



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102347010 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201110211025. 2

(22) 申请日 2011. 07. 20

(30) 优先权数据

2010-168579 2010. 07. 27 JP

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 菊地健 谷野友哉

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王萍 陈炜

(51) Int. Cl.

G09G 3/36(2006. 01)

H04N 9/68(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009/0085847 A1, 2009. 04. 02,

US 2010/0073338 A1, 2010. 03. 25,

JP 特开 2007-86390 A, 2007. 04. 05,

CN 101510389 A, 2009. 08. 19,

WO 2009/110129 A1, 2009. 09. 11,

US 2009/0085847 A1, 2009. 04. 02,

US 2009/0295842 A1, 2009. 12. 03,

审查员 陈香

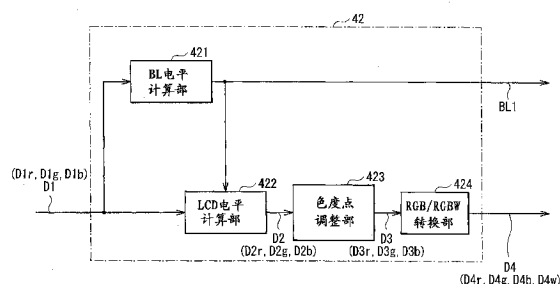
权利要求书2页 说明书20页 附图18页

(54) 发明名称

液晶显示设备

(57) 摘要

本公开涉及一种液晶显示 (LCD) 设备, 包括: 光源部; LCD 面板, 包括多个像素, 每个像素具有 R、G、B 和 Z 的子像素; 以及显示控制部, 包括输出信号生成部。显示控制部利用各个输出视频信号来对于子像素执行显示驱动, 并且利用发光信号来对于光源部执行发光驱动。输出信号生成部基于输入视频信号来生成分别对应于四个颜色的输出视频信号, 并且基于输入视频信号来生成发光信号, 以基于输入视频信号和所生成的发光信号两者来实施预定的调光处理, 并且最终基于根据调光处理所得到的视频信号, 通过执行预定的颜色转换处理来生成输出视频信号。



1. 一种液晶显示设备,包括:

光源部;

液晶显示面板,包括多个像素,每个像素具有红色 R、绿色 G 和蓝色 B 三个颜色的子像素,以及所示出的亮度高于所述三个颜色的亮度的颜色 Z 的子像素,所述液晶显示面板被配置为基于与所述 R、G 和 B 三个颜色分别相对应的输入视频信号,调制从所述光源部发出的光以执行视频显示;以及

显示控制部,包括输出信号生成部,所述输出信号生成部适于基于所述输入视频信号来生成分别对应于所述 R、G、B 和 Z 四个颜色的输出视频信号,并且适于生成所述光源部的发光信号,所述显示控制部被配置为利用各个输出视频信号来在所述液晶显示面板中对于所述 R、G、B 和 Z 的子像素执行显示驱动,并且利用所述发光信号来对于所述光源部执行发光驱动,其中

所述输出信号生成部基于所述输入视频信号来生成所述发光信号,以基于所述输入视频信号和所生成的发光信号两者来实施预定的调光处理,并且

所述输出信号生成部通过基于根据所述调光处理所得到的视频信号来实施预定的颜色转换处理,生成所述输出视频信号。

2. 根据权利要求 1 所述的液晶显示设备,其中

所述输出信号生成部在执行所述颜色转换处理时使用第一查询表格 LUT,所述第一查询表格是根据所述输出视频信号的 Z 子像素视频信号的信号电平和每个 R、G 和 B 子像素中间视频信号的信号电平之间关系中的非线性来预先提供的,所述 R、G 和 B 子像素中间视频信号是在假设用所述 R、G 和 B 子像素中间视频信号组来代替所述 Z 子像素视频信号的信号电平的情况下所指定的。

3. 根据权利要求 2 所述的液晶显示设备,其中

所述输出信号生成部对于根据所述调光处理所得到的视频信号实施预定的色度点调整,以允许当所述输入视频信号用于白色 W 颜色时从所述液晶显示面板发出的显示光的色度点达到白颜色的色度点,并且

所述输出信号生成部通过对于根据所述色度点调整所得到的视频信号实施所述颜色转换处理,生成所述输出视频信号。

4. 根据权利要求 1 所述的液晶显示设备,其中

所述输出信号生成部实施所述颜色转换处理,以允许配置所述输出视频信号子像素视频信号的信号电平彼此相等。

5. 根据权利要求 1 所述的液晶显示设备,其中

所述输出信号生成部在所述颜色转换处理中将配置所述输出视频信号子像素视频信号的每个信号电平限制为小于等于预定的上限。

6. 根据权利要求 1 所述的液晶显示设备,其中

所述输出信号生成部利用第二查询表格 LUT 生成发光信号,所述第二查询表格预先指定由所述输入视频信号所代表的色度与可用于表达相应色度的最高信号电平或所述最高信号电平的倒数之间的关系。

7. 根据权利要求 6 所述的液晶显示设备,其中

所述第二查询表格被配置为将由所述输入视频信号中的色度变化所指定的所述发光

信号中的信号电平变化限制为等于或低于预定的阈值电平。

8. 根据权利要求 1 所述的液晶显示设备, 其中

每个所述像素包括白色 W 的子像素作为所述 Z 的子像素。

9. 根据权利要求 8 所述的液晶显示设备, 其中

所述三个颜色的子像素配备有分别与颜色 R、G 和 B 相对应的颜色滤波器, 而所述 W 的子像素未配备有滤波器。

液晶显示设备

技术领域

[0001] 本公开涉及一种液晶显示设备,其具有例如由红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)和白色(W)四个颜色的子像素所组成的子像素结构。

背景技术

[0002] 近年来,作为用于平板屏幕电视和便携式终端的显示装置,经常使用在每个像素中都布置有薄膜晶体管(TFT)的主动矩阵液晶显示(LCD)设备。在这种液晶显示设备中,一般地,从屏幕的上部到下部线性顺次地将视频信号写入每个像素的辅助容性器件和液晶器件,从而驱动每个像素。

[0003] 过去,为了降低液晶显示设备在视频显示期间的功率消耗,提出了液晶显示面板中的每个像素都包括四个颜色的子像素的配置(例如参见日本特公平 4-54207 号公报、日本特开平 4-355722 号公报以及日本特许第 4354491 号公报)。此处,四个颜色的子像素包括红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)三个颜色的子像素以及在亮度上高于这三个颜色的颜色(Z,例如白色(W)或黄色(Y))的子像素。当使用这样的四个颜色的子像素的视频信号来实施视频显示时,与通过向具有已知的 R、G 和 B 三个颜色的子像素结构的每个像素供应三个颜色的视频信号来实施的视频显示的情况相比,可以提高亮度效率。

[0004] 同时,在日本特许第 4354491 号公报中,提出了其中根据要被显示的视频(根据视频信号的信号电平)来主动(动态地)控制背光灯的亮度(实施调光处理)的液晶显示设备。当使用该方法时,有可能在保持显示亮度的同时实现较低的功率消耗和动态范围的扩展。

发明内容

[0005] 顺带提及,在液晶显示设备中,根据视频信号的信号电平来调制从背光灯入射在液晶层上的入射光,并且控制透射光(显示光)的光量(亮度)。已知的是,来自液晶层的透射光的分光特性通常示出浓淡度(gradation)依存性,并且透光率峰值随着视频信号的信号电平的降低而向短波长侧(蓝光侧)移动。在已知的 R、G 和 B 三个颜色的子像素结构中,在每个子像素中布置用于选择性地透射预定波长区域的光的颜色滤波器。因此,即使将每个颜色的每个视频信号中最大信号电平处的色度(chromaticity)点设定为基准,以上提到的透光率峰值的波长移动也不是主要问题。

[0006] 同时,在使用以上提到的四个颜色的子像素结构的液晶显示设备中,Z 的子像素示出了高亮度特性,使得来自 Z 的子像素的透射光的分光特性在很大程度上根据视频信号的信号电平而改变。因此,来自全部像素的透射光(显示光)的色度点也在很大程度上响应于视频信号的信号电平而移动。特别地,当 W 的子像素被用作 Z 的子像素时,因为在 W 的子像素中没有布置颜色滤波器,所以显示光的色度点根据信号电平而产生的变化大。例如,当将 W 的子像素中的单元厚度和驱动电压设定为使得 W 的子像素中的透光率示出相对高的液晶分光特性,换言之,使得透光率峰值在 G 的波长区域附近时,结果如下。即,在信号电平低

于 W 的子像素中的最大信号电平时,透光率峰值位于 B 的波长区域中。

[0007] 如所述,当在 W 的子像素中发生透光率峰值根据信号电平而变化时,具有 R、G、B 和 Z 四个颜色的子像素结构的液晶显示设备示出了如下的非线性。具体地,在用一组 R、G 和 B 子像素中间视频信号代替 Z 子像素视频信号 (Z 信号) 的信号电平的情况下,在 Z 子像素视频信号的信号电平和每个 R、G 和 B 子像素中间视频信号的信号电平之间的关系中示出了该非线性。

[0008] 如果在示出了所提到的非线性的情况下实施对背光灯亮度的以上提到的主动控制 (调光处理),则在某些情况下,视频信号的信号电平也非线性地改变,导致色度点的变化 (颜色移动),从而降低图像质量。此外,为了抑制由于颜色移动导致的图像质量的降低,在信号处理时针对非线性的复杂的算术处理变得必要,这导致了复杂的器件配置。

[0009] 为了上述原因,在已知的液晶显示设备中,在使用 R、G、B 和 Z 四个颜色的子像素结构来实施视频显示时,难以在降低由于颜色移动导致的图像质量的降低的同时,通过简单的配置来实现调光处理,因此存在对于改进的方法的需要。

[0010] 考虑到以上情况做出了本公开,并且本公开提供了一种液晶显示设备,其在使用 R、G、B 和 Z 四个颜色的子像素结构来进行视频显示的情况下,可以在抑制由于颜色移动导致的图像质量的降低的同时,以简单的配置来实现调光处理。

[0011] 根据本公开的实施例的液晶显示设备包括:光源部;液晶显示面板,包括多个像素,每个像素具有红色 (R)、绿色 (G) 和蓝色 (B) 三个颜色的子像素,以及所示出的亮度高于这三个颜色的亮度的颜色 (Z) 的子像素,液晶显示面板被配置为基于与 R、G 和 B 三个颜色分别相对应的输入视频信号,调制来自光源部发出的光以执行视频显示;以及显示控制部,包括输出信号生成部,输出信号生成部适于基于输入视频信号来生成分别对应于 R、G、B 和 Z 四个颜色的输出视频信号,并且适于生成光源部的发光信号,显示控制部被配置为利用各个输出视频信号来在液晶显示面板中对于 R、G、B 和 Z 的子像素执行显示驱动,并且利用发光信号来对于光源部执行发光驱动。输出信号生成部基于输入视频信号来生成发光信号,以基于输入视频信号和所生成的发光信号两者来实施预定的调光处理,并且输出信号生成部通过基于根据调光处理所得到的视频信号来实施预定的颜色转换处理,生成输出视频信号。

[0012] 在本公开的液晶显示设备中,基于分别对应于 R、G 和 B 三个颜色的输入视频信号来生成分别对应于 R、G、B 和 Z 四个颜色的输出视频信号和光源部的发光信号,利用输出视频信号来实施 R、G、B 和 Z 的每个子像素的显示驱动,并且利用发光信号来实施对于光源部的发光驱动。在该情况下,基于输入视频信号来生成发光信号,并且基于输入视频信号和发光信号两者来实施预定的调光处理,此后,基于根据调光处理所得到的视频信号来实施预定的颜色转换处理,从而生成输出视频信号。换言之,对于与 R、G 和 B 三个颜色相对应的输入视频信号实施发光信号的生成以及调光处理,此后,实施颜色转换处理以生成与 R、G、B 和 Z 四个颜色相对应的输出视频信号。通过该过程,与在通过颜色转换处理生成 R、G、B 和 Z 四个颜色的视频信号之后实施发光信号的生成和调光处理的情况相反,通过简单的算术处理 (调光处理) 抑制了由于来自 Z 的子像素的辐照光中峰值波长区域变化所导致的显示光的颜色移动 (在用一组 R、G 和 B 子像素中间视频信号代替 Z 子像素视频信号 (Z 信号) 的信号电平的情况下,在 Z 子像素视频信号的信号电平和每个 R、G 和 B 子像素中间视频信

号的信号电平之间的关系中的非线性)。

[0013] 根据本公开的液晶显示设备,基于与 R、G 和 B 三个颜色相分别相对应的输入视频信号来生成发光信号,并且基于输入视频信号和发光信号来实施预定的调光处理,此后,基于根据调光处理所得到的视频信号来实施预定的颜色转换处理,从而生成分别对应于 R、G、B 和 Z 四个颜色的输出视频信号,使得有可能通过简单的算术处理(调光处理)来降低由于非线性所导致的显示光的颜色移动。因此,当使用 R、G、B 和 Z 四个颜色的子像素结构来实施视频显示时,有可能在降低由于颜色移动所导致的图像质量的降低的同时,通过简单的配置实现调光处理。

[0014] 要理解的是,前面的总体描述和下面的详细描述都是示例性的,并且意在为所要求保护的技术提供更详细的解释。

附图说明

[0015] 附图被包括进来以提供对本公开的进一步理解,并且附图被并入本说明书并构成本说明书的一部分。这些图对实施例进行了图示,并且与说明书一起用来解释该技术的原理。

[0016] 图 1 是图示了根据本公开的实施例的液晶显示设备的总体配置的框图。

[0017] 图 2A 和 2B 是图示了图 1 中示出的像素的示例性子像素结构的示意性平面视图。

[0018] 图 3 是图示了图 2A 和 2B 中示出的子像素的具体配置示例的电路图。

[0019] 图 4 是图示了图 1 中示出的输出信号生成部的具体配置的框图。

[0020] 图 5 是图示了图 4 中示出的 RGB/RGBW 转换部的具体配置的框图。

[0021] 图 6A 和 6B 是用于描述当实施 RGB/RGBW 转换时信号电平的限制处理的示例的特性图。

[0022] 图 7 是图示了依照比较性示例的根据 W 信号的信号电平的分光透光率的波长依存性的示例的特性图。

[0023] 图 8 是图示了依照比较性示例的在 R、G、B 和 W 的每个子像素中分光透光率的波长依存性的示例的特性图。

[0024] 图 9 是在 HSV 空间中图示了 RGBW 子像素结构中的理想颜色再现特性的示例的特性图。

[0025] 图 10 是在 HSV 空间中图示了依照比较性示例的 RGBW 子像素结构中的颜色再现特性的示例的特性图。

[0026] 图 11 是图示了在用一组 R、G 和 B 子中间像素视频信号代替 W 信号的信号电平的情况下,依照比较性示例的 RGBW 子像素结构中的 W 信号的信号电平和 R、G 和 B 信号的信号电平之间的关系示例的特性图。

[0027] 图 12A 和 12B 是图示了依照变型 1 的在 BL 电平计算部中所使用的公用查询表格(LUT)的示例的特性图。

[0028] 图 13 是图示了依照变型 2 的 BL 电平计算部的具体配置示例的框图。

[0029] 图 14 是图示了在图 13 中示出的 BL 电平计算部中所使用的用于 R 的 LUT 的示例的特性图。

[0030] 图 15 是图示了在图 13 中示出的 BL 电平计算部中所使用的用于 G 的 LUT 的示例

的特性图。

[0031] 图 16 是图示了在图 13 中示出的 BL 电平计算部中所使用的用于 B 的 LUT 的示例的特性图。

[0032] 图 17A 和 17B 是图示了在图 13 中示出的 BL 电平计算部中所使用的用于 R 的 LUT 的另一示例的特性图。

[0033] 图 18A 和 18B 是图示了在图 13 中示出的 BL 电平计算部中所使用的用于 G 的 LUT 的另一示例的特性图。

[0034] 图 19A 和 19B 是图示了在图 13 中示出的 BL 电平计算部中所使用的用于 B 的 LUT 的另一示例的特性图。

[0035] 图 20A 和 20B 是图示了依照变型 3 的像素的示例性子像素的示意性平面视图。

具体实施方式

[0036] 根据本公开的实施例,提供了一种液晶显示设备,包括:光源部;液晶显示面板,包括多个像素,每个像素具有红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)三个颜色的子像素,以及所示出的亮度高于这三个颜色的亮度的颜色(Z)的子像素,液晶显示面板被配置为基于与R、G和B三个颜色分别相对应的输入视频信号,调制来自光源部发出的光以执行视频显示;以及显示控制部,包括输出信号生成部,输出信号生成部适于基于输入视频信号来生成分别对应于R、G、B和Z四个颜色的输出视频信号,并且适于生成光源部的发光信号,显示控制部被配置为利用各个输出视频信号来在液晶显示面板中对于R、G、B和Z的子像素执行显示驱动,并且利用发光信号来对于光源部执行发光驱动,其中:输出信号生成部基于输入视频信号来生成发光信号,以基于输入视频信号和所生成的发光信号两者来实施预定的调光处理,并且输出信号生成部通过基于根据调光处理所得到的视频信号来实施预定的颜色转换处理,生成输出视频信号。

[0037] 下文中,将参照附图详细介绍本公开的实施例。描述将按以下顺序进行。

[0038] 1. 实施例(使用 RGBW 面板的液晶显示设备的示例)

[0039] 2. 变型

[0040] 变型 1(在 BL 电平计算部中的 R、G 和 B 之间使用公用 LUT 的示例)

[0041] 变型 2(为在 BL 电平计算部中的每个 R、G 和 B 使用单独的 LUT 的示例)

[0042] 变型 3(使用 RGBZ 面板的液晶显示设备的示例)

[0043] [实施例]

