



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102834864 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201180018948. 4

(22) 申请日 2011. 04. 11

(30) 优先权数据

2010-092689 2010. 04. 13 JP

2011-017230 2011. 01. 28 JP

2011-072380 2011. 03. 29 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 10. 12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/059028 2011. 04. 11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/129303 JA 2011. 10. 20

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 山本优树 知念彻 本间弘幸

光藤祐基

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王萍 李春晖

(51) Int. Cl.

G10L 21/038 (2013. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2010-79275 A, 2010. 04. 08, 全文.

JP 特开 2003-216190 A, 2003. 07. 30, 全文.

WO 2009/054393 A1, 2009. 04. 30, 全文.

CN 101093670 A, 2007. 12. 26, 全文.

CN 101178898 A, 2008. 05. 14, 全文.

CN 1734555 A, 2006. 02. 15, 全文.

审查员 康丹丹

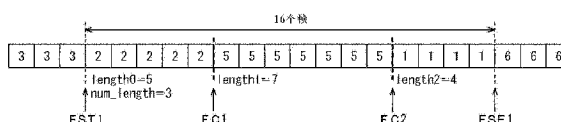
权利要求书5页 说明书62页 附图49页

(54) 发明名称

信号处理装置和信号处理方法、编码器和编码方法、解码器和解码方法

(57) 摘要

本发明涉及能够通过频带的放大再现具有较高音质的音乐信号的信号处理设备、方法、编码设备、方法、解码设备、方法、以及程序。编码设备的目标处理区间是包括帧(16个)的区间,并且编码设备针对每个目标处理区间输出用于获得输入信号的高带分量的高带编码数据以及其中输入信号中的低带信号已被编码的低带编码数据。此时针对每个帧选择用于估计高带分量的系数,并且将目标处理区间分成如下的连续帧区间,这些帧区间包括具有相同的所选择的系数的连续帧。生成了表示每个连续帧区间的长度的信息,表示目标处理区间中包括的连续帧区间的数目的信息,以及包括表示针对每个连续帧区间选择的系数的系数索引的高带编码数据。该方法可以应用于编码设备。



1. 一种信号处理装置,包括:

解复用单元,将输入编码数据解复用为低带编码数据和如下数据:所述数据包括:关于包括多个帧的待处理区间中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在所述区间的帧中所选择的系数的系数信息;

低带解码单元,对所述低带编码数据进行解码以产生低带信号;

选择单元,基于所述数据从多个所述系数中选择待处理的帧的系数;

高带子带功率计算单元,基于构成所述待处理的帧的所述低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数,来计算构成所述待处理的帧的所述高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率;以及

高带信号产生单元,基于所述高带子带功率和所述低带子带信号来产生所述待处理的帧的所述高带信号。

2. 根据权利要求1所述的信号处理装置,

其中,所述待处理区间被分割成所述区间,使得其中选择不同系数的、彼此相邻的帧的位置被设置成所述区间的边界位置,并且表示所述区间中的每个区间的长度的信息被设置成关于所述区间的信息。

3. 根据权利要求1所述的信号处理装置,

其中,所述待处理区间被分割成具有相同长度的若干区间,使得所述区间的长度最长,并且表示所述长度的信息以及表示所选择的系数是否在所述区间的每个边界位置之前或之后变化的信息被设置成关于所述区间的信息。

4. 根据权利要求3所述的信号处理装置,

其中,当在连续的若干区间中选择相同的系数时,所述数据包括用于获得在所述若干连续的区间中选择的所述系数的一条系数信息。

5. 根据权利要求1所述的信号处理装置,

其中,通过在第一方式和第二方式之间的具有较少数据量的方式来针对每个待处理区间产生所述数据,

其中,在所述第一方式中,所述待处理区间被分割成所述区间,使得其中选择不同系数的、彼此相邻的帧的位置被设置成所述区间的边界位置,并且表示所述区间中的每个区间的长度的信息被设置成关于所述区间的信息,

其中,在所述第二方式中,所述待处理区间被分割成具有相同长度的若干区间,使得所述区间的长度最长,并且表示所述长度的信息以及表示所选择的系数是否在所述区间的边界位置之前或之后变化的信息被设置成关于所述区间的信息,以及

其中,所述数据进一步包括表示所述数据是通过所述第一方式获得还是通过所述第二方式获得的信息。

6. 根据权利要求1所述的信号处理装置,

其中,所述数据进一步包括表示所述待处理区间中的初始帧的系数是否与所述初始帧的紧前面的帧的系数相同的再利用信息,以及

当所述数据包括表示所述系数相同的再利用信息时,所述数据不包括所述待处理区间的所述初始帧的系数信息。

7. 根据权利要求6所述的信号处理装置,

其中,当指定其中所述系数信息被再利用的模式时,所述数据包括所述再利用信息,并且当指定其中所述系数信息的再利用被禁止的模式时,所述数据不包括所述再利用信息。

8. 一种用于信号处理装置的信号处理方法,所述信号处理装置包括:

解复用单元,将输入编码数据解复用为低带编码数据和如下数据:所述数据包括:关于包括多个帧的待处理区间中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在所述区间的帧中所选择的系数的系数信息;

低带解码单元,对所述低带编码数据进行解码以产生低带信号;

选择单元,基于所述数据从多个所述系数中选择待处理的帧的系数;

高带子带功率计算单元,基于构成所述待处理的帧的所述低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数,来计算构成所述待处理的帧的所述高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率;以及

高带信号产生单元,基于所述高带子带功率和所述低带子带信号来产生所述待处理的帧的所述高带信号,

所述信号处理方法包括如下步骤:

通过所述解复用单元将所述编码数据解复用为所述数据和所述低带编码数据;

通过所述低带解码单元对所述低带编码数据进行解码;

通过所述选择单元选择所述待处理的帧的所述系数;

通过所述高带子带功率计算单元计算所述高带子带功率;以及

通过所述高带信号产生单元产生所述高带信号。

9. 一种信号处理装置,包括:

子带分割单元,产生在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号,以及在所述输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号;

伪高带子带功率计算单元,基于所述低带子带信号和预定系数来计算作为所述高带子带信号的高带子带功率的估计值的伪高带子带功率;

选择单元,通过将所述高带子带信号的所述高带子带功率与所述伪高带子带功率相比较,来选择用于所述输入信号的各个帧的多个所述系数中的任何系数;以及

产生单元,产生如下数据:所述数据包括:关于具有所述输入信号的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在所述区间的帧中所选择的系数的系数信息。

10. 根据权利要求9所述的信号处理装置,

其中,所述产生单元将所述待处理区间分割成所述区间,使得其中选择不同系数的、彼此相邻的帧的位置被设置成所述区间的边界位置,并且将表示所述区间中的每个所述区间的长度的信息设置成关于所述区间的信息。

11. 根据权利要求9所述的信号处理装置,

其中,所述产生单元将所述待处理区间分割成具有相同长度的若干区间,使得所述区间的长度最长,并且表示所述长度的信息以及表示所选择的系数是否在所述区间的边界位置之前或之后变化的信息被设置成关于所述区间的信息。

12. 根据权利要求11所述的信号处理装置,

其中,当在若干连续的区间中选择相同的系数时,所述产生单元产生包括用于获得在

所述若干连续的区间中选择的所述系数的一条系数信息的所述数据。

13. 根据权利要求 9 所述的信号处理装置，

其中，所述产生单元使用在第一方式和第二方式之间的具有较少数据量的方式针对每个待处理区间产生所述数据，

其中，在所述第一方式中，所述待处理区间被分割成所述区间，使得其中选择不同系数的、彼此相邻的帧的位置被设置成所述区间的边界位置，并且表示所述区间中的每个区间的长度的信息被设置成关于所述区间的信息，

其中，在所述第二方式中，所述待处理区间被分割成具有相同长度的若干区间，使得所述区间的长度最长，并且表示所述长度的信息以及表示所选择的系数是否在所述区间的边界位置之前或之后变化的信息被设置成关于所述区间的信息。

14. 根据权利要求 13 所述的信号处理装置，

其中，所述数据进一步包括表示所述数据是通过所述第一方式获得还是通过所述第二方式获得的信息。

15. 根据权利要求 9 所述的信号处理装置，

其中，所述产生单元产生包括表示所述待处理区间中的初始帧的系数是否与所述初始帧的紧前面的帧的系数相同的再利用信息的所述数据，以及

当所述数据中包括表示所述系数相同的再利用信息时，产生其中不包括所述待处理区间的初始帧的系数信息的所述数据。

16. 根据权利要求 15 所述的信号处理装置，

其中，当指定其中所述系数信息被再利用的模式时，所述产生单元产生包括所述再利用信息的所述数据，并且当指定其中所述系数信息的再利用被禁止的模式时，所述产生单元产生其中不包括所述再利用信息的所述数据。

17. 一种用于信号处理装置的信号处理方法，所述信号处理装置包括：

子带分割单元，产生在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号，以及在所述输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号；

伪高带子带功率计算单元，基于所述低带子带信号和预定系数来计算作为所述高带子带信号的高带子带功率的估计值的伪高带子带功率；

选择单元，通过将所述高带子带信号的所述高带子带功率与所述伪高带子带功率相比较，来选择用于所述输入信号的各个帧的多个所述系数中的任何系数；以及

产生单元，产生如下数据：所述数据包括：关于具有所述输入信号的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息，以及用于获得在所述区间的帧中所选择的系数的系数信息，

所述信号处理方法包括如下步骤：

通过所述子带分割单元产生所述低带子带信号和所述高带子带信号；

通过所述伪高带子带功率计算单元计算所述伪高带子带功率；

通过所述选择单元选择多个所述系数中的任何系数；以及

通过所述产生单元产生所述数据。

18. 一种解码器，包括：

解复用单元，将输入编码数据解复用为低带编码数据和如下数据：所述数据包括：关

于包括多个帧的待处理区间中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在所述区间的帧中所选择的系数的系数信息;

低带解码单元,对所述低带编码数据进行解码以产生低带信号;

选择单元,基于所述数据从多个所述系数中选择待处理的帧的系数;

高带子带功率计算单元,基于构成所述待处理的帧的所述低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数,来计算构成所述待处理的帧的所述高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率;

高带信号产生单元,基于所述高带子带功率和所述低带子带信号来产生所述待处理的帧的所述高带信号;以及

合成单元,将所述低带信号与所述高带信号进行合成以产生输出信号。

19. 一种用于解码器的解码方法,所述解码器包括:

解复用单元,将输入编码数据解复用为低带编码数据和如下数据:所述数据包括:关于包括多个帧的待处理区间中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在所述区间的帧中所选择的系数的系数信息;

低带解码单元,对所述低带编码数据进行解码以产生低带信号;

选择单元,基于所述数据从多个所述系数中选择待处理的帧的系数;

高带子带功率计算单元,基于构成所述待处理的帧的所述低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数,来计算构成所述待处理的帧的所述高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率;

高带信号产生单元,基于所述高带子带功率和所述低带子带信号来产生所述待处理的帧的所述高带信号;以及

合成单元,将所述低带信号与所述高带信号进行合成以产生输出信号,

所述解码方法包括如下步骤:

通过所述解复用单元将所述编码数据解复用为所述数据和所述低带编码数据;

通过所述低带解码单元对所述低带编码数据进行解码;

通过所述选择单元选择所述待处理的帧的所述系数;

通过所述高带子带功率计算单元计算所述高带子带功率;

通过所述高带信号产生单元产生所述高带信号;以及

通过所述合成单元产生所述输出信号。

20. 一种编码器,包括:

子带分割单元,产生在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号,以及在所述输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号;

伪高带子带功率计算单元,基于所述低带子带信号和预定系数来计算作为所述高带子带信号的高带子带功率的估计值的伪高带子带功率;

选择单元,通过将所述高带子带信号的所述高带子带功率与所述伪高带子带功率相比较,来选择用于所述输入信号的各个帧的多个所述系数中的任何系数;

高带编码单元,通过对关于包括所述输入信号的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息以及用于获得在所述区间的帧中所选择的系数的系数信息进行编码,来产生高带编码数据;

低带编码单元,对所述输入信号的低带信号进行编码并且产生低带编码数据;以及
复用单元,通过对所述低带编码数据和所述高带编码数据进行复用来产生输出代码串。

21. 一种用于编码器的编码方法,所述编码器包括:

子带分割单元,产生在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号,以及在所述输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号;

伪高带子带功率计算单元,基于所述低带子带信号和预定系数来计算作为所述高带子带信号的高带子带功率的估计值的伪高带子带功率;

选择单元,通过将所述高带子带信号的所述高带子带功率与所述伪高带子带功率相比较,来选择用于所述输入信号的各个帧的多个所述系数中的任何系数;

高带编码单元,通过对关于包括所述输入信号的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息以及用于获得在所述区间的帧中所选择的系数的系数信息进行编码,来产生高带编码数据;

低带编码单元,对所述输入信号的低带信号进行编码并且产生低带编码数据;以及
复用单元,通过对所述低带编码数据和所述高带编码数据进行复用来产生输出代码串,

所述编码方法包括如下步骤:

通过所述子带分割单元产生所述低带子带信号和所述高带子带信号;

通过所述伪高带子带功率计算单元计算所述伪高带子带功率;

通过所述选择单元选择多个所述系数中的任何系数;

通过所述高带编码单元产生所述高带编码数据;

通过所述低带编码单元产生所述低带编码数据;以及

通过所述复用单元产生所述输出代码串。

信号处理装置和信号处理方法、编码器和编码方法、解码器和解码方法

技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理装置和信号处理方法、编码器和编码方法、解码器和解码方法、以及程序,并且更具体地涉及用于通过频带的扩展以重现具有改善的音质的音乐信号的信号处理装置和信号处理方法、编码器和编码方法、解码器和解码方法、以及程序。

背景技术

[0002] 近来,用于通过互联网来分发音乐数据的音乐分发服务已经有所增加。音乐分发服务分发通过对音乐信号进行编码而获得的编码数据,作为音乐数据。作为音乐信号的编码方法,以下编码方法已被广泛使用:所述方法抑制编码数据文件大小以减小比特率,从而节省下载时间。

[0003] 音乐信号的这种编码方法大体上分为诸如 MP3 (MPEG (运动图片专家组) 音频层 3) (国际标准 ISO/IEC11172-3) 的编码方法、以及诸如 HE-AAC (高效 MPEG4AAC) (国际标准 ISO/IEC14496-3) 的编码方法。

[0004] MP3 所代表的编码方法消除了音乐信号中的人类几乎感觉不到的具有大约 15kHz 或大于 15kHz 的高频带(在下文中称为高带)的信号分量,并且对其余的低频带(在下文中称为低带)的信号分量进行编码。因此,该编码方法被称为高带消除编码方法。这种高带消除编码方法能够抑制编码数据的文件大小。然而,由于人类可以轻微地感知高带中的声音,因此,如果根据通过对编码数据进行解码而获得的解码音乐信号产生声音并输出声音,则会遭受音质的损失,由此,损失了原始声音的真实感并且出现诸如声音模糊的音质退化。

[0005] 与此不同,HE-AAC 所代表的编码方法从高带的信号分量提取特定信息,并且结合低带的信号分量对该信息进行编码。以下将该编码方法称为高带特征编码方法。由于高带特征编码方法仅对高带的信号分量的特征信息进行编码,作为关于高带的信号分量的信息,所以抑制了音质的退化并且可以提高编码效率。

[0006] 在对高带特征编码方法所编码的数据进行解码时,对特征信息和低带的信号分量进行解码,并且根据被解码后的特征信息和低带的信号分量产生高带的信号分量。因此,将以下技术称为带扩展技术:其通过根据低带的信号分量产生高带的信号分量来扩展高带的信号分量的频带。

[0007] 作为带扩展方法的应用示例,在对高带消除编码方法所编码的数据进行解码后,进行后处理。在后处理中,编码时的高带信号分量损失是从解码的低带信号分量生成的,从而扩展了低带的信号分量的频带(参见专利文献 1)。现有技术的频带扩展方法以下将称为专利文献 1 的带扩展方法。

[0008] 在专利文献 1 的带扩展方法中,装置通过将解码后的低带的信号分量设置为输入信号来根据输入信号的功率谱估计高带的功率谱(下文中,适当地称为高带的频率包络),并且根据低带的信号分量产生具有高带的频率包络的高带的信号分量。

[0009] 图 1 示出了作为输入信号的解码后的低带的功率谱和估计的高带的频率包络的

示例。

[0010] 在图 1 中, 竖直轴示出了作为对数的功率, 并且水平轴示出了频率。

[0011] 装置根据关于输入信号的编码系统的种类以及信息(诸如采样速率、比特率等)(下文中称为边信息)确定高带的信号分量的低带中的频带(下文中称为扩展起始带)。接着, 装置将作为低带的信号分量的输入信号分割为多个子带信号。装置获得分割后的多个子带信号, 即, 获得了在比扩展起始带低的低带侧(在下文中简称为低带侧)的多个子带信号的每个功率的时间方向上的各个组(在下文中称为组功率)的平均。如图 1 中示出的, 根据这些装置, 假定低带侧的多个子带的信号的各个组功率的平均是功率, 并且使得扩展起始带的较低端的频率为频率的点是起始点。装置估计通过起始点的预定斜率的基本直线作为高于扩展起始带的高带(在下文中, 简称为高带侧)的频率包络。此外, 可以由用户调整起始点的功率方向上的位置。装置根据低带侧的子带的多个信号来产生高带侧的子带的多个信号中的每个, 作为估计的高带侧的频率包络。装置将高带侧的子带的多个产生的信号彼此相加成高带的信号分量, 并且将低带的信号分量彼此相加以输出相加的信号分量。因此, 扩展频带后的音乐信号接近于原始音乐信号。然而, 可以产生更好质量的音乐信号。

[0012] 专利文献 1 中公开的带扩展方法具有以下优点: 在对关于各种高带消除编码方法的编码数据以及各种比特率的编码数据进行解码之后, 针对音乐信号可以扩展频带。

[0013] 引用文献列表

[0014] 专利文献

[0015] 专利文献 1: 日本专利申请公开第 2008-139844 号

发明内容

[0016] 因此, 可以改进专利文献 1 中公开的带扩展方法, 在于: 估计的高带侧的频率包络是预定斜率的基本直线, 即, 频率包络的形状是固定的。

[0017] 换言之, 音乐信号的功率谱具有各种形状, 并且音乐信号具有许多以下情况: 专利文献 1 中所公开的带扩展方法所估计的高带侧的频率包络显著地偏离。

[0018] 图 2 示出了在用力击打一次鼓时具有时间上快速变化的攻击型音乐信号(attack music signal)的原始功率谱的示例。

[0019] 此外, 图 2 还示出了通过用专利文献 1 中公开的带扩展方法将攻击型相对音乐信号的低带侧的信号分量设置为输入信号来根据输入信号估计的高带侧的频率包络。

[0020] 如图 2 中所示出的, 攻击型音乐信号的原始高带侧的功率谱具有基本上平坦的形状。

[0021] 与此不同, 估计的高带侧的频率包络具有预定的负斜率, 并且即使该频率被调节为具有接近原始功率谱的功率, 该功率与原始功率谱之间的差也随着频率变高而变大。

[0022] 因此, 在专利文献 1 中公开的带扩展方法中, 估计的高带侧的频率包络不能够以高精度再现原始高带侧的频率包络。因此, 如果扩展频带后的来自音乐信号的声音被再现和输出, 则声音的清晰度在听觉上低于原始声音。

[0023] 此外, 在如上所述的 HE-AAC 等高带特征编码方法中, 高带侧的频率包络用作编码的高带信号分量的特征信息。然而, 需要在解码侧以高精度再现原始高带侧的频率包络。

[0024] 本发明是考虑了这样的情况而做出的, 并且通过扩展频带来提供具有更好音质的

音乐信号。

[0025] 问题的解决方案

[0026] 根据本发明的第一方面的一种信号处理装置,包括:解复用单元,将输入编码数据解复用为低带编码数据和如下数据:该数据包括:关于包括多个帧的待处理区间中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息;低带解码单元,对低带编码数据进行解码以产生低带信号;选择单元,基于数据从多个系数中选择待处理的帧的系数;高带子带功率计算单元,基于构成待处理的帧的低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数,来计算构成待处理的帧的高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率;以及高带信号产生单元,基于高带子带功率和低带子带信号来产生待处理的帧的高带信号。

[0027] 待处理区间可以被分割成区间,使得其中选择不同系数的、彼此相邻的帧的位置被设置成区间的边界位置,并且表示区间中的每个区间的长度的信息被设置成关于区间的信息。

[0028] 待处理区间可以被分割成具有相同长度的若干区间,使得区间的长度最长,并且表示长度的信息以及表示所选择的系数是否在区间的每个边界位置之前或之后变化的信息被设置成关于区间的信息。

[0029] 当在连续的若干区间中选择相同的系数时,数据可以包括用于获得在若干连续的区间中选择的系数的一条系数信息。

[0030] 可以通过在第一方式和第二方式之间的具有较少数据量的方式来针对每个待处理区间产生数据,其中,在第一方式中,待处理区间被分割成区间,使得其中选择不同系数的、彼此相邻的帧的位置被设置成区间的边界位置,并且表示区间中的每个区间的长度的信息被设置成关于区间的信息,其中,在第二方式中,待处理区间被分割成具有相同长度的若干区间,使得区间的长度最长,并且表示长度的信息以及表示所选择的系数是否在区间的边界位置之前或之后变化的信息被设置成关于区间的信息,以及其中,数据可以进一步包括表示数据是通过第一方式获得还是通过第二方式获得的信息。

[0031] 数据可以进一步包括表示待处理区间中的初始帧的系数是否与初始帧的紧前面的帧的系数相同的再利用信息,以及当数据包括表示系数相同的再利用信息时,数据可以不包括待处理区间的初始区间的系数信息。

[0032] 当指定其中系数信息被再利用的模式时,数据可以包括再利用信息,并且当指定其中系数信息的再利用被禁止的模式时,数据可以不包括再利用信息。

[0033] 根据本发明的第一方面的信号处理方法或程序包括如下步骤:将输入编码数据解复用为低带编码数据和如下数据:该数据包括:关于包括多个帧的待处理帧中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息;对低带编码数据进行解码以产生低带信号;基于数据从多个系数中选择待处理的帧的系数;基于构成待处理的帧的低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数,来计算构成待处理的帧的高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率;以及基于高带子带功率和低带子带信号来产生待处理的帧的高带信号。

[0034] 在本发明的第一方面中,输入编码数据被解复用为低带编码数据和如下数据:该数据包括:关于包括多个帧的待处理帧中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数

相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息,低带编码数据被解码以产生低带信号,基于数据从多个系数中选择待处理的帧的系数,基于构成待处理的帧的低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数,来计算构成待处理的帧的高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率,并且基于高带子带功率和低带子带信号来产生待处理的帧的高带信号。

[0035] 根据本发明的第二方面的一种信号处理装置,包括:子带分割单元,产生在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号,以及在输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号;伪高带子带功率计算单元,基于低带子带信号和预定系数来计算作为高带子带信号的功率的估计值的伪高带子带功率;选择单元,通过将高带子带信号的高带子带功率与伪高带子带功率相比较,来选择用于输入信号的各个帧的多个系数中的任何系数;以及产生单元,产生如下数据:该数据包括:关于具有输入数据的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息,以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息。

[0036] 产生单元可以将待处理区间分割成区间,使得其中选择不同系数的、彼此相邻的帧的位置被设置成区间的边界位置,并且将表示区间中的每个区间的长度的信息设置成关于区间的信息。

[0037] 产生单元可以将待处理区间分割成具有相同长度的若干区间,使得区间的长度最长,并且表示长度的信息以及表示所选择的系数是否在区间的边界位置之前或之后变化的信息被设置成关于区间的信息。

[0038] 当在若干连续的区间中选择相同的系数时,产生单元可以产生包括用于获得在若干连续的区间中选择的系数的一条系数信息的数据。

[0039] 产生单元可以使用在第一方式和第二方式之间的具有较少数据量的方式针对每个待处理区间产生数据,其中,在第一方式中,待处理区间被分割成区间,使得其中选择不同系数的、彼此相邻的帧的位置被设置成区间的边界位置,并且表示区间中的每个区间的长度的信息被设置成关于区间的信息,并且其中,在第二方式中,待处理区间被分割成具有相同长度的若干区间,使得区间的长度最长,并且表示长度的信息以及表示所选择的系数是否在区间的边界位置之前或之后变化的信息被设置成关于区间的信息。

[0040] 数据可以进一步包括表示数据是通过第一方式获得还是通过第二方式获得的信息。

[0041] 产生单元产生包括表示待处理区间中的初始帧的系数是否与初始帧的紧前面的帧的系数相同的再利用信息的数据,以及当数据中包括表示系数相同的再利用信息时,产生其中不包括待处理区间的初始区间的系数信息的数据。

[0042] 当指定其中系数信息被再利用的模式时,产生单元产生包括再利用信息的数据,并且当指定其中系数信息的再利用被禁止的模式时,产生单元产生其中不包括再利用信息的数据。

[0043] 根据本发明的第二方面的信号处理方法或程序包括如下步骤:产生在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号和在输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号;基于低带子带信号和预定系数来计算作为高带子带信号的功率的估计值的伪高带子带功率;通过将高带子带信号的高带子带功率与伪高带子带功率相比较,来选择用于输入信号的各

个帧的多个系数中的任何系数；以及产生如下数据：该数据包括：关于具有输入数据的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息，以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息。

[0044] 在本发明的第二方面中，提供在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号和在输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号，基于低带子带信号和预定系数来计算作为高带子带信号的功率的估计值的伪高带子带功率，通过将高带子带信号的高带子带功率与伪高带子带功率相比较，来选择用于输入信号的各个帧的多个系数中的任何系数，以及产生如下数据：该数据包括：关于具有输入数据的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息，以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息。

[0045] 根据本发明的第三方面的一种解码器包括：解复用单元，将输入编码数据解复用为低带编码数据和如下数据：该数据包括：关于包括多个帧的待处理区间中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息，以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息；低带解码单元，对低带编码数据进行解码以产生低带信号；选择单元，基于数据从多个系数中选择待处理的帧的系数；高带子带功率计算单元，基于构成待处理的帧的低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数，来计算构成待处理的帧的高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率；高带信号产生单元，基于高带子带功率和低带子带信号来产生待处理的帧的高带信号；以及合成单元，将低带信号与高带信号进行合成以产生输出信号。

[0046] 本发明的第三方面的解码方法包括如下步骤：将输入编码数据解复用为低带编码数据和如下数据：该数据包括：关于包括多个帧的待处理区间中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息，以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息，对低带编码数据进行解码以产生低带信号，基于数据从多个系数中选择待处理的帧的系数，基于构成待处理的帧的低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数，来计算构成待处理的帧的高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率，基于高带子带功率和低带子带信号来产生待处理的帧的高带信号，并且将低带信号与高带信号进行合成以产生输出信号。

[0047] 在本发明的第三方面中，输入编码数据被解复用为低带编码数据和如下数据：该数据包括：关于包括多个帧的待处理区间中的、包含其中选择与产生高带信号时使用的系数相同的系数的帧的区间的信息，以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息，对低带编码数据进行解码以产生低带信号，基于数据从多个系数中选择待处理的帧的系数，基于构成待处理的帧的低带信号的每个子带的低带子带信号以及所选择的系数，来计算构成待处理的帧的高带信号的每个子带的高带子带信号的高带子带功率，基于高带子带功率和低带子带信号来产生待处理的帧的高带信号，并且将低带信号与高带信号进行合成以产生输出信号。

[0048] 根据本发明的第四方面的一种编码器包括：子带分割单元，产生在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号，以及在输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号；伪高带子带功率计算单元，基于低带子带信号和预定系数来计算作为高带子带信号的功率的估计值的伪高带子带功率；选择单元，通过将高带子带信号的高带子带功率与伪高带子带功率相比较，来选择用于输入信号的各个帧的多个系数中的任何系数；高带编码单元，通

过对关于包括输入数据的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息进行编码,来产生高带编码数据;低带编码单元,对输入信号的低带信号进行编码并且产生低带编码数据;以及复用单元,通过对低带编码数据和高带编码数据进行复用来产生输出代码串。

[0049] 本发明的第四方面的编码方法包括:产生在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号,以及在输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号,基于低带子带信号和预定系数来计算作为高带子带信号的功率的估计值的伪高带子带功率,通过将高带子带信号的高带子带功率与伪高带子带功率相比较,来选择用于输入信号的各个帧的多个系数中的任何系数,通过对关于包括输入数据的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息进行编码,来产生高带编码数据,对输入信号的低带信号进行编码并且产生低带编码数据,并且通过对低带编码数据和高带编码数据进行复用来产生输出代码串。

[0050] 在本发明的第四方面中,提供在输入信号的低带侧的多个子带的低带子带信号,以及在输入信号的高带侧的多个子带的高带子带信号,基于低带子带信号和预定系数来计算作为高带子带信号的功率的估计值的伪高带子带功率,通过将高带子带信号的高带子带功率与伪高带子带功率相比较,来选择用于输入信号的各个帧的多个系数中的任何系数,通过对关于包括输入数据的多个帧的待处理区间中的、具有其中选择相同的系数的帧的区间的信息以及用于获得在区间的帧中所选择的系数的系数信息进行编码,来产生高带编码数据,对输入信号的低带信号进行编码并且产生低带编码数据,并且通过对低带编码数据和高带编码数据进行复用来产生输出代码串。

[0051] 发明效果

[0052] 根据第一至第四实施例,可以通过频带的扩展以重现具有改善的音质的音乐信号。

附图说明

[0053] 图 1 是示出了对输入信号进行解码后的低带的功率谱以及估计的高带的频率包络的示例的视图。

[0054] 图 2 是示出了根据时间的快速变化的攻击型音乐信号的原始功率谱的示例的视图。

[0055] 图 3 是示出了本发明的第一实施例的频带扩展装置的功能配置示例的框图。

[0056] 图 4 是示出了通过图 3 中的频带扩展装置进行的频带扩展处理的示例的流程图。

[0057] 图 5 是示出了输入至图 3 中的频带扩展装置的信号的功率谱的布置以及带通滤波器的频率轴上的布置的视图。

[0058] 图 6 是示出了图示声音区间的频率特性以及估计的高带的功率谱的示例的视图。

[0059] 图 7 是示出了输入至图 3 中的频带扩展装置的信号的功率谱的示例的视图。

[0060] 图 8 是示出了在对图 7 中输入信号的同态滤波后的功率矢量的示例的视图。

[0061] 图 9 是示出了系数学习装置的功能配置示例的框图,该系数学习装置用于进行图 3 中的频带扩展装置的高带信号产生电路中使用的系数的学习。

[0062] 图 10 是描述了由图 9 中的系数学习装置进行的系数学习处理的示例的流程图。

- [0063] 图 11 是示出了本发明的第二实施例的编码器的功能配置示例的框图。
- [0064] 图 12 是描述了由图 11 中的编码器进行的编码处理的示例的流程图。
- [0065] 图 13 是示出了本发明的第二实施例的解码器的功能配置示例的框图。
- [0066] 图 14 是描述了由图 13 中的解码器进行的解码处理的示例的流程图。
- [0067] 图 15 是示出了系数学习装置的功能配置示例的框图,该系数学习装置用于进行图 11 中的编码器的高带编码电路中使用的代表矢量的学习以及进行图 13 中的解码器的高带解码电路中的已解码高带子带功率估计系数的学习。
- [0068] 图 16 是描述了由图 15 中的系数学习装置进行的系数学习处理的示例的流程图。
- [0069] 图 17 是示出了图 11 中的编码器输出的编码串的示例的视图。
- [0070] 图 18 是示出了编码器的功能配置示例的框图。
- [0071] 图 19 是描述编码处理的流程图。
- [0072] 图 20 是示出了解码器的功能配置示例的框图。
- [0073] 图 21 是描述解码处理的流程图。
- [0074] 图 22 是描述编码处理的流程图。
- [0075] 图 23 是描述解码处理的流程图。
- [0076] 图 24 是描述编码处理的流程图。
- [0077] 图 25 是描述编码处理的流程图。
- [0078] 图 26 是描述编码处理的流程图。
- [0079] 图 27 是描述编码处理的流程图。
- [0080] 图 28 是示出了系数学习装置的配置示例的视图。
- [0081] 图 29 是描述系数学习处理的流程图。
- [0082] 图 30 是描述系数索引串的编码量缩减的视图。
- [0083] 图 31 是描述系数索引串的编码量缩减的视图。
- [0084] 图 32 是描述系数索引串的编码量缩减的视图。
- [0085] 图 33 是示出了编码器的功能配置示例的框图。
- [0086] 图 34 是描述编码处理的流程图。
- [0087] 图 35 是示出了解码器的功能配置示例的框图。
- [0088] 图 36 是描述解码处理的流程图。
- [0089] 图 37 是描述系数索引串的编码量缩减的视图。
- [0090] 图 38 是示出了解码器的功能配置示例的框图。
- [0091] 图 39 是描述编码处理的流程图。
- [0092] 图 40 是示出了解码器的功能配置示例的框图。
- [0093] 图 41 是描述编码处理的流程图。
- [0094] 图 42 是示出了编码器的功能配置示例的框图。
- [0095] 图 43 是描述编码处理的流程图。
- [0096] 图 44 是示出了解码器的功能配置示例的框图。
- [0097] 图 45 是描述解码处理的流程图。
- [0098] 图 46 是描述系数索引串的循环的视图。
- [0099] 图 47 是描述编码处理的流程图。

- [0100] 图 48 是描述解码处理的流程图。
- [0101] 图 49 是描述编码处理的流程图。
- [0102] 图 50 是描述解码处理的流程图。
- [0103] 图 51 是示出了通过程序执行应用本发明的处理的计算机的硬件的配置示例的框图。

具体实施方式

- [0104] 将参照附图描述本发明的实施例。此外,关于实施例的描述按以下顺序进行。
- [0105] 1. 第一实施例(当本发明应用于频带扩展装置时)
- [0106] 2. 第二实施例(当本发明应用于编码器和解码器时)
- [0107] 3. 第三实施例(当系数索引包括在高带编码数据中时)
- [0108] 4. 第四实施例(当系数索引与伪高带子带功率之间的差包括在高带编码数据中时)
- [0109] 5. 第五实施例(当使用估计值来选择系数索引时)
- [0110] 6. 第六实施例(当系数的一部分是公用时)
- [0111] 7. 第七实施例(当通过可变长度方法在时间方向上缩减系数索引串的编码量时)
- [0112] 8. 第八实施例(当通过固定长度方法在时间方向上缩减系数索引串的编码量时)
- [0113] 9. 第九实施例(当选择可变长度方法或固定长度方法中的任一方法时)
- [0114] 10. 第十实施例(当通过可变长度方法执行信息的循环时)
- [0115] 11. 第十一实施例(当通过固定长度方法执行信息的循环时)
- [0116] <1. 第一实施例>
- [0117] 在第一实施例中,关于通过对用高带消除编码方法得到的编码数据进行解码而获得的解码后的低带的信号分量,执行扩展频带的处理(在下文中称为频带扩展处理)。
- [0118] [频带扩展装置的功能配置示例]
- [0119] 图 3 示出了根据本发明的频带扩展装置的功能配置示例。
- [0120] 频带扩展装置 10 通过将解码后的低带的信号分量设置为输入信号而关于输入信号进行频带扩展处理,并且输出由该结果获得的频带扩展处理后的信号作为输出信号。
- [0121] 频带扩展装置 10 包括低通滤波器 11、延迟电路 12、带通滤波器 13、特征量计算电路 14、高带子带功率估计电路 15、高带信号产生电路 16、高通滤波器 17 和信号加法器 18。
- [0122] 低通滤波器 11 通过预定截止频率对输入信号进行滤波并且向延迟电路 12 提供低带信号分量(其是低带的信号分量)作为滤波后的信号。
- [0123] 由于当将来自低通滤波器 11 的低带信号分量与稍后将描述的高带信号分量彼此相加时使延迟电路 12 同步,所以其将低带信号分量仅延迟了特定时间,并且该低带信号分量被提供至信号加法器 18。
- [0124] 带通滤波器 13 包括具有彼此不同的通带的带通滤波器 13-1 到 13-N。带通滤波器 13-i ($1 \leq i \leq N$)使输入信号的预定通带的信号通过,并且将通过的信号作为多个子带信号中的一个提供给特征量计算电路 14 和高带信号产生电路 16。
- [0125] 特征量计算电路 14 通过使用输入信号和来自带通滤波器 13 的多个子带信号中的至少任意一个来计算一个或更多个特征量,并且将计算的特征量提供给高带子带功率估计

电路 15。在本文中,特征量是表示作为信号的输入信号的特征的信息。

[0126] 高带子带功率估计电路 15 基于来自特征量计算电路 14 的一个或更多个特征量来计算作为每个高带子带的高带子带信号的功率的、高带子带功率的估计值,并且将计算的估计值提供给高带信号产生电路 16。

[0127] 高带信号产生电路 16 基于来自带通滤波器 13 的多个子带信号和来自高带子带功率估计电路 15 的多个高带子带功率的估计值,来产生作为高带的信号分量的高带信号分量,并且将产生的高带信号分量提供给高通滤波器 17。

[0128] 高通滤波器 17 使用与低通滤波器 11 中的截止频率对应的截止频率对来自高带信号产生电路 16 的高带信号分量进行滤波,并且将经滤波的高带信号分量提供给信号加法器 18。

[0129] 信号加法器 18 将来自延迟电路 12 的低带信号分量与来自高通滤波器 17 的高带信号分量相加,并且输出相加的分量作为输出信号。

[0130] 此外,在图 3 中的配置中,为了获得子带信号,应用了带通滤波器 13,但不限于此。例如,可以应用专利文献 1 中公开的带分割滤波器。

[0131] 此外,同样地,在图 3 中的配置中,应用了信号加法器 18 以合成子带信号,但是不限于此。例如,可以应用专利文献 1 中公开的带合成滤波器。

[0132] [频带扩展装置的频带扩展处理]

[0133] 接下来,参照图 4 中的流程图,将描述由图 3 中的频带扩展装置进行的频带扩展处理。

[0134] 在步骤 S1 中,低通滤波器 11 通过预定截止频率对输入信号进行滤波,并且将低带信号分量作为滤波后的信号提供给延迟电路 12。

[0135] 低通滤波器 11 可以设置任选频率作为截止频率。然而,在本发明的实施例中,作为下述的扩展起始带,低通滤波器可以通过设置预定频率而被设置为对应于扩展起始带的低端的频率。因此,低通滤波器 11 将作为比扩展起始带更低的带的信号分量的低带信号分量提供给延迟电路 12,作为滤波后的信号。

[0136] 此外,低通滤波器 11 可以响应于编码参数(如高带消除编码方法或输入信号的比特率等)将最优频率设置为截止频率。作为编码参数,例如,可以使用专利文献 1 中公开的带扩展方法中采用的边信息。

[0137] 在步骤 S2 中,延迟电路 12 将来自低通滤波器 11 的低带信号分量仅延迟了特定延长时间,并且将延迟的低带信号分量提供给信号加法器 18。

[0138] 在步骤 S3 中,带通滤波器 13 (带通滤波器 13-1 至 13-N) 将输入信号分割成多个子带信号并且将分割后的多个子带信号中的每个提供给特征量计算电路 14 和高带信号产生电路 16。此外,下面将描述由带通滤波器 13 进行的输入信号的分割处理。

[0139] 在步骤 S4 中,特征量计算电路 14 通过输入信号和来自带通滤波器 13 的多个子带信号中的至少一个来计算一个或更多个特征量,并且将计算的特征量提供给高带子带功率估计电路 15。此外,下面将详细描述由特征量计算电路 14 进行的对特征量的计算处理。

[0140] 在步骤 S5 中,高带子带功率估计电路 15 基于一个或更多个特征量来计算多个高带子带功率的估计值,并且将计算的估计值从特征量计算电路 14 提供给高带信号产生电路 16。此外,下面将详细地描述由高带子带功率估计电路 15 进行的对高带子带功率的估计

值的计算处理。

[0141] 在步骤 S6 中,高带信号产生电路 16 基于来自带通滤波器 13 的多个子带信号和来自高带子带功率估计电路 15 的多个高带子带功率的估计值来产生高带信号分量,并且将产生的高带信号分量提供给高通滤波器 17。在该情况下,高带信号分量是比扩展起始带更高的带的信号分量。此外,下面将详细描述由高带信号产生电路 16 进行的高带信号分量的产生处理。

[0142] 在步骤 S7 中,高通滤波器 17 通过对来自高带信号产生电路 16 的高带信号分量进行滤波来去除高带信号分量中包括的低带中的诸如假频(alias)分量的噪声,并且将该高带信号分量提供给信号加法器 18。

[0143] 在步骤 S8 中,信号加法器 18 将来自延迟电路 12 的低带信号分量和来自高通滤波器 17 的高带信号分量彼此相加,并且将相加后的分量作为输出信号输出。

[0144] 根据上述处理,可以关于解码后的低带的信号分量来扩展频带。

[0145] 接下来,将描述针对图 4 中的流程图的步骤 S3 到 S6 的每个处理的说明。

[0146] [由带通滤波器进行的处理的描述]

[0147] 首先,将描述图 4 的流程图中的步骤 S3 中由带通滤波器 13 进行的处理。

[0148] 此外,为了便于说明,如下所述,假设带通滤波器 13 的数目 N 为 N=4。

[0149] 例如,假定通过将输入信号的奈奎斯特(Nyquist)频率分成 16 个部分而获得的 16 个子带中的一个子带是扩展起始带,并且 16 个子带中的比扩展起始带更低的带的 4 个子带中的每个是带通滤波器 13-1 至 13-4 的每个通带。

[0150] 图 5 示出了关于对于带通滤波器 13-1 至 13-4 的每个通带的每个频率轴的布置。

[0151] 如图 5 中示出的,如果假定从比扩展起始带更低的带的频带(子带)的高带开始的第一子带的索引是 sb,第二子带的索引是 sb-1,并且第 I 子带的索引是 sb-(I-1),带通滤波器 13-1 到 13-4 中的每个指定低于扩展起始带的低带的子带中的索引为 sb 至 sb-3 的每个子带作为通带。

[0152] 在本实施例中,带通滤波器 13-1 至 13-4 的每个通带是通过将输入信号的奈奎斯特频率分割成 16 个部分而获得的 16 个子带的 4 个预定子带,但是不限于此,并且可以是通过将输入信号的奈奎斯特频率分割成 256 个部分而获得的 256 个子带中的 4 个预定子带。此外,带通滤波器 13-1 至 13-4 的每个带宽可以彼此不同。

[0153] [由特征量计算电路进行的处理的描述]

[0154] 接下来,将描述图 4 中的流程图的步骤 S4 中由特征量计算电路 14 进行的处理。

[0155] 特征量计算电路 14 通过使用输入信号和来自带通滤波器 13 的多个子带信号中的至少一个来计算所使用的一个或更多个特征量,以使得高带子带功率估计电路 15 计算高带子带功率的估计值。

[0156] 更详细地,特征量计算电路 14 针对来自带通滤波器 13 的 4 个子带信号的每个子带计算子带信号的功率(在下文中称为低带子带功率)作为特征量,并且将计算的子带信号的功率提供给高带子带功率估计电路 15。

[0157] 换言之,特征量计算电路 14 通过使用以下公式(1)、根据从带通滤波器 13 提供的 4 个子带信号 $x(ib, n)$ 来计算预定时间帧 J 中的低带子带功率 $power(ib, J)$ 。本文中, ib 是子带的索引, n 被表示为离散时间的索引。此外,一个帧的样本的数量被表示为 FSIZE,并

且功率被表示为分贝。

[0158] [公式 1]

[0159]

$$\text{power}(\text{ib}, \text{J}) = 10 \log_{10} \left\{ \left(\sum_{n=\text{J}*\text{FSIZE}}^{(\text{J}+1)\text{FSIZE}-1} x(\text{ib}, n)^2 \right) / \text{FSIZE} \right\}$$

(sb-3 ≤ ib ≤ sb)

... (1)

[0160] 因此, 将由特征量计算电路 14 获得的低带子带功率 power(ib, J) 作为特征量提供给高带子带功率估计电路 15。

[0161] [由高带子带功率估计电路进行的处理的描述]

[0162] 接下来, 将描述图 4 中的流程图的步骤 S5 的由高带子带功率估计电路 15 进行的处理。

[0163] 高带子带功率估计电路 15 基于从特征量计算电路 14 提供的 4 个子带功率, 来计算将在索引为 sb+1 的子带(扩展起始带)之后被扩展的带(频率扩展带)的子带功率(高带子带功率)的估计值。

[0164] 即, 如果高带子带功率估计电路 15 认为频率扩展带的最大带的子带的索引为 eb, 则关于索引从 sb+1 到 eb 的子带来估计 (eb-sb) 个子带功率。

[0165] 在频率扩展带中, 使用从特征量计算电路 14 提供的 4 个子带功率 power(ib, j), 通过以下公式(2)表示索引为 ib 的子带功率的估计值 power_{est}(ib, J)。

[0166] [公式 2]

[0167]

$$\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{J}) = \left(\sum_{\text{kb}=\text{sb}-3}^{\text{sb}} \{A_{\text{ib}}(\text{kb}) \text{power}(\text{kb}, \text{J})\} \right) + B_{\text{ib}}$$

(J*FSIZE ≤ n ≤ (J+1) FSIZE-1, sb+1 ≤ ib ≤ eb)

... (2)

[0168] 本文中, 在公式(2)中, 系数 A_{ib}(kb) 以及 B_{ib} 是对于各个子带 ib 具有不同值的系数。系数 A_{ib}(kb) 以及 B_{ib} 是这样的系数: 其被适当地设置以获得关于各个输入信号的适当值。此外, 系数 A_{ib}(kb) 以及 B_{ib} 还通过改变子带 sb 而改变为最优值。下面将描述 A_{ib}(kb) 以及 B_{ib} 的推导。

[0169] 在公式(2)中, 高带子带功率的估计值是使用来自带通滤波器 13 的多个子带信号中的每个的功率、通过基本线性组合来计算的, 但是不限于此, 例如, 可以使用时间帧 J 之前和之后的帧的多个低带子带功率的线性组合来计算, 并且可以使用非线性函数来计算。

[0170] 如上所述, 将由高带子带功率估计电路 15 计算的高带子带功率的估计值提供给将要描述的高带信号产生电路 16。

[0171] [由高带信号产生电路进行的处理的描述]

[0172] 接下来, 将对图 4 中的流程图的步骤 S6 中由高带信号产生电路 16 进行的处理进

行描述。

[0173] 高带信号产生电路 16 根据从带通滤波器 13 提供的多个子带信号, 基于上述公式 (1) 来计算每个子带的低带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, \text{J})$ 。高带信号产生电路 16 使用所计算的多个低带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, \text{J})$ 以及由高带子带功率估计电路 15 基于上述公式 (2) 计算的高带子带功率的估计值 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{J})$, 通过下述公式 (3) 来获得增益量 $G(\text{ib}, \text{J})$ 。

[0174] [公式 3]

[0175]

$$G(\text{ib}, \text{J}) = 10^{[(\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{J}) - \text{power}(\text{sb}_{\text{map}}(\text{ib}), \text{J})) / 20]}$$

$$(\text{J} * \text{FSIZE} \leq n \leq (\text{J} + 1) * \text{FSIZE} - 1, \text{sb} + 1 \leq \text{ib} \leq \text{eb})$$

... (3)

[0176] 本文中, 在公式 (3) 中, $\text{sb}_{\text{map}}(\text{ib})$ 表示在子带 ib 被认为是原始图的子带的情况下的原始图的子带的索引, 并且由以下公式 4 表示。

[0177] [公式 4]

[0178]

$$\text{sb}_{\text{map}}(\text{ib}) = \text{ib} - 4 \text{INT} \left(\frac{\text{ib} - \text{sb} - 1}{4} + 1 \right)$$

$$(\text{sb} + 1 \leq \text{ib} \leq \text{eb})$$

... (4)

[0179] 此外, 在公式 (4) 中, $\text{INT}(a)$ 是删去值 a 的小数点的函数。

[0180] 接着, 高带信号产生电路 16 通过使用以下公式 (5) 将由公式 3 获得的增益量 $G(\text{ib}, \text{J})$ 与带通滤波器 13 的输出相乘, 来计算增益控制后的子带信号 $x2(\text{ib}, n)$ 。

[0181] [公式 5]

$$x2(\text{ib}, n) = G(\text{ib}, \text{J}) * x(\text{sb}_{\text{map}}(\text{ib}), n)$$

$$(\text{J} * \text{FSIZE} \leq n \leq (\text{J} + 1) * \text{FSIZE} - 1, \text{sb} + 1 \leq \text{ib} \leq \text{eb})$$

[0184] ... (5)

