



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102598123 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201080046754. 0

(22) 申请日 2010. 10. 22

(30) 优先权数据

2009-244838 2009. 10. 23 JP

2009-272194 2009. 11. 30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 04. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/006281 2010. 10. 22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/048820 JA 2011. 04. 28

(73) 专利权人 松下电器(美国) 知识产权公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 山梨智史

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邸万奎

(51) Int. Cl.

G10L 19/02(2013. 01)

G10L 21/038(2013. 01)

(56) 对比文件

CN 101223570 A, 2008. 07. 16,

CN 101223570 A, 2008. 07. 16,

WO 2009/081568 A1, 2009. 07. 02,

CN 1407743 A, 2003. 04. 02,

JP 特开 2006-133698 A, 2006. 05. 25,

CN 101223582 A, 2008. 07. 16,

审查员 陈红红

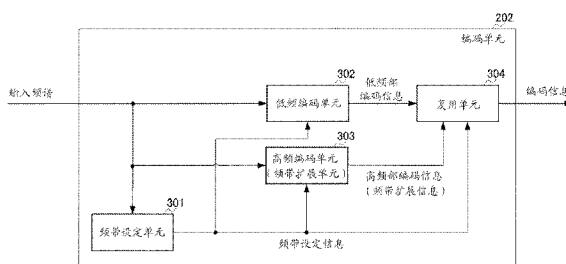
权利要求书1页 说明书34页 附图31页

(54) 发明名称

编码装置、解码装置及其方法

(57) 摘要

公开了对于宽频带信号或超宽频带信号等的信号,基于低频部的频谱数据而将高频部的频谱数据高效率地编码,改善解码信号的质量的编码装置。该编码装置使用低频侧的频谱进行频带扩展而生成高频侧的频谱,该编码装置包括:频带设定单元(301),输入频域的输入信号(输入频谱),基于输入信号的特性,生成用于将输入信号的频带分割而设定低频侧的第1频带部和高频侧的第2频带部的频带设定信息;低频编码单元(302),基于频带设定信息,对第1频带部的输入信号进行编码而生成低频部编码信息;以及高频编码单元(303),基于频带设定信息,对第2频带部的输入信号进行编码而生成高频部编码信息。



1. 编码装置,使用低频侧的频谱进行频带扩展而生成高频侧的频谱,所述编码装置包括:

频带设定单元,基于输入的频域的输入信号的低频能量相对于高频能量的大小,决定频带设定信息 Band_Setting 的值;以及

高频编码单元,当所决定的所述频带设定信息 Band_Setting 的值为所述低频能量大于等于所述高频能量与预定常数之积时,决定将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为预定的 $Max1$ 以上的部分分割为 P 个子带, $Max1 \leq k < Fmax$, k 为频谱的各样本的索引, $Fmax$ 为最大频带值、 $P = 0, 1 \cdots P-1$, 当所述频带设定信息 Band_Setting 的值为所述低频能量小于所述高频能量与所述常数之积时,将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为预定的 $Max2$ 以上的部分分割为 P 个子带,其中, $Max2 \leq k < Fmax$, $Max1 < Max2$, 对分割的 P 个子带部分的所述输入信号进行编码而生成高频部编码信息。

2. 如权利要求 1 所述的编码装置,还包括:

低频编码单元,当所述频带设定信息 Band_Setting 的值为所述低频能量大于等于所述高频能量与所述常数之积时,对输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为预定的 $Max1$ 以下的部分,当所述频带设定信息 Band_Setting 的值为所述低频能量小于所述高频能量与所述常数之积时,对输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为预定的 $Max2$ 以下的部分的所述输入信号进行编码而生成低频部编码信息。

3. 如权利要求 1 所述的编码装置,还包括:

下采样处理单元,用规定的采样频率对所述输入信号进行下采样,将下采样的输入信号输出给固定频带编码单元;

固定频带编码单元,对所述下采样输入信号进行编码而生成固定频带编码信息。

4. 如权利要求 1 所述的编码装置,

所述频带设定信息的生成进一步基于所述输入信号的频域中的、低于预定的阈值 TH_{low} 的低频侧的频带的所述输入信号的能量和高于预定的阈值 TH_{high} 的高频侧的频带的所述输入信号的能量进行比较的结果来进行。

5. 如权利要求 4 所述的编码装置,

所述频带设定单元在所述预定的阈值 TH_{low} 的低频侧的频带的能量大于等于所述预定的阈值 TH_{high} 的高频侧的频带的能量与所述常数之积的情况下,分割所述 $Max1$ 以上的部分为 P 个子带使低频域变窄,在 TH_{low} 的低频侧的频带的能量小于所述预定的 TH_{high} 的高频侧的频带的能量与所述常数之积的情况下,分割 $Max2$ 以上的部分为 P 个子带,使高频域变窄而使低频域变宽。

编码装置、解码装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及对信号进行编码并传输的通信系统所使用的编码装置、解码装置及其方法。

背景技术

[0002] 通过以因特网通信为代表的分组通信系统、或移动通信系统等传输语音 / 音乐信号时,为了提高语音 / 音乐信号的传输效率,常使用压缩 / 编码技术。另外,近年来,单纯地以低比特率对语音 / 音乐信号进行编码,另一方面,对于将更宽频带的语音 / 音乐进行编码的技术的需求正在高涨。

[0003] 对于这种需求,已经开发了在不大幅度地增加编码后的信息量而对宽频带的语音 / 音乐信号进行编码的各种技术。例如,在专利文献 1 中公开了下述技术,即,生成将一定时间的输入音响信号进行转换所得的频谱数据中的、频率的高频部的特征作为辅助信息,并将它与低频部的编码信息一起输出。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1 :特开 2003-255973 号公报

[0007] 专利文献 2 :国际公开第 2007/052088 号

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 然而,在上述专利文献 1 公开的频带扩展技术中,预先固定地决定输入信号的低频部以及使用辅助信息生成的高频部。因此,对于例如输入信号的高频部的频谱数据微小的情况、或者相反地高频部的频谱数据具有非常高的能量的情况、或者高频部的频谱数据为复杂的形状的情况等,都使用同一编码方法,从而存在编码效率不高的问题。特别是在以低比特率对辅助信息进行编码时,使用计算出的辅助信息生成的解码语音的质量不充分,根据情况也有可能产生异常噪声。

[0010] 本发明的目的是提供对于宽频带信号(7kHz 频带)或超宽频带信号(14kHz 频带)等的信号,能够根据低频部的频谱数据而将高频部的频谱数据高效率地编码,改善解码信号质量的编码装置、解码装置及其方法。

[0011] 解决问题的方案

[0012] 本发明的编码装置的一种形态是,使用低频侧的频谱进行频带扩展而生成高频侧的频谱,所述编码装置采用的结构包括:频带设定单元,输入频域的输入信号及编码参数,基于所述编码参数,生成用于决定通过所述频带扩展所设定的高频侧的第 1 频带的频带设定信息,所述编码参数包括所述输入信号的编码比特率、采样频率或量化增益;以及高频编码单元,将基于所述频带设定信息决定的所述第 1 频带的所述输入信号进行编码而生成高频部编码信息。

[0013] 本发明一实施例的编码装置,使用低频侧的频谱进行频带扩展而生成高频侧的频谱,所述编码装置包括:频带设定单元,基于输入的频域的输入信号的低频能量相对于高频能量的大小决定频带设定信息 Band_Setting 的值;以及高频编码单元,当所决定的所述频带设定信息 Band_Setting 的值为所述低频能量大于等于所述高频能量与预定常数之积时,决定将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为预定的 $Max1$ 以上的部分分割为 P 个子带, $Max1 \leq k < F_{max}$, k 为频谱的各样本的索引, F_{max} 为最大频带值、 $P = 0, 1 \cdots P-1$, 当所述频带设定信息 Band_Setting 的值为所述低频能量小于所述高频能量与所述常数之积时,将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为预定的 $Max2$ 以上的部分分割为 P 个子带,其中, $Max2 \leq k < F_{max}$, $Max1 < Max2$, 对分割的 P 个子带部分的所述输入信号进行编码而生成高频部编码信息。

[0014] 本发明的解码装置的一种形态是,接收在编码装置中生成的编码信息并进行解码,所述编码装置使用频域的输入信号的低频侧的频谱进行频带扩展而生成高频侧的频谱,所述解码装置采用的结构包括:接收单元,接收编码信息,所述编码信息包含对所述频域的高频侧即第 1 频带的输入信号进行编码而生成的高频部编码信息、对所述频域的低频侧的第 2 频带的所述输入信号进行编码而生成的低频部编码信息、以及基于所述编码信息所包含的编码参数而设定的所述第 1 频带的频带设定信息,所述编码参数包括所述输入信号的编码比特率、采样频率或量化增益;低频解码单元,使用所述低频部编码信息,生成所述第 2 频带的低频解码信号;以及高频解码单元,使用所述高频部编码信息和所述频带设定信息,生成所述第 1 频带的高频解码信号,并使用所述低频解码信号和所述高频解码信号而生成所述频域的解码信号。

[0015] 本发明的编码方法的一种形态是,使用低频侧的频谱进行频带扩展而生成高频侧的频谱,所述编码方法包括:频带设定步骤,输入频域的输入信号及编码参数,基于所述编码参数,生成用于决定通过所述频带扩展设定的高频侧的第 1 频带的频带设定信息,所述编码参数包括所述输入信号的编码比特率、采样频率或量化增益;以及高频编码步骤,将基于所述频带设定信息决定的所述第 1 频带的所述输入信号进行编码而生成高频部编码信息。

[0016] 本发明的解码方法的一种形态是,接收在编码装置中生成的编码信息并进行解码,所述编码装置使用频域的输入信号的低频侧的频谱进行频带扩展而生成高频侧的频谱,所述解码方法包括:接收步骤,接收编码信息,所述编码信息包含对所述频域的高频侧即第 1 频带的输入信号进行编码而生成的高频部编码信息、对所述频域的低频侧的第 2 频带的所述输入信号进行编码而生成的低频部编码信息、以及基于所述编码信息所包含的编码参数而设定的所述第 1 频带的频带设定信息,所述编码参数包括所述输入信号的编码比特率、采样频率或量化增益;低频解码步骤,使用所述低频部编码信息,生成所述第 2 频带的低频解码信号;以及高频解码步骤,使用所述高频部编码信息及所述频带设定信息,生成所述第 1 频带的高频解码信号,并使用所述低频解码信号和所述高频解码信号生成所述频域的解码信号。

[0017] 发明的效果

[0018] 根据本发明,能够将宽频带信号或超宽频带信号等的高频部的频谱数据高效率地编码,能够改善解码信号的质量。

附图说明

[0019] 图 1 是表示本发明实施方式 1 的具有编码装置和解码装置的通信系统的结构的方框图。

[0020] 图 2 是表示图 1 所示的编码装置的内部的主要结构的方框图。

[0021] 图 3 是表示图 2 所示的编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0022] 图 4 是表示图 3 所示的低频编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0023] 图 5 是表示图 3 所示的高频编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0024] 图 6 是用于说明图 5 所示的滤波单元中的滤波处理的细节的图。

[0025] 图 7 是表示在图 5 所示的搜索单元中对于子带 SB_p 搜索最佳基音 (pitch) 系数 T_p' 的处理的步骤的流程图。

[0026] 图 8 是表示图 1 所示的解码装置的内部的主要结构的方框图。

[0027] 图 9 是表示图 8 所示的解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0028] 图 10 是表示图 9 所示的低频解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0029] 图 11 是表示图 9 所示的高频解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0030] 图 12 是表示本发明的实施方式 2 的编码装置的内部的主要结构的方框图。

[0031] 图 13 是表示图 12 所示的第 2 层编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0032] 图 14 是表示图 13 所示的低频编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0033] 图 15 是表示图 13 所示的高频编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0034] 图 16 是表示本发明的实施方式 2 的解码装置的内部的主要结构的方框图。

[0035] 图 17 是表示图 16 所示的第 2 层解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0036] 图 18 是表示图 17 所示的高频解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0037] 图 19 是表示本发明实施方式 3 的编码装置的内部的主要结构的方框图。

[0038] 图 20 是表示图 19 所示的第 2 层编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0039] 图 21 是表示图 20 所示的高频编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0040] 图 22 是表示本发明实施方式 3 的解码装置的内部的主要结构的方框图。

[0041] 图 23 是表示图 22 所示的第 2 层解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0042] 图 24 是表示本发明实施方式 4 的编码装置的内部的主要结构的方框图。

[0043] 图 25 是表示图 24 所示的第 2 层编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0044] 图 26 是表示图 25 所示的频带扩展编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0045] 图 27 是表示图 25 所示的残差频谱编码单元的内部的主要结构的方框图。

[0046] 图 28 的 (a) ~ (c) 是示意地表示各层中编码 / 解码的频谱的频带和信息量 (编码比特率) 之间的对应关系的图。

[0047] 图 29 是表示本发明实施方式 4 的解码装置的内部的主要结构的方框图。

[0048] 图 30 是表示图 29 所示的第 2 层解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0049] 图 31 是表示图 30 所示的残差频谱解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0050] 图 32 是表示图 30 所示的频带扩展解码单元的内部的主要结构的方框图。

[0051] 图 33 的 (a) ~ (c) 是示意地表示各层中编码 / 解码的频谱的频带和信息量 (编码比特率) 之间的另外的对应关系的图。

[0052] 标号说明

- [0053] 101、111、121、131 编码装置
- [0054] 102 传输路径
- [0055] 103、113、123、133 解码装置
- [0056] 201、802、1005、1404、1406、2405、2804、2806 正交变换处理单元
- [0057] 202 编码单元
- [0058] 301、1101、1801 频带设定单元
- [0059] 302、1102 低频编码单元
- [0060] 303、1103、1802 高频编码单元
- [0061] 902、1502 低频解码单元
- [0062] 903、1503、2002 高频解码单元
- [0063] 304、404、507、1104、1204、1307、1803、2503、2704 复用单元
- [0064] 401、2701 编码对象频谱计算单元
- [0065] 402、1202、2702 形状编码单元
- [0066] 403、506、1203、1306、2703 增益编码单元
- [0067] 501、1301、1311、2601 频带分割单元
- [0068] 502、922、1302、1602、3102 滤波状态设定单元
- [0069] 503、923、1303、1603、3103 滤波单元
- [0070] 505、1305 搜索单元
- [0071] 504、1304 基音系数设定单元
- [0072] 801 解码单元
- [0073] 901、911、921、1501、1601、2001、2901、3001、3101 分离单元
- [0074] 1504 频谱合成单元
- [0075] 912、3002 形状解码单元
- [0076] 913、924、1604、3003、3104 增益解码单元
- [0077] 925、1605、3105 频谱调整单元
- [0078] 1001、2401 下采样处理单元
- [0079] 1002、2402 第1层编码单元
- [0080] 1003、1402、2403、2802 第1层解码单元
- [0081] 1004、1403、2404、2803 上采样处理单元
- [0082] 1006、1701、2406 第2层编码单元
- [0083] 1007、2407 编码信息合并单元
- [0084] 201 差分频谱计算单元
- [0085] 1401、2801 编码信息分离单元
- [0086] 1405、1901、2805 第2层解码单元
- [0087] 2501 频带扩展编码单元
- [0088] 2502 残差频谱编码单元
- [0089] 2602、3106 相加频谱计算单元
- [0090] 2902 残差频谱解码单元
- [0091] 2903 频带扩展解码单元

具体实施方式

[0092] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式。并且,作为本发明的编码装置及解码装置,以语音编码装置及语音解码装置为例进行说明。

[0093] (实施方式 1)

[0094] 图 1 是表示本发明实施方式 1 的具有编码装置及解码装置的通信系统的结构的方框图。在图 1 中,通信系统具有编码装置 101 和解码装置 103,分别处于可经由传输路径 102 进行通信的状态。并且,编码装置 101 及解码装置 103 通常都被安装在基站装置或通信终端装置等中来使用。

[0095] 编码装置 101 以 N 样本为单位划分输入信号 (N 为自然数),将 N 样本作为 1 帧,对每帧进行编码。这里,将作为编码对象的输入信号表示为 $x_n (n = 0, \dots, N - 1)$ 。n 表示以 N 样本为单位划分的输入信号中的第 n+1 的信号要素。编码装置 101 经由传输路径 102 向解码装置 103 发送编码后的输入信息 (以下称为“编码信息”)。

[0096] 解码装置 103 接收经由传输路径 102 从编码装置 101 发送的编码信息,对其进行解码,得到输出信号。

[0097] 图 2 是表示图 1 所示的编码装置 101 的内部主要结构的方框图。编码装置 101 主要由正交变换处理单元 201 及编码单元 202 构成。

[0098] 正交变换处理单元 201 的内部具有缓冲器 $buf1_n (n = 0, \dots, N - 1)$,对输入信号 x_n 进行改进离散余弦变换 (MDCT:Modified Discrete Cosine Transform)。

[0099] 接下来,说明正交变换处理单元 201 中的正交变换处理的计算步骤和向内部缓冲器的数据输出。

[0100] 首先,正交变换处理单元 201 通过下式 (1) 将缓冲器 $buf1_n$ 的初始值初始化为“0”。

[0101] $buf1_n = 0 (n = 0, \dots, N-1) \dots (1)$

[0102] 接着,正交变换处理单元 201 根据下式 (2),对输入信号 x_n 进行改进离散余弦变换 (MDCT),求输入信号的 MDCT 系数 (以下,称为“输入频谱”) $X(k)$ 。

[0103]
$$X(k) = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{2N-1} x_n' \cos \left[\frac{(2n+1+N)(2k+1)\pi}{4N} \right] \quad (k = 0, \dots, N-1) \dots (2)$$

[0104] 其中, k 表示 1 帧中的各样本的索引。正交变换处理单元 201 根据下式 (3) 求将输入信号 x_n 与缓存器 $buf1_n$ 结合所得的向量即 x_n' 。

[0105]
$$x_n' = \begin{cases} buf1_n & (n = 0, \dots, N-1) \\ x_{n-N} & (n = N, \dots, 2N-1) \end{cases} \dots (3)$$

[0106] 接着,正交变换处理单元 201 通过式 (4) 对缓冲器 $buf1_n$ 进行更新。

[0107] $buf1_n = x_n (n = 0, \dots, N-1) \dots (4)$

[0108] 另外,正交变换处理单元 201 将输入频谱 $X(k)$ 输出到编码单元 202。

[0109] 从正交变换处理单元 201、输入频谱 $X(k)$ 被输入到编码单元 202。编码单元 202 将输入频谱 $X(k)$ 进行编码,并生成编码信息。接着,编码单元 202 经由传输路径 102 将生成的编码信息发送到解码装置 103。

[0110] 图 3 是表示图 2 所示的编码单元 202 的内部的主要结构的方框图。使用图 3,说明编码单元 202 中的处理的细节。编码单元 202 主要由频带设定单元 301、低频编码单元

302、高频编码单元（频带扩展单元）303 以及复用单元 304 构成。各单元进行以下的动作。

[0111] 输入频谱 $X(k)$ 从正交变换处理单元 201 被输入到频带设定单元 301。频带设定单元 301 对输入频谱 $X(k)$ 的频谱特性进行分析, 根据分析结果, 设定在低频编码单元 302 及高频编码单元（频带扩展单元）303 中分别作为编码对象的频带。接着, 频带设定单元 301 将表示所设定的频带的频带设定信息输出到低频编码单元 302、高频编码单元 303 以及复用单元 304。

[0112] 接着, 说明频带设定单元 301 中的、频带设定信息的计算方法。

[0113] 频带设定单元 301 首先对于输入频谱 $X(k)$, 根据式 (5-1) 算出频带为 TH_{Low} 以下的局部能量（低频能量） E_{Low} , 根据式 (5-2) 算出频带为 TH_{High} 以上的局部能量（高频能量） E_{High} 。这里, 假设 TH_{Low} 及 TH_{High} 是预先决定的阈值, 存在 $TH_{Low} < TH_{High}$ 的关系。另外, 式 (5-2) 中, F_{max} 是最大频带值（最大的频率值）。

$$[0114] \quad E_{Low} = \sum_{k=0}^{TH_{Low}} X(k)^2 \dots (5-1)$$

$$[0115] \quad E_{High} = \sum_{k=TH_{High}}^{F_{max}} X(k)^2 \dots (5-2)$$

[0116] 接着, 频带设定单元 301 将通过式 (5-1) 算出的低频能量 E_{Low} 的大小和通过式 (5-2) 算出的高频能量 E_{High} 的大小进行比较, 根据下式 (6), 决定频带设定信息 Band __ Setting。也就是说, 频带设定单元 301 基于输入频谱的能量特性, 生成用于分割输入频谱的频带而设定低频侧的频带（低频部）及高频侧的频带（高频部）的频带设定信息。这里, 式 (6) 中的 \tilde{a} 为预先决定的常数。

$$[0117] \quad Band_Setting = \begin{cases} 0 & (if \ E_{Low} \geq \tilde{a} \cdot E_{High}) \\ 1 & (else) \end{cases} \dots (6)$$

[0118] 也就是说, 在低频能量 E_{Low} 相对于高频能量 E_{High} 大到某种程度的情况下, 频带设定单元 301 将频带设定信息 Band __ Setting 的值设为“0”, 在不是这样的情况下, 将频带设定信息 Band __ Setting 的值设定为“1”。频带设定单元 301 将决定的频带设定信息 Band __ Setting 输出到低频编码单元 302、高频编码单元 303 以及复用单元 304。

[0119] 输入频谱 $X(k)$ 从正交变换处理单元 201 被输入到低频编码单元 302。另外, 从频带设定单元 301, 频带设定信息 Band __ Setting 被输入到低频编码单元 302。低频编码单元 302 基于频带设定信息 Band __ Setting, 将输入频谱 $X(k)$ 进行编码, 生成低频部编码信息。接着, 低频编码单元 302 将低频部编码信息输出到复用单元 304。在后面叙述低频编码单元 302 中的处理的细节。

[0120] 输入频谱 $X(k)$ 从正交变换处理单元 201 被输入到高频编码单元 303。另外, 频带设定信息 Band __ Setting 从频带设定单元 301 被输入到高频编码单元 303。高频编码单元 303 基于频带设定信息 Band __ Setting, 将输入频谱 $X(k)$ 进行编码, 生成高频部编码信息（频带扩展信息）。接着, 高频编码单元 303 将高频部编码信息输出到复用单元 304。在后面叙述高频编码单元 303 中的处理的细节。

[0121] 复用单元 304 将从频带设定单元 301、低频编码单元 302、以及高频编码单元 303 分别输入的频带设定信息、低频部编码信息、以及高频部编码信息进行复用, 并作为编码信

息输出到传输路径 102。

[0122] 图 4 是表示低频编码单元 302 的内部结构的方框图。低频编码单元 302 主要由编码对象频谱计算单元 401、形状编码单元 402、增益编码单元 403、以及复用单元 404 构成。各单元进行以下的动作。

[0123] 频带设定信息 Band __ Setting 从频带设定单元 301 被输入到编码对象频谱计算单元 401。另外,输入频谱 X(k) 从正交变换处理单元 201 被输入到编码对象频谱计算单元 401。编码对象频谱计算单元 401 基于频带设定信息 Band __ Setting 的值,决定作为编码对象的频带,仅将输入频谱 X(k) 中的、相应的频带的频谱输出到形状编码单元 402。

[0124] 具体而言,在频带设定信息 Band __ Setting 的值为“0”的情况下,编码对象频谱计算单元 401 将输入频谱 X(k) 中的、频带为 Max1 以下 ($k \leq \text{Max1}$) 的频谱输出到形状编码单元 402 作为编码对象频谱 X'(k)。另外,在频带设定信息 Band __ Setting 的值为“1”的情况下,编码对象频谱计算单元 401 将输入频谱 X(k) 中的、频带为 Max2 以下 ($k \leq \text{Max2}$) 的频谱输出到形状编码单元 402 作为编码对象频谱 X'(k)。

[0125] 这里,假设 Max1 和 Max2 存在 $\text{Max1} < \text{Max2}$ 的关系。也就是说,在频带设定信息 Band __ Setting 的值为“0”的情况下,编码对象频谱计算单元 401 选择输入频谱 X(k) 的中更低频侧的频谱作为编码对象频谱 X'(k)。另一方面,在频带设定信息 Band __ Setting 的值为“1”的情况下,编码对象频谱计算单元 401 选择在输入频谱 X(k) 中,与频带设定信息 Band __ Setting 的值为“0”时相比,带宽大的部分的频谱作为编码对象频谱 X'(k)。

[0126] 形状编码单元 402 对于从编码对象频谱计算单元 401 输入的编码对象频谱 X'(k),每子带地进行形状量化。具体而言,首先,形状编码单元 402 将编码对象频谱 X'(k) 分割为 L 个的子带。接着,形状编码单元 402 对于 L 个的各子带,搜索由 SQ 个的形状码向量构成的内置的形状码本,求使下式 (7) 的评价尺度 Shape __ q(i) 为最大的形状码向量的索引。

$$[0127] \quad \text{Shape_}q(i) = \frac{\left\{ \sum_{k=0}^{BW(j)} (X'(k + BS(j)) \cdot SC_k^i) \right\}^2}{\sum_{k=0}^{BW(j)} SC_k^i \cdot SC_k^i} \quad (j = 0, \dots, L-1, i = 0, \dots, SQ-1) \quad \dots (7)$$

[0128] 在该式中, SC_k^i 表示构成形状码本的形状码向量, i 表示形状码向量的索引, k 表示形状码向量的元素的索引。另外, BW(j) 表示频带索引为 j 的频带的带宽, BS(j) 表示构成频带索引为 j 的频带的频谱的最小索引。

[0129] 形状编码单元 402 将使上式 (7) 的评价尺度 Shape __ q(i) 为最大的形状码向量的索引 S __ max 输出到复用单元 404 作为形状编码信息。另外,形状编码单元 402 根据下式 (8),计算理想增益 Gain __ i(j),并将其输出到增益量化单元 403。

$$[0130] \quad \text{Gain_}i(j) = \frac{\sum_{k=0}^{BW(j)} (X'(k + BS(j)) \cdot SC_k^{S_max})}{\sum_{k=0}^{BW(j)} SC_k^{S_max} \cdot SC_k^{S_max}} \quad (j = 0, \dots, L-1) \quad \dots (8)$$

[0131] 增益编码单元 403 根据下式 (9), 对从形状编码单元 402 输入的理想增益 $Gain_i(j)$ 进行直接量化。这里也是, 增益编码单元 403 将理想增益处理为 L 维向量, 搜索由 GQ 个的增益码向量构成的内置的增益码本, 进行向量量化。

$$[0132] \quad Gain_q(i) = \left\{ \sum_{j=0}^{L-1} \{Gain_i(j) - GC_j^i\} \right\}^2 \quad (i = 0, \dots, GQ-1) \quad \dots (9)$$

[0133] 增益编码单元 403 求使上式 (9) 的均方误差 $Gain_q(i)$ 为最小的增益码向量的索引 G_min 。增益编码单元 403 将 G_min 输出到复用单元 404 作为增益编码信息。

[0134] 复用单元 404 将从形状编码单元 402 输入的形状编码信息 S_max 、以及从增益编码单元 403 输入的增益编码信息 G_min 进行复用, 并将其作为低频部编码信息输出到复用单元 304。另外, 也可以将形状编码信息和增益编码信息直接输入到复用单元 304, 通过复用单元 304 将其与高频部编码信息进行复用。

[0135] 以上是低频编码单元 302 的结构说明。

[0136] 图 5 是表示高频编码单元 303 的内部结构的方框图。高频编码单元 303 包括: 频带分割单元 501、滤波状态设定单元 502、滤波单元 503、搜索单元 505、基音系数设定单元 504、增益编码单元 506、以及复用单元 507, 各单元进行以下的动作。

[0137] 输入频谱 $X(k)$ 从正交变换处理单元 201 被输入到频带分割单元 501。另外, 频带设定信息 $Band_Setting$ 从频带设定单元 301 被输入到频带分割单元 501。频带分割单元 501 基于频带设定信息 $Band_Setting$ 的值, 将输入频谱 $X(k)$ 的高频部分割为 P 个子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P-1)$ 。然后, 频带分割单元 501 将各个子带的带宽 $BW_p (p = 0, 1, \dots, P-1)$ 及开头索引 $BS_p (p = 0, 1, \dots, P-1)$ 输出到滤波单元 503、搜索单元 505 以及复用单元 507 作为频带分割信息。

[0138] 具体而言, 在频带设定信息 $Band_Setting$ 的值为“0”的情况下, 频带分割单元 501 将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为 $Max1$ 以上 ($Max1 \leq k < Fmax$) 的部分分割为 P 个的子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P-1)$ 。另外, 在频带设定信息 $Band_Setting$ 的值为“1”的情况下, 频带分割单元 501 将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为 $Max2$ 以上 ($Max2 \leq k < Fmax$) 的部分分割为 P 个的子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P-1)$ 。这里, $Fmax$ 取最大频带的值。另外, 以下将输入频谱 $X(k)$ 中的、子带 SB_p 的部分记作子带频谱 $X_p(k) (BS_p \leq k < BS_p + BW_p)$ 。

[0139] 滤波状态设定单元 502 将从正交变换处理单元 201 输入输入频谱 $X(k)$ 设定为滤波单元 503 中使用的滤波状态。作为滤波单元 503 中全频带 $0 \leq k < Fmax$ 的频谱 $S(k)$ 的 ($0 \leq k < Max1$) 或 ($0 \leq k < Max2$) 的频带中的滤波的内部状态 (滤波状态), 存储输入频谱 $X(k)$ 。滤波状态设定单元 502 将设定了的滤波状态输出到滤波单元 503。

[0140] 滤波单元 503 具有多抽头 (抽头数大于 1) 的基音滤波 (pitch filter)。滤波单元 503 基于滤波状态设定单元 502 设定的滤波状态和从基音系数设定单元 504 输入的基音系数 T, 对输入频谱 $X(k)$ 进行滤波, 计算输入频谱的估计值 $S'(k) (FL \leq k < FH)$ (以下, 称为“估计频谱”)。滤波单元 503 将估计频谱 $S'(k)$ 输出到搜索单元 505。另外, 在后面叙述滤波单元 503 中的滤波处理的细节。

[0141] 搜索单元 505 分别对于从正交变换处理单元 201 输入输入频谱 $X(k)$ 和从滤波单元 503 输入的估计频谱 $S'(k)$, 计算由频带分割单元 501 分割的高频部 ($Max1 \leq k$

