



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102741736 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 200880108529. 8

安本隆 稻森良充 前田健次

(22) 申请日 2008. 10. 02

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

(30) 优先权数据

公司 11021

0804022. 2 2008. 03. 04 GB

代理人 王波波

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2010. 03. 24

G02F 1/133(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

G09G 3/20(2006. 01)

PCT/JP2008/068324 2008. 10. 02

G09G 3/36(2006. 01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/110128 EN 2009. 09. 11

(56) 对比文件

(73) 专利权人 夏普株式会社

US 2004125298 A1, 2004. 07. 01,

地址 日本国大阪府

CN 1892323 A, 2007. 01. 10,

(72) 发明人 本杰明·约翰·布劳顿

US 2007075950 A1, 2007. 04. 05,

艾伦·埃文斯 保罗·安东尼·加斯

CN 1892323 A, 2007. 01. 10,

格雷厄姆·罗格·琼斯

审查员 李剑韬

安德鲁·凯亚 哈里·加斯·沃尔顿

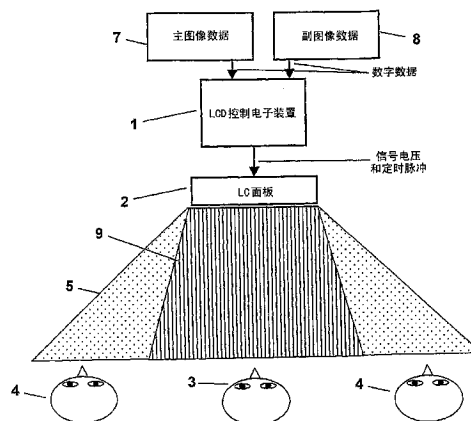
权利要求书3页 说明书20页 附图15页

(54) 发明名称

显示设备

(57) 摘要

提供了一种显示设备,包括:用于通过空间光调制来显示图像的液晶显示面板(2)。所述图像由多个图像元素表示,每个图像元素具有图像数据值(7)。所述显示设备还包括显示器控制器(1),所述显示器控制器被配置为依赖图像元素的图像数据值(7)和所述元素的辅数据值(8)来针对每个图像元素确定要施加至面板(2)的信号电压,在数据值和信号电压之间存在预定映射。所述辅数据值(8)被配置为在图像上变化,以作为映射的结果引入亮度变化。所述映射和辅数据值(8)共同被配置为考虑面板(2)的信号电压相对轴上亮度响应,使得对于轴上观察者(3)在轴上引入的亮度变化趋向于通过空间平均取得局部平衡,因此,将不会被轴上观察者感知到。所述面板(2)还具有非线性的轴外亮度相对轴上亮度关系,使得对于轴外观察者(4)在轴外引入的亮度变化的至少一部分不通过空间平均取得局部平衡,因此,将会被轴外观察者感知到。



1. 一种显示设备,包括用于通过空间光调制来显示图像的液晶显示面板,所述图像由多个图像元素表示,每个图像元素具有图像数据值,所述显示设备还包括显示器控制器,所述显示器控制器被配置为依赖每个图像元素的图像数据值和所述图像元素的辅数据值来针对所述图像元素确定要施加至面板的信号电压,在数据值和信号电压之间存在预定映射,所述辅数据值被配置为在图像上变化,以作为映射的结果引入亮度变化,所述映射和辅数据值共同被配置为考虑面板的信号电压相对轴上亮度响应,使得对于轴上观察者在轴上引入的亮度变化趋向于通过空间平均取得局部平衡,因此,将不会被轴上观察者感知到,所述面板还具有非线性的轴外亮度相对轴上亮度关系,使得对于轴外观察者在轴外引入的亮度变化的至少一部分不通过空间平均取得局部平衡,因此,将会被轴外观察者感知到;

其中,每个辅数据值包括:副数据值和空间数据值,所述空间数据值至少部分控制由辅数据值引入亮度增加还是降低,所述副数据值至少部分控制亮度增加或降低的量,以及

其中,所述显示器控制器包括映射电路,具有:用于接收针对多个图像元素中一个图像元素的图像数据值和辅数据值的相应输入、用于依赖于输入图像数据值和辅数据值来查找存储值的电路、以及用于输出存储值的输出,图像元素的信号电压是依赖于输出值确定的。

2. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,所述映射和辅数据值共同被配置为:对于通过空间平均被观察者感知为具有单个亮度的多组图像元素中的每一组,组中由一个元素子集的辅数据值引入的任何亮度增加基本上由组中另一元素子集的辅数据值引入的基本相等的亮度降低来匹配,至少在各元素子集中各元素的各图像数据值是相等的。

3. 如权利要求 2 所述的显示设备,其中,所述组中的至少某些组包括图像元素对,针对该对的图像元素之一的辅数据值被配置为引入一定量的亮度增加,针对该对的另一图像元素的辅数据值被配置为以基本相同的量引入亮度降低,至少在所述对中该对的两个图像元素的各图像数据值是相等的。

4. 如权利要求 3 所述的显示设备,其中,由辅数据值引入的亮度改变被确定为:所述对的图像元素之一的结果亮度与最大亮度接近,或者所述对的另一图像元素的结果亮度与最小亮度接近。

5. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,显示面板的轴上亮度响应相对于图像数据值的变化是非线性的。

6. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,所述副数据值一起形成了由轴外观察者感知的使人分神的副图像。

7. 如权利要求 6 所述的显示设备,包括:降低副图像分辨率,以引入具有相等值副数据值的局部化块的装置。

8. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,所述映射依赖于显示面板的属性,并入图像和副数据值至等效的相应亮度值的转换。

9. 如权利要求 8 所述的显示设备,其中,所述属性包括:与显示面板相关的伽马值  $\gamma$ , 并且图像数据值  $M_{in}$  的等效亮度值  $M_{lum}$  被计算为  $M_{lum} = M_{in}^{\gamma}$ , 副数据值  $S_{in}$  的等效亮度值  $S_{lum}$  被计算为  $S_{lum} = S_{in}^{\gamma}$ ,  $M_{lum}$ 、 $M_{in}$ 、 $S_{lum}$  和  $S_{in}$  中的每一个被表示在从 0 到 1 的范围上。

10. 如权利要求 8 所述的显示设备,其中,所述映射并入了针对图像数据值的等效亮度值的变换。

11. 如权利要求 10 所述的显示设备,其中,所述变换是非对称的。

12. 如权利要求 11 所述的显示设备,其中,所述变换包括: $M_{\text{cmp}} = \beta \cdot M_{\text{lum}} + \delta$  形式的缩放和变换,其中  $\beta$  和  $\delta$  是预定的相应缩放和变换参数, $M_{\text{lum}}$  是图像数据值的等效亮度值, $M_{\text{cmp}}$  是图像数据值的缩放和变换后的值, $M_{\text{lum}}$  和  $M_{\text{cmp}}$  被表示在从 0 到 1 的范围上。

13. 如权利要求 12 所述的显示设备,其中, $\beta$  是 0.35 和 0.55 之间的值, $\delta$  是 0.02 和 0.08 之间的值。

14. 如权利要求 13 所述的显示设备,其中, $\beta$  是 0.42 和 0.5 之间的值, $\delta$  是 0.03 和 0.07 之间的值。

15. 如权利要求 10 所述的显示设备,其中,所述变换依赖于副数据值。

16. 如权利要求 12 所述的显示设备,其中,依赖副数据值使用不同的  $\beta$  和  $\delta$  值。

17. 如权利要求 10 所述的显示设备,其中,所述轴外相对轴上关系具有第一区间,该第一区间比第二区间非线性程度更强,并且,以第一方式变换图像元素的第一子集,使得经变换的亮度范围具有第一程度的与第一区间的重叠,并且以不同于第一方式的第二方式变换图像元素的第二子集,使得经变换的亮度范围具有第二程度的与第一区间的重叠,所述第一程度的重叠大于第二程度的重叠。

18. 如权利要求 12 所述的显示设备,其中, $\beta$  被替换为  $x \cdot \beta$ ,对于第一子集中的那些图像数据值  $x$  取第一值,对于第二子集中的那些图像数据值  $x$  取不同于第一值的第二值。

19. 如权利要求 18 所述的显示设备,其中,所述第一值小于所述第二值,比如第一值和第二值分别为 0.1 和 1。

20. 如权利要求 10 所述的显示设备,其中,所述映射并入了对副数据值的等效亮度值的变换。

21. 如权利要求 20 所述的显示设备,其中,所述变换的形式为  $S_{\text{cmp}} = S_{\text{lum}} \times (0.5 - |M_{\text{cmp}} - 0.5|)$ ,其中  $S_{\text{lum}}$  是副数据值的等效亮度值, $S_{\text{cmp}}$  是副数据值的经变换的等效亮度值, $S_{\text{lum}}$  和  $S_{\text{cmp}}$  被表示在从 0 到 1 的范围上。

22. 如权利要求 20 所述的显示设备,其中,针对副数据值的经变换的等效亮度值,指定比零大的最小值。

23. 如权利要求 20 所述的显示设备,包括:向图像数据值的经变换的等效亮度值添加/从向图像数据值的经变换的等效亮度值减去副数据值的经变换的等效亮度值的倍数,选择添加还是减去是依赖于空间数据值做出的。

24. 如权利要求 23 所述的显示设备,其中,所述倍数是 1。

25. 如权利要求 23 所述的显示设备,其中不同倍数被用于图像元素的不同子集。

26. 如权利要求 25 所述的显示设备,包括:针对图像元素的第一子集减去第一倍数的副数据值的经变换的等效亮度值,以及针对图像元素的第二子集增加第二倍数的副数据值的经变换的等效亮度值,第二子集中图像元素数量是第一子集中图像元素数量的  $N$  倍,并且第一倍数是第二倍数的  $N$  倍。

27. 如权利要求 8 所述的显示设备,其中,所述轴外相对轴上关系具有第一区间,该第一区间比第二区间非线性程度更强,并且,由辅数据值引入的亮度改变量被确定为:与等效亮度值位于第一区间的情况相比,在图像数据值的等效亮度值位于第二区间的情况下更大。

28. 如权利要求 1 所述的显示设备,包括:用于由与图像元素有关的空间信息来确定空

间数据值的电路。

29. 如权利要求 28 所述的显示设备,其中,所述空间信息包括与图像元素相关的横和纵图像坐标。

30. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,提供比存在的图像数据值少的副数据值,至少一个副数据值被用于多个不同图像数据值。

31. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,提供比存在的图像数据值少的空间数据值,至少一个空间数据值被用于多个不同图像数据值。

32. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,提供比存在的图像数据值少的辅数据值,至少一个辅数据值被用于多个不同图像数据值。

33. 如权利要求 1 所述的显示设备,包括:用于对由图像数据值表示的图像进行滤波、以优先向较高频率图像特征添加模糊量的电路。

34. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,所述输出值被用作信号电压。

35. 如权利要求 1 所述的显示设备,其中,所述显示面板包括多个像素,每个像素具有多个彩色分量,并且每个图像元素与独立的所述彩色分量相关联。

36. 如权利要求 3 所述的显示设备,其中,所述对的图像元素分别与不同像素的相同彩色分量有关。

37. 如权利要求 36 所述的显示设备,其中,所述对的图像元素来自水平或垂直相邻像素。

38. 如权利要求 8 所述的显示设备,其中,基于与至少两个彩色分量相关的显示面板的不同的相应属性,分别对所述至少两个彩色分量采用不同的转换。

39. 根据权利要求 1 所述的显示设备,包括:用于增加轴外亮度相对轴上亮度关系的非线性程度的装置。

40. 一种显示设备,包括用于通过空间光调制来显示图像的液晶显示面板,所述图像由多个图像元素表示,每个图像元素具有图像数据值,所述显示设备还包括显示器控制器,所述显示器控制器被配置为依赖每个图像元素的图像数据值和所述图像元素的辅数据值来针对所述图像元素确定要施加至面板的信号电压,在数据值和信号电压之间存在预定映射,其中,每个辅数据值包括:副数据值和空间数据值,所述空间数据值至少部分控制由辅数据值引入亮度增加还是降低,所述副数据值至少部分控制亮度增加或降低的量,其中,所述显示器控制器包括映射电路,具有:用于接收针对多个图像元素中一个图像元素的图像数据值和辅数据值的相应输入、用于依赖于输入图像数据值和辅数据值来查找存储值的电路、以及用于输出存储值的输出,图像元素的信号电压是依赖于输出值确定的。

41. 如权利要求 40 所述的显示设备,其中,所述输出值被用作信号电压。

## 显示设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种可以在公开和私密显示模式间转换的显示设备,如有源矩阵液晶显示设备。

### 背景技术

[0002] 在可以在公开和私密显示模式间转换的显示设备的第一公开模式下,设备的表现一般如同标准显示器。设备针对所有观察者,以最优亮度、图像对比度和分辨率,将单个图像显示为尽可能宽的视角范围。在第二私密模式下,仅仅可以在减小的视角范围内(通常以显示器表面的法线为中心)分辨出主图像。该减小的角度范围外的显示器的观察者将感知到使主图像模糊的第二遮蔽图像,或主图像劣化到难以理解的程度。

[0003] 可以对许多设备应用该概念,其中,用户可以受益于在他们的通常为宽视角的显示器上的私密功能选项,以用于希望保留私密性的特定公开场所。这样的设备的示例包括移动电话、个人数字助理(PDA)、膝上型计算机、台式监视器、自动出纳机(ATM)、电子销售终端(EPOS)设备。这样的设备还有益于特定观察者(例如司机或操纵重型机械的人)在特定时刻分神而能够看到特定图像(例如当汽车运动时车内电视屏幕中的图像)因而不安全的情形。

[0004] 存在向通常为宽视角的显示器添加光控装置的多种方法。

[0005] 用于控制光方向的一种这样的结构是“百叶窗”膜。该膜由交替的透明和不透明层以类似于软百叶窗的配置组成。与软百叶窗类似,该膜允许沿几乎与层平行的方向传播的光透过,但吸收与层平面成较大角度传播的光。这些层可以垂直于膜的表面或与膜表面成某些其他角度。USRE27617(F. O. Olsen ;3M 1973)、US4766023(S. -L. Lu,3M 1988)和US4764410(R. F. Grzywinski ;3M 1988)中描述了这样的膜的生产方法。

[0006] 存在制造具有与百叶窗膜类似属性的其他方法。例如,在US05147716(P. A. Bellus ;3M 1992)和US05528319(R. R. Austin ;Photran Corp. 1996)中描述了这些方法。

[0007] 百叶窗膜可以位于显示面板前面,或在透射显示器和其背光之间,以限制可以观察到显示器的角度范围。换言之,它们使显示器“私密”。

[0008] 这样的膜的主要局限在于:它们需要机械操控,即膜的移除,以使显示器在公开和私密观察模式间改变。

[0009] 一种用于从公开向私密模式转换而不移动部件的方法是:在显示面板后安装光控膜,并将可以电切换的漫射器置于光控膜和面板之间。当漫射器非激活时,光控膜限制视角范围,并且显示器处于私密模式。当漫射器打开时,漫射器使在宽角度范围内传播的光透过面板,并且显示器处于公开模式。还可以将光控膜安装在面板前,并将可切换漫射器置于光控膜之前,以实现相同的效果。

[0010] US5831698(S. W. Depp ;IBM 1998), US6211930(W. Sautter ;NCR Corp. 2001)和US05877829(M. Okamoto ;夏普 K. K. 2001)中描述了上述类型的可切换私密设备。它们的共同缺陷为,无论显示器是处于公开还是私密模式,光控膜总是吸收入射到其上的光的相当

大的一部分。因此,显示器的光利用率很低。由于漫射器在公开模式下将光散布在宽的角度范围,同在私密模式下相比这些显示器在公开模式下更暗,除非使背光变亮以进行补偿。

[0011] 另一缺陷涉及这些设备的功耗。在公开操作模式下,关闭漫射器。这通常意味着,将电压施加于可切换聚合物散布型液晶漫射器。因此,公开模式消耗比私密模式更多的功率。这对于多数时间用于公开模式下的显示器来说是不利的。

[0012] 在GB2413394(夏普)中,通过向显示面板添加一个或多个额外液晶层或偏振器来构造可切换私密设备。这些额外元件的固有视角依赖可以通过以公知方式对液晶进行电切换来改变。采用该技术的设备包括夏普 Sh851i 和 Sh902i 移动电话。

[0013] W006132384A1(夏普,2005)公开了采用位于液晶显示器(LCD)面板的现有偏振器之间的额外液晶层。在该位置,该额外的切换单元可以改变轴外光的灰度级曲线。同GB2413394中公开的技术相比,这提供了更高级别的图像私密性。

[0014] GB2439961(夏普)公开了使用通过向显示面板添加额外的胆甾型液晶层和圆偏振器构建的可切换私密设备。胆甾型液晶层可以在公开(宽视野)模式和私密(窄视野)模式间切换,并且其私密模式可以提供360°方位角的私密性。

[0015] 上述方法都具有的缺陷是,它们需要向显示器添加额外装置,以提供电切换视角范围的功能。这增加了显示器的成本,并且特别增加了显示器的体积,这些是极不期望见到的情形,在诸如移动电话和膝上型计算机等移动显示器应用中尤其如此。

[0016] US20070040780A1和GB 0721255.8中描述了通过将显示器的单个液晶层在都能向轴上(on-axis)观察者显示高质量图像的两种不同配置之间切换,来控制LCD视角属性的方法。这些设备提供了可切换私密功能而无需增加显示器厚度,但需要复杂的像素电极设计以及对标准显示器的其他制造改变。

[0017] 具有私密模式能力而未增加显示器硬件复杂度的显示设备的一个示例是夏普 Sh702iS 移动电话。其结合用于显示器的液晶模式的内在角度数据-亮度属性,利用对显示在电话的LCD上的图像数据进行的操控,来产生私密模式,在私密模式下,从偏离中心的位置观察显示器的观察者难以理解所显示的信息。然而,私密模式下被显示给合法的轴上观察者的图像的质量严重劣化。

