



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111801554 A

(43) 申请公布日 2020.10.20

(21) 申请号 201980016318.X

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

(22) 申请日 2019.02.21

11105

代理人 安之斐

(30) 优先权数据

(51) Int.Cl.

2018-037927 2018.03.02 JP

G01J 3/50 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G01J 3/46 (2006.01)

2020.08.31

G01J 3/51 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

G01J 3/28 (2006.01)

PCT/JP2019/006630 2019.02.21

G01J 3/52 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/167806 EN 2019.09.06

(71) 申请人 株式会社理光

地址 日本东京都

(72) 发明人 曾根拓郎 木原秀幸 相马孝吏

渡边修平 广井贵史

权利要求书3页 说明书17页 附图15页

(54) 发明名称

用于设定测量设备中的测色转换参数的方法

(57) 摘要

公开了一种测量设备,用于将拍摄数据精确地转换为三刺激值,以便对应于人类视觉的灵敏度特性。该测量设备包括至少一个被配置为用光照射对象的照明单元、至少一个被配置为对被光照射的对象进行拍摄以产生捕获图像的拍摄单元、以及被配置为将捕获图像转换为三刺激值的转换器。



1. 一种用于测量待测对象的测量设备,所述测量设备包括:
至少一个照明单元,被配置为用光照射对象;
至少一个拍摄单元,被配置为对被光照射的所述对象进行拍摄,以产生捕获图像;以及
转换器,被配置为将所述捕获图像转换为三刺激值,
其中,所述拍摄单元被配置为通过使用用于改变所述照明单元的照明角度和所述拍摄单元的拍摄角度中的至少一个的多个设定条件来进行多次拍摄,以及
在所述转换器中,用于将所述捕获图像转换为三刺激值的条件对于所述设定条件中的每一个是不同的。
2. 根据权利要求1所述的测量设备,还包括存储体,其中,布置所述照明单元和所述拍摄单元,以便满足用来自相对于所述拍摄单元的第一角度的光照射所述对象的第一设定条件以及用来自相对于所述拍摄单元的第二角度的光照射所述对象的第二设定条件,所述第二角度不同于所述第一角度,并且
所述存储体被配置为,对于所述第一设定条件和所述第二设定条件中的每一个,存储特定于设定条件的转换条件,在所述转换条件下将所述捕获图像的每个像素中的数据转换为三刺激值。
3. 根据权利要求2所述的测量设备,还包括参数设定单元,其中,所述存储体被配置为存储:
关于多个素色块的用于参考的预先确定的真彩色值;
被所述转换器用来将所述捕获图像转换为三刺激值的转换公式或转换表;以及
被代入到所述转换公式或所述转换表中的可更新参数,并且
其中,所述参数设定单元被配置为设定或更新要被代入到所述转换公式或所述转换表中的参数,使得从拍摄图像转换的三刺激值接近所述第一设定条件和所述第二设定条件中的每一个的真彩色值,所述拍摄图像是通过在所述第一设定条件和所述第二设定条件中的每一个下对所述多个素色块进行拍摄而获得的。
4. 根据权利要求2或3所述的测量设备,其中,所述第一设定条件是用来自相对于所述拍摄单元的高光角度的光照射所述对象的高光条件,所述高光角度允许所述光在所述对象上以正反射方向或正反射方向的附近方向被反射以进入所述拍摄单元,并且
所述第二设定条件是用来自相对于所述拍摄单元的遮光角度的光照射所述对象的遮光条件,所述遮光角度允许所述光在对象上以漫反射角度被反射以进入所述拍摄单元。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的测量设备,其中,所述至少一个照明单元是显色性评价指数Ra为95或更多的LED,或者是发出3种或更多种颜色的光的LED。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的测量设备,其中,所述拍摄单元拍摄的数据是3通道彩色数据。
7. 根据权利要求6所述的测量设备,其中,所述拍摄单元被配置为在所述多个设定条件中的每个条件下用多个曝光时间进行拍摄以获得RGB数据,
其中,所述转换器包括RGB数据组合单元,所述RGB数据组合单元被配置为将用所述多个曝光时间获得的所述RGB数据进行组合,并且
其中,所述RGB数据组合单元被配置为通过对R、G和B颜色中的每个执行特定于每个对应颜色的程序来获得RGB组合数据,所述程序包括:

识别第一饱和像素区域,在所述第一饱和像素区域中,用最长曝光时间获得的RGB数据的对应颜色的值是饱和的或接近饱和值,以及将所述第一饱和像素区域中的RGB数据替换为用第二最长曝光时间获得的RGB数据;

当最长曝光时间比参考曝光时间长时,基于所述参考曝光时间来降低用所述最长曝光时间获得的辉度值;

当第二饱和像素区域中用所述第二最长曝光时间获得的RGB数据具有饱和值或接近饱和值的值时,在第一饱和像素区域内识别所述第二饱和像素区域,以及将所述第二饱和像素区域中的RGB数据替换为用第三最长曝光时间获得的RGB数据;以及

当第三最长曝光时间比参考曝光时间短时,基于所述参考曝光时间来增加用所述第三曝光时间获得的辉度值。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的测量设备,还包括纹理计算器,所述纹理计算器被配置为通过使用转换后的三刺激值将所述对象的外观特性数字化为纹理。

9. 根据权利要求8所述的测量设备,其中,所述纹理计算器包括:

L*a*b*计算器,被配置为将指示每像素的三刺激值的XYZ转换为L*a*b*色系中每像素的L*a*b*值,以及

纹理评估单元,被配置为基于与具有所述L*a*b*值的图像中的色散值对应的变化量来评估所述纹理。

10. 根据权利要求1至5、8和9中任一项所述的测量设备,其中所述拍摄单元拍摄的数据是伪XYZ数据、或由多光谱相机拍摄的具有3个或更多个通道的数据。

11. 一种用于设定测量设备中的颜色测量转换参数的方法,

其中,所述测量设备包括存储体、至少一个照明单元和至少一个拍摄单元,布置所述照明单元和所述拍摄单元,以便满足用来自相对于所述拍摄单元的第一角度的光照射多个素色块的第一设定条件以及用来自相对于所述拍摄单元的第二角度的光照射所述多个素色块的第二设定条件,所述第二角度不同于所述第一角度,

所述方法包括:

在所述存储体中获得用于测色转换的转换公式或转换表,所述转换公式或所述转换表存储可更新参数;

对于所述第一设定条件和所述第二设定条件中的每一个,在所述存储体中获得关于所述多个素色块的用于参考的固定真彩色值;

通过所述测量设备在所述第一设定条件下对相应的多个素色块进行拍摄,以获得第一拍摄图像;

通过所述测量设备在所述第二设定条件下对相应的多个素色块进行拍摄,以获得第二拍摄图像;

设定或更新要被代入到所述转换公式或所述转换表中的第一参数,使得从所述第一拍摄图像转换的三刺激值接近于在所述第一设定条件下获得的真彩色值;以及

设定或更新要被代入到所述转换公式或所述转换表中的第二参数,使得从所述第二拍摄图像转换的三刺激值接近于在所述第二设定条件下获得的真彩色值。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,在所述存储体中获得用于参考的固定真彩色值包括:

通过使用关于所述多个素色块的所述第一设定条件的第一角度,由测色计执行测色以获得第一三刺激值;

通过使用关于所述多个素色块的所述第二设定条件的第二角度,由测色计执行测色以获得第二三刺激值;以及

将所述第一三刺激值和所述第二三刺激值存储在存储体中,作为用于参考的颜色固定真实值。

13. 根据权利要求11或12所述的方法,其中,所述多个素色块包括反射率为100或更高并且亮度为100或更高的块。

14. 根据权利要求11至13中任一项所述的方法,其中,所述多个素色块包括至少8种颜色。

15. 一种工业产品,所述工业产品基于由根据权利要求1至10中任一项所述的测量设备执行的检查而被制造。

用于设定测量设备中的测色转换参数的方法

技术领域

[0001] 本文所讨论的公开涉及测量外观特性的测量设备、用于设定该测量设备中的测色(colorimetric)转换参数的方法以及由该测量设备检查的工业产品。

背景技术

[0002] 工业产品的外观,如纹理(texture),是影响购买动机的重要因素。为了管理和提高纹理的质量,纹理评估可能很重要。但是,通过目测来评估纹理会产生评估差异的问题。因此,需要一种测量仪器来对纹理进行数字化。

[0003] 在观看产品的外观时,人们会从不同的角度观察产品,因为产品的颜色或光泽取决于观察角度。因此,在对纹理进行数字化时,需要在多个角度条件下对产品进行测量。鉴于这样的需要,市面上出现了一种可以改变照明角度或受光角度来测量制品的测色计。但是,该测色计只能测量微小点周围的测量范围内的平均颜色,而无法测量关于目标平面的纹理信息。“纹理信息”涉及到样本表面的图案、颗粒度和闪光度。如果没有这些纹理信息,就很难对外观进行数字化。因此,优选通过相机对样本表面进行成像。

[0004] 当这样的图像数据是由多个光源和彩色相机组合获得时,需要将获得的RGB图像数据转换为对应于人类视觉灵敏度的三刺激值XYZ或L*a*b*色系中的L*a*b*值。但是,即使通过使用一般的转换公式将RGB数据转换为三刺激值XYZ或L*a*b*值,这样的RGB也不对应于人类视觉的灵敏度。因此,数字化后的数据与人的感知有偏差。

[0005] 因此,为了将RGB数据转换为三刺激值XYZ的目的,作为将RGB数据转换为对应于人的色彩灵敏度的三刺激值XYZ的方法,专利文献1公开了一种使用先前获得的多网格3D-LUT(用于颜色转换的查找表)的转换方法。

[0006] 参考文献列表

[0007] 专利文献

[0008] [PTL 1]日本未审专利申请公布号2009-239419

发明内容

[0009] [技术问题]

[0010] 专利文献1的方法可以用于测量具有大的角度依赖性的样本,例如具有带有光泽表面的涂层的样本,该涂层可能使其颜色响应于照明角度或受光角度而变化。在此情况下,如果在将RGB数据转换为三刺激值XYZ的过程中,将特定于某一角度的3D-LUT应用于其他角度,则可能会增加转换的误差。

[0011] 鉴于上述问题,本发明的一个方面针对提供一种测量设备,该设备能够在多个设定条件下进行多次拍摄,以在每个设定条件下精确地将拍摄数据转换成包括与人类视觉的灵敏度特性相对应的颜色信息的三刺激值。

[0012] [问题的解决方案]

[0013] 根据本发明的一个实施例,提供了一种用于测量待测对象的测量设备,从而在多

个设定条件下进行多次拍摄,以精确地将拍摄数据转换成与人类视觉的灵敏度特性相对应的三刺激值。该测量设备包括:

[0014] 至少一个照明单元,被配置为用光照射对象;

[0015] 至少一个拍摄单元,被配置为对被光照射的对象进行拍摄以产生捕获图像;以及

[0016] 转换器,被配置为将捕获图像转换为三刺激值,

[0017] 其中,所述拍摄单元被配置为通过使用用于改变照明单元的照明角度和拍摄单元的拍摄角度中的至少一个的多个设定条件来进行多次拍摄,以及

[0018] 在所述转换器中,用于将捕获图像转换为三刺激值的条件对于所述设定条件中的每一个是不同的。

[0019] [本发明的有益效果]

[0020] 根据实施例的一个方面,能够提供一种测量设备,用于在多个设定条件下进行多次拍摄,以便在每个设定条件下精确地将拍摄数据转换成包括与人类视觉的灵敏度特性相对应的颜色信息的三刺激值。

附图说明

[0021] 图1是示出根据第一实施例的外观特性测量系统的示例的图;

[0022] 图2是示出外观特性测量系统的硬件配置的示例的框图;

[0023] 图3是示出图1的信息处理装置的示例的功能框图;

[0024] 图4是示出根据第一实施例的测色处理的示例的整个流程图;

[0025] 图5A是用于解释被测对象的材料进行的反射的不同的图;

[0026] 图5B是用于解释被测对象的材料进行的反射的不同的图;

[0027] 图5C是用于解释被测对象的材料进行的反射的不同的图;

[0028] 图5D是用于解释被测对象的材料进行的反射的不同的图;

[0029] 图6是用于解释出货时对测色转换参数进行初始化时的状态的图;

[0030] 图7是示出初步设定测色转换参数的示例的流程图;

[0031] 图8是示出更新测色转换参数的示例的流程图;

[0032] 图9是示出根据基于遮光条件创建的参数颜色转换公式,对于待使用的12色片的遮光,从RGB数据转换成的三刺激值XYZ的值的图;

[0033] 图10是示出根据基于高光条件创建的参数颜色转换公式,对于待使用的12色片的高光,从RGB数据转换成的三刺激值XYZ的值的图;

[0034] 图11是示出了根据第二控制示例在测色处理中创建合成RGB数据的示例的详细流程图,

[0035] 图12是示出集成式外观特性测量装置的配置示例的图;

[0036] 图13是示出根据第二实施例的外观特性测量系统的示例的图;

[0037] 图14是示出根据第二实施例的修改的外观特性测量系统的示例的图;以及

[0038] 图15是示出根据第三实施例的外观特性测量系统中所包含的光谱相机的光谱线的图。

具体实施方式

[0039] 下面参照附图说明实现本发明的实施例。在每个附图中使用相同的参考标号来表示相同的组件；因此，对于相同的组件，可以省略说明。

[0040] 第一实施例

[0041] 参考图1至图3，将提供对根据第一实施例的外观特性测量装置的说明。

[0042] 本实施例的外观特性测量装置用多个角度的光照射对象的表面，来用拍摄单元对对象表面进行拍摄。外观特性测量装置还通过在每个照明角度或受光角度中使用预先获得的颜色转换公式来将拍摄的图像数据转换为XYZ数据（测量值）和指示纹理的值，并且输出该XYZ数据和纹理值。以下说明实现这种功能的配置。