< Fmax) 或 (Max2 ≤ k < Fmax)) 的相似度。该相似度的计算例如是通过相关运算等来进行的。

[0142] 另外,滤波单元 503、搜索单元 505 以及基音系数设定单元 504 的处理构成闭环。在该闭环中,搜索单元 505 通过使从基音系数设定单元 504 输入到滤波单元 503 的基音系数 T 产生各种变化,从而计算与各个基音系数对应的相似度。另外,搜索单元 505 将计算出的相似度中的、相似度为最大的基音系数输出到复用单元 507 作为最佳基音系数 T'。另外,搜索单元 505 将估计频谱 S'(k) 输出到增益编码单元 506。

[0143] 基音系数设定单元 504 在搜索单元 505 的控制下,使基音系数 T 在搜索范围 (Tmin ≤ T < Tmax) 内一点一点地变化,同时将变化后的基音系数 T 依次输出到滤波单元 503。

[0144] 增益编码单元 506 对于从正交变换处理单元 201 输入的输入频谱 X(k),计算由频带分割单元 501 分割的高频部 ((Max1 ≤ k < Fmax) 或 (Max2 ≤ k < Fmax)) 的增益信息。具体而言,增益编码单元 506 将高频部的频带 ((Max1 ≤ k < Fmax) 或 (Max2 ≤ k < Fmax)) 分割为 J 个子带,求输入频谱 X(k) 的每个子带的频谱功率。此时,第 j 子带的频谱功率 B(j) 通过下式 (10) 表示。

$$[0145] \quad B(j) = \sum_{k=BL_j}^{BH_j} X(k)^2 \quad (j=0, \dots, J-1) \dots (10)$$

[0146] 在式 (10) 中,BL_j表示第 j 子带的最小频率,BH_j表示第 j 子带的最大频率。另外,增益编码单元 506 同样根据下式 (11) 计算从搜索单元 505 输入的估计频谱 S'(k) 的每个子带的频率功率 B'(j)。

$$[0147] \quad B'(j) = \sum_{k=BL_j}^{BH_j} S'(k)^2 \quad (j=0, \dots, J-1) \dots (11)$$

[0148] 接着,增益编码单元 506 根据下式 (12) 计算对输入频谱 X(k) 的估计频谱的每个子带的变动量 V(j)。

$$[0149] \quad V(j) = \sqrt{\frac{B(j)}{B'(j)}} \quad (j=0, \dots, J-1) \dots (12)$$

[0150] 另外,增益编码单元 506 使用内置的增益编码用的码本,对变动量 V(j) 进行编码,并将与编码后的变动量 V_q(j) 对应的索引输出到复用单元 507。

[0151] 复用单元 507 将从搜索单元 505 输入的最佳基音系数 T'和从增益编码单元 506 输入的变动量 V(j) 的索引进行复用而作为高频部编码信息,并将其输出到复用单元 304。另外,也可以将最佳基音系数 T'和变动量 V(j) 的索引直接输入到复用单元 304,并在复用单元 304 中将其与低频部编码信息复用。

[0152] 接着,使用图 6 说明在滤波单元 503 中的滤波处理的细节。

[0153] 滤波单元 503 根据由频带分割单元 501 分割的频带,使用从基音系数设定单元 504 输入的基音系数 T,生成 (Max1 ≤ k < Fmax) 或 (Max2 ≤ k < Fmax) 的频带的频谱 S(k)。滤波单元 503 的传递函数通过下式 (13) 表示。

$$[0154] \quad F(z) = \frac{1}{1 - \sum_{i=-M}^M \beta_i z^{-T+i}} \quad \dots (13)$$

[0155] 在式 (13) 中, T 表示由基音系数设定单元 504 提供的基音系数, \hat{a}_i 表示预先存储在内部的滤波系数。另外、在式 (13) 中, M 是与抽头数有关的指标, 例如, 在抽头数为 3 的情况下, 设为 $M = 1$ 。在抽头数为 3 的情况下, 作为滤波系数的候补, 举例 $(\hat{a}_{-1}, \hat{a}_0, \hat{a}_1) = (0.1, 0.8, 0.1)$ 作为一例。此外, $(\hat{a}_{-1}, \hat{a}_0, \hat{a}_1) = (0.2, 0.6, 0.2)$ 、 $(0.3, 0.4, 0.3)$ 等的值也适合。

[0156] 首先, 在滤波单元 503 中的全频带的频谱 $S(k)$ 的 $(0 \leq k < \text{Max1})$ 或 $(0 \leq k < \text{Max2})$ 的频带中, 存储输入频谱 $X(k)$ 作为滤波的内部状态 (滤波状态)。

[0157] 进而, 在频谱 $S(k)$ 的高频部 $(\text{Max1} \leq k < \text{Fmax})$ 或 $(\text{Max2} \leq k < \text{Fmax})$ 中, 通过以下步骤的滤波处理, 存储估计频谱 $S'(k)$ 。另外, 通常将比该 k 低 T 的频率的频谱 $S(k - T)$ 代入估计频谱 $S'(k)$ 。但是, 为了增加频谱的平滑性, 实际上对于所有的 i 将对距频谱 $S(k - T)$ 为 i 的附近的频谱 $S(k - T + i)$ 乘以规定的滤波系数 \hat{a}_i 后所得的 $\hat{a}_i \cdot S(k - T + i)$ 相加所得的频谱代入 $S'(k)$ 该处理用下式 (14) 表示。

$$[0158] \quad S'(k) = \sum_{i=-1}^1 \beta_i \cdot S(k - T + i)^2 \quad \dots (14)$$

[0159] 滤波单元 503 通过按照从频率低的 $k = \text{Max1}$ 或 $k = \text{Max2}$ 开始依序在频带 $\text{Max1} \leq k < \text{Fmax}$ 或频带 $\text{Max2} \leq k < \text{Fmax}$ 的范围内变更 k 而进行上述运算, 从而计算高频部的频带 $(\text{Max1} \leq k < \text{Fmax})$ 或 $(\text{Max2} \leq k < \text{Fmax})$ 中的估计频谱 $S'(k)$ 。

[0160] 在每次由基音系数设定单元 504 提供基音系数 T 时, 在高频部的频带 $(\text{Max1} \leq k < \text{Fmax})$ 或 $(\text{Max2} \leq k < \text{Fmax})$ 的范围内, 每次将频谱 $S(k)$ 清零后进行以上的滤波处理。也就是说, 每次基音系数 T 发生变化时, 都计算频谱 $S(k)$, 并将其输出到搜索单元 505。

[0161] 图 7 是表示图 5 所示的搜索单元 505 中对于子带 SB_p 搜索最佳基音系数 T_p' 的处理步骤的流程图。并且, 搜索单元 505 通过重复图 7 所示的步骤, 搜索与各个子带 SB_p ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) 对应的最佳基音系数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)。

[0162] 首先, 搜索单元 505 将用于保存相似度最小值的变量即最小相似度 D_{\min} 初始化为 “+ ∞ ” (ST2010)。接着, 搜索单元 505 根据下式 (15), 计算某个基音系数的输入频谱 $X(k)$ 的高频部 $(\text{Max1} \leq k < \text{Fmax})$ 或 $(\text{Max2} \leq k < \text{Fmax})$ 与估计频谱 $S'(k)$ 之间的相似度 D (ST2020)。

[0163]

$$D = \sum_{k=0}^{M'} X(BS_p + k) \cdot X(BS_p + k) - \frac{\left(\sum_{k=0}^{M'} X(BS_p + k) \cdot S'(BS_p + k) \right)^2}{\sum_{k=0}^{M'} S'(BS_p + k) \cdot S'(BS_p + k)} \quad (0 < M' \leq BW_p)$$

$$\dots (15)$$

[0164] 在式 (15) 中, M' 表示计算相似度 D 时的样本数, 可以是各个子带的带宽以下的任意值。

[0165] 接着,搜索单元 505 判定计算出的相似度 D 是否小于最小相似度 D_{\min} (ST2030)。当在 ST2020 中计算出的相似度 D 小于最小相似度 D_{\min} 时 (ST2030:“是”),搜索单元 505 将相似度代入最小相似度 D_{\min} (ST2040)。另一方面,在 ST2020 中计算出的相似度 D 为最小相似度 D_{\min} 以上时 (ST2030:“否”),搜索单元 505 判定搜索范围是否已结束 (ST2050)。也就是说,搜索单元 505 判定是否对于搜索范围内的所有基音系数,分别在 ST2020 中根据上式 (15) 计算了相似度 D 。在搜索范围未结束时 (ST2050:“否”),搜索单元 505 将处理再次返回到 ST2020。然后,搜索单元 505 对于与上次在 ST2020 的步骤中根据式 (15) 计算出相似度 D 时不同的基音系数,按照式 (15) 计算相似度 D 。另一方面,在搜索范围结束了时 (ST2050:“是”),搜索单元 505 将与最小相似度 D_{\min} 对应的基音系数 T 作为最佳基音系数 T_p 输出到复用单元 507 (ST2060)。

[0166] 以上是高频编码单元 303 的处理的说明。

[0167] 以上是编码装置 101 的结构说明。

[0168] 接着,说明图 1 所示的解码装置 103。

[0169] 图 8 是表示解码装置 103 的内部主要结构的方框图。解码装置 103 主要由解码单元 801 以及正交变换处理单元 802 构成。各单元进行以下的动作。

[0170] 从编码装置 101 传输的编码信息经由传输路径 102 被输入到解码单元 801。解码单元 801 将输入的编码信息解码,并将解码所得频谱数据 (解码频谱) 输出到正交变换处理单元 802。在后面叙述解码单元 801 的处理的细节。

[0171] 频谱数据 (解码频谱) 从解码单元 801 被输入到正交变换处理单元 802。正交变换处理单元 802 对频谱数据 (解码频谱) 进行正交变换,而将其变换为时域信号。正交变换处理单元 802 输出所获得的信号作为输出信号。在后面叙述正交变换处理单元 802 的处理的细节。

[0172] 图 9 是表示图 8 所示的解码单元 801 的内部结构的方框图。解码单元 801 主要由分离单元 901、低频解码单元 902 以及高频解码单元 (频带扩展单元) 903 构成。

[0173] 从编码装置 101 传输的编码信息经由传输路径 102 被输入到分离单元 901。分离单元 901 将编码信息分离为低频部编码信息、高频部编码信息以及频带设定信息。另外,分离单元 901 将低频部编码信息输出到低频解码单元 902,将高频部编码信息 (频带扩展信息) 输出到高频解码单元 903,并将频带设定信息输出到低频解码单元 902 以及高频解码单元 903。

[0174] 低频部编码信息和频带设定信息从分离单元 901 被输入到低频解码单元 902。低频解码单元 902 根据输入的低频部编码信息以及频带设定信息生成低频部解码频谱,将生成的低频部解码频谱输出到高频解码单元 903。在后面叙述低频解码单元 902 的处理的细节。

[0175] 高频部编码信息和频带设定信息从分离单元 901 被输入到高频解码单元 903。另外,低频部解码频谱从低频解码单元 902 被输入到高频解码单元 903。高频解码单元 903 根据输入的低频部解码频谱、高频部编码信息以及频带设定信息,生成解码频谱,并将生成的解码频谱输出到正交变换处理单元 802。在后面叙述高频解码单元 903 的处理的细节。

[0176] 图 10 是表示低频解码单元 902 的内部结构的方框图。低频解码单元 902 主要由分离单元 911、形状解码单元 912 以及增益解码单元 913 构成。各单元进行以下的动作。

[0177] 分离单元 911 将从分离单元 901 输入的低频部编码信息分离为形状编码信息 S_max 以及增益编码信息 G_min , 将分离后的形状编码信息 S_max 输出到形状解码单元 912, 将增益编码信息 G_min 输出到增益解码单元 913。另外, 在分离单元 901 中, 也可以直接从编码信息分离形状编码信息和增益编码信息。

[0178] 形状解码单元 912 内置有与低频编码单元 302 的形状编码单元 402 具备的形状码本同样的形状码本, 搜索以从分离单元 911 输入的形状编码信息 S_max 作为索引的形状码向量。形状解码单元 912 将搜索出的形状码向量输出到增益解码单元 913 作为从分离单元 901 输入的频带设定信息 $Band_Setting$ 所表示的编码对象频谱的值的形状的值。这里, 作为形状的值而搜索出的形状码向量记为 $Shape_q'(k)$ 。

[0179] 增益解码单元 913 内置有与低频编码单元 302 的增益编码单元 403 具备的增益码本同样的增益码本, 使用该增益码本, 按照下式 (16), 根据增益编码信息对增益的值进行反量化。这里, 也是将增益值作为 L 维向量来处理, 进行向量反量化。也就是说, 将与增益编码信息 G_min 对应的增益码向量 $GC_j^{G_min}$ 直接作为增益值 $Gain_q'(j)$ 。

$$[0180] \quad Gain_q'(j) = GC_j^{G_min} \quad (j = 0, \dots, L-1) \dots (16)$$

[0181] 接着, 增益解码单元 913 使用通过反量化获得的增益值以及从形状解码单元 912 输入的值的形状的值, 根据下式 (17) 计算低频部解码频谱 $S1(k)$, 并将计算出的低频部解码频谱 $S1(k)$ 输出到高频解码单元 903。另外, 在频谱 (MDCT 系数) 的反量化中, k 存在于 $B(j'') \sim B(j''+1) - 1$ 内的情况下, 增益值 $Gain_q'(j)$ 取 $Gain_q'(j'')$ 的值。

$$[0182] \quad S1(k) = Gain_q'(j) \cdot Shape_q'(k) \begin{pmatrix} k = BL_j, \dots, BH_j \\ j = 0, \dots, L-1 \end{pmatrix} \dots (17)$$

[0183] 图 11 是表示高频解码单元 903 的内部结构的方框图。高频解码单元 903 主要由分离单元 921、滤波状态设定单元 922、滤波单元 923、增益解码单元 924 以及频谱调整单元 925 构成, 各单元进行以下的动作。

[0184] 分离单元 921 将从分离单元 901 输入的高频部编码信息分离为与滤波有关的信息即最佳基音系数 T' 和与增益有关的信息即编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引。接着, 分离单元 921 将最佳基音系数 T' 输出到滤波单元 923, 将编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引输出到增益解码单元 924。另外, 在分离单元 901 中最佳基音系数 T' 、编码后变动量 $V_q(j)$ 的索引分离完毕的情况下, 也可以不配置分离单元 921。

[0185] 滤波状态设定单元 922 基于从分离单元 901 输入的频带设定信息 $Band_Setting$, 将从低频解码单元 902 输入的低频部解码频谱 $S1(k)$ 设定为滤波单元 923 中使用的滤波状态。这里, 为了便利而将滤波单元 923 中的全频带 $0 \leq k < Fmax$ 的频谱称为 $S(k)$ 时, 在频谱 $S(k)$ 内的、频带设定信息 $Band_Setting$ 所表示的低频部 ($(0 \leq k < Max1)$ 或 $(0 \leq k < Max2)$) 的频带中存储低频部频谱 $S1(k)$ 作为滤波的内部状态 (滤波状态)。这里, 滤波状态设定单元 922 的结构及动作与图 5 所示的滤波状态设定单元 502 相同, 因此省略详细说明。

[0186] 滤波单元 923 具有多抽头 (抽头数大于 1) 的基音滤波。滤波单元 923 基于由滤波状态设定单元 922 设定的滤波状态、从分离单元 921 输入的基音系数 T' 、预先存储在内部的滤波系数、从分离单元 901 输入的频带设定信息 $Band_Setting$, 将低频部解码频谱 $S1(k)$

进行滤波。另外,如下式 (18) 所示,滤波单元 923 计算输入频谱 $S(k)$ 的估计频谱 $S'(k)$ 。

$$[0187] \quad S'(k) = \sum_{i=-1}^1 \beta_i \cdot S1(k-T+i)^2 \quad \dots \quad (18)$$

[0188] 滤波单元 923 也使用上式 (13) 所示的传递函数。滤波单元 923 将滤波所得的估计频谱 $S'(k)$ 输出到频谱调整单元 925。

[0189] 增益解码单元 924 基于从分离单元 901 输入的频带设定信息 Band __ Setting, 将从分离单元 921 输入的编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引进行解码, 求变动量 $V(j)$ 的量化值即编码后的变动量 $V_q(j)$ 。这里, 对于增益解码单元 924 而言, 用于编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引的解码的增益码本是内置于增益解码单元 924 内的增益码本, 并且是与图 5 所示的增益编码单元 506 使用的增益码本同样的码本。增益解码单元 924 将解码所得的编码后的变动量 $V_q(j)$ 输出频谱调整单元 925。

[0190] 频谱调整单元 925 根据下式 (19), 对于从分离单元 901 输入的频带设定信息 Band __ Setting 所指定的高频部, 对从滤波单元 923 输入的估计频谱 $S'(k)$ 乘以从增益解码单元 924 输入的每个样本的编码后的变动量 $V_q(j)$ 。由此, 频谱调整单元 925 对估计频谱 $S'(k)$ 的高频部 ($Max1 \leq k < Fmax$) 或 ($Max2 \leq k < Fmax$) 中的频谱形状进行调整, 生成解码频谱 $S2(k)$, 并将其输出到正交变换处理单元 802。

$$[0191] \quad S2(k) = S'(k) \cdot V_q(j) \quad \left(\begin{array}{l} Max1 \leq k < Fmax \text{ or } Max2 \leq k < Fmax \\ j = 0, \dots, J-1 \end{array} \right) \dots \quad (19)$$

[0192] 另外, 在式 (19) 中, j 表示对增益进行编码时的子带索引, 并且是根据频谱的索引 k 而设定的。也就是说, 对于子带索引为 j 的子带所包含的频谱索引 k , 对估计频谱 $S'(k)$ 乘以 $V_q(j)$ 。

[0193] 这里, 解码频谱 $S2(k)$ 的低频部 ($0 \leq k < Max1$) 或 ($0 \leq k < Max2$) 由第 1 层解码频谱 $S1(k)$ 构成, 解码频谱 $S2(k)$ 的高频部 ($Max1 \leq k < Fmax$) 或 ($Max2 \leq k < Fmax$) 由频谱形状调整后的估计频谱 $S'(k)$ 构成。

[0194] 以下, 对正交变换处理单元 802 中的具体处理进行说明。

[0195] 正交变换处理单元 802 在其内部具有缓存器 $buf2(k)$, 如下式 (20) 所示, 对缓存器 $buf2(k)$ 进行初始化。

$$[0196] \quad buf2(k) = 0 \quad (k = 0, \dots, N-1) \quad \dots \quad (20)$$

[0197] 另外, 正交变换处理单元 802 使用从频谱调整单元 925 输入的解码频谱 $S2(k)$, 根据下式 (21), 求解码信号 y_n , 并将其输出。

$$[0198] \quad y_n = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{2N-1} Z(k) \cos \left[\frac{(2n+1+N)(2k+1)\pi}{4N} \right] \quad (n = 0, \dots, N-1) \quad \dots \quad (21)$$

[0199] 在式 (21) 中, 如下式 (22) 所示, $Z(k)$ 是将解码频谱 $S2(k)$ 与缓冲器 $buf2(k)$ 结合所得的向量。

$$[0200] \quad Z(k) = \begin{cases} buf2(k) & (k = 0, \dots, N-1) \\ S2(k) & (k = N, \dots, 2N-1) \end{cases} \quad \dots \quad (22)$$

[0201] 接着, 正交变换处理单元 802 根据下式 (23) 更新缓冲器 $buf2(k)$ 。

$$[0202] \quad buf2(k) = S2(k) \quad (k = 0, \dots, N-1) \quad \dots \quad (23)$$

[0203] 接着,正交变换处理单元 802 将解码信号 y_n 作为输出信号输出。

[0204] 以上,说明了解码装置 103 的内部结构。

[0205] 这样,根据本实施方式,在使用低频部的频谱进行频带扩展而生成 / 估计高频部的频谱的编码 / 解码方式中,编码装置 / 解码装置根据输入信号的特性,自适应地决定频带的设定即低频部和高频部分别为哪个频带。由此,能够对宽频带信号或超宽频带信号等的高频部的频谱数据高效率地进行编码,从而能够改善解码信号的质量。

[0206] 具体而言,频带设定单元 301 将输入信号的频谱数据的低频部的能量和高频部分的能量进行比较,在低频部的能量与高频部的能量相比非常大的情况下,将低频部设定得更窄,将高频部设定得更宽。由此,在输入信号为语音时,能够通过形状增益编码方式,对给解码信号的质量造成较大影响的低频部的频谱数据集中地进行编码,从而能够提高解码信号的质量。另一方面,在低频部的能量与高频部的能量相比不是那么大的情况下,频带设定单元 301 将低频部设定得更宽,将高频部设定得更窄。由此,直至更高频部分为止能够通过形状增益编码方式减小编码失真,从而能够提高在输入信号为音频的情况下对解码信号的质量造成较大影响的音域感。

[0207] 另外,在本实施方式中说明了,在高频编码单元 303 内的频带分割单元 501 和增益编码单元 506 中,分割为相互不同的子带构成的结构,但本发明并不限于此,即使对于分割为相同子带构成的结构也同样能够适用。

[0208] 另外,在本实施方式中说明了,在高频编码单元 303 内的频带分割单元 501 中,无论频带设定信息 Band __ Setting 的值如何,都将高频部的频谱分割为 P 个的结构。但是,本发明并不限于此,对于根据频带设定信息 Band __ Setting 的值而将子带分割为不同个数的结构,也同样能够适用。例如,频带设定信息 Band __ Setting 为“0”的情况与频带设定信息 Band __ Setting 为“1”的情况相比,高频部的频谱的带宽变宽,所以此时分割为比 P 个大的个数。由此,能够防止由于子带宽过大造成的编码性能的劣化。

[0209] 另外,在本实施方式中说明了下述结构,即,在高频编码单元 303 中将输入频谱的低频部设定为滤波状态,搜索与输入频谱的高频部分类似的频谱的位置。但是,本发明并不限于此,即使对于下述结构也能够同样适用,即,对于将从低频编码单元输出的低频部编码信息进行解码所得的低频部解码频谱,搜索与输入频谱的高频部分类似的频谱的位置。在采用上述结构的情况下,利用也能够在解码装置侧获得的低频部解码频谱,所以能够保证在解码装置侧的动作。

[0210] 另外,在采用上述结构的情况下,在编码单元 202 内新具备低频部解码单元,并需从低频解码单元将低频部解码频谱输出到高频编码单元 303,该低频部解码单元进行用于计算低频部解码频谱的本地 (local) 解码。

[0211] (实施方式 2)

[0212] 本发明实施方式 2 说明下述结构,即,新具备用于对频谱数据的低频部进行编码的第 1 层编码单元,对于输入信号的频谱数据和第 1 层编码单元的编码结果之间的差分数据,适用在实施方式 1 的编码方法。另外,以下说明将适用实施方式 1 说明的编码方法的编码层单元作为第 2 层编码单元。

[0213] 实施方式 2 的通信系统 (未图示) 与图 1 所示的通信系统基本上是一样的,仅在编码装置、解码装置的结构及动作的一部分与图 1 的通信系统的编码装置 101、解码装置 103

不同。以下,对本实施方式的通信系统的编码装置和解码装置分别附加标号“111”及“113”进行说明。

[0214] 图 12 是表示本实施方式的编码装置 111 的内部的主要结构的方框图。另外,本实施方式的编码装置 111 主要包括:下采样处理单元 1001、第 1 层编码单元 1002、第 1 层解码单元 1003、上采样处理单元 1004、正交变换处理单元 1005、第 2 层编码单元 1006、以及编码信息合并单元 1007。各单元进行以下的动作。

[0215] 将输入信号 x_n 的采样频率设为 SR_{input} ,下采样处理单元 1001 对输入信号的采样频率从 SR_{input} 至 SR_{base} 为止进行下采样 ($SR_{base} < SR_{input}$),将下采样后的输入信号输出到第 1 层编码单元 1002 作为下采样后的输入信号。

[0216] 第 1 层编码单元 1002 对于从下采样处理单元 1001 输入的下采样后输入信号,例如使用 CELP(Code Excited Linear Prediction:码激励线性预测)方式的语音编码方法进行编码,生成第 1 层编码信息。然后,第 1 层编码单元 1002 将生成的第 1 层编码信息输出到第 1 层解码单元 1003 及编码信息合并单元 1007。

[0217] 第 1 层解码单元 1003 对于从第 1 层编码单元 1002 输入的第 1 层编码信息,例如使用 CELP 方式的语音解码方法进行解码,生成第 1 层解码信号。然后,第 1 层解码单元 1003 将生成的第 1 层解码信号输出到上采样处理单元 1004。

[0218] 上采样处理单元 1004 将从第 1 层解码单元 1003 输入的第 1 层解码信号的采样频率从 SR_{base} 至 SR_{input} 为止进行上采样。然后,上采样处理单元 1004 将上采样后的第 1 层解码信号输出到正交变换处理单元 1005 作为上采样后的第 1 层解码信号 $c1_n$ 。

[0219] 正交变换处理单元 1005 的内部具有缓冲器 $buf1_n$ 和 $buf2_n$ ($n = 0, \dots, N - 1$)。正交变换处理单元 1005 对输入信号 x_n 以及从上采样处理单元 1004 输入的上采样后的第 1 层解码信号 $c1_n$ 进行改进离散余弦变换 (MDCT:Modified Discrete Cosine Transform)。正交变换处理单元 1005 对输入信号 x_n 以及上采样后第 1 层解码信号 $c1_n$ 进行正交变换处理,分别计算输入频谱 $X(k)$ 以及第 1 层解码频谱 $C(k)$ 。正交变换处理单元 1005 的处理与在实施方式 1 说明的处理是同样的,所以省略其说明。正交变换处理单元 1005 将所获得的输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 输出到第 2 层编码单元 1006。

[0220] 第 2 层编码单元 1006 使用从正交变换处理单元 1005 输入的输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 生成第 2 层编码信息,将生成的第 2 层编码信息输出到编码信息合并单元 1007。另外,在后面叙述第 2 层编码单元 1006 的详细情况。

[0221] 编码信息合并单元 1007 将从第 1 层编码单元 1002 输入的第 1 层编码信息和从第 2 层编码单元 1006 输入的第 2 层编码信息合并。接着,编码信息合并单元 1007 对合并后的信息源码,如果需要则在附加传输差错码等之后,将其输出到传输路径 102 作为编码信息。

[0222] 接着,使用图 13 说明图 12 所示的第 2 层编码单元 1006 的内部主要结构。

[0223] 第 2 层编码单元 1006 主要由频带设定单元 1101、低频编码单元 1102、高频编码单元(频带扩展单元)1103 以及复用单元 1104 构成。各单元进行以下的动作。

[0224] 输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 从正交变换处理单元 1005 被输入到频带设定单元 1101。频带设定单元 1101 对输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 的频谱特性进行分析,根据分析结果,分别设定在低频编码单元 1102 和高频编码单元(频带扩展单元)1103 中作为编码对象的频带。接着,在频带设定单元 1101 中,将其作为频带设定信息,

输出到低频编码单元 1102、高频编码单元 1103 以及复用单元 1104。

[0225] 接着,说明频带设定单元 1101 中的、频带设定信息的计算方法。

[0226] 频带设定单元 1101 首先通过式 (24),计算输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 之间的差分频谱 $C_{sub}(k)$ 。另外,在式 (24) 中, F_{max} 是最大频带值 (最大的频率值)。

$$[0227] \quad C_{sub}(k) = X(k) - S1(k) \quad (k = 0, \dots, F_{max}) \dots (24)$$

[0228] 接着,频带设定单元 1101 对差分频谱 $C_{sub}(k)$,根据式 (25-1) 计算频带为 TH_{Low} 以下的部分的能量 (低频能量) E_{Low} ,根据式 (25-2) 计算频带为 TH_{High} 以上的部分的能量 (高频能量) E_{High} 。这里,假设 TH_{Low} 和 TH_{High} 是预先决定的阈值,并且存在 $TH_{Low} < TH_{High}$ 的关系。

$$[0229] \quad E_{Low} = \sum_{k=0}^{TH_{Low}} C_{sub}(k)^2 \dots (25-1)$$

$$[0230] \quad E_{High} = \sum_{k=TH_{High}}^{F_{max}} C_{sub}(k)^2 \dots (25-2)$$

[0231] 接着,频带设定单元 1101 将根据式 (25) 计算出的低频能量 E_{Low} 的值和高频能量 E_{High} 的值进行比较,根据式 (26),决定频带设定信息 $Band_Setting$ 。这里,式 (26) 中的 \tilde{a} 是预先决定的常数。

$$[0232] \quad Band_Setting = \begin{cases} 0 & (if \ E_{Low} \geq \tilde{a} \cdot E_{High}) \\ 1 & (else) \end{cases} \dots (26)$$

[0233] 也就是说,在低频能量 E_{Low} 大于高频能量 E_{High} 某种程度的情况下,频带设定单元 1101 将频带设定信息 $Band_Setting$ 的值设定为“0”,在不是这样的情况下,将频带设定信息 $Band_Setting$ 的值设定为“1”。频带设定单元 1101 将决定了的频带设定信息 $Band_Setting$ 输出到低频编码单元 1102、高频编码单元 1103 以及复用单元 1104。

[0234] 输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 从正交变换处理单元 1005 被输入到低频编码单元 1102。另外,频带设定信息 $Band_Setting$ 从频带设定单元 1101 被输入到低频编码单元 1102。低频编码单元 1102 基于频带设定信息 $Band_Setting$,将输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 之间的差分频谱 $C_{sub}(k)$ 进行编码,生成低频部编码信息。接着,低频编码单元 1102 将低频部编码信息输出到复用单元 1104。在后面叙述低频编码单元 1102 中的处理的细节。

[0235] 输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 从正交变换处理单元 1005 被输入到高频编码单元 1103。另外,频带设定信息 $Band_Setting$ 从频带设定单元 1101 被输入到高频编码单元 1103。高频编码单元 1103 基于频带设定信息 $Band_Setting$,对输入频谱 $X(k)$ 进行编码,生成高频部编码信息 (频带扩展信息)。接着,高频编码单元 1103 将高频部编码信息输出到复用单元 1104。在后面叙述高频编码单元 1103 中的处理的细节。