[0185] 此外, 高带信号产生电路 16 通过以下公式 (6), 通过从与索引为 $\text{sb} - 3$ 的子带的下端的频率对应的频率执行到与索引为 sb 的子带的上端的频率对应的频率的余弦变换, 来计算从增益调整后的子带信号 $x2(\text{ib}, n)$ 余弦变换的、增益控制后的子带信号 $x3(\text{ib}, n)$ 。

[0186] [公式 6]

$$x3(\text{ib}, n) = x2(\text{ib}, n) * 2 \cos(n) * \{4(\text{ib} + 1) \pi / 32\}$$

$$(\text{sb} + 1 \leq \text{ib} \leq \text{eb})$$

[0189] ... (6)

[0190] 此外, 在公式 (6) 中, π 表示圆周率。公式 (6) 表示增益控制后的子带信号 $x2(\text{ib}, n)$ 转移到 4 个带部分高带侧中的每个的频率。

[0191] 因此, 高带信号产生电路 16 根据以下公式 7, 根据转移到高带侧的增益控制后的子带信号 $x3(\text{ib}, n)$ 来计算高带信号分量 $x_{\text{high}}(n)$ 。

[0192] [公式 7]

$$x_{\text{high}}(n) = \sum_{ib=sb+1}^{ab} x3(ib, n) \quad \dots (7)$$

[0194] 因此,由高带信号产生电路 16 基于根据来自带通滤波器 13 的 4 个子带信号而获得的 4 个低带子带功率以及来自高带子带功率估计电路 15 的高带子带功率的估计值来产生高带信号分量,并且将所产生的高带信号分量提供给高通滤波器 17。

[0195] 根据上述处理,由于关于对用高带消除编码方法得到的编码数据进行解码之后获得的输入信号,将根据多个子带信号计算的低带子带功率设置为特征量,所以基于对其适当地设置的系数来计算高带子带功率的估计值,并且根据低带子带功率和高带子带功率的估计值来自适应地产生高带信号分量,由此可以以高精度度来估计频率扩展带的子带功率并且可以以较好的音质来再现音乐信号。

[0196] 如上所述,特征量计算电路 14 示出了仅计算根据多个子带信号计算出的低带子带功率作为特征量的示例。然而,在这种情况下,通过输入信号的类型不能以高精度度来估计频率扩展带的子带功率。

[0197] 本文中,因为特征量计算电路 14 计算与频率扩展带(高带的功率谱形状)的子带功率的输出系统具有强的相关性的特征量,所以能够以高精度度进行高带子带功率估计电路 15 中的频率扩展带的子带功率的估计。

[0198] [由特征量计算电路计算的特征量的另一个示例]

[0199] 图 6 示出了占据大部分声音的声音区间的频率特征和高带的功率谱的示例,该高带的功率谱是通过经由仅计算低带子带功率作为特征量来估计高带子带功率而获得的。

[0200] 如在图 6 中示出的,在声音区间的频率特征中,具有许多以下情况:所估计的高带的功率谱具有比原始信号的高带的功率谱高的位置。由于人的歌声的不协调感容易被人耳感知,所以必须在声音区间中以高精度度对高带子带功率进行估计。

[0201] 此外,如图 6 中示出的,在声音区间的频率特征中,具有许多以下情况:从 4.9kHz 到 11.025kHz 布置有较大的凹陷。

[0202] 本文中,如下所述,将描述如下示例:可以应用频率区间中的 4.9kHz 到 11.025kHz 的凹陷程度作为用于估计声音区间的高带子带功率的特征量。此外,表示凹陷程度的特征量以下被称为凹谷(dip)。

[0203] 以下将描述时间帧 J 中的凹谷 dip(J) 的计算示例。

[0204] 关于包括在输入信号的时间帧 J 之前和之后的几个帧的范围中的 2048 个采样区间的信号,进行 2048 个点的快速傅里叶变换(FFT),并且计算频率轴上的系数。功率谱是关于所计算的系数中的每一个的绝对值进行 db 转换而获得的。

[0205] 图 7 示出了上述方法中获得的功率谱的一个示例。在本文中,为了去除功率谱中的微小分量,例如,为了去除 1.3kHz 或更小的分量,进行升降处理。如果进行升降处理,则可以通过根据时间序列选择功率谱的每个维数以及借助应用低通滤波器进行滤波器处理,来平滑谱峰的微小分量。

[0206] 图 8 示出了升降后的输入信号的功率谱的示例。在图 8 中示出的恢复后的功率谱

中,包括在对应于 4.9kHz 到 11.025kHz 的范围中的最小值与最大值之间的差被设置为凹谷 dip(J)。

[0207] 如上所述,计算了与频率扩展带的子带功率具有强的相关性的特征量。此外,凹谷 dip(J) 的计算示例不限于上述方法,也可以执行其它方法。

[0208] 接下来,将描述与频率扩展带的子带功率具有强的相关性的特征量的计算的其它示例。

[0209] [由特征量计算电路计算的特征量的又一个示例]

[0210] 在作为包括任何输入信号中的攻击型音乐信号的区间的攻击区间的频率特征中,存在许多以下情况:高带的功率谱基本上是平坦的,如参照图 2 所描述的。仅计算低带子带功率作为特征量的方法难以在没有指示具有包括攻击区间的特定输入信号的时间变化的特征量的情况下以高精度估计从攻击区间看到的几乎平坦的频率扩展带的子带功率,以便估计频率扩展带的子带功率。

[0211] 在本文中,下面将描述应用低带子带功率的时间变化的示例,作为用于估计攻击区间的高带子带功率的特征量。

[0212] 例如,某些时间帧 J 中的低带子带功率的时间变化 $power_d(J)$ 是根据以下公式(8)来获得的。

[0213] [公式 8]

$$power_d(J) = \frac{\sum_{ib=sb-3}^{sb} \sum_{n=J*FSIZE}^{(J+1)*FSIZE-1} (x(ib, n)^2)}{\sum_{ib=sb-3}^{sb} \sum_{n=(J-1)*FSIZE}^{J*FSIZE-1} (x(ib, n)^2)} \quad \dots (8)$$

[0215] 根据公式 8,低带子带功率的时间变化 $power_d(J)$ 表示时间帧 J-1 中的 4 个低带子带功率的和与时间帧 J 中的一个帧前面的时间帧(J-1)中的 4 个低带子带功率的和之间的比率,如果该值变大,则帧之间的功率的时间变化是大的,即,包括在时间帧 J 中的信号被认为具有很强的攻击型。

[0216] 此外,如果将在图 1 中示出的为统计上平均的功率谱与在图 2 中示出的攻击区间(攻击型音乐信号)的功率谱进行比较,则攻击区间中的功率谱朝向中带的右方上升。在攻击区间之间,存在示出频率特征的许多情况。

[0217] 因此,下面将描述以下示例:其应用中带中的斜率作为用于估计攻击区间之间的高带子带功率的特征量。

[0218] 例如,某些时间帧 J 中的中带的斜率 slope(J) 是根据以下公式(9)来获得的。

[0219] [公式 9]

$$\begin{aligned}
 \text{slope}(J) = & \sum_{ib=sb-3}^{sb} \sum_{n=J*FSIZE}^{(J+1)FSIZE-1} \{W(ib)*x(ib, n)^2\} \\
 [0220] \quad & / \sum_{ib=sb-3}^{sb} \sum_{n=J*FSIZE}^{(J+1)FSIZE-1} (x(ib, n)^2) \\
 & \dots (9)
 \end{aligned}$$

[0221] 在公式(9)中,系数 $w(ib)$ 是被调节以对高带子带功率进行加权的权重因子。根据公式(9), $\text{slope}(J)$ 表示加权到高带的4个低带子带功率的和与4个低带子带功率的和之间的比率。例如,如果将4个低带子带功率设置为关于中带的子带的功率,则 $\text{slope}(J)$ 在中带的功率谱向右方上升时具有大的值,并且功率谱在功率谱向右方下降时具有小的值。

[0222] 由于存在中带的斜率在攻击区间之前和之后显著地变化的许多情况,所以可以假设由以下公式(10)表示的斜率的时间变化 $\text{slope}_d(J)$ 是在估计攻击区间的高带子带功率时使用的特征量。

[0223] [公式 10]

[0224] $\text{slope}_d(J) = \text{slope}(J) / \text{slope}(J-1)$

[0225] $(J*FSIZE \leq n \leq (J+1)FSIZE-1)$

[0226] $\dots (10)$

[0227] 此外,可以假设上述凹谷 $\text{dip}(J)$ 的由以下公式(11)表示的时间变化 $\text{dip}_d(J)$ 是在估计攻击区间的高带子带功率时使用的特征量。

[0228] [公式 11]

[0229] $\text{dip}_d(J) = \text{dip}(J) - \text{dip}(J-1)$

[0230] $(J*FSIZE \leq n \leq (J+1)FSZIE-1)$

[0231] $\dots (11)$

[0232] 根据上述方法,因为计算了与频率扩展带的子带功率具有强的相关性的特征量,因此,如果使用该方法,则能够以高精度度进行高带子带功率估计电路15中的对频率扩展带的子带功率的估计。

[0233] 如上所述,描述了用于计算与频率扩展带的子带功率具有强的相关性的特征量的示例。然而,下面将使用由上述方法计算的特征量来描述用于估计高带子带功率的示例。

[0234] [由高带子带功率估计电路进行的处理的描述]

[0235] 在本文中,将描述用于使用参照图8描述的凹谷和低带子带功率作为特征量来估计高带子带功率的示例。

[0236] 即,在图4的流程图中的步骤S4中,特征量计算电路14针对来自带通滤波器13的4个子带信号的每个子带,计算低带子带功率和凹谷作为特征量,并且将所计算的低带子带功率和凹谷提供给高带子带功率估计电路15。

[0237] 因此,在步骤S5中,高带子带功率估计电路15基于来自特征量计算电路14的凹谷和4个低带子带功率来计算高带子带功率的估计值。

[0238] 在本文中,在子带功率和凹谷中,因为所获得的值的范围(比例)彼此不同,所以高带子带功率估计电路15例如关于凹谷值来进行以下转换。

[0239] 高带子带功率估计电路 15 关于预定的大量输入信号来计算凹谷值和 4 个低带子带功率的最大带的子带功率,并且分别获得平均值和标准偏差。在本文中,假设子带功率的平均值是 $power_{ave}$, 子带功率的标准偏差是 $power_{std}$, 凹谷的平均值是 dip_{ave} , 并且凹谷的标准偏差是 dip_{std} 。

[0240] 高带子带功率估计电路 15 使用如在以下公式(12)中的值来转换凹谷的值 $dip(J)$, 并且获得转换后的凹谷 $dip_s(J)$ 。

[0241] [公式 12]

$$dip_s(J) = \frac{dip(J) - dip_{ave}}{dip_{std}} power_{std} + power_{ave} \quad \dots (12)$$

[0243] 通过进行公式(12)中描述的转换,高带子带功率估计电路 15 可以将凹谷的值 $dip(J)$ 统计地转换为低带子带功率的平均和离差的等同变量(凹谷) $dip_s(J)$, 并且使得根据凹谷获得的值的范围近似地等于根据子带功率获得的值的范围。

[0244] 在频率扩展带中,根据公式 13,通过来自特征量计算电路 14 的 4 个低带子带功率 $power(ib, J)$ 与在公式(12)中示出的凹谷 $dip_s(J)$ 的线性组合来表示索引为 ib 的子带功率的估计值 $power_{est}(ib, J)$ 。

[0245] [公式 13]

$$power_{est}(ib, J) = \left(\sum_{kb=sb-3}^{sb} \{C_{ib}(kb) power(kb, J)\} \right) + D_{ib} dip_s(J) + E_{ib} \quad \dots (13)$$

($J \cdot FSIZE \leq n \leq (J+1) FSIZE - 1, sb+1 \leq ib \leq eb$)

[0247] 在本文中,在公式(13)中,系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 、 E_{ib} 是对于每个子带 ib 具有不同值的系数。系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 是这样的系数:其被适当地设置以获得关于各个输入信号的有利值。此外,还将系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 改变到最优值以改变子带 sb 。此外,下面将描述系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 的推导。

[0248] 在公式(13)中,通过线性组合来计算高带子带功率的估计值,但是不限于此。例如,可以使用时间帧 J 之前和之后的几个帧的多个特征量的线性组合来计算估计值,也可以使用非线性函数来计算估计值。

[0249] 根据上述处理,可以再现具有较好质量的音乐信号,因为在对高带子带功率进行估计时使用声音区间的特定凹谷的值作为特征量相比于假定只有低带子带功率是特征量的情况提高了声音区间处的高带子带功率估计精确度,高带的功率谱是通过被估计为大于原始信号的高带功率谱来产生的,并且使用仅将低带子带作为特征量的方法,人耳能够容易地感知不协调感。

[0250] 因此,在子带的分割数量是 16 的情况下,因为关于由上述方法计算为特征量的凹谷(在声音区域的频率特征中的凹陷的程度),频率分辨率是低的,所以凹陷的程度不能仅用低带子带功率来表示。

[0251] 在本文中,提高了频率分辨率,并且可以仅用低带子带功率来表示凹陷的程度,这

是因为子带的分割数量增加(例如,16 倍的 256 个分割),带通滤波器 13 的带分割数量增加(例如,16 倍的 64),并且特征量计算电路 14 计算的低带子带功率的数量增加(16 倍的 64)。

[0252] 仅通过低带子带功率,假定可以以基本上等于对用作特征量的高带子带功率和上述凹谷的估计的精确度的精确度来估计高带子带功率。

[0253] 然而,计算量通过增加子带的分割数量,带的分割数量和低带子带功率的数量的增加而增加。如果假定能够以等于任何方法的精确度的精确度来估计高带子带功率,则使用凹谷作为特征量对高带子带功率进行估计而不增加子带分割数量的方法被认为在计算量的方面是有效的。

[0254] 如上所述,描述了使用凹谷和低带子带功率来估计高带子带功率的方法,但是作为用于估计高带子带功率的特征量,上述一个或更多个特征量(低带子带功率、凹谷、低带子带功率的时间变化、斜率、斜率的时间变化和凹谷的时间变化)都可以,而限于该组合。在这种情况下,可以提高对高带子带功率进行的估计的精确度。

[0255] 此外,如上所述,在输入信号中,可以通过使用特定参数作为估计高带子带功率时使用的特征量来提高估计高带子带功率困难的区间的估计精确度。例如,低带子带功率的时间变化、斜率、斜率的时间变化和凹谷的时间变化是攻击区域中的特定参数,并且能够通过使用其参数作为特征量来提高攻击区域中的高带子带功率的估计精确度。

[0256] 此外,即使使用除了低带子带功率和凹谷外的特征量(即,低带子带功率的时间变化、斜率、斜率的时间变化和凹谷的时间变化)来进行高带子带功率的估计,也能够以与上述方法相同的方式来估计高带子带功率。

[0257] 此外,本说明书所描述的特征量的每种计算方法不限于上述方法,并且可以使用其它方法。

[0258] [用于获得系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 、 E_{ib} 的方法]

[0259] 接下来,将在上述公式(13)中描述用于获得系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 的方法。

[0260] 应用基于学习结果来确定系数的方法,其使用具有预定宽带的指示信号(在下文中,称为宽带指示信号)进行学习,以使得作为用于获得系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 的方法,系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 变为关于估计频率扩展带的子带功率时的各种输入信号的适合的值。

[0261] 当进行系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 的学习时,将包括具有与参照图 5 描述的带通滤波器 13-1 至 13-4 相同的通带宽度的带通滤波器的系数学习装置应用于比扩展起始带更高的高带。该系数学习装置在输入宽带指示时进行学习。

[0262] [系数学习装置的功能配置示例]

[0263] 图 9 示出了执行系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 的学习的系数学习装置的功能配置示例。

[0264] 输入到图 9 中的系数学习装置 20 的宽带指示信号的比扩展起始带更低的低带的信号分量是这样的信号:该信号是按照与当对输入到图 3 中的频带扩展装置 10 的具有有限带的输入信号进行编码时执行的编码方法相同的方式而编码的。

[0265] 系数学习装置 20 包括带通滤波器 21、高带子带功率计算电路 22、特征量计算电路 23 和系数估计电路 24。

[0266] 带通滤波器 21 包括具有彼此不同的通带的带通滤波器 21-1 至 21-($K+N$)。带通滤波器 21- i ($1 \leq i \leq K+N$)使输入信号的预定通带的信号通过,并且将通过的信号提供给高带子带功率计算电路 22 或特征量计算电路 23,以作为多个子带信号中的一个。此外,带

通滤波器 21-1 至 21- (K+N) 中的带通滤波器 21-1 至 21-K 使比扩展起始带更高的高带的信号通过。

[0267] 高带子带功率计算电路 22 关于来自带通滤波器 21 的高带的多个子带信号来计算针对每个恒定时间帧的每个子带的高带子带功率,并且将所计算的高带子带功率提供给系数估计电路 24。

[0268] 特征量计算电路 23 针对与高带子带功率由高带子带功率计算电路 22 计算的恒定时间帧相同的各个时间帧,来计算与由图 3 中的频带扩展装置 10 的特征量计算电路 14 计算的特征量相同的特征量。即,特征量计算电路 23 使用宽带指示信号和来自带通滤波器 21 的多个子带信号中的至少一个来计算一个或更多个特征量,并且将所计算的特征量提供给系数估计电路 24。

[0269] 系数估计电路 24 针对每个恒定时间帧,基于来自高带子带功率计算电路 22 的高带子带功率和来自特征量计算电路 23 的特征量,来估计在图 3 中的频带扩展装置 10 的高带子带功率估计电路 15 处使用的系数(系数数据)。

[0270] [系数学习装置的系数学习处理]

[0271] 接下来,参照图 10 中的流程图,将描述由图 9 中的系数学习装置进行的系数学习处理。

[0272] 在步骤 S11 中,带通滤波器 21 将输入信号(扩展带指示信号)分成(K+N)个子带信号。带通滤波器 21-1 至 21-K 将比扩展起始带更高的高带的多个子带信号提供给高带子带功率计算电路 22。此外,带通滤波器 21-(K+1) 至 21-(K+N) 将比扩展起始带更低的低带的多个子带信号提供给特征量计算电路 23。

[0273] 在步骤 S12 中,高带子带功率计算电路 22 关于来自带通滤波器 21 (带通滤波器 21-1 至 21-K) 的高带的多个子带信号来计算针对每个恒定时间帧的每个子带的高带子带功率 $power(ib, J)$ 。高带子带功率 $power(ib, J)$ 是通过上述公式(1)来获得的。高带子带功率计算电路 22 将所计算的高带子带功率提供给系数估计电路 24。

[0274] 在步骤 S13 中,特征量计算电路 23 针对与高带子带功率由高带子带功率计算电路 22 来计算的恒定时间帧相同的每个时间帧,计算特征量。

[0275] 此外,如下所述,在图 3 中的频带扩展装置 10 的特征量计算电路 14 中,假定计算低带的 4 个子带功率和凹谷作为特征量,并且将描述:在系数学习装置 20 的特征量计算电路 23 中类似地计算低带的凹谷和 4 个子带功率。

[0276] 即,特征量计算电路 23 使用来自带通滤波器 21 (带通滤波器 21- (K+1) 至 21- (K+4)) 的、输入到频带扩展装置 10 的特征量计算电路 14 的同样的相应的 4 个子带信号的 4 个子带信号,来计算 4 个低带子带功率。此外,特征量计算电路 23 从扩展带指示信号计算凹谷并且基于上述公式(12)来计算凹谷 $dip_s(J)$ 。此外,特征量计算电路 23 将 4 个低带子带功率和凹谷 $dip_s(J)$ 作为特征量提供给系数估计电路 24。

[0277] 在步骤 S14 中,系数估计电路 24 基于对于相同时间帧的从高带子带功率计算电路 22 提供的 $(eb-sb)$ 个高带子带功率和从特征量计算电路 23 提供的特征量(4 个低带子带功率和凹谷 $dip_s(J)$) 的多个组合,来进行系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 的估计。例如,系数估计电路 24 通过以下方式确定公式(13)中的系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} :使 5 个特征量(4 个低带子带功率和凹谷 $dip_s(J)$) 作为关于高带的子带中的一个的解释变量,使高带子带功率

power(ib, J) 作为被解释变量以及使用最小二乘法来进行回归分析。

[0278] 此外,系数 $C_{ib}(kb)$ 、 D_{ib} 和 E_{ib} 的估计方法自然不限于上述方法并且可以应用各种常见参数识别方法。

[0279] 根据上述处理,因为用于估计高带子带功率的系数的学习被设置为通过使用预定的扩展带指示信号来进行,所以存在获得关于输入到频带扩展装置 10 的各种输入信号的优选输出结果的可能性,从而可以再现具有较好质量的音乐信号。

[0280] 此外,可以通过系数学习方法来计算上述公式(2)中的系数 $A_{ib}(kb)$ 和 B_{ib} 。

[0281] 如上所述,在通过诸如 4 个低带子带功率和凹谷的线性组合在频带扩展装置 10 的高带子带功率估计电路 15 中计算高带子带功率的每个估计值的前提下,描述了系数学习处理。

[0282] 然而,用于在高带子带功率估计电路 15 中估计高带子带功率的方法不限于上述示例。例如,因为特征量计算电路 14 计算除了凹谷以外的一个或更多个特征量(低带子带功率的时间变化、斜率、斜率的时间变化和凹谷的时间变化),所以可以计算高带子带功率,可以使用时间帧 J 之前和之后的多个帧的多个特征量的线性组合,或可以使用非线性函数。即,在系数学习处理中,系数估计电路 24 可以在与关于由频带扩展装置 10 的高带子带功率估计电路 15 计算高带子带功率时所使用的特征量、时间帧和函数相同的条件下计算(学习)系数。

[0283] <2. 第二实施例>

[0284] 在第二实施例中,执行了由编码器和解码器在高带特征编码方法中进行的编码处理和解码处理。

[0285] [编码器的功能配置示例]

[0286] 图 11 示出了应用本发明的编码器的功能配置示例。

[0287] 编码器 30 包括低通滤波器 31、低带编码电路 32、子带分割电路 33、特征量计算电路 34、伪高带子带功率计算电路 35、伪高带子带功率差计算电路 36、高带编码电路 37、复用电路 38 和低带解码电路 39。

[0288] 低通滤波器 31 使用预定截止频率来对输入信号进行滤波,并且将低于截止频率的低带的信号(下文中,被称作低带信号)作为滤波后的信号提供给低带编码电路 32、子带分割电路 33 和特征量计算电路 34。

[0289] 低带编码电路 32 对来自低通滤波器 31 的低带信号进行编码,并且将从结果获得的低带编码数据提供给复用电路 38 和低带解码电路 39。

[0290] 子带分割电路 33 将输入信号和来自低通滤波器 31 的低带信号均等地分为具有预定带宽的多个子带信号,并且将分割的信号提供给特征量计算电路 34 或伪高带子带功率差计算电路 36。具体地,子带分割电路 33 将通过输入低带信号获得的多个子带信号(在下文中,称为低带子带信号)提供给特征量计算电路 34。此外,子带分割电路 33 将通过输入输入信号获得的多个子带信号之中的、高于低通滤波器 31 设置的截止频率的高带的子带信号(在下文中,称为高带子带信号)提供给伪高带子带功率差计算电路 36。

[0291] 特征量计算电路 34 使用来自低通滤波器 31 的低带信号和来自子带分割电路 33 的低带子带信号的多个子带信号中的任意一个,来计算一个或更多个特征量,并且将所计算的特征量提供给伪高带子带功率计算电路 35。

[0292] 伪高带子带功率计算电路 35 基于来自特征量计算电路 34 的一个或更多个特征量来产生伪高带子带功率,并且将产生的伪高带子带功率提供给伪高带子带功率差计算电路 36。

[0293] 伪高带子带功率差计算电路 36 基于来自子带分割电路 33 的高带子带信号和来自伪高带子带功率计算电路 35 的伪高带子带功率来计算下述伪高带子带功率差,并且将所计算的伪高带子带功率差提供给高带编码电路 37。

[0294] 高带编码电路 37 对来自伪高带子带功率差计算电路 36 的伪高带子带功率差进行编码,并且将从结果中获得的高带编码数据提供给复用电路 38。

[0295] 复用电路 38 对来自低带编码电路 32 的低带编码数据和来自高带编码电路 37 的高带编码数据进行复用,并且作为输出代码串而输出。

[0296] 低带解码电路 39 恰当地对来自低带编码电路 32 的低带编码数据进行解码,并且将从结果获得的解码数据提供给子带分割电路 33 和特征量计算电路 34。

[0297] [编码器的编码处理]

[0298] 接下来,参照图 12 中的流程图,将描述由图 11 中的编码器 30 进行的编码处理。

[0299] 在步骤 S111,低通滤波器 31 使用预定截止频率来对输入信号进行滤波,并且将低带信号作为滤波后的信号提供给低带编码电路 32、子带分割电路 33 和特征量计算电路 34。

[0300] 在步骤 S112,低带编码电路 32 对来自低通滤波器 31 的低带信号进行编码,并且将从结果获得的低带编码数据提供给复用电路 38。

[0301] 此外,对于步骤 S112 中的低带信号的编码,应根据编码效率和所获得的电路尺寸来选择合适的编码方法,并且本发明不取决于这些编码方法。

[0302] 在步骤 S113 中,子带分割电路 33 将输入信号和低带信号均等地分为具有预定带宽的多个子带信号。子带分割电路 33 将通过输入低带信号获得的低带子带信号提供给特征量计算电路 34。此外,子带分割电路 33 将通过输入输入信号获得的多个子带信号中的、比由低通滤波器 31 设置的带限制的频率更高的带的高带子带信号提供给伪高带子带功率差计算电路 36。

[0303] 在步骤 S114 中,特征量计算电路 34 使用来自低通滤波器 31 的低带信号和来自子带分割电路 33 的低带子带信号的多个子带信号中的至少任意一个,来计算一个或更多个特征量,并且将所计算的特征量提供给伪高带子带功率计算电路 35。此外,图 11 中的特征量计算电路 34 具有与图 3 中的特征量计算电路 14 基本上相同的配置和功能。因为步骤 S114 中的处理基本上与图 4 中的流程图的步骤 S4 的处理相同,所以省略其描述。

[0304] 在步骤 S115 中,伪高带子带功率计算电路 35 基于来自特征量计算电路 34 的一个或更多个特征量来产生伪高带子带功率,并且将所产生的伪高带子带功率提供给伪高带子带功率差计算电路 36。此外,图 11 中的伪高带子带功率计算电路 35 具有与图 3 中的高带子带功率估计电路 15 基本上相同的配置和功能。因此,因为步骤 S115 中的处理基本上与图 4 中的流程图的步骤 S5 相同,所以省略其描述。

[0305] 在步骤 S116 中,伪高带子带功率差计算电路 36 基于来自子带分割电路 33 的高带子带信号和来自伪高带子带功率计算电路 35 的伪高带子带功率来计算伪高带子带功率差,并且将所计算的伪高带子带功率差提供给高带编码电路 37。

[0306] 具体地,伪高带子带功率差计算电路 36 关于来自子带分割电路 33 的高带子带信

号来计算恒定时间帧 J 中的(高带)子带功率 $\text{power}(\text{ib}, \text{J})$ 。此外,在本发明的实施例中,使用索引 ib 来区分所有的低带子带信号的子带和高带子带信号的子带。子带功率的计算方法能够应用于与第一实施例的方法(即,由第一实施例的公式(1)使用的方法)相同的方法。

[0307] 接下来,伪高带子带功率差计算电路 36 计算时间帧 J 中的高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, \text{J})$ 与来自伪高带子带功率计算电路 35 的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{lh}}(\text{ib}, \text{J})$ 之间的差值(伪高带子带功率差) $\text{power}_{\text{diff}}(\text{ib}, \text{J})$ 。伪高带子带功率差 $\text{power}_{\text{diff}}(\text{ib}, \text{J})$ 是通过以下公式(14)来获得的。

[0308] [公式 14]

$$\text{power}_{\text{diff}}(\text{ib}, \text{J}) = \text{power}(\text{ib}, \text{J}) - \text{power}_{\text{lh}}(\text{ib}, \text{J})$$

[0309] $(\text{J} * \text{FSIZE} \leq n \leq (\text{J} + 1) * \text{FSIZE} - 1, \text{sb} + 1 \leq \text{ib} \leq \text{eb})$

... (14)

[0310] 在公式(14)中,索引 $\text{sb} + 1$ 表示高带子带信号中的最低带的子带的索引。此外,索引 eb 表示被编码在高带子带信号中的最高带的子带的索引。

[0311] 如上所述,将由伪高带子带功率差计算电路 36 计算的伪高带子带功率差提供给高带编码电路 37。

[0312] 在步骤 S117 中,高带编码电路 37 对来自伪高带子带功率差计算电路 36 的伪高带子带功率差进行编码,并且将从结果获得的高带编码数据提供给复用电路 38。

[0313] 具体地,高带编码电路 37 通过以下处理来编码:确定对来自伪高带子带功率差计算电路 36 的伪高带子带功率差进行矢量化所得到的矢量(在下文中称为伪高带子带功率差矢量)属于预定的伪高带子带功率差的特征空间中的多个聚类之中的哪个聚类。本文中,时间帧 J 中的伪高带子带功率差矢量具有作为矢量元素的每个索引 ib 的伪高带子带功率差 $\text{power}_{\text{diff}}(\text{ib}, \text{J})$ 的值,并且显示了 $(\text{eb} - \text{sb})$ 维度的矢量。此外,伪高带子带功率差的特征空间以相同的方式被设置为 $(\text{eb} - \text{sb})$ 维度的空间。

[0314] 因此,高带编码电路 37 在伪高带子带功率差的特征空间中测量多个预定的聚类的多个各代表矢量与伪高带子带功率差矢量之间的距离,获得具有最短距离的聚类的索引(在下文中,称为伪高带子带功率差 ID),并且将所获得的索引作为高带编码数据提供给复用电路 38。

[0315] 在步骤 S118 中,复用电路 38 对从低带编码电路 32 输出的低带编码数据和从高带编码电路 37 输出的高带编码数据进行复用,并且输出输出代码串。

[0316] 因此,作为高带特征编码方法中的编码器,日本专利申请公开第 2007-17908 号公开了这样的技术:其从低带子带信号产生伪高带子带信号,针对每个子带将伪高带子带信号的功率与高带子带信号的功率相互比较,计算针对每个子带的功率增益以将伪高带子带信号的功率与高带子带信号的功率匹配,并且使所计算的增益作为高带特征的信息包括在代码串中。

[0317] 根据上述处理,仅伪高带子带功率差 ID 可以包括在输出代码串中,作为用于在解码时估计高带子带功率的信息。即,例如,如果预定的聚类的数量是 64,作为用于在解码器中恢复高带信号的信息,可以将 6 比特信息添加到每时间帧的代码串,并且能够减小包括在代码串中的信息量以相比在日本专利申请公开第 2007-17908 号中公开的方法提高解码

效率,并且可以再现具有较好音质的音乐信号。

[0318] 此外,在上述处理中,如果存在计算量的余量,则低带解码电路 39 可以将通过对来自低带编码电路 32 的低带编码数据进行解码而获得的低带信号输入到子带分割电路 33 和特征量计算电路 34。在由解码器进行的解码处理中,特征量是根据对低带编码数据进行解码的低带信号而计算的,并且高带子带的功率是基于特征量来估计的。因此,甚至在编码处理中,在代码串中包括伪高带子带功率差 ID (其是基于根据已解码低带信号计算的特征量而计算的),则在由解码器进行的解码处理中,能够估计出具有更好的精确度的高带子带功率。因此,可以再现具有较好音质的音乐信号。

[0319] [解码器的功能配置示例]

[0320] 接着,参照图 13,将描述与图 11 中的编码器 30 对应的解码器的功能配置示例。

[0321] 解码器 40 包括解复用电路 41、低带解码电路 42、子带分割电路 43、特征量计算电路 44、高带解码电路 45、已解码高带子带功率计算电路 46、已解码高带信号产生电路 47 和合成电路 48。

[0322] 解复用电路 41 将输入代码串解复用为高带编码数据和低带编码数据,并且将低带编码数据提供给低带解码电路 42 以及将高带编码数据提供给高带解码电路 45。

[0323] 低带解码电路 42 对来自解复用电路 41 的低带编码数据进行解码。低带解码电路 42 将从解码结果获得的低带的信号(在下文中,称为已解码低带信号)提供给子带分割电路 43、特征量计算电路 44 和合成电路 48。

[0324] 子带分割电路 43 将来自低带解码电路 42 的已解码低带信号均等地分为具有预定带宽的多个子带信号,并且将子带信号(已解码低带子带信号)提供给特征量计算电路 44 和已解码高带信号产生电路 47。

[0325] 特征量计算电路 44 使用来自低带解码电路 42 的已解码低带信号和来自子带分割电路 43 的已解码低带子带信号的多个子带信号中的任意一个来计算一个或更多个特征量,并且将所计算的特征量提供给已解码高带子带功率计算电路 46。

[0326] 高带解码电路 45 对来自解复用电路 41 的高带编码数据进行解码,并且使用从结果获得的伪高带子带功率差 ID 的为每个预定的 ID (索引)准备的用于估计高带子带功率的系数(在下文中,称为已解码高带子带功率估计系数)提供给已解码高带子带功率计算电路 46。

[0327] 已解码高带子带功率计算电路 46 基于来自特征量计算电路 44 的一个或更多个特征量和来自高带解码电路 45 的已解码高带子带功率估计系数来计算已解码高带子带功率,并且将所计算的已解码高带子带功率提供给已解码高带信号产生电路 47。

[0328] 已解码高带信号产生电路 47 基于来自子带分割电路 43 的已解码低带子带信号和来自已解码高带子带功率计算电路 46 的已解码高带子带功率来产生已解码高带信号,并且将产生的信号和功率提供给合成电路 48。

[0329] 合成电路 48 对来自低带解码电路 42 的已解码低带信号和来自已解码高带信号产生电路 47 的已解码高带信号进行合成,并且将合成的信号作为输出信号输出。

[0330] [解码器的解码处理]

[0331] 接下来,将参照图 14 中的流程图来描述使用图 13 中的解码器的解码处理。

[0332] 在步骤 S131 中,解复用电路 41 将输入代码串解复用为高带编码数据和低带编码

数据,将低带编码数据提供给低带解码电路 42,以及将高带编码数据提供给高带解码电路 45。

[0333] 在步骤 S132 中,低带解码电路 42 对来自解复用电路 41 的低带编码数据进行解码,并且将从结果获得的已解码低带信号提供给子带分割电路 43、特征量计算电路 44 和合成电路 48。

[0334] 在步骤 S133 中,子带分割电路 43 将来自低带解码电路 42 的已解码低带信号均等地分成具有预定带宽的多个子带信号,并且将获得的已解码低带子带信号提供给特征量计算电路 44 和已解码高带信号产生电路 47。

[0335] 在步骤 S134 中,特征量计算电路 44 根据来自低带解码电路 42 的已解码低带信号和来自子带分割电路 43 的已解码低带子带信号的多个子带信号中的任意一个来计算一个或更多个特征量,并且将这些信号提供给已解码高带子带功率计算电路 46。此外,图 13 中的特征量计算电路 44 基本上具有与图 3 中的特征量计算电路 14 相同的配置和功能,并且步骤 134 中的处理与图 4 中的流程图中的步骤 S4 的处理相同。因此,省略其描述。

[0336] 在步骤 S135 中,高带解码电路 45 对来自解复用电路 41 的高带编码数据进行解码,并且使用从结果获取的伪高带子带功率差 ID 的为每个预定 ID (索引) 准备的已解码高带子带功率估计系数提供给已解码高带子带功率计算电路 46。

[0337] 在步骤 S136 中,已解码高带子带功率计算电路 46 基于来自特征量计算电路 44 的一个或更多个特征量和来自高带解码电路 45 的已解码高带子带功率估计系数来计算已解码高带子带功率,并且将该功率提供给已解码高带信号产生电路 47。此外,因为图 13 中的已解码高带子带功率计算电路 46 具有与图 3 中的高带子带功率估计电路 15 相同的配置和功能,并且步骤 S136 中的处理与图 4 中的流程图的步骤 S5 中的处理相同,所以省略详细描述。

[0338] 在步骤 S137 中,已解码高带信号产生电路 47 基于来自子带分割电路 43 的已解码低带子带信号和来自已解码高带子带功率计算电路 46 的已解码高带子带功率来输出已解码高带信号。此外,因为图 13 中的已解码高带信号产生电路 47 基本上具有与图 3 中的高带信号产生电路 16 相同的配置和功能以及步骤 S137 中的处理与图 4 中的流程图的步骤 S6 的处理相同,所以省略其详细描述。

[0339] 在步骤 S138 中,合成电路 48 对来自低带解码电路 42 的已解码低带信号和来自已解码高带信号产生电路 47 的已解码高带信号进行合成,并且将合成的信号作为输出信号输出。

[0340] 根据上述处理,可以提高高带子带功率的估计精确度,由此可以响应于编码时预先计算的伪高带子带功率与实际的高带子带功率之间的差特征,通过在解码时使用高带子带功率估计系数来在解码中再现具有良好质量的音乐信号。

[0341] 此外,根据该处理,因为包括在代码串中的用于产生高带信号的信息仅具有伪高带子带功率差 ID,所以可以有效地进行解码处理。

[0342] 如上所述,尽管描述了根据本发明的编码处理和解码处理,但是在下文中,将描述下述方法:计算图 11 中的编码器 30 的高带编码电路 37 中预定伪高带子带功率差的具体空间中的多个聚类的每个代表矢量、以及由图 13 中的解码器 40 的高带解码电路 45 输出的已解码高带子带功率估计系数。

[0343] [计算伪高带子带功率差的特定空间中的多个聚类中的代表矢量以及与每个聚类对应的已解码高带子带功率估计系数的计算方法]

[0344] 作为用于获取多个聚类的代表矢量和每个聚类的已解码高带子带功率估计系数的方式,需要准备该系数以响应于在编码中计算的伪高带子带功率差矢量来在解码中以高精度估计高带子带功率。因此,通过宽带指示信号预先进行学习,并且基于该学习结果来应用确定学习的方法。

[0345] [系数学习装置的功能配置示例]

[0346] 图 15 示出了进行多个聚类的代表矢量和每个聚类的已解码高带子带功率估计系数的学习的系数学习装置的功能配置示例。

[0347] 优选地,输入到图 15 中的系数学习装置 50 的宽带指示信号的、以及具有由编码器 30 的低通滤波器 31 设置的截止频率或更小频率的信号分量是下述已解码低带信号:其中,到编码器 30 的输入信号通过低通滤波器 31,该输入信号由低带编码电路 32 编码并且由解码器 40 的低带解码电路 42 来解码。

[0348] 系数学习装置 50 包括低通滤波器 51、子带分割电路 52、特征量计算电路 53、伪高带子带功率计算电路 54、伪高带子带功率差计算电路 55、伪高带子带功率差聚类电路 56 和系数估计电路 57。

[0349] 此外,因为图 15 中的系数学习装置 50 中的低通滤波器 51、子带分割电路 52、特征量计算电路 53 和伪高带子带功率计算电路 54 中的每一个基本上具有与图 11 中的编码器 30 中的低通滤波器 31、子带分割电路 33、特征量计算电路 34 和伪高带子带功率计算电路 35 中的每一个的配置和功能相同的配置和功能,所以适当地省略其描述。

[0350] 换言之,尽管伪高带子带功率差计算电路 55 提供了与图 11 中的伪高带子带功率差计算电路 36 相同的功能和配置,但是计算的伪高带子带功率差被提供给伪高带子带功率差聚类电路 56,并且当计算伪高带子带功率差时计算的高带子带功率被提供给系数估计电路 57。

[0351] 伪高带子带功率差聚类电路 56 对从来自伪高带子带功率差计算电路 55 的伪高带子带功率差获得的伪高带子带功率差矢量进行聚类,并且计算每个聚类处的代表矢量。

[0352] 系数估计电路 57 基于来自伪高带子带功率差计算电路 55 的高带子带功率和来自特征量计算电路 53 的一个或更多个特征量,针对由伪高带子带功率差聚类电路 56 聚类的每个聚类,计算高带子带功率估计系数。

[0353] [系数学习装置的系数学习处理]

[0354] 接下来,将参照图 16 中的流程图来描述图 15 中的系数学习装置 50 进行的系数学习处理。

[0355] 此外,除了输入到系数学习装置 50 的信号是宽带指示信号外,图 16 中的流程图的步骤 S151 至 S155 的处理与图 12 中的流程图的步骤 S111、S113 至 S116 的处理相同,因此,省略其描述。

[0356] 即,在步骤 S156 中,伪高带子带功率差聚类电路 56 对从来自伪高带子带功率差计算电路 55 至 64 的伪高带子带功率差获得的多个伪高带子带功率差矢量(大量时间帧)进行聚类,并且计算每个聚类的代表矢量。作为聚类方法的示例,例如,能够应用使用 k-means (k 均值) 方法的聚类。伪高带子带功率差聚类电路 56 将从通过 k-means 方法进行聚类的

结果获得的每个聚类的中心矢量设置为每个聚类的代表矢量。此外,聚类的方法或聚类的数量不限于此,还可以应用其它方法。

[0357] 此外,伪高带子带功率差聚类电路 56 测量时间帧 J 中的 64 个代表矢量与从来自伪高带子带功率差计算电路 55 的伪高带子带功率差获得的伪高带子带功率差矢量之间的距离,并且确定具有最短距离的代表矢量中包括的聚类的索引 CID(J)。此外,索引 CID(J) 取 1 到聚类的数量(例如,64)的整数值。因此,伪高带子带功率差聚类电路 56 输出代表矢量并且将索引 CID(J) 提供给系数估计电路 57。

[0358] 在步骤 S157 中,系数估计电路 57 计算每个聚类处的已解码高带子带功率估计系数,每组聚类在从伪高带子带功率差计算电路 55 和特征量计算电路 53 提供的针对相同时间帧的数目为(eb-sb)的高带子带功率和特征量的多个组合中具有相同的索引 CID(J) (包括在同一聚类中)。用于通过系数估计电路 57 计算系数的方法与由图 9 中的系数学习装置 20 的系数估计电路 24 进行的方法相同。然而,可以使用其它方法。

[0359] 根据通过使用预定的宽带指示信号的上述处理,因为进行了针对图 11 中的编码器 30 的高带编码电路 37 中预定的伪高带子带功率差的特定空间中的多个聚类的每个代表矢量的学习,并且进行了针对由图 13 中的解码器 40 的高带解码电路 45 输出的已解码高带子带功率估计系数的学习,所以可以关于输入到编码器 30 的各个输入信号和输入到解码器 40 的各个输入代码串来获得期望的输出结果,并且可以再现具有高质量的音乐信号。

[0360] 此外,关于信号的编码和解码,用于在编码器 30 的伪高带子带功率计算电路 35 和解码器 40 的已解码高带子带功率计算电路 46 中计算高带子带功率的系数数据可以如下处理。即,可以通过基于输入信号的类型使用不同的系数数据来将该系数记录在代码串的前面的位置中。

[0361] 例如,可以通过用信号(如语音和爵士乐)改变系数数据来实现编码效率的改进。

[0362] 图 17 示出了根据上述方法获得的代码串。

[0363] 图 17 中的代码串 A 对语音进行编码,并且在报头中记录讲话中的最优系数数据 α 。

[0364] 与此相反,因为图 17 中的代码串 B 对爵士乐进行编码,所以爵士乐中的最优系数数据 β 被记录在报头中。

[0365] 能够预先通过相同类型的音乐信号来容易地学习上述多个系数数据,并且编码器 30 可以根据记录在输入信号的报头中的种类信息来选择系数数据。此外,可以通过进行信号的波形分析来确定种类并且可以选择系数数据。即,信号的种类分析方法不受具体限制。

[0366] 当计算时间允许时,编码器 30 配备有上述学习装置,因此,通过使用该信号专用的系数来进行处理,如在图 17 中的代码串 C 中示出的,最终,也可以将系数记录在报头中。

[0367] 如下将描述使用该方法的优点。

[0368] 高带子带功率的形状包括一个输入信号中的多个类似位置。通过使用多个输入信号的特征以及通过单独地进行对用于每个输入信号的高带子带功率的估计的系数的学习,减小了由于高带子带功率的相似位置中产生的冗余,从而提高了编码效率。此外,相比统计地使用多个信号对用于估计高带子带功率的系数进行学习,可以以更高的精确度来进行高带子带功率的估计。

[0369] 此外,如上所述,在解码中从输入信号学习的系数数据可以采取一次插入每若干

帧中的形式。

[0370] <3. 第三实施例>

[0371] [编码器的功能配置示例]

[0372] 此外,尽管描述了将伪高带子带功率差 ID 从编码器 30 作为高带编码数据输出到解码器 40,用于获取已解码高带子带功率估计系数的系数索引可以设置为高带编码数据。

[0373] 在该情况下,例如,如图 18 所示那样配置编码器 30。此外,在图 18 中,与图 11 中的部件对应的部件具有相同的附图标记,并且适当地省略其描述。

[0374] 图 18 中的编码器 30 与图 11 中的编码器 30 相同,除了没有设置低带解码电路 39 以外,剩下的部分是相同的。

[0375] 在图 18 中的编码器 30 中,特征量计算电路 34 通过使用从子带分割电路 33 提供的低带子带信号来计算低带子带功率作为特征量,并且将低带子带功率提供给伪高带子带功率计算电路 35。

[0376] 此外,在伪高带子带功率计算电路 35 中,通过预定的回归分析获得的多个已解码高带子带功率估计系数对应于指定待记录的已解码高带子带功率估计系数的系数索引。

[0377] 具体地,预先准备在上述公式(2)的运算中使用的针对每个子带的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 的集合,作为已解码高带子带功率估计系数。例如,系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 是通过预先将低带子带功率设置为解释变量以及将高带子带功率设置为被解释变量,借助使用最小二乘法的回归分析来计算的。在回归分析中,包括低带子带信号和高带子带信号的输入信号被用作宽带指示信号。

[0378] 伪高带子带功率计算电路 35 通过使用已解码高带子带功率估计系数和来自特征量计算电路 34 的特征量,针对记录的已解码高带子带功率估计系数中的每个来计算高带侧的每个子带的伪高带子带功率,并且将子带功率提供给伪高带子带功率差计算电路 36。

[0379] 伪高带子带功率差计算电路 36 将根据从子带分割电路 33 提供的高带子带信号获得的高低子带功率与来自伪高带子带功率计算电路 35 的伪高带子带功率进行比较。

[0380] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 将已解码高带子带功率估计系数的系数索引提供给高带编码电路 37,其中,与最高的伪高带子带功率接近的伪高带子带功率是从比较的结果和多个已解码高带子带功率估计系数中获得的。即,选择可获得要在解码时再现的输入信号的高带信号(即,最接近真实值的已解码高带信号)的已解码高带子带功率估计系数的系数索引。

[0381] [编码器的编码处理]

[0382] 接下来,参照图 19 中的流程图,将描述图 18 中的编码器 30 进行的编码处理。此外,步骤 S181 至步骤 S183 的处理与图 12 中的步骤 S111 至步骤 S113 的处理是相同的。因此,省略其描述。

[0383] 在步骤 S184 中,特征量计算电路 34 通过使用来自子带分割电路 33 的低带子带信号来计算特征量,并且将特征量提供给伪高带子带功率计算电路 35。

[0384] 具体地,特征量计算电路 34 通过进行上述公式(1)的运算,计算关于低带侧中的每个子带 ib (其中, $sb-3 \leq ib \leq sb$) 的帧 J (其中, $0 \leq J$) 的低带子带功率 $power(ib, J)$, 作为特征量。即,低带子带功率 $power(ib, J)$ 是通过对构成帧 J 的低带子带信号的每个样本的样本值的均方值进行数字化而计算的。

[0385] 在步骤 S185 中,伪高带子带功率计算电路 35 基于从特征量计算电路 34 提供的特征量来计算伪高带子带功率,并且将伪高带子带功率提供给伪高带子带功率差计算电路 36。

[0386] 例如,伪高带子带功率计算电路 35 计算通过使用预先记录为已解码高带子带功率系数的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 来执行上述公式(2)的运算的伪高带子带功率 $power_{est}(ib, J)$ 、以及通过使用低带子带功率 $power(kb, J)$ (其中, $sb-3 \leq kb \leq sb$) 来执行上述公式(2)的运算的伪高带子带功率 $power_{est}(ib, J)$ 。

[0387] 即,每个子带的系数 $A_{ib}(kb)$ 乘以作为特征量提供的低带侧的每个子带的低带子带功率 $power(kb, J)$, 并且将系数 B_{ib} 与低带子带功率乘以系数的和相加, 然后变为伪高带子带功率 $power_{est}(ib, J)$ 。该伪高带子带功率是针对索引为 $sb+1$ 至 eb 的高带侧的每个子带来计算的。