[0043] 图1是示出根据第一实施例的外观特性测量系统100的示例的整体示意图。图2是示出外观特性测量系统100的硬件配置的框图。

[0044] 如图1和图2所示，外观特性测量系统100包括光源1、拍摄设备2、检查台3、信息处理装置4和监视器5。外观特性测量系统100是根据本实施例的测量设备。

[0045] 在本实施例中，光源1包括两个照明单元11和12，从而利用以两个或更多个照明角度发光的光来照射作为测量对象的样本S。样本S被布置在检查台3上。

[0046] 在本实施例中，将具有高显色（color-rendering）性的表面安装型的白LED（发光二极管）用作照明单元11和12中的每一个。该LED的显色指数超过95。一般来说，由于LED的特定光谱形状，LED具有低显色性。这导致了在阳光下（即在自然光下）观看时不同的颜色，从而导致无法表示真实的颜色。相比之下，本实施例的LED具有高显色性，从而提高颜色转换精度。

[0047] 第一照明单元11以与相对于拍摄单元21的正反射（regular reflection）方向成15度的角度来布置。第二照明单元12以与正反射方向成45度的角度来布置。

[0048] 这种配置允许第一照明单元11用光照射样本S，以便光在相对于拍摄单元21的正反射方向的附近（高光条件）在样本S上被反射。此外，这种配置允许第二照明单元12用光照射样本S，以便光在扩散方向上（遮光条件）在样本S上反射。

[0049] 需注意的是，本示例说明了高光条件和遮光条件。但是，照明单元11和12以及拍摄单元21的布置可以改变。例如，只要满足以下两类条件，可以以可变方式布置一个或多个照明单元以及一个或多个拍摄单元以便进行拍摄。第一条件是用相对于拍摄单元21的第一角度的光来照射样本S的条件。第二条件是用相对于拍摄单元21的第二角度的光来照射样本S的条件。第二角度与第一角度不同。

[0050] 拍摄设备（成像设备）2包括拍摄单元（相机）21。拍摄设备2进行拍摄，以获得位于检查台3上的样本S的图像数据（RGB：原始数据）。

[0051] 在本实施例中，照明单元11和12以及相机21由圆形底板8支撑。

[0052] 在本实施例中，使用具有拜耳RGB阵列的相机作为拍摄单元21的相机。在拜耳阵列中，相机的光电二极管被排列为使得经排列的R（红色）滤光器和G（绿色）滤光器的列，以及经排列的G（绿色）滤光器和B（蓝色）滤光器的列是交替地布置的。

[0053] 拍摄单元21能够一次拍摄样本S的表面的一部分。在此情况下，例如，该部分的尺寸为几十毫米乘几十毫米（例如，50毫米乘50毫米）。

[0054] 此外，拍摄单元21的相机可以获得R、G、B各10位（bit）。例如，在此情况下，拍摄单

元21调整相机的焦距和工作距离,使所拍摄的图像数据的分辨率可以为每像素20 μm 。

[0055] 信息处理装置4具有测色值转换功能和纹理运算功能,用于对于每个设定条件基于图像数据(RGB:原始数据)计算测色值。

[0056] 需注意的是,在图1中,信息处理装置4与照明单元11和12以及拍摄单元21是分开的。然而,由信息处理装置4实现的颜色运算单元的功能可以由具有用于覆盖照明单元11和12以及拍摄单元21的外壳以便于集成的装置来实现。这样的配置将在下面结合图12进行说明。

[0057] 可替代地,作为颜色运算单元的测色处理单元(信息处理装置)的功能可以由诸如单独的计算机等计算设备(信息处理装置)实现,该计算设备完全独立于照明单元11和12或拍摄单元21。

[0058] 监视器5显示拍摄的图像和关于三刺激值和纹理的信息。

[0059] 在本实施例中,提供了多个光源(照明单元11和12),以允许样本S能够被来自至少两个照明角度的光照射。在本示例中,可以从两个照明角度发射出光。发射不是一次从两个方向进行,而是每次拍照从单个照明角度进行。

[0060] 需要注意的是,本实施例的样本S被放置在检查台3上作为示例。但是,检查台3可以例如是传送带。在此情况下,样本S例如是在垂直于图1的图纸方向上传送的工业产品,其被短暂地停止。然后,由图1的外观特性测量系统100用来自多个照射方向的光、或从多个拍摄方向对样本S进行拍摄。这可以允许在制造期间检查工业产品的颜色(测量值)和纹理。

[0061] 工业产品是指由金属材料、非金属材料、金属材料和非金属材料组合的材料或类似材料制成的加工产品。工业产品是指经过表面处理的产品。工业产品的示例包括包含两轮车和四轮车在内的机动车、诸如铁路车辆等机车车辆、用于机车车辆的金属板、诸如汽车座椅或汽车仪表板等内饰件。此外,工业产品的示例还包括飞机、船舶、建筑材料、包括建筑材料的建筑物、拍摄装置、诸如个人计算机的信息处理装置、诸如智能手机或平板的移动终端、诸如手表、电视装置、冰箱或空调的家用电器、诸如餐具或锅的烹饪装置。任何工业产品都可以经受测量,只要能够测量外表面的特性。

[0062] 参照图2,照明设备1包括第一照明单元11、第二照明单元12以及驱动每个照明单元11和12进行发光的照明控制器13。第一照明单元11和第二照明单元12对应于多个照明单元。需要注意的是,图2示出了照明控制器13由照明单元11和12共享的情况,但可以分别提供给每个照明单元11和12。

[0063] 拍摄设备2包括一个拍摄单元(相机)21和成像处理器22。拍摄设备2利用光源1的照明单元11和12各自的两个照射角度(照明角度)来获得图像,每个图像在单个拍摄操作(一次拍照)下获得。两个照射角度被设定为不同的角度。

[0064] 可以采用通用计算机装置作为信息处理装置4。具体而言,计算机设备可以专用于本实施例的外观特性测量装置100中。可替代地,也可以使用外部计算机通过加载测色值转换程序进行测色值转换。

[0065] 参照图2,信息处理装置4包括CPU(中央处理单元)41、ROM(只读存储器)42、RAM(随机存取存储器)43和HDD(硬盘驱动器)44。信息处理装置4还包括各种接口(I/F)45、输入输出控制器和输入输出(I/O)接口46。CPU 41、ROM 42、RAM 43、HDD 44、I/F 45和I/O接口46经由总线47相互连接。

[0066] 为了测量诸如样本或贴片等测量对象的表面, HDD 44存储了用于拍摄设备2的拍摄控制和光源1的照明控制的程序。HDD 44还存储用于利用获得的RGB和原始数据进行测色值转换等的纹理计算程序以及测色值转换程序。

[0067] 例如, 可以使用液晶显示器作为监视器5。监视器5能够显示图像数据或计算结果以及设置菜单、操作菜单等。监视器5还能够显示与成像用的高光条件和遮光条件中的每一个相对应的RGB图像、RGB值、三刺激值XYZ的计算值、 $L^*a^*b^*$ 值、 $L^*a^*b^*$ 色散值, 此外还能够显示基于这些值生成的各种参考图或图像等。

[0068] 例如, 使用模拟(simulation)等作为参考图或图像。模拟指示通过使用光源1的照明单元11和12中的每一个、基于对应于三刺激值XYZ的测色图和 $L^*a^*b^*$ 颜色空间中的坐标位置以及 $L^*a^*b^*$ 颜色值来建模的颜色视觉。

[0069] 信息处理装置

[0070] 图3是示出外观特性测量装置100的信息处理装置4的示例的功能框图。需要注意的是, 在图3中, 图3的功能块用实线表示, 与后面要描述的控制示例相关的块用断线表示。

[0071] 在图3中, 多个功能块由根据测色值转换程序执行的CPU 41实现。图3的功能涉及信息处理装置4的测色处理。

[0072] 测色值转换程序可以由以可安装格式或可执行文件格式记录的计算机可读介质记录, 例如CD-ROM(光盘只读存储器)或软盘(FD)。可使用CD-R(可刻录光盘)、DVD(数字通用光盘)、蓝光盘、半导体存储器等作为计算机可读记录介质。测色值转换程序可以通过诸如互联网的网络安装, 或者可以并入随装置提供的ROM等之中。

[0073] 信息处理装置4包括数据输入单元80A、照明控制器81、拍摄控制器82、图像数据存储体83、计算数据存储体84以及测色转换参数更新单元85。此外, 信息处理装置4包括测色值计算器86、纹理计算器87、测量数据存储体88、通信单元89以及监视器输出80B。

[0074] 图2的CPU 41实现了如图3所示的照明控制器81、拍摄控制器82、测色转换参数更新单元85、测色值计算器86和纹理计算器87的功能。在下面的描述中, 这些功能是通过软件处理实现的。然而, 照明控制器81、拍摄控制器82、测色转换参数更新单元85、测色值计算器86和纹理计算器87的全部或部分可以通过硬件处理实现。

[0075] 图像数据存储体83、计算数据存储体84和测量数据存储体88由图2的HDD 44、ROM 42和RAM 43以及EEPROM(电可编程只读存储器)中的任意一个实现。

[0076] 数据输入80A、通信单元89、监视器输出80B由各种接口(I/F) 45、输入输出控制器、输入输出(I/O)接口46等中的任意一个实现。

[0077] 参照图3, 照明控制器81选择性地控制照明单元11和12的照明或关灭。

[0078] 拍摄控制器82使拍摄单元21在照明单元11或12被点亮后的预定定时进行拍摄。

[0079] 图像数据存储体83至少包括高光图像存储体831和遮光图像存储体832, 用于存储用于测色值计算的拍摄图像。

[0080] 计算数据存储体84存储数据, 该数据被测色值计算器86和纹理计算器87引用。

[0081] 具体地, 计算数据存储体84包括噪声处理数据存储体841、RGB组合数据存储体842、用于高光计算的转换公式存储体(高光转换公式存储体)843、用于遮光计算的转换公式存储体(遮光转换公式存储体)844、 $L^*a^*b^*$ 计算数据存储体845、转换公式的原始数据存储体(原始数据存储体)846以及固定真实值存储847。

[0082] 测色转换参数更新单元85更新参数,所述参数被存储在高光转换公式存储体843和遮光转换公式存储体844中,并被代入转换公式(或转换表)中。更新参数的过程将在后面结合图6至图8进行描述。

[0083] 测色值计算器(转换器)86至少包括校准处理器861、去马赛克处理器862和三刺激值XYZ计算器864。

[0084] 校准处理器861执行校准以校正图像的失真,该失真可能是由拍摄单元21的镜头导致的。

[0085] 去马赛克处理器862执行去马赛克,以将原始图像的拜耳阵列改变为通用RGB阵列。

[0086] 对于高光图像存储体831中的高光图像,三刺激值XYZ计算器864通过使用存储在高光转换公式存储体843中的高光转换公式(颜色转换公式或测色值转换公式),将每像素的RGB数据(图像)转换为三刺激值XYZ。

[0087] 对于遮光图像存储体832中的遮光图像,三刺激值XYZ计算器864通过使用存储在遮光公式存储体844中的遮光转换公式(颜色转换公式或测色值转换公式),将每像素的RGB数据(图像)转换为三刺激值XYZ。

[0088] 需注意的是,测色值计算器86可以包括组合RGB数据创建单元(RGB数据组合单元)863。后面将结合图11描述创建组合RGB数据的过程。

[0089] 纹理计算器87包括L*a*b*计算器871和L*a*b*色散值计算器872。

[0090] L*a*b*计算器871基于由三刺激值XYZ计算器864计算出的相应的三刺激值XYZ,计算在高光条件和遮光条件中的每个条件下获得的图像的每像素的L*a*b*颜色值。L*a*b*颜色值是颜色的数值。

[0091] L*a*b*色散值计算器872计算L*a*b*颜色值的色散值(例如,方差)以获得纹理数据。

[0092] 测量数据存储体88存储由测色计算器86计算出的每像素的三刺激值XYZ、由纹理计算器87计算出的每像素的L*a*b*颜色值以及L*a*b*颜色值的色散值。

[0093] 通信单元89将测量数据传送到另一个装置(例如,另一信息处理装置),该装置通过有线或无线与信息处理装置4耦合。通信单元89还与图6的主机系统9进行通信。

[0094] 监视器输出80B以监视器5的显示格式输出拍摄的图像和测量数据,如三刺激值XYZ、L*a*b*测色值和L*a*b*色散值。

[0095] 计算测色值的第一处理

[0096] 作为示例,图4是示出根据第一示例计算测色值的处理的整体流程图。

[0097] 在S1中,样本S被设置在检验台3上。

[0098] 在S2中,第一照明单元11被点亮。

[0099] 在S3中,拍摄单元21对样本S进行拍摄,这允许通过拍摄单元21利用高光条件的照明角度而获得关于样本S的RGB图像(原始数据)。所拍摄的数据(捕获数据)作为具有辉度(luminance)信息的原始数据,被存储在高光图像存储体831中。

[0100] 在S4中,第一照明单元11被关灭,而第二照明单元12被点亮。

[0101] 在S5中,拍摄单元21对样本S进行拍摄。这允许通过拍摄单元21利用遮光条件的照明角度而获得关于样本S的RGB图像(原始数据)。所拍摄的数据作为具有辉度信息的原始数

据,被存储在遮光图像存储体832中。

[0102] 在S6中,在对S3和S5中获得的原始数据进行降噪处理和平滑处理之后,校准处理器861通过使用测量数据相对于白色参考板对要处理的图像进行校准。

[0103] 在S7中,去马赛克处理器862通过使用例如高级色平面插值等对获得的数据进行去马赛克。需注意的是,S6和S7的顺序可以颠倒。

[0104] 上述过程可以得到两种类型的RGB数据,即,高光RGB辉度数据(对应S3中得到的RGB数据)和遮光RGB辉度数据(对应S5中得到的RGB数据)。

[0105] 在S8中,三刺激值XYZ计算器864通过使用在高光条件下设定的颜色转换公式将高光RGB辉度数据转换为三刺激值XYZ,以创建高光XYZ数据。另外,三刺激值XYZ计算器864通过使用在遮光条件下设定的颜色转换公式,将遮光RGB辉度数据转换为三刺激值XYZ,以创建遮光XYZ数据。S6、S7和S8的过程称为计算测色值的处理,其中S6处理是该计算处理的主要处理。

