



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101212566 B

(45) 授权公告日 2010. 07. 28

(21) 申请号 200710160544. 4

审查员 胡妮

(22) 申请日 2007. 12. 25

(30) 优先权数据

2006-350717 2006. 12. 26 JP

(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

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 黄纶伟

(51) Int. Cl.

H04N 5/225(2006. 01)

H04N 1/41(2006. 01)

G02B 27/22(2006. 01)

G06T 17/00(2006. 01)

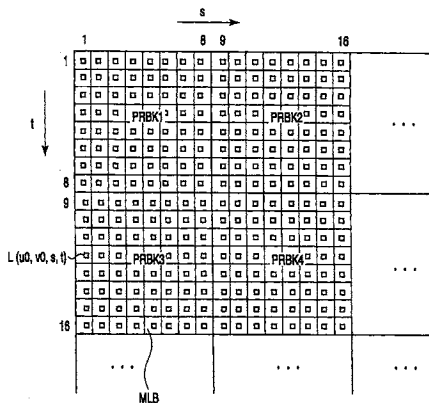
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 15 页

(54) 发明名称

编码方法、电子相机以及解码方法

(57) 摘要

本发明提供一种编码方法、电子相机、记录有编码程序的记录介质以及解码方法,该编码方法对光线信息进行编码,该光线信息包括来自被拍摄体的光线入射到规定平面时在该平面上的位置信息、以及该光线入射到上述平面的角度信息,上述光线信息被分割为多个处理单位块 PRBK。在第 1 编码处理中,分别对上述多个处理单位块 PRBK 实施压缩编码,取得构成与上述被拍摄体有关的第 1 图像信息的第 1 块单位信息(步骤 S35 ~ S37)。在第 2 编码处理中,分别对上述多个处理单位块实施压缩编码,取得构成不同于上述第 1 图像信息的第 2 图像信息的第 2 块单位信息(步骤 S38 ~ S39)。



1. 一种编码方法,该编码方法对光线信息进行编码,该光线信息包含来自被拍摄体的光线入射到规定平面时在该平面上的位置信息、以及该光线入射到上述平面的角度信息,该编码方法包括如下步骤:

把上述光线信息分割为多个二维块,其中,上述光线信息是通过使用摄像元件接受来自上述被拍摄体的光线而得到的二维排列的像素数据,上述多个二维块包含多个上述像素数据,且包含有从上述被拍摄体向不同方向扩散的上述光线的角度信息;

每次多个地汇集上述二维块,取得多个处理单位块作为处理单位块;

执行第 1 编码处理,即分别对上述多个处理单位块实施空间频率转换编码,取得构成与上述被拍摄体有关的第 1 图像信息的第 1 块单位信息;以及

执行第 2 编码处理,即分别对上述多个处理单位块实施 LZ 编码,取得构成不同于上述第 1 图像信息的第 2 图像信息的第 2 块单位信息,上述 LZ 编码是基于字典的通用编码,

上述第 1 编码处理中,将上述处理单位块内的上述多个二维块中规定像素的像素数据作为编码处理对象,上述第 2 编码处理中,将上述规定像素之外的像素的像素数据作为编码处理对象。

2. 根据权利要求 1 所述的编码方法,上述第 2 编码处理包含如下处理,即,在上述二维块内依次生成以上述规定像素为基点而相邻的像素的像素数据之间的差值数据,对通过一维排列所生成的多个差值数据而得到的字符进行编码。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的编码方法,上述第 2 编码处理中,不将上述规定像素之外的像素中的一部分像素作为编码对象。

4. 根据权利要求 1 所述的编码方法,并列执行上述第 1 编码处理和上述第 2 编码处理。

5. 根据权利要求 4 所述的编码方法,上述第 1 编码处理是不可逆的压缩处理,上述第 2 编码处理是可逆的压缩处理。

6. 一种电子相机,该电子相机具有:

聚焦透镜;

微透镜阵列,其配置在上述聚焦透镜的焦点位置上,由多个微透镜构成;

摄像元件,其由二维配置的多个像素构成,把按照顺序分别通过上述聚焦透镜和上述多个微透镜而形成的被拍摄体像转换为电信号;以及

编码部,其对与上述多个像素的受光结果对应的光线信息进行编码,

上述光线信息包括来自上述被拍摄体的光线入射到规定平面时在该平面上的位置信息、以及该光线入射到上述平面的角度信息,

把上述光线信息分割为多个二维块,其中,上述光线信息是通过使用摄像元件接受来自上述被拍摄体的光线而得到的二维排列的像素数据,上述多个二维块包含多个上述像素数据,且包含有从上述被拍摄体向不同方向扩散的上述光线的角度信息,

每次多个地汇集上述二维块,取得多个处理单位块作为处理单位块,

上述编码部对拍摄上述被拍摄体时得到的上述光线信息进行编码,当取得与上述被拍摄体有关的第 1 图像信息和与上述第 1 图像信息不同种类的第 2 图像信息时,将上述光线信息分割为多个处理单位块,对每个上述处理单位块执行第 1 编码处理和第 2 编码处理,其中,上述第 1 编码处理中,分别对上述多个处理单位块实施空间频率转换编码,生成构成上述第 1 图像信息的第 1 块单位信息;上述第 2 编码处理中,分别对上述处理单位块实施 LZ

编码,取得构成上述第2图像信息的第2块单位信息,上述LZ编码是基于字典的通用编码,上述第1编码处理中,将上述处理单位块内的上述多个二维块中规定像素的像素数据作为编码处理对象,上述第2编码处理中,将上述规定像素之外的像素的像素数据作为编码处理对象。

7. 根据权利要求6所述的电子相机,该电子相机还具有:

显示图像的显示部;以及

显示处理部,其使上述显示部显示对与上述光线信息中用于生成上述第1图像信息的光线信息对应的图像实施图像处理后的图像,作为实时取景。

8. 根据权利要求6所述的电子相机,上述编码部生成从上述光线信息中用于生成上述第1图像信息的光线信息中除规定信息后的信息,对该所生成的信息进行编码,生成缩略图像数据。

9. 根据权利要求8所述的电子相机,该电子相机还具有记录部,该记录部把上述第1图像信息、上述第2图像信息和上述缩略图像数据记录到可相对于上述电子相机拆装的记录介质中。

10. 一种解码方法,该解码方法对编码后的光线信息进行解码,该光线信息包括来自被拍摄体的光线入射到规定平面时在该平面上的位置信息、以及该光线入射到上述平面的角度信息,

把上述光线信息分割为多个二维块,其中,上述光线信息是通过使用摄像元件接受来自上述被拍摄体的光线而得到的二维排列的像素数据,上述多个二维块包含多个上述像素数据,且包含有从上述被拍摄体向不同方向扩散的上述光线的角度信息,

每次多个地汇集上述二维块,取得多个处理单位块作为处理单位块,

该解码方法具有如下步骤:

第1解码处理,按照每个规定的处理单位块,对将上述光线信息编码而得到的上述被拍摄体的编码后的第1图像信息进行解码,生成构成上述第1解码图像信息的第1块单位信息;以及

第2解码处理,按照每个上述规定的处理单位块,对与上述被拍摄体有关的、与上述第1图像信息不同种类的编码后的第2图像信息进行解码,生成构成上述第2解码图像信息的第2块单位信息,

上述第1解码处理是生成构成上述处理单位块的多个二维块数据的各个规定像素数据而作为上述第1解码图像信息的处理;上述第2解码处理是根据所生成的规定像素数据,分别对上述多个二维块数据生成上述规定像素数据之外的像素数据而作为上述第2解码图像信息的处理。

11. 根据权利要求10所述的解码方法,上述第2解码处理中,根据上述第1解码图像信息对上述第2图像信息进行解码。

12. 根据权利要求10所述的解码方法,上述第1解码处理是与不可逆的压缩处理对应的解码处理;上述第2解码处理是与可逆的压缩处理对应的解码处理。

编码方法、电子相机以及解码方法

[0001] 本发明申请涉及在 2006 年 12 月 26 日提交的日本专利申请第 2006-350717 号中包含的主题,该主题在本发明申请全文中被引用。

技术领域

[0002] 本发明涉及对由全光相机 (Plenoptic camera) 拍摄到的图像进行编码的编码方法、电子相机、记录有编码程序的记录介质以及对编码后的图像进行解码的解码方法。

背景技术

[0003] 图 20 是表示通常的相机聚焦功能的图。通过聚焦透镜 21 和未图示的其他光学系统 (例如变焦光学系统) 聚光后的光被投射到配置于像平面 21F 的摄像元件 27 上。如箭头 21B 所示,聚焦透镜 21 相对于像平面 21F 的位置可以沿着光轴 21H 而改变。聚焦透镜 21 的位置例如在自动聚焦 (AF) 等控制时用于相机的固件 (Firmware) 等的处理。该聚焦透镜 21 的位置是通过离散性的数值进行管理的。图中 21A 表示这种“聚焦值”。

[0004] 在此,当通常的相机的光学系统中包含变焦光学系统时、或者其属于较复杂的光学系统时,通过包含多个透镜在内的透镜组来构成聚焦透镜 21。此时,聚焦值 21A 成为表示这种透镜组中可改变和控制的总体状态的值。

[0005] 相机的透镜基本上在平面上对平面上的物体进行成像。在此,将通过配置成规定的聚焦值的聚焦透镜 21 而清晰地成像在像平面 21F 上的平面称作“最佳的物体平面”。当被拍摄体位于最佳的物体平面 21D 上时,在完全对焦的状态下成像在摄像元件 27 上。通过改变聚焦值 21A,可以改变从像平面 21F 到最佳的物体平面 21D 的距离、即被拍摄体距离 21E。聚焦值 21A 与被拍摄体距离 21E 成为一对一的对应关系。

[0006] 实际上即使存在与模糊的允许范围对应的被拍摄场深度 21G,物体平面 21J 从最佳的物体平面错开相当于被拍摄场深度 21G 的量,实质上也会在对焦的状态下投射在摄像元件 27 上。

[0007] 图 19A 表示使用这种通常的相机进行拍摄的情况。首先通过自动聚焦或者手动聚焦的操作使焦点对准被拍摄体 X。该动作与通过使聚焦透镜 21 在光轴 21H 的方向上移动从而将最佳的物体平面 21D 对准被拍摄体 X 的被拍摄体面的情况对应。图 19A 表示聚焦透镜 21 移动到某个聚焦值 21A 上,最佳的物体平面 21D 与被拍摄体 X 的被拍摄体面一致的状态。当在该状态下按下释放按钮时,来自被拍摄体 X 的光通过对焦状态下的聚焦透镜 21 而被投射到摄像元件 27 上。

[0008] 与此相对,如图 19B 所示,在全光相机中,将来自被拍摄体 X 的光投射到微透镜阵列 25 上。即,在图 19B 的像平面 21F 上设置有微透镜阵列 25,摄像元件 27 被配置在其后的面上。通过这种结构,被投射到微透镜阵列 25 上的来自被拍摄体 X 的各种光线 K1、K2、K3 被各个微透镜 25A 分离,投射到摄像元件 27 的一部分 27A 上。因而在通过该摄像元件的一部分 27A 成像的信息中包含光线方向的信息。另一方面,由于被拍摄体 X 的光投射到微透镜阵列 25 上,所以可以认为摄像元件 27 的成像结果包含有位置信息,该位置信息表示光线

是来自被拍摄体的哪个位置的光。

[0009] 这样,作为全光相机的摄像元件的成像结果的图像信息(光场(Lightfield)图像)包含有空间上的光线的信息(光线信息)。如上所述,全光相机可以对四维的光线信息进行采样。

[0010] 在美国专利 6097394 中记载有对光线信息(光场图像信息)进行编码的方法。在该方法中,为了提高解码速度而采用了矢量量子化。并且,该方法不同于例如访问解码数据较为复杂的动态图像专家组(MPEG)方式等中采用的预测编码,而是参照码本(Codebook)内的索引并将其输出出来对矢量编码数据进行解码。

[0011] 在美国专利 6097394 的方法中,光线信息被矢量量子化,在进行矢量量子化时采用的码本和索引被 LZ(Lempel-Ziv) 编码而装入到位流(BitStream)内。为了提高图像质量,在最开始生成适当的码本之前,例如进行基于试误(Try and Error)的编码,生成训练(training)集合。

[0012] 在此,由于基于试误的编码处理负荷较大,因而应用到便携型全光相机的实时拍摄中未必适当。因而期待出现一种适于装入便携型全光相机的更为适当的编码方法。

[0013] 而且,在美国专利 6097394 中没有记载如何从与主要的光线信息一并被编码的图像中提取索引显示于便携设备或计算机上的缩略图像的内容。

[0014] 在“Light Field Photography with a Hand-held Plenoptic Camera”, Ren Ng et, Stanford Tech Repot CTSR 2005-02, 2005 中公开了具备机械/光学特征的便携型全光相机。但在该文献中没有公开如何对所取得的图像进行编码的内容。而且,在该文献中也没有公开在显示器上实时显示所取得的图像的方法、和对缩略图像进行编码的方法。

[0015] 在“Fourier Slice Photography”, Ren Ng, Stanford University, 2005 中公开有傅立叶分层(Fourier Slicing)法,其是对由全光相机取得的图像进行重新聚焦(Refocus)来生成各种焦点深度下聚焦而成的图像的方法。但在该文献中没有公开取得光线信息的全光相机等设备如何对光线信息进行编码,也没有公开对应取得的图像进行实时取景显示的方法。

[0016] 并且,在“光線情報に基づく空間符号化(3-D Space Coding Based onLight Ray Data)”高野他、映像情報メディア学会誌 Vol. 52, No. 1, pp. 1321-7 中,公开有把光线信息分割为块而实施四维离散余弦转换(DCT)的技术。但在该技术中必须对庞大的四维数据执行四维的DCT。因而不仅编码变得复杂,还要对除去直流分量之外的所有DCT系数应用线性量子化,所以光线的传播方向的信息被不可逆地编码,存在丢失该信息的可能。

发明内容

[0017] 本发明的目的在于,提供一种能够以较小的编码处理负担来提供高画质的光线信息的编码方法及其解码方法、电子相机、以及记录有这样的编码程序的记录介质。

[0018] 此外,本发明还提供一种编码方法,该编码方法对光线信息进行编码,该光线信息包含来自被拍摄体的光线入射到规定平面时在该平面上的位置信息、以及该光线入射到上述平面的角度信息,该编码方法包括如下步骤:把上述光线信息分割为多个二维块,其中,上述光线信息是通过使用摄像元件接受来自上述被拍摄体的光线而得到的二维排列的像素数据,上述多个二维块包含多个上述像素数据,且包含有从上述被拍摄体向不同方向扩

散的上述光线的角度信息；每次多个地汇集上述二维块，取得多个处理单位块作为处理单位块；执行第 1 编码处理，即分别对上述多个处理单位块实施空间频率转换编码，取得构成与上述被拍摄体有关的第 1 图像信息的第 1 块单位信息；以及执行第 2 编码处理，即分别对上述多个处理单位块实施 LZ 编码，取得构成不同于上述第 1 图像信息的第 2 图像信息的第 2 块单位信息，上述 LZ 编码是基于字典的通用编码，上述第 1 编码处理中，将上述处理单位块内的上述多个二维块中规定像素的像素数据作为编码处理对象，上述第 2 编码处理中，将上述规定像素之外的像素的像素数据作为编码处理对象。

[0019] 此外，本发明还提供一种电子相机，该电子相机具有：聚焦透镜；微透镜阵列，其配置在上述聚焦透镜的焦点位置上，由多个微透镜构成；摄像元件，其由二维配置的多个像素构成，把按照顺序分别通过上述聚焦透镜和上述多个微透镜而形成的被拍摄体像转换为电信号；以及编码部，其对与上述多个像素的受光结果对应的光线信息进行编码，上述光线信息包括来自上述被拍摄体的光线入射到规定平面时在该平面上的位置信息、以及该光线入射到上述平面的角度信息，把上述光线信息分割为多个二维块，其中，上述光线信息是通过使用摄像元件接受来自上述被拍摄体的光线而得到的二维排列的像素数据，上述多个二维块包含多个上述像素数据，且包含有从上述被拍摄体向不同方向扩散的上述光线的角度信息，每次多个地汇集上述二维块，取得多个处理单位块作为处理单位块，上述编码部对拍摄上述被拍摄体时得到的上述光线信息进行编码，当取得与上述被拍摄体有关的第 1 图像信息和与上述第 1 图像信息不同种类的第 2 图像信息时，将上述光线信息分割为多个处理单位块，对每个上述处理单位块执行第 1 编码处理和第 2 编码处理，其中，上述第 1 编码处理中，分别对上述多个处理单位块实施空间频率转换编码，生成构成上述第 1 图像信息的第 1 块单位信息；上述第 2 编码处理中，分别对上述处理单位块实施 LZ 编码，取得构成上述第 2 图像信息的第 2 块单位信息，上述 LZ 编码是基于字典的通用编码，上述第 1 编码处理中，将上述处理单位块内的上述多个二维块中规定像素的像素数据作为编码处理对象，上述第 2 编码处理中，将上述规定像素之外的像素的像素数据作为编码处理对象。

[0020] 此外，本发明还提供一种解码方法，该解码方法对编码后的光线信息进行解码，该光线信息包括来自被拍摄体的光线入射到规定平面时在该平面上的位置信息、以及该光线入射到上述平面的角度信息，把上述光线信息分割为多个二维块，其中，上述光线信息是通过使用摄像元件接受来自上述被拍摄体的光线而得到的二维排列的像素数据，上述多个二维块包含多个上述像素数据，且包含有从上述被拍摄体向不同方向扩散的上述光线的角度信息，每次多个地汇集上述二维块，取得多个处理单位块作为处理单位块，该解码方法具有如下步骤：第 1 解码处理，按照每个规定的处理单位块，对将上述光线信息编码而得到的上述被拍摄体的编码后的第 1 图像信息进行解码，生成构成上述第 1 解码图像信息的第 1 块单位信息；以及第 2 解码处理，按照每个上述规定的处理单位块，对与上述被拍摄体有关的、与上述第 1 图像信息不同种类的编码后的第 2 图像信息进行解码，生成构成上述第 2 解码图像信息的第 2 块单位信息，上述第 1 解码处理是生成构成上述处理单位块的多个二维块数据的各个规定像素数据而作为上述第 1 解码图像信息的处理；上述第 2 解码处理是根据所生成的规定像素数据，分别对上述多个二维块数据生成上述规定像素数据之外的像素数据而作为上述第 2 解码图像信息的处理。

[0021] 本发明的其他优点将在随后的说明中进行阐述，其部分根据该说明会变得清楚，

或者可以通过实施本发明而获知。本发明的优点可以由下文中具体指出的手段及其组合而实现并获得。

附图说明

[0022] 被并入且构成本说明书的一部分的附图例示了本发明的实施方式,并与前面给出的一般描述和后面给出的实施方式的详细描述一起用于解释本发明的原理。

[0023] 图 1 是本发明的实施方式涉及的数字相机的整体结构图。

[0024] 图 2 是用于说明图 1 所示的微透镜阵列和摄像部的像素之间的关系关系的图。

[0025] 图 3 是用于说明微透镜块的图。

[0026] 图 4 是用于说明图 1 所示的处理部的功能的一部分的框图。

[0027] 图 5 是用于说明图 4 所示的像素数据生成部的处理的流程图。

[0028] 图 6 是用于说明本发明的实施方式中微透镜块的图。

[0029] 图 7 是用于说明本发明的实施方式中处理 (processing) 块的图。

[0030] 图 8A 是用于说明本发明的实施方式中微透镜块的编码方法的图。

[0031] 图 8B 是用于说明微透镜块的其他编码方法的图。

[0032] 图 9 是用于说明本发明的实施方式涉及的编码方法中采用的 Z 形扫描的图。

[0033] 图 10 是用于说明本发明的实施方式中被编码的图像数据的记录格式的图。

[0034] 图 11 是用于说明根据图 1 所示的摄像部的成像结果对图像数据进行编码并将其写入到作业存储器中的动作的流程图。

[0035] 图 12 是用于说明图 11 所示的动作中的数据流向的图。

[0036] 图 13 是用于说明图 11 所示的步骤 S24 的处理的流程图。

[0037] 图 14 是用于说明本发明的实施方式中缩略图像的编码方法的流程图。

[0038] 图 15 是用于说明本发明的实施方式中再现处理的流程图。

[0039] 图 16 是用于说明图 15 所示的再现处理中数据流向的图。

[0040] 图 17 是用于说明本发明的实施方式中实时取景图像的显示处理的图。

[0041] 图 18 是用于说明本发明的实施方式的编码处理的变形例的图。

[0042] 图 19A 和图 19B 是用于说明现有相机和全光相机的拍摄原理的图。

[0043] 图 20 是用于说明通常的相机的拍摄原理的图。

具体实施方式

[0044] 图 1 是本发明的实施方式涉及的数字相机 1 的整体结构图。如图 1 所示,数字相机 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、作业存储器 31、处理部 32、存储器接口 33、内部存储器 35、存储器接口 37、可拆装的存储器 39、视频存储器 41、显示部 43、外部接口 45、闪速存储器 (Flash Memory) 47 和 CPU 48。

[0045] AFE 29、作业存储器 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 和 CPU 48 通过信号线 21 电连接。

[0046] 操作部 22 把对应于用户操作的操作信号输出给 CPU 48。操作部 22 包含用于使数字相机 1 的电源导通的电源按钮、和用于执行静止图像拍摄的释放按钮等各种操作部件。

[0047] 光学系统 23 由聚焦透镜 23a 和变焦透镜 23b 构成,对来自被拍摄体的光进行聚光等而朝向微透镜阵列 25 出射。聚焦透镜 23a 将来自被拍摄体各点的光投射到微透镜阵列 25 上的一个汇聚点上。

[0048] 如图 2 和图 3 所示,微透镜阵列 25 是通过配置成 $s \times t$ 矩阵状的多个微透镜 ML(s, t) 而构成的。各微透镜分别将从被拍摄体的各点入射进来的光(汇聚光)按照始于该点的出射方向(角度)进行分离,投射到摄像部 27 的摄像元件面上对应的像素上。

[0049] 在本实施方式中,构成微透镜阵列 25 的各个微透镜的二维形状与聚焦透镜 23a 的二维形状相同。该二维形状例如为矩形。使各微透镜的二维形状与聚焦透镜 23a 的二维形状相同,从而可以减少构成微透镜块 MLB(s, t) 的 6×6 像素中有效光没有入射的像素(无用的像素)的数量。

[0050] 摄像部 27 是 CCD 传感器和 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 是把多个像素配置成矩阵状而构成的。各个像素的受光面的形状例如为矩形。在本实施方式中,聚焦透镜 23a、各个微透镜以及像素的受光面都为相同形状、即矩形。由此可以减少从聚焦透镜 23a 入射的光中无法用摄像部 27 的像素接受的光的比例,可以提高摄像部 27 的受光灵敏度。

[0051] 在本实施方式中,例如以 6×6 像素的微透镜块 MLB 为单位对构成摄像部 27 的像素进行处理。微透镜块 MLB(s, t) 例如与一个微透镜 ML(s, t) 对应。微透镜块 MLB(s, t) 无需与一个微透镜 ML(s, t) 一对一地对应。还可以通过像素插值处理等来生成微透镜块 MLB(s, t)。

[0052] 如图 3 所示,各微透镜块 MLB(s, t) 被分配有 6×6 个像素 PIC(u, v)。摄像部 27 生成与对各像素接受的光进行光电转换而产生的电荷对应的模拟的 RAW 图像信号。

[0053] 如后所述,在本实施方式中,处理部 32 根据从 RAW 图像信号获得的数字的 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 $L(u, v, s, t)$ 。

[0054] 在本实施方式中,各微透镜块 MLB(s, t) 的 6×6 个像素的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 具有光线信息。

[0055] 广义上的光线信息是指光线的信息。一般而言,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) 。但在数字相机 1 的摄影等中所设想的自由空间中,无论放射亮度取光线上的哪个点都是不变的,所以将一般的光线信息视为四维的光线信息。即,在此所说的光线信息是指包含光线在规定的二维多样性中交叉的点的位置和入射到该多样性中的角度的信息在内的信息。此时,规定的多样性是假想的要素,是任意的。规定的多样性例如是平面或者球面。并且,多样性也可以不是单一的,例如还可以由 2 个不同的平面构成。进而,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仅考虑到光线在规定的平面上交叉的点的位置(二维)和入射到该平面上的角度(二维)中该光线与平面上的一个方向矢量所成的角度(一维)而得到的。

[0056] 还可以把光线信息描述为 2 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专利 6097394 中。

[0057] 在本实施方式的数字相机 1 中,可以把微透镜阵列 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,用坐标 (u, v) 描述相对于该平面的入射角。

[0058] AFE 29 对从摄像部 27 输入的模拟图像信号实施规定的模拟前端处理。然后对处理后得到的图像信号进行 A/D 转换,将通过 A/D 转换得到的数字的 RAW 图像数据写入作业存储器 31。

[0059] 作业存储器 31 暂时存储处理部 32 的处理对象数据或者处理后的数据。作业存储器 31 例如是同步 DRAM(SDRAM)。

[0060] 处理部 32 如后所述进行通过拍摄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 (DSP)。后面详细说明该处理部 32 的处理。另外,处理部 32 是编码部的一个例子。

[0061] 内部存储器 35 例如是闪速存储器等半导体存储器,其固定装入在数字相机 1 内。内部存储器 35 存储通过拍摄得到的图像数据,并通过存储器接口 33 将图像数据输入输出给信号线 21。

[0062] 可拆装的存储器 39 例如是由闪速存储器构成的存储卡,可拆装地安装在数字相机 1 上。可拆装的存储器 39 存储通过拍摄得到的图像数据,并通过存储器接口 37 将图像数据输入输出给信号线 21。

[0063] 视频存储器 41 暂时存储由处理部 32 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 中的图像数据对应的图像。显示部 43 例如是液晶显示器。

[0064] 外部接口 45 与数字相机 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 (USB 接口)。

[0065] 闪速存储器 47 存储有用于执行拍摄动作的各种程序和用于执行各种处理的参数。

[0066] CPU 48 执行从闪速存储器 47 读取的程序,统一控制数字相机 1 的动作。

[0067] 下面说明图 1 所示的处理部 32。图 4 是用于说明图 1 所示的处理部 32 的功能的一部分的框图。

[0068] 如图 4 所示,处理部 32 作为功能块例如具有像素数据生成部 50、间除处理部 51、联合图像专家组 (JPEG) 编码部 53、全光编码部 55、头附加部 61、头解释部 63、JPEG 解码部 65、全光解码部 67。

[0069] 还可以不使用 DSP 而使用专用的硬件电路来构成像素数据生成部 50、间除处理部 51、JPEG 编码部 53、全光编码部 55、头附加部 61、头解释部 63、JPEG 解码部 65、全光解码部 67 的一部分。而且,还可以通过 DSP 之外的处理器来实现这些功能的一部分或者全部。

[0070] 大致把处理部 32 的处理分为例如生成像素数据 $L(u, v, s, t)$ 的处理、对像素数据 $L(u, v, s, t)$ 进行编码的处理、对编码后的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 进行解码的处理、显示与解码后的像素数据对应的图像的处理。

[0071] 下面按顺序说明各处理。

[0072] 首先说明像素数据生成部 50。图 5 是用于说明像素数据生成部 50 的处理的流程图。

[0073] 步骤 S11 :

[0074] 像素数据生成部 50 例如从作业存储器 31 读取 RAW 图像数据。

[0075] 步骤 S12 :

[0076] 像素数据生成部 50 对读取到的 RAW 图像数据执行去马赛克 (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。例如在很多数字相机所采用的单板式图像传感器中, 为使各像素仅具有单色的颜色信息而需要进行去马赛克处理。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旋转 RAW 图像数据表示的图像, 校正图 3 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 的排列的横向失调的处理。插值处理例如为了使各微透镜块 MLB 包含规定数量的像素数据而进行。

[0077] 步骤 S13 :

[0078] 像素数据生成部 50 将在步骤 S12 中生成的相当于 1 帧的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 作为被编码图像数据 TE 写入作业存储器 31 等。像素数据 $L(u, v, s, t)$ 是光线信息的一个例子。

[0079] 下面说明用于对被编码图像数据进行编码的间除处理部 51、JPEG 编码部 53、全光编码部 55 和头附加部 61。

[0080] 如图 6 所示, 间除处理部 51 从构成被编码图像数据 TE 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 中间除作为各微透镜块 MLB 内的像素 PIC(4, 4) 的、像素 PIC(u_0, v_0) 之外的像素 PIC(u, v) 的像素数据 $L(u, v, s, t)$, 生成图像数据 TE2。通过间除, 如图 7 等所示, 图像数据 TE2 成为由像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 构成的数据。

[0081] JPEG 编码部 53 对由间除处理部 51 生成的图像数据 TE2 实施 JPEG 编码处理, 生成 JPEG 哈夫曼编码 (Huffman Code) JF。JPEG 哈夫曼编码 JF 是第 1 图像信息的一个例子, JPEG 编码部 53 进行的编码处理是第 1 编码处理的一个例子。在本实施方式中, 作为第 1 编码处理的一个例子, 例示 JPEG 编码处理, 但也可以使用其他的空间频率转换。

[0082] 具体而言, 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。接着, 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。接着, JPEG 编码部 53 对扫描后的 DCT 转换系数实施哈夫曼编码等熵编码, 生成 JPEG 哈夫曼编码 JF。

[0083] 如图 4 所示, 全光编码部 55 具有路径扫描部 57 和 LZW 处理部 59。

[0084] 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 对被编码图像数据 TE 内的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 之外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 进行可逆编码, 生成字符串数据 WORD。字符串数据 WORD 是第 2 图像信息的一个例子, 全光编码部 55 进行的编码处理是第 2 编码处理的一个例子。在本实施方式中, 作为第 2 编码处理例示 LZW 编码, 但也可以使用其他的 LZ 编码处理。

[0085] 如图 8A 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) 之外的像素 PIC(u, v) 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。

[0086] 在此, 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 $L(u_0, v_0, s, t)$ 的差值数据 $D(5, 4, s, t)$ 、像素数据 $L(5, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(5, 4, s, t)$ 的差值数据 $D(5, 3, s, t)$ 、像素数据 $L(6, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(5, 3, s, t)$ 的差值数据 $D(6,$

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

[0087] 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 $L(u_0, v_0, s, t)$ 的差值数据 $D(4, 3, s, t)$ 、像素数据 $L(4, 2, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 3, s, t)$ 的差值数据 $D(4, 2, s, t)$ 、像素数据 $L(5, 2, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 2, s, t)$ 的差值数据 $D(5, 2, s, t)$ 、像素数据 $L(4, 1, s, t)$ 与像素数据 $L(5, 2, s, t)$ 的差值数据 $D(4, 1, s, t)$ 、以及像素数据 $L(3, 1, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 1, s, t)$ 的差值数据 $D(3, 1, s, t)$ 。然后, 路径扫描部 57 生成由差值数据 $D(4, 3, s, t)$ 、 $D(4, 2, s, t)$ 、 $D(5, 2, s, t)$ 、 $D(4, 1, s, t)$ 、 $D(3, 1, s, t)$ 构成的字符 WORD2。

[0088] 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 $L(u_0, v_0, s, t)$ 的差值数据 $D(3, 3, s, t)$ 、像素数据 $L(3, 2, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 3, s, t)$ 的差值数据 $D(3, 2, s, t)$ 、像素数据 $L(2, 2, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 2, s, t)$ 的差值数据 $D(2, 2, s, t)$ 、像素数据 $L(2, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(2, 2, s, t)$ 的差值数据 $D(2, 3, s, t)$ 、以及像素数据 $L(1, 3, s, t)$ 与像素数据 $L(2, 3, s, t)$ 的差值数据 $D(1, 3, s, t)$ 。然后, 路径扫描部 57 生成由差值数据 $D(3, 3, s, t)$ 、 $D(3, 2, s, t)$ 、 $D(2, 2, s, t)$ 、 $D(2, 3, s, t)$ 、 $D(1, 3, s, t)$ 构成的字符 WORD3。

[0089] 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 $L(u_0, v_0, s, t)$ 的差值数据 $D(3, 4, s, t)$ 、像素数据 $L(2, 5, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 4, s, t)$ 的差值数据 $D(2, 5, s, t)$ 、像素数据 $L(2, 4, s, t)$ 与像素数据 $L(2, 5, s, t)$ 的差值数据 $D(2, 4, s, t)$ 、以及像素数据 $L(1, 4, s, t)$ 与像素数据 $L(2, 4, s, t)$ 的差值数据 $D(1, 4, s, t)$ 。然后, 路径扫描部 57 生成由差值数据 $D(3, 4, s, t)$ 、 $D(2, 5, s, t)$ 、 $D(2, 4, s, t)$ 、 $D(1, 4, s, t)$ 构成的字符 WORD4。

[0090] 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 $L(u_0, v_0, s, t)$ 的差值数据 $D(4, 5, s, t)$ 、像素数据 $L(3, 5, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 5, s, t)$ 的差值数据 $D(3, 5, s, t)$ 、像素数据 $L(3, 6, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 5, s, t)$ 的差值数据 $D(3, 6, s, t)$ 、像素数据 $L(4, 6, s, t)$ 与像素数据 $L(3, 6, s, t)$ 的差值数据 $D(4, 6, s, t)$ 、以及像素数据 $L(5, 5, s, t)$ 与像素数据 $L(4, 6, s, t)$ 的差值数据 $D(5, 5, s, t)$ 。然后, 路径扫描部 57 生成由差值数据 $D(4, 5, s, t)$ 、 $D(3, 5, s, t)$ 、 $D(3, 6, s, t)$ 、 $D(4, 6, s, t)$ 、 $D(5, 5, s, t)$ 构成的字符 WORD5。

[0091] 在此, 如图 6 所示, 各微透镜块 MLB 内的 4 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, 因而不进行上述扫描。不能在各微透镜块 MLB 内的 4 角的像素中获得有效的像素数据, 是因为聚焦透镜 23a 具有圆形形状, 通过聚焦透镜 23a 投影在微透镜块 MLB 上的像成为模糊不清的圆形形状。另外, 在将聚焦透镜 23a 和变焦透镜 23b 设为矩形时, 例如图 8B 所示, 微透镜 ML 内的 4 角的各 1 个像素之外的像素的像素数据为有效。这种情况下, 路径扫描部 57 也可以在图 8B 所示的路径 PATH11 ~ 14 上进行扫描。

[0092] 路径扫描部 57 例如以图 7 所示的被编码图像数据 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 $L(u, v, s, t)$ 进行上述扫描处理,生成字符串数据 WORD。另外,处理块数据 PRBK 是处理单位块的一个例子。并且,微透镜块 MLB 是二维块数据的一个例子。

[0093] 在此,在处理块数据 PRBK 中包含有 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 对处理块数据 PRBK 生成 $320 (= 5 \times 8 \times 8)$ 字符的字符串数据 WORD。

[0094] 如图 9 所示,路径扫描部 57 例如通过 Z 形扫描,将对处理块数据 PRBK 内的 8×8 合计 64 个微透镜块 MLB 分别生成的字符 WORD1 ~ 5 按顺序排列,生成字符串数据 WORD。

[0095] LZW 处理部 59 对从路径扫描部 57 输入的字符串数据 WORD 实施 LZW 压缩处理,生成 LZW 压缩编码 LZ。另外,LZW 处理部 59 还可以进行 LZW 之外的基于字典的通用编码(LZ 编码)。

[0096] 头附加部 61 生成由 JPEG 编码部 53 生成的 JPEG 哈夫曼编码 JF 和由 LZW 处理部 59 生成的 LZW 压缩编码 LZ 的头数据 HEADER。头数据 HEADER 中写入有向 LZW 压缩编码 LZ 的指针、缩略图像数据、文件尺寸、图像尺寸、摄影日期时间、其他标签信息。处理部 32 把头附加部 61 生成的头数据 HEADER、向 LZW 压缩编码 LZ 的指针 LZP、JPEG 缩略数据 THM、JPEG 哈夫曼编码 JF,以图 10 所示的数据结构的文件形式写入到内部存储器 35 和可拆装的存储器 39 中。

[0097] 头解释部 63 对从作业存储器 31 读取到的 JPEG 哈夫曼编码 JF 和 LZW 压缩编码 LZ 的头数据 HEADER 进行解释。头解释部 63 读取向 LZW 压缩编码 LZ 的指针 LZP 对其进行保持。然后,当头解释部 63 之后进行 LZW 压缩编码 LZ 的读取的情况下,根据该指针 LZP 对读取对象的 LZW 压缩编码 LZ 进行访问。然后,头解释部 63 把从作业存储器 31 读取到的 JPEG 哈夫曼编码 JF 输出给 JPEG 解码部 65,把 LZW 压缩编码 LZ 输出给全光解码部 67。

[0098] JPEG 解码部 65 对从头解释部 63 输出的 JPEG 哈夫曼编码 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 进行的解码处理对应于上述 JPEG 编码部 53 的编码处理。即,JPEG 解码部 65 对 JPEG 哈夫曼编码 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 压缩编码 LZ 进行解码,生成像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 之外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。全光解码部 67 的解码处理例如对应于上述全光编码部 55 的编码处理。

[0099] 下面说明数字相机 1 的动作例。

[0100] [图像数据记录处理]

[0101] 图 11 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作业存储器 31 中的动作的流程图。图 12 是用于说明图 11 所示的动作中的数据流向的图。

[0102] 下面参照图 12 说明图 11 所示的各步骤。另外,下面所示的处理中的一部分的执行顺序是任意的。还可以同时执行一部分处理。

[0103] 步骤 S21 :

[0104] 当接通操作部 22 的释放开关时,摄像部 27 在各像素接受来自被拍摄体的光,对各像素接受到的光进行光电转换,生成与通过光电转换产生的电荷对应的模拟的 RAW 图像信

号。

[0105] 步骤 S22 :

[0106] 处理部 32 取得在生成步骤 S21 的 RAW 图像信号时光学系统 23 中使用的镜头参数和聚焦值 f 。另外, 聚焦值 f 与图 19B 中的被拍摄体距离 21E 成为一对一的对应关系。因此, 还可以通过计算来取得与聚焦值 f 对应的被拍摄体距离的值, 来代替聚焦值 f 。以下也用 f 来表示这样计算出来的被拍摄体距离。并且, 在单焦点相机的情况下, 不需要取得聚焦值。不过, 为了进行再现处理, 也可以取得相机固有的过焦距的值 f 而作为聚焦值。

[0107] 步骤 S23 :

[0108] AFE 29 对从摄像部 27 输入的模拟图像信号实施规定的模拟前端处理, 把对处理后的图像信号进行 A/D 转换而得到的数字的 RAW 图像数据写入作业存储器 31。并且, 像素数据生成部 50 从作业存储器 31 读取 RAW 图像数据, 进行去马赛克处理、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 按照每帧把由像素数据 $L(u, v, s, t)$ 构成的被编码图像数据 TE 写入作业存储器 31。

[0109] 步骤 S24 :

[0110] 处理部 32 从作业存储器 31 读取被编码图像数据 TE 进行编码, 生成 JPEG 哈夫曼编码 JF 和 LZW 压缩编码 LZ。然后, 处理部 32 将这两个编码与在步骤 S22 中取得的镜头参数和聚焦值 f 一起写入作业存储器 31。在此, 编码处理等是在图 4 所示的间除处理部 51、JPEG 编码部 53、全光编码部 55 和头附加部 61 中进行的。关于该步骤 S24 的处理, 将在后面参照图 13 进行详细说明。

[0111] 步骤 S25 :

[0112] 头解释部 63 从作业存储器 31 读取 JPEG 哈夫曼编码 JF, 同时对头数据 HEADER 进行解释, 在 JPEG 解码部 65 中进行解码。由此生成像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 。接着, 处理部 32 根据解码后的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$, 生成缩略图像数据和快速取景显示用图像。之后, 将通过缩略图像数据进行 JPEG 编码而得到的缩略图像数据和快速取景显示用图像写入作业存储器 31。在此, 处理部 32 例如在接受缩略显示指示时生成缩略图像数据并将其写入视频存储器 41。由此将缩略图像显示在显示部 43 上。缩略图像数据例如是用于在接受索引显示指示后使显示部 43 显示由多个缩略图像构成的索引图像的图像数据。

[0113] 步骤 S26 :

[0114] 处理部 32 从作业存储器 31 读取已写入到作业存储器 31 的 JPEG 哈夫曼编码 JF、LZW 压缩编码 LZ 和缩略 JPEG 图像, 将它们写入到内部存储器 35 或者可拆装的存储器 39 中。

[0115] [编码处理 (图 11 的步骤 S24)]

[0116] 图 13 是用于详细说明图 11 的步骤 S24 的编码处理的流程图。也可以同时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)。

[0117] 步骤 S31 :

[0118] 将用于确定生成 JPEG 哈夫曼编码 JF 中使用的像素 $PIC(u_0, v_0)$ 的信息输入到处理部 32。用于确定像素 $PIC(u_0, v_0)$ 的信息例如预先存储在规定的存储器中。在本实施方式中, 设 $u_0 = v_0 = 4$ 。其理由是认为微透镜块 ML 的中央部的像素具有最有效的信息。

- [0119] 步骤 S32 :
- [0120] 处理部 32 把初始值“0”代入到变量 PBC 中。在此,变量 PBC 所示的值用于确定图 7 所示的进行编码的处理块数据 PRBK。
- [0121] 步骤 S33 :
- [0122] 处理部 32 将对变量 PBC 设定的值加“1”。
- [0123] 步骤 S34 :
- [0124] 处理部 32 从作业存储器 31 读取与变量 PBC 所示的值对应的编码对象的处理块数据 PRBK 内的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。
- [0125] 步骤 S35 :
- [0126] 间除处理部 51 根据在步骤 S31 中输入的信息,提取在步骤 S34 中读取到的处理块数据 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 $K(i, j)$ 。
- [0127] 步骤 S36 :
- [0128] JPEG 编码部 53 对在步骤 S35 中生成的 DCT 转换系数 $K(i, j)$ 进行量子化。
- [0129] 步骤 S37 :
- [0130] JPEG 编码部 53 从低频分量(直流)向高频分量呈 Z 状扫描在步骤 S36 中量子化后的 DCT 转换系数。接着, JPEG 编码部 53 对扫描后的 DCT 转换系数实施哈夫曼编码等熵编码,生成 JPEG 哈夫曼编码 JF1。
- [0131] 步骤 S38 :
- [0132] 如图 8A 所示,对于编码对象的处理块数据 PRBK 内的像素数据 $L(u, v, s, t)$,全光编码部 55 的路径扫描部 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 $PIC(u_0, v_0)$ 之外的像素 $PIC(u, v)$ 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。如上所述,路径扫描部 57 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 $L(u, v, s, t)$ 的差值数据 $D(u, v, s, t)$ 。然后,路径扫描部 57 生成由差值数据 $D(u, v, s, t)$ 构成的字符。并且,如图 9 所示,路径扫描部 57 例如通过 Z 形扫描,将对处理块数据 PRBK 内的 8×8 共计 64 个微透镜块 MLB 分别生成的字符 WORD1 ~ 5 按顺序排列,生成字符串数据 WORD。
- [0133] 步骤 S39 :
- [0134] LZW 处理部 59 对从路径扫描部 57 输入的字符串数据 WORD 实施 LZW 压缩处理,生成 LZW 压缩编码 LZ1。
- [0135] 步骤 S40 :
- [0136] 头附加部 61 生成由 JPEG 编码部 53 生成的 JPEG 哈夫曼编码 JF 和由 LZW 处理部 59 生成的 LZW 压缩编码 LZ 的头数据 HEADER,把它们对应起来写入作业存储器 31。
- [0137] 步骤 S41 :
- [0138] 处理部 32 对被编码图像数据 TE 内的所有处理块数据 PRBK 判断处理是否已结束,在判断为已结束时结束步骤 S24 的处理。另一方面,在处理部 32 对被编码图像数据 TE 内的所有处理块数据 PRBK 判断为处理没有结束时,返回步骤 S33。
- [0139] 由此,把对每个处理块数据 PRBK 生成的 JPEG 哈夫曼编码 JF(JF1、JF2、...) 和 LZW 压缩编码 LZ(LZ1、LZ2、...) 分别写入图 10 所示的数据结构的 JPEG 哈夫曼编码的存储区域和

LZW 压缩编码的存储区域中。

[0140] [缩略图像的编码]

[0141] 图 14 是用于说明处理部 32 进行的缩略图像的编码处理的流程图。

[0142] 步骤 S51 :

[0143] 将确定用于生成缩略图像数据的像素 PIC(u0, v0) 的信息输入到处理部 32。

[0144] 步骤 S52 :

[0145] 处理部 32 根据在步骤 S51 中输入的信息,读取存储在作业存储器 31 中的、构成编码图像数据 TE 的像素数据 L(u, v, s, t) 中的像素数据 L(u0, v0, s, t)。

[0146] 步骤 S53 :

[0147] 处理部 32 对在步骤 S52 中读取到的像素数据 L(u0, v0, s, t) 进行间除处理,生成编码对象的缩略图像数据。

[0148] 步骤 S54 :

[0149] 处理部 32 对在步骤 S53 中生成的编码对象的缩略图像数据实施 JPEG 编码处理。

[0150] 步骤 S55 :

[0151] 处理部 32 把在步骤 S54 中生成的编码后的缩略图像数据写入作业存储器 31。

[0152] [再现处理]

[0153] 图 15 是用于说明再现处理的流程图。参照图 16 说明图 15 所示的各步骤。

[0154] 步骤 S61 :

[0155] 处理部 32 例如从图 1 所示的内部存储器 35 或者可拆装的存储器 39 中读取缩略图像数据 (JPEG 图像数据),对读取到的缩略图像数据进行 JPEG 解码并写入视频存储器 41。由此在显示部 43 上显示缩略图像。在此, JPEG 解码后的缩略图像数据以在编码时被间除后的像素数据 L(u0, v0, s, t) 为要素。

[0156] 步骤 S62 :

[0157] 处理部 32 根据用户对操作部的操作,判断是否已选择显示在显示部 43 上的一个缩略图像,在判断为已选择时,进入步骤 S63。

[0158] 步骤 S63 :

[0159] 处理部 32 从内部存储器 35 或者可拆装的存储器 39 读取与在步骤 S62 中选择出的缩略图像对应的图像的 JPEG 哈夫曼编码 JF 和 LZW 压缩编码 LZ,将它们写入作业存储器 31。

[0160] 然后,处理部 32 的 JPEG 解码部 65 从作业存储器 31 读取与在步骤 S62 中选择出的缩略图像对应的 JPEG 哈夫曼编码 JF,对其进行 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。

[0161] 处理部 32 把上述 JPEG 解码图像数据写入视频存储器 41 而显示在显示部 43 上。并且,处理部 32 把上述 JPEG 解码图像数据写入作业存储器 31。

[0162] 步骤 S64 :

[0163] JPEG 解码部 65 根据在步骤 S63 中生成的 JPEG 解码图像数据和与在步骤 S62 中选择出的缩略图像对应的 LZW 压缩编码 LZ,生成选择出的图像的像素数据 L(u0, v0, s, t) 之外的像素数据 L(u, v, s, t),将其写入作业存储器 31。然后,处理部 32 根据像素数据 L(u, v, s, t) 生成聚焦值 f 的图像数据,将其写入视频存储器 41,在显示部 43 上显示与之对应的

图像。

[0164] 步骤 S65 :

[0165] JPEG 解码部 65 使用解码得到的像素数据 $L(u, v, s, t)$, 生成在步骤 S63 中同与聚焦值 f 离散地相邻的聚焦值对应的图像数据, 把所生成的图像数据写入作业存储器 31, 其中, 聚焦值 f 是与图像对应地读取到的。该图像数据的生成例如根据上述“Light Field Photography with aHand-held Plenoptic Camera”, Ren Ng et, Stanford Tech Repot CTSR2005-02, 2005 中公开的方法来进行。

[0166] 步骤 S66 :

[0167] 当用户选择新的聚焦值时, 处理部 32 使显示部 43 显示与该聚焦值对应的图像, 并且, 根据像素数据 $L(u, v, s, t)$ 生成同与该新的聚焦值相邻的聚焦值对应的图像数据, 并将其写入作业存储器 31。此时, JPEG 解码部 65 从作业存储器 31 中删除同已经不与新选择出的聚焦值相邻的聚焦值对应的图像数据。

[0168] [实时取景显示处理]

[0169] 图 17 是用于说明在图 1 所示的显示部 43 上显示实时取景图像的处理的流程图。

[0170] 步骤 S71 :

[0171] 摄像部 27 生成模拟的 RAW 图像信号, 该模拟的 RAW 图像信号与通过对各像素接受到的光进行光电转换而产生的电荷对应。

[0172] 步骤 S72 :

[0173] AFE 29 对从摄像部 27 输入的模拟图像信号实施规定的模拟前端处理, 把处理后的数字的 RAW 图像数据写入作业存储器 31。并且, 像素数据生成部 50 从作业存储器 31 读取 RAW 图像数据, 进行去马赛克处理、失调校正处理、插值处理等而生成像素数据 $L(u, v, s, t)$ 。之后, 像素数据生成部 50 针对每帧把由像素数据 $L(u, v, s, t)$ 构成的被编码图像数据 TE 写入作业存储器 31。

[0174] 步骤 S73 :

[0175] 处理部 32 读取在步骤 S72 中写入到作业存储器 31 的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 中的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 。

[0176] 步骤 S74 :

[0177] 处理部 32 根据在步骤 S73 中读取到的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 生成实时取景图像数据, 将所生成的实时取景图像数据写入视频存储器 41。由此在显示部 43 上显示实时取景图像。

[0178] 如上所述, 在数字相机 1 中, 如使用图 7 和图 13 等说明的那样, 以处理块数据 PRBK 为单位对包含四维光线信息的被编码图像数据进行编码。

[0179] 因此, 可以减轻伴随处理部 32 的编码处理产生的负荷, 能够使用较低处理能力的芯片, 并且还能减小作业存储器 31 所需的存储容量。

[0180] 并且, 在数字相机 1 中, 如使用图 13 等说明的那样, 将微透镜块 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, 还将微透镜块 MLB 内的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 之外的像素数据 $L(u, v, s, t)$, 与相同处理块数据 PRBK 内的其他微透镜块 MLB 内的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 之外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 一体地进行 LZW 编码。此时同时执行 JPEG 处理中 8×8 个块处理和

块 PRBK 的 LZW 压缩处理。

[0181] 因此,根据数字相机 1,与以所有像素数据为对象进行空间编码的情况相比,可以减少编码处理量。因而易于应用到便携型全光相机中。进而,在各个处理块 PRBK 中,通过同时执行 JPEG 处理中的 8×8 个块处理和块 PRBK 的 LZW 压缩处理,编码处理的速度得到提高。另外,在数字相机 1 中,由于像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 之外的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 在微透镜块 MLB 内进行 LZW 编码(可逆编码),因而信息量不会丢失,能够进行维持高画质的光线信息的编码。也就是说,由于光线的传播方向的信息被可逆地进行编码,因而对各种聚焦值进行重新聚焦时所需的信息被记录而不会丢失。因此,重新聚焦后的图像极为鲜明。

[0182] 并且,在数字相机 1 中,如图 14 所示,间除构成被编码图像数据 TE 的像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 而生成缩略图像数据,并对其进行编码。因此可以通过较低的处理负荷来生成缩略图像数据。

[0183] 并且,在数字相机 1 中,如图 17 所示,在拍摄时把像素数据 $L(u, v, s, t)$ 写入作业存储器 31,通过把对从作业存储器 31 读取像素数据 $L(u_0, v_0, s, t)$ 而得到的图像实施恢复尺寸处理后的图像写入视频存储器 41,从而在显示部 43 上显示实时取景图像。

[0184] 由此,无需进行累积微透镜块 MLB 内的像素数据那样的图像处理,可以减轻处理负担。

[0185] 在此,在上述实施方式中,如图 8A 中箭头所示那样,例示了生成相邻的像素数据 $L(u, v, s, t)$ 间的差值数据 $D(u, v, s, t)$ 的情况,但差值数据 $D(u, v, s, t)$ 的生成方法是任意的。例如图 18 所示,还可以生成一个像素数据和多个像素数据之间的差值数据,对该差值数据进行编码。

[0186] 并且,本实施方式所示的构成微透镜块 MLB 的像素数量、以及构成处理块数据 PRBK 的微透镜块 MLB 的数量仅是一个例子。这些数量可以任意设定。

[0187] 并且,在上述实施方式中,例示了将来自被拍摄体的光线通过微透镜阵列 25 而在摄像部 27 的像素上成像的情况,但只要是以包含光线信息的方式使光入射到像素中即而没有特别限定,还可以用反射器反射来自被拍摄体的光线,使其成像在摄像部 27 的像素上。

[0188] 并且,在上述实施方式中,例示了使用通过 DSP 等实现的处理部 32 对光线信息进行编码和解码的情况,但例如也可以用微处理器执行程序来实现这些功能。

[0189] 对于本领域的技术人员来说,将容易地发现另外的优点和修改。因此,在其更宽广方面中的本发明不限于这里所示出和描述的具体细节和代表性实施方式。因而,在不偏离由所附的权利要求及其等同物限定的一般创造性概念的精神或范围的情况下,可以做出各种修改。

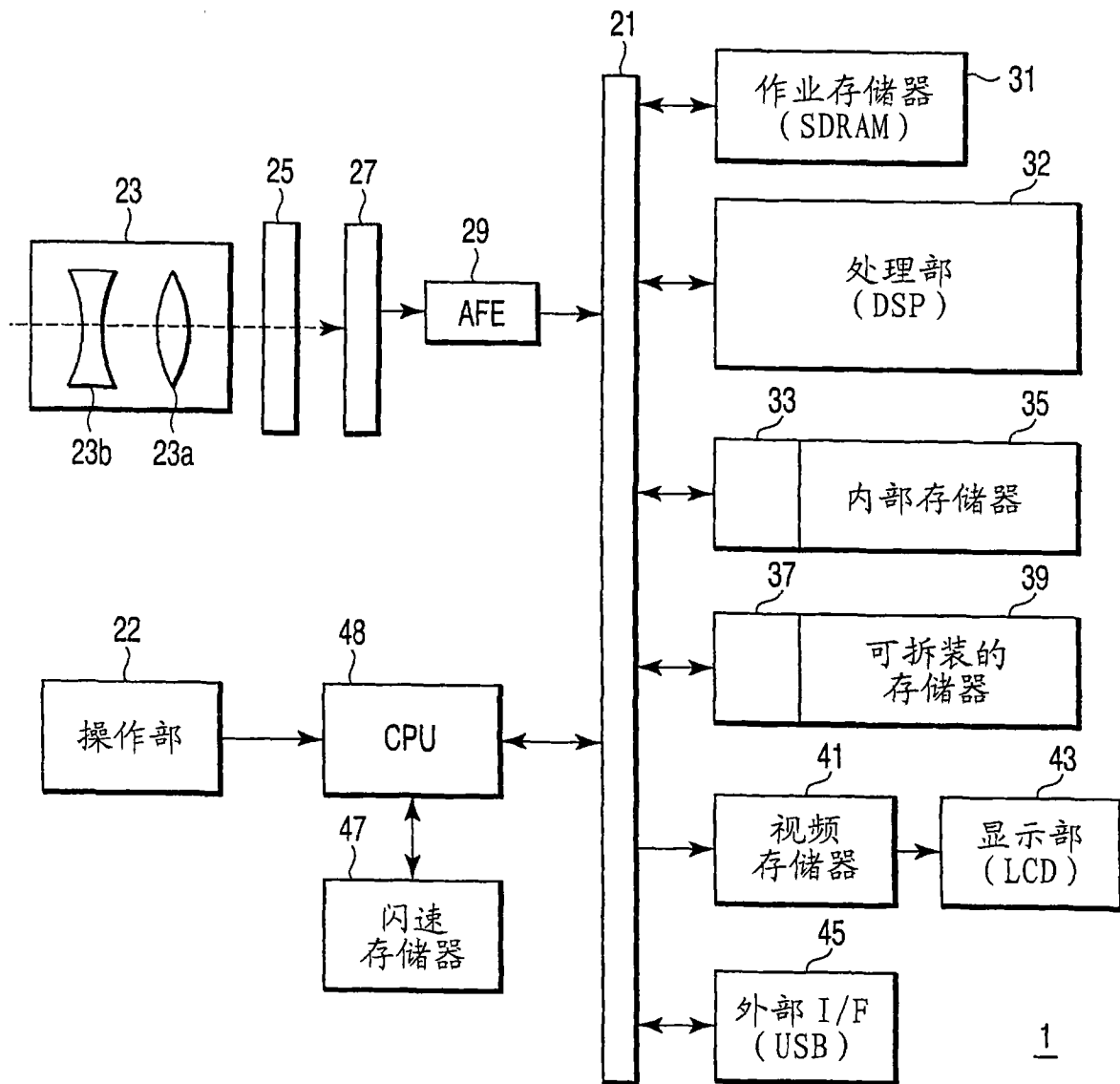


图 1

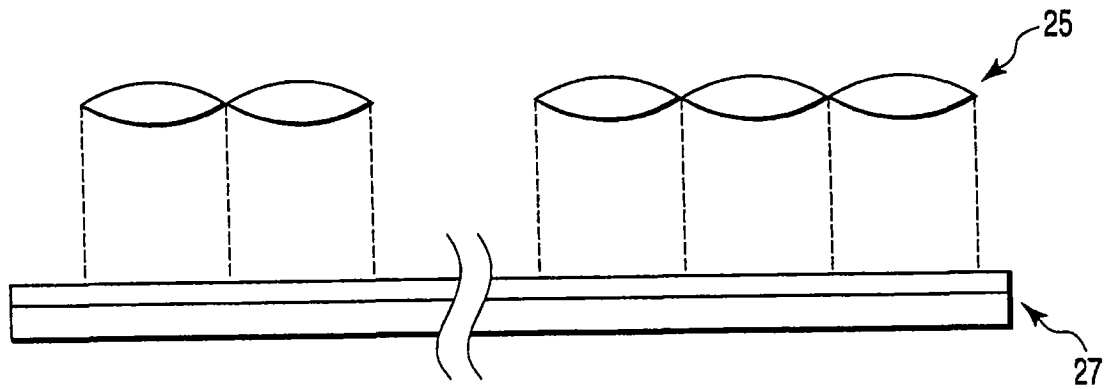


图 2

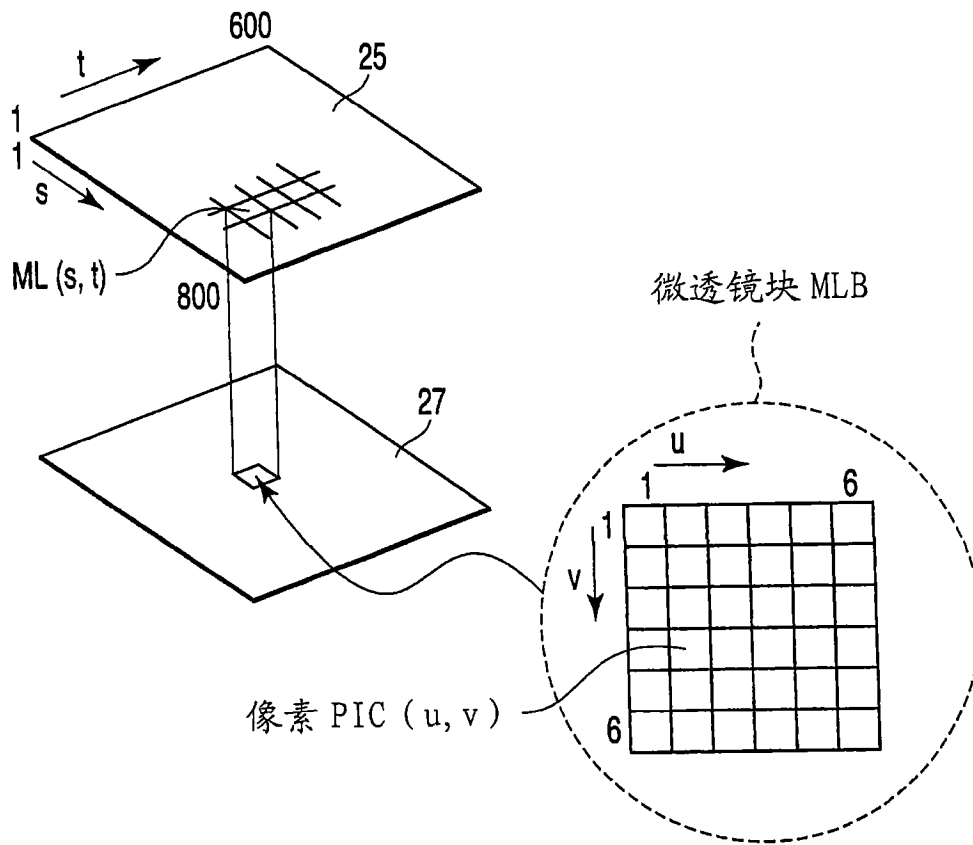


图 3

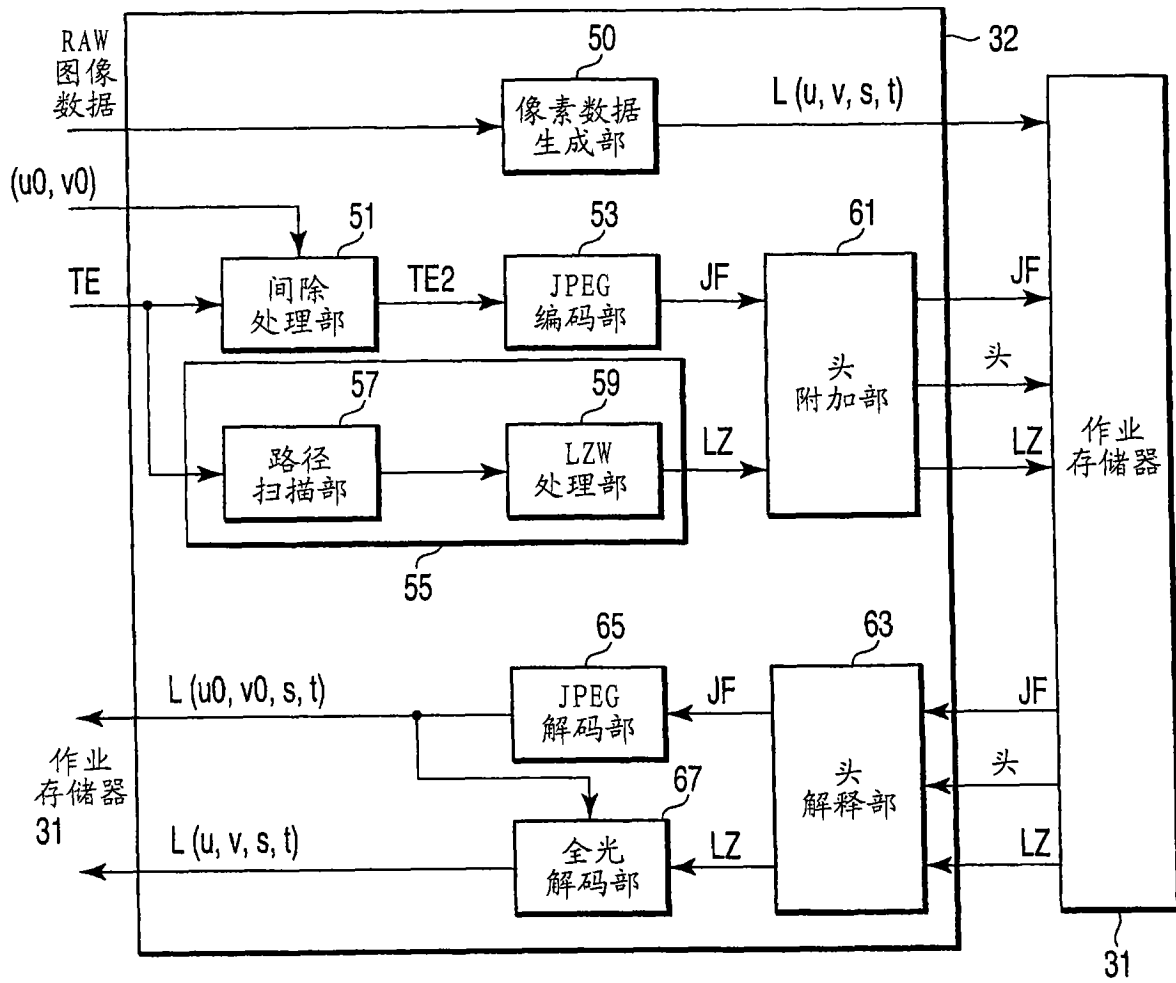


图 4

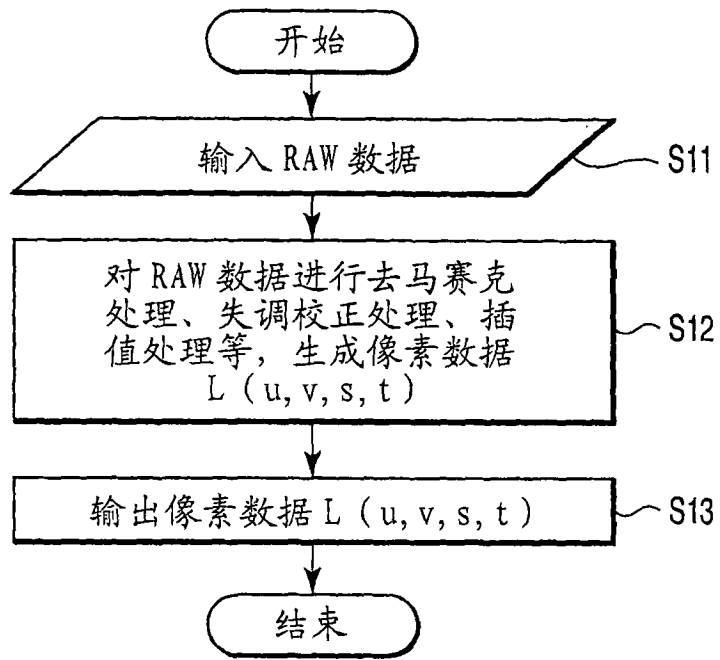


图 5

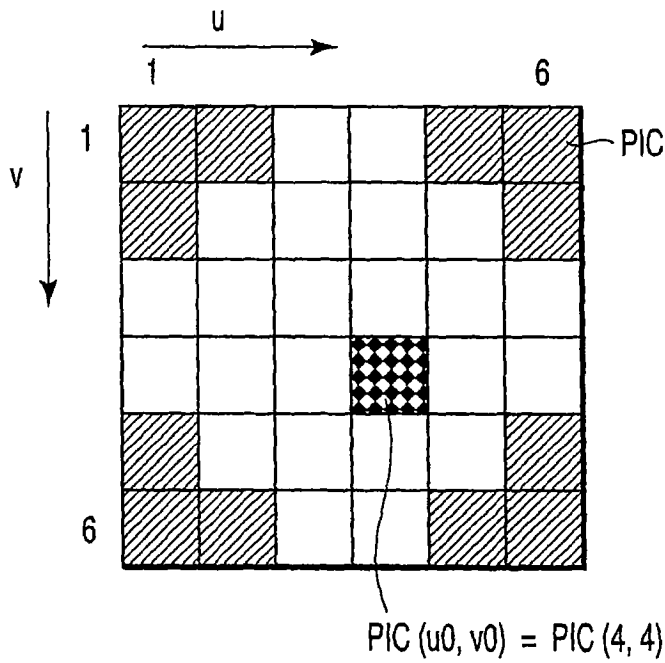


图 6

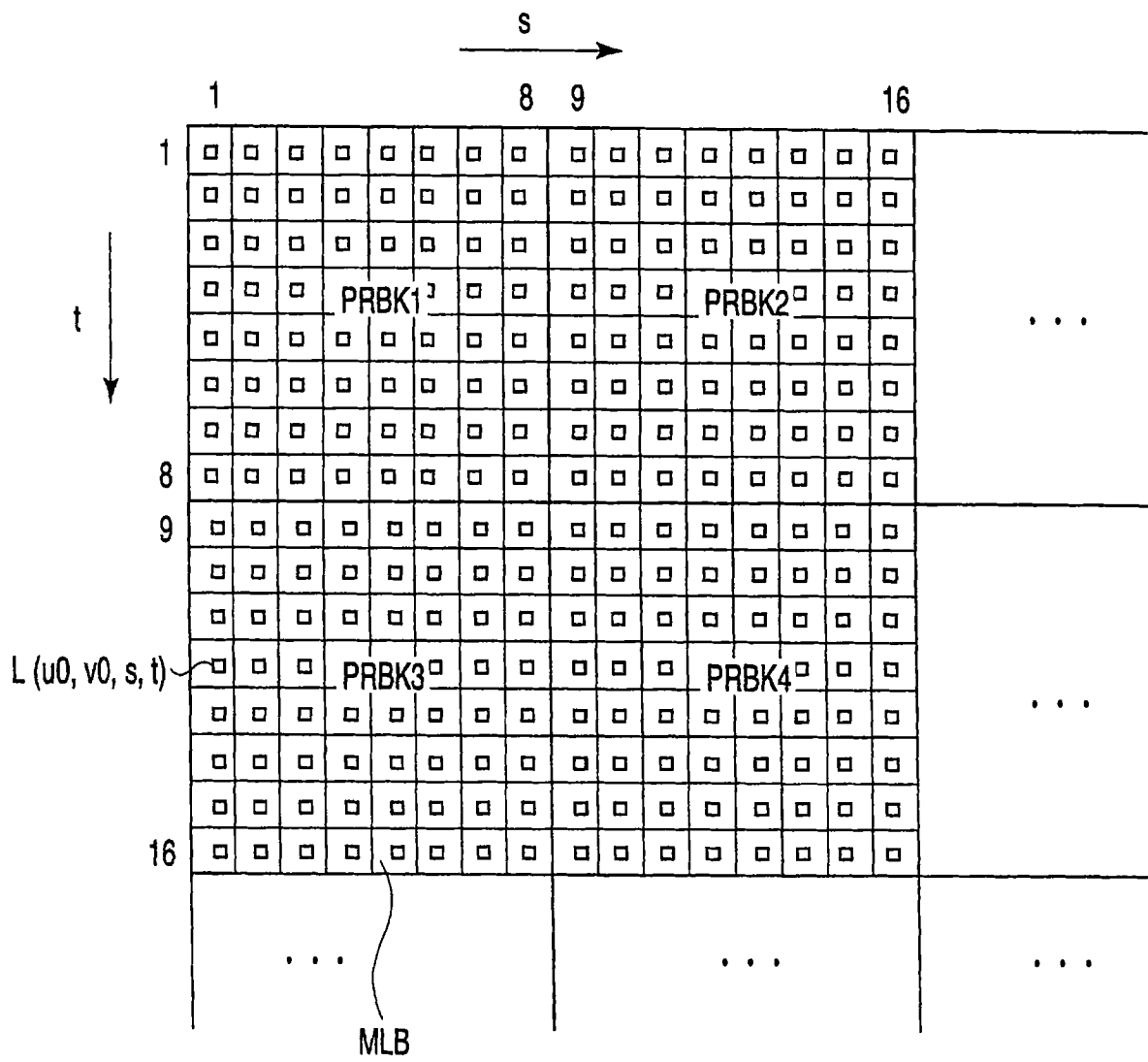


图 7

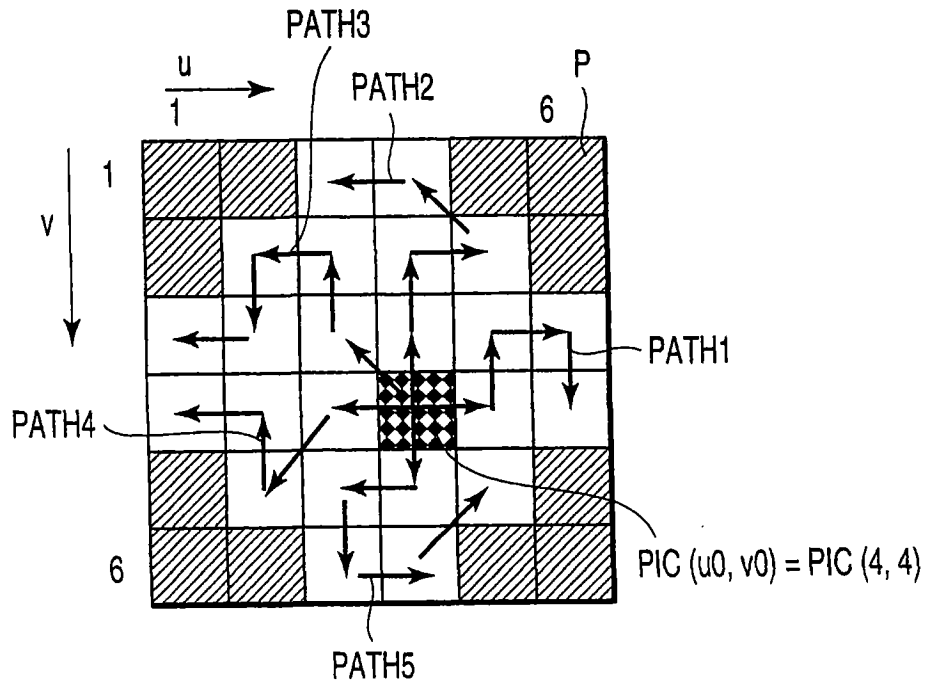


图 8A

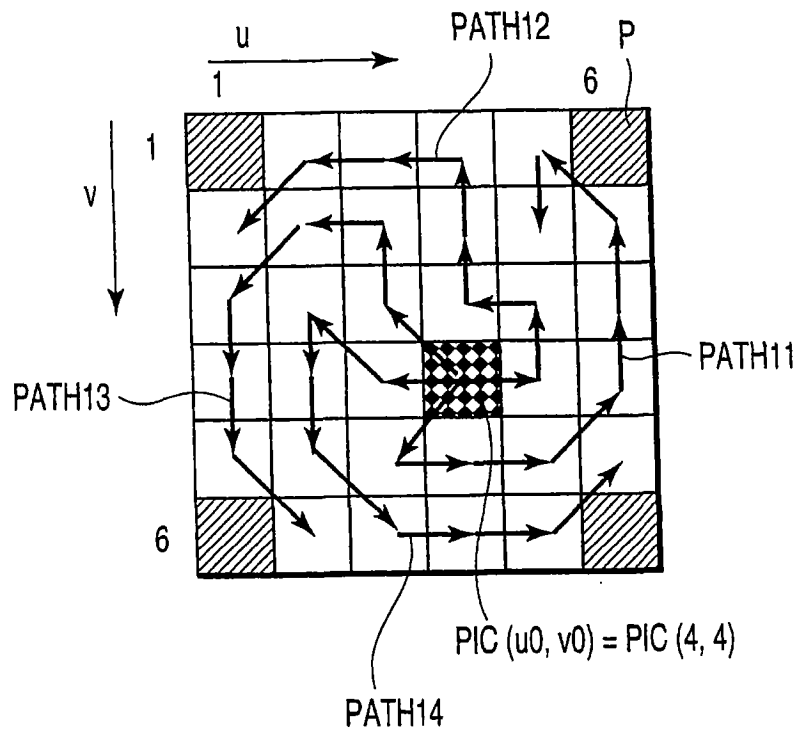


图 8B

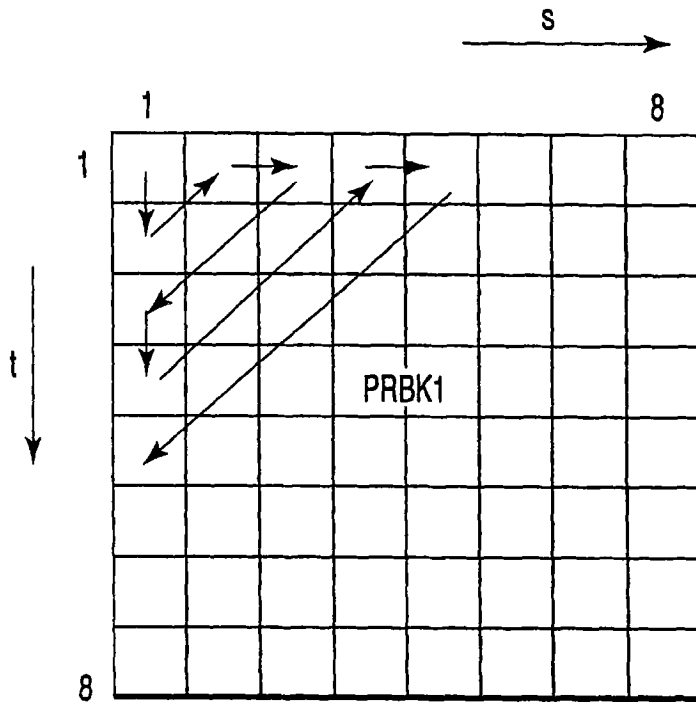


图 9

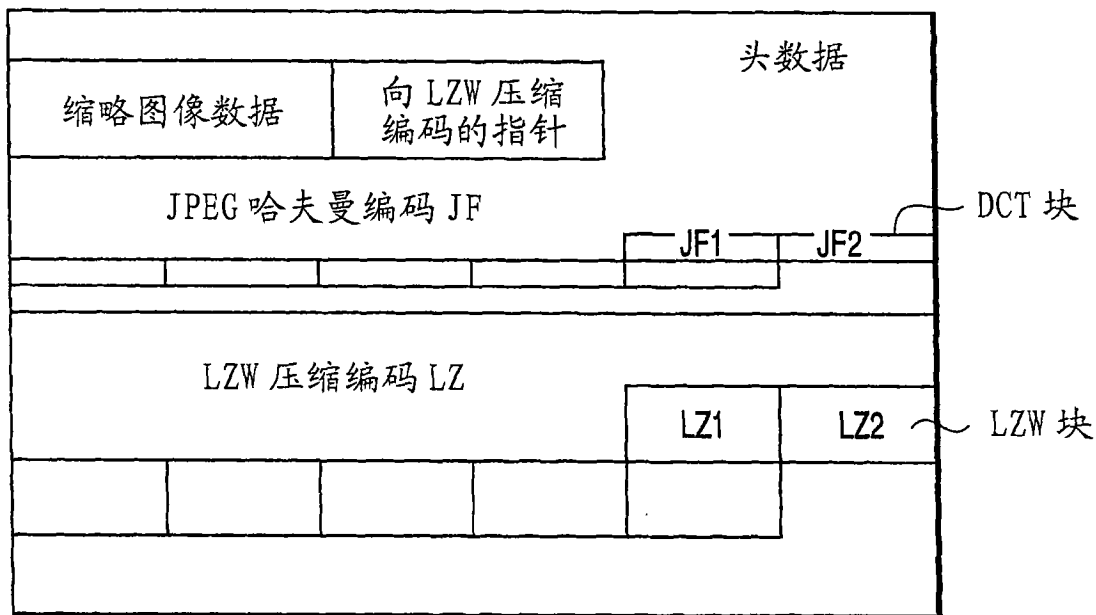


图 10

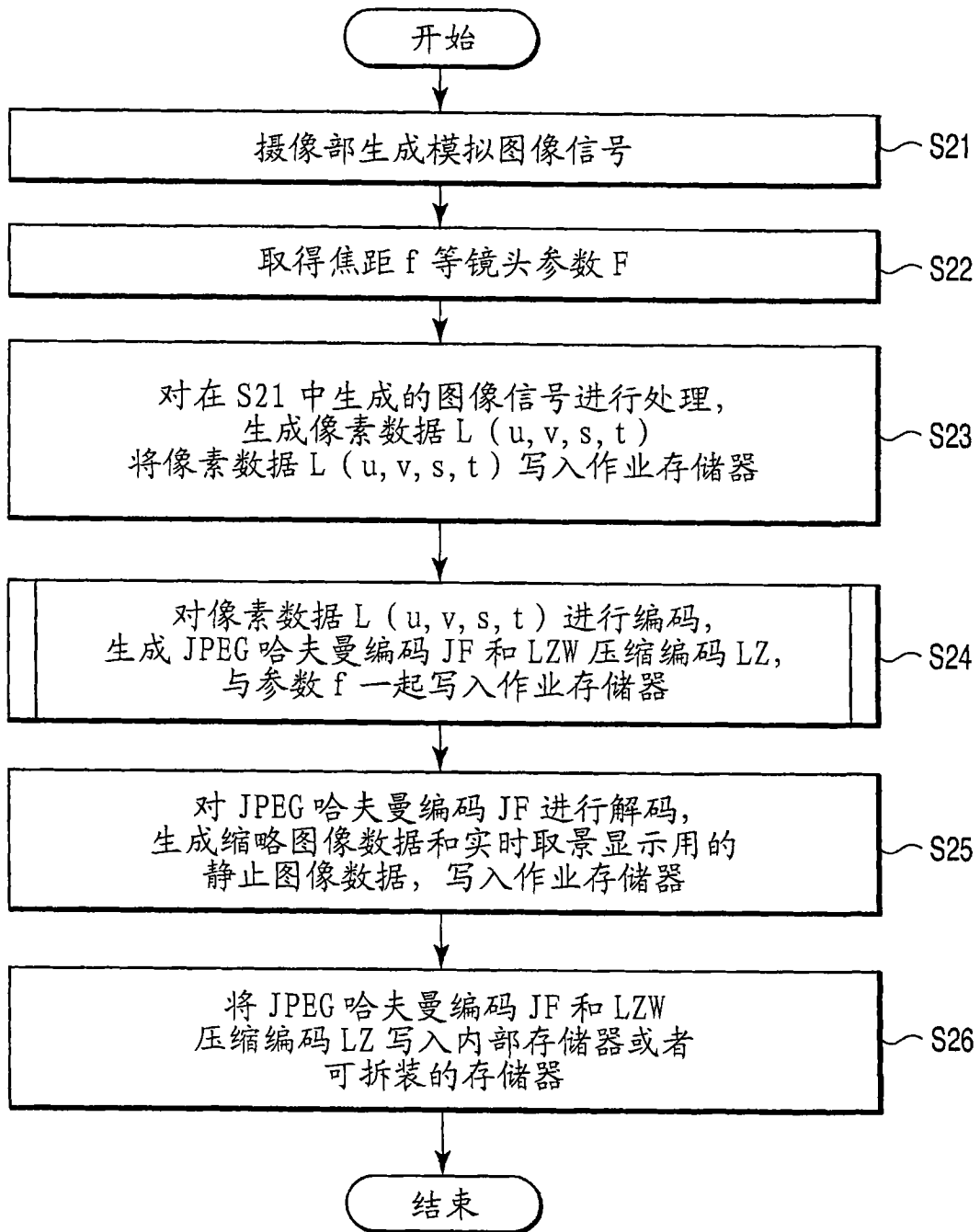


图 11

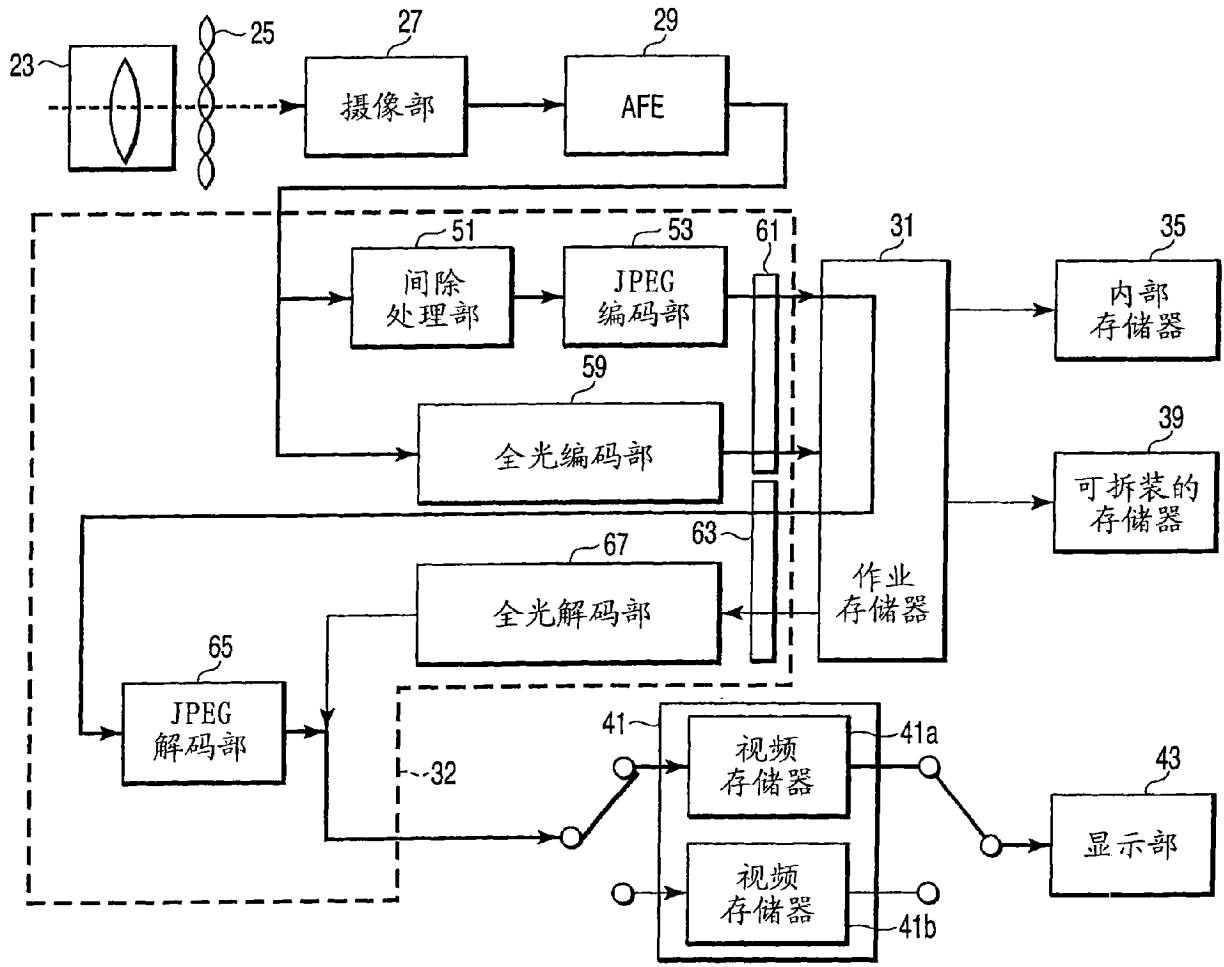


图 12

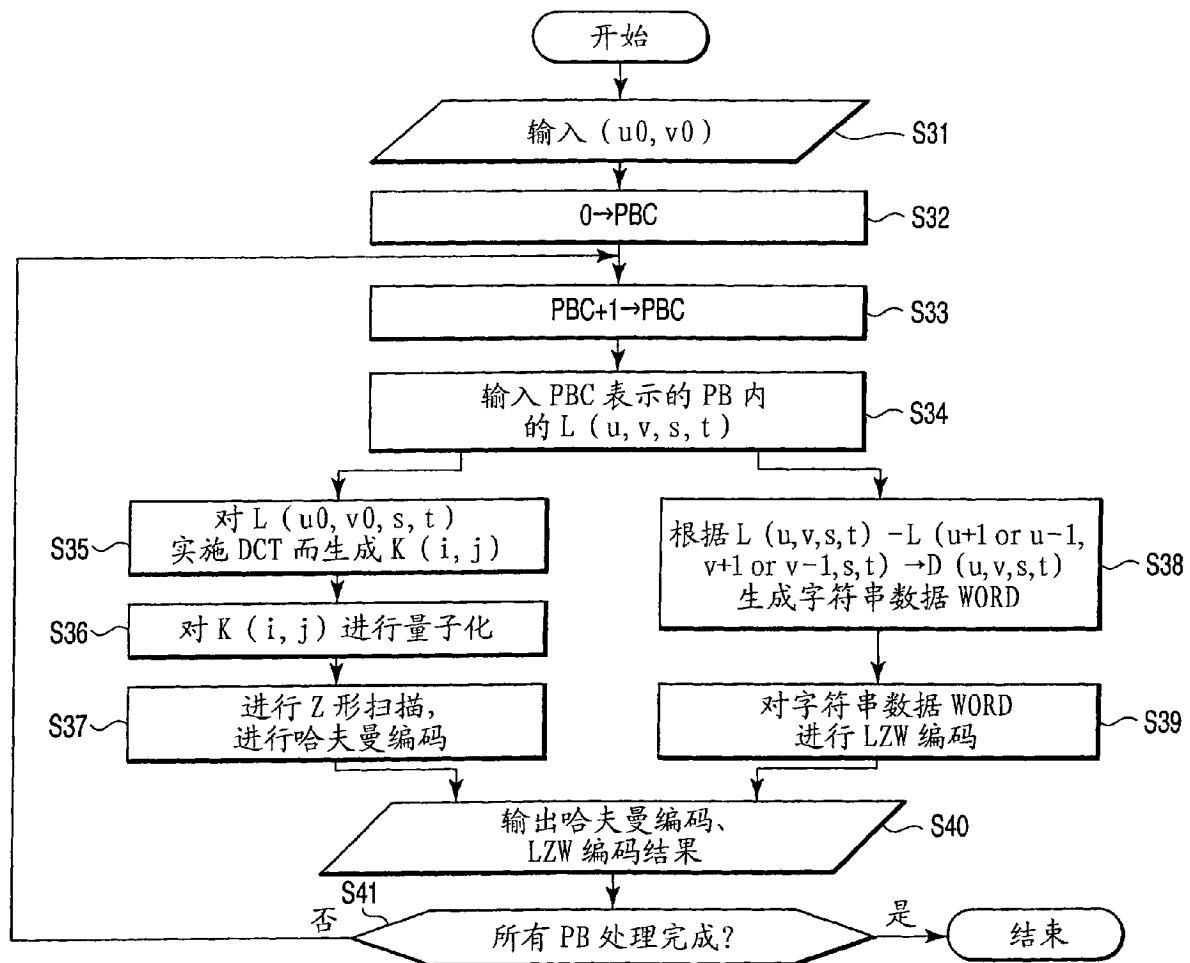


图 13

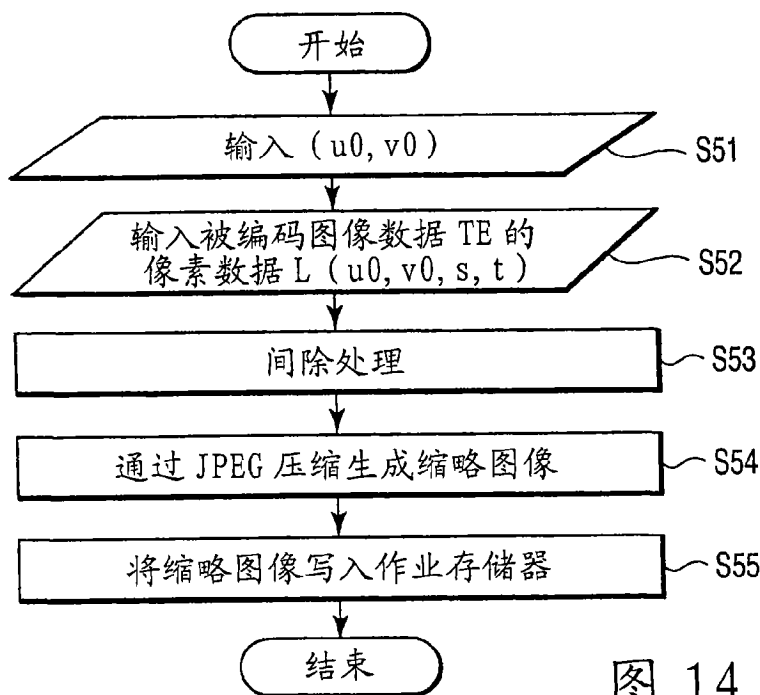


图 14

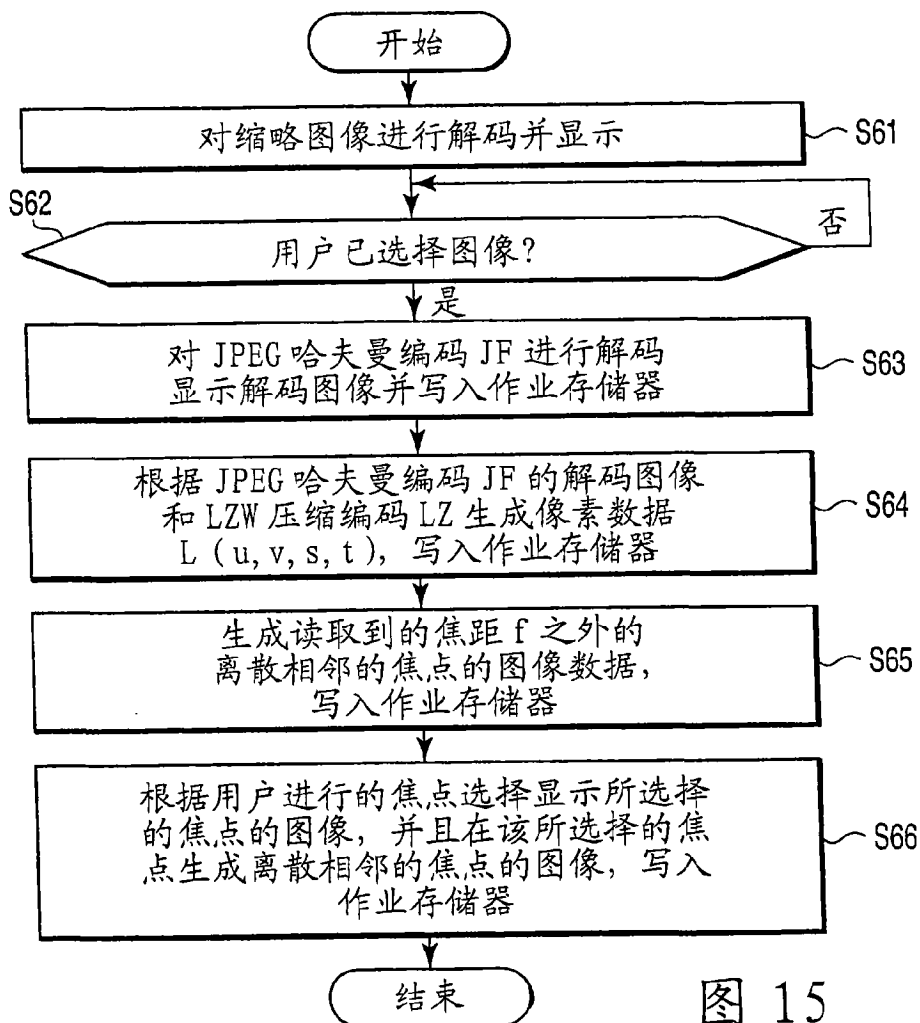


图 15

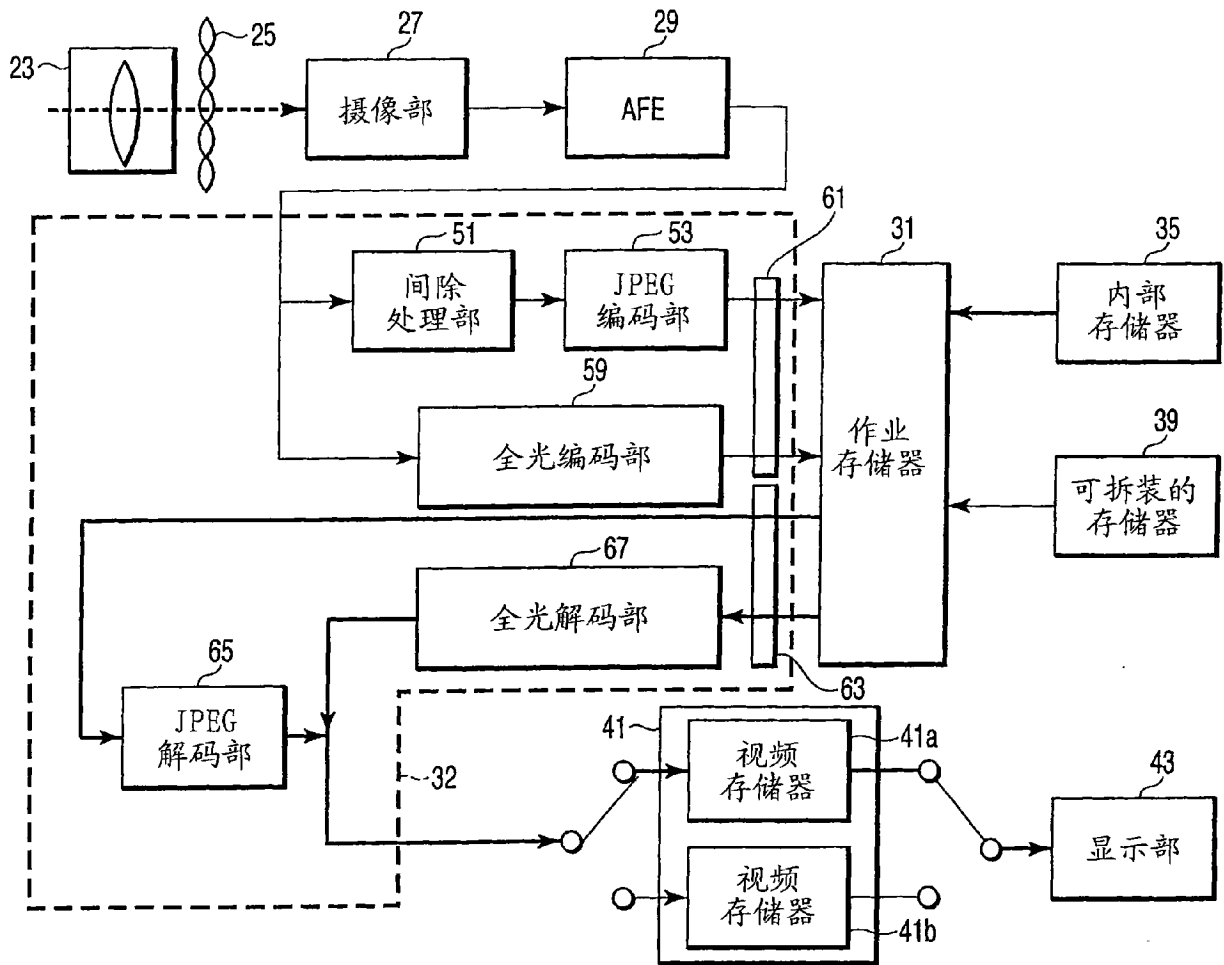


图 16

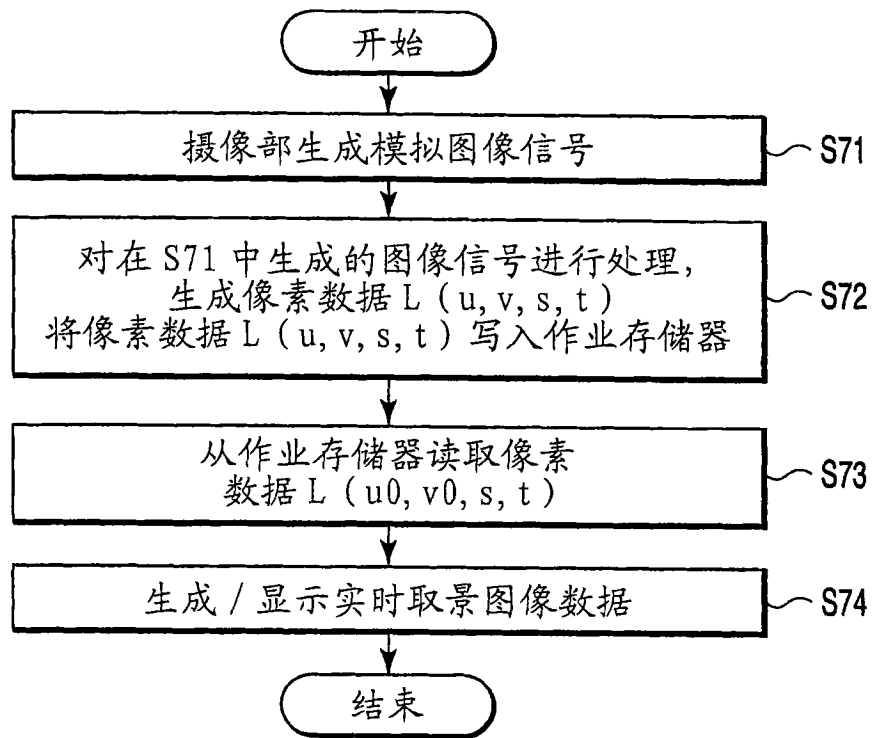


图 17

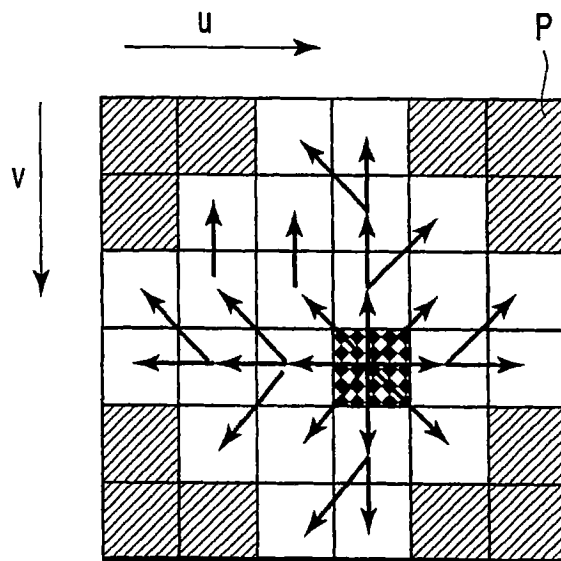


图 18

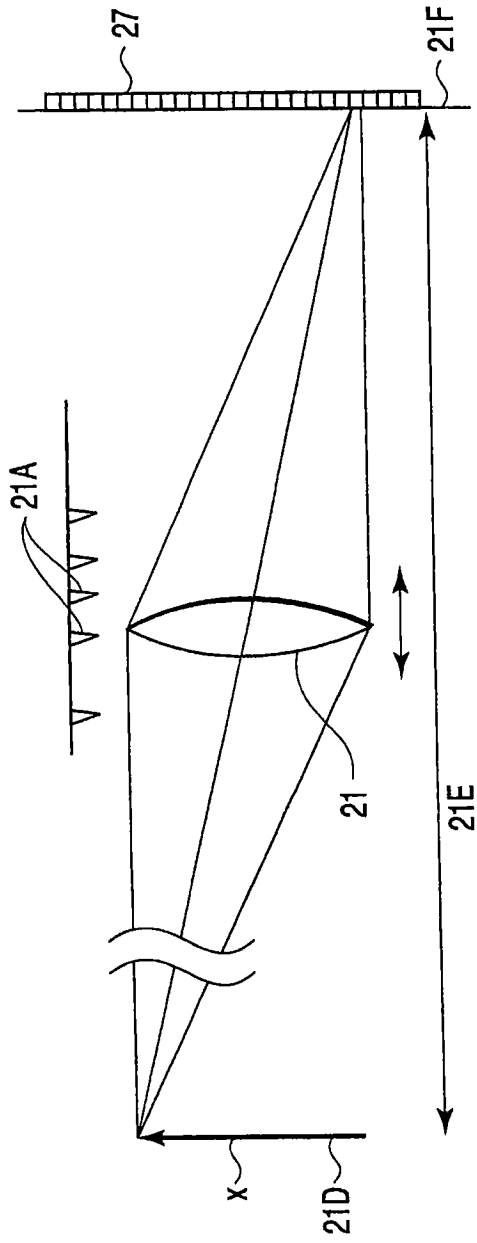


图 19A
现有技术

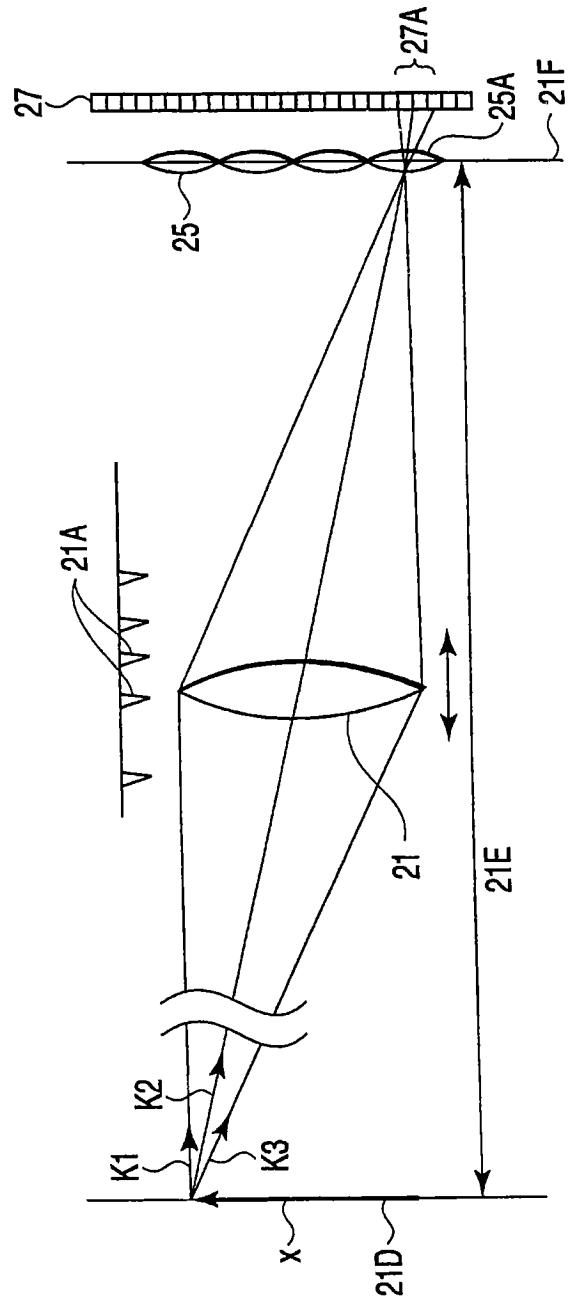


图 19B
现有技术

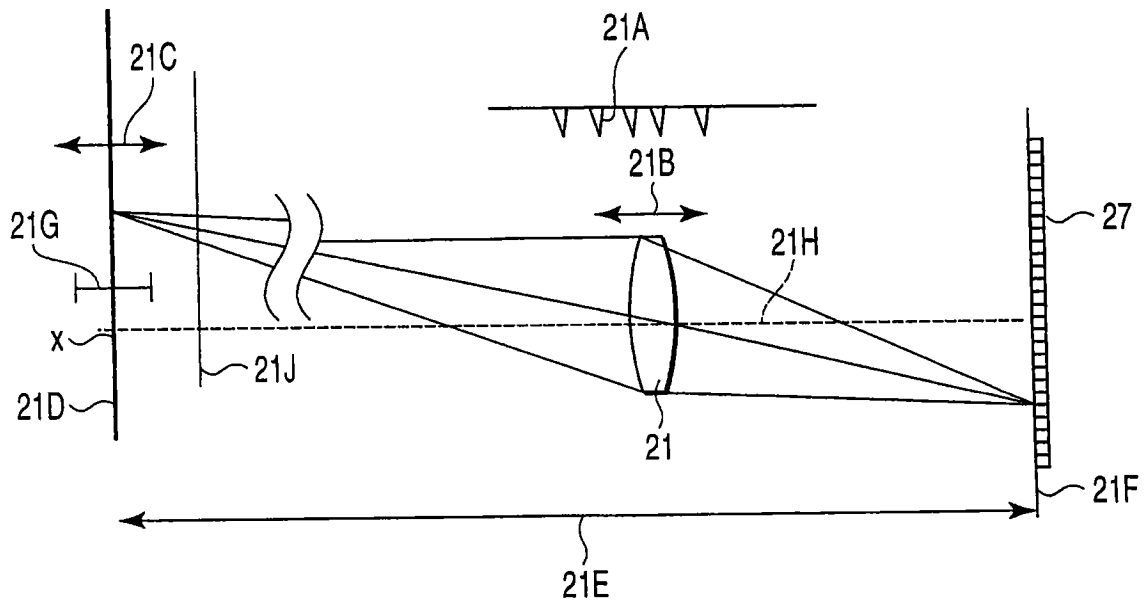


图 20
现有技术