



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102187383 B

(45)授权公告日 2016.11.09

(21)申请号 200980134961.9

(22)申请日 2009.07.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 102187383 A

(43)申请公布日 2011.09.14

(30)优先权数据
61/079418 2008.07.09 US
12/499560 2009.07.08 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2011.03.08

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2009/050175 2009.07.09

(87)PCT国际申请的公布数据
W02010/006216 EN 2010.01.14

(73)专利权人 奥斯坦多科技公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 S·E·甘塞

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 王岳 蒋骏

(51)Int.Cl.
G09G 3/34(2006.01)

(56)对比文件
US 2008/0018624 A1,2008.01.24,
CN 1322442 A,2001.11.14,
CN 1348301 A,2002.05.08,
US 6535195 B1,2003.03.18,

审查员 罗朋

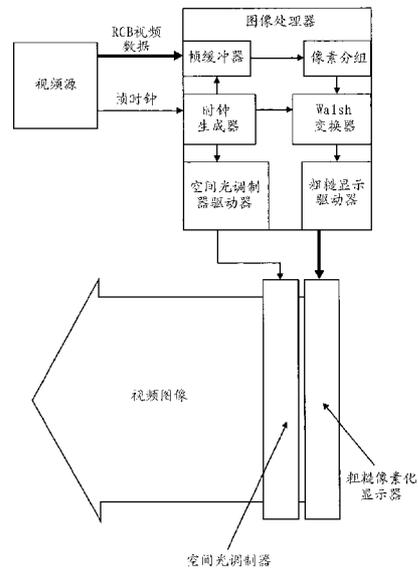
权利要求书3页 说明书8页 附图9页

(54)发明名称

基于图像构建的视频显示系统

(57)摘要

公开了一种基于通过对图像的正交基函数分量进行显示来构建图像的视频显示系统。该系统包括同时对准和驱动的两个显示分量。第一显示分量是粗糙像素阵列。第二显示分量是空间光调制器,其几何细节比第一像素阵列更精细。总体系统通过使用正交图像基函数分量的时域显示以最小的图像质量损失重建待以第二显示分量的较精细几何细节显示的预期视频。得到的系统具有显著减少的互连复杂性和有源电路元件数目,并且如果使用有损图像重建方案,还需要显著较小的视频数据速率。这里描述了利用这些概念和方法来驱动显示器的具有基于LED的显示器和基于LCD的空间光调制器的实施例。



1. 一种显示视频图像的方法,所述视频图像是视频的帧或静止图像,所述方法包括:

a) 提供粗糙显示,其具有 $M \times N$ 粗糙像素的阵列,其中每个粗糙像素包括用于颜色操作的原色光源的集合或者用于灰度操作的白色光源;

b) 提供空间光调制器,所述空间光调制器与所述 $M \times N$ 粗糙像素的阵列对准以生成用于阻挡或通过所述光源的光的空间掩蔽图案,所述空间掩蔽图案具有比粗糙像素尺寸精细 p 倍的分辨率;

c) 为每个粗糙像素生成图像分量强度 D_{uv}^c 的序列,每个图像分量强度根据所述视频图像信息 $f^c(x, y)$ 和对应的正交Walsh基函数序列中的正交Walsh基函数 $w_{uv}(x, y)$ 而被确定,其中通过针对每个粗糙像素的每个颜色依次将所述视频图像信息 $f^c(x, y)$ 与所述正交Walsh基函数序列中的每个正交Walsh基函数 w_{uv} 相积分而生成所述图像分量强度 D_{uv}^c 的序列,其中 $f^c(x, y)$ 是针对颜色分量的二维图像信息,通过依次针对每个 u 和 v 的值的组合或者 u 和 v 的值的组合的一部分计算 D_{uv}^c ,通过如下公式:

$$D_{uv}^c = \frac{1}{n_x n_y} \sum_{x=0}^{n_x-1} \sum_{y=0}^{n_y-1} f^c(x, y) * w_{uv}(x, y)$$

其中, u 和 v 是针对正交Walsh基函数的索引, x 和 y 是所述粗糙像素的坐标, c 表示所述颜色分量并且 n_x 和 n_y 分别是所述坐标 x 和 y 的方向中的像素的数量,形成所述粗糙像素;

d) 其中,通过减去所有图像分量强度 D_{uv}^c 的绝对值的总和的一半,根据第一Walsh函数 $w_{00}(x, y)$ 确定的第一图像分量强度 D_{00} 被校正;

e) 控制所述空间光调制器以产生对应于所述正交Walsh基函数 w_{uv} 序列的空间掩蔽图案的序列,如果所述对应的图像分量强度 D_{uv}^c 是正的,则每个空间掩蔽图案对应于所述正交Walsh基函数,否则,对应于针对所述正交Walsh基函数的逆掩蔽图案;以及

f) 为对应于所述图像分量强度 D_{uv}^c 序列的所述 $M \times N$ 粗糙像素的每一个中的一个或多个光源提供驱动信息,以致以与所述图像分量强度 D_{uv}^c 的绝对值成比例的光强度驱动所述一个或多个光源,同时所对应的掩蔽图案被生成;

g) 由此,所述视频图像以高达比 $M \times N$ 粗糙像素精细 p 倍的分辨率被显示。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中对于灰度图像,针对每个粗糙像素在c)中生成与图像 $f(x, y)$ 相关的图像分量强度 D_{uv} 。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中对于彩色图像,针对每个粗糙像素的每种颜色在c)中生成与图像 $f^c(x, y)$ 相关的图像分量强度 D_{uv}^c ,并且针对每个颜色重复d)至f)。

4. 根据权利要求1或3中任一权利要求所述的方法,其中所述光源是原色固态光源。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述原色固态光源是红色、绿色和蓝色LED光源。

6. 根据权利要求1、2或3中任一权利要求所述的方法,其中使用有源或无源矩阵液晶空间光调制器。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述空间掩蔽图案具有低阶和高阶空间频率分量,并且其中向具有低阶空间频率分量的空间掩蔽图案分配较多时间并且向具有高阶空间频率分量的空间掩蔽图案分配较少时间。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述空间掩蔽图案具有低阶和高阶空间频率分量,并且其中至少一次忽略至少一个高阶空间掩蔽图案。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中当忽略至少一个高阶空间掩蔽图案时,向至少一个

未被忽略的空间掩蔽图案分配较多时间。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中将被忽略的至少一个高阶空间掩蔽图案是响应于针对该空间掩蔽图案的图像分量而选择的。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中所述空间掩蔽图案具有低阶和高阶空间频率分量,并且其中通过使用对应于所述低阶空间频率分量的可用图像分量的子集来减小视频数据速率。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中所述空间掩蔽图案具有低阶和高阶空间频率分量,并且其中用由量化矩阵确定的位精度来描述针对每个粗糙像素的图像分量,所述量化矩阵向与低阶掩蔽图案关联的图像分量分配较多位并且向与高阶掩蔽图案关联的图像分量分配较少位,由此减小总视频数据速率。

13. 一种用于显示视频图像的视频系统,每个视频图像是视频的帧或静止图像,所述视频系统包括:

a) 视频显示器,具有 $M \times N$ 粗糙像素的阵列,其中每个粗糙像素包括用于颜色操作的原色光源的集合(100)或者用于灰度操作的白色光源,其中每个光源的强度是可控的;

b) 空间光调制器(120),与所述 $M \times N$ 粗糙像素的阵列对准以生成用于阻挡或通过光的空间掩蔽图案,所述空间掩蔽图案具有比粗糙像素尺寸精细 p 倍的分辨率;

c) 图像处理器,被耦合为接收将显示的视频图像信息、所述图像处理器被配置为使得针对每个视频图像,下面的步骤被执行:

d) 针对每个粗糙像素生成图像分量强度 D_{uv}^c 的序列,每个图像分量强度 D_{uv}^c 根据所述视频图像信息 $f^c(x, y)$ 和对应的正交Walsh基函数序列中的正交Walsh基函数 $w_{uv}(x, y)$ 而被确定,其中通过针对每个粗糙像素依次将所述视频图像信息 $f^c(x, y)$ 与所述正交Walsh基函数序列中的每个正交Walsh基函数 w_{uv} 相积分而生成所述图像分量强度 D_{uv}^c 的序列,通过依次针对每个 u 和 v 的值的组合或者 u 和 v 的值的组合的一部分计算 D_{uv}^c ,通过如下公式:

$$D_{uv}^c = \frac{1}{n_x n_y} \sum_{x=0}^{n_x-1} \sum_{y=0}^{n_y-1} f^c(x, y) * w_{uv}(x, y)$$

其中, $f^c(x, y)$ 是所述视频图像信息, u 和 v 是针对所述正交Walsh基函数的索引, x 和 y 是所述粗糙像素的坐标,并且 n_x 和 n_y 分别是所述坐标 x 和 y 的方向中的像素的数量,形成所述粗糙像素;

e) 其中,通过减去所有图像分量强度 D_{uv}^c 的绝对值的总和的一半,根据第一Walsh函数 $w_{00}(x, y)$ 确定的第一图像分量强度 D_{00} 被校正;

f) 控制所述空间光调制器(120)以产生对应于所述正交Walsh基函数 $w_{uv}(x, y)$ 序列的空间掩蔽图案的序列,如果所述对应的图像分量强度 D_{uv}^c 是正的,则每个空间掩蔽图案对应于所述正交Walsh基函数,否则,对应于针对所述正交Walsh基函数的逆掩蔽图案;以及

g) 为对应于所述图像分量强度 D_{uv}^c 序列的所述 $M \times N$ 粗糙像素的每一个中的一个或多个光源(100)提供驱动信息,以致以与所述图像分量强度 D_{uv}^c 成比例的光强度驱动所述一个或多个光源(100),同时所对应的掩蔽图案被生成;

h) 由此,所述视频系统能够以高达比 $M \times N$ 粗糙像素精细 p 倍的分辨率显示视频图像。

14. 根据权利要求13所述的视频系统,其中对于灰度图像,所述图像处理器针对每个粗糙像素在d)中生成与图像 $f(x, y)$ 相关的图像分量强度 D_{uv} 。