[0106] 在S9和S10中,基于上述XYZ数据对样本S的纹理数字化(数字化纹理的处理)。

[0107] 具体地,在S9中,利用国际照明委员会(CIE)制定的转换公式,将高光XYZ数据和遮光XYZ数据中的每个转换为L*a*b*数据。

[0108] 需要注意的是,可以利用上述XYZ数据直接对纹理进行数字化,但XYZ数据与人的感知有偏差。出于这个原因,在本实施例中,在S9中,将XYZ数据(XYZ图像)转换为L*a*b*色系中的值后,对纹理进行数字化。S9中使用的转换公式表示为如下公式1。

[0109] [公式1]

$$[0110] \quad L^* = 116 (Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

$$[0111] \quad a^* = 500 \{ (X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3} \}$$

$$[0112] \quad b^* = 200 \{ (Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3} \} \quad (\text{公式1})$$

[0113] 在公式1中,X₀、Y₀和Z₀表示通过使用白色参考板获得的三刺激值X、Y和Z。

[0114] 现在,针对涂有明亮材料的部分的表面的“闪光(glitter)”是一种纹理。下面将介绍对闪光进行数字化的示例。高的闪光意味着图像的颜色变化。

[0115] 鉴于上述观点,在S10中,对于高光L*a*b*数据和遮光L*a*b*数据中的每一个,计算L*a*b*色散数据。待处理图像的所有像素的L*a*b*色散数据允许了对闪光进行数字化。在本实施例中,通过使用对于L*a*b*色散值执行四种基本算术运算中的一种或多种的结果(例如,L*a*b*色散值的乘积(即,将色散值相乘得到的值)),来指示闪光。

[0116] 例如,当测量对象为纯色时,对象的测色不会发生变化。因此,这种情况下的乘积相对较大。另一方面,当测量对象的表面有闪光时,对象图像的测色会发生很大的变化。这种情况下的乘积相对较小。在这个问题上,可以使用辉度的变化量来评价闪光。

[0117] 在S11中,L*a*b*色散值作为纹理而被输出。

[0118] 根据该流程图,在S3和S5中,从不同的照明角度对测量对象进行拍摄。在S8中,将在特定于设定条件的颜色转换下获得的RGB辉度数据转换为XYZ数据(测色值)。此外,在S10中,将XYZ数据转换为表示纹理的值。因此,可以将拍摄数据准确地转换为三刺激值XYZ,即,对应于人类颜色视觉的灵敏度的颜色信息。

[0119] 在S9中,将三刺激值XYZ转换为L*a*b*色系中的测色值(见公式1),由此可能准确地纹理数字化。

[0120] 在S10中,计算出 $L^*a^*b^*$ 的色散值,由此能够将粒子颜色等与粒子的特性相关的“闪光”作为纹理进行数字化。

[0121] 测量对象的纹理

[0122] 参照图5,下面将提供关于测量对象的闪光的说明。图5A至5D是用于说明由各种材料制成的测量对象的反射的差异的图。

[0123] 图5A示出了一般印刷品的光反射。一般印刷品具有低的角度依赖性。在此情况下,当从不同角度观察印刷品时,对象的颜色变化相对不会发生。这是因为印刷品具有不平整表面,从而导致在这样的表面上发射的光的扩散。

[0124] 图5B说明了金属或珍珠的光反射。如图5B所示的金属或珍珠具有强的光泽,其涂层表面具有大的角度依赖性,原因有以下两个:(1)金属或珍珠的表面光滑;以及(2)金属或珍珠的材料是明亮的。

[0125] 下面将介绍原因(1)。当对象的表面光滑时,在正反射条件下(入射角和受光角相同),表面发出的光反射最强。相反,在漫反射方向(除正反射以外的方向),反射光的量会减少。因此,例如,在拍摄对象时,在高光条件下得到的图像是非常明亮的(在此情况下,高光条件是强发光的条件)。相反,在遮光条件下得到的图像迅速变暗(在此情况下,遮光条件是弱发光的条件)。

[0126] 下面将介绍原因(2)。用金属或珍珠处理的对象的涂层表面(例如,汽车的涂层表面)具有被称为明亮材料的铝片,或被称为云母片的材料。因此,对象的亮度或颜色会取决于照射在涂层表面上的光的入射角而发生很大的变化。下面将介绍铝片和云母片的反射。

[0127] 图5C示出了铝片的光反射。测量对象的具有铝片的涂层表面对于在该表面的涂层层内发出的光具有大的角度依赖性。这是因为光被涂层层铝金属强烈反射。

[0128] 图5D示出了云母片的光反射。测量对象的具有云母片的涂层表面根据光的反射角而改变颜色。这是因为光被云母片干涉了。

[0129] 在本实施例中,由于拍摄单元21是彩色相机,因此可以通过拍摄单元21获得给定图像的颜色信息。通过这样的方式,拍摄单元21可以获得对应于例如由云母片制成的珍珠涂层表面的彩色闪光特性的RGB数据。

[0130] 然而,由于具有金属、珍珠等的表面具有大的角度依赖性,因此,这种表面的颜色可能会根据相对于表面的照明角度而发生很大变化。因此,当将用于将RGB转换为XYZ的特定用于单个角度的颜色转换公式应用于其他角度时,转换误差可能会增加。

[0131] 因此,本实施例提供了关于不同照明角度或受光角度的多个颜色转换公式,以便通过使用关于相应角度的多个颜色转换公式进行颜色转换,从而能够降低转换误差。

[0132] 为了将关于测量对象的图像的纹理(如上述的“闪光”)数字化,以下两点至关重要。

[0133] (A) 需要考虑可见的颜色。这种颜色不依赖于设备。这种颜色需要对应于人类色彩视觉能力的灵敏度。例如,这种颜色需要使用三刺激值XYZ或 $L^*a^*b^*$ 值来表示。

[0134] (B) 在(A)情况下的X、Y、Z值需要是准确的。如果这些值的误差增大,数字化后的纹理的误差也会增大。因此,当使用RGB相机进行拍摄时,需要将转换误差尽可能地缩小。

[0135] 因此,预设图4的S8中使用的颜色转换公式,以便将RGB辉度数据准确地转换为三刺激值XYZ。具体地,预设了要代入到用于将RGB辉度数据转换为三刺激值XYZ的转换公式

(例如,下面的公式2)或转换表中的参数a1至a7。该转换公式或转换表对应于用于将捕获的图像转换为三刺激值XYZ的条件。下面将对这些参数(测色转换参数)的设定进行说明。

[0136] 用于测色转换的参数设定

[0137] 图6是用于说明出货时对用于测色转换的参数进行初始化时的状态的图。在制造好的外观特性测量系统100出货之前,预先准备以下内容以设定用于测色转换的参数。对于具有不同颜色的多个素色块(multiple-plain-patches),使用分光测色计6获得通过使用对应于如图1所述的照明角条件的15度(高光条件)和45度(遮光条件)获得的三刺激值XYZ。

[0138] 此外,将分光测色计6获得的三刺激值XYZ设定为固定真实值。在此情况下,将用于测色转换公式(见下面的公式2)的参数a1至a7设定为尽可能与固定真实值相匹配。

[0139] 具体而言,将分光测色计6获得的三刺激值XYZ预先存储在主机系统9中。在此情况下,例如,在出货前组装了拍摄单元21和照明单元11和12之后,将由分光测色计6获得的三刺激值XYZ作为固定真实值存储在与每个外观特性测量系统100(A、B等)耦合的相应的信息处理装置4(或图12中的控制器74或存储器75)中。

[0140] 在设定用于测色转换的参数时,将多个色块用于在图6的相应外观特性测量系统100(A或B)和分光测色计6中进行设定。在本实施例中,作为示例,多个素色块是被称为CCS II色片(color tile)集的块,该CCS II色片集带有12色瓷片。

[0141] 多个素色块可以是12片反射率为100%或更低的色片。但是,优选的是,所述色片包括反射率为100%或更高的色片,或者亮度为100或更高的色片。由于具有明亮材料的涂层表面的反射辉度相对较高,因此优选对包括高反射率块的这些块进行颜色校准。这样的校准导致测量高反射率样本时颜色转换精度的改进。

[0142] 为了优化颜色转换公式,优选使用素色块测量8种或更多种颜色。

[0143] 作为示例,使用BYK-Gardner公司的仪器“BYK mac i”作为分光测色计6。通过使用以下内容计算出三刺激值XYZ:由分光测色计6测量的光谱反射率、对应于10度视场和光源1的颜色匹配函数。

[0144] 需要注意的是,在图6中,作为示例,通过主机系统9将分光测色计6测量的测色值存储在外观特性测量系统A和B中。但是,可以直接将分光测色计6测量的测色值从分光测色计6传送到外观特性测量系统A和B中,而不需要主机系统9。在此情况下,分光测色计6和外观特性测量系统A和B相互连接。

[0145] 图7是用于测色转换的参数初始设定流程图。

[0146] 图7的流程图示出了预先设定用于图4中S8的测色值计算的参数的处理。该设定处理在制造好的外观特性测量系统100的出货之前进行。

[0147] 在S801中,初步将要由转换公式使用的原始数据存储在存储体中(原始数据存储体846)。

[0148] 下面用公式2表示用于测色转换的原始数据的示例。公式2是用于将RGB转换为XYZ的公式。需注意的是,在公式2中,a1至a7表示参数。

[0149] [公式2]

$$[0150] \quad X = a_1R + a_2G + a_3B + a_4RG + a_5GB + a_6BR + a_7$$

$$[0151] \quad Y = b_1R + b_2G + b_3B + b_4RG + b_5GB + b_6BR + b_7$$

$$[0152] \quad Z = c_1R + c_2G + c_3B + c_4RG + c_5GB + c_6BR + c_7 \quad (\text{公式2})$$

[0153] 作为示例,本实施例说明了公式2。然而,可以使用线性转换公式或立方体转换公式。当RGB值均为零时,可将常数项(例如,公式2的a7)设定为零,从而使XYZ值为零。

[0154] 在S802中,分光测色计6在与高光条件相同的角度条件下,对于12色块进行三刺激值XYZ的测色测量。

[0155] 在S803中,分光测色计6在与遮光条件相同的角度条件下,对于12色块进行三刺激值XYZ的测色测量。

[0156] 在S804中,将在S802和S803中得到的三刺激值XYZ作为固定真实值存储在固定真实值存储体847中。

[0157] 在S805中,外观特性测量系统100的拍摄单元21通过使用高光条件的照明角度,获得关于12色块的RGB图像(原始数据)。

[0158] 在S806中,基于S805中获得的原始数据创建高光RGB辉度数据。

[0159] 在此情况下,识别出原始数据的中心图像区域,并进一步计算出所识别的图像区域内R、G和B中每一个的平均值。这些平均值对应于高光RGB辉度数据。由拍摄单元(相机)21捕获的图像的测量区域与由分光测色计6测量的区域相比相对较大。这是因为可能会在中心图像区域以外的图像区域中发生偏差。考虑到上述一点,在本示例中,为了获得高光RGB辉度数据,中心图像区域的大小为128×128像素。需要注意的是,在计算平均值之前,可以进行如图4所解释的噪声处理、校准处理或去马赛克处理。

[0160] 在S807中,外观特性测量系统100的拍摄单元21通过使用遮光条件的照明角度,获得关于12色块的RGB图像(原始数据)。

[0161] 在S808中,基于在S807中获得的原始数据创建遮光RGB辉度数据。在此情况下,以与S806相同的方式,识别RGB数据(原始数据)的中心图像区域,并进一步计算所识别的图像区域内的R、G和B中的每个的平均值。这些平均值对应于遮光RGB辉度数据。

[0162] 在S809中,参数更新单元85读出在S801中存储的转换公式(公式2),以及在S804中存储的固定真实值。

[0163] 在S810中,测色转换参数更新单元85根据在S806中创建的高光RGB辉度数据来设定参数a1至a7,使得通过使用转换公式转换的三刺激值XYZ接近在S804中在高光条件下定义的固定真实值XYZ。

[0164] 在此情况下,基于关于上述12色的高光RGB辉度数据(参见S806)和关于在高光条件下测量的12色的三刺激值XYZ(参见S802),来计算转换公式(公式2)中的参数a1至a7。

[0165] 例如,通过使用最小二乘法计算参数a1至a7。在此情况下,将由分光测色计6测量的、在高光条件下对于12色块获得的X、Y和Z值设定为基准变量。此外,将由拍摄单元21测量的、在高光条件下对于12色块获得的R、G和B值设定为解释变量。

[0166] 在S811中,测色转换参数更新单元85根据在S808中创建的遮光RGB辉度数据来设定参数,使得通过使用遮光RGB辉度数据转换的三刺激值XYZ接近在S804中在遮光条件下定义的固定真实值XYZ。

[0167] 在此情况下,基于关于上述12色的遮光RGB辉度数据(参见S808)和关于分光测色计6在遮光条件下测量的12色的XYZ数据(参见S803),来计算颜色转换公式(公式2)的参数a1至a7。例如,以与S810相同的方式,使用最小二乘法计算参数a1至a7,其中,在遮光条件下对于12色块获得的X、Y和Z值被设定为基准变量。此外,将在遮光条件下对于12色块获得的

R、G和B值设定为解释变量。

[0168] 将代入了参数a1至a7的转换公式作为遮光计算转换公式存储在遮光转换公式存储体844中。

[0169] 如上所述,通过使用由分光测色计6获得的XYZ数据(三刺激值XYZ)和由拍摄单元21获得的RGB数据,确定对应于每个照明角度(高光条件和遮光条件)的颜色转换公式。这样,通过使用外观特性测量系统100中的转换公式,可以将拍摄的RGB数据转换为XYZ数据。

[0170] 因此,本实施例的外观特性测量系统100可以对于具有比分光测色计6要测量的测量区域更宽的测量区域的给定图像,测量每像素的XYZ数据。在此情况下,XYZ数据被精确地计算,以便接近由分光测色计6测量的图像的值。

