



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101800034 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201010159493. 5

(22) 申请日 2003. 05. 23

(30) 优先权数据

60/319, 315 2002. 06. 13 US

60/319, 321 2002. 06. 18 US

10/065, 795 2002. 11. 20 US

(62) 分案原申请数据

03813604. X 2003. 05. 23

(73) 专利权人 伊英克公司

地址 美国麻萨诸塞州

(72) 发明人 G·M·丹纳 K·R·阿蒙森

A·C·阿兰戈 J·B·埃温

R·W·泽纳

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李家麟

(51) Int. Cl.

G09G 3/34 (2006. 01)

G09G 3/38 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6323989 B1, 2001. 11. 27,

US 6120839 A, 2000. 09. 19,

WO 99/10767 A1, 1999. 03. 04,

US 5582700 A, 1996. 12. 10,

US 5181016 A, 1993. 01. 19,

US 5582700 A, 1996. 12. 10,

US 6323989 B1, 2001. 11. 27,

审查员 刘士奎

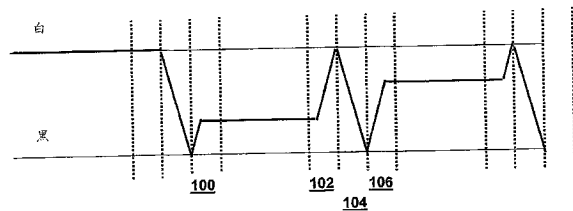
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 6 页

(54) 发明名称

用于寻址双稳电光媒质的方法

(57) 摘要

一种对具有至少一个像素的双稳电光显示器进行寻址的方法,包括:施加寻址脉冲以驱动所述像素到第一光学状态;在一段时间内保持所述像素不被驱动,由此允许所述像素呈现不同于第一光学状态的第二光学状态;向所述像素施加刷新脉冲,该刷新脉冲基本将所述像素恢复到第一光学状态,相对于寻址脉冲来讲该刷新脉冲较短。



CN 101800034 B

1. 一种用于寻址双稳电光媒质的方法,所述双稳电光媒质包括在电场的影响下穿过液体的多个带电粒子,所述方法的特征在于,向该媒质施加交流脉冲,且改变该脉冲的占空度和频率中的至少一个,以在该交流脉冲之后改变电光媒质的光学状态。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述交流脉冲基本上具有交变的方波形式。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中持续地向该媒质施加交流脉冲一段时间,这一段时间足以使得该媒质呈现基本上恒定的光学状态。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述交流脉冲的占空度发生变化,而交流脉冲的频率不发生变化。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中首先向该媒质施加具有第一占空度偏移的交流脉冲,由此使得所述媒质呈现第一光学状态;然后向该媒质施加具有不同于第一占空度偏移的第二占空度偏移的交流脉冲,由此使得所述媒质呈现不同于第一光学状态的第二光学状态。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述交流脉冲的频率发生变化,而所述交流脉冲的占空度不发生变化。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述电光媒质具有基本上不透明的第一显示状态和透光的第二显示状态。

用于寻址双稳电光媒质的方法

[0001] 本申请是已于 2003 年 5 月 23 日提交的以下 PCT 国际申请的第一次分案申请的再次分案申请：国际申请号为 PCT/US03/16434、国家申请号为 03813604.X、发明名称为“用于驱动电光显示器的方法”，第一次分案申请的申请号为 200810215240.8、发明名称为“用于驱动电光显示器的方法”。

[0002] 本发明涉及用于驱动电光显示器尤其是双稳电光显示器的方法和装置。本发明的方法和装置主要（虽然并不专门）用于驱动双稳电泳显示器。

[0003] 本申请涉及美国专利 No. 6, 504, 524 和 No. 6, 531, 997。本申请还涉及共同悬而未决的国际申请 PCT/US02/10267（公开号 No. W002/079869）和 PCT/US02/37241。

[0004] 此处所使用的应用于材料或显示器的术语“电光”是其在成像技术中的常规含义，指的是具有第一和第二显示状态的材料，该第一和第二显示状态的至少一种光学性质不同，通过向该材料施加电场使该材料从第一显示状态转变到第二显示状态。虽然该光学性质通常是人眼可感觉到的颜色，但是也可以是其它光学性质，诸如光学透射、反射率、亮度、或由机器读取的显示、在可见范围之外的电磁波的反射率变化意义上的颜色。

[0005] 此处使用的术语“灰度状态”是其在成像技术中的常规意思，是指介于像素的两个极端光学状态之间的状态，并不一定意味这两个极端状态之间的黑白转变。例如，下面引用的多个专利和已公开的申请中描述了这样的电泳显示器，其中极端状态是白和深蓝，因而中间的“灰度状态”实际将是淡蓝色。事实上，如前所述，两个极端状态之间的转变也可能根本不是颜色上的变化。

[0006] 此处使用的术语“双稳”和“双稳定性”是其在在本领域中的常规意思，是指包括具有第一和第二显示状态的显示元件的显示器，所述第一和第二显示状态至少有一种光学性质不同，使得任何给定元件通过具有有限持续时间的寻址脉冲被驱动成呈现其第一或第二显示状态，在寻址脉冲终止后，该状态将持续至少是改变该显示元件的状态所需寻址脉冲的最小持续时间的几倍时间，例如至少是四倍时间。在前述的共同悬而未决的序列号为 No. 10/063236 的申请中示出了：一些基于粒子的能够显示灰度级的电泳显示器不仅在其极端的黑和白状态下稳定，并且在其中间灰度状态下稳定，另外一些类型的电光显示器同样如此。这种类型的显示器被恰当地称为“多稳”而不是双稳，但是为了方便起见本文中使用的术语“双稳”覆盖双稳和多稳显示器。

[0007] 本文中使用的术语“冲击 (impulse)”取其常规意思：电压关于时间的积分。然而，一些双稳电光媒质充当电荷传感器，对于这种媒质可以使用冲击的另一个定义，即电流关于时间的积分（等于所施加的总电荷）。根据媒质充当电压 - 时间冲击传感器还是电荷冲击传感器，应当使用适当的关于冲击的定义。

[0008] 已知多种类型的双稳电光显示器。一种类型的电光显示器是例如在美国专利 No. 5, 808, 783、5, 777, 782、5, 760, 761、6, 054, 071、6, 055, 091、6, 097, 531、6, 128, 124、6, 137, 467 和 6, 147, 791 中所公开的旋转二色元件类型 (rotating bichromal member)（虽然这种类型的显示器经常被称为“旋转二色球”显示器，但是由于在上述一些专利中旋转元件不是球状的，所以术语“旋转二色元件”更准确）。这种显示器使用大量小体（典型的是

球状或圆柱状)以及内部偶极子,这些小体具有光学特性不同的两个或更多部分。这些小体悬浮在基质中的充满液体的液泡中,这些液泡充满液体以便这些小体能自由旋转。向该显示器施加电场,该显示器的外表变化,因此旋转这些小体到各种位置并且改变通过观察表面所看到的小体的那些部分。

[0009] 另一种类型的电光媒质使用电致变色媒质,例如纳米铬(nanochromic)薄膜形式的电致变色媒质,其包括至少部分由半导电金属氧化物形成的电极以及多个附着在该电极上的能够可逆变色的染料分子;参见,例如, O' Regan, B. 等 Nature 1991, 353, 737; 以及 Wood, D., Information Display, 18(3), 24(2002年3月)。以及参见 Bach, U., 等 Adv. Mater., 2002, 14(11), 845。在例如美国专利 No. 6, 301, 038 以及国际申请公布 No. WO 01/27690 中也描述了这种类型的纳米铬薄膜。

[0010] 数年来被大量研究和开发的另一种类型的电光显示器是基于粒子的电泳显示器,其中多个带电粒子在电场的影响下穿过悬浮液运动。与液晶显示器相比较,电泳显示器的贡献在于具有良好的亮度和对比度、宽视角、状态双稳定性以及低功耗。然而,这些显示器的长期图像质量问题阻碍了它们的广泛使用。例如,构成电泳显示器的粒子趋向于沉降,导致这些显示器的服务寿命不够。

[0011] 大量转让给或以麻省理工(MIT)和 E Ink 公司申请的专利最近已经公布,它们描述了封装的电泳媒质。这种封装的媒质包括大量小囊,其中每一个小囊本身包含内相以及环绕内相的囊壁,其中所述内相含有悬浮在液体悬浮媒质中的可电泳运动的粒子。通常,这些囊本身保存在聚合粘合剂中以形成位于两个电极之间的粘附层。例如,在美国专利 NO. 5, 930, 026 ; 5, 961, 804 ; 6, 017, 584 ; 6, 067, 185 ; 6, 118, 426 ; 6, 120, 588 ; 6, 120, 839 ; 6, 124, 851 ; 6, 130, 773 ; 6, 130, 774 ; 6, 172, 798 ; 6, 177, 921 ; 6, 232, 950 ; 6, 249, 721 ; 6, 252, 564 ; 6, 262, 706 ; 6, 262, 833 ; 6, 300, 932 ; 6, 312, 304 ; 6, 312, 971 ; 6, 323, 989 ; 6, 327, 072 ; 6, 376, 828 ; 6, 377, 387 ; 6, 392, 785 ; 6, 392, 786 ; 6, 413, 790 ; 6, 422, 687 ; 6, 445, 374 ; 6, 445, 489 ; 6, 459, 418 ; 6, 473, 072 ; 6, 480, 182 ; 6, 498, 114 ; 6, 504, 524 ; 6, 506, 438 ; 6, 512, 354 ; 6, 515, 649 ; 6, 518, 949 ; 6, 521, 489 ; 6, 531, 997 ; 6, 535, 197 ; 6, 538, 801 ; 和 6, 545, 291 以及美国专利申请公布 No. 200210019081 ; 2002/0021270 ; 2002/0053900 ; 2002/0060321 ; 2002/0063661 ; 2002/0063677 ; 2002/0090980 ; 2002/0106847 ; 2002/0113770 ; 200210130832 ; 2002/0131147 ; 2002/0145792 ; 2002/0154382, 2002/0171910 ; 2002/0180687 ; 2002/0180688 ; 2002/0185378 ; 2003/0011560 ; 2003/0011867 ; 2003/0011868 ; 2003/0020844 ; 2003/0025855 ; 2003/0034949 ; 2003/0038755, 以及国际申请公布 No. WO 99/67678 ; WO 00/05704 ; W000/20922 ; WO 00/26761 ; WO 00/38000 ; WO 00/38001 ; WO 00/36560 ; W000/67110 ; WO 00/67327 ; WO 01/07961 ; 和 WO 01/08241 中描述了这种类型的封装的媒质。

