



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110610687 A

(43)申请公布日 2019.12.24

(21)申请号 201910986158.3

Y·本-多夫

(22)申请日 2014.02.28

(74)专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280

(30)优先权数据

代理人 王勇

61/771318 2013.03.01 US

61/773916 2013.03.07 US

61/774985 2013.03.08 US

61/779413 2013.03.13 US

(51)Int.Cl.

G09G 3/34(2006.01)

(62)分案原申请数据

201480024188.1 2014.02.28

(71)申请人 伊英克公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 D·M·哈林顿 K·R·可劳恩斯

K·R·阿蒙森 M·J·埃普瑞

T·A·柔丁 A·布夏尔

S·特佛尔 A·L·拉特斯

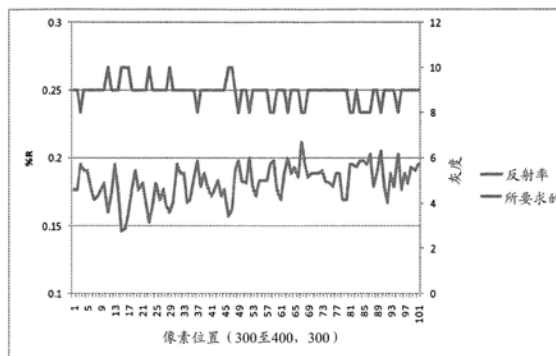
权利要求书1页 说明书18页 附图11页

(54)发明名称

用于驱动电光显示器的方法

(57)摘要

用于驱动电光显示器特别是双稳态显示器的方法,包括(a)使用两部分波形,波形的第一部分仅取决于相关像素的初始状态;(b)测量每个独立像素的响应并针对每个像素存储指示一组标准驱动方案中的哪一个要用于该像素的数据;(c)针对驱动方案中的至少一个转变,随机地将多个不同波形施加至像素;以及(d)当更新显示器的有限区域时,驱动边缘消除区域中的“额外”像素以避免边缘效应。



1. 一种驱动包括多个像素的电光显示器的方法,该方法包括:  
存储表示所述显示器的至少一个像素的初始状态的数据;  
接收表示所述至少一个像素的最终状态的数据;以及  
向所述至少一个像素施加被配置为将所述至少一个像素的光学状态从所述初始状态改变为所述最终状态的波形,所述波形是两部分,第一部分取决于所述像素的初始状态但不取决于其最终状态,第二部分取决于所述像素的初始和最终状态。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述显示器的每个像素能够显示两个极端光学状态以及在所述两个极端光学状态中间的至少一个灰度光学状态,以及其中所述波形的第一部分将所述至少一个像素驱动至灰度光学状态。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,两部分波形被施加至所述显示器的所有像素,在每个波形的第一部分的结束处,所有像素处于相同的灰度光学状态。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述波形的第一部分包括所述波形的总持续时间的至少约百分之50。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述波形的第一部分包括所述波形的总持续时间的至少约百分之66。
6. 一种适于执行权利要求1的方法的显示器控制器。
7. 一种使用驱动方案来驱动具有多个像素的电光显示器的方法,所述驱动方案针对从初始灰度至最终灰度的每个转变定义要施加至每个像素的波形,其中,针对所述驱动方案中的至少一个转变,在所述驱动方案中提供多个波形,并且所述多个波形被随机施加至经历相关转变的像素,以使得经历相同转变的不同像素体验不同的波形。
8. 根据权利要求7所述的方法,还包括步骤:每隔一段时间改变所述多个波形中的哪一个用于在特定像素处的所述至少一个转变中的哪一个。
9. 根据权利要求7所述的方法,还包括追踪每个像素处的DC不平衡并从所述多个波形中进行选择以减少积累的DC不平衡。
10. 根据权利要求7所述的方法,其中,在所述驱动方案中针对每个转变提供多个波形,并且任何特定像素针对每个转变使用相同的波形。
11. 根据权利要求7所述的方法,其中,从所述多个波形中进行选择以使得固定图像总是或间歇地在所述显示器的背景中可见。

## 用于驱动电光显示器的方法

[0001] 本申请是申请号为201480024188.1、申请日为2014年2月28日、发明名称为“用于驱动电光显示器的方法”的母案申请的申请号为201710101949.4的分案申请的分案申请。

[0002] 相关申请

[0003] 本申请涉及美国专利Nos. 5,930,026;6,445,489;6,504,524;6,512,354;6,531,997;6,753,999;6,825,970;6,900,851;6,995,550;7,012,600;7,023,420;7,034,783;7,116,466;7,119,772;7,193,625;7,202,847;7,259,744;7,304,787;7,312,794;7,327,511;7,453,445;7,492,339;7,528,822;7,545,358;7,583,251;7,602,374;7,612,760;7,679,599;7,688,297;7,729,039;7,733,311;7,733,335;7,787,169;7,952,557;7,956,841;7,999,787;8,077,141;8,125,501;8,139,050;8,174,490;8,289,250;8,300,006;和8,314,784;以及美国专利申请公开Nos. 2003/0102858;2005/0122284;2005/0179642;2005/0253777;2007/0091418;2007/0103427;2008/0024429;2008/0024482;2008/0136774;2008/0150888;2008/0291129;2009/0174651;2009/0179923;2009/0195568;2009/0322721;2010/0045592;2010/0220121;2010/0220122;2010/0265561;2011/0187684;2011/0193840;2011/0193841;2011/0199671;和2011/0285754;以及于2013年1月10日提交的序列号为61/750,980的、于2013年1月31日提交的序列号为13/755,111的、和于2014年2月26日提交的序列号为14/190,135的共同未决的申请。为了方便,前述专利和申请可以在下文中总地被称为“MEDEOD”(用于驱动电光显示器的方法)申请。

### 技术领域

[0004] 本发明涉及用于驱动电光显示器(特别是双稳态电光显示器)的方法,以及用于该方法的设备。本发明的一些方面涉及可以允许减少“重影”和边缘效应的驱动方法。本发明的其他方面涉及减少电光显示器上的图像中的噪声;这些噪声可以包括被称为“颗粒”或“斑点”的噪声并且被认为(尽管本发明绝不由该认为所限制)是归因于电光材料本身的不均匀性。本发明特别地,但并非排他地,意于使用基于粒子的电泳显示器,其中,一种或多种类型的带电粒子存在于流体中并且在电场的影响下移动穿过流体以改变显示器的外观。

### 背景技术

[0005] 作为应用于材料或者显示器的术语“电光”,其在此使用的是其在成像领域中的常规含义,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个光学性质不同,通过向所述材料施加电场使该材料从其第一显示状态改变到第二显示状态。尽管光学性质通常是人眼可感知的颜色,但其可以是其他光学性质,诸如光透射、反射、发光,或者在意于用于机器阅读的显示器的情况下,在可见范围外的电磁波长的反射率的改变的意义上的伪色。

[0006] 术语“灰色状态”在此使用的是其在成像技术领域中的常规含义,指的是介于像素的两个极端光学状态之间的一种状态,但并不一定意味着处于这两个极端状态之间的黑白转变。例如,下文中所涉及的伊英克公司的几个专利和公开申请描述了这样的电泳显示器,

其中,该极端状态为白色和深蓝色,使得中间的“灰色状态”实际上为淡蓝色。实际上,如已经提到的,光学状态的改变可以根本不是颜色改变。下文可使用术语“黑色”和“白色”来指代显示器的两个极端光学状态,并且应当被理解为通常包括并非严格的黑色和白色的极端光学状态,例如上面提到的白色和深蓝色状态。下文可使用术语“单色的”来表示仅将像素驱动至其两个极端光学状态,而没有中间灰色状态的驱动方案。

[0007] 术语“双稳态的”和“双稳定性”在此使用的是其在本领域中的常规含义,指的是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的至少一个光学性质不同,从而在利用具有有限存续时间的寻址脉冲驱动任何给定元件以呈现其第一或第二显示状态之后,在该寻址脉冲终止后,该状态将持续的时间是改变该显示元件的状态所需的寻址脉冲的最小持续时间的至少几倍(例如至少4倍)。美国专利No.7,170,670表明,支持灰度的一些基于粒子的电泳显示器不仅可以稳定于其极端的黑色和白色状态,还可以稳定于其中间的灰色状态,一些其它类型的电光显示器也是如此。这种类型的显示器被恰当地称为是“多稳态的”而非双稳态的,但是为了方便,在此可使用术语“双稳态的”以同时涵盖双稳态的和多稳态的显示器。

[0008] 术语“脉冲”在此使用的是其常规含义,即电压关于时间的积分。然而,一些双稳态电光介质用作电荷转换器,并且对于这种介质,可以使用脉冲的一种替代定义,即电流关于时间的积分(其等于施加的总电荷)。根据介质是用作电压-时间脉冲转换器还是用作电荷脉冲转换器,应当使用合适的脉冲定义。

[0009] 下文的讨论主要集中于用于驱动电光显示器的一个或多个像素经历从初始灰度至最终灰度(其可以与初始灰度相同或者不相同)的转变的方法。术语“波形”将用于指示整个电压与时间曲线,其用于实现从一个特定初始灰度到特定的最终灰度的转变。典型地,该波形包括多个波形元素;其中,这些元素本质上是矩形的(即,其中,给定元素包括在一段时间内施加恒定电压);该元素可以被称为“脉冲”或“驱动脉冲”。术语“驱动方案”指足以实现在特定显示器的灰度之间的所有可能的转变的一组波形。显示器可以使用多于一个驱动方案;例如,前述美国专利No.7,012,600教导了根据诸如显示器温度或者在其存在期间已经工作的时间等参数,驱动方案可能需要被修改,并且因此显示器可以配备有多个不同的将用在不同温度等的驱动方案。以该方式使用的一组驱动方案可以被称为“一组相关驱动方案”。如一些前述MEDEOD申请中所描述的,也可以在同一显示器的不同区域同时使用多于一个驱动方案,以该方式使用的一组驱动方案可以被称为“一组同步驱动方案”。

[0010] 已知几种类型的电光显示器,例如:

[0011] (a) 旋转双色元件类型,如在例如美国专利Nos.5,808,783;5,777,782;5,760,761;6,054,071;6,055,091;6,097,531;6,128,124;6,137,467以及6,147,791中所述;

[0012] (b) 电致变色介质,例如以纳米电致变色薄膜(nanochromic film)的形式的电致变色介质,包括从半导体金属氧化物至少部分形成的电极和附着到电极的能够反转颜色改变的多个染料分子;参见例如美国专利Nos.6,301,038;6,870,657;以及6,950,220;以及

[0013] (c) 电润湿显示器,如在Hayes,R.A.等,“Video-Speed Electronic Paper Based on Electrowetting”,Nature,425,383-385(2003)和美国专利No.7,420,549中所述。

[0014] 已经作为许多年来的大量研究和开发的主题的一种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移动穿过流体。电泳显示器与液晶显示器相

比可以具有以下属性:良好的亮度和对比度、宽的视角、状态双稳定性、和低功耗。然而,这些显示器的长期图像质量的问题阻碍了它们的广泛使用。例如,组成电泳显示器的粒子易沉降,导致这些显示器的不足的使用寿命。

[0015] 如上所述,电泳介质需要流体的存在。在大多数现有技术的电泳介质中,该流体是液体,但是电泳介质可以使用气态流体来制造;参见例如Kitamura,T.等,“Electrical toner movement for electronic paper-like display”,IDW Japan,2001,Paper HCS 1-1,以及Yamaguchi,Y.等,“Toner display using insulative particles charged triboelectrically”,IDW Japan,2001,Paper AMD4-4。还参见美国专利Nos.7,321,459和7,236,291。这种基于气体的电泳介质在允许这种沉降的方向上(例如在介质在垂直平面中沉积的迹象中)使用时,看起来易受由于粒子沉降与基于液体的电泳介质相同类型的问题的影响。实际上,与基于液体的电泳介质相比,在基于气体的电泳介质中,粒子沉降似乎是更严重的问题,因为气态悬浮流体与液体相比的较低粘度允许电泳粒子的更快速的沉降。

[0016] 被授予麻省理工学院(MIT)和伊英克公司或以它们的名义的许多专利和申请描述了用于封装的电泳和其他电光介质的各种技术。这种封装介质包括许多小囊体,每一个小囊体本身包括内部相以及包围内部相的囊壁,其中所述内部相含有在流体介质中的可电泳移动的粒子。典型地,这些囊体本身保持在聚合粘合剂中以形成位于两个电极之间的连贯层。在这些专利和申请中描述的技术包括:

[0017] (a) 电泳粒子、流体和流体添加剂;参见例如美国专利Nos.7,002,728和7,679,814;

[0018] (b) 囊体、粘合剂和封装处理;参见例如美国专利Nos.6,922,276和7,411,719;

[0019] (c) 包含电光材料的薄膜和子组件;参见例如美国专利Nos.6,982,178和7,839,564;

[0020] (d) 用于显示器中的背板、粘合层和其他辅助层以及方法;参见例如美国专利Nos.7,116,318和7,535,624;

