

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200810008692.9

[51] Int. Cl.

G02B 27/22 (2006.01)

H04N 1/41 (2006.01)

H04N 5/232 (2006.01)

G06T 9/00 (2006.01)

G06T 17/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 100585453C

[22] 申请日 2008.2.5

[21] 申请号 200810008692.9

[30] 优先权

[32] 2007.2.9 [33] JP [31] 2007-030484

[73] 专利权人 奥林巴斯映像株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 堀江健一 坂田诚一郎

[56] 参考文献

WO2006/062142A1 2006.6.15

CN1716088A 2006.1.4

US6476805B1 2002.11.5

US6097394A 2000.8.1

CN1722251A 2006.1.18

审查员 于利娜

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 黄纶伟

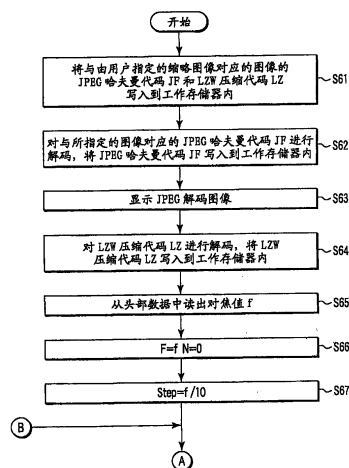
权利要求书 4 页 说明书 31 页 附图 22 页

[54] 发明名称

解码方法及解码装置

[57] 摘要

本发明提供解码方法、解码装置以及电子照相机。在对经编码的光线信息进行解码的解码方法中，对在被摄体摄影时得到的与上述被摄体相关联的经编码的第 1 图像信息和与上述第 1 图像信息不同种类的经编码的第 2 图像信息进行解码 (S62, S64)。根据该经解码的第 1 图像信息和第 2 图像信息生成光线信息。根据该所生成的光线信息，生成与被摄体摄影时的第 1 对焦值对应的图像信息并将其存储在存储介质内。之后，显示基于与第 1 对焦值对应的图像信息的图像 (S63)。根据该所生成的上述光线信息，生成与不同于第 1 对焦值的第 2 对焦值对应的图像信息并将其存储在存储介质内。与上述显示并行或者先于上述显示来生成与第 2 对焦值对应的图像信息。



1. 一种解码方法，该解码方法对经编码的光线信息进行解码，该光线信息包含来自被摄体的光线入射到规定面上时在该面上的位置信息以及该光线入射到上述面上的角度信息，该解码方法具有以下步骤：

对在被摄体摄影时所获得且与上述被摄体相关联的经编码的第 1 图像信息和与上述第 1 图像信息不同种类的经编码的第 2 图像信息进行解码，并根据经解码的第 1 图像信息和第 2 图像信息生成上述光线信息；

根据上述所生成的光线信息，生成与被摄体摄影时的第 1 对焦值对应的图像信息并将其存储在存储介质内；

显示基于与上述第 1 对焦值对应的图像信息的图像；以及

根据上述所生成的上述光线信息，生成与不同于上述第 1 对焦值的第 2 对焦值对应的图像信息并将其存储在上述存储介质内，

其中，生成并存储与上述第 2 对焦值对应的图像信息的步骤与上述显示的步骤并行执行或者先于上述显示的步骤执行。

2. 根据权利要求 1 所述的解码方法，上述解码方法还具有以下步骤：

根据用户指示，显示基于与上述第 2 对焦值对应的图像信息的图像；以及

与显示基于与上述第 2 对焦值对应的图像信息的图像的步骤并行，根据上述光线信息，生成与不同于上述第 1 对焦值和第 2 对焦值的第 3 对焦值对应的图像信息并将其存储在上述存储介质内，

其中，根据用户指示重复执行显示基于与上述第 2 对焦值对应的图像信息的图像的步骤以及生成并存储与上述第 3 对焦值对应的图像信息的步骤。

3. 根据权利要求 1 所述的解码方法，上述第 1 对焦值和上述第 2 对焦值分别是预先离散地规定的多个对焦值中的一个。

4. 根据权利要求 1 所述的解码方法，上述第 2 对焦值是相对于上述第 1 对焦值与近距离侧或远距离侧相邻的对焦值。

5. 根据权利要求 3 所述的解码方法，上述第 2 对焦值是相对于上述

第1对焦值与近距离侧或远距离侧相邻的对焦值。

6. 根据权利要求1所述的解码方法，该解码方法还具有以下步骤：
根据用户指示进行任意的对焦值的指定作为上述第2对焦值。

7. 根据权利要求3所述的解码方法，该解码方法还具有以下步骤：
根据用户指示进行任意的对焦值的指定作为上述第2对焦值。

8. 根据权利要求2所述的解码方法，该解码方法还具有以下步骤：
删除存储在上述存储介质内的上述图像信息中的与如下的对焦值对应的图像信息：该对焦值不和与作为生成上述显示中的图像的基础的图像信息对应的对焦值相邻。

9. 根据权利要求6所述的解码方法，该解码方法还具有以下步骤：
删除存储在上述存储介质内的上述图像信息中的与如下的对焦值对应的图像信息：该对焦值不和与作为生成上述显示中的图像的基础的图像信息对应的对焦值相邻。

10. 根据权利要求7所述的解码方法，该解码方法还具有以下步骤：
删除存储在上述存储介质内的上述图像信息中的与如下的对焦值对应的图像信息：该对焦值不和与作为生成上述显示中的图像的基础的图像信息对应的对焦值相邻。

11. 根据权利要求1所述的解码方法，该解码方法还具有以下步骤：
根据用户指示，从对应于上述各对焦值而生成的图像信息中选择图像信息，对所选择的图像信息实施基于空间频率转换的编码处理并记录在上述存储介质内。

12. 根据权利要求8所述的解码方法，该解码方法还具有以下步骤：
根据用户指示，从对应于上述各对焦值而生成的图像信息中选择图像信息，对所选择的图像信息实施基于空间频率转换的编码处理并记录在上述存储介质内。

13. 根据权利要求9所述的解码方法，该解码方法还具有以下步骤：
根据用户指示，从对应于上述各对焦值而生成的图像信息中选择图像信息，对所选择的图像信息实施基于空间频率转换的编码处理并记录在上述存储介质内。

14. 根据权利要求 10 所述的解码方法,该解码方法还具有以下步骤:
根据用户指示,从对应于上述各对焦值而生成的图像信息中选择图像信息,对所选择的图像信息实施基于空间频率转换的编码处理并记录在上述存储介质内。

15. 根据权利要求 1 所述的解码方法,在生成上述光线信息时,根据上述经解码的第 1 图像信息来解码上述第 2 图像信息。

16. 根据权利要求 1 所述的解码方法,在生成上述光线信息时,上述经编码的第 1 图像信息被实施与空间频率转换对应的解码处理,上述经编码的第 2 图像信息被实施与字典库的通用编码对应的解码处理。

17. 根据权利要求 1 所述的解码方法,该解码方法还具有以下步骤:
在生成上述光线信息之前,对在被摄体摄影时得到的且与上述被摄体相关联的经编码的缩略图像进行解码并显示,

其中,通过在上述所显示的缩略图像中进行指示选择,来执行生成上述光线信息的步骤。

18. 一种解码装置,该解码装置对经编码的光线信息进行解码,该光线信息包含来自被摄体的光线入射到规定面上时在该面上的位置信息以及该光线入射到上述面上的角度信息,该解码装置具有:

解码部,其对在被摄体摄影时获得的且与上述被摄体相关联的经编码的第 1 图像信息和与上述第 1 图像信息不同种类的经编码的第 2 图像信息进行解码,生成上述光线信息;

第 1 图像生成部,其根据上述所生成的光线信息,生成与被摄体摄影时的第 1 对焦值对应的图像信息并将其存储在存储介质内;

显示部,其显示与由上述第 1 图像生成部所生成的上述图像信息对应的图像;以及

第 2 图像生成部,其根据由上述解码部所生成的上述光线信息,生成与不同于上述第 1 对焦值的第 2 对焦值对应的图像信息并将其存储在上述存储介质内。

19. 一种解码方法,该解码方法对与经编码的光线信息对应的图像数据进行解码,该光线信息包含来自被摄体的光线入射到规定面上时在

该面上的位置信息以及该光线入射到上述面上的角度信息，该解码方法具有以下步骤：

 对被摄体摄影时得到的构成上述经编码的光线信息的第 1 图像信息进行解码，生成与构成上述图像数据的多个二维块数据分别对应的第 1 像素数据；

 针对上述多个二维块数据的每一个，根据该二维块数据的上述第 1 像素数据，对构成上述经编码的光线信息的第 2 图像信息进行解码，生成第 2 像素数据；

 根据上述第 1 像素数据和上述第 2 像素数据，生成与被摄体摄影时的第 1 对焦值对应的图像数据并将其存储在存储介质内；

 显示与上述第 1 对焦值对应的图像数据；以及

 根据上述第 1 像素数据和上述第 2 像素数据，生成与不同于上述第 1 对焦值的第 2 对焦值对应的图像数据并将其存储在存储介质内。

解码方法及解码装置

本申请基于在 2007 年 2 月 9 日提交的日本专利申请第 2007-030484 号并要求其优先权，且其全部内容在本申请中被引用。

技术领域

本发明涉及对由全光相机（Plenoptic Camera）所拍摄并编码的图像进行解码的解码方法、解码装置以及在光学系统的形状上具有特征的电子照相机。

背景技术

图 25 是用于说明通常的照相机的对焦功能的图。通过对焦镜头 121 和未图示的其他光学系统（例如变焦光学系统）被聚光的光被投射到配置在像平面 121F 上的摄像元件 27 上。如箭头 121B 所示，对焦镜头 121 相对于像平面 121F 的位置能沿着光轴 121H 而变更。该对焦镜头 121 的位置在例如自动对焦（AF）等的控制时用于照相机的固件等的处理，并使用离散数值来管理。图中 121A 表示这种“对焦值”。

在通常的照相机的光学系统包含变焦光学系统的情况下、或者是复杂的光学系统的情况下，对焦镜头 121 由包含多个透镜的透镜组构成。在该情况下，对焦值 121A 成为表示这种透镜组的可变更和可控制的总体状态的数值。

照相机的镜头以使平面上的物体在平面上成像为基础。这里，将通过配置成规定的对焦值的对焦镜头 121 没有模糊地成像在像平面 121F 上的平面称为“最佳的物体平面”。当被摄体位于最佳的物体平面 121D 上时，在完全对焦的状态下成像在摄像元件 127 上。通过改变对焦值 121A，可改变从像平面 121F 到最佳的物体平面 121D 的距离、即被摄体距离 121E。对焦值 121A 与被摄体距离 121E 一一对应。

实际上,即使存在与模糊的容许范围对应的被摄场深度 121G,并且物体平面 121J 从最佳的物体平面错开该深度 121G 的量,光也会在实质上对焦的状态下被投射到摄像元件 127 上。

图 26A 示出使用这种通常的照相机进行摄影的情况。首先,通过自动对焦或者用户的手动对焦的操作使焦点对准被摄体 X。该动作对应于通过使对焦镜头 121 沿光轴方向 121H 移动,来使最佳的物体平面 121D 与被摄体 X 的被摄体面一致。图 26A 示出对焦镜头 121 移动到某个对焦值 121A,并且最佳的物体平面 121D 与被摄体 X 的被摄体面一致的状态。当在该状况下按下释放按钮时,来自被摄体 X 的光经由对焦镜头 121 在对焦的状态下被投射到摄像元件 127 上。

与此相对,如图 26B 所示,全光相机将来自被摄体 X 的光投射到微透镜阵列 25 上。即,在图 26B 中的像平面 121F 上设置有微透镜阵列,摄像元件 127 配置在其后方的面上。根据这种结构,投射到微透镜阵列 125 上的来自被摄体 X 的各种光线 K1、K2、K3 被各个微透镜 125A 分离,被投射到摄像元件 127 的一部分 127A 上。因此,在由摄像元件的一部分 127A 成像的信息内包含有光线方向的信息。另一方面,由于被摄体 X 的光被投射到微透镜阵列 125 上,因而可以说,在摄像元件 127 的成像结果中包含有位置信息,该位置信息表示光线是来自被摄体的哪个位置的光。

这样,全光相机的摄像元件的成像结果即图像信息(光场(Light Field)图像)包含有空间中的光线的信息(光线信息)。如上所述,全光相机可对四维的光线信息进行采样。

例如,在美国登记专利 6,097,394 中公开了对光线信息(光场图像信息)进行编码的方法。在该方法中,为了提高解码速度,采用了矢量量子化。并且,该方法不同于例如在对解码数据的存取较为复杂的动态图像专家组(Moving Picture Experts Group (MPEG))等中采用的预测编码,而是参照码书(Codebook)(字典数据)内的索引并将其输出来进行矢量编码数据的解码。

然而,上述那样的对光线信息进行编码的照相机例如使用一个对焦值进行摄影并对光线信息进行编码和存储。之后,上述照相机读出光线

信息并对其进行解码,可根据该信息生成与多个对焦值对应的图像并显示。然而,在上述的美国登记专利 6,097,394 中,对根据光线信息在什么样的时机生成并显示与多个对焦值对应的图像却未作公开。

在“Fourier Slice Photography”, Ren Ng, Stanford University, 2005 中公开了傅立叶切片(Fourier Slicing)法,该方法对由全光相机所取得的图像进行重新对焦(Refocus)来生成以各种对焦值进行了对焦的图像。然而,该“Fourier Slice Photography”, Ren Ng, Stanford University, 2005 对取得光线信息的全光相机等设备在什么样的时机生成并显示与多个对焦值对应的图像却未作公开。

并且,在上述的美国登记专利 6,097,394 中记载的编码方法中,由于使用试错(Try and Error),因而处理负荷大,在使用便携型全光相机进行实时摄像的情况下未必适当。因此,期待出现一种组装到便携型全光相机内的更为适当的编码方法和解码方法。

发明内容

本发明的第一目的是提供可对经编码的光线信息进行解码来生成图像信息、并可根据该图像信息高效地生成并显示与多个对焦值对应的图像的解码方法和解码装置以及电子照相机。

在本发明的第 1 方式中,提供了一种解码方法,该解码方法对经编码的光线信息进行解码,该光线信息包含来自被摄体的光线入射到规定面上时在该面上的位置信息以及该光线入射到上述面上的角度信息,该解码方法具有以下步骤:对在被摄体摄影时所获得且与上述被摄体相关联的经编码的第 1 图像信息和与上述第 1 图像信息不同种类的经编码的第 2 图像信息进行解码,并根据经解码的第 1 图像信息和第 2 图像信息生成上述光线信息;根据上述所生成的光线信息,生成与被摄体摄影时的第 1 对焦值对应的图像信息并将其存储在存储介质内;显示基于与上述第 1 对焦值对应的图像信息的图像;以及根据上述所生成的上述光线信息,生成与不同于上述第 1 对焦值的第 2 对焦值对应的图像信息并将其存储在上述存储介质内;其中,生成并存储与上述第 2 对焦值对应的

图像信息的步骤与上述显示的步骤并行执行或者先于上述显示的步骤执行。

在本发明的第2方式中，提供了一种解码装置，该解码装置对经编码的光线信息进行解码，该光线信息包含来自被摄体的光线入射到规定面上时在该面上的位置信息以及该光线入射到上述面上的角度信息，该解码装置具有：解码部，其对在被摄体摄影时所获得且与上述被摄体相关联的经编码的第1图像信息和与上述第1图像信息不同种类的经编码的第2图像信息进行解码，生成上述光线信息；第1图像生成部，其根据上述所生成的光线信息，生成与被摄体摄影时的第1对焦值对应的图像信息并将其存储在存储介质内；显示部，其显示与由上述第1图像生成部所生成的上述图像信息对应的图像；以及第2图像生成部，其根据由上述解码部所生成的上述光线信息，生成与不同于上述第1对焦值的第2对焦值对应的图像信息并将其存储在上述存储介质内。

在本发明的第3方式中，提供了一种电子照相机，该电子照相机具有：对焦镜头；微透镜阵列，其由配置在上述对焦镜头的焦点位置上的多个微透镜构成；摄像元件，其由二维配置的多个像素构成，上述多个像素将依次通过上述对焦镜头和上述多个微透镜各方而形成的被摄体像转换成电信号；以及编码部，其对与上述多个像素的受光结果对应的的光线信息进行编码；其中，上述对焦镜头的与光轴垂直的面的二维形状和构成上述微透镜阵列的各微透镜的二维形状大致相同。

在本发明的第4方式中，提供了一种解码方法，该解码方法对与经编码的光线信息对应的图像数据进行解码，该光线信息包含来自被摄体的光线入射到规定面上时在该面上的位置信息以及该光线入射到上述面上的角度信息，该解码方法具有以下步骤：对在被摄体摄影时所获得且构成上述经编码的光线信息的第1图像信息进行解码，生成与构成上述图像数据的多个二维块数据分别对应的第1像素数据；针对上述多个二维块数据各方，根据该二维块数据的上述第1像素数据，对构成上述经编码的光线信息的第2图像信息进行解码，生成第2像素数据；根据上述第1像素数据和上述第2像素数据，生成与被摄体摄影时的第1对焦

值对应的图像数据并将其存储在存储介质内；显示与上述第 1 对焦值对应的图像数据；以及根据上述第 1 像素数据和上述第 2 像素数据，生成与不同于上述第 1 对焦值的第 2 对焦值对应的图像数据并将其存储在存储介质内。

本发明的其他优点将在随后的说明中进行阐述，其中一部分根据该说明将变得显而易见，或者可以通过本发明的实践而获知。本发明的优点可以借助于下文中具体指出的手段和组合来实现并获得。

附图说明

包含于说明书中并构成说明书的一部分的附图例示了本发明的实施方式，并与以上给出的一般说明和以下给出的实施方式的详细说明一起用于对本发明的原理进行阐述。

图 1A 和图 1B 是本发明的第 1 实施方式的数字照相机的外观图。

图 2 是本发明的第 1 实施方式的数字照相机的整体结构图。

图 3 是用于说明图 2 所示的微透镜阵列和摄像部的像素之间的关系

的图。

图 4 是用于说明微透镜块的图。

图 5 是用于说明图 2 所示的处理部的功能的一部分的功能框图。

图 6 是用于说明图 5 所示的像素数据生成部的处理的流程图。

图 7 是用于说明本发明的实施方式中的微透镜块的图。

图 8 是用于说明本发明的实施方式中的处理块的图。

图 9A 和图 9B 是用于说明本发明的实施方式中的微透镜块的编码方法的图。

图 10 是用于说明本发明的实施方式的编码方法中采用的 Z 形扫描的图。

图 11 是用于说明本发明的实施方式中记录被编码的图像数据的格式的图。

图 12 是用于说明对与图 2 所示的摄像部的成像结果对应的图像数据进行编码并将其写入到工作存储器内的动作的流程图。

图 13 是用于说明图 12 所示的步骤 S24 的处理的流程图。

图 14 是用于说明本发明的实施方式中的再现处理的流程图。

图 15 是用于说明本发明的实施方式中的再现处理的接着图 14 的流程图。

图 16 是用于说明图 14 和图 15 所示的再现处理中的数据流向的图。

图 17A、图 17B、图 17C 是用于说明图 14 所示的再现处理的图。

图 18 是用于说明本发明的实施方式的数字照相机在再现时的对焦和变焦的调整处理的流程图。

图 19 是用于说明镜头推进图像的图。

图 20 是用于说明根据由全光相机所拍摄的图像信息而生成从各种描绘角度观察对象物而观察到的图像的情况的图。

图 21 是用于说明操作了图 1B 所示的十字操作部的情况的处理的流程图。

图 22 是用于说明本发明的第 2 实施方式的数字照相机的光学系统的结构的图。

图 23 是用于说明使用光学系统是圆形的且为 8×8 像素的摄像部的情况的有效像素的图。

图 24 是用于说明使用光学系统是矩形的且为 8×8 像素的摄像部的情况的有效像素的图。

图 25 是用于说明通常的照相机的原理的图。

图 26A 是用于说明现有的照相机的摄像原理的图。

图 26B 是用于说明现有的全光相机的摄像原理的图。

具体实施方式

以下，对本发明的实施方式的数字照相机进行说明。

<第 1 实施方式>

图 1A 和图 1B 是本发明的第 1 实施方式的数字照相机 1 的外观图。

如图 1A 所示，在数字照相机 1 的前表面配置有来自被摄体的光入射的光入射口 4 以及闪光灯 5。数字照相机 1 的可拆装存储器 39 构成为可拆装。

并且，在数字照相机 1 的上表面配置有用于执行静态图像摄影的释放开关 6。

如图 1B 所示，在数字照相机 1 的背面配置有液晶等的显示部 43 和操作部 22。

图 2 是本发明的实施方式的数字照相机 1 的内部结构图。如图 2 所示，数字照相机 1 例如具有：操作部 22，光学系统 23，微透镜阵列 25，摄像部 27，模拟前端（Analog Front End (AFE)）29，工作存储器 31，处理部 32，存储器接口 (I/F) 33，内部存储器 35，存储器接口 (I/F) 37，可拆装存储器 39，视频存储器 41，显示部 43，外部接口 (I/F) 45，快闪存储器 47，以及 CPU 48。

AFE 29、工作存储器 31、处理部 32、存储器接口 33、存储器接口 37、视频存储器 41、外部接口 45 以及 CPU 48 经由信号线 21 电连接。

如图 1B 所示，操作部 22 具有：镜头推进按钮 810，镜头拉远按钮 811，对焦值向前按钮 820，以及对焦值向后按钮 821。镜头推进按钮 810、镜头拉远按钮 811、对焦值向前按钮 820 以及对焦值向后按钮 821 配置成十字形状。在数字照相机 1 的背面的上侧配置有对焦值向前按钮 820。在数字照相机 1 的背面的下侧配置有对焦值向后按钮 821。并且，在数字照相机 1 的背面的右侧配置有镜头推进按钮 810。在数字照相机 1 的背面的左侧配置有镜头拉远按钮 811。

图 1A 所示的按钮的配置是一例，能适当变更。

而且，操作部 22 例如在数字照相机 1 的背面的按钮 810、811、820、821 的下侧配置有十字操作部 830。十字操作部 830 构成为，在位于中心的确定（OK）按钮 831 的周围配置有上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835。上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835 在按下了确定按钮 831 的状态下被按下、和在未按下确定按钮 831 的状态下被按下这两种情况下具有不同的模式。

在按下了确定按钮 831 的状态下，上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835 用于指定再现图像的描绘角度。再

现图像的描绘角度例如可针对上下左右分别在 $0\sim 10^\circ$ 的范围内指定。数字照相机 1 是使用图 25B 所说明的全光相机，根据光线信息生成多个描绘角度的再现图像。

并且，在未按下确定按钮 831 的状态下，上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835 用于使在再现图像内显示变焦图像的窗朝上下左右移动。

而且，操作部 22 具有图像保存按钮 840 和取消按钮 841。图像保存按钮 840 用于保存例如根据光线信息而生成的与某个对焦值对应的图像、或者某个描绘角度的图像。取消按钮 841 用于所有操作的取消、或者使用中的模式的解除等。

光学系统 23 例如由对焦镜头 23a 和变焦镜头 23b 构成。光学系统 23 对来自被摄体的光进行聚光等并使其朝微透镜阵列 25 射出。

对焦镜头 23a 将来自被摄体的各点的光投射到微透镜阵列 25 上的一个会聚点上。例如在摄影模式中，当按下了镜头推进按钮 810 时，变焦镜头 23b 朝镜头推进方向（广角侧）移动，当按下了镜头拉远按钮 811 时，变焦镜头 23b 朝镜头拉远方向（望远侧）移动。

在本实施方式中，对焦镜头 23a 和变焦镜头 23b 的二维形状例如是圆形。

如图 3 和图 4 所示，微透镜阵列 25 由配置成 $s \times t$ 的矩阵状的多个微透镜 ML (s 、 t) 构成。构成微透镜阵列 25 的各微透镜将入射到该微透镜的来自被摄体的各点的光（会聚光）按照来自该点的射出方向（角度）进行分离 (separate)，并投射到摄像部 27 的摄像面上的对应的像素上。

摄像部 27 是 CCD 或 CMOS 传感器，其相对于微透镜阵列 25 位于光学系统 23 的相反侧。摄像部 27 既可以是单板式，也可以是三板式。摄像部 27 构成为把多个像素配置成矩阵状。在本实施方式中，例如，对于构成摄像部 27 的像素，以 6×6 像素的微透镜块 MLB 为单位来处理。微透镜块 MLB (s 、 t) 例如与一个微透镜 ML (s 、 t) 相对应。另外，微透镜块 MLB (s 、 t) 无需与一个微透镜 ML (s 、 t) 一对一地相对应。微透镜块 MLB (s 、 t) 也可以通过像素插值处理等来生成。

如图4所示,各微透镜块MLB(s、t)被分配 6×6 的像素PIC(u, v)。摄像部27生成与对各像素所接收的光进行光电转换而产生的电荷对应的模拟RAW图像信号。

在本实施方式中,如后所述,处理部32根据由RAW图像信号得到的数字RAW图像数据进行插值处理等,生成各微透镜块MLB(s、t)的像素PIC(u, v)的像素数据L(u, v, s, t)。

在本实施方式中,各微透镜块MLB(s、t)的 6×6 的像素的像素数据L(u, v, s, t)具有光线信息。

广义上的光线信息是指光线的信息。一般,为了获得光线的信息,需要获得该光线在自由空间内通过的一点(x, y, z)和通过该点时的角度(θ , ϕ)。然而,在数字照相机1的摄影等中所设想的自由空间中,无论取光线上的哪个点放射亮度都是不变的,因而将一般的光线信息视为四维的光线信息。即,这里的光线信息是包含光线与规定的二维多样体交叉的点的位置和入射到该多样体的角度的信息在内的信息。此时,规定的多样体是假想的,是任意的多样体。规定的多样体例如是平面或球面。并且,多样体也可以不是单一的,例如还可以由2个不同的平面构成。而且,根据光线信息的用途,还可以不是四维的光线信息,而是三维的光线信息,其中,该三维的光线信息是基于仅考虑光线与规定的平面交叉的点的位置(二维)、和入射到该平面的角度(二维)中的该光线与平面上的一个方向矢量所成的角度(一维)的信息。

而且,还可以把光线信息描述为两个规定的第1平面与第2平面交叉的2个部位的信息。这样的描述方法例如记载在美国登记专利6,097,394中。

在本实施方式中的数字照相机1中,可把微透镜阵列25的平面设为规定的平面。此时,可以视为用坐标(s、t)描述该平面上的位置,并用坐标(u, v)描述针对该平面的入射角。

AFE 29对从摄像部27所输入的模拟图像信号实施规定的模拟前端处理。然后,AFE 29对处理后得到的图像信号进行A/D转换,并将通过A/D转换得到的数字RAW图像数据写入到工作存储器31内。

工作存储器 31 暂时存储处理部 32 的处理对象数据或者处理后的数据。工作存储器 31 例如是同步 (Synchronous) DRAM (SDRAM)。

处理部 32 如后所述进行通过摄像所得到的图像数据的编码、解码等处理。处理部 32 例如是数字信号处理器 (Digital Signal Processor) (DSP)。后面详细说明处理部 32 的处理。

内部存储器 35 例如是快闪存储器等半导体存储器, 其固定装入在数字照相机 1 内。内部存储器 35 存储通过摄像所得到的图像数据, 并经由存储器接口 33 将图像数据输入输出给信号线 21。

可拆装存储器 39 例如是由快闪存储器构成的存储卡, 其可拆装地安装在数字照相机 1 上。可拆装存储器 39 存储通过摄像所得到的图像数据, 并经由存储器接口 37 将图像数据输入输出给信号线 21。

视频存储器 41 暂时存储由处理部 32 所生成的显示用的图像数据。显示部 43 显示与存储在视频存储器 41 内的图像数据对应的图像。显示部 43 例如是液晶显示器。

外部接口 45 在与数字照相机 1 的外部设备之间进行数据的输入输出。外部接口 45 例如是通用串行总线 (Universal Serial Bus) (USB) 接口。

快闪存储器 47 存储用于执行摄像动作的各种程序和用于执行各种处理的参数。

CPU 48 执行从快闪存储器 47 所读出的程序, 统一控制数字照相机 1 的动作。

以下, 说明图 2 所示的处理部 32。图 5 是用于说明图 2 所示的处理部 32 的功能的一部分的功能框图。

如图 5 所示, 处理部 32 例如具有像素数据生成部 50、间隔提取处理部 51、联合图像专家组 (Joint Photographic Experts Group) (JPEG) 编码部 53、全光编码部 55、头部附加部 61、头部解释部 63、JPEG 解码部 65、全光解码部 67、以及再现图像生成部 68 作为功能块。

另外, 可以不使用 DSP, 而使用专用的硬件电路来构成像素数据生成部 50、间隔提取处理部 51、JPEG 编码部 53、全光编码部 55、头部附

加部 61、头部解释部 63、JPEG 解码部 65、全光解码部 67 以及再现图像生成部 68 中的一部分。并且,也可以利用 DSP 以外的处理器来实现这些功能中的一部分或全部。

对处理部 32 的处理进行大致划分,例如包括:生成像素数据 $L(u, v, s, t)$ 的处理,对像素数据 $L(u, v, s, t)$ 进行编码的处理,对经编码的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 进行解码的处理,显示与经解码的像素数据对应的图像的处理,以及生成并显示与所指定的对焦值对应的图像的处理。

以下,依次说明各处理。

首先,说明像素数据生成部 50。图 6 是用于说明像素数据生成部 50 的处理的流程图。

步骤 S11:

像素数据生成部 50 例如从工作存储器 31 中读出 RAW 图像数据。

步骤 S12:

像素数据生成部 50 对所读出的 RAW 图像数据进行去马赛克 (de-mosaic) 处理、失调 (Misalliance) 校正处理以及插值处理等。去马赛克处理是通过在摄影时对各像素从其周边像素收集不足的颜色信息并赋予给该像素从而补充颜色信息,制作出全色图像的处理。例如,在很多数字照相机采用的单板式彩色图像传感器中,由于各像素仅具有单色的颜色信息,因而需要去马赛克处理。在三板式的情况下,不需要去马赛克处理。失调校正处理例如是使 RAW 图像数据表示的图像旋转,校正图 4 所示的微透镜阵列 25 的微透镜 $ML(s, t)$ 的排列和摄像部 27 的微透镜块 MLB 的排列在横向上的失调的处理。插值处理例如是为了使各微透镜块 MLB 包含规定数量的像素数据而进行的。

步骤 S13:

像素数据生成部 50 将在步骤 S12 所生成的 1 帧部分的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 作为应编码的图像数据 (image data to be encoded) TE 写入到工作存储器 31 等内。像素数据 $L(u, v, s, t)$ 是光线信息的一例。

下面,说明用于对应编码的图像数据 TE 进行编码的间隔提取处理部

51、JPEG 编码部 53、全光编码部 55 以及头部附加部 61。

间隔提取处理部 51 对构成应编码的图像数据 TE 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 中的如图 7 所示各微透镜块 MLB 内的像素 PIC(4, 4)、即像素 PIC(u_0, v_0) 以外的像素 PIC(u, v) 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 进行间隔提取, 生成图像数据 TE2。通过间隔提取, 图像数据 TE2 如图 8 等所示成为由像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 构成的数据。

JPEG 编码部 53 对由间隔提取处理部 51 所生成的图像数据 TE2 实施 JPEG 编码处理, 生成 JPEG 哈夫曼代码 (Huffman Code) JF。JPEG 哈夫曼代码 JF 是第 1 图像信息的一例, JPEG 编码部 53 的编码处理是第 1 编码处理的一例。在本实施方式中, 作为第 1 编码处理的一例, 例示了 JPEG 编码处理, 然而也可以使用其他的空间频率变换。

JPEG 编码部 53 对图像数据 TE2 实施 DCT 转换处理而生成 DCT 转换系数 K。然后, JPEG 编码部 53 对 DCT 转换系数 K 进行量子化。然后, JPEG 编码部 53 对量子化后的 DCT 转换系数从低频分量 (直流) 向高频分量呈 Z 状扫描。然后, JPEG 编码部 53 对扫描后的 DCT 转换系数实施哈夫曼代码等的熵编码, 生成 JPEG 哈夫曼代码 JF。

如图 5 所示, 全光编码部 55 具有路径扫描部 57 和 LZW 处理部 59。

如上所述, JPEG 编码部 53 对由像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 构成的图像数据 TE2 进行编码。与此相对, 全光编码部 55 对应编码的图像数据 TE 内的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 以外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 进行可逆编码, 生成字符串数据 WORD。

如图 9A 所示, 路径扫描部 57 以各微透镜块 MLB 内的像素 PIC(u_0, v_0) 为基点, 沿着路径 PATH1、PATH2、PATH3、PATH4、PATH5 这 5 个路径扫描像素 PIC(u_0, v_0) 以外的像素 PIC(u, v) 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。

这里, 路径扫描部 57 在路径 PATH1 的扫描中, 生成像素数据 $L(5, 4, s, t)$ 与像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 的差分数据 $D(5, 4, s, t)$ 、像素数据 $L(5, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(5, 4, s, t)$ 的差分数据 $D(5, 3, s, t)$ 、像素数据 $L(6, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(5, 3, s, t)$ 的差分

数据 $D(6, 3, s, t)$ 、以及像素数据 $L(6, 4, s, t)$ 与像素数据 $L(6, 3, s, t)$ 的差分数据 $D(6, 4, s, t)$ 。然后，路径扫描部 57 生成由差分数据 $D(5, 4, s, t)$ 、 $D(5, 3, s, t)$ 、 $D(6, 3, s, t)$ 、 $D(6, 4, s, t)$ 构成的字 WORD1。

并且，路径扫描部 57 在路径 PATH2 的扫描中，生成像素数据 $L(4, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(u0, v0, s, t)$ 的差分数据 $D(4, 3, s, t)$ 、像素数据 $L(4, 2, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 3, s, t)$ 的差分数据 $D(4, 2, s, t)$ 、像素数据 $L(5, 2, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 2, s, t)$ 的差分数据 $D(5, 2, s, t)$ 、像素数据 $L(4, 1, s, t)$ 与像素数据 $L(5, 2, s, t)$ 的差分数据 $D(4, 1, s, t)$ 、以及像素数据 $L(3, 1, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 1, s, t)$ 的差分数据 $D(3, 1, s, t)$ 。然后，路径扫描部 57 生成由差分数据 $D(4, 3, s, t)$ 、 $D(4, 2, s, t)$ 、 $D(5, 2, s, t)$ 、 $D(4, 1, s, t)$ 、 $D(3, 1, s, t)$ 构成的字 WORD2。

并且，路径扫描部 57 在路径 PATH3 的扫描中，生成像素数据 $L(3, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(u0, v0, s, t)$ 的差分数据 $D(3, 3, s, t)$ 、像素数据 $L(3, 2, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 3, s, t)$ 的差分数据 $D(3, 2, s, t)$ 、像素数据 $L(2, 2, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 2, s, t)$ 的差分数据 $D(2, 2, s, t)$ 、像素数据 $L(2, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(2, 2, s, t)$ 的差分数据 $D(2, 3, s, t)$ 、以及像素数据 $L(1, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(2, 3, s, t)$ 的差分数据 $D(1, 3, s, t)$ 。然后，路径扫描部 57 生成由差分数据 $D(3, 3, s, t)$ 、 $D(3, 2, s, t)$ 、 $D(2, 2, s, t)$ 、 $D(2, 3, s, t)$ 、 $D(1, 3, s, t)$ 构成的字 WORD3。

并且，路径扫描部 57 在路径 PATH4 的扫描中，生成像素数据 $L(3, 4, s, t)$ 与像素数据 $L(u0, v0, s, t)$ 的差分数据 $D(3, 4, s, t)$ 、像素数据 $L(2, 5, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 4, s, t)$ 的差分数据 $D(2, 5, s, t)$ 、像素数据 $L(2, 4, s, t)$ 与像素数据 $L(2, 5, s, t)$ 的差分数据 $D(2, 4, s, t)$ 、以及像素数据 $L(1, 4, s, t)$ 与像素数据 $L(2, 4, s, t)$ 的差分数据 $D(1, 4, s, t)$ 。然后，路径扫描部 57 生成由差分数据 $D(3, 4, s, t)$ 、 $D(2, 5, s, t)$ 、 $D(2, 4, s, t)$ 、 $D(1, 4, s,$

t) 构成的字 WORD4。

并且, 路径扫描部 57 在路径 PATH5 的扫描中, 生成像素数据 $L(4, 5, s, t)$ 与像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 的差分数据 $D(4, 5, s, t)$ 、像素数据 $L(3, 5, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 5, s, t)$ 的差分数据 $D(3, 5, s, t)$ 、像素数据 $L(3, 6, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 5, s, t)$ 的差分数据 $D(3, 6, s, t)$ 、像素数据 $L(4, 6, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 6, s, t)$ 的差分数据 $D(4, 6, s, t)$ 、以及像素数据 $L(5, 5, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 6, s, t)$ 的差分数据 $D(5, 5, s, t)$ 。然后, 路径扫描部 57 生成由差分数据 $D(4, 5, s, t)$ 、 $D(3, 5, s, t)$ 、 $D(3, 6, s, t)$ 、 $D(4, 6, s, t)$ 、 $D(5, 5, s, t)$ 构成的字 WORD5。

这里, 如图 7 所示, 各微透镜块 MLB 内的 4 个角的像素 PIC(u, v) 的像素数据 $L(1, 1, s, t)$ 、 $L(1, 2, s, t)$ 、 $L(2, 1, s, t)$ 、 $L(5, 1, s, t)$ 、 $L(6, 1, s, t)$ 、 $L(6, 2, s, t)$ 、 $L(1, 5, s, t)$ 、 $L(1, 6, s, t)$ 、 $L(2, 6, s, t)$ 、 $L(5, 6, s, t)$ 、 $L(6, 5, s, t)$ 、 $L(6, 6, s, t)$ 由于微透镜块 MLB 与微透镜 ML 的位置关系的原因而不能获得有效的像素数据, 因而不进行上述的扫描。不能在各微透镜块 MLB 内的 4 个角的像素中获得有效的像素数据是因为, 包含对焦镜头 23a 的光学系统 23 具有圆形形状, 经由对焦镜头 23a 投影在微透镜块 MLB 上的像具有模糊不清的圆形形状。另外, 在使对焦镜头 23a 和变焦镜头 23b 为矩形的情况下, 例如图 9B 所示, 微透镜 ML 内的 4 个角的各 1 个像素以外的像素的像素数据为有效。在该情况下, 路径扫描部 57 也可以利用图 9B 所示的路径 PATH11~14 进行扫描。

路径扫描部 57 例如以图 8 所示的应编码的图像数据 TE 内的处理块数据 PRBK 为单位, 对该处理块数据 PRBK 内的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 进行上述的扫描处理, 生成字串数据 WORD。另外, 处理块数据 PRBK 是处理单位块的一例。并且, 微透镜块 MLB 是二维块数据的一例。

这里, 在处理块数据 PRBK 内包含 8×8 合计 64 个微透镜块 MLB 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。因此, 路径扫描部 57 针对处理块数据 PRBK 生成 $320 (=5 \times 8 \times 8)$ 字的字串数据 WORD。

如图 10 所示, 路径扫描部 57 例如通过 Z 形扫描, 将针对处理块数据 PRBK 内的 8×8 合计 64 个的各个微透镜块 MLB 所生成的字 WORD1~5 按顺序排列, 生成字串数据 WORD。

LZW 处理部 59 对从路径扫描部 57 所输入的字串数据 WORD 实施 LZW 压缩处理, 生成 LZW 压缩代码 LZ。另外, LZW 处理部 59 还可以进行 LZW 以外的字典库的通用编码 (LZ 编码)。另外, LZW 压缩代码 LZ 是第 2 图像信息的一例, 全光编码部 55 的编码处理是第 2 编码处理的一例。

头部附加部 61 生成由 JPEG 编码部 53 所生成的 JPEG 哈夫曼代码 JF 和由 LZW 处理部 59 所生成的 LZW 压缩代码 LZ 的头部数据 HEADER。在头部数据 HEADER 内写入指向 LZW 压缩代码的指针、缩略图像数据、文件尺寸、图像尺寸、摄影日期时间、其他的标签信息。处理部 32 将头部附加部 61 所生成的头部数据 HEADER、指向 LZW 压缩代码 LZ 的指针 Lzp、JPEG 缩略数据 THM、以及 JPEG 哈夫曼代码 JF 以图 11 所示的数据结构的文件形式写入到内部存储器 35 或可拆装存储器 39 内。

头部解释部 63 对从工作存储器 31 所读出的 JPEG 哈夫曼代码 JF 和 LZW 压缩代码 LZ 的头部数据 HEADER 进行解释。头部解释部 63 读出指向 LZW 压缩代码 LZ 的指针 Lzp, 并从由该指针 Lzp 表示的内部存储器 35 或可拆装存储器 39 内的地址读出 LZW 压缩代码 LZ。之后, 头部解释部 63 把所读出的 LZW 压缩代码 LZ 输出到全光解码部 67。并且, 头部解释部 63 从内部存储器 35 或可拆装存储器 39 中读出与 LZW 压缩代码 LZ 对应的 JPEG 哈夫曼代码 JF。之后, 头部解释部 63 把所读出的 JPEG 哈夫曼代码 JF 输出到 JPEG 解码部 65。

JPEG 解码部 65 对从头部解释部 63 所输出的 JPEG 哈夫曼代码 JF 进行 JPEG 解码, 生成 JPEG 解码图像数据。JPEG 解码图像数据由像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 构成。JPEG 解码部 65 的解码处理对应于上述的 JPEG 编码部 53 的编码处理。即, JPEG 解码部 65 对 JPEG 哈夫曼代码 JF 依次实施哈夫曼解码处理、逆量子化和逆 DCT 处理。全光解码部 67 根据 JPEG 解码图像数据对 LZW 压缩代码 LZ 进行解码, 生成像素数据

$L(u_0, v_0, s, t)$ 以外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。全光解码部 67 的解码处理例如对应于上述的全光编码部 55 的编码处理。

以下, 说明图 5 所示的再现图像生成部 68。

再现图像生成部 68 根据由全光解码部 67 所解码并存储在工作存储器 31 等内的像素数据 $L(u, v, s, t)$, 生成与所指定的对焦值对应的图像(再现图像)数据。再现图像生成部 68 生成的图像数据的对焦值例如是根据图 1B 所示的对焦值向前按钮 820 或对焦值向后按钮 821 的操作信号来决定的。并且, 在再现图像显示于显示部 43 上的期间, 如果按下图 1B 所示的十字操作部 830 的确定按钮 831, 而且操作了上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835, 则再现图像生成部 68 生成与该操作对应的描绘角度的再现图像数据。后面详细说明再现图像生成部 68 的处理。

以下, 说明数字照相机 1 的动作例。

[图像数据记录处理]

图 12 是用于说明对与摄像部 27 的成像结果对应的图像数据进行编码并将其写入到工作存储器 31 内的动作的流程图。

以下, 说明图 12 所示的各步骤。另外, 以下所示的处理中的一部分的执行顺序是任意的。并且, 还可以并行执行一部分处理。

步骤 S21:

当接通了操作部 22 的释放开关 6 时, 摄像部 27 利用各像素接收来自被摄体的光, 对各像素所接收的光进行光电转换, 生成与通过光电转换而产生的电荷对应的模拟 RAW 图像信号。

步骤 S22:

处理部 32 取得在生成步骤 S21 的 RAW 图像信号时在光学系统 23 中使用的镜头参数和对焦值 f 。另外, 对焦值 f 与图 26B 中的被摄体距离 21E 为一对一的对应。因此, 还可以替代对焦值 f , 而计算与对焦值 f 对应的被摄体距离的值来取得。以下, 这样计算出的被摄体距离也用 f 表示。并且, 在单焦点照相机的情况下, 不需要取得对焦值 f 。不过, 为了再现处理, 也可以取得照相机固有的过焦距的值 f 作为对焦值。

步骤 S23:

AFE 29 对从摄像部 27 所输入的模拟图像信号实施规定的模拟前端处理, 将对处理后的图像信号进行 A/D 转换而得到的数字 RAW 图像数据写入到工作存储器 31 内。像素数据生成部 50 从工作存储器 31 中读出 RAW 图像数据, 进行去马赛克 (de-mosaic) 处理、失调校正处理、插值处理等, 生成像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。之后, 像素数据生成部 50 按照每 1 帧把由像素数据 $L(u, v, s, t)$ 构成的应编码的图像数据 TE 写入到工作存储器 31 内。

步骤 S24:

处理部 32 从工作存储器 31 中读出应编码的图像数据 TE 来进行编码, 生成 JPEG 哈夫曼代码 JF 和 LZW 压缩代码 LZ。然后, 处理部 32 将这两个代码与在步骤 S22 中取得的镜头参数和对焦值 f 一起写入到工作存储器 31 内。这里, 在图 5 所示的间隔提取处理部 51、JPEG 编码部 53、全光编码部 55 和头部附加部 61 中进行编码处理等。关于步骤 S24 的处理, 将在后面使用图 13 进行详细说明。

步骤 S25:

头部解释部 63 从工作存储器 31 中读出 JPEG 哈夫曼代码 JF, 并对头部数据 HEADER 进行解释, 在 JPEG 解码部 65 中进行解码。由此, 生成像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 。然后, 处理部 32 根据经解码的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$, 生成缩略图像数据和记录浏览 (rec-view) 显示用图像数据。之后, 将通过对缩略图像数据进行 JPEG 编码而得到的缩略图像数据和记录浏览显示用图像数据写入到工作存储器 31 内。缩略图像数据例如是用于在从用户接收到索引显示指示的情况下使显示部 43 显示由多个缩略图像构成的索引图像的图像数据。记录浏览显示用图像数据是图像确认用的图像数据。是用于使被摄体摄影后的确认用的图像在显示部 43 上显示一定时间的图像数据。这里, 处理部 32 例如在接收到缩略显示指示的情况下, 生成缩略图像数据并将其写入到视频存储器 41 内。由此将缩略图像显示在显示部 43 上。

步骤 S26:

处理部 32 从工作存储器 31 中读出写入在工作存储器 31 内的 JPEG 哈夫曼代码 JF、LZW 压缩代码 LZ 和 JPEG 缩略图像数据，将它们写入到内部存储器 35 或者可拆装存储器 39 内。

[编码处理（图 12 的步骤 S24）]

图 13 是用于详细说明图 12 的步骤 S24 的编码处理的流程图。也可以并行执行本实施方式中的图 13 所示的步骤 S35~S37 的处理（JPEG 编码处理）和步骤 S38、S39 的处理（LZW 编码处理）。

步骤 S31:

用于确定在 JPEG 哈夫曼代码 JF 的生成中使用的像素 PIC (u_0, v_0) 的信息被输入到处理部 32。用于确定像素 PIC (u_0, v_0) 的信息例如被预先存储在规定的存储器内。在本实施方式中，设 $u_0=v_0=4$ 。其原因是认为微透镜块 ML 的中央部的像素具有最有效的信息。

步骤 S32:

处理部 32 把初始值“0”代入变量 PBC。这里，变量 PBC 表示的值是用于确定进行编码的图 8 所示的处理块数据 PRBK 的值。

步骤 S33:

处理部 32 使对变量 PBC 设定的值加“1”。

步骤 S34:

处理部 32 从工作存储器 31 中读出与变量 PBC 表示的值对应的编码对象的处理块数据 PRBK 内的像素数据 L (u, v, s, t)。

步骤 S35:

间隔提取处理部 51 根据在步骤 S31 所输入的信息，提取出在步骤 S34 所读出的处理块数据 PRBK 内的像素数据 L (u, v, s, t) 中的像素数据 L (u_0, v_0, s, t)，生成图像数据 TE2。然后，JPEG 编码部 53 对图像数据 TE2 实施 DCT 转换处理，生成 DCT 转换系数 K (i, j)。

步骤 S36:

JPEG 编码部 53 对在步骤 S35 所生成的 DCT 转换系数 K (i, j) 进行量子化。

步骤 S37:

JPEG 编码部 53 对在步骤 S36 进行了量子化的 DCT 转换系数从低频分量（直流）向高频分量呈 Z 状进行扫描。然后，JPEG 编码部 53 对扫描后的 DCT 转换系数实施哈夫曼代码等的熵编码，生成 JPEG 哈夫曼代码 JF1。

步骤 S38:

如图 9A 所示，全光编码部 55 的路径扫描部 57 针对编码对象的处理块数据 PRBK 内的像素数据 $L(u, v, s, t)$ ，以各微透镜块 MLB 内的像素 PIC (u_0, v_0) 为基点，沿着路径 PATH1、PATH2、PATH3、PATH4、PATH5 这 5 个路径扫描像素 PIC (u_0, v_0) 以外的像素 PIC (u, v) 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。如上所述，路径扫描部 57 针对路径上的像素数据 $L(u, v, s, t)$ ，生成与其前 1 个像素数据 $L(u, v, s, t)$ 的差分数据 $D(u, v, s, t)$ 。然后，路径扫描部 57 生成由差分数据 $D(u, v, s, t)$ 构成的字。并且，如图 10 所示，路径扫描部 57 例如将针对处理块数据 PRBK 内的 8×8 合计 64 个的各个微透镜块 MLB 生成的字 WORD1~5 通过 Z 形扫描按顺序排列，生成字符串数据 WORD。

步骤 S39:

LZW 处理部 59 对从路径扫描部 57 所输入的字符串数据 WORD 实施 LZW 压缩处理，生成 LZW 压缩代码 LZ1。

步骤 S40:

头部附加部 61 生成由 JPEG 编码部 53 所生成的 JPEG 哈夫曼代码 JF1 和由 LZW 处理部 59 所生成的 LZW 压缩代码 LZ1 的头部数据 HEADER，并将它们对应起来写入到工作存储器 31 内。

步骤 S41:

处理部 32 判断是否针对应编码的图像数据 TE 内的所有处理块数据 PRBK 完成了处理，在判断为完成时，结束步骤 S24 的处理。另一方面，当处理部 32 判断为针对应编码的图像数据 TE 内的所有处理块数据 PRBK 的处理未完成时，回到步骤 S33。

这样，把针对每个处理块数据 PRBK 而生成的 JPEG 哈夫曼代码 JF (JF1, JF2, ...) 和 LZW 压缩代码 LZ (LZ1, LZ2, ...) 分别写入到图

11 所示的数据结构的 JPEG 哈夫曼代码的存储区域和 LZW 压缩代码的存储区域内。

[再现处理]

图 14 和图 15 是用于说明再现处理的流程图。以下，参照图 16、图 17A～图 17C 说明图 14 和图 15 所示的各步骤。

步骤 S61:

处理部 32 例如从内部存储器 35 或可拆装存储器 39 中读出缩略图像数据 (JPEG 图像数据)。之后，处理部 32 对所读出的缩略图像数据进行 JPEG 解码并写入到视频存储器 41 内。由此，在显示部 43 上显示缩略图像。经 JPEG 解码的缩略图像数据具有在编码时被间隔提取后的像素数据 $L(u0, v0, s, t)$ 作为要素。在索引显示时，在显示部 43 上显示与所拍摄的多张图像数据对应的缩略图像。之后，当通过用户进行操作部 22 的操作而指定了所显示的多个缩略图像中的一个时，处理部 32 从内部存储器 35 或可拆装存储器 39 中读出与所指定的缩略图像对应的 JPEG 哈夫曼代码 JF 和 LZW 压缩代码 LZ，并将其写入到工作存储器 31 内。

步骤 S62:

处理部 32 的 JPEG 解码部 65 从工作存储器 31 中读出与在步骤 S61 中指定的缩略图像对应的 JPEG 哈夫曼代码 JF。然后，JPEG 解码部 65 对所读出的 JPEG 哈夫曼代码 JF 进行 JPEG 解码，生成 JPEG 解码图像数据。JPEG 解码图像数据以像素数据 $L(u0, v0, s, t)$ 为要素。之后，处理部 32 把 JPEG 解码图像数据写入到工作存储器 31 内。

步骤 S63:

处理部 32 读出在步骤 S62 写入到工作存储器 31 内的 JPEG 解码图像数据并将其写入到视频存储器 41 内。由此，在显示部 43 上显示以像素数据 $L(u0, v0, s, t)$ 为要素的 JPEG 解码图像。

步骤 S64:

全光解码部 67 根据在步骤 S62 所生成的 JPEG 解码图像数据和与在步骤 S61 中所指定的缩略图像对应的 LZW 压缩代码 LZ，生成与所指定的缩略图像对应的图像的像素数据 $L(u0, v0, s, t)$ 以外的像素数据 L

(u, v, s, t)。之后，全光解码部将所生成的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 写入到工作存储器 31 内。

步骤 S65:

头部解释部 63 从头部数据 HEADER 中读出与 JPEG 哈夫曼代码 JF 对应的对焦值 f 。

步骤 S66:

再现图像生成部 68 把在步骤 S65 所读出的对焦值 f 代入变量 F 。并且，再现图像生成部 68 把 0 代入表示从对焦值 f 起的级数的变量 N 。

步骤 S67:

再现图像生成部 68 把 “ $f/10$ ” 代入表示相邻的对焦值间的级宽度的 Step。

步骤 S68:

再现图像生成部 68 把在步骤 S67 所求出的 Step 代入 $F(N) = f + N \times \text{Step}$ ，求出与 N 对应的对焦值 F 。

步骤 S69:

再现图像生成部 68 检查在工作存储器 31 内是否存储有与 N 对应的对焦值 $F(N)$ 的图像数据 $IM(N)$ 。只要在该检查结果是未存储有图像数据 $IM(N)$ 的情况下，再现图像生成部 68 根据在步骤 S63 中解码的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 和在步骤 S64 中解码的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 以外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ ，生成图像数据 $IM(N)$ (帧数据)。之后，再现图像生成部 68 把图像数据 $IM(N)$ 写入到工作存储器 31 内。该图像数据 $IM(N)$ 的生成例如根据 “Light Field Photography with a Hand-held Plenoptic Camera”，Ren Ng et al, Stanford TechReport, 2005 和 “Fourier Slice Photography”，Ren Ng, Stanford University, 2005 中公开的方法来进行。即，根据 Fourier Slicing 方式和积分方式等来进行。积分方式是执行适合于获得使微透镜块 MLB 内的有效像素数据与期望的对焦值对应的图像的积分运算，并以 “Light Field Photography with a Hand-held Plenoptic Camera”，Ren Ng et al, Stanford TechReport, 2005 中的公式 (1) ~ (6)、以及 “Fourier Slice Photography”，Ren Ng, Stanford

University, 2005 中的公式(1)~(3)为基础。傅立叶切片(Fourier Slicing)方式是在傅立叶空间上短时间内有效地执行这种积分运算处理的方法,使用四维傅立叶空间。

无论哪种运算方式,在用于获得图像数据 $IM(N)$ 的这些运算中,与 JPEG 的解码处理等相比,都需要高的运算能力和更多的运算时间。另外, N 例如是整数,随着 N 减小而成为近距离侧的对焦。也可以规定成,随着 N 减小而成为远距离侧的对焦。

步骤 S70:

如图 17A 所示,再现图像生成部 68 把图像数据 $IM(N)$ 写入到视频存储器 41 内。由此,与对焦值 $F(N)$ 对应的图像(再现图像)显示在显示部 43 上。在初始阶段中,如上所述,以像素数据 $(u0, v0, s, t)$ 为要素的 JPEG 解码图像已显示在显示部 43 上。该图像是与 $F(0)$ 的对焦值对应的图像。然而,对各个微透镜块 MLB 的 $(u0, v0)$ 以外的像素数据进行了间隔提取。因此,成为实质上利用暗的光学系统所拍摄的图像。因此,在对暗的场景等进行了摄影的情况下,重叠有噪音。在步骤 S70 中,该图像被与 $F(0)$ 的对焦值对应的图像 $IM(0)$ 置换。由于该图像 $IM(0)$ 对各个微透镜块 MLB 的所有有效像素数据进行积分,因而成为更鲜明的噪音少的图像。

这里,如在步骤 S69 的说明中已描述的那样,由于该积分运算所需要的时间长,因而在步骤 S63 中,将与 $(u0, v0)$ 对应的图像迅速显示给用户。这样,在对光线信息进行解码、并生成期望的对焦值或者描绘角度的图像而进行显示的动作中,首先仅生成并显示与 $(u0, v0)$ 对应的 JPEG 解码图像数据,从而可迅速显示与用户指定的缩略图像对应的图像。由此,不会让用户着急。

步骤 S71:

再现图像生成部 68 在未生成与和 N 相邻的 $(N \pm 1)$ 所对应的对焦值 $F(N \pm 1) = f + (N \pm 1) \times \text{Step}$ 对应的图像数据 $IM(N+1)$ 、 $IM(N-1)$ 的情况下,生成这些图像数据并将其写入到工作存储器 31 内。该图像数据的生成例如根据上述的傅立叶切片方式和积分方式等来进行。

步骤 S72:

在存在与不和 N 相邻的对焦值对应的图像数据的情况下, 再现图像生成部 68 将与这些对焦值对应的图像数据从工作存储器 31 中删除。

步骤 S73:

再现图像生成部 68 通过用户进行的图 1B 所示的对焦值向前按钮 820 和对焦值向后按钮 821 的操作, 判定是否指定了新的对焦值 (是否有对焦值的变更)。然后, 在有新的对焦值的指定的情况下, 再现图像生成部 68 进行步骤 S74 的处理。另一方面, 在没有对焦值的变更的情况下, 再现图像生成部 68 进行步骤 S75 的处理。

步骤 S74:

再现图像生成部 68 设定与在步骤 S73 所指定的级对应的新的 N , 并回到步骤 S68。即, 当按下了图 1B 所示的对焦值向前按钮 820 一次时, N (计数) 增加一个, 当按下了对焦值向后按钮 821 一次时, N (计数) 减小一个。由此更新对焦值 $F(N)$ 。这里, 与新指定的对焦值对应的图像数据被预先存储在工作存储器 31 内。因此, 从进行指定到在显示部 43 上显示与新的对焦值对应的图像的时间短。因此, 本照相机的响应性优良。

例如, 如图 17B 所示, 在读出并显示了图像数据 $IM(N+1)$ 的情况下, 再现图像生成部 68 根据像素数据 $L(u, v, s, t)$ 生成与对焦值 $F(N+2)$ 对应的图像数据 $IM(N+2)$, 并将其写入到工作存储器 31 内。此时, 与对焦值 $F(N-1)$ 对应的图像数据 $IM(N-1)$ 通过改写等而被删除。并且, 如图 17C 所示, 在读出并显示了图像数据 $IM(N+2)$ 的情况下, 根据像素数据 $L(u, v, s, t)$ 生成与对焦值 $F(N+3)$ 对应的图像数据 $IM(N+3)$, 并将其写入到工作存储器 31 内。此时, 与对焦值 $F(N)$ 对应的图像数据 $IM(N)$ 通过改写等而被删除。

并且, 在用户通过早按下对焦值向前按钮 820 和对焦值向后按钮 821 等而进行了大幅变更对焦值的指示的情况下, 当前的变量 N 变更为跳过多个级的值。在这种状况下从步骤 S74 进到步骤 S68 的情况下, 工作存储器 31 内不存在图像数据。在该情况下, 新生成图像数据。

步骤 S75:

处理部 32 判定是否按下了取消按钮 841。在用户按下了取消按钮 841 的情况下,中止图像的再现。另一方面,在未按下取消按钮 841 的情况下,处理部 32 进行步骤 S76 的处理。

步骤 S76:

处理部 32 判定是否按下了图像保存按钮 840。在用户未按下图像保存按钮 840 的情况下,进行步骤 S73 的处理。另一方面,在按下了图像保存按钮 840 的情况下,处理部 32 进行步骤 S77 的处理。

步骤 S77:

处理部 32 在对工作存储器 31 的图像数据 IM(N) 实施 JPEG 编码处理的同时,把对焦值 F(N)、初始对焦值 f 以及描绘角度等写入到头部数据内。之后,处理部 32 把 JPEG 编码数据保存在内置存储器 35 或者可拆装存储器 39 内。

这样,在本实施方式中的再现处理中,在用户确认了根据光线信息所生成的与期望的对焦值 f 对应的图像之后,可保存该图像。因此,用户在摄影时不用在意焦点,能可靠地获得对焦于期望的被摄体部分上的图像。

[对焦/变焦调整处理]

图 18 是用于说明数字照相机 1 的再现时的对焦和变焦调整处理的流程图。

步骤 S111:

再现图像生成部 68 判断是否按下了图 1B 所示的对焦值向前按钮 820。当判断为已按下时,再现图像生成部 68 进行步骤 S112 的处理。另一方面,当判断为未按下时,再现图像生成部 68 进行步骤 S113 的处理。

步骤 S112:

再现图像生成部 68 根据存储在工作存储器 31 内的像素数据 L(u, v, s, t),生成提高了对焦值的(所指定的对焦值的)新的图像(再现图像)数据,并将所生成的新的图像数据写入到视频存储器 41 内。在与所指定的对焦值对应的图像数据已存储在工作存储器 31 等内的情况下,再

现图像生成部 68 也可以读出该图像数据并将其写入到视频存储器 41 内,生成与和所指定的对焦值相邻的对焦值对应的未生成的图像数据。这在以下说明的步骤 S114、S116、S118 中也是一样。

步骤 S113:

再现图像生成部 68 判断是否按下了对焦值向后按钮 821。当判断为已按下时,再现图像生成部 68 进行步骤 S114 的处理。另一方面,当判断为未按下时,再现图像生成部 68 进行步骤 S115 的处理。

步骤 S114:

再现图像生成部 68 根据存储在工作存储器 31 内的像素数据 $L(u, v, s, t)$, 生成降低了对焦值的新的图像数据, 并将该图像数据写入到视频存储器 41 内。

步骤 S115:

再现图像生成部 68 判断是否按下了镜头推进按钮 810。当判断为按下了镜头推进按钮 810 时,再现图像生成部 68 进行步骤 S116 的处理。当判断为未按下镜头推进按钮 810 时,再现图像生成部 68 进行步骤 S117 的处理。

步骤 S116:

再现图像生成部 68 生成对再现中的图像进行了镜头推进的新的图像的图像数据, 并将其写入到视频存储器 41 内。由此, 如图 19 所示, 在显示于显示部 43 上的整体图像 602 内的一部分区域内显示镜头推进图像 600。

步骤 S117:

再现图像生成部 68 判断是否按下了镜头拉远按钮 811。当判断为按下了镜头拉远按钮 811 时,再现图像生成部 68 进行步骤 S118 的处理。当判断为未按下镜头拉远按钮 811 时,再现图像生成部 68 进行步骤 S111 的处理。

步骤 S118:

再现图像生成部 68 生成对再现中的图像进行了镜头拉远的新的图像的图像数据, 并将其写入到视频存储器 41 内。之后, 处理回到步骤 S111。

如图 20 所示,可根据由全光相机所拍摄的图像信息,生成从右左上下的各个描绘角度观察对象物 610 所看到的图像。即,如在“Light Field Photography with a Hand-held Plenoptic Camera”等中记载的那样,在微透镜阵列 25 下,通过了子孔径(sub-aperture)的所有光线被对焦到对应的像素。然后,通过选择各微透镜阵列 25 下的像素,可根据光线信息生成不同视差的子孔径图像。

[与十字操作部 830 对应的处理]

图 21 是用于说明操作了图 1B 所示的十字操作部 380 的情况下的处理的流程图。

步骤 S121:

再现图像生成部 68 判断是否按下了十字操作部 830 的确定按钮 831。当判断为按下了确定按钮 831 时,再现图像生成部 68 进行步骤 S122(描绘角度变更模式)的处理。当判断为未按下确定按钮时,再现图像生成部 68 进行步骤 S124 的处理。

步骤 S122:

再现图像生成部 68 判断是否按下了上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835 中的任一个。当判断为按下了其中任一个箭头按钮时,再现图像生成部 68 进行步骤 S123 的处理。当判断为未按下其中任一个按钮时,再现图像生成部 68 进行步骤 S121 的处理。

步骤 S123:

再现图像生成部 68 生成使显示在显示部 43 上的再现图像的描绘角度成为由所按下的上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835 所指定的角度方向后的新的图像数据,将其写入到视频存储器 41 内并显示在显示部 43 上。

步骤 S124:

再现图像生成部 68 判断是否按下了上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835 中的任一个。当判断为按下了其中任一个箭头按钮时,再现图像生成部 68 进行步骤 S125(变焦窗移动

模式)的处理。当判断为未按下其中任一个按钮时,进行步骤 S121 的处理。

步骤 S125:

再现图像生成部 68 使显示在显示部 43 上的再现图像内的变焦窗朝与所按下的上箭头按钮 832、下箭头按钮 833、右箭头按钮 834 以及左箭头按钮 835 对应的方向移动。

如以上说明那样,在数字照相机 1 中,如图 14 等所示,将与所指定的对焦值相邻的对焦值所对应的再现图像在实际指定相邻的对焦值之前预先生成并存储在工作存储器 31 内。因此,在之后指定了相邻的对焦值的情况下,可在短时间内将与相邻的对焦值对应的再现图像显示在显示部 43 上。由此,可使在指定对焦值来再现图像时的响应性良好。

并且,在数字照相机 1 中,如图 1B 所示,由用户操作对焦值向前按钮 820 和对焦值向后按钮 821,从而可离散地变更显示在显示部 43 上的再现图像的对焦值。由此,用户可通过简单操作观察与被离散地规定的多个对焦值中的任意对焦值对应的再现图像。即,只要进行一次摄像,就能在再现时通过简单的操作显示对位于近前侧或深处侧的任意的被摄体进行了对焦的多种再现图像。

并且,在数字照相机 1 中,可根据是否是按下了确定按钮 831 的状态而对十字操作部 830 选择 2 种输入模式。由此,可使用少的操作单元实现显示在显示部 43 上的再现图像的描绘角度的调整操作和变焦窗的二维移动操作。

并且,在数字照相机 1 中,如使用图 8 和图 13 等所说明的那样,以处理块数据 PRBK 为单位对包含四维光线信息的应编码的图像数据 TE 进行编码。因此,可减轻伴随图 5 所示的处理部 32 的编码处理的负荷,可使用较低处理能力的芯片,并还能减小工作存储器 31 所要求的存储容量。

并且,在数字照相机 1 中,如使用图 13 等所说明的那样,对于微透镜块 MLB 内的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$,与相同处理块数据 PRBK 内的其他像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 一体地进行 JPEG 编码。并且,对于

微透镜块 MLB 内的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 以外的像素数据 $L(u, v, s, t)$, 也与相同处理块数据 PRBK 内的其他微透镜块 MLB 内的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 以外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 一体地进行 LZW 编码。此时, 并行执行 JPEG 处理中的 8×8 的块处理和块 PRBK 的 LZW 压缩处理。因此, 根据数字照相机 1, 与如以往那样以所有像素数据为对象进行空间编码的情况相比, 可减少编码处理量。因此, 容易在便携型全光相机中采用。而且, 在各个处理块 PRBK 中, 通过并行执行 JPEG 处理中的 8×8 的块处理和块 PRBK 的 LZW 压缩处理, 提高了编码处理的速度。并且, 在数字照相机 1 中, 由于像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 以外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 在微透镜块 MLB 内被进行 LZW 编码(可逆编码), 因而信息量不会丢失, 能进行维持高画质的光线信息的编码。也就是说, 由于光线传播方向的信息被可逆地编码, 因而对各种焦点进行重新对焦时所需要的信息没有丢失地被记录。因此, 重新对焦后的图像极为清晰。因此, 根据数字照相机 1, 与如以往那样以所有像素数据为对象进行空间编码的情况相比, 可减少编码处理量。因此, 容易在便携型全光相机中采用。

并且, 在数字照相机 1 中, 由于像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 以外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 在微透镜块 MLB 内被进行 LZW 编码(可逆编码), 因而信息量不会丢失, 能进行维持高画质的光线信息的编码。

<第 2 实施方式>

本实施方式的数字照相机 1 的光学系统 223 与上述的第 1 实施方式的光学系统 23 不同。以下, 说明光学系统 223。

图 22 是用于说明本实施方式的数字照相机 1 的光学系统 223 的图。光学系统 223 由对焦镜头 223a 和变焦镜头 223b 构成。该光学系统 223 对来自被摄体的光进行聚光等并使其朝微透镜阵列 25 射出。对焦镜头 223a 的垂直于光轴的面采用矩形形状。对焦镜头 223a 将来自被摄体的各点的光投射到微透镜阵列 25 上的一个会聚点上。例如在摄影模式中, 当按下了镜头推进按钮 810 时, 变焦镜头 223b 朝镜头推进方向移动, 当按下了镜头拉远按钮 811 时, 变焦镜头 223b 朝镜头拉远方向移动。

这里，变焦镜头 223b 的垂直于光轴的面的二维形状例如如图 22 所示采用矩形。

在本实施方式中，构成微透镜阵列 25 的各个微透镜的垂直于光轴的面的二维形状与对焦镜头 223a 和变焦镜头 223b 一样是矩形。

摄像部 27 如在第 1 实施方式中所说明的那样，构成为把多个像素配置成矩阵状。

在本实施方式中，由于对焦镜头 223a、变焦镜头 223b 以及各个微透镜 251 采用相同形状即矩形，因而与各个微透镜 251 对应的微透镜块 271 内的大致所有像素都可接收光线。图 24 示出本实施方式的这种微透镜块 271 的状况。如图 24 所示，本实施方式中的微透镜块 271 由 8×8 像素构成。在该微透镜块中，周边的 28 像素是无效的，即不接收光的像素。另一方面， $6 \times 6 = 36$ 个像素可接收光，即是有效的。

与此相对，在图 23 中，示出光学系统不是矩形而是圆形的情况下的受光状况。如图 23 所示，微透镜块 271 的有效像素数减至 24 个。即，周边的许多像素为无效。有效像素的区域是大致圆形，是圆形的光学系统的像。这里，当为了增大有效像素的区域而使光学系统与微透镜阵列 25 或摄像元件 27 的位置沿光轴错开时，对该光学系统进行了成像的圆形的像超出到相邻的微透镜块的区域。同样，微透镜块 271 的周边像素接收与微透镜 251 相邻的微透镜的光，从而不能获得有用的信息。

从该说明中可以看出，为了使微透镜块内的有效像素数最大，必须使在微透镜块上成像的光学系统的垂直于光轴的的面是与微透镜块相同的形状。即，光学系统的形状（严格地说，对焦镜头 223a 的形状）与各个微透镜 271 的形状必须相同。在本实施方式中，是通过使包含对焦镜头 223a 和变焦镜头 223b 的光学系统的垂直于光轴的面的二维形状和微透镜的形状为矩形来实现该条件的。

当满足了这种条件时，微透镜块内的有效像素数增加，因而提高了受光灵敏度。并且，由于微透镜块内的像素与描绘角度对应，因而更多的周边像素变为有效而使描绘角度放大，即可进一步立体地识别被摄体。

而且，由于光线信息 $L(u, v, s, t)$ 的数据量增加，因而即使在任

何的重新对焦处理（积分，傅立叶切片）中，也能提高生成图像的清晰度。

本实施方式中的全光相机可取得这种显著效果。

这里，在上述的实施方式中，例示出把本发明应用于数字照相机 1 的情况，然而还可以把本发明应用于不具有摄像功能的解码装置和显示装置。

并且，在上述的实施方式中，如使用图 14 等所说明的那样，例示出生成与和显示中的图像的对焦值相邻的对焦值对应的图像数据的情况，然而也可以预先生成并存储与不相邻的对焦值对应的图像数据。

并且，在上述的实施方式中，例示出从工作存储器 31 中删除与不和显示中的图像的对焦值相邻的对焦值对应的图像数据的情况，然而也可以从工作存储器 31 中删除与相邻位置是离开 2 个以上的位置的对焦值对应的图像数据。

本实施方式所示的构成微透镜块 MLB 的像素数、以及构成处理块数据 PRBK 的微透镜块 MLB 的数量是一例，它们的数量是任意的。

并且，在上述的实施方式中，例示出使对焦镜头 23a、223a 移动而能调整对焦的照相机，然而本发明的电子照相机例如还可以是单焦点照相机。

并且，在上述的实施方式中，例示出将来自被摄体的光线通过微透镜阵列 25 成像在摄像部 27 的像素上的情况，然而只要是以包含光线信息的方式使光入射到像素上的情况，就不作特别限定。例如，还可以用反射器反射来自被摄体的光线，而成像在摄像部 27 的像素上。

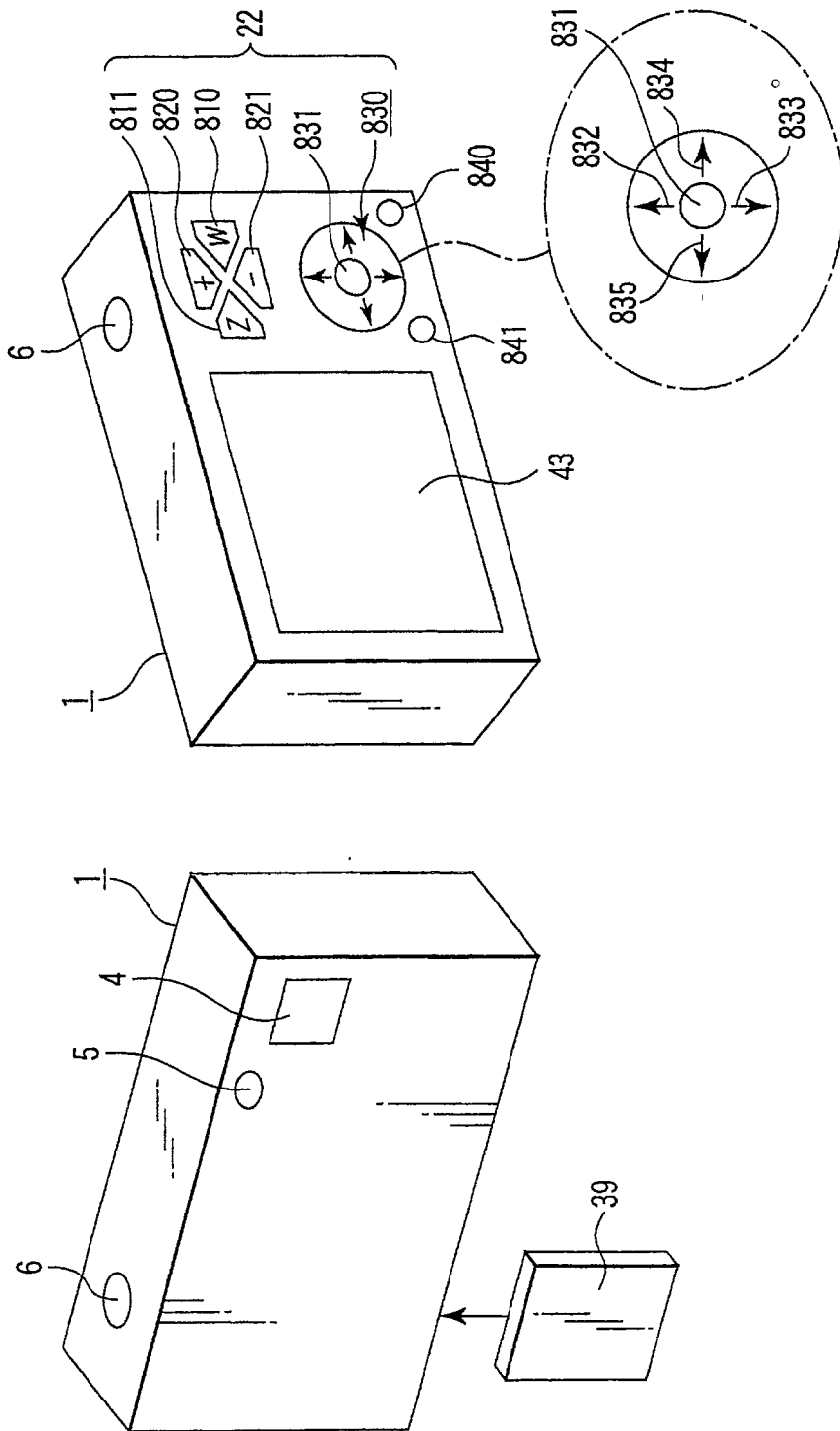
并且，在上述的实施方式中，例示出使用通过 DSP 等实现的处理部 32 来对光线信息进行编码和解码的情况，然而，例如还可以用微处理器执行程序来实现这些功能。在该情况下，该程序是记载了各图所示的各步骤的程序。

并且，在上述的第 2 实施方式中，例示出使对焦镜头 223a、变焦镜头 223b、各个微透镜以及像素的受光面的形状为矩形的情况，然而该矩形是例示，只要它们的形状相同，就不作特别限定。

上述的实施方式基于对焦值 f ，然而如上所述，还可以不基于对焦值 f ，而是基于与该值对应的被摄体距离 $21E$ 作为参数 g 。在该情况下， g 的单位用米 (m) 给出，可以设定为例如图 14 中的级宽度 $\text{Step}=g/10$ ，然而可以设定 $\text{Step}=1$ ，即 $=1\text{m}$ ，按每 1 米来进行对焦。

这样，通过将被摄体距离用于再现处理，用户可从照相机获得在前方几米对焦的信息，能享受更畅快的重新对焦的再现。

本领域技术人员能很容易想到其他的优点和变形。因此，本发明在其广义范围内不限于这里所示出和所说明的具体细节和代表性实施方式。因此，可以在不脱离所附权利要求及其等同权利要求所定义的一般发明概念的宗旨或范围的情况下进行各种变形。



1B
圖

圖 1A

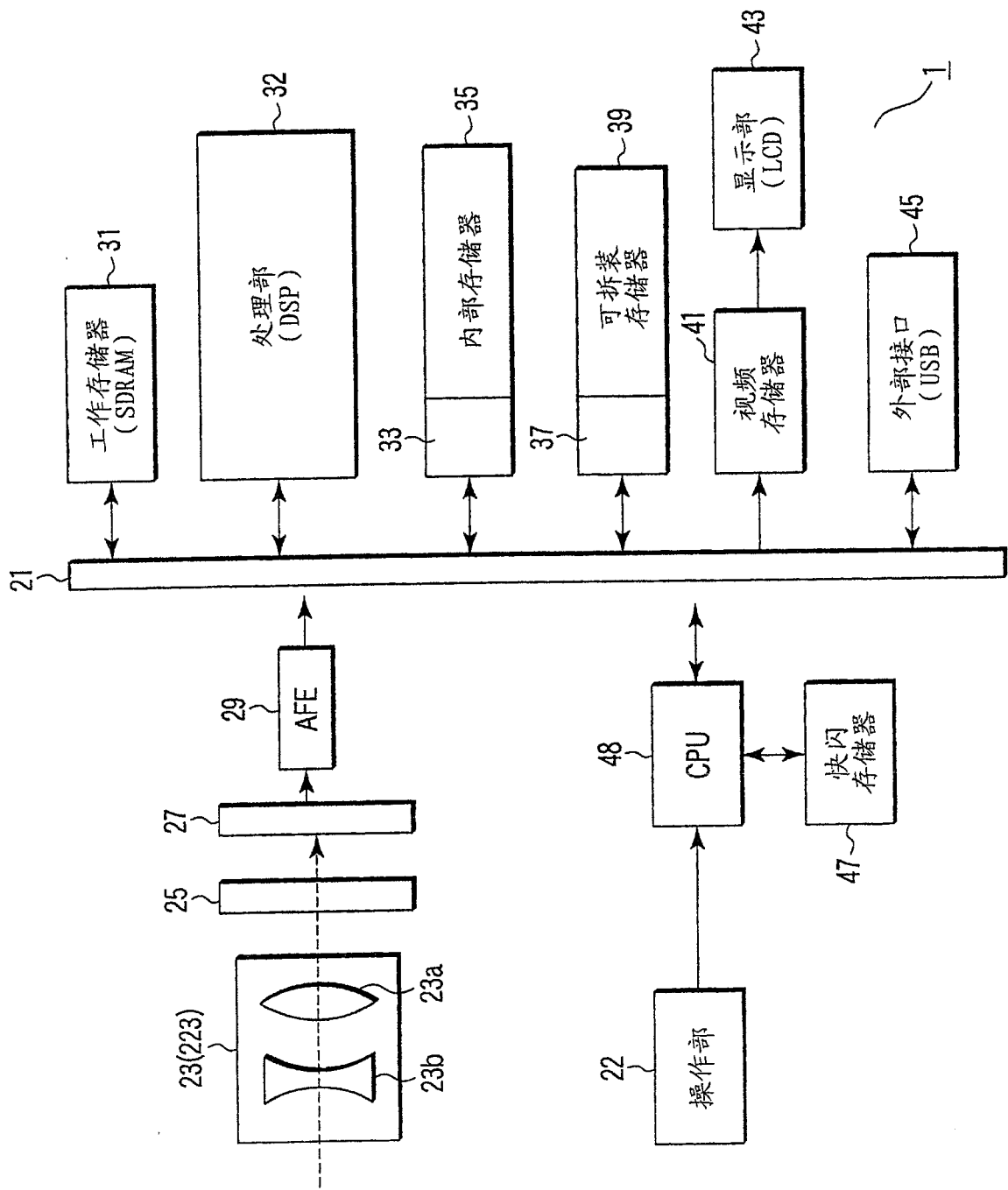


图 2

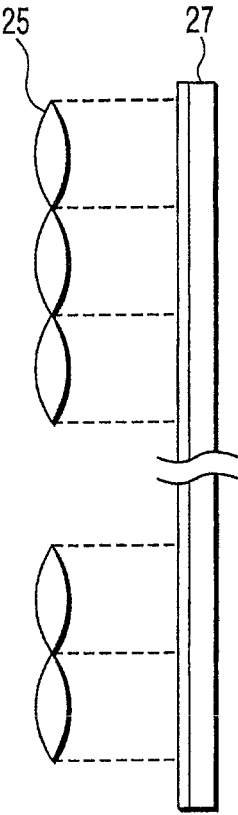


图 3

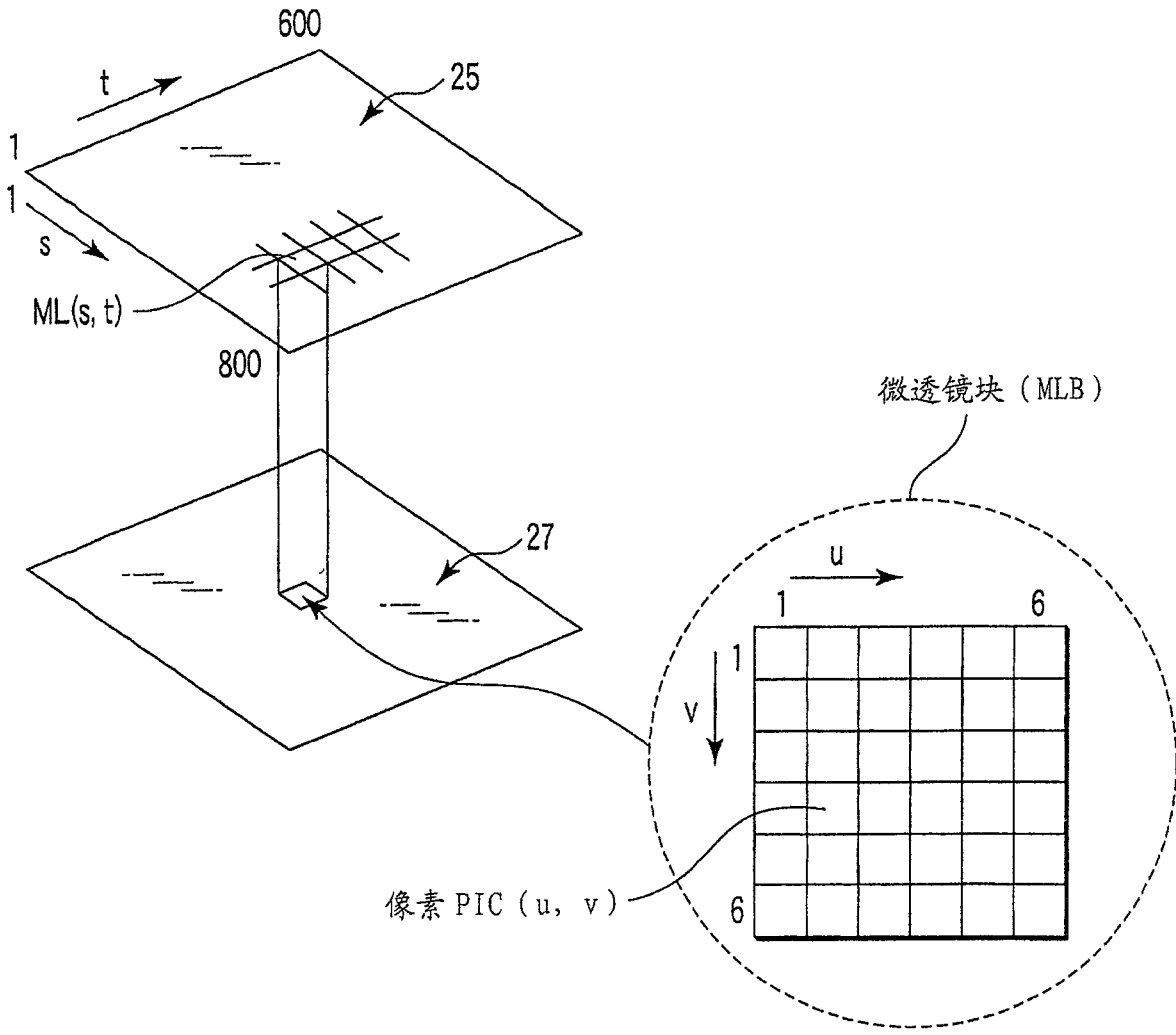


图 4

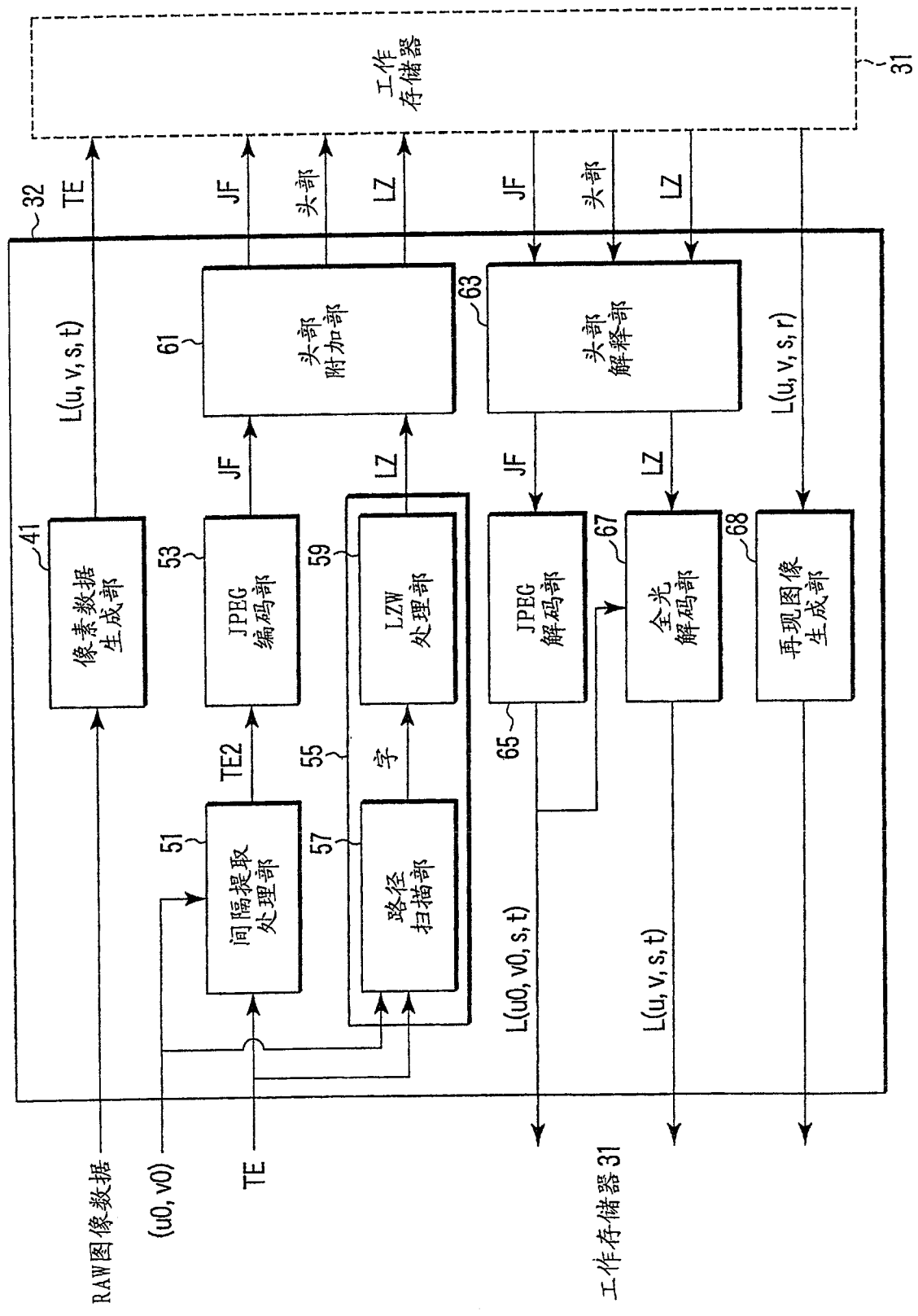
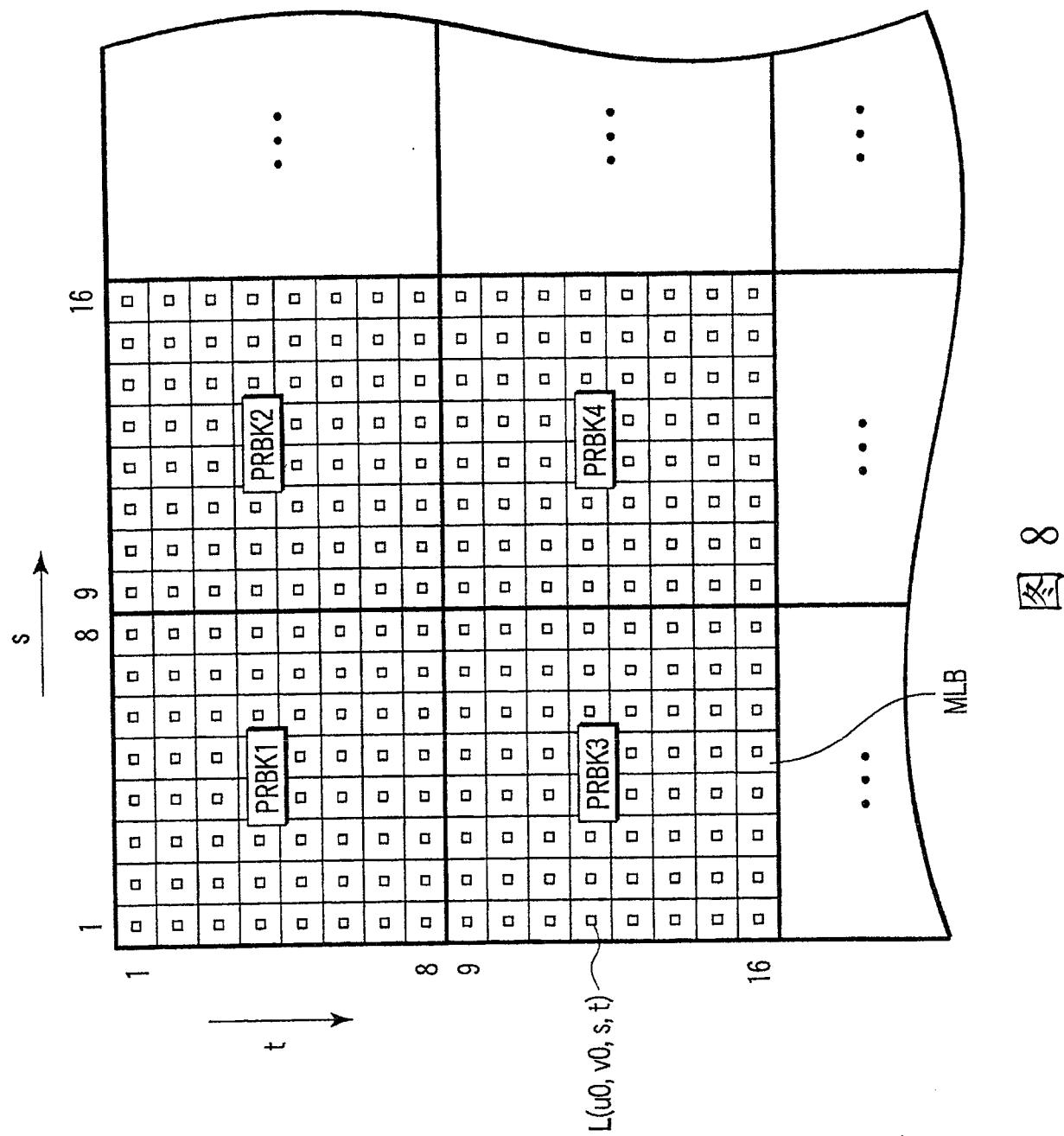


图 5



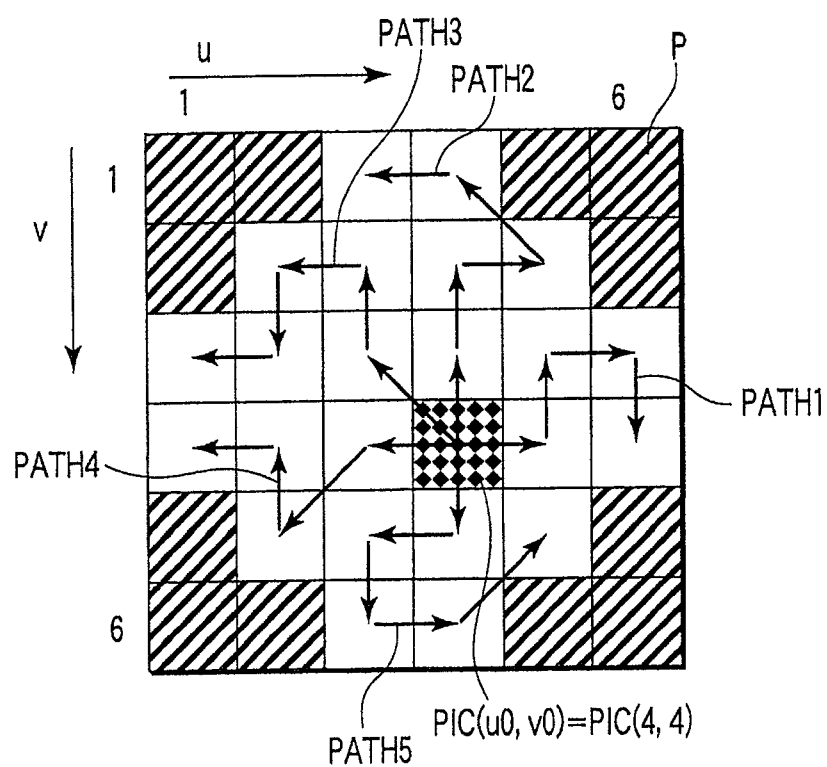


图 9A

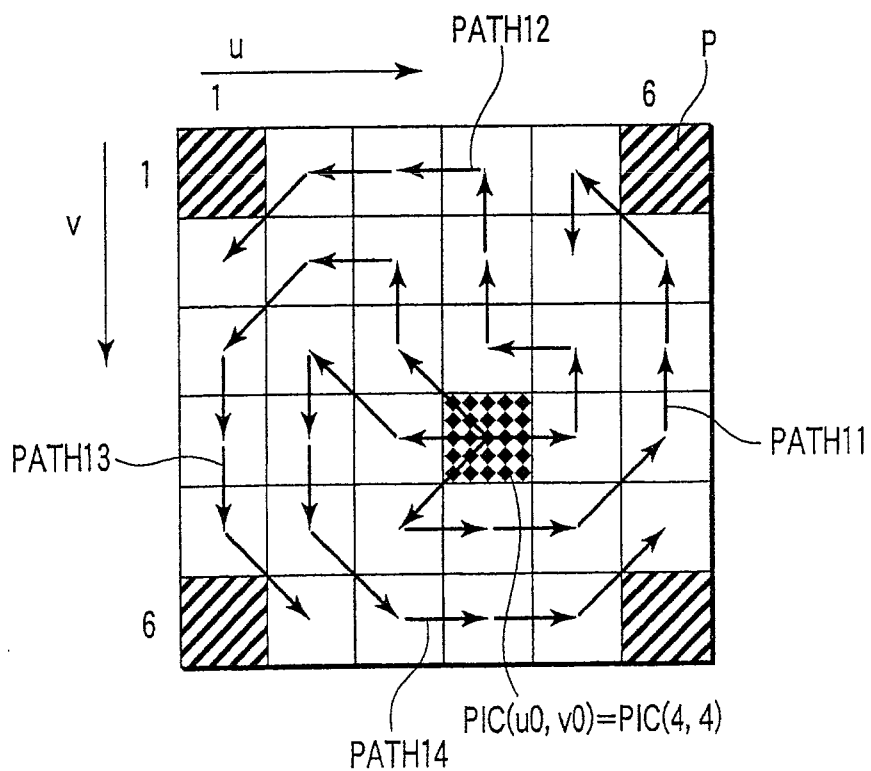


图 9B

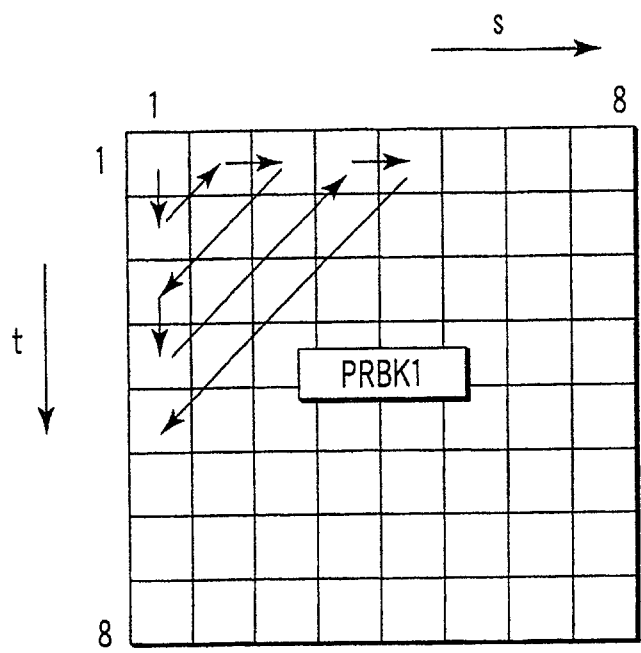


图 10

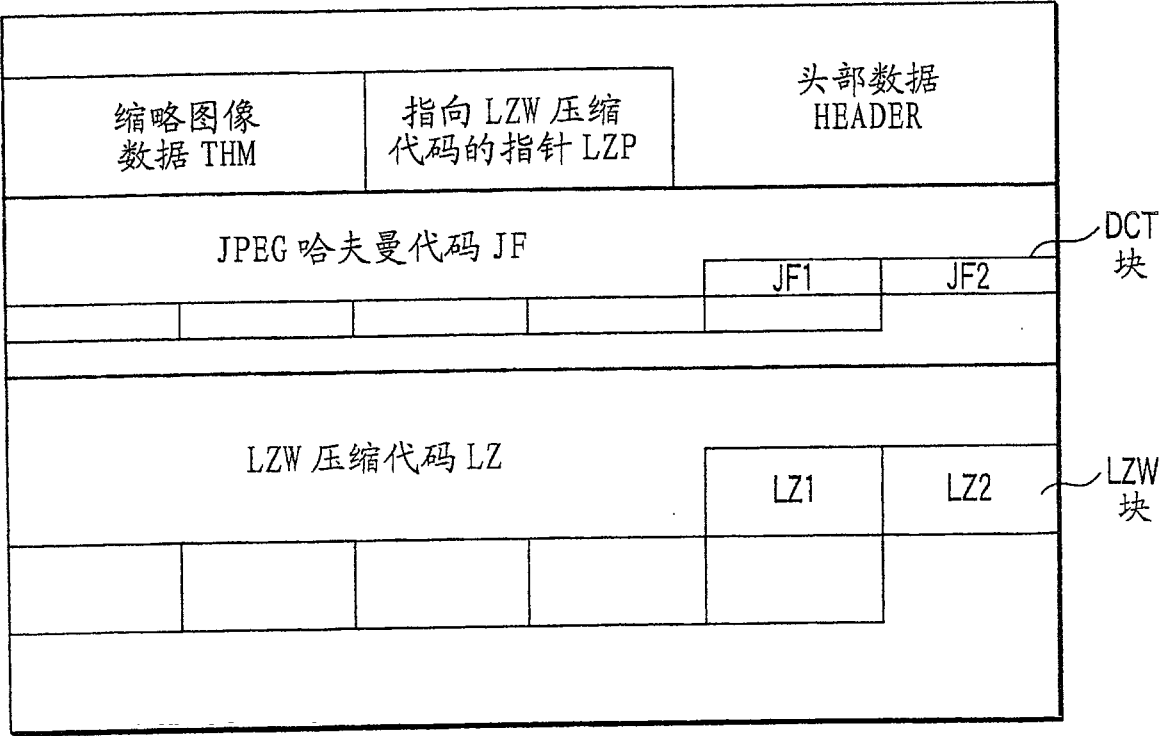


图 11

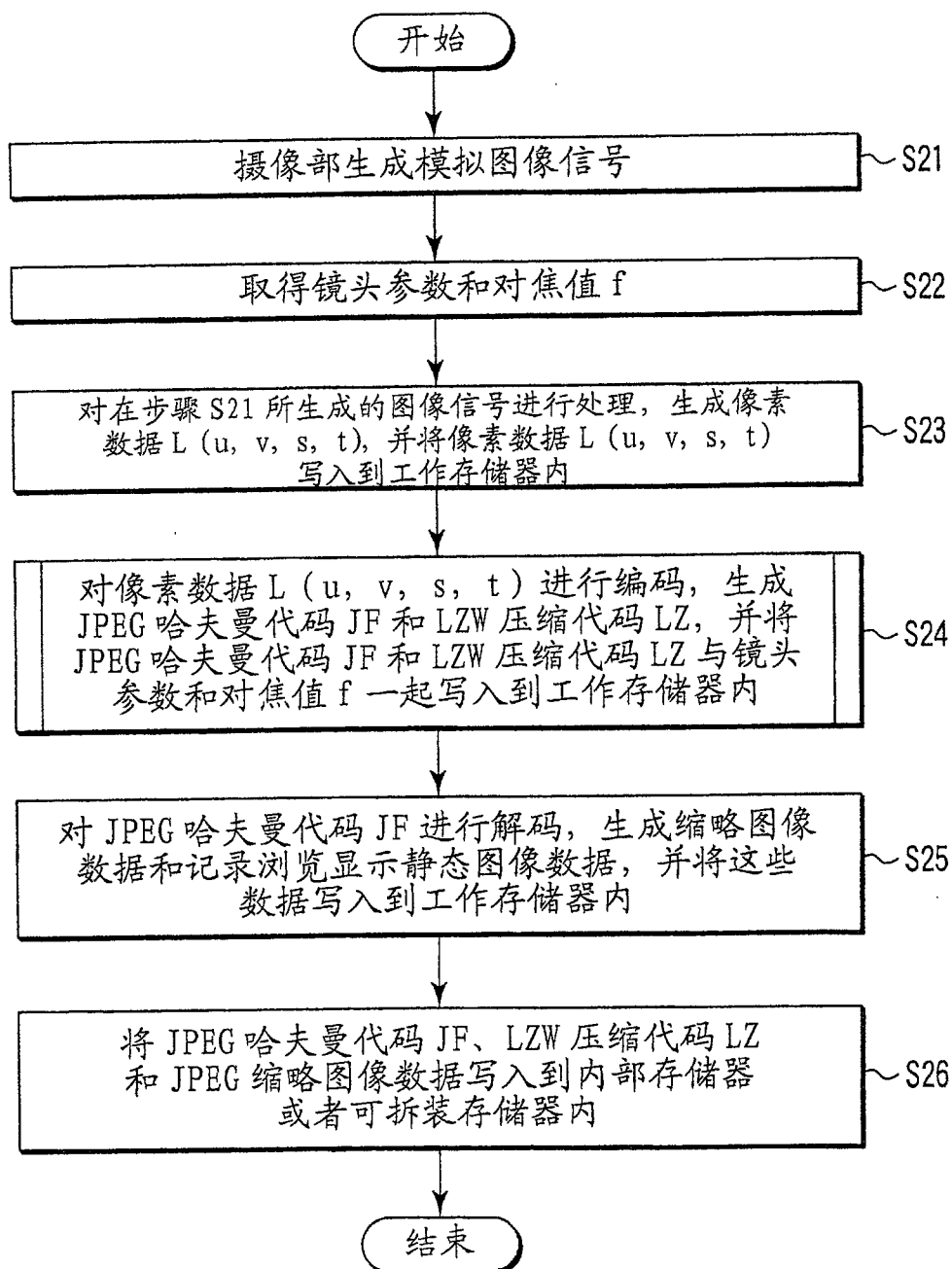


图 12

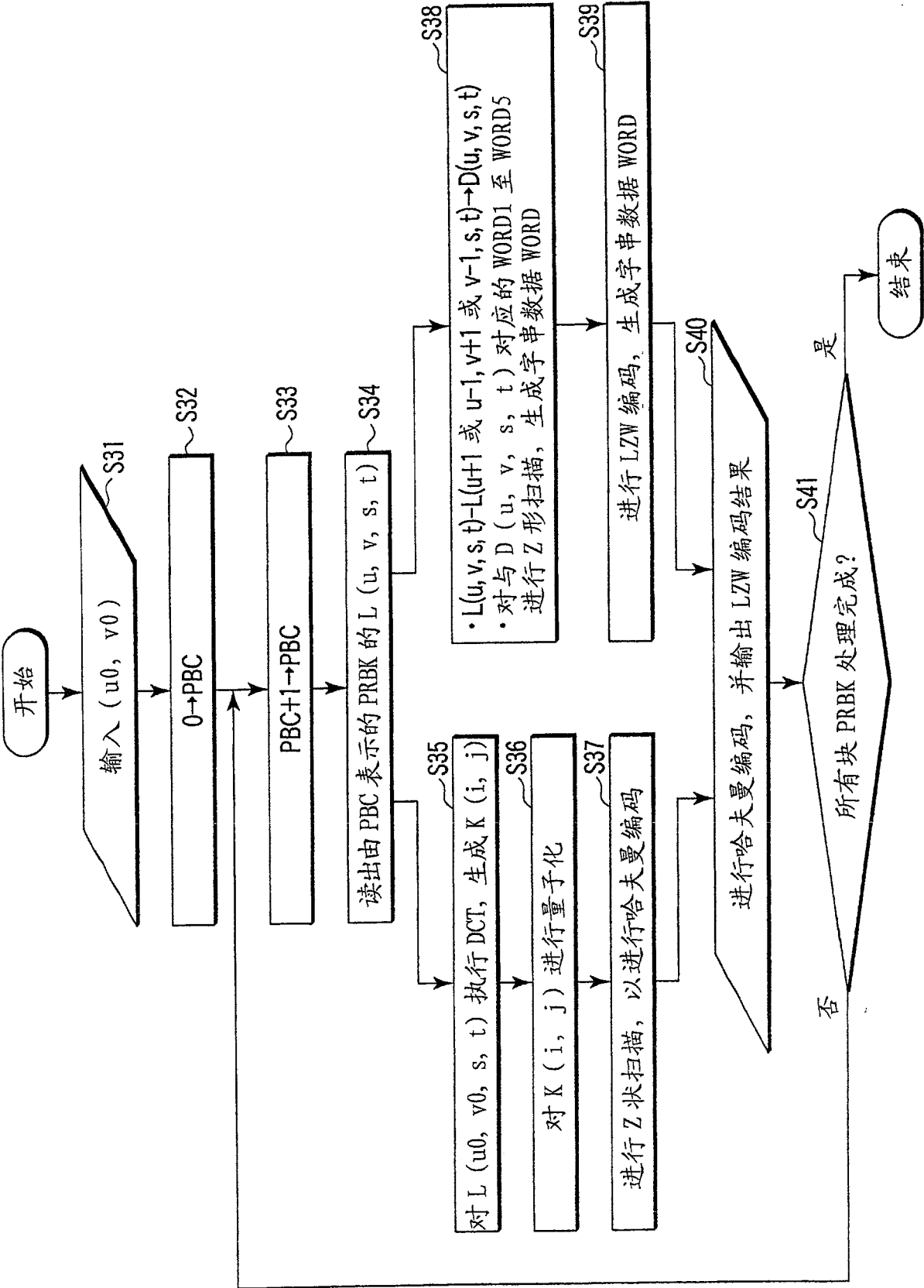


图 13

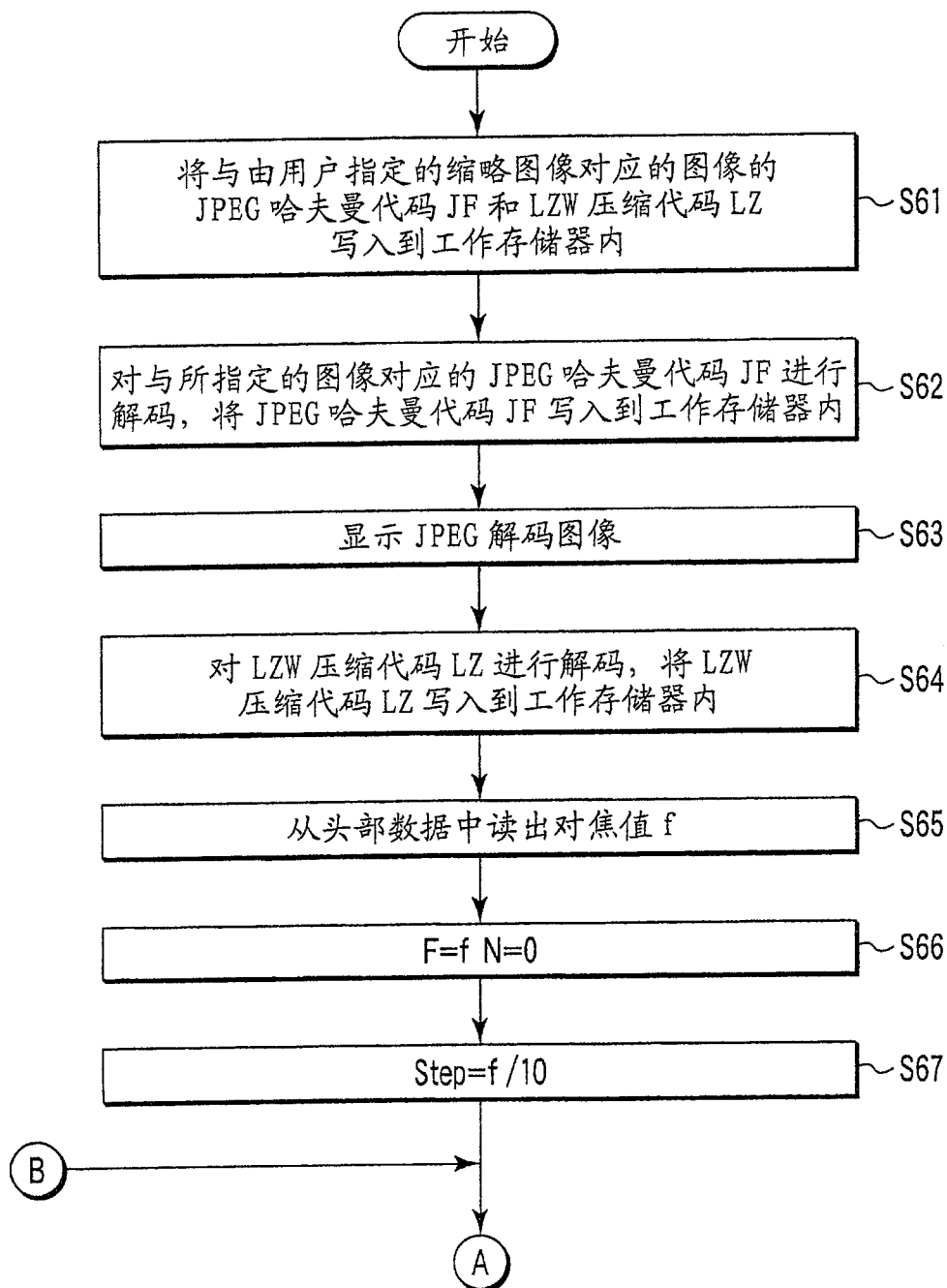


图 14

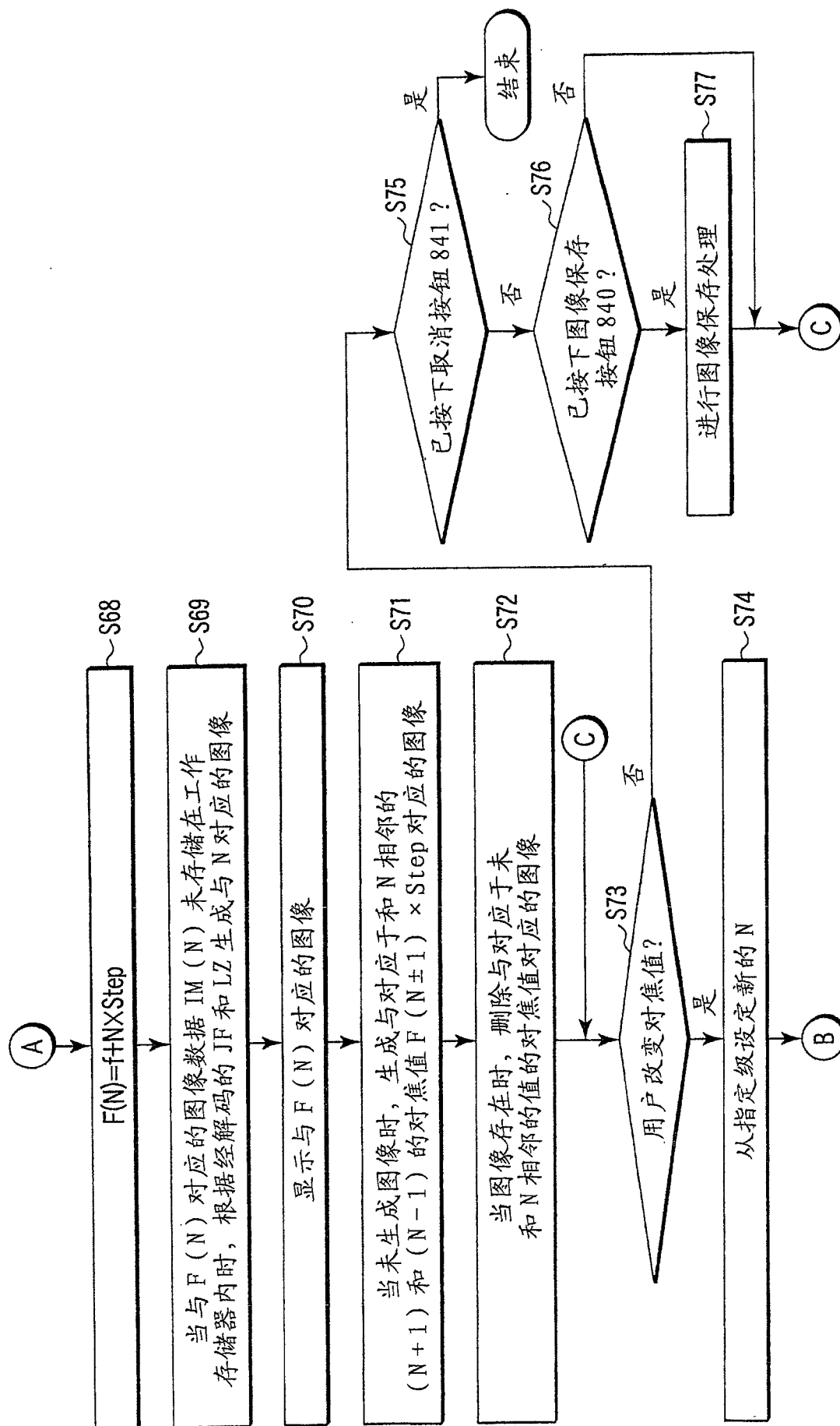


图 15

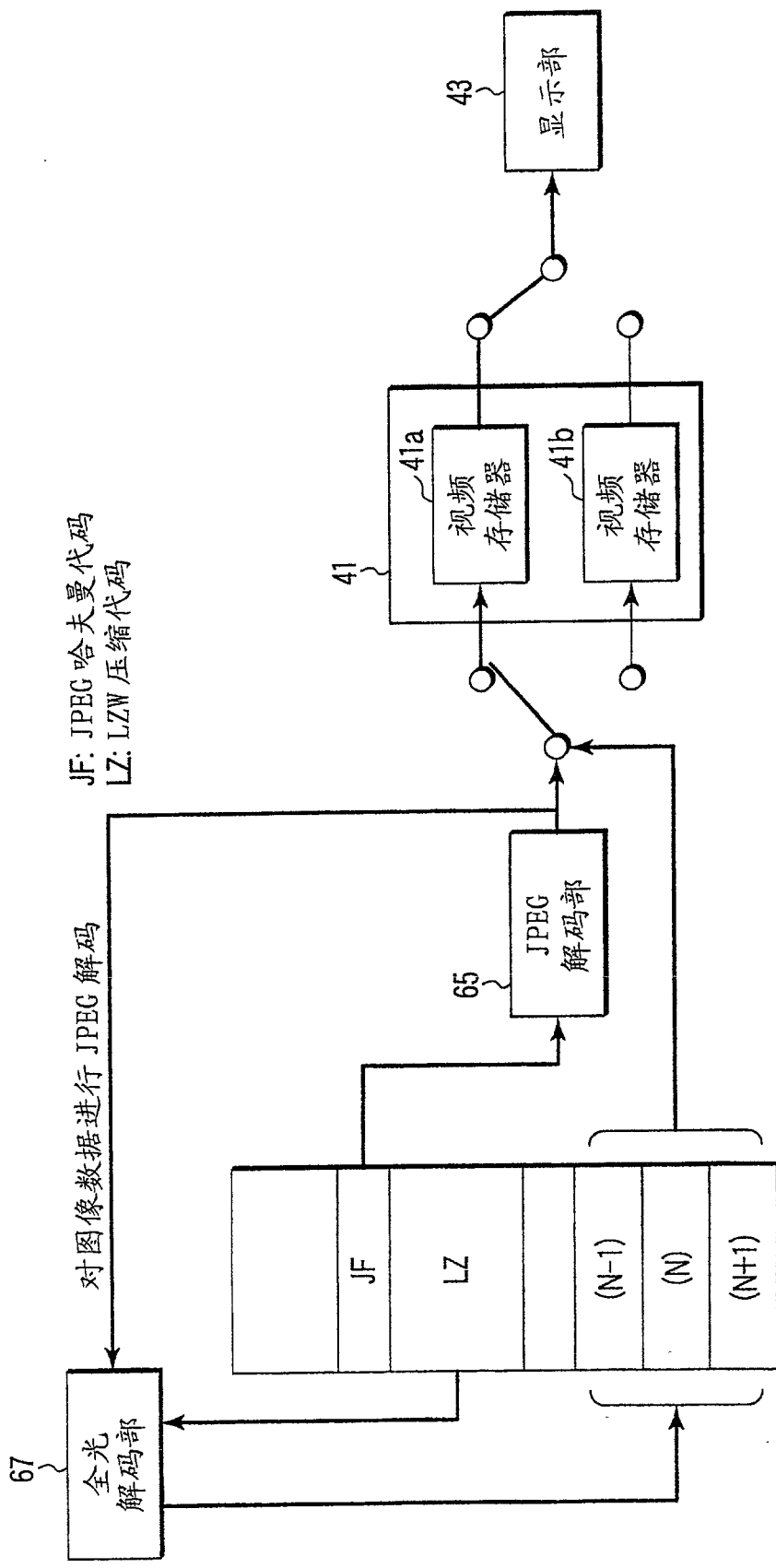


图 16

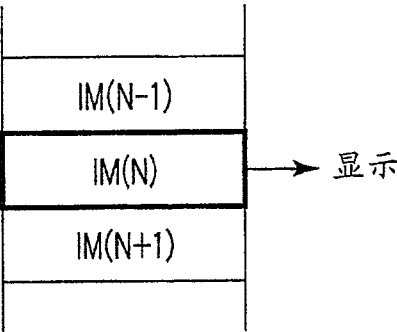


图 17A

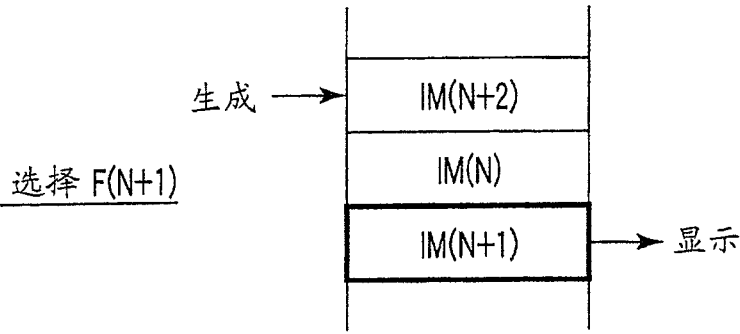


图 17B

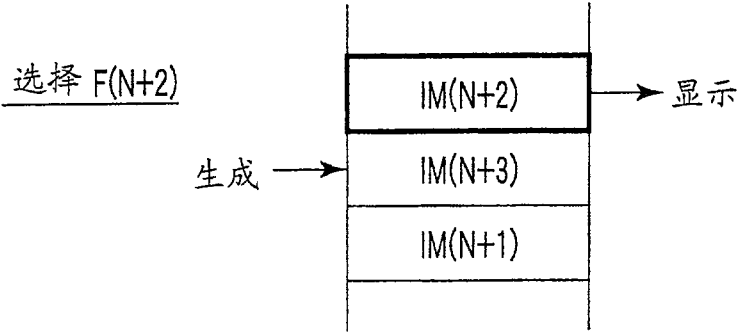


图 17C

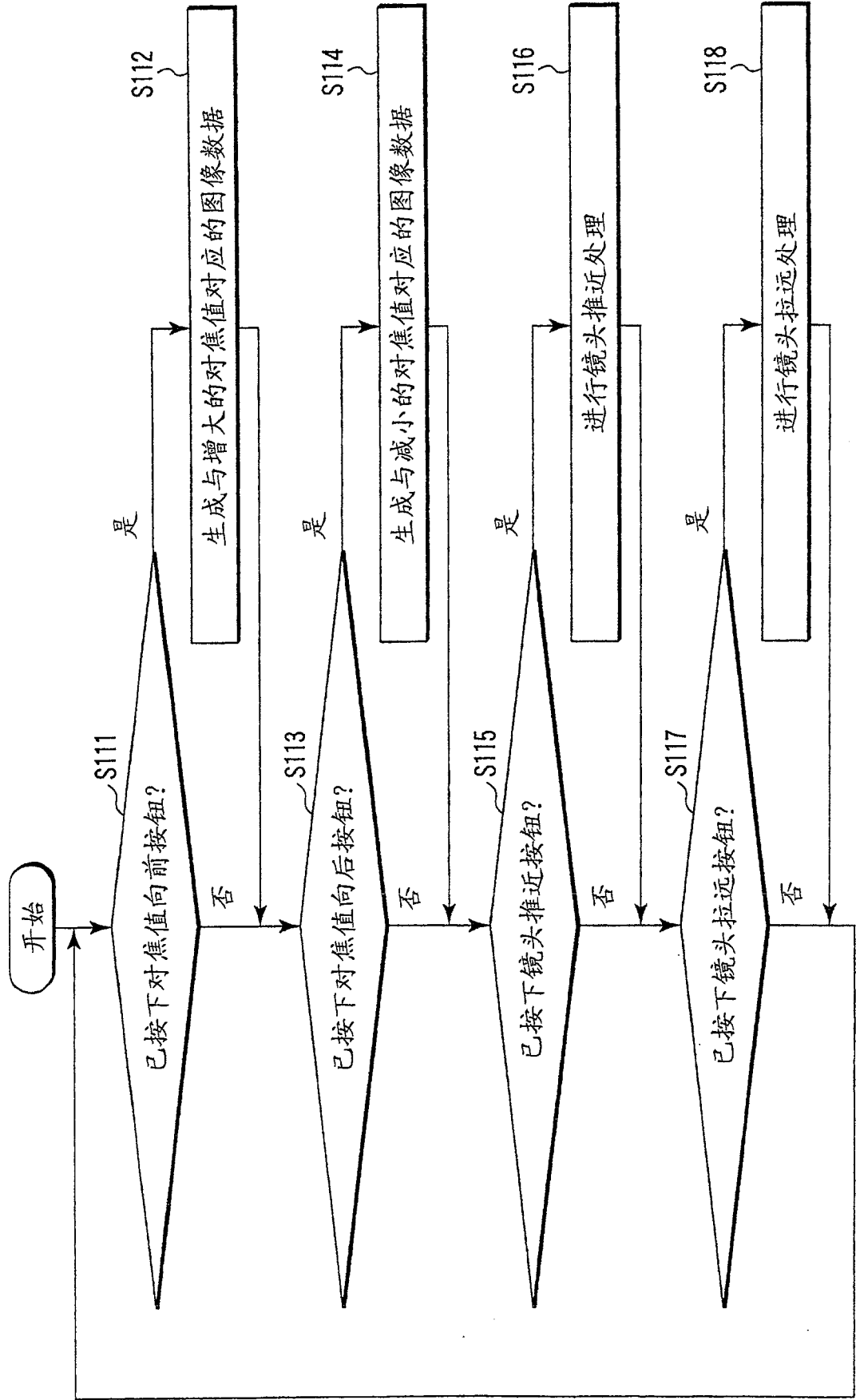


图 18

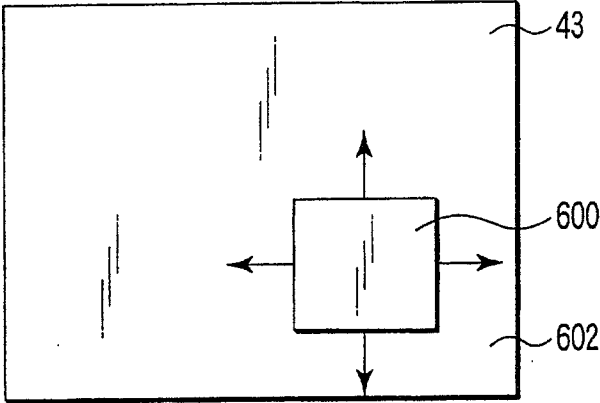


图 19

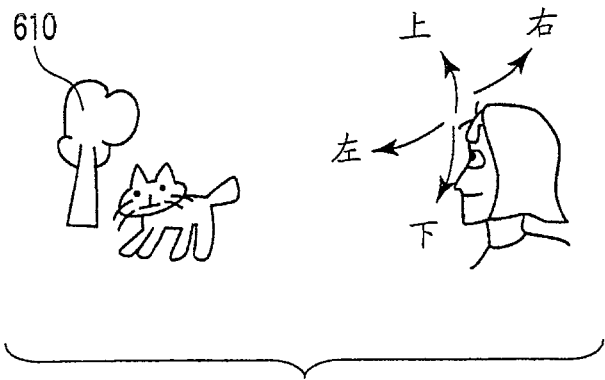


图 20

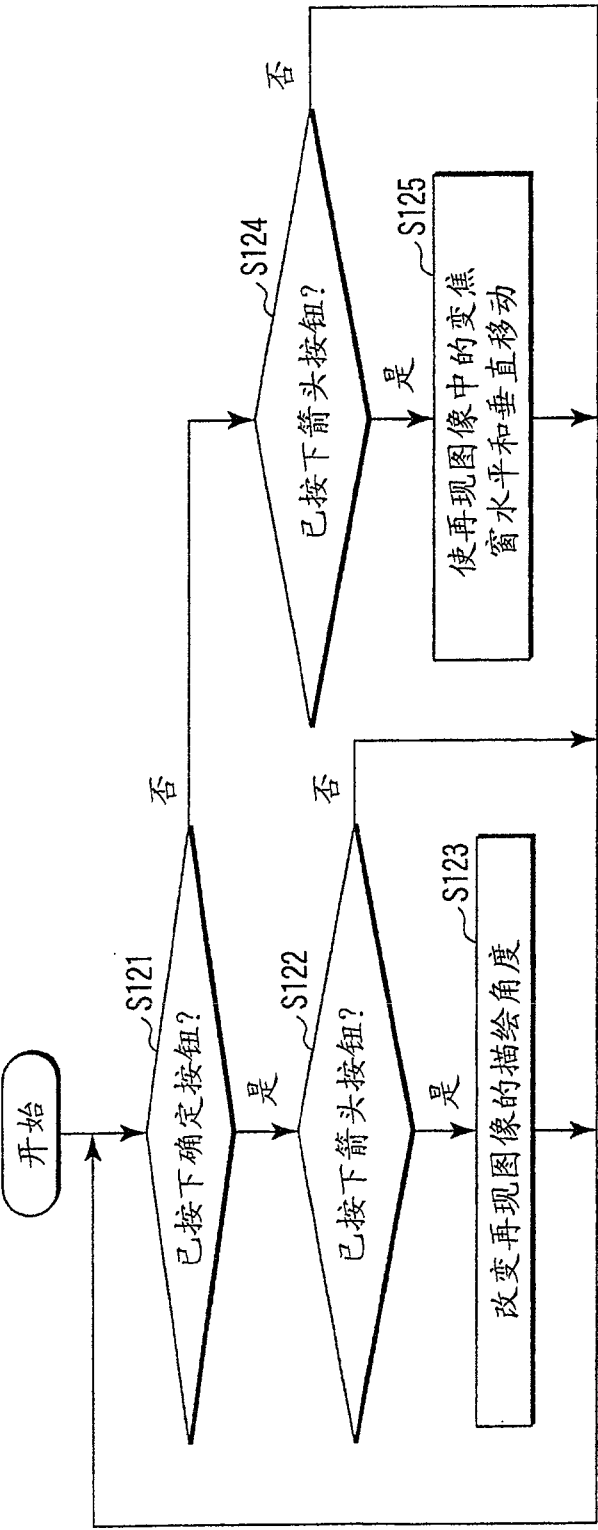


图 21

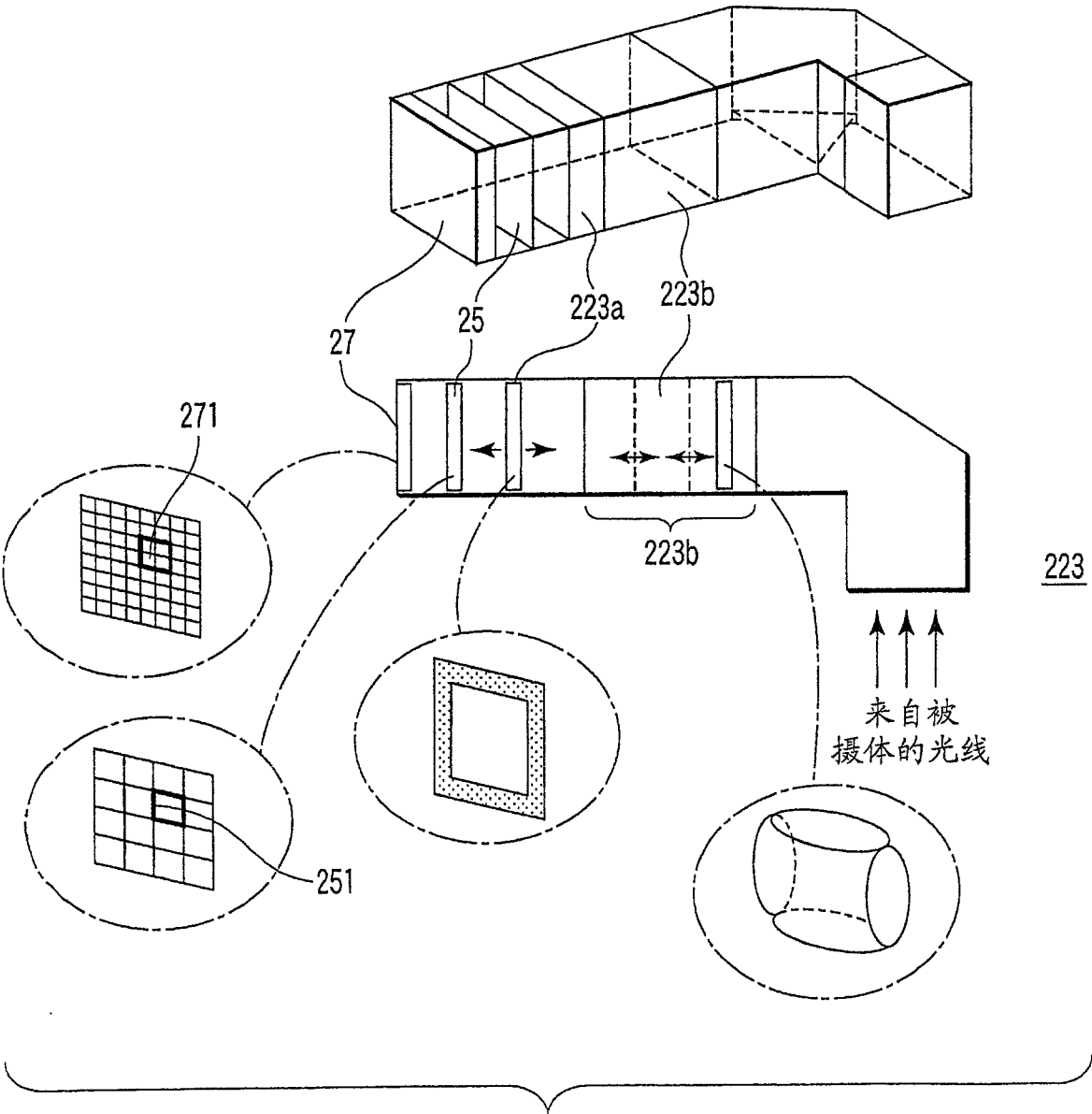


图 22

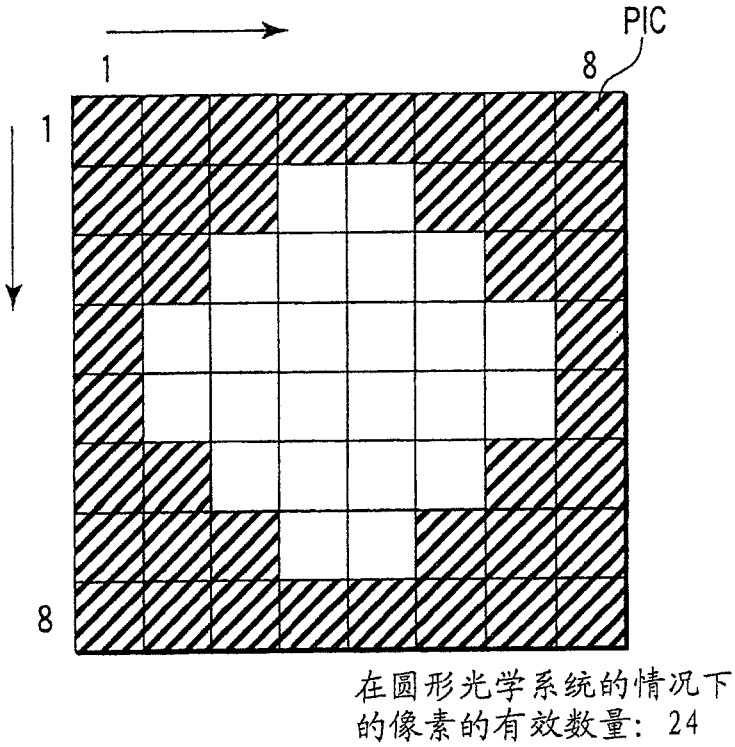


图 23

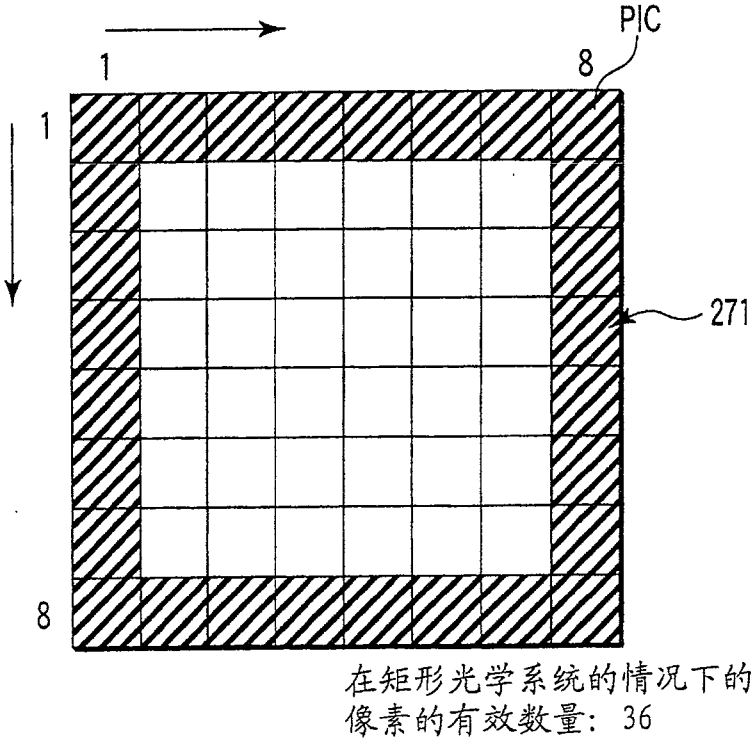


图 24

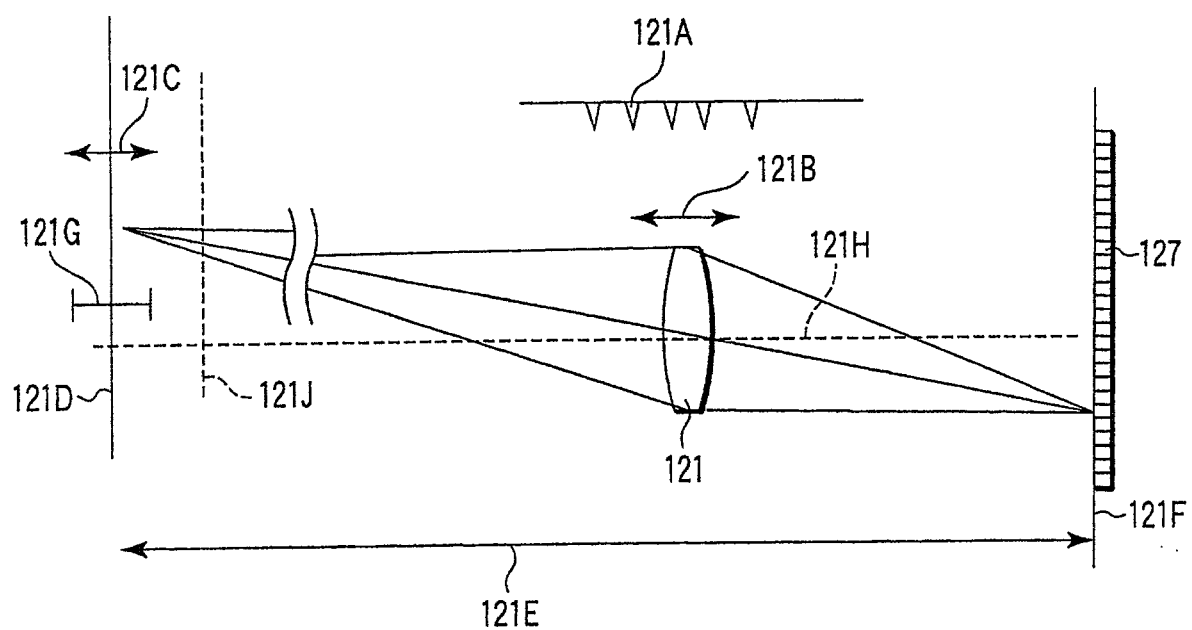


图 25

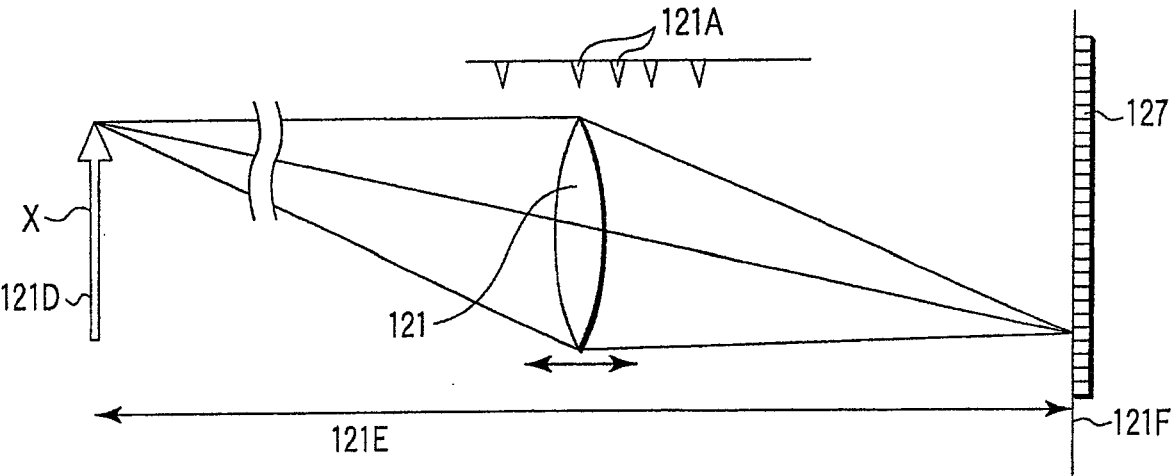


图 26A

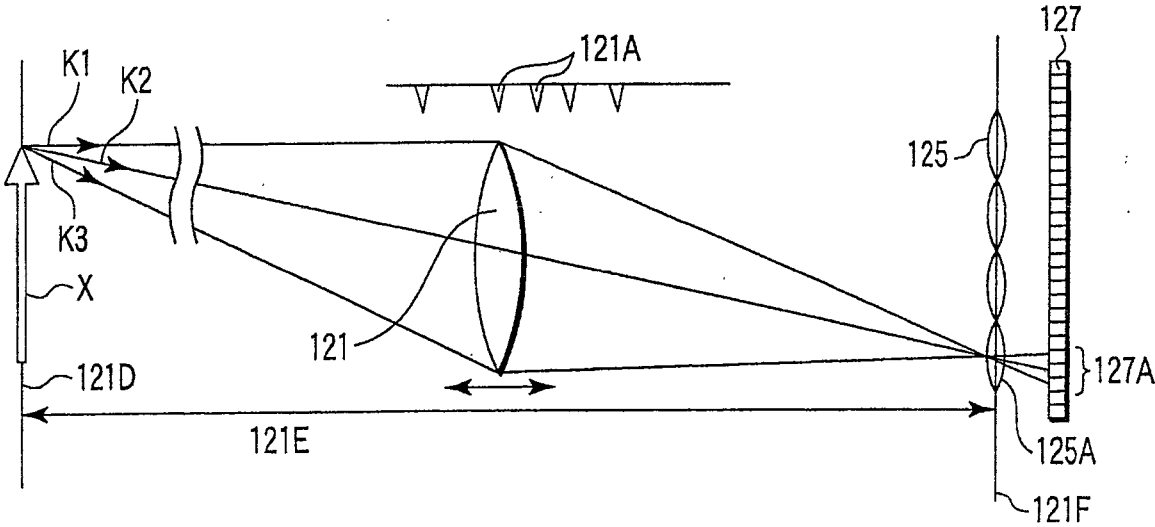


图 26B