



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107454281 B

(45)授权公告日 2020.01.21

(21)申请号 201710390427.0

(51)Int.CI.

(22)申请日 2017.05.27

H04N 1/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107454281 A

(56)对比文件

US 2014293341 A1, 2014.10.02,

(43)申请公布日 2017.12.08

US 2014293341 A1, 2014.10.02,

(30)优先权数据

CN 104159023 A, 2014.11.19,

2016-107412 2016.05.30 JP

CN 105144680 A, 2015.12.09,

(73)专利权人 佳能株式会社

CN 103869984 A, 2014.06.18,

地址 日本国东京都大田区下丸子3丁目30-  
2

WO 2006005831 A1, 2006.01.19,

JP 2016003962 A, 2016.01.12,

(72)发明人 铃木隆广

审查员 李梦宇

(74)专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军

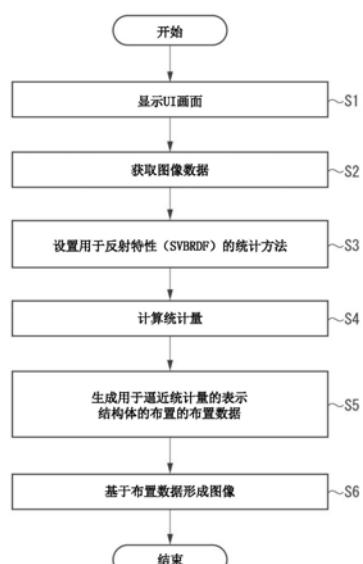
权利要求书3页 说明书9页 附图17页

(54)发明名称

图像处理装置、图像处理方法及存储介质

(57)摘要

本发明提供一种图像处理装置、图像处理方法及存储介质。为了实现能够以用对目标材料的特性更高的保真度所再现的光反射特性进行打印的图像处理，图像处理装置包括：第一获取单元，其被构造为获取包括反射特性信息的图像数据，所述反射特性信息指示材料相对于入射光的反射特性；第一计算单元，其被构造为基于图像数据，根据由与由图像数据指示的图像中的预定大小的区域中包括的区域中的各个相对应的反射特性信息指示的反射特性，计算指示具有预定大小的区域的反射特性的统计量；以及生成单元，其被构造为基于所述统计量，生成在表示包括打印材料的结构体记录介质上的布置的布置数据。



B

CN 107454281

1. 一种图像处理装置,所述图像处理装置包括:

第一获取单元,其被构造为获取包括与各个像素关联的反射特性信息的图像数据,所述反射特性信息指示多个方向的反射强度或反射率的多个值,所述多个方向包括多个仰角方向和多个方位角方向,所述反射强度或反射率的多个值是通过改变光入射角和光接收角中的至少一者的同时接收来自材料的反射光而获得的;

第一计算单元,其被构造为,针对多个方向中的一部分,计算预定大小的区域中包括的各个像素相对应的反射特性信息指示的反射强度或反射率的统计量;以及

生成单元,其被构造为基于多个方向的一部分中的各个方向中的所述统计量,生成表示包括打印材料的结构体在记录介质上的布置的布置数据,其中,所述结构体是通过堆叠打印材料形成的物体。

2. 根据权利要求1所述的图像处理装置,所述图像处理装置还包括:

设置单元,其被构造为基于反射特性信息,来设置用于所述第一计算单元计算统计量的统计方法,

其中,所述第一计算单元被构造为使用由所述设置单元设置的统计方法,来计算多个方向的一部分中的各个方向统计量。

3. 根据权利要求1所述的图像处理装置,所述图像处理装置还包括:

接收单元,其被构造为从用户接收指令;以及

设置单元,其被构造为基于从用户接收的指令,来设置用于所述第一计算单元计算统计量的统计方法,

其中,所述第一计算单元使用由所述设置单元设置的统计方法,来计算多个方向的一部分中的各个方向的统计量。

4. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,所述统计量是由反射特性信息指示的反射强度或反射率的平均值。

5. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,所述统计量是由反射特性信息指示的反射强度或反射率的标准偏差。

6. 根据权利要求1所述的图像处理装置,所述图像处理装置还包括:

第二获取单元,其被构造为获取关于所述结构体的信息,

其中,所述生成单元被构造为还基于关于所述结构体的信息,生成所述布置数据。

7. 根据权利要求1所述的图像处理装置,所述图像处理装置还包括:

第二计算单元,其被构造为计算表示由所述统计量指示的材料的反射特性与由所述结构体表示的反射特性之间的差分的评价值,

其中,所述生成单元被构造为基于所述评价值生成所述布置数据。

8. 根据权利要求7所述的图像处理装置,其中,所述生成单元以使所述评价值最小化的方式生成所述布置数据。

9. 根据权利要求1所述的图像处理装置,

其中,所述材料是丝绒织物,并且

其中,所述统计量是多个方向的一部分中的各个方向的反射强度或反射率的多个值的平均值,所述反射强度或反射率的多个值是通过固定光入射角、光接收角的方位角,并改变光接收角的仰角的同时接收反射光而获得的。

10. 根据权利要求1所述的图像处理装置，

其中，所述材料是缎织物，并且

其中，所述统计量是通过固定光入射角、光接收角的方位角，并改变光接收角的仰角的同时接收反射光而获得的多个方向的一部分中的各个方向的反射强度或反射率的多个值的平均值，以及通过固定光入射角、光接收角的仰角，并改变光接收角的方位角的同时接收反射光而获得的多个方向的一部分中的各个方向的反射强度或反射率的多个值的平均值。

11. 根据权利要求1项所述的图像处理装置，

其中，所述材料是金属，并且

其中，所述统计量是通过固定光入射角、光接收角的方位角，并改变光接收角的仰角的同时接收反射光而获得的多个方向的一部分中的各个方向的反射强度或反射率的多个值的平均值和标准偏差。

12. 根据权利要求1所述的图像处理装置，所述图像处理装置还包括：

形成单元，其被构造为通过基于所述布置数据在记录介质上形成所述结构体，来形成由所述图像数据指示的图像。

13. 根据权利要求1所述的图像处理装置，

其中，所述第一获取单元被构造为获取图像数据，所述图像数据包括反射特性信息以及指示图像的颜色的颜色信息，

所述图像处理装置还包括确定单元，所述确定单元被构造为基于颜色信息确定用于形成所述结构体的打印材料的记录量，

其中，所述形成单元被构造为还基于由所述确定单元确定的打印材料的记录量，来形成图像。

14. 根据权利要求13所述的图像处理装置，其中，所述打印材料包括颜色材料和紫外线固化打印材料。

15. 根据权利要求1所述的图像处理装置，其中，所述第一获取单元被构造为从被构造为预先存储图像数据的存储单元获取所述图像数据，所述图像数据通过测量材料的反射特性而获得。

16. 一种图像处理装置，所述图像处理装置包括：

获取单元，其被构造为获取包括反射特性信息的反射特性数据，所述反射特性信息指示多个方向的反射强度或反射率的多个值，所述多个方向包括多个仰角方向和多个方位角方向，所述反射强度或反射率的多个值是通过改变光入射角和光接收角中的至少一者的同时接收来自材料的反射光而获得的；

提取单元，其被构造为从多个方向的反射强度或反射率的多个值中提取一部分方向的反射强度或反射率；以及

生成单元，其被构造为基于由所述提取单元提取的一部分方向的反射强度或反射特性，生成表示包括打印材料的结构体在记录介质上的布置的布置数据，其中，所述结构体是通过堆叠打印材料形成的物体。

17. 一种图像处理装置的图像处理方法，所述图像处理方法包括：

获取包括与各个像素关联的反射特性信息的图像数据，所述反射特性信息指示多个方向的反射强度或反射率的多个值，所述多个方向包括多个仰角方向和多个方位角方向，所

述反射强度或反射率的多个值是通过改变光入射角和光接收角中的至少一者的同时接收来自材料的反射光而获得的；

针对多个方向中的一部分，计算预定大小的区域中包括的各个像素相对应的反射特性信息指示的反射强度或反射率的统计量；以及

基于多个方向的一部分中的各个方向中的所述统计量，生成表示包括打印材料的结构体在记录介质上的布置的布置数据，其中，所述结构体是通过堆叠打印材料形成的物体。

18. 一种非暂时性计算机可读存储介质，其用于存储当由计算机执行时使计算机进行方法的指令，所述方法包括：

获取包括与各个像素关联的反射特性信息的图像数据，所述反射特性信息指示多个方向的反射强度或反射率的多个值，所述多个方向包括多个仰角方向和多个方位角方向，所述反射强度或反射率的多个值是通过改变光入射角和光接收角中的至少一者的同时接收来自材料的反射光而获得的；

针对多个方向中的一部分，计算预定大小的区域中包括的各个像素相对应的反射特性信息指示的反射强度或反射率的统计量；以及

基于多个方向的一部分中的各个方向中的所述统计量，生成表示包括打印材料的结构体在记录介质上的布置的布置数据，其中，所述结构体是通过堆叠打印材料形成的物体。

## 图像处理装置、图像处理方法及存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在记录介质上再现物体相对于入射光的反射特性的图像处理技术。

### 背景技术

[0002] 空间变化双向反射分布函数 (Spatially Varying Bidirectional Reflectance Distribution Function, SVBRDF) 是一种描述材料相对于入射光的反射特性的技术。SVBRDF根据入射光/出射光的角度的变化来描述材料的各个位置的多角度反射特性。能够通过再现SVBRDF来再现与光源/视点相对应的材料的纹理。Yauxiang Lan, Yue Dong, Fabio Pellacini, Xin Tong, "Bi-Scale Appearance Fabrication", ACM Transactions on Graphics (TOG) -SIGGRAPH 2013 Conference Proceedings TOG Homepage archive, July 2013, Volume 32, Issue 4 (在下文中被称为Xin Tong) 讨论了一种在记录介质上再现SVBRDF的技术,在Xin Tong讨论的技术中,输入目标材料的SVBRDF,并且形成与SVBRDF逼近的结构体。更具体地,准备要在记录介质上形成的预定结构体,并且优化结构体的组合以逼近输入的目标材料的反射特性。

[0003] 在利用Xin Tong讨论的技术而获得的打印物中,目标材料的特性纹理可能不期望地损失。例如,当视点沿仰角方向改变时,诸如丝绒(velvet)等的材料特征是颜色外观差异大。因此,丝绒的SVBRDF涉及在仰角方向上的特性反射率改变,但是不涉及在方位角方向上的大的特性反射率改变。因此,丝绒纹理的再现需要相比于方位角方向更关注仰角方向上的反射率改变的SVBRDF的再现。然而,由Xin Tong讨论的技术上的优化尽管存在逼近误差(approximation error)的风险,但简单地关注减小与SVBRDF的差分,而不管仰角方向或方位角方向,并没有将上述的实际材料(例如上述的丝绒)特性考虑在内。因此,这种整体优化可能不能充分地再现例如丝绒织物的特定材料的纹理。更具体地,由于方位角方向(这不是材料的纹理的特性特征)上的反射率的影响,可能不能充分地再现仰角方向上的特性反射率改变。这同样适用于诸如金属(金属属性的)和缎等的其他材料的纹理。

### 发明内容

[0004] 本发明针对解决上述传统技术的缺陷。因此,本发明包括能够以用对目标材料的特性更高的保真度所再现的光反射特性来进行打印的图像处理装置和方法的各种实施例。

[0005] 根据本发明的方面,一种图像处理装置包括:第一获取单元,其被构造为获取包括反射特性信息的图像数据,所述反射特性信息指示材料相对于入射光的反射特性;第一计算单元,其被构造为,根据由与由图像数据指示的图像中的预定大小的区域中包括的区域中的各个相对应的反射特性信息指示的反射特性,计算指示具有预定大小的区域的反射特性的统计量;以及生成单元,其被构造为基于所述统计量,生成表示包括打印材料的结构体在记录介质上的布置的布置数据。