[0012] 许多上述专利和申请认识到在封装的电泳媒质中的围绕分离微囊的壁可以用连续的相代替,因而产生所谓的聚合物分散的(polymer-dispersed)电泳显示器,其中电泳媒质包括多个电泳流体的分离的小滴以及聚合物材料的连续相,并且即使没有分离的囊膜与每个单独的小滴相关,但在这样聚合物分散的电泳显示器内的电泳流体的分离小滴也可以被认为是囊或微囊;参见,例如前述的 2002/0131147。因此,为了本申请的目的,这种聚合物分散的电泳媒质被认为是封装的电泳媒质的子类。

[0013] 封装的电泳显示器通常不遭受传统电泳显示器件的聚集和沉淀失效模式,并且提供另外的优点,诸如能够将显示器涂布或印制在各种柔性和刚性基底上。(使用词语“印制”意在无限制地包括所有形式的印刷和涂布:诸如补块涂布(patch die coating)的预测量(pre-metered)涂布、缝隙或突起涂布、滑动或瀑布(cascade)涂布、帘式淋涂;诸如刀在辊上(knife over roll)涂布、向前和逆转辊涂布的粘辊;照相凹板式涂布;浸渍涂布;喷涂;新月(meniscus)涂布;旋涂;刷涂;空气刀涂;丝网印刷工艺;静电印刷工艺;热印刷工艺、喷墨印刷工艺;以及其它类似技术。)因此,所制造的显示器可以是柔性的。此外,由于显示媒质可以印刷(使用各种方法),显示器本身可以廉价地制造。

[0014] 一种相关类型的电泳显示器是所谓的“微单元电泳显示器”。在微单元电泳显示器中,带电粒子和悬浮流体不是密封在微囊中而是保持在形成于载体媒质(通常是聚合物膜)内的多个腔内。参见,例如,国际申请公布 No. WO 02/01281 以及公开的美国申请 No. 2002-0075556(都转让给 Sipix Imaging, Inc.)

[0015] 虽然电泳显示器通常是不透明的(由于这些粒子基本阻挡可见光透过显示器)并且在反射模式下工作,但是电泳显示器可以在所谓的“快门模式(shutter mode)”下工作,该模式中粒子被安排在显示器内横向运动使得显示器具有一个基本是不透明的显示状态和一个透光的显示状态。参见,例如,前述的美国专利 No. 6,130,774 和 6,172,798,以及美国专利 No. 5,872,552、6,144,361、6,271,823、6,225,971 和 6,184,856。类似于电泳显示器,但是依赖于电场强度变化的介电泳显示器也可以在类似的模式下工作;参见美国专利 No. 4,418,346。其它类型的电光显示器也能够在此模式下工作。

[0016] 基于粒子的电泳显示器的双稳或多稳性能、以及其它电光显示器的类似性能,与传统液晶(LC)显示器的性能形成鲜明对照。扭曲向列液晶的性能不是双稳或多稳,而是充当电压传感器,使得向这种显示器的一个像素施加给定电压会在该像素产生一个特定的灰度级,而与先前出现在该像素上的灰度级无关。此外,只在一个方向(从非透射或“暗”到透射或“亮”)上驱动 LC 显示器,从比较亮的状态到比较暗的状态的反向转变是通过减小或消除电场实现。最后,LC 显示器的像素的灰度级对电场的极性不敏感,只对其大小敏感,且实际上出于技术原因,商业上的 LC 显示器通常以频繁的间隔将驱动电场的极性反转。与第一近似相对照的是,双稳电光显示器充当冲击传感器,从而像素的最终状态不仅依赖于所施加的电场和施加该电场的时间,也依赖于在施加电场前该像素的状态。

[0017] 虽然前面已指出,电泳和其它类型的电光显示器表现双稳定性,但是这种双稳定性并不是没有限制的,这类显示器上的图像随时间慢慢减弱,因而如果图像要保持长的周期,该图像必须周期性刷新,以便将图像恢复到第一次写入时其具有的光学状态。

[0018] 然而,这种图像的刷新可能引起其自身的问题。正如前述的美国专利 No. 6,531,997 和 6,504,524 所讨论的,如果驱动该显示器的方法不在整个电光媒质上产生为零(或接近零)的净时间平均施加电场,可能会遇到问题且该显示器的工作寿命减少。在整个电光媒质上产生为零的净时间平均施加电场的驱动方法通常是指“直流平衡”或“DC 平衡”。如果通过施加刷新脉冲来长时间保持图像,则这些脉冲的极性需要与用于将该显示器的相关像素驱动到正在保持的光学状态的寻址脉冲的极性相同,这导致 DC 不平衡驱动方案。

[0019] 根据本发明的另一方面,已经发现如果使用短脉冲实现刷新,则可以刷新显示器

上的图像,同时减少与 DC 不平衡驱动方案相关的有害效果。

[0020] 本发明的另一方面涉及处理这样的问题:前述的双稳电光显示器的驱动要求致使用于驱动 LCD 的传统驱动方法不适于这种双稳电光显示器。此外,如前述美国专利 No. 6, 531, 997 和 6, 504, 524 所讨论的,如果驱动该显示器的方法不在整个电光媒质上产生为零(或接近零)的净时间平均施加电场,可能会遇到问题且该显示器的工作寿命减少。在整个电光媒质上产生为零的净时间平均施加电场的驱动方法通常是指“直流平衡”或“DC 平衡”。LCD 也会遇到类似的问题,但是由于这类显示器对所施加的电场的极性不敏感,且随之具有能够随意反转极性的能力,使得在 LCD 中 DC 平衡问题不是很重要。然而,DC 平衡的需要在设计双稳电光显示器(其中电光媒质对所施加的电场的极性敏感)的驱动方案中是重要考虑因素。

[0021] 因此,本发明的另一方面涉及驱动电光显示器的方法和装置,该方法和装置达到了前面讨论的双稳显示器的特殊要求。本发明的某些方法和装置主要用于在双稳显示器中产生精确的灰度级再现。

[0022] 因此,在一方面,本发明提供了用于寻址具有至少一个像素的双稳电光显示器的方法,该方法包括:施加寻址脉冲以驱动所述像素到第一光学状态;

[0023] 在一段时间内保持所述像素不被驱动,由此允许所述像素呈现不同于第一光学状态的第二光学状态;

[0024] 向所述像素施加刷新脉冲,该刷新脉冲基本将所述像素恢复到第一光学状态,相对于寻址脉冲来讲该刷新脉冲较短。

[0025] 在下文中为了方便起见本发明的这一方面被称为本发明的“刷新脉冲”方法。

[0026] 在该刷新脉冲方法中,刷新脉冲的冲击通常不大于寻址脉冲的冲击的约 20%,理想的是不大于该冲击的约 10%,且优选不大于该冲击的 5%。由于如下所解释的原因,通常第一和第二光学状态之间的差别不超过大约一个单位的 L^* (其中 L^* 具有通常的 CIE 定义);理想的是该差别不超过大约 0.5 个单位的 L^* ,且优选不超过大约 0.2 个单位的 L^* 。可以以规则间隔向该像素施加多个刷新脉冲。

[0027] 在该刷新脉冲方法的一种形式中,在施加刷新脉冲之后,向该显示器施加第二寻址脉冲,该第二寻址脉冲驱动该像素到不同于第一和第二光学状态的第三光学状态,且其中由第二寻址脉冲所施加的冲击是以下两项之和:(a) 将该像素从第一光学状态驱动到第三光学状态所需的冲击,和 (b) 与在第一和第二寻址脉冲之间施加到该像素上的刷新脉冲的代数和大小相等且极性相反的一个冲击。第二寻址脉冲可能是电压恒定但是持续时间变化。在包括多个像素的显示器中,第二寻址脉冲可以是消隐脉冲,其将该显示器的所有像素驱动到一个极端的光学状态。在这种“消隐脉冲/刷新脉冲”处理的一个优选形式中,该显示器包括多个像素,第一寻址脉冲施加到每个像素以便驱动第一组像素成白且第二组像素成黑,至少一个刷新脉冲施加到每个像素,且之后向该显示器施加使得所有像素变黑的第一消隐脉冲、以及驱动所有像素成白的第二消隐脉冲,这两个消隐脉冲以任何顺序施加均可。在第一消隐脉冲期间施加到每个第一组的像素的冲击是以下两项之和:(a) 驱动该像素从白到黑所需的冲击,和 (b) 与在第一寻址脉冲和第一消隐脉冲之间施加到该像素的刷新脉冲的代数和大小相等但极性相反的一个冲击。类似,在第二消隐脉冲期间施加到每个第二组的像素的冲击是以下两项之和:(a) 驱动该像素从黑到白所需的冲击,和 (b) 与在第

一寻址脉冲和第一消隐脉冲之间施加到该像素的刷新脉冲的代数和大小相等但极性相反的一个冲击。

[0028] 本发明的刷新脉冲方法可以用于前述的任何类型的电光媒质。因此,在该方法中,显示器可以是旋转二色元件或电致变色显示器,或者电泳显示器,理想的是封装的电泳显示器。

[0029] 另一方面,本发明提供一种用于寻址双稳电光媒质的方法,该方法包括向该媒质施加具有直流偏移(offset)的交流脉冲。

[0030] 另一方面,本发明提供了一种寻址双稳电光媒质的方法,该方法包括向该媒质施加交流脉冲,以及改变该脉冲的频率和占空度中的至少一个,从而随该交流脉冲改变该电光媒质的光学状态。

[0031] 另一方面,本发明提供驱动双稳电光显示器的方法,该显示器包括排列成多个行和多个列的多个像素;多个行电极,每一个行电极与该多个行之一相关;多个列电极,每一个列电极与该多个列之一相关;以及驱动装置,被安排用于依次选择行电极中的每一个并且在任何给定行电极的选择期间向列电极施加所选择的电压,以便寻址与所选择的行电极相关的行中的像素以及在该显示器上写入所需要的图像的一行。该方法包括:

[0032] 将第一图像写入显示器;

[0033] 接收代表将要写到该显示器上的第二图像的数据;

[0034] 比较该第一和第二图像并且将该显示器的行分为第一组和第二组,在第一组的行中第一和第二图像之间的至少一个像素不同,在第二组的行中第一和第二图像之间像素相同;以及

[0035] 通过只顺序选择与第一组行相关的行电极来写入第二图像,并且施加电压到列电极以只写第一组行,从而在该显示器上形成第二图像。

[0036] 另一方面,本发明提供具有多个像素的电光显示器,这些像素中的至少一个包括面积相互不同的多个子像素,该显示器包括驱动装置,被安排用于相互独立地改变所述子像素的光学状态。在这种显示器中,理想的是这些子像素中的至少两个子像素其面积基本相差2倍。

