



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102239640 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 200980148292. 0  
 (22) 申请日 2009. 12. 08  
 (30) 优先权数据  
 313582/08 2008. 12. 09 JP  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2011. 06. 02  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2009/070550 2009. 12. 08  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02010/067799 JA 2010. 06. 17  
 (73) 专利权人 日本电信电话株式会社  
 地址 日本东京都  
 (72) 发明人 守谷健弘 原田登 镰本优  
 (74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
 11105  
 代理人 胡金珑  
 (51) Int. Cl.  
 H03M 7/40 (2006. 01)  
 (56) 对比文件  
 US 6041302 A, 2000. 03. 21, 说明书全文.  
 JP 特开 2007-279393 A, 2007. 10. 25, 说明书全文.

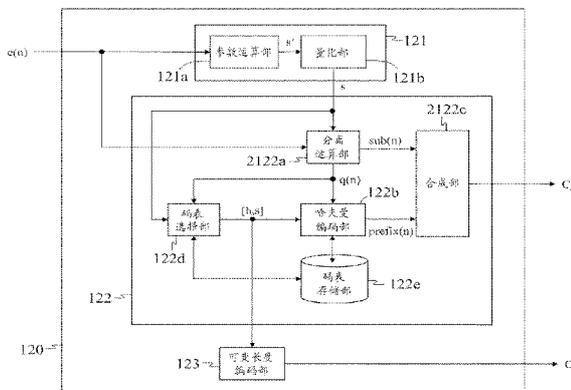
书全文.  
 JP 特开 2007-286200 A, 2007. 11. 01, 说明书全文.  
 JP 特开 2008-26460 A, 2008. 02. 07, 说明书全文.  
 CN 1589023 A, 2005. 03. 02, 说明书全文.  
 JP 特开 2007-318691 A, 2007. 12. 06, 说明书全文.  
 JP 特开 2007-286146 A, 2007. 11. 01, 说明书全文.  
 Liebchen, t., Reznik, Y. A. .MPEG-4 ALS: an Emerging Standard for Lossless Audio Coding. 《Data Compression Conference, 2004》. Proceedings. DCC 2004, 2003, 439-448.

审查员 沈乐平

权利要求书3页 说明书33页 附图45页

(54) 发明名称  
 编码方法、解码方法、使用这些方法的装置

(57) 摘要  
 将包括第 1 信息和第 2 信息的信息作为与预测残差对应的码来生成, 并对包括分离参数的每个辅助信息, 将该辅助信息进行可变长度编码, 其中, 第 1 信息用于确定通过如下除法来获得的整数的商: 将根据预测残差或预测残差的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数作为被除数, 将对于该预测残差所属的时间区间设定的分离参数或作为分离参数的映射值的整数作为除数, 第 2 信息用于确定被除数除以除数的余数。



1. 一种编码方法,对基于将时序信号进行预测分析的结果生成的整数形式表现的预测残差进行编码,其中,包括:

(A) 在每个某一时间区间设定分离参数的步骤;

(B) 将包括第1信息和第2信息的信息作为与所述预测残差对应的码而输出的步骤,其中,该第1信息用于确定通过如下除法来获得的整数的商:将根据所述预测残差或该预测残差的大小的增加而单调增加的0以上的整数作为被除数,将对于该预测残差所属的所述时间区间设定的所述分离参数或作为该分离参数的映射值的整数作为除数,该第2信息用于确定所述被除数除以所述除数的余数;以及

(C) 输出对包括所述分离参数的每个辅助信息、将该辅助信息进行可变长度编码而获得的码的步骤,其中,

所述分离参数是用于将属于所述时间区间的所述预测残差或该预测残差的映射值进行哥伦布莱斯编码的莱斯参数的映射值,

在所述时间区间设定的所述分离参数比用于将属于该时间区间的所述预测残差或该预测残差的映射值进行哥伦布莱斯编码的莱斯参数小,

所述第1信息是通过从多个可变长度编码方法中选择的可变长度编码方法对所述商进行了可变长度编码的码。

2. 如权利要求1所述的编码方法,其中,

所述预测残差是根据在作为预定的时间区间的每个帧,对时序信号进行预测分析的结果而获得的,

所述步骤(A)是在作为将所述帧进一步划分为多个的各个时间区间的每个子帧,设定所述分离参数的步骤,

所述除法的除数是对所述预测残差所属的子帧设定的所述分离参数或作为该分离参数的映射值的整数,

所述辅助信息包括将对属于同一个帧的各个子帧分别设定的各个分离参数结合的结合参数。

3. 如权利要求1所述的编码方法,其中,

所述第1信息是对所述商进行了可变长度编码的码,

所述步骤(B)包括:

(B-1) 求所述商的步骤;

(B-2) 对预定的每个时间区间选择用于对所述商进行可变长度编码的编码方法的步骤;以及

(B-3) 使用对与所述商对应的所述预测残差所属的时间区间设定的编码方法,对该商进行可变长度编码而生成所述第1信息的步骤,

所述辅助信息包括所述分离参数、用于确定在所述步骤(B-2)中选择的编码方法的索引的组。

4. 如权利要求3所述的编码方法,其中,

所述步骤(C)包括使用特定的可变长度编码方法,对包括某一个同一值的分离参数的多个所述辅助信息分别进行可变长度编码的步骤,

所述特定的可变长度编码方法是,在包括所述同一值的分离参数的多个所述辅助信息

中,对特定的辅助信息分配在对包括所述同一值的分离参数的多个所述辅助信息分别分配的码中最短的码长的码的编码方法,

所述特定的辅助信息是包括用于确定进行阿尔法编码或进行最接近阿尔法编码的可变长度编码的编码方法的索引的辅助信息。

5. 如权利要求 4 所述的编码方法,其中,

将在阿尔法编码中对编码对象值  $k$  分配的码的比特长度设为  $bu(k)$ 、在某一可变长度编码中对编码对象值  $k$  分配的码的比特长度设为  $bx(k)$ 、 $fu(k) = 0.5^{bu(k)}$ 、 $fx(k) = 0.5^{bx(k)}$  的情况下,  $(bu(k)-bx(k))(fu(k)-fx(k))$  关于各个  $k$  的总和越小,则该可变长度编码越接近阿尔法编码。

6. 如权利要求 3 所述的编码方法,其中,

所述步骤 (C) 是在所述分离参数是将所述除数设为预定的阈值以上的参数的情况下,使用第 1 情况比第 2 情况更多的可变长度编码方法,对所述辅助信息进行可变长度编码的步骤,

所述第 1 情况是第 3 码的码长比第 4 码的码长短的情况,

所述第 2 情况是所述第 3 码的码长比所述第 4 码的码长长的情况,

所述第 4 码是对包括用于确定为了进行与阿尔法编码不同的第 1 可变长度编码的第 1 编码方法的索引的辅助信息分配的码,

所述第 3 码是对包括用于确定为了进行比该第 1 可变长度编码更接近阿尔法编码的第 2 可变长度编码的第 2 编码方法的索引的辅助信息分配的码。

7. 如权利要求 6 所述的编码方法,其中,

将在阿尔法编码中对编码对象值  $k$  分配的码的比特长度设为  $bu(k)$ 、在某一可变长度编码中对编码对象值  $k$  分配的码的比特长度设为  $bx(k)$ 、 $fu(k) = 0.5^{bu(k)}$ 、 $fx(k) = 0.5^{bx(k)}$  的情况下,  $(bu(k)-bx(k))(fu(k)-fx(k))$  关于各个  $k$  的总和越小,则该可变长度编码越接近阿尔法编码。

8. 如权利要求 3 所述的编码方法,其中,

所述预测残差是根据在作为预定的时间区间的每个帧,对时序信号进行预测分析的结果而获得的,

所述步骤 (B-2) 是对作为将所述帧进一步划分为多个的各个时间区间的每个子帧,选择编码方法的步骤,

所述步骤 (B-3) 是使用对与所述商对应的所述预测残差所属的所述子帧设定的编码方法,对该商进行可变长度编码而生成所述第 1 信息的步骤,

所述辅助信息包括所述分离参数和结合索引的组,所述结合索引是将用于确定对属于同一个帧的各个子帧分别选择的编码方法的索引结合的索引。

9. 如权利要求 8 所述的编码方法,其中,

所述步骤 (C) 包括如下步骤:

在包括某一个同一值的分离参数的所述辅助信息中,对包括用于确定进行阿尔法编码或进行最接近阿尔法编码的可变长度编码的编码方法的索引的所述辅助信息,使用在对包括该同一值的分离参数的所述辅助信息分配的码中、分配最短的码长的码的可变长度编码方法,对包括该同一值的分离参数的所述辅助信息进行可变长度编码。

10. 如权利要求 8 所述的编码方法,其中,

所述步骤 (C) 是在所述分离参数是将所述除数设为预定的阈值以上的参数的情况下,使用第 3 码的码长比第 4 码的码长短的情况比所述第 3 码的码长比所述第 4 码的码长长的情况更多的可变长度编码方法,对所述辅助信息进行可变长度编码的步骤,

所述第 4 码是对包括用于确定为了进行与阿尔法编码不同的第 1 可变长度编码的第 1 编码方法的索引的辅助信息分配的码,

所述第 3 码是对包括用于确定为了进行比该第 1 可变长度编码更接近阿尔法编码的第 2 可变长度编码的第 2 编码方法的索引的辅助信息分配的码。

11. 一种编码方法,对基于将时序信号进行预测分析的结果生成的整数形式表现的预测残差进行编码,其中,包括:

在每个某一时间区间设定分离参数的步骤;以及

输出对包括所述分离参数的每个辅助信息、将该辅助信息进行可变长度编码而获得的码的步骤,

在所述时间区间设定的所述分离参数比用于将属于该时间区间的所述预测残差或该预测残差的映射值进行哥伦布莱斯编码的莱斯参数小。

12. 一种编码装置,对基于将时序信号进行预测分析的结果生成的整数形式表现的预测残差进行编码,其中,包括:

编码部,在每个某一时间区间设定整数的分离参数,并将包括第 1 信息和第 2 信息的信息作为与所述预测残差对应的码而输出,其中,该第 1 信息用于确定通过如下除法来获得的整数的商:将根据所述预测残差或该预测残差的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数作为被除数,将对于该预测残差所属的所述时间区间设定的所述分离参数或作为该分离参数的映射值的整数作为除数,该第 2 信息用于确定所述被除数除以所述除数的余数;以及

可变长度编码部,输出对包括所述分离参数的每个辅助信息、将该辅助信息进行可变长度编码而获得的码,

所述分离参数是用于将属于所述时间区间的所述预测残差或该预测残差的映射值进行哥伦布莱斯编码的莱斯参数的映射值,

在所述时间区间设定的所述分离参数比用于将属于该时间区间的所述预测残差或该预测残差的映射值进行哥伦布莱斯编码的莱斯参数小,

所述第 1 信息是通过从多个可变长度编码方法中选择的可变长度编码方法对所述商进行了可变长度编码的码。

13. 一种编码装置,对基于将时序信号进行预测分析的结果生成的整数形式表现的预测残差进行编码,其中,包括:

编码部,在每个某一时间区间设定分离参数;以及

可变长度编码部,输出对包括所述分离参数的每个辅助信息、将该辅助信息进行可变长度编码而获得的码,

在所述时间区间设定的所述分离参数比用于将属于该时间区间的所述预测残差或该预测残差的映射值进行哥伦布莱斯编码的莱斯参数小。

## 编码方法、解码方法、使用这些方法的装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及将时序信号进行预测分析而编码的技术,特别涉及预测残差的编码方法、解码方法、使用这些方法的装置、程序以及记录介质。

[0002] 背景技术

[0003] 在将声音信号或视频信号等的时序信号通过通信路径来传输,或者记录在信息记录介质中的情况下,从提高传输效率或记录效率的观点出发,将时序信号变换为压缩码之后传输或者记录的方法是比较有效的。此外,随着近年来的宽频带的普及和存储装置的容量增加,与将压缩率的高度为优先的不可逆压缩编码方式相比,以原信号的完整再现为条件的可逆压缩编码方式受到重视(例如,参照非专利文献1)。其中,使用线性预测分析等的要素技术而将声音信号进行可逆压缩编码的技术,作为 MPEG (Moving Picture Expert Group, 运动图像专家组) 的国际标准规格“MPEG-4ALS”而受到认可(例如,参照非专利文献2)。

[0004] 图1是用于说明以往的可逆压缩编码方式的编码装置2100的功能结构的方框图。图2是用于说明图1所示的残差编码部2120的功能结构的方框图。此外,图3是用于说明以往的可逆压缩编码方式的解码装置2200的功能结构的方框图。图4是用于说明图3所示的残差解码部2220的功能结构的方框图。首先,使用这些图,说明以往的可逆压缩编码方式。

[0005] < 编码方法 >

[0006] 在编码装置2100的帧缓冲器2111中,输入已进行了标本化/量化的PCM (pulse code modulation, 脉冲编码调制) 形式的时序信号  $x(n)$  ( $n$  是表示离散时间的索引)。帧缓冲器2111对预定的时间区间(以下,称为“帧”)量的时序信号  $x(n)$  ( $n=1, \dots, N$ ) ( $N$  为正整数) 进行缓冲。被缓冲的1帧量的时序信号  $x(n)$  ( $n=1, \dots, N$ ) 送到预测编码部2110的线性预测分析部2112, 线性预测分析部2112通过线性预测分析而计算1次至  $M$  次的 PARCOR 系数  $k(m)$  ( $m=1, 2, \dots, M$ ) 并输出。

[0007] 另外,在线性预测分析中,假设将某一时刻  $n$  的时序信号  $x(n)$  和该时刻  $n$  之前的  $M$  个 ( $M$  为正整数。将  $M$  称为“预测次数”。) 的时刻  $n-1, n-2, \dots, n-M$  的时序信号  $x(n-1), x(n-2), \dots, x(n-M)$  分别以系数  $\alpha(m)$  ( $m=1, \dots, M$ ) (称为“线性预测系数”) 加权所得的值、和预测残差  $e(n)$  (有时也称为“预测误差”) 之间成立线性1次结合。基于该假设的线性预测模型成为如下。在线性预测分析中,对输入的时序信号  $x(n)$  ( $n=1, \dots, N$ ) 计算将预测残差  $e(n)$  ( $n=1, \dots, N$ ) 的能量最小化的线性预测系数  $\alpha(m)$  ( $m=1, \dots, M$ ) 或者可变换为它的 PARCOR 系数  $k(m)$  ( $m=1, \dots, M$ ) 等的系数。

[0008] 
$$e(n) = x(n) + \alpha(1) \cdot x(n-1) + \alpha(2) \cdot x(n-2) + \dots + \alpha(M) \cdot x(n-M)$$

[0009] 作为线性预测分析的具体例子,有如莱文森-德宾 (Levinson-Durbin) 法或伯格 (Burg) 法等的逐次算法、自相关法或协方差法那样,对每个预测次数解联立方程式(以将预测残差最小的线性预测系数为解的联立方程式)的方法等。

[0010] 此外,将使用某一时刻  $n$  之前的  $M$  个的时刻  $n-1, n-2, \dots, n-M$  的时序信号

$x(n-1)$ 、 $x(n-2)$ 、……、 $x(n-M)$ ，估计该时刻  $n$  的时序信号  $y(n)$  的下式的线性 FIR(Finite Impulse Response,有限脉冲响应)滤波器称为“线性预测滤波器”。

$$[0011] \quad y(n) = -\{\alpha(1) \cdot x(n-1) + \alpha(2) \cdot x(n-2) + \dots + \alpha(M) \cdot x(n-M)\}$$

[0012] 算出的 PARCOR 系数  $k(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ ) 送到量化部 2113,并在量化之后生成量化 PARCOR 系数  $i(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ )。另外,“量化 PARCOR 系数”既可以是 PARCOR 系数的量化值本身,也可以是对该 PARCOR 系数的量化值赋予的索引。量化 PARCOR 系数  $i(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ ) 送到系数编码部 2114,其中进行可变长度编码。此外,量化 PARCOR 系数  $i(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ ) 还送到线性预测系数变换部 2115,线性预测系数变换部 2115 使用这些来计算线性预测系数  $\alpha(m)$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ )。线性预测部 2016 使用 1 帧量的时序信号  $x(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 和各个线性预测系数  $\alpha(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ ),通过线性预测滤波器而生成线性预测值  $y(n)$  ( $n = 1, \dots, M$ ),减法部 2117 计算作为从时序信号  $x(n)$  减去线性预测值  $y(n)$  的结果的预测残差  $e(n)$  (预测滤波器处理)。

[0013] 计算出的预测残差  $e(n)$  是以规定范围的整数来表现的值。例如,在输入的时序信号  $x(n)$  以有限比特数的整数形式表现,且通过将小数点以下四舍五入等而整数化的线性预测系数作为滤波器系数的线性预测滤波器的输出值作为线性预测值  $y(n)$  的情况下,将从时序信号  $x(n)$  减去线性预测值  $y(n)$  所得的值作为预测残差  $e(n)$ ,从而能够获得以有限比特数的整数形式表现(以规定范围的整数表现)的预测残差  $e(n)$ 。此外,在时序信号  $x(n)$  或线性预测值  $y(n)$  不是以整数形式表现的值的情况下,也可以将从时序信号  $x(n)$  减去线性预测值  $y(n)$  所得的值以有限比特数的整数形式表现的值作为预测残差  $e(n)$ 。残差编码部 2120 对该整数形式表现为预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 进行哥伦布莱斯(Golomb-Rice)编码。在哥伦布莱斯编码中,首先,莱斯参数计算部 2121 使用输入的预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ),生成作为整数的莱斯参数  $s$ 。如后所述,莱斯参数  $s$  的最佳值依赖于输入的预测残差  $e(n)$  的振幅(例如,依赖于在属于某一时间区间的的一个以上的预测残差  $e(n)$  的平均振幅)。该莱斯参数  $s$  既可以在每个帧生成,也可以在作为将帧进一步划分为多个的各个时间区间的每个子帧生成。

[0014] 接着,在哥伦布莱斯编码部 2122 的分离运算部 2122a 中,输入预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 和莱斯参数  $s$ 。分离运算部 2122a 通过使用它们的规定的除法,计算整数的商  $q(n)$  和确定与该商对应的余数的信息  $sub(n)$ 。该除法基本上是将预测残差  $e(n)$  除以除数  $2^s$  的运算。但是,从区分存在正负的预测残差  $e(n)$  来处理的必要性和削减编码长度等的观点出发,还有对简单将预测残差  $e(n)$  除以除数  $2^s$  的运算加以少许变更的情况。另外,在除数是 2 的幂级数,且被除数是以 2 进制数表现的整数的情况下,除法运算成为删去在以多个比特表现了被除数的情况下的下位比特的处理,商成为在以多个比特表现了被除数的情况下的上位比特,余数成为在以多个比特表现了被除数的情况下的下位比特。

[0015] 接着,阿尔法编码部 2122b 将该商  $q(n)$  进行阿尔法编码(有时称为“一进制法码(一元码, unary)”)化,生成信息  $prefix(n)$ 。生成的信息  $prefix(n)$  和信息  $sub(n)$  输入到合成部 2122c,合成部 2122c 将这些比特结合值  $prefix(n) | sub(n)$  作为与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$  来输出。此外,残差编码部 2120 输出该残差码  $C_e$  和用于确定莱斯参数  $s$  的辅助码  $C_s$ 。例如,在每个帧生成莱斯参数  $s$  的情况下,表示没有进行子帧分割的信息和莱斯参数  $s$  其本身作为辅助码  $C_s$  来输出。此外,在每个子帧生成莱斯参数  $s$  的情况下,对开头

的子帧生成的莱斯参数  $s$ 、将对相邻的子帧分别生成的莱斯参数  $s$  之间的差分进行哥伦布莱斯编码的差分码  $C_d$ 、表示在每个子帧生成了莱斯参数  $s$  的情况的标志信息，作为辅助码  $C_e$  来输出。

[0016] 在预测编码部 2110 中生成的系数码  $C_k$  和在残差编码部 2120 中生成的残差码  $C_e$  以及辅助码  $C_e$  送到合成部 2130，在其中合成而生成码  $C_g$ 。

[0017] < 解码方法 >

[0018] 输入到解码装置 2200 的码  $C_g$  在分离部 2210 中分离为系数码  $C_k$ 、残差码  $C_e$ 、辅助码  $C_e$ 。系数码  $C_k$  输入到预测解码部 2230，残差码  $C_e$  和辅助码  $C_e$  输入到残差解码部 2220。

[0019] 残差解码部 2220 从输入的辅助码  $C_e$  获得莱斯参数  $s$ 。例如，在辅助码  $C_e$  包括上述的标志信息的情况下，首先，莱斯参数复原部 2222 从辅助码  $C_e$  包括的差分码  $C_d$  复原对相邻的子帧分别生成的莱斯参数  $s$  之间的差分。接着，莱斯参数复原部 2222 使用各个差分码和辅助码  $C_e$  包括的开头的子帧的莱斯参数  $s$ ，复原第 2 个以后的子帧的莱斯参数  $s$ 。此外，例如，在辅助码  $C_e$  包括上述的表示不进行子帧分割的信息的情况下，辅助码  $C_e$  包括的莱斯参数  $s$  为与该辅助码  $C_e$  对应的帧的莱斯参数  $s$ 。此外，残差解码部 2220 的哥伦布莱斯解码部 2221 将输入的残差码  $C_e$  分离为信息  $\text{prefix}(n)$  和信息  $\text{sub}(n)$ 。分离的信息  $\text{prefix}(n)$  通过阿尔法解码部 2221c 解码而生成商  $q(n)$ 。并且，在合成运算部 2221b 中，输入信息  $\text{sub}(n)$  和商  $q(n)$  以及莱斯参数  $s$ ，合成运算部 2221b 使用这些来解码预测残差  $e(n)$ 。

[0020] 另一方面，输入到预测解码部 2230 的系数码  $C_k$  通过系数解码部 2231 解码而生成量化 PARCOR 系数  $i(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ )。量化 PARCOR 系数  $i(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ ) 送到线性预测系数变换部 2232，线性预测系数变换部 2232 使用这些来计算预测次数  $M$  的线性预测滤波器的各个线性预测系数  $\alpha(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ )。线性预测部 2233 使用计算出的各个线性预测系数  $\alpha(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ ) 和过去从加法部 2234 输出的时序信号  $x(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ )，通过线性预测滤波器而生成线性预测值  $y(n)$  ( $n = 1, \dots, M$ )。加法部 2234 将线性预测值  $y(n)$  和通过残差解码部 2220 解码的预测残差  $e(n)$  相加而生成时序信号  $x(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) (逆预测滤波器处理)。

[0021] 在先技术文献

[0022] 非专利文献

[0023] 非专利文献 1 : Mathans and Ronald W. Schafer, "Lossless Compression of Digital Audio", IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, July 2001, pp. 21-32.

[0024] 非专利文献 2 : ISO/IEC 14496-3 AMENDMENT 2 : Audio Lossless Coding (ALS), new audio profiles and BSAC extensions.

[0025] 发明内容

[0026] 发明要解决的课题

[0027] 本发明的目的在于，提高与预测残差的编码有关的编码压缩率。

[0028] 用于解决课题的手段

[0029] 作为哥伦布莱斯编码的变形方法，还可以想到代替将上述的商进行阿尔法编码，而将该商通过其他方法来编码的方法 (非公知)。将确定用于计算上述的商的除数的参数总称为“分离参数”。在本发明中，在将整数形式表现的预测残差进行编码时，将包括这样的分离参数的辅助信息进行可变长度编码。由此，提高分离参数的编码压缩率。并且，在将与

预测残差对应的码进行解码时,将包括这样的分离参数的辅助信息进行了可变长度编码的码进行解码而生成该分离参数,并使用该分离参数来解码与预测残差对应的码。

[0030] 发明效果

[0031] 在本发明中,提高了与预测残差的编码有关的编码压缩率。

[0032] 附图说明

[0033] 图 1 是用于说明以往的可逆压缩编码方式的编码装置的功能结构的方框图。

[0034] 图 2 是用于说明图 1 所示的残差编码部的功能结构的方框图。

[0035] 图 3 是用于说明以往的可逆压缩编码方式的解码装置的功能结构的方框图。

[0036] 图 4 是用于说明图 3 所示的残差解码部的功能结构的方框图。

[0037] 图 5(A) 是例示了哥伦布莱斯编码的分离参数(莱斯参数)的频度分布的图,图 5(B) 是例示了莱斯尾部的频度分布的图。

[0038] 图 6 是用于说明第 1 实施方式的编码装置的功能结构的方框图。

[0039] 图 7 是用于说明图 6 所示的残差编码部的功能结构的方框图。

[0040] 图 8 是用于说明第 1 实施方式的解码装置的功能结构的方框图。

[0041] 图 9 是用于说明图 8 所示的残差解码部的功能结构的方框图。

[0042] 图 10(A) 是用于例示残差编码部的码表存储部和残差解码部的码表存储部中存储的码表和分离参数以及索引之间的对应关系的对应表。图 10(B) 是用于例示在图 10(A) 中例示的各个码表被选择的频度和分离参数  $s$  以及索引  $h$  之间的关系的图。

[0043] 图 11(A) ~ (C) 是用于例示图 10(A) 的对应表的码表的图。

[0044] 图 12 是与残差编码部的可变长度编码部进行的可变长度编码以及残差解码部的可变长度解码部进行的解码方法对应的码表的例示。

[0045] 图 13 是用于说明第 1 实施方式的编码方法的流程图。

[0046] 图 14(A) 是用于例示图 13 的步骤 S20 的详细流程图,图 14(B) 是用于例示图 13 的步骤 S30 的详细流程图。

[0047] 图 15 是用于说明第 1 实施方式的解码方法的流程图。

[0048] 图 16 是用于例示步骤 S150 的详细流程图。

[0049] 图 17 是用于说明第 1 实施方式的变形例 1 中的残差编码部的功能结构的方框图。

[0050] 图 18 是用于说明第 1 实施方式的变形例 1 中的残差解码部的功能结构的方框图。

[0051] 图 19 是用于说明第 1 实施方式的变形例 1 的编码方法的流程图。

[0052] 图 20 是用于例示图 19 的步骤 S330 的详细流程图。

[0053] 图 21 是用于说明第 1 实施方式的变形例 1 的解码方法的流程图。

[0054] 图 22 是用于例示步骤 S450 的详细流程图。

[0055] 图 23(A) 是用于例示在码表存储部和码表存储部中存储的码表  $T[h, s]$ 、分离参数  $s$  以及索引  $h$  之间的对应关系的对应表。此外,图 23(B) 是用于例示在图 23(A) 的对应表中例示的各个码表被选择的频度和分离参数  $s$  以及索引  $h$  之间的关系的图。

[0056] 图 24(A)、图 24(C) 是用于例示在码表存储部和码表存储部中存储的码表  $T[h, s]$ 、分离参数  $s$  以及索引  $h$  之间的对应关系的对应表。此外,图 24(B)、图 24(D) 是用于例示在图 24(A)、图 24(C) 的对应表中例示的各个码表被选择的频度和分离参数  $s$  以及索引  $h$  之间的关系的图。

[0057] 图 25 是用于说明第 1 实施方式的变形例 3 中的残差编码部的功能结构的方框图。

[0058] 图 26 是用于说明第 1 实施方式的变形例 3 中的残差解码部的功能结构的方框图。

[0059] 图 27(A) 是用于例示在残差编码部的码表存储部和残差解码部的码表存储部中存储的码表、分离参数以及索引之间的对应关系的对应表。此外,图 27(B) 是用于例示在图 27(A) 的对应表中例示的各个码表被选择的频度和分离参数  $s$ (上位/下位)以及索引  $h$  之间的关系的图。

[0060] 图 28(A)、图 28(B) 是用于例示图 27(A) 的对应表的码表的图。

[0061] 图 29 是与残差编码部的可变长度编码部进行的可变长度编码以及残差解码部的可变长度解码部进行的解码方法对应的码表的例示。

[0062] 图 30 是用于说明第 2 实施方式的残差编码部的功能结构的方框图。

[0063] 图 31 是用于说明第 2 实施方式的残差解码部的功能结构的方框图。

[0064] 图 32 是用于例示残差编码部的码表选择部在每个子帧选择的、用于将商  $q(n)$  进行可变长度编码的码表的频度和分离参数  $s$  以及索引  $h_i$  之间的关系的图。

[0065] 图 33 是用于说明第 2 实施方式的编码方法的流程图。

[0066] 图 34 是用于说明第 2 实施方式的解码方法的流程图。

[0067] 图 35 是用于说明第 3 实施方式的残差编码部的功能结构的方框图。

[0068] 图 36 是用于说明第 3 实施方式的残差解码部的功能结构的方框图。

[0069] 图 37 是用于例示残差编码部的码表选择部在每个子帧选择的、用于将商  $q(n)$  进行可变长度编码的码表的频度和分离参数  $s_i$  以及索引  $h$  之间的关系的图。

[0070] 图 38 是用于说明第 3 实施方式的编码方法的流程图。

[0071] 图 39 是用于说明第 3 实施方式的解码方法的流程图。

[0072] 图 40 是用于说明第 4 实施方式的残差编码部的功能结构的方框图。

[0073] 图 41 是用于说明第 4 实施方式的残差解码部的功能结构的方框图。

[0074] 图 42 是用于例示残差编码部的码表选择部在每个子帧选择的、用于将商  $q(n)$  进行可变长度编码的码表的频度和分离参数  $s_i$  以及索引  $h_i$  之间的关系的图。