[0006] 通过以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得清楚。

## 附图说明

- [0007] 图1是例示根据第一示例性实施例的图像处理装置的硬件构造的框图。
- [0008] 图2是例示根据第一示例性实施例的图像处理装置的逻辑构造的框图。
- [0009] 图3是例示由根据第一示例性实施例的图像处理装置执行的图像处理的流程图。
- [0010] 图4是例示根据第一示例性实施例的用户界面(UI)画面的示例的图。
- [0011] 图5A和图5B是例示根据第一示例性实施例的在仰角方向和方位角方向上的双向反射分布函数(Bidirectional Reflectance Distribution Function, BRDF)的图。
- [0012] 图6是例示根据第一示例性实施例的图像数据的数据格式的示例的图。
- [0013] 图7是例示由根据第一示例性实施例的计算单元执行的统计量计算处理的流程图。
- [0014] 图8是例示根据第一示例性实施例的统计量计算处理的概要的图。
- [0015] 图9是例示对根据第一示例性实施例的具有单位结构体的二维布置的统计量进行逼近的图。
- [0016] 图10是例示由根据第一示例性实施例的生成单元执行的处理的流程图。
- [0017] 图11是例示根据第一示例性实施例的打印机的构造的示例的图。
- [0018] 图12是例示由根据第一示例性实施例的形成控制单元执行的图像形成处理的流程图。
- [0019] 图13是例示根据第二示例性实施例的图像处理装置的逻辑构造的框图。
- [0020] 图14是例示由根据第二示例性实施例的设置单元执行的统计方法设置处理的流程图。
- [0021] 图15是例示对根据第二示例性实施例的统计量进行逼近的图。
- [0022] 图16是例示根据变型例的用户界面(UI)画面的示例的图。
- [0023] 图17是例示根据变型例的材料种类与统计量之间的对应关系的图。

## 具体实施方式

[0024] 下面将描述根据第一示例性实施例的图像处理装置。图1例示了根据本示例性实施例的图像处理装置1的硬件构造的示例。在图1中，中央处理单元(CPU)101通过使用主存储器102作为工作存储器来执行硬盘驱动器(HDD)103中存储的操作系统(OS)和各种程序，并且通过系统总线106来控制各个部件。例如，通用接口(I/F)104是诸如通用串行总线(USB)等的串行总线接口。诸如键盘或鼠标等的用于输入用户指令的输入设备107、打印机108等连接到通用I/F 104。监视器105连接到视频I/F 109。CPU 101在监视器105上显示由程序提供的用户界面(UI)的画面，并且经由输入设备107接收用户指令。

[0025] 图2是例示根据本示例性实施例的图像处理装置1的逻辑构造的图。在图2中，图像处理装置1包括显示控制单元201、获取单元202、设置单元203、计算单元204、生成单元205、形成控制单元206和数据存储单元207。显示控制单元201在监视器105上显示用于接收来自用户的指令输入的UI画面。获取单元202基于经由UI画面来自用户的指令输入，获取指示将目标材料的颜色信息和反射特性(空间变化双向反射分布函数(SVBRDF))信息存储在各个像素中的图像的图像数据。设置单元203基于来自用户的指令输入，设置用于获得统计量的统计方法。计算单元204进行由设置单元203设置的统计方法，以根据由获取单元202获取的

图像数据中包括的由反射特性(SVBRDF)信息表示的反射特性(SVBRDF)来计算统计量。生成单元205基于统计量生成表示结构体的布置的布置数据。形成控制单元206使打印机108基于布置数据形成图像。数据存储单元207存储包括目标材料的反射特性信息的图像数据和关于打印机108的输出特性等的数据。

[0026] 图3是例示由图像处理装置1执行的处理的流程图。

[0027] 在步骤S1中,显示控制单元201使监视器105显示用于提示用户输入所需信息的UI画面,使得图像处理装置1能够接收所需的信息输入。图4例示了UI画面的示例。指令输入部分401是用于接收在HDD 103等中预先存储的数据文件的路径和文件名的输入的部分。在本示例性实施例中,关于在该区域中输入的路径和文件名的数据是包括关于目标材料的反射特性(SVBRDF)信息的图像数据。如下获得根据本示例性实施例的图像数据。具体地,以多个光接收角度测量来自相对于目标材料的表面以45°的角度用光照射的目标材料的反射光,并且将所得的反射率值存储在各个像素中。如图5A中所示针对仰角测量BRDF,并且如图5B中所示针对方位角测量BRDF,以针对目标材料的各个位置而被获得,并且因此将具有如图6中所示的数据格式的图像数据存储在数据存储单元207中。存储在各个像素中的颜色信息是在sRGB空间中定义的红绿蓝(RGB)值。作为选择,颜色信息可以是以其他格式,例如在Adobe RGB空间中定义的RGB值以及在Lab空间中定义的Lab值。指令输入部分402是用于接收对统计方法的输入的部分,该统计方法用于计算用于逼近目标材料的反射特性的统计量。统计量表示由图像处理装置1执行的图像处理的每单位面积的反射特性的量。根据本示例性实施例的统计量是通过按具有打印机108的打印处理大小的区域对反射特性进行统计而获得的量。打印处理大小是打印机108能够用来表示BRDF的最小可能大小,并且被预先存储在数据存储单元207中。在指令输入部分402中,能够选择多种类型的统计方法。输出按钮403用于在记录介质上开始打印处理。结束按钮404用于终止图3中所示的一系列处理。当接收到通过用户操作指令输入部分401、指令输入部分402和输出按钮403而输入的指令时,处理进行到步骤S2。在步骤S2中,获取单元202从数据存储单元207获取图像数据。图像数据包括根据作为来自用户的指令而输入的路径名称和文件名、要在记录介质上再现的关于目标材料的反射特性信息。

[0028] 在步骤S3中,设置单元203设置作为用户的指令而输入的统计方法。通过用打印材料的组合逼近目标材料的空间变化BRDF(SVBRDF),在记录材料上再现目标材料的纹理。然而,打印材料的组合难以实现对目标材料的SVBRDF的完美逼近,并且需要尽可能接近完美逼近地来实现对目标材料的特性的逼近。基于如上所述设置的统计方法而计算的统计量包括平均值和诸如目标材料在仰角方向或方位角方向上的反射特性的标准偏差等的值。因此,能够输入适合于目标材料的特性的统计方法,作为要由用户设置的指令。在本示例性实施例中,在统计方法被设置为用于计算仰角方向上的反射率的平均值的假设下,描述步骤S4和后续步骤中的处理。

[0029] 在步骤S4中,计算单元204使用由在步骤S2中获取的图像数据指示的目标材料的SVBRDF,来使用在步骤S3中设置的统计方法计算统计量。在下面详细描述步骤S4中的处理。在步骤S5中,生成单元205生成表示结构体的布置的布置数据,用于逼近在步骤S4中计算出的目标材料的SVBRDF的统计量。在下面详细描述步骤S5中的处理。在步骤S6中,形成控制单元206使打印机108基于在步骤S5中生成的布置数据形成图像。在下面详细描述步骤S6中的

处理。

[0030] 图7是例示在步骤S4中由计算单元204执行的统计量计算处理的流程图。

[0031] 在步骤S41中,计算单元204获取由在步骤S2中获取的图像数据指示的图像的各个像素中存储的目标材料的BRDF。在步骤S42中,计算单元204获取打印机108的打印处理大小。在步骤S43中,计算单元204计算图像中的、具有在步骤S42中获取的打印处理大小的部分区域中的SVBRDF的统计量。例如,当打印处理大小对应于由如图8中所示的图像数据表示的图像的4个像素时,计算单元204根据4个像素中的各个中的BRDF来计算统计量。在本示例性实施例中,将仰角方向上的平均值设置为统计方法。因此,针对仰角方向上的各个角度,利用下式(1)计算各个像素的反射率的平均值 $M_{\theta,0}$ 。当打印处理大小与像素的大小相同时,针对各个角度简单提取仰角方向上的反射率。

$$[0032] M_{\theta,0} = \frac{\sum_{n=1}^4 R_{\theta,0}(n)}{4} \dots (1)$$

[0033] 在式(1)中, $R_{\theta,0}(n)$ 指示以 $\theta$ 的仰角和 $0^\circ$ 的方位角获得按打印处理大小的像素的磁阻。利用式(1),针对各个仰角 $\theta$ 计算平均值 $M_{\theta,0}$ 。根据本示例性实施例的反射特性信息是将方位角固定为 $0^\circ$ 而获得的反射率。因此,以 $0^\circ$ 的方位角用式(1)来计算平均值 $M_{\theta,0}$ 。作为选择,可以获取多个方位角的反射率作为反射特性信息,并且可以通过针对各个方位角 $\Phi$ 进行与式(1)类似的计算来计算平均值。在步骤S44中,计算单元204确定是否针对图像数据中的所有像素完成了处理。当对所有像素完成了处理时(在步骤S44中为“是”),处理返回图3的流程。另一方面,当未对所有像素完成处理时(在步骤S44中为“否”),处理进行到步骤S45。在步骤S45中,计算单元204更新像素(推进至下一像素),并且直至打印处理大小中的所有像素被处理,处理返回到步骤S43。

[0034] 参照图9描述在步骤S5中由生成单元205执行的处理的概要。形成控制单元206能够发布用于形成图9中的右上部所示的多个单位结构体的指令。单位结构体中的各个是已知反射特性的具有堆叠墨的结构的物体。数据存储单元207存储诸如单位结构体的反射特性和用于再现反射特性的墨的记录量等的信息。墨的记录量包括用于再现反射特性的透明墨和白色墨的记录量。不需要预先存储用于确定单位结构体的颜色的彩色墨的记录量。形成控制单元206能够通过控制呈打印处理大小的单位结构体的二维布置来控制具有打印处理大小的区域的SVBRDF。在步骤S5中,生成单元205执行确定单位结构体的二维布置的处理,使得其上布置有单位结构体的记录介质的表面的反射特性逼近于在步骤S4中计算出的具有打印处理大小的区域中的反射特性的统计量。在下面详细描述由生成单元205执行的处理。图10是例示在步骤S5中由生成单元205执行的处理的流程图。

[0035] 在步骤S51中,形成控制单元206通过向打印机108发布指令来获取能够形成的单位结构体。在步骤S52中,形成控制单元206获取在步骤S4中计算出的具有打印处理大小的区域中的统计量。在步骤S53中,形成控制单元206确定在步骤S52中获取的具有打印处理大小的区域中的单位结构体的二维布置,并且生成表示该布置的布置数据。可以通过优化等来确定二维布置。例如,如等式(2)所定义,可以确定单位结构体的二维布置,使得评价值E最小化。更具体地,执行这样的处理:将利用在整个打印表面上布置的图9中所示的单位结

构体A获得的反射率设置为初始值，并且逐渐更新布置以将评价值E朝最小值减小。当设置了多种统计方法时，可以使用方法中的任何一种来进行优化，例如根据材料的特性或者以同样优先的方法而优先的平均值或标准偏差值。在本示例性实施例中，执行处理以将评价值E最小化。然而，目标值不限于最小值，只要该值足够小以描述目标材料的特性即可。

$$[0036] \quad E = \sum_{\theta=0}^{180} ((R(\theta) - T(\theta))^2) \quad \dots (2)$$

[0037] 在等式(2)中，R( $\theta$ )是用仰角 $\theta$ 获取的统计量，T( $\theta$ )是用按二维布置的单位结构体以及用仰角 $\theta$ 获得的反射率。本示例性实施例中的R( $\theta$ )是用仰角 $\theta$ 获得的反射率的平均值。在步骤S54中，形成控制单元206确定是否对具有打印处理大小的所有区域(像素)完成了处理。当处理了所有像素时(在步骤S54中为“是”)，处理返回图3的流程。当未处理所有像素时(在步骤S54中为“否”)，处理进行到步骤S55。在步骤S55中，形成控制单元206更新像素(推进到下一像素)，并且直至各打印处理大小中所有像素被处理，处理返回到步骤S53。