[0236] 复用单元 1104 将从频带设定单元 1101、低频编码单元 1102 以及高频编码单元 1103 分别输入的频带设定信息 $Band_Setting$ 、低频部编码信息以及高频部编码信息进行复用而生成第 2 层编码信息。接着,复用单元 1104 将所获得的第 2 层编码信息输出到编码信息合并单元 1007。另外,也可以将频带设定信息、低频部编码信息以及高频部编码信息直接输入到编码信息合并单元 1007,由编码信息合并单元 1007 进行复用。

[0237] 图 14 是表示低频编码单元 1102 的内部结构的方框图。低频编码单元 1102 主要由差分频谱计算单元 1201、形状编码单元 1202、增益编码单元 1203 以及复用单元 1204 构成。各单元进行以下的动作。

[0238] 差分频谱计算单元 1201 根据式 (24)，计算输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 之间的差分频谱 $C_{\text{sub}}(k)$ ，并将计算出的差分频谱 $C_{\text{sub}}(k)$ 输出到形状编码单元 1202。

[0239] 差分频谱 $C_{\text{sub}}(k)$ 从差分频谱计算单元 1201 被输入到形状编码单元 1202。形状编码单元 1202 将差分频谱 $C_{\text{sub}}(k)$ 的形状信息进行编码，并将其输出到复用单元 1204 作为形状编码信息。另外，形状编码单元 1202 在形状信息的编码时计算理想增益，并将计算出的理想增益输出到增益编码单元 1203。形状编码单元 1202 中的处理与图 4 所示的形状编码单元 402 是同样的，所以这里省略说明。

[0240] 理想增益从形状编码单元 1202 被输入到增益编码单元 1203。增益编码单元 1203 对理想增益进行编码，并将其输出到复用单元 1204 作为增益编码信息。增益编码单元 1203 中的处理与图 4 所示的增益编码单元 403 是同样的，所以这里省略说明。

[0241] 图 15 是表示高频编码单元 1103 的内部结构的方框图。高频编码单元 1103 包括：频带分割单元 1301、滤波状态设定单元 1302、滤波单元 1303、搜索单元 1305、基音系数设定单元 1304、增益编码单元 1306 以及复用单元 1307，各单元进行以下的动作。另外，对于上述构成要素中，滤波状态设定单元 1302 以外的构成要素，由于与图 5 所示的相同名称的构成要素的处理是同样的，所以这里省略说明。

[0242] 滤波状态设定单元 1302 将从正交变换处理单元 1005 输入的第 1 层解码频谱 $C(k)$ 设定为滤波单元 1303 中使用的滤波状态。在滤波单元 1303 的全频带 $0 \leq k < F_{\text{max}}$ 的频谱 $S(k)$ 的低频部 ($(0 \leq k < \text{Max1})$ 或 $(0 \leq k < \text{Max2})$) 的频带中，存储第 1 层解码频谱 $C(k)$ 作为滤波的内部状态（滤波状态）。

[0243] 以上是高频编码单元 1103 的处理的说明。

[0244] 以上是编码装置 111 的结构说明。

[0245] 接着，说明本实施方式中的解码装置 113。

[0246] 图 16 是表示解码装置 113 的内部主要结构的方框图。解码装置 113 主要由编码信息分离单元 1401、第 1 层解码单元 1402、上采样处理单元 1403、正交变换处理单元 1404、第 2 层解码单元 1405 以及正交变换处理单元 1406 构成。各单元进行以下的动作。

[0247] 编码信息分离单元 1401 经由传输路径 102，输入从编码装置 111 传输的编码信息。编码信息分离单元 1401 将输入的编码信息分离为第 1 层编码信息和第 2 层编码信息，将第 1 层编码信息输出到第 1 层解码单元 1402，并将第 2 层编码信息输出到第 2 层解码单元 1405。

[0248] 第 1 层解码单元 1402 将从编码信息分离单元 1401 输入的第 1 层编码信息进行解码而生成第 1 层解码信号，并将生成的第 1 层解码信号输出到上采样处理单元 1403。这里，第 1 层解码单元 1402 的动作与图 12 所示的第 1 层解码单元 1003 是同样的，因此省略详细说明。

[0249] 上采样处理单元 1403 从 SR_{base} 到 SR_{input} 为止对从第 1 层解码单元 1402 输入的第 1 层解码信号的采样频率进行上采样，并将获得的上采样后第 1 层解码信号输出到正交变换处理单元 1404。

[0250] 正交变换处理单元 1404 对于从上采样处理单元 1403 输入的上采样单元后第 1 层解码信号进行正交变换处理 (MDCT)。接着,正交变换处理单元 1404 将获得的上采样后第 1 层解码信号的 MDCT 系数 (以下,称为“第 1 层解码频谱”)C(k) 输出到第 2 层解码单元 1405。这里,正交变换处理单元 1404 的动作与图 12 所示的正交变换处理单元 1005 的对上采样后第 1 层解码信号的处理是同样的,因此省略详细说明。

[0251] 第 2 层解码单元 1405 利用从正交变换处理单元 1404 输入的第 1 层解码频谱 C(k)、以及从编码信息分离单元 1401 输入的第 2 层编码信息,生成包含高频分量的第 2 层解码频谱 S2(k)。接着,第 2 层解码单元 1405 将生成的第 2 层解码频谱 S2(k) 输出到正交变换处理单元 1406。在后面叙述第 2 层解码单元 1405 中的处理的细节。

[0252] 正交变换处理单元 1406 对于从第 2 层解码单元 1405 输入的第 2 层解码频谱 S2(k) 进行正交变换,将其变换为时域的信号。正交变换处理单元 1406 将所获得的信号作为输出信号输出。这里,正交变换处理单元 1406 的动作与图 8 所示的正交变换处理单元 802 的处理是同样的,因此,省略详细的说明。

[0253] 图 17 是表示图 16 所示的第 2 层解码单元 1405 的内部结构的方框图。第 2 层解码单元 1405 主要由分离单元 1501、低频解码单元 1502、高频解码单元 (频带扩展单元) 1503 以及频谱合成单元 1504 构成。

[0254] 第 2 层编码信息从编码信息分离单元 1401 被输入到分离单元 1501。分离单元 1501 将编码信息分离为低频部编码信息、高频部编码信息以及频带设定信息。分离单元 1501 将低频部编码信息输出到低频解码单元 1502,将高频部编码信息 (频带扩展信息) 输出到高频解码单元 1503,将频带设定信息输出到低频解码单元 1502 以及高频解码单元 1503。

[0255] 低频部编码信息和频带设定信息从分离单元 1501 被输入到低频解码单元 1502。低频解码单元 1502 根据输入的低频部编码信息和频带设定信息,生成低频部解码频谱,并将生成的低频部解码频谱输出到频谱合成单元 1504。低频解码单元 1502 中的处理与图 10 所示的低频解码单元 902 中的处理是同样的,所以省略说明。

[0256] 高频部编码信息和频带设定信息从分离单元 1501 被输入到高频解码单元 1503。另外,第 1 层解码频谱 C(k) 从正交变换处理单元 1404 被输入到高频解码单元 1503。高频解码单元 1503 根据输入的第 1 层解码频谱 C(k)、高频部编码信息以及频带设定信息,生成高频部解码频谱,并将生成的高频部解码频谱输出到频谱合成单元 1504。

[0257] 图 18 是表示高频解码单元 1503 的内部结构的方框图。高频解码单元 1503 主要由分离单元 1601、滤波状态设定单元 1602、滤波单元 1603、增益解码单元 1604 以及频谱调整单元 1605 构成,各单元进行以下的动作。这里,对于上述构成要素中,滤波状态设定单元 1602 以外的构成要素,由于与图 11 所示的同一名称的构成要素的处理是同样的,因此这里省略说明。

[0258] 滤波状态设定单元 1602 基于从分离单元 1501 输入的频带设定信息 Band __ Setting,将从基正交变换处理单元 1404 输入的第 1 层解码频谱 C(k) 设定为滤波单元 1603 中利用的滤波状态。这里、为了便利而将滤波单元 1603 中的全频带 $0 \leq k < F_{\max}$ 的频谱称为 S(k)。此时,频谱 S(k) 中,频带设定信息 Band __ Setting 表示的低频部 ($(0 \leq k < \text{Max1})$ 或 $(0 \leq k < \text{Max2})$) 的频带中,存储第 1 层解码频谱 C(k) 作为滤波的内部状态 (滤波状

态)。这里,滤波状态设定单元 1602 的结构及动作与图 5 所示的滤波状态设定单元 502 是同样的,因此省略详细说明。

[0259] 以上是高频解码单元 1503 的处理的说明。

[0260] 低频部解码频谱 $S_1(k)$ 从低频解码单元 1502 被输入到频谱合成单元 1504。另外,高频部解码频谱 $S_2(k)$ 从高频解码单元 1503 被输入到频谱合成单元 1504。频谱合成单元 1504 将输入的低频部解码频谱 $S_1(k)$ 和 高频部解码频谱 $S_2(k)$ 通过式 (27) 在频率轴上进行相加,并计算相加频谱 $S_{add}(k)$ 。频谱合成单元 1504 将计算出的相加频谱 $S_{add}(k)$ 输出到正交变换处理单元 1406。

[0261] $S_{add}(k) = S_1(k) + S_2(k) (k = 0, \dots, F_{max}) \dots$ (27)

[0262] 以上是解码装置 113 的内部结构的说明。

[0263] 这样,根据本实施方式,在编码装置/解码装置使用下述编码/解码方式,即,使用低频部的频谱进行频带扩展而生成/估计高频部的频谱,并且存在对低频进行编码的编码层(核心层)的结构中,根据输入信号的特性,自适应地决定频带的设定即低频部和高频部分别为哪个频带。由此,能够对宽频带信号或超宽频带信号等的高频部的频谱数据高效率地进行编码,从而能够改善解码信号的质量。

[0264] 具体而言,频带设定单元 1101 将输入信号的频谱数据和通过核心层进行了编码的频谱数据之间的差分数据的低频部的能量与高频部的能量进行比较。接着,在低频部的能量与高频部的能量相比非常大的情况下,频带设定单元 1101 将低频部设定更窄,将高频部设定得更宽。由此,在输入信号是语音的情况下,能够通过形状增益编码方式,对给解码信号的质量造成较大影响的低频部的频谱数据集中地进行编码,从而能够提高解码信号的质量。另外,在低频部的能量与高频部的能量相比并不是那么大的情况下,将低频部设定得更宽,将高频部设定得更窄。由此,直至更高频部分为止能够通过形状增益编码方式减小编码失真,能够提高在输入信号为音频的情况下对解码信号的质量造成较大影响的音域感。

[0265] 另外,在本实施方式中,频带设定单元 1101 基于输入频谱和第 1 层解码频谱之间的差分频谱的低频部与高频部的能量比,决定了频带设定信息 Band __ Setting。但是,本发明并不限于此,与实施方式 1 同样,也能够同样适用于下述结构,即,频带设定单元 1101 基于输入频谱的低频部与高频部之间的能量比,决定频带设定信息 Band __ Setting 的结构。

[0266] 另外,说明了在本实施方式的解码装置内的高频解码单元 1503 中,将第 1 层解码频谱设定为滤波状态的结构。但是,本发明并不限于此,其同样能够适用于下述结构,即,将第 1 层解码频谱和低频部解码频谱在频率轴上进行相加所得的频谱的低频部设定为滤波的状态的结构。由此,由于使频带扩展时所使用的低频部的频谱更近似于输入频谱,所以频带扩展时的低频部的精度提高,作为结果,能够进一步提高解码信号的质量。另外,在上述结构中,在高频解码单元 1503 中,需要将低频部解码频谱从低频解码单元 1502 输出到高频解码单元 1503。

[0267] (实施方式 3)

[0268] 在本发明实施方式 3 中说明下述结构,即,编码装置与实施方式 2 同样地具备对频谱数据的低频部进行编码的第 1 层编码单元,对于输入信号的频谱数据和第 1 层编码单元的编码结果之间的差分数据,适用在实施方式 1 中说明了的编码方法的结构。另外,以下将适用在实施方式 1 中说明了的编码方法的编码层设为第 2 层编码单元。但是,在本实施方

式中说明下述结构,即,在第2层编码单元中对于通过第1层编码单元进行编码的频带以外的频带进行编码的结构。也就是说,在实施方式2的第2层编码单元中,仅存在高频编码单元(频带扩展单元)的结构。

[0269] 实施方式3的通信系统(未图示)与图1所示的通信系统基本上是一样的,仅在编码装置、解码装置的结构及动作的一部分与图1的通信系统的编码装置101、解码装置103不同。以下,对本实施方式的通信系统的编码装置和解码装置分别附加标号“121”和“123”进行说明。

[0270] 图19是表示本实施方式的编码装置121的内部的主要结构的方框图。另外,本实施方式的编码装置121主要包括:下采样处理单元1001、第1层编码单元1002、第1层解码单元1003、上采样处理单元1004、正交变换处理单元1005、第2层编码单元1701以及编码信息合并单元1007。这里,对于上述各构成要素中,第2层编码单元1701以外的构成要素,由于与实施方式2中说明了的编码装置111内的构成要素进行同一处理,所以附加同一标号,并省略说明。

[0271] 第2层编码单元1701使用从正交变换处理单元1005输入的输入频谱 $X(k)$ 及第1层解码频谱 $C(k)$ 生成第2层编码信息,将生成的第2层编码信息输出到编码信息合并单元1007。

[0272] 接着,使用图20说明图19所示的第2层编码单元1701的内部主要结构。

[0273] 第2层编码单元1701主要包括:频带设定单元1801、高频编码单元(频带扩展单元)1802、以及复用单元1803。各单元进行以下的动作。

[0274] 输入频谱 $X(k)$ 和第1层解码频谱 $C(k)$ 从正交变换处理单元1005被输入到频带设定单元1801。频带设定单元1801对输入频谱 $X(k)$ 以及第1层解码频谱 $C(k)$ 的频谱特性进行分析。频带设定单元1801根据分析结果,设定在高频编码单元(频带扩展单元)1802中作为编码对象的频带,并将其作为频带设定信息输出到高频编码单元1802和复用单元1803。

[0275] 接着,说明频带设定单元1801中的、频带设定信息的计算方法。

[0276] 频带设定单元1801首先通过式(28),计算输入频谱 $X(k)$ 和第1层解码频谱 $C(k)$ 之间的差分频谱 $C_{sub}(k)$ 。另外,在式(28)中 F_{max} 是最大频带值(最大的频率值)。

[0277] $C_{sub}(k) = X(k) - C(k) \quad (k = 0, \dots, F_{max}) \dots (28)$

[0278] 接着,频带设定单元1801对于差分频谱 $C_{sub}(k)$,根据式(29-1)、(29-2)计算频带为 $TH1_{Low} \sim TH1_{High}$ 的部分的能量(第1频带能量) E_1 和 $TH2_{Low} \sim TH2_{High}$ 的部分的能量(第2频带能量) E_2 。这里,假设 $TH1_{Low}$ 、 $TH1_{High}$ 、 $TH2_{Low}$ 以及 $TH2_{High}$ 是预先决定的阈值,存在 $TH1_{Low} < TH2_{Low}$ 且 $TH1_{High} < TH2_{High}$ 的关系。也就是说,第1频带能量 E_1 与第2频带能量 E_2 相比,为更低频侧的能量。

[0279]
$$E_1 = \sum_{k=TH1_{Low}}^{TH1_{High}} C_{sub}(k)^2 \dots (29-1)$$

[0280]
$$E_2 = \sum_{k=TH2_{Low}}^{TH2_{High}} C_{sub}(k)^2 \dots (29-2)$$

[0281] 接着,频带设定单元1801将通过式(29-1)计算出的第1频带能量 E_1 的值和通

过式 (29 - 2) 计算出的第 2 频带能量 E_2 的值进行比较, 并根据式 (30), 决定频带设定信息 Band __ Setting。这里, 式 (30) 中的 $\tilde{\alpha}_2$ 为预先决定的常数。

$$[0282] \quad \text{Band_Setting} = \begin{cases} 0 & (\text{if } E_1 \geq \gamma_2 \cdot E_2) \\ 1 & (\text{else}) \end{cases} \quad \dots (30)$$

[0283] 也就是说, 在第 1 频带能量 E_1 大于第 2 频带能量 E_2 到某种程度的情况下, 频带设定单元 1801 将频带设定信息 Band __ Setting 的值设定为“0”, 在不是这样的情况下, 将频带设定信息 Band __ Setting 的值设定为“1”。频带设定单元 1801 将所决定的频带设定信息 Band __ Setting 输出到高频编码单元 1802 和复用单元 1803。

[0284] 输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C(k)$ 从正交变换处理单元 1005 被输入到高频编码单元 1802。另外, 频带设定信息 Band __ Setting 从频带设定单元 1801 被输入到高频编码单元 1802。高频编码单元 1802 基于频带设定信息 Band __ Setting, 对输入频谱 $X(k)$ 进行编码, 生成高频部编码信息 (频带扩展信息)。接着, 高频编码单元 1802 将高频部编码信息输出到复用单元 1803。在后面叙述高频编码单元 1802 中的处理的细节。

[0285] 复用单元 1803 将从频带设定单元 1801 和 1802 分别输入的频带设定信息和高频部编码信息进行复用, 并将其作为第 2 层编码信息输出到编码信息合并单元 1007。另外, 也可以将频带设定信息和高频部编码信息直接输入到编码信息合并单元 1007, 由编码信息合并单元 1007 进行复用。

[0286] 图 21 是表示高频编码单元 1802 的内部结构的方框图。高频编码单元 1802 包括: 频带分割单元 1311、滤波状态设定单元 1302、滤波单元 1303、搜索单元 1305、基音系数设定单元 1304、增益编码单元 1306 以及复用单元 1307, 各单元进行以下的动作。另外, 对于频带分割单元 1311 以外的各构成要素, 由于与图 15 所示的各构成要素进行同一处理, 所以附加同一标号, 省略说明。

[0287] 输入频谱 $X(k)$ 从正交变换处理单元 1005 被输入到频带分割单元 1311。另外, 频带设定信息 Band __ Setting 从频带设定单元 1801 被输入到频带分割单元 1311。频带分割单元 1311 将根据频带设定信息 Band __ Setting 的值求得的输入频谱 $X(k)$ 的高频部分割为 P 个的子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 。频带分割单元 1311 将各子带的带宽 $BW_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 和开头索引 $BS_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 作为频带分割信息输出到滤波单元 1303、搜索单元 1305 以及复用单元 1307。

[0288] 具体而言, 在频带设定信息 Band __ Setting 的值为“0”的情况下, 频带分割单元 1311 将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为 $\text{Max}3$ 以下 ($\text{Flow} \leq k < \text{Max}3$) 的部分分割为 P 个子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 。另外, 频带设定信息 Band __ Setting 的值为“1”的情况下, 频带分割单元 1311 将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为 $\text{Max}4$ 以下 ($\text{Flow} \leq k < \text{Max}4$) 的部分分割为 P 个子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 。这里, 假设 $\text{Max}3$ 和 $\text{Max}4$ 是预先决定的常数, 并存在 $\text{Max}3 < \text{Max}4$ 的关系。另外, “Flow”为与下采样处理单元 1001 进行了下采样的信号的采样频率对应的最大频带值。也就是说, 是第 1 层解码频谱的可采用的最大的频率索引。另外, 以下将输入频谱 $X(k)$ 中的、子带 SB_p 的部分记作子带频谱 $X_p(k) (BS_p \leq k < BS_p + BW_p)$ 。

[0289] 说明上述的频带分割方法产生的效果。将频带为 $\text{TH1}_{\text{Low}} \sim \text{TH1}_{\text{High}}$ 的部分的能量 (第 1 频带能量) E_1 和 $\text{TH2}_{\text{Low}} \sim \text{TH2}_{\text{High}}$ 的部分的能量 (第 2 频带能量) E_2 进行比较而设定频带设定信息 Band __ Setting。意味着在该频带设定信息 Band __ Setting 的值为“0”的

情况下,与高频侧相比,低频侧的能量较大。此时,通过频带分割单元 1311,将由高频编码单元 1802 进行编码的频带设定得窄 ($\text{Flow} \leq k < \text{Max}3$),对于能量大的偏向低频的频带重点进行编码,由此具有提高解码信号的质量的效果。另外意味着,在频带设定信息 Band __ Setting 的值为“1”的情况下,与低频侧相比,高频侧的能量大。此时,通过频带分割单元 1311,将由高频编码单元 1802 进行编码的频带设定得宽且设定得更偏向高频 ($\text{Flow} \leq k < \text{Max}4$),直至能量大的高频侧的频带为止进行编码,由此具有提高解码信号的质量的效果。

[0290] 以上是高频编码单元 1802 的处理的说明。

[0291] 以上是编码装置 121 的结构说明。

[0292] 接着,说明本实施方式中的解码装置 123。

[0293] 图 22 是表示解码装置 123 的内部主要结构的方框图。解码装置 123 主要包括:编码信息分离单元 1401、第 1 层解码单元 1402、上采样处理单元 1403、正交变换处理单元 1404、第 2 层解码单元 1901 以及正交变换处理单元 1406。这里,上述的各构成要素中,第 2 层解码单元 1901 以外的构成要素与实施方式 2 的解码装置 113 内的构成要素进行同一处理,所以附加同一标号,省略说明。

[0294] 第 2 层解码单元 1901 利用从正交变换处理单元 1404 输入的第 1 层解码频谱 $C(k)$ 、以及从编码信息分离单元 1401 输入的第 2 层编码信息,生成包含高频分量的第 2 层解码频谱 $S2(k)$ 。第 2 层解码单元 1901 将生成的第 2 层解码频谱 $S2(k)$ 输出到正交变换处理单元 1406。

[0295] 图 23 是表示图 22 所示的第 2 层解码单元 1901 的内部结构的方框图。第 2 层解码单元 1901 主要包括:分离单元 2001 以及高频解码单元(频带扩展单元)2002。

[0296] 第 2 层编码信息从编码信息分离单元 1401 被输入到分离单元 2001。分离单元 2001 将编码信息分离为高频部编码信息和频带设定信息,并分别输出到高频解码单元 2002。

[0297] 高频部编码信息和频带设定信息从分离单元 2001 被输入到高频解码单元 2002。高频解码单元 2002 根据输入的高频部编码信息和频带设定信息,生成解码频谱,并将生成的解码频谱输出到正交变换处理单元 1406。

[0298] 对于高频解码单元 2002 的处理而言,除了在图 9 所示的高频解码单元 903 中输入的信息不是低频部解码频谱而是第 1 层解码频谱这一点以外,与高频解码单元 903 进行同样的处理,所以这里省略说明。

[0299] 以上是解码装置 123 的内部结构的说明。

[0300] 这样,根据本实施方式,在编码装置/解码装置使用下述编码/解码方式,即,使用低频部的频谱进行频带扩展而生成/估计高频部的频谱,并且存在对低频进行编码的编码层(核心层)的结构中,也根据输入信号的特性,自适应地决定扩展的频带的设定即通过频带扩展生成直至哪个频带为止的频谱。由此,能够对宽频带信号或超宽频带信号等的高频部的频谱数据高效率地进行编码,从而能够改善解码信号的质量。

[0301] 具体而言,频带设定单元 1801 将输入信号的频谱数据和由核心层编码出的频谱数据之间的差分数据的低频的部分的能量(第 1 频带能量)与高频的部分的能量(第 2 频带能量)进行比较。接着,在第 1 频带能量与第 2 频带能量相比非常大的情况下,频带设定

单元 1801 将通过频带扩展生成的高频部设定得更窄。由此,能够对在输入信号为语音的情况下给解码信号的质量造成较大影响的中频部分的频谱数据集中进行编码,从而能够提高解码信号的质量。这里,所谓中频部是指在将频带划分为低频部和高频部时,高频部分中的低频侧的频带。另外,在第 1 频带能量与第 2 频带能量相比并不是那么大的情况下,将通过频带扩展生成的高频部设定得更宽。由此,直至更高频部分为止进行频带扩展,从而能够提高在输入信号是音频的情况下对解码信号的质量造成较大影响的音域感。

[0302] 另外,在本实施方式中,举例说明了频带设定单元 1801 调整由高频编码单元 1802 生成的频谱的频带的上限的结构。但是,本发明并不限于此,对于频带设定单元 1801 调整由高频编码单元 1802 生成的频谱的频带的上限以外(例如,频带的下限等)的结构也同样能够适用。

[0303] 如上所述,根据本发明,在编码装置基于低频部的频谱数据生成作为编码对象的信号的高频部的频谱数据时,根据输入信号的特性,自适应地决定频带的设定即低频部和高频部分别为哪个频带。由此,能够对宽频带信号或超宽频带信号等的高频部的频谱数据高效率地进行编码,从而能够在解码装置中改善解码信号的质量。

[0304] (实施方式 4)

[0305] 专利文献 1 和专利文献 2 中公开的频带扩展方式,不依赖于实施方式 1、实施方式 2 以及实施方式 3 中说明了的输入信号的特性,频带设定是固定的。这里,输入信号的特性是指低频频谱和高频频谱之间的能量比或谐波 (tonality) 等。另外,同样地专利文献 1 和专利文献 2 中公开的频带扩展方式不依赖于编码时的状况,频带设定是固定的。

[0306] 频带扩展技术原本是指利用对高频部的频谱数据进行解码所得的低频部的频谱数据,通过微少的信息量(比特)模拟地生成作为编码对象的信号的高频部的频谱数据的技术。因此,在编码比特率非常高的情况下,采用频带扩展方式以外的频谱编码方式时能够进一步提高解码信号的质量的情况较多。但是,专利文献 1 和专利文献 2 中公开的频带扩展方式不依赖于编码时的状况,使用始终固定了的频带设定进行频带扩展,所以存在编码效率不高的问题。

[0307] 在本发明实施方式 4 中,说明根据编码时的状况,自适应地切换频带扩展方式中的频带设定的结构。另外,以下,作为编码时的状况的一例,举例利用编码比特率的情况进行说明。这里,在本实施方式中,举例编码装置采用 BR1、BR2、BR3 的 3 种比特率作为编码比特率的情况进行说明。另外,假设各编码比特率存在 $BR1 < BR2 < BR3$ 的关系。

[0308] 实施方式 4 的通信系统(未图示)与图 1 所示的通信系统基本上是一样的,仅在编码装置、解码装置的结构及动作的一部分与图 1 的通信系统的编码装置 101、解码装置 103 不同。以下,对本实施方式的通信系统的编码装置和解码装置分别附加标号“131”和“133”进行说明。

[0309] 图 24 是表示本实施方式的编码装置 131 的内部的主要结构的方框图。另外,本实施方式的编码装置 131 主要包括:下采样处理单元 2401、第 1 层编码单元 2402、第 1 层解码单元 2403、上采样处理单元 2404、正交变换处理单元 2405、第 2 层编码单元 2406 以及编码信息合并单元 2407。各单元进行以下的动作。

[0310] 将输入信号 x_n 的采样频率设为 SR_{input} ,下采样处理单元 2401 对输入信号的采样频率从 SR_{input} 至 SR_{base} 为止进行下采样 ($SR_{base} < SR_{input}$),将下采样后的输入信号输出到第 1

层编码单元 2402 作为下采样后输入信号。

[0311] 第 1 层编码单元 2402 使用例如 CELP (Code Excited Linear Prediction: 码激励线性预测) 方式的语音编码方法对从下采样处理单元 2401 输入的下采样后输入信号进行编码, 生成第 1 层编码信息。然后, 第 1 层编码单元 2402 将生成的第 1 层编码信息输出到第 1 层解码单元 2403 和编码信息合并单元 2407。

[0312] 第 1 层解码单元 2403 对于从第 1 层编码单元 2402 输入的第 1 层编码信息使用例如 CELP 方式的语音解码方法进行解码, 生成第 1 层解码信号。然后, 第 1 层解码单元 2403 将生成的第 1 层解码信号输出到上采样处理单元 2404。

[0313] 上采样处理单元 2404 对从第 1 层解码单元 2403 输入的第 1 层解码信号的采样频率从 SR_{base} 到 SR_{input} 为止进行上采样。接着, 上采样处理单元 2404 将进行了上采样的第 1 层解码信号输出到正交变换处理单元 2405 作为上采样单元后第 1 层解码信号 $c1_n$ 。

[0314] 正交变换处理单元 2405 的内部具有缓冲器 $buf1_n$ 和 $buf2_n$ ($n = 0, \dots, N - 1$)。正交变换处理单元 2405 对输入信号 x_n 和从上采样处理单元 2404 输入的上采样后第 1 层解码信号 $c1_n$ 进行改进离散余弦变换 (MDCT: Modified Discrete Cosine Transform)。正交变换处理单元 2405 对输入信号 x_n 和上采样后第 1 层解码信号 $c1_n$ 进行正交变换处理, 分别计算输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 。正交变换处理单元 2405 的处理与实施方式 1 中说明的处理是同样的, 所以这里省略说明。正交变换处理单元 2405 将所获得的输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 输出到第 2 层编码单元 2406。

[0315] 第 2 层编码单元 2406 基于从外部输入到编码装置 131 的编码比特率的信息 (以下称为“比特率信息”), 使用从正交变换处理单元 2405 输入的输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 生成第 2 层编码信息, 将生成的第 2 层编码信息输出到编码信息合并单元 2407。另外, 在后面叙述第 2 层编码单元 2406 的细节。这里, 在本实施方式中, 举例编码装置 131 采用 BR1、BR2、BR3 的 3 种比特率作为编码比特率的情况进行说明。另外, 假设各编码比特率存在 $BR1 < BR2 < BR3$ 的关系。

[0316] 编码信息合并单元 2407 将从第 1 层编码单元 2402 输入的第 1 层编码信息、从第 2 层编码单元 2406 输入的第 2 层编码信息以及比特率信息进行合并。接着, 编码信息合并单元 2407 对于合并后的信息源码, 如果需要则在附加传输差错码等之后, 将其作为编码信息输出到传输路径 102。

[0317] 接着, 使用图 25 说明图 24 所示的第 2 层编码单元 2406 的内部主要结构。

[0318] 第 2 层编码单元 2406 主要包括: 频带扩展编码单元 2501、残差频谱编码单元 2502 以及复用单元 2503。各单元进行以下的动作。

[0319] 第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 和输入频谱 $X(k)$ 从正交变换处理单元 2405 被输入到频带扩展编码单元 2501。另外, 比特率信息从外部被输入到频带扩展编码单元 2501。另外, 解码残差频谱 $D1(k)$ 从残差频谱编码单元 2502 被输入到频带扩展编码单元 2501。频带扩展编码单元 2501 根据输入的第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 、输入频谱 $X(k)$ 、比特率信息以及解码残差频谱 $D1(k)$, 计算频带扩展编码信息, 并将其输出到复用单元 2503。在后面叙述频带扩展编码单元 2501 的处理的细节。

