



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102036064 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 27

(21) 申请号 201010287994. 1

(22) 申请日 2010. 09. 16

(30) 优先权数据

2009-219628 2009. 09. 24 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 福原隆浩 保坂和寿 稻垣亚奈

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 付建军

(51) Int. Cl.

H04N 7/26 (2006. 01)

H04N 7/24 (2006. 01)

H04N 7/50 (2006. 01)

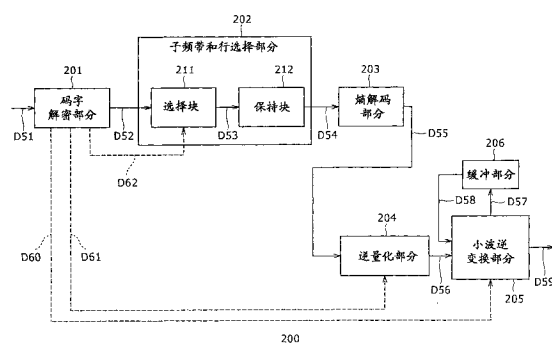
权利要求书 2 页 说明书 25 页 附图 30 页

(54) 发明名称

图像处理装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及图像处理装置和方法。该图像处理装置包括：选择部分，被配置为从通过对包括各子频带的系数数据组的行块进行编码而产生的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据，所述行块是通过经分级分析滤波处理把预定行数的图像数据分解到各频带而产生的并且至少包括一行或多行的最低频分量的子频带的系数数据；解码部分，被配置为对由所述选择部分选择的编码数据进行解码；和合成滤波部分，被配置为以分级方式执行合成滤波处理，合成通过由所述解码部分对所述编码数据进行解码而获得的系数数据，并产生所述预定分辨率的解码图像。



1. 一种图像处理装置,包括:

选择装置,用于从通过对包括各子频带的系数数据组的行块进行编码而产生的编码数据中,选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据,所述行块是通过经分级分析滤波处理把预定行数的图像数据分解到各频带而产生的并且至少包括一行或多行的最低频分量的子频带的系数数据;

解码装置,用于对由所述选择装置选择的编码数据进行解码;和

合成滤波装置,用于以分级方式执行合成滤波处理,合成通过由所述解码装置对所述编码数据进行解码而获得的所述系数数据,并产生所述预定分辨率的解码图像。

2. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,还包括解密装置,该解密装置用于对所述编码数据进行解密,

其中,所述选择装置基于所述解密装置的解密结果把所述编码数据分割成与各层中的所述系数数据的一行对应的每个编码数据,并从所分割的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据。

3. 如权利要求 2 所述的图像处理装置,其中,

所述解密装置通过对所述编码数据进行解密来提取与各层中的所述系数数据的一行对应的编码数据的码量的信息,该信息被包含在所述编码数据中,并且

所述选择装置基于所述码量把所述编码数据分割成与各层中的所述系数数据的一行对应的每个编码数据,并从所分割的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据。

4. 如权利要求 2 所述的图像处理装置,其中,

所述解密装置通过对所述编码数据解密来检测指示与各层中的所述系数数据的一行对应的编码数据的边界的标记,该标记被包含在所述编码数据中,并且

所述选择装置基于所述标记的检测结果把所述编码数据分割成与各层中的所述系数数据的一行对应的每个编码数据,并从所分割的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据。

5. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,还包括系数数据重新排列装置,该系数数据重新排列装置用于把通过由所述解码装置对编码数据进行解码而获得的所述系数数据的排列顺序,从由所述解码装置对编码数据进行解码的顺序重新排列为使系数数据经受所述合成滤波处理的顺序,

其中,所述合成滤波装置合成由所述系数数据重新排列装置重新排列了的各子频带的所述系数数据并产生所述预定分辨率的解码图像。

6. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其中,

所述合成滤波装置在能够执行所述合成滤波处理的各层之中,优先对较低层中的子频带的系数数据执行所述合成滤波处理。

7. 如权利要求 1 所述的图像处理装置,其中,

所述合成滤波装置通过使用提升运算执行所述合成滤波处理。

8. 如权利要求 7 所述的图像处理装置,其中,

所述合成滤波装置对初始状态下的行块在对称地扩展必要的系数数据之后执行所述提升运算,并且对稳定状态下的行块使用上次执行的所述提升运算的结果执行所述提升运

算。

9. 如权利要求 7 所述的图像处理装置,其中,

所述合成滤波装置沿水平方向对所述系数数据执行所述提升运算,然后沿垂直方向对所述系数数据执行所述提升运算。

10. 一种图像处理方法,包括下述步骤:

图像处理装置的选择装置从通过对包括各子频带的系数数据组的行块进行编码而产生的编码数据中,选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据,所述行块是通过经分级分析滤波处理把预定行数的图像数据分解到各频带而产生的并且至少包括一行或多行的最低频分量的子频带的系数数据;

所述图像处理装置的解码装置对所选择的编码数据进行解码;以及

所述图像处理装置的合成滤波装置以分级方式执行合成滤波处理,合成通过对所述编码数据进行解码而获得的所述系数数据,并产生所述预定分辨率的解码图像。

11. 一种图像处理装置,包括:

选择部分,被配置为从通过对包括各子频带的系数数据组的行块进行编码而产生的编码数据中,选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据,所述行块是通过经分级分析滤波处理把预定行数的图像数据分解到各频带而产生的并且至少包括一行或多行的最低频分量的子频带的系数数据;

解码部分,被配置为对由所述选择部分选择的编码数据进行解码;和

合成滤波部分,被配置为以分级方式执行合成滤波处理,合成通过由所述解码部分对所述编码数据进行解码而获得的所述系数数据,并产生所述预定分辨率的解码图像。

图像处理装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理装置和图像处理方法,具体地讲,涉及一种能够以可伸缩方式低延迟地对通过对图像编码获得的编码数据进行解码的图像处理装置和图像处理方法。

背景技术

[0002] 到目前为止已知的典型图像压缩方式包括 JPEG(联合图像专家组)和由 ISO(国际标准组织)进行了标准化的 JPEG2000。

[0003] 最近已积极研究了通过组合高通滤波器和低通滤波器的滤波器(该滤波器称为滤波器组(filter bank))把图像分成多个频带并在每个频带中执行编码的方式。在这些方式中,在高压缩中没有块失真(该失真是 DCT(离散余弦变换)的问题)的小波变换编码有望成为替代 DCT 的新技术。

[0004] 在 2001 年 1 月完成了国际化的 JPEG2000 采用组合该小波变换和高效熵编码(位平面单位的位建模和算术编码)的方式,并相对于 JPEG 实现了编码效率的显著提高。

[0005] 该 JPEG2000 还被选择作为用于数字影院标准(DCI(Digital Cinema Initiative)标准)的标准编解码器,并且已开始用于诸如电影等的运动图像的压缩。另外,各制造商已开始销售把 JPEG2000 应用于监控摄像机、用于广播台的新闻搜集摄像机、安保记录器等的产品。

[0006] 然而, JPEG2000 基本上对画面(picture)单位进行编码和解码,因此当为了把 JPEG2000 用于实时发送和接收而要实现低延迟时,在编码时产生至少一个画面的延迟以及在解码时产生至少一个画面的延迟。

[0007] 不仅对于 JPEG2000 如此,对于诸如 AVC(高级视频编码)-Intra、JPEG 等的任何编解码器也是如此。然而,最近已提出通过把屏幕分成许多矩形片或块并彼此独立地对这些矩形片或块进行编码和解码来缩短延迟时间的手段(例如,参见日本专利特开 No. 2007-311924)。

发明内容

[0008] 然而,如在通常的 JPEG2000 中一样,这种方法不能执行可伸缩解码,所述可伸缩解码通过从一个编码的码流中仅提取该编码的码流的一部分(该部分对应于多个分辨率或多个图像质量)并对编码的码流的该部分进行解码来获得目标分辨率或图像质量。

[0009] 考虑到这种情况而提出本发明。希望以以可伸缩方式低延迟地对通过对图像编码获得的编码数据进行解码。

[0010] 根据本发明的实施例,提供了一种图像处理装置,包括:选择装置,用于从通过对包括各子频带的系数数据组的行块进行编码而产生的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据,所述行块是通过经分级分析滤波处理把预定行数的图像数据分解到各频带而产生的并且至少包括一行或多行的最低频分量的子频带的系数数据;解码装置,用于对由所述选择装置选择的编码数据进行解码;和合

成滤波装置,用于以分级方式执行合成滤波处理,合成通过由所述解码装置对所述编码数据进行解码而获得的所述系数数据,并产生所述预定分辨率的解码图像。

[0011] 所述图像处理装置还包括解密装置,该解密装置用于对所述编码数据进行解密,其中,所述选择装置可基于所述解密装置的解密结果把所述编码数据分割成与各层中的所述系数数据的一行对应的各个编码数据,并从所分割的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据。

[0012] 所述解密装置能够通过对所述编码数据进行解密来提取关于与各层中的所述系数数据的一行对应的编码数据的码量的信息,该信息被包括在所述编码数据中,并且所述选择装置能够基于所述码量把所述编码数据分割成与各层中的所述系数数据的一行对应的各个编码数据,并从所分割的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据。

[0013] 所述解密装置能够通过对所述编码数据解密来检测指示与各层中的所述系数数据的一行对应的编码数据的边界的标记,该标记被包括在所述编码数据中,并且所述选择装置能够基于所述标记的检测结果把所述编码数据分割成与各层中的所述系数数据的一行对应的各个编码数据,并从所分割的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据。

[0014] 所述图像处理装置还包括系数数据重新排列装置,该系数数据重新排列装置用于把通过由所述解码装置对编码数据进行解码而获得的所述系数数据的排列顺序,从由所述解码装置对编码数据进行解码的顺序重新排列为使系数数据经受合成滤波处理的顺序,其中,所述合成滤波装置能够合成由所述系数数据重新排列装置重新排列了的各频带的系数数据并产生所述预定分辨率的解码图像。

[0015] 所述合成滤波器装置能够优先对能够执行所述合成滤波处理的各层之中的较低层中的子频带的系数数据执行所述合成滤波处理。

[0016] 所述合成滤波器装置能够通过使用提升运算执行所述合成滤波处理。

[0017] 所述合成滤波器装置能够对初始状态下的行块在对称地扩展必要的系数数据之后执行所述提升运算,并且对稳定状态下的行块使用上次执行的所述提升运算的结果执行所述提升运算。

[0018] 所述合成滤波器装置能够沿水平方向对所述系数数据执行所述提升运算,然后沿垂直方向对所述系数数据执行所述提升运算。

[0019] 根据本发明的另一实施例,提供了一种图像处理方法,包括下述步骤:图像处理装置的选择装置从通过对包括各子频带的系数数据组的行块进行编码而产生的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编码数据,所述行块是通过经分级分析滤波处理把预定行数的图像数据分解到各频带而产生的并且包括最低频分量的子频带的系数数据的至少一行或多行;所述图像处理装置的解码装置对选择的编码数据进行解码;以及所述图像处理装置的合成滤波装置以分级方式执行合成滤波处理,合成通过对所述编码数据进行解码而获得的所述系数数据,并产生所述预定分辨率的解码图像。

[0020] 在本发明的一个实施例中,从通过对包括各子频带的系数数据组行块进行编码而产生的编码数据中选择与产生预定分辨率的解码图像所需的子频带的系数数据对应的编

码数据,所述行块是通过经分级分析滤波处理把预定行数的图像数据分解到各频带而产生的并且包括最低频分量的子频带的系数数据的至少一行或多行,对选择的编码数据进行解码,以分级方式执行合成滤波处理,合成通过对编码数据进行解码而获得的系数数据,并产生所述预定分辨率的解码图像。

[0021] 根据本发明的实施例,可以对图像进行解码。特别地,可以以可伸缩方式低延迟地对通过对图像编码而获得的编码数据进行解码。

附图说明

- [0022] 图 1 是示出图像编码装置的主要结构的例子的框图;
- [0023] 图 2 是帮助说明子频带和行块的图;
- [0024] 图 3 是示出 5×3 滤波器的例子的图;
- [0025] 图 4 是帮助说明提升运算的例子的图;
- [0026] 图 5 是帮助说明分析滤波的处理状态的图;
- [0027] 图 6 是帮助说明分析滤波的处理状态的图;
- [0028] 图 7 是帮助说明分析滤波的处理状态的图;
- [0029] 图 8 是帮助说明分析滤波的处理状态的图;
- [0030] 图 9 是帮助说明系数数据的输出顺序的例子的图;
- [0031] 图 10 是帮助说明系数数据的输出顺序的图;
- [0032] 图 11 是帮助说明系数数据的重新排列的图;
- [0033] 图 12 是帮助说明附加头信息的例子的图;
- [0034] 图 13 是帮助说明编码处理的流程的例子的流程图;
- [0035] 图 14 是示出应用了本发明的图像解码装置的主要结构的例子的框图;
- [0036] 图 15 是示出部分解码的例子的图;
- [0037] 图 16A 至 16E 是帮助说明可伸缩解码的模式例子的图;
- [0038] 图 17 是帮助说明提升运算的例子的图;
- [0039] 图 18 是帮助说明合成滤波的处理状态的图;
- [0040] 图 19 是帮助说明系数数据的处理顺序的例子的图;
- [0041] 图 20A、20B 和 20C 是帮助说明画面转换处理的状态的例子的图;
- [0042] 图 21 是帮助说明解码处理的流程的例子的流程图;
- [0043] 图 22 是帮助说明附加标记的例子的图;
- [0044] 图 23 是示出应用了本发明实施例的图像解码装置的结构另一例子的框图;
- [0045] 图 24A 和 24B 是帮助说明系数数据的重新排列的图;
- [0046] 图 25A 和 25B 是帮助说明系数数据的重新排列的图;
- [0047] 图 26 是帮助说明解码处理的流程的例子的流程图;
- [0048] 图 27 是示出应用了本发明实施例的图像传输系统的主要结构的例子的框图;以及
- [0049] 图 28 是示出应用了本发明实施例的个人计算机的主要结构的例子的框图。

具体实施方式

[0050] 以下将描述实施本发明的方式(以下称为实施例)。此外,将按下面的顺序进行描

述。

[0051] 1、第一实施例（图像解码装置）

[0052] 2、第二实施例（图像解码装置的结构另一例子）

[0053] 3、第三实施例（传输系统）

[0054] 4、第四实施例（个人计算机）

[0055] <1、第一实施例>

[0056] [图像编码装置的描述]

[0057] 首先，将描述与作为应用了本发明实施例的图像处理装置的图像解码装置对应的图像编码装置。将在稍后描述的图像解码装置能够对编码数据进行可伸缩解码，由此获得所希望分辨率的解码图像。图1中显示的图像编码装置100对图像数据进行编码，由此产生可由这种图像解码装置解码的编码数据。

[0058] 图1中的图像编码装置包括：图像行输入部分101、行缓冲部分102、小波变换部分103、系数行重新排列部分104、量化部分105、熵编码部分106、附加部分107和速率控制部分108。

[0059] 图像行输入部分101逐行地把输入图像数据（箭头D10）提供给行缓冲部分102（箭头D11）以把输入图像数据存储在行缓冲部分102中。行缓冲部分102保持从图像行输入部分101提供的图像数据和从小波变换部分103提供的系数数据，并在预定时把该图像数据和系数数据提供给小波变换部分103（箭头D12）。

[0060] 小波变换部分103对从行缓冲部分102提供的图像数据和系数数据进行小波变换以产生下一层的低频分量和高频分量的系数数据。稍后将描述小波变换的细节。

[0061] 小波变换部分103把产生的系数数据的垂直方向和水平方向的低频分量提供给行缓冲部分102并使行缓冲部分102保持该低频分量（箭头D13），并把其它分量提供给系数行重新排列部分104（箭头D14）。此外，当产生的系数数据处于最高层时，小波变换部分103还把垂直方向和水平方向的低频分量提供给系数行重新排列部分104。

[0062] 从小波变换部分103向系数行重新排列部分104提供系数数据（系数行）（箭头D14）。系数行重新排列部分104把系数数据（系数行）的顺序重新排列为小波逆变换处理的顺序。

[0063] 如图1中所示，系数行重新排列部分104包括系数行重新排列缓冲器111和系数行读取块112。系数行重新排列缓冲器111保持从小波变换部分103提供的系数行。系数行读取块112通过按照小波逆变换处理的顺序读取在系数行重新排列缓冲器111中保持的系数行，执行重新排列（箭头D15）。稍后将描述重新排列的细节。

[0064] 系数行重新排列部分104（系数行读取块112）把重新排列的顺序的系数数据提供给量化部分105（箭头D16）。

[0065] 量化部分105对从系数行重新排列部分104提供的系数数据进行量化。任何方法可用作该量化的方法。例如，使用普通方法或者如下面的式（1）中所示的把系数数据W除以量化步长Q的方法就足够了。

[0066] 量化的系数 = W/Q ... (1)

[0067] 此外，这个量化步长Q由速率控制部分108指定。量化部分105把量化的系数数据提供给熵编码部分106（箭头D17）。

[0068] 熵编码部分 106 通过预定熵编码方式（诸如，哈夫曼编码或算术编码）对从量化部分 105 提供的系数数据进行编码。熵编码部分 106 对一个系数行进行编码，然后把作为从所述一个系数行产生的编码数据的一个码行提供给附加部分 107（箭头 D18）。熵编码部分 106 还把所述一个码行的码量提供给附加部分 107（虚线箭头 D19）。

[0069] 附加部分 107 把从熵编码部分 106 提供的所述一个码行的码量作为头信息加到从同一熵编码部分 106 提供的所述一个码行。稍后将描述附加头信息的细节。在附加头信息之后，附加部分 107 把编码数据（码行）输出到图像编码装置 100 的外部（箭头 D20）。输出到图像编码装置 100 的外部的编码数据经由例如网络等被提供给稍后描述的图像解码装置。

[0070] 该编码数据由系数行重新排列部分 104 按小波逆变换的顺序重新排列。由此，例如，能够减小图像解码装置的解码处理的延迟时间。

[0071] 此外，熵编码部分 106 还把每个码行的码量提供给速率控制部分 108（虚线箭头 D21）。

[0072] 速率控制部分 108 在从熵编码部分 106 提供的每个码行的码量的基础上估计对图像进行编码的困难程度，并根据编码的困难程度指定由量化部分 105 使用的量化步长 Q （虚线箭头 D22）。也就是说，速率控制部分 108 通过指定量化步长 Q 来控制编码数据的速率。

[0073] [子频带的说明]

[0074] 接下来将说明由图像编码装置 100 执行的小波变换。小波变换是通过递归地重复把图像数据分成高空间频率的分量（高频分量）和低空间频率的分量（低频分量）的分析滤波，把图像数据转换成分级形成的每个频率分量的系数数据的过程。此外，在下面，高频分量的层是低分割级别，低频分量的层是高分割级别。

[0075] 在一个层（分割级别）中，在水平方向和垂直方向都执行分析滤波。首先执行水平方向的分析滤波，接下来执行垂直方向的分析滤波。这样，通过对一个层的分析滤波，把一个层的系数数据（图像数据）分成四个子频带（LL、LH、HL 和 HH）。然后，在这四个产生的子频带之中，在水平方向和垂直方向上都对低频分量（LL）执行下一层中的分析滤波。

[0076] 这样递归地重复分析滤波能够把低空间频带中的系数数据分成更小的区域。因此，通过对如此进行了小波变换的系数数据进行编码，能够执行高效的编码。

[0077] 图 2 是帮助说明通过将分析滤波重复四次而产生的系数数据的结构的图。

[0078] 当对基带图像数据执行分割级别 1 的分析滤波时，图像数据被转换成分割级别 1 的四个子频带（1LL、1LH、1HL 和 1HH）。分割级别 1 的水平方向和垂直方向的低频分量的子频带 1LL 经受分割级别 2 的分析滤波，由此转换成分割级别 2 的四个子频带（2LL、2LH、2HL 和 2HH）。分割级别 2 的水平方向和垂直方向的低频分量的子频带 2LL 经受分割级别 3 的分析滤波，由此转换成分割级别 3 的四个子频带（3LL、3LH、3HL 和 3HH）。分割级别 3 的水平方向和垂直方向的低频分量的子频带 3LL 经受分割级别 4 的分析滤波，由此转换成分割级别 4 的四个子频带（4LL、4LH、4HL 和 4HH）。

[0079] 图 2 显示如此分成 13 个子频带的系数数据的结构。

[0080] 如上所述的分析滤波从作为处理对象的两行图像数据或系数数据产生下一较高层中的四个子频带中的每个子频带的一行系数数据。因此，如图 2 中的阴影部分所示，为了产生分割级别 4 的每个子频带的一行系数数据，需要子频带 3LL 的两行、子频带 2LL 的四行

和子频带 1LL 的八行。也就是说,需要 16 行图像数据。

[0081] 产生这种最低频分量的子频带的一行系数数据所需的多行图像数据将被称为行块(或分区(precinct))。行块还指示通过对行块的图像数据进行小波变换而获得的每个子频带的系数数据的集合。

[0082] 例如,在图 2 的例子中,图中未示出的 16 行图像数据形成一个行块。行块还能够指示分割级别 1 的每个子频带的 8 行系数数据、分割级别 2 的每个子频带的 4 行系数数据、分割级别 3 的每个子频带的 2 行系数数据和分割级别 4 的每个子频带的 1 行系数数据,该系数数据是从所述 16 行图像数据产生的。

[0083] 还可以说,小波变换部分 103 对每个这种行块执行小波变换。

[0084] 在这种情况下下的行代表与小波变换之前的图像数据对应的画面或场内、分割级别内或每个子频带内的一行。

[0085] 这一行的系数数据(图像数据)也将称为系数行。当需要在更细的区分的情况下进行描述时,将适当地改变表达方式。例如,某一子频带的某一行将被称为“某一子频带的系数行”,并且某一层(分割级别)的所有子频带(LH、HL 和 HH(在最高层的情况下包括 LL))的一行(该行是从下一较低层中的两个相同系数行产生的)将被称为“某一分割级别(或层)的系数行”。

