰度级而使用可变的电势，但是其最普通的使用是为了提供独特的导（ON）通状态（或者可能是具有附加电极的过滤器型像素中的不同数量的灰度级），和独特的关闭（OFF）状态，而施加一定的电势。但是，一旦去掉电势，界面就返回到其初始位置。这样，具有这种类型的像素的矩阵显示器需要有源矩阵寻址。

对于基于电润湿盒的有源矩阵显示器，可以使用透镜自己的容量作为存储元件。当向该盒施加一定的电势时，界面将不发生变化。对于这种显示器，需要有源矩阵板，该矩阵板的制造相对较昂贵。

为了有助于无源寻址，每个像素必须具有双稳态。双稳态是一种特殊的电势配置，其中界面根据其以前的寻址历史而位于多于一个的位置。特别是，当对像素矩阵寻址时，希望具有这样一种电势配置，即，如果像素在此之前已经导通那么该像素就处于导通状态，如果在此之前已经关闭那么就处于关闭状态。现有技术没有提供这种性质。

发明内容

因此，本发明的目的是提供双稳态电润湿像素，优选可以利用无源寻址对其进行寻址。通过本发明来实现这一目的，并提供有利的实施例。

极性和非极性液体之间的表面能量梯度受施加于电极的电势影响。但是，为了本发明，已经认识到表面能量梯度主要取决于接近三相点施加的电势，三相点即液体界面与盒的内表面的交点。因此，为了控制表面能量梯度，能够在接近三相点的极性液体中施加电势。特别是，通过局限于对应三相点附近区域的电场来保持所需的表面位置，而与三相点隔开一定距离的场变化的影响是可忽略的。换句话说，

为了本发明，已经认识到导致电润湿现象的机制局限于三相点的附近。

根据上面的共识，进一步认识到，提供接近地址电极的附加电极有助于像素中的双稳态。在某种意义上，附加电极可理解为与计划实现所述像素状态的（常规）地址电极相反的计划保持像素状态的维持电极。这种观点是向地址和维持电极施加电势，该电势不同于对置电极的电势。这样，地址和维持电极起单一地址电极的作用，以便实现有源状态，并且随后借助于维持电极和对置电极之间的单独电势维持这种有源状态。适当地放置维持电极，该维持电极本身将不激活像素。这样，不管像素目前处于其有源状态还是无源状态，都将通过施加于维持电极和对置电极之间的维持电势来保持当前的状态。因此，使施加的维持电势构成双稳态，在双稳态中，根据其以前的寻址状态，像素可能是有源或无源的。

因此，根据本发明的一个方面，提供一种显示器单元，包括至少一个电润湿像素。每个电润湿像素包括:

密封盒;

极性液体和非极性液体，所述液体不可混溶，具有不同的光学性质并容纳在所述盒中;

对置电极; 以及

至少一个电极对，每个电极对都包括地址电极和维持电极，通过相对于所述液体中仅仅一种是疏液的表面将所述地址和维持电极与所述液体分开。

在每个像素中，所述地址和维持电极设置处于各自的电势，以控制所述液体的空间分布，并由此限定多稳态像素状态。

在一个优选实施例中，所述至少一个电极对设置为提供一种有源多稳态像素状态。

在一个优选实施例中，显示器单元进一步包括控制单元，其用于

向与每个像素的对置电极有关的地址和维持电极施加电势; 以及

借助于向与各个像素的对置电极有关的所述地址和维持电极施加的地址电势而将每个像素设置在至少一个有源的多稳态像素状态中，或者借助于从与各个像素的对置电极有关的地址和维持电极上去掉任何电势而将每个像素设置在无源的多稳态像素状态中; 以及

借助于仅仅向各个像素的每个维持电极施加维持电势而保持每个像素中的当前多稳态像素状态。

根据一个实施例，该显示器单元包括多个像素，这些像素沿矩阵结构中的行和列排列。

根据一个实施例，每个像素进一步包括至少一个附加电极对，每个电极对都包括维持电极和地址电极，并且每个电极对都提供多稳态灰度级。该实施例的优点在于提供了附加的多稳态像素状态。该显示器单元优选地包括大量像素。

根据一个实施例，每个像素中的每个维持电极都彼此电互连。这是有利的，因为这样可以减少像素电路。实际上，因此可以将每个像素的维持电极作为一个单电极进行控制。如果像素沿着矩阵结构中的行和列排列，那么也可以将每一行（或每一列）中的每个像素的维持电极电互连，从而每一行（或每一列）只需要一个维持电极电路。由此能够大大减少像素电路，并且可以将每一行（或每一列）的所有维持电极作为一个单电极进行控制。还可以将每一行（或每一列）中的每个像素的对置电极互连，从而产生减少的对置电极电路。

根据一个实施例，每个像素中的所述液体都具有不同的折射率并定义透镜，其中通过所述透镜控制每个像素状态。这种显示器中的像素优选地进一步包括光导，并且是用以在导通状态和关闭状态之间移动透镜的电极，在导通状态中，透镜用于将来自光导的光朝向盒的出射面聚焦，在关闭状态中，透镜用于将来自光导的光远离出射面扩散。因此，该实施例提供具有透镜型像素的显示器单元。

根据另一实施例，每个像素中的所述液体具有不同的滤光性质，并且液体的空间分布提供限定所述像素状态的可控滤光器。这种显示器中的每个像素的盒优选地限定垂直光路，并且地址和维持电极基本上横切所述光路排列。因此该实施例提供具有过滤器型像素的显示器单元。

一种优选的极性液体是水，在这种情况下，疏液表面实际上是疏水表面。一种优选的非极性液体是油。不管使用哪种类型的液体，优选选择具有大约相同密度的液体，以便消除对液体的空间分布的任何重力效应。本发明的另一个方面提供一种用于至少一个电润湿像素的双稳态寻址的方法，每个像素都包括地址电极、维持电极和对置电极，