[0038] 图11是例示响应于来自形成控制单元206的指令形成图像的打印机108的构造的图。头盒801包括具有多个排出口的记录头和从中向记录头供给墨的墨罐。记录头配设有用于接收用于驱动记录头的各个排出口的信号的连接器等。墨罐包括六种类型的墨，包括彼此分立地配设的用于形成透明层的透明墨、用于控制光学散射性质的白色墨、以及用于颜色控制的青色(C)墨、品红色(M)墨、黄色(Y)墨和黑色(K)墨。头盒801以可更换的方式被定位并安装在滑架802上。滑架802配设有用于经由连接器向头盒801发送驱动信号等的连接器保持器。滑架802能够沿导轴803前后移动。更具体地，滑架802以主扫描电机804作为驱动源并且经由诸如电机滑轮805、从动滑轮806和定时带807等的驱动机构而被驱动并且使位置和移动被控制。在本示例性实施例中，滑架802沿导轴803的移动被称为“主扫描”，并且该移动的方向被称为“主扫描方向”。诸如用于打印的透射膜等的记录介质808被放置在自动片材给送器(automatic sheet feeder, ASF)810上。当形成图像时，拾取辊812被片材给送电机811驱动并且经由齿轮旋转，由此ASF 810上的记录介质808被逐张分离以被给送。然后，运送辊809旋转以将各个记录介质808运送到面对滑架802上的头盒801的排出口面的记录开始位置。运送辊809利用用作驱动源的行给送(line feed, LF)电机813经由齿轮被驱动。当记录介质808通过纸端传感器814时，确定记录介质808是否被给送，以及在片材给送时的位置。安装在滑架802上的头盒801以这样的方式被保持：排出口面从滑架802向下突出以与记录介质808平行。控制单元820控制打印机108的各个部分。为了简化描述，假设根据本示例性实施例的打印机108是以预定分辨率控制墨排出的开/关(ON/OFF)的二值打印机。当然，也可以采用能够调整要排出的墨滴的大小的系统。

[0039] 现在，描述图像形成操作。首先，当记录介质808被运送到记录开始位置时，滑架802沿导轴803在记录介质808上方移动，在移动期间从记录头的排出口排出墨。当滑架802移动到导轴803的一端时，运送辊809在与滑架802的扫描方向正交的方向上将记录介质808运送预定量。在本示例性实施例中，记录介质808的这种运送被称为“片材给送”或“副扫描”，并且运送的方向被称为“片材给送方向”或“副扫描方向”。当记录介质808的预定量的运送完成时，滑架802再次沿导轴803移动。随着反复进行记录头的滑架802的扫描和片材给送，在整个记录介质808上形成图像。当打印机108采用紫外(UV)光固化时，在排出墨之后可

能会发出UV光。在本示例性实施例中使用的记录介质808可以是以能够用记录头在其上形成图像的任何格式。在本示例性实施例中描述了采用喷墨打印法的打印机，但是打印机可以采用诸如电子照相法等的其他记录方法。

[0040] 现在，参照图12描述由形成控制单元206执行的处理。图12是在步骤S6中由形成控制单元206执行的处理的流程图。

[0041] 在步骤S61中，形成控制单元206获取在步骤S5中生成的表示单位结构体的二维布置的布置数据。在步骤S62中，形成控制单元206根据指示单位结构体的二维布置的布置数据以及在图像数据的各个像素中存储的颜色信息，针对颜色墨(CMYK墨)生成四平面记录量数据。例如，可以基于指示颜色信息(RGB值)与各个彩色墨的记录量之间的对应关系的表等来生成彩色墨记录量数据。在步骤S63中，形成控制单元206基于指示单位结构体的二维布置的布置数据以及数据存储单元207中存储的用于再现反射特性的透明墨和白色墨的记录量，来生成双平面记录量数据。在步骤S64中，形成控制单元206基于在步骤S62中生成的四平面记录量数据和在步骤S63中生成的双平面记录量数据，通过向打印机108发布用于用各个墨进行记录的指令来形成图像，并且处理终止。

[0042] 上面描述的根据本示例性实施例的图像处理装置1根据目标材料的SVBRDF计算表示目标材料的特性的统计量，并且利用打印材料在记录介质上形成单位结构体，使得其上布置有单位结构体的记录介质的表面的反射特性逼近于统计量。因此，能够以用更高的保真度更有利地再现的目标材料的特性来形成打印物。

[0043] 在第一示例性实施例中，用户直接输入用于计算统计量的统计方法。在第二示例性实施例中，根据所获取的目标材料的SVBRDF来自动获得表示目标材料的特性的统计方法。

[0044] 根据第二示例性实施例的图像处理装置1具有与第一示例性实施例中相似的硬件构造。图13是例示根据本示例性实施例的图像处理装置1的逻辑构造的图。如在第一示例性实施例中，图13中所示的图像处理装置1包括显示控制单元201、获取单元202、设置单元203、计算单元204、生成单元205、形成控制单元206和数据存储单元207。在本示例性实施例中，设置单元203基于由获取单元202获取的图像数据中的反射特性信息来执行处理。因此，本示例性实施例与第一示例性实施例的不同在于，在步骤S3中由设置单元203执行的处理。因此，主要描述在步骤S3中执行的处理，并且省略对其他处理的描述。

[0045] 图14是例示根据本示例性实施例的在步骤S3中执行的设置统计方法的处理的流程图。

[0046] 在步骤S31中，设置单元203获取打印机108的打印处理大小。在步骤S32中，设置单元203在具有打印处理大小的区域中，计算各个仰角 $\theta$ 的反射率的平均值 $M_{\theta,0}$ 和标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 。如在上面描述的情况下，能够利用式(1)来计算平均值 $M_{\theta,0}$ 。能够利用下式(3)来计算标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 。

$$[0047] \sigma_{\theta,0} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (M_{\theta,0} - R_{\theta,0}(n))^2}{N}} \quad \dots (3)$$

[0048] 在式(3)中，N表示在打印处理大小的区域内的像素数。标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 指示具有打印

处理大小的区域中的各个仰角处的辉度的变化。具有大的标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 的目标材料具有被称为闪光感的特性，其具有在仰角方向上闪光的闪烁点。在步骤S33中，将标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 与预定阈值 $T_{\theta,0}$ 进行比较。当 $\sigma_{\theta,0} > T_{\theta,0}$ 成立时（在步骤S37中为“是”），处理进行到步骤S34。另一方面，当 $\sigma_{\theta,0} \leq T_{\theta,0}$ 成立时（在步骤S37中为“否”），处理进行到步骤S35。

[0049] 当标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 被确定为大于阈值 $T_{\theta,0}$ 时，执行步骤S34中的处理。当标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 大于阈值 $T_{\theta,0}$ 时，设置单元203确定目标材料具有闪光感，并且除了平均值 $M_{\theta,0}$ 以外，还将标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 设置为用于计算表示目标材料的特性的统计量的统计方法。当标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 被确定为不大于阈值 $T_{\theta,0}$ 时，执行步骤S35中的处理。当标准偏差 $\sigma_{\theta,0}$ 被确定为不大于阈值 $T_{\theta,0}$ 时，设置单元203确定目标材料没有闪光感，并且具有仅能够通过逼近平均发光特性来描述的特性，并因此仅将平均值 $M_{\theta,0}$ 设置为统计方法。

[0050] 在步骤S36中，设置单元203在具有打印处理大小的区域中，计算各个方位角 $\Phi$ 的反射率的平均值 $M_{45,\phi}$ 和标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 。以与上面使用式(1)和式(3)描述的方式类似的方式来计算平均值 $M_{45,\phi}$ 和标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ ，因此省略其描述。标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 表示具有打印处理大小的区域中的各个方位角处的辉度的变化。具有大的标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 的目标材料具有被称为闪光感的特性，其具有在方位角方向上闪光的闪烁点。在步骤S37中，设置单元203将标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 与预先设置的标准偏差阈值 $T_{45,\phi}$ 进行比较。当 $\sigma_{45,\phi} > T_{45,\phi}$ 成立时（在步骤S37中为“否”），处理进行到步骤S38。当 $\sigma_{45,\phi} \leq T_{45,\phi}$ 成立时（在步骤S37中为“是”），处理进行到步骤S39。

[0051] 当标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 被确定为大于阈值 $T_{45,\phi}$ 时，执行步骤S38中的处理。当标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 大于阈值 $T_{45,\phi}$ 时，设置单元203确定目标材料具有闪光感，将平均值 $M_{45,\phi}$ 和标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 设置为用于表示目标材料的特性的统计量的统计方法。当标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 被确定为不大于阈值 $T_{45,\phi}$ 时，执行步骤S39中的处理。当标准偏差 $\sigma_{45,\phi}$ 被确定为不大于阈值 $T_{45,\phi}$ 时，设置单元203确定目标材料没有闪光感，并且具有能够通过只逼近平均发光特性来描述的特性。因此，设置单元203仅将平均值 $T_{45,\phi}$ 设置为统计方法，并且处理返回图3的流程。

[0052] 如上所述，本示例性实施例中描述的图像处理装置基于目标材料的SVBRDF，来设置用于计算表示目标材料的特性的统计量的统计方法。以这种方式，可以自动形成有利于与目标材料的特性逼近的打印物，而不需要用于指定统计方法的用户输入。

[0053] 根据本示例性实施例的反射特性信息包括根据在将方位角固定为0°（零度）时的各种仰角而获得的反射率，以及根据在将仰角固定为45°时的各种方位角而获得的反射率。因此，通过使用以固定的方位角或固定的仰角而获得的平均值和标准偏差来执行处理。作为选择，可以使用具有各种方位角和仰角的SVBRDF。在这种情况下，可以针对方位角与仰角之间的各个组合进行与阈值的比较。在下面参照图15描述的示例中，不仅平均值而且标准偏差被设置为本示例性实施例中的统计方法，并且通过逼近这些值来形成打印物。如图15中所示，形成控制单元206优化单位结构体的二维布置，以逼近根据目标材料的SVBRDF计算的平均值和标准偏差。该构造与第一示例性实施例中的构造的不同之处在于，不仅逼近平均值而且逼近标准偏差（即，具有打印处理大小的区域的变化）。能够通过逼近标准偏差来

描述亮点的量和亮度(辉度)。闪光感取决于诸如亮点的量和光强度等方面,并且亮点的位置是无关紧要的。因此,通过逼近平均值和标准偏差,能够以更高的保真度来描述目标材料的特性。<变型例>

[0054] 在上述示例性实施例中,统计量包括反射率的平均值、中值和标准偏差。然而,根据本发明的统计量不限于此。例如,可以采用诸如最大值、最小值、众数、偏斜度或尖度等的其他统计量。

[0055] 在上述的示例性实施例中,在图像数据中存储的目标材料的反射特性信息被描述为“通过以多个光接收角度测量来自相对于目标材料的表面以45°的投影角度用光照射的目标材料的反射光获得的反射率”。然而,目标材料的反射特性信息不限于此。光源的投影角度(入射角度)不限于45°,也可以是其他角度。此外,可以采用基于不同投影角度的SVBRDF。在这种情况下,可以固定光接收角度,或者可以与投影角度一起改变光接收角度,从而获得自由度为2的SVBRDF。要测量的数据不限于反射率数据,并且可以是由光谱辐射指示的反射强度数据、由图像传感器获得的RGB数据等。

[0056] 在上述的示例性实施例中,形成控制单元206能够形成两种类型的单位结构体。然而,可形成类型的数量不受限制,只要能够形成多种类型(两种或更多种类型)即可。

[0057] 在上述的示例性实施例中,通过使用评价值E作为最小均方误差的和来确定单位结构体的二维布置。然而,根据本发明的评价值不限于最小均方误差。能够采用指示与统计量的差分的任何评价值。