[0086] 在图 2 的例子中,“分割级别 4(最高层)的系数行”代表子频带 4LL 的某一行、子频带 4LH 的某一行、子频带 4HL 的某一行和子频带 4HH 的某一行,这些行彼此对应(从下一较低分割级别的相同系数行产生)。“分割级别 3 的系数行”代表子频带 3LH 的某一行、子频带 3HL 的某一行和子频带 3HH 的某一行,这些行彼此对应。另外,“子频带 2HH 的系数行”代表子频带 2HH 的某一行。

[0087] 此外,通过对一个系数行(一行系数数据)进行编码而获得的一行编码数据也称为码行。

[0088] 已参照图 2 描述了分割级别 4 的小波变换。将在假设执行小波变换直到分割级别 4 的情况下进行下面的基本描述。然而,实际上,小波变换的层(分割级别)的数量是任意的。

[0089] [提升运算]

[0090] 小波变换部分 103 通常使用由低频滤波器和高频滤波器构成的滤波器组如下执行处理。此外,数字滤波器通常具有多个抽头(即,滤波系数)的长度的脉冲响应,因此,需要预先缓冲足以执行滤波处理的输入图像数据或系数数据。此外,在经多个阶段执行小波变换的情况下,需要缓冲在前一阶段产生的多个小波变换系数(所述多个小波变换系数的数量足以执行滤波处理)。

[0091] 作为小波变换的具体例子,将描述使用 5×3 滤波器的方法。使用 5×3 滤波器的方法也被已在公知技术中描述的 JPEG(联合图像专家组)2000 标准所采用,并且是极好的方法,因为能够利用少量的滤波器抽头执行小波变换。

[0092] 5×3 滤波器的脉冲响应(z 变换表示)由低频滤波器 $H_0(z)$ 和高频滤波器 $H_1(z)$ 形成,如下面的式(2)和式(3)中所示。式(2)和式(3)显示:低频滤波器 $H_0(z)$ 是 5 抽头滤波器,高频滤波器 $H_1(z)$ 是 3 抽头滤波器。

[0093] $H_0(z) = (-1 + 2^{z-1} + 6^{z-2} + 2^{z-3} - z^{-4}) / 8 \dots (2)$

$$[0094] \quad H_1(z) = (-1+2z^{-1}-z^{-2}) \quad \dots (3)$$

[0095] 根据式 (2) 和式 (3), 能够直接计算低频分量和高频分量的系数。在这种情况下, 通过使用提升技术能够减少滤波处理的计算。

[0096] 图 3 是显示 5×3 滤波器的提升表示的图。图 3 中最上部的一行是输入信号行。数据处理从屏幕顶部沿向下方向进行, 并且根据下面的式 (4) 和式 (5) 输出高频分量的系数 (高频系数) 和低频分量的系数 (低频系数)。

$$[0097] \quad D_i^1 = d_i^0 - 1/2(s_i^0 + s_{i+1}^0) \dots (4)$$

$$[0098] \quad s_i^1 = s_i^0 + 1/4(d_{i-1}^1 + d_i^1) \dots (5)$$

[0099] 图 4 是在使用 5×3 分析滤波器沿垂直方向对行进行滤波的情况下的图。在水平方向上示出运算过程以及通过该运算过程产生的低频系数和高频系数。与图 3 的比较显示: 仅水平方向改变为垂直方向并且运算方法完全相同。

[0100] 在图像的上端, 如箭头 151 所示, 最高行从行 1 以虚线的形式对称地扩展, 这样填充了一行。如框 152 所示, 使用总共三行 (即, 填充的行、行 0 和行 1) 执行提升运算, 并且通过步骤 1 中的运算产生系数 a。这个系数 a 是高频系数 (H0)。

[0101] 当输入行 1、行 2 和行 3 时, 使用这三行计算下一个高频系数 a。这个系数 a 是高频系数 (H1)。然后, 使用总共三个系数 (即, 第一高频系数 a(H0) 和第二高频系数 a(H1) 以及行 1 的系数), 根据式 (2) 执行的计算, 产生系数 b。这个系数 b 是低频系数 (L1)。也就是说, 如框 153 所示, 使用行 1、行 2 和行 3 这三行和低频系数 (H0) 产生低频系数 (L1) 和高频系数 (H1)。

[0102] 之后, 每次当输入两行时, 对于随后的行类似地重复上述的提升运算, 并且输出低频系数和高频系数。然后, 在如框 154 所示产生低频系数 (L(N-1)) 和高频系数 (H(N-1)) 之后, 如箭头 155 所示高频系数 (H(N-1)) 对称地扩展, 如框 156 所示执行运算, 由此产生低频系数 (L(N))。

[0103] 对每个层递归地执行上述提升运算。

[0104] 图 4 是沿垂直方向对行进行滤波的例子。然而, 显而易见, 能够以完全相同的方式考虑沿水平方向的滤波。

[0105] [分析滤波的过程]

[0106] 如图 5 至图 8 中推进上述的分析滤波。

[0107] 具体地讲, 当如图 5 的左侧所示输入三行基带图像数据时, 如以上参照图 4 所述执行提升运算, 并且如图 5 的右侧所示在分割级别 1 的每个子频带 (1LL、1LH、1HL 和 1HH) 中产生一行。

[0108] 之后, 每次当输入两行基带图像数据时, 执行类似的提升运算。因此, 从如图 6 的左侧所示的七行基带图像数据, 在如图 6 的右侧所示的分割级别 1 的每个子频带中产生三个系数行。

[0109] 如图 7 的左侧 (图 6 的右侧) 所示, 在产生了子频带 1LL 的三个系数行之后, 如以上参照图 4 所述执行提升运算, 并且如图 7 的右侧所示在分割级别 2 的每个子频带 (2LL、2LH、2HL 和 2HH) 中产生一行。此外, 在分割级别 1, 如在基带的情况下一样, 之后每次当产生子频带 1LL 的两个系数行时执行提升运算, 并且在分割级别 2 的每个子频带中产生一个系数行。

[0110] 这样,从如图 8 的左侧所示的 11 行基带图像数据产生了如图 8 的右侧所示的分割级别 2 的每个子频带中的 2 个系数行和分割级别 1 的每个子频带 1LH、1HL 和 1HH 中的 5 个系数行。

[0111] 也就是说,执行最高层中的提升运算,该提升运算能够在给定时间点执行。换句话说,优先执行较高层中的提升运算。在图像上端的初始状态下的分析滤波需要三行图像数据或系数数据作为输入。然而,在其它部分的稳定状态下,每次当输入两行图像数据或系数数据时,执行分析滤波。

[0112] 按照如上所述的过程推进提升运算。

[0113] [小波变换部分 103 的输出]

[0114] 接下来,将描述按照如上所述的过程执行分析滤波的小波变换部分 103 的数据输出。图 9 是按照时间序列的顺序显示在初始状态下从小波变换部分 103 输出的数据的图。在图 9 中,从图的顶部沿向下的方向按照时间序列的顺序排列从小波变换部分 103 输出的数据。

[0115] 因为小波变换部分 103 按照如上所述的过程执行分析滤波,所以在初始状态下从小波变换部分 103 输出分割级别 1(子频带 1HH、1HL 和 1LH)的上起第一系数行(行 1)并且该第一系数行被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 1 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0116] 接下来,在产生分割级别 1 的行 2(上起第二系数行)和行 3(上起第三系数行)时,行 2 和行 3 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 2 和行 3 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0117] 如上所述,当子频带 1LL 的三个系数行(第二次及以后是两行)被保持在行缓冲部分 102 中时,小波变换部分 103 对这三个系数行进行分割级别 1 的分析滤波。

[0118] 因此,在输出分割级别 1 的行 3 之后,从小波变换部分 103 输出分割级别 2(子频带 2HH、2HL 和 2LH)的行 1 并且该行 1 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 1 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0119] 接下来,按顺序产生分割级别 1 的行 4(上起第四系数行)和行 5(上起第五系数行),并且行 4 和行 5 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 4 和行 5 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0120] 因为子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中,所以这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 2,并且该行 2 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 2 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0121] 接下来,按顺序产生分割级别 1 的行 6(上起第六系数行)和行 7(上起第七系数行),并且行 6 和行 7 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 6 和行 7 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0122] 因为子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中,所以这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 3,并且该行 3 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 3 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0123] 因为子频带 2LL 的三个系数行（第二次及以后是两行）被保持在行缓冲部分 102 中,所以小波变换部分 103 对这三个系数行进行分割级别 2 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 3(子频带 3HH、3HL 和 3LH)的行 1,并且该行 1 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 3LL 的行 1 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0124] 接下来,按顺序产生分割级别 1 的行 8(上起第八系数行)和行 9(上起第九系数行),并且行 8 和行 9 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 8 和行 9 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0125] 当子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 4,并且该行 4 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 4 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0126] 接下来,按顺序产生分割级别 1 的行 10(上起第十系数行)和行 11(上起第十一系数行),并且行 10 和行 11 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 10 和行 11 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0127] 当子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 5,并且该行 5 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 5 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0128] 当子频带 2LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 2 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 3 的行 2,并且该行 2 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 3LL 的行 2 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0129] 接下来,按顺序产生分割级别 1 的行 12(上起第十二系数行)和行 13(上起第十三系数行),并且行 12 和行 13 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 12 和行 13 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0130] 当子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 6,并且该行 6 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 6 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0131] 接下来,按顺序产生分割级别 1 的行 14(上起第十四系数行)和行 15(上起第十五系数行),并且行 14 和行 15 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 14 和行 15 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0132] 当子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 7,并且该行 7 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 7 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0133] 当子频带 2LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 2 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 3 的行 3,并且该行 3 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 3LL 的行 3 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部

分 102 中。

[0134] 当子频带 3LL 的三个系数行（第二次及以后是两行）被保持在行缓冲部分 102 中时，小波变换部分 103 对这三个系数行进行分割级别 3 的分析滤波，从小波变换部分 103 输出分割级别 4（子频带 4HH、4HL、4LH 和 4LL）的行 1，并且该行 1 被提供给系数行重新排列部分 104。

[0135] 以上是在初始状态下从小波变换部分 103 输出的一个行块的系数行组。在初始状态结束后，状态改变为一次处理两行的稳定状态。

[0136] 图 10 是按照时间序列的顺序显示在稳定状态下从小波变换部分 103 输出的数据的图。在图 10 中，如图 9 中一样，从图的顶部沿向下的方向按照时间序列的顺序排列从小波变换部分 103 输出的数据。

[0137] 因为小波变换部分 103 按照如上所述的过程执行分析滤波，所以在稳定状态下的某一定时，在产生分割级别 1 的行 L（上起第 L 系数行）和行 (L+1)（上起第 (L+1) 系数行）时，从小波变换部分 103 顺序地输出行 L 和行 (L+1) 并且行 L 和行 (L+1) 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 L 和行 (L+1) 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0138] 当子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时，这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波，从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 M（上起第 M 系数行），并且行 M 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 M 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0139] 接下来，按顺序产生分割级别 1 的行 (L+2)（上起第 (L+2) 系数行）和行 (L+3)（上起第 (L+3) 系数行），并且行 (L+2) 和行 (L+3) 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 (L+2) 和行 (L+3) 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0140] 当子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时，这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波，从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 (M+1)（上起第 (M+1) 系数行），并且行 (M+1) 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 (M+1) 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0141] 当子频带 2LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时，这两个系数行经受分割级别 2 的分析滤波，从小波变换部分 103 输出分割级别 3 的行 N（上起第 N 系数行），并且行 N 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 3LL 的行 N 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0142] 接下来，按顺序产生分割级别 1 的行 (L+4)（上起第 (L+4) 系数行）和行 (L+5)（上起第 (L+5) 系数行），并且行 (L+4) 和行 (L+5) 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。子频带 1LL 的行 (L+4) 和行 (L+5) 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0143] 当子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时，这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波，从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 (M+2)（上起第 (M+2) 系数行），并且行 (M+2) 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 (M+2) 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0144] 接下来，按顺序产生分割级别 1 的行 (L+6)（上起第 (L+6) 系数行）和行 (L+7)（上起第 (L+7) 系数行），并且行 (L+6) 和行 (L+7) 被顺序地提供给系数行重新排列部分 104。

子频带 1LL 的行 (L+6) 和行 (L+7) 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0145] 当子频带 1LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 1 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 2 的行 (M+3) (上起第 (M+3) 系数行),并且行 (M+3) 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 2LL 的行 (M+3) 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0146] 当子频带 2LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 2 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 3 的行 (N+1) (上起第 (N+1) 系数行),并且行 (N+1) 被提供给系数行重新排列部分 104。子频带 3LL 的行 (N+1) 被提供给行缓冲部分 102 并被保持在行缓冲部分 102 中。

[0147] 当子频带 3LL 的两个系数行被保持在行缓冲部分 102 中时,这两个系数行经受分割级别 3 的分析滤波,从小波变换部分 103 输出分割级别 4 的行 P (上起第 P 系数行),并且行 P 被提供给系数行重新排列部分 104。

[0148] 在如上所述的稳定状态下,向下执行处理直至最低行。

[0149] 此外,在小波变换部分 103 中的各系数行的处理顺序 (即,从小波变换部分 103 输出各系数行的顺序) 是任意的,并且可以是除上述顺序以外的顺序。然而,通过按照如上所述的过程执行分析滤波,小波变换部分 103 能够高效地产生各系数行并且以低延迟执行转换处理。

[0150] [系数行重新排列]

[0151] 按照以上参照图 9 和图 10 描述的顺序从小波变换部分 103 输出的各分割级别的系数行被保持在系数行重新排列部分 104 的系数行重新排列缓冲器 111 中。当积累了一个行块的系数行时,系数行读取块 112 按照如图 11 中所示的小波逆变换处理的顺序读取各系数行,由此重新排列系数行。

[0152] 图 11 中的各系数行按照处理的顺序排列。从图 11 的顶部沿向下方向显示时间序列。也就是说,从图的顶部起按顺序处理图 11 中显示的各系数行。

[0153] 具体地讲,系数行重新排列部分 104 把如图 11 的左侧所示按顺序 (小波变换输出顺序) 从小波变换部分 103 输出的各系数行重新排列为如图 11 的右侧所示的小波逆变换处理的顺序。

[0154] 更具体地讲,系数行读取块 112 读取分割级别 4 的行 P 的系数行、分割级别 3 的行 N 的系数行、分割级别 2 的行 M 的系数行以及分割级别 1 的行 L 和行 (L+1) 的系数行。系数行读取块 112 按照读出的顺序把读取的系数行提供给量化部分 105。

[0155] 系数行读取块 112 接下来读取分割级别 2 的行 (M+1) 的系数行以及分割级别 1 的行 (L+2) 和行 (L+3) 的系数行。系数行读取块 112 按照读出的顺序把读取的系数行提供给量化部分 105。

[0156] 系数行读取块 112 还读取分割级别 3 的行 (N+1) 的系数行、分割级别 2 的行 (M+2) 的系数行以及分割级别 1 的行 (L+4) 和行 (L+5) 的系数行。系数行读取块 112 按照读出的顺序把读取的系数行提供给量化部分 105。

[0157] 系数行读取块 112 接下来读取分割级别 2 的行 (M+3) 的系数行以及分割级别 1 的行 (L+6) 和行 (L+7) 的系数行。系数行读取块 112 按照读出的顺序把读取的系数行提供给量化部分 105。

[0158] 量化部分 105 按照提供系数行的顺序处理系数行,然后把处理后的系数行提供给熵编码部分 106。因此,熵编码部分 106 也按照图 11 的右侧示出的顺序处理系数行。

[0159] 速率控制部分 108 执行例如当系数值低时通过把量化步长设置得小而促进码量产生并且当系数值高时通过把步长设置得大而抑制码量产生的控制。

[0160] 此外,在图像编码装置 100 中执行系数行的重新排列就足够了。例如,可以在量化处理之后执行系数行的重新排列。

[0161] [码量的附加]

[0162] 如上所述,附加部分 107 把码行的码量作为头信息附加到各码行。图 12 显示附加了头信息的状态的例子。

[0163] 在图 12 的例子中,附加部分 107 把码行的码量作为头信息 (Code_info) 附加到各分割级别的码行 (码字)。例如,当分割级别 1 的码行 (行 L) 的码量是 100 字节时,把指示“100 字节”的信息作为头信息 (Code_info(L)) 附加到例如码行 (行 L) 的头部。

[0164] 如上所述,图像编码装置 100 的各部分逐个系数行地处理系数数据。也就是说,各部分能够掌握系数行之间的边界。然而,各码行被连续提供给用于对由图像编码装置 100 产生的编码数据进行解码的图像解码装置,因此该图像解码装置不能掌握码行之间的边界。

[0165] 因此,通过附加部分 107 把各码行的码量附加到编码数据,使图像解码装置能够基于码量把编码数据 (流) 分成每个码行,并处理每个码行。

[0166] [处理流程]

[0167] 将参照图 13 的流程图描述如上所述由图像编码装置 100 的各部分执行的编码处理的流程的例子。此外,对于输入图像的每个画面执行这个编码处理。

[0168] 在编码处理开始后,在步骤 S101 中,在图像行输入部分 101 接收逐行地输入的图像数据的同时 (在图像行输入部分 101 使用行缓冲部分 102 保持图像数据的同时),小波变换部分 103 使用保持在行缓冲部分 102 中的系数行,对一个行块进行小波变换。

[0169] 在步骤 S102 中,小波变换部分 103 确定是否已执行了针对一个行块的处理。当确定尚未执行针对一个行块的处理时,处理返回至步骤 S101,在步骤 S101 中,小波变换部分 103 继续小波变换处理。

[0170] 当确定已执行了针对一个行块的小波变换处理时,处理前进至步骤 S103。

[0171] 在步骤 S103 中,系数行重新排列部分 104 把由小波变换产生的系数数据重新排列为小波逆变换处理的顺序。在步骤 S104 中,量化部分 105 利用由速率控制部分 108 指定的量化步长对系数数据进行量化。

[0172] 在步骤 S105 中,熵编码部分 106 对系数数据进行熵编码。在步骤 S106 中,附加部分 107 把码行的码量作为头信息附加到各码行。在步骤 S107 中,附加部分 107 输出按照小波逆变换处理的顺序重新排列的编码数据。

[0173] 在步骤 S108 中,速率控制部分 108 基于关于熵编码部分 106 中的熵编码的信息,执行速率控制。

[0174] 在步骤 S109 中,小波变换部分 103 确定处理是否已向下执行到处理对象画面的最后行块 (例如,最下段的行块)。当确定处理尚未向下执行到处理对象画面的最后行块时,流程返回至步骤 S101 以针对下一行块重复从步骤 S101 向下的处理。当在步骤 S109 中确

定处理已执行到最后行块,针对处理对象画面的编码处理结束。

[0175] [图像解码装置的装置结构]

[0176] 接下来将描述与上述图像编码装置 100 对应的图像解码装置。图 14 是显示作为应用了本发明的图像处理装置的图像解码装置的实施例的结构的例子框图。

[0177] 图像解码装置 200 对从图像编码装置 100 输出的编码数据进行解码,由此产生解码图像。

[0178] 图像解码装置 200 包括:码字解密部分 201、子频带和行选择部分 202、熵解码部分 203、逆量化部分 204、小波逆变换部分 205 和缓冲部分 206。

[0179] 码字解密部分 201 对输入的编码数据(码字)(箭头 D51)进行解密,并提取与数据和编码处理相关的相关信息。该相关信息可包括任何信息。该相关信息包括例如图像分辨率(水平和垂直尺寸)、量化步长、小波变换的分解数、系数行(码行)的排列顺序等。

[0180] 关于系数行(码行)的排列顺序的信息可以是任何信息,只要该信息指示各分割级别的码行的排列顺序或者是确定该排列顺序所需的信息即可。例如,该信息可以是如图 12 中所示的包括各分割级别的码行的码量的头信息、将在稍后描述的标记的检测结果等。

[0181] 码字解密部分 201 把输入的编码数据(码流)提供给子频带和行选择部分 202(箭头 D52)。另外,码字解密部分 201 把区分码流中各分割级别的码行所需的信息提供给子频带和行选择部分 202(虚线箭头 D62)。例如,码字解密部分 201 把各分割级别的码行的码量、标记的检测结果等提供给子频带和行选择部分 202。

[0182] 另外,码字解密部分 201 把指示量化步长的信息提供给逆量化部分 204(虚线箭头 D61)。

[0183] 码字解密部分 201 还把小波逆变换处理所需的信息(诸如图像分辨率、小波变换的分解数等)提供给小波逆变换部分 205(虚线箭头 D60)。

[0184] 子频带和行选择部分 202 在从码字解密部分 201 提供的区分各分割级别的码行所需的信息的基础上从自码字解密部分 201 提供的码流中选择要解码的各分割级别的码行。

[0185] 图像解码装置 200 通过对由图像编码装置 100 提供的编码数据进行解码,产生解码图像。从图像编码装置 100 提供的编码数据是通过由小波变换分成多个频带的系数数据进行熵编码而获得的。如参照图 2 所述对系数数据的子频带分层。作为该时间点的最低频分量的子频带(图 2 的例子中的 4LL)中聚集了图像的大部分能量并且可被视为基本上等同于原始图像(作为图像数据成立)。然而,层越高(更低频的分量),分辨率越低。

[0186] 也就是说,通过对如此分成每个子频带的系数数据从最高层(最低频分量)到所希望的层应用小波逆变换,图像解码装置 200 能够产生具有比原始图像的分辨率低的分辨率的解码图像。换句话说,通过选择应用小波逆变换(合成滤波)的层,图像解码装置 200 能够选择解码图像的分辨率。也就是说,图像解码装置 200 能够可伸缩地对编码数据进行解码。

[0187] 如此仅对编码数据的一部分子频带进行解码以获得低分辨率的解码图像将被称为部分解码。此外,当对所有子频带解码(完全解码)时的解码图像的分辨率与原始图像的分辨率相同。

