



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510004581.7

[43] 公开日 2005年7月27日

[11] 公开号 CN 1645942A

[22] 申请日 2005.1.18

[21] 申请号 200510004581.7

[30] 优先权

[32] 2004.1.22 [33] JP [31] 2004-014231

[71] 申请人 柯尼卡美能达影像株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 伊藤司 水口淳 中岛丈 高野博明

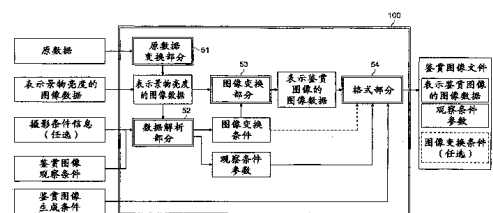
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所
代理人 许海兰

权利要求书3页 说明书44页 附图13页

[54] 发明名称 图像处理装置、摄影装置、图像处理方法及图像处理程序

[57] 摘要

本发明提供图像处理装置、摄影装置、图像处理方法及图像处理程序。在图像处理装置(100)中具备：取得能适用于色的外观模型的鉴赏图像所希望的观察条件，解析表示基于摄像数据的景物亮度的图像数据，从该解析结果和所述鉴赏图像所希望的观察条件计算图像变换条件的数据解析部分(52)；根据所述已被计算的图像变换条件，将表示所述景物亮度的图像数据变换成表示所述鉴赏图像的图像数据的图像变换部分(53)；以及在表示所述已被变换的鉴赏图像的图像数据中添加与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数并输出的格式部分(54)。本发明可不进行特别的计测，另外不需要特别的专门知识，从摄像数据简单地生成能适用于色的外观模型的图像数据。



1、一种图像处理装置，将表示景物亮度的摄影图像数据变换成表示鉴赏图像的鉴赏图像数据，其特征在于，包含：

一个数据解析部分，用于获得观察鉴赏图像的观察条件，解析摄影图像数据，并获得根据所述摄影图像数据的解析结果和用于观察所述鉴赏图像的所述观察条件用于进行使用色外观模式的色管理的图像变换条件和的观察条件参数；

一个图像变换部分，根据由所述数据解析部分获得的所述图像变换条件变换所述摄影图像数据，以便产生鉴赏图像数据；以及

一个格式部分，将所述观察条件参数附加到由所述图像变换部分所产生的所述鉴赏图像数据并输出附加了所述观察条件参数的所述鉴赏图像数据。

2、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，还包含一个操作部分，选择用于观察鉴赏图像的观察条件；

其中，所述数据解析部分获得与由所述操作部分所选择的所述观察条件对应的观察条件参数，所述格式部分将由所述数据解析部分所获得的所述观察条件参数附加到所述鉴赏图像并输出附加了所述观察条件参数的所述鉴赏图像数据。

3、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，所述数据解析部分获得与所述观察条件对应的临时观察条件参数，并通过根据所述摄影图像数据的所述解析结果修正所述临时观察条件参数而获得所述观察条件参数。

4、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，所述图像变换条件包含将所述景物亮度变换成所述鉴赏图像亮度的灰度变换条件。

5、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，所述图像变换条件包含将所述景物亮度变换成所述鉴赏图像亮度的灰度变换条件和白平衡修正条件。

6、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，所述数据解析部分从所述摄影图像数据获得或估算景物类型。

7、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，所述数据解析部分获得用于特殊的观察条件的临时灰度变换条件，并通过修正所述临时灰度变换条件获得灰度变换条件以便与所述观察条件一致。

8、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，所述数据解析部分获得所述图像变换条件，以便在亮度扩展的色空间中指示所述鉴赏图像。

9、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，所述格式部分附加由所述数据解析部分所获得的所述图像变换条件并输出附加了所述图像变换条件的所述鉴赏图像数据。

10、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，与用于观察所述鉴赏图像的所述观察条件对应的所述观察条件参数是在色外观模式 CIE-CAM97s 或色外观模式 CIE-CAM02s 中使用的观察条件参数。

11、如权利要求 1 记载的图像处理装置，其特征在于，还包含一个输入用户的观察条件参数的操作部分，

其中，所述格式部分将所述用户的所述观察条件参数附加到所述鉴赏图像数据并输出附加了所述用户的观察条件参数的所述鉴赏图像数据。

12、一种图像工序方法，将表示景物亮度的摄影图像数据变换成表示鉴赏图像的鉴赏图像数据，其特征在于，包含：

一个数据解析工序，用于获得观察鉴赏图像的观察条件，解析摄影图像数据，并获得根据所述摄影图像数据的解析结果和用于观察所述鉴赏图像的所述观察条件用于进行使用色外观模式的色管理的图像变换条件和观察条件参数；

一个图像变换工序，根据由所述数据解析工序获得的所述图像变换条件变换所述摄影图像数据，以便产生鉴赏图像数据；以及

一个格式工序，将所述观察条件参数附加到由所述图像变换工序

所产生的所述鉴赏图像数据并输出附加了所述观察条件参数的所述鉴赏图像数据。

图像处理装置、摄影装置、 图像处理方法及图像处理程序

技术领域

本发明涉及处理图像数据的图像处理装置、具有该图像处理装置的摄影装置、图像处理方法及图像处理程序。

背景技术

当今，彩色照相胶片的扫描图像或用摄影装置被摄影的数字图像数据经由 CD-R (CD-可记录的, CD-Recordable)、软盘、存储卡片等的存储设备和英特网被分配，或在 CRT (阴极射线管, Cathode Ray Tube)、液晶、等离子等的显示监视器和便携式电话的小型液晶监视器的显示设备中被显示，或使用数字打印机、喷墨打印机、感热式打印机等的输出设备，作为硬拷贝图像被打印等，其显示、打印方法正多种多样起来。

然而，各种显示、打印设备随着其原理和内部构成不同，能显示的色域和灰度特性不同，对于同一图像数据，使用各种显示、打印方法而外观不相同，这种情况一直多有发生。为减少这样的外观的差异，人们一直试图进行多种努力。

例如，试图将数字 RGB 信号表现的色空间标准化为不依存于摄像装置特性的色空间，现在，作为许多的数字图像数据被标准化了的色空间正采用“sRGB”（例如，参照“Multimedia Systems and Equipment-Colour Measurement and Management-Part2-1:Colour Management-Default RGB Colour Spance-sRGB”IEC“61966-2-1”）。该 sRGB 的色空间与标准的 CRT 显示监视器的色再现区域对应并被设定。

然而，用 CRT 显示监视器等的显示设备所显示的图像和用各种

打印设备所打印的硬拷贝图像随着使用的荧光体或色料的构成不同而色再现区域不相同。例如与 sRGB 标准色空间对应的 CRT 显示监视器的色再现区域有宽的、明亮的绿和蓝的区域，对于银盐照相打印、喷墨打印机、印刷等的硬拷贝有不能再现的区域，相反，在印刷、喷墨的青绿色区域和银盐照相的黄色区域中对于与 sRGB 标准色空间对应的 CRT 电视监视器有存在不能再现的区域（例如，参照“精细成像和数字照相”，コ口ナ商社，（社）日本照相学会出版委员会编，p.444）。

作为与这样的问题对应的方法，ICC（国际色彩协会，International Color Consortium）规定的 ICC 协议格式也经常使用。该方法是为了在第 1 设备中的再生而生成了的第 1 图像数据中预先添加第 1 设备的第 1 色空间信息，在用第 2 设备再生图像时，根据第 1 色空间信息将第 1 图像数据变换成在不依存于特定设备的 PCS（Profile Connection Space）的色空间中的第 3 图像数据，接着，根据第 2 设备的第 2 色空间信息使第 3 图像数据向已适合于在第 2 设备中的再生的第 2 图像数据变换的方法。在该方法中，显著地提高了在用测色计所测定的测色值的再生设备间的色再现性。

但是，人们知道，即使严密地再现测色值，对于实际的观察者，色的外观往往不同。这是因为人的视觉不能感觉绝对的测色值，在相应于观察条件（周围、背景的亮度等）的适应状态下，色的外观发生变化的缘故。例如，对于 CRT 那样的发光显示设备和打印那样的反射显示物，往往由于一般的观察条件和适应状态不同，因此即使在测色上一致，外观也不一致。

为了与这样的问题对应，使用色的外观模型的彩色管理已为人们所熟知。所谓色的外观模型是预测在各种观察条件下的“色的外观”的模型。更具体地说，从测色值，根据观察条件参数进行变换，计算表示在指定的观察条件下的“色的外观”的值。作为这样的色的外观模型，例如，作为标准模型经常使用由国际照明委员会（CIE）建议的 CIECAM97s。此外，不久，将会建议人们使用对 CIECAM97s 已加以改进的 CIECAM02（例如，参照非专利文献 1）。

除上述外，还发表了纳谷模型、**Hunt 模型**、**RLab 模型**、**LLab 模型**等。作为用这样的模型在计算中使用的观察条件参数的具体例子能举出适应视野的亮度、适应白色的 3 刺激值、背景相对亮度、周围的影响等。在图 13 中表示 CIECAM97s 的具体的观察条件参数。例如，能举出图 13 所示那样的 CIECAM97s 的具体的观察条件参数。

如果使用这样的色的外观模型，例如，通过将为了在第 1 观察条件下的再生而生成了的第 1 图像数据根据与第 1 观察条件对应的第 1 观察条件参数而适用于色的外观模型变换，从而变换成表示色的外观的值，接着通过将表示该色的外观的值根据与第 2 观察条件对应的第 2 观察条件参数而适用于色的外观模型逆变换，从而能够变换成为了在第 2 观察条件下的再生的第 2 图像数据。就是说能够用这样的方法在第 1 和第 2 观察条件下使色的外观一致（例如参照专利文献 1）。

这样，为实施使用了色的外观模型的彩色管理，必须与图像数据一起输入与所希望的该观察条件对应的观察条件参数。

【专利文献 1】特开平 7-222196 号公报

【非专利文献 1】矢口博久著，“色的外观模型-CIECAM02 的概要和课题”，图像电子学会彩色论坛 2003 予稿集，2003，p.57

但是，例如当在数字摄像机等的摄像中产生图像数据的场合，为了使该图像数据适用使用了色的外观模型的彩色管理，有必要预先确定与该图像数据对应的观察条件参数。如何设定该观察条件参数就成了问题。

每次摄影时对摄影景物的景物观察者的观察条件参数（适应视野的亮度、适应白色的 3 刺激值、背景相对亮度、周围的影响等）进行计测很繁杂。尤其对于明暗的差别大的景物，由于观察者注视了景物中的哪里，观察条件参数就发生变化，但每次摄影時計测观察者的视线方向是困难的。

另外，当在表示鉴赏图像的图像数据中要添加观察条件参数的场合，按照鉴赏图像所希望的观察条件将景物亮度变换成鉴赏图像的亮度的基础上，有必要计算正确地表达鉴赏图像所希望的观察条件的具

体的观察条件参数。

这样，在图像数据中添加适当的观察条件参数的作业是困难的作业，尤其对于色的外观模型没有具有特别的知识的人计算适当的观察条件参数几乎是不可能的。

发明内容

本发明的目的就是不进行特别的计测，也不需要特别的专门知识，从数字摄像机等的摄像数据简单地生成能适用于色的外观模型的图像数据。

为解决上述的课题，方案1记载的发明，其特征在于，一种图像处理装置将表示基于摄像数据的景物亮度的图像数据变换成表示鉴赏图像的图像数据，它具备：取得鉴赏图像所希望的观察条件，解析表示所述景物亮度的图像数据，从该解析结果和所述鉴赏图像所希望的观察条件计算图像变换条件的数据解析部分；根据由所述数据解析部分计算的图像变换条件，将表示所述景物亮度的图像数据变换成表示所述鉴赏图像的图像数据的图像变换部分；以及在表示由所述图像变换部分变换的鉴赏图像的图像数据中添加与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数并进行输出的格式部分。

方案2记载的发明，其特征在于，方案1记载的图像处理装置具备让选择鉴赏图像所希望的观察条件的操作部分，所述数据解析部分计算与由所述操作部分选择的观察条件对应的观察条件参数，所述格式部分在表示所述鉴赏图像的图像数据中添加由所述数据解析部分计算的观察条件参数并输出。

方案3记载的发明，其特征在于，在方案1或2记载的图像处理装置中，所述图像变换条件包含将景物亮度变换成鉴赏图像的亮度的灰度映射条件。

方案4记载的发明，其特征在于，在方案1或2记载的图像处理装置中，所述图像变换条件包含将景物亮度变换成鉴赏图像的亮度的灰度映射条件和白平衡修正条件。

方案 5 记载的发明，其特征在于，在方案 3 或 4 记载的图像处理装置中，所述数据解析部分从表示所述景物亮度的图像数据取得或推定景物的类别并进行解析。

方案 6 记载的发明，其特征在于，在方案 3~5 的任何一项记载的图像处理装置中，所述数据解析部分计算特定的观察条件中的临时灰度映射条件，将该临时灰度映射条件与鉴赏图像所希望的观察条件合在一起进行修正，并计算所述灰度映射条件。

方案 7 记载的发明，其特征在于，在方案 1~6 的任何一项记载的图像处理装置中，所述数据解析部分计算在亮度扩展空间中记载所述鉴赏图像的图像变换条件。

方案 8 记载的发明，其特征在于，在方案 1~7 的任何一项记载的图像处理装置中，所述格式部分在表示所述鉴赏图像的图像数据中添加由所述数据解析部分已计算的图像变换条件并输出。

方案 9 记载的发明，其特征在于，在方案 1~8 的任何一项记载的图像处理装置中，被添加到表示所述鉴赏图像的图像数据中的、与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数是在 CIE-CAM97s 或 CIE-CAM02s 中所使用的观察条件参数。

方案 10 记载的发明，其特征在于，它具备：对被摄物体摄像并输出摄像数据的摄像部分；从被所述摄像部分输出的摄像数据生成表示景物亮度的图像数据的图像生成部分；以及方案 1~9 的任何一项记载的图像处理装置，所述数据解析部分解析表示由所述图像生成部分已生成的所述景物亮度的图像数据。

方案 11 记载的发明，其特征在于，一种图像处理方法，将表示根据摄像数据的景物亮度的图像数据变换成表示鉴赏图像的图像数据，它包含：取得鉴赏图像所希望的观察条件，解析表示所述景物亮度的图像数据，从该解析结果和所述鉴赏图像所希望的观察条件计算图像变换条件的数据解析工序；根据所述被计算的图像变换条件将表示所述景物亮度的图像数据变换成表示所述鉴赏图像的图像数据的图像变换工序；以及在表示所述已被变换的鉴赏图像的图像数据中添加

与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数并输出的格式工序。

方案 12 记载的发明，其特征在于，方案 11 记载的图像处理方法包含让选择鉴赏图像所希望的观察条件的工序和计算与所述已被选择的观察条件对应的观察条件参数的工序，对于所述格式工序，在表示所述鉴赏图像的图像数据中添加所述已被选择的观察条件参数并输出。

方案 13 记载的发明，其特征在于，在方案 11 或 12 记载的图像处理方法中，所述图像变换条件包含将景物亮度变换成鉴赏图像的亮度的灰度映射条件。

方案 14 记载的发明，其特征在于，在方案 11 或 12 记载的图像处理方法中，所述图像变换条件包含将景物亮度变换成鉴赏图像的亮度的灰度映射条件和白平衡修正条件。

方案 15 记载的发明，其特征在于，对于方案 13 或 14 记载的图像处理方法，在所述数据解析工序中，从表示所述景物亮度的图像数据取得或推定景物的类别并进行解析。