[0320] 第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 和输入频谱 $X(k)$ 从正交变换处理单元 2405 被输入到残差频谱编码单元 2502。另外, 比特率信息从外部被输入到残差频谱编码单元 2502。残差频谱

编码单元 2502 根据输入的第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 、输入频谱 $X(k)$ 以及比特率信息, 计算残差频谱编码信息, 并将其输出到复用单元 2503。另外, 残差频谱编码单元 2502 将对残差频谱编码信息进行解码所得的解码残差频谱 $D1(k)$ 输出到频带扩展编码单元 2501。在后面叙述残差频谱编码单元 2502 的处理和残差频谱编码信息的细节。

[0321] 复用单元 2503 将从频带扩展编码单元 2501、残差频谱编码单元 2502 分别输入的频带扩展编码信息、残差频谱编码信息进行复用, 生成第 2 层编码信息。然后, 复用单元 2503 将获得的第 2 层编码信息输出到编码信息合并单元 2407。另外, 也可以将频带扩展编码信息、残差频谱编码信息直接输入到编码信息合并单元 2407, 并由编码信息合并单元 2407 进行复用。

[0322] 图 26 是表示频带扩展编码单元 2501 的内部结构的方框图。频带扩展编码单元 2501 包括: 频带分割单元 2601、相加频谱计算单元 2602、滤波状态设定单元 1302、滤波单元 1303、搜索单元 1305、基音系数设定单元 1304、增益编码单元 1306 以及复用单元 1307, 各单元进行以下的动作。另外, 对于上述构成要素中, 频带分割单元 2601 和相加频谱计算单元 2602 以外的构成要素, 由于与图 15 所示的相同名称的构成要素的处理是同样的, 所以这里省略说明。但是, 只有滤波状态设定单元 1302 的输入的频谱的名称和输入源的构成要素名称与图 15 的相同名称的构成要素的处理不同。

[0323] 输入频谱 $X(k)$ 从正交变换处理单元 2405 被输入到频带分割单元 2601。另外, 比特率信息从外部被输入到频带分割单元 2601。频带分割单元 2601 根据比特率信息, 将输入频谱 $X(k)$ 的高频部分分割为 P 个子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 。

[0324] 具体而言, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR1$ 的情况下, 频带分割单元 2601 将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为 $Max1$ 以上 ($Max1 \leq k < Fmax$) 的部分分割为 P 个的子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 。另外, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR2$ 的情况下, 频带分割单元 2601 将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为 $Max2$ 以上 ($Max2 \leq k < Fmax$) 的部分分割为 P 个子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 。另外, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR3$ 的情况下, 频带分割单元 2601 将输入频谱 $X(k)$ 中的、频带为 $Max3$ 以上 ($Max3 \leq k < Fmax$) 的部分分割为 P 个子带 $SB_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 。

[0325] 这里, $Fmax$ 为最大频带的值。另外, 假设 $Max1$ 、 $Max2$ 以及 $Max3$ 存在 $Max1 < Max2 < Max3$ 的关系。

[0326] 也就是说, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR1$ 的情况下, 将由频带扩展编码单元 2501 计算频带扩展编码信息的对象的输入频谱的高频部分设定得宽。另外, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR3$ 的情况下, 将由频带扩展编码单元 2501 计算频带扩展编码信息的对象的输入频谱的高频部分设定得窄。另外, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR2$ 的情况下, 将计算频带扩展编码信息的对象的输入频谱的高频部分设定为取上述两者的中间。

[0327] 然后, 频带分割单元 2601 将各个子带的带宽 $BW_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 和开头索引 $BS_p (p = 0, 1, \dots, P - 1)$ 作为频带分割信息输出到滤波单元 1303、搜索单元 1305 以及复用单元 1307。另外, 以下将输入频谱 $X(k)$ 中的、子带 SB_p 的部分记作子带频谱 $X_p(k) (BS_p \leq k < BS_p + BW_p)$ 。

[0328] 第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 从正交变换处理单元 2405 被输入到相加频谱计算单元 2602。另外, 解码残差频谱 $D1(k)$ 从残差频谱编码单元 2502 被输入到相加频谱计算单元

2602。相加频谱计算单元 2602 将这两个频谱如式 (31) 所示在频率轴上相加, 计算相加频谱 $A(k)$ 。接着, 相加频谱计算单元 2602 将相加频谱 $A(k)$ 输出到滤波状态设定单元 1302。

$$[0329] \quad A(k) = C1(k) + D1(k) \quad (k = 0, \dots, F_{\max}) \cdots (31)$$

[0330] 以后, 与实施方式 2 同样, 通过滤波状态设定单元 1302、滤波单元 1303、搜索单元 1305、基音系数设定单元 1304、增益编码单元 1306 以及复用单元 1307, 生成频带扩展编码信息, 并将频带扩展编码信息输出到复用单元 2503。

[0331] 另外, 在实施方式 2 中, 滤波状态设定单元 1302 将从正交变换处理单元 1005 输入的第 1 层解码频谱 $C(k)$ 设定为在滤波单元 1303 中使用的滤波状态。与此相对, 在本实施方式中, 滤波状态设定单元 1302 将从相加频谱计算单元 2602 输入相加频谱 $A(k)$ 设定为在滤波单元 1303 中使用的滤波状态。另外, 在滤波单元 1303 的全频带 $0 \leq k < F_{\max}$ 的频谱 $S(k)$ 的低频部 ($(0 \leq k < \text{Max1})$ 或 $(0 \leq k < \text{Max2})$) 的频带, 存储相加频谱 $A(k)$ 作为滤波的内部状态 (滤波状态)。

[0332] 图 27 是表示残差频谱编码单元 2502 的内部结构的方框图。残差频谱编码单元 2502 主要包括: 编码对象频谱计算单元 2701、形状编码单元 2702、增益编码单元 2703 以及复用单元 2704。各单元进行以下的动作。

[0333] 输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 从正交变换处理单元 2405 被输入到编码处理频谱计算单元 2701。另外, 比特率信息从外部被输入到编码对象频谱计算单元 2701。编码对象频谱计算单元 2701 首先如式 (32) 所示, 计算输入频谱 $X(k)$ 和第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 之间的差分频谱 $B(k)$ 。另外, 以下将差分频谱 $B(k)$ 中的、子带 SB_p 的部分记作子带频谱 $B_p(k)$ ($BS_p \leq k < BS_p + BW_p$)。

$$[0334] \quad B(k) = X(k) - C1(k) \quad (k = 0, \dots, F_{\max}) \cdots (32)$$

[0335] 接着, 编码对象频谱计算单元 2701 根据比特率信息, 将通过式 (32) 获得的差分频谱 $B(k)$ 中的一部分的频带的频谱设定为编码对象频谱。

[0336] 具体而言, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR1$ 的情况下, 编码对象频谱计算单元 2701 将差分频谱 $B(k)$ 中的、频带为 Max1 以下 ($0 \leq k \leq \text{Max1}$) 的部分设定为编码对象频谱 $D(k)$ 。另外, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR2$ 的情况下, 频带分割单元 2601 将差分频谱 $B(k)$ 中的、频带为 Max2 以下 ($0 \leq k \leq \text{Max2}$) 的部分设定为编码对象频谱 $D(k)$ 。另外, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR3$ 的情况下, 频带分割单元 2601 将差分频谱 $B(k)$ 中的、频带为 Max3 以下 ($0 \leq k \leq \text{Max3}$) 的部分设定为编码对象频谱 $D(k)$ 。

[0337] 另外, 如上所述, Max1 、 Max2 以及 Max3 存在 $\text{Max1} < \text{Max2} < \text{Max3}$ 的关系。

[0338] 也就是说, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR1$ 的情况下, 编码对象频谱计算单元 2701 将由残差频谱编码单元 2502 进行编码的对象的频谱 (编码对象频谱) $D(k)$ 的带宽设定得窄。另外, 在比特率信息表示编码比特率为 $BR3$ 的情况下, 编码对象频谱计算单元 2701 将编码对象频谱的带宽设定得宽。在比特率信息表示编码比特率为 $BR2$ 的情况下, 编码对象频谱计算单元 2701 将编码对象频谱的带宽设定为取上述两者的中间。

[0339] 另外, 编码对象频谱计算单元 2701 将设定的编码对象频谱 $D(k)$ 输出到形状编码单元 2702。

[0340] 形状编码单元 2702 对于从编码对象频谱计算单元 2701 输入的编码对象频谱 $D(k)$, 每子带地进行形状量化。具体而言, 形状编码单元 2702 首先将编码对象频谱 $D(k)$ 分

割为 L 个子带。接着,形状编码单元 2702 对于 L 个的各子带,搜索由 SQ 个的形状码向量构成的内置形状码本,求使式 (33) 的评价尺度 $Shape_q(i)$ 为最大的形状码向量的索引。

$$[0341] \quad Shape_q(i) = \frac{\left\{ \sum_{k=0}^{BW(j)} (D(k+BS(j)) \cdot SC_k^i) \right\}^2}{\sum_{k=0}^{BW(j)} SC_k^i \cdot SC_k^i} \quad (j=0, \dots, L-1, i=0, \dots, SQ-1)$$

... (33)

[0342] 在该式中, SC_k^i 表示构成形状码本的形状码向量, i 表示形状码向量的索引, k 表示形状码向量的元素的索引。另外, $BW(j)$ 表示频带索引为 j 的频带的带宽, $BS(j)$ 表示构成频带索引为 j 的频带的频谱的最小索引。

[0343] 形状编码单元 2702 将使上式 (33) 的评价尺度 $Shape_q(i)$ 为最大的形状码向量的索引 S_max 作为形状编码信息输出到复用单元 2704。而且,形状编码单元 2702 根据下式 (34), 计算理想增益 $Gain_i(j)$, 并将其输出到增益量化单元 2703。

$$[0344] \quad Gain_i(j) = \frac{\sum_{k=0}^{BW(j)} (D(k+BS(j)) \cdot SC_k^{S_max})}{\sum_{k=0}^{BW(j)} SC_k^{S_max} \cdot SC_k^{S_max}} \quad (j=0, \dots, L-1) \quad \dots (34)$$

[0345] 另外,形状编码单元 2702 将对形状编码信息进行反量化(本地解码)而获得的形状信息的解码值输出到增益编码单元 2703。这里,形状信息的解码值表示为 $Shape_q'(k)$ 。

[0346] 增益编码单元 2703 根据式 (9), 对从形状编码单元 2702 输入的理想增益 $Gain_i(j)$ 进行直接量化。这里,增益编码单元 2703 也将理想增益处理为 L 维向量,搜索由 GQ 个的增益码向量构成的内置增益码本,进行向量量化。

[0347] 增益编码单元 2703 求使式 (9) 的均方误差 $Gain_q(i)$ 为最小的增益码向量的索引 G_min 。增益编码单元 2703 将 G_min 作为增益编码信息输出到复用单元 2704。

[0348] 另外,增益编码单元 2703 对于从形状编码单元 2702 输入的形状信息的解码值,适用对增益编码信息进行反量化(本地解码)所得的增益信息的解码值,并如式 (35) 那样,计算残差频谱的解码值(以下,解码残差频谱 $D1(k)$)。这里,在式 (35) 中, $Shape_q'(k)$ 是进行了解码的形状值, $Gain_q'(k)$ 表示进行了解码的增益。

$$[0349] \quad D1(k) = Gain_q'(j) \cdot Shape_q'(k) \begin{pmatrix} k = BL_j, \dots, BH_j \\ j = 0, \dots, L-1 \end{pmatrix} \quad \dots (35)$$

[0350] 接着,增益编码单元 2703 将解码残差频谱 $D1(k)$ 输出到频带扩展编码单元 2501。

[0351] 复用单元 2704 将从形状编码单元 2702 和增益编码单元 2703 分别输入的形状编码信息和增益编码信息进行复用,并作为残差频谱编码信息输出到复用单元 2503。

[0352] 以上是对编码装置 131 的结构说明。

[0353] 另外,图 28 表示上述构成的编码处理以及在后面叙述的构成的解码处理的示意图。图 28 示意地表示各层的编码单元/解码单元中被编码/解码的频谱的频带和信息量(编码比特率)之间的对应关系。

[0354] 在图 28 中,部分“A”表示由第 1 层编码单元 2402 和第 1 层解码单元 2403 编码/

解码的频谱的频带。另外,部分“B”表示在由第 2 层编码单元 2406 和后面叙述的第 2 层解码单元 2805 编码 / 解码的频谱的频带中的、由残差频谱编码单元 2502 和在后面叙述的残差频谱解码单元 2902 编码 / 解码的频谱的频带。另外,部分“C”表示在由第 2 层编码单元 2406 和第 2 层解码单元 2805 编码 / 解码的频谱的频带中的、由频带扩展编码单元 2501 和在后面叙述的频带扩展解码单元 2903 编码 / 解码的频谱的频带。

[0355] 在比特率信息表示编码比特率低的比特率 (BR1) 的情况下,频带扩展编码单元 2501 和频带扩展解码单元 2903 使对应的部分“C”变宽,残差频谱编码单元 2502 和残差频谱解码单元 2902 使对应的部分“B”变窄(参照图 28 的 (a))。与此相对,在比特率信息表示编码比特率高的比特率 (BR3) 的情况下,频带扩展编码单元 2501 和频带扩展解码单元 2903 使对应的部分“C”变窄,残差频谱编码单元 2502 和残差频谱解码单元 2902 使对应的部分“B”变宽(参照图 28 的 (c))。另外,在比特率信息表示编码比特率为 BR2 的情况下,频带扩展编码单元 2501 和频带扩展解码单元 2903 将对应的部分“C”设定为取编码比特率为 BR1 时和编码比特率为 BR3 时的大致中间(参照图 28 的 (b))。

[0356] 这样,在本实施方式中,根据比特率信息表示的编码比特率,自适应地设定在各自的编码单元 / 解码单元中进行编码 / 解码的频谱的频带。由此,即使在编码比特率变更了的情况下,也能够对输入信号高效率地进行编码 / 解码。

[0357] 接着,说明本实施方式中的解码装置 133。

[0358] 图 29 是表示解码装置 133 的内部主要结构的方框图。解码装置 133 主要包括:编码信息分离单元 2801、第 1 层解码单元 2802、上采样处理单元 2803、正交变换处理单元 2804、第 2 层解码单元 2805 以及正交变换处理单元 2806。各单元进行以下的动作。

[0359] 编码信息分离单元 2801 经由传输路径 102,输入从编码装置 131 传输的编码信息。编码信息分离单元 2801 将输入的编码信息分离为第 1 层编码信息、第 2 层编码信息以及比特率信息,并将第 1 层编码信息输出到第 1 层解码单元 2802,将第 2 层编码信息和比特率信息输出到第 2 层解码单元 2805。

[0360] 第 1 层解码单元 2802 对从编码信息分离单元 2801 输入的第 1 层编码信息进行解码而生成第 1 层解码信号,并将生成的第 1 层解码信号输出到上采样处理单元 2803。这里,第 1 层解码单元 2802 的动作与图 24 所示的第 1 层解码单元 2403 是同样的,因此省略详细说明。

[0361] 上采样处理单元 2803 对从第 1 层解码单元 2802 输入的第 1 层解码信号的采样频率从 SR_{base} 到 SR_{input} 为止进行上采样,并将获得的上采样后第 1 层解码信号输出到正交变换处理单元 2804。

[0362] 正交变换处理单元 2804 对于从上采样处理单元 2803 输入的上采样单元后第 1 层解码信号进行正交变换处理 (MDCT)。接着,正交变换处理单元 2804 将获得的上采样后第 1 层解码信号的 MDCT 系数(以下,称为“第 1 层解码频谱”) $C1(k)$ 输出到第 2 层解码单元 2805。这里,正交变换处理单元 2804 的动作与图 24 所示的正交变换处理单元 2405 的对上采样后第 1 层解码信号的处理是同样的,因此省略详细说明。

[0363] 第 2 层解码单元 2805 使用从正交变换处理单元 2804 输入的第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 及从编码信息分离单元 2801 输入的第 2 层编码信息和比特率信息,生成包含高频分量的输出频谱 $C2(k)$ 。接着,第 2 层解码单元 2805 将生成的输出频谱 $C2(k)$ 输出到正交变换处理

单元 2806。在后面叙述第 2 层解码单元 2805 中的处理的细节。

[0364] 正交变换处理单元 2806 对于从第 2 层解码单元 2805 输入的输出频谱 $C_2(k)$ 进行正交变换,并将其变换为时域的信号。正交变换处理单元 2806 将所获得的信号作为输出信号输出。这里,正交变换处理单元 2806 的动作和图 8 所示的正交变换处理单元 802 的处理是同样的,因此,省略详细的说明。

[0365] 图 30 是表示图 29 所示的第 2 层解码单元 2805 的内部结构的方框图。第 2 层解码单元 2805 主要包括:分离单元 2901、残差频谱解码单元 2902 以及频带扩展解码单元 2903。

[0366] 从编码信息分离单元 2801,第 2 层编码信息被输入到分离单元 2901。分离单元 2901 将第 2 层编码信息分离为残差频谱编码信息和频带扩展编码信息分离。分离单元 2901 将残差频谱编码信息输出到残差频谱解码单元 2902,并将频带扩展编码信息输出到频带扩展解码单元 2903。另外,在编码信息分离单元 2801 中,残差频谱编码信息、频带扩展编码信息分离完毕的情况下,也可以不配置分离单元 2901。

[0367] 残差频谱解码单元 2902 对从分离单元 2901 输入的残差频谱编码信息进行解码,计算解码残差频谱 $D_1(k)$ 。接着,残差频谱解码单元 2902 将所获得的解码残差频谱 $D_1(k)$ 输出到频带扩展解码单元 2903。在后面叙述残差频谱解码单元 2902 的处理的细节。

[0368] 频带扩展编码信息从分离单元 2901 被输入到频带扩展解码单元 2903。另外,第 1 层解码频谱 $C_1(k)$ 从正交变换处理单元 2804 被输入到频带扩展解码单元 2903。另外,比特率信息从编码信息分离单元 2801 被输入到频带扩展解码单元 2903。另外,解码残差频谱 $D_1(k)$ 从残差频谱解码单元 2902 被输入到频带扩展解码单元 2903。频带扩展解码单元 2903 根据这些输入信息,计算输出频谱 $C_2(k)$,并将其输出到正交变换处理单元 2806。在后面叙述频带扩展解码单元 2903 的处理的细节。

[0369] 图 31 是表示图 30 所示的残差频谱解码单元 2902 的内部结构的方框图。残差频谱解码单元 2902 主要包括:分离单元 3001、形状解码单元 3002 以及增益解码单元 3003。

[0370] 残差频谱编码信息从分离单元 2901 被输入到分离单元 3001。分离单元 3001 将残差频谱编码信息分离为形状编码信息和增益编码信息,并将形状编码信息输出到形状解码单元 3002,将增益编码信息输出到增益解码单元 3003。

[0371] 形状编码信息从分离单元 3001 被输入到形状解码单元 3002。另外,比特率信息从编码信息分离单元 2801 被输入到形状解码单元 3002。形状解码单元 3002 内置有与形状编码单元 2702 所具有的形状码本同样的形状码本,并且搜索以从分离单元 3001 输入的形状编码信息 S_max 为索引的形状码向量。形状解码单元 3002 将搜索出的形状码向量作为与从编码信息分离单元 2801 输入的比特率信息对应的频带的频谱的值的值输出到增益解码单元 3003。这里,将作为形状的值搜索出的形状码向量记作 $Shape_q'(k)$ 。

[0372] 另外,这里,形状解码单元 3002 通过与在编码对象频谱计算单元 2701 中说明了的方法同样的方法,计算与比特率信息对应的频带。

[0373] 增益解码单元 3003 内置有与增益编码单元 2703 具备的增益码本同样的增益码本,使用该增益码本,按照式 (16),根据增益编码信息对增益的值进行反量化。这里,也是将增益值作为 L 维向量来处理,进行向量反量化。也就是说,将与增益编码信息 G_min 对应的增益码向量 $GC_j^{G_min}$ 直接作为增益值 $Gain_q'(j)$ 。

[0374] 接着,增益解码单元 3003 使用通过反量化获得的增益值以及从形状解码单元

3002 输入的的形状的值,根据式 (35),计算与从编码信息分离单元 2801 输入的的比特率信息对应的频带的解码残差频谱 $D1(k)$,并将计算出的解码残差频谱 $D1(k)$ 输出到频带扩展解码单元 2903。另外,在频谱 (MDCT 系数) 的反量化中, k 存在于 $B(j'') \sim B(j''+1) - 1$ 内的情况下,增益值 $Gain_q'(j)$ 取 $Gain_q'(j'')$ 的值。

[0375] 另外,增益解码单元 3003 与形状解码单元 3002 同样,通过与在编码对象频谱计算单元 2701 中说明了的方法同样的方法,计算与比特率信息对应的频带。

[0376] 图 32 是表示图 30 所示的频带扩展解码单元 2903 的内部结构的方框图。频带扩展解码单元 2903 主要包括:分离单元 3101、滤波状态设定单元 3102、滤波单元 3103、增益解码单元 3104、频谱调整单元 3105 以及相加频谱计算单元 3106。

[0377] 分离单元 3101 将从分离单元 2901 输入的频带扩展编码信息分离为与滤波有关的信息即最佳基音系数 T' 和与增益有关信息即编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引。接着,分离单元 3101 将最佳基音系数 T' 输出到滤波单元 3103,将编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引输出到增益解码单元 3104。另外,在编码信息分离单元 2801 或分离单元 2901 中,最佳基音系数 T' 、编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引分离完毕的情况下,也可以不配置分离单元 3101。

[0378] 从正交变换处理单元 2804,第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 被输入到相加频谱计算单元 3106。另外,从残差频谱解码单元 2902,解码残差频谱 $D1(k)$ 被输入到相加频谱计算单元 3106。相加频谱计算单元 3106 将这两个频谱,如式 (31) 所示那样在频率轴上进行相加,并计算相加频谱 $A(k)$ 。接着,相加频谱计算单元 3106 将相加频谱 $A(k)$ 输出到滤波状态设定单元 3102。

[0379] 滤波状态设定单元 3102 基于从编码信息分离单元 2801 输入的的比特率信息,将从相加频谱计算单元 3106 输入的相加频谱 $A(k)$ 设定为在滤波单元 3103 使用的滤波状态。这里,为了便利将滤波单元 3103 中的全频带 $0 \leq k < F_{max}$ 的频谱称为 $Z(k)$ 时,在频谱 $Z(k)$ 中的、与比特率信息对应的频带,存储相加频谱 $A(k)$ 作为滤波的内部状态(滤波状态)。另外,滤波状态设定单元 3102 的结构和动作与图 5 所示的滤波状态设定单元 502 是同样的,因此,省略详细的说明。

[0380] 滤波单元 3103 具有多抽头(抽头数大于 1)的基音滤波。滤波单元 3103 基于滤波状态设定单元 3102 所设定的滤波状态、从分离单元 3101 输入的基音系数 T' 、预先存储在内部的滤波系数,对于与编码信息分离单元 2801 输入的的比特率信息对应的频带,将相加频谱 $A(k)$ 进行滤波。另外,如式 (36) 所示,滤波单元 3103 计算输入频谱 $X(k)$ 的估计频谱 $X'(k)$ 。

$$[0381] \quad X'(k) = \sum_{i=-1}^1 \beta_i \cdot Z(k-T+i)^2 \quad \dots \quad (36)$$

[0382] 另外,这里,滤波状态设定单元 3102 和滤波单元 3103 使用以与频带分割单元 2601 中说明了的方法同样的方法计算的频谱的高频部分作为与比特率信息对应的频带。

[0383] 在滤波单元 3103 中,也使用式 (13) 所示的传递函数。滤波单元 3103 将进行滤波所得的估计频谱 $X'(k)$ 输出到频谱调整单元 3105。

[0384] 增益解码单元 3104 对于与从编码信息分离单元 2801 输入的的比特率信息对应的频带,将从分离单元 3101 输入的编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引进行解码,求变动量 $V(j)$ 的量化值即编码后的变动量 $V_q(j)$ 。这里,编码后的变动量 $V_q(j)$ 的索引的解码中使用的增益码

本内置于增益解码单元 3104, 并且是与图 5 所示的增益编码单元 506 中使用的增益码本同样的码本。增益解码单元 3104 将解码所得的编码后的变动量 $V_q(j)$ 输出到频谱调整单元 3105。

[0385] 这里, 增益解码单元 3104 使用与频带分割单元 2601 中说明了的方法同样的方法计算的频谱的高频部分作为与比特率信息对应的频带。

[0386] 频谱调整单元 3105 根据式 (37), 对于从编码信息分离单元 2801 输入的比特率信息所指定的高频部, 将从增益解码单元 3104 输入的每子带的编码后的变动量 $V_q(j)$ 乘以从滤波单元 3103 输入的估计频谱 $X'(k)$ 。

[0387] 这里, 频谱调整单元 3105 使用与频带分割单元 2601 中说明了的方法同样的方法计算的频谱的高频部分作为与比特率信息对应的频带。由此, 频谱调整单元 3105 对估计频谱的高频部 ($Max1 \leq k < Fmax$) 或 ($Max2 \leq k < Fmax$) 或 ($Max3 \leq k < Fmax$) 中的频谱形状进行调整, 生成输出频谱 $C2(k)$ 并输出到正交变换处理单元 2806。

[0388]

$$C2(k) = X'(k) \cdot V_q(j) \quad \left(\begin{array}{l} Max1 \leq k < Fmax \text{ or } Max2 \leq k < Fmax \text{ or } Max3 \leq k < Fmax \\ j = 0, \dots, J-1 \end{array} \right) \dots (37)$$

[0389] 另外, 在式 (37) 中, j 表示增益编码时的子带索引, 对应于频谱的索引 k 而设定。也就是说, 对于子带索引为“ j ”的子带所包含的频谱索引 k , 将 $V_q(j)$ 乘以估计频谱 $X'(k)$ 。

[0390] 这里, 输出频谱 $C2(k)$ 的低频部 ($0 \leq k < Max1$) 或 ($0 \leq k < Max2$) 或 ($0 \leq k < Max3$) 由将第 1 层解码频谱 $C1(k)$ 和解码残差频谱 $D1(k)$ 相加所得的相加频谱 $A(k)$ 构成。另外, 输出频谱 $C2(k)$ 的高频部 ($Max1 \leq k < Fmax$) 或 ($Max2 \leq k < Fmax$) 或 ($Max3 \leq k < Fmax$) 由频谱形状调整后的估计频谱 $X'(k)$ 构成。

[0391] 以上是解码装置 113 的内部结构的说明。

[0392] 这样, 根据本实施方式, 编码装置 / 解码装置采用下述结构, 即, 根据编码时的状况 (例如编码比特率), 自适应地切换频带扩展方式中的频带设定的结构。由此, 能够与编码时的状况匹配而提高编码效率。

[0393] 具体而言, 例如编码时的比特率是低比特率的情况下, 频带分割单元 2601 将通过在低比特率更有效的频带扩展技术生成的频带设定得宽, 并将通过频带扩展技术以外的频谱编码技术进行量化的频带设定得窄。另外, 在编码时的比特率为高比特率的情况下, 频带分割单元 2601 将通过频带扩展技术生成的频带设定得窄, 并将通过高精度对频谱的波形实施编码的频谱编码技术 (频带扩展技术以外的技术) 进行量化的频带设定得宽。

[0394] 另外, 频带扩展编码 / 解码时, 编码装置 / 解码装置通过利用在编码 / 解码时能够获得的高精度的频谱 (第 1 层解码频谱和解码残差频谱的相加频谱) 作为低频部分的解码频谱, 从而能够进一步提高频带扩展编码的编码效率。这样, 根据本实施方式所说明的方式, 能够大幅度地提高解码信号的质量。

[0395] 另外, 在本实施方式中, 说明了在比特率信息表示编码比特率为最高的比特率的情况 (表示 BR3 的情况) 下, 将由频带扩展编码单元 2501 和频带扩展解码单元 2903 进行编码 / 解码的频谱的频带设定得窄的结构, 但本发明并不限于此。例如, 本发明也能够适用于下述结构, 即, 去除由频带扩展编码单元 2501 和频带扩展解码单元 2903 进行编码 / 解码

的频谱的频带的结构。此时,在第 2 层编码单元 2406 和第 2 层解码单元 2805 中,分别不需要频带扩展编码单元 2501 和频带扩展解码单元 2903,在残差频谱编码单元 2502 和残差频谱解码单元 2902 中,将全频带的频谱作为量化对象。另外,此时,将能够由第 2 层编码单元 2406 和第 2 层解码单元 2805 利用的信息量(比特)全都安排给残差频谱编码单元 2502 和残差频谱解码单元 2902。通过实验确认了上述的去除通过频带扩展编码单元和频带扩展解码单元进行编码/解码的频带的结构,在编码比特率非常高的情况下特别有效。

[0396] 另外,在本实施方式中,如图 28 所示,举例说明了作为频带扩展编码单元 2501 的编码对象的频带“C”与作为残差频谱编码单元 2502 的编码对象的频带“B”在频率轴上不重叠的情况。然而,本发明并不限于此,也能够同样适用于图 28 所示的结构以外的结构。例如,图 33 表示该其他结构的示意图。图 33 示意地表示各层的编码单元/解码单元中被编码/解码的频谱的频带和信息量(编码比特率)之间的另外的对应关系。

[0397] 另外,在图 33 所示的结构的情况下,进行与本实施方式中所说明的编码处理在一部分不同的处理。具体而言,在本实施方式中,在第 2 层编码单元 2406 中,首先通过残差频谱编码单元 2502 进行编码后,利用解码残差频谱由频带扩展编码单元 2501 进行了编码。但是,在图 33 的所示的结构的情况下其结构为,首先通过频带扩展编码单元 2501 进行编码,在残差频谱编码单元 2502 中对所获得的高频频谱和输入频谱之间的残差频谱进行编码。

[0398] 另外,在本实施方式中,举例说明了在第 1 层编码单元 2402 和第 1 层解码单元 2403 中,对低频分量进行编码/解码的结构,但本发明并不限于此,也能够同样适用于不存在第 1 层编码单元 2402 和第 1 层解码单元 2403 的结构。此时,其结构为,在残差频谱编码单元 2502 和残差频谱解码单元 2902 中,对于输入频谱本身,将基于比特率信息设定的频带进行编码/解码。