[0037] 现在将参照附图描述本发明的优选实施例,但是优选实施例仅仅是示例性的,附图中:

[0038] 图1的曲线图示出了使用具有脉冲长度调制的直流脉冲寻址的显示器中灰度级随时间的变化;

[0039] 图2的曲线图类似于图1,是使用具有脉冲高度调制的直流脉冲寻址的显示器的灰度级随时间的变化;

[0040] 图3的曲线图类似于图1,是根据本发明使用具有直流偏移的交流脉冲寻址的显示器的灰度级随时间的变化;

[0041] 图4的曲线图类似于图1,是根据本发明使用具有占空度调制的交流脉冲寻址的显示器的灰度级随时间的变化;

[0042] 图5的曲线图示出了使用双预脉冲幻灯(slideshow)波形寻址的显示器中灰度级随时间的变化;

[0043] 图6的曲线图示出了在使用单预脉冲幻灯波形寻址的显示器中灰度级随时间的

变化；

[0044] 图 7A 和 7B 示出了本发明的显示器的单个像素内的子像素的可能排列。

[0045] 如前已经指出,本发明提供了寻址电光媒质和显示器的方法、以及这些显示器的结构的许多改进。现在将顺序描述本发明的各个方面,但是应当认识到单个电光媒质或显示器可以利用本发明的不止一个方面。例如,单个电光显示器可以使用具有 DC 偏移的 AC 脉冲驱动,并且也使用刷新脉冲。

[0046] 本发明的刷新脉冲方法

[0047] 如前所述,本发明提供一种方法,该方法通过向电光显示器施加短刷新脉冲来刷新该显示器上的图像。因此,在本发明的方法中,首先向双稳显示器的像素施加寻址脉冲,该寻址脉冲足以改变该像素的光学状态。在保持该显示器不被驱动一段时间后,向该像素施加刷新脉冲,该刷新脉冲相对于该寻址脉冲较短。通常,刷新脉冲所施加的冲击不大于寻址脉冲所施加的冲击的 20% (理想的是不大于 10%,且优选不大于 5%)。例如,如果像素需要持续 500 毫秒 (msec) 的 15V 的寻址脉冲,刷新脉冲可以是 15V、持续 10 毫秒 (msec),其冲击是寻址脉冲的冲击的 2%。

[0048] 应当考虑人眼对突然的光学状态的微小变化的灵敏度来调整该方法中刷新脉冲的时间。人眼对于图像的逐渐衰减有相对的忍耐性,使得,例如,通常测量作为亮度 L^* (由通常的 CIE 定义来定义;参见,例如 Hunt, R. W. G. Measuring Color, 3rd edition. Fountain Press, Kingston-upon-Thames, England (1998). (ISBN 0863433871)) 的所需时间的电光媒质的双稳定性,从寻址脉冲结束之后观察到的白色光学状态的最大值 (或黑色状态的最小值) 变化两个单位。然而,当向显示器施加刷新脉冲时,相关像素的亮度发生突然变化,并且基本小于 1 单位 L^* 的突变是易于被人眼察觉的。根据刷新脉冲之间的间隔,由这些脉冲引起的图像的变化可能在图像中表现为“闪烁”,这种闪烁对于大部分观察者来说是讨厌的。为了避免这种闪烁或者由刷新脉冲引起的图像中的其它可察觉变化,期望的是选择寻址脉冲和第一刷新脉冲之间的间隔或连续的刷新脉冲之间的间隔,使得每个刷新脉冲在图像中引起最小的变化。因此,由单个刷新脉冲引起的 L^* 的变化应当小于大约 1 单位 L^* ,理想的是小于大约 0.5 单位,并且更优选的是小于大约 0.2 单位。

[0049] 虽然本方法中使用的刷新脉冲会在施加该刷新脉冲期间在驱动方案中引入一些 DC 不平衡,但是不排除在该驱动方案中获得长期的 DC 平衡,且已经发现长期而非短期的 DC 平衡是决定电光显示器的工作寿命的主要因素。为了获得这种长期的 DC 平衡,在施加一个或多个刷新脉冲后,已经接收到这些刷新脉冲的像素通过“转换”或第二寻址脉冲可被驱动到其相反的光学状态,且可以调整在该转换寻址脉冲中施加的冲击以在自从第一寻址脉冲开始的整个周期上提供 DC 平衡 (或者至少最小 DC 不平衡),该调整是通过调整该第二寻址脉冲的冲击,其中调整量大小等于且极性相反于在这两个寻址脉冲之间施加到该像素的刷新脉冲的代数和。例如,考虑一个显示器,其能够通过施加 $\pm 15V$ 、500 毫秒 (msec) 的冲击而在白和黑光学状态之间转变。假设该显示器的像素首先通过施加 500 毫秒 (msec) 的 +15V 冲击而从黑变白,且该像素的白状态随后通过每隔一段时间施加 10 毫秒 (msec) 的 +15V 的 10 个刷新脉冲而被保持。如果在这 10 个刷新脉冲后,期望使该像素回到其黑色光学状态,这可以通过施加 600 (而不是 500) 毫秒 (msec) 的 -15V 寻址脉冲来实现,因而在该像素的整个黑 - 白 - 黑转变期间全部实现了 DC 平衡。

[0050] 转变寻址脉冲的这种类型的调整可以在新图像写在该显示器上并且因此必须改变某些像素的光学状态时实现。或者,可以在向该显示器施加“消隐脉冲”期间进行该调整。如前述的 PCT/US02/37241 中所讨论的,通常必须或期望以规则时间间隔向电光显示器施加所谓的“消隐脉冲”;这种消隐脉冲包括首先将该显示器的所有像素驱动到一个极端光学状态(例如,白状态),然后驱动所有的像素到相反的光学状态(例如,黑),然后写所需要的图像。在消隐脉冲期间实现该调整的优点在于,所有像素可以基本在同一时间被 DC 平衡的;使用前面已经详述的技术,在先前的图像(消隐脉冲之前刚刚出现的图像)中是黑色的像素在将所有像素驱动成白的消隐脉冲期间可以是 DC 平衡的,而在先前的图像中是白色的像素在将所有像素驱动成黑色的消隐脉冲期间可以是 DC 平衡的。同样,在消隐脉冲期间实现该调整的优点在于,不需要明确知道自从其先前的寻址脉冲开始,每个单独的像素接收了多少刷新脉冲;假设每隔相同的时间间隔刷新黑色和白色像素(事实情况通常如此),并且在每次图像转变时插入消隐脉冲,每个像素在该消隐脉冲期间将需要相同的调整(除了极性之外),该调整由自从该先前的消隐脉冲起施加到该显示器上的刷新脉冲的数量决定。同样,在消隐脉冲期间实现 DC 平衡提供了一种将该刷新脉冲方法应用于具有多于两个灰度级的电光显示器的方式,因为在这种显示器中调整灰-灰转变期间施加的冲击明显可能导致灰度级的不想要的误差。

[0051] 本发明的刷新脉冲方法可以用作增加电光媒质的双稳定性的添加剂的替代物或与其结合。例如,本发明可以与前述的 2002/0180687 中描述的电泳媒质一起使用,该媒质具有其中有溶解的或分散的聚合物的悬浮液,其中该聚合物增加媒质的双稳定性。

[0052] 现在给出下面的例子,仅仅通过说明的方式,示出本发明的刷新脉冲方法的一个实施例。

[0053] 例 1

[0054] 该例子使用含有封装的双粒子反电荷型媒质的显示器,该媒质包括聚合物涂敷的氧化钛白色粒子和聚合物涂敷的黑色粒子,且悬浮液未着色。该显示器基本根据前述的 2002/0180687 的第 [0061]-[0068] 段中描述的“方法 B”制备。

[0055] 如前所述制备的显示器,包括多个像素,能够使用持续 500 毫秒 (msec) 的 $\pm 15V$ 寻址脉冲使这些像素在黑色和白色光学状态之间转变。该显示器的双稳定性有限,在周围环境中白色光学状态改变 $2L^*$ 单位所需要的时间仅约 15sec。然而,经验上确定通过施加 4sec/min 的 $\pm 15V$ 的短刷新脉冲(占空度近似为 6.7%)可以无限期地保持该白色和黑色光学状态。为了提供现实的测试以及在这些实验中使用的标准图像(含有黑色和白色区域)中避免闪烁,在开始的 500 毫秒 (msec) 寻址脉冲之后,每隔大约 100 毫秒 (msec) 向该显示器的黑色和白色像素施加 7 毫秒 (msec) 持续时间的 $\pm 15V$ 的刷新脉冲。

[0056] 为了确定显示器上 DC 不平衡驱动方案的各个周期的效果,测试了 4 种驱动方案:

[0057] 方案 480:

[0058] 使用所述标准图像对该显示器寻址,且使用前述的刷新脉冲将该图像保持 480 分钟。然后施加一系列消隐脉冲,且重复寻址和刷新脉冲的循环。任何时候都不施加 DC 平衡脉冲。83 小时的工作之后,施加一系列的消隐脉冲,并且然后测试该显示器的分别已经是白色和黑色的分离的区域。在测试期间已经被保持为白色的该显示器的区域在下面的表中用“480W”表示,而已经是黑色的区域用“480D”表示。通过标准的 500 毫秒 (msec) 的寻址脉

冲将每个被测试的区域驱动到其白色光学状态,并且测量其百分比反射率值;该值在表中用“w%”表示。然后允许每个被测试的区域在不施加任何刷新脉冲的情况下保持 15sec,在该 15 秒的间隔之后测量 L^* 的变化;所得到的 L^* 的变化称作“亮保持差别 (bright holding difference)”,在所述表中用“bhd1”表示。在施加另外的消隐脉冲之后,通过标准的 500 毫秒 (msec) 的寻址脉冲将每个被测试的区域驱动到其黑色光学状态,并且测量其百分比反射率值;该值在所述表中用“d%”表示。然后允许每个被测试的区域在不施加任何刷新脉冲的情况下保持 15 秒,在该 15 秒的间隔之后测量 L^* 的变化,所得到的 L^* 的变化称作“暗保持差别”,在所述表中用“dhd1”表示。

[0059] 方案 60 :

[0060] 该方案与方案 480 相同,只是在施加消隐脉冲之前图像只保持 60 分钟。在该测试周期期间保持为白色的该显示器的区域在下表中用“60W”表示,而保持为黑色的区域用“60D”表示。

[0061] 方案 10 :