其中通过向与对置电极有关的地址电极和对置电极施加电势来设置有源状态；以及

其中通过从与对置电极有关的地址电极和维持电极上去掉任何电势来设置无源状态。

该方法进一步包括以下步骤：通过向与对置电极有关的维持电极施加电势以及从与对置电极有关的地址电极上去掉任何电势来保持当前的状态。

根据一个实施例，在像帧过程中对显示器设备中的多个像素进行寻址，该方法包括以下连续的步骤：

将每个像素设置为有源状态；

将所述像素的子集设置为无源状态；以及

将每个像素保持在其当前状态中。

如果像素排列在具有行和列的矩阵结构中，那么优选地一次对一行像素进行寻址。

附图说明

图 1 说明处于无源状态（左）和有源状态（右）的透镜型电润湿像素。

图 2 示意性表示包括图 1 中所示类型的电润湿像素的显示器。

图 3 说明具有对置电极、维持电极和寻址电极的透镜型电润湿像素。

图 4 说明具有三个电极的透镜型电润湿像素的可能状态。

图 5 说明利用本发明的电润湿像素的无源矩阵显示器的电极电路。

图 6 说明对具有透镜型像素的显示器的像帧进行寻址的可能步骤。

图 7 和 8 说明透镜型像素的可能结构。

图 9 说明反射滤光器型电润湿像素。

图 10 说明透射滤光器型电润湿像素。

图 11 说明无源（左）滤光器型像素和有源（右）滤光器型像素。

图 12 说明在疏水涂层（hydrophobic coating）之后具有三个电极的过滤器型像素，图中示出导通、关闭和灰色状态。

图 13 说明具有地址电极、维持电极和对置电极的有源滤光器型电润湿像素。

图 14 说明具有一系列地址电极、维持电极和对置电极的无源滤光器型电润湿像素。

图 15 说明具有三个电极的滤光器型电润湿像素的可能状态。

图 16 说明对具有滤光器型电润湿像素的显示器的像帧进行寻址的可能步骤。

具体实施方式

现在将更详细地描述本发明。在下面的描述中，用语“无源状态”指的是如果没有向电极施加电势时像素所处的状态，即基态。“无源状态”与“有源状态”相对，在这种状态中，响应施加于电极的电势来改变液体分布，并由此改变液体界面的位置。而且，当在下面讨论电势时，电势指的是相对于对置电极的电势的相对电势。例如，施加于维持电极的电势实际上是施加于维持电极和对置电极之间的电势差，当去掉一个电极的任何电势时，就是向该电极施加与对置电极相同的电势。当然，对置电极自己可以具有相对于任何其他结构的一定电势。

术语亲液（亲液（liquid-loving））和疏液（憎液）描述了表面被液体润湿的趋向。亲水和疏水指的是当液体是水时的特殊情况。在下面的各个实施例中，将油和水作为非极性和极性液体。因此，使用术语疏水和亲水。但是，应该理解，作为替代，可以使用分别提供极性和非极性以及疏液/亲液效果的必然组合的液体和表面的任何组合。

而且，尽管每个本发明的像素都基于同一个创造性的观点，下面的描述也分成两个部分。第一部分涉及这样的像素，在该像素中的液体界面起透镜的作用，这里表示为类型 1 像素，第二部分涉及这样的像素，在该像素中的液体起滤光器的作用，这里表示为类型 2 像素。

类型 1（透镜型）

图 1 中示出两种现有技术的类型 1 电润湿透镜 100 的示意图。每个透镜 100 都包括密封盒（closed cell）101，两种不可混溶且透明的液体 102，103 位于该密封盒中。第一液体 102 是极性的，如水，第

二液体是非极性的，如油。选择的这两种液体的折射率不相同，但它们的密度相似，从而避免重力效应。该盒通常是圆柱形。在盒 101 的内侧有两个圆柱电极，第一电极 104 与极性液体 102 接触，第二电极 105 借助于疏水涂层 106 使其与极性液体 102 绝缘。在它们的界面处，液体定义透镜 107，借助于两个电极 104、105 之间施加的电势可控制该透镜:

1. 如果电极之间没有施加电势差，那么极性液体 102 与疏水涂层 106 的接触面积最小。因此，透镜处于无源状态（左图）。在该特定实施例中，透镜 107 是凹面的。

2. 如果两个电极之间施加了电势，那么接触面积改变。极性液体和电极形成电容器，对于系统来说增大极性液体和疏水涂层之间的接触面积是更有利的。在这种有源状态中，如果施加足够高的电势差，那么透镜的凹度会变得更小，乃至透镜呈凸面。

因此，借助于电润湿，通过在电极 104 和 105 之间施加的单一电势，可以将透镜 107 随意地从凸面变为凹面，反之亦然。实际上，使用几十伏数量级的电势差就足够了，精确的电势取决于疏水涂层的厚度。电势差的极性并不重要。

当然，透镜控制的程度取决于施加的电势水平。但是，为了简化描述，仅仅考虑三种电势，即 0、+和++，其中+表示高于 0 的电势，++表示甚至更高的电势。在下面的讨论中，对于所描述的机制和原理来说，并不关心电势的绝对值。

图 2 示出基于电润湿并排列在显示器构造中的像素 201、202。该显示器构造包括准直的背光 203、上述类型的电润湿透镜 205、206，和前盖 207，在该前盖中出射光瞳 208 限定像素的位置。盖 204 遮挡每个像素中透镜的中心，从而使得没有光能够从背光直接通过透镜传到出射光瞳 208。如果该透镜的光焦度足够弱，或者是负光焦度，参见透镜 206，那么该透镜不会将光聚焦在出射光瞳上。但是，如果透镜具有足够的正光焦度，参见透镜 205，那么光聚焦在出射光瞳 208 上，从而在此射出光。

图 3 示出本发明的电润湿透镜，该电润湿透镜提供双稳态驱动配置。代替如现有技术的两个电极（比较图 1），在该双稳态透镜 300 中有三个电极，即对置电极 304、地址电极 305 和维持电极 306。对置

电极 304 与极性液体 302（例如水）接触，地址和维持电极 305 和 306 通过疏水涂层 307 绝缘并如所绘制的那样设置。如后面将解释的，使用两个电极与极性液体 302 疏水地绝缘有助于选择显示器中的行，以及对带有正确信息的行中的像素进行单独寻址。

现在将参考图 4 描述具有三个电极的电润湿透镜的双稳定性，图 4 显示了八个不同的电势配置（状态 a-h）。

首先，考虑状态 b，在该状态中向所有三个电极施加电势 0，并且界面是凹面。如果将维持电极处的电势变为+或++，那么状态分别变为 c 或 d，但是因为极性液体没有接触到维持电极，因此界面保持凹面。另一方面，如果同时向维持电极和地址电极施加电势+，那么透镜变为状态 e，并且界面变为凸面。这种改变是可逆的：如果再次将维持和地址电极的电势变为 0，那么透镜返回到状态 b，并且界面再次变为凹面。

第二，考虑状态 f，在该状态中向对置和地址电极施加电势 0，向维持电极施加电势+，并且界面最初为凸面。即使将施加于维持电极的电势增加到++，从状态 f 变为 g，界面也不会发生变化。如果从状态 g 开始，并将维持和地址电极的电势增加到+，界面仍然不会改变（状态 h）。

第三，考虑状态 a，在该状态中向所有三个电极施加电势+，并且界面是凹面。如果将施加于维持和地址电极的电势同时转换为 0，那么将不会发生任何变化（状态 b）。但是，如果相对于界面改变形状的时间标度顺序且缓慢地转换，那么界面可能转变为凸面，也可能保持凹面。

