



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103179389 B

(45)授权公告日 2017. 11. 24

(21)申请号 201210545448.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2012.12.14

H04N 19/625(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H04N 19/124(2014.01)

申请公布号 CN 103179389 A

H04N 19/13(2014.01)

(43)申请公布日 2013.06.26

审查员 王小龙

(30)优先权数据

2011-280577 2011.12.21 JP

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72)发明人 保坂和寿

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

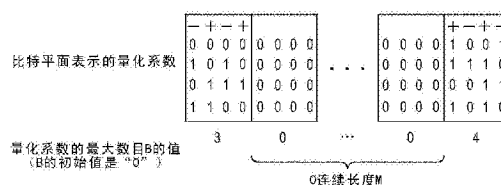
权利要求书3页 说明书33页 附图25页

(54)发明名称

图像处理设备和图像处理方法

(57)摘要

本公开涉及一种图像处理设备。所述图像处理设备包括：有效位数目编码单元，所述有效位数目编码单元将关于有效位的最大数目的信息编码为在以从图像数据生成的多个系数数据的预定数目为单位而设置的组中的每一个中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目；零游程编码单元，所述零游程编码单元对由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程进行编码；绝对值编码单元，所述绝对值编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的绝对值进行编码；以及符号编码单元，所述符号编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的正号和负号进行编码。



1(待从现在起编码的行的量化系数不全部为“0”)

1(在B上改变)

0(增加B)

001(B的增加量是3)

101 011 110 010 (W个量化系数的绝对值)

1010 (不为“0”的W个量化系数的符号)

1(在B上改变)

1(减少B)

00(B的减少量是3)

00...0, M(0连续长度编码，计数值的采用二进制表示的数位的数目及其值)

0001(B的增加量是4)

1101 0100 0111 1010 (W个量化系数的绝对值)

0101 (不为“0”的W个量化系数的符号)

1. 一种图像处理设备,包括:

有效位数目编码单元,所述有效位数目编码单元将关于有效位的最大数目的信息编码为在以预定数目个从图像数据生成的多个系数数据为单位而设置的组中的每一个中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目;

零游程编码单元,所述零游程编码单元对由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程进行编码;

绝对值编码单元,所述绝对值编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的绝对值进行编码;以及

符号编码单元,所述符号编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的正号和负号进行编码;

其中,所述零游程编码单元生成包括与通过从采用二进制表示的形成零游程的组的数目和采用二进制表示的组的数目的位数减去1所获得的数目相对应的码“0”的编码。

2. 根据权利要求1所述的图像处理设备,

其中,在所述零游程继续直到待处理的行的末端时,所述零游程编码单元生成包括与通过从形成零游程的组的数目减去1所获得的采用二进制表示的数目的位数相对应的码“0”以及码“1”的编码。

3. 根据权利要求1所述的图像处理设备,

其中,在所述零游程继续直到待处理的行的末端时,所述零游程编码单元生成包括与通过从形成零游程的组的数目减去1所获得的采用二进制表示的数目的位数相对应的码“0”的编码。

4. 根据权利要求1所述的图像处理设备,

其中,所述有效位数目编码单元生成指示待处理的当前组中的有效位的最大数目与上次处理的先前的组中的有效位的最大数目之间的变化的编码。

5. 根据权利要求4所述的图像处理设备,

其中,所述有效位数目编码单元生成作为指示所述变化的码的与通过从所述变化减去1所获得的数目相对应的码“0”和指示改变的结束的码“1”。

6. 根据权利要求5所述的图像处理设备,

其中,在所述当前组中的有效位的最大数目为“0”时所述有效位数目编码单元仅生成与通过从所述变化减去1所获得的数目相对应的码“0”来作为指示所述变化的码。

7. 根据权利要求4所述的图像处理设备,

其中,所述有效位数目编码单元进一步生成指示在当前组中的有效位的最大数目是否已经从先前的组中的有效位的最大数目改变了的码,以及指示在所述当前组中的有效位的最大数目与在先前的组中的有效位的最大数目相比是已经增加了还是减少了的码。

8. 根据权利要求7所述的图像处理设备,

其中,仅在先前的组的有效位的最大数目不为“0”时,所述有效位数目编码单元进一步生成指示在当前组中的有效位的最大数目是否已经从先前的组中的有效位的最大数目改变了的码,以及指示在当前组中的有效位的最大数目与先前的组的有效位的最大数目相比是已经增加了还是减少了的码。

9. 根据权利要求1所述的图像处理设备,进一步包括:

小波变换单元,所述小波变换单元对图像数据执行小波变换;以及
量化单元,所述量化单元量化通过由所述小波变换单元对图像数据执行小波变换所得到的
小波系数,

其中,所述有效位的数目字编码单元、所述零游程编码单元、所述绝对值编码单元以及
所述符号编码单元分别对通过由所述量化单元量化所述小波系数所得到的量化系数进行
编码。

10.一种图像处理设备的图像处理方法,包括:

通过有效位数目编码单元将关于有效位的最大值的信息编码为在以预定数目个从图
像数据生成的多个系数数据为单位而设置的组中的每一个中具有最大绝对值的系数数据
的有效位的数目;

通过零游程编码单元对由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程进行编码;

通过绝对值编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的绝对值进行编
码;以及

通过符号编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的正号和负号进行
编码;

其中,所述零游程编码单元生成包括与通过从采用二进制表示的形成零游程的组的数
目和采用二进制表示的组的数目的位数减去1所获得的数目相对应的码“0”的编码。

11.一种图像处理设备,包括:

有效位数目解码单元,所述有效位数目解码单元对在以预定数目个多个系数数据为单
位而设置的组中的每一个中生成的码进行解码,所述码指示作为在每个组中具有最大绝对
值的系数数据的有效位的数目的有效位的最大数目;

零游程解码单元,所述零游程解码单元对指示由仅包括值为“0”的系数数据的组所形
成的零游程的码进行解码;

绝对值解码单元,所述绝对值解码单元对指示相应的系数数据的绝对值的码进行解
码,所述码已经对于除零游程以外的系数数据的每个组被生成;以及

符号解码单元,所述符号解码单元对指示相应的系数数据的正号和负号的码执行解
码,所述码已经对于除零游程以外的系数数据的每个组被生成;

其中,所述指示由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程的码是零游程编
码单元生成的包括与通过从采用二进制表示的形成零游程的组的数目和采用二进制表示的
组的数目的位数减去1所获得的数目相对应的码“0”的编码。

12.根据权利要求11所述的图像处理设备,

其中,所述零游程解码单元在待处理的当前组中的有效位的最大数目为“0”时对指示
零游程的码进行解码,以作为通过所述有效位数目解码单元的解码的结果。

13.根据权利要求12所述的图像处理设备,

其中,所述零游程解码单元执行其中码被顺序地读取直到码“1”被读取到或者码被读
取直到行的末端为止的第一读取,执行其中在由在所述第一读取中读取的码所指示的零游
程未到达所述行的末端的情况下进一步读取与在所述第一读取中读取的码“0”的数目相对
应的码的第二读取,以及生成与相当于通过将码“1”添加到在所述第一读取中读取到的码
的头部所获得的码串的数目的二进制表示相对应的数目的、值为“0”的系数数据。

14. 根据权利要求13所述的图像处理设备，

其中，所述零游程解码单元在由在所述第一读取中读取到的码所指示的零游程到达行的末端情况下生成与到达所述行的末端的数目相对应的、值为“0”的系数数据。

15. 根据权利要求13所述的图像处理设备，

其中，所述有效位数目解码单元在通过所述零游程解码单元进行所述第二读取之后顺序地读取码直到码“1”被读取为止，将通过将1添加到读取的码“0”的数目所获得的数目设置为在形成零游程的组之后的组的有效位的最大数目。

16. 根据权利要求11所述的图像处理设备，进一步包括：

逆量化单元，所述逆量化单元对作为通过所述零游程解码单元解码的结果所获得的值为“0”的量化系数、或包括作为通过所述绝对值解码单元解码的结果所获得的绝对值的量化系数、以及作为通过所述符号解码单元解码的结果所获得的符号执行逆量化；以及

小波逆变换单元，所述小波逆变换单元对通过由所述逆量化单元来相反地量化所述量化系数所获得的小波系数执行小波逆变换。

17. 一种图像处理设备的图像处理方法，包括：

通过有效位数目解码单元对在以预定数目的多个系数数据为单位而设置的组中的每一个中生成的码进行解码，所述码指示作为在每个组中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目的有效位的最大数目；

通过零游程解码单元对指示由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程的码进行解码；

对指示相应的系数数据的绝对值的码进行解码，所述码已经通过绝对值解码单元对于每个组对除零游程以外的系数数据生成；以及

对指示相应的系数数据的正号和负号的编码进行码，所述码已经通过符号解码单元对于每个组对除零游程以外的系数数据生成；

其中，所述指示由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程的码是零游程编码单元生成的包括与通过从采用二进制表示的形成零游程的组的数目和采用二进制表示的组的数目的位数减去1所获得的数目相对应的码“0”的编码。

图像处理设备和图像处理方法

技术领域

[0001] 本公开涉及一种图像处理设备和一种图像处理方法,并且特别地涉及能够更容易地执行编码或解码的一种图像处理设备和一种图像处理方法。

背景技术

[0002] JPEG (联合图像专家组) 2000以在编码图像(数据)时对通过相对于输入的图像执行波段划分处理而生成的相应的子带(频带)的系数进行编码的编码方法而著称。

[0003] 在图像通过JPEG 2000方法来编码时,通过对所输入的图像执行小波变换所获得的小波系数被量化,并且对通过量化所获得的量化系数进一步执行熵编码。

[0004] 在相关技术中的熵编码中,执行了称作EBCOT(带优化截取的嵌入式块编码)的比特建模和称作MQ编码器的算术编码。也就是说,执行了量化系数的比特建模并且基于多个编码通道相对于每个比特平面进一步执行了算术编码。然后,通过算术编码所获得的编码被输出为已编码的图像(数据)(例如,参考JP-A-2004-166254(专利文献1))。

[0005] 在通过JPEG 2000方法编码的图像被解码时,以和在编码时执行的过程相反的顺序来执行处理。更具体地,对作为已编码的图像数据的编码执行熵解码并且执行逆量化,以及对通过逆量化所获得的量化系数进一步执行小波逆变换。然后,通过小波逆变换所获得的图像被输出为已解码的图像。

发明内容

[0006] 然而,因为在EBCOT和MQ编码器中的处理量在上述技术中是巨大的,所以难以以高速执行图像的编码/解码,并且因此需要准备昂贵专用的硬件以便实时对具有诸如在水平方向上为1920个像素和在垂直方向上为1080个像素的高分辨率的高清晰度(HD)图像进行编码(或解码)。

[0007] 考虑到以上所述,期望更容易地对图像进行编码/解码。

[0008] 本公开的实施例针对一种图像处理设备,该图像处理设备包括:有效位数目编码单元,该有效位数目编码单元将关于有效位的最大数目的信息编码为在从图像数据生成的多个系数数据的预定数目为单位而设置的组中的每一个中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目;零游程编码单元,该零游程编码单元对由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程进行编码;绝对值编码单元,该绝对值编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的绝对值进行编码;以及符号编码单元,该符号编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的正号和负号进行编码。

[0009] 零游程编码单元可以生成包括与通过从采用二进制表示的形成零游程的组的数目和采用二进制表示的组的数目的数位的数目中减去1所获得的数目相对应的编码“0”的编码。

[0010] 在零游程继续直到待处理的行的末端时,零游程编码单元可以生成包括与通过从形成零游程的组的数目中减去1所获得的采用二进制表示的数目的数位的数目相对应的编

码“0”以及编码“1”的编码。

[0011] 在零游程继续直到待处理的行的末端时,零游程编码单元可以生成包括与通过从形成零游程的组的数目中减去1所获得的采用二进制表示的数目的数位的数目相对应的编码“0”的编码。

[0012] 有效位数目编码单元可以生成指示在待处理的当前组中的有效位的最大数目与在上次处理的先前的组中的有效位的最大数目之间的变化的编码。

[0013] 有效位数目编码单元可以生成作为指示变化的编码的与通过从该变化中减去1所获得的数目相对应的编码“0”和指示改变的结束的编码“1”。

[0014] 当前组中的有效位的最大数目为“0”时,有效位数目编码单元可以生成仅作为指示变化的编码的、与通过从该变化中减去1所获得的数目相对应的编码“0”。

[0015] 有效位数目编码单元可以进一步生成指示在当前组中的有效位的最大数目是否已经从先前的组中的有效位的最大数目改变了的编码,以及指示在当前组中的有效位的最大数目与在先前的组中的有效位的最大数目相比是否已经增加了或者减少了的编码。

[0016] 仅在先前的组的有效位的最大数目不为“0”时,有效位数目编码单元可以进一步生成指示在当前组中的有效位的最大数目是否已经从先前的组中的有效位的最大数目改变了的编码,以及指示在当前组中的有效位的最大数目与在先前的组中的有效位的最大数目相比是否已经增加了或者减少了的编码。

[0017] 图像处理设备可以进一步包括对图像数据执行小波变换的小波变换单元和量化通过由小波变换单元对图像数据执行小波变换所获得的小波系数的量化单元,其中,有效位数目编码单元、零游程编码单元、绝对值编码单元以及符号编码单元分别对通过由量化单元来量化小波系数所获得的量化的系数进行编码。

[0018] 本公开的实施例还涉及一种图像处理设备的图像处理方法,包括:通过有效位数目编码单元将关于有效位的最大数目的信息编码为在以从图像数据生成的多个系数数据的预定数目为单位而设置的组中的每一个中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目;通过零游程编码单元对由仅包括值为“0”的组所形成的系数数据进行编码;通过绝对值编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的绝对值进行编码;以及通过符号编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的正号和负号进行编码。

[0019] 本公开的另一个实施例涉及一种图像处理设备,该图像处理设备包括:有效位的数目解码单元,该有效位的数目解码单元解码对在以多个系数数据的预定数目为单位而设置的组中的每一个中生成的编码进行解码,该编码指示作为在每个组中具有最大绝对值的系数数据的数目的有效位的最大数目;零游程解码单元,该零游程解码单元对指示由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程的编码进行解码;绝对值解码单元,该绝对值解码单元对指示已经相对于除零游程以外的系数数据的每个组所生成的相应的系数数据的绝对值的编码进行解码;以及符号解码单元,该符号解码单元对指示已经相对于除零游程以外的系数数据的每个组所生成的相应的系数数据的正号和符号的编码进行解码。

[0020] 零游程解码单元可以对作为通过有效位的数目解码单元解码的结果、在待处理的当前组中的有效位的最大数目为“0”时的零游程的编码进行解码。

[0021] 零游程解码单元可以执行其中编码被顺序地读取直到编码“1”被读取或者编码被读取直到行的末端为止的第一读取,可以执行在由在第一读取中读取到的编码所指示的零

游程未到到达行的末端情况下进一步读取与在第一读取中读取到的编码“0”的数目相对应的编码的第二读取,并且可以生成具有相当于通过将编码“1”添加到在第一读取中读取到的编码的头部所获得的编码串的数目二进制表示相对应的、具有值“0”的系数数据的数目。

[0022] 零游程解码单元可以在由在第一读取中读取到的编码所指示的零游程到达行的末端情况下生成与到达行的末端的数目相对应的、其值为“0”的系数数据。

[0023] 有效位的数目解码单元可以顺序地读取编码直到通过零游程解码单元在第二读取之后读取到编码“1”为止,并且可以将通过将1添加到读取到的编码“0”的数目所获得的数目设置为在形成零游程的组之后的组的有效位的最大数目。

[0024] 图像处理设备可以进一步包括:逆量化单元,该逆量化单元对作为通过零游程解码单元解码的结果所获得的为“0”的量化系数值,或包括作为通过绝对值解码单元解码的结果所获得的绝对值的量化系数以及作为通过符号解码单元解码的结果所获得的符号执行逆量化;以及小波逆变换单元,该小波逆变换单元对通过由逆量化单元相反地量化量化系数所获得的小波系数执行小波逆变换。

[0025] 本公开的另一个实施例还涉及一种图像处理设备的图像处理方法,包括:通过有效位的数目解码单元对在以多个系数数据的预定数目为单位而设置的组中的每一个中生成的编码进行解码,所述编码指示作为在每个组中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目的有效位的最大数目;通过零游程解码单元对指示由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程的编码进行解码;对指示相应的系数数据的绝对值的编码进行解码,所述编码已经通过绝对值解码单元相对于除零游程以外的系数数据的每个组被生成;以及对指示相应的系数数据的正号和负号的编码进行解码,所述编码已经通过符号解码单元相对于除零游程以外的系数数据的每个组被生成。

[0026] 在本公开的实施例中,从图像数据生成的预定数目的多个系数数据被设置为组,并且关于作为在每个组中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目的有效位的最大数目的信息被编码,由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程被编码,除零游程以外的相应的系数数据的绝对值对于每个组被编码,以及除零游程以外的相应的系数数据的正号和负号对于每个组被编码。

[0027] 在本公开的另一个实施例中,在以指示作为在每个组中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目的有效位的最大数目的多个系数数据的预定数目为单位而设置的组中的每一个中生成的编码被解码,由指示仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程的编码被解码,指示已经相对于除零游程以外的系数数据的每个组所生成的相应的系数数据的绝对值的编码被解码,以及指示已经相对于除零游程以外的系数数据的每个组所生成的相应的系数数据的正号和负号的编码被解码。

[0028] 根据本公开的实施例,可以处理图像。具体而言,可以更加容易地对图像进行编码或者解码。

附图说明

[0029] 图1是示出了图像编码设备的主要配置示例的框图;

[0030] 图2是用于说明子带的视图;

[0031] 图3是示出了待编码的量化系数的示例的视图;

- [0032] 图4是示出了零游程编码的示例的视图；
- [0033] 图5是用于说明零游程的编码的示例的表；
- [0034] 图6是示出了零游程编码的另一个示例的视图；
- [0035] 图7是用于说明零游程的编码的另一个示例的表；
- [0036] 图8是示出了零游程编码的再一示例的视图；
- [0037] 图9是用于说明零游程的编码的再一个示例的表；
- [0038] 图10是示出了熵编码单元的主要配置示例的框图；
- [0039] 图11是示出了VLC编码单元的主要配置示例的框图；
- [0040] 图12是用于说明编码处理的流程的示例的流程图；
- [0041] 图13是用于说明熵编码处理的流程的示例的流程图；
- [0042] 图14是用于说明W组编码处理的流程的示例的流程图；
- [0043] 图15是从说明W组编码处理的流程的示例的图14继续的流程图；
- [0044] 图16是示出了图像解码设备的主要配置示例的框图；
- [0045] 图17是示出了熵解码单元的主要配置示例的框图；
- [0046] 图18是示出了编码分割单元的主要配置示例的框图；
- [0047] 图19是示出了编码分割单元的另一个主要配置示例的框图；
- [0048] 图20是示出了VLC解码单元的主要配置示例的框图；
- [0049] 图21是用于说明解码处理的流程的示例的流程图；
- [0050] 图22是用于说明熵解码处理的流程的示例的流程图；
- [0051] 图23是用于说明W组解码处理的流程的示例的流程图；
- [0052] 图24是从说明W组解码处理的流程的示例的图22继续的流程图；
- [0053] 图25是示出了图像编码设备的另一个配置示例的框图；
- [0054] 图26是示出了图像解码设备的另一个配置示例的框图；
- [0055] 图27A至27C是用于说明编码/解码的流程的示例的图；以及
- [0056] 图28是示出了个人计算机的主要配置示例的框图。

具体实施方式

[0057] 在下文中,将说明用于执行本公开的实施方式(在下文中被称为实施例)。将按以下顺序进行说明。

- [0058] 1. 第一实施例(图像编码设备)
- [0059] 2. 第二实施例(图像解码设备)
- [0060] 3. 第四实施例(图像编码设备/图像解码设备)
- [0061] 4. 第四实施例(个人计算机)

[0062] <1. 第一实施例>

[0063] **【图像编码设备】**

[0064] 图1是示出了图像编码设备的主要配置示例的框图。图像编码设备11是对图像数据进行编码并且输出所获得的已编码的数据的图像处理设备。

[0065] 如图1中所示,图像编码设备11包括小波变换单元21、量化单元22以及熵编码单元23。

[0066] 例如,作为根据需要对其执行DC电平移位的分量信号的图像(数据)被输入给于小波变换单元21。小波变换单元21对所输入的图像执行小波变换并且将该图像划分成多个子带。小波变换单元21将通过小波变换所获得的子带的小波系数提供给量化单元22。

[0067] 量化单元22量化从小波变换单元21提供的小波系数并且将作为量化的结果所获得的量化系数提供给熵编码单元23。

[0068] 熵编码单元23对从量化单元22提供的量化系数执行熵编码并且将通过熵编码所获得的编码作为已编码的图像(已编码的数据)来输出。从熵编码单元23输出的图像(已编码的数据)例如被记录在数据包中或者在进行了速率控制处理之后提供给连接到图像编码设备11的另一个设备(未示出)。

[0069] 熵编码单元23执行如下文说明的量化系数的编码。因此,熵编码单元23实现了比较容易的编码。

[0070] 接下来,将参照图2和图3来说明通过图1的熵编码单元23所执行的熵编码。

[0071] 图2是用于说明子带的视图。例如,如图2中所示,假定一个子带包括为行L1至L6的六行并且在xy坐标中与行上的像素相对应的位置是(x,y)。在这里,在图中的相应的行中在最左边位置的x坐标是“0”并且在行L1上的y坐标是“0”。

[0072] 在采用比特平面表达的子带的相应位置(x,y)处的量化系数被以从行L1到行L6的光栅扫描顺序从量化单元22输入给熵编码单元23。

[0073] 换句话说,与行L1上的最左边的位置(0,0)相对应的量化系数被首先输入给熵编码单元23。接下来,与位置(0,0)的右手边的邻居(1,0)相对应的量化系数被输入给熵编码单元23,然后与已经输入了量化系数所在的位置的右手边的邻居相对应的量化系数被顺序地输入给熵编码单元23直到到达行L1上的最右边的位置为止。

[0074] 然后,当在行L1上的各位置处的所有量化系数都被输入了时,与行L2上的相应位置相对应的量化系数被顺序地从行L2上的最左边的位置(0,1)到最右边的位置输入给熵编码单元23,并且同样地从行L3到行L6,与相应的行上的位置相对应的量化系数被输入给熵编码单元23。

[0075] 例如,如在图3的图中的左上部所示出的,当12个量化系数被顺序地从在图2的行L1上的最左边位置处的量化系数起输入给熵编码单元23时,熵编码单元23以量化系数的预定数目“w”(在图3中w=4)为单位来对量化系数进行编码。

[0076] 在这里,在图3的左上部示出的相应的量化系数以其中编码的绝对值被划分成二进制数的数位(采用比特平面表示的)的方式来表示。在图3的示例中,在一行(图2的行L1)中的量化系数“-0101”、“+0011”、“-0110”、“+0010”,“+0011”、“+0110”、“0000”、“-0011”、“+1101”、“-0100”、“+0111”以及“-1010”被顺序地输入给熵编码单元23。

[0077] 一个量化系数包括由“+”(正)和“-”(负)所表示的量化系数的符号以及由二进制数所表示的量化系数的绝对值。在图3中,在表示量化系数的绝对值的相应数位的值的相应比特中,图中最上部的比特表示最高位比特(最高数位的比特)。因此,例如,量化系数“-0101”具有符号“-”和由二进制数“0101”所表示的绝对值,因此,当通过十进制数来表示时该量化系数为“-5”。

[0078] 首先,熵编码单元23确定在输入的一行中的量化系数的(绝对值)是否全部为“0(零)”,并且根据确定结果来输出指示在待从现在起编码的行中的量化系数是否全部为“0”

的编码。当确定量化系数全部为“0”时,熵编码单元23输出“0”作为指示行中的量化系数是否全部为“0”的编码,并且结束现在被处理的行中的量化系数的编码。另一方面,当确定量化系数的值不全部为“0”时(不是所有的量化系数为“0”),熵编码单元23输出“1”作为指示行中的量化系数是否全部为“0”的编码。