[0171] 需要注意的是,在本实施例中,作为示例,12色片被用作用于创建颜色转换公式的多个色素块。然而,例如可以使用具有多于一百种颜色的块来将RGB转换为XYZ。

[0172] 图8是示出更新用于测色转换的参数的示例的流程图。

[0173] 如上所述,用于测色转换的参数a1至a7是通过使用测色转换公式(公式2)初步设定的。这些参数被精确地计算,以便接近由分光测色计6测量的图像的值。然而,由于以下原因,优选地根据需要来改变这些参数。光源1可能会随着时间的推移而劣化,或者当更换照明单元11和12或拍摄单元21的镜头时固定真实值可能会发生偏移。

[0174] 在图8的“开始”块中,当光源1的LED随着时间的推移而劣化时,或者当更换照明单元11和12中的每一个或拍摄单元21的镜头而使固定真实值偏移时,实施图8的更新处理。在图7中,固定真实值以及参数a1至a7被设定。在图8中,通过使用外观特性测量系统100中的多个色素块来更新参数a1至a7。固定真实值不被更新。

[0175] 图8的S901至S907的处理与图7的S805至S811的处理大致相似。

[0176] 在S906中,更新参数a1至a7,使得在高光条件下,通过使用转换公式(公式2)从当前测量的高光RGB辉度数据(参见图7的S806)转换的三刺激值XYZ接近于在S804中预定义的相应固定真实值。将代入了更新后的参数a1至a7转换公式(公式2)存储在高光转换公式存储体843中。这样的处理可以更新高光转换公式。

[0177] 在S907中,更新参数a1至a7,使得在遮光条件下,通过使用转换公式(公式2)从当前测量的遮光亮度RGB数据(参见图7的S808)转换的三刺激值XYZ接近于在S804中预定义的相应固定真实值。将代入了更新后的参数a1至a7转换公式(公式2)存储在遮光转换公式存储体844中。这样的处理可以更新遮光转换公式。

[0178] 以这样的方式,在各自的设定条件下更新要被用于测色转换公式或转换表中的参数a1至a7,从而随时准确地设定测色值(即,通过使用测色转换公式(公式2)获得的三刺激值XYZ)以便接近分光测色计6测量的真实值。

[0179] 测色值的验证

[0180] 接下来,将对测色值(即通过使用公式2获得的值XYZ)的准确性进行说明。

[0181] 为了检查上述测色值是否准确,比较以下两种情况的误差。

[0182] (i) 第一种情况,即,通过利用遮光颜色转换公式(公式2),将在遮光条件下得到的遮光RGB辉度值(见图7的S808)转换为三刺激值XYZ(见图7的S811)。

[0183] (ii) 第二种情况,即,在没有关于各种角度的转换公式的情况下,通过使用遮光颜色转换公式,将遮光条件下拍摄的RGB值转换为三刺激值XYZ。

[0184] 图9示出了在第一种情况下获得的三刺激值XYZ的结果。

[0185] 在图9中, Δx 、 Δy 和 Δz 表示由市面可购的分光测色计(例如,来自BYK Gardner供应商的称为“BYK mac i”的仪器)获得的X、Y和Z与在第一种情况下获得的X、Y和Z(在此情况下,由拍摄单元21拍摄的RGB数据被转换为XYZ数据)之间的差的绝对值。图9的绝对值为误差。

[0186] 需要注意的是,由拍摄单元21拍摄的图像数据的大小为 128×128 像素。图像数据的值XYZ表示平均值。在图9中,关于X的平均误差为0.7,关于Y的平均误差为0.46,关于Z的平均误差为0.49。这些误差相对较小。

[0187] 图10示出了在第二种情况下得到的三刺激值XYZ(在此情况下,在遮光条件下拍摄的RGB值被转换为XYZ值)的结果。在图10中,关于X的平均误差为12.63,关于Y的平均误差为9.72,关于Z的平均误差为20.93。这些误差相对较大。

[0188] 从图9和图10的结果中发现,如第一种情况下所讨论的那样,通过使用关于各种照明角度的转换公式将RGB数据转换为XYZ数据,提高了转换精度。

[0189] 换句话说,本实施例能够减少转换误差,例如,如果在将RGB数据转换为XYZ数据时将特定于某一角度的颜色转换表(查找表)应用于其他角度则可能会增加的误差。

[0190] 在本实施例中,将拍摄的RGB数据用作原始数据,用于将RGB数据转换为XYZ数据。但是,也可以不将拍摄的RGB数据用作原始数据,而是基于通过使用白色参考板等测量的白色数据对拍摄的RGB数据进行归一化。在此情况下,基于白色数据对每像素的拍摄的RGB数据进行归一化,并将归一化后的RGB数据用于转换。这样能够对与照明单元有关的时间相关的辉度不均匀性进行修正。

[0191] 计算测色值的第二处理

[0192] 在图4的计算测色值的处理中,要处理的数据是用关于各个角度的一次拍照获得的,但也可以用不同的方式获得。一般来说,工业产品具有不同的亮度,如高级别的或低级别的。由于这个原因,当用相机的恒定曝光时间拍摄具有高级别亮度的样本时,相机的动态范围可能超过最大值。另一方面,当对具有低级别亮度的样本进行拍摄时,拍摄的数据可能不清晰可见。

[0193] 鉴于上述情况,在本第二处理中,用不同曝光时间对样本进行拍摄,即多重曝光,以获得RGB数据。进一步地,将获得的RGB数据进行组合,然后将组合后的RGB数据进行颜色转换。这样的方法能够准确地测量具有从高级别到低级别的亮度范围的样本。

[0194] 下面将对根据该处理的RGB数据的组合进行说明。为了便于说明,下面将对高光条件下处理的组合进行说明。在遮光条件下实施的组合处理与在高光条件下实施的组合处理类似。

[0195] 在此情况下,曝光时间有三种类型,如“ $1/2T$ 秒”、“ T 秒”、“ $2T$ 秒”。其中, T 表示参考曝光时间, $1/2T$ 表示 T 的一半, $2T$ 表示加倍的 T 。

[0196] 图11是说明根据第二控制示例的组合后的RGB数据的示例的详细流程图。需要注意的是,作为示例,图11示出了在测量时对样本S进行拍摄并且通过使用拍摄的数据来测量测色值的情况。通过使用特定色块来更新参数的处理与图11相同。

[0197] 在S101中,检查样本S被放置在检查台3上。

[0198] 在S102中,第一照明单元101被点亮。

[0199] 在S103中,通过利用高光条件的照明角度,利用曝光时间 $1/2T$ 、 T 、 $2T$ 获得关于样本S的RGB辉度数据。将获得的RGB辉度数据存储在高光图像存储体831中。

[0200] 具体地,拍摄单元21的相机利用曝光时间 $1/2T$ 、 T 、 $2T$,对样本S进行三次拍摄。用 $1/2T$ 拍摄的图像数据是最暗的,而用 $2T$ 拍摄的图像数据是最亮的。关于所拍摄的图像数据,与S806相同的方式,识别相应图像数据的中心图像区域,并且进一步计算出识别的图像区域内R、G、B中每一个的平均值(即RGB辉度数据)。以这样的方式,创建三种模式的高光RGB辉度数据(在此情况下,例如用 $1/2T$ 、 T 和 $2T$ 获得的高光RGB辉度数据)。

[0201] 在S104至S109中,实现了RGB数据的组合的处理。在本说明中,将用 $2T$ 获得的数据称为第一数据。将用 T 获得的数据称为第二数据。将用 $1/2T$ 获得的数据称为第三数据。

[0202] 在S104中,组合RGB数据创建单元863识别用曝光时间 $2T$ 获得的RGB数据(称为第一数据的所有像素数据)中的R的值为饱和或接近饱和的像素位置(第一饱和像素区域)。在此情况下,由于使用10位相机作为拍摄单元21,所以饱和值为2的10减1次方,即 10^{23} 。例如,当第一数据的辉度值为1000或更多时,具有这种值的像素位置被识别为第一饱和像素区域。

[0203] 在S105中,组合RGB数据创建单元863将S104中识别的像素位置的辉度值替换为用曝光时间 T 获得的像素数据(第二数据)的辉度值。也就是说,将饱和像素区域替换为其中数值未饱和的像素区域。

[0204] 在S106中,组合RGB数据创建单元863将S104中未被识别的图像数据(第一数据)的像素位置的辉度值减少 $1/2$ 。即,将S104中未被替换的像素区域的值减少 $1/2$,以便基于曝光时间 T 将这样的值归一化。

[0205] 在S107中,组合RGB数据创建单元863识别在S105中替换的、用曝光时间 T 获得的RGB数据(称为第二数据的像素数据)中的R的辉度值为饱和或接近饱和的像素位置。例如,识别具有辉度值为1000或更多的像素位置。

[0206] 在S108中,组合RGB数据创建单元863将S107中识别的像素位置的辉度值替换为用曝光时间 $1/2T$ 获得的像素数据(第三数据)的辉度值。

[0207] 在S109中,组合RGB数据创建单元863将在S108中替换的图像数据(第三数据)的像素区域的辉度值加倍。以这样的方式,将曝光时间 T 作为归一化的参考。

[0208] 接下来,流继续到图4的S8和S9,将图11中创建的组合RGB数据代入转换公式中以获得XYZ数据,然后对纹理进行数字化。

[0209] 需注意的是,图11说明了被替换的辉度值被加倍或减少 $1/2$ 以进行归一化的情况。但是,用 $2T$ 和 $1/2T$ 的曝光时间获得的数据被初步归一化,并且这些归一化后的数据可以用于替换。

[0210] 在本示例中,当只有R数据的辉度值饱和时,替换R数据的辉度值(见S105或S108)。可替代地,与待改变的R数据相同位置的G和B数据也可以被替换。可以考虑创建预期程序(算法)的难易程度来确定要采用的处理。此外,可以额外地针对G数据和B数据中的每一个,执行与图11中所示的程序基本相同的程序。

[0211] 如上所述,初步创建利用多重曝光获得的RGB辉度数据,以便正确地实施图11的处理。

[0212] 因此,在获得由分光测色计6获得的XYZ数据时(参见图7和图8),在高光条件和遮光条件下在多个曝光条件下获得XYZ数据。

[0213] 通过使用以这样的方式获得的关于12素色块的组合后的RGB数据,计算出要代入测色值转换公式(公式2)中的参数a1至a7,以确定转换公式(公式2),如图7和图8所示。

[0214] 在本实施例中,将用多重曝光获得的数据进行组合以伪方式增加数据的动态范围,从而生成HDR(高动态范围)数据。因此,可以在使得数据不具有破碎阴影(crushed shadow)和饱和值的状态下,测量具有非常高的光泽度和高亮度的各种样本以及具有低光泽度和低亮度的样本。

[0215] 根据外观特性测量系统100,通过使用关于多个色块的HDR数据,来创建颜色转换公式或颜色转换表。此外,通过使用HDR数据来测量样本S。因此,能够提高测色值转换精度和纹理-数字化精度。

[0216] 集成式测量装置

[0217] 图12是示出集成式外观特性测量装置的配置示例的示意图。

[0218] 参照图1,作为示例,上面已经对在外观特性测量系统100中,信息处理装置4与照明单元11和12以及拍摄单元21分开的情况进行了说明。但是,被配置为实现信息处理功能的控制器和存储体可以与照明单元11和12以及拍摄单元21集成。

[0219] 在图12中,集成式外观特性测量装置7作为一个整体被外壳70覆盖。集成式外观特性测量装置7包括照明单元71、照明单元72、拍摄单元(相机)73、控制器74、存储体75、显示器76、操作按钮77等。集成式外观特性测量装置7是根据本实施例的测量装置的示例。

[0220] 该集成式外观特性测量装置7在外壳70与样本S的表面接触的状态下进行拍摄。

[0221] 需注意的是,外壳70有孔,来自照明单元71和72的光通过这些孔发出。拍摄单元73可以对通过孔在样本S上反射的图像进行拍摄。

[0222] 在本示例中,第一照明单元71用光照射样本S,以便光在相对于拍摄单元73的正反射方向的附近(高光条件)在样本S上被反射。另外,第二照明单元72用光照射样本S,以便光在相对于拍摄单元73的扩散方向上(遮光状态)在样本S上反射。

[0223] 控制器74和存储体75执行图3的信息处理装置4的颜色测量的功能。

[0224] 显示器76是诸如液晶显示器(LCD)或有机EL(电致发光)等彩色显示器或单色显示器。显示器76具有监视器5的功能,并且除了显示图像数据、操作结果等之外,还可以显示设置菜单和操作菜单。

[0225] 操作按钮77是用于从操作者给出指令的输入设备。

[0226] 在图12中,照明单元71和72以及拍摄单元73放置在集成式外观特性测量装置7的上部。样本S被放置在集成式外观特性测量装置7的下部。但是,例如集成式外观特性测量装置7还可以水平地布置以便将样本S放置在壁部,只要壳体70能够与样本S接触即可。

[0227] 通过这种配置,通过利用各自的照明角度条件创建各自的转换公式或转换表,从而能够提高将拍摄的RGB数据转换为XYZ数据的转换精度。

[0228] 参照图12,作为示例,上面已经对照明单元的数量为2个、拍摄单元的数量为1个的情况进行了说明。但是,如下图13所示,集成式外观特性测量装置7可以包括2个拍摄单元和1个照明单元。

[0229] 第二实施例

[0230] 接下来,将对本实施例的外观特性测量装置进行说明。图13是示出根据第二实施例的外观特性测量系统100A的示例的图。

[0231] 在第一实施例中,上文已经对提供多个照明单元以利用多个照明角度测量图像的情况进行了说明。但是,如图13所示,可以提供多个拍摄单元(相机23和24)用于利用多个拍摄角度来拍摄图像。

[0232] 在图13中,第一拍摄单元(相机)23和第二拍摄单元(相机)24被布置为以相对于样本S的不同角度进行拍摄。因此,具有两个拍摄单元23和24的拍摄设备2A可以通过使用两个拍摄角度来拍摄检查台3上的样本S。需要注意的是,可以通过增加相机的数量来增加拍摄角度的数量。

