



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102216835 A

(43) 申请公布日 2011. 10. 12

(21) 申请号 200980145490. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 08. 27

G02F 1/133 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G09G 3/20 (2006. 01)

2008-295720 2008. 11. 19 JP

G09G 3/36 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 05. 13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/064988 2009. 08. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02010/058644 JA 2010. 05. 27

(71) 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 齐藤全亮 古川智朗 藤冈和巧

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所

11323

代理人 权鲜枝

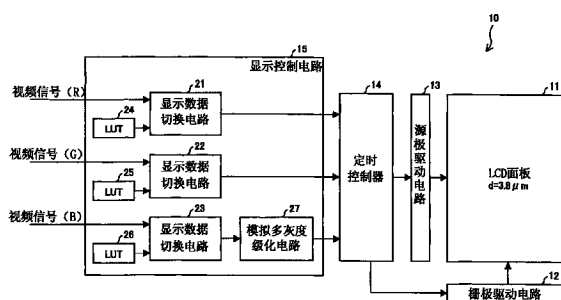
权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 17 页

(54) 发明名称

液晶显示装置和液晶显示装置的驱动方法

(57) 摘要

本发明的液晶显示装置 (10) 包括 TN 模式的液晶显示面板 (11), 该液晶显示面板 (11) 包括红色 (R)、绿色 (G)、蓝色 (B) 3 种颜色的像素和彩色滤光片。以波长比这 3 种颜色中波长最短的蓝色 (B) 大的绿色 (G) 或红色 (R) 的光的延迟值为基准决定液晶层的厚度 (单元厚度)。显示数据切换电路 (23) 针对被提供给蓝色 (B) 的像素的图像数据进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级转换, 由此防止灰度级反转。本发明的液晶显示装置起到使具有除蓝色 (B) 以外的波长的颜色的像素的透射率提高的效果。



1. 一种液晶显示装置,其特征在于:

包括液晶显示面板,该液晶显示面板具有颜色相互不同的多种像素,由此进行彩色图像显示,

上述液晶显示面板在 2 片基板之间夹着液晶层而构成,

上述液晶层的厚度以基于波长比上述多种颜色的各光的波长中最短波长的光的光的延迟值为基准来决定。

2. 根据权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征在于:

具有灰度级转换部,该灰度级转换部针对被提供给波长比在决定上述液晶层的厚度时作为基准的波长短的光的颜色的像素的图像数据,使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移。

3. 根据权利要求 2 所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述灰度级转换部进行因上述像素的颜色种类而不同的灰度级值的转移处理。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的液晶显示装置,其特征在于:

具有模拟多灰度级化部,该模拟多灰度级化部针对由上述灰度级转换部进行了向下位侧的灰度级值的灰度级转换处理的图像数据,进行模拟多灰度级化处理。

5. 根据权利要求 2 ~ 4 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述灰度级转换部具有查找表,该查找表使所输入的灰度级值与所输出的灰度级值分别对应起来。

6. 根据权利要求 1 ~ 5 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述液晶显示面板包括蓝色、绿色以及红色 3 种颜色的像素,

上述液晶层的厚度以基于绿色光或红色光的波长的延迟值为基准来决定。

7. 根据权利要求 1 ~ 5 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述液晶显示面板包括蓝色、绿色以及红色 3 种颜色的像素,

上述液晶层的厚度以基于绿色光的波长的延迟值为基准来决定。

8. 根据权利要求 1 ~ 5 中的任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

上述液晶显示面板包括蓝色、绿色以及红色 3 种颜色的像素,

上述液晶层的厚度以基于红色光的波长或比该红色光的波长长的波长的延迟值为基准来决定。

9. 一种液晶显示装置的驱动方法,其特征在于:

所述液晶显示装置具备液晶显示面板,该液晶显示面板具有颜色相互不同的多种像素,由此进行彩色图像显示,

上述液晶显示面板在 2 片基板之间夹着液晶层而构成,

上述液晶层的厚度以基于波长比上述多种颜色的各光的波长中最短波长的光的光的延迟值为基准来决定,

针对被提供给波长比在决定上述液晶层的厚度时作为基准的波长短的光的颜色的像素的图像数据,进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级转换。

10. 根据权利要求 9 所述的驱动方法,其特征在于:

在进行上述灰度级转换的工序中,进行因上述像素的颜色种类而不同的灰度级值的转

移处理。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的驱动方法,其特征在于:

包括模拟多灰度级化工序,针对利用上述灰度级转换进行了向下位侧的灰度级值的灰度级转换处理的图像数据,进行模拟多灰度级化处理。

12. 根据权利要求 9 ~ 11 中的任一项所述的驱动方法,其特征在于:

在进行上述灰度级转换的工序中,使用查找表进行灰度级值的转移处理,该查找表使所输入的灰度级值与所输出的灰度级值分别对应起来。

液晶显示装置和液晶显示装置的驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使用多种颜色的彩色滤光片进行彩色图像显示的液晶显示装置及其驱动方法。

背景技术

[0002] 液晶显示装置是具有高精细、薄型、轻量以及低功耗等优良特点的平面显示装置，近年来，伴随显示能力的提高、生产能力的提高以及相对于其它的显示装置的价格竞争力的提高，市场规模正迅速地扩大。

[0003] 在当前一般被广泛使用的扭曲向列模式（TN 模式）的液晶显示装置中，使具有正的介电常数各向异性的液晶分子的长轴相对于基板表面大致平行地取向，并且实施取向处理使得液晶分子的长轴沿着液晶层的厚度方向在上下的基板间扭转大致 90 度的方式。当对该液晶层施加电压时，液晶分子与电场平行地立起，扭转取向（扭曲取向）消除。TN 模式的液晶显示装置通过利用旋光性的变化来控制透射光量，该旋光性的变化伴随着基于电压的液晶分子的取向变化。

[0004] 在设计这样的液晶显示装置的面板的情况下，为了得到尽量高的透射率，要求使光的延迟成为希望的值。

[0005] 在此，延迟值 u 由下式决定。

[0006] $u = 2 \cdot \Delta n d / \lambda$,

[0007] 在上述的式中，

[0008] Δn 为液晶材料的折射率各向异性（双折射），

[0009] d 为单元厚度，

[0010] λ 为光的波长。

[0011] 根据上述的式，液晶显示面板的液晶层的厚度（也称为单元厚度）根据由液晶材料的种类决定的折射率各向异性 Δn 、作为基准的光的波长 λ 以及用于得到目标透射率的延迟值 u 而决定。

[0012] 并且，通常，在 TN 模式的液晶显示装置中进行 RGB 混色的彩色图像显示的情况下，液晶显示面板的单元厚度基于以红色（R）、绿色（G）、蓝色（B）这 3 种彩色滤光片颜色中波长最短的蓝色光的波长为基准的延迟来进行（例如，参照专利文献 1）。

[0013] 现有技术文献

[0014] 专利文献

[0015] 专利文献 1：日本公开专利公报“日本特开昭 61-98330 号公报（1986 年 5 月 16 日公开）”

发明内容

[0016] 发明要解决的问题

[0017] 但是，如上所述，当以作为最短波长的蓝色光的波长为基准进行单元厚度的设定

时,在波长比蓝色光长的绿色和红色的像素中产生不能得到足够的透射率的问题。

[0018] 图 24 示出按照当前的液晶显示面板的单元厚度的决定方法来决定单元厚度以使在作为最短波长的蓝色的波长下延迟值为最佳的情况下的不同波长的液晶显示面板的透射率。如该图所示,在现行的液晶显示面板中,以在蓝色中成为最佳的方式设计单元厚度,因此可确认:在蓝色的像素中透射率成为最佳值(在此是 1),与其相对,在绿色的像素和红色的像素中,透射率比最佳值低。

[0019] 例如,专利文献 1 记载有:在设液晶材料的折射率各向异性 Δn 为 0.18、设液晶层的厚度(单元厚度)为 7mm 的情况下,蓝色的像素的透射率成为 100%,另一方面,绿色的像素的透射率成为 98%,红色的像素的透射率成为 88%,在绿色和红色的像素中,透射率降低。

[0020] 此外,在专利文献 1 所公开的多色液晶显示装置中,通过使蓝、绿、红各颜色的像素上的液晶层的厚度分别不同,从而实现了除蓝色以外的颜色的像素中的透射率的改善。但是,按各颜色的像素改变单元厚度的专利文献 1 所公开的技术会产生如下问题:导致了面板制造工序的复杂化,并且当有源矩阵基板与相对基板的对位哪怕稍微偏差时,各颜色的单元厚度就会偏离最佳的值。

[0021] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于:在彩色液晶显示装置中,不按各颜色改变像素结构就能使具有除最短波长以外的波长的颜色的像素的透射率提高。

[0022] 用于解决问题的方案

[0023] 为了解决上述问题,本发明的液晶显示装置的特征在于,具备液晶显示面板,该液晶显示面板具有颜色相互不同的多种像素,由此进行彩色图像显示,上述液晶显示面板在 2 片基板之间夹着液晶层而构成,上述液晶层的厚度以基于波长比上述多种颜色的各光的波长中最短波长的光的光的延迟值为基准来决定。

[0024] 一般,液晶层的厚度(也称为单元厚度)根据由液晶材料的种类决定的折射率各向异性 Δn 、作为基准的光的波长 λ 、以及用于得到目标透射率的延迟值 u 来决定。也就是说,以某特定波长的光为基准决定单元厚度使得在液晶显示装置中能得到目标透射率。并且,在利用多种颜色的像素进行彩色图像显示的现有的彩色液晶显示装置中决定单元厚度时,以颜色相互不同的多种像素中最短波长的光为基准来进行,使得在该波长的颜色的像素中能得到最佳的透射率。例如,在包括红、绿、蓝 3 种颜色的像素的液晶显示装置的情况下,以基于蓝色的波长得到的延迟值为基准决定了单元厚度,使得在蓝色的像素中能得到最佳的透射率。但是,在这样的单元厚度的设定方法中,在具有除最短波长以外的波长的颜色的像素(例如红色的像素和绿色的像素)中,透射率并不足够。

[0025] 因此,在本发明中,以基于波长比具有像素的多种颜色的各光的波长中最短波长的光的光的延迟值为基准决定单元厚度。

[0026] 根据上述结构,能提高具有除最短波长以外的波长的颜色的像素的透射率。

[0027] 例如,在利用红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的混色进行多色显示的液晶显示装置中,各颜色的彩色滤光片的透射率比(具体地说,来自某白色光源的各颜色的彩色滤光片的亮度比)在以蓝色为基准的情况下成为 $R : G : B = (1.3 \sim 2.0) : (3.0 \sim 7.0) : 1$ 。也就是说,与蓝色相比波长更长的绿色和红色对在各颜色混合的情况下得到的透射率的贡献率更高。

[0028] 并且,当与通过液晶层时的各颜色的透射率比相乘时,与以波长最短的蓝色为基准决定单元厚度相比,以波长更长的绿色或红色为基准决定单元厚度能在装置整体上得到更高的透射率。在图 23 所示的表的右端的栏中示出分别以 B、G、R 为基准设定了单元厚度的情况下的透射率比。在此,以 B 基准(B 最佳)的情况下的透射率为 100% 示出 G 基准(G 最佳)和 R 基准(R 最佳)的透射率比。此外,在图 23 中,在上段的表中示出未进行数字 γ 处理的情况下(即,仅仅变更了单元厚度的情况下)的数值,在下段的表中示出进行了数字 γ 处理的情况下的数值。

[0029] 但是,在上述结构中,虽然能提高显示图像的透射率,但是会导致如下问题:在向波长比在决定单元厚度时作为基准的波长短的光的颜色的像素提供的图像数据中引起灰度级反转。所谓该灰度级反转是指如下现象:与利用高的灰度级值得到的图像的透射率相比,利用低的灰度级值得到的图像的透射率变高。

[0030] 因此,本发明的液晶显示装置优选具有灰度级转换部,该灰度级转换部针对被提供给波长比在决定上述液晶层的厚度时作为基准的波长短的光的颜色的像素的图像数据,使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移。

[0031] 具备灰度级转换部,如上述结构那样,该灰度级转换部针对被提供给波长比作为基准的波长短的光的颜色的像素的图像数据,使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移并输出,由此能防止短波长的光的颜色的像素中的灰度级反转。由此,能提高显示图像的质量。

[0032] 此外,在上述向灰度级值的下位侧的转移处理中,优选进行如下灰度级转换处理:将最高灰度级侧的灰度级值向引起灰度级反转的灰度级值的一灰度级下位侧的灰度级值转移并输出,使得不使用引起灰度级反转的灰度级值以上的灰度级值。

[0033] 在本发明的液晶显示装置中,优选上述灰度级转换部进行因上述像素的颜色种类而不同的灰度级值的转移处理。

[0034] 在发生上述的灰度级反转的情况下,根据各颜色的图像数据,在什么灰度级值以上的高灰度级区域中发生灰度级反转是不同的。

[0035] 根据上述结构,进行因像素的颜色的种类而不同的灰度级值的转移处理,因此能对各个颜色的图像数据进行希望的灰度级转换处理。

[0036] 在此,所谓进行因像素的颜色的种类而不同的灰度级值的转移处理是指:在例如目标灰度级相同的情况下(即使输入灰度级相同),也使输出灰度级按颜色不同,将按颜色不同的灰度级电压提供给像素电极。另外,在使用查找表进行灰度级转换处理的情况下,使用按颜色不同的查找表进行灰度级转换处理。

[0037] 本发明的液晶显示装置优选具有模拟多灰度级化部,该模拟多灰度级化部针对由上述灰度级转换部进行了向下位侧的灰度级值的灰度级转换处理的图像数据进行模拟多灰度级化处理。

[0038] 根据上述结构,针对进行了灰度级值的转移处理的图像数据进行模拟多灰度级化处理,由此能抑制灰度级表现力伴随使用的灰度级数量的减少而降低。

[0039] 在本发明的液晶显示装置中,优选上述灰度级转换部具有查找表,该查找表使所输入的灰度级值与所输出的灰度级值分别对应起来。

[0040] 根据上述结构,能使用查找表进行灰度级转换处理,因此能更容易地进行转换处

理。由此,能简化数据转换处理所需的电路等的结构。

[0041] 在本发明的液晶显示装置中,上述液晶显示面板包括蓝色、绿色以及红色 3 种颜色的像素,上述液晶层的厚度可以以基于绿色光或红色光的波长的延迟值为基准来决定。

[0042] 根据上述结构,以基于 3 种像素的颜色中波长比蓝色大的绿色或红色的波长的延迟值为基准来决定单元厚度,因此能设定单元厚度使得关于所选择的颜色的图像数据透射率为最佳。

[0043] 在本发明的液晶显示装置中,上述液晶显示面板也可以包括蓝色、绿色以及红色 3 种颜色的像素,上述液晶层的厚度以基于绿色光的波长的延迟值为基准来决定。

[0044] 人的视角对绿色光灵敏度较高,存在当绿色的像素的透射率变高时在视角上感到明亮的倾向。

[0045] 因此,根据上述结构,决定液晶层的厚度使得在绿色的像素中透射率为最佳,因此能进行人感到更明亮的图像显示。

[0046] 在本发明的液晶显示装置中,上述液晶显示面板可以包括蓝色、绿色以及红色 3 种颜色的像素,上述液晶层的厚度可以以基于红色光的波长或比该红色光的波长长的波长的延迟值为基准来决定。

[0047] 根据上述结构,与以蓝色或绿色的光为基准决定单元厚度的情况相比,能加厚单元厚度。单元厚度越薄,由于灰尘等混入而导致的品质降低越显著,但如果以红色的光或波长比红色光长的光为基准决定单元厚度,则能使厚度形成为 $4.0 \sim 4.5 \mu\text{m}$ 程度,与以蓝色的光为基准设定单元厚度的情况相比能增加单元厚度,因此能抑制由于灰尘等的混入而导致的面板品质的降低。

[0048] 为了解决上述问题,本发明的液晶显示装置的驱动方法的特征在于,液晶显示装置包括液晶显示面板,该液晶显示面板具有颜色相互不同的多种像素,由此进行彩色图像显示,上述液晶显示面板在 2 片基板之间夹着液晶层而构成,上述液晶层的厚度以基于波长比上述多种颜色的各光的波长中最短波长的光大的光的延迟值为基准来决定,针对被提供给波长比在决定上述液晶层的厚度时作为基准的波长短的光的颜色的像素的图像数据,进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级转换。