[0079] 在输入了图中左上部所示出的12个量化系数的情况下,所输入的行的量化系数不全部为“0”,因此,熵编码单元23输出如在右上部所示的“1”。

[0080] 当指示量化系数不全部为“0”的编码“1”被输出为指示行的量化系数是否全部为“0”的编码时,熵编码单元23对前四个(W个)量化系数“-0101”、“+0011”、“-0110”以及“+0010”进行编码。

[0081] 熵编码单元23将这次输入的四个连续的量化系数的有效位的最大数目(在图3中为变量B的值)与上次编码的(输入的)四个(W个)量化系数的有效位的最大数目相比较,确定有效位的最大数目是否已改变了并且输出指示量化系数的有效位的最大数目的编码。

[0082] 在这里,有效位的最大数目指示在待编码为一组的四个(W个)量化系数中具有最大绝对值的量化系数的有效位的数目。换句话说,有效位的最大数目指示在四个量化系数中具有最大绝对值的量化系数的最高位“1”位于在哪里。因此,例如,其为“-0101”、“+0011”、“-0110”以及“+0010”的、待编码为一组的四个量化系数的有效位的最大数目将是“3”,其是位于作为具有最大绝对值的量化系数的“-0110”的最高位的“1”的数位。

[0083] 指示量化系数的有效位的最大数目的编码包括指示有效位的最大数目是否已经改变了的编码、指示有效位的最大数目是否已经增加了或者减少了的编码以及指示有效位的最大数目的变化的编码。在有效位的最大数目尚未改变时,不输入指示有效位的最大数目是否已经增加了或者减少了的编码以及指示有效位的最大数目的变化的编码。

[0084] 在有效位的最大数目的比较之后,熵编码单元23在有效位的最大数目已经改变时输出指示有效位的最大数目已经改变了的编码“1”,并且在有效位的最大数目未改变时输出指示有效位的最大数目尚未改变的编码“0”。

[0085] 在确定有效位的最大数目是否已经改变的情况下,当四个量化系数这次被首先输入时,也就是说,当待编码的子带的量化系数被首先输入时(例如,从图2的行L1的左端顺次输入四个量化系数),上次子带的量化系数未曾被编码,因此,上次编码的四个(W个)量化系数的有效位的最大数目为“0”。

[0086] 因此,熵编码单元23将这次输入的四个量化系数“-0101”、“+0011”、“-0110”以及“+0010”的有效位的最大数目“3”与上次已经编码的量化系数的有效位的最大数目“0”相比较,当有效位的最大数目已经改变时输出编码“1”。

[0087] 熵编码单元23在输出指示有效位的最大数目已经改变的编码“1”之后输出指示有效位的最大数目是否已经增加了或者减少了的编码。在这里,熵编码单元23在有效位的最大数目增加时输出“0”,而在有效位的最大数目已经减少时输出“1”。

[0088] 在图3的示例中,在先前的编码中的有效位的最大数目和在这次中的有效位的最大数目是“3”,因此,如图中右上部所示熵编码单元23输出指示有效位的最大数目已经增加了的编码“0”。

[0089] 此外,在指示有效位的最大数目已增加了或减少了的编码被输出之后,熵编码单元23输出指示有效位的最大数目已经增加或者减少到什么程度的编码,即,输出指示有效

位的最大数目的变化的编码。具体地,在有效位的最大数目的变化(即,已增加的量或已减少的量)是“n”时,熵编码单元23输出(n-1)个编码“0”,并且然后,紧跟这些“0”之后输出编码“1”。

[0090] 在图3的最初的四个量化系数被编码情况下,有效位的最大数目的变化是“3”(=3-0),因此,熵编码单元23输出“2”(=3-1)个“0”并且进一步输出“1”作为编码。

[0091] 接下来,熵编码单元23输出与指示待这次编码的四个(W个)量化系数的相应的绝对值的有效位的最大数目相对应的编码。也就是说,熵编码单元23相对于相应的量化系数顺序地从由有效位的最大数目所示出的有效位的最大数位到最小数位输出指示每个量化系数的绝对值的相应数位的值的编码。

[0092] 因为待这次编码的量化系数是“-0101”、“+0011”、“-0110”以及“+0010”,所以熵编码单元23输出与指示已经被首先输入的量化系数“-0101”的绝对值的有效位的最大数目相对应的编码。在这里,因为在此时的有效位的最大数目是“3”,所以熵编码单元23输出作为由量化系数“-0101”的有效位的最大数目所指示的有效位的最大数位(即,第三个数位)的值“1”、作为比最大数位小一个数位的数位(第二个数位)的值“0”以及作为最低位数位的值“1”。因此,与示出了量化系数“-0101”的绝对值的有效位的数目相对应的编码“101”被输出。

[0093] 同样地,熵编码单元23顺序地输出与指示量化系数“+0011”、“-0110”以及“+0010”的绝对值的有效位相对应的编码“011”、“110”以及“010”。因此,“10101110010”被输出为与指示量化系数“-0101”、“+0011”、“-0110”以及“+0010”的绝对值的有效位的最大数目相对应的编码。因此,具有与待编码的四个量化系数的有效位的最大数目相对应的长度的编码被从熵编码单元23输出作为指示量化系数的绝对值的编码。

[0094] 最后,熵编码单元23输出指示在四个(W个)量化系数中不为“0”的量化系数绝对值的相应的符号的编码。在这里,熵编码单元23在量化系数的符号是“+”(正)时输出编码“0”,而在符号是“-”(负)时输出编码“1”。

[0095] 待这次编码的量化系数是“-0101”、“+0011”、“-0110”以及“+0010”,并且量化系数的符号依次是负、正、负以及正,因此,如在图中右上部处所示熵编码单元23输出“1010”作为指示量化系数的相应的符号的编码。

[0096] 当首次输入的四个量化系数被编码时,熵编码单元23连续地对下一次连续的四个量化系数“+0011”、“+0110”、“0000”以及“-0011”进行编码。

[0097] 首先,熵编码单元23以和在首次(上次)输入的量化系数的编码中相同的方式将这次新输入的四个(W个)量化系数的有效位的最大数目与上次编码的四个量化系数的有效位的最大数目相比较。

[0098] 这次输入的四个(W个)量化系数“+0011”、“+0110”、“0000”以及“-0011”的有效位的最大数目是“3”,其是位于具有最大绝对值的量化系数“+0110”的最高位的“1”的数位,并且和上次编码的量化系数的有效位的最大数目“3”相同,因此,熵编码单元23输出指示有效位的最大数目未改变的编码“0”。

[0099] 随后,熵编码单元23输出编码“011110000011”,其中指示待这次编码的四个(W个)量化系数“+0011”、“+0110”、“0000”以及“-0011”的相应的绝对值、与有效位的最大数目相对应的编码“011”、“110”、“000”以及“011”被以这个顺序对齐。

[0100] 然后,在指示量化系数的绝对值的编码被输出之后,熵编码单元23输出指示在四个量化系数中其绝对值不为“0”的量化系数的相应的符号的编码。

[0101] 待这次编码的量化系数是“+0011”、“+0110”、“0000”以及“-0011”,并且第三个量化系数“0000”的绝对值为“0”,因此,熵编码单元23输出指示其绝对值不为“0”的量化系数“+0011”、“+0110”以及“-0011”的相应的符号(正、正、负)的编码“001”。

[0102] 在四个量化系数“+0011”、“+0110”、“0000”以及“-0011”被编码之后,熵编码单元23进一步对接下来的四个量化系数“+1101”、“-0100”、“+0111”以及“-1010”进行编码。

[0103] 首先,熵编码单元23将这次重新输入的四个(W个)量化系数的有效位的最大数目与上次编码的四个量化系数的有效位的最大数目相比较。

[0104] 这次输入的四个(W个)量化系数“+1101”、“-0100”、“+0111”以及“-1010”的有效位的最大数目是“4”,“4”是位于具有最大绝对值的量化系数“+1101”的最高位的“1”的数位,“4”不同于上次编码的量化系数的有效位的最大数目“3”,因此,熵编码单元23输出指示有效位的最大数目已经改变了的编码“1”。

[0105] 在上次的有效位的最大数目是“3”而在这次的有效位的最大数目是“4”,因此,如在图的右侧所示输出了指示有效位的最大数目已经增加了的编码“0”。

[0106] 熵编码单元23输出指示有效位的最大数目已经增加或者减少到什么程度的编码。在这种情况下,有效位的最大数目的变化为1($=4-3$),因此,熵编码单元23输出“0”(1-1)个“0”并且进一步输出“1”作为编码(即,输出编码“1”)。

[0107] 接下来,熵编码单元23输出编码“1101010001111010”,其中指示待这次编码的四个(W个)量化系数“+1101”、“-0100”、“+0111”以及“-1010”的相应的绝对值、与有效位的最大数目相对应的编码“1101”、“0100”、“0111”以及“1010”被以这个顺序来对齐。

[0108] 然后,在指示量化系数的绝对值的编码被输出之后,熵编码单元23输出指示在四个量化系数中其绝对值不为“0”的量化系数的相应的符号的编码。

[0109] 待这次编码的量化系数是“+1101”、“-0100”、“+0111”以及“-1010”,并且量化系数的符号依次是正、负、正以及负,因此,如在图中右下处所示出熵编码单元23输出编码“0101”作为指示的量化系数的相应的符号的编码。

[0110] 如上文所述,熵编码单元23以连续的量化系数的预定数目(W个)为单位来对所输入的量化系数进行编码。因此,从熵编码单元23输出了指示待编码的行中的量化系数是否全部为“0”的编码。在输出了指示行的量化系数不全部为“0”的编码时,指示W个量化系数的有效位的最大数目的编码、指示W个量化系数的绝对值(比特平面表达)的编码以及指示这些量化系数的符号的编码被输出。

[0111] 指示W个量化系数的有效位的最大数目的上述编码、指示W个量化系数的绝对值的编码以及指示这些量化系数的符号的编码被重复地输出为指示随后的W个量化系数的编码直到行中的所有量化系数都被编码为止。

[0112] 在上述说明中,量化系数以光栅扫描顺序来编码,然而,其中量化系数被编码的顺序未必一直采用光栅扫描顺序。例如,在图2中所示出的子带的量化系数被编码时,在图中的垂直方向上对齐的四个位置处的量化系数被以W个量化系数为单位顺序地编码也是可能的,使得在位置(0,0)、(0,1)、(0,2)以及(0,3)处(即图中行L1到行L4的左端位置)的量化系数被首先编码,然后,在位置(1,0)、(1,1)、(1,2)以及(1,3)处的量化系数被编码。

[0113] 如上文所述,熵编码单元23以作为组的量化系数的预定数目为单位对子带的量化系数进行编码,输出指示量化系数的有效位的最大数目的编码、指示量化系数的绝对值的编码以及指示这些量化系数的符号的编码。

[0114] 在如上文所述子带的量化系数被以作为组的量化系数的预定数目为单位来编码时,不必基于多个编码通道相对于每个比特平面执行多个处理以及可变长度编码被执行,这不同于例如通过使用JPEG 2000方法来对图像进行编码的情况,因此,可以大大地减少编码的处理量。结果,能够更快速地对图像进行编码并且能够以低成本实现用于实时对高分辨率图像进行编码的编码设备。

[0115] 此外,因为不必在对图像进行编码时通过在图像编码设备11中显式地描述编码的长度来对图像进行编码,所以可以减少编码量并且不必管理关于编码的长度的信息。

[0116] 在上述说明中,具有最大绝对值的量化系数的有效位是指示有效位的最大数目的变量Bnew的值,然而,变量Bnew的值可以为等于或高于在W个量化系数中具有最大绝对值的量化系数的有效位的值。在变量Bnew的值增加时,指示量化系数的绝对值的编码的编码量增加,然而,能够通过允许变量Bnew的值为等于或高于具有最大绝对值的量化系数的有效位的值来减少指示量化系数的有效位的最大数目的编码的编码量。

[0117] 【零游程处理1】

[0118] 在上述编码方法中,具有值“0”的量化系数还被以和在其值不为“0”的量化系数的情况下相同的方式处理,除非待处理的行中的量化系数全部为“0”。然而,其值为“0”的量化系数趋于局部地集中并且在许多情况下连续地出现。

[0119] 因此,熵编码单元23对其值为“0”的量化系数连续地出现多个所在的部分进行编码。当采用这个方法时,熵编码单元23可以比在其值不为“0”的量化系数的组的情况下更有效地对“0”游程长度(零游程)的这样的部分进行编码。也就是说,熵编码单元23可以改进对具有许多零的系数数据进行编码的编码效率。

[0120] 在下文将进行更具体的说明。图4是示出了零游程编码的示例的视图。

[0121] 例如,假定如图4的上部中所示出M组的四个(W个)量化系数在待处理的行中连续。因为待处理的行包括其值不为“0”的量化系数,所以第一个编码将为“1”。

[0122] 在图4中,将首先被处理的四个(W个)量化系数的最左边的组的有效位的最大数目是“3”,因此,接下来输出了指示有效位的最大数目B已经从初始值“0”“改变了(差)”的编码“1”。随后,输出了指示“增加B(加)”的编码“0”。

[0123] 有效位的最大数目B的值从“0”增加到“3”(增加的量为3),因此,接下来输出2个编码“0”(增加的量为3-1),然后,输出了指示改变(足够的)的结束的编码“1”。也就是说,在改变之后的有效位的最大数目B的值通过编码“1”的确定来确定。

[0124] 然后,输出了编码“101011110010”,其对应于指示待这次编码的四个(W个)量化系数“-0101”、“+0011”、“-0110”以及“+0010”的相应的绝对值的有效位的最大数目。

[0125] 此外,输出了编码“1010”,其指示在待这次编码的四个(W个)量化系数中其值不为“0”的量化系数的符号(正或负)。

[0126] 然后,编码处理的目标被移位到一组接下来的四个(W个)量化系数。如图4中所示,在从左边起的第二组中的四个(W个)量化系数中,量化系数的值全部为“0”。也就是说,有效位的最大数目B的值为“0”。然后,M组(M是任意自然数)有效位的最大数目B=0继续(0连续

长度M)。

[0127] 如下文所述熵编码单元23对大量这样的零游程(0连续长度)进行编码。

[0128] 首先,因为有效位的最大数目B以和在有效位的最大值 $B \neq 0$ 的组的情况下相同的方式从不同于“0”的值(例如,3)改变成“0”,所以输出了指示有效位的最大数目B已经“改变了(差)”的编码“1”。接下来,输出了指示该“减少B(负号)”的编码“1”。

[0129] 随后,因为有效位的最大数目B的值从“3”减少到“0”(减少的量为3),所以顺序地输出了2个编码“0”(减少的量为3-1)。

[0130] 在这里,能够以和在先前的组中相同的方式输出指示改变(足够的)的结束的编码“1”,然而,在改变之后的有效位的最大数目B的值是“0”,因此,可以省略指示改变(足够的)的结束的编码“1”的输出。

[0131] 显然,通过指示有效位的最大数目B的减少的量的编码(在图4的示例中为2个编码“0”)有效位的最大数目B将为“0”。有效位的最大数目B的最小值是“0”,这个不再减少。也就是说,在改变之后的有效位的最大数目B的值通过两个编码“0”而被固定为“0”。

[0132] 因此,当在改变之后的有效位的最大数目B的值为“0”时,指示改变(足够的)的结束的编码“1”不是必需的并且可以被省略。因此,熵编码单元23可以减少编码量以便省略编码“1”的输出。也就是说,熵编码单元23可以改进编码效率。

[0133] 接下来,输出了指示零游程的编码。一个编码“1”是在与通过从为采用二元表达的零游程的长度(0连续长度)M(组)的数位N的数目中减去1所获得的数目相对应的编码“0”之后被布置,并且进一步地,用于固定N个数位的二进制数、除采用二元表达的0连续长度的最高位比特以外的相应数位的值被对齐,这将是指示零游程的编码。

[0134] 编码为什么不包括最高位比特的原因是该值必然为“1”。换句话说,采用二元表达的0连续长度在(N-1)个编码“0”可以为指示零游程的编码之后被对齐。也就是说,可以通过将采用二元表达的0连续长度移位通过从该0连续长度的数位的数目中减去1所获得的量来容易地实现该编码。

[0135] 例如,熵编码单元23预先存储了关于相应的0连续长度的图5中所示出的表(表信息)。熵编码单元23计算零游程的长度(0连续长度)M,并且通过使用图5的表信息来选择与M相对应的编码以输出该编码。

[0136] 在图5中,为方便说明逗号(,)被放入在编码中,然而,在实际的编码中不包括这些逗号。

[0137] 如上文所述,熵编码单元23可以通过对大量零游程进行编码来更有效地执行编码。也就是说,熵编码单元23可以对具有许多零的系数数据进行编码的编码效率。

[0138] 在如上所述零游程被编码之后,编码目标被移动到图4的四个(W个)量化系数的最右边的组。

[0139] 该组的有效位的最大数目B是“4”。因此,输出了指示有效位的最大数目B的编码。然而,因为有效位的最大数目B的值被从“0”改变成“4”,所以如上文所述指示有效位的最大数目B已经“改变了(差)”的编码“1”或者指示“增加B(加)”的编码“0”可以被输出为指示有效位的最大数目B的编码,并且当先前组的有效位的最大数目B是“0”时还能够省略这些编码的输出。

[0140] 因为有效位B的最大数目的最小值是“0”,所以在此待处理的组的有效位的最大数

目B在先前的组的有效位的最大数目是“0”的情况下被改变时,显然的是该改变是在增加方向上。在此组的有效位的最大数目B未改变时(保持为“0”),该组也被包括在零游程中,因此,指示有效位的最大数目B的编码未被输出。

[0141] 因此,在此组的有效位的最大数目B不是“0”以及先前的组的有效位的最大数目是“0”的情况下,能够省略指示B已经“改变了(差)”的编码“1”或指示“增加B(加)”的编码“0”的输出。由于处理的原因,因为省略了编码的输出,熵编码单元23可以减少编码量。也就是说,熵编码单元23可以改进编码效率。

[0142] 接下来,因为有效位的最大数目B的值从“0”增加到“4”,所以接下来输出了3个编码“0”(增加的量为4-1),并且顺序地输出了指示改变(足够的)的结束的编码“1”。也就是说,在改变之后的有效位的最大值B的值通过检测编码“1”来确定。

[0143] 然后,输出了编码“1101010001111010”,其对应于指示待这次编码的四个(W个)量化系数“+1101”、“-0100”、“+0111”以及“-1010”的相应的绝对值的有效位的最大数目。

[0144] 此外,输出了指示在待这次编码的四个(W个)量化系数中其值不为“0”的量化系数的符号(正或负)的编码“0101”。

[0145] 【在结束处的零游程处理】

[0146] 在零游程继续直到行的末端(右端)时,例如,可以使用如下文所描述的进一步更短的编码以从而减少编码量。

[0147] 图6是示出了零游程编码的另一个示例的视图。如图6的示例中所示,显然的是,在零游程继续直到结束时零游程的结束是行的末端,因此,指示结束的编码(指示有效位的最大数目B的编码)是不需要的。

[0148] 换句话说,显然的是,当在指示零游程的上述编码中(N-1)个编码“0”的数目高于在待处理的行中未曾处理的组的数目(从待目前处理的组到在行的结束处的组计数的组的数目)时零游程继续直到行的末端。

[0149] 因此,在零游程继续到最后一个时,其中编码“1”被放在与(采用二元表达的0连续长度M-1)的数位的数目相对应的编码“0”之后的编码被输出为指示零游程的编码,并且如在图6的示例中所示出此刻完成了行的编码。

[0150] 例如,熵编码单元23预先存储了关于继续直到行的末端的相应的0连续长度的、图7中所示出的表(表信息)。熵编码单元23计算零游程的长度(0连续长度)M并且通过使用图7的表信息来选择与M相对应的编码以在确定零游程继续直到行的末端时输出该编码。

[0151] 根据上述处理,与图4的示例的情况相比可以减少指示零游程的编码的编码量。此外,还可以省略指示有效位的最大数目B的编码。因此,熵编码单元23可以进一步改进编码效率。

[0152] 在指示零游程的上述编码中,变得很清楚的是零——以编码“0”的数目继续直到行的末端。因此,如图8的示例中所示出还能够省略紧跟与指示零游程的编码中的(采用二元表达的0连续长度M-1)的数位的数目相对应的编码“0”之后的编码“1”。

[0153] 例如,熵编码单元23预先存储了关于继续直到行的末端的相应的0连续长度的、图9中所示出的表(表信息)。熵编码单元23计算零游程的长度(0连续长度)M并且通过使用图9的表信息来选择与M相对应的编码以在确定零游程继续直到行的末端时输出该编码。

[0154] 根据上述处理,与图6的示例的情况相比可以减少示出了零游程的编码的编码量。

因此,熵编码单元23可以进一步改进编码效率。

[0155] 【熵编码单元】

[0156] 将具体地说明执行零游程的上述编码的处理单元。图10是示出了熵编码单元23的主要配置示例的框图。

[0157] 如图10中所示,熵编码单元23包括行确定单元61、可变长度编码(VLC)编码单元62、有效位的最大数目计算单元63、VLC编码单元64、有效位提取单元65、VLC编码单元66、符号提取单元67、VLC编码单元68以及编码连接单元69。

[0158] 从如图1中所示出的量化单元22输出的量化系数被提供(输入)给行确定单元61、有效位的最大数目计算单元63、有效位提取单元65以及符号提取单元67。

[0159] 行确定单元61确定已经从量化单元22输入的、待从现在起编码的一行中的量化系数是否全部为“0”,将指示确定结果的信息提供给VLC编码单元62。

[0160] VLC编码单元62基于指示从行确定单元61提供的确定结果的信息来将指示待编码的行中的量化系数是否全部为“0”的编码输出给编码连接单元69。

[0161] 有效位的最大数目计算单元63计算从量化单元22输入的连续的W个量化系数的有效位的最大数目,将指示计算结果的信息提供给VLC编码单元64和有效位提取单元65。

[0162] VLC编码单元64基于指示从有效位的最大数目计算单元63提供的计算结果的信息将指示W个量化系数的有效位的最大数目的编码提供给编码连接单元69。VLC编码单元64还基于指示从有效位的最大数目计算单元63提供的计算结果的信息在存在零游程时将指示零游程的编码提供给编码连接单元69。

[0163] 有效位提取单元65基于指示从有效位的最大数目计算单元63提供的计算结果的信息来提取从量化单元22提供的W个量化系数的有效位,将已提取的量化系数的有效位(的数据)提供给VLC编码单元66和符号提取单元67。

[0164] VLC编码单元66基于从有效位提取单元65提供的量化系数的有效位来对这些量化系数的绝对值进行编码,将指示作为该编码所获得的量化系数的绝对值的编码提供给编码连接单元69。

[0165] 符号提取单元67基于来自有效位提取单元65的量化系数的有效位来提取从量化单元22提供的量化系数的符号,将已提取的符号(的数据)提供给VLC编码单元68。

[0166] VLC编码单元68对来自符号提取单元67的符号(的数据)进行编码,并且将指示通过该编码所获得的量化系数的符号的编码提供给编码连接单元69。

[0167] 编码连接单元69连接已经从相应的单元VLC编码单元62、VLC编码单元64、VLC编码单元66以及VLC编码单元68提供的、指示行中的量化系数是否全部“0”的编码、指示有效位的最大数目的编码以及指示零游程的编码或指示量化系数的绝对值的编码以及指示量化系数的符号的编码,将该编码作为已编码的图像(的数据)来输出。

[0168] 【VLC编码单元】

[0169] 图11是示出了VLC编码单元64的主要配置示例的框图。

[0170] 如图11中所示,VLC编码单元64包括有效位的最大数目改变编码单元71、有效位的最大数目变化编码单元72以及0连续长度编码单元73。

[0171] 有效位的最大数目改变编码单元71检测有效位的最大数目B是否从先前的组改变了,将指示改变存在的编码提供给编码连接单元69作为指示有效位的最大数目的编码。

[0172] 有效位的最大数目变化编码单元72计算在有效位的最大数目B从先前的组改变时的变化,将指示该变化的编码提供给编码连接单元69作为指示有效位的最大数目的编码。

[0173] 0连续长度编码单元73在存在零游程时计算该零游程的长度(0连续长度),将指示该零游程(0连续长度)的长度提供给编码连接单元69作为指示零游程的编码。