[0233] 在本实施例中,没有给出选择照明单元的指令,但给出了选择用于拍摄的拍摄单元(相机23或相机24)的指令。因此,在本实施例的信息处理装置4中,由拍摄控制器82选择拍摄单元23或拍摄单元24,而不是由图3的照明控制器81选择照明单元11或照明单元12。

[0234] 在本实施例中,采用多个拍摄角度进行拍摄,由此能够获得与样本S被观察时的视觉灵敏度相对应的测量值。

[0235] 在本实施例中,第一拍摄单元23拍摄被来自照明单元14的光照射的样本S。在此情况下,光在相对于照明单元14的正反射方向的附近(高光条件)在样本S上被反射。此外,第二拍摄单元24拍摄被来自照明单元14的光照射的样本S。在此情况下,光在相对于照明单元14的扩散方向上(遮光条件)在样本S上反射。

[0236] 在此情况下,代替于使用照明角度条件,而是使用拍摄角度条件来创建转换公式或转换表,从而能够提高将拍摄的RGB数据转换为XYZ数据的转换精度。

[0237] 修改

[0238] 参照图13,上面已经对多个拍摄单元23和24通过使用不同的拍摄角度获得图像的情况进行了说明。但是,一个拍摄单元(拍摄设备),例如如图14所示的线传感器20,可以通过使用不同的拍摄角度来获得图像。

[0239] 图14的线传感器20是一种线扫描型拍摄设备。线传感器20通过连续改变光角度或拍摄角度,能够获得使用多个拍摄角度获得的单个图像。

[0240] 线传感器20对样本S进行拍摄(成像),从而可以通过利用多个光角度或多个拍摄角度来一次获得图像数据。

[0241] 第三实施例

[0242] 参照图15,下面将对使用分光相机25作为拍摄单元的第三实施例的情况进行说明。

[0243] 本实施例的分光相机25可以获得关于相对于可见光区域的波长段的二维分光信息。例如,分光相机25可以是用于获得关于多个波长段的分光信息的多光谱相机,或者用于以高波长分辨能力获得分光信息的超光谱相机。

[0244] 接下来,参照图15,下面将对要由分光相机(拍摄单元)25获得的光进行色散的示意处理进行说明。图15是示出根据第三实施例的外观特性测量系统的拍摄单元(分光相机)25的主要配置的示例的图。作为示例,分光相机25包括一组滤光器和具有衍射光栅的多光谱相机。然而,分光相机25可以是包括一组或多组滤光器和衍射光栅(或棱镜)等的超光谱相机。

[0245] 作为光谱信息获得单元实现的分光相机25,可以通过使用主透镜54的一组光谱滤光器56a、56b和56c,以及布置在主透镜54和受光元件之间的微透镜阵列53,根据光谱滤光

器的数量获得每微透镜的分光信息。光谱信息获得单元获得二维光谱信息。

[0246] 如图15所示,具有多个微透镜(小透镜)的微透镜阵列(MLA) 53布置在主透镜54的会聚位置的附近。具有多个受光元件(传感器)的受光元件阵列55布置在受光平面上,用于将被主透镜54会聚的光学信息转换为电子信息(电信号)。

[0247] 在图15中,为了便于在下面的描述中理解,作为光学系统的主透镜54是单透镜,而且主透镜54的光阑位置S被表示为单透镜的中心。然而,如图15所示,彩色滤光器56实际上并不布置在透镜54内,而是布置在光阑位置附近。“光阑位置附近”包括光阑位置,并且是指相对于各种视角的光线可以通过其穿过的部分。换句话说,“光阑位置附近”是指彩色滤光器56相对于主透镜54的允许设计位置的范围。

[0248] 在图15中,作为光学带通滤光器的彩色滤光器56布置在主透镜54的中心。彩色滤光器56是对应于三刺激值XYZ的并且具有基于XYZ测色系中的颜色匹配函数的光谱透射率的滤光器。在此情况下,彩色滤光器56具有多个(例如,3个)滤光器56a、56b和56c,它们具有不同的光谱透射率。

[0249] 上述光学带通滤光器可以是具有不同光谱透射率的多个滤光器的组合,也可以是每个滤光器部分具有不同光谱透射率的单个滤光器。

[0250] 在这样的配置中,例如,对于从380nm到780nm的波长段,当31类型光学带通滤光器具有透射波长峰值(每个峰值在10nm内)时,这些滤光器可以获得关于每个10nm的峰值的光谱信息。

[0251] 如上所述,相机所测量(拍摄)的光谱波长范围在可见光区域覆盖380nm至780nm。因此,能够获得与人类视觉的灵敏度相对应的光谱信息。

[0252] 在本实施例中,如前述实施例所说明的那样,还通过使用不同的角度来初步设定转换公式或转换表,并且从而提高转换精度。使用4个或更多的通道扩大了信息量,并且从而能够比使用3个通道的转换精度更高。

[0253] 上文已经对采用RGB相机和多光谱相机的实施例进行了说明。然而,XYZ相机可用于执行与上述处理相同的处理。即使将具有与颜色匹配函数(例如,公式2)的特性等相似的特性的滤光器用作相机,通过使用滤光器获得的颜色数据的特性可能与颜色匹配函数的特性不匹配。在此情况下,作为结果,可能发生转换错误。鉴于上述观点,作为示例,在本实施例中,可以将RGB数据作为XYZ相机的伪数据来实现,以与上述实施例相同的方式创建颜色转换公式。

[0254] 拍摄单元的相机不限于单板相机。例如,可以使用三板相机作为拍摄单元的相机。

[0255] 上文已对照明单元为白光照明单元并且拍摄单元为彩色相机的情况进行了说明。但是,照明单元可以是用于发出R、G、B颜色的光的LED。拍摄单元可以是单色相机。在此情况下,LED依次发出R、G、B三种颜色中的每一种颜色的光,而且,单色相机相应地进行三次拍摄。这样的配置可以获得RGB数据。优选地,不需要进行去马赛克处理。另一方面,需要对同一拍摄角度进行三次拍摄,因此测量时间可能会增加。可以根据情况应用任何方面。

[0256] 上文已经为优选的实施例提供了说明,但并不旨在限制于特定的实施例。在本公开的范围内,可以进行各种修改或变化。

[0257] 参考符号列表

[0258] 100、100A、100B 外观特性测量系统(测量设备)

- [0259] 1 光源
- [0260] 2 拍摄设备
- [0261] 3 检查台
- [0262] 4A、4B、4C 信息处理装置。
- [0263] 5 监视器
- [0264] 6 分光测色计(测色计)
- [0265] 7 集成式外观特性测量装置(测量设备)
- [0266] 9 主机系统
- [0267] 11 照明单元(第一照明单元,LED)
- [0268] 12 照明单元(第二照明单元,LED)
- [0269] 14 照明单元
- [0270] 2、2A、2C 拍摄设备
- [0271] 20 多光谱相机
- [0272] 21 拍摄单元
- [0273] 23 第一拍摄单元(相机)
- [0274] 24 第二拍摄单元(相机)
- [0275] 25 分光相机
- [0276] 71 第一照明单元
- [0277] 72 第二照明单元
- [0278] 73 拍摄单元
- [0279] 74 控制器
- [0280] 75 存储体
- [0281] 76 显示器
- [0282] 77 操作按钮
- [0283] 80A 输入
- [0284] 80B 监视器输出
- [0285] 83 图像数据存储体
- [0286] 84 计算数据存储体(存储体)
- [0287] 85 测色转换参数更新单元
- [0288] 86 测色值计算器(转换器)
- [0289] 863 组合RGB数据制作单元(RGB数据组合单元)
- [0290] 864 三刺激值XYZ计算器
- [0291] 87 纹理计算器
- [0292] 88 测量数据存储体
- [0293] S 样本(测量对象)
- [0294] P 色片(多个色块)
- [0295] 本申请以2018年3月2日提交的日本专利申请第2018-37927号为基础并要求其优先权,其全部内容通过引用并入本文。