[0021] (e) 颜色形成和颜色调节;参见例如美国专利No.7,075,502和美国专利申请公开No.2007/0109219;

[0022] (f) 用于驱动显示器的方法;参见前述MEDEOD申请;

[0023] (g) 显示器的应用;参见例如美国专利Nos.7,312,784和8,009,348;以及

[0024] (h) 非电泳显示器,如在美国专利Nos.6,241,921;6,950,220;7,420,549和8,319,759;以及美国专利申请公开No.2012/0293858中所述。

[0025] 许多前述专利和申请认识到在封装的电泳介质中围绕离散的微囊体的壁可以由连续相替代,由此产生所谓的聚合物分散型的电泳显示器,其中电泳介质包括多个离散的电泳流体的微滴和聚合物材料的连续相,并且在这种聚合物分散型的电泳显示器内的离散的电泳流体的微滴可以被认为是囊体或微囊体,即使没有离散的囊体薄膜与每个单独的微滴相关联;参见例如前述美国专利No.6,866,760。因此,为了本申请的目的,这样的聚合物分散型电泳介质被认定为是封装的电泳介质的子类。

[0026] 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,带电粒子和流体没有被封装在微囊体内,而是保持在形成于载体介质(通常是聚合物薄膜)内的多个空腔内。参见例如美国专利Nos.6,672,921和6,788,449,两者都授予Sipix

Imaging公司。

[0027] 虽然电泳介质通常是不透明的(因为,例如在很多电泳介质中,粒子基本上阻挡可见光透射通过显示器)并且在反射模式下工作,但许多电泳显示器可以制成在所谓的“快门模式”下工作,在该模式下,一种显示状态实质上是不透明的,而一种显示状态是透光的。参见例如美国专利No.5,872,552;6,130,774;6,144,361;6,172,798;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的变化的介电泳显示器可以在类似的模式下工作;参见美国专利No.4,418,346。其他类型的电光显示器也能够快门模式下工作。在快门模式下工作的电光介质可以用于全色显示器的多层结构;在该结构中,邻近显示器的观察面的至少一层在快门模式下工作,以暴露或隐藏更远离观察面的第二层。

[0028] 封装的电泳显示器通常不受传统电泳装置的聚集和沉降故障模式的困扰并提供更多的有益效果,例如在多种柔性和刚性基底上印刷或涂布显示器的能力。(使用词“印刷”意于包括印刷和涂布的所有形式,包括但不限于:诸如修补模具涂布、槽或挤压涂布、滑动或层叠涂布、幕式涂布的预先计量式涂布,诸如罗拉刮刀涂布、正向和反向辊式涂布的辊式涂布,凹面涂布,浸渍涂布,喷雾涂布,弯月面涂布,旋转涂布,刷涂,气刀涂布,丝网印刷工艺,静电印刷工艺,热印刷工艺,喷墨印刷工艺,电泳沉积(参见美国专利No.7,339,715),以及其他类似技术。)因此,所产生的显示器可以是柔性的。另外,因为显示器介质可以(使用多种方法)被印刷,所以显示器本身可以被便宜地制造。

[0029] 其他类型的电光介质也可用于本发明的显示器。

[0030] 基于粒子的电泳显示器的双稳态或多稳态性能,以及表现出类似性能的其他电光显示器(为了方便,该显示器在下文可以被称为“脉冲驱动显示器”),与传统液晶(LC)显示器的性能形成鲜明的对比。扭曲向列型液晶不是双稳态或多稳态的,而是用作电压转换器,因此,给这种显示器的像素施加给定电场在像素处产生特定的灰度,而不考虑像素处之前存在的灰度。此外,LC显示器仅在一个方向(从非透射或“暗”至透射或“亮”)被驱动,通过减小或消除电场实现从较亮状态至较暗状态的反向转变。最后,LC显示器的像素的灰度对电场的极性不敏感,仅对其大小敏感,并且实际上,由于技术原因,商业LC显示器通常以频繁的间隔反转驱动电场的极性。相反,双稳态电光显示器大致上是作为脉冲转换器工作的,因此,像素的最终状态不仅取决于所施加的电场和施加该电场的时间,还取决于施加电场之前像素的状态。

[0031] 不管所使用的电光介质是不是双稳态的,为了获得高分辨率的显示器,显示器的单个像素必须是不被邻近像素干扰地可寻址的。实现该目的的一种方法是提供诸如晶体管或二极管的非线性元件的阵列,其中至少一个非线性元件与每个像素相关,以产生“有源矩阵”显示器。为一个像素寻址的寻址或像素电极通过相关的非线性元件与合适的电压源连接。典型地,当非线性元件是晶体管时,像素电极连接至晶体管的漏极,并且该布置将在下文的描述中呈现,然而这实质上是任意的并且像素电极可以连接至晶体管的源极。通常,在高分辨率阵列中,像素被布置在行和列的二维阵列中,以使任意特定像素被一个特定行和一个特定列的交叉点唯一地限定。每一列中所有晶体管的源极都连接至单一系列电极,而每一行中所有晶体管的栅极都连接至单一系列电极;再次,将源极分配给行和将栅极分配给列是常规的,但是实质上是任意的,并且如果需要,可以反转。行电极连接至行驱动器,其实质上确保在任意给定的时刻仅选择一行,即,给所选择的行电极施加电压例如以确保在所

择的行上的所有晶体管都是导通的,而给其他的行施加电压例如以确保在这些未选择的行上的所有晶体管保持不导通。列电极连接至列驱动器,其在各个列电极上施加选择的电压以将所选择的行上的像素驱动至它们期望的光学状态。(前述电压与共同的前电极有关,后者通常设置在电光介质中与非线性阵列相对的一侧并且在整个显示器上延伸。)在被称为“线寻址时间”的预选择间隔之后,取消选择被选择的行,选择下一行,并且改变列驱动器上的电压以使显示器的下一行被写入。重复该过程以使整个显示器以逐行方式被写入。

[0032] 可能首先出现的是,用于寻址这种脉冲驱动电光显示器的理想方法将是所谓的“一般灰度图像流”,其中,控制器配置图像的每次写入以使得每个像素从其初始灰度直接转变到其最终灰度。然而,不可避免地,在将图像写到脉冲驱动显示器上时存在一些误差。在实践中遇到的一些这样的误差包括:

[0033] (a) 先前状态依赖性;对于至少一些电光介质,将像素切换至新的光学状态所需的脉冲不仅取决于当前和期望光学状态,还取决于像素的之前的光学状态。

[0034] (b) 停留时间依赖性;对于至少一些电光介质,将像素切换至新的光学状态所需的脉冲取决于像素在其各种光学状态中花费的时间。该依赖性的确切性质不好理解,但一般来说,像素在其当前光学状态中越长时间,则需要更多的脉冲。

[0035] (c) 温度依赖性;将像素切换至新的光学状态所需的脉冲极大地取决于温度。

[0036] (d) 湿度依赖性;对于至少一些类型的电光介质,将像素切换至新的光学状态所需的脉冲取决于环境湿度。

[0037] (e) 机械均匀性;将像素切换至新的光学状态所需的脉冲可能被显示器中的机械变化影响,例如,电光介质或相关联的复膜胶的厚度的变化。其他类型的机械非均匀性可能由不同制造批次的介质之间的不可避免的变化、制造公差和材料变化引起。

[0038] (f) 电压误差;施加至像素的实际脉冲将由于由驱动器输送的电压的不可避免的轻微误差而与理论上施加的脉冲不可避免地稍微不同。

[0039] 一般灰度图像流经受“误差的累积”现象。例如,假设温度依赖性导致在每次转变时在正向方向上的 $0.2L^*$ 的误差,其中, $L^*$ 具有通常的CIE定义:

$$[0040] \quad L^* = 116 (R/R_0)^{1/3} - 16,$$

[0041] 其中, $R$ 是反射率,以及 $R_0$ 是标准反射率值。在五十次转变之后,该误差将累积至 $10L^*$ 。可能更实际地,假设按照显示器的理论和实际反射率之间的差被表达的,每次转变的平均误差为 $\pm 0.2L^*$ 。在100次连续转变之后,像素将显示与它们的期望状态的 $2L^*$ 的平均偏差;这种偏差对于普通观察者在特定类型的图像上是明显的。

[0042] 该误差现象的累积不仅适用于由于温度引起的误差,还适用于以上列出的所有类型的误差。如在前述美国专利No.7,012,600中所述,对这种误差的补偿是可能的,但仅达到有限的精度。例如,温度误差可以通过使用温度传感器和查找表来补偿,但是温度传感器具有有限的分辨率并且可能读取与电光介质稍微不同的温度。类似地,先前状态依赖性可以通过存储先前状态并使用多维转变矩阵来补偿,但是控制器存储器限制可以记录的状态的数量以及可以存储的转变矩阵的大小,从而对该类型的补偿的精度施加了限制。

[0043] 由此,一般灰度图像流需要对所施加脉冲的非常精确的控制以给出好的结果,并且从经验上已经发现,在电光显示器的技术的目前状态中,一般灰度图像流在商业显示器中是不可行的。

[0044] 可以理解, 无论是否使用有源矩阵背板, 显示器的更新需要制备一些形式的位图来指示显示器中每个像素的期望的最终灰度。另一方面, 在许多情况下, 要在显示器上显示的数据以非位图的形式存储; 例如, 电子书和类似的文档通常以基于文本的形式存储, 例如作为简单的ASCII文本, 作为“epub”或“mobi”文字处理文件或作为文本模式便携式文档文件。要显示的其他数据可以被存储为电子表格或演示文件, 或作为压缩图像或视频文件。这些各种存储格式至用于显示的合适位图的转换(通常被称为“预渲染”)对显示器电子器件的数据处理性能提出大量要求, 特别是在通常具有比桌面或笔记本个人计算机低得多的计算能力的便携式电子显示器的情况下。彩色图像的预渲染对数据处理性能提出特别大的需求。此外, 由于用户期望电子书阅读器和类似的显示器对于用户输入基本上立即进行响应, 因而在许多情况下(例如当阅读器呈现有几列有几种可能选择的菜单时, 并且哪个图像将接着出现取决于在菜单上所选择的项目), 对于显示器来说需要预渲染几个图像以避免在用户作出选择之后在呈现下一图像时发生延迟。这种多个图像的预渲染(其中的许多图像可能从来不被显示)占据了大量的存储器空间并增加了显示器的功耗, 由此减小了在电池供电的便携式显示器的情况下电池充电之间的有效间隔。本发明的第一方面涉及减少或消除上述问题。

[0045] 本发明的第二方面涉及电光显示器上的图像中噪声的减少。在实践中, 发现许多电光显示器遭受空间噪声, 其是指即使显示器的不同区域使用相同的驱动方案并由此经历相同的波形, 在显示器的不同区域仍呈现不同的灰度。这种噪声的至少一部分似乎是由于电光层中的非均匀性, 即颗粒伪影。还通常存在的是“条纹”缺陷, 其将自身显示为具有与周围区域不同的电光响应的细长区域。这种颗粒和条纹缺陷在足够严重的情况下需要电光介质的一部分被丢弃, 并且所述缺陷由此是电光显示器的生产中成品率损失的重要因素。噪声和缺陷的某种降低可以通过对要用于驱动显示器的波形和驱动方案的仔细选择来实现, 但是这种降低是有限的, 并且颗粒和条纹仍然是电光显示器的制造中的主要问题。

[0046] 本发明的第二方面试图提供用于驱动电光显示器以允许比现有技术的方法更有效地校正噪声的方法。

[0047] 本发明的第三方面涉及多个驱动方案的使用。在某些情况下, 可能期望对于单个显示器利用多个驱动方案。例如, 能够显示多于两种灰度的显示器可以利用可以实现所有可能灰度之间的转变的灰度驱动方案(“GSDS”), 以及实现仅两个灰度之间的转变的单色驱动方案(“MDS”), MDS提供比GSDS更快的显示器的重写。当在显示器的重写期间正在改变的所有像素实现仅在由MDS使用的两个灰度之间的转变时使用MDS。例如, 前述美国专利No. 7, 119, 772描述了电子书或类似装置的形式显示器, 其能够显示灰度图像并且还能够显示允许用户输入与所显示图像有关的文本的单色对话框。当用户输入文本时, 快速MDS被用于对话框的快速更新, 由此向用户提供正在被输入的文本的快速确认。另一方面, 当在显示器上显示的整个灰度图像改变时, 使用较慢的GSDS。

[0048] 可替换地, 显示器可以同时利用GSDS和“直接更新”驱动方案(“DUDS”)。DUDS可以具有两个或更多个灰度, 通常少于GSDS, 但DUDS的最重要的特性是由简单的单向驱动处理从初始灰度至最终灰度的转变, 与GSDS中通常使用的“间接”转变形成对比, 在GSDS中的至少一些转变中, 像素从初始灰度被驱动至一个极端光学状态, 之后在相反方向上驱动至最终灰度; 在一些情况下, 转变可能通过从初始灰度驱动至一个极端光学状态, 之后至相对的