[0018] GB2428152A1中给出了被用在Sh702iS电话上的一种类似的方案,但该方案以依赖于第二遮蔽图像的方式操控图像数据,因此使得当显示经修改的图像后,轴外观察者能够感知到该遮蔽图像。然而,在上述文献中公开的图像处理方法依赖于对于轴外观察方向成强非线性的数据-值相对亮度曲线,而诸如“Advanced Super View”(ASV)(IDW'02 Digest, pp 203-206)或Polymer Stabilised Alignment(PSA)(SID'04 Digest, pp 1200-1203)等现代LC显示模式并不是这种情况。因此,在某些环境下,在这些显示器中私密效果不足以掩盖主图像。

[0019] 因此,希望提供一种高质量LCD显示器,该高质量LCD显示器具有公开和私密模式能力,在公开和私密模式下标准显示器不需要修改LC层或像素电极几何形状;在公开模式下具有基本不变的显示器性能(亮度、对比度分辨率等);并且在私密模式下具有强私密效果同时具有最小的轴上图像质量劣化。

## 发明内容

[0020] 根据本发明的第一方面,提供了一种显示设备,包括用于通过空间光调制来显示图像的液晶显示面板。所述图像由多个图像元素表示,每个图像元素都具有图像数据值。所述显示设备还包括显示器控制器,所述显示器控制器被配置为依赖图像元素的图像数据值和所述元素的辅数据值来针对每个图像元素确定要施加至面板的信号电压,在数据值和信号电压之间存在预定映射。所述辅数据值被配置为在图像上变化,以作为映射的结果引入亮度变化。所述映射和辅数据值共同被配置为考虑面板的信号电压相对轴上亮度的响应,使得对于轴上观察者,在轴上引入的亮度变化易于通过空间平均取得局部平衡,因此,将不会被轴上观察者感知到。所述面板还具有非线性的轴外亮度相对轴上亮度的关系,使得对于轴外观察者,在轴外引入的亮度变化的至少一部分不会通过空间平均取得局部平衡,因此,将会被轴外观察者感知到。

[0021] 所述映射和辅数据值可以共同被配置为:对于通过空间平均被观察者感知为具有单个亮度的多组图像元素中的每一组,组中由一个元素子集的辅数据值引入的任何亮度增加基本上由组中另一元素子集的辅数据值引入的基本相等的亮度降低来匹配,至少在各子集中元素的各图像数据值是相等的。

[0022] 所述组中的至少某些组可以包括图像元素对,针对该对的图像元素之一的辅数据值被配置为引入一定量的亮度增加,针对该对的另一图像元素的辅数据值被配置为以基本相同的量引入亮度降低,至少所述对的两个图像元素的相应图像数据值是相等的。

[0023] 由辅数据值引入的亮度改变可以被确定为使得:所述对的图像元素之一的结果亮度与最大亮度接近,或者所述对的另一图像元素的结果亮度与最小亮度接近。

[0024] 显示面板的轴上亮度响应相对于图像数据值的变化可以是非线性的。

[0025] 每个辅值可以包括:副(side)数据值和空间数据值,所述空间数据值至少部分控制由辅数据值引入亮度增加还是降低,所述副数据值至少部分控制亮度增加或降低的量。

[0026] 所述副数据值可以一起形成由轴外观察者感知的使人分神的副图像。

[0027] 可以在轴外观察者所感知的图像中某种程度地隐藏(优选为基本隐藏)原始图像,以提供轴外私密效果。就此而言,可以通过引入至少某种程度的可见混淆信息(优选为高度的可见混淆信息)使轴外观察者所感知到的图像不同于原始图像。

[0028] 所述显示设备可以包括:降低副图像分辨率,以引入具有相等值的副数据值的局部化块的装置。

[0029] 所述映射可以依赖于显示面板的属性,并入图像和副数据值至等效的相应亮度值的转换。

[0030] 所述属性可以包括:与显示面板相关的伽马值 $\gamma$ ,并且图像数据值 $M_{in}$ 的等效亮度值 $M_{lum}$ 被计算为 $M_{lum} = M_{in}^{\gamma}$ ,副数据值 $S_{in}$ 的等效亮度值 $S_{lum}$ 比计算为 $S_{lum} = S_{in}^{\gamma}$ , $M_{lum}$ 、 $M_{in}$ 、 $S_{lum}$ 和 $S_{in}$ 中的每一个被表示在从0到1的范围上。

[0031] 所述映射可以并入针对图像数据值的等效亮度值的变换。

[0032] 所述变换可以是非对称的。

[0033] 所述变换可以包括: $M_{cmp} = \beta \cdot M_{lum} + \delta$ 形式的缩放和变换,其中 $\beta$ 和 $\delta$ 是预定的相应缩放和变换参数, $M_{lum}$ 是图像数据值的等效亮度值, $M_{cmp}$ 是图像数据值的缩放和变换后的值, $M_{lum}$ 和 $M_{cmp}$ 被表示在从0到1的范围上。

[0034]  $\beta$ 可以是0.35和0.55之间的值, $\delta$ 可以是0.02和0.08之间的值。

[0035]  $\beta$  可以是 0.42 和 0.5 之间的值,  $\delta$  可以是 0.03 和 0.07 之间的值。

[0036] 所述变换可以依赖于副数据值。

[0037] 依赖副数据值, 可以使用不同的  $\beta$  和  $\delta$  值。

[0038] 所述轴外相对轴上的关系可以具有第一区间, 该第一区间比第二区间的非线性程度更强, 并且, 可以以第一方式变换图像元素的第一子集, 使得经变换的亮度范围具有第一程度的与第一区间的重叠, 并且可以以不同于第一方式的第二方式变换图像元素的第二子集, 使得经变换的亮度范围具有第二程度的与第一区间的重叠, 所述第一程度的重叠大于第二程度的重叠。

[0039]  $\beta$  可以被替换为  $x \cdot \beta$ , 其中, 对于第一子集中的那些图像数据值  $x$  取第一值, 对于第二子集中的那些图像数据值  $x$  取不同于第一值的第二值。

[0040] 所述第一值可以小于所述第二值, 比如第一值和第二值分别为 0.1 和 1。

[0041] 所述映射可以并入对副数据值的等效亮度值的变换。

[0042] 所述变换的形式可以为  $S_{\text{cmp}} = S_{\text{lum}} \times (0.5 - |M_{\text{cmp}} - 0.5|)$ , 其中  $S_{\text{lum}}$  是副数据值的等效亮度值,  $S_{\text{cmp}}$  是副数据值的经变换的等效亮度值,  $S_{\text{lum}}$  和  $S_{\text{cmp}}$  被表示在从 0 到 1 的范围上。

[0043] 针对副数据值的经变换的等效亮度值, 可以指定比零大的最小值。

[0044] 所述显示设备可以包括: 向图像数据值的经变换的等效亮度值添加 / 从向图像数据值的经变换的等效亮度值减去副数据值的经变换的等效亮度值的倍数的电路, 在添加和减去间进行的选择是依赖于空间数据值做出的。

[0045] 所述倍数可以是 1。

[0046] 不同倍数可以被用于图像元素的不同子集。

[0047] 所述显示设备可以包括: 针对第一子集的图像元素减去第一倍数的副数据值的经变换的等效亮度值, 以及针对第二子集的图像元素增加第二倍数的副数据值的经变换的等效亮度值的电路, 第二子集中图像元素数量是第一子集中图像元素数量的  $N$  倍, 并且第一倍数是第二倍数的  $N$  倍。

[0048] 所述轴外相对轴上的关系可以具有第一区间, 该第一区间比第二区间非线性程度更强, 并且, 由辅数据值引入的亮度改变量被确定为: 同图像数据值的等效亮度值位于第一区间的情况相比, 在图像数据值的等效亮度值位于第二区间的情况下亮度改变量更大。

[0049] 所述显示设备可以包括: 用于根据与图像元素有关的空间信息来确定空间数据值的电路。

[0050] 所述空间信息可以包括与图像元素相关的横和纵图像坐标。

[0051] 可以提供比存在的图像数据值少的副数据值, 至少一个副数据值被用于多个不同图像数据值。

[0052] 可以提供比存在的图像数据值少的空间数据值, 至少一个空间数据值被用于多个不同图像数据值。

[0053] 可以提供比存在的图像数据值少的辅数据值, 至少一个辅数据值被用于多个不同图像数据值。

[0054] 所述显示设备可以包括: 用于对由图像数据值表示的图像进行滤波、以优先向诸如行等较高频率图像特征添加一定量模糊的电路。

[0055] 所述显示器控制器可以包括映射电路, 具有: 用于接收针对多个图像元素中的图

像元素的图像数据值和辅数据值的相应输入、用于依赖于输入数据值查找存储值的电路、以及用于输出存储值的输出,图像元素的信号电压是依赖于输出值确定的。

[0056] 所述输出值可以被用作信号电压。

[0057] 所述显示面板可以包括多个像素,每个像素具有多个彩色分量,并且每个图像元素与独立的所述彩色分量相关联。

[0058] 所述对的图像元素可以分别与不同像素的相同彩色分量有关。

[0059] 所述对的图像元素可以来自水平或垂直相邻像素。

[0060] 可以基于与至少两个彩色分量相关的显示面板的不同的相应属性,分别对所述至少两个彩色分量采用不同的转换。

[0061] 所述第一子集可以包括来自不同像素的图像元素,第一子集中的每个图像元素与不同彩色分量相关联。

[0062] 所述显示设备可以包括:用于增加轴外亮度相对轴上亮度关系的非线性程度的装置。

[0063] 应理解,无需对由辅数据值在轴上引入的亮度变化进行精确局部平衡,以满足本发明实施例的操作,亮度变化仅仅需要趋向于局部平衡或彼此抵消。例如,设备可以操作为:仅仅在图像数据值在该区域一致的局部化区域中实现精确的亮度平衡,这是由于由辅数据值引入的亮度改变量可以依赖于图像数据值本身。毫无疑问,在本发明实施例中引入的改变是基于亮度而不是基于数据值的,所述映射考虑面板的信号电压相对轴上亮度的响应,以针对被输入至映射的辅数据值实现该亮度平衡。

[0064] 根据本发明的第二方面,提供了一种显示设备,包括用于通过空间光调制来显示图像的液晶显示面板。所述图像由多个图像元素表示,每个图像元素都具有图像数据值。所述显示设备还包括显示器控制器,所述显示器控制器被配置为依赖图像元素的图像数据值和所述元素的辅数据值来针对每个图像元素确定要施加至面板的信号电压,在数据值和信号电压之间存在预定映射。所述显示器控制器包括映射电路,具有:用于接收针对多个图像元素中的图像元素的图像数据值和辅数据值的相应输入、用于依赖于输入数据值查找存储值的电路、以及用于输出存储值的输出。图像元素的信号电压是依赖于输出值确定的。输出值可以被直接用作信号电压。

[0065] 本发明的实施例提供了具有可切换私密功能的液晶显示器。在公开模式下,显示器以与标准 LCD 基本不变的方式操作,对于所显示的视频的每一帧,构成单个图像的数据被提供给显示器控制电子装置,接着控制电子装置向显示器的有源矩阵阵列输出一系列信号电压和定时信号,并且这些电压重定向每个像素内的液晶导向器,使得每个像素使所需量的光通过显示器偏振器,以显示图像。

[0066] 在私密模式下,显示器控制器输出依赖于两个输入图像的信号电压,由合法的轴上观察者观察的主图像,以及可以被选择为当在轴外观察时对轴外观察者遮蔽主图像或使主图像劣化的副图像。应当注意,如在公开模式一样,显示器控制器仍输出相同量的信号电压信息(对于显示器中每个像素的电压)。简单地,这些输出电压此时依赖于两个而不是一个输入图像的图像数据值。

[0067] 输出信号电压的结果为,主图像仍被轴上观察者感知,同时由于显示器的数据值相对亮度的响应在轴上和轴外不同,副图像被轴外观察者看到,由此基本上遮蔽或劣化了

主图像,从而使主图像私密。

[0068] 此处公开的本发明的实施例构成了从标准 LCD 修改得到的具有控制电子装置的 LCD 显示器,以使其输出在公开模式下依赖于一个图像并且在私密模式下依赖于两个图像的输出信号电压。它还构成了输出信号电压和两个输入图像间的特定关系,导致轴上观察者观察的主图像的图像质量尽可能接近在公开模式下显示主图像观察到的图像质量,并且轴外观察者同时观察到的副图像对主图像具有最优的遮蔽或劣化效果。

[0069] 在(前述)GB2428152A1 中的图像处理方法的实现被描述为显示器控制电子装置处理中的额外步骤,导致产生接着被输入至标准显示器驱动器的“组合图像”数据集。本申请人已意识到这不是必须的,并且可以简单地通过在控制电子装置中并入现有查找表的扩展版本以及增加帧缓冲器以存储副图像来消除该额外步骤。因此,在显示器电子装置中不需要执行图像的主动处理。

[0070] 考虑以下结合附图的本发明的详细描述,可以更容易地理解本发明的前述以及其他目的、特征和优点。

#### 附图说明

[0071] 图 1 是标准 LCD 显示面板和相关控制电子装置的示例示意图。

[0072] 图 2 是标准 LCD 控制器数据值至输出电压映射(查找表)的示例。

[0073] 图 3 是工作于公开模式下的根据本发明实施例的显示器的示意图。

[0074] 图 4 是根据优选实施例的设备的操作所需的扩展查找表的示例。

[0075] 图 5 是工作于私密模式下的根据本发明实施例的显示器的示意图。

[0076] 图 6 是示出了如何可以在电子电路中实现优选实施例的控制电子装置的一部分的示意图。

[0077] 图 7 是示出了如何可以在电子电路中实现优选实施例的控制电子装置的一部分的另一示意图。

[0078] 图 8 是示出了轴上数据值相对亮度的响应的图以及现有技术中设备的操作方法。

[0079] 图 9 是示出了轴外数据值相对亮度的响应以及现有技术中设备的操作方法。

[0080] 图 10 是示出了高级超视野(ASV)液晶模式的 LCD 显示器的所测量的轴上和轴外数据值相对亮度的响应的图。

[0081] 图 11 是图 10 所示的数据的图,被调节为针对所有数据值将轴上和轴外亮度示出为轴上亮度的函数。

[0082] 图 12 是根据本发明实施例的变换关系将结果输出等效亮度值示出为输入图像数据值的函数的图。

[0083] 图 13 是根据本发明的另一实施例的变换关系将结果输出等效亮度值示出为输入图像数据值的函数的图。

[0084] 图 14 是根据本发明的又一实施例的变换关系将结果输出等效亮度值示出为输入图像数据值的函数的图。

[0085] 图 15A 是示出了两个显示器像素在它们的平均值的瞬时改变中转换为它们的平均值结果的差异 LC 响应时间的图。

[0086] 图 15B 是对应于图 15A 的图,示出了对副图像数据使用大于 1 的位深的结果。

[0087] 图 16 是示出了根据本发明实施例的、在局部化组中保持相同平均值的等效像素亮度值中变换的空间图案变化的图。

[0088] 图 17 是示出了根据本发明实施例的、依赖两个输入图像来显示图像的方法的过程流程图。

[0089] 图 18 是示出了根据本发明的实施例的、可以通过扩展所使用的操作像素电压的常规范围获得的 LCD 的轴外相对轴上亮度曲线的非线性程度的增加的图。

[0090] 图 19 是根据本发明的又一实施例的变换关系将结果输出等效亮度值示为输入图像数据值的函数的图。

## 具体实施方式

[0091] 在优选实施例中,显示器由具有修改后的控制电子装置的标准 LCD 显示器组成。LCD 显示器通常由多个组成部件组成,包括:

[0092] 1. 背光单元,向面板提供均匀、广角照明。

[0093] 2. 控制电子装置,接收数字图像数据并输出针对每个像素的模拟信号电压,以及定时脉冲和所有像素的反电极的公开电压。图 1 示出了 LCD 控制电子装置的标准布局的示意图 (Ernst Lueder,液晶显示器 s,Wiley andsons Ltd,2001)。

[0094] 3. LC 面板,用于通过空间光调制来显示图像,由两个相对的玻璃基板组成,在玻璃基板之一上部署了像素电极的阵列和用于将从控制电子装置接收到的电子信号导引至像素电极的有源矩阵阵列。在另一基板上,通常部署统一公共电极和滤色阵列膜。在玻璃基板之间包含给定厚度(通常 2-6  $\mu\text{m}$ )的液晶层,可以通过玻璃基板的内表面上的对准层的存在来对准液晶层。一般地,将玻璃基板置于交叉的偏振膜和其他光学补偿膜之间,以引起 LC 层的每个像素区域内的电致对准改变,从而产生对来自背光单元和周围环境的光的期望的光学调制,进而产生图像。

[0095] 图 3 示意性地描绘了工作于公开显示模式下的本发明的实施例。一般地,将针对 LC 面板 2 的电光特性特别地配置 LCD 控制电子装置(此处又称为控制电子装置)1,以输出依赖于输入图像数据的信号电压,使得从显示器表面法线方向上(轴上)观察,对于主要观察者 3 而言,所显示图像的感知质量(即分辨率、对比度、亮度、响应时间等)得到最优化。给定像素的输入图像数据值和观察到的来自显示器的亮度结果之间的关系(伽马曲线)是由显示器驱动器的数据-值相对信号电压的映射以及 LC 面板的信号电压相对亮度的响应的组合效果决定的。