[0049] 根据上述方法,以基于波长比具有像素的多种颜色的各光的波长中最短波长的光大的光的延迟值为基准决定单元厚度,能提高具有除最短波长以外的波长的颜色的像素的透射率。

[0050] 而且,在上述方法中,针对被提供给波长比在决定单元厚度时作为基准的波长短的光的颜色的像素的图像数据,进行灰度级值向下位侧转移的转移处理。由此,能防止波长比作为基准的波长短的光的颜色的像素中的灰度级反转,因此能提高显示图像的品质。

[0051] 在本发明的液晶显示装置的驱动方法中,优选在进行上述灰度级转换的工序中进行因上述像素的颜色的种类而不同的灰度级值的转移处理。

[0052] 在产生上述灰度级反转的情况下,根据各颜色的图像数据,在什么灰度级值以上的高灰度级区域中产生灰度级反转是不同的。

[0053] 根据上述方法,因为进行因像素的颜色的种类而不同的灰度级值的转移处理,因此能对各个颜色的图像数据进行希望的灰度级转换处理。

[0054] 本发明的液晶显示装置的驱动方法优选包括模拟多灰度级化工序,针对利用上述

灰度级转换进行了向下位侧的灰度级值的灰度级转换处理的图像数据,进行模拟多灰度级化处理。

[0055] 根据上述方法,针对进行了灰度级值的转移处理的图像数据进行模拟多灰度级化处理,由此能抑制灰度级表现力伴随使用的灰度级数量的减少而降低。

[0056] 在本发明的液晶显示装置的驱动方法中,优选在进行上述灰度级转换的工序中,使用查找表进行灰度级值的转移处理,该查找表使所输入的灰度级值与所输出的灰度级值分别对应起来。

[0057] 根据上述方法,能使用查找表进行灰度级转换处理,因此能更容易地进行转换处理。由此,能简化数据转换处理所需的电路等的结构。

[0058] 发明效果

[0059] 在本发明的液晶显示装置中,上述液晶显示面板在 2 片基板之间夹着液晶层而构成,上述液晶层的厚度以基于波长比上述多种颜色的各光的波长中最短波长的光的光的延迟值为基准来决定。

[0060] 根据上述结构,起到如下效果:能提高具有除最短波长以外的波长的颜色的像素的透射率。

[0061] 另外,本发明的液晶显示装置的驱动方法在如下液晶显示装置中进行:该液晶显示装置的液晶层的厚度以基于波长比上述多种颜色的各光的波长中最短波长的光的光的延迟值为基准来决定,针对被提供波长比在决定上述液晶层的厚度时作为基准的波长短的光的颜色的像素的图像数据,进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级转换。

[0062] 根据上述方法,以基于波长比具有像素的多种颜色的各光的波长中最短波长的光的光的延迟值为基准决定单元厚度,由此能提高具有除最短波长以外的波长的颜色的像素的透射率。

[0063] 而且,根据上述方法,能防止波长比作为基准的波长短的光的颜色的像素中的灰度级反转。由此,起到能提高显示图像的质量的效果。

附图说明

[0064] 图 1(a) 是用于说明在本发明的第 1 实施方式的液晶显示装置中进行的显示驱动的示意图。(b) 是用于说明在现有的液晶显示装置中进行的显示驱动的示意图。

[0065] 图 2 是示出本发明的第 1 实施方式的液晶显示装置的结构框图。

[0066] 图 3 是示出引起灰度级反转的情况下的各颜色的像素的 γ 特性的图表。

[0067] 图 4 是示出本发明的第 1 实施方式的液晶显示装置中的不同波长的透射率的图表。在该图表中,为了比较,用虚线示出现有的液晶显示面板中的不同波长的透射率。

[0068] 图 5 是示出本发明的第 1 实施方式的液晶显示装置中的蓝色的图像数据的灰度级值与透射率的关系(灰度级透射率特性)的图表。

[0069] 图 6 是示出本发明的第 1 实施方式中的液晶显示面板和现有的液晶显示面板中的各波长的光与能见度的关系的图表。

[0070] 图 7 是示出在本发明的第 1 实施方式的液晶显示装置和现有的液晶显示装置中进行面板特性的评价的结果的表。

[0071] 图 8 是示出本发明的第 2 实施方式的液晶显示装置的结构框图。

[0072] 图 9 是示出引起灰度级反转的情况下的各颜色的像素的 γ 特性的图表。

[0073] 图 10 是示出本发明的第 2 实施方式的液晶显示装置中的不同波长的透射率的图表。在该图表中,为了比较,用虚线示出现有的液晶显示面板中的按波长区别的透射率。

[0074] 图 11 是示出本发明的第 2 实施方式的液晶显示装置中的蓝色的图像数据的灰度级值与透射率的关系(灰度级透射率特性)的图表。

[0075] 图 12 是示出本发明的第 2 实施方式的液晶显示装置中的绿色的图像数据的灰度级值与透射率的关系(灰度级透射率特性)的图表。

[0076] 图 13 是示出本发明的第 2 实施方式中的液晶显示面板和现有的液晶显示面板中的各波长的光与能见度的关系的图表。

[0077] 图 14 是示出在本发明的第 2 实施方式的液晶显示装置和现有的液晶显示装置中进行面板特性的评价的结果的表。

[0078] 图 15 是示出本发明的第 3 实施方式的液晶显示装置的结构框图。

[0079] 图 16 是示出引起灰度级反转的情况下的各颜色的像素的 γ 特性的图表。

[0080] 图 17 是示出本发明的第 3 实施方式的液晶显示装置中的按波长区别的透射率的图表。在该图表中,为了比较,用虚线示出现有的液晶显示面板中的按波长区别的透射率。

[0081] 图 18 是示出本发明的第 3 实施方式的液晶显示装置中的蓝色的图像数据的灰度级值与透射率的关系(灰度级透射率特性)的图表。

[0082] 图 19 是示出本发明的第 3 实施方式的液晶显示装置中的绿色的图像数据的灰度级值与透射率的关系(灰度级透射率特性)的图表。

[0083] 图 20 是示出本发明的第 3 实施方式的液晶显示装置中的红色的图像数据的灰度级值与透射率的关系(灰度级透射率特性)的图表。

[0084] 图 21 是示出本发明的第 3 实施方式中的液晶显示面板和现有的液晶显示面板中的各波长的光与能见度的关系的图表

[0085] 图 22 是示出在本发明的第 3 实施方式的液晶显示装置和现有的液晶显示装置中进行面板特性的评价的结果的表。

[0086] 图 23 是示出彩色滤光片的按颜色区别的亮度比和不同最佳延迟的透射率比的表。在本图中,在上段所示的表中示出未进行数字 γ 处理的情况下的数值,在下段所示的表中示出进行了数字 γ 处理的情况下的数值。

[0087] 图 24 是示出现有的液晶显示面板中的按波长区别的透射率的图表。

具体实施方式

[0088] [实施方式 1]

[0089] 根据图 1 ~ 图 7 如下说明本发明的第 1 实施方式。此外,本发明并不限于此。

[0090] 在本实施方式中,以具备 TN 模式的液晶显示面板、以成为常白显示的方式配置有偏光板的液晶显示装置为例进行说明。本实施方式的液晶显示装置具有包括红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)这 3 种颜色的像素的液晶显示面板,由此进行彩色图像显示。此外,在本说明书中,将与一个颜色的彩色滤光片对应的像素(像素电极)定义为一个像素。

[0091] 图 2 示出本实施方式的液晶显示装置 10 的结构。

[0092] 如图 2 所示,液晶显示装置 10 包括液晶显示面板 (LCD 面板) 11、栅极驱动电路 12、源极驱动电路 13、定时控制器 14、显示控制电路 15(灰度级转换部)等作为主要的构成部件。

[0093] 液晶显示面板 11 没有图示,但构成为在有源矩阵基板与相对基板之间具备液晶层。本实施方式的液晶显示面板 11 是 TN 模式。另外,在液晶显示面板 11 中,在有源矩阵基板和相对基板的外侧各配置有一张偏光板 ($\lambda/2$ 板),以成为常白显示的方式进行显示驱动。

[0094] 栅极驱动电路 12 是用于对设于液晶显示面板 11 上的扫描信号线提供扫描信号的电路。

[0095] 源极驱动电路 13 是用于对设于液晶显示面板 11 上的数据信号线提供数据信号的电路。

[0096] 定时控制器 14 决定向设于液晶显示面板的扫描信号线和数据信号线提供的各信号的输入定时。从定时控制器 14 输出的各种信号通过栅极驱动电路 12 和源极驱动电路 13 向液晶显示面板 11 的扫描信号线和数据信号线提供。

[0097] 显示控制电路 15 对所输入的各颜色 (R、G、B) 的视频信号进行数据处理,向液晶显示面板 11 内的各颜色的像素提供灰度级数据。

[0098] 通过上述结构,在显示控制电路 15 中进行了数据处理的灰度级数据经由定时控制器 14 和源极驱动电路 13 向液晶显示面板 11 内的各像素提供。由此,基于所输入的视频信号进行图像显示。

[0099] 另外,在显示控制电路 15 内设有显示数据切换电路 21、22、23(灰度级转换部)和查找表 (LUT) 24、25、26。显示数据切换电路 21、22、23 是根据所输入的视频信号生成用于进行目标图像显示的图像数据的电路。在此,为了进行基于目标亮度的显示而进行灰度级转换处理 (γ 转换处理) 等。另外,当进行该灰度级转换处理时,使用了查找表。查找表是所输入的灰度级值和所输出的灰度级值一一对地对应起来的表。

[0100] 在本实施方式中,以对红色的视频信号设置显示数据切换电路 21 和 LUT24、对绿色的视频信号设置显示数据切换电路 22 和 LUT25、对蓝色的视频信号设置显示数据切换电路 23 和 LUT26 的方式,按各颜色的视频信号分别设置显示数据切换电路和 LUT。由此,能按各颜色的视频信号进行不同的灰度级转换处理。

[0101] 另外,在显示控制电路 15 内,在上述结构的基础上,设有对图像数据进行模拟多灰度级化处理的模拟多灰度级化电路 27(模拟多灰度级化部)。模拟多灰度级化处理仅对进行灰度级值的转移处理的图像数据进行,因此在本实施方式中,模拟多灰度级化电路 27 设于针对蓝色的图像数据的一系列处理电路内。

[0102] 接下来说明在液晶显示装置 10 中进行的显示驱动。

[0103] 图 1(a) 概略地示出在液晶显示装置 10 中进行的显示驱动的流程。另外,为了比较,图 1(b) 概略地示出在现有的液晶显示装置 500 中进行的显示驱动的流程。

[0104] 如图 1 的 (a) 和 (b) 所示,在现有的液晶显示装置 500 中,决定单元厚度使得在 RGB 中的波长最短的蓝色的像素中透射率为最佳。与此相对,在本实施方式的液晶显示装置 10 中,决定单元厚度使得在波长比蓝色长的绿色的像素中透射率成为最佳。

[0105] 在此,说明设计液晶显示面板时的单元厚度的决定方法。

[0106] 液晶显示面板设计为能得到尽量高的透射率的方式。在此,如本实施方式的液晶显示面板那样,在面板的上下使用了 $\lambda/2$ 板的常白显示型的液晶显示面板的透射率算式如下。

[0107] [数式 1]

[0108]
$$T = 1 - \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2}\sqrt{1+u^2}\right)}{(1+u^2)} \dots (\text{式 1})$$

[0109] 在此, T 为透射率,

[0110] u 为延迟值。

[0111] 如上述的式 1 所示,透射率由光的延迟值 u 决定。并且,延迟值 u 由下式 2 计算。

[0112]
$$u = 2\Delta n d / \lambda \quad (\text{式 2})$$

[0113] 在此, Δn 为液晶材料的双折射,

[0114] d 为单元厚度,

[0115] λ 为透射波长。

[0116] 如上述的式 2 所示,延迟值 u 由液晶材料的双折射、单元厚度以及透射波长来决定。因此,在决定了液晶材料的情况下,以某特定的透射波长为基准,选择在成为该基准的透射波长中能得到希望的延迟值的单元厚度。

[0117] 此外,上述的(式 1)所示的透射率算式是液晶层的算式。在实际的液晶显示装置中,从背光源照射的光不但通过液晶层,还通过偏光板等其它部件。因此,液晶显示装置的透射率是使利用上述(式 1)得到的透射率与由偏光板的透射率、彩色滤光片的透射率、液晶面板的开口率以及背光源的聚光度等带来的影响相乘而计算出的。

[0118] 在此,在现有的液晶显示装置 500 中,如上所述,根据以在 RGB 中波长最短的蓝色(Blue)的光的波长为基准的延迟值决定了单元厚度。这是因为:如果是在根据以波长比蓝色长的波长为基准的延迟值设定了单元厚度的情况,在波长比作为基准的波长短的光的颜色的像素中,高灰度级区域的灰度级反转会成为问题。

[0119] 该灰度级反转是指利用低灰度级值得到的图像的透射率比利用高灰度级值得到的图像的透射率高的现象,是显示品质降低的原因。图 3 示出引起灰度级反转的一例。在图 3 中示出将单元厚度设计为 $3.8 \mu\text{m}$ 、以白色(RGB 的混色)的光为基准设定了灰度级特性的情况下的按颜色区别的灰度级透射率特性(γ 特性)。如图 3 所示,在波长最短的蓝色中引起灰度级反转。

[0120] 因此,在现有的液晶显示装置 500 中,根据以 RGB 中波长最短的蓝色的光的波长为基准的延迟值决定单元厚度。

[0121] 但是,如液晶显示装置 500 那样,在根据以最短的波长为基准的延迟值进行了单元厚度的设计的情况下,如图 24 所示,在绿色的像素和红色的像素中不能得到足够的透射率。

[0122] 因此,在本实施方式的液晶显示装置 10 中,以波长比蓝色长的颜色的波长为基准进行单元厚度的设定,使得在绿色、红色的像素中透射率提高。

[0123] 在图 4 中用实线示出以绿色的波长为基准设定单元厚度的液晶显示装置 10 中的

按波长区别的透射率。另外,在图 4 中用虚线示出以蓝色的波长为基准设定单元厚度的现有的液晶显示装置 500 中的按波长区别的透射率。

[0124] 如该图所示,在现有的液晶显示装置 500 中,在蓝色附近的波长(450nm 附近)中透射率成为最大,随着波长从绿色附近的波长(550nm 附近)向红色附近的波长(620nm 附近)变大,透射率减少。与此相对,在本实施方式的液晶显示装置 10 中,在绿色附近的波长(550nm 附近)中透射率成为最大,随着远离该波长,透射率降低。但是,红色附近的波长(620nm 附近)中的透射率降低的程度与现有的液晶显示装置 500 相比要小。因此,在液晶显示装置 10 中,与现有的液晶显示装置 500 相比,能在整体上使显示明亮。

[0125] 作为本实施方式中的单元厚度的具体例,例如在液晶材料的双折射 Δn 为 0.130 的情况下,单元厚度 d 成为 $3.8 \mu m$ 。

[0126] 在此,在以绿色的波长为基准决定了单元厚度的情况下,如上所述,在波长比绿色短的蓝色的像素中会引起灰度级反转成为问题。因此,在本实施方式的液晶显示装置 10 中,在显示控制电路 15 内对 RGB 各颜色的视频信号进行分别独立的灰度级值的转换(γ 转换)(参照图 1)。关于这点,参照图 2、图 5 说明如下。

[0127] 在本实施方式的液晶显示装置 10 中,蓝色的图像数据中的灰度级反转现象成为问题,因此在显示数据切换电路 23 中进行如下灰度级值的转移处理:使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移。此处的灰度级转换使用查找表 26 来进行。

[0128] 此外,对未引起灰度级反转的红色和绿色的图像数据进行与现有的灰度级转换处理同样的转换处理。该情况下也分别使用与各显示数据切换电路 21、22 对应设置的查找表 24、25 来进行灰度级转换,

[0129] 图 5 示出在液晶显示装置 10 中上述的灰度级值的转移处理后的蓝色的图像数据的灰度级值与透射率的关系。此外,在图 5 中,用实线(没有白圆圈)示出本实施方式中的蓝色图像数据的灰度级透射率特性,作为比较例,用带有白圆圈的线示出不进行灰度级转移处理的情况下的蓝色图像数据的灰度级透射率特性。另外,在图 5 所示的图表的左上,放大示出能引起灰度级反转的高灰度级侧(灰度级值为 54 ~ 63)。