[0058] 在上述第一示例性实施例中,用户在图4中所示的UI画面上直接选择统计方法。例如,可以如图16中所示选择目标材料。当用户选择材料时,自动设置用于计算表示所选择的材料的特性的统计量的统计方法。在该构造中,如图17中所示,可以准备指示材料与统计方法之间的对应关系的对应表,使得能够根据对应表来选择统计方法。图17中所示的材料的示例包括丝绒织物、缎织物和金属(金属性的)。但是,表可以包括其他材料。

[0059] 在上述的示例性实施例中,颜色信息被存储在由输入图像数据表示的图像的各个像素中。然而,本发明不限于此。反射特性信息可以包括各个波长的反射光的反射强度,代替颜色信息。当仅要再现反射特性时,可以输入不包括颜色信息的图像数据,并且可以仅基于单位结构体与各个墨的记录量之间的对应关系来形成图像。

[0060] 在上述的示例性实施例中,使用彩色墨作为彩色材料。作为选择,可以使用彩色调色剂。类似地,透明墨可以是透明调色剂,并且白色墨可以是白色调色剂。

[0061] 根据本发明,能够以对目标材料的特性更高的保真度所再现的光反射特性来实现打印。

## [0062] 其他实施例

[0063] 还可以通过读出并执行记录在存储介质(也可更完整地称为“非暂时性计算机可读存储介质”)上的计算机可执行指令(例如,一个或更多个程序)以执行上述实施例中的一个或更多个实施例的功能、并且/或者包括用于执行上述实施例中的一个或更多个实施例的功能的一个或更多个电路(例如,专用集成电路(ASIC))的系统或装置的计算机,来实现本发明的实施例,并且,可以利用通过由系统或装置的计算机执行的方法,例如,读出并执行来自存储介质的计算机可执行指令以执行上述实施例中的一个或更多个实施例的功能、并且/或者控制一个或更多个电路以执行上述实施例中的一个或更多个实施例的功能,来

实现本发明的实施例。计算机可以包括一个或更多个处理器(例如,中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)),并且可以包括分开的计算机或分开的处理器的网络,以读出并执行计算机可执行指令。计算机可执行指令可以例如从网络或存储介质被提供给计算机。存储介质可以包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算系统的存储器、光盘(诸如压缩光盘(CD)、数字通用光盘(DVD)或蓝光光盘(BD)<sup>TM</sup>)、闪存装置以及存储卡等中的一个或更多个。

[0064] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应当理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释,以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

