



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113205460 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 11

(21) 申请号 202110135015.9

(22) 申请日 2021.01.29

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113205460 A

(43) 申请公布日 2021.08.03

(30) 优先权数据

2020-015535 2020.01.31 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3-30-2

(72) 发明人 宫崎真一

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司

公司 11293

专利代理师 李艳丽 齐文文

(51) Int.Cl.

G06T 5/94 (2024.01)

G06F 3/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109983754 A, 2019.07.05

US 2020007717 A1, 2020.01.02

审查员 钟福煌

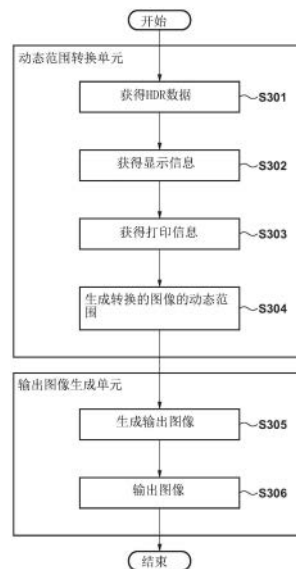
权利要求书2页 说明书12页 附图12页

### (54) 发明名称

图像处理装置、图像处理方法和存储介质

### (57) 摘要

本发明公开一种图像处理装置、图像处理方法和存储介质。所述图像处理装置包括：所述图像处理装置包括：第一获得单元，其被配置为获得表示高动态范围 (HDR) 图像的HDR数据；第二获得单元，其被配置为获得打印信息，以基于通过所述第一获得单元获得的HDR数据执行打印；第三获得单元，其被配置为获得要基于所述HDR数据执行显示的显示装置的显示信息；以及转换单元，其被配置为基于通过所述第三获得单元获得的显示信息，将通过所述第一获得单元获得的HDR数据的亮度的动态范围转换为用于根据通过所述第二获得单元获得的打印信息执行打印的动态范围。



1. 一种图像处理装置,所述图像处理装置包括:

第一获得单元,其被配置为获得表示高动态范围HDR图像的HDR数据,所述HDR数据通过使用传递函数而获得;

第二获得单元,其被配置为获得打印信息,以基于通过所述第一获得单元获得的HDR数据执行打印;

第三获得单元,其被配置为获得显示装置的显示信息,在所述显示装置中,基于获得的所述HDR数据显示打印预览;以及

转换单元,其被配置为将由获得的显示信息所表示的显示装置的亮度范围确定为获得的HDR数据的亮度的动态范围,以及,基于获得的打印信息,将为HDR数据确定的亮度的动态范围转换为基于打印信息的亮度范围,

其中,所述显示信息包括显示装置的动态范围信息和系统伽马信息,以及

其中,所述打印信息是用于指定动态范围转换之后的动态范围的信息。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述打印信息是用于指定要通过所述转换单元进行转换所获得的动态范围的信息。

3. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述打印信息包括表示要打印的片材的类型的信息。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述转换单元通过使用与所述显示装置相对应的并且用于转换动态范围的转换信息来执行动态范围转换。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述转换单元将通过所述第一获得单元获得的HDR数据的亮度的动态范围转换为将要执行打印的动态范围,使得在预定的亮度范围内输入亮度和输出亮度相匹配。

6. 根据权利要求1所述的装置,所述装置还包括:

划分单元,其被配置为将通过所述HDR数据表示的图像划分区域;

其中,所述转换单元通过使用用于转换动态范围并针对通过所述划分单元划分的各区域设置的转换信息执行动态范围转换。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中,所述划分单元对通过所述HDR数据表示的图像的低频分量执行区域划分。

8. 根据权利要求7所述的装置,所述装置还包括:

被配置为通过所述HDR数据表示的图像的高频分量执行对比度校正的单元。

9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的装置,所述装置还包括:

打印单元,其被配置为基于通过所述转换单元进行了动态范围转换的数据来执行打印。

10. 根据权利要求1至8中的任一项所述的装置,其中,所述显示装置是HDR显示器。

11. 根据权利要求1至8中的任一项所述的装置,其中,所述显示装置是SDR显示器。

12. 一种要在图像处理装置中执行的图像处理方法,所述方法包括:

获得表示高动态范围HDR图像的HDR数据,所述HDR数据通过使用传递函数而获得;

获得打印信息以基于获得的HDR数据进行打印;

获得显示装置的显示信息,在所述显示装置中,基于获得的所述HDR数据显示打印预览;

将由获得的显示信息所表示的显示装置的亮度范围确定为获得的HDR数据的亮度的动态范围,以及,

基于获得的打印信息,将为HDR数据确定的亮度的动态范围转换为基于打印信息的亮度范围,

其中,所述显示信息包括显示装置的动态范围信息和系统伽马信息,以及

其中,所述打印信息是用于指定动态范围转换之后的动态范围的信息。

13.一种非暂时性计算机可读存储介质,其存储有程序,以使计算机能够执行以下操作:

获得表示高动态范围HDR图像的HDR数据,所述HDR数据通过使用传递函数而获得;

获得打印信息以基于获得的HDR数据进行打印;

获得显示装置的显示信息,在所述显示装置中,基于获得的所述HDR数据显示打印预览;

将由获得的显示信息所表示的显示装置的亮度范围确定为获得的HDR数据的亮度的动态范围,以及,

基于获得的打印信息,将为HDR数据确定的亮度的动态范围转换为基于打印信息的亮度范围,

其中,所述显示信息包括显示装置的动态范围信息和系统伽马信息,以及

其中,所述打印信息是用于指定动态范围转换之后的动态范围的信息。

## 图像处理装置、图像处理方法和存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种能够处理高动态范围数据的图像处理装置、图像处理方法和存储程序的非暂时性计算机可读存储介质。

### 背景技术

[0002] 国际公开第2018/092711号公报公开了将高动态范围(HDR)静态图像的HDR数据的亮度动态范围转换为具有通过打印片材的反射亮度确定的较窄动态范围的静态图像数据。HDR数据用作运动图像、静态图像等的摄像数据。近来,在显示HDR数据的显示器中可以显示的最大亮度已经提高,并且可以以高图像质量同时显示从图像的高亮侧到阴影侧的HDR数据。

[0003] 例如,在ITU-R(国际电信联盟无线电通信部门)建议书BT.2100-2(07/2018)高动态范围电视的图像参数值在生产和国际项目交流的使用中,混合对数伽马(HLG)和感知量化(PQ)被定义为HDR数据的两个图像传递函数。在传递函数中,定义了传递函数和位计数,因此在图像传递中不会从视觉上检测到色调间断。

[0004] 通过摄像侧的OETF(光-电传递函数),显示侧的EOTF(电-光传递函数)和表示从场景光转换为显示光的总体特征的OOTF(光-光传递函数)来定义摄像方法。

[0005] HLG方法是通过将黑到白的范围处理为相对色调来定义上述摄像侧的OETF的方法。显示侧的EOTF由OETF的反函数和表示从场景光到显示光的转换的总体特征的OOTF形成。在HLG方法中,仅在亮度分量上应用用于确定OOTF的特性的系统伽马。另外,通过考虑具有不同的最大可显示亮度值的显示器之间的图像质量如何变化,根据每个显示器的亮度确定系统伽马。另外,PQ方法是通过以最大 $10,000\text{cd/m}^2$ 的绝对值表示显示侧亮度来定义上述显示侧的EOTF的方法。摄像侧的OETF由OOTF和EOTF的反函数形成。

[0006] 另一方面,打印输出的动态范围倾向于比HDR数据的动态范围窄。近年来,在具有宽显示亮度范围的HDR显示器出现之前,SDR(标准动态范围)显示器是主流。照惯例,通常将要在显示器上显示SDR数据时使用的最大亮度值视为固定的 $100\text{cd/m}^2$ 。相反,可以根据由HDR数据定义的亮度值或HDR显示器的最大亮度值来改变要在显示器上显示HDR数据时使用的亮度的最大值。

### 发明内容

[0007] 本发明提供了允许与显示装置的显示信息相对应的打印输出的图像处理装置、图像处理方法以及存储程序的非暂时性计算机可读存储介质。

[0008] 本发明的第一方面提供一种图像处理装置,所述图像处理装置包括:第一获得单元,其被配置为获得表示高动态范围(HDR)图像的HDR数据;第二获得单元,其被配置为获得打印信息,以基于通过所述第一获得单元获得的HDR数据执行打印;第三获得单元,其被配置为获得要基于所述HDR数据执行显示的显示装置的显示信息;以及转换单元,其被配置为基于通过所述第三获得单元获得的显示信息,将通过所述第一获得单元获得的HDR数据的

亮度的动态范围转换为用于根据通过所述第二获得单元获得的打印信息执行打印的动态范围。

[0009] 本发明的第二方面提供一种要在图像处理装置中执行的图像处理方法,所述图像处理方法包括:一种要在图像处理装置中执行的图像处理方法,所述方法包括:获得表示高动态范围(HDR)图像的HDR数据;获得打印信息以基于获得的HDR数据进行打印;获得要基于所述HDR数据执行显示的显示装置的显示信息;以及基于所获得的显示信息,将所获得的HDR数据的亮度的动态范围转换为用来基于所获得的打印信息来执行打印的动态范围。

[0010] 本发明的第三方面提供一种非暂时性计算机可读存储介质,其存储有程序,以使计算机能够执行以下操作:获得表示高动态范围(HDR)图像的HDR数据;获得打印信息以基于获得的HDR数据进行打印;获得要基于所述HDR数据执行显示的显示装置的显示信息;以及基于所获得的显示信息,将所获得的HDR数据的亮度的动态范围转换为用来基于所获得的打印信息来执行打印的动态范围。

[0011] 根据本发明,可以执行与显示装置的显示信息相对应的打印输出。

[0012] 根据以下参照附图对示例性实施例的详细描述,本发明的其他特征将变得清楚。

## 附图说明

[0013] 图1是示出打印系统的整体配置的框图;

[0014] 图2是示出图像处理单元的配置的框图;

[0015] 图3是示出图像处理步骤的流程图;

[0016] 图4A和图4B是分别示出转换曲线的图;

[0017] 图5A和图5B是分别示出转换曲线的图;

[0018] 图6是示出转换曲线的图;

[0019] 图7是示出使用动态范围转换处理的处理流程图;

[0020] 图8是示出动态范围转换处理的步骤的流程图;

[0021] 图9A、图9B和图9C是分别示出转换曲线的图;以及

[0022] 图10是示出图像处理的步骤的流程图。

## 具体实施方式

[0023] 下文将参照附图详细描述实施例。注意,下述实施例并不旨在限制本发明的范围。在实施例中虽然描述了多个特征,但并不限于满足所有特征的发明,可以适当组合多个这样的特征。此外,在附图中,对相同或相似的配置赋予相同的附图标记,并省略其的重复描述。