[0130] 如图 5 所示,在不进行灰度级转移处理的比较例中,在 59 灰度级以上的高灰度级区域中引起灰度级反转。与此相对,在液晶显示装置 10 中,将透射率最高的 58 灰度级用作 63 灰度级。也就是说,在显示数据切换电路 23 中进行如下处理:在所输入的灰度级值是 63 灰度级的情况下,使灰度级值向作为比其靠下位侧的灰度级值的 58 灰度级转移并输出。这样,在显示数据切换电路 23 中进行如下的向下位侧的灰度级值的转移处理:在整个灰度级区域中所输出的灰度级值比所输入的灰度级值要小。

[0131] 并且,在本实施方式的液晶显示装置 10 中,为了防止灰度级跳跃而利用模拟多灰度级化电路 27 进行灰度级值的插值,该灰度级跳跃由通过进行上述的灰度级值的转移处理而使能使用的灰度级数量减少所引起。

[0132] 在模拟多灰度级化电路 27 中,使用公知的多灰度级化技术对图像数据进行模拟多灰度级化。模拟多灰度级化处理是指利用人的眼睛在时间和空间上平均地识别亮度的性质,在有限的灰度级数量中,进行使人的眼睛看起来好像能表达的灰度级数量增加了的处理。根据使成为单位的像素区域形成为何种程度的大小、或者如何设计噪声模式(即,各帧中的噪声模式、周期帧的数量等),模拟多灰度级化处理具有 FRC 等多种多样的方式。

[0133] 关于模拟多灰度级化处理的具体方法,本发明也能应用例如专利文献 2(特开 2005-10520 号公报(2005 年 1 月 13 日公开))等记载的方法。

[0134] 通过进行这样的处理,即使由于灰度级值的转移处理使能使用的灰度级数量减少,也能维持与基于通常的 0 ~ 63 灰度级的图像显示同等的灰度级表现力。

[0135] 进行了以上处理的结果是,能得到具有图 5 所示的灰度级透射率特性的蓝色的图像数据。此外,在图 5 所示的例子中,示出了 6 比特(0 ~ 63 灰度级)的灰度级数据的情况,但这只是一例,本发明不限于此。

[0136] 图 6 用图表示出在本实施方式的液晶显示装置 10 中各波长的光与能见度的关系。此外,在图 6 中,用实线示出本实施方式的液晶显示面板的能见度,为了比较,用虚线示出以蓝色基准进行单元厚度设定。

[0137] 如该图所示,本实施方式的液晶显示装置 10 与用虚线示出的现有例相比,以绿色光的波长(550nm 附近)为中心,整体上提高了能见度。此外,人的视角对绿色光灵敏度较高,具有当绿色的像素的透射率变高时在视角上感到明亮的倾向。

[0138] 因此,如本实施方式那样,决定单元厚度使得在绿色的像素中透射率成为最佳,由此能进行人感到更明亮的图像显示。

[0139] 另外,在图 7 中示出在液晶显示装置 10 中进行了面板特性的评价的结果。此外,在图 7 的表中示出以蓝色的光为基准设定单元厚度的液晶显示面板作为现有技术,示出以绿色光为基准设定了单元厚度但未进行上述的灰度级值的转移处理的液晶显示面板作为比较例。

[0140] 如图 7 所示,在现有技术中,以蓝色的光为基准设定了单元厚度,其厚度是 3.1 μm 。与此相对,在比较例和本实施方式 1 的面板中以绿色光为基准设定了单元厚度,因此比现有技术的面板要厚,是 3.8 μm 。

[0141] 并且,关于各面板的白显示的透射率的实测值,现有技术是 4.43%,与此相对,比较例是 4.92%,实施方式 1 是 5.01%,可知与现有技术的面板相比提高了透射率。另外,关于将现有技术的面板中的白显示(在图 7 中示出为“白色”的位置)的透射率设为 1(基准值)的情况下的各面板的透射率比,在比较例中是 1.11,在实施方式 1 中是 1.13。这样,可知与现有的液晶显示装置相比,在本实施方式的液晶显示装置中透射率提高了 13%。

[0142] 此外,白显示的透射率是将红、绿、蓝 3 种颜色的显示混色而得到的。在图 7 中也示出各颜色的显示的透射率比(在图 7 中示出为“蓝色”、“绿色”、“红色”)。

[0143] 在图 7 所示的表的下段示出灰度级反转的有无(设有灰度级反转的情况为“×”,设没有灰度级反转的情况为“○”)。如图所示,在比较例的面板中,蓝色的图像引起了灰度级反转,与此相对,在对蓝色的图像数据进行了灰度级值的转移处理的实施方式 1 的面板中未引起灰度级反转。可认为该情况也被反映到蓝色显示的透射率比、白显示的透射率比以及透射率的实测值中。

[0144] 另外,图 23 示出以 B、G、R 各自为基准决定了单元厚度的情况下的彩色滤光片的按各颜色区别的亮度比和液晶显示装置的透射率比的仿真值。此外,在图 23 中,在上段的表中示出未进行数字 γ 处理的情况(即,仅仅变更了单元厚度的情况)下的数值,在下段的表中示出进行了数字 γ 处理的情况下的数值。图 23 中的下段的表的“G 最佳”的行相当于本实施方式的液晶显示装置的仿真值。此外,在实际的液晶显示装置中,使该仿真值与背光

源的聚光度、偏光板的影响相乘。

[0145] 如该图所示,可知:在本实施方式(G最佳)的液晶显示装置中,将R、G、B混色而得到的W(白)的亮度和透射率与现有例(B最佳)相比均有提高。这样,可确认:与以波长最短的蓝色为基准决定单元厚度相比,以波长更长的绿色为基准决定单元厚度能在装置整体上得到更高的透射率。

[0146] 如上,在本实施方式的液晶显示装置中,在RGB各颜色的光的波长中,不是基于波长最短的蓝色,而是以基于绿色的波长的光的延迟值为基准决定了单元厚度。由此,不但能提高绿色的像素的透射率,而且也能提高红色的像素的透射率,还能提高组合各颜色而显示的图像整体的透射率

[0147] 此外,在本实施方式中,决定单元厚度使得在能见度高的绿色的像素中透射率成为最佳,因此能进行人感到更明亮的图像显示。

[0148] 而且,对被提供与作为基准的绿色相比波长短的蓝色的像素的图像数据,进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级值的转移处理,由此能防止蓝色的像素中的灰度级反转。由此,能提高显示图像的品质。

[0149] 此外,在本实施方式中列举TN模式的液晶显示面板为例进行了说明,但本发明不限于此,也能应用于IPS模式、VA模式等其它模式的液晶显示面板。

[0150] 另外,在本实施方式中,列举常白显示的液晶显示面板为例进行了说明,但本发明不限于此,也能应用于常黑显示的液晶显示面板。

[0151] [实施方式2]

[0152] 接着,基于图8~图14说明本发明的第2实施方式。在此,主要对与上述的实施方式1不同的方面进行说明。在能应用同样的结构和驱动方法的情况下,适当省略其说明。

[0153] 在本实施方式中也与实施方式1同样,以具备TN模式的液晶显示面板、以成为常白显示的方式配置有偏光板的液晶显示装置为例进行说明。

[0154] 图8示出本实施方式的液晶显示装置110的结构。

[0155] 如图8所示,液晶显示装置110包括液晶显示面板(LCD面板)11、栅极驱动电路12、源极驱动电路13、定时控制器14以及显示控制电路115(灰度级转换部)等作为主要的构成部件。

[0156] 关于液晶显示面板(LCD面板)11、栅极驱动电路12、源极驱动电路13以及定时控制器14,因为是与实施方式1的液晶显示装置10同样的结构,因此省略其说明。

[0157] 显示控制电路115对所输入的各颜色(R、G、B)的视频信号进行数据处理,向液晶显示面板11内的各颜色的像素提供灰度级数据。在显示控制电路115中进行了数据处理的灰度级数据经由定时控制器14和源极驱动电路13被提供给液晶显示面板11内的各像素。由此,基于所输入的视频信号进行图像显示。

[0158] 另外,在显示控制电路115内设有显示数据切换电路121、122、123(灰度级转换部)和查找表(LUT)124、125、126。显示数据切换电路121、122、123是根据所输入的视频信号生成用于进行目标图像显示的图像数据的电路。在此,进行灰度级转换处理(γ 转换处理)等以能进行目标亮度下的显示。另外,当进行该灰度级转换处理时使用查找表。查找表是使所输入的灰度级值和所输出的灰度级值一对一地对应起来的表。

[0159] 在本实施方式中,以对红色的视频信号设置显示数据切换电路121和LUT124、对

绿色的视频信号设置显示数据切换电路 122 和 LUT125、对蓝色的视频信号设置显示数据切换电路 123 和 LUT126 的方式,按各颜色的视频信号分别设置显示数据切换电路和 LUT。由此,能按各颜色的视频信号进行不同的灰度级转换处理。

[0160] 另外,在显示控制电路 115 内,在上述结构的基础上,设有对图像数据进行模拟多灰度级化处理的模拟多灰度级化电路 127、128(模拟多灰度级化部)。模拟多灰度级化处理仅对进行灰度级值的转移处理的图像数据进行,因此在本实施方式中,模拟多灰度级化电路 127、128 分别设于针对蓝色的图像数据和绿色的图像数据的一系列的处理电路内。

[0161] 接下来,说明在液晶显示装置 110 中进行的显示驱动。

[0162] 在现有的液晶显示装置 500 中,决定单元厚度使得在 RGB 中的波长最短的蓝色的像素中透射率成为最佳(参照图 1(b))。与此相对,在本实施方式的液晶显示装置 110 中,与实施方式 1 同样,以波长比蓝色长的颜色的波长为基准进行了单元厚度的设定,使得在绿色、红色的像素中透射率提高。具体地说,在本实施方式中,决定单元厚度使得在波长比蓝色和绿色长的红色的像素中的透射率成为最佳。

[0163] 关于单元厚度的决定方法,在本实施方式中也同样能应用在实施方式 1 中说明的方法。但是,在本实施方式中,决定单元厚度使得在红色的像素中透射率成为最佳,因此在上述的式 2 中,将作为红色的波长的 620nm 设为成为基准的透射波长 λ ,选择在成为该基准的透射波长中能得到希望的延迟值的单元厚度。

[0164] 在图 10 中用实线示出以红色的波长为基准设定了单元厚度的液晶显示装置 110 中的按波长区别的透射率。另外,在图 10 中用虚线示出以蓝色的波长为基准设定了单元厚度的现有的液晶显示装置 500 中的按波长区别的透射率。

[0165] 如该图所示,在现有的液晶显示装置 500 中,在蓝色附近的波长(450nm 附近)中透射率成为最大,随着波长从绿色附近的波长(550nm 附近)向红色附近的波长(620nm 附近)变大,透射率减少。与此相对,在本实施方式的液晶显示装置 110 中,在红色附近的波长(620nm 附近)中透射率成为最大,随着远离该波长,透射率降低。但是,在 RGB 中能见度最高的绿色附近的波长(550nm 附近)中的透射率与现有的液晶显示装置 500 相比变高。因此,在液晶显示装置 110 中,与现有的液晶显示装置 500 相比,能在整体上使显示变明亮。

[0166] 作为本实施方式中的单元厚度的具体例,例如在液晶材料的双折射 Δn 是 0.130 的情况下,单元厚度 d 成为 $4.2\mu\text{m}$ 。

[0167] 在此,在以红色的波长为基准决定了单元厚度的情况下,如实施方式 1 中说明的那样,在波长比红色短的蓝色和绿色的像素中会引起灰度级反转成为问题。在图 9 中示出如下情况下的按颜色区别的灰度级透射率特性(γ 特性):以红色基准进行单元厚度设定,将单元厚度设计为 $4.2\mu\text{m}$,以白色(RGB 的混色)的光为基准设定灰度级特性。如图 9 所示,在波长比红色短的蓝色和绿色中引起了灰度级反转。

[0168] 因此,在本实施方式的液晶显示装置 110 中,在显示控制电路 115 内,对 RGB 各颜色的视频信号进行分别独立的灰度级值的转换(γ 转换)(参照图 1(a))。关于这点,参照图 8、图 11、图 12 说明如下。

[0169] 在本实施方式的液晶显示装置 110 中,蓝色的图像数据和绿色的图像数据中的灰度级反转现象成为问题,因此在显示数据切换电路 122 和显示数据切换电路 123 中进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级值的转移处理。此处的灰度

级转换分别使用查找表 125、126。

[0170] 此外,关于未引起灰度级反转的红色的图像数据,进行与现有的灰度级转换处理同样的转换处理。在该情况下也分别使用与显示数据切换电路 121 对应设置的查找表 124 进行灰度级转换。

[0171] 在图 11 中示出在液晶显示装置 110 中上述的灰度级值的转移处理后的蓝色的图像数据的灰度级值与透射率的关系。此外,在图 11 中,用实线(没有白圆圈)示出用本实施方式中的蓝色图像数据的灰度级透射率特性,用带有白圆圈的线示出不进行灰度级转移处理的情况下的蓝色图像数据的灰度级透射率特性作为比较例。另外,在图 11 所示的图表的左上,放大示出能引起灰度级反转的高灰度级侧(灰度级值为 54 ~ 63)。

[0172] 如图 11 所示,在不进行灰度级转移处理的比较例中,在 58 灰度级以上的高灰度级区域中引起了灰度级反转。与此相对,在液晶显示装置 110 中,将透射率最高的 57 灰度级用作 63 灰度级。即,在显示数据切换电路 123 中进行如下处理:在所输入的灰度级值是 63 灰度级的情况下,使灰度级值向作为比其靠下位侧的灰度级值的 57 灰度级转移并输出。这样,在显示数据切换电路 123 中,进行如下的向下位侧的灰度级值的转移处理:在整个灰度级区域所输出的灰度级值比所输入的灰度级值要小。

[0173] 另外,在图 12 中示出在液晶显示装置 110 中上述的灰度级值的转移处理后的绿色的图像数据的灰度级值与透射率的关系。此外,在图 12 中用实线(没有白圆圈)示出本实施方式中的绿色图像数据的灰度级透射率特性,用带有白圆圈的线示出不进行灰度级转移处理的情况下的绿色图像数据的灰度级透射率特性。另外,在图 12 所示的图表的左上,放大示出能引起灰度级反转的高灰度级侧(灰度级值为 54 ~ 63)。

[0174] 如图 12 所示,在不进行灰度级转移处理的比较例中,在 61 灰度级以上的高灰度级区域中引起了灰度级反转。与此相对,在液晶显示装置 110 中将透射率最高的 60 灰度级用作 63 灰度级。即,在显示数据切换电路 122 中进行如下处理:在所输入的灰度级值是 63 灰度级的情况下,使灰度级值向作为比其靠下位侧的灰度级值的 60 灰度级转移并输出。这样,在显示数据切换电路 122 中进行如下的向下位侧的灰度级值的转移处理:在整个灰度级区域中所输出的灰度级值比所输入的灰度级值要小。

[0175] 并且,为了防止由通过进行上述的灰度级值的转移处理而使能使用的灰度级数量减少所引起的灰度级跳跃,在本实施方式的液晶显示装置 110 中,利用模拟多灰度级化电路 127、128 进行灰度级值的插值。

[0176] 在模拟多灰度级化电路 127、128 中进行的模拟多灰度级化处理能同样地应用实施方式 1 中说明的方法,因此省略其说明。

[0177] 通过进行该模拟多灰度级化处理,即使由于灰度级值的转移处理而使能使用的灰度级数量减少,也能维持与基于通常的 0 ~ 63 灰度级的图像显示同等的灰度级表现力。

[0178] 进行了以上处理的结果是,能得到具有图 11 所示的灰度级透射率特性的蓝色的图像数据,并且能得到具有图 12 所示的灰度级透射率特性的绿色的图像数据。此外,在图 11 和图 12 所示的例子中示出了 6 比特(0 ~ 63 灰度级)的灰度级数据的情况,但这只是一例,本发明不限于此。

[0179] 图 13 用图表示出在本实施方式的液晶显示装置 110 中各波长的光与能见度的关系。此外,在图 13 中用实线示出本实施方式的液晶显示面板的能见度,为了比较,用虚线示

出以蓝色基准进行了单元厚度设定的情况。

[0180] 如该图所示,与用虚线所示的现有例相比,本实施方式的液晶显示装置 110 以红色的光的波长(620nm 附近)为中心,在整体上提高了能见度。

[0181] 另外,在图 14 中示出在液晶显示装置 110 中进行了面板特性的评价的结果。此外,在图 14 的表中作为现有技术示出以蓝色的光为基准设定了单元厚度的液晶显示面板,作为比较例示出以红色的光为基准设定了单元厚度但未进行上述的灰度级值的转移处理的液晶显示面板。