[0062] 在该方案中,以与方案 480 相同的方式写入图像,并且使用与方案 480 相同的刷新脉冲保持 10 分钟。然后施加极性相反的 40sec 脉冲以 DC 平衡该显示器,然后该图像被重写,且重复该循环。在该测试周期期间保持为白色的该显示器的区域在下表中用“10W”表示,而保持为黑色的区域用“10D”表示。

[0063] 方案 1 :

[0064] 该方案与方案 10 相同,只是图像只被保持 1 分钟,然后施加 4 秒的第二 DC 平衡脉冲,且重复该循环。在该测试周期期间保持为白色的该显示器的区域在下表中用“1W”表示,而保持为黑色的区域用“1D”表示。

[0065] 在这些实验中获得的结果如下表 1 所示。

[0066] 表 1

[0067]

	480W	480D	60W	60D
w%	37.90	30.63	38.21	38.47
d%	2.89	2.69	3.03	2.45
dhd1	2.05	0.64	4.79	1.05
bhd1	-1.34	-4.06	-0.47	-2.72
	10W	10D	1W	1D
w%	37.31	37.39	37.20	37.20
d%	2.75	2.75	3.14	3.13
dhd1	0.89	0.84	0.98	0.99
bhd1	-2.24	-2.30	-2.02	-1.98

[0068] 从表 1 的数据看出,在高度不平衡方案 480 中,在测试周期期间保持为白色和黑色的该显示器的区域之间的白色状态反射率明显不同,且亮和暗保持差别也显著不同。因此,该高度不平衡驱动方案产生该显示器的光学状态的基本变化,而远非伴随这种非平衡驱动方案可能的其它效果,诸如对电极的损坏。同样,如亮和暗保持差别中的差别所示出的,该不平衡驱动方案引入“偏置”到该显示器,即长期保持白色的区域趋向于之后也保持白色,而长期保持黑色的区域趋向于之后保持黑色。从不平衡方案 60 中获得的结果是类似的,但是并非那么显著(正如所期望的)。相对照的是,DC 平衡方案 10 和 1 在保持黑和白的区域之间基本没表现出区别。

[0069] 因此,这些实验显示,只要长期的 DC 平衡是由隔开的消隐脉冲产生的,那么由使用短刷新脉冲引起的暂时的 DC 不平衡不会对该显示器的属性有负面影响。

[0070] 在本发明的刷新脉冲方法中使用的电泳媒质可以采用前述的 EInk 和 MIT 专利和申请中的相同部件和制造技术,读者可以参考这些专利和申请以获得进一步的信息。

[0071] 灰度级驱动波形的基本元素(包括使用 AC 脉冲)

[0072] 正如前述的美国专利 No. 6, 531, 997 和 6, 504, 524 中所述的,当前许多显示器通过施加持续时间足够长的电压脉冲来使电光媒质饱和,从而从一个极端光学状态转变到另一个极端光学状态(例如,从黑到白,反之亦然);例如在基于粒子的电光媒质中,使带电粒子自始至终向前或后电极运动。直到该光学状态变得饱和才寻址该电光媒质的传统需要不允许中间灰度状态存在。获得灰度级的电光显示器在图像容量和图像质量上提供了显著的优点。

[0073] 为了方便,能够在双稳电光显示器中获得灰度级的电压波形或驱动方案在下文中分别称为“灰度级波形”或“灰度级驱动方案”。可以在这种灰度级波形或驱动方案中使用的基本灰度级波形元素有 5 个;术语“灰度级波形元素”是指能够在电光显示器的光学状态中产生变化的电压脉冲或电压脉冲序列。灰度级波形元素本身能够产生灰度级,排列成特定序列的一个或多个灰度级波形元素一起形成灰度级驱动波形。灰度级驱动波形能够将显示器的像素从一个灰度状态转变到另一个。一个或多个驱动波形的序列构成驱动方案,该方案能够在显示器上显示任何灰度级图像序列。

[0074] 驱动波形元素分成两类,即直流(DC)电压脉冲和交流(AC)电压脉冲。在这两种情况中,脉冲的可以变化的参数是脉冲高度和脉冲长度。

[0075] 虽然在电光媒质中产生灰度级光学状态的关键依赖于电压施加到该媒质上的方式,但是在灰度级寻址方案中一旦不施加电压后该媒质保持所述灰度级光学状态的能力也同样重要,且该能力将依赖于该媒质的特性,事实上将依赖于所有灰度级转变属性。在本申请中,将主要参考封装的基于粒子的电泳媒质来讨论灰度级寻址方案,但是认为对于所述媒质技术领域内的技术人员而言,考虑到双稳电光媒质的其它类型的属性对这种方案进行必要修改是显而易见的。

[0076] 灰度级驱动波形的基础元素如下:

[0077] 脉冲长度调制的 DC 脉冲

[0078] 实现理想的灰度状态的最简单的方法之一是停止寻址处于从一种极端光学状态转变到另一种极端光学状态之中的像素。在附图的图 1 中,内插图示出了用于在封装的电泳媒质(如该图的主要部分所示)中产生灰度级转变的 DC 脉冲长度调制的波形元素。(此

处以及下述的后续实验中使用的显示器基本根据前述 2002/0180687 的第 [0061]-[0068] 段所述的“方法 B”制造。)使用的三个脉冲分别是 15V 持续 200、400 和 600 毫秒 (msec), 且产生的三条曲线被相应地标记;注意内插图中的时间尺度与主图中的不同。因此,对于反射率的不同变化,脉冲高度固定而脉冲的持续时间变化。在图 1 中,画出了像素的反射率(根据所施加的这些电压脉冲,其反射状态从黑变到不同级别的灰度)随时间变化曲线;可以看出较长的脉冲长度产生较大的反射率变化。

[0079] 被测试的显示器对所施加的电压脉冲的末端响应迅速,且其光学状态停止演变。在显微级上,可以假设电泳粒子立即停止从一个电极向另一个电极的迁移,并且保持悬浮在囊内的中间位置。

[0080] 脉冲长度调制的 DC 灰度级驱动脉冲优点是达到理想灰度状态的速度。

[0081] 脉冲高度调制的 DC 脉冲

[0082] 获得理想灰度状态的另一个方法是使用一个比所需要的电压低的电压来寻址像素使该像素的一个极端光学状态完全转变到另一个极端光学状态。在附图的图 2 中,内插图示出了用于在封装的电泳媒质(如该图的主要部分所示)中产生灰度级转变的 DC 脉冲高度调制的波形元素。电压脉冲长度固定在以最大电压电平完全转变该媒质所需要的时间长度。使用的三个脉冲分别是 5、10 和 15V,持续 500 毫秒(msec),产生的三条曲线也被相应地标记;注意内插图中的时间尺度与主图中的不同。因此,对于反射率的不同变化,脉冲长度固定而脉冲的高度变化。在附图的图 2 中,画出了像素的反射率(根据所施加的这些电压脉冲,其反射状态从黑变到不同级别的灰度)随时间变化曲线;可以看出较大的脉冲高度产生较大的反射率变化。

[0083] 可以假设电泳粒子在较低的电压下以较低的速度通过悬浮液,并且当停止施加驱动电压时保持悬浮。

[0084] 脉冲高度调制的 DC 灰度级驱动脉冲的优点是对取得的灰度状态的精确控制。

[0085] 具有 DC 偏移调制的 AC 脉冲

[0086] 前述的封装的电泳媒质的灰度级驱动已经受到振荡(AC)电场的影响;使用这种 AC 场的转变机制假定为完全不同于在上述的相同媒质的 DC 驱动中实现的机制。在附图的图 3 中,内插图示出 DC 偏移调制波形元素的 AC 脉冲,用于在该图的主要部分中示出的封装的电泳媒质中产生灰度级转变。在任何情况下,AC 成分的频率(大约 10Hz)设定在一个值,该值允许粒子响应于该振荡场,而 DC 偏移的大小和方向(对于图 3 中的三条曲线,显示的是 0、-1 或 -2.5V)决定该像素最终获得的灰度状态。如前面的图中一样,内插图中的时间尺度不同于主图中的时间尺度。在图 3 中,画出了像素的反射率(根据所施加的这些电压脉冲,其反射状态从黑变到不同级别的灰度)随时间变化曲线;可以看出较大 DC 偏移产生较大的反射率变化。

[0087] 一旦施加 AC 场,电泳粒子在悬浮液中振荡,并且这种振荡是作为叠加在反射率的整个变化上的反射率的周期性变化而观察到的运动,这在图 3 的左侧很容易看出。然而,直到施加 DC 偏移,才会对反射率有净影响。在 DC 偏移的影响下,反射率在波形施加一段时间后接近恒定值。似乎有一种恢复力与由于 DC 偏移电压施加在粒子上的力相对抗,否则,粒子将继续流向单元壁。这种恢复力可能是由于囊壁与粒子之间的流体的运动和/或由于粒子直接与单元壁之间的作用。与其它波形元素一致,撤去电压后光学状态的稳定性保持为

不变。

[0088] AC 波形元素的优点在于能够通过规定波形元素的参数来达到特定的反射率状态，而 DC 波形元素只能使反射率变化。具有 DC 偏移的 AC 波形元素相对于其它 AC 波形元素的优点在于不需要对寻址脉冲精确定时。

[0089] 占空度调制的 AC 脉冲

[0090] 另一种使用振荡场引入 DC 偏置的方式是调制占空度。在图 4 中，内插图示出了占空度调制的 AC 脉冲，该脉冲用于产生该图的主要部分中的灰度级转变。在这些脉冲的每一个中，电压设置为最大值，且占空度（电压在正方向或负方向的时间的百分比）决定反射率。使用的三个占空度是 50%、47% 和 40%，如图 4 所示。如前面的图中一样，在内插图中使用的时间尺度不同于主图中的时间尺度。在该图中，画出了像素（依据所施加的这些电压脉冲，其反射状态从黑变到不同的灰度级别）的反射率随时间的变化曲线。

[0091] 从图 4 中可以看出，与用于产生图 3 中所示曲线的 AC/DC 偏移脉冲相同，图 4 所示的曲线在脉冲已经施加一段时间后达到恒定值。因此，与 AC/DC 偏移一致，使用占空度调制，似乎存在一种恢复力，其迫使粒子离开单元壁，保持灰度状态不变。该恢复力的物理机制与前面讨论的类似。同样，在停止施加脉冲后灰度状态立即停止变化。

[0092] 占空度调制的 AC 波形的优点在于不需要电压调制。

[0093] 频率调制的 AC 脉冲

[0094] 实现 AC 灰度级转变的另一种方法是向电光媒质施加这样的 AC 场：该 AC 场引起该媒质的光学状态振荡，然后在循环中获得理想反射率的点上终止该 AC 场。电压可以设置为最大值，变化 AC 频率以获得更大或更小反射率范围。频率决定反射率振荡的幅度。