[0188] 当执行这种部分解码时,不经受合成滤波的高频分量的子频带不是必要的,并且不需要进行熵解码。因此,子频带和行选择部分 202 仅选择要应用合成滤波的子频带的系

数数据（与该系数数据对应的编码数据），并丢弃不需要的子频带的系数数据（与该系数数据对应的编码数据）。子频带和行选择部分 202 基于从码字解密部分 201 提供的信息进行这种选择。

[0189] 子频带和行选择部分 202 具有选择块 211 和保持块 212。从码字解密部分 201 输出的编码数据（码流）被提供给选择块 211。区分从码字解密部分 201 提供的码流中各分割级别的码行所需的信息也被提供给选择块 211。

[0190] 选择块 211 基于区分从码字解密部分 201 提供的码流中各分割级别的码行所需的信息，识别从码字解密部分 201 提供的码流中各分割级别的码行，并从各分割级别的码行中进行选择。

[0191] 预先设置解码图像的分辨率。也就是说，预先确定必要的数据和不需要的数据。因此，选择块 211 根据所述设置选择提供的码行中的一部分或全部。

[0192] 当然，例如用户等可以适当地选择解码图像的分辨率，从而选择块 211 根据指定这种分辨率的指令识别要解码的必要的码行，并且从提供的码行中检索并选择识别的码行。

[0193] 在任一情况下，选择块 211 的选择仅提取必要的码行，并且不改变码行的排列。因此，子频带和行选择部分 202 能够在原样保持小波逆变换的顺序的同时，向熵解码部分 203 提供按照小波逆变换的顺序提供的各码行。

[0194] 选择块 211 把选择的码行提供给保持块 212，并使保持块 212 保持选择的码行（箭头 D53）。

[0195] 保持块 212 保持从选择块 211 提供的码行，并在预定定时把该码行提供给熵解码部分 203（箭头 D54）。此外，可以省略保持块 212，并且选择块 211 的输出可以被提供给熵解码部分 203。然而，取决于码行的排列方式，选择块 211 选择码行的定时可能偏离。使用保持块 212 来缓冲选择的码行能够减小偏离，从而提高熵解码部分 203 的处理的效率。

[0196] 熵解码部分 203 通过与熵编码部分 106（图 1）的熵编码对应的方法，对各分割级别的码行进行熵解码，由此产生系数数据（量化的系数）。熵解码部分 203 把各分割级别的系数行（量化的系数）提供给逆量化部分 204（箭头 D55）。

[0197] 逆量化部分 204 按照基于从码字解密部分 201 提供的信息确定的量化步长，对从熵解码部分 203 提供的各分割级别的系数行（量化的系数）进行逆量化。逆量化部分 204 把逆量化的各分割级别的系数行（小波变换系数）提供给小波逆变换部分 205（箭头 D56）。

[0198] 小波逆变换部分 205 通过在从码字解密部分 201 提供的信息的基础上执行在小波变换部分 103（图 1）中执行的小波变换的逆处理，产生解码图像。稍后将描述小波逆变换的细节。

[0199] 小波逆变换部分 205 通过重复把系数数据的低频分量和高频分量进行合成的合成滤波，执行小波逆变换。此时，小波逆变换部分 205 把通过合成滤波产生的下一低层中的系数数据提供给缓冲部分 206 并使缓冲部分 206 保持下一低层中的系数数据（箭头 D57），并且使用下一低层中的系数数据进行下一合成滤波。也就是说，小波逆变换部分 205 不仅使用从逆量化部分 204 提供的系数数据（箭头 D56）还根据需要使用从缓冲部分 206 提供的系数数据（箭头 D58）执行合成滤波。

[0200] 在通过如上所述重复合成滤波重构解码图像之后，小波逆变换部分 205 把解码图

像的图像数据输出到图像解码装置 200 的外部（箭头 D59）。

[0201] 因此，图像解码装置 200 能够可伸缩地对编码数据进行解码。此时，图像解码装置 200 使用行块（行块是比画面小的单位）作为单位执行解码。因此，图像解码装置 200 能够以可伸缩方式低延迟地对编码数据进行解码。

[0202] 特别地，此行块是产生最高子频带的至少一个系数行所需的多个行的图像数据，并且可以成为能够应用小波变换的最小数据单位。因此，图像解码装置 200 能够以可伸缩方式低延迟地对编码数据进行解码。

[0203] [部分解码]

[0204] 接下来将描述部分解码。图 15 是帮助说明部分解码的例子的图。在图 15 中，图像数据已经受了小波变换并且被分割至分割级别 4。

[0205] 例如，当解码图像的分辨率被设置为原始图像的分辨率的 $1/4$ 时，子频带 1LL 可以用作解码图像。因此，如虚线框所示，对分割级别 4 至分割级别 2 的系数数据进行合成滤波就足够了。也就是说，因为不需要子频带 1LH、1HL 和 1HH 的系数数据，所以子频带和行选择部分 202 不选择与子频带 1LH、1HL 和 1HH 的系数数据对应的码行。

[0206] 根据要产生的解码图像的分辨率确定一码行是否必要。换句话说，根据从最低层开始的执行小波逆变换的层来确定要选择的码行。

[0207] [可伸缩解码的例子]

[0208] 例如，当图像解码装置 200 以原始图像的 $1/16 \times 1/16$ 的分辨率执行解码时，子频带和行选择部分 202 仅选择分割级别 4（最低层）的最低频分量（子频带 4LL）的系数行，如图 16A 中所示的情况 1 那样。

[0209] 因为在每个行块中执行小波变换和小波逆变换，所以也在每个行块中进行子频带和行选择部分 202 的选择。因此，在情况 1 中，如图 16A 中所示，选择子频带 4LL 的一个系数行（码行）（行 P）。

[0210] 另外，例如，当图像解码装置 200 以原始图像的 $1/8 \times 1/8$ 的分辨率执行解码时，子频带和行选择部分 202 仅选择分割级别 4（最低层）的各子频带（4HH、4HL、4LH 和 4LL）的系数行（行 P），如图 16B 中所示的情况 2 那样。

[0211] 另外，例如，当图像解码装置 200 以原始图像的 $1/4 \times 1/4$ 的分辨率执行解码时，子频带和行选择部分 202 选择分割级别 4（最低层）的各子频带（4HH、4HL、4LH 和 4LL）的系数行（行 P）和分割级别 3 的各子频带（3HH、3HL 和 3LH）的系数行（行 N 和行 (N+1)），如图 16C 中所示的情况 3 那样。

[0212] 另外，例如，当图像解码装置 200 以原始图像的 $1/2 \times 1/2$ 的分辨率执行解码时，子频带和行选择部分 202 选择分割级别 4（最低层）的各子频带（4HH、4HL、4LH 和 4LL）的系数行（行 P）、分割级别 3 的各子频带（3HH、3HL 和 3LH）的系数行（行 N 和行 (N+1)）和分割级别 2 的各子频带（2HH、2HL 和 2LH）的系数行（行 M 至行 (M+3)），如图 16D 中所示的情况 4 那样。

[0213] 另外，例如，当图像解码装置 200 以与原始图像的分辨率相同的分辨率执行解码时，子频带和行选择部分 202 选择所有子频带的系数行（分割级别 4 的各子频带（4HH、4HL、4LH 和 4LL）的系数行（行 P）、分割级别 3 的各子频带（3HH、3HL 和 3LH）的系数行（行 N 和行 (N+1)）、分割级别 2 的各子频带（2HH、2HL 和 2LH）的系数行（行 M 至行 (M+3)）和分割级

别 1 的各子频带 (1HH、1HL 和 1LH) 的系数行 (行 L 至行 (L+7)), 如图 16E 中所示的情况 5 那样。

[0214] 因此, 熵解码部分 203 和随后的处理部分仅处理选择的码行就足够了, 并且图像解码装置 200 能够抑制由于不必要的处理导致的不必要的负荷增加。

[0215] 此外, 尽管已参照图 16 描述了稳定状态下的行块 (图 10), 但基本上能够以类似的方式处理初始状态下的行块。初始状态和稳定状态下系数行的排列的差异如图 9 和图 10 所示。因此, 在初始状态的行块的情况下, 仅在以上说明中反映出图 9 和图 10 中所示的差异就足够了, 因此将省略对其的描述。

[0216] [提升运算]

[0217] 小波逆变换部分 205 通过与小波变换部分 103 的小波变换处理对应的方法执行小波逆变换。例如, 当小波变换部分 103 如上所述使用 5×3 滤波器执行分析滤波时, 小波逆变换部分 205 也使用 5×3 滤波器执行合成滤波。

[0218] 合成滤波仅是逆处理, 并且是与分析滤波基本类似的处理。也就是说, 合成滤波也能够通过使用如图 3 所示的提升技术减少滤波处理的计算。

[0219] 图 17 是在使用 5×3 分析滤波器沿垂直方向对行进行滤波的情况下的图。沿水平方向示出运算过程以及通过该运算过程产生的低阶系数。如分析滤波的情况一样, 水平方向的处理以与垂直方向的处理的方式类似的方式执行。首先执行垂直方向的合成滤波, 接下来执行水平方向的合成滤波。

[0220] 在图像的上端, 如框 251 所示, 在输入高频系数 (H0)、低频系数 (L1) 和低频系数 (H1) 的时间点执行提升运算。此时, 如箭头 252 所示, 系数 a 对称地扩展。因此, 产生下一低层中的行 0 和行 1。

[0221] 接下来, 当输入两个系数行 (低频分量 L2 和高频分量 H2) 时, 如框 253 所示, 产生下一低层中的行 2 和行 3。

[0222] 之后, 每次当输入两个系数行时, 如框 254 所示, 对后续的行类似地重复上述提升运算, 并且输出两个低阶系数行。然后, 当如框 255 所示对应于输入的低频系数 (L(N)) 和输入的高频系数 (H(N)) 产生行 $2(N)-2$ 和行 $2(N)-1$ 时, 如箭头 256 所示高频系数 (H(N)) 对称地扩展, 如框 257 所示执行运算, 由此产生行 $2(N+1)-2$ 和行 $2(N+1)-1$ 。

[0223] [行块单位的合成滤波]

[0224] 针对各层递归地执行以上合成滤波 (提升)。因此, 每次当降低一层时, 行的数量加倍。

[0225] 例如, 假定存在分割级别 2 的 $N/4$ 个系数行, 如图 18 中所示。当分割级别 2 的子频带 2LL、2LH、2HL 和 2HH 经受合成滤波时, 在分割级别 1 的子频带 1LL 中产生 $N/2$ 个行。

[0226] [系数行的处理顺序]

[0227] 将更具体地描述如上所述的小波逆变换部分 205 的合成滤波的处理过程的例子。

[0228] 图 19 是按时间序列的顺序显示在稳定状态下由小波逆变换部分 205 处理的数据的图。在图 19 中, 从图的顶部沿向下方向按时间序列的顺序排列由小波逆变换部分 205 处理的数据。

[0229] 在图 16A 中示出的情况 1 中, 小波逆变换部分 205 原样地输出提供的子频带 4LL 的系数行 (行 P)。

[0230] 在图 16B 中示出的情况 2 中,小波逆变换部分 205 对分割级别 4 的各子频带(子频带 4HH、4HL、4LH 和 4LL)的一个提供的系数行(行 P)进行合成滤波,由此产生分割级别 3 的子频带 3LL 的两个系数行(行 N 和行 (N+1)),然后输出分割级别 3 的子频带 3LL 的这两个系数行(行 N 和行 (N+1))。

[0231] 在图 16C 中示出的情况 3 中,小波逆变换部分 205 向缓冲部分 206 提供在情况 2 中产生的分割级别 3 的子频带 3LL 的两个系数行(行 N 和行 (N+1))中的系数行 (N+1),并使缓冲部分 206 保持系数行 (N+1)。

[0232] 接下来,小波逆变换部分 205 对分割级别 3 的子频带 3LL 的系数行(行 N)和每个其它子频带(子频带 3HH、3HL 和 3LH)的一个系数行(行 N)进行合成滤波,由此产生分割级别 2 的子频带 2LL 的两个系数行(行 M 和行 (M+1)),然后输出分割级别 2 的子频带 2LL 的这两个系数行(行 M 和行 (M+1))。

[0233] 接下来,小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 3 的子频带 3LL 的系数行(行 (N+1)),对分割级别 3 的子频带 3LL 的系数行(行 (N+1))和每个其它子频带(子频带 3HH、3HL 和 3LH)的一个系数行(行 (N+1))进行合成滤波,由此产生分割级别 2 的子频带 2LL 的两个系数行(行 (M+2) 和行 (M+3)),然后输出分割级别 2 的子频带 2LL 的这两个系数行(行 (M+2) 和行 (M+3))。

[0234] 在图 16D 中示出的情况 4 中,小波逆变换部分 205 向缓冲部分 206 提供在情况 3 中产生的分割级别 2 的子频带 2LL 的两个系数行(行 M 和行 (M+1))中的系数行 (M+1),并使缓冲部分 206 保持系数行 (M+1)。

[0235] 接下来,小波逆变换部分 205 对分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行(行 M)和每个其它子频带(子频带 2HH、2HL 和 2LH)的一个系数行(行 M)进行合成滤波,由此产生分割级别 1 的子频带 1LL 的两个系数行(行 L 和行 (L+1)),然后输出分割级别 1 的子频带 1LL 的这两个系数行(行 L 和行 (L+1))。

[0236] 接下来,小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行(行 (M+1)),对分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行(行 (M+1))和每个其它子频带(子频带 2HH、2HL 和 2LH)的一个系数行(行 (M+1))进行合成滤波,由此产生分割级别 1 的子频带 1LL 的两个系数行(行 (L+2) 和行 (L+3)),然后输出分割级别 1 的子频带 1LL 的这两个系数行(行 (L+2) 和行 (L+3))。

[0237] 接下来,小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 3 的子频带 3LL 的系数行(行 (N+1)),对分割级别 3 的子频带 3LL 的系数行(行 (N+1))和每个其它子频带(子频带 3HH、3HL 和 3LH)的一个系数行(行 (N+1))进行合成滤波,由此产生分割级别 2 的子频带 2LL 的两个系数行(行 (M+2) 和行 (M+3))。这两个系数行(行 (M+2) 和行 (M+3))中的系数行 (M+3) 被提供给缓冲部分 206 并被保持在缓冲部分 206 中。

[0238] 接下来,小波逆变换部分 205 对分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行(行 (M+2))和每个其它子频带(子频带 2HH、2HL 和 2LH)的一个系数行(行 (M+2))进行合成滤波,由此产生分割级别 1 的子频带 1LL 的两个系数行(行 (L+4) 和行 (L+5)),然后输出分割级别 1 的子频带 1LL 的这两个系数行(行 (L+4) 和行 (L+5))。

[0239] 接下来,小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行(行 (M+3)),对分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行(行 (M+3))和每个其它子频带(子

频带 2HH、2HL 和 2LH) 的一个系数行 (行 (M+3)) 进行合成滤波, 由此产生分割级别 1 的子频带 1LL 的两个系数行 (行 (L+6) 和行 (L+7)), 然后输出分割级别 1 的子频带 1LL 的这两个系数行 (行 (L+6) 和行 (L+7))。

[0240] 在图 16E 中示出的情况 5 中, 小波逆变换部分 205 向缓冲部分 206 提供在情况 4 中产生的分割级别 1 的子频带 1LL 的两个系数行 (行 L 和行 (L+1)) 中的系数行 (L+1), 并使缓冲部分 206 保持系数行 (L+1)。

[0241] 接下来, 小波逆变换部分 205 对分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 L) 和每个其它子频带 (子频带 1HH、1HL 和 1LH) 的一个系数行 (行 L) 进行合成滤波, 由此产生基带图像数据的两行 (行 K 和行 (K+1)), 然后输出基带图像数据的这两行 (行 K 和行 (K+1))。

[0242] 接下来, 小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+1)), 对分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+1)) 和每个其它子频带 (子频带 1HH、1HL 和 1LH) 的一个系数行 (行 (L+1)) 进行合成滤波, 由此产生基带图像数据的两行 (行 (K+2) 和行 (K+3)), 然后输出基带图像数据的这两行 (行 (K+2) 和行 (K+3))。

[0243] 接下来, 小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行 (行 (M+1)), 对分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行 (行 (M+1)) 和每个其它子频带 (子频带 2HH、2HL 和 2LH) 的一个系数行 (行 (M+1)) 进行合成滤波, 由此产生分割级别 1 的子频带 1LL 的两个系数行 (行 (L+2) 和行 (L+3))。这两个系数行 (行 (L+2) 和行 (L+3)) 中的系数行 (L+3) 被提供给缓冲部分 206 并被保持在缓冲部分 206 中。

[0244] 接下来, 小波逆变换部分 205 对分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+2)) 和每个其它子频带 (子频带 1HH、1HL 和 1LH) 的一个系数行 (行 (L+2)) 进行合成滤波, 由此产生基带图像数据的两行 (行 (K+4) 和行 (K+5)), 然后输出基带图像数据的这两行 (行 (K+4) 和行 (K+5))。

[0245] 接下来, 小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+3)), 对分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+3)) 和每个其它子频带 (子频带 1HH、1HL 和 1LH) 的一个系数行 (行 (L+3)) 进行合成滤波, 由此产生基带图像数据的两行 (行 (K+6) 和行 (K+7)), 然后输出基带图像数据的这两行 (行 (K+6) 和行 (K+7))。

[0246] 接下来, 小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 3 的子频带 3LL 的系数行 (行 (N+1)), 对分割级别 3 的子频带 3LL 的系数行 (行 (N+1)) 和每个其它子频带 (子频带 3HH、3HL 和 3LH) 的一个系数行 (行 (N+1)) 进行合成滤波, 由此产生分割级别 2 的子频带 2LL 的两个系数行 (行 (M+2) 和行 (M+3))。这两个系数行 (行 (M+2) 和行 (M+3)) 中的系数行 (M+3) 被提供给缓冲部分 206 并被保持在缓冲部分 206 中。

[0247] 接下来, 小波逆变换部分 205 对分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行 (行 (M+2)) 和每个其它子频带 (子频带 2HH、2HL 和 2LH) 的一个系数行 (行 (M+2)) 进行合成滤波, 由此产生分割级别 1 的子频带 1LL 的两个系数行 (行 (L+4) 和行 (L+5))。这两个系数行 (行 (L+4) 和行 (L+5)) 中的系数行 (L+5) 被提供给缓冲部分 206 并被保持在缓冲部分 206 中。

[0248] 接下来, 小波逆变换部分 205 对分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+4)) 和每个其它子频带 (子频带 1HH、1HL 和 1LH) 的一个系数行 (行 (L+4)) 进行合成滤波, 由此产生基带图像数据的两行 (行 (K+8) 和行 (K+9)), 然后输出基带图像数据的这两行 (行 (K+8) 和行 (K+9))。

[0249] 接下来,小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+5)),对分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+5)) 和每个其它子频带 (子频带 1HH、1HL 和 1LH) 的一个系数行 (行 (L+5)) 进行合成滤波,由此产生基带图像数据的两行 (行 (K+10) 和行 (K+11)),然后输出基带图像数据的这两行 (行 (K+10) 和行 (K+11))。

[0250] 接下来,小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行 (行 (M+3)),对分割级别 2 的子频带 2LL 的系数行 (行 (M+3)) 和每个其它子频带 (子频带 2HH、2HL 和 2LH) 的一个系数行 (行 (M+3)) 进行合成滤波,由此产生分割级别 1 的子频带 1LL 的两个系数行 (行 (L+6) 和行 (L+7))。这两个系数行 (行 (L+6) 和行 (L+7)) 中的系数行 (L+7) 被提供给缓冲部分 206 并被保持在缓冲部分 206 中。

[0251] 接下来,小波逆变换部分 205 对分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+6)) 和每个其它子频带 (子频带 1HH、1HL 和 1LH) 的一个系数行 (行 (L+6)) 进行合成滤波,由此产生基带图像数据的两行 (行 (K+12) 和行 (K+13)),然后输出基带图像数据的这两行 (行 (K+12) 和行 (K+13))。

[0252] 接下来,小波逆变换部分 205 从缓冲部分 206 读取分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+7)),对分割级别 1 的子频带 1LL 的系数行 (行 (L+7)) 和每个其它子频带 (子频带 1HH、1HL 和 1LH) 的一个系数行 (行 (L+7)) 进行合成滤波,由此产生基带图像数据的两行 (行 (K+14) 和行 (K+15)),然后输出基带图像数据的这两行 (行 (K+14) 和行 (K+15))。

[0253] 如上所述,小波逆变换部分 205 根据要产生的解码图像的分辨率仅使必要的系数数据经受合成滤波处理,从而能够抑制不必要的负荷增加。尽管这种合成滤波的顺序是任意的,但为了更低的延迟,希望在能够执行合成滤波的各层之中优先在低层中执行合成滤波。

[0254] 此外,尽管已描述了稳定状态下的行块,但初始状态和稳定状态下系数行的排列的差异如图 9 和图 10 所示并且基本上能够以类似的方式处理初始状态下的行块。因此,将省略对其的描述。

[0255] [可伸缩转换]

[0256] 如上所述,图像编码装置 100 和图像解码装置 200 以行块为单位对图像数据 (和编码数据) 进行小波变换和小波逆变换处理 (编码和解码处理)。

[0257] 对于整个画面,如图 20A 中所示,例如,基带图像数据 281 通过图像编码装置 100 的编码 (小波变换) 被转换成如图 20B 所示的已分成 13 个子频带的系数数据 282 (编码数据)。

[0258] 系数数据 282 通过图像解码装置 200 的解码 (小波逆变换) 被转换成解码图像。如上所述,图像解码装置 200 能够可伸缩地执行解码。因此,如图 20C 中所示,图像解码装置 200 能够产生具有解码图像 283 至 287 中的一个的分辨率 (图像尺寸) 的解码图像。

[0259] 图像解码装置 200 能够根据例如图像解码装置 200 的硬件的性能、用于处理解码图像的图像处理装置的性能或用于显示解码图像的显示屏幕的尺寸,选择合适的分辨率 (图像尺寸)。如上所述,可以预先确定分辨率的大小,或者图像解码装置 200 可以根据用户的指定、连接的装置的硬件规格等适当地选择分辨率的大小。