[0044] [液晶显示设备 1 的总体配置]

[0045] 图 1 是图示了根据本公开的实施例的液晶显示设备 1 的总体配置的框图。

[0046] 液晶显示设备 1 基于从外部输入的输入视频信号 Din 来实施视频显示。液晶显示设备 1 包括液晶显示面板 2、背光灯 3(光源部)、视频信号处理部 41、输出信号生成部 42、定时控制部 43、背光灯驱动部 50、数据驱动器 51 和栅极驱动器 52。在这些部件中,视频信号处理部 41、输出信号生成部 42、定时控制部 43、背光灯驱动部 50、数据驱动器 51 和栅极驱动器 52 对应于本公开的“显示控制部”的具体示例。

[0047] 液晶显示面板 2 基于输入视频信号 Din 来调制从背光灯 3(稍后描述)发出的光,以基于输入视频信号 Din 来实施视频显示。液晶显示面板 2 包括在整体上排列为矩阵的多

个像素 20。

[0048] 图 2A 和 2B 是分别图示了在每个像素 20 中的示例性子像素结构的示意性平面视图。每个像素 20 具有对应于红色 (R) 的子像素 20R、对应于绿色 (G) 的子像素 20G、对应于蓝色 (B) 的子像素 20B、以及对应于在亮度上高于这三个颜色的白色 (W) 的子像素 20W。在 R、G、B 和 G 四个颜色的这些子像素 20R、20G、20B 和 20W 中, 分别对应于 R、G 和 B 三个颜色的子像素 20R、20G 和 20B 具有分别对应于 R、G 和 B 颜色的颜色滤波器 24R、24G 和 24B。换言之, 向对应于 R 的子像素 20R 布置对应于 R 的颜色滤波器 24R, 向对应于 G 的子像素 20G 布置对应于 G 的颜色滤波器 24G, 向对应于 B 的子像素 20B 布置对应于 B 的颜色滤波器 24B。另一方面, 不向对应于 W 的子像素 20W 布置颜色滤波器。

[0049] 此处, 在图 2A 中示出的示例中, 在像素 20 中, 以这样的顺序 (例如沿水平方向 (H)) 以直线布置 20R、20G、20B 和 20W 的四个子像素。另一方面, 在图 2B 中示出的示例中, 在像素 20 中, 以 2 行 × 2 列的矩阵来布置 20R、20G、20B 和 20W 的四个子像素。要注意的是, 像素 20 中四个子像素 20R、20G、20B 和 20W 的排列不限于这些示例, 并且可以采用其他排列。

[0050] 由于四个颜色的子像素结构, 在本实施例的像素 20 中, 与 R、G 和 B 三个颜色子像素结构相比, 可以提高视频显示的亮度效率。稍后将描述细节。

[0051] 图 3 图示了在每个子像素 20R、20G、20B 和 20W 中的像素电路的示例性电路配置。每个子像素 20R、20G、20B 和 20W 具有液晶器件 22、TFT 器件 21 和辅助容性器件 23。用于线形顺次地选择要被驱动的像素的栅极线路 G、用于向要被驱动的像素供应视频电压 (从稍后描述的数据驱动器 51 所供应的视频电压) 的数据线路 D、以及辅助容性线路 Cs 连接到每个子像素 20R、20G、20B 和 20W。

[0052] 液晶器件 22 根据从数据线路 D 通过 TFT 器件 21 向液晶器件 22 的一端所供应的视频电压来实施显示操作。液晶器件 22 是如下器件, 其中, 由诸如竖直对准 (VA) 模式液晶或扭曲向列 (TN) 模式液晶的液晶所组成的液晶层 (未示出) 夹在一对电极 (未示出) 之间。液晶器件 22 中的电极对中的一个或者一端连接到 TFT 器件 21 的漏极和辅助容性器件 23 的一端, 电极对中的另一个或者另一端接地。辅助容性器件 23 是用于稳定液晶器件 22 的积累电荷的容性器件。辅助容性器件 23 的一端连接到液晶器件 22 的一端和 TFT 器件 21 的漏极, 而另一端连接到辅助容性线路 Cs。TFT 器件 21 是用于向液晶器件 22 的一端和辅助容性器件 23 的一端这两者供应基于视频信号 D1 的视频电压的开关器件, 并且是金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOS-FET)。TFT 器件 21 的栅极和源极分别连接到栅极线路 G 和数据线路 D, 并且 TFT 器件 21 的漏极连接到液晶器件 22 的一端和辅助容性器件 23 的一端这两者。

[0053] 背光灯 3 是用于将光辐照到液晶显示面板 2 的光源部, 并且例如由作为发光器件的冷阴极荧光灯 (CCFL)、发光二极管 (LED) 等所组成。背光灯 3 根据输入视频信号 Din 的亮度电平或信号电平来实施发光驱动 (对亮度的主动控制或动态控制), 并且稍后将描述细节。

[0054] 视频信号处理部 41 实施例如预定的图像处理 (例如锐化处理、伽马校正等), 用于改进关于与三原色 R、G 和 B 相对应的像素信号的输入视频信号 Din 的图像质量。由此, 生成了与三个颜色 R、G 和 B 相对应的像素信号 (即用于 R 的像素信号 D1r、用于 G 的像素信

号 D1g 和用于 B 的像素信号 D1b) 的视频信号 D1。

[0055] 输出信号生成部 42 基于从视频信号处理部 41 所供应的视频信号 D1 (D1r、D1g 和 D1b) 来实施稍后描述的预定信号处理。由此,生成了示出背光灯 3 中的亮度电平 (发光电平) 的发光信号 BL1、以及视频信号 D4 (用于 R 的像素信号 D4r、用于 G 的像素信号 D4g、用于 B 的像素信号 D4b 以及用于 W 的像素信号 D4w) 或输出视频信号。在该情况下,在本实施例中,基于视频信号 D1 来生成发光信号 BL1,并且基于视频信号 D1 和所生成的发光信号 BL1 来实施稍后描述的预定调光处理。随后,基于根据调光处理所得到的视频信号 (稍后描述的视频信号 D2) 来实施稍后描述的预定颜色转换处理,从而生成视频信号 D4。要注意的是,稍后 (图 4 至图 6B) 将描述输出信号生成部 42 的具体配置。

[0056] 定时控制部 43 控制背光灯驱动部 50、栅极驱动器 52 和数据驱动器 51 的驱动定时,并且将从输出信号生成部 42 所供应的视频信号 D4 供应给数据驱动器 51。

[0057] 根据由定时控制部 43 所进行的定时控制,栅极驱动器 52 沿着栅极线路 G 线形顺次地驱动液晶显示面板 2 中的每个像素 20 (每个子像素 20R、20G、20B 和 20W)。另一方面,数据驱动器 51 向液晶显示面板 2 的每个像素 20 (每个子像素 20R、20G、20B 和 20W) 供应基于从定时控制部 43 所供应的视频信号 D4 的视频电压。换言之,数据驱动器 51 向子像素 20R 供应用于 R 的像素信号 D4r,向子像素 20G 供应用于 G 的像素信号 D4g,向子像素 20B 供应用于 B 的像素信号 D4b,并且向子像素 20W 供应用于 W 的像素信号 D4w。更具体地,数据驱动器 51 从数字到模拟 (D/A) 地对视频信号 D4 进行转换,以生成作为模拟信号的视频信号 (以上所提到的视频电压),并将作为结果的信号输出到每个像素 20 (每个子像素 20R、20G、20B 和 20W)。以这种方式,基于视频信号 D4 实施了对液晶显示面板 2 中的每个像素 20 (每个子像素 20R、20G、20B 和 20W) 的显示驱动。

[0058] 根据由定时控制部 43 所进行的定时控制,背光灯驱动部 50 基于从输出信号生成部 42 所输出的发光信号 BL1,实施背光灯 3 的发光驱动 (点灯驱动)。具体地,实施了根据输入视频信号 Din 的亮度电平或信号电平的发光驱动 (对亮度的主动控制或动态控制),稍后描述其细节。

[0059] [输出信号生成部 42 的具体配置]

[0060] 接下来,将参照图 4 至图 6B 来描述输出信号生成部 42 的具体配置。图 4 图示了输出信号生成部 42 的模块配置。输出信号生成部 42 具有 BL 电平计算部 421、LCD 电平计算部 422、色度点调整部 423 和 RGB/RGBW 转换部 424。

[0061] BL 电平计算部 421 基于视频信号 D1 (D1r、D1g 和 D1b) 生成背光灯 3 中的发光信号 BL1。具体地,BL 电平计算部 421 分析视频信号 D1 的亮度电平 (信号电平) 来得到对应于亮度电平的发光信号 BL1。稍后将描述 BL 电平计算部 421 中用于发光信号 BL1 的生成操作的细节。

[0062] LCD 电平计算部 422 基于视频信号 D1 (D1r、D1g 和 D1b) 和从 BL 电平计算部 421 所输出的发光信号 BL1,生成视频信号 D2 (用于 R 的像素信号 D2r、用于 G 的像素信号 D2g 和用于 B 的像素信号 D2b)。具体地,LCD 电平计算部 422 基于视频信号 D1 和发光信号 BL1 实施预定的调光处理 (这里,将视频信号 D1 的信号电平除以发光信号 BL1 的信号电平),以生成视频信号 D2。更精确地说,LCD 电平计算部 422 利用以下表达式 (1) 至 (3) 来生成视频信号 D2。

[0063] $D2r = (D1r/BL1) \dots\dots (1)$

[0064] $D2g = (D1g/BL1) \dots\dots (2)$

[0065] $D2b = (D1b/BL1) \dots\dots (3)$

[0066] 色度点调整部 423 对视频信号 D2 (D2r、D2g 和 D2b) 实施预定的色度点调整, 以生成视频信号 D3 (D3r、D3g 和 D3b)。具体地, 当视频信号 D2 (D1) 是表示白色 (W) 的视频信号时, 实施色度点调整, 使得基于从背光灯 3 发出的光而从液晶显示面板 2 发出的显示光的色度点是白色色度点。顺带提及, “当视频信号 D2 (D1) 是表示白色 (W) 的视频信号时” 对应于每个像素信号 D2r、D2g 和 D2b (D1r、D1g 和 D1b) 的亮度电平 (信号电平或者亮度浓淡度) 处于最大值时的情况。

[0067] 在该情况下, 色度点调整部 423 利用例如由以下表达式 (4) 所指定的转换矩阵 $M_{d2 \rightarrow d3}$ 来实施色度点调整。换言之, 将视频信号 D2 (像素信号 D2r、D2g 和 D2b) 乘以转换矩阵 $M_{d2 \rightarrow d3}$, 换言之, 实施矩阵运算, 从而生成视频信号 D3 (像素信号 D3r、D3g 和 D3b)。这里, 如表达式 (4) 中所示, 转换矩阵 $M_{d2 \rightarrow d3}$ 可以通过将转换矩阵 $M_{d2 \rightarrow XYZ}$ 乘以转换矩阵 $M_{XYZ \rightarrow d3}$ 来得到 (矩阵运算)。转换矩阵 $M_{d2 \rightarrow XYZ}$ 是从视频信号 D2 到白色色度点中的三色值 (X, Y, Z) 的转换矩阵。另一方面, 转换矩阵 $M_{XYZ \rightarrow d3}$ 是从该三色值 (X, Y, Z) 到视频信号 D3 的转换矩阵, 并且可以利用以下表达式 (5) 得到。在该表达式 (5) 中, (X_w, Y_w, Z_w) 代表子像素 20W 中的三色值, 而在用一组用于每个子像素 20R、20G 和 20B 的中间视频信号代替用于子像素 20W 的视频信号 (W 信号) 的信号电平的情况下, (W_r, W_g, W_b) 代表每个子像素中间视频信号的信号电平。

[0068] [式 1]

[0069] $M_{d2 \rightarrow d3} = (M_{d2 \rightarrow XYZ}) \times (M_{XYZ \rightarrow d3}) \dots\dots (4)$

[0070]
$$\begin{pmatrix} W_r \\ W_g \\ W_b \end{pmatrix} = M_{XYZ \rightarrow d3} \rightarrow d3 \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} \dots\dots (5)$$

[0071] [A:RGB/RGBW 转换部 424]

[0072] RGB/RGBW 转换部 424 对于与 R、G 和 B 三个颜色相对应并且从色度点调整部 423 输出的视频信号 D3 (D3r、D3g 和 D3b) 实施预定的 RGB/RGBW 转换处理 (颜色转换处理)。因而, 生成了对应于 R、G、B 和 W 四个颜色的视频信号 D4 (D4r、D4g、D4b 和 D4w)。

[0073] 图 5 图示了 RGB/RGBW 转换部 424 的模块配置。RGB/RGBW 转换部 424 具有用于 R、G 和 B 的每个颜色的查询表格 (LUT) 61R、61G 和 61B, 最小选择部 62, 用于 R、G 和 B 的每个颜色的 LUT 63R、63G 和 63B, 最大选择部 64, 最小选择部 65, 用于 R、G 和 B 的每个颜色的 LUT 66R、66G 和 66B, 以及减法部 67R、67G 和 67B。

[0074] 要注意的是, 这里, 作为输入信号的像素信号 D3r、D3g 和 D3b 被分别描述为 S_r 、 S_g 和 S_b 。此外, LUT 61R、61G 和 61B 是分别对应于稍后描述的逆函数 $invfr$ 、 $invfg$ 和 $invfb$ 的 LUT。因此, 在图中, LUT 61R、61G 和 61B 分别示为 “Invfr-LUT”、“Invfg-LUT” 和 “Invfb-LUT”。类似地, LUT 63R、63G 和 63B 是分别对应于稍后描述的逆函数 $invFr$ 、 $invFg$ 和 $invFb$ 的 LUT。因此, 在图中, LUT 63R、63G 和 63B 分别示为 “InvFr-LUT”、“InvFg-LUT” 和 “InvFb-LUT”。此外, LUT 66R、66G 和 66B 是分别对应于稍后描述的函数 fr 、 fg 和 fb 的 LUT。因此, 在图中, LUT 66R、66G 和 66B 分别示为 fr -LUT、 fg -LUT 和 fb -LUT。

[0075] [用于转换处理中的计算的表达式]

[0076] 首先,在 RGB/RGBW 转换处理中,使用当用一组(分别对应于上述 W_r 、 W_g 和 W_b 的)用于子像素 20R、20G 和 20B 的中间视频信号来代替用于子像素 20W 的视频信号 $D4w(S_w)$ 的信号电平时,表示哪组信号电平可以实现该处理的查询表格(LUT)。换言之,所使用的 LUT 66R、66G 和 66B(第一 LUT)是根据要在稍后描述并在图 11 中示出的非线性(在 S_w 的信号电平和 W_r 、 W_g 和 W_b 的信号电平之间的关系中的非线性)来制备的 LUT。

[0077] 这里,如果对应于 LUT 66R、66G 和 66B 的函数分别由 $f_r(S_w)$ 、 $f_g(S_w)$ 和 $f_b(S_w)$ 代表,则 RGB/RGBW 转换部 424 中的 RGB/RGBW 转换可以由以下方程(6)来表达。要注意的是,在 RGB/RGBW 转换之后的像素信号 $D4r(=S_r-f_r(S_w))$ 、 $D4g(=S_g-f_g(S_w))$ 、 $D4b(=S_b-f_b(S_w))$ 和 $D4w(=S_w)$ 的信号电平必须是正值。因此,需要满足以下条件表达式(7)至(9)。

[0078] [式 2]

[0079] $(S_r, S_g, S_b) \rightarrow (S_r-f_r(S_w), S_g-f_g(S_w), S_b-f_b(S_w), S_w) \dots (6)$

[0080] $S_r \geq f_r(S_w) \dots (7)$

[0081] $S_g \geq f_g(S_w) \dots (8)$

[0082] $S_b \geq f_b(S_w) \dots (9)$

[0083] 为了满足条件表达式(7)至(9),使用分别对应于函数 $f_r(S_w)$ 、 $f_g(S_w)$ 和 $f_b(S_w)$ 的逆函数 $\text{invfr}(S_r)$ 、 $\text{invfg}(S_g)$ 和 $\text{invfb}(S_b)$ 。换言之,提供了分别对应于逆函数 $\text{invfr}(S_r)$ 、 $\text{invfg}(S_g)$ 和 $\text{invfb}(S_b)$ 的 LUT 61R、61G 和 61B。在每个 LUT 61R、61G 和 61B 中,当输入(S_r 、 S_g 和 S_b)的信号电平在图 11 中示出的图表中的竖直轴上超过了各自颜色的最大值时,将输出 S_w 的最大值($=1.0$)。同样,例如,在像图 11 中所示的曲线 W_b 一样存在拐点的情况下,当在竖直轴上超过了最大值时,将输出 S_w 的最大值($=1.0$)。换言之,如果存在拐点并且存在逆函数的两个解,则将输出两个解中较小值的解。

[0084] 在该情况下,如果逆函数 $\text{invfr}(S_r)$ 、 $\text{invfg}(S_g)$ 和 $\text{invfb}(S_b)$ 在数值上最小的值由 S_{w_1} 代表,则通过选择在数值上小于 S_{w_1} 的 W 信号 S_w ,会满足上述条件表达式(7)至(9)。换言之,如果满足以下示出的条件表达式(10),则在 RGB/RGBW 转换之后的每个像素信号 $D4r$ 、 $D4g$ 、 $D4b$ 和 $D4w(S_w)$ 的信号电平都是正值。

[0085] [式 3]

[0086] $S_w \leq S_{w_1} = \text{Min}(\text{invf}_r(S_r), \text{invf}_g(S_g), \text{invf}_b(S_b)) \dots (10)$