至此，所有讨论的转变都是可逆的。但是，考虑状态 f，在该状态中向对置和地址电极施加电势 0，向维持电极施加电势+，并且界面是凸面。如果将维持电极的电势变为 0，那么界面变为凹面（状态 b）。如果再将维持电极的电势增加到+，那么界面保持凹面（状态 c）。由于在状态 f 中施加的电势配置与在状态 c 中相同，因此当界面是凹面或凸面时，该配置是双稳态的。这种相同的不可逆的转变从状态 f 开始，并且将施加于对置和地址电极的电势增加到+，由此在状态 a 结束。实际上，由于只有电极之间的相对电势差起作用，因此状态 a 和 b 本质上相同。

该盒称为双稳态的，因为存在界面可以是凸面或凹面的电势设

置。例如状态 f 和 c 以及状态 g 和 d。

图 5 示意性地示出用于无源矩阵显示器的电路。对置和地址电极用作行电极（1 和 2），维持电极（3）用作列电极。在下面的例子中，状态 c 和 f（其分别具有凸面和凹面的界面，但是具有相同的外加电势）将用作像素的双稳态的“导通”和“关闭”状态。在寻址过程中，将使用状态 d、g 和 h，以避免在没有选择的行中的无意转变。

借助于图 6 的方案解释本发明的无源矩阵显示器的选择和寻址：

1. 在每个帧开始时，所有像素都具有凸界面（状态 f）。

2. 通过向维持电极分别施加电势+或++而将凹面和凸面（“导通”和“关闭”）信息作用于列上。维持电极处的这种电势变化不会改变已经寻址的行。如上面所解释和图 4 中所说明的，界面保持凸面或凹面（其仅仅分别从状态 c 变为 d，或者从状态 f 变为 g）。

3. 通过将行电势（对置和地址电极）变为+来选择行。维持电极上具有+的盒将从凸面变为凹面，维持电极上具有++的盒将保持凸面（其从状态 f 变为 a，或从状态 g 变为 h）。

4. 通过将行电势从+变为 0 来取消对该行的选择。如图 4 中所示，这不会改变界面。

5. 对于下一行，转到步骤 2。如果已经对所有行进行过处理，那么背光能够闪光以产生光。

6. 在（子）帧结尾，通过分别向地址和维持电极作用电势+，并且向对置电极作用电势 0 而使显示器复位。这样，所有透镜都变为状态 e。通过返回到步骤 1 对相邻的帧进行寻址。

可以借助于任何普通的子域方法来产生灰度级。

基于上述类型的电润湿透镜的无源矩阵显示器的制造相对简单。仅仅包含几个部件，并且其处理也相对简单。

图 7 中示出一种可能的结构。有四个板 701、702、703、704。上板和下板 701、704 应该是透明的。在第二和第三板 702、703 上沉积地址和维持电极 706、705。在下板上沉积透明的基极或对置电极 707（例如由 ITO、氧化铟锡制成）。借助于喷墨印刷机来填充所述盒，该喷墨印刷机可以将这些盒充满精确数量的极性和非极性液体。

可以在顶部和底部玻璃板 701、704 上提供附加措施以遮挡光，即改善透镜的光关闭效果。此外，底部玻璃板也可以是背光的一部分。

图 8 显示出与图 7 中相同类型的像素。图像 801 是沿像素矩阵的水平线（即，行）的横截面，图像 802 是沿同一个像素矩阵的垂直线（列）的横截面。这样每个像素都具有疏水涂层 803、为每个特定行中的每个像素共用的对置电极 806、以及地址电极 805 和维持电极 804。

类型 2（过滤器型）

在这种类型的显示器中，液体具有不同等级的透明度和/或不同的颜色，因此液体起可控滤光器的作用。过滤器型像素特别适合于电子纸张（electroic paper）应用。

如果油和水用作液体，那么水可以是清澈的，具有高度的透明度，油可以是带颜色的，具有相对较低程度的透明度。借助于电润湿效应，可以控制遮挡像素的光路的油的量。用油覆盖整个光路使像素变暗，反之从光路中完全去掉油使像素变亮。

图 9 示出现有技术的类型 2 的反射像素 900，该像素充满透明的水 901 和深色油 902。在该图中，油移动到像素盒 903 的一侧，从而使该像素明亮。在像素的后侧设置反射器 904。图 10 示出现有技术的透射像素，类似于图 9 中示出的像素，但是用背光装置 1004 代替反射器。当然，也可以利用这种类型的像素制造透反（transflective）像素。为了提供红、绿和蓝像素，可以使用具有对应颜色的油，可替换的是，可以将深色染料与滤色器结合使用。在后一种情况中，在盒后面放置漫射白色的反射板。如果将油拉到这一侧，那么像素反射环境光。否则，油层吸收该环境光。

现在将参考图 11 描述现有技术的类型 2 的电润湿像素的工作。因此像素 1100 包括具有第一电极 1102 和第二电极 1103 的盒 1101，这两个电极分别排列在盒的顶部和底部。该第一电极与透明的水 1104 接触，并且该第二电极隐藏在疏水涂层后面，并且与深色油 1105 接触。

如果在电极 1102、1103 之间没有施加电势差，那么水与疏水涂层的接触面积最小。因此，油覆盖整个涂层。

如果两个电极之间施加电势差，那么接触面积改变。水和第二电极形成电容器，并且对于系统来说增大水和疏水涂层之间的接触面积是更有利的。因此，水与疏水涂层接触，并迫使油朝系统的拐角移开。

图 12 示出除了对置电极（未示出）之外在疏水涂层后面具有三个电极的过滤器型像素的顶视图，图中示出导通状态 1204、关闭状态

1201，和两个灰度级状态 1202、1203。在该特定实施例中，外加电势是-28V，并且像素元件的尺寸是 5mm × 5mm。

因此，借助于电润湿，通过施加单一电势，可以调整油覆盖的下部电极的面积。实际上，使用几十伏数量级的电势差就足够了。电势差的极性并不重要。

在本发明的双稳态电润湿像素 1300 中，如图 13 中所示，附加电极设置在疏水涂层后面。因此该像素包括盒 1303，该盒充满例如水的极性液体 1301，和例如油的非极性液体 1302。该像素进一步包括对置电极 1306、地址电极 1304 和维持电极 1305，后面两个电极 1304、1305 涂有疏水涂层 1307。尽管向这三个电极施加不同的电势，但是在下面的描述中只使用三个电势水平 0、+、++：+表示高于 0 的电势，并且++表示甚至更高的电势。对于所描述的机制和原理来说并不关心电势的绝对值。