15. 根据权利要求13所述的视频系统,其中对于彩色图像,所述图像处理器针对每个粗糙像素的每种主颜色在d)中生成与图像 $f^c(x,y)$ 相关的图像分量强度 D_{uv}^c ,并且针对每个颜色重复e)至g)。

16. 根据权利要求13、14或15中任一个权利要求所述的视频系统,其中所述光源是原色固态光源。

17. 根据权利要求16所述的视频系统,其中所述原色固态光源是红色、绿色和蓝色LED光源(100)。

18. 根据权利要求13、14或15中任一个权利要求所述的视频系统,其中所述空间光调制器是有源或无源矩阵液晶空间光调制器(120)。

19. 根据权利要求13所述的视频系统,其中所述空间掩蔽图案具有低阶和高阶空间频率分量,并且其中所述图像处理器向具有低阶空间频率分量的空间掩蔽图案分配较多时间并且向具有高阶空间频率分量的空间掩蔽图案分配较少时间。

20. 根据权利要求13所述的视频系统,其中所述空间掩蔽图案具有低阶和高阶空间频率分量,并且其中所述图像处理器被配置为至少一次忽略至少一个高阶空间掩蔽图案。

21. 根据权利要求20所述的视频系统,其中当忽略至少一个高阶空间掩蔽图案时,所述图像处理器向至少一个未被忽略的空间掩蔽图案分配较多时间。

22. 根据权利要求20所述的视频系统,其中将被忽略的至少一个高阶空间掩蔽图案由所述图像处理器响应于针对该空间掩蔽图案的图像分量来选择。

23. 根据权利要求13所述的视频系统,其中所述空间掩蔽图案具有低阶和高阶空间频率分量,并且其中所述图像处理器被配置为通过使用对应于所述低阶空间频率分量的可用图像分量的子集来减小施加到所述视频系统的视频数据速率。

24. 根据权利要求13所述的视频系统,其中所述空间掩蔽图案具有低阶和高阶空间频率分量,并且其中用由量化矩阵确定的位精度来描述针对每个粗糙像素的图像分量,所述量化矩阵向与低阶掩蔽图案关联的图像分量分配较多位并且向与高阶掩蔽图案关联的图像分量分配较少位,由此减小总视频数据速率。

基于图像构建的视频显示系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求在2008年7月9日提交的美国临时专利申请No. 61/079,418的权益。

技术领域

[0003] 本发明涉及图像和视频显示器,更特别地涉及用作静态图像和/或视频监视器的平板显示器,以及在这些显示设备上生成和驱动图像和视频数据的方法。

背景技术

[0004] 诸如等离子体显示器、液晶显示器(LCD)和发光二极管(LED)显示器的平板显示器通常使用像素寻址方案,其中通过列和行选择信号单独地对像素寻址。通常,对于布置为M行和N列的M×N像素或者图片元素,将存在M个行选择线和N个数据线。当特定行被选择时,N个数据线被加电到所需的像素电压或电流以将图像信息加载到显示元件。在通常的有源矩阵型LCD实施例中,该信息是对特定像素唯一的电容器中存储的电压(参见图1)。当行和列信号解除选择(de-select)像素时,图像信息被保留在电容器上。在无源矩阵型LCD实施例中,行和列被布置为电极带,其构成按彼此垂直的方式取向的顶部和底部金属平面(参见图2)。单个或多个行线和列线是用一个或多个交叉点选择的,所述交叉点定义具有瞬时视频信息的像素。在该情况中,行或列信号将具有与像素信息成比例的施加电压。在发光二极管显示器类型实施例中,信息是通过像素LED的瞬时电流,其导致与施加电流成比例的光发射。可以进行LED阵列的有源和无源矩阵驱动。在所提及的所有这些显示器类型中,像素分辨率等于或小于像素的几何维度(dimension)。例如,在VGA分辨率屏幕中,对于每个颜色分量,我们需要实施至少640×400单独像素。每个视频帧的传输到显示布置的总信息则被给出为M×N×3×位宽度,其中因子3来自构成图像的三种基本颜色,即红色、绿色和蓝色,并且位宽度是根据像素值的最大分辨率确定的。用于商用显示系统的最常见的像素值分辨率是每种颜色8位。例如,对于VGA分辨率显示器,每个图像帧的需要传输的总信息将是640×400×3×8,等于6兆位,所述图像帧以特定帧刷新速率进行刷新。该帧刷新速率可以是24、30、50、60等帧每秒(fps)。屏幕的较快速率能力通常用于消除运动模糊,其中在商用设备中可以找到速率为120或240 fps的实施方式。对于灰度图像,由于仅需要亮度信息,因此信息内容减少到1/3。

[0005] 视屏和静态图像通常被转换为用于存储和传送的压缩形式,诸如MPEG4、H.264、JPEG2000等格式和系统。图像压缩方法是基于数据的正交函数分解、数据冗余性和人眼对空间特征的特定敏感特性。常见的图像压缩方案牵涉使用如JPEG或运动JPEG中的直接余弦变换、或者离散Walsh变换。视频解码器用于将作为一系列正交基函数系数的压缩图像信息转换为行和列像素信息以产生图像信息,该图像信息将例如是以如VGA分辨率显示器中的6兆位每帧。然而,从信息内容的观点来看,由于图像最初已被处理为压缩形式,因此大部分该视频信息实际上是冗余的,或者具有人眼对其不敏感的高阶空间频率下的信息内容。所有这些技术与软件或数字处理领域中的显示系统的部件相关,并且包括M×N像素的实际光

学显示器的结构不会因用于视频格式的任何技术而改变,除了像素数目和帧速率以外。

[0006] 空间光调制器(SLM)是改变二维中的透射光束或反射光束的幅度或相位或者此两者的设备,由此将图像编码为另外的均匀光照。图像像素可以通过电气或光学寻址手段而写入设备。一种简单形式的空间光调制器是运动图片胶片,其中图像通过光化学手段被编码在涂银的胶片上。LCD系统也是特定种类的SLM,使得每个像素的信息通过电气手段被编码到具体位置,并且通常在显示区域上均匀的背光光源的空间轮廓(profile)因像素的透射率而改变。

[0007] 本领域中的现有技术通常解决眼前问题的单个部分。例如,图像压缩和解压缩技术未被直接应用在显示元件上,而是仅应用于显示用数据的传送、存储以及图像翻新和准备(如美国专利No.6,477,279中的)。可以实施并入空间光调制的系统,其中像素被打开和关闭以透射背光从而具有各种程度的调制(例如,如美国专利No.6,111,560中的多行选择),或者背光和图像调制两者都可以用于增强图像的分辨率(如美国公开申请No.2007/0035706和No.2008/0137990中的)。在尤其后者的应用及其相关公开中,没有一种图像构建方法在合成图像帧时并入时间维度,这是本公开的主题。由此表示在逐帧的基础上逐像素地显示图像的常规方法的这两种系统未受益于接口的固有简化以及数据吞吐量—其被嵌入到传送视频所用的图像压缩过程中。

附图说明

[0008] 图1描绘了在有源矩阵平板显示器具体地是有源矩阵液晶显示器中使用的像素选择方法。通过行和列选择信号对每个像素进行寻址,通过所述选择信号中的任一个来施加视频信息。对于 $M \times N$ 像素系统,存在 M 个行选择信号以及 N 个数据线。数据(视频信息)由数模转换器生成,并且电压存储在每个像素的电容器中。电压被施加到由诸如ITO(氧化铟锡)的透明电极组成的两个平行板。

[0009] 图2描绘了在无源矩阵LCD显示器中采用的像素选择方法。存在 M 个行选择信号和 N 个数据信号。信号定时确定了哪个位置将具有施加在两个电极之间的瞬时电压,其间的液晶分子将对该瞬时电压作出反应。

[0010] 图3示出了以针对 4×4 像素分组(grouping)的掩模图案(mask pattern)的形式、空间光调制器将实施的基本函数。

[0011] 图4示出了以针对 8×8 像素分组的掩模图案的形式、空间光调制器将实施的基本函数。

[0012] 图5示出了针对 2×2 像素分组的掩蔽图案(masking pattern),其中未使用数据压缩。由于一次打开一个像素,因此光效率减少到 $1/4$ 。

[0013] 图6示出了采用粗糙像素化视频源、空间光调制器、用于图像处理的计算设备、定时生成器块的视频显示系统的框图。

[0014] 图7示出了用于诸如有源矩阵LCD显示器的具有长切换速度的粗糙显示器类型的时隙优化方法。反映确定分量的位准确性的量化矩阵,可以使每个相应时隙分配与所需的精度成比例,使得较大时隙被分配给需要最高精度的 D_{00} 分量并且较小时隙被分配给其他分量。