[0388] 此外,伪高带子带功率计算电路 35 计算预先记录的每个已解码高带子带功率估计系数的伪高带子带功率。例如,假定系数索引允许 1 到 K (其中, $2 \leq K$) 数量的已解码高带子带估计系数被预先准备。在这种情况下,针对 K 个已解码高带子带功率估计系数来计算每个子带的伪高带子带功率。

[0389] 在步骤 S186 中,伪高带子带功率差计算电路 36 基于来自子带分割电路 33 的高带子带信号和来自伪高带子带功率计算电路 35 的伪高带子带功率,来计算伪高带子带功率差。

[0390] 具体地,伪高带子带功率差计算电路 36 不进行与上述公式(1)的运算相同的运算,并且关于来自子带分割电路 33 的高带子带信号来计算帧 J 中的高带子带功率 $power(ib, J)$ 。此外,在实施例中,低带子带信号和高带子带信号的全部子带是通过使用索引 ib 来区分的。

[0391] 接下来,伪高带子带功率差计算电路 36 进行与上述公式(14)相同的运算,并且计算帧 J 中的高带子带功率 $power(ib, J)$ 与伪高带子带功率 $power_{est}(ib, J)$ 之间的差。在该情况下,伪高带子带功率差 $power_{diff}(ib, J)$ 是针对关于索引为 $sb+1$ 至 eb 的高带侧的每个子带的每个已解码高带子带功率估计系数来获得的。

[0392] 在步骤 S187 中,伪高带子带功率差计算电路 36 针对每个已解码高带子带功率估计系数来计算以下公式(15),并且计算伪高带子带功率差的平方和。

[0393] [公式 15]

[0394]

$$E(J, id) = \sum_{ib=sb+1}^{eb} \{power_{diff}(ib, J, id)\}^2 \quad \dots (15)$$

[0395] 此外,在公式(15)中,对于差 $E(J, id)$ 的平方和是关于系数索引为 id 的已解码高带子带功率估计系数和帧 J 来获得的。此外,在公式(15)中, $power_{diff}(id, J, id)$ 是关于系数索引为 id 的已解码高带子带功率估计系数来获得的,并且表示索引为 ib 的子带的帧 J 的伪高带子带功率差 $power_{diff}(ib, J)$ 。差 $E(J, id)$ 的平方和是关于每个已解码高带子带功率估计系数的数量 K 来计算的。

[0396] 以上获得的针对差 $E(J, id)$ 的平方和表示根据实际高带信号计算的高带子带功

率与使用系数索引为 id 的已解码高带子带功率估计系数计算的伪高带子带功率之间的相似度。

[0397] 即,估计值的误差是关于高带子带功率的真实值来表示的。因此,针对差 $E(J, id)$ 的平方和越小,则使用已解码高带子带功率估计系数通过运算获得的已解码高带信号越接近实际高带信号。即,对于差 $E(J, id)$ 的平方和最小的已解码高带子带功率估计系数是最适合于在对输出代码串进行解码时进行的频带扩展处理的估计系数。

[0398] 伪高带子带功率差计算电路 36 从针对差 $E(J, id)$ 的 K 个平方和之中选择具有最小值的差的平方和,并且将表示与针对差的平方和对应的已解码高带子带功率估计系数的系数索引提供给高带编码电路 37。

[0399] 在步骤 S188 中,高带编码电路 37 对从伪高带子带功率差计算电路 36 提供的系数索引进行编码,并且将获得的高带编码数据提供给复用电路 38。

[0400] 例如,步骤 S188 中,关于系数索引进行加密编码等。因此,可以压缩输出到解码器 40 的高带编码数据的信息量。此外,如果高带编码数据是获得了最优的已解码高带子带功率估计系数的信息,则任何信息都是优选的;例如,索引可以是如原样的高带编码数据。

[0401] 在步骤 S189 中,复用电路 38 对从低带编码电路 32 提供的低带编码数据与从高带编码电路 37 提供的高带编码数据进行复用,并且将输出输出代码串,从而完成编码处理。

[0402] 如上所述,能够通过输出以下数据来获得最适合处理的已解码高带子带功率估计系数:通过对系数索引进行编码作为接收输出代码串的输入的解码器 40 中的输出代码串而获得的高带编码数据、以及低带编码数据。因此,可以获得具有较高质量的信号。

[0403] [解码器的功能配置示例]

[0404] 此外,从图 18 中的编码器 30 输出的输出代码串是作为输入代码串而输入的,例如,用于解码的解码器 40 具有图 20 中所示的配置。此外,在图 20 中,对应于图 13 的情况的部件使用相同的附图标记,并且省略描述。

[0405] 图 20 中的解码器 40 与图 13 中的解码器 40 的相同之处在于配置了解复用电路 41 到合成电路 48,而与图 13 中的解码器 40 的不同之处在于:来自低带解码电路 42 的已解码低带信号被提供给特征量计算电路 44。

[0406] 在图 20 中的解码器 40 中,高带解码电路 45 记录了与预先记录图 18 中的伪高带子带功率计算电路 35 的已解码高带子带功率估计系数相同的已解码高带子带功率估计系数。即,通过回归分析得到的作为已解码高带子带功率估计系数的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 的集合被记录为与系数索引对应。

[0407] 高带解码电路 45 对从解复用电路 41 提供的高带编码数据进行解码,并且将由从结果中获得的系数索引表示的已解码高带子带功率估计系数提供给已解码高带子带功率计算电路 46。

[0408] [解码器的解码处理]

[0409] 接下来,将参照图 21 中的流程图来描述由图 20 中的解码器 40 进行的解码处理。

[0410] 如果将从编码器 30 输出的输出代码串作为输入代码串提供给解码器 40,则解码处理开始。此外,因为步骤 S211 至步骤 S213 的处理与图 14 中的步骤 S131 至步骤 S133 的处理相同,所以省略描述。

[0411] 在步骤 S214 中,特征量计算电路 44 通过使用来自子带分割电路 43 的已解码低带

子带信号来计算特征量,并且将其提供给已解码高带子带功率计算电路 46。具体地,特征量计算电路 44 关于低带侧的每个子带 ib 通过进行上述公式(1)的运算,来计算帧 J (但是, $0 \leq J$) 的低带子带功率 $power(ib, J)$ 的特征量。

[0412] 在步骤 S215 中,高带解码电路 45 对从解复用电路 41 提供的高带编码数据进行解码,并且将由从结果中获得的系数索引表示的已解码高带子带功率估计系数提供给已解码高带子带功率计算电路 46。即,输出已解码高带子带功率估计系数,其由预先记录到高带解码电路 45 中的多个已解码高带子带功率估计系数中的、通过解码获得的系数索引来表示。

[0413] 在步骤 S216 中,已解码高带子带功率计算电路 46 基于从特征量计算电路 44 提供的特征量和从高带解码电路 45 提供的已解码高带子带功率估计系数,来计算已解码高带子带功率,并且将其提供给已解码高带信号产生电路 47。

[0414] 即,已解码高带子带功率计算电路 46 使用作为已解码高带子带功率估计系数的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 、作为特征量的低带子带功率 $power(kb, J)$ (其中, $sb-3 \leq kb \leq sb$), 来进行上述公式(2)中的运算,并且计算已解码高带子带功率。因此,已解码高带子带功率是关于索引为 $sb+1$ 到 eb 的高带侧的每个子带来获得的。

[0415] 在步骤 S217 中,已解码高带信号产生电路 47 基于从子带分割电路 43 提供的已解码低带子带信号和从已解码高带子带功率计算电路 46 提供的已解码高带子带功率,来产生已解码高带信号。

[0416] 具体地,已解码高带信号产生电路 47 使用已解码低带子带信号来进行上述公式(1)的运算,并且计算关于低带侧的每个子带的低带子带功率。此外,已解码高带信号产生电路 47 使用所获得的低带子带功率和已解码高带子带功率,通过进行上述公式(3)的运算,来计算针对高带侧的每个子带的增益量 $G(ib, J)$ 。

[0417] 此外,已解码高带信号产生电路 47 关于高带侧的每个子带,使用增益量 $G(ib, J)$ 和已解码低带子带信号,通过进行上述公式(5)和公式(6)的运算,来产生高带子带信号 $x3(ib, n)$ 。

[0418] 即,已解码高带信号产生电路 47 响应于低带子带功率与已解码高带子带功率的比率来进行已解码高带子带信号 $x(ib, n)$ 的幅度调制,因此,对获得的已解码低带子带信号 $x2(ib, n)$ 进行幅度调制。因此,低带侧的子带的频率分量的信号被转换为高带侧的子带的频率分量的信号,并且获得了高带子带信号 $x3(ib, n)$ 。

[0419] 如上所述,用于获取每个子带的高带子带信号的处理是下面更详细描述的处理。

[0420] 频率区中成行的 4 个子带称为带块,并且将频带分割,以使得由在低侧存在的索引是 sb 到 $sb-3$ 的 4 个子带来配置一个带块(下文中,称为低带块)。在该情况下,例如,包括高带侧的索引包含 $sb+1$ 至 $sb+4$ 的子带的带是一个带块。此外,高带侧,即,包括索引为 $sb+1$ 或更大的子带的带块被具体称为高带块。

[0421] 此外,关注构成高带块的一个子带,并且产生该子带(下文中,称为关注子带)的高带子带信号。首先,已解码高带信号产生电路 47 指定了具有与高带块中的关注子带的位置相同的位置关系的低带块的子带。

[0422] 例如,如果关注子带的索引是 $sb+1$,则将具有与关注子带的相同位置关系的低带块的子带被设置为索引为 $sb-3$ 的子带,因为关注子带是高带块中频率最低的带。

[0423] 如上所述,如果低带块子带的子带中的与关注子带具有相同的位置关系的子带是

特定的,则使用低带子带功率和已解码低带子带信号和已解码高带子带功率,并且产生关注子带的高带子带信号。

[0424] 也就是说,将已解码高带子带功率和低带子带功率带入公式(3),使得根据其功率的比率计算增益量。此外,将算出的增益量乘以已解码低带子带信号,与增益量相乘的已解码低带子带信号被设为通过公式(6)的运算进行的频率调制,以被设为关注子带的高带子带信号。

[0425] 在处理中,获得了高带侧的每个子带的高带子带信号。此外,已解码高带信号产生电路 47 执行上述公式(7),以获得每个高带子带信号的和并且产生已解码高带信号。已解码高带信号产生电路 47 将所获得的已解码高带信号提供给合成电路 48,并且处理从步骤 S217 进行至步骤 S218,然后解码处理结束。

[0426] 在步骤 S218 中,合成电路 48 对来自低带解码电路 42 的已解码低带信号和来自已解码高带信号产生电路 47 的已解码高带信号合成,并且作为输出信号而输出。

[0427] 如上所述,由于解码器 40 根据通过输入代码串的解复用获得的高带编码数据来获取系数索引,并且根据使用系数索引表示的已解码高带子带功率估计系数来计算已解码高带子带功率,所以可以提高高带子带功率的估计精确度。因此,可以产生具有高质量的音乐信号。

[0428] <4. 第四实施例>

[0429] [编码器的编码处理]

[0430] 首先,如上所述,对高带编码数据中仅包括系数索引的情况进行描述。然而,也可以包括其它信息。

[0431] 例如,如果高带编码数据中包括系数索引,则向解码器 40 侧通知最接近实际高带信号的高带子带功率的已解码高带子带功率的已解码高带子带功率估计系数。

[0432] 因此,从解码器 40 获得的已解码高带子带功率(估计值)和实际高带子带功率(真实值)产生基本上等于根据伪高带子带功率差计算电路 36 计算的伪高带子带功率差 $\text{power}_{\text{diff}}(\text{ib}, J)$ 的差。

[0433] 本文中,如果高带编码数据中包括子带的伪高带子带功率差和系数索引,则解码器 40 侧大致获知关于实际高带子带功率的已解码高带子带功率的误差。如果是这样,则可以使用差来提高高带子带功率的估计精确度。

[0434] 将参照图 22 和 23 的流程图来描述高带编码数据中包括伪高带子带功率差的情况下的编码处理和解码处理。

[0435] 首先,将参照图 22 中的流程图对由图 18 中的编码器 30 执行的编码处理进行描述。此外,步骤 S241 至步骤 S246 的处理与图 19 中的步骤 S181 至步骤 S186 的处理相同。因此,省略其描述。

[0436] 在步骤 S247 中,伪高带子带功率差计算电路 36 执行上述公式(15)的运算,以计算每个已解码高带子带功率估计系数的差的平方和 $E(J, \text{id})$ 。

[0437] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 选择如下差的平方和:其中,该差的平方和被设置为差的平方和 $E(J, \text{id})$ 之中的差的平方和的最小值,并且伪高带子带功率差计算电路 36 将表示与该差的平方和对应的已解码高带子带功率估计系数的系数索引提供给高带编码电路 37。

[0438] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 将关于与所选择的残差的平方和对应的已解码高带子带功率估计系数获得的每个子带的伪高带子带功率差 $\text{power}_{\text{diff}}(\text{ib}, \text{J})$ 提供给高带编码电路 37。

[0439] 在步骤 S248 中,高带编码电路 37 对从伪高带子带功率差计算电路 36 提供的伪高带子带功率差和系数索引进行编码,并且将根据该结果获得的高带编码数据提供给复用电路 38。

[0440] 因此,将在索引为 sb+1 至 eb 的高带侧的每个子带功率的伪高带子带功率差(即高带子带功率的估计差)提供给解码器 40 作为高带编码数据。

[0441] 如果获得了高带编码数据,则此后执行步骤 S249 的编码处理,以结束编码处理。然而,步骤 S249 的处理与图 19 中的步骤 S189 的处理相同。因此,省略描述。

[0442] 如上所述,如果高带编码数据中包括伪高带子带功率差,则在解码器 40 中可以提高高带子带功率的估计精度,并且可以获得具有良好质量的音乐信号。

[0443] [解码器的解码处理]

[0444] 接着,将参考图 23 中的流程图对由图 20 中的解码器 40 执行的解码处理进行描述。此外,步骤 S271 至步骤 S274 的处理与图 21 中的步骤 S211 至步骤 S214 的处理相同。因此,将省略其描述。

[0445] 在步骤 S275 中,高带解码电路 45 执行对从解复用电路 41 提供的高带编码数据的解码。此外,高带解码电路 45 将由通过解码获得的系数索引表示的已解码高带子带功率估计系数和通过解码获得的每个子带的伪高带子带功率差提供给已解码高带子带功率计算电路 46。

[0446] 在步骤 S276 中,已解码高带子带功率计算电路 46 基于从特征量计算电路 44 提供的特征量和从高带解码电路 45 提供的已解码高带子带功率估计系数 216,计算已解码高带子带功率。此外,步骤 S276 与图 21 中的步骤 S216 具有相同的处理。

[0447] 在步骤 S277 中,已解码高带子带功率计算电路 46 将从高带解码电路 45 提供的伪高带子带功率差与已解码高带子带功率相加,并且将相加的结果提供给已解码高带信号产生电路 47 作为最终的已解码高带子带功率。

[0448] 也就是说,向所计算的每个子带的解码高带子带功率加上同一子带的伪高带子带功率差。

[0449] 此外,之后,执行步骤 S278 和步骤 S279 的处理,并且终止解码处理。然而,步骤 S278 和步骤 S279 的处理与图 21 中的步骤 S217 和步骤 S218 的处理相同。因此,将省略其描述。

[0450] 由此,解码器 40 根据通过对输入代码串进行解复用而获得的高带编码数据来获得系数索引和伪高带子带功率。此外,解码器 40 使用由系数索引表示的已解码高带子带功率估计系数和伪高带子带功率差来计算已解码高带子带功率。因此,可以提高高带子带功率的估计精度,并且可以再现具有高音质的音乐信号。

[0451] 此外,可以考虑编码器 30 与解码器 40 之间产生的高带子带功率的估计值的差,即伪高带子带功率与已解码高带子带功率之间的差(下文中,称为设备间估计差)。

[0452] 在这种情况下,例如,根据设备间差估计来对作为高带编码数据的伪高带子带功率差进行修正,并且,高带编码数据中包括设备间估计差,根据解码器 40 侧的设备间估计

差来对伪高带子带功率差进行修正。此外,可以事先在解码器 40 侧记录设备间估计差,并且,解码器 40 可以通过将设备间估计差与伪高带子带功率差相加来进行修正。因此,可以获得接近实际高带信号的已解码高带信号。

[0453] <5. 第五实施例>

[0454] 此外,在图 18 的编码器 30 中,描述了:伪高带子带功率差计算电路 36 使用差的平方和 $E(J, id)$ 来从多个系数索引中选择最优索引。然而,电路可以通过使用与差的平方和不同的索引来选择系数索引。

[0455] 例如,作为用于选择系数索引的索引,可以使用高带子带功率和伪高带子带功率的残差的均方值、最大值和平均值。在这种情况下,图 18 中的编码器 30 执行图 24 中的流程图所示的编码处理。

[0456] 将参考图 24 中的流程图对使用编码器 30 的编码处理进行描述。此外,步骤 S301 至步骤 S305 的处理与图 19 中的步骤 S181 至步骤 S185 的处理相同。因此,将省略其描述。如果执行步骤 S301 至步骤 S305 的处理,则对于每 K 个已解码高带子带功率估计系数,计算每个子带的伪高带子带功率。

[0457] 在步骤 S306 中,伪高带子带功率差计算电路 36 针对每 K 个已解码高带子带功率估计系数使用要处理的当前帧 J 来计算估计值 $Res(id, J)$ 。

[0458] 具体地,伪高带子带功率差计算电路 36 通过使用从子带分割电路 33 提供的每个子带的高带子带信号执行与以上描述的公式(1)相同的操作来计算帧 J 中的高带子带功率 $power(ib, J)$ 。此外,在本发明的实施例中,可以使用索引 ib 来区分高带子带信号与低带子带信号的所有子带。

[0459] 如果获得了高带子带功率 $power(ib, J)$,则伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式(16),并且计算残差均方值 $Res_{std}(id, J)$ 。

[0460] [公式 16]

[0461]

$$Res_{std}(id, J) = \sum_{ib=sb+1}^{eb} \{power(ib, J) - power_{est}(ib, id, J)\}^2 \quad \dots (16)$$

[0462] 也就是说,关于索引为 $sb+1$ 至 eb 的高带侧的每个子带获得高带子带功率 $power(ib, J)$ 与伪高带子带功率 $power_{est}(ib, id, J)$ 之间的差,并且,差的平方和成为残差均方值 $Res_{std}(id, J)$ 。此外,伪高带子带功率 $power_{est}(ib, id, J)$ 表示关于索引为 ib 的已解码高带子带功率估计系数获得的、索引为 ib 的子带的帧 J 的伪高带子带功率。

[0463] 接着,伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式(17),并且计算残差最大值 $Res_{max}(id, J)$ 。

[0464] [公式 17]

$$Res_{max}(id, J) = \max_{ib} \{|power(ib, J) - power_{est}(ib, id, J)|\}$$

[0465] $\dots (17)$

[0467] 此外,在公式(17)中, $\max_{ib} \{|power(ib, J) - power_{est}(ib, id, J)|\}$ 表示索引为 $sb+1$ 至 eb 的每个子带的高带子带功率 $power(ib, J)$ 与伪高带子带功率 $power_{est}(ib, id, J)$ 之间的差的绝对值中的最大值。因此,将帧 J 中的高带子带功率 $power(ib, J)$ 与伪高带子带功

率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, \text{J})$ 之间的差的绝对值中的最大值设置为残差最大值 $\text{Res}_{\text{max}}(\text{id}, \text{J})$ 。

[0468] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式(18),并且计算残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}}(\text{id}, \text{J})$ 。

[0469] [公式 18]

$$\text{Res}_{\text{ave}}(\text{id}, \text{J}) = \left| \left(\sum_{\text{ib}=\text{sb}+1}^{\text{eb}} \{ \text{power}(\text{ib}, \text{J}) - \text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, \text{J}) \} \right) / (\text{eb} - \text{sb}) \right| \quad \dots (18)$$

[0471] 也就是说,对于索引为 $\text{sb}+1$ 至 eb 的高带侧的每个子带,获得了帧 J 的高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, \text{J})$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, \text{J})$ 之间的差,并且获得了差的和。此外,将通过把所获得的差的和除以高带侧的子带的数量 $(\text{eb} - \text{sb})$ 所获得的值的绝对值设置为残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}}(\text{id}, \text{J})$ 。残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}}(\text{id}, \text{J})$ 表示在考虑到符号的情况下每个子带的估计误差的平均值的大小。

[0472] 此外,如果获得了残差均方值 $\text{Res}_{\text{std}}(\text{id}, \text{J})$ 、残差最大值 $\text{Res}_{\text{max}}(\text{id}, \text{J})$ 和残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}}(\text{id}, \text{J})$,则伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式(19),并且计算最终估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$ 。

[0473] [公式 19]

$$\text{Res}(\text{id}, \text{J}) = \text{Res}_{\text{std}}(\text{id}, \text{J}) + W_{\text{max}} \times \text{Res}_{\text{max}}(\text{id}, \text{J}) + W_{\text{ave}} \times \text{Res}_{\text{ave}}(\text{id}, \text{J})$$

[0475] $\dots (19)$

[0476] 也就是说,将残差均方值 $\text{Res}_{\text{std}}(\text{id}, \text{J})$ 、残差最大值 $\text{Res}_{\text{max}}(\text{id}, \text{J})$ 和残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}}(\text{id}, \text{J})$ 加权相加,并且设置为最终估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$ 。此外,在公式(19)中, W_{max} 和 W_{ave} 是预定权值,例如, $W_{\text{max}}=0.5$, $W_{\text{ave}}=0.5$ 。

[0477] 伪高带子带功率差计算电路 36 执行以上处理,并且针对 K 个已解码高带子带功率估计系数即 K 个系数索引 id 中的每个,计算估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$ 。

[0478] 在步骤 S307 中,伪高带子带功率差计算电路 36 基于所获得的系数索引 id 中的每个的估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$,选择系数索引 id 。

[0479] 通过上述处理获得的估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$ 示出了根据实际高带信号计算的高带子带功率与使用系数索引为 id 的已解码高带子带功率估计系数计算的伪高带子带功率之间的相似度。也就是说,表示高带分量的估计误差的大小。

[0480] 因而,当评价值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$ 变小时,通过使用已解码高带子带功率估计系数的操作获得了更接近实际高带信号的已解码高带信号。因此,伪高带子带功率差计算电路 36 选择被设置为 K 个估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$ 中的最小值的估计值,并且将表示与该估计值对应的已解码高带子带功率估计系数的系数索引提供给高带编码电路 37。

[0481] 如果系数索引被输出给高带编码电路 37,则之后,执行步骤 S308 和步骤 S309 的处理,终止编码处理。然而,由于这些处理与图 19 中的步骤 S188 和步骤 S189 的处理相同,因此,将省略其描述。

[0482] 如上所述,在编码器 30 中,使用通过使用残差均方值 $\text{Res}_{\text{std}}(\text{id}, \text{J})$ 、残差最大值 $\text{Res}_{\text{max}}(\text{id}, \text{J})$ 和残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}}(\text{id}, \text{J})$ 计算出的估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$,并且,选择最优已解码高带子带功率估计系数的系数索引。

[0483] 如果使用估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$, 则由于能够使用与使用差的平方和的情况相比更多的估计标准来评价高带子带功率的估计精度, 所以, 可以选择更合适的已解码高带子带功率估计系数。因此, 在使用时, 解码器 40 接收输出代码串的输入, 可以获得已解码高带子带功率估计系数, 其通常适合于频带扩展处理和具有更高音质的信号。

[0484] < 修改示例 1>

[0485] 此外, 如果针对输入信号的每个帧执行上述编码处理, 则可能存在如下情况: 在输入信号的高带侧的每个子带的高带子带功率的时间变化很小的固定区域中选择每个连续帧中的不同的系数索引。

[0486] 也就是说, 由于每个帧的高带子带功率在构成输入信号的固定区域的连续帧中几乎具有相同的值, 所以, 应当在它们的帧中持续选择相同的系数索引。然而, 连续帧的一部分中的每个帧的所选系数索引变化, 并且从而解码器 40 侧再现的语音的高带分量会不再固定。如果是这样, 则再现的声音中出现听觉不一致。

[0487] 因而, 如果在编码器 30 中选择系数索引, 则可以考虑时间上之前的帧中的高带分量的估计结果。在这种情况下, 图 18 中的编码器 30 执行图 25 中的流程图所示的编码处理。

[0488] 如下所述, 将参考图 25 中的流程图对由编码器 30 执行的编码处理进行描述。此外, 步骤 S331 至步骤 S336 的处理与图 24 中的步骤 S301 至步骤 S306 的处理相同。因此, 将省略其描述。

[0489] 在步骤 S337 中, 伪高带子带功率差计算电路 36 使用之前的帧和当前帧来计算估计值 $\text{ResP}(\text{id}, \text{J})$ 。

[0490] 具体地, 伪高带子带功率差计算电路 36 关于时间上早于要处理的帧 J 一帧的帧 J-1 记录通过最终选择的系数索引的已解码高带子带功率估计系数获得的每个子带的伪高带子带功率。本文中, 最终选择的系数索引称为通过使用高带编码电路 37 进行编码而输出给解码器 40 的系数索引。

[0491] 如下所述, 具体地, 将在帧 (J-1) 中选择的系数索引 id 设置为 $\text{id}_{\text{selected}}(\text{J}-1)$ 。此外, 将通过使用系数索引 $\text{id}_{\text{selected}}(\text{J}-1)$ 的已解码高带子带功率估计系数获得的系数为 ib (其中, $\text{sb}+1 \leq \text{ib} \leq \text{eb}$) 的子带的伪高带子带功率持续解释为 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(\text{J}-1), \text{J}-1)$ 。

[0492] 伪高带子带功率差计算电路 36 首先计算以下公式 (20), 接着计算估计残差均方值 $\text{ResP}_{\text{std}}(\text{id}, \text{J})$ 。

[0493] [公式 20]

$$\text{ResP}_{\text{std}}(\text{id}, \text{J}) = \sum_{\text{ib}=\text{sb}+1}^{\text{eb}} \{ \text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(\text{J}-1), \text{J}-1) - \text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, \text{J}) \}^2 \quad \cdot \cdot \cdot (20)$$

[0495] 也就是说, 关于索引为 $\text{sb}+1$ 至 eb 的高带侧的每个子带获得帧 J 的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, \text{J})$ 与帧 J-1 的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(\text{J}-1), \text{J}-1)$ 之间的差。此外, 将其差的平方和设置为估计误差均方值 $\text{ResP}_{\text{std}}(\text{id}, \text{J})$ 。此外, 伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, \text{J})$ 示出了关于系数索引为 id 的已解码高带子带功率估计系数获得的索引为 ib 的子带的帧 (J) 的伪高带子带功率。

[0496] 由于该估计残差均方值 $\text{ResP}_{\text{std}}(\text{id}, J)$ 是时间上连续的帧之间的伪高带子带功率的差的平方和, 估计残差均方值 $\text{ResP}_{\text{std}}(\text{id}, J)$ 越小, 高带分量的估计值的时间变化越小。

[0497] 接着, 伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式 (21), 并且计算估计残差最大值 $\text{ResP}_{\text{max}}(\text{id}, J)$ 。

[0498] [公式 21]

[0499] $\text{ResP}_{\text{max}}(\text{id}, J) = \max_{\text{ib}} \{ |\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$

[0500] $-\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J) | \} \dots (21)$

[0501] 此外, 在公式 (21) 中, $\max_{\text{ib}} \{ |\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1) - \text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J) | \}$ 表示索引为 sb+1 至 eb 的每个子带的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差的最大绝对值。因此, 将在时间上连续的帧之间的差的绝对值的最大值设置为估计残差最大值 $\text{ResP}_{\text{max}}(\text{id}, J)$ 。

[0502] 估计残差最大值 $\text{ResP}_{\text{max}}(\text{id}, J)$ 越小, 连续的帧之间的高带分量的估计结果越接近。

[0503] 如果获得了估计残差最大值 $\text{ResP}_{\text{max}}(\text{id}, J)$, 则接着, 伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式 (22), 并且计算估计残差平均值 $\text{ResP}_{\text{ave}}(\text{id}, J)$ 。

[0504] [公式 22]

$$\text{ResP}_{\text{ave}}(\text{id}, J) = \left| \left(\sum_{\text{ib}=\text{sb}+1}^{\text{eb}} \{ \text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1) - \text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J) \} \right) / (\text{eb} - \text{sb}) \right| \dots (22)$$

[0506] 也就是说, 关于索引为 sb+1 至 eb 的高带侧的每个子带, 获得了帧 (J-1) 的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$ 与帧 J 的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差。此外, 将通过用每个子带的差的和除以高带侧的子带数 (eb-sb) 获得的值的绝对值设置为估计残差平均值 $\text{ResP}_{\text{ave}}(\text{id}, J)$ 。估计残差平均值 $\text{ResP}_{\text{ave}}(\text{id}, J)$ 示出了在考虑符号的情况下帧之间的子带的估计值的差的平均值的大小。

[0507] 此外, 如果获得了估计残差均方值 $\text{ResP}_{\text{std}}(\text{id}, J)$ 、估计残差最大值 $\text{ResP}_{\text{max}}(\text{id}, J)$ 和估计残差平均值 $\text{ResP}_{\text{ave}}(\text{id}, J)$, 则伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式 (23), 并且计算平均值 $\text{ResP}(\text{id}, J)$ 。

[0508] [公式 23]

[0509] $\text{ResP}(\text{id}, J) = \text{ResP}_{\text{std}}(\text{id}, J) + W_{\text{max}} \times \text{ResP}_{\text{max}}(\text{id}, J)$

[0510] $+ W_{\text{ave}} \times \text{ResP}_{\text{ave}}(\text{id}, J) \dots (23)$

[0511] 也就是说, 将估计残差均方值 $\text{ResP}_{\text{std}}(\text{id}, J)$ 、估计残差最大值 $\text{ResP}_{\text{max}}(\text{id}, J)$ 和估计残差平均值 $\text{ResP}_{\text{ave}}(\text{id}, J)$ 加权相加, 并且设置为估计值 $\text{ResP}(\text{id}, J)$ 。此外, 在公式 (23) 中, W_{max} 和 W_{ave} 是预定权值, 例如, $W_{\text{max}}=0.5$, $W_{\text{ave}}=0.5$ 。

[0512] 因此, 如果使用之前的帧和当前帧计算了估计值 $\text{ResP}(\text{id}, J)$, 则处理从步骤 S337 继续进行至 S338。

[0513] 在步骤 S338 中, 伪高带子带功率差计算电路 36 计算公式 (24), 并且计算最终估计

值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, J)$ 。

[0514] [公式 24]

[0515] $\text{ReS}_{\text{all}}(\text{id}, J) = \text{Res}(\text{id}, J) + W_p(J) \times \text{ResP}(\text{id}, J) \quad \dots (24)$

[0516] 也就是说, 将所获得的估计值 $\text{Res}(\text{id}, J)$ 与估计值 $\text{ResP}(\text{id}, J)$ 加权相加。此外, 在公式(24)中, 例如, $W_p(J)$ 为通过以下公式(25)限定的权值。

[0517] [公式 25]

[0518]

$$W_p(J) = \begin{cases} \frac{-\text{power}_r(J)}{50} + 1 & (0 \leq \text{power}_r(J) \leq 50) \\ 0 & (\text{否则}) \end{cases} \quad \dots (25)$$

[0519] 此外, 公式(25)中的 $\text{power}_r(J)$ 是由以下公式(26)限定的值。

[0520] [公式 26]

$$\text{power}_r(J) = \sqrt{\left(\sum_{ib=sb+1}^{eb} \{\text{power}(ib, J) - \text{power}(ib, J-1)\}^2 \right) / (eb - sb)} \quad \dots (26)$$

[0522] 该 $\text{power}_r(J)$ 示出了帧(J-1)与帧(J)的高带子带功率之间的差的平均值。此外, 根据公式(25), 当 $\text{power}_r(J)$ 为 0 附近的预定范围内的值时, $\text{power}_r(J)$ 越小, $W_p(J)$ 越接近 1, 当 $\text{power}_r(J)$ 大于预定范围值时, 其被设置为 0。

[0523] 这里, 当 $\text{power}_r(J)$ 为 0 附近的预定范围内的值时, 连续的帧之间的高带子带功率的差的平均值在一定程度上变小。也就是说, 输入信号的高带分量的时间变化很小, 并且, 输入信号的当前帧变为稳定区域。

[0524] 当输入信号的高带分量稳定时, 权值 $W_p(J)$ 变为接近 1 的值, 而当高带分量不稳定时, 权值 $W_p(J)$ 变为接近 0 的值。因此, 在公式(24)所示的估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, J)$ 中, 当输入信号的高带分量的时间变化变小时, 在将高带分量的估计结果和比较结果认为是之前的帧的评价标准的情况下, 估计值 $\text{ResP}(\text{id}, J)$ 的确定的系数变大。

[0525] 因此, 在输入信号的稳定区域内, 选择在之前的帧中的高带分量的估计结果的附近获得的已解码高带子带功率估计系数, 在解码器 40 侧, 可以更自然地再现具有高质量的声音。然而, 在输入信号的非稳定区域, 估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, J)$ 中的估计值 $\text{ResP}(\text{id}, J)$ 的项被设置为 0, 并且, 获得了接近实际高带信号的已解码高带信号。

[0526] 伪高带子带功率差计算电路 36 通过执行上述处理来计算 K 个已解码高带子带功率估计系数中的每个的估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, J)$ 。

[0527] 在步骤 S339 中, 伪高带子带功率差计算电路 36 基于所获得的每个已解码高带子带功率估计系数的估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, J)$ 来选择系数索引 id。

[0528] 从上述处理获得的估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, J)$ 使用权值线性地组合估计值 $\text{Res}(\text{id}, J)$ 和估计值 $\text{ResP}(\text{id}, J)$ 。如上所述, 估计值 $\text{Res}(\text{id}, J)$ 越小, 可以获得越接近实际高带信号的已

解码高带信号。此外,估计值 $\text{ResP}(\text{id}, \text{J})$ 越小,可以获得越接近之前的帧的已解码高带信号的已解码高带信号。

[0529] 因此,估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, \text{J})$ 越小,获得更合适的已解码高带信号。因此,伪高带子带功率差计算电路 36 选择 K 个估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, \text{J})$ 中的具有最小值的估计值,并且将表示与该估计值对应的已解码高带子带功率估计系数的系数索引提供给高带编码电路 37。

[0530] 如果选择了系数索引,则之后,执行步骤 S340 和步骤 S341 的处理,以完成编码处理。然而,由于这些处理与图 24 中的步骤 S308 和步骤 S309 的处理相同,因此,将省略其描述。

[0531] 如上所述,在编码器 30 中,使用通过对估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$ 和估计值 $\text{ResP}(\text{id}, \text{J})$ 进行线性组合所获得的估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, \text{J})$,使得能够选择最优已解码高带子带功率估计系数的系数索引。

[0532] 如果使用估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, \text{J})$,则与使用估计值 $\text{Res}(\text{id}, \text{J})$ 的情况相同,可以根据更多的估计标准来选择更合适的已解码高带子带功率估计系数。然而,如果使用估计值 $\text{Res}_{\text{all}}(\text{id}, \text{J})$,则可以对要在解码器 40 中再现的信号的高带分量的稳定区域内的时间变化进行控制,并且可以获得具有高质量的信号。

[0533] < 修改示例 2 >

[0534] 以这种方式,在频带扩展处理中,如果期望获得具有高质量的声音,则低带侧的子带的能听度也很重要。也就是说,在当接近低带侧的子带的估计精度变大时的高带侧的子带中,可以再现具有高质量的声音。

[0535] 本文中,当关于每个已解码高带子带功率估计系数计算估计值时,可以对低带侧的子带设置权值。在这种情况下,图 18 中的编码器 30 执行图 26 中的流程图所示的编码处理。

[0536] 下文中,将参考图 26 的流程图来对由编码器 30 执行的编码处理进行描述。此外,步骤 S371 至步骤 S375 的处理与图 25 中的步骤 S331 至步骤 S335 的处理相同。因此,将省略其描述。

[0537] 在步骤 S376 中,伪高带子带功率差计算电路 36 使用要处理的当前帧 J 针对 K 个已解码高带子带功率估计系数的中的每个计算估计值 $\text{ResW}_{\text{band}}(\text{id}, \text{J})$ 。

[0538] 具体地,伪高带子带功率差计算电路 36 使用从子带分割电路 33 提供的每个子带的高带子带信号执行与上述公式(1)相同的操作来计算帧 J 中的高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, \text{J})$ 。

[0539] 如果获得了高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, \text{J})$,则伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式(27),并且计算残差均方值 $\text{Res}_{\text{stdW}_{\text{band}}}(\text{id}, \text{J})$ 。

[0540] [公式 27]

$$\text{Res}_{\text{stdW}_{\text{band}}}(\text{ib}, \text{J}) = \sum_{\text{ib}=\text{sb}+1}^{\text{eb}} \{ \text{W}_{\text{band}}(\text{ib}) \times \{ \text{power}(\text{ib}, \text{J}) - \text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, \text{J}) \}^2 \} \quad \dots (27)$$

[0542] 也就是说,针对索引为 sb+1 至 eb 的高带侧的每个子带,获得帧 (J) 的高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, \text{J})$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, \text{J})$ 之间的差,并且将该差乘以每

个子带的权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 。此外,将与权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 相乘的差的平方和设置为残差均方值 $\text{Res}_{\text{std}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0543] 本文中,权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ (其中, $\text{sb}+1 \leq \text{ib} \leq \text{eb}$) 由以下公式(28)来限定。例如,权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 的值变为与低带侧的子带一样大。

[0544] [公式 28]

$$[0545] \quad W_{\text{band}}(\text{ib}) = \frac{-3 \times \text{ib}}{7} + 4 \quad \cdot \cdot \cdot (28)$$

[0546] 接着,伪高带子带功率差计算电路 36 计算残差最大值 $\text{Res}_{\text{max}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。具体地,将索引为 $\text{sb}+1$ 至 eb 的每个子带的高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, J)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差乘以权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 获得的值的绝对值的最大值设置为残差最大值 $\text{Res}_{\text{max}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0547] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 计算残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0548] 具体地,在索引为 $\text{sb}+1$ 至 eb 的每个子带中,获得高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, J)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差,并且从而乘以权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$,使得获得乘以权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 的差的总和。此外,将通过将所获得的差的总和除以高带侧的子带数量 $(\text{eb}-\text{sb})$ 而获得的值的绝对值设置为残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0549] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 计算评价值 $\text{Res} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。也就是说,将残差均方值 $\text{Res}_{\text{std}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 、乘以权值 (W_{max}) 的残差最大值 $\text{Res}_{\text{max}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 、乘以权值 (W_{ave}) 的残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 之和设置为平均值 $\text{Res} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0550] 在步骤 S377 中,伪高带子带功率差计算电路 36 使用之前的帧和当前帧计算平均值 $\text{Res} P W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0551] 具体地,伪高带子带功率差计算电路 36 关于比要处理的帧 (J) 在时间上早一帧的帧 $(J-1)$ 对通过使用最终选择的系数索引的已解码高带子带功率估计系数获得的每个子带的伪高带子带功率进行记录。

[0552] 伪高带子带功率差计算电路 36 首先计算估计残差平均值 $\text{Res}_{\text{std}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。也就是说,对于索引为 $\text{sb}+1$ 至 eb 的高带侧的每个子带,将获得的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差乘以权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 。此外,将用于计算权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 的差的平方和设置为估计残差平均值 $\text{Res} P_{\text{std}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0553] 接着,伪高带子带功率差计算电路 36 计算估计残差最大值 $\text{Res}_{\text{max}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。具体地,将通过将索引为 $\text{sb}+1$ 至 eb 的每个子带的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差乘以权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 获得的绝对值的最大值设置为估计残差最大值 $\text{Res} P_{\text{max}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0554] 接着,伪高带子带功率差计算电路 36 计算估计残差平均值 $\text{Res} P_{\text{ave}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。具体地,针对索引为 $\text{sb}+1$ 至 eb 的每个子带,获取伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差,并且乘以权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 。此外,乘以权值 $W_{\text{band}}(\text{ib})$ 的差的总和为通过将其除以高带侧的子带的数量 $(\text{eb}-\text{sb})$ 获得的值的绝对值。然而,将其设置为估计残差平均值 $\text{Res} P_{\text{ave}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0555] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 获得乘以权值 W_{max} 的估计残差最大值

$\text{ResP}_{\max} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 的估计残差均方值 $\text{ResP}_{\text{std}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 与乘以权值 W_{ave} 的估计残差平均值 $\text{ResP}_{\text{ave}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 之和, 并且将该和设置为估计值 $\text{ResPW}_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0556] 在步骤 S378 中, 伪高带子带功率差计算电路 36 将评价值 $\text{Res}W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 与乘以公式 (25) 的权值 $W_p(J)$ 的估计值 $\text{ResPW}_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 相加, 以计算最终估计值 $\text{Res}_{\text{all}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。针对 K 个已解码高带子带功率估计系数中的每个, 计算该估计值 $\text{Res}_{\text{all}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 。

[0557] 此外, 之后, 执行步骤 S379 至步骤 S381 的处理, 以终止编码处理。然而, 由于它们的处理与图 25 中的步骤 S339 至步骤 S341 的处理相同, 所以, 将省略其描述。此外, 在步骤 S379 中, 将估计值 $\text{Res}_{\text{all}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 选择为 K 个系数索引中的最小值。

[0558] 如上所述, 为了对低带侧的子带进行加权, 可以通过提供每个子带的权值来在解码器 40 侧获得具有高质量的声音。

[0559] 此外, 如上所述, 已经将已解码高带子带功率估计系数的数量的选择描述为基于估计值 $\text{Res}_{\text{all}} W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 来执行。然而, 也可以基于估计值 $\text{Res}W_{\text{band}}(\text{id}, J)$ 来选择已解码高带子带功率估计系数。

[0560] < 修改示例 3>

[0561] 此外, 由于人的听觉具有适当地感知幅度(功率)的较大频带的属性, 因此, 计算每个已解码高带子带功率估计系数的估计值, 使得可以对具有较大功率的子带进行加权。

[0562] 在这种情况下, 图 18 中的编码器 30 执行图 27 中的流程图所示的编码处理。将参考图 27 的流程图来对由编码器 30 执行的编码处理进行描述。此外, 由于步骤 S401 至步骤 S405 的处理与图 25 中的步骤 S331 至步骤 S335 的处理相同, 所以将省略其描述。

[0563] 在步骤 S406 中, 伪高带子带功率差计算电路 36 针对 K 个已解码高带子带功率估计系数使用要处理的当前帧 J 来计算估计值 $\text{Res}W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0564] 具体地, 伪高带子带功率差计算电路 36 通过使用从子带分割电路 33 提供的每个子带的高带子带信号执行与以上描述的公式 (1) 相同的操作来计算帧 J 中的高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, J)$ 。

[0565] 如果获得了高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, J)$, 则伪高带子带功率差计算电路 36 计算以下公式 (29), 并且计算残差均方值 $\text{Res}_{\text{std}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0566] [公式 29]

$$\begin{aligned} \text{Res}_{\text{std}} W_{\text{power}}(\text{id}, J) = & \sum_{\text{ib}=\text{sb}+1}^{\text{eb}} \{W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J)) \\ & \times \{\text{power}(\text{ib}, J) - \text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)\}^2 \\ & \cdot \cdot \cdot (29) \end{aligned}$$

[0568] 也就是说, 关于索引为 $\text{sb}+1$ 至 eb 的高带侧的每个子带, 获得高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, J)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_s(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差, 并且将该差乘以每个子带的权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 。此外, 将与权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 相乘的差的平方和设置为残差均方值 $\text{Res}_{\text{std}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0569] 本文中, 例如, 权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ (其中, $\text{sb}+1 \leq \text{ib} \leq \text{eb}$) 由以下公式 (30) 来限定。当子带的高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, J)$ 变大时, 权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 的值变大。

[0570] [公式 30]

$$[0571] \quad W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J)) = \frac{3 \times \text{power}(\text{ib}, J)}{80} + \frac{35}{8} \quad \cdot \cdot \cdot (30)$$

[0572] 接着,伪高带子带功率差计算电路 36 计算残差最大值 $\text{Res}_{\max} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。具体地,将索引为 sb+1 至 eb 的每个子带的高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, J)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差乘以权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 获得的值的绝对值的最大值设置为残差最大值 $\text{Res}_{\max} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0573] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 计算残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0574] 具体地,在索引为 sb+1 至 eb 的每个子带中,获得高带子带功率 $\text{power}(\text{ib}, J)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差,乘以权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$,并且获得乘以权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 的差的总和。此外,将通过将所获得的差的总和除以高带侧的子带数量 (eb-sb) 而获得的值的绝对值设置为残差平均值 $\text{Res}_{\text{ave}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0575] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 计算估计值 $\text{Res} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。也就是说,将残差均方值 $\text{Res}_{\text{std}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 、乘以权值 ($W_{\max}$) 的残差最大值 $\text{Res}_{\max} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 、乘以权值 (W_{ave}) 的残差均值 $\text{Res}_{\text{ave}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 之和设置为估计值 $\text{Res} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0576] 在步骤 S407 中,伪高带子带功率差计算电路 36 使用之前的帧和当前帧计算估计值 $\text{Res} P W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0577] 具体地,伪高带子带功率差计算电路 36 关于在时间上比要被处理的帧 (J) 早一帧的帧 (J-1) 对通过使用最终选择的系数索引的已解码高带子带功率估计系数获得的每个子带的伪高带子带功率进行记录。

[0578] 伪高带子带功率差计算电路 36 首先计算估计残差均方值 $\text{Res} P_{\text{std}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。也就是说,关于索引为 sb+1 至 eb 的高带侧的每个子带,获取伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$ 之间的差,并且将该差乘以权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 。将乘以权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 的差的平方和设置为估计残差均方值 $\text{Res} P_{\text{std}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0579] 接着,伪高带子带功率差计算电路 36 计算估计残差最大值 $\text{Res} P_{\max} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。具体地,将索引为 sb+1 至 eb 的每个子带的伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差乘以权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 获得的值的最大值的绝对值设置为估计残差最大值 $\text{Res} P_{\max} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0580] 接着,伪高带子带功率差计算电路 36 计算估计残差平均值 $\text{Res} P_{\text{ave}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。具体地,针对索引为 sb+1 至 eb 的每个子带,获取伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}_{\text{selected}}(J-1), J-1)$ 与伪高带子带功率 $\text{power}_{\text{est}}(\text{ib}, \text{id}, J)$ 之间的差,并且乘以权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 。此外,将与权值 $W_{\text{power}}(\text{power}(\text{ib}, J))$ 相乘的差的总和除以高带侧的子带的数量 (eb-sb) 获得的值的绝对值设置为估计残差平均值 $\text{Res} P_{\text{ave}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0581] 此外,伪高带子带功率差计算电路 36 获得估计残差均方值 $\text{Res} P_{\text{std}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 、乘以权值 ($W_{\max}$) 的估计残差最大值 $\text{Res} P_{\max} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 与乘以权值 (W_{ave}) 的估计残差平均值 $\text{Res} P_{\text{ave}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 之和,并且将该和设置为估计值 $\text{Res} P W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0582] 在步骤 S408 中,伪高带子带功率差计算电路 36 将估计值 $\text{Res} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 与乘以公式 (25) 的权值 $W_p(J)$ 的估计值 $\text{Res} P W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 相加,以计算最终估计值 $\text{Res}_{\text{all}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。根据 K 个已解码高带子带功率估计系数中的每个,计算该估计值 $\text{Res}_{\text{all}} W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 。

[0583] 此外,之后,执行步骤 S409 至步骤 S411 的处理,以终止编码处理。然而,由于它们的处理与图 25 中的步骤 S339 至步骤 S341 的处理相同,所以,将省略其描述。此外,在步骤 S409 中,在 K 个系数索引中选择其中估计值 $\text{Res}_{\text{all}}W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 被设置为最小值的系数索引。

[0584] 如上所述,为了对大功率的子带进行加权,可以通过提供每个子带的权值来在解码器 40 侧获得具有高质量的声音。

[0585] 此外,如上所述,已经将已解码高带子带功率估计系数的选择描述为基于估计值 $\text{Res}_{\text{all}}W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 来进行。然而,也可以基于估计值 $\text{Res}W_{\text{power}}(\text{id}, J)$ 来选择已解码高带子带功率估计系数。

[0586] <6. 第六实施例>

[0587] [系数学习装置的配置]