[0095] 当这种方法应用于封装的基于粒子的电泳媒质时，电泳粒子通过在它们的初始位置附近振荡响应于 AC 场。由于通常反射率不达到极端黑或白光学状态，与单元壁之间的相互作用最小化并且反射率对所施加电压的响应是相对线性的。

[0096] 频率调制的 AC 脉冲的优点是不需要电压调制。

[0097] 通过结合上述类型的脉冲，可以开发出多种波形元素，每一个包括独特的转换机制，因此提供了驱动具有不同转换特性的不同电光媒质各种方法。

[0098] 在上述驱动方案原理的一个具体应用中，使用脉冲宽度调制和 AC 脉冲以获得电光显示器中的中间灰度状态，否则该显示器只能获得黑和白状态。

[0099] 由于上面已经讨论了的原因，非常期望能够在电光显示器中获得灰度级。然而，假设大量的灰度级需要任意具有高帧频驱动器或能够电压调制的驱动器的脉冲宽度调制（需要高帧频将脉冲宽度“切”成多个间隔，因此能够精确控制脉冲宽度，进而精确控制灰度级）。这两种驱动器中的任一种基本都比简单的三级（tri-level）驱动器成本更高，所述三级驱动器只能使显示器的单个像素的电势被设置成相对于公共前面电极电势的 +V、-V 和 0（V 是任意工作电势），且其通常用于驱动只能显示黑和白状态的显示器。

[0100] 本发明提供一种驱动方案，该方案能够使三级驱动器产生双稳电光显示器的黑和白级之间的中间灰度级。该驱动方案从下面的表 2 中最容易理解，该表示出了在本发明的这种显示器中的各种类型转变的连续帧期间所施加的电压：

[0101] 表 2

[0102]

	0	1	2	3	4	5	6	...	N-1	N
白到黑	+ V	+ V	+ V	+ V	+ V	+ V	+ V	...	+V	+ V
黑到白	- V	- V	- V	- V	- V	- V	- V	...	-V	- V
白到灰	+ V	+ V	+ V	+ V	- V	+ V	- V	...	+V	- V
黑到灰	- V	- V	- V	- V	+ V	- V	+ V	...	-V	+ V
灰到黑	+ V	+ V	+ V	0	0	0	0	0	0	0
灰到白	- V	- V	- V	0	0	0	0	0	0	0

[0103] 从上面的表 2 可以看出,从黑到白(反之亦然)的转变与二进制(只有黑/白)显示器中的一样。另一方面,向灰度的转变有两个部分。第一部分是方波形脉冲(即,相同电势的多个帧),其具有适当的极性和长度以使电光媒质的反射率变得尽可能接近需要的中间灰度亮度。具有这一步骤的精确度可能将受到显示器的帧频限制。寻址脉冲的第二部分包括数量相等的正和负的电势脉冲,每个脉冲的宽度等于一帧。如前参照图 3 和 4 所述的,前面已经证明:将 AC 方波施加到封装的基于粒子的电涌媒质引起该媒质“弛豫”到某些“中间灰度”状态。因此,不管先前的脉冲历史,脉冲的第二部分将使所有像素变成相同均匀的中间灰度状态。使用具有适当极性的短脉冲实现从灰度状态寻址到黑或白。

[0104] 更一般的,该脉冲的 AC 部分不在每帧转变极性,而是可以以更低的频率转变,伴随着每隔一帧(频率=帧频/4)或者通常每 n 帧(频率=帧频/2n)电压进行交变。

[0105] 因此,本发明提供一种方法,该方法仅使用简单的三级驱动器而不使用复杂且昂贵的电压调制驱动器,在另外二进制的电光显示器中产生单灰度级。

[0106] 在上述驱动方案原理的第二个具体应用中,本发明提供了二维转变矩阵的集合,其中矩阵中的每个元素规定如何从初始光学状态(此处用“行指数”表示,虽然明显的是分配给行的初始光学状态是任意的)到达最终光学状态(此处用“列指数表示”)。该矩阵的每个元素由一系列波形元素(如前所定义的)构建,且通常对于 n 位灰度级显示器,该矩阵将包含 $2^{(2N)}$ 个元素。本发明的矩阵计入了这样的考虑,诸如对驱动方案的 DC 平衡的需要(如前所讨论的),在某些电光媒质中将“记忆”效应最小化(即,向像素施加特定脉冲的结果的效果不仅依赖于该像素的当前状态,也依赖于某些先前状态),因而产生均匀的光学状态并将显示器的转变速度最大化,同时在有源矩阵驱动方案的限制下工作。本发明也提供了一种方法,用于对于任何特定电光媒质确定这种矩阵中的元素的每一项的最优值。对于这种矩阵以及它们在驱动电光显示器中的应用,读者可参考前述的 PCTUS02/37241。

[0107] 就前述的脉冲宽度调制 (PWM) 而言,本发明的当前优选波形如下所述。然而,使用脉冲高度调制或者上述的各种混合类型的 AC 调制也可以获得相同或相似的结果,且可以在单个波形内使用各种不同类型的调制,例如,对于除了脉冲的最后部分之外的所有部分的脉冲宽度调制,后面跟着的是对该脉冲的最后部分的电压调制。

[0108] 下面描述的本发明的前两个波形是“幻灯”波形,其在寻址到下一灰度状态之前从一个灰度状态回到黑状态。这种波形与其中整个屏一次消隐(如在幻灯机中)的显示更新方案最兼容。

[0109] 双预脉冲幻灯波形

[0110] 在该波形中,附图的图 5 中示出了其优选形式,使用部分脉冲最初将电光媒质的像素从黑驱动到(如 100 处所示)初始(第一)灰度状态。为了将像素从此初始灰度状态变化到不同的期望(第二)灰度状态,首先将像素从第一灰度状态驱动到白(在 102),然后从白到黑(在 104)。最后,在 106 施加适当的脉冲以达到第二灰度状态。为了确保这种类型的波形保持整体 DC 平衡,106 处的寻址脉冲与 102 处的白脉冲的长度之和必须等于 104 处的白-黑脉冲的长度。该波形需要三倍的媒质转变时间(即,单个像素从黑光学状态转变到白光光学状态所需的时间,或者反之亦然)的最大值来实现在任何两个任意灰度之间的转变,因此被称为 3X 波形。

[0111] 单预脉冲幻灯波形

[0112] 在该波形中,附图的图 6 中示出了其优选形式,使用部分脉冲最初将电光媒质的像素从黑驱动到(如 110 处所示)初始(第一)灰度状态,采用的方式与上面第 6 部分中讨论的双预脉冲波形相同。为了将该像素从初始灰度状态变化到不同期望的(第二)灰度状态,首先将该像素从第一灰度状态驱动到黑(在 112),然后在 114 施加适当的脉冲以到达第二灰度状态。显然,在第二转变之前,该像素将在 116 再次回到黑。这种类型的波形保持整个波形的 DC 平衡,这是因为在 112 和 116 施加的冲击分别等于(除了极性之外)在 110 和 114 施加的冲击。该波形需要两倍的媒质转变时间的最大值以实现在任何两个任意的灰度状态之间的转变,因此被称为 2X 波形。

[0113] 灰度-灰度波形

[0114] 代替使用上述的幻灯波形,可以通过直接从一个灰度状态到另一个灰度状态而不经黑或白状态来对其寻址而更新显示器。由于这种转变不伴随明显的假象(即黑和/或白“闪烁”),所以其被称为“灰度-灰度”寻址。存在有两种主要形式的灰度-灰度波形,即 DC 平衡和 DC 不平衡。

[0115] 在 DC 平衡的灰度-灰度波形中,通过施加在两个灰度状态之间转换所必须的具有精确长度的调制脉冲来实现在这两个状态之间的转变。电光媒质不经过任何中间黑或白状态。由于最大脉冲长度等于墨水的寻址时间,这种波形也被称为 1X 波形。为了保持 DC 平衡,对于具有 n 个灰度状态的显示器,在与任何特定波形相关的变换矩阵的优化中可用的自由参数有 $n-1$ 个。这导致过度受限的系统。例如,对于相反的转变来讲所有转变需要相等且相对的脉冲(即,除了极性之外,2-3 必须与 3-2 相同)。

[0116] DC 不平衡灰度-灰度波形基本与 DC 平衡的情况相同,只是脉冲长度不再受到 DC 平衡限制的约束。因此变换矩阵中的 $2^{(2N)}$ 项中的每一项可以独立于所有其它项变化。

[0117] 上面讨论的各种波形能够在有源矩阵显示器中寻址灰度级,这对于电光媒质在个

人数字助理 (PDA) 和电子书应用中的使用是至关重要的。这些波形使电光媒质中的记忆效应最小化, 这种记忆会导致图像重影。通过选择最佳脉冲长度和顺序, 能够在最少数量脉冲中获得理想灰度光学状态。

[0118] 选择性行驱动

[0119] 本发明的另一方面涉及通过选择驱动该显示器的行, 来改善有源矩阵双稳电光显示器的性能。

[0120] 如前所述, 且如前述的专利和申请中更详细地讨论, 为了在传统 LCD 上保持所需要的图像, 必须连续刷新整个图像区域, 这是因为通常液晶不是双稳的, 且如果不刷新 LCD 上的图像在很短的时间内 LCD 上的图像就会减弱。如有源矩阵领域的技术人员所公知的, 在这种显示器中, 连续刷新的实现是通过: 使用行驱动器以打开与该显示器的一行像素相关的晶体管的栅极, 在列驱动器 (连接到该显示器的每列中的晶体管的源电极) 上施加将该显示器上的所需图像的相关部分写入所选行中的像素的电势, 并因此写该显示器的所选行。行驱动器然后选择该显示器的下一行并重复该过程, 这样行就被循环刷新。(将行驱动器指定给栅电极和将列驱动器指定给源电极是常规的, 但也基本是任意的, 如果需要当然可以颠倒。)

[0121] 由于 LCD 需要图像的连续刷新, 所显示图像的仅仅部分变化被作为整个刷新过程的部分来处理。在连续刷新的显示器中, 不需要提供图像的更新部分; 因为实际上每秒都有几次新图像写到显示器 (在 LCD 的情况下), 馈给显示器的部分图像的任何变化在短间隔内自动在该显示器上显现效果。因此, 已开发出的用于 LCD 的常规电路不提供仅仅部分图像的更新。