[0260] [处理流程]

[0261] 将参照图 21 的流程图描述如上所述由图像解码装置 200 的各部分执行的解码处

理的流程的例子。此外,对于与一个画面的图像对应的每个编码数据执行该解码处理。

[0262] 在解码处理开始之后,在步骤 S201 中,码字解密部分 201 接收一个行块的编码数据的输入。在步骤 S202 中,码字解密部分 201 对输入的编码数据的码字进行解密,并提取相关信息。码字解密部分 201 基于提取的相关信息,把必要的信息提供给每个处理部分。

[0263] 在步骤 S203 中,子频带和行选择部分 202 的选择块 211 基于从码字解密部分 201 提供的信息(例如,码量),从编码数据提取处理对象行。

[0264] 在步骤 S204 中,选择块 211 确定提取的处理对象行是否是选择对象行。也就是说,选择块 211 确定处理对象行是否是可伸缩解码所需的要解码的码行。当确定处理对象行是选择对象行时,处理前进至步骤 S205。

[0265] 在步骤 S205 中,保持块 212 保持处理对象行作为选择对象行。在保持处理对象行之后,处理前进至步骤 S206。当在步骤 S204 中确定处理对象行不是要解码的码行并且对于可伸缩解码不必要时,省略步骤 S205 的处理,并且处理前进至步骤 S206 而不保持该处理对象行。

[0266] 在步骤 S206 中,码字解密部分 201 确定是否已处理了一个行块。当确定在处理对象行块内存在未处理的系数行时,处理返回至步骤 S203 以重复从步骤 S203 向下的处理。当在步骤 S206 中确定已处理了一个行块时,处理前进至步骤 S207。

[0267] 在步骤 S207 中,熵解码部分 203 读取从一个行块的码行中选择并保持为选择对象行的处理对象行,然后对该处理对象行进行熵解码。在步骤 S208 中,逆量化部分 204 对通过对处理对象行进行熵解码而获得的系数数据进行逆量化。

[0268] 在步骤 S209 中,小波逆变换部分 205 对逆量化的系数数据进行小波逆变换。作为以上处理的结果,可伸缩地对一个行块的码行进行解码(完全解码或部分解码)。

[0269] 在步骤 S210 中,小波逆变换部分 205 确定处理是否已执行到处理对象画面的最后行块(例如,最下段的行块)。当确定处理尚未执行到最后行块时,处理返回至步骤 S201 以对下一行块重复从步骤 S201 向下的处理。当在步骤 S210 中确定处理已完成至最后行块时,该处理对象画面的解码处理结束。

[0270] 通过如上所述执行解码处理,图像解码装置 200 能够以可伸缩方式低延迟地对通过对图像编码获得的编码数据进行解码。

[0271] [码行间断的另一例子]

[0272] 此外,在图 12 中,图像编码装置 100 把包括码行的码量的头信息附加到各分割级别的码行,从而图像解码装置 200 能够区分码流中各分割级别的码行之间的间断(break)。然而,作为指示所述间断的另一方法,例如,可以如图 22 中所示附加专用标记。

[0273] 例如,图像编码装置 100 在附加部分 107 中把专用标记附加到码流中各分割级别的码行之间的边界。图像解码装置 200 能够通过检测这些标记来识别各分割级别的码行之间的边界。然而,在这种情况下,图像解码装置 200 能够基于标记区分各分割级别的码行,但是不能确定码行的码量。也就是说,图像解码装置 200 不能从标记直接确定各分割级别的码行的排列顺序。因此,图像解码装置需要通过某些其它手段掌握码行的排列顺序。

[0274] <2、第二实施例>

[0275] [装置结构]

[0276] 以上描述了把通过小波变换产生的系数行重新排列为小波逆变换的顺序的图像

编码装置 100。然而,可以以任何顺序发送系数行(码行)。

[0277] 当由图像解码装置 200 获得的系数行(码行)的排列顺序不是如第一实施例中所描述的小波逆变换的顺序并且以不变的顺序执行小波逆变换时,恐怕缓冲器中的数据管理会复杂并且导致负荷增加。另外,当系数数据的排列顺序不总是相同并且系数数据的排列顺序根据作为发送源的图像编码装置的规格而不同时,恐怕小波变换时的数据管理会更加复杂。

[0278] 因此,希望在图像解码装置执行小波逆变换之前把系数数据重新排列为小波逆变换的顺序。

[0279] 图 23 是作为应用了本发明的图像处理装置的图像解码装置的结构的事例的框图。

[0280] 与图 14 中的图像解码装置 200 一样,图 23 中的图像解码装置 300 通过对经图像编码装置 100 对图像编码产生的编码数据进行解码,产生解码图像。

[0281] 图像解码装置 300 具有与图像解码装置 200 的结构基本上类似的结构。然而,除了图像解码装置 200 的结构之外,图像解码装置 300 在熵解码部分 203 和逆量化部分 204 之间还具有系数行重新排列部分 302。另外,替代码字解密部分 201,图像解码装置 300 具有码字解密部分 301。

[0282] 熵解码部分 203 把正处理的分割级别的系数行(量化的系数)提供给系数行重新排列部分 302(箭头 D105)。

[0283] 系数行重新排列部分 302 基于从码字解密部分 301 提供的区分各分割级别的码行所需的信息,把系数数据(系数行)的顺序(发送时的顺序)重新排列为小波逆变换处理的顺序。

[0284] 如图 23 中所示,系数行重新排列部分 302 包括系数行重新排列缓冲器 311 和系数行读取块 312。系数行重新排列缓冲器 311 保持从熵解码部分 203 提供的各分割级别的系数行。系数行读取块 312 通过按照小波逆变换处理的顺序读取保持在系数行重新排列缓冲器 311 中的各分割级别的系数行,执行重新排列(箭头 D106)。

[0285] 与码字解密部分 201 一样,码字解密部分 301 对输入的编码数据(码字)(箭头 D101)进行解密,并提取与该数据和编码处理相关的相关信息。码字解密部分 301 随后把重新排列各分割级别的系数行所需的信息提供给系数行读取块 312(虚线箭头 D123)。系数行读取块 312 预先掌握小波逆变换部分 205 的小波逆变换处理的顺序,该顺序是重新排列之后的排列顺序。系数行读取块 312 需要掌握发送时的码行的排列顺序(该顺序是重新排列之前的排列顺序)以对系数行进行重新排列。因此,码字解密部分 301 向系数行读取块 312 提供指示发送时的码行的排列顺序的信息或者获得该排列顺序所需的信息。

[0286] 例如,码字解密部分 301 可以通过对码字进行解密来识别发送时的码行的排列顺序,并把指示该排列顺序的信息提供给系数行读取块 312。另外,例如,码字解密部分 301 可以把从码流中提取的指示各分割级别的码行的码量的信息顺序地提供给系数行读取块 312。在这种情况下,系数行读取块 312 基于从码字解密部分 301 提供的码量的顺序,掌握系数行的排列顺序。

[0287] 此外,各分割级别的系数行在彼此可区分的状态下被存储在系数行重新排列缓冲器 311 中。因此,系数行读取块 312 可以获得保持在系数行重新排列缓冲器 311 中的各分

割级别的系数行的数据量,并从这些数据量的排列顺序掌握系数行的排列顺序。在这种情况下,能够省略来自码字解密部分 301 的信息提供。

[0288] 系数行重新排列部分 302(系数行读取块 312)按照重新排列的顺序把系数数据提供给逆量化部分 204(箭头 D107)。

[0289] 逆量化部分 204 按照系数数据被提供给逆量化部分 204 的顺序处理系数数据。因此,按照由系数行重新排列部分 302 重新排列的顺序把系数数据提供给小波逆变换部分 205(箭头 D108)。

[0290] 也就是说,小波逆变换部分 205 能够使用按该顺序提供的数据执行合成滤波。因此,小波逆变换部分 205 能够以低延迟执行小波逆变换而不需要不希望的等待时间等。另外,因为能够容易地管理系数数据,所以小波逆变换部分 205 能够减小小波逆变换处理的负荷。

[0291] 因此,图像解码装置 300 能够以可伸缩方式低延迟地对来自更多样的图像编码装置的编码数据进行解码。

[0292] [发送顺序的例子]

[0293] 此外,码行(系数行)的排列顺序(发送顺序)是任意的。对于任何排列顺序,系数行重新排列部分 302 基于来自码字解密部分 301 的信息掌握排列顺序,并执行从该排列顺序到小波逆变换处理的顺序的重新排列。

[0294] 发送顺序的例子显示在图 24A 和 24B 以及图 25A 和 25B 中。在图 24A 和 24B 以及图 25A 和 25B 中,系数行按照各发送顺序排列。从图的顶部沿向下方向显示时间序列。也就是说,图 24A 和 24B 以及图 25A 和 25B 中显示的系数行是按从图的顶部开始的顺序发送的。

[0295] 图 24A 显示按从低频分量到高频分量的顺序发送各分割级别的系数行的例子。图 24B 显示按从高频分量到低频分量的顺序发送各分割级别的系数行的例子。图 25A 显示原样地按照系数行经受小波变换处理的顺序发送各分割级别的系数行的例子。图 25B 显示按照系数行经受小波逆变换处理的顺序发送各分割级别的系数行的例子。

[0296] 图 24A、图 24B 和图 25A 的情况中的发送顺序不同于小波逆变换处理的顺序,因此,系数行重新排列部分 302 掌握这些发送顺序并把这些发送顺序重新排列成小波逆变换处理的顺序。

[0297] 在图 25B 的情况下,系数行重新排列部分 302 省略重新排列,并按原顺序向逆量化部分 204 提供系数数据。也就是说,系数行读取块 312 按照在系数行重新排列缓冲器 311 中保持系数行的顺序,读取各分割级别的系数行,然后把这些系数行提供给逆量化部分 204。

[0298] 此外,如上所述,选择块 211 的选择不改变码行的排列。因此,在任何上述情况下,与由子频带和行选择部分 202 选择的分割级别的系数行无关(与要产生的解码图像的分辨率无关),系数行重新排列缓冲器 311 能够通过同样的方法重新排列系数数据。

[0299] [处理流程]

[0300] 将参照图 26 的流程图描述如上所述由图像解码装置 300 的各部分执行的解码处理的流程的例子。此外,针对与一个画面的图像对应的每个编码数据执行该解码处理。

[0301] 图像解码装置 300 基本上执行与参照图 21 的流程图描述的图像解码装置 200 的图像解码处理类似的图像解码处理。

[0302] 具体地讲,图像解码装置 300 的各部分以与图 21 中的步骤 S201 至 S207 的各处理类似的方式执行步骤 S301 至 S307 的各处理。

[0303] 在步骤 S308 中,系数行重新排列部分 302 把系数数据重新排列为小波逆变换的顺序。

[0304] 图像解码装置 300 的各部分以与图 21 中步骤 S208 至 S210 的各处理类似的方式执行步骤 S309 至 S311 的各处理。

[0305] 通过如上所述执行解码处理,图像解码装置 300 能够以可伸缩方式低延迟地对通过对图像编码获得的编码数据进行解码。

[0306] 此外,使图像解码装置 300 中的系数行重新排列部分 302 位于小波逆变换部分 205 前面的位置就足够了。例如,系数行重新排列部分 302 可以布置在子频带和行选择部分 202 与熵解码部分 203 之间,或者系数行重新排列部分 302 可以布置在逆量化部分 204 与小波逆变换部分 205 之间。

[0307] <3、第三实施例>

[0308] [系统结构]

[0309] 将描述在第一实施例中描述的图像编码装置 100 和图像解码装置 200(或者在第二实施例中描述的图像解码装置 300)的应用例。图 27 是显示对输入图像进行编码并发送、在发送目的地对编码数据进行解码并随后输出获得的解码图像的图像传输系统的结构的例子的图。

[0310] 图像传输系统 400 以较低延迟发送图像。图像传输系统 400 具有经由网络 402 彼此连接的发送装置 401 和接收装置 403。

[0311] 发送装置 401 经由网络 402 把输入图像发送给接收装置 403。发送装置 401 为了高效地发送图像而对图像数据进行编码,然后把编码数据发送给接收装置 403。

[0312] 发送装置 401 具有编码部分 411、打包处理部分 412 和发送部分 413。

[0313] 编码部分 411 对输入图像进行编码并输出编码数据。第一实施例中描述的图像编码装置 100 适用于编码部分 411。也就是说,编码部分 411 具有与图像编码装置 100 的结构类似的结构,并执行与图像编码装置 100 的处理类似的处理。

[0314] 打包处理部分 412 将从编码部分 411 输出的编码数据(码流)打包。发送部分 413 经由网络 402 把由打包处理部分 412 产生的包发送给接收部分 421。

[0315] 网络 402 是例如以互联网、无线 LAN 等为代表的任意通信网络,并且是从发送装置 401 发送的编码数据到达接收装置 403 的传输线。网络 402 的结构是任意的。网络 402 可以由一组多个网络形成,网络 402 的一部分或全部可以有线或无线地形成。

[0316] 接收装置 403 经由网络 402 接收从发送装置 401 提供的包,对包中包括的编码数据进行解码,由此产生解码图像,然后输出该解码图像。

[0317] 接收装置 403 具有接收部分 421、解包处理部分 422 和解码部分 423。

[0318] 接收部分 421 执行与发送装置 401 的发送部分 413 对应的处理,并执行经由网络接收从发送部分 413 提供的包的处理。

[0319] 解包处理部分 422 对在接收部分 421 中接收的包进行解包,由此提取编码数据。

[0320] 解码部分 423 对由解包处理部分 422 提取的编码数据进行解码,并输出解码图像。第一实施例中描述的图像解码装置 200(或者第二实施例中描述的图像解码装置 300)适

用于解码部分 423。也就是说,解码部分 423 具有与图像解码装置 200(或者图像解码装置 300)的结构类似的结构,并执行与图像解码装置 200(或者图像解码装置 300)的处理类似的处理。

[0321] 通过如此应用图像解码装置 200 作为解码部分 423,接收装置 403 能够以可伸缩方式低延迟地对编码数据进行解码。另外,通过应用具有系数行重新排列部分 302 的图像解码装置 300 作为解码部分 423,接收装置 403 能够以可伸缩方式低延迟地对来自更多样的图像编码装置的编码数据进行解码。

[0322] <4、第四实施例>

[0323] [个人计算机]

[0324] 上述一系列处理不仅能够通过硬件执行,还能够通过软件执行。在这种情况下,图像编码装置 100 和图像解码装置 200(或图像解码装置 300)可以形成为例如如图 28 所示的个人计算机。

[0325] 在图 28 中,个人计算机 500 的 CPU 501 根据存储在 ROM(只读存储器)502 中的程序或从存储部分 513 载入到 RAM(随机存取存储器)503 中的程序执行各种处理。RAM 503 还适当地存储 CPU 501 执行各种处理等所需的数据。

[0326] CPU 501、ROM 502 和 RAM 503 经由总线 504 互连。总线 504 还与输入输出接口 510 连接。

[0327] 输入输出接口 510 与输入部分 511(包括键盘、鼠标等)、输出部分 512(包括由 CRT(阴极射线管)、LCD(液晶显示器)等形成的显示器、扬声器等)、存储部分 513(包括硬盘等)和通信部分 514(包括调制解调器等)连接。通信部分 514 经由包括互联网的网络执行通信处理。

[0328] 输入输出接口 510 还根据需要与驱动器 515 连接。可移动介质 521(诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等)适当地装入到驱动器 515 中。从这些可移动介质读取的计算机程序根据需要被安装到存储部分 513 中。

[0329] 当上述一系列处理要通过软件执行时,从网络或记录介质安装构成该软件的程序。

[0330] 如图 28 中所示,例如,记录介质不仅由分配给用户以便以与装置本体分开的方式分发程序并且在其上记录了程序的可移动介质 521 形成,还由其上记录了程序并在预先包括在装置本体中的状态下被分配给用户的 ROM 502、存储部分 513 中所包括的硬盘等形成,其中所述可移动介质 521 包括磁盘(包括软盘)、光盘(包括 CD-ROM(压缩盘-只读存储器)和 DVD(数字多用盘))、磁光盘(包括 MD(迷你盘))、半导体存储器等。

[0331] 应该注意的是,由计算机执行的程序可以是按照在本说明书中描述的顺序按时间序列执行的程序,或者可以是并行地或在例如进行调用的必要定时执行的程序。

[0332] 另外,在本说明书中,描述记录在记录介质上的程序的步骤不仅包括按照所描述的顺序按时间序列执行的处理,还包括并行地或单独地以及不必按时间序列执行的处理。

[0333] 另外,在本说明书中,系统指的是由多个装置形成的作为整体的设备。

[0334] 另外,作为一个装置(或一个处理部分)在以上描述的构造可以分割并形成多个装置(或多个处理部分)。相反,作为多个装置(或多个处理部分)在以上描述的构造可以整合成一个装置(一个处理部分)。另外,当然,除上述构造以外的构造可以被附加到每

个装置（每个处理部分）的构造。另外，装置（或处理部分）的构造的一部分可以被包括在另一装置（或另一处理部分）的构造中，只要作为整体的系统的构造和操作实际上相同即可。也就是说，本发明的实施例不限于上述实施例，并且在不脱离本发明的精神的情况下可以进行各种变化。

[0335] 本申请包含与 2009 年 9 月 24 日提交给日本专利局的日本在先专利申请 JP 2009-219628 中公开的主题相关的主题，通过引用将该专利申请的全部内容包含于此。