[0588] 顺便一提,对应于系数索引,在图 20 的解码器 40 中记录作为已解码高带子带功率估计系数的一组系数 $A_{\text{ib}}(\text{kb})$ 和系数 B_{ib} 。例如,如果在解码器 40 中记录系数索引 128 的已解码高带子带功率估计系数,则需要大的区域作为记录区域,如用于记录其已解码高带子带功率估计系数的存储器。

[0589] 本文中,将若干已解码高带子带功率估计系数中的一部分设置为公共系数,并且,可以使得记录已解码高带子带功率估计系数所需要的记录区域较小。在这种情况下,如图 28 所示对通过学习已解码高带子带功率估计系数获得的系数学习装置进行配置。

[0590] 系数学习装置 81 包括子带分割电路 91、高带子带功率计算电路 92、特征量计算电路 93 和系数估计电路 94。

[0591] 多个系数学习装置 81 中设置有助于学习的多个乐曲数据,作为宽带教学信号。宽带教学信号是包括有低带的多个子带分量和高带的多个子带分量的信号。

[0592] 子带分割电路 91 包括带通滤波器等,将所提供的宽带教学信号分割成多个子带信号并且将其提供给高带子带功率计算电路 92 和特征量计算电路 93。具体地,将索引为 sb+1 至 eb 的高带侧的每个子带的高带子带信号提供给高带子带功率计算电路 92,并且将索引为 sb-3 至 sb 的低带侧的每个子带的低带子带信号提供给特征量计算电路 93。

[0593] 高带子带功率计算电路 92 计算从子带分割电路 91 提供的每个高带子带信号的高带子带功率,并且将其提供给系数估计电路 94。特征量计算电路 93 基于从子带分割电路 91 提供的每个低带子带信号,计算低带子带功率,作为特征量,并且将其提供给系数估计电路 94。

[0594] 系数估计电路 94 通过使用来自高带子带功率计算电路 92 的高带子带功率和来自特征量计算电路 93 的特征量执行回归分析来产生已解码高带子带功率估计系数,并且将其输出给解码器 40。

[0595] [对系数学习处理的描述]

[0596] 接着,将参考图 29 中的流程图对由系数学习装置 81 执行的系数学习处理进行描述。

[0597] 在步骤 S431 中,子带分割电路 91 将所提供的多个宽带教学信号中的每个分割成多个子带信号。此外,子带分割电路 91 将索引为 sb+1 至 eb 的子带的高带子带信号提供给高带子带功率计算电路 92,并且将索引为 sb-3 至 sb 的子带的低带子带信号提供给特征量计算电路 93。

[0598] 在步骤 S432 中,高带子带功率计算电路 92 对于从子带分割电路 91 提供的每个高带子带信号通过执行与上述公式(1)相同的操作来计算高带子带功率,并将其提供给系数估计电路 94。

[0599] 在步骤 S433 中,特征量计算电路 93 对于从子带分割电路 91 提供的每个低带子带信号通过执行上述公式(1)的操作来计算低带子带功率,作为特征量,并将其提供给系数估计电路 94。

[0600] 因而,关于多个宽带教学信号的每个帧,将高带子带功率和低带子带功率提供给系数估计电路 94。

[0601] 在步骤 S434 中,系数估计电路 94 对于索引为 $sb+1$ 至 eb 的高带的每个子带 ib (其中, $sb+1 \leq ib \leq eb$) 通过使用最小二乘法执行回归分析来计算系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 。

[0602] 在回归分析中,假定从特征量计算电路 93 提供的低带子带功率为解释变量,从高带子带功率计算电路 92 提供的高带子带功率为被解释变量。此外,使用构成提供给系数学习装置 81 的整个宽带教学信号的整个帧的低带子带功率和高带子带功率来执行回归分析。

[0603] 在步骤 S435 中,系数估计电路 94 使用每个获得的子带 ib 的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 获得宽带教学信号的每个帧的残差矢量。

[0604] 例如,系数估计电路 94 对于帧 J 的每个子带 ib (其中, $sb+1 \leq ib \leq eb$) 通过从 $power(ib, J)$ 减去系数 $A_{ib}(kb)$ 乘以低带子带功率 $power(kb, J)$ (其中, $sb-3 \leq kb \leq sb$) 的总和与系数 B_{ib} 的和来获得残差。此外,将包括有帧 J 的每个子带 ib 的残差的矢量设置为残差矢量。

[0605] 此外,关于构成提供给系数学习装置 81 的宽带教学信号的帧,计算残差矢量。

[0606] 在步骤 S436 中,系数估计电路 94 对关于每个帧获得的残差矢量进行归一化。例如,针对每个子带 ib ,系数估计电路 94 通过获取整个帧的残差矢量的子带 ib 的残差方差并且将每个残差矢量中的子带 ib 的残差除以方差的平方根来对残差矢量进行归一化。

[0607] 在步骤 S437 中,系数估计电路 94 通过 k 平均方法等对整个归一化的帧的残差矢量进行聚类。

[0608] 例如,将在使用系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 执行对高带子带功率的估计时获得的整个帧的平均频率包络称为平均频率包络 SA 。此外,假定功率大于平均频率包络 SA 的预定频率包络为频率包络 SH ,并且,功率小于平均频率包络 SA 的预定频率包络为频率包络 SL 。

[0609] 在这种情况下,其中获得了接近平均频率包络 SA 、频率包络 SH 和频率包络 SL 的频率包络的系数的每个残差矢量执行残差矢量的聚类,以使其包括在簇 CA 、簇 CH 和簇 CL 中。也就是说,每个帧的残差矢量执行聚类,以包括在簇 CA 、簇 CH 或簇 CL 中的任一个中。

[0610] 在用于基于低带分量和高带分量的相关性估计高带分量的频带扩展处理中,就这方面而言,如果使用从回归分析获得的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 来计算残差矢量,则残差随着高带侧的子带增大而增多。因此,对残差矢量进行聚类而不改变,进行高带侧的子带的数量的次数的加权,以执行处理。

[0611] 相反,在系数学习装置 81 中,通过对残差矢量以作为子带的残差的方差进行归一化,使每个子带的残差的方差明显相等,并且,可以通过将相等的权值提供给每个子带来执行聚类。

[0612] 在步骤 S438 中,系数估计电路 94 选择簇 CA、簇 CH 和簇 CL 中的任意一个作为要处理的簇。

[0613] 在步骤 S439 中,系数估计电路 94 通过使用包括在被选择作为要处理的簇的簇中的残差矢量的帧进行回归分析来计算每个子带 ib (其中, $sb+1 \leq ib \leq eb$) 的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 。

[0614] 也就是说,如果包括在要处理的簇中的残差矢量的帧被称为要处理的帧,则将要处理的整个帧的低带子带功率和高带子带功率设置为解释变量和被解释变量,并且执行使用最小二乘法的回归分析。因而,获得了每个子带 ib 的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 。

[0615] 在步骤 S440 中,系数估计电路 94 关于要处理的整个帧使用通过步骤 S439 的处理获得的系数 $A_{ib}(kb)$ 和系数 B_{ib} 来获得残差矢量。此外,在步骤 S440 中,执行与步骤 S435 相同的处理,并且从而获得每个要处理的帧的残差矢量。

[0616] 在步骤 S441 中,系数估计电路 94 通过执行与步骤 S436 相同的处理来对通过步骤 S440 的处理获得的每个要处理的帧的残差矢量进行归一化。也就是说,通过用残差除以每个子带的方差来执行对残差矢量的归一化。

[0617] 在步骤 S442 中,系数估计电路 94 使用 k 平均方法等对要处理的整个归一化的帧的残差矢量进行聚类。簇的数量限定如下。例如,在系数学习装置 81 中,当产生了 128 个系数索引的已解码高带子带功率估计系数时,将 128 乘以要处理的帧的数量,并且将通过除以整个帧的数量获得的数设置为簇数量。本文中,整个帧的数量称为提供给系数学习装置 81 的宽带教学信号的整个帧之和。

[0618] 在步骤 S443 中,系数估计电路 94 获得通过步骤 S442 的处理获得的每个簇的重心矢量。

[0619] 例如,通过步骤 S442 的聚类获得的簇与系数索引对应,并且,在系数学习装置 81 中,将系数索引分配给每个簇,以获得每个系数索引的已解码高带子带功率估计系数。

[0620] 具体地,在步骤 S438 中,假定选择簇 CA 作为要处理的簇,并且,通过步骤 S442 的聚类来获得 F 个簇。当关注 F 个簇中的一个簇 CF 时,将簇 CF 的系数索引的已解码高带子带功率估计系数设置为系数 $A_{ib}(kb)$,其中,在步骤 439 中关于簇 CA 获得的系数 $A_{ib}(kb)$ 为线性相关项。此外,将关于从步骤 S443 获得的簇 CF 的重心矢量在步骤 S441 处执行的归一化的逆处理(逆归一化)的矢量与在步骤 S439 中获得的系数 B_{ib} 之和设置为作为已解码高带子带功率估计系数的常数项的系数 B_{ib} 。将逆归一化设置为乘以在如在步骤 S441 处执行的归一化将每个子带的残差除以方差的平方根时关于簇 CF 的重心矢量的每个元素归一化的相同值(每个子带的平方根)的处理。

[0621] 也就是说,将在步骤 S439 处获得的系数 $A_{ib}(kb)$ 和所述获得的系数 B_{ib} 设置为簇 CF 的系数索引的已解码高带子带功率估计系数。因而,通过聚类获得的 F 个簇中的每个共同具有关于簇 CA 获得的系数 $A_{ib}(kb)$ 作为已解码高带子带功率估计系数的线性关联项。

[0622] 在步骤 S444 中,系数学习装置 81 确定是否对簇 CA、簇 CH 和簇 CL 的整个簇作为要处理的簇进行处理。此外,在步骤 S444 中,如果确定不对整个簇进行处理,则处理返回步骤 S438,并且重复所述处理。也就是说,选择下一个簇作为要处理的簇,并且计算已解码高带子带功率估计系数。

[0623] 相反,在步骤 S444 中,如果确定对整个簇进行处理,则由于计算了要获得的预定

数量的已解码高带子带功率,因此,处理继续进行至步骤 S445。

[0624] 在步骤 S445 中,系数估计电路 94 将所获得的系数索引和已解码高带子带功率估计系数输出给解码器 40,并且从而系数学习处理终止。

[0625] 例如,在输出给解码器 40 的已解码高带子带功率估计系数中,存在若干相同的系数 $A_{ib}(kb)$ 作为线性相关项。本文中,系数学习装置 81 使作为指出系数 $A_{ib}(kb)$ 的信息的线性相关项索引(指针)与其共同的系数 $A_{ib}(kb)$ 对应,并且学习装置 81 使作为线性相关索引的系数 B_{ib} 和常数项与系数索引对应。

[0626] 此外,系数学习装置 81 将相应的线性相关项索引(指针)和系数 $A_{ib}(kb)$ 以及相应的系数索引和线性相关索引(指针)和系数 B_{ib} 提供给解码器 40,并且将它们记录在解码器 40 的高带解码电路 45 中的存储器中。与此类似,当记录多个已解码高带子带功率估计系数时,如果关于共同线性相关项,线性相关项索引(指针)存储在每个已解码高带子带功率估计系数的记录区域中,则可以显著缩小记录区域。

[0627] 在这种情况下,由于线性相关项索引和系数 $A_{ib}(kb)$ 记录在高带解码电路 45 中的存储器中以彼此对应,所以,根据系数索引来获得线性相关项索引和系数 B_{ib} ,并且,从而可以根据线性相关项索引获得系数 $A_{ib}(kb)$ 。

[0628] 此外,根据申请人的分析的结果,即使在三模式程度上使多个已解码高带子带功率估计系数的线性相关项公用,已知,几乎不会出现进行频带扩展处理的声音的能听度的音质恶化。因此,系数学习装置 81 可以缩小记录已解码高带子带功率估计系数所需要的记录区域,而没有使频带扩展处理之后的声音的音质恶化。

[0629] 如上所述,系数学习装置 81 根据所提供的宽带教学信号来产生每个系数索引的已解码高带子带功率估计系数,并且输出所产生的系数。

[0630] 此外,在图 29 的系数学习处理中,描述对残差矢量进行归一化。然而,在步骤 S436 和步骤 S441 中的一个或两个步骤中可以不执行对残差矢量的归一化。

[0631] 此外,执行对残差矢量的归一化,并且从而可以不执行对已解码高带子带功率估计系数的线性相关项的公用化。在这种情况下,在步骤 S436 中执行归一化处理,并且接着,在与要获得的已解码高带子带功率估计系数相同的数量的簇中对已归一化残差矢量进行聚类。此外,使用每个簇中所包括的残差的帧来执行对每个簇的回归分析,并且产生每个簇的已解码高带子带功率估计系数。

[0632] <7. 第七实施例>

[0633] [系数索引串的高效编码]

[0634] 此外,如上所述,在高带编码数据(比特流)中包括用于获得已解码高带子带功率估计系数的系数索引,并针对每个帧将该系数索引发送至解码器 40。然而,在这种情况下,比特流中包括的系数索引串的比特量增加,并且编码效率下降。也就是说,能够执行具有良好效率的声音编码或解码。

[0635] 这里,当比特流中包括系数索引串时,通过包括其中系数索引发生变化的时间信息以及已变化的系数索引的值而不是按原样包括每个帧的系数索引的值来对系数索引串进行编码,使得可以减少比特量。

[0636] 也就是说,如上所述,每帧一个系数索引被设置为高带编码数据并被包括在比特流中。然而,当对真实世界中的信号特别是静止信号进行编码时,存在如图 30 所示的系数

索引沿时间方向连续为相同值的许多情况。使用特性发明了系数索引的时间方向的信息量缩减方法。

[0637] 具体地,存在如下方法:每隔多个帧(例如,16),该方法就发送关于索引被切换的时间信息及其索引值。

[0638] 以下考虑两条时间信息。

[0639] (a) 发送索引的长度和数量(见图 30);

[0640] (b) 发送长度的索引和切换标志(见图 31)。

[0641] 此外,能够将(a)、(b)中的每一个或(a)、(b)二者如下所述地对应于一个索引。

[0642] 将描述选择性地使用每个(a)和(b)以及(a)和(b)二者的情况的详细实施例。

[0643] 首先,将描述“(a) 发送索引的长度和数量的情况”。

[0644] 例如,如图 32 所描述的,假设以多个帧为单位从编码器输出包括低带编码数据和高带编码数据的输出代码串(比特流)。此外,在图 32 中,横向表示时间,并且一个矩形表示一个帧。此外,在表示帧的矩形内的数值表示指定该帧的已解码高带子带功率估计系数的系数索引。

[0645] 在图 32 的示例中,输出代码串以每 16 个帧为单位进行输出。例如,假设从位置 FST1 到位置 FSE1 的区间是待处理区间,并且认为输出包括在待处理区间中的 16 个帧的输出代码串。

[0646] 首先,将待处理区间划分为如下区间:所述区间包括选择了相同系数索引的连续帧(以下,称为连续帧区间)。也就是说,假设彼此相邻的帧的边界位置是选择了不同系数索引的各连续帧区间的边界位置。

[0647] 在示例中,将待处理区间划分为三个区间,即:从位置 FST1 到位置 FC1 的区间、从位置 FC1 到位置 FC2 的区间、以及从位置 FC2 到位置 FSE1 的区间。

[0648] 例如,在从位置 FST1 到位置 FC1 的连续帧区间的每帧中选择系数索引“2”。

[0649] 因此,当将待处理区间划分为连续帧区间时,产生如下数据:该数据包括表示待处理区间内连续帧区间的数量的数量信息、在每个连续帧区间中选择的系数索引以及表示每个连续帧区间的长度的区间信息。

[0650] 例如,在图 32 的示例中,由于待处理区间被划分为三个连续帧区间,因此将表示连续帧区间的数量的信息“3”设置为数量信息并在图 32 中表达为“num_length=3”。例如,考虑连续帧区间的帧为一个单元,则待处理帧中的初始连续帧区间的区间信息被设置为长度“5”,并且在图 32 中表达为“length0=5”。

[0651] 此外,每条区间信息可以被指定其是否被包括在从待处理区间头部起的连续帧区间的任一区间信息中。也就是说,区间信息包括用于指定连续帧区间在待处理区间中的位置的信息。

[0652] 因此,在待处理区间中,当产生包括数量信息、系数索引和区间信息的数据时,对该数据进行编码以将其设置为高带编码数据。在这种情况下,当在多个帧中连续地选择相同的系数索引时,由于不必针对每个帧发送系数索引,因而能够减少发送的比特流的数据量从而可以更加高效地执行编码和解码。

[0653] [编码器的功能配置示例]

[0654] 当产生包括数量信息、系数索引和区间信息的高带编码数据时,例如如图 33 所示

配置编码器。此外,在图 33 中,针对与图 18 中的情况对应的部分提供相同的附图标记,因此适当地省略其描述。

[0655] 图 33 中的编码器 111 和图 18 中的编码器 30 的不同之处在于在编码器 111 的伪高带子带功率差计算电路 36 中布置有产生单元 121,而其它配置相同。

[0656] 伪高带子带功率差计算电路 36 的产生单元 121 基于待处理区间的每个帧中的系数索引的选择结果产生包括数量信息、系数索引和区间信息的数据,并且向高带编码电路 37 提供所产生的数据。

[0657] [编码处理的描述]

[0658] 接下来,将关于图 34 的流程图来描述由编码器 111 执行的编码处理。针对预定数量的帧(即,待处理区间)的每个帧执行编码处理。

[0659] 此外,由于步骤 S471 到步骤 S477 的处理与图 19 中的步骤 S181 到步骤 S187 的处理相同,所以省略了其描述。在步骤 S471 到步骤 S477 的处理中,依次将构成待处理区间的每个帧设置为待处理的帧,并且关于待处理的帧针对每个已解码高带子带功率估计系数计算伪高带子带功率差的平方和 $E(J, id)$ 。

[0660] 在步骤 S478 中,伪高带子带功率差计算电路 36 基于关于待处理的帧所计算的、针对每个解码高带子带功率估计系数的伪高带子带功率差的平方和(差的平方和)来选择系数索引。

[0661] 也就是说,伪高带子带功率差计算电路 36 选择多个差的平方和中具有最小值的差的平方和,并且将表示对应于差的平方和的已解码高带子带功率估计系数的系数索引设置为所选择的系数索引。

[0662] 在步骤 S479 中,伪高带子带功率差计算电路 36 确定是否仅执行预定帧的长度的处理。也就是说,确定是否关于构成待处理区间的全部帧来选择系数索引。

[0663] 在步骤 S479 中,当确定仍未执行预定帧的长度的处理时,处理返回步骤 S471 并重复上述处理。也就是说,在待处理区间中,将仍未处理的帧设置为接下来要处理的帧并且选择该帧的系数索引。

[0664] 与此相反,在步骤 S479 中,如果确定执行了预定帧的长度的处理,也就是说,如果已关于待处理区间中的全部帧选择了系数索引,则处理进行到步骤 S480。

[0665] 在步骤 S480 中,产生单元 121 基于待处理区间内的每个帧的系数索引的选择结果产生包括系数索引、区间信息以及数量信息的数据,并将所产生的数据提供给高带编码电路 37。

[0666] 例如,在图 32 的示例中,产生单元 121 将从位置 FST1 到位置 FSE1 的待处理区间划分为三个连续帧区间。此外,产生单元 121 产生如下数据:该数据包括表示连续帧区间的数量“3”的数量信息“num_length=3”、表示每个连续帧区间的长度的区间信息“length0=5”、“length1=7”和“length2=4”以及连续帧区间的系数索引“2”、“5”和“1”。

[0667] 此外,连续帧区间中的每个连续帧区间的系数索引与区间信息相对应,并且能够指定哪个连续帧区间包括该系数索引。

[0668] 再次参照图 34 中的流程图,在步骤 S481 中,高带编码电路 37 对由产生单元 121 提供的包括系数索引、区间信息和数量信息的数据进行编码,并产生高带编码数据。高带编码电路 37 将所产生的高带编码数据提供给复用电路 38。

[0669] 例如,在步骤 S481 中,对系数索引、区间信息和数量信息中的一些或全部信息执行熵编码。此外,如果高带编码数据是从其获得最佳已解码高带子带功率估计系数的信息,则优选任何信息,例如可以在高带编码数据中按照原样设置包括系数索引、区间信息和数量信息的数据。

[0670] 在步骤 S482 中,复用电路 38 将由低带编码电路 32 提供的低带编码数据和由高带编码电路 37 提供的高带编码数据进行复用,并输出根据该结果获得的输出代码串,然后终止编码处理。

[0671] 因此,通过将高带编码数据和低带编码数据一起作为输出代码串输出,在接收输出代码串的输入的解码器中可以获得最适于执行频带扩展处理的已解码高带子带功率估计系数。因此,能够获得具有更好音质的信号。

[0672] 此外,在编码器 111 中,关于包括一个或更多个帧的连续帧区间选择一个系数索引,并且输出包括其系数索引的高带编码数据。鉴于该原因,当连续选择相同的系数索引时,能够减少输出代码串的编码量,从而更加高效地执行声音的编码或解码。

[0673] [解码器的功能配置示例]

[0674] 例如如图 35 所示的那样地配置以从图 33 中的编码器 111 输出的输出代码串作为输入并对其进行解码的解码器。此外,在图 35 中,针对与图 20 中的情况相对应的部分提供相同的附图标记。因此,适当省略了其描述。

[0675] 图 35 中的解码器 151 与图 20 中的解码器 40 的相同之处在于:解码器 151 包括解复用电路 41 到合成电路 48,但与图 20 中的解码器 40 的不同之处在于:在已解码高带子带功率计算电路 46 中设置有选择单元 161。

[0676] 在解码器 151 中,当通过高带解码电路 45 对高带编码数据进行解码时,将根据该结果获得的区间信息和数量信息以及由通过对高带编码数据进行解码获得的系数索引指定的已解码高带子带功率估计系数提供给选择单元 161。

[0677] 选择单元 161 基于从高带解码电路 45 提供的关于待处理的帧的区间信息和数量信息选择在计算已解码高带子带功率中使用的已解码高带子带功率估计系数。

[0678] [解码处理的描述]

[0679] 接下来,将参照图 36 的流程图描述由图 35 中的解码器 151 执行的解码处理。

[0680] 当从编码器 111 输出的输出代码串被作为输入代码串提供给解码器 151 时启动解码处理,并且针对预定数量的帧(即,待处理区间)中的每个帧执行该解码处理。此外,由于步骤 S511 中的处理与图 21 的步骤 S211 中的处理相同,因而省略了其描述。

[0681] 在步骤 S512 中,高带解码电路 45 对从解复用电路 41 提供的高带编码数据执行解码,并将已解码高带子带功率估计系数、区间信息以及数量信息提供给已解码高带子带功率计算电路 46 的选择单元 161。

[0682] 也就是说,高带解码电路 45 从预先记录的已解码高带子带功率估计系数中读取如下已解码高带子带功率估计系数,并使得该已解码高带子带功率估计系数对应于区间信息:该已解码高带子带功率估计系数由通过对高带编码数据进行解码而获得的系数索引表示。此外,高带解码电路 45 将对应的已解码高带子带功率估计系数、区间信息和数量信息提供给选择单元 161。

[0683] 在步骤 S513 中,在从解复用电路 41 提供的待处理区间的每个帧的低带编码数据

中,低带解码电路 42 通过将一个帧设置为待处理的帧,来对待处理的帧的低带编码数据进行解码。例如,按照从待处理区间的头部到结尾的次序选择待处理区间的每个帧作为待处理的帧,并且对待处理的帧的低带编码数据执行解码。

[0684] 低带解码电路 42 将通过低带编码数据进行解码而获得的已解码低带信号提供给子带分割电路 43 和合成电路 48。

[0685] 对低带编码数据进行解码,然后,执行步骤 S514 和步骤 S515 的处理,从而根据已解码低带子带信号计算特征量。然而,由于该处理与图 21 中的步骤 S213 和步骤 S214 的处理相同,因而省略其描述。

[0686] 在步骤 S516 中,选择单元 161 基于从高带解码电路 45 提供的区间信息和数量信息,从由高带解码电路 45 提供的已解码高带子带功率估计系数中选择待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0687] 例如,在图 32 的示例中,当将从待处理区间的头部起的第七帧设置为待处理的帧时,选择单元 161 根据数量信息“num_length=3”、区间信息“length0=5”和“length1=7”指定其中包括待处理的帧的连续帧区间。

[0688] 在这种情况下,由于待处理区间的头部的连续帧区间包括 5 个帧且第二个连续帧区间包括 7 个帧,将要理解的是从待处理区间的头部起的第七帧被包括在从待处理区间的头部起的第二连续帧区间中。因此,选择单元 161 选择由对应于第二连续帧区间的区间信息的系数索引“5”指定的、已解码高带子带功率估计系数,作为待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0689] 选择了待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数,然后,执行步骤 S517 到步骤 S519 的处理。然而,由于这些处理与图 21 的步骤 S216 到步骤 S218 的处理相同,因而省略其描述。

[0690] 在步骤 S517 到步骤 S519 的处理中,使用所选择的已解码高带子带功率估计系数来产生待处理的帧的已解码高带信号,并且将所产生的已解码高带信号和已解码低带信号进行合成和输出。

[0691] 在步骤 S520 中,解码器 151 确定是否执行了预定帧长度的处理。也就是说,确定是否关于构成待处理区间的全部帧产生了包括已解码高带信号和已解码低带信号的输出信号。

[0692] 在步骤 S520 中,当确定未执行预定帧长度的处理时,处理返回步骤 S513 并重复上述处理。也就是说,将尽管正在处理但仍未完成处理的帧设置为接下来要处理的帧以产生帧的输出信号。

[0693] 与此相反,在步骤 S520 中,如果确定执行了预定帧长度的处理,也就是说,如果关于待处理区间中的全部帧产生了输出信号,则终止解码处理。

[0694] 如上所述,根据解码器 151,由于根据由对输入代码串进行解复用获得的高带编码数据来获得系数索引,因此通过使用由系数索引表示的已解码高带子带功率估计系数来计算已解码高带子带功率,能够改进高带子带功率的估计精度。因此,能够再现具有高品质的声音信号。

[0695] 此外,由于在高带编码数据中包括与具有一个或更多个帧的连续帧区间相关的一个系数索引,因而能够根据具有较少数据量的输入代码串来获得具有良好效率的输出信

号。

[0696] <8. 第八实施例>

[0697] [系数索引串的高效编码]

[0698] 接下来,描述如下情况:在该情况下,通过发送上述的长度(b)的索引(b)和切换标志来减少高带编码数据的编码量,并改进声音的编码或解码效率。例如,在这种情况下,如图 37 所示,将多个帧设置为单元,并因而从编码器输出包括低带编码数据和高带编码数据的输出代码串(比特流)。

[0699] 此外,在图 37 中,横向表示时间,而一个矩形表示一个帧。此外,在表示帧的矩形中的数值表示用于指定帧的已解码高带子带功率估计系数的系数索引。此外,在图 37 中,使用相同的附图标记来表示与图 32 中的情况对应的部分。因此,省略了其描述。

[0700] 在图 37 的示例中,将 16 个帧设置为一个单元来输出输出代码串。例如,将从位置 FST1 到位置 FSE1 的区间设置为待处理区间,从而输出待处理区间中包括的 16 个帧的输出代码串。

[0701] 具体地,首先,将待处理区间均等地划分为包括预定数量的帧的区间(以下,称为固定长度区间)。这里,从固定长度区间中的每个帧选择的系数索引是相同的,限定固定长度区间的长度,使得固定长度区间的长度最长。

[0702] 在图 37 的示例中,将固定长度区间的长度(以下,简称为固定长度)设置为 4 个帧,并且将待处理区间均等地划分为 4 个固定长度区间。也就是说,将待处理区间划分为从位置 FST1 到位置 FC21 的区间、从位置 FC21 到位置 FC22 的区间、从位置 FC22 到位置 FC23 的区间以及从位置 FC23 到位置 FSE1 的区间。按照从待处理区间的头部的固定长度区间起的顺序,将这些固定长度区间中的系数索引设置为系数索引“1”、“2”、“2”、“3”。

[0703] 因此,当将待处理区间划分为若干个固定长度区间时,产生包括表示待处理区间的固定长度区间的固定长度的固定长度索引、系数索引和切换标志的数据。

[0704] 这里,切换标志是指用于表示系数索引在固定长度区间的边界位置(即预定的固定帧的结束帧和固定长度区间的下一固定长度区间的起始帧)处是否发生改变的信息。例如,当在从待处理区间的头部起的第 $i+1$ 个和第 $i+2$ 个固定长度区间的边界位置处系数索引发生变化时,将第 i ($i=0, 1, 2, \dots$) 个切换标志 `gridflg_i` 设置为“1”,当系数索引未发生变化时,则将切换标志 `gridflg_i` 设置为“0”。

[0705] 在图 37 的示例中,由于第一固定长度区间的系数索引“1”和第二固定长度区间的系数索引“2”彼此不同,因而将在待处理区间的第一固定长度区间的边界位置(位置 FC21)处的切换标志(`gridflg_0`)的值设置为“1”。

[0706] 此外,由于第二固定长度区间的系数索引“2”与第三固定长度区间的系数索引“2”相同,因而将位置 FC22 处的切换标志 `gridflg_1` 设置为“0”。

[0707] 此外,将固定长度索引的值设置为根据固定长度获得的值。具体地,例如,将固定长度索引(`length-id`)设置为满足 $\text{fixed_length}=16/2\text{length-id}$ 的固定长度的值。在图 37 的示例中,由于固定长度满足 $\text{fixed_length}=4$,因此固定长度索引满足 $\text{length_id}=2$ 。

[0708] 将待处理区间划分为固定长度区间,并且产生包括固定长度索引、系数索引和切换标志的数据,对该数据进行编码以将其设置为高带编码数据。

[0709] 在图 37 的示例中,对包括在位置 FC21 到位置 FC23 处的切换标志(`gridflg_0=1`,

gridflg_1=0,gridflg_2=1)、固定长度索引“2”和每个固定长度区间的系数“1”、“2”和“3”的数据进行编码,从而将其设置为高带编码数据。

[0710] 这里,每个固定长度区间的边界位置的切换标志指定该边界位置的切换标志在从待处理区间的头部起的序号。也就是说,切换标志可以包括用于指定固定长度区间在待处理区间中的边界位置的信息。

[0711] 此外,将高带编码数据中包括的每个系数索引按照选择其系数的顺序进行布置,也就是说,将固定长度区间按次序并排布置。例如,在图 37 的示例中,按照“1”、“2”和“3”的次序来布置系数索引,从而其系数索引包括在该数据中。

[0712] 此外,在图 37 的示例中,从待处理区间的头部起的第二固定长度区间和第三固定长度区间的系数索引均为“2”,然而,设置系数索引“2”使得仅包括 1 个系数索引“2”。当连续的固定长度区间的系数索引相同时,也就是说,在连续的固定长度区间的边界位置处的切换标志为 0 时,在高带编码数据中不包括与固定长度区间的数量一样多的相同系数索引,而是在高带编码数据中包括一个系数索引。

[0713] 如上所述,当根据包括固定索引、系数索引和切换标志的数据产生高带编码数据时,由于不必发送针对各个帧的系数索引,因而能够减少待发送的比特流的数据量。

[0714] 因此,能够更加有效地执行编码和解码。

[0715] [编码器的功能配置示例]

[0716] 对于产生包括上述固定长度索引、系数索引以及切换标志的高带编码数据的情况,例如,如图 38 所示的那样地对编码器进行配置。此外,在图 38 中,与图 18 中的部分对应的部分具有相同的附图标记。因此,适当地省略其描述。

[0717] 图 38 中的编码器 191 和图 18 中的编码器 30 的不同配置在于:在编码器 191 的伪高带子带功率差计算电路 36 中设置有产生单元 201,其它配置相同。

[0718] 产生单元 201 基于待处理区间的每个帧中的系数索引的选择结果产生包括固定长度索引、系数索引和切换标志的数据,并向高带编码电路 37 提供所产生的数据。

[0719] [编码处理的描述]

[0720] 接下来,将参照图 39 的流程图描述由编码器 191 执行的编码处理。针对预定数量的帧的每个帧(即,每个待处理区间)来执行编码处理。

[0721] 此外,由于步骤 S551 到步骤 S559 的处理与图 34 的步骤 S471 到步骤 S479 的处理相同,因而省略其描述。在步骤 S551 到步骤 S559 的处理中,依次将构成待处理区间的每个帧设置为待处理的帧,并选择关于待处理的帧的系数索引。

[0722] 在步骤 S559 中,当确定仅执行了预定帧长度的处理时,处理进行到步骤 S560。

[0723] 在步骤 S560 中,产生单元 201 基于待处理的每个帧的系数索引的选择结果产生包括固定长度索引、系数索引和切换标志的数据,并向高带编码电路 37 提供所产生的数据。

[0724] 例如,在图 37 所示的示例中,产生单元 201 将固定长度设置为四帧以将从位置 FST1 到位置 FSE1 的待处理区间划分为 4 个固定长度区间。此外,产生单元 201 产生包括固定长度索引“2”、系数索引“1”、“2”和“3”以及切换标志“1”、“0”和“1”的数据。

[0725] 此外,在图 37 中,从待处理区间的头部起的第二固定长度区间和第三固定长度区间的系数索引均是“2”。然而,由于固定长度区间是连续布置的,因而在由产生单元 201 输出的数据中仅包括一个系数索引“2”。

[0726] 再次参照图 39 的流程图的描述,在步骤 S561 中,高带编码电路 37 对从产生单元 201 提供的包括系数索引和切换标志的数据进行编码,并产生高带编码数据。高带编码电路 37 将所产生的高带编码数据提供给复用电路 38。例如,如果需要,针对固定长度索引、系数索引和切换标志中的一些或全部信息执行熵编码。

[0727] 执行步骤 S561 的处理,然后,执行步骤 S562 的处理以终止编码处理。由于步骤 S562 的处理具有与图 34 的步骤 S482 中的处理相同的处理,因而省略其描述。

[0728] 因此,通过将高带编码数据和低带编码数据一起作为输出代码串输出,在接收输出代码串输入的解码器处可以获得最适于执行频带扩展处理的、已解码高带子带功率估计系数。因此,能够获得具有良好品质的信号。

[0729] 此外,在编码器 191 中,关于一个或更多个固定长度区间选择一个系数索引,并且输出包括该系数索引的高带编码数据。因此,特别地,当连续选择相同的系数索引时,能够减小输出代码串的编码量,从而更加高效地执行声音的编码或解码。

[0730] [解码器的功能配置示例]

[0731] 此外,输入从图 38 中的编码器 191 输出的输出代码串作为输入代码串,并且执行解码的解码器例如如图 40 那样地配置。在图 40 中对于与图 20 中的情况对应的部分使用相同的附图标记,并适当省略了其描述。

[0732] 图 40 中的解码器 231 与图 20 中的解码器 40 的相同之处在于:包括解复用电路 41 至合成电路 48,但是与图 20 中的解码器 40 的不同之处在于:在已解码高带子带功率估计电路 46 中布置有选择单元 241。

[0733] 在解码器 231 中,当通过高带解码电路 45 对高带编码数据进行解码时,将根据该结果获得的固定长度索引和切换标志以及由通过对高带编码数据进行解码而获得的系数索引所指定的、已解码高带子带功率估计系数提供给选择单元 241。

[0734] 选择单元 241 基于从高带解码电路 45 提供的固定长度索引和切换标志,来选择在计算关于待处理的帧的已解码高带子带功率时使用的、已解码高带子带功率估计系数。

[0735] [解码处理的描述]

[0736] 接下来,将参照图 41 中的流程图描述由图 40 中的解码器 231 执行的解码处理。

[0737] 当将从编码器 191 输出的输出代码串提供给解码器 231 作为输入代码串时启动解码处理,并且针对预定数量的帧(即待处理区间)中的每个帧执行该解码处理。此外,由于步骤 S591 的处理与图 36 中的步骤 S511 的处理相同,因而省略其描述。

[0738] 在步骤 S592 中,高带解码电路 45 对从解复用电路 41 提供的高带编码数据执行解码,将已解码高带子带功率估计系数、固定索引以及切换标志提供给已解码高带子带功率计算电路 46 的选择单元 241。

[0739] 也就是说,高带解码电路 45 从预先记录的已解码高带子带功率估计系数中读取由通过对高带编码数据进行解码而获得的系数索引所表示的、已解码高带子带功率估计系数。在这种情况下,已解码高带子带功率估计系数被以与布置系数索引的顺序相同的顺序来布置。此外,高带解码电路 45 将已解码高带子带功率估计系数、固定长度索引和切换标志提供给选择单元 241。

[0740] 对高带编码数据进行解码,然后,执行步骤 S593 到步骤 S595 的处理。然而,由于这些处理与图 36 的步骤 S513 到步骤 S515 中的处理相同,因而省略其描述。

[0741] 在步骤 S596 中,选择单元 241 基于从高带解码电路 45 提供的固定长度索引和切换标志,来从由高带解码电路 45 提供的已解码高带子带功率估计系数中选择待处理的帧的、已解码高带子带功率估计系数。

[0742] 例如,在图 37 的示例中,当将从待处理区间头部起的第五帧设置为待处理的帧时,选择单元 241 根据固定长度索引 2 指定待处理的帧包括在从待处理区间的头部起的哪个固定长度区间中。在这种情况下,由于固定长度是“4”,指定第五帧被包括在第二固定长度区间中。

[0743] 接下来,选择单元 241 根据位置 FC21 处的切换标志(gridflg_0=1),在按顺序提供的已解码高带子带功率估计系数中,指定从头部起的第二个已解码高带子带功率估计系数为待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。也就是说,由于切换标志为“1”,因此系数索引在位置 FC21 之前和之后发生改变,从头部起的第二个已解码高带子带功率估计系数被指定为待处理的帧的、已解码高带子带功率估计系数。在这种情况下,选择由系数索引“2”指定的已解码高带子带功率估计系数。

[0744] 此外,在图 37 的示例中,当将从待处理区间的头部起的第九个帧设置为待处理的帧时,选择单元 241 根据固定长度索引“2”指定从待处理区间的头部起的哪个固定长度区间包括待处理的帧。在这种情况下,由于固定长度是“4”,第九个帧被指定为包括在第三个固定长度区间中。

[0745] 接下来,选择单元 241 根据位置 FC22 处的切换标志 gridflg_1=0,在按顺序提供的已解码高带子带功率估计系数中,指定从头部起的第二已解码高带子带功率估计系数为待处理的帧的、已解码高带子带功率估计系数。也就是说,由于切换标志是“0”,因此指定在位置 FC22 之前和之后未发生变化的索引,将从头部起的第二已解码高带子带功率估计系数指定为待处理的帧的、已解码高带子带功率估计系数。在这种情况下,选择由系数索引“2”指定的已解码高带子带功率估计系数。

[0746] 当选择了待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数时,执行步骤 S597 和步骤 S600 的处理以完成解码处理。然而,由于这些处理与在图 36 的步骤 S517 到步骤 S520 中的处理相同,因而省略了其描述。

[0747] 在步骤 S597 到步骤 S600 的处理中,使用所选择的已解码高带子带功率估计系数来产生待处理的帧的已解码高带信号,将所产生的已解码高带信号和已解码低频带信号进行合成和输出。

[0748] 如上所述,根据解码器 231,由于根据通过对输入代码串进行解复用处理获得的高带编码数据获得了系数索引,因此使用由该系数索引表示的已解码高带子带功率估计系数来产生已解码高带子带功率,从而,能够改进高带子带功率估计精度。因此,能够再现具有更好音质的音乐信号。

[0749] 此外,由于在关于一个或更多个固定长度区间的高带编码数据中包括了一个系数索引,因而能够根据更小数据量的输入代码串更加高效地获得输出信号。

[0750] <9. 第九实施例>

[0751] [编码器的功能配置示例]

[0752] 此外,如上所述,描述了如下方法:产生包括系数索引、区间信息和数量信息的数据以作为用于获得声音的高带分量的数据的方法(以下称为可变长度方法),以及产生包括

固定长度索引、系数索引和切换标志的数据的方法(以下称为固定长度方法)。

[0753] 这些方法还可以类似地减少高带编码数据的编码量。然而,可以通过在针对每个处理区间的这些方法中选择更少编码量来减少高带编码数据的编码量。

[0754] 在这种情况下,如图 42 所示地配置编码器。此外,在图 42 中,针对与在图 18 中的情况对应的部分使用相同的附图标记。因此,适当地省略了其描述。

[0755] 图 42 的编码器 271 和图 18 的编码器 30 的不同之处在于:在编码器 271 的伪高带子带功率差计算电路 36 中布置有产生单元 281,其余部分的配置具有相同的配置。

[0756] 产生单元 281 通过如下选择的方法产生用于获得高带编码数据的数据,并将该数据提供给高带编码电路 37:基于待处理区间的每个帧中的系数索引的选择结果执行可变长度方法或固定长度方法之间的切换。

[0757] [编码处理的描述]

[0758] 接下来,将参照图 43 中的流程图描述由编码器 271 执行的编码处理。针对预定数量的帧(即待处理区间)的每个帧执行编码处理。

[0759] 此外,步骤 S631 到步骤 S639 的处理与图 34 中的步骤 S471 到 S479 的处理相同,因此省略了其描述。在步骤 S631 到步骤 S639 的处理中,将构成待处理区间的每个帧按顺序设置为待处理的帧,并关于待处理的帧选择系数索引。

[0760] 在步骤 S639 中,仅当确定执行了预定帧长度的处理时,处理进行到步骤 S640。

[0761] 在步骤 S640 中,产生单元 281 确定是否将产生高带编码数据的方法设置为固定长度方法。

[0762] 也就是说,产生单元 281 将由固定长度方法产生高带编码数据时高带编码数据的编码量和通过可变长度方法产生高带编码数据时高带编码数据的编码量进行比较。此外,当固定长度方法的高带编码数据的编码量小于可变长度方法的高带编码数据的编码量时,产生单元 281 确定设置固定长度方法。

[0763] 在步骤 S640 中,当确定设置固定长度方法时,处理进行到步骤 S641。在步骤 S641 中,产生单元 281 产生包括表示选择固定长度方法的方法标志、固定长度索引、系数索引和切换标志的数据,并将该数据提供给高带编码电路 37。

[0764] 在步骤 S642 中,高带编码电路 37 对从产生单元 281 提供的包括方法标志、固定长度索引、系数索引和切换标志的数据进行编码,并产生高带编码数据。高带编码电路 37 将所产生的高带编码数据提供给复用电路 38,然后处理进行到步骤 S645。

[0765] 与此相反,在步骤 S640 中,当确定不设置固定长度方法(即,确定设置可变长度方法)时,处理进行到步骤 S643。在步骤 S643 中,产生单元 281 产生包括表示选择可变长度方法的方法标志、系数索引、区间信息以及数量信息的数据,并且将所产生的数据提供给高带编码电路 37。

[0766] 在步骤 S644 中,高带编码电路 37 对包括从产生单元 281 提供的方法标志、系数索引、区间信息以及数量信息的数据进行编码并且产生高带编码数据。高带编码电路 37 将所产生的高带编码数据提供给复用电路 38 并且之后处理进行到步骤 S645。

[0767] 在步骤 S642 或步骤 S644 中,当产生了高带编码数据时,然后执行步骤 S645 的处理以完成编码处理。但是,由于该处理与图 34 中的步骤 S482 的处理相同,因而省略其描述。

[0768] 如上所述,通过在固定长度方式与可变长度方式之间选择针对每个待处理区间的

编码量较少的方式来产生高带编码数据,能够减少输出代码串的编码量,从而能够更有效地执行声音的编码或解码。

[0769] [解码器的功能配置示例]

[0770] 此外,例如如图 44 所示配置以从图 42 中的编码器 271 输出的输出代码串作为输入代码串并对其进行解码的解码器。此外,在图 44 中,相同的附图标记被用于与图 20 中的情况相对应的部分。因此,省略其描述。

[0771] 图 44 中的解码器 311 与图 20 中的解码器 40 的相同之处在于:包括解复用电路 41 至合成电路 48;但是与图 20 中的解码器 40 的不同之处在于:在已解码高带子带功率计算电路 46 中布置有选择电路 321。

[0772] 在解码器 311 中,当通过高带解码电路 45 对高带编码数据进行解码时,将根据结果获得的数据以及由通过对高带编码数据进行解码所获得的系数索引所指定的、已解码高带子带功率估计系数提供给选择单元 321。

[0773] 基于从高带解码电路 45 提供的数据,选择单元 321 指定是通过固定长度方法还是通过可变长度方法来产生待处理区间的高带编码数据。此外,选择单元 321 基于用于产生高带编码数据的方法的指定结果以及从高带解码电路 45 提供的数据,来关于待处理的帧选择在计算已解码高带子带功率时使用的、已解码高带子带功率估计系数。

[0774] [解码处理的描述]

[0775] 接下来,将参考图 45 的流程图描述由图 44 中的解码器 311 所执行的解码处理。

[0776] 当从编码器 271 输出的输出代码串被作为输入代码串提供给解码器 311 时,启动解码处理并且针对预定数量的帧(即,待处理区间)中的每一个进行该解码处理。此外,由于步骤 S671 的处理与图 41 中的步骤 S591 的处理相同,因此,省略其描述。

[0777] 在步骤 S672 中,高带解码电路 45 对从解复用电路 41 提供的高带编码数据执行解码,并且将根据该结果获得的数据及已解码高带子带功率估计系数提供给已解码高带子带功率计算电路 46 的选择单元 321。

[0778] 即,高带解码电路 45 从预先记录的已解码高带子带功率估计系数中读取由通过对高带编码数据进行解码而获得的系数索引所表示的、已解码高带子带功率估计系数。此外,高带解码电路 45 将已解码高带子带功率估计系数及通过对高带编码数据进行解码而获得的数据提供给选择单元 321。

[0779] 在这种情况下,如果通过方式标志表示了固定长度方式,则将已解码高带子带功率估计系数、方法标志、固定长度索引及切换标志提供给选择单元 321。此外,如果方法标志表示可变长度方法,则将已解码高带子带功率估计系数、方法标志、区间信息及数量信息提供给选择单元 321。

[0780] 在对高带编码数据进行解码之后,执行步骤 S673 至步骤 S675 的处理。但是,这些处理与图 41 中的步骤 S593 至步骤 S595 相同,因而省略其描述。

[0781] 在步骤 S676 中,选择单元 321 基于从高带解码电路 45 提供的数据,从由高带解码电路 45 提供的已解码高带子带功率估计系数中选择待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0782] 例如,如果从高带解码电路 45 提供的方法标志表示固定长度方法,则执行与图 41 中的步骤 S596 相同的处理,并且从固定长度索引和切换标志中选择已解码高带子带功率

估计系数。与此不同,如果从高带解码电路 45 提供的方法标志表示可变长度方法,则执行与图 36 中的步骤 S516 中相同的处理,并且从区间信息和数量信息中选择已解码高带子带功率估计系数。

[0783] 如果选择了待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数,此后,执行步骤 S677 至 S680 的处理,完成解码处理。但是,由于这些处理与图 41 中的步骤 S597 至步骤 S600 中的处理相同,因此,省略其描述。

[0784] 使用所选择的已解码高带子带功率估计系数,并且因此,在步骤 S677 至步骤 S680 的处理中产生待处理的帧的已解码高带信号,并且对所产生的已解码高带信号及已解码低带信号进行合成并输出。

[0785] 如所述的,通过解码量小于固定长度方法和可变长度方法的方法来产生高带编码数据。由于在高带编码数据中包括关于一个或多个帧的一个系数索引,因此,能够通过具有较少的数据量的输入代码串获得具有良好效率的输出信号。

[0786] <10. 第十实施例>

[0787] [系数索引串的高性能编码]

[0788] 现在,在编码声音的编码方法中,用于对预定帧的数据进行解码的信息被再利用为用于对该帧之后的帧的数据进行解码的信息。在这种情况下,选择其中执行时间方向上的信息再利用的模式及其中禁止再利用的模式。

[0789] 这里,将沿时间方向被再利用的信息设置成索引等。具体地,例如,将多个帧设置为单元,并且因此如图 46 所示,从编码器输出包括低带编码数据和高带编码数据的输出代码串。

[0790] 此外,在图 46 中,横向表示时间,而一个矩形表示一个帧。此外,在表示帧的矩形内的数值表示指定该帧的已解码高带子带功率估计系数的系数索引。此外,在图 46 中,相同的附图标记用于与图 32 中的情况相对应的部分。省略其描述。

[0791] 在图 46 的示例中,将 16 个帧设置成一个单元来输出输出代码串。例如,将从位置 FST1 至位置 FSE1 的区间设置成待处理区间,因此输出该待处理区间中包括的 16 个帧的输出代码串。