[0122] 相对照而言, 双稳电光显示器不需要连续刷新, 且实际上这种连续刷新是有害的, 这是因为不必要地增加了显示器的能量消耗。此外, 在这种刷新期间, 栅 (行) 线路可能将容性电压尖脉冲传递给像素电极, 且任何驱动器电压误差或未补偿的栅极馈通偏置误差可能累积; 所有这些因素导致显示器像素的光学状态的不希望的转变。因此, 在双稳电光显示器中, 理想的是提供一些装置用于更新部分图像而不需要在显示器上重写整个图像, 本发明的一方面涉及配有这种“部分更新”装置的双稳电光显示器。根据本发明, 这通过比较将要写到该显示器的连续图像、识别在这两个图像中不同的行并且只寻址被识别出的行来实现。

[0123] 在本方法中, 为了实现显示器的部分更新, 只识别包含其光学状态将要改变的像素的显示器的行。在本方法的一个优选形式中, 对于显示器的每行, 显示器控制器 (参见前述的 PCT/US02/37241) 检查所有的理想像素电极输出电压。如果对于该行, 所有输出电压等于该显示器的公共前电极的电势 V_{com} (即, 如果那行中没有像素需要重写), 则控制器输出同步 (V_{sync}) 脉冲而不将数据值载入列驱动器, 且不发布对应的输出使能 (OE) 命令。这样做的净效应是行驱动器的令牌位传递到显示器的下一行而不激活当前行。数据只载入列驱动器, 且输出使能只对于其中有至少一个像素需要被重写的行声明。

[0124] 本发明提供了两种不同的优点。首先, 对于不被重写的像素, 可以消除很多杂散电压源。对于这些像素没有容性栅尖峰 (gate spike), 且在像素不被寻址的帧中, 列驱动器电压的误差不会传递到该像素。由于与液晶相比较, 很多电光媒质电阻率相对低, 尤其是电泳媒质, 像素电极将趋向于弛豫到实际前面 (front plane) 电压, 因此保持了电光媒质的保持

状态。其次,显示器的功耗最小化。对于不被重写的每一行,对应的栅线不需要被充电。此外,当输出不载入显示器的列电极时,还消除了跨越显示器接口来移动数据的额外功耗。

[0125] 空间区域抖动 (dither)

[0126] 前面所述的本发明的方面涉及用于驱动电光显示器的波形。这种显示器的性能也可以通过改变底板的结构变化而改变,本发明的这一方面涉及将显示器的一个或多个像素(优选每个像素)分成具有不同面积的多个子像素。

[0127] 如前已经提及,很希望在电光显示器中提供灰度级。也可以通过将该显示器的像素驱动到介于其两个极端状态之间的灰度状态来获得该灰度级。然而,如果该媒质不能获得理想数量的中间状态,或者如果该显示器由不能提供理想数量的中间状态的驱动器来驱动,则必须用其它方法来获得理想数量的状态,本发明的这一方面涉及为此目的而使用的空间抖动。

[0128] 一个显示器可以被分成多个“逻辑”像素,其中每一个能够显示理想数量的灰度或其它光学状态。然而,显然在每个逻辑像素可以出现不止一个物理上分离的区域,事实上对于彩色显示器利用“全色”逻辑像素这是常见的,所述“全色”逻辑像素的每一个包括具有基色(例如红、绿、蓝)的三个子像素;参见例如前述的 2002/0180688。类似地,可以使用子像素的组合作为逻辑像素来获得灰度级,子像素中的每一个能够二元转变。例如,包括 4 个独立可控的具有相同面积的子像素的逻辑像素可用于提供 2 位灰度级。然而,对于多于 1 或 2 位灰度级的任何情况,子像素的数量不方便地变大,因为灰度级每增加 1 位,所需的子像素的数量加倍。

[0129] 本发明提供一种电光显示器,其具有至少一个像素,该像素包括多个子像素,这些子像素具有不同的面积。在本发明的一个优选实施例中,至少两个子像素的面积基本相差 2 倍。因此,例如,逻辑像素可能具有面积为 1X、2X 和 4X 的子像素,其中 X 是任意面积。这种类型的逻辑像素在附图的图 7A 中示意性示出。该逻辑像素只使用三个电极获得 3- 位灰度级,而使用在面积上相等的子像素获得相同的 3- 位灰度级将需要 8 个子像素。

[0130] 当每个子像素被驱动时,其反射或透射入射光的一部分,且分量由该子像素的面积决定。如果在该逻辑像素的区域上反射/透射是平均的,则获得驱动面积的二进制权重,因此获得空间抖动的灰度级。

[0131] 子像素的面积是任意的。图 7A 中所示的子像素用反射率加权。如果要使用非线性加权(这对于等步进的 L^* 或者 gamma 校正灰度间隔是适合的),该面积要相应地变化。

[0132] 除了考虑它们的相对面积外,还应当仔细考虑子像素的形状。如图 7A 中所示的简单的大块允许子像素阵列简单成形,但是在某些条件下,这些子像素可能被观察者分辨。同样,如果中间级灰度(因而(比如说)在每个逻辑像素中只有图 7A 的区域 4 被驱动)显示在大的区域(覆盖很多逻辑像素)上,观察者将看见从子像素图形中出现的线或栅格图形。

[0133] 增加逻辑像素的分辨率将减少这些问题,但是需要大量额外的像素,因为像素数量是以分辨率的平方的而增加。相反,可以通过相互交叉子像素(例如如图 7B 中所示)来减少子像素的可见性和/或可见图形的问题;注意该图只是意图示出相互交叉,并不准确代表子像素的相对面积。很多类似于图 7B 的相互交叉的图形可以用来改善图像质量。

[0134] 处理子像素可见性和/或可见图形的问题的另一种方法是随机定向子像素。例如,在像素阵列中,每个像素由如图 7A 所示的子像素排列,单个像素可能随机具有图 7A 所

示排列的 4 个可能方向中的每一个。这种子像素的“随机化”有助于分割图形并且使它们对于观察者更不易见。

[0135] 虽然图 7A 和 7B 中所示的本发明的实施例产生 3- 位灰度级, 可以理解, 本发明可以通过简单地增加额外的子像素来产生任何位数的灰度级。

[0136] 本发明这个方面的优点如下:

[0137] (a) 电光媒质本身不需要具有灰度级; 基本上显示器可以是黑 / 白显示器, 且开、关子像素以产生灰度级。在扫描阵列中, 可以通过提供额外的列驱动器 (对于相同数量的行) 来获得对于子像素的必要控制。这降低了对电光媒质的要求; 例如, 不需要担心超出其工作寿命后电光媒质的灰度级的可能漂移。

[0138] (b) 不需要复杂化的列驱动器; 本发明与简单使用很多传统显示器中使用的二进制级驱动器兼容。因此, 有利于使用容易获得的各种电光媒质、便宜的“成品”部件。一些产生灰度级的方法需要对列电极使用电压调制驱动器, 这种驱动器并不是广泛可用的且比二进制级驱动器的制造更昂贵 / 更难。

[0139] (c) 用于使用本发明的有源矩阵阵列的薄膜晶体管 (TFT) 的设计不比全色所需要的更难, 在全色中每个像素有三个子像素 (例如, RGB), 且需要提供给各种部件的数据量也不会更大。因此在实施本发明的有源矩阵底板中不需要开发新技术。

[0140] 杂项技术

[0141] 在电光显示器的最传统的有源矩阵驱动方案中, 显示器底板上像素电极的电压变化以便在像素上施加所需电压。顶面通常保持特定的电压, 该特定电压被认为对于寻址像素是有利的。例如, 如果提供给像素电极的数据线电压在零伏特和电压 V_0 之间变化, 则顶面将保持在 $V_0/2$, 以便允许像素上的电压降在两个方向上都有 $V_0/2$ 那么大。

[0142] 根据本发明的一个方面, 顶面的电压可以变化以加强电光媒质的寻址。例如, 顶面电压可以保持为零伏特以便允许总的像素电压降 (顶面负像素电压) 低到 $-V_0$ 。升高顶面电压至 V_0 , 允许像素电压降有 V_0 那么大。这些更大的电压降允许电光媒质更快地寻址。

[0143] 更一般的, 有利的是不仅能够将顶面电压设定为电压零和 V_0 , 也能够设定到其它电压。例如, 有利的是与由底板施加的像素 - 像素电压相一致, 在电光媒质上施加全局的时间变化电压。

[0144] 已知在电光显示器中在像素电极和由选择线路的延伸形成的电极之间提供电容器, 以便与选择线路充同样的电压; 如前述的 W001/07961 中所述, 这种电容的提供减少了在撤去驱动电压后像素上的电场的衰减速度。在另一方面, 本发明具有存储电容器的电光显示器, 该存储电容器形成于像素电极和 (第二) 电极之间, 所述 (第二) 电极的电压可以独立于该显示器的选择线路变化。在一个优选实施例中, 第二电极跟随顶面电压, 即, 其电压与顶面的不同之处仅仅在于一个不依赖于时间的常数。与由像素电极和控制该显示器的相邻 (先前) 行的选择线路之间的重叠形成的存储电容器相比较, 提供这种类型的电容器大大减少了像素经历的容性电压尖峰。

[0145] 本发明的另一方面涉及通过选择和数据线来减少或消除电光媒质的有害转变。

[0146] 如上所讨论的, 选择和数据线是有源矩阵面板的基本元件, 它们提供将像素电极充电到期望值所需的电压。然而, 选择和数据线可能具有转变与该数据线相邻的电光媒质的有害影响。通过使用黑色掩蔽将由数据线和 / 或选择线转变的区域对观察者隐藏, 可以

消除由这种转变引起的有害光学影像。然而,提供这种黑色掩蔽需要将显示器的前面与其后面对齐,且减少了暴露给观察者的电光媒质部分。结果是与不使用黑色掩蔽所获得的情况相比,显示器更暗且对比度更低。

[0147] 在本发明的另一个方面,通过使数据线在一个方向上的侧向延长小,从而使得它们在正常显示操作期间不会对相邻电光媒质进行相当大的寻址,从而避免了黑色掩蔽的使用。这避免了对黑色掩蔽的需要。

[0148] 本发明的一个相关方面涉及钝化电极的使用以及用于驱动电光媒质的驱动方案的修改。当其在两个电极之间的薄膜内的时候,冲击驱动的电光媒质可被电寻址。通常,电极与电光媒质接触。然而,即使一个或两个电极与该媒质之间存在具有长电子弛豫时间的介电材料,也能够寻址该电极。为了避免在显示器件的底板或前面的逆化学或电化学相互作用,一个或两个电极的钝化可能是需要的;参见前述的 WO 00/38001。虽然介电层的出现使得保持电光媒质上的电压的能力大大减小,但是如果该介电层被适当地设计,电压冲击仍能应用于该媒质且该媒质能够通过这些电压冲击寻址。