[0015] 图8示出了使用LED阵列作为光源、使用无源矩阵LCD作为SLM的显示系统的细节。

[0016] 图9示出了针对 4×4 像素分组的用作空间光调制器的无源矩阵LCD的操作细节。顶部透明电极(例如,1T0)层150由4个选择线 $v_{vert}(i)$ 155驱动,并且底部1T0层160由4个选择线 $v_{horz}(i)$ 165驱动。为了实施不同的基函数 w_{00} 至 w_{33} ,不同的电压被施加到155和165。

[0017] 图10示出了针对 4×4 像素分组的施加到用作空间光调制器的无源矩阵LCD的电压波形、以及对应的空间基函数 w_{ij} 。对于每个后继帧,电压图案可以是先前帧的逆(inverse)。

[0018] 本发明可以具有来自附图中描绘的具体实施例的各种修改和替选形式。这些附图不把本发明限于所公开的具体实施例。本发明涵盖下面要求保护的所有修改、改进和替选实施方式。

具体实施方式

[0019] 本发明的一个方面是:一种显示方法和系统,其通过在使用以高帧速率操作的粗糙像素化光阵列生成的子帧中连续地显示多个图像分量来构建图像和/或视频;以及一种空间光调制器,其在相同帧速率下以比底层光源更精细的分辨率产生与正交基函数相关的特定图案。图像构建系统利用使用图像压缩分量,由此通过使用空间光调制器对视频图像编码而使这些分量分布在时域中。在每个帧中,待驱动的源图像被首先一起分组为由 $n_x \times n_y$ 像素组成的特定尺寸。例如,我们可以将图像分为 4×4 或 8×8 像素、 4×1 、 8×1 或者任何其他任意组尺寸的矩形分组,只要我们可以在一个或两个维度中生成正交基函数。 1×1 的情况没有任何压缩益处,并且对应于常规显示系统中采用的方法。分组尺寸受限于帧速率,帧速率受限于这里描述的分量的切换速度和图像压缩比。每个图像分组,或者从此处起将被称为的粗糙像素,被分解为与一系列所述正交图像基函数成比例的分量(正交分解)。这些图像函数是在显示硬件中使用空间光调制器实施的,所述空间光调制器调制底层光的幅度和/或相位,使得其具有正交图像基函数的所期望的空间轮廓。图3中示出了针对 4×4 像素分组的图像基函数,而图4中示出了针对 8×8 像素分组的图像基函数。所示出的特定基函数还被统称为Walsh函数。诸如直接余弦变换基函数的其他基函数也可以用于基函数图案,只要空间光调制器可以产生余弦状幅度轮廓。对于 4×1 或 8×1 分组,基函数是每个图的第一行中的那些基函数。在这些图中,黑色区域表示0%的透射率或者阻挡光,而白色区域表示理想100%的透射率。注意,该定义不同于图像压缩技术中使用的定义,因为基函数的值为-1或+1,而非0或+1。这里描述了一种校正该差异的方法。对于首先的 4×4 像素分组,存在16个基函数,而对于后面的 8×8 像素分组,存在64个基函数。将基函数表示为 $w_{uv}(x, y)$,其中 u 和 v 是基函数索引,并且 x, y 是跨越像素分组维度的区域的直角坐标。将 $f^c(x, y)$ 表示为针对颜色分量的二维图像信息。这里,上标 c 表示颜色红色、绿色或蓝色(原色)。该方法对于灰度图像是相同的,在该情况中 $f(x, y)$ 将与图像的亮度成比例。使用空间光调制器的粗糙像素区域的快速掩蔽还可以用于如图5中表明的无损图像构建,这从数据速率的观点来看将是不太高效的并且与基于压缩的方法相比具有对空间光调制器切换速度更严格的限制。在该情况中,由于粗糙像素分组当中的仅一个像素通过掩蔽图案被透射,因此该实施方式的功率效率非常低。对于 2×2 像素分组,最大平均透射率是25%,而对于 4×4 和 8×8 分组,最大平均透射率更小,原因在于一次透射粗糙像素中的16个或64个像素其中的一个像素。对于基于图像分解的方案,对于与 D_{00} 相比是小的 D_{uv} 的非零空间分量,透射光在一半像素中被阻挡。像素的平均透射率值总是大于75%(未考虑到诸如偏振器损失的其他实施损失)。

[0020] 任何图像可以被分解为分量,这些分量可以通过使图像数据与像图3和图4中示出的那些的基函数积分来获得。这两个图中的左上部的函数是单值函数 w_{00} 。当我们向右前进时,函数将在水平方向上变化,对于较高索引编号“0v”具有较快变化。较高索引与具有较高空间频率的图像函数相关。相似地,基函数在垂直方向上的变化由具有索引“u0”的垂直空间频率分量描述。其他基函数分量可以是对角分量,诸如 w_{ii} 以及非对角分量 w_{ij} ,其中i和j是非零并且不同。对于作为空间离散函数的视频像素阵列,该积分具有求和的形式。将图像分量表示为 D_{uv}^c ,其中u和v是两个维度中的基函数索引,并且c表示颜色分量:红色、绿色或蓝色。随后根据下式确定 D_{uv}^c :

$$[0021] \quad D_{uv}^c = \sum_{x=0}^{n_x-1} \sum_{y=0}^{n_y-1} f^c(x,y) * w_{uv}(x,y) \text{ 式1}$$

[0022] 本发明是基于式1的逆变换,即图像 $f^c(x,y)$ 可以被构建为 $D_{uv}^c * w_{uv}$ 的求和。

$$[0023] \quad f^c(x,y) = \sum_{u=0}^{n_x-1} \sum_{v=0}^{n_y-1} D_{uv}^c * w_{uv}(x,y) \text{ 式2}$$

[0024] 通过以与 D_{uv}^c 成比例的光强度连续地显示对应于基函数 w_{uv} 的图案,在时域中人眼有效地感知该求和。人眼将对图像图案积分并且感知对应于 $f^c(x,y)$ 的单个图像。

[0025] 在常规压缩技术中使用的正交函数实施方式中,基函数 $w_{uv}(x,y)$ 取+1或-1的值,由此满足正交性质。在本发明中,基函数的值改为映射到+1或0,原因在于我们在显示中直接使用这些函数。这创建了非零积分分量(其等同于图像 $D_{uv}^c * w_{uv}$ 的平均值)。跟踪该分量并且将其从 D_{00}^c 分量中减去,其中 D_{00}^c 是像素分组上的图像的和,或者等同地,像素分组上的图像的平均值,其被归一化到 $1/(n_x n_y)$:

$$[0026] \quad D_{00}^c = \sum_{x=0}^{n_x-1} \sum_{y=0}^{n_y-1} f^c(x,y)$$

[0027] 如果我们预期使用粗糙像素化显示源来显示图像,则 D_{00}^c 还与单个‘像素’(其为这里使用的定义中的粗糙像素的等同物)的光强度成比例。

[0028] D_{00}^c 大于或等于使用+1和0映射而得到的图像分量的剩余部分的和。因此,从 D_{00}^c 中减去这些非零积分分量中的每一个将大于或等于0。考虑例如 D_{01}^c 分量。将 $w_{uv}(x,y)$ 表示为具有+1和-1的值的原始Walsh函数。使用可以取0和1而非-1和+1的值的、代替 $w_{uv}(x,y)$ 的新基函数 $w_{uv}^*(x,y) = (w_{uv}(x,y) + 1)/2$, $w_{uv}^*(x,y)$ 将图像构建式2变换为

$$[0029] \quad f^c(x,y) = 2 \sum_{u=0}^{n_x-1} \sum_{v=0}^{n_y-1} D_{uv}^c * w_{uv}^*(x,y) - \sum_{u=0}^{n_x-1} \sum_{v=0}^{n_y-1} D_{uv}^c \text{ 式3}$$

[0030] 为了正确地重现所述图像,如式3的第二项中的,当所述基函数等于所有0's(w_{00})时将被显示的分量值必须用除00分量之外的所有 D_{uv}^c 上的求和来校正。注意,如果如压缩中的,使用基函数的子集,则该求和应当仅跨越所使用的 D_{uv}^c 图像分量。由于现在平均分量的总和将等于原始 D_{00}^c 值,因此在图像构建中使用更新的 D_{00}^c 分量而非原始值。

[0031] 图像分量 D_{uv}^c 可以具有正的或负的值。在实施显示分量时, $D_{uv}^c * w_{uv}^*(x,y)$ 的值仅可以是正的。在“负的” D_{uv}^c 的情况中,使用 D_{uv}^c 的绝对值和基函数图案的逆 $w_{uv}^*(x,y)$ 来生成图像分量。函数的逆被定义为其中0被映射到1的二进制函数 $w_{uv}^*(x,y)$ 的2的补数,反之亦然。

[0032] 图6中示出了示出整个系统的框图。

[0033] 对于每个帧,视频图像通过如下步骤构建:

[0034] 1.对于每个uv分量,并且对于每种颜色,计算与每个粗糙像素的图像 $f^c(x,y)$ 相关的图像分量强度 D_{uv}^c 。

[0035] 2.通过使用对应于 $w_{uv}^*(x,y)$ 的空间光调制器来施加光强度掩模。

[0036] 3.针对每个粗糙像素施加与 D_{uv}^c 成比例的光。对于彩色显示器,每个像素分组使用三种颜色光元件。红色、绿色和蓝色源的光强度根据针对每种颜色计算的 D_{uv}^c 进行调整。可以通过调整电压、电流和/或感知强度中的至少一个来调整光强度,其中根据使用什么光源,通过光源的开启时间来调整该感知强度。 D_{uv}^c 图像分量实际上可以取正的或负的值。在负的图像分量的情况中,光强度是图像分量的绝对值,但是在重建图像时,我们使用掩蔽图案的逆。