[0336] 本领域技术人员应该理解，在不脱离权利要求或其等同物的范围的情况下，可以根据设计要求和其它因素做出各种变型、组合、子组合和替换。

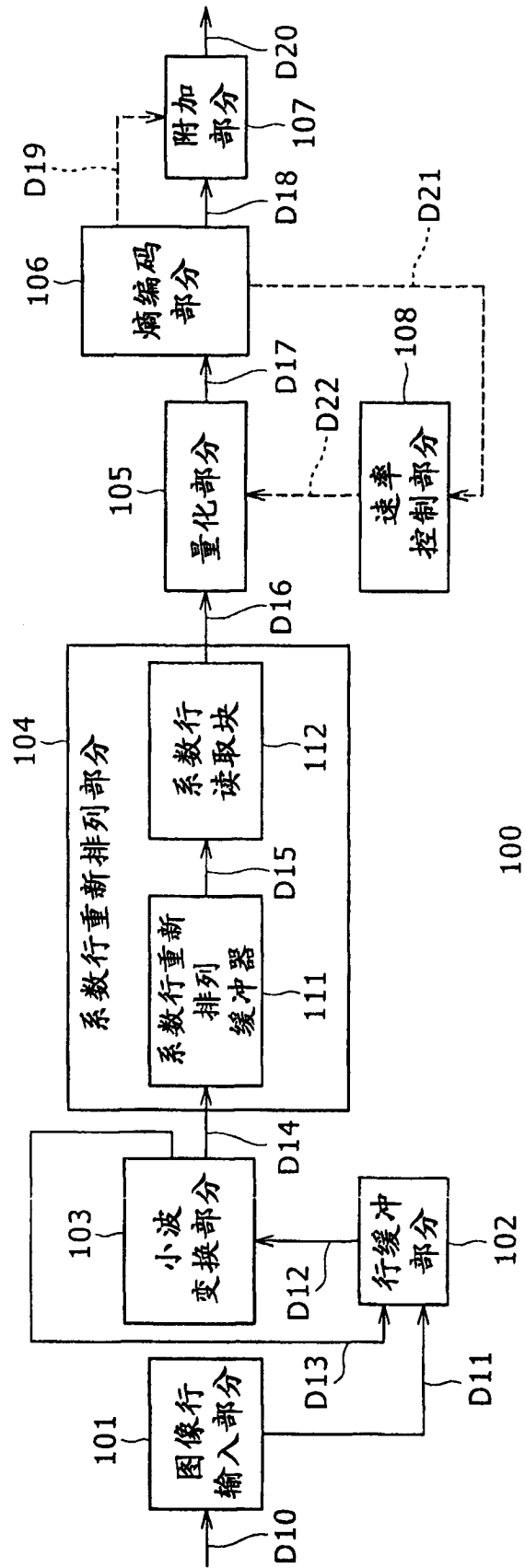


图 1

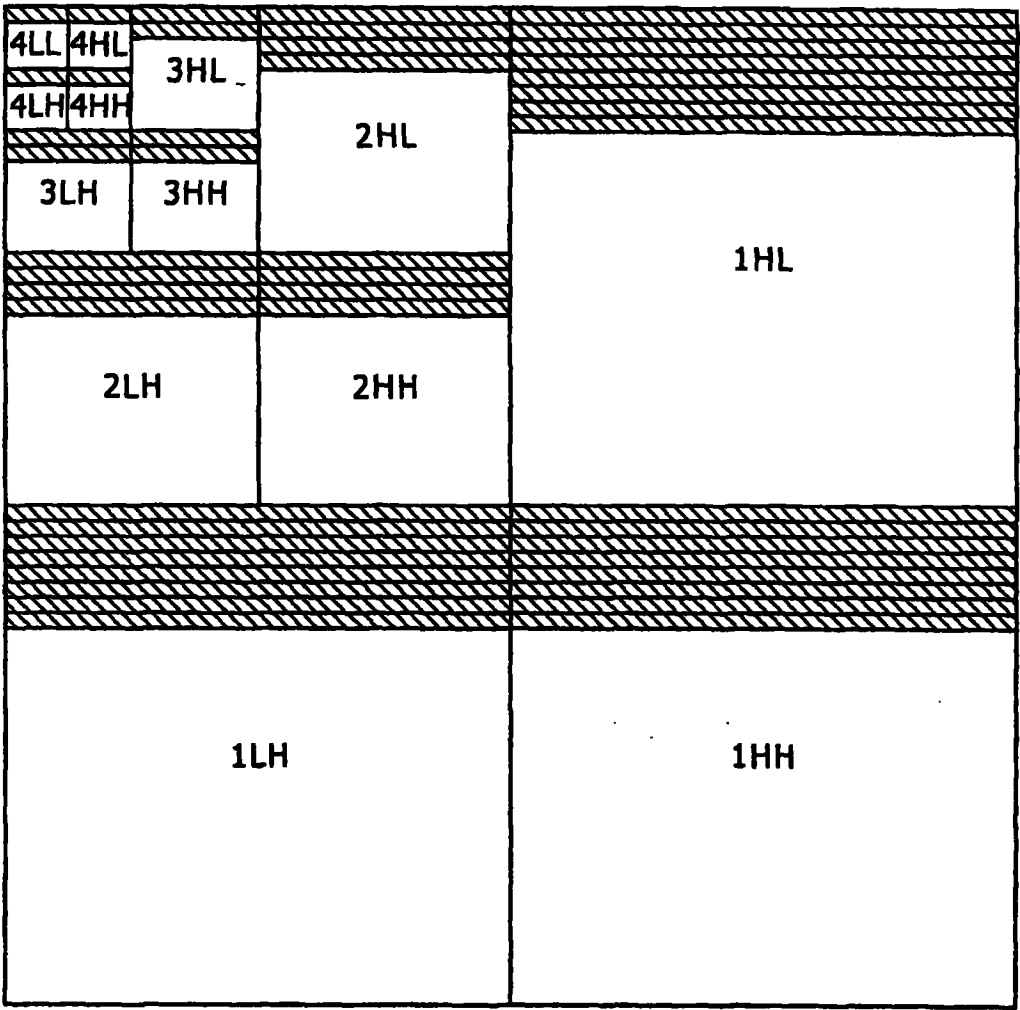
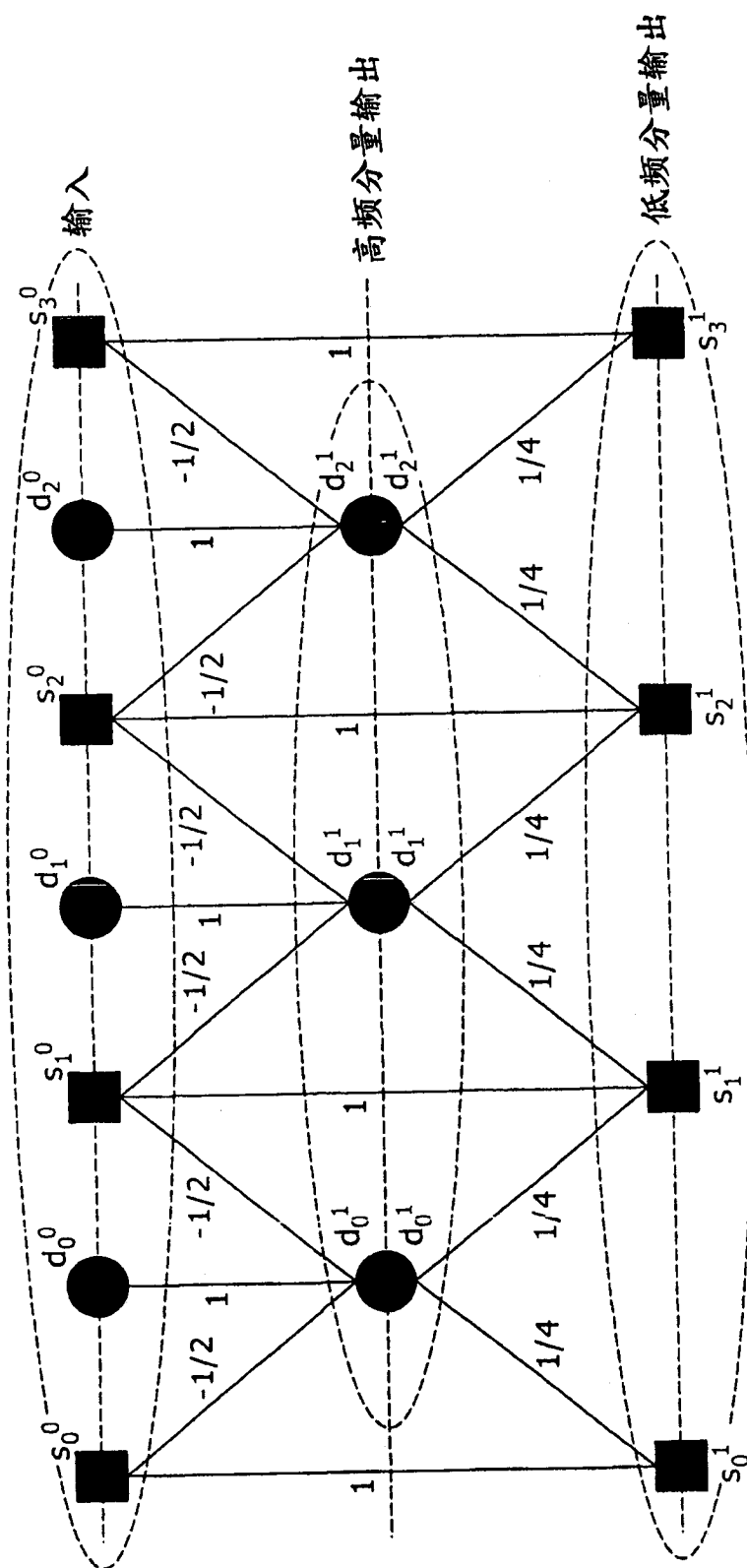