[0075] 图 43 是用于说明第 4 实施方式的编码方法的流程图。

[0076] 图 44 是用于说明第 4 实施方式的解码方法的流程图。

## 具体实施方式

[0077] 以下,在说明了本发明的原理之后,进行各个实施方式的说明。

### [0078] 【原理 1】

[0079] 在对声音信号、视频信号、生物体信号、地震波信号等的时序信号进行线性预测分析(有时也称为“短期预测分析”)、长期预测分析、多通道预测分析等的预测分析而求出预测残差的情况下,在该预测残差的振幅中产生独自的偏向(unevenness)(非公知)。此外,分离参数依赖于预测残差的振幅(例如,依赖于属于某一时间区间的的一个以上的预测残差的平均振幅),在分离参数的频度分布中也产生独自的偏向(非公知)。在本方式中利用这个性质,对包括分离参数的辅助信息进行可变长度编码。以下,说明这个原理。

[0080] 在本方式中,通过哥伦布莱斯编码方法或者哥伦布莱斯编码方法的变形方法,对

从时序信号的预测分析结果而获得的整数形式变现的预测残差进行编码。即,该预测残差的编码方法包括:(A)在预定的每个时间区间设定整数的分离参数的步骤;(B)将包括第1信息和第2信息的信息作为与预测残差的至少一部分对应的码而输出的步骤。另外,上述的第1信息是,确定通过除法来获得的整数的商的信息。上述的除法的被除数是,根据预测残差或预测残差的大小的增加而单调增加的0以上的整数。上述的除法的除数是,依赖于对预测残差所属的时间区间设定的分离参数的整数(分离参数或作为分离参数的映射值的整数)。此外,上述的第2信息是,确定所述被除数除以除数的余数的信息。另外,与预测残差的某些对应的码也可以包括第1信息但不包括第2信息。此外,根据预测残差的大小的增加而单调增加的0以上的整数意味着,例如根据预测残差的绝对值的增加而单调增加的0以上的整数、根据负的预测残差的减少而单调增加的0以上的整数(例如,后述的式(2)、(4))、根据预测残差的能量的增加而单调增加的0以上的整数等。

[0081] 这里,通过步骤(B)的除法而获得的商,若除数越大则越小而偏向0附近,若除数越小则在依赖于被除数的大小的范围中广泛地分布。另一方面,对应于该商的余数,若除数越小则偏向越大而偏向小值而分布,若除数越大则偏向越小而分布在宽范围中。即,若除数越大,则越能够减小用于确定商的第1信息的信息量,但存在用于确定余数的第2信息的信息量越大的倾向。为了减小预测残差的码的码量(有时也称为“码长”),必须根据预测残差的振幅来使用适当的除数,换言之,必须根据预测残差的振幅来使用适当的分离参数。这样的分离参数依赖于预测残差的振幅,由于预测残差的振幅存在独立的偏向,所以该分离参数的频度分布也存在独立的偏向(非公知)。

[0082] 因此,在本方式中,进而,(C)对包括分离参数的每个辅助信息,将该辅助信息进行可变长度编码。由此,提高了分离参数的编码压缩率。另外,可变长度编码的例子是,阿尔法(alpha)编码、增量(delta)编码、哈夫曼(Huffman)编码、哥伦布莱斯编码、哥伦布(Golomb)编码、以及其他的熵(entropy)编码。

[0083] 例如,假设满足以下的条件1或2。

[0084] (条件1)上述的分离参数为根据预测残差的振幅的增加而广义单调增加(非单调减少)的整数,且上述的除数为根据分离参数的增加而单调增加的整数。

[0085] (条件2)上述的分离参数为根据预测残差的振幅的增加而广义单调减少的整数,且上述的除数为根据分离参数的减少而单调增加的整数。

[0086] 条件1的一例是如下条件:分离参数为根据在某一时间区间的预测残差的平均振幅的增加而广义单调增加的整数,且除数为根据分离参数的增加而单调增加的整数。

[0087] 条件2的一例是如下条件:分离参数为根据在某一时间区间的预测残差的平均振幅的增加而广义单调减少的整数,且除数为根据分离参数的减少而单调增加的整数。

[0088] 这样的条件在如下情况下成立:例如,分离参数为哥伦布莱斯码中的莱斯参数、或者莱斯参数的映射值、或者将预定的时间区间中的预测残差的码的总码量最小化的整数,并且,除数为以2为底数、以分离参数或分离参数的映射值为指数的幂级数值。另外,莱斯参数的映射值的一例是莱斯参数与正或负的整数常数之和。此外,在作为商的编码方法而允许阿尔法编码之外的情况下,考虑基于此的自由度的扩大,期望将莱斯参数与负的整数常数(例如“-1”)之和作为分离参数。即,在这样的情况下,分离参数为莱斯参数的映射值,在至少一部分时间区间中,期望在该时间区间设定的分离参数小于用于将属于该时间区间

的预测残差或该预测残差的映射值进行哥伦布莱斯编码的莱斯参数。此外,值的最小化是如下概念:除了将该值在严格的意义上最小化之外,还包括将该值设为能够近似化为最小的值,或者将该值设为预定的阈值以下或小于阈值。

[0089] 基于上述的假设,离预定的特定值的距离为第 1 距离的分离参数被选择的频度比离该预定的特定值的距离为比第 1 距离大的第 2 距离的分离参数被选择的频度高。

[0090] 另外,该“预定的特定值”是,为了将步骤 (B) 的除数设为 1 以上且被除数的最大值以下,分离参数可取的范围内的值,且除去该分离参数可取的范围 ( $s_{\min}$  以上  $s_{\max}$  以下) 的下限值  $s_{\min}$  和上限值  $s_{\max}$  的值。例如,在被除数为 0 以上且小于  $2^B$  ( $B$  为 3 以上的整数) 的整数的情况下,“预定的特定值”为 1 以上且  $B-2$  以下的整数。换言之,上述“预定的特定值”例如是,为了将步骤 (B) 的除数设为 1 以上且被除数的最大值以下,分离参数可取的范围内的值,且与该分离参数可取的范围 ( $s_{\min}$  以上  $s_{\max}$  以下) 的下限值  $s_{\min}$  和上限值  $s_{\max}$  相比,更接近下限值  $s_{\min}$  和上限值  $s_{\max}$  的中间值  $(s_{\min}+s_{\max})/2$  的值。例如,在被除数为 0 以上且小于  $2^B$  ( $B$  为 3 以上的整数) 的整数的情况下,上述“预定的特定值”为与 0 和  $B-1$  相比更接近  $(B-1)/2$  的值。举具体例而言,在分离参数可取的范围为 0 以上且 7 以下的范围的情况下,上述“预定的特定值”例如为 2 或 3。即,分离参数的频度分布成为,与接近分离参数可取的范围的下限或上限的值的频度相比,接近该范围的中心的值的频度更高的分布。

[0091] 基于上述的假设,在步骤 (C) 中,使用第 1 码的码长比第 2 码的码长短的情况比第 1 码的码长比第 2 码的码长长的情况更多的可变长度编码方法,对辅助信息进行可变长度编码。另外,第 1 码是,对包括离预定的特定值的距离为第 1 距离的分离参数的辅助信息分配的码。第 2 码是,对包括离预定的特定值的距离为第 2 距离的分离参数的辅助信息分配的码。此外,第 2 距离比第 1 距离大。

[0092] < 莱斯参数中的例子 >

[0093] 关于分离参数为哥伦布莱斯编码的莱斯参数的情况,说明以上的情况。

[0094] 【哥伦布莱斯编码】

[0095] 在哥伦布莱斯编码中,例如如下生成预测残差的码。其中, $e(n)$  是预测残差, $q(n)$  是整数的商,  $\text{prefix}(n)$  是将商进行了可变长度编码的第 1 信息,  $\text{sub}(n)$  是确定余数的第 2 信息,  $s$  是分离参数 (在该例子中莱斯参数),  $\text{floor}(x)$  是  $x$  以下的最大整数。

[0096] 在分离参数  $s > 0$  的情况下,在步骤 (B) 中如下生成商  $q(n)$ 。

$$[0097] \quad q(n) = \text{floor}(e(n)/2^{s-1}) \quad (\text{for } e(n) \geq 0) \quad \dots (1)$$

$$[0098] \quad q(n) = \text{floor}\{(-e(n)-1)/2^{s-1}\} \quad (\text{for } e(n) < 0) \quad \dots (2)$$

[0099] 另一方面,在分离参数  $s = 0$  的情况下,在步骤 (B) 中如下生成商  $q(n)$ 。

$$[0100] \quad q(n) = 2 \cdot e(n) \quad (\text{for } e(n) \geq 0) \quad \dots (3)$$

$$[0101] \quad q(n) = -2 \cdot e(n) - 1 \quad (\text{for } e(n) < 0) \dots (4)$$

[0102] 此外,在分离参数  $s > 0$  的情况下,如下确定用于确定在步骤 (B) 中使用的余数的第 2 信息  $\text{sub}(n)$ 。

$$[0103] \quad \text{sub}(n) = e(n) - 2^{s-1} \cdot q(n) + 2^{s-1} \quad (\text{for } e(n) \geq 0) \dots (5)$$

$$[0104] \quad \text{sub}(n) = (-e(n) - 1) - 2^{s-1} \cdot q(n) \quad (\text{for } e(n) < 0) \dots (6)$$

[0105] 另一方面,在分离参数  $s = 0$  的情况下,不存在用于确定余数的第 2 信息  $\text{sub}(n)$ 。

[0106] 【分离参数  $s$  的生成方法】

[0107] 将与在某一时间区间的预测残差  $e(n)$  对应的码的总码量最小化的整数成为分离参数  $s$ 。例如,也可以将对于在各个帧中的预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 的码的总码量分别最小化的整数作为该帧的分离参数  $s$ 。此外,也可以将与在各个子帧中的预测残差  $e(n)$  ( $n = SFS, \dots, SFE$ ) ( $SFS \leq SFE, SFS, SFE \in \{1, \dots, N\}$ ) 对应的码的总码量分别最小化的整数作为该子帧的分离参数  $s$ 。以下,将与在各个帧中的预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 对应的码的总码量分别最小化的整数作为该帧的分离参数  $s$ 。

[0108] 将式 (1) ~ (4) 共同化而表现商  $q(n)$ , 则成为以下的式。其中,  $|\cdot|$  表示  $\cdot$  的绝对值。

$$[0109] \quad q(n) = \text{floor}\{(2 \cdot |e(n)|^{-z})/2^s\} \quad (z = 0 \text{ or } 1 \text{ or } 2) \quad \dots (7)$$

[0110] 在哥伦布莱斯编码的情况下,  $\text{prefix}(n)$  是将商  $q(n)$  进行了阿尔法编码的码, 其码长可使用式 (7) 表现为如下。

$$[0111] \quad \text{floor}\{(2 \cdot |e(n)|^{-z})/2^s\} + 1 \quad \dots (8)$$

[0112] 此外, 在哥伦布莱斯编码的情况下, 用于确定式 (5)、(6) 的余数的第 2 信息  $\text{sub}(n)$  可由  $s$  比特表现。因此, 每一帧 ( $N$  样本) 的哥伦布莱斯码的码长  $C(s, e(n), N)$  的码长可表现为如下。

[0113] 【数学式 1】

$$[0114] \quad C(s, e(n), N) = \sum_{n=1}^N \left[ \text{floor}\{(2 \cdot |e(n)|^{-z})/2^s\} + 1 + s \right] \quad \dots (9)$$

[0115] 这里, 若近似为  $\text{floor}\{(2 \cdot |e(n)|^{-z})/2^s\} = \{(2 \cdot |e(n)|^{-z})/2^s\}$ , 则式 (9) 可近似为如下。

[0116] 【数学式 2】

$$[0117] \quad C(s, e(n), N) = 2^{-s} (2 \cdot D^{-z} \cdot N) + (1+s) \cdot N$$

$$[0118] \quad D = \sum_{n=1}^N |e(n)| \quad \dots (10)$$

[0119] 并且, 若求出关于式 (10) 的  $s$  的偏微分结果成为 0 的  $s$ , 则成为如下。另外, 该  $s$  为将与帧中的预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 对应的码的总码量最小化的值。

$$[0120] \quad s = \log_2 \{ \ln 2 \cdot (2 \cdot D/N - z) \} \quad \dots (11)$$

[0121] 这里, 若  $D/N$  充分大于  $z$ , 则能够近似为以下式。

$$[0122] \quad s = \log_2 \{ \ln 2 \cdot (2 \cdot D/N) \} \quad \dots (12)$$

[0123] 由于在式 (12) 中获得的值  $s$  为没有成为整数化的连续值, 所以将在式 (12) 中获得的值  $s$  量化为整数的值作为分离参数  $s$ 。

[0124] 【分离参数  $s$  的频度分布】

[0125] 如式 (12) 所示, 分离参数  $s$  依赖于预测残差  $e(n)$  的振幅, 分离参数  $s$  的值根据预测残差  $e(n)$  的振幅的增加而广义单调增加。并且, 该分离参数  $s$  的频度分布存在独自的偏向。

[0126] 图 5(A) 是例示了哥伦布莱斯编码的分离参数 (莱斯参数) 的频度分布的图。这里, 图 5(A) 的横轴表示分离参数  $s$ , 纵轴表示在  $N = 40, 80, 160, 240, 320$  的各个情况下的分离参数  $s$  的频度。另外, 在该纵轴中, 归一化为各个分离参数  $s$  的频度的合计成为 1。此外,

在图 5(A) 中,表示在根据从对声音信号进行线性预测分析的结果而获得的预测残差  $e(n)$  或者预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数的被除数为 0 以上且小于  $2^8$  的整数的情况下,计算出的分离参数  $s$  的频度分布。

[0127] 在被除数为 0 以上且小于  $2^8$  的整数 (以 8 比特来表现被除数),且除数为  $2^s$  的情况下,分离参数  $s$  成为 0 以上且 7 以下的范围的整数值。如图 5(A) 所示,分离参数  $s$  的频度分布中存在独自的偏向。具体地说,离预定的特定值的距离为第 1 距离的分离参数被选择的频度比离该预定的特定值的距离为比第 1 距离大的第 2 距离的分离参数被选择的频度高。

[0128] 因此,在哥伦布莱斯编码的例子中,上述的第 1 码成为对包括离预定的特定值的距离为第 1 距离的分离参数  $s$  的辅助信息分配的码。此外,上述的第 2 码成为对包括离该预定的特定值的距离为第 2 距离 (第 2 距离 > 第 1 距离) 的分离参数  $s$  的辅助信息分配的码。此外,在上述的步骤 (C) 中,使用该第 1 码的码长比该第 2 码的码长短的情况比该第 1 码的码长比该第 2 码的码长长的情况更多的可变长度编码方法,对辅助信息进行可变长度编码。

[0129] 另外,在该哥伦布莱斯编码的例子中的“预定的特定值”,例如是分离参数可取的 0 以上且 7 以下的范围内的值,且除去分离参数可取的范围的下限值 0 和上限值 7 的值。换言之,在该例子中的“预定的特定值”是 1 以上 6 以下的值,例如与 0 和 7 相比,更接近  $7/2 = 3.5$  的值。即,与接近分离参数  $s$  可取的 0 以上且 7 以下的范围的下限值或上限值的分离参数  $s$  被选择的频度相比,接近该范围的中心的分离参数  $s$  被选择的频度更高。更具体地说,取图 5(A) 的频度分布的情况下的“预定的特定值”例如为 2 或 3 (结束 < 哥伦布莱斯编码的例子 > 的说明)。

#### [0130] 【原理 2】

[0131] 在本方式中,除了上述的原理 1 之外,优选还采用以下的原理 2,从而进一步提高与预测残差的编码有关的编码压缩率。

[0132] 在哥伦布莱斯编码方法中,对如上那样计算出的整数的商  $q(n)$  (例如,在式 (1) ~ (4) 中例示的商  $q(n)$ ) 进行阿尔法编码,生成作为与预测残差  $e(n)$  对应的码的一部分的信息  $prefix(n)$ 。这里,将与在哥伦布莱斯编码处理中计算出的整数的商  $q(n)$  (例如,在式 (1) ~ (4) 中例示的商  $q(n)$ ) 对应的阿尔法码的码长 (包括结束码的比特长度) 称为莱斯尾部。即,将  $q(n)+1$  称为莱斯尾部。图 5(B) 是例示了莱斯尾部的频度分布的图。另外,图 5(B) 的横轴表示莱斯尾部,纵轴表示在分离参数  $s$  为 3 的情况下的莱斯尾部的频度。此外,在该图中,各个莱斯尾部的频度被归一化为莱斯尾部的频度的合计成为 1。

[0133] 在哥伦布莱斯编码中,对整数的商  $q(n)$  编码为阿尔法码。若该整数的商  $q(n)$  遵照拉普拉斯 (Laplace) 分布,则可以说将整数的商  $q(n)$  编码为阿尔法码是最佳的可变长度编码。但是,在该整数的商  $q(n)$  的分布不遵照拉普拉斯分布的情况下,存在其他的可变长度编码能够更加提高编码压缩率的情况。因此,在原理 2 中,准备多种用于对整数的商  $q(n)$  进行可变长度编码的可变长度编码方法,从其中选择最佳的可变长度编码方法而进行编码。即,第 1 信息是将商进行了可变长度编码的码,步骤 (B) 包括:(B-1) 求商的步骤;(B-2) 对预定的每个时间区间选择用于对商进行可变长度编码的可变长度编码方法的步骤;以及 (B-3) 使用对与商对应的预测残差所属的时间区间设定的可变长度编码方法,对该商进行

可变长度编码而生成第 1 信息的步骤。可变长度编码的例子是,阿尔法编码、增量编码、哈夫曼编码、哥伦布莱斯编码、哥伦布编码、以及其他的熵编码。作为候选而准备多个的可变长度编码方法包括阿尔法编码方法以外的可变长度编码方法。例如,准备用于对整数的商  $q(n)$  进行哈夫曼编码的多种哈夫曼表,从其中选择最佳的哈夫曼表而进行编码。在该哈夫曼表中也可以包含用于与阿尔法码进行相同的编码的码表。此外,在可选择阿尔法编码方法和增量编码方法这样的不使用码表就能够计算的编码方法的情况下,也可以是不选择码表而选择编码函数的结构。

[0134] 在编码装置选择最佳的可变长度编码方法而进行商  $q(n)$  的编码的情况下,若解码装置不能确定该可变长度编码方法,则该解码装置不能适当地进行解码。因此,编码装置生成与包括表示选择的商  $q(n)$  的可变长度编码方法的索引的辅助信息对应的码,并将该码送到解码装置。在原理 2 中,通过对包括该索引的辅助信息的编码方法下工夫,从而提高编码压缩率。

[0135] 在上述的步骤 (B-1) 中计算出的商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ),若除数越大则变得越小而偏向 0 附近。此外,这些商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ),若除数越小则在依赖于被除数的大小的范围中广泛地分布。因此,若除数越大,则商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 的频度分布接近拉普拉斯分布的频度越高。因此,基于将某一时间区间中的总码量最小化的基准,若除数越大,则作为商  $q(n)$  的可变长度编码方法而选择接近阿尔法编码方法的可变长度编码方法(包括阿尔法编码方法)的频度越高(非公知)。若利用这个性质进行包括索引的辅助信息的可变长度编码,则能够提高编码压缩率。

[0136] 用于对包括表示商  $q(n)$  的可变长度编码方法的索引的辅助信息进行编码的最佳的可变长度编码方法具有以下性质 1 和 2。

[0137] (性质 1) 越是包括表示被选择的频度高的商  $q(n)$  的可变长度编码方法的索引的辅助信息,则越分配短的码长的码。

[0138] (性质 2) 越是包括表示被选择的频度低的商  $q(n)$  的可变长度编码方法的索引的辅助信息,则越分配长的码长的码。

[0139] 例如,期望使用如下的特定的可变长度编码方法,对包括某一个同一值的分离参数的多个辅助信息分别进行可变长度编码。

[0140] (特定的可变长度编码方法) 在包括某一个同一值的分离参数的辅助信息中,对特定的辅助信息分配在对包括该同一值的分离参数的辅助信息分配的码中最短的码长的码的可变长度编码方法。另外,“特定的辅助信息”是包括用于确定进行阿尔法编码或进行最接近阿尔法编码的可变长度编码的可变长度编码方法的索引的辅助信息。

[0141] 或者,也可以使用第 3 码的码长比第 4 码的码长短的情况比第 3 码的码长比第 4 码的码长长的情况更多的可变长度编码方法,对包括上述的索引的辅助信息进行可变长度编码。另外,第 4 码是对包括用于确定为了进行与阿尔法编码不同的第 1 可变长度编码的第 1 编码方法的索引的辅助信息分配的码。此外,第 3 码是对包括用于确定为了进行比该第 1 可变长度编码更接近阿尔法编码的第 2 可变长度编码的第 2 编码方法的索引的辅助信息分配的码。

[0142] 此外,若上述的除数越大,则商  $q(n)$  的分布近似于拉普拉斯分布的频度越高。因此,在分离参数将上述的除数设为预定的阈值以上的情况下,也可以使用这样的可变长度

编码方法对辅助信息进行可变长度编码。即,也可以根据用于确定该除数的分离参数的大小,决定是否使用“第 3 码的码长比第 4 码的码长短的情况比第 3 码的码长比第 4 码的码长长的情况更多的可变长度编码方法”。

[0143] 具体地说,例如,在除数根据分离参数的增加而单调增加的情况下,在分离参数为“预定的阈值”以上时使用这样的可变长度编码即可。此时的“预定的阈值”是为了将步骤 (B) 的除数设为 1 以上且被除数的最大值以下而分离参数可取的范围内的值。

[0144] 此外,例如,在除数根据分离参数的增加而单调减少的情况下,在分离参数为“预定的阈值”以下时使用这样的可变长度编码即可。此时的“预定的阈值”是为了将步骤 (B) 的除数设为 1 以上且被除数的最大值以下而分离参数可取的范围内的值。

[0145] 另外,例如如下定义 2 个可变长度编码方法之间的距离。

[0146] 将在可变长度编码方法 U 中对编码对象值 k 分配的码的比特长设为  $bu(k)$ ,将在可变长度编码方法 X 中对编码对象值 k 分配的码的比特长设为  $bx(k)$ 。然后,对各个可变长度编码方法 U、X,将编码对象值 k 的频度近似为  $fu(k) = 0.5^{bu(k)}$  和  $fx(k) = 0.5^{bx(k)}$ 。然后,将  $(bu(k)-bx(k))(fu(k)-fx(k))$  关于各个 k 的总和

[0147]  $E = \sum (bu(k)-bx(k))(fu(k)-fx(k)) \dots (13)$  定义为可变长度编码方法 U 和可变长度编码方法 X 之间的距离。该距离 E 越小,则可变长度编码方法 U 和可变长度编码方法 X 越接近、类似。

[0148] 此外,分离参数和表示被选择的编码方法的索引可以分别独立地编码,但由于分离参数和该索引之间存在如上的相关,所以也可以将分离参数和该索引结合,对包括这些的每个辅助信息进行可变长度编码。即,辅助信息也可以包括:在步骤 (A) 中生成的分离参数和用于确定在步骤 (B-2) 中选择的编码方法的索引。

[0149] 此外,也可以是结合了与各个子帧对应的分离参数的信息进行可变长度编码。即,也可以是预测残差是从在作为预定的时间区间的每个帧,对时序信号进行预测分析的结果而获得的,步骤 (A) 是在作为将帧进一步划分为多个的各个时间区间的每个子帧,设定分离参数的步骤,步骤 (B) 是生成包括第 1 信息和第 2 信息的码的步骤,步骤 (C) 是对包括结合了对属于同一个帧的各个子帧分别设定的各个分离参数的结合参数的每个辅助信息,将该辅助信息进行可变长度编码的步骤。另外,此时的第 1 信息是确定通过如下除法来获得的整数的商的信息:将根据预测残差或预测残差的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数作为被除数,将依赖于对该预测残差所属的子帧设定的分离参数的整数(分离参数或作为分离参数的映射值的整数)作为除数。此外,此时的第 2 信息是确定该被除数除以除数的余数的信息。

[0150] 此外,也可以是结合了与各个子帧对应的索引的信息进行可变长度编码。即,也可以是预测残差是从在作为预定的时间区间的每个帧,对时序信号进行预测分析的结果而获得的,步骤 (B-2) 是在作为将帧进一步划分为多个的各个时间区间的每个子帧,选择可变长度编码方法的步骤,步骤 (B-3) 是使用对与商对应的预测残差所属的子帧设定的可变长度编码方法,对该商进行可变长度编码而生成第 1 信息的步骤,辅助信息包括分离参数和结合索引的组,所述结合索引是将用于确定对属于同一个帧的各个子帧分别选择的编码方法的索引结合的索引。

[0151] 【第 1 实施方式】

[0152] 接着,说明本发明的第 1 实施方式。

[0153] < 结构 >

[0154] 图 6 是用于说明第 1 实施方式的编码装置 100 的功能结构的方框图,图 7 是用于说明图 6 所示的残差编码部 120 的功能结构的方框图。此外,图 8 是用于说明第 1 实施方式的解码装置 200 的功能结构的方框图,图 9 是用于说明图 8 所示的残差解码部 220 的功能结构的方框图。另外,在这些图中与图 1 至图 4 相同的结构使用与图 1 至图 4 相同的标号,省略说明。

[0155] 如图 6 所示,本方式的编码装置 100 包括预测编码部 2110、残差编码部 120 以及合成部 1130。此外,如图 7 所示,残差编码部 120 包括分离参数生成部 121、编码部 122 以及可变长度编码部 123。此外,分离参数生成部 121 包括参数运算部 121a 以及量化部 121b,编码部 122 包括分离运算部 2122a、合成部 2122c、哈夫曼编码部 122b、码表选择部 122d 以及码表存储部 122e。

[0156] 此外,如图 8 所示,本方式的解码装置 200 包括分离部 1210、残差解码部 220 以及预测解码部 2230。此外,如图 9 所示,残差解码部 220 包括解码部 221 以及可变长度解码部 222。此外,解码部 221 包括分离部 2221a、合成运算部 2221b、哈夫曼解码部 221c 以及码表存储部 221e。

[0157] 另外,本方式的编码装置 100 和解码装置 200 是,例如构成为在包括 CPU(central processing unit,中央处理单元)、RAM(random-access memory,随机存取存储器)、ROM(read-only memory,只读存储器)等的公知或专用的计算机中读取规定的程序,且 CPU 执行该程序的特殊的装置。即,帧缓冲器 2111 以及码表存储部 122e、221e 例如是 RAM、缓存内存(cache memory)、寄存器等存储器,其他的各个处理部例如是通过 CPU 执行规定的程序而构筑的处理部。此外,这些处理部中的至少一部分也可以由集成电路等的电子电路构成。此外,也可以根据需要而在编码装置 100 和解码装置 200 中设置用于存储通过各个处理部的处理而输出的数据,并在各个处理部的其他处理时读取数据的暂时存储器。此外,这样的各个处理部的实现方法在以下的各个实施方式和其变形例中也是相同的。

[0158] < 前处理 >

[0159] 图 10(A) 是用于例示残差编码部 120 的码表存储部 122e 和残差解码部 220 的码表存储部 221e 中存储的码表和分离参数以及索引之间的对应关系的对应表。此外,图 10(B) 是用于例示在图 10(A) 中例示的各个码表被选择的频度和分离参数  $s$  以及索引  $h$  之间的关系图。此外,图 11(A) ~ (C) 是用于例示图 10(A) 的对应表的码表的图。在这些码表中,作为编码对象的输入值、与该输入值对应的码、以及该码的比特长度相关联。此外,图 12 是与残差编码部 120 的可变长度编码部 123 进行的可变长度编码以及残差解码部 220 的可变长度解码部 222 进行的解码方法对应的码表的例示。

[0160] 作为编码处理和解码处理的前处理,在残差编码部 120(图 7)的码表存储部 122e 和残差解码部 220(图 9)的码表存储部 221e 中,存储有分别表示用于对商  $q(n)$  进行编码的多个可变长度编码方法的码表  $T[h, s]$ 。对各个分离参数  $s$  分别设定  $M(s)$  ( $M(s)$  为 1 以上的整数) 个码表  $T[h, s]$ , 且对各个码表  $T[h, s]$  赋予了用于确定各自的索引  $h$ 。该索引  $h$  也可以每个码表  $T[h, s]$  不同,但由于本方式的码表  $T[h, s]$  是对每个分离参数  $s$  设定的,所以只要对分离参数  $s$  相同的不同的码表  $T[h, s]$  分配不同的索引  $h$  即可。因此,在本方式

中,设为根据分离参数  $s$  和索引  $h$  的组合而确定各个码表  $T[h, s]$ 。图 10(A) 是  $M(s) = 5$  的情况下的例子,对各个分离参数  $s$  分别设定了 5 个码表  $T[h, s]$  (索引  $h = 0 \sim 4$ )。各个码表  $T[h, s]$  与分离参数  $s$  和索引  $h$  的组相关联,通过指定分离参数  $s$  和索引  $h$  的组而确定一个码表  $T[h, s]$ 。另外,在码表存储部 122e 中通过分离参数  $s$  和索引  $h$  的组而确定的码表  $T[h, s]$ 、与在码表存储部 221e 中通过该分离参数  $s$  和索引  $h$  的组而确定的码表  $T[h, s]$  相同。