[0037] 为了得到预期图像的单个帧,顺序地显示可以被定义为子帧的每个图像分量。观察者的眼睛将对闪烁的图像分量积分以在视觉上感知作为所有闪烁图像分量的和的预期图像。对于每个显示分量或者子帧,可以使持续时间相等,或者可以针对位分辨率来优化持续时间。后者的情况使得人们能够优化空间光调制器的快门速度,使得较长图像分量持续时间被分配给需要较高位精度的图像分量,而较短图像分量持续时间不一定必须稳定(settle)到较精细的精度。在该情况中,当 D_{uv}^c 分量相对于其他分量闪烁较短的持续时间时,将必须按相同的时间减少比来增加光强度。

[0038] 对于彩色图像,红色、绿色和蓝色光源可以与它们相应 D_{uv}^c 值成比例地同时发光或者按时间顺序发光。在按时间顺序的情况中,其中红色、绿色和蓝色图像分立地闪烁,SLM快门速度必须比同时的情况快三倍。在同时的情况中,人们可以使所有分量值具有相同的符号,或者分量值之一具有与其他两个分量值相反的符号。对于任何粗糙像素,由于每个颜色分量可能不一定具有相同的符号,因此我们可能需要 w_{uv}^* 及其逆图案均被显示。因此,对于每个子帧,SLM将生成所有基函数以及它们的逆。如果不存在针对逆基函数的分量,则将显示的粗糙像素值将等于0。

[0039] 通常,SLM控制将理想地跨越整个显示,或者可以被细分为较小部分,因此预期将需要 w_{uv}^* 及其逆图案。如果以更复杂的切换和驱动方案为代价,在每个粗糙像素上控制SLM,则不需要包括针对未使用的基函数的子帧。

[0040] 图像压缩可以是无损变换或者有损变换。在无损变换中,我们可以从可用的图像分量无保真损失地构建图像。在基于有损压缩的分解中,人们将忽视特定分量,使得当我们用未被忽视的分量构建图像时,图像质量可能受损。在大部分视频和静态图像中,采用有损压缩以减小数据尺寸。在有损压缩中,人们往往将忽视在特定阈值以下的图像分量以及人眼具有对其减小的敏感性的图像分量。这些通常是与对角和非对角项相关的具有高阶(high order)空间频率的项。对于给定的图像误差界限,压缩将基本上尝试以尽可能少的项描述图像。在大部分情况中,从高阶(higher order)项向下到低阶(lower order)项,被首先丢弃的项将是非对角分量,接着是对角项。以 4×4 像素分组为例,其将具有从 D_{00} 、 D_{01} 、 D_{02} 、 D_{03} 、 D_{10} 、 D_{11} 等直到 D_{33} 的16个图像分量,使用基函数 w_{00}^* 至 w_{33}^* 以及这些分量的逆(除了 w_{00}^*),如果我们使用所有31个分量,则将准确地重建原始图像。在视频压缩中,大部分图像将具有被忽视的倾斜空间分量。在一些情况中,仅使用水平和垂直图像分量的显示系统可

以是令人满意的。为了提高图像准确性,还可以添加诸如 D_{11} 、 D_{22} 和/或 D_{33} 的对角空间频率分量。诸如 D_{12} 、 D_{13} 、 D_{23} 等的倾斜分量可以被忽视。在使用例如MPEG压缩的大多数视频源中,这些分量实际上已被大量一起消除以压缩视频自身以备存储和传送,或者结果是比我们将把其视为可忽视的特定阈值更小。如果没有一个分量是不可忽视的,则我们可以通过考虑所有分量而求助于对粗糙像素的无损操作。还注意,在特定实施例中,我们可以实施一种方法,其中特定粗糙像素上的SLM可以独立于其他区域进行操作。在该情况中,不同的粗糙像素可以具有从高度压缩到无损压缩的不同级别的压缩。同时这可以根据源视频确定。该情况可能例如在计算机监视器中发生,其中在操作期间,屏幕区域可能是停滞的,但是需要高准确性,诸如示出文本和静态图像的窗口,或者具有快速移动图像的部分,其中我们需要高帧速率以更准确地描述运动,但是不一定需要无损图像重现方案。通过在不同的粗糙像素区域上以不同的速率运行SLM,可以使图像准确性和功率优化。我们可以通过计算 D_{uv} 分量、确定多少分量是不可忽视的并且将它们与早先的图像帧中的分量进行比较来决定哪个粗糙像素运行哪个准确性模式。因而可以区分快速移动的图像和缓慢或停滞的图像、以及准确的图像和有损的压缩图像。

[0041] 以在30帧每秒下操作的VGA分辨率显示器和用于定义粗糙像素的 4×4 像素分组为例,采用本发明满足VGA分辨率的显示设备可以使用

[0042] 1. 160×100 粗糙像素阵列,其像素维度在水平和垂直方向上是预期分辨率的四倍,并且具有红色、绿色和蓝色光元件。

[0043] 2. 由无源矩阵LCD组成的SLM,其使用LCD的底平面中的水平透明电极带和顶平面中的垂直透明电极带来生成垂直、水平和倾斜基函数图案,反之亦然,该SLM能够生成16个正交基图案和它们的逆。电极宽度等于预期像素分辨率尺寸。在SLM中存在总共640个垂直电极和400个水平电极(其可以沿每个方向被分为多个片段以进行较快驱动)。

[0044] 3. 计算设备,其在每个帧处根据VGA分辨率图像计算针对每种颜色的对应 D_{uv} 分量。

[0045] 4. 对于所有不可忽视的图像分量,以与 D_{uv} 成比例的粗糙像素强度驱动SLM图案。对于压缩视频源,使用最初的7或8个主要图像分量将通常足以重现压缩视频。这将需要生成(31基函数图案当中的)13或15个基函数图案,包括逆图案。

[0046] 5. 其他元件可能对光质量是必要的,诸如用于混合红色、绿色和蓝色光输出以在粗糙像素区域上产生均匀光源的光准直器或散射器。

[0047] 有源像素的数目从768000(用于三种颜色)减少到 $1/16$,下至48000(用于三种颜色)。在显示中存在16000个粗糙像素。原始图像数据速率取决于所期望的图像压缩级别。对于无损图像重建,每种颜色每个粗糙像素存在16个 D_{uv} 分量。如果以8位准确性描述每个 D_{uv} ,则我们需要184Mbps数据速率。这对应于每个帧每种颜色每个粗糙像素的128位。事实上,仅 D_{00} 分量需要具有8位准确性,而高阶分量可以具有较小准确性。这种基于分量的准确性分配在图像压缩中被统称为量化矩阵。在特定实施例中,人们将不需要超过每个帧每种颜色每个粗糙像素的80位,这将数据速率优化下至120Mbps。如果使用中等压缩级别,其中我们切除诸如 D_{12} 、 D_{13} 、 D_{23} 等的倾斜空间频率分量但是不切除 D_{11} 、 D_{22} 、 D_{33} ,则我们用总共10个分量进行工作。这些分量将需要每个帧每种颜色每个粗糙像素的总共60位。总数据速率减小到86Mbps。对于其中我们忽视 D_{11} 、 D_{22} 、 D_{33} 的高压缩比,我们将使用每个帧每种颜色每个粗糙像素的46位。总数据速率则是66Mbps。对于无损压缩情况,SLM图案需要针对每个帧更新31次,

对于中等级别压缩情况,SLM图案需要针对每个帧更新19次,并且对于高级别压缩情况,SLM图案需要针对每个帧更新13次。粗糙显示需要针对每个帧更新8至15次,并且对于未使用的SLM图案将是空白的(黑色的)。对于30帧每秒,使13个子帧闪烁(针对7个分量)导致每秒生成390个图案,或者每个子帧约2.5msec(毫秒)。使用针对10个分量的19个子帧,我们将需要每秒生成570个SLM图案,或者每个子帧1.7msec。对于无损图像重现,需要总共31个子帧,其等于每秒930个图案,需要每个子帧1.1msec。通过使用几何较小的足够快的液晶材料,可以使常规LCD的稳定速度快得足以用作空间光调制器,其仅具有这些速度下的开-关(或黑-白)过渡。还可以实施针对反映来自量化矩阵的准确性需要的不同图案使子帧持续时间优化的方法。

[0048] 对于基于液晶的SLM,可以使用液晶材料的切换时间以及施加到特定电容和电阻的金属线的电压的响应时间来对稳定时间建模。如果我们具有因金属线而使时间常数上升的指数关系,则当我们施加瞬时阶跃电压时,响应将具有如下形式

$$[0049] \quad V(t) = V(0) \cdot (1 - \exp(-t/\tau))$$

[0050] 其中 τ 是R.C时间常数。因此为了获得施加到SLM的8位准确电压,通过取 $1/2^8$ 的自然对数可以得到所需的最小时间,或者5.5。当6位准确电压足够时,所需时间减少到4.15,并且对于4位准确电压,进一步减少到2.7。因此,在针对低阶(low order)分量项采用6-8位准确性并且对于高阶分量采用下至4位准确性的特定量化矩阵中,我们可以为与最高有效项相比需要较小准确性的最高阶项分配下至一半时间。如图7中所示,假设我们具有固定的帧周期,通过向这些较低准确性子帧分配较少时间,我们可以在帧持续时间内挤入更多子帧,或者对较高准确性子帧分配更多时隙。