类似于像素 900，像素 1300 提供两种状态。油 1302 在像素上散开或者将油拉到像素的侧面。根据像素的基本原理，通过同时向地址电极 1304 和维持电极 1305 施加电势来进行寻址，在某种意义上，将它们用作一个单电极。与现有技术的像素相比的区别在于，仅通过施加于维持电极 1305 的电势使像素的寻址状态（其是有源或无源状态）保持稳定。基本的构思与对于上述类型 1 的像素相同：水-油界面与疏水表面相交的三态点没有（或者至少没有到任何显著的程度）受到完全由油或水覆盖的电极的电势变化的影响。

现在参考图 15 描述具有三个电极的类型 2 的电润湿盒的双稳定性。

首先，考虑向所有三个电极施加电势 0 的情况，即状态 b。在这种情况下，油散开（暗态）。如果将地址电极的电势变为+或++，那么由于极性液体没有接触到电极 3，像素保持为暗（状态 c 和 d）。另一方面，如果向地址和维持电极施加电势+，那么该像素变为亮态 e（油聚集在像素的侧面）。这种变化是可逆的：如果使地址和维持电极的电势返回 0，那么像素返回到状态 b，从而再次变暗。

第二，考虑向对置和维持电极施加电势 0，并且向地址电极施加电势+，同时油聚集到像素的侧面的情况（状态 f）。如果施加于地址电极的电势增加到++，那么同样不会发生变化（状态 g）。如果从状态 g

开始，使对置和维持电极的电势增加到+，那么界面同样不会发生变化（状态 h）。

第三，考虑向所有三个电极施加电势+的情况。对于这种情况，产生暗态（状态 a）。如果将施加于对置和维持电极的电势同时转换为 0，那么界面不会发生变化（状态 c）。（如果相对于界面改变形状的时间标度顺序且缓慢地进行转换，那么不知道最终状态将是亮还是暗。）

至此，所有讨论的转变都是可逆的。但是，现在考虑状态 f，在该状态中向对置和地址电极施加电势 0，向维持电极施加电势+，并且油聚集到侧面。如果将维持电极的电势变为 0，那么油散开（状态 b）。如果将维持电极的电势再次增加到+，那么油保持散开（状态 c）。

同样的不可逆的转变从状态 f 开始，并且将施加于对置和地址电极的电势增加到+（状态 a）。

总之，仅有几个电势改变，这导致从“油聚集到侧面（亮）”转变为“油在像素上散开（暗）”，反之亦然。这些变化的一些是不可逆的。这些不可逆的变化有助于像素的稳固的双稳定性，如下面将进一步解释的。因为存在这样的电势设置，其中取决于它们的工作历史像素可以是亮或暗的，因此将该盒称为双稳态的。例如状态 f 和 c，以及状态 g 和 d。

在下面，双稳态 f 和 c（其中油聚集到侧面或在像素上散开，但是施加相同的电势）将用作像素的“导通”和“关闭”状态。在寻址过程中，为了避免在没有选择进行寻址的行中的转变，将使用状态 d、g 和 h。

图 5 示出利用上述像素的无源矩阵显示器的像素电路的例子。对置和维持电极是行电极，地址电极是列电极。

借助于图 16 中的方案解释行的选择和寻址:

在一个帧开始时，所有像素都是“导通”，即，油聚集到侧面，状态 f。

通过分别为导通寻址（ON-addressing）或关闭寻址（OFF-addressing）施加电势+或++而将“导通”或“关闭”信息作用于一行的列（地址电极）上。地址电极 3 的这种电势变化不会改变已经寻址的行中的像素。如上面解释且在图 15 中说明的，油分布保持相同（其从状态 c 变为 d，或者从状态 f 变为 g）。

通过将行电势（对置和维持电极）变为+来选择行。地址电极具有电势+的像素将从导通变为关闭，施加于其地址电极的电势为++的像素将保持导通（其从状态 f 变为 a，或者从状态 g 变为 h）。

通过将其行电势从+变为 0 来取消对该行的选择。如图 15 中所示，这不会改变油分布。

对于下一行，转到步骤 2。如果已经对所有行进行过处理，那么背光能够闪光以产生光（对于透射模式）。对于反射显示器，以所有像素都处于“导通”状态开始降低了视频应用的对比度。但是，对于电子纸张类的应用，仅仅很少对显示器进行寻址，这不是一个问题。

在（子）帧结尾，通过向电极 2 和 3 作用电势+，并向电极 1 作用电势 0 而使显示器复位（这样，所有盒变为状态 e）。

通过增加疏水涂层下面的地址和维持电极的数量可将双稳定性的概念扩展到多于两种状态，从而提供多稳态灰度级。原则上，每个多稳态灰度级都需要一个地址电极和一个维持电极。图 14 示出多稳态像素 1400，其包括一个对置电极 1401、三个地址电极 1411、1412、1413，和三个维持电极 1421、1422、1423，并从而提供三个多稳态灰度级。地址和维持电极形成相邻电极对（分别是 1411 和 1421；1412 和 1422；以及 1413 和 1423），每个电极对都由一个地址电极和一个维持电极组成，并提供一个多稳态灰度级状态（除了无源状态 0 之外，例如分别是灰度级状态 1、2 和 3）。为了寻址这种像素，通过向对应的电极对施加电势，以及向与较低灰度级状态对应的任何附加电极对施加电势而对特定的灰度级进行寻址。例如，为了寻址灰度级 2，向对应于灰度级 1 和 2 的电极对施加地址电势。当然可以通过从电极去掉任何电势来实现无源状态。一旦寻址到该像素，就可以通过向每个维持电极施加维持电势并从地址电极上去掉任何电势而将其设置为多稳态状态。这样做保持像素处于其当前的状态。为了消除不同多稳态像素状态之间的任何串扰，需要连续设置维持和地址电极。根据一个实施例，维持像素电互连，并从而提供简化的寻址。根据特定的像素配置，地址和维持电极之间也可能具有不同的尺寸。

因此，具有附加电极的像素允许具有灰度级（代替仅仅是“导通”和“关闭”）的无源矩阵寻址。但是，也可以借助于子域方法，或者通过子域技术与附加电极的组合来产生灰度级。

当然也可以在透镜型像素中提供附加的灰度级。在这种情况中，不同的灰度级对应透镜不同程度的凹度或凸度，即或多或少地聚焦光。本领域的技术人员也认识到，本发明的构思可在这里没有提及的其他类型的电润湿像素上实施。

基于电润湿的无源矩阵显示器制造简单。可能的结构如下。有三个板。下板和上板应该是透明的。在下板上沉积维持和地址电极。这些电极彼此交叉；因此需要绝缘层以避免短路。中板包括用于每个盒（像素）的一个孔，液体沉积在盒中。在透明（例如 ITO）的上板上沉积对置电极。借助于喷墨印刷机来填充这些盒。这种印刷机可以将这些盒充满精确数量的极性和非极性液体。此外，根据应用（分别是透射或反射），底部玻璃板也可以是背光或反射器的一部分。