方案 16 记载的发明，其特征在于，对于方案 13~15 的任何一项记载的图像处理方法，在所述数据解析工序中，计算在特定的观察条件中的临时的灰度映射条件，将该临时的灰度映射条件与鉴赏图像所希望的观察条件合在一起进行修正，并计算所述灰度映射条件。

方案 17 记载的发明，其特征在于，对于方案 11~16 记载的图像处理方法，在所述数据解析工序中，计算在亮度扩展空间中记载所述鉴赏图像的图像变换条件。

方案 18 记载的发明，其特征在于，对于方案 11~17 的任何一项记载的图像处理方法，在所述格式工序中，将所述已被计算的图像变换条件添加到表示所述鉴赏图像的图像数据中并输出。

方案 19 记载的发明，其特征在于，对于方案 11~18 的任何一项记载的图像处理方法，被添加到表示所述鉴赏图像的图像数据的、与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数是在

CIE-CAM97s 或 CIE-CAM02s 中被使用的观察条件参数。

方案 20 记载的发明，其特征在于，它是一种图像处理程序，该程序用于在计算机中让实现以下功能，即，取得鉴赏图像所希望的观察条件，解析表示根据摄像数据的景物亮度的图像数据，从该解析结果和所述鉴赏图像所希望的观察条件计算图像变换条件的数据解析功能；根据所述已被计算的图像变换条件，将表示所述景物亮度的图像数据变换成表示所述鉴赏图像的图像数据的图像变换功能；以及在表示所述已被变换的鉴赏图像的图像数据中添加与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数并输出的格式功能。

方案 21 记载的发明，其特征在于，对于方案 20 记载的图像处理程序，在所述计算机中，让实现选择鉴赏图像所希望的观察条件的功能和所述数据解析功能计算与所述已被选择的观察条件对应的观察条件参数的功能，所述格式功能将所述已被计算的观察条件参数添加到表示所述鉴赏图像的图像数据并输出。

方案 22 记载的发明，其特征在于，对于方案 20 或 21 记载的图像处理程序，所述图像变换条件包含将景物亮度变换成鉴赏图像的亮度的灰度映射条件。

方案 23 记载的发明，其特征在于，对于方案 20 或 21 记载的图像处理程序，所述图像变换条件包含将景物亮度变换成鉴赏图像的亮度的灰度映射条件和白平衡修正条件。

方案 24 记载的发明，其特征在于，对于方案 22 或 23 记载的图像处理程序，所述数据解析功能从表示所述景物亮度的图像数据取得或推定景物的类别并进行解析。

方案 25 记载的发明，其特征在于，对于方案 22~24 的任何一项记载的图像处理程序，所述数据解析功能计算特定的观察条件中的临时灰度映射条件，将该临时灰度映射条件与鉴赏图像所希望的观察条件合在一起进行修正，并计算所述灰度映射条件。

方案 26 记载的发明，其特征在于，对于方案 20~25 的任何一项记载的图像处理程序，所述数据解析功能计算在亮度扩展空间中记载

所述鉴赏图像的图像变换条件。

方案 27 记载的发明，其特征在于，对于方案 20~26 的任何一项记载的图像处理程序，所述格式功能将所述已被计算的图像变换条件添加到表示所述鉴赏图像的图像数据并输出。

方案 28 记载的发明，其特征在于，对于方案 20~27 的任何一项记载的图像处理程序，被添加到表示所述鉴赏图像的图像数据的、与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数是在 CIE-CAM97s 或 CIE-CAM02 中被使用的观察条件参数。

此处，说明在本发明的权利要求书和说明书中记载的用语。

在本发明中，所谓“表示景物亮度的图像数据”是属于 scene-referred 的 image-state 的图像数据的一种，特别意味着被记录的象素的亮度值和景物亮度的关系实质上处于一维直线的关系的图像数据。

另外，所谓本发明中的“表示鉴赏图像的图像数据”意味着属于 output-referred 的 image-state 的图像数据。此处使用的、所谓“image-state”是作为表示“图像数据的再现实态”的概念近几年固定下来的用语，其详细的定义例如被公布在下面的文献中。“Requirements for Unambiguous Specification of a Color Encoding ISO 22028-1”, Kevin Spaulding, in Pro. Tenth Color Imaging Conference: Color Science and Engineering Systems, Technologies, Applications, IS&T, Springfield, VA, p. 106-111 (2002)。

所谓“scene-referred”，意味着表达了风景景物的色度评价值的状态。例如对 DSC (Digital Still Camera) 的原数据只进行分光灵敏度等的校正，相当于没有增加所希望的强调的图像的状态。例如，一般所使用的原数据 (CCD (Charge-Coupled Devices) 等的感光元件输出的原数据)，通过进行修正 3 色的分光灵敏度的矩阵演算而能够变换成 scene-referred 的图像数据。

所谓“output-referred”意味着对于特定的输出设备、观察条件被再现成适当表达的状态。例如，由于一般的 DSC 生成的 JPEG (Joint

Photographic Coding Experts Group) 图像在显示器显示中被最佳化, 因此适用于 output-referred.

本发明中的、所谓“表示景物亮度的图像数据的解析”意味着进行表示该景物亮度的图像数据的直方图分析, 计算亮度分布的实际的最大值和最小值、出现频度最高的亮度值等的统计信息。此外, 希望从该直方图的形状进行通常摄影、逆光景物、频闪接近景物类别的判别。此外, 更希望预先进行肤色区域和面孔形状的检测, 求出该区域的平均(或中间模式)亮度。

所谓本发明中的“解析结果”意味着用上述的方法所得到的景物亮度的统计信息、景物类别、色区域和面孔区域的平均亮度等的信息。

所谓本发明中的“鉴赏图像所希望的观察条件”意味着在生成表示鉴赏图像的图像数据时作为前提的标准的观察条件。作为观察条件的类别, 例如可以举出 CRT 观察、投影机投影观察、打印观察等。在本发明中, 鉴赏图像所希望的观察条件例如通过让用户直接指定, 或让选择图像用途并采用该用途中的标准的观察条件而可确定。作为其它形态, 从已被指定为鉴赏图像数据输出用的色空间也能推定鉴赏图像所希望的观察条件。例如在 sRGB 色空间被指定的场合, 鉴赏图像所希望的观察条件是 CRT 观察, 在 YMCK 色空间被指定的场合, 推定为打印观察。此外, 在本发明的图像处理装置中, 当图像处理装置或打印装置等设备被连接, 向该设备输出表示鉴赏图像的数据的场合, 也能从该设备的机种信息推定鉴赏图像所希望的观察条件。例如, 在液晶投影机被连接的场合, 鉴赏图像所希望的观察条件推定为在微暗的房间中的投影观察。

所谓本发明中的“图像变换条件”, 意味着用于将表示景物亮度的图像数据变换成表示鉴赏图像的图像数据的条件, 具体地说, 包含白平衡修正、灰度映射的项目。在现有的技术中, 从表示景物亮度的图像数据的解析结果确定了这些图像变换条件。与此相对, 对于本发明, 其特征在于, 参照表示景物亮度的图像数据的解析结果和鉴赏图像所希望的观察条件的双方, 确定这些图像变换条件。另外, 在本发明的

图像处理中，希望在能取得与摄影条件有关的信息，例如用景物类型（屋外、屋内、肖像、夜景等）、有无频闪等 Exif(Exchangeable Image File Format)的信息等记载的信息时，也增加该取得信息进行参照，并在确定图像变换条件时加以利用。

以下，说明关于上述各项目。

以往，白平衡修正条件基本上根据不同的、表示景物亮度的图像数据的 RGB 信道的直方图解析结果而被确定下来。另外，尤其为了检测色调变化容易显眼的肤色，使肤色的色调进入理想的范围，也能进行调整白平衡条件。该方法是使将在表现表示鉴赏图像的图像数据的色空间中所指定的白色点（例如在 sRGB 色空间的场合是 D_{65} ）作为前提被计算的测色值（例如 CIE $L^*a^*b^*$ ）最佳化的技术，但对于鉴赏图像所希望的观察条件的相异并没有加以注意。例如，即使是相同的 sRGB 色空间的图像，往往当在明亮的室内靠近地观察有充分的光通量的 CRT 时，由于向 CRT 的白色点的适应性强，因此对于适当地能看见的图像当在微暗的室内看见光通量弱的投影机投影图像时，由于向投影图像的白色点的适应性差，因此看起来发绿。与此相对，在本发明的图像处理中，通过根据鉴赏图像所希望的观察条件，修正白平衡修正的条件，生成适合于鉴赏图像所希望的观察条件的图像。

接着，关于灰度映射进行说明。一般，摄影景物的照明的不均较多，亮度比超过 1000 被也不稀罕。（例如，参照日本彩色学会编 彩色科学手册第 2 版，东京大学出版社，p925-926（1998）），与此相对，各种媒体能显示的亮度比是 100 倍数量级。表示鉴赏图像的图像数据的灰度必然与表示景物亮度的图像数据的灰度不同。因此，将从表示景物亮度的图像数据的灰度向表示鉴赏图像的图像数据的灰度进行变换的工序叫做灰度映射。该工序可以通过分成在宽广范围的景物亮度中选择映射成鉴赏图像的中心亮度的亮度区域的曝光修正、和选择用怎样的关系映射景物亮度和鉴赏图像的亮度的灰度修正这样的 2 个工序来考虑，但在实际技术中也存在同时进行两者的修正的算法，因此此处总称为灰度映射。

该灰度映射条件不是千篇一律的，有必要根据摄影景物的状况使其变化。例如景物在是 7 成明亮，3 成背阴的场合，通常应进行灰度映射，以便使景物的明亮的部分或者全部景物的平均亮度容易看见。但是，在所述背阴的部分大致位于画面的中央，人物映照在那里的场合，判断为逆光景物，为了在所述背阴部分容易看见人物，必须变更灰度映射。另外，对于像集体照相那样拍了小的面孔的照片希望对比度稍强的表现，与此相对，对于肖像那样的面孔的特写的照相希望对比度稍弱的表现。因此，根据景物亮度的统计信息、景物类别、肤色区域和面孔区域的平均亮度的解析结果，实行确定映射条件的方法。具体地说，例如在特愿 2003-434669 号中记载的方法已为人们所熟知。这样的现有的技术是使将在表现表示鉴赏图像的图像数据的色空间中所指定的再现灰度系数（例如在 sRGB 色空间的场合大约是 2.2）作为前提被计算的测色值（例如 CIE $L^*a^*b^*$ ）的亮度灰度最佳化的技术。与此相对，对于本发明是这样的特征，即，也加进所希望的观察条件使该映射条件变化。例如在明亮的房间和微暗的房间中观察相同的亮度图像的场合，由于在微暗的房间观察的场合看起来明亮和对比度强，因此在鉴赏图像所希望的观察条件下周围环境微暗的场合，最好根据标准的灰度映射条件而稍微暗且对比度弱地进行调整。这样，在本发明中，与鉴赏图像所希望的观察条件一致地调整灰度映射。

所谓本发明中的“与鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数”是在所述鉴赏图像所希望的观察条件下被假定的、在色的外观模型的计算中使用的具体的输入数据，并能举出适应视野的亮度、适应白色的 3 刺激值、背景相对亮度、周围的影响等。用户也可以直接指定这样的观察条件参数的具体的值，除专家外，由于一般的用户设定观察条件参数的具体的数值往往是困难的，因此希望预先准备表示观察条件的种类和观察条件参数的对应关系的表，与用户已指定的观察条件的种类对应，设定具体的观察条件参数。另外，希望根据表示所述景物亮度的图像的解析结果，按照需要修正在所述表中已被准备的

观察条件参数的数值。例如作为背景相对亮度，通常采用适应白色亮度的 20%左右的值，但例如在像夜景和焰火的照相那样全部图像的背景比所述值明显地暗的场合，将背景相对亮度的值设定得更暗。

与这样的鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数以作为元信息（标签信息）记录在表示鉴赏图像的图像数据的文件内、或记录在与该文件相关联的其它文件内的形式，被添加到表示鉴赏图像的图像数据中并被输出。

这样，在本发明的图像处理中所生成的、表示鉴赏图像的图像数据变换成使得适合于鉴赏图像所希望的观察条件，并且，添加与鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数。因此，接收了表示在本发明的图像处理中被生成的鉴赏图像的图像数据的图像显示装置、打印装置或其它的图像处理装置，就会在与鉴赏图像所希望的观察条件不同的观察条件下，也能够使用色的外观模型，达成适当的图像外观。

另外，在本发明中，希望对于在图像处理的演算中使用的色空间和输出鉴赏图像的色空间，使用亮度扩展色空间。下面，对该亮度扩展色空间进行说明。当前在 DSC 图像中普遍被使用的 sRGB 色空间根据 IEC（International Electrotechnical Commission）作为 IEC61966-2-1 被规格定义。例如在 8 位的场合，黑色点被规定为作为 8 位的最小值的 0，白色点被规定为作为 8 位的最高值的 255，并且，显示、印刷图像数据时的灰度系数（ γ ）被规定为 2.2。此处成问题的是所谓白色点指什么。作为白色点一般认为有 (i) 显示、印刷时的媒体的空白、(ii) 摄影景物中的完全扩散反射板的空白、(iii) 摄影景物中的亮度最大值（包含镜面反射和发光部分）的 3 种，但当前市场上的显示设备、打印机、与图像有关的应用软件将 (i) 看作白色点进行运转。

当将用 DSC 已摄影的原数据变换成鉴赏图像参照数据（output-referred）时，在显示、印刷时想要进行白色显示的景物亮度分配白色点，但在该场合，(ii) 和 (iii) 的区域往往摄影亮度值比该白色点高，大于等于白色点的象素值不能记录，因此就会将该区域全部

涂上白色。但是，由于 DSC 的曝光调整并不是万能的，因此产生以后调整图像的必要。例如，在前额和鼻子上有光反射，在前额中产生白色脱落的场合作为例子被列举。但是，对于在 sRGB 色空间中已记录的图像，由于该区域用白色（8 位的场合是 255）被限制（clipping），该区域的摄影信息被丢失，因此不能对它进行修正。为避免这样的问题，人们考虑将(iii)作为白色点进行数据记录，但由于显示设备、打印机、与图像关联的应用软件将该白色点作为（i）处理，因此这样的图像微暗且对比度弱地被显示、打印，不适合于鉴赏。

与此相对，能进行超过白色点的亮度值的记录的色空间被提案。例如，IEC61966-2-2 规定的 scRGB、scRGB-n1、scYCC-n1 和 ANSI/I3A IT10.7466 规定的 RIMM RGB、ERIMM RGB 作为例子被列举。在本说明书中将这样的色空间总称为“亮度扩展色空间”。下面，以 16 位的 scRGB 色空间为例进行说明。对于在 CIE 1931 XYZ 空间的测色值，用 0 标准化黑色点、用 1 标准化白色点后的值设定为 X、Y、Z，那么 scRGB 的 R、G、B 值如下式（1）、（2）那样被定义。此处，R'、G'、B' 表示不被量化为整数的浮动小数点处的值。

【数学式 1】

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.240625 & -1.537208 & -0.498629 \\ -0.968931 & 1.875756 & 0.041518 \\ 0.055710 & -0.204021 & 1.056996 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{round}[(R' \times 8192.0) + 4096] \\ \text{round}[(G' \times 8192.0) + 4096] \\ \text{round}[(B' \times 8192.9) + 4096] \end{pmatrix} \quad \dots (2)$$

相反,也能够如下式(3)、(4)那样从 scRGB 的 R、G、B 向 X、Y、Z 变换。

【数学式 2】

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (R \div 8192.0) - 0.5 \\ (G \div 8192.0) - 0.5 \\ (B \div 8192.0) - 0.5 \end{pmatrix} \quad \dots (3)$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \quad \dots (4)$$