极端光学状态,并且直到那时才至最终极端光学状态来实现——参见例如,前述美国专利No.7,012,600的图11A和11B中所示的驱动方案。由此,目前的电泳显示器可能具有大约为饱和脉冲的长度的二至三倍的灰度模式下的更新时间(其中,“饱和脉冲的长度”被定义为特定电压下的时间周期,其足以将显示器的像素从一个极端光学状态驱动至另一极端光学状态),或大约700-900毫秒,而DUDS具有等于饱和脉冲的长度的最大更新时间或大约200-300毫秒。

[0049] 然而,驱动方案的变化不限于所使用的灰度的数量的差异。例如,驱动方案可以分成全局驱动方案和部分更新(或局部)驱动方案,在全局驱动方案中,将驱动电压施加至施加全局更新驱动方案(更准确地称为“全局完成”或“GC”驱动方案)的区域(其可以是整个显示器或其某些限定部分)中的每个像素,在部分更新驱动方案中,仅将驱动电压施加至经历非零转变(即,初始和最终灰度相互不同的转变)的像素,但在零转变(其中,初始和最终灰度相同)期间不施加驱动电压。中间形式的驱动方案(称为“全局有限”或“GL”驱动方案)类似于GC驱动方案,除了不将驱动电压施加至正经历白色至白色的零转变的像素以外。在例如用作在白色背景上显示黑色文本的电子书阅读器的显示器中,存在许多白色像素,特别是在页边空白以及文本的行之间,其从文本的一页至下一页保持不变;因此,不重写这些白色像素显著地降低了显示器重写的明显“闪烁”。然而,在这种类型的GL驱动方案中还有一些问题。首先,如在前述MEDEOD申请中的一些中详细讨论的,双稳态电光介质通常不是完全双稳态的,处于一个极端光学状态的像素在数分钟至数小时的周期中逐渐向中间灰度漂移。特别地,被驱动为白色的像素缓慢地向浅灰色漂移。因此,如果在局部驱动方案中允许白色像素在许多翻页期间保持未驱动,而在此期间其他白色像素(例如,形成文本字符的部分的那些白色像素)被驱动,则新近更新的白色像素将比未驱动的白色像素稍微更亮,并且最终该差异甚至对未经训练的用户来说变得明显。

[0050] 第二,当未驱动像素位于被更新的像素附近时,一种称为“模糊”的现象发生,其中,被驱动像素的驱动导致在稍微大于被驱动像素的区域上的光学状态的改变,这是因为位于两个像素之间的电光介质历经施加至两个像素的电压中间的电压。另外,一些电光介质,特别是电泳介质,对所施加电压不对称地反应,使得如果一个像素被一个极性的脉冲驱动并且之后被相反极性的脉冲驱动,同时相邻像素自始至终未被驱动,在这两个像素之间留下可见边缘。这种模糊将自身显示为沿着未驱动像素与被驱动像素相邻接处的边缘的边缘效应。类似的边缘效应在使用区域更新(其中仅更新显示器的特定区域以例如显示图像)时发生,除了在区域更新的情况下,在被更新的区域的边界处发生边缘效应。经过一段时间,这种边缘效应变得在视觉上分散注意力并且必须被清除。到目前为止,这种边缘效应(以及在未驱动白色像素中的颜色漂移的效应)通常通过每隔一段时间使用单个GC更新来移除。不幸地,这种临时的GC更新的使用再次引入了“闪烁”更新的问题,并且实际上,由于闪烁更新仅以长的时间间隔发生的事实,可能使得该更新的闪烁加强。

[0051] 本发明的第三方面涉及减少或消除上述问题,而同时尽可能地避免闪烁更新。然而,在试图解决前述问题时存在另外的并发问题,即需要整体DC平衡。如在前述MEDEOD申请中的许多中论述的,如果所使用的驱动方案不是大致DC平衡的(即,如果以相同灰度开始和结束的任何系列的转变期间施加至像素的脉冲的代数和接近于零),则显示器的电光性质和工作寿命可能被不利地影响。特别地参见前述美国专利No.7,453,445,其论述了涉及

使用多于一个驱动方案执行的转变的所谓的“异构循环”中DC平衡的问题。DC平衡驱动方案确保在任意给定时刻的总的净脉冲偏差被限制(对于有限数量的灰色状态)。在DC平衡驱动方案中,显示器的各个光学状态被分配一个脉冲电位(IP)并且光学状态之间的各个转变被限定,从而使转变的净脉冲等于转变的初始状态和最终状态之间的脉冲电位的差。在DC平衡驱动方案中,任意往返净脉冲需要大致为零。

[0052] 因此,本发明的第三方面试图提供用于驱动电光显示器以减少前述可见边缘效应的方法。

### 发明内容

[0053] 根据本发明的第一方面,现在已经发现由需要预渲染多个图像所导致的前述问题可以通过使用处于两个连续阶段中的波形来减少(如果没有被消除的话),即,仅取决于在相关转变之前的初始光学状态(或者可能地初始光学状态和在初始光学状态之前的至少一个光学状态)的第一阶段,以及取决于相关转变的初始光学状态和最终光学状态的第二阶段。

[0054] 因此,本发明的第一方面提供驱动包括多个像素的电光显示器的方法。该方法包括:存储表示显示器的至少一个像素的初始状态的数据;接收表示至少一个像素的最终状态的数据;以及向至少一个像素施加被配置为将至少一个像素的光学状态从初始状态改变为最终状态的波形。在本发明的方法中,所述或每个波形为两个部分,第一部分取决于像素的初始状态但不取决于其最终状态,第二部分取决于像素的初始和最终状态。

[0055] 本发明的该方法被设计为,在最终图像被选择的时间之后,允许最终图像的预渲染,以使得仅一个最终图像需要被预渲染,并由此避免现有技术的驱动方案的问题,该现有技术的驱动方案可能涉及多个图像的预渲染,其中的一些可能从不施加至显示器。通过使用本发明的方法,当主控制器确定需要更新显示器时(例如由于用户选择了菜单上的项目),主控制器将消息发送至显示器控制器以开始更新。显示器控制器之后可以立即开始要施加至每个像素的波形的第一部分,由于该第一部分仅取决于显示器控制器已经所有的数据,主要是每个像素的现有状态,以及优选地关于每个像素的先前状态的数据,使得每个波形的该第一部分可以在显示器控制器不需要知道最终图像的细节的情况下进行。在显示器控制器执行每个波形的第一部分时,主控制器渲染最终图像,并使得该最终图像可用于显示器控制器,以使得每个波形的第一部分一旦结束,每个波形的第二部分可以立即开始。在大多数情况下,由每个波形的第一部分提供的周期将足以用于主控制器渲染最终图像,这当然取决于要呈现的图像的类型以及主控制器的数据处理能力。如果需要另外的时间,可以在显示器控制器开始每个波形的第一部分之前提供短的延迟;这种短的延迟不会实质上影响用户对显示器的响应的感知。

[0056] 本发明的第一方面还提供适于执行本发明的方法的显示器控制器。

[0057] 本发明的第二方面提供一种驱动具有多个像素的电光显示器的方法。该方法包括(在第一测试阶段)将至少一个标准波形施加至每个像素,在施加标准波形之后测量每个像素的光学状态,针对每个像素确定要施加至像素的标准驱动方案的选择之一,以及针对每个像素存储指示所选择的标准驱动方案的至少一个选择数据。该方法还包括第二(驱动)阶段,包括:

- [0058] 存储表示显示器的每个像素的至少初始状态的数据,以及标准驱动方案;
- [0059] 接收表示显示器的多个像素的最终灰度的输入信号;
- [0060] 根据表示初始状态的存储的数据、输入信号、针对相关像素以及标准驱动方案的选择数据,来确定将所述多个像素驱动至最终灰度所需的脉冲;以及
- [0061] 生成表示要施加至所述多个像素的像素电压的多个输出信号。
- [0062] 为了方便,本发明的该驱动方法可以在下文中称为本发明的“像素特定驱动方法”或“PSD”方法。
- [0063] 本发明还提供适于执行本发明的PSD方法的显示器控制器。这种控制器拥有规则,其用于针对显示器的每个像素存储指示要将标准驱动方案的选择中的哪一个施加至每个特定像素的至少一个选择数据,并用于考虑该选择数据来确定在显示器的更新期间要施加至每个像素的波形。
- [0064] 在本发明的PSD方法中,测试阶段可以包括将显示器的每个像素驱动至像素可以显示的每一个灰度(或者至少是即将使用的驱动方案可以显示的每一个灰度,例如16灰度中的每一个)。这便利地通过在显示器保持在固定位置时驱动显示器以显示每个灰度的一系列固态图像来完成。照相机被配置为拍摄显示器,在照相机图像的像素和显示器像素之间实现映射。在与显示器像素相对应的位置采集固态显示器图像中的每一个的照相机图像。
- [0065] 如已经论述的,颗粒和斑点是有时显示在电泳显示器模块上的伪影。针对诸如均匀灰色调的某些显示材料,伪影的低空间频率和振幅可以使得其为视觉上干扰的。本发明的PSD方法试图通过适应图像内容,或在显示过程期间以其他方式提供空间校正以校正噪声的局部色调偏移来减少显示材料的颗粒性,所述校正根据在每个可寻址空间位置(即像素)处灰度的颗粒偏移的映射图来产生。由此,PSD方法是“有源噪声消除”的形式。
- [0066] 在该方法的最简单形式中,不调整可用于更新每个像素的驱动方案,而是仅改变从可用驱动信号中的选择。例如,如果在给定像素,颗粒特性使得像素过暗,则在较浅的灰色调信号所产生的灰色调被预测为与期望的更接近时,可以施加较浅的灰色调信号。通过使用空间颗粒偏移信息,获得映射以提供在每个像素处的每个灰度输入的校正。如果色调的数量小,则该映射可以预先确定并合理地存储。
- [0067] 名义上,在PSD方法中,驱动方案被选择以使得每个灰度的颗粒图案的平均亮度在目标灰度的一定容差内。实际上,在给定面板上实现的实际平均亮度可以从面板到面板变化灰度之间间隔的大部分。经验上,已经发现在颗粒图案中发现的亮区域为大致正态地分布,其标准差取决于平均色调(以大致平滑的方式)和所施加的驱动方案。颗粒图案在对于人类视觉系统来说重要的长度标度上在空间上关联。
- [0068] 给定这些发现,可以看出,所述的用于局部颗粒补偿的简单PSD方案将导致从目标灰度实现的平均灰度的布局中误差的减小。此外,已经发现,由于与相邻灰度之间的间隔相比,颗粒方差变大,所产生的校正灰色调的方差接近具有 $(1/12)^{0.5}$ 或大致0.3度的标准差的均匀分布的方差。参见图1,其示出针对标称灰度布局从目标水平的两种不同偏移在基线颗粒消除中的PSD方法的模拟性能。在两种情况中,灰度布局误差在大的本地颗粒标准差时收敛至零,并且所得到的标准差在 $[-0.5, 0.5]$ 度收敛至均匀分布。
- [0069] 该方差的减小是PSD方法的主要目标,因为其降低了颗粒的可见性。然而,甚至在

所产生的降低水平,由于颗粒图案中的空间关联,所得到的纹理图案可能为视觉上干扰的;当通过在每个像素处选择最接近的可用灰度来渲染灰度时,大范围的类似选择的灰度可以产生,并且因为人眼对结果空间频率敏感,所以伪影保持容易地可见。因此,需要用于在显示器的每个像素处的可用灰度中进行选择的改进方法,其保留接近目标值的平均亮度并降低校正后的颗粒图案的可见性,这种改进的方法由本发明的第二方面的第二方法提供,其中,抖动或图像半色调技术用于将颗粒置于较高空间频率以使得其更少地可见,同时维持对均匀值的严格约束以保持接近灰度布局目标。在大多数情况下,这在最佳情况中导致总噪声方差的增大,但仍提供噪声可见度的减小。

[0070] 本发明的第三方面提供驱动具有多个像素的电光显示器的方法。该方法使用针对从初始灰度至最终灰度的每个转变来定义要施加至每个像素的波形的驱动方案。针对驱动方案中的至少一个转变,在驱动方案中提供多个波形,所述多个波形被随机施加至经历相关转变的像素,以使得经历相同转变的不同像素体验不同的波形。