100

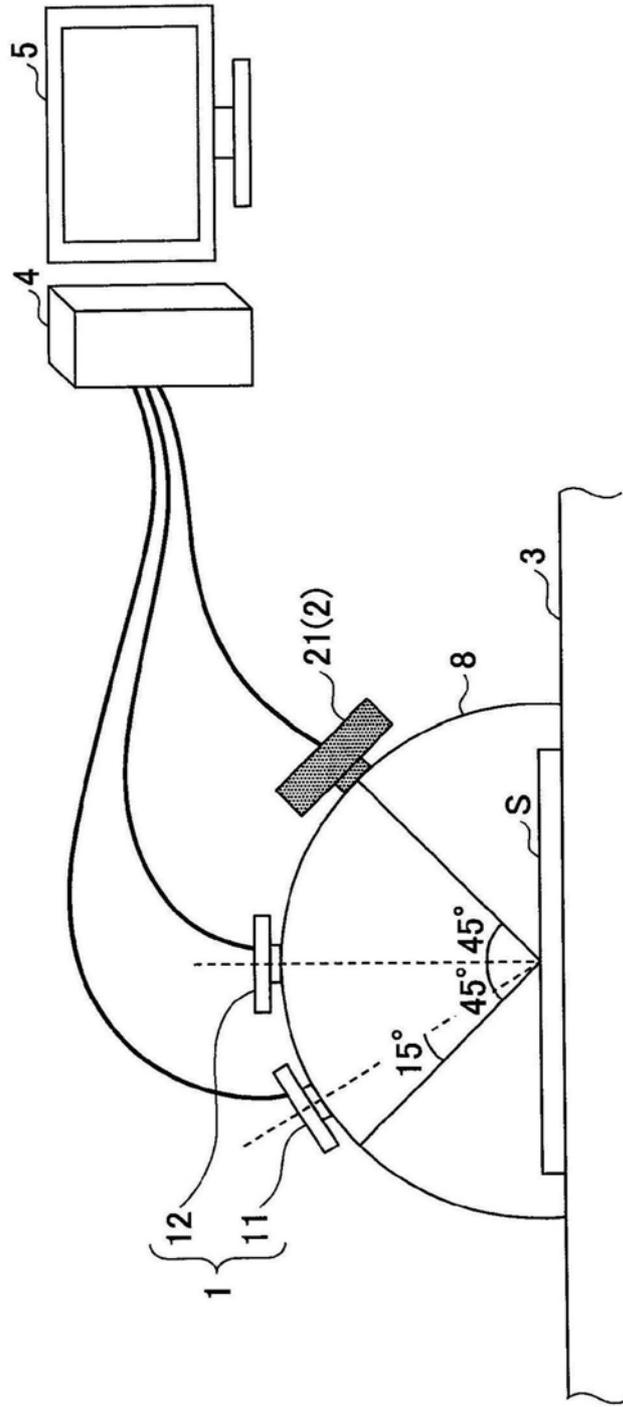


图1

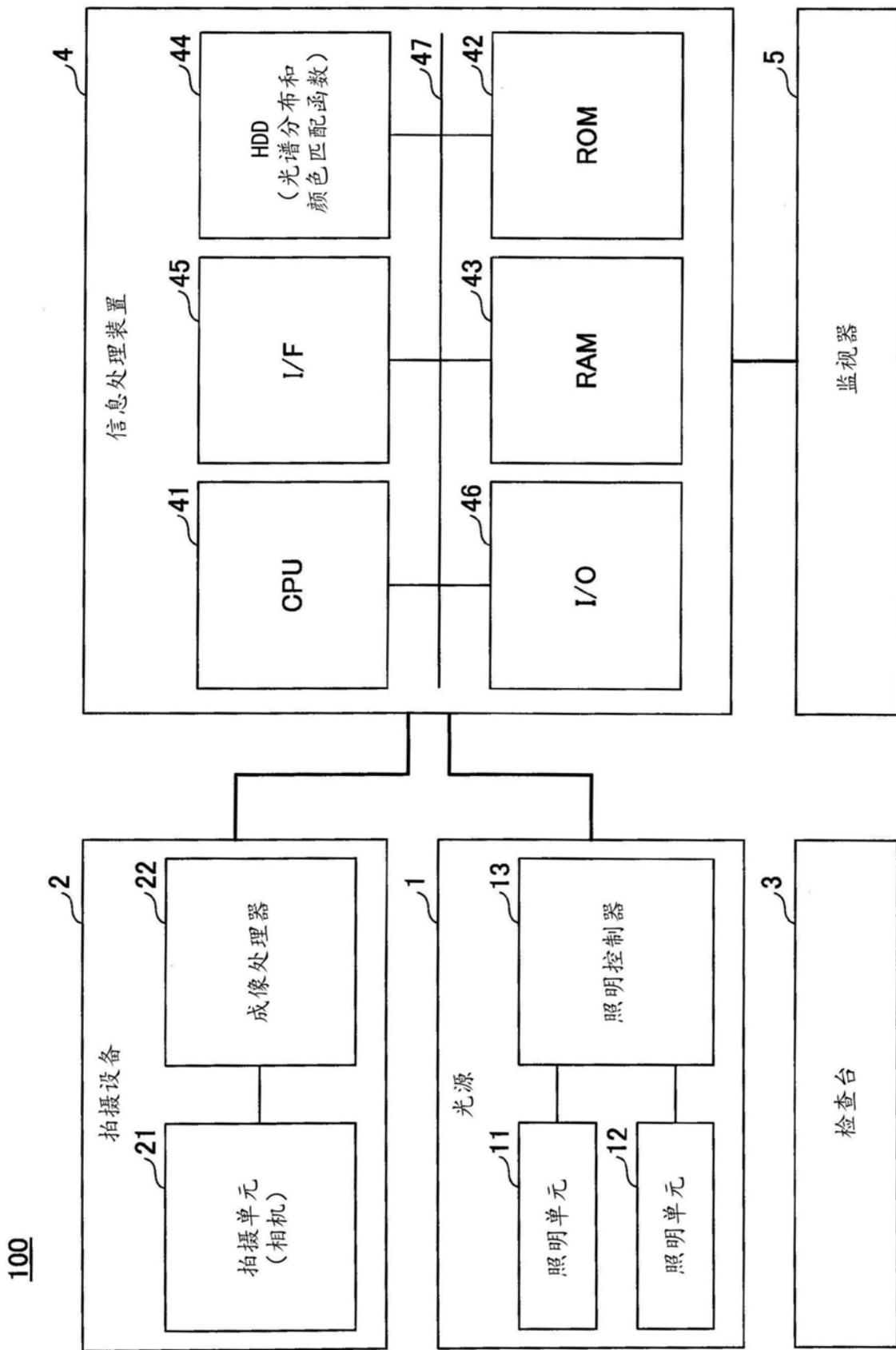


图2

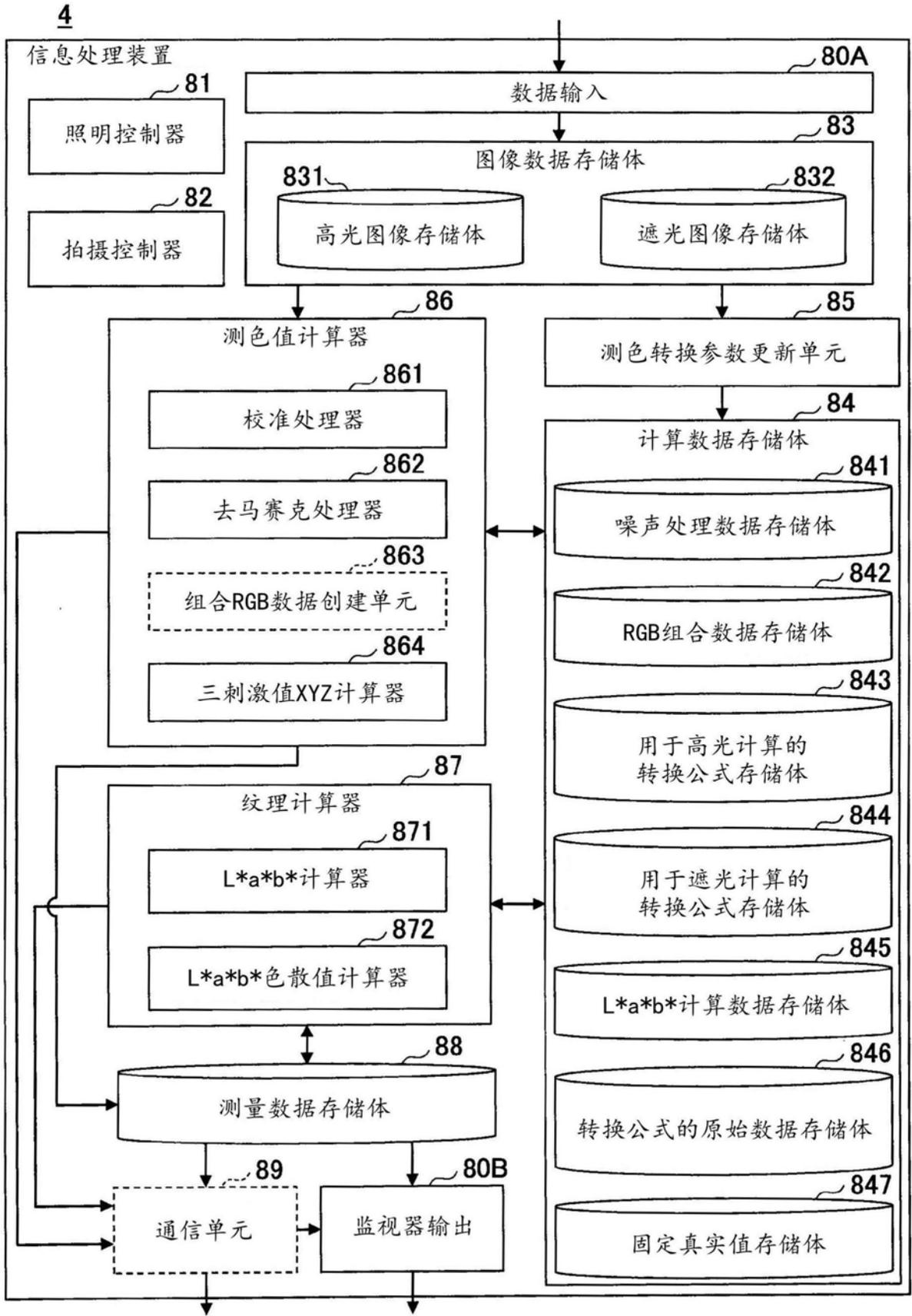


图3

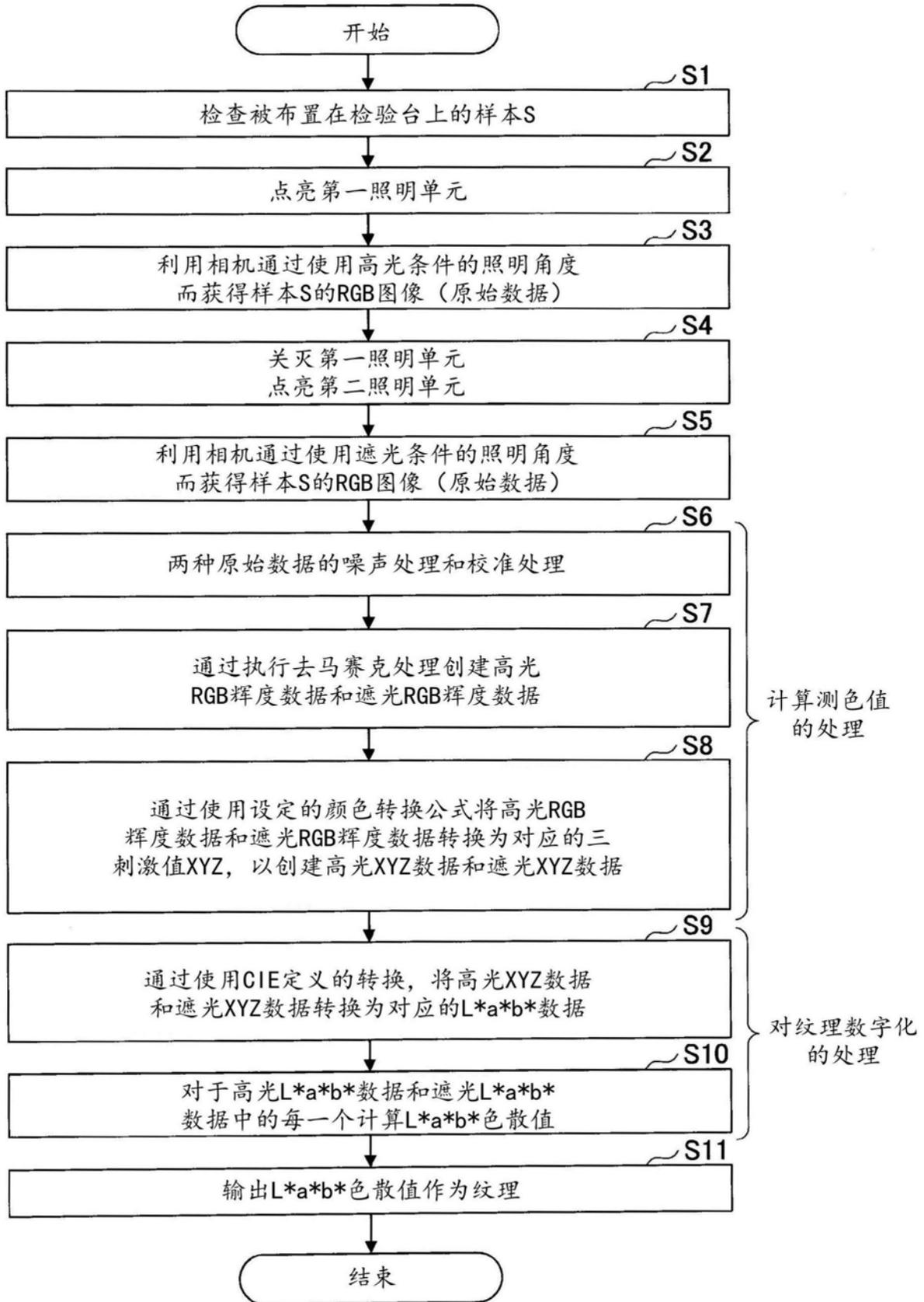


图4

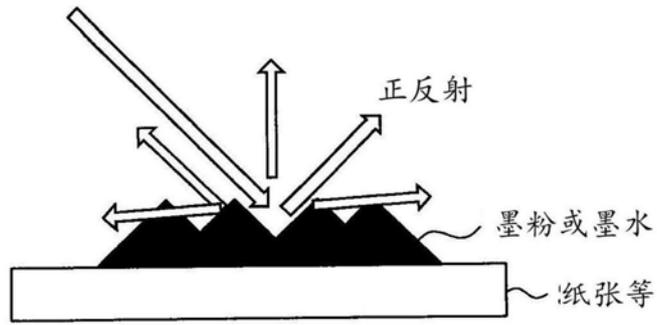


图5A

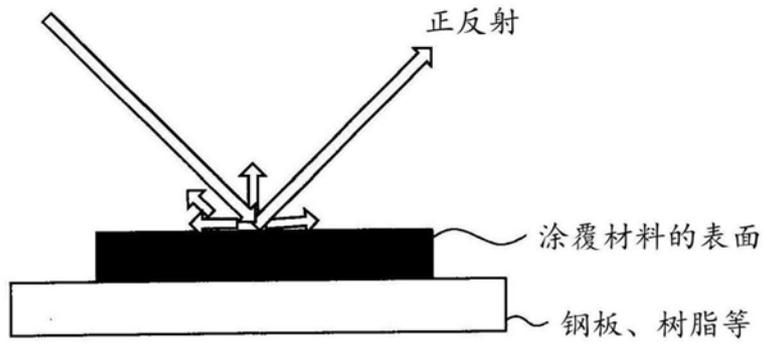


图5B

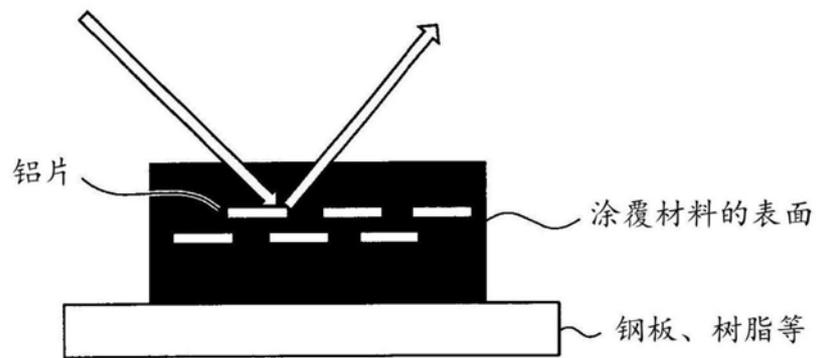


图5C

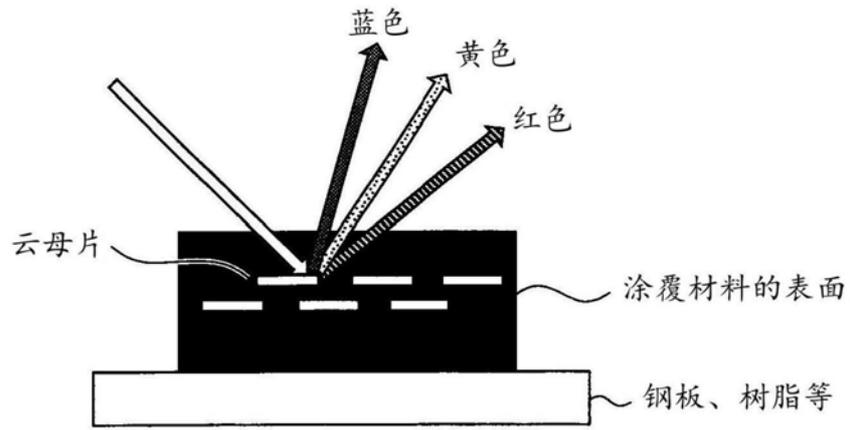


图5D

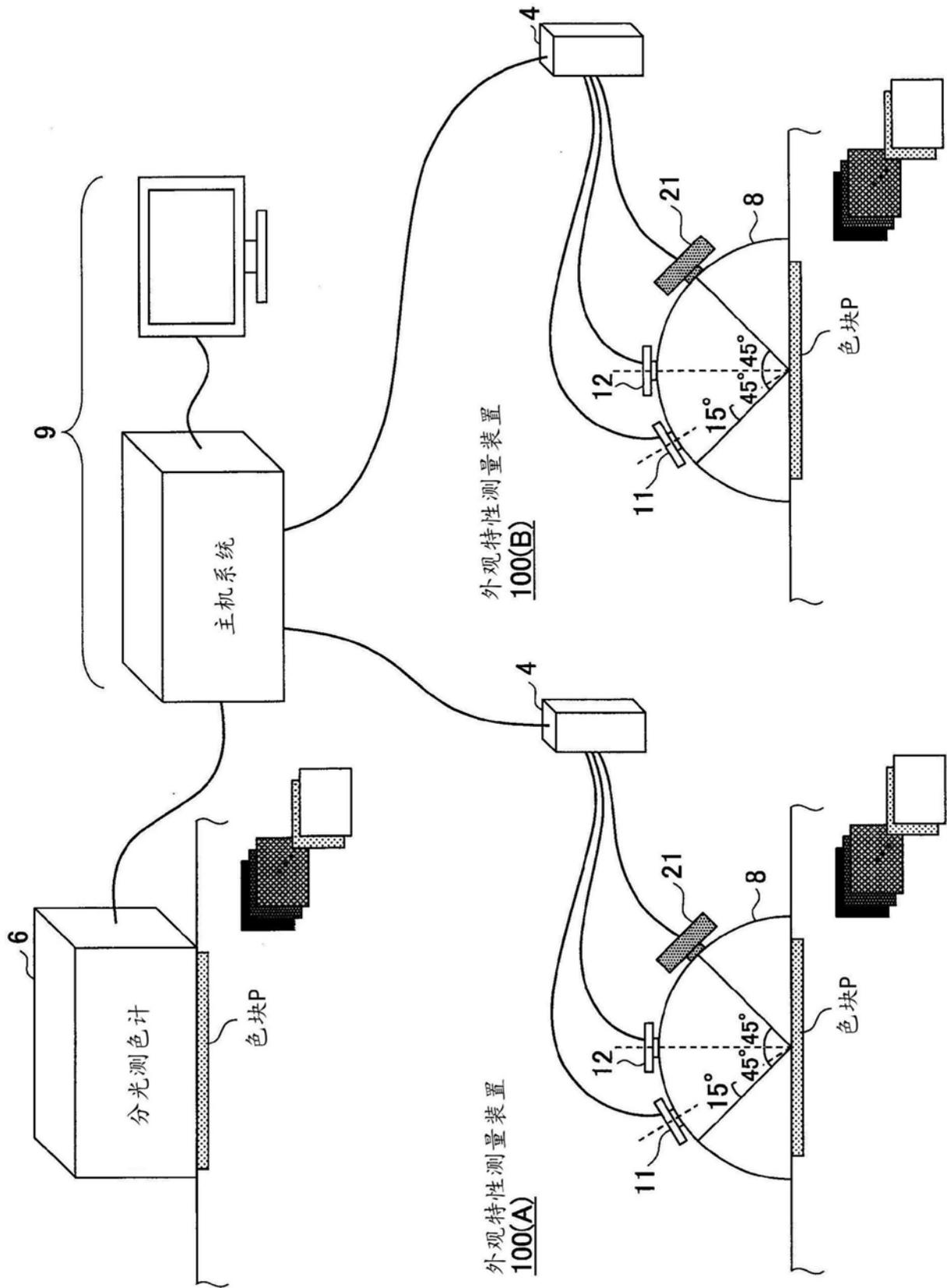


图6

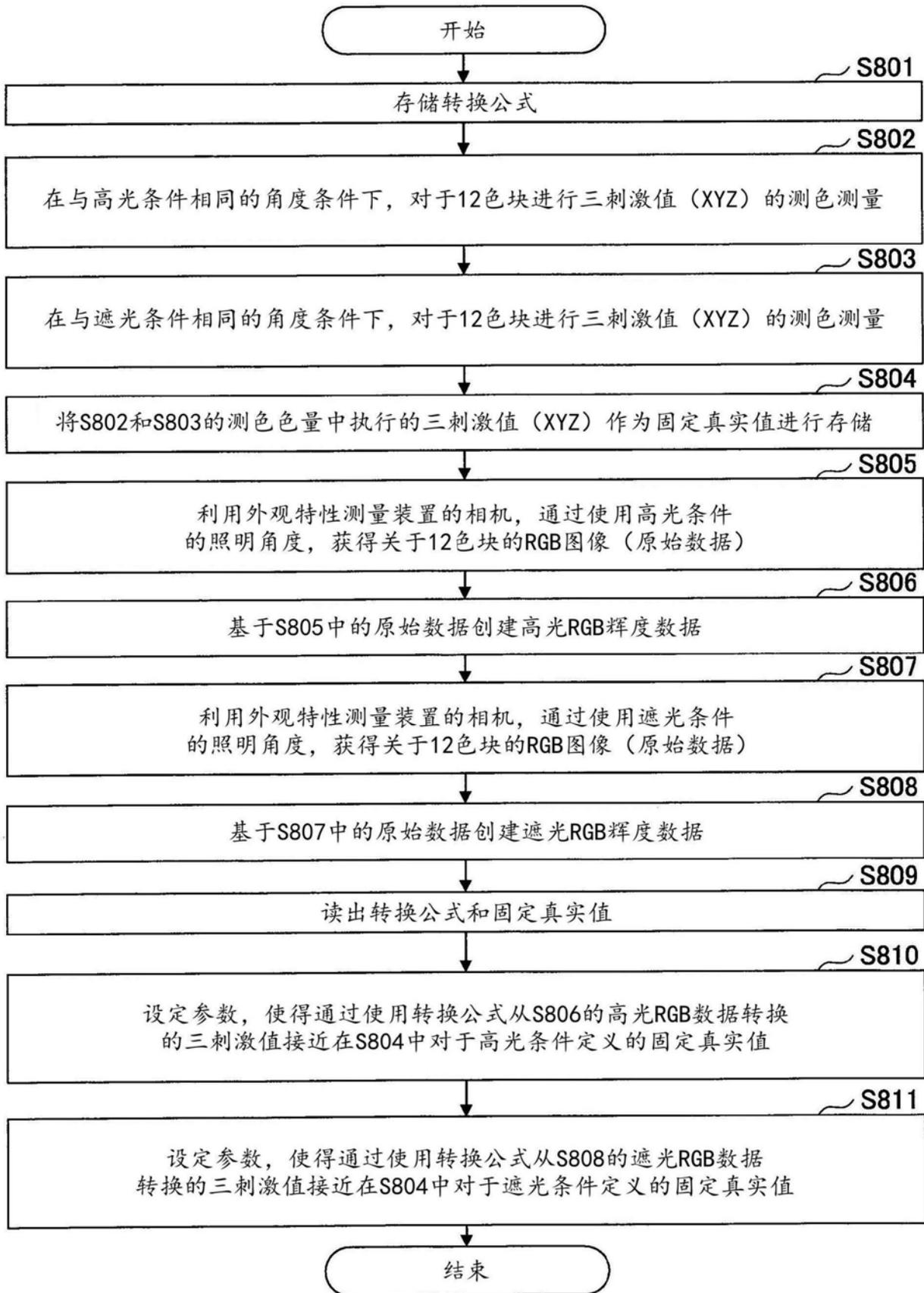


图7

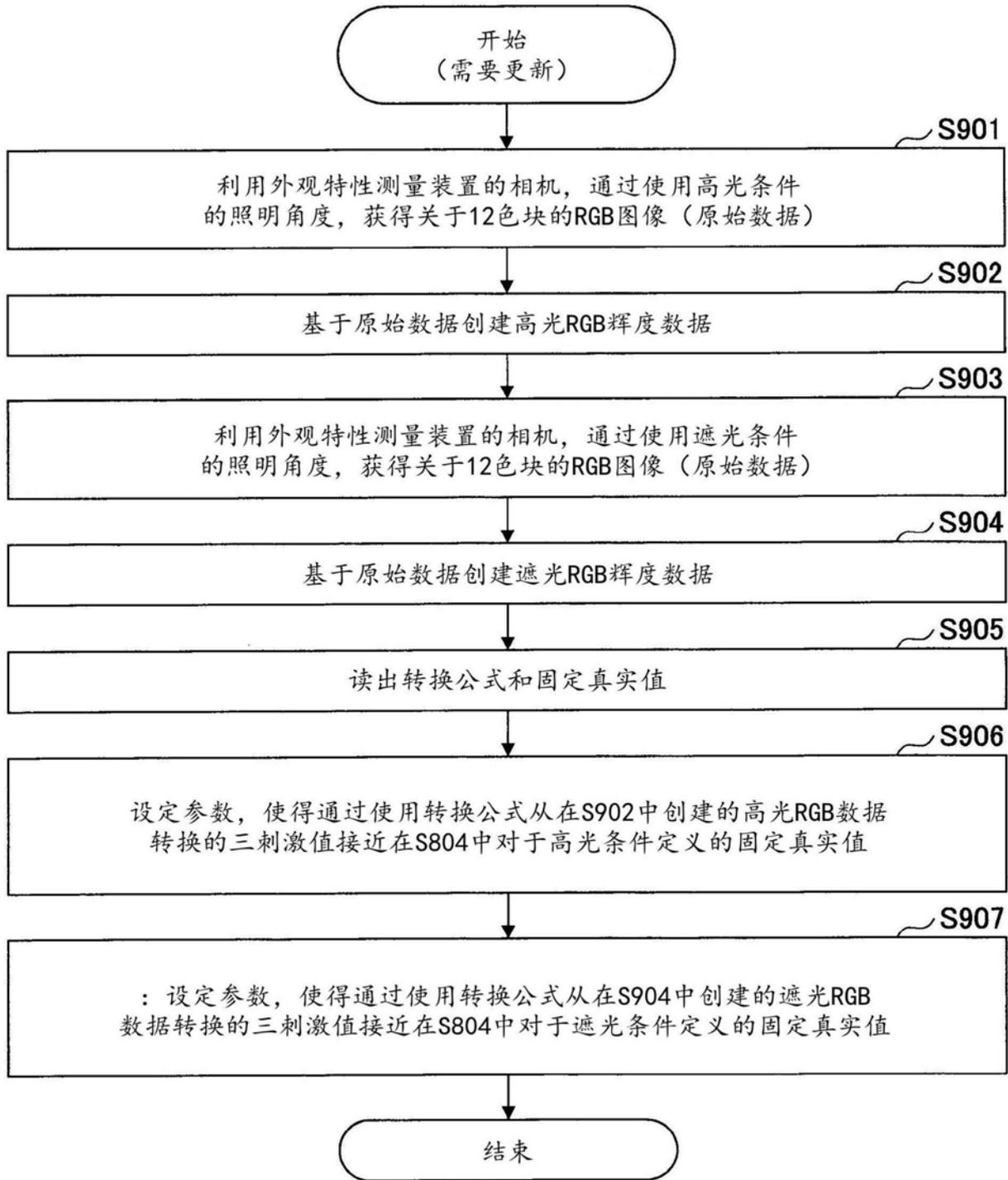


图8

| 色片 | $ \Delta X $ | $ \Delta Y $ | $ \Delta Z $ |
|------|--------------|--------------|--------------|
| 浅灰色 | 0.09 | 0.08 | 0.06 |
| 中灰色 | 0.55 | 0.30 | 0.35 |
| 差异灰色 | 0.53 | 0.32 | 0.31 |
| 深灰色 | 0.97 | 0.56 | 0.65 |