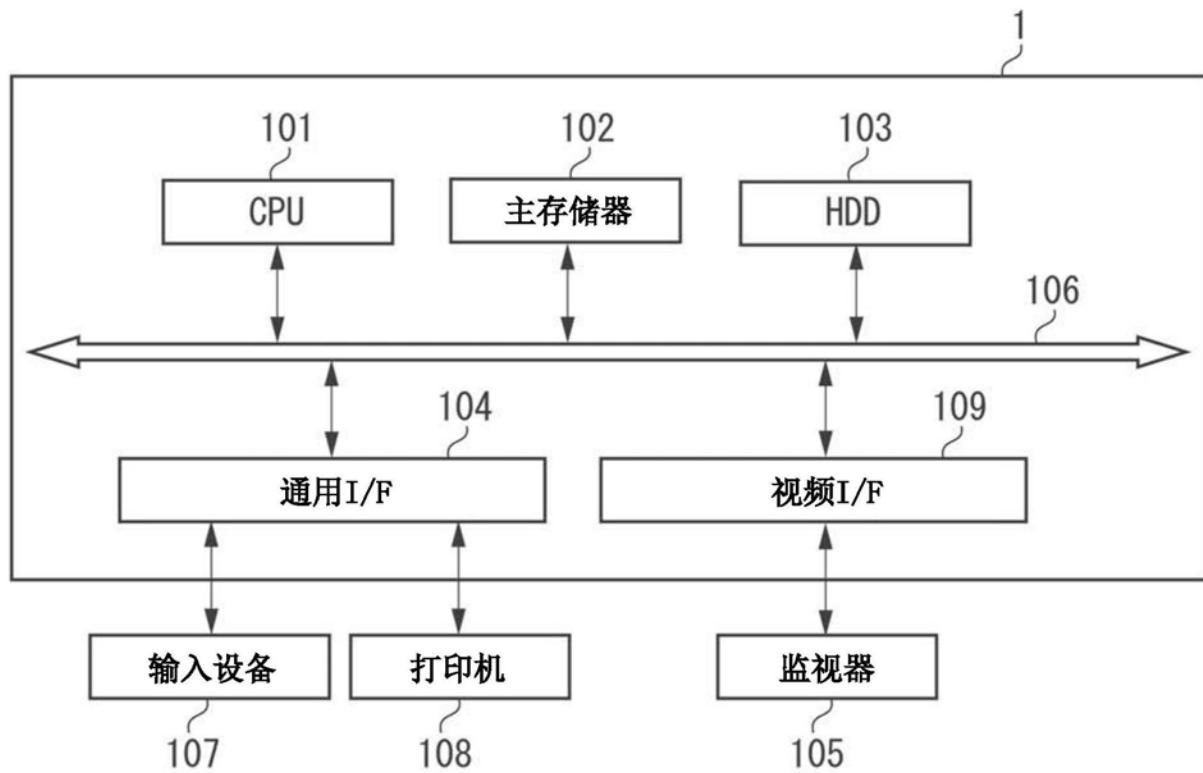


图1

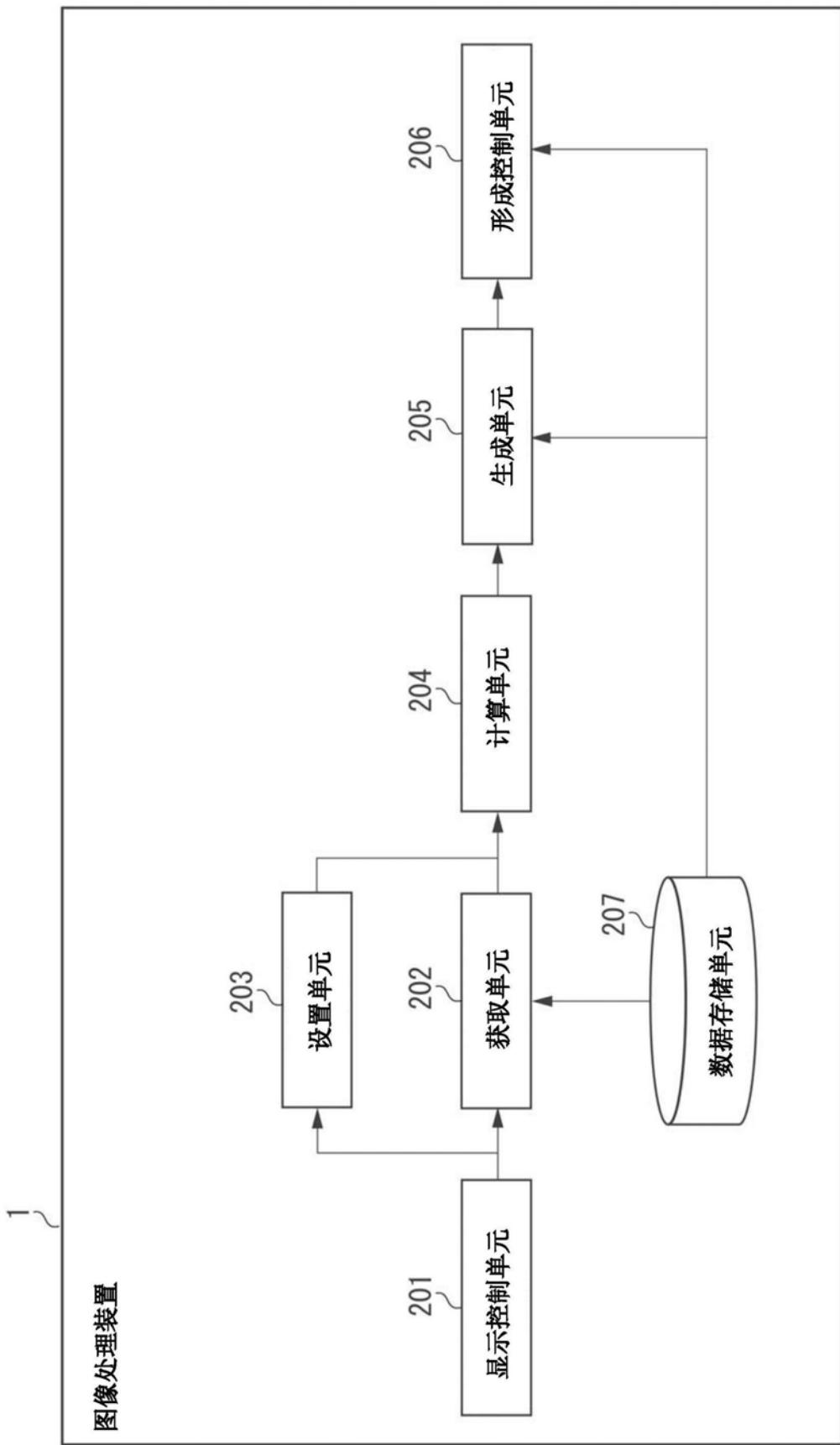


图2

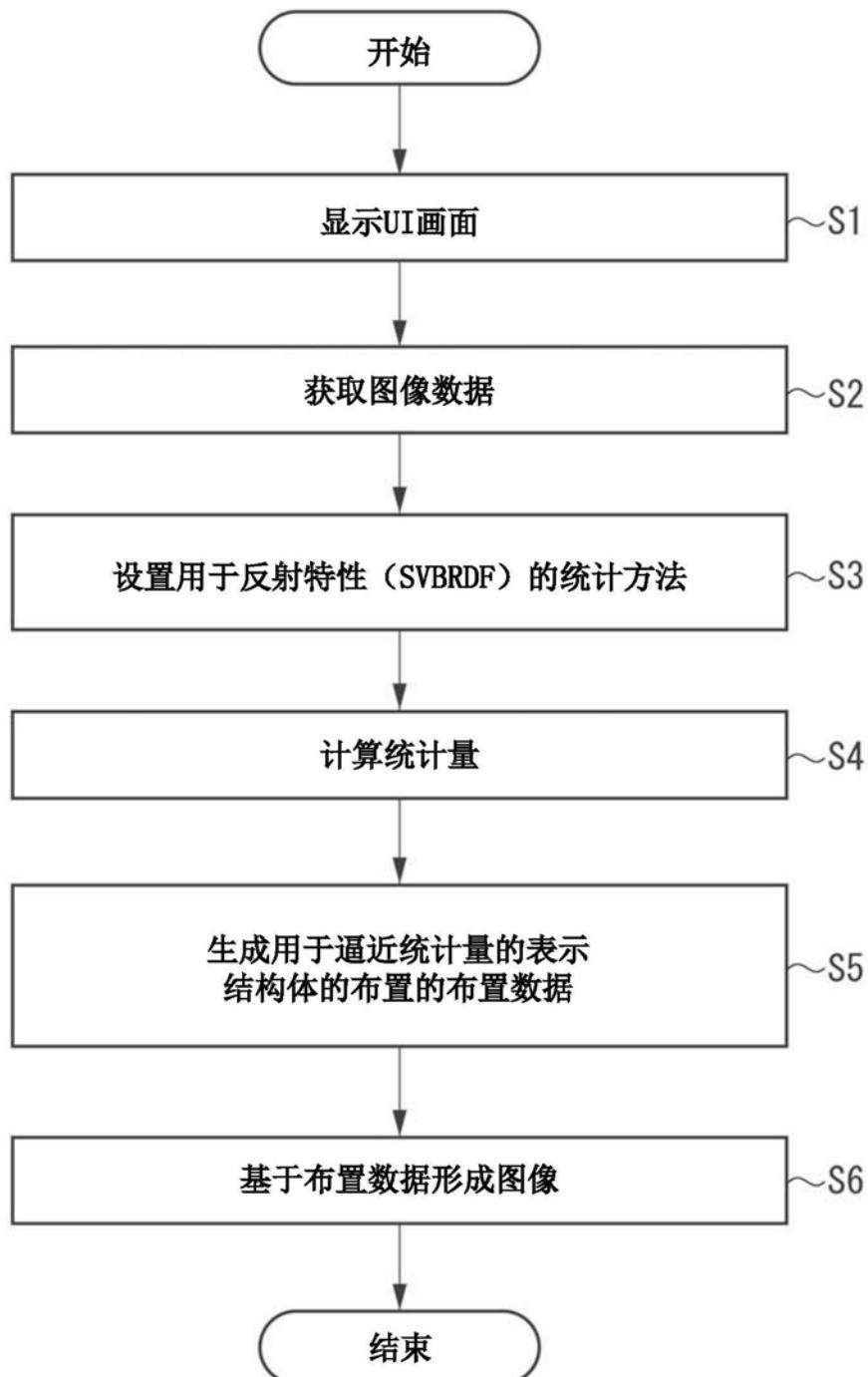


图3

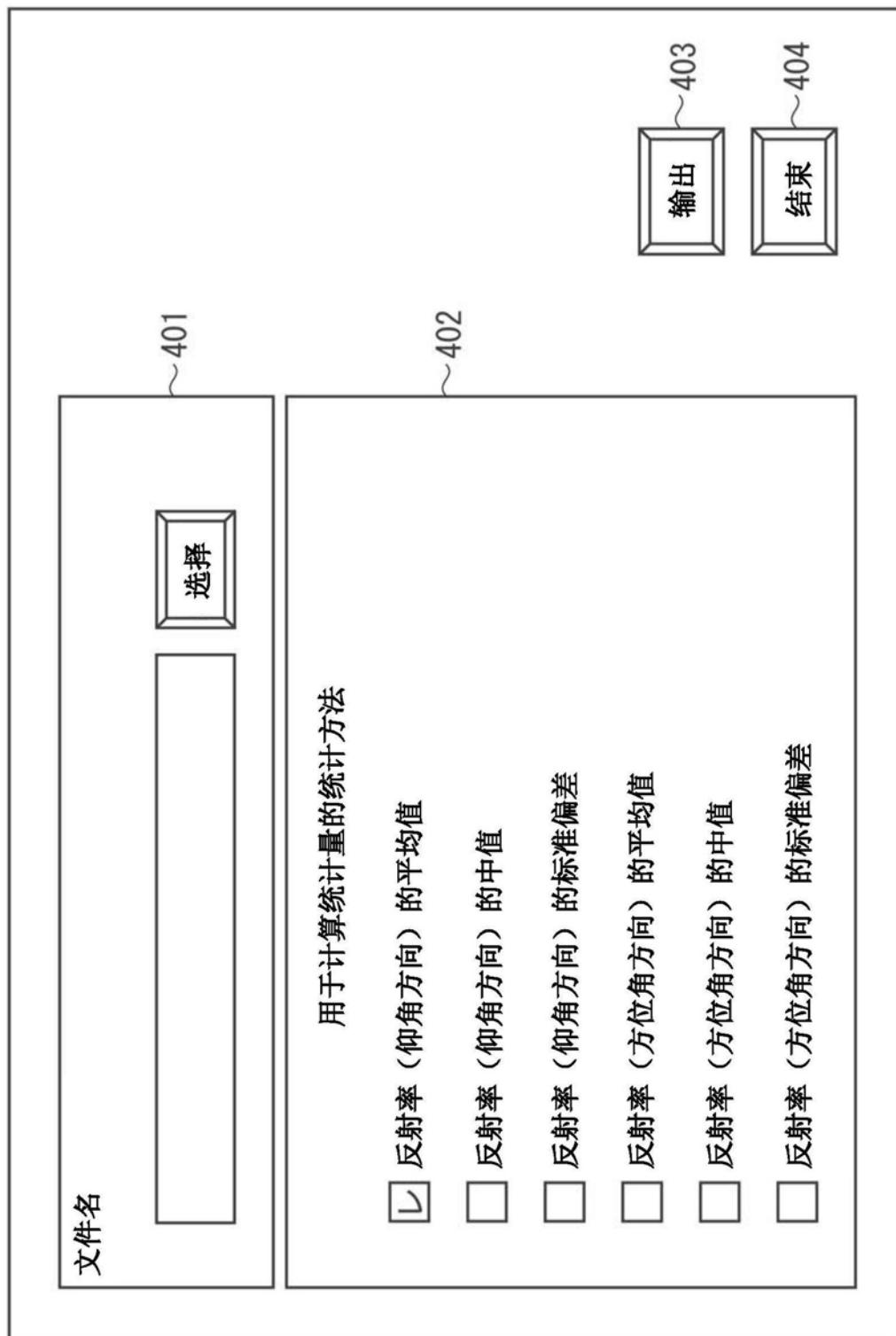


图4

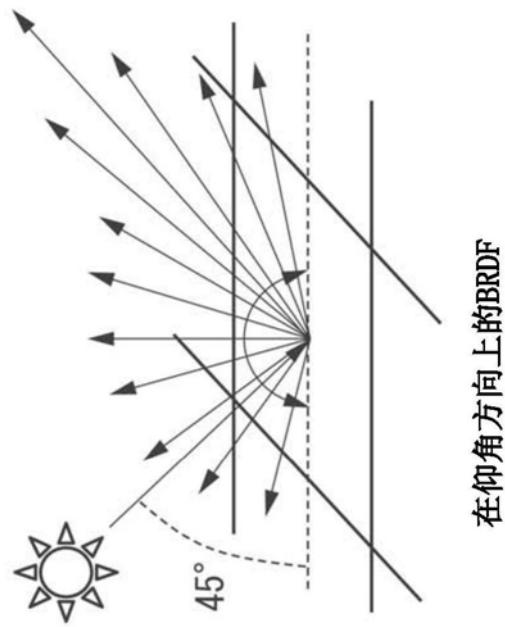