图 2



$$d_i^1 = d_i^0 - 1/2 (s_i^0 + s_{i+1}^0) : \text{高频分量输出}$$

$$s_i^1 = s_i^0 + 1/4 (d_{i-1}^1 + d_i^1) : \text{低分量输出}$$

图 3

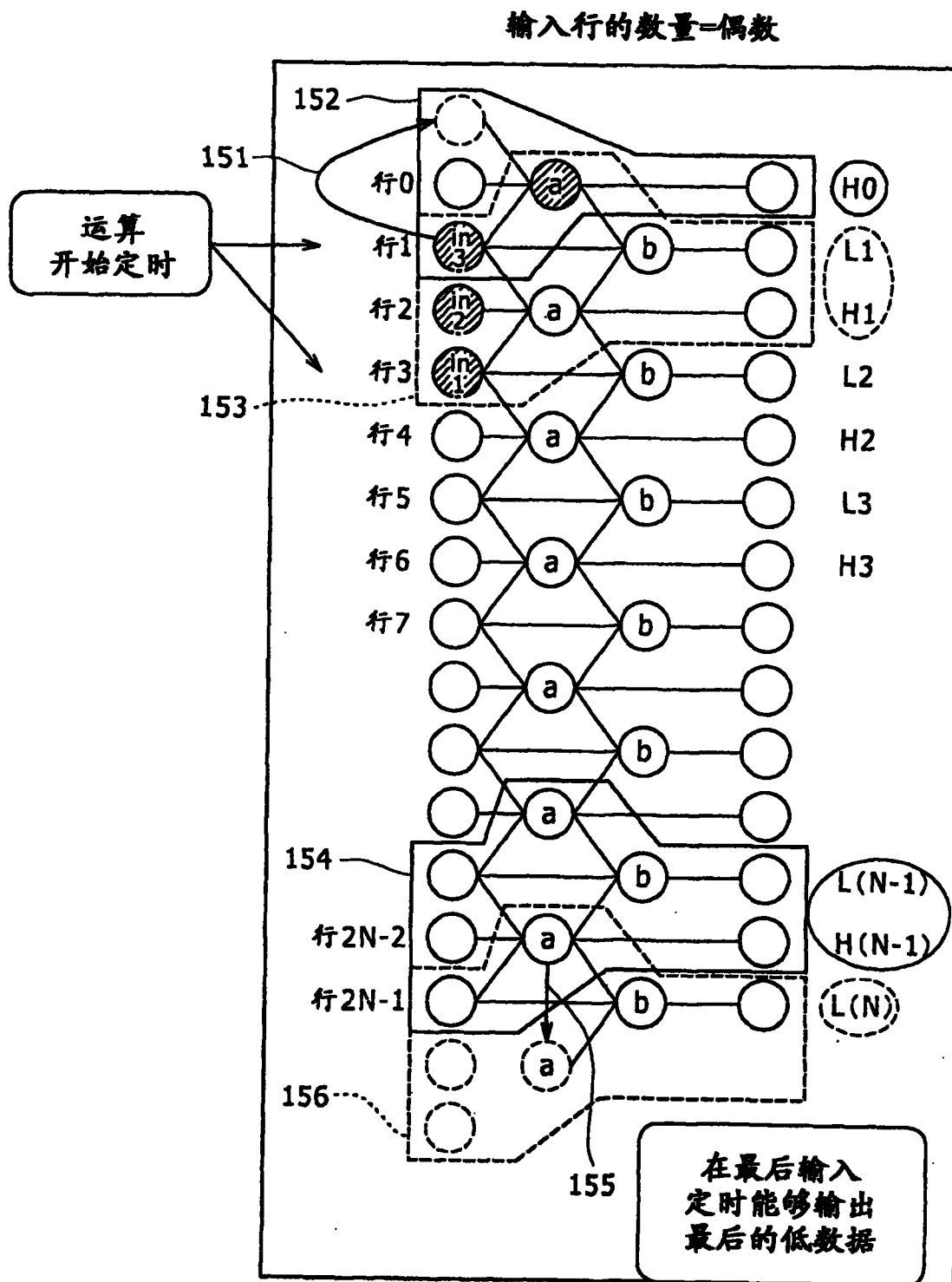


图 4

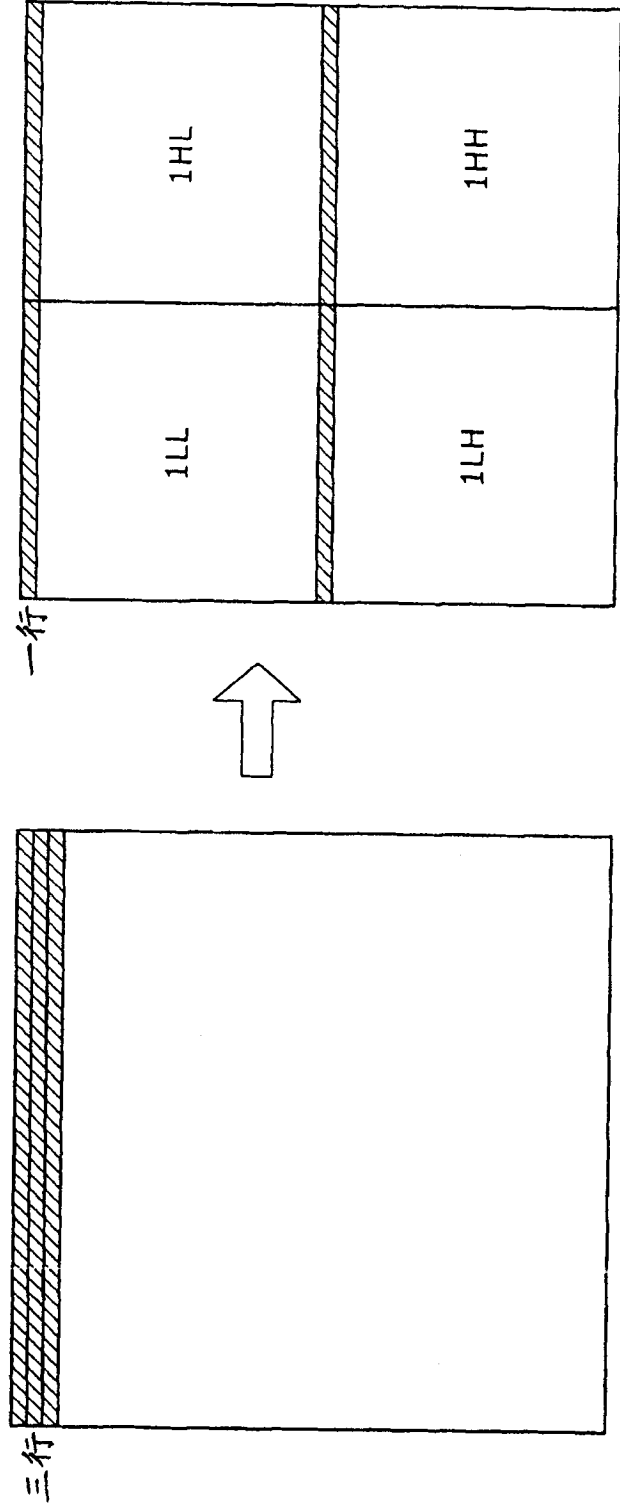


图 5

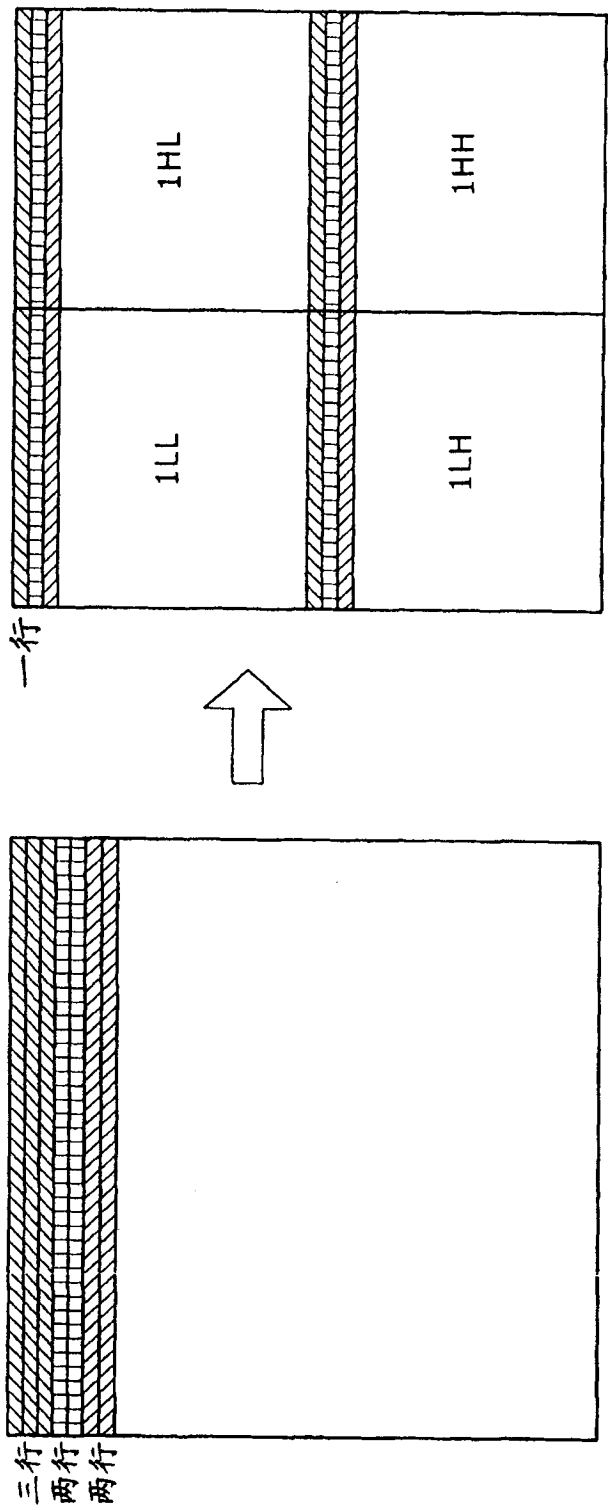


图 6

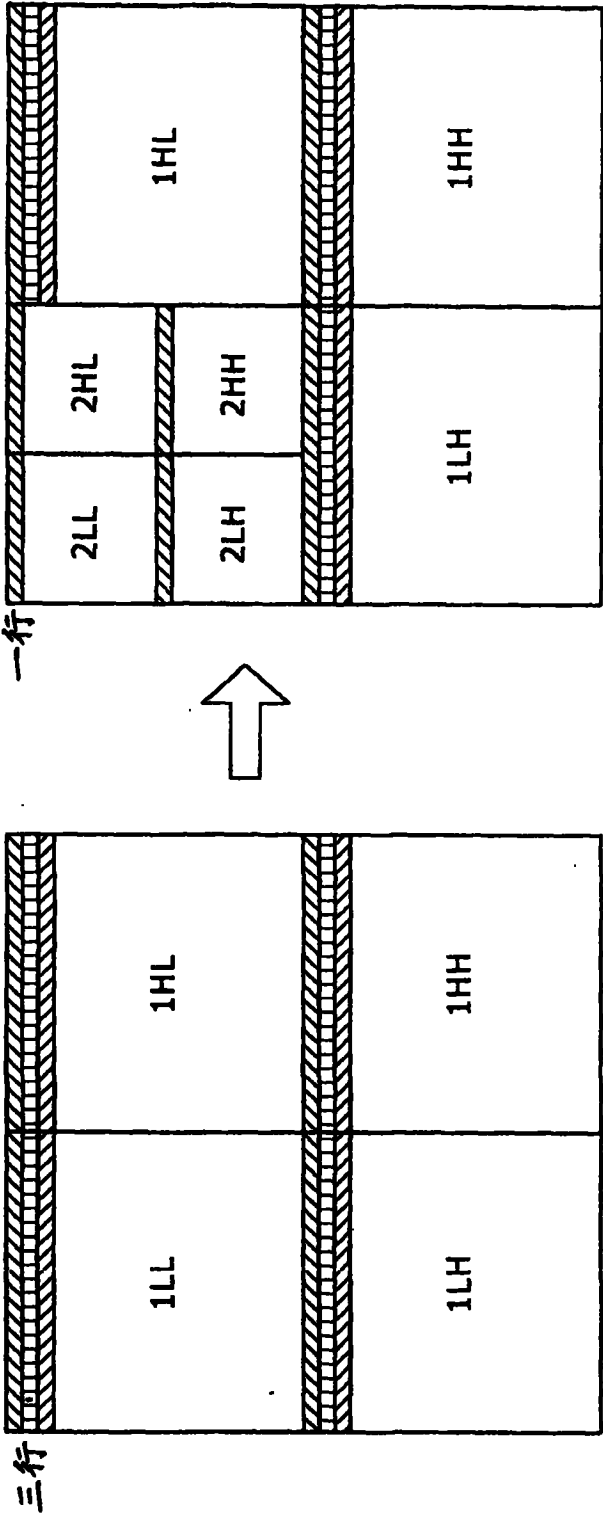


图 7

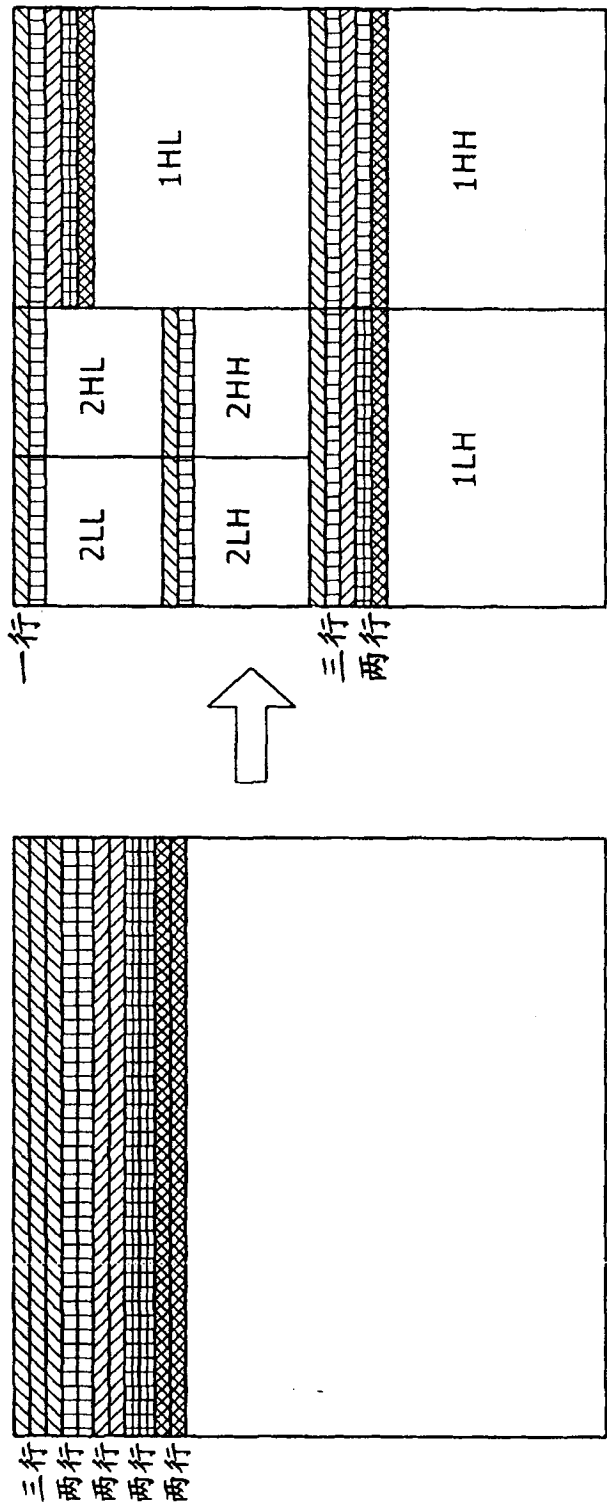


图 8

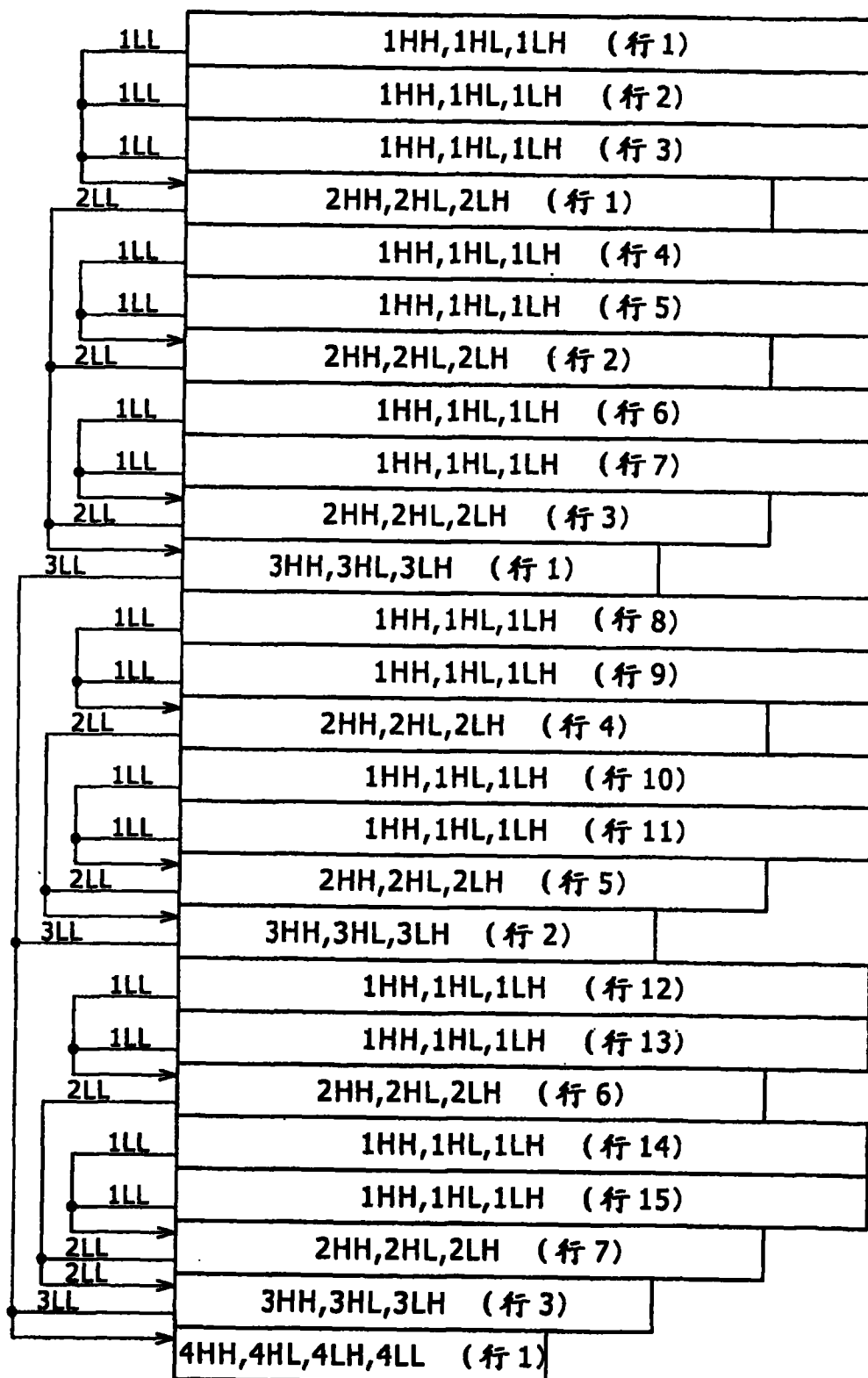


图 9

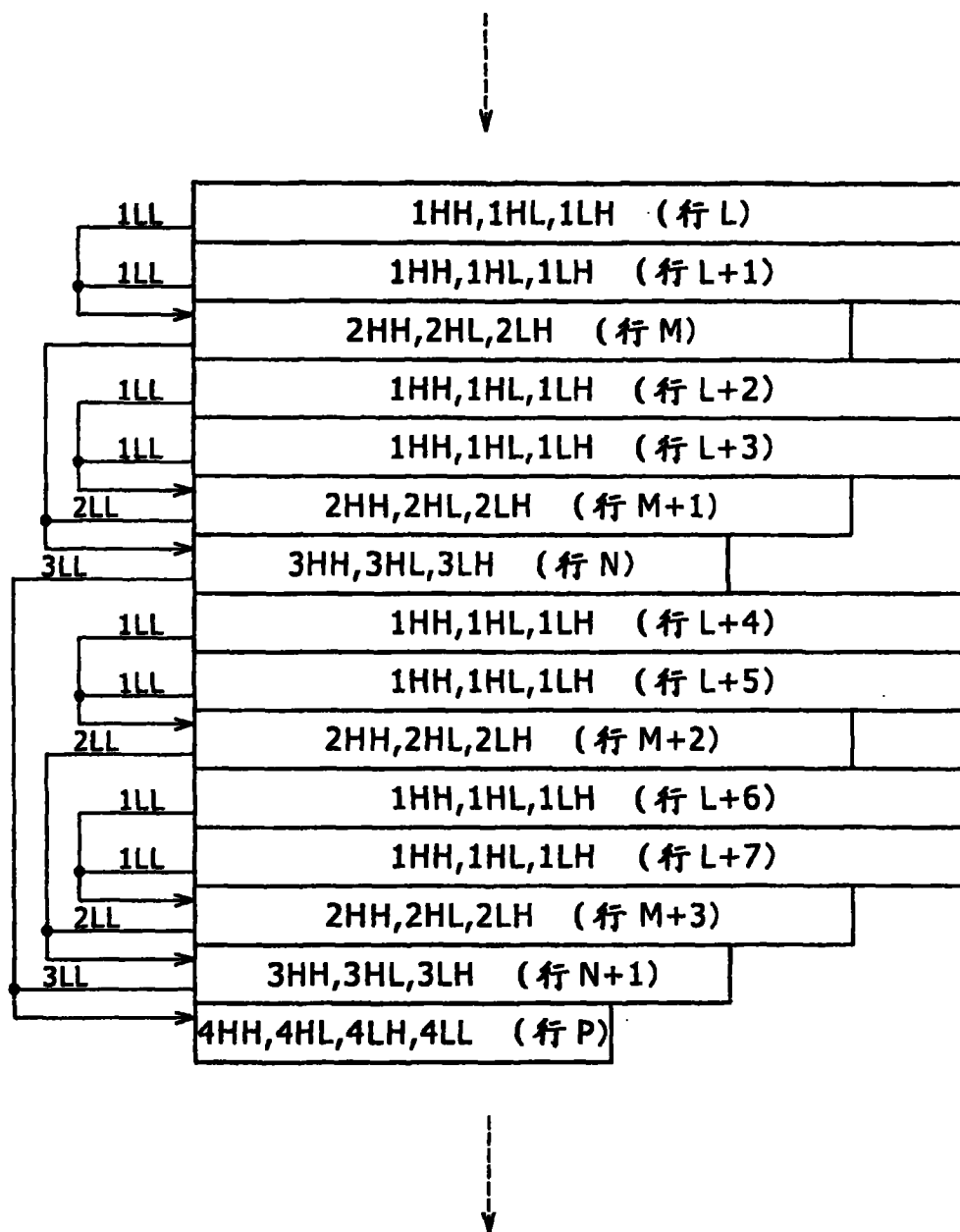


图 10

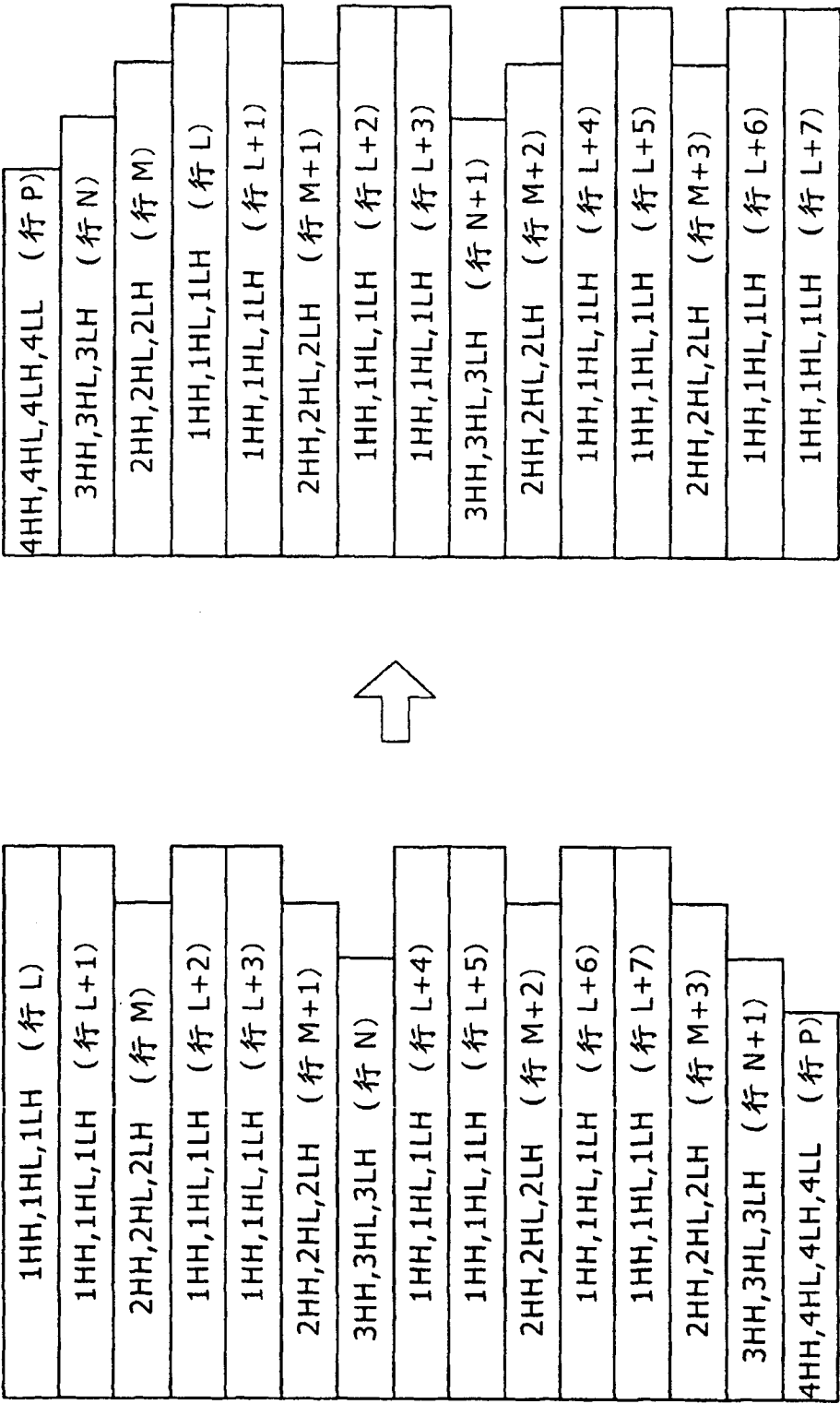


图 11

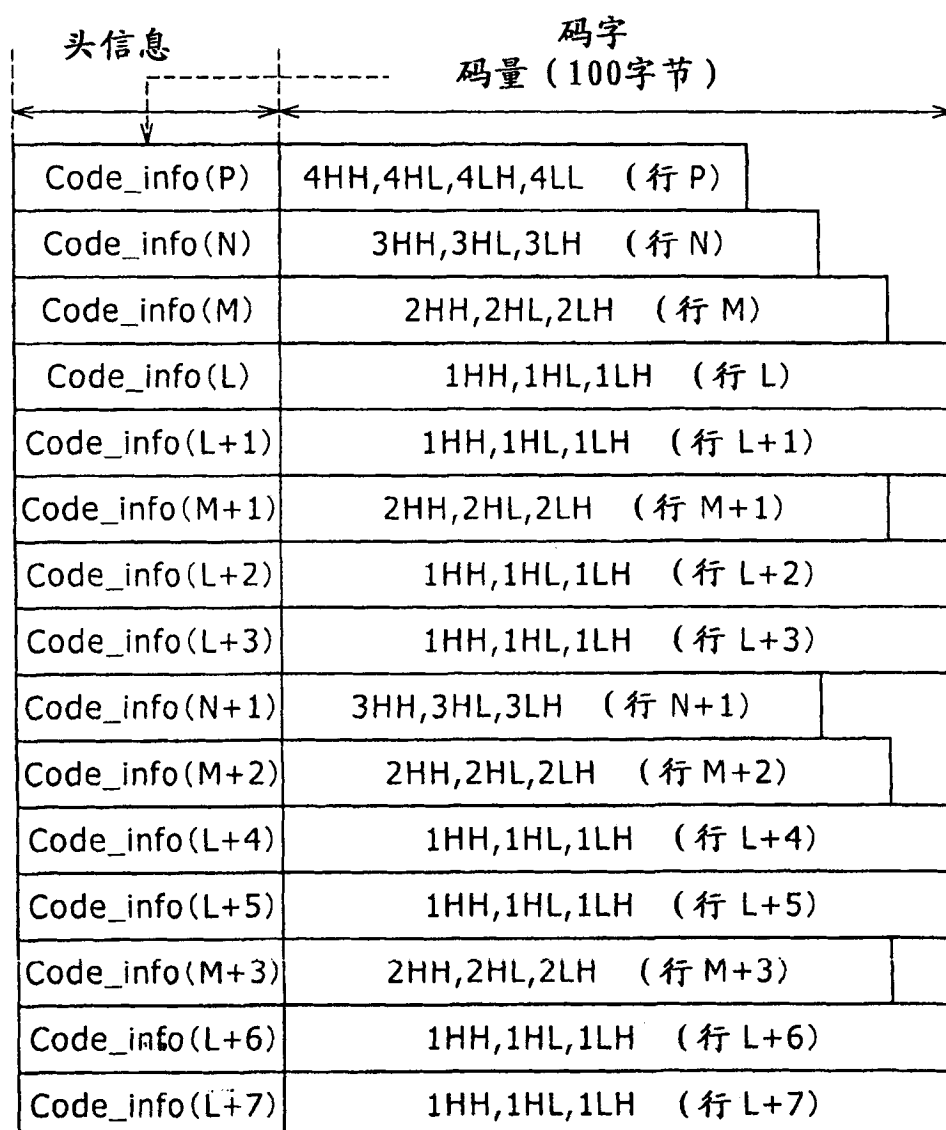


图 12

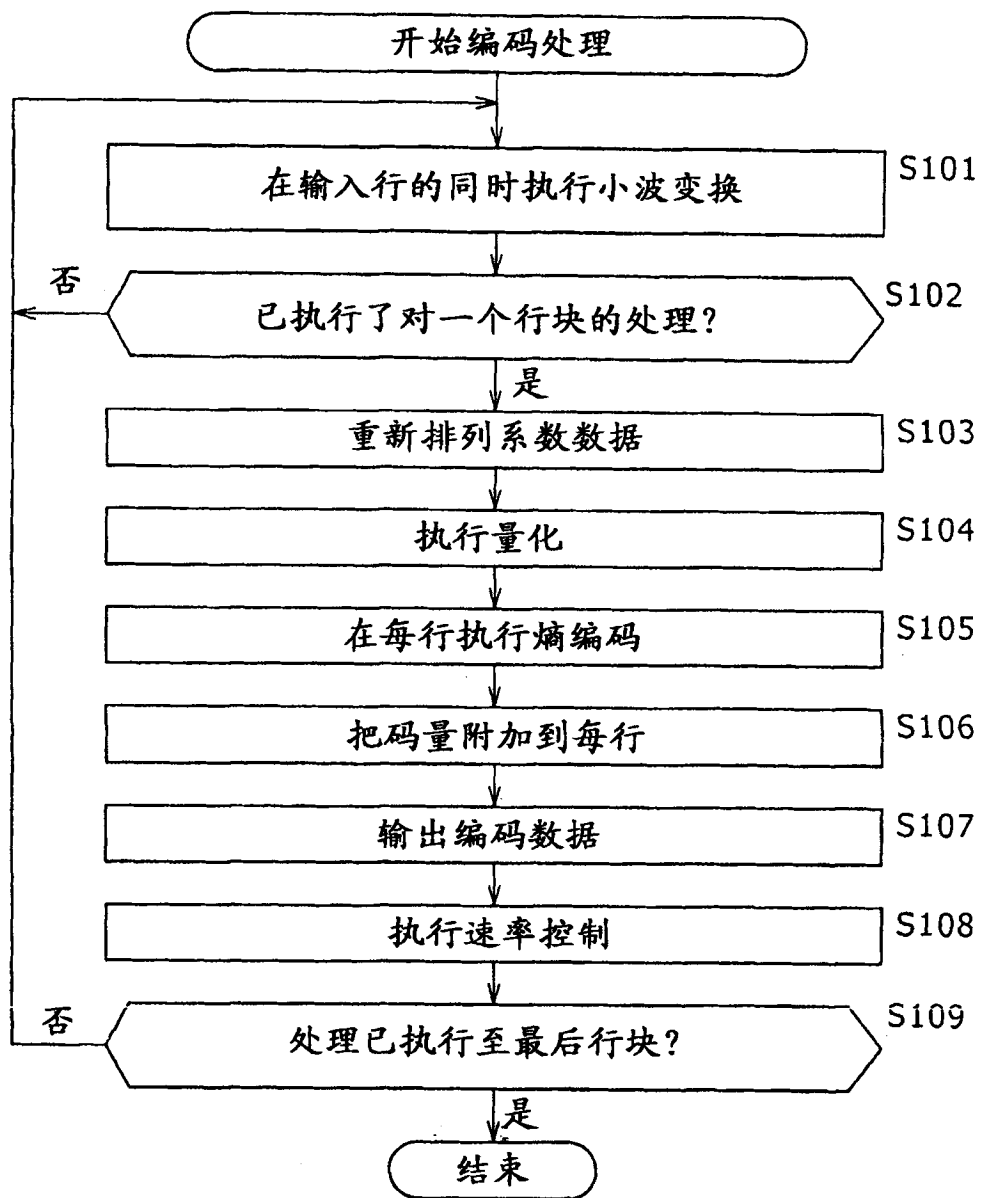
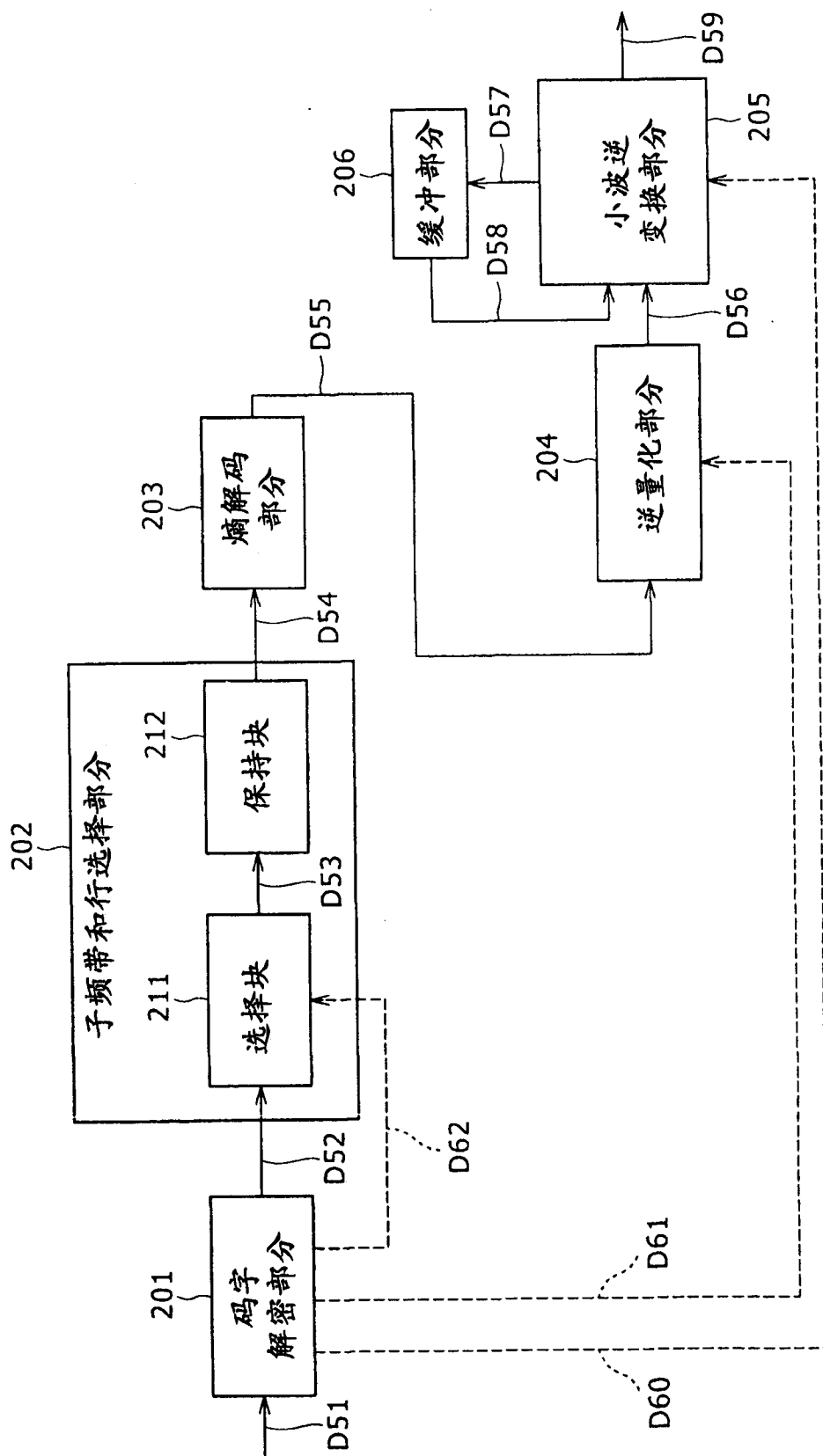