[0174] **【编码处理的流程】**

[0175] 接下来,将说明通过如上文所述的图像编码设备11的相应单元所执行的处理的具体流程。

[0176] 首先,将参照图12的流程图来说明通过图像编码设备11(图1)的编码处理的流程的示例。在待编码的图像(数据)被输入到小波变换单元21时开始编码处理。

[0177] 在步骤S11中,小波变换单元21对所输入的图像执行小波变换以将该图像划分成多个子带,将每个子带的小波系数提供给量化单元22。

[0178] 在步骤S12中,量化单元22量化从小波变换单元21提供的小波系数并且将作为量化的结果所获得的量化系数提供给熵编码单元23。因此,例如,在参照图3所说明的采用比特平面表示的子带的相应位置处的量化系数被输入给熵编码单元23。

[0179] 在步骤S13中,熵编码单元23执行熵编码处理以完成该编码处理。尽管稍后描述了熵编码处理的细节,但是熵编码单元23在如参照图3所说明的熵编码处理中以(W个)系数的给定数目为单位对从量化单元22提供的量化系数进行编码,并且指示待编码的行中的量化系数是否全部为“0”的编码、指示量化系数的有效位的最大数目的编码、指示量化系数的绝对值的编码以及指示量化系数的符号的编码被输出为编已码的图像(已编码的数据)。

[0180] 在如参照图4至图9所说明的那样其中量化系数值为“0”的零游程继续时,熵编码单元23在熵编码处理中将指示零游程的编码作为已编码的图像(已编码的数据)来输出。

[0181] 图像编码设备11以上述方式来编码并且输出所输入的图像。

[0182] **【熵编码处理的流程】**

[0183] 接下来,将参照图13的流程图来说明与图12的步骤S13的处理相对应的熵编码处理。

[0184] 在图12的步骤S12中,从量化系数22输出的量化系数被提供(输入)给熵编码单元23(图10)的行确定单元61、有效位的最大数目计算单元63、有效位提取单元65以及符号提取单元67。

[0185] 在步骤S41中,行确定单元61将指示待从现在起编码的子带的行的变量“y”存储为 $y=0$ 。

[0186] 例如,在图2中所示出的子带的量化系数被编码时,行确定单元61将指示子带的行(行L1至行L6)的变量“y”设置为 $y=0$ 。在这种情况下由变量“y”所示出的行“y”指示其中在子带的行上的相应位置(x,y)的y坐标是“y”的行。因此,例如,在由行确定单元61所存储的变量“y”是 $y=0$ 时,由该变量所指示的行是其中在该行上的相应位置的y坐标是“0”的行L1。

[0187] 在步骤S42中,有效位的最大数目计算单元63将指示在行(y-1)上待首先输入的W个量化系数的有效位的最大数目的变量Binit存储为 $Binit=0$,行(y-1)是在通过由行确定单元61所存储的变量“y”所指示的行“y”之前的一行。

[0188] 例如,在行(y-1)是图2中所示出的行L1时,指示在行(y-1)上待首先输入的W个量化系数的最大数目的变量Binit的值将是从小图中的行L1的左端的位置起计数的W个量化系

数,即,在位置 $(0,0)$ 、 $(1,0)$ 、...、 $(w-1,0)$ 处的 W 个量化系数的有效位的最大数目。当在行确定单元61中存储的变量“ y ”是 $y=0$ 时,行 $(y-1)$ 不存在并且变量Binit的值将是 $Binit=0$ 。

[0189] 在步骤S43中,行确定单元61确定由所存储的变量“ y ”所指示的行“ y ”的量化系数的(绝对值)是否全部为“0”。例如,在行“ y ”是图2中所示出的行L1时,行确定单元61在行L1上的位置 (x,y) 处的量化系数全部为“0”的情况下确定量化系数全部为“0”。

[0190] 当在步骤S43中确定量化系数全部为“0”时,行确定单元61生成指示量化系数全部为“0”的信息并且将该信息提供给VLC编码单元62和有效位的最大数目计算单元63,然后,处理进行到步骤S44。

[0191] 在步骤S44中,VLC编码单元62基于指示来自行确定单元61的量化系数全部为“0”的信息将指示待编码的行中的量化系数全部为“0”的编码“0”输出(提供)给编码连接单元69。编码连接单元69将从VLC编码单元62提供的编码“0”按原样输出为作为对行“ y ”中的量化系数进行编码的结果所获得的编码。

[0192] 在步骤S45中,有效位的最大数目计算单元63基于指示来自行确定单元61的量化系数全部为“0”的信息来将变量Binit的已存储的值更新为 $Binit=0$ 。

[0193] 在步骤S46中,行确定单元61确定在编码期间的子带的行中是否存在未处理的行。也就是说,行确定单元61确定在编码期间的子带的所有行的量化系数是否已经被编码。例如,在图2中所示出的子带的量化系数被编码的情况下,当在行L1上的所有位置处的量化系数已经被编码时行确定单元61确定不存在未处理的行。

[0194] 当在步骤S46中确定存在未处理的行时,行确定单元61进行步骤S47的处理以便对在下一个行,即行 $(y+1)$ 上的相应位置处的量化系数进行编码。

[0195] 在步骤S47中,行确定单元61增加指示已存储的行的变量“ y ”以成为 $y=y+1$,并且将处理返回到步骤S43以允许步骤S43之后的处理被再次执行。

[0196] 另一方面,当在步骤S46中确定不存在未处理的行时,行确定单元61结束熵编码处理,因为在子带中包括的所有行中的量化系数已经被编码,并且将处理返回到图12的步骤S13以结束该编码处理。

[0197] 当在图13的步骤S43中确定行“ y ”中的量化系数不全部为“0”时(存在其值不为“0”的量化系数),行确定单元61生成指示量化系数不全部为“0”(存在其值不为“0”的量化系数)的信息,并且将该信息提供给VLC编码单元62和有效位的最大数目计算单元63,然后,处理进行到步骤S48。

[0198] 在步骤S48中,VLC编码单元62基于指示来自行确定单元61的量化系数不全部为“0”的信息将指示待编码的行中的量化系数不全部为“0”的编码“1”输出(提供)给编码连接单元69。

[0199] 在步骤S49中,熵编码单元23执行 W 组编码处理。尽管稍后将描述 W 组编码处理的细节,但是熵编码单元23在 W 组编码处理中以连续的 W 组为单位对由存储在行确定单元61中的变量“ y ”所指示的行“ y ”上的量化系数进行编码。

[0200] 在这里,在假定由存储在行确定单元61中存储的变量“ y ”和存储在有效位的最大数目计算单元63中的变量“ x ”所规定的行“ y ”上的位置是 (x,y) 时,行“ y ”上的 W 个连续的位置将是行“ y ”上的连续的位置 (x,y) 、 $(x+1,y)$ 、...、 $(x+w-1,y)$ 。也就是说,熵编码单元23在 W 组编码处理中对在位置 (x,y) 、 $(x+1,y)$ 、...、 $(x+w-1,y)$ 处的相应的显化系数进行编码。

[0201] 在完成了W组编码处理时,熵编码单元23将处理返回到步骤S46并且允许随后的处理被执行。

[0202] 如上文所述,熵编码单元23按照光栅扫描顺序以量化系数的预定数目为单位来对在子带的相应位置处的量化系数进行编码。

[0203] 当如上文所述在子带的相应位置处的量化系数被按照光栅扫描顺序以预定数目为单位编码时,能够以所输入的顺序处理所输入的量化系数,这可以减少通过对量化系数进行编码而发生的延迟。

[0204] **【W组编码处理的流程】**

[0205] 接下来,将参照图14和图15的流程图来说明与图13的步骤S49的处理相对应的W组编码处理。

[0206] 在开始了W组编码处理时,VLC编码单元64在步骤S71中初始化诸如i、B、max等等的各种类型的变量。例如,VLC编码单元64分别将变量“i”和“B”的值设置为“0”(i=0,B=0),并且将变量“max”的值设置为W组系数的数目(max=W个系数的数目)。

[0207] 在步骤S72中,在由已存储的变量“x”所规定的行“y”上的位置是(x,y)时,有效位的最大数目计算单元63将在连续的W个位置(x,y)、(x+1,y)、...、(x+w-1,y)处的量化系数中具有最大绝对值的量化系数的有效系数的数目存储为变量Bnew的值,变量Bnew的值指示待从现在起编码的W个量化系数的有效位的最大数目。

[0208] 有效位的最大数目计算单元63将所计算的W个量化系数的有效位的最大数目,即变量Bnew的值提供给VLC编码单元64和有效位提取单元65。

[0209] 例如,当在W个连续的位置处的相应的量化系数是图3中所示出的量化系数“-0101”、“+0011”、“-0110”、“+0010”时,在这些量化系数中具有最大绝对值的量化系数是“-0110”,并且其有效位是作为在“-0110”的最高位的“1”的数位“3”,因此,变量Bnew的值是“3”。

[0210] 在步骤S73中,有效位的最大数目改变编码单元71确定是否Bnew=B。也就是说,有效位的最大数目改变编码单元71确定指示上次已经被编码的W个量化系数的有效位的最大数目的变量B的值是否和变量Bnew的值相同,变量Bnew的值指示待从现在起编码的W个量化系数的有效位的最大数目,其已经被从有效位的最大数目计算单元63提供。

[0211] 当在步骤S73中确定Bnew等于B时,有效位的最大数目改变编码单元71允许处理进行到步骤S74,将指示有效位的最大数目未被改变的编码“0”作为指示待从现在起编码的W个量化系数的有效位的最大数目的编码输出给编码连接单元69。在输出了指示有效位的最大数目的编码“0”之后,有效位的最大数目改变编码单元71省略(跳过)从步骤S75至步骤S79的相应处理并且允许处理进行到步骤S80。

[0212] 另一方面,当在步骤S73中确定Bnew不等于B时,有效位的最大数目改变编码单元71允许处理进行到步骤S75,将指示有效位的最大数目已经改变了的编码“1”(因为有效位的最大数目已经改变了)输出给编码连接单元69。

[0213] 在步骤S76中,有效位的最大数目改变编码单元71确定变量Bnew是否高于B。

[0214] 在确定待处理的量化系数的组(当前组)的有效位的最大数目Bnew高于上次已经被编码的量化系数的组(先前的组)的有效位的最大数目B(有效位的最大数目已经增加了)时,有效位的最大数目改变编码单元71允许处理进行到步骤S77。

[0215] 在步骤S77中,有效位的最大数目改变编码单元71将指示有效位的最大数目已经增加了的编码“0”输出给编码连接单元69作为指示有效位的最大数目的编码。随后,有效位的最大数目变化编码单元72将指示有效位的最大数目的变化(增加的量)的 $(B_{\text{new}}-B-1)$ 个编码“0”输出给编码连接单元69作为指示有效位的最大数目的编码。然后,有效位的最大数目变化编码单元72允许处理进行到步骤S79。

[0216] 当在步骤S76中确定本组的有效位的最大数目 B_{new} 小于先前的组的有效位的最大数目 B (有效位的最大数目已经减少了)时,有效位的最大数目改变编码单元71允许处理进行到步骤S78。

[0217] 在步骤S78中,有效位的最大数目改变编码单元71将指示有效位的最大数目已经减少了的编码“1”输出给编码连接单元69作为指示有效位的最大数目的编码。随后,有效位的最大数目变化编码单元72将指示变化(减少的量)的 $(B-B_{\text{new}}-1)$ 个编码“0”输出给编码连接单元69作为指示有效位的最大数目的编码。然后,有效位的最大数目变化编码单元72允许处理进行到步骤S79。

[0218] 在步骤S79中,在本组的有效位的最大数目 B_{new} 不为“0”时,有效位的最大数目变化编码单元72将指示改变(足够的)的变化结束的编码“1”输出给编码连接单元69。也就是说,在本组的有效位的最大数目 B_{new} 是“0”时,在这种情况下省略(跳过)了编码“1”的输出。在未省略指示改变(足够的)的结束的编码“1”时,有效位的最大数目变化编码单元72可以将指示改变(足够的)的结束以便跟随指示有效位的最大数目 B 的变化(减少的量)的 $(B-B_{\text{new}}-1)$ 个的编码“0”的编码“1”输出给编码连接单元69。

[0219] 然后,有效位的最大数目变化编码单元72允许处理进行到步骤S80。

[0220] 在步骤S80中,有效位的最大数目改变编码单元71确定是否 $B_{\text{new}} \neq 0$ 。在确定本组的有效位的最大数目 B_{new} 不为“0”($B_{\text{new}} \neq 0$)时,有效位的最大数目改变编码单元71允许处理进行到步骤S81。

[0221] 在步骤S81中,有效位的最大数目计算单元63将变量 B_{new} 的值设置为变量 B (将值设置为 $B=B_{\text{new}}$)。

[0222] 在步骤S82中,有效位提取单元65提取关于系数的第 i 个 W 组的相应的量化系数的有效位。VLC编码单元66将指示从有效位提取单元65提供的相应的量化系数的有效位的绝对值的编码($B \times W$ 个比特的编码)输出给编码连接单元69。

[0223] 在步骤S83中,符号提取单元67提取关于系数的第 i 个 W 组的相应的量化系数的符号。VLC编码单元68将指示从符号提取单元67提供的、其值不为“0”的相应的量化系数的符号的编码($1 \times W$ 个比特的编码)输出给编码连接单元69。

[0224] 在步骤S84中,熵编码单元23确定变量“ i ”是否小于“ $\text{max}-1$ ”。也就是说,熵编码单元23确定在待处理的行中的量化系数的所有组是否已经被处理。

[0225] 在确定“ i ”小于“ $\text{max}-1$ ”并且在待处理的行中存在未处理的组时,熵编码单元23允许处理进行到步骤S85。

[0226] 在步骤S85中,熵编码单元23递增变量“ i ”(变量“ i ”= $i+1$)并且将处理返回到步骤S72。

[0227] 当在步骤S84中确定变量“ i ”不小于“ $\text{max}-1$ ”并且在待处理的行中不存在未处理的组时,熵编码单元23结束 W 组编码处理。

[0228] 当在步骤S80中确定本组的有效位的最大数目 B_{new} 为“0” ($B_{new}=0$) 时,有效位的最大数目改变编码单元71允许处理进行到图15的步骤S91。

[0229] 在步骤S91中,0连续长度编码单元73将变量“count”的值设置为“1” ($count=1$)。

[0230] 在步骤S92中,熵编码单元23确定变量“i”是否小于“max-1”。也就是说,熵编码单元23确定在待处理的行中的量化系数的所有组是否已经被处理。

[0231] 在确定“i”小于“max-1”并且在待处理的行中存在未处理的组时,熵编码单元23允许处理进行到步骤S93。在步骤S93中,熵编码单元23递增变量“i” (变量“i”= $i+1$) 并且将处理返回到步骤S94。

[0232] 在步骤S94中,在由已存储的变量“x”所规定的行“y”上的位置是(x,y)时,有效位的最大数目计算单元63将在连续的W个位置(x,y)、(x+1,y)、...、(x+w-1,y)处的量化系数中具有最大绝对值的量化系数的有效系数的数目存储为指示待从现在起编码的W个量化系数的有效位的最大数目的变量 B_{new} 的值。

[0233] 在步骤S95中,0连续长度编码单元73确定本组的有效位的最大数目是否为“0” ($B_{new}=0$)。在确定本组的有效位的最大数目为“0” ($B_{new}=0$) 时,0连续长度编码单元73允许处理进行到步骤S96。

[0234] 在步骤S96中,0连续长度编码单元73递增作为零游程的组的数目的计数值的变量“count” (变量“count”= $count+1$) ,并且将处理返回到步骤S92以及允许随后的处理被执行。

[0235] 也就是说,从步骤S92到步骤S96的相应的处理被重复直到零游程结束为止 (直到在步骤S95中确定 B_{new} 不为“0”为止)。

[0236] 在确定本组的有效位的最大数目不为“0” ($B_{new} \neq 0$) 时,0连续长度编码单元73允许处理进行到步骤S97。

[0237] 在步骤S97中,0连续长度编码单元73将指示零游程的编码输出给编码连接单元69,其中采用二进制表示的变量“count”跟随如图5的表的最右边的列中所示出的 (变量“count”的数位的数目-1) 个编码“0”。

[0238] 在步骤S98中,有效位的最大数目改变编码单元71将 ($B_{new}-1$) 个编码“0”输出给编码连接单元69, ($B_{new}-1$) 个编码“0”指示有效位的最大数目B的已增加的量。在这里,省略 (跳过) 了指示改变 (足够的) 的结束的编码“1”。在未省略指示改变 (足够的) 的结束的编码“1”时,有效位的最大数目变化编码单元71可以将指示改变 (足够的) 的结束以便跟随指示有效位的最大数目B的变化 (减少的量) 的 ($B_{new}-1$) 个的编码“0”的编码“1”输出给编码连接单元69。

[0239] 在步骤S98的处理结束之后,有效位的最大数目变化编码单元71将处理返回到图14的步骤S81并且允许随后的处理执行。

[0240] 当在图15的步骤S92中确定变量“i”不小于“max-1”并且在待处理的行中不存在未处理的组时,熵编码单元23允许处理进行到步骤S99。在这种情况下,零游程到达行的末端。

[0241] 因此,0连续长度编码单元73在步骤S99中将 (变量“count”的数位的数目-1) 个编码“0”,例如,如在图9的表中从左边起的第三列中所示出的作为指示零游程的编码输出给计数连接单元69。在这里,还能够将其中编码“1”跟随 (变量“count”的数位的数目-1) 个编码“0”,例如如在图7的表中从左边起的第三列中所示出的编码输出为指示零游程的编码。

[0242] 在步骤S99的处理结束时,0连续长度编码单元73将处理返回到图14,并且结束W组编码处理(将处理返回到图13的步骤S46)。

[0243] 如上文所述,熵编码单元23以量化系数的预定数目为单位来对子带的量化系数进行编码,输出指示量化系数的有效位的最大数目的编码、指示量化系数的绝对值的编码以及指示量化系数的符号的编码。

[0244] 因此,不必基于多个编码通道相对于每个比特平面执行多个处理以及可变长度编码被执行,这不同于通过例如JPEG 2000方法对图像进行编码的情况,因此,可以大大地减少编码的处理量。结果,图像编码设备11可以更容易地对图像进行编码,并且可以以低成本实现用于实时地对具有高分辨率的图像进行编码的编码设备。

[0245] 此外,不必通过在描述图像编码设备11中显式地描述编码的长度来对图像进行编码,因此,可以减少编码量并且不必管理编码的长度的信息。

[0246] 此外,因为如上文所述仅包括值为“0”的量化系数的连续的组被按零游程编码,所以图像编码设备11可以进一步改进对具有许多零的系数数据进行编码的编码效率。

[0247] 尽管在上述描述中已经进行了说明使得在W个量化系数中具有最大绝对值的量化系数的有效位的数目被设置为指示有效位的最大数目的变量Bnew的值,但是变量Bnew的值可以是等于或高于在W个量化系数中具有最大绝对值的量化系数的有效位的数目的值。变量Bnew的值变得越高,指示量化系数的绝对值的编码的编码量变得越大,然而,指示量化系数的有效位的最大数目的编码的编码量可以通过将变量Bnew设置为等于或高于具有最大绝对值的量化系数的有效位的数目的值来减少。

[0248] <2.第二实施例>

[0249] **【图像解码设备】**

[0250] 图16是示出了图像解码设备的主要配置示例的框图。图16中所示出的图像解码设备111是与图像编码设备11相对应的图像处理设备。也就是说,图像解码设备111通过与图像编码设备11的编码处理相对应的方法来对通过输入给图像编码设备11的图像数据进行编码所输出的已编码的数据进行解码,输出已解码的图像数据。

[0251] 如图16中所示,图像解码设备111包括熵解码单元121,逆量化单元122以及小波逆变换单元123。

[0252] 已编码的图像(数据)被输入给熵解码单元121。熵解码单元121对作为已编码的图像的所输入的编码执行熵解码,将通过解码所获得的量化系数提供给逆量化单元122。

[0253] 逆量化单元122对从熵解码单元121提供的量化系数执行逆量化,将通过逆量化所获得的每个子带的小波系数提供给小波逆变换单元123。

[0254] 小波逆变换单元123对已经从逆量化单元122提供的每个子带的小波系数执行小波逆变换,将作为小波逆变换的结果所获得的图像输出为已解码的图像。

[0255] **【熵解码单元】**

[0256] 图17是示出了熵解码单元121的主要配置示例的框图。

[0257] 如图17中所示,熵解码单元121包括编码分割单元151、行确定单元152、生成单元153、VLC解码单元154、VLC解码单元155、VLC解码单元156、量化系数组合单元157以及交换单元158。

[0258] 编码分割单元151基于从行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155、VLC

解码单元156提供的信息对作为已编码的图像的所输入的编码进行划分,将具有给定长度的已划分的编码提供给行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155或VLC解码单元156。

[0259] 也就是说,编码分割单元151将所输入的编码划分成指示一行中的已编码的量化系数是否全部为“0”的编码、指示已编码的W个量化系数的有效位的最大数目的编码、指示零游程的编码、指示W个量化系数的已编码的绝对值的编码以及指示量化系数的已编码的符号的编码,将相应的编码提供给行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155以及VLC解码单元156中的与相应的数据相对应的处理单元。

[0260] 更具体地,编码分割单元151将指示一行中的已编码的量化系数是否全部为“0”的编码提供给行确定单元152。编码分割单元151将指示W个量化系数的有效位的已编码的最大数目的编码提供给VLC解码单元154。编码分割单元151进一步将指示零游程的编码提供给VLC解码单元154。编码分割单元151还将指示W个量化系数的已编码的绝对值的编码提供给VLC解码单元155。此外,编码分割单元151还将指示量化系数的已编码的符号的编码提供给VLC解码单元156。

[0261] 行确定单元152基于从编码分割单元151提供的编码来确定在子带的一行中的已编码的量化系数是否全部为“0”,将指示确定结果的信息提供给编码分割单元151、生成单元153以及VLC解码单元154。

[0262] 生成单元153基于指示来自行确定单元152的确定结果的信息来生成指示在一行中为“0”的量化系数值的编码,并且将该编码提供给交换单元158。

[0263] VLC解码单元154对指示从编码分割单元151提供的W个量化系数的有效位的已编码的最大数目的编码进行解码,并且计算W个量化系数的有效位的已编码的最大数目,然后,将指示有效位的已计算的最大数目的信息提供给编码分割单元151、VLC解码单元155以及量化系数组合单元157。

[0264] VLC解码单元154对指示从编码分割单元151提供的零游程的编码进行解码并且生成一组形成零游程的量化系数。VLC解码单元154将通过解码所获得的该组量化系数提供给编码分割单元151、VLC解码单元155以及量化系数组合单元157。

[0265] VLC解码单元155基于指示来自VLC解码单元154的有效位的最大数目的信息来对指示从编码分割单元151提供的量化系数的绝对值的编码进行解码,将W个量化系数的有效位的(数据)提供给VLC解码单元156和量化系数组合单元157。VLC解码单元155将指示量化系数的绝对值的编码的已解码的结果的信息提供给编码分割单元151。

[0266] VLC解码单元156基于从VLC解码单元155提供的量化系数的有效位来对指示从编码分割单元151提供的量化系数的符号的编码进行解码,将通过解码所获得的量化系数的符号的(数据)提供给量化系数组合单元157。VLC解码单元156还将指示量化系数的符号的编码的已解码的结果的信息提供给编码分割单元151。

[0267] 量化系数组合单元157基于指示来自VLC解码单元154的有效位的最大数目的信息来组合从VLC解码单元155提供的量化系数的有效位和从VLC解码单元156提供的量化系数的符号,将通过组合所获得的W个量化系数提供给交换单元158。

[0268] 量化系数组合单元157将从VLC解码单元154提供的具有形成零游程的“0”的该组量化系数提供给交换单元158。

[0269] 交换单元158从生成单元153或系数组合单元157输出量化系数。

[0270] **【编码分割单元】**

[0271] 图18是示出了编码分割单元151的主要配置示例的框图。如图18中所示,编码分割单元151包括控制单元171和存储器172。

[0272] 控制单元171基于分别从图17中所示出的行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155以及VLC解码单元156提供的信息来读出在存储器172中临时地存储的编码中具有给定长度的编码。将编码提供给行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155以及VLC解码单元156。