[0051] SLM包括可以跨越整个显示器的竖直和水平电极。在该情况中,由时钟生成器驱动的仅8个驱动器足以生成施加到粗糙像素上的所有图案。然而,对于长电极,除了液晶时间常数之外,电极的电容可能开始强加时间常数限制。为了加速SLM,可以将电极分为服务于显示器的较小区域的较小片段,每个片段由其专用的驱动器或传输驱动器的信息的缓冲器驱动。

[0052] 总之,公开了一种采用基于正交基函数分解的图像压缩技术的视频显示系统。由于使用粗糙像素或粗糙块来构建图像,这些粗糙像素或粗糙块基本上是显示的高度粗糙像素化,因此该系统需要比常规方法数目小得多的有源像素。因而减少了有源像素显示器的行和列的数目,因此简化了接口。脱离时钟生成系统操作的空间光调制器耦合到有源矩阵显示器,使得我们不需要外部提供针对该系统的另外数据,除了使有源像素阵列上的图像同步之外。由于使用正交图像分量来形成图像,因此解压缩方案是有效的,其中我们可以截去在重建图像时要使用的分量数目以便减少显示器的数据需要。通过截去图像分量可能使显示器生成有损解压缩图像,或者实际上执行压缩视频输入的无损重新生成。在特定操作模式中,显示器还可以通过显示所有可能的正交分量来重新生成无损视频。

[0053] 在本发明的特定实施例中,基于LED的(固态光源)显示系统耦合到液晶空间光调制器(参见图9)。显示系统的维度以及分辨率被给出作为示例并且用于阐明该系统的几何方面。显示系统由 160×100 红色、绿色和蓝色光生成LED100(总共48000个有源元件)的LED阵列组成。每个红色、绿色和蓝色LED定义了粗糙像素,由此存在16000个粗糙像素。粗糙像素的维度被取为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$,对应于 $32\text{cm} \times 20\text{cm}$ 的显示器尺寸。为了形成均匀光,在LED100层

的顶部上使用光散射器或准直透镜层110(图8)。在容纳红色、绿色和蓝色LED100的粗糙像素之间使用黑色矩阵图案115,其在有源矩阵显示器中常用于隔离像素以防止串扰。使用LCD的无源矩阵实施方式来建立空间光调制器120,其包括两个交叉偏振器130、140以及在LCD内的彼此垂直的透明电极150、160的两个平行平面(参见图10)。电极宽度均为0.48mm,由此四个并排电极占用与粗糙像素相同的宽度。电极的长度可以跨越高达若干个粗糙像素的长度,受到因电极电容引起的LCD切换速度的限制。电极150、160之间的LCD体积填充有液晶材料170。电极由诸如InTnO的透明传导材料制造,并且具有等于预期分辨率的特征尺寸。粗糙像素中的八个电极(四个在顶板上,四个在底板上)中的每一个可以被单独地选择。通过将电压施加到这些电极来生成基图像图案。所需的电压波形是使得电场倾斜液晶最大角度,其使光将其偏振旋转接近90度以用于在交叉偏振器130、140之间的最大透射。施加的电压可以具有正的和负的极性以便擦除在液晶中看到的将另外引起时间相关劣化的记忆效应。VGA分辨率视频源180用于生成原始视频图像,其具有 640×400 像素的天然分辨率。处理设备190用于生成针对 160×100 粗糙像素的必要驱动图像分量。由于我们可以同时处理红色、绿色和蓝色,因此对于30fps的帧速率,每个彩色图像被分配最大约33msec时间。对于LCD空间光调制器中的开关过渡的1msec切换速度,我们可以容易地挤入足够的图像分量以用于无损重现。对于每个粗糙像素,图像分解算法确定针对将使用的每种颜色的对应于每个正交基函数的图像分量。计算分解图像分量 D_{uv} ,其中 u 和 v 是从0至3。这些图像分量是根据对应的掩蔽图案 w_{uv} 包括粗糙像素的16个像素值的求和。对于压缩源,可以从1至8中选择将使用的分解图像分量的数目,其中对于用于图像的无损重建的16个图像分量的全体集合,高阶图像分量将结果为0。显示的部分还可以具有操作期间的不同压缩级别,图形处理器可以根据其计算的分解图像分量来决定该压缩级别。空间光调制器120的图案通过基于计数器的逻辑来驱动,所述逻辑按顺序排列(sequence)图案 w_{00} 、 w_{01} 、 w_{02} 、 w_{03} 、 w_{10} 、 w_{20} 、 w_{30} 、 w_{11} 、 w_{22} 、 w_{33} 、 w_{12} 、 w_{21} 、 w_{13} 、 w_{31} 、 w_{23} 、 w_{32} 。如果分解图像分量对于高阶项是可忽视的,则计数器可以在任何点处重置,由此减少数据速率并且通过分配更多时间来提高低阶项的准确性。如果必要的话,为了减少闪动效应, w_{00} 图案可以被分为若干个子帧并且与适当归一化的对应分量强度 D_{uv}^c 一起相互散布(interdisperse)在图案序列中。这将以较短的子帧图案持续时间为代价。

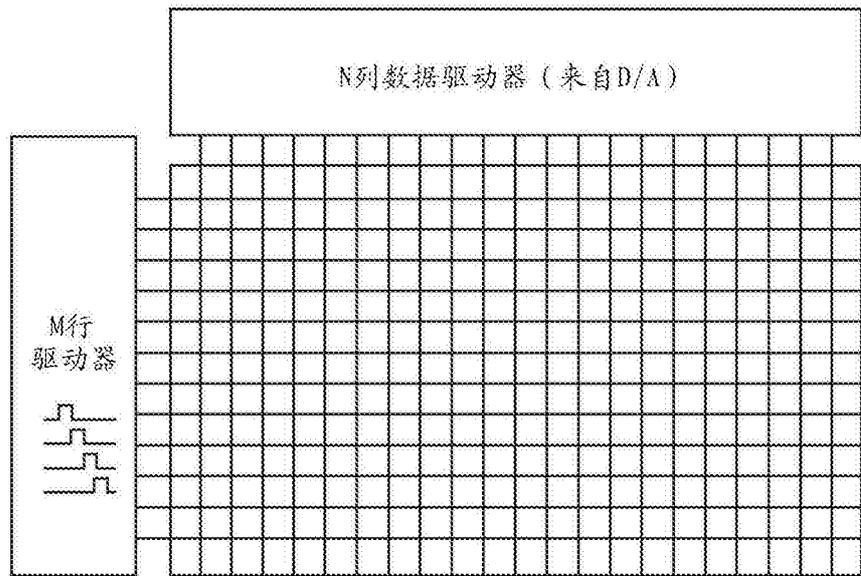
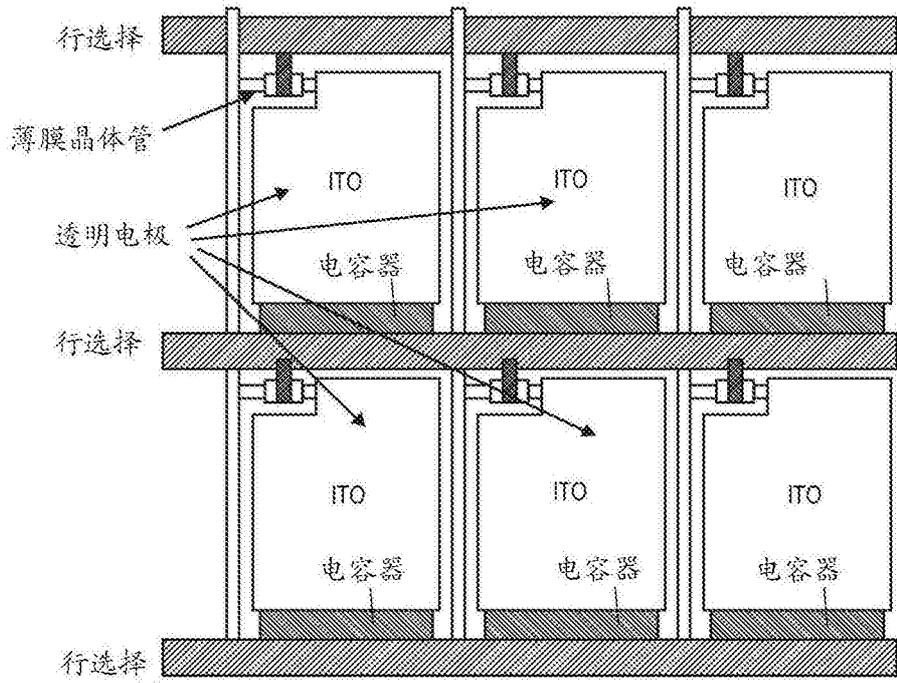