[0399] 另外,在本实施方式中,并未特别明确公开,根据编码时的比特率信息,对于频带扩展编码单元 2501 和残差频谱编码单元 2502 进行怎样的比特分配。作为比特分配方法,例如可以举出使分配给频带扩展编码单元 2501 的比特始终固定,而使分配给残差频谱编码单元 2502 的比特可变的结构作为一例。但是,本发明并不限于对频带扩展编码单元 2501 和残差频谱编码单元 2502 的比特分配方法,对于采用上述以外的比特分配方法的结构也同样能够适用。作为上述以外的例子有下述结构,即,对于频带扩展编码单元 2501 和残差频谱编码单元 2502,随着比特率信息表示的编码比特率变高,增加分配给双方的比特。另外,还有其他以下结构,即,随着比特率信息表示的编码比特率变高,减少分配给频带扩展编码单元 2501 的比特数,增加分配给残差频谱编码单元 2502 的比特数。

[0400] 另外,在以上的说明中,作为编码时的状况的一例,举出以利用编码比特率的情况为例,说明了根据编码比特率进行频带设定的情况,但也可以取代编码比特率而使用输入信号的采样频率或量化增益等的编码参数。根据输入信号的采样频率进行频带设定的情况可以举出下述结构作为一例,即,在采样频率为预先决定的阈值以上的情况下进行本实施方式中编码比特率为低比特率时的处理,在小于阈值的情况下进行本实施方式中编码比特率为高比特率时的处理。另外,对于量化增益等的编码参数,可以举出下述结构作为一例,即,例如在由第 1 层编码单元进行了量化的增益(自适应激励增益、固定激励增益等)为阈值以上的情况下,进行本实施方式中编码比特率为低比特率时的处理,在低于阈值的情况下,进行本实施方式中编码比特率为高比特率时的处理。

[0401] 以上对本发明的各实施方式进行了说明。

[0402] 另外,在上述各实施方式中,频带设定单元根据输入频谱或输入频谱与第1层解码频谱之间的差分频谱的低频部和高频部的能量比,决定频带设定信息。但是,本发明并不限于此,对于使用其他信息决定频带设定信息的结构也同样能够适用。例如,可以举出下述结构作为例子,即,对于输入频谱或输入频谱与第1层解码频谱之间的差分频谱,进行谐波(tonality)的分析,频带设定单元根据谐波的程度决定频带设定信息。此时,新需要用于计算谐波的结构要素。这里,专利文献2等中详细地公开了谐波的计算方法(检测方法)。

[0403] 具体而言,在输入信号的谐波较低的情况下,即输入信号是语音的倾向较高的情况下,频带设定单元将低频部设定得更窄,而将高频部设定得更宽。这相当于本实施方式中的频带设定信息 Band __ Setting 的值为“0”的情况。由此,能够通过形状增益编码方式,对在输入信号为语音时给解码信号的质量造成较大影响的低频部的频谱数据集中进行编码,从而能够提高解码信号的质量。

[0404] 另外,在输入信号的谐波高的情况下,即输入信号是音频(音乐)的倾向高的情况下,频带设定单元将低频部设定得更宽,而将高频部设定得更窄。这相当于本实施方式中的频带设定信息 Band __ Setting 的值为“1”的情况。由此,能够直至更高频部为止通过形状增益编码方式减小编码失真,从而能够提高在输入信号为音频的情况下对解码信号的质量造成较大影响的音域感。

[0405] 另外,在将谐波用于频带设定信息的决定的情况下,谐波由频带设定单元以外的结构要素计算的情况下,通过采用将计算出的谐波输入到频带设定单元的结构,从而能够削减谐波的计算所需的运算量。此时,将谐波输入到频带设定单元即可,无需将输入频谱或差分频谱输入。

[0406] 另外,在上述各实施方式中举例说明了,在频带设定单元中,频带设定信息的值为“0”或“1”两个值的情况,但本发明并不限于此,对于频带设定信息取两个值以上的值的结构也同样能够适用。频带设定信息所需的比特数(信息量)增加,但通过增加频带设定信息的能够取的值,并且增加频带的设定图案,从而能够进行更适合于输入信号的频带设定。例如,将频带设定信息的能取的值设为0、1、2、3的四值,根据低频部和高频部之间的能量比设定上述4种值中的任一值,由此能够根据输入信号,更细微地设定由各层的编码单元进行量化的频带。

[0407] 另外,在上述各实施方式中,举例说明了频带设定单元每处理帧地对频带进行调整的结构。但是,本发明并不限于此,对于下述结构也同样能够适用,即,例如,频带设定单元每处理帧不调整频带,而每数个处理帧调整频带。根据这样的结构,能够削减频带设定单元中的处理运算量,而且能够降低每处理帧调整频带而可能引起的解码信号的不连续性。

[0408] 另外,在上述各实施方式中,举例说明了频带设定单元每处理帧独立地调整频带的结构。但是,本发明并不限于此,对于下述结构也同样能够适用,即,频带设定单元基于先前的处理帧中的频带设定信息,调整(设定)当前帧的频带。例如,可以举出下述结构为例,即,利用先前的数帧的频带设定信息,将当前帧的频带设定时的参数(第1频带能量、第2频带能量等)在时间轴上平滑化,决定当前帧的频带设定信息。另外,也可以举出下述结构为例,即,将频带设定信息延迟数帧,以使频带设定信息本身在时间上不急剧变动,由此使频带设定信息平滑化。通过这样的结构,能够防止频带设定信息每处理帧急剧地变动,并

能够降低每处理帧调整频带而可能引起的解码信号的不连续性。

[0409] 另外,在从上述实施方式 1 至实施方式 3 的编码装置中,说明了根据输入信号特性,自适应地决定进行扩展的频带的设定,在上述实施方式 4 的编码装置中,根据表示编码时的状况的编码参数,自适应地决定进行扩展的频带的设定。但是,编码装置将能够输入信号和编码参数双方输入,基于输入信号特性和编码参数双方,决定进行扩展的频带的设定。例如,作为具体方法的一例能够采用下述方法,即,通过首先开始的编码参数(编码比特率等),某种程度地设定进行扩展的频带,然后,使用输入信号特性(低频和高频之间的能量比等),对扩展的频带设定进行微调。由此,能够进行更适当的频带设定,所以能够进行更高效率的编码,而且能够改善解码装置中的解码信号的质量。或者,编码装置能够将输入信号和编码参数双方输入,判断使用输入信号特性和编码参数中的哪一方的参数适当并选择任一个,基于所选择的参数,决定进行扩展的频带的设定。

[0410] 另外,本发明的编码装置、解码装置及其方法,并不限于上述各个实施方式,可以进行各种变更后实施。例如,可以适当组合各实施方式来实施。

[0411] 另外,上述各实施方式中的解码装置使用从上述各实施方式中的编码装置传输的编码信息进行处理。但是,本发明不限于此,只要是包含必要的参数或数据的编码信息,即使不是来自上述各实施方式中的编码装置的编码信息,也能够进行处理。

[0412] 另外,在将信号处理的程序记录、写入存储器、盘、带、CD、DVD 等机械式可读取的记录介质进行动作的情况下,也可采用本发明,并且能够取得与本实施方式相同的作用和效果。

[0413] 另外,在上述各实施方式中以通过硬件来构成本发明的情况为例进行了说明,但是本发明也可以通过软件来实现。

[0414] 另外,用于上述实施方式的说明中的各功能块通常被作为集成电路的 LSI 来实现。这些功能块既可以被单独地集成为一个芯片,也可以包含一部分或全部地被集成为一个芯片。虽然此处称为 LSI,但根据集成程度,可以被称为 IC、系统 LSI、超大 LSI(Super LSI)、或特大 LSI(Ultra LSI)。

[0415] 另外,实现集成电路化的方法不仅限于 LSI,也可使用专用电路或通用处理器来实现。也可以利用 LSI 制造后能够编程的 FPGA(Field Programmable Gate Array,现场可编程门阵列),或可以利用对 LSI 内部的电路块的连接或设定能进行重新构置的可重构处理器(Reconfigurable Processor)。

[0416] 再者,随着半导体的技术进步或随之派生的其它技术的出现,如果出现能够替代 LSI 的集成电路化的新技术,当然可利用该新技术进行功能块的集成化。还存在着适用生物技术等的可能性。

[0417] 2009 年 10 月 23 日提交的日本专利申请 2009-244838 号以及 2009 年 11 月 30 日提交的日本专利申请 2009-272194 号所包含的说明书、说明书附图以及说明书摘要的公开内容,全部引用于本申请。

[0418] 工业实用性

[0419] 本发明的编码装置、解码装置及其方法能够在使用低频部的频谱进行扩频来估计高频部的频谱时提高解码信号的质量,例如能够适用于分组通信系统、移动通信系统等中。