[0149] 电光媒质的光学状态的改变当然是通过改变像素电极上的电压实现的。该电压改变导致电光媒质上的电压,且通过媒质由于电荷泄漏使得电光媒质上的电压衰减。如果外部介电层(即,该媒质和一个电极之间的介电层)足够薄且电光媒质的电阻率足够大,则该媒质上的电压冲击将足以引起该媒质的光学状态按需要变化。因此通过介电层的电光媒质的电子寻址是可能的。然而,该寻址方案不同于寻址其电极与该媒质直接接触的电光媒质,因为在后一种情况下,通过在像素上施加电压寻址媒质,而在前一种情况下,是通过在像素电压中引起变化实现寻址。在每个变化,电光媒质经历电压冲击。

[0150] 最后,本发明提供用于减少有源矩阵电光显示器中的串扰的驱动方案。

[0151] 像素间串扰(寻址一个像素影响其它像素的光学状态)是有害的,这是有多种原因造成的。一个原因是在关断状态下有有限的电流流过晶体管。由于关断状态的电流泄漏,对数据线提供电压(意在充电一个像素)可能会对非选择行中的晶体管充电。解决办法是使用具有低截止状态电流的晶体管。

[0152] 另一个串扰源是相邻像素间的电流泄漏。电流可以通过底板的元件漏出,或通过与底板接触的电光媒质漏出。这种串扰的解决办法是设计一种像素电极之间的绝缘间隙大的底板。间隙越大产生的漏电流越小。

[0153] 如前面已经指出的,用于本发明中的电光媒质的优选类型是封装的基于粒子的电泳媒质。在本发明的方法和装置中使用的这种电泳媒质可以使用如前面 E Ink 和 MIT 的专利和申请中所述的相同的部件和制造技术,读者可以参考这些专利和申请以获得进一步的信息。