图1

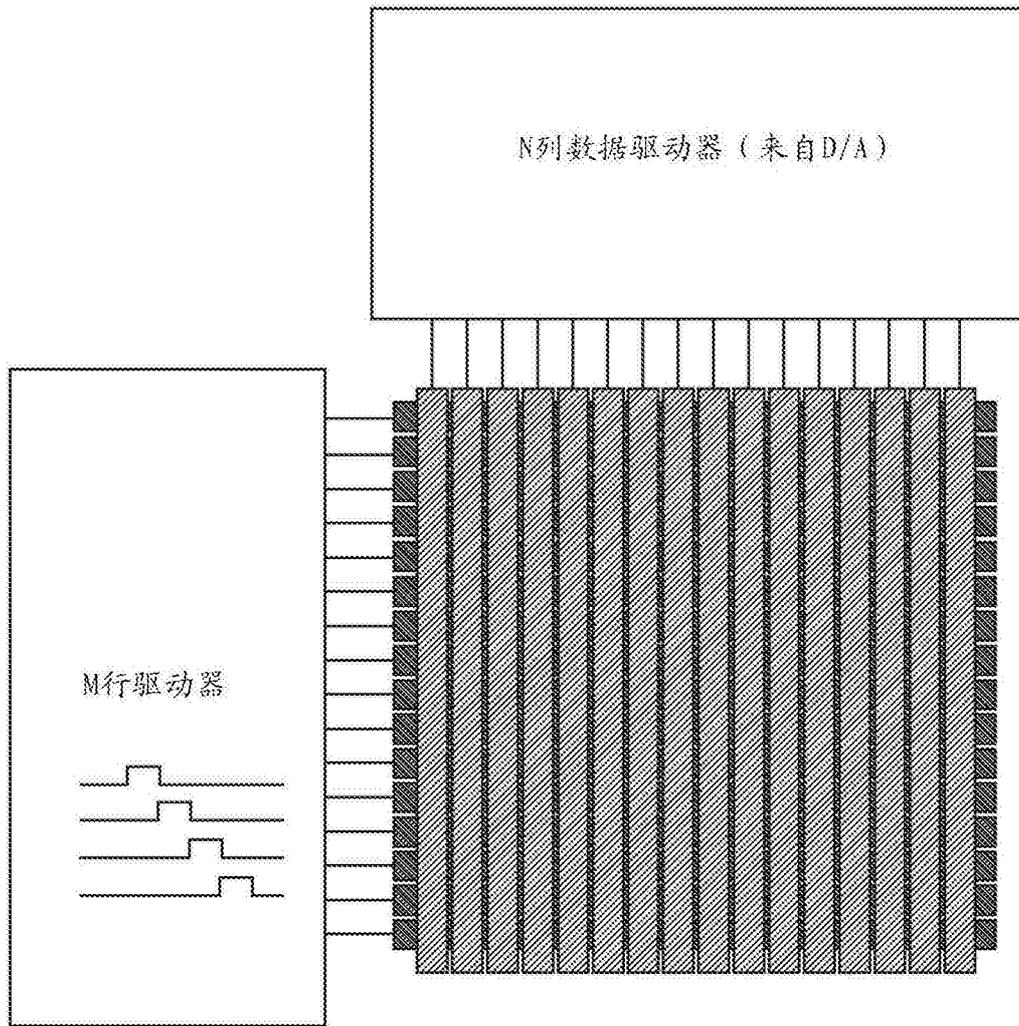


图2

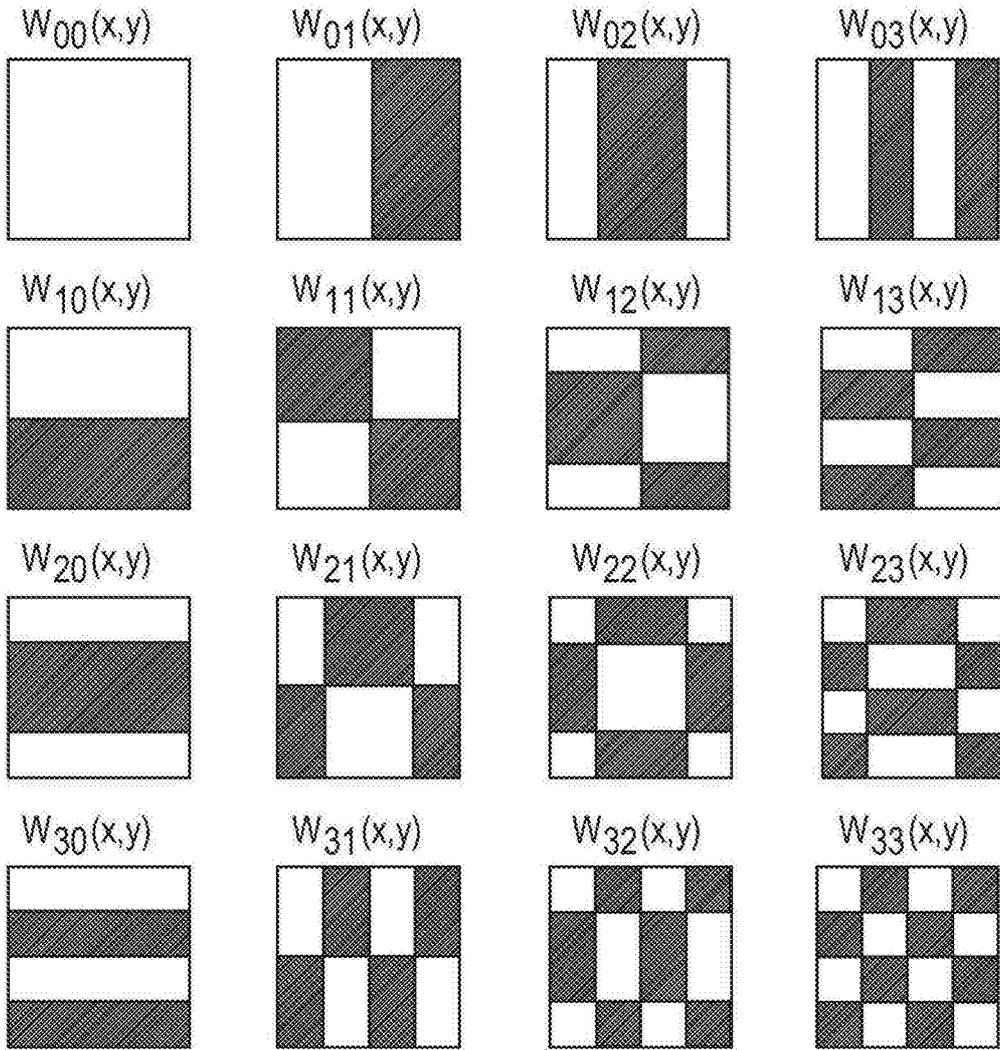


图3

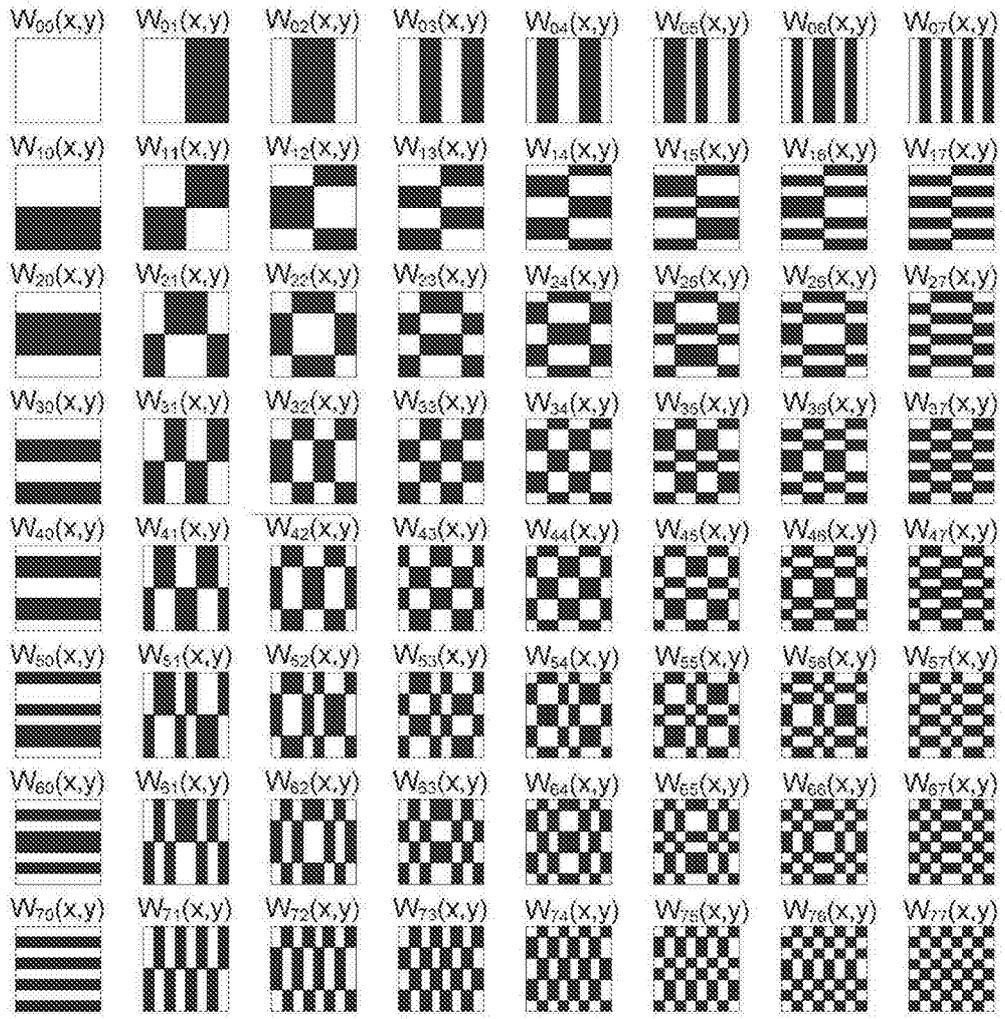


图4

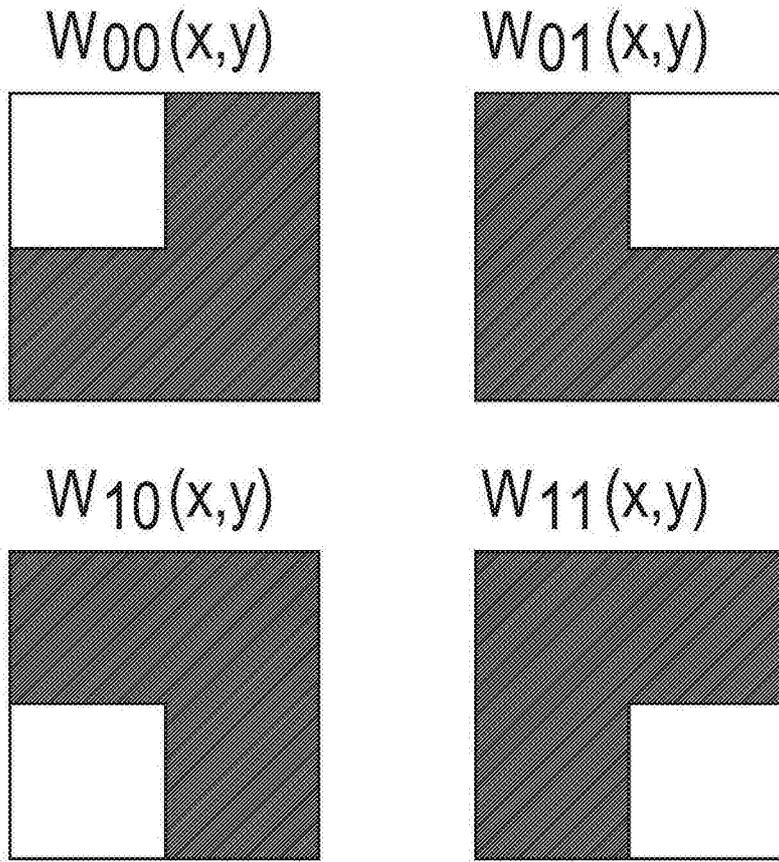


图5

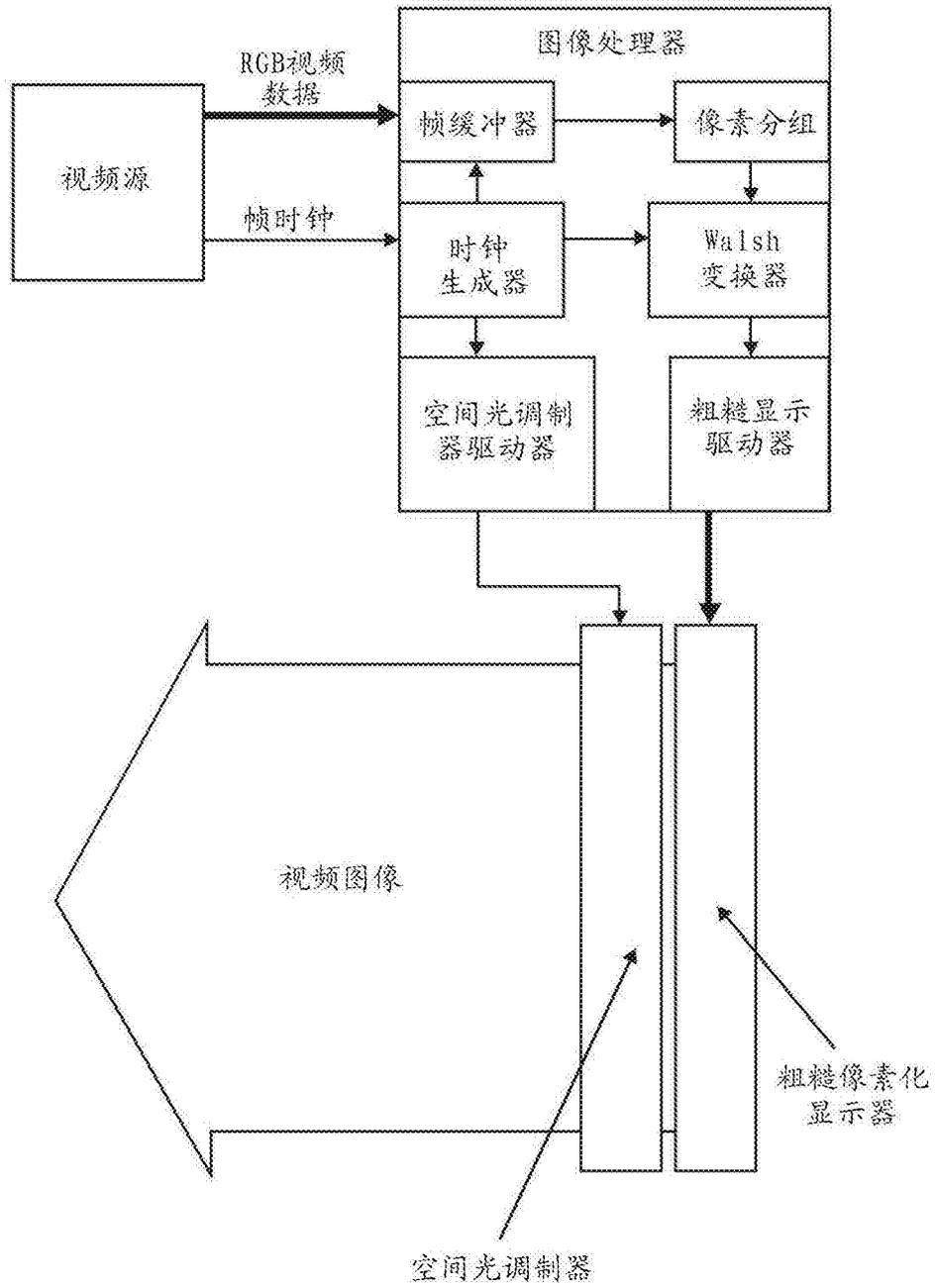


图6

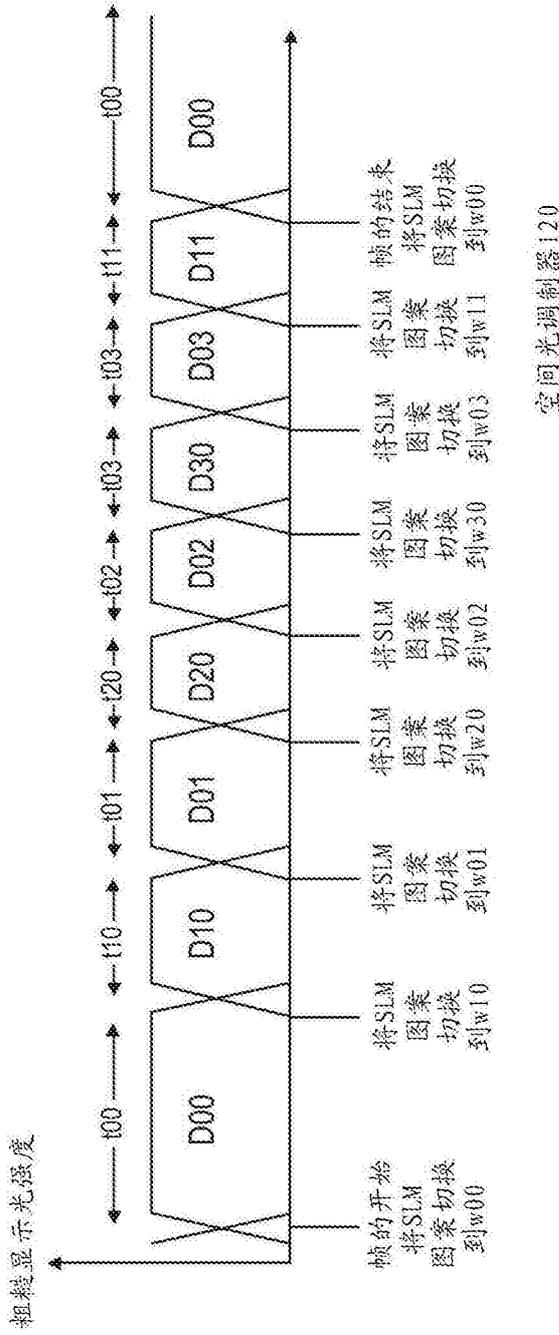


图7

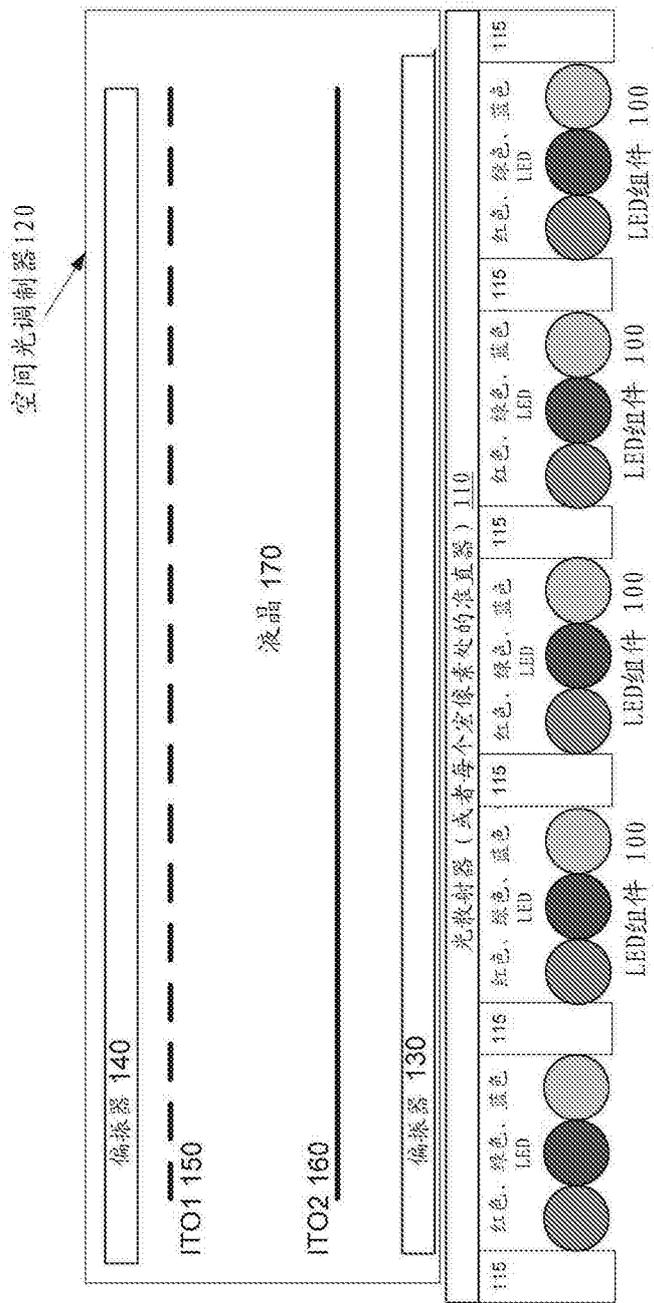


图8

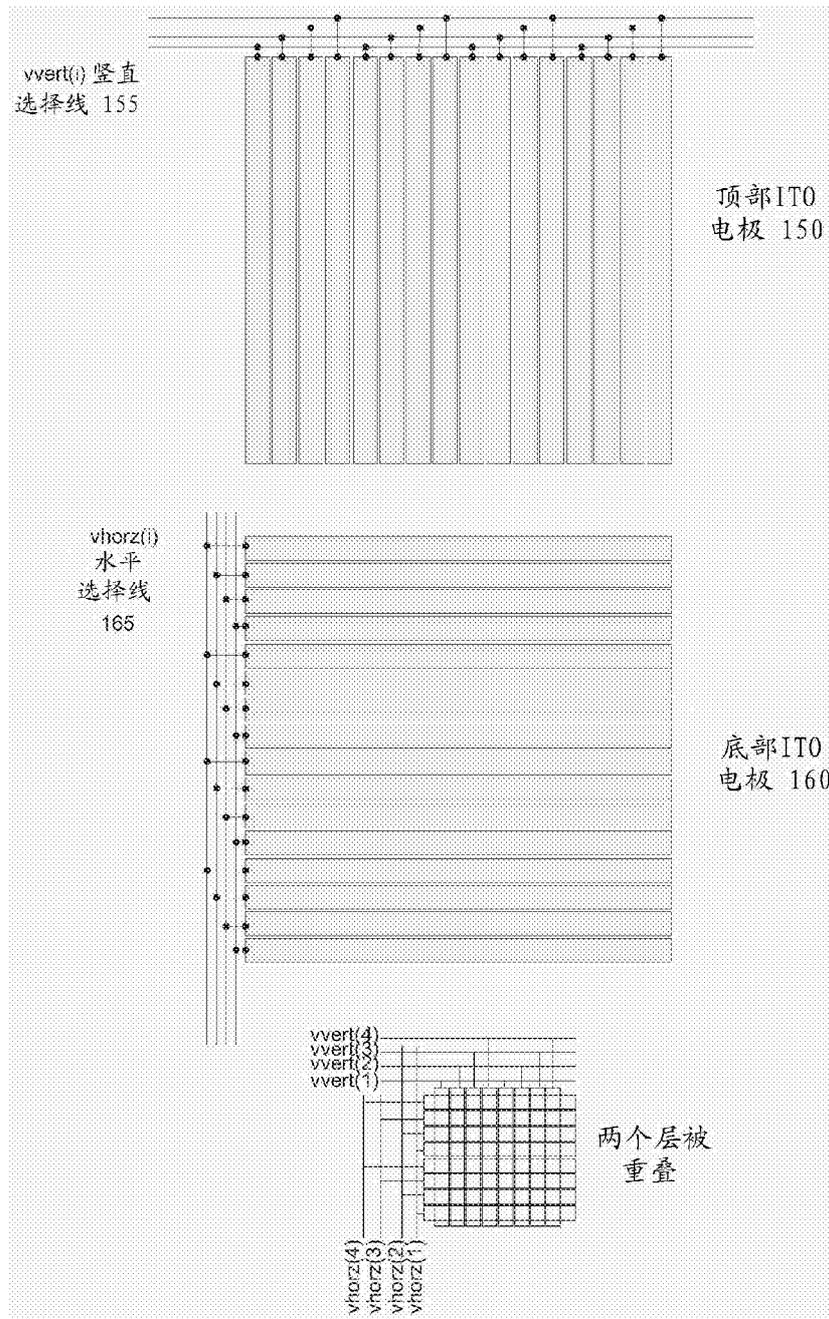


图9