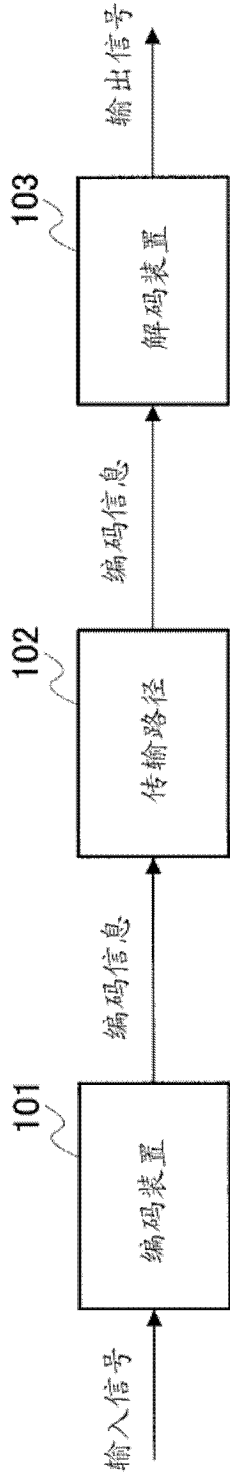


图 1

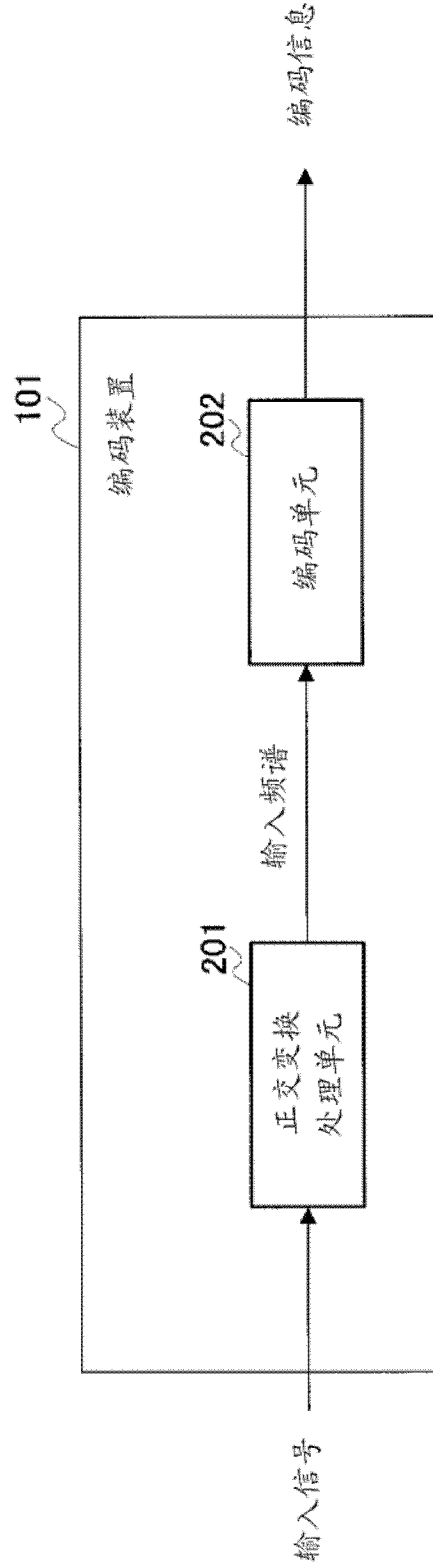


图 2

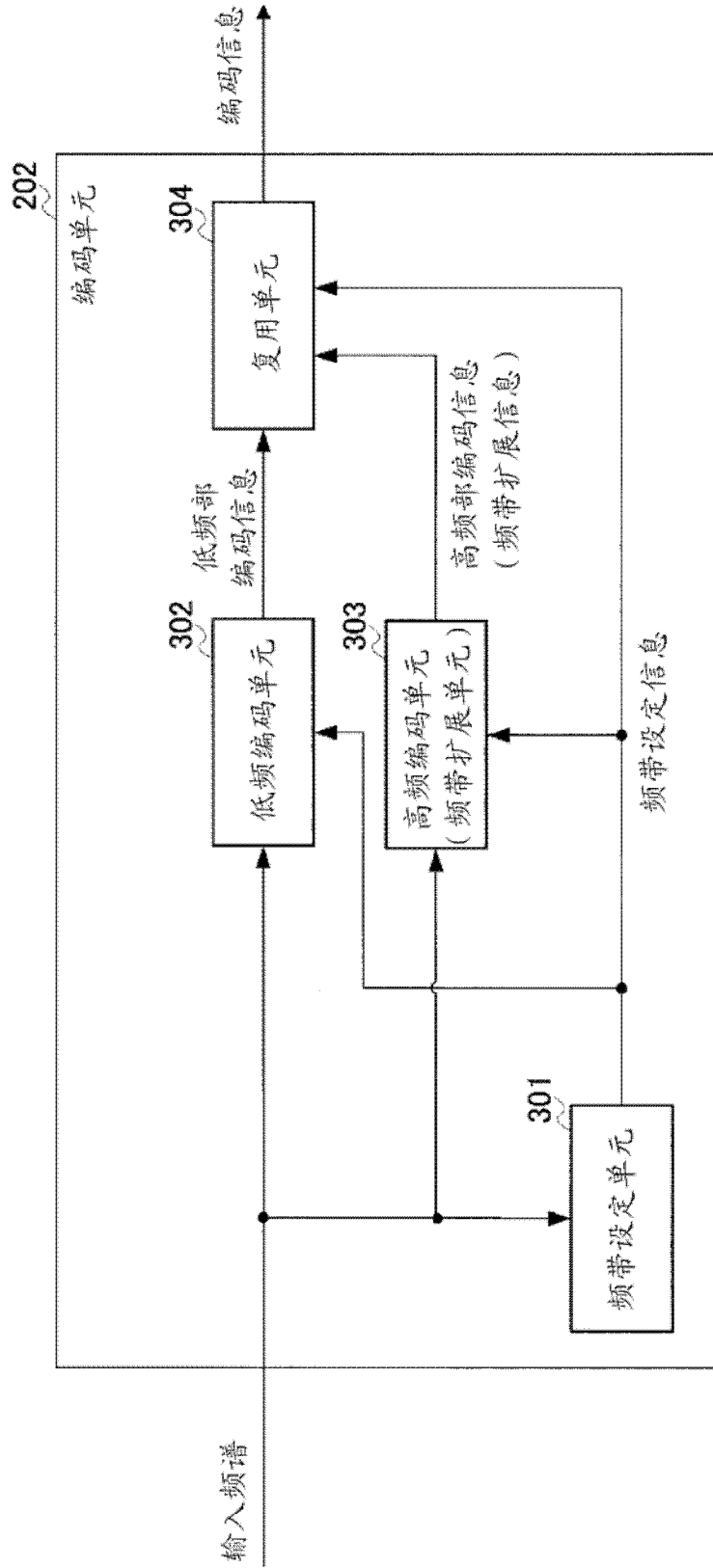


图 3

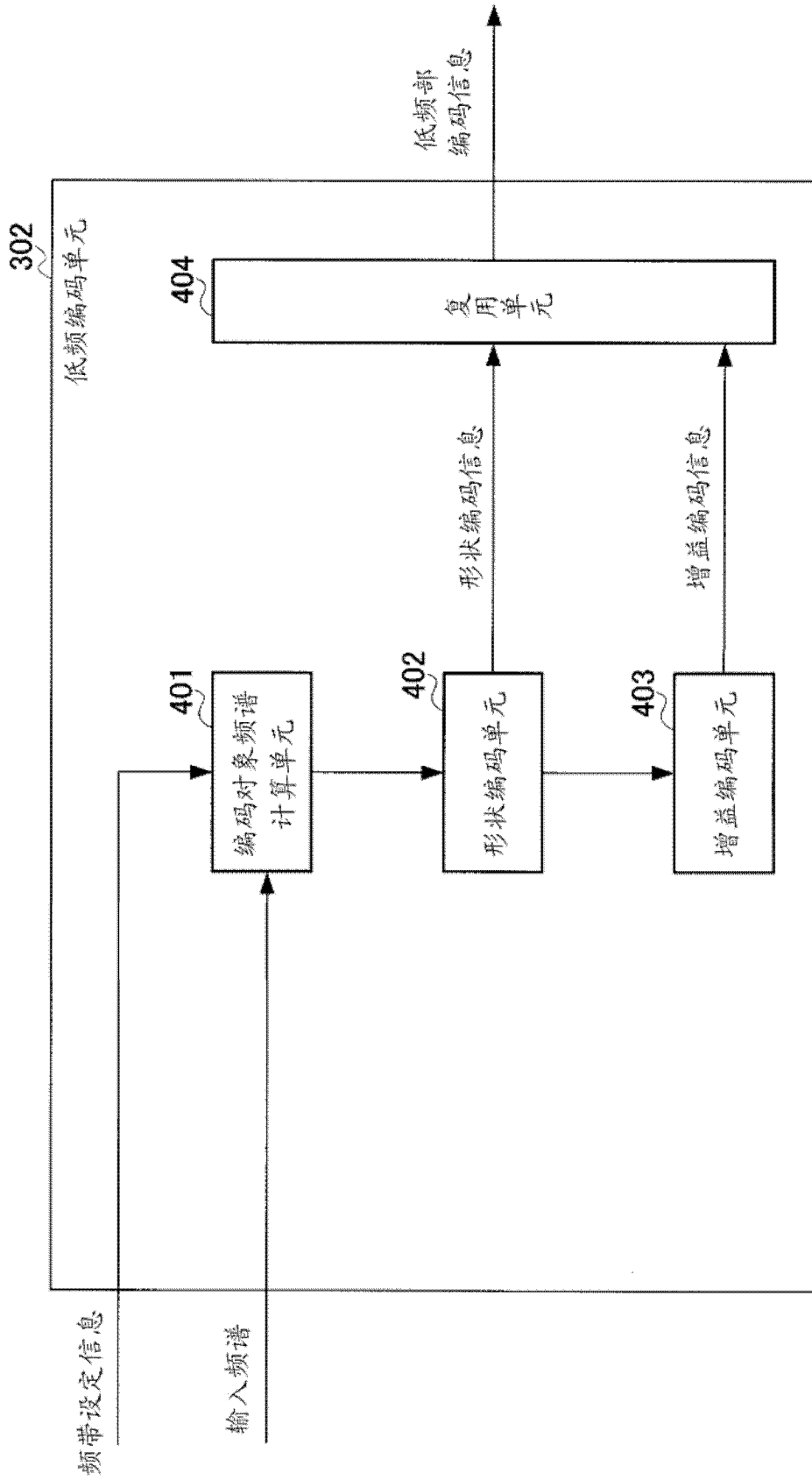


图 4

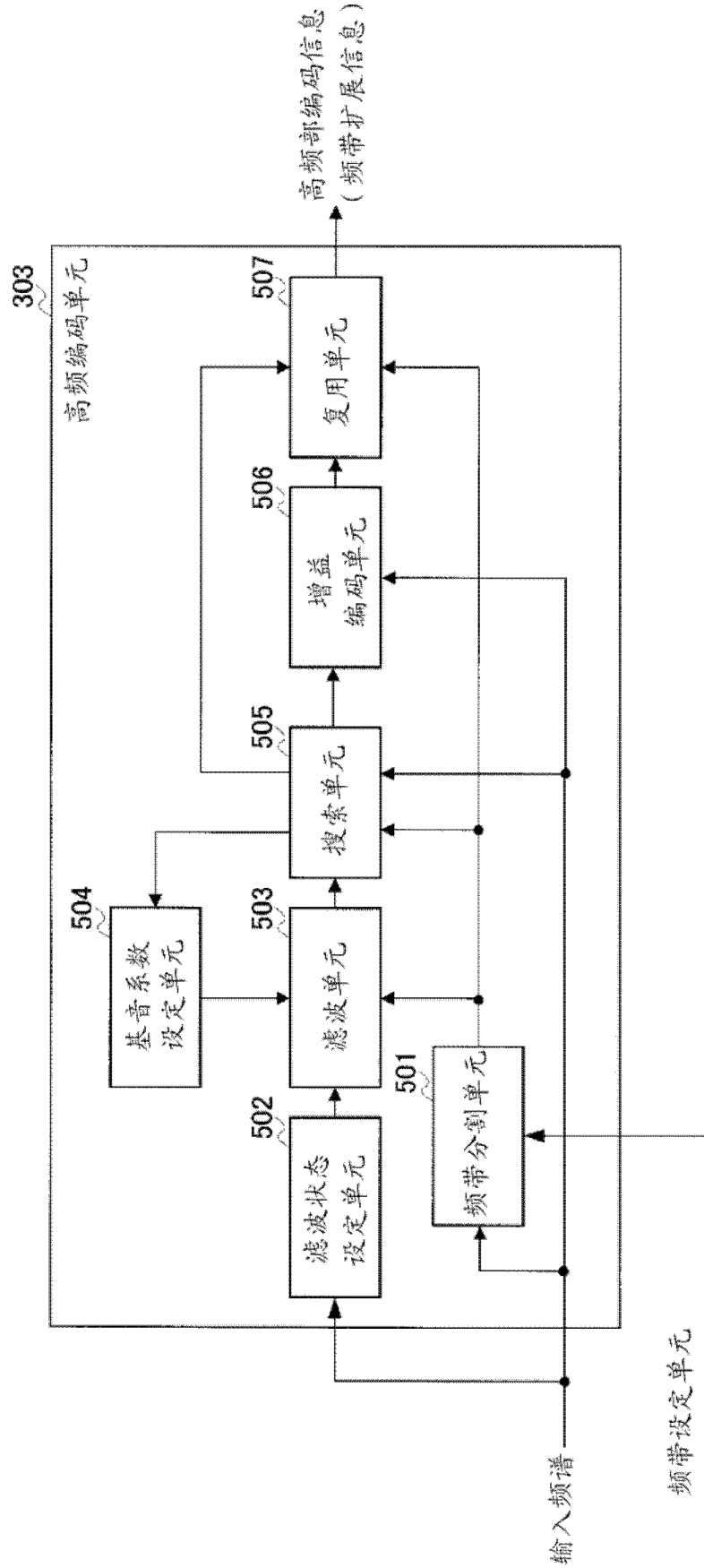


图 5

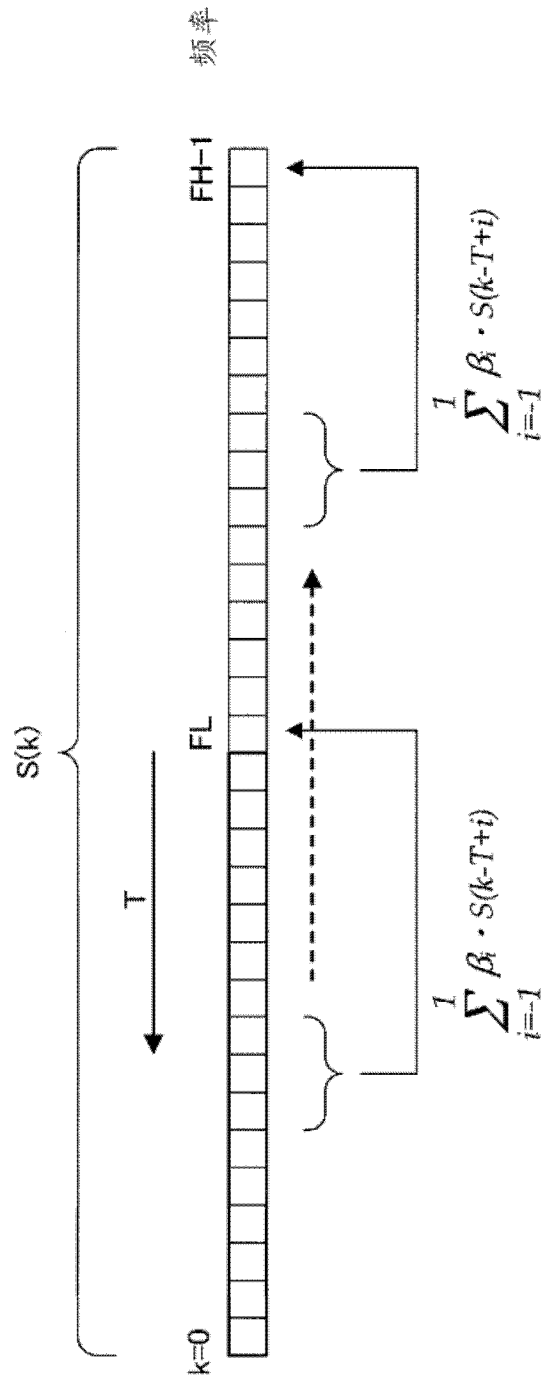


图 6

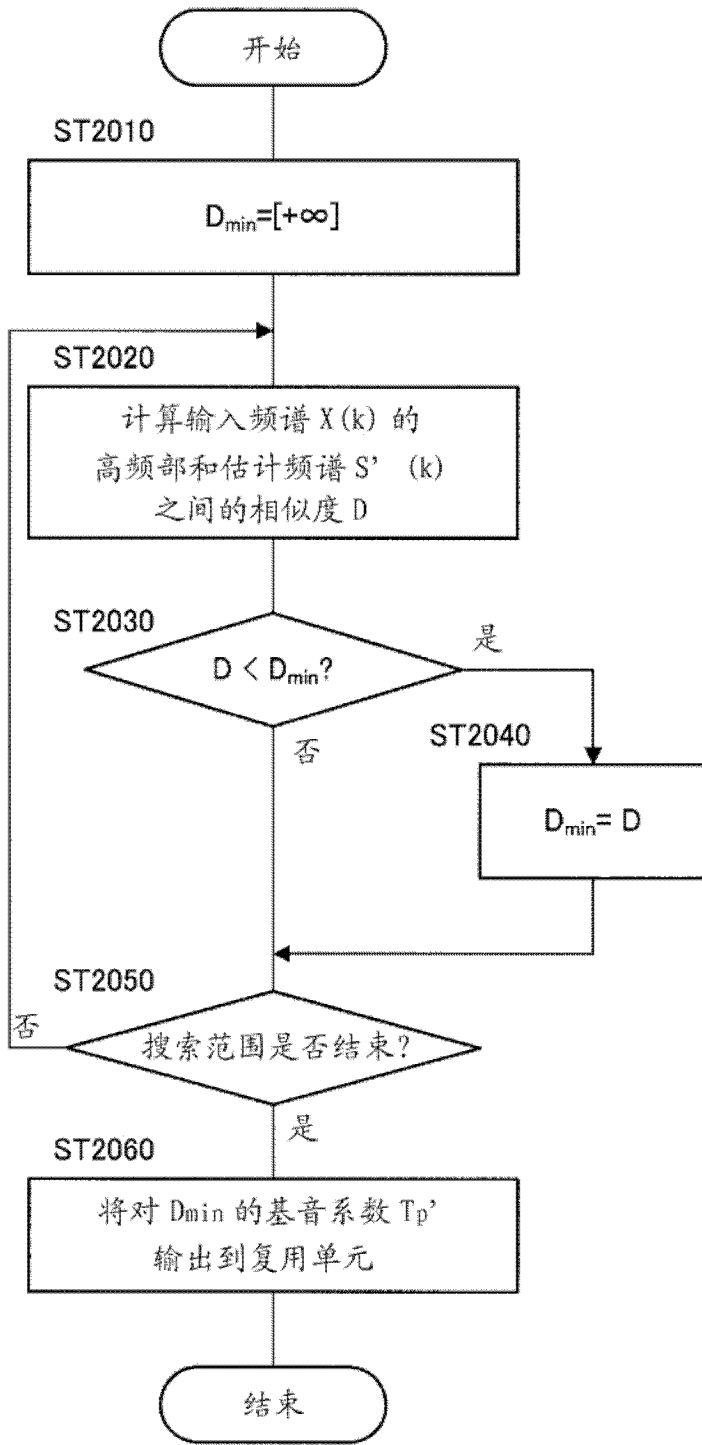


图 7

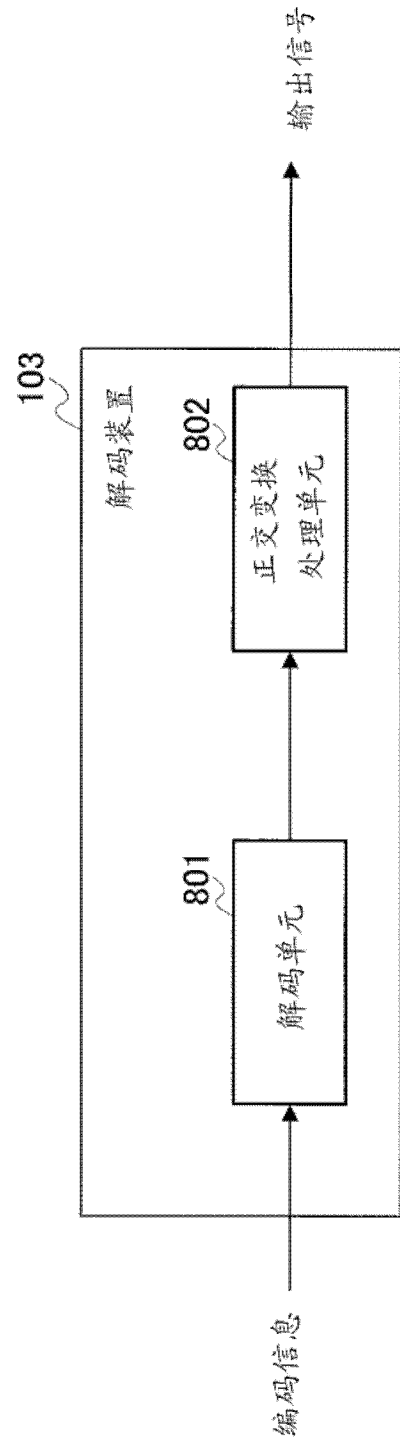


图 8

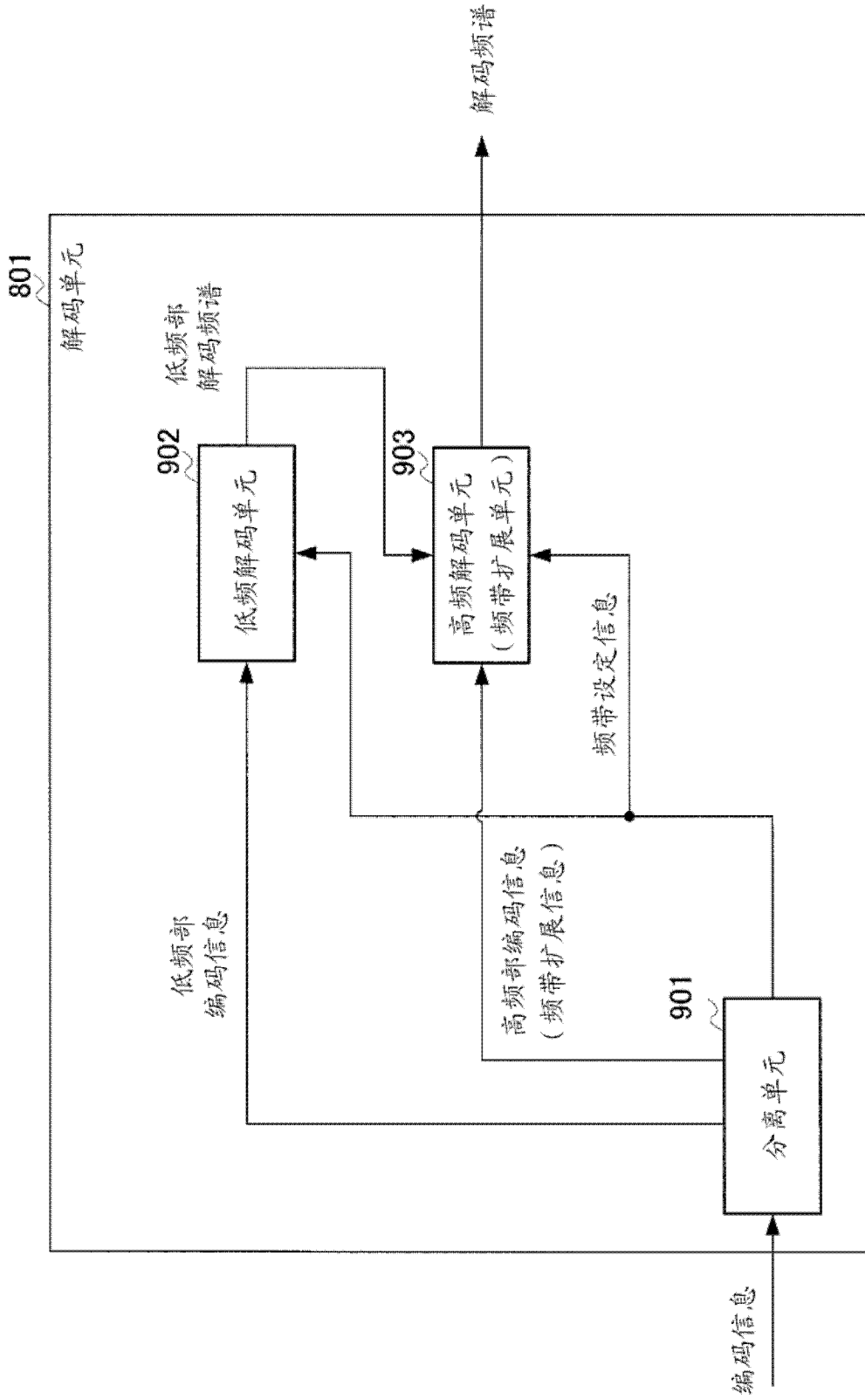


图 9

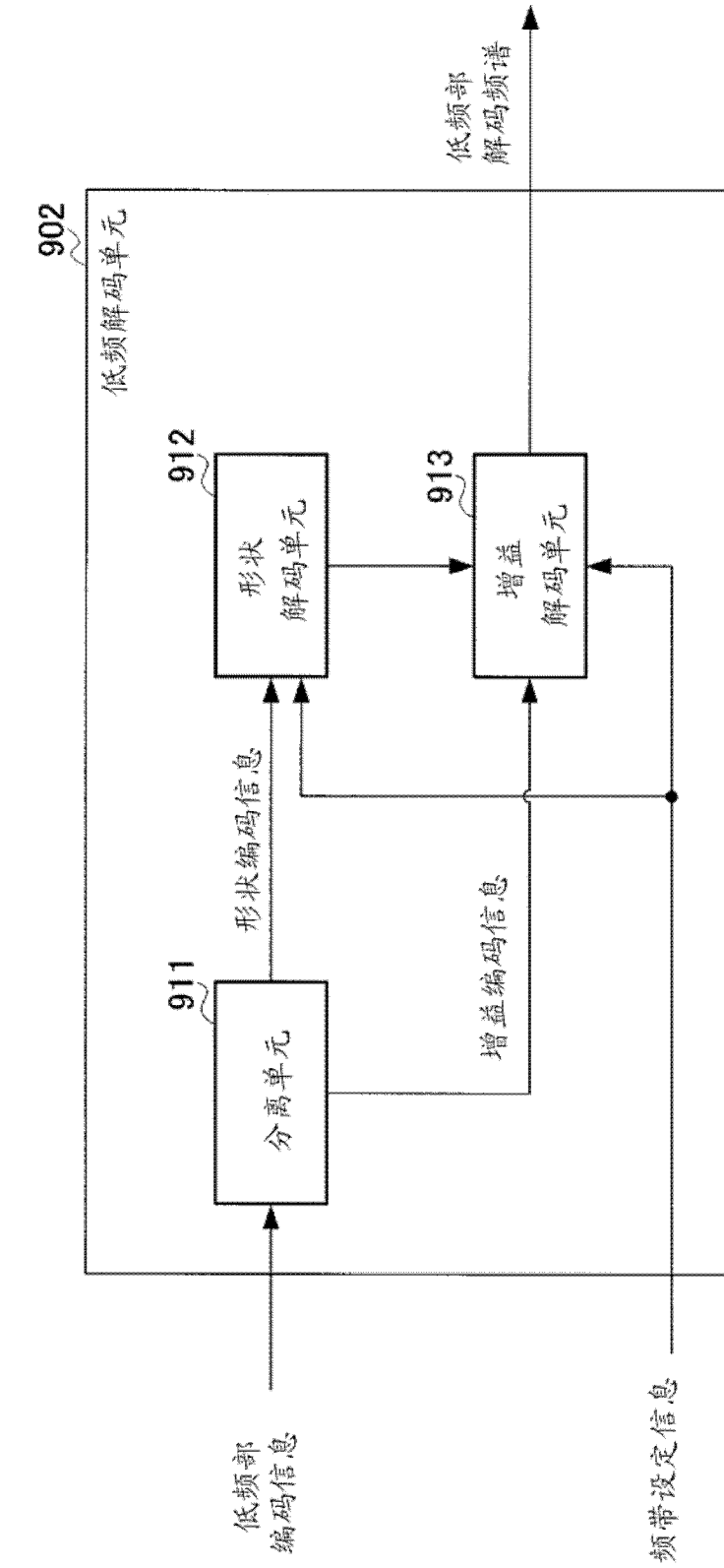


图 10

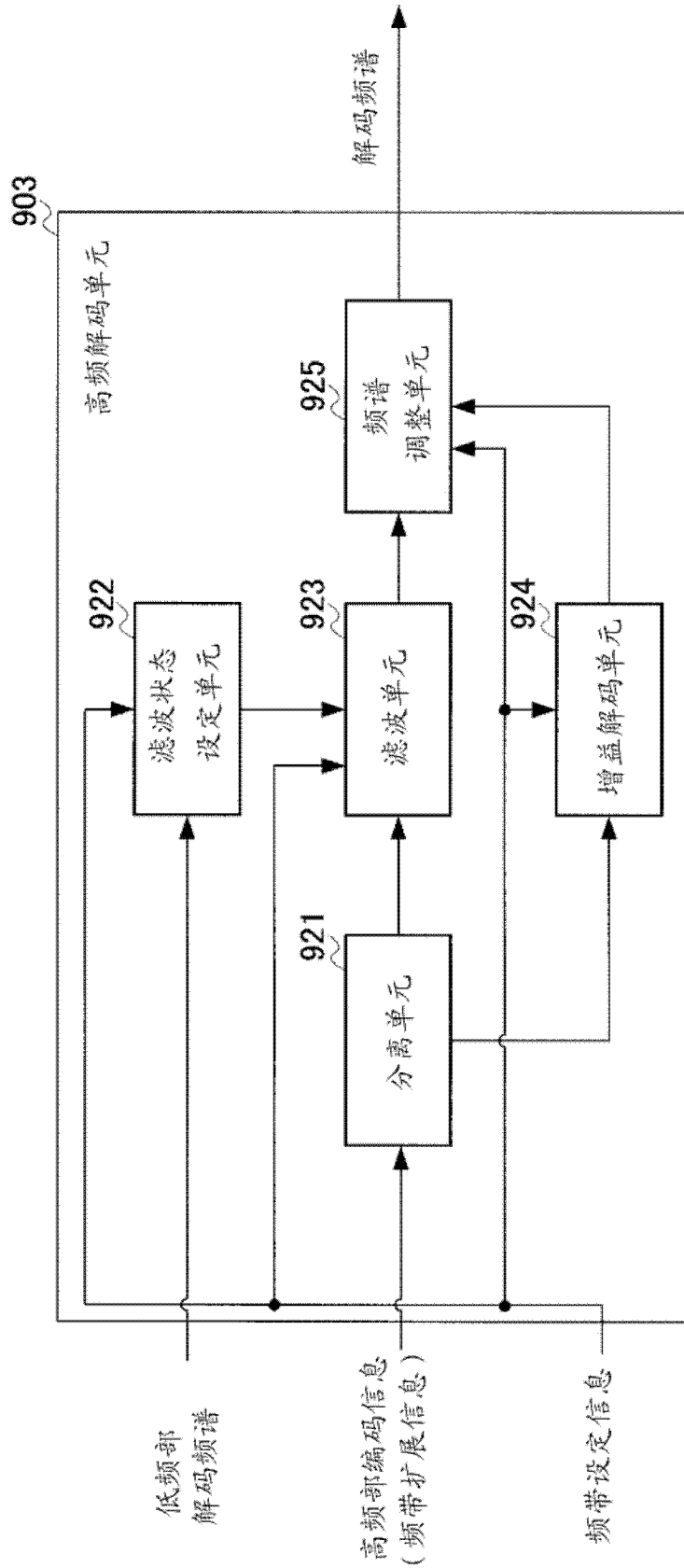


图 11