本发明的过滤器型像素显示器制造相对简单，甚至比称作类型 1 的透镜调制显示器更简单。这是因为所有电极都位于与显示器矩阵相同的平面内这样的事实。这种过滤器型像素显示器仅仅包含几个部件，其处理也相对简单。而且，与类型 1 的像素不同，对背光的质量没有限制，即不需要光是准直的。

总之，提供了一种包括电润湿像素的显示器单元。本发明的像素提供双稳态或多稳态像素状态，因此有助于无源矩阵寻址。为此，为每个多稳态状态设置附加电极。因此，每个像素都包括一个对置电极和至少一对地址和维持电极。为了激活像素，向与对置电极有关的地址和维持电极施加地址电势，并且为了使像素去激活而去掉该电势。为了保持当前的像素状态，只向与对置电极有关的维持电极施加维持电势；那么将保持当前的像素状态，即有源或无源，并且该维持电势配置因此提供双稳态像素状态。

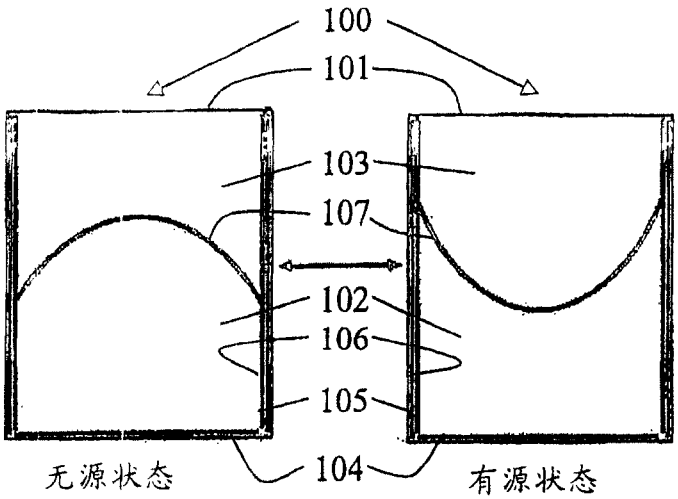


图 1

现有技术

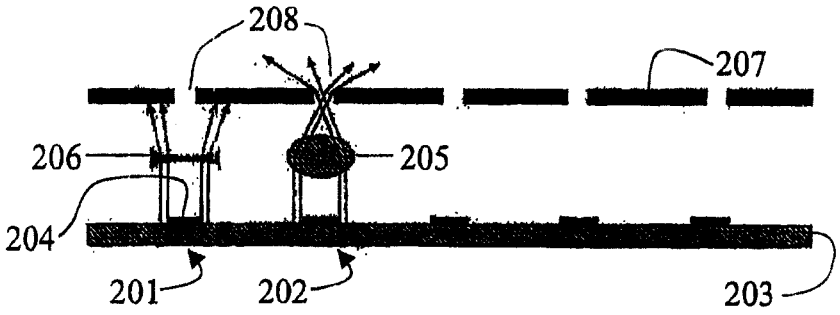


图 2

现有技术

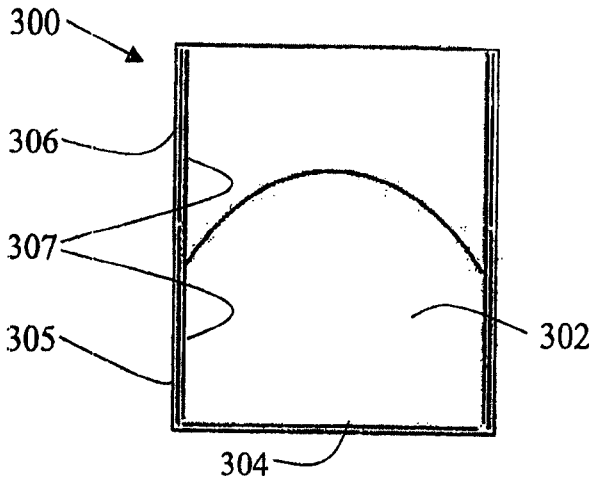


图 3

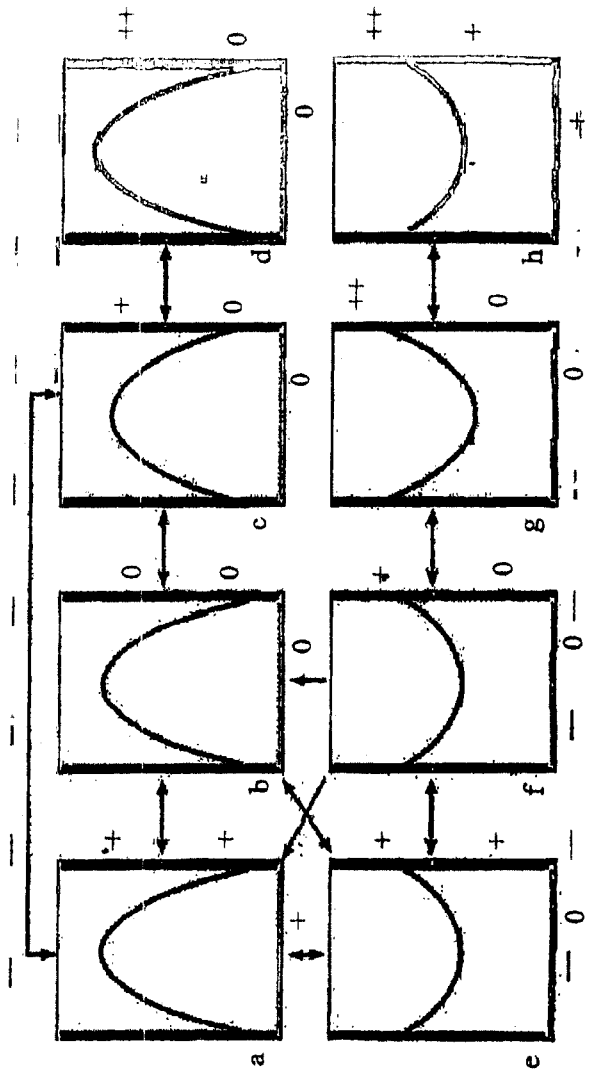


图 4

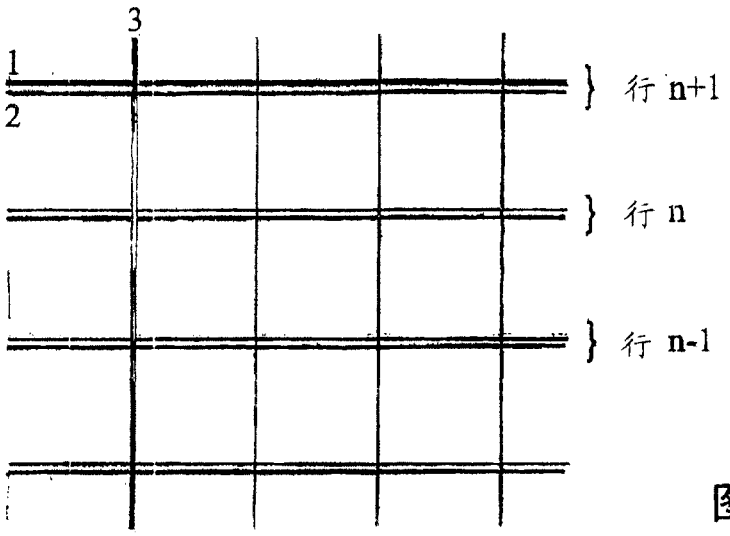


图 5

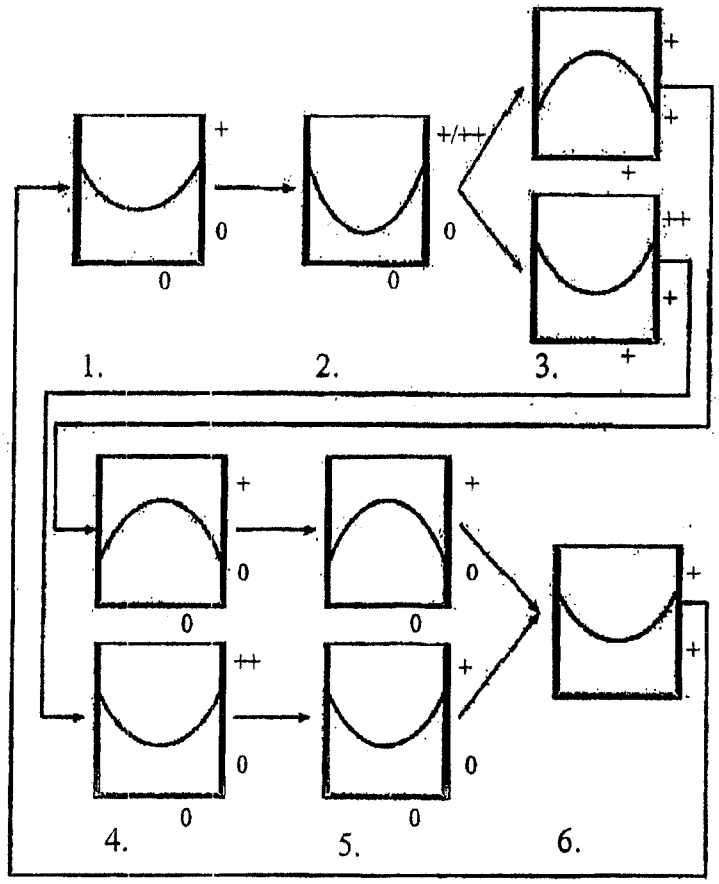


图 6