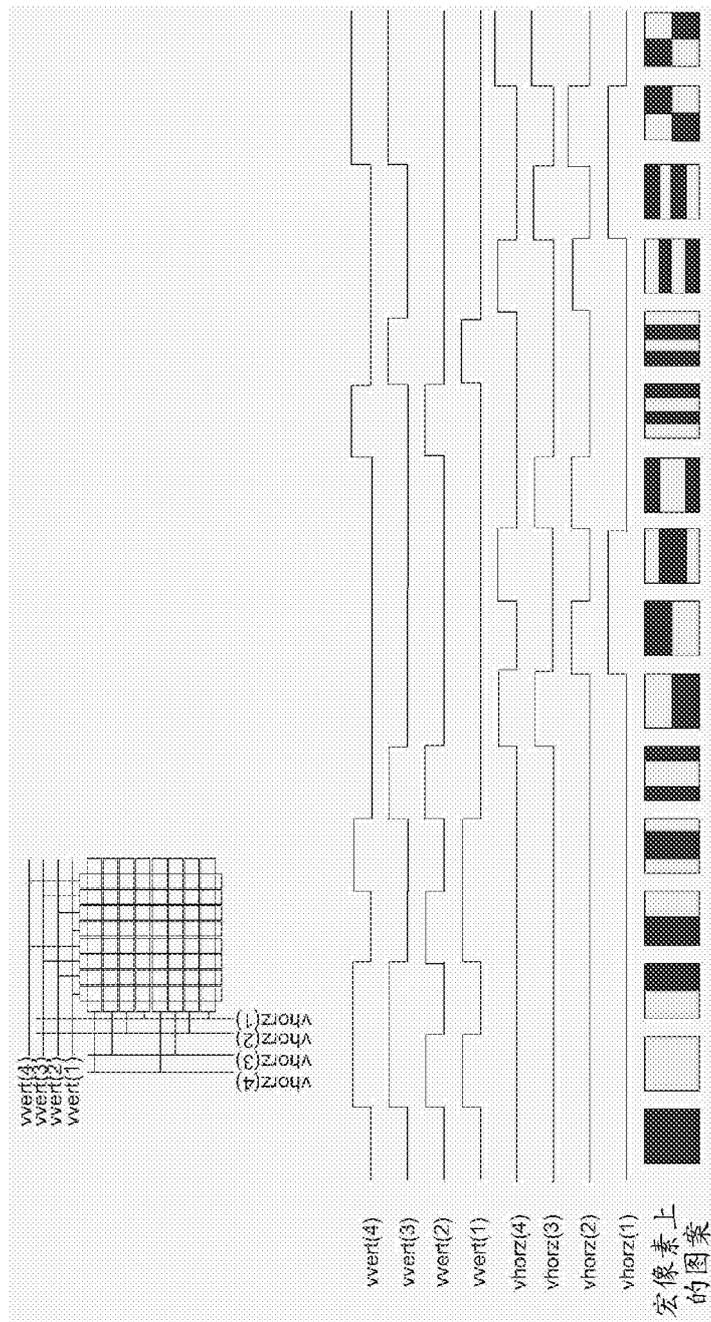


图10

专利名称(译)	基于图像构建的视频显示系统		
公开(公告)号	CN102187383B	公开(公告)日	2016-11-09
申请号	CN200980134961.9	申请日	2009-07-09
[标]申请(专利权)人(译)	奥斯坦多科技公司		
申请(专利权)人(译)	奥斯坦多科技公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥斯坦多科技公司		
[标]发明人	SE甘塞		
发明人	S·E·甘塞		
IPC分类号	G09G3/34		
CPC分类号	G09G3/2018 G09G3/2085 G09G3/3426 G09G2340/02 G09G2340/0407		
代理人(译)	王岳 蒋骏		
审查员(译)	罗朋		
优先权	61/079418 2008-07-09 US 12/499560 2009-07-08 US		
其他公开文献	CN102187383A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

公开了一种基于通过对图像的正交基函数分量进行显示来构建图像的视频显示系统。该系统包括同时对准和驱动的两个显示分量。第一显示分量是粗糙像素阵列。第二显示分量是空间光调制器，其几何细节比第一像素阵列更精细。总体系统通过使用正交图像基函数分量的时域显示以最小的图像质量损失重建待以第二显示分量的较精细几何细节显示的预期视频。得到的系统具有显著减少的互连复杂性和有源电路元件数目，并且如果使用有损图像重建方案，还需要显著较小的视频数据速率。这里描述了利用这些概念和方法来驱动显示器的具有基于LED的显示器和基于LCD的空间光调制器的实施例。