[0087] 在该情况下,在液晶显示面板 2 的像素 20 中示出最高亮度电平的像素 20 中,在 RGB/RGBW 转换之后的每个像素信号 $D4r$ 、 $D4g$ 、 $D4b$ 和 $D4w$ 的信号电平也会在作为上限的 1.0 附近。因此,如果改变了像素信号 $D4w(W \text{ 信号 } S_w)$ 的信号电平,则该信号电平会超过上限,这意味着 W 信号 S_w 会被唯一地确定并且在信号电平上没有自由度。另一方面,在液晶显示面板 2 的所有像素 20 中除了示出最高亮度电平的像素之外的像素 20,在由表达式(10)所指定的条件(限制)和每个像素信号 $D4r$ 、 $D4g$ 、 $D4b$ 和 $D4w$ 的信号电平是作为其上限的 1.0 或更低的限制的范围内,在 W 信号 S_w 的信号电平上具有自由度。因此,在这样的像素 20 中,为了唯一地确定 W 信号 S_w 的信号电平,可能在表达式(10)之外需要另外的限制条件。

[0088] 在另外的限制条件中,在该情况下,每个像素信号 $D4r$ 、 $D4g$ 、 $D4b$ 和 $D4w$ 的信号电平(信号幅值)应该位于最小的电平处。同样在该限制条件中,在像素 20 的子像素 20R、20G、

20B 和 20W 中,尽可能以使得在亮度上不存在不均匀的方式(以使得亮度均匀的方式)来发出显示光,从而有利地使得有可能降低图像在以颜色来显示时的颗粒度(由于像素结构引起的颗粒度)。有鉴于此,如下面将描述的,可以期望的是,在 RGB/RGBW 转换部 424 中实施 RGB/RGBW 转换处理使得组成视频信号 D4 的像素信号 D4r、D4g、D4b 和 D4w 的信号电平基本上彼此相等。

[0089] 在该情形下,当每个像素信号 D4r、D4g、D4b 和 D4w 的信号电平(信号幅值)处于最低电平时,则像素信号 D4r、D4g 和 D4b 的信号电平的最低信号电平和像素信号 D4w(W 信号 Sw)的信号电平彼此相等。如果在先前描述的 Sw_1 以下的范围内存在这样的 W 信号 Sw,则这是满足其他限制条件的 W 信号的信号电平。

[0090] 有鉴于此,首先,在像素信号 D4r、D4g 和 D4b 的信号电平中的每个信号电平和 W 信号 Sw 的信号电平彼此相等的条件下,求出 W 信号的信号电平。在该情况下的解将等于像素信号 D4r、D4g 和 D4b 中的最高信号电平,使得该解将会是以上所述解中具有最高电平的解。这可以由以下表达式 (11) 至 (13) 来表达。接下来,为了以简单的方式得到这些解,提供了由以下表达式 (14) 至 (16) 所设定的函数 Fr(Sw)、Fg(Sw) 和 Fb(Sw)。使用分别对应于函数 Fr(Sw)、Fg(Sw) 和 Fb(Sw) 的逆函数 invFr(Sw)、invFg(Sw) 和 invFb(Sw) 由以下表达式 (17) 求出的 W 信号的信号电平 Sw_2 是满足其他限制条件的 W 信号的信号电平。换言之,逆函数 invFr(Sw)、invFg(Sw) 和 invFb(Sw) 的值中的最高值是 Sw_2。这里,当假设该 Sw_2 是解时,可以要求满足在 RGB/RGBW 转换之后的信号电平具有正值的条件 (Sw_2 < Sw_1)。然而,在 Sw_2 高于 Sw_1 的情况下,为了尽可能多地降低每个像素信号 D4r、D4g、D4b 和 D4w 的信号电平(信号幅值),会选择使像素信号 D4r、D4g 和 D4b 中的一个为“0”的 Sw_2。因此,通过以下表达式 (18) 表达了最终在 RGB/RGBW 转换处理时求出的 W 信号 Sw。换言之,在 Sw_1 和 Sw_2 中,具有较低值(最低值)的信号电平是 W 信号 Sw。

[0091] [式 4]

$$[0092] \quad S_r - f_r(S_w) = S_w \dots (11)$$

$$[0093] \quad S_g - f_g(S_w) = S_w \dots (12)$$

$$[0094] \quad S_b - f_b(S_w) = S_w \dots (13)$$

$$[0095] \quad F_r(S_w) = S_w + f_r(S_w) \dots (14)$$

$$[0096] \quad F_g(S_w) = S_w + f_g(S_w) \dots (15)$$

$$[0097] \quad F_b(S_w) = S_w + f_b(S_w) \dots (16)$$

$$[0098] \quad S_{w_2} = \text{Max}(\text{inv}F_r(S_r), \text{inv}F_g(S_g), \text{inv}F_b(S_b)) \dots (17)$$

$$[0099] \quad S_w = \text{Min}(S_{w_1}, S_{w_2}) \dots (18)$$

[0100] [各模块的描述]

[0101] 现在,基于前面的描述,将描述 RGB/RGBW 转换部 424 中的各模块。

[0102] LUT 61R 是对应于上述逆函数 invfr(Sr) 的 LUT,并且响应于像素信号 D3r(Sr) 的输入而输出由逆函数 invfr(Sr) 所表示的值(信号电平)。类似地,LUT 61G 是对应于上述逆函数 invfg(Sg) 的 LUT,并且响应于像素信号 D3g(Sg) 的输入而输出由逆函数 invfg(Sg) 所表示的值(信号电平)。类似地,LUT 61B 是对应于上述逆函数 invfb(Sb) 的 LUT,并且响应于像素信号 D3b(Sb) 的输入而输出由逆函数 invfb(Sb) 所表示的值(信号电平)。

[0103] 最小选择部 62 是实施对应于上述表达式 (10) 的算术处理的部分,并且从自 LUT

61R、61G 和 61B 所输出的值（信号电平）中选择具有最低值的信号电平，并将其作为 Sw_1 输出。

[0104] LUT 63R 是对应于上述逆函数 $\text{invFr}(Sr)$ 的 LUT，并且响应于像素信号 D3r(Sr) 的输入而输出由逆函数 $\text{invFr}(Sr)$ 所表示的值（信号电平）。类似地，LUT 63G 是对应于上述逆函数 $\text{invFg}(Sg)$ 的 LUT，并且响应于像素信号 D3g(Sg) 的输入而输出由逆函数 $\text{invFg}(Sg)$ 所表示的值（信号电平）。类似地，LUT 63B 是对应于上述逆函数 $\text{invFb}(Sb)$ 的 LUT，并且响应于像素信号 D3b(Sb) 的输入而输出由逆函数 $\text{invFb}(Sb)$ 所表示的值（信号电平）。

[0105] 最大选择部 64 是实施对应于上述表达式 (17) 的算术处理的部分，并且从自 LUT 63R、63G 和 63B 所输出的值（信号电平）中选择具有最高值的信号电平，并将其作为 Sw_2 输出。

[0106] 最小选择部 65 是实施对应于上述表达式 (18) 的算术处理的部分，并且从 Sw_1 和 Sw_2 中选择具有最低值（较低值）的信号电平，并将其作为 Sw 输出。

[0107] LUT 66R 是对应于上述函数 $\text{fr}(Sw)$ 的 LUT，并且响应于 W 信号 Sw 的输入而输出由函数 $\text{fr}(Sw)$ 所表示的值（信号电平）。类似地，LUT 66G 是对应于上述函数 $\text{fg}(Sw)$ 的 LUT，并且响应于 W 信号 Sw 的输入而输出由函数 $\text{fg}(Sw)$ 所表示的值（信号电平）。类似地，LUT 66B 是对应于上述函数 $\text{fb}(Sw)$ 的 LUT，并且响应于 W 信号 Sw 的输入而输出由函数 $\text{fb}(Sw)$ 所表示的值（信号电平）。

[0108] 减法部 67R 从像素信号 D3r(Sr) 中减去 LUT 66R 的输出 ($\text{fr}(Sw)$)，从而生成像素信号 D4r ($= Sr - \text{fr}(Sw)$)。类似地，减法部 67G 从像素信号 D3g(Sg) 中减去 LUT 66G 的输出 ($\text{fg}(Sw)$)，从而生成像素信号 D4g ($= Sg - \text{fg}(Sw)$)。类似地，减法部 67B 从像素信号 D3b(Sb) 中减去 LUT 66B 的输出 ($\text{fb}(Sw)$)，从而生成像素信号 D4b ($= Sb - \text{fb}(Sw)$)。

[0109] [信号电平限制处理]

[0110] 尽管在图 5 中未示出，但是期望在 RGB/RGBW 转换部 424 中的 RGB/RGBW 转换处理期间实施用于限制信号电平的处理，使得像素信号 D4r、D4g、D4b 和 D4w 的信号电平不超过预定的上限（例如 1.0）。这样做的原因如下。

[0111] 在具有 R、G、B 和 W 四个颜色的子像素结构的液晶显示面板中，子像素的总数目是具有 R、G 和 B 三个颜色的子像素结构的液晶显示面板中的子像素的总数目的四分之三，因此四个颜色的子像素结构的每个子像素的开口率相对小。因而，当背光灯的电力均匀时，四个颜色的子像素结构中的每个子像素的显示亮度倾向于比三个颜色的子像素结构中的每个子像素的亮度相对更低。

[0112] 例如，如果实施其中 RGB/RGBW 转换处理之后的每个像素信号 D4r、D4g、D4b 和 D4w 乘以预定的增益系数的校正，则可以使其信号电平（亮度电平）更高。然而，在该情况下，如果具有最大值 (V) 附近的值的视频信号乘以增益系数，则例如视频信号可能超过预定的上限（例如 1.0）。如果采用其中将超过预定的上限的信号全部（均匀地）设定为上限的配置，则会丢失其浓淡度（会使其浓淡度变得粗糙），导致亮度浓淡度上的不连续性。

[0113] 为此原因，在本实施例中，期望如下地实施信号电平的上述限制处理。也就是，例如，对应于视频信号（像素信号 D4r、D4g、D4b 和 D4w）的信号电平中的最高电平来确定的增益系数（图 6A 中示出）乘以每个信号，从而实施信号电平的校正（限制处理）。更具体地，当信号电平高于阈值电平时，如图中的箭头所示，增益系数的值逐渐（这里是线性地）

减少。因而,如图 6B 中所示,例如,在使得视频信号的信号电平在校正之后高于校正之前的同时,可以防止信号电平超过预定的上限(这里是 1.0)。换言之,通过根据信号电平逐步地减小增益系数,视频信号的信号电平在校正之后的增加率逐渐减小,如图中的箭头所示,并且当信号电平在校正之前达到最大值(这里是 1.5)时可以达到上限。结果,在避免了亮度浓淡度中的上述不连续性的同时,可以减少由于利用 R、G、B 和 W 四个颜色的子像素结构而产生的显示亮度的相对降低。

[0114] 要注意的是,在技术上,由于如图 11 中所示的稍后描述的非线性(在 S_w 的信号电平和 W_r 、 W_g 和 W_b 的信号电平之间的关系中的非线性),根据本实施例的增益系数的乘法导致了色度点的改变。然而,如果改变是微小的,则对于实践使用没有问题。此外,如果将关于上述 LUT 66R、66G 和 66B 的输出值的上限设定为 1.0,则可以防止像素信号 $D4w$ (S 信号 S_w) 超过 1.0 的上限,使得也有可能仅对于像素信号 $D4r$ 、 $D4g$ 和 $D4b$ 实施上述信号电平限制处理。

[0115] [B:用于 BL 电平计算部 421 中的计算的表达式]

[0116] 接下来,具体描述用于在上述 BL 电平计算部 421 中计算发光信号 BL1 的信号电平的表达式。在本实施例中,以下描述通过电路配置来实现 BL 电平计算部的情况作为示例。

[0117] 如果 S_w (稍后描述)的信号电平和 W_r 、 W_g 和 W_b 的信号电平之间的关系按推测示出了线性(比例关系),而非例如图 11 中所示的非线性,则例如 RGB/RGBW 转换之后的视频信号也示出了线性。在该情况下,如果在信号电平转换为对应于 R、G、B 和 W 四个颜色的视频信号之后信号电平乘以常数,则色度点不会改变。出于此原因,在该情况下,通过实施其中在 RGB/RGBW 转换之后给定最小信号电平(信号幅值)的 RGB/RGBW 转换,并且将信号电平的上限(1.0)除以最小信号电平,可以得到发光信号 BL1 的信号电平。然而,在本实施例中,如前所述, S_w 的信号电平和 W_r 、 W_g 和 W_b 的信号电平之间的关系示出了例如图 11 中所示的非线性。因此,在本实施例中,在要计算发光信号 BL1 的信号电平的情况下上述方法不可用。

[0118] 有鉴于此,如下所述,可以采用如下方法,其中得到表达式的解使得在从色度点调整部 423 输出的视频信号 $D3$ 乘以常数(k 倍)之后通过 RGB/RGBW 转换得到的视频信号 $D4$ 的最大值是 1.0。下文中,用四种情况来描述该方法。要注意的是,在以下描述中,包括视频信号的三种颜色被表示为 $c1$ 、 $c2$ 和 $c3$,每个颜色对应于任一 R、G 和 B。

[0119] (1) 在 RGB/RGBW 转换之后得到的任一像素信号 $D4r$ 、 $D4g$ 和 $D4b$ 是 1 而其他中的任一为 0 的情况。

[0120] 在该情况下,如表达式(7)至(9)中那样,根据 RGB/RGBW 转换之后的所有像素信号 $D4r$ 、 $D4g$ 、 $D4b$ 和 $D4w$ 具有正值的条件可以得到解。另一方面,对应于 $c1$ 到 $c3$ 三个颜色中其余之一的像素信号是从 0 至 1 的范围内的值,使得可以得到以下表达式(19)至(21)。在表达式(19)至(21)之中,利用表达式(19)至(20),可以得到以下表达式(22)。为了求解表达式(22),首先,定义了由以下表达式(23)所指定的函数 $G_{c1,c2}(S_w)$ 。随后,关于颜色的所有组合,得到与由以下表达式(24)所指定的函数 $G_{c1,c2}(S_w)$ 相对应的逆函数 $G_{c1,c2}^{-1}(Sc1/Sc2)$,以制备查询表格。然后,当在对应于逆函数 $G_{c1,c2}^{-1}(Sc1/Sc2)$ 的查询表格中的输入范围内存在具有 $(Sc1/Sc2)$ 的比率的值的情况下,利用以下表达式(25)来得到 W 信号 S_w 和乘法因数 k 。如果这样得到的 W 信号 S_w 和乘法因数 k 满足上述表达式(21),则乘法因数 k

是所求的最大乘法因数。

[0121] [式 5]

$$[0122] \quad k \cdot S_{c1} - f_{c1}(S_w) = 0 \dots (19)$$

$$[0123] \quad k \cdot S_{c2} - f_{c2}(c) = 1 \dots (20)$$

$$[0124] \quad 0 \leq \{k \cdot S_{c3} - f_{c3}(S_w)\} \leq 1 \dots (21)$$

$$[0125] \quad \frac{S_{c1}}{S_{c2}} = \frac{f_{c1}(S_w)}{f_{c2}(S_w) + 1} \dots (22)$$

$$[0126] \quad G_{c1,c2}(S_w) = \frac{f_{c1}(S_w)}{f_{c2}(S_w) + 1} \dots (23)$$

$$[0127] \quad S_w = G^{-1}_{c1,c2}\left(\frac{S_{c1}}{S_{c2}}\right) \dots (24)$$

$$[0128] \quad k = \frac{f_c(S_w)}{S_c} = \frac{f_c(S_w) + 1}{S_c} \dots (25)$$

[0129] (2) 像素信号 D4w 和像素信号 D4r、D4g 和 D4b 之一各自是 1 的情况。

[0130] 在该情况下, D4w 是 1, 对应于 c1 至 c3 中的一个颜色的像素信号是 1, 并且对应于剩下的两个颜色的像素信号在数值上处于从 0 至 1 的范围内。因此, 可以得到以下表达式 (26) 至 (28)。如果存在满足表达式 (26) 至 (28) 的乘法因数 k, 则乘法因数 k 是所求的最大乘法因数, 并且可以由以下表达式 (29) 来表达。

[0131] [式 6]

$$[0132] \quad k \cdot S_{c1} - f_{c1}(1) = 1 \dots (26)$$

$$[0133] \quad 0 \leq \{k \cdot S_{c2} - f_{c2}(1)\} \leq 1 \dots (27)$$

$$[0134] \quad 0 \leq \{k \cdot S_{c3} - f_{c3}(1)\} \leq 1 \dots (28)$$

$$[0135] \quad k = \frac{f_{c1}(1) + 1}{S_{c1}} \dots (29)$$

[0136] (3) 在信号电平 Sw(稍后描述)与 Wr、Wg 和 Wb 的信号电平之间的关系中, 对应于 B 的 Wb 的特征线是例如具有如图 11 中所示的峰值的曲线。

[0137] 首先, 表示峰值的 W 信号 Sw 的值表达为 Sw_p。在该情况下, 在 RGB/RGBW 转换之后的对应于 B 的像素信号 D4b 是 1 并且 W 信号 Sw(D4w) 是 Sw_p 的情况下, 有可能 RGB/RGBW 转换之前的视频信号 D3 的值 V 高于在 W 信号 Sw 是 1 的情况下的值。在该情况下, 像素信号 D4b 之外的像素信号 D4r 和 D4g 中的每个都只需要是从 0 至 1 的范围内的值, 使得可以得到表达式 (30) 至 (32)。如果存在满足这些表达式 (30) 至 (32) 的乘法因数 k, 则乘法因数 k 是所求的最大乘法因数, 并且可以由以下表达式 (33) 来表达。

