



(21) 申请号 201910548432.9
(22) 申请日 2015.02.10
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110299099 A
(43) 申请公布日 2019.10.01
(30) 优先权数据
2014-023879 2014.02.10 JP
(62) 分案原申请数据
201510068027.9 2015.02.10
(73) 专利权人 辛纳普蒂克斯日本合同会社
地址 日本东京都
(72) 发明人 能势崇 降旗弘史 杉山明生
(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001
专利代理师 李湘 陈岚

(51) Int.Cl.
G09G 3/20 (2006.01)
G09G 5/02 (2006.01)
G09G 5/06 (2006.01)
(56) 对比文件
CN 103080999 A, 2013.05.01
US 2007273776 A1, 2007.11.29
US 2011134152 A1, 2011.06.09
CN 102087841 A, 2011.06.08
US 2013271515 A1, 2013.10.17
JP 2002080868 A, 2002.03.22
JP H11316364 A, 1999.11.16
KR 20030058619 A, 2003.07.07
US 2012206744 A1, 2012.08.16
JP 2007336530 A, 2007.12.27
张军等. 一种实用的多投影仪显示墙色彩校正方法.《计算机应用》.2009, (第04期),
审查员 刘多纳

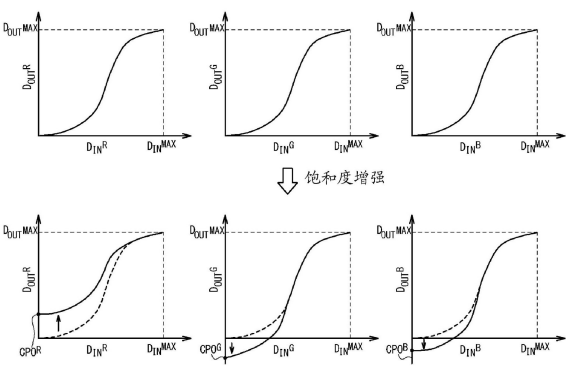
权利要求书2页 说明书23页 附图17页

(54) 发明名称

显示设备、显示面板驱动器、图像处理装置和图像处理方法

(57) 摘要

本发明涉及显示设备、显示面板驱动器、图像处理装置和图像处理方法。一种显示面板驱动器包括：校正计算部，其对输入图像数据执行校正计算，以生成经饱和度增强的输出图像数据；驱动电路系统，其响应于输出图像数据来驱动显示面板；以及起始点控制部。校正计算部通过分别对输入图像数据的R数据、G数据和B数据执行校正计算来生成输出图像数据的R数据、G数据和B数据。起始点控制部控制校正计算的输入-输出曲线的起始点的位置。



1. 一种显示驱动器,其包括:

处理电路,其配置成:

控制在输入颜色数据和输出颜色数据之间的输入-输出曲线的起始点以用于执行矫正计算,所述输入-输出曲线的所述起始点对应于所述输入颜色数据的允许的最小值;以及

通过对图像数据的多个颜色中的至少一种颜色执行矫正计算来增强接收的所述图像数据的饱和度;以及

驱动电路,所述驱动电路配置成响应于经饱和度增强的图像数据来驱动显示面板,

其中所述处理电路还配置成针对所述图像数据的所述多个颜色中的每一种颜色,控制关于所述颜色的相应的输入-输出曲线的相应的起始点。

2. 根据权利要求1所述的显示驱动器,其中所述输入-输出曲线是线性的。

3. 根据权利要求1所述的显示驱动器,其中所述矫正计算包括基于线性输入-输出曲线的线性函数校正。

4. 根据权利要求1所述的显示驱动器,其中所述矫正计算包括基于所述图像数据上的伽马校正的近似表达式的近似伽马校正。

5. 根据权利要求4所述的显示驱动器,其中所述输入-输出曲线包括修改以实现对比度增强的伽马曲线。

6. 根据权利要求5所述的显示驱动器,其中所述处理电路还配置成控制形状以及所述伽马曲线的所述起始点。

7. 根据权利要求5所述的显示驱动器,其中所述处理电路还配置成控制所述伽马曲线的所述起始点和终点之间的所述伽马曲线的一个或多个点。

8. 根据权利要求1所述的显示驱动器,其中所述处理电路还配置成与所述饱和度增强同时地增强所述图像数据的对比度。

9. 根据权利要求1所述的显示驱动器,其中所述处理电路还配置成在所述饱和度增强之后增强所述图像数据的对比度。

10. 根据权利要求1所述的显示驱动器,其中所述图像数据的所述多个颜色包括红色、绿色以及蓝色。

11. 一种图像处理装置,其包括:

起始点控制电路,其配置成控制在输入颜色数据和输出颜色数据之间的输入-输出曲线的起始点以用于执行矫正计算,所述输入-输出曲线的所述起始点对应于所述输入颜色数据的允许的最小值;以及

校正电路,其配置成通过对图像数据的多个颜色中的至少一种颜色执行矫正计算来增强接收的所述图像数据的饱和度,

其中所述起始点控制电路还配置成针对所述图像数据的所述多个颜色中的每一种颜色,控制关于所述颜色的相应的输入-输出曲线的相应的起始点。

12. 根据权利要求11的所述图像处理装置,其中所述矫正计算包括基于线性输入-输出曲线的线性函数校正。

13. 根据权利要求11的所述图像处理装置,其中所述矫正计算包括基于所述图像数据上的伽马校正的近似表达式的近似伽马校正。

14. 根据权利要求11的所述图像处理装置,其中所述校正电路还配置成与所述饱和度

增强同时地增强所述图像数据的对比度。

15. 根据权利要求11的所述图像处理装置, 其中所述校正电路还配置成在所述饱和度增强之后增强所述图像数据的对比度。

16. 一种方法, 其包括:

控制在输入颜色数据和输出颜色数据之间的输入-输出曲线的起始点以用于执行矫正计算, 所述输入-输出曲线的所述起始点对应于所述输入颜色数据的允许的最小值; 以及

使用所述起始点通过对接收的图像数据的多个颜色中的至少一种颜色执行矫正计算来生成经饱和度增强的图像数据,

其中所述方法进一步包括: 针对所述图像数据的所述多个颜色中的每一种颜色, 控制关于所述颜色的相应的输入-输出曲线的相应的起始点。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中执行所述矫正计算还包括:

与所述饱和度增强同时地增强所述图像数据的对比度。

18. 根据权利要求16所述的方法, 其中执行所述矫正计算还包括:

在所述饱和度增强之后增强所述图像数据的对比度。

显示设备、显示面板驱动器、图像处理装置和图像处理方法

[0001] 本申请为中国专利申请201510068027.9的分案申请。

[0002] 交叉引用

[0003] 本申请要求于2014年2月10日提交的日本专利申请号2014-023879的优先权,其公开内容通过引用并入本文。

技术领域

[0004] 本发明涉及显示设备、显示面板驱动器、图像处理装置和图像处理方法,特别地,涉及用于显示设备、显示面板驱动器、图像处理装置中的显示图像的饱和度增强的图像数据处理。

背景技术

[0005] 饱和度增强处理是应用于图像数据的已知的图像处理技术之一。在最初具有相对窄的色域(color gamut)的显示设备中,对图像数据执行饱和度增强有效地补偿了在显示屏幕中实际显示的图像中的色域。更具体地,使用白色背光(backlight)的液晶显示设备不合期望地具有与最近的OLED(有机发光二极管)显示设备相比窄的色域,并且因此通常为了实现美丽的着色而需要色域的放大。对于图像数据的饱和度增强处理允许放大有效的色域,以满足这样的需要。

[0006] 当图像的饱和度由于自动对比度优化(ACO)而恶化时,饱和度增强处理也用来恢复饱和度。在典型的自动对比度优化中,响应于通过分析图像数据所获得的表征数据(例如,图像的平均画面等级(APL)或者亮度直方图)而实现对比度增强;注意的是,例如在日本专利号4,198,720B中公开了对比度增强。然而,在典型的自动对比度优化中,饱和度即红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)的灰度等级之间的差异可能减小,这是因为针对红色、绿色和蓝色执行了共同的对比度增强,这如根据图1A所理解的。为了解决该问题,通常对通过对比度增强所获得的图像数据执行饱和度增强处理。

[0007] 然而根据本发明人的研究,在已知的饱和度增强技术中存在改进的空间来以减小的电路尺寸实现适当的饱和度增强。

[0008] 当不同的图像处理(诸如对比度增强)与饱和度增强处理连续地执行时,这样的情形尤其严峻。图1B图示了其中在对比度增强处理之后执行饱和度增强处理的系统的示例。为了实现改进的对比度增强,通过对比度增强处理所获得的输出图像数据需要具有比输入图像数据的位宽更宽的位宽,以避免对比度增强处理中的灰度崩塌。例如,当要受到对比度增强处理的输入图像数据表示具有八位的红色、绿色、和蓝色中的每个的灰度等级时,对比度增强处理的输出图像数据可以被生成为表示具有10位的红色、绿色、和蓝色中的每个的灰度等级的图像数据。当对比度增强处理的输出图像数据进一步受到饱和度增强处理时,通过饱和度增强处理所获得的图像数据需要具有进一步更宽的位宽。例如,当对比度增强处理的输出图像数据表示具有10位的红色、绿色、和蓝色中的每个的灰度等级时,饱和度增强处理的输出图像数据可以被生成为表示具有12位的红色、绿色、和蓝色中的每个的灰度

等级的图像数据。然而,饱和度增强处理的输入和输出图像数据的位宽的增加不合期望地增大了被用于饱和度增强处理的电路的尺寸。

[0009] 作为潜在地关于本发明的技术,日本专利申请公开号2010-79119 A公开了其中RGB数据被转换成HSV数据并且饱和度增强被实现在HSV颜色空间中的技术。日本专利申请公开号H06-339017 A公开了其中分别通过从I中减去增强系数和I与原始的R、G和B值之间的差异的乘积来计算经饱和度增强的图像的R、G、B值的饱和度增强,其中I是每个像素的R、G和B值的最大值。

发明内容

[0010] 因此,本发明的目的在于提供用于以减小的电路尺寸来实现饱和度增强的图像处理的装置和方法,以及使用所述装置和方法的显示面板驱动和显示设备。

[0011] 本公开的其它目的和新特征将根据说明书和附图中的公开内容来理解。

[0012] 在本发明的一个方面中,一种显示设备,包括:显示面板;以及显示面板驱动器,驱动所述显示面板。显示面板驱动器包括:校正计算部,其对输入图像数据执行校正计算,以生成经饱和度增强的输出图像数据;驱动电路系统,其响应于输出图像数据来驱动显示面板;以及起始点控制部。校正计算部通过对输入图像数据的R数据执行第一校正计算来生成输出图像数据的R数据,通过对输入图像数据的G数据执行第二校正计算来生成输出图像数据的G数据,并且通过对输入图像数据的B数据执行第三校正计算来生成输出图像数据的B数据。起始点控制部控制与第一校正计算的输入-输出关系对应的第一输入-输出曲线的起始点的位置;与第二校正计算的输入-输出关系对应的第二输入-输出曲线的起始点的位置;以及与第三校正计算的输入-输出关系对应的第三输入-输出曲线的起始点的位置。

[0013] 在本发明的另一个方面中,一种用于驱动显示面板的显示面板驱动器,包括:校正计算部,其对输入图像数据执行校正计算,以生成经饱和度增强的输出图像数据;驱动电路系统,其响应于输出图像数据来驱动显示面板;以及起始点控制部。校正计算部通过对输入图像数据的R数据执行第一校正计算来生成输出图像数据的R数据,通过对输入图像数据的G数据执行第二校正计算来生成输出图像数据的G数据,并且通过对输入图像数据的B数据执行第三校正计算来生成输出图像数据的B数据。起始点控制部控制与第一校正计算的输入-输出关系对应的第一输入-输出曲线的起始点的位置;与第二校正计算的输入-输出关系对应的第二输入-输出曲线的起始点的位置;以及与第三校正计算的输入-输出关系对应的第三输入-输出曲线的起始点的位置。

[0014] 在本发明的又另一个方面中,一种图像处理装置,包括:校正计算部,其对输入图像数据执行校正计算,以生成经饱和度增强的输出图像数据;以及起始点控制部。所述校正计算部通过对输入图像数据的R数据执行第一校正计算来生成输出图像数据的R数据,通过对输入图像数据的G数据执行第二校正计算来生成输出图像数据的G数据,并且通过对输入图像数据的B数据执行第三校正计算来生成输出图像数据的B数据。起始点控制部控制与第一校正计算的输入-输出关系对应的第一输入-输出曲线的起始点的位置;与第二校正计算的输入-输出关系对应的第二输入-输出曲线的起始点的位置;以及与第三校正计算的输入-输出关系对应的第三输入-输出曲线的起始点的位置。

[0015] 在本发明的又另一个方面中,一种图像处理方法,包括:通过对输入图像数据执行

校正计算来生成经饱和度增强的输出图像数据。生成输出图像数据的步骤包括：通过对输入图像数据的R数据执行第一校正计算来生成输出图像数据的R数据；通过对输入图像数据的G数据执行第二校正计算来生成输出图像数据的G数据；通过对输入图像数据的B数据执行第三校正计算来生成输出图像数据的B数据；以及控制与第一校正计算的输入-输出关系对应的第一输入-输出曲线的起始点的位置、与第二校正计算的输入-输出关系对应的第二输入-输出曲线的起始点的位置、以及与第三校正计算的输入-输出关系对应的第三输入-输出曲线的起始点的位置。

[0016] 本发明提供用于以减小的电路尺寸来实现饱和度增强的图像处理的装置和方法。

附图说明

[0017] 本发明的以上和其它优点和特征将根据以下结合附图进行的描述而变得更加明显，在所述附图中：

[0018] 图1A图示了由对比度增强所导致的饱和度的减小；

[0019] 图1B图示了连续地执行对比度增强和饱和度增强的系统的示例；

[0020] 图2是图示本发明的一个实施例中的饱和度增强处理的概念图；

[0021] 图3是图示本发明的第一实施例中的显示设备的示例性配置的框图；

[0022] 图4是示意性地图示了每个子像素的配置的电路图；

[0023] 图5是图示第一实施例中的驱动器IC的示例性配置的框图；

[0024] 图6是图示第一实施例的饱和度增强处理的示例性过程的流程图；

[0025] 图7是图示了用来确定第一实施例中的增强系数的函数的示例的图；

[0026] 图8是图示了第一实施例中的输入图像数据的R数据、G数据和B数据与输出图像数据的R数据、G数据和B数据之间的关系关系的图；

[0027] 图9是图示本发明的第二实施例中的驱动器IC的示例性配置的框图；

[0028] 图10图示了由每个校正点数据集所指定的伽马曲线和根据该伽马曲线的校正计算(或者伽马校正)的内容；

[0029] 图11是图示了第二实施例中的近似伽马校正电路的配置的示例的框图；

[0030] 图12是图示了第二实施例中的校正点数据计算电路的配置的示例的框图；

[0031] 图13是图示了第二实施例中的对比度增强处理和饱和度增强处理的过程的流程图；

[0032] 图14是图示了一个实施例中的APL、 γ_PIXEL^k 和校正点数据集 CP_L^k 之间的关系关系的图；

[0033] 图15是图示了另一实施例中的APL、 γ_PIXEL^k 和校正点数据集 CP_L^k 之间的关系关系的图；

[0034] 图16是示意性地图示了分别对应于校正点数据集 $CP\#q$ 和 $CP\#(q+1)$ 的伽马曲线和对应于校正点数据集 CP_L^k 的伽马曲线的形状的图；

[0035] 图17是图示了基于方差数据 D_{CHR_o2} 的校正点数据集 CP_L^k 的修改的技术意义的概念图；图18图示了校正点控制数据 $CP1_cont^k$ 到 $CP4_cont^k$ ；以及

[0036] 图19是图示了第二实施例中的输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 与输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 之间的关系关系的图。

具体实施方式

[0037] 现在本文将参考说明性的实施例来描述本发明。本领域技术人员将认识到,可以使用本发明的教导来完成许多可替换的实施例,并且本发明不限于出于解释性的目的所说明的实施例。应该注意的是,在以下的描述中,相同、类似或者对应的元件由相同或者类似的附图标记来表示。

[0038] 图2是图示本发明的一个实施例中的饱和度增强处理的概念图。在本发明中的饱和度增强处理中,通过对输入图像数据 D_{IN} 执行校正计算来生成经饱和度增强的输出图像数据 D_{OUT} 。本文,输入图像数据 D_{IN} 包括R数据 D_{IN}^R (指示红色的灰度等级的数据)、G数据 D_{IN}^G (指示绿色的灰度等级的数据)和B数据 D_{IN}^B (指示蓝色的灰度等级的数据)。对应地,输出图像数据 D_{OUT} 包括R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 。

[0039] 在本实施例中,饱和度增强通过针对每个颜色单独地调整指示校正计算的输入-输出关系(即,输入图像数据的值和输出图像数据的值之间的关系)的曲线的起始点的位置来实现。在下文中,指示校正计算的输入-输出关系的曲线可以被称为“输入-输出曲线”。注意“起始点”意味着针对具有所允许的最小值的输入图像数据的输入-输出曲线上的点。术语“输入-输出曲线”意味着包括当输入-输出关系为线性时的情况,即,当输入-输出关系以直线来表示时的情况。

[0040] 详细地,在本实施例的饱和度增强处理中,通过对输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 执行第一校正计算来生成输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 。对应地,通过对输入图像数据 D_{IN} 的G数据 D_{IN}^G 执行第二校正计算来生成输出图像数据 D_{OUT} 的G数据 D_{OUT}^G ,并且通过对输入图像数据 D_{IN} 的B数据 D_{IN}^B 执行第三校正计算来生成输出图像数据 D_{OUT} 的B数据 D_{OUT}^B 。在图2中,左图图示了第一校正计算的输入-输出曲线,中间的图图示了第二校正计算的输入-输出曲线,并且右图图示了第三校正计算的输入-输出曲线。

[0041] 在本实施例中,饱和度增强通过控制与第一校正计算的输入-输出关系对应的输入-输出曲线的起始点 $CP0^R$ 的位置、与第二校正计算的输入-输出关系对应的输入-输出曲线的起始点 $CP0^G$ 的位置、以及与第三校正计算的输入-输出关系对应的输入-输出曲线的起始点 $CP0^B$ 的位置来实现。

[0042] 这样的饱和度增强处理允许以简单的计算来增强饱和度。这有效地减小了用来执行饱和度增强处理的电路的尺寸。附加地,本实施例的饱和度增强处理易于与其它图像处理技术组合,诸如对比度增强。例如,饱和度增强通过调整输入-输出曲线的起始点的位置来实现,而对比度增强通过确定输入-输出曲线的总体形状来实现。该特征对于减小用来执行饱和度增强处理的电路的尺寸而言也是有利的。

[0043] 在一个实施例中,在关于与某一像素相关联的输入图像数据 D_{IN} 的饱和度增强处理中,响应于差异 $D_{IN}^R - Y_{PIXEL}$ 来确定对输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 执行的校正计算的输入-输出曲线的起始点 $CP0^R$ 的位置。对应地,响应于差异 $D_{IN}^G - Y_{PIXEL}$ 来确定对输入图像数据 D_{IN} 的G数据 D_{IN}^G 执行的校正计算的输入-输出曲线的起始点 $CP0^G$ 的位置,并且响应于差异 $D_{IN}^B - Y_{PIXEL}$ 来确定对输入图像数据 D_{IN} 的B数据 D_{IN}^B 执行的校正计算的输入-输出曲线的起始点 $CP0^B$ 的位置。

[0044] 因为亮度值 Y_{PIXEL} 是被确定为R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的加权平均的值,所以差异 $D_{IN}^R - Y_{PIXEL}$ 、 $D_{IN}^G - Y_{PIXEL}$ 和 $D_{IN}^B - Y_{PIXEL}$ 中至少一个是正的,并且至少另一个是负的。相应

地,可以通过基于差异 $D_{IN}^R - Y_{PIXEL}$ 、 $D_{IN}^G - Y_{PIXEL}$ 和 $D_{IN}^B - Y_{PIXEL}$ 确定起始点 $CP0^R$ 、 $CP0^G$ 和 $CP0^B$ 的位置来增强饱和度。图2图示了在当差异 $D_{IN}^R - Y_{PIXEL}$ 是正的并且差异 $D_{IN}^G - Y_{PIXEL}$ 和 $D_{IN}^B - Y_{PIXEL}$ 是负的情况下的饱和度增强处理。

[0045] 在一个实施例中,在针对某一帧周期(或者垂直同步周期)中显示的图像的饱和度增强处理中,响应于在某一帧周期中所显示的帧图像的平均饱和度来优选地确定起始点 $CP0^R$ 、 $CP0^G$ 和 $CP0^B$ 。这有效地允许适于帧图像的平均饱和度的改进的饱和度增强。

[0046] 在一个实施例中,优选的是,基于差异 $D_{IN}^R - Y_{PIXEL}$ 和如下文的描述而确定的增强系数INST的乘积来确定起始点 $CP0^R$ 的位置,基于差异 $D_{IN}^G - Y_{PIXEL}$ 和增强系数INST的乘积来确定起始点 $CP0^G$ 的位置,并且基于差异 $D_{IN}^B - Y_{PIXEL}$ 和增强系数INST的乘积来确定起始点 $CP0^B$ 的位置。增强系数INST被确定为增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 的最小值,其中增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 分别根据输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 获得。增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 利用预定的函数 $f(x)$ 来计算,如下:

[0047] $INST^R = f(D_{IN}^R)$,

[0048] $INST^G = f(D_{IN}^G)$, 以及

[0049] $INST^B = f(D_{IN}^B)$,

[0050] 其中 $f(x)$ 是满足下列条件的函数:

[0051] (a) 当 x 为 β 时, $f(x)$ 取最大值;

[0052] (b) 当 x 小于 β 时, $f(x)$ 随着 x 增大而单调地增大;并且

[0053] (c) 当 x 大于 β 时, $f(x)$ 随着 x 增大而单调地减小。

[0054] β 被确定为 $D_{IN}^{MAX}/2$,或者最接近 $D_{IN}^{MAX}/2$ 的整数(如果存在两个最接近 $D_{IN}^{MAX}/2$ 的整数,则为从该两个最接近的整数中选择一个),其中 D_{IN}^{MAX} 是R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 中所允许的最大值。当R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 是八位数据时,例如,所允许的最大值 D_{IN}^{MAX} 是“255”,并且 β 是“127”或者“128”。

[0055] 根据这样的饱和度增强处理,当R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的值(即,红色、绿色和蓝色的灰度值)是所允许的的最大值 D_{IN}^{MAX} 的大约一半时,饱和度被更强烈地增强,并且这有效地实现了改进的饱和度增强。

[0056] 同样在该情况下,优选的是,响应于帧图像中的平均饱和度 S_{AVE} 来控制起始点 $CP0^R$ 、 $CP0^G$ 和 $CP0^B$ 的位置。更具体地,响应于增强系数INST、差异 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ 和差异 $D_{IN}^R - Y_{PIXEL}$ 的乘积来优选地控制起始点 $CP0^R$ 的位置。对应地,响应于增强系数INST、差异 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ 和差异 $D_{IN}^G - Y_{PIXEL}$ 的乘积来优选地控制起始点 $CP0^G$ 的位置,并且响应于增强系数INST、差异 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ 和差异 $D_{IN}^B - Y_{PIXEL}$ 的乘积来优选地控制起始点 $CP0^B$ 的位置。

[0057] 在下文中,给定本发明的更具体的实施例的描述。

[0058] (第一实施例)

[0059] 图3是图示了本发明的第一实施例中的显示设备的示例性配置的框图。被配置为由附图标记1表示的液晶显示设备的本实施例的显示设备包括LCD(Liquid crystal display:液晶显示)面板2和驱动器IC(集成电路)3。

[0060] LCD面板2包括显示区域5和栅极线驱动电路6(也被称为GIP(面板内栅极)电路)。在显示区域5中布置的是多个栅极线7(也被称为扫描线或者地址线)、多个数据线8(也被称为信号线或者源极线)和像素9。在本实施例中,栅极线7的数量是 v ,并且数据线8的数量是

3h;像素9在显示区域5中以v行和h列来设置,其中v和h是等于或者大于二的整数。在下文中,显示区域5的水平方向(即,栅极线7延伸的方向)可以被称为X轴方向,而显示区域5的垂直方向(即,数据线8延伸的方向)可以被称为Y轴方向。

[0061] 在本实施例中,每个像素9包括三个子像素:R子像素11R、G子像素11G和B子像素11B,其中R子像素11R是对应于红色的子像素(即,显示红色的子像素),G子像素11G是对应于绿色的子像素(即,显示绿色的子像素),并且B子像素11B是对应于蓝色的子像素(即,显示蓝色的子像素)。注意的是,如果不彼此区分,则R子像素11R、G子像素11G和B子像素11B可以被共同称为子像素11。在本实施例中,子像素11在LCD面板2上以v行和3h列来排列。每个子像素11与一个对应的栅极线7和一个对应的数据线8相连接。在驱动LCD面板2的相应的子像素11时,连续地选择栅极线7,并且经由数据线8将期望的驱动电压写入到与所选择的栅极线7连接的子像素11中。这允许将相应的子像素11设定为期望的灰度等级,从而在LCD面板2的显示区域5中显示期望的图像。

[0062] 图4是示意性地图示了每个子像素11的配置的电路图。每个子像素11包括TFT(薄膜晶体管)12和像素电极13。TFT 12具有与栅极线7连接的栅极、与数据线8连接的源极和与像素电极13连接的漏极。像素电极13与LCD面板2的对置电极(公共电极)14相对,并且在每个像素电极13和对置电极14之间的空间填充有液晶。虽然图4将子像素11图示成好像对置电极14可以针对每个子像素11单独地布置,但是本领域技术人员将领会的是,对置电极14实际上由整个LCD面板2的子像素11共享。

[0063] 回到参照图3,驱动器IC 3驱动数据线8,并且还生成用于控制栅极线驱动电路6的栅极线控制信号 S_{GIP} 。数据线8的驱动响应于从处理器4(例如,CPU(中央处理单元))接收的同步数据 D_{SYNC} 和输入图像数据 D_{IN} 。本文应该注意的是,输入图像数据 D_{IN} 是对应于要被显示在LCD面板2的显示区域5中的图像的图像数据,更具体地为指示每个像素9的每个子像素11的灰度等级的数据。在本实施例中,输入图像数据 D_{IN} 表示具有八位的每个像素9的每个子像素11的灰度等级。换言之,输入图像数据 D_{IN} 表示具有24位的LCD面板2的每个像素9的灰度等级。同步数据 D_{SYNC} 被用来控制驱动器IC 3的操作定时;响应于同步数据 D_{SYNC} 来控制包括垂直同步信号 V_{SYNC} 和水平同步信号 H_{SYNC} 的驱动器IC 3中的各种定时控制信号的生成定时。同样,响应于同步数据 D_{SYNC} 来生成栅极线控制信号 S_{GIP} 。驱动器IC 3利用诸如COG(玻璃上芯片)技术之类的表面安装技术来安装在LCD面板2上。

[0064] 图5是图示了驱动器IC 3的配置的示例的框图。驱动器IC 3包括接口电路21、线性函数校正电路22、颜色减少电路23、锁存器电路24、灰度电压生成器电路25、数据线驱动电路26、定时控制电路27、以及起始点控制电路28。

[0065] 接口电路21从处理器4接收输入图像数据 D_{IN} 和同步数据 D_{SYNC} ,并且将输入图像数据 D_{IN} 转发到线性函数校正电路22,并将同步数据 D_{SYNC} 转发到定时控制电路27。

[0066] 线性函数校正电路22执行如上文描述的饱和度增强处理;线性函数校正电路22通过对输入图像数据 D_{IN} 执行饱和度增强处理来生成输出图像数据 D_{OUT} 。

[0067] 在下文中,指示输入图像数据 D_{IN} 的R子像素11R的灰度等级的数据可以被称为输入图像数据 D_{IN}^R 。对应地,指示输入图像数据 D_{IN} 的G子像素11G的灰度等级的数据可以被称为输入图像数据 D_{IN}^G ,并且指示输入图像数据 D_{IN} 的B子像素11B的灰度等级的数据可以被称为输入图像数据 D_{IN}^B 。类似地,指示输出图像数据 D_{OUT} 的R子像素11R的灰度等级的数据可以被称

为输出图像数据 D_{OUT}^R 。对应地,指示输出图像数据 D_{OUT} 的G子像素11G的灰度等级的数据可以被输出图像数据 D_{OUT}^G ,并且指示输出图像数据 D_{OUT} 的B子像素11B的灰度等级的数据可以被输出图像数据 D_{OUT}^B 。

[0068] 在本实施例中,直线被用作在线性函数校正电路22中执行的饱和度增强处理的输入-输出曲线(即,指示输入到线性函数校正电路22的输入图像数据 D_{IN} 和从线性函数校正电路22输出的输出图像数据 D_{OUT} 之间的输入-输出关系的曲线),并且输入-输出曲线的起始点的位置由从起始点控制电路28接收的起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 来指定。本文,起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 指定要对输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 执行的处理的输入-输出曲线的起始点的位置。对应地,起始点控制数据 $CP0_cont^G$ 指定要对输入图像数据 D_{IN} 的G数据 D_{IN}^G 执行的处理的输入-输出曲线的起始点的位置,并且起始点控制数据 $CP0_cont^B$ 指定要对输入图像数据 D_{IN} 的B数据 D_{IN}^B 执行的处理的输入-输出曲线的起始点的位置。

[0069] 输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 的位数大于输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的位数。这有效地避免了在校正计算中丢失像素的灰度等级的信息。在输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 被生成为8-位数据的本实施例中,输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 可以例如被生成为10-位数据。

[0070] 颜色减少电路23、锁存器电路24、灰度电压生成器电路25、和数据线驱动电路26一起用作响应于由线性函数校正电路22所生成的输出图像数据 D_{OUT} 来驱动LCD面板2的显示区域5的数据线8的驱动电路系统。具体地,颜色减少电路23对由线性函数校正电路22生成的输出图像数据 D_{OUT} 执行颜色减少,以生成经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 。锁存器电路24响应于从定时控制电路27接收到的锁存信号 S_{STB} 而锁存来自颜色减少电路23的经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} ,并且将经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 转发到数据线驱动电路26。灰度电压生成器电路25将一组灰度电压馈给到数据线驱动电路26。在一个实施例中,考虑到其中每个像素9的每个子像素11的灰度等级以八位来表示的配置,从灰度电压生成器电路25馈给的灰度电压的数量可以是 $256 (= 2^8)$ 。数据线驱动电路26响应于从锁存器电路24接收到的经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 来驱动LCD面板2的显示区域5的数据线8。详细地,数据线驱动电路26响应于经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 而从接收自灰度电压生成器电路25的一组灰度电压中选择期望的灰度电压,并且将LCD面板2的对应的数据线8驱动成所选择的灰度电压。

[0071] 定时控制电路27响应于同步数据 D_{SYNC} 而执行整个驱动IC 3的定时控制。详细地,定时控制电路27响应于同步数据 D_{SYNC} 而生成锁存信号 S_{STB} ,并且将所生成的锁存信号 S_{STB} 馈给到锁存器电路24。锁存信号 S_{STB} 是指令锁存器电路24锁存经颜色减少的数据 D_{OUT_D} 的控制信号。此外,定时控制电路27响应于同步数据 D_{SYNC} 而生成帧信号 S_{FRM} ,并且将所生成的帧信号 S_{FRM} 馈给到起始点控制电路28。本文应该注意的是,帧信号 S_{FRM} 是向起始点控制电路28通知每个帧周期的起始的控制信号;帧信号 S_{FRM} 在每个帧周期的开始被断言。响应于同步数据 D_{SYNC} 而生成垂直同步信号 V_{SYNC} 可以被用作帧信号 S_{FRM} 。定时控制电路27还生成指示输入图像数据 D_{IN} 当前针对其指示其相应的子像素11的灰度等级的像素9的坐标的坐标数据 $D_{(X,Y)}$,并将所生成的坐标数据 $D_{(X,Y)}$ 馈给到起始点控制电路28。当描述某一像素9的相应的子像素11的灰度等级的输入图像数据 D_{IN} 被馈给到起始点控制电路28时,定时控制电路27将指示显示区域5中的该某一像素9的坐标的坐标数据 $D_{(X,Y)}$ 馈给到起始点控制电路28。

[0072] 起始点控制电路28控制在线性函数校正电路22中执行的饱和度增强处理。起始点控制电路28响应于输入图像数据 D_{IN} 而生成上文描述的起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ ，从而针对每个颜色控制对输入图像数据 D_{IN} 执行的处理的输入-输出曲线的起始点的位置。更具体地，起始点控制电路28包括平均饱和度计算部28a、亮度差异计算部28b、增强系数计算部28c和起始点控制数据生成器部28d。

[0073] 平均饱和度计算部28a根据输入图像数据 D_{IN} 来计算每个帧图像的平均饱和度 S_{AVE} （即，在每个帧周期中显示在LCD面板2的显示区域5中的图像）。

[0074] 亮度差异计算部28b针对每个像素9根据与每个像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 来计算R数据 D_{IN}^R 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异 $Rdist$ 、G数据 D_{IN}^G 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异 $Gdist$ 、以及B数据 D_{IN}^B 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异 $Bdist$ 。

[0075] 增强系数计算部28c针对每个像素9根据输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 来计算增强系数 $INST$ 。如随后描述的，增强系数 $INST$ 是指示饱和度增强处理中的饱和度增强的程度的系数。

[0076] 起始点控制数据生成器部28d响应于由平均饱和度计算部28a计算的平均饱和度 S_{AVE} 、由亮度差异计算部28b计算的差异 $Rdist$ 、 $Gdist$ 和 $Bdist$ 、以及由增强系数计算部28c计算的增强系数 $INST$ 来生成起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 。在关于某一帧周期的与某一像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 的饱和度增强处理中，被用于针对某一像素9的饱和度增强处理的起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 基于在某一帧周期所显示的帧图像的平均饱和度 S_{AVE} 、差异 $Rdist$ 、 $Gdist$ 和 $Bdist$ 、以及根据与该某一像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 所计算的增强系数 $INST$ 来计算。

[0077] 图6是图示了本实施例中的饱和度增强处理（更具体地为在起始点控制电路28和线性函数校正电路22中执行的处理）的流程图。总体上，本实施例中的饱和度增强处理包括起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 的计算（步骤S11到S14）和基于起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 的对输入图像数据 D_{IN} 的处理（步骤S15）。

[0078] 在起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 的计算中执行下文的处理。

[0079] 在步骤S11处，根据输入图像数据 D_{IN} 来计算在每个帧周期中所显示的帧图像的平均饱和度 S_{AVE} 。某一像素9的饱和度 S 被计算为与该某一像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的最大值和最小值之间的差异。某一帧图像的平均饱和度 S_{AVE} 被计算为帧图像中的所有像素9的饱和度的平均。更具体地，某一帧图像的平均饱和度 S_{AVE} 根据下文的表达式(1a)和(1b)来计算：

[0080] $S_j = \max(R_f, G_f, B_f) - \min(R_j, G_j, B_j) \cdots (1a)$

$$[0081] \quad S_{AVE} = \frac{\sum_j S_j}{Data_count} \cdots (1b)$$

[0082] 其中 R_j 、 G_j 和 B_j 是与帧图像的像素j相关联的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的值，并且 S_j 是像素j的饱和度。在上文中， $\max(R_j, G_j, B_j)$ 是 R_j 、 G_j 和 B_j 的最大值，并且 $\min(R_j, G_j, B_j)$ 是 R_j 、 G_j 和 B_j 的最小值。 $Data_count$ 是显示区域5中的像素9的数量（帧图像中的像素9的数量），并且 Σ 表示关于显示区域5中的所有像素9的总和。如上文描述的，平均饱和度 S_{AVE} 由

平均饱和度计算部28a来计算。仅必需针对每个帧周期计算一次平均饱和度 S_{AVE} 。

[0083] 每个像素9的亮度值 Y_{PIXEL} 根据输入图像数据 D_{IN} 来进一步计算,并且R数据 D_{IN}^R 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异Rdist、G数据 D_{IN}^G 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异Gdist、以及B数据 D_{IN}^B 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异Bdist根据与每个像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 来计算。亮度值 Y_{PIXEL} 以及差异Rdist、Gdist和Bdist由亮度差异计算部28b来计算。

[0084] 详细地,根据以下的表达式(2a)来将每个像素j的亮度值 Y_{PIXEL} 计算为输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的值 R_j 、 G_j 和 B_j 的加权平均:

$$[0085] \quad Y_{PIXEL} = aR_j + bG_j + cB_j, \dots (2a)$$

[0086] 其中,a、b和c是分别给定到R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的权重。权重a、b和c大于零并且满足以下表达式(2b):

$$[0087] \quad a + b + c = 1. \dots (2b)$$

[0088] 被用于亮度值 Y_{PIXEL} 的计算的权重a、b和c取决于亮度值 Y_{PIXEL} 的定义。

[0089] 例如根据ITU-RBT.709,亮度值Y由以下表达式给定:

$$[0090] \quad Y_{PIXEL} = 0.2126 \cdot R_j + 0.7152 \cdot G_j + 0.0722 \cdot B_j. \dots (2c)$$

[0091] 该表达式暗示了权重a、b和c被定义如下:

$$[0092] \quad a = 0.2126,$$

$$[0093] \quad b = 0.7152, \text{ 以及}$$

$$[0094] \quad c = 0.0722.$$

[0095] R数据 D_{IN}^R 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异Rdist、G数据 D_{IN}^G 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异Gdist、以及B数据 D_{IN}^B 和亮度值 Y_{PIXEL} 之间的差异Bdist根据以下表达式(3a)到(3c)来计算:

$$[0096] \quad Rdist = R_j - Y_{PIXEL}, \dots (3a)$$

$$[0097] \quad Gdist = G_j - Y_{PIXEL}, \text{ 以及} \dots (3b)$$

$$[0098] \quad Bdist = B_j - Y_{PIXEL}. \dots (3c)$$

[0099] 在步骤S13处,根据与每个像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 来进一步计算与每个像素9相关联的增强系数INST。增强系数INST的计算由如上文描述的增强系数计算部28c来实现。如以下描述的那样针对每个像素9计算增强系数INST:首先,分别针对与每个像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 计算增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 。

[0100] 如下那样利用函数 $f(x)$ 计算增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$:

$$[0101] \quad INST^R = f(D_{IN}^R), \dots (4a)$$

$$[0102] \quad INST^G = f(D_{IN}^G), \text{ 以及} \dots (4b)$$

$$[0103] \quad INST^B = f(D_{IN}^B), \dots (4c)$$

[0104] 其中 $f(x)$ 是满足下列条件(a)到(c)的函数:

[0105] (a) 当 x 为 β 时, $f(x)$ 取最大值;

[0106] (b) 当 x 小于 β 时,随着 x 增大, $f(x)$ 单调增大;并且

[0107] (c) 当 x 大于 β 时,随着 x 增大, $f(x)$ 单调减小。

[0108] β 可以被确定为 $D_{IN}^{MAX}/2$ 或者最接近 $D_{IN}^{MAX}/2$ 的整数(如果存在两个最接近 $D_{IN}^{MAX}/2$ 的整数,则为从该两个整数中选择一个),其中 D_{IN}^{MAX} 是R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 中所允许的最大值。在其中R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 是八位数据的本实施例中,例如,所允许的最大值 D_{IN}^{MAX} 是“255”,并且 β 是“127”或者“128”。

[0109] 注意,表达式 (4a) 到 (4b) 可以被重写为以下的表达式 (5a) 到 (5c) :

$$[0110] \quad INST^R = f(R_j), \dots (5a)$$

$$[0111] \quad INST^G = f(G_j), \text{以及} \dots (5b)$$

$$[0112] \quad INST^B = f(B_j), \dots (5c)$$

[0113] 其中, R_j 、 G_j 和 B_j 是与像素 j 相关联的输入图像数据 D_{IN} 的 R 数据 D_{IN}^R 、G 数据 D_{IN}^G 和 B 数据 D_{IN}^B 的值。

[0114] 图7是图示了被用来确定增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 的函数的具体示例的图。在一个实施例中,与像素 j 相关联的增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 可以依照以下的表达式 (6a) 到 (6c) 根据与像素 j 相关联的输入图像数据 D_{IN} 的 R 数据 D_{IN}^R 、G 数据 D_{IN}^G 和 B 数据 D_{IN}^B 的值 R_j 、 G_j 和 B_j 来计算:

$$[0115] \quad INST^R = \begin{cases} \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{R_j}{\beta} & \text{if } R_j \leq \beta \\ \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - R_j}{\beta} & \text{if } R_j > \beta \end{cases} \dots (6a)$$

$$[0116] \quad INST^G = \begin{cases} \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{G_j}{\beta} & \text{if } G_j \leq \beta \\ \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - G_j}{\beta} & \text{if } G_j > \beta \end{cases} \dots (6b)$$

$$[0117] \quad INST^B = \begin{cases} \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{B_j}{\beta} & \text{if } B_j \leq \beta \\ \frac{reg}{\beta} \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - B_j}{\beta} & \text{if } B_j > \beta \end{cases} \dots (6c)$$

[0118] 其中 reg 是集成在驱动器 IC 3 内的增强系数设定寄存器 (未示出) 中设定的寄存器值; reg 取大于零并且等于或小于 β 的值。饱和度增强的程度可以通过调整寄存器值 reg 来调整。

[0119] 特别地,当寄存器值 reg 等于 β 时,表达式 (6a) 到 (6c) 可以被重写为以下的表达式 (7a) 到 (7c) :

$$\begin{aligned}
 [0120] \quad INST^R &= \begin{cases} \frac{R_j}{\beta} & \text{if } R_j \leq \beta \\ \frac{D_{IN}^{MAX} - R_j}{\beta} & \text{if } R_j > \beta \end{cases} \quad \dots(7a) \\
 INST^G &= \begin{cases} \frac{G_j}{\beta} & \text{if } G_j \leq \beta \\ \frac{D_{IN}^{MAX} - G_j}{\beta} & \text{if } G_j > \beta \end{cases} \quad \dots(7b) \\
 INST^B &= \begin{cases} \frac{B_j}{\beta} & \text{if } B_j \leq \beta \\ \frac{D_{IN}^{MAX} - B_j}{\beta} & \text{if } B_j > \beta \end{cases} \quad \dots(7c)
 \end{aligned}$$

[0121] 图7是图示了根据表达式 (7a) 到 (7c) 所计算的增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 的图。

[0122] 针对每个像素9最终计算的增强系数 $INST$ 被确定为分别针对R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 所获得的增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 的最小值。换言之，以下成立：

[0123] $INST = \min(INST^R, INST^G, INST^B) \dots (8)$

[0124] 回到参考图6，在步骤S14处，基于如上文所计算的平均饱和度 S_{AVE} 、差异 $Rdist$ 、 $Gdist$ 和 $Bdist$ 、以及增强系数 $INST$ 来计算起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 。起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 的计算由起始点控制数据生成器部28d来实现。

[0125] 起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 被确定成使得起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 随着差异 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ 增大而增大且与差异 $Rdist$ 成比例，其中通过从所允许的最大值 D_{IN}^{MAX} 中减去平均饱和度 S_{AVE} 来获得差异 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ 。对应地，起始点控制数据 $CP0_cont^G$ 被确定成使得起始点控制数据 $CP0_cont^G$ 随着 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ 增大而增大且与差异 $Gdist$ 成比例，并且起始点控制数据 $CP0_cont^B$ 被确定成使得起始点控制数据 $CP0_cont^B$ 随着 $D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}$ 增大而增大且与差异 $Bdist$ 成比例。增强系数 $INST$ 被用作指示饱和度增强的程度的参数，共同地用于起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 的计算。

[0126] 在一个实施例中，可以根据以下的表达式 (9a) 到 (9c) 来计算起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ ：

$$\begin{aligned}
 [0127] \quad CP0_cont^R &= INST \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}}{D_{IN}^{MAX}} \cdot Rdist \quad \dots(9a) \\
 CP0_cont^G &= INST \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}}{D_{IN}^{MAX}} \cdot Gdist \quad \dots(9b) \\
 CP0_const^B &= INST \cdot \frac{D_{IN}^{MAX} - S_{AVE}}{D_{IN}^{MAX}} \cdot Bdist \quad \dots(9c)
 \end{aligned}$$

[0128] 在步骤S15处，响应于起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 来处理输入图像数据 D_{IN} ，从而计算输出图像数据 D_{OUT} 。输出图像数据 D_{OUT} 被获得为对输入图像数据 D_{IN} 的饱和度增强处理的结果。

[0129] 在步骤S15处的处理中,应用于输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的处理的输入-输出曲线均被定义为直线。应用于输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 的处理的输入-输出曲线的起始点由起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 指定。对应地,应用于输入图像数据 D_{IN} 的G数据 D_{IN}^G 的处理的输入-输出曲线的起始点由起始点控制数据 $CP0_cont^G$ 指定,并且应用于输入图像数据 D_{IN} 的B数据 D_{IN}^B 的处理的输入-输出曲线的起始点由起始点控制数据 $CP0_cont^B$ 指定。注意,针对R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 共同地确定对输入图像数据 D_{IN} 的处理的输入-输出曲线的终点(与具有所允许的最大值 D_{IN}^{MAX} 的输入图像数据 D_{IN} 对应的输入-输出曲线上的点),以使得当输入图像数据 D_{IN} 的值是所允许的最大值 D_{IN}^{MAX} 时,输出图像数据 D_{OUT} 的值被确定为所允许的最大值 D_{OUT}^{MAX} 。注意,所允许的最大值 D_{OUT}^{MAX} 取决于输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 的位宽。

[0130] 更具体地,根据以下表达式(10a)到(10c)来计算输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 的值:

$$D_{OUT}^R = \frac{D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^R}{D_{IN}^{MAX}} \cdot D_{IN}^R + CP0_cont^R \quad \dots(10a)$$

$$[0131] \quad D_{OUT}^G = \frac{D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^G}{D_{IN}^{MAX}} \cdot D_{IN}^G + CP0_cont^G \quad \dots(10b)$$

$$D_{OUT}^B = \frac{D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^B}{D_{IN}^{MAX}} \cdot D_{IN}^B + CP0_cont^B \quad \dots(10c)$$

[0132] 图8图示了在当根据以上的表达式(10a)到(10c)来计算输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 时的情况下输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 与输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 之间的相应关系。在图8中,符号“CP5”表示每个输入-输出曲线的终点。应该注意的是,起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 中的至少一个是正的,并且至少另一个是负的。这是因为起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 根据表达式(9a)到(9c)计算,并且差异 R_{dist} 、 G_{dist} 和 B_{dist} 中的至少一个是正的且至少另一个是负的,其中亮度值 Y_{PIXEL} 是输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的加权平均。根据图8将容易理解的是,根据表达式(10a)到(10c)的处理有效地增强了饱和度,原因在于起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 中的至少一个是正的,并且至少另一个是负的。

[0133] 由线性函数校正电路22利用上文描述的一系列表达式所计算的输出图像数据 D_{OUT} 被转发到颜色减少电路23。在颜色减少电路23中,对输出图像数据 D_{OUT} 执行颜色减少,以生成经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 。经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 经由锁存器电路24被转发到数据线驱动电路26,并且响应于该经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 来驱动LCD面板2的数据线8。

[0134] 上文描述的本实施例中的饱和度增强处理仅利用简单的处理来有效地实现饱和度增强。这有效地有助于被用于饱和度增强的图像处理电路的电路尺寸的减小(本实施例中的起始点控制电路28和线性函数校正电路22)。

[0135] 还应该注意的是,本实施例中的饱和度增强处理仅导致每个像素的亮度值 Y_{PIXEL} 方面的减小的改变。在下文中,以具体数字示例给定如下事实的描述:本实施例中的饱和度增强处理仅导致亮度值 Y_{PIXEL} 方面的减小的改变。

[0136] 在下文中,考虑当作为输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的值的 R_j 、 G_j 和 B_j 分别为50、100和200时的情况。在该情况下,根据如下的表达式(2c)获得亮度值 Y_{PIXEL} :

$$[0137] \quad Y_{PIXEL} = 0.2126 \times 50 + 0.7152 \times 100 + 0.0722 \times 200$$

$$[0138] \quad = 96.59$$

$$[0139] \quad \approx 97。$$

[0140] 应该注意的是,通过四舍五入来获得值“97”,以将亮度值 Y_{PIXEL} 处理为可用八位表示的整数。

[0141] 根据如下的表达式(3a)到(3c)来计算差异Rdist、Gdist和Bdist:

$$[0142] \quad Rdist = 50 - 97 = -47,$$

$$[0143] \quad Gdist = 100 - 97 = 3, \text{ 以及}$$

$$[0144] \quad Bdist = 200 - 97 = 103。$$

[0145] 针对 β 为127利用表达式(7a)到(7c),增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 被获得如下:

$$[0146] \quad INST^R = 50/127,$$

$$[0147] \quad INST^G = 100/127, \text{ 以及}$$

$$[0148] \quad INST^B = (255 - 200)/127 = 55/127。$$

[0149] 因为增强系数 $INST$ 被定义为增强系数 $INST^R$ 、 $INST^G$ 和 $INST^B$ 的最小值(见表达式(8)),所以增强系数 $INST$ 被获得如下:

$$[0150] \quad INST = 50/127。$$

[0151] 起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 通过表达式(9a)到(9c)获得。应该注意的是,关于在表达式(9a)到(9c)中记载的 $(D_{IN}^{MAX} - S_{AVE})/D_{IN}^{MAX}$,以下成立:

$$[0152] \quad 0 \leq (D_{IN}^{MAX} - S_{AVE})/D_{IN}^{MAX} \leq 1。$$

[0153] 为了讨论在当饱和度被最强烈地增强时的情况下的亮度值 Y_{PIXEL} 方面的改变,让我们考虑当 $(D_{IN}^{MAX} - S_{AVE})/D_{IN}^{MAX}$ 为1的情况;在该情况下,饱和度被最强烈地增强。在该假设之下,起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 通过以下的表达式(9a)到(9c)获得:

$$[0154] \quad CP0_cont^R = (50/127) \times 1 \times (-47) = -18.50 \approx -19,$$

$$[0155] \quad CP0_cont^G = (50/127) \times 1 \times 3 = 1.18 \approx 1, \text{ 以及}$$

$$[0156] \quad CP0_cont^B = (50/127) \times 1 \times 103 = 44.55 \approx 45。$$

[0157] R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 的值利用以下的表达式(10a)到(10c)获得:

$$[0158] \quad D_{OUT}^R = \{(255.00 + 19)/255\} \times 50 - 19$$

$$[0159] \quad = 34.72 \approx 34.75,$$

$$[0160] \quad D_{OUT}^G = \{(255.00 - 3)/255\} \times 100 + 3$$

$$[0161] \quad = 101.82 \approx 101.75, \text{ 以及}$$

$$[0162] \quad D_{OUT}^B = \{(255.00 - 103)/255\} \times 200 + 103$$

$$[0163] \quad = 222.21 \approx 222.25。$$

[0164] 注意,R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 的值以10位表示,采用0.25的增量从0.00到255.00取值。

[0165] 饱和度增强处理之后的亮度值 Y_{PIXEL} ,根据如下因此获得的输出图像数据 D_{OUT} 来计算:

[0166] $Y_{\text{PIXEL}}' = 0.2126 \times 34.75 + 0.7152 \times 101.75 + 0.0722 \times 222.25$

[0167] $= 96.2059$ 。

[0168] 该结果证明了本实施例中的饱和度增强处理仅导致亮度值方面的减小的改变,这是因为根据原始输入图像数据 D_{IN} 计算的亮度值 Y_{PIXEL} 是96.59。由饱和度增强处理导致的亮度值方面的减小的改变起因于增强系数INST利用函数 $f(x)$ 和 β 来计算,其中 β 被确定为 $D_{\text{IN}}^{\text{MAX}}/2$ 或者接近 $D_{\text{IN}}^{\text{MAX}}/2$ 的值,并且函数 $f(x)$ 满足下列条件(a)到(c):

[0169] (a) 当 x 为 β 时, $f(x)$ 取最大值;

[0170] (b) 当 x 小于 β 时, $f(x)$ 随着 x 增大而单调地增大;并且

[0171] (c) 当 x 大于 β 时, $f(x)$ 随着 x 增大而单调地减小。

[0172] 以该方式的增强系数INST的计算有效地减小了在执行饱和度增强处理中的亮度值方面的改变。

[0173] (第二实施例)

[0174] 图9是图示了第二实施例中的驱动器IC 3的配置的示例的框图。在第二实施例中,不通过如在图1B中图示的一系列处理来同时实现饱和度增强和对比度增强。同时执行饱和度增强和对比度增强对于减小电路尺寸而言是有效的。在本实施例中,为了同时实现饱和度增强和对比度增强,使用近似伽马校正电路31来代替线性函数校正单元22,并且表征数据计算电路32和校正点数据计算电路33被附加地集成在驱动器IC 3中。

[0175] 近似伽马校正电路31基于对输入图像数据 D_{IN} 的伽马校正的近似表达式来执行校正计算,以生成输出图像数据 D_{OUT} 。在本实施例中,被用于近似伽马校正电路31中的校正计算中的输入-输出曲线均被确定为通过修改由某一伽马值指定的伽马曲线以便实现对比度增强而获得的曲线。应该注意的是,在本实施例中,在某种程度上,对比度增强通过将伽马曲线用作每个输入-输出曲线来实现,并且附加对比度增强通过修改伽马曲线的形状来实现。

[0176] 在校正计算中由近似伽马校正电路31使用的输入-输出曲线的形状由从校正点数据计算电路33接收的校正点数据集 CP_sel^R 、 CP_sel^G 和 CP_sel^B 指定。在用于输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 的校正计算中使用的输入-输出曲线的形状由校正点数据集 CP_sel^R 指定。对应地,在用于输入图像数据 D_{IN} 的G数据 D_{IN}^G 的校正计算中使用的输入-输出曲线的形状由校正点数据集 CP_sel^G 指定,并且在用于输入图像数据 D_{IN} 的B数据 D_{IN}^B 的校正计算中使用的输入-输出曲线的形状由校正点数据集 CP_sel^B 指定。

[0177] 表征数据计算电路32基于输入图像数据 D_{IN} 来生成指示每个帧图像(在每个帧周期中显示在显示区域5中的图像)的一个或多个特征量的表征数据。在本实施例中,表征数据包括指示每个帧图像的平均画面等级(APL)的APL数据 $D_{\text{CHR_APL}}$ 和指示每个帧图像的像素的亮度值的方差的方差数据 $D_{\text{CHR}_\sigma 2}$ 。注意,APL数据 $D_{\text{CHR_APL}}$ 和方差数据 $D_{\text{CHR}_\sigma 2}$ 的计算可以针对每个帧周期执行一次。

[0178] 校正点数据计算电路33响应于由表征数据计算电路32生成的表征数据(在本实施例中为APL数据 $D_{\text{CHR_APL}}$ 和方差数据 $D_{\text{CHR}_\sigma 2}$)和由起始点控制电路28所生成的起始点控制数据 CP0_cont^R 、 CP0_cont^G 和 CP0_cont^B 来计算上文描述的校正点数据集 CP_sel^R 、 CP_sel^G 和 CP_sel^B 。总体上,校正点数据计算电路33用作校正控制电路系统,所述校正控制电路系统响应于由表征数据计算电路32生成的表征数据(APL数据 $D_{\text{CHR_APL}}$ 和方差数据 $D_{\text{CHR}_\sigma 2}$)来控制输入-

输出曲线的形状,并且响应于起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 来调整输入-输出曲线的起始点的位置。

[0179] 图10图示了通过由校正点数据计算电路33所生成的每个校正点数据集 CP_sel^k 所指定的输入-输出曲线和根据该输入-输出曲线的校正计算的内容。每个校正点数据集 CP_sel^k 包括校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 。校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 均被定义为指示坐标系中的点的数据,在所述坐标系中,输入图像数据 D_{IN}^k 与水平轴(或者第一轴)相关联并且输出图像数据 D_{OUT}^k 与垂直轴(或者第二轴)相关联。校正点数据 $CP0$ 指示也可以由符号“ $CP0$ ”表示的输入-输出曲线的起始点的位置,并且校正点数据 $CP5$ 指示也可以由符号“ $CP5$ ”表示的输入-输出曲线的终点的位置。校正点数据 $CP2$ 和 $CP3$ 分别指示也可以分别由符号“ $CP2$ ”和“ $CP3$ ”表示的输入-输出曲线通过的靠近输入-输出曲线的中心的校正点的位置。校正点数据 $CP1$ 指示也可以由符号“ $CP1$ ”表示的位于校正点 $CP0$ 和 $CP2$ 之间的校正点的位置,并且校正点数据 $CP4$ 指示也可以由符号“ $CP4$ ”表示的位于校正点 $CP3$ 和 $CP5$ 之间的校正点的位置。通过适当地确定由校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 指示的校正点 $CP0$ 到 $CP0$ 的位置来指定伽马曲线的形状。

[0180] 如在图10中所图示的,例如可能的是通过将校正点 $CP1$ 到 $CP4$ 的位置确定为低于连接伽马曲线的两端的直线而将该伽马曲线的形状指定为向下凸出。在近似伽马校正电路31中,通过根据具有由被包括在校正点数据集 CP_sel^k 中的校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 所指定的形状的伽马曲线来执行伽马校正而生成输出图像数据 D_{OUT}^k 。如随后将详细描述,响应于由表征数据计算电路32所生成的表征数据(在本实施例中为APL数据 D_{CHR_APL} 和方差数据 D_{CHR_o2})来确定校正点数据集 CP_sel^R 、 CP_sel^G 和 CP_sel^B 的校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 。这有效地允许响应于该表征数据来控制输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的校正计算中使用的输入-输出曲线的形状。此外,分别响应于起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 来调整校正点数据集 CP_sel^R 、 CP_sel^G 和 CP_sel^B 的校正点数据 $CP0$ 。这有效地允许调整输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的校正计算中使用的输入-输出曲线的起始点的位置,从而实现饱和度增强。

[0181] 图11是图示了近似伽马校正电路31的配置的示例的框图。近似伽马校正电路31包括分别针对输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 而准备的近似伽马校正单元34R、34G和34B。近似伽马校正单元34R利用算术表达式对输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 执行校正计算来生成输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 。对应地,近似伽马校正单元34G和34B利用算术表达式对输入图像数据 D_{IN} 的G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 执行校正计算来分别生成输出图像数据 D_{OUT} 的G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 。如上文描述的,在本实施例中,输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 的位数是十位;这意味着输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 的位数大于输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的位数。

[0182] 被近似伽马校正单元34R用于校正计算的算术表达式的系数取决于校正点数据集 CP_sel^R 的校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 来确定。对应地,被近似伽马校正单元34G和34B用于校正计算的算术表达式的系数分别取决于校正点数据集 CP_sel^G 和 CP_sel^B 的校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 来确定。

[0183] 图12是图示了校正点数据计算电路33的配置的优选示例的框图。在图12中所图示的示例中,校正点数据计算电路33包括:校正点数据集存储寄存器41、插值/选择电路42、校正点数据调整电路43、以及 $CP0$ 调整电路44。

[0184] 校正点数据集存储寄存器41在其中存储多个校正点数据集CP#1到CP#m。校正点数据集CP#1到CP#m被用作用于确定上文描述的校正点数据集CP_sel^R、CP_sel^G和CP_sel^B的种子数据(seed data)。校正点数据集CP#1到CP#m中的每个包括如图10中所图示的那样定义的校正点数据CP0到CP5。

[0185] 插值/选择电路42基于从表征数据计算电路32接收的APL数据D_{CHR_APL}来确定伽马值 γ_PIXEL^R 、 γ_PIXEL^G 和 γ_PIXEL^B ，并且确定与因此确定的伽马值 γ_PIXEL^R 、 γ_PIXEL^G 和 γ_PIXEL^B 对应的校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B。本文，伽马值 γ_PIXEL^R 是被用于对输入图像数据D_{IN}的R数据D_{IN}^R执行的校正计算的伽马曲线的伽马值。对应地，伽马值 γ_PIXEL^G 是被用于对输入图像数据D_{IN}的G数据D_{IN}^G执行的校正计算的伽马曲线的伽马值，并且伽马值 γ_PIXEL^B 是被用于对输入图像数据D_{IN}的B数据D_{IN}^B执行的校正计算的伽马曲线的伽马值。

[0186] 在一个实施例中，插值/选择电路42可以基于伽马值 γ_PIXEL^k 来选择校正点数据集CP#1到CP#m中的一个，并且将校正点数据集CP_L^k确定为校正点数据集CP#1到CP#m中的所选择的那一个。可替换地，插值/选择电路42可以通过基于伽马值 γ_PIXEL^k 选择校正点数据集CP#1到CP#m中的两个并且将插值应用于所选择的两个校正点数据集来确定校正点数据集CP_L^k。随后描述校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B的确定的细节。由插值/选择电路42确定的校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B被转发到校正点数据调整电路43。

[0187] 校正点数据调整电路43响应于从表征数据计算电路32接收的方差数据D_{CHR_σ2}而修改校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B。校正点数据调整电路43的操作在技术上等价于用以响应于方差数据D_{CHR_σ2}来修改由伽马值 γ_PIXEL^k 所指定的伽马曲线的形状的处理。如随后描述的，在本实施例中，校正点数据调整电路43响应于方差数据D_{CHR_σ2}而修改校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B的校正点数据CP1和CP4，从而实现对比度增强。

[0188] CP0调整电路44响应于从起始点控制电路28接收的起始点控制数据CP0_cont^R、CP0_cont^G和CP0_cont^B而修改校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B。CP0调整电路44的该操作在技术上等价于用以响应于起始点控制数据CP0_cont^R、CP0_cont^G和CP0_cont^B来调整输入-输出曲线的起始点的位置的处理。因此由校正点数据调整电路43和CP0调整电路44修改的校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B被用作最终馈给到近似伽马校正电路31的校正点数据集CP_sel^R、CP_sel^G和CP_sel^B。

[0189] 在本实施例中，校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B首先被校正点数据调整电路43修改，以生成校正点数据集CP_CR^R、CP_CR^G和CP_CR^B，并且校正点数据集CP_CR^R、CP_CR^G和CP_CR^B由CP0调整电路44进一步修改，从而生成最终馈给到近似伽马校正电路31的校正点数据集CP_sel^R、CP_sel^G和CP_sel^B。在可替换的实施例中，校正点数据计算电路33可以被配置成使得校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B首先被CP0调整电路44修改，并且修改后的校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B被校正点数据调整电路43进一步修改，以生成校正点数据集CP_sel^R、CP_sel^G和CP_sel^B。校正点数据调整电路43和CP0调整电路44可以被组合以形成统一的电路。在该情况下，统一的电路可以响应于方差数据D_{CHR_σ2}和起始点控制数据CP0_cont^R、CP0_cont^G和CP0_cont^B而修改校正点数据集CP_L^R、CP_L^G和CP_L^B。随后描述校正点数据计算电路33中的相应的电路的操作的细节。

[0190] 图13是图示了第二实施例中的对输入图像数据D_{IN}执行的校正计算的过程的流程

图。与第一实施例类似地,在步骤11到14处,输入图像数据 D_{IN} 被馈给到起始点控制电路28,并且由起始点控制电路28基于该输入图像数据 D_{IN} 来生成起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 。通过与第一实施例中相同的处理来生成起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 。

[0191] 在步骤S21处,输入图像数据 D_{IN} 也被馈给到表征数据计算电路32,并且由表征数据计算电路32根据输入图像数据 D_{IN} 来生成每个帧图像的APL数据 D_{CHR_APL} 和方差数据 D_{CHR_o2} 。如上文描述的,APL数据 D_{CHR_APL} 指示每个帧图像的APL,并且方差数据 D_{CHR_o2} 指示在每个帧周期中的像素的亮度值的方差。

[0192] 在步骤S22处,根据每个帧图像的APL数据 D_{CHR_APL} 来计算要被用于与每个帧图像中的每个像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 的校正计算的伽马值。在本实施例中,针对与每个像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的每个计算伽马值。详细地,通过以下表达式(11a)计算要被用于对与某一帧图像相关联的输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 执行的校正计算的伽马值 γ_PIXEL^R :

$$[0193] \quad \gamma_PIXEL^R = \gamma_STD^R + APL \cdot \eta^R, \dots (11a)$$

[0194] 其中 γ_STD^R 是给定的参考伽马值,APL是该某一帧图像的平均画面等级,并且 η^R 是给定的正比例常数。应该注意的时,在利用表达式(11a)的定义中,伽马值 γ_PIXEL^R 随着平均画面等级APL增大而增大。

[0195] 对应地,通过以下表达式(11b)和(11c)计算要被用于对与该某一帧图像相关联的输入图像数据 D_{IN} 的G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 执行的校正计算的伽马值 γ_PIXEL^G 和 γ_PIXEL^B :

$$[0196] \quad \gamma_PIXEL^G = \gamma_STD^G + APL \cdot \eta^G, \text{以及} \dots (11b)$$

$$[0197] \quad \gamma_PIXEL^B = \gamma_STD^B + APL \cdot \eta^B, \dots (11c)$$

[0198] 其中 γ_STD^G 和 γ_STD^B 是给定的参考伽马值,并且 η^G 和 η^B 是给定的正比例常数。 γ_STD^R 、 γ_STD^G 和 γ_STD^B 可以彼此相等或者不同,并且 η^R 、 η^G 和 η^B 可以彼此相等或者不同。应该注意的是,针对每个帧图像计算伽马值 γ_PIXEL^R 、 γ_PIXEL^G 和 γ_PIXEL^B 。

[0199] 当 γ_STD^R 、 γ_STD^G 和 γ_STD^B 彼此相等并且 η^R 、 η^G 和 η^B 彼此相等时,针对输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 计算共同的伽马值;在该情况下,通过以下表达式(11d)计算共同的伽马值 γ_PIXEL :

$$[0200] \quad \gamma_PIXEL = \gamma_STD + APL \cdot \eta \dots (11d)$$

[0201] 在步骤S23处,分别基于因此计算的伽马值 γ_PIXEL^R 、 γ_PIXEL^G 和 γ_PIXEL^B 来选择或者确定校正点数据集 CP_L^R 、 CP_L^G 和 CP_L^B 。应该注意的是,校正点数据集 CP_L^R 、 CP_L^G 和 CP_L^B 是被用于计算最终馈给到近似伽马校正电路31的校正点数据集 CP_sel^R 、 CP_sel^G 和 CP_sel^B 的种子数据。针对每个帧图像确定校正点数据集 CP_L^R 、 CP_L^G 和 CP_L^B 。

[0202] 在一个实施例中,校正点数据集 CP_L^R 、 CP_L^G 和 CP_L^B 均从存储在校正点数据计算电路33的校正点数据集存储寄存器41中的校正点数据集 $CP\#1$ 到 $CP\#m$ 中选择。如上文描述的,校正点数据集 $CP\#1$ 到 $CP\#m$ 对应于不同的伽马值 γ ,并且校正点数据集 $CP\#1$ 到 $CP\#m$ 的每个包括校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 。

[0203] 对应于某一伽马值 γ 的校正点数据集 $CP\#j$ 的校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 如下那样被确定:

[0204] (1) 对于 $\gamma < 1$,

$$\begin{aligned}
 CP0 &= 0 \\
 CP1 &= \frac{4 \cdot \text{Gamma}[K/4] - \text{Gamma}[K]}{2} \\
 [0205] \quad CP2 &= \text{Gamma}[K-1] \quad \dots(12a) \\
 CP3 &= \text{Gamma}[K] \\
 CP4 &= 2 \cdot \text{Gamma}[(D_{IN}^{MAX} + K - 1)/2] - D_{OUT}^{MAX} \\
 CP5 &= D_{OUT}^{MAX}
 \end{aligned}$$

[0206] 以及

[0207] (2) 对于 $\gamma \geq 1$,

$$\begin{aligned}
 CP0 &= 0 \\
 CP1 &= 2 \cdot \text{Gamma}[K/2] - \text{Gamma}[K] \\
 [0208] \quad CP2 &= \text{Gamma}[K-1] \quad \dots(12b) \\
 CP3 &= \text{Gamma}[K] \\
 CP4 &= 2 \cdot \text{Gamma}[(D_{IN}^{MAX} + K - 1)/2] - D_{OUT}^{MAX} \\
 CP5 &= D_{OUT}^{MAX}
 \end{aligned}$$

[0209] 其中 D_{IN}^{MAX} 是输入图像数据 D_{IN} 的 R 数据 D_{IN}^R 、G 数据 D_{IN}^G 和 B 数据 D_{IN}^B 的所允许的最大值； D_{IN}^{MAX} 取决于 R 数据 D_{IN}^R 、G 数据 D_{IN}^G 和 B 数据 D_{IN}^B 的位数。类似地， D_{OUT}^{MAX} 是输出图像数据 D_{OUT} 的 R 数据 D_{OUT}^R 、G 数据 D_{OUT}^G 和 B 数据 D_{OUT}^B 的所允许的最大值； D_{OUT}^{MAX} 取决于 R 数据 D_{OUT}^R 、G 数据 D_{OUT}^G 和 B 数据 D_{OUT}^B 的位数。K 是由以下表达式 (13a) 给定的常数：

$$[0210] \quad K = (D_{IN}^{MAX} + 1) / 2 \dots (13a)$$

[0211] 在上文中，作为与伽马校正的严格表达式对应的函数的函数 $\text{Gamma}[x]$ 由以下表达式定义：

$$[0212] \quad \text{Gamma}[x] = D_{OUT}^{MAX} \cdot (x / D_{IN}^{MAX})^\gamma \dots (13b)$$

[0213] 在本实施例中，校正点数据集 CP#1 到 CP#m 被确定成使得在表达式 (13b) 中记载的、从校正点数据集 CP#1 到 CP#m 中选择的校正点数据集 CP#j 所对应的伽马值 γ 随着 j 增大而增大。换言之，以下成立：

$$[0214] \quad \gamma_1 < \gamma_2 < \dots < \gamma_{m-1} < \gamma_m, \dots (14)$$

[0215] 其中 γ_j 是对应于校正点数据集 CP#j 的伽马值。

[0216] 在一个实施例中，基于伽马值 γ_{PIXEL^R} 来从校正点数据集 CP#1 到 CP#m 中选择校正点数据集 CP_L^R 。校正点数据集 CP_L^R 被确定为随着伽马值 γ_{PIXEL^R} 增大而具有更大的 j 值的校正点数据集 CP#j。对应地，分别基于伽马值 γ_{PIXEL^G} 和 γ_{PIXEL^B} 来从校正点数据集 CP#1 到 CP#m 中选择校正点数据集 CP_L^G 和 CP_L^B 。图 14 是图示了在当校正点数据集 CP_L^k 以该方式被确定时的情况下每个帧图像的平均画面等级 (APL)、 γ_{PIXEL^k} 和校正点数据集 CP_L^k 之间的关系的图。随着每个帧图像的平均画面等级增大，伽马值 γ_{PIXEL^k} 增大，并且具有更大的 j 值的校正点数据集 CP#j 被选择为校正点数据集 CP_L^k 。

[0217] 在可替换的实施例中，校正点数据集 CP_L^R 、 CP_L^G 和 CP_L^B 可以被确定如下：校正点数据集 CP#1 到 CP#m 被存储在校正点数据计算电路 33 的校正点数据集存储寄存器 41 中。在校

正点数据集存储寄存器41中存储的校正点数据集CP#1到CP#m的数量是 $2^{P-(Q-1)}$,其中P是用来描述每个帧图像的平均画面等级 (APL) 的位数,并且Q是大于等于二且小于P的预定的整数。这暗示 $m=2^{P-(Q-1)}$ 。要被存储在校正点数据集存储寄存器41中的校正点数据集CP#1到CP#m可以如初始设定那样从处理器4馈给到驱动IC 3。

[0218] 此外,基于伽马值 γ_PIXEL^k (k是“R”、“G”和“B”中的任一个) 从存储在校正点数据集存储寄存器41中的校正点数据集CP#1到CP#m当中选择两个校正点数据集CP#q和CP#(q+1),以用于确定校正点数据集CP $_L^k$,其中q是从1到m-1的整数。选择这两个校正点数据集CP#q和CP#(q+1) 以满足以下表达式:

$$[0219] \quad \gamma_q < \gamma_PIXEL^k < \gamma_{q+1} \cdots (15)$$

[0220] 校正点数据集CP $_L^k$ 的校正点数据CP0到CP5分别利用所选择的两个校正点数据集CP#q和CP#(q+1)的校正点数据CP0到CP5的插值来计算。

[0221] 更具体地,校正点数据集CP $_L^k$ (其中k是“R”、“G”和“B”中的任一个) 的校正点数据CP0到CP5依照以下表达式根据所选择的两个校正点数据集CP#q和CP#(q+1)的校正点数据CP0到CP5来计算:

$$[0222] \quad CP\alpha_L^k = CP\alpha(\#q) + \{ (CP\alpha(\#(q+1)) - CP\alpha(\#q)) / 2^Q \} \times APL_PIXEL[Q-1:0], \cdots (16)$$

[0223] 其中 α 是从零到五的整数,CP α_L^k 是校正点数据集CP $_L^k$ 的校正点数据CP α ,CP $\alpha(\#q)$ 是所选择的校正点数据集CP#q的校正点数据CP α ,CP $\alpha(\#(q+1))$ 是所选择的校正点数据集CP#(q+1)的校正点数据CP α ,并且APL[Q-1:0]是每个帧图像的平均画面等级的最低Q位。图15是图示了在当校正点数据集CP $_L^k$ 以该方式被确定时的情况下平均画面等级 (APL)、 γ_PIXEL^k 和校正点数据集CP $_L^k$ 之间的关系的图。随着平均画面等级增大,伽马值 γ_PIXEL^k 增大,并且选择具有较大的q值的校正点数据CP#q和CP#(q+1)。校正点数据集CP $_L^k$ 被确定成对应于从伽马值 γ_q 到 γ_{q+1} 范围内的伽马值,校正点数据集CP#q和CP#(q+1) 分别对应于所述伽马值 γ_q 和 γ_{q+1} 。

[0224] 图16是示意性地图示了对应于校正点数据集CP#q和CP#(q+1) 以及校正点数据集CP $_L^k$ 的伽马曲线的形状的图。因为校正点数据集CP $_L^k$ 的校正点数据CP α 通过校正点数据集CP#q和CP#(q+1)的校正点数据CP $\alpha(\#q)$ 和CP $\alpha(\#(q+1))$ 的插值来获得,所以对应于校正点数据集CP $_L^k$ 的伽马曲线的形状被确定成使得对应于校正点数据集CP $_L^k$ 的伽马曲线位于对应于校正点数据集CP#q和CP#(q+1)的伽马曲线之间。通过校正点数据集CP#q和CP#(q+1)的校正点数据CP0到CP5的插值的、校正点数据集CP $_L^k$ 的校正点数据CP0到CP5的计算对于允许细微地调整被用于伽马校正的伽马值而言是有利的,即使当仅减少数量的校正点数据集CP#1到CP#m被存储在校正点数据集存储寄存器41中时。

[0225] 应该注意的是,当针对R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 共同地计算伽马值 γ_PIXEL 时,以类似的方式根据伽马值 γ_PIXEL 选择或计算共同的校正点数据集CP $_L$ 。

[0226] 在步骤S24处,因此选择或计算的校正点数据集CP $_L^R$ 、CP $_L^G$ 和CP $_L^B$ 响应于方差数据 D_{CHR_o2} 被修改,以生成校正点数据集CP $_{CR}^R$ 、CP $_{CR}^G$ 和CP $_{CR}^B$ 。应该注意的是,因为校正点数据集CP $_L^R$ 、CP $_L^G$ 和CP $_L^B$ 均表示特定的伽马曲线的形状,响应于方差数据 D_{CHR_o2} 修改校正点数据集CP $_L^R$ 、CP $_L^G$ 和CP $_L^B$ 在技术上等价于响应于方差数据 D_{CHR_o2} 修改被用于校正计算的伽马曲线的形状。

[0227] 图17是图示了基于方差数据 D_{CHR_o2} 的校正点数据集CP $_L^k$ 的修改的技术意义的概

念图。某一帧图像的亮度值的减小的方差 σ^2 意味着帧图像包括具有接近帧图像的APL的亮度值的增加数量的像素。换言之,对应于输入图像数据 D_{IN} 的帧图像的对比度小。当对应于输入图像数据 D_{IN} 的帧图像的对比度小时,可能的是,通过由近似伽马校正电路31执行校正计算来增强对比度,以显示具有改进的图像质量的帧图像。

[0228] 因为校正点数据集 CP_L^k 的校正点数据CP1和CP4很大地影响对比度,所以在本实施例中,基于方差数据 D_{CHR_o2} 来调整校正点数据集 CP_L^k 的校正点数据CP1和CP4。修改校正点数据集 CP_L^k 的校正点数据CP1,以使得被获得为修改的结果的校正点数据集 CP_CR^k 的校正点数据CP1随着由方差数据 D_{CHR_o2} 指示的方差 σ^2 减小而减小。在另一方面,修改校正点数据集 CP_L^k 的校正点数据CP4,以使得校正点数据集 CP_CR^k 的校正点数据CP4随着由方差数据 D_{CHR_o2} 指示的方差 σ^2 减小而增大。这样的修改导致当对应于输入图像数据 D_{IN} 的图像的对比度小时,执行近似伽马校正电路31中的校正计算以增强对比度。应该注意的是,在本实施例中,不修改校正点数据集 CP_L^k 的校正点数据CP0、CP2、CP3和CP5。

[0229] 在步骤S25处,响应于起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 来修改校正点数据集 CP_CR^R 、 CP_CR^G 和 CP_CR^B ,以生成校正点数据集 CP_sel^R 、 CP_sel^G 和 CP_sel^B 。在本实施例中,响应于起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 来修改输入-输出曲线的起始点,即,校正点数据集 CP_CR^R 、 CP_CR^G 和 CP_CR^B 的校正点数据CP0。因为校正点数据CP0指示伽马曲线(输入-输出曲线)的起始点的位置,所以修改校正点数据集 CP_CR^R 、 CP_CR^G 和 CP_CR^B 的校正点数据CP0在技术上等价于调整与校正点数据集 CP_CR^R 、 CP_CR^G 和 CP_CR^B 相关联的伽马曲线的起始点的位置。

[0230] 还根据校正点数据CP0的修改(即,输入-输出曲线的位置的调整)来修改校正点数据集 CP_CR^R 、 CP_CR^G 和 CP_CR^B 的校正点数据CP1到CP4。因为校正点数据集 CP_CR^R 、 CP_CR^G 和 CP_CR^B 的校正点数据CP1到CP4指示输入-输出曲线的中间部分的形状,所以修改校正点数据集 CP_CR^R 、 CP_CR^G 和 CP_CR^B 的校正点数据CP1到CP4在技术上等价于修改输入-输出曲线的中间部分的形状。与接近输入-输出曲线的起始点的校正点对应的校正点数据(例如,校正点数据CP1)受到相对大的修改,并且与接近输入-输出曲线的终点的校正点对应的校正点数据(例如,校正点数据CP4)受到相对小的修改。更具体地,根据以下表达式(17a)到(17d)来计算指示校正点数据集 CP_CR^k 的校正点数据CP1到CP4的修改量的校正点控制数据 $CP1_cont^k$ 到 $CP4_cont^k$:

$$CP1_cont^k = \frac{(D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^k)}{D_{IN}^{MAX}} \cdot \frac{K}{2} + CP0_cont^k \quad \dots(17a)$$

$$CP2_cont^k = \frac{(D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^k)}{D_{IN}^{MAX}} \cdot (K-1) + CP0_cont^k \quad \dots(17b)$$

[0231]

$$CP3_cont^k = \frac{(D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^k)}{D_{IN}^{MAX}} \cdot K + CP0_cont^k \quad \dots(17c)$$

$$CP4_cont^k = \frac{(D_{OUT}^{MAX} - CP0_cont^k)}{D_{IN}^{MAX}} \cdot \frac{(D_{IN}^{MAX} + K - 1)}{2} + CP0_cont^k \quad \dots(17d)$$

[0232] 图18示意性地图示了因此计算的校正点控制数据 $CP1_cont^k$ 到 $CP4_cont^k$ 。在图18中,符号“ $CP5^R$ ”、“ $CP5^G$ ”和“ $CP5^B$ ”分别指示被用于R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 的校正计算的输入-输出曲线的终点。通过将上文描述的校正点控制数据 $CP1_cont^k$ 到 $CP4_cont^k$ 的值

加到校正点数据集CP_CR^k的校正点数据CP1到CP4的值来计算校正点数据集CP_sel^k。

[0233] 总体而言,在一个实施例中,可以通过以下表达式来计算校正点数据集CP_sel^k的校正点数据CP0到CP4:

$$[0234] \quad CP0_sel^R = CP0_L^R + CP0_cont^R, \dots (18a)$$

$$[0235] \quad CP0_sel^G = CP0_L^G + CP0_cont^G, \dots (18b)$$

$$[0236] \quad CP0_sel^B = CP0_L^B + CP0_cont^B, \dots (18c)$$

$$[0237] \quad CP1_sel^R = CP1_L^R - (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi^R + CP1_cont^R, \dots (19a)$$

$$[0238] \quad CP1_sel^G = CP1_L^G - (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi^G + CP1_cont^G, \dots (19b)$$

$$[0239] \quad CP1_sel^B = CP1_L^B - (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi^B + CP1_cont^B, \dots (19c)$$

$$[0240] \quad CP2_sel^R = CP2_L^R + CP2_cont^R, \dots (20a)$$

$$[0241] \quad CP2_sel^G = CP2_L^G + CP2_cont^G, \dots (20b)$$

$$[0242] \quad CP2_sel^B = CP2_L^B + CP2_cont^B, \dots (20c)$$

$$[0243] \quad CP3_sel^R = CP3_L^R + CP3_cont^R, \dots (21a)$$

$$[0244] \quad CP3_sel^G = CP3_L^G + CP3_cont^G, \dots (21b)$$

$$[0245] \quad CP3_sel^B = CP3_L^B + CP3_cont^B, \dots (21c)$$

$$[0246] \quad CP4_sel^R = CP4_L^R + (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi^R + CP4_cont^R, \dots (22a)$$

$$[0247] \quad CP4_sel^G = CP4_L^G + (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi^G + CP4_cont^G, \text{以及} \dots (22b)$$

$$[0248] \quad CP4_sel^B = CP4_L^B + (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi^B + CP4_cont^B, \dots (22c)$$

[0249] 其中 σ^2 是由方差数据 D_{CHR, σ^2} 指示的亮度值的方差,并且 D_{IN}^{MAX} 是输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 中所允许的最大值。 ξ^R 、 ξ^G 和 ξ^B 是预定的比例常数。 ξ^R 、 ξ^G 和 ξ^B 可以彼此相等或者不同。 CPa_sel^k 是校正点数据集CP_sel^k的校正点数据CPa的值,并且 CPa_L^k 是校正点数据集CP_L^k的校正点数据CPa的值。

[0250] 校正点数据集CP_sel^k的校正点数据CP5被确定为等于校正点数据集CP_L^k的校正点数据CP5。

[0251] 因为通过步骤S23处的插值,校正点数据CP5在校正点数据集CP_L^k的选择或校正点数据集CP_L^k的计算中不改变,所以以下的表达式(23)成立:

$$[0252] \quad CP5_sel^R = CP5_sel^G = CP5_sel^B = CP5 (= D_{OUT}^{MAX}).$$

$$[0253] \quad \dots (23)$$

[0254] 应该注意的是,因为针对每个像素9计算起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$,所以也针对每个像素9计算校正点数据集CP_sel^R、CP_sel^G和CP_sel^B。换言之,根据针对帧图像计算的校正点数据集CP_L^k、针对帧图像计算的方差数据 D_{CHR, σ^2} 中描述的亮度值的方差 σ^2 和针对像素9计算的起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 来计算与某一帧图像中的某一像素9相关联的校正点数据集CP_sel^k。

[0255] 当针对输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 计算共同的伽马值 γ_{PIXEL} 并且选择或计算了共同的校正点数据集CP_L时,针对R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 共同地执行基于方差数据 D_{CHR, σ^2} 的校正点数据集CP_L的修改,同时针对R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 单独地执行基于起始点数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 的校正点数据集CP_L的修改。在该情况下,作为结果,根据以下的表达式来计算校正点数据集CP_sel^R、CP_sel^G和CP_sel^B的校正点数据CP0到CP4:

$$[0256] \quad CP0_sel^R = CP0_L + CP0_cont^R, \dots (24a)$$

$$[0257] \quad CP0_sel^G = CP0_L + CP0_cont^G, \dots (24b)$$

$$[0258] \quad CP0_sel^B = CP0_L + CP0_cont^B, \dots (24c)$$

$$[0259] \quad CP1_sel^R = CP1_L - (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi + CP1_cont^R, \dots (25a)$$

$$[0260] \quad CP1_sel^G = CP1_L - (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi + CP1_cont^G, \dots (25b)$$

$$[0261] \quad CP1_sel^B = CP1_L - (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi + CP1_cont^B, \dots (25c)$$

$$[0262] \quad CP2_sel^R = CP2_L + CP2_cont^R, \dots (26a)$$

$$[0263] \quad CP2_sel^G = CP2_L + CP2_cont^G, \dots (26b)$$

$$[0264] \quad CP2_sel^B = CP2_L + CP2_cont^B, \dots (26c)$$

$$[0265] \quad CP3_sel^R = CP3_L + CP3_cont^R, \dots (27a)$$

$$[0266] \quad CP3_sel^G = CP3_L + CP3_cont^G, \dots (27b)$$

$$[0267] \quad CP3_sel^B = CP3_L + CP3_cont^B, \dots (27c)$$

$$[0268] \quad CP4_sel^R = CP4_L + (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi + CP4_cont^R, \dots (28a)$$

$$[0269] \quad CP4_sel^G = CP4_L + (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi + CP4_cont^G, \text{以及} \dots (28b)$$

$$[0270] \quad CP4_sel^B = CP4_L + (D_{IN}^{MAX} - \sigma^2) \cdot \xi + CP4_cont^B, \dots (28c)$$

[0271] 同样在该情况下,校正点数据集 CP_sel^k 的校正点数据 $CP5$ 等于校正点数据集 CP_L^k 的校正点数据 $CP5$,并且表达式(23)成立。

[0272] 在步骤S26处,分别基于与每个像素9相关联的因此计算的校正点数据集 CP_sel^R 、 CP_sel^G 和 CP_sel^B 来对与每个像素9相关联的输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 执行校正计算,从而生成与每个像素9相关联的输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 。分别由近似伽马校正电路31的近似伽马校正单元34R、34G和34B来实现校正计算。

[0273] 更具体地,在近似伽马校正电路31中的校正计算中,依照以下表达式根据输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 来计算输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B :

[0274] (1) 对于当 $D_{IN}^k < D_{IN}^{Center}$ 并且 $CP1 > CP0$ 时的情况

$$[0275] \quad D_{OUT}^k = \frac{2(CP1 - CP0) \cdot PD_{INS}}{K^2} + \frac{(CP3 - CP0)D_{INS}}{K} + CP0 \quad \dots(29a)$$

[0276] (2) 对于当 $D_{IN}^k < D_{IN}^{Center}$ 并且 $CP1 \leq CP0$ 时的情况

$$[0277] \quad D_{OUT}^k = \frac{2(CP1 - CP0) \cdot ND_{INS}}{K^2} + \frac{(CP3 - CP0)D_{INS}}{K} + CP0 \quad \dots(29b)$$

[0278] 以及

[0279] (3) 对于当 $D_{IN}^k > D_{IN}^{Center}$ 时的情况

$$[0280] \quad D_{OUT}^k = \frac{2(CP4 - CP2) \cdot ND_{INS}}{K^2} + \frac{(CP5 - CP2)D_{INS}}{K} + CP2 \quad \dots(29c)。$$

[0281] 应该注意的是,在表达式(29a)到(29c)中记载的 $CP0$ 到 $CP5$ 指示校正点数据集 CP_sel^k 的校正点数据 $CP0$ 到 $CP5$ 。

[0282] 在上文中,中心数据值 D_{IN}^{Center} 是由以下表达式所定义的值:

[0283] $D_{IN}^{Center} = D_{IN}^{MAX} / 2, \dots (29d)$

[0284] 其中 D_{IN}^{MAX} 是所允许的最大值, 并且 K 是由上文描述的表达式 (13a) 所给定的参数。此外, 在表达式 (29a) 到 (29c) 中记载的 D_{INS} 、 PD_{INS} 和 ND_{INS} 是如下定义的值:

[0285] (a) D_{INS}

[0286] D_{INS} 是取决于输入图像数据 D_{IN}^k 的值; D_{INS} 通过以下表达式 (30a) 和 (30b) 给定:

[0287] $D_{INS} = D_{IN}^k$ (for $D_{IN}^k < D_{IN}^{Center}$) $\dots (30a)$

[0288] $D_{INS} = D_{IN}^k + 1 - K$ (for $D_{IN}^k > D_{IN}^{Center}$) $\dots (30b)$

[0289] (b) PD_{INS}

[0290] PD_{INS} 由以下表达式 (31a) 定义, 其中参数 R 由表达式 (31b) 定义:

[0291] $PD_{INS} = (K - R) \cdot R \dots (31a)$

[0292] $R = K^{1/2} \cdot D_{INS}^{1/2} \dots (31b)$

[0293] 如根据表达式 (30a)、(30b) 和 (31b) 理解的, 参数 R 与输入图像数据 D_{IN}^k 的平方根成比例, 并且因此 PD_{INS} 是由包括与 D_{IN}^k 的平方根成比例的项和与 D_{IN}^k (或者 D_{IN}^k 的一次幂) 成比例的项的表达式所计算的值。

[0294] (c) ND_{INS}

[0295] ND_{INS} 由以下表达式 (32) 给定:

[0296] $ND_{INS} = (K - D_{INS}) \cdot D_{LNS} \cdot \dots (32)$

[0297] 如根据表达式 (30a)、(30b) 和 (32) 理解的, ND_{INS} 是由包括与 D_{IN}^k 的平方成比例的项的表达式所计算的值。

[0298] 图19图示了当如上文描述的那样计算输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 时输入图像数据 D_{IN} 的R数据 D_{IN}^R 、G数据 D_{IN}^G 和B数据 D_{IN}^B 与输出图像数据 D_{OUT} 的R数据 D_{OUT}^R 、G数据 D_{OUT}^G 和B数据 D_{OUT}^B 之间的关系。在图19中, 起始点控制数据 $CP0_cont^R$ 、 $CP0_cont^G$ 和 $CP0_cont^B$ 中的至少一个是正的, 并且至少另一个是负的。考虑到该事实, 根据图19将容易理解的是, 上文描述的处理有效地增强了饱和度。

[0299] 由近似伽马校正电路31利用上文描述的一系列表达式所计算的输出图像数据 D_{OUT} 被转发到颜色减少电路23。颜色减少电路23对输出图像数据 D_{OUT} 执行颜色减少, 以生成经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 。经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 经由锁存器电路24被转发到数据线驱动电路26, 并且响应于经颜色减少的图像数据 D_{OUT_D} 来驱动LCD面板2的数据线8。

[0300] 本实施例的上文描述的饱和度增强处理以其中调整输入-输出曲线的位置的简单处理来有效地实现了饱和度增强。另外, 在本实施例中, 在近似伽马校正电路31中同时实现了饱和度增强和对比度增强, 并且这有效地减小了电路尺寸 (例如, 与其中如图1B中所图示的那样连续地执行对比度增强和饱和度增强的系统相比)。

[0301] 虽然在上文中具体地描述了本发明的实施例, 但是本发明不限于上文描述的实施例; 本领域技术人员将领会的是, 本发明可以以各种修改来实现。虽然上文描述的实施例记载了包括LCD面板2的液晶显示设备1, 但是在上文描述的实施例中记载的饱和度增强和对比度增强一般可以在图像处理装置中实现。还应该注意的是, 本发明适用于包括不同显示面板的各种面板显示设备 (例如, 包括OLED (有机发光二极管) 显示面板的显示设备)。

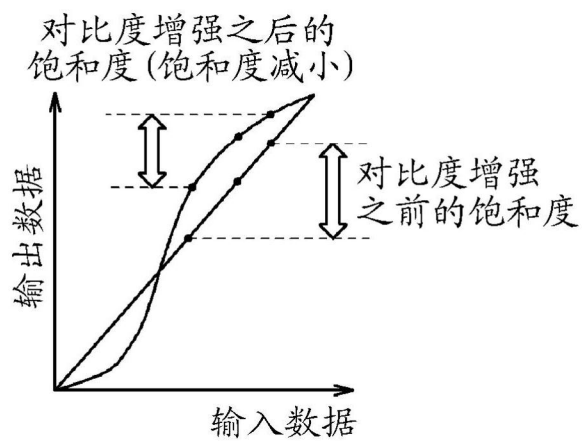


图1A

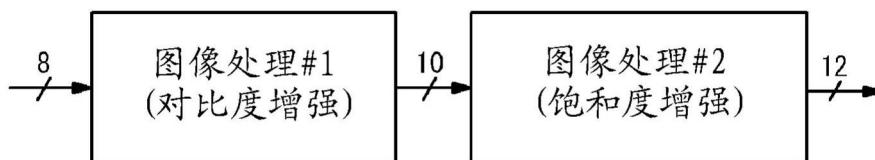


图1B

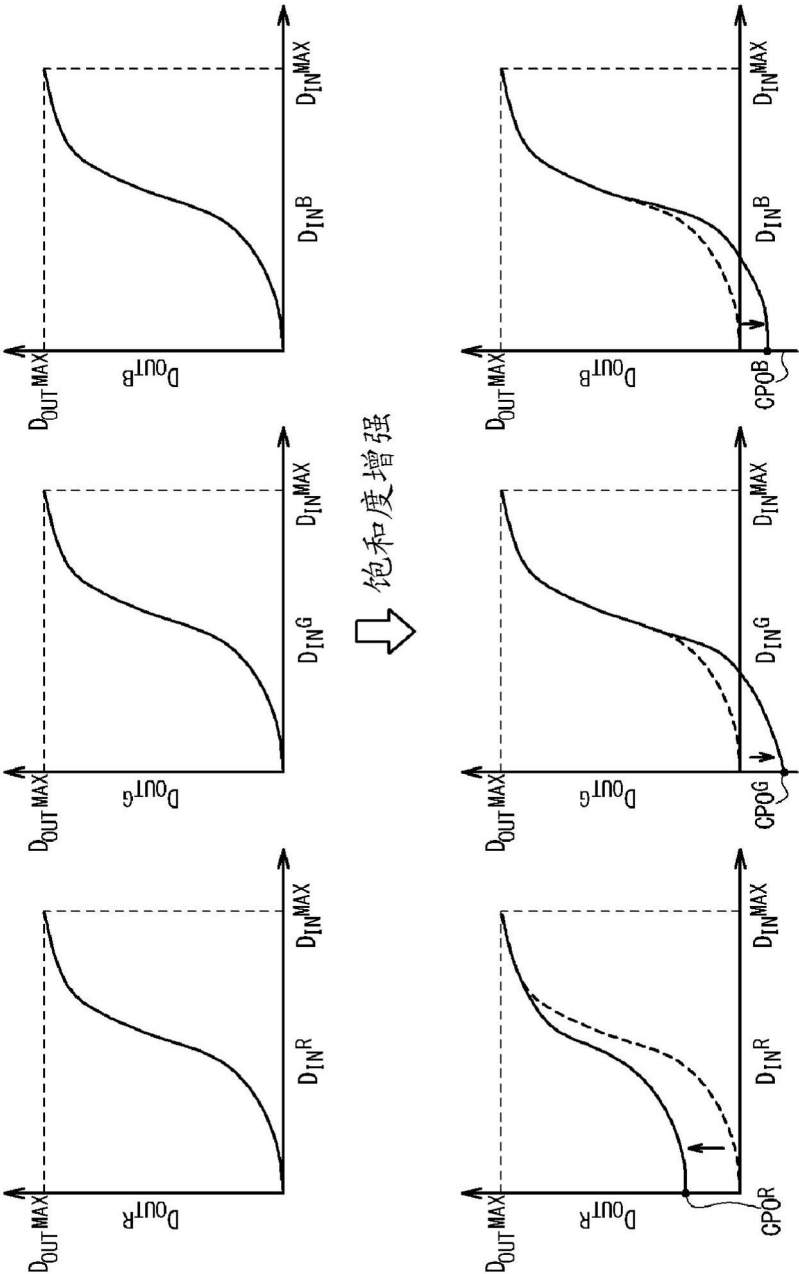


图2

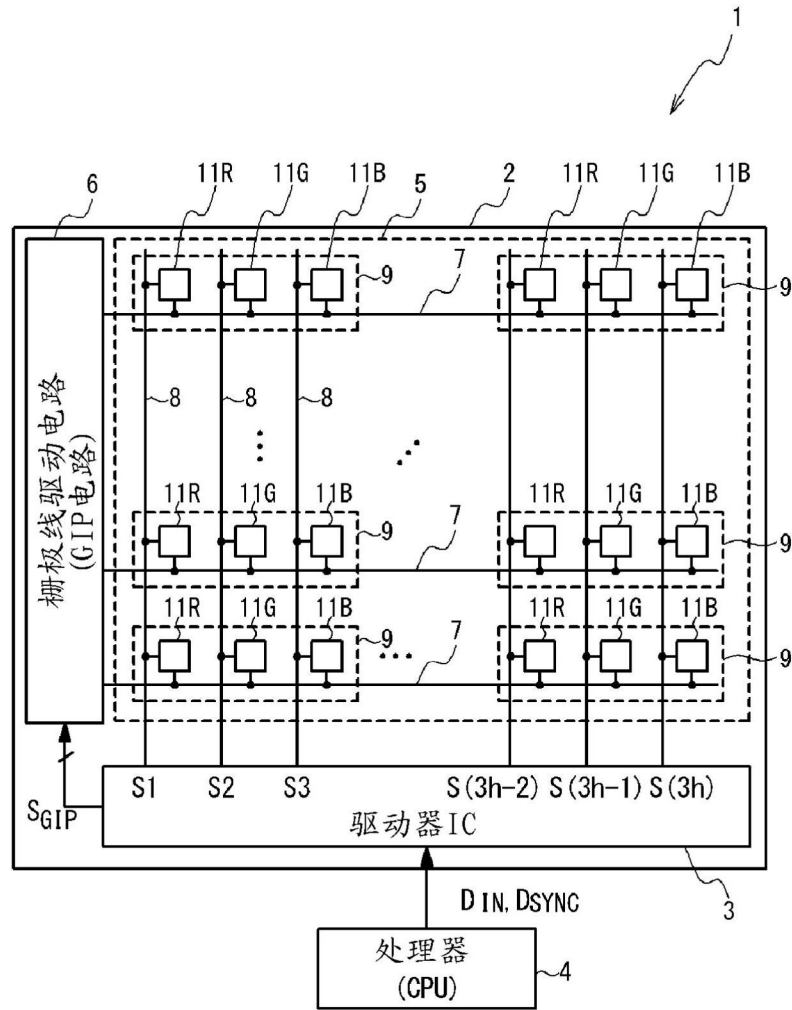


图3

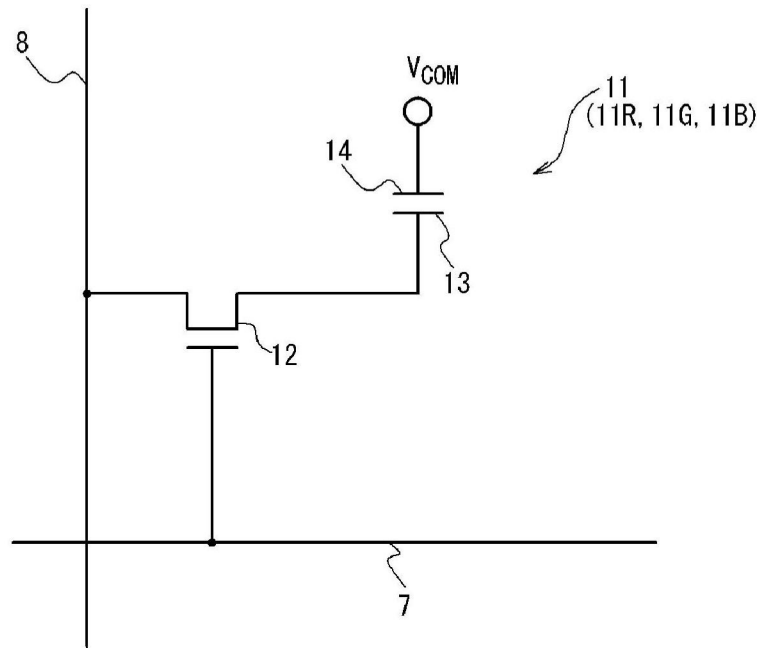


图4

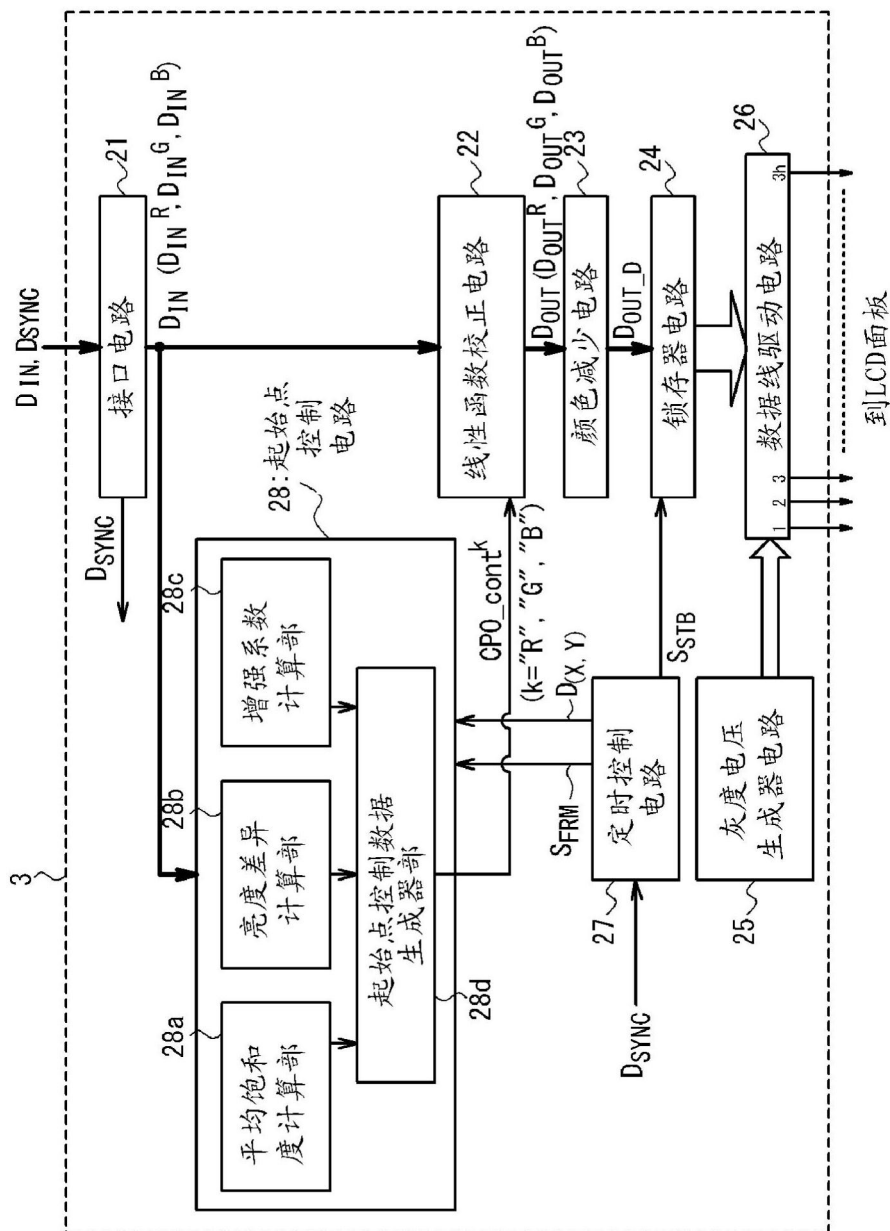


图5

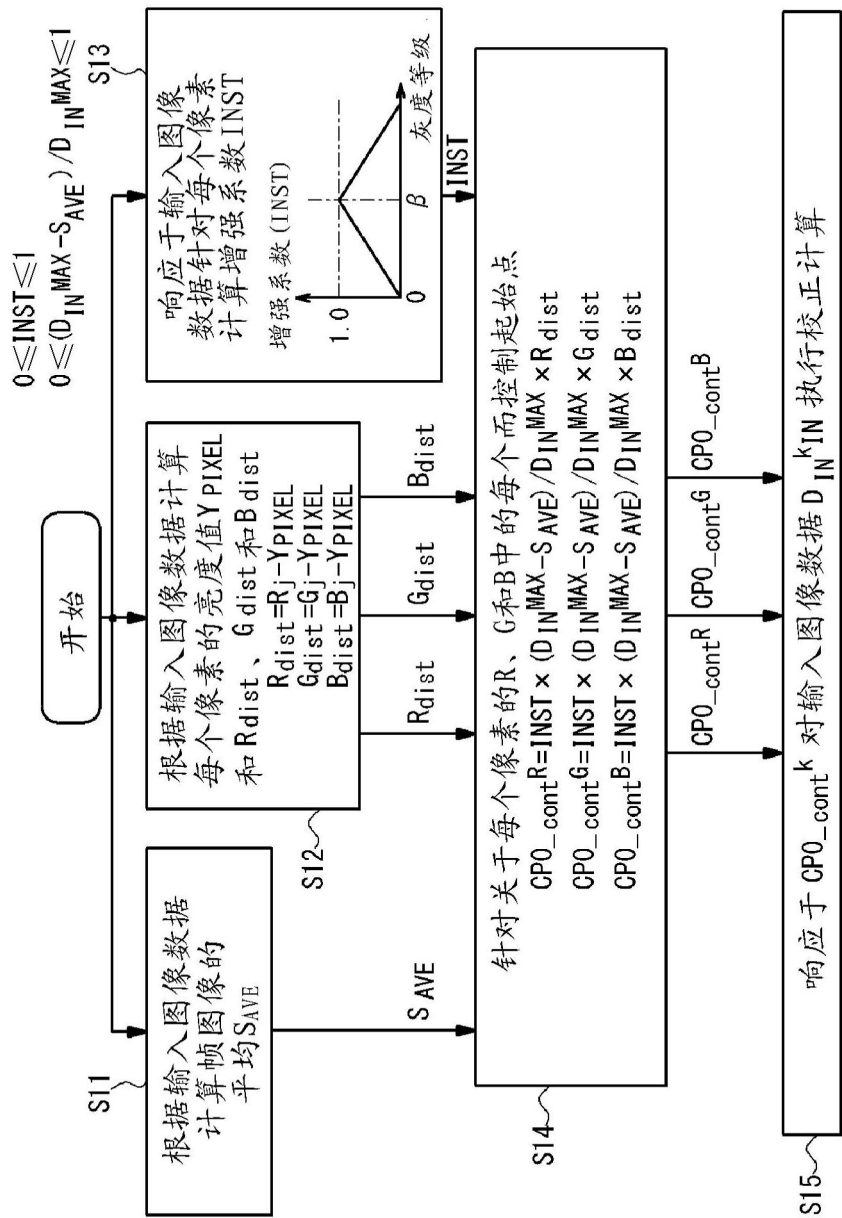


图6

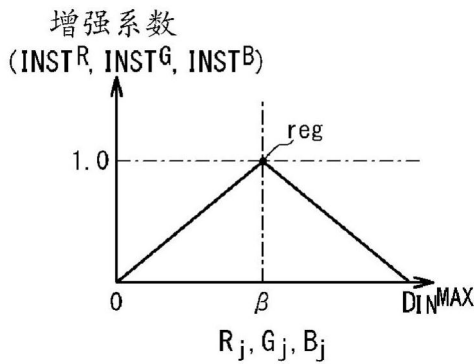


图7

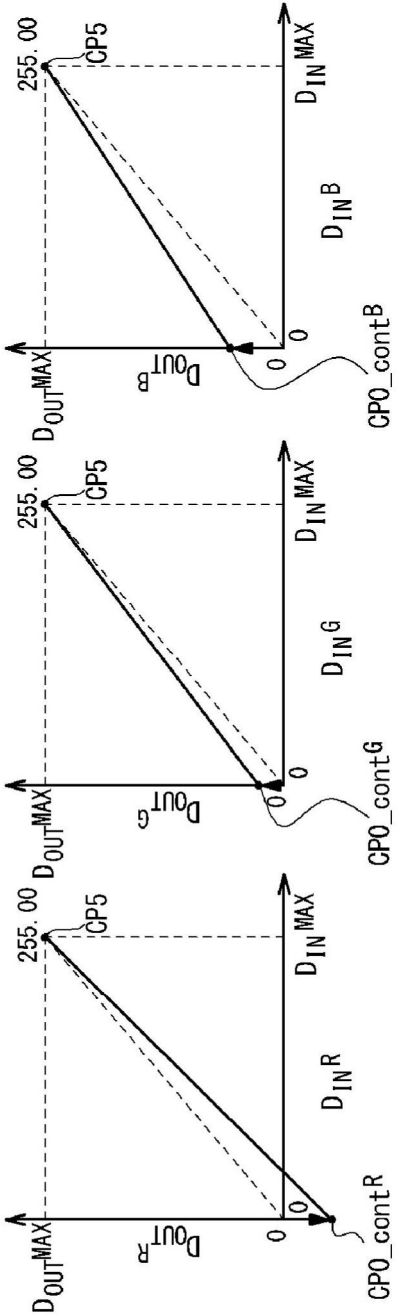


图8

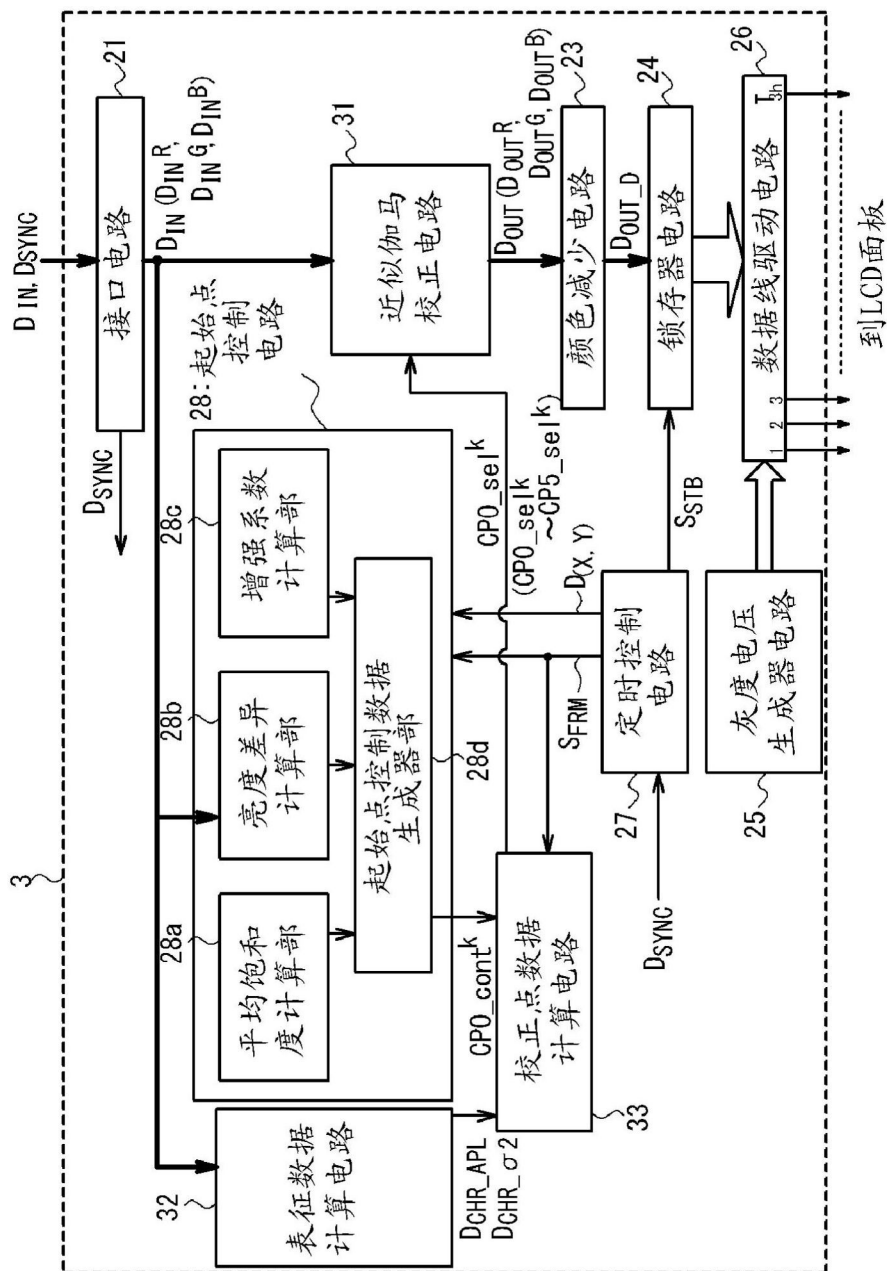


图9

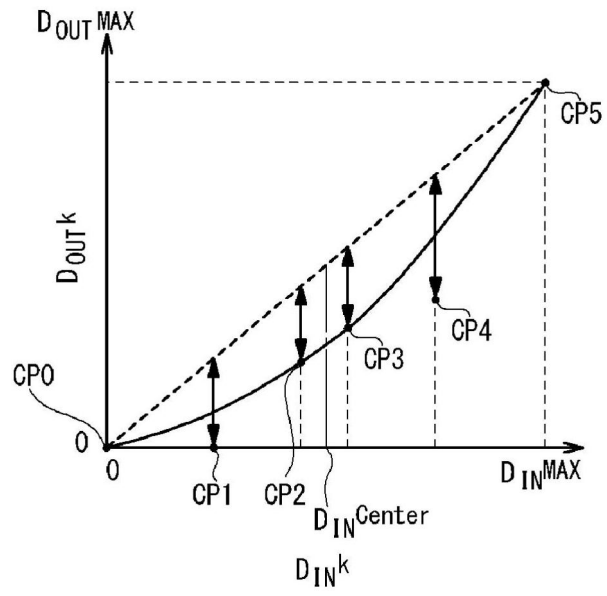


图10

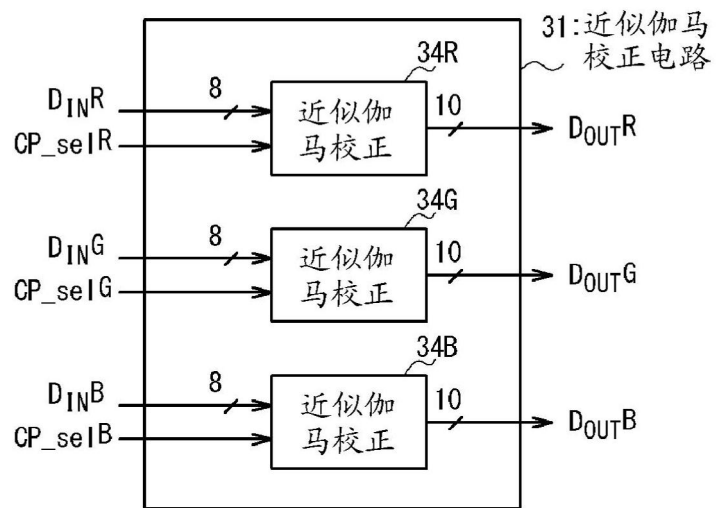


图11

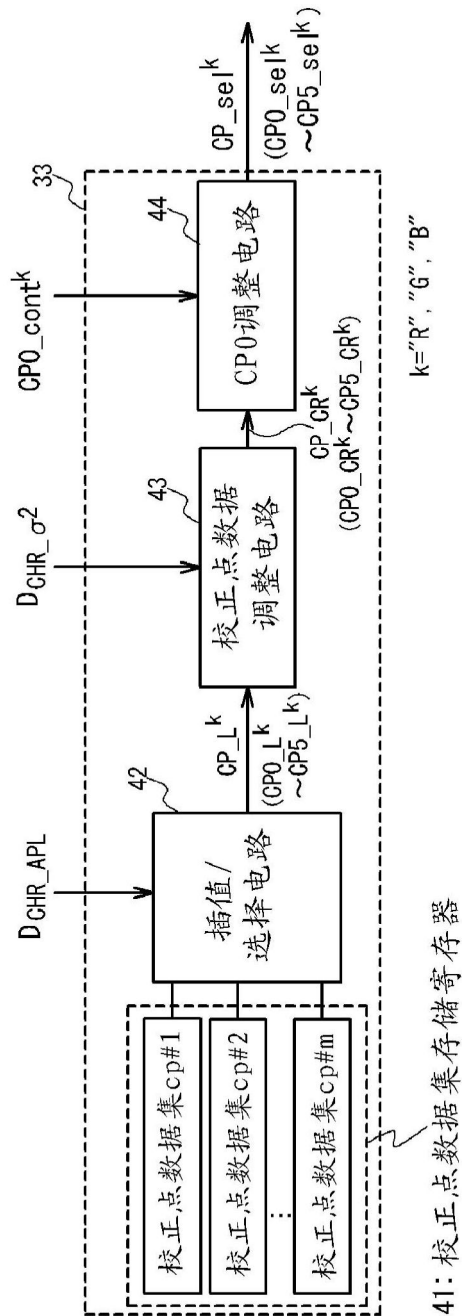


图12

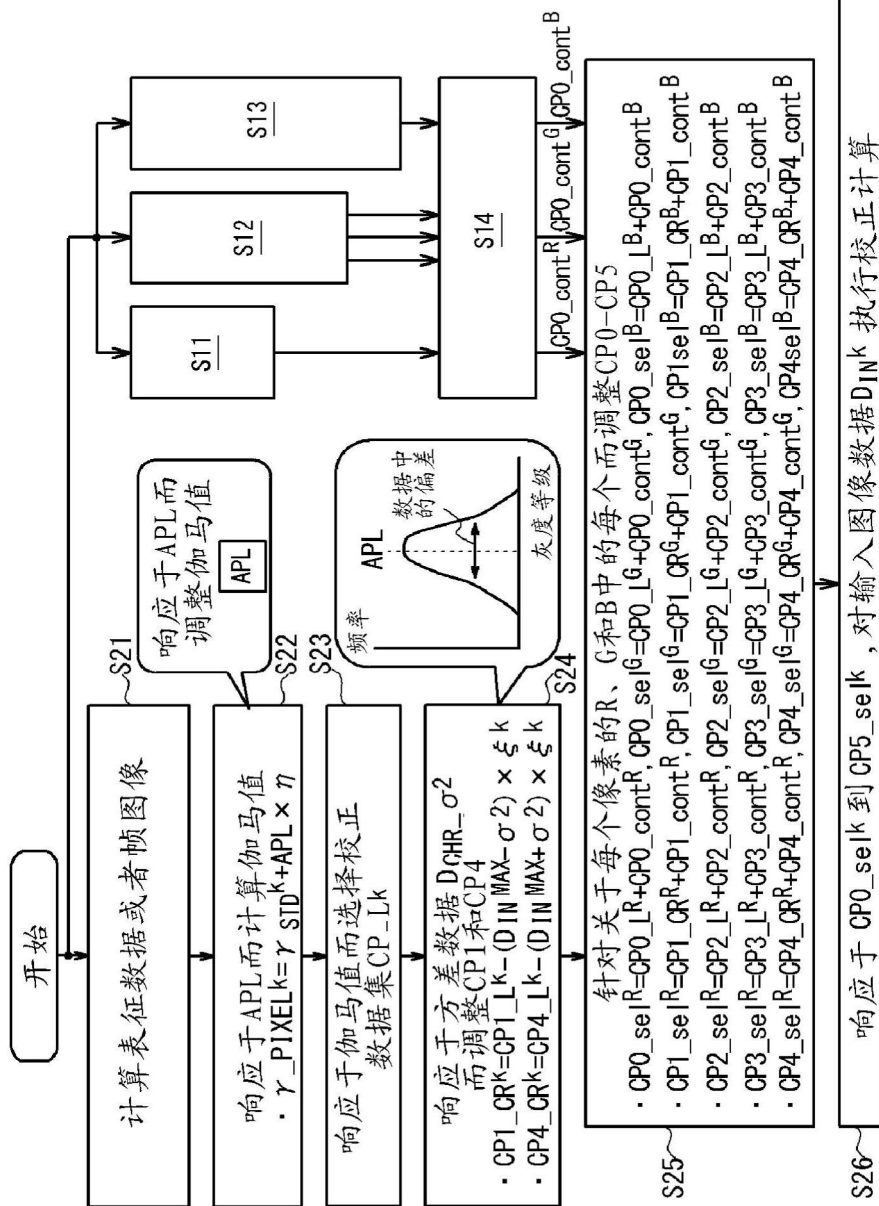


图13

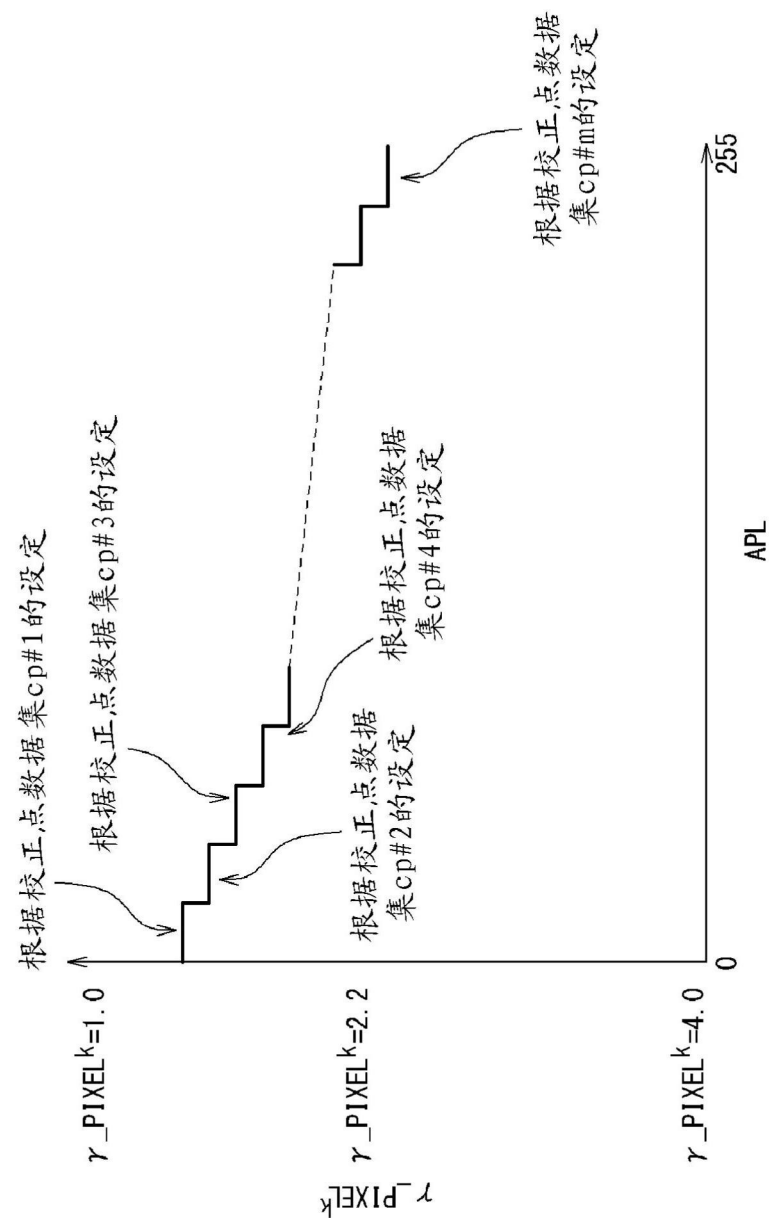


图14

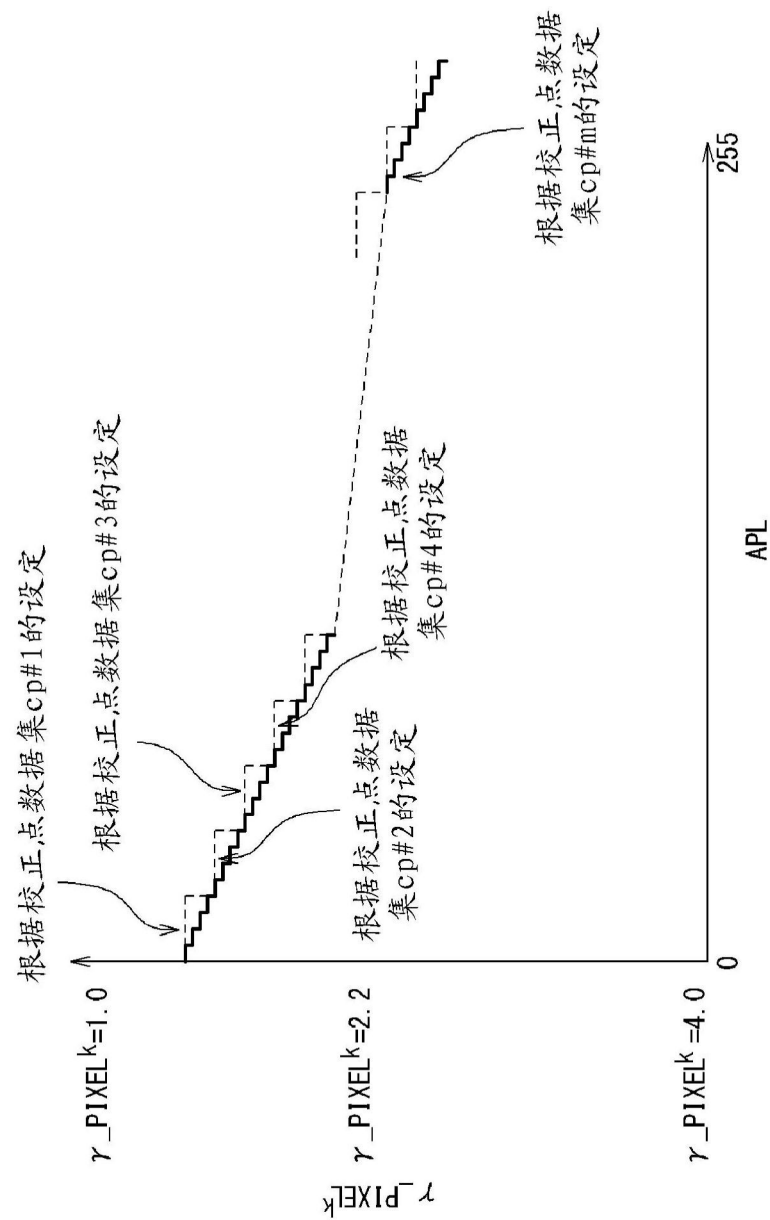


图15

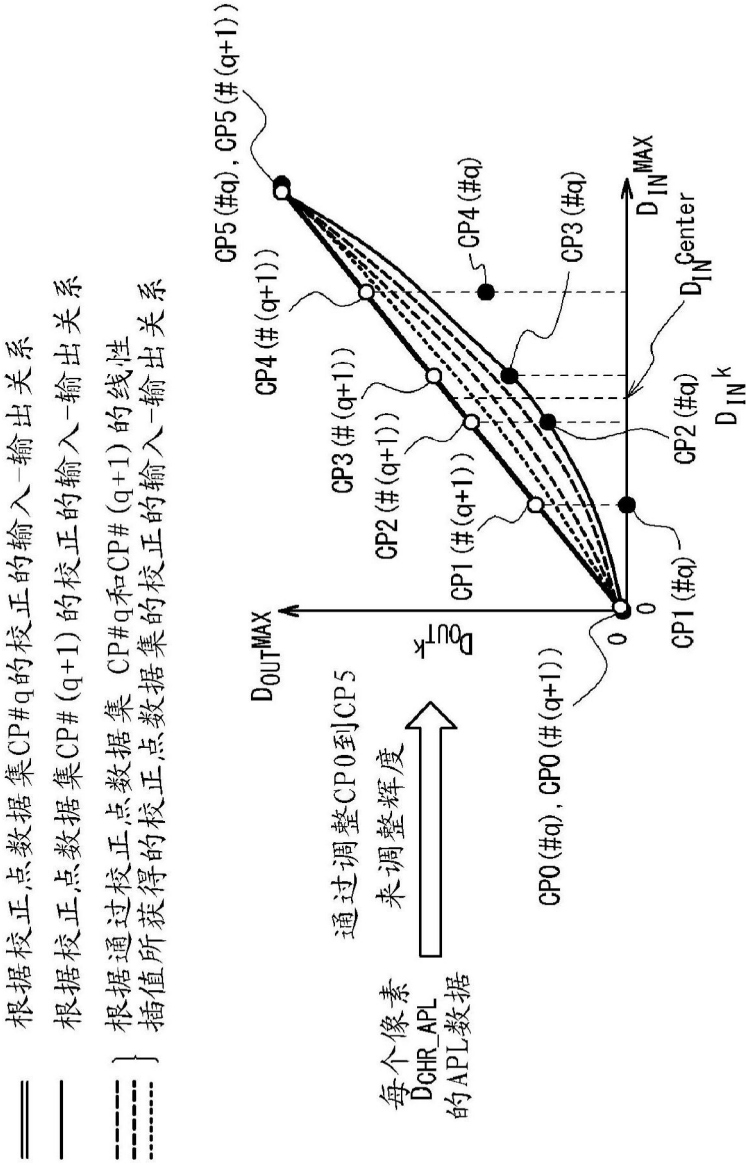


图16

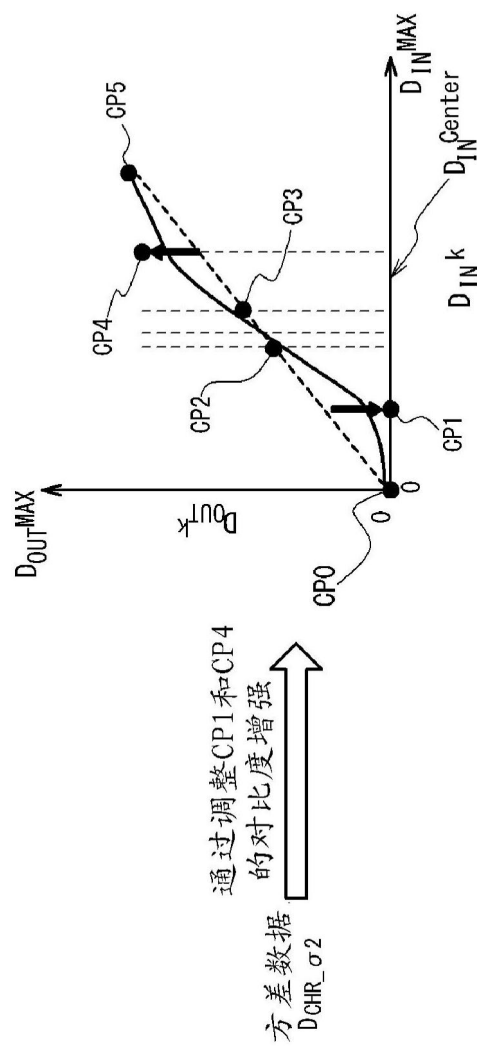


图17

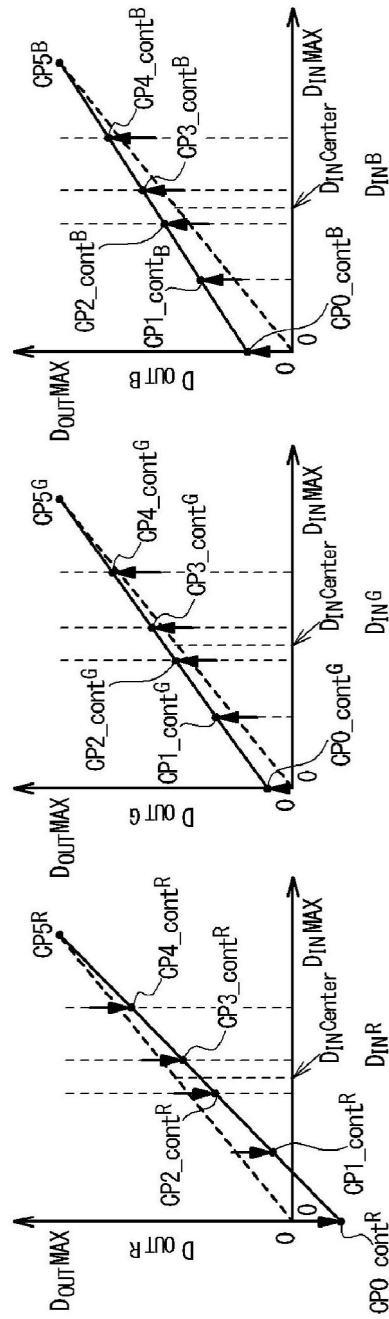


图18

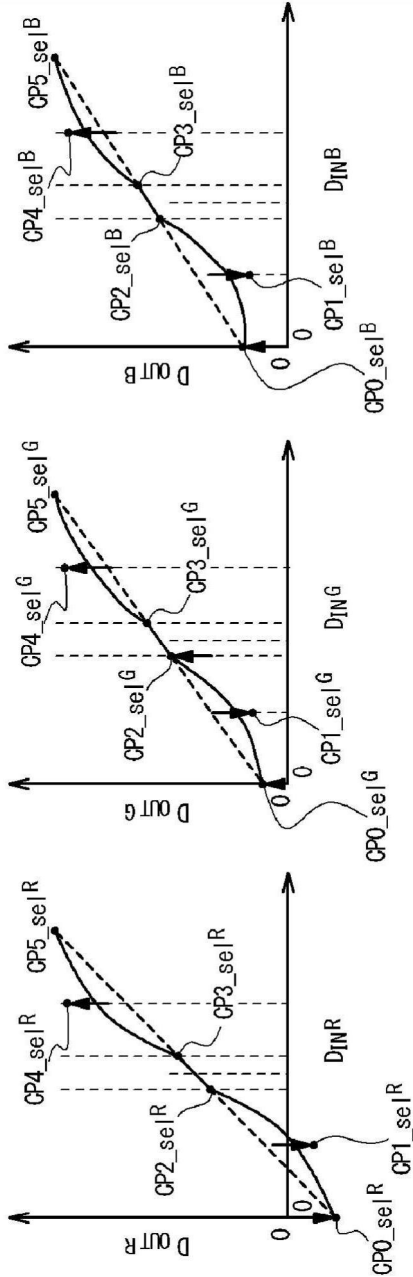


图19