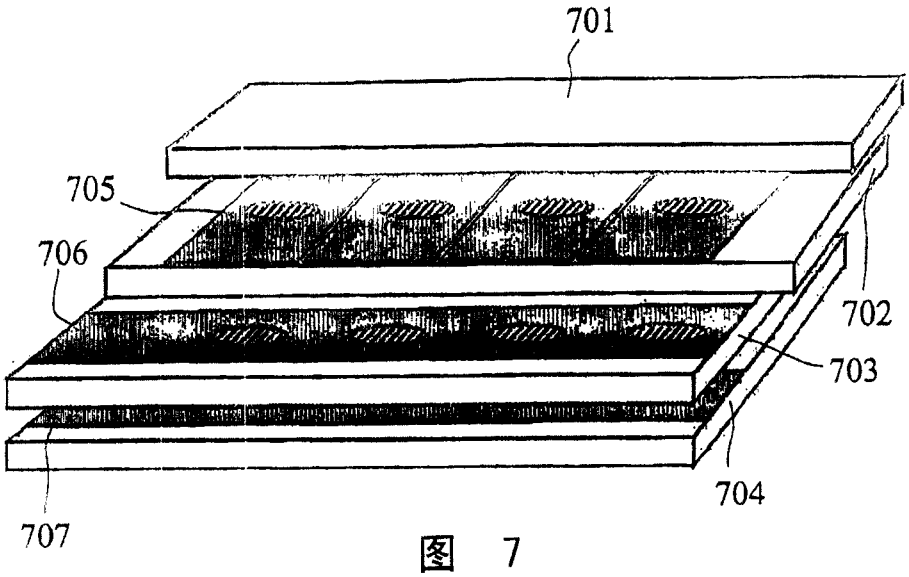


图 7

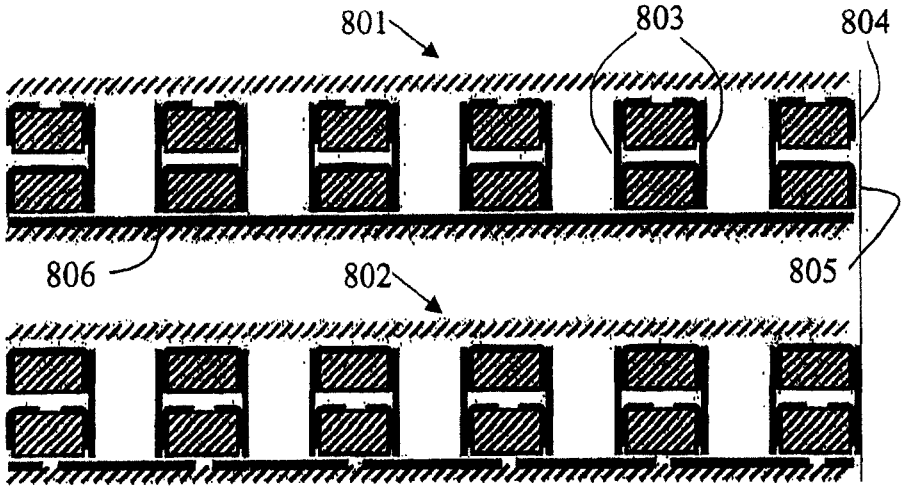


图 8

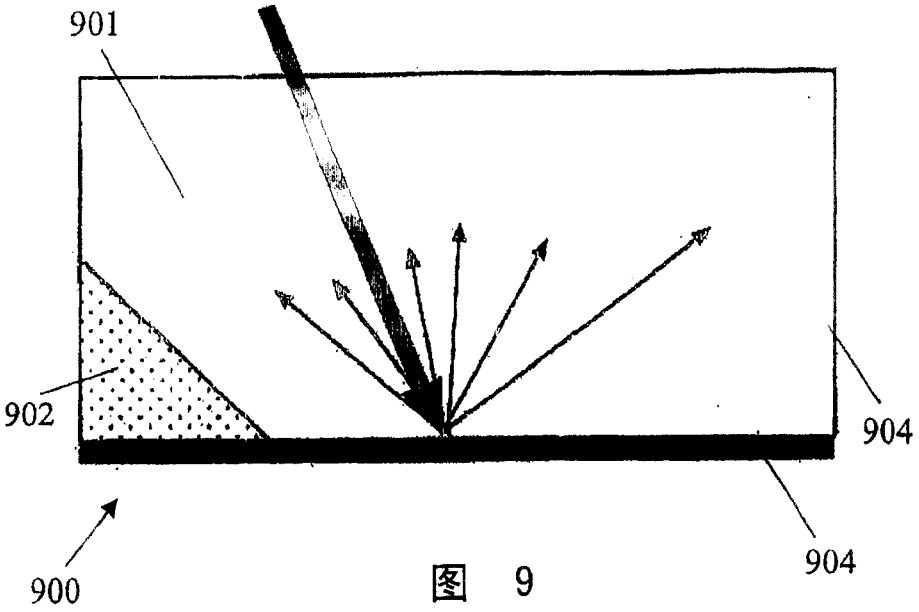


图 9

现有技术

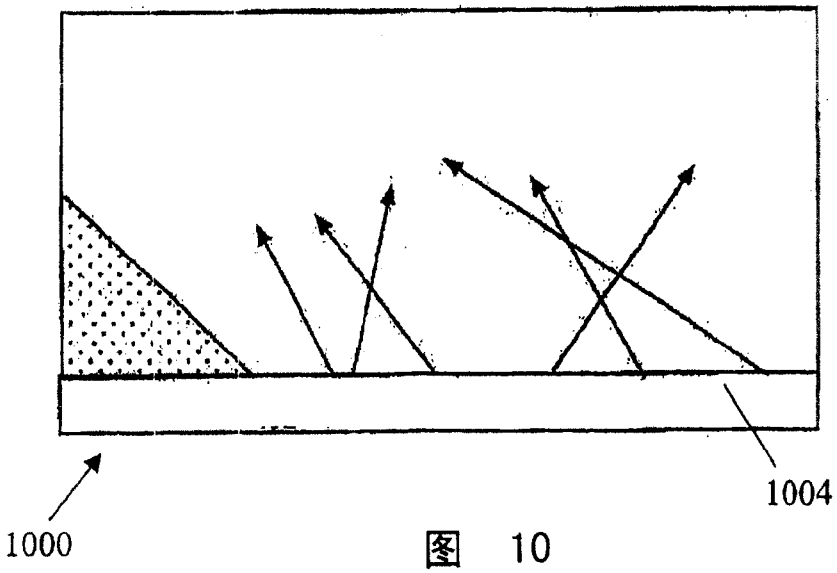


图 10

现有技术

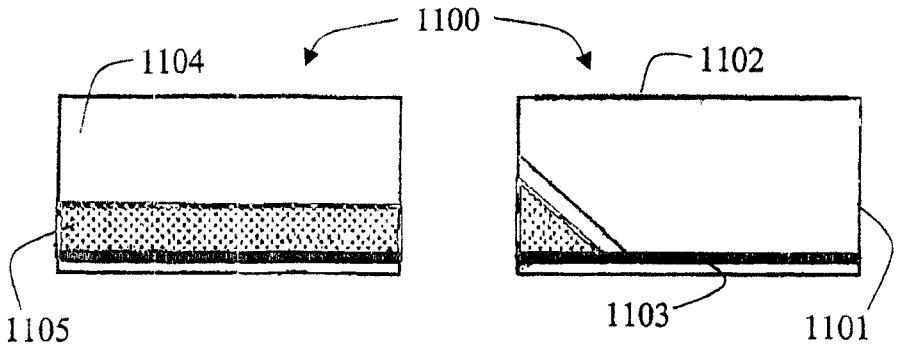

1100
1104
1102
1105
1103
1101

图 11

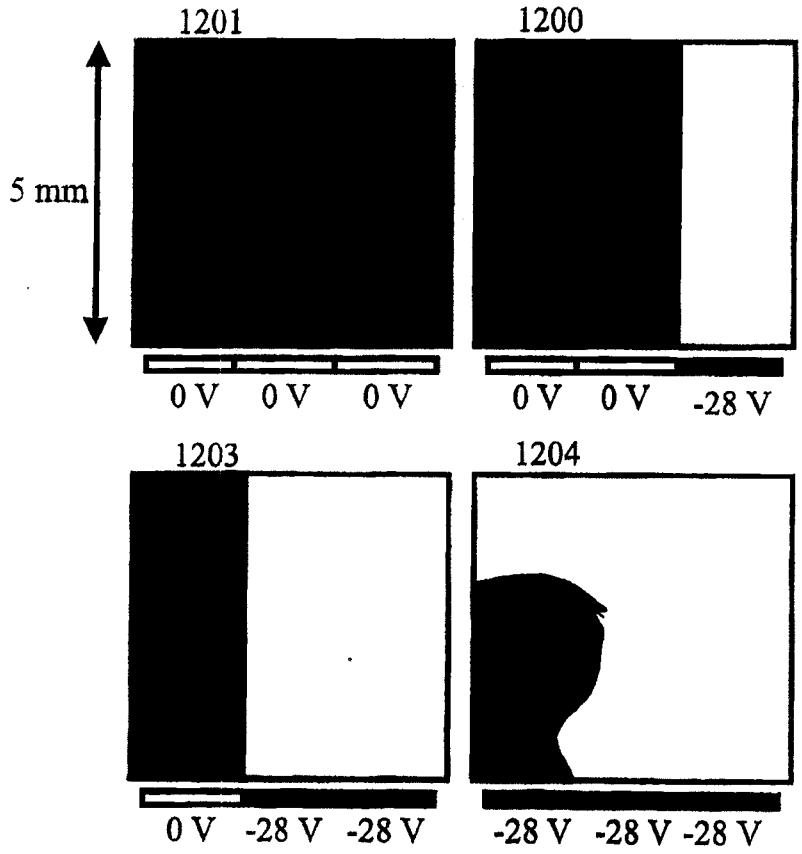

1201
1200
5 mm
0 V 0 V 0 V