[0792] 在这种情况下,在执行信息的再利用的模式中,如果待处理区间的引导帧(leading frame)的系数索引与前一个帧的系数索引相同,则将表示系数索引再利用的再利用标记“1”包括在高带编码数据中。在图 46 的示例中,由于待处理区间的引导帧的系数索引与前一个帧的系数索引两者都为“2”,因此,再利用标记被设置成“1”。

[0793] 当再利用标记被设置成“1”时,由于再利用了待处理的前一个区间的最后一个帧的系数索引,因此,待处理区间的高带编码数据中不包括待处理区间的初始帧的系数索引。

[0794] 与此不同,如果待处理区间的引导帧的系数索引与在该帧的一个帧之前的帧的系数索引不同,则将表示系数索引没有再利用的再利用标记“0”包括在高带编码数据中。在这种情况下,由于系数索引不能再利用,因此,高带编码数据中包括待处理的初始帧的系数索引。

[0795] 此外,在禁止信息再利用的模式中,在高带编码数据中不包括再利用标记。当使用再利用标记时,能够减少输出代码串的编码量,从而能够更有效地执行声音的编码或解码。

[0796] 此外,通过再利用标记再利用的信息可以是任意信息,而并非限制于系数索引。

[0797] [解码处理的描述]

[0798] 接下来,将描述在使用再利用标记的情况下所执行的编码和解码处理。首先,将描述通过可变长度方法产生高带编码数据的情况。在这种情况下,通过图 33 中的编码器 111 及图 35 中的解码器 151 执行编码处理及解码处理。

[0799] 将参考图 47 中的流程图描述编码器 111 的编码处理。针对预定数量的帧中的每个帧(即,待处理区间)执行该编码处理。

[0800] 由于步骤 S711 至步骤 S719 的处理与图 34 中的步骤 S471 至步骤 S479 的处理相同,因此,省略其描述。在步骤 S711 至步骤 S719 的处理中,依次将构成待处理区间的每个帧设置成待处理的帧并且关于待处理的帧选择系数索引。

[0801] 在步骤 S719 中,当仅确定了预定帧长度的处理时,处理进行到步骤 S720。

[0802] 在步骤 S720 中,产生单元 121 确定是否执行信息的再利用。例如,如果指定了通过用户执行信息的再利用的模式,则确定执行信息的再利用。

[0803] 在步骤 S720 中,如果确定执行信息的再利用,则处理进行到 S721。

[0804] 在步骤 S721 中,产生单元 121 基于在待处理区间中的每个帧的系数索引的选择结果产生包括再利用标记、作为区间信息的系数索引及数量信息的数据,并且将所产生的数据提供给高带编码电路 37。

[0805] 例如,在图 32 的示例中,由于待处理区间的引导帧的系数索引为“2”,而该帧的紧前面的帧的系数索引为“3”并且再利用标记被设置成“0”而不再利用系数索引。

[0806] 产生单元 121 产生包括如下内容的数据:再利用标记“0”;数量信息“num_length=3”;每个连续帧区间的区间信息“length0=5”、“length1=7”和“length2=4”以及连续帧区间的系数索引“2”、“5”和“1”。

[0807] 此外,如果再利用标记被设置成“1”,则产生不包括在待处理区间的初始连续帧的系数索引中的数据。例如,在图 32 中的示例中,当待处理区间的再利用标记被设置成“1”时,数据包括:再利用标记;数量信息;区间信息“length0=5”、“length1=7”和“length2=4”以及系数索引“5”和“1”。

[0808] 在步骤 S722 中,高带编码电路 37 对从产生单元 121 提供的、包括再利用标记、系数索引、区间信息、系数信息以及数量信息的数据进行编码,并且产生高带编码数据。高带编码电路 37 将所产生的高带编码数据提供给复用电路 38,然后处理进行到步骤 S725。

[0809] 与此不同,在步骤 S720 中,如果确定不执行信息的再利用,即,指定了通过用户禁止信息的再利用的模式,则处理进行到步骤 S723。

[0810] 在步骤 S723 中,产生单元 121 基于待处理区间中的每个帧的系数索引的选择结果产生包括系数索引、区间信息以及数量信息的数据,并且将它们提供给高带编码电路 37。执行与图 34 中的步骤 S480 的处理相同的步骤 S723 的处理。

[0811] 在步骤 S724 中,高带编码电路 37 对从产生单元 121 提供的包括系数索引、区间信息以及数量信息的数据进行编码,并且产生高带编码数据。高带编码电路 37 将所产生的高带编码数据提供给复用电路 38,然后处理进行到步骤 S725。

[0812] 在步骤 S722 或步骤 S724 中,在产生高带编码数据之后,执行步骤 S725 的处理以终止编码处理。但是,由于该处理与图 34 中的步骤 S482 的处理相同,因此,省略其描述。

[0813] 如上所述,如果指定了执行信息的再利用的模式,则能够通过产生包括再利用标

记的高带编码数据来减少输出代码串的编码量,从而能够更有效地执行声音的编码或解码。

[0814] [解码处理的描述]

[0815] 接下来,将参考图 48 中的流程图描述通过图 35 中的解码器 151 执行的解码处理。

[0816] 当执行参考图 47 描述的编码处理并且将从编码器 111 输出的输出代码串提供给解码器 151 作为输入代码串时,启动解码处理,并且针对预定的帧数(待处理区间)中的每个执行该解码处理。此外,步骤 S751 的处理与图 36 中的步骤 S511 的处理相同,并且省略其描述。

[0817] 在步骤 S752 中,高带解码电路 45 对从解复用电路 41 提供的高带编码数据执行解码,并且将根据该结果获得的数据及已解码高带子带功率估计系数提供给已解码高带子带功率计算电路 46 的选择单元 161。

[0818] 即,高带解码电路 45 在预先记录的已解码高带子带功率估计系数中读取利用通过对高带编码数据进行解码而获得的系数索引所表示的已解码高带子带功率估计系数。此外,高带解码电路 45 将已解码高带子带功率估计系数及通过对高带编码数据进行解码所获得的数据提供给选择单元 161。

[0819] 在这种情况下,如果指定了执行信息再利用的模式,则将已解码高带子带功率估计系数、再利用标记、区间信息以及数量信息提供给选择单元 161。此外,如果指定了禁止信息再利用的模式,则将已解码高带子带功率估计系数、区间信息以及数量信息提供给选择单元 161。

[0820] 当对高带编码数据进行了解码时,此后,执行步骤 S753 至步骤 S755 的处理。但是,由于这些处理与图 36 中的步骤 S513 至步骤 S515 的处理相同,因此,省略其描述。

[0821] 在步骤 S756 中,基于由从高带解码电路 45 提供的数据,选择单元 161 从由高带解码电路 45 提供的已解码高带子带功率估计系数中选择待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0822] 即,当从高带解码电路 45 提供了再利用标记、区间信息以及数量信息时,选择单元 161 基于再利用标记、区间信息以及数量信息选择待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。例如,当待处理区间的引导帧为待处理的帧并且再利用标记为“1”时,选择待处理的帧的紧前面的帧的已解码高带子带功率估计系数作为待处理帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0823] 在这种情况下,在待处理区间的头部的连续帧区间中,在每个帧中选择与在待处理区间的紧前面的帧的已解码高带子带功率估计系数相同的已解码高带子带估计系数。此外,在第二帧区间后面的连续帧区间中,通过与图 36 中的步骤 S516 的处理相同的处理(即,基于区间信息和数量信息)来选择每个帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0824] 此外,在这种情况下,选择单元 161 保持在待处理区间的紧前面的帧的已解码高带子带功率估计系数,该已解码高带子带功率估计系数是在启动解码处理之前从高带解码电路 45 所提供的。

[0825] 此外,如果再利用标记为“0”或者从高带解码电路 45 提供已解码高带子带功率估计系数、区间信息以及数量信息,则执行与图 36 中的步骤 S516 相同的处理并且选择待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0826] 如果选择了待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数,则,此后执行步骤 S757 至步骤 S760 中的处理以完成解码处理。但是,由于这些处理与图 36 中的步骤 S517 至步骤 S520 中的处理相同,因此,省略其描述。

[0827] 在步骤 S757 至步骤 S760 的处理中,使用所选择的已解码高带子带功率估计系数来产生待处理的帧的已解码高带信号,并且对所产生的已解码高带信号和已解码低带信号进行合成和输出。

[0828] 如上所述,如果需要,则使用包括再利用标记的高带编码数据,从而能够更有效地从较少量数据的输入代码串中获得输出信号。

[0829] <11. 第十一实施例>

[0830] [解码处理的描述]

[0831] 接下来,将描述必要时执行信息再利用并且通过固定长度方法产生高带编码数据的情况。在这种情况下,通过图 38 中的编码器 191 和图 40 中的解码器 231 执行编码处理和解码处理。

[0832] 如下所述,将参考图 49 中的流程图描述编码器 191 的编码处理。针对预定数量的帧(即,待处理区间)中的每个帧执行编码处理。

[0833] 此外,由于步骤 S791 至步骤 S799 中的处理与图 39 中的步骤 S551 至步骤 S559 中的处理相同,因此,省略其描述。在步骤 S791 至步骤 S799 的处理中,依次将组成待处理区间的每个帧设置成待处理的帧并且关于待处理的帧选择系数索引。

[0834] 在步骤 S799 中,如果确定仅执行了预定帧长度的处理,则处理进行到步骤 S800。

[0835] 在步骤 S800 中,产生单元 201 确定是否执行信息再利用。例如,如果指定了通过用户执行信息再利用的模式,则确定执行信息再利用。

[0836] 在步骤 S800 中,确定执行信息再利用,处理进行到步骤 S801。

[0837] 在步骤 S801 中,产生单元 201 基于待处理区间中的每个帧的系数索引的选择结果产生包括再利用标记、系数索引、固定长度索引及切换索引的数据,并且将所产生的数据提供给高带编码电路 37。

[0838] 例如,在图 37 的示例中,由于处理区间的引导帧的系数索引为“1”,而在该帧的紧前面的帧的系数索引为“3”,因此,再利用标记被设置为“0”而不再利用系数索引。产生单元 201 产生包括再利用标记“0”、固定长度索引“2”、系数索引“1”、“2”、“3”以及切换标志“1”、“0”、“1”的数据。

[0839] 此外,如果再利用标记为“1”,则产生不包括待处理区间的初始定长区间的系数索引的数据。例如,在图 37 的示例中,当待处理区间的再利用标记被设置为“1”时,产生如下数据:该数据包括再利用标记“0”,固定长度索引为“2”,系数索引为“2”、“3”并且切换标志为“1”、“0”、“1”。

[0840] 在步骤 S802 中,高带编码电路 37 对从产生单元 201 提供的包括再利用标记、系数索引、固定长度索引以及切换标志的数据进行编码,并且产生高带编码数据。高带编码电路 37 将所产生的高带编码数据提供给复用电路 38,此后,处理进行到步骤 S805。

[0841] 与此不同,在步骤 S800 中,如果确定不执行信息再利用,即,如果指定了用户禁止信息再利用的模式,则处理进行到步骤 S803。

[0842] 在步骤 S803 中,产生单元 201 基于待处理区间中的每个帧的系数索引的选择结果

产生包括系数索引、固定长度索引以及切换标志的数据,并且将它们提供给高带编码电路 37。在步骤 S803 中,执行与图 39 中的步骤 S560 的处理相同的处理。

[0843] 在步骤 S804 中,高带编码电路 37 对从产生单元 201 提供的包括系数索引、固定长度索引以及切换标志的数据进行编码,并且产生高带编码信号。高带编码电路 37 将所产生的高带编码数据提供给复用电路 38,然后处理进行到步骤 S805。

[0844] 在步骤 S802 或步骤 S804 中,当产生了高带编码数据时,此后,执行步骤 S805 的处理以终止编码处理。但是,由于这些处理与图 39 中的步骤 S562 的处理相同,因此,省略其描述。

[0845] 如上所述,当指定了执行信息再利用的模式时,能够通过产生包括再利用标记的高带编码数据来减少输出代码串的编码量,从而能够更有效地执行声音的编码和解码。

[0846] [解码处理的描述]

[0847] 接下来,将参考图 50 的流程图描述由图 40 中的解码器 231 执行的解码处理。

[0848] 当执行了参考图 49 描述的编码处理并且将从编码器 191 输出的输出代码串提供给解码器 231 作为输入代码串时,启动解码处理,并且针对预定数量的帧(即,待处理区间)中的每个帧执行该解码处理。此外,由于步骤 S831 的处理与图 41 中的步骤 S591 的处理相同,因此,省略其描述。

[0849] 在步骤 S832 中,高带解码电路 45 对从解复用电路 41 提供的高带编码数据执行解码,并且将根据该结果获得的数据及已解码高带子带功率估计系数提供给已解码高带子带功率计算电路 46 的选择单元 241。

[0850] 也就是说,高带解码电路 45 从预先记录的已解码高带子带功率估计系数中读取由通过对高带编码数据进行解码而获得的系数索引所表示的、已解码高带子带功率估计系数。此外,高带解码电路 45 将已解码高带子带功率估计系数及通过对高带编码数据进行解码而获得的数据提供给选择单元 241。

[0851] 在这种情况下,如果指定了执行信息再利用的模式,则将已解码高带子带功率估计系数、再利用标记、固定长度索引以及切换标志提供给选择单元 241。此外,如果指定了禁止信息再利用的模式,则将已解码高带子带功率估计系数、固定长度索引以及切换标志提供给选择单元 241。

[0852] 当对高带编码数据解码时,此后,执行步骤 S833 至步骤 S835 的处理。但是,由于这些处理与图 41 中的步骤 S593 至步骤 S595 的处理相同,因此,省略其描述。

[0853] 在步骤 S836 中,基于从高带解码电路 45 提供的数据,选择单元 241 从由高带解码电路 45 提供的已解码高带子带功率估计系数中选择待处理的帧的、已解码高带子带功率估计系数。

[0854] 也就是说,当从高带解码电路 45 提供了再利用标记、固定长度索引以及切换标志时,选择单元 241 基于再利用标记、固定长度索引以及切换标志选择待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。例如,当待处理区间的引导帧为待处理的帧并且再利用标记为“1”时,选择待处理的帧的紧前面的帧的已解码高带子带功率估计系数作为待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0855] 在这种情况下,在待处理区间的头部的固定长度区间中,在每个帧中选择与在待处理区间的紧前面的帧的已解码高带子带功率估计系数相同的已解码高带子带估计系数。

此外,在第二帧区间后面的固定长度区间中,通过与图 41 中的步骤 S596 的处理中相同的处理(即,基于固定长度索引和切换标志),来选择每个帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0856] 此外,在这种情况下,选择单元 241 保持在启动解码处理之前从高带解码电路 45 提供的、在待处理区间的紧前面的帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0857] 此外,当再利用标记为“0”且从高带解码电路 45 提供了已解码高带子带功率估计系数、固定长度索引以及切换标志时,执行与图 41 中的步骤 S596 相同的处理,并且选择待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数。

[0858] 如果选择了待处理的帧的已解码高带子带功率估计系数,则,此后执行步骤 S837 至步骤 S840 中的处理以完成解码处理。但是,由于这些处理与图 41 中的步骤 S597 至步骤 S600 中的处理相同,因此,省略其描述。

[0859] 在步骤 S837 至步骤 S840 的处理中,使用所选择的已解码高带子带功率估计系数产生待处理的帧的已解码高带信号,并且对所产生的已解码高带信号和已解码低带信号进行合成和输出。

[0860] 如上所述,如果需要,当使用包括再利用标记的高带编码数据时,能够更有效地从较少量数据的输入代码串中获得输出信号。

[0861] 此外,如上所述,作为通过使用可变长度方式与固定长度方式中的任一种来使用再利用标记的示例,描述了产生高带编码数据的情况。但是,即使在这些方式中选择了编码量小的方式的情况下,也可以使用再利用标记。

[0862] 利用硬件或软件来执行上述系列处理。当利用软件来执行系列处理时,在结合有专用硬件的计算机或通用个人计算机中安装由软件构成的程序,通用个人计算机能够通过从程序记录介质安装各种程序来执行各种功能。

[0863] 图 51 为示出通过计算机执行上述系列处理的计算机的硬件的配置示例的框图。

[0864] 在该计算机中,CPU501、ROM(只读存储器)502 以及 RAM(随机存取存储器)503 通过总线 504 彼此连接。

[0865] 此外,输入/输出接口 505 连接至总线 504。输入/输出接口 505 连接有:输入单元 506、输出单元 507、存储单元 508、通信单元 509 和驱动器 510,其中,输入单元 506 包括键盘、鼠标、麦克风等,输出单元 507 包括显示器、扬声器等,存储单元 508 包括硬盘或非易失性存储器等,通信单元 509 包括网络接口等,驱动器 510 驱动磁盘、光盘、磁光盘和半导体存储器等可移除介质 511。

[0866] 在如上配置的计算机中,例如,CPU501 经由输入/输出接口 505 和总线 504 将存储在存储单元 508 中的程序装载到 RAM503 中并执行该程序,以执行上述系列处理。

[0867] 例如,要由计算机(CPU501)执行的程序记录在如封装介质的可移除介质 511 中,封装介质包括磁盘(包括软盘)、光盘((CD-ROM(压缩盘只读存储器))、DVD(数字多功能盘)等)、磁光盘或半导体存储器,或者通过包括局域网、互联网和数字卫星广播的有线或无线传输介质提供。

[0868] 此外,可以通过给驱动器 510 安装可移除介质 511 来经由输入/输出接口 505 给存储单元 508 安装程序。此外,通过有线或无线传输介质在通信单元 509 中接收程序,并且,可以将程序安装至存储单元 508。此外,可以事先在 ROM502 或者存储单元 508 中安装程序。

[0869] 此外,由计算机执行的程序可以是如下程序:处理根据说明书中描述的顺序按照

时间顺序来执行,也可以是如下程序:处理在进行调用时并行地或者在必要的定时执行。

[0870] 此外,本发明的实施例不限于上述实施例,并且在不偏离本发明的主旨的范围内能够进行各种修改。

[0871] 附图标记列表

[0872] 10 频带扩展装置

[0873] 11 低通滤波器

[0874] 12 延迟电路

[0875] 13、13-1 至 13-N 带通滤波器

[0876] 14 特征量计算电路

[0877] 15 高带子带功率估计电路

[0878] 16 高带信号产生电路

[0879] 17 高通滤波器

[0880] 18 信号加法器

[0881] 20 系数学习装置

[0882] 21、21-1 至 21- (K+N) 带通滤波器

[0883] 22 高带子带功率计算电路

[0884] 23 特征量计算电路

[0885] 24 系数估计电路

[0886] 30 编码器

[0887] 31 低通滤波器

[0888] 32 低带编码电路

[0889] 33 子带分割电路

[0890] 34 特征量计算电路

[0891] 35 伪高带子带功率计算电路

[0892] 36 伪高带子带功率差计算电路

[0893] 37 高带编码电路

[0894] 38 复用电路

[0895] 40 解码器

[0896] 41 解复用电路

[0897] 42 低带解码电路

[0898] 43 子带分割电路

[0899] 44 特征量计算电路

[0900] 45 高带解码电路

[0901] 46 已解码高带子带功率计算电路

[0902] 47 已解码高带信号产生电路

[0903] 48 合成电路

[0904] 50 系数学习装置

[0905] 51 低通滤波器

[0906] 52 子带分割电路

- [0907] 53 特征量计算电路
- [0908] 54 伪高带子带功率计算电路
- [0909] 55 伪高带子带功率差计算电路
- [0910] 56 伪高带子带功率差聚类电路
- [0911] 57 系数估计电路
- [0912] 101 CPU
- [0913] 102 ROM
- [0914] 103 RAM
- [0915] 104 总线
- [0916] 105 输入 / 输出接口
- [0917] 106 输入单元
- [0918] 107 输出单元
- [0919] 108 存储单元
- [0920] 109 通信单元
- [0921] 110 驱动器
- [0922] 111 可移除介质