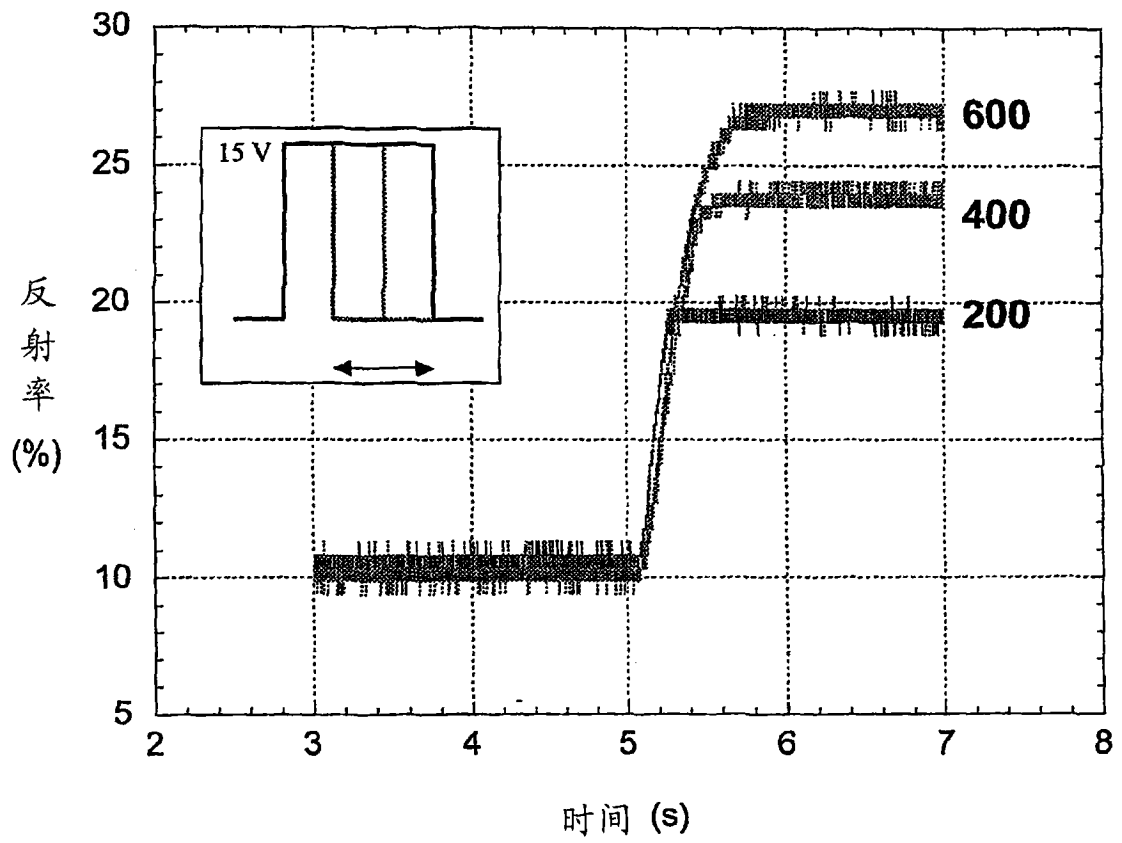


图 1

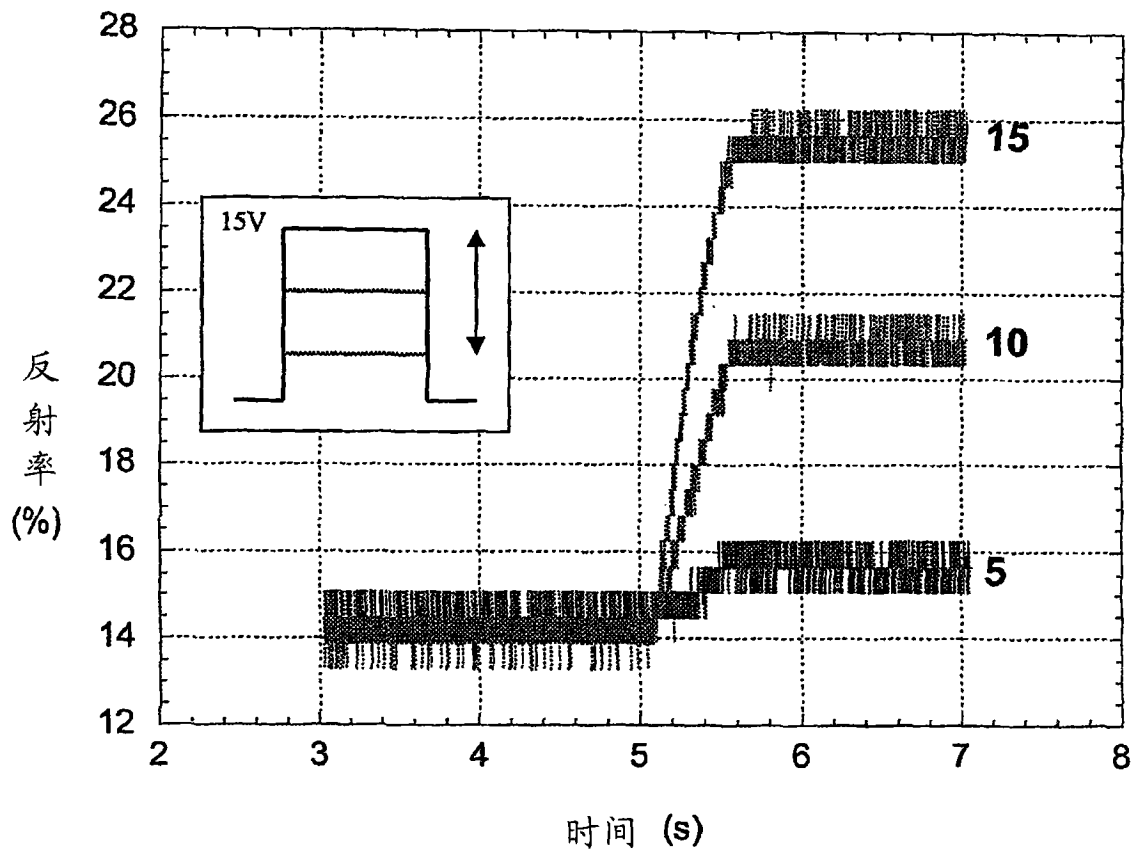


图 2

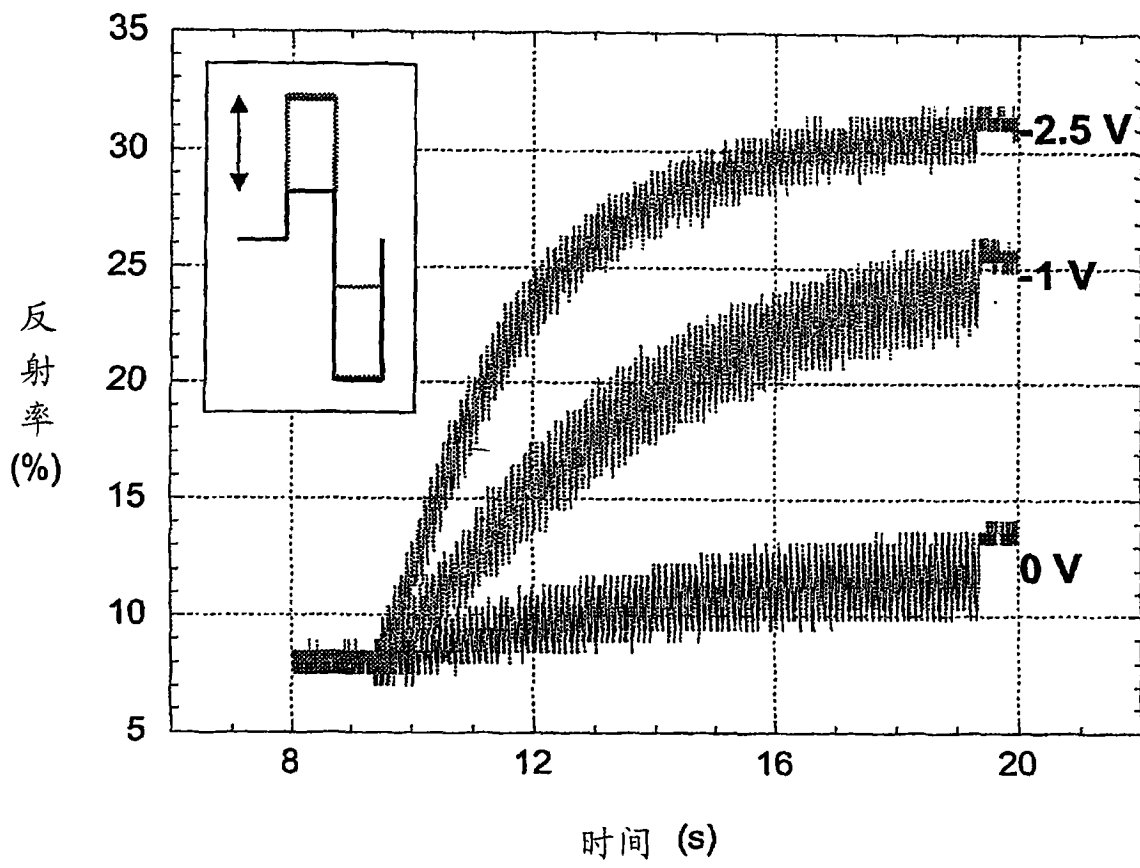


图 3

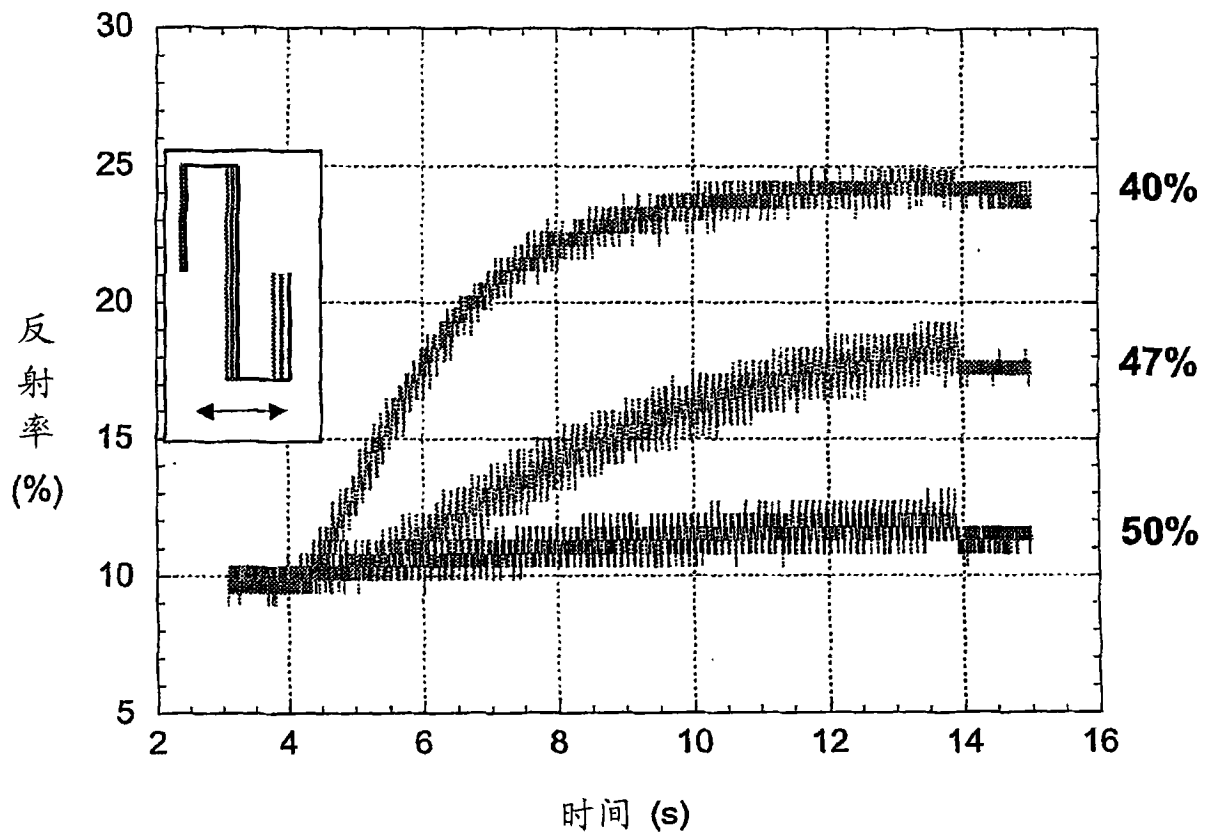


图 4

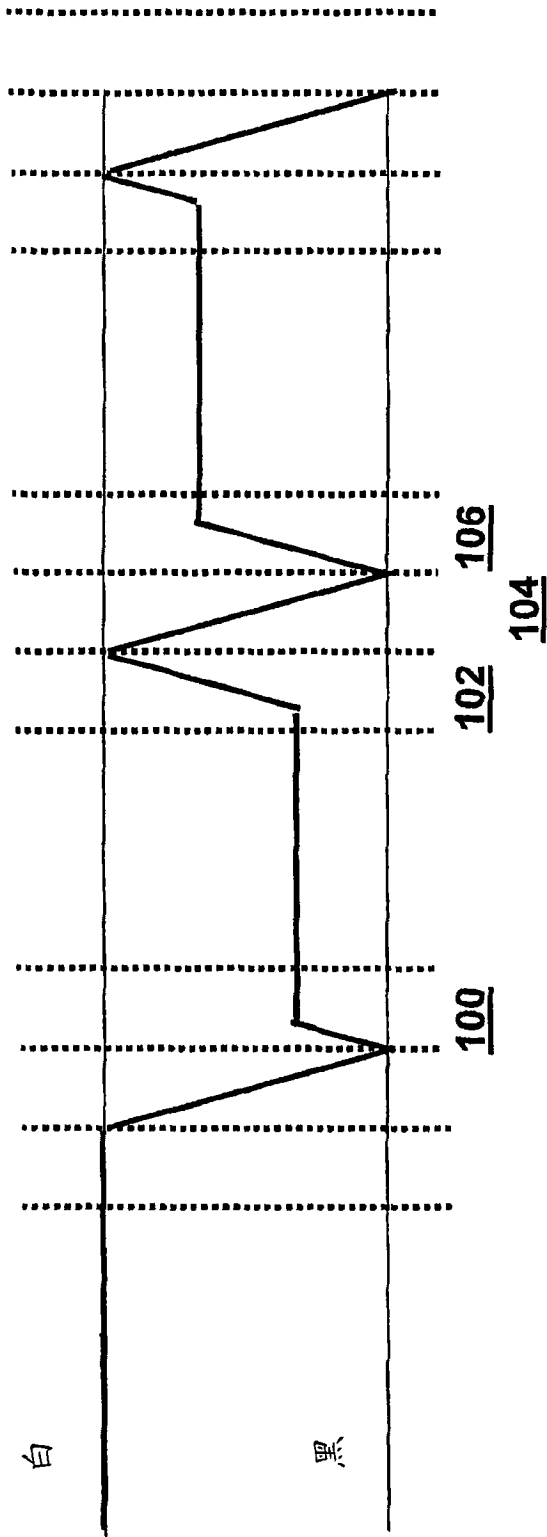


图 5

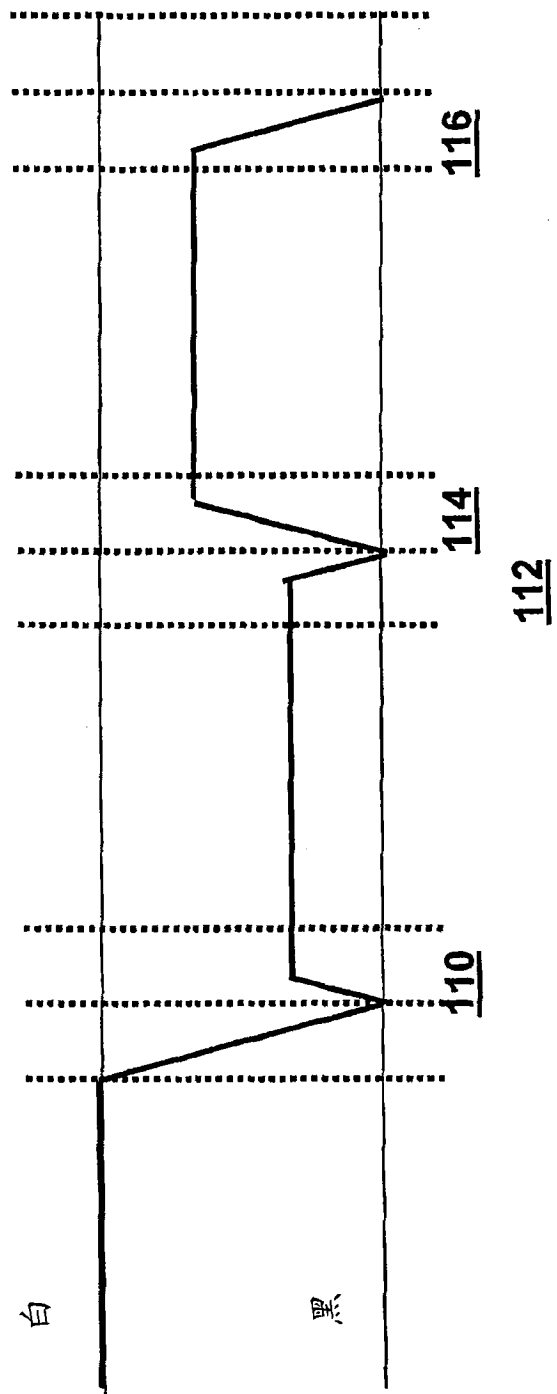


图 6

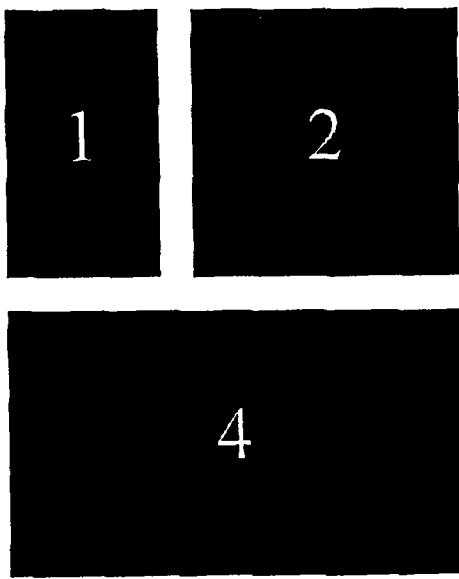


图 7A

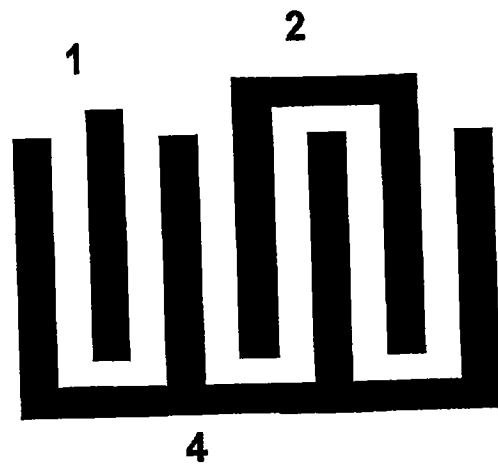


图 7B