[0096] 一般地,LC 面板 2 被配置为具有每像素多个 LC 域和/或无源光学补偿膜,以对于所有视角保持显示器伽马曲线尽可能接近于轴上响应,从而对宽视区 5 提供基本相同的高质量图像。然而,液晶显示器的电光响应是角度依赖的,这是液晶显示器的内在属性,并且轴外伽马曲线将不可避免地不同于轴上伽马曲线。只要这不导致对比度反转或大的色移或对比度降低,对于轴外观察者 4,这通常不导致明显的所观察图像中的感知缺陷。

[0097] 当该实施例的设备工作于公开模式下时,在每个帧周期中,将构成单幅图像的主图像数据集合 6 输入至控制电子装置 1。接着,控制电子装置向 LC 面板 2 输出信号数据电压集合。这些信号电压中的每一个被 LC 面板的有源矩阵阵列导引至相应的像素电极,并且 LC 层中的像素所产生的集合电光响应产生图像。

[0098] 控制电子装置具有输入像素数据值至输出像素数据电压的单一映射（查找表），图 2 给出了查找表的一个已知示例，其适用于对所有像素的处理。在某些情况下，可以针对显示器的红、绿和蓝色子像素使用不同的查找表，但不存在基于图像内像素数据或显示器内像素电极的空间位置的输入数据至输出电压的映射的变化。此时，轴上观察者 3 和轴外观察者 4 感知到基本相同的图像，并且可以说显示器工作于宽观察模式。在图 3 中示出了这种情形，并且可以说该情形是 LCD 的标准操作方法。

[0099] 如图 5 示意性示出的，当设备工作于私密模式下时，在每个帧周期中，向控制电子装置 1 输入两个图像数据集合：构成主图像的主图像数据 7 和构成副图像的副图像数据 8。

[0100] 接着，控制电子装置输出信号数据电压的集合，如前所述每个数据电压对应 LC 面板中的一个像素。然而，控制电子装置（显示器控制器）此时利用扩展查找表（LUT），并且针对 LC 面板中每个像素的输出信号数据电压（构成组合图像）依赖于主图像 7 和副图像 8 中（根据图像中空间位置的）相应像素的数据值。针对每个像素的输出数据电压还可以依赖于由显示器内像素的空间位置确定的第三参数。图 4 中给出了这样的扩展 LUT 的示例。

[0101] 采用这种方法，标准 LCD 控制电子装置被修改为：每个帧周期接收并在缓冲器中存储两个而不是一个图像，并且还被修改为将两个输入图像的数据值映射至每像素的单个输出电压，还可能在映射中考虑第三空间依赖的参数。在这种情况下，对于显示器中所有像素或者甚至对于相同彩色分量的所有子像素，输入图像数据至输出像素电压的映射不再相同。

[0102] 第三空间依赖参数可以是“标记”值，指示：基于像素的空间位置，像素被认为是位于两组或多组中的哪组之中。例如，可以说图像阵列中奇数列中的像素形成了一组，偶数列中的像素形成另一组。所述组还可以构成奇数和偶数行，或者也许像素阵列的棋盘排列的两部分等。

[0103] 来自控制电子装置 1 的输出电压接着使 LC 面板 2 显示组合图像，当由主观察者 3 观察时，组合图像是主图像，具有最小的主图像质量劣化。然而，由于对于轴外观察者 4 的不同的 LC 面板的伽马曲线特性，这些轴外观察者最主要地感知到副图像，副图像使主图像模糊和 / 或劣化，对在以显示器法线为中心的受限锥角  $\theta$  内的观察者，确保主图像信息安全。图 5 示出了这种情况。

[0104] 主图像 7 可以被认为是由多个图像元素表示的，每个图像元素都具有图像数据值。控制电子装置被配置为：不仅依赖于来自主图像 7 的图像元素的图像数据值，还依赖于与该元素相关的辅数据值，来确定要针对每个图像元素向面板施加的信号电压。辅数据值可以被认为包括：来自副图像 8 的空间相应数据值以及空间相应的一个上述第三参数（空间数据值）。

[0105] 查找表定义了数据值（图像和辅）和信号电压间的预定映射。辅数据值被配置为在图像上改变，以在轴上和轴外作为映射结果引入亮度变化。

[0106] 映射和辅数据值共同被配置为考虑面板的信号电压相对轴上亮度的响应，使得对于轴上观察者在轴上引入的亮度变化趋向于通过空间平均取得局部平衡。因此，轴上亮度变化趋向于不会被轴上观察者感知到。

[0107] 另一方面，采用具有非线性的轴外亮度相对轴上亮度关系的面板，对于轴外观察者，轴外引入的亮度变化的至少一部分无法通过空间平均取得局部平衡，因此，轴外观察者

将感知到轴外引入的亮度变化。

[0108] 空间数据值（至少部分地）控制由辅数据值引入亮度的增加还是降低，而副数据（至少部分地）控制亮度的增加或降低的量。可以认为，副数据值一起形成了轴外观察者所感知的使人分神的副图像。

[0109] 对于通过空间平均被观察者感知为具有单一亮度的图像元素组，组中由一个元素子集的辅数据值引入的任何亮度增加被配置为，用组中另一元素子集的辅数据值引入的基本相等的亮度降低来匹配（这种情况下，至少子集中的元素的对应图像数据值是相等的）。

[0110] 例如，这样的组可以包括仅仅一对图像元素，在这种情况下，该对的图像元素之一的辅数据值被配置为通过映射引入特定量的亮度增加，而该对的另一图像元素的辅数据值被配置为通过映射引入基本相同量的亮度降低（再次，至少该对的两个图像元素的各图像数据值是相等的）。

[0111] 可以配置为，提供比图像数据值少的辅数据值（副数据值和空间数据值之一或两者同时），至少一个辅数据值被用于多个不同图像数据值。

[0112] 应当注意，如果显示面板包括多个像素，每个像素具有多个彩色分量，此处所用的术语“图像元素”可以被理解为指独立的彩色分量。此外，可以基于与至少两个彩色分量相关的显示面板的相应不同的属性，分别对至少两个彩色分量应用不同的处理。

[0113] 图 4 示出了以所描述的方式的设备操作所需的扩展查找表的格式。可以看到，针对主图像像素数据值、副图像像素数据值、私密模式开 / 关、和空间组值的所有组合给出了输出电压。由于主图像典型地具有 8 位数据，即 256 个可能值，对于每个值存在 5 种上述参数的组合（如果私密模式关闭，则无需参考副图像和空间参数值），因此未示出整个查找表。为进行比较图 2 示出了传统 LUT 的示例。应当注意，实施例不限于 1 比特数据的副图像，并且该设备可以适应任意颜色位深的主和副图像；增加颜色位深将仅仅需要增加所需存储器的量。

[0114] 图 6 中示出了如何可以在显示器控制器电子装置中实现图 4 的扩展 LUT 所提供的增加功能的示例电路图。图 6 示出了映射电路，具有：用于接收主图像数据值和辅数据值（副图像数据值和空间数据值）的相应输入、用于依赖于输入数据值查找存储值的电路（LUT）、以及用于输出存储值（R 电压、G 电压、B 电压）的输出，图像元素的信号电压是依赖于输出值确定的（在图 6 中信号电压等于输出值，但这不是必须的）。该电路示出了单个白色像素（具有红、绿和蓝色子像素）的控制电子装置。应当注意，虽然该图采用单色副图像数据，因此对 R、G 和 B 子像素的输入值是相同的，但这不是必须的。此外，由图 6 可见，在这些示例中，根据空间参数将像素分成组是借助于从空间参数控制器向每个子像素 LUT 的输出实现的。这允许对空间分组的动态重配置，对于在顺序时间帧中颠倒分组的极性以及对于不同应用改变图像中分组的空间排列来说可能是有利的。另外，如果需要固定图像中空间分组的图案，仅需要单个空间参数输出，并且可以通过至每个子像素的 LUT 中的空间参数数据线的输入上是否存在反相器将分组选择硬接线至控制电子装置。

[0115] 图 7 示出了示出了设备的经修改的控制电子装置的可能实现的另一示例。该配置是针对当副图像数据值为 0 时在公开模式和私密模式下输入数据至输出电压的映射相同的特殊情形，图 6 中更一般的电路的简化等效。因此，公开模式图像等效于具有数据值 0 像素的统一副图像的私密模式图像，无需分别的私密模式开 / 关输入。

[0116] 图 6 和图 7 中示出的示例都包括用于根据与图像元素相关的空间信息确定空间数据值的电路,在这些示例中,空间信息包括分别由水平和垂直信号 H 和 V 表示的、与图像元素相关的横和纵图像坐标。图 6 和 7 示出的 DCLK 信号是定时信号。

[0117] 已经描述了提供可切换私密功能所需的、对 LCD 的标准显示器控制电子装置的修改,继续描述产生所期望的私密效果的、存储在所述修改后的控制电子装置的输入数据和输出电压间的关系的示例(但是应理解的是,上述硬件修改将同样适用于采用其他输入数据至输出电压关系的情形)。

[0118] 上述专利申请 GB2428152A1 描述了采用图像处理设备,根据辅图像的相应像素数据值来修改输入图像的图像数据值,以产生私密效果。在该公开中,输入和输出图像数据值间的关系被描述如下:

[0119] 以某个因子  $\beta$  对主图像进行压缩,并且使主图像大致以数据值范围的中点数据值为中心。例如,如果主图像具有从 0 至 255 的数据值,利用关系  $\frac{M_{cmp}(x, y, c)}{255} = \beta \left( \frac{M_m(x, y, c)}{255} \right) + \frac{1-\beta}{2}$ , 将输入值  $M_{in}(x, y, c)$  变换为输出值  $M_{cmp}(x, y, c)$ , 其中  $x$  和  $y$  是图像阵列中每个像素的空间坐标,并且  $c$  是像素的彩色分量 (R、G 或 B)。接着,以因子  $(1-\beta)/2$  对辅图像  $S_{in}(x, y, c)$  进行压缩,即提供经压缩的辅图像  $S_{cmp}(x, y, c) = \left( \frac{1-\beta}{2} \right) S_{in}(x, y, c)$ 。接着,通过针对连续像素交替地向经压缩的主图像数据值添加经压缩的辅图像数据值 / 从经压缩的主图像数据值减去经压缩的辅图像数据值,将两个图像组合。例如组合图像阵列的奇数列中的像素数据值具有输出数据值  $C(x = \text{odd}, y, c) = M_{cmp}(x = \text{odd}, y, c) + S_{cmp}(x = \text{odd}, y, c)$ , 图像的偶数列中的像素具有输出数据值  $C(x = \text{even}, y, c) = M_{cmp}(x = \text{odd}, y, c) - S_{cmp}(x = \text{odd}, y, c)$ 。

[0120] 如果显示器的数据 - 值相对亮度的响应对于轴上观察者基本成线性,那么图像中相邻像素(例如  $C(x, y, c)$  和  $C(x+1, y, c)$ )的平均亮度值将等于经压缩的主图像中具有数据值  $M_{cmp}$  的相同像素对的平均亮度。如果从观察者眼睛的角度来看由显示器中像素区域所对的立体角充分小,那么眼睛将感知到该平均像素值,并且轴上观察者将感知到所显示的图像基本就是经压缩的主图像。图 8 示出了该情况。

[0121] 然而,对于轴外观察者,显示器的数据 - 值相对亮度的响应将不同于线性的轴上响应。在这种情况下,虽然组合图像中相邻像素的数据值仍平均至经压缩的主图像中相应像素的相同平均数据值,所观察到的亮度将无法平均至相同的值。此时,任意给定像素对的平均亮度将随辅图像中相应像素对的数据值改变。组合图像和经压缩的主图像中像素对的平均亮度间的差异正比于该像素对的辅图像数据值。因此,轴外观察者感知到辅图像,使主图像模糊。图 9 示出了该效果。

[0122] 然而,可以看到,为了产生强的私密效果,轴外观察者所感知到的辅图像的对比度应尽可能大。这依赖于对于辅图像具有大数据值的图像区域,在组合图像和经压缩的主图像中像素对的平均亮度间具有大的差异。可以通过具有大的主图像压缩因子  $\beta$ , 从而  $S_{cmp}$  的较大最大值,来最大化该差异。然而,大的  $\beta$  因子导致主图像的严重压缩,因此导致主图像劣化,这是不期望见到的情形。因此,采用 GB2428152A1 中描述的方法来产生有效的私密模式而不过分破坏主图像质量依赖于强非线性的轴外数据 - 值相对亮度的响应。

[0123] 图 10 示出了具有 ASV 模式 LC 面板的移动电话显示器的所测量数据值相对亮度的响应。可以看到,轴上响应不是线性的。如果将灰度级别值和亮度响应归一化为具有 0 和

1 之间的值, 响应近似为幂率, 亮度  $L$  依赖于数据值  $D$  的若干次幂  $\gamma : L = D^\gamma$ 。在图中显示器的情况下,  $\gamma \approx 2.4$ 。在这种情况下, 即使对于轴上观察者, 向经压缩的主图像中的相邻像素添加 / 从压缩的主图像中的相邻像素减去相等数据值将不会产生与经压缩的主图像中相同像素的平均亮度相等的平均亮度值, 因此, 将观察到劣化的图像。为了保持对轴上观察者的图像质量, 必须添加或减去相等的亮度而不是相等的数据。

[0124] 如果如图 11 所示将轴上和轴外亮度绘制为轴上亮度的函数 (此时将针对轴上亮度自身, 将其绘制为直线), 可以看到如前所述轴外相对轴上亮度的曲率程度确定了私密效果的强度。从图中可见, 在 ASV 显示器中, 该曲率不大, 在 50% 亮度以上尤其如此, 因此如 GB2428152A1 中所描述的, 在交替添加 / 减去组合前对主和辅图像的直接压缩将无法产生令人满意的私密效果。在主图像大部分是白色, 因此将具有轴外相对轴上亮度曲线的线性、高亮度区域中的压缩值的情况下, 该问题会恶化。

[0125] 因此, 为了优化具有非线性的轴上数据值相对亮度曲线 (如图 10 中的实线) 以及弱非线性的轴外相对轴上亮度曲线 (如图 11 中的虚线) 的 LCD 显示器的私密效果, 下面详细描述用于确定输入图像像素数据和被显示在 LC 面板上的产生的图像像素亮度的改进方法:

[0126] 在优选实施例中, 依赖于显示面板的属性, 将主和辅图像的像素数据值转换为等效亮度值。例如, 如果属性是显示器的伽马, 主和辅图像的计算可以被分别表示为  $M_{Lum}(x, y, c) = M_{in}(x, y, c)^\gamma$  和  $S_{Lum}(x, y, c) = S_{in}(x, y, c)^\gamma$ 。

[0127] 在第二步中, 变换主图像的这些亮度值 (优选非对称变换), 以允许保持主图像的对比度或亮度。例如, 在优选实施例中, 以因子  $\beta$  对主图像的亮度值进行压缩, 并增加偏移因子  $\delta : M_{cmp}(x, y, c) = \beta \cdot M_{Lum}(x, y, c) + \delta$ 。接着, 通过与经压缩的主图像中相应像素的亮度值和范围边缘 (0 或 1 中比较接近的一个) 间的差值相等的因子进行缩放, 变换副图像中的每个像素亮度值。可以针对任意亮度值, 由该值和范围中心间的差的均方根来获得该差值。因此, 副图像亮度值被缩放为  $S_{cmp}(x, y, c) = S_{Lum}(x, y, c) \cdot \left(0.5 - \sqrt{(M_{cmp}(x, y, c) - 0.5)^2}\right)$ 。

可以针对副数据值的经变换的等效亮度值指定比零大的最小值。

[0128] 以上,  $\sqrt{(M_{cmp}(x, y, c) - 0.5)^2}$  等效于  $|M_{cmp}(x, y, c) - 0.5|$ ,  $|M_{cmp}(x, y, c) - 0.5|$  是  $M_{cmp}(x, y, c)$  与 0.5 的差值的绝对量。

[0129] 因此, 假设  $S_{Lum}(x, y, c)$  被设置为 1, 那么:

[0130] • 当  $M_{cmp}(x, y, c) > 0.5$  时,  $M_{cmp}(x, y, c) \pm S_{cmp}(x, y, c)$  的两个值是 1 和  $2M_{cmp}(x, y, c) - 1$ 。

[0131] • 当  $M_{cmp}(x, y, c) < 0.5$  时,  $M_{cmp}(x, y, c) \pm S_{cmp}(x, y, c)$  的两个值是  $2M_{cmp}(x, y, c)$  和 0。

[0132] 因此, 显而易见, 采用该方案, 至少当  $S_{Lum}(x, y, c)$  被设置为 1 时, 向  $M_{cmp}(x, y, c)$  添加  $S_{cmp}(x, y, c)$  / 从  $M_{cmp}(x, y, c)$  减去  $S_{cmp}(x, y, c)$  将始终导致最大值或最小值 (1 或 0)。

[0133] 在第三步中, 组合经压缩的主和副图像, 此时利用子像素级图案化的亮度的增 / 减 (依赖于空间数据值在增和减之间选择)。将彩色子像素分组为像素对, 像素对中一个像素的输出亮度等于该像素处的经压缩的主和副图像亮度的和, 另一像素具有等于经压缩的主图像亮度减去经压缩的副图像亮度的输出亮度。

[0134] 如果轴外相对轴上的关系的第一区间比第二区间非线性程度更强,可以将由辅数据值引入的亮度改变量确定为:同图像数据值的等效亮度值位于第一区间的情况相比,在图像数据值的等效亮度值位于第二区间的情况下更大。