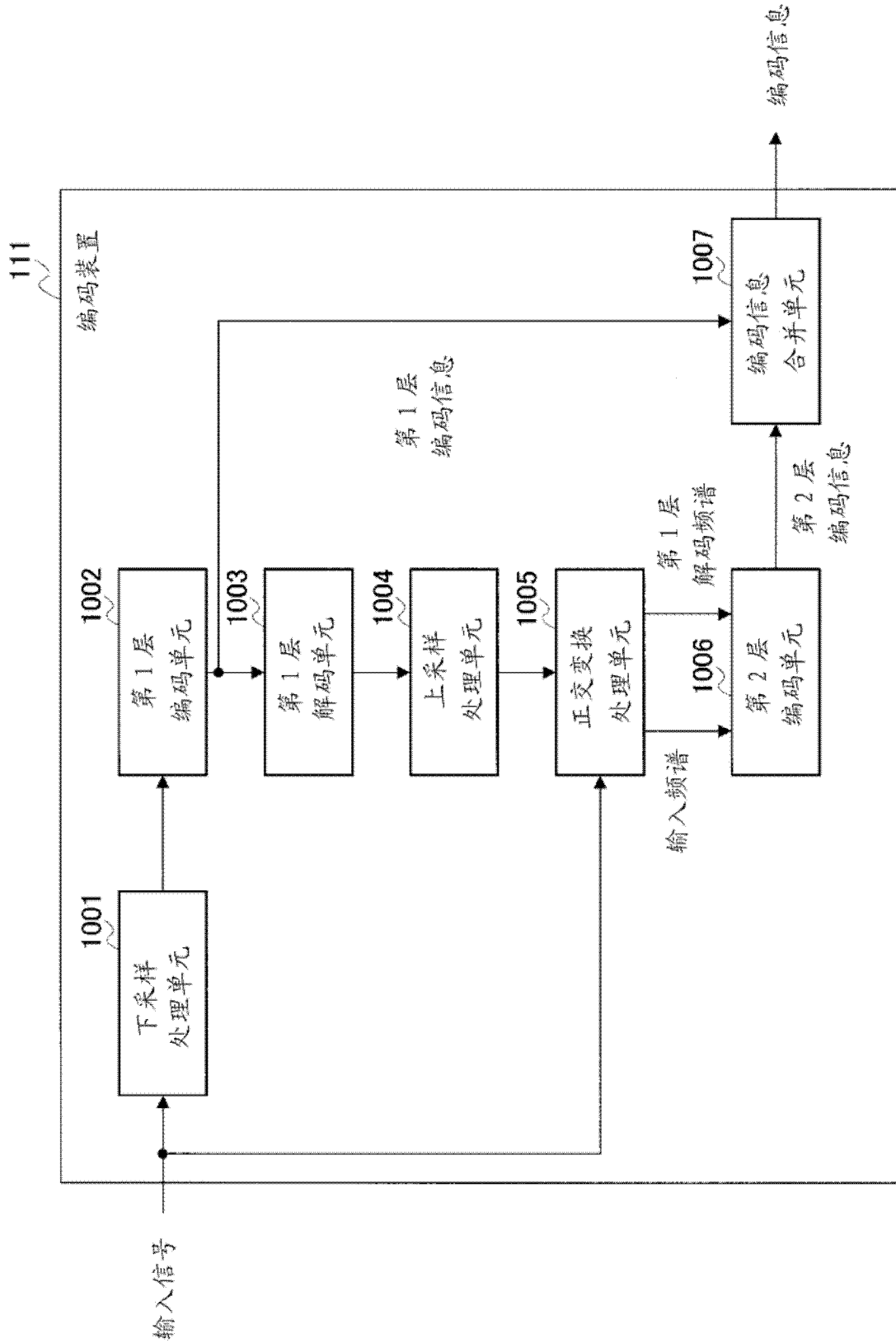


图 12

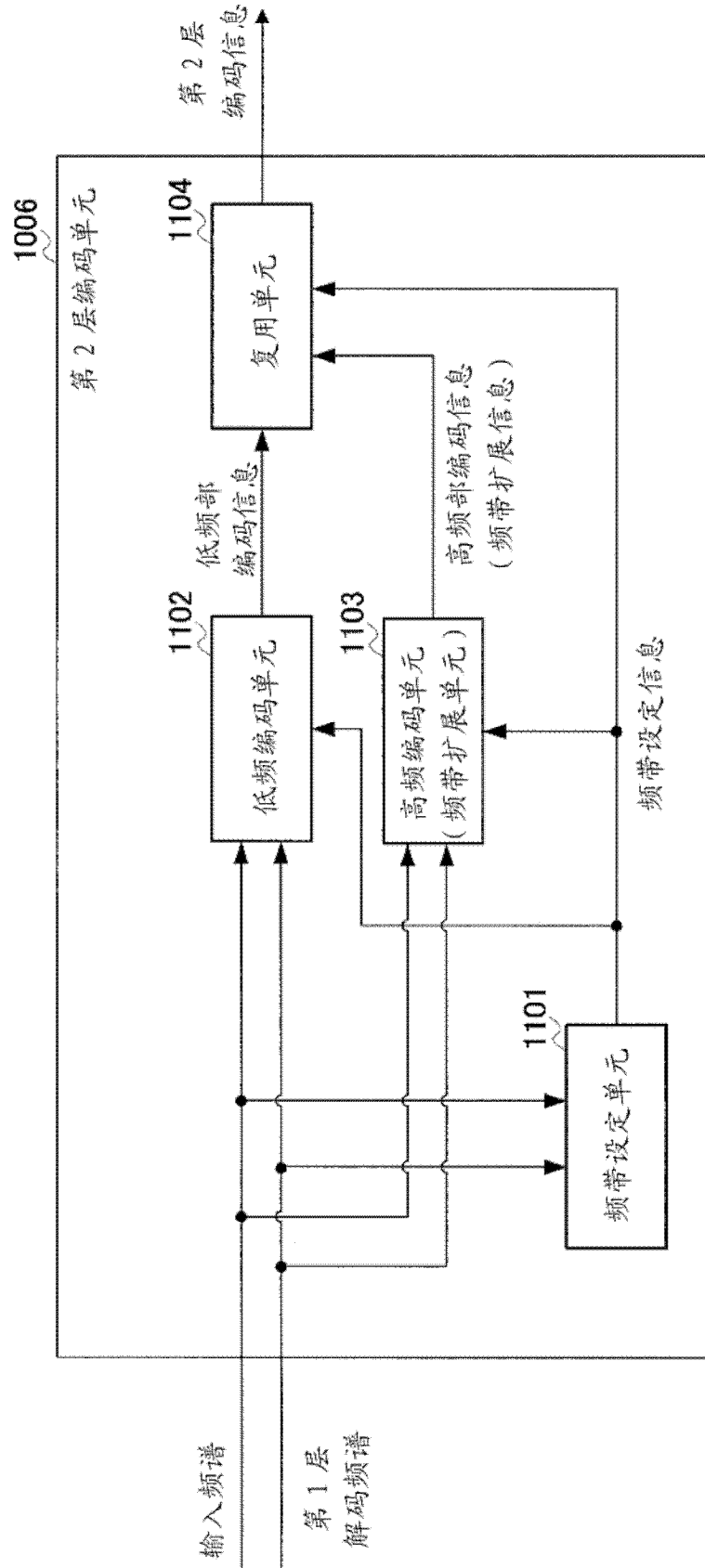


图 13

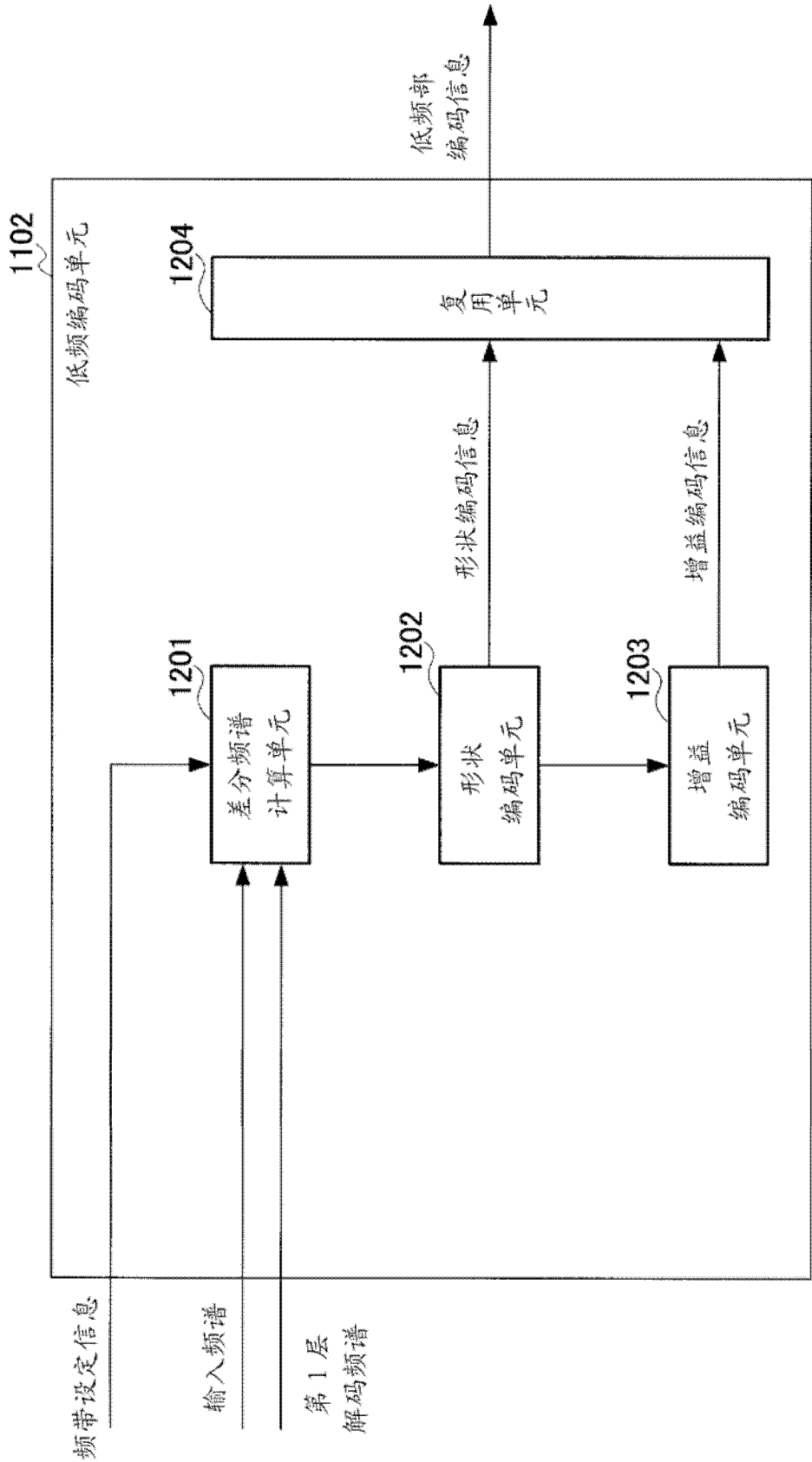


图 14

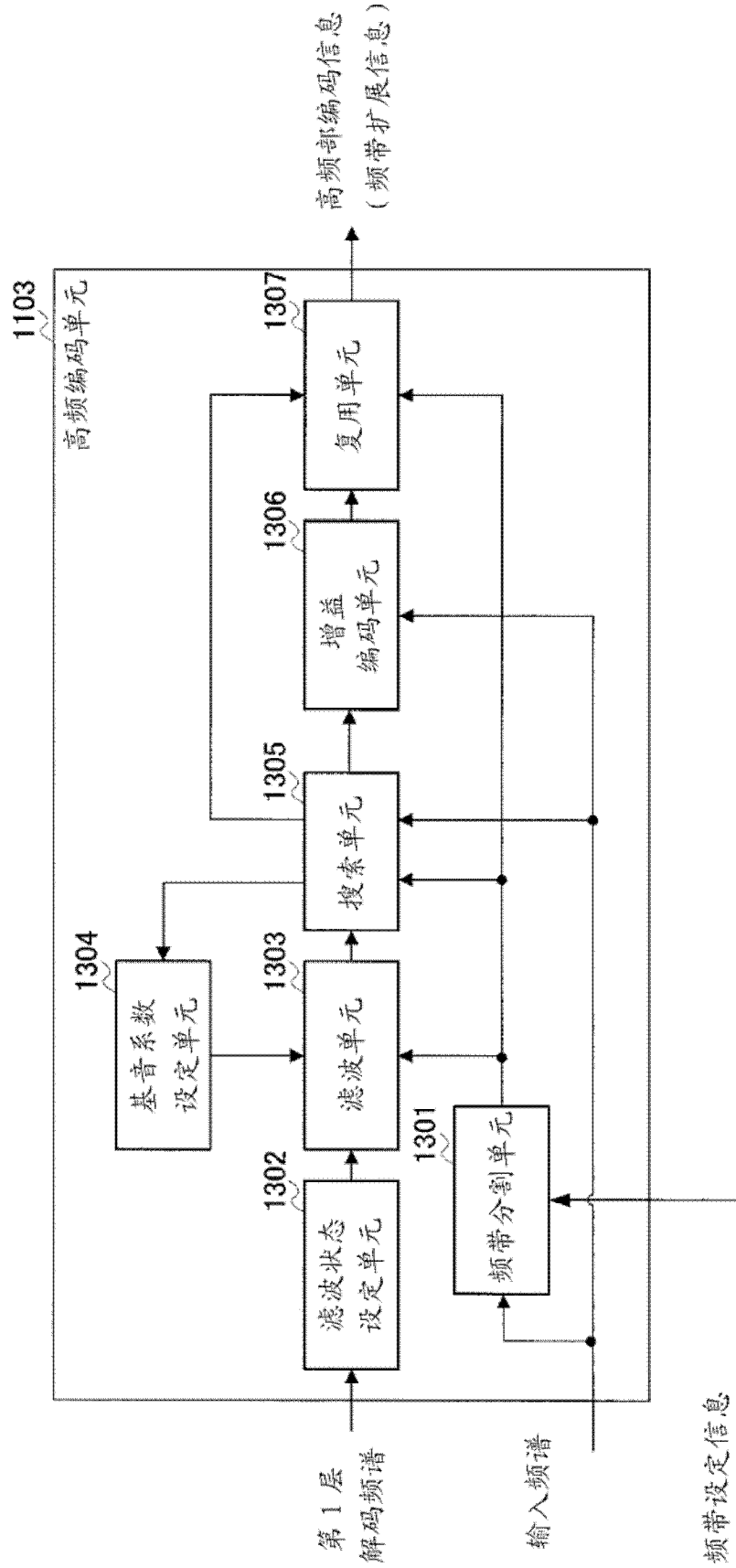


图 15

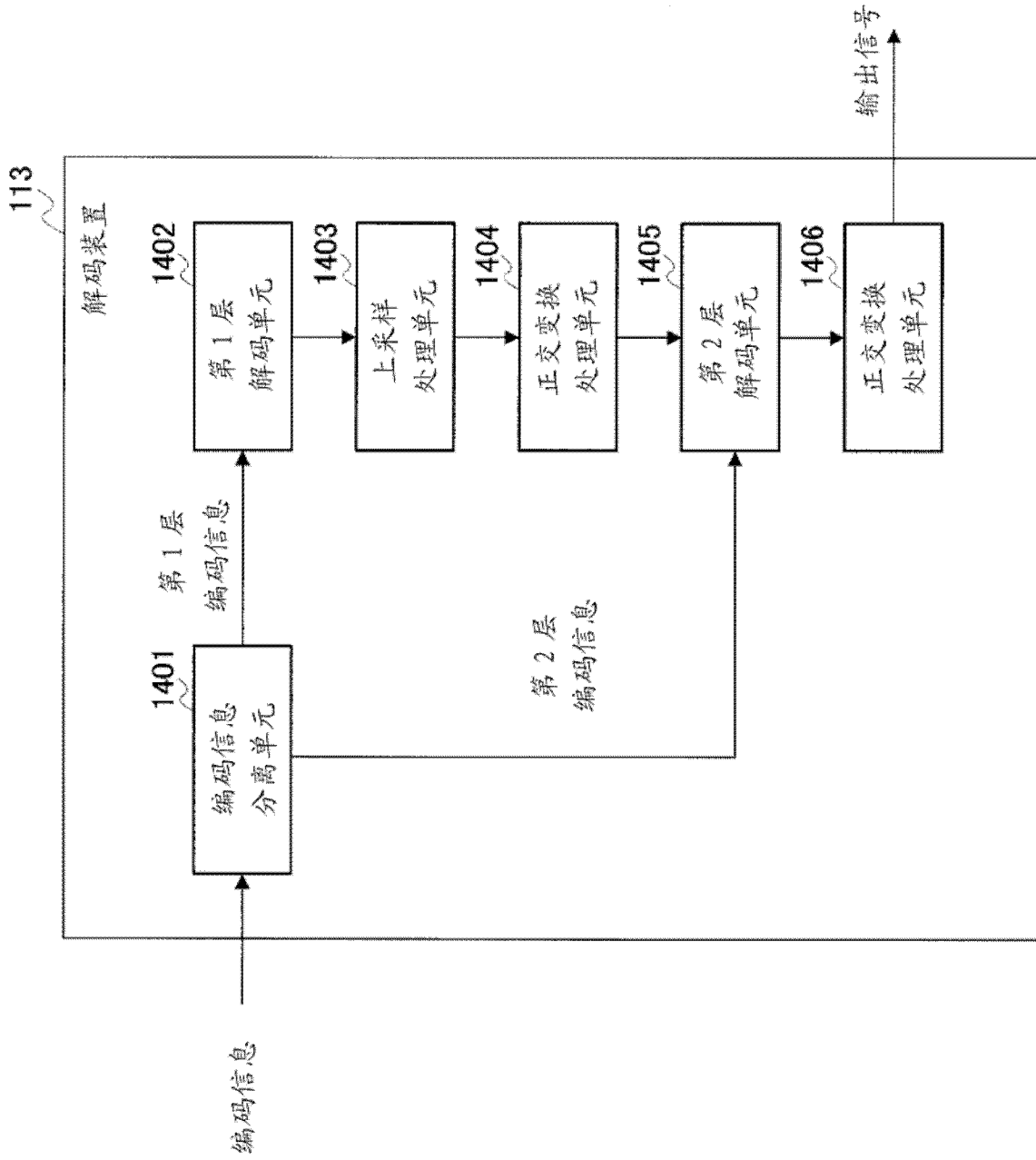


图 16

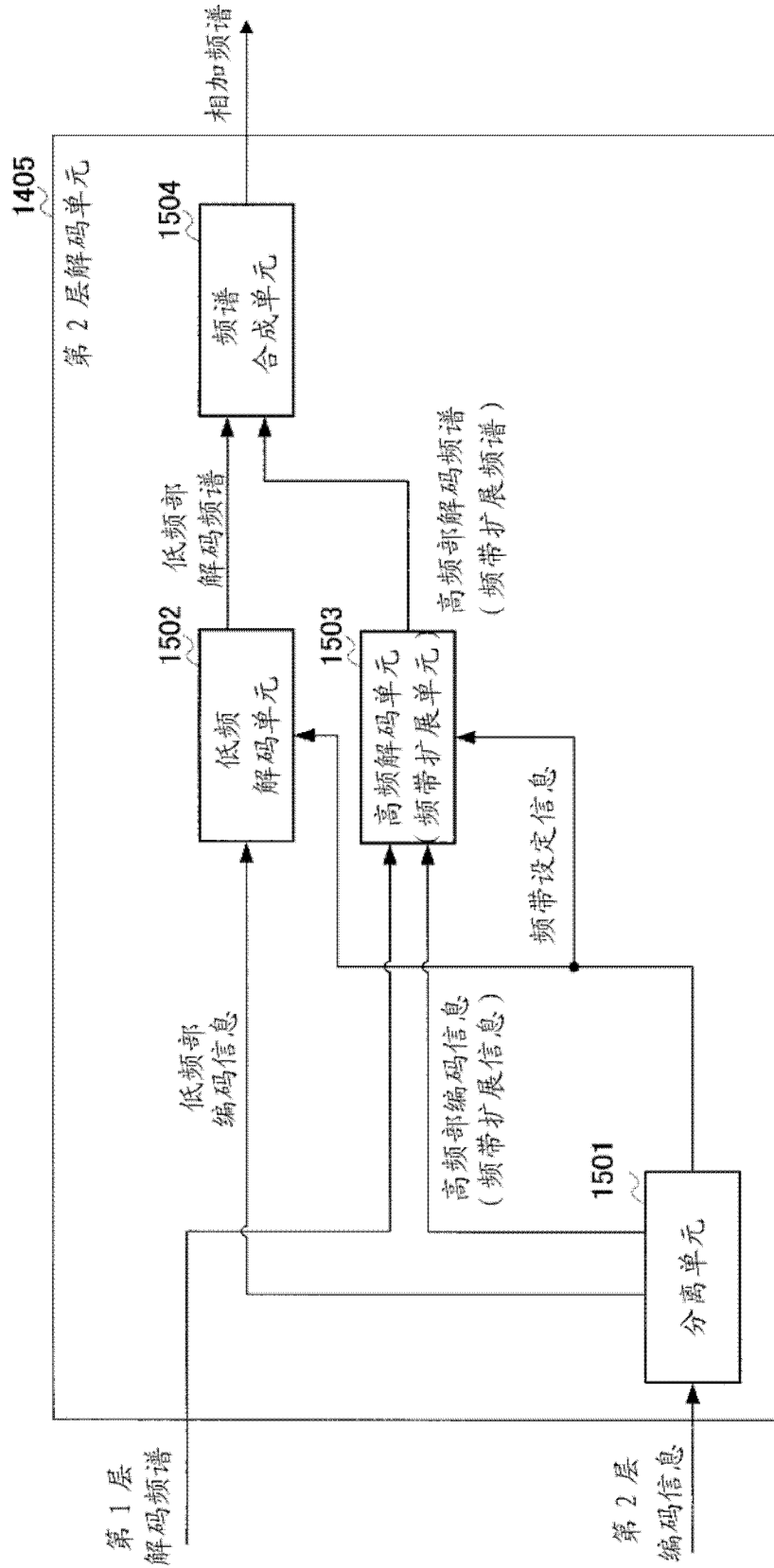


图 17

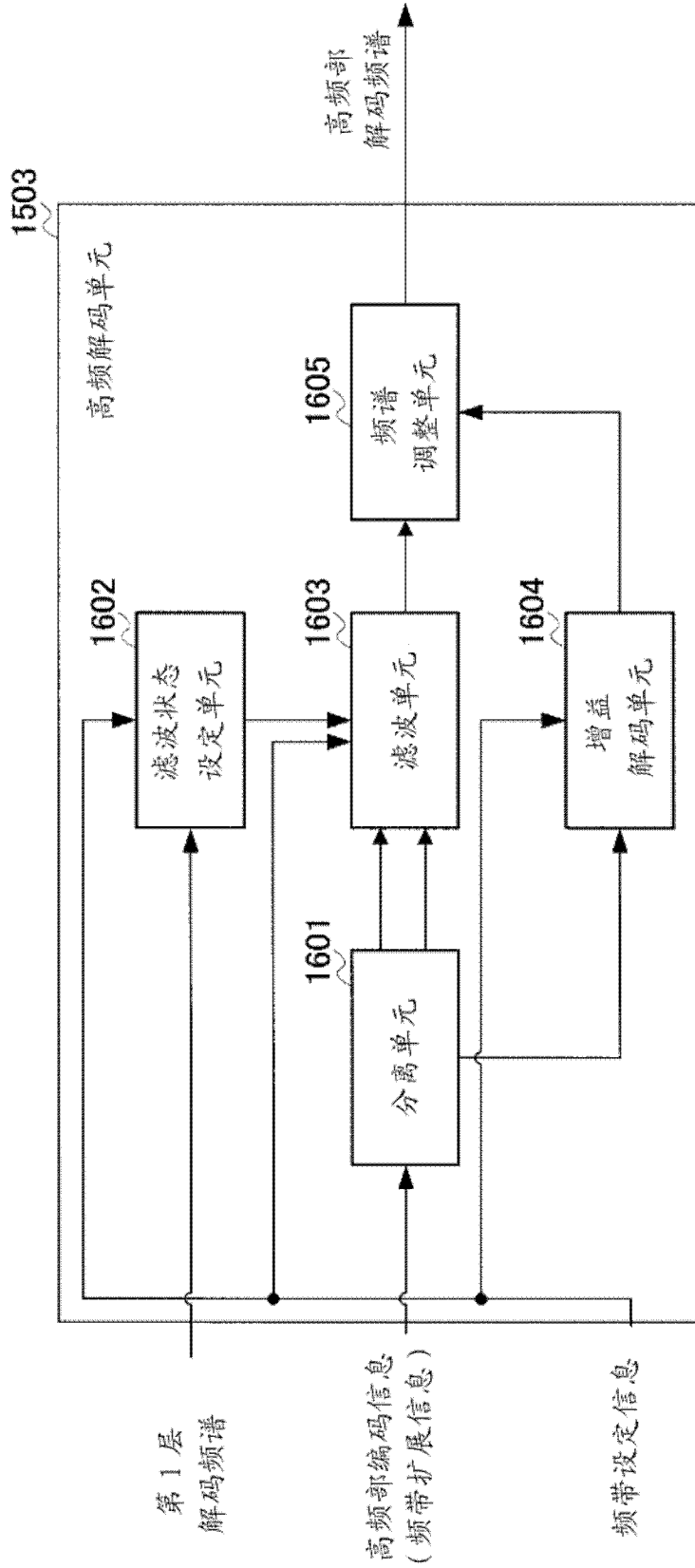


图 18

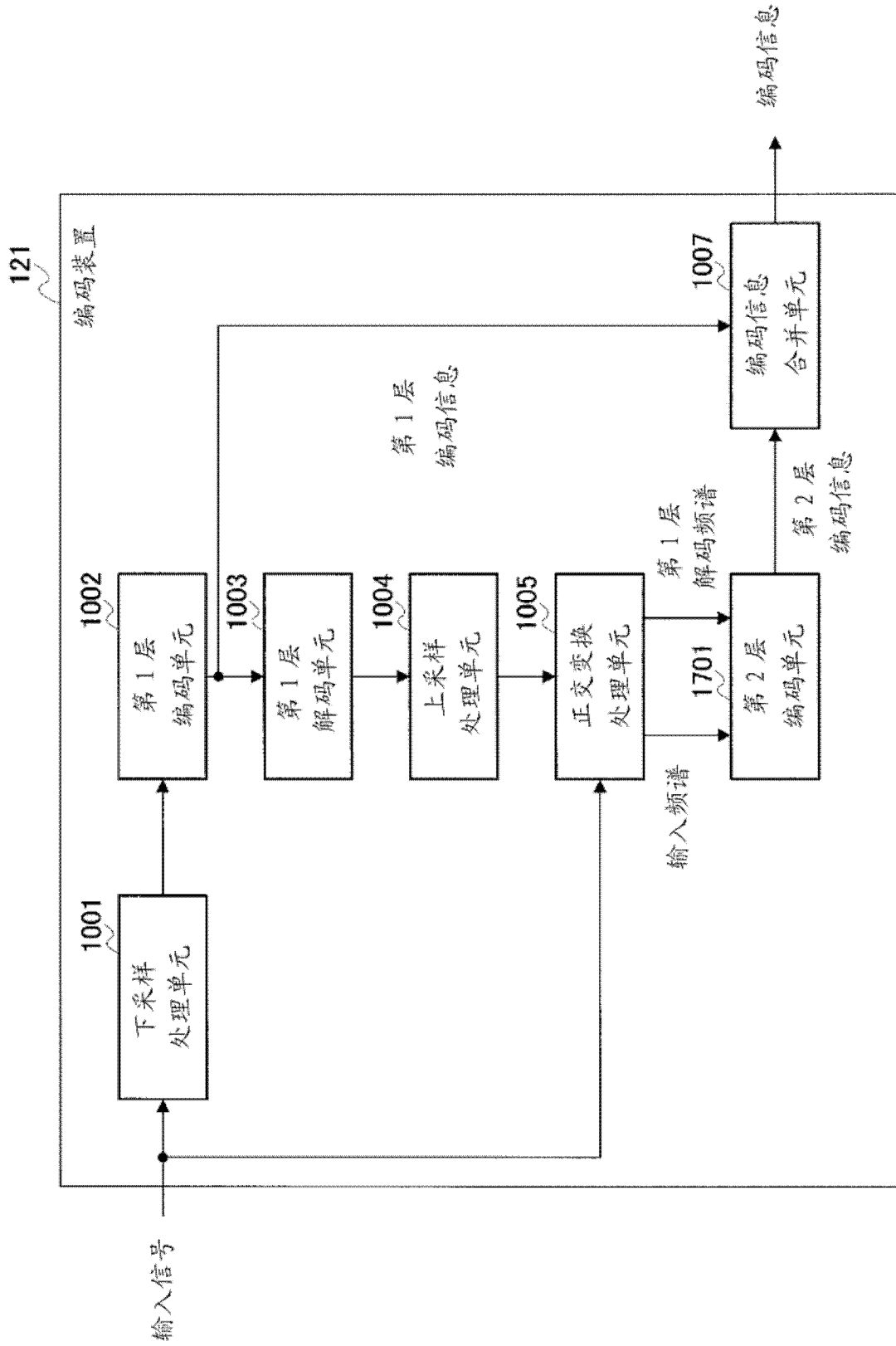


图 19

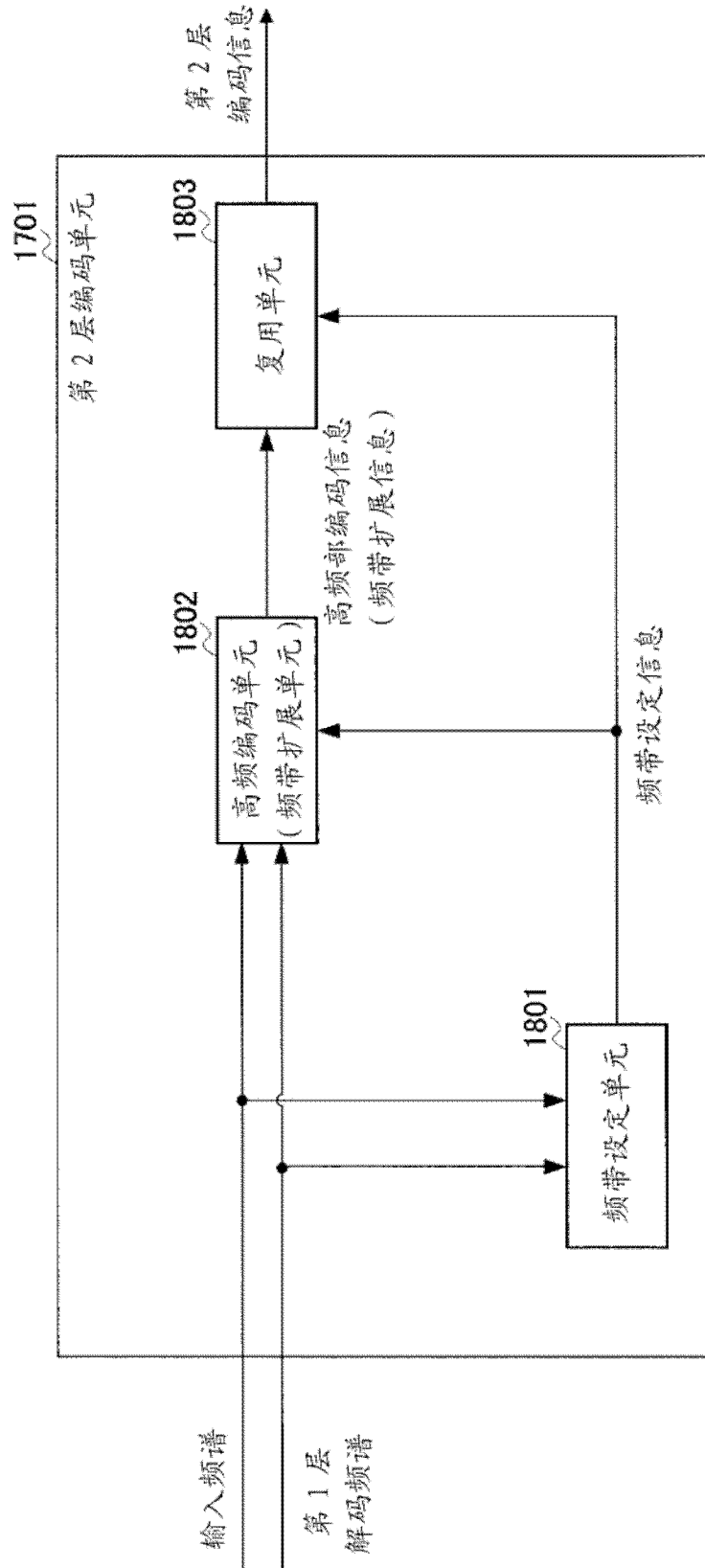


图 20

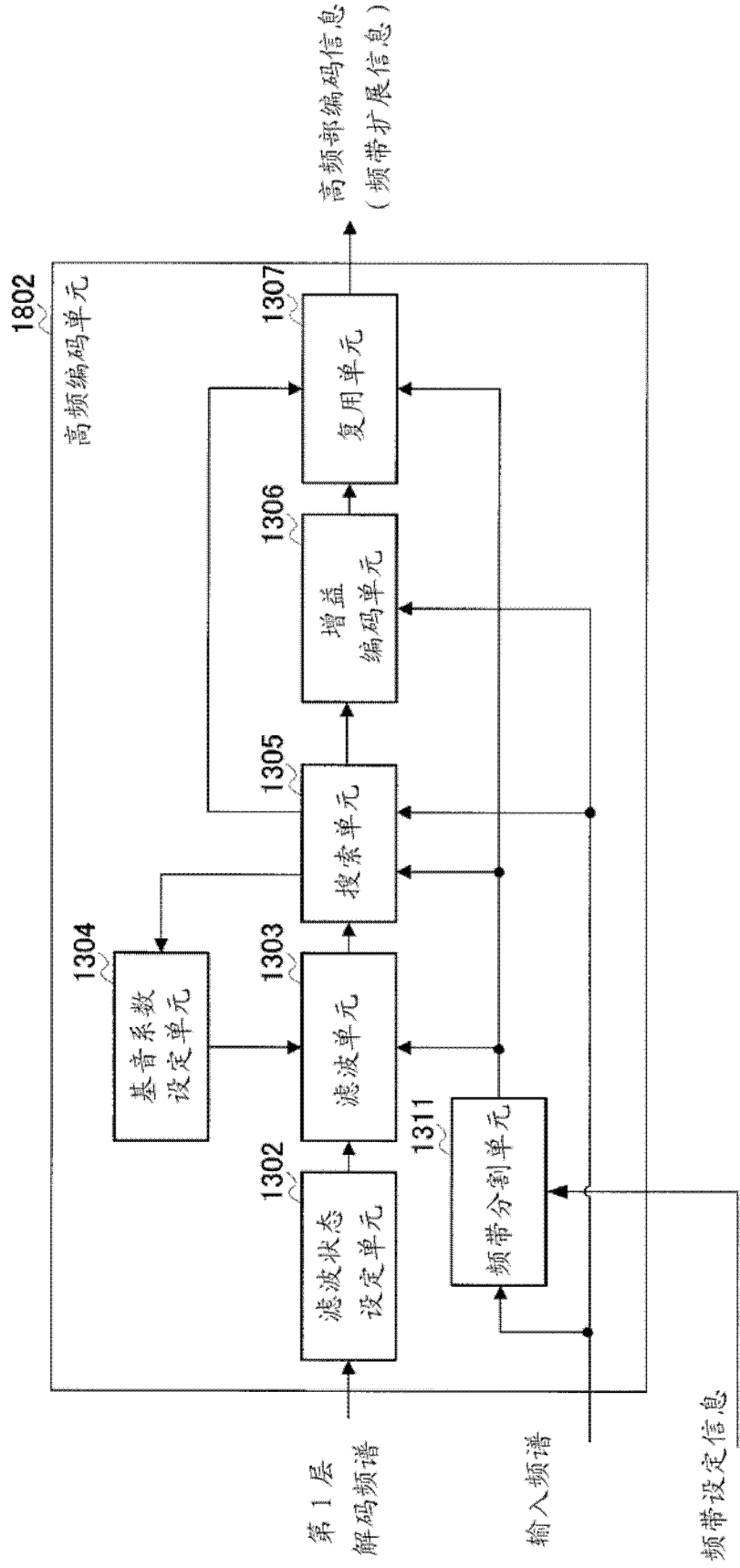


图 21

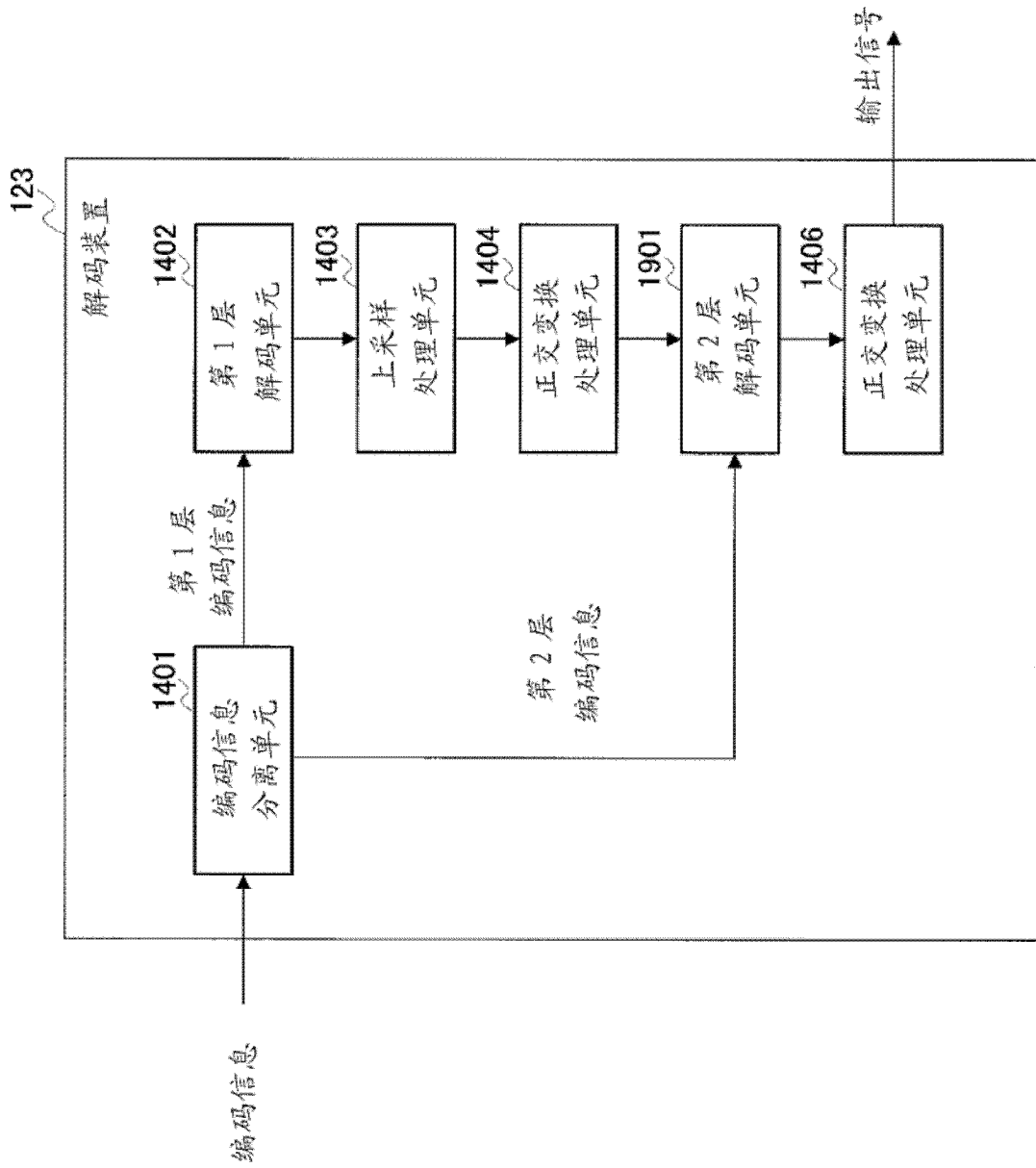


图 22