[0182] 如图 14 所示,在现有技术中,以蓝色的光为基准设定了单元厚度,其厚度是 $3.1\mu\text{m}$ 。与此相对,在比较例和本实施方式 2 的面板中,以红色的光为基准设定了单元厚度,因此比现有技术的面板要厚,是 $4.2\mu\text{m}$ 。

[0183] 并且,关于各面板的白显示的透射率的实测值,现有技术是 4.43%,与此相对,比较例是 4.74%,实施方式 2 是 4.83%,可知与现有技术的面板相比提高了透射率。另外,对于将现有技术的面板中的白显示(图 14 中示出为“白色”的位置)的透射率设为 1(基准值)的情况下的各面板的透射率比,在比较例中是 1.07,在实施方式 2 中是 1.09。这样,可知在本实施方式的液晶显示装置中与现有的液晶显示装置相比透射率提高了 9%。

[0184] 此外,白显示的透射率是将红、绿、蓝 3 种颜色的显示混色而得到的。图 14 中也示出各颜色的显示的透射率比(在图 14 中示出为“蓝色”、“绿色”、“红色”)。

[0185] 在图 14 所示的表的下段示出灰度级反转的有无(设有灰度级反转的情况为“×”,设没有灰度级反转的情况为“○”)。如图所示,在比较例的面板中,蓝色和绿色的图像引起了灰度级反转,与此相对,在对蓝色和绿色的图像数据进行了灰度级值的转移处理的实施方式 2 的面板中未引起灰度级反转。可认为该情况也被反映到蓝色显示和绿色表示的透射率比、白显示的透射率比以及透射率的实测值。

[0186] 另外,在图 23 中示出以 B、G、R 各自为基准决定了单元厚度的情况下的彩色滤光片的各颜色区别的亮度比和液晶显示装置的透射率比的仿真值。此外,在图 23 中,在上段的表中示出未进行数字 γ 处理的情况(即,仅仅变更了单元厚度的情况)下的数值,在下段的表中示出进行了数字 γ 处理的情况下的数值。图 23 中的下段的表的“R 最佳”的行相当于本实施方式的液晶显示装置的仿真值。此外,在实际的液晶显示装置中,使该仿真值与背光源的聚光度、偏光板的影响相乘。

[0187] 如该图所示,可知:在本实施方式(R 最佳)的液晶显示装置中,将 R、G、B 混合而得到的 W(白)的亮度和透射率与现有例(B 最佳)相比均提高。这样,可确认:与以波长最短的蓝色为基准决定单元厚度相比,以波长更长的红色为基准决定了单元厚度能在装置整体上得到更高的透射率。

[0188] 如上,在本实施方式的液晶显示装置中,在 RGB 各颜色的光的波长中,不是基于波长最短的蓝色,而是以基于红色的波长的光的延迟值为基准决定了单元厚度。由此,不但能使红色的像素的透射率提高,而且也能使绿色的像素的透射率提高,还能提高组合各颜色而显示的图像整体的透射率。

[0189] 另外,与以蓝色或绿色为基准设定了单元厚度的情况相比,在以红色为基准设定了单元厚度的情况下能增大单元厚度。因此,能得到如下效果:能提高液晶显示面板相对于灰尘等异物的混入的耐久性。

[0190] 而且,对被提供给与作为基准的红色相比波长短的蓝色和绿色的像素的图像数据,进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级值的转移处理,由此能防止蓝色和绿色的像素中的灰度级反转。由此,能提高显示图像的品质。

[0191] (实施方式 3)

[0192] 接着,基于图 15~图 22 说明本发明的第 3 实施方式。在此,主要对与上述的实施方式 1 不同的方面进行说明,在能应用同样的结构和驱动方法的情况下,适当省略其说明。

[0193] 在本实施方式中也与实施方式 1 同样,举出包括 TN 模式的液晶显示面板、以成为常白显示的方式配置了偏光板的液晶显示装置为例进行说明。

[0194] 图 15 示出本实施方式的液晶显示装置 210 的结构。

[0195] 如图 15 所示,液晶显示装置 210 包括液晶显示面板(LCD 面板)11、栅极驱动电路 12、源极驱动电路 13、定时控制器 14 以及显示控制电路 215(灰度级转换部)等作为主要的构成部件。

[0196] 关于液晶显示面板(LCD 面板)11、栅极驱动电路 12、源极驱动电路 13 以及定时控制器 14,是与实施方式 1 的液晶显示装置 10 同样的结构,因此省略其说明。

[0197] 显示控制电路 215 对所输入的各颜色(R、G、B)的视频信号进行数据处理,向液晶显示面板 11 内的各颜色的像素提供灰度级数据。在显示控制电路 215 中进行了数据处理的灰度级数据经由定时控制器 14 和源极驱动电路 13 提供给液晶显示面板 11 内的各像素。由此,基于所输入的视频信号进行图像显示。

[0198] 另外,在显示控制电路 215 内设有显示数据切换电路 221、222、223(灰度级转换部)和查找表(LUT)224、225、226。显示数据切换电路 221、222、223 是根据所输入的视频信号生成用于进行目标图像显示图像数据的电路。在此,以进行基于目标亮度的显示的方式进行灰度级转换处理(γ 转换处理)等。另外,当进行该灰度级转换处理时使用查找表。查找表是使所输入的灰度级值和所输出的灰度级值一对一的对应起来的表。

[0199] 在本实施方式中,以对红色的视频信号设置显示数据切换电路 221 和 LUT224、对绿色的视频信号设置显示数据切换电路 222 和 LUT225、对蓝色的视频信号设置显示数据切换电路 223 和 LUT226 的方式,分别按各颜色的视频信号设置显示数据切换电路和 LUT。由此,能按各颜色的视频信号进行不同的灰度级转换处理。

[0200] 另外,在显示控制电路 215 内,在上述结构的基础上,设有对图像数据进行模拟多灰度级化处理的模拟多灰度级化电路 227、228、229(模拟多灰度级化部)。模拟多灰度级化处理仅对进行灰度级值的转移处理的图像数据进行,但在本实施方式中对 RGB 全部颜色的图像数据进行该转移处理,因此模拟多灰度级化电路 227、228、229 分别设于针对蓝色的图像数据、绿色的图像数据以及红色的图像数据的一系列的电路内。

[0201] 接下来,说明在液晶显示装置 210 中进行的显示驱动。

[0202] 在现有的液晶显示装置 500 中,决定单元厚度使得在 RGB 中的波长最短的蓝色的像素中透射率成为最佳(参照图 1(b))。与此相对,在本实施方式的液晶显示装置 210 中,与实施方式 1 同样,以波长比蓝色长的颜色的波长为基准进行了单元厚度的设定,使得在绿色、红色的像素中提高透射率。具体地说,在本实施方式中,决定单元厚度使得在波长比红色光长的光(波长 670nm 的光)中透射率成为最佳。

[0203] 关于单元厚度的决定方法,在本实施方式中也能同样应用在实施方式 1 中说明的

方法。但是,在本实施方式中,决定单元厚度使得波长 670nm 的光的透射率为最佳,因此在上述的式 2 中,将 670nm 设为成为基准的透射波长 λ ,选择出在成为该基准的透射波长中能得到希望的延迟值的单元厚度。

[0204] 在图 17 中用实线示出以波长 670nm 为基准设定了单元厚度的液晶显示装置 210 中的按波长区别的透射率。另外,在图 17 中用虚线示出以蓝色的波长为基准设定了单元厚度的现有的液晶显示装置 500 中的按波长区别的透射率。

[0205] 如该图所示,在现有的液晶显示装置 500 中,在蓝色附近的波长(450nm 附近)中透射率成为最大,随着波长从绿色附近的波长(550nm 附近)向红色附近的波长(620nm 附近)变大,透射率减少。与此相对,在本实施方式的液晶显示装置 210 中,在与红色光相比为长波长侧的波长(670nm 附近)中透射率成为最大,随着远离该波长,透射率降低。

[0206] 作为本实施方式中的单元厚度的具体例,例如在液晶材料的双折射 Δn 是 0.130 的情况下,单元厚度 d 成为 $4.4\mu\text{m}$ 。

[0207] 在此,在以 670nm 的波长为基准决定了单元厚度的情况下,如在实施方式 1 中说明的那样,在比该波长短的 RGB 各颜色的像素中会引起灰度级反转成为问题。在图 16 中示出以与红色相比为长波长侧的波长(具体为 670nm 的波长)为基准进行单元厚度设定、将单元厚度设定为 $4.4\mu\text{m}$ 、以白色(RGB 的混色)的光为基准设定了灰度级特性的情况下的按颜色区别的灰度级透射率特性(γ 特性)。如图 16 所示,在波长比 670nm 短的蓝色、绿色以及红色的图像数据中引起了灰度级反转。

[0208] 因此,在本实施方式的液晶显示装置 210 中,在显示控制电路 215 内对 RGB 各颜色的视频信号分别进行独立的灰度级值的转换(γ 转换)(参照图 1(a))。关于这点,参照图 15、图 18、图 19、图 20 说明如下。

[0209] 在本实施方式的液晶显示装置 210 中,蓝色、绿色、红色的各图像数据中的灰度级反转现象成为问题,因此在针对各颜色的视频信号的显示数据切换电路 221、222、223 中进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级值的转移处理。此处的灰度级转换分别使用查找表 224、225、226 进行。

[0210] 在图 18 中示出在液晶显示装置 210 中上述的灰度级值的转移处理后的蓝色的图像数据的灰度级值与透射率的关系。此外,在图 18 中用实线(没有白圆圈)示出本实施方式中的蓝色图像数据的灰度级透射率特性,用带有白圆圈的线示出不进行灰度级转移处理的情况下的蓝色图像数据的灰度级透射率特性作为比较例。另外,在图 18 所示的图表的左上,放大示出能引起灰度级反转的高灰度级侧(灰度级值为 54 ~ 63)。

[0211] 如图 18 所示,在不进行灰度级转移处理的比较例中,在 59 灰度级以上的高灰度级区域中引起了灰度级反转。与此相对,在液晶显示装置 210 中将透射率最高的 58 灰度级用作 63 灰度级。即,在显示数据切换电路 223 中进行如下处理:在所输入的灰度级值是 63 灰度级的情况下,使灰度级值向作为比其靠下位侧的灰度级值的 58 灰度级转移。这样,在显示数据切换电路 223 中进行如下的向下位侧的灰度级值的转移处理:在整个灰度级区域中所输出的灰度级值比所输入的灰度级值要小。

[0212] 另外,在图 19 中示出在液晶显示装置 210 中上述的灰度级值的转移处理后的绿色的图像数据的灰度级值与透射率的关系。此外,在图 19 中用实线(没有白圆圈)示出本实施方式中的绿色图像数据的灰度级透射率特性,用带有白圆圈的线示出不进行灰度级转移

处理的情况下的绿色图像数据的灰度级透射率特性作为比较例。另外,在图 19 所示的图表的左上,放大示出能引起灰度级反转的高灰度级侧(灰度级值为 54 ~ 63)。

[0213] 如图 19 所示,在不进行灰度级转移处理的比较例中,在 61 灰度级以上的高灰度级区域中引起了灰度级反转。与此相对,在液晶显示装置 210 中将透射率最高的 60 灰度级用作 63 灰度级。也就是说,在显示数据切换电路 222 中进行如下处理:在所输入的灰度级值是 63 灰度级的情况下,使灰度级值向作为比其靠下位侧的灰度级值的 60 灰度级转移并输出。这样,在显示数据切换电路 222 中进行如下向下位侧的灰度级值的转移处理:在整个灰度级区域中所输出的灰度级值比所输入的灰度级值要小。

[0214] 另外,在图 20 中示出在液晶显示装置 210 中上述的灰度级值的转移处理后的红色的图像数据的灰度级值与透射率的关系。此外,在图 20 中用实线(没有白圆圈)示出本实施方式中的红色图像数据的灰度级透射率特性,用带有白圆圈的线示出不进行灰度级转移处理的情况下的红色图像数据的灰度级透射率特性作为比较例。另外,在图 20 所示的图表的左上,放大示出能引起灰度级反转的高灰度级侧(灰度级值为 57 ~ 63)。

[0215] 如图 20 所示,在不进行灰度级转移处理的比较例中,在灰度级值最高的 63 灰度级中引起了灰度级反转。与此相对,在液晶显示装置 210 中将透射率最高的 62 灰度级用作 63 灰度级。即,在显示数据切换电路 221 中进行如下处理:在所输入的灰度级值是 63 灰度级的情况下,使灰度级值向作为比其靠下位侧的灰度级值的 62 灰度级转移并输出。这样,在显示数据切换电路 221 中进行如下向下位侧的灰度级值的转移处理:在整个灰度级区域中所输出的灰度级值比所输入的灰度级值要小。

[0216] 并且,在本实施方式的液晶显示装置 210 中,为了防止由通过进行上述的灰度级值的转移处理而使能使用的灰度级数量减少所引起的灰度级跳跃,利用模拟多灰度级化电路 227、228、229 进行灰度级值的插值。

[0217] 在模拟多灰度级化电路 227、228、229 中进行的模拟多灰度级化处理同样能应用在实施方式 1 中说明的方法,因此省略其说明。

[0218] 通过进行该模拟多灰度级化处理,即使由于灰度级值的转移处理而使能使用的灰度级数量减少,也能维持与基于通常的 0 ~ 63 灰度级的图像显示同等的灰度级表现力。

[0219] 进行以上处理的结果是,关于蓝色、绿色、红色的各图像数据,能得到在图 18、图 19、图 20 中分别示出的灰度级透射率特性。此外,在图 18、图 19 以及图 20 所示的例子中,示出了 6 比特(0 ~ 63 灰度级)的灰度级数据的情况,但这只是一例,本发明不限于此。

[0220] 图 21 用图表示出在本实施方式的液晶显示装置 210 中各波长的光与能见度的关系。此外,在图 21 中用实线示出本实施方式的液晶显示面板的能见度,为了比较,用虚线示出以蓝色基准进行了单元厚度设定。

[0221] 如该图所示,本实施方式的液晶显示装置 210 与虚线所示的现有例相比,在整体上提高了能见度。这是因为:如图 23 所示,通过将 670nm 的波长设为单元厚度决定的基准,从而能提高绿色和红色的透射率。

[0222] 另外,图 22 示出在液晶显示装置 210 中进行了面板特性的评价的结果。此外,在图 22 的表中示出以蓝色的光为基准设定了单元厚度的液晶显示面板作为现有技术,示出以与红色相比为长波长侧的(具体为 670nm)的光为基准设定了单元厚度但是未进行上述灰度级值的转移处理的液晶显示面板作为比较例。

[0223] 如图 22 所示,在现有技术中,以蓝色的光为基准设定了单元厚度,其厚度是 $3.1\mu\text{m}$ 。与此相对,在比较例和本实施方式 3 的面板中,以 670nm 的光为基准设定了单元厚度,因此与现有技术的面板相比要厚,是 $4.4\mu\text{m}$ 。

[0224] 并且,关于各面板的白显示的透射率的实测值,现有技术是 4.43% ,与此相对,比较例是 4.62% ,实施方式 3 是 4.66% ,可知与现有技术的面板相比提高了透射率。另外,关于将现有技术的面板中的白显示(在图 22 中示出为“白色”的位置)的透射率设为 1(基准值)的情况下的各面板的透射率比,在比较例中是 1.04 ,在实施方式 3 中是 1.05 。这样,可知:与现有的液晶显示装置相比,在本实施方式的液晶显示装置中透射率提高了 5% 。

[0225] 此外,白显示的透射率是将红、绿、蓝 3 种颜色的显示混色而得到的。图 22 中也示出了各颜色的显示的透射率比(在图 22 中示出为“蓝色”、“绿色”、“红色”)。

[0226] 在图 22 所示的表的下段示出灰度级反转的有无(设有灰度级反转的情况为“ $\times$ ”,设没有灰度级反转的情况为“ $\circ$ ”)。如图所示,在比较例的面板中,在蓝、绿、红 3 种颜色的图像中引起了灰度级反转,与此相对,在进行了灰度级值的转移处理的实施方式 3 的面板中未引起灰度级反转。可认为该情况也被反映到各颜色显示的透射率比、白显示的透射率比以及透射率的实测值中。

[0227] 另外,在图 23 中示出以 B、G、R 各自为基准决定了单元厚度的情况下的彩色滤光片的各颜色区别的亮度比和液晶显示装置的透射率比的仿真值。此外,在图 23 中,在上段的表中示出未进行数字 γ 处理的情况(即,仅仅变更了单元厚度的情况)下的数值,在下段的表中示出进行了数字 γ 处理的情况下的数值。图 23 中的下段的表的“ $\lambda = 670\text{nm}$ 最佳”的行相当于本实施方式的液晶显示装置的仿真值。此外,在实际的液晶显示装置中,使该仿真值与背光源的聚光度、偏光板的影响相乘。

[0228] 如该图所示,可知:在本实施方式($\lambda = 670\text{nm}$ 最佳)的液晶显示装置中,将 R、G、B 混色而得到的 W(白)的亮度和透射率与现有例(B 最佳)相比均提高。这样,可确认:与以波长最短的蓝色为基准决定单元厚度相比,以波长更长的 670nm 的波长为基准决定单元厚度能在装置整体上得到高的透射率。

[0229] 如上,在本实施方式的液晶显示装置中,在 RGB 各颜色的光的波长中,不是基于波长最短的蓝色,而是以基于与红色相比为长波长侧的波长的光的延迟值为基准决定了单元厚度。由此,不但能提高与上述长波长侧的波长相近的红色的像素的透射率,而且能提高组合各颜色而显示的图像整体的透射率。

[0230] 另外,在以与红色相比为长波长侧的波长的光为基准设定了单元厚度的情况下,与以蓝色或绿色为基准设定了单元厚度的情况相比能增大单元厚度。因此,能得到如下效果:提高了液晶显示面板对灰尘等异物的混入的耐久性。

[0231] 而且,对被提供与作为基准的波长相比波长短的 RGB 各颜色的像素的图像数据,进行使所输入的灰度级值向比其靠下位侧的灰度级值转移的灰度级值的转移处理,由此能防止蓝色和绿色的像素中的灰度级反转。由此,能提高显示图像的品质。

[0232] 本发明并不限于上述的实施方式,能在权利要求所示的范围内进行各种变更。即,将在权利要求所示的范围内进行适当变更的技术方案分别组合而得到的实施方式和将上述的各实施方式所记载的各结构组合而得到的结构也包含在本发明的技术范围内。

[0233] 工业上的可利用性

[0234] 如果使用本发明的液晶显示装置,则能提高显示图像的透射率。本发明的液晶显示装置能应用于彩色液晶显示装置。

[0235] 附图标记说明

[0236] 10 液晶显示装置

[0237] 11 液晶显示面板

[0238] 12 栅极驱动电路

[0239] 13 源极驱动电路

[0240] 14 定时控制器

[0241] 15 显示控制电路(灰度级转换部)

[0242] 21、22、23 显示数据切换电路(灰度级转换部)

[0243] 24、25、26 查找表(LUT)

[0244] 27 模拟多灰度级化电路(模拟多灰度级化部)

[0245] 110 液晶显示装置

[0246] 115 显示控制电路(灰度级转换部)

[0247] 121、122、123 显示数据切换电路(灰度级转换部)

[0248] 124、125、126 查找表(LUT)

[0249] 127、128 模拟多灰度级化电路(模拟多灰度级化部)

[0250] 210 液晶显示装置

[0251] 215 显示控制电路(灰度级转换部)

[0252] 221、222、223 显示数据切换电路(灰度级转换部)

[0253] 224、225、226 查找表(LUT)

[0254] 227、228、229 模拟多灰度级化电路(模拟多灰度级化部)

[0255] D 单元厚度(液晶层的厚度)

[0256] U 延迟值

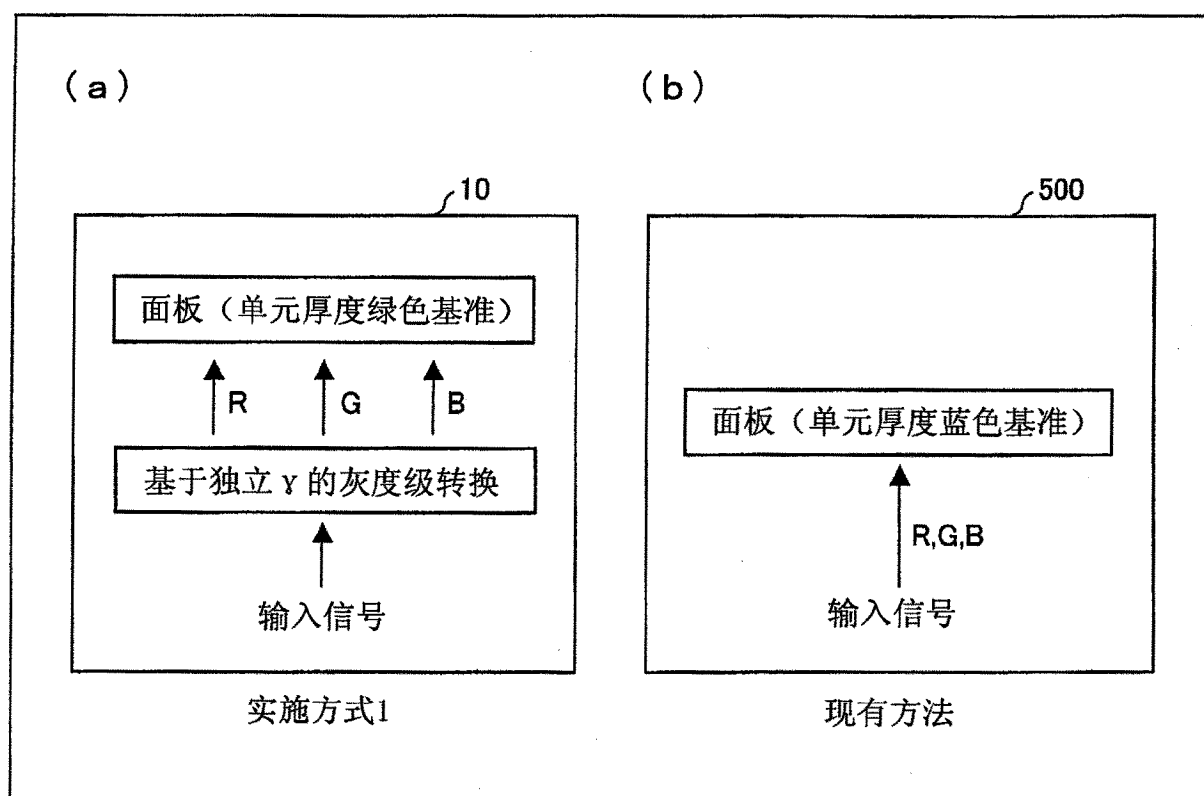


图 1

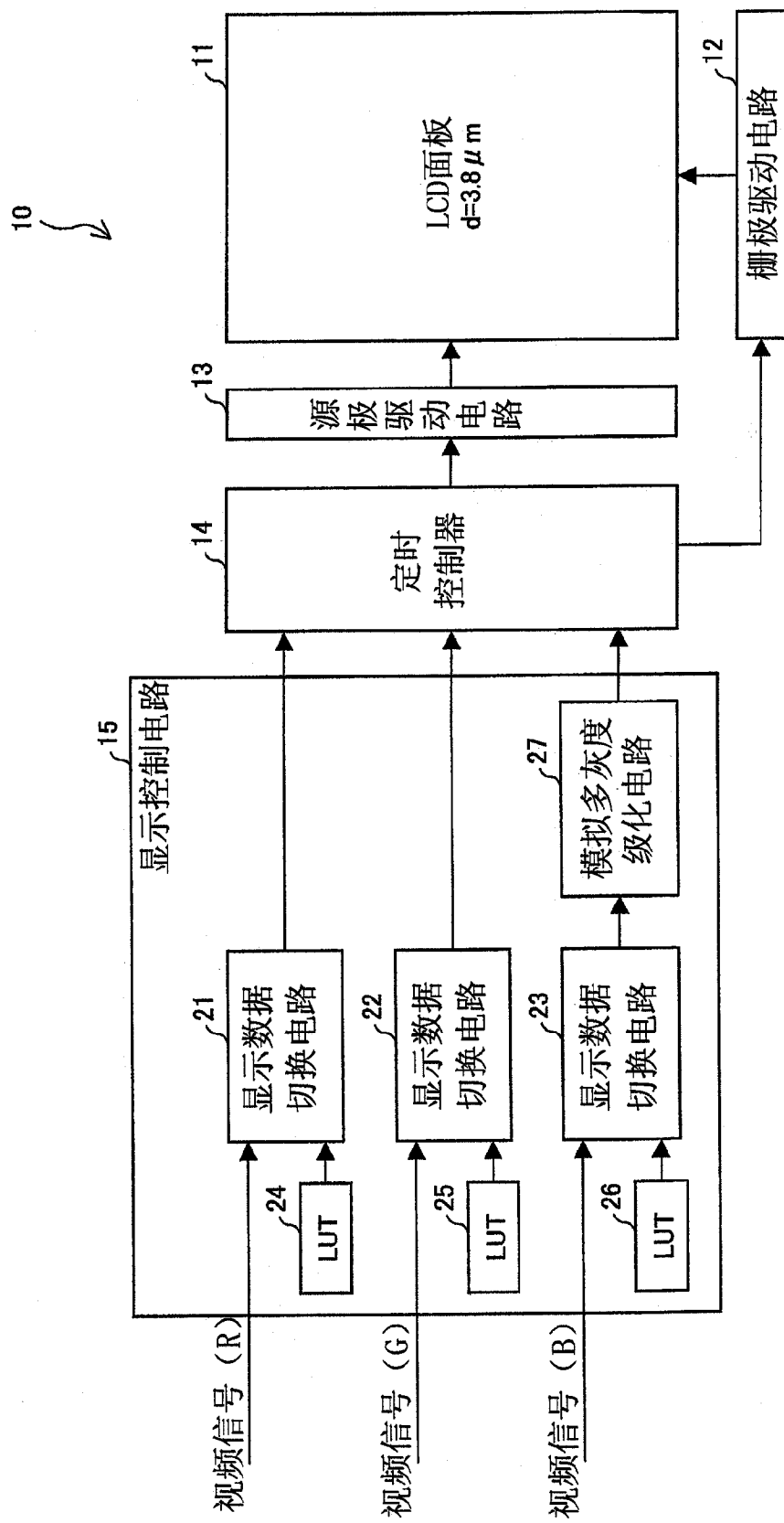


图 2

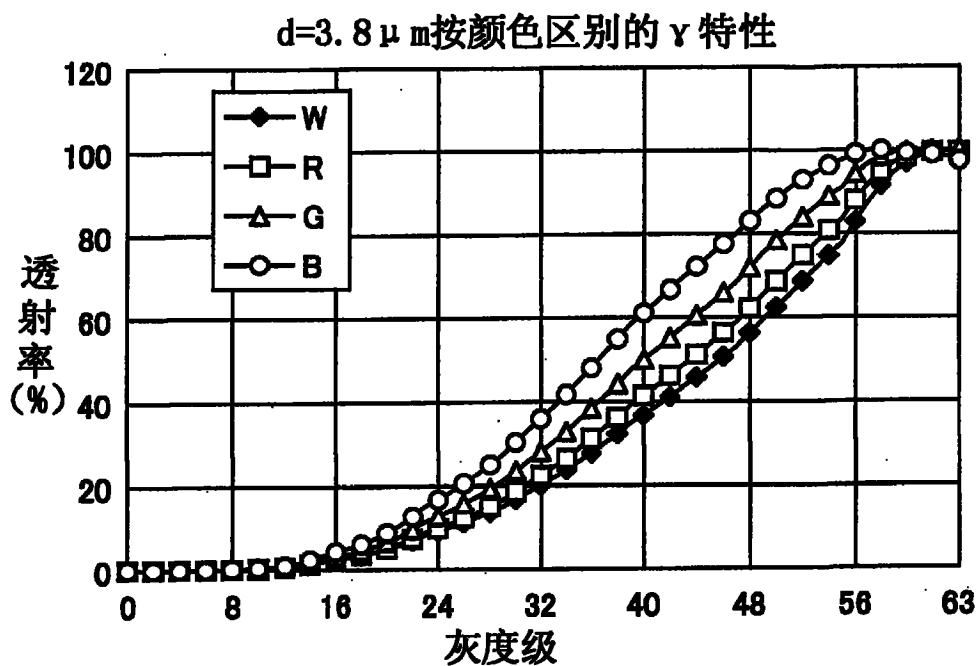


图 3

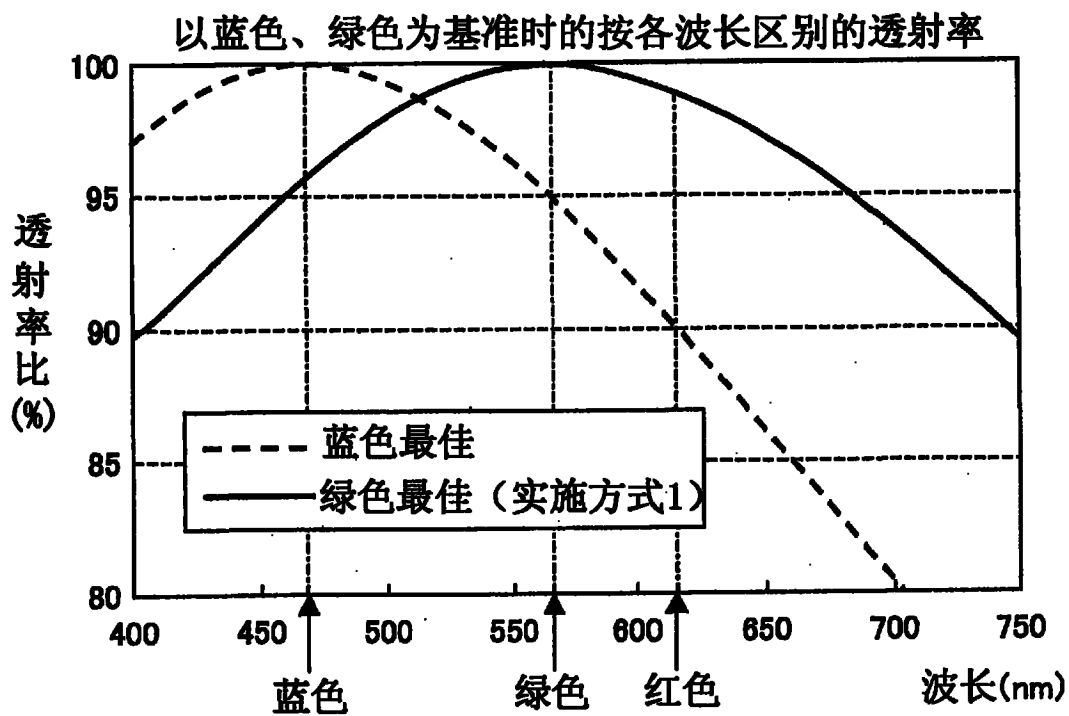


图 4

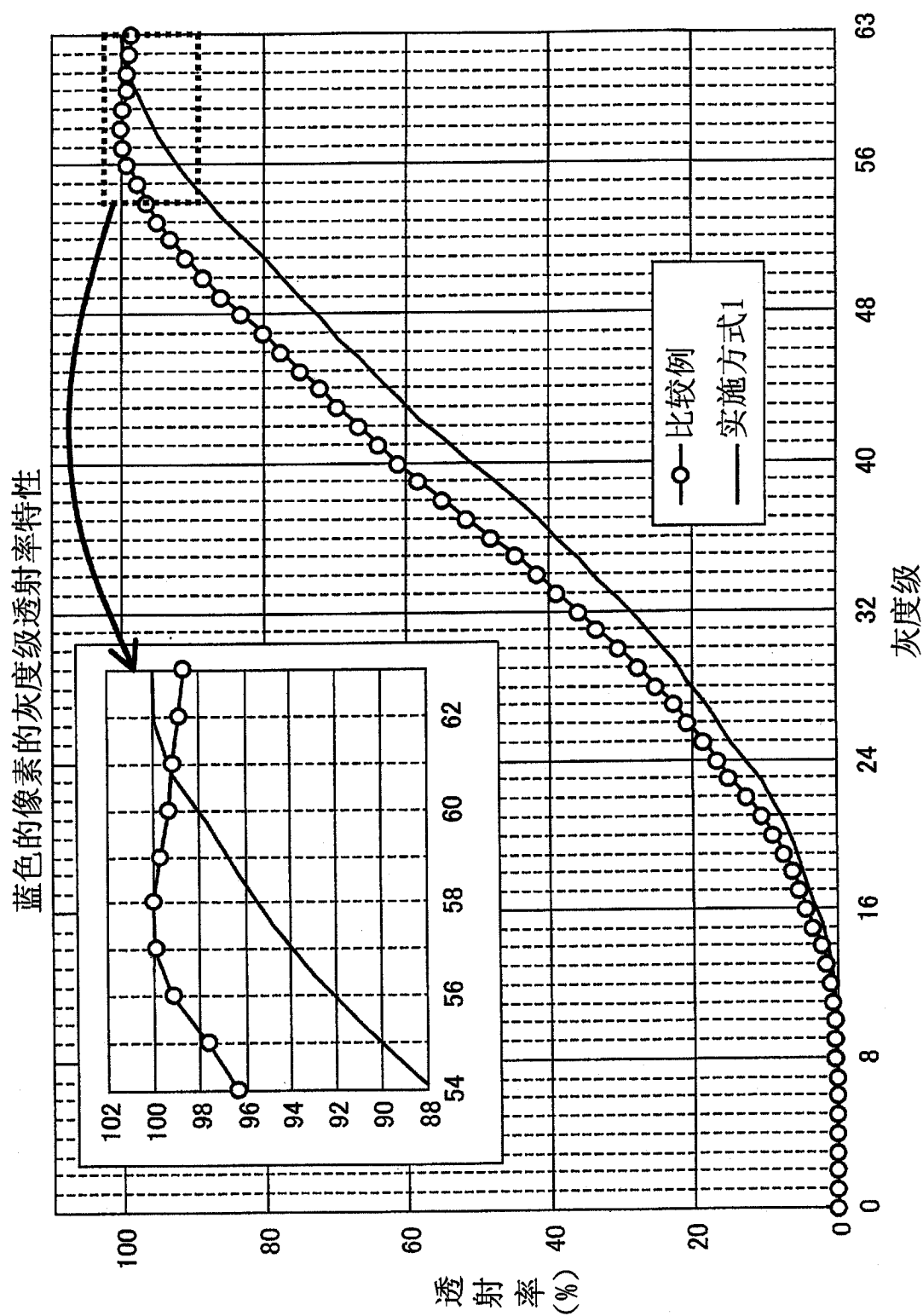


图 5

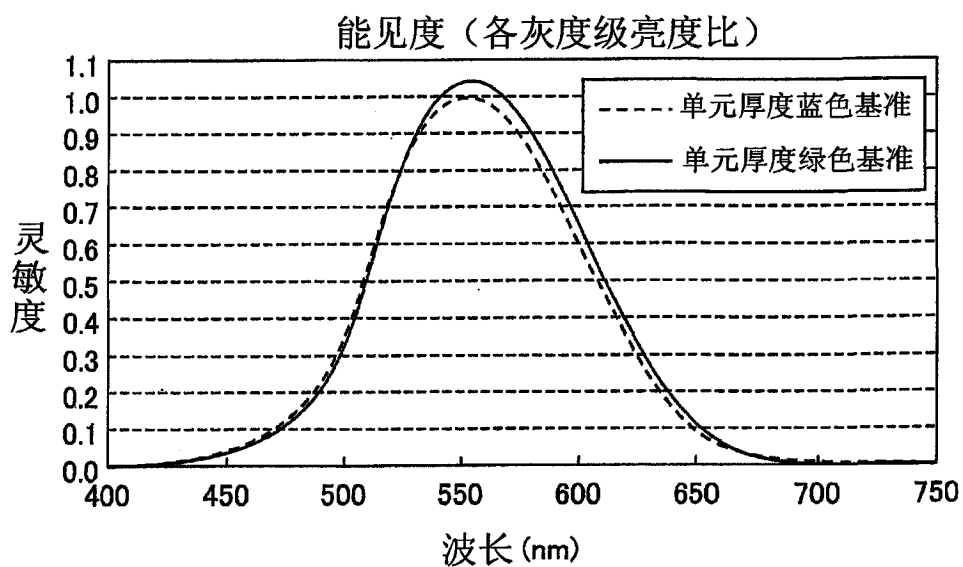


图 6

		现有技术	比较例	实施方式1
单元厚度 (μm)		3.1	3.8	3.8
延迟基准颜色		蓝色	绿色	绿色
基于独立 γ 的灰度级转换处理		无	无	有
透射率实测值		4.43%	4.92%	5.01%
透射率比	白色	1(基准)	1.11	1.13
	蓝色	1(基准)	0.94	0.97
	绿色	1(基准)	1.20	1.20
	红色	1(基准)	1.14	1.14
灰度级反转	蓝色	○	×	○
	绿色	○	○	○
	红色	○	○	○

图 7

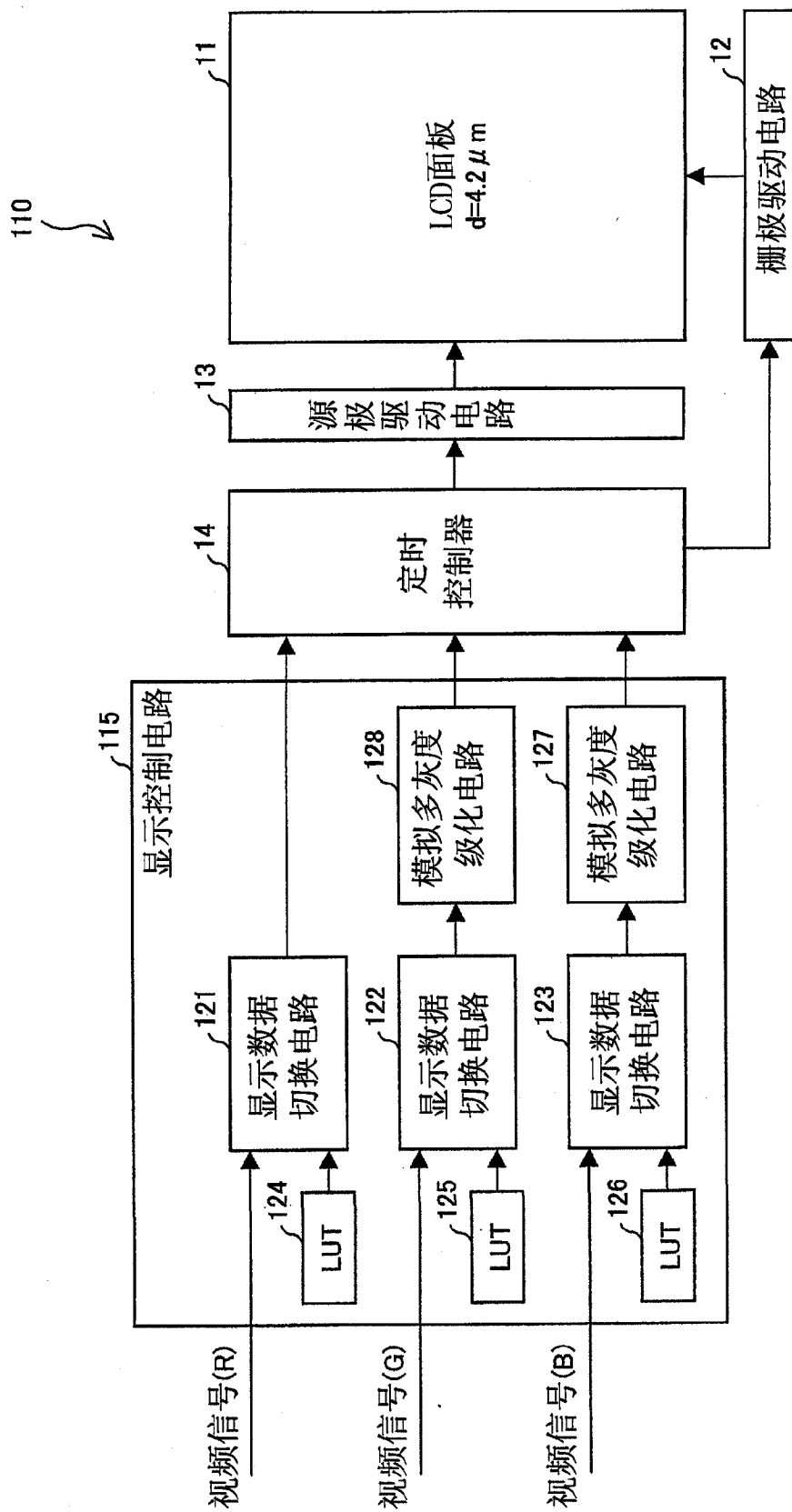


图 8

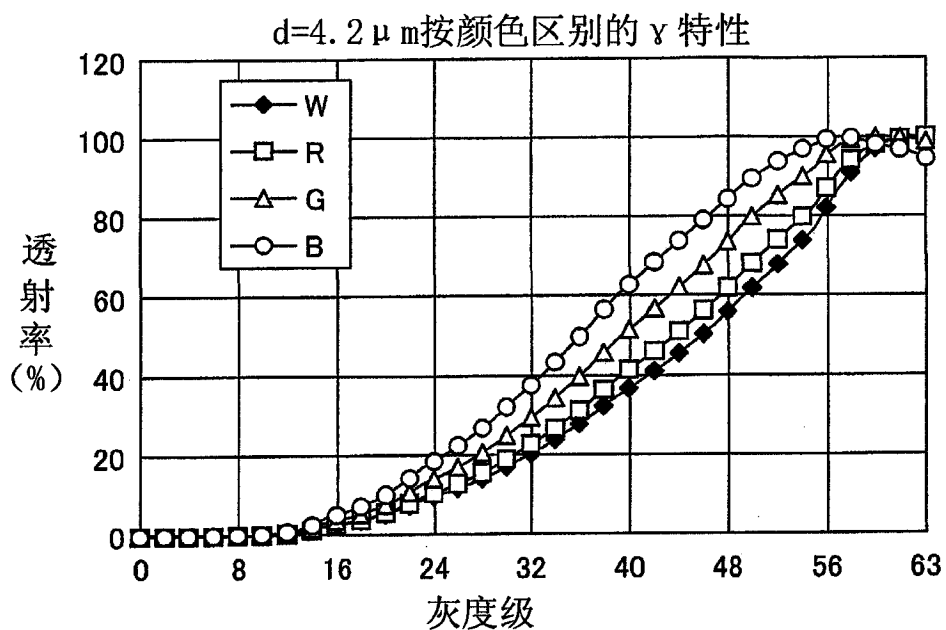


图 9

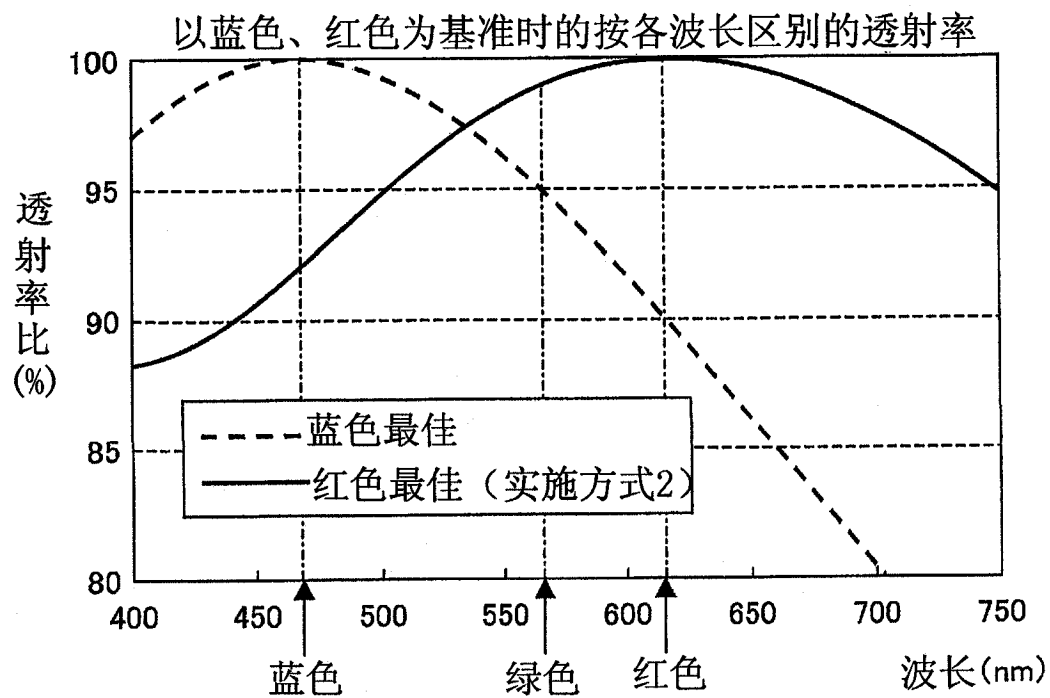


图 10

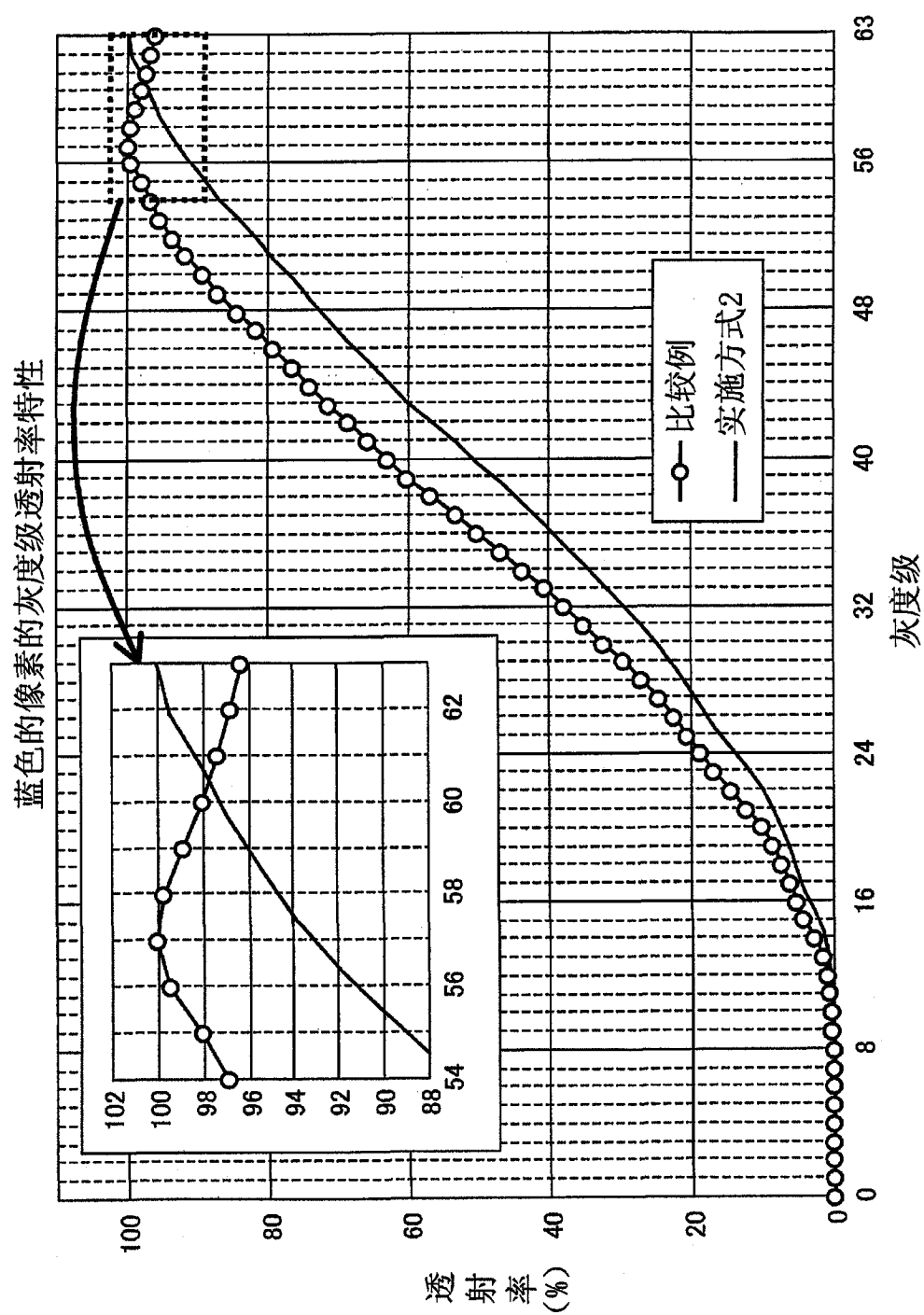


图 11

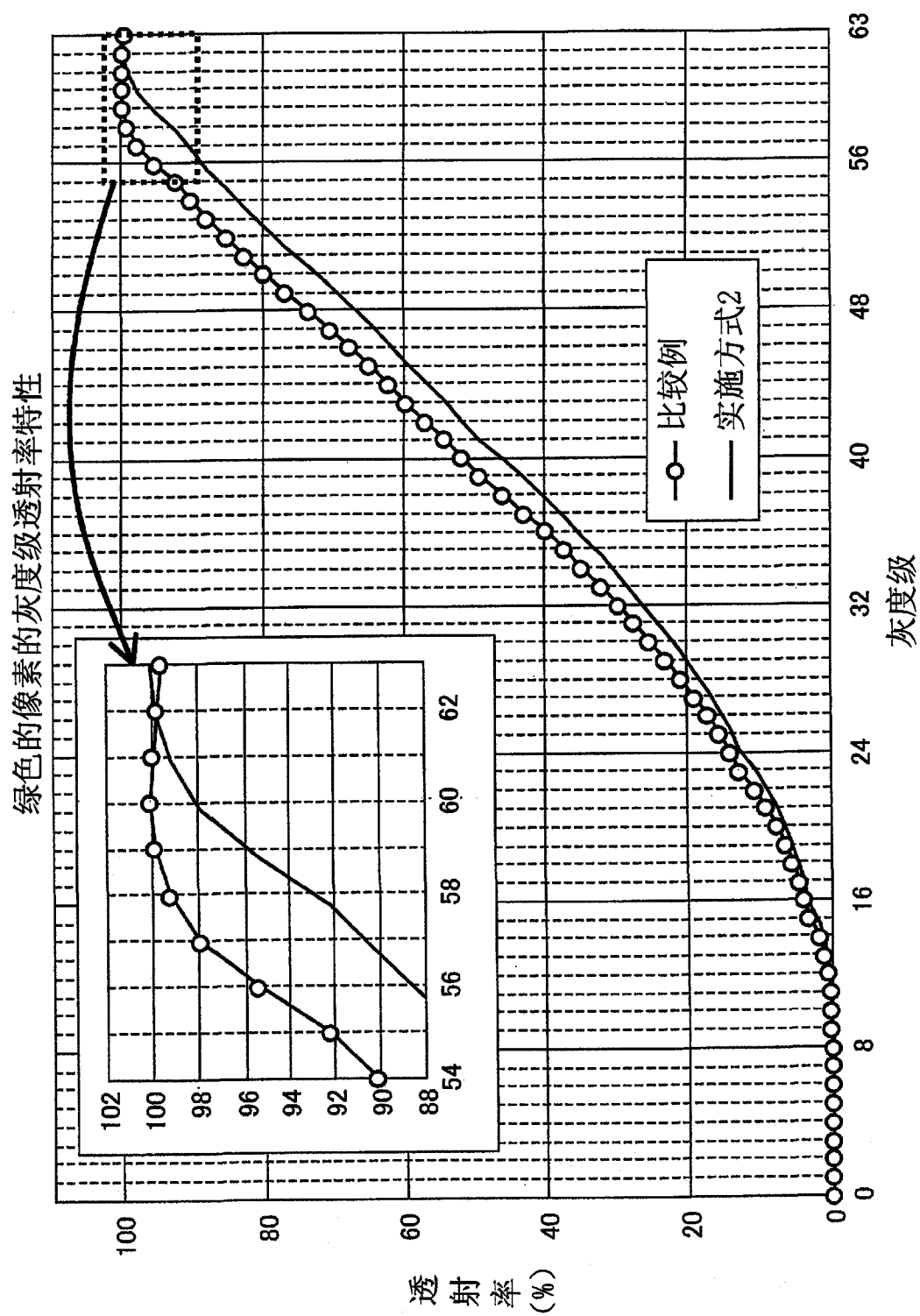


图 12

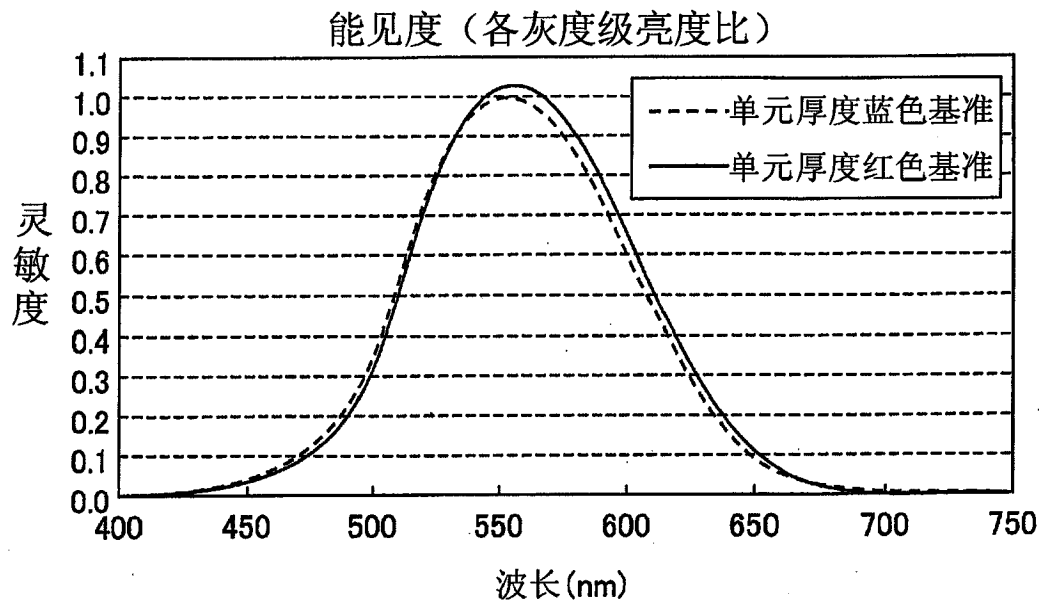


图 13

		现有技术	比较例	实施方式2
单元厚度 (μm)		3.1	4.2	4.2
延迟基准颜色		蓝色	红色	红色
透射率实测值		4.43%	4.74%	4.83%
透射率比	白色	1(基准)	1.07	1.09
	蓝色	1(基准)	0.91	0.95
	绿色	1(基准)	1.12	1.14
	红色	1(基准)	1.19	1.19
灰度级反转	蓝色	○	×	○
	绿色	○	○	○
	红色	○	○	○

图 14

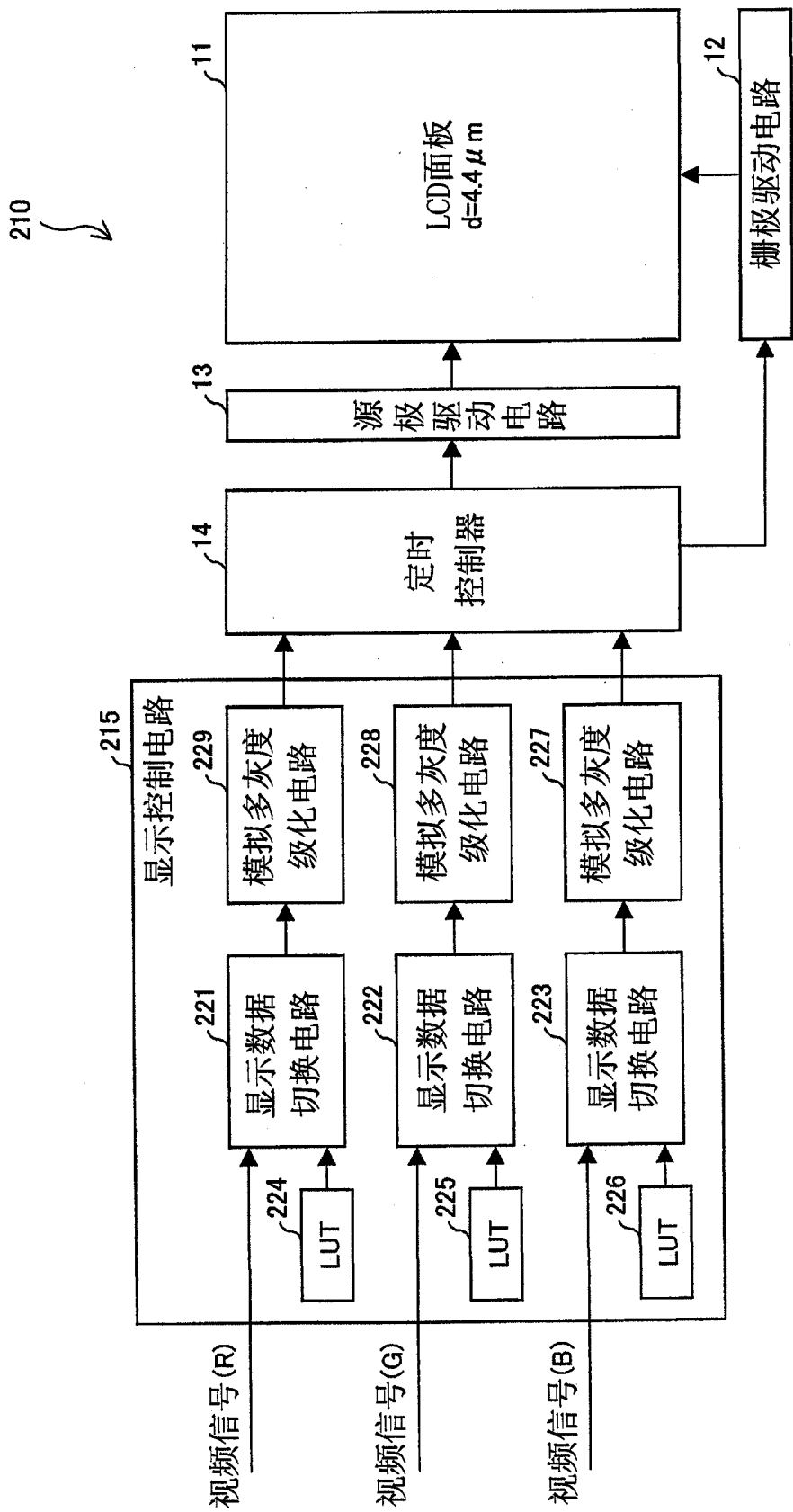


图 15

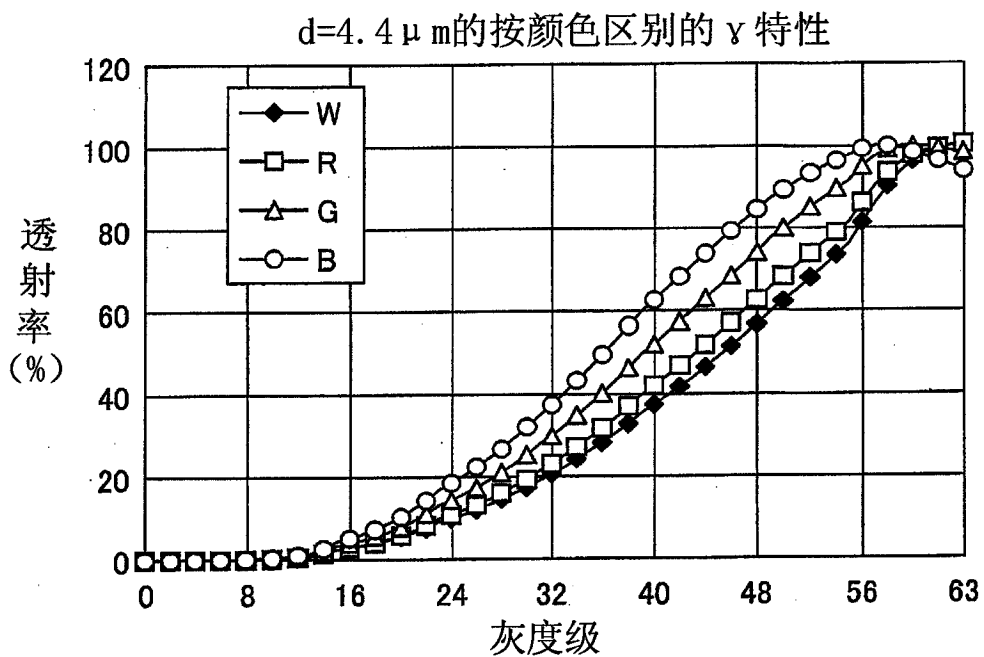


图 16

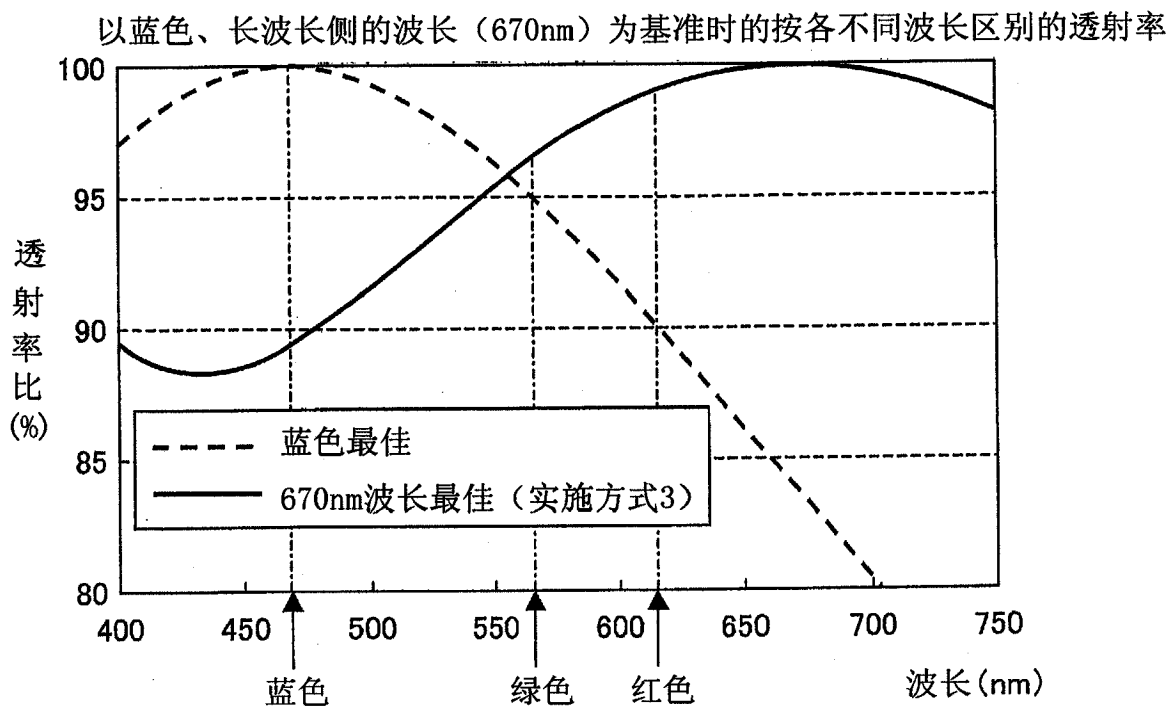


图 17

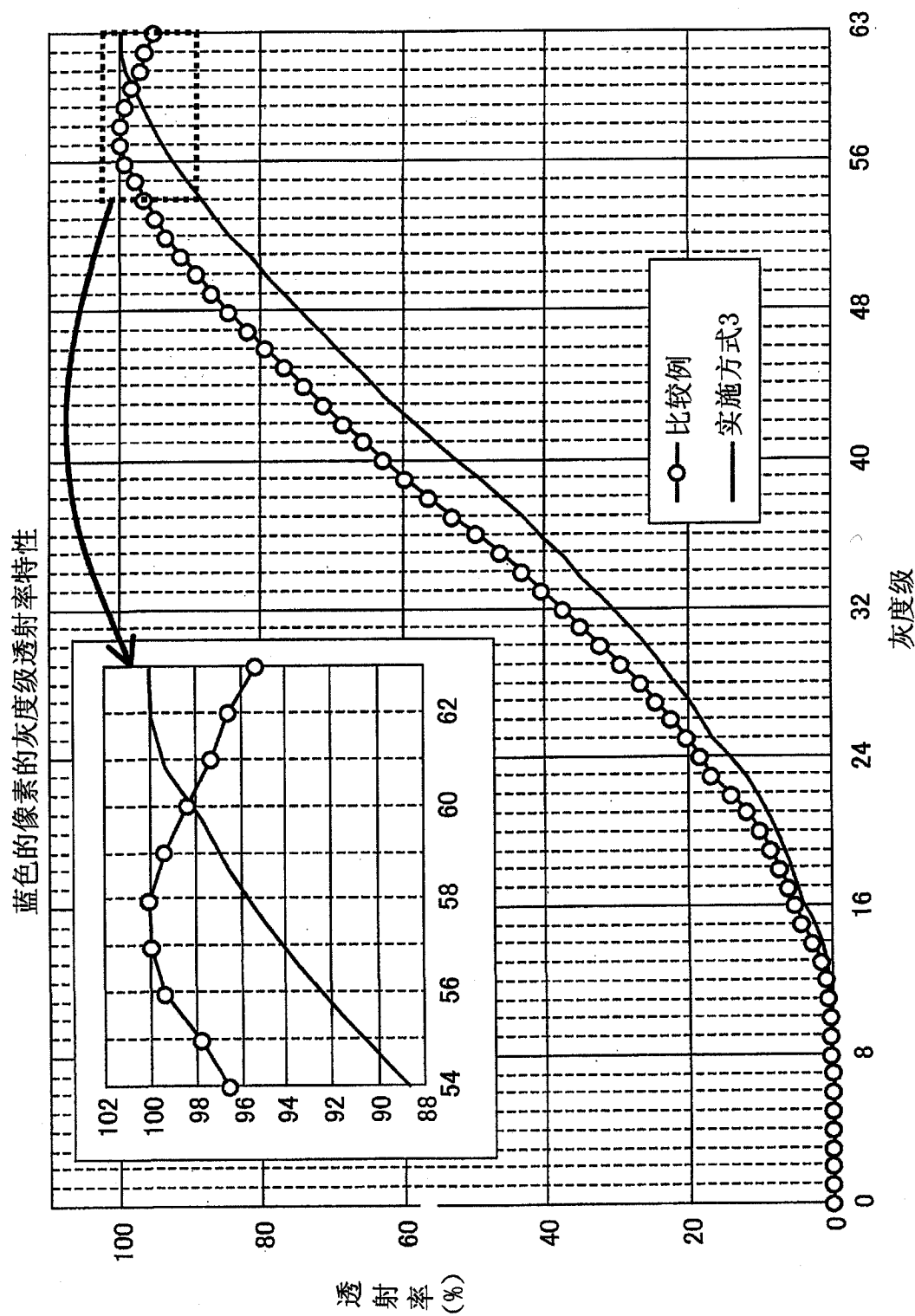


图 18

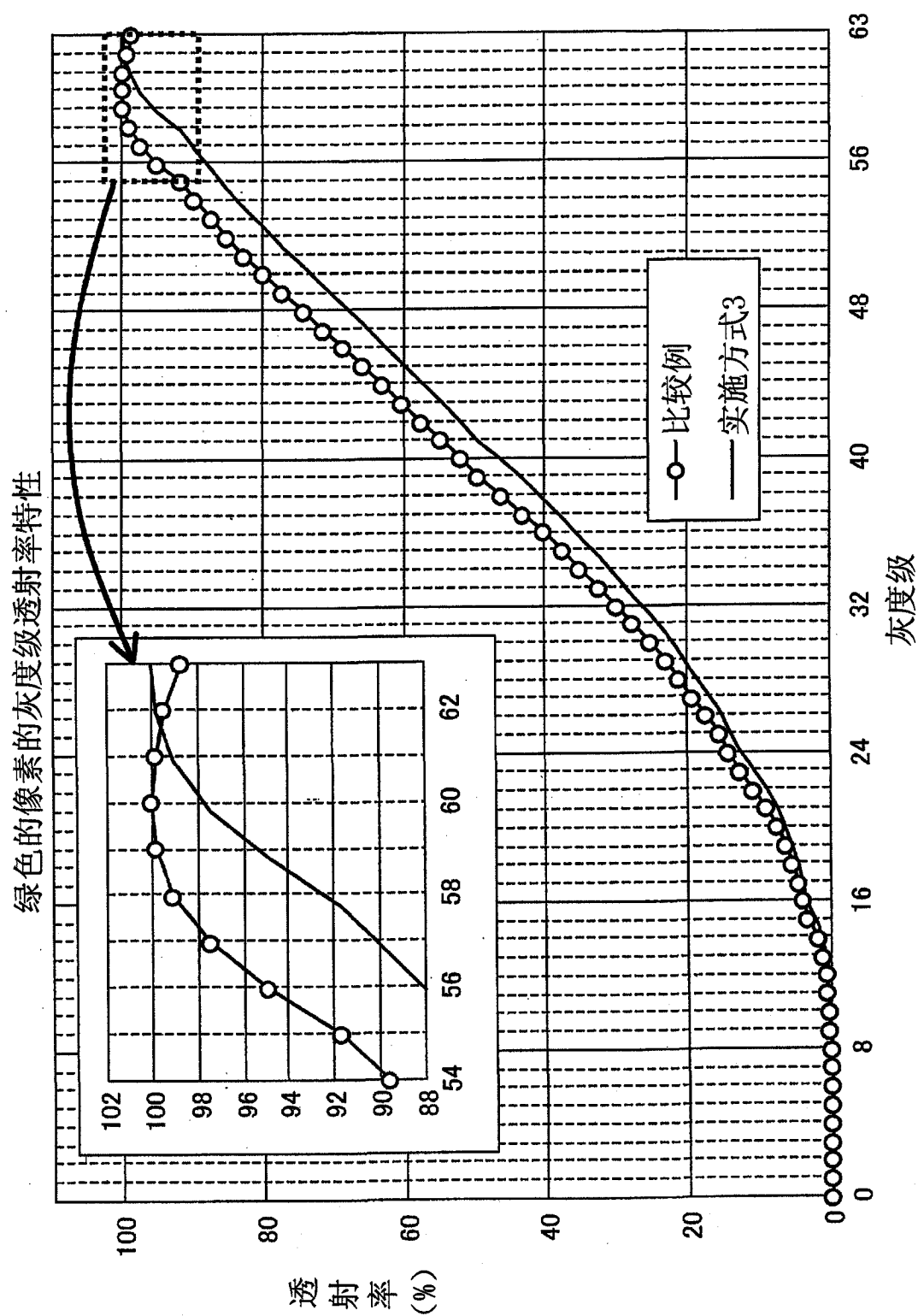


图 19

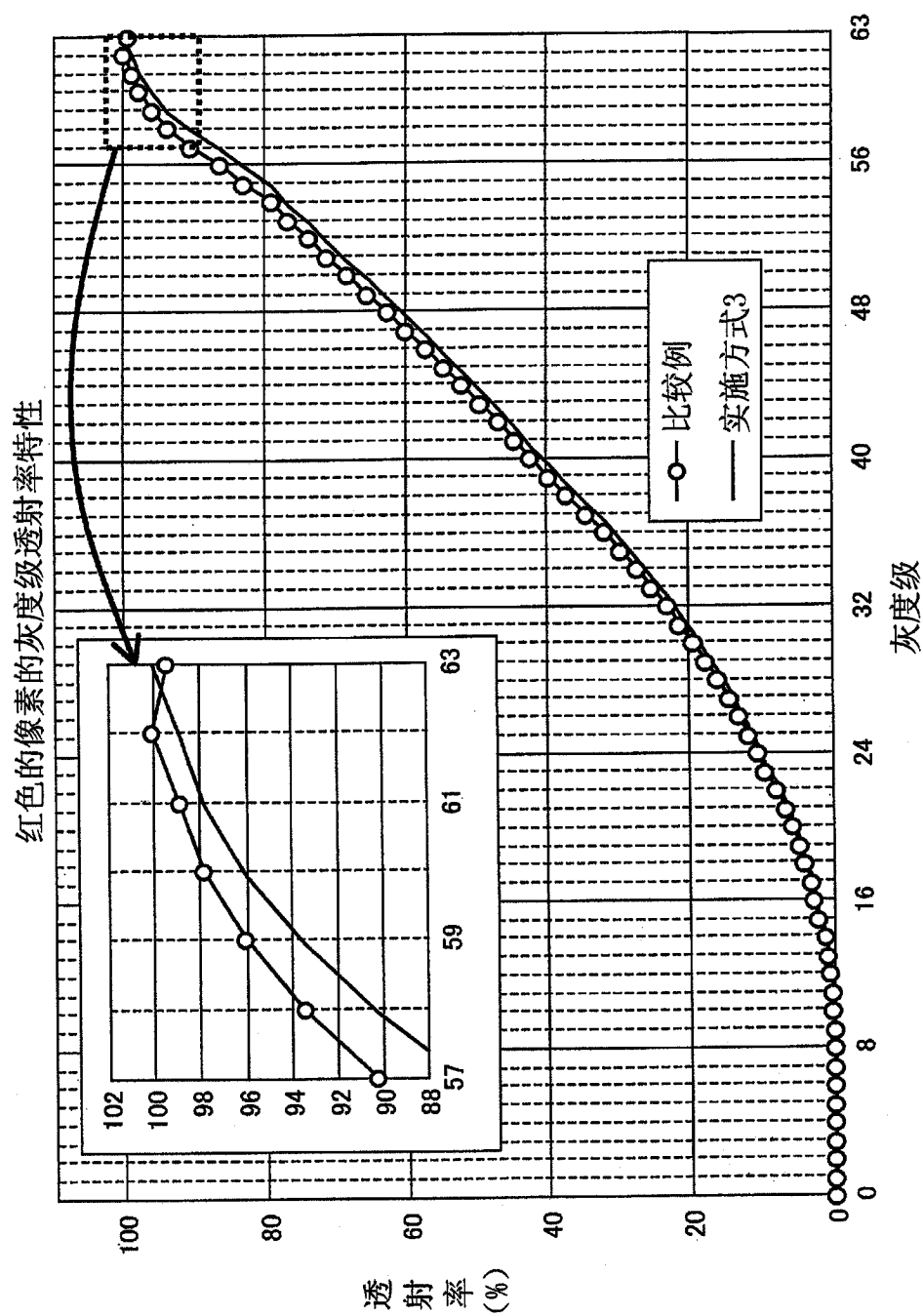


图 20

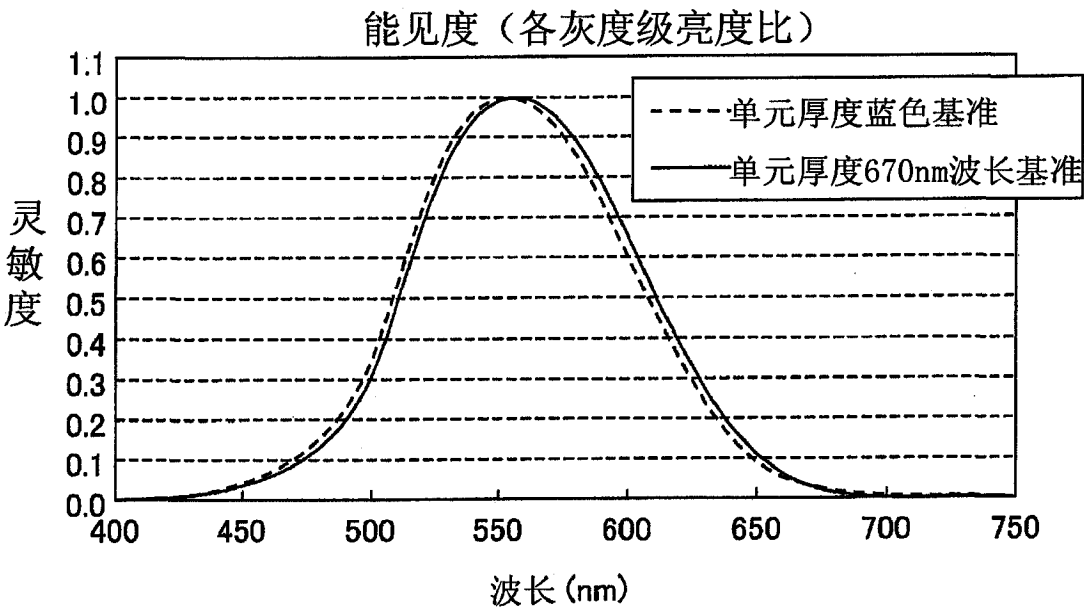


图 21

		现有技术	比较例	实施方式1
单元厚度 (μm)		3.1	4.4	4.4
延迟基准颜色		蓝色	λ > 红色	λ > 红色
透射率实测值		4.43%	4.62%	4.66%
透射率比	白色	1(基准)	1.04	1.05
	蓝色	1(基准)	0.89	0.93
	绿色	1(基准)	1.02	1.12
	红色	1(基准)	1.17	1.18
灰度级反转	蓝色	○	×	○
	绿色	○	×	○
	红色	○	△	○

图 22

	彩色滤光片的按颜色区别的亮度比					亮度 (透射率比)
	R	G	B		W	
B最佳	1.8	6.7	1.0	→	9.6	100%
G最佳	2.0	7.0	1.0	→	10.0	104%
R最佳	2.0	6.9	0.9	→	9.8	102%
$\lambda = 670\text{nm}$ 最佳	2.0	6.8	0.9	→	9.7	101%

↓ 数字 γ 处理

	彩色滤光片的按颜色区别的亮度比					亮度 (透射率比)
	R	G	B		W	
B最佳	1.8	6.7	1.0	→	9.6	100%
B最佳 (实施方式1)	2.0	7.0	1.0	→	10.0	104%
R最佳 (实施方式2)	2.0	6.9	1.0	→	9.9	103%
$\lambda = 670\text{nm}$ 最佳 (实施方式3)	2.0	6.8	0.9	→	9.7	102%

图 23

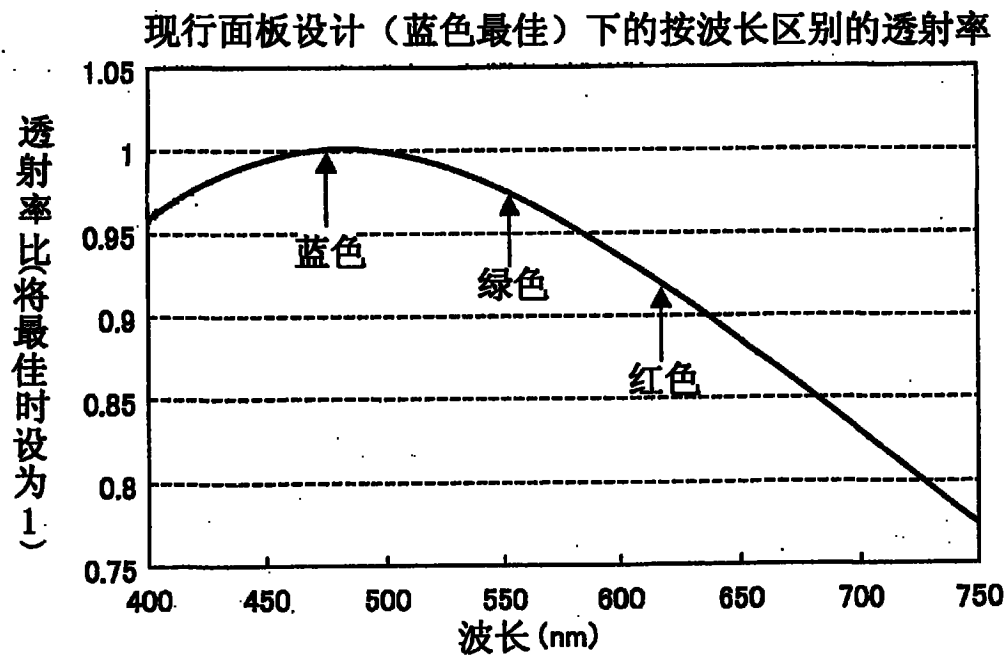


图 24

专利名称(译)	液晶显示装置和液晶显示装置的驱动方法		
公开(公告)号	CN102216835A	公开(公告)日	2011-10-12
申请号	CN200980145490.1	申请日	2009-08-27
[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	齐藤全亮 古川智朗 藤冈和巧		
发明人	齐藤全亮 古川智朗 藤冈和巧		
IPC分类号	G02F1/133 G09G3/20 G09G3/36		
优先权	2008295720 2008-11-19 JP		
其他公开文献	CN102216835B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明的液晶显示装置(10)包括TN模式的液晶显示面板(11)，该液晶显示面板(11)包括红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)3种颜色的像素和彩色滤光片。以波长比这3种颜色中波长最短的蓝色(B)大的绿色(G)或红色(R)的光的延迟值为基准决定液晶层的厚度(单元厚度)。显示数据切换电路(23)针对被提供给蓝色(B)的像素的图像数据进行使所输入的灰度级值向比该值靠下位侧的灰度级值转移的灰度级转换，由此防止灰度级反转。本发明的液晶显示装置起到使具有除蓝色(B)以外的波长的颜色的像素的透射率提高的效果。