[0273] 除了图18中所示出的配置之外,编码分割单元151可以具有例如图19中所示出的配置。

[0274] 图19中所示出的编码分割单元151包括控制单元191、开关192以及节点193-1至193-4。

[0275] 在作为已编码的图像的编码被输入给编码分割单元151时,控制单元191基于分别从图17中的行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155以及VLC解码单元156提供的信息来控制开关192以将在所输入的编码中具有给定长度的编码提供给行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155、VLC解码单元156。

[0276] 也就是说,相应的节点193-1至193-4分别被连接到行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155以及VLC解码单元156。控制单元191将节点193-1至193-4中的任何一个选择为编码的供应目的地,并且控制开关192与所选择的节点之间的连接。

[0277] 开关192基于控制单元191的控制将所选择的节点连接到输入端,输入给编码分割单元151的编码被通过开关192和连接到开关192的节点提供给被选择为编码的供应目的地的行确定单元152、VLC解码单元154、VLC解码单元155或VLC解码单元156。

[0278] **【VLC解码单元】**

[0279] 图20是示出了VLC解码单元154的主要配置示例的框图。

[0280] 如图20中所示,VLC解码单元154包括有效位的最大数目改变解码单元201、有效位的最大数目变化解码单元202以及0连续长度解码单元203。

[0281] 有效位的最大数目改变解码单元201对在从编码分割单元151提供的、指示有效位的最大数目的编码中包括的、指示有效位的最大数目的改变的编码进行解码。

[0282] 有效位的最大数目变化解码单元202对在从编码分割单元151提供的、指示有效位的最大数目的编码中包括的、指示有效位的最大数目的变化的编码进行解码。

[0283] VLC解码单元154将通过解码所获得的信息提供给VLC解码单元155或量化系数组合单元157。

[0284] 0连续长度解码单元203对从编码分割单元151提供的、指示零游程的编码进行解码,生成形成零游程的该组量化系数。VLC解码单元154将所生成的组的量化系数提供给VLC解码单元155和量化系数组合单元157。

[0285] **【解码处理的流程】**

[0286] 接下来,将参照图21的流程图来说明通过图像解码设备111进行的解码处理。解码处理在作为已编码的图像的编码被输入给熵解码单元121时开始。

[0287] 在步骤S131中,熵解码单元121通过执行熵解码处理来对作为所输入的图像的编

码执行熵解码,将通过解码所获得的量化系数提供给逆量化单元122。

[0288] 尽管稍后描述了熵解码处理的细节,但是熵解码单元121在熵解码处理中以W个系数为单位来对在编码的子带的行上的连续位置处的量化系数进行解码,将已解码的量化系数提供给逆量化单元122。在熵解码处理中,熵解码单元121对指示包括其值为“0”的量化系数的零游程的编码进行解码,从而对为大量形成零游程的“0”的量化系数的组进行解码。

[0289] 在步骤S132中,逆量化单元122对从熵解码单元121提供的量化系数执行逆量化,将通过逆量化所获得的每个子带的小波系数提供给小波逆变换单元123。

[0290] 在步骤S133中,小波逆变换单元123对已经从逆量化单元122提供的每个子带的小波系数执行小波逆变换,输出作为变换的结果所获得的图像以结束解码处理。

[0291] 如上文所述,图像解码设备111对已编码的图像进行解码并且输出已编码的图像。

[0292] **【熵解码处理的流程】**

[0293] 接下来,将参照图22的流程图来说明与图21的步骤S131的处理相对应的熵解码处理。

[0294] 在步骤S161中,行确定单元152将指示待从现在起解码的子带的行的变量“y”存储为 $y=0$ 。

[0295] 在步骤S162中,VLC解码单元154将指示待在行 $(y-1)$ 上首先输入的W个量化系数的有效位的最大数目的变量Binit存储为 $Binit=0$,行 $(y-1)$ 是在通过由行确定单元152已存储的变量“y”所指示的行“y”之前的一行。

[0296] 例如,在行 $(y-1)$ 是图2中所示出的行L1时,指示待在行 $(y-1)$ 上首先输入的W个量化系数的有效位的最大数目的变量“y”的值将是从小左端定位到第W个系数的W个量化系数的有效位的最大数目。在由行确定单元152存储的变量“y”是 $y=0$ 时,行 $(y-1)$ 不存在并,因此,变量Binit的值将是 $Binit=0$ 。

[0297] 在步骤S163中,编码分割单元151将作为指示待从现在起解码的行中的量化系数是否全部为“0”的编码的所输入的编码中的第一个比特的编码提供给行确定单元152。

[0298] 同样地在步骤S163中,行确定单元152确定从编码分割单元151读取(提供)的一个比特编码是否为“0”,生成指示待提供给生成单元153、VLC解码单元154以及编码分割单元151的确定结果的信息。在确定编码是“0”时,行“y”中的量化系数全部为“0”,因此,行确定单元152允许处理进行到步骤S164。

[0299] 在步骤S164中,生成单元153基于指示来自行确定单元152的确定结果的信息来将行“y”中的所有量化系数设置为“0”。然后,生成单元153生成指示行“y”中的量化系数的编码并且将该编码提供给交换单元158。

[0300] 例如,在一个量化系数采用四个数位来表示并且一行中的量化系数是五的情况下,生成单元153生成 $20(=4 \times 5)$ 个“0”作为指示待提供给交换单元158的行“y”中的量化系数的编码。交换单元158将从生成单元153提供的连续的20个的“0”输出给逆量化单元122作为指示一行中的量化系数的编码。

[0301] 在步骤S165中,VLC解码单元154将已存储的变量Binit的值设置为 $Binit=0$,并且基于指示来自行确定单元152的确定结果的信息来更新变量Binit。

[0302] 在步骤S166中,行确定单元152确定在解码期间在子带的行中是否存在未处理的行。也就是说,行确定单元152确定在解码期间在子带的所有行上的位置处的量化系数是否

已经被解码。

[0303] 在步骤S166中,在确定存在未处理的行时,行确定单元152允许处理进行到步骤S167以便对在由在行确定单元152中存储的变量“y”所指示的行“y”之后的行(y+1)上的相应位置处的量化系数进行解码。

[0304] 在步骤S167中,行确定单元152将指示已存储的行的变量“y”递增成 $y = y + 1$,将处理返回到步骤S163并且允许随后的处理被执行。

[0305] 另一方面,当在步骤S166中确定不存在未处理的行时,行确定单元152结束熵解码处理,因为在子带中包括的所有行中的量化系数已经被解码了,将处理返回到步骤图21的步骤S131并且允许步骤S132之后的处理被执行。

[0306] 当在图22的步骤S163中确定编码不为“0”时,行确定单元152允许处理进行到步骤S168。在步骤S168中,熵解码单元121执行W组解码处理。

[0307] 尽管稍后将描述W组解码处理的细节,但是熵解码单元121在W组解码处理中对在由存储在行确定单元152中的变量“y”所指示的行“y”上的连续的W个位置处的量化系数进行解码。

[0308] 熵解码单元121在W组解码处理中通过对指示包括其值为“0”的量化系数的零游程的编码进行解码来对形成多个零游程的其值为“0”的该组量化系数进行解码。

[0309] 在W组解码处理结束时,熵解码单元121将处理返回到步骤S166并且允许随后的处理被执行。

[0310] 如上文所述,熵解码单元121按照光栅扫描顺序以系数的预定数目为单位来解码在子带中的相应位置处的量化系数。

[0311] 能够通过按照光栅扫描顺序以系数的预定数目为单位来对在子带的相应位置处的量化系数进行解码来按照所输入的顺序处理已编码的量化系数,这可以减少由于量化系数的解码而发生的延迟。

[0312] **【W组解码处理的流程】**

[0313] 接下来,将参照图23和图24的流程图来说明在图22的步骤S168中执行的W组解码处理的流程的示例。

[0314] 在步骤S201中,熵解码单元121初始化诸如变量“i”、“B”、“max”等等的各种类型的变量。例如,熵解码单元121将变量“i”设置为“0”,将变量“B”设置为“0”以及将变量“max”的值设置为W组系数的数目。例如,0连续长度解码单元203将所有系数的初始值设置为“0”。

[0315] 如上文所述,在图22的步骤S168中指示待从现在起解码的W个量化系数的有效位的最大数目是否已经改变了的一个比特编码被从编码分割单元151提供给VLC解码单元154。

[0316] 在步骤S202中,有效位的最大数目的改变解码单元201读取一个比特编码(从编码分割单元151获取一个比特编码)作为指示有效位的最大数目是否已经改变了的编码。有效位的最大数目改变解码单元201确定所读取的一个比特编码是否为“0”并且在因为有效位的最大数目未曾改变确定为“0”时生成指示有效位的最大数目已经改变了的信息,然后,将该信息提供给编码分割单元151、VLC解码单元155以及量化系数组合单元157。在那个之后,有效位的最大数目改变解码单元201省略(跳过)从步骤S203至步骤S207的相应处理并且允许处理进行到步骤S208。

[0317] 也就是说,在指示有效位的最大数目是否已经改变了的编码为“0”时,不发送指示有效位的最大数目已经增加/减少的编码或指示有效位的最大数目的变化的编码。因此,作为对指示有效位的最大数目是否已经增加/减少的编码以及指示有效位的最大数目的变化的编码进行解码的处理的、从步骤S203到步骤S207的相应处理被省略(跳过)了。

[0318] 另一方面,当在步骤S202中确定所读取的一个比特编码不为“0”时,因为有效位的最大数目已经改变了所以有效位的最大数目改变解码单元201允许处理进行步骤S203。

[0319] 在步骤S203中,有效位的最大数目改变解码单元201读取一个比特编码(从编码分割单元151获取一个比特编码)作为指示有效位的最大数目是否已经增加或者减少的编码。有效位的最大数目改变解码单元201确定所读取的一个比特编码是否为“0”,并且在确定为“0”时允许处理进行到步骤S204。

[0320] 在一个比特编码为“0”时,已经从先前的组减少了有效位的最大数目。因此,在步骤S204中有效位的最大数目变化解码单元202读取编码直到编码“1”出现为止或者直达到最大值(B-1)为止。也就是说,有效位的最大数目变化解码单元202在所读取的编码为“0”时继续读取编码,并且在读取到编码“1”时完成编码的读取。有效位的最大数目变化解码单元202在未读取到编码“1”并且所读取的编码“0”的比特数目达到(B-1)个比特(编码的(B-1)个比特连续)时结束编码“0”的读取。

[0321] 有效位的最大数目变化解码单元202设置所读取的编码“0”的数目直到那时到“n”为止。

[0322] 在步骤S205中,有效位的最大数目变化解码单元202通过使用所读取的编码“0”的数目“n”如在以下表达式(1)中所示出那样来更新有效位的最大数目B。

[0323] $B = B - (n + 1) \dots (1)$

[0324] 在对有效位的最大数目B进行更新之后,有效位的最大数目变化解码单元202允许处理进行到步骤S208。

[0325] 当在步骤S203中确定所读取的一个比特编码不为“0”时,处理进行到步骤S206。

[0326] 在步骤S206中,有效位的最大数目变化解码单元202读取编码直到在步骤S204中获取到编码“1”为止。也就是说,有效位的最大数目变化解码单元202在所读取的编码为“0”时继续读取编码,并且在读取到编码“1”时完成编码的读取。

[0327] 有效位的最大数目变化解码单元202设置编码“0”的数目直到那时到“n”为止。

[0328] 在步骤S207中,有效位的最大数目变化解码单元202通过使用所读取的编码“0”的数目“n”如在以下表达式(2)中所示出那样来更新有效位的最大数目B。

[0329] $B = B + (n + 1) \dots (2)$

[0330] 在对有效位的最大数目B进行更新之后,有效位的最大数目变化解码单元202允许处理进行到步骤S208。

[0331] 有效位的最大数目改变解码单元201在步骤S208中确定是否 $B \neq 0$ 。在确定 $B \neq 0$ 时,有效位的最大数目改变解码单元201允许处理进行到步骤S209。

[0332] 在步骤S209中,VLC解码单元155在系数的第i个W组(即,待处理的组)中读取关于相应的量化系数的编码的B个比特,将值设置为最化系数的绝对值。

[0333] 在步骤S210中,VLC解码单元156读取关于系数的每个编码的一个比特,其中在系数的第i个W组(即,待处理的组)的相应的量化系数中在步骤S209中所计算的绝对值不为

“0”,将值设置为量化系数的符号。

[0334] 量化系数组合单元157将在步骤S209中生成的绝对值与在步骤S210中生成的符号相结合从而生成带符号的四个数位的量化系数。量化系数组合单元157将带符号的量化系数提供给交换单元158。

[0335] 熵编码单元121在步骤S211中确定变量“i”是否小于“max-1”。也就是说,熵编码单元121确定在待处理的行中的量化系数的所有组是否已被处理。

[0336] 在确定变量“i”小于“max-1”并且在待处理的行中存在未处理的组时,熵编码单元121允许处理进行到步骤S212。在步骤S212中,熵编码单元121递增变量“i”(变量 $i = i + 1$)并且将处理返回到步骤S202。

[0337] 另一方面,在确定变量“i”不小于“max-1”并且在待处理的行中不存在未处理的组时,熵编码单元121允许处理进行到步骤S213。

[0338] 在步骤S213中,交换单元158将从量化系数组合单元157提供的一行的量化系数(带符号的量化系数和值为“0”的量化系数)输出给逆量化单元122。

[0339] 在步骤S213的处理结束时,交换单元158结束W组解码处理并且将处理返回到图22的步骤S166。

[0340] 在步骤S208中,确定 $B \neq 0$ 被否定,有效位的最大数目改变解码单元201允许处理进行到图24的步骤S231。

[0341] 在图24的步骤S231中,0连续长度解码单元203将“max-i-1”的数位的数目设置为D。

[0342] 在步骤S232中,0连续长度解码单元203开始编码的读取(从编码分割单元151获取编码),并且继续编码的读取(第一读取)直到获取到编码“1”为止或者直到读取到最大D个比特的编码“0”为止。

[0343] 在第一读取中,读取了在图5的表的最右边的列中所示出的逗号的左侧的编码串的一部分,或者读取了从图7或图9的表的左边起第三列中的编码串。

[0344] 0连续长度解码单元203将已读取的编码“0”的数目设置为“n”。

[0345] 在步骤S233中,0连续长度解码单元203确定是否 $D \neq n$ 。在确定 $D \neq n$ 时,即,在确定零游程未到达行的末端时,0连续长度解码单元203允许处理进行到步骤S234。

[0346] 也就是说,在这种情况下,在第一读取中读取了图5的表的最右边的列中所示出的逗号的左侧的编码串的一部分。从第一读取中发现,在第一读取中从逗号到第n个编码的部分对应于在逗号的右侧的部分(指示零游程的编码具有n个比特)。

[0347] 因此,0连续长度解码单元203在步骤S234中读取编码的n个比特(第二读取)。通过将编码“1”添加到编码的已读取的n个比特的头部所获得的编码串被取代成变量“count”。也就是说,在图5的表中从左边起的第二列中的采用二进制表示的编码被取代成变量“count”。

[0348] 在步骤S235中,0连续长度解码单元203生成“count”个(二进制表示)其值为“0”的量化系数,将系数输出给量化系数组合单元157。例如,参照图5的表进行说明,在变量“count”=100的情况下生成了为“0”的四个量化系数值。

[0349] 量化系数组合单元157将“count”个其值为“0”的量化系数(形成零游程的量化系数)提供给交换单元158。

[0350] 在步骤S236中,0连续长度解码单元203通过使用如在以下表达式(3)中所示出的变量“count”来更新变量“i”。也就是说,0连续长度解码单元203将待处理的组移动到零游程的下一个组。

[0351] $i = i + \text{count} \dots (3)$

[0352] 在步骤S237中,有效位的最大数目变化解码单元202开始编码的读取(从编码分割单元151获取编码)并且继续编码的读取直到获取到编码“1”为止。然后,在获取到编码“1”时,有效位的最大数目变化解码单元202将通过将“1”添加到已读取的编码“0”的数目所获得的值设置为有效位的最大数目B。有效位的最大数目变化解码单元202将已更新的有效位的最大数目B提供给VLC解码单元155和量化系数组合单元157。

[0353] 也就是说,在步骤S237中,相对于紧跟在零游程的组之后的量化系数的组来对有效位的最大数目B进行解码。在这种情况下,先前的组是形成零游程的量化系数的组并且 $B = 0$,省略了指示“改变了(差)”的编码“1”或指示“增加B(加)”的编码“0”。

[0354] 在步骤S237的处理结束时,有效位的最大数目变化解码单元202将处理返回到步骤S209并且允许随后的处理执行。也就是说,在紧跟零游程的组的量化系数的组中的量化系数的绝对值和符号被解码。

[0355] 当在图24的步骤S233中确定 $D = n$ 时,即,在确定零游程达到最后一行时,0连续长度解码单元203允许处理进行到步骤S238。

[0356] 也就是说,在这种情况下通过第一读取读取了从图7或图9的表的左边起第三列中的编码串。

[0357] 因此,0连续长度解码单元203在步骤S238中生成D个其值为“0”的量化系数,并且将系数输出给量化系数组合单元157。量化系数组合单元157将D个其值为“0”的量化系数值(形成零游程的量化系数)提供给交换单元158。

[0358] 在步骤S238的处理结束时,0连续长度解码单元203将处理返回到图23的步骤S213并且允许随后的处理被执行。也就是说,其值为“0”的量化系数被提供给逆量化单元122。

[0359] 如上文所述,熵解码单元121以作为组的系数的预定数目为单位来对已编码的子带中的量化系数进行解码。

[0360] 因为在已编码的子带中的量化系数以作为组的系数的预定数目为单位来解码,所以不必基于多个编码通道相对于每个比特平面执行多个处理,这不同于例如图像通过使用JPEG 2000方法来解码的情况,因此,能够更快速地对图像进行解码。因此,能够实现用于实时地对高分辨率图像进行解码的解码设备。

[0361] 在如上文所述执行了相应的处理时,图像解码设备111可以准确地对其中零游程被大量编码的编码进行编码以恢复其值为“0”的量化系数。因此,图像解码设备111可以实现减少零游程的编码量,并且可以实现改进对具有许多零的系数数据进行编码的效率。

[0362] 在如上文所说明的图像编码设备11中,已经进行了说明使得预定的W个绝对值的绝对值在量化系数的绝对值被编码(或解码)的情况下被顺序地编码,然而,能够在W个量化系数通过使用通用数位信号处理器(DSP)或在通用CPU中使用的信号指令多数据(SIMD)操作指令来同时地(并行)编码(或解码)时更快速地对图像进行编码(解码)。

[0363] 此外,在第一实施例和第二实施例中已经进行了说明使得指示待处理的行中的量化系数是否全部为“0”的编码是通过图像编码设备11来生成并且通过图像解码设备111来

解码,然而,可以省略该编码。

[0364] 在上述情况下,可以在图像编码设备11中省略图10的熵编码单元23中的行确定单元61和VLC编码单元62。此外,省略了图13的步骤S43至步骤S45以及S46中的处理,在步骤S42中的处理之后执行了步骤S49中的处理,然后,执行了步骤S46中的处理。在步骤S47中的处理结束之后,处理被返回到步骤S49。

[0365] 在图像解码设备111中,可以省略图17的熵解码单元121中的行确定单元152和生成单元153。此外,省略了图22的步骤S163至S165中的处理,在步骤S162的处理之后执行了步骤S168中的处理,然后,执行了步骤S166中的处理。在步骤S167中的处理结束之后,处理被返回到步骤S168。

[0366] 根据以上所述,能够在待处理的行中的量化系数的值不全部为“0”时减少一个比特的编码量。同样地在待处理的行中的量化系数的值全部为“0”时,可以通过如上文所述对大量零游程进行编码来大大地减少编码量。

[0367] 待由熵编码单元23编码的数据可以是除量化系数以外的数据。例如,在图像编码设备11中省略量化单元22并且熵编码单元23对从小波变换单元21输出的小波系数进行编码是可能的。在这种情况下,熵解码单元121对所输入的已编码的数据进行解码并且输出图像数据。因此,在这种情况下还可以在图像解码设备111中省略小波逆变换单元122。熵解码单元121解码输入的已编码的数据并输出图像数据。因此,在这种情况下还可以在图像解码设备111中省略小波逆变换单元123。

[0368] 还省略小波变换单元21并且熵编码单元23对图像数据(输入的图像)进行编码也是可能的。同样地在这种情况下,熵解码单元121对所输入的已编码的数据进行解码并且输出与由熵编码单元23所编码的数据相对应的数据。

[0369] <3.第三实施例>

[0370] **【图像编码设备】**

[0371] 图25是示出了图像编码设备的另一个配置示例的框图。图25中所示出的图像编码设备401是在低延迟情况下对待输入的图像数据进行编码并且输出生成的已编码的数据的图像处理设备。

[0372] 如图25中所示,图像编码设备401包括小波变换单元410、用于中间计算的缓冲器单元411、用于系数存储的缓冲器单元412、系数存储单元413、速率控制单元414以及熵编码单元415。

[0373] 输入给图像编码设备401的图像数据被存储在用于中间计算的缓冲器单元411中。小波变换单元410对在用于中间计算的缓冲器单元411中存储的图像数据执行小波变换。也就是说,小波变换单元410从用于中间计算的缓冲器单元411读出图像数据,并且通过使用分析滤波器执行滤波处理来生成低通分量和高通分量的系数的数据以将所生成的系数数据存储在用于中间计算的缓冲器单元411中。

[0374] 小波变换单元410包括在屏幕的水平方向和垂直方向两者上对图像数据组执行分析滤波处理的水平分析滤波器和垂直分析滤波器。小波变换单元410通过使用例如提升操作来执行分析滤波处理。

[0375] 小波变换单元410再次读取在用于中间计算的缓冲器单元411中存储的低通分量的系数数据,并且通过分析滤波器对已读取的系数数据执行滤波处理从而进一步生成高通

分量和低通分量的系数数据。所生成的系数数据被存储在用于中间计算的缓冲器单元411中。也就是说,小波变换单元410重复地对低通分量重复分析滤波处理,从而根据各分量来层次化系数数据。

[0376] 当分析级别通过重复上述处理而达到给定的级别时,小波变换单元410从用于中间计算的缓冲器单元411读出系数数据,并且将所读取到的系数数据存储到用于系数存储的缓冲器单元412。

[0377] 系数存储单元413读出在用于系数存储的缓冲器单元412中存储的系数数据以便被解码(以小波逆变换的顺序)并且将数据供应给熵编码单元415。熵编码单元415通过诸如霍夫曼(Huffman)编码或算术编码的给定的熵编码方法来对所提供的系数数据进行编码。

[0378] 熵编码单元415结合速率控制单元414来运行,其中待输出的被压缩的已编码的数据的比特速率被控制以便为几乎恒定的值。也就是说,速率控制单元414向熵编码单元415提供用于执行控制的控制信号,使得通过熵编码单元415进行的编码处理基于来自熵编码单元415的已编码的数据信息在通过熵编码单元415被压缩的已编码的数据的比特速率达到目标值时或者正好在达到目标值之前的点处完成。熵编码单元415响应于从速率控制单元414提供的控制信号在完成编码处理时的点输出已编码的数据。

[0379] 图像编码设备401通过将处理划分成相对于在屏幕的垂直方向上的相应的若干行的处理来同步地多次执行图像的编码。更具体地,图像编码设备401以所需数目的行为单位对图像数据进行解码以便在小波变换之后生成最低通分量的子带的一行的系数数据。

[0380] 在以下描述中,包括用于生成最低通分量的子带的一行的系数数据所必需的其它子带的一组行被称作行块(或选区)。在这里,行指示与在小波变换之前的图像数据相对应的图片或视场中或在每个子带中形成的一行的图像数据或系数数据。

[0381] 在行块(选区)中包括的数据可以是图像数据、已小波变换的系数数据以及已熵编码的数据。也就是说,行块(选区)可以是在任何状态中的数据,只要在小波变换之前的原始图像数据中的数据对应于用于对于小波变换之后的最低通分量中的子带的一行生成系数数据所需的行的数目的图像数据组。例如,行块可以指示通过对图像数据组执行小波变换所获得的每个子带的系数数据组。

[0382] 也就是说,小波变换单元410以行块(选区)为单位执行小波变换。也就是说,一旦在用于中间计算的缓冲器单元411中将可以对其执行分析滤波处理的最小量的输入图像数据累积为最低通分量,小波变换单元410就开始小波变换处理。

[0383] 在相关技术中的小波变换的情况下,首先对整个图片执行水平分析滤波处理,并且接下来对整个图片执行垂直分析滤波处理。然后,对所获得的全部低通分量顺序地执行相同的水平分析滤波处理和垂直分析滤波处理。以上述方式递归地重复分析滤波处理直到分析级别达到最终的级别为止。因此,必须允许缓冲器保持相应的分析滤波处理的结果。因为缓冲器必须保持此刻的分析级别中的全部图片或全部低通分量的滤波结果,所以大存储器容量是必需的(待保持的数据量是巨大的)。

[0384] 因此,当在上述情况下末在图片中完成所有的小波变换时,难以在随后的阶段中执行系数的存储或熵编码,这增加了延迟时间。

[0385] 响应于以上所述,如上文所述小波变换单元410以行块为单位持续地执行垂直分析滤波处理和水平分析滤波处理直到最终的级别,因此,待一次(同时)被保持(缓冲)所需

的数据量小于相关技术的方法的数据量并且可以大大地减少待准备的缓冲器的存储器容量。此外,因为分析滤波处理被执行直到最终的级别,所以可以执行存储系数、熵编码等等的处理。

[0386] 一旦待下次读取的系数数据被存储在用于系数存储的缓冲器单元412中系数存储单元413就读出系数数据。熵编码单元415对待提供的系数数据顺序地执行熵编码。因此,随着小波变换单元410开始以较低延迟输出系数数据,系数存储单元413和熵编码单元415也可以以较低延迟开始相应的处理。

[0387] 也就是说,可以以较低延迟输出已编码的数据。可以并行执行小波变换、系数存储以及熵编码的上述相应的处理。因此,与相关技术方法相比能够大大地减少延迟时间。也就是说,图像编码设备401可以以较低延迟对输入图像数据进行编码并且可以输出已编码的数据。

[0388] 本公开的技术可以适用于上述的图像编码设备401。例如,图1的熵编码单元23适用于熵编码单元415。因此,图像编码设备401可以以较低延迟执行编码处理以及可以更容易地执行编码处理。

[0389] 也就是说,图像编码设备401可以减少在编码处理中的负荷。因此,可以更快速地执行编码处理。还能够以较低成本实现图像编码设备401(可以减少制造成本)。此外,图像编码设备401可以有效地对零游程部分进行编码,这可以改进对具有许多零的系数数据进行编码的编码效率。

[0390] 【图像解码设备】

[0391] 图26是示出了图像解码设备的另一个配置示例的框图。图26中所示出的图像解码设备420是与图25的图像编码设备401相对应的图像解码设备。也就是说,图像解码设备420对通过由图像编码设备401对图像数据进行编码所生成的已编码的数据进行解码以生成已解码的图像数据。

[0392] 如图26中所示,图像解码设备420包括熵解码单元421、系数缓冲器单元422以及小波逆变换单元423。

[0393] 输入给图像解码设备420的已编码的数据被提供给熵解码单元421。熵解码单元421通过与通过熵编码单元415的熵编码相对应的方法来对已编码的数据执行熵解码以恢复熵编码之前的系数数据。熵解码单元421将系数数据提供给待存储在其中的系数缓冲器单元422。

[0394] 小波逆变换单元423读出在系数缓冲器单元422中存储的系数数据,分别在垂直方向和水平方向上执行组合滤波处理以及再次将组合滤波处理的结果存储到系数缓冲器单元422。小波逆变换单元423根据分析级别来重复处理以获得已解码的图像数据(输出图像数据)。小波逆变换单元423将所生成的已解码的图像数据输出到图像解码设备420的外部。

[0395] 因为在这种情况下系数数据以通过图像编码设备401的系数存储单元413的小波逆变换的顺序被存储,所以小波逆变换单元423可以顺序地读出待存储在系数缓冲器单元422中的系数以用于组合滤波处理。也就是说,小波逆变换单元423可以以较低延迟执行小波逆变换。

[0396] 因此,图像解码设备420可以以较低延迟对编码的数据进行解码并且输出解码的图像数据。

[0397] 本公开的技术可以适用于上述的图像解码设备420。例如,图16的熵解码单元121适用于熵解码单元421。因此,图像解码设备420可以以低延迟执行解码处理以及可以更容易地执行解码处理。

[0398] 也就是说,图像解码设备420可以减少在解码处理中的负荷。因此,可以更快速地执行解码处理。还能够以较低成本实现图像解码设备420(可以减少制造成本)。此外,图像解码设备420可以实现零游程部分的更有效的编码,这可以改进具有许多零的系数数据的编码的编码效率。

[0399] **【编码/解码的流程】**

[0400] 可以通过使用上述的图像编码设备401和图像解码设备420来实现能够在较低延迟的情况下发送数据的数据传输系统。

[0401] 在数据传输中,对于改进传输效率来说通过对数据进行编码来发送数据并且在传输目的地解码是有效的。

[0402] 在其中图像数据通过对数据进行编码来发送的数据传输系统中,图像编码设备401被用作传输源的图像编码设备,并且图像解码设备420被用作传输目的地的图像解码设备。根据该配置,如上文所述可以以较低延迟实现编码/解码,因此,可以实现具有较低延迟的数据传输。

[0403] 将进行更具体的说明。图27A至27C是用于说明其中图像数据通过图像编码设备401来编码并且已编码的数据通过图像解码设备420来解码的流程的示例的图。图27A至27C是其中滤波处理通过小波变换来执行直到通过 5×3 滤波器达到分析级别=2为止的示例。在小波变换单元410中,相对于如作为示例的图27A中所示出的输入的图像数据的第一行至第七行(图27A的In-1)分别在水平和垂直方向上执行第一分析滤波处理。

[0404] 在第一分析滤波处理中的分析级别=1的处理中,生成了三行系数数据,其被分别布置在如作为示例的图27B中所示出的在分析级别=1中形成的区域HH、区域HL以及区域LH处(图27B的WT-1)。

[0405] 在分析级别=1中形成的区域LL通过分析级别=2在水平和垂直方向上通过分析滤波处理进一步被划分成四份。在分析级别=2中生成的系数数据被布置在分别在区域LL内部的区域LL、区域HH、区域HL以及区域LH处的每一行中。

[0406] 在通过小波变换单元410进行的第二次之后的滤波处理中,每隔四行执行了滤波处理(图27A的In-2...),在分析级别=1中以两行为单位生成了系数数据(图27B的WT-2)并且在分析级别=2中逐行生成系数数据。

[0407] 在小波变换的数据如图27B中被解码时,如作为示例的图27C中所示的在编码侧相对于第一行至第七行的第一滤波处理来输出在节目侧通过第一组合处理的第一行(图27C的Out-1)。在那之后,相对于在编码侧的从第二次到上次之前的那次的滤波处理来在解码侧以四行为单位输出数据(图27C的Out-2...)。然后,相对于在编码侧的上次的滤波处理在解码侧输出了七行。

[0408] 如上文所述,通过图像编码设备401进行的编码处理和通过图像解码设备420进行的解码处理可以以行块为单位来执行,并且可以并行执行。因此,可以大大地减少从图像编码设备401中的图像数据的输入到来自图像解码设备420的已解码的图像数据的输出所计数的延迟时间。也就是说,可以实现具有较低延迟的数据传输。

[0409] 能够通过将本公开的技术应用到如上文所述的上述数据传输系统中的图像编码设备401和图像解码设备420来更容易地实现编码处理和解码处理。还能够改进对具有许多零的系数数据进行编码的编码效率,因此,可以进一步改进传输效率。

[0410] 图像编码设备401和图像解码设备420的配置不限于上述示例,只要可以采用本公开的技术。例如,可以在图像解码设备420中执行系数的存储。此外,可以应用其它的变换处理(逆变换处理)代替小波变换处理(小波逆变换处理)。此外,可以对系数数据执行量化/逆量化。

[0411] 作为上述数据传输系统的特定示例,例如,存在数字三轴系统,其中诸如视频信号、音频信号、返回的视频信号以及被同步的信号等多个信号被叠加以发送,以及在电视广播站或产品工作室中的演播室摄制或重播时通过将视频摄像机连接到相机控制单元或交换机的一个同轴电缆来执行电力供应。

[0412] 数据传输系统还可以适用于任意系统,例如,电视会议系统、家庭游戏机与诸如视频摄像机和监控器的外围装置之间的通信系统等等。数据传输系统可以进一步适用于在设备内部的处理单元之间的数据传输。

[0413] 也就是说,本公开的技术可以适用于发送通过对图像数据进行编码所获得的已编码的数据的各种系统。

[0414] <4. 第四实施例>

[0415] **【个人计算机】**

[0416] 上述系列处理可以通过硬件以及软件来执行。在这种情况下,例如,可以配置图28中所示出的个人计算机。

[0417] 在图28中,个人计算机600的中央处理单元(CPU) 601根据存储在只读存储器(ROM) 602中的程序或从存储单元613加载到随机存取存储器(RAM) 603的程序来执行各种处理。用于通过CPU 601等执行各种处理所必需的数据被适当地存储在RAM 603中。

[0418] CPU 601、ROM 602以及RAM 603通过总线604相互连接。输入/输出接口610也被连接到总线604。

[0419] 同样地,包括键盘、鼠标等的输入单元611、包括诸如阴极射线管(CRT)显示器或液晶显示器(LCD)的显示器、扬声器等的输出单元612、包括诸如闪速存储器、硬盘等的固态驱动器(SSD)的存储单元613以及包括接口、有线局域网(LAN)或无线LAN的调制解调器的通信单元614被连接到输入/输出接口610。通信单元614通过包括因特网的网络来执行通信处理。

[0420] 必要时驱动器615被连接到输入/输出接口610,在该驱动器615上安装了诸如磁盘、光盘、磁光盘或半导体存储器的可移动媒体621。根据需要从媒体读出的计算机程序被安装在存储单元613中。

[0421] 在上述序列处理通过软件来执行时,在软件中包括的程序被从网络或记录媒体安装。

[0422] 记录媒体不仅由包括程序被记录在其中的、通过单独地从设备机身将程序交付给用户所分配的磁盘(包括柔性盘)、光盘(包括压缩盘-只读存储器(CD-ROM)和数字万能磁盘(DVD))、磁光盘(包括迷你盘(MD))或半导体存储器的可移动媒体621形成,而且由ROM 602,在先前被合并和设备中的状态下交付给用户的、存储单元613中包括的硬盘来形成。

[0423] 由计算机执行的程序可以是按在本说明书中说明的顺序以时间序列处理的程序或并行处理的程序,或者在诸如调用的必要的定时处被执行。

[0424] 在本说明书中,描述待在记录媒体中记录的程序的步骤包括按所描述的顺序以时间序列执行的处理以及并行或个别地执行的处理,并不是一直以时间序列来处理。

[0425] 在本说明书中,系统代表包括多个装置的整个设备。

[0426] 在上述描述中,被说明为一个设备(或处理单元)的配置可以被配置为多个设备(或处理单元)。相反地,作为在上述描述中的多个设备(或处理单元)的配置可以被整体地配置为一个设备(或处理单元)。自然地能够将除以上所述以外的配置添加到每个设备(或每个处理单元)的配置。此外,特定设备(或处理单元)的配置的一部分被包括在另一设备(或另一个处理单元)的配置中,只要作为整个系统的配置和操作基本上是相同的。也就是说,本公开的实施例不限于上述实施例,并且可以在不背离本公开的主旨的范围内不同地改变。

[0427] 本公开的技术可以应用以下的配置。

[0428] (1) 一种图像处理设备,包括:

[0429] 有效位数目编码单元,所述有效位数目编码单元将关于有效位的最大数目的信息编码为在以预定数目个从图像数据生成的多个系数数据为单位而设置的组中的每一个中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目;

[0430] 零游程编码单元,所述零游程编码单元对由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程进行编码;

[0431] 绝对值编码单元,所述绝对值编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的绝对值进行编码;以及

[0432] 符号编码单元,所述符号编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的正号和负号进行编码。

[0433] (2) 在上述(1)中描述的图像处理设备,

[0434] 其中,所述零游程编码单元生成包括与通过从采用二进制表示的形成零游程的组的数目和采用二进制表示的组的数目的位数减去1所获得的数目相对应的码“0”的编码。

[0435] (3) 在上述(2)中描述的图像处理设备,

[0436] 其中,在所述零游程继续直到待处理的行的末端时,所述零游程编码单元生成包括与通过从形成零游程的组的数目减去1所获得的采用二进制表示的数目的位数相对应的码“0”以及码“1”的编码。

[0437] (4) 在上述(2)中描述的图像处理设备,

[0438] 其中,在所述零游程继续直到待处理的行的末端时,所述零游程编码单元生成包括与通过从形成零游程的组的数目减去1所获得的采用二进制表示的数目的位数相对应的码“0”的编码。

[0439] (5) 在上述(1)中描述的图像处理设备,

[0440] 其中,所述有效位数目编码单元生成指示待处理的当前组中的有效位的最大数目与上次处理的先前的组中的有效位的最大数目之间的变化的编码。

[0441] (6) 在上述(5)中描述的图像处理设备,

[0442] 其中,所述有效位数目编码单元生成作为指示所述变化的码的与通过从所述变化

减去1所获得的数目相对应的码“0”和指示改变的结束的码“1”。

[0443] (7) 在上述 (6) 中描述的图像处理设备，

[0444] 其中，在所述当前组中的有效位的最大数目为“0”时所述有效位数目编码单元仅生成与通过从所述变化减去1所获得的数目相对应的码“0”来作为指示所述变化的码。

[0445] (8) 在上述 (5) 中描述的图像处理设备，

[0446] 其中，所述有效位数目编码单元进一步生成指示在当前组中的有效位的最大数目是否已经从先前的组中的有效位的最大数目改变了的码，以及指示在所述当前组中的有效位的最大数目与在先前的组中的有效位的最大数目相比是已经增加了还是减少了的码。

[0447] (9) 在上述 (8) 中描述的图像处理设备，

[0448] 其中，仅在先前的组的有效位的最大数目不为“0”时，所述有效位数目编码单元进一步生成指示在当前组中的有效位的最大数目是否已经从先前的组中的有效位的最大数目改变了的码，以及指示在当前组中的有效位的最大数目与先前的组的有效位的最大数目相比是已经增加了还是减少了的码。

[0449] (10) 在上述 (1) 中描述的图像处理设备，进一步包括：

[0450] 小波变换单元，所述小波变换单元对图像数据执行小波变换；以及

[0451] 量化单元，所述量化单元量化通过由所述小波变换单元对图像数据执行小波变换所得到的的小波系数，

[0452] 其中，所述有效位的数目字编码单元、所述零游程编码单元、所述绝对值编码单元以及所述符号编码单元分别对通过由所述量化单元量化所述小波系数所得到的量化系数进行编码。

[0453] (11) 一种图像处理设备的图像处理方法，包括：

[0454] 通过有效位数目编码单元将关于有效位的最大值的信息编码为在以预定数目个从图像数据生成的多个系数数据为单位而设置的组中的每一个中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目；

[0455] 通过零游程编码单元对由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程进行编码；

[0456] 通过绝对值编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的绝对值进行编码；以及

[0457] 通过符号编码单元对于每个组对除零游程以外的相应的系数数据的正号和负号进行编码。

[0458] (12) 一种图像处理设备，包括：

[0459] 有效位数目解码单元，所述有效位数目解码单元对在以预定数目个多个系数数据为单位而设置的组中的每一个中生成的码进行解码，所述码指示作为在每个组中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目的有效位的最大数目；

[0460] 零游程解码单元，所述零游程解码单元对指示由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程的码进行解码；

[0461] 绝对值解码单元，所述绝对值解码单元对指示相应的系数数据的绝对值的码进行解码，所述码已经对于除零游程以外的系数数据的每个组被生成；以及

[0462] 符号解码单元，所述符号解码单元对指示相应的系数数据的正号和负号的码执行

解码,所述码已经对于除零游程以外的系数数据的每个组被生成。

[0463] (13) 在上述(12)中描述的图像处理设备,

[0464] 其中,所述零游程解码单元在待处理的当前组中的有效位的最大数目为“0”时对指示零游程的码进行解码,以作为通过所述有效位数目解码单元的解码的结果。

[0465] (14) 在上述(13)中描述的图像处理设备,

[0466] 其中,所述零游程解码单元执行其中码被顺序地读取直到码“1”被读取到或者码被读取直到行的末端为止的第一读取,执行其中在由在所述第一读取中读取的码所指示的零游程未到达所述行的末端的情况下进一步读取与在所述第一读取中读取的码“0”的数目相对应的码的第二读取,以及生成与相当于通过将码“1”添加到在所述第一读取中读取到的码的头部所获得的码串的数目的二进制表示相对应的数目的、值为“0”的系数数据。

[0467] (15) 在上述(14)中描述的图像处理设备,

[0468] 其中,所述零游程解码单元在由在所述第一读取中读取到的码所指示的零游程到达行的末端情况下生成与到达所述行的末端的数目相对应的、值为“0”的系数数据。

[0469] (16) 在上述(14)中描述的图像处理设备,

[0470] 其中,所述有效位数目解码单元在通过所述零游程解码单元进行所述第二读取之后顺序地读取码直到码“1”被读取为止,将通过将1添加到读取的码“0”的数目所获得的数目设置为在形成零游程的组之后的组的有效位的最大数目。

[0471] (17) 在上述(12)中描述的图像处理设备,进一步包括:

[0472] 逆量化单元,所述逆量化单元对作为通过所述零游程解码单元解码的结果所获得的值为“0”的量化系数、或包括作为通过所述绝对值解码单元解码的结果所获得的绝对值的量化系数、以及作为通过所述符号解码单元解码的结果所获得的符号执行逆量化;以及

[0473] 小波逆变换单元,所述小波逆变换单元对通过由所述逆量化单元来相反地量化所述量化系数所获得的小波系数执行小波逆变换。

[0474] (18) 一种图像处理设备的图像处理方法,包括:

[0475] 通过有效位数目解码单元对在以预定数目的多个系数数据为单位而设置的组中的每一个中生成的码进行解码,所述码指示作为在每个组中具有最大绝对值的系数数据的有效位的数目的有效位的最大数目;

[0476] 通过零游程解码单元对指示由仅包括值为“0”的系数数据的组所形成的零游程的码进行解码;

[0477] 对指示相应的系数数据的绝对值的码进行解码,所述码已经通过绝对值解码单元对于每个组对除零游程以外的系数数据生成;以及

[0478] 对指示相应的系数数据的正号和负号的编码进行码,所述码已经通过符号解码单元对于每个组对除零游程以外的系数数据生成。

[0479] 本公开包含与在2011年12月21日在日本专利局所提交的日本优先级专利申请JP 2011-280577中所公开的内容的相关的主题,其全部内容被通过引用结合于此。

[0480] 本领域的技术人员应该理解的是,取决于设计需求和其它因素可以发生各种修改、组合、子组合以及改变,只要它们在所附权利要求或其等同物的范围内。

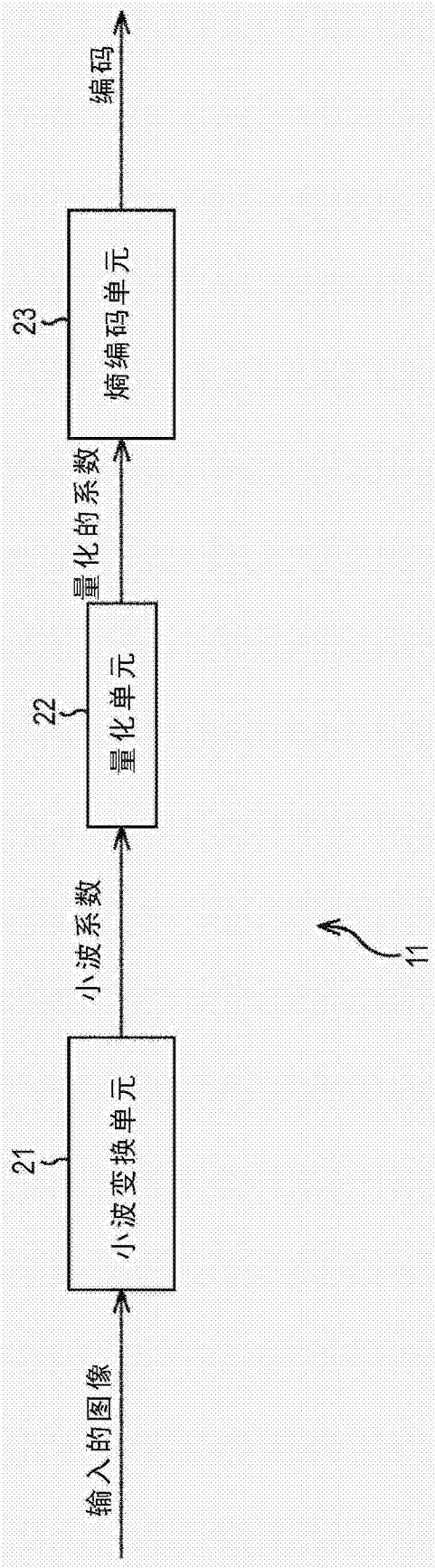


图1

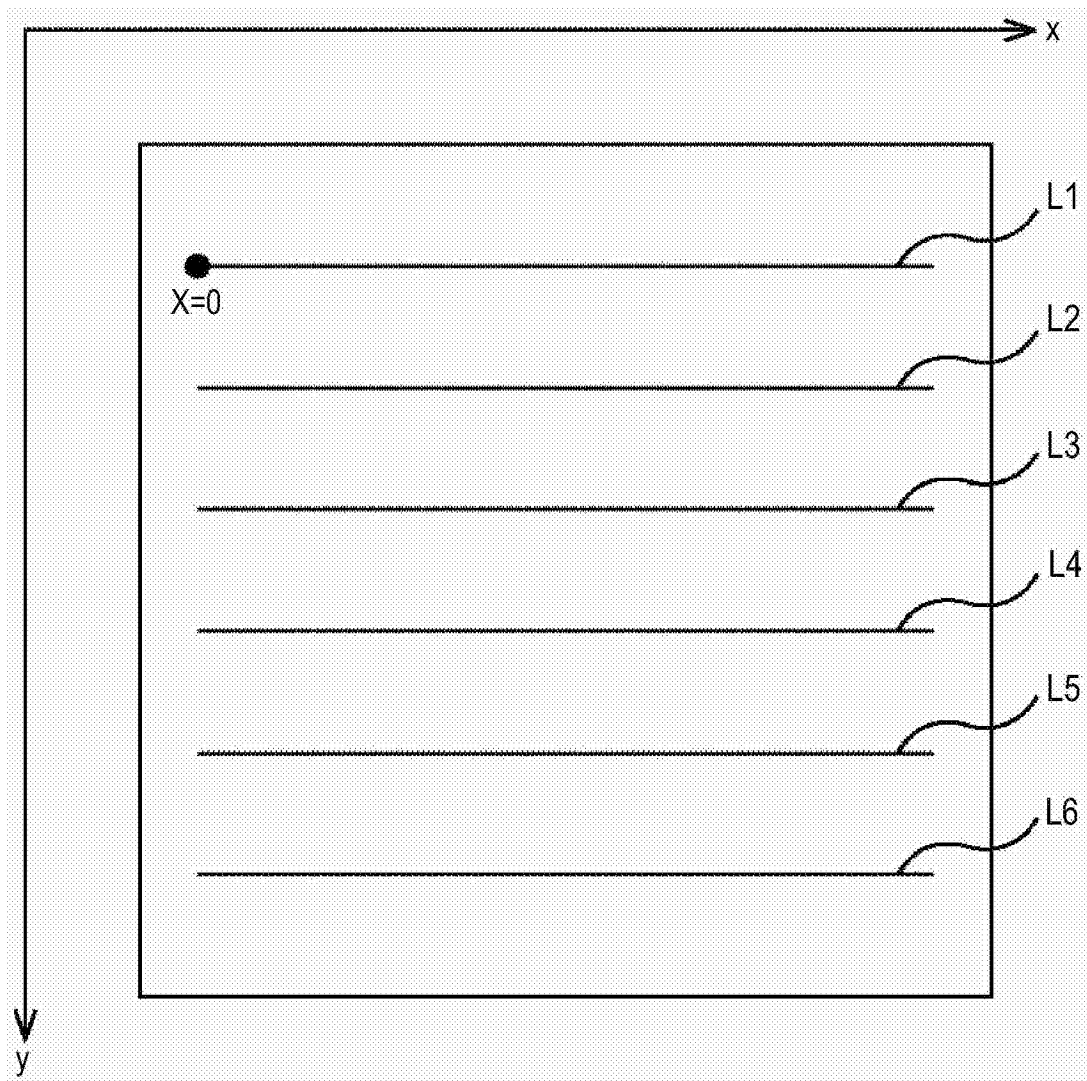


图2

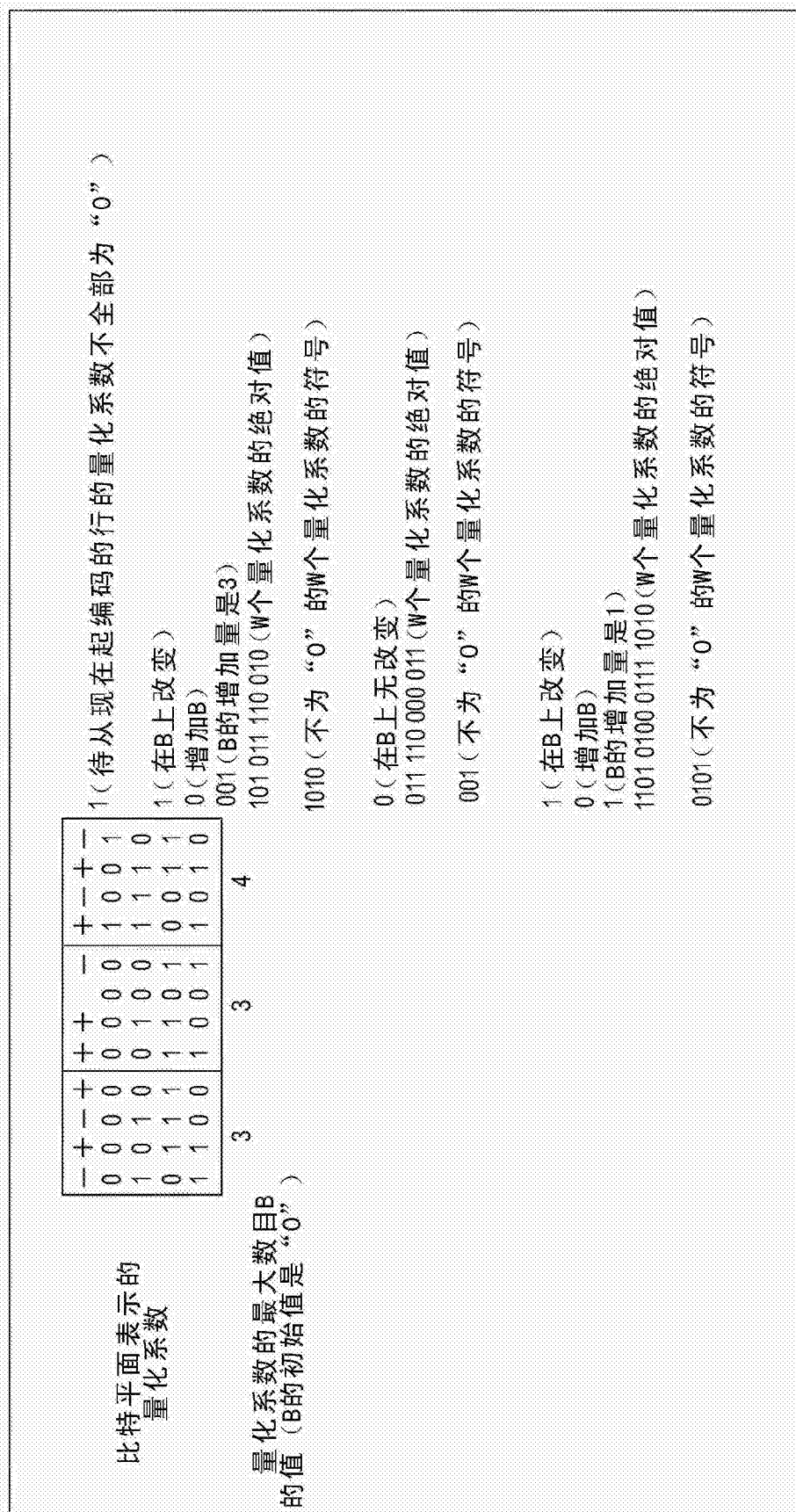
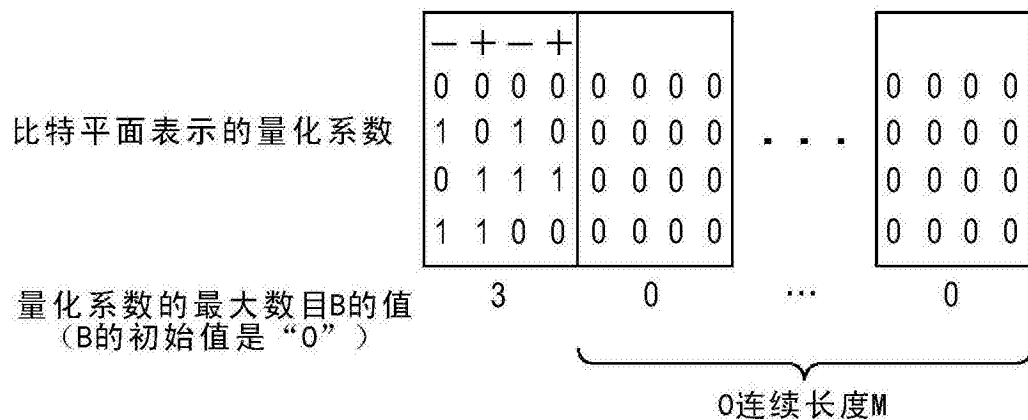


图3

0连续长度	二进制表示	编码
1	1	1
2	10	01,0
3	11	01,1
4	100	001,00
5	101	001,01
6	110	001,10
7	111	001,11
8	1000	0001,000
⋮	⋮	⋮
15	1111	0001,111
⋮	⋮	⋮

图5



1 (待从现在起编码的行的量化系数不全部为“0”)

1 (在B上改变)

0 (增加B)

001 (B的增加量是3)

101 011 110 010 (W个量化系数的绝对值)

1010 (不为“0”的W个量化系数的符号)

1 (在B上改变)

1 (减少B)

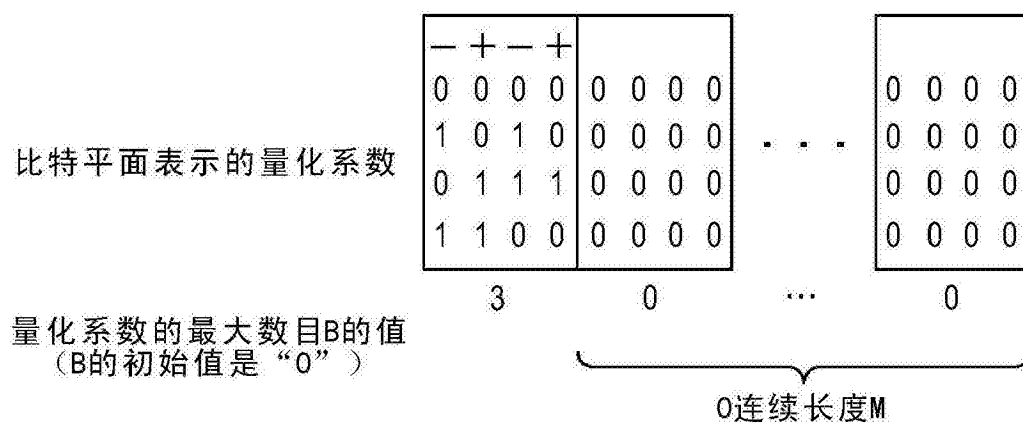
00 (B的减少量是3)

00...01 (0连续长度编码 (结束), (采用二进制表示的 (计数值-1) 的数位的数目和1)

图6

0连续长度	二进制表示	编码	备注
1	1	无	B=0意指“0”被固定到行的末端
2	10	01	2个或更多的指示零游程的编码的前缀
3	11	001	4个或更多的指示零游程的编码的前缀
4	100	001	4个或更多的指示零游程的编码的前缀
5	101	0001	8个或更多的指示零游程的编码的前缀
6	110	0001	8个或更多的指示零游程的编码的前缀
7	111	0001	8个或更多的指示零游程的编码的前缀
8	1000	0001	8个或更多的指示零游程的编码的前缀
9	1001	00001	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
10	1010	00001	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
11	1011	00001	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
12	1100	00001	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
13	1101	00001	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
14	1110	00001	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
15	1111	00001	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
16	10000	00001	16个或更多的指示零游程的编码的前缀

图7



1 (待从现在起编码的行的量化系数不全部为“0”)

1 (在B上改变)

0 (增加B)

001 (B的增加量是3)

101 011 110 010 (W个量化系数的绝对值)

1010 (不为“0”的W个量化系数的符号)

1 (在B上改变)

1 (减少B)

00 (B的增加量是3)

00...0 (0连续长度编码 (结束), (采用二进制表示的 (计数值-1) 的数位的数目)

图8

0连续长度	二进制表示	编码	备注
1	1	无	B=0意指“0”被固定到行的末端
2	10	0	2个或更多的指示零游程的编码的前缀
3	11	00	4个或更多的指示零游程的编码的前缀
4	100	00	4个或更多的指示零游程的编码的前缀
5	101	000	8个或更多的指示零游程的编码的前缀
6	110	000	8个或更多的指示零游程的编码的前缀
7	111	000	8个或更多的指示零游程的编码的前缀
8	1000	000	8个或更多的指示零游程的编码的前缀
9	1001	0000	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
10	1010	0000	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
11	1011	0000	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
12	1100	0000	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
13	1101	0000	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
14	1110	0000	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
15	1111	0000	16个或更多的指示零游程的编码的前缀
16	10000	0000	16个或更多的指示零游程的编码的前缀

图9

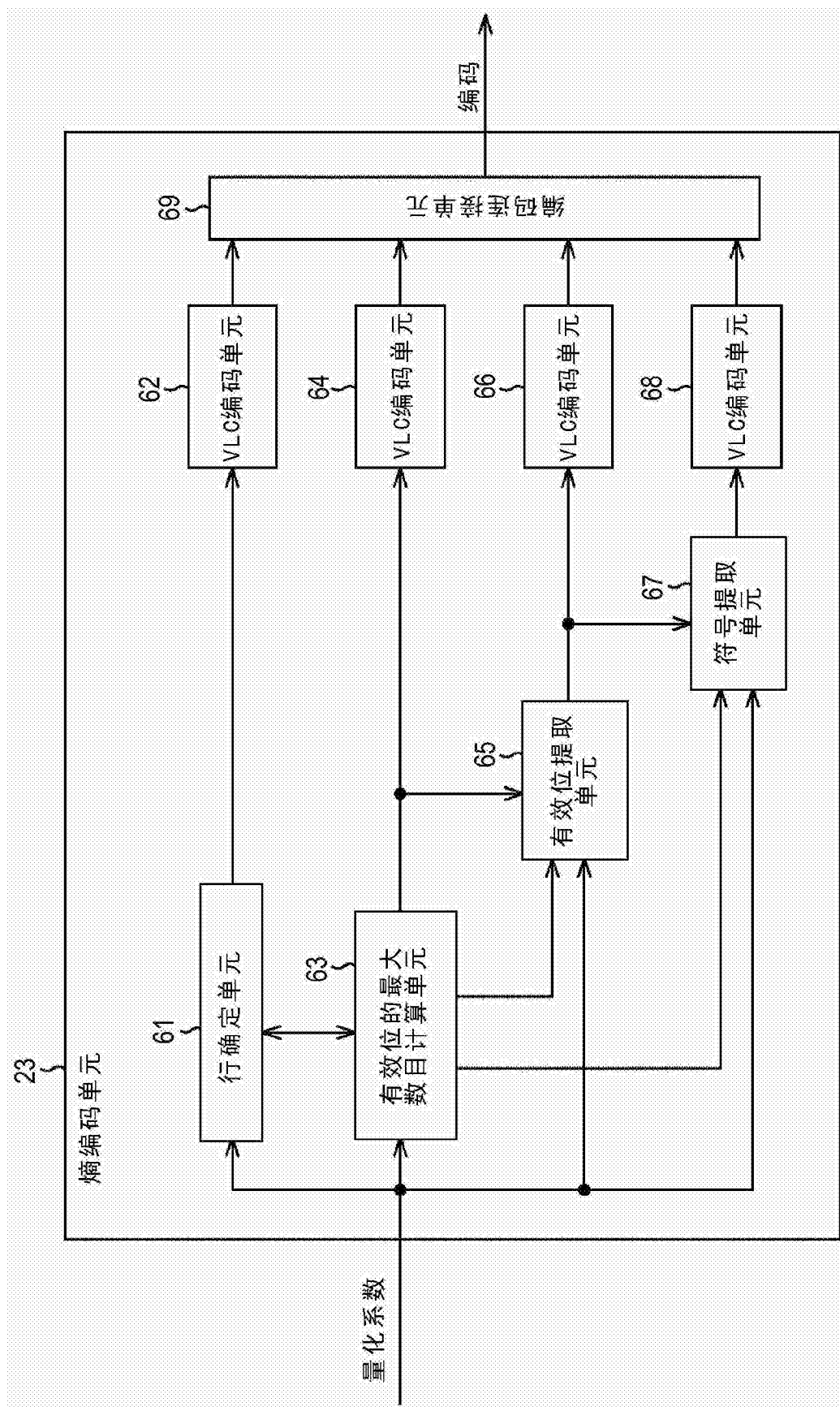


图10

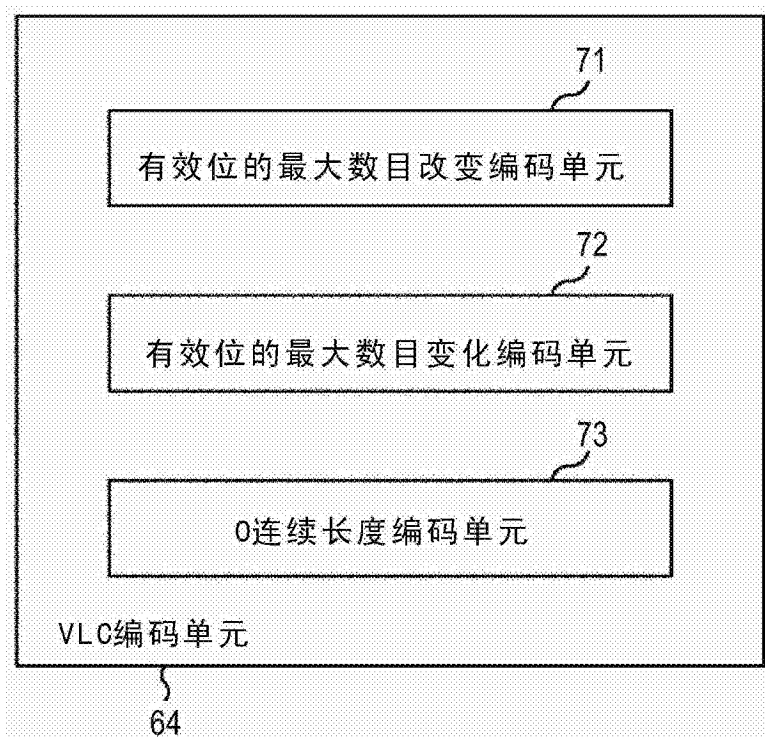


图11

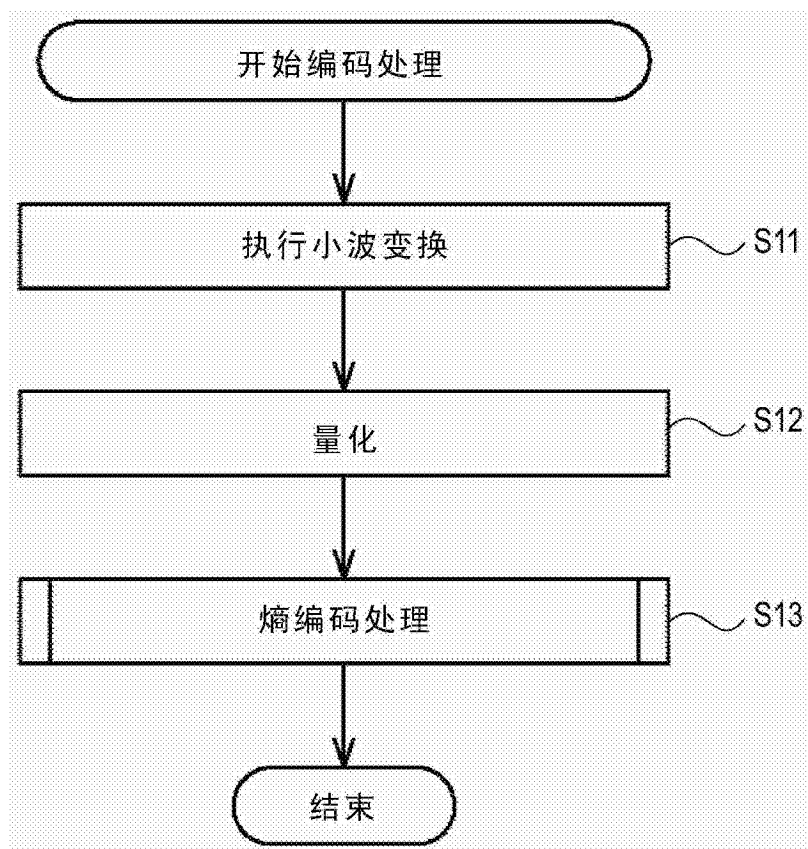


图12

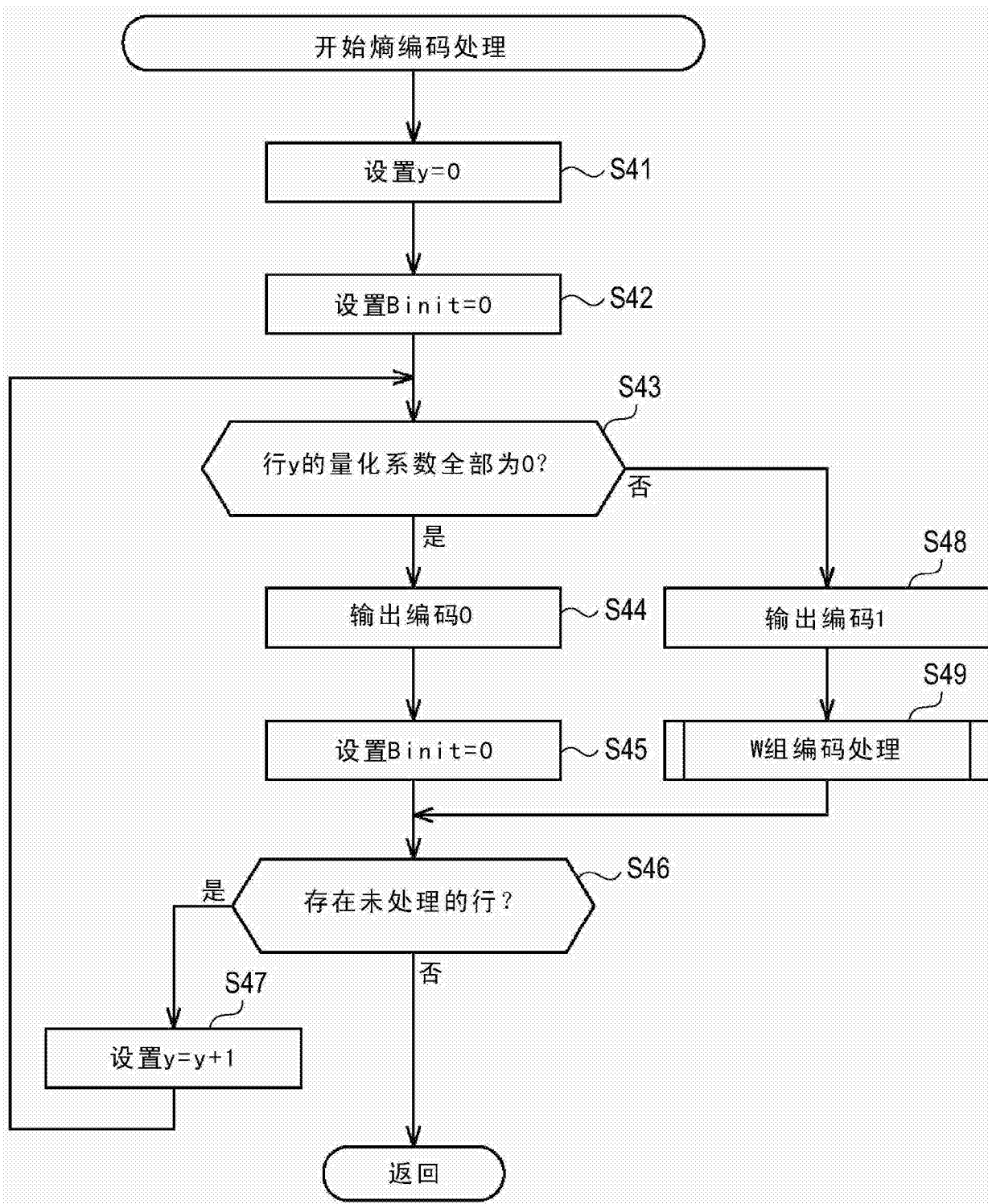


图13

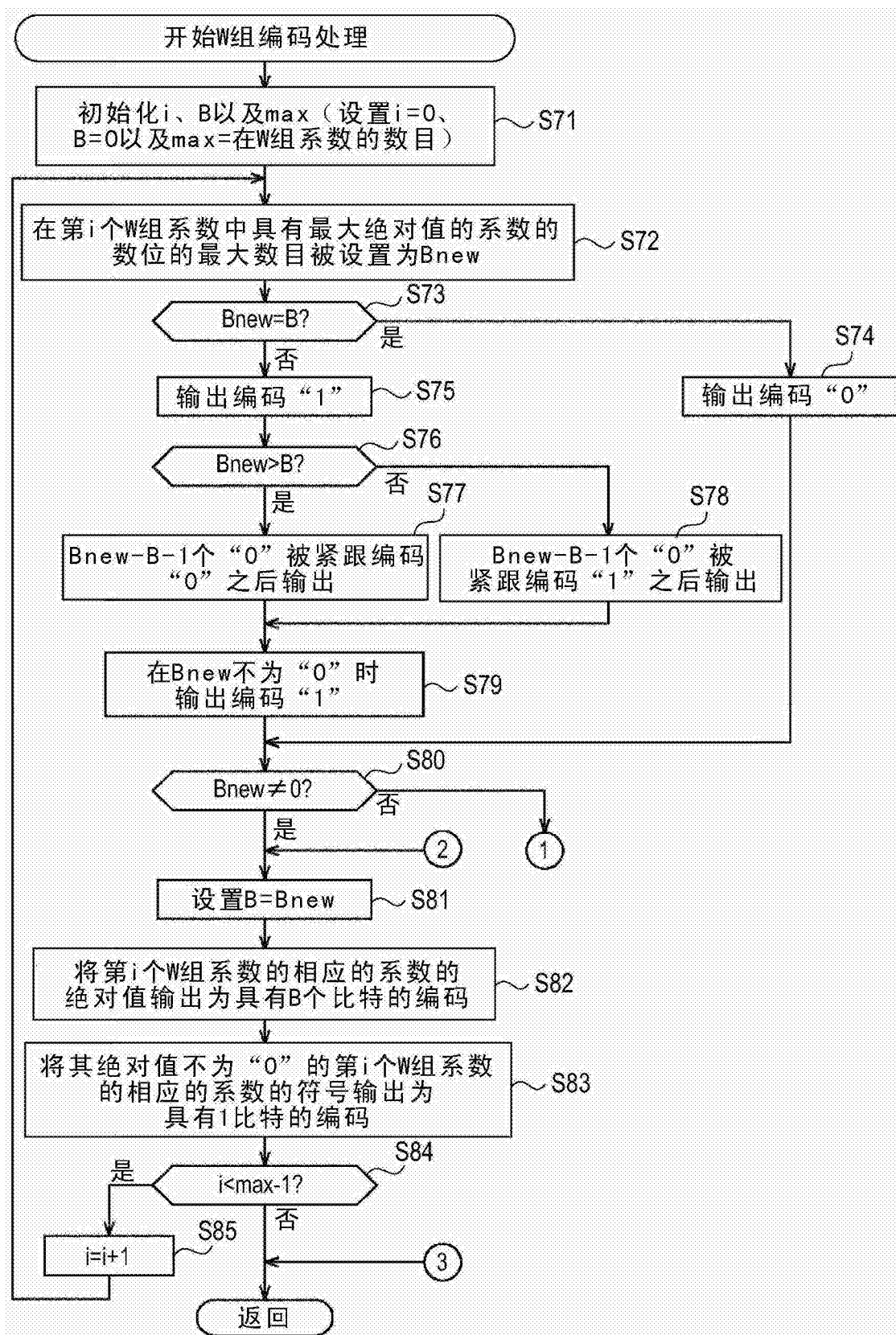


图14

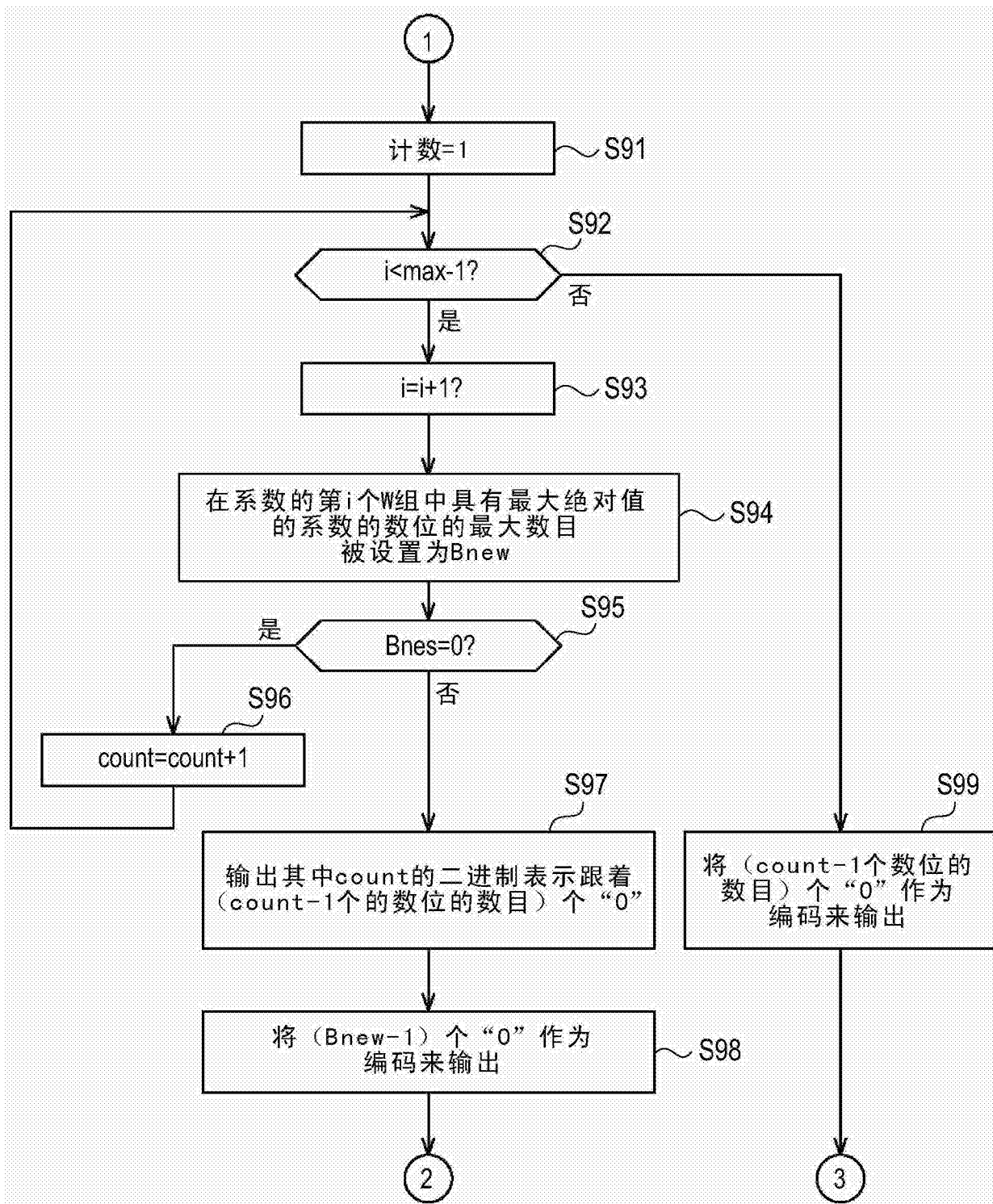


图15

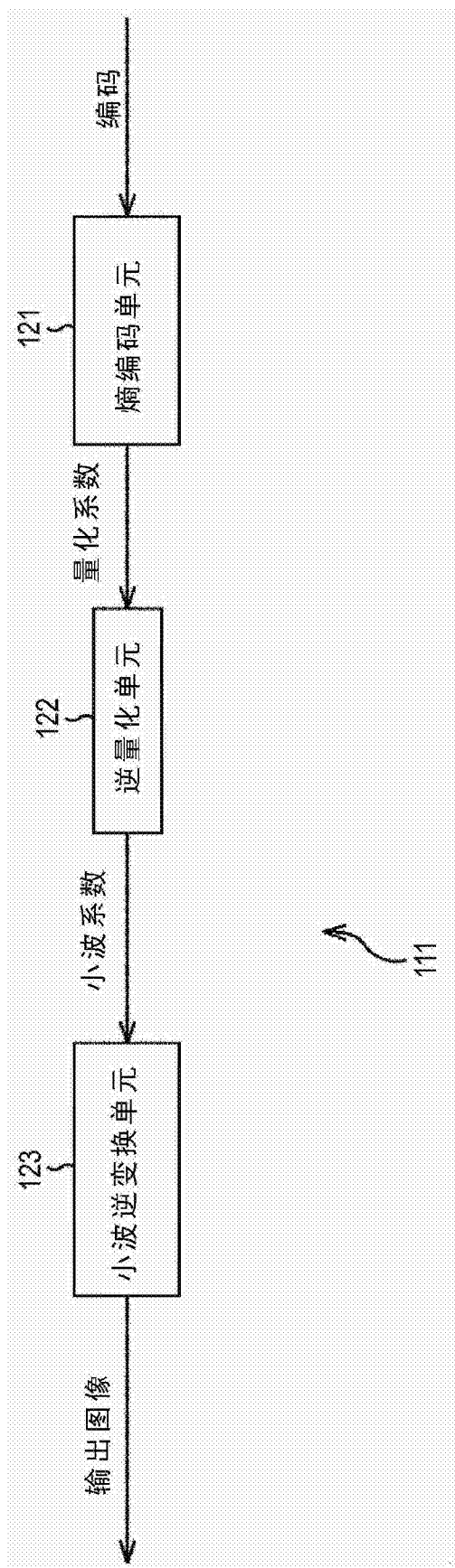


图16

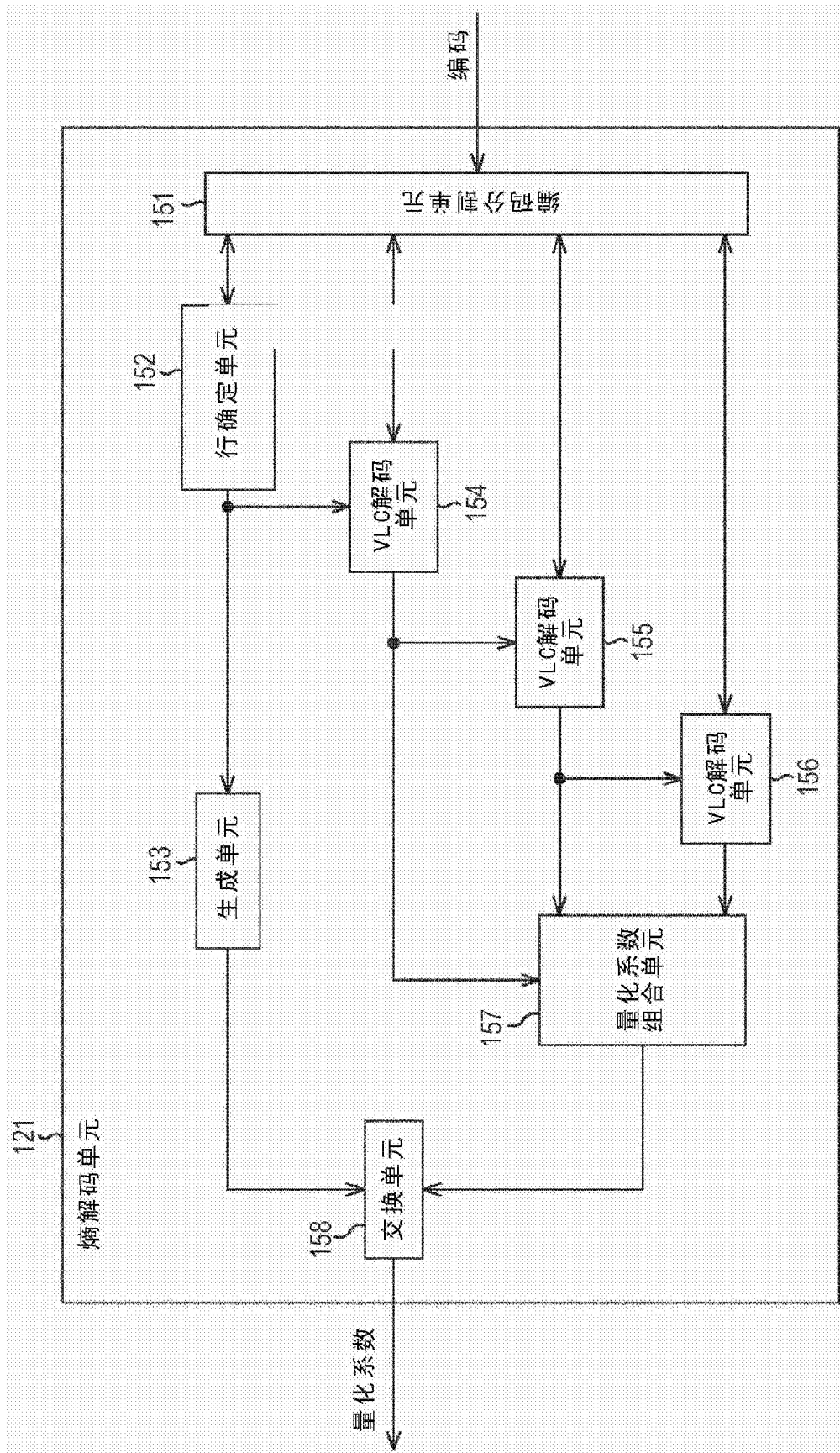


图17

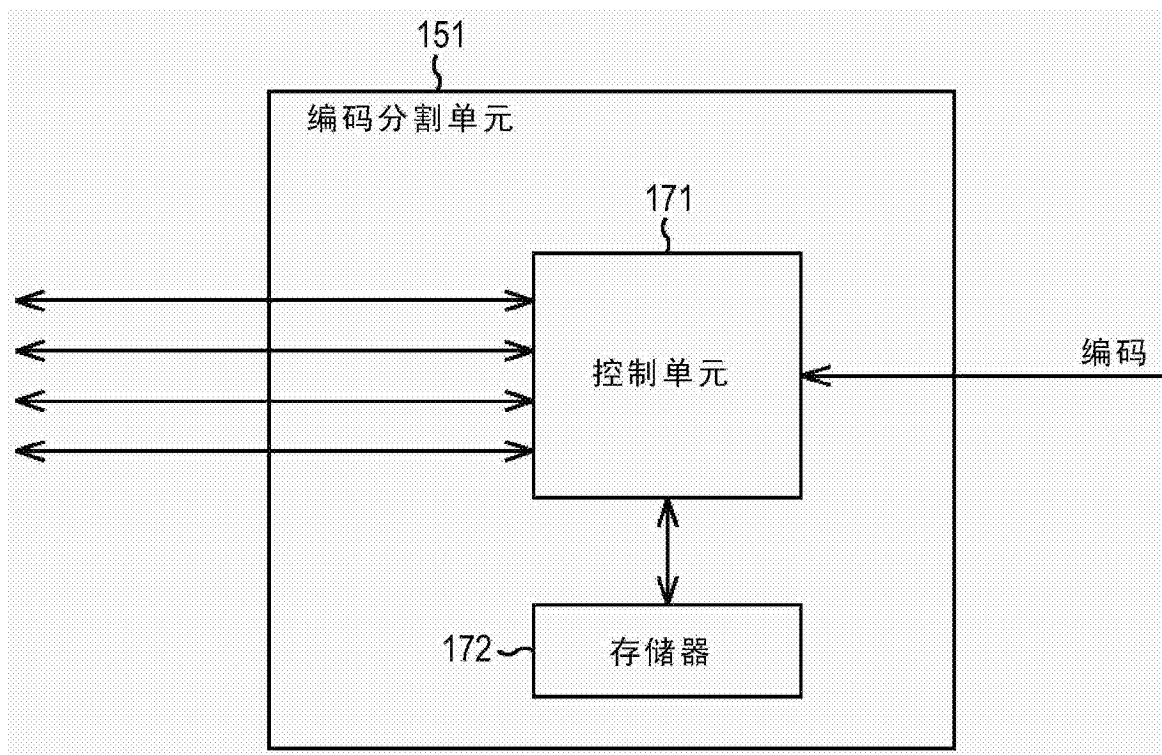


图18

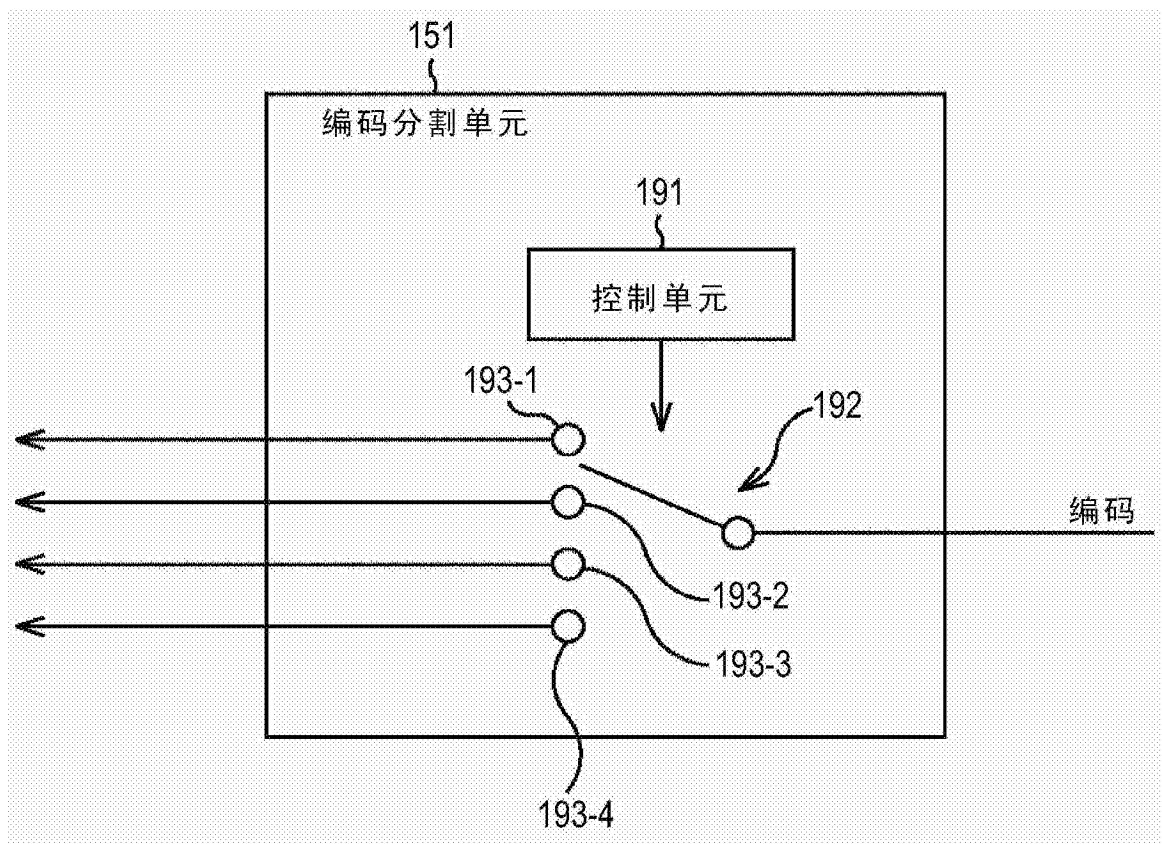


图19

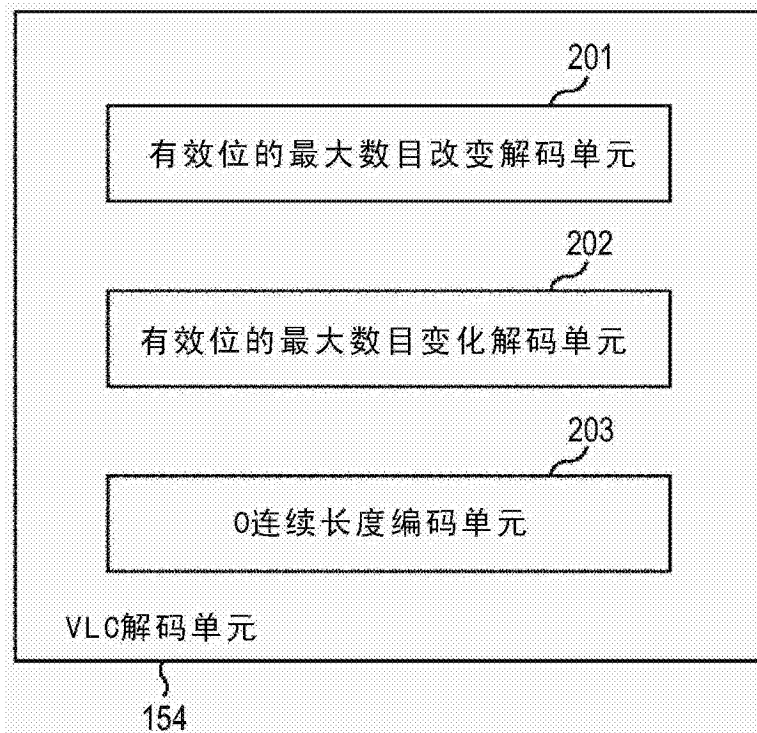


图20

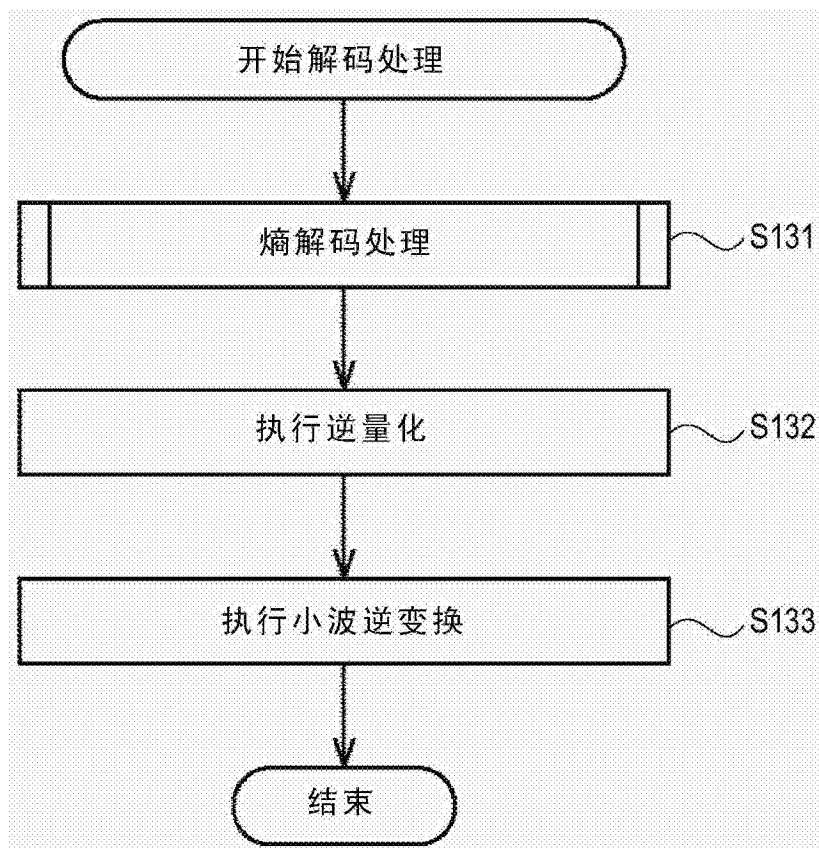


图21

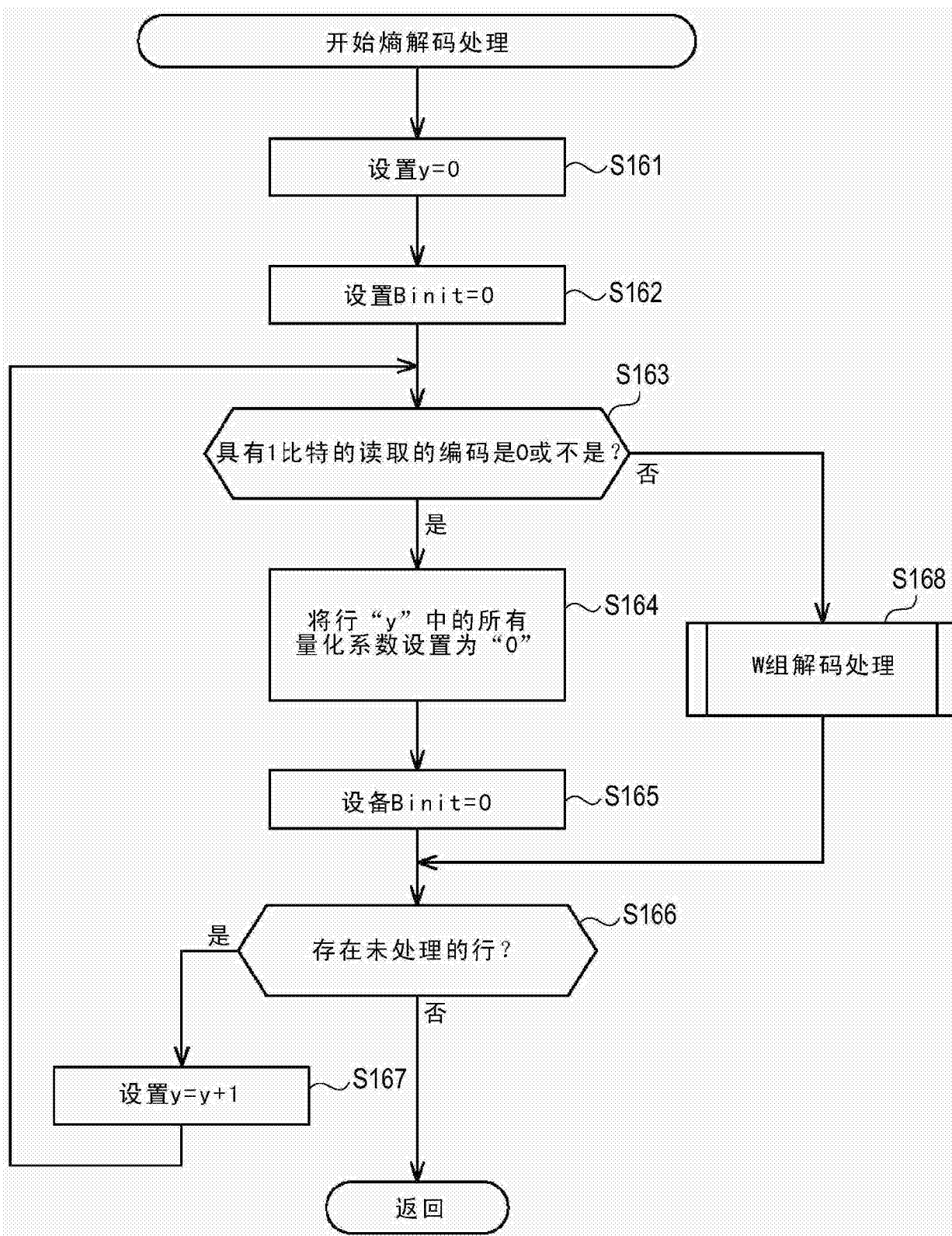


图22

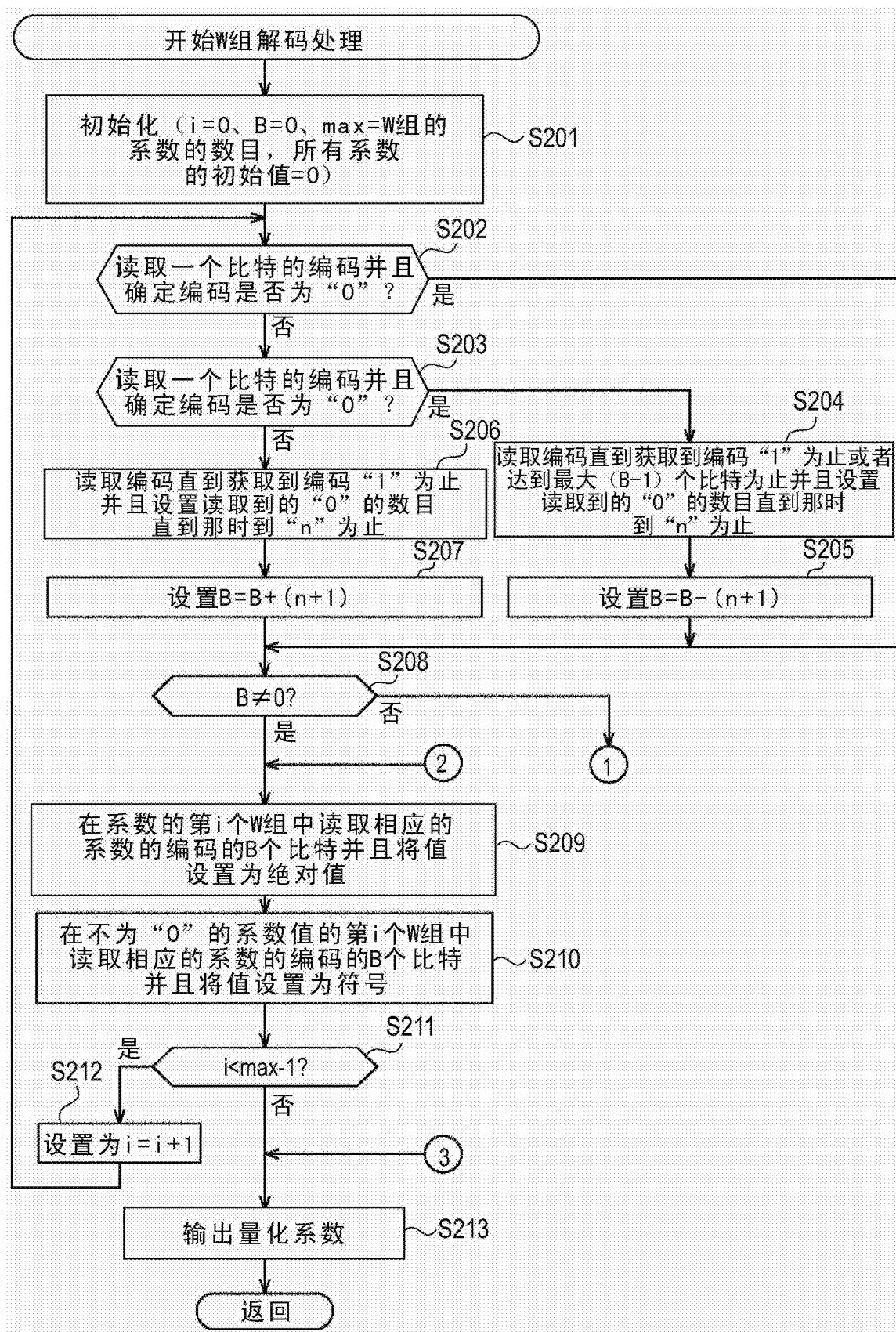


图23

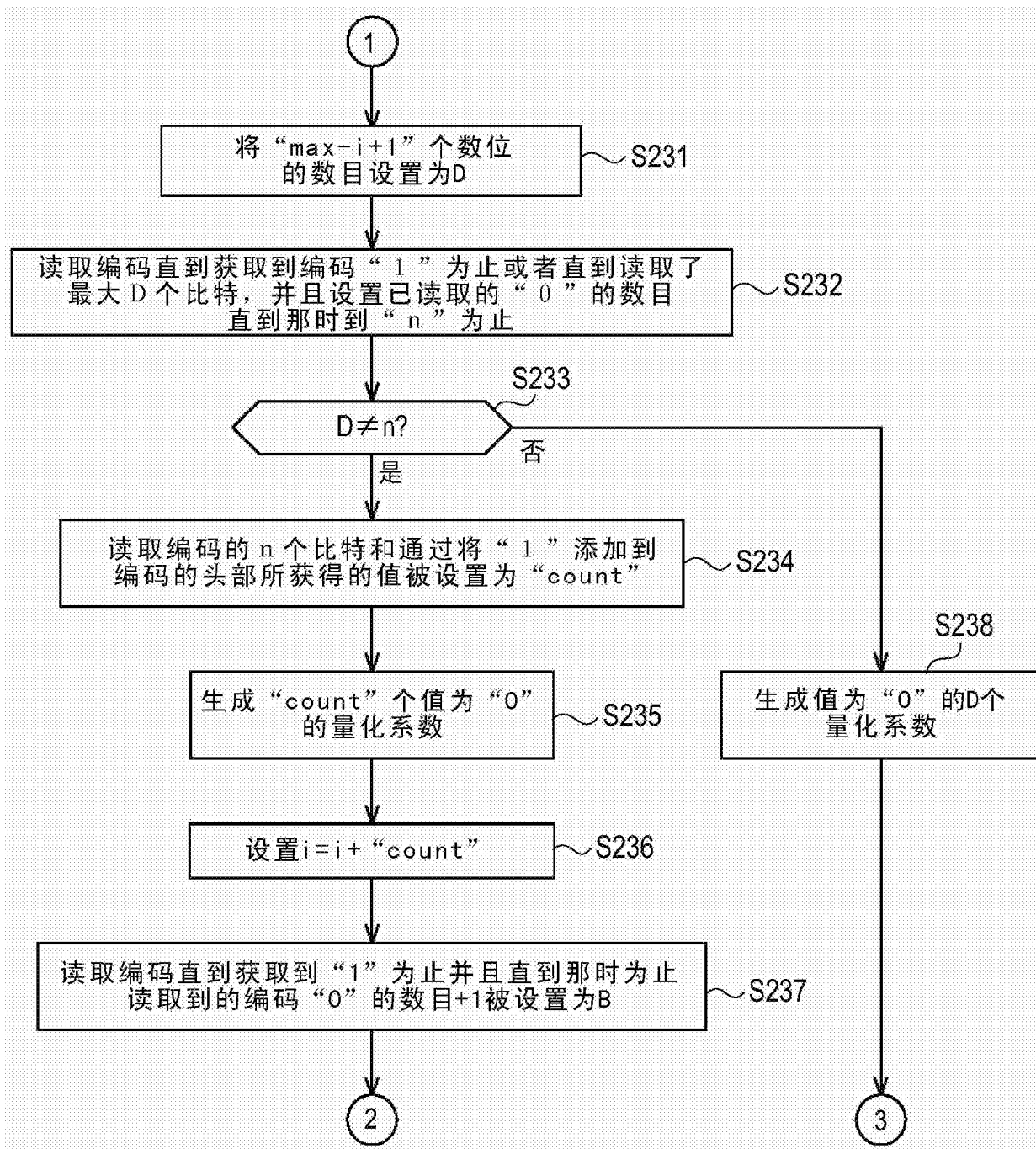


图24

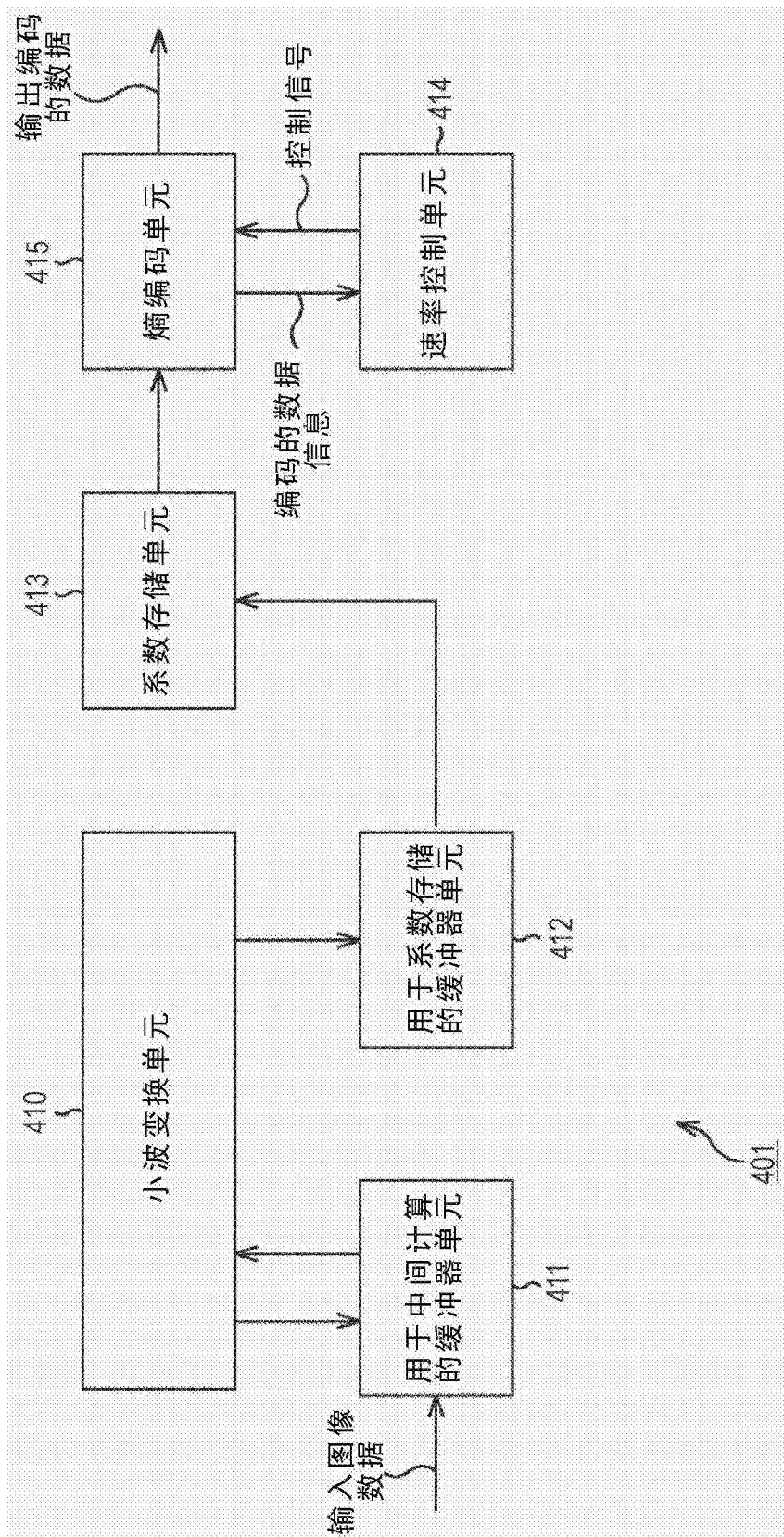


图25

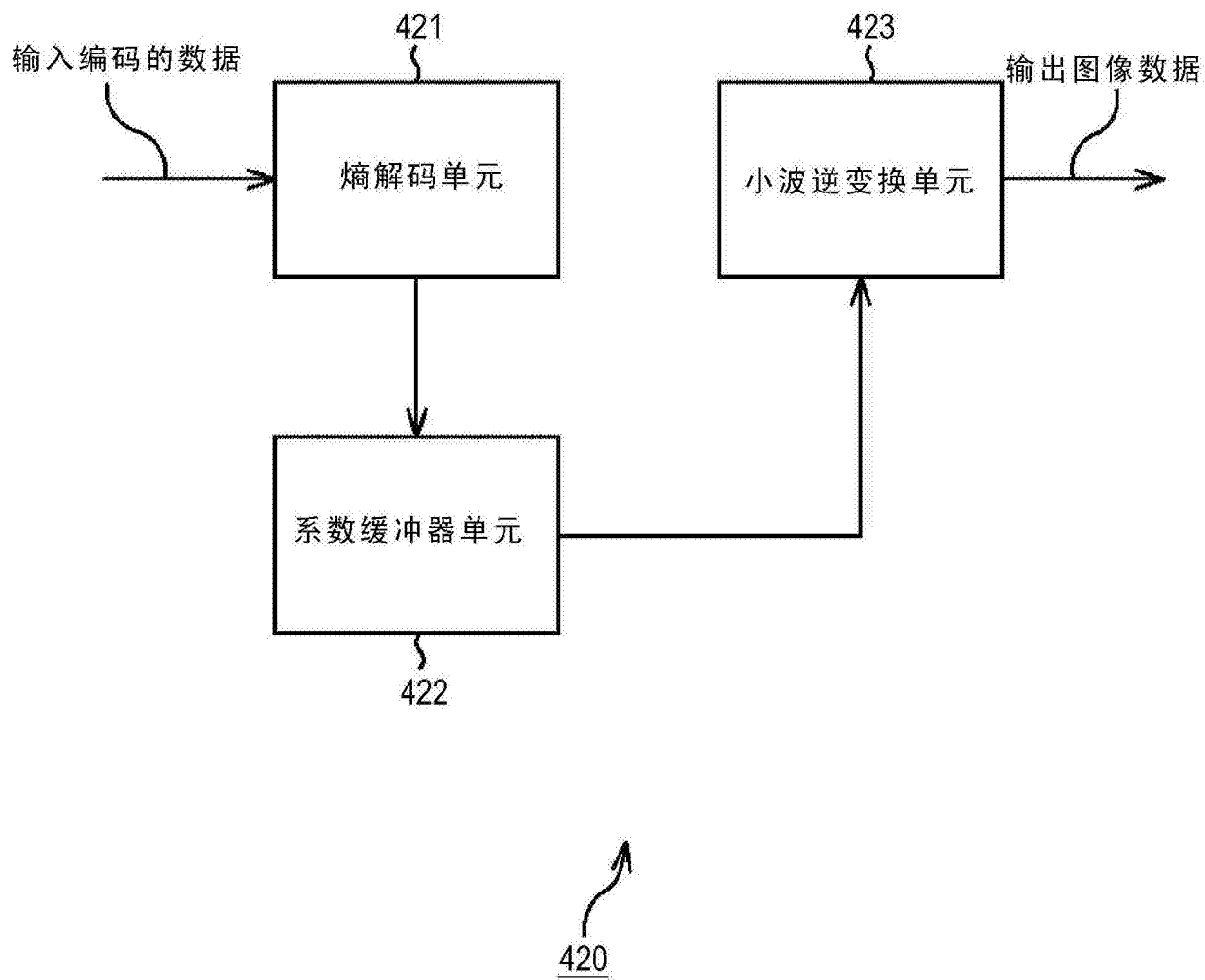


图26

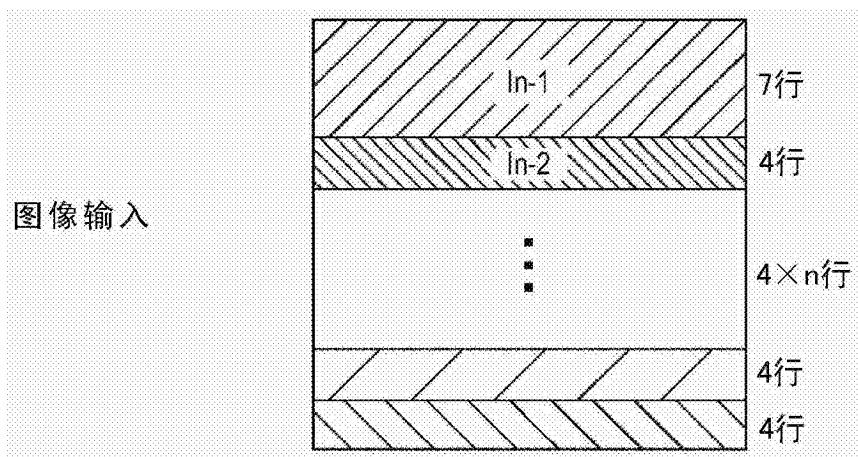


图27A

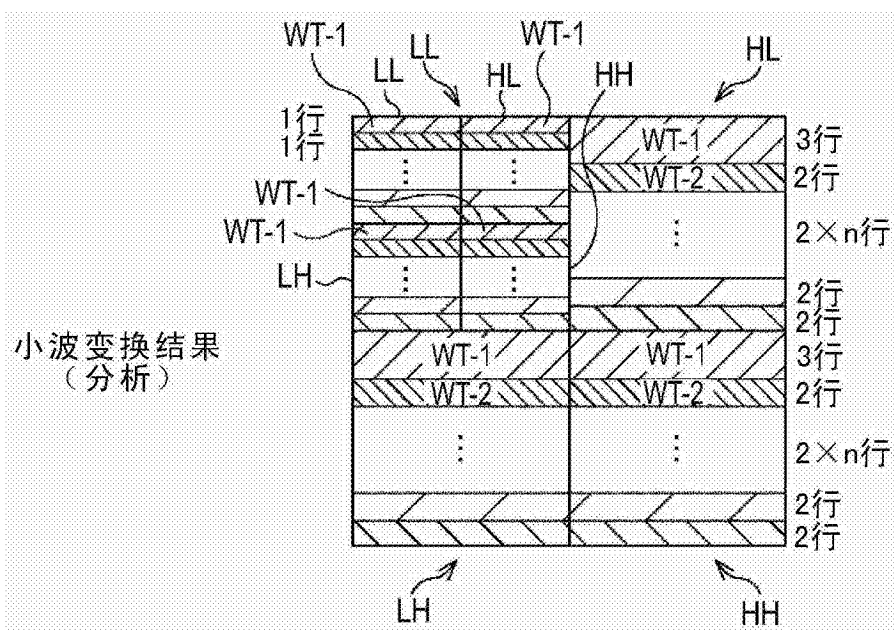


图 27B

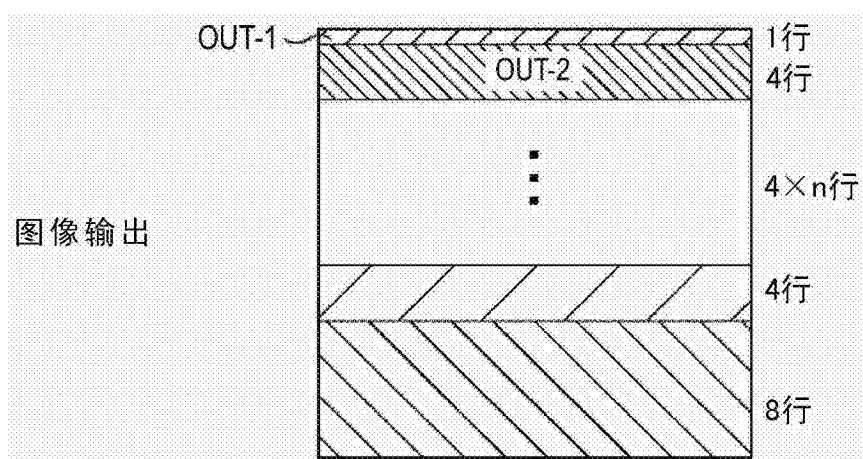


图 27C

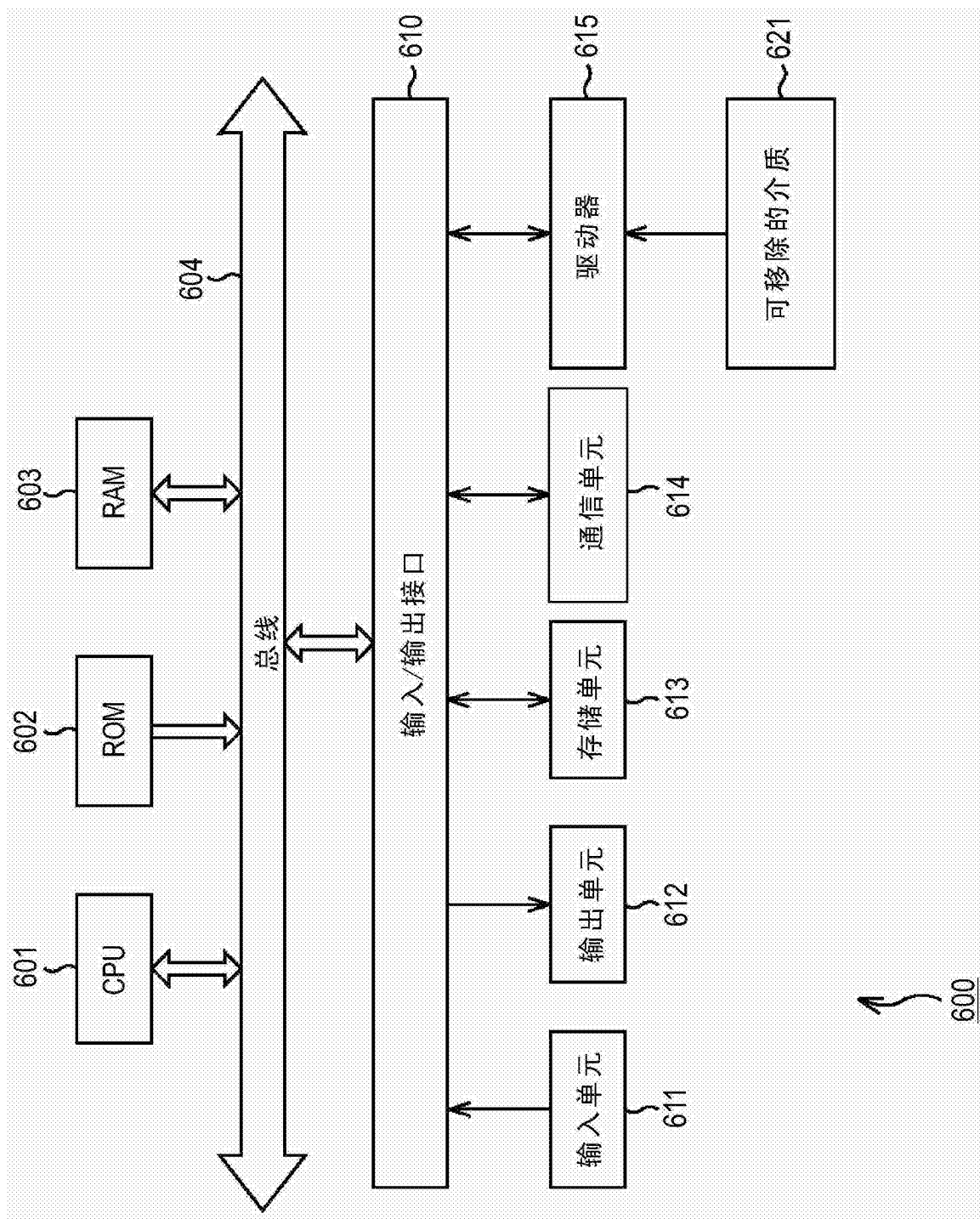


图28