[0135] 由于每个白色像素中存在三个彩色子像素,为了保持输出图像的整体彩色平衡,在每个白色像素中将向输出图像中添加亮度的彩色子像素和从输出图像减去亮度的彩色子像素交替出现。这是在  $x$  和  $y$  方向上完成的。可以发现,如轴上观察者感知到的,这导致输出图像的最优质量。因此,该方法的组合图案中的重复单元是  $2 \times 2$  的白色像素块,其中每个彩色子像素具有如下亮度:

$$[0136] \quad C(x, y, R) = M_{\text{cmp}}(x, y, R) + S_{\text{cmp}}(x, y, R),$$

$$[0137] \quad C(x, y, G) = M_{\text{cmp}}(x, y, G) - S_{\text{cmp}}(x, y, G)$$

$$[0138] \quad C(x, y, B) = M_{\text{cmp}}(x, y, B) + S_{\text{cmp}}(x, y, B)$$

$$[0139] \quad C(x+1, y, R) = M_{\text{cmp}}(x+1, y, R) - S_{\text{cmp}}(x+1, y, R)$$

$$[0140] \quad C(x+1, y, G) = M_{\text{cmp}}(x+1, y, G) + S_{\text{cmp}}(x+1, y, G)$$

$$[0141] \quad C(x+1, y, B) = M_{\text{cmp}}(x+1, y, B) - S_{\text{cmp}}(x+1, y, B)$$

$$[0142] \quad C(x, y+1, R) = M_{\text{cmp}}(x, y+1, R) - S_{\text{cmp}}(x, y+1, R)$$

$$[0143] \quad C(x, y+1, G) = M_{\text{cmp}}(x, y+1, G) + S_{\text{cmp}}(x, y+1, G)$$

$$[0144] \quad C(x, y+1, B) = M_{\text{cmp}}(x, y+1, B) - S_{\text{cmp}}(x, y+1, B)$$

$$[0145] \quad C(x+1, y+1, R) = M_{\text{cmp}}(x+1, y+1, R) + S_{\text{cmp}}(x+1, y+1, R)$$

$$[0146] \quad C(x+1, y+1, G) = M_{\text{cmp}}(x+1, y+1, G) - S_{\text{cmp}}(x+1, y+1, G)$$

$$[0147] \quad C(x+1, y+1, B) = M_{\text{cmp}}(x+1, y+1, B) + S_{\text{cmp}}(x+1, y+1, B)$$

[0148] 可以通过应用伽马运算的逆找到组合图像的等效图像数据级别:  $C_{\text{data}}(x, y, c) = C(x, y, c)^{1/\gamma}$ 。此时,显示器控制电子装置的扩展 LUT 中的输出电压将等于与公开模式关闭 LUT 条目中该等效数据级别相对应的电压。

[0149] 该过程根据  $M_{\text{cmp}}$  中该像素的亮度值产生图像中每个像素的可能最大值  $S_{\text{cmp}}$ 。实质上,输出图像中每对中的一个像素被设置为其在经压缩的主图像中的值最接近的最大或最小亮度,并且改变另一像素的亮度以进行精确补偿,使得它们的平均值再次与经压缩的主图像中相同像素对的平均亮度相同。

[0150] 显然,由于任意给定像素的彩色分量的  $S_{\text{cmp}}$  值依赖于同一像素的  $M_{\text{cmp}}$  值,此时相邻像素的彩色分量仅仅精确地添加和减去相等的亮度,因此如果该对中的彩色分量具有相同的  $M_{\text{cmp}}$  中的值,输出图像中的平均值等于  $M_{\text{cmp}}$  中的它们的平均值。理论上,当显示组合图像时,对于轴上观察者这将导致主图像质量的恶化,但实际发现,对于将使用的典型图像,像素值不会按像素到像素的规模充分改变从而引起问题。

[0151] 如果从像素到像素改变  $M_{\text{cmp}}$  值会因相邻像素的  $S_{\text{cmp}}$  值不相等引起显著的问题,可以强加限制,借以针对每一对相邻像素,计算  $S_{\text{cmp}}$  值,如果不等,选择两者中较小的一个,并在组合图像产生中将其应用于两个像素。该选择过程将需要图 5 和 6 所示的控制电子装置的逻辑处理中的额外步骤,但将确保在产生组合图像中向组内的像素添加和减去相等的亮度值,从而保持最优的轴上图像质量。

[0152] 在确定要在上述过程中使用的最优  $\beta$  和  $\delta$  值中,期望最大化轴外私密强度并保持轴上图像质量。如前所讨论的,  $\beta$  值代表两种性能度量间的直接折衷。  $\delta$  值还代表经压

缩的主图像中的对比度和亮度间的折衷。较小的  $\delta$  更好地保持  $M_{\text{cmp}}$  的黑色级别,从而提高图像对比图,但较大的  $\delta$  产生总体更亮的  $M_{\text{cmp}}$  图像。

[0153] 因此,可以使  $\beta$  和  $\delta$  的值适合 LC 面板的轴外相对轴上亮度曲线,以确保  $S_{\text{cmp}}$  对于在  $M_{\text{cmp}}$  中像素亮度位于轴外相对轴上亮度曲线的最低非线性区间中的图像区域具有最大值。这确保了对于  $M_{\text{cmp}}$  中所有像素亮度值的强私密效果。还可以使处理参数适合针对特定类型图像的最优私密。如果明亮图像(如白色背景上的文本)需要强私密效果,那么  $\beta$  和  $\delta$  可以被选为将输入主图像中的白色区域变换为 50%亮度的  $M_{\text{cmp}}$  中的值,这是由于这些亮度值产生了最大的  $S_{\text{cmp}}$  值,从而产生了最强的私密效果。

[0154] 对于具有如图 11 示出的轴上相对轴外亮度曲线的 LCD 显示器,发现处理参数  $\beta = 0.45$  和  $\delta = 0.05$  产生当在显示器中观察时对于宽范围的输入主图像数据级别(特别是白色)表现出强私密性的输出图像以及高的轴上图像质量。这些参数导致输入主图像被压缩为具有 0.05 和 0.5 间的亮度值。小的偏移参数  $\delta$  保持了轴上图像对比度,并且虽然对于具有最小亮度(即 0.05)的  $M_{\text{cmp}}$  区域它将  $S_{\text{cmp}}$  的值限制为 0.05,但在这些区域中显示器的轴外相对轴上亮度曲线是非线性程度最大的,因此私密效果得到了放大。在轴外相对轴上亮度曲线的强非线性区域中针对  $M_{\text{cmp}}$  像素值的小  $S_{\text{cmp}}$  值以及在曲线的更为线性的区间上针对  $M_{\text{cmp}}$  值的  $S_{\text{cmp}}$  的较大值的组合产生对于所有主输入图像值一致的私密效果。可以根据所涉及的应用清楚地确定  $\beta$  和  $\delta$  的精确值,但  $\beta$  的典型值可以在 0.35 和 0.55 之间, $\delta$  典型地取 0.02 和 0.08 之间的值。在某些情况下,可能期望  $\beta$  具有 0.42 和 0.5 之间的值, $\delta$  取 0.03 和 0.07 间的值。然而,应理解,还可以在其他应用中使用在这些范围外的值。

[0155] 图 12 示出了对于上述处理参数,作为输入主图像数据值(显示器伽马 = 2.4)函数的,针对副图像输入数据 = 1,  $M_{\text{cmp}}$  和  $S_{\text{cmp}}$  的亮度值。

[0156] 另外,不同处理参数可以产生针对不同主图像内容的最优私密性能。例如,采用上述参数,对于大部分是白色的输入主图像,可以实现强私密性,反之对于大部分是黑色的输入主图像,不同的参数可以产生改进的私密效果。在这种情况下,可以将此处所描述的实施例与首先对每个帧的主图像内容进行分析以确定该图像的最优处理参数的处理装置相结合,接着根据这些内容最优化参数,执行此处所描述的图像组合步骤。另外,图像分析装置可以确定,针对任意输入主图像,不同的图像区域将具有用不同参数进行了最优化的私密效果。在这种情况下,可以针对剩下的处理步骤,对不同图像区域应用不同参数。

[0157] 从而,上述处理步骤提供了改进的针对所有输入图像数据级别计算最优输出电压值的方式,从而当被插入第一实施例的扩展 LUT 中时产生所期望的私密效果。GB2428152A1 中并未教导或暗示特别用于针对所有输入图像数据值以适应于显示器的特定轴外相对轴上亮度曲线的方式优化私密效果的、此处描述的过程以及图像压缩和偏移参数的组合以及主图像依赖的副图像缩放。

[0158] 上述处理方法提供了一种针对具有特定光学特性的 LCD 显示器,基于两个输入图像产生私密效果的改进方式。显然,具有不同光学特性的不同 LCD 将需要改变所述方法和参数,以产生最优效果,但基本仍如该实施例所描述的一样。然而,根据所讨论的 LC 面板的特定性能以及最佳性能的主观评价,可以采用多种对该方法的修改来实现所期望的效果。下面将详细给出一系列这样的可能的修改以及它们对输入图像数据至输出显示外观的作用。可以或多或少结合上述处理部分,或将附加方法彼此结合,采用这些附加方法中的任意

方法来产生期望的私密效果。

[0159] 在第一附加方法中,用于私密效果的 LC 面板可以针对显示器的三彩色分量中的每一分量具有可测的不同数据 - 值相对亮度响应。在这种情况下,可以通过利用分别针对每个 R、G 和 B 输入数据分量的独立伽马值,将输入图像彩色分量数据值分别转换为等效亮度值,来获得所显示的输出图像的改进外观。即,

$$[0160] \quad M_{Lum}(x, y, R) = M_{in}(x, y, c)^{\gamma^{red}},$$

$$[0161] \quad M_{Lum}(x, y, G) = M_{in}(x, y, c)^{\gamma^{green}}$$

$$[0162] \quad M_{Lum}(x, y, B) = M_{in}(x, y, c)^{\gamma^{blue}}$$

[0163] 和

$$[0164] \quad S_{Lum}(x, y, R) = S_{in}(x, y, c)^{\gamma^{red}}$$

$$[0165] \quad S_{Lum}(x, y, G) = S_{in}(x, y, c)^{\gamma^{green}}$$

$$[0166] \quad S_{Lum}(x, y, B) = S_{in}(x, y, c)^{\gamma^{blue}}$$

[0167] 此时,  $M_{cmp}$  和  $S_{cmp}$  阵列中像素亮度值的范围对于不同彩色分量不同,针对对于灰度级图像或对于输入图像中针对不同彩色分量具有相等数据值的其他图像区域也不同。接着,如在优选方法实施例中详细描述,该步骤后的 LUT 值产生过程继续执行。该方法可以被用于确保每个像素组还使彩色细节在两图像间尽可能接近地得到保留,在所述像素组上使亮度在输出图像中平均至与经压缩的主图像中相同像素组中相同的平均值。

[0168] 采用该方法,无论在该区域中副图像输入数据值是多少,由于保留了亮度和色度,可以使具有相同输入主图像数据的图像区域在所显示的输出图像中具有对于轴上观察者 3 而言相同的外观。因此,输入副图像数据的改变值对输出图像对于轴上观察者 3 而言的外观不起作用,因此副图像有效地不可见。

[0169] 该方法不限于向每个彩色分量分配分别的伽马值(幂率参数)。所要使用的显示器上每个彩色分量的数据 - 值相对亮度响应可以具有任意特性,并且只要针对每个输入数据级别的产生的输出亮度是已知的,那么可以令适当的变换产生对于轴上观察者 3 不可见的副图像。另外,由于相邻像素或彩色子像素间的电串扰或其他原因,当隔离测量时显示器的三个彩色分量的数据 - 值相对亮度响应可能与在显示器上同时测量时的相同响应不同。当确定处理参数也可以考虑这些效果以产生具有对轴上观察者 3 不可见的副图像的私密效果。

[0170] 在第二附加方法中,可以通过确保当基于经压缩的主图像中的相应像素的值最大化  $S_{cmp}$  像素值时,规定对于  $S_{cmp}$  中所有像素的最小非零值,使得由于输入副图像 8 中的变化导致的  $S_{cmp}$  值的变化减小,来减小副图像 8 对轴上观察者 3 的不可见性。这确保了在所有平均组中相邻像素间存在至少一定的变化,甚至输入副图像值为零的图像区域也是如此。

[0171] 一种计算输出图像像素值以实现该效果的方法是,产生两个经压缩的主图像值的集合,一个集合对应于输入副图像数据值等于零的区域,一个集合对应于输入副图像数据值等于一的区域。如果对于  $S_{in} = 1$  图像分别将处理参数  $\beta$ 、 $\delta$  设置为 0.45 和 0.05,对于  $S_{in} = 0$  图像分别将处理参数  $\beta$ 、 $\delta$  设置为 0.42 和 0.03,那么在处理了输入图像并且如在优选处理实施例中描述的组合后,输出图像亮度被示于图 13 中。从图中可以看出,同相对值被示于图 12 中的优选实施例相比,具有相同主输入图像 7 的数据值但不同副输入图像 8 的数据值的区域的对于轴上观察者亮度差极大的降低了。这导致对副图像对轴上观察者 3

的可见性大大降低,但同时由副观察者 4 感知到的私密强度稍稍降低。再次,用于  $S_{in} = 0$  和  $S_{in} = 1$  区域的参数  $\beta$  和  $\delta$  可以被调节为影响这两种度量间折衷的程度。

[0172] 用于  $S_{in} = 0$  和  $S_{in} = 1$  计算的处理参数  $\beta$  和  $\delta$  间的差确定了私密强度,并且将  $\beta$  或  $\delta$  设置为在两个计算中具有较大的差异可用于调节针对不同输入主图像值的私密强度/轴上副图像可见性折衷。具体地,偏移参数  $\delta$  的差主要确定了  $M_{cmp}$  中阴暗区域的私密强度,压缩参数  $\beta$  的差确定了  $M_{cmp}$  中明亮区域的私密强度。如果针对  $S_{in} = 1$  图像处理参数  $\beta$ 、 $\delta$  分别被设置为 0.45 和 0.05,针对  $S_{in} = 0$  图像处理参数  $\beta$ 、 $\delta$  分别被设置为 0.45 和 0,那么此时同前一示例相比偏移参数存在较大差异,因此对于低主图像输入数据级别区域,较强的私密效果将是明显的。然而,对于输入主图像数据级别 = 255 的区域,针对  $S_{in} = 0$  和  $S_{in} = 1$  状态的  $M_{cmp} \pm S_{cmp}$  值中的差异同前一示例(图 12)相比保持不变。如图 14 所示,可以在结果输出亮度对输入主图像数据曲线中看到该效果。

[0173] 已经发现,当 LCD 被用于所述私密模式下时,如果输入副图像突然改变(即如果使用动画副图像),那么在副-图像 8 逐帧地从 0 改变到 1 或从 1 改变到 0 的输出图像区域中轴上观察者 3 可能观察到不期望见到的“闪烁”伪像。经考虑,这是由于处于不同亮度值的两个不同像素同时转换为它们的平均亮度值的差异切换速度导致的。虽然像素的平均亮度在切换的起始和结束时相同的,但是如果切换速度是不同的,平均值将在切换期间偏离,导致可见的轴上闪烁。图 15A 示出了该效果。已经发现,还可以通过对此处所述的方法应用比零大的最小  $S_{cmp}$  值来消除该不期望见到的效果。

[0174] 消除该问题的一可选方法是将副图像数据的位置增加至大于 1。这提供了逐渐将具有副图像亮度值 1 的显示器区域转换为副图像亮度值 0 或者逐渐将具有副图像亮度值 0 的显示器区域转换为副图像亮度值 1 的方式。插入具有在 1 和 0 之间的中间副图像亮度值的图像帧使组内像素收敛于或从它们的平均值发散的差异转换时间对所观察的图像的效果最小化。图 15B 示出了该情形。

[0175] 另一将副图像的位深增加至大于 1 的优点在于,当处于私密模式下显示全彩色副图像的能力。如图 15B 所示,可以通过针对经压缩的主图像的每个可能值提供四个不同的输出亮度值对,来将两位副图像并入组合图像,对于轴上观察者,每个对对应于相同的平均亮度,并且每个对对应于扩展查找表中副图像的四个数据值之一。然而每个对将具有不同的轴外平均亮度,因此这可以被用于针对任意所需轴上亮度为每个像素对产生一个轴外亮度范围。

[0176] 如果副图像数据由每个彩色分量两位数据组成,这提供总共 64 种颜色,并且 R、G 和 B 彩色分量中的每一个需要针对每个经压缩的主图像值条目的具有四个副图像值条目的扩展 LUT。已经发现,将副图像位深增加至 6 位以上(每种颜色 2 位)对彩色副图像对于轴外观察者 4 的外观作用不大。

[0177] 为了精确地向轴外观察者 4 再现彩色副图像,当彩色副图像被显示在 LCD 上时,针对每个轴上平均亮度的不同输出亮度值必须对应于在轴外观察者 4 所感知的平均亮度中近似相等的步长。如果所采用的 LCD 显示器的轴外相对轴上亮度特性类似于图 11 所示的特性,那么像素对中独立亮度值的差异越大(即应用于所输入的主图像像素对的分离程度越大),像素对对于轴外观察者 4 而言的外观越暗。

[0178] 对于由针对每个 RGB 分量 0 至 3 个值组成的输入副图像数据,可以对与具有数据

值 3 的副图像 8 的区域相对应的组合图像应用零划分（即输出像素值等于经压缩的主图像输入值），并且可以对与具有数据值 0 的副图像 8 的区域相对应的组合图像应用最大划分，从而像素对之一被设置为具有 0 或 1 的亮度，另一个如优选实施例中所述被调节为保留与经压缩的主图像中等效对相同的平均亮度。这将提供具有最大对比度的副图像对于轴外观察者 4 的外观。

[0179] 接着，可以通过计算与具有数据值 1 和 2 的副图像区域相对应的组合图像的输出像素对亮度值，来确定它们，以具有一定程度的 0（输出值等于经压缩的主图像输入值）和 1（如上所述的最大划分）之间的划分，对轴外观察者 4 产生的平均亮度近似为分别就亮度而言从 0 至 1 划分轴外平均亮度的方式的 1/3 和 2/3。已发现，对于具有图 11 所示类型的轴外相对轴上亮度特性的 ASV 模式 LCD，对于副图像数据值 1 和 2 的划分比例 0.98 和 0.85 分别产生该期望结果。