[0024] 在上述HDR数据是HLG方法的HDR数据的情况下,它将是基于相对亮度值来定义其色调的数据。因此,当要在多个显示器上显示数据时,如上所述,要显示的图像的亮度将根据各显示器的最大亮度值而改变。在PQ方法的情况下,由绝对亮度值定义数据。因此,当要在多个显示器上显示数据时,对于可以在显示器之间共同再现的亮度范围,每个显示器中要显示的图像的亮度将是相同的。然而,对于不能在显示器之间共同再现的高亮部分等的亮度范围,要显示的图像的亮度将根据每个显示器的最大亮度显示而改变。在数据的亮度动态范围和显示器的可显示亮度范围相同的情况下,将忠实地对数据进行显示。另一方面,

在相对于数据的窄亮度范围的显示器中,将不能显示的高亮部分例如以最大亮度值完全显示为白色。另一方面,如在国际公开第2018/092711号公报中所述,在将HDR数据输入到打印装置的情况下,HDR数据将被输出为与被转换为具有可打印动态范围的数据——对应的统一印刷品。

[0025] 以这种方式,尽管显示装置将根据诸如最大亮度值等的条件适应性地改变相同的HDR数据的显示,但是将需要打印装置输出与显示装置相对应的HDR数据。因此,即使最近出现了具有不同最大亮度值的显示器(显示装置),打印装置也无法获得与每个显示器的显示相对应的打印输出。

[0026] 根据本发明的一种观点,可以获得与显示装置的显示信息相对应的打印输出。

[0027] [第一实施方式]

[0028] [系统布置]

[0029] 图1是示出根据本实施例的应用了图像处理装置的打印系统的整体布置的框图。该打印系统包括个人计算机装置(信息处理装置)101(以下也称为“PC”),显示装置102和输出装置103。

[0030] 显示装置102经由显示I/F连接到PC 101。显示装置102是HDR(高动态范围)显示器,并且通过HDMI接口连接到PC 101。PC 101和显示装置102之间的连接不限于HDMI接口,并且可以是其他连接方法,只要其符合可以传输HDR(高动态范围)数据的标准即可。另外,可以通过使用与HDMI接口不同的传输路径的USB(通用串行总线)、经由显示I/F 113传送在PC 101和显示装置102之间传送的显示信息(稍后描述)。然而,显示信息传送方法不限于USB电缆,只要信息可以在显示装置102与PC 101或输出装置103之间双向通信即可。

[0031] 另外,输出装置103经由诸如网络、USB电缆或本地总线等的接口连接至PC 101。在本实施例中,将描述使用喷墨打印机(图像处理装置)的结构作为输出装置103的示例。PC 101执行诸如向输出装置103发出打印控制指令、传送必要信息和数据等操作。存储设备105存储并管理OS、系统程序、各种应用软件、本实施例所需的参数数据等。存储设备105由例如硬盘或闪存ROM形成。CPU 104使用工作存储器107读出存储在存储设备105中的软件或程序并执行处理。用作用户界面的操作单元106(以下也称为“UI”)从用户接受与处理的执行有关的输入并向用户显示。操作单元106包括诸如键盘、鼠标等的输入设备。此外,数据输入/输出设备108向/从诸如SD卡等的外部存储介质输入/输出数据,并且可以向/从例如存储摄像装置的数据的外部存储介质输入/输出数据。另外,通过直接将摄像装置(未示出)连接到数据输入/输出设备108或数据传送单元109,可以在没有外部存储介质介入的情况下从/向摄像装置输入/输出数据。

[0032] 输出装置103包括数据传送单元109、打印机控制单元112、图像处理单元110、打印单元111,并且从PC 101接收打印数据。在本实施例中,打印数据包括作为输入图像数据的HDR数据、显示装置102的显示信息、作为存储介质的唯一数据的图像处理参数和打印机控制数据,以及用户在操作单元106上选择的诸如打印质量,打印介质等的打印信息。在这种情况下,例如,打印介质是诸如打印片材等的纸质媒介。

[0033] 数据传送单元109从PC 101接收的打印数据中获得HDR数据、显示装置102的显示信息、图像处理参数以及打印信息,并将获得的这些信息和数据传输至图像处理单元110以获得打印机控制数据,然后将获得的打印机控制数据发送到打印机控制单元112。在本实施

例中,存储在PC 101的存储设备105中的HDR数据用作由输出装置103接收的输入图像数据。另外,尽管在本实施例中图像处理单元110形成在显示装置102中,但图像处理单元110也可以形成在PC 101中。

[0034] 此外,图像处理参数和打印机控制数据存储在PC 101的存储设备105或输出装置103的存储设备(硬盘、ROM等)(未示出)中。可以布置成使得将基于打印数据中包括的打印信息来选择这些信息,并将这些信息发送到图像处理单元110和打印机控制单元112。打印控制单元112根据打印机控制数据控制打印单元111的操作。打印单元111根据喷墨打印方法执行打印。尽管在本实施例中将喷墨打印方法例示为在由打印单元111执行的打印中采用的方法,但也可以采用诸如电子照相方法等的其他打印方法。显示装置102包括控制图像显示的显示控制器114,并且显示控制器114生成例如显示数据。

[0035] 图2是示出根据本实施例的图像处理单元110的结构框图。在根据本实施例的图像处理单元110中,将HDR数据、显示装置102的显示信息,以及打印信息输入到动态范围转换单元201。如后所述,动态范围转换单元201使用各条输入信息将HDR数据转换成可以输入到输出图像生成单元202的动态范围的图像数据。要输入到输出图像生成单元202的图像数据的动态范围作为亮度范围要比输入的HDR数据的高动态范围窄。要输入到输出图像生成单元202的动态范围是例如具有SDR数据的最大亮度 $100\text{cd/m}^2$ 的动态范围。另外,也可以使用这样的动态范围,其最大值是由用户设置的片材信息指定的反射亮度所设置。在本实施例中,假设动态范围转换单元201将HDR数据的动态范围转换为SDR数据的动态范围。

[0036] 接下来,输出图像生成单元202针对从动态范围转换单元201输出的图像数据(RGB数据),生成将由打印单元111的打印头用于打印的数据。

[0037] 图3是示出根据本实施例的图像处理的流程图。在步骤S301中,动态范围转换单元201获得HDR数据的RGB数据。根据上述HLG方法存储根据本实施例的HDR数据,该HLG方法基于相对亮度值定义色调。在此阶段,基于相对亮度值为R,G和B元素中的每个元素定义色调。尽管在本实施例中采用HLG方法,但可以采用其他方法,只要色调是相对定义的即可。在本实施例中,在由作为HDR显示器的显示装置102执行的显示操作中也使用在步骤S301中获得的HDR数据。

[0038] 在步骤S302中,动态范围转换单元201获得显示装置102的显示信息。在本实施例中,在显示装置102上显示由HDR数据表示的图像。在要通过输出装置103执行打印的用户按下打印应用上的打印指令按钮或输出装置103的面板上的打印按钮的时间点处,动态范围转换单元201经由显示装置102或PC 101获得存储当时显示装置102的显示状态的显示信息。另外,在与显示器同步的适当时间处将显示信息存储在PC 101中的情况下,动态范围转换单元201可以从PC 101获得显示信息。此外,可以布置为使得将在已经激活打印应用或输出装置103的时间点处获得显示信息,或者在显示装置102侧已经改变了显示设置的时刻重新获得显示信息。即,只要能够获得在打印时用户观看的显示器(显示装置102)的显示状态即可。另外,尽管在本实施例中将单个显示器连接到PC 101,但是在某些情况下多个显示器可以同时连接到单个PC并使用。在通过多个显示器执行扩展显示(跨多个显示器执行显示)的情况下,将识别正在显示HDR数据的打印预览的显示器,并且将获得该播放的显示信息。另外,在多个显示器之间正在进行重复显示的情况下(多个显示器之间进行相同的显示),用户可以选择要从中获得显示信息的显示器或可以预先设置要从中优选地获得显示信息

的显示器。

[0039] 在本实施例中,获得显示器的动态范围信息和系统伽马信息作为显示信息。动态范围信息包括当在HDR显示器上显示HDR数据时的可显示的最大亮度值(最大亮度值)和用于在显示器上显示黑色的亮度值。在本实施例中,例如,获得 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 和 $0\text{cd}/\text{m}^2$ 分别作为显示器的最大亮度值和黑色的亮度值。当改变显示装置102的显示设置时,显示器的动态范围改变,并且显示器自身可显示的亮度动态范围可以根据显示器的性能而改变。另外,系统伽马信息包括伽马值 $\gamma$ 和表示该显示器是符合BT.2100的显示器的信息。由于显示器符合BT.2100,因此可以通过以下等式计算通过BT.2100定义的HLG方法的OETF的伽马值 $\gamma$ :

[0040]  $\gamma = 1.2 + 0.42 \log_{10}(L_w/1000) \dots (1)$

[0041] BT.2100由等式(1)定义,并且例如在最大亮度值为 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ 时为1.2。然而,取决于要显示的对象,用户可以经由显示设置来改变该伽马值 $\gamma$ ,并且在这种情况下,将通过显示设置所设置的伽马值 $\gamma$ 用作显示信息。

[0042] 在步骤S303中,动态范围转换单元201获得打印信息。打印信息是用于指定动态范围转换之后的动态范围的信息。在本实施例中,例如,获得打印模式信息作为打印信息,并且将基于该打印模式信息来指定向输出图像生成单元202的输入是否是sRGB值的SDR数据。由此,将最大亮度值 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 指定为SDR数据转换后的亮度动态范围。通过获得表示片材类型的信息可以获得打印信息,并且该打印信息足以作为可以指定根据片材类型指定的反射亮度的信息。可以使用其他信息,只要该信息是可以从中获得打印时的亮度动态范围信息的信息即可。另外,可以基于观察环境以各种照度的照明照射印刷品。如果要利用照度照射印刷品,则特别是由于纸张白度的亮度的增加,片材的亮度动态范围将扩大。因此,可以获得在利用照度照射片材时片材的反射亮度作为打印时的亮度动态范围信息。

[0043] 在步骤S304中,动态范围转换单元201基于在步骤S302中获得的显示信息和在步骤S303中获得的打印信息,生成通过从HDR数据转换亮度动态范围而获得的图像数据。即,在本实施例中,执行动态范围转换处理,以将从显示信息获得的、并基于获得的显示信息具有最大亮度值为 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度动态范围转换为从打印信息获得的、并具有最大亮度值为 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度动态范围。如上所述,亮度动态范围转换之后的亮度动态范围变为通过由打印信息指定的绝对亮度值表示的亮度动态范围。

[0044] 如上所述,在例如ITU-R(国际电信联盟无线电通信部门)BT.2100建议书中,混合对数伽马(HLG)和感知量化(PQ)被定义为HDR数据的两个图像传递函数。根据本实施例的HDR数据是通过上述HLG方法的传递函数OETF转换的数据。因此,动态范围转换单元201对HDR数据执行亮度转换,以使得通过以下等式确定的HLG方法的传递函数EOTF(OETF的反函数)和传递函数OETF将HDR数据的亮度信号电平 $x$ 转换为亮度信号电平 $y$ :

[0045]  $y = \text{OETF}[\text{OETF}^{-1}[\max(0, (1-\beta)E' + \beta)]]$

$$[0046] \quad E = \text{OETF}^{-1}[x] = \begin{cases} \frac{x^2}{3} & 0 \leq x \leq 1/2 \\ \frac{\exp\left(\frac{x-c}{a}\right) + b}{12} & 1/2 < x \leq 1 \end{cases}$$



$$[0047] \quad \beta = \sqrt{3 \left( \frac{L_B}{L_w} \right)^{1/\gamma}}$$

$$[0048] \quad OOTF[E] = \alpha Y_s^{\gamma-1} E \dots (2)$$

[0049] 其中,  $\gamma$  是通过等式 (1) 计算的值,  $L_w$  是显示器的最大亮度值,  $L_B$  是显示器的黑色的亮度值。在本实施例中, 假设  $L_B$  为 0。E' 是 HLG 方法信号, 并且 x 是标准化为 0 和 1 之间的范围的信号。 $\alpha$  是用户增益的变量,  $Y_s$  是标准亮度值, 并且 E 是标准化为 0 到 1 范围之间的线性光信号。

[0050] 接下来, 动态范围转换单元 201 将从 OOTF 处理获得的数据设置为最大亮度值为  $1000 \text{ cd/m}^2$  的数据, 并执行动态范围转换处理, 以将该数据转换为与从打印信息获得的值对应的、具有最大亮度值为  $100 \text{ cd/m}^2$  的亮度动态范围的数据。在本实施例中, 动态范围转换单元 201 通过以下等式将从 OOTF 处理获得的 RGB 数据转换为具有亮度值 Y 和色差 CbCr 的数据:

$$[0051] \quad Y = 0.29900 \times R + 0.58700 \times G + 0.114400 \times B \dots (3)$$

$$[0052] \quad Cb = -0.16874 \times R - 0.33126 \times G + 0.50000 \times B \dots (4)$$

$$[0053] \quad Cr = 0.50000 \times R - 0.41869 \times G - 0.081 \times B \dots (5)$$

[0054] 动态范围转换单元 201 执行亮度动态范围转换, 以基于图 4A 中示出的曲线图 (横坐标表示输入亮度值, 纵坐标表示输出亮度值) 中的实线表示的转换曲线将转换后的亮度值 Y 的数据转换为亮度值 Y'。图 4A 所示的短虚线表示输入和输出是线性的状态。在本实施例中, 如图 4A 所示的实线所示, 从暗部分到特定亮度的部分执行线性转换, 并且在高亮部分执行通过 Log 特性的转换。如图 4A 所示, 优选地, 在再现 HDR 数据的高亮区域的同时执行动态范围压缩处理以保持图像的对比度。另外, 图 4B 是采用了与图 4A 类似的动态范围压缩方法的曲线图, 并且示出了在显示器的最大亮度值为  $2,000 \text{ cd/m}^2$  的情况下的动态范围转换之前和之后的亮度关系。如图 4A 和图 4B 所示, 可以基于在步骤 S302 中获得的显示信息和在步骤 S303 中获得的打印信息, 根据显示器的可显示动态范围来进行动态范围转换。随后, 动态范围转换单元 201 结合转换后的亮度值 Y' 和色差分量通过以下等式执行向 RGB 数据的转换:

$$[0055] \quad R = Y + 1.40200 \times Cr \dots (6)$$

$$[0056] \quad G = Y - 0.34414 \times Cb - 0.71414 \times Cr \dots (7)$$

$$[0057] \quad B = Y + 1.77200 \times Cb \dots (8)$$

[0058] 尽管上文已经描述了亮度动态范围压缩, 但还可以对色域执行色域压缩处理将 HDR 数据 (例如 ITU-R BT.2020) 的宽色域空间转换为 SDR 数据 (例如 ITU-R BT.709) 的色域。

[0059] 接下来, 在步骤 S305 中, 输出图像生成单元 202 生成要输出到打印单元 111 的输出图像数据。例如, 输出图像生成单元 202 执行颜色转换处理以将步骤 S304 中输出的 SDR 数据 (RGB 数据) 转换为与设备有关的 RGB 数据。输出图像生成单元 202 执行墨水颜色分辨率处理, 以将与设备有关的 RGB 数据转换为墨水颜色数据, 并执行色调校正处理以执行色调校正, 使得墨水颜色数据将与打印装置的色调特性线性地相关联。此外, 输出图像生成单元 202 执行用于将墨水颜色数据转换为墨点 ON/OFF 信息的半色调处理, 用于生成要在打印头的每次打印扫描中打印的二进制数据的掩码数据转换处理等。

[0060] 接下来, 在步骤 S306 中, 输出图像生成单元 202 将所生成的输出图像数据发送到打

印单元111,随后在打印介质上输出图像。

[0061] 如上所述,根据显示装置102的性能有区别地显示HLG方法的HDR数据。根据本实施例,可以在HLG方法的HDR数据打印时使用用户观看的显示装置102的显示信息和输出装置103的打印信息,使得可以执行与显示器的显示状态相对应的动态范围转换。因此,可以获得与具有不同性能的多个显示装置102中的每一个的显示器相对应的打印输出。

[0062] [第二实施例]

[0063] 以下,在第二实施方式中描述与第一实施方式的不同点。本实施例将描述输入PQ方法的HDR数据的情况。

[0064] 在本实施例中,根据以上述绝对亮度值定义色调的PQ方法记录图3的步骤S301中获得的HDR数据(RGB数据)。在本实施例中,假定在HDR数据中已经记录达 $10,000\text{cd/m}^2$ 的信息。

[0065] 在步骤S302中,动态范围转换单元201获得显示器的动态范围信息和亮度动态范围转换方法作为显示信息。显示器的动态范围信息的描述与第一实施例中类似。亮度动态范围转换方法是与将由最大亮度值 $10,000\text{cd/m}^2$ 定义的PQ方法的亮度动态范围转换为显示器的亮度动态范围的方法有关的信息。该信息足以作为允许在步骤S304的处理中执行转换的信息,并且该信息可以是要通过已知方法执行转换的情形下的转换方法名称,或者可以是存储转换模块的路径(例如,稍后将描述的转换曲线)的信息。

[0066] 图5A和图5B是示出用于显示器的亮度动态范围转换的两种转换曲线的曲线图。图5A示出这样的转换方法,其中,将其值高于 $1,000\text{cd/m}^2$ 且不能在HDR中包括的显示器上显示的高亮度部分的每个数据都显示为 $1,000\text{cd/m}^2$ 。另一方面,图5B示出了与图4A和4B类似的方法,其中,线性地将暗部分的数据转换到特定亮度部分,并通过Log特性转换高亮部分的数据。在本实施例中,由于是PQ方法的HDR数据,所以尽管图5A的转换和图5B的转换不会导致图5A和图5B的亮度范围501之间关于通过显示器进行的显示操作的差异,但可以在图5A和图5B的亮度范围502之间观察到显示操作的差异。

[0067] 步骤S303的打印信息获得处理与根据第一实施例的类似。

[0068] 在步骤S304中,动态范围转换单元201基于在步骤S302中获得的显示信息和在步骤S303中获得的打印信息,生成根据HDR数据的亮度动态范围转换了亮度动态范围的数据。在本实施例中,动态范围转换单元201进行动态范围转换处理,以将最大亮度值为 $10,000\text{cd/m}^2$ 的HDR数据的亮度动态范围的信息转换为从最大亮度值为 $100\text{cd/m}^2$ 的打印信息获得的亮度动态范围。

[0069] 根据本实施例的HDR数据是根据上述PQ方法通过传递函数(EOTF的反函数)转换的数据。因此,动态范围转换单元201对HDR数据执行亮度转换,从而通过使用由以下等式定义的PQ方法的EOTF将HDR数据的亮度信号电平 $x$ 转换为亮度信号电平 $y$ :

[0070]  $y = \text{EOTF}[E'] = 10000Y$

[0071]  $Y = \left( \frac{\max[(E'^{1/m_2}) - c_1, 0]}{c_2 - c_3 E'^{1/m_2}} \right) \dots (9)$

[0072] 在本实施例中, $L_p$ 是0。 $E'$ 是PQ方法信号,并且 $x$ 是标准化为0和1之间的范围的信号。

[0073] 接下来,动态范围转换单元201将从EOTF处理转换的数据设置为最大亮度值为10,

000cd/m<sup>2</sup>的数据,并执行动态范围转换处理,以将该数据转换为亮度动态范围具有最大亮度值为100cd/m<sup>2</sup>的数据。在本实施例中,动态范围转换单元201通过等式(3),(4)和(5)将通过EOTF处理获得的RGB数据转换为亮度值Y和色差CbCr的数据。随后,动态范围转换单元201通过图5A所示的转换曲线对转换后的亮度值Y的数据进行转换,并且进一步通过图4A所示的转换曲线进行转换以获得SDR数据作为转换结果。由于可以通过1DLUT来转换图4A和图5A所示的转换曲线表示的每一个转换操作,因此可以通过使用通过组合各个转换曲线的1DLUT获得的1DLUT来执行转换。随后,可以将转换后的亮度值和色差组合,以通过等式(6),(7)和(8)执行向RGB数据的转换。另外,尽管在以上描述中已经使用了图5A,但是也可以使用图5B。

[0074] 步骤S305和S306的处理类似于根据第一实施例的那些处理。

[0075] 如上所述,在PQ方法的HDR数据中,将根据显示装置102的性能有区别地显示数据的高亮部分。根据本实施例,可以在打印PQ方法的HDR数据时使用用户查看的显示装置102的显示信息以及输出装置103的打印信息,从而可以进行与显示器的显示状态相对应的动态范围转换。由此可以获得与具有不同性能的多个显示装置102中的每一个的显示器相对应的打印输出。

[0076] [第三实施例]

[0077] 下文中将第三实施例中描述与第一实施例和第二实施例的不同点。本实施例将描述PQ方法的HDR数据被输入并在显示装置102侧进行亮度动态范围转换以在SDR显示器上显示的情况。在本实施例中,显示装置102是SDR显示器。

[0078] 在本实施例中,在图3的步骤S301中获得PQ方法的HDR数据。

[0079] 在步骤S302中,以与第二实施例类似的方式,获得显示器的动态范围信息和亮度动态范围转换方法。由于在本实施例中显示装置102是SDR显示器,因此获得100cd/m<sup>2</sup>和0cd/m<sup>2</sup>分别作为显示器的最大亮度值和黑色的亮度值。对获得亮度动态范围转换方法的描述与根据第二实施例的相似。

[0080] 图6是示出根据本实施例的显示器的亮度动态范围转换的转换曲线的图。图6对应于图5B的显示器的亮度动态范围的最大亮度值被设置为100cd/m<sup>2</sup>的状态。尽管在本实施例中执行如图6所示的亮度动态范围转换,但是动态范围转换方法将根据如转换曲线601和602所示的显示器的制造商或型号而改变。

[0081] 以类似于根据第一实施例的方式来执行步骤S303的打印信息的获得。

[0082] 在步骤S304中,动态范围转换单元201基于在步骤S302中获得的显示信息和在步骤S303中获得的打印信息,生成通过转换HDR数据的亮度动态范围而获得的图像数据。在本实施例中,动态范围转换单元201执行动态范围转换处理,以将HDR数据所保持的亮度动态范围的信息转换成其亮度动态范围具有与从打印信息获得的值相对应的最大亮度值为100cd/m<sup>2</sup>的数据。

[0083] 如在第二实施例中所述,将HDR数据转换为与显示器的亮度信号电平相对应的信息。随后,对转换后的数据执行动态范围转换处理,以将亮度动态范围转换为与从打印信息获得的亮度值为100cd/m<sup>2</sup>的亮度动态范围相对应的亮度范围。在本实施例中,显示侧和打印侧的转换后亮度动态范围相等地为100cd/m<sup>2</sup>。因此,在本实施例的步骤S304中,通过使用图6所示的转换曲线对转换后的亮度值Y的数据执行亮度动态范围转换,并将转换后的

亮度和色差分量组合,以通过公式(6),(7)和(8)执行向SDR的RGB数据的转换。

[0084] 步骤S305和S306的处理类似于第一实施例的那些处理。

[0085] 如上所述,在通过对显示装置102侧执行亮度动态范围转换处理而在SDR显示器上进行显示的情况下,根据亮度动态范围转换方法根据显示装置102的不同而不同的事实,显示器可能会不同。根据本实施例,通过在打印HDR数据时获得SDR显示器的显示信息和输出装置103的打印信息,可以执行与显示器的显示状态对应的动态范围转换。由此可以获得与具有不同性能的多个SDR显示器中的每一个的显示器相对应的打印输出。

[0086] [第四实施例]

[0087] 以下,在第四实施方式中说明与第一实施方式至第三实施方式的不同点。在第一实施例至第三实施例中,执行处理以通过等式(2)和(9)将数据转换为显示器的亮度信号电平。本实施例将描述用于获得已经转换为显示器的亮度信号电平的数据的布置。在本实施例中,在图3的步骤S301的处理中获得的HDR数据可能符合HLG方法或PQ方法。

[0088] 在步骤S302中,动态范围转换单元201获得显示器的亮度动态范围信息和被转换为显示器的亮度信号电平并且其中色调由绝对值定义的数据作为显示信息。即,在要获得HLG方法的HDR数据的情况下,将获得根据第一实施例的经过OETF处理的RGB数据。另外,在要获得PQ方法的HDR数据的情况下,将获得通过使用图5A的转换曲线对已经经过根据第二实施例的EOTF处理的RGB数据进行转换所获得的RGB数据。还可以获得通过对这些数据执行根据PQ方法的OETF处理(EOTF的反函数)而获得的数据。这些数据可以在显示装置102中的显示处理的图像处理过程中由显示控制器114生成,并且可以在显示装置102中或在显示装置102之外的诸如PC 101等的装置中生成。这些数据被存储在例如显示装置102的存储单元或显示装置102之外的诸如PC 101等的装置的存储单元中。可以从存储单元获得与用户按下打印按钮时的时间点的显示器的显示状态相对应的数据。

[0089] 步骤S303的打印信息获得处理与根据第一实施例的类似。

[0090] 在步骤S304中,动态范围转换单元201基于在步骤S302中获得的显示信息和在步骤S303中获得的打印信息,生成从HDR数据转换了亮度动态范围的图像数据。在本实施例中,动态范围转换单元201将使用图4A的转换曲线、基于显示信息对在步骤S301中获得的HDR数据执行如上所述的亮度动态范围转换。动态范围转换单元201将最大亮度值为 $1000\text{cd/m}^2$ 的数据所保持的亮度动态范围的信息转换为其亮度动态范围具有与从打印信息获得的值对应的最大亮度值为 $100\text{cd/m}^2$ 的数据。

[0091] 步骤S305和S306的处理与第一实施例的处理相似。

[0092] 如上所述,获得转换为显示器的亮度信号电平并且其色调由绝对亮度值定义的数据作为显示信息,并执行亮度动态范围转换。因此,可以获得与具有不同性能的多个显示装置102中的每一个的显示器相对应的打印输出。此外,由于动态范围转换单元201将使用经过OETF处理或EOTF处理的HDR数据,因此可以减少输出装置103侧的处理负荷。

[0093] 尽管在本实施例中通过使用YCbCr进行了亮度动态范围转换,但是也可以通过使用ICtCp来进行亮度动态范围转换。ICtCp是一种具有高动态范围、以宽色域信号为目标的彩色空间。在此,设I为亮度分量,CtCp为色差分量。亮度分量I是考虑宽亮度范围内的人类视觉特性的信息。因此,使用ICtCp彩色空间使得能够通过考虑人的视觉特性来执行亮度动态范围转换。

[0094] 在本实施例中,可以根据图7和图8的流程图所示的处理执行动态范围转换来代替基于图4A和图4B中所示的特性执行亮度动态范围转换。

[0095] 在图7的步骤S701中,动态范围转换单元201将通过等式(3),(4)和(5)从00TF处理获得的RGB数据分离为亮度分量和色差分量。

[0096] 在步骤S702中,动态范围转换单元201进行处理,以分离转换成亮度分量的数据的低频分量和高频分量。这是因为基于Retinex理论,处理在低频分量和高频分量之间会改变。Retinex理论是模拟人脑如何感知光和颜色的理论。根据该理论,进入眼睛的光的强度可以由物体的反射率和照亮该物体的照明光的乘积来表示,并且相比于绝对光量,人所感知的亮度和颜色更多地取决于来自周围环境的相对变化量。在此,绝对光量是照亮物体的照明光,相对变化量是物体的反射率。

[0097] 在步骤S702中,动态范围转换单元201提取图像数据的低频分量作为照亮该物体的照明光分量。应用低通滤波器来创建低频分量。作为处理方法,可以应用空间滤波器,或者可以通过FFT将目标频率分量临时转换为空间频率,并在进行滤波处理之后通过IFFT转换回频率分量。考虑到人类的视觉特性,可以基于要在其上观察印刷品的片材的片材大小或观察距离来确定要成为目标的频率。为了获得高频分量,可以应用与低通滤波器相反的高通滤波器,或者可以从原始图像中减去获得的低频分量。

[0098] 在步骤S703中,动态范围转换单元201基于输入亮度动态范围信息和输出亮度动态范围信息,对低频分量执行动态范围转换处理。稍后将参考图8详细描述步骤S703的处理。

[0099] 在步骤S704中,动态范围转换单元201对高频分量执行对比度校正处理。对比度校正处理是将获得的图像乘以系数k的处理。在要使印刷品忠实地接近输入数据的情况下,k约等于1。在进一步考虑在印刷品上发生诸如墨水渗出的劣化的情况下,将等于或大于1的值设置为系数k。

[0100] 在步骤S705中,动态范围转换单元201将对低频分量进行了动态范围转换的图像数据与对高频分量进行了对比度校正的图像数据进行组合。由此,将图像数据压缩到预定的动态范围中,并获得具有校正后的对比度的亮度图像。

[0101] 在步骤S706中,动态范围转换单元201结合亮度分量和色差分量,以通过等式(6),(7)和(8)进行向RGB数据的转换。在步骤S706的处理之后,图7的处理结束。

[0102] 将通过使用图8的流程图描述步骤S703的动态范围转换处理。

[0103] 在步骤S801中,动态范围转换单元201计算压缩范围。在本实施例中,执行动态范围转换处理,以将从显示信息获得的具有最大亮度值为 $1,000\text{cd/m}^2$ 的亮度动态范围转换为从打印信息获得的具有最大亮度值为 $100\text{cd/m}^2$ 的亮度动态范围。另外,动态范围转换单元201从HDR数据的元数据获得曝光亮度值 $Y_a$ 。这是用户在摄像操作期间设置曝光的地方。在本实施例中,假设曝光亮度值 $Y_a$ 为 $18\text{cd/m}^2$ 。

[0104] 在步骤S802中,动态范围转换单元201将HDR数据的图像划分为多个区域。可以通过将图像划分为预定的矩形尺寸区域或者通过基于亮度数据的信息创建相似亮度像素的分组来执行图像的区域划分。在后一种情况下,可以恢复经过区域划分的特定亮度范围的对比度,并且可以获得具有更好对比度的图像。另外,不仅可以使使用亮度数据,还可以使用RGB数据。由此,可以通过RGB数据执行图像识别,并且可以采用根据各类型的识别区域来恢

复对比度的方法。

[0105] 在步骤S803中,动态范围转换单元201为在步骤S802中划分的每个区域创建转换曲线。图9A,图9B和图9C是示出转换曲线的示例的图。图9A是表示给定区域的转换曲线的图。横坐标表示输入亮度值,纵坐标表示输出亮度值,粗线表示转换曲线。柱状图示出了该区域的亮度分布,并且柱状对应于预定亮度范围的度数(对应于右侧的纵坐标)。在图9A,图9B和图9C中, $D_i$ 表示转换前亮度动态范围,而 $D_o$ 表示转换后亮度动态范围。在斜率为1,即 $45^\circ$ 的情况下,输入亮度值和输出亮度值将匹配,并且在该部分不会发生图像变化。即,将保持动态范围的转换前对比度。随着斜率减小(至度数小于 $45^\circ$ ),与转换前对比度相比,转换后对比度下降。需要保持对比度以获得合适的转换后图像,并且优选将斜率设置为1。由于在这种情况下正在处理低频分量,因此需要尽可能多地执行转换,以将斜率设置为1来保持低频分量的对比度。图9B表示另一区域的转换曲线,但是亮度分布偏向高亮度侧。以类似于图9A的方式,根据分布的度数将接近1的斜率分配给高度数亮度组。图9C表示亮度均匀分布的区域的转换曲线。在这种情况下,即使存在高度数亮度组,也无法将斜率指定为1。这是因为,由于转换后的亮度动态范围 $D_o$ 很窄,将斜率1分配给特定的亮度组将导致另一亮度组的斜率被设置为更接近于0。在这种情况下,将在亮度组之间平均分配斜率,并且将根据每个度数分配斜率,因此在亮度组中没有亮度组的斜率会被设置为非常接近于0。另外,表示图像的不同区域的图9A至图9C具有共同的部分。该共同部分例如是在步骤S801中获得的曝光亮度值 $Y_a$ ,并创建各转换曲线,使得转换后的亮度值将始终为预定值 $Y_a'$ 。由此,可以在高亮度侧上再现色调的同时保持用户在摄像时设置的曝光亮度。

[0106] 在步骤S804中,动态范围转换单元201确定是否为每个划分区域创建了转换曲线。如果确定尚未针对每个划分区域创建转换曲线,则从步骤S803开始重复处理。否则,处理进入步骤S805。

[0107] 在步骤S805中,动态范围转换单元201使用每个创建的转换曲线对每个像素执行动态范围压缩处理。此时,考虑周围区域的信息来执行处理,以便不会创建色调在区域之间变得不连续的位置。更具体地,可以分配与区域相同度数的窗口,使得可以基于窗口中包括的面积来执行加权,并且可以基于该比率来执行动态范围压缩处理。此外,由于简单的面积比会导致在边界上产生诸如光晕的图像缺陷,因此可以基于目标区域的平均亮度值来改变权重。即,相比于目标像素,可以通过根据各周围区域的平均亮度值的变化而减小权重来抑制图像缺陷。

[0108] 在步骤S806中,动态范围转换单元201确定是否对所有像素执行了步骤S805的处理。如果确定尚未对所有像素执行处理,则从步骤S805开始重复该处理。否则,图10的处理结束。

[0109] 以这种方式,通过基于Retinex理论将图像数据分为高频分量和低频分量,并通过使用针对图像的各区域的转换曲线对低频分量执行亮度动态范围转换,可以生成考虑到人类视觉特征的高对比度图像。

[0110] 在第一实施例和第二实施例中,在某些情况下可能无法获得显示信息。这样的情况可能是例如不能从显示装置102获得显示信息的情况、将HDR数据直接输入到不具有显示功能的输出装置103的情况等。图10中示出在这种情况下执行的处理。在图10中,在步骤S301的处理之后,确定是否能够获得显示信息。如果确定不能获得显示信息,则跳过步骤

S302的处理,并通过使用步骤S303之后的步骤S304的处理中的HDR数据和打印信息通过亮度动态范围转换来生成图像数据。在这种情况下进行的亮度动态范围转换中,在由相对亮度定义色调的HDR数据的情况下,在执行EOTF(OETF的反函数)处理之后,使由数据所保持的相对值定义的亮度动态范围相应地对应于输出装置103的亮度动态范围。另一方面,在由绝对亮度值定义色调的HDR数据(例如PQ方法的HDR数据)的情况下,在EOTF处理之后,将使用图4A和图4B中示出的转换曲线等将由绝对值定义的数据的亮度动态范围转换为打印时的亮度动态范围。以这种方式,可以根据是否从显示装置102获得显示信息来适应性改变打印输出。

[0111] 另外,可以布置成使得用户可以经由UI选择是通过使用显示信息来执行亮度动态范围压缩还是在不使用显示信息的情况下执行亮度动态范围压缩。通过允许用户选择打印输出是对应于显示装置102的显示器的打印输出还是基于HDR数据的打印输出,可以反映出用户的意图。

[0112] 本实施例示出了要显示和打印符合BT.2100标准的HDR数据的示例。然而,本发明不限于BT.2100标准。可以执行符合其他标准的处理,或者仅可以执行通过OETF和EOTF的传递。例如,尽管将HLG方法和PQ方法例示为传递函数,但是可以使用另外的方法,只要使用通过相对亮度值或绝对亮度值定义色调来处理HDR数据的传递函数即可。在这种情况下,由等式(1)和(2)表示的传递函数和系统伽马将具有符合相应标准的形式。另外,例如,可以获得诸如与伽马转换处理的伽马值之类的对于显示器唯一的一条转换信息作为显示信息。

[0113] 尽管作为根据实施例的亮度动态范围转换方法例示了图4A和图4B,图5A和图5B以及图6,但是本发明不限于这些方法。可以使用任何种类的方法,只要它是执行亮度动态范围的转换的方法即可。另外,动态范围转换处理的输入/输出亮度动态范围不限于在各实施例中例示的亮度动态范围(1,000cd/m<sup>2</sup>等)。此外,根据实施例的显示装置102可以是任何形式的装置,并不限于显示器,只要它是诸如安装在智能手机或装置上的平板或触摸面板之类的可以显示信息的装置即可。

[0114] 本发明不限于以上实施例,并且可以在本发明的精神和范围内进行各种改变和修改。因此,为了使公众知道本发明的范围,提出以下权利要求。

[0115] 其他实施例

[0116] 本发明的实施例还可以通过如下的方法来实现,即,通过网络或者各种存储介质将执行上述实施例的功能的软件(程序)提供给系统或装置,该系统或装置的计算机或是中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)读出并执行程序的方法。

[0117] 虽然参照示例性实施例描述了本发明,但是应当理解,本发明并不限于所公开的示例性实施例。应当对权利要求的范围赋予最宽的解释,以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构及功能。

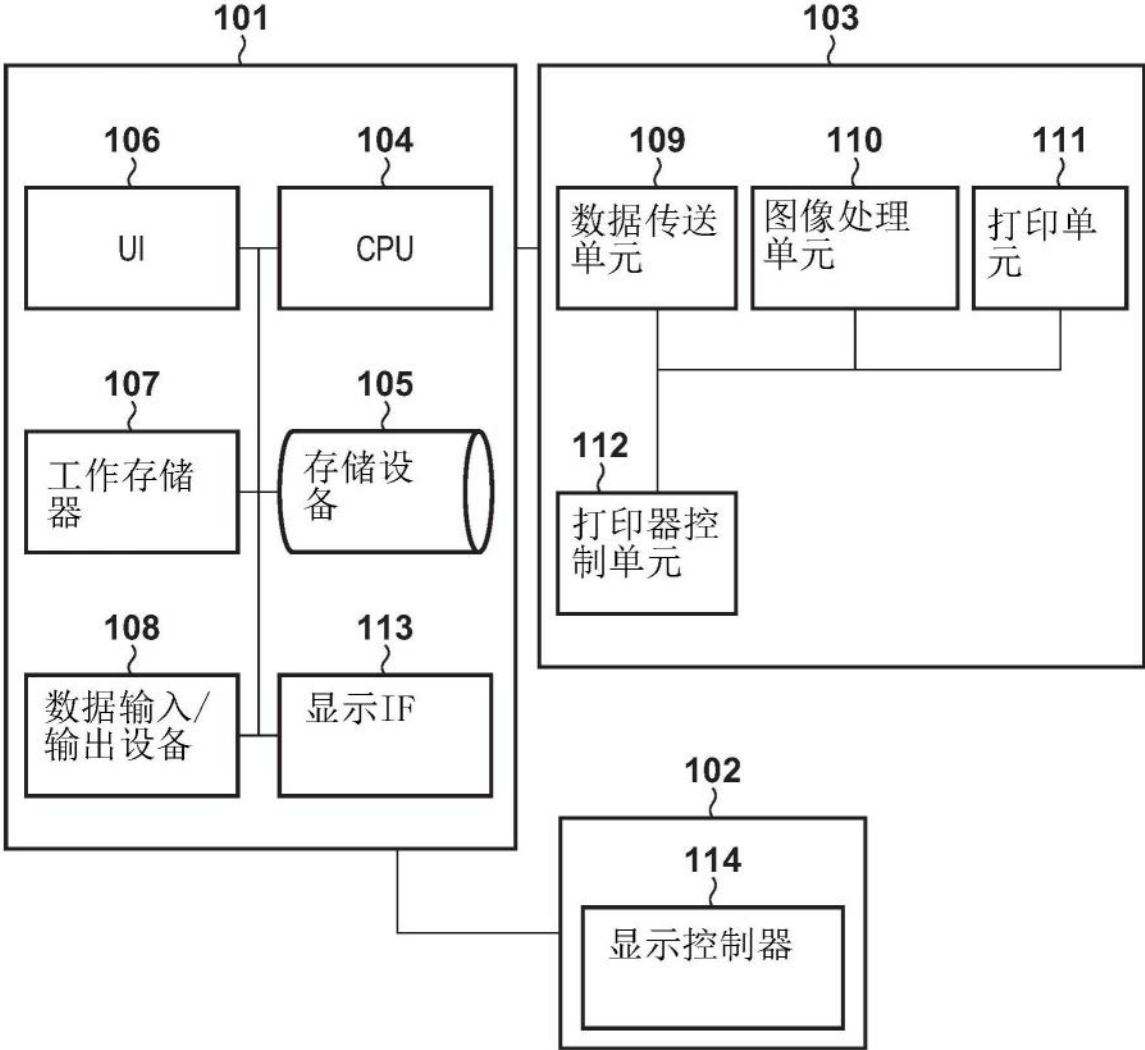


图1

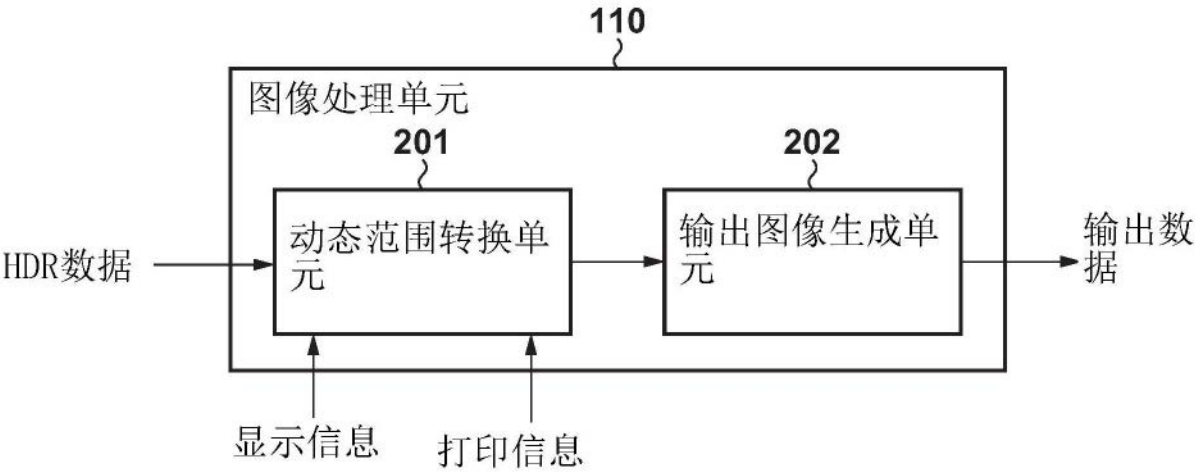


图2



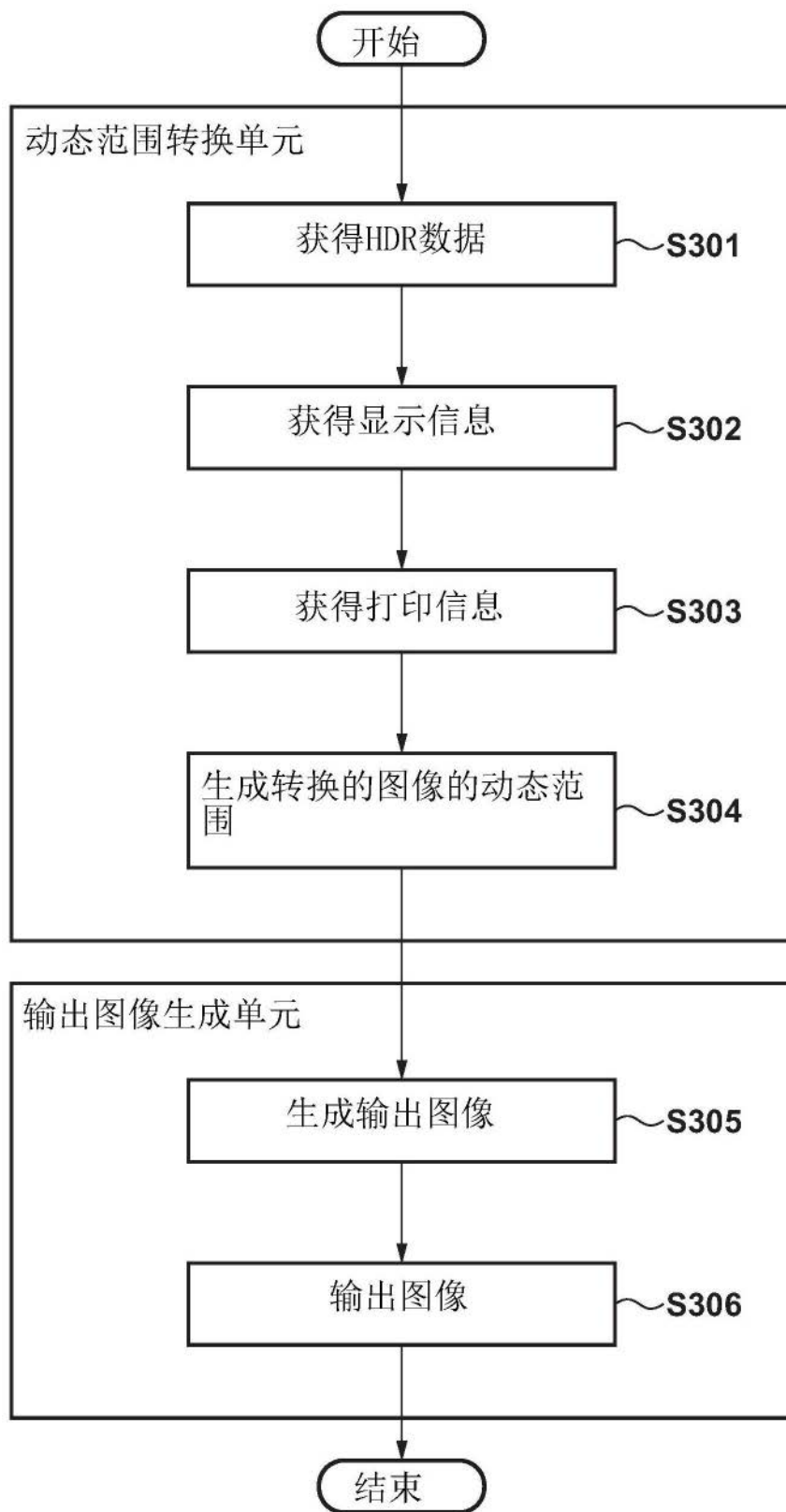


图3

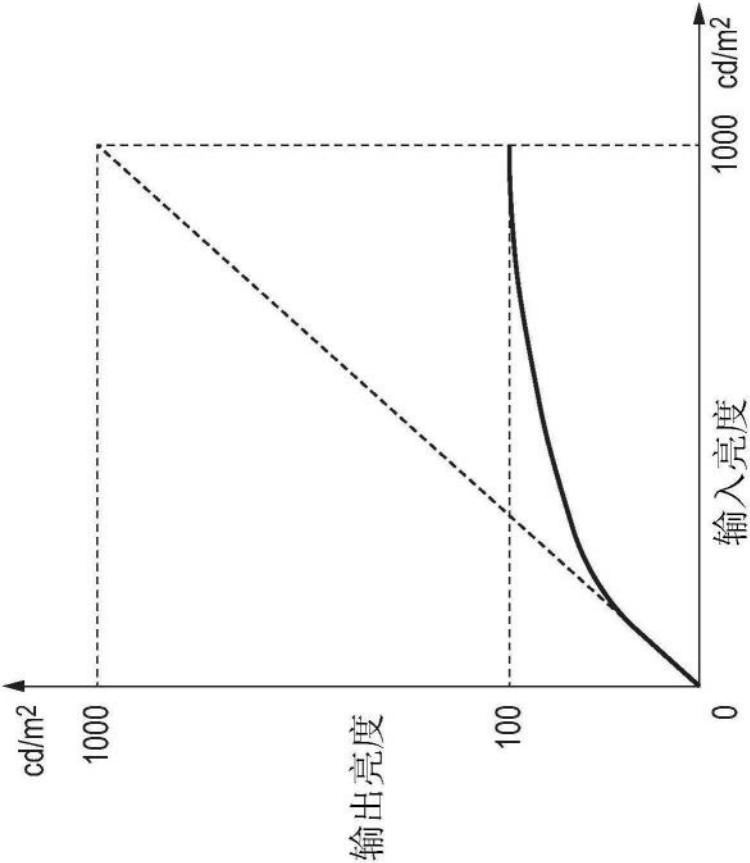


图4A

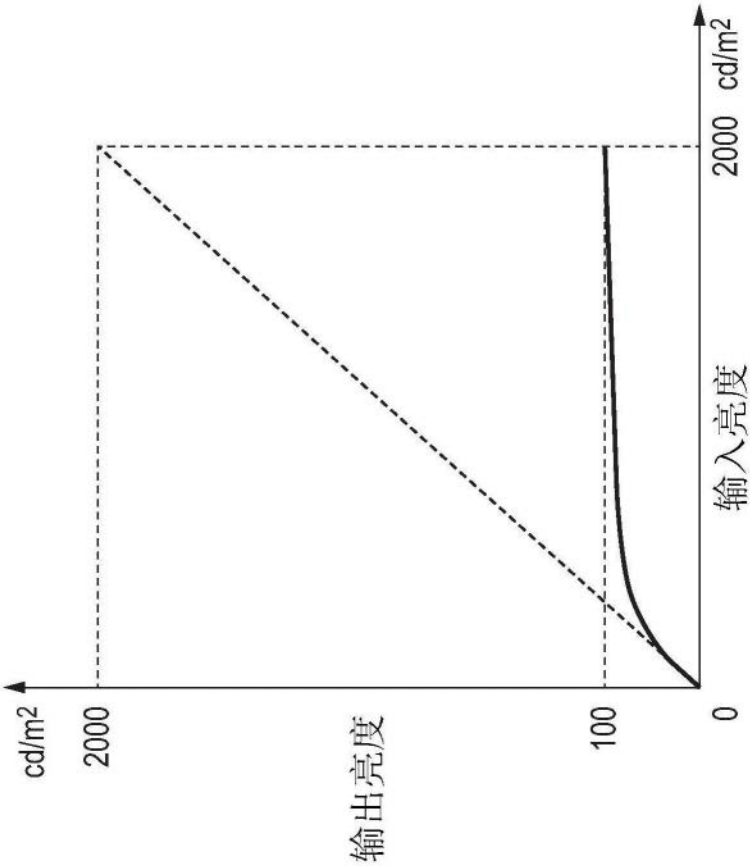


图4B

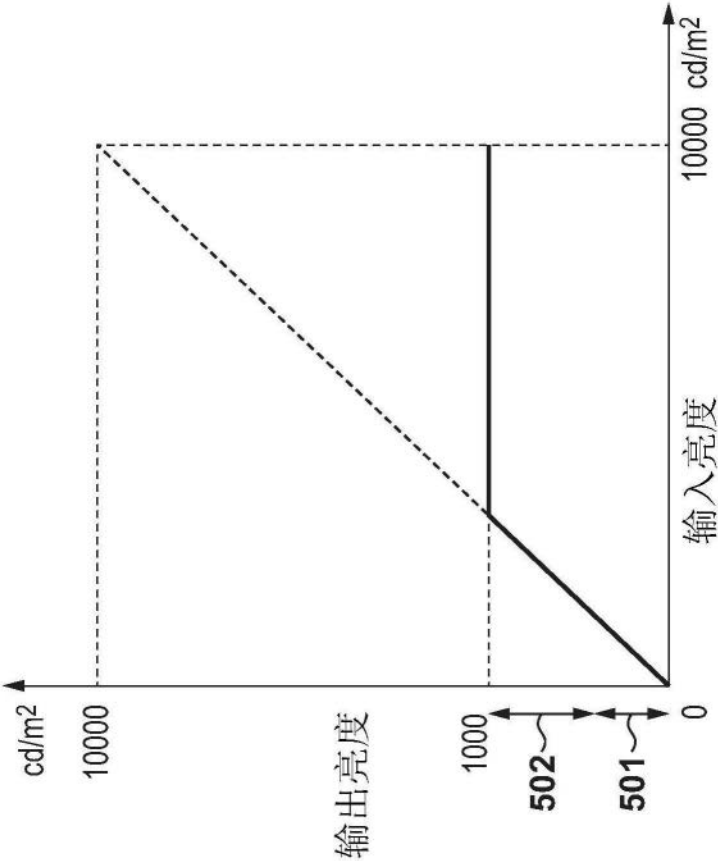


图5A

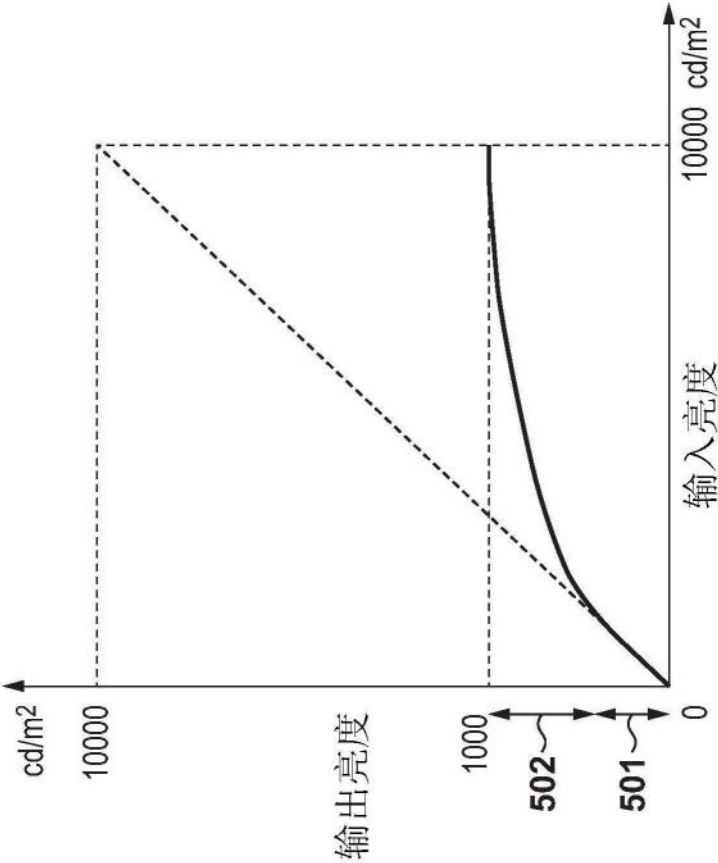


图5B

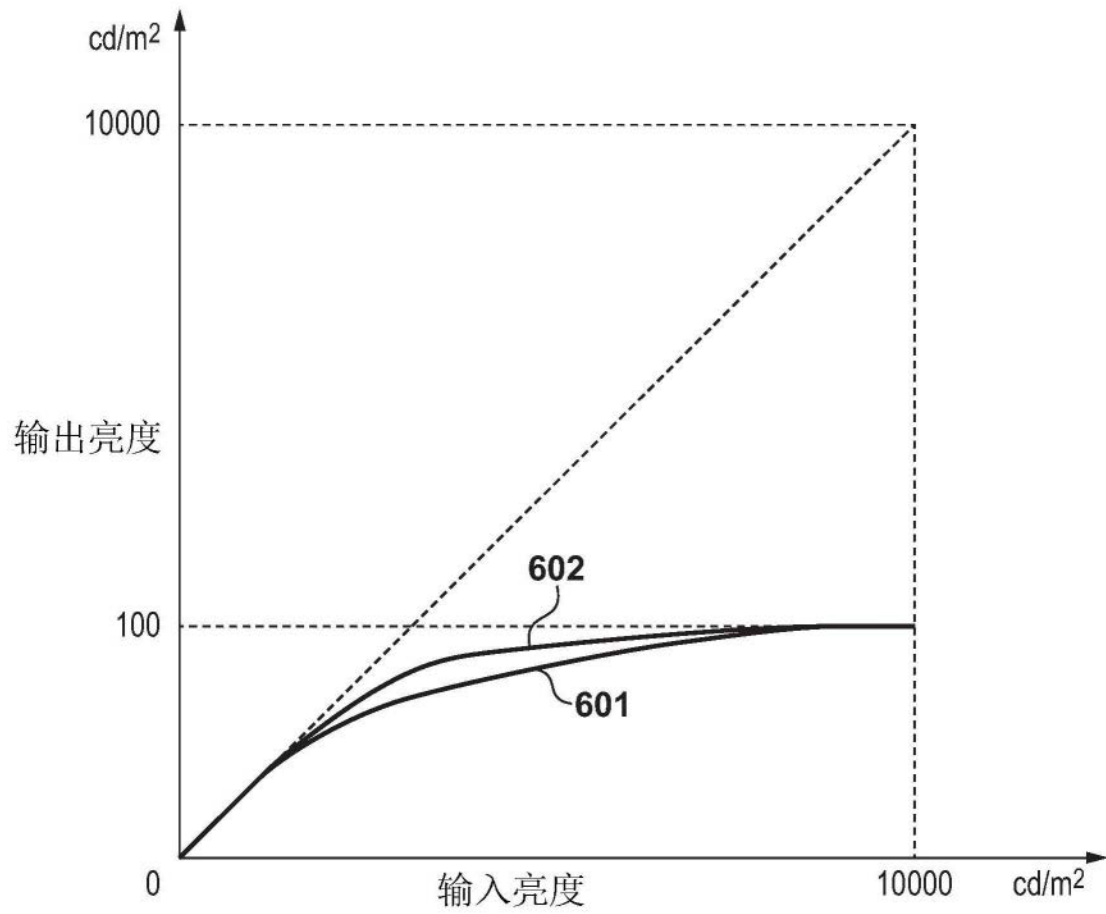


图6

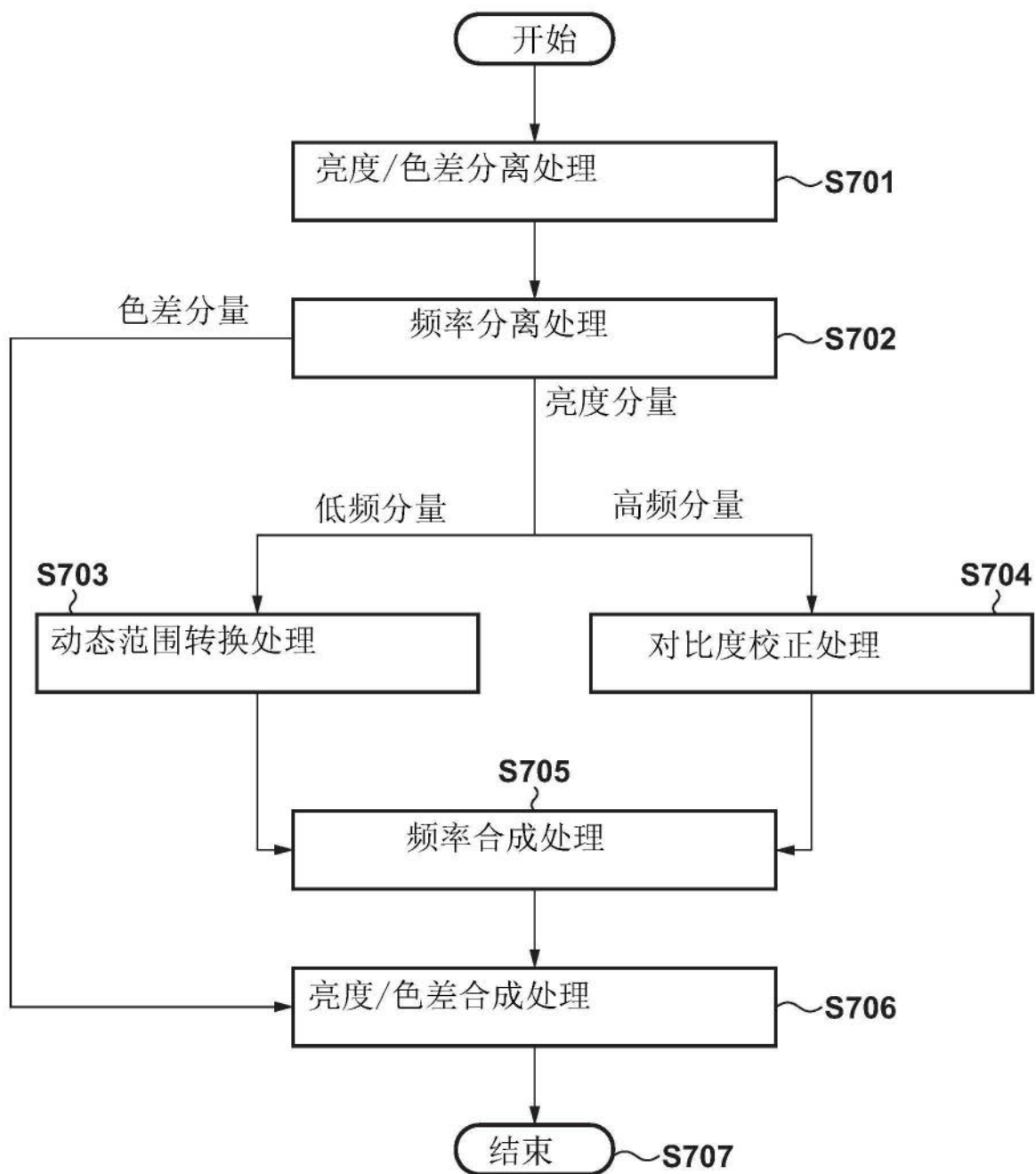


图7

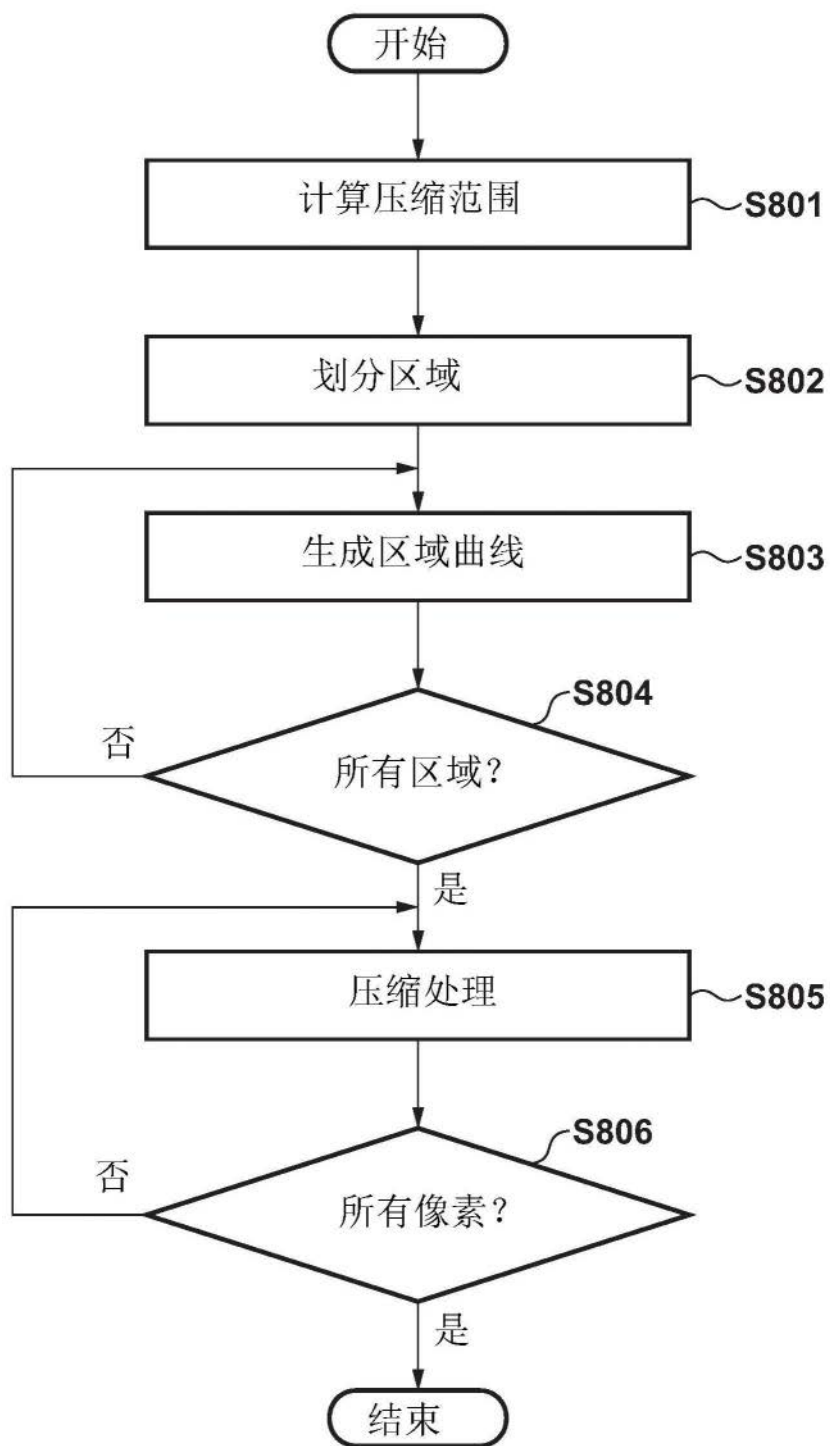


图8



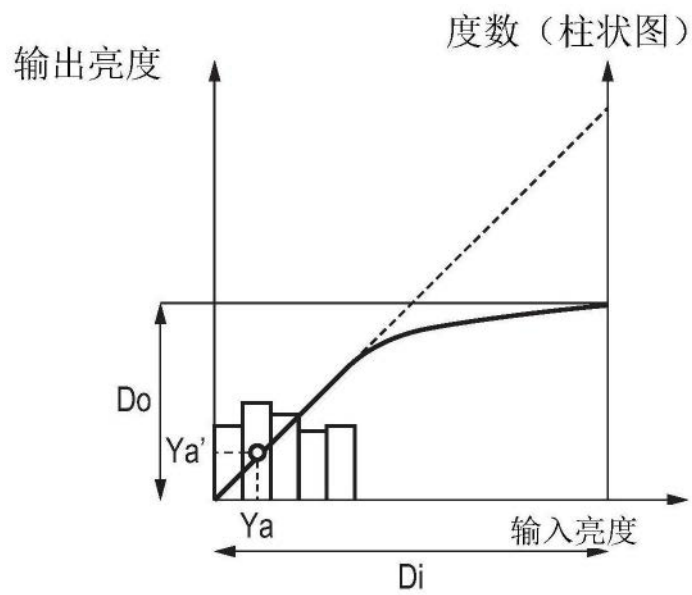


图9A

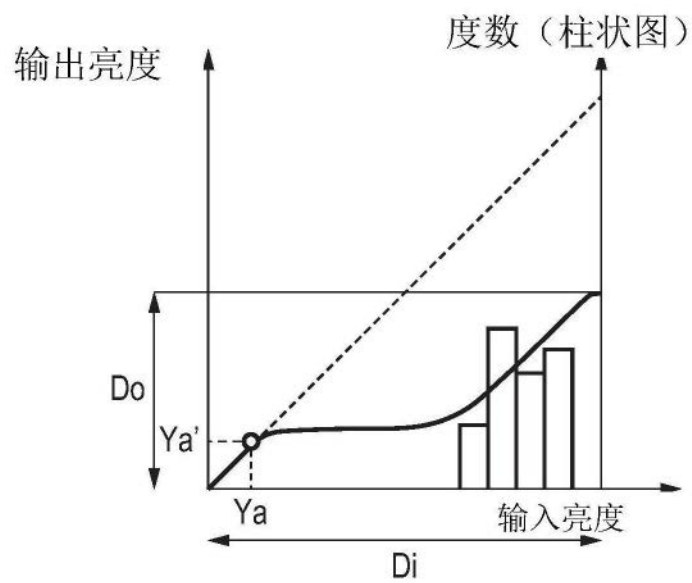


图9B

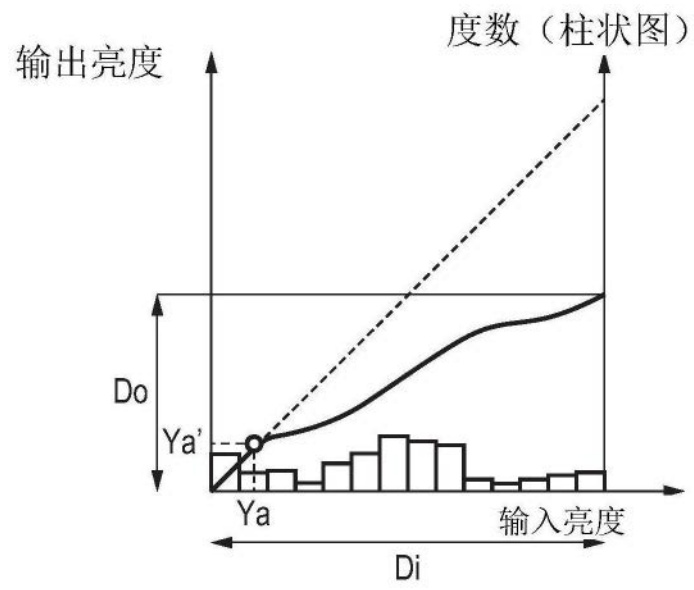


图9C

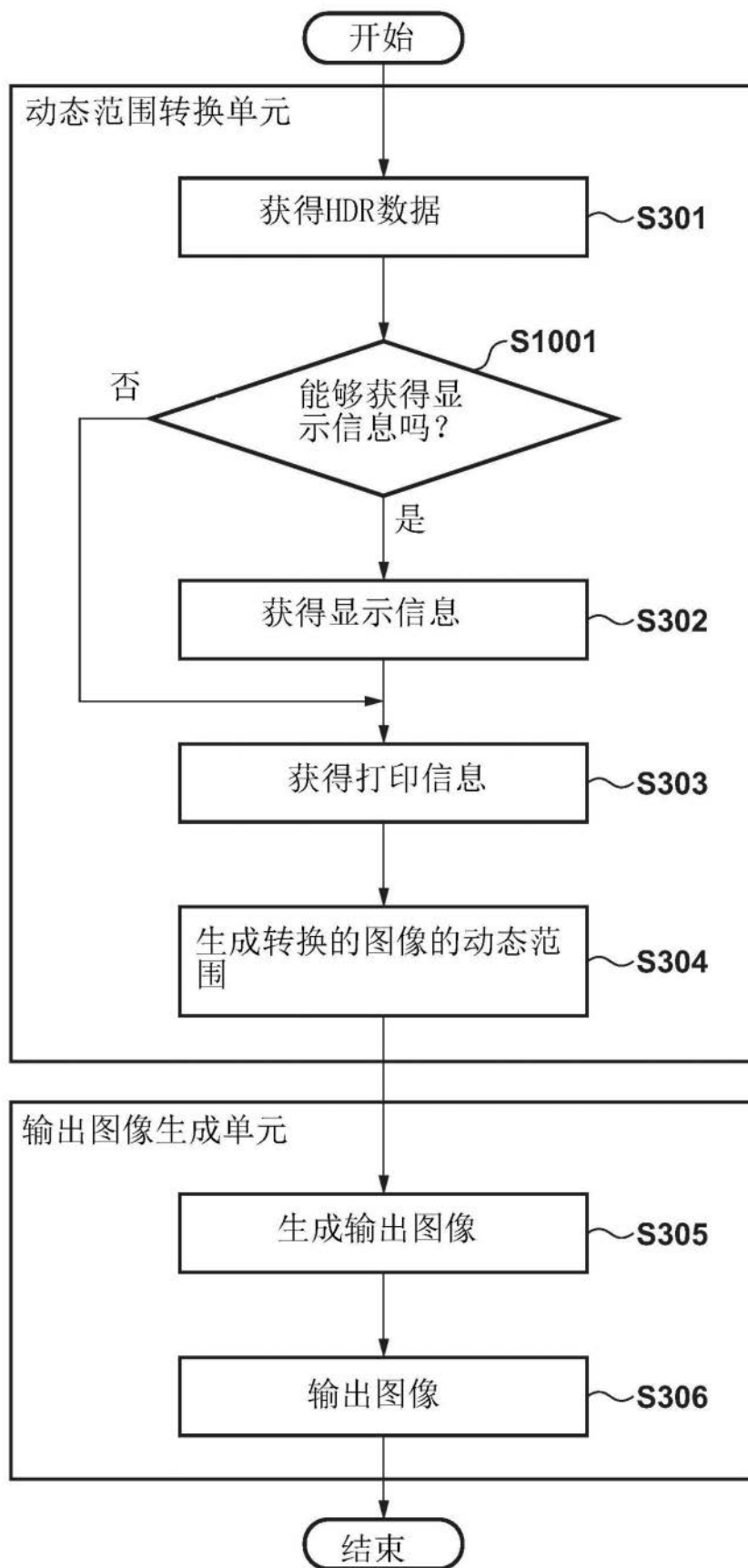


图10