| 深粉色 | 0.33 | 0.27 | 0.20 |
| 红色 | 1.87 | 0.86 | 0.80 |
| 橙色 | 0.05 | 0.29 | 0.33 |
| 黄色 | 0.16 | 0.19 | 0.24 |
| 绿色 | 1.10 | 0.76 | 0.95 |
| 差异绿色 | 0.99 | 0.63 | 0.85 |
| 青色 | 0.21 | 0.19 | 0.02 |
| 深蓝色 | 1.60 | 1.02 | 1.12 |
| 平均误差 | 0.70 | 0.46 | 0.49 |

图9

| 色片 | $ \Delta X $ | $ \Delta Y $ | $ \Delta Z $ |
|------|--------------|--------------|--------------|
| 浅灰色 | 4.82 | 3.25 | 7.24 |
| 中灰色 | 13.60 | 10.18 | 19.55 |
| 差异灰色 | 13.62 | 10.09 | 19.49 |
| 深灰色 | 18.32 | 13.91 | 26.01 |
| 深粉色 | 15.19 | 12.53 | 23.90 |
| 红色 | 12.02 | 11.43 | 24.62 |
| 橙色 | 8.01 | 8.03 | 24.24 |
| 黄色 | 4.44 | 2.58 | 23.11 |
| 绿色 | 13.73 | 9.43 | 21.17 |
| 差异绿色 | 13.85 | 9.56 | 21.66 |
| 青色 | 14.16 | 10.36 | 14.12 |
| 深蓝色 | 19.76 | 15.23 | 26.08 |
| 平均误差 | 12.63 | 9.72 | 20.93 |