[0138] [式 7]

$$[0139] \quad k \cdot S_b - f_b(S_{w_p}) = 1 \dots (30)$$

$$[0140] \quad 0 \leq \{k \cdot S_r - f_r(S_{w_p})\} \leq 1 \dots (31)$$

$$[0141] \quad 0 \leq \{k \cdot S_g - f_g(S_{w_p})\} \leq 1 \dots (32)$$

$$[0142] \quad k = \frac{f_b(S_{w_p}) + 1}{S_b} \dots (33)$$

[0143] (4) 在上述 W 信号 Sw 的值 Sw_p 和 1 之间存在所求的 W 信号 Sw 的值的情况。

[0144] 在该情况下,如果颜色 c1 至 c3 表达为 c,则针对颜色 c 得到以下表达式 (34),并且可以将表达式 (34) 变换为以下表达式 (35) 和 (36)。

[0145] [式 8]

$$[0146] \quad 0 \leq \{k \cdot S_c - f_c(S_w)\} \leq 1 \dots (34)$$

$$[0147] \quad \frac{f_c(S_w)}{S_c} \leq k \dots (35)$$

$$[0148] \quad k \leq \frac{1 + f_c(S_w)}{S_c} \dots (36)$$

[0149] 针对 c1 至 c3 的所有三个颜色满足这些表达式的乘法因数 k 中,具有最高值的因数 k 是所求的乘法因数 k。在该情况下,如果针对 B 的函数 $f_c(S_w)$ 具有峰值,则表达式 (36) 中右侧的值在大于 W 信号 Sw 在峰值处的值 Sw_p 的范围内单调减小。在该情况下,乘法因数 k 应该低于针对 c1 至 c3 的所有颜色的表达式 (36) 中右侧的值;因此,在表达式 (36) 中右侧的值具有更大值的范围内,以下是乘法因数 k 给出最大值的点。就是说,在针对 B 的表达式 (36) 中右侧的值与针对其他颜色的表达式 (36) 中右侧的值之间的交点处给出最大值。换言之,当 c1 和 c2 是 R 或 G 中的任一个时,得到以下表达式 (37) 至 (39)。在这些表达式中,如果变换表达式 (37) 和 (38),则可以得到以下表达式 (40)。为了求解该表达式 (40),如在上述 (1) 的情况中那样,首先,定义由以下表达式 (41) 所指定的函数 $H_{c1,b}(S_w)$ 。此后,针对各颜色的所有组合,得到由以下表达式 (42) 所指定的函数 $H_{c1,b}(S_w)$ 的逆函数 $H_{c1,b}^{-1}(Sc1/Sb)$,以制备查询表格。如果在与逆函数 $H_{c1,b}^{-1}(Sc1/Sb)$ 相对应的查询表格的输入范围内存在具有 $(Sc1/Sb)$ 的比率的值,则可以利用以下表达式 (43) 来求出 W 信号 Sw 和乘法因数 k。

[0150] [式 9]

$$[0151] \quad k \cdot S_b - f_b(S_w) = 1 \dots (37)$$

$$[0152] \quad k \cdot S_{c1} - f_{c1}(S_w) = 1 (S_{w_p} < S_w < 1) \dots (38)$$

$$[0153] \quad 0 \leq \{k \cdot S_{c2} - f_{c2}(S_w)\} \leq 1 \dots (39)$$

$$[0154] \quad \frac{S_{c1}}{S_b} = \frac{1 + f_{c1}(S_w)}{1 + f_b(S_w)} \dots (40)$$

$$[0155] \quad H_{c1,b}(S_w) = \frac{1 + f_{c1}(S_w)}{1 + f_b(S_w)} \dots (41)$$

$$[0156] \quad S_w = H_{c1,b}^{-1}\left(\frac{S_{c1}}{S_b}\right) \dots (42)$$

$$[0157] \quad k = \frac{f_b(S_w) + 1}{S_b} \dots (43)$$

[0158] 通过考虑在 (1) 至 (4) 中的所有情况,可以求出乘法因数 k,通过乘法因数 k 乘以

RGB/RGBW 转换之前的视频信号 D3 来求出的值 V 是该情况下的最大值。

[0159] [液晶显示设备 1 的功能和效果]

[0160] 现在,将描述本实施例的液晶显示设备 1 的功能和效果。

[0161] [1. 显示操作的概况]

[0162] 如图 1 中所示,在液晶显示设备 1 中,首先,视频信号处理部 41 对于输入视频信号 Din 实施预定的图像处理,从而生成视频信号 D1 (D1r、D1g 和 D1b)。随后,输出信号生成部 42 对于视频信号 D1 实施预定的信号处理。因而,生成了背光灯 3 中的发光信号 BL1 和液晶显示面板 2 中的视频信号 D4 (D4r、D4g、D4b 和 D4z)。

[0163] 随后,如此生成的视频信号 D4 和发光信号 BL1 被输入定时控制部 43。在其中,视频信号 D4 被从定时控制部 43 供应给数据驱动器 51。数据驱动器 51 将视频信号 D4 进行从数字到模拟的转换,以便生成用作模拟信号的视频电压。随后,通过从栅极驱动器 52 和数据驱动器 51 向像素 20 (每个子像素 20R、20G、20B 和 20W) 输出的驱动电压,实施显示驱动操作。由此,对于液晶显示面板 2 中的像素 20 (每个子像素 20R、20G、20B 和 20W) 实施了基于视频信号 D4 (D4r、D4g、D4b 和 D4z) 的显示驱动。

[0164] 具体地,如图 3 中所示,响应于从栅极驱动器 52 经过栅极线路 G 所供应的选择信号,实施用于 TFT 器件 21 的通 / 断操作。以这种方式,选择性地连接数据线路 D、液晶器件 22 和辅助容性器件 23。作为结果,向液晶器件 22 供应基于从数据驱动器 51 所供应的视频信号 D4 的视频电压,并且实施线性顺次的显示驱动操作。

[0165] 同时,从定时控制部 43 向背光灯驱动部 50 供应发光信号 BL1。背光灯驱动部 50 基于发光信号 BL1 来实施用于背光灯 3 中的每个光源 (每个发光器件) 的发光驱动 (点灯驱动)。具体地,根据输入视频信号 Din 的亮度电平 (信号电平) 来实施发光驱动 (对亮度的主动控制 (动态控制))。

[0166] 在该情况下,在已被供应有视频电压的像素 20 (子像素 20R、20G、20B 和 20W) 中,在液晶显示面板 2 中调制来自背光灯 3 的照射光,并且随后将其输出为显示光。因而,在液晶显示设备 1 中实施了基于输入视频信号 Din 的视频显示。

[0167] 在该情况下,在本实施例中,利用与四个颜色的子像素 20R、20G、20B 和 20W 相对应的视频信号来实施视频显示。因此,与利用与 R、G 和 B 三个颜色的子像素相对应的视频信号来实施视频显示的已知设备相比,可以实现提高的亮度效率。此外,因为利用根据输入视频信号 Din 的亮度电平的亮度来实施对背光灯 3 的主动驱动,所以可以在保持显示亮度的同时实现较低的功率消耗和动态范围的扩展。

[0168] [2. 特征部分中的操作]

[0169] 接下来,作为本公开的特征部分之一,与比较性示例相对比地具体描述在使用 R、G、B 和 W 四个颜色的子像素结构的情况下的用于生成输出信号的操作 (在输出信号生成部 42 中的操作)。

[0170] [比较性示例]

[0171] 在通常的液晶显示设备中,根据视频信号的信号电平来调制来自背光灯的液晶层上的入射光,并且控制透射光 (显示光) 的光量 (亮度)。来自液晶层的透射光的分光特性表示浓淡度依存性,并且随着视频信号的信号电平降低,透光率峰值向短波侧 (蓝色颜色光侧) 移动。在该联系中,在使用 R、G、B 和 Z(W) 四个颜色的子像素结构的液晶显示设备

中, $Z(W)$ 的子像素示出了高亮度特性,使得来自 $Z(W)$ 的子像素的透射光的分光特性根据视频信号的信号电平而改变。这意味着来自整个像素的透射光(显示光)的色度点也取决于视频信号的信号电平而在很大程度上改变。特别是,如在本实施例中那样,如果采用 W 的子像素(子像素 $20W$)作为 Z 的子像素,则因为在 W 的子像素中没有布置颜色滤波器,所以如上所述,根据信号电平而改变的显示光的色度点的变化大。

[0172] 例如,如果设定 W 的子像素中的单元厚度或者驱动电压(例如参见图 8)以使得 W 的子像素中的透光率表示出相对高的液晶分光特性,换言之,使得透光率峰值位于 G 的波长区域附近,则有如下结果。就是说,例如图 7 中所示,在低于 W 的子像素总的最大信号电平的信号电平中,透光率峰值位于 B 的波长区域中。要注意的是,图 8 图示了在每个子像素 R 、 G 、 B 和 W 中的分光透光率。

[0173] 如果在 HSV 颜色空间中图示 R 、 G 、 B 和 W 四个颜色的子像素结构中的颜色再现特性,则在假设 W 的子像素中的透光率峰值中没有变化的情况下,结果理想地例如图 9 中所示。换言之,图 9 中示出了以白色色度点作为中心的旋转对称颜色空间。然而,在实践中,如前面所提到的,存在 W 的子像素中的透光率峰值取决于信号电平的变化,因此根据比较性示例(已知)的 R 、 G 、 B 和 W 四个颜色的子像素结构中的颜色再现特性将例如图 10 中所示。换言之,在从白色(W)到蓝色(B)侧的颜色(色相)中存在明亮区域(值 V 的值高),而在以黄色(Y)为其中心从品红色(M)到青色(C)的颜色区域(色相)中存在阴暗区域(值 V 的值低)。顺带提及,此时,值 V 的值越高,可以越多地实现功率消耗的降低。

[0174] 如所述,在根据比较性示例使用 R 、 G 、 B 和 Z 四个颜色的子像素结构的液晶显示设备中,由于来自 Z 的子像素的透射光的分光特性的变化,根据视频信号的信号电平而引起了显示光的色度点的变化(颜色移动),从而降低了图像质量。此外,在同时使用对背光灯亮度的主动控制的情况下,可能无法有效实现诸如低功率消耗和动态范围的扩展的优点。

[0175] 图 11 图示了根据比较性示例的 W 子像素视频信号的信号电平(W 信号的信号电平)和上述 R 、 G 、 B 和 W 四个颜色的子像素结构中的 W_r 、 W_b 和 W_g (在用一组 R 、 G 和 B 子像素中间视频信号代替 W 信号的信号电平的情况下每个 R 、 G 和 B 子像素中间视频信号的信号电平)之间的示例性关系。如果假设像例如在图 9 中所示的情况下一样, W 的子像素中的透光率峰值没有变化,则 W 信号的信号电平与 W_r 、 W_g 和 W_b 之间的关系会是成比例的(会示出线性)。在比较性示例中,如上所述,根据信号电平而引起了 W 的子像素中的透光率峰值的变化,每个 W_r 、 W_g 和 W_b 是具有取决于 W 信号的信号电平的浓淡度的函数(示出非线性)。

[0176] 如果在示出这样的非线性的情况下实施对背光灯亮度的主动控制(调光处理),则视频信号的信号电平也被非线性地改变,在一些情况下引起色度点的变化(颜色移动),从而降低图像质量。此外,为了降低由于颜色移动而产生的图像质量的这样的降低,在信号处理(调光处理)期间复杂的算术处理变得必需,这导致了复杂的器件配置。具体地,例如与以下描述的本实施例相反,在通过 RGB/RGBW 转换处理生成 R 、 G 、 B 和 W 的视频信号之后实施发光信号的生成和调光处理的情况下,难以用简单的配置同时实现调光处理和防止由颜色移动引起的图像质量的降低。

[0177] [实施例]

[0178] 在实施例中,在输出信号生成部 42 中实施信号处理如下。具体地,首先,BL 电平计算部 421 基于视频信号 $D1$ 来生成发光信号 $BL1$,并且随后,LCD 电平计算部 422 基于视频信

号 D1 和发光信号 BL1 来实施预定的调光处理（除法操作）以生成视频信号 D2。RGB/RGBW 转换部 424 基于通过调光处理所得到的视频信号 D2，对于视频信号 D3 实施 RGB/RGBW 转换处理以生成视频信号 D4。换言之，对于与 R、G 和 B 三个颜色相对应的视频信号 D1 (D1r、D1g 和 D1b) 实施发光信号 BL1 的生成和调光处理，并且其后，实施 RGB/RGBW 转换处理以生成对应于 R、G、B 和 W 四个颜色的视频信号 D4。

[0179] 通过该过程，如上所述，与在通过 RGB/RGBW 转换处理生成 R、G、B 和 W 的视频信号之后实施发光信号的生成和调光处理的情况相反，结果如下。就是说，通过简单的算术处理（调光处理）抑制了由于来自子像素 20W 的发射光（透射光）中的峰值波长区域的变化（上述非线性）而产生的显示光的颜色移动。

[0180] 此外，在实施例 1 中，输出信号生成部 42 中的色度点调整部 423 对于视频信号 D2 (D2r、D2g 和 D2b) 实施预定的色度点调整以生成视频信号 D3 (D3r、D3g 和 D3b)。更具体地，当视频信号 D2 (D1) 是表示 W 的视频信号时，实施色度点调整使得从液晶显示面板 2 基于来自背光灯 3 的出射光而发出的显示光的色度点是白色的色度点。随后，RGB/RGBW 转换部 424 在色度点调整之后为视频信号 D3 (D3r、D3g 和 D3b) 实施 RGB/RGBW 转换处理，以便生成对应于 R、G、B 和 W 四个颜色的视频信号 D4 (D4r、D4g、D4b 和 D4w)。

[0181] 在该情况下，色度点调整部 423 通过使用例如由表达式 (4) 所指定的变换矩阵 $M_{d2 \rightarrow d3}$ 来实施色度点调整。换言之，视频信号 D2 (像素信号 D2r、D2g 和 D2b) 乘以变换矩阵 $M_{d2 \rightarrow d3}$ (或者实施矩阵运算)，从而生成视频信号 D3 (像素信号 D3r、D3g 和 D3b)。

[0182] 由此，当视频信号 D2 是表示 W 的视频信号时，显示光的色度点表示白色的色度点。换言之，调整了来自子像素 20W 的出射光中峰值波长区域的色度点，并且抑制了显示光的颜色移动。

[0183] 此外，在实施例 1 中，当 RGB/RGBW 转换处理时，使用例如根据图 11 中示出的非线性（在 Sw 的信号电平和 Wr、Wg 和 Wb 的信号电平之间的关系中的非线性）预先提供的 LUT 66R、66G 和 66B。因而，根据液晶显示设备 1 (液晶显示面板 2) 的特性（例如上述非线性）的对 RGB/RGBW 转换处理的精细调整是有可能的。

[0184] 如所述，在实施例 1 中，在输出信号生成部 42 中，基于对应于 R、G 和 B 三个颜色的视频信号 D1 来生成发光信号 BL1，并且基于视频信号 D1 和发光信号 BL1 来实施预定的调光处理，并且其后，基于调光处理之后的视频信号 D2 来实施预定的 RGB/RGBW 转换处理，从而生成对应于 R、G、B 和 W 四个颜色的视频信号 D4。因此，有可能通过简单的算术处理（调光处理）来降低由于非线性所产生的显示光的颜色移动。因此，在使用 R、G、B 和 W 四个颜色的子像素结构来实施视频显示的情况下，可以用简单的配置实现调光处理，同时抑制由于颜色移动所引起的图像质量的降低。

[0185] 此外，因为实施例 1 的像素 20 被配置为包括对应于 W 的子像素 20W 作为稍后将描述的子像素 20Z 的示例，因此在子像素 20W 中不需要提供任何颜色滤波器，因此尤其可以实现亮度的提高的效率（较低的功率消耗）。

[0186] [变型]

[0187] 接下来，将描述实施例 1 的变型（变型 1 至 3）。要注意的是，与实施例 1 的部件相同的部件将由相同的附图标记来代表，并且将适当地省略其描述。

[0188] [变型 1]

[0189] 在根据变型 1 的液晶显示设备中,实施例的液晶显示设备 1 中的 BL 电平计算部 421 使用此后描述的由 R、G 和 B 共享的公用 LUT(稍后描述的公用 LUT 70)。具体地,当生成发光信号 BL1 时,与实施例相反,BL 电平计算部 421 使用其中预先指定了视频信号 D1 的色度和可以用色度表达的最高信号电平或者信号电平的倒数之间关系的 LUT(第二查询表格)。

[0190] 这样做的原因如下。就是说,尽管可以通过使用如实施例中那样的电路配置来得到可以表达的最高信号电平(信号幅值),但是配置(电路配置)可能是复杂的。有鉴于此,在变型 1 中,为视频信号 D1 的色度预先计算可以表达的最高信号电平,并且将结果保存作为用于视频信号 D1 的 LUT。以这种方式,通过与视频信号 D1 的信号电平相比,可以计算发光信号 BL1。以下描述用于为视频信号 D1 的色度预先计算可以表达的最高信号电平的方法。

[0191] 首先,作为第一方法,可以利用在以上描述的实施例中所解释的每个情况(1)至(4)中用于得到解的方法来得到可以表达的最高信号电平。

[0192] 接下来,作为第二方法,可以通过对 RGB/RGBW 转换之后的视频信号 D4 的回推计算来得到 RGB/RGBW 转换之前的视频信号 D1。在成为 RGB/RGBW 转换之后的最高值的信号中,对应于 R、G 或 B 中任一颜色的像素信号是作为上限的 1。出于此原因,实施其中使对应于任一颜色的像素信号为 1 并且同时略微改变对应于其他颜色的其他像素信号的视频信号的逆转换(RGBW/RGB 转换),从而生出视频信号 D3,并且通过视频信号 D3 的逆矩阵计算等来得到视频信号 D1。将以这种方式得到的视频信号 D1 除以色度,并且得到具有色度中最大值 V 的幅值的信号作为最高信号。