[0071] 可以理解,本发明的该方法需要显示器控制器,其可以在逐个像素基础上施加不同的波形,如这里所述。

[0072] 可以理解,在本发明的该方法中用于特定转变的多个波形将不必都具有相同的净脉冲,并且为了产生趋于最小化边缘效应和类似视觉问题的随机效应,在本方法中合理的是每隔一段时间改变哪个波形用于在特定像素处的哪个转变。因此,除非采取预防,该方法可能导致DC不平衡的积累。在许多情况下,多个波形的净脉冲之间的差异很小,并且根据所使用的电光显示器的类型,可以在不显著地损坏显示器的情况下被容许。可替换地,在每个像素处的DC不平衡可以被追踪(如在前述MEDEOD申请中所述),针对特定转变的特定波形的选择被偏置,以意于减少特定像素处的累积DC不平衡。在本方法的另一实施例中,针对驱动方案中的转变的每一个提供多个波形,并且任一个像素针对每个转变使用第一、第二、第三等波形。实际上,针对每个转变的第一、第二、第三等波形的集合形成不同的驱动方案,在任一次这些驱动方案中的仅一个被施加至特定像素。(这些驱动方案中的每一个是相同的类型或“模式”,即,驱动方案中的每一个可以是全局完成驱动方案或全局有限驱动方案,但全部必须是相同类型。由此,本发明的该实施例不同于序列号为13/755,111的前述共同未决的申请中所描述的选择性一般更新驱动方案,其中,第一驱动方案在第一更新期间被施加至显示器的像素的非零次要部分,而第二驱动方案在第一更新期间被施加至剩余像素,而在第一更新之后的第二更新期间,第一驱动方案被施加至像素的不同的非零次要部分,而第二驱动方案在第二更新期间被施加至剩余像素;在选择性一般更新驱动方案中,两个驱动方案是不同类型。)期望地,在本发明的该实施例中使用的不同驱动方案中的每一个是自身DC平衡的,并且期望地,不同驱动方案的两个之间的像素的切换仅在像素达到特定光学状态时实现,以使得驱动方案之间的切换不会导致DC不平衡的积累。通常,特定光学状态将包括像素的极端光学状态之一。

[0073] 本发明的第三方面还提供驱动具有多个像素的电光显示器的另一方法。该方法包括施加局部驱动方案以改变显示器的至少一个有限区域的光学状态。至少一个有限区域的光学状态的改变伴随着驱动边缘消除区域中的像素,边缘消除区域为至少一个像素宽并且基本上围绕所述至少一个有限区域。边缘消除区域中的像素首先从它们的初始灰度被驱动至中间灰度,之后被驱动回至其初始灰度(注意,由于边缘消除区域中的像素在施加局部更

新的至少一个有限区域外部,因而边缘消除区域中的像素的最终灰度将与其初始灰度相同)。

[0074] 在说到边缘消除区域“基本上围绕”局部驱动方案被施加至的至少一个有限区域时,我们的意思是说边缘消除区域至少包括与至少一个有限区域共享公共边缘的像素。不是必要的但通常期望的是,边缘消除区域包括仅与至少一个有限区域共享公共角的像素。

[0075] 在该“边缘消除”方法中,边缘消除区域可以大于一个像素宽,并且不是必须将边缘消除区域中的所有像素驱动至相同的中间灰度;可以通过将像素的各个集合、以及特别地与至少一个有限区域的边界的距离不同的像素的各个集合驱动至不同的中间灰度来更有效地实现边缘消除。此外,本发明的方法不限于将边缘消除区域中的像素驱动至单一中间灰度;这种边缘消除像素可以被驱动至一系列中间灰度,并且多个中间灰度的使用可以有益于最小化边缘效应。

[0076] 施加至边缘消除区域的波形可以与由局部驱动方案施加的波形相同,或者可以在边缘消除区域中使用特定的“边缘消除”驱动方案。在边缘消除区域中使用的确切中间灰度通常不是很重要,因为边缘消除区域通常很窄,并且边缘消除区域中的改变的视觉效果通常在至少一个有限区域中发生的更大改变中丢失;主要的考虑是确保在转变之后的至少一个有限区域的边界周围不留下可见边缘。在其他情况下,在边缘消除区域中所使用的波形的细节可能不那么重要,并且其可以通过边缘消除区域中使用的极为重要的波形所实现的转变。还可以发现,在许多情况下,用于局部更新的仅一部分波形负责边缘效应的形成,用于边缘消除区域的波形与用于局部更新的波形的定时可以对现在的边缘缺陷的可见度具有重要的影响。

[0077] 上述考虑表明,在该边缘消除方法中,通常优选的是,在边缘消除区域中所使用的驱动方案是特定边缘消除驱动方案,只要所使用的显示器控制器可以适应该另外的驱动方案。这种特定边缘消除驱动方案可以被调整以给出关于利用特定灰度组合的边缘消除的最佳结果。如上所述,边缘效应通常仅在整个转变完成之后是重要的,因为在转变期间的短暂边缘效应通常被显示器的用户忽略。此外,当显示器的有限区域转变至与另一灰度对照的一个灰度时,边缘效应更引人注目,从这个意义上,边缘效应通常是不对称的。特别地,当显示器具有形成所显示图像的背景的处于相同灰度的大量像素(例如,形成一系列黑色文本或黑线的背景的在白色背景图像上的大量白色像素)并且这些背景像素中的许多仅很少地被更新时,边缘效应可能在显示器的有限区域转变至背景颜色时最严重。

[0078] 边缘消除方法可以与单色和灰度局部驱动方案一起使用。

[0079] 本发明还提供适于执行本发明的边缘消除方法的显示器控制器。本发明的显示器控制器能够驱动具有多个像素的电光显示器,并且包括用于检测经历转变的显示器的有限区域的边缘、并用于确定至少一个像素宽并基本围绕至少一个有限区域的边缘消除区域的边缘检测部件,以及用于将边缘消除区域中的像素从其初始灰度驱动至中间灰度并之后驱动回至其初始灰度的部件。

[0080] 在本发明的所有方法中,显示器可以利用上述任何类型的电光介质。由此,例如,电光显示器可以包括旋转双色元件或电致变色材料。可替换地,电光显示器可以包括包含多个带电粒子的电泳材料,带电粒子布置在流体中并且能够在电场的影响下移动穿过流体。带电粒子和流体可以被限制在多个囊体或微单元内。可替换地,带电粒子和流体可以作

为由包括聚合物材料的连续相围绕的多个离散微滴而存在。流体可以是液态或气态的。

## 附图说明

[0081] 如已经提到的,图1是示出在基线颗粒消除中针对标称灰度布局从目标水平的两种不同偏移的、本发明的简单PSD方法的模拟性能的图。

[0082] 图2是类似于图1的示意图,示出在本发明的改进控制器中的存储器布置。

[0083] 图3是示出使用本发明的简单PSD方法在电泳显示器中所实现的颗粒的改善的图。

[0084] 图4-6示出根据本发明的对噪声减少应用抖动和图像半色调技术的模拟。

[0085] 图7的附图示意性地示出使用现有技术的驱动方法的、电光显示器的有限区域从黑色至白色的转变,以及产生的边缘效应。

[0086] 图8A是类似于图4但示出使用根据本发明的第三方面的驱动方法的类似转变的示意图。

[0087] 图8B示出由本发明的第三方面的驱动方法实现的减少的边缘效应。

[0088] 图9是示意性示出用于双稳态电光显示器的现有技术的显示器控制器的架构的框图。

[0089] 图10示出图9所示的现有技术的控制器的控制器存储器结构。

[0090] 图11示出本发明的可以用于显示器控制器中的边缘检测的简单拉普拉斯滤波器。

[0091] 图12示出图11所示的拉普拉斯滤波器的检测显示器中的边缘像素的使用。

[0092] 图13是类似于图10的本发明的显示器控制器的控制器存储器架构的示意图。

[0093] 图14是类似于图9但示意性示出使用图13的控制器存储器架构的本发明的显示器控制器的架构的框图。

[0094] 图15示出可以在图14的显示器控制器中使用的查找表。

## 具体实施方式

[0095] 如已经描述的,本发明具有三个主要方面并提供用于改善在电光显示器上显示的图像的各种方法。尽管以下主要分别描述了本发明的各种方法,但对于电光显示器的技术的技术人员来说明显的是,在实践中,单一物理显示器可以同时地或顺序地利用本发明的多于一种方法。例如,单一显示器可以利用根据本发明的第一方面的两部分波形以减少控制器上的预渲染负担,并且还可以利用根据本发明的第三方面的边缘消除方法以消除所显示图像中的边缘效应。

[0096] 部分A:两部分波形

[0097] 如上所述,本发明的第一方面提供驱动电光显示器的“两部分波形”方法。该方法包括存储表示显示器的至少一个像素的初始状态的数据;接收表示该至少一个像素的最终状态的数据;以及向该至少一个像素施加被配置为将该至少一个像素的光学状态从初始状态改变为最终状态的波形。在本发明的方法中,所述或每个波形是两部分,第一部分取决于像素的初始状态但不取决于其最终状态,第二部分取决于像素的初始和最终状态两者。

[0098] 可以以与现有技术波形(如在前述MEDEOD申请中所述)类似的方式创建适于在该两部分波形方法中使用的波形,除了从特定初始状态开始的所有波形的第一部分必须相同以外。例如,在灰度驱动方案(即,每个像素能够显示两个极端光学状态和两个极端光学状

态中间的至少一个灰度光学状态的驱动方案)中,每个波形的第一部分可以将像素驱动至中间灰度,而每个波形的第二部分将其从中间灰度驱动至最终期望灰度。整体效果将是,在波形的第一部分结束时,所有像素将处于相同的中间灰度,以使得初始图像消失在固态中间灰度图像中,最终图像将从固态中间灰度图像出现。而且,可以理解,驱动方案中所有波形的第一部分将必须是相同的长度;如果必要,一些波形可以用零电压的时期来“被填满”,以满足该限制。保持这些限制将确保每个波形可以被分解成用于本发明的方法中的第一和第二部分。如果控制器不能连续地播放两个波形并需要在之间的一些停顿,则这也必须通过将该停顿加到限制中来被考虑。假定这是可行的是合理的,这是由于调整前的基础波形可以允许第一波形阶段为波形的总长度的至少约50%、优选地约66%。即使在调整之后,许多现有技术的波形可以被修改并轻微重新调整以针对波形的前面的几个帧排列。

[0099] 从上述描述可以看出,本发明的两部分波形方面提供驱动方法和显示器控制器,其允许在用于转变的波形已经开始之后图像的渲染,由此确保主控制器仅需要一次渲染一个图像并且降低存储器和功率需求。本方法还用于应对显示器的用户的想法的突然改变。假定例如阅读电子书的用户意外地错误地按下“前一页”按钮,并且立即通过按下“下一页”按钮来纠正他的错误。在前述MEDEOD申请中描述的许多现有技术的显示器中,转变一旦开始就不能被中断,因为终止部分完成的所施加波形将使得显示器处于未知状态,并且可能影响显示器的DC平衡。因此,在该情形中,显示器将必须在进行至实际期望的页之前完成显示器的重写以显示前一页。然而,当使用本发明的方法时,在第一次按钮按下时,主控制器将告知显示器控制器开始相关波形的第一部分并开始渲染(错误的)下一图像。在接收到第二次按钮按下时,主控制器不需要停止相关波形的第一部分的施加,因为这些第一部分对于错误的和正确的接下来的图像将是相同的。主控制器可以取消错误的下一图像的渲染并开始正确的下一图像的渲染。等到波形的第一部分施加至显示器时,或者在此不久之后,主控制器完成渲染正确的下一图像,并且显示器控制器可以继续针对正确的下一图像施加波形的适当的第二部分。整体效果是,正确的下一图像在用于显示器的单个更新的时间帧内或稍长的周期内显示,而不是如现有技术中那样花费用于显示器的两个完整更新的全部时间。

[0100] 两部分波形方法的方法几乎不需要修改显示器控制器,并且实际上通常仅需要波形的轻微修改。

[0101] 部分B: 像素特定驱动方法

[0102] 如上所述,本发明的第二方面的像素特定驱动(PSD)方法包括第一(或测试)阶段,其需要将至少一个标准波形施加至每个像素,在施加标准波形之后测量每个像素的光学状态,针对每个像素确定要施加至像素的标准驱动方案的选择之一,并针对每个像素存储指示所选择的标准驱动方案的至少一个选择数据。短语“标准驱动方案的选择之一”应该被广义地解释,并且不限于选择所有细节被提前定义的有限数量的驱动方案之一。例如,如在前述美国专利No.7,012,600中所述,方法可以利用包含一个或多个变量参数(例如,波形的总长度或其子部分的长度)的一个或多个标准驱动方案,并且可以基于在测试阶段中积累的数据来选择要用于特定像素的参数。可替换地,如参考图2和3所述,可以通过针对特定转变使用存在于标准驱动方案中但在该驱动方案中意在用于不同转变的波形来实现驱动方案的选择。测试阶段的目的是积累关于显示器的各个像素的行为的数据,以使得最合适的驱

动方案可以在方法的第二驱动阶段期间施加至每个像素。该驱动阶段以与前述美国专利 No. 7, 012, 600 和其他 MEDEOD 申请中相同的方式来执行, 除了针对每个像素独立地选择所使用的驱动方案以获得每个像素处与期望灰度最接近的灰度, 而不管各个像素的行为的变化。