通过上述的定义,黑色点的 (R'、G'、B') 变成 (0、0、0), 其 16 位表现 (R、G、B) 变成 (4096、4096、4096)。另外, D₆₅ 白色点中的 (R'、G'、B') 变成 (1、1、1), 其 16 位表现 (R、G、B) 变成 (12288、12288、12288)。在 16 位表现中从 0 到 4095 为止相当于小于等于黑色点的亮度, 从 4096 到 12288 为止相当于大于等于黑色点小于等于白色点的亮度, 从 12288 到 65535 为止相当于超过白色点的亮度, 对于用 0.0 标准化黑色点、用 1.0 标准化白色点的值能够表现从 -0.5 到 7.4999 的亮度范围。

若对于用于本发明的图像处理的演算的色空间和输出表示鉴赏图像的图像数据的色空间, 使用上述的亮度扩展色空间, 那么能够不限制 (clipping) 在白色点中而将在鉴赏图像中景物亮度比应白色显示的区域高的区域的数据作为大于等于白色点的亮度预先记录。若预先这样做, 那么其它的显示装置、打印装置接收表示在本发明的图像处理中已生成的鉴赏图像的图像数据, 并在向与不同于鉴赏图像所希望的观察条件的观察条件对应的图像数据变换时, 能够防止白色点附近的损坏和模拟轮廓的发生。

另外, 可以在输出表示本发明输出的鉴赏图像的图像数据的色空间中采用上述的亮度扩展色空间, 而且在表示鉴赏图像的图像数据中添加在本发明的图像处理中已实施的图像变换条件并输出。若预先这样做, 那么在已接收鉴赏图像文件的其它的图像处理装置中, 在想要使用与在生成表示鉴赏图像的图像数据时已使用的色的外观模型之间没有互换性的其它色的外观模型时, 就能够从表示鉴赏图像的图像数据倒算表示景物亮度的图像数据, 重新根据其它的色的外观模型进行

图像变换。

此外，式(2)是用于用16位的无符号整数表现色空间的变换，当在图像处理装置中能高速处理浮动小数点的场合，在内部演算中可以使用式(1)所定义的浮动小数点值(R'、G'、B')。该(R'、G'、B')值相对于亮度呈比例关系，因此图像处理的演算式变得简单，作为浮动小数点处理所容许的场合的本发明的图像处理的演算而言是理想的形态。

此外，由于由scRGB记录与亮度值有线性式的关系的整数，因此在文件中记录了时的尺寸变大。所以，当将数据记录在文件中，或发送到其它的图像处理装置、显示装置、打印机中时，可以在用比scRGB更小的尺寸能记录的亮度扩展色空间中变换数据。作为这样的色空间，能举出IEC61966-2-2Annex B规定的scRGB-n1、scYCC-n1和ANSI/I3A IT10.7466规定的RIMM RGB。相反，在数据尺寸没有问题的场合，替代整数值的scRGB，也可以考虑将所述的浮动小数点标记的数据记录在文件中，或将数据转送到其它的图像处理装置、显示装置、打印机中的形态。这样，具体的亮度扩展色空间的选择能够根据应用本发明的装置的规格任意被确定。

若依据本发明，那么由于从表示基于摄像数据的景物亮度的图像数据的解析结果和鉴赏图像所希望的观察条件而计算图像变换条件，根据已被计算的图像变换条件，将表示所述景物亮度的图像数据变换成表示鉴赏图像的图像数据，将与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数添加到表示所述已被变换的鉴赏图像的图像数据中并输出，因此在摄影时不进行特别计测，另外也不需要特别的专门知识，能够从数字摄像机等的摄像数据简单地生成表示能适用于色的外观模型的鉴赏图像的图像数据。

另外，由于将与鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数添加到表示已被输出的鉴赏图像的图像数据中并输出，因此通过将表示所述鉴赏图像的图像数据输出到已适应色的外观模型的各种图像显示装置、打印装置、图像处理装置等设备中，从而对于与在所述设备

一侧使用所述观察参数而生成鉴赏图像时所希望的观察条件不同的观察条件，也能够适当地再现在生成鉴赏图像时已希望的色的外观。

附图说明

图 1 是表示涉及本发明的实施形态的图像处理系统 1 α 主要部分构成的概要的图。

图 2 是表示作为图像处理装置 100 的应用程序的功能的构成的图。

图 3 是表示鉴赏图像观察条件的选择对话 DI 的图。

图 4 是表示数据解析部分 52 的内部构成和演算处理的流程的图。

图 5 是表示由图像内容解析部分 521 实行的图像内容解析处理的流程图。

图 6 是表示 2 维直方图的一例的图。

图 7 是表示由临时图像变换条件确定部分 522 实行的临时图像变换条件确定处理的流程图。

图 8 是表示灰度变换曲线的图。

图 9 是表示灰度映射修正前后的亮度的变换曲线的图。

图 10 是表示彩色管理的概要的图。

图 11 是表示由 CAM 变换部分 71 实行的 CAM 变换处理的流程图。

图 12 是表示由 CAM 逆变换部分 72 实行的 CAM 逆变换处理的流程图。

图 13 是表示 CIECAM97s 的具体的观察条件参数的图。

具体实施方式

以下，参照附图说明涉及本发明的实施形态。首先，参照图 1~图 4 说明本实施形态的装置构成。

在图 1 中表示涉及本发明的实施形态的图像处理系统 1 α 的主要部分构成的概要。图像处理系统 1 α 具备图像处理装置 100，监视器

41, 操作部分 42, 数字摄像机 43, CD/DVD (Digital Versatile Disc) 驱动器 44, LAN (Local Area Network) 等网络线路 45, 打印机 46, 以及投影机 47。图像处理装置 100 具备控制部分 10, 存储部分 20, 以及输入输出 I/F (接口) 而被构成。

监视器 41, 操作部分 42, 数字摄像机 43, CD/DVD 驱动器 44 和网络线路 45 被连接到输入输出 I/F30。控制部分 10 具备对各部分进行中央控制的 CPU (Central Processing Unit) 11, RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory) 等存储器 12 等。

图像处理系统 1 α 具备由个人计算机, 监视器, 用户等输入各种选择事项的操作部分 42, 通过将作为应用程序 21 被存储在存储部分 20 中的程序读入到控制部分 11 的存储器 12 中, 并在控制部分 10 的 CPU11 中实行, 个人计算机等就会作为图像处理装置 100 的一部分发挥作用。图像处理装置 100 经由输入输出 I/F 部分 30, 能与数字摄像机 43, CD/DVD 驱动器 44, 网络线路 45 连接, 并能够从这些装置、线路输入图像数据, 输出表示鉴赏图像的图像数据。另外, 在个人计算机中能够连接投影用的投影机 47 等的图像显示、打印装置, 在将表示鉴赏图像的图像数据输出到这些装置の場合, 表示鉴赏图像的图像数据从所述应用程序 21 被输出到未图示的图像显示、打印装置的驱动软盘中。

在图 2 中, 表示作为图像处理装置 100 的应用程序的功能的构成。图像处理装置 100 通过作为上述个人计算机的功能具备原数据变换部分 51, 数据解析部分 52, 图像变换部分 53, 以及格式部分 54 而被构成。通过用户操作在有原数据的输入命令时, 该原数据就向原数据变换部分 51 传送, 通过校正传感器分光灵敏度的矩阵演算、自动白平衡演算、自动曝光修正演算之类的众所周知的演算被变换成表示景物亮度的图像数据, 并向数据解析部分 52 传送。另外, 在通过用户操作已有表示景物亮度的图像数据的输入命令の場合, 表示该景物亮度的图像数据直接向数据解析部分 52 传送。

另外, 当已被输入的图像数据的摄影条件信息(快门速度、光圈、

景物类型、频闪有无等)作为元数据被记录到该图像数据的文件内,或从与该图像数据有关联并已被记录的其它的文件能取得的场合,该摄影条件信息也向数据解析部分 52 传送。

在图 3 中,表示鉴赏图像观察条件的选择对话 DI。另外,在已有图像数据的输入命令时,在监视器 41 中显示图 3 所示的鉴赏图像观察条件的选择对话 DI,根据选择对话 DI,用户经由操作部分 42 已选择输入的观察条件的信息向数据解析部分 52 被传送。

接着,对图像处理装置 100 中的数据解析部分 52 的内部构成及其演算进行说明。在图 4 中,表示数据解析部分 52 的内部构成和演算处理流程。数据解析部分 52 具备图像内容解析部分 521,临时图像变换条件确定部分 522,临时图像变换条件修正部分 523,观察条件表参照部分 524,以及观察条件参数修正部分 525 而被构成,此外,作为被存储在存储部分 20 中的数据,具有白平衡修正系数表 61,灰度映射修正条件表 62,观察条件表 63,以及观察条件参数的修正加权表 64。

表示景物亮度的图像数据被送到图像内容解析部分 521。在图 5 中,表示由图像内容解析部分 521 实行的图像内容解析处理。此处,参照图 5 说明由图像内容解析部分 521 实行的图像内容解析处理。

首先,表示景物亮度的图像数据被进行灰平衡调整(步骤 S0)。该灰平衡调整是用于正确地进行步骤 S1 中的变换而进行的调整。而且,表示已被灰平衡调整的景物亮度的图像数据的 RGB 值被变换成 HSV 显色系统的值(步骤 S1)。HSV 显色系统是用色调(Hue)、色度(Saturation)、亮度(Value 或 Brightness)的 3 个要素表示,并在由芒塞尔(マンサル)提案的显色体系的基础上被研究出来的。变换方法的实例,例如写入 John Clark Craig, Jeff Webb 共同编著 永山操译“Visual Basic5.0 技术丛书”(ASCII 出版社)512 页。

在步骤 S1 中,在取得表示景物亮度的图像数据的各象素的色调和亮度值时,在将 X 轴作为色调值(H)、将 Y 轴作为亮度值(V)的坐标平面内生成表示象素的累积频数分布的 2 维直方图(步骤 S2)。

在图 6 中表示 2 维直方图的一例。图 6 所示的 2 维直方图是表示在将 Y 轴作为亮度 (V) 的坐标平面内具有象素的累积频数分布的值的阵点。位于坐标平面的边缘的阵点保持分布在色调值 (H) 为 18、亮度值 (V) 约为 13 的范围内的象素数的累积频数。除此以外的阵点保持分布在色调值 (H) 为 36、亮度值 (V) 约为 25 的范围内的象素数的累积频数。区域 A 表示色调值 (H) 为 70~184 的绿色色调区域。

接着, 根据步骤 S2 中所生成的 2 维直方图, 将表示景物亮度的图像数据分割成规定的亮度区域 (步骤 S3)。具体地说, 通过被生成的 2 维直方图以预先被定义的至少 1 个亮度值为边界, 被分割成至少 2 个平面, 将表示景物亮度的图像数据分割成规定的亮度区域。在本发明中, 希望通过至少 2 个亮度值, 将表示景物亮度的图像数据分割成 3 个平面。作为设为边界的亮度值希望用 HSV 变换程序的计算值定义为 85、170。在本发明实施形态中也假定将 2 维直方图 (表示景物亮度的图像数据) 用 85、170 的亮度值分割成 3 个亮度区域。因此, 有可能将 2 维直方图 (表示景物亮度的图像数据) 分割成阴影区域 (亮度为 0~84)、中间区域 (亮度为 85~196)、高亮部分 (亮度为 170~255)。

在步骤 S3 中, 若将表示景物亮度的图像数据分割成规定的亮度区域, 那么对于已被分割的各自的亮度区域, 通过用输入图像数据的全部象素数除各区域内的累积频数分布的 σ 值, 计算各亮度区域在输入图像的画面内占有的比例, 即, 每个亮度区域的占有率。(步骤 S4)。

接着, 根据在步骤 S2 中所生成的 2 维直方图, 将表示景物亮度的图像数据分割成由规定的色调及亮度的组合组成的区域 (步骤 S5)。具体地说, 通过已被生成的 2 维直方图以预先被定义的至少 1 个色调值和 1 个亮度值为边界被分割成至少 4 个区域, 从而将输入图像数据分割成由规定的色调和亮度的组合组成的区域。在本发明中, 希望通过至少 1 个色调值和 2 个亮度值, 分割成 6 个区域。作为设为边界的色调值, 希望用 HSV 变换程序的计算值定义为 70。另外, 作为设为边界的亮度值, 希望用 HSV 变换程序的计算值定义为 85、170。因此,

有可能将 2 维直方图（表示景物亮度的图像数据）至少分割成皮肤色调阴影区域（色调值为 0~69、亮度值为 0~84）、皮肤色调中间区域（色调值为 0~69、亮度值为 85~169）、皮肤色调高亮区域（色调值为 0~69、亮度值为 170~255）。

若将表示景物亮度的图像数据分割成由规定的色调和亮度的组合的区域，那么通过对于已被分割的各自区域，用输入图像数据的全部象素数除象素的累积频数分布的 σ 值，计算各分割区域在输入图像的画面内占有的比例，即，每个分割区域的占有率（步骤 S6）。

接着，根据在步骤 S4 和 S6 中已被求出的占有率，推定表示景物亮度的图像数据的摄影景物（步骤 S7），然后结束图像内容解析处理。具体地说，通过阴影、中间、高亮区域的占有率和皮肤色调阴影区域、皮肤色调中间区域、皮肤色调高亮区域的占有率，推定是逆光，或是频闪接近摄影，或是通常景物，然后结束本处理。作为推定方法，像表示成下列“定义 1”那样，定义摄影景物与中间、高亮区域的各占有率的大小关系以及皮肤色调阴影、皮肤色调中间、皮肤色调高亮区域的各占有率的大小关系之间的对应关系，并作为表预先存储在 ROM 等中，根据该定义推定摄影景物。

[定义 1]

阴影区域的占有率	...Rs
中间区域的占有率	...Rm
高亮区域的占有率	...Rh
皮肤色调阴影区域的占有率	...SkRs
皮肤中间区域的占有率	...SkRm
皮肤色调高亮区域的占有率	...SkRh
逆光景物	...Rs > Rm, Rh > Rm, SkRs > SkRm > SkRh
频闪接近摄影	...Rh > Rs, Rh > Rm, SkRh > SkRm > SkRs

此外，当在图像内容解析部分 521 中记载了被输入摄影条件信息并用该摄影提信息已进行逆光摄影和频闪接近摄影的场合，省略上述的图像内容解析处理，并根据该摄影条件信息确定摄影景物推定结果。

用以上的图像内容解析处理已计算的所述各种统计信息和景物推定结果，作为图像内容解析结果，从图像内容解析部分 521 被送到临时图像变换条件确定部分 522 和观察条件参数修正部分 525。

在临时图像变换条件确定部分 522 中，将预先被确定的特定的观察条件参数作为前提计算临时图像变换条件。该临时图像变换条件向与在临时图像变换修正部分 523 中所指定的观察条件参数对应的图像变换条件修正。这样，不必用 2 个阶段计算图像变换条件。但是，作为预先确定的特定的观察条件参数，若设定为采用相当于在室内的 CRT 观察的条件、用上述的 2 个阶段计算图像变换条件的形态，那么由于在临时图像变换条件确定部分 522 的演算中能使用已将 sRGB 最佳化作为前提的现有的算法，因此就能简单地形成图像处理装置 100。

接着，说明作为在临时图像变换条件确定部分 522 中的演算内容的例子的灰度变换处理。此外，临时图像变换条件确定部分 522 的演算方法不应被限定于下述灰度变换处理，如上述那样，能够使用将 sRGB 最佳化作为前提的现有的各种算法。