[0193] 作为第三方法,可以采用重复计算,并且计算方法如下。首先,将任意视频信号 D1 乘以常数,直到其信号电平(幅值)为例如大约 2 为止,并且随后实施矩阵转换和给出最小幅值的 RGB/RGBW 转换。此时,W 信号 S_w 被转换为作为 LUT 的上限的 1,同时对应于 R、G 和 B 的像素信号超过 1。此处,在对应于这些 R、G 和 B 的像素信号中,在上限和 1 之间的差值示为 d,而视频信号 D1 的信号电平(幅值)示为 h。随后,假设下一输入信号是视频信号 D1 乘以 $(h-d)/h$ 的信号,再次实施矩阵运算和 RGB/RGBW 转换,以求出上限和 1 之间的差值 d。重复实施该计算,直到差值 d 变得低于预定阈值电平(最小值)为止,并且使用当时的输入信号的值 V 的幅值作为最高所能表达的信号电平。

[0194] 同时,存在用于使用以这种方法得到的最高所能表达的信号电平作为 LUT 的各种方法。

[0195] 例如,如图 12A 和 12B 中所示的公用 LUT 70,可以给出 HSV 类型的 LUT 作为示例。公用 LUT 70 是其中得到视频信号 D1 的色度中的色调(hue)H 和饱和度 S 并且使用对于这些 H 和 S 的最大可表达信号电平作为值 V 的 LUT。在变型 1 中,可以利用通过将视频信号 D1 除以通过公用 LUT 70 得到的最高可表达信号电平(值 V)可以得到的比例的最高值(在所有像素 20 中的最高值)来得到发光信号 BL1。

[0196] 取决于视频信号 D1 的色度,存在值 V 的最大值在公用 LUT 70 中急剧改变的部分,例如图 12A 中符号 P11 所示。在值 V 的最大值急剧改变的区域中,出于以下描述的原因,显示亮度也可以快速改变。

[0197] 就是说,当快速改变时,背光灯的亮度引起跳动(bouncing)(颜色跳跃)和其他问

题,使得背光灯的亮度以时间常数的特定量来改变。例如,在颜色的浓淡度滚动的情况下,当值 V 的最大值急剧改变的部分达到背光灯的边界部分时,BL 电平生成部 421 会倾向于迅速增加背光灯的亮度。然而,如前所述,背光灯的亮度只能以时间常数的特定量来改变,使得该区域的亮度和色度不会被正确地表达,从而生成“阴暗”部分。

[0198] 因此,在本变型的公用 LUT 70 中,例如图 12B 中的符号 P12 所示,优选的是,响应于视频信号 D1 的色度变化的发光信号 BL1 的信号电平变化被限制为等于或低于预定阈值电平。作为该预定阈值电平的基准,可以给出人眼的敏感度值(例如 $\Delta E < 1.0$)。要注意的是, ΔE 是以 CIE1976L * u * v * 颜色系统和 CIE1976L * a * b * 颜色系统定义的两个颜色之间的颜色差,并且约为 $\Delta E \approx 1$ 的值是颜色差的可允许的容差。

[0199] 在以这种方式设定公用 LUT 70 的情况下,有可能降低由于颜色空间的形状所产生的背光灯的亮度的急剧改变所引起的亮度的快速改变、跳动(颜色跳跃)等。

[0200] [变型 2]

[0201] 根据变型 2 的液晶显示设备包括稍后描述的 BL 电平计算部 421A,布置 BL 计算部以代替以上提到的实施例的液晶显示设备 1 中的 BL 电平计算部 421。与变型 1 中描述的 BL 电平计算部 421 相反,BL 电平计算部 421A 针对对应于 R、G 和 B 的每个像素信号使用单独的 LUT(稍后描述的 LUT 74R、74G 和 74B)。

[0202] 这样做的原因如下。就是说,尽管以上描述的所有视频信号是线性信号,但是输入信号(视频信号 D1)代表性的是经过伽马转换(γ 转换)的信号。因此,如果实际上可以处理伽马数据,则可以实现简单的配置。有鉴于此,变型 2 的 BL 电平计算部 421A 包括三种 LUT,每种 LUT 在 R、G 和 B 的每个像素信号处于最大值时使用。此外,作为伽马数据,将输入信号除以 R、G 和 B 的最大值,并且由最大值之外的值来指定色度。

[0203] 图 13 图示了 BL 电平计算部 421A 的示例性模块配置。BL 电平计算部 421A 包括最大选择部 71、除法部 72、选择输出部 73 和用于 R、G 和 B 每个颜色的 LUT 74R、74G 和 74B。

[0204] 最大选择部 71 从视频信号 D1 中的像素信号 D1r、D1g 和 D1b 中选择具有最高信号电平的像素信号,并且输出所选择的信号。

[0205] 除法部 72 是将视频信号 D1 中的每个像素信号 D1r、D1g 和 D1b 除以从最大选择部 71 输出的最高信号电平的部分。

[0206] 选择输出部 73 选择从除法部 72 输出的像素信号 D1r、D1g 和 D1b 的做除法后的值的一部分,并且将所选择的部分输出到每个 LUT 74R、74G 和 74B。具体地,选择输出部 73 单独地将像素信号 D1g 和 D1b 的做除法后的值输出到 LUT 74R,单独地将像素信号 D1r 和 D1b 的做除法后的值输出到 LUT 74G,并且单独地将像素信号 D1r 和 D1g 的做除法后的值输出到 LUT 74B。

[0207] 例如图 14 至 16 中所示,LUT 74R、74G 和 74B 是其中视频信号 D1 的色度中的色调 H 和饱和度 S 以及相应最高可表达信号电平的倒数($1/\text{值 } V$)相关的 LUT。这是因为,如前面所提到的,在回推计算背光灯亮度时使用通过将像素信号除以具有最高可表达值的信号电平所得到的比率,使得使用值 V 的倒数导致了简单的配置。

[0208] 这里,在变型 2 中也与在变型 1 中一样,优选的是,在 LUT 74R、74G 和 74B 中,响应于视频信号 D1 的色度变化的发光信号 BL1 的信号电平变化被限制为等于或低于预定阈值电平

[0209] 具体地,在例如由图 17A 中的符号 P21 所示的 (1/V) 急剧改变的部分 (区域) 中,优选的是,信号电平变化被限制 (软化) 为等于或低于例如由图 17B 中的符号 P22 所示的阈值电平。类似地,例如由图 18A 中的符号 P31 和图 19A 中的 P41 所示的部分 (区域) 优选地被限制在例如由图 18B 中的符号 P32 和图 19B 中的 P42 所示的信号电平变化中。

[0210] [变型 3]

[0211] 根据变型 3 的液晶显示设备包括具有以下描述的像素 20-1 的液晶显示面板,以代替实施例的液晶显示设备 1 中的具有像素 20 的液晶显示面板 2。

[0212] 图 20A 和 20B 是图示了根据变型 3 的每个像素 20-1 的子像素的示例性配置的说明性平面视图。图 20A 和图 20B 分别对应于图 2A 和 2B。

[0213] 每个像素 20-1 包括与实施例中相同的对应于 R、G 和 B 三个颜色的子像素 20R、20G 和 20B,以及示出的亮度高于三个颜色的子像素的亮度的子像素 20Z。示出高亮度的颜色 (Z) 包括黄色 (Y)、白色 (W) 等,并且在变型 3 中,颜色 (Z) 被描述为这些示例性颜色的广义概念。

[0214] R、G、B 和 Z 四个颜色的这些子像素 20R、20G、20B 和 20Z 中,对应于 R、G 和 B 三个颜色的子像素 20R、20G 和 20B 像在实施例中一样,配备有分别对应于 R、G 和 B 的每个颜色的颜色滤波器 24R、24G 和 24B。另一方面,例如在 $Z = Y$ 的情况下,Z 的子像素 20Z 配备有对应于 Y 的颜色滤波器 (图中所示的颜色滤波器 24Z)。要注意的是,在 $Z = W$ 的情况下,如在实施例中所述,在子像素 20Z (子像素 20W) 中没有提供颜色滤波器。此外,同样在本变型 3 的像素 20-1 中,每个子像素 20R、20G、20B 和 20Z 的布局不限于这些示例,可以采用其他布局。

[0215] 同样在以这种方式配置的变型 3 中的液晶显示设备中,有可能通过相同功能,得到与实施例的液晶显示设备 1 相同的效果。更具体地,在利用 R、G、B 和 Z 四个颜色的子像素结构执行视频显示的情况下,有可能在抑制由于颜色移动所产生的图像质量的降低的同时以简单的配置实现调光处理。

[0216] [其他变型]

[0217] 以下,通过实施例和各变型已经描述了本公开,但是本公开不限于此,可以做出各种变型。

[0218] 例如,在实施例等中,关于以整个屏幕为单位作为目标实施对背光灯的主动控制的情况进行了描述。然而,例如,有可能采用其中将屏幕划分为多个子区域并且针对每个子区域单独实施对背光灯的主动控制的配置。

[0219] 此外,在实施例等中所描述的各模块的配置和计算方法不限于此,可以采用其他配置和方法。

[0220] 再者,在实施例等中,针对采用了 R、G、B 和 Z 四个颜色的子像素结构的情况进行了描述。此外,本公开还可以应用于包括对应于其他颜色的子像素的五个颜色或者更多颜色的子像素结构。

[0221] 此外,在实施例等中所描述的处理序列可以由硬件或软件来实施。当由软件来实施处理序列时,配置软件的程序被安装到通用计算机等。程序可以预先存储在并入计算机的记录介质中。

