



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102170530 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 31

(21) 申请号 201110046080. 0

(22) 申请日 2011. 02. 25

(30) 优先权数据

2010-041053 2010. 02. 25 JP

(71) 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府大阪市

(72) 发明人 舟尾大辅

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 王岳 卢江

(51) Int. Cl.

H04N 5/335(2006. 01)

H04N 9/67(2006. 01)

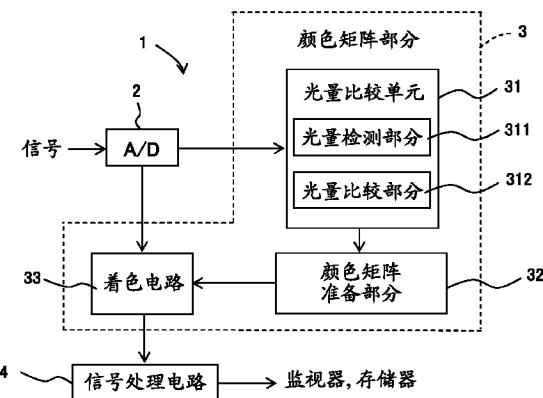
权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 10 页

(54) 发明名称

信号处理设备及方法、固态图像捕获设备和电子信息器件

(57) 摘要

本发明涉及信号处理设备及方法、固态图像捕获设备和电子信息器件。本发明提供一种用于处理对应于多个相应像素的像素信号的信号处理设备，所述信号处理设备包括用于检测像素的亮度并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵来对像素信号执行颜色调节的颜色矩阵部分。



1. 一种用于处理对应于多个相应像素的像素信号的信号处理设备,所述信号处理设备包括颜色矩阵部分,所述颜色矩阵部分用于检测像素的亮度并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵对像素信号执行颜色调节。

2. 根据权利要求 1 的信号处理设备,其中,所述信号处理设备使用针对亮视觉的预定颜色矩阵对图像的亮视觉像素执行颜色矩阵处理,并且启动颜色矩阵部分以使用针对暗视觉的颜色矩阵对图像的暗视觉像素执行颜色矩阵处理。

3. 根据权利要求 2 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵部分包括:

光量比较单元,用于检测像素的亮度以把所检测到的亮度与预定阈值进行比较;

颜色矩阵准备部分,用于准备颜色矩阵从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的亮度的预定阈值的降低而提高;以及

着色部分,用于把所准备的颜色矩阵乘以针对每一个像素、针对每多个像素或者针对从多个像素中采样的每一个或多个像素的输出像素信号,以执行颜色调节。

4. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,所述光量比较单元包括:光量检测部分,用于基于像素信号来检测像素的亮度作为信号量;以及光量比较部分,用于把所检测到的信号量与预定阈值进行比较。

5. 根据权利要求 4 的信号处理设备,其中,所述光量检测部分检测针对每一个像素、针对每多个像素或者针对从多个像素中采样的每一个或多个像素的信号量。

6. 根据权利要求 5 的信号处理设备,其中,所述光量检测部分从具有一种或多种颜色限制的像素的像素信号中检测针对每一个像素、针对每多个像素或者针对从多个像素中采样的每一个或多个像素的信号量。

7. 根据权利要求 6 的信号处理设备,其中,所述一种或多种颜色是至少绿色(G)或蓝色(B)。

8. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,所述光量比较单元包括:专用光量检测部分,用于专门检测像素的亮度作为信号量;以及光量比较部分,用于把由所述专用光量检测部分所专门检测到的信号量与预定阈值进行比较。

9. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,所述光量比较单元包括:光量检测部分,用于基于根据像素的亮度而改变的快门时间来检测像素的亮度;以及光量比较部分,用于把所检测到的快门时间与预定阈值进行比较。

10. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,所述光量比较单元包括:光量检测部分,用于基于根据像素的亮度而改变的增益值来检测像素的亮度;以及光量比较部分,用于把所检测到的增益值与预定阈值进行比较。

11. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,所述光量比较单元包括:光量检测部分,用于基于透镜开口来检测像素的亮度;以及光量比较部分,用于把所检测到的透镜开口与预定阈值进行比较。

12. 根据权利要求 9 的信号处理设备,其中,所述光量比较单元监控所述快门时间,并且确定在所述快门时间等于或大于作为阈值的预定时间长度时是暗视觉,并且确定在所述快门时间小于作为阈值的所述预定时间长度时是亮视觉。

13. 根据权利要求 10 的信号处理设备,其中,所述光量比较单元监控所述增益值,并且确定在所述增益值等于或大于作为阈值的预定率时是暗视觉,并且确定在所述增益值小

于作为阈值的所述预定率时是亮视觉。

14. 根据权利要求 11 的信号处理设备,其中,所述光量比较单元监控所述透镜开口,并且确定在所述透镜开口等于或大于作为阈值的预定值时是暗视觉,并且确定在所述透镜开口小于作为阈值的所述预定值时是亮视觉。

15. 根据权利要求 4 或 8 的信号处理设备,其中,所述光量比较部分设定在光量检测部分中的对象的发光强度为 30 勒克司或更大或者 100 勒克司或更大、或者作为亮度的信号量为 5 堪德拉或更大或者 30 堪德拉或更大时是亮视觉,并且所述光量比较部分设定在光量检测部分中的对象的发光强度小于 30 勒克司或小于 100 勒克司、或者所述信号量小于 5 堪德拉或 30 堪德拉时是暗视觉。

16. 根据权利要求 4 或 8 的信号处理设备,其中,所述光量检测部分通过以下步骤获得像素的亮度:从辉度信号中检测信号量并且根据像素的颜色对该信号量进行加权,并且随后把具有不同颜色的每一个信号量相加或者取不同颜色之间的平均值。

17. 根据权利要求 16 的信号处理设备,其中,所述光量检测部分在亮视觉的情况下使用辉度信号 $Y1=0.3R+0.6G+0.1B$ 来获得所述信号量,而在暗视觉的情况下使用辉度信号 $Y2=0.5G+0.5B$ 来获得所述信号量。

18. 根据权利要求 3 的信号处理设备,还包括在颜色矩阵部分的前一级处的用于把像素信号的模拟信号转换成数字信号的 A/D 转换电路。

19. 根据权利要求 18 的信号处理设备,其中,在 A/D 转换电路与颜色矩阵部分之间提供噪声减小部分,并且所述噪声减小电路把噪声减小之后的像素信号输出到光量比较单元和着色部分。

20. 根据权利要求 2 的信号处理设备,其中,针对暗视觉的颜色矩阵的至少一种颜色的非对角分量为正,并且所述一种颜色的对角分量还包括 1 或更小的至少一个分量。

21. 根据权利要求 2 的信号处理设备,其中,相对于针对亮视觉的颜色矩阵,针对暗视觉的颜色矩阵提高与蓝色和绿色的输出像素信号相关的系数并且降低与红色的输出像素信号相关的系数。

22. 根据权利要求 2 的信号处理设备,其中,根据光源的类型使用两种或更多种类型的针对亮视觉和暗视觉的颜色矩阵。

23. 根据权利要求 4 或 8 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵准备部分包括:

第一颜色矩阵准备部分,用于在光量比较单元确定所述信号量小于阈值时准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高;以及

第二颜色矩阵准备部分,用于在光量比较单元确定所述信号量等于或大于所述阈值时准备针对亮视觉的颜色矩阵。

24. 根据权利要求 9 或 12 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵准备部分包括:

第一颜色矩阵准备部分,用于在光量比较单元确定所述快门时间等于或大于阈值时准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高;以及

第二颜色矩阵准备部分,用于在光量比较单元确定所述快门时间小于所述阈值时准备针对亮视觉的颜色矩阵。

25. 根据权利要求 10 或 13 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵准备部分包括:

第一颜色矩阵准备部分,用于在光量比较单元确定所述增益值等于或大于阈值时准备

针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高;以及

第二颜色矩阵准备部分,用于在光量比较单元确定所述增益值小于所述阈值时准备针对亮视觉的颜色矩阵。

26. 根据权利要求 11 或 14 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵准备部分包括:

第一颜色矩阵准备部分,用于在光量比较单元确定所述透镜开口等于或大于阈值时准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高;以及

第二颜色矩阵准备部分,用于在光量比较单元确定所述透镜开口小于所述阈值时准备针对亮视觉的颜色矩阵。

27. 根据权利要求 1 的信号处理设备,其中,作为颜色矩阵的非对角分量的提高,所述颜色矩阵部分朝向正值提高所述非对角分量。

28. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵准备部分通过把颜色矩阵的每一个分量定义为函数 $f(x)$ 来准备颜色矩阵,并且用亮度值置换 x 。

29. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵准备部分通过基于针对亮视觉的颜色矩阵和针对暗视觉的颜色矩阵根据亮度进行加权来准备颜色矩阵。

30. 根据权利要求 29 的信号处理设备,其中,所述加权按照下面的公式关于亮度线性地改变:颜色矩阵 = $(1-x)$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + x (针对亮视觉的颜色矩阵)。

31. 根据权利要求 29 的信号处理设备,其中,所述加权按照下面的指数函数 e^x 关于亮度改变:颜色矩阵 = $(1-e^x)$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + e^x (针对亮视觉的颜色矩阵)。

32. 根据权利要求 29 的信号处理设备,其中,所述加权按照如下面公式中的 S 形函数改变,其中关于亮度的对数值的输出对于针对亮视觉的颜色矩阵与针对暗视觉的颜色矩阵是不同的:颜色矩阵 = $1/\{1+\exp(x)\}$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + $1/\{1+\exp(-x)\}$ (针对亮视觉的颜色矩阵)。

33. 根据权利要求 29 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵准备部分取三个相邻像素的两端的像素信号值的平均值,其中颜色矩阵在亮视觉和暗视觉下改变以获得中间像素信号值,以便颜色矩阵准备部分能够改变颜色矩阵从而使得颜色矩阵被改变为相继提高或降低。

34. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,所述颜色矩阵准备部分提供有用于事先存储在亮视觉期间使用的预定颜色矩阵的存储部分,并且所述颜色矩阵准备部分在亮视觉期间使用所述存储部分中的颜色矩阵来执行处理。

35. 根据权利要求 3 的信号处理设备,其中,根据亮度在暗视觉期间使用的一个颜色矩阵或多个颜色矩阵被事先存储在存储部分中,并且颜色矩阵准备部分读出所述针对暗视觉的颜色矩阵以设定颜色矩阵。

36. 根据权利要求 1 的信号处理设备,其中,在外部提供用于强制确定是暗视觉的切换部分。

37. 根据权利要求 1 的信号处理设备,其中,根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵是根据像素的亮度的针对亮视觉和暗视觉的颜色矩阵。

38. 根据权利要求 37 的信号处理设备,其中,针对暗视觉的颜色矩阵是根据像素的亮度的一个颜色矩阵或多个颜色矩阵。

39. 一种使用根据权利要求 1 到 14、17 到 22 以及 27 到 38 中的任一项的信号处理设

备来执行颜色矩阵处理和颜色调节处理的固态图像捕获设备,其中,所述固态图像捕获设备提供有作为多个像素的用于对来自图像捕获对象的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分。

40. 一种电子信息器件,把根据权利要求 39 的固态图像捕获设备用作其图像捕获部分中的图像输入器件。

41. 一种用于处理对应于多个相应像素的像素信号的信号处理方法,包括颜色矩阵步骤,在该步骤中颜色矩阵部分检测像素的亮度并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵来对像素信号执行颜色调节处理。

42. 根据权利要求 41 的信号处理方法,其中,所述颜色矩阵步骤包括:

光量比较步骤,其中光量比较单元检测像素的亮度以把所检测到的亮度与预定阈值进行比较;

颜色矩阵准备步骤,其中颜色矩阵准备部分准备颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的亮度从所述预定阈值的降低而提高;以及

着色步骤,其中着色电路把所准备的颜色矩阵乘以针对每一个像素、针对每多个像素或者针对从多个像素中采样的每一个像素或每多个像素的输出像素信号,以执行颜色调节。

43. 一种控制程序,其中描述用于允许计算机执行根据权利要求 41 或 42 的信号处理方法的每一个步骤的处理规程。

44. 一种计算机可读存储介质,其中存储根据权利要求 43 的控制程序。

信号处理设备及方法、固态图像捕获设备和电子信息器件

[0001] 本非临时申请根据 35 U.S.C. § 119(a) 要求于 2010 年 2 月 25 日在日本提交的专利申请号 2010-041053 的优先权，其全部内容通过引用而被合并在此。

技术领域

[0002] 本发明涉及：一种用于处理对应于多个相应像素的像素信号的信号处理设备和信号处理方法；一种固态图像捕获器件，比如 CCD 固态图像捕获设备或 CMOS 固态图像捕获设备，并且特别地是用于使用所述信号处理设备和信号处理方法对来自对象的图像光执行光电转换并且捕获其图像的、使用滤色器把光分成各波长以获得彩色图像信号以便对应于人类视觉的固态图像捕获设备；一种电子信息器件，比如数字摄影机（例如数字视频摄影机或数字静物摄影机）、图像输入摄影机（例如监视摄影机）、扫描仪、传真机、电视电话器件和配备摄影机的蜂窝电话器件，所述电子信息器件包括作为在其图像捕获部分中使用的图像输入器件的所述固态图像捕获元件；一种控制程序，其中描述用于允许计算机执行所述信号处理方法的每一个步骤的处理规程；以及一种存储所述控制程序的计算机可读存储介质。

背景技术

[0003] 在这种类型的固态图像捕获设备中，其信号输出在图像捕获对象较暗时减小，这使得噪声相对明显。因此，为了即使在图像捕获对象较暗时仍然获得足够的 S/N，获得更高像素灵敏度和噪声减小就成为关键技术。

[0004] 与此同时，在彩色固态图像捕获设备中，高颜色再现性也非常重要。但是对于相应波长的灵敏度在人眼和固态图像捕获设备的像素之间是不同的。因此，通过调节人眼与像素输出之间的偏差，实现高颜色再现性。虽然处理包括作为重要颜色调节技术的白平衡和颜色矩阵（matrix），但是一种用于调节波长灵敏度的重要技术是对输出信号执行颜色矩阵处理。

[0005] 举例来说，在用于输出 RGB 信号的固态图像捕获设备中，通过颜色矩阵处理，按照下面的公式（1）把固态图像捕获设备的 RGB 图像捕获信号（传感器输出）乘以 3x3 行列式，以转换成为供显示设备和复印机显示的 RGB 信号。

$$\begin{pmatrix} R_{\text{display}} \\ G_{\text{display}} \\ B_{\text{display}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_{R \rightarrow R} & M_{G \rightarrow R} & M_{B \rightarrow R} \\ M_{R \rightarrow G} & M_{G \rightarrow G} & M_{B \rightarrow G} \\ M_{R \rightarrow B} & M_{G \rightarrow B} & M_{B \rightarrow B} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_{\text{image-capturing}} \\ G_{\text{image-capturing}} \\ B_{\text{image-capturing}} \end{pmatrix} \quad (1)$$

[0006] 在所述颜色矩阵处理中，正常通过按照前面的公式（1）把由 R image-capturing（R 图像捕获）、G image-capturing（G 图像捕获）和 B image-capturing（B 图像捕获）构成的传感器输出的 RGB 图像捕获信号乘以 3x3 行列式来给出由 R display（R 显示）、G display（G 显示）和 B display（B 显示）构成的显示信号。

[0007] 加到相同颜色上的分量（比如 $M_{R \rightarrow R}$ ）被称作对角分量，而加到不同颜色上的分量（比如 $M_{R \rightarrow G}$ ）被称作非对角分量。对角分量为 1 或更大，而正常大多数非对角分量具有负值。

[0008] 在下文中将用输出 RGB 信号的固态图像捕获设备来提供解释;但是也可以应用于捕获 RGB 信号的补色图像的固态图像捕获设备。

[0009] 图 9 是示意性地示出了传统固态图像捕获设备的图像处理操作的流程图。

[0010] 如图 9 中所示,在对来自图像捕获传感器的图像捕获信号执行了 A/D 转换处理之后(步骤 S101),执行诸如黑色电平(black level)、白平衡、颜色内插以及噪声减小之类的各种信号处理(步骤 S102)。此外,在执行颜色矩阵处理之后(步骤 S103),执行诸如对比度增强(emphasizing)和 γ 校正处理之类的信号处理(步骤 S104)。

[0011] 以这样的传统方式,只把相同颜色矩阵处理乘以图像的整个输出信号。

[0012] 在变暗时人类变得难以感测颜色,并且这样的人类看到具有更少颜色的视图。但是在这样程度的亮度下,虽然这样的视图在人类看来颜色较少,但用与亮视觉(photopic vision)相同颜色矩阵来添加相同的颜色。这不仅导致颜色再现性的降低,而且由于强制添加的颜色而导致噪声的提高。

[0013] 为了保持颜色再现性,必须适当地调节颜色矩阵的非对角分量。在这种情况下,已知可以通过根据光源或对象的亮度使用所述颜色矩阵来提高颜色再现性。这个事实在参考文献 1 中被描述。

[0014] 图 10 是示出了在参考文献 1 中公开的传统 CCD 固态图像捕获设备的图像处理电路的示例性结构的框图。

[0015] 如图 10 中所示,在传统 CCD 固态图像捕获设备 100 的图像处理电路 101 中,把从图像捕获传感器读出的一帧的模拟像素信号(CCD 输入)输入到第一级信号处理电路 102 中。第一级信号处理电路 102 提供有前置放大器、带限(band restricting)视频滤波器等等,以及对将要输入的模拟像素信号进行采样保持并且对其执行预定的信号处理(比如放大处理)。

[0016] 在第一级信号处理电路 102 中经处理的模拟像素信号被模拟 / 数字(A/D)转换器 103 转换成数字像素信号,并且把所述数字像素信号输入到颜色分离电路 104。在颜色分离电路 104 中,对具有补色的色卡(color chip)滤波器的相应颜色分量的数字像素信号执行颜色分离处理,从而把数字像素信号转换成由相应红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)构成的 RGB 信号。把所述 RGB 信号从颜色分离电路 104 输入到颜色矩阵电路 105。

[0017] 在颜色矩阵电路 105 中,对在颜色分离电路 104 中分离的 RGB 信号执行乘以预定矩阵系数的算术处理,以便把该信号转换成具有适当色平衡的 RGB 信号。通过由颜色矩阵电路 105 进行的算术处理提供的 RGB 信号被存储在图像存储器 106 中。

[0018] 视情况而定(as appropriate)读出存储在图像存储器 106 中的 RGB 信号并且将其输入到后级信号处理电路 107 中。后级信号处理电路 107 具有色平衡放大器。通过所述色平衡放大器,基于从系统控制器 112 输入的白平衡数据来转换 RGB 信号的色平衡。此外,在后级信号处理电路 107 中,对具有经转换的色平衡的 RGB 信号执行诸如箇位、γ 校正、轮廓增强以及字符排版(character impose)之类的图像处理。由后级信号处理电路 107 对其执行了图像处理的 RGB 信号被数字 / 模拟(D/A)转换器 108 转换成模拟信号。模拟 RGB 信号在具有电缆驱动器和编码器的输出控制部分 109 中经过视频信号化处理,并且被发送到电视监视器(TV monitor)。从而在电视监视器的显示器上再现由彩色 CCD 捕获的对象图像。

[0019] 存储在图像存储器 106 中的 RGB 信号还被输出到光调节控制部分 110。在光调节控制部分 110 中,从所述 RGB 信号生成辉度(luminance)信号。此外,基于所述辉度信号,计算被用于对照明光进行光量调节的光调节控制信号 I。通过计算构成 CCD 图像传感器的图像捕获区域的电视监视器的显示器上显示的有效区域的所有像素的辉度信号的平均值以及构成所述有效区域的中心区域的像素的辉度信号的峰值,并且通过对相应值进行加权,获得光调节控制信号 I。

[0020] 由光调节控制部分 110 计算的光调节控制信号 I 被输出到光调节部分 111。在光调节部分 111 中,基于光调节控制信号 I 驱动透镜开口,以调节穿过所述透镜开口的光量。结果,对从光源部分输出并且进入光导的入射端面的白色光量进行调节。从而在电视监视器的显示器上再现的对象图像具有最适当的辉度。光调节控制信号 I 还被输出到系统控制器 112 并且被用于转换颜色矩阵系数的处理,后面将对此进行描述。

[0021] 照此,来自光调节控制部分 110 的光调节控制信号 I 被系统控制器 112 获得,并且根据对象的辉度选择颜色矩阵系数。下面将参照图 11 对此进行解释。

[0022] 图 11 是示出了由图 10 中的系统控制器 112 进行的颜色转换调节的处理规程的流程图。

[0023] 如图 11 中所示,在颜色矩阵电路 105 中使用默认颜色系数来执行颜色转换,并且在光调节控制部分 110 中基于转换后的图像信号来计算光调节控制信号 I。在光调节控制部分 110 中计算的光调节控制信号 I 被输入(步骤 S1),并且此后前进到步骤 S2 的处理,把光调节控制信号 I 与预定阈值进行比较。该阈值被设定在某一水平,在该水平下不成问题地确定当光调节控制信号 I 大于所述阈值时对象图像比通常的更明亮并且在电视监视器的显示器上再现的图像变得非常明亮。举例来说,把对象图像不造成晕光(halation)所在的最高辉度值确定为阈值,其原因将在后面进行描述。

[0024] 当在步骤 S2 中的处理时光调节控制信号 I 小于所述阈值时,也就是说当对象图像不是非常明亮时,所述规程前进到步骤 S3 中的处理。在步骤 S3 中,选择第一颜色矩阵系数。另一方面,当在步骤 S2 中的处理时光调节控制信号 I 大于所述阈值时,也就是说当对象图像非常明亮时,所述规程前进到步骤 S4 中的处理。在步骤 S4 中,选择第二颜色矩阵系数。在第一和第二颜色矩阵系数 α 中,在如后面的公式(2)所示的矩阵中的至少一个元素(例如元素 a_{21})的值彼此不同。也就是说,第一颜色矩阵系数被定义成对应于标准着色(正常着色)的矩阵系数,并且其中至少一个元素值与第一颜色矩阵系数不同的第二颜色矩阵系数被确定成使得把在所述阈值中改变的对象图像的着色校正到标准着色。后面将描述用于确定第二颜色矩阵系数的一种具体方式。

$$\alpha = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (3)$$

[0025] 在步骤 S3 或 S4 选择了颜色矩阵系数之后, 所述规程前进到步骤 S5, 并且向颜色矩阵电路 105 输出控制指令以用于指示使用所选的颜色矩阵系数 α 来执行前述的公式(3)的算术处理。

[0026] 在颜色矩阵电路 105 中, 基于公式(3)来执行对 RGB 信号的转换处理。在公式(3)中, R' 表示颜色分离之后的红色, G' 表示颜色分离之后的绿色, 而 B' 表示颜色分离之后的蓝色。R 表示颜色转换之后的红色, G 表示颜色转换之后的绿色, 而 B 表示颜色转换之后的蓝色。此外, α 是颜色矩阵系数, 其是如由前面提到的公式(2)代表的由 3x3 个元素构成的矩阵。

[0027] 参考文献 1 :日本专利公开号 2004-194993。

发明内容

[0028] 在参考文献 1 中公开的传统固态图像捕获设备中, 改变颜色矩阵以使用光调节控制信号 I 来提高颜色再现性, 当光源或对象的亮度变暗时, 所述光调节控制信号 I 根据所述光源或对象的亮度改变而改变。但是即使在这样的情况下, 仍然为一幅图像的整个输出信号给出相同颜色矩阵处理。当检测到图像的明亮部分并且乘以颜色矩阵时, 颜色再现性得到提高。另一方面, 在图像的黑暗部分中没有颜色损失, 这是不利的, 因为其与人类视觉不匹配并且在图像的黑暗部分中噪声提高。

[0029] 当颜色矩阵的非对角分量的值朝向负值提高时, 其导致噪声放大。但是当颜色矩阵的非对角分量的值朝向正值提高以免放大噪声时, 其变成问题使得颜色褪色并且降低颜色再现性。

[0030] 本发明旨在解决前述的传统问题。本发明的目的是提供:一种信号处理设备和信号处理方法, 能够提高颜色再现性以匹配人类视觉以及减小噪声以改进 S/N;一种固态图像捕获设备, 用于使用所述信号处理设备和信号处理方法对来自对象的图像光执行光电转换并且捕获其图像;一种电子信息器件, 比如配备摄影机的蜂窝电话器件, 所述电子信息器件包括作为在其图像捕获部分中使用的图像输入器件的所述固态图像捕获元件;一种控制程序, 其中描述用于允许计算机执行所述信号处理方法的每一个步骤的处理规程;以及一种存储所述控制程序的计算机可读存储介质。

[0031] 提供一种根据本发明的信号处理设备, 其用于处理对应于多个相应像素的像素信号, 所述信号处理设备包括用于检测像素亮度的颜色矩阵部分并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵来对像素信号执行颜色调节, 从而实现前述目的。

[0032] 优选地, 在根据本发明的信号处理设备中, 所述信号处理设备使用针对亮视觉的预定颜色矩阵对图像的亮视觉像素执行颜色矩阵处理, 并且启动颜色矩阵部分以使用针对暗视觉(scotopic vision)的颜色矩阵对图像的暗视觉像素执行颜色矩阵处理。

[0033] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述颜色矩阵部分包括:光量比较单元,用于检测像素的亮度以把所检测到的亮度与预定阈值进行比较;颜色矩阵准备(preparing)部分,用于准备颜色矩阵从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的亮度的预定阈值的降低而提高;以及着色部分,用于把所准备的颜色矩阵乘以针对每一个像素、针对每多个像素、或者针对从多个像素中采样的每一个或多个像素的输出像素信号,以执行颜色调节。

[0034] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量比较单元包括:光量检测部分,用于基于像素信号来检测像素的亮度作为信号量;以及光量比较部分,用于把所检测到的信号量与预定阈值进行比较。

[0035] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量检测部分检测针对每一个像素、针对每多个像素、或者针对从多个像素中采样的每一个或多个像素的信号量。

[0036] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量检测部分从具有一种或多种颜色限制的像素的像素信号中检测针对每一个像素、针对每多个像素、或者针对从多个像素中采样的每一个或多个像素的信号量。

[0037] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述一种或多种颜色是至少绿色(G)或蓝色(B)。

[0038] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量比较单元包括:专用光量检测部分,用于专门检测像素的亮度作为信号量;以及光量比较部分,用于把由所述专用光量检测部分所专门检测到的信号量与预定阈值进行比较。

[0039] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量比较单元包括:光量检测部分,用于基于根据像素的亮度而改变的快门时间来检测像素的亮度;以及光量比较部分,用于把所检测到的快门时间与预定阈值进行比较。

[0040] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量比较单元包括:光量检测部分,用于基于根据像素的亮度而改变的增益值来检测像素的亮度;以及光量比较部分,用于把所检测到的增益值与预定阈值进行比较。

[0041] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量比较单元包括:光量检测部分,用于基于透镜开口来检测像素的亮度;以及光量比较部分,用于把所检测到的透镜开口与预定阈值进行比较。

[0042] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量比较单元监控所述快门时间,并且确定在快门时间等于或大于作为阈值的预定时间长度时是暗视觉,并且确定在快门时间小于作为阈值的所述预定时间长度时是亮视觉。

[0043] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量比较单元监控所述增益值,并且确定在增益值等于或大于作为阈值的预定率(rate)时是暗视觉,并且确定在增益值小于作为阈值的所述预定率时是亮视觉。

[0044] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述光量比较单元监控所述透镜开口,并且确定在透镜开口等于或大于作为阈值的预定值时是暗视觉,并且确定在透镜开口小于作为阈值的所述预定值时是亮视觉。

[0045] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,光量比较部分设定在光量检测部分中的对象的发光强度为30勒克司(lux)或更大或者100勒克司或更大、或者作为亮度的

信号量为 5 堪德拉(candela)或更大或者 30 堪德拉或更大时是亮视觉，并且光量比较部分设定在光量检测部分中的对象的发光强度小于 30 勒克司或小于 100 勒克司、或者所述信号量小于 5 堪德拉或 30 堪德拉时是暗视觉。

[0046] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，光量检测部分通过以下步骤获得像素的亮度：从辉度信号中检测信号量并且根据像素的颜色对该信号量进行加权，并且随后把具有不同颜色的每一个信号量相加或者取不同颜色之间的平均值。

[0047] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，光量检测部分在亮视觉的情况下使用辉度信号 $Y_1=0.3R+0.6G+0.1B$ 获得信号量，并且在暗视觉的情况下使用辉度信号 $Y_2=0.5G+0.5B$ 获得信号量。

[0048] 仍然优选地，根据本发明的信号处理设备还包括在颜色矩阵部分的前一级处的用于把像素信号的模拟信号转换成数字信号的 A/D 转换电路。

[0049] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，在 A/D 转换电路与颜色矩阵部分之间提供噪声减小部分，并且所述噪声减小电路把噪声减小之后的像素信号输出到光量比较单元和着色部分。

[0050] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，针对暗视觉的颜色矩阵的至少一种颜色的非对角分量为正，并且所述一种颜色的对角分量还包括 1 或更小的至少一个分量。

[0051] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，相对于针对亮视觉的颜色矩阵，针对暗视觉的颜色矩阵提高与蓝色和绿色的输出像素信号相关的系数并且降低与红色的输出像素信号相关的系数。

[0052] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，根据光源的类型使用两种或更多种类型的针对亮视觉和暗视觉的颜色矩阵。

[0053] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，颜色矩阵准备部分包括：第一颜色矩阵准备部分，用于在光量比较单元确定所述信号量小于阈值时准备针对暗视觉的颜色矩阵，从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高；以及第二颜色矩阵准备部分，用于在光量比较单元确定所述信号量等于或大于所述阈值时准备针对亮视觉的颜色矩阵。

[0054] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，颜色矩阵准备部分包括：第一颜色矩阵准备部分，用于在光量比较单元确定所述快门时间等于或大于阈值时准备针对暗视觉的颜色矩阵，从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高；以及第二颜色矩阵准备部分，用于在光量比较单元确定所述快门时间小于所述阈值时准备针对亮视觉的颜色矩阵。

[0055] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，颜色矩阵准备部分包括：第一颜色矩阵准备部分，用于在光量比较单元确定所述增益值等于或大于阈值时准备针对暗视觉的颜色矩阵，从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高；以及第二颜色矩阵准备部分，用于在光量比较单元确定所述增益值小于所述阈值时准备针对亮视觉的颜色矩阵。

[0056] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，颜色矩阵准备部分包括：第一颜色矩阵准备部分，用于在光量比较单元确定所述透镜开口等于或大于阈值时准备针对暗视觉的颜色矩阵，从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高；以及第二颜色矩阵准备部分，用于在光量比较单元确定所述透镜开口小于所述阈值时准备针对亮视觉的颜色矩阵。

[0057] 仍然优选地，在根据本发明的信号处理设备中，作为颜色矩阵的非对角分量的提

高,所述颜色矩阵部分朝向一个正值提高所述非对角分量。

[0058] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,颜色矩阵准备部分通过把颜色矩阵的每一个分量定义为函数 $f(x)$ 来准备颜色矩阵,并且用亮度值置换 x 。

[0059] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,颜色矩阵准备部分通过基于针对亮视觉的颜色矩阵和针对暗视觉的颜色矩阵根据亮度进行加权来准备颜色矩阵。

[0060] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述加权按照下面的公式关于亮度线性地改变:颜色矩阵 = $(1-x)$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + x (针对亮视觉的颜色矩阵)。

[0061] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述加权按照下面的指数函数 e^x 关于亮度改变:颜色矩阵 = $(1-e^x)$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + e^x (针对亮视觉的颜色矩阵)。

[0062] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,所述加权按照如下面公式中的 S 形(sigmoid)函数改变,其中关于亮度的对数值的输出对于针对亮视觉的颜色矩阵与针对暗视觉的颜色矩阵是不同的:颜色矩阵 = $1/\{1+\exp(x)\}$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + $1/\{1+\exp(-x)\}$ (针对亮视觉的颜色矩阵)。

[0063] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,颜色矩阵准备部分取三个相邻像素的两端的像素信号值的平均值,其中颜色矩阵在亮视觉和暗视觉下改变以获得中间像素信号值,以便颜色矩阵准备部分可以改变颜色矩阵从而使得颜色矩阵被改变为相继(successively) 提高或降低。

[0064] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,颜色矩阵准备部分提供有用于事先存储在亮视觉期间使用的预定颜色矩阵的存储部分,并且颜色矩阵准备部分在亮视觉期间使用所述存储部分中的颜色矩阵来执行处理。

[0065] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,根据亮度在暗视觉期间使用的一个颜色矩阵或多个颜色矩阵被事先存储在存储部分中,并且颜色矩阵准备部分读出所述针对暗视觉的颜色矩阵以设定颜色矩阵。

[0066] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,在外部提供用于强制确定是暗视觉的切换(switch)部分。

[0067] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵是根据像素亮度的针对亮视觉和暗视觉的颜色矩阵。

[0068] 仍然优选地,在根据本发明的信号处理设备中,针对暗视觉的颜色矩阵是根据像素亮度的一个颜色矩阵或多个颜色矩阵。

[0069] 提供一种根据本发明的固态图像捕获设备,其用于使用根据本发明的信号处理设备来执行颜色矩阵处理和颜色调节处理,其中所述固态图像捕获设备提供有作为多个像素的用于对来自图像捕获对象的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分,从而实现前述目的。

[0070] 提供一种根据本发明的电子信息器件,所述电子信息器件在其图像捕获部分中使用根据本发明的固态图像捕获设备作为图像输入器件,从而实现前述目的。

[0071] 提供一种根据本发明的信号处理方法,其用于处理对应于多个相应像素的像素信号并且包括颜色矩阵步骤,在该步骤中颜色矩阵部分检测像素的亮度并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵来对像素信号执行颜色调节处理,从而实现前述目的。

[0072] 优选地,在根据本发明的信号处理方法中,所述颜色矩阵步骤包括:光量比较步

骤,其中光量比较单元检测像素的亮度以把所检测到的亮度与预定阈值进行比较;颜色矩阵准备步骤,其中颜色矩阵准备部分准备颜色矩阵,从而使得所述颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的亮度从所述预定阈值的降低而提高;以及着色步骤,其中着色电路把所准备的颜色矩阵乘以针对每一个像素、针对多个像素、或者针对从多个像素中采样的每一个像素或多个像素的输出像素信号,以执行颜色调节。

[0073] 提供一种根据本发明的控制程序,其中描述用于允许计算机执行根据本发明的信号处理方法的每一个步骤的处理规程,从而实现前述目的。

[0074] 提供一种根据本发明的计算机可读存储介质,其中存储根据本发明的控制程序,从而实现前述目的。

[0075] 在后文中将描述具有前述结构的本发明的功能。

[0076] 根据本发明,用于处理对应于多个相应像素的像素信号的信号处理设备包括颜色矩阵部分,其用于检测像素的亮度并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵对像素信号执行颜色调节处理。使用预定的亮视觉颜色矩阵对图像的亮视觉像素执行颜色矩阵处理,并且启动所述颜色矩阵部分并且使用暗视觉颜色矩阵对所述图像的暗视觉像素执行颜色矩阵处理。

[0077] 照此,提供用于检测像素的亮度并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵对像素信号执行颜色调节处理的颜色矩阵部分,以便根据作为一幅图像的图像捕获对象的每一个位置(每一个像素位置)的亮度使用最适当的颜色矩阵变成可能。从而,提高颜色再现性以匹配人类视觉并且减小噪声以改进 S/N。

[0078] 根据如前述的本发明,根据作为一幅图像的图像捕获对象的每一个位置(每一个像素位置)的亮度使用最适当的颜色矩阵。因此,提高颜色再现性以匹配人类视觉并且减小噪声以改进 S/N。

[0079] 在参照附图,阅读和理解下面的详细描述之后,本发明的这些和其他优点对于本领域的技术人员将变得显而易见。

附图说明

[0080] 图 1 是示出了根据本发明的实施例 1 的固态图像捕获设备的示例性关键部件结构的框图。

[0081] 图 2 是用于描述图 1 的固态图像捕获设备 1 的操作的流程图。

[0082] 图 3 是示出了根据本发明的实施例 2 的固态图像捕获设备的示例性关键部件结构的框图。

[0083] 图 4 是用于描述图 3 的固态图像捕获设备 1A 的操作的流程图。

[0084] 图 5 是示出了图 3 的颜色矩阵部分 3 的示例性变型的框图。

[0085] 图 6 是示出了根据本发明的实施例 3 的固态图像捕获设备的示例性关键部件结构的框图。

[0086] 图 7 是用于描述图 6 的固态图像捕获设备 1B 的操作的流程图。

[0087] 图 8 是示意性地示出了本发明的实施例 4 的电子信息器件的示例性示意结构的框图,该电子信息器件包括在其图像捕获部分中使用的根据本发明的实施例 1 到 3 的固态图像捕获设备中的任一个。

[0088] 图 9 是示意性地示出了传统固态图像捕获设备的图像处理操作的流程图。

[0089] 图 10 是示出了在参考文献 1 中公开的传统 CCD 固态图像捕获设备的图像处理电路的示例性结构的框图。

[0090] 图 11 是示出了由图 10 的系统控制器进行的颜色转换调节的处理规程的流程图。

[0091] 1、1A、1B、1C、1D、1E 固态图像捕获设备

2 A/D 转换电路

3、3A、3B、3C、3D、3E 颜色矩阵部分

31、31B、31C、31D、31E 光量比较单元

311、311B、311C、311D、311E 光量检测部分

312 光量比较部分

32 颜色矩阵准备部分

321 第一颜色矩阵准备部分

322 第二颜色矩阵准备部分

33 着色电路

4 信号处理电路

4B 第二信号处理电路

5 噪声减小电路

5B 第一信号处理电路

90 电子信息器件

91 存储器部分

92 显示部分

93 通信部分

94 图像输出部分。

具体实施方式

[0092] 在下文中将参照附图详细描述实施例 1 到 3, 其中本发明的信号处理设备被应用于固态图像捕获设备。此外, 将参照附图详细描述诸如配备有摄影机的蜂窝电话器件之类的电子信息器件的实施例 4, 其中固态图像捕获设备的实施例 1 到 3 中的任一个被用作其图像捕获部分中的图像输入器件。

[0093] (实施例 1)

图 1 是示出了根据本发明的实施例 1 的固态图像捕获设备的示例性关键部件结构的框图。

[0094] 在图 1 中, 根据实施例 1 的固态图像捕获设备 1 包括 :A/D 转换电路 2, 用于对通过对图像捕获信号执行预定的模拟信号处理而获得的像素信号执行 A/D 转换(像素信号对应于多个像素中的每一个), 所述图像捕获信号是来自固态图像捕获元件(未示出), 所述固态图像捕获元件提供有作为多个像素部分的用于对来自图像捕获对象(一幅图像)的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分; 颜色矩阵部分 3, 用于使用根据所述图像捕获对象的每一个屏幕位置的亮度的颜色矩阵来执行颜色调节; 以及信号处理电路 4, 用于对来自颜色矩阵部分 3 的输出信号执行除了颜色矩阵处理之外的各种类型的信号处

理。根据实施例 1 的信号处理设备由颜色矩阵部分 3 构成。

[0095] 颜色矩阵部分 3 包括：光量比较单元 31，用于从像素信号检测针对每一个像素的图像捕获对象的亮度作为信号量并且把所检测到的信号量与预定阈值进行比较，其中所述像素信号是通过对来自固态图像捕获元件(未示出)的图像捕获信号执行预定的模拟信号处理而获得的，所述固态图像捕获元件提供有作为多个像素部分的用于对来自图像捕获对象的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分；颜色矩阵准备部分 32，用于准备颜色矩阵，从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高(非对角分量朝向正值变得更大)；以及着色电路 33，作为着色部分执行以用于把所准备的颜色矩阵相继乘以来自 A/D 转换电路 2 的每一个像素的输出信号，以针对一幅图像的每一个像素执行颜色调节。

[0096] 光量比较单元 31 包括：光量检测部分 311，用于基于来自光接收部分的图像捕获信号(像素信号)检测图像捕获对象的亮度(像素亮度)作为所检测到的信号量；以及光量比较部分 312，用于把所检测到的信号量与预定阈值进行比较。

[0097] 光量检测部分 311 检测每一个像素的信号量，并且此外光量检测部分 311 可以检测每多个像素的信号量，或者可以检测从多个像素中采样的一个或多个像素的信号量。在这种情况下，从由一种或多种颜色限制的像素的像素信号检测所述信号量。所述一种或多种颜色可以是至少绿色(G)或蓝色(B)而没有红色(R)(因为其是暗视觉)。由此，有可能更接近人类视力。

[0098] 作为亮度，当光量检测部分 311 中的对象的发光强度为 30 勒克司或更大或者 100 勒克司或更大，或者信号量为 5 堪德拉或更大或者 30 堪德拉或更大时，光量比较部分 312 确定其是亮视觉；当对象的发光强度小于 30 勒克司或 100 勒克司，或者信号量小于 5 堪德拉或 30 堪德拉时，光量比较部分 312 确定其是暗视觉。

[0099] 光量检测部分 311 通过以下步骤获得像素的亮度(或者图像捕获对象的每一个位置的亮度)：从辉度信号中检测信号量并且根据每一个像素(或光接收部分)的颜色对所述辉度信号的信号量进行加权，并且随后把具有不同颜色的所述信号量相加或者取不同颜色之间的平均值。也就是说，在亮视觉的情况下通过使用辉度信号 $Y_1=0.3R+0.6G+0.1B$ 来获得所述信号量，而在暗视觉的情况下通过使用辉度信号 $Y_2=0.5G+0.5B$ 来获得所述信号量。

[0100] 利用前述结构，将描述根据实施例 1 的固态图像捕获设备 1 的操作。

[0101] 图 2 是用于描述图 1 的固态图像捕获设备 1 的操作的流程图。

[0102] 如图 2 中所示，首先，A/D 转换电路 2 对像素信号执行 A/D 转换并且输出数字像素信号(步骤 S11)，其中所述像素信号是通过对图像捕获信号执行预定的模拟信号处理而获得的，所述图像捕获信号来自固态图像捕获元件(未示出)，所述固态图像捕获元件提供有作为多个像素部分的用于对来自图像捕获对象(一幅图像)的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分。

[0103] 接下来，基于通过对来自每一个光接收部分的图像捕获信号(像素信号)的 A/D 转换而获得的数字像素信号，光量检测部分 311 检测图像捕获对象的亮度作为信号量。随后，光量比较部分 312 把所检测到的信号量与预定阈值进行比较(步骤 S12)。

[0104] 此后，作为光量比较部分 312 的比较结果，颜色矩阵准备部分 32 准备颜色矩阵，从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高(步骤

S13)。

[0105] 然后,着色电路 33 把由颜色矩阵准备部分 32 准备的颜色矩阵相继乘以来自 A/D 转换电路 2 的每一个像素的输出信号,以针对每一个像素部分对一幅图像执行颜色调节(步骤 S14)

在这种情况下,关于图像的亮视觉像素(在步骤 S12 为否),颜色矩阵部分 3 在步骤 S14 使用针对亮视觉的预定颜色矩阵来执行颜色矩阵处理。关于图像的暗视觉像素(在步骤 S12 为是),颜色矩阵部分 3 还启动颜色矩阵部分 3 中的颜色矩阵准备部分 32 以准备针对暗视觉的颜色矩阵,并且在步骤 S14 使用所述颜色矩阵来执行颜色矩阵处理。也就是说,在图像的亮视觉像素的情况下(在步骤 S12 为否),把针对亮视觉的颜色矩阵规则地存储在颜色矩阵准备部分 32 中的存储部分中,并且在步骤 S14 读出所述颜色矩阵以执行颜色矩阵处理。在图像的暗视觉像素的情况下(在步骤 S12 为是),颜色矩阵准备部分 32 在步骤 S13 准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高。

[0106] 此外,信号处理电路 4 对来自着色电路 33 的输出图像信号执行诸如黑色电平、白平衡、颜色内插、噪声减小、对比度增强以及 γ 校正之类的各种类型的信号处理,作为除了颜色矩阵处理之外的信号处理(步骤 S15)。输出自信号处理电路 4 的彩色图像信号以用于显示的预定信号处理方式被处理,并且随后被显示在作为显示部分的监视器屏幕上。可选地,图像信号以用于存储的预定信号处理方式(例如压缩信号处理)被处理,并且随后被存储在作为存储部分的存储器中。由信号处理电路 4 进行的信号处理可以被提供在 A/D 转换电路 2 与着色电路 33 之间。

[0107] 可以通过软件而不是如前述的硬件来配置根据实施例 1 的颜色矩阵部分 3。

[0108] 根据实施例 1 的信号处理方法包括:颜色矩阵步骤,在该步骤中颜色矩阵部分 3 检测像素的亮度并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵来对像素信号执行颜色调节处理。所述颜色矩阵步骤包括:光量比较步骤,其中光量比较单元 31 检测像素的亮度以把所检测到的亮度与预定阈值进行比较;颜色矩阵准备步骤,其中颜色矩阵准备部分 32 准备颜色矩阵,从而使得所述颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的亮度从所述预定阈值的降低而提高;以及着色步骤,其中着色电路 33 把所准备的颜色矩阵乘以针对每一个像素、多个像素、以及从多个像素中采样的一个或多个像素中的任一个的输出像素信号,以执行颜色调节。

[0109] 作为用于实现前述主题的一种结构,根据实施例 1 的固态图像捕获设备 1 包括:作为用于总体控制的控制部分的 CPU(中央处理单元);操作部分,比如用于向 CPU 输入指令的键盘和鼠标以及用于经由通信网络(例如因特网或内联网)进行接收及输入的输入器件;用于在显示屏上显示初始屏幕、选择屏幕、CPU 的控制结果屏幕、操作输入屏幕等等的显示部分;作为其中存储控制程序及其数据的计算机可读存储介质的 ROM;以及作为存储部分的 RAM,充当用于读取和存储针对 CPU 的每一个控制的数据的工作存储器。

[0110] 除了硬盘之外,作为可读存储介质的 ROM 可以由移动形式构成,比如光盘、磁光盘、磁盘和 IC 存储器。控制程序及其数据被存储在 ROM 中,并且可以把这样的控制程序和数据从另一个可读存储介质或者经由无线或有线或者经由因特网等下载到 ROM。

[0111] 在下文中将进一步详细描述本发明的原理和固态图像捕获设备 1 的具体操作。

[0112] 当来自对象的发光强度变得暗于大约 30 勒克司或 100 勒克司(其中发光强度范围宽于 30 勒克司)时,人眼逐渐失去感测颜色的能力。这是因为人眼从亮视觉切换到暗视觉。视杆(rod)是在暗视觉下活跃的(active)且关于视场分布的细胞,并且感测亮度而非颜色。通过改变比例,视杆从在亮视觉下活跃的红色、绿色和蓝色的视锥(cone)细胞转变。因此,在其中视杆活跃的黑暗部位中,视界(sight)看起来好像颜色被逐渐去除。

[0113] 在一幅图像中,当对在明亮部位中具有高颜色再现性的颜色矩阵进行颜色调节时,人类看到的视界与来自固态图像捕获设备 1 的输出之间的偏差在黑暗部位中变得更大。但是在一幅图像中的明亮部位和黑暗部位处没有进行颜色矩阵的改变。因此在本发明中,提供用于检测每一个像素的亮度的部分(光量检测部分 311)以执行颜色调节,从而使得颜色矩阵变得对黑暗部位最适当。

[0114] 如在下面的公式(4)中那样,具有负值的 A 被添加到前面的公式(1)中的对角分量上,并且具有正值的 E 被添加到前面的公式(1)中的非对角分量上,以便去除颜色。

[0115] 在颜色矩阵准备部分 32 中准备颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据在暗视觉下检测到的信号量的降低而提高(非对角分量朝向正值变得更大)。

$$\begin{pmatrix} R \text{ display} \\ G \text{ display} \\ B \text{ display} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_{R \rightarrow R} + A_{R \rightarrow R} & M_{G \rightarrow R} + E_{G \rightarrow R} & M_{B \rightarrow R} + E_{B \rightarrow R} \\ M_{R \rightarrow G} + E_{R \rightarrow G} & M_{G \rightarrow G} + A_{G \rightarrow G} & M_{B \rightarrow G} + E_{B \rightarrow G} \\ M_{R \rightarrow B} + E_{R \rightarrow B} & M_{G \rightarrow B} + E_{G \rightarrow B} & M_{B \rightarrow B} + A_{B \rightarrow B} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \text{ image capturing} \\ G \text{ image capturing} \\ B \text{ image capturing} \end{pmatrix} \quad (4)$$

[0116] 在这里,在横行中颜色矩阵之和在添加 A 和 E 之前和之后正常没有改变。举例来说,对于顶行建立下面的公式(5)。

$$M_{R \rightarrow R} + A_{R \rightarrow R} + M_{G \rightarrow R} + E_{G \rightarrow R} + M_{B \rightarrow R} + E_{B \rightarrow R} = M_{R \rightarrow R} + M_{G \rightarrow R} + M_{B \rightarrow R} \quad (5)$$

[0117] 另外,当白平衡为适当时,在横行中颜色矩阵之和变为 1。

[0118] 举例来说,对于顶行建立下面的公式(6)。

$$M_{R \rightarrow R} + M_{G \rightarrow R} + M_{B \rightarrow R} = 1 \quad (6)$$

[0119] 由于人眼感测颜色的能力在黑暗部位中降低,因此对在同一行中的对角分量中的 A 和非对角分量中的 E 的前述处理的提供使其更接近人眼的特性。结果,可以提高颜色矩阵的非对角元素并且可以减小噪声。在本文中,非对角分量正常具有负值,但是也有可能执行颜色调节以便具有正值,这进一步提高减小噪声的效果。

[0120] 此外,随着人眼转移到暗视觉,用于感测灵敏度的波长的峰值位置从大约 550 nm 转移到大约 500 nm。特别地,已知对红色的灵敏度降低。

[0121] 因此,当作为示例在前面的公式(1)中对 R 显示解释时,第一行顶部的 $M_{R \rightarrow R}$ 的正值朝向零降低,并且第一行中的下一个以及更下一个 $M_{G \rightarrow R}$ 和 $M_{B \rightarrow R}$ 从负值朝向正值提高。类似地,当 $M_{R \rightarrow G}$ 和 $M_{R \rightarrow B}$ 降低时, $M_{G \rightarrow G}$ 、 $M_{B \rightarrow G}$ 、 $M_{G \rightarrow B}$ 和 $M_{B \rightarrow B}$ 提高,视杆与视锥之间的灵敏度波长的峰值偏差可以被表达,并且此外可以正常减小噪声。

[0122] 假设处于在亮视觉和暗视觉的中间的亮度(即微光视觉(twilight vision):发光强度例如是 30 勒克司到 100 勒克司,并且亮度处于三个水平的中间)。当某人观看图像中

的对象(其中所述图像的一部分是明亮的而另一部分是黑暗的)时,人眼可以识别出明亮部分的颜色,但是其可能难以识别出同时观看的黑暗部分的颜色。因此,通过根据每一个像素或多个像素的所述对象的对应亮度来改变颜色矩阵,以具有明显噪声的黑暗部位的高颜色再现性显示图像并且减小噪声同时保持明亮部位的清晰着色变得可能。

[0123] 在下文中,在前面的技术概念的基础上将详细描述操作。

[0124] 首先,A/D 转换电路 2 对信号执行 A/D 转换并且输出数字像素信号(步骤 S11),其中所述信号是通过对图像捕获信号执行预定的模拟信号处理而获得的,所述图像捕获信号来自固态图像捕获元件(未示出),所述固态图像捕获元件提供有作为多个像素部分的用于对来自图像捕获对象(一幅图像)的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分。

[0125] 接下来,光量检测部分 311 基于来自每一个光接收部分的图像捕获信号来检测图像捕获对象的亮度或辉度作为信号量。随后,光量比较部分 312 把所检测到的信号量与预定阈值进行比较(步骤 S12)。

[0126] 光量检测部分 311 适当地检测图像捕获对象的亮度或辉度。从每一个像素部分的输出信号水平中估计亮度或辉度是最简单的方法。作为一种亮度或辉度的计算方法,可以设想一种用于视情况而定对每一个像素部分的每一种颜色进行加权以相加的方法以及一种用于简单地取平均值的方法。

[0127] 光量比较部分 312 例如把阈值设定为 30 勒克司的亮度,并且将其与图像捕获对象的亮度进行比较。当图像捕获对象的亮度等于 30 勒克司或更大时,光量比较部分 312 确定其为亮视觉。当图像捕获对象的亮度小于 30 勒克司时,光量比较部分 312 确定其为暗视觉。所述阈值可以是 50 勒克司或 100 勒克司的亮度而不是 30 勒克司的亮度。可以从针对具有一种或多种颜色(例如 G 或 B 以及 G 和 B)限制的每一个像素部分的输出信号水平中获得图像捕获对象的亮度。

[0128] 用于从具有 30 勒克司或更大的亮视觉的辉度信号 Y1 和具有小于 30 勒克司的暗视觉的辉度信号 Y2 计算图像捕获对象的辉度的方法通常是公知的。因此,这些方法被用于对图像捕获对象的辉度转换。也就是说,根据像素部分的颜色对辉度信号进行加权,并且此后用不同颜色对其相加或者用不同颜色取平均值,从而获得亮度。

[0129] 亮视觉的辉度信号 $Y_1=0.3R+0.6G+0.1B$, 暗视觉的辉度信号 $Y_2=0.5G+0.5B$ 。

[0130] 利用前面的公式,据说人类可以感测亮度。在暗视觉的情况下,红色(R)被失去,并且获得绿色(G)与蓝色(B)的平均值。

[0131] 接下来,使用通过前面方法计算的亮度(信号量)来获得颜色矩阵。

[0132] 基本上,当所述 3x3 矩阵的每一项(例如 $a_{L,L}$)由函数($f(L)$,其中 L 为变量)表示时,获得下面的公式(7)。

[0133] 在这种情况下,颜色矩阵准备部分 32 通过把颜色矩阵的每一个分量设定为函数 $f(L)$ 并且用亮度值置换 L 来准备颜色矩阵。

$$\begin{pmatrix} \mathbf{R}^{\text{display}} \\ \mathbf{G}^{\text{display}} \\ \mathbf{B}^{\text{display}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_{R \rightarrow R}(L) & M_{G \rightarrow R}(L) & M_{B \rightarrow R}(L) \\ M_{R \rightarrow G}(L) & M_{G \rightarrow G}(L) & M_{B \rightarrow G}(L) \\ M_{R \rightarrow B}(L) & M_{G \rightarrow B}(L) & M_{B \rightarrow B}(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{R}^{\text{image capturing}} \\ \mathbf{G}^{\text{image capturing}} \\ \mathbf{B}^{\text{image capturing}} \end{pmatrix} \quad (7)$$

[0134] 在其中通过用亮度 L 置换函数 $f(L)$ 而获得矩阵的前面的公式(7)中, $M_{a \rightarrow b}(L)$ 由 L 作为变量的函数表示。在下面的描述中, 将例示具有简单处理的公式;但是所述示例不限于本文描述的那些。

[0135] 另外, 当所述 3x3 矩阵的每一项由对数函数 $f(\log L)$ 表示时, 获得下面的公式(8)。结果, 亮度可以获得为对数。

$$\begin{pmatrix} \mathbf{R}^{\text{display}} \\ \mathbf{G}^{\text{display}} \\ \mathbf{B}^{\text{display}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_{R \rightarrow R}(\log L) & M_{G \rightarrow R}(\log L) & M_{B \rightarrow R}(\log L) \\ M_{R \rightarrow G}(\log L) & M_{G \rightarrow G}(\log L) & M_{B \rightarrow G}(\log L) \\ M_{R \rightarrow B}(\log L) & M_{G \rightarrow B}(\log L) & M_{B \rightarrow B}(\log L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{R}^{\text{image capturing}} \\ \mathbf{G}^{\text{image capturing}} \\ \mathbf{B}^{\text{image capturing}} \end{pmatrix} \quad (8)$$

[0136] 接下来, 将例示一种用于通过内插来获得作为 M 的函数的矩阵的方法。预定作为亮视觉和暗视觉下的极限的 3x3 矩阵。举例来说, 下面的公式(9)是针对亮视觉, 而公式(10)是针对暗视觉。

$$\begin{pmatrix} B_{R \rightarrow R} & B_{G \rightarrow R} & B_{B \rightarrow R} \\ B_{R \rightarrow G} & B_{G \rightarrow G} & B_{B \rightarrow G} \\ B_{R \rightarrow B} & B_{G \rightarrow B} & B_{B \rightarrow B} \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$\begin{pmatrix} D_{R \rightarrow R} & D_{G \rightarrow R} & D_{B \rightarrow R} \\ D_{R \rightarrow G} & D_{G \rightarrow G} & D_{B \rightarrow G} \\ D_{R \rightarrow B} & D_{G \rightarrow B} & D_{B \rightarrow B} \end{pmatrix} \quad (10)$$

[0137] 应用到前面的公式(7)将获得下面的公式(11)。

$$\begin{pmatrix} \alpha_{R \rightarrow R}(L)B_{R \rightarrow R} + \beta_{R \rightarrow R}(L)D_{R \rightarrow R} & \alpha_{G \rightarrow R}(L)B_{G \rightarrow R} + \beta_{G \rightarrow R}(L)D_{G \rightarrow R} & \alpha_{B \rightarrow R}(L)B_{B \rightarrow R} + \beta_{B \rightarrow R}(L)D_{B \rightarrow R} \\ \alpha_{R \rightarrow G}(L)B_{R \rightarrow G} + \beta_{R \rightarrow G}(L)D_{R \rightarrow G} & \alpha_{G \rightarrow G}(L)B_{G \rightarrow G} + \beta_{G \rightarrow G}(L)D_{G \rightarrow G} & \alpha_{B \rightarrow G}(L)B_{B \rightarrow G} + \beta_{B \rightarrow G}(L)D_{B \rightarrow G} \\ \alpha_{R \rightarrow B}(L)B_{R \rightarrow B} + \beta_{R \rightarrow B}(L)D_{R \rightarrow B} & \alpha_{G \rightarrow B}(L)B_{G \rightarrow B} + \beta_{G \rightarrow B}(L)D_{G \rightarrow B} & \alpha_{B \rightarrow B}(L)B_{B \rightarrow B} + \beta_{B \rightarrow B}(L)D_{B \rightarrow B} \end{pmatrix} \quad (11)$$

[0138] 为了应用到前面的公式(8), 可以把公式(11)的(L)改写成($\log L$)。

[0139] 可选地, 正常为 $\alpha = 1 - \beta$ 。

[0140] 作为 α 和 β 的函数, 可以包括线性函数、S 形函数或者具有与那些类似的特性的函数;但是在本文中不指定该函数。

[0141] 也就是说, 在颜色矩阵准备部分 32 中, 可以通过基于针对亮视觉的颜色矩阵和针对暗视觉的颜色矩阵根据亮度进行加权来准备颜色矩阵。

[0142] 所述加权如在下面的公式中那样关于亮度线性地改变。

[0143] 颜色矩阵 = $(1-x)$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + x (针对亮视觉的颜色矩阵)

另外,所述加权可以按照如在下面的公式中的指数函数 e^x 关于亮度而改变。

[0144] 颜色矩阵 = $(1-e^x)$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + e^x (针对亮视觉的颜色矩阵)

此外,所述加权可以按照如下面的公式中的 S 形函数改变,其中关于亮度的对数值的输出对于针对亮视觉的颜色矩阵与针对暗视觉的颜色矩阵是不同的。

[0145] 颜色矩阵 = $1/\{1+\exp(x)\}$ (针对暗视觉的颜色矩阵) + $1/\{1 + \exp(-x)\}$ (针对亮视觉的颜色矩阵)

作为示例,S 形函数将由下面的公式(12)表示,其中 a 为任意数。

$$\alpha(L) = \frac{1}{1 + \exp(-aL)} \quad (12)$$

[0146] 另外,在颜色矩阵准备部分 32 中还有一种方法,其中事先计算颜色矩阵的一部分或全部,并且把结果保存在存储部分(存储器)上,并且作为变量读出亮度。

[0147] 当事先计算颜色矩阵时,所述颜色矩阵变为离散。因此,有利的是根据精度将其分开(fractionate)。

[0148] 也就是说,颜色矩阵准备部分 32 可以被配置成提供有用于事先存储在亮视觉期间使用的预定颜色矩阵的存储部分,以便在亮视觉期间使用所述存储部分中的颜色矩阵来执行处理。

[0149] 可选地,对于颜色矩阵准备部分 32,还有可能把在暗视觉期间使用的一个颜色矩阵或者根据亮度的多个颜色矩阵存储在所述存储部分中,并且读出所述针对暗视觉的颜色矩阵以设定颜色矩阵。

[0150] 关于颜色矩阵的值,当对角分量降低而非对角分量提高时,RGB 的至少对角分量可以为 1 或更小而非对角分量可以为零或更大。

[0151] 还有可能包括针对暗视觉的颜色矩阵的至少一种颜色的正非对角分量以及一种颜色的至少一个对角分量(其为 1 或更小)。

[0152] 相对于针对亮视觉的颜色矩阵,针对暗视觉的颜色矩阵提高与蓝色和绿色的输出像素信号相关的系数并且降低与红色的输出像素信号相关的系数。

[0153] 照此,B 和 G 的灵敏度在暗视觉下提高。因此,在公式(1)中, $M_{R \rightarrow R}$ 、 $M_{R \rightarrow G}$ 和 $M_{R \rightarrow B}$ 降低并且 $M_{G \rightarrow R}$ 、 $M_{G \rightarrow G}$ 和 $M_{G \rightarrow B}$ 以及 $M_{B \rightarrow R}$ 、 $M_{B \rightarrow G}$ 和 $M_{B \rightarrow B}$ 提高,以便特性变得更接近人类的那些特性。

[0154] 另外,通过根据光源改变颜色矩阵或颜色矩阵集的计算公式,可以进一步提高颜色再现性。

[0155] 人眼需要一些时间来适应暗视觉。可能存在这样的情况:不希望使用针对暗视觉的颜色矩阵,因为固态图像捕获设备 1 的图像捕获对象恰好总体上较暗。因此,希望确认把暗度视为暗视觉并且强制根据本发明的功能(其是准备颜色矩阵以便在暗视觉期间提高所述颜色矩阵的非对角分量)工作。可以在外部提供可人工操作的切换部分以用于强制确定暗视觉。

[0156] 在其中在外部提供用于强制确定暗视觉的可人工操作的切换部分的情况下,当使用针对亮视觉的颜色矩阵来捕获明亮部位处的黑色图像时,所述黑色的噪声被放大并且不能清晰地捕获所述图像。另一方面,当在这种情况下使用针对暗视觉的颜色矩阵时,可以清晰地捕获所述黑色图像进行显示。

[0157] 提供一种用于测量或估计光源的亮度或发光强度的功能。随后,所述功能确定在亮度低于特定亮度(阈值)时是暗视觉,以允许根据本发明的功能(其是准备颜色矩阵以便在暗视觉期间提高所述颜色矩阵的非对角分量)工作。举例来说,由于人类视觉在 30 1x (勒克司;发光强度) 或更小附近切换到暗视觉,因此用于确定暗视觉的阈值可以被设定在 30 1x 或更小或者被设定在更高值(100 1x 或更小)。人类视觉因人而异并且他们感测其的方式也是不同的。因此,没必要总是遵循前面的示例,而是允许酌情确定所述标准。

[0158] 可以设想一种用于使用图像捕获对象的辉度(信号量)的方法。随后,所述方法确定在辉度低于特定亮度(阈值)时是暗视觉,以允许根据本发明的功能(其是准备颜色矩阵以便在暗视觉期间提高所述颜色矩阵的非对角分量)工作。举例来说,由于人类视觉在 5 cd (堪德拉)或更小附近切换到暗视觉,因此用于确定暗视觉的阈值可以被设定在 5 cd 或更小或者被设定在 30 cd 或更小。类似地,没必要总是遵循前面的示例,而是允许酌情确定所述标准。

[0159] 根据如前述的实施例 1,根据作为一幅图像的图像捕获对象的每一个位置(每一个像素位置)的亮度使用最适当的颜色矩阵变得可能。结果,可以提高明亮部位的颜色再现性并且即使在黑暗部位处可以减小噪声,并且可以有效地产生接近人类视觉的颜色。此外,可以通过添加少量处理来实施本发明,以便以少量成本大大地减小噪声。

[0160] 由于一般难以测量辉度和发光强度,因此还有可能通过设定快门时间或增益(例如来自固态图像捕获设备 1 的设定值的反馈,比如快门时间和增益)而使本发明(其是准备颜色矩阵以便在暗视觉期间提高所述颜色矩阵的非对角分量)起作用。在这种情况下,还有可能考虑总体信号量和部分信号量(每一个像素的信号量)。另外,还有可能通过设定透镜并且特别地是透镜开口而使本发明(其是准备颜色矩阵以便在暗视觉期间提高所述颜色矩阵的非对角分量)起作用。此外,还有可能基于人类判断来输入亮度。这可以通过在外部提供一个如前述的用于强制确定暗视觉的可人工操作的切换部分来实现。

[0161] 固态图像捕获设备 1 正常监控关于快门时间的信号量以调节增益等等。同时,配置可以被设定成使得检查快门时间和增益的设定与发光强度之间的关系以在特定亮度下启动本发明的电路(颜色矩阵部分 3)。

[0162] 在实施例 1 中,针对 RGB 的输出信号解释了每一个像素的输出信号;但是不限于此,实施例 1 可以应用于 RGB 的补色作为输出信号的固态图像捕获设备。另外,还可以存在包括白色像素的那些,并且因此颜色组合不受限制。

[0163] 虽然在实施例 1 中没有具体解释,但是还有用于针对被用来确定亮度的颜色使用 RGB 的三个像素部分或四个像素部分的信号的方法、以及用于视情况而定用 RGB 的一种或多种颜色(例如仅仅绿色(G)或者绿色(G)和蓝色(B))来限制颜色的方法。

[0164] 此外,在实施例 1 中,对于每一个像素执行亮度的计算;但是不限于此,可以对于每三个像素或者对于多个像素(比如四个像素)进行计算。另外,作为亮度的计算,还有可能导出构成一幅图像的预定小区域的亮度,其中所述图像是通过收集任何复数个像素区域

而获得的。可选地,还有可能使用一种用于从复数个像素中提取任何像素的方法来导出任意复数个像素区域的亮度。可选地,还有可能组合这些方法。

[0165] 还有可能通过首先掌握总体亮度并且随后计算颜色矩阵计算的区域中的亮度来设定两级或更多级的区域。

[0166] 存在这样的情况:由于颜色矩阵根据一幅图像中的位置(每一个像素)的改变,着色失去连续性并且变得不自然。因此,有利的是对亮度的检测结果进行校正,从而使得亮度的检测结果变为连续。

[0167] 颜色矩阵准备部分 32 取三个相邻像素的两端的像素信号值的平均值,其中颜色矩阵在亮视觉和暗视觉下改变以获得中间像素信号值,以便颜色矩阵准备部分 32 可以准备颜色矩阵从而使得颜色矩阵被改变为相继提高或降低。

[0168] 如前述,人类感测亮度的方式(比如波长相关性)在亮视觉和暗视觉下改变。因此,除了亮视觉和暗视觉的两级之外,还有可能通过不止两个的多级(比如三级或四级)获得亮视觉。

[0169] (实施例 2)

在实施例 1 中,在颜色矩阵处理之后执行包括噪声减小的信号处理。在实施例 2 中将描述其中在颜色矩阵处理之前执行噪声减小处理的情况。

[0170] 图 3 是示出了根据本发明的实施例 2 的固态图像捕获设备的示例性关键部件结构的框图。在图 3 中,其功能和效果与图 1 中的对应构件相同的各构件被添加有相同的附图标记。与实施例 1 的一个主要区别在于,噪声减小电路 5 被提供在颜色矩阵部分 3 的前一级处。

[0171] 在图 3 中,根据实施例 2 的固态图像捕获设备 1A 包括:A/D 转换电路 2,用于通过对图像捕获信号执行预定的模拟信号处理而获得的像素信号执行 A/D 转换,所述图像捕获信号是来自固态图像捕获元件(未示出),所述固态图像捕获元件提供有作为多个像素部分的用于对来自图像捕获对象的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分;作为噪声减小部分的噪声减小电路 5,用于减小来自 A/D 转换电路 2 的数字像素信号的噪声;颜色矩阵部分 3,用于使用根据所述图像捕获对象的每一个屏幕位置的亮度的颜色矩阵对来自噪声减小电路 5 的在噪声减小之后的像素信号执行颜色调节;以及信号处理电路 4A,用于对来自颜色矩阵部分 3 的输出信号执行除了颜色矩阵处理和噪声减小处理之外的各种类型的信号处理。根据实施例 2 的信号处理设备由噪声减小电路 5 和颜色矩阵部分 3 构成。

[0172] 与实施例 1 中的情况类似,颜色矩阵部分 3 包括:光量比较单元 31,用于从来自噪声减小电路 5 的在噪声减小之后的像素信号检测针对每一个像素的图像捕获对象的亮度作为信号量并且把所检测到的信号量与预定阈值进行比较;颜色矩阵准备部分 32,用于准备颜色矩阵从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高(非对角分量朝向正值变得更大);以及着色电路 33,作为着色部分执行以用于把所准备的颜色矩阵相继乘以来自噪声减小电路 5 的在噪声减小之后的每一个像素的输出像素信号,以针对一幅图像的每一个像素执行颜色调节。

[0173] 与实施例 1 中的情况类似,光量比较单元 31 包括:光量检测部分 311,用于基于来自光接收部分的图像捕获信号(像素信号)检测图像捕获对象的亮度(像素亮度)作为信号

量；以及光量比较部分 312，用于把所检测到的信号量与预定阈值进行比较。

[0174] 在使用根据实施例 2 的信号处理设备的固态图像捕获设备 1A 中，噪声减小电路 5 被提供在 A/D 转换电路 2 与颜色矩阵部分 3 之间，噪声减小电路 5 用于从来自 A/D 转换电路 2 的像素信号中去除噪声。噪声减小电路 5 把在噪声减小之后的像素信号输出到光量比较单元 31 和着色电路 33。

[0175] 利用前述结构，将在下文中描述操作。

[0176] 图 4 是用于描述图 3 的固态图像捕获设备 1A 的操作的流程图。

[0177] 如图 4 中所示，首先，A/D 转换电路 2 对像素信号执行 A/D 转换并且输出数字像素信号（步骤 S21），其中所述像素信号是通过对图像捕获信号执行预定的模拟信号处理而获得的，所述图像捕获信号来自固态图像捕获元件（未示出），所述固态图像捕获元件提供有作为多个像素部分的用于对来自图像捕获对象（一幅图像）的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分。

[0178] 接下来，噪声减小电路 5 减小来自 A/D 转换电路 2 的数字像素信号的噪声（步骤 S22）。从而，可以提高光量检测部分 311 中的亮度检测精度。

[0179] 此外，基于在噪声减小之后的像素信号，光量检测部分 311 精确地检测图像捕获对象的亮度作为信号量。随后，光量比较部分 312 把所检测到的信号量与预定阈值进行比较（步骤 S23）。

[0180] 此后，作为光量比较部分 312 的比较结果，颜色矩阵准备部分 32 准备颜色矩阵，从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高（步骤 S24）。

[0181] 然后，着色电路 33 把由颜色矩阵准备部分 32 准备的颜色矩阵相继乘以来自噪声减小电路 5 的每一个像素的输出信号，以针对每一个像素部分对一幅图像执行颜色调节（步骤 S25）。

[0182] 在这种情况下，关于图像的亮视觉像素（在步骤 S23 为否），颜色矩阵部分 3 在步骤 S25 使用针对亮视觉的预定颜色矩阵来执行颜色矩阵处理。关于图像的暗视觉像素（在步骤 S23 为是），颜色矩阵部分 3 还启动颜色矩阵部分 3 中的颜色矩阵准备部分 32 以准备针对暗视觉的颜色矩阵（步骤 S24），并且在步骤 S25 使用所述颜色矩阵来执行颜色矩阵处理。也就是说，在图像的亮视觉像素的情况下（在步骤 S23 为否），把针对亮视觉的颜色矩阵规则地存储在颜色矩阵准备部分 32 中的存储部分中，并且在步骤 S25 读出所述颜色矩阵以执行颜色矩阵处理。在图像的暗视觉像素的情况下（在步骤 S23 为是），颜色矩阵准备部分 32 在步骤 S24 中准备针对暗视觉的颜色矩阵，从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高。

[0183] 此外，信号处理电路 4A 对来自着色电路 33 的输出图像信号执行诸如黑色电平、白平衡、颜色内插、对比度增强以及 γ 校正之类的各种类型的信号处理，作为除了颜色矩阵处理或噪声减小处理之外的信号处理（步骤 S26）。输出自信号处理电路 4A 的彩色图像信号以用于显示的预定信号处理方式被处理，并且随后被显示在作为显示部分的监视器屏幕上。可选地，图像信号以用于存储的预定信号处理方式（例如压缩信号处理）被处理，并且随后被存储在作为存储部分的存储器中。

[0184] 在下文中将描述这样的情况：例如关于针对每四个像素的输出信号，通过例如作

为噪声减小电路 5 的噪声滤波器(比如中值滤波器)来减小噪声,并且采用(assume) R,G 和 B 的 Bayer 布置的像素来计算针对每四个像素的辉度信号。

[0185] 所述辉度信号取对数并且被定义为 X 进行解释。

[0186] 当 X 对应于 0.1 1x 的发光强度时,所述矩阵将是如下面的公式(13)。

$$\begin{pmatrix} \text{R display} \\ \text{G display} \\ \text{B display} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.4 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{R image capturing} \\ \text{G image capturing} \\ \text{B image capturing} \end{pmatrix} \quad (13)$$

[0187] 当 X 对应于 100 1x 的发光强度时,将按照下面的公式(14)把所述矩阵线性内插到 X 以导出颜色矩阵。

$$\begin{pmatrix} \text{R display} \\ \text{G display} \\ \text{B display} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & -0.5 & -0.5 \\ -0.5 & 2 & -0.5 \\ -0.5 & -0.5 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{R image capturing} \\ \text{G image capturing} \\ \text{B image capturing} \end{pmatrix} \quad (14)$$

[0188] 当 X 的对应发光强度在前述范围之外时,对于公式(13)设定 0.1 1x 或更小并且对于公式(14)设定 100 1x 或更大。

[0189] 把如此获得的颜色矩阵乘以作为辉度计算基础的输出信号,以获得 RGB 信号。从而,在黑暗时可以获得具有高颜色再现性和更少噪声的图像。

[0190] 根据如前述的实施例 2,在颜色矩阵计算之前减小诸如噪声之类的错误信号,以便可以提高亮度的检测精度。

[0191] 如在实施例 1 中解释的,还有一种方法,其中在颜色矩阵准备部分 32 中事先计算颜色矩阵的一部分或全部并且把计算结果存储在存储部分(存储器)中,并且从亮度作为变量的表格中读出计算结果。

[0192] 也就是说,颜色矩阵准备部分 32 可以被配置成提供有用于事先存储在亮视觉期间使用的预定颜色矩阵的存储部分,以便在亮视觉期间使用所述存储部分中的颜色矩阵来执行处理。这将参照图 5 来解释。除了实施例 1 和 2 之外,图 5 可以被应用于后面将描述的实施例 3。

[0193] 图 5 是示出了图 3 的颜色矩阵部分 3 的示例性变型的框图。

[0194] 如图 5 中所示,颜色矩阵部分 3A 包括:光量比较单元 31,用于基于来自噪声减小电路 5 的从中减少了噪声的像素信号来检测图像捕获对象(或像素)的亮度;第一颜色矩阵准备部分 321,作为第一颜色矩阵准备装置并且具有存储在存储部分中的针对暗视觉的颜色矩阵,该颜色矩阵用于提高颜色矩阵的非对角分量并且在光量比较单元 31 中所检测到的亮度小于阈值时被使用;第二颜色矩阵准备部分 322,作为第二颜色矩阵准备装置并且具有存储在存储部分中的针对亮视觉的颜色矩阵,该颜色矩阵在光量比较单元 31 中所检测到的亮度等于或大于阈值时被使用;以及作为着色装置的着色电路 33,用于把在选择了第一颜色矩阵准备部分 321 或第二颜色矩阵准备部分 322 之后从所述存储部分读出的颜色

矩阵乘以来自噪声减小电路 5 的像素信号,以进行颜色调节。

[0195] 虽然在实施例 1 或 2 中没有具体解释,但是有可能根据光源的类型使用针对亮视觉和暗视觉的两种类型的颜色矩阵。光源的类型包括室外的日光和室内的灯泡、荧光灯等等。还有可能根据这些光源来改变颜色矩阵以进行更好的显示。

[0196] 在实施例 1 和 2 中,在适当地检测图像捕获对象的亮度时获得针对每一个像素的来自输出信号水平的亮度。但是不限于此,还有可能准备仅用于测量亮度的另一个固态图像捕获元件。在下面的实施例 3 中将解释这种情况。

[0197] (实施例 3)

在实施例 1 和 2 中描述了其中光量检测部分 311 基于来自光接收部分的像素信号来检测像素的亮度作为信号量的情况。在实施例 3 中将描述其中单独准备仅用于测量亮度的一个部分而不是一个像素信号的情况。

[0198] 图 6 是示出了根据本发明的实施例 3 的固态图像捕获设备的示例性关键部件结构的框图。

[0199] 在图 6 中,根据实施例 3 的固态图像捕获设备 1B 包括 :A/D 转换电路 2,用于对通过对图像捕获信号执行预定的模拟信号处理而获得的像素信号执行 A/D 转换,所述图像捕获信号来自固态图像捕获元件(未示出),所述固态图像捕获元件提供有作为多个像素部分的用于对来自图像捕获对象的图像光执行光电转换并且捕获其图像的多个光接收部分;第一信号处理电路 5B,用于对来自 A/D 转换电路 2 的数字像素信号执行诸如黑色电平、白平衡、颜色内插以及噪声减小之类的各种类型的信号处理;颜色矩阵部分 3B,用于使用根据所述图像捕获对象的每一个屏幕位置的亮度的颜色矩阵对于来自第一信号处理电路 5B 的在信号处理之后的像素信号执行颜色调节;以及第二信号处理电路 4B,用于对来自颜色矩阵部分 3B 的输出信号执行除了颜色矩阵处理和噪声减小处理之外的各种类型的信号处理。根据实施例 3 的信号处理设备由第一信号处理电路 5B 和颜色矩阵部分 3B 构成。

[0200] 颜色矩阵部分 3B 包括 :光量比较单元 31B,用于关于来自第一信号处理电路 5B 的在信号处理之后的像素信号而检测图像的预定位置的亮度作为信号量并且把所检测到的信号量与预定阈值进行比较;颜色矩阵准备部分 32,用于准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高(非对角分量朝向正值变得更大);以及着色电路 33,作为着色部分执行以用于把所准备的颜色矩阵相继乘以来自第一信号处理电路 5B 的像素信号,以对一幅图像的多个像素执行颜色调节。

[0201] 光量比较单元 31B 提供有仅用于测量亮度的单独专用部分(用于测量光的固态图像捕获元件);并且光量比较单元 31B 包括 :光量检测部分 311B,仅用于检测像素的亮度作为信号量;以及光量比较部分 312,用于把由仅用于检测目的的光量检测部分 311B 所检测到的信号量与预定阈值进行比较。

[0202] 利用前述结构,将描述该操作。

[0203] 图 7 是用于描述图 6 的固态图像捕获设备 1B 的操作的流程图。

[0204] 如图 7 中所示,首先,A/D 转换电路 2 对像素信号执行 A/D 转换并且输出数字像素信号(步骤 S31),其中所述像素信号是通过对图像捕获信号执行预定的模拟信号处理而获得的,所述图像捕获信号来自固态图像捕获元件(未示出),所述固态图像捕获元件提供有作为多个像素部分的用于对来自图像捕获对象(一幅图像)的图像光执行光电转换并且捕

获其图像的多个光接收部分。

[0205] 接下来,第一信号处理电路 5B 对来自 A/D 转换电路 2 的数字像素信号执行诸如黑色电平、白平衡、颜色内插以及噪声减小之类的各种类型的信号处理(步骤 S32)。通过噪声减小处理,可以提高光量检测部分 311B 中的亮度检测精度。

[0206] 此外,基于来自仅用于测量亮度的单独专用部分(用于测量光的固态图像捕获元件)的信号,光量检测部分 311B 检测图像捕获对象的亮度作为信号量。随后,光量比较部分 312 把所检测到的信号量与预定阈值进行比较(步骤 S33)。

[0207] 此后,作为光量比较部分 312 的比较结果,颜色矩阵准备部分 32 准备颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高(步骤 S34)。

[0208] 然后,着色电路 33 把由颜色矩阵准备部分 32 准备的颜色矩阵相继乘以来自第一信号处理电路 5B 的每多个像素的输出像素信号,以针对每一个像素对一幅图像执行颜色调节(步骤 S35)。

[0209] 在这种情况下,关于图像的亮视觉像素(在步骤 S33 为否),颜色矩阵部分 3B 在步骤 S35 使用针对亮视觉的预定颜色矩阵来执行颜色矩阵处理。关于图像的暗视觉像素(在步骤 S33 为是),颜色矩阵部分 3B 还启动颜色矩阵部分 3B 中的颜色矩阵准备部分 32 以准备针对暗视觉的颜色矩阵(步骤 S34),并且在步骤 S35 使用所述颜色矩阵来执行颜色矩阵处理。也就是说,在图像的亮视觉像素的情况下(在步骤 S33 为否),把针对亮视觉的颜色矩阵规则地存储在颜色矩阵准备部分 32 中的存储部分中,并且在步骤 S35 中读出所述颜色矩阵以执行颜色矩阵处理。在图像的暗视觉像素的情况下(在步骤 S33 为是),颜色矩阵准备部分 32 在步骤 S34 准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的至少一个非对角分量根据所检测到的信号量的降低而提高。

[0210] 此外,信号处理电路 4B 对来自着色电路 33 的输出图像信号执行诸如对比度增强和 γ 校正之类的各种类型的信号处理,作为除了颜色矩阵处理或噪声减小处理之外的信号处理(步骤 S36)。输出自信号处理电路 4B 的彩色图像信号以用于显示的预定信号处理方式被处理,并且随后被显示在作为显示部分的监视器屏幕上。可选地,图像信号以用于存储的预定信号处理方式(例如压缩信号处理)被处理,并且随后被存储在作为存储部分的存储器中。

[0211] 根据如前述的实施例 3,可以更容易且精确地执行由光量检测部分 311B 对像素亮度的检测。

[0212] 如在前面的实施例 1 中还提到的,由于一般难以测量每一个像素的辉度和发光强度,因此还有可能通过设定快门时间或增益(例如来自固态图像捕获设备 1 的设定值的反馈,比如快门时间和增益)而使本发明(其是准备颜色矩阵以便在暗视觉期间提高所述颜色矩阵的非对角分量)起作用。在这种情况下,还有可能考虑总体信号量和部分信号量(每一个像素的信号量)。另外,还有可能通过设定透镜并且特别地是透镜开口而使本发明(其是准备颜色矩阵以便在暗视觉期间提高所述颜色矩阵的非对角分量)起作用。此外,还有可能基于人类判断来输入亮度。这可以通过在外部提供如前述的用于强制确定暗视觉的可人工操作的切换部分(未示出)来实现。

[0213] 固态图像捕获设备 1 正常监控关于快门时间的信号量以调节增益等等。同时,配

置可以被设定成使得检查快门时间和增益的设定与发光强度之间的关系,以在特定亮度下启动本发明的电路(颜色矩阵部分 3B)。

[0214] 也就是说,如图 6 中所示,颜色矩阵部分 3C 的光量比较单元 31C 包括:光量检测部分 311C,用于基于根据像素亮度而改变的快门时间来检测像素的亮度;以及光量比较部分 312,用于把所检测到的快门时间与预定阈值进行比较。

[0215] 光量检测部分 311C 监控快门时间,并且光量比较部分 312 确定在快门时间等于或大于作为阈值的预定时间长度时是暗视觉。当快门时间小于作为阈值的预定时间长度时,光量比较部分 312 确定其是亮视觉。

[0216] 当光量比较部分 312 确定快门时间等于或大于阈值时,颜色矩阵准备部分 32 准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得颜色矩阵的非对角分量提高。当光量比较部分 312 确定快门时间小于阈值时,颜色矩阵准备部分 32 准备针对亮视觉的颜色矩阵。

[0217] 在这种情况下,在图 7 的步骤 S33,光量检测部分 311C 基于快门时间检测图像捕获对象的亮度,并且光量比较部分 312 把所检测到的亮度与预定阈值进行比较。后续操作与前述的相同。利用前述结构,构成了使用快门时间进行亮度检测的固态图像捕获设备 1C。

[0218] 接下来,如图 6 中所示,颜色矩阵部分 3D 的光量比较单元 31D 包括:光量检测部分 311D,用于基于根据像素亮度而改变的增益值来检测像素的亮度;以及光量比较部分 312,用于把所检测到的增益值与预定阈值进行比较。

[0219] 光量检测部分 311D 监控增益值。光量比较部分 312 确定在增益值等于或大于作为阈值的预定率时是暗视觉,并且光量比较部分 312 确定在增益值小于作为阈值的预定率时是亮视觉。

[0220] 当光量比较部分 312 确定增益值等于或大于所述阈值时,颜色矩阵准备部分 32 准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得该颜色矩阵的非对角分量提高。当光量比较部分 312 确定增益值小于所述阈值时,颜色矩阵准备部分 32 准备针对亮视觉的颜色矩阵。

[0221] 在这种情况下,在图 7 的步骤 S33,光量检测部分 311D 基于增益值检测图像捕获对象的亮度,并且光量比较部分 312 把所检测到的亮度与预定阈值进行比较。后续操作与前述的相同。利用前述结构,构成了使用增益值进行亮度检测的固态图像捕获设备 1D。

[0222] 接下来,如图 6 中所示,颜色矩阵部分 3E 的光量比较单元 31E 包括:光量检测部分 311E,用于基于透镜开口来检测像素的亮度;以及光量比较部分 312,用于把所检测到的透镜开口与预定阈值进行比较。

[0223] 光量检测部分 311E 监控透镜开口。光量比较部分 312 确定在透镜开口等于或大于作为阈值的预定值时是暗视觉,并且光量比较部分 312 确定在透镜开口小于作为阈值的预定值时是亮视觉。

[0224] 当光量比较部分 312 确定透镜开口等于或大于阈值时,颜色矩阵准备部分 32 准备针对暗视觉的颜色矩阵,从而使得颜色矩阵的非对角分量提高。当光量比较部分 312 确定透镜开口小于阈值时,颜色矩阵准备部分 32 准备针对亮视觉的颜色矩阵。

[0225] 在这种情况下,在图 7 的步骤 S33,光量检测部分 311E 基于透镜开口(F 值)检测图像捕获对象的亮度,并且光量比较部分 312 把所检测到的亮度与预定阈值进行比较。后续操作与前述的相同。利用前述结构,构成了使用透镜开口(F 值)进行亮度检测的固态图像捕获设备 1E。

[0226] 在如前述的任一种情况下,有可能使用信号量、快门时间、增益值和透镜开口(F值)中的任一个作为用于检测像素亮度的项;但是不限于此,可以把信号量、快门时间、增益值和透镜开口(F值)中的多项用于亮度检测。还有可能使用全部的信号量、快门时间、增益值和透镜开口(F值)。

[0227] (实施例 4)

图 8 是示意性地示出了本发明的实施例 4 的电子信息器件的示例性示意结构的框图,该电子信息器件包括在其图像捕获部分中使用的根据本发明的实施例 1 到 3 的固态图像捕获设备中的任一个。

[0228] 在图 8 中,根据本发明的实施例 4 的电子信息器件 90 包括:根据实施例 1 到 3 的固态图像捕获设备 1、1A、1B、1C、1D 或 1E;存储器部分 91(例如记录介质),用于在为了记录而对来自固态图像捕获设备 1、1A、1B、1C、1D 或 1E 的彩色图像信号执行了预定信号处理之后对所述彩色图像信号进行数据记录;显示部分 92(例如液晶显示设备),用于在为了显示而对来自固态图像捕获设备 1、1A、1B、1C、1D 或 1E 的彩色图像信号执行了预定信号处理之后在显示屏(例如液晶显示屏)上显示所述彩色图像信号;通信部分 93(例如发送和接收器件),用于在为了传送而对来自固态图像捕获设备 1、1A、1B、1C、1D 或 1E 的彩色图像信号执行了预定信号处理之后传送所述彩色图像信号;以及图像输出部分 94(例如打印机),用于在为了打印而执行预定信号处理之后对来自固态图像捕获设备 1、1A、1B、1C、1D 或 1E 的彩色图像信号进行打印。不限于此,除了固态图像捕获设备 1、1A、1B、1C、1D 或 1E 之外,电子信息器件 90 可以包括存储器部分 91、显示部分 92、通信部分 93 以及诸如打印机之类的图像输出部分 94 中的至少任一个。

[0229] 作为电子信息器件 90,可设想包括图像输入器件的电子器件,比如数字摄影机(例如数字视频摄影机或数字静物摄影机)、图像输入摄影机(例如监视摄影机、门电话摄影机、包括车辆后视监视摄影机的车辆中配备的摄影机、或者电视电话摄影机)、扫描仪、传真机、配备摄影机的蜂窝电话器件以及便携式数字助理(PDA)。

[0230] 因此,根据本发明的实施例 4,来自固态图像捕获设备 1、1A、1B、1C、1D 或 1E 的彩色图像信号可以:适当地显示在显示屏上;使用图像输出部分 94 而打印在纸张上;经由有线或无线电作为通信数据适当地传送;通过执行预定的数据压缩处理而适当地存储在存储器部分 91;并且此外可以适当地执行各种多种数据处理。

[0231] 如前述的,本发明通过使用其优选实施例 1 到 4 来例示。但是不应当仅仅基于前述的实施例 1 到 4 来解释本发明。理解的是,应当仅仅基于权利要求书来解释本发明的范围。还理解的是,基于本发明的描述和来自本发明的详细优选实施例 1 到 4 的描述的公知常识,本领域的技术人员可以实施等效的技术范围。此外理解的是,在本说明书中所引用的任何专利、任何专利申请和任何参考文献都应当按照与其中具体描述内容的相同方式通过引用而被合并在本说明书中。

[0232] 工业应用

本发明可以被应用于以下领域:一种用于处理对应于多个相应像素的像素信号的信号处理设备和信号处理方法;一种固态图像捕获器件,比如 CCD 固态图像捕获设备或 CMOS 固态图像捕获设备,并且特别地是用于使用所述信号处理设备和信号处理方法对来自对象的图像光执行光电转换并且捕获其图像的、使用滤色器把光分成波长以获得彩色图像信号以

便对应于人类视觉的固态图像捕获设备；一种电子信息器件，比如数字摄影机（例如数字视频摄影机或数字静物摄影机）、图像输入摄影机（例如监视摄影机）、扫描仪、传真机、电视电话器件和配备摄影机的蜂窝电话器件，所述电子信息器件包括作为在其图像捕获部分中使用的图像输入器件的所述固态图像捕获元件；一种控制程序，其中描述用于允许计算机执行所述信号处理方法的每一个步骤的处理规程；以及一种存储所述控制程序的计算机可读存储介质。在本发明中，提供用于检测像素的亮度并且使用根据所检测到的像素亮度的颜色矩阵对像素信号执行颜色调节处理的颜色矩阵部分3，从而根据作为一幅图像的图像捕获对象的每一个位置（每一个像素位置）的亮度使用最适当的颜色矩阵变得可能。结果，可以提高明亮部位的颜色再现性并且即使在黑暗部位处也可以减小噪声，并且可以有效地产生接近人类视觉的颜色。

[0233] 在不偏离本发明的范围和精神的情况下，各种其他修改对本领域的技术人员将是显而易见的并且可以容易由本领域的技术人员做出。因此，不意图把所附权利要求书的范围限于如本文所阐述的描述，而是意图广泛地解释权利要求书。

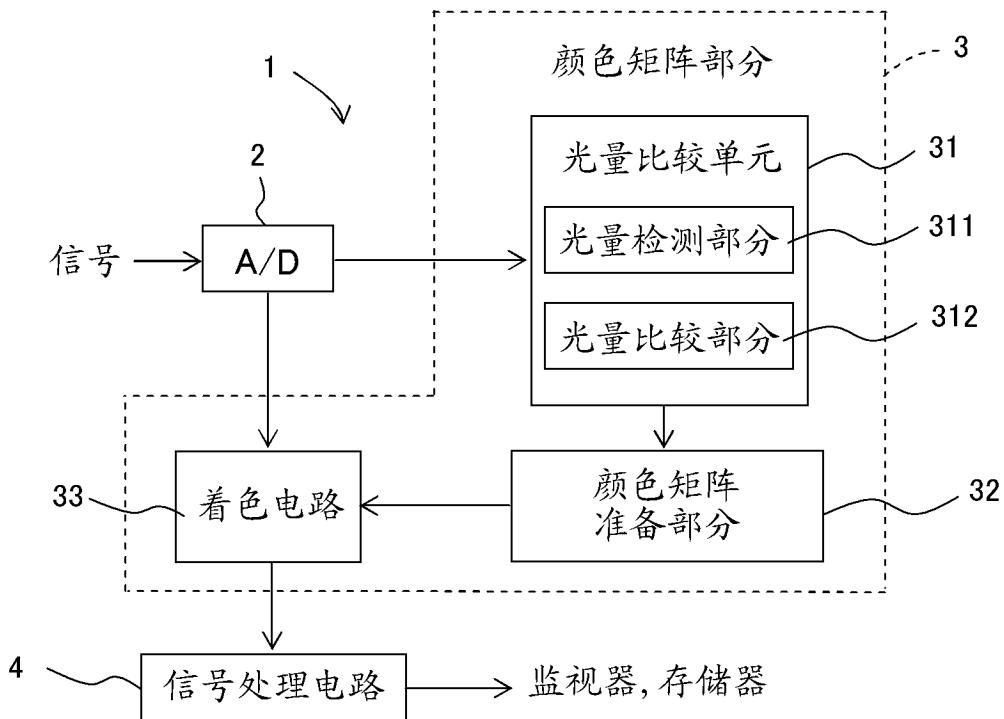


图 1

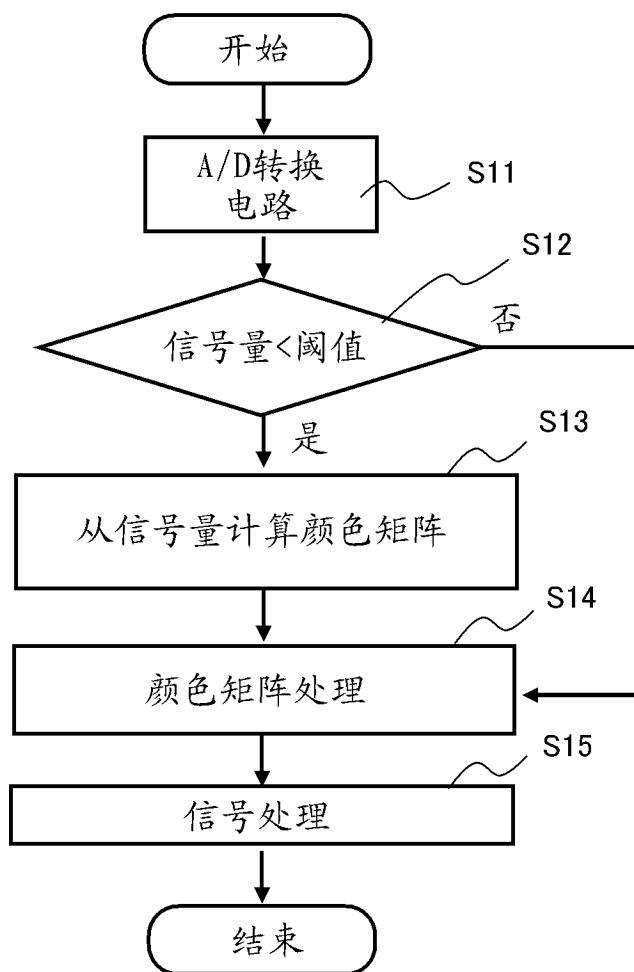


图 2

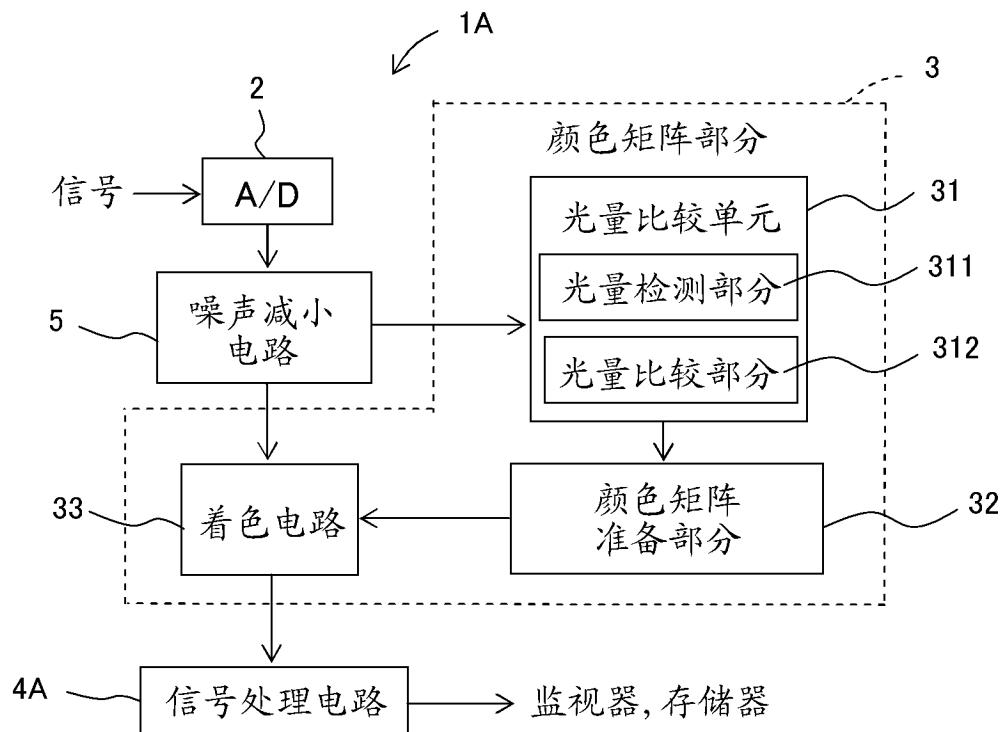


图 3

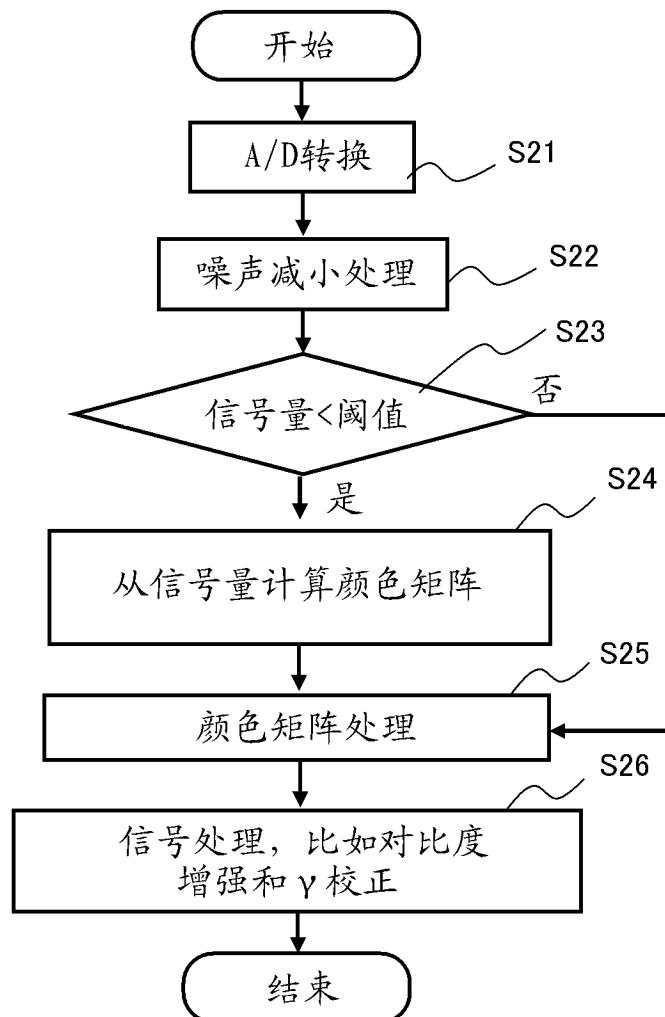


图 4

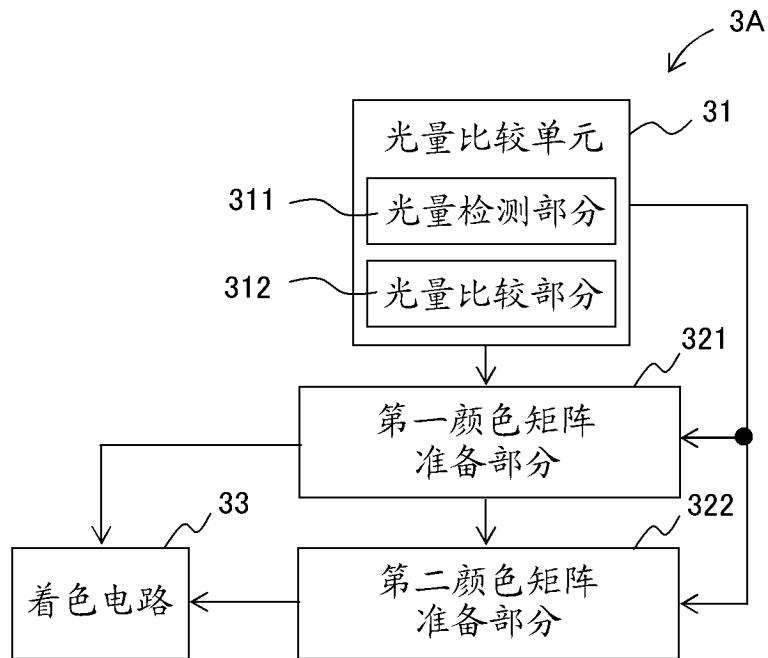


图 5

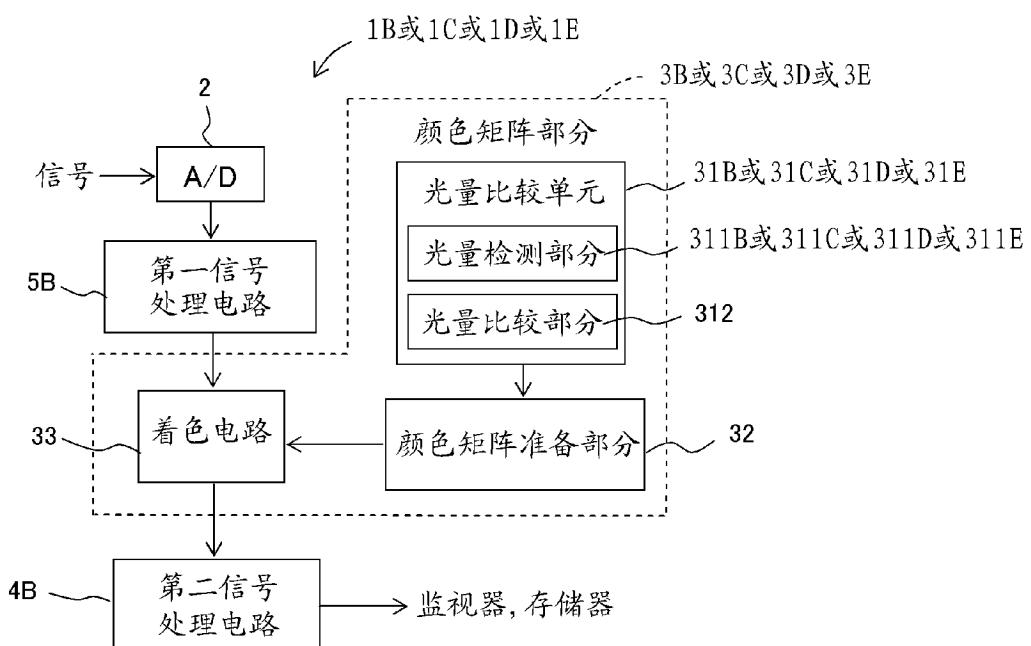


图 6

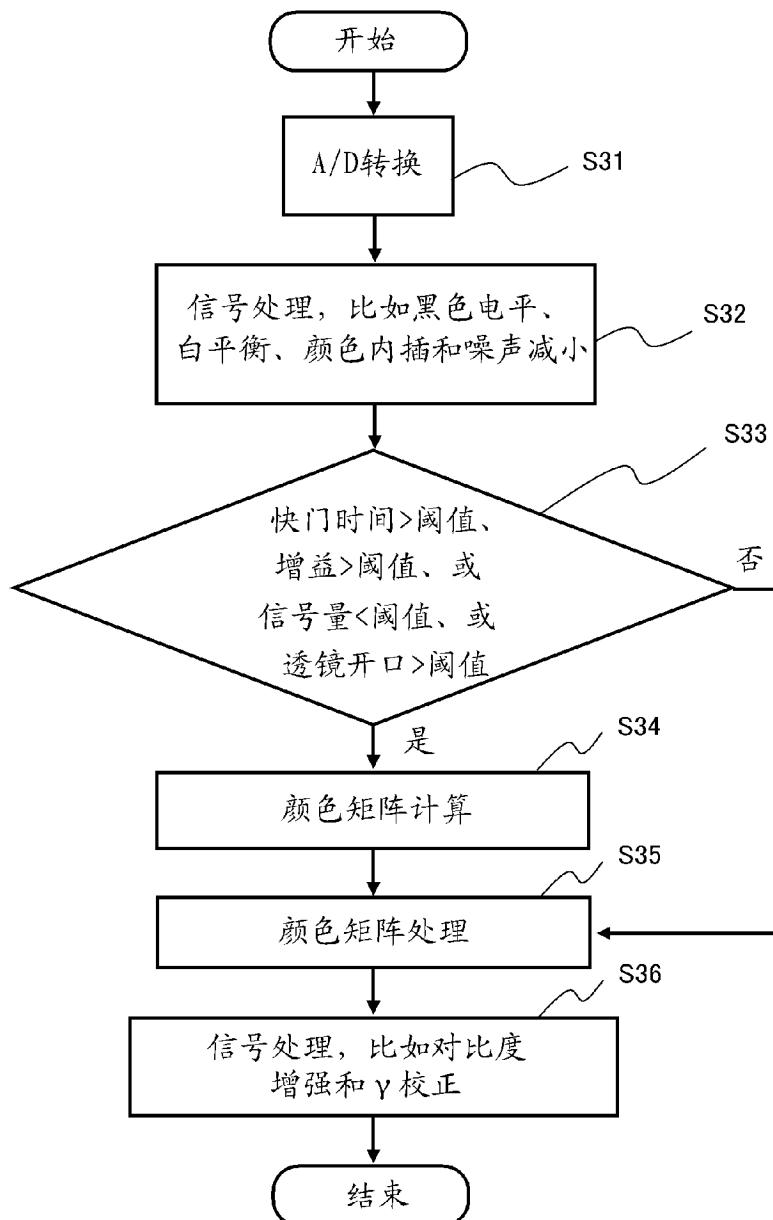


图 7

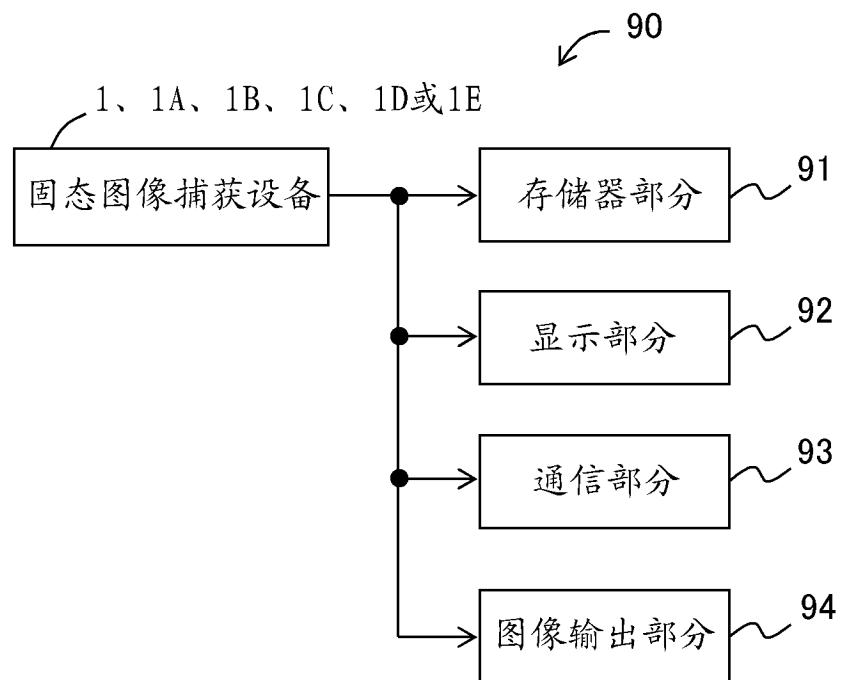


图 8

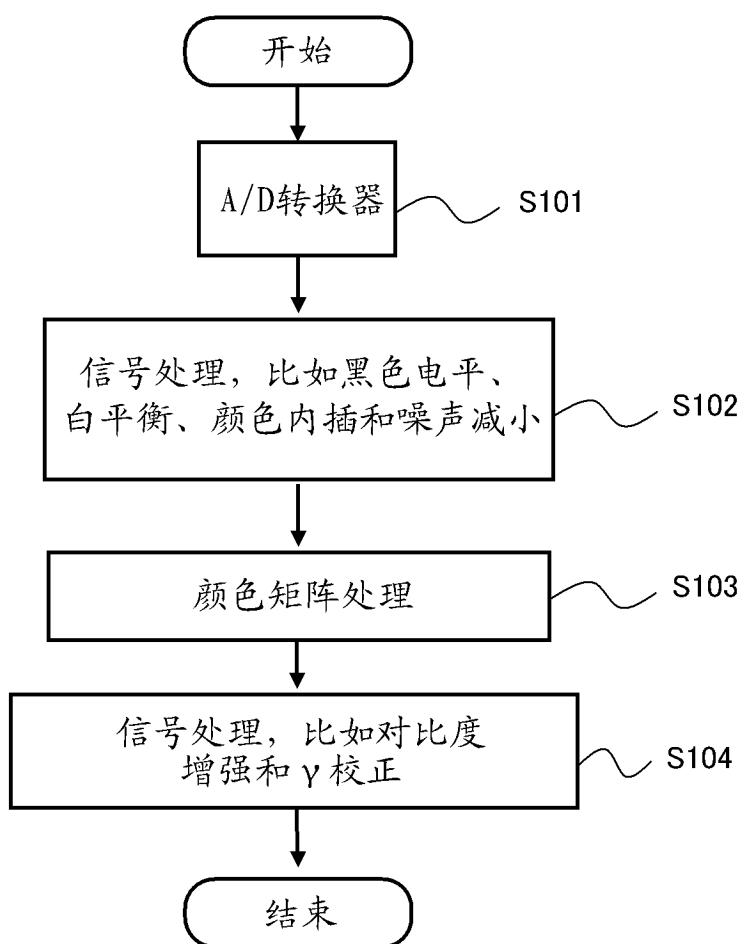


图 9

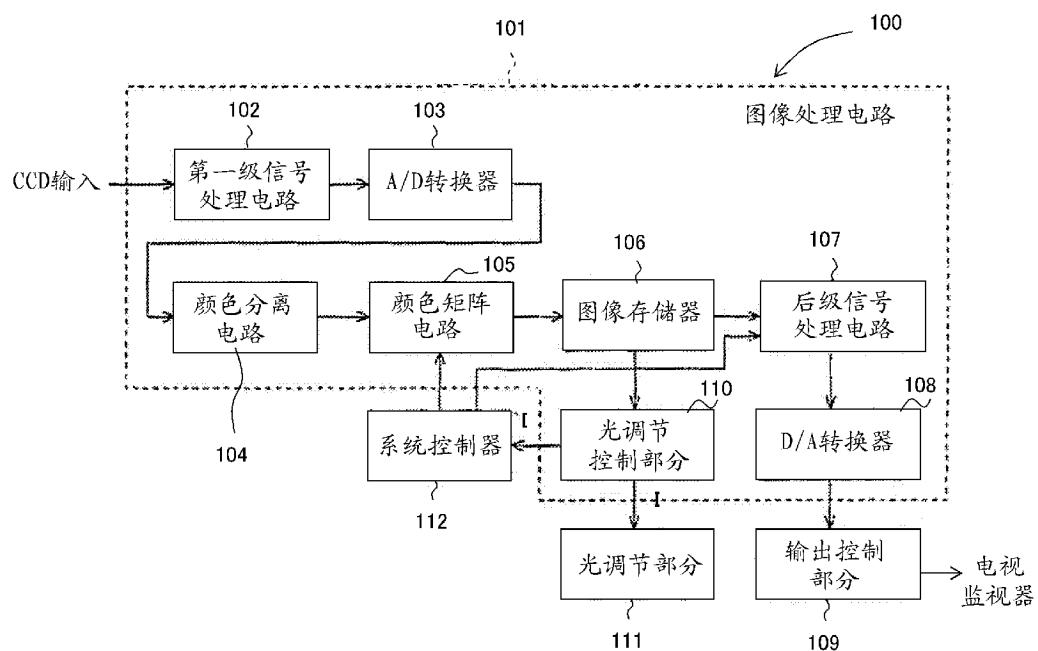


图 10

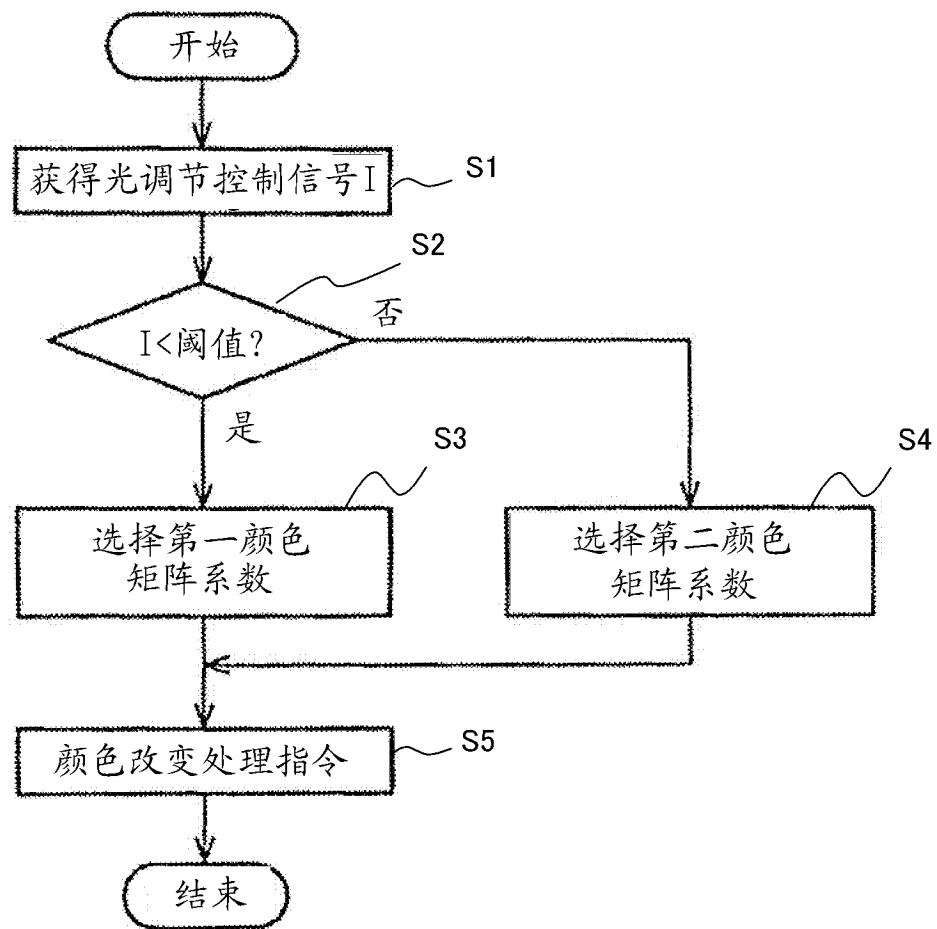


图 11