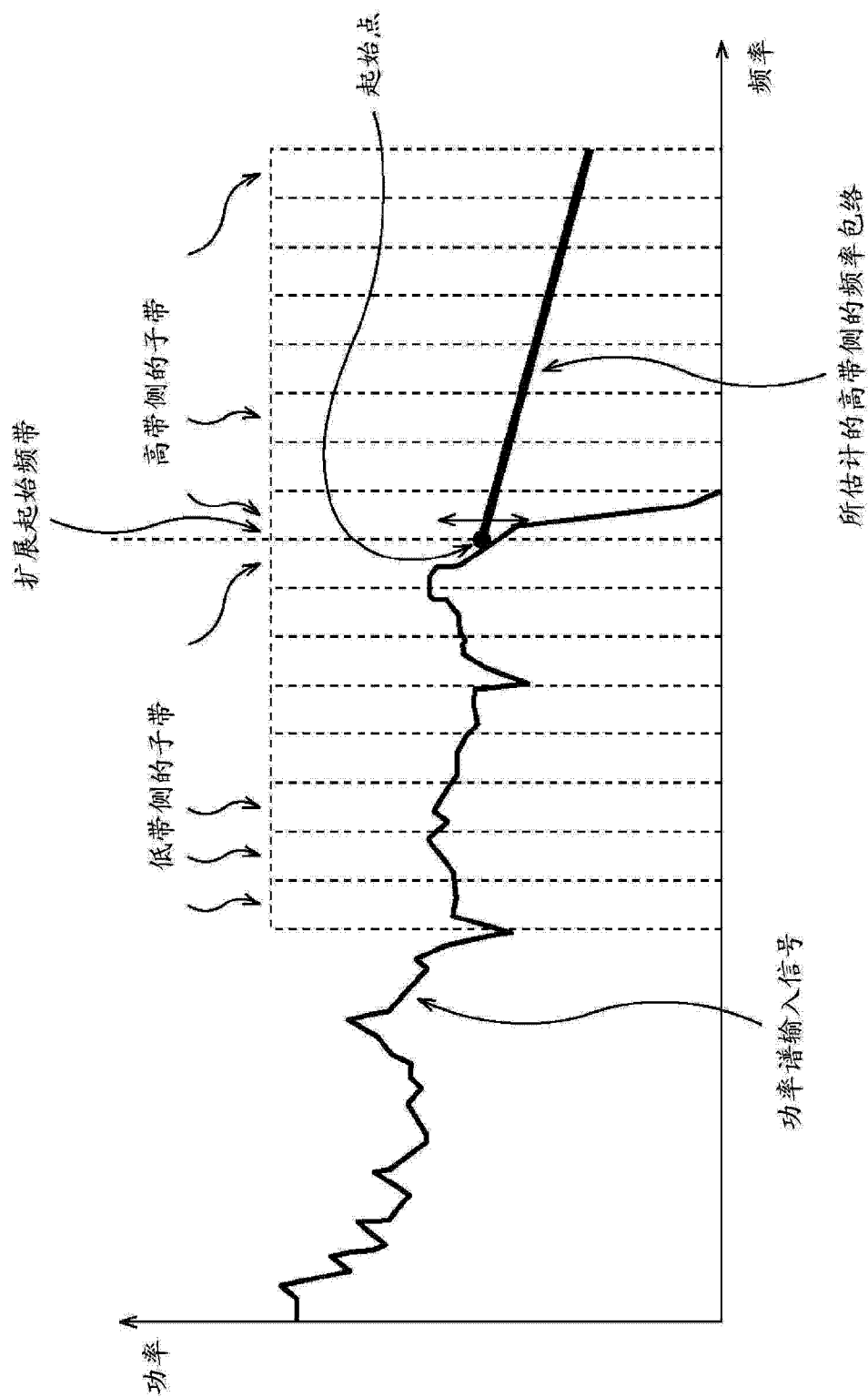


图 1

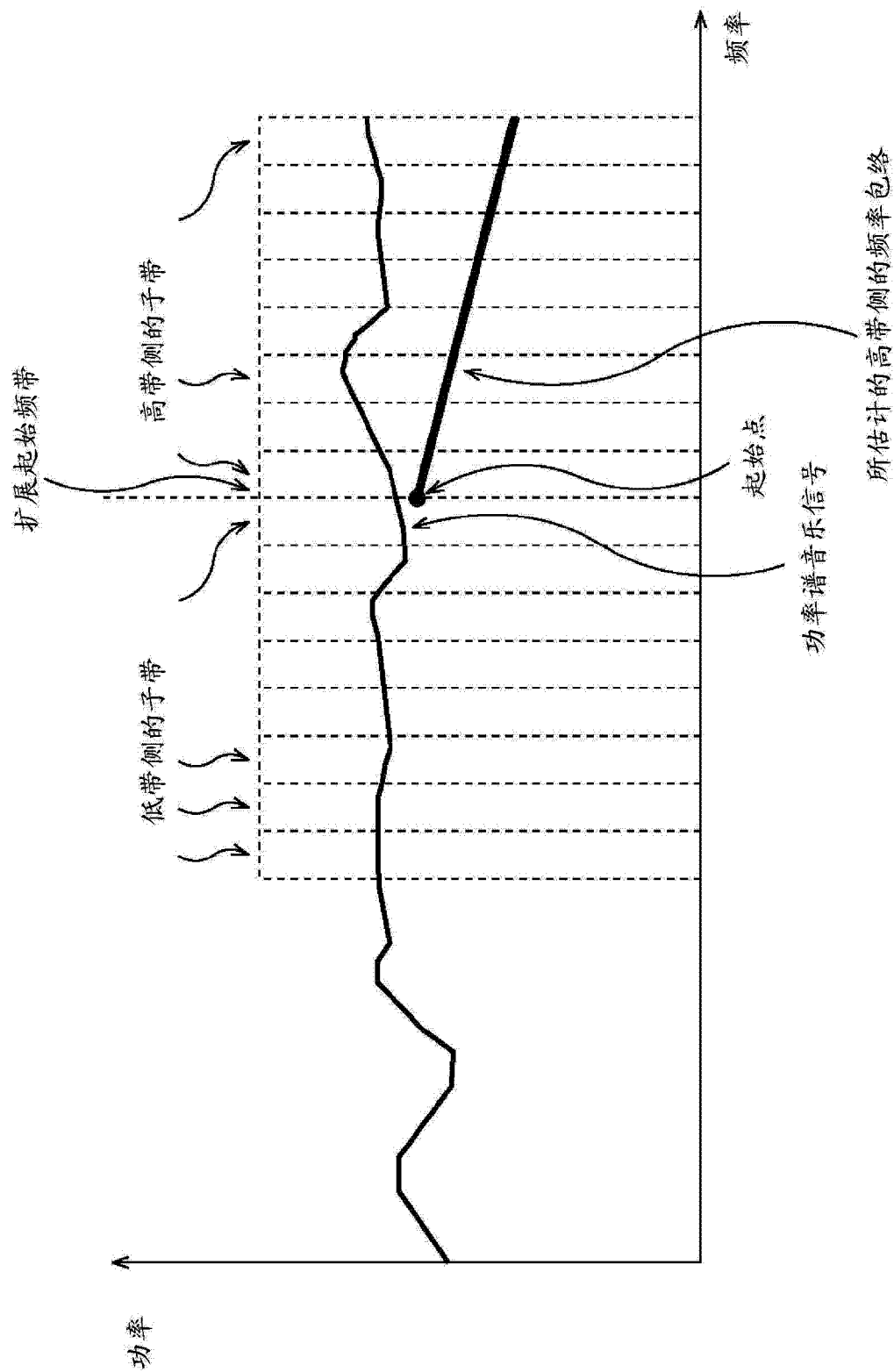


图 2

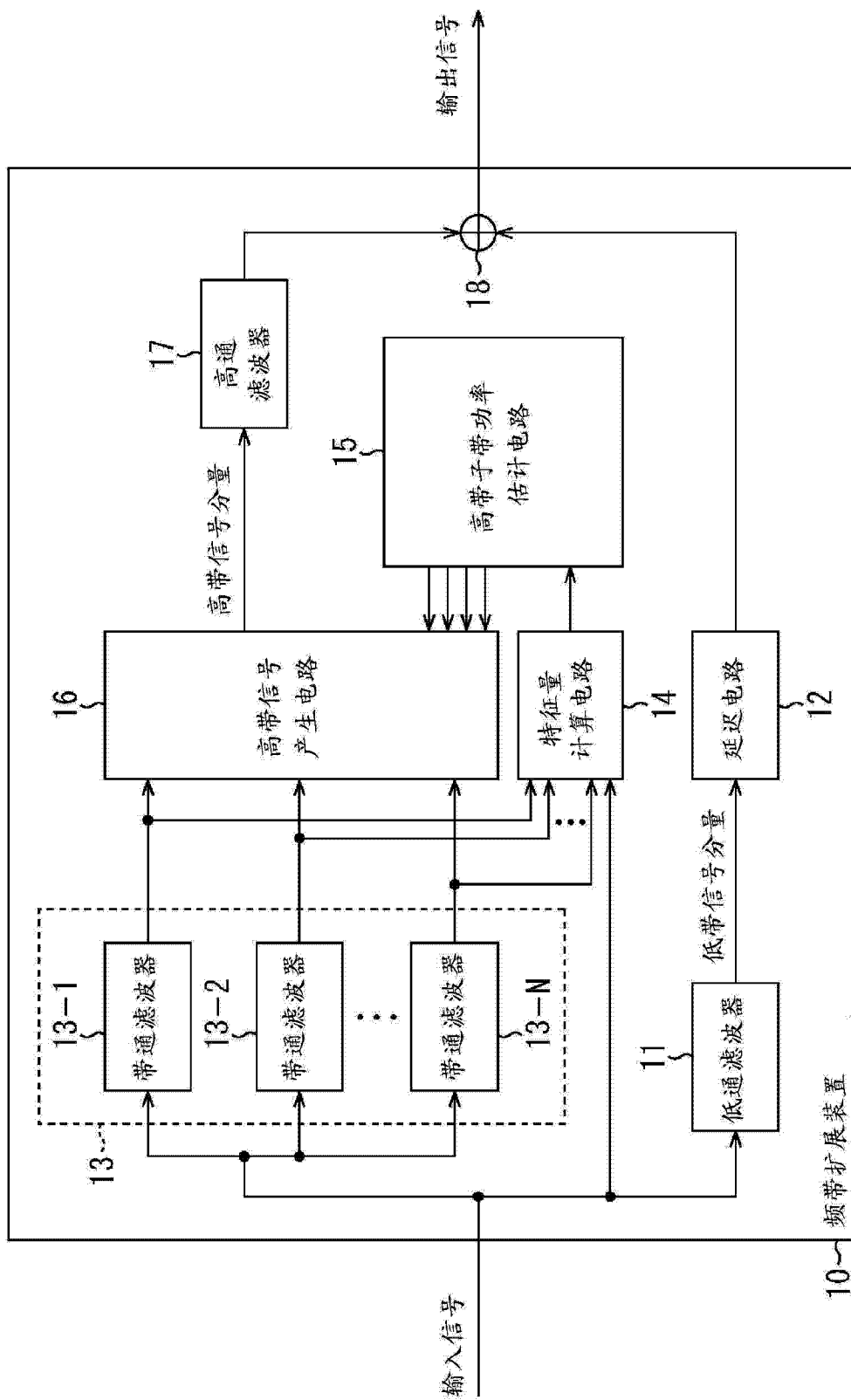


图 3

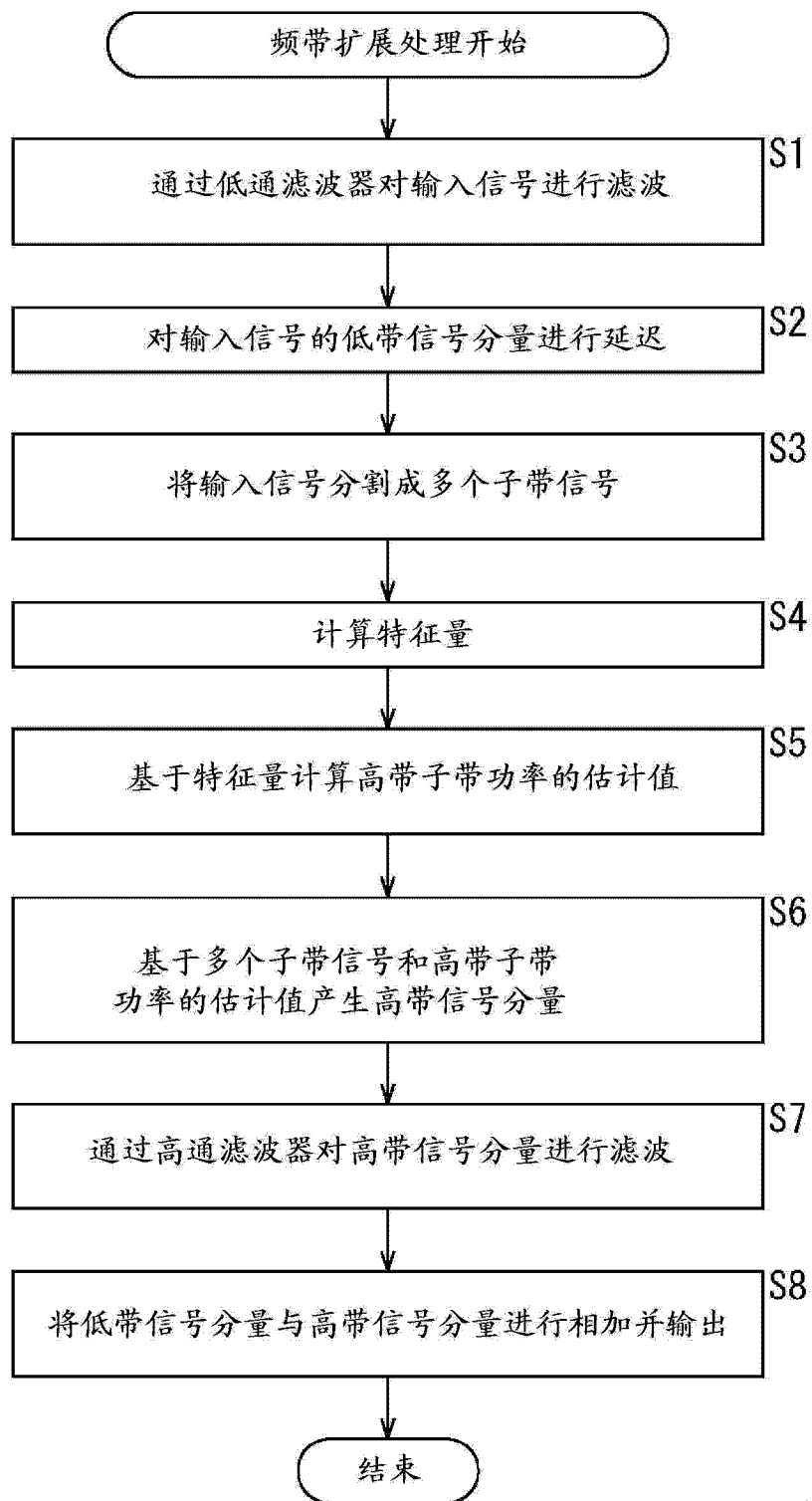


图 4

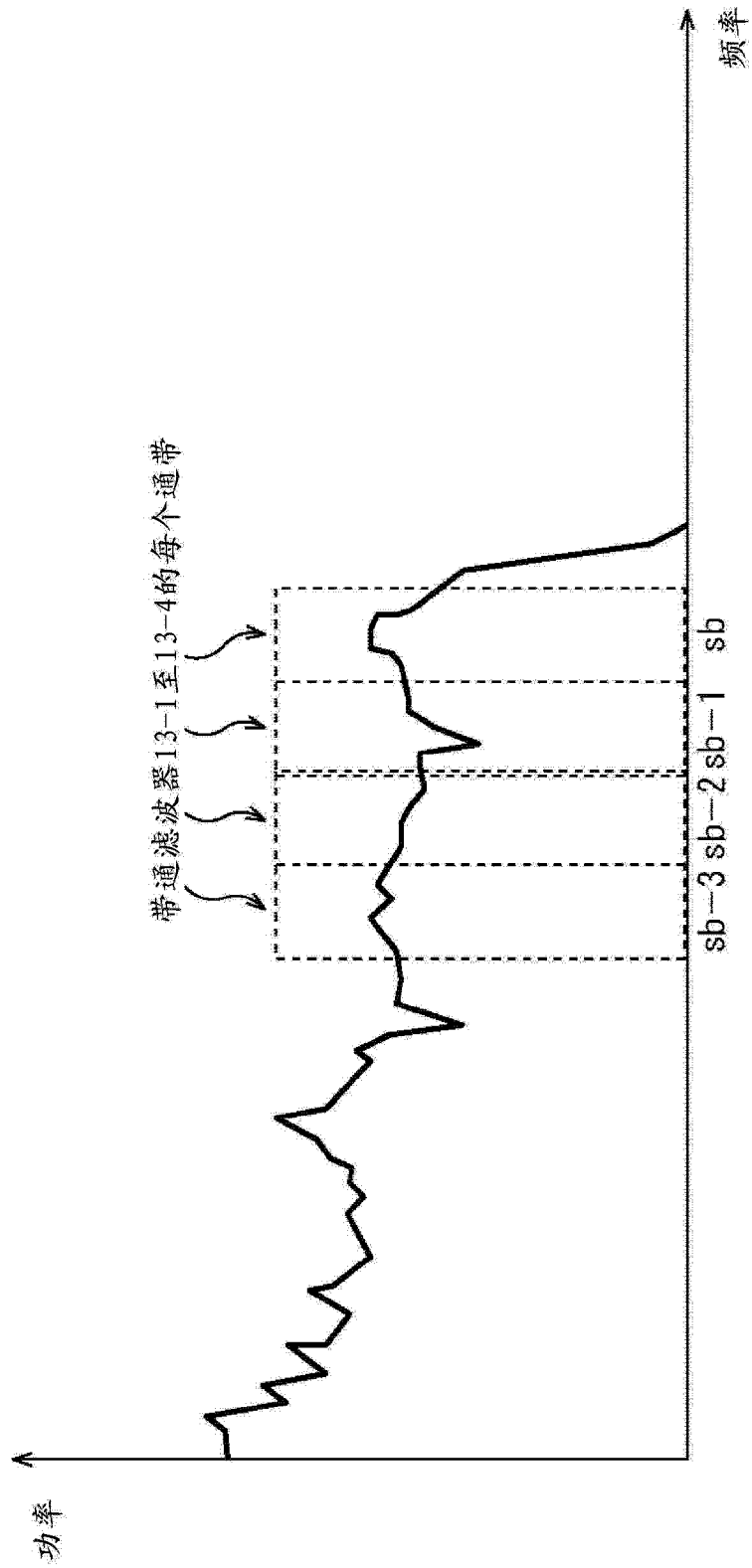


图 5

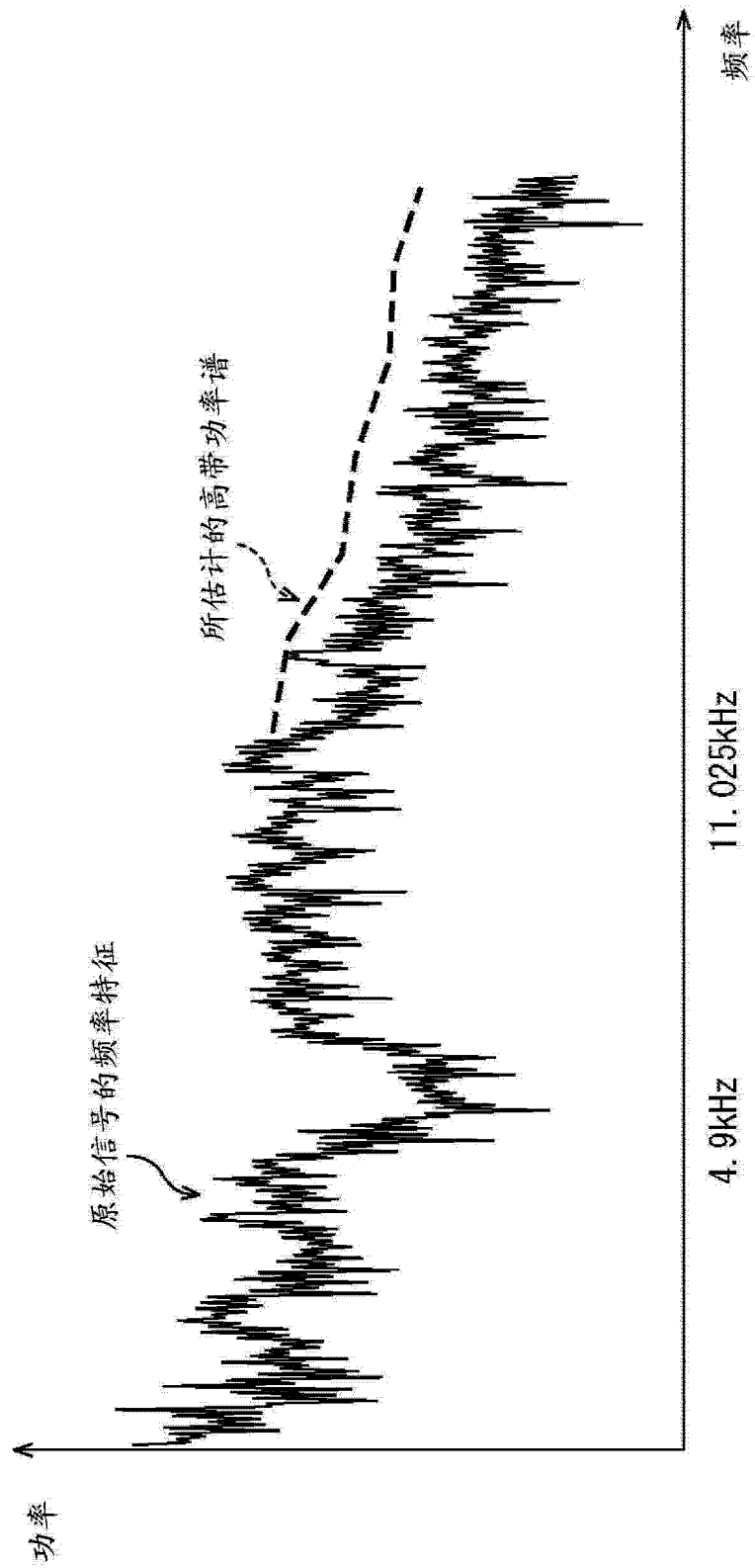


图 6

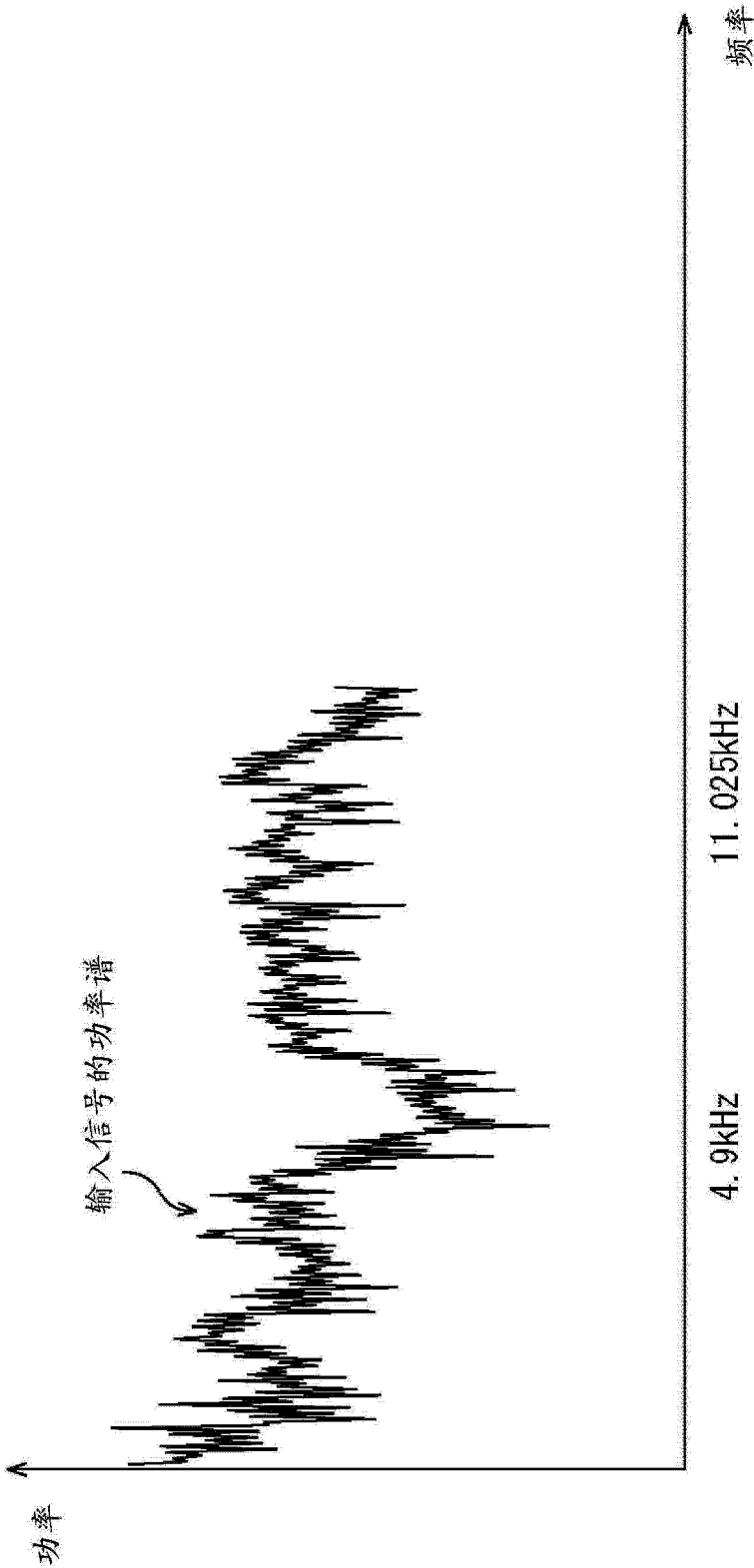


图 7

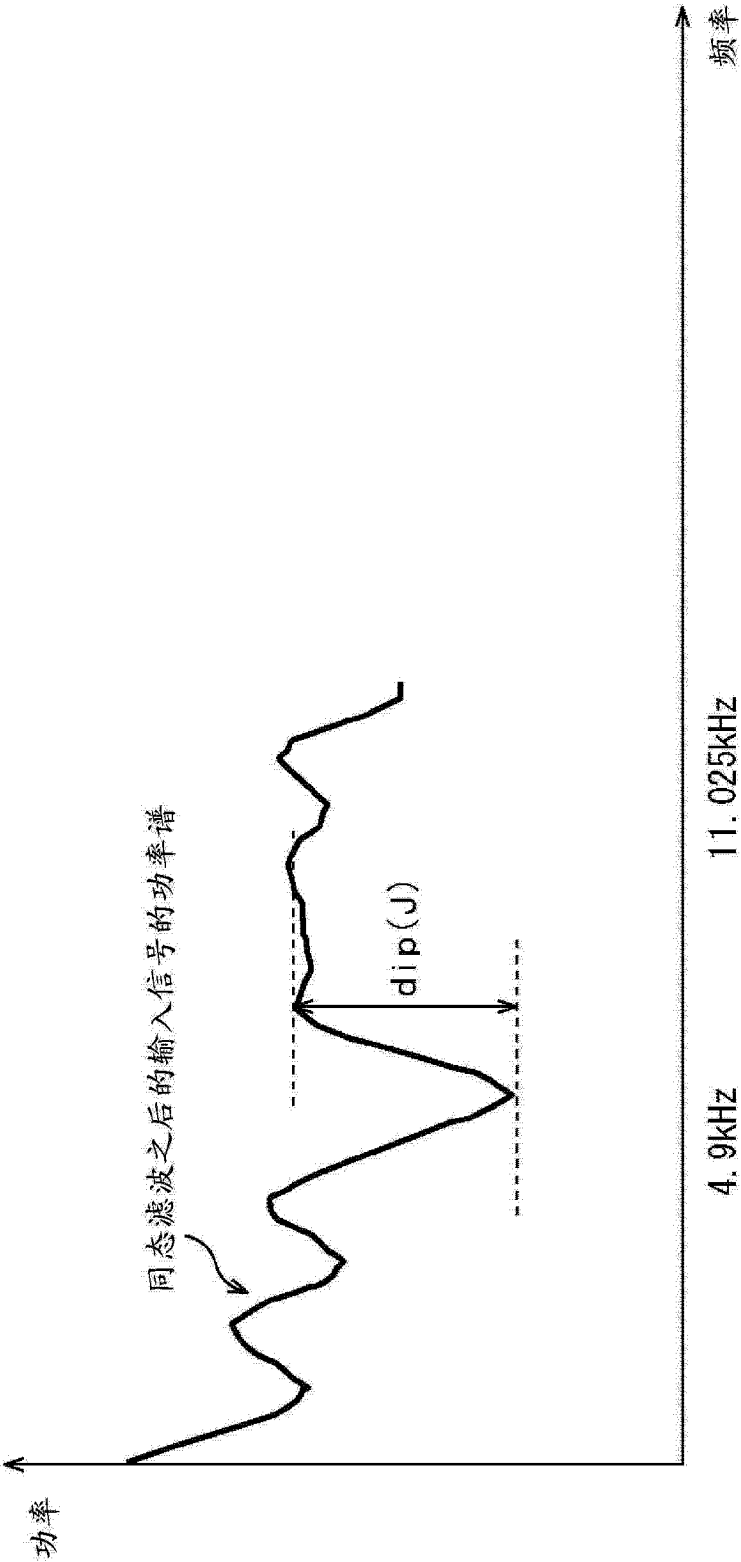


图 8

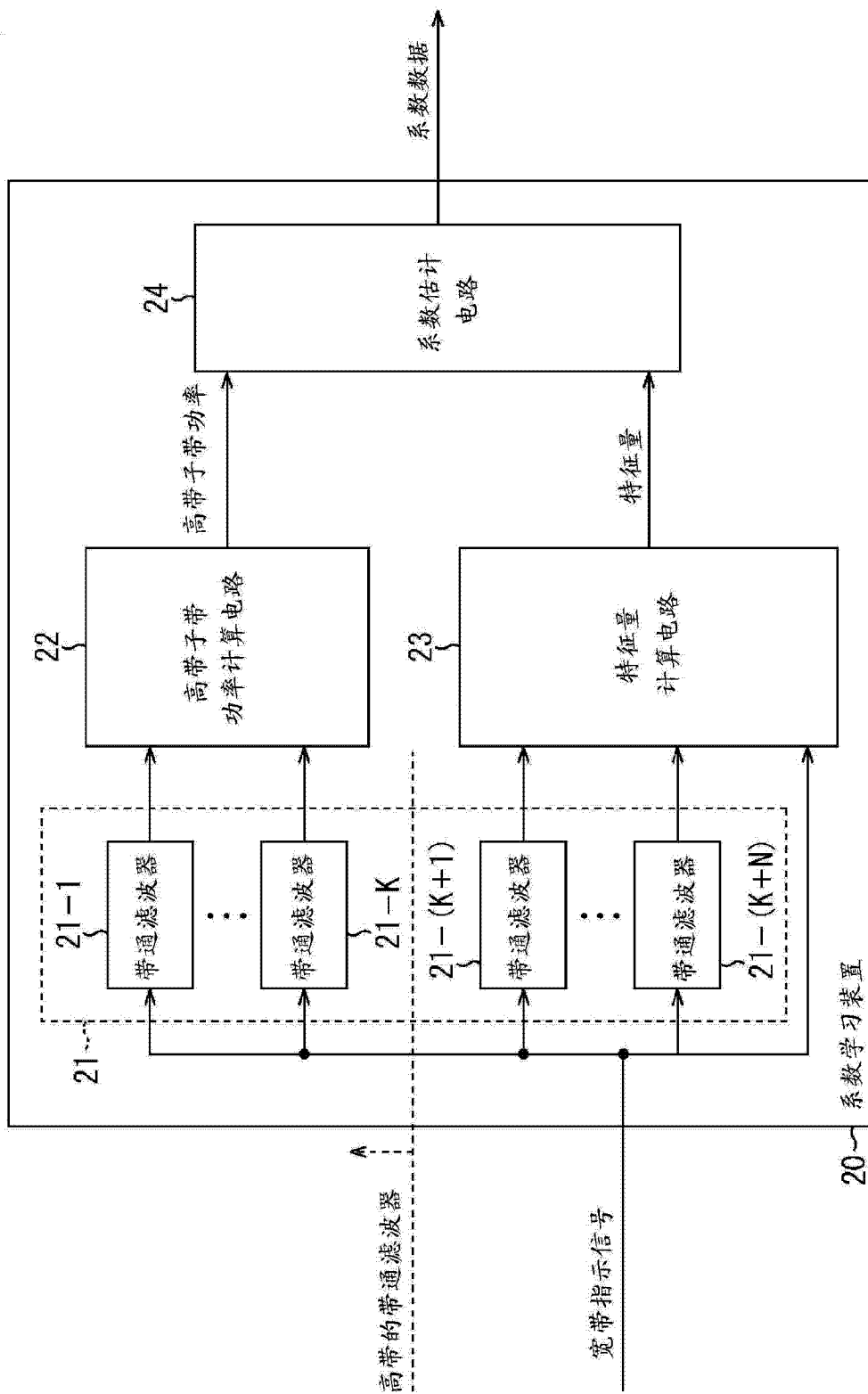


图 9

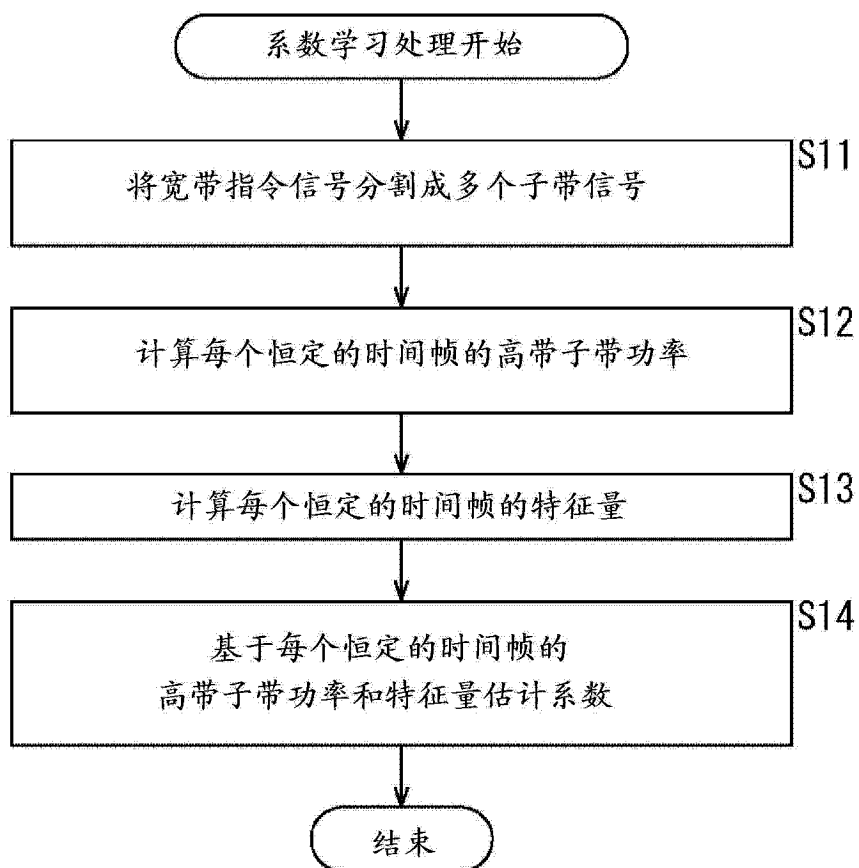


图 10

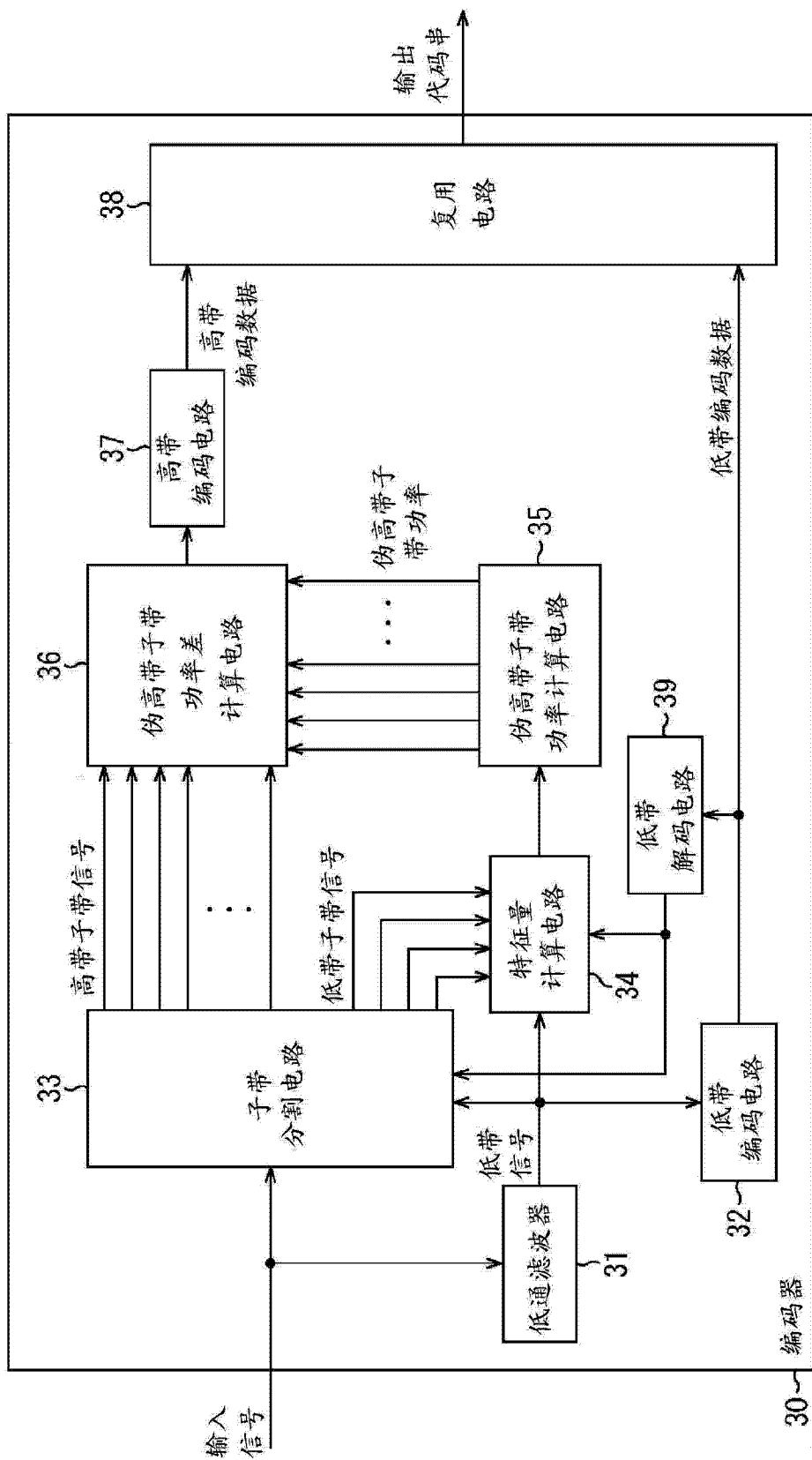


图 11

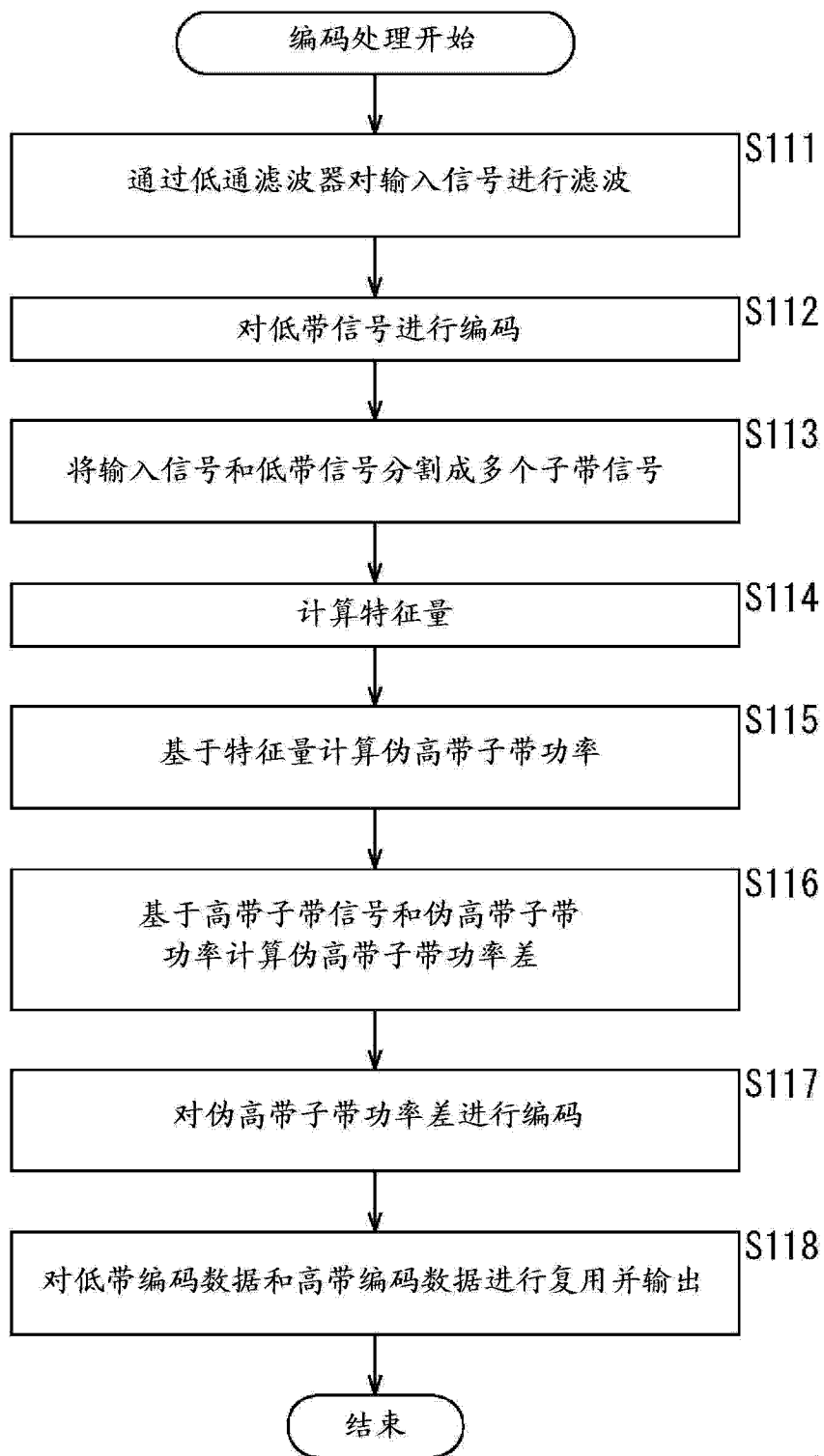


图 12

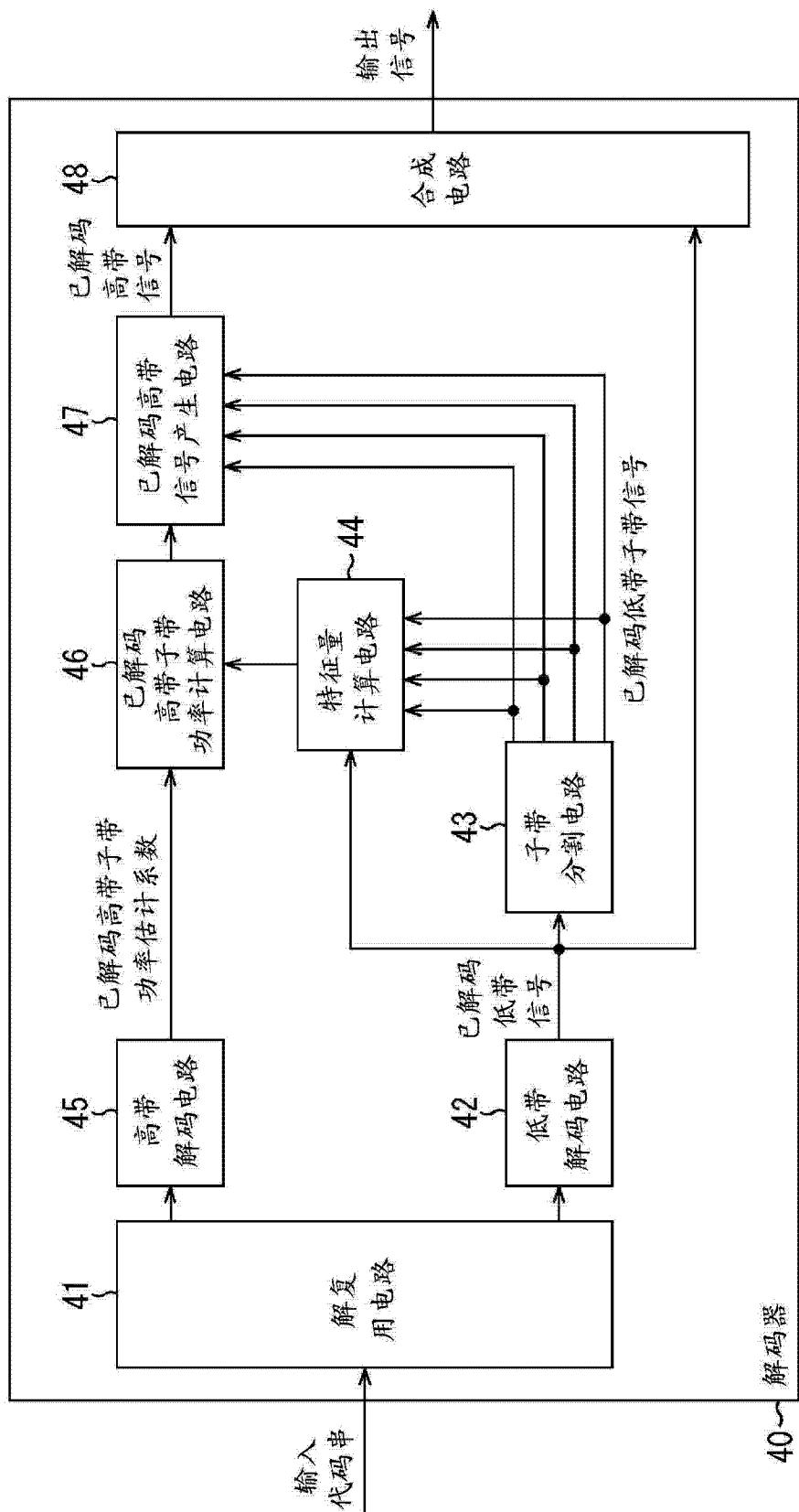


图 13

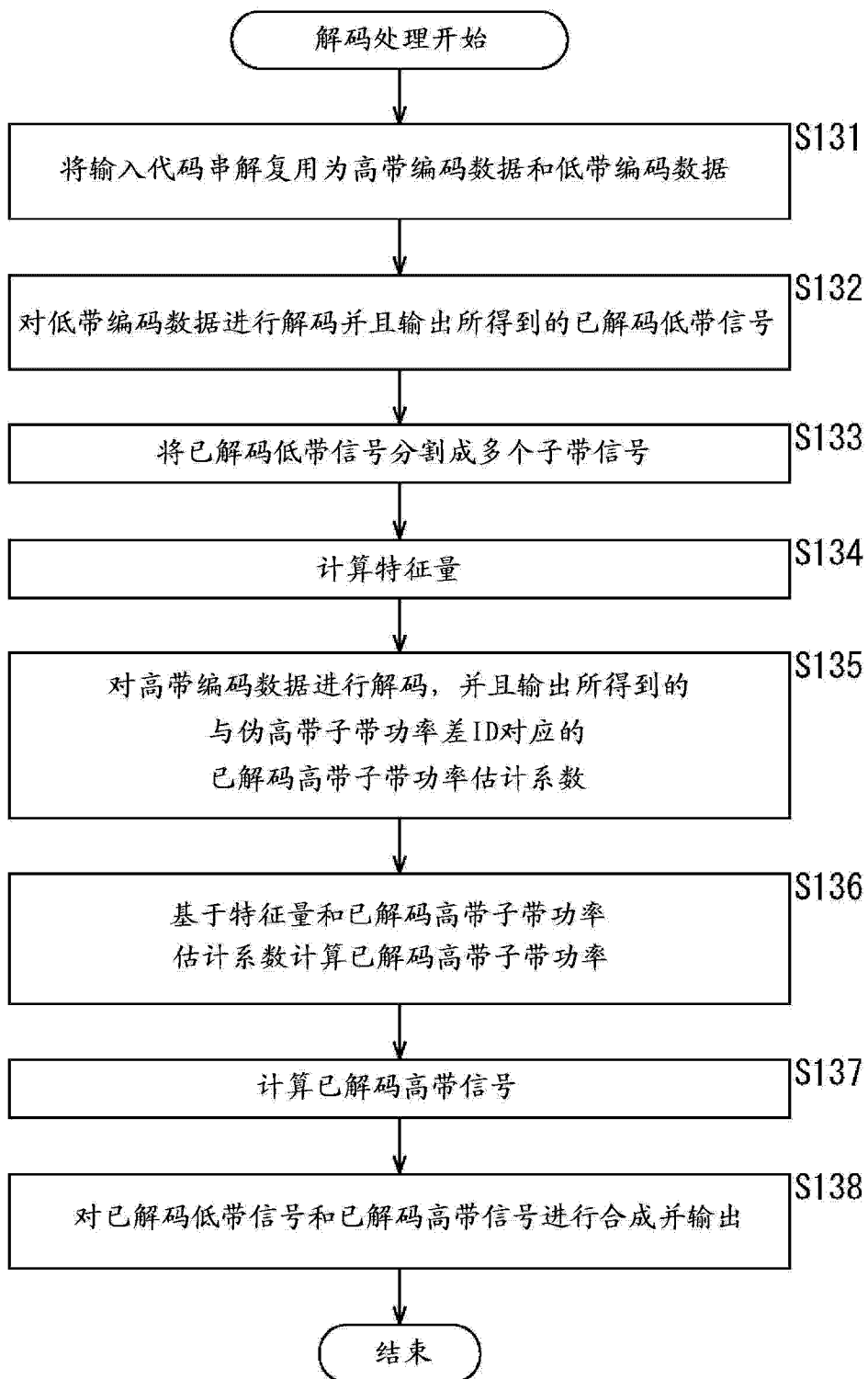


图 14

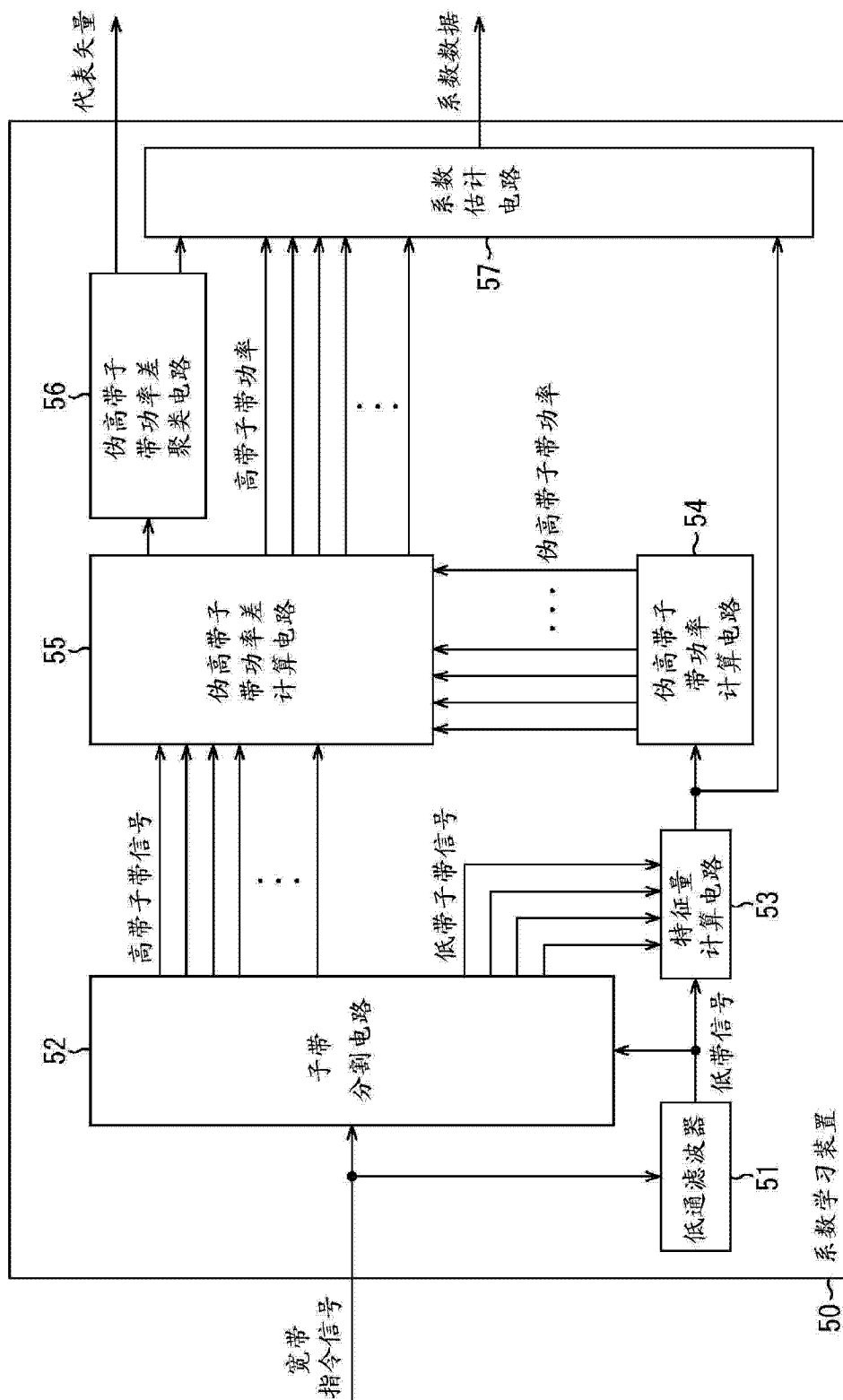


图 15

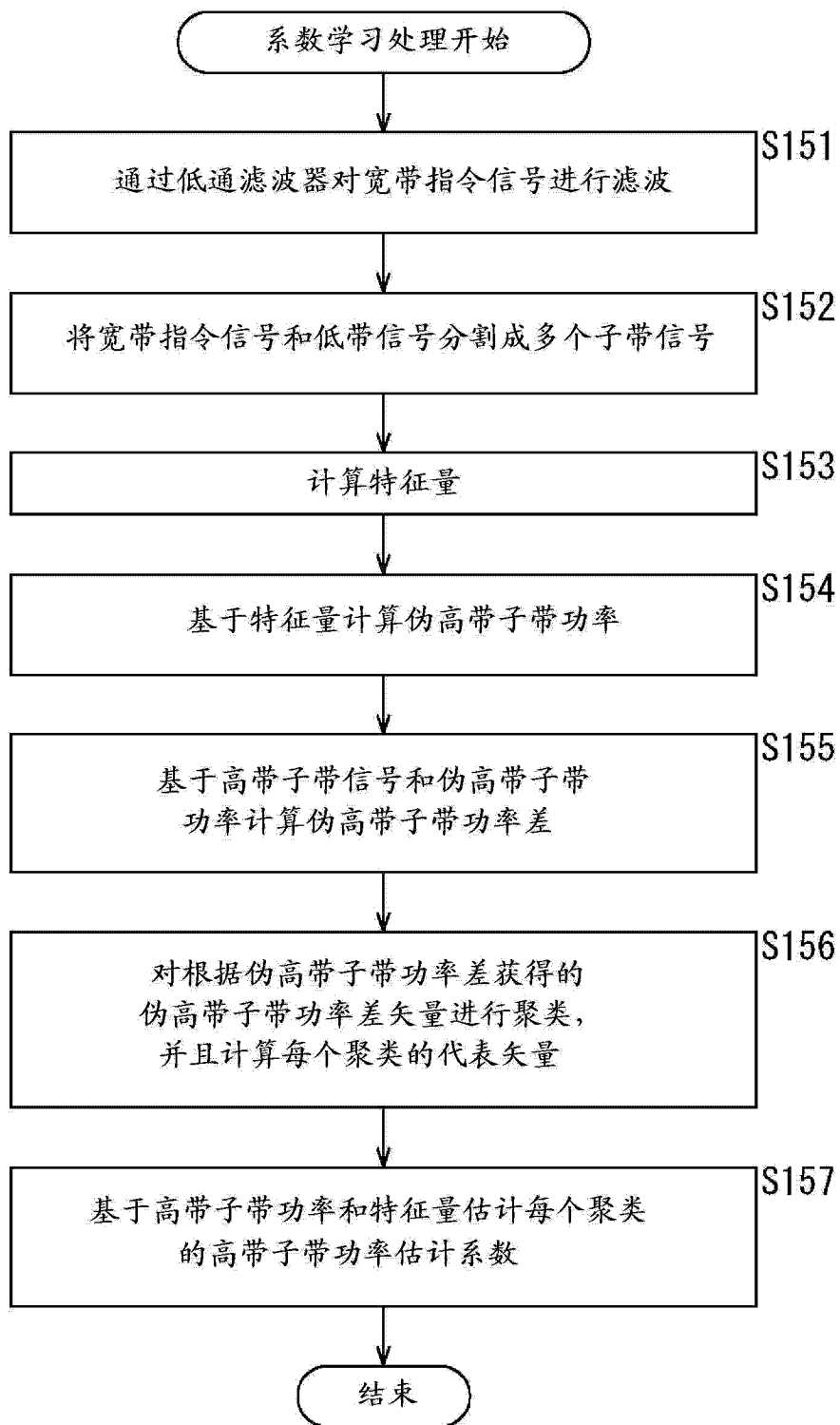


图 16

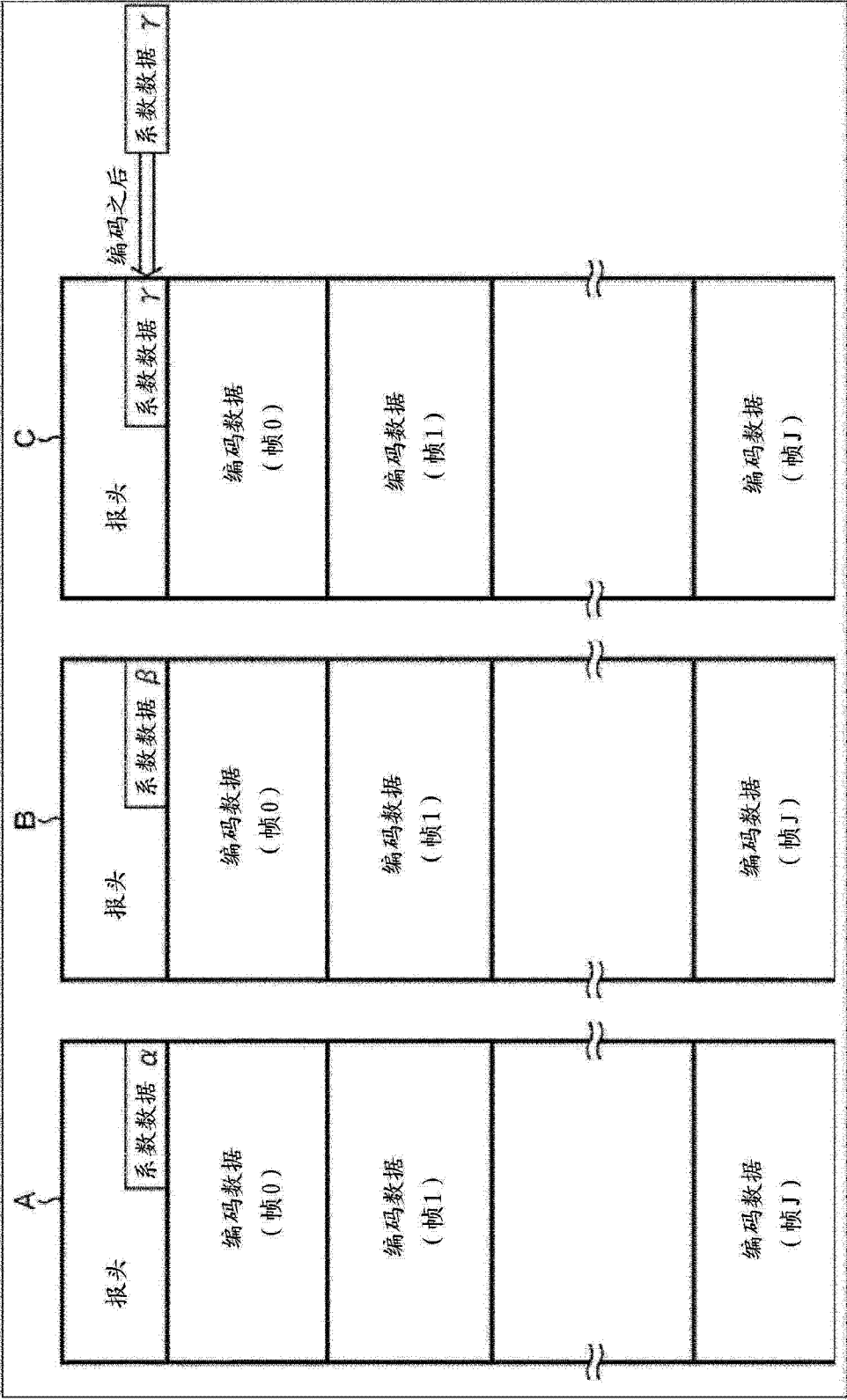