图 13



200

图 14

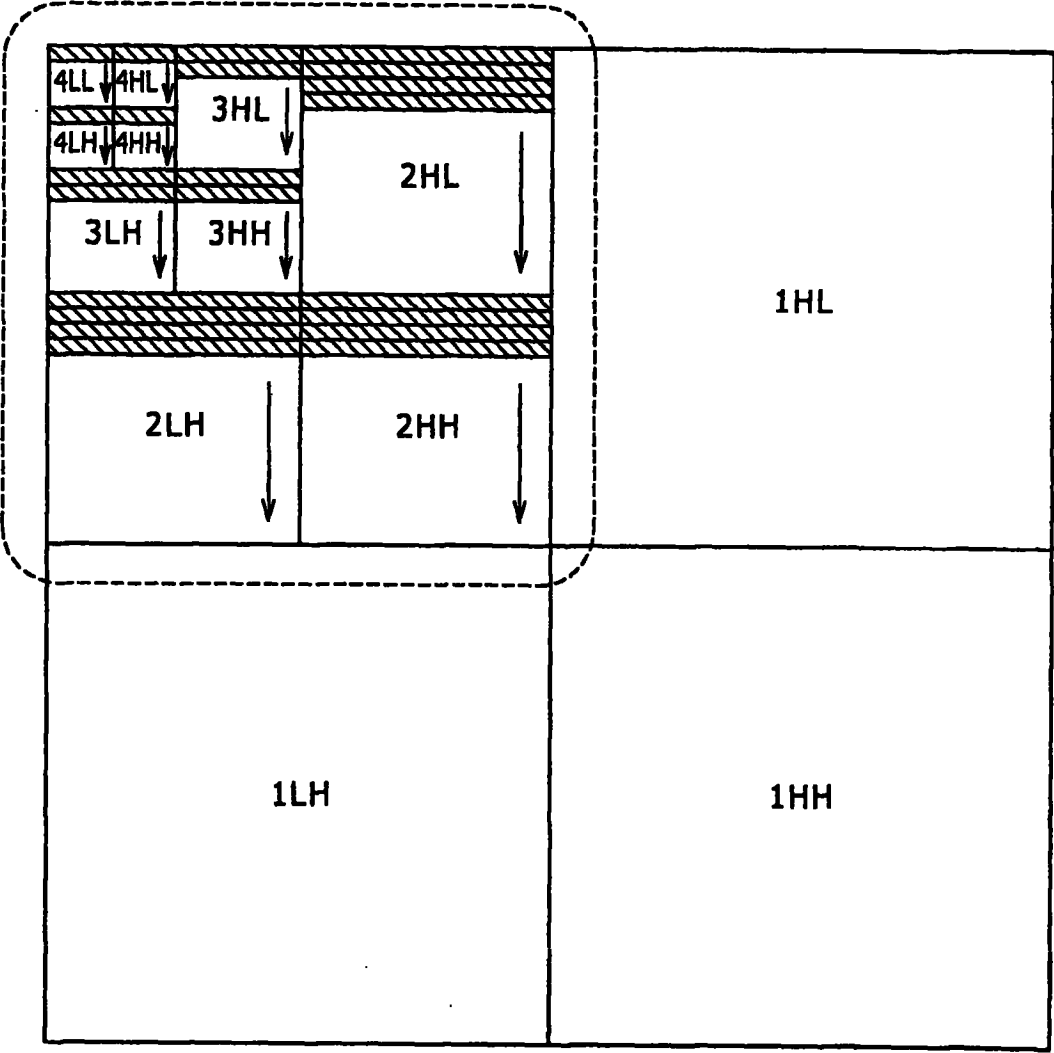


图 15

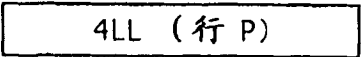


图 16A

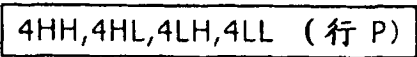


图 16B

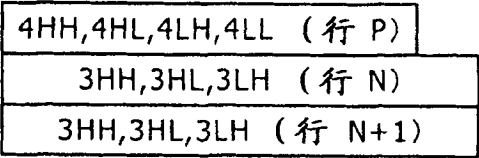


图 16C

4HH,4HL,4LH,4LL (行 P)
3HH,3HL,3LH (行 N)
3HH,3HL,3LH (行 N+1)
2HH,2HL,2LH (行 M)
2HH,2HL,2LH (行 M+1)
2HH,2HL,2LH (行 M+2)
2HH,2HL,2LH (行 M+3)

图 16D

4HH,4HL,4LH,4LL (行 P)
3HH,3HL,3LH (行 N)
3HH,3HL,3LH (行 N+1)
2HH,2HL,2LH (行 M)
2HH,2HL,2LH (行 M+1)
2HH,2HL,2LH (行 M+2)
2HH,2HL,2LH (行 M+3)
1HH,1HL,1LH (行 L)
1HH,1HL,1LH (行 L+1)
1HH,1HL,1LH (行 L+2)
1HH,1HL,1LH (行 L+3)
1HH,1HL,1LH (行 L+4)
1HH,1HL,1LH (行 L+5)
1HH,1HL,1LH (行 L+6)
1HH,1HL,1LH (行 L+7)