[0103] 如已经提到的, 在 PSD 方法的一种形式中, 测试阶段包括将显示器的每个像素驱动至像素可以显示的每一个灰度 (或者至少是要使用的驱动方案可以显示的每一个灰度, 例如 16 个灰度中的每一个)。这便利地通过在显示器保持在固定位置时驱动显示器以显示每个灰度的一系列固态图像来完成。照相机被配置为拍摄显示器, 在照相机图像的像素和显示器像素之间实现映射。在与显示器像素相对应的位置采集固态显示器图像中的每一个的照相机图像, 该图像在该像素处使用给定驱动方案可获得, 并由此表示逐个像素灰度再现曲线。由于空间噪声, 在特定像素处使用针对期望灰度的波形实际实现的反射率可能不是最佳的; 与不同最终灰度相关联的波形可以实现与期望灰度最接近的反射率。图 2 示出该方式。在图 2 中, 下面的曲线示出针对在 16 灰度标度上处于灰度 9 的各个像素测量的实际反射率, 而上面的曲线示出对期望灰度作出的调整以考虑下面的曲线中示出的误差; 可以看出, 大部分像素被设置为使用灰度 9 的波形, 但某些像素被设置为使用灰度 8 或 10 的波形。将该观念应用到所有像素处的所有输入灰度导致逐个像素查找表, 其将输入灰度映射至给出最好结果的实际灰度指数。期望地, 与输入灰度相关联的期望反射率被选择为相应固态灰度图像的反射率的平均值, 以使得本发明的 PSD 方法产生与未修改的驱动方法相同的平均灰度色调。最后, 在渲染阶段, 逐个像素查找表被使用来修改施加至各个像素的电压, 并替代每个像素的单独的查找表中的该像素处的相应的项目。

[0104] PSD 方法已经被定性地表明为非常成功, 显著减少了高颗粒面板/波形系统中的可见颗粒伪影, 而不用其他补救。特别地, 该方法已经被定性地示出提供在高颗粒面板中的显著的噪声减少; 参见图 3, 其示出使用 PSD 方法在电泳显示器中所实现的颗粒的减少。可以看出, 尽管在极端黑色和白色灰度, 颗粒轻微增加, 但在中间灰度 (其中, 颗粒最显而易见) 实现了颗粒的大量减少。PSD 方法还可以用于补救某些制造缺陷, 诸如条纹。通过将灰度布局 and 重影的部分控制从波形形成移动至稍后的再现过程中, 内部面板性能可变性可以减少, 由此减轻了对成批的显示器调整波形的负担。PSD 方法还可以通过允许使用以其他方式显示过多噪声的显示器来提高生产产量。

[0105] 部分 C: 抖动和/或图像半色调技术的使用

[0106] 如上所述, 本发明的第二方面可以可替换地应用抖动或图像半色调技术以将颗粒噪声布置在更高的空间频率中, 以使得它更少地可见, 同时维持对平均灰度值的严格约束以保持接近灰度布局目标。在大多数情况下, 这将导致总噪声方差的增大, 但仍提供噪声可见度的减小。

[0107] 抖动和图像半色调技术的技术人员将认识到本发明的第二方法中的这种技术的应用的一个不寻常的特征: 不像传统的抖动应用, 在第二方法中, 可得到的灰度在整个图像上不是恒定的, 而是空间变化的。传统的抖动算法应该被修改以通过找到合适的一般化来考虑该情况。例如, 考虑分散点抖动。通常, 分散点抖动的有效实施是使用多级阈值矩阵, 但该技术没有很好地概括在空间上变化的灰度。代替地, 可以在“筛查”意义上使用抖动, 由此将筛查函数添加至抖动的信号, 并且之后在每个位置寻找与结果图像最近的可用灰度; 即



使可用灰度在空间上变化该技术也起作用。对筛查函数的值、位置和振幅的选择将影响潜在的颗粒噪声可见的程度以及结果图像的纹理以及平均值和方差。

[0108] 附图中的图4-6示出本发明的这种第二方法的模拟。图4示出处于灰度8的放大的模拟颗粒图案,颗粒噪声标准差为0.5灰度。图5示出根据本发明的PSD方法的将每个像素设置为对于灰度8的目标亮度最接近的可用灰度的模拟结果。标称(平均)灰度亮度为过暗0.25度,而映射的结果具有过暗的平均值0.0012度,标准差为0.2892。然而,应该注意目前的类似选择的灰色调的相当大的范围。图6示出了当选择使用以下 $2 \times 2$ 筛查函数映射的灰度时,应用所提出的筛查方法的模拟结果:

[0109]  $1/4 * [-2 \ 1; 2 \ -1]$

[0110] 所得到的平均值是-0.00012度,标准差0.4892。尽管噪声方差比仅使用PSD方法的图5大,但噪声主要存在于较高的空间频率并且不被注意。

[0111] 在该方法中,可以在计算颗粒消除灰度映射期间应用筛查掩模,因为筛查掩模不依赖于源图像信号。如果足够的源可用于在运行中计算抖动校正,则可以使用利用图像信号信息的更高级的方法,诸如误差扩散算法的一般化。这将具有更好的平均灰度保留以及更多的蓝噪声特性的好处。

[0112] 根据以上描述可以看出,该方法可以在使用利用固定驱动信号的有源矩阵噪声消除方法时,进一步减少颗粒和斑点可见性;还可以获得对显示器灰度的平均值的严格控制。

[0113] 部分D:随机施加的多个波形

[0114] 如已经提到的,本发明提供“随机多个波形”方法,其使用针对从初始灰度至最终灰度的每个转变定义要施加至每个像素的波形的驱动方案来驱动具有多个像素的电光显示器。针对驱动方案中的至少一个转变(以及优选地所有转变),在驱动方案中提供多个波形,并且这些多个波形随机施加至经历相关转变的像素,以使得经历相同转变的不同像素体验不同的波形。

[0115] 在现有技术中,如在前述MEDEOD申请中论述的,驱动方案可以根据诸如温度、湿度、像素的先前状态和停留时间(像素在所针对的转变之前保持在相同的光学状态的时间)的物理参数,而针对相同的转变具有不同的波形。多个不同的驱动方案也可以用在不同的像素组中;参见例如美国专利No. 7,012,600、图11A和11B以及相关说明书中描述的驱动方案,其中像素被分成以棋盘状或类似图案散布的两个组,并且两个不同的驱动方案被施加至两个组。此外,现有技术允许使用多个同时的驱动方案,其中这些方案是不同的类型,例如全局完成和局部更新驱动方案。然而,针对任何给定转变和物理参数的集合以及给定像素位置,现有技术的驱动方案总是使用单一波形。已经发现,这种“单一波形”驱动方案可以导致跨面板的灰度的不期望的重影或变化,这些不期望的特征明显地由于电光层本身内的温度变化或不可避免的变化。还已经发现,当使用局部更新驱动方案时,在存在图案(诸如文本)的单一区域中重复地更新,可以产生多次更新上的重影和边缘效应的积累。这种重影和边缘效应易于令显示器的用户不快,这是因为在应当处于相同灰度的大区域上,彼此接近的像素具有相似的外观但具有与远处像素非常不同的外观。本发明利用以下事实:针对给定转变和驱动方案的类型,实际上通常存在多个波形,其仅在性能上有轻微差异,但现有技术的驱动方案选择仅使用这些多个波形中的一个。

[0116] 本发明通过在同一显示器上同时使用多个衰退波形,来利用这些多个波形(它们

实质上导致相同的转变但它们的电压相对时间的轮廓图不完全一致,如此的多个波形在这种意义上是衰退的)的存在,以使得波形逐个像素地变化,由此产生基于各个像素(与大面积的像素相对照)的系统性能变化,使得显示器性能变化更难以识别并且较少地令人不快。

[0117] 不存在用于创建在本发明的方法中使用的类似性能的衰退波形的单一解决方案。所进行的确切更新可以初始地被确定,但是特定像素至特定波形的分配可以以某种轮转顺序有规则地重新指定,或者甚至以没有明显模式的无秩序方式重新指定。无论使用什么系统,应该保证的是,显示器的大区域平均来说不同时地针对图像中的相同特征利用相同波形更新。

[0118] 给出类似性能的衰退波形可以从头开始创建,或者可以通过使用用于针对精确灰度再现调整波形的标准技术(如在前述MEDEOD申请中所述)以不太多影响其性能的方式修改标准波形来更容易地创建。这种技术包括平衡脉冲对从波形的插入或移除、波形内的零电压周期的插入或移除、波形内的驱动脉冲的偏移等。

[0119] 波形创建的其他方法可以包括进行比需要更多的温度分级,之后从一定范围的温度选择波形。(这具有减少温度依赖性的优点。)还可以创建几个停留时间补偿的波形并从一定范围的时间进行选择,忽略所涉及的各个像素的实际停留时间,但是波形选择程序可能有偏差以使得使用特定波形的可能性可能取决于其分别对特定时间或温度的接近度。

[0120] 本发明的波形选择程序可以在某种意义上被“反转”以刻意地创建期望的重像;例如,波形选择程序可以被选择以使得公司标志总是或间歇地在显示器的背景中作为“水印”可见。

[0121] 部分E:边缘消除驱动方法

[0122] 如上所述,本发明的第三方面提供“边缘消除”方法,其驱动具有多个像素的电光显示器。该方法包括施加局部驱动方案以改变显示器的至少一个有限区域的光学状态。该至少一个有限区域的光学状态的改变伴随着驱动边缘消除区域中的像素,边缘消除区域为至少一个像素宽并基本上围绕该至少一个有限区域。边缘消除区域中的像素首先从它们的初始灰度被驱动至中间灰度,之后被驱动回至其初始灰度。

[0123] 现有技术的局部驱动方法和本发明的方法之间的差异可以从附图的

[0124] 图7和8A理解。图7示出在单色显示器中发生的典型的现有技术的局部转变。显示器的矩形有限区域最初是黑色的并由覆盖显示器的剩余部分的白色区域围绕。局部驱动方案仅被施加至矩形有限区域内的黑色像素以将整个显示器变为白色;没有电压被施加至矩形有限区域外部的任何像素。在转变之后,由于上述边缘效应,最初的矩形有限区域的轮廓在显示器中仍然可见。

[0125] 图8A示出与图7相同但使用本发明的边缘消除方法执行的相同转变。在该方法中,转变是两步过程。在第一步骤中,识别边缘消除区域,其为至少一个像素宽(有利地,更宽)并完整围绕矩形有限区域延伸,并将该像素消除区域中的像素从白色驱动至中间灰度。在该过程的第二步骤中,将边缘消除区域中的像素从中间灰度驱动回至白色,而将矩形有限区域中的像素从黑色驱动至白色(注意,在图8A的右手边,上面的波形是施加至矩形区域中的黑色像素的波形,而下面的波形是施加至边缘消除区域中的像素的波形)。最初黑色矩形区域的轮廓在显示器上不可见,或者至少比图7中所示的转变更少地可见。

[0126] 图8B示出可以使用本发明的方法实现的边缘效应减少。图8B的左侧示出所示区域

的上部使用图7的现有技术方法来驱动,没有边缘消除区域,而所示区域的下部使用图8A的方法来驱动,其中边缘消除区域被驱动至中间灰度。图8B的右侧示出在整个转变完成之后与左侧相同的区域的外观,可以容易地看到,所示区域的利用现有技术方法驱动的部分显示明显的边缘效应,而所示区域的利用本发明的方法驱动的部分具有不太可见的边缘效应。

[0127] 如之前所述,边缘消除区域的宽度和这里所使用的灰度的数量可以改变,并且边缘消除区域内的单个像素可能在有限区域的单个转变期间经历多于一个灰度转变。图7的转变可以用符号表示为:

[0128]  $B \rightarrow W$

[0129] 而图8的转变可以表示为(其中LG代表浅灰色以及DG代表深灰色):

[0130]  $B, LG \rightarrow W$

[0131] 其中, $B, LG \rightarrow W$ 与 $LG, W \rightarrow W$ 之间的边缘比在 $B, W \rightarrow W$ 中更不可见。图8的转变的替换可以涉及在边缘消除区域内使用两个不同灰度并且可以用符号表示为:

[0132]  $B, LG, DG \rightarrow W$

[0133] 其中,在 $B, LG \rightarrow W$ 与 $LG, DG \rightarrow W$ 之间的边缘比在 $B, W \rightarrow W$ 中更不可见。

[0134] 假设边缘消除区域为至少一个像素宽并且基本上围绕施加局部更新的至少一个有限区域,边缘消除区域还可以包括有限区域内的通常施加局部更新并邻近该有限区域的边缘的像素,以使得形成边缘消除区域的所有像素相互邻近。

[0135] 如已经提到的,本发明的方法的使用可能需要用于驱动显示器的显示器控制器的改变,并且本发明提供适于执行本发明的方法的显示器控制器。该显示器控制器能够驱动具有多个像素的电光显示器,并且包括用于检测经历转变的显示器的有限区域的边缘、并用于确定至少一个像素宽并基本围绕至少一个有限区域的边缘消除区域的边缘检测部件,以及用于将边缘消除区域中的像素从其初始灰度驱动至中间灰度并之后驱动回至其初始灰度的部件。