图 17

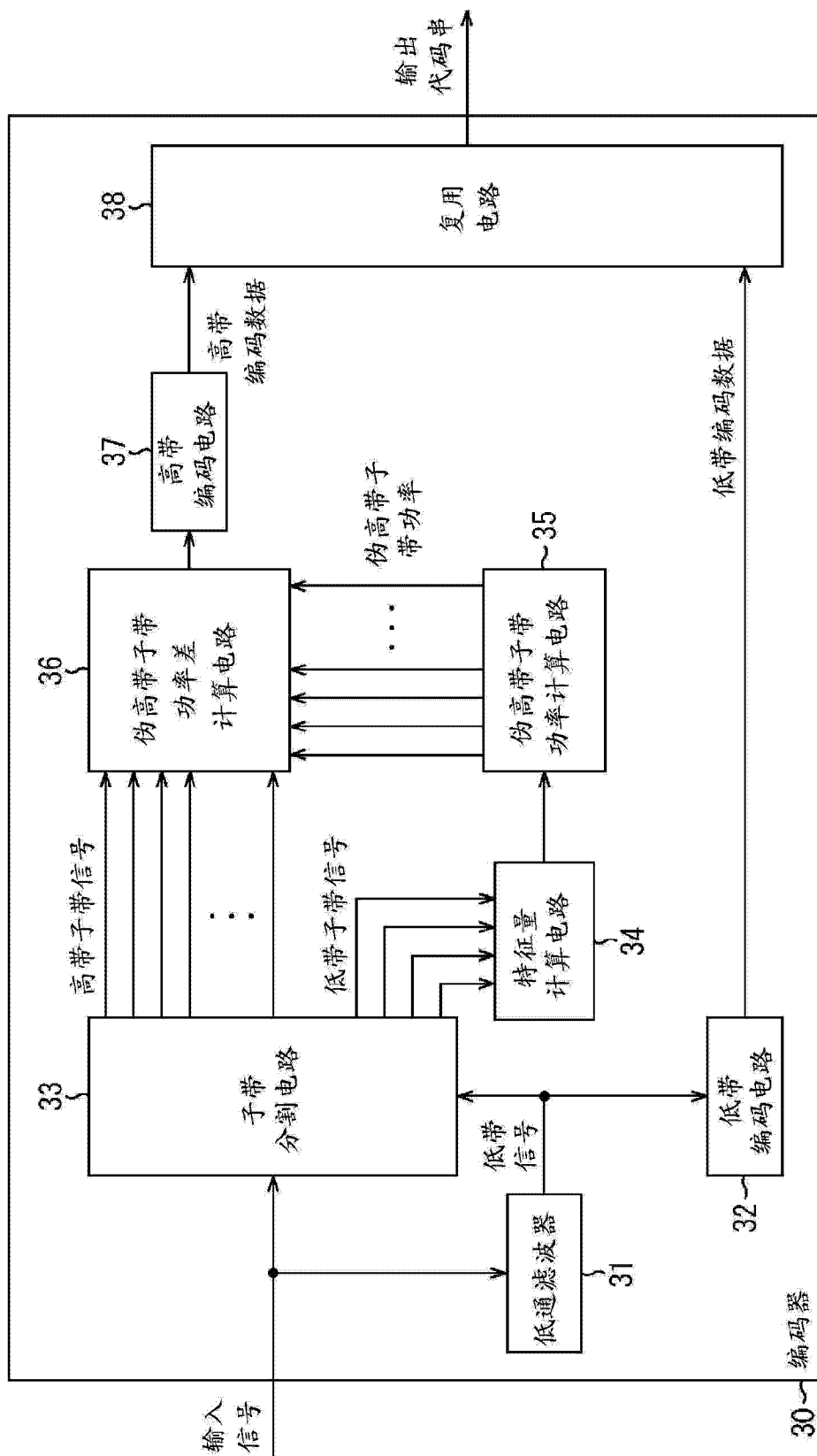


图 18

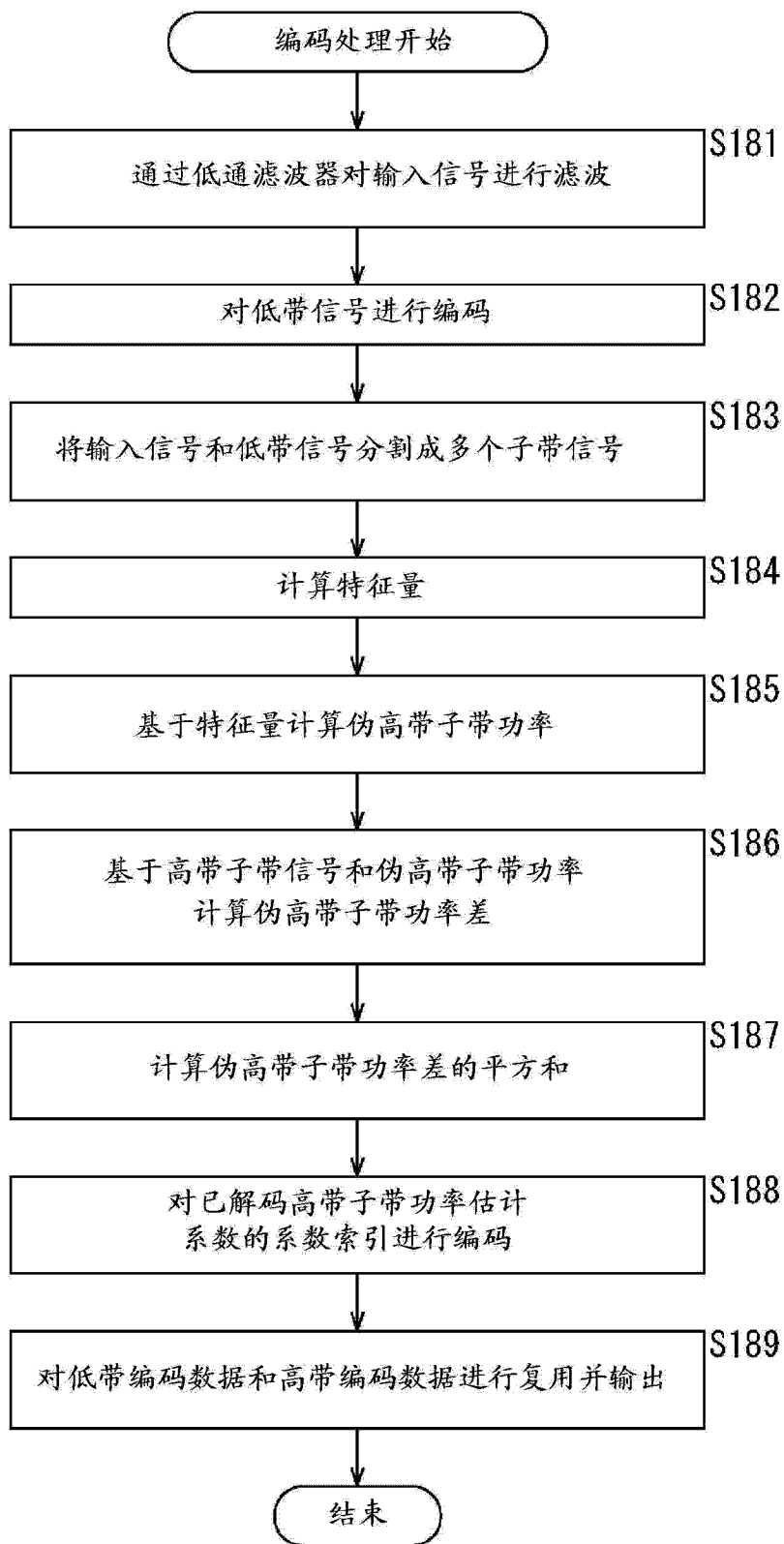


图 19

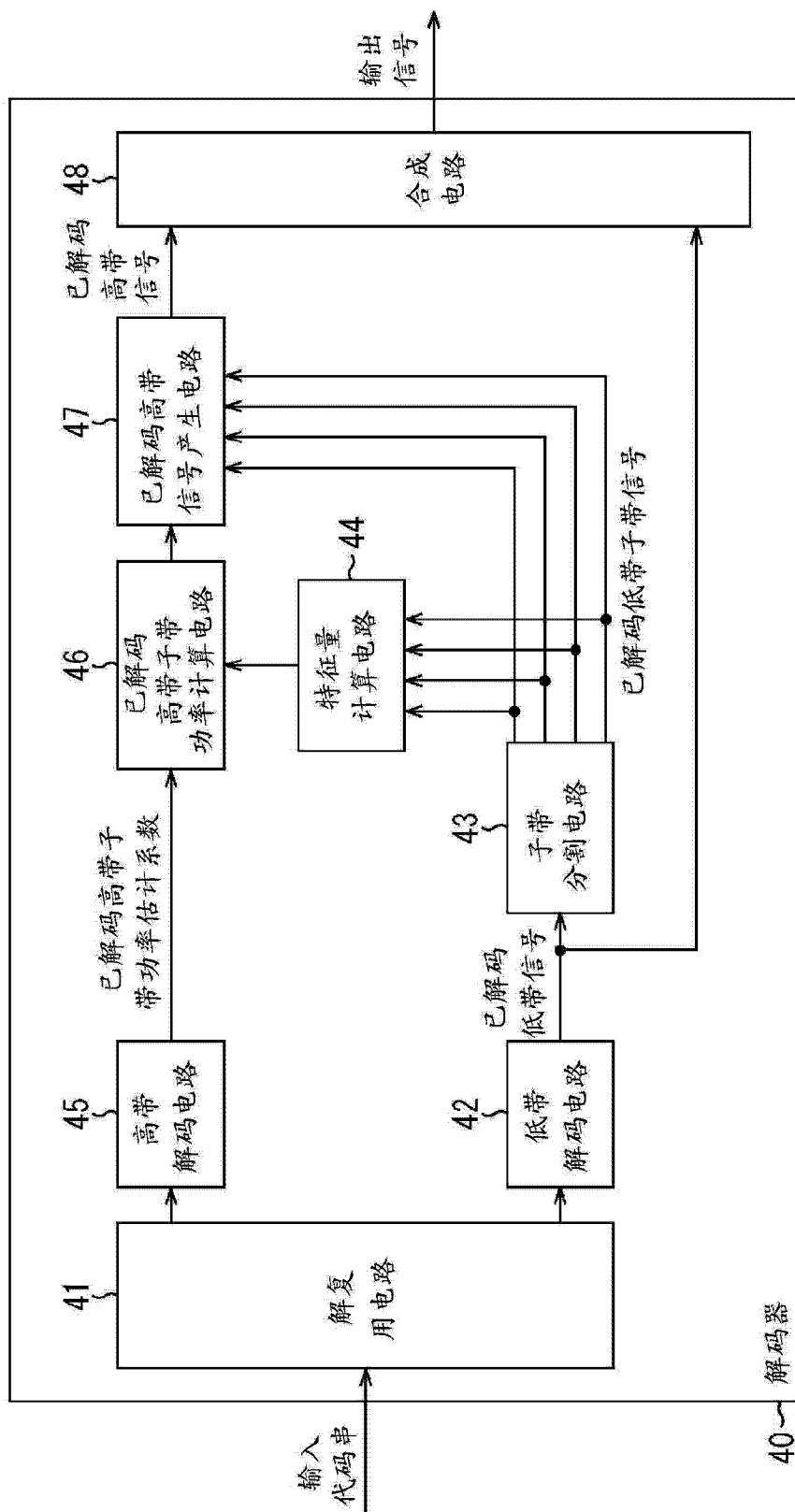


图 20

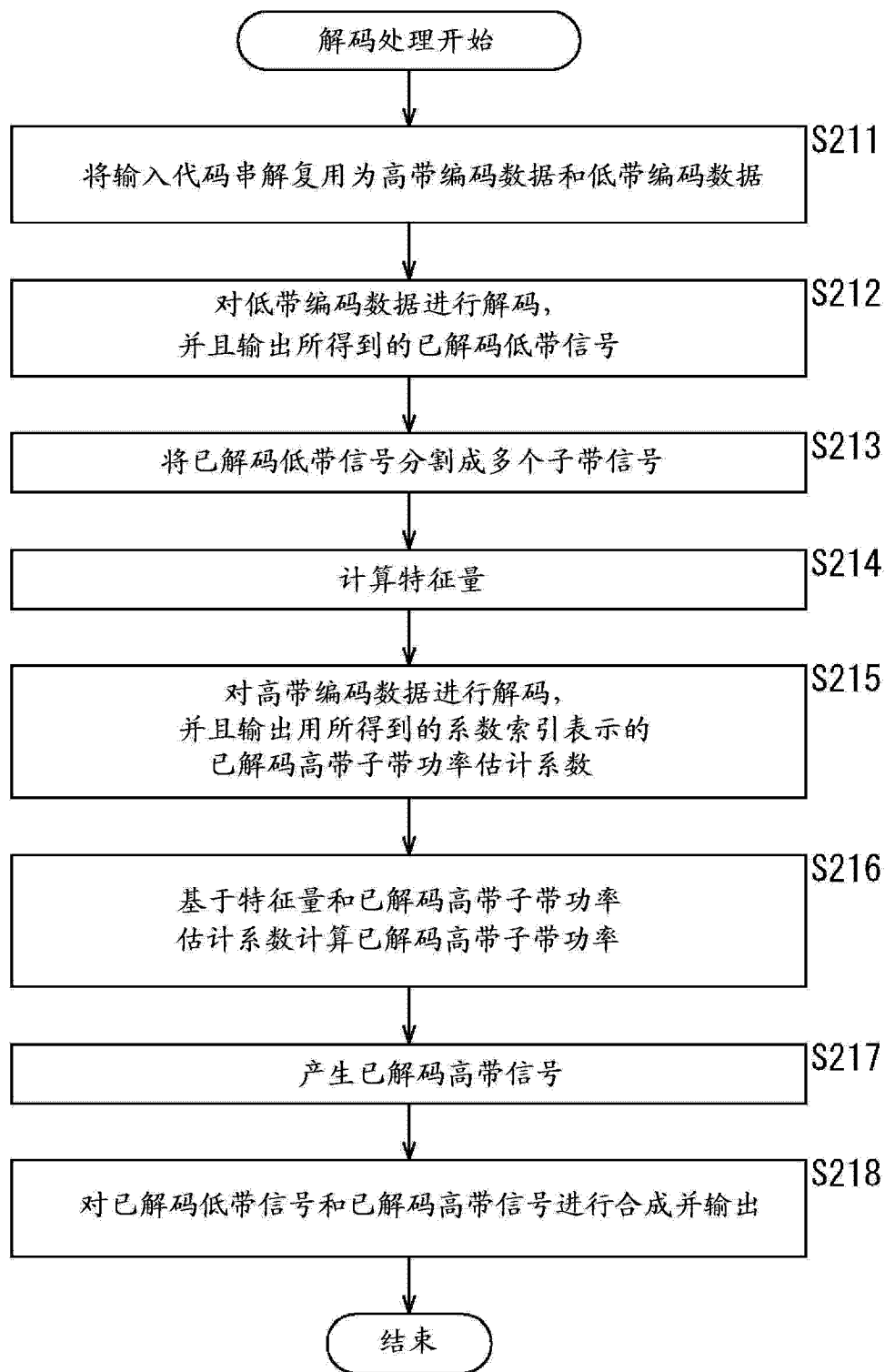


图 21

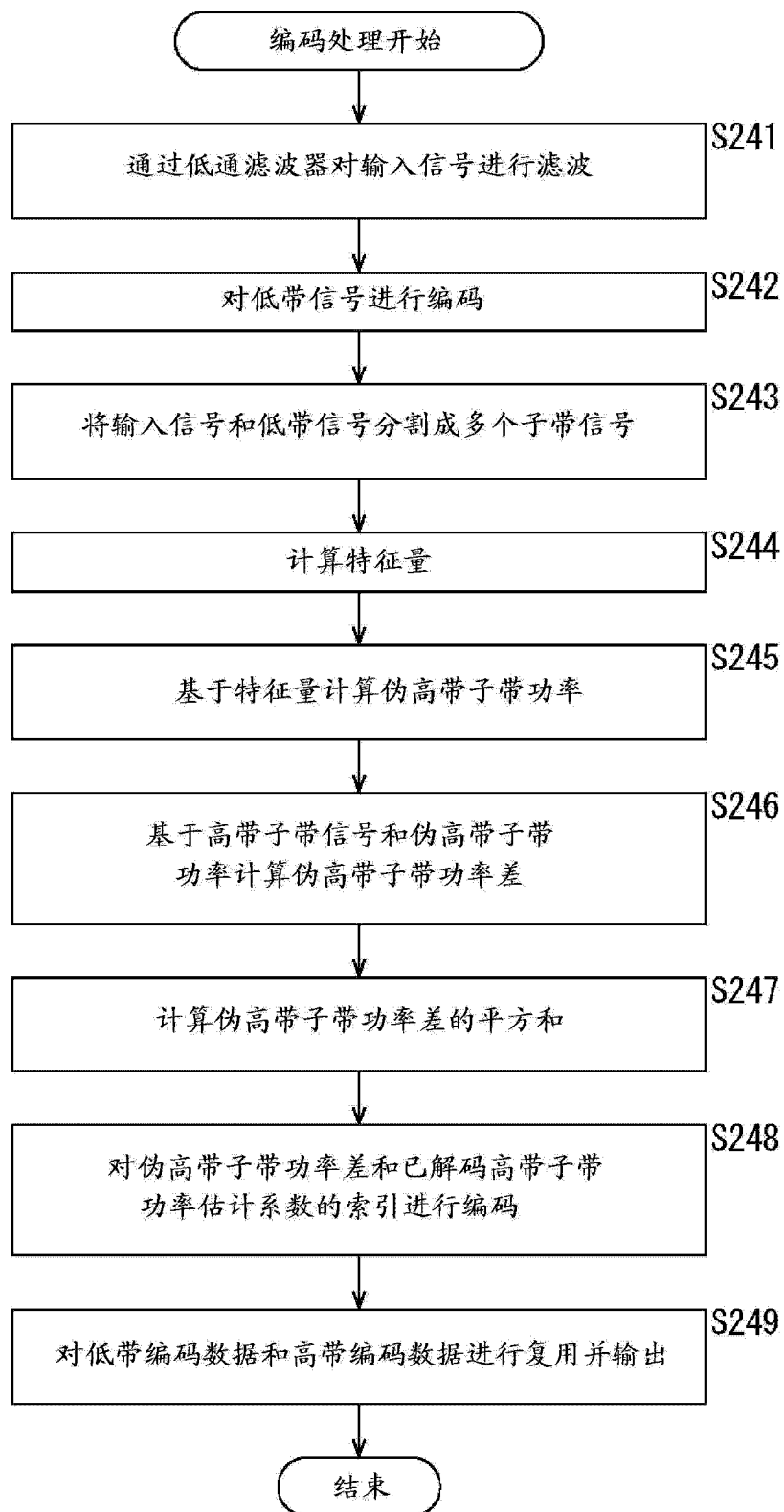


图 22

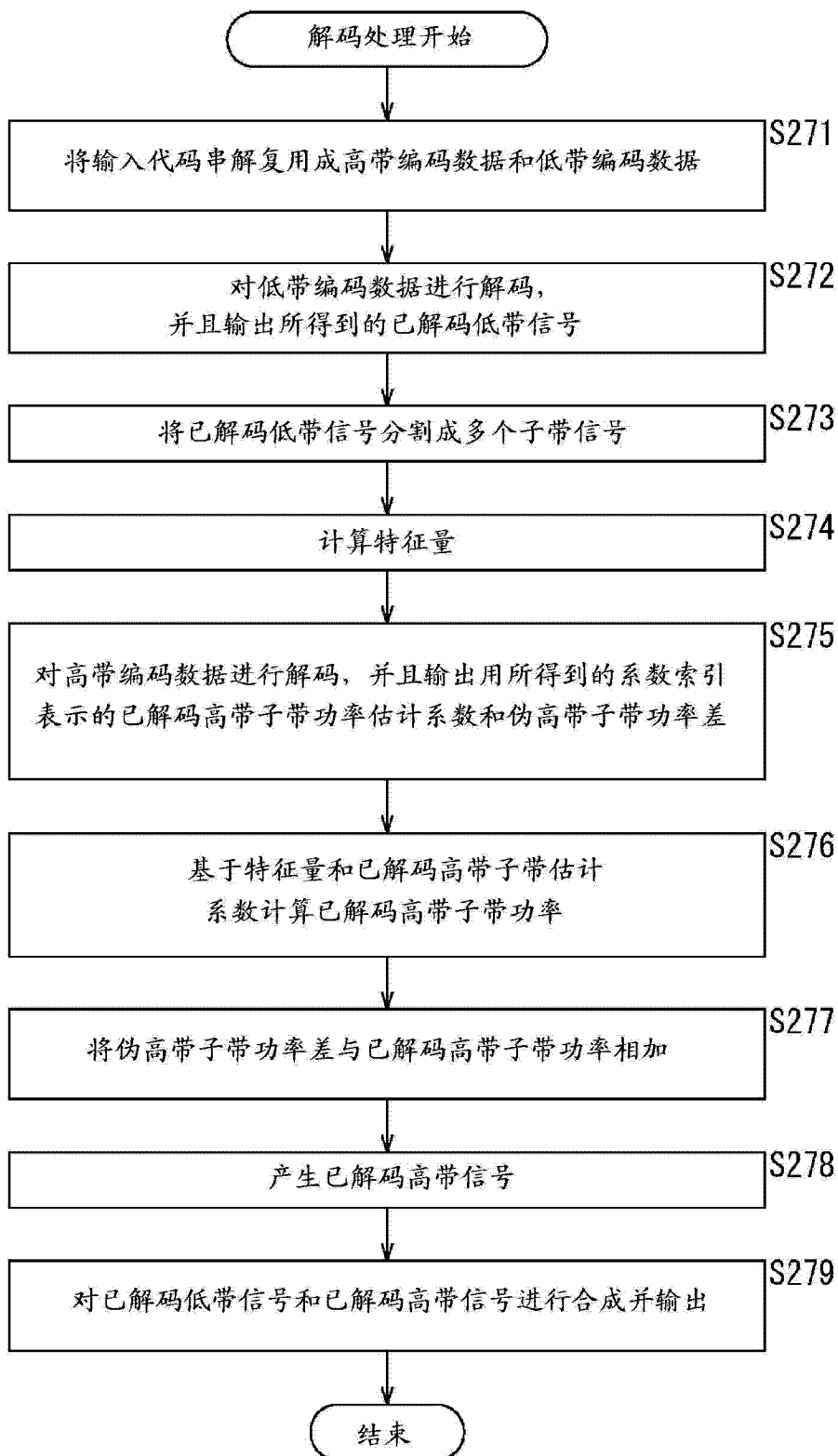


图 23

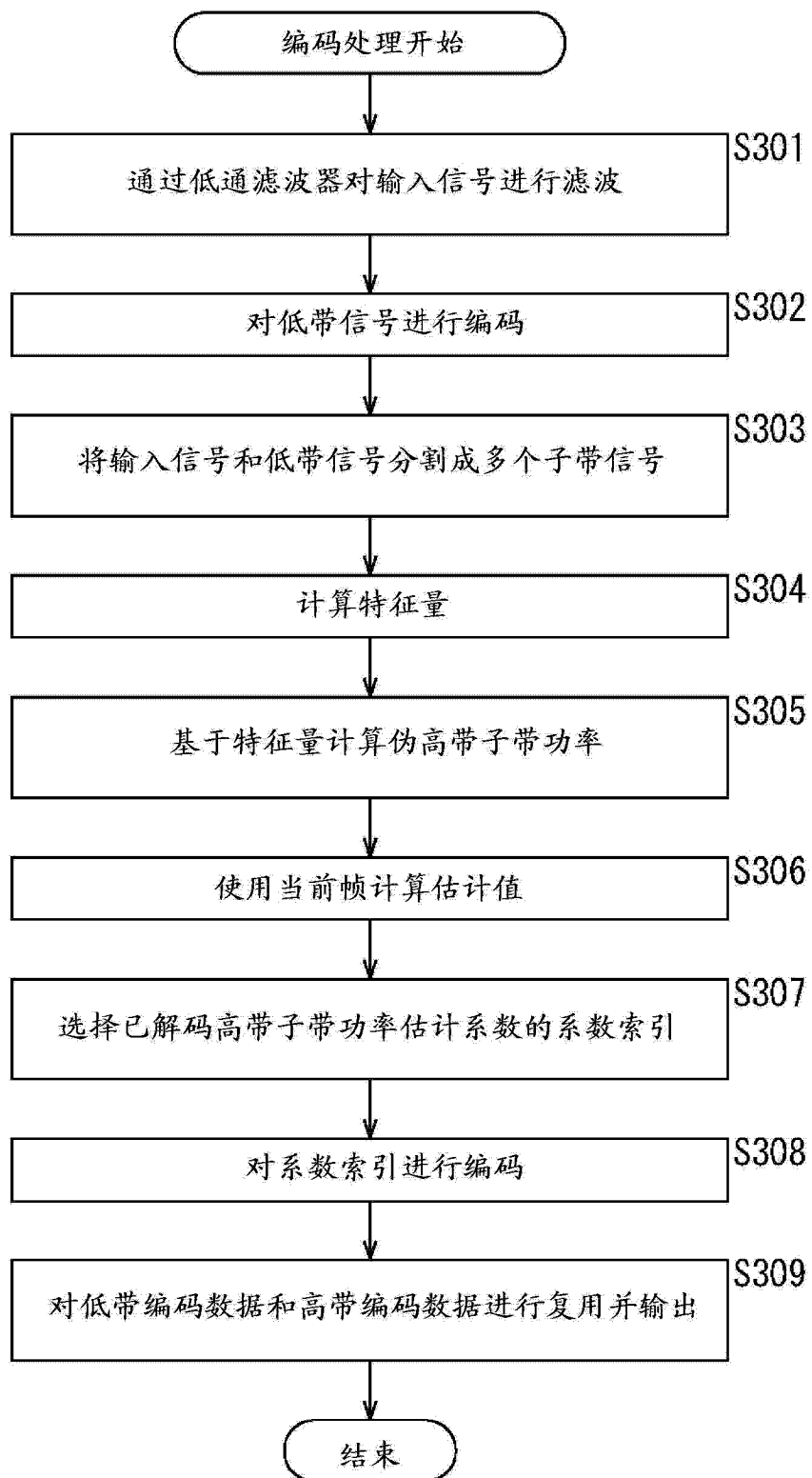


图 24

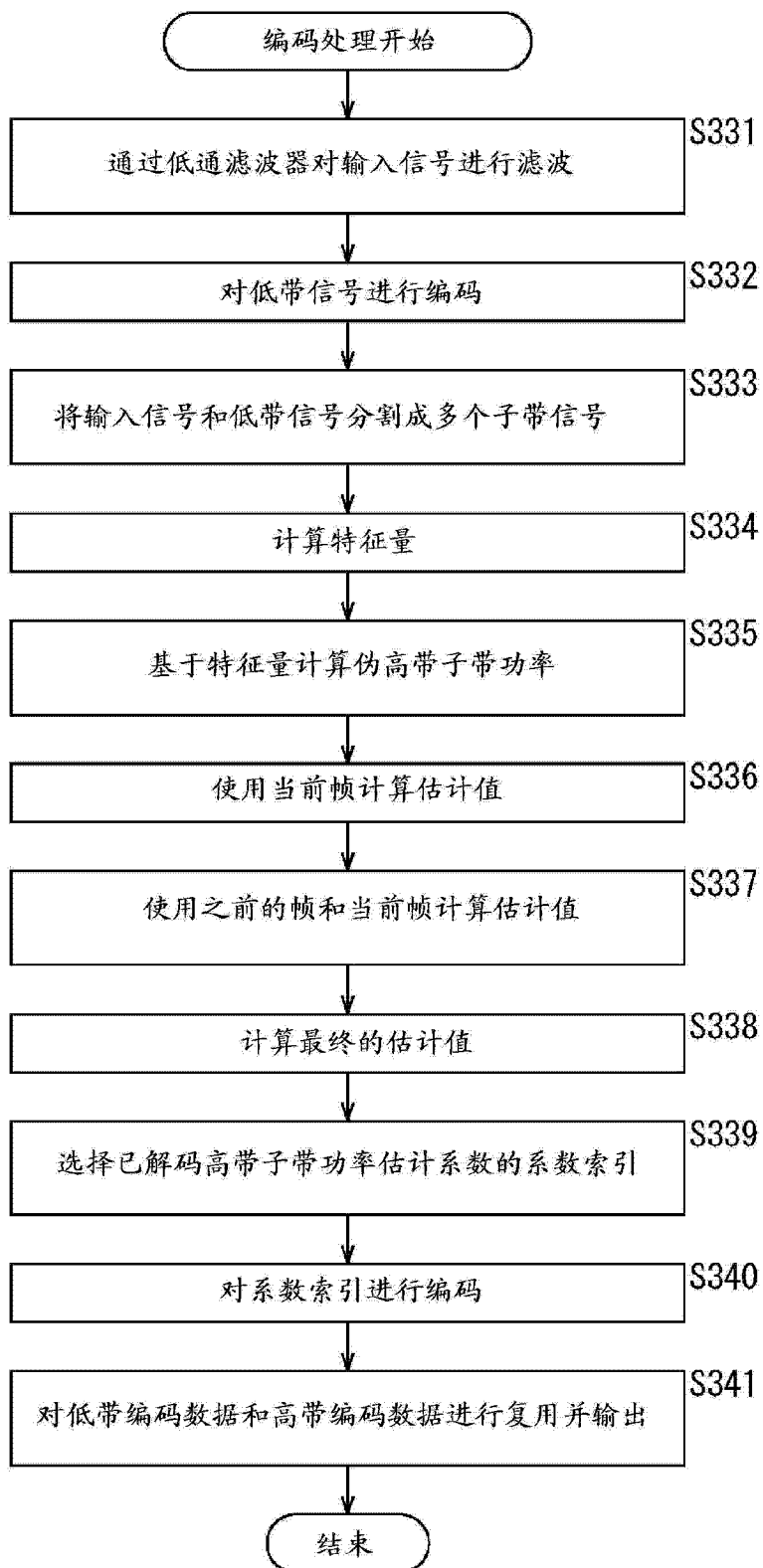


图 25



图 26

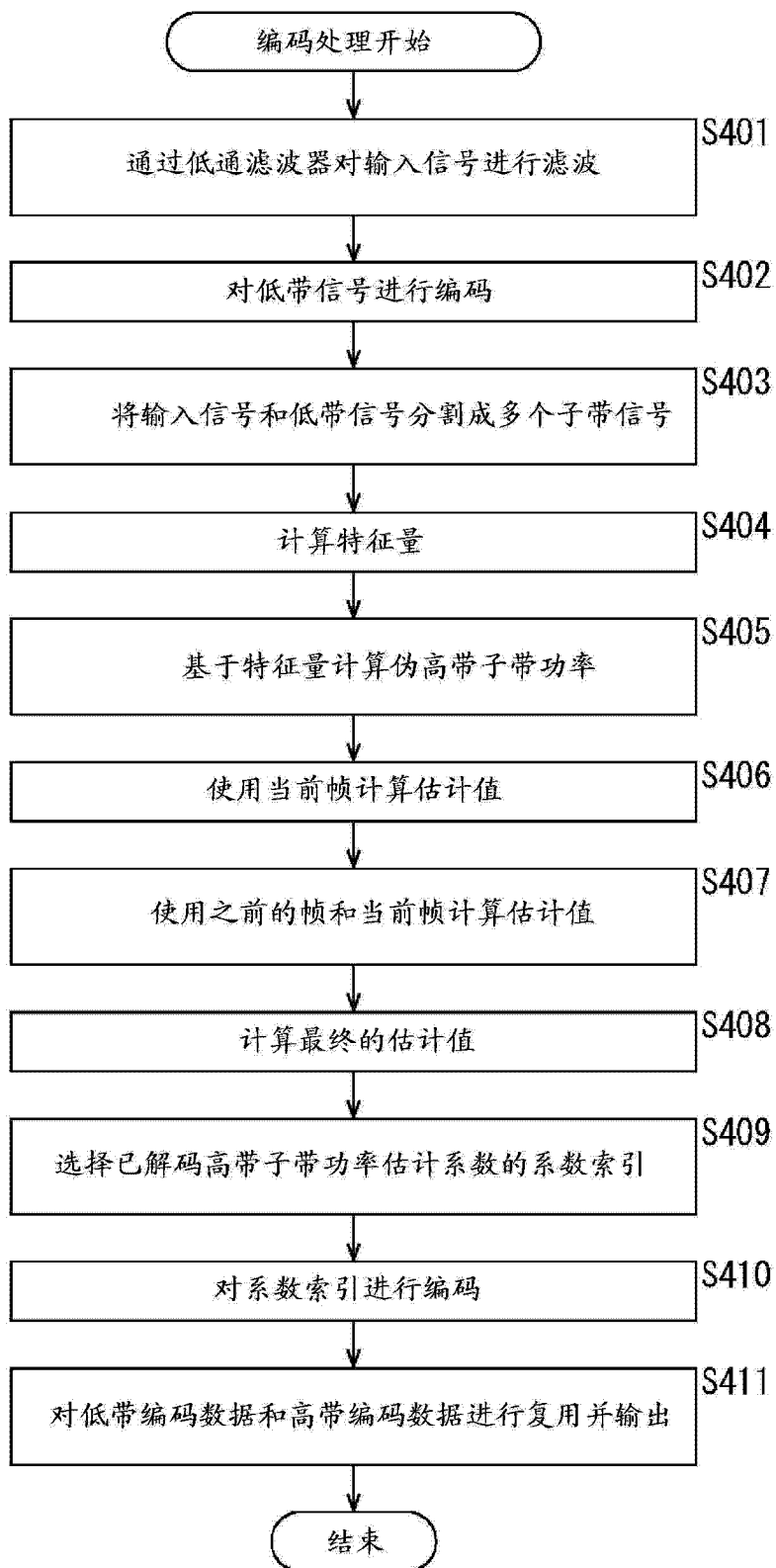


图 27

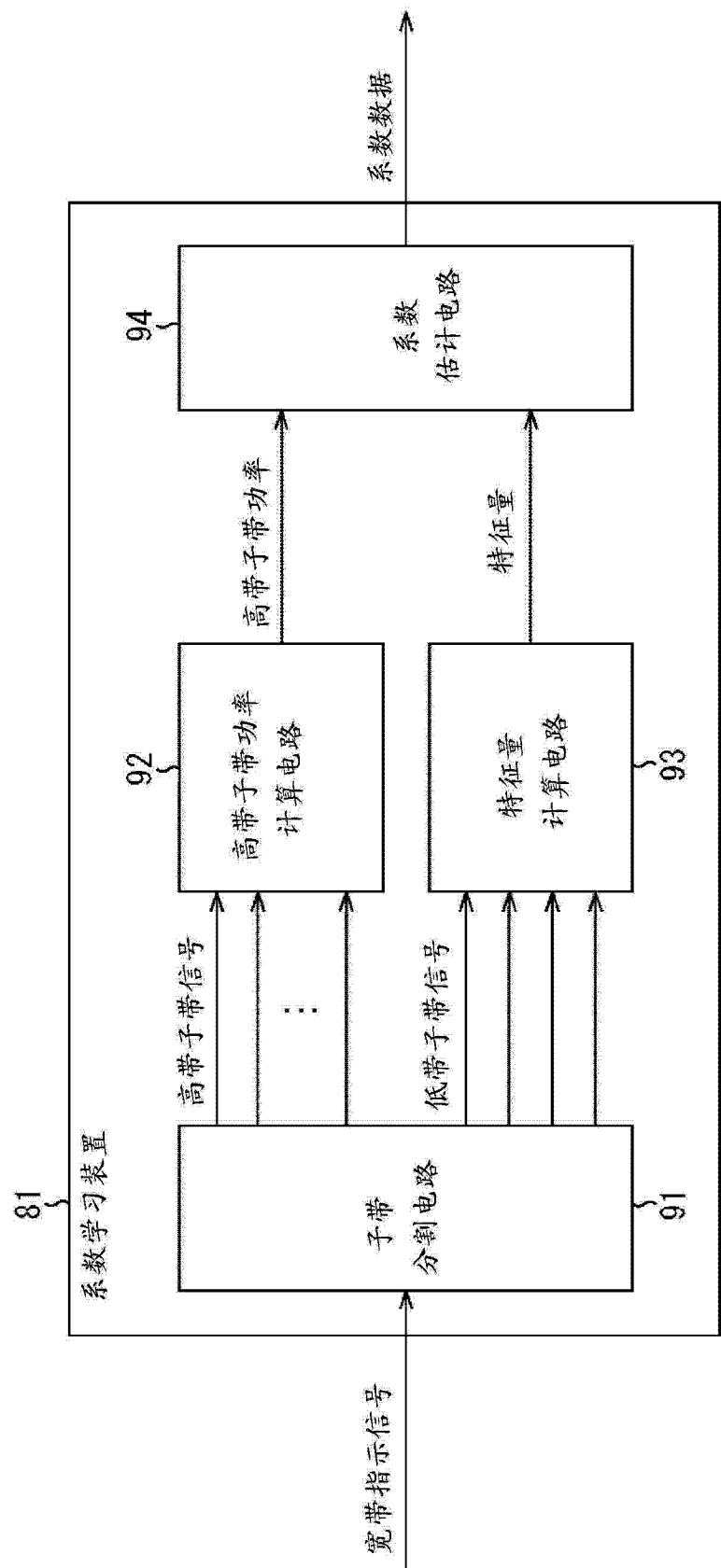


图 28

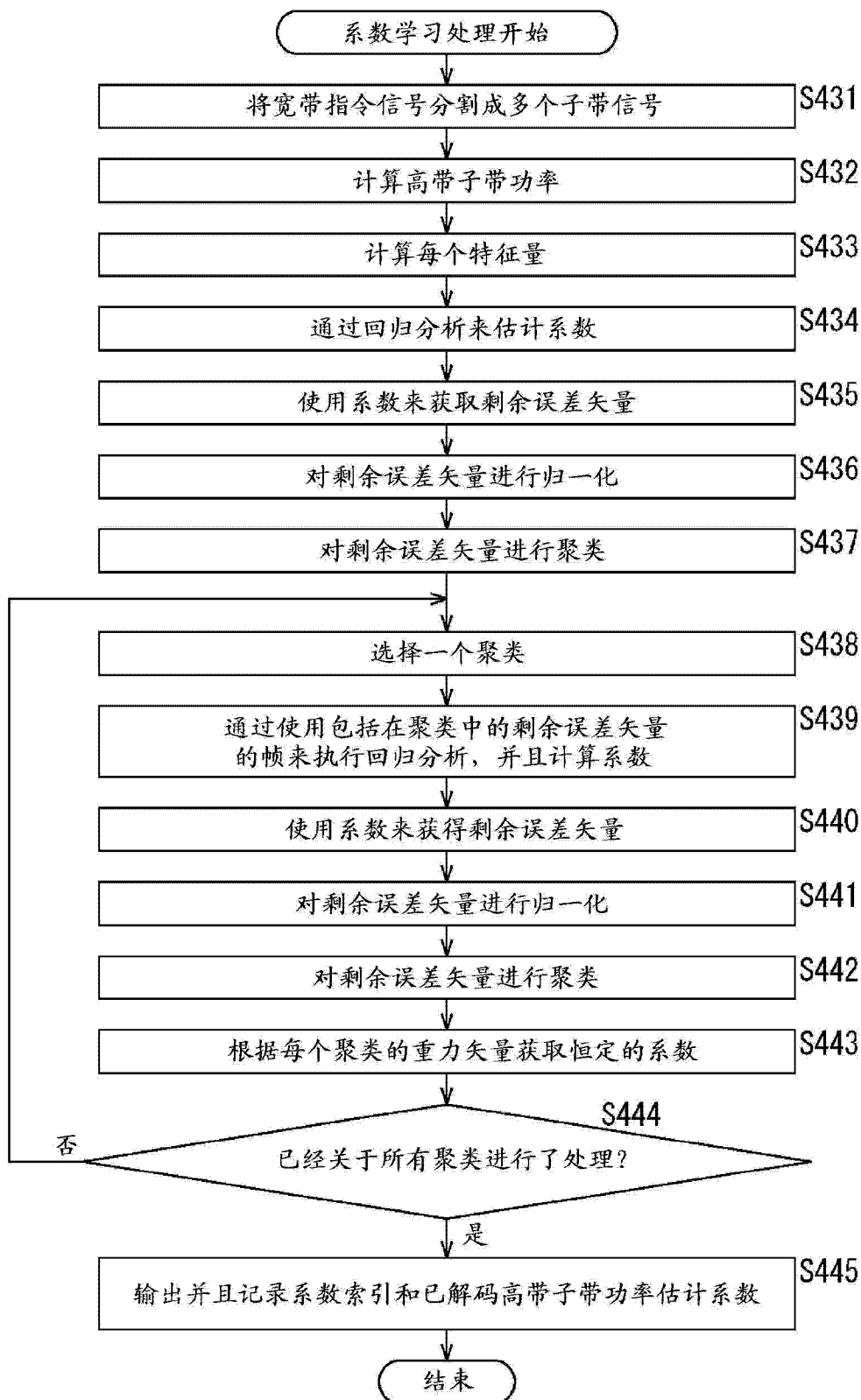


图 29

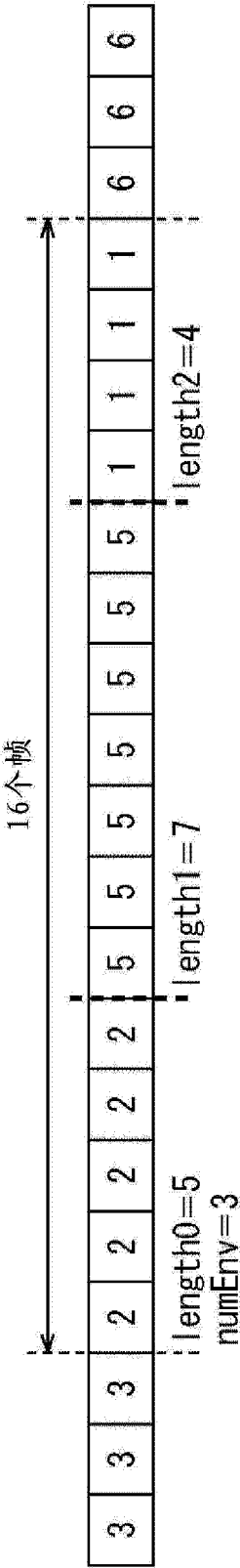


图 30

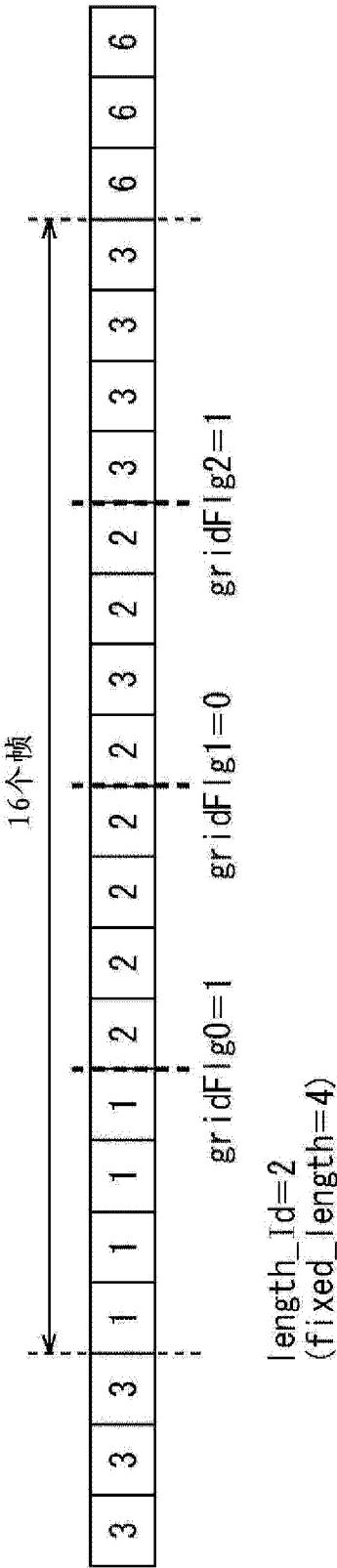


图 31

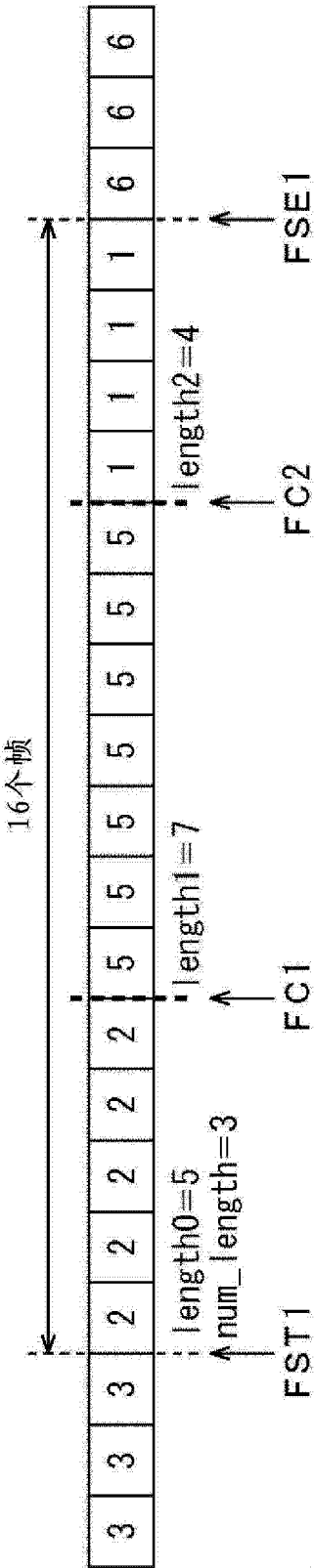


图 32

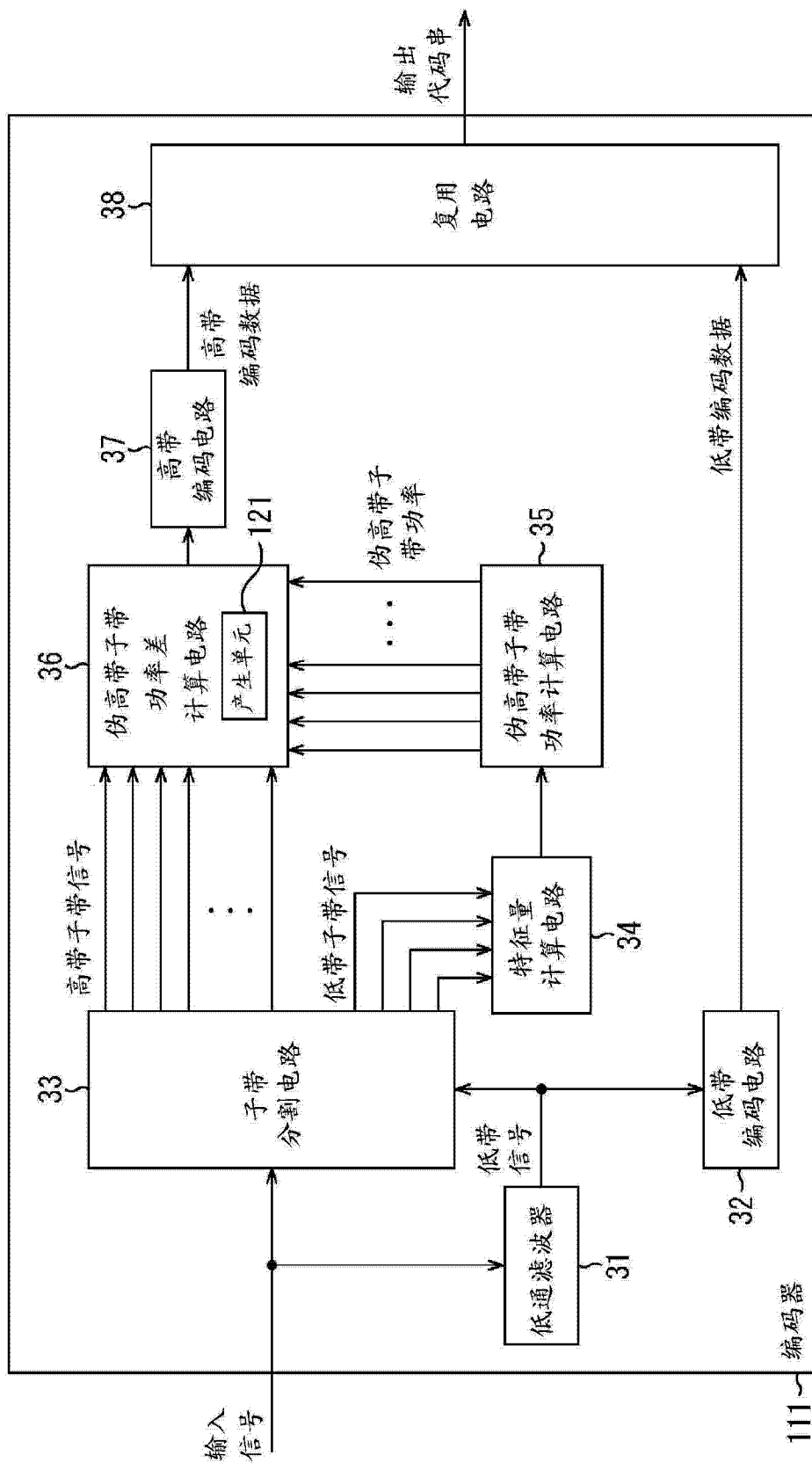


图 33

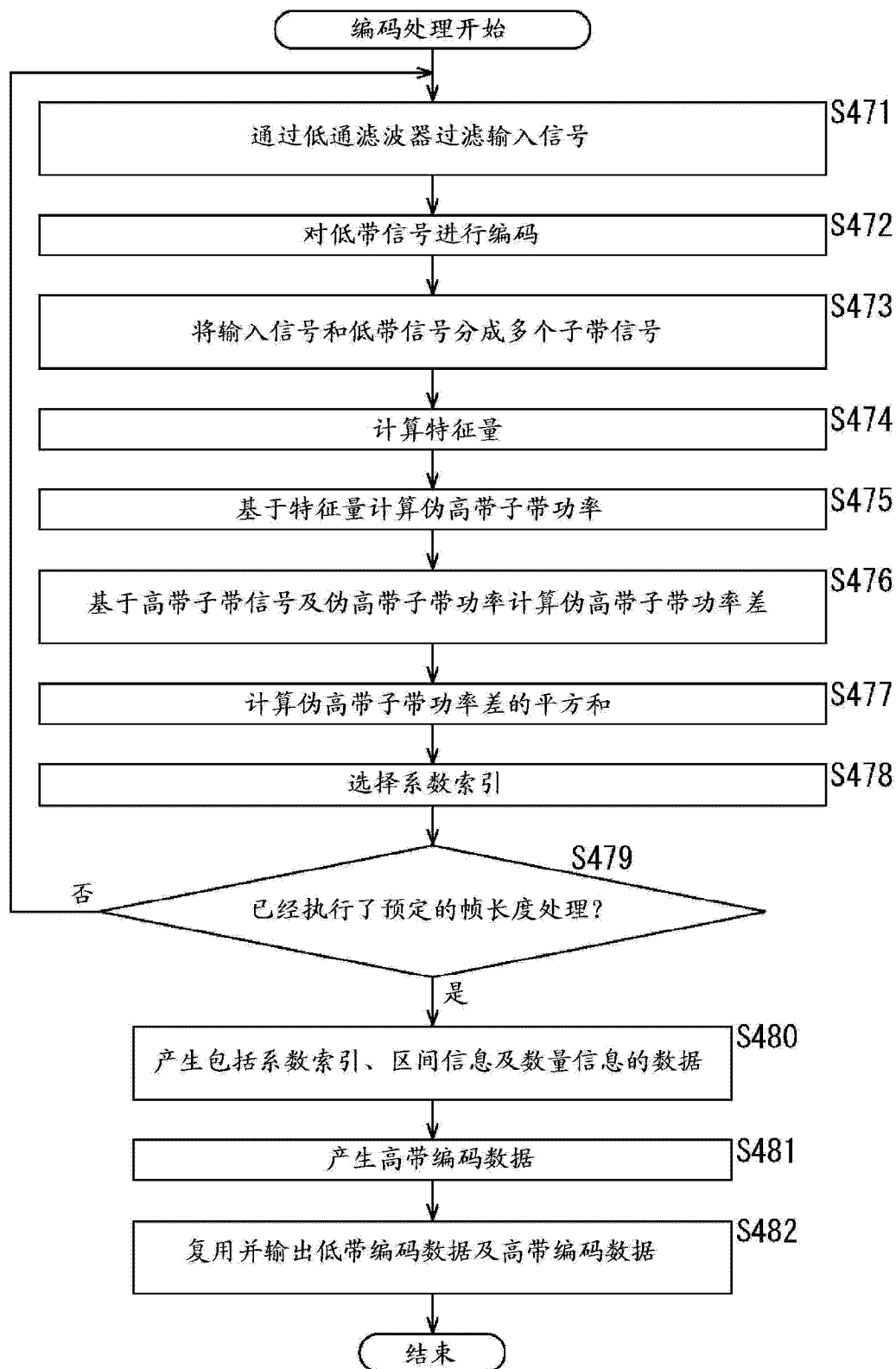


图 34