[0161] 此外,在码表存储部 122e 和码表存储部 221e 中存储的码表  $T[h, s]$  的一例是用于进行哈夫曼编码的哈夫曼表,这里也可以包括用于进行与阿尔法编码相同的编码的哈夫曼表。例如,在图 11 的例子中,作为码表  $T[0, 3]$  而设定用于进行与阿尔法码相同的编码的哈夫曼表(图 11(A)),作为码表  $T[1, 3]$  以及码表  $T[2, 3]$  而设定用于进行与阿尔法码不同的哈夫曼编码的哈夫曼表(图 11(B)、(C))。

[0162] 此外,编码装置 100 选择最佳的分离参数  $s$  和用于确定上述的商的可变长度编码方法的索引  $h$ ,但被选择的分离参数  $s$  和索引  $h$  的频度分布存在如上所述的偏向。在本方式中,作为一例,假设上述的被除数为 0 以上且小于  $2^8$  的整数(以 8 比特表现的整数),分离参数  $s$  可取的范围为 0 以上且 7 以下,且作为离 3 的距离为第 1 距离的分离参数  $s$  被选择的频度比作为离 3 的距离为大于第 1 距离的第 2 距离的分离参数  $s$  被选择的频度高。此外,若与本方式的索引  $h$  对应的码表  $T[h, s]$  越接近用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表,则该索引  $h$  成为越小的值,若越远离用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表,则该索引  $h$  成为越大的值。另外,在这里说明的索引  $h$  的大小和码表  $T[h, s]$  的对应关系只是一例,也可以是越接近用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表  $T[h, s]$ ,则分配越大值的索引  $h$ ,或者分配越接近特定值的索引  $h$ 。此外,在本方式中,设为分离参数  $s$  越大则上述的除数变得越大。因此,若分离参数  $s$  越大,则在上述的步骤 (B) 中计算出的商  $q(n)$  变得越小而偏向 0 附近,近似于拉普拉斯分布的频度变得越高。

[0163] 图 10(B) 例示被选择的各个码表  $T[h, s]$  的频度。这里,◎表示被选择的频度最高的码表,○表示被选择的频度次高的码表,△表示被选择的频度比该次高的频度低的码表。在这个例子中,接近 3 的分离参数  $s$  被选择的频度高,且在分离参数  $s$  成为 2 以上的情况下接近 0 的索引  $h$  被选择(接近阿尔法码)的频度高。

[0164] 事先学习这样的频度分布,根据包括分离参数  $s$  和索引  $h$  的组的辅助信息  $[h, s]$  的频度分布,在可变长度编码部 123 和可变长度解码部 222 中设定用于对辅助信息  $[h, s]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法的码表(例如,在图 12 中例示)。在图 12 的例子中,辅助信息  $[h, s]$  和对该辅助信息分配的码 1 对 1 相关联。

[0165] 用于将辅助信息  $[h, s]$  编码的最佳的可变长度编码方法是,越是确定被选择的频度高的码表  $T[h, s]$  的辅助信息  $[h, s]$ ,越分配短的码长的码,而越是确定被选择的频度低的码表  $T[h, s]$  的辅助信息  $[h, s]$ ,越分配长的码长的码。在上述的假设的情况下,这样的编码方法成为具有如下 2 种特征的可变长度编码方法。

[0166] • 第 1 码的码长比第 2 码的码长短的情况比第 1 码的码长比第 2 码的码长长的情况多。其中,在该例子的第 1 码是对包括作为离 3(相当于“预定的特定值”)的距离为第 1 距离的分离参数  $s$  的辅助信息  $[h, s]$  分配的码。此外,在该例子的第 2 码是对包括作为离 3(相当于“预定的特定值”)的距离为第 2 距离的分离参数  $s$  的辅助信息  $[h, s]$  分配的码。

此外,第 2 距离大于第 1 距离。

[0167] • 在分离参数  $s$  为 2 以上的情况下(相当于“将除数设为预定的阈值以上的情况”),第 3 码的码长比第 4 码的码长短的情况比第 3 码的码长比第 4 码的码长长的情况多。其中,第 4 码是对包括用于确定为了进行与阿尔法编码不同的第 1 可变长度编码的第 1 编码方法的索引  $h$  的辅助信息  $[h, s]$  分配的码。此外,第 3 码是对包括用于确定为了进行比该第 1 可变长度编码更接近阿尔法编码的第 2 可变长度编码的第 2 编码方法的索引  $h$  的辅助信息  $[h, s]$  分配的码。另外,如在式 (13) 中例示,例如,若在将阿尔法编码中对编码对象值  $k$  分配的码的比特长设为  $bu(k)$ 、在某一可变长度编码中对编码对象值  $k$  分配的码的比特长设为  $bx(k)$ 、 $fu(k) = 0.5^{bu(k)}$ 、 $fx(k) = 0.5^{bx(k)}$  的情况下的  $(bu(k) - bx(k)) (fu(k) - fx(k))$  关于各个  $k$  的总和越小,则该可变长度编码越接近阿尔法编码。

[0168] < 编码方法 >

[0169] 图 13 是用于说明第 1 实施方式的编码方法的流程图。此外,图 14(A) 是用于例示图 13 的步骤 S20 的详细的流程图,图 14(B) 是用于例示图 13 的步骤 S30 的详细的流程图。以下,使用这些图说明本方式的编码方法。

[0170] 在编码装置 100(图 6)的预测编码部 2110 中,输入已进行了标本化/量化的 PCM 格式的时序信号  $x(n)$ 。这些时序信号  $x(n)$  既可以是已进行了线性量化(有时也称为“一致量化”)的信号,也可以是已进行了如压缩扩展量化(例如,参照 ITU-T Recommendation G. 711,“Pulse Code Modulation(PCM)of Voice Frequencies”)的非线性量化(有时也称为“不一致量化”)的信号。此外,时序信号  $x(n)$  也可以不是 PCM 格式的信号,而是没有进行量化的信号。如上所述,预测编码部 2110 在每个帧对时序信号  $x(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 进行线性预测分析,并基于该线性预测分析结果,生成与 PARCOR 系数对应的系数码  $C_k$  和预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ),并输出(步骤 S10)。另外,预测编码部 2110 也可以是将输入的时序信号  $x(n)$  直接进行线性预测分析的结构,也可以是将进行了非线性量化之后输入的时序信号  $x(n)$  映射为线性量化或其他的非线性量化之后进行线性预测分析的结构。

[0171] 从预测编码部 2110 输出的预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 输入到残差编码部 120。另外,输入到残差编码部 120 的预测残差  $e(n)$  是整数形式表现的值,例如从  $-(2^8-1)$  至  $+(2^8-1)$  为止的整数。

[0172] 输入到残差编码部 120(图 7)的预测残差  $e(n)$  送到分离参数生成部 121,分离参数生成部 121 对每个帧设定依赖于预测残差  $e(n)$  的大小的整数的分离参数  $s$ ,并输出(步骤 S20)。

[0173] 【步骤 S20 的详细例子】

[0174] 在本方式中,首先,分离参数生成部 121 的参数运算部 121a 根据以下式,对每个帧计算根据预测残差  $e(n)$  的振幅的增加而单调增加的连续量参数  $s'$ ,并输出(步骤 S21)。

[0175] 【数学式 3】

[0176]  $s' = \log_2 \{ \ln 2 \cdot (2 \cdot D/N) \}$

[0177]  $D = \sum_{n=1}^N |e(n)| \quad \dots(14)$

[0178] 连续量参数  $s'$  输入到量化部 121b,量化部 121b 生成将连续量参数  $s'$  量化为整数值的分离参数  $s$ ,并输出(步骤 S22)。另外,该量化为,例如将属于  $s \leq s' < s+1$  的范围的

连续量参数  $s'$  映射到作为整数的分离参数  $s$  的处理（结束“步骤 S20 的详细例子”的说明）。

[0179] 接着,在编码部 122(图 7)中,生成与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$ ,并输出(步骤 S30 ~ S60)。至少一部分该残差码  $C_e$  包括第 1 信息  $\text{prefix}(n)$  和第 2 信息  $\text{sub}(n)$ 。在该例子中的第 1 信息  $\text{prefix}(n)$  是,用于确定通过除法而获得的整数的商  $q(n)$  的信息。该除法的被除数是,根据预测残差  $e(n)$  或预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数。此外,该除法的除数是,依赖于对该预测残差  $e(n)$  所属的时间区间设定的分离参数  $s$  的整数(分离参数  $s$  或作为分离参数  $s$  的映射值的整数)。此外,在该例子中的第 2 信息  $\text{sub}(n)$  是,用于确定该被除数除以除数的余数的信息。另外,一部分该残差码  $C_e$  也可以不包括第 2 信息  $\text{sub}(n)$ 。

[0180] 首先,在编码部 122 的分离运算部 2122a 中,输入输入至残差编码部 120 的预测残差  $e(n)$  以及从分离参数生成部 121 输出的分离参数  $s$ 。另外,该分离参数  $s$  是对输入的预测残差  $e(n)$  所属的帧设定的参数。分离运算部 2122a 使用这些,生成通过将根据预测残差  $e(n)$  或预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数作为被除数、将依赖于分离参数  $s$  的整数作为除数的除法来获得的整数的商  $q(n)$  和用于确定与该商对应的余数的信息  $\text{sub}(n)$ (相当于“第 2 信息”),并输出(步骤 S30)。

[0181] 【步骤 S30 的详细例子】

[0182] 首先,分离运算部 2122a 判定输入的分离参数  $s$  是否为 0(步骤 S31)。这里,在不是  $s = 0$  的情况下,分离运算部 2122a 判定输入的预测残差  $e(n)$  是否为 0 以上(步骤 S32a)。这里,在判定为  $e(n) \geq 0$  的情况下,根据上述的式 (1) 生成整数的商  $q(n)$ (步骤 S33a),并根据上述的式 (5) 生成用于确定余数的信息  $\text{sub}(n)$ ,并输出(步骤 S34a)。另外,式 (1) 中的“ $2^{s-1}$ ”相当于“依赖于分离参数  $s$  的整数(除数)”。另一方面,在步骤 S32a 中判定为不是  $e(n) \geq 0$  的情况下,分离运算部 2122a 根据上述的式 (2) 生成整数的商  $q(n)$ (步骤 S33b),并根据上述的式 (6) 生成用于确定余数的信息  $\text{sub}(n)$ ,并输出(步骤 S34b)。另外,式 (2) 中的“ $(-e(n)-1)$ ”相当于“根据预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数(被除数)”,“ $2^{s-1}$ ”相当于“依赖于分离参数  $s$  的整数(除数)”。

[0183] 另一方面,在步骤 S31 中判定为  $s = 0$  的情况下,分离运算部 2122a 判定输入的预测残差  $e(n)$  是否为 0 以上(步骤 S32b),在判定为  $e(n) \geq 0$  的情况下,根据上述的式 (3) 生成商  $q(n)$ (步骤 S33c),并作为空(null)而输出  $\text{sub}(n)$ (步骤 S34c)。另外,式 (3) “ $q(n) = 2 \cdot e(n) = 2 \cdot e(n) / 2^s (s = 0)$ ”中的“ $2 \cdot e(n)$ ”相当于“根据预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数(被除数)”,“ $2^s = 1 (s = 0)$ ”相当于“依赖于分离参数  $s$  的整数(除数)”。

[0184] 另一方面,在步骤 S32b 中判定为不是  $e(n) \geq 0$  的情况下,分离运算部 2122a 根据上述的式 (4) 生成商  $q(n)$ (步骤 S33d),并作为空(null)而输出  $\text{sub}(n)$ (步骤 S34c)。另外,式 (4) “ $q(n) = -2 \cdot e(n) - 1 = (-2 \cdot e(n) - 1) / 2^s (s = 0)$ ”中的“ $-2 \cdot e(n) - 1$ ”相当于“根据预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数(被除数)”,“ $2^s = 1 (s = 0)$ ”相当于“依赖于分离参数  $s$  的整数(除数)”(结束“步骤 S30 的详细例子”的说明)。

[0185] 接着,从分离运算部 2122a 输出的商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 和从分离参数生成部 121 输出的分离参数  $s$  输入到码表选择部 122d。码表选择部 122d 使用这些,在每个帧选择用于

将商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 进行可变长度编码的可变长度编码方法 (步骤 S40)。例如, 码表选择部 122d 参照码表存储部 122e, 对与输入的分离参数  $s$  对应的每个码表  $T[h, s]$ , 求出与每个帧的各个商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 分别对应的码的比特数的总和, 并选择该总和最小的码表  $T[h, s]$ 。例如, 在图 10(A) 中的例子中  $s = 2$  的情况下, 码表选择部 122d 分别对码表  $T[0, 2]$ 、 $T[1, 2]$ 、 $T[2, 2]$ 、 $T[3, 2]$ 、 $T[4, 2]$  求出与每个帧的各个商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 分别对应的码的比特数的总和, 并从码表  $T[0, 2]$ 、 $T[1, 2]$ 、 $T[2, 2]$ 、 $T[3, 2]$ 、 $T[4, 2]$  中选择该总和最小的码表。码表选择部 122d 输出包括用于确定在每个帧选择的可变长度编码方法的索引  $h$  和输入的分离参数  $s$  的辅助信息  $[h, s]$ 。辅助信息  $[h, s]$  既可以是仅由索引  $h$  和分离参数  $s$  构成的信息, 也可以是进一步追加了报头等附加信息的信息。

[0186] 接着, 从码表选择部 122d 输出的各个帧的辅助信息  $[h, s]$  和与该帧对应的从分离运算部 2122a 输出的商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 输入到哈夫曼编码部 122b。哈夫曼编码部 122b 使用该辅助信息  $[h, s]$  而检索码表存储部 122e, 提取与辅助信息  $[h, s]$  对应的码表  $T[h, s]$ 。然后, 哈夫曼编码部 122b 使用提取出的码表  $T[h, s]$ , 对属于该帧的各个商  $q(n)$  进行可变长度编码而生成信息  $prefix(n)$  (相当于“第 1 信息”), 并输出 (步骤 S50)。

[0187] 从哈夫曼编码部 122b 输出的信息  $prefix(n)$  和从分离运算部 2122a 输出的信息  $sub(n)$  输入到合成部 2122c。合成部 2122c 将包括信息  $prefix(n)$  (相当于“第 1 信息”) 和信息  $sub(n)$  (相当于“第 2 信息”) 的码, 作为与预测残差  $e(n)$  的至少一部分对应的残差码  $C_e$  而输出 (步骤 S60)。例如, 合成部 2122c 在  $sub(n)$  不是空的情况下, 执行将信息  $prefix(n)$  和信息  $sub(n)$  合成, 并将它们的比特结合值  $prefix(n) | sub(n)$  作为残差码  $C_e$  而输出的步骤, 而在  $sub(n)$  为空的情况下, 执行将信息  $prefix(n)$  作为残差码  $C_e$  而输出的步骤。此外, 残差码  $C_e$  也可以包括信息  $prefix(n)$  和信息  $sub(n)$  以外的报头等附加信息。

[0188] 此外, 从码表选择部 122d 输出的辅助信息  $[h, s]$  输入到可变长度编码部 123。可变长度编码部 123 使用如上所述那样设定的码表 (例如, 图 12), 对每个辅助信息  $[h, s]$  将该辅助信息  $[h, s]$  进行可变长度编码, 并生成与辅助信息  $[h, s]$  对应的辅助码  $C_c$ , 并输出 (步骤 S70)。

[0189] 如以上那样生成的与 PARCOR 系数对应的系数码  $C_k$ 、与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$ 、与辅助信息  $[h, s]$  对应的辅助码  $C_c$  输入到合成部 1130 (图 6)。合成部 1130 将它们进行合成而生成码  $C_g$ , 并输出 (步骤 S80)。

[0190] < 解码方法 >

[0191] 图 15 是用于说明第 1 实施方式的解码方法的流程图。此外, 图 16 是用于例示步骤 S150 的详细的流程图。以下, 使用这些图说明本方式的解码方法。

[0192] 解码装置 200 (图 8) 的分离部 1210 分离输入到解码装置 200 的码  $C_g$ , 并生成与系数对应的系数码  $C_k$ 、与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$ 、与辅助信息  $[h, s]$  对应的辅助码  $C_c$ , 并输出 (步骤 S110)。

[0193] 与辅助信息  $[h, s]$  对应的辅助码  $C_c$  输入到可变长度解码部 222。可变长度解码部 222 使用如上所述那样设定的码表 (例如, 图 12), 对辅助码  $C_c$  进行可变长度解码, 并生成包括分离参数  $s$  和用于确定可变长度编码方法的索引  $h$  的辅助信息  $[h, s]$ , 并输出 (步骤 S120)。

[0194] 此外, 在解码部 221 中, 使用与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$  和辅助信息  $[h, s]$ ,

生成预测残差  $e(n)$ ，并输出（步骤 S130 ~ S150）。

[0195] 首先，与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$  输入到残差解码部 220（图 9）的分离部 2221a。分离部 2221a 分离输入的残差码  $C_e$ ，并生成信息  $\text{prefix}(n)$  和信息  $\text{sub}(n)$ ，并输出（步骤 S130）。另外，在输入的残差码  $C_e$  不包括信息  $\text{sub}(n)$  的情况下，分离部 2221a 从输入的残差码  $C_e$  获得信息  $\text{prefix}(n)$ 。

[0196] 从可变长度解码部 222 输出的辅助信息  $[h, s]$  和从分离部 2221a 输出的信息  $\text{prefix}(n)$  输入到哈夫曼解码部 221c。哈夫曼解码部 221c 使用该辅助信息  $[h, s]$  而检索码表存储部 221e，并提取与辅助信息  $[h, s]$  对应的码表  $T[h, s]$ 。然后，哈夫曼解码部 221c 使用提取出的码表  $T[h, s]$ ，对信息  $\text{prefix}(n)$  进行解码而生成商  $q(n)$ ，并输出（步骤 S140）。

[0197] 之后，包括从哈夫曼解码部 221c 输出的商  $q(n)$ 、从分离部 2221a 输出的信息  $\text{sub}(n)$ 、从可变长度解码部 222 输出的辅助信息  $[h, s]$  的分离参数  $s$  输入到合成运算部 2221b。合成运算部 2221b 使用它们计算预测残差  $e(n)$ ，并输出（步骤 S150）。

[0198] 【步骤 S150 的详细的例示】

[0199] 首先，合成运算部 2221b 判定输入的分離参数  $s$  是否为 0（步骤 S151）。这里，在判定为不是  $s = 0$  的情况下，接着，合成运算部 2221b 判定信息  $\text{sub}(n)$  是否为  $2^{s-1}$  以上（步骤 S152a）。该判定相当于判定预测残差  $e(n)$  是否为 0 以上。在步骤 S152a 中判定为  $\text{sub}(n) \geq 2^{s-1}$  的情况下，合成运算部 2221b 通过以下的式计算预测残差  $e(n)$ ，并输出（步骤 S153a）。

$$[0200] \quad e(n) = \text{sub}(n) + 2^{s-1} \cdot q(n) - 2^{s-1} \quad \dots (15)$$

[0201] 另一方面，在步骤 S152a 中判定为  $\text{sub}(n) < 2^{s-1}$  的情况下，合成运算部 2221b 通过以下的式计算预测残差  $e(n)$ ，并输出（步骤 S153b）。

$$[0202] \quad e(n) = -\text{sub}(n) - 1 - 2^{s-1} \cdot q(n) \quad \dots (16)$$

[0203] 另一方面，在步骤 S151 中判定为  $s = 0$  的情况下，接着，合成运算部 2221b 判定商  $q(n)$  是否为偶数（步骤 S152b）。该判定相当于判定预测残差  $e(n)$  是否为 0 以上。在步骤 S152b 中判定为  $q(n)$  为偶数的情况下，合成运算部 2221b 通过以下的式计算预测残差  $e(n)$ ，并输出（步骤 S153c）。

$$[0204] \quad e(n) = q(n)/2 \quad \dots (17)$$

[0205] 另一方面，在步骤 S152b 中判定为  $q(n)$  为奇数的情况下，合成运算部 2221b 通过以下的式计算预测残差  $e(n)$ ，并输出（步骤 S153d）。

$$[0206] \quad e(n) = -(q(n)+1)/2 \quad \dots (18)$$

[0207] 如上生成的预测残差  $e(n)$  从合成运算部 2221b 输出（结束“步骤 S150 的详细的例示”的说明）。

[0208] 此外，从残差解码部 220 输出的预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 和从分离部 1210 输出的系数码  $C_k$  输入到预测解码部 2230。预测解码部 2230 的系数解码部 2231 解码系数码  $C_k$  而生成量化 PARCOR 系数  $i(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ )，并输出（步骤 S160）。预测解码部 2230 使用作为其解码值的量化 PARCOR 系数  $i(m)$  ( $m = 1, \dots, M$ ) 和预测残差  $e(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ )，如上所述那样生成时序信号  $x(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ )，并输出（步骤 S170）。

[0209] 【第 1 实施方式的变形例 1】

[0210] 接着，说明第 1 实施方式的变形例 1。在该变形例中，在编码装置中，将预测残差

$e(n)$  映射为 0 以上的整数  $e'(n)$  之后进行分离参数的设定和编码处理。此外,在解码装置中,将已解码的整数  $e'(n)$  进行逆变换而复原预测残差  $e(n)$ 。以下,以与第 1 实施方式的不同点为中心进行说明,省略与第 1 实施方式相同的事项的说明。

[0211] < 结构 >

[0212] 第 1 实施方式与该变形例 1 的结构上的不同点在于,编码装置 100 的残差编码部 120 置换为残差编码部 320,解码装置 200 的残差解码部 220 置换为残差解码部 420。图 17 表示用于说明第 1 实施方式的变形例 1 中的残差编码部 320 的功能结构的方框图,图 18 表示用于说明第 1 实施方式的变形例 1 中的残差解码部 420 的功能结构的方框图。另外,在这些图中,对与第 1 实施方式相同的事项赋予与第 1 实施方式相同的标号,并省略说明。

[0213] 如图 17 所示,残差编码部 320 包括信号变换部 321、分离参数生成部 121、编码部 322 以及可变长度编码部 123。此外,编码部 122 包括分离运算部 322a、合成部 2122c、哈夫曼编码部 122b、码表选择部 122d 以及码表存储部 122e。此外,如图 18 所示,残差解码部 420 包括解码部 221、可变长度解码部 222 以及信号逆变换部 421。

[0214] < 前处理 >

[0215] 与第 1 实施方式相同。

[0216] < 编码方法 >

[0217] 图 19 是用于说明第 1 实施方式的变形例 1 的编码方法的流程图。此外,图 20 是用于例示图 19 的步骤 S330 的详细的流程图。以下,使用这些图说明本变形例的编码方法。

[0218] 首先,执行上述的步骤 S10,输入到残差编码部 320(图 17)的预测残差  $e(n)$  输入到信号变换部 321。信号变换部 321 将输入的预测残差  $e(n)$  映射为 0 以上的整数的值  $e'(n)$ (步骤 S210)。该值  $e'(n)$  是根据预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数。此外,该映射通过预定的规则而进行,例如在输入的预测残差  $e(n)$  为 0 以上的情况下,将其以保持大小关系的顺序的状态映射到奇数的整数,在输入的预测残差  $e(n)$  小于 0 的情况下,将其以保持大小关系的顺序的状态映射到偶数的整数。

[0219] 从信号变换部 321 输出的值  $e'(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 送到分离参数生成部 121,分离参数生成部 121 在每个帧设定依赖于值  $e'(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 的大小的整数的分离参数  $s$ ,并输出(步骤 S220)。另外,除了预测残差  $e(n)$  置换为值  $e'(n)$  之外,步骤 S220 的处理与步骤 S20 相同。

[0220] 接着,在编码部 322(图 17)中,将包括第 1 信息  $\text{prefix}(n)$  和第 2 信息  $\text{sub}(n)$  的信息作为与预测残差  $e(n)$  的至少一部分对应的残差码  $C_e$  来生成,并输出(步骤 S330、S40 ~ 60)。在该例子的第 1 信息  $\text{prefix}(n)$  是,用于确定通过除法而获得的整数的商  $q(n)$  的信息。其中,该除法的被除数是值  $e'(n)$ (相当于“根据预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数”)。此外,该除法的除数是,依赖于对该值  $e'(n)$  对应的预测残差  $e(n)$  所属的时间区间设定的分离参数  $s$  的整数(分离参数  $s$  或作为分离参数  $s$  的映射值的整数)。此外,在该例子的第 2 信息  $\text{sub}(n)$  是,用于确定被除数除以除数的余数的信息。另外,一部分该预测残差码  $C_e$  也可以不包括第 2 信息  $\text{sub}(n)$ 。

[0221] 首先,在编码部 322 的分离运算部 322a 中,输入从信号变换部 321 输出的值  $e'(n)$  以及从分离参数生成部 121 输出的分离参数  $s$ 。另外,该分离参数  $s$  是,对与输入的值  $e'(n)$  对应的预测残差  $e(n)$  的帧设定的参数。分离运算部 322a 使用这些,生成通

过将值  $e'(n)$  作为被除数、将依赖于分离参数  $s$  的整数作为除数的除法来获得的整数的商  $q(n)$  和用于确定与该商对应的余数的信息  $sub(n)$  (相当于“第 2 信息”), 并输出 (步骤 S330)。

**[0222] 【步骤 S330 的详细例子】**

[0223] 首先, 分离运算部 322a 判定输入的分离参数  $s$  是否为 0 (步骤 S331)。

[0224] 这里, 在不是  $s = 0$  的情况下, 分离运算部 322a 根据

$$[0225] \quad q(n) = \text{floor}(e'(n)/2^s) \quad \dots (19)$$

[0226] 来生成整数的商  $q(n)$  (步骤 S332a), 并根据

$$[0227] \quad sub(n) = e'(n) - 2^s \cdot q(n) \quad \dots (20)$$

[0228] 来生成用于确定余数的信息  $sub(n)$ , 并输出 (步骤 S333a)。另外, 式 (19) 中的“ $2^s$ ”相当于“依赖于分离参数  $s$  的整数 (除数)”。

[0229] 另一方面, 在  $s = 0$  的情况下, 分离运算部 322a 根据

$$[0230] \quad q(n) = e'(n) \quad \dots (21)$$

[0231] 来生成整数的商  $q(n)$  (步骤 S332b), 并将  $sub(n)$  作为空来输出 (步骤 S333b)。另外, 式 (21) “ $q(n) = e'(n) = e'(n)/2^s (s = 0)$ ”中的“ $e'(n)$ ”相当于“根据预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数 (被除数)”, “ $2^s = 1 (s = 0)$ ”相当于“依赖于分离参数  $s$  的整数 (除数)” (结束“步骤 S330 的详细例子”的说明)。

[0232] 之后, 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S40 ~ S80 的处理。

[0233] < 解码方法 >

[0234] 图 21 是用于说明第 1 实施方式的变形例 1 的解码方法的流程图。此外, 图 22 是用于例示步骤 S450 的详细的流程图。以下, 使用这些图说明本变形例的解码方法。

[0235] 首先, 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S110 和 S120 的处理之后, 在解码部 221 中, 使用与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$  和辅助信息  $[h, s]$ , 生成根据预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数的值  $e'(n)$ , 并输出 (步骤 S130、S140、S450)。首先, 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S130 以及 S140 的处理之后, 从哈夫曼解码部 221c 输出的商  $q(n)$ 、从分离部 2221a 输出的信息  $sub(n)$ 、包括从可变长度解码部 222 输出的辅助信息  $[h, s]$  的分离参数  $s$  输入到合成运算部 2221b。合成运算部 2221b 使用这些, 计算值  $e'(n)$  并输出 (步骤 S450)。

**[0236] 【步骤 S450 的详细例示】**

[0237] 首先, 合成运算部 2221b 判定输入的分离参数  $s$  是否为 0 (步骤 S451)。这里, 在判定为不是  $s = 0$  的情况下, 合成运算部 2221b 根据

$$[0238] \quad e'(n) = 2^s \cdot q(n) + sub(n) \quad \dots (22)$$

[0239] 来计算值  $e'(n)$ , 并输出 (步骤 S452a)。

[0240] 另一方面, 在判定为  $s = 0$  的情况下, 合成运算部 2221b 根据

$$[0241] \quad e'(n) = q(n) \quad \dots (23)$$

[0242] 来计算值  $e'(n)$ , 并输出 (步骤 S452b) (结束“步骤 S450 的详细例示”的说明)。

[0243] 从合成运算部 2221b 输出的值  $e'(n)$  输入到信号逆变换部 421, 信号逆变换部 421 对值  $e'(n)$  进行逆变换而求出预测残差  $e(n)$ , 并输出 (步骤 S460)。另外, 该逆变换

是信号变换部 321 的处理的逆变换。

[0244] 之后,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S160 和 S170 的处理。另外,也可以代替式 (19)、(20) 而使用将  $e(n)$  作为  $e'(n)$  的式 (1)、(5),也可以代替式 (21) 而使用将  $e(n)$  作为  $e'(n)$  的式 (3)。此时,代替式 (22) 而使用将  $e(n)$  作为  $e'(n)$  的式 (15),代替式 (23) 而使用将  $e(n)$  作为  $e'(n)$  的式 (17)。此外,也可以与  $s$  是否为 0 无关地,分离运算部 322a 根据式 (19) 来生成整数的商  $q(n)$ ,并根据式 (20) 来生成用于确定余数的信息  $sub(n)$ ,合成运算部 2221b 根据式 (22) 来计算值  $e'(n)$ 。