图5A

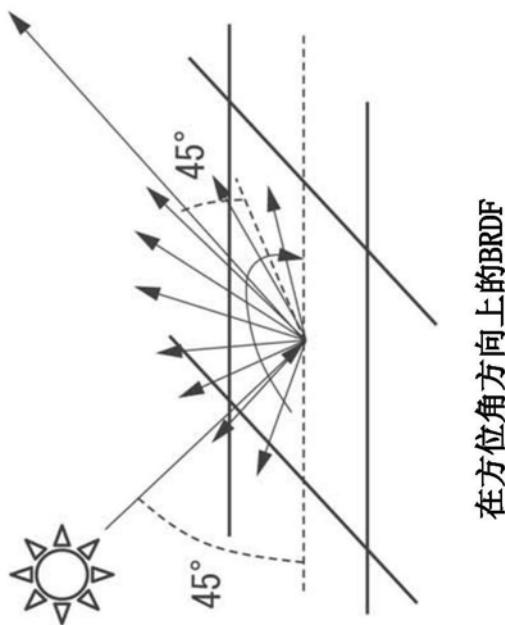


图5B

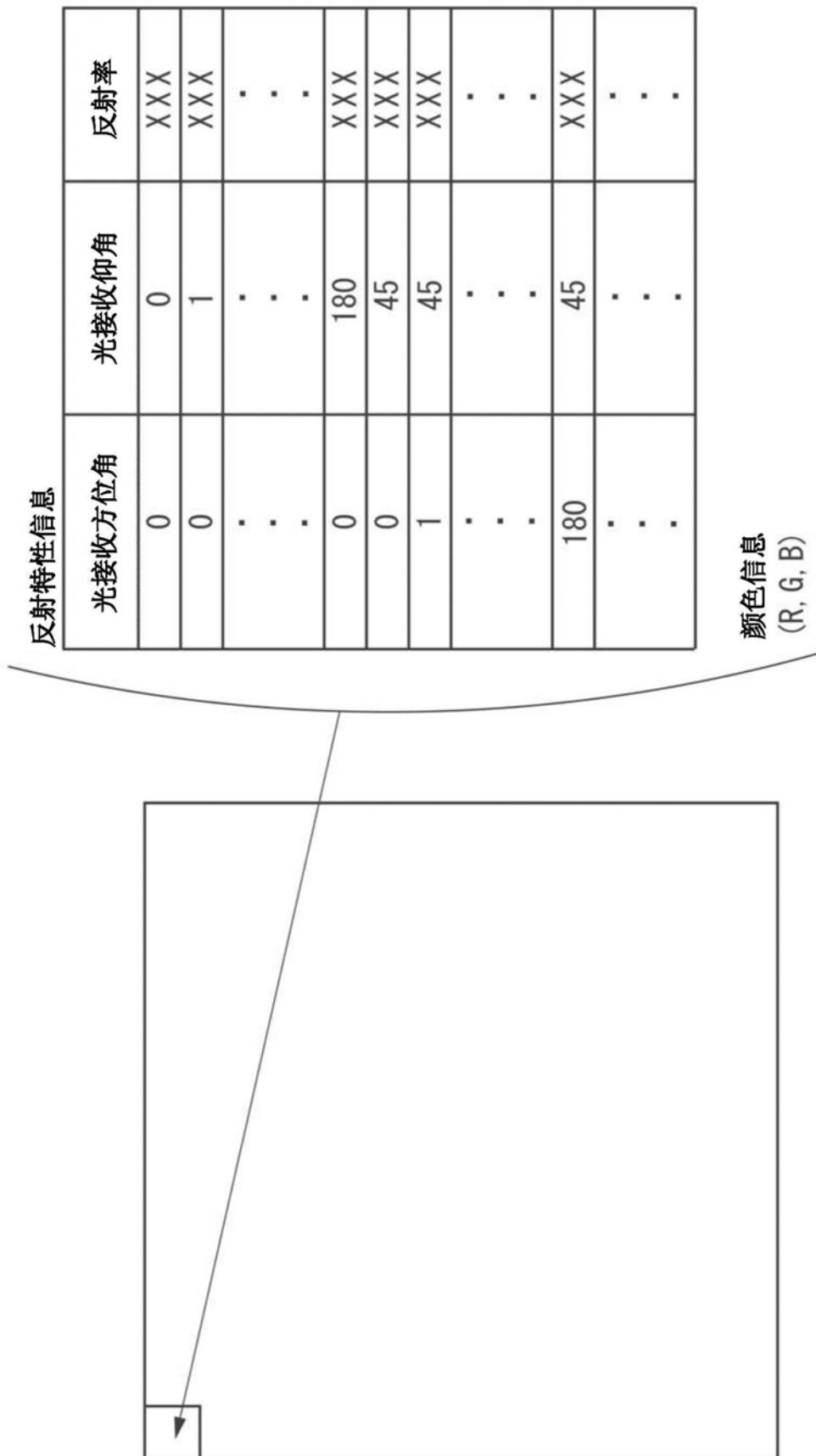


图6

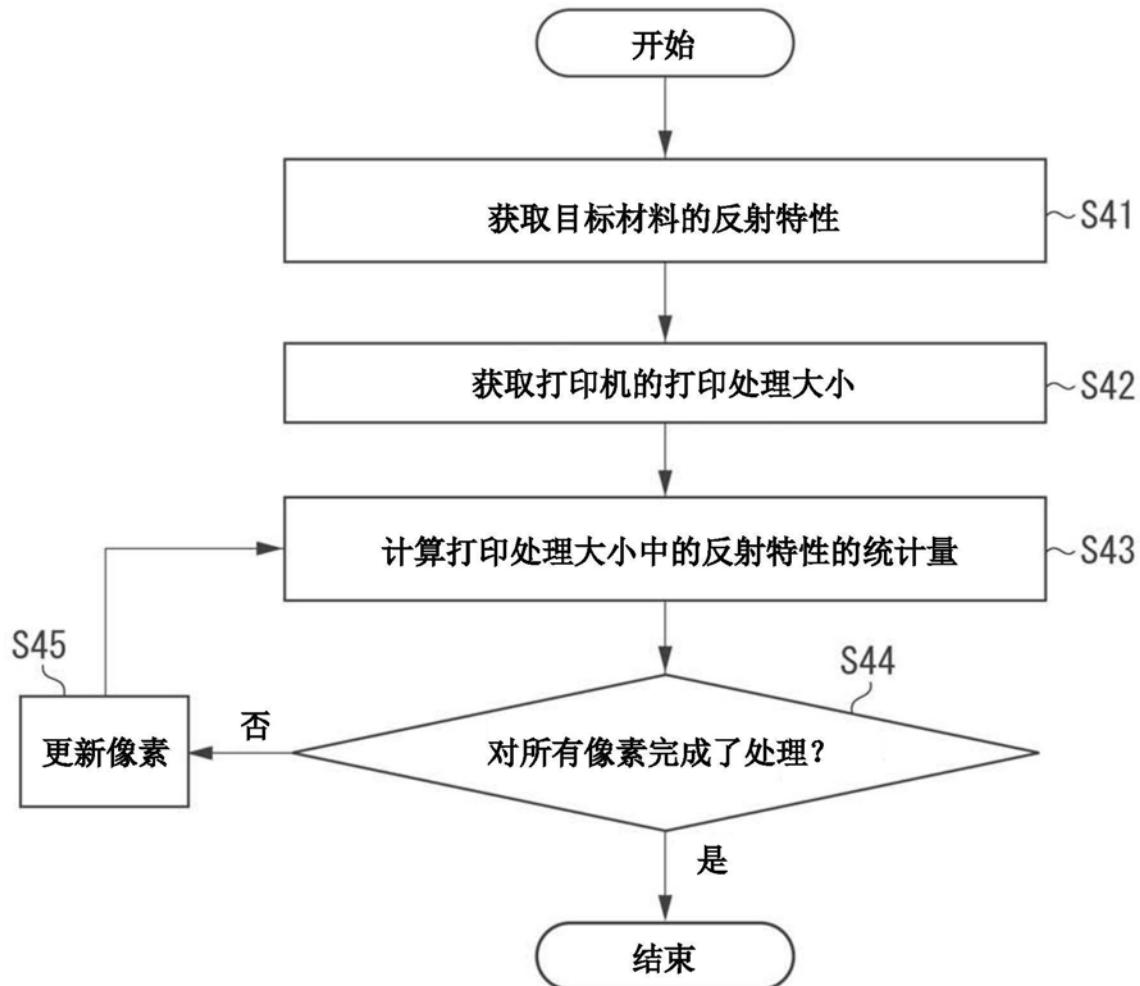


图7

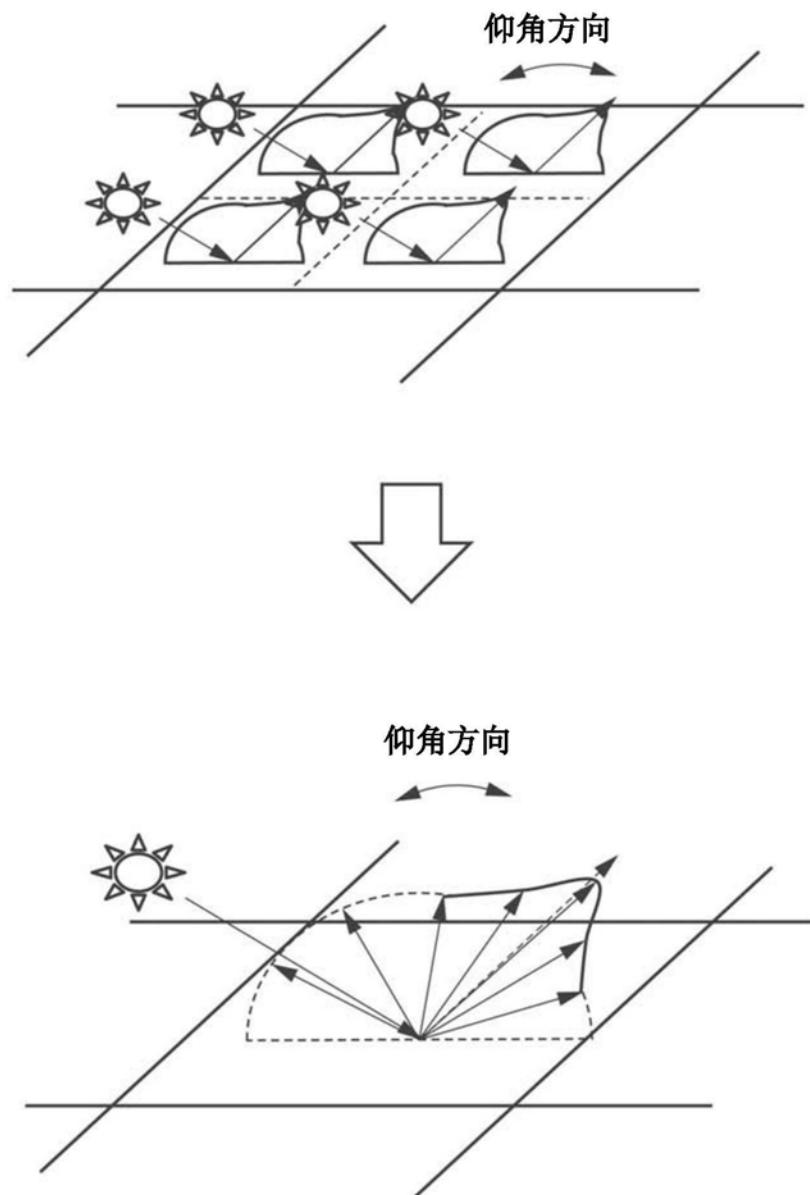


图8