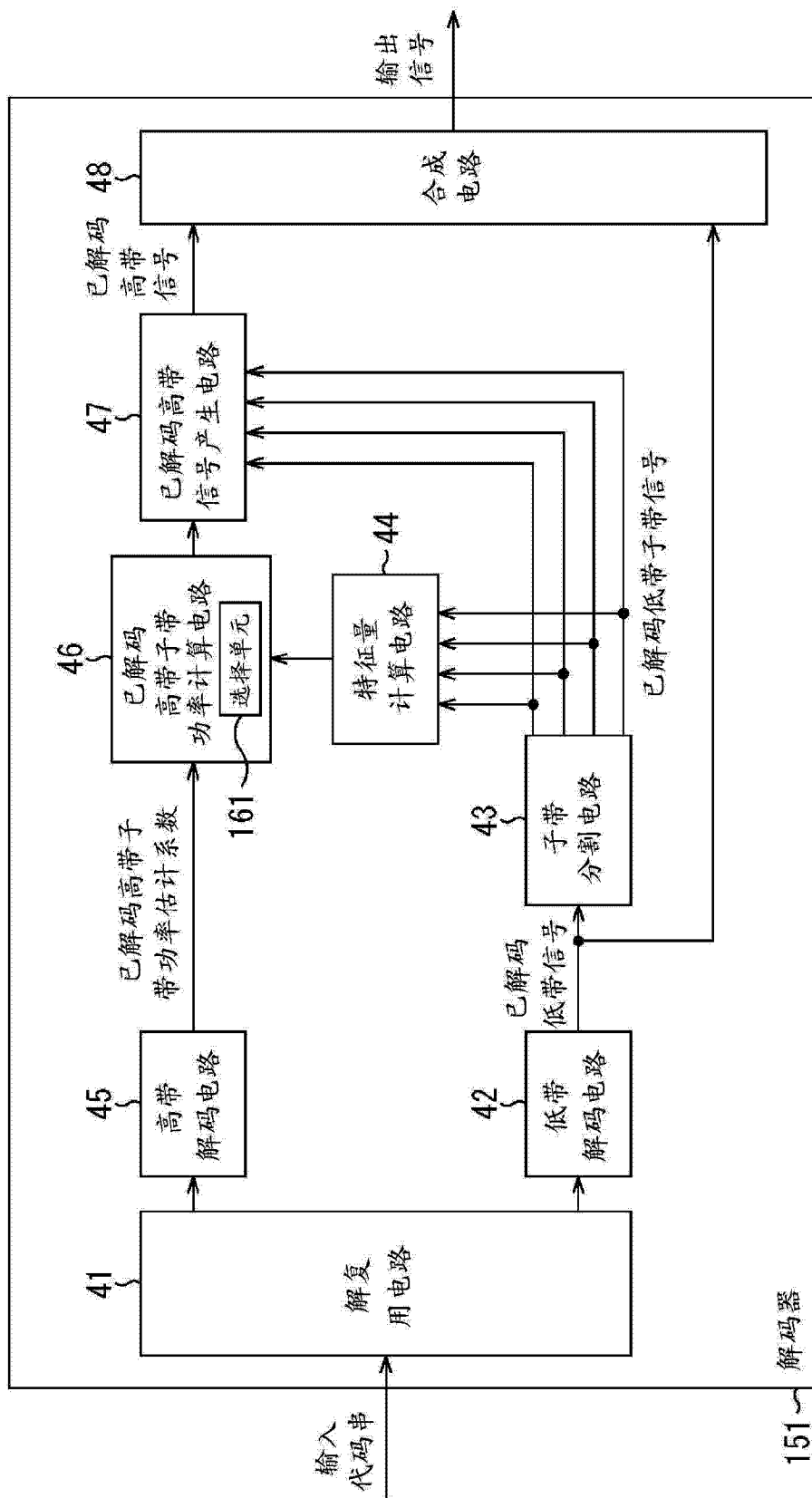


图 35

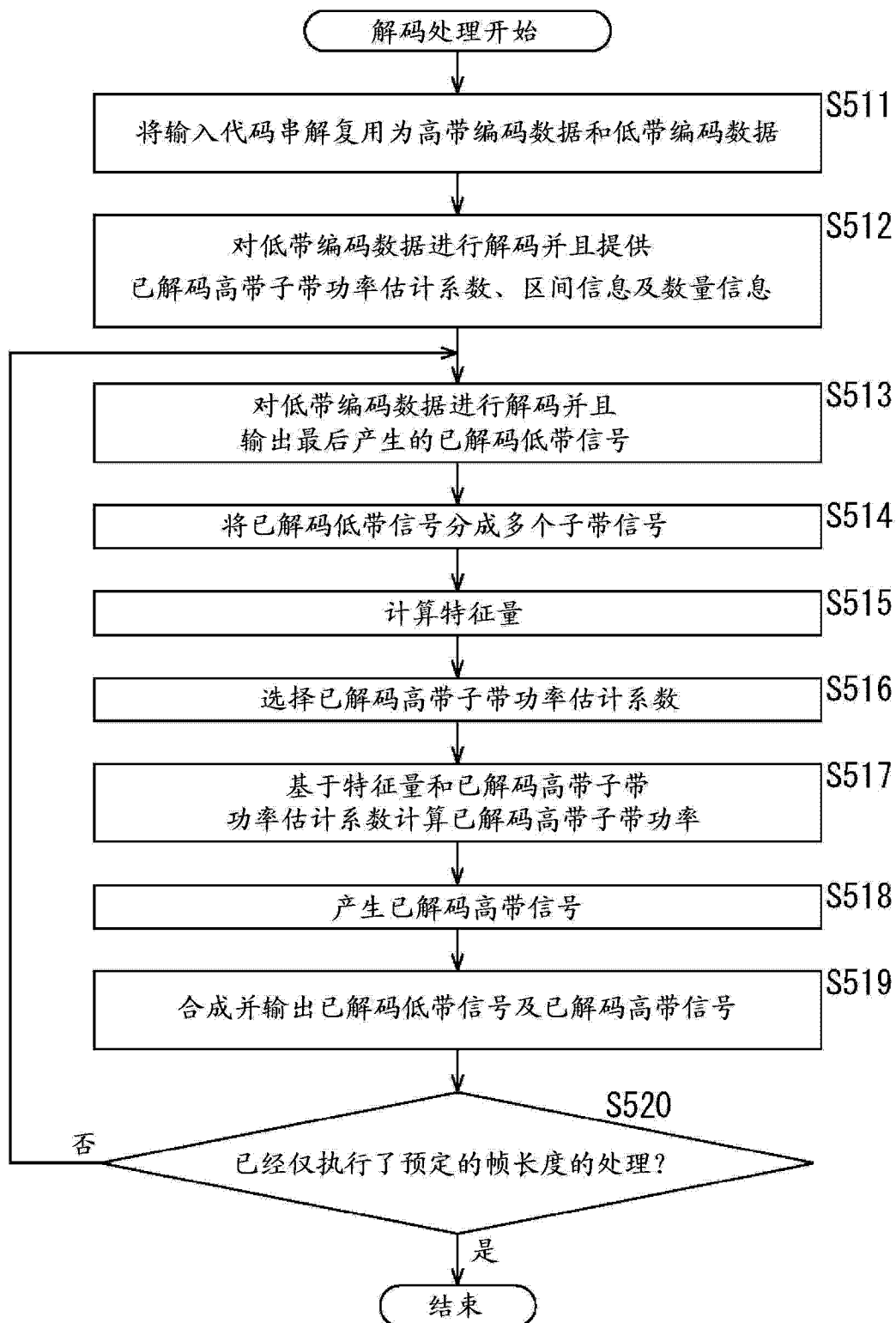


图 36

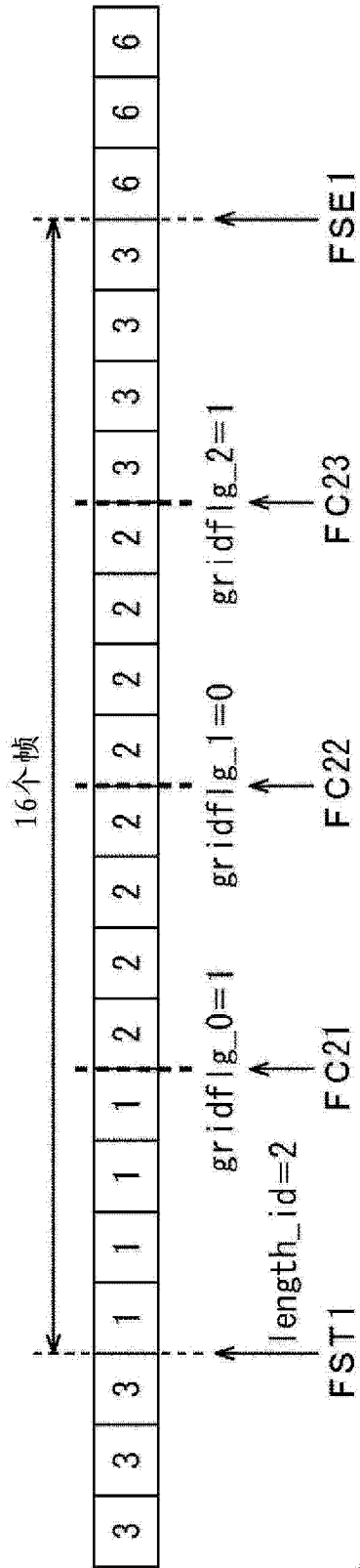


图 37

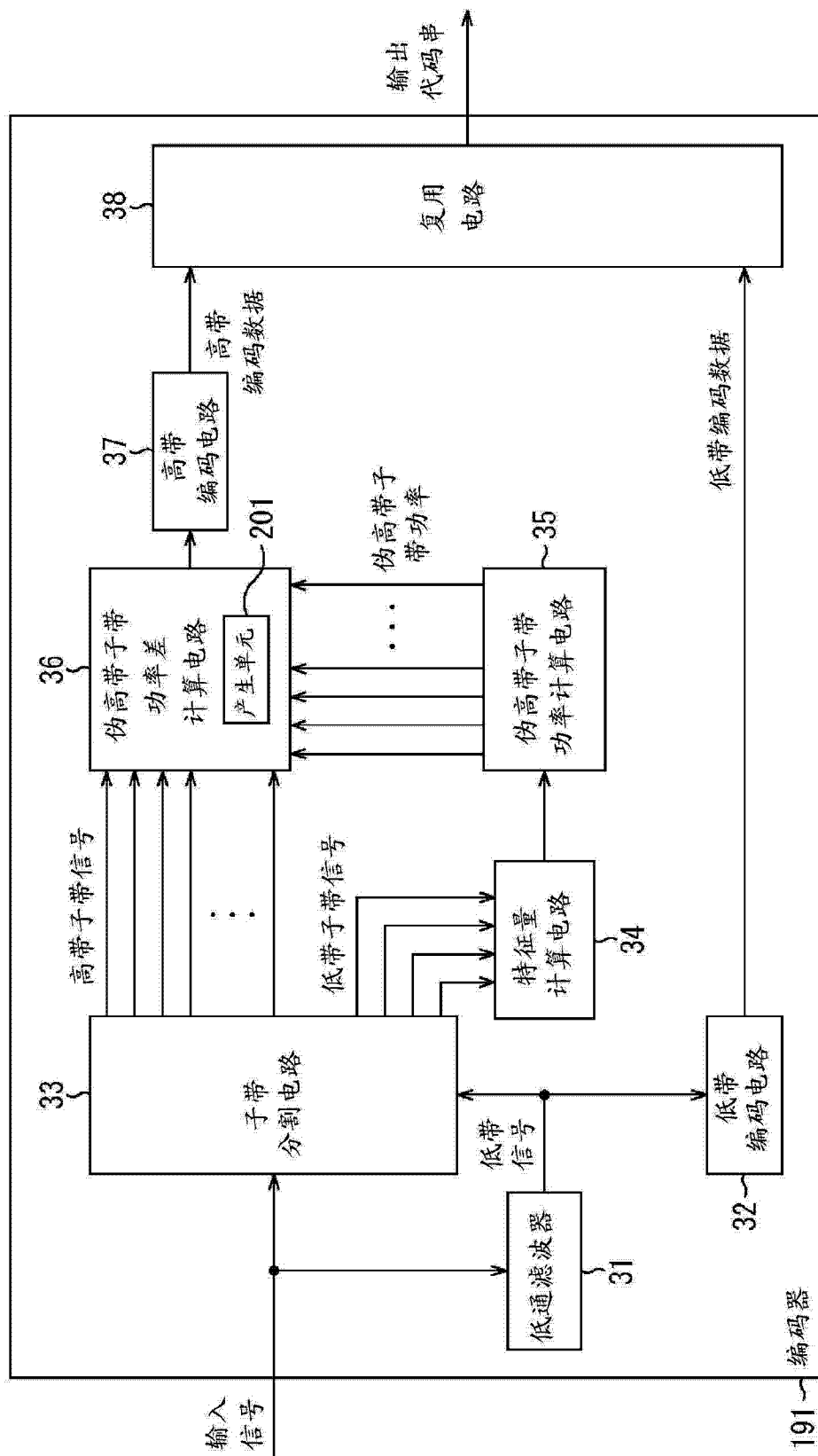


图 38

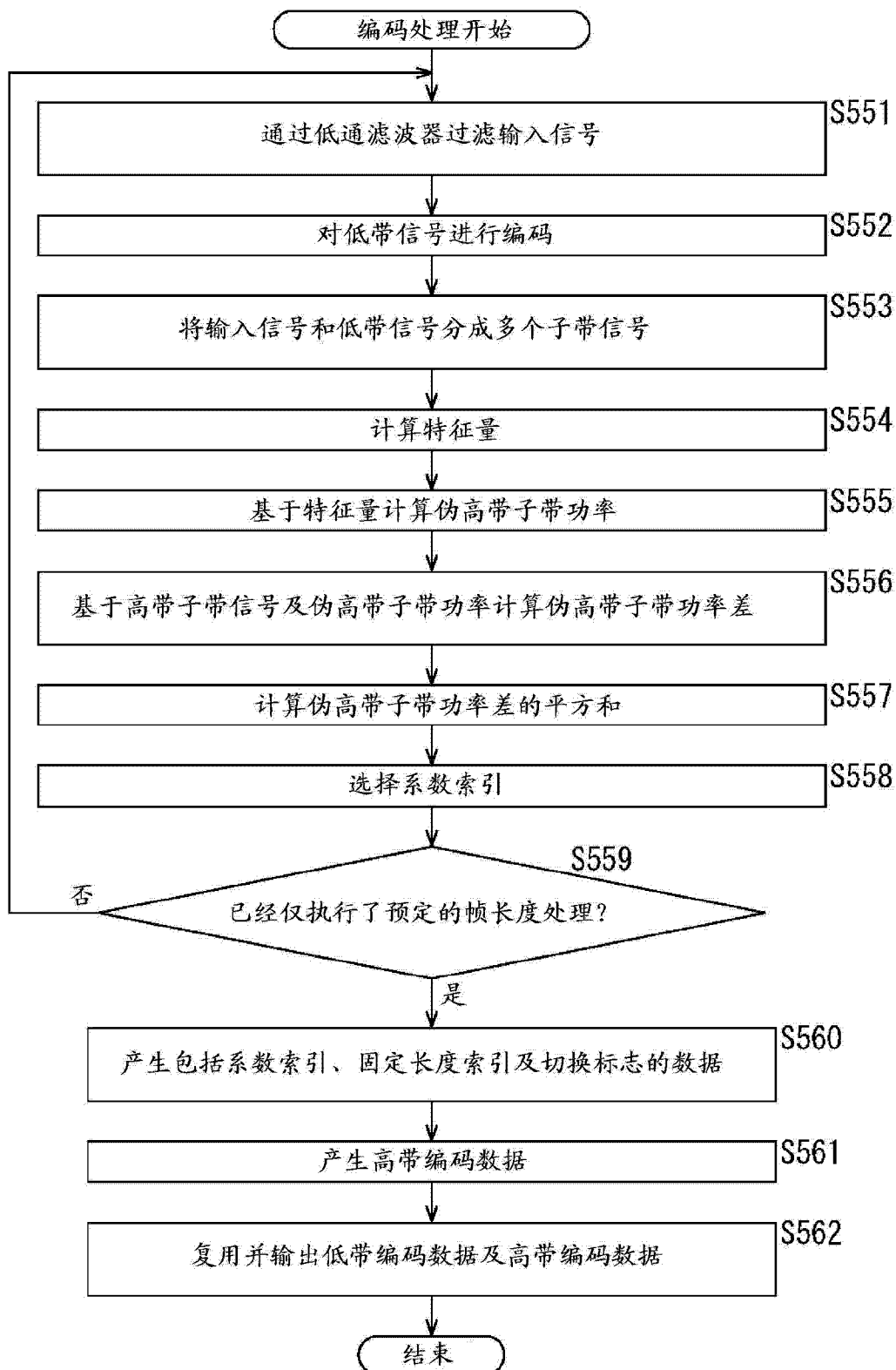


图 39

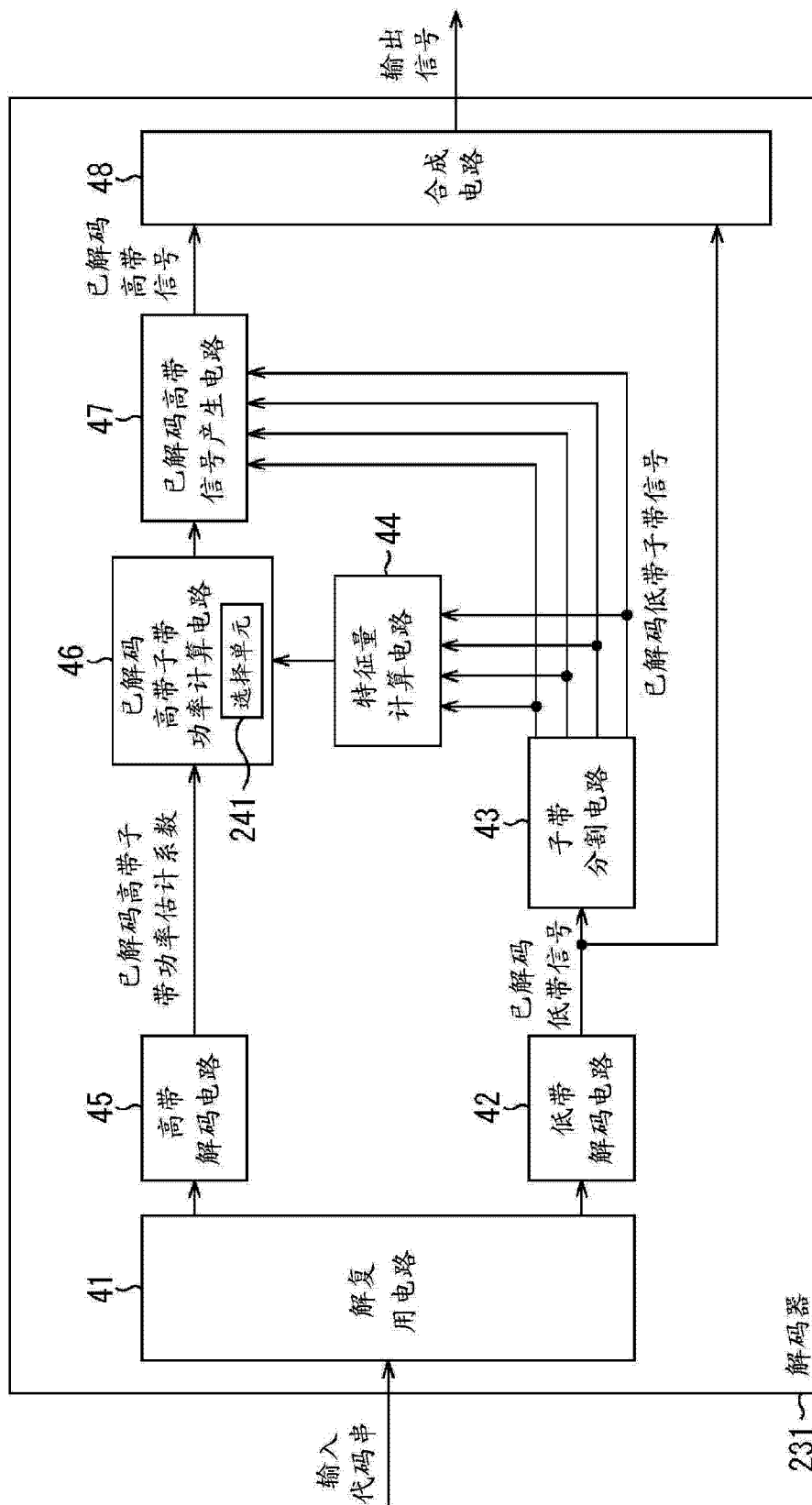


图 40

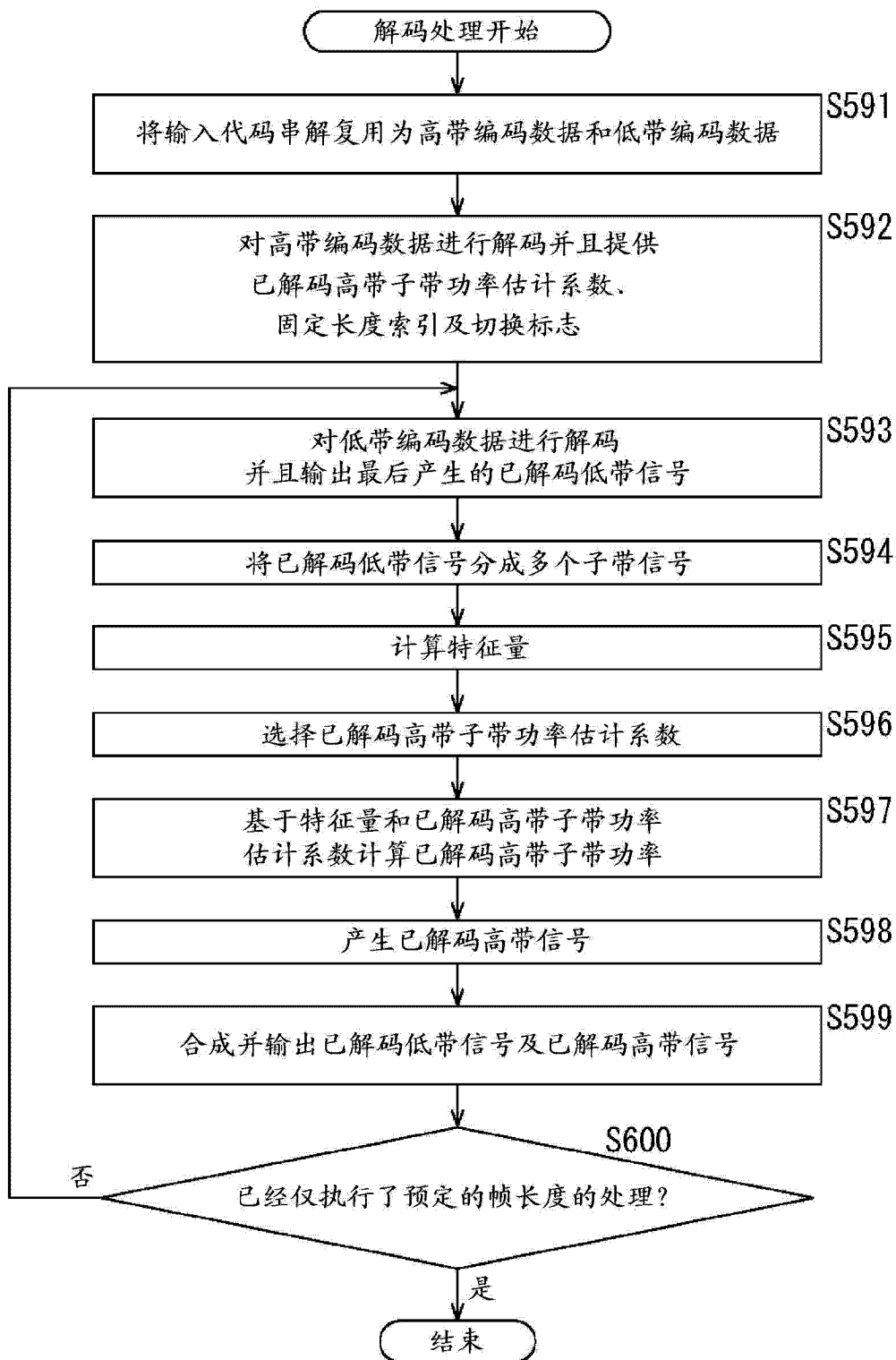


图 41

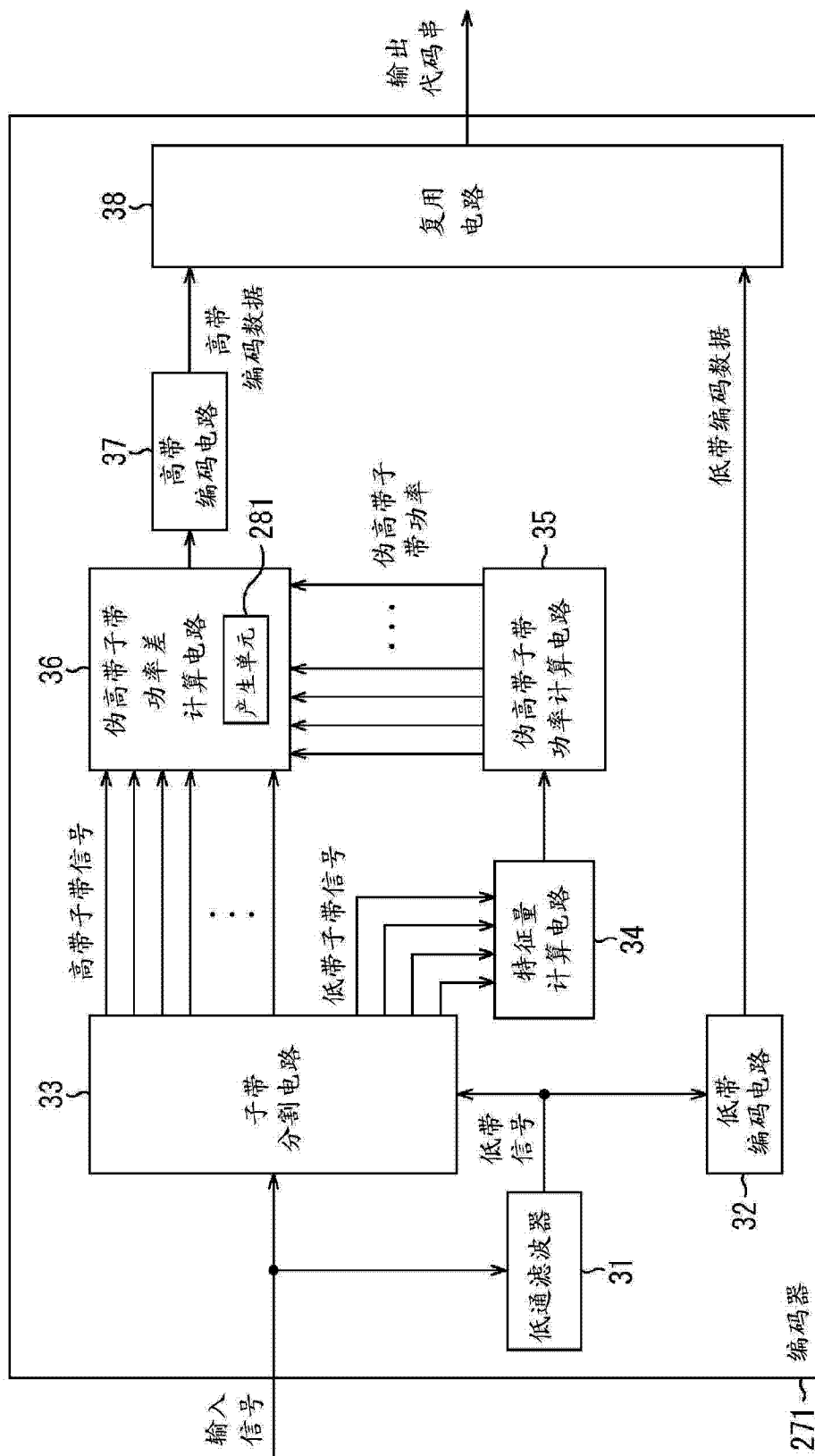


图 42

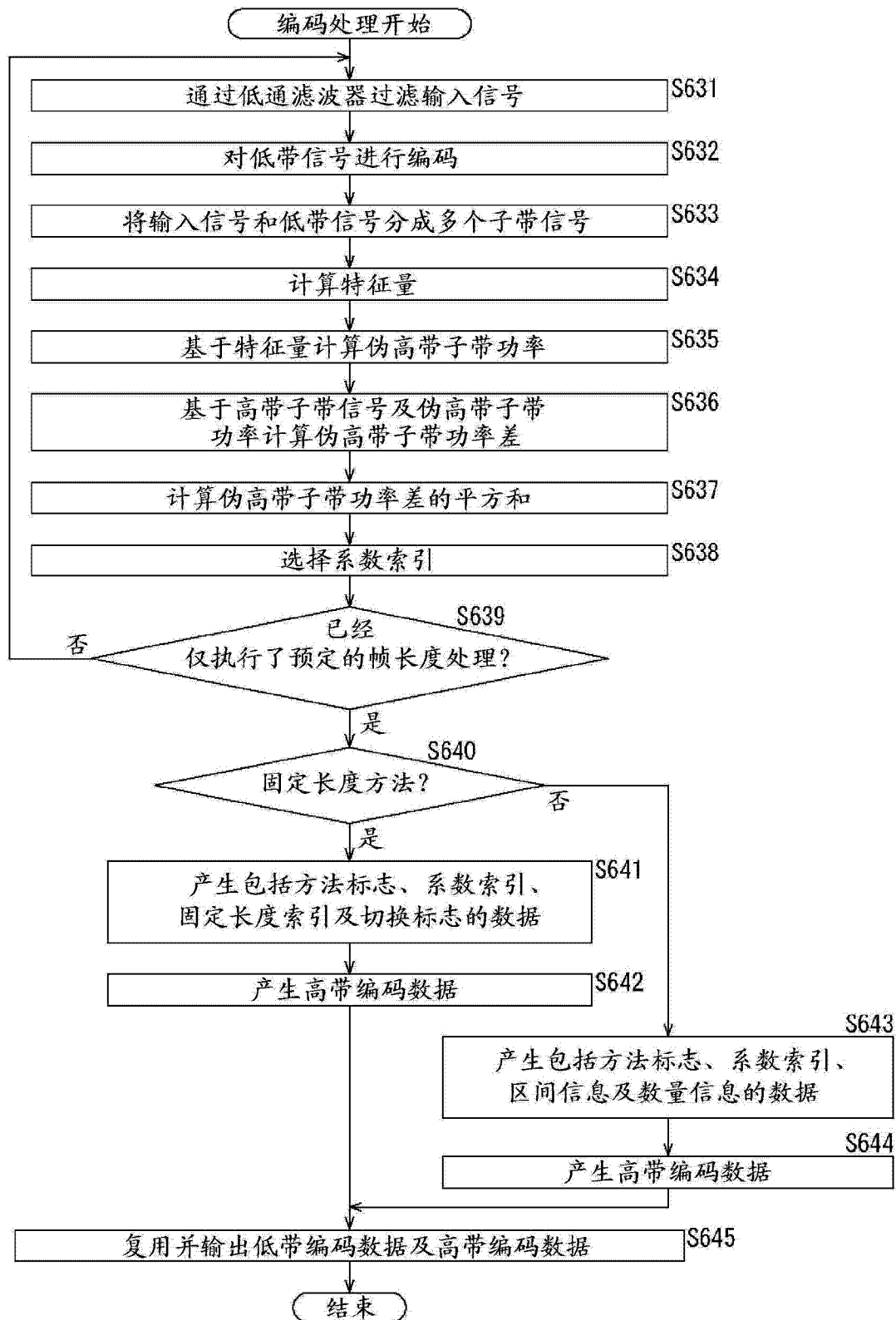


图 43

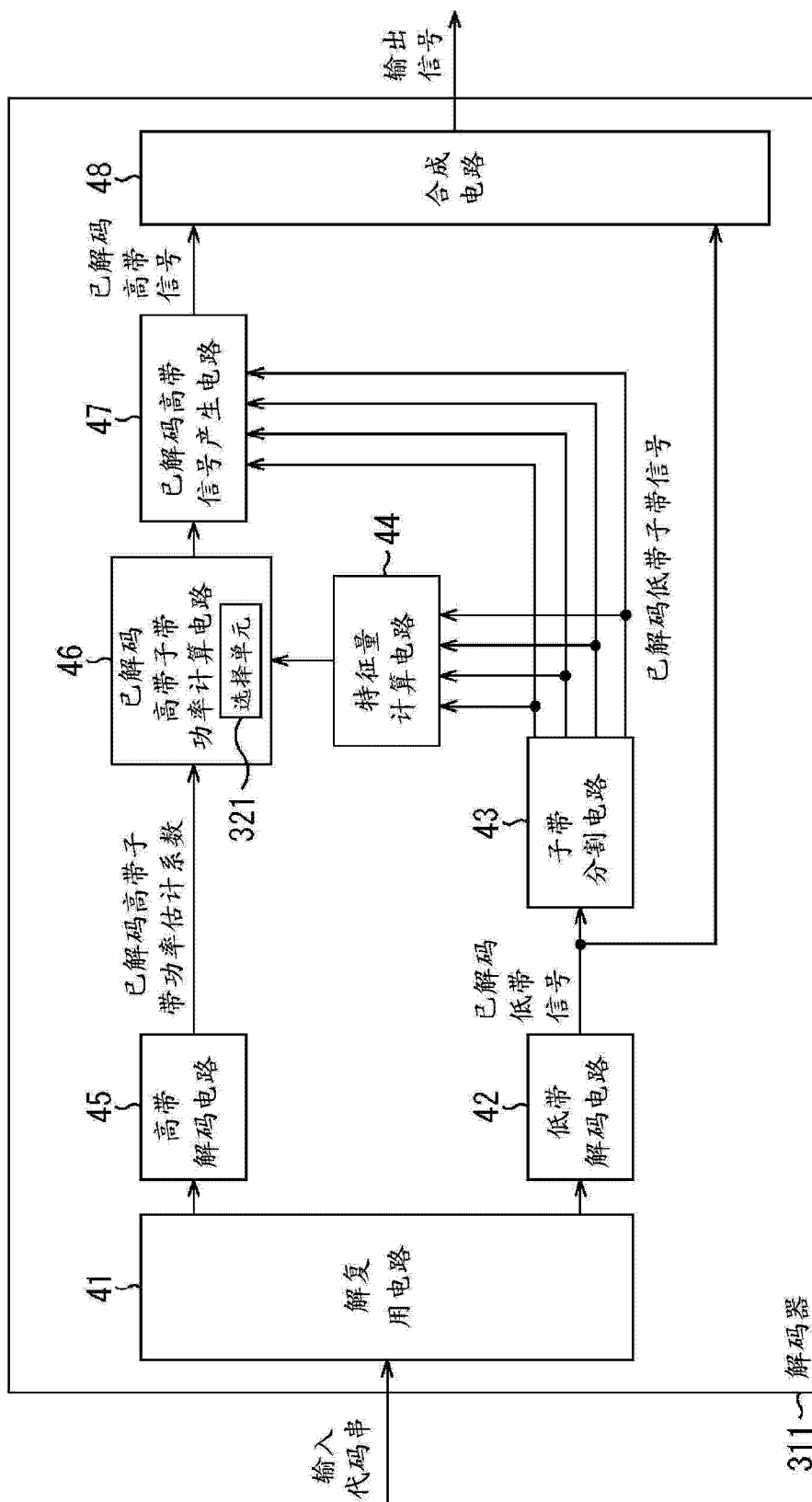


图 44

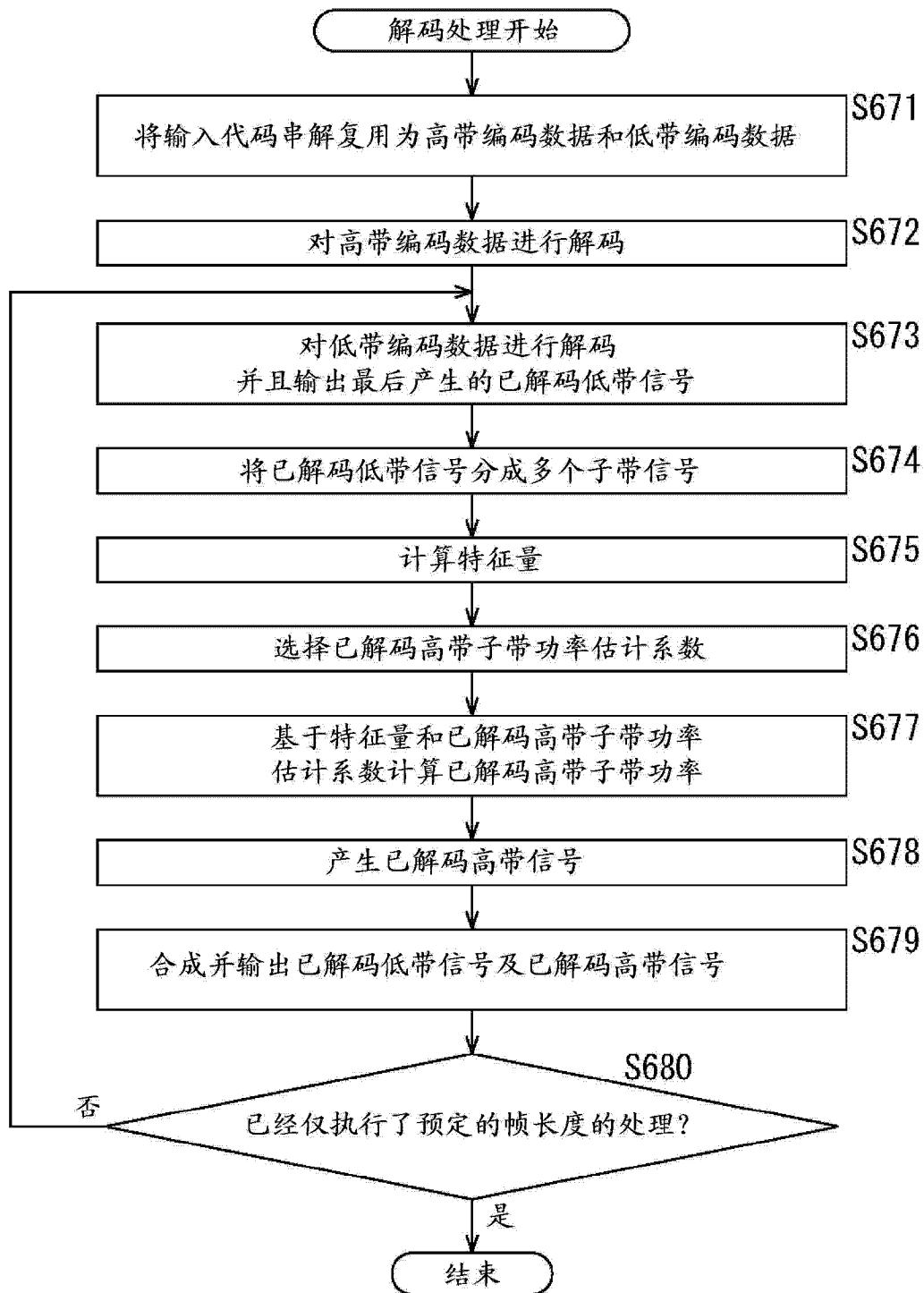


图 45

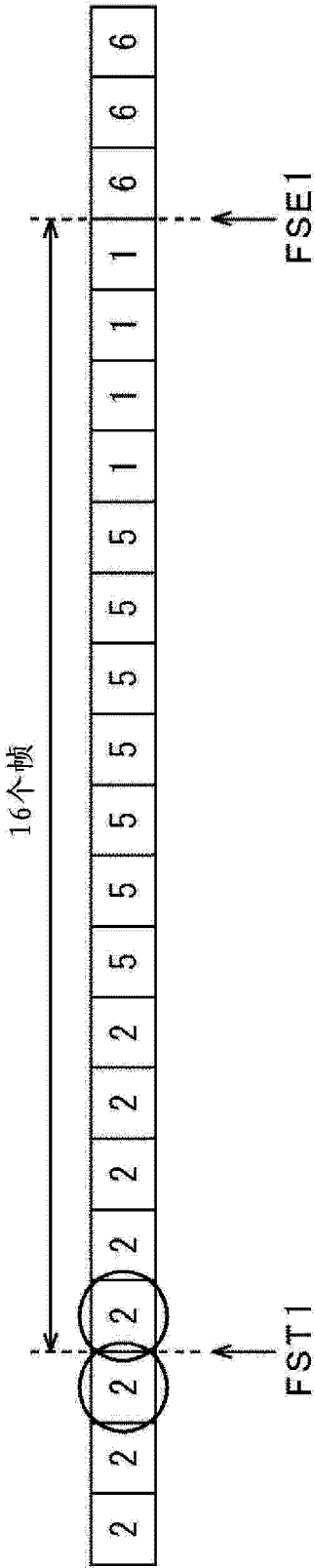


图 46

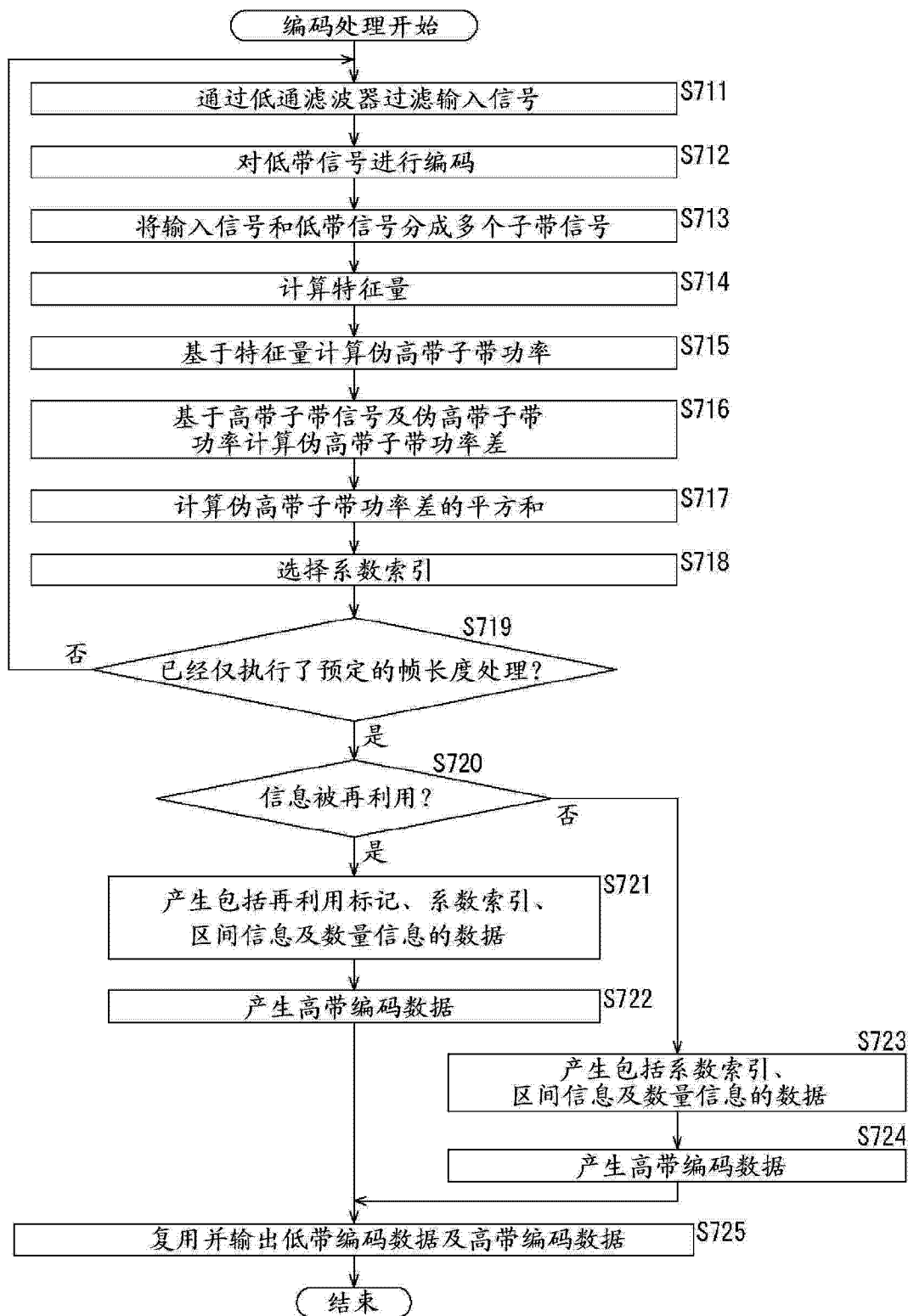


图 47

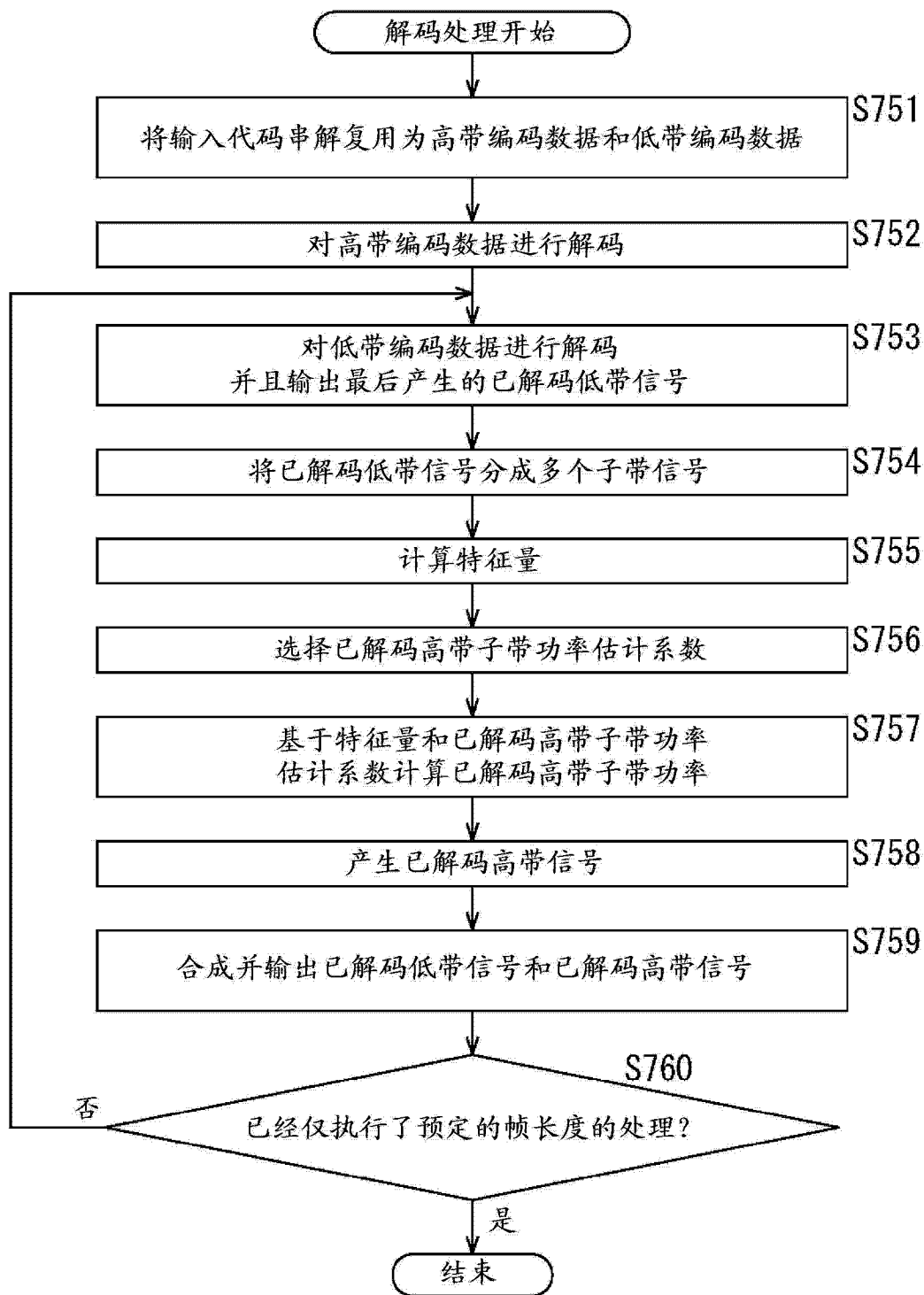


图 48

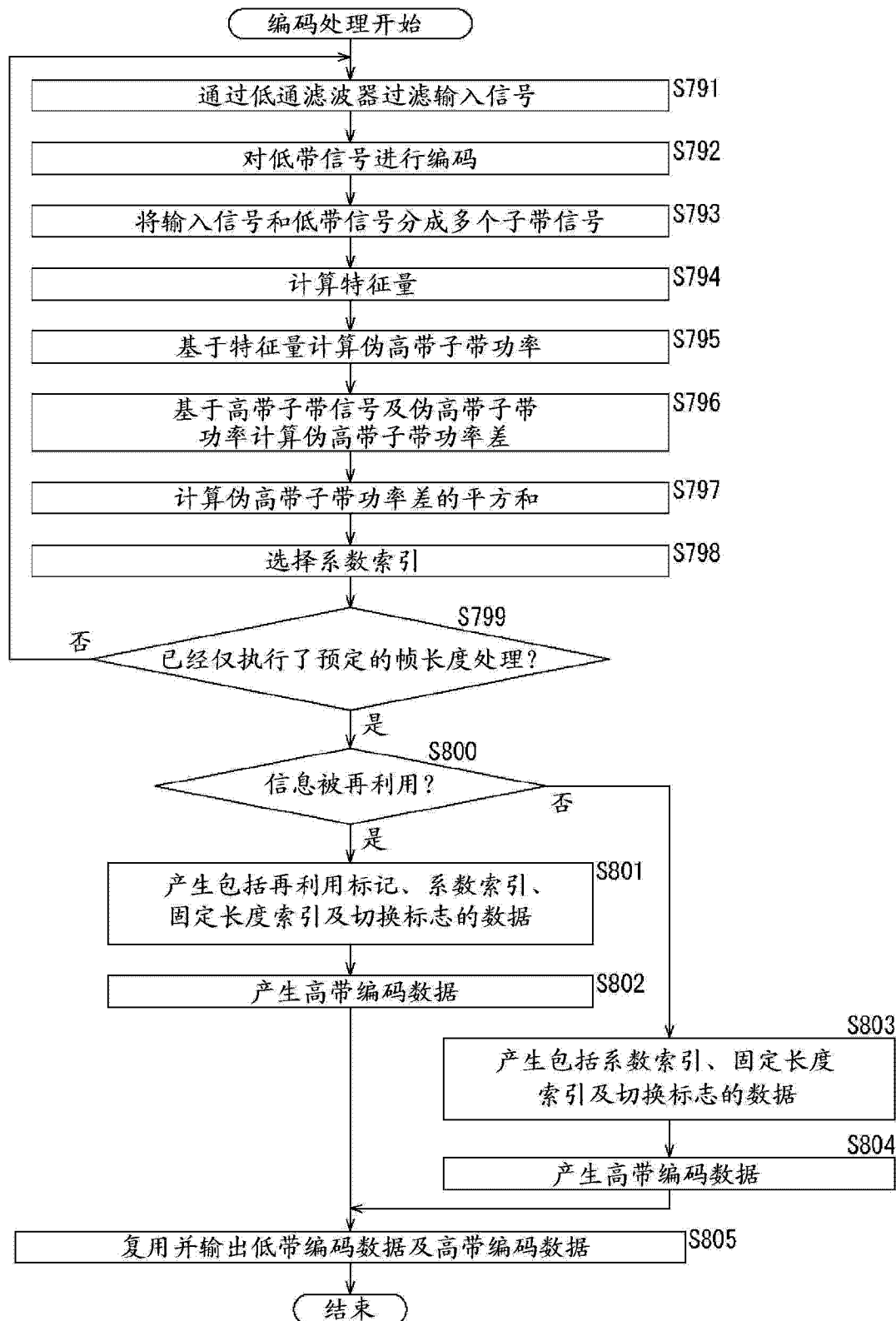


图 49

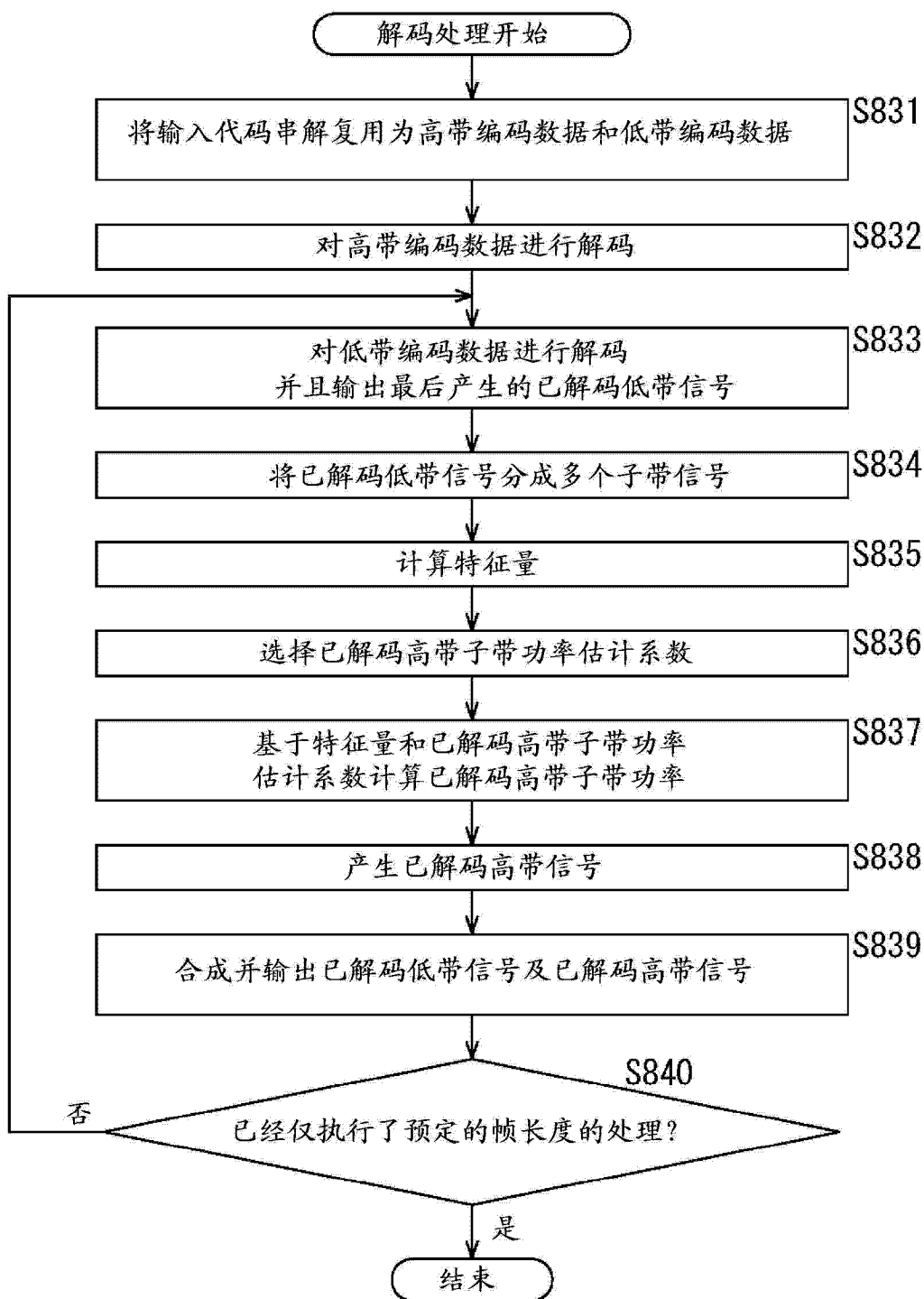


图 50

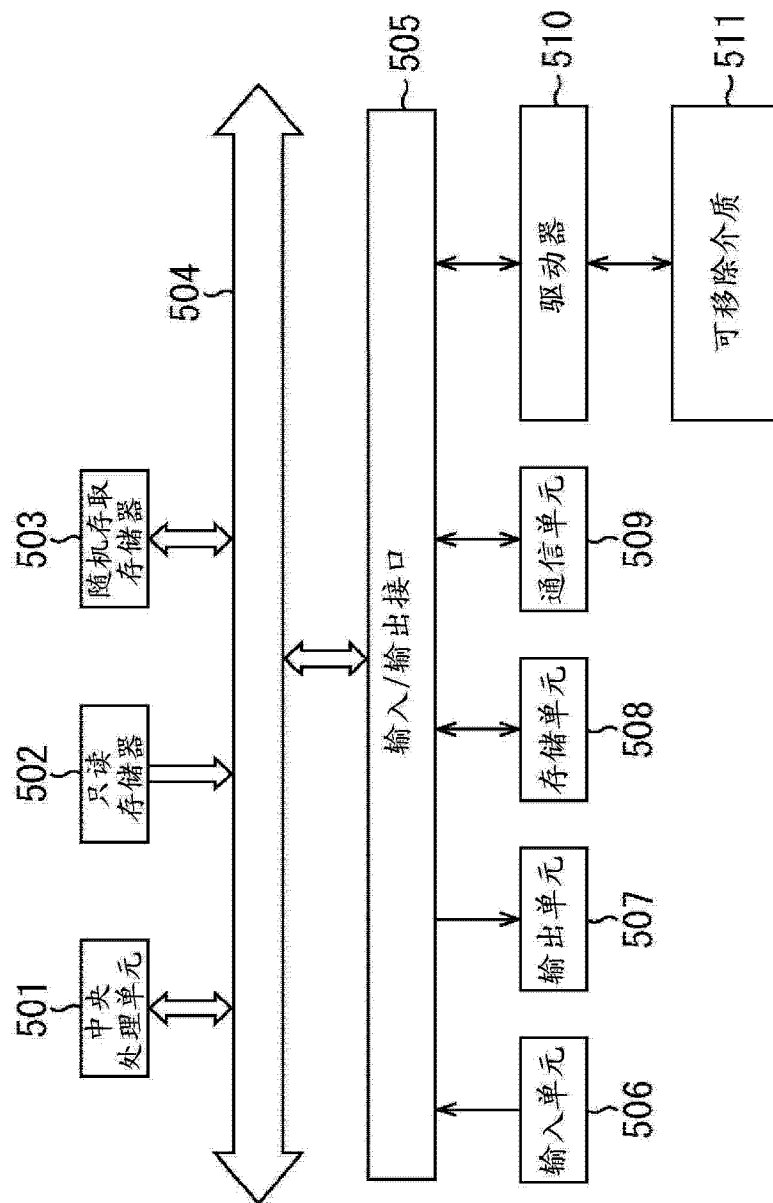


图 51