0 V 0 V -28 V
1203
1204
0 V -28 V -28 V
-28 V -28 V -28 V

图 12

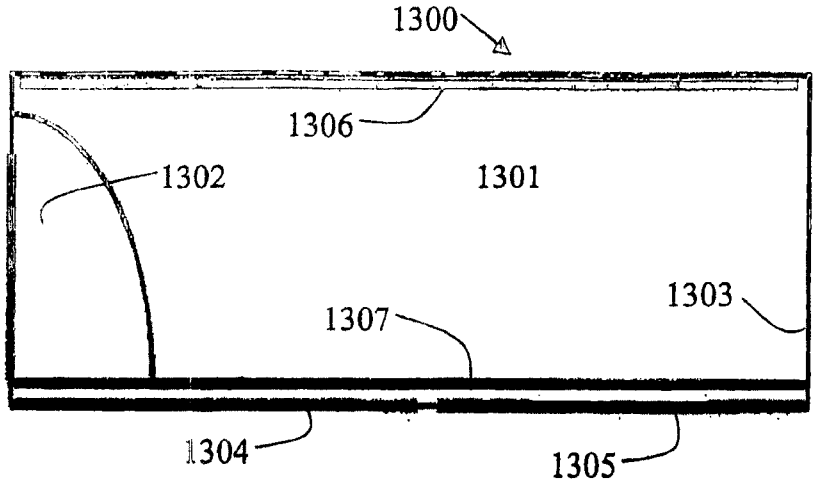

1300
1306
1302
1301
1303
1307
1304
1305

图 13

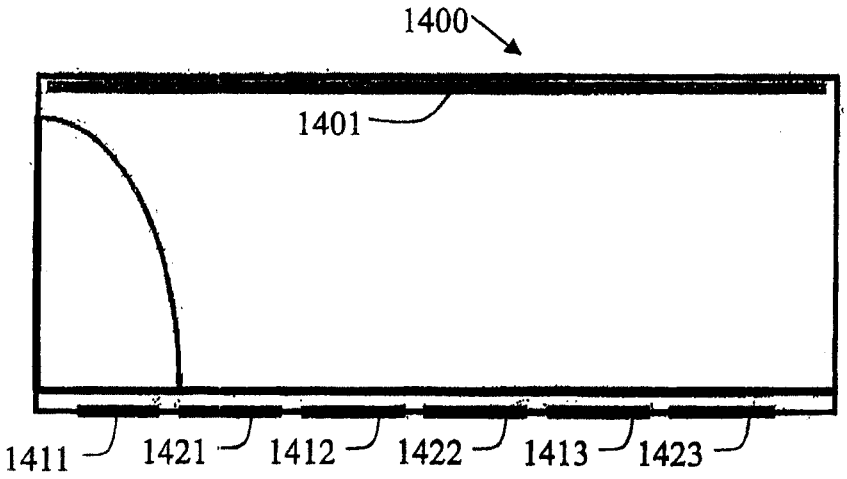

1400
1401
1411
1421
1412
1422
1413
1423

图 14

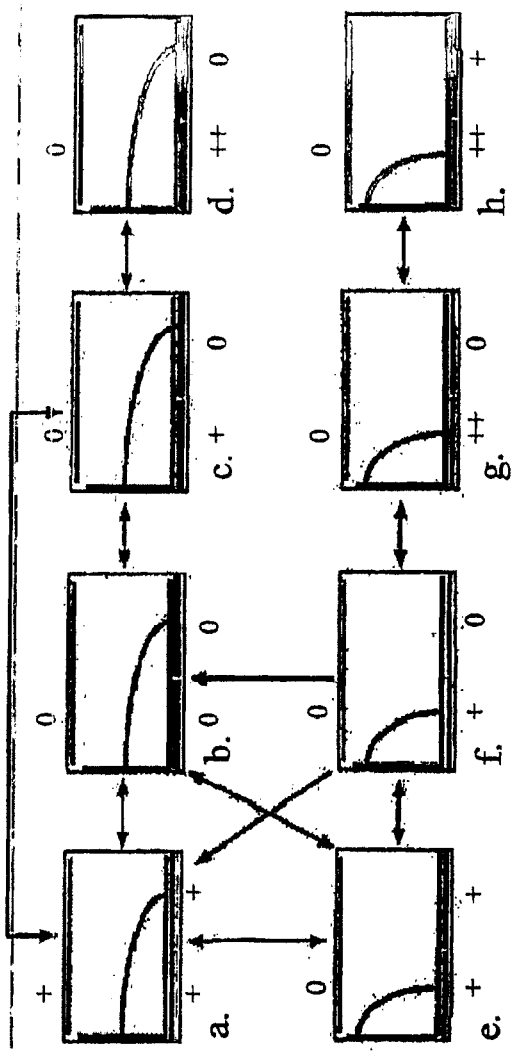


图 15

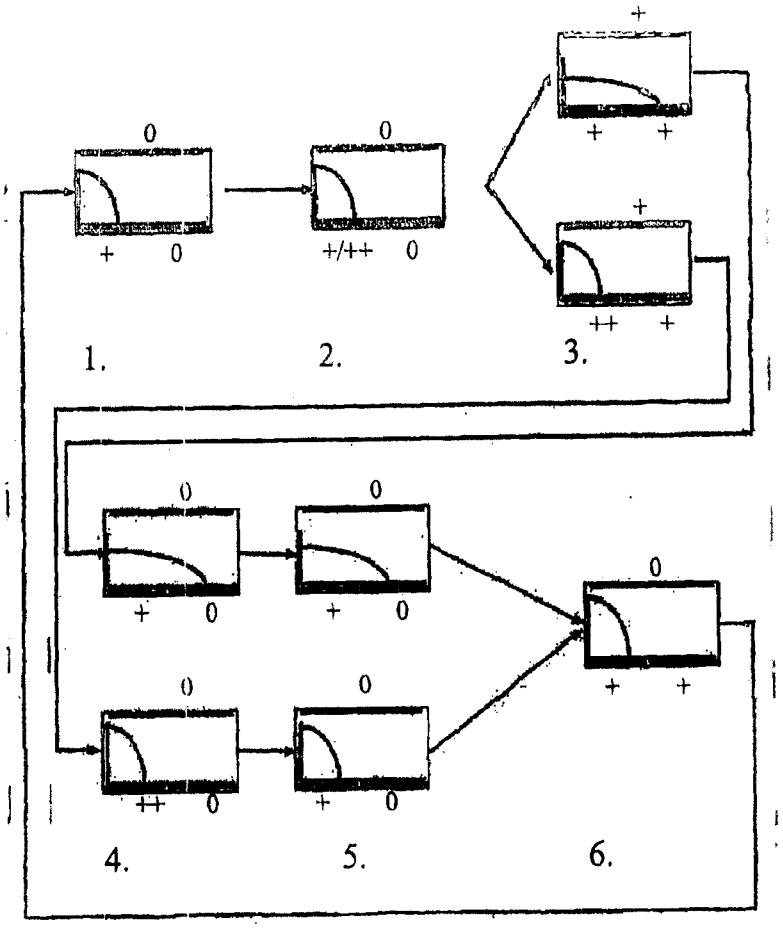


图 16