#### [0245] 【第 1 实施方式的变形例 2】

[0246] 接着,说明第 1 实施方式的变形例 2。该变形例是关于在残差编码部 120、320 和残差解码部 220、420 的码表存储部 122e、221e 中存储的码表的组合的变形例。以下,以与第 1 实施方式的不同点为中心进行说明,省略与第 1 实施方式相同的事项的说明。

[0247] 图 23(A)、图 24(A)、图 24(C) 是用于例示在码表存储部 122e 和码表存储部 221e 中存储的码表  $T[h, s]$ 、分离参数  $s$  以及索引  $h$  之间的对应关系的对应表。此外,图 23(B)、图 24(B)、图 24(D) 是用于例示在图 23(A)、图 24(A)、图 24(C) 的对应表中例示的各个码表被选择的频度和分离参数  $s$  以及索引  $h$  之间的关系的图。

[0248] 在图 23(A) 所示的变形例中,并没有对设定范围内的分离参数  $s$  和索引  $h$  的全部组合设定码表  $T[h, s]$ ,对这些一部分组合没有设定码表  $T[h, s]$ 。另外,× 表示对与其对应的分离参数  $s$  和索引  $h$  的组没有设定码表  $T[h, s]$  的情况(在其他图中也是相同的)。另外,在图 23(A) 的例子中,不存在与分离参数  $s = 1, 3$  对应的列,在该例子中并不生成分离参数  $s = 1, 3$  本身。由此,分离参数  $s$  也可以是并非能够取在规定范围中连续的整数值(例如,0、1、2、3、4、……、7)中的任一个,而仅取从在规定范围中连续的整数值中间除一部分整数的范围内(例如,0、2、4、6)的值的结构。此时,由于减少了应在可变长度编码部 123(图 7 等)中进行可变长度编码的辅助信息  $[h, s]$  的种类,所以能够削减与辅助信息  $[h, s]$  对应的辅助码  $C_c$  的码量。

[0249] 此外,图 24(A) 的例子是并没有对每个分离参数  $s$  设定不同的码表,而是对全部分离参数  $s$  设定共同的多个码表的例子。在图 24(A) 的例子中,与分离参数  $s$  的值无关地被选择 5 个码表  $T[0, A] \sim T[4, A]$  中的任一个。此外,图 24(C) 的例子是对分离参数  $s = 0, 1, 2, 3, 4$  分别设定各一个码表  $T[0, s]$ ,对其他的分离参数  $s$  设定一个码表  $T[0, E]$  的例子。

#### [0250] 【第 1 实施方式的变形例 3】

[0251] 接着,说明第 1 实施方式的变形例 3。在该变形例中,对至少一部分分离参数  $s$  设定根据与其对应的连续量参数  $s'$  的大小而不同的码表(用于对商  $q(n)$  进行编码的码表)。即,在该变形例中,有时即使分离参数  $s$  和索引  $h$  的组相同,也根据与该分离参数  $s$  对应的连续量参数  $s'$  的大小而设定不同的码表(用于对商  $q(n)$  进行编码的码表)。由此,能够进一步进行最佳的码表设定,由此,能够进一步减小进行了可变长度编码的商  $q(n)$  的码的码量。以下,以与第 1 实施方式的不同点为中心进行说明,省略与第 1 实施方式相同的事项的说明。

#### [0252] < 结构 >

[0253] 图 25 是用于说明第 1 实施方式的变形例 3 中的残差编码部 520 的功能结构的方框图。此外,图 26 是用于说明第 1 实施方式的变形例 3 中的残差解码部 620 的功能结构的方

框图。另外,在这些图中,对与第 1 实施方式相同的事项赋予与第 1 实施方式相同的标号,并省略说明。

[0254] 第 1 实施方式的变形例 3 的结构是,第 1 实施方式的残差编码部 120 置换为残差编码部 520,第 1 实施方式的残差解码部 220 置换为残差解码部 620。

[0255] 这里,残差编码部 520 将残差编码部 120 的编码部 122 和可变长度编码部 123 置换为编码部 522 和可变长度编码部 523。此外,编码部 522 将编码部 122 的码表选择部 122d 和哈夫曼编码部 122b 置换为码表选择部 522d 和哈夫曼编码部 522b。

[0256] 此外,残差解码部 620 将残差解码部 220 的解码部 221 和可变长度解码部 222 置换为解码部 621 和可变长度解码部 622,解码部 621 将解码部 221 的哈夫曼解码部 221c 置换为哈夫曼解码部 621c。

[0257] < 前处理 >

[0258] 图 27(A) 是用于例示在残差编码部 520 的码表存储部 122e 和残差解码部 620 的码表存储部 221e 中存储的码表、分离参数以及索引之间的对应关系的对应表。此外,图 27(B) 是用于例示在图 27(A) 的对应表中例示的各个码表被选择的频度和分离参数  $s$  (上位 / 下位) 以及索引  $h$  之间的关系的图。此外,图 28(A)、图 28(B) 是用于例示图 27(A) 的对应表的码表的图。在这些码表中,作为编码对象的输入值、与其对应的码、以及该码的比特长度相关联。此外,图 29 是与残差编码部 520 的可变长度编码部 523 进行的可变长度编码以及残差解码部 620 的可变长度解码部 622 进行的解码方法对应的码表的例示。

[0259] 在第 1 实施方式的变形例 3 中,也设定了与分离参数  $s$  和索引  $h$  的组对应的码表 (用于对商  $q(n)$  进行编码的码表)。但是,在该变形例中,对至少一部分分离参数  $s$ ,根据与该分离参数  $s$  对应的连续量参数  $s'$  为上位还是下位而设定了不同的码表。另外,“与分离参数  $s$  对应的连续量参数  $s'$  为上位”意味着,该连续量参数  $s'$  属于将量化为分离参数  $s$  的连续量参数区域的规定范围划分为 2 个区间的条件下的上位侧的区间。此外,“与分离参数  $s$  对应的连续量参数  $s'$  为下位”意味着,该连续量参数  $s'$  属于将量化为分离参数  $s$  的连续量参数区域的规定范围划分为 2 个区间的条件下的下位侧的区间。例如,在属于  $s \leq s' < s+1$  的范围的连续量参数  $s'$  量化为整数的分离参数  $s$  的情况下,属于  $s$  以上且小于  $s+0.5$  的范围的连续量参数  $s'$  为下位,属于  $s+0.5$  以上且小于  $s+1$  的范围的连续量参数  $s'$  为上位。

[0260] 在图 27(A) 的例子中,例如,对分离参数  $s$  为 2 且与其对应的连续量参数  $s'$  为下位的情况,设定与索引  $h = 0, 1, \dots, 4$  对应的码表  $T[0, 2, L]$ 、 $T[1, 2, L]$ 、 $T[2, 2, L]$ 、 $T[3, 2, L]$ 、 $T[4, 2, L]$ 。此外,例如,对分离参数  $s$  为 2 且与其对应的连续量参数  $s'$  为上位的情况,设定与索引  $h = 0, 1, \dots, 4$  对应的码表  $T[0, 2, U]$ 、 $T[1, 2, U]$ 、 $T[2, 2, U]$ 、 $T[3, 2, U]$ 、 $T[4, 2, U]$ 。另外,码表  $T[h, 2, L]$  和码表  $T[h, 2, U]$  的组的至少一部分是互不相同的码表的组 (在图 28 中例示)。此外,例如,与连续量参数  $s'$  的上位 / 下位无关地,对分离参数  $s = 1$  设定与索引  $h = 0, 1, 2, 3$  对应的码表  $T[0, 1]$ 、 $T[1, 1]$ 、 $T[2, 1]$ 、 $T[3, 1]$ 。

[0261] 如上所述那样设定的各个码表  $T[h, s, \text{add}]$  ( $\text{add} = "L"$  或  $"U"$ ) 与各自对应的索引  $h$ 、分离参数  $s$ 、以及表示连续量参数  $s'$  的上位 / 下位的附加信息  $\text{add}$  的组相关联。此外,各个码表  $T[h, s]$  与各自对应的索引  $h$  和分离参数  $s$  的组相关联。各个码表  $T[h, s, \text{add}]$ 、 $T[h, s]$  存储在残差编码部 520 的码表存储部 122e 和残差解码部 620 的码表存储部

221e 中。另外,在码表存储部 122e 中根据分离参数  $s$ 、索引  $h$ 、以及附加信息  $add$  的组而确定的码表  $T[h, s, add]$ 、与在码表存储部 221e 中根据该分离参数  $s$ 、索引  $h$ 、以及附加信息  $add$  的组而确定的码表  $T[h, s, add]$  相同。此外,在码表存储部 122e 中根据分离参数  $s$  和索引  $h$  的组而确定的码表  $T[h, s]$ 、与在码表存储部 221e 中根据该分离参数  $s$  和索引  $h$  的组而确定的码表  $T[h, s]$  相同。

**[0262]** 此外,与第 1 实施方式相同地,事先学习被选择的码表  $T[h, s, add]$ 、 $T[h, s]$  的频率分布(在图 27(B)中例示),在可变长度编码部 123 和可变长度解码部 222 中设定用于将作为分离参数  $s$  和索引  $h$  的组的辅助信息  $[h, s]$ 、或者作为分离参数  $s$ 、索引  $h$  以及表示上位/下位的附加信息  $add$  的组的辅助信息  $[h, s, add]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法的码表(例如,在图 29 中例示)。另外,用于将辅助信息  $[h, s, add]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法如在【原理 2】和第 1 实施方式中的说明。

**[0263]** < 编码方法 >

**[0264]** 与第 1 实施方式的不同点仅在于,码表选择部 522d 的处理(图 13/步骤 S40 的变形)、哈夫曼编码部 522b 的处理(步骤 S50 的变形)、可变长度编码部 523 的处理(步骤 S70 的变形)。以下,仅说明这些不同点。

**[0265]** 【码表选择部 522d 的处理(步骤 S40 的变形)】

**[0266]** 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S10 ~ S30(图 13)的处理之后,从分离运算部 2122a 输出的商  $q(n)$  和从分离参数生成部 121 输出的连续量参数  $s'$  输入到码表选择部 522d。码表选择部 522d 使用这些,在每个帧选择用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码的可变长度编码方法。

**[0267]** 例如,首先,码表选择部 522d 使用连续量参数  $s'$ ,求出作为连续量参数  $s'$  的量化值的分离参数  $s$  和表示连续量参数  $s'$  的上位/下位的附加信息  $add$ 。接着,码表选择部 522d 参照码表存储部 122e,对与该分离参数  $s$  对应的每个码表  $T[h, s]$  或者与该分离参数  $s$  和附加信息  $add$  对应的每个码表  $T[h, s, add]$ ,求出与每个帧的各个商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 分别对应的码的比特数的总和,并选择该总和最小的码表  $T[h, s]$  或者  $T[h, s, add]$ 。码表选择部 522d 输出包括用于确定在每个帧选择的可变长度编码方法的索引  $h$  和分离参数  $s$  的辅助信息  $[h, s]$  或者进一步还包括附加信息  $add$  的辅助信息  $[h, s, add]$ 。

**[0268]** 另外,也可以是不是码表选择部 522d 使用连续量参数  $s'$  求出作为连续量参数  $s'$  的量化值的分离参数  $s$  和表示连续量参数  $s'$  的上位/下位的附加信息  $add$ ,而是在分离运算部 2122a 中进一步求出附加信息  $add$  的结构。此时,码表选择部 522d 使用从分离运算部 2122a 输出的分离参数  $s$  和附加信息  $add$ ,选择用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码的可变长度编码方法。

**[0269]** 【哈夫曼编码部 522b 的处理(步骤 S50 的变形)】

**[0270]** 从码表选择部 522d 输出的各个帧的辅助信息  $[h, s]$  或者  $[h, s, add]$ 、以及从与该帧对应的分离运算部 2122a 输出的商  $q(n)$  输入到哈夫曼编码部 522b。哈夫曼编码部 522b 使用该辅助信息  $[h, s]$  或者  $[h, s, add]$  来检索码表存储部 122e,提取与辅助信息  $[h, s]$  或者  $[h, s, add]$  对应的码表  $T[h, s]$  或者  $T[h, s, add]$ 。然后,哈夫曼编码部 122b 使用提取出的码表  $T[h, s]$  或者  $T[h, s, add]$ ,对该帧的商  $q(n)$  进行可变长度编码而生成信息  $prefix(n)$ (相当于“第 1 信息”),并输出。

[0271] 【可变长度编码部 523 的处理（步骤 S70 的变形）】

[0272] 从码表选择部 522d 输出的帧的辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add] 输入到可变长度编码部 523。可变长度编码部 523 使用如上所述那样设定的码表（例如，图 29），按每个辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add] 对该辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add] 进行可变长度编码，生成与辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add] 对应的辅助码  $C_c$ ，并输出。

[0273] < 解码方法 >

[0274] 与第 1 实施方式的不同点仅在于，可变长度解码部 622 的处理（图 15/ 步骤 S120 的变形）和哈夫曼解码部 621c 的处理（步骤 S140 的变形）。以下，仅说明这些不同点。

[0275] 【可变长度解码部 622 的处理（步骤 S120 的变形）】

[0276] 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S110 的处理之后，与辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add] 对应的辅助码  $C_c$  输入到可变长度解码部 622。可变长度解码部 622 使用如上所述那样设定的码表（例如，图 29），对辅助码  $C_c$  进行可变长度解码，生成辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add]，并输出。

[0277] 【哈夫曼解码部 621c 的处理（步骤 S140 的变形）】

[0278] 从可变长度解码部 622 输出的辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add]、以及从分离部 2221a 输出的信息  $\text{prefix}(n)$  输入到哈夫曼解码部 621c。哈夫曼解码部 621c 使用该辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add] 来检索码表存储部 221e，提取与辅助信息 [h, s] 或者 [h, s, add] 对应的码表  $T[h, s]$  或者  $T[h, s, add]$ 。然后，哈夫曼解码部 621c 使用提取出的码表  $T[h, s]$  或者  $T[h, s, add]$  来解码信息  $\text{prefix}(n)$ ，生成商  $q(n)$  并输出。

[0279] 另外，在该变形例中，对至少一部分分离参数  $s$ ，根据与该分离参数  $s$  对应的连续量参数  $s'$  为上位还是下位，设定了不同的码表  $T[h, s, add]$ 。但是，也可以根据与该分离参数  $s$  对应的连续量参数  $s'$  的大小，对进一步细致的每个区分设定不同的码表。例如，在属于  $s \leq s' < s+1$  的范围的连续量参数  $s'$  量化为作为整数的分离参数  $s$  的情况下，也可以根据连续量参数  $s'$  属于  $s$  以上且小于  $s+0.25$  的范围、还是属于  $s+0.25$  以上且小于  $s+0.5$  的范围、还是属于  $s+0.5$  以上且小于  $s+0.75$  的范围、还是属于  $s+0.75$  以上且小于  $s+1$  的范围，设定不同的码表。

[0280] 【第 2 实施方式】

[0281] 接着，说明本发明的第 2 实施方式。本方式的预测残差  $e(n)$  是根据在作为预定的时间区间的每个帧，对时序信号进行预测分析的结果而获得的。在本方式中，在作为将帧进一步划分为多个的各个时间区间的每个子帧，选择用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码的可变长度编码方法。此外，使用对与商  $q(n)$  对应的预测残差  $e(n)$  所属的子帧设定的可变长度编码方法，对该商  $q(n)$  进行可变长度编码而生成第 1 信息。并且，对包括分离参数  $s$  和结合索引  $H$  的组的辅助信息 [H, s] 进行可变长度编码，该结合索引  $H$  是将用于确定对属于同一个帧的各个子帧分别选择的可变长度编码方法的索引  $h_i$  ( $i = 1, 2$ ) 结合的索引。另外，在本方式中，表示将各个帧划分为两个的各个时间区间设为子帧的例子 ( $i = 1, 2$ )。但是，这个例子并不是限定本发明的，也可以将各个帧划分为 3 个以上的各个时间区间设为子帧 ( $i = 1, 2, \dots, I$  ( $I$  为 3 以上的整数))。此外，以下，以与第 1 实施方式的不同点为中心进行说明，省略与第 1 实施方式相同的事项的说明。

[0282] < 结构 >

[0283] 第 1 实施方式与第 2 实施方式的结构上的不同点在于, 编码装置 100 的残差编码部 120 置换为残差编码部 720, 解码装置 200 的残差解码部 220 置换为残差解码部 820。

[0284] 图 30 表示用于说明第 2 实施方式的残差编码部 720 的功能结构的方框图, 图 31 表示用于说明第 2 实施方式的残差解码部 820 的功能结构的方框图。另外, 在这些图中, 对与第 1 实施方式相同的事项赋予与第 1 实施方式相同的标号, 并省略说明。

[0285] 如图 30 所示, 残差编码部 720 包括分离参数生成部 121、编码部 722 以及可变长度编码部 723。此外, 编码部 722 包括分离运算部 2122a、合成部 2122c、哈夫曼编码部 722b、码表选择部 722d 以及码表存储部 122e。

[0286] 此外, 如图 31 所示, 残差解码部 820 包括解码部 821 以及可变长度解码部 822。此外, 解码部 821 包括分离部 2221a、合成运算部 2221b、哈夫曼解码部 821c 以及码表存储部 221e。

[0287] < 前处理 >

[0288] 如上所述, 在本方式中, 对包括分离参数  $s$  和结合索引  $H = h_1 | h_2$  的组的辅助信息  $[H, s]$  进行可变长度编码, 该结合索引  $H = h_1 | h_2$  是将用于确定对属于同一个帧的各个子帧分别选择的可变长度编码方法的索引  $h_i (i = 1, 2)$  结合的索引。

[0289] 基于将在子帧中的总码量最小化的基准, 在用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码而选择的可变长度编码方法的频度分布中产生偏向, 在用于确定该可变长度编码方法的索引  $h_i$  的频度分布中产生偏向。因此, 在将对于属于同一个帧的各个子帧的索引  $h_i$  结合的索引  $H = h_1 | h_2$  的频度分布中也产生偏向。此外, 基于将在帧中的总码量最小化的基准而选择的分离参数  $s$  的频度分布中也产生偏向。

[0290] 图 32 是用于例示残差编码部 720 的码表选择部 722d 在每个子帧选择的、用于将商  $q(n)$  进行可变长度编码的码表的频度和分离参数  $s$  以及索引  $h_i$  之间的关系的图。另外, 在图 32 中, 将对于各个帧的前半部的子帧的索引记为  $h_1$ , 将对于后半部的子帧的索引记为  $h_2$ 。例如,  $H = 01$  意味着用于确定在前半部的子帧中选择的可变长度编码方法的索引  $h_1$  为 0 且用于确定在后半部的子帧中选择的可变长度编码方法的索引  $h_2$  为 1。此外, 在图 32 的由结合索引  $H = h_1 | h_2$  和分离参数  $s$  确定的各个栏中表示了在前半部的子帧中选择的码表为  $T[h_1, s]$  且在后半部的子帧中选择的码表为  $T[h_2, s]$  的频度。另外, 频度的表述方法与第 1 实施方式相同。

[0291] 在本方式中, 作为一例, 上述的被除数为 0 以上且小于  $2^8$  的整数 (以 8 比特表现的整数), 分离参数  $s$  可取的范围为 0 以上且 7 以下, 但其中, 可设定的分离参数  $s$  被限制为 0、2、4。此外, 假设离 2 的距离为第 1 距离 (在图 32 的例子中第 1 距离为 0) 的分离参数  $s$  被选择的频度比离 2 的距离为比第 1 距离大的第 2 距离的分离参数被选择的频度高。此外, 若与本方式的索引  $h_1$  或  $h_2$  对应的码表  $T[h_1, s]$  或  $T[h_2, s]$  越接近用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表, 则该索引  $h_1$  或  $h_2$  成为越小的值, 若越远离用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表, 则该索引  $h_1$  或  $h_2$  成为越大的值。

[0292] 事先学习这样的频度分布, 根据包括分离参数  $s$  和结合索引  $H$  的组的辅助信息  $[H, s]$  的频度分布, 在可变长度编码部 723 和可变长度解码部 822 中设定用于对辅助信息  $[H, s]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法的码表。

[0293] 用于对辅助信息  $[H, s]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法是, 越是频度高的辅

助信息  $[H, s]$ , 越分配短的码长的码, 而越是频度低的辅助信息  $[H, s]$ , 越分配长的码长的码。在上述的假设的情况下, 这样的编码方法成为具有如下 2 种特征的可变长度编码方法。

[0294] • 第 1 码的码长比第 2 码的码长短的情况比第 1 码的码长比第 2 码的码长长的情况多。其中, 在该例子的第 1 码是对包括作为离 2 (相当于“预定的特定值”) 的距离为第 1 距离的分离参数  $s$  的辅助信息  $[H, s]$  分配的码。此外, 在该例子的第 2 码是对包括作为离 2 (相当于“预定的特定值”) 的距离为第 2 距离的分离参数  $s$  的辅助信息  $[H, s]$  分配的码。此外, 第 2 距离大于第 1 距离。

[0295] • 在分离参数  $s$  为 2 以上的情况下 (相当于“将除数设为预定的阈值以上的情况”), 第 3 码的码长比第 4 码的码长短的情况比第 3 码的码长比第 4 码的码长长的情况多。其中, 第 4 码是对包括用于确定为了进行与阿尔法编码不同的第 1 可变长度编码的第 1 编码方法的索引  $h_1$  或者  $h_2$  的辅助信息  $[H, s]$  分配的码。此外, 第 3 码是对包括用于确定为了进行比该第 1 可变长度编码更接近阿尔法编码的第 2 可变长度编码的第 2 编码方法的索引  $h_1$  或者  $h_2$  的辅助信息  $[H, s]$  分配的码。

[0296] < 编码方法 >

[0297] 接着, 说明第 2 实施方式的编码方法。

[0298] 图 33 是用于说明第 2 实施方式的编码方法的流程图。以下, 使用该图说明本方式的编码方法。

[0299] 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S10 ~ S30 的处理之后, 从分离运算部 2122a 输出的商  $q(n)$  和从分离参数生成部 121 输出的分离参数  $s$  输入到码表选择部 722d。码表选择部 722d 使用这些, 在每个子帧选择用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码的可变长度编码方法 (步骤 S540)。例如, 码表选择部 722d 参照 码表存储部 122e, 对与输入的分离参数  $s$  对应的每个码表  $T[h, s]$ , 求出与每个子帧的各个商  $q(n)$  ( $n = SFS(i), \dots, SFE(i)$ ) ( $i = 1, 2, SFS(1) = 1, SFE(1) \in \{2, \dots, N-2\}, SFS(2) = SFE(1)+1, SFS(2) = N$ ) 分别对应的码的比特数的总和, 并对该子帧选择该总和最小的码表  $T[h, s]$ 。码表选择部 722d 输出包括结合索引  $H$  和输入的分离参数  $s$  的辅助信息  $[H, s]$ , 该结合索引  $H$  是将用于确定对构成同一个帧的各个子帧分别选择的可变长度编码方法的索引  $h_1$  和  $h_2$  结合的索引。另外, 在本方式中, 将确定用于对与前半部的子帧对应的各个商  $q(SFS(1)), \dots, q(SFE(1))$  分别进行可变长度编码的编码方法的索引表现为  $h_1$ 。此外, 将确定用于对与后半部的子帧对应的各个商  $q(SFS(2)), \dots, q(SFE(2))$  分别进行可变长度编码的编码方法的索引表现为  $h_2$ 。辅助信息  $[H, s]$  既可以是仅由结合索引  $H$  和分离参数  $s$  构成的信息, 也可以是进一步追加了报头等的附加信息的信息。

[0300] 接着, 从码表选择部 722d 输出的各个帧的辅助信息  $[H, s]$  和与该帧对应的从分离运算部 2122a 输出的商  $q(n)$  ( $n = 1, \dots, N$ ) 输入到哈夫曼编码部 722b。哈夫曼编码部 722b 使用该辅助信息  $[H, s]$  而检索码表存储部 122e, 提取与辅助信息  $[H, s]$  对应的码表  $T[h_1, s]$  和  $T[h_2, s]$ 。哈夫曼编码部 722b 使用提取出的码表  $T[h_1, s]$ , 对与属于该帧的前半部的子帧对应的各个商  $q(n)$  分别进行可变长度编码。此外, 哈夫曼编码部 722b 使用提取出的码表  $T[h_2, s]$ , 对与属于该帧的后半部的子帧对应的各个商  $q(n)$  分别进行可变长度编码。由此, 哈夫曼编码部 722b 生成与该帧对应的各个信息  $prefix(n)$  (相当于“第 1 信息”) (步骤 S550)。

[0301] 之后,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S60 的处理之后,从码表选择部 722d 输出的辅助信息  $[H, s]$  输入到可变长度编码部 723。可变长度编码部 723 使用如上所述那样设定的码表,对包括生成的分离参数  $s$  和结合索引  $H$  的组的每个辅助信息  $[H, s]$ ,将该辅助信息  $[H, s]$  进行可变长度编码,并生成与辅助信息  $[H, s]$  对应的辅助码  $C_c$ ,该结合索引  $H$  是将用于确定对各个子帧分别选择的编码方法的索引  $h_i (i = 1, 2)$  对每个帧结合的索引(步骤 S570)。

[0302] 之后,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S80。

[0303] < 解码方法 >

[0304] 接着,说明第 2 实施方式的解码方法。

[0305] 图 34 是用于说明第 2 实施方式的解码方法的流程图。以下,使用该图说明本方式的解码方法。

[0306] 解码装置 200(图 8)的分离部 1210 分离输入到解码装置 200 的码  $C_g$ ,并生成与系数对应的系数码  $C_k$ 、与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$ 、与辅助信息  $[H, s]$  对应的辅助码  $C_c$ (步骤 S610)。与辅助信息  $[H, s]$  对应的辅助码  $C_c$  输入到可变长度解码部 222。可变长度解码部 222 使用如上所述那样设定的码表,对辅助码  $C_c$  进行可变长度解码,并生成包括分离参数  $s$  和结合索引  $H$  的组的辅助信息  $[H, s]$ (步骤 S620)。

[0307] 之后,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S130 的处理之后,从可变长度解码部 822 输出的辅助信息  $[H, s]$  和从分离部 2221a 输出的信息  $\text{prefix}(n) (n = 1, \dots, N)$  输入到哈夫曼解码部 821c。哈夫曼解码部 821c 使用该辅助信息  $[H, s]$  而检索码表存储部 221e,并提取与辅助信息  $[H, s]$  对应的码表  $T[h_1, s]$  和  $T[h_2, s]$ 。然后,哈夫曼解码部 821c 使用提取出的码表  $T[h_1, s]$ ,对与前半部的子帧对应的信息  $\text{prefix}(n)$  分别进行解码而生成商  $q(n)$ ,使用码表  $T[h_2, s]$ ,对与后半部的子帧对应的信息  $\text{prefix}(n)$  进行解码而生成商  $q(n)$ (步骤 S640)。

[0308] 之后,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S150 ~ S170 的处理。

[0309] 【第 3 实施方式】

[0310] 接着,说明本发明的第 3 实施方式。在本方式中,预测残差  $e(n)$  是根据在作为预定的时间区间的每个帧,对时序信号进行预测分析的结果而获得的,在作为将帧进一步划分为多个的各个时间区间的每个子帧设定了分离参数  $s_i (i = 1, 2)$ 。与本方式的预测残差对应的码包括第 1 信息和第 2 信息,该第 1 信息确定通过如下除法来获得的整数的商:将根据预测残差或预测残差的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数作为被除数,将依赖于对该预测残差所属的子帧设定的分离参数  $s_i$  的整数作为除数,该第 2 信息确定被除数除以除数的余数。并且,在本方式中,对包括结合参数  $S$  的辅助信息分别进行可变长度编码,该结合参数  $S$  是将对属于同一个帧的各个子帧分别设定的各个分离参数  $s_i$  结合的参数。另外,在本方式中,表示将各个帧划分为两个的各个时间区间设为子帧的例子 ( $i = 1, 2$ ),但这个例子并不是限定本发明的,也可以将各个帧划分为 3 个以上的各个时间区间设为子帧 ( $i = 1, 2, \dots, I (I \text{ 为 } 3 \text{ 以上的整数})$ )。此外,以下,以与第 1 实施方式的不同点为中心进行说明,省略与第 1 实施方式相同的事项的说明。

[0311] < 结构 >

[0312] 第 1 实施方式与第 3 实施方式的结构上的不同点在于,编码装置 100 的残差编码

部 120 置换为残差编码部 920, 解码装置 200 的残差解码部 220 置换为残差解码部 1020。

[0313] 图 35 表示用于说明第 3 实施方式的残差编码部 920 的功能结构的方框图, 图 36 表示用于说明第 3 实施方式的残差解码部 1020 的功能结构的方框图。另外, 在这些图中, 对与第 1 实施方式相同的事项赋予与第 1 实施方式相同的标号, 并省略说明。

[0314] 如图 35 所示, 残差编码部 920 包括分离参数生成部 921、编码部 922 以及可变长度编码部 923。此外, 分离参数生成部 921 包括参数运算部 921a 和量化部 121b。此外, 编码部 922 包括分离运算部 922a、合成部 2122c、哈夫曼编码部 922b、码表选择部 922d 以及码表存储部 122e。

[0315] 此外, 如图 36 所示, 残差解码部 1020 包括解码部 1021 以及可变长度解码部 1022。此外, 解码部 1021 包括分离部 2221a、合成运算部 1021b、哈夫曼解码部 1021c 以及码表存储部 221e。

[0316] < 前处理 >

[0317] 如上所述, 在本方式中, 对包括结合参数  $S = s_1 | s_2$  和索引  $h$  的组的辅助信息  $[h, S]$  进行可变长度编码, 该结合参数  $S = s_1 | s_2$  是将对属于同一个帧的各个子帧分别设定的各个分离参数  $s_i (i = 1, 2)$  结合的参数, 该索引  $h$  是用于确定对该帧选择的编码方法的索引。

[0318] 基于将在帧中的总码量最小化的基准, 在用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码而选择的编码方法的频度分布中产生偏向, 在用于确定该编码方法的索引  $h$  的频度分布中产生偏向。此外, 基于将在子帧中的总码量最小化的基准而选择的分离参数  $s_i$  的频度分布中也产生偏向。因此, 在将对于各个子帧的分离参数  $s_i$  对每个帧结合的结合参数  $S = s_1 | s_2$  的频度分布中也产生偏向。

[0319] 图 37 是用于例示残差编码部 920 的码表选择部 922d 在每个子帧选择的、用于将商  $q(n)$  进行可变长度编码的码表的频度和分离参数  $s_i$  以及索引  $h$  之间的关系的图。另外, 在图 37 中, 将对于各个帧的前半部的子帧的分离参数记为  $s_1$ , 将对于后半部的子帧的分离参数记为  $s_2$ 。例如,  $S = 01$  意味着对于前半部的子帧的分离参数  $s_1$  为 0 且对于后半部的子帧的分离参数  $s_2$  为 1。此外, 在图 37 的由索引  $h$  和结合参数  $S = s_1 | s_2$  确定的各个栏中表示了在每个帧选择的码表为  $T[h, s_1]$  (或者  $T[h, s_2]$ ) 的频度。另外, 频度的表述方法与第 1 实施方式相同。

[0320] 在本方式中, 作为一例, 上述的被除数为 0 以上且小于  $2^8$  的整数 (以 8 比特表现的整数), 分离参数  $s_i$  可取的范围为 0 以上且 7 以下, 但其中, 可设定的分离参数  $s_i$  被限制为 0、1、2。此外, 假设离 2 的距离为第 1 距离的分离参数  $s_i$  被选择的频度比离 2 的距离为比第 1 距离大的第 2 距离的分离参数被选择的频度高。此外, 若与本方式的索引  $h$  对应的码表  $T[h, s_1]$  (或者  $T[h, s_2]$ ) 越接近用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表, 则该索引  $h$  成为越小的值, 若越远离用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表, 则该索引  $h$  成为越大的值。

[0321] 事先学习这样的频度分布, 根据包括结合参数  $S$  和索引  $h$  的组的辅助信息  $[h, S]$  的频度分布, 在可变长度编码部 923 和可变长度解码部 1022 中设定用于对辅助信息  $[h, S]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法的码表。

[0322] 用于对辅助信息  $[h, S]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法是, 越是频度高的辅助信息  $[h, S]$ , 越分配短的码长的码, 而越是频度低的辅助信息  $[h, S]$ , 越分配长的码长的

码。在上述的假设的情况下,这样的编码方法成为具有如下 2 种特征的可变长度编码方法。

[0323] • 第 1 码的码长比第 2 码的码长短的情况比第 1 码的码长比第 2 码的码长长的情况多。其中,在该例子的第 1 码是对包括作为离 2(相当于“预定的特定值”)的距离为第 1 距离的分离参数  $s_1$  或  $s_2$  的辅助信息  $[h, S]$  分配的码。此外,在该例子的第 2 码是对包括作为离 2(相当于“预定的特定值”)的距离为第 2 距离的分离参数  $s_1$  或  $s_2$  的辅助信息  $[h, S]$  分配的码。此外,第 2 距离大于第 1 距离。

[0324] • 在分离参数  $s$  为 2 以上的情况下(相当于“将除数设为预定的阈值以上的情况”),第 3 码的码长比第 4 码的码长短的情况比第 3 码的码长比第 4 码的码长长的情况多。其中,第 4 码是对包括用于确定为了进行与阿尔法编码不同的第 1 可变长度编码的第 1 编码方法的索引  $h$  的辅助信息  $[h, S]$  分配的码。此外,第 3 码是对包括用于确定为了进行比该第 1 可变长度编码更接近阿尔法编码的第 2 可变长度编码的第 2 编码方法的索引  $h$  的辅助信息  $[h, S]$  分配的码。

[0325] < 编码方法 >

[0326] 接着,说明第 3 实施方式的编码方法。

[0327] 图 38 是用于说明第 3 实施方式的编码方法的流程图。以下,使用该图说明本方式的编码方法。

[0328] 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S10 的处理之后,输入到残差编码部 920(图 35)的预测残差  $e(n)$  被送到分离参数生成部 921。分离参数生成部 921 对每个子帧设定依赖于预测残差  $e(n)$  的大小的整数的分离参数  $s_i$  ( $i = 1, 2$ ),并输出(步骤 S720)。通过将每个帧进行的、在第 1 实施方式中说明的步骤 S20 的处理对每个子帧进行,从而能够实现这个处理。具体地说,例如,参数运算部 921a 根据将式(14)的  $N$  替换为子帧的样本数的式,对每个子帧计算连续量参数  $s_i'$ ,量化部 121b 将计算出的连续量参数  $s_i'$  量化为整数,从而生成每个子帧的分离参数  $s_i$ 。

[0329] 接着,在编码部 922 的分离运算部 922a 中,输入输入至残差编码部 920 的预测残差  $e(n)$  以及从分离参数生成部 921 输出的每个子帧的分离参数  $s_i$ 。另外,该分离参数  $s_i$  是对与输入的预测残差  $e(n)$  对应的子帧设定的参数。分离运算部 922a 使用这些,生成通过将预测残差  $e(n)$  或预测残差  $e(n)$  的大小的增加而单调增加的 0 以上的整数作为被除数、将依赖于分离参数  $s_i$  的整数作为除数的除法来获得的整数的商  $q(n)$  和用于确定与该商对应的余数的信息  $sub(n)$ (相当于“第 2 信息”)(步骤 S730)。另外,步骤 S730 的详细例如与上述的步骤 S30 的详细例子相同。

[0330] 接着,从分离运算部 922a 输出的商  $q(n)$  和从分离参数生成部 921 输出的分离参数  $s_1$ (或者  $s_2$ )输入到码表选择部 922d。码表选择部 922d 使用这些,对每个帧选择用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码的编码方法(步骤 S740)。即,在本方式中,分离参数  $s_i$  是对每个子帧设定的,用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码的编码方法是对每个帧选择的。例如,码表选择部 922d 参照码表存储部 122e,对与输入的分离参数  $s_1$  对应的每个码表  $T[h, s_1]$ ,求出与每个帧的各个商  $q(n)$  分别对应的码的比特数的总和,并对每个帧选择该总和最小的码表  $T[h, s_1]$ 。或者,例如,码表选择部 922d 参照码表存储部 122e,对与输入的分离参数  $s_2$  对应的每个码表  $T[h, s_2]$ ,求出与每个帧的各个商  $q(n)$  分别对应的码的比特数的总和,并对每个帧选择该总和最小的码表  $T[h, s_2]$ 。然后,码表选择部 922d 输出包括结合参数  $S$  和用

于确定对各个帧分别选择的编码方法的索引  $h$  的辅助信息  $[h, S]$ , 该结合参数  $S$  是将对属于同一个帧的各个子帧分别生成的各个分离参数  $s_i$  结合的参数。

[0331] 之后, 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S50 和 S60 的处理, 从码表选择部 922d 输出的辅助信息  $[h, S]$  输入到可变长度编码部 923。可变长度编码部 923 使用如上所述那样设定的码表, 对每个辅助信息  $[h, S]$  将该辅助信息  $[h, S]$  进行可变长度编码, 并生成与辅助信息  $[h, S]$  对应的辅助码  $C_c$ , 并输出 (步骤 S770)。

[0332] 之后, 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S80 的处理。

[0333] < 解码方法 >

[0334] 图 39 是用于说明第 3 实施方式的解码方法的流程图。以下, 使用该图说明本方式的解码方法。

[0335] 解码装置 200 (图 8) 的分离部 1210 分离输入到解码装置 200 的码  $C_g$ , 并生成与系数对应的系数码  $C_k$ 、与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$ 、与辅助信息  $[h, S]$  对应的辅助码  $C_c$  (步骤 S810)。

[0336] 与辅助信息  $[h, S]$  对应的辅助码  $C_c$  输入到可变长度解码部 1022, 可变长度解码部 1022 使用如上所述那样设定的码表, 对辅助码  $C_c$  进行可变长度解码, 并生成包括结合参数  $S$  和用于确定编码方法的索引  $h$  的辅助信息  $[h, S]$ , 并输出 (步骤 S820)。

[0337] 之后, 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S130 的处理之后, 从可变长度解码部 1022 输出的辅助信息  $[h, S]$  和从分离部 2221a 输出的信息  $\text{prefix}(n)$  输入到哈夫曼解码部 1021c。哈夫曼解码部 1021c 使用该辅助信息  $[h, S]$  而检索码表存储部 221e, 并提取与辅助信息  $[h, S]$  对应的码表  $T[h, s_1]$  (或者  $T[h, s_2]$ )。然后, 哈夫曼解码部 1021c 使用提取出的码表  $T[h, s_1]$  (或者  $T[h, s_2]$ ) 对信息  $\text{prefix}(n)$  进行解码而生成商  $q(n)$  (步骤 S840)。

[0338] 之后, 从哈夫曼解码部 1021c 输出的商  $q(n)$ 、从分离部 2221a 输出的信息  $\text{sub}(n)$ 、从可变长度解码部 1022 输出的辅助信息  $[h, S]$  所包含的分离参数  $s_i$ , 输入到合成运算部 1021b。合成运算部 1021b 使用这些来计算预测残差  $e(n)$ , 并输出 (步骤 S850)。在该预测残差  $e(n)$  的计算中使用对于商  $q(n)$  和信息  $\text{sub}(n)$  所属的子帧的分离参数  $s_i$ 。

[0339] 之后, 执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S160 和 S170 的处理。

[0340] 【第 4 实施方式】

[0341] 接着, 说明本发明的第 4 实施方式。

[0342] 本方式是将第 2 实施方式和第 3 实施方式组合的方式。即, 在本方式中, 预测残差  $e(n)$  是根据在作为预定的时间区间的每个帧, 对时序信号进行预测分析的结果而获得的, 在作为将帧进一步划分为多个的各个时间区间的每个子帧设定了分离参数  $s_i$  ( $i = 1, 2$ ), 在每个子帧选择用于对商  $q(n)$  进行可变长度编码的编码方法。然后, 使用对与商  $q(n)$  对应的预测残差  $e(n)$  所属的子帧设定的编码方法, 该商  $q(n)$  进行可变长度编码, 生成第 1 信息。此外, 包括结合参数  $s = s_1 | s_2$  和结合索引  $H = h_1 | h_2$  的组的辅助信息  $[H, S]$  进行可变长度编码, 该结合参数  $s = s_1 | s_2$  结合了对属于同一个帧的各个子帧分别设定的各个分离参数  $s_i$ , 该结合索引  $H = h_1 | h_2$  结合了用于确定对属于同一个帧的各个子帧分别选择的编码方法的索引  $h_i$  ( $i = 1, 2$ )。另外, 在本方式中, 表示将各个帧划分为两个的各个时间区间设为子帧的例子 ( $i = 1, 2$ ), 但这个例子并不是限定本发明的, 也可以将各个帧划分为 3 个以上的各个时间区间设为子帧 ( $i = 1, 2, \dots, I$  ( $I$  为 3 以上的整数))。此外, 以下, 以与第 1 ~

第 3 实施方式的不同点为中心进行说明,省略与第 1 ~ 第 3 实施方式相同的事项的说明。

[0343] < 结构 >

[0344] 第 1 实施方式与第 4 实施方式的结构上的不同点在于,编码装置 100 的残差编码部 120 置换为残差编码部 1120,解码装置 200 的残差解码部 220 置换为残差解码部 1220。

[0345] 图 40 表示用于说明第 4 实施方式的残差编码部 1120 的功能结构的方框图,图 41 表示用于说明第 4 实施方式的残差解码部 1220 的功能结构的方框图。另外,在这些图中,对与第 1 ~ 第 3 实施方式相同的事项赋予与第 1 ~ 第 3 实施方式相同的标号,并省略说明。

[0346] 如图 40 所示,残差编码部 1120 包括分离参数生成部 921、编码部 1122 以及可变长度编码部 1123。此外,编码部 1122 包括分离运算部 922a、合成部 2122c、哈夫曼编码部 922b、码表选择部 1122d 以及码表存储部 122e。

[0347] 此外,如图 41 所示,残差解码部 1220 包括解码部 1221 以及可变长度解码部 1222。此外,解码部 1221 包括分离部 2221a、合成运算部 1021b、哈夫曼解码部 1221c 以及码表存储部 221e。

[0348] < 前处理 >

[0349] 如上所述,在本方式中,包括结合参数  $S = s_1 | s_2$  和结合索引  $H = h_1 | h_2$  的组的辅助信息  $[H, S]$  进行可变长度编码,该结合参数  $S = s_1 | s_2$  结合了对属于同一个帧的各个子帧分别设定的各个分离参数  $s_i (i = 1, 2)$ ,该结合索引  $H = h_1 | h_2$  结合了用于确定对属于同一个帧的各个子帧分别选择的编码方法的索引  $h_i (i = 1, 2)$ 。

[0350] 如在第 2、第 3 实施方式中的说明,在结合参数  $S$  和结合索引的频度分布中存在偏向。

[0351] 图 42 是用于例示残差编码部 1120 的码表选择部 1122d 在每个子帧选择的、用于将商  $q(n)$  进行可变长度编码的码表的频度和分离参数  $s_i$  以及索引  $h_i$  之间的关系的图。另外,在图 42 的由结合索引  $H = h_1 | h_2$  和结合参数  $S$  确定的各个栏中表示了在前半部的子帧中选择的码表为  $T[h_1, s_1]$  且在后半部的子帧中选择的码表为  $T[h_2, s_2]$  的频度。另外,频度的表述方法与第 1 实施方式相同。

[0352] 在本方式中,作为一例,上述的被除数为 0 以上且小于  $2^8$  的整数(以 8 比特表现的整数),分离参数  $s_i$  可取的范围为 0 以上且 7 以下,但其中,可设定的分离参数  $s_i$  被限制为 0、1、2。此外,假设离 2 的距离为第 1 距离的分离参数  $s_i$  被选择的频度比离 2 的距离为比第 1 距离大的第 2 距离的分离参数被选择的频度高。此外,若与本方式的索引  $h_i$  对应的码表  $T[h_i, s_i]$  越接近用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表,则该索引  $h_i$  成为越小的值,若越远离用于进行与阿尔法编码相同的可变长度编码的码表,则该索引  $h_i$  成为越大的值。

[0353] 事先学习这样的频度分布,根据包括结合参数  $S$  和结合索引  $H$  的组的辅助信息  $[H, S]$  的频度分布,在可变长度编码部 1123 和可变长度解码部 1222 中设定用于对辅助信息  $[H, S]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法的码表。

[0354] 用于对辅助信息  $[H, S]$  进行编码的最佳的可变长度编码方法是,越是频度高的辅助信息  $[H, S]$ ,越分配短的码长的码,而越是频度低的辅助信息  $[H, S]$ ,越分配长的码长的码。在上述的假设的情况下,这样的编码方法成为具有如下 2 种特征的可变长度编码方法。

[0355] • 第 1 码的码长比第 2 码的码长短的情况比第 1 码的码长比第 2 码的码长长的情

况多。其中,在该例子的第 1 码是对包括作为离 2(相当于“预定的特定值”)的距离为第 1 距离的分离参数  $s_1$  的辅助信息 [H,S] 分配的码。此外,在该例子的第 2 码是对包括作为离 2(相当于“预定的特定值”)的距离为第 2 距离的分离参数  $s_1$  的辅助信息 [H,S] 分配的码。此外,第 2 距离大于第 1 距离。

[0356] • 在分离参数  $s_1$  为 2 以上的情况下(相当于“将除数设为预定的阈值以上的情况”),第 3 码的码长比第 4 码的码长短的情况比第 3 码的码长比第 4 码的码长长的情况多。其中,第 4 码是对包括用于确定为了进行与阿尔法编码不同的第 1 可变长度编码的第 1 编码方法的索引  $h_1$  或者  $h_2$  的辅助信息 [H,S] 分配的码。此外,第 3 码是对包括用于确定为了进行比该第 1 可变长度编码更接近阿尔法编码的第 2 可变长度编码的第 2 编码方法的索引  $h_1$  或者  $h_2$  的辅助信息 [H,S] 分配的码。

[0357] < 编码方法 >

[0358] 图 43 是用于说明第 4 实施方式的编码方法的流程图。以下,使用该图说明本方式的编码方法。

[0359] 首先,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S10 的处理,接着,执行在第 3 实施方式中说明的步骤 S720 和 S730 的处理。接着,执行在第 2 实施方式中说明的步骤 S540 和 S550 的处理,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S60 的处理。之后,从码表选择部 1122d 输出的、结合参数 S 和结合索引 H 输入到可变长度编码部 1123,该结合参数 S 结合了对属于同一个帧的各个子帧分别生成的各个分离参数  $s_i$ ,该结合索引 H 结合了用于确定对属于同一个帧的各个子帧分别选择的编码方法的索引  $h_i$ 。可变长度编码部 1123 对每个辅助信息 [H,S],将包括结合参数 S 和结合索引 H 的辅助信息 [H,S] 进行可变长度编码,并生成与辅助信息 [H,S] 对应的辅助码  $C_c$ ,并输出(步骤 S970)。之后,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S80 的处理。

[0360] < 解码方法 >

[0361] 图 44 是用于说明第 4 实施方式的解码方法的流程图。以下,使用该图说明本方式的解码方法。

[0362] 解码装置 200(图 8)的分离部 1210 分离输入到解码装置 200 的码  $C_c$ ,并生成与系数对应的系数码  $C_k$ 、与预测残差  $e(n)$  对应的残差码  $C_e$ 、与辅助信息 [H,S] 对应的辅助码  $C_c$ (步骤 S1010)。与辅助信息 [H,S] 对应的辅助码  $C_c$  输入到可变长度解码部 1222。可变长度解码部 1222 使用如上所述那样设定的码表,对辅助码  $C_c$  进行可变长度解码,并生成包括结合参数 S 和结合索引 H 的辅助信息 [H,S],并输出(步骤 S1020)。

[0363] 之后,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S130 的处理之后,从可变长度解码部 1222 输出的辅助信息 [H,S] 和从分离部 2221a 输出的信息  $prefix(n)$  输入到哈夫曼解码部 1221c。哈夫曼解码部 1221c 使用该辅助信息 [H,S] 而检索码表存储部 221e,并提取与辅助信息 [H,S] 对应的码表  $T[h_1, s_1]$  和  $T[h_2, s_2]$ 。然后,哈夫曼解码部 1021c 使用提取出的码表  $T[h_1, s_1]$  和  $T[h_2, s_2]$  对信息  $prefix(n)$  进行解码而生成商  $q(n)$ ,并输出(步骤 S1040)。即,对于前半部的子帧,使用码表  $T[h_1, s_1]$  而对信息  $prefix(n)$  进行解码而生成商  $q(n)$ ,对于后半部的子帧,使用码表  $T[h_2, s_2]$  而对信息  $prefix(n)$  进行解码而生成商  $q(n)$ ,并输出。之后,执行在第 3 实施方式中说明的步骤 S850 的处理,进而,执行在第 1 实施方式中说明的步骤 S160 和 S170 的处理。

**[0364] 【其他的变形例等】**

[0365] 本发明并不限于上述的实施方式。例如,在上述的各个实施方式中,说明了将包括分离参数和索引的组的辅助信息、包括分离参数和结合索引的组的辅助信息、包括结合参数和索引的组的辅助信息、包括结合参数和结合索引的组的辅助信息等,对每个辅助信息进行可变长度编码的方式。但是,也可以将包括分离参数但不包括索引的辅助信息、包括索引但不包括分离参数的辅助信息,对每个辅助信息进行可变长度编码。例如,独立地生成分离参数的哈夫曼码和索引的哈夫曼码,将这些哈夫曼码的组作为与辅助信息对应的码。此外,在将帧分割为子帧的情况下,例如,也可以将独立地生成的、对于前半部的子帧的、分离参数的哈夫曼码和索引的哈夫曼码的组作为与前半部的子帧的辅助信息对应的码,将独立地生成的、对于后半部的子帧的、分离参数的哈夫曼码和索引的哈夫曼码的组作为与后半部的子帧的辅助信息对应的码。

[0366] 此外,也可以执行将上述的各个实施方式及其变形例组合的方式。例如,也可以将第1实施方式的变形例1~3应用于第2~第4实施方式,也可以将该变形例1~3组合,也可以将该组合应用于第2~第4实施方式。

[0367] 此外,在上述的各个实施方式中,将包括用于确定哈夫曼表等的码表的索引的辅助信息进行可变长度编码。但是,在通过不需要码表的阿尔法码等的可变长度编码方法对上述的商 $q(n)$ 进行了编码的情况下,也可以对包括用于确定该编码方法的索引的辅助信息进行可变长度编码,而不是用于确定码表的索引。

[0368] 此外,在上述的各个实施方式中,表示了作为分离参数而使用莱斯参数的例子。但是,由于上述的方式是可通过自由度比阿尔法码高的可变长度编码方法对商 $q(n)$ 进行编码的方式,所以比将商 $q(n)$ 的编码方法限定为阿尔法编码方法的哥伦布莱斯编码方法的莱斯参数小的值设为分离参数,有时能够减少与预测残差 $e(n)$ 对应的码量。因此,至少在一部分时间区间,也可以在该时间区间设定的分离参数为比最适合该时间区间的莱斯参数小的值。例如,也可以将从莱斯参数减去规定的整数(例如1)的值设为分离参数。此外,相反地,也可以将对莱斯参数加上规定的整数(例如1)的值设为分离参数。

[0369] 此外,在上述的各个实施方式中,将分离参数 $s$ 的 $2^s$ 或 $2^{s-1}$ 作为用于分离运算部中的除法的除数,但也可以将分离参数本身作为 $2^s$ 或 $2^{s-1}$ ,将分离参数本身作为用于分离运算部中的除法的除数。此外,在上述的各个实施方式中分离参数 $s$ 为整数。但是,分离参数 $s$ 也可以是还可以取整数以外的值的实数值。例如,也可以将上述的连续量参数 $s'$ 称为“分离参数”。此外,也可以代替整数化的分离参数 $s$ 而使用连续量参数 $s'$ ,执行在图14(B)或图16中例示的处理。此外,在分离参数 $s$ 为还可以取整数以外的值的实数值的情况下,也可以设为 $sg = \text{floor}(s)$ ,并将 $2^{sg}$ 或 $2^{sg-1}$ 作为用于分离运算部中的除法的除数。

[0370] 此外,在上述的各个实施方式中,在编码时,首先设定最合适的分离参数,使用设定的分离参数进行分离运算部中的除法,从而求出商 $q(n)$ 和用于确定余数的信息 $\text{sub}(n)$ 。但是,也可以是通过从预定的整数集合中依次选择整数来设定分离参数,使用设定的各个分离参数进行分离运算部中的除法,从而求出商 $q(n)$ 和用于确定余数的信息 $\text{sub}(n)$ ,并计算求出的商 $q(n)$ 和信息 $\text{sub}(n)$ 的信息量的总和,采用该总和最小的分离参数的结构。

[0371] 此外,上述的各个实施方式是,在对基于将时序信号进行线性预测分析的结果而获得的预测残差进行编码时应用了本发明的例子。但也可以在对基于间距(pitch)预

测分析等的长期预测分析、通道间预测分析、线性预测分析和长期预测分析的组合、线性预测分析和长期预测分析和通道间预测分析的组合、线性预测分析和通道间预测分析的组合等的结果而获得的预测残差（例如，参照「鎌本優、守谷健弘、西本卓也、嵯峨山茂樹、“チャンネル間相関を用いた多チャンネル信号の可逆圧縮符号化，”情処学論，Vol. 46，No. 5，pp. 1118-1128，2005.」、「鎌本優、守谷健弘、原田登、西本卓也、嵯峨山茂樹、“ISO/IEC MPEG-4 Audio Lossless Coding(ALS)におけるチャンネル内とチャンネル間の長期予測，”信学論，Vol. J89-B，No. 2，pp. 214-222，2006.」等）进行编码时应用本发明。

[0372] 此外，上述的各种处理除了按照记载按顺序执行之外，还可以根据执行处理的装置的处理能力或根据需要而并列或者单独地执行。除此之外，在不脱离本发明的意旨的范围内，当然能够适当地进行变更。

[0373] 此外，在通过计算机实现上述的结构的情况下，由程序来描述各个装置应具有的功能的处理内容。并且，通过计算机执行该程序，在计算机上实现上述处理功能。

[0374] 描述了该处理内容的程序能够记录在计算机可读的记录介质中。作为计算机可读的记录介质，例如也可以是磁记录装置、光盘、光磁记录介质、半导体存储器等。

[0375] 此外，例如通过将记录了该程序的DVD、CD-ROM等的可移动记录介质销售、转让、出借等，进行该程序的流通。此外，也可以是通过将该程序储存在服务器计算机的存储装置中，经由网络，将该程序从服务器计算机传送到其他的计算机，从而流通该程序的结构。

[0376] 执行这样的程序的计算机，例如，首先，将记录在可移动记录介质中的程序或者从服务器计算机传送的程序暂时存储在自己的存储装置中。然后，在执行处理时，该计算机读取在自己的记录介质存储的程序，执行根据读取的程序的处理。此外，作为该程序的其他执行方式，计算机也可以从可移动记录介质直接读取程序，执行根据该程序的处理，或者也可以在每次从服务器计算机对该计算机传送程序，依次执行根据接受到的程序的处理。此外，也可以是通过不进行从服务器计算机对于该计算机的程序的传送，仅根据其执行指示和结果取得就实现处理功能的、所谓的ASP(Application Service Provider, 应用服务提供商)型的服务，执行上述的处理的程序。另外，设为在本方式的程序中包括用于电子计算机的处理的信息并且是基于程序（虽不是对于计算机的直接指令，但具有规定计算机的处理的性质的数据等）的信息。

[0377] 此外，在该方式中，通过在计算机上执行规定的程序来构成了本装置，但也可以通过硬件方式实现这些处理内容的至少一部分。

[0378] 产业上的可利用性

[0379] 作为本发明的产业上的利用领域，例如，可例示声音信号的可逆压缩编码 / 解码技术。此外，除了声音信号以外，本发明还能够应用于视频信号、生物体信号、地震波信号等的可逆压缩编码 / 解码技术。

[0380] 标号说明

[0381] 100、2100 编码装置

[0382] 200、2200 解码装置

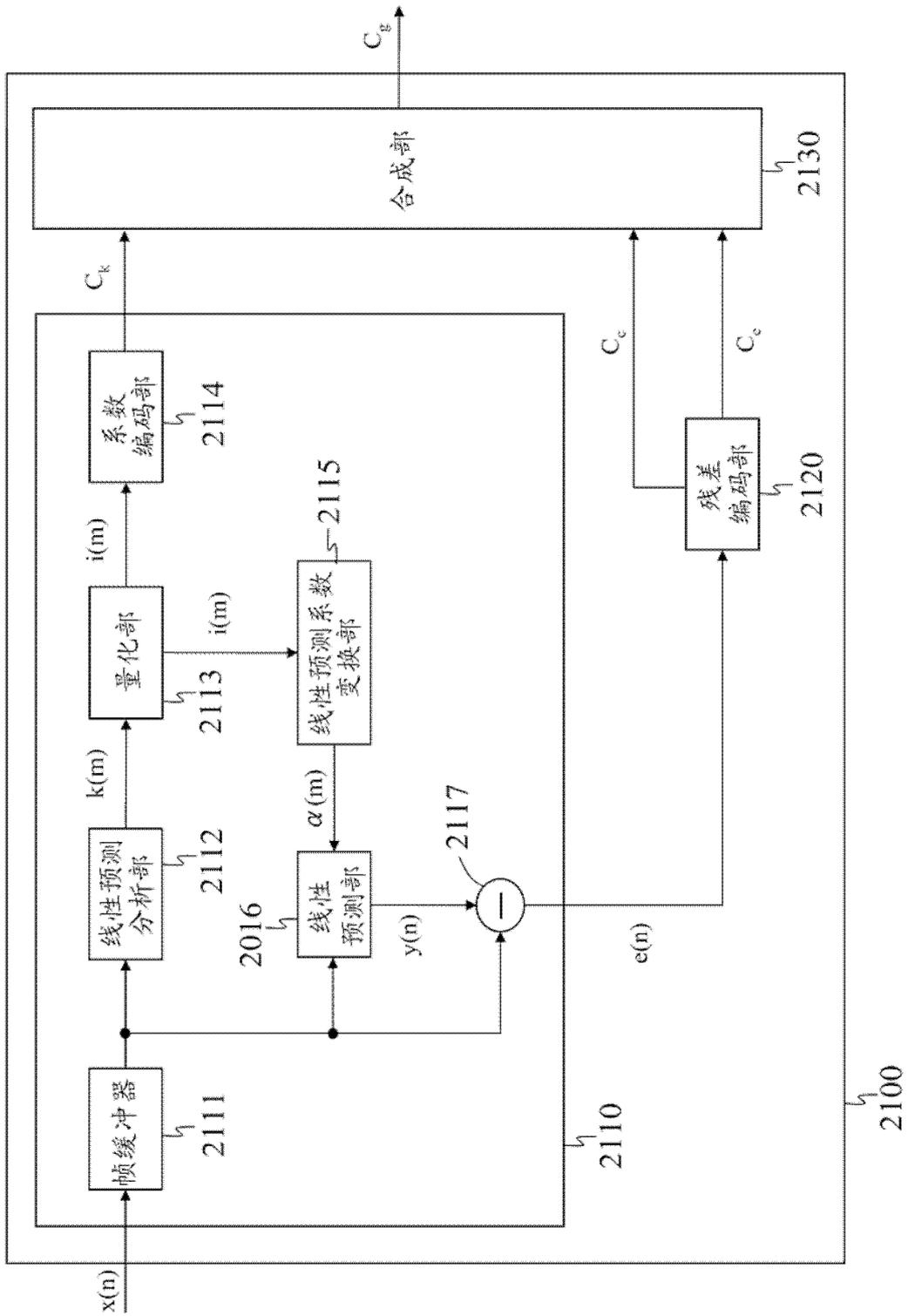


图 1

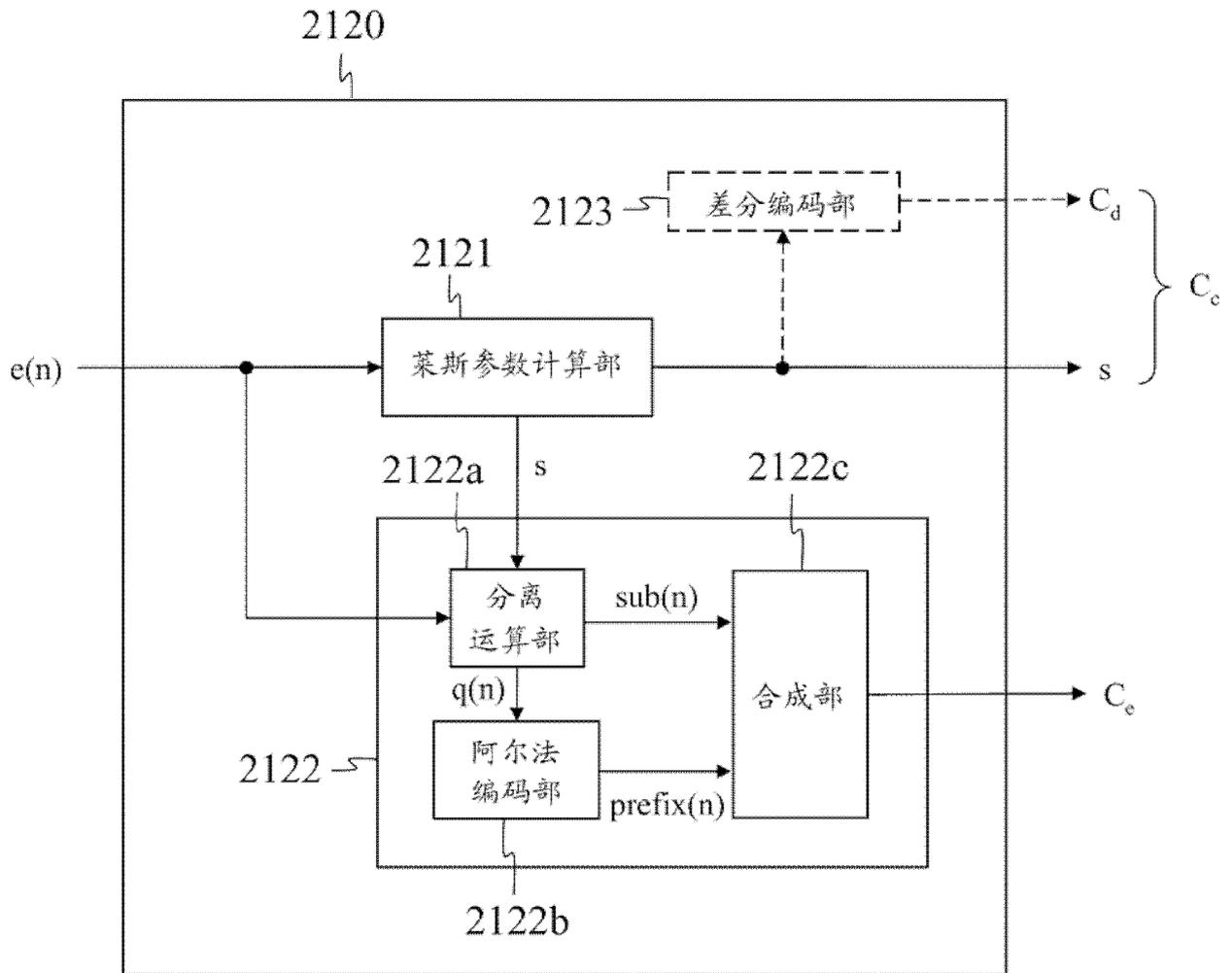


图 2

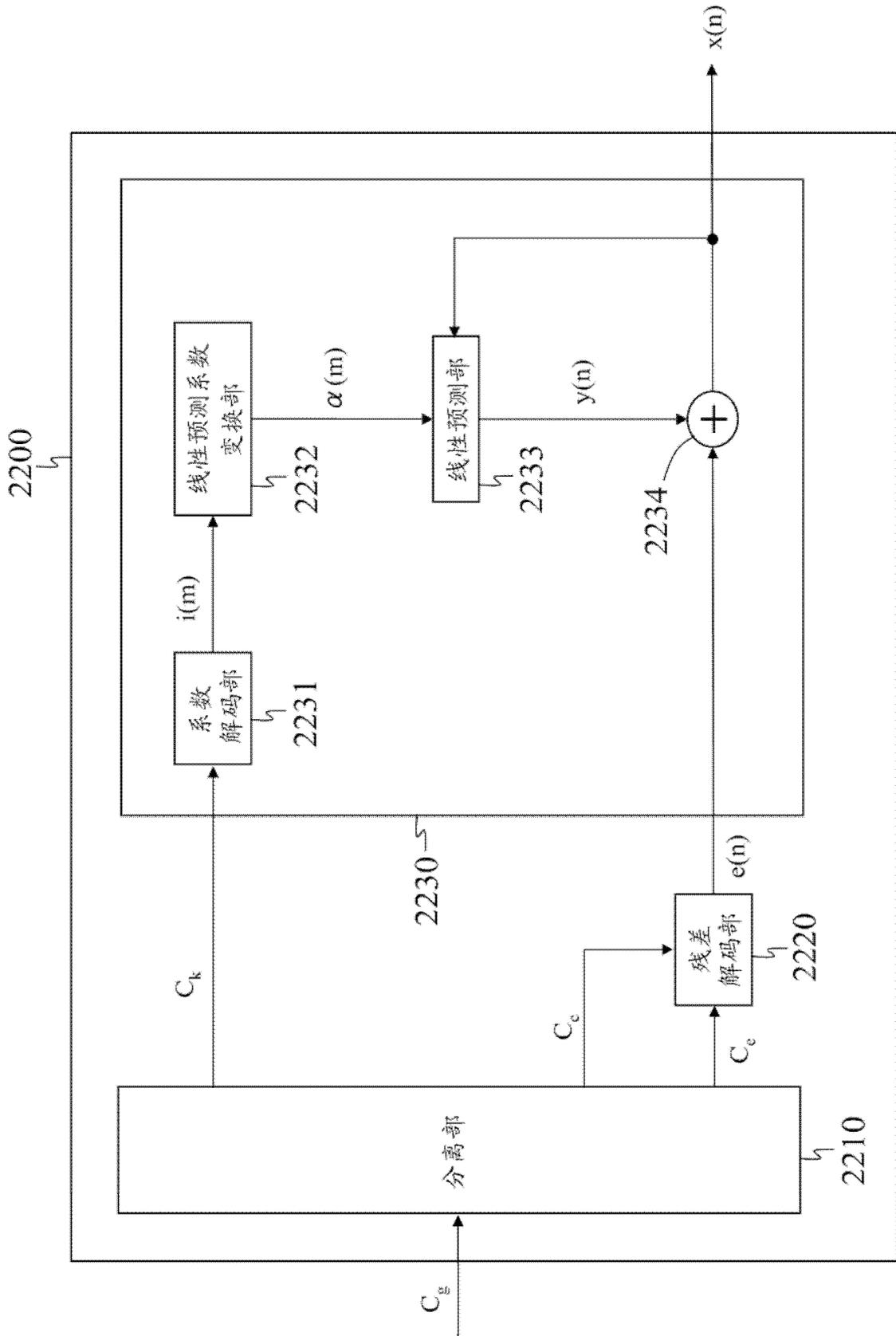


图 3

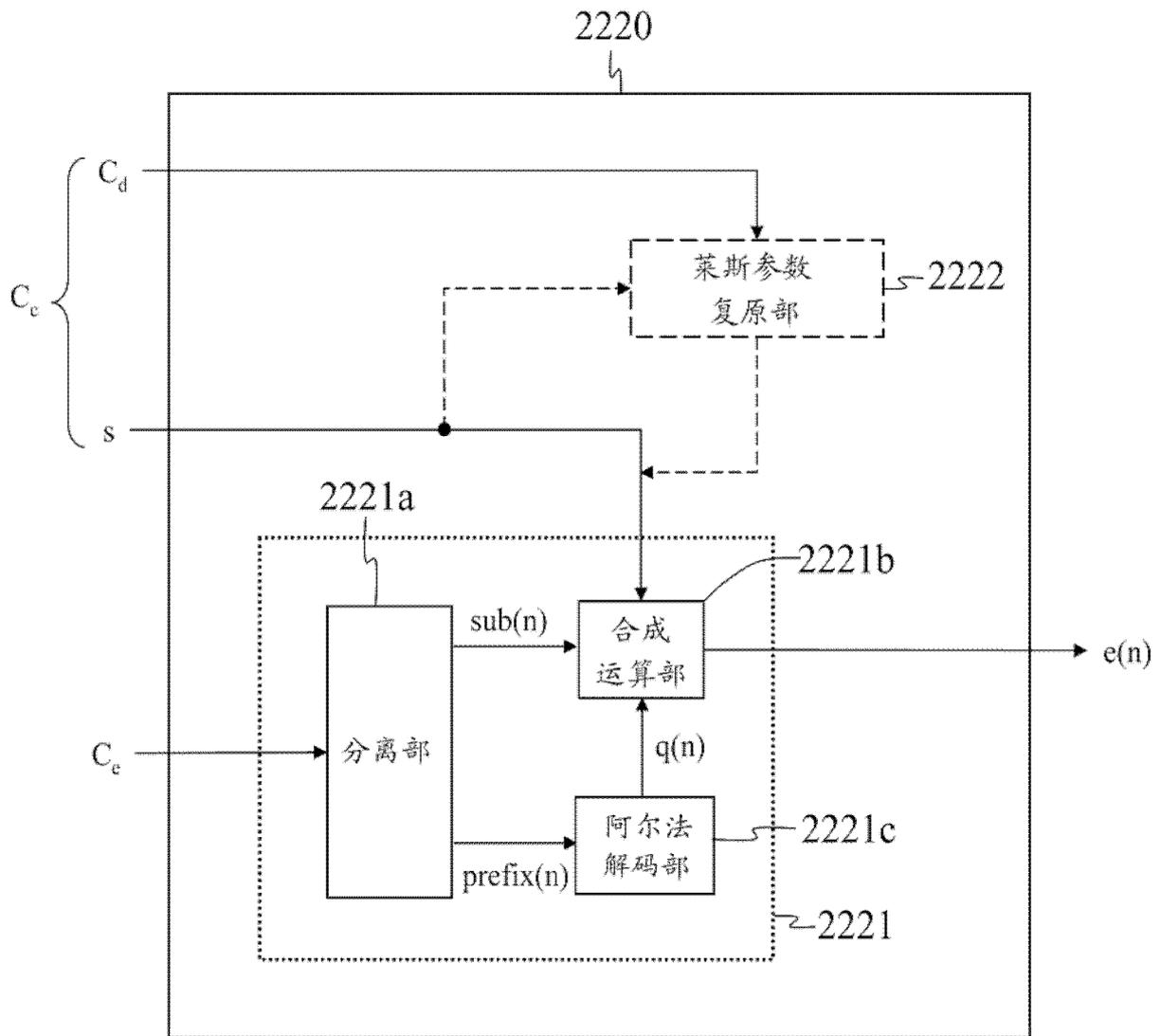


图 4

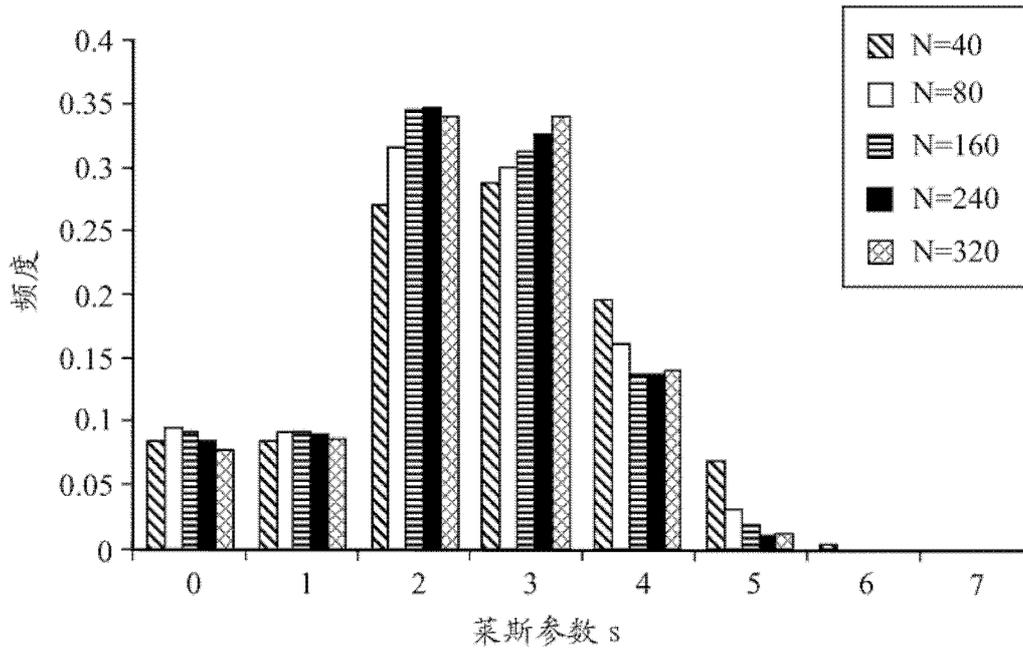


图 5A

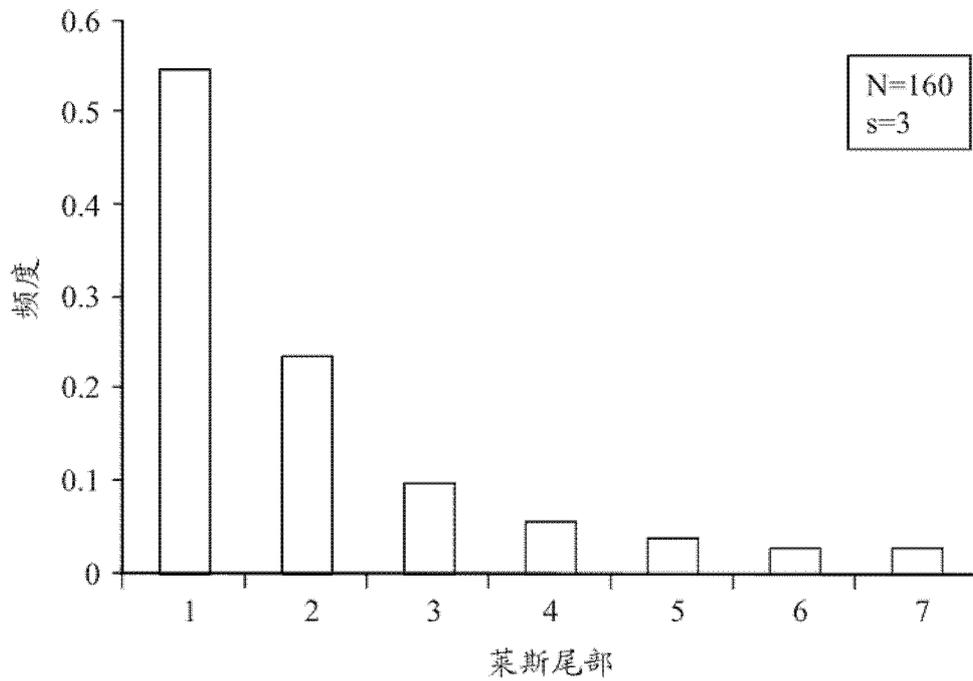


图 5B

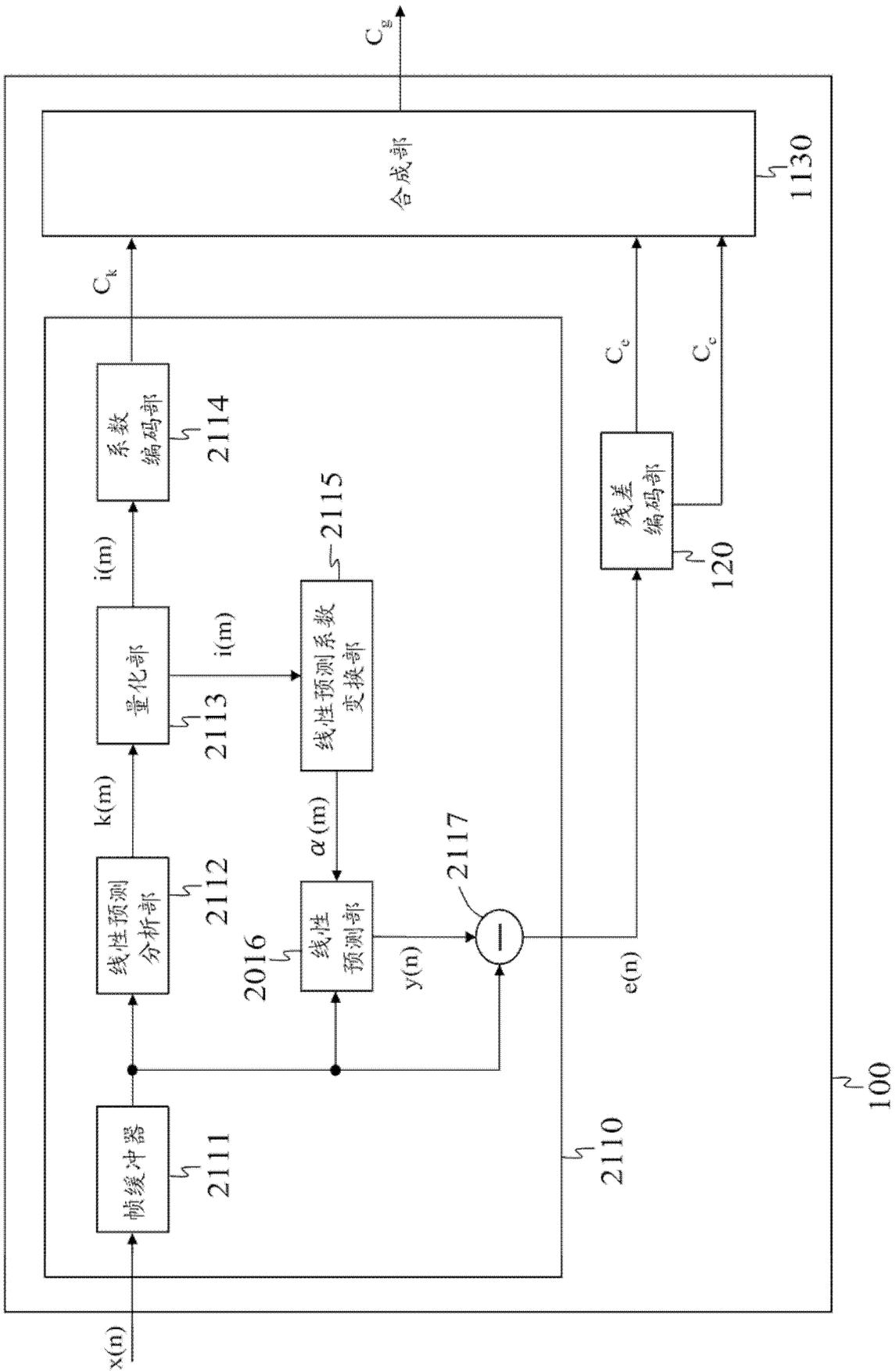


图 6

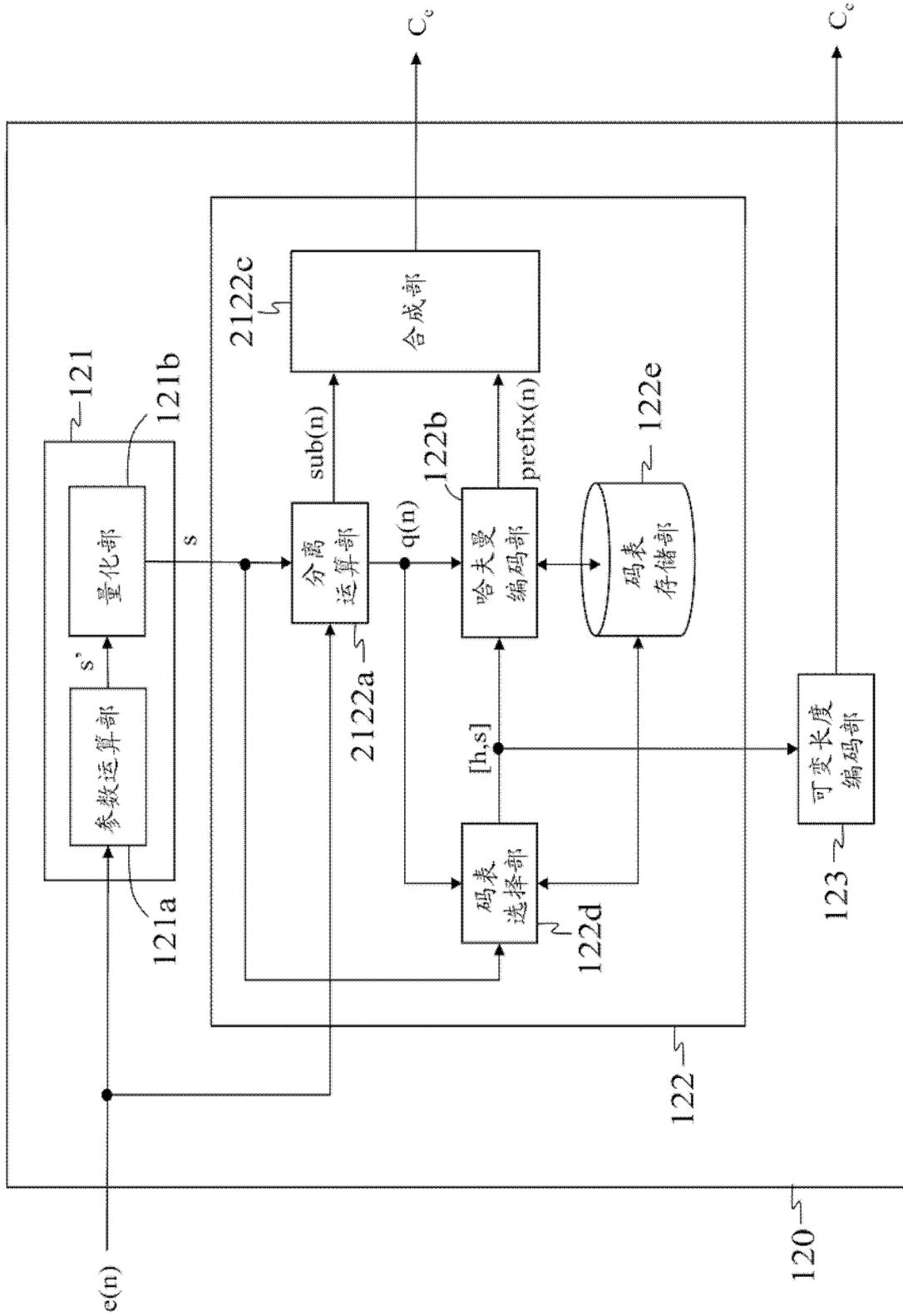


图 7

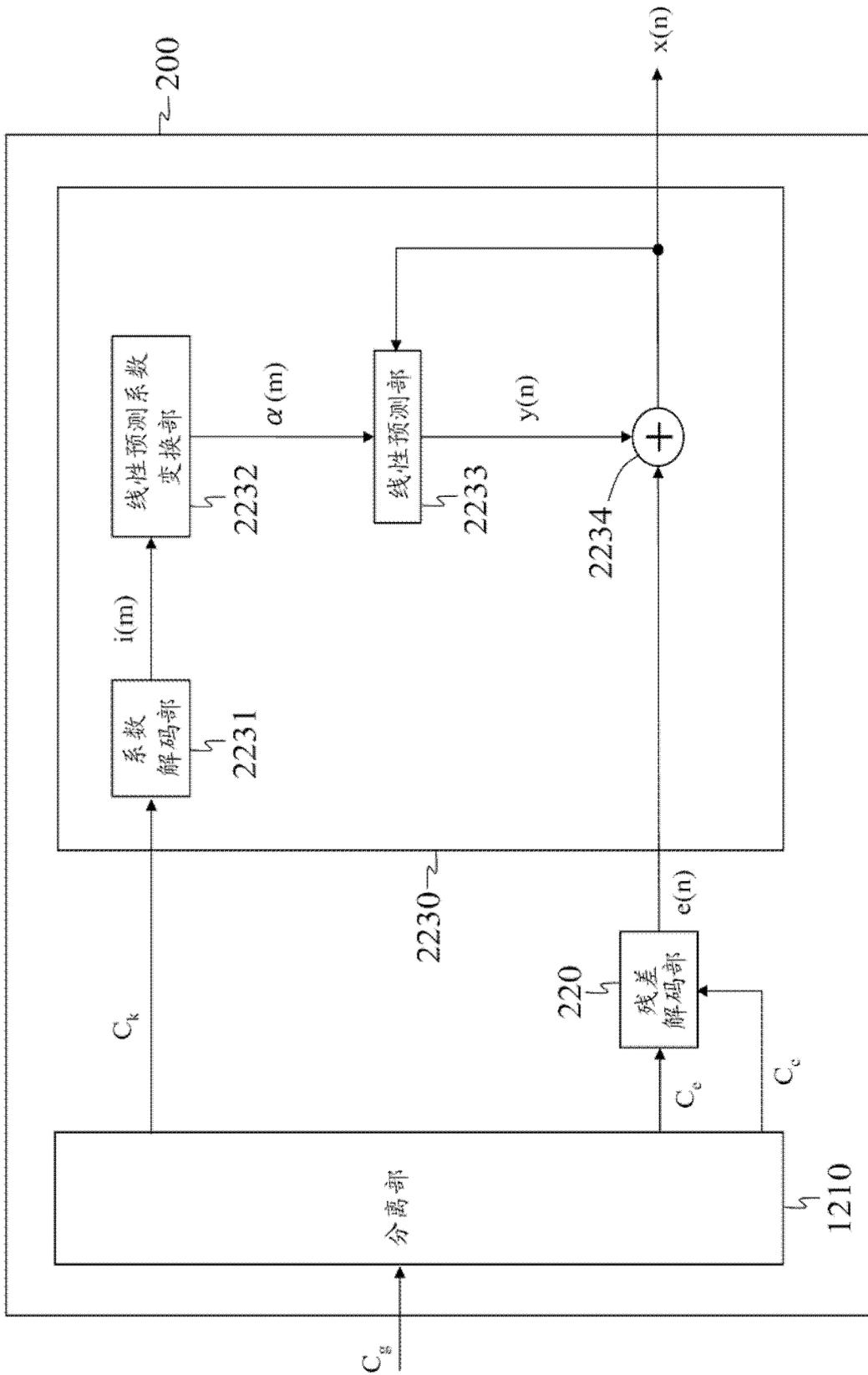


图 8

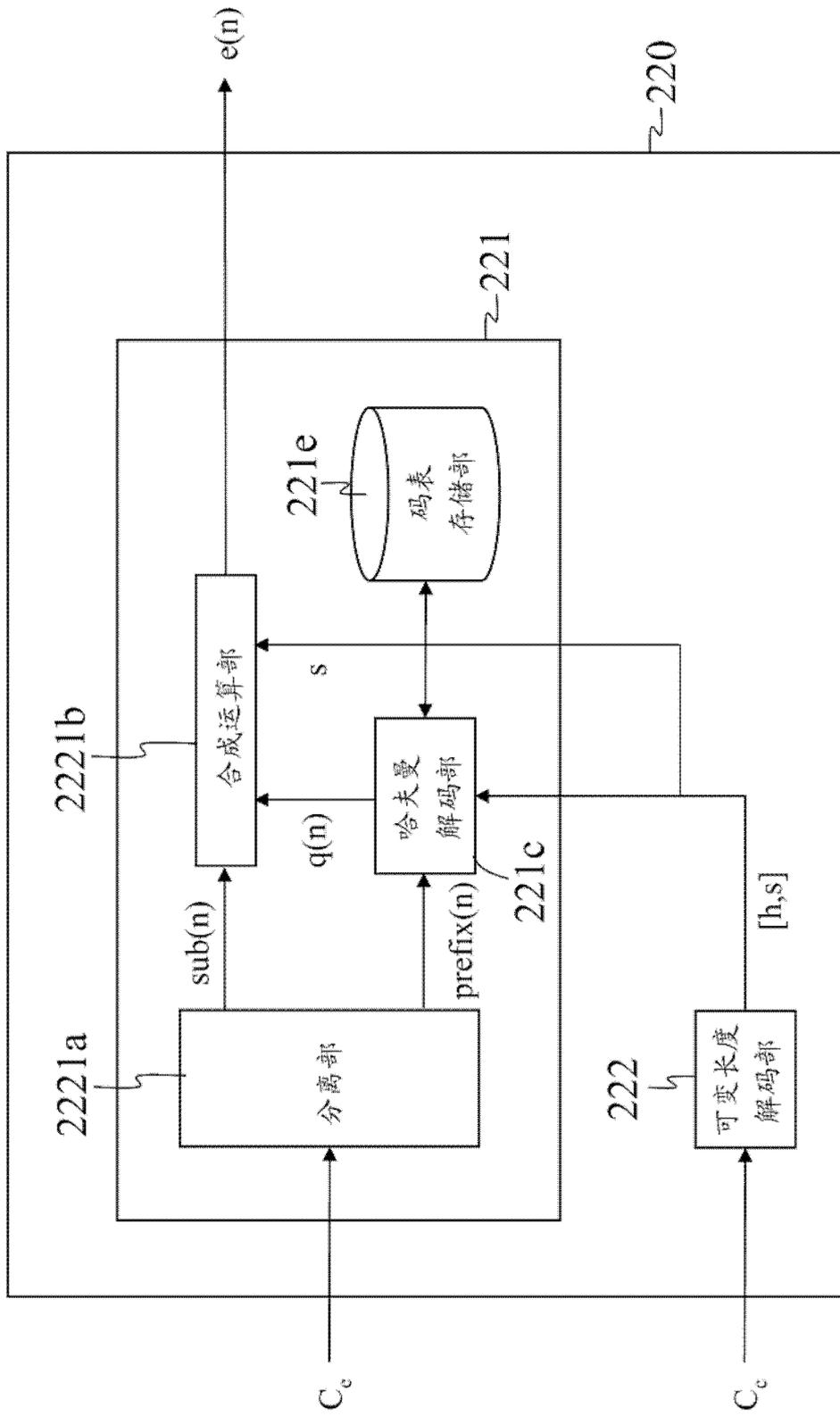


图 9

| h \ s | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 其他     |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0     | T[0,0] | T[0,1] | T[0,2] | T[0,3] | T[0,4] | T[0,E] |
| 1     | T[1,0] | T[1,1] | T[1,2] | T[1,3] | T[1,4] | T[1,E] |
| 2     | T[2,0] | T[2,1] | T[2,2] | T[2,3] | T[2,4] | T[2,E] |
| 3     | T[3,0] | T[3,1] | T[3,2] | T[3,3] | T[3,4] | T[3,E] |
| 4     | T[4,0] | T[4,1] | T[4,2] | T[4,3] | T[4,4] | T[4,E] |

图 10A

| h \ s | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 其他 |
|-------|---|---|---|---|---|----|
| 0     | △ | △ | ⊙ | ⊙ | ○ | △  |
| 1     | △ | △ | ⊙ | ⊙ | △ | △  |
| 2     | ○ | ○ | ○ | ⊙ | △ | △  |
| 3     | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | △  |
| 4     | △ | △ | ○ | ○ | △ | △  |

图 10B

| T[0,3] |          |     |
|--------|----------|-----|
| 输入值    | 码        | 比特数 |
| 0      | 0        | 1   |
| 1      | 10       | 2   |
| 2      | 110      | 3   |
| 3      | 1110     | 4   |
| 4      | 11110    | 5   |
| 5      | 111110   | 6   |
| 6      | 1111110  | 7   |
| 7      | 11111110 | 8   |

图 11A

| T[1,3] |         |     |
|--------|---------|-----|
| 输入值    | 码       | 比特数 |
| 0      | 0       | 1   |
| 1      | 10      | 2   |
| 2      | 110     | 3   |
| 3      | 1110    | 4   |
| 4      | 11110   | 4   |
| 5      | 111110  | 6   |
| 6      | 1111110 | 7   |
| 7      | 1111111 | 7   |

图 11B

| T[2,3] |         |     |
|--------|---------|-----|
| 输入值    | 码       | 比特数 |
| 0      | 01      | 2   |
| 1      | 1       | 1   |
| 2      | 001     | 3   |
| 3      | 0010    | 4   |
| 4      | 00110   | 5   |
| 5      | 001110  | 6   |
| 6      | 0011110 | 7   |
| 7      | 0011111 | 7   |

图 11C

| [h,s] | 码           |
|-------|-------------|
| [0,2] | 0           |
| [0,3] | 10          |
| [1,2] | 110         |
| [1,3] | 1110        |
| [2,2] | 11110       |
| [2,3] | 111110      |
| [2,0] | 1111111     |
| [2,1] | 11111100    |
| [3,2] | 111111010   |
| ⋮     | ⋮           |
| [4,E] | 111111...10 |

图 12

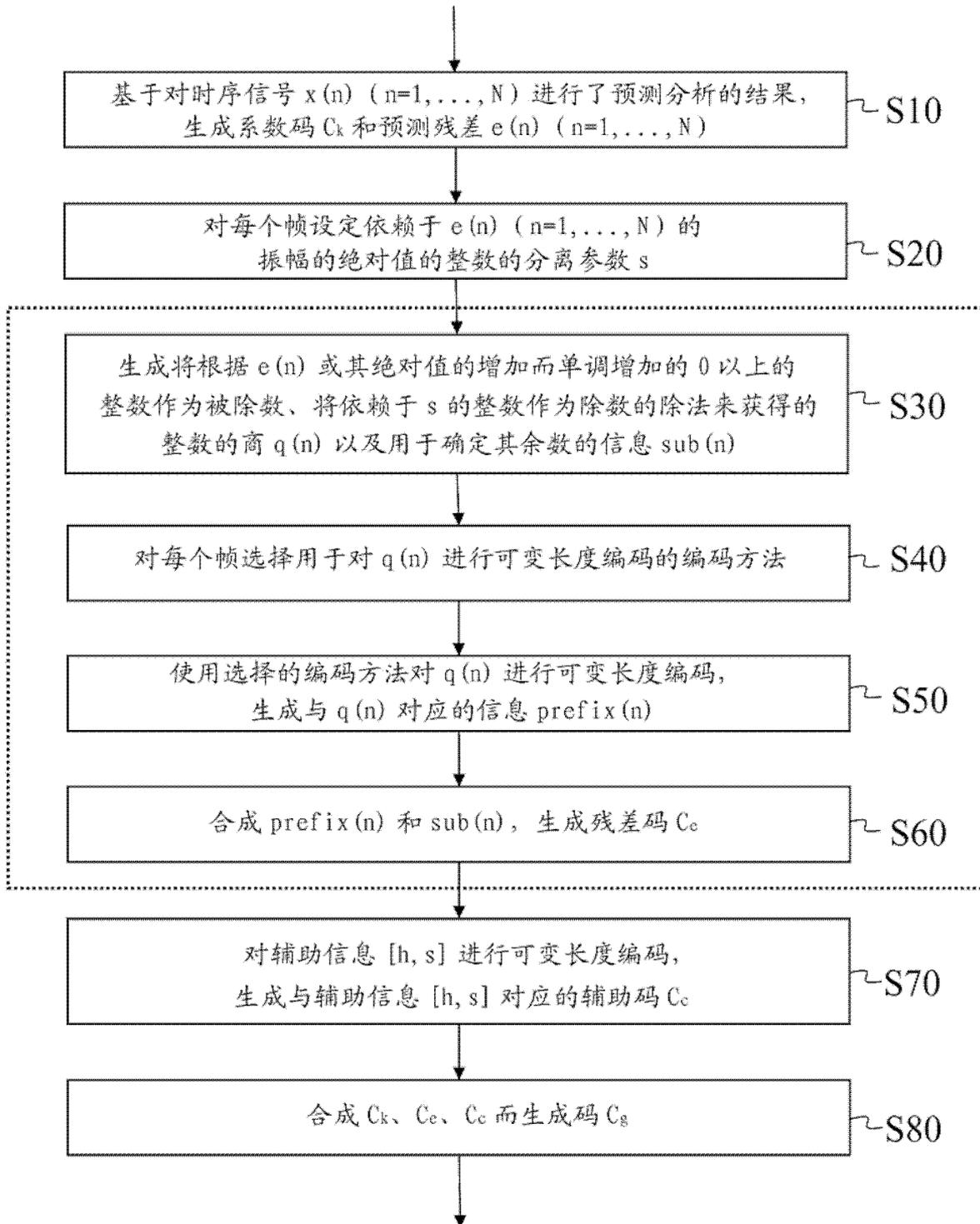


图 13

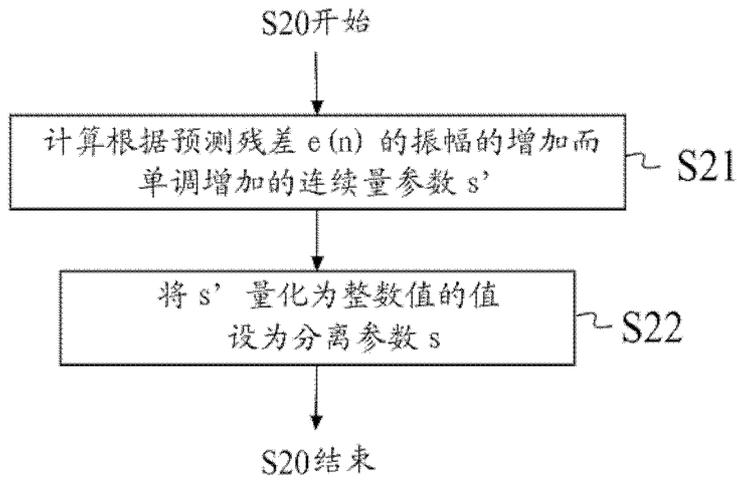


图 14A

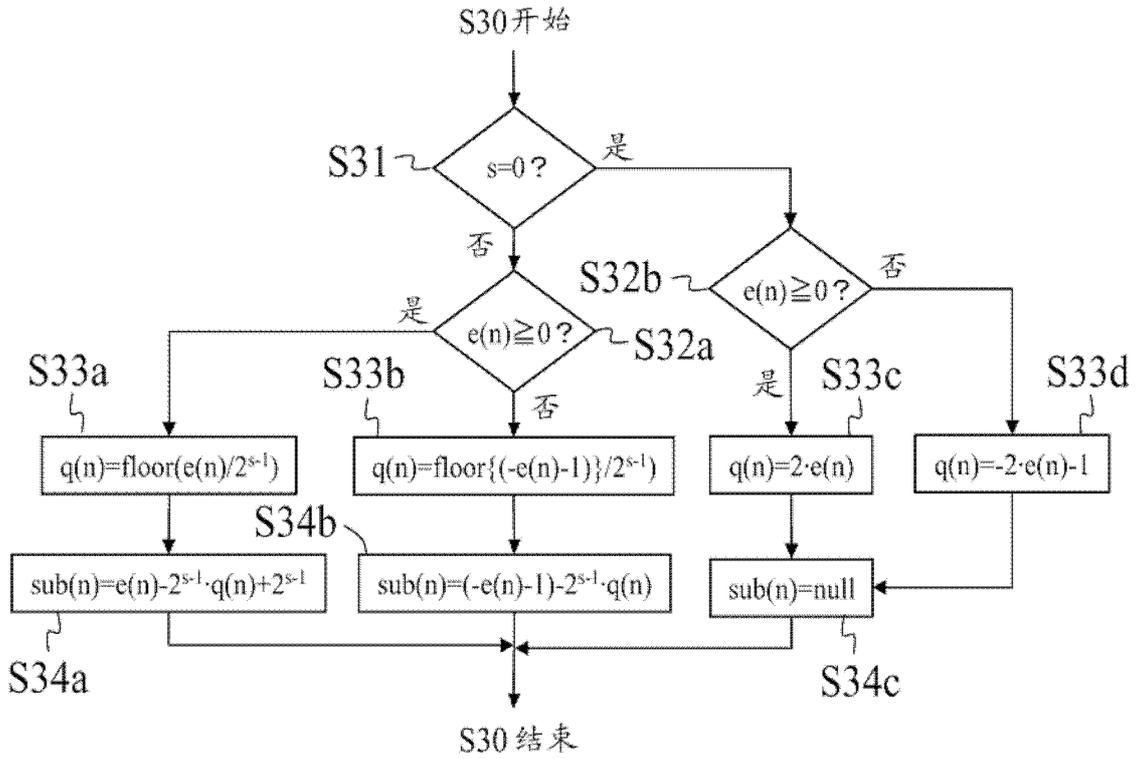


图 14B

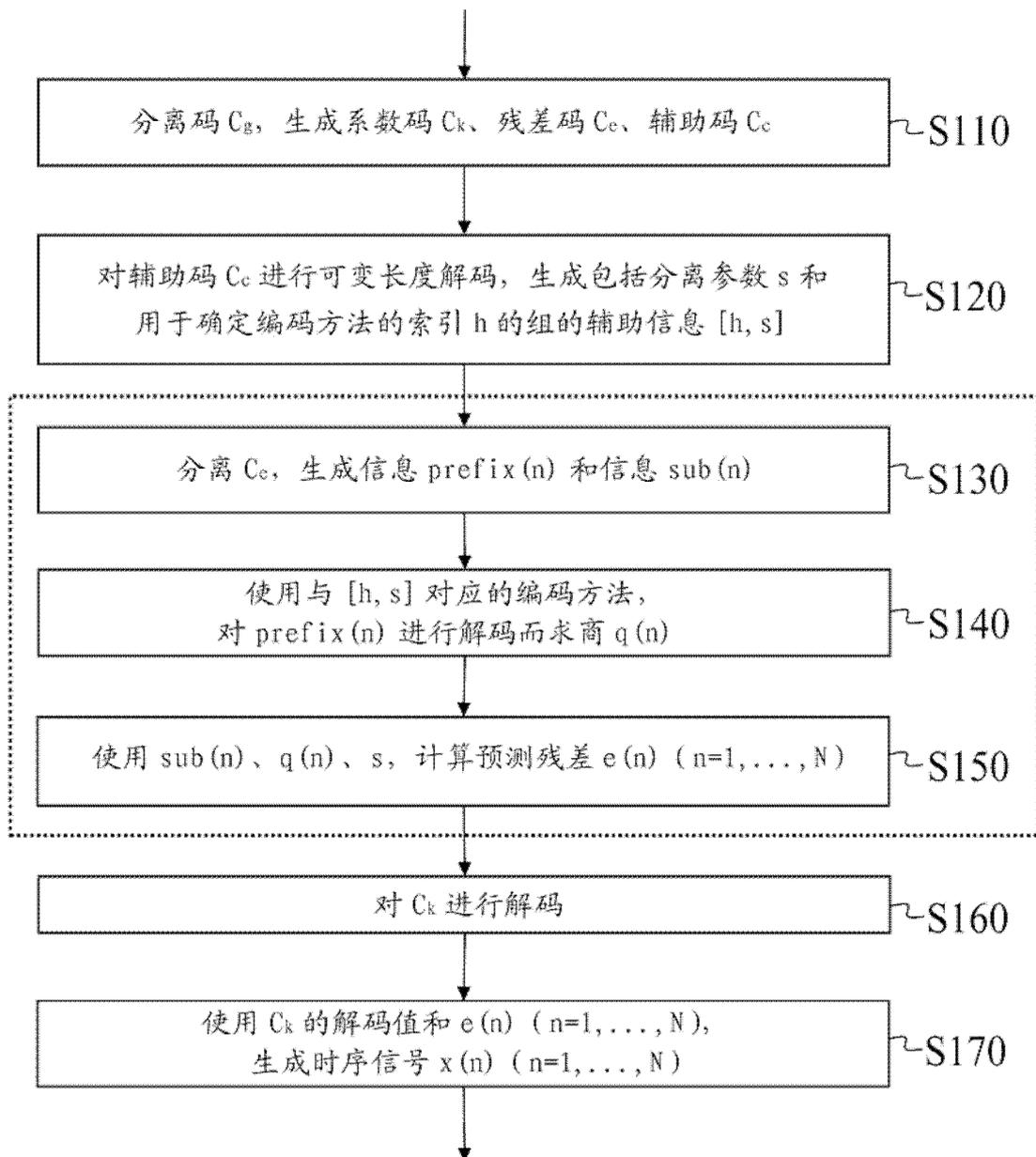


图 15

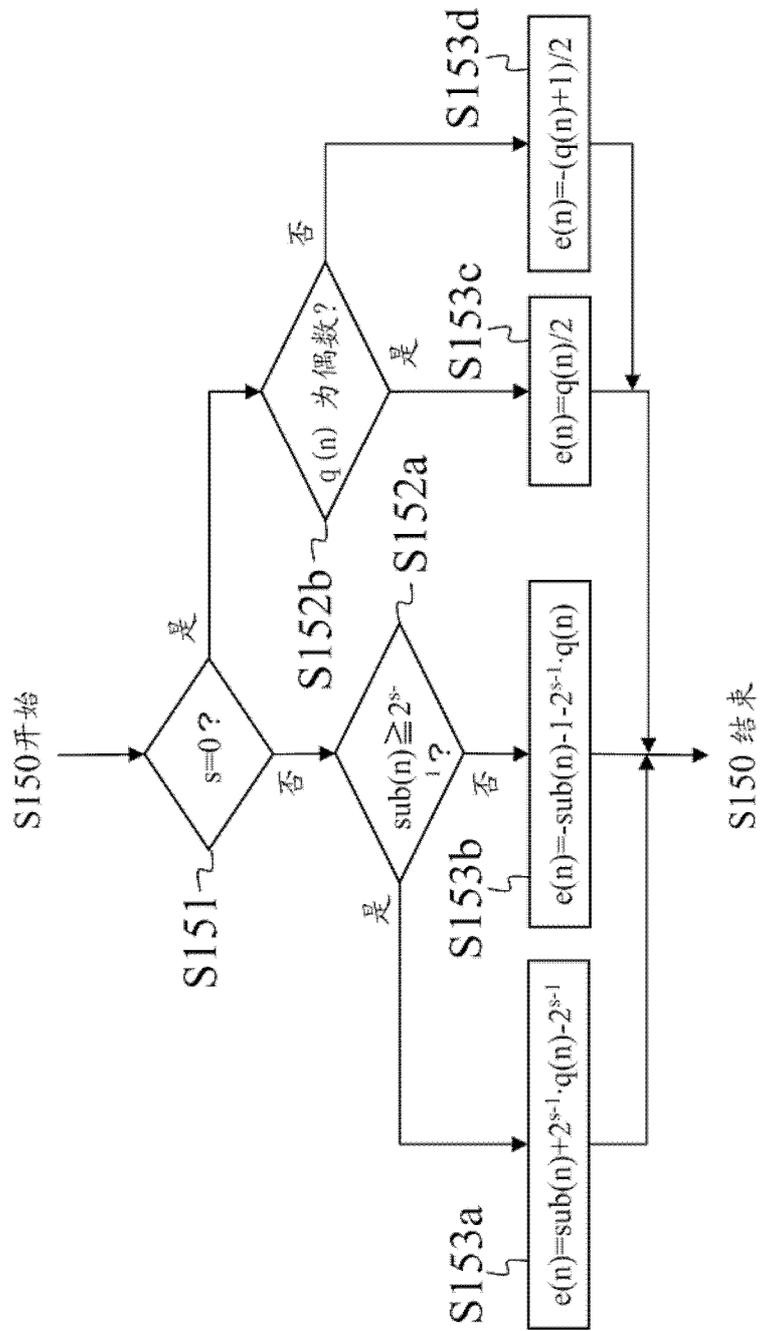


图 16

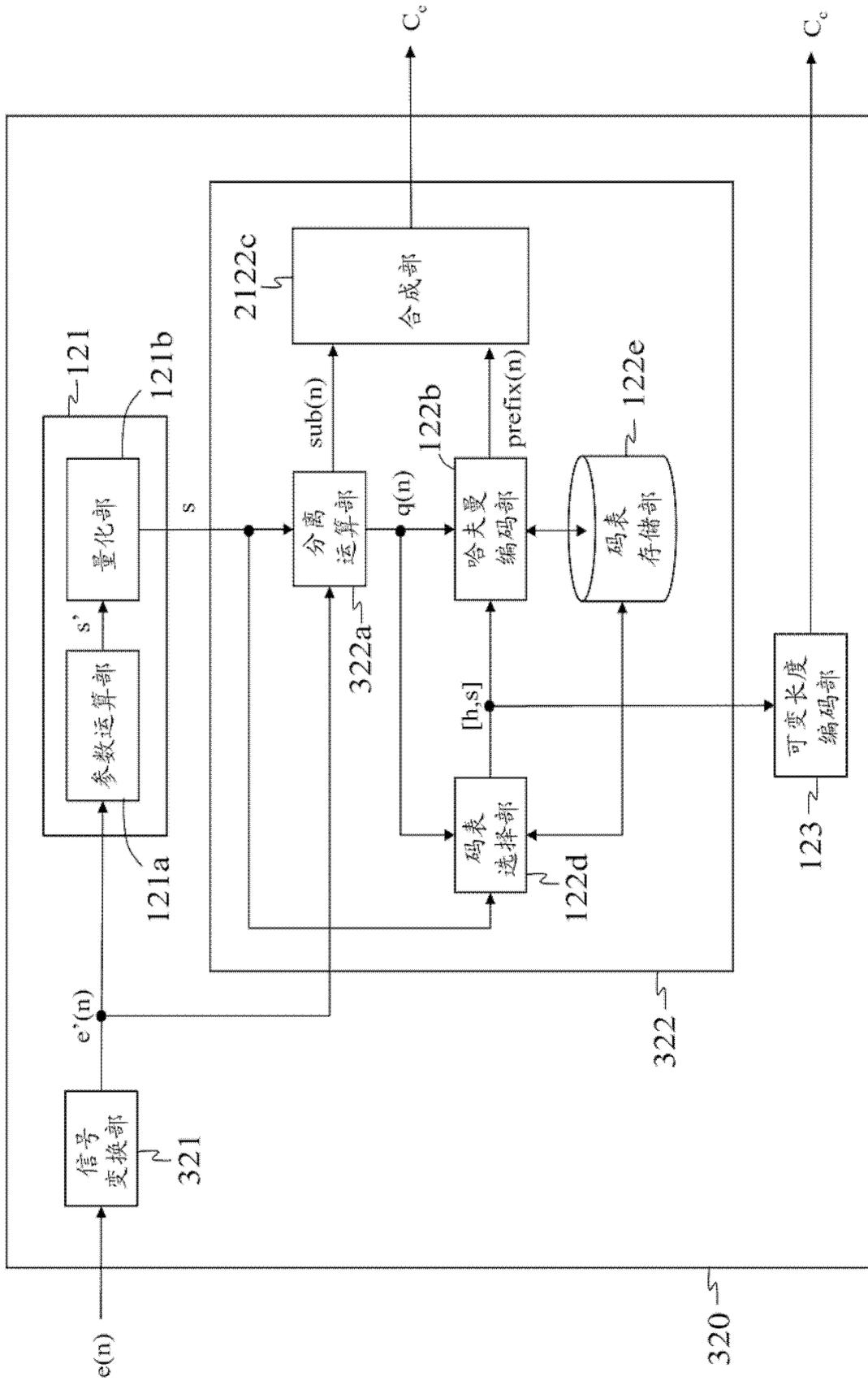


图 17

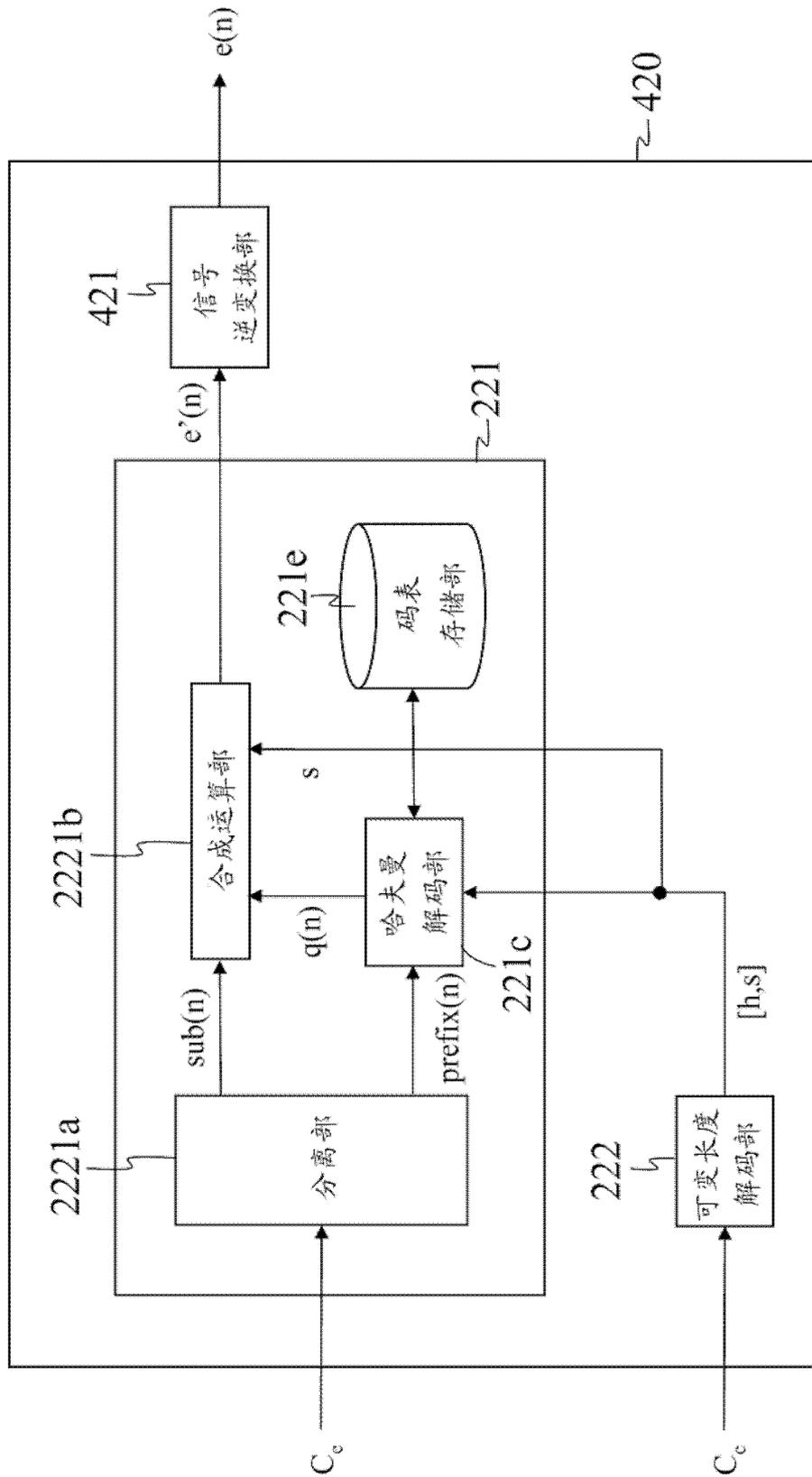


图 18

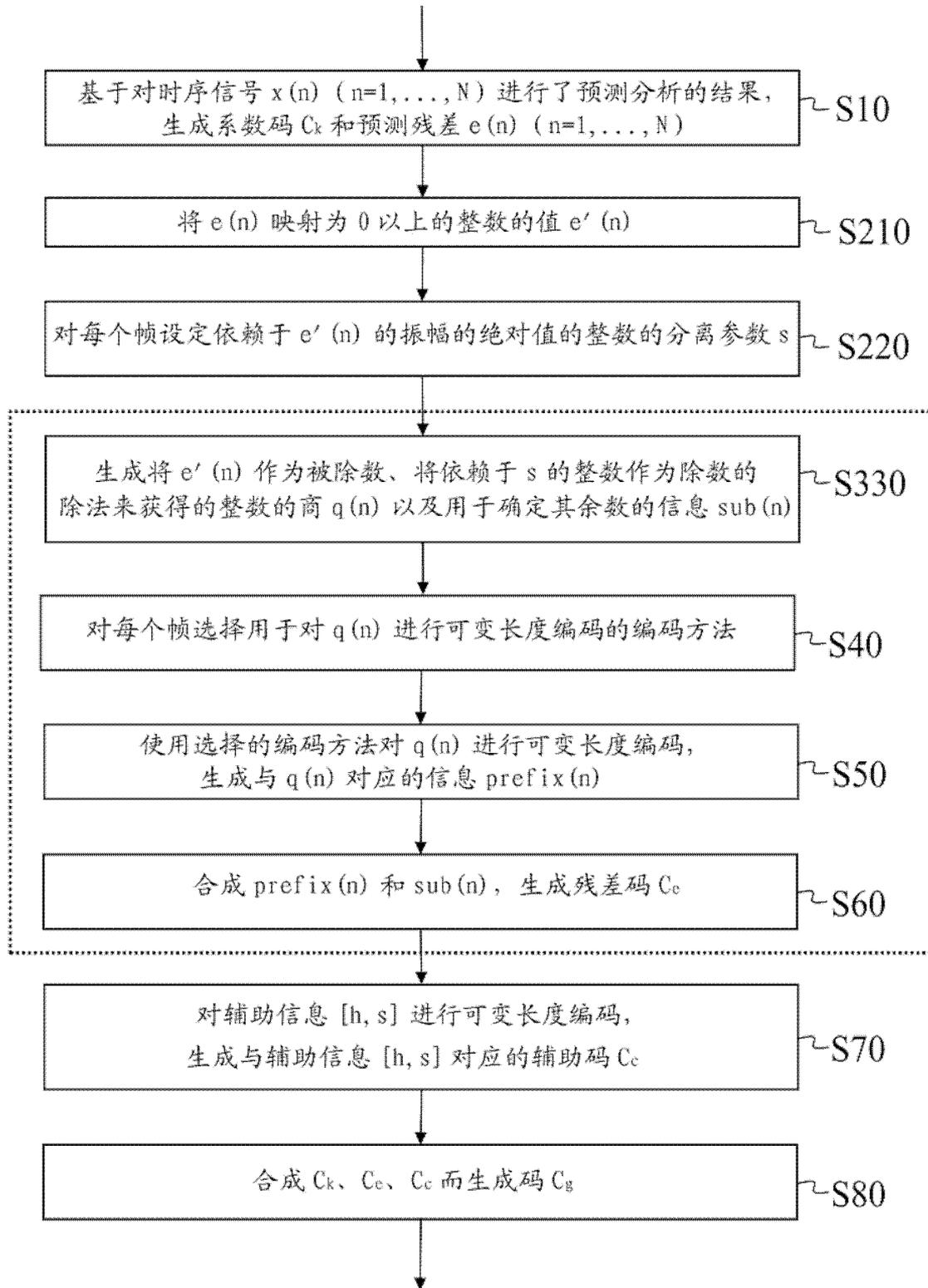


图 19

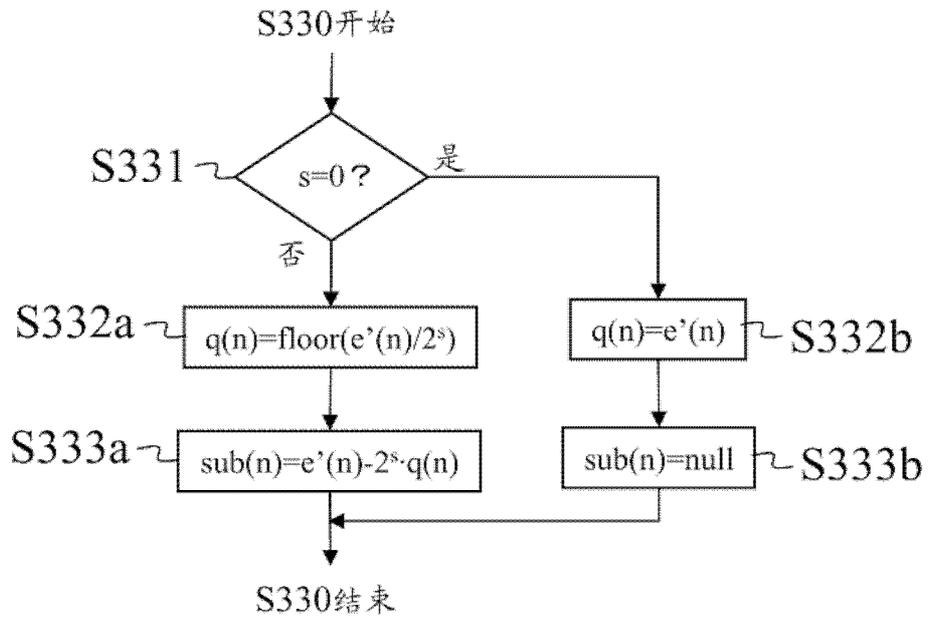


图 20

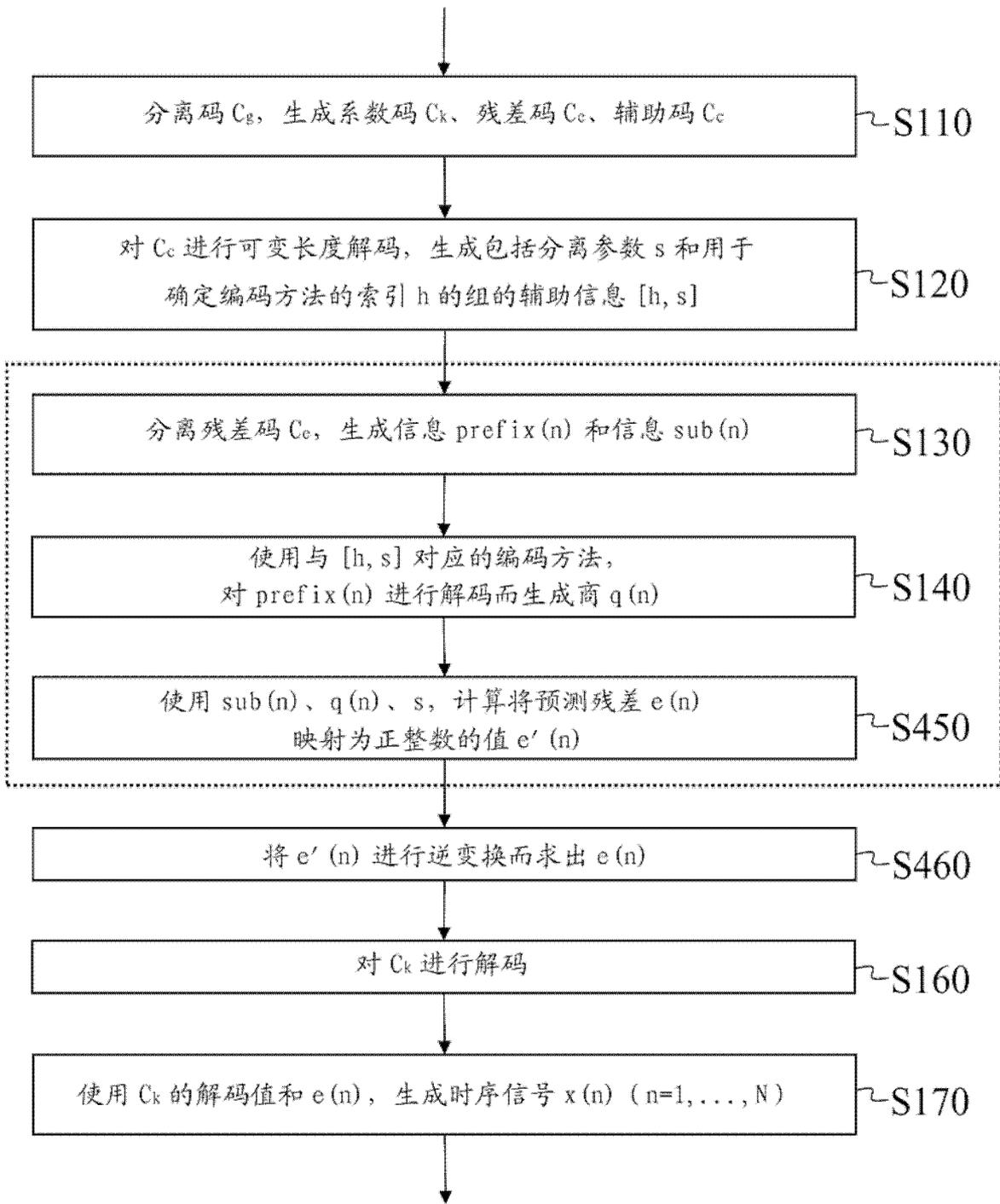


图 21

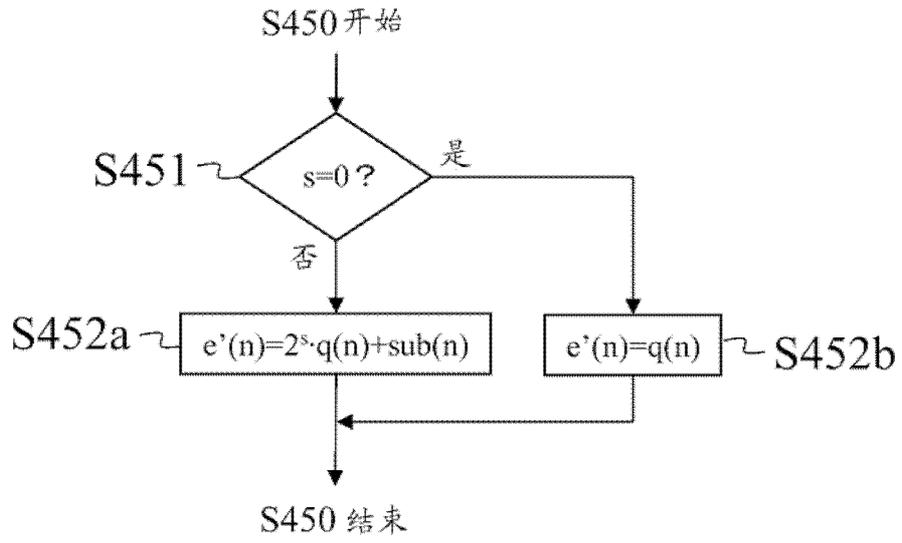


图 22

| h \ s | 0      | 2      | 4      | 其他     |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 0     | T[0,0] | T[0,2] | T[0,4] | T[0,E] |
| 1     | ×      | T[1,2] | T[1,4] | T[1,E] |
| 2     | ×      | T[2,2] | ×      | ×      |
| 3     | ×      | T[3,2] | ×      | ×      |
| 4     | ×      | T[4,2] | ×      | ×      |

图 23A

| h \ s | 0 | 2 | 4 | 其他 |
|-------|---|---|---|----|
| 0     | △ | ⊙ | △ | △  |
| 1     | × | ⊙ | △ | △  |
| 2     | × | ○ | × | ×  |
| 3     | × | ○ | × | ×  |
| 4     | × | ○ | × | ×  |

图 23B

| h \ s | 全部     |
|-------|--------|
| 0     | T[0,A] |
| 1     | T[1,A] |
| 2     | T[2,A] |
| 3     | T[3,A] |
| 4     | T[4,A] |

图 24A

| h \ s | 全部 |
|-------|----|
| 0     | ⊙  |
| 1     | ⊙  |
| 2     | ○  |
| 3     | ○  |
| 4     | △  |

图 24B

|       |        |        |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| h \ s | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 其他     |
| 0     | T[0,0] | T[0,1] | T[0,2] | T[0,3] | T[0,4] | T[0,E] |

图 24C

|       |   |   |   |   |   |    |
|-------|---|---|---|---|---|----|
| h \ s | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 其他 |
| 0     | △ | △ | ⊙ | ⊙ | △ | △  |

图 24D

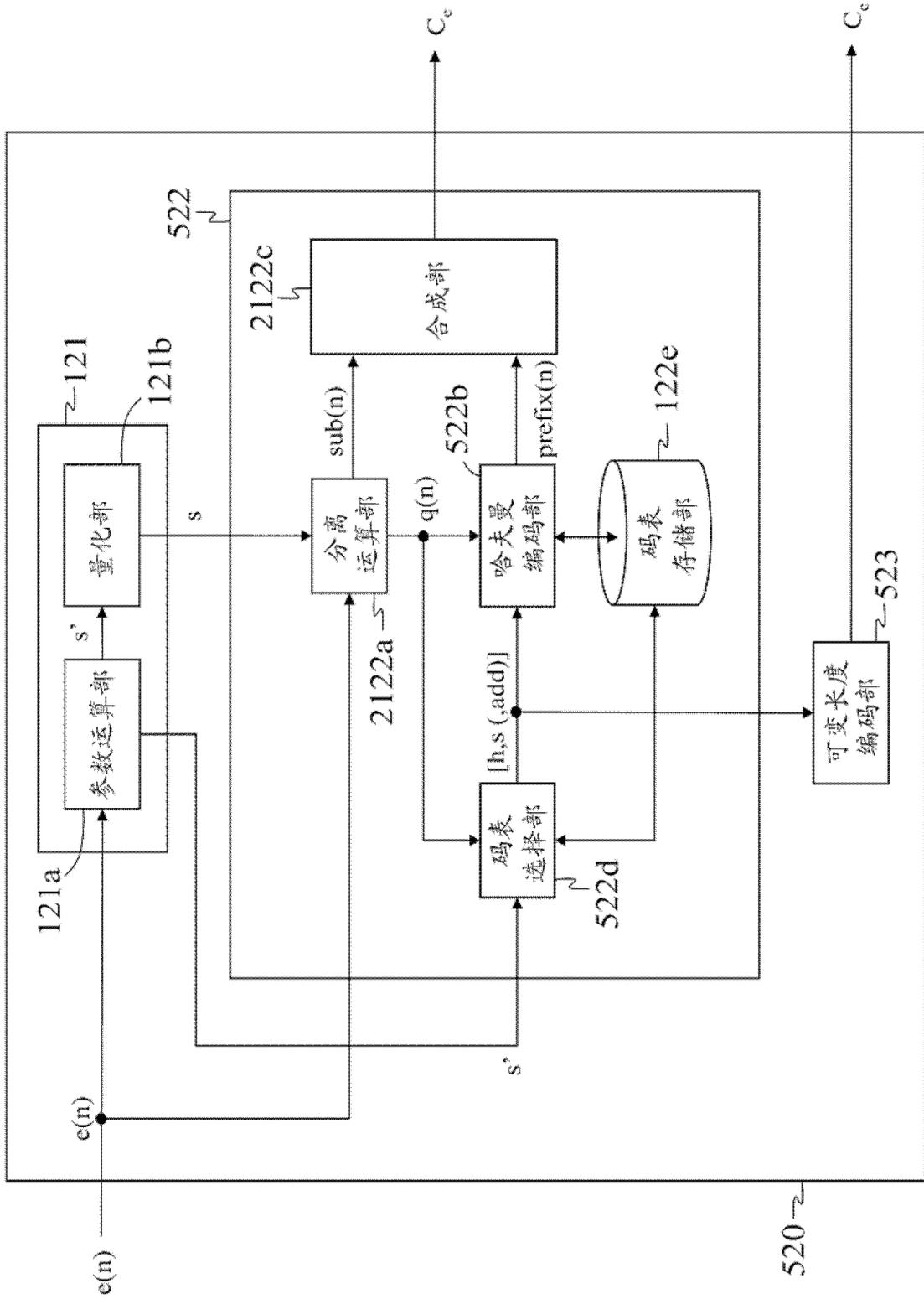


图 25

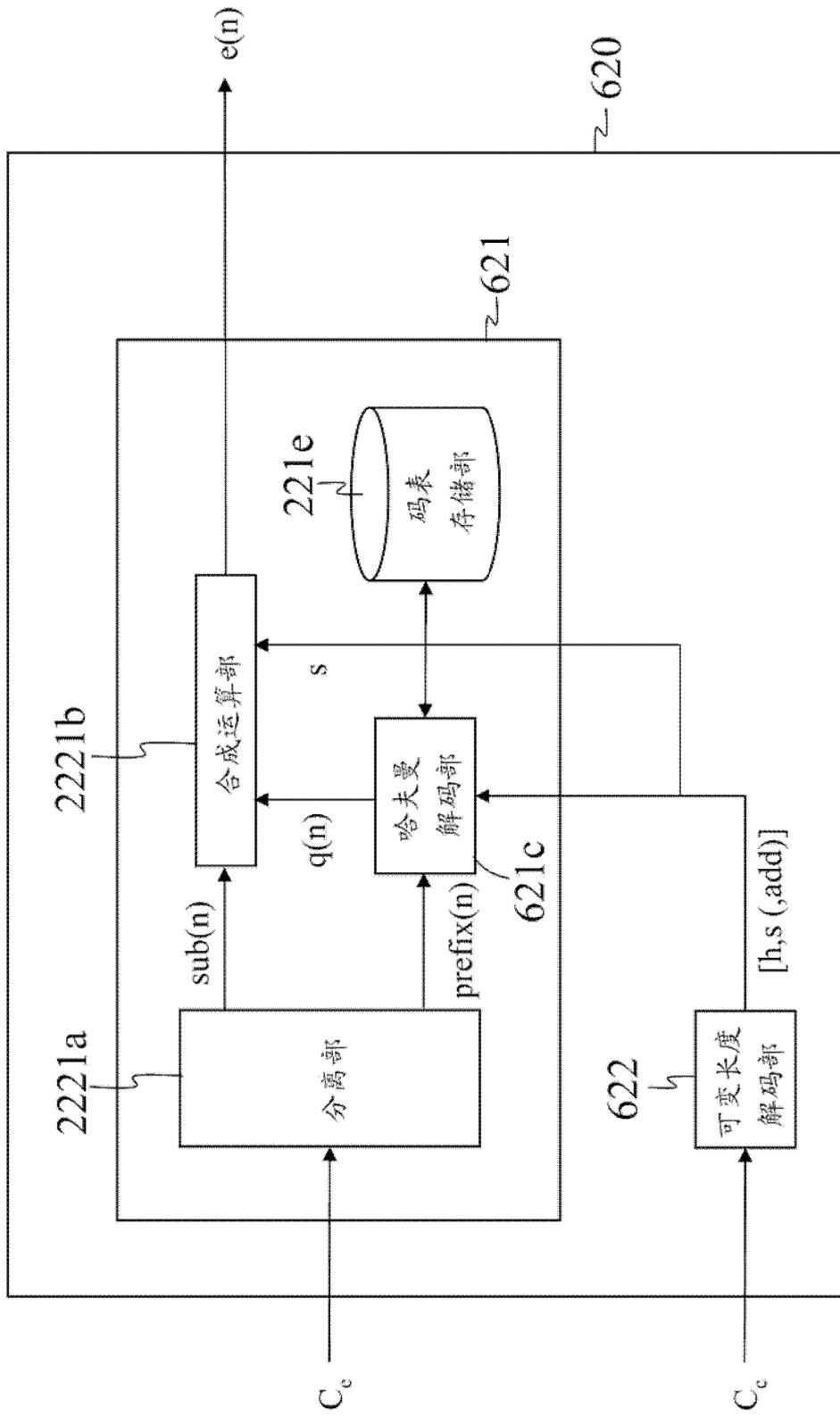


图 26

| $\begin{matrix} s \\ h \end{matrix}$ | 0      | 1      | 2 (下位)   | 2 (上位)   | 3 (下位)   | 3 (上位)   | 4      | 其他     |
|--------------------------------------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|
| 0                                    | T[0,0] | T[0,1] | T[0,2,L] | T[0,2,U] | T[0,3,L] | T[0,3,U] | T[0,4] | T[0,E] |
| 1                                    | x      | T[1,1] | T[1,2,L] | T[1,2,U] | T[1,3,L] | T[1,3,U] | T[1,4] | T[1,E] |
| 2                                    | x      | T[2,1] | T[2,2,L] | T[2,2,U] | T[2,3,L] | T[2,3,U] | x      | x      |
| 3                                    | x      | T[3,1] | T[3,2,L] | T[3,2,U] | T[3,3,L] | T[3,3,U] | x      | x      |
| 4                                    | x      | x      | T[4,2,L] | T[4,2,U] | T[4,3,L] | T[4,3,U] | x      | x      |

图 27A

| $\begin{matrix} s \\ h \end{matrix}$ | 0        | 1        | 2 (下位)   | 2 (上位)   | 3 (下位)  | 3 (上位)   | 4        | 其他       |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|
| 0                                    | $\Delta$ | $\circ$  | $\odot$  | $\odot$  | $\odot$ | $\odot$  | $\Delta$ | $\Delta$ |
| 1                                    | x        | $\circ$  | $\odot$  | $\odot$  | $\odot$ | $\odot$  | $\Delta$ | $\Delta$ |
| 2                                    | x        | $\Delta$ | $\circ$  | $\circ$  | $\circ$ | $\circ$  | x        | x        |
| 3                                    | x        | $\Delta$ | $\Delta$ | $\Delta$ | $\circ$ | $\Delta$ | x        | x        |
| 4                                    | x        | x        | $\Delta$ | $\Delta$ | $\circ$ | $\Delta$ | x        | x        |

图 27B

| T[0,2,L] |          |     |
|----------|----------|-----|
| 输入值      | 码        | 比特数 |
| 0        | 0        | 1   |
| 1        | 10       | 2   |
| 2        | 110      | 3   |
| 3        | 1110     | 4   |
| 4        | 11110    | 5   |
| 5        | 111110   | 6   |
| 6        | 1111110  | 7   |
| 7        | 11111110 | 8   |

图 28A

| T[0,2,U] |          |     |
|----------|----------|-----|
| 输入值      | 码        | 比特数 |
| 0        | 0        | 1   |
| 1        | 10       | 2   |
| 2        | 110      | 3   |
| 3        | 1110     | 4   |
| 4        | 11110    | 4   |
| 5        | 111110   | 6   |
| 6        | 1111110  | 7   |
| 7        | 11111111 | 7   |

图 28B

| [h,s,add] | 码           |
|-----------|-------------|
| [0,2,L]   | 0           |
| [0,3,L]   | 10          |
| [0,2,U]   | 110         |
| [0,3,U]   | 1110        |
| [1,2,L]   | 11110       |
| [1,2,U]   | 111110      |
| [1,3,L]   | 1111111     |
| [1,3,U]   | 11111100    |
| [2,2]     | 111111010   |
| ⋮         | ⋮           |
| [4,1]     | 111111...10 |

图 29



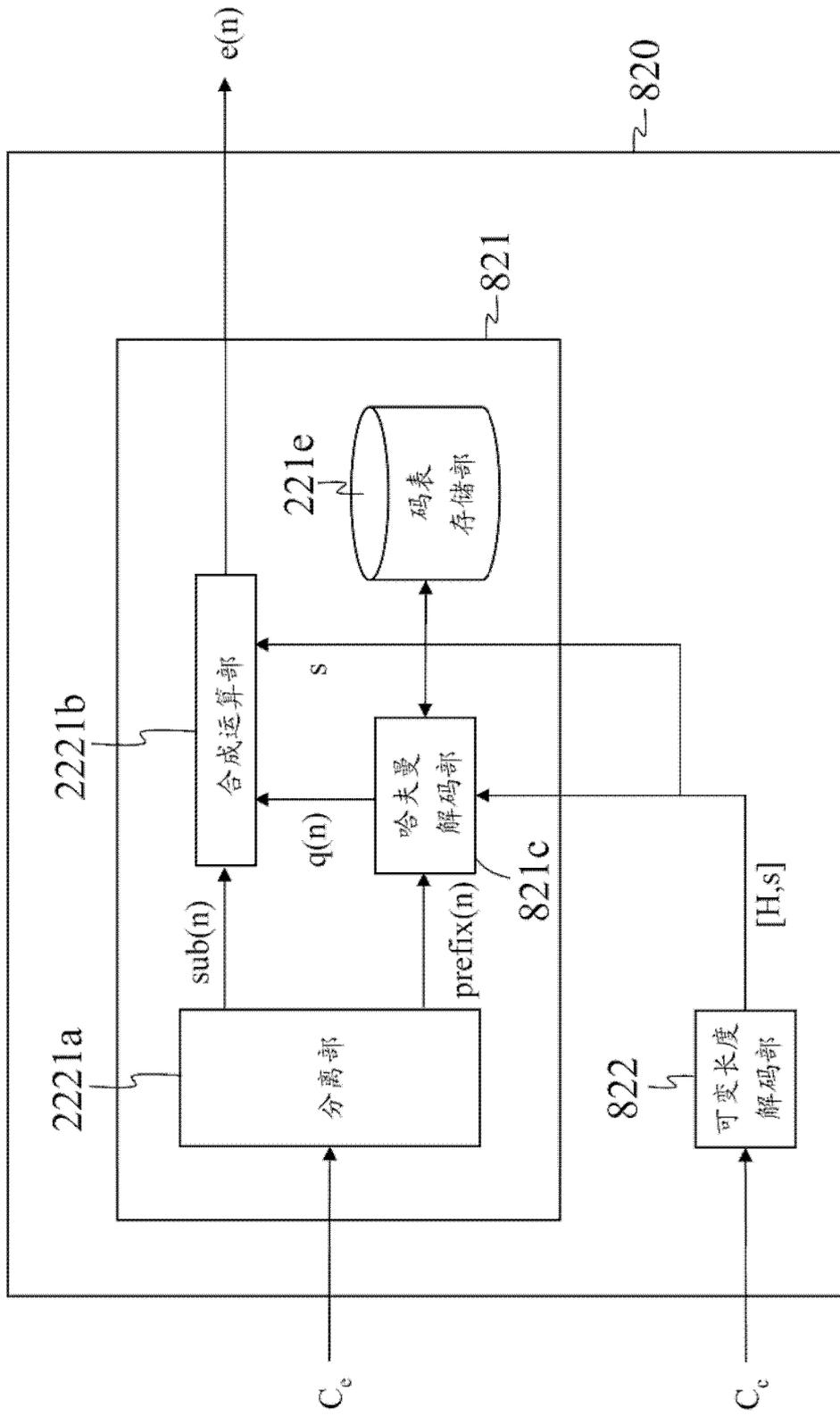


图 31

| $H=h_1 h_2 \backslash s$ | 0 | 2 | 4 |
|--------------------------|---|---|---|
| 00                       | ○ | ⊙ | ○ |
| 01                       | ○ | ⊙ | ○ |
| 02                       | △ | ○ | △ |
| 03                       | △ | ○ | △ |
| 10                       | ○ | ⊙ | ○ |
| 11                       | ○ | ⊙ | ○ |
| 12                       | △ | ○ | ○ |
| 13                       | △ | ○ | △ |
| 20                       | × | ○ | △ |
| 21                       | × | ○ | △ |
| 22                       | × | △ | △ |
| 23                       | × | △ | △ |
| 30                       | × | ○ | △ |
| 31                       | × | △ | × |
| 32                       | × | △ | × |
| 33                       | × | △ | × |

图 32

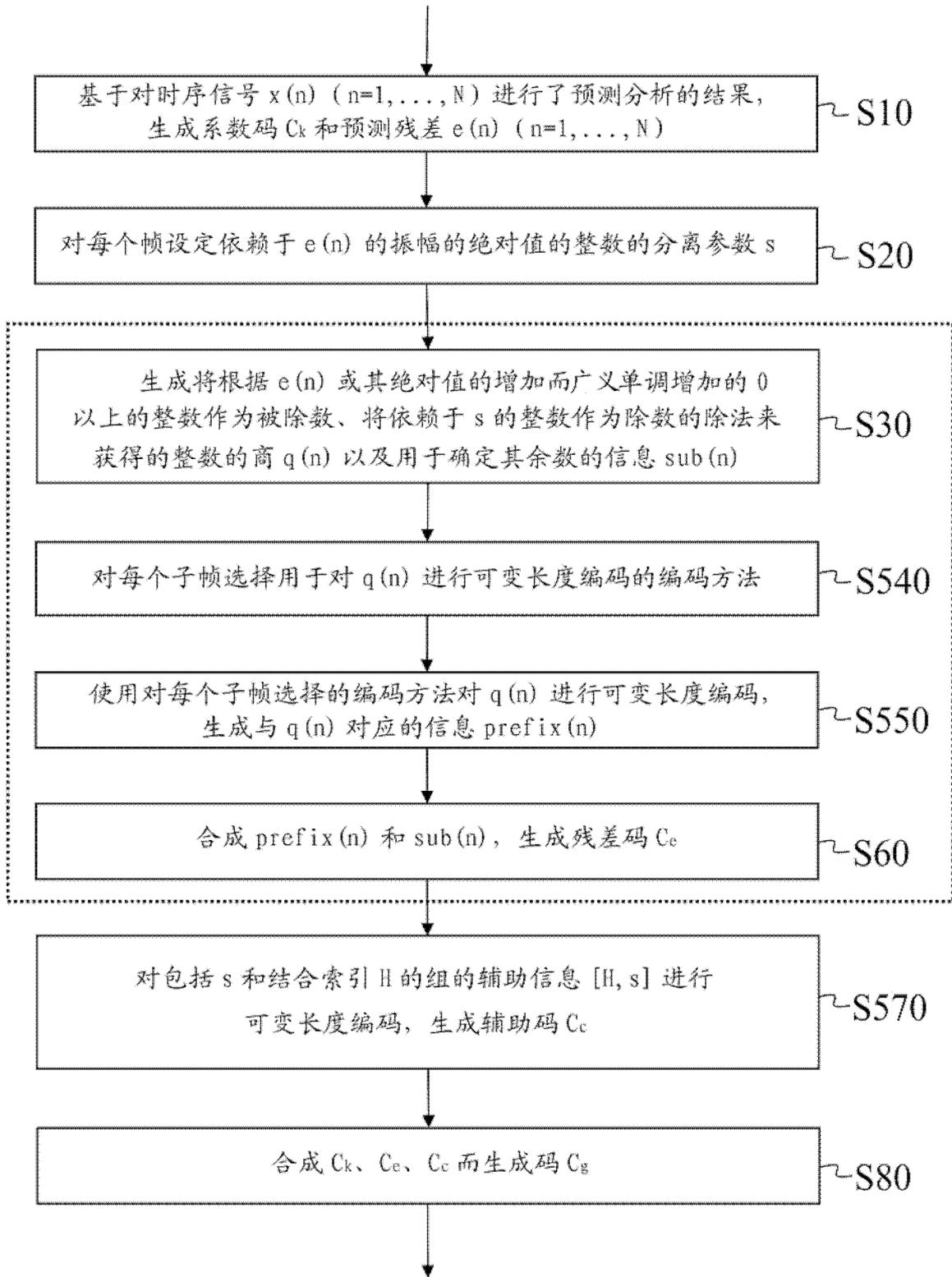


图 33