[0180] 就如前针对优选实施例描述的经验压缩的主图像和副图像而言，对于每个输入主图像数据值，组合图像中的输出亮度值被计算为：

$$[0181] \quad C(x, y, R) = M_{\text{cmp}}(x, y, R) \pm 1 \times S_{\text{cmpmax}}(x, y, R), \text{ 对于 } S_{\text{in}} = 0$$

$$[0182] \quad C(x, y, R) = M_{\text{cmp}}(x, y, G) \pm 0.98 \times S_{\text{cmpmax}}(x, y, R), \text{ 对于 } S_{\text{in}} = 1$$

$$[0183] \quad C(x, y, R) = M_{\text{cmp}}(x, y, B) \pm 0.85 \times S_{\text{cmpmax}}(x, y, R), \text{ 对于 } S_{\text{in}} = 2$$

$$[0184] \quad C(x, y, R) = M_{\text{cmp}}(x, y, B) \pm 0, \text{ 对于 } S_{\text{in}} = 3$$

[0185] 其中，“ $S_{\text{cmpmax}}$ ”是经验压缩的副图像值，“ $S_{\text{cmpmax}}$ ”是如前针对具有输入副图像数据值 1 的  $S_{\text{cmp}}$  计算的。

[0186] 图 19 示出了使用相同主图像压缩因子的、作为输入主图像数据值函数的、这些关系的值。

[0187] 为了在私密模式下向轴外观察者 4 显示宽范围的副 - 图像内容，普通格式的图像数据集合必须具有每颜色 2 比特。为此，期望考虑显示器的数据值相对亮度响应，使得具有较大颜色深度的输入副图像根据在公开模式下被显示在设备上时所对应的亮度，使它们的像素“装仓”于值 0、1、2 和 3 中。结合上述针对每个副图像值选择的划分比例，这确保了在图像组合步骤中应用于像素对的划分级别精确地向轴外观察者 4 再现副图像。

[0188] 虽然此处所述的、利用基于像素对的可用划分的不同分数的计算来填充彩色副图像私密的扩展 LUT 的方法已被示出提供了副图像对轴外观察者的良好再现，但可以看到，这不是实现该效果的唯一方法。对于任意显示设备，存在的具有相同平均亮度的像素对集合与在平均亮度和范围边缘间的数据分级的数量近似相同。可以通过不背离本发明范围的任意方法，针对每个经验压缩的主图像值选择这些集合中的若干集合来对应不同的副图像值。

[0189] 在第三附加方法中，通过增加具有在轴上相对轴外亮度曲线中更强非线性区域中的经验压缩的主图像 ( $M_{\text{cmp}}$ ) 中的亮度值的彩色子像素的数量，增强输出图像中的私密强度。在图 11 给出的示例 LCD 中，这是所讨论的低亮度阴暗区域。一种增加具有低亮度级别的方式是，在过程的第一步中，以较大值  $\beta$  对主图像进行压缩，然后使用小的偏移值  $\delta$ ，然而，这将导致对轴上观察者 3 极暗的图像。

[0190] 发现通过以大因子基于图像彩色子像素的空间位置来压缩图像彩色子像素的一部分，而不是统一以较小因子压缩整个图像可以获得增强的私密效果，同时保持对轴上观

察者 3 而言更明亮更高质量的图像。一般地,如果轴外相对轴上关系具有第一区间,该第一区间比第二区间非线性程度更强,则以第一方式变换图像元素的第一子集,使得经变换的亮度范围具有第一程度的与第一区间的重叠,并且以不同于第一方式的第二方式变换图像元素的第二子集,使得经变换的亮度范围具有第二程度的与第一区间的重叠,所述第一程度的重叠大于第二程度的重叠。实质上,上述参数  $\beta$  被替换为  $x \cdot \beta$ ,其中,对于第一子集中的那些图像数据值  $x$  取第一值,对于第二子集中的那些图像数据值  $x$  取不同于第一值的第二值。所述第一值可以小于所述第二值,比如第一值和第二值分别为 0.1 和 1。

[0191] 作为示例,上述第一主图像压缩步骤可以由在优选值计算实施例中的直接统一压缩  $M_{cmp}(x, y, c) = \beta \cdot M_{Lum}(x, y, c) + \partial$  改为:

$$[0192] \quad M_{cmp}(x, y, R) = \chi \cdot \beta \cdot M_{Lum}(x, y, R) + \partial$$

$$[0193] \quad M_{cmp}(x, y, G) = \beta \cdot M_{Lum}(x, y, G) + \partial$$

$$[0194] \quad M_{cmp}(x, y, B) = \beta \cdot M_{Lum}(x, y, B) + \partial$$

$$[0195] \quad M_{cmp}(x+1, y, R) = \beta \cdot M_{Lum}(x+1, y, R) + \partial$$

$$[0196] \quad M_{cmp}(x+1, y, G) = \chi \cdot \beta \cdot M_{Lum}(x+1, y, G) + \partial$$

$$[0197] \quad M_{cmp}(x+1, y, B) = \beta \cdot M_{Lum}(x+1, y, B) + \partial$$

$$[0198] \quad M_{cmp}(x+2, y, R) = \beta \cdot M_{Lum}(x+2, y, R) + \partial$$

$$[0199] \quad M_{cmp}(x+2, y, G) = \beta \cdot M_{Lum}(x+2, y, G) + \partial$$

$$[0200] \quad M_{cmp}(x+2, y, B) = \chi \cdot \beta \cdot M_{Lum}(x+2, y, B) + \partial$$

[0201] 其中,额外压缩值  $x$  (应用于图像元素的第一子集) 可以具有 0 和 1 之间的任意值,典型地为 0.1。在整个图像上重复将额外压缩应用于每个像素内彩色子像素该旋转图案,并且该旋转图案还可以沿  $y$  方向改变,以进一步改善轴上观察者 3 所感知到的结果图像质量。每个像素的三个子像素中的两个还可以应用额外压缩,或者可以将其应用于所有三个彩色子像素而不是每三个中的仅仅一个或两个像素。被应用于图像的压缩尺度和空间图案不限于该实施例中提供的示例,并且与任意给定 LCD 一起使用的特定实现将依赖于该 LCD 所产生的特定响应以及提供最优效果的主观评价。例如,可以利用眼睛分辨蓝色的精细特征的较差能力,仅对蓝色子像素应用该额外压缩因子,从而以着色为代价降低主图像分辨率对轴上观察者 3 而言的明显损失。该实施例的实质只是,对图像像素的选集的亮度的强压缩可以产生较强的私密性能,同时保持与以较小量进行统一压缩相比较高的图像亮度。

[0202] 在第四附加方法中,再次通过增加具有在轴上相对轴外亮度曲线中更强非线性区域中的亮度值的子像素的数量,通过改变在图像组合步骤中向经压缩的主图像亮度值添加和从经压缩的主图像亮度值中减去经压缩的副图像亮度值的空间图案,来增强输出图像中的私密强度。如前所述,在图 11 给出的所测量的轴上相对轴外亮度曲线中,曲线的低亮度区域是非线性程度最大的,因此具有在范围这端的亮度值的图像区域被提供了较强的私密效果。

[0203] 另外,如果向组中三像素或子像素中的两个添加  $S_{cmp}$  并且从第三个像素中减去两倍的  $S_{cmp}$  值,则可以以输出图像中的低亮度值产生更多的像素,而不在图像组合步骤中向对一个像素或彩色子像素的经压缩的主图像亮度值  $M_{cmp}$  添加经压缩的副图像亮度值  $S_{cmp}$ ,并

从另一像素或彩色子像素的经压缩的主图像亮度值  $M_{\text{cmp}}$  减去经压缩的副图像亮度值  $S_{\text{cmp}}$ 。采用这种方法,由于组内的  $S_{\text{cmp}}$  的净值仍为 0 (假设在相同像素中  $S_{\text{in}}$  值恒定),仍然使像素组的平均亮度等于  $M_{\text{cmp}}$  中相同组的平均,但确保组中至少一个像素具有低亮度。

[0204] 一般地,这涉及针对图像元素的第一子集减去第一倍数的副数据值的经变换的等效亮度值,以及针对图像元素的第二子集增加第二倍数的副数据值的经变换的等效亮度值,第二子集中图像元素数量是第一子集中图像元素数量的  $N$  倍,并且第一倍数是第二倍数的  $N$  倍。在特定实施例中,图像组合步骤变为:

$$[0205] \quad C(x, y, R) = M_{\text{cmp}}(x, y, R) - 2 * S_{\text{cmp}}(x, y, R)$$

$$[0206] \quad C(x, y, G) = M_{\text{cmp}}(x, y, B) + S_{\text{cmp}}(x, y, G)$$

$$[0207] \quad C(x, y, B) = M_{\text{cmp}}(x, y, B) + S_{\text{cmp}}(x, y, B)$$

$$[0208] \quad C(x+1, y, R) = M_{\text{cmp}}(x+1, y, R) + S_{\text{cmp}}(x+1, y, R)$$

$$[0209] \quad C(x+1, y, G) = M_{\text{cmp}}(x+1, y, G) - 2 * S_{\text{cmp}}(x+1, y, G)$$

$$[0210] \quad C(x+1, y, R) = M_{\text{cmp}}(x+1, y, R) + S_{\text{cmp}}(x+1, y, R)$$

$$[0211] \quad C(x+2, y, R) = M_{\text{cmp}}(x+2, y, R) + S_{\text{cmp}}(x+2, y, R)$$

$$[0212] \quad C(x+2, y, G) = M_{\text{cmp}}(x+2, y, G) + S_{\text{cmp}}(x+2, y, G)$$

$$[0213] \quad C(x+2, y, B) = M_{\text{cmp}}(x+2, y, B) - 2 * S_{\text{cmp}}(x+2, y, B)$$

[0214] 再次,对减去了双倍  $S_{\text{cmp}}$  值的组内像素或彩色子像素的旋转也可以沿  $y$  方向改变,以保持轴上图像质量。针对  $M_{\text{cmp}}$  值为 50% 亮度,  $S_{\text{cmp}}$  值为 25% 亮度的像素块,图 16 示出了这种类型的扩展像素 - 组组合步骤的可视化示意。

[0215] 另外,可以将每个 0 净  $S_{\text{cmp}}$  组中的像素或子像素的数量增加至 4 个,将  $S_{\text{cmp}}$  值添加至四个像素或子像素中三个内的  $M_{\text{cmp}}$  中,并从第四个像素或子像素中减去三倍的  $S_{\text{cmp}}$  值。事实上,该组中的像素或彩色子像素可以增加至产生所期望效果的任意值。然而,在对轴上观察者 3 保持所观察的图像基本与  $M_{\text{cmp}}$  图像相同的印象时,在其上将亮度平均为等于  $M_{\text{cmp}}$  中相同组的平均亮度的像素组越大,对于任意给定观察距离人眼平均有效性越低。可以看到,由于改变了用于组合步骤中的空间图案,以创建减去了双倍或三倍  $S_{\text{cmp}}$  值的若干像素,用于  $M_{\text{in}} \rightarrow M_{\text{cmp}}$  和  $S_{\text{in}} \rightarrow S_{\text{cmp}}$  步骤中的压缩因子将需要进行调节,以确保组合图像中的所有像素具有允许亮度范围内的值。

[0216] 如上所述,为了在图像组合步骤中,像素或彩色子像素的每组具有等于 0 的  $S_{\text{cmp}}$  的净值,  $S_{\text{in}}$  值必须在每组的区域上保持恒定。例如,如果  $S_{\text{in}}$  从像素  $(x, y, R)$  到  $(x, y, G)$  或从  $(x, y, c)$  到  $(x+1, y, c)$  陡峭改变,那么在优选计算实施例中详细描述的图像组合步骤中,添加和减去的  $S_{\text{cmp}}$  值将不再抵消,并且副图像经变为对轴上观察者可见。在专利公开 GB2428152A1 中,建议可以利用使输入副图像中尖锐边缘模糊化的图像处理方法来缓解该问题。

[0217] 然而,在第五附加方法中,通过确保在图像组合步骤中具有净 0  $S_{\text{cmp}}$  值所需的  $S_{\text{in}}$  在像素或彩色子像素的每个块上不变消除了该问题。如果在其上需要  $S_{\text{in}}$  不变的像素组的大小是  $2 \times 2$  的像素块(如上述优选计算实施例所述),则可以通过使用最佳地保持图像质量可用的任何图像处理技术将输入副图像的大小收缩至显示器分辨率的  $1/4$  ( $X/2$  乘  $Y/2$  像素,其中显示器包括  $X$  乘  $Y$  像素阵列)然后利用简单的最近相邻插值方法将图像重新扩展为全分辨率,来予以实现。这确保了全分辨率副图像由相同数据值的  $2 \times 2$  像素块组成,因此

2x2 像素块在图像组合步骤中将具有净  $0 S_{\text{cmp}}$  值。在显示器控制电子装置中包括图像处理设备 10, 以在如前所述向 LUT 输出结果滤波图像之前对输入副图像 8 执行该步骤。图 17 示出了这点。

[0218] 可以看到, 对于在图像组合步骤中被用作重复块的任何大小和形状的像素组, 副图像可以被收缩为显示器分辨率的几分之一, 然后利用最近相邻插值将其重新扩展, 以确保副图像实质由相等大小和形状的块组成。采用这种方法, 可以保持输入副图像 8 中的尖锐边缘, 增强了轴外观察者 4 所观察到的副图像的感知对比度。

[0219] 另外, 使用在优选计算实施例中所描述的压缩和组合过程以及参数来产生私密效果, 对于由单像素宽度行组成的输入主图像中的区域, 小的彩色伪像对轴上观察者 3 可能变得更加明显。这是由于, 该处理导致其中交替的彩色子像素被设置为黑色的输出图像, 因此叠加在该图案上的单像素宽度黑色对角行可以留下一行像素, 任一副仅仅有一或两个沿其长度的彩色像素有效。在这种情况下, 有色行变为对眼睛可见。

[0220] 在第六附加方法中, 通过对输入主图像 7 应用图像处理滤波器有效地稍稍使图像中任意窄宽度行特征模糊化 (一般优先对任意较高频率的图像特征添加模糊化, 这样的特征的一个示例是行) 来移除这些彩色伪像。在显示器控制电子装置中包括图像处理滤波器 (或滤波电路) 11, 以在如前所述向 LUT 输出结果滤波图像之前对输入主图像 7 执行该步骤。图 17 示出了这点。UK 专利申请 no. 0701325.3 中公开了用于实现移除由于该问题引起的彩色伪像的方法, 对图像的精细特征进行了最小的模糊化。

[0221] 可以看到, 上述方法提供了基于所提供的输入图像来计算所需输出图像像素亮度以在 LCD 中产生期望的私密效果的方式。它们实质上是如图 4 所示, 以最优化私密效果并产生适应于 LC 面板内在电光属性的值的方式来填充所需 LUT 的附加区域的方式。如此一来, 可以采用产生给出期望效果的 LUT 值的所述技术和处理参数值的任意组合。因此, 产生相同效果的类似关系落入本发明的范围。例外, 如果需要, 不采用这些关系来填充扩展 LUT, 而是由显示器控制电子装置中的附加计算处理器逐帧地执行计算。

[0222] 在第七附加实施例中, 不向 LCD 控制电子装置 1 输入副图像数据集合 8, 而是用附加处理装置对输入主图像数据进行分析, 并根据主图像内容计算最优化副图像以最大化私密效果。US20080088935A1 中描述了根据诸如主导空间频率等主图像因子来产生最优化图像遮蔽图案的方法。

[0223] 虽然, 上述显示器控制电子装置修改和 LUT 值计算实现了显示器中增加的私密效果而不对 LC 面板或从控制电子装置向面板施加的电压信号的常范围进行任何改动, 但可以进行其他修改以增加轴外相对轴上亮度曲线的非线性程度从而改进效果。

[0224] 一种这样的修改可以是, 同在常规公开模式下相比, 在私密模式下以较大范围的像素电压操作 LC 面板。如果以该方式“过驱动”LC 面板, 那么轴上观察者观察到的显示器亮度随着像素电压增加到超出常范围保持不变以及可能开始降低。这是由于 LC 层的有效双折射达到然后超过了半波片条件。对于轴外观察者, 由于轴外射线在 LC 层内传播较大的距离, 该效果将进一步放大, 导致轴外相对轴上亮度曲线中更大的非线性程度。图 18 中示出了该效果, 该效果可以被用于为图像的高亮度区域提供较强的私密效果。还可以通过增加 LC 层厚度或超过以高电压实现半波片条件所需的最小值的、用于显示器中的 LC 材料的双折射, 来进一步放大该效果。

[0225] 本发明是如此描述的,显而易见,可以以多种方式改变同一方式。这样的变化不应被认为背离了本发明的精神和范围,并且所有对于所属领域技术人员而言显而易见的这样的修改都意在包含于所附权利要求的范围内。