图10

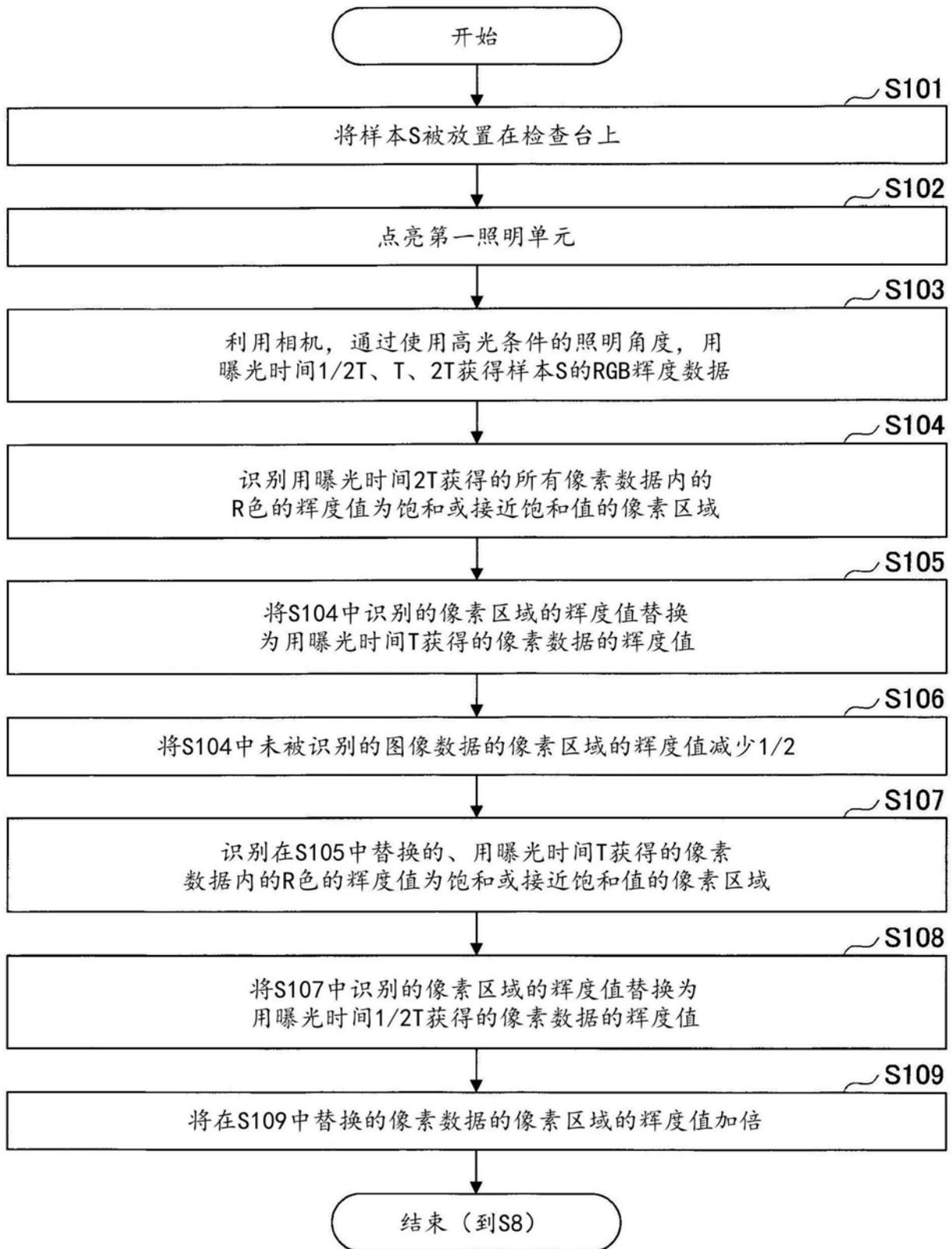


图11

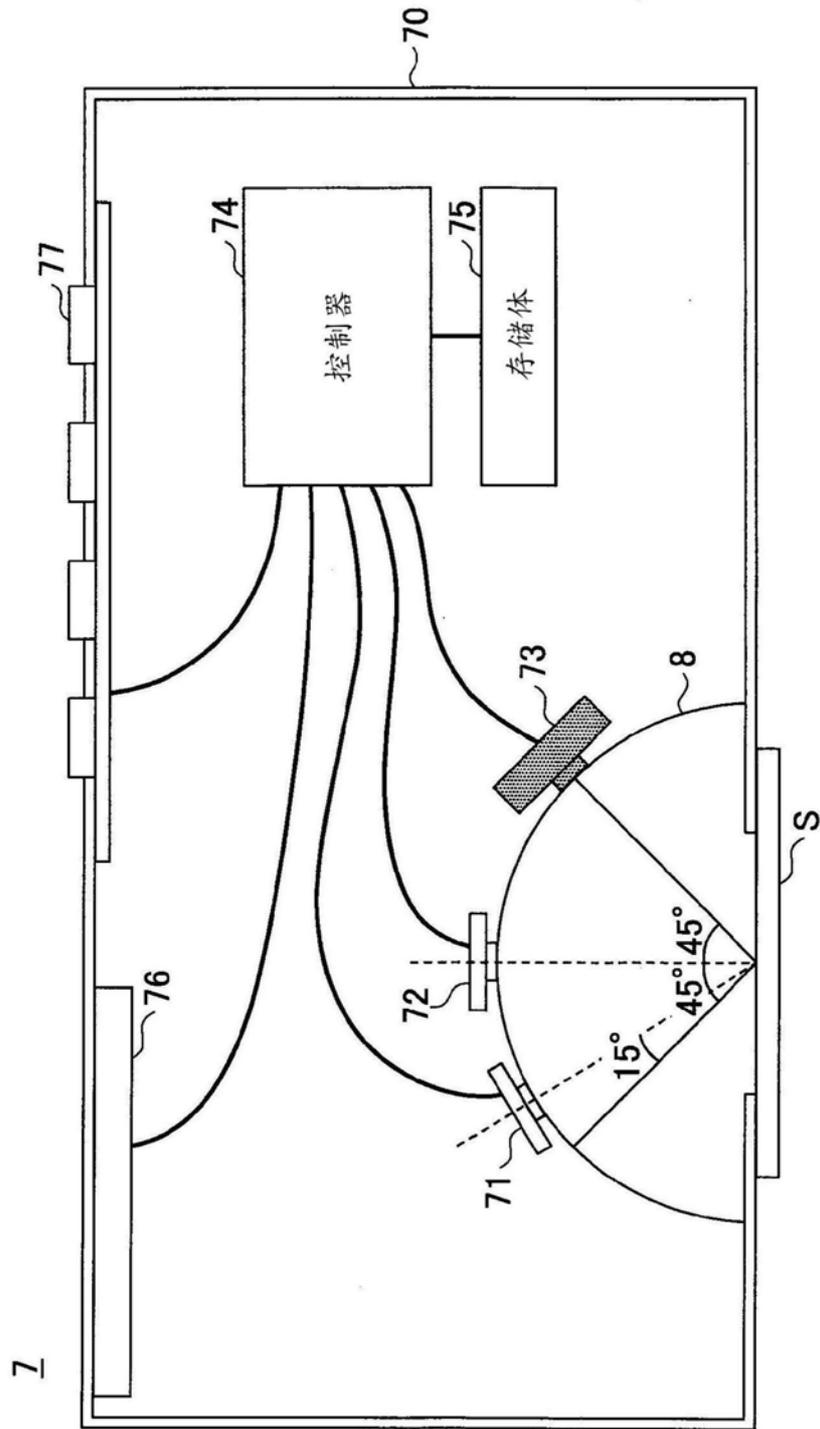


图12

100A

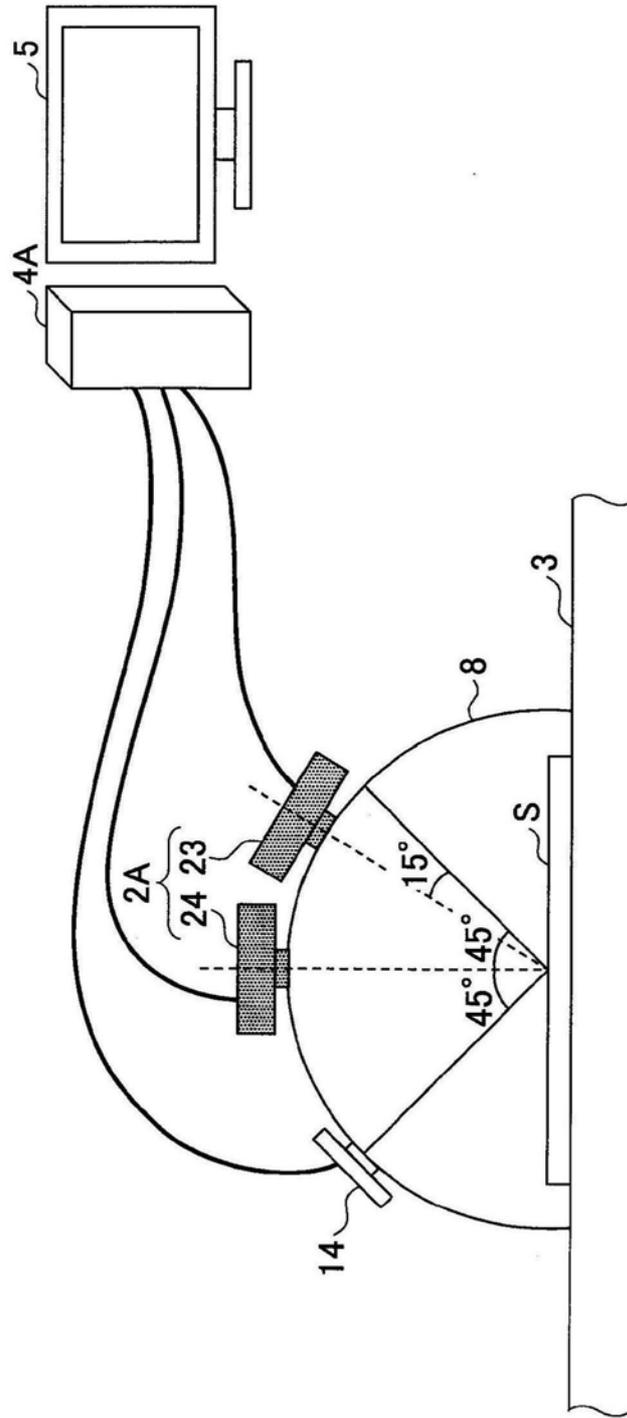


图13

100B

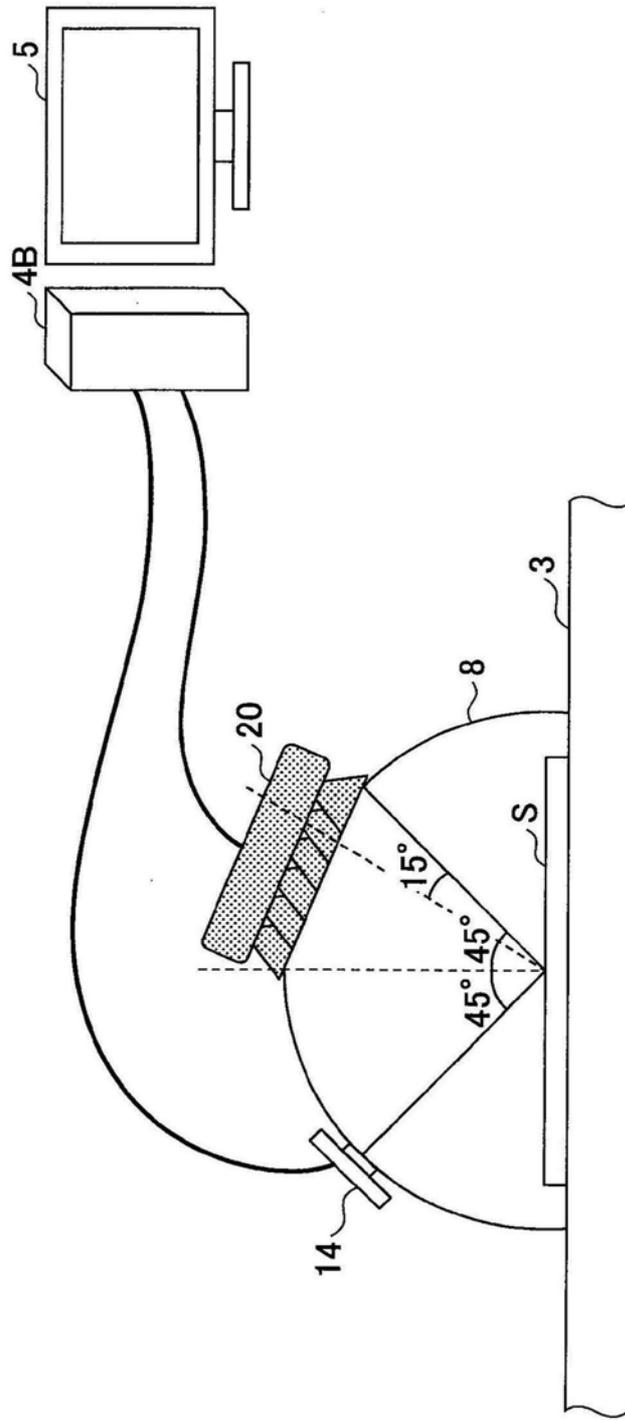
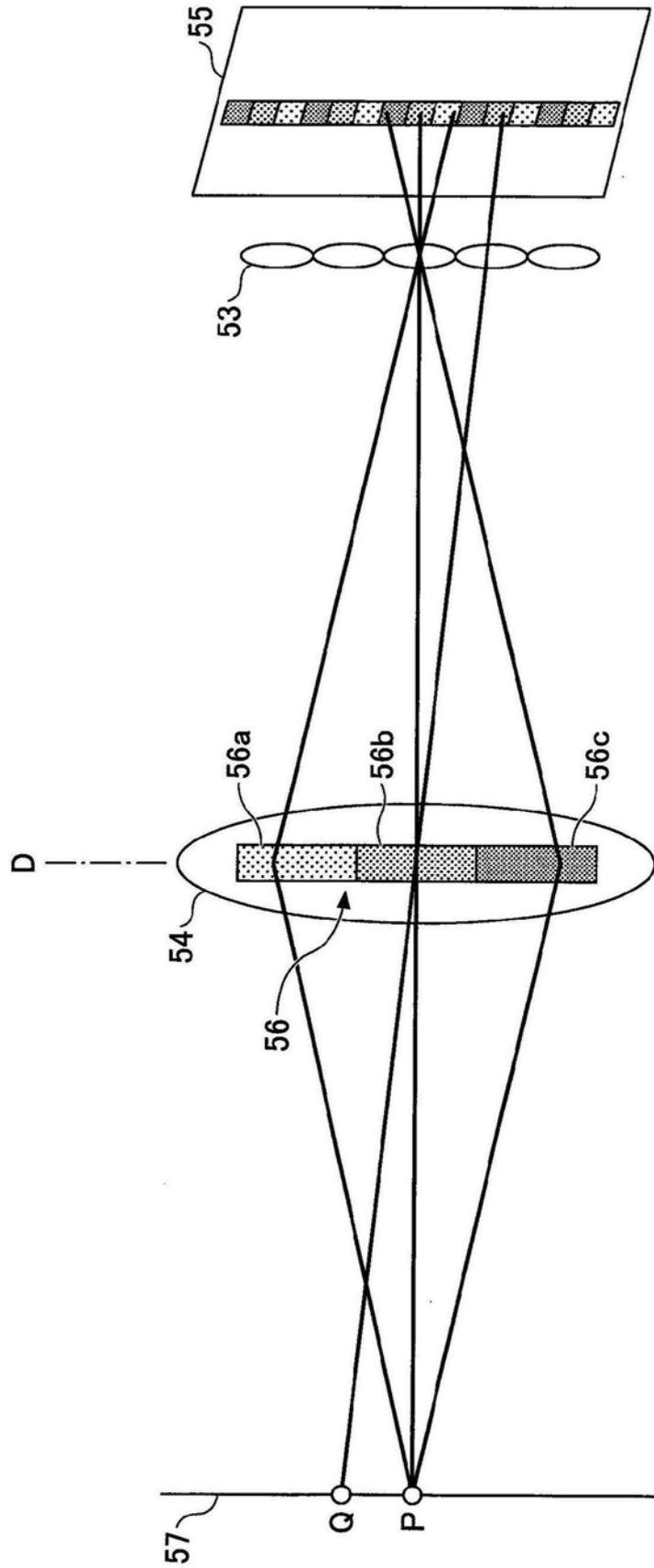


图14



25

图15