[0222] 本公开包含与 2010 年 7 月 27 日在日本专利局提交的日本在先专利申请 JP

2010-168579 中所公开的主题内容相关的主题内容,该在先申请的全部内容通过引用并入本文。

[0223] 本领域技术人员应该理解,可以根据设计要求产生各种变型、组合、子组合和替换,只要它们在所附权利要求或其等同物的范围内。

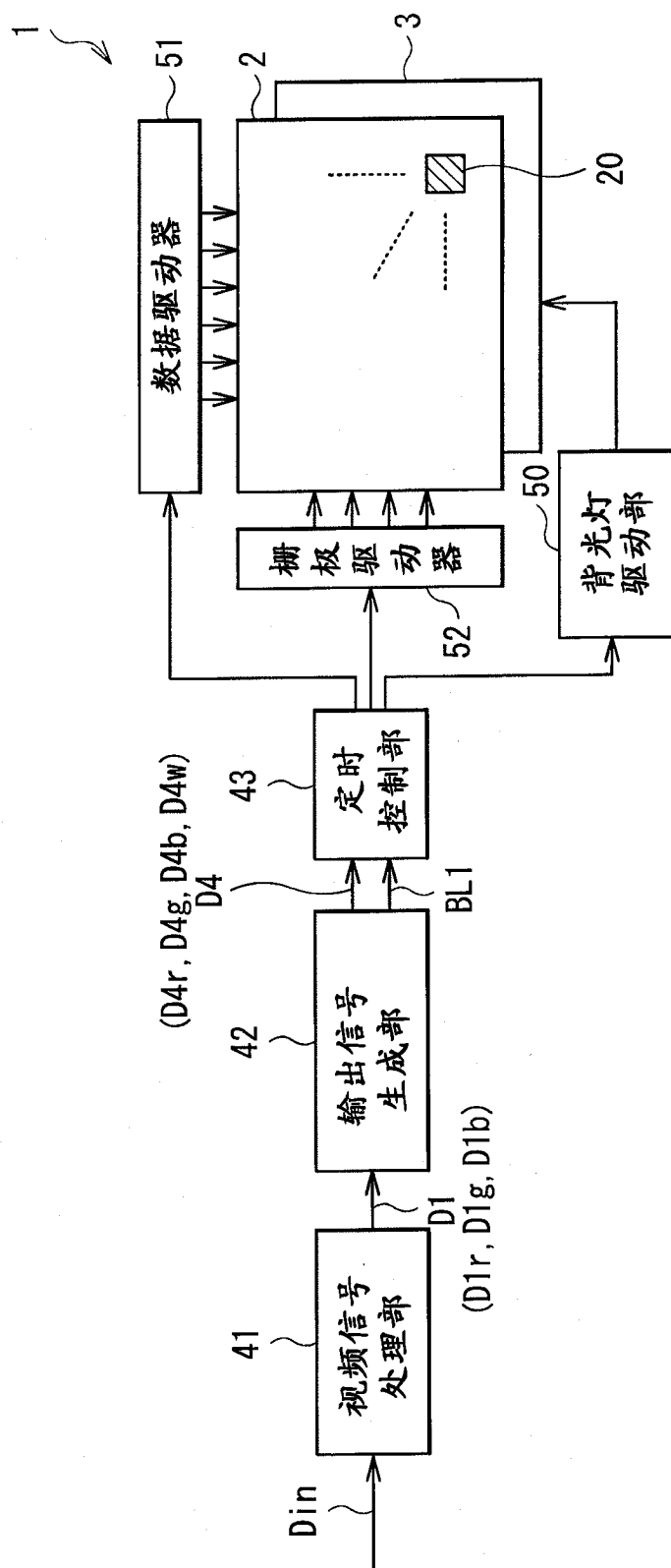


图 1

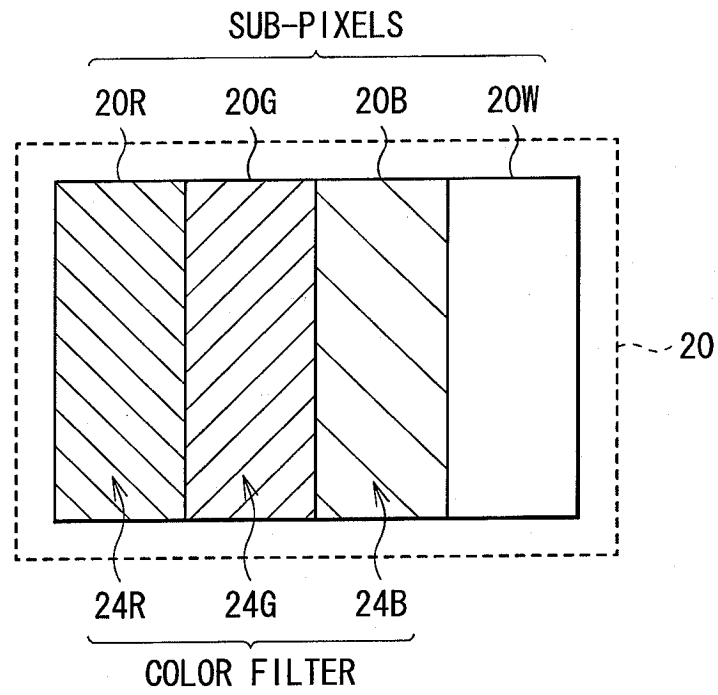


图 2A

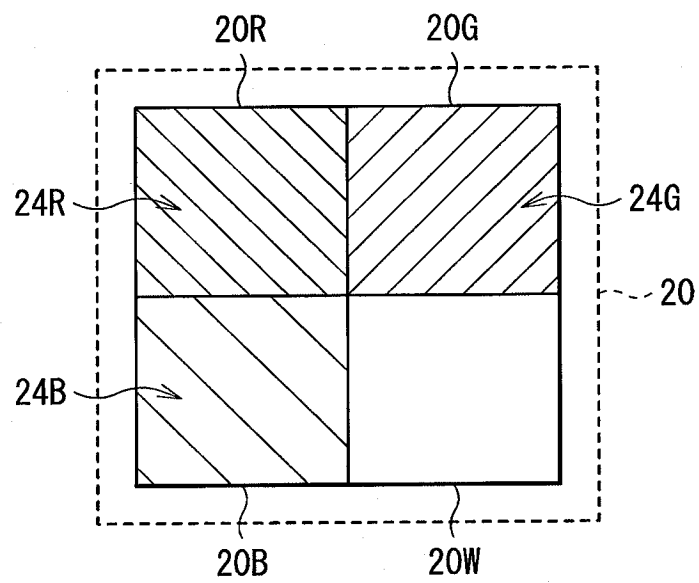


图 2B

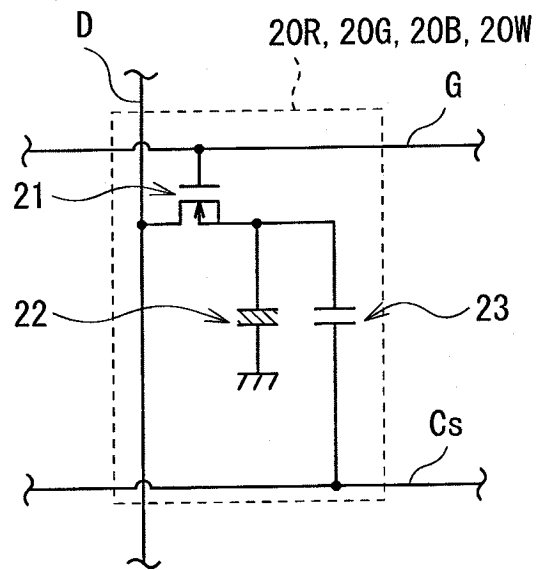


图 3

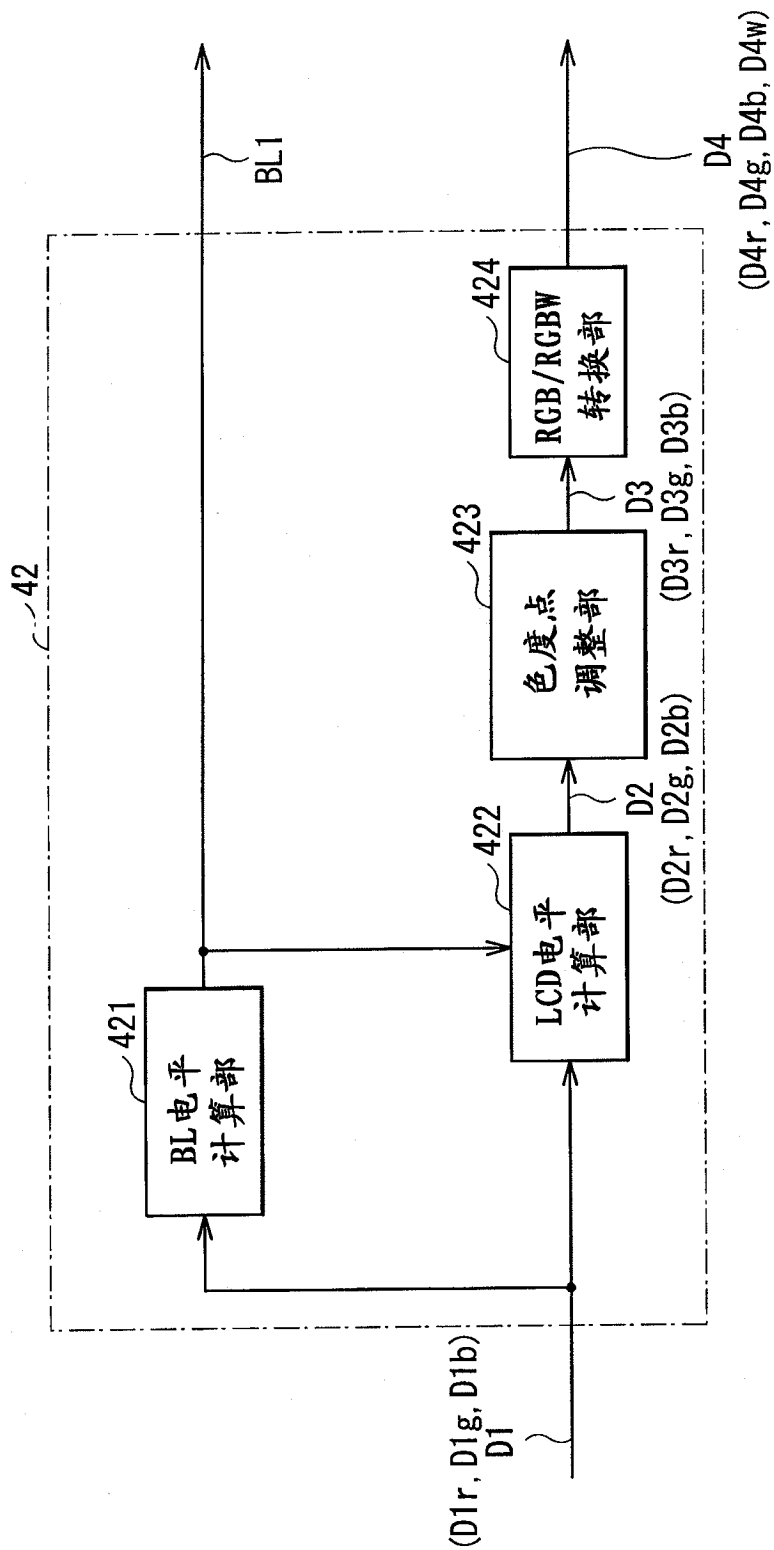


图 4

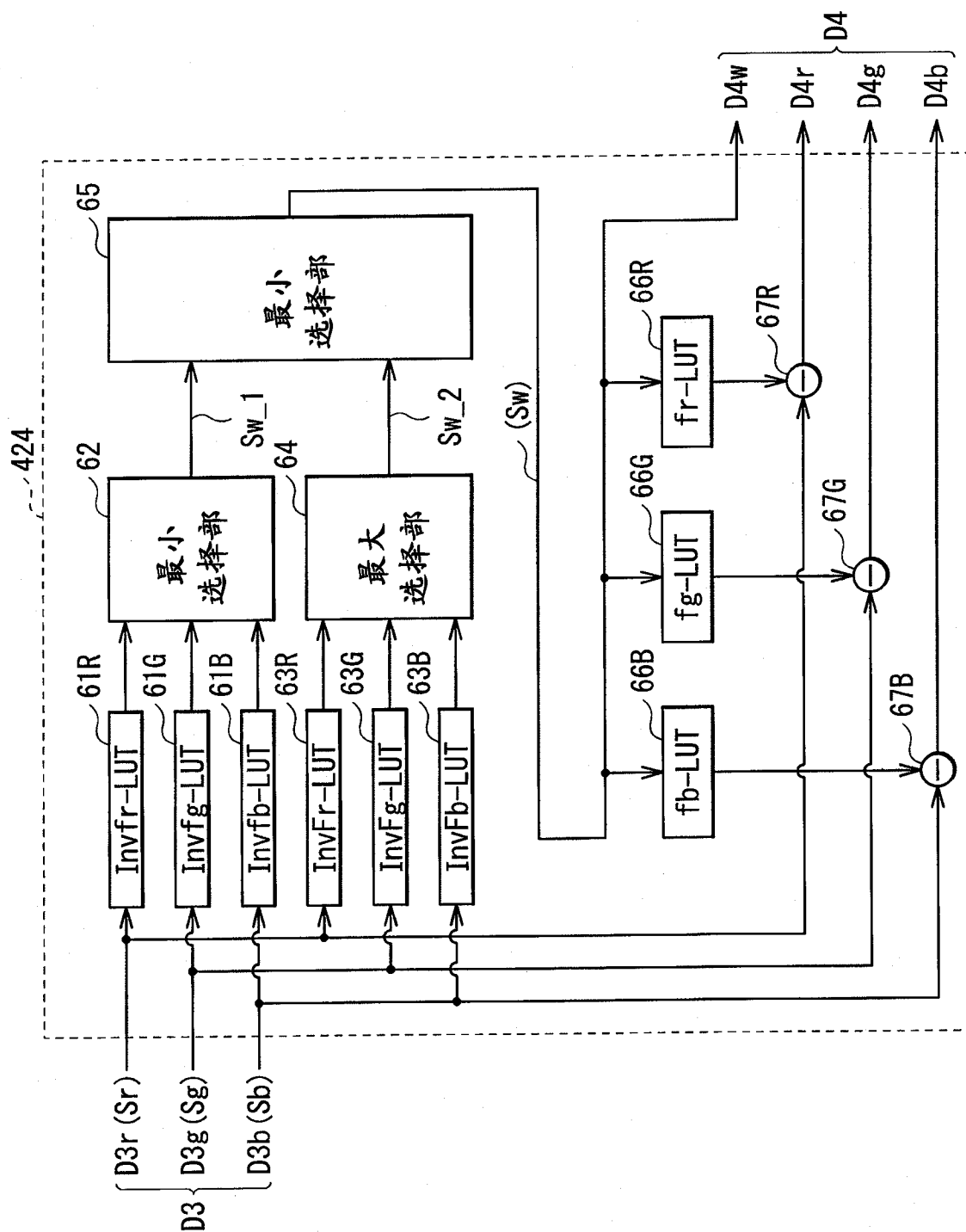


图 5

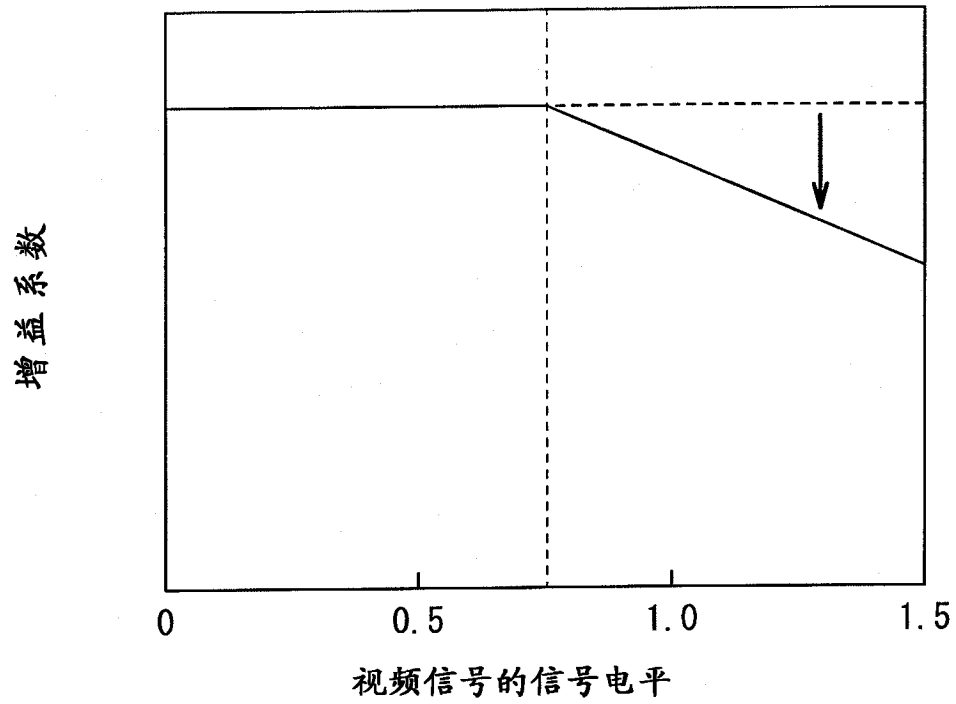


图 6A

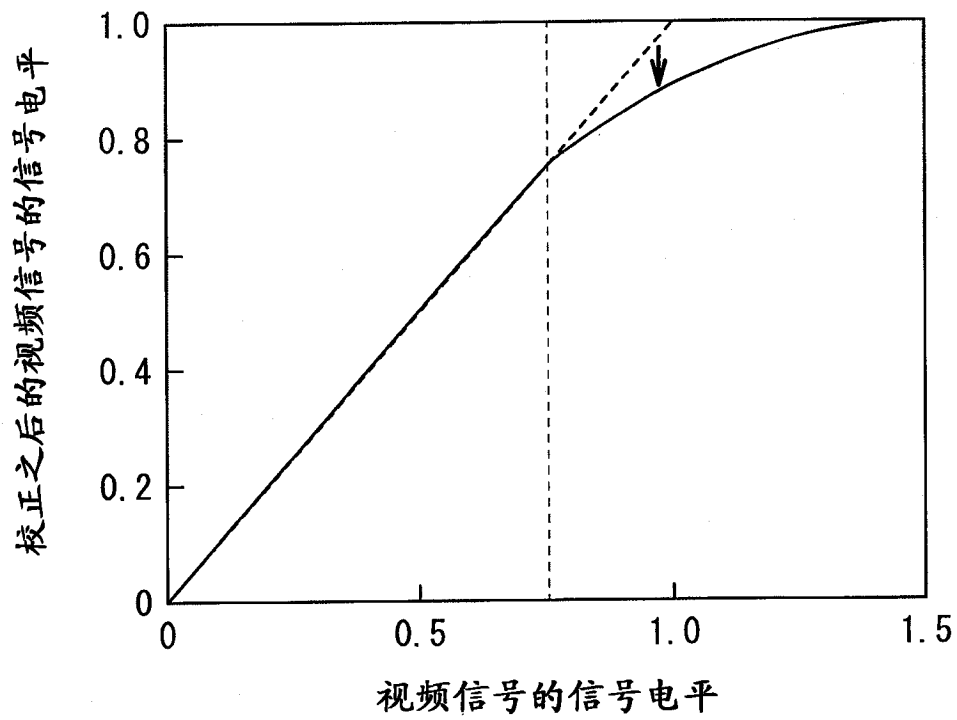


图 6B

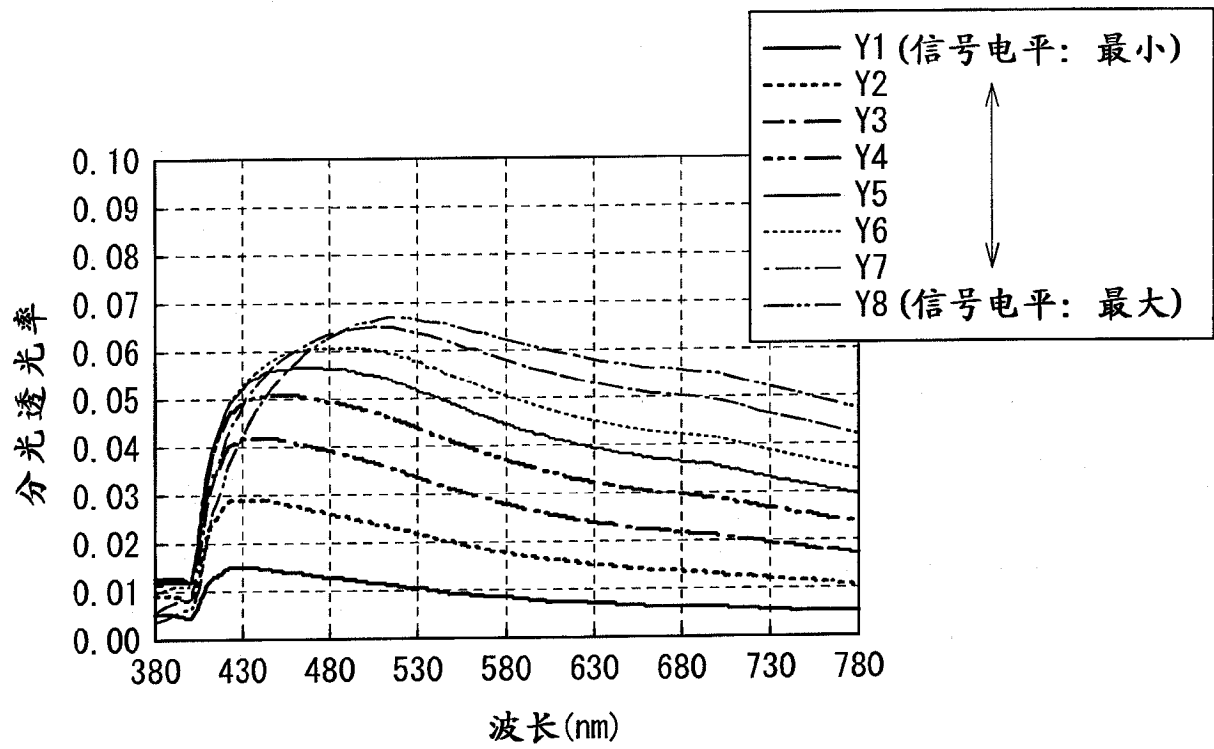


图 7

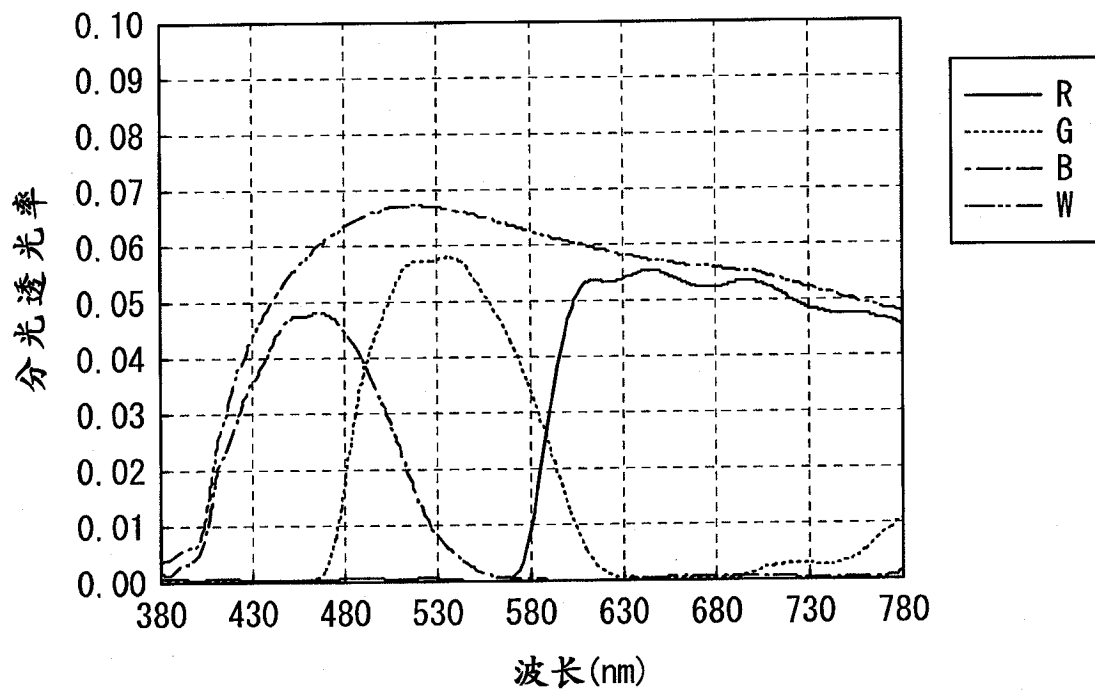


图 8

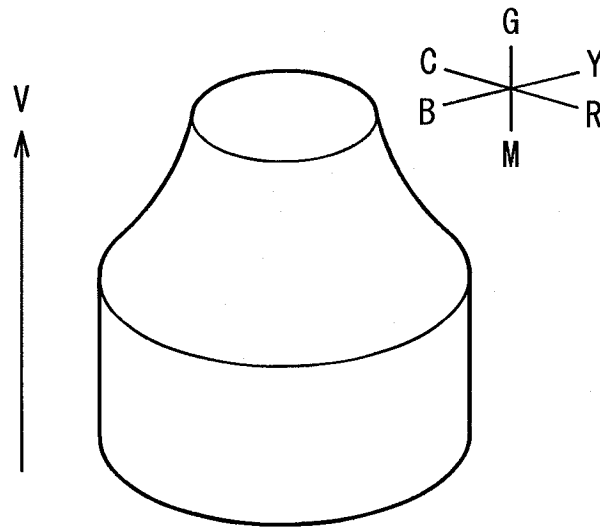


图 9

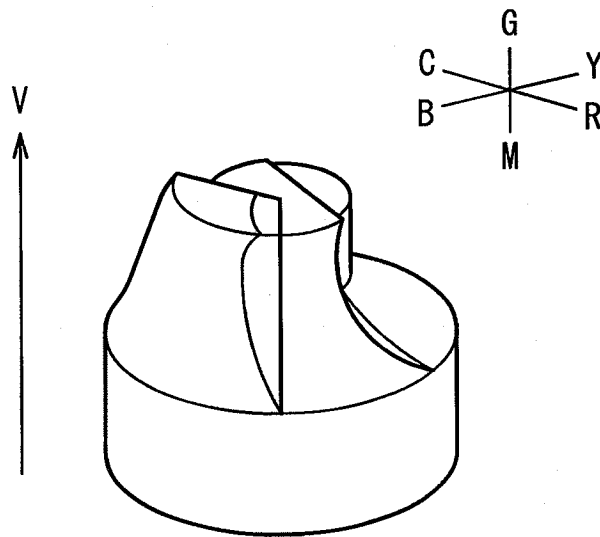


图 10

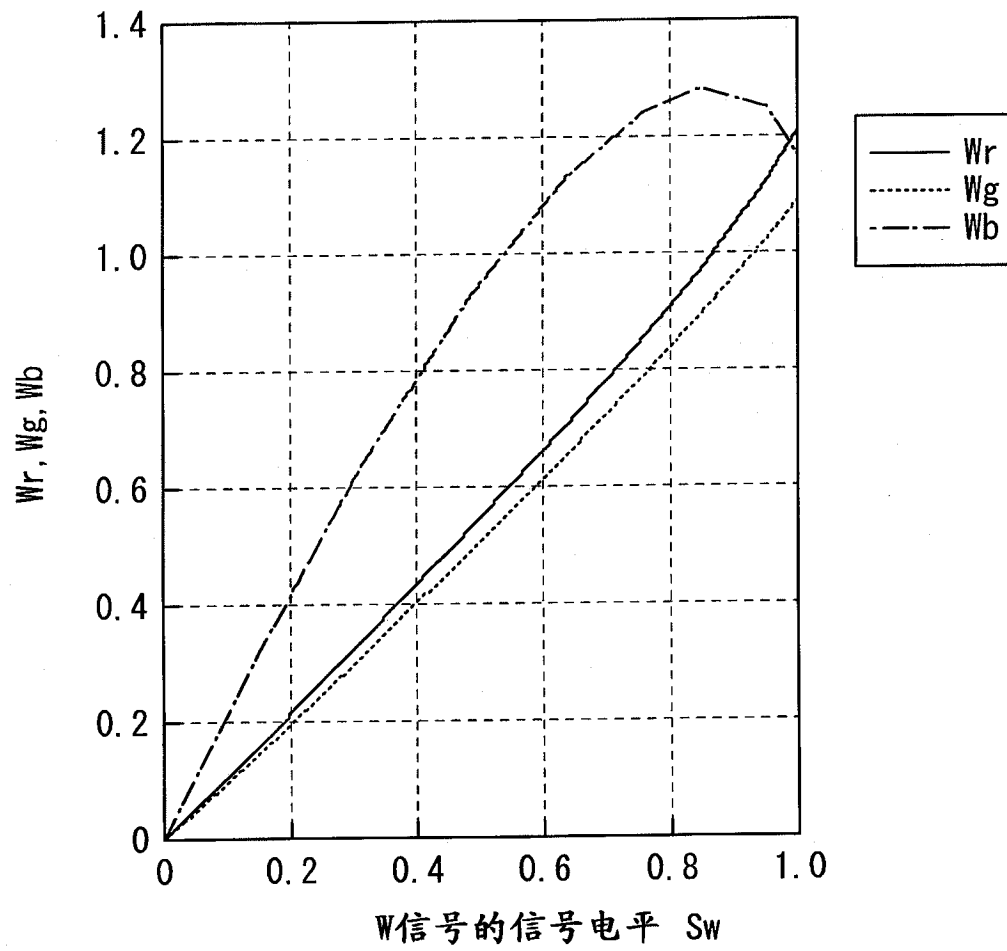


图 11

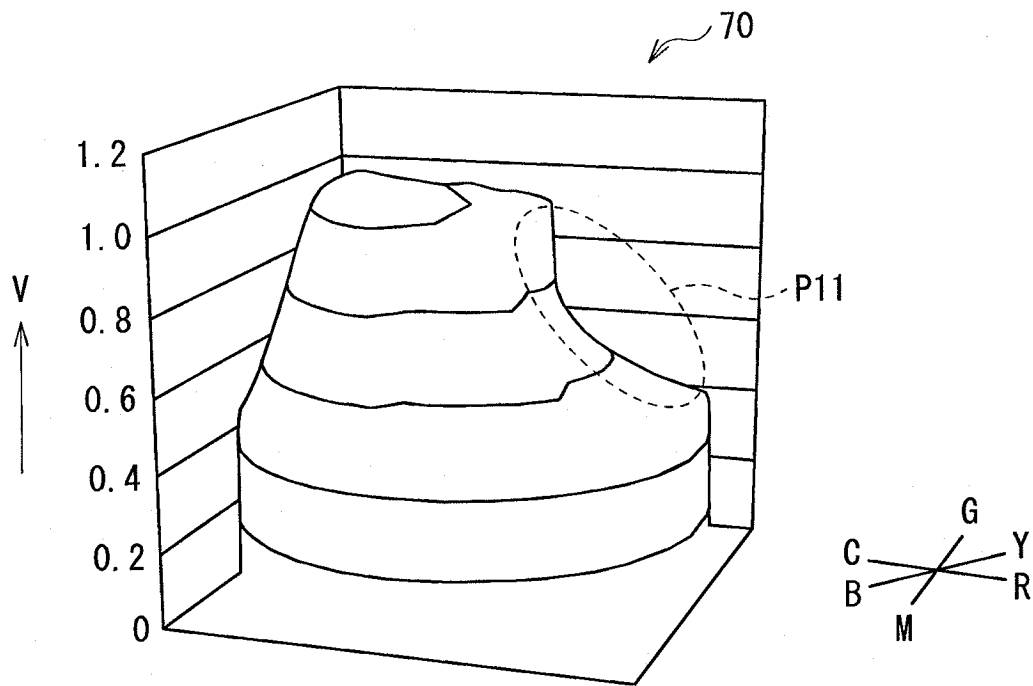


图 12A

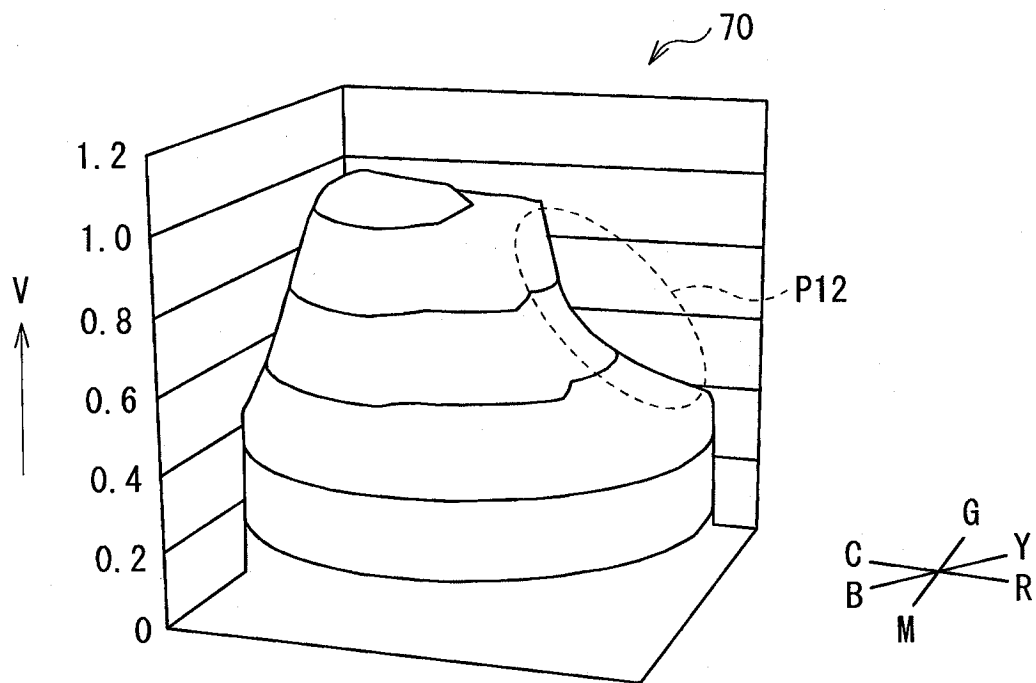


图 12B

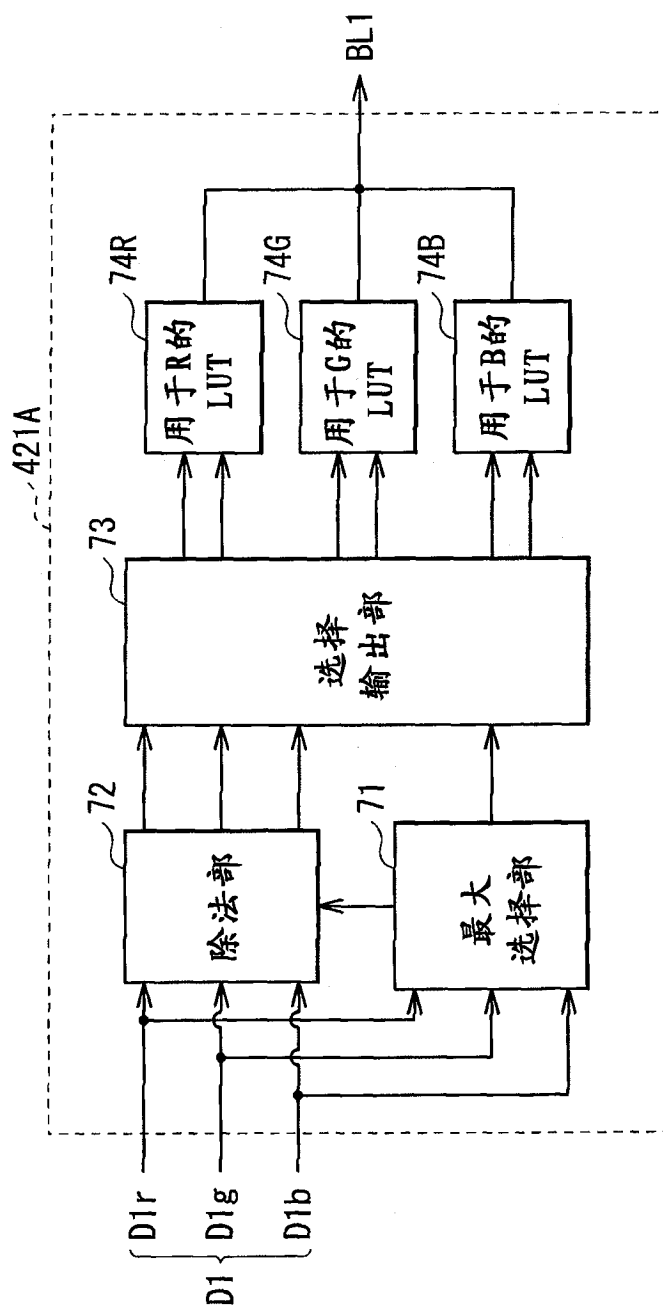


图 13

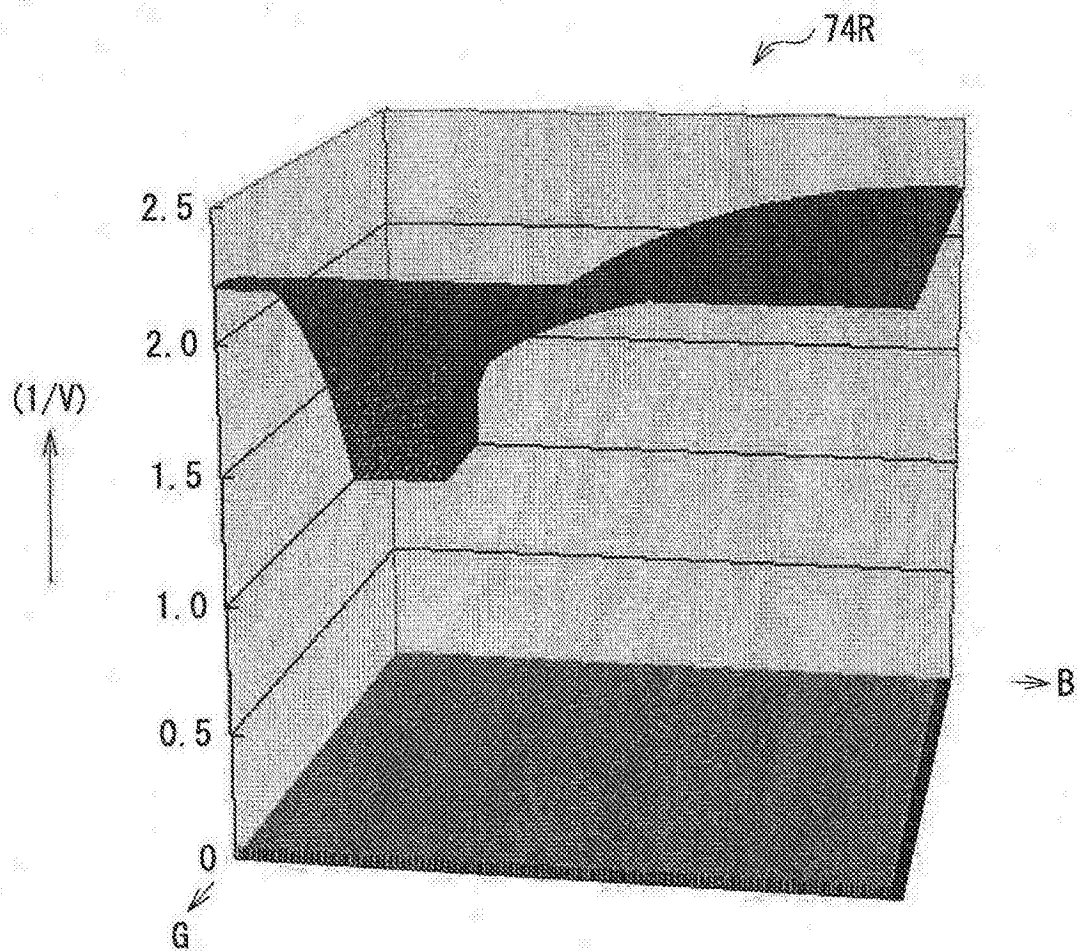


图 14

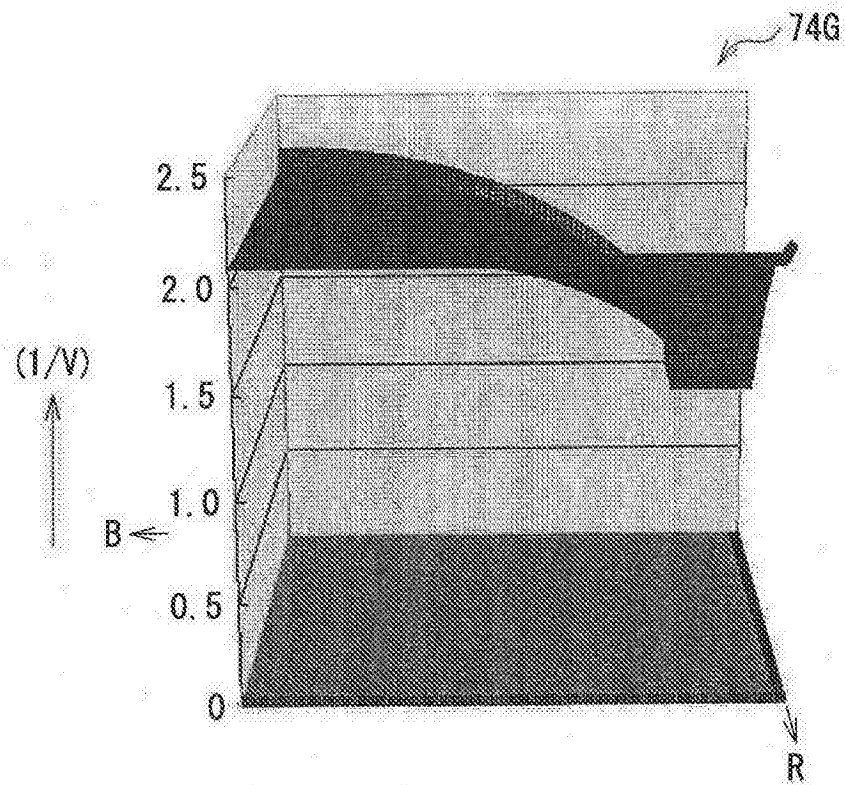


图 15

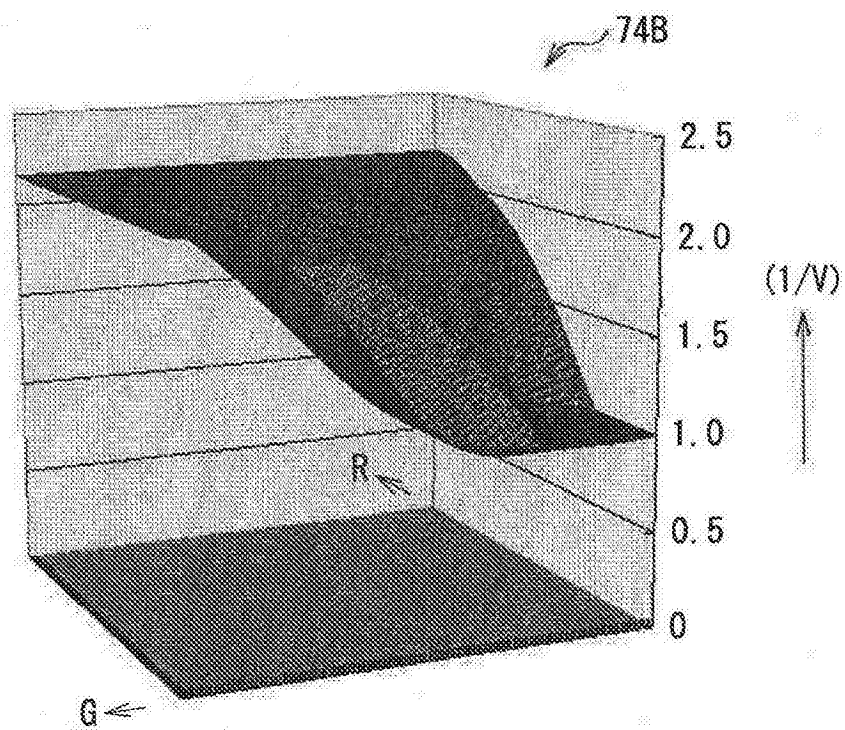


图 16

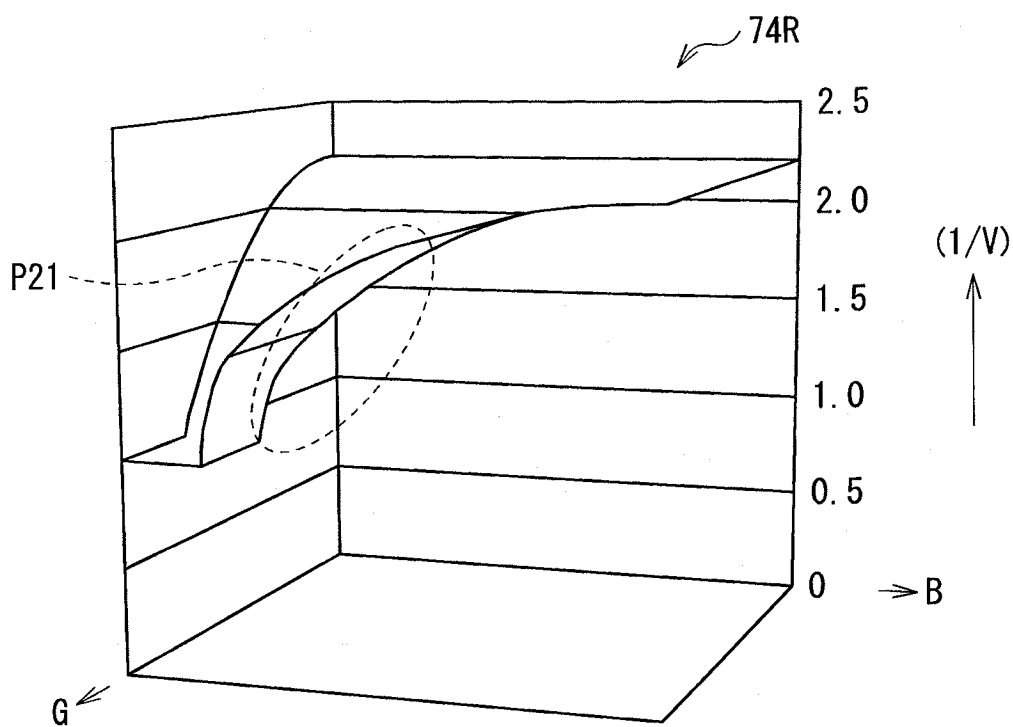


图 17A

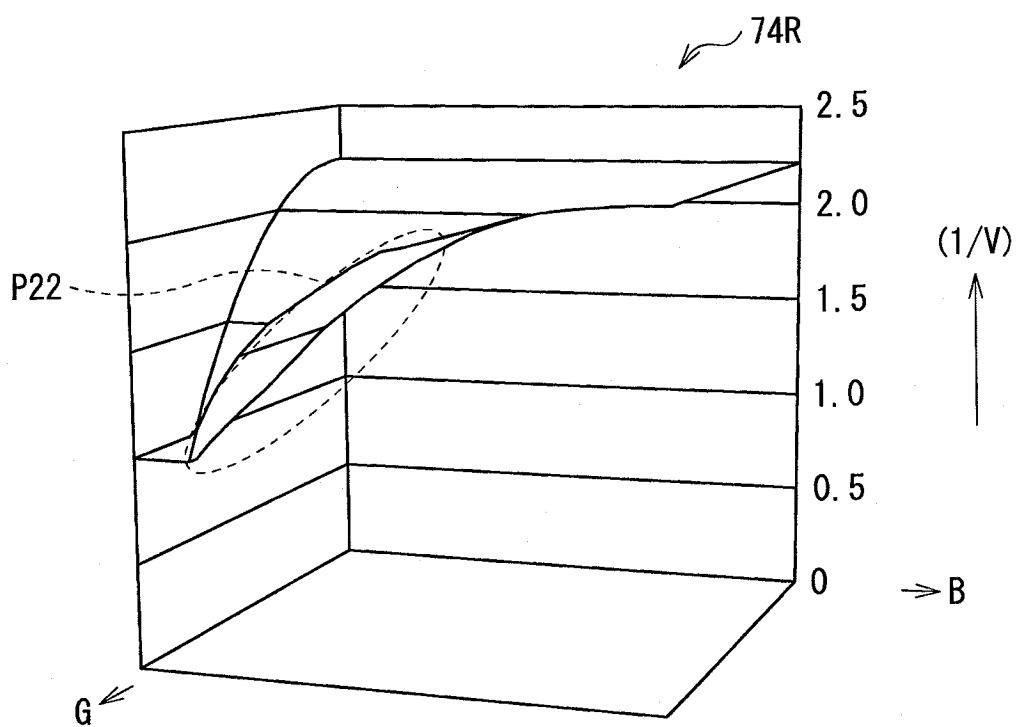


图 17B

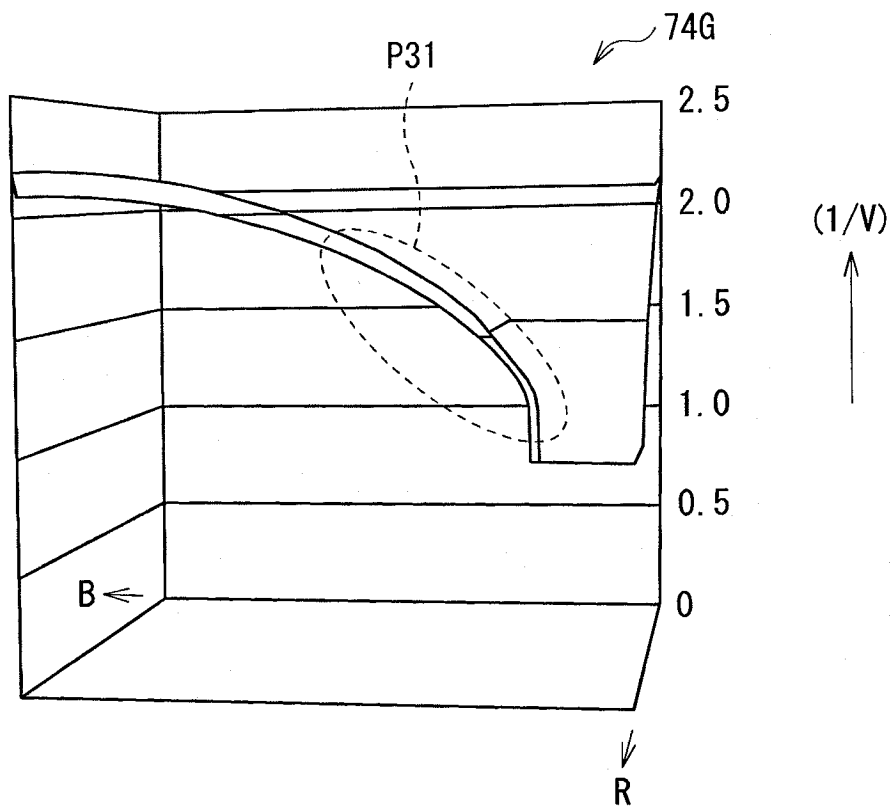


图 18A

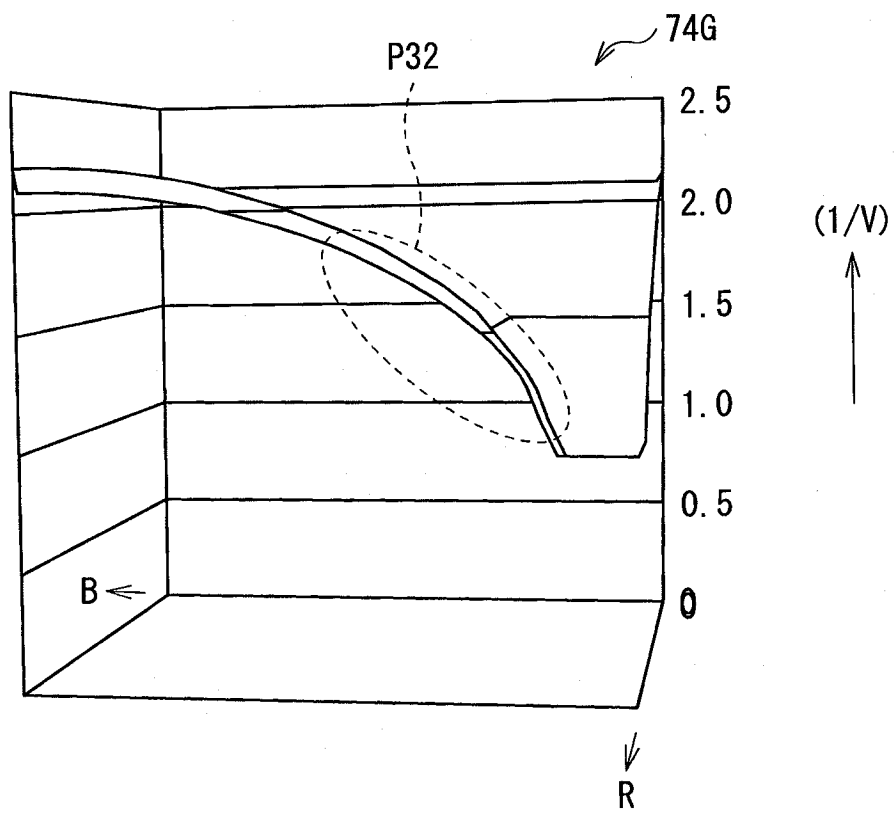


图 18B

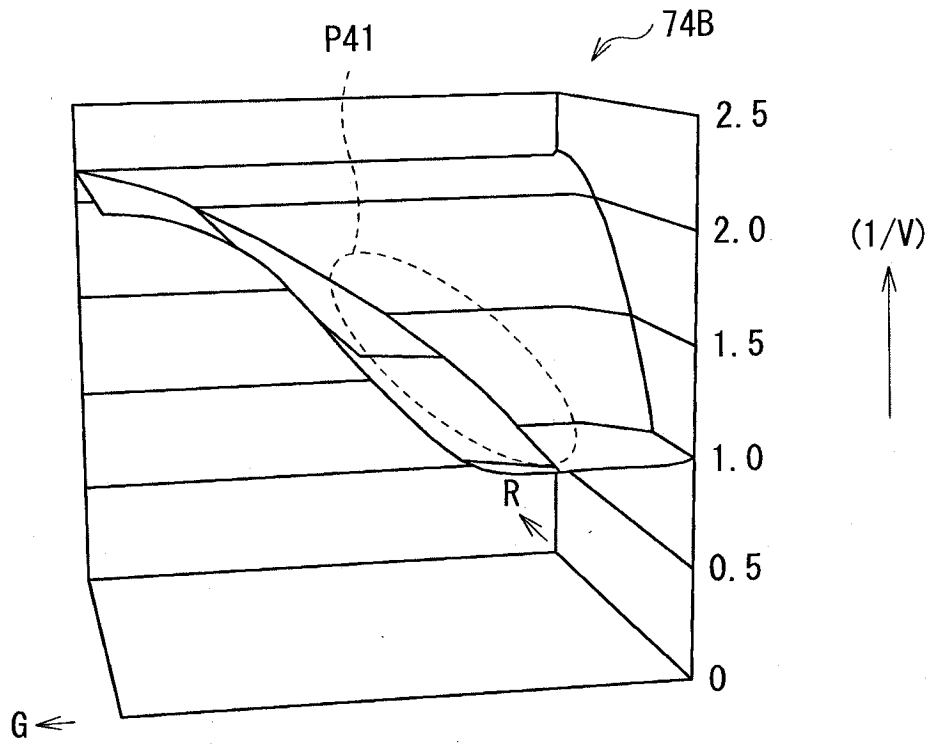


图 19A

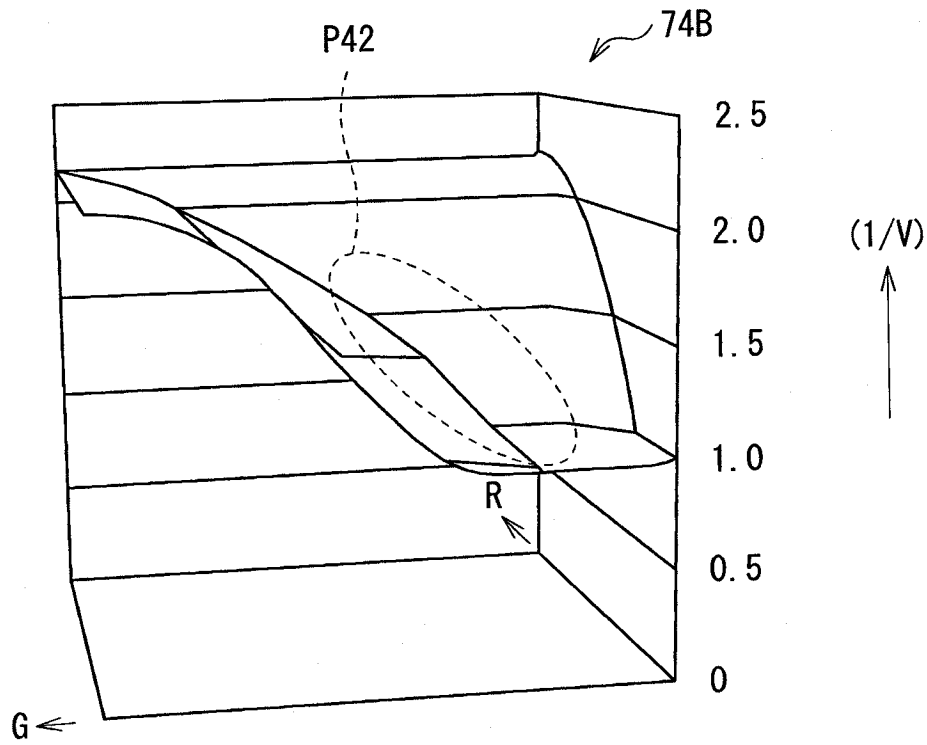


图 19B

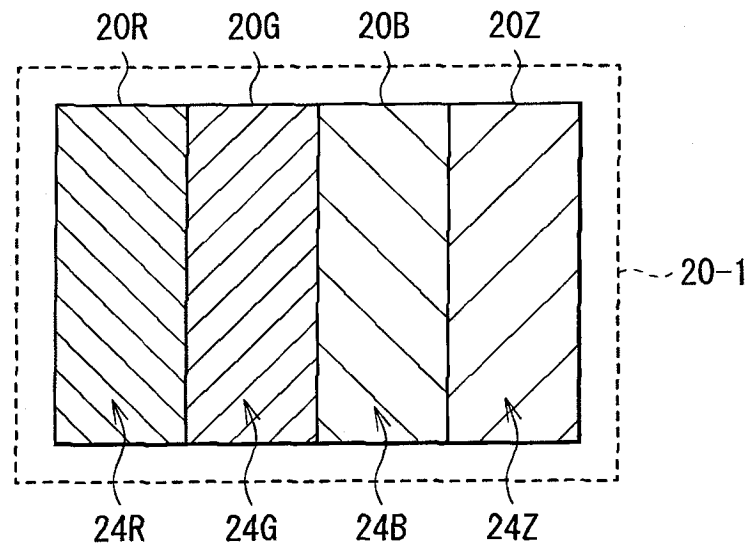


图 20A

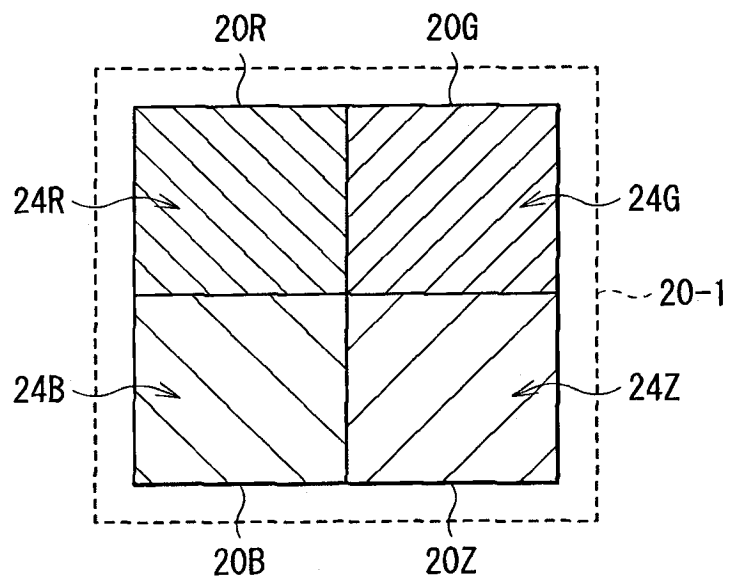


图 20B