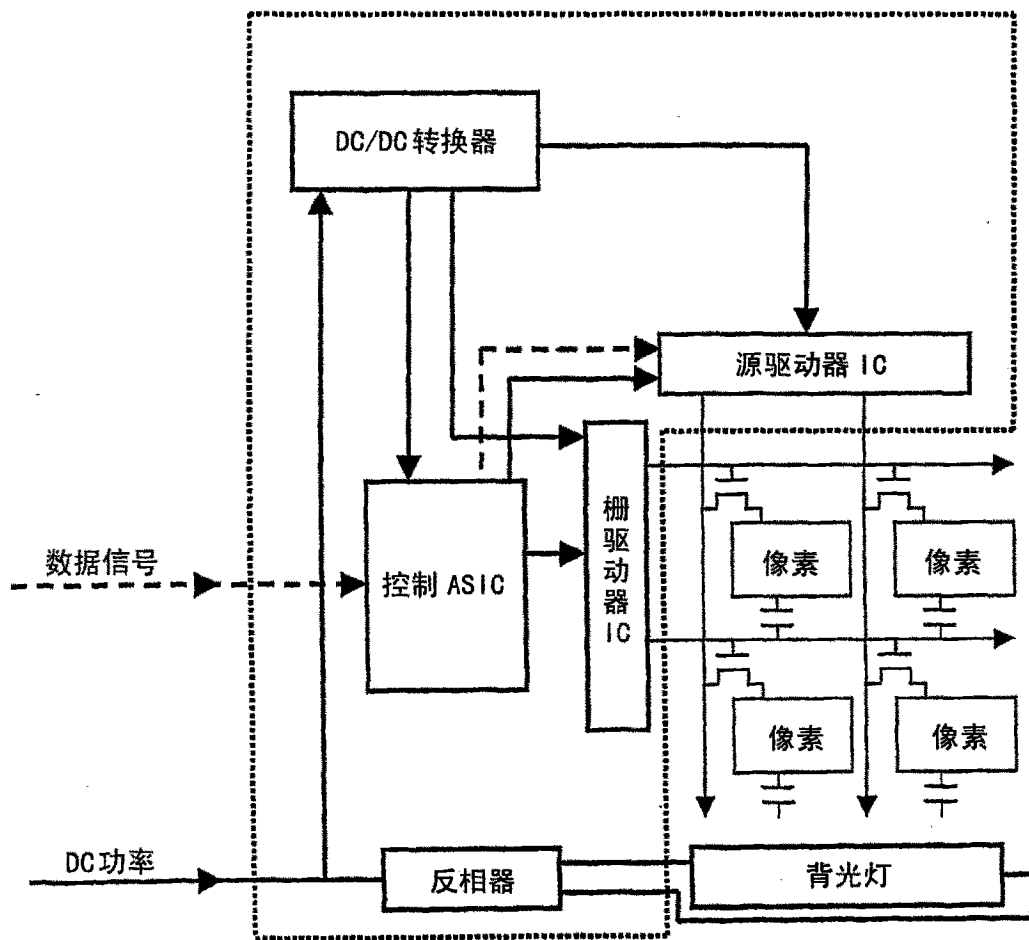


图 1

主图像数据值		输出电压
0	→	x.xx V
1	→	x.xx V
2	→	x.xx V
3	→	x.xx V
4	→	x.xx V
5	→	x.xx V
6	→	x.xx V
7	→	x.xx V
8	→	x.xx V
9	→	x.xx V
10	→	x.xx V
11	→	x.xx V
12	→	x.xx V
13	→	x.xx V
14	→	x.xx V
15	→	x.xx V
16	→	x.xx V
17	→	x.xx V
18	→	x.xx V
19	→	x.xx V
20	→	x.xx V
...	→	x.xx V

图 2

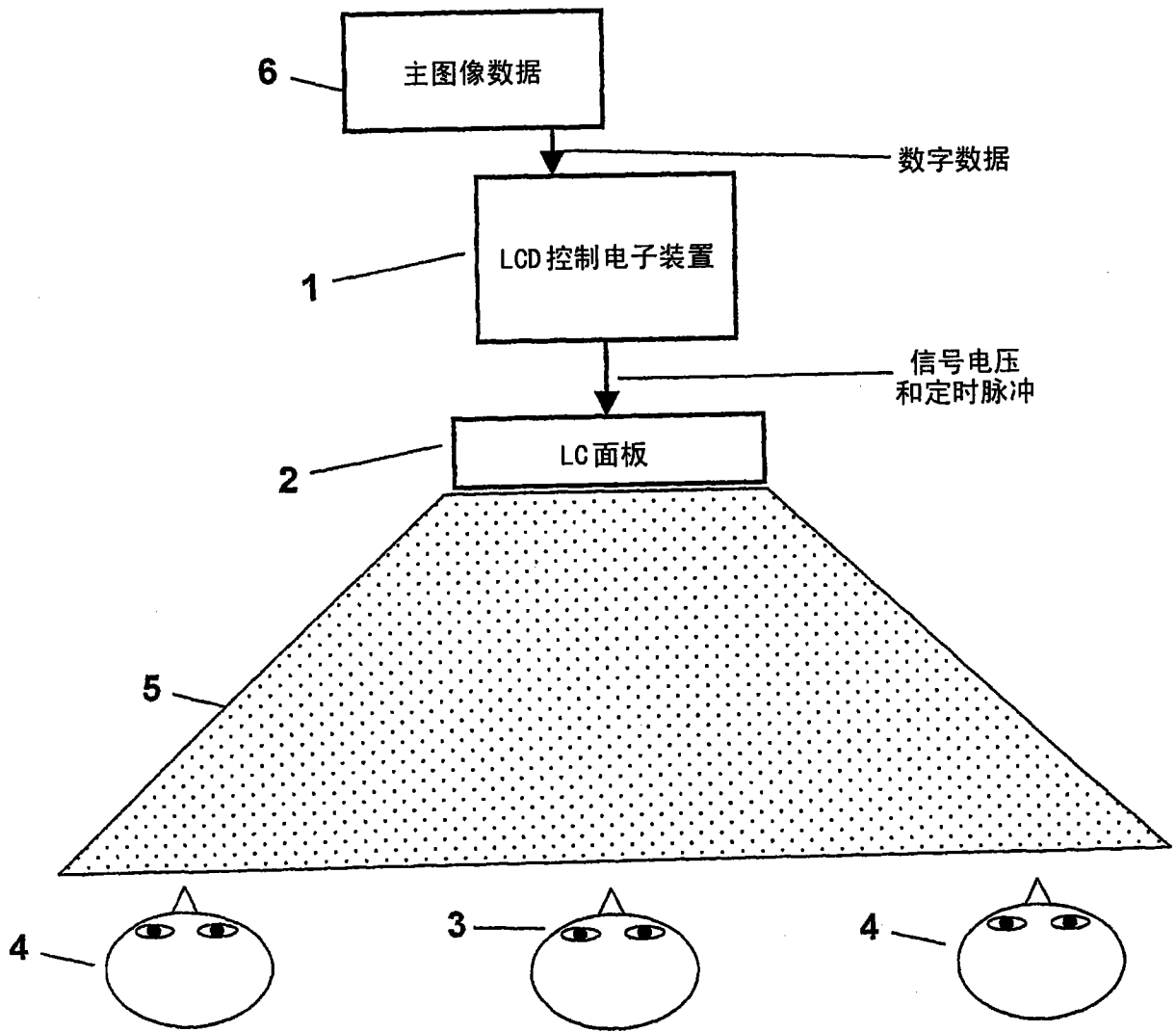


图 3

主图像数据值	私密模式开/关	副图像数据值	空间参数		输出电压
0	1	1	1	→	x.xx V
0	1	0	1	→	x.xx V
0	1	1	0	→	x.xx V
0	1	0	0	→	x.xx V
0	0			→	x.xx V
1	1	1	1	→	x.xx V
1	1	0	1	→	x.xx V
1	1	1	0	→	x.xx V
1	1	0	0	→	x.xx V
1	0			→	x.xx V
2	1	1	1	→	x.xx V
2	1	0	1	→	x.xx V
2	1	1	0	→	x.xx V
2	1	0	0	→	x.xx V
2	0			→	x.xx V
3	1	1	1	→	x.xx V
3	1	0	1	→	x.xx V
3	1	1	0	→	x.xx V
3	1	0	0	→	x.xx V
3	0			→	x.xx V
4	1	1	1	→	x.xx V
...	...	...	...	→	x.xx V