图 16E

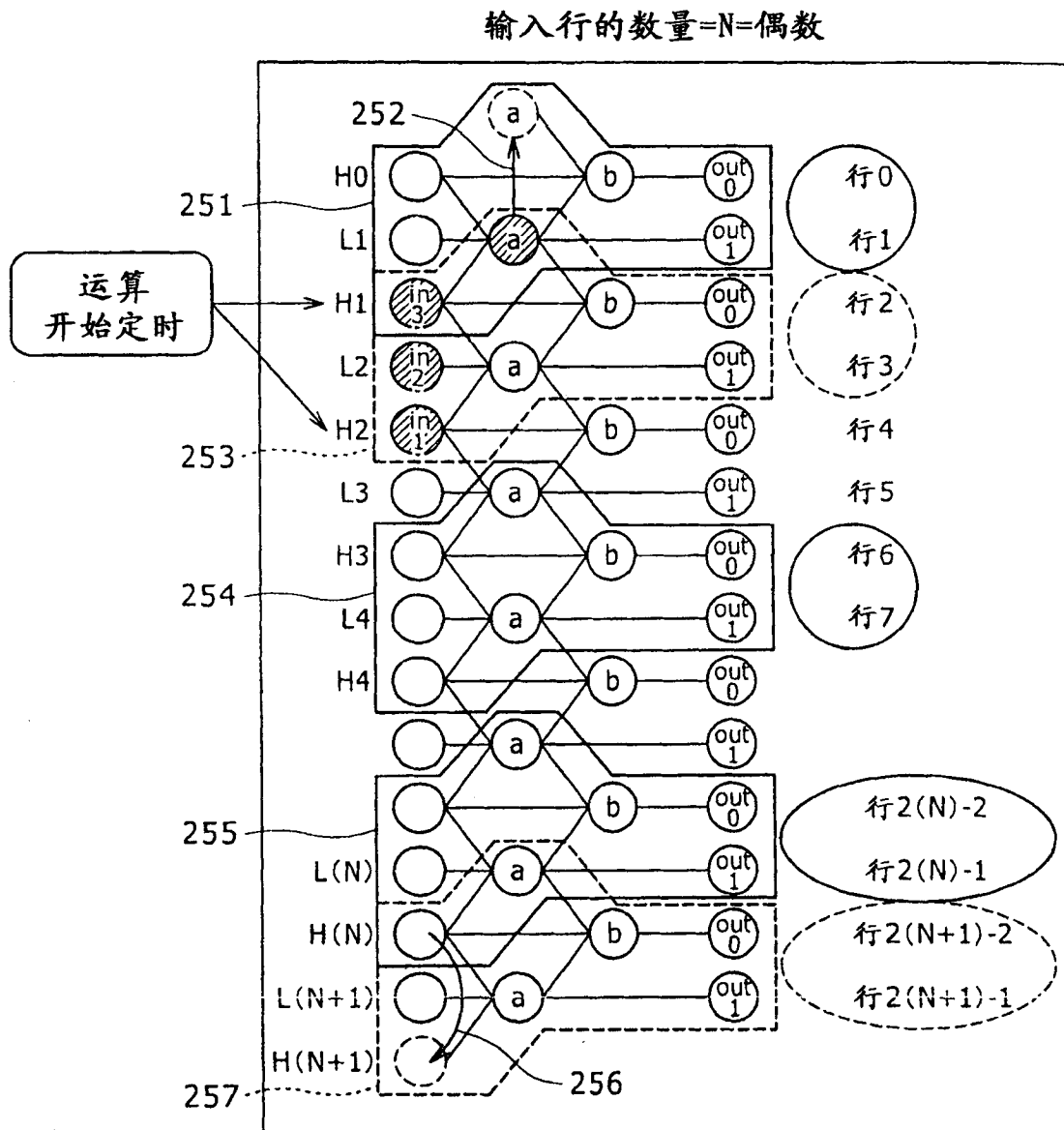


图 17

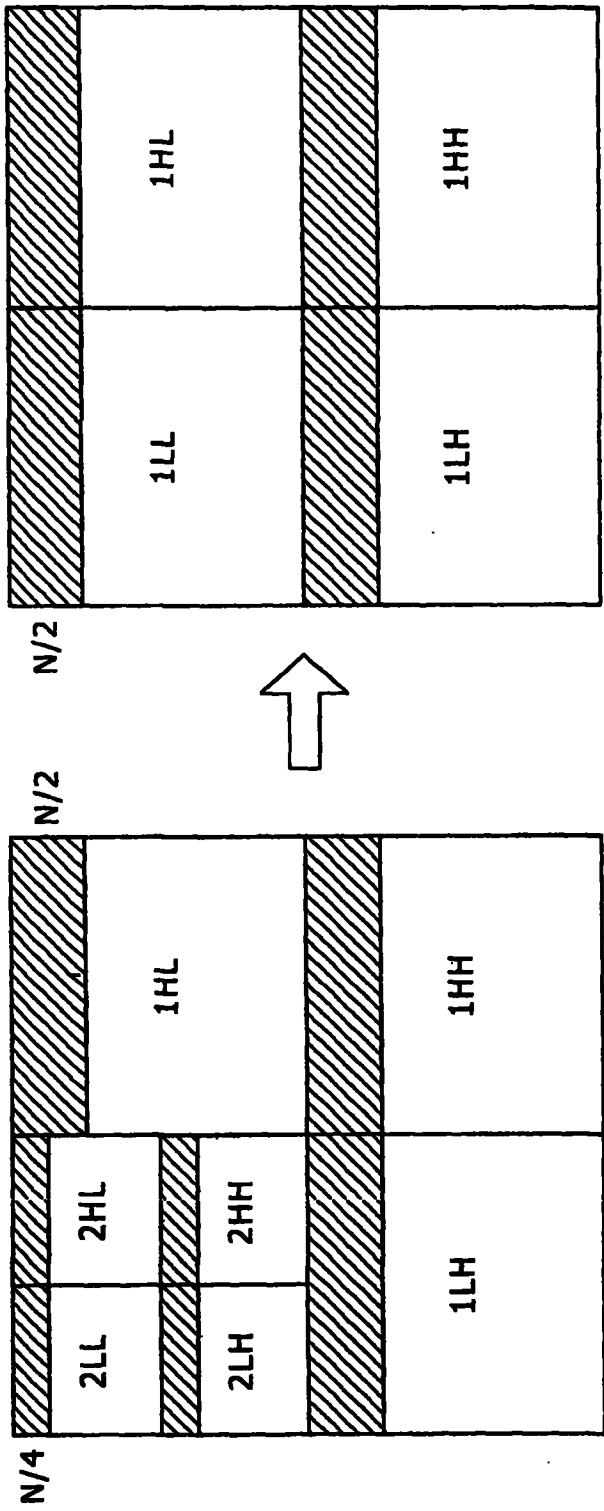


图 18

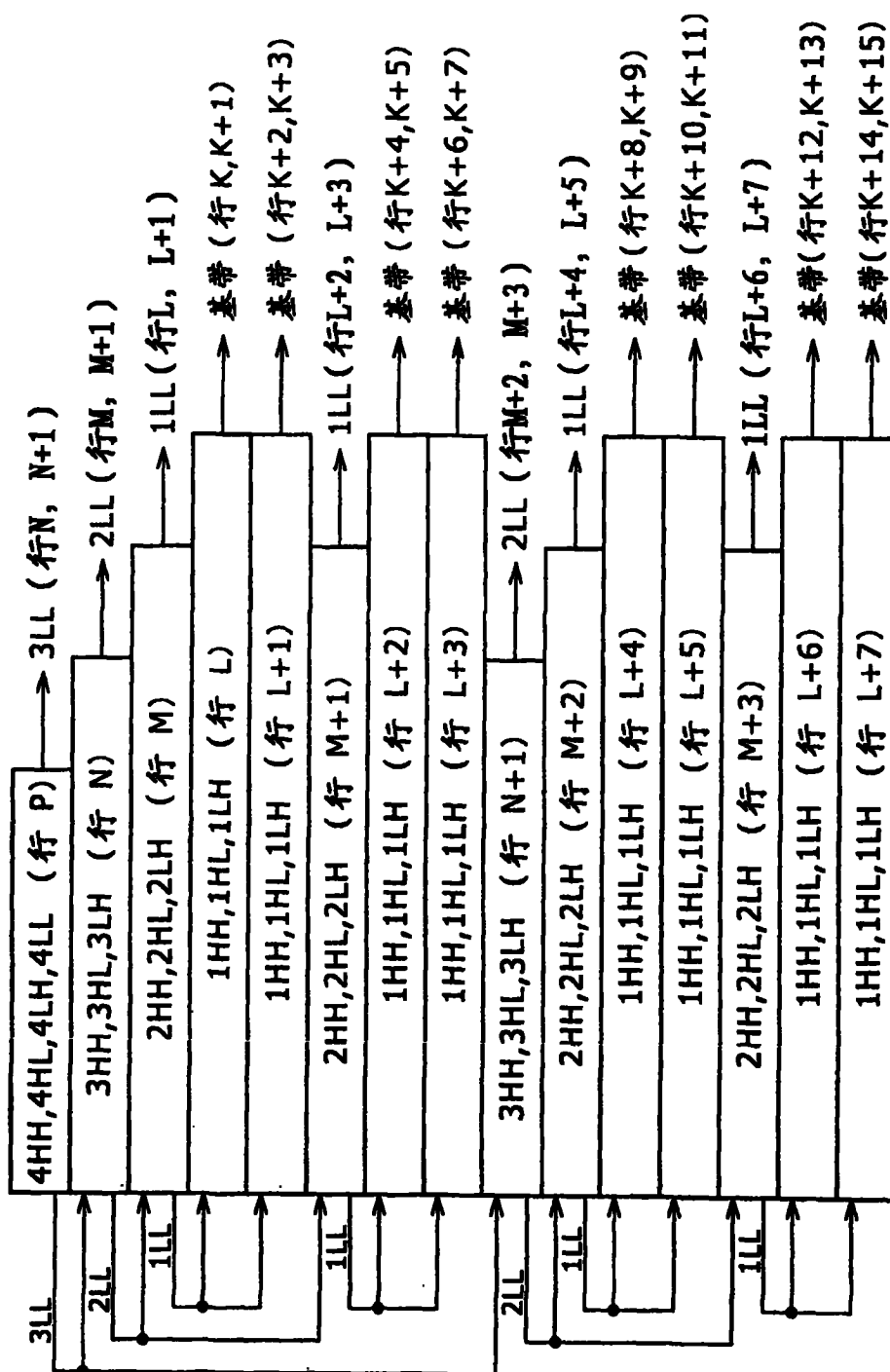


图 19

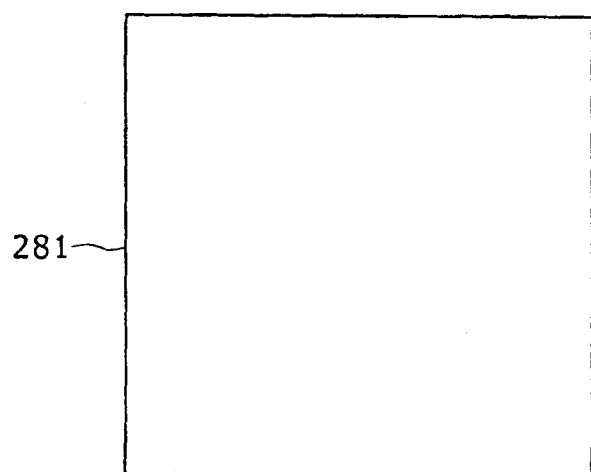


图 20A

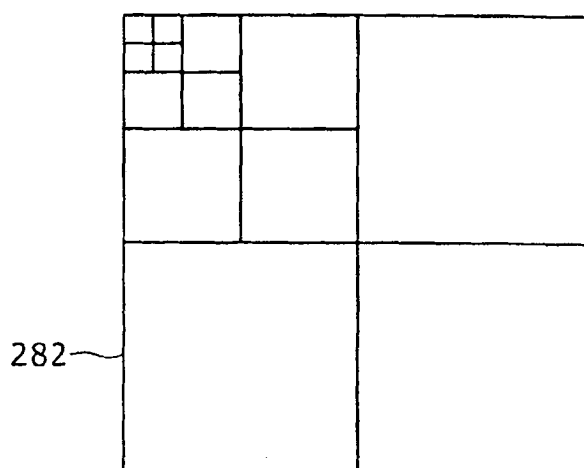


图 20B

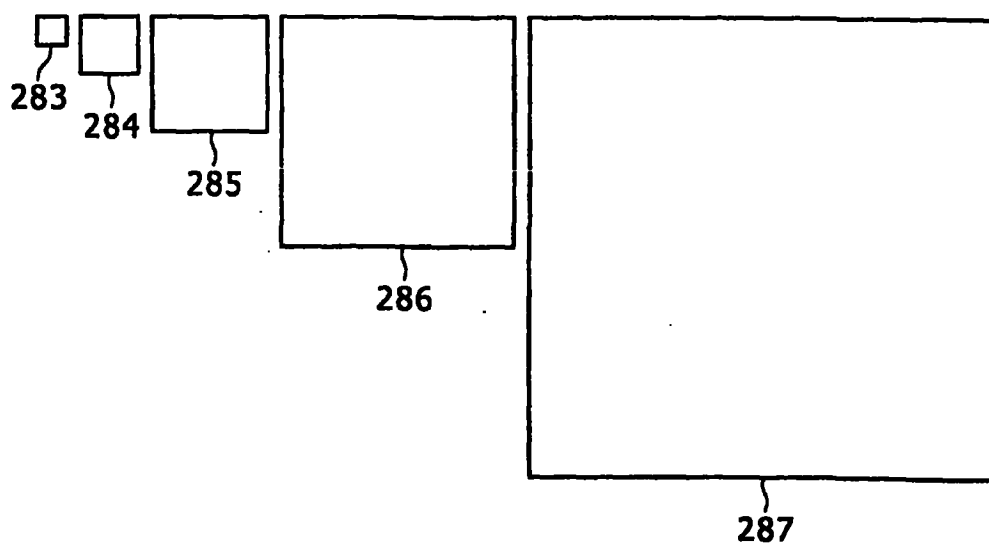


图 20C

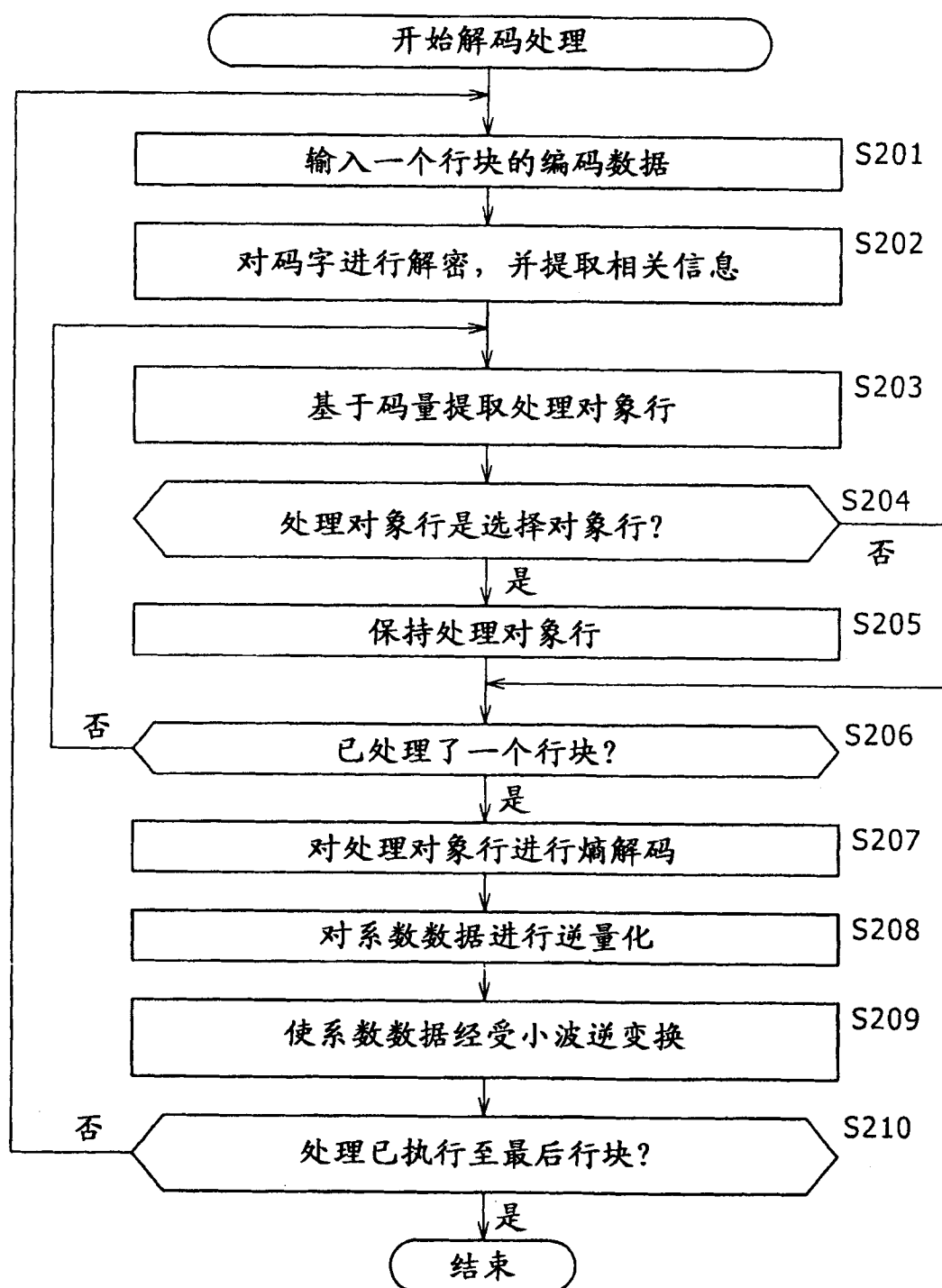


图 21

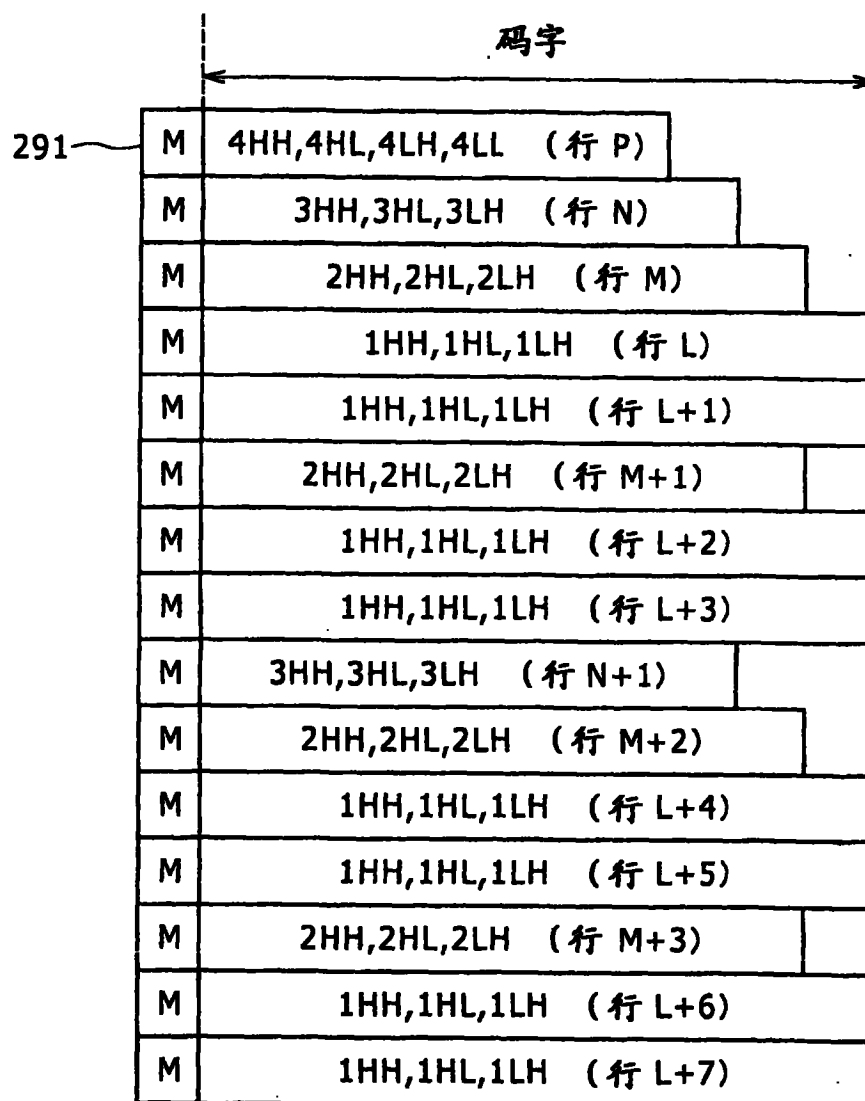


图 22

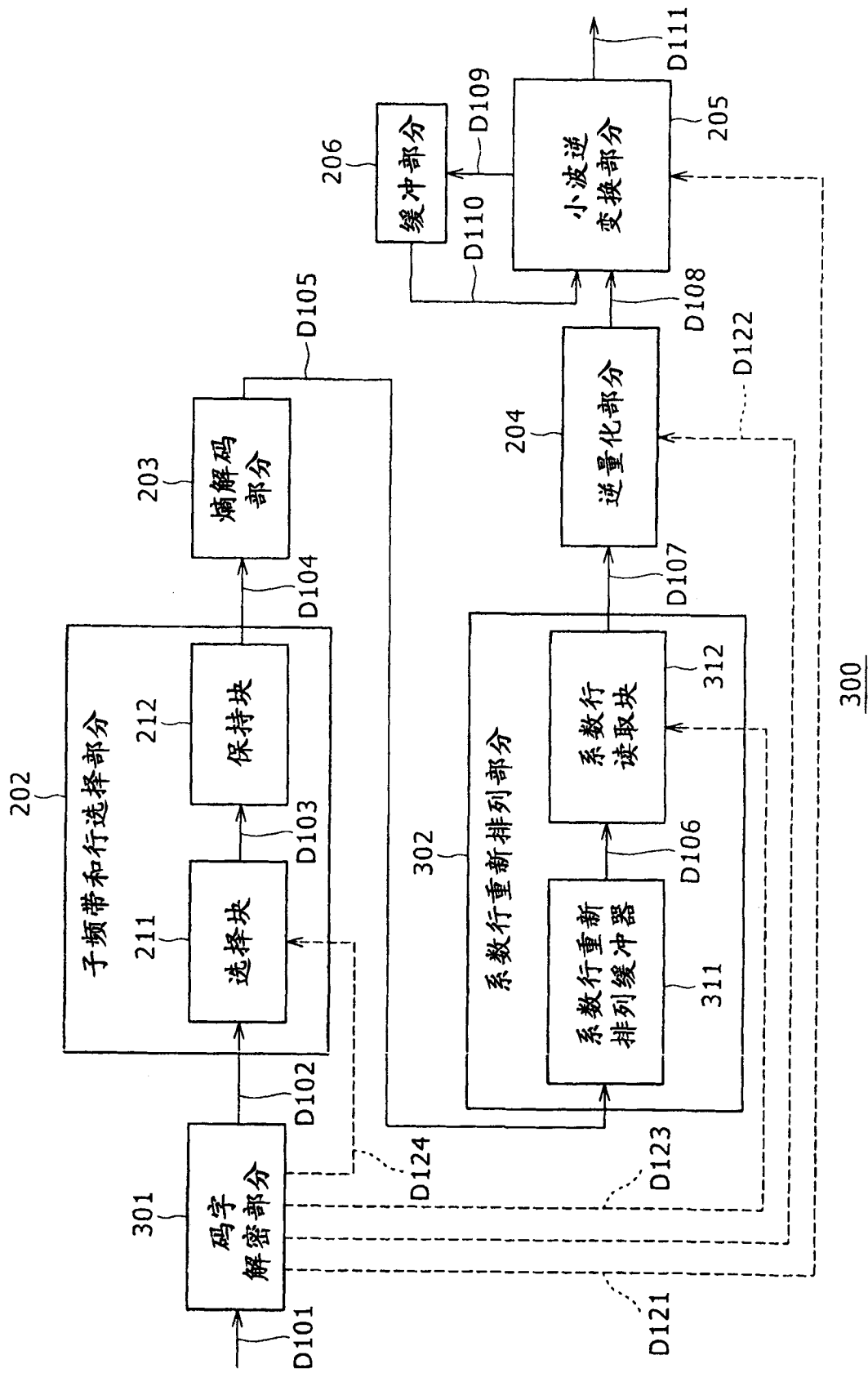


图 23

4HH,4HL,4LH,4LL (行 P)
3HH,3HL,3LH (行 N)
3HH,3HL,3LH (行 N+1)
2HH,2HL,2LH (行 M)
2HH,2HL,2LH (行 M+1)
2HH,2HL,2LH (行 M+2)
2HH,2HL,2LH (行 M+3)
1HH,1HL,1LH (行 L)
1HH,1HL,1LH (行 L+1)
1HH,1HL,1LH (行 L+2)
1HH,1HL,1LH (行 L+3)
1HH,1HL,1LH (行 L+4)
1HH,1HL,1LH (行 L+5)
1HH,1HL,1LH (行 L+6)
1HH,1HL,1LH (行 L+7)

图 24A

1HH,1HL,1LH (行 L)
1HH,1HL,1LH (行 L+1)
1HH,1HL,1LH (行 L+2)
1HH,1HL,1LH (行 L+3)
1HH,1HL,1LH (行 L+4)
1HH,1HL,1LH (行 L+5)
1HH,1HL,1LH (行 L+6)
1HH,1HL,1LH (行 L+7)
2HH,2HL,2LH (行 M)
2HH,2HL,2LH (行 M+1)
2HH,2HL,2LH (行 M+2)
2HH,2HL,2LH (行 M+3)
3HH,3HL,3LH (行 N)
3HH,3HL,3LH (行 N+1)
4HH,4HL,4LH,4LL (行 P)

图 24B

1HH,1HL,1LH (行 L)	
1HH,1HL,1LH (行 L+1)	
2HH,2HL,2LH (行 M)	
1HH,1HL,1LH (行 L+2)	
1HH,1HL,1LH (行 L+3)	
2HH,2HL,2LH (行 M+1)	
3HH,3HL,3LH (行 N)	
1HH,1HL,1LH (行 L+4)	
1HH,1HL,1LH (行 L+5)	
2HH,2HL,2LH (行 M+2)	
1HH,1HL,1LH (行 L+6)	
1HH,1HL,1LH (行 L+7)	
2HH,2HL,2LH (行 M+3)	
3HH,3HL,3LH (行 N+1)	
4HH,4HL,4LH,4LL (行 P)	

图 25A

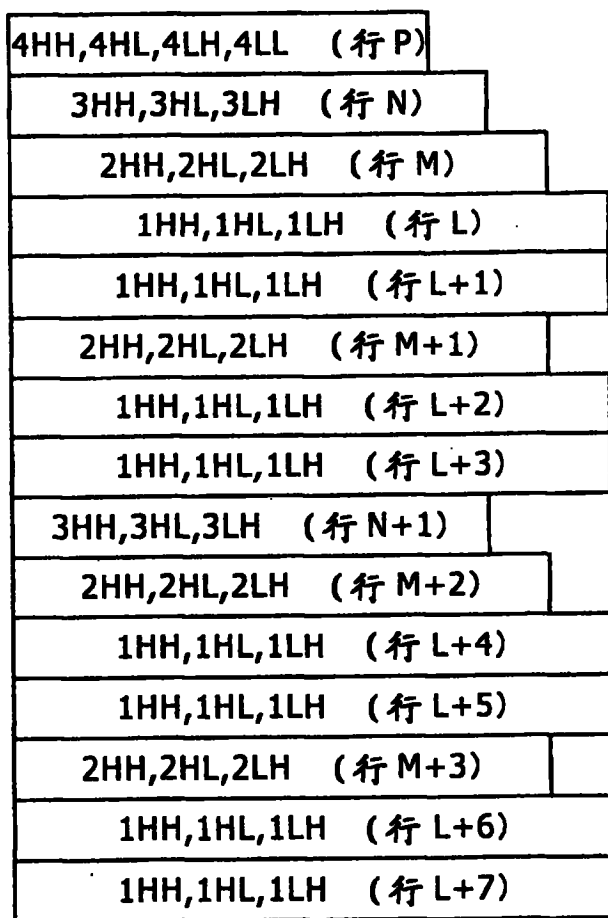


图 25B

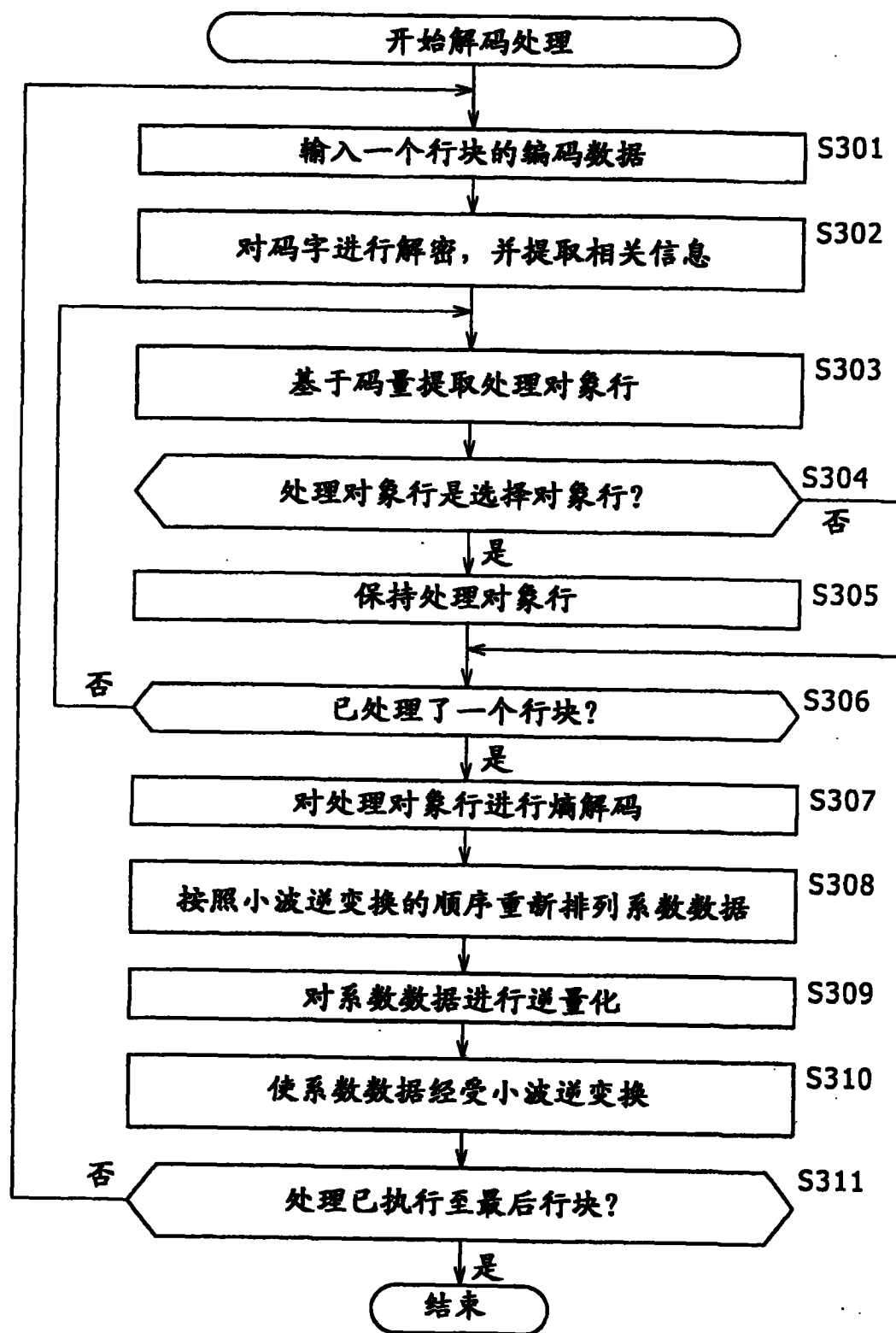


图 26

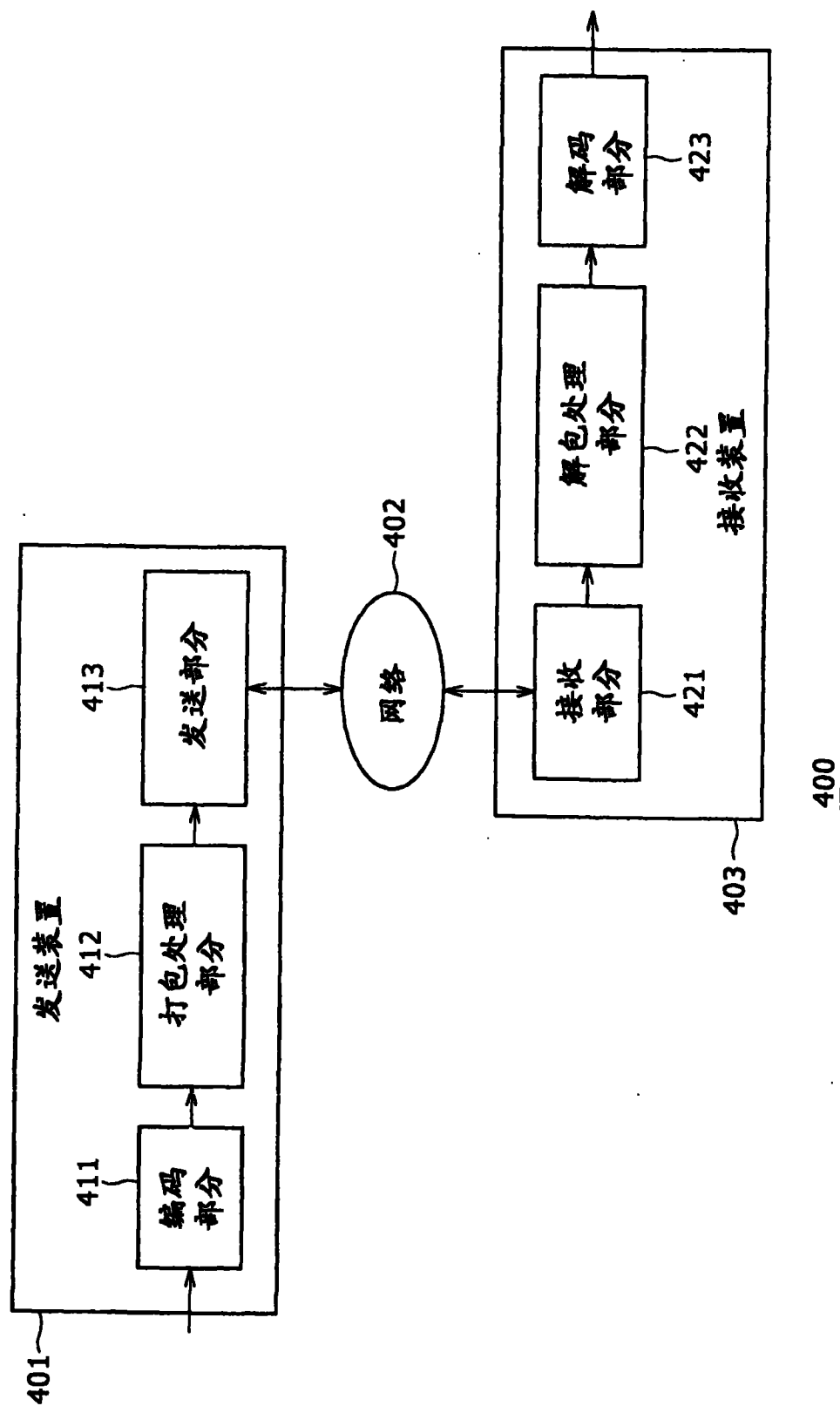


图 27

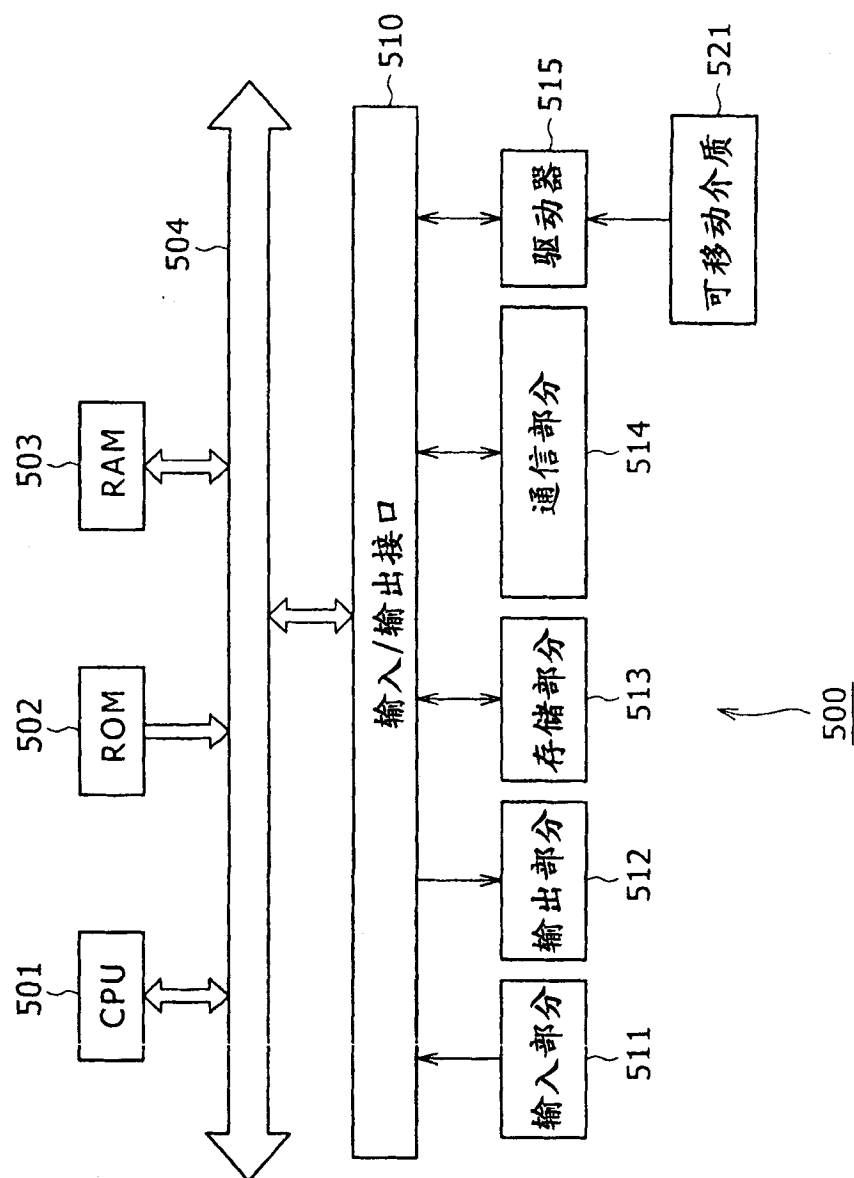


图 28