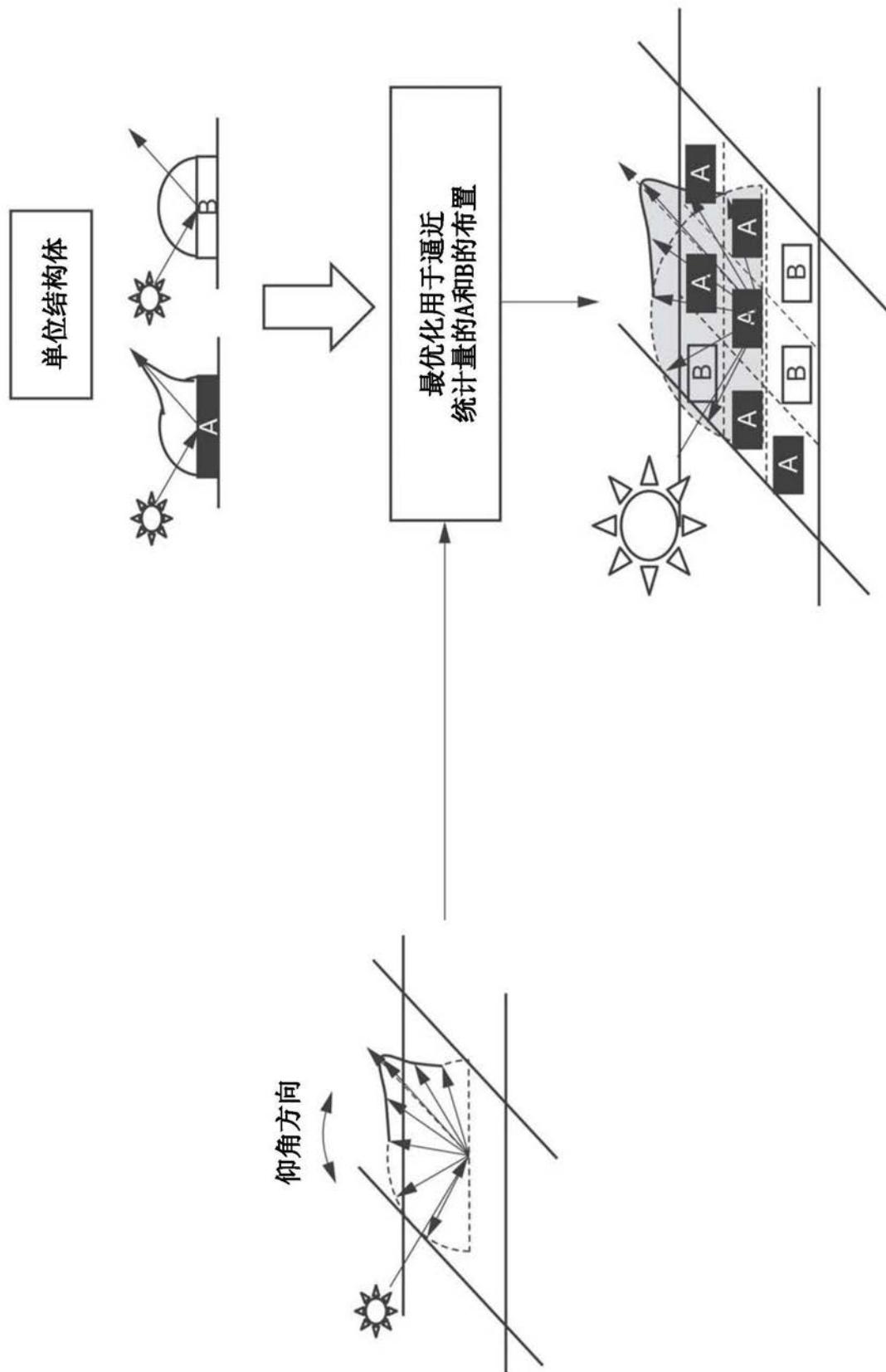


图9

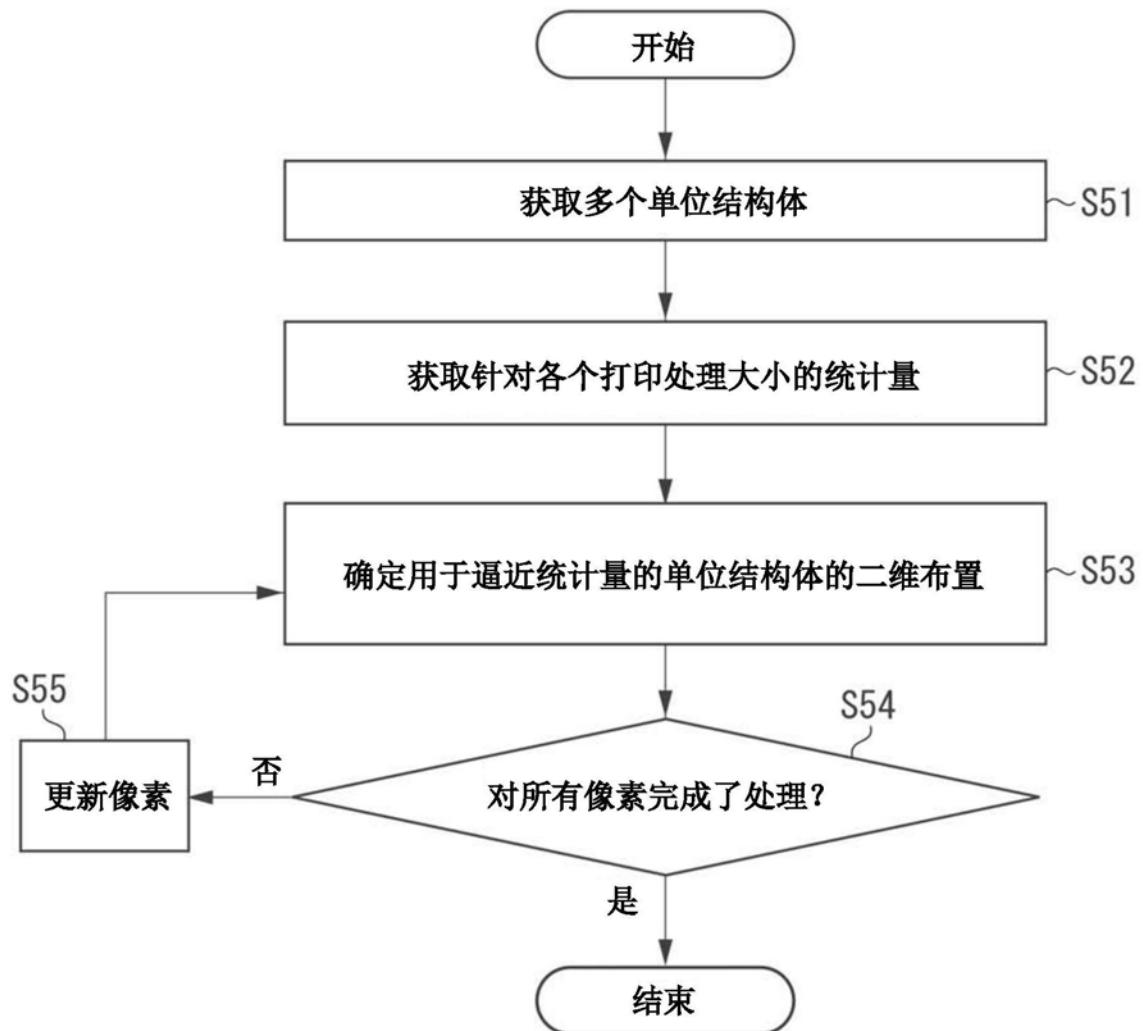


图10

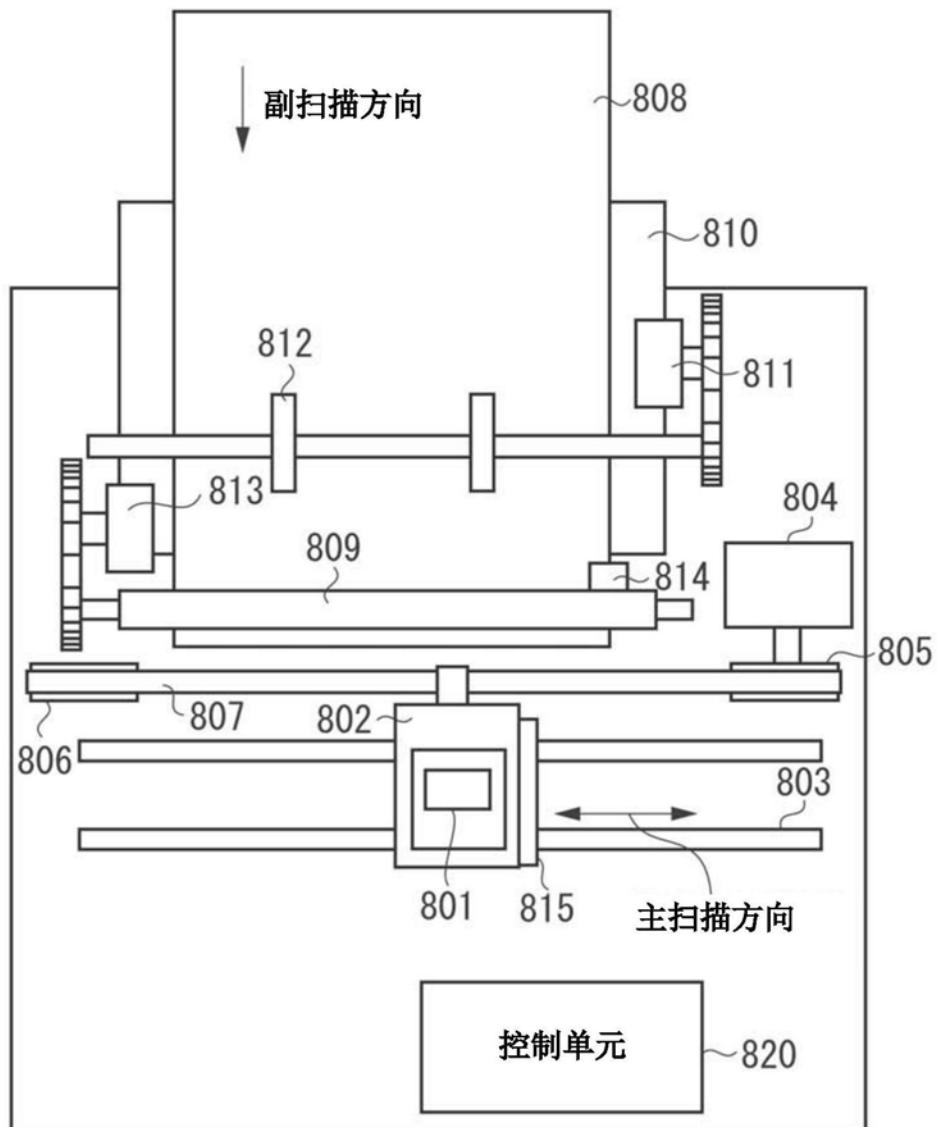


图11

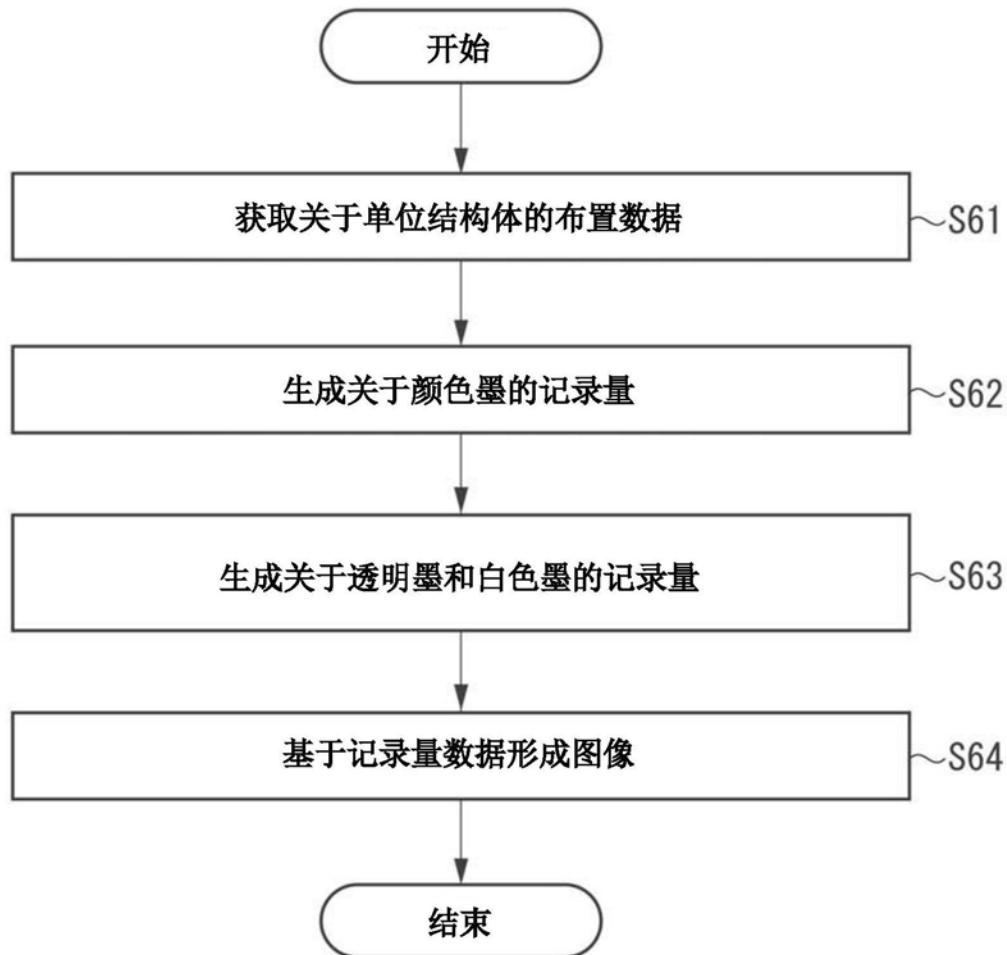


图12

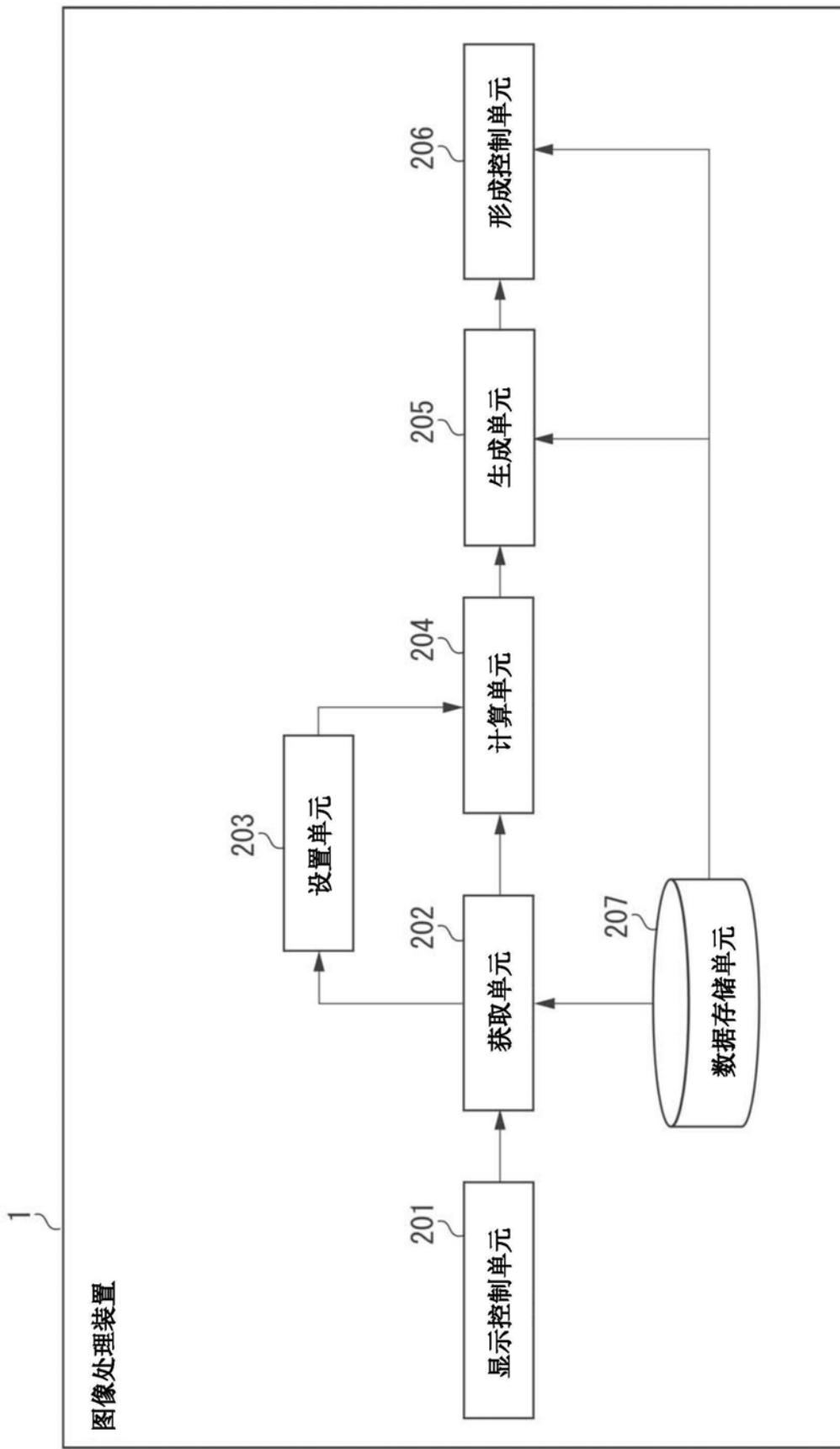


图13