图 4

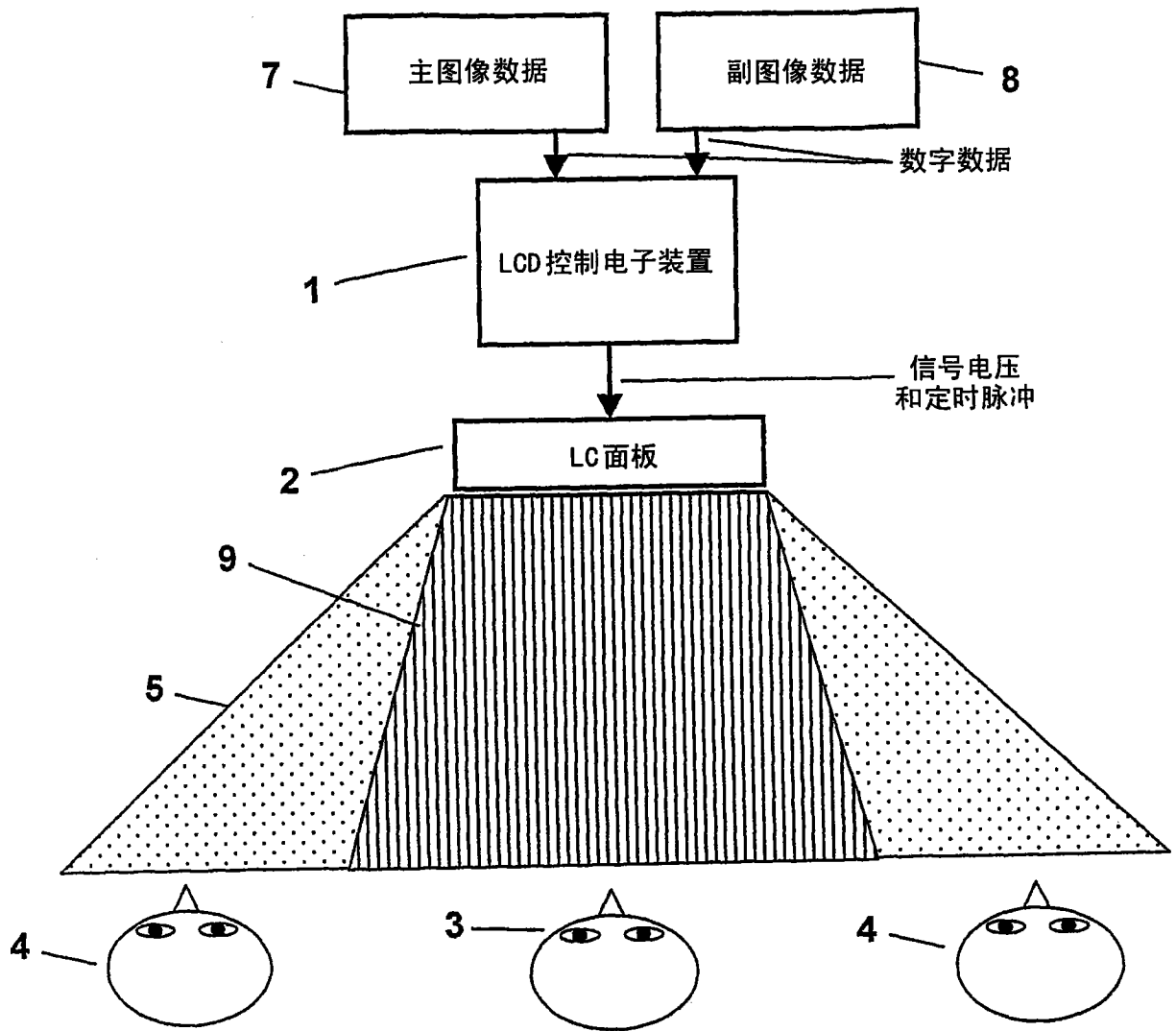


图 5

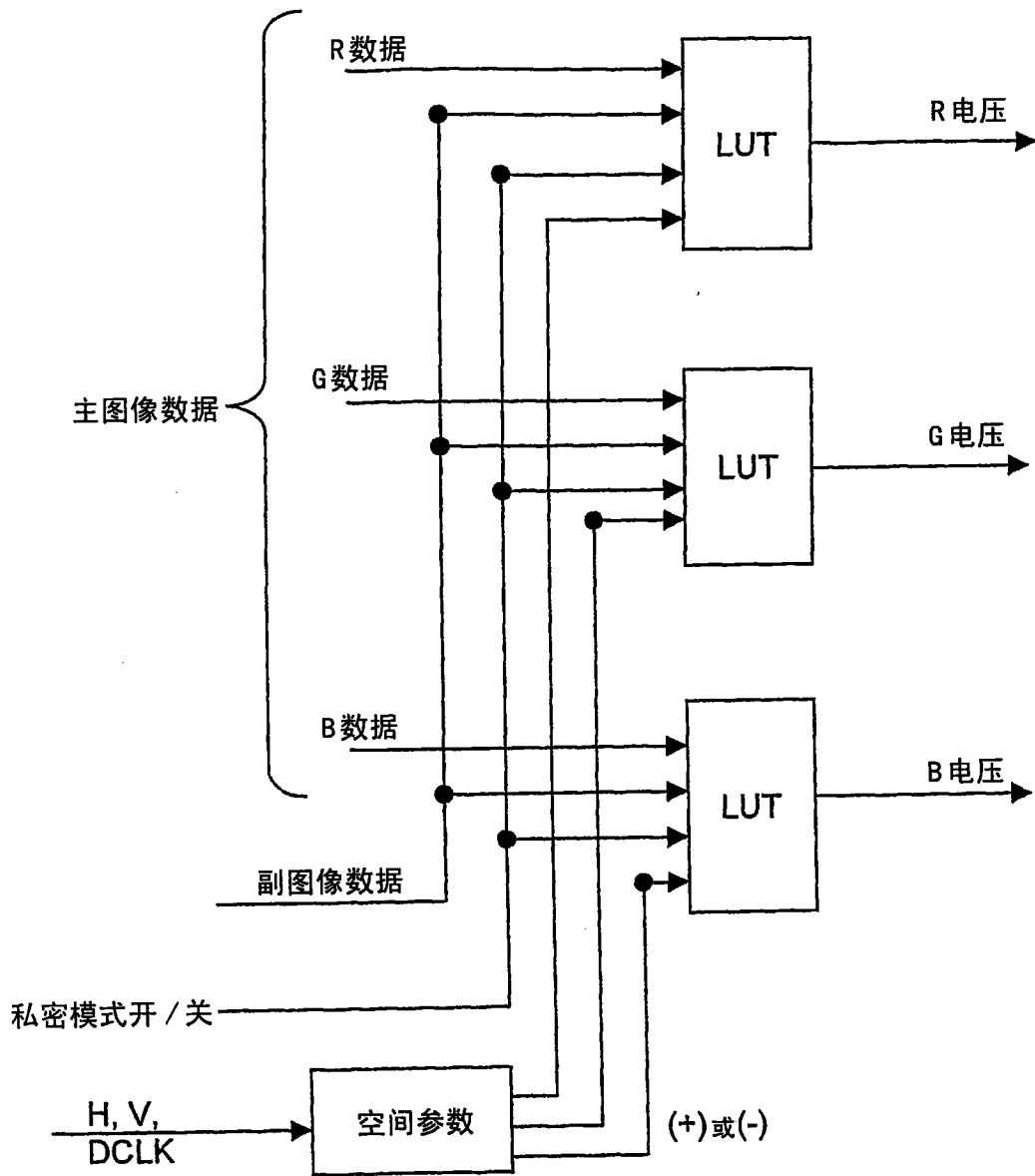


图 6

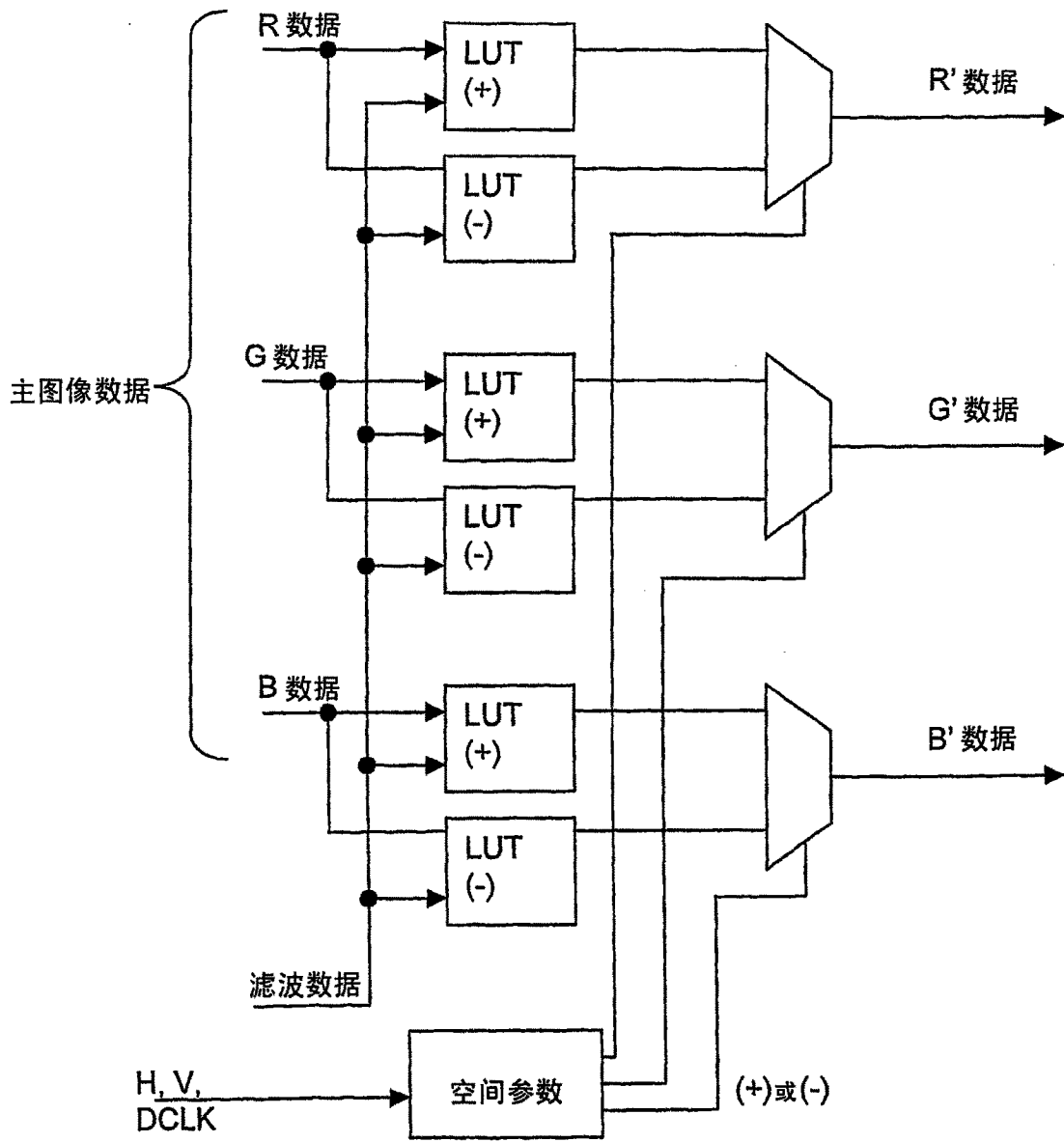


图 7

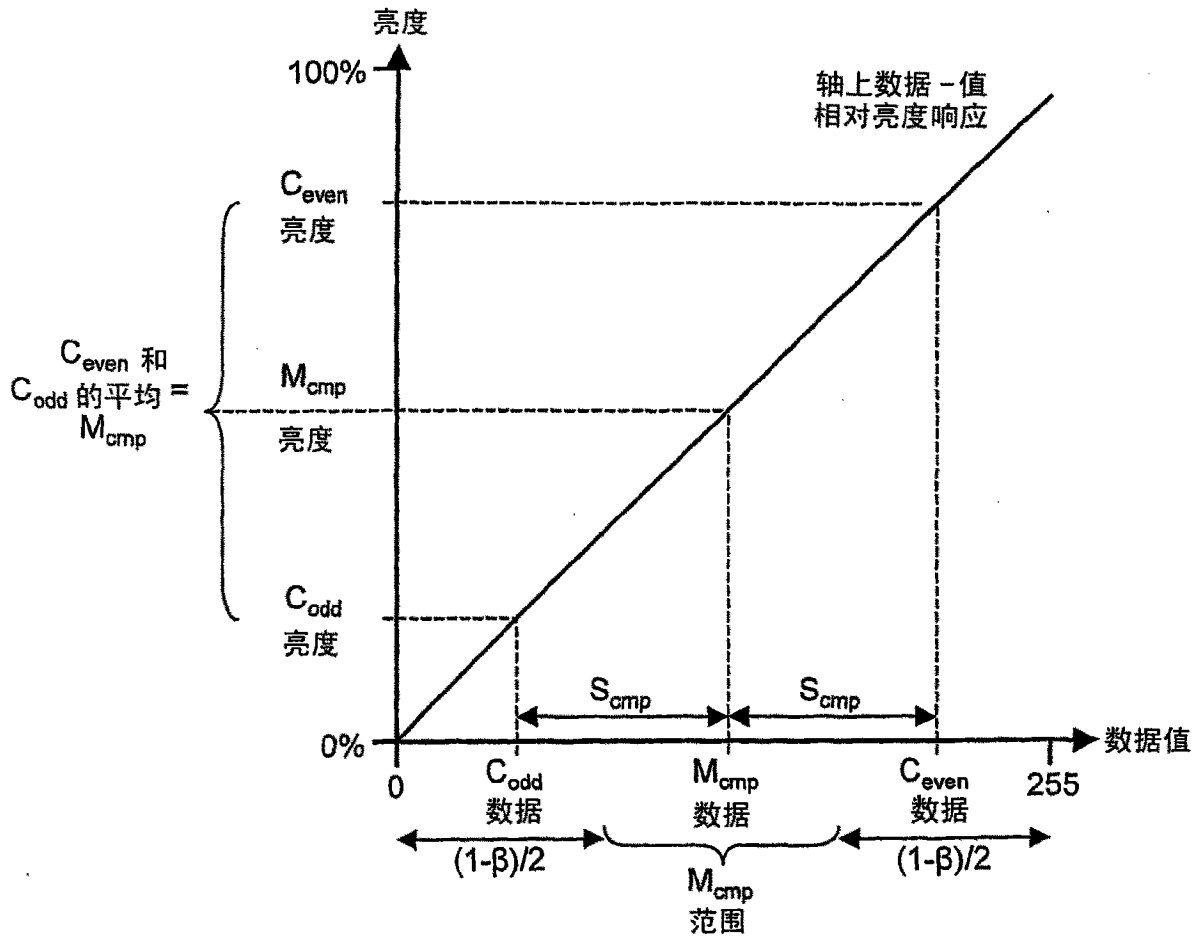


图 8

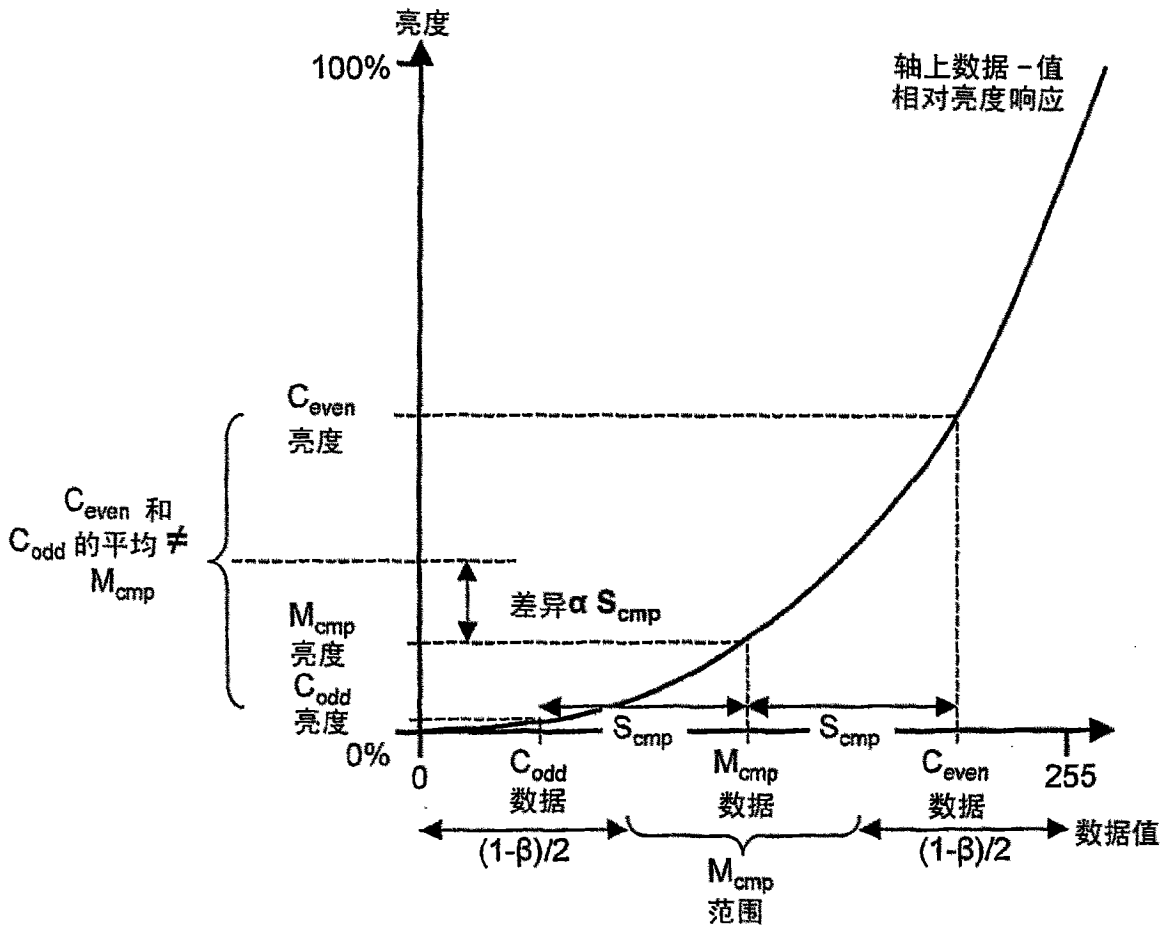


图 9

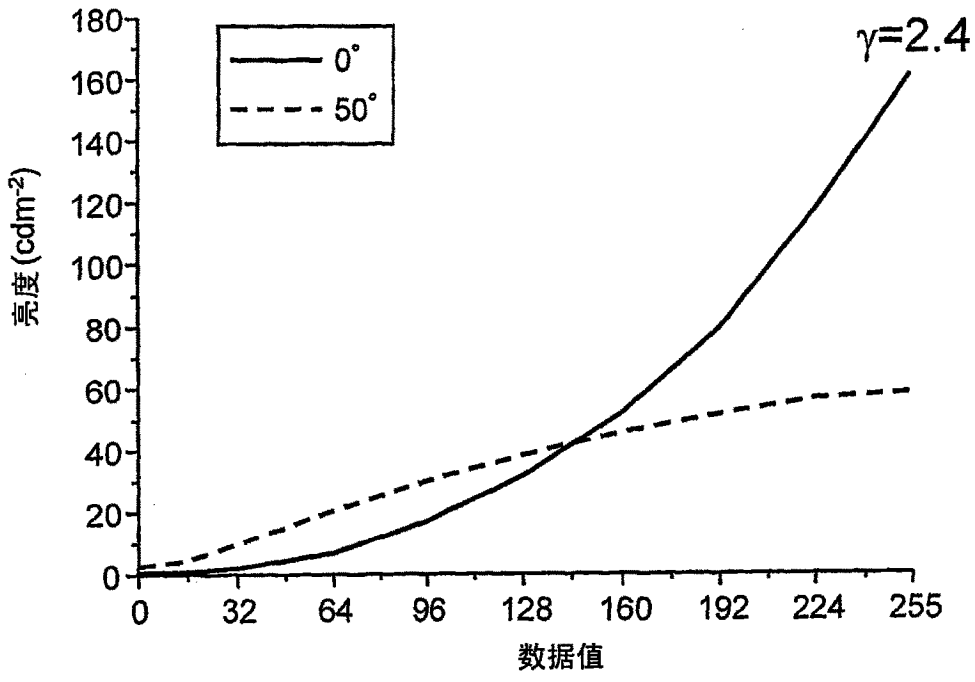


图 10

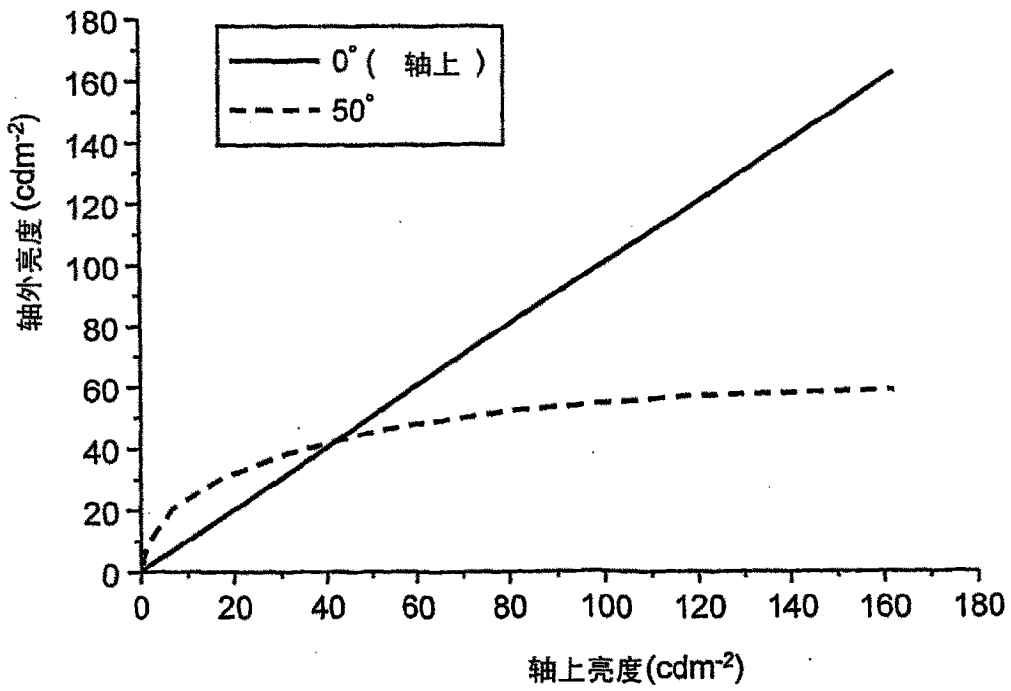


图 11

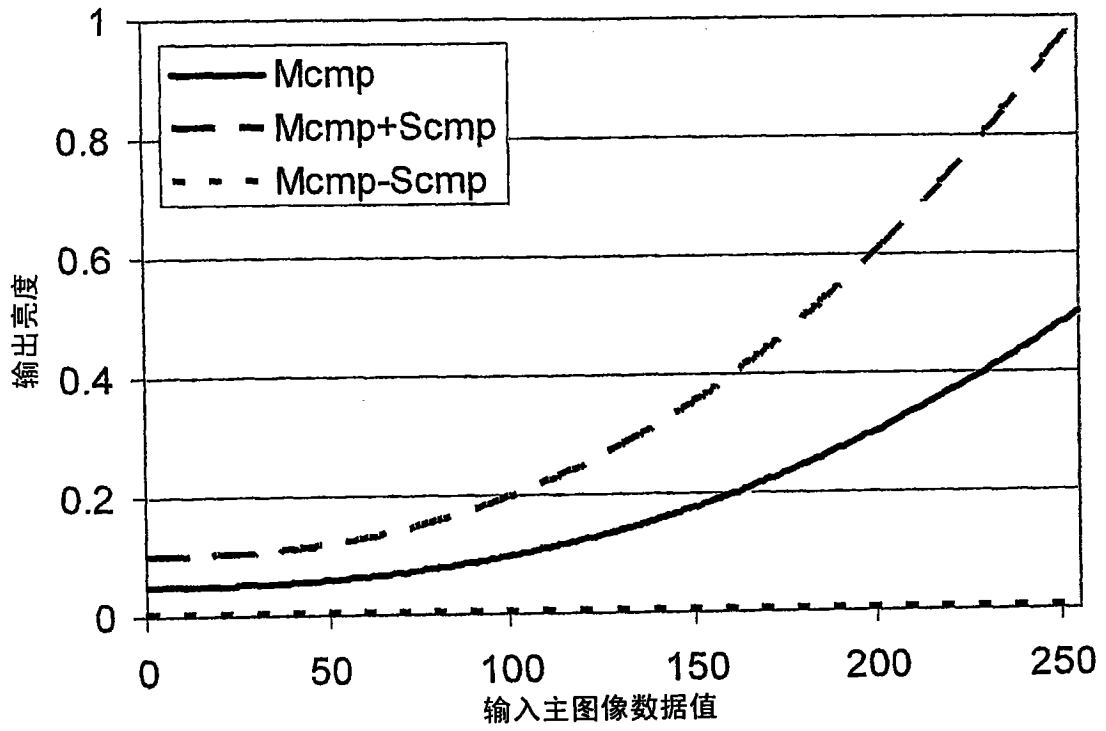


图 12

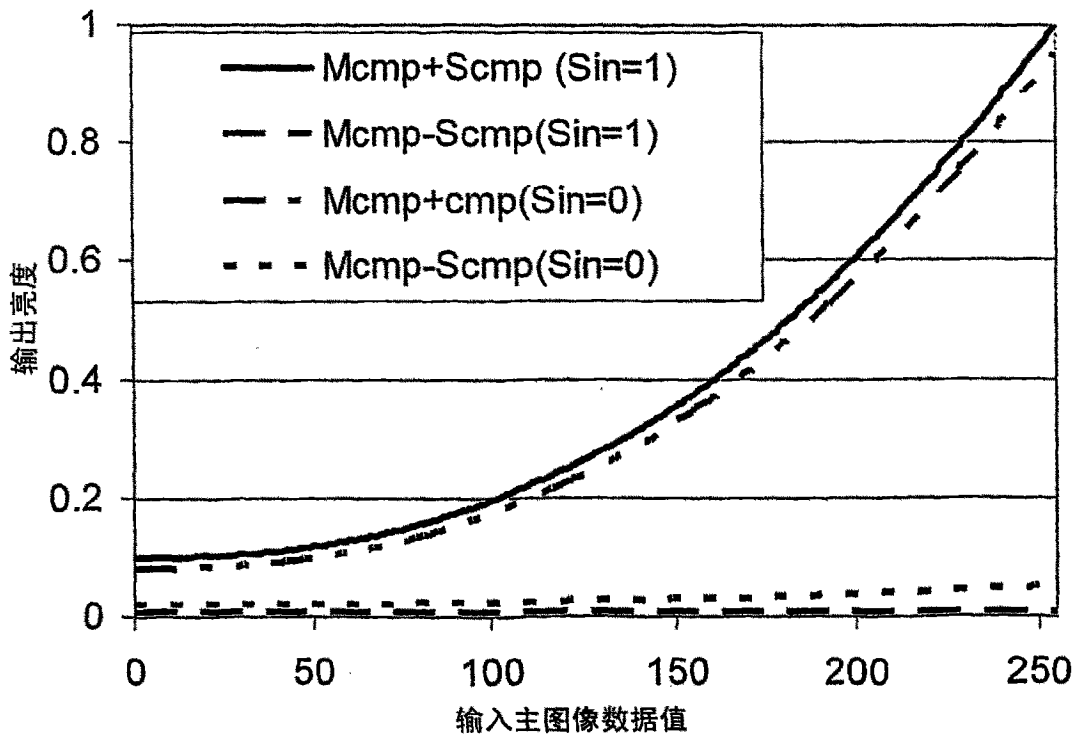


图 13

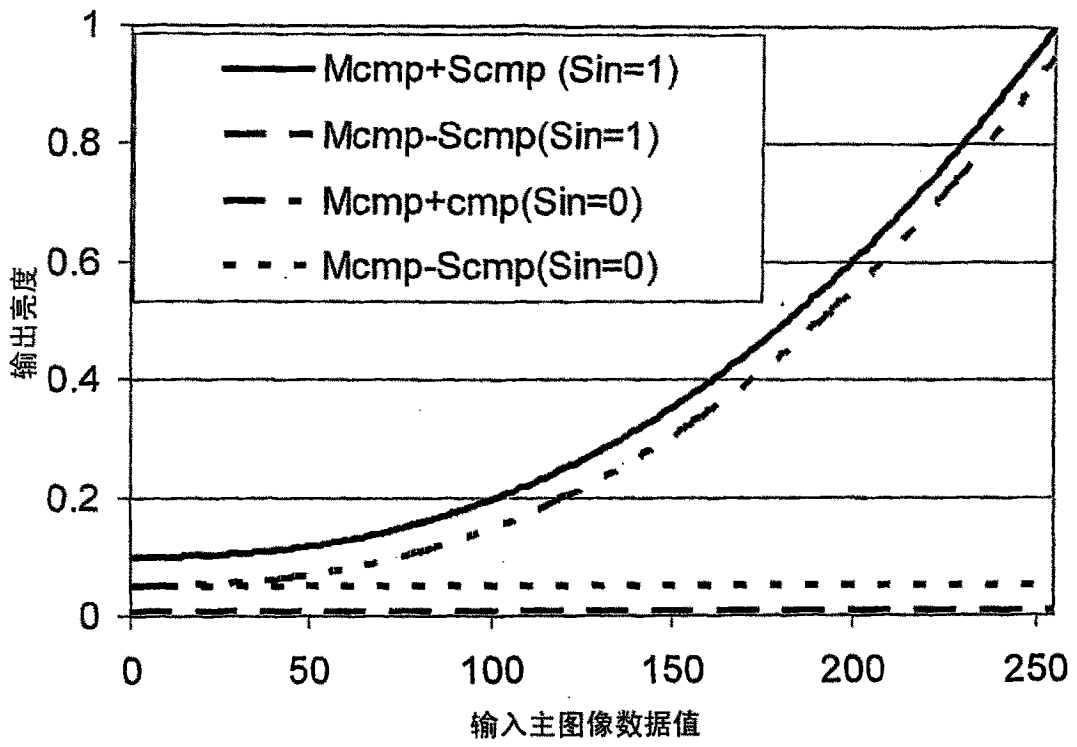


图 14

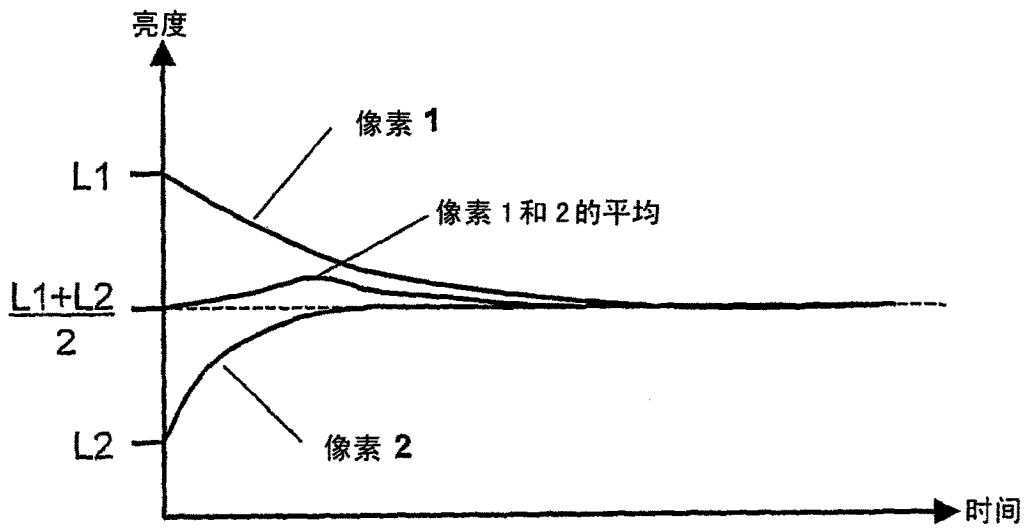


图 15A

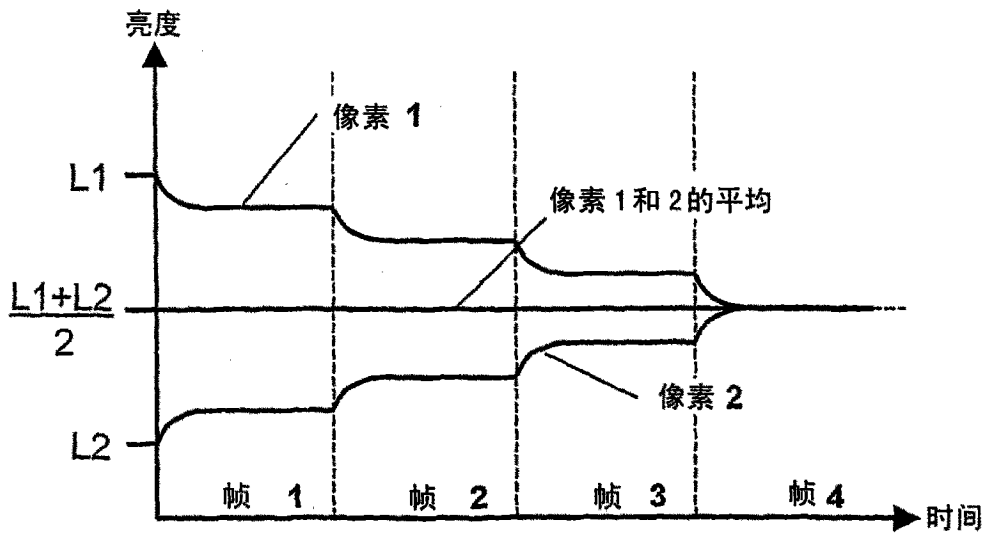


图 15B

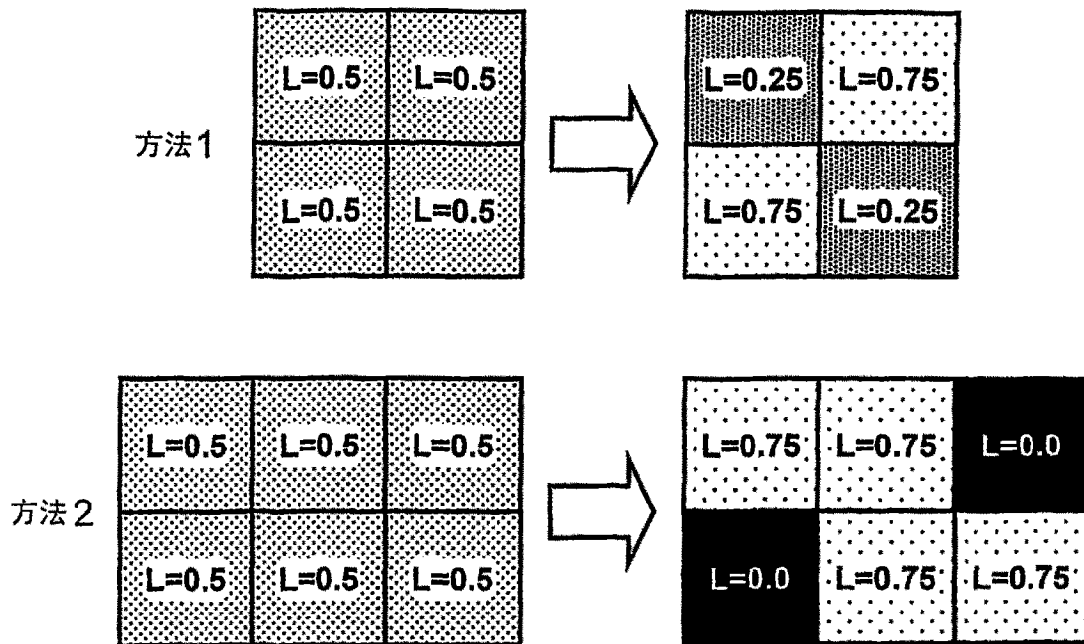


图 16

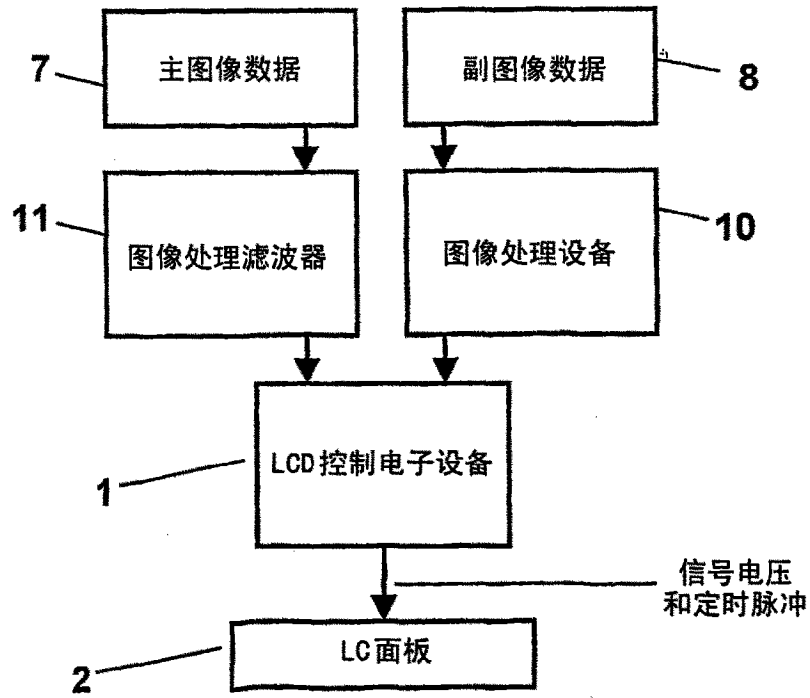


图 17

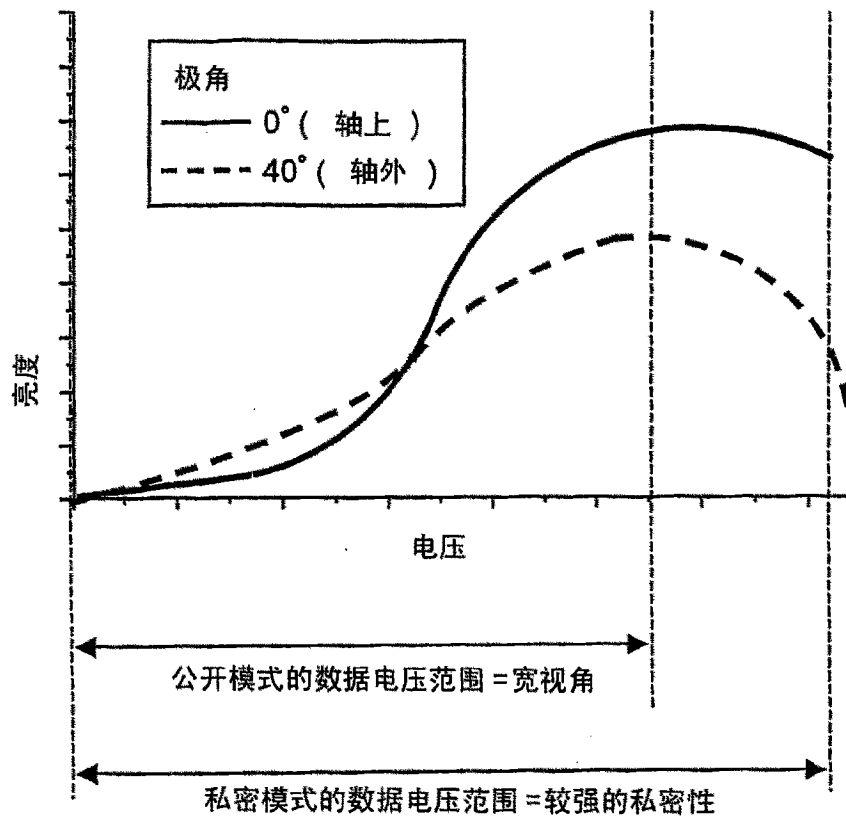


图 18

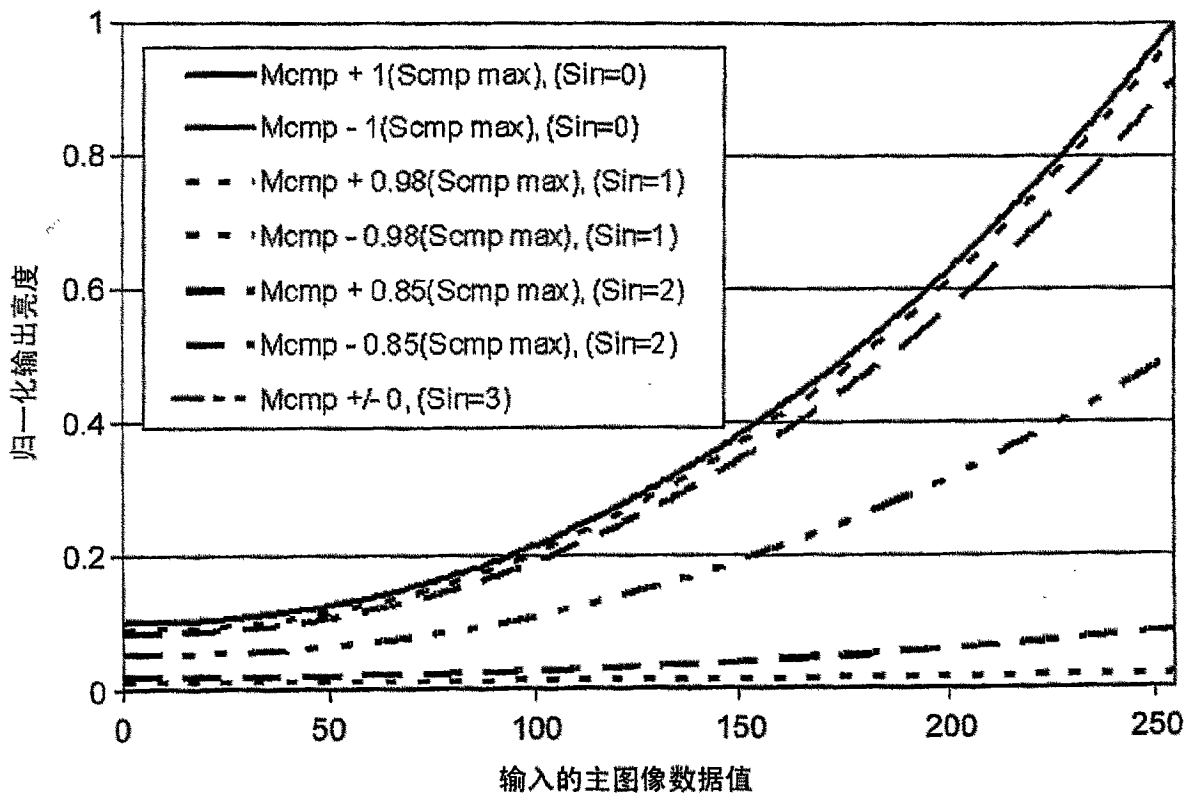


图 19

专利名称(译)	显示设备		
公开(公告)号	<a href="#">CN102741736B</a>	公开(公告)日	2015-07-15
申请号	CN200880108529.8	申请日	2008-10-02
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	本杰明约翰布劳顿 艾伦埃文斯 保罗安东尼加斯 格雷厄姆罗格琼斯 安德鲁凯亚 哈里加斯沃尔顿 安本隆 稻森良充 前田健次		
发明人	本杰明·约翰·布劳顿 艾伦·埃文斯 保罗·安东尼·加斯 格雷厄姆·罗格·琼斯 安德鲁·凯亚 哈里·加斯·沃尔顿 安本隆 稻森良充 前田健次		
IPC分类号	G02F1/133 G09G3/20 G09G3/36		
CPC分类号	G09G2320/028 G09G2320/0285 G09G3/003 G09G3/3648 G09G2320/068 G02F1/1323		
代理人(译)	王波波		
优先权	2008004022 2008-03-04 GB		
其他公开文献	CN102741736A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

提供了一种显示设备，包括：用于通过空间光调制来显示图像的液晶显示面板(2)。所述图像由多个图像元素表示，每个图像元素具有图像数据值(7)。所述显示设备还包括显示器控制器(1)，所述显示器控制器被配置为依赖图像元素的图像数据值(7)和所述元素的辅数据值(8)来针对每个图像元素确定要施加至面板(2)的信号电压，在数据值和信号电压之间存在预定映射。所述辅数据值(8)被配置为在图像上变化，以作为映射的结果引入亮度变化。所述映射和辅数据值(8)共同被配置为考虑面板(2)的信号电压相对轴上亮度响应，使得对于轴上观察者(3)在轴上引入的亮度变化趋向于通过空间平均取得局部平衡，因此，将不会被轴上观察者感知到。所述面板(2)还具有非线性的轴外亮度相对轴上亮度关系，使得对于轴外观察者(4)在轴外引入的亮度变化的至少一部分不通过空间平均取得局部平衡，因此，将会被轴外观察者感知到。