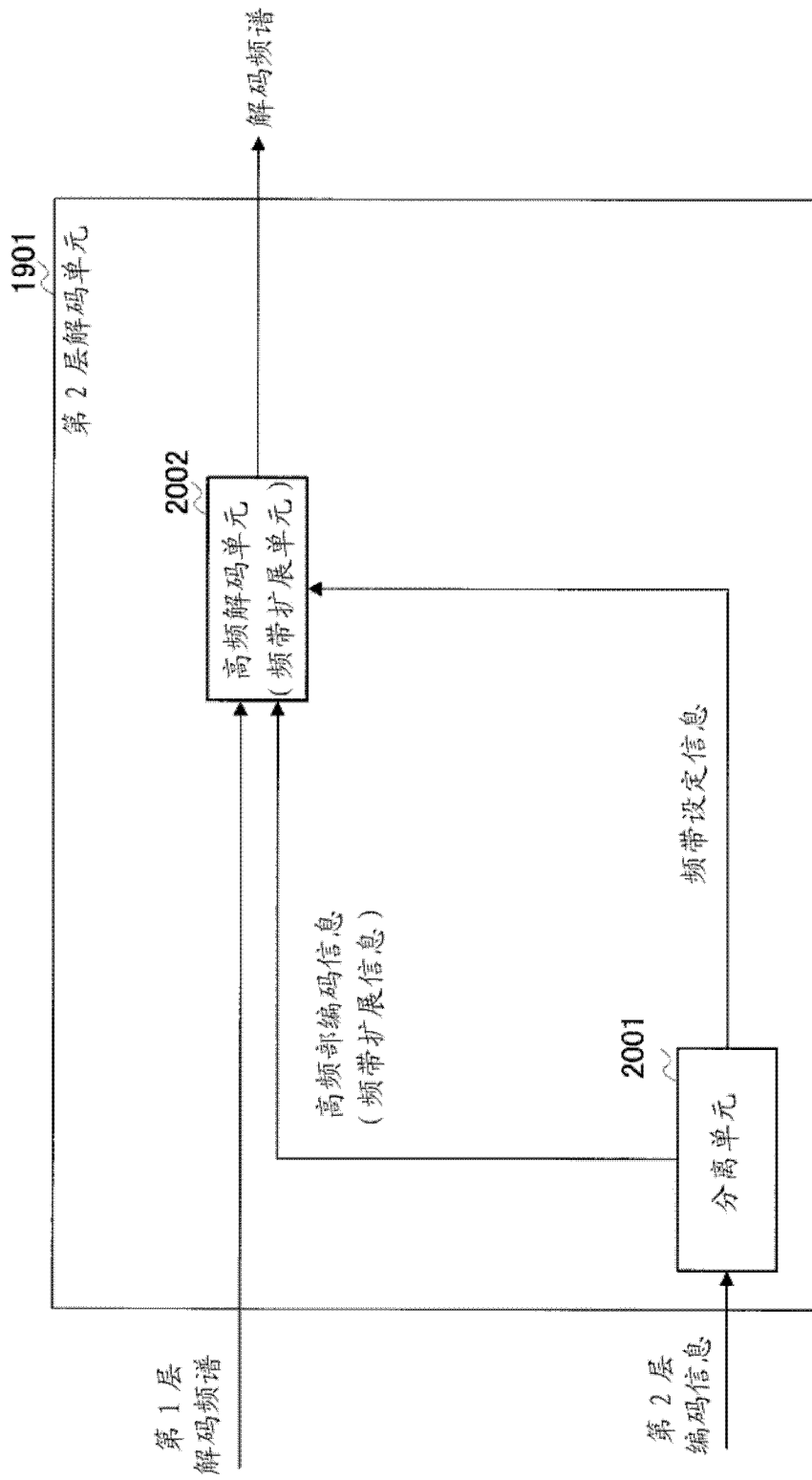


图 23

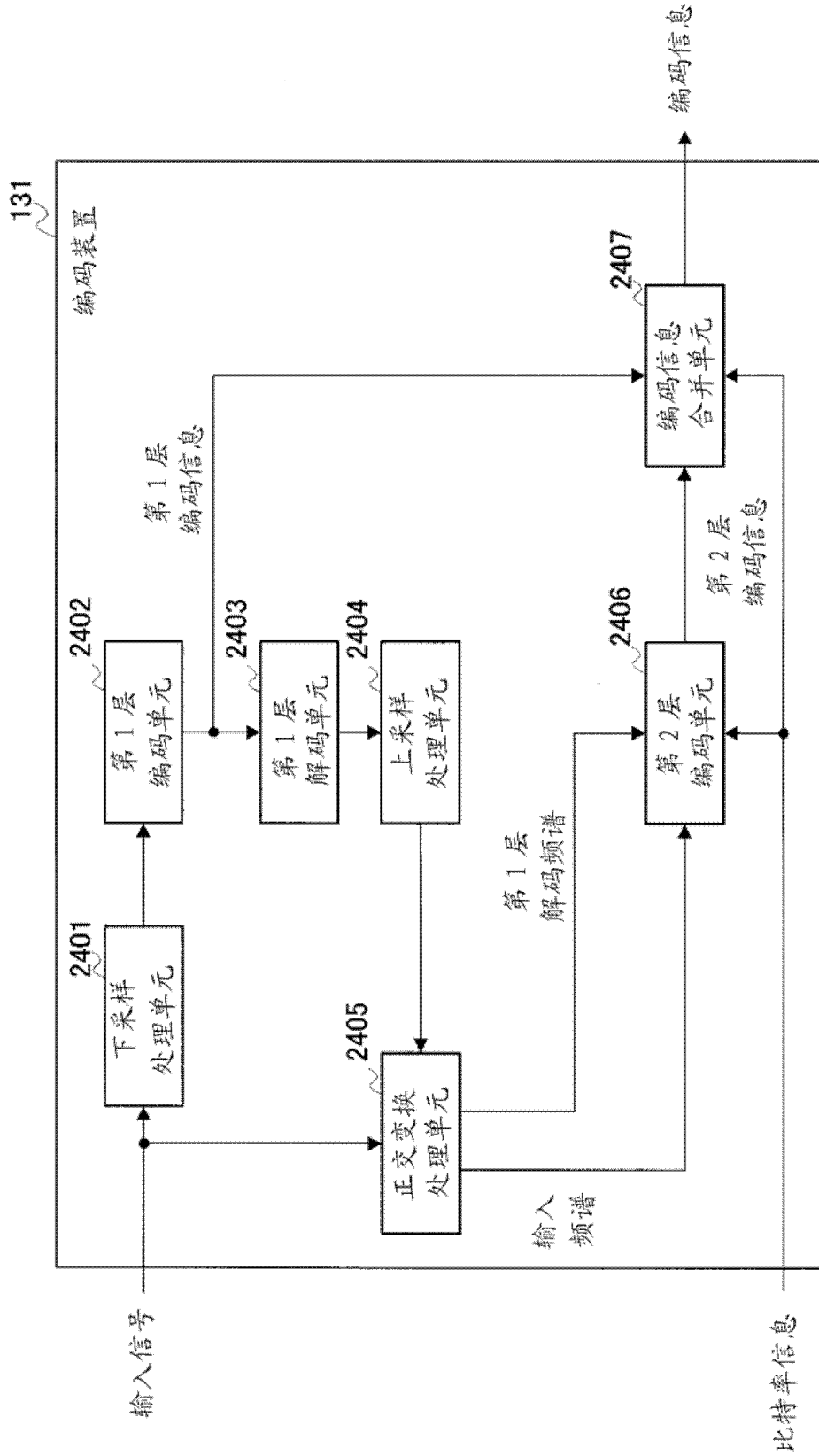


图 24

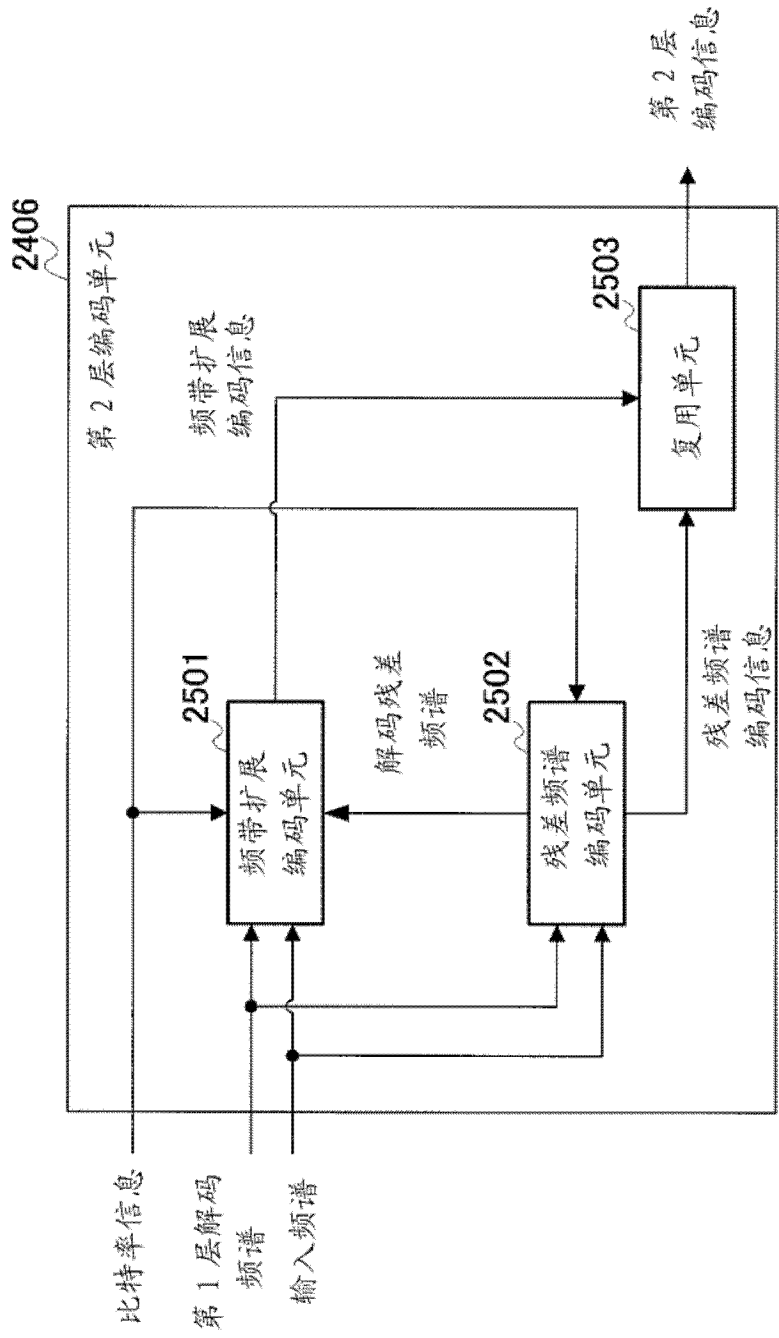


图 25

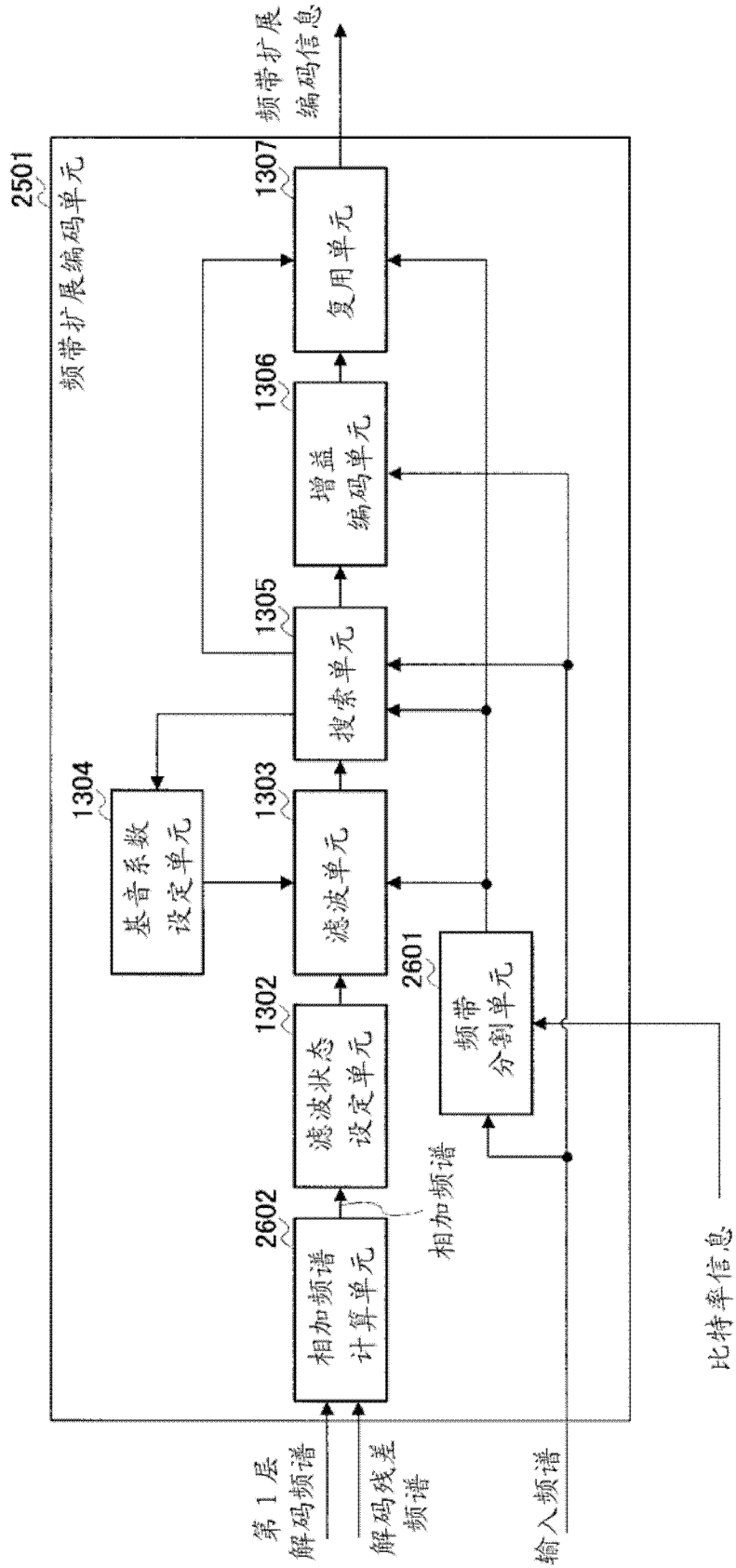


图 26

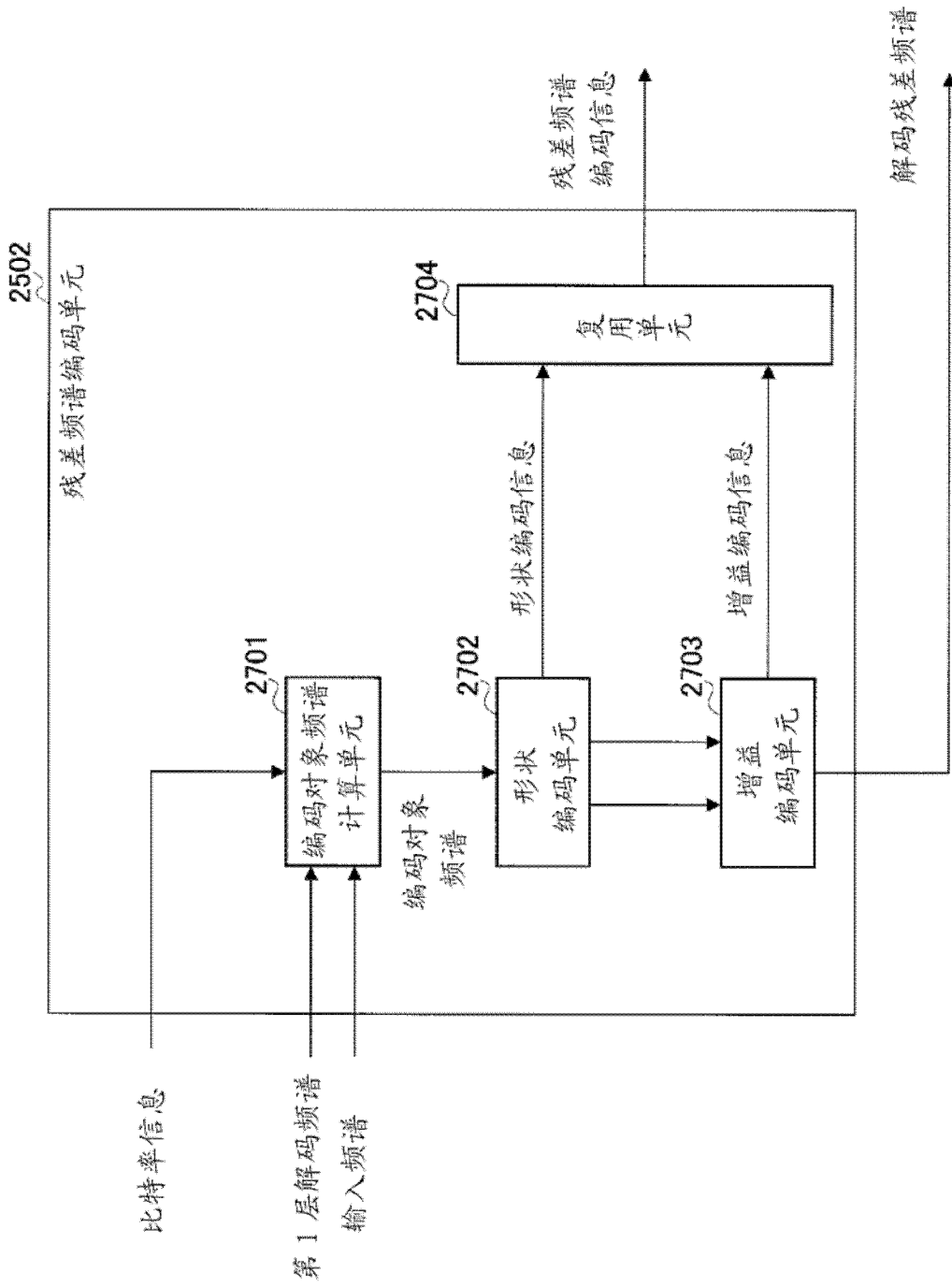


图 27

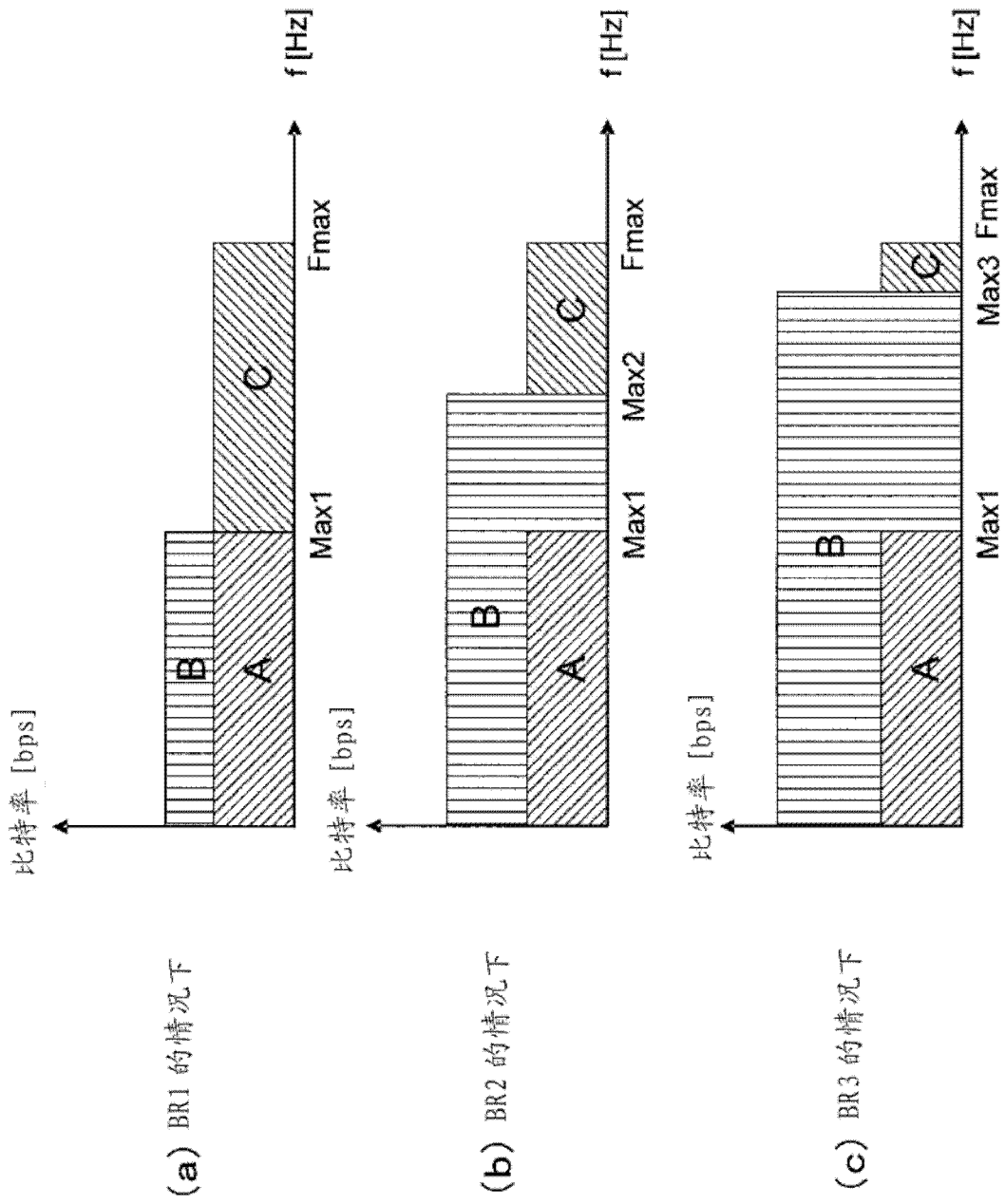


图 28

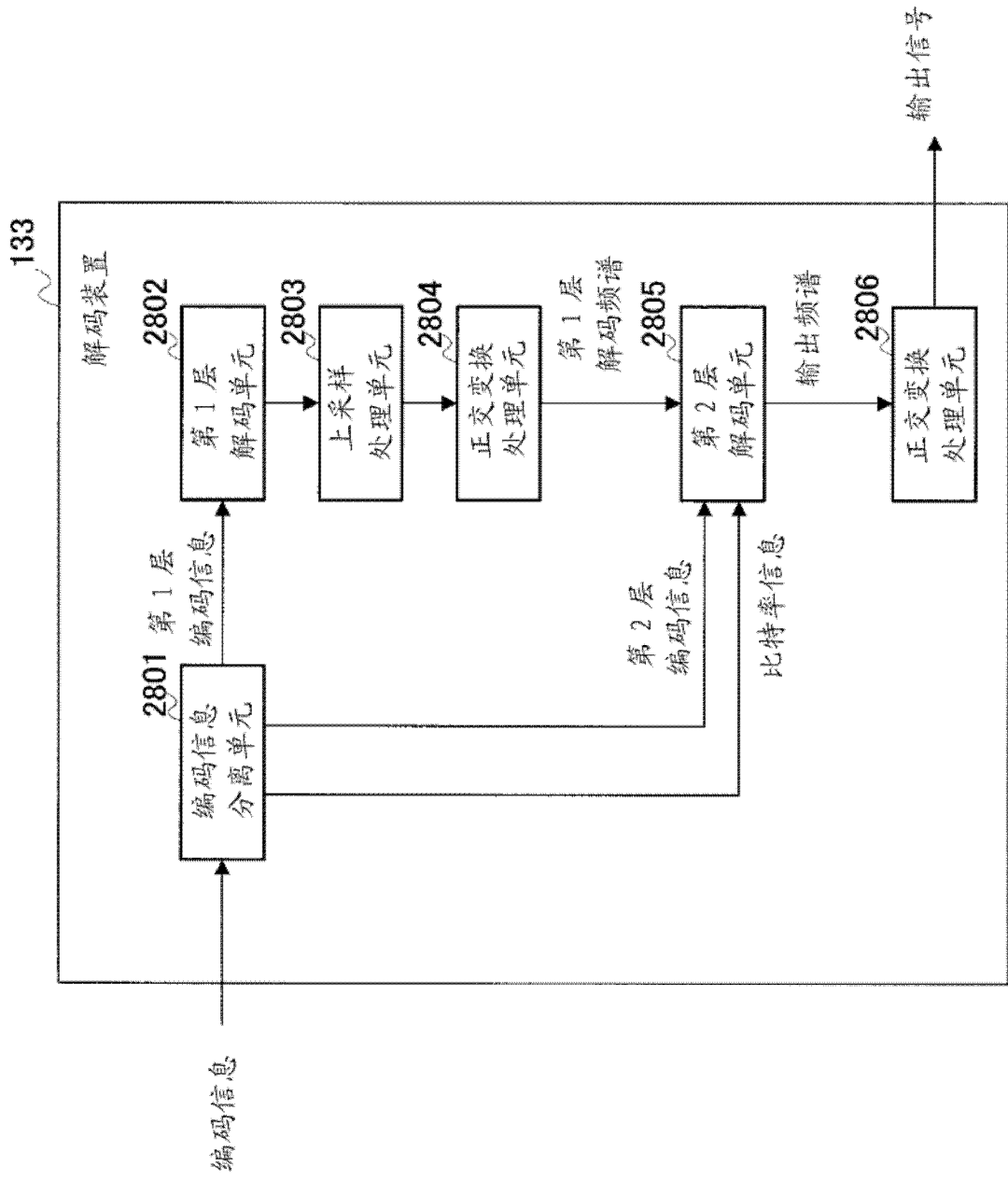


图 29

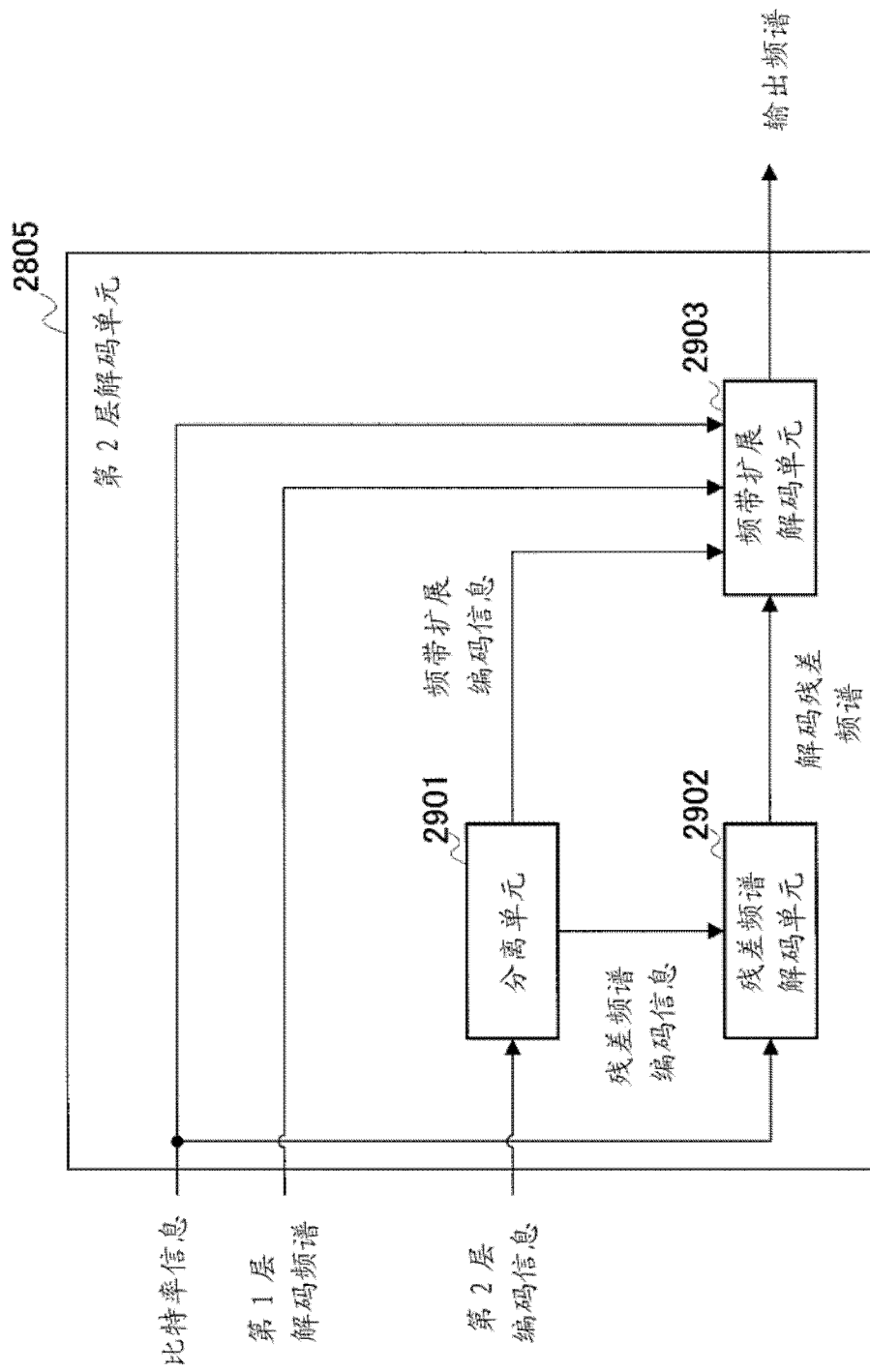


图 30

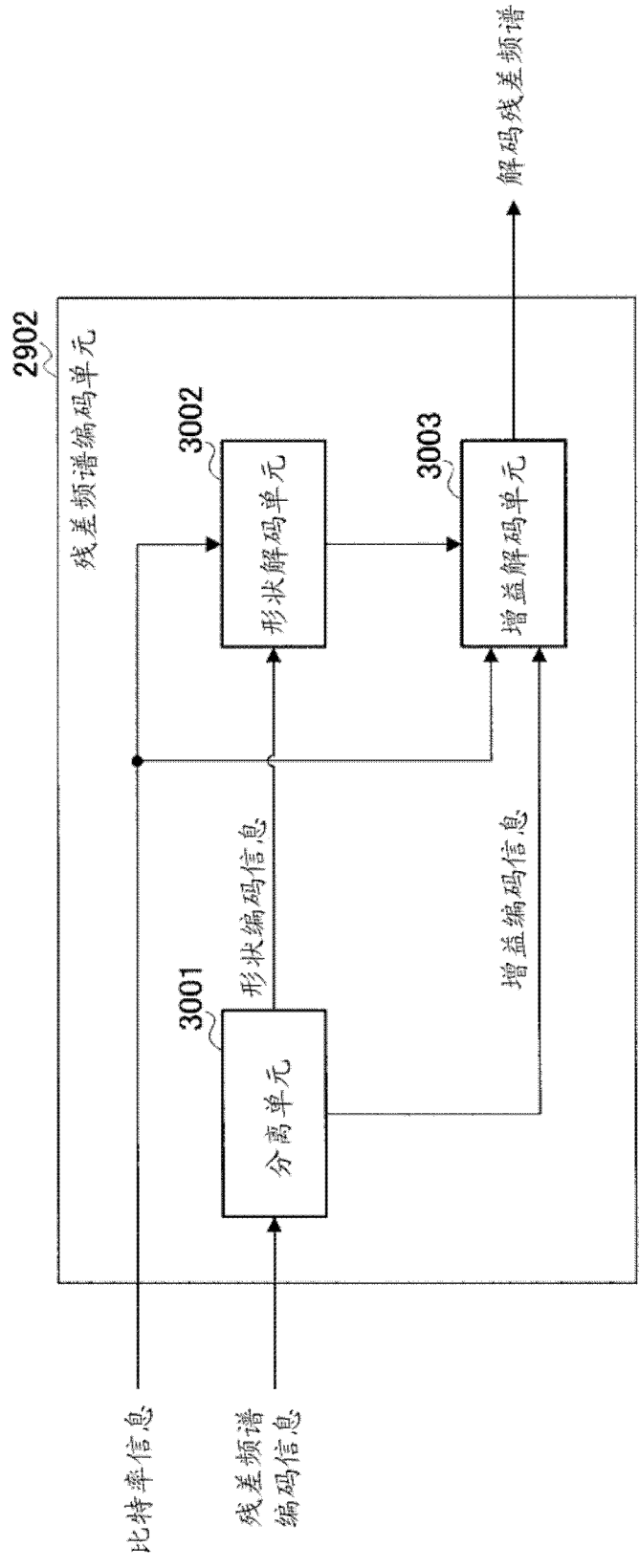


图 31

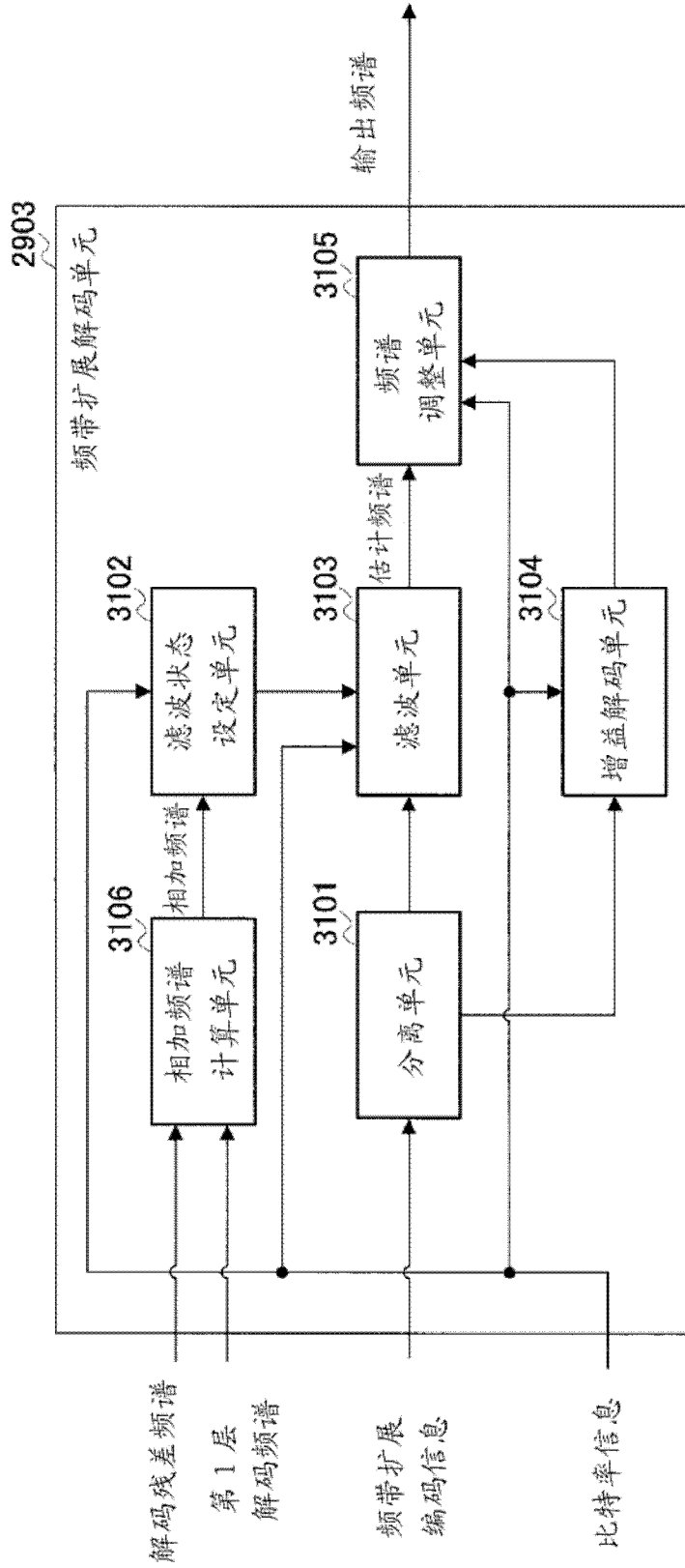


图 32

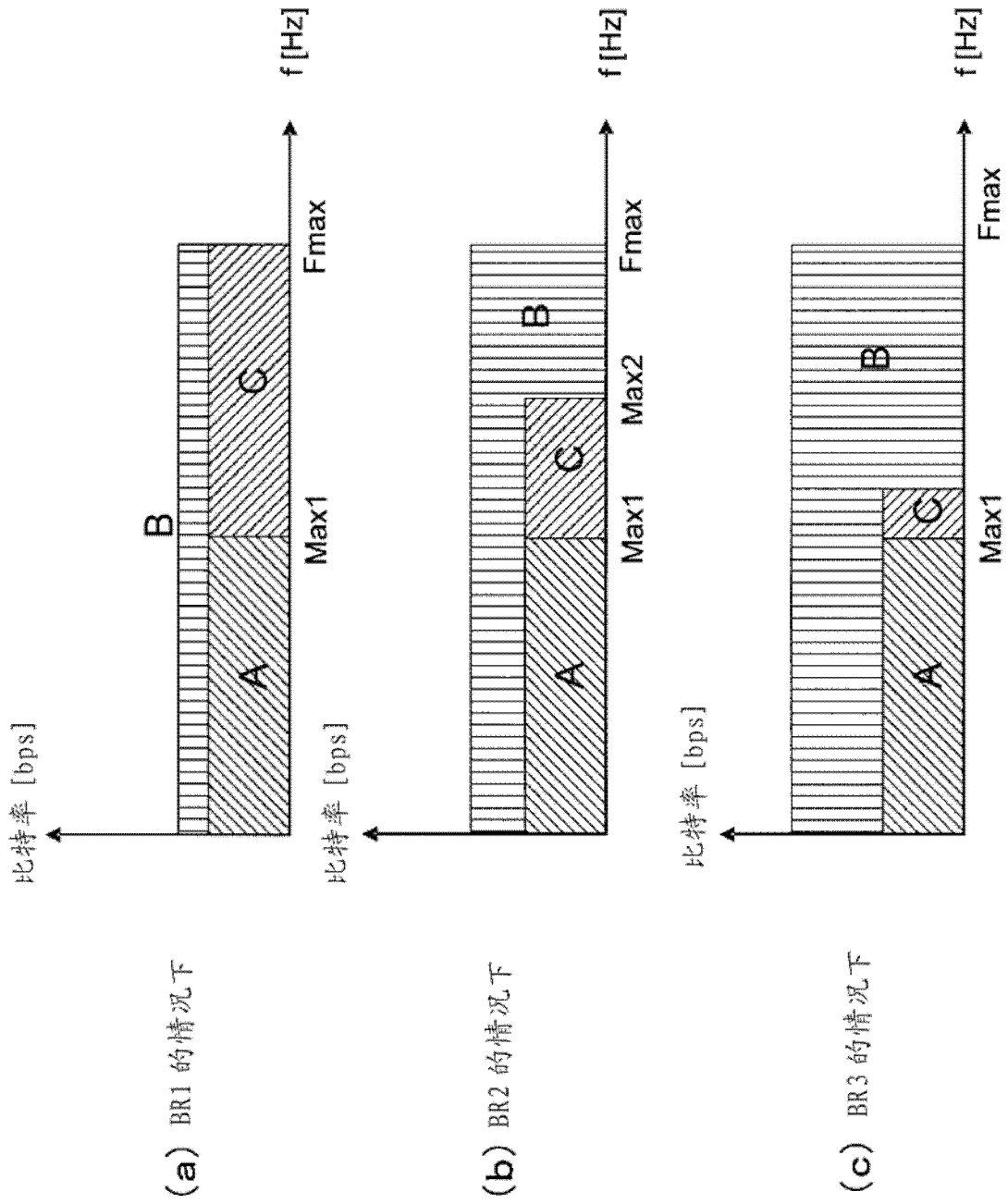


图 33