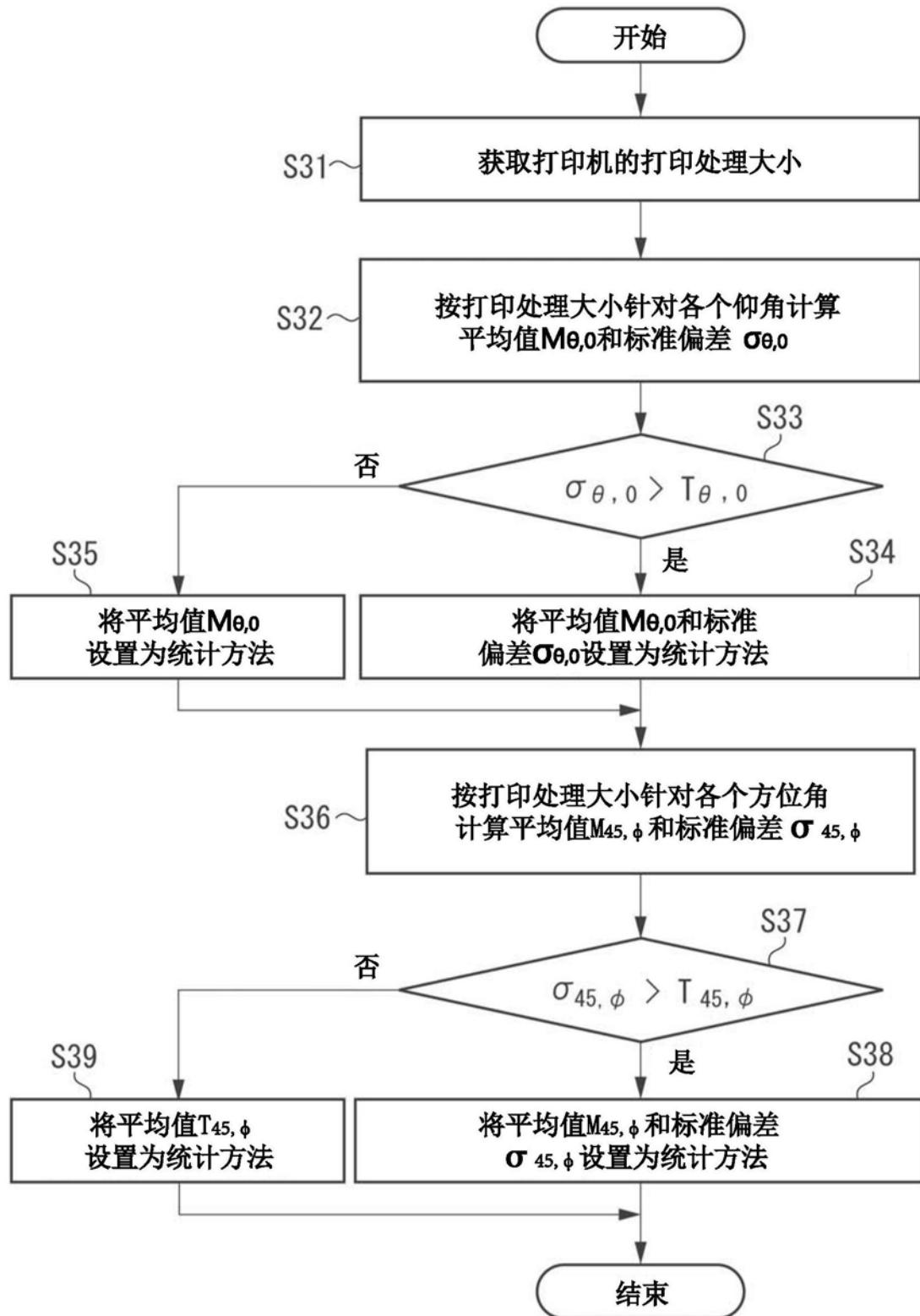


图14

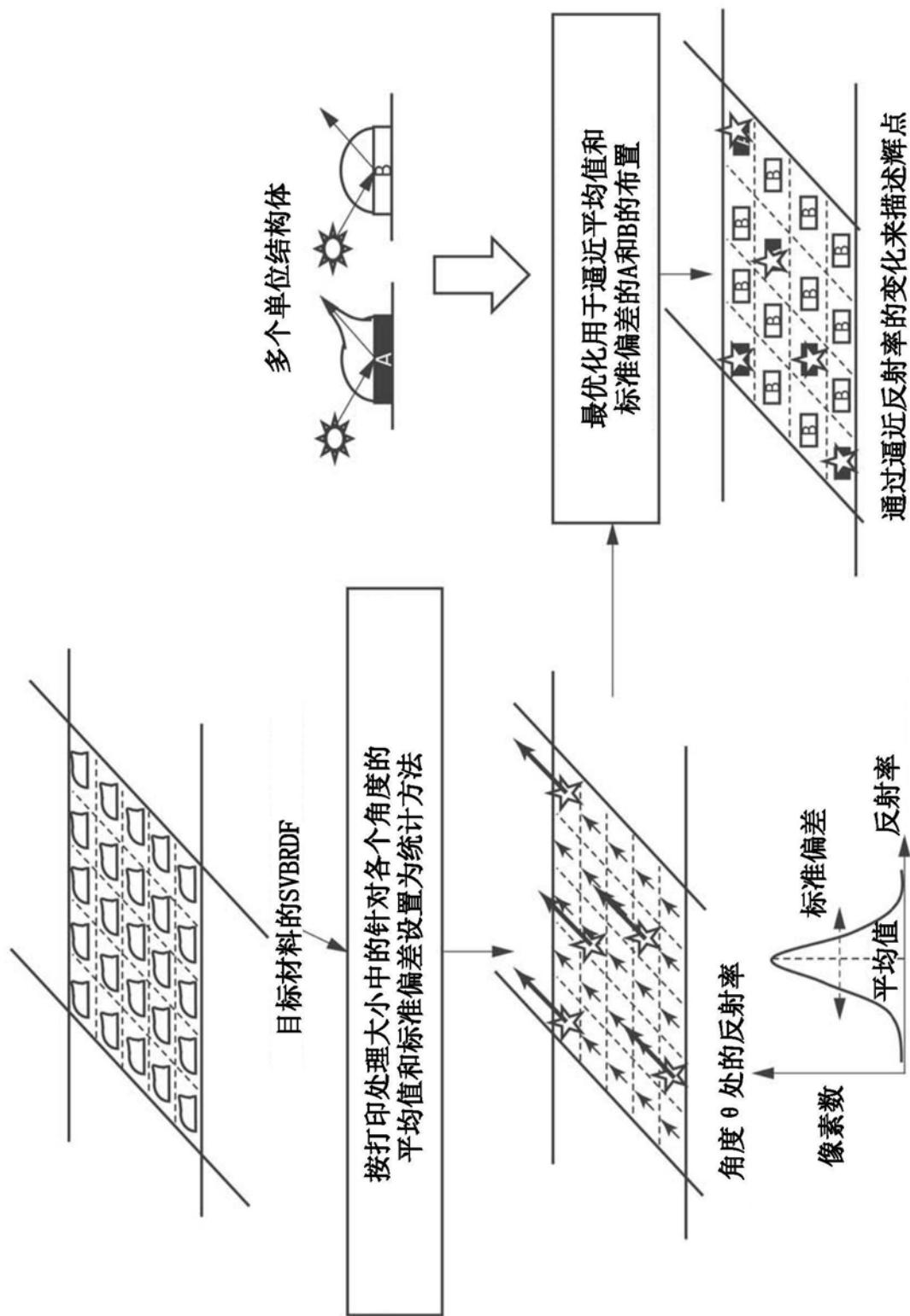


图15

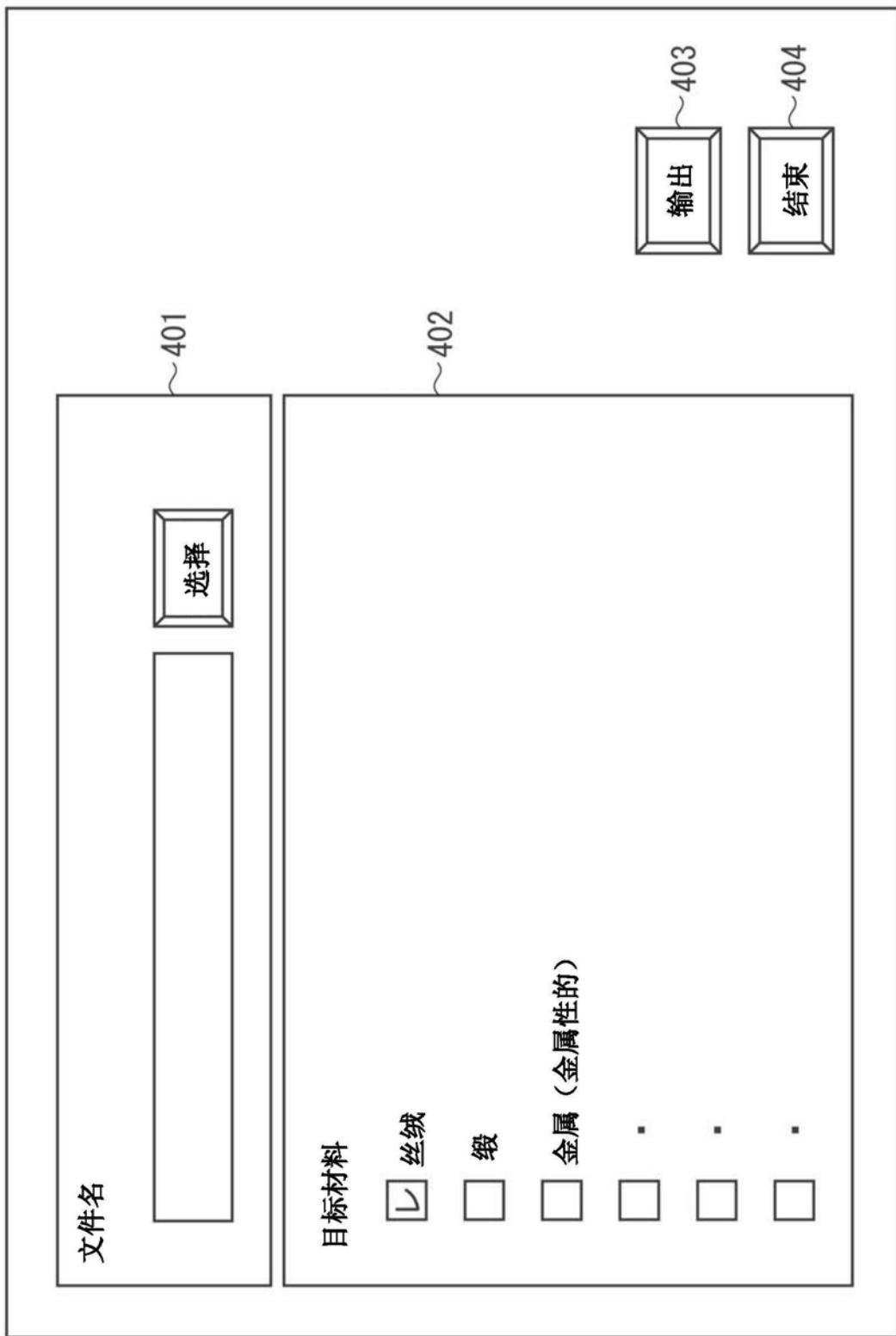


图16

材料名称	统计方法
丝绒	平均值（仰角）
缎	平均值（方位角）、 平均值（仰角）
金属（金属性的）	平均值（仰角）、标准偏差（仰角）
⋮	⋮

图17