[0136] 附图的图9以示意框图形式示出可以用于执行图7的驱动方法的现有技术的电光显示器控制器的架构。如从图9可以看出,该架构允许在显示器的不同区域中各种驱动方案的选择、及其相关联的查找表的使用。图10示出在图9所示的控制器中使用的存储器架构。

[0137] 为了修改图9和10中所示的现有技术的控制器以执行本发明的方法,首先需要使得控制器能够检测边缘。用于数字图像内的边缘检测的方法对于数据处理领域的技术人员来说是公知的,任何已知方法可以用于本发明的控制器。例如,图11示出用于单色图像中的边缘检测的简单拉普拉斯滤波器;类似但更大的滤波器是可用的,其可以用于针对需要边缘检测的多位灰度图像计算边缘上的梯度。在当前图像的二维数据阵列上运行图11所示的二维滤波器揭露了边缘,如图12示意性示出的,其左侧示出图像的数据阵列,右侧示出应用图11所示的滤波器的结果。

[0138] 图12中生成的边缘映射图可以存储在特别针对边缘映射图保留的单独的存储器区域中,以使得本发明的控制器的存储器架构具有图13所示的形式。注意,重要的是确保没有边缘出现在围绕图像的外围的单像素宽的边界区域中,因为图12所示的滤波器不能在显示器的边界像素处合适地应用;其他滤波器可能需要围绕图像的外围的较宽的“无边缘”区域。

[0139] 图12所示的边缘检测过程在显示器利用图像更新后,在图像缓冲器中存储的二维图像映射数据上运行。转换边缘步骤采用二维滤波器通路的结果,并且1)将所有非零值转换成“1”;2)仅针对较窄边缘将负值或正值转换成“1”;或者3)将所有非零值转换成针对梯度的正灰度表示。该数据存储于帧缓冲器的边缘映射图部分中并表示针对当前显示的图像所计算的边缘。

[0140] 当将新的图像载入至图像缓冲器中并且显示器控制器被命令来更新显示器时,以下步骤针对每个像素顺序发生:

[0141] 1) 来自更新缓冲器的“下一像素”的值被传送到“当前像素”的位置;

[0142] 2) “下一像素”的位置被装载来自图像缓冲器的相应像素数据;以及

[0143] 3) “边缘像素”的位置被装载来自边缘映射图的相应像素数据。

[0144] 所产生的3位值用作在图14中所示的修改后控制器结构中的适当驱动方案的索引。为了容易访问,该值还存储在帧缓冲器的更新缓冲区域中。图14中所示的查找表具有图15所示的格式。

[0145] 从以上描述可以看出,本发明提供能够基本上减少电泳和其他双稳态显示器中的边缘效应的驱动方法和显示器控制器。

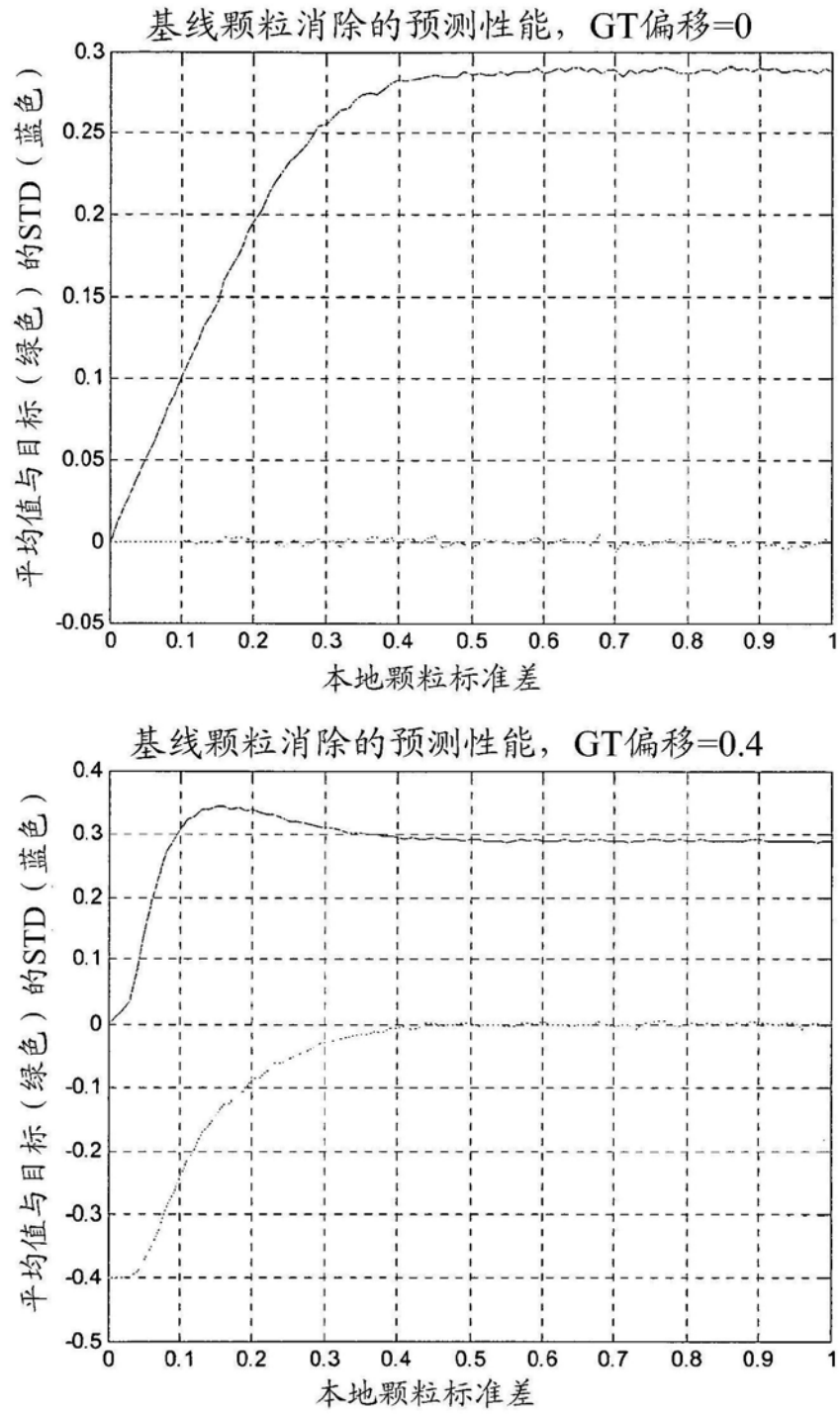


图1

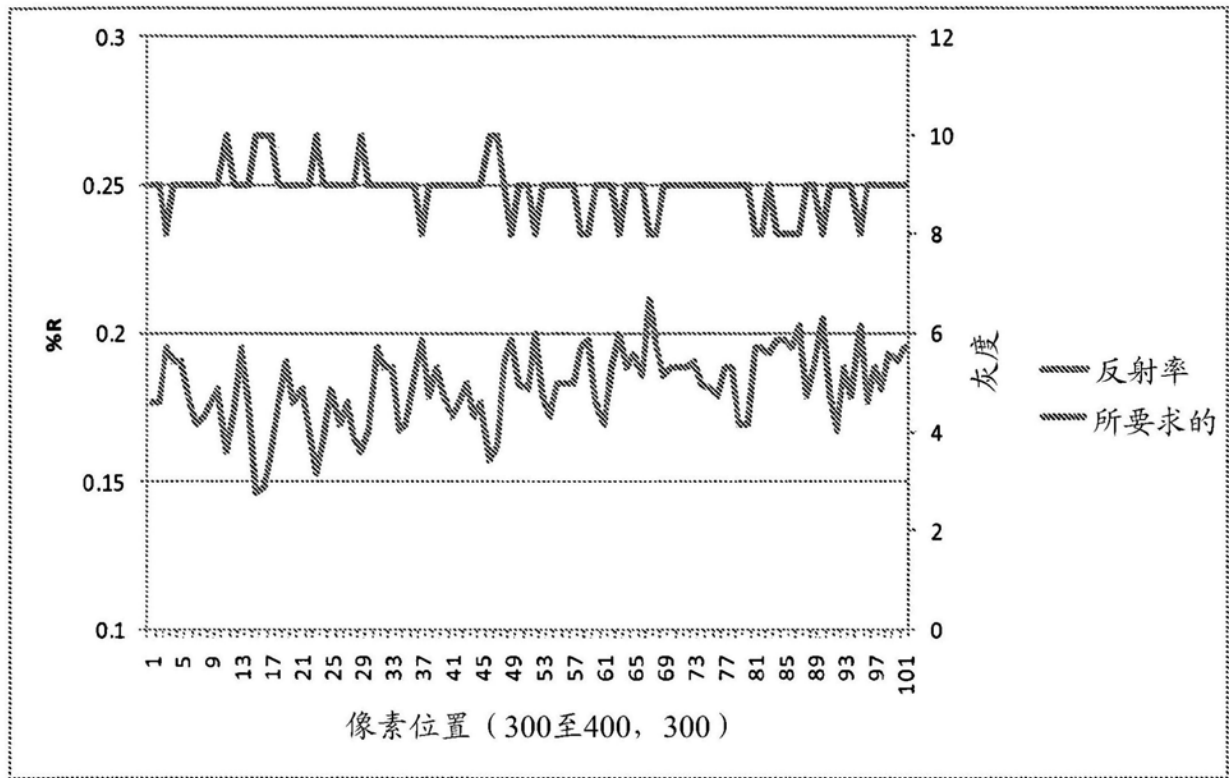


图2

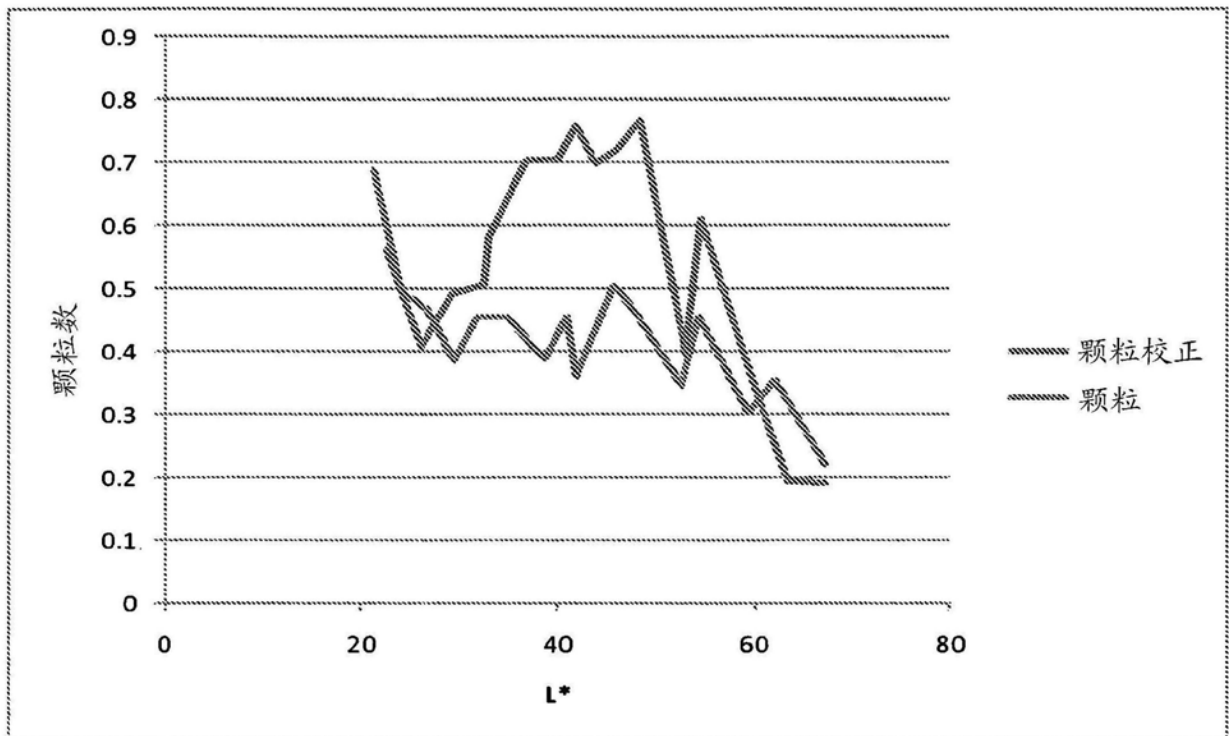


图3

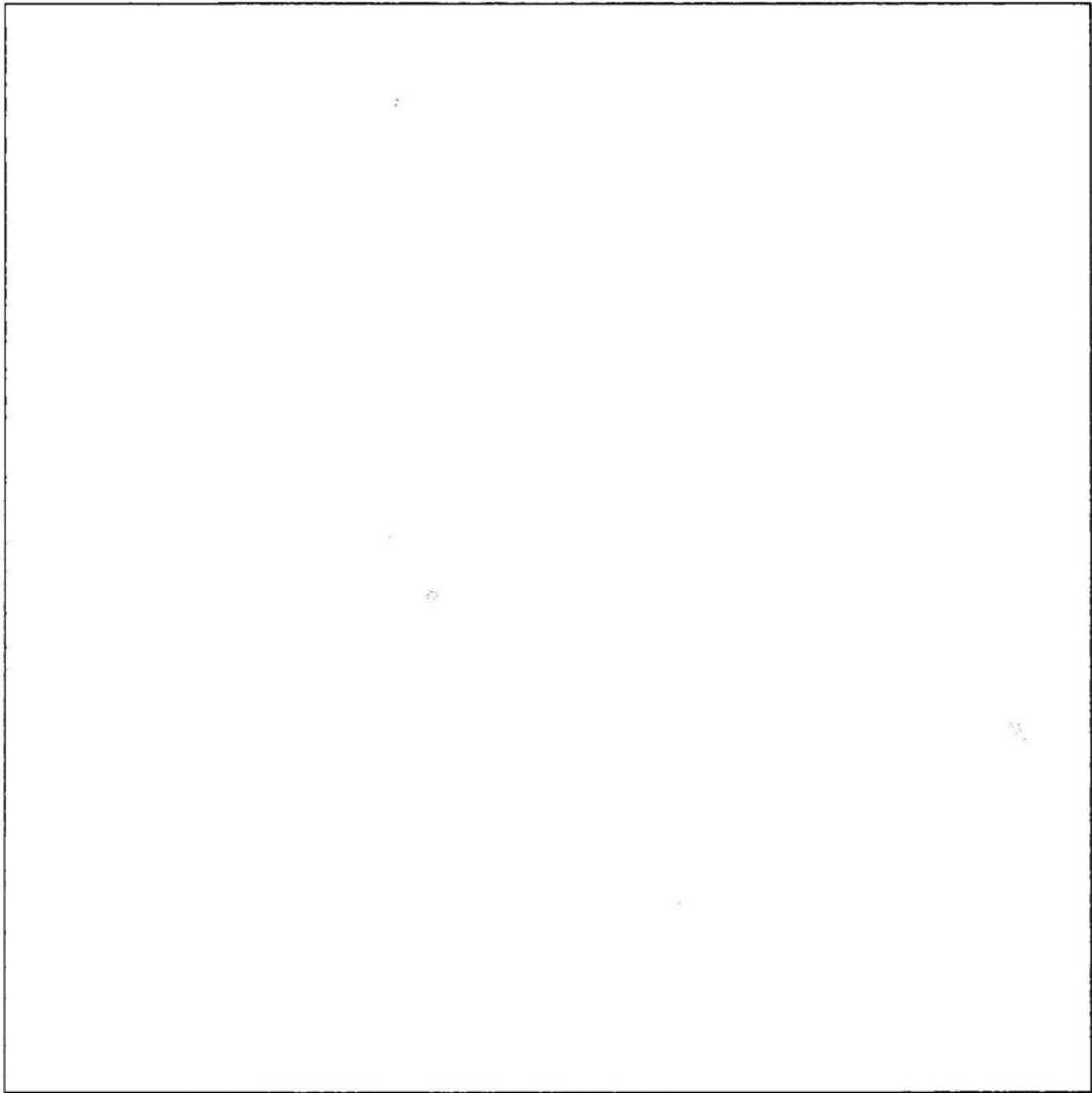


图4

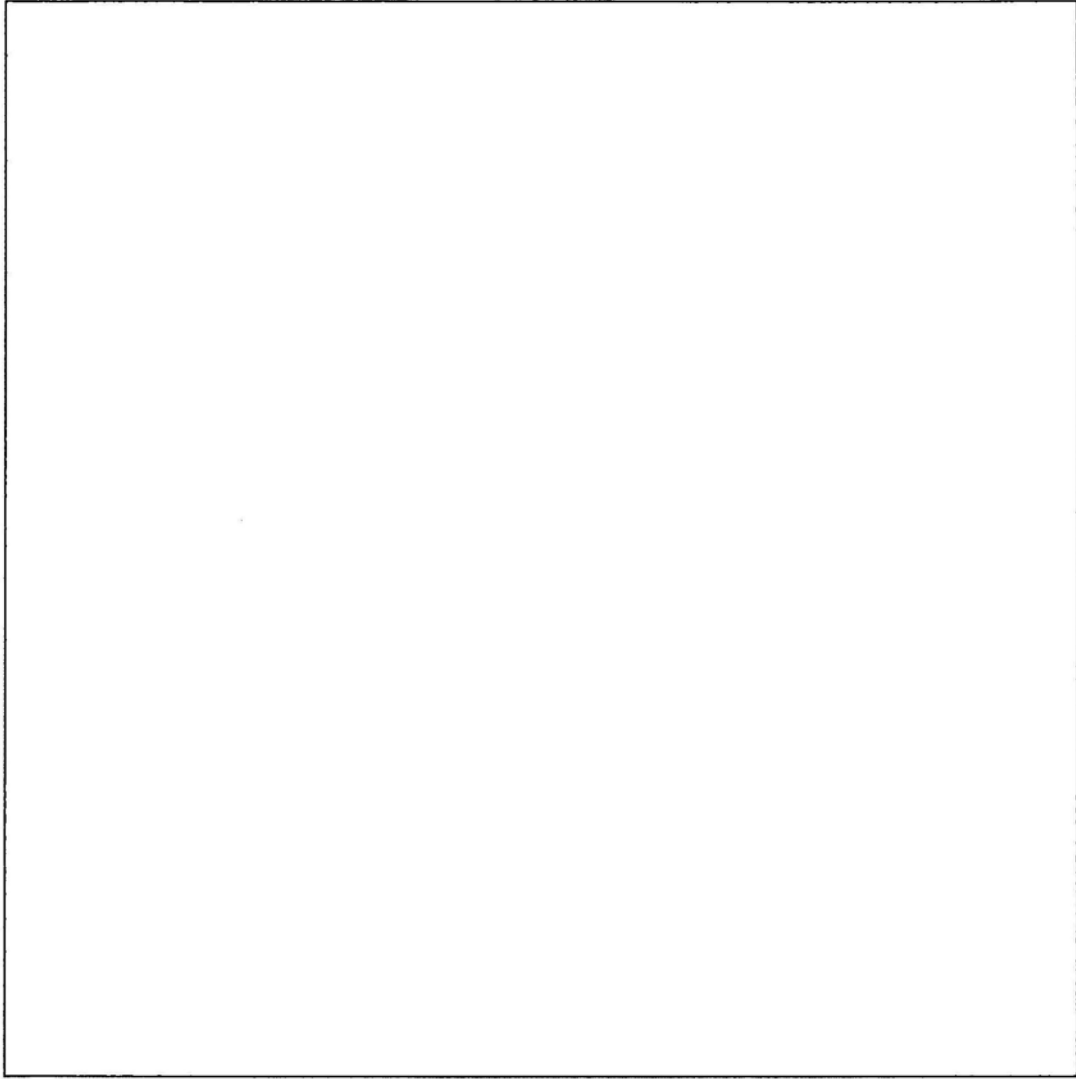


图5



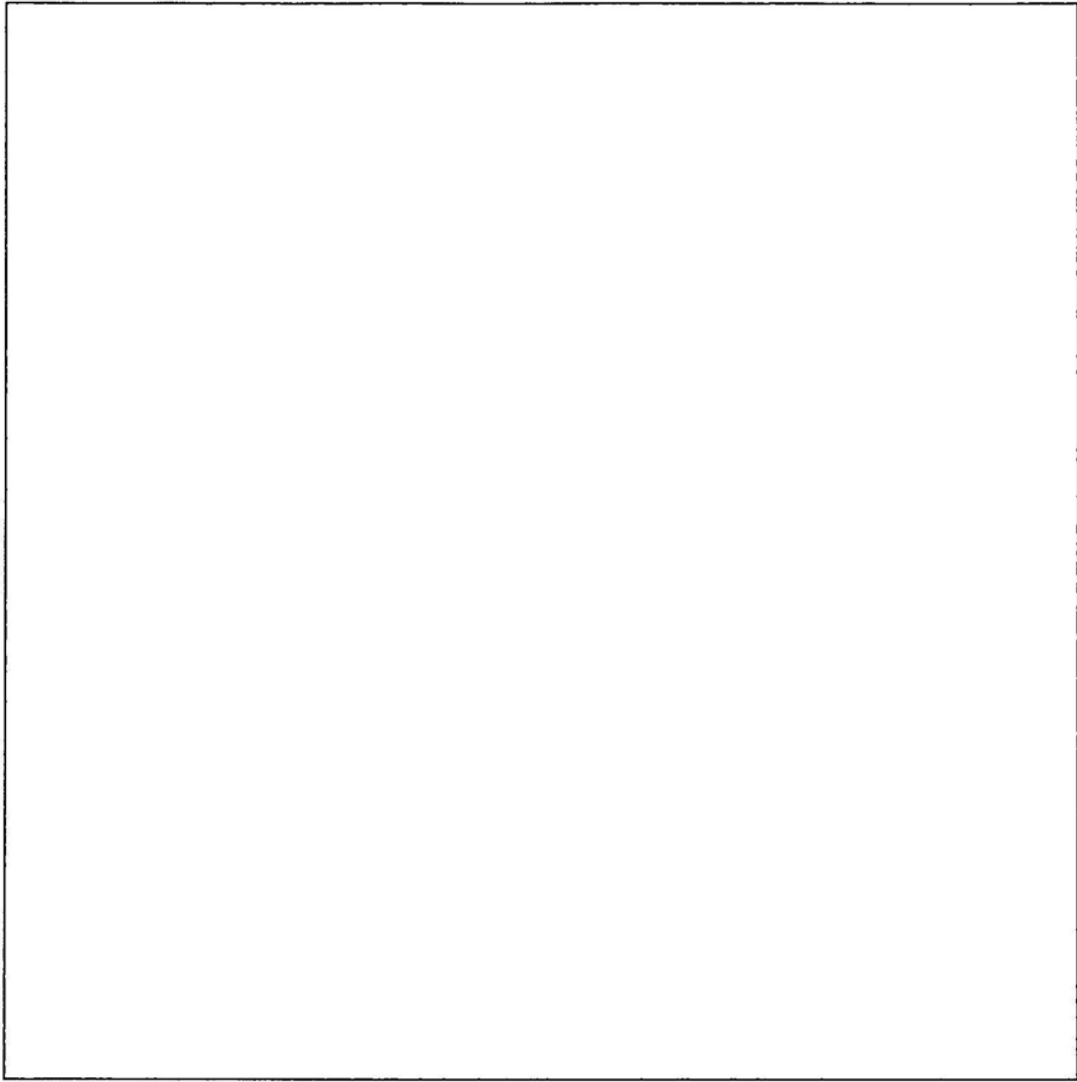
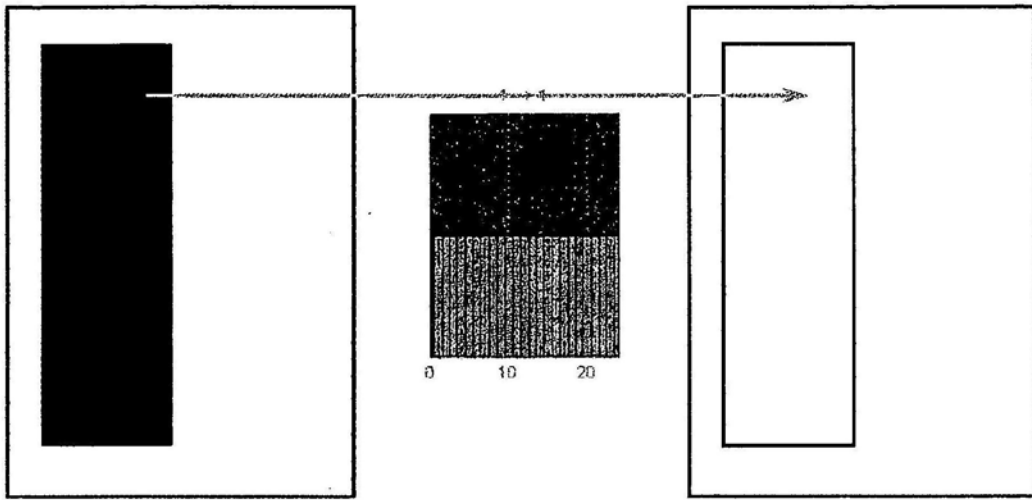


图6



(现有技术)

图7

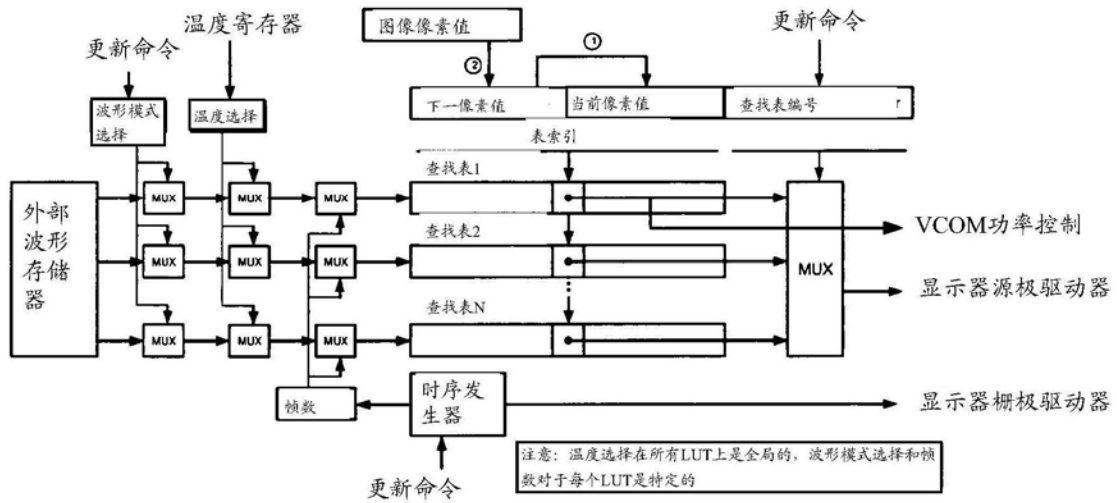


图9

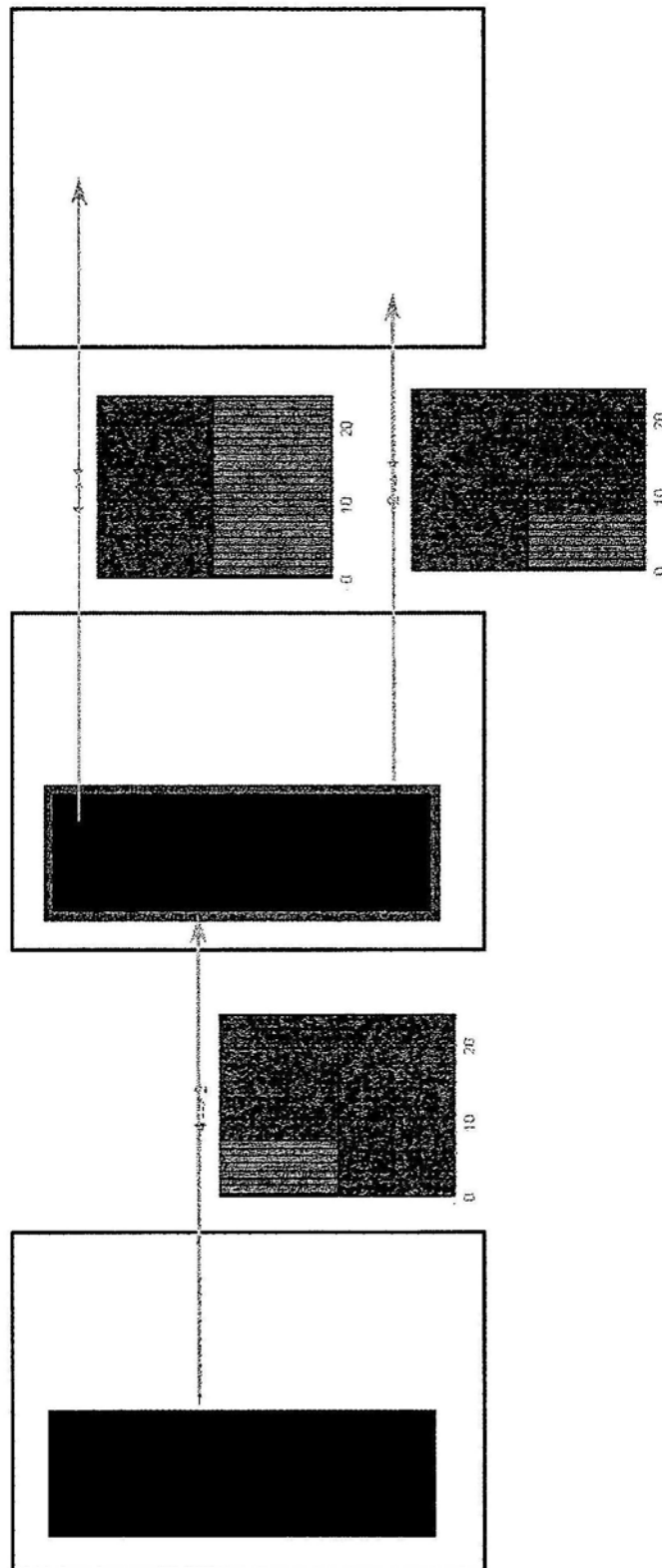


图8A

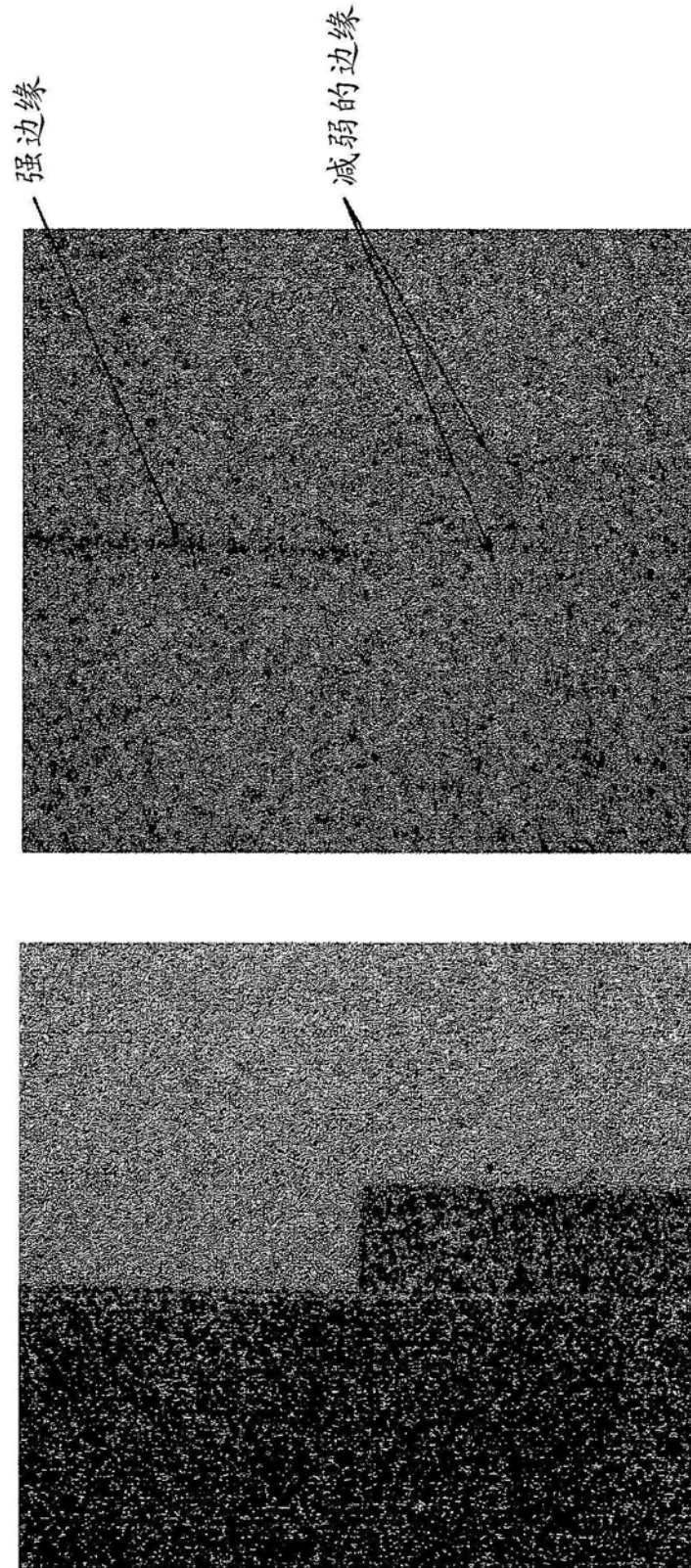


图8B

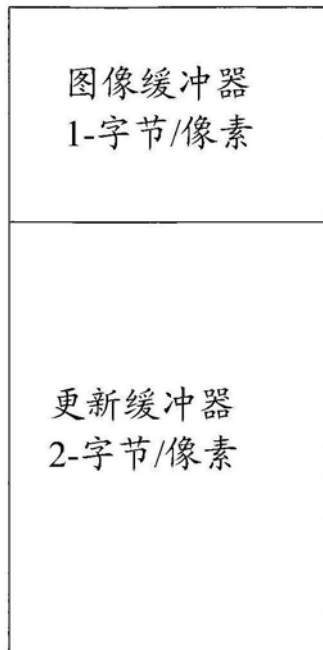


图10

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

图11

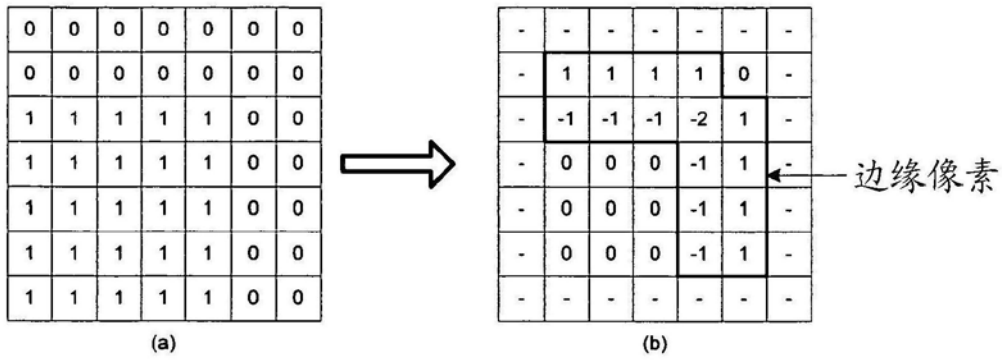


图12

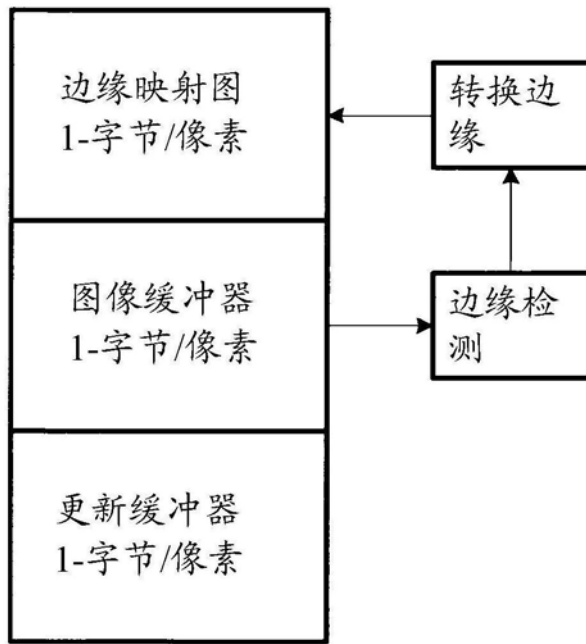


图13

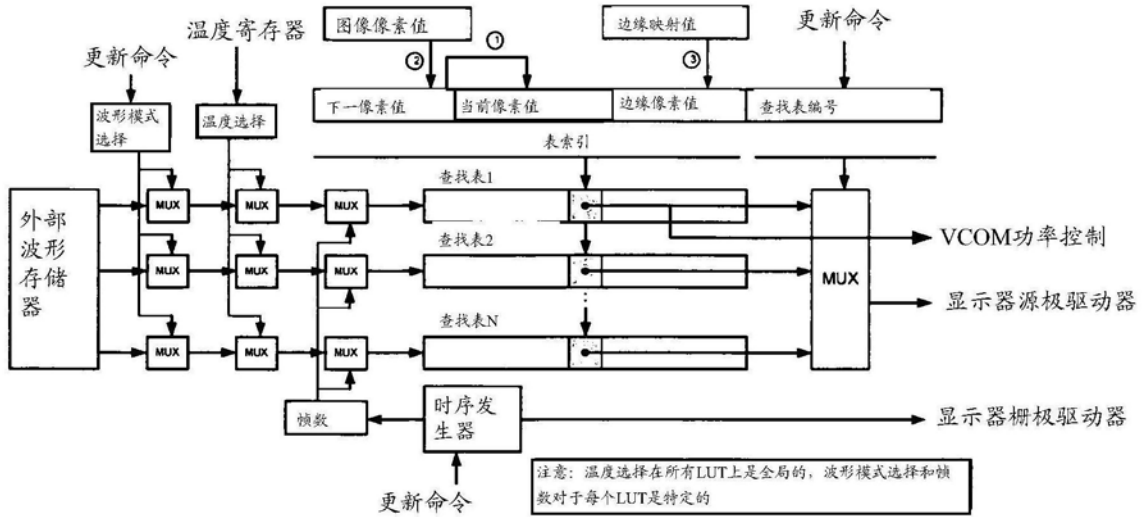


图14

	边缘映射图	当前图像	下一图像	
			W	B
W	0	0	x	x
B	0	1	x	x
BI	1	0	x	x
WI	1	1	x	x

面板驱动值

图15