此处，作为在进行灰度变换处理时必要的、确定灰度变换后的目标值的指标，一般使用整体图像的亮度的平均值。但是，理想的是进行调整，以便对于逆光景物和频闪摄影景物等，在图像中使极端明亮的区域和暗的区域混在一起，而且使用作为重要的被摄物体的面孔区域的亮度的平均值，将面孔区域的亮度修正为适当的值。在实际摄影中，由于明亮的区域和暗的区域的亮度的差异各不相同，因此希望按照其差异的程度，调整重视面孔区域的亮度的比例（以下，称作面孔区域的贡献率）。

因此，在本实施形态中，利用摄影景物的推定结果，考虑面孔区域和全部图像的亮度的差异程度，确定处理临时图像变换条件。在图 7 中，表示由临时图像变换条件确定部分 522 实行的临时图像变换条件确定处理。

首先，从表示景物亮度的图像数据进行面孔区域的抽取（步骤 S11）。人们知道在面孔区域的抽取方法中有很多方法，但在本发明中，

希望将 X 轴作为色调 (H)，将 Y 轴作为色度 (S) 生成 2 维直方图，并将分布在由规定的色调和色度的组合组成的肤色区域中的象素作为面孔区域抽取。希望对于使用 2 维直方图的场合的肤色区域，在 HSV 变换程序的计算值中，色调值为 0~50，色度值为 10~120。

此外，希望与抽取上述的肤色区域的方法合并，另外进行抽取面孔区域的图像处理，使抽取精度提高。在抽取面孔区域的图像处理中，可以进行众所周知的怎样的处理。作为抽取所述众所周知的面孔区域的图像处理的例子，能举出单纯区域扩展法等。所谓单纯区域扩展法是通过当离散地抽取适合于肤色的定义的象素（肤色象素）的场合，对于周围的象素求出与所述离散地被抽取的肤色象素的差，在该差比规定的阈值小的场合判断为肤色象素，接着使面孔区域扩展下去，使作为面孔区域的抽取变为可能。另外，使用神经网络的学习功能也能从肤色区域抽取面孔区域。

若在步骤 S11 中抽取面孔区域，那么就计算已被抽取的面孔区域的平均亮度值和全部图像的平均亮度值（步骤 S12）。另外，根据用图像内容解析部分 521 中的图像内容解析处理所推定的摄影景物，确定面孔区域的贡献率（步骤 S13）。面孔区域的贡献率，例如，如下述[定义 2]所示那样，根据经验值预先与摄影景物对应被设定。该摄影景物和面孔区域的贡献率的相关值被图表化，并被存储在 ROM 等中，通过参照该图表，确定基于摄影景物的面孔区域的贡献率。

[定义 2]

逆光景物	=100%
半逆光景物	=50%
频闪接近摄影	=100%
通常景物	=30%

希望逆光景物按照面孔区域的平均亮度值，或对于全部图像的亮度偏差量（详细情况后述），调整面孔区域的贡献率。在上述的例子中，表示对于面孔区域的平均亮度值设置阈值，根据是否超过阈值将逆光景物的程度分为 2 个阶段的例子，但可以更详细地设定逆光景物

的程度。

接着，根据已被确定的面孔区域的贡献率，成为亮度区域的限制指标的“黑色饱和点”和“白色饱和点”，以及适用于输入图像数据的“灰度变换曲线的种类”作为临时图像变换条件被确定（步骤 S14），并结束临时图像变换条件确定处理。

以下，说明关于“平均亮度值”的确定方法。

若将全部图像的平均亮度值设定为 a ，将面孔区域的平均亮度值设定为 b ，将面孔区域的贡献率设定为 Rsk ，那么平均亮度输入值 (C) 通过下式 (5) 被求出。

$$C=a \times (1-(Rsk \times 0.01))+(b \times Rsk \times 0.01) \quad \cdots (5)$$

在图 8 中，表示灰度变换曲线。接着，如图 8 所示那样，确定灰度变换曲线，以便将该平均亮度输入值变换成预先被设定的平均亮度值变换目标值。在图 8 中，主要在逆光景物的场合，确定平均亮度输入值变为 $C1$ ， $C2$ ，输出值变得更明亮那样的灰度变换曲线。在通常的场合，确定平均亮度输入值变为 $C3$ ，输出值稍微变得明亮那样的灰度变换曲线。在频闪接近摄影的场合，确定平均亮度输入值变为 $C4$ ， $C5$ ，输出值与输入值相等，或稍微变低那样的灰度变换曲线。

灰度变换曲线的确定，通过根据已被计算的平均亮度输入值，通过每次改变灰度变换曲线进行，也可以是预先准备多条灰度变换曲线，按照平均亮度输入值选择、应用灰度变换曲线的形态。另外，也可以预先准备多条图 8 所示的灰度变换曲线，并按照集合照相、肖像等摄影模式信息分别使用。

接着，说明临时图像变换条件修正部分 525 的演算内容。在图像处理装置 100 的存储部分 20 中，存储着记载了已被指定的观察条件和鉴赏图像的白平衡修正系数的关系的白平衡修正系数表 61 和记载了已被指定的观察条件和灰度映射修正条件的关系的灰度映射修正系数表 62，在临时图像变换条件修正部分 523 中，参照白平衡修正系数表 61 和灰度映射修正系数表 62，修正临时图像变换条件，计算图像变换条件。

下列表示白平衡修正系数表 61 的例子。

【表 1】

观察条件	白平衡修正系数		
	kR	kG	kB
CRT 显示 (办公室)	1	1	1
CRT 显示 (家庭)	1.018	0.9976	0.9720
投影机投影 (暗室)	1.035	0.9952	0.9441
...			
广告	1	1	1

下列表示灰度映射修正条件表 62 的例子。

【表 2】

	灰度映射修正条件
CRT 显示 (办公室)	A
CRT 显示 (家庭)	B
投影机投影 (暗室)	C
...	
广告	A

在图 9 中表示灰度映射修正前后的亮度的变换曲线。在灰度映射修正条件表 62 中被记为 A、B、C 的意味着用图 9 的 A·B·C 所示的变换曲线。通过将作为临时图像变换条件被给与的灰度影响表的值作为图 9 的修正前的亮度，读取已被选择的变换曲线上的修正后的亮度，能够得到已被修正的灰度映射表。

以上，由临时图像变换条件修正部分计算的灰度映射表和白平衡修正系数，作为图像变换条件从数据解析部分 52 被输出，并向图像变换部分 53 被传送。

接着，进行观察条件表参照部分 524 的功能说明。在图像处理装置 100 的存储部分 20 中，存储着记载与在色的外观模型的计算中使用的具体的参数的关系的观察条件表 63。

下列表示作色的外观模型是 CIECAM02 的场合的观察条件表 63 的例子。

【表 3】

观察条件	临时观察条件参数							
	Xw	Yw	Zw	LA	Yb	C	Nc	F
CRT 显示 (办公室)	95.043	100.000	108.879	16	18	0.69	1.0	1.0
CRT 显示 (家庭)	95.043	100.000	108.879	16	18	0.59	0.95	0.9
投影机投影 (暗室)	95.043	100.000	108.879	47.74	18	0.525	0.8	0.8
...								
广告	96.42	100.000	82.49	63.66	18	0.69	1.0	1.0

在观察条件表参照部分 524 中，从观察条件表 63 检索与已被输入的观察条件对应的观察条件参数，并将适当的值作为临时观察条件参数输出。

在观察条件参数修正部分 525 中，根据从图像内容解吸部分 521 被输入的图像内容解析结果，修正临时观察条件参数。在一般的色的

外观模型中,所谓背景意味着大约 2 度视野的外侧并且 10 度视野的内侧的区域,适应视野意味着 10 度视野的外侧的区域。在该背景和适应视野位于鉴赏图像的外侧的场合,该背景和适应视野的区域的亮度依存于周围的观察环境,但当鉴赏图像的尺寸大,该背景和适应视野的区域位于鉴赏图像内的场合,该背景和适应视野的区域的亮度受到鉴赏图像的状态的影响。在观察条件参数修正部分 525 中,在设定这样的状况的场合,进行临时观察条件参数的修正,并将修正完的值作为观察条件参数输出。另外,在没有设定所述状况的场合,将临时观察条件参数的值原封不动地作为观察条件参数进行输出。

具体地说,在图像处理装置 100 的存储部分 20 中,存储着下述的观察条件参数的修正加权表 64。

【表 4】

观察条件	观察条件参数的修正加权系数							
	Xw	Yw	Zw	LA	Yb	C	Nc	F
CRT 显示 (办公室)	0	0	0	0	0.2	0	0	0
CRT 显示 (家庭)	0	0	0	0	0.2	0	0	0
投影机投影 (暗室)	0	0	0	0.5	0.8	0	0	0
...								
广告	0	0	0	0.2	0.5	0	0	0

按照所指定的观察条件,从上述表中取得各观察条件参数的修正加权系数 w 。根据该系数 w ,由下式(6)计算观察条件参数。

$$P_{\text{corr}} = P_{\text{temp}} * (1-w) + P_{\text{fig}} * w \quad \dots(6)$$

P_{temp} : 临时观察条件参数

P_{fig} : 从鉴赏图像被计算的观察条件参数

P_{corr} : 观察条件参数

此处, 由鉴赏图像计算的观察条件参数用下式 (7)、(8) 计算。

在 LA 的场合:

$$LA_{fig} = (V_{avg}/100)Y_w \quad \dots(7)$$

V_{avg} : 鉴赏图像的平均亮度值

在 Yb 的场合:

$$Yb_{fig} = (V_{avg}/100)Y_w \quad \dots(8)$$

V_{avg} : 鉴赏图像的平均亮度值

以上, 由观察条件参数修正部分 525 计算的观察条件参数从数据解析部分 52 被输出, 并向格式部分 54 被传送。

在以上的数据解析部分 52 中的演算的结果, 计算图像变换条件和与观察条件对应的观察条件参数。

由数据解析部分 52 计算的图像变换条件如图 2 所示那样向图像变换部分 53 被传送, 根据该图像变换条件, 将表示景物亮度的图像数据变换成表示鉴赏图像的图像数据。下面, 说明在图像变换部分 53 中的演算。表示景物亮度的图像数据用 scRGB 的浮动小数点表示 R' 、 G' 、 B' 被记录。按照下式 (9) 将它变换成亮度 Y' 和色差 Cb' 、 Cr' 。

【数学式 3】

$$\begin{pmatrix} Y' \\ Cb' \\ Cr' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.2990 & 0.5870 & 0.1140 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5000 \\ 0.5000 & -0.4187 & -0.0813 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \quad \dots (9)$$

接着, 对于上述 Y' 应用作为图像变换条件被给与的灰度映射表, 变换成 $Y'm$ 。接着, 如下式 (10) 那样, 计算灰度映射后的值 $R'm$ 、 $G'm$ 、 $B'm$ 。

【数学式 4】

$$\begin{pmatrix} R'm \\ G'm \\ B'm \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0000 & 0.0000 & 1.4020 \\ 1.0000 & -0.3441 & -0.7141 \\ 1.0000 & 1.7720 & 0.0000 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Y'm \\ Cb' \\ Cr' \end{pmatrix} \quad \dots (10)$$

此外, 使用作为图像变换条件被给与的白平衡修正系数, 如下式 (11) 那样计算表示鉴赏图像的图像数据的值 $R'o$ 、 $G'o$ 、 $B'o$ 。

【数学式 5】

$$\begin{pmatrix} R'o \\ G'o \\ B'o \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} kR \cdot R'm \\ kG \cdot G'm \\ kB \cdot B'm \end{pmatrix} \quad \dots (11)$$

此处已被计算的 $R'o$ 、 $G'o$ 、 $B'o$ 作为表示鉴赏图像的数据向格式部分 54 被传送。

格式部分 54 接收表示已被计算的鉴赏图像的图像数据和所述观察条件参数，根据包含在未图示的对话中所指定生成的鉴赏图像的文件形式、图像尺寸、色空间等指示的鉴赏图像生成条件，通过已被指定的图像格式输出鉴赏图像文件。

首先，在格式部分 54 中，将用 **scRGB** 的浮动小数点表示所记载的 $R'o$ 、 $G'o$ 、 $B'o$ 变换成在输出中所指定的色空间表现。例如，若输出用的色空间是 **scRGB**，那么按照下式 (12) 得到输出用的象素值 R_o 、 G_o 、 B_o 。

【数学式 6】

$$\begin{pmatrix} R_o \\ G_o \\ B_o \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{round}[(R'o \times 8192.0) + 4096] \\ \text{round}[(G'o \times 8192.0) + 4096] \\ \text{round}[(B'o \times 8192.9) + 4096] \end{pmatrix} \quad \dots (12)$$

这样所得到的输出用的象素值 R_o 、 G_o 、 B_o 按照所指定的图像格式，添加由数据解析部分 52 传送的观察条件并输出。这时，所述观察条件参数作为元数据被记录到该鉴赏图像文件内，用被添加到表示鉴赏图像的图像数据的形式被输出。该元数据的形式是任意的，但例如在是 **DCF/Exif** 文件形式的场合，能够写入表示厂商标记的区域。此外，也可以将所述图像变换条件的内容加在一起作为元数据预先记录。

这样，由图像处理装置 100 输出的、添加了观察条件参数的鉴赏图像文件被读入监视器 41、打印机 46、投影机 47 等的各种图像显示装置，图像打印装置，按照色的外观模型进行彩色管理。在图 10 中表示彩色管理的概要。

图像显示装置或图像打印装置包含 **CAM** 变换部分 71 和 **CAM** 逆变换部分 72。在图像处理装置 100 中所生成的图像数据 1a 和被添加

到该数据中的观察条件参数 2a 被送到 CAM 变换部分 71，图像数据 1a 被变换成表示色的外观的图像数据 1c。接着，被设定在图像显示装置或图像打印装置中的观察条件参数 2b 和表示所述色的外观的图像数据 1c 被送到 CAM 逆变换部分 72，并被变换成与观察条件参数 2b 对应的图像数据 1b。

作为色的外观模型，以 CIECAM97s 被采用的场合为例，更详细地说明图 10 的彩色管理。此外，CIECAM02，其基本构造与 CIECAM97s 相同，部分的算式有限度地被变更。

在图 11 中表示由 CAM 变换部分 71 实行的 CAM 变换处理。在本实施形态中，首先，作为外观模型使用了 CIECAM97s 进行说明。有必要作为向模型的输入数据的是以下的数据。

想要预测外观的色的 3 刺激值	X、Y、Z
观察条件参数	
适应视野的白色 3 刺激值	X _w 、Y _w 、Z _w
适应视野的平均亮度	L _A
背景的相对亮度	Y _b
由周边条件确定的常数	c、N _c 、F _{LL} 、F

首先，输入图像数据的各象素的 RGB 值被变换成 3 刺激值 XYZ（步骤 S31）。此处，想要预测外观的色的 3 刺激值从图像数据 1a 的各象素的 RGB 值被计算。例如，当图像数据 1a 用 sRGB 被记载的场合，用下式（13）、（14）能被变换成色的 3 刺激值 X、Y、Z。

【数学式 7】

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (R \div 8192.0) - 0.5 \\ (G \div 8192.0) - 0.5 \\ (B \div 8192.0) - 0.5 \end{pmatrix} \quad \dots (13)$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \quad \dots (14)$$

另外，在 sRGB 的场合，使用下式（15）～（18）。

$$\left. \begin{array}{l} R_{sRGB} = R/255 \\ G_{sRGB} = G/255 \\ B_{sRGB} = B/255 \end{array} \right\} (15)$$

在 R_{sRGB} 、 G_{sRGB} 、 $B_{sRGB} \leq 0.04045$ 的场合

$$\left. \begin{array}{l} R' = R_{sRGB} = B/12.92 \\ G' = G_{sRGB} = B/12.92 \\ B' = B_{sRGB} = B/12.92 \end{array} \right\} (16)$$

在其它场合

$$\left. \begin{array}{l} R' = [(R_{sRGB} + 0.055)/1.055]^{2.4} \\ G' = [(G_{sRGB} + 0.055)/1.055]^{2.4} \\ B' = [(B_{sRGB} + 0.055)/1.055]^{2.4} \end{array} \right\} (17)$$

【数学式 9】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \quad \dots (18)$$

另外，在原数据的场合，使用已描述数字摄像机的特性的 ICC 分布图 (profile) 并被变换。具体地说，使用在分布图内被描述的 3×3 矩阵信息，实行与上述相同的变换。

然后，从已被设定观察条件参数计算在后面的计算中使用的下式 (19) ~ (23) 的值 k 、 F_L 、 n 、 N_{bb} 、 z (步骤 S32)。

【数学式 10】

$$k = \frac{1}{5 \cdot LA + 1} \quad \dots (19)$$

$$F_L = 0.2 \cdot k^4 \cdot (5 \cdot LA) + 0.1 \cdot (1 - k^4)^2 \cdot (5 \cdot LA)^{\frac{1}{3}} \quad \dots (20)$$

$$n = \frac{Y_b}{Y_w} \quad \dots (21)$$

$$N_{bb} = N_{cb} = 0.725 \cdot \left(\frac{1}{n} \right)^{0.2} \quad \dots (22)$$

$$z = 1 + F_L \cdot n^{1/2} \quad \dots (23)$$

然后，对于图像数据进行色适应变换 (步骤 S33)。因为色适应变换改进了フォンクリ-ス类型的色适应变换，所以考虑对于在观察条件下的白色的适应程度。首先，通过下式 (24)， X 、 Y 、 Z 被变换成

R 条、G 条、B 条。

【数学式 11】

$$\begin{pmatrix} \bar{R} \\ \bar{G} \\ \bar{B} \end{pmatrix} = M_B \cdot \begin{pmatrix} X/Y \\ Y/Y \\ Z/Y \end{pmatrix} \quad \dots (24)$$

此处，作为变换矩阵 M_B ，使用下式 (25)。

【数学式 12】

$$M_B = \begin{pmatrix} 0.8951 & 0.2664 & -0.1614 \\ -0.7502 & 1.7135 & 0.0367 \\ 0.0389 & 0.0685 & 1.0296 \end{pmatrix} \quad \dots (25)$$

从已变换的 R 条、G 条、B 条，通过下式 (26) ~ (28) 计算色适应变换了的应答 R_c 、 G_c 、 B_c 。

【数学式 13】

$$\left. \begin{aligned} R_c &= \left[\frac{D}{R_w} + (1-D) \right] \cdot \bar{R} \\ G_c &= \left[\frac{D}{G_w} + (1-D) \right] \cdot \bar{G} \\ B_c &= \left[\frac{D}{B_w^p} + (1-D) \right] \cdot |\bar{B}|^p \end{aligned} \right\} (26)$$

$$p = B_w^{0.0834} \quad \dots (27)$$

$$D = F - \frac{F}{\left[1 + 2(L_A^{114}) + (L_A^2)/300 \right]} \quad \dots (28)$$

此处 R_w 、 G_w 、 B_w 是通过矩阵 M_B 变换了适应白色的 3 刺激值后的。

然后，进行了色适应处理的图像数据被变换成相当于人的视觉系统的传感器的锥体的应答 R' 、 G' 、 B' (步骤 S34)。通过下式 (29) ~ (31)，进行像前面已进行的矩阵的变换的逆变换，然后去乘被叫做 Hunt-Pointer-Estevéz 变换的 3×3 矩阵。

【数学式 14】

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = M_{\text{HPE}} \cdot M_B^{-1} \begin{pmatrix} Rc \cdot Y \\ Gc \cdot Y \\ Bc \cdot Y \end{pmatrix} \quad \dots (29)$$

$$M_B^{-1} = \begin{pmatrix} 0.9870 & -0.1471 & 0.1600 \\ 0.4323 & 0.5184 & 0.0493 \\ -0.0085 & 0.0400 & 0.9685 \end{pmatrix} \quad \dots (30)$$

$$M_{\text{HPE}} = \begin{pmatrix} 0.38971 & 0.68898 & -0.07868 \\ -0.22981 & 1.18340 & 0.04641 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots (31)$$

然后，对于被变换成锥体应答的图像数据，通过下式 (32)，进行与视觉系统的非线性应答的变换 (步骤 S35)。

【数学式 15】

$$\left. \begin{aligned} Ra' &= \frac{40 \cdot \left(\frac{F_L \cdot R'}{100} \right)^{0.73}}{\left[\left(\frac{F_L \cdot R'}{100} \right)^{0.73} + 2 \right]} + 1 \\ Ga' &= \frac{40 \cdot \left(\frac{F_L \cdot G'}{100} \right)^{0.73}}{\left[\left(\frac{F_L \cdot G'}{100} \right)^{0.73} + 2 \right]} + 1 \\ Ba' &= \frac{40 \cdot \left(\frac{F_L \cdot B'}{100} \right)^{0.73}}{\left[\left(\frac{F_L \cdot B'}{100} \right)^{0.73} + 2 \right]} + 1 \end{aligned} \right\} (32)$$

最后，预测色的外观的数值、色调角：H、亮度：J、色度：C 分别按照下式 (33) ~ (40) 被计算 (步骤 S36)，并结束 CAM 变换处理。

【数学式 16】

$$h = \tan^{-1}(b/a) \quad \dots (33)$$

$$a = Ra' - 12 \cdot Ga'_{/11} + Ba'_{/11} \quad \dots (34)$$

$$b = (1/9) \cdot (Ra' + Ga' - 2 \cdot Ba') \quad \dots (35)$$

$$J = 100 \cdot (A/A_w)^{fz} \quad \dots (36)$$

$$A = [2 \cdot Ra' + Ga' + (1/20) \cdot Ba' - 0.305] \cdot N_{bb} \quad \dots (37)$$

(Aw 从同样变换了 Xw、Yw、Zw 的 Ra'、Ga'、Ba' 进行计算)

$$C = 2.44 \cdot s^{0.69} (J/100)^{0.67n} (1.64 - 0.29^n) \quad \dots (38)$$

$$s = \frac{50 \cdot (a^2 + b^2)^{1/2} \cdot 100 \cdot e \cdot (10/13) Nc \cdot Ncb}{Ra' + Ga' + (21/20) \cdot Ba'} \quad \dots (39)$$

$$e = e_1 + (e_2 - e_1)(h - h_1)/(h_2 - h_1) \quad \dots (40)$$

对于在数学式 (40) 中使用的 h_1 、 h_2 、 e_1 、 e_2 ，从以下的表中进行检索。

在 $h < h_1$ 的场合，设定 $h' = h + 360$ ，除此以外，设定 $h' = h$ ，并求出在下列表中满足 $H_i \leq h' < H_{i+1}$ 的 i ，并作为 $h_1 = h_i$ 、 $h_2 = h_{i+1}$ 、 $e_1 = e_i$ 、 $e_2 = e_{i+1}$ 使用。

【表 5】

i	1	2	3	4	5
h_i	20.14	90.00	164.25	237.53	380.14
e_i	0.8	0.7	1.0	1.2	0.8
H_i	0.0	100.0	200.0	300.0	400.0

另外，作为彩色外观模型在使用了 CIECAM02 的场合，如以下那样变换 CAM 变换处理的步骤 S32 以后的处理。

在步骤 S32 中，从已被设定的观察条件参数计算下式 (19') ~ (23') 的值 k 、 F_L 、 n 、 N_{bb} 、 z 。

【数学式 17】

$$k = \frac{1}{5 \cdot LA + 1} \quad \dots (19')$$

$$F_L = 0.2 \cdot k^4 \cdot (5 \cdot LA) + 0.1 \cdot (1 - k^4)^2 \cdot (5 \cdot LA)^{\frac{1}{3}} \quad \dots (20')$$

$$n = \frac{Yb}{Yw} \quad \dots (21')$$

$$N_{m} = N_{cb} = 0.725 \cdot \left(\frac{1}{n}\right)^{0.2} \quad \dots (22')$$

$$z = 1.48 + \sqrt{n} \quad \dots (23')$$

然后，在步骤 S33 中，对于图像数据进行适应变换。因为色适应变换改进了フォンクリ-ス类型的色适应变换，所以考虑了对于在观察条件下的白色的适应程度。首先通过下式 (24') 将 X、Y、Z 变换成 R 条、G 条、B 条。

【数学式 18】

$$\begin{pmatrix} \bar{R} \\ \bar{G} \\ \bar{B} \end{pmatrix} = M_{CAT02} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots (24')$$

此处，作为变换矩阵 M_{CAT02} ，使用下式 (25')。

【数学式 19】

$$M_{CAT02} = \begin{pmatrix} 0.7328 & 0.4296 & -0.1624 \\ -0.7036 & 1.6975 & 0.0061 \\ 0.0030 & 0.0136 & 0.9834 \end{pmatrix} \quad \dots (25')$$

从变换了的 R 条、G 条、B 条，通过下式 (26')、(28') 计算色适应变换了的应答 R_c 、 G_c 、 B_c 。

【数学式 20】

$$\left. \begin{aligned} R_c &= \left[Y_w \cdot \frac{D}{R_w} + (1-D) \right] \cdot \bar{R} \\ G_c &= \left[Y_w \cdot \frac{D}{G_w} + (1-D) \right] \cdot \bar{G} \\ B_c &= \left[Y_w \cdot \frac{D}{B_w} + (1-D) \right] \cdot \bar{B} \end{aligned} \right\} (26')$$

$$D = F \left[1 - \left(\frac{1}{3.6} \right) e^{\left(\frac{-L_i - 42}{92} \right)} \right] \quad (28')$$

(但是, e 为自然数的底)

此处, R_w 、 G_w 、 B_w 是通过矩阵 M_{CAT02} 变换了适应白色的 3 刺激值后的。

然后, 在步骤 S34 中, 将进行了色适应处理的图像数据变换成相当于人的视觉系统的传感器的锥体应答 R' 、 G' 、 B' 。使用下式 (29') ~ (31'), 首先, 进行像前面已进行的矩阵的变换的逆变换, 然后去乘叫做 Hunt-Pointer-Estevéz 变换的 3×3 矩阵。

【数学式 21】

$$\begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} = M_{HPE} \cdot M_{CAT02}^{-1} \begin{pmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{pmatrix} \quad \dots (29')$$

$$M_{CAT02}^{-1} = \begin{pmatrix} 1.096124 & -0.278869 & 0.182745 \\ 0.454369 & 0.473533 & 0.072098 \\ -0.009628 & -0.005698 & 1.015326 \end{pmatrix} \quad \dots (30')$$

$$M_{HPE} = \begin{pmatrix} 0.38971 & 0.68898 & -0.07868 \\ -0.22981 & 1.18340 & 0.04641 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots (31')$$

然后, 在步骤 S35 中, 对已被变换成锥体应答的图像数据进行已与视觉系统的非线性应答对应的下式 (32') 的变换。

【数学式 22】

$$\left. \begin{aligned} Ra' &= \frac{400 \cdot \left(\frac{F_L \cdot R'}{100} \right)^{0.42}}{27.13 + \left(\frac{F_L \cdot R'}{100} \right)^{0.42}} + 0.1 \\ Ga' &= \frac{400 \cdot \left(\frac{F_L \cdot G'}{100} \right)^{0.42}}{27.13 + \left(\frac{F_L \cdot G'}{100} \right)^{0.42}} + 0.1 \\ Ba' &= \frac{400 \cdot \left(\frac{F_L \cdot B'}{100} \right)^{0.42}}{27.13 + \left(\frac{F_L \cdot B'}{100} \right)^{0.42}} + 0.1 \end{aligned} \right\} (32')$$

最后，在步骤 S36 中，分别按照下式 (33') ~ (40') 计算预测色的外观的数值、色调角：h、亮度：J、色度：C。

【数学式 23】

$$h = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right) \quad \dots (33')$$

$$a = Ra' - 12 \cdot \frac{Ga'}{11} + \frac{Ba'}{11} \quad \dots (34')$$

$$b = \left(\frac{1}{9} \right) \cdot (Ra' + Ga' - 2 \cdot Ba') \quad \dots (35')$$

$$J = 100 \cdot \left(\frac{A}{A_w} \right)^{F_c} \quad \dots (36')$$

$$A = [2 \cdot Ra' + Ga' + (1/20) \cdot Ba' - 0.305] \cdot N_{bb} \quad \dots (37')$$

(Aw 从同样变换了 Xw、Yw、Zw 的 Ra'、Ga'、Ba' 进行计算)

$$C = t^{0.9} \cdot \sqrt{\frac{J}{100}} \cdot (1.64 - 0.29^n)^{0.73} \quad \dots (38')$$

$$t = \frac{e_i \cdot (a^2 + b^2)^{1/2}}{Ra' + Ga' + (21/20) \cdot Ba'} \quad \dots (39')$$

$$e_i = \left(\frac{12500}{13} \cdot N_c \cdot N_{cb} \right) \cdot \left[\cos \left(h \cdot \frac{\pi}{180} + 2 \right) + 3.8 \right] \quad \dots (40')$$

通过以上的变换，图像数据的 RGB 值变成已表示“色的外观”的 J、C、h 的值。

在图 12 中，表示由 CAM 逆变换部分 72 实行的 CAM 逆变换处理。在本实施形态中，首先，作为外观模型进行使用了 CIECAM97s

的说明。首先，从与输出图像有关系的第 2 观察条件参数、 Xw' 、 Yw' 、 Zw' 、 LA' 、 Yb' 、 c' 、 Nc' 、 F_{LL}' 、 F' ，使用下式 (41) ~ (45) 计算变量 k' 、 F_L' 、 N'_{bb} 、 Z' (步骤 S41)。

【数学式 24】

$$k' = \frac{1}{5 \cdot LA' + 1} \quad \dots (41)$$

$$F_L' = 0.2 \cdot k'^4 \cdot (5 \cdot LA') + 0.1 \cdot (1 - k'^4)^2 \cdot (5 \cdot LA')^{\frac{1}{3}} \quad \dots (42)$$

$$n' = \frac{Yb'}{Yw'} \quad \dots (43)$$

$$N'_{hh} = N'_{cb} = 0.725 \cdot \left(\frac{1}{n'}\right)^{0.2} \quad \dots (44)$$

$$z' = 1 + F_{LL}' \cdot n'^{1/2} \quad \dots (45)$$

另外，使图 11 的 CAM 变换处理中的步骤 S33 ~ S36 的演算适用于 Xw' 、 Yw' 、 Zw' ，计算 Aw' 。

然后，从表示色的外观的参数 J 、 C 、 h 计算非线性应答值 Ra' 、 Ga' 、 Ba' 。开始从 J 、 C ，通过下式 (46)、(47) 求出 A 、 s 。

【数学式 25】

$$A = Aw' \cdot \left(\frac{J}{100}\right)^{1/C \cdot z'} \quad \dots (46)$$

$$s = C^{1/0.69} / [2.44 \cdot (J/100)^{0.67n'} (1.64 - 0.29n')]^{1/0.69} \quad \dots (47)$$

然后，通过下式 (48)、(49) 求出 a 、 b 。

【数学式 26】

$$a = \frac{s \cdot \left(A/N'_{hh} + 2.05\right)}{\left\{ [1 + \tan^2(h)]^{1/2} [50000 \cdot e \cdot Nc' \cdot Ncb'/13] + s [1/23 + (108/23) \cdot \tan(h)] \right\}} \quad \dots (48)$$

$$b = a \cdot \tan(h) \quad \dots (49)$$

此处，在数学式 (48) 的 $[1 + \tan^2(h)]^{1/2}$ 的计算中，通过 h 的值将结果设定为以下的符号。

$0 \leq h < 90$	$[1 + \tan^2(h)]^{1/2}$
$90 \leq h < 270$	$-[1 + \tan^2(h)]^{1/2}$
$270 \leq h < 360$	$[1 + \tan^2(h)]^{1/2}$

另外, 设定

$$e=e_1+(e_2-e_1)(h-h_1)(h_2-h_1) \quad \dots (50)$$

关于在式(50)中使用的 h_1 、 h_2 、 e_1 、 e_2 , 从以下的表进行检索。
 在 $h < h_1$ 的场合, 设定 $h'=h+360$, 除此以外设定 $h'=h$, 用下表求出满足 $h_i \leq h' < h_{i+1}$ 的 i , 并作为 $h_1=h_i$, $h_2=h_{i+1}$, $e_1=e_i$, $e_2=e_{i+1}$ 使用。

【表 6】

i	1	2	3	4	5
h_i	20.14	90.00	164.25	237.53	380.14
e_i	0.8	0.7	1.0	1.2	0.8

Ra' 、 Ga' 、 Ba' 从下式(51)被计算。

【数学式 28】

$$\left. \begin{aligned} Ra' &= (20/61) \cdot (A/N_{bh}' + 2.05) + (41/61) \cdot (11/23) \cdot a + (288/61) \cdot (1/23) \cdot b \\ Ga' &= (20/61) \cdot (A/N_{bh}' + 2.05) - (81/61) \cdot (11/23) \cdot a - (261/61) \cdot (1/23) \cdot b \\ Ba' &= (20/61) \cdot (A/N_{bh}' + 2.05) - (20/61) \cdot (11/23) \cdot a - (20/61) \cdot (315/23) \cdot b \end{aligned} \right\} (51)$$

接着, 使用下式(52), 使非线性应答值 Ra' 、 Ga' 、 Ba' 逆变换, 并求出锥体应答 R' 、 G' 、 B' (步骤 S43)。

【数学式 29】

$$\left. \begin{aligned} R' &= 100 \cdot [(2 \cdot Ra' - 2)/(41 - Ra')]^{1/0.73} \\ G' &= 100 \cdot [(2 \cdot Ga' - 2)/(41 - Ga')]^{1/0.73} \\ B' &= 100 \cdot [(2 \cdot Ba' - 2)/(41 - Ba')]^{1/0.73} \end{aligned} \right\} (52)$$

此处, 在 $Ra'-1 < 0$ 的场合, 使用下式(53)。关于 Ga' 、 Ba' 也相同。

【数学式 30】

$$R' = -100 \cdot [(2 - 2 \cdot Ra')/(39 - Ra')]^{1/0.73} \quad \dots (53)$$

然后, 通过下式(54)、(55), 将锥体应答进行逆变换, 并计算 RcY 、 GcY 、 BcY (步骤 S44)。

【数学式 31】

$$\begin{pmatrix} R_cY \\ G_cY \\ B_cY \end{pmatrix} = M_B \cdot M_{HPE}^{-1} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \quad \dots (54)$$

$$M_{HPE} = \begin{pmatrix} 1.91019 & -1.11214 & 0.20195 \\ 0.37095 & 0.62905 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots (55)$$

然后，进行色适应逆变换，并返回到测色值（步骤 S45）。开始通过下式（56）计算 Y_c 。

$$Y_c = 0.43231 \cdot R_cY + 0.51836 \cdot G_cY + 0.04929 \cdot B_cY \quad \dots (56)$$

【数学式 32】

然后，通过下式（57），计算 $(Y/Y_c)R$ ， $(Y/Y_c)G$ ， $(Y/Y_c)^{1/p}B$ 。

$$\left. \begin{aligned} (Y/Y_c)R &= (Y/Y_c)R_c / [D(1/R_w) + 1 - D] \\ (Y/Y_c)G &= (Y/Y_c)G_c / [D(1/G_w) + 1 - D] \\ (Y/Y_c)^{1/p}B &= [(Y/Y_c)B_c]^{1/p} / [D(1/B_w^p) + 1 - D]^{1/p} \end{aligned} \right\} (57)$$

此处，在 $(Y/Y_c) < 0$ 的场合，将 $(Y/Y_c)^{1/p}B$ 的值变为负。然后通过下式（58）计算 Y' 。

$$Y' = 0.43231 \cdot YR + 0.51836 \cdot YG + 0.04929 \cdot (Y/Y_c)^{1/p}BY_c \quad \dots (58)$$

3 刺激值 X'' 、 Y'' 、 Z'' 通过下式（59）被计算。

【数学式 33】

$$\begin{pmatrix} X'' \\ Y'' \\ Z'' \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} Y_c(Y/Y_c)R \\ Y_c(Y/Y_c)G \\ Y_c(Y/Y_c)^{1/p}B / Y_c(Y'/Y_c)^{(1/p-1)} \end{pmatrix} \quad \dots (59)$$

以上，从表示色的外观的值和第 2 观察环境参数计算了相当于在该环境中已被指定的外观的色的 3 刺激值 X'' 、 Y'' 、 Z'' 。

该 3 刺激值 X'' 、 Y'' 、 Z'' 被变换成输出设备的色空间（R、G、B）并被输出（步骤 S46），然后结束 CAM 逆变换处理。具体地说，使用在描述了监视器、打印机的特性的 ICC 分布图 中所描述的 3×3 矩阵信息，或 3 维一览表被变换。

另外，作为彩色外观模型在使用了 CIECAM02 的场合，逆变换处理像以下那样被替代。首先，通过下式 (41') ~ (45')，从第 2 观察条件参数计算变量 k' 、 F_L' 、 N'_{bb} 、 Z' 。

【数学式 34】

$$k' = \frac{1}{5 \cdot LA' + 1} \quad \dots (41')$$

$$F_L' = 0.2 \cdot k'^4 \cdot (5 \cdot LA') + 0.1 \cdot (1 - k'^4)^2 \cdot (5 \cdot LA')^{\frac{1}{3}} \quad \dots (42')$$

$$n' = \frac{Yb'}{Yw'} \quad \dots (43')$$

$$N'_{bb} = N'_{cb} = 0.725 \cdot \left(\frac{1}{n'}\right)^{0.2} \quad \dots (44')$$

$$z' = 1.48 + \sqrt{n'} \quad \dots (45')$$

另外，对于适应视野中的白色的 3 刺激值 Xw' 、 Yw' 、 Zw' ，使用第 2 观察条件参数，应用图 11 的 CAM 变换处理的步骤 S33 ~ S36 的演算计算 Aw' 。

然后，在步骤 S42 中，从色的外观值进行非线性应答演算。开始用下表检索色调角 h 的输入值，求出满足 $h_i \leq h < h_{i+1}$ 的 i 。

【表 7】

i	1	2	3	4	5
h_i	20.14	90.00	164.2	237.5	380.1
e_i	0.8	0.7	1.0	1.2	0.8
H_i	0.0	100.0	200.0	300.0	400.0

使用上述 i 和色的外观的色调成分 H 的输入值，计算下式 (60)。

【数学式 35】

$$h' = \frac{(H - H_i)(e_{i+1} \cdot h_i - e_i \cdot h_{i+1}) - 100 \cdot h_i \cdot e_{i+1}}{(H - H_i)(e_{i+1} - e_i) - 100 \cdot e_{i+1}} \quad \dots (60)$$

此处，在 $h' > 360$ 的场合，设定减去了 360 的值。

然后，使用表示色的外观的色度的 C 和表示亮度的 J 的输入值，通过下式 (61) ~ (67) 计算变量 t 、 e 、 A 、 p_1 、 p_2 、 p_3 、 h_r 。

【数学式 36】

$$t = \left(\frac{C}{\sqrt{J/100} (1.64 - 0.29\alpha')^{0.73}} \right)^{\frac{1}{0.9}} \quad \dots (61)$$

$$e = \left(\frac{12500}{13} \cdot Nc' \cdot Ncb' \right) \left(\cos \left(h' \frac{\pi}{180} + 2 \right) + 3.8 \right) \quad \dots (62)$$

$$A = Aw' \left(\frac{J}{100} \right)^{\frac{1}{0.2}} \quad \dots (63)$$

$$p_1 = \frac{e}{t} \quad \dots (64)$$

$$p_2 = \left(\frac{A}{Nbb'} \right) + 0.305 \quad \dots (65)$$

$$p_3 = 2\frac{1}{20} \quad \dots (66)$$

$$h_r = h' \frac{\pi}{180} \quad \dots (67)$$

【数学式 37】

然后,若是 $|\sin(h_r)| \geq |\cos(h_r)|$,那么计算下式(68)~(70)。

$$p_4 = \frac{p_1}{\sin(h_r)} \quad \dots (68)$$

$$b = \frac{p_2(2+p_3)\left(\frac{460}{1403}\right)}{p_4 + (2+p_3)\left(\frac{220}{1403}\right)\left(\frac{\cos(h_r)}{\sin(h_r)}\right) - \left(\frac{27}{1403}\right) + p_3\left(\frac{6300}{1403}\right)} \quad \dots (69)$$

$$a = b \left(\frac{\cos(h_r)}{\sin(h_r)} \right) \quad \dots (70)$$

【数学式 38】

另外,若是 $|\sin(h_r)| < |\cos(h_r)|$,那么计算下式(71)~(73)。

$$p_5 = \frac{p_1}{\cos(h_r)} \quad \dots (71)$$

$$a = \frac{p_2(2+p_3)\left(\frac{460}{1403}\right)}{p_5 + (2+p_3)\left(\frac{220}{1403}\right) - \left(\frac{27}{1403}\right) - p_3\left(\frac{6300}{1403}\right)\left(\frac{\sin(h_r)}{\cos(h_r)}\right)} \quad \dots (72)$$

$$b = a \left(\frac{\sin(h_r)}{\cos(h_r)} \right) \quad \dots (73)$$

然后,进行下式(51')的计算。

【数学式 39】

$$\left. \begin{aligned} Ra' &= \frac{460}{1403} p_2 + \frac{451}{1403} a + \frac{288}{1403} b \\ Ga' &= \frac{460}{1403} p_2 - \frac{891}{1403} a - \frac{261}{1403} b \\ Ba' &= \frac{460}{1403} p_2 - \frac{220}{1403} a - \frac{6300}{1403} b \end{aligned} \right\} (51')$$

然后，在步骤 S43 中，通过下式 (52') 进行非线性应答逆变换的计算。

【数学式 40】

$$\left. \begin{aligned} R' &= \text{sign}(Ra' - 0.1) \cdot \frac{100}{F_{L'}} \cdot \left(\frac{27.13 \cdot |Ra' - 0.1|}{400 - |Ra' - 0.1|} \right)^{\frac{1}{0.42}} \\ G' &= \text{sign}(Ga' - 0.1) \cdot \frac{100}{F_{L'}} \cdot \left(\frac{27.13 \cdot |Ga' - 0.1|}{400 - |Ga' - 0.1|} \right)^{\frac{1}{0.42}} \\ B' &= \text{sign}(Ba' - 0.1) \cdot \frac{100}{F_{L'}} \cdot \left(\frac{27.13 \cdot |Ba' - 0.1|}{400 - |Ba' - 0.1|} \right)^{\frac{1}{0.42}} \end{aligned} \right\} (52')$$

此处， $\text{sign}(x)$ 是在 $x > 0$ 时取 1， $x = 0$ 时取 0， $x < 0$ 时取 -1 的值的函数。

然后，在步骤 S44 中，通过下式 (53') 进行锥体应答逆变换的计算。

【数学式 41】

$$\begin{pmatrix} Rc \\ Gc \\ Bc \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.7328 & 0.4296 & -0.1624 \\ -0.7036 & 1.6975 & 0.0061 \\ 0.0030 & 0.0136 & 0.9834 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1.910197 & -1.112124 & 0.201908 \\ 0.370950 & 0.629054 & 0.000008 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \dots (53')$$

然后，在步骤 S45 中，通过下式 (57')、(59') 进行色适应逆变换的计算。

【数学式 42】

$$\left. \begin{aligned} R &= \frac{R_c}{\left(Y_{w'} \cdot D / R_{w'} + 1 - D \right)} \\ G &= \frac{G_c}{\left(Y_{w'} \cdot D / G_{w'} + 1 - D \right)} \\ B &= \frac{B_c}{\left(Y_{w'} \cdot D / B_{w'} + 1 - D \right)} \end{aligned} \right\} (57')$$

$$\begin{pmatrix} X'' \\ Y'' \\ Z'' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.096124 & -0.278869 & 0.182745 \\ 0.454369 & 0.473533 & 0.072098 \\ -0.009628 & -0.005698 & 1.015326 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \dots (59')$$

此外，在彩色外观模型中，除在本实施形态中已使用的 CIECAM97s、CIECAM02 外，还发表了纳谷模型、Hunt 模型、RLab 模型、LLab 模型等几种模型。也能使用它们替代 CIECAM97s、CIECAM02。

这样一来，由于在图像处理装置 100 中所生成的图像数据 1a 根据在该数据生成时所希望的观察条件（参数 2a），被变换成表示色的外观的图像数据，以后在观察条件（参数 2b）下被变换成表示相同颜色的外观的图像数据 1b，因此在与生成图像数据 1a 时已希望的观察条件（参数 2a）不同的观察条件（参数 2b）也使适当的显示、打印成为可能。

以上，若依据本发明的实施形态，那么由于通过数据解析部分 52 从表示基于摄像数据的景物亮度的图像数据的解析结果和鉴赏图像所希望的观察条件而计算图像变换条件，通过图像变换部分 53，根据所述已被计算的图像变换条件将表示所述景物亮度的图像数据变换成表示鉴赏图像的图像数据，通过格式部分 54 在表示所述已被变换的鉴赏图像的图像数据中添加与所述鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数并输出，因此在摄影时不进行特别的计测，另外也不需要特别的专门知识，就能够从数字摄像机等的摄像数据简单地生成表示能适用于色的外观模型的鉴赏图像的图像数据。

另外，由于通过格式部分 54，在表示所输出的鉴赏图像的图像数

据中添加与鉴赏图像所希望的观察条件对应的观察条件参数并输出，因此通过将表示所述鉴赏图像的图像数据输出到已适应于色的外观模型的各种图像显示装置、打印装置、图像处理装置等设备中，在所述设备一侧使用所述观察参数在与当生成鉴赏图像时已希望的观察条件不同的观察条件下，也能够适当地再现在生成鉴赏图像时已希望的色的外观。

此外，以上的各实施形态的描述是涉及本发明的合适的图像处理装置的一例，并且不应受此限定。

另外，关于构成以上的实施形态中的图像处理装置的各部分的细节部分的构成和细节部分的动作在不脱离本发明的宗旨的范围能适当地进行变更。

例如，可以具备对被摄物体摄像并输出摄像数据的摄像部分，从由所述摄像部分输出的摄像数据生成表示景物亮度的图像数据的图像生成部分，以及图像处理装置 100，并作为数据解析部分 52 解析表示由所述图像生成部分已生成的景物亮度的图像数据的数字摄像机等的摄影装置而构成。

图1

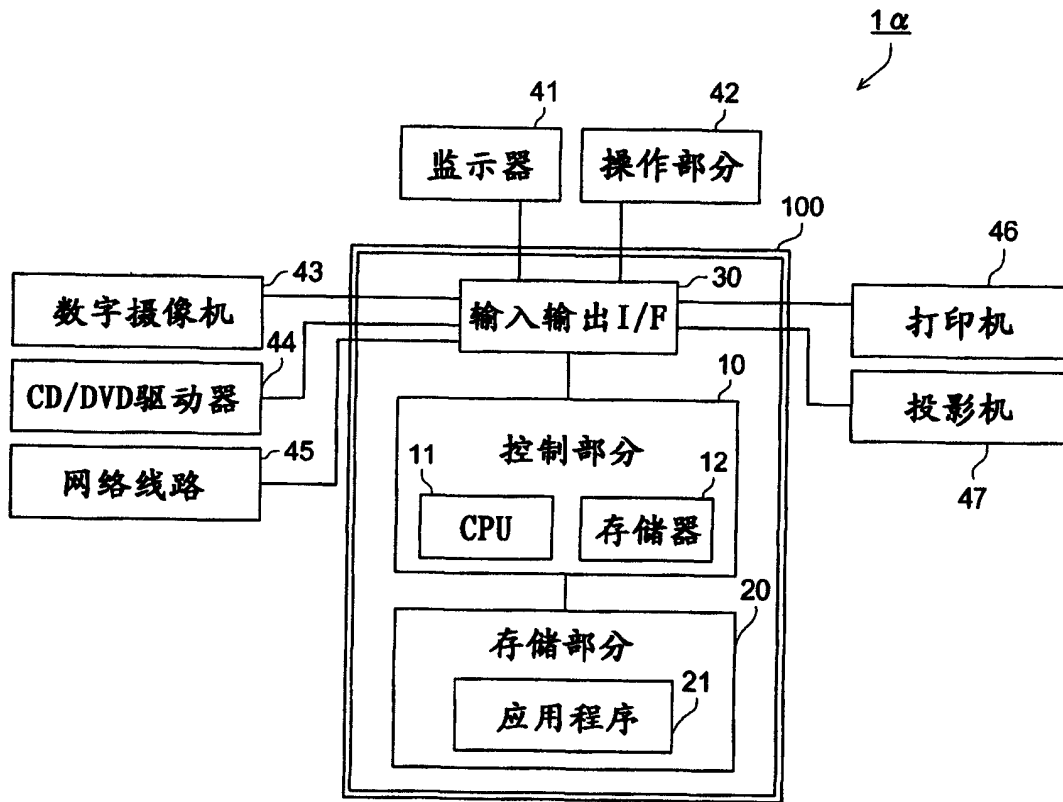


图2

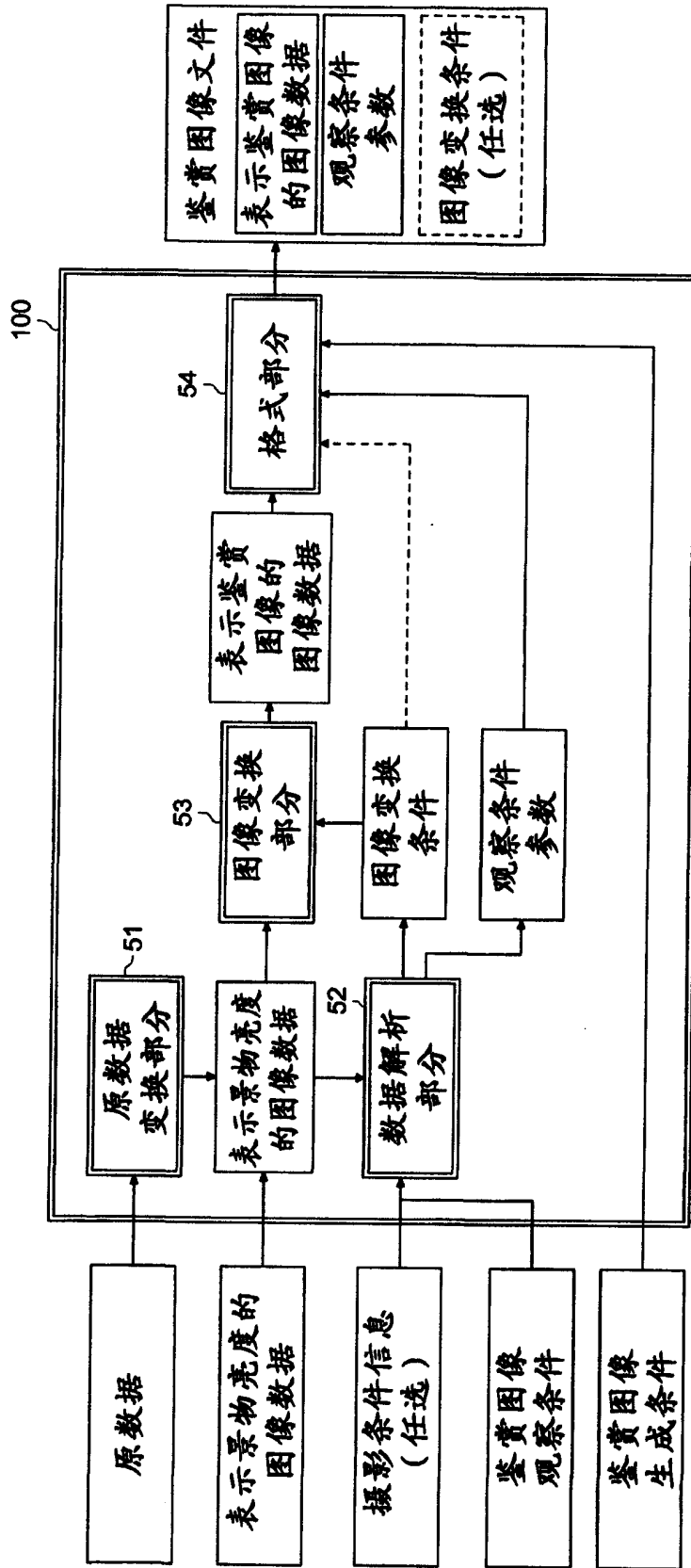


图 3

- DI
/
- 观察条件的选择**

 - CRT显示 (办公室)
 - CRT显示 (家庭)
 - 投影机投影 (暗室)
 - 投影机投影 (半明室)
 - L版打印
 - 广告

图 4

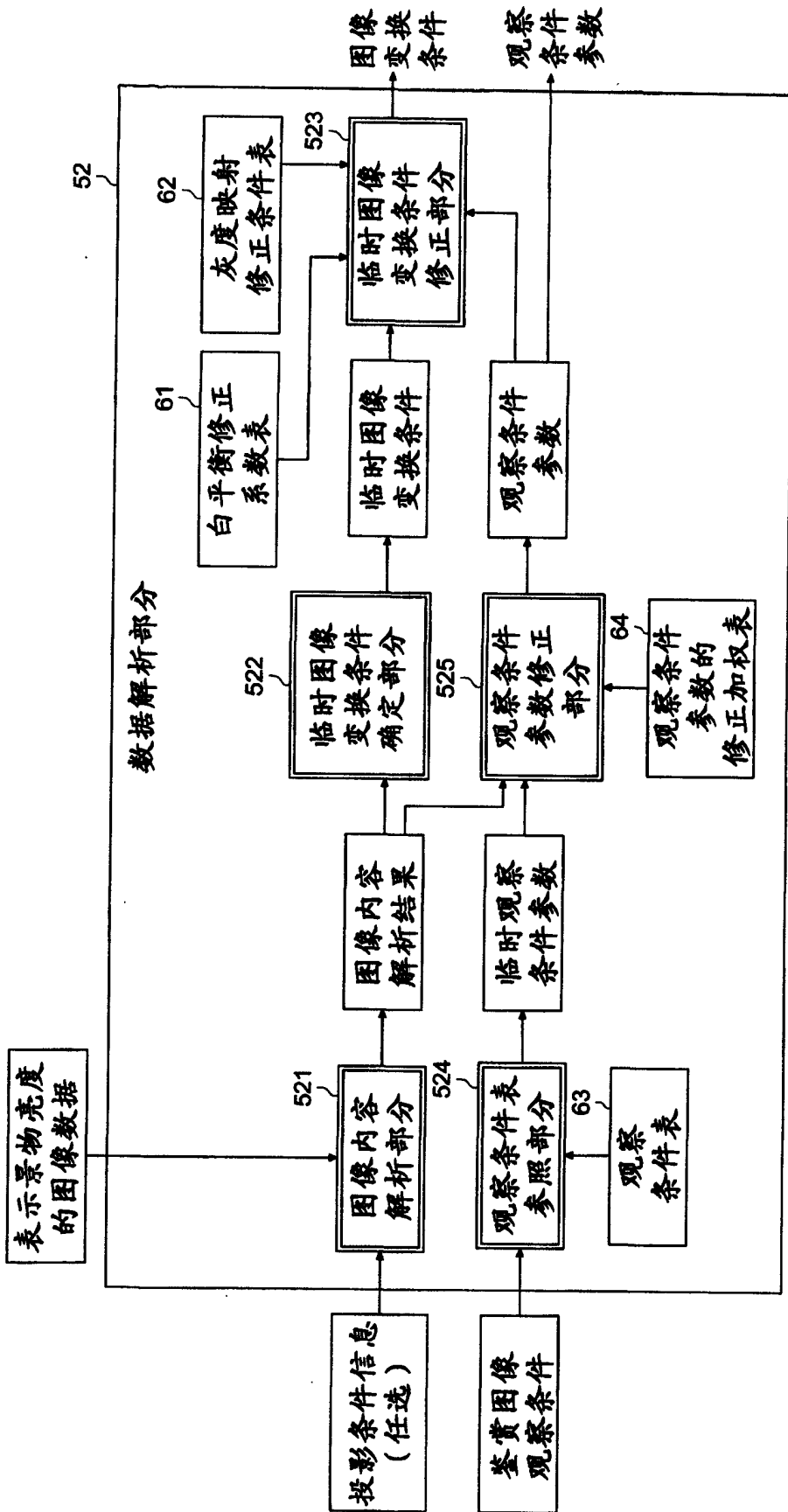


图5

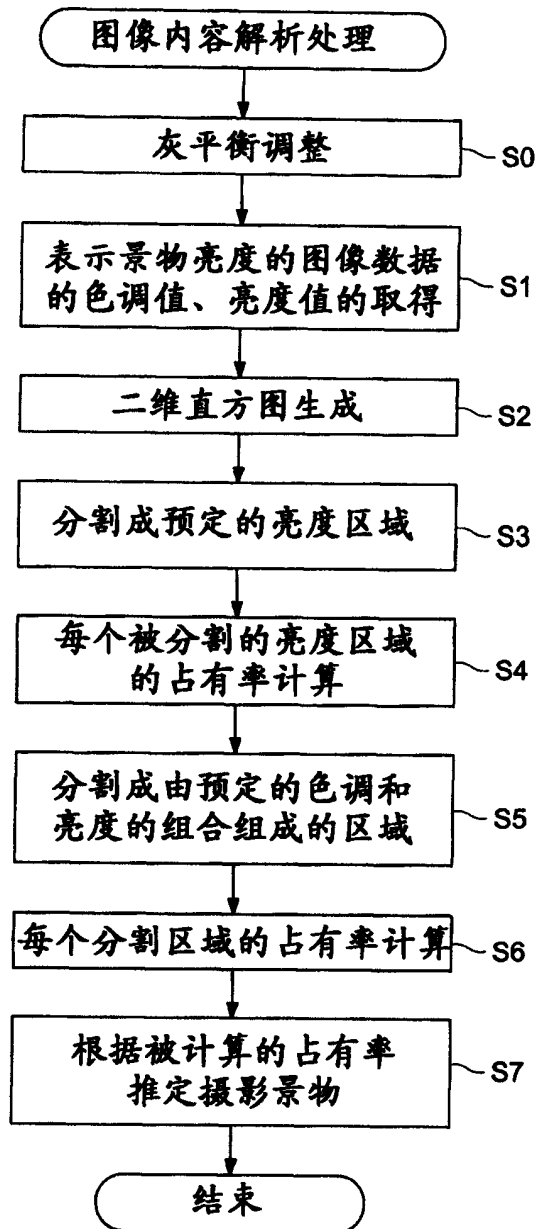


图6

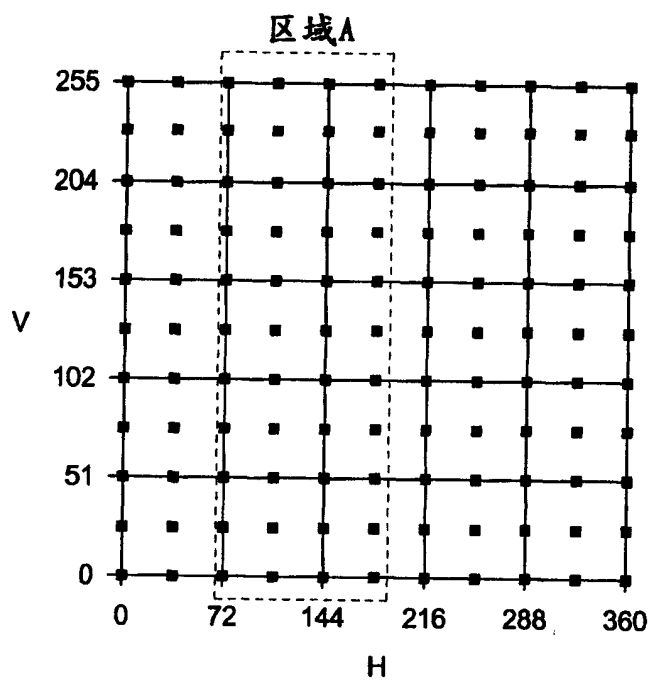


图7

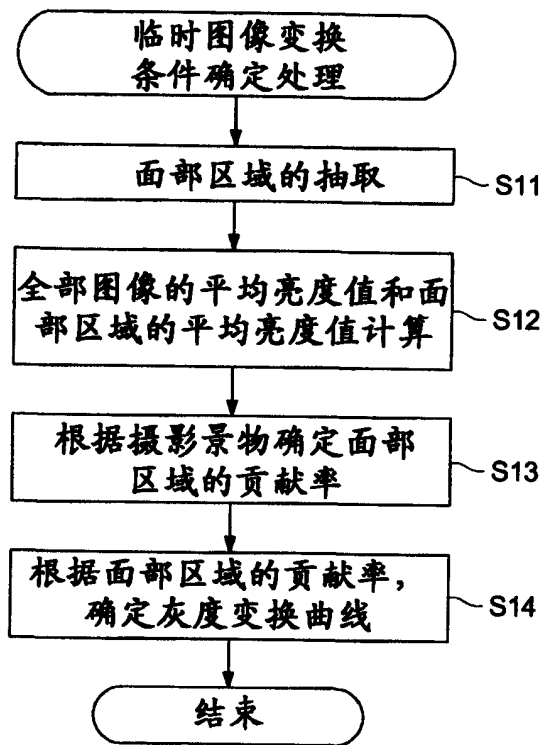


图8

灰度变换曲线

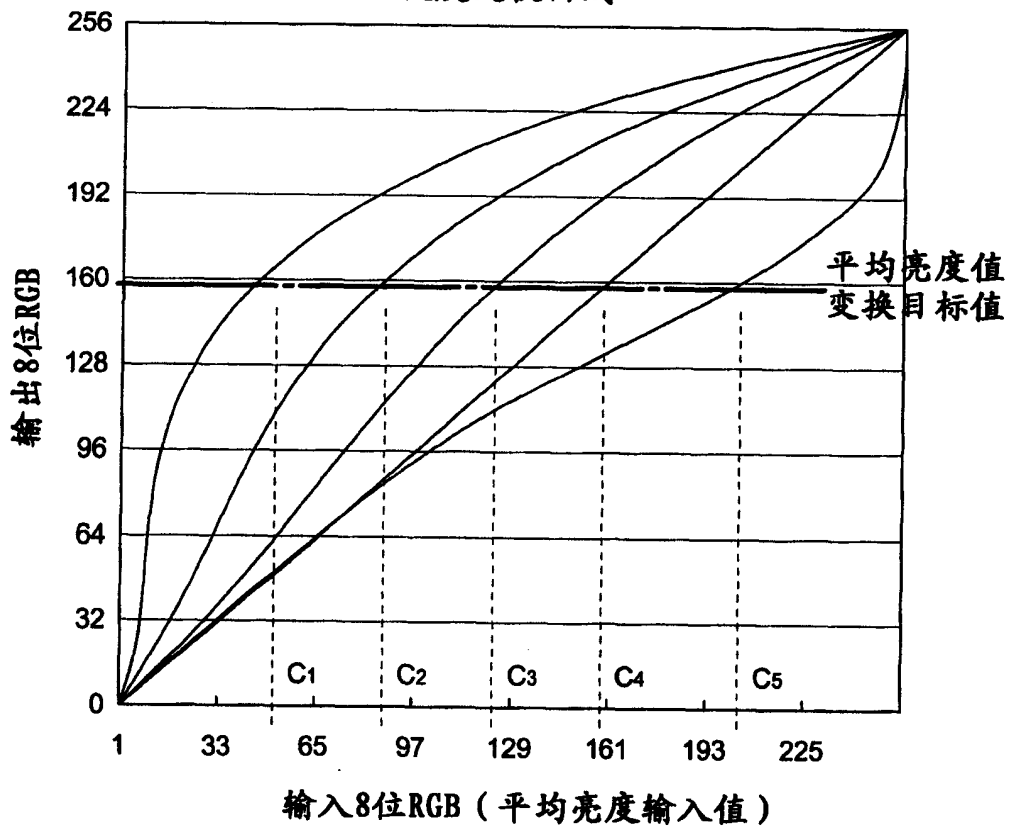


图9

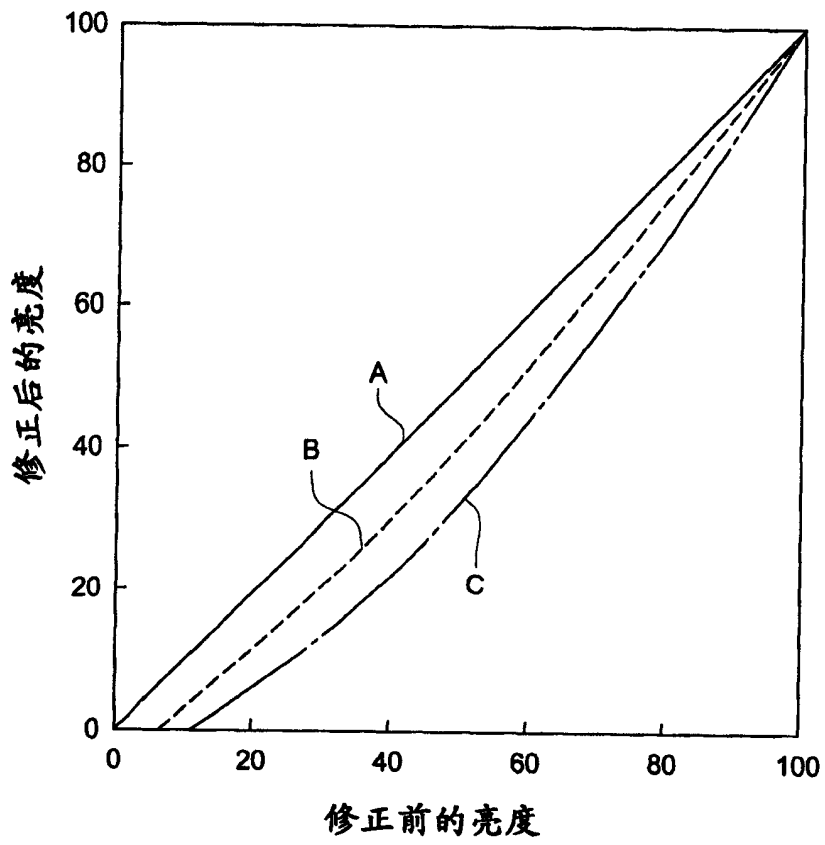


图10

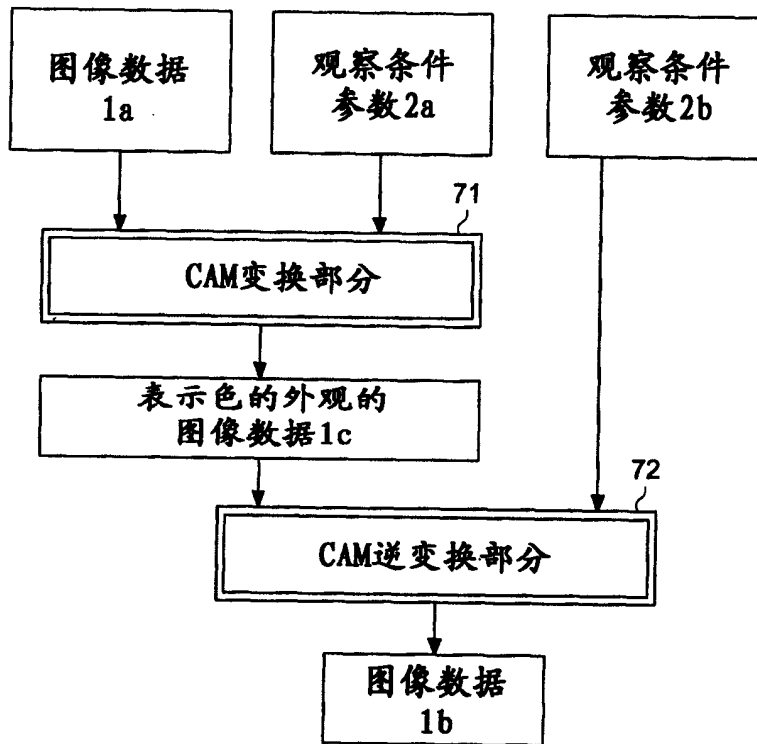


图 11

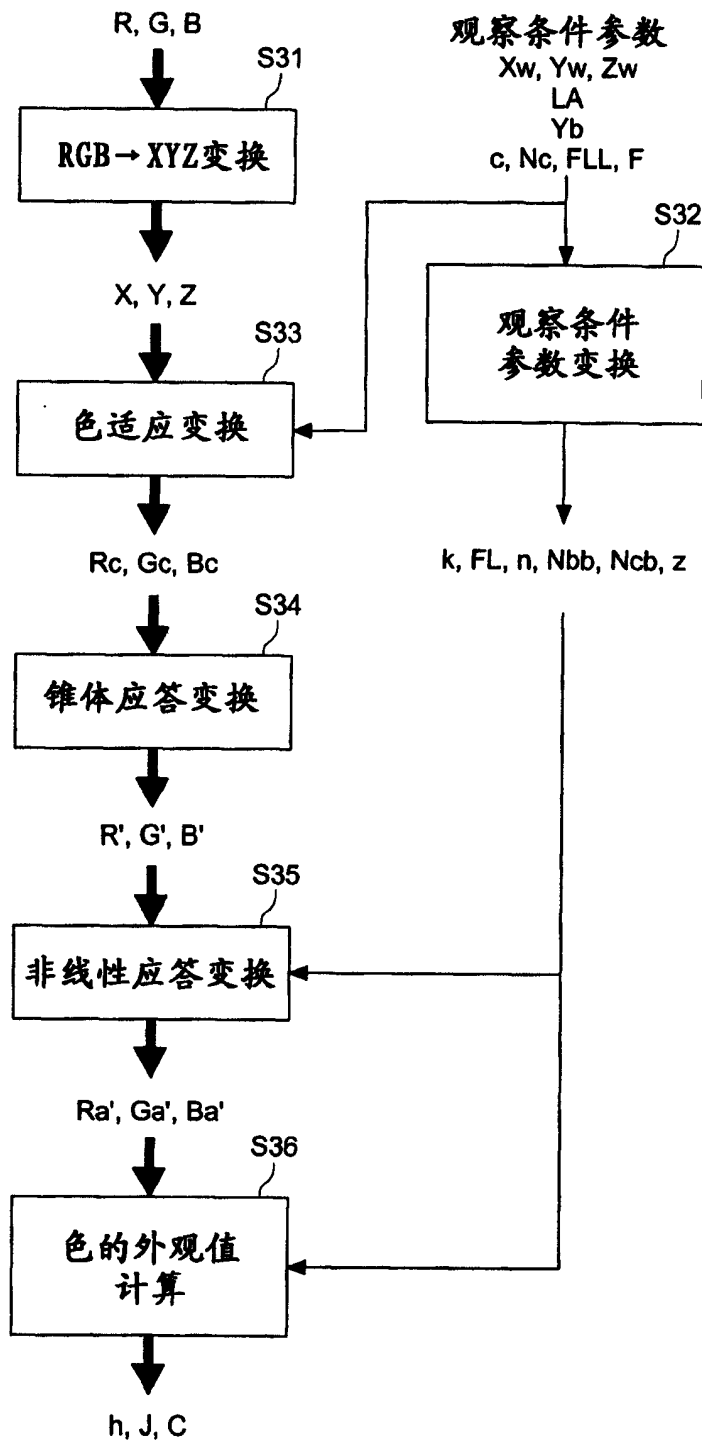


图12

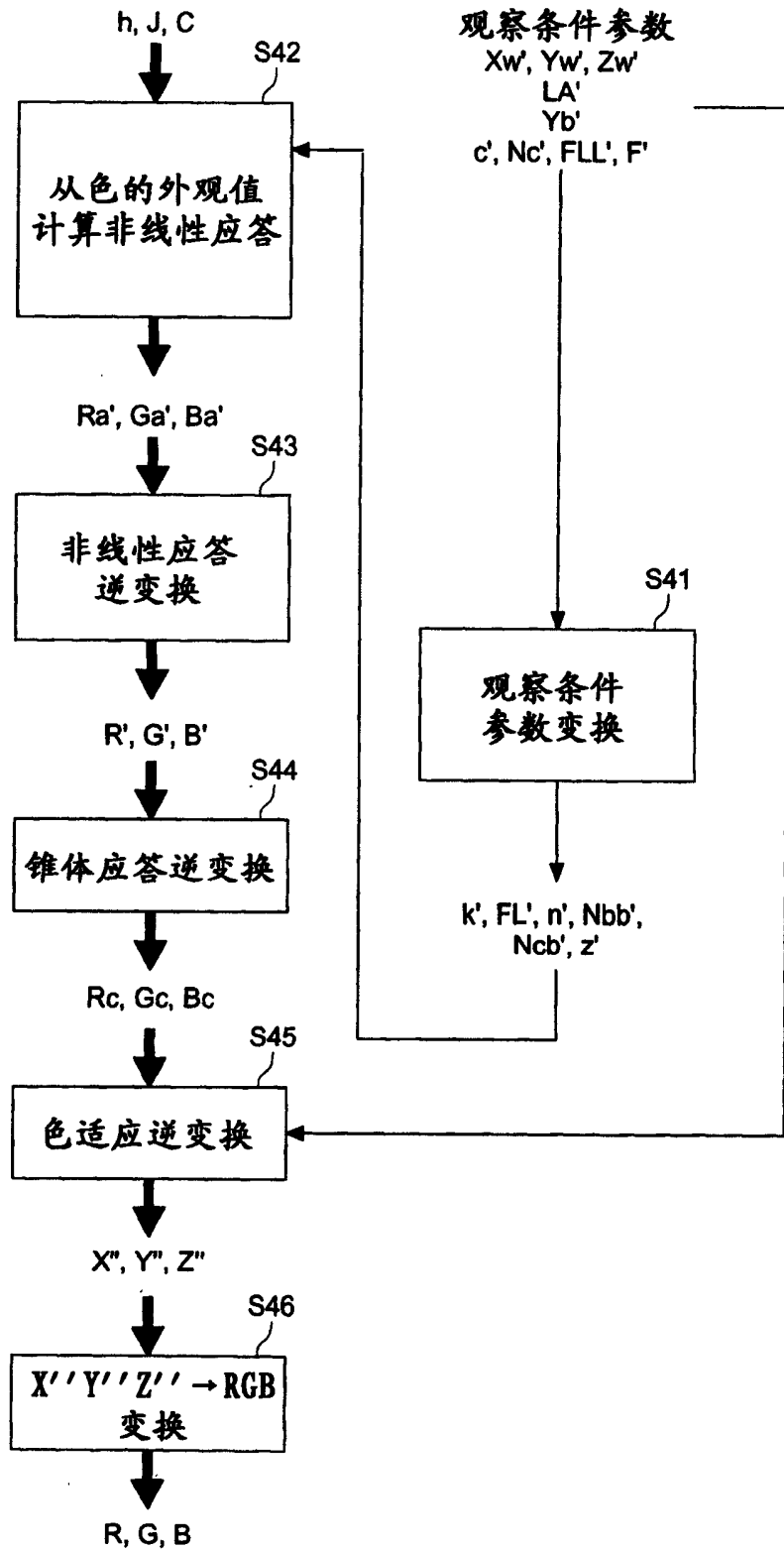
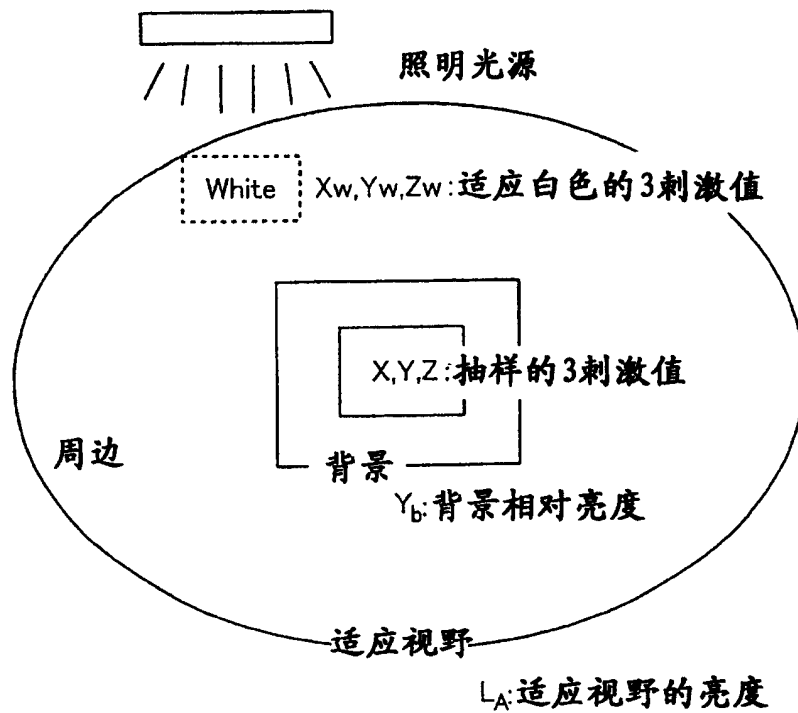


图13



c : 周边的影响系数 (Impact of surround)

N_c : 色适应系数 (Chromatic induction factor)

F_{LL} : 亮度对比度系数 (Lightness contrast factor)

F : 适应程度系数 (Factor for degree of adaptation)

FL : (liminance -level adaptation factor)

n : (Background induction factor)

N_{bb} : (Background brightness induction factor)

N_{cb} : (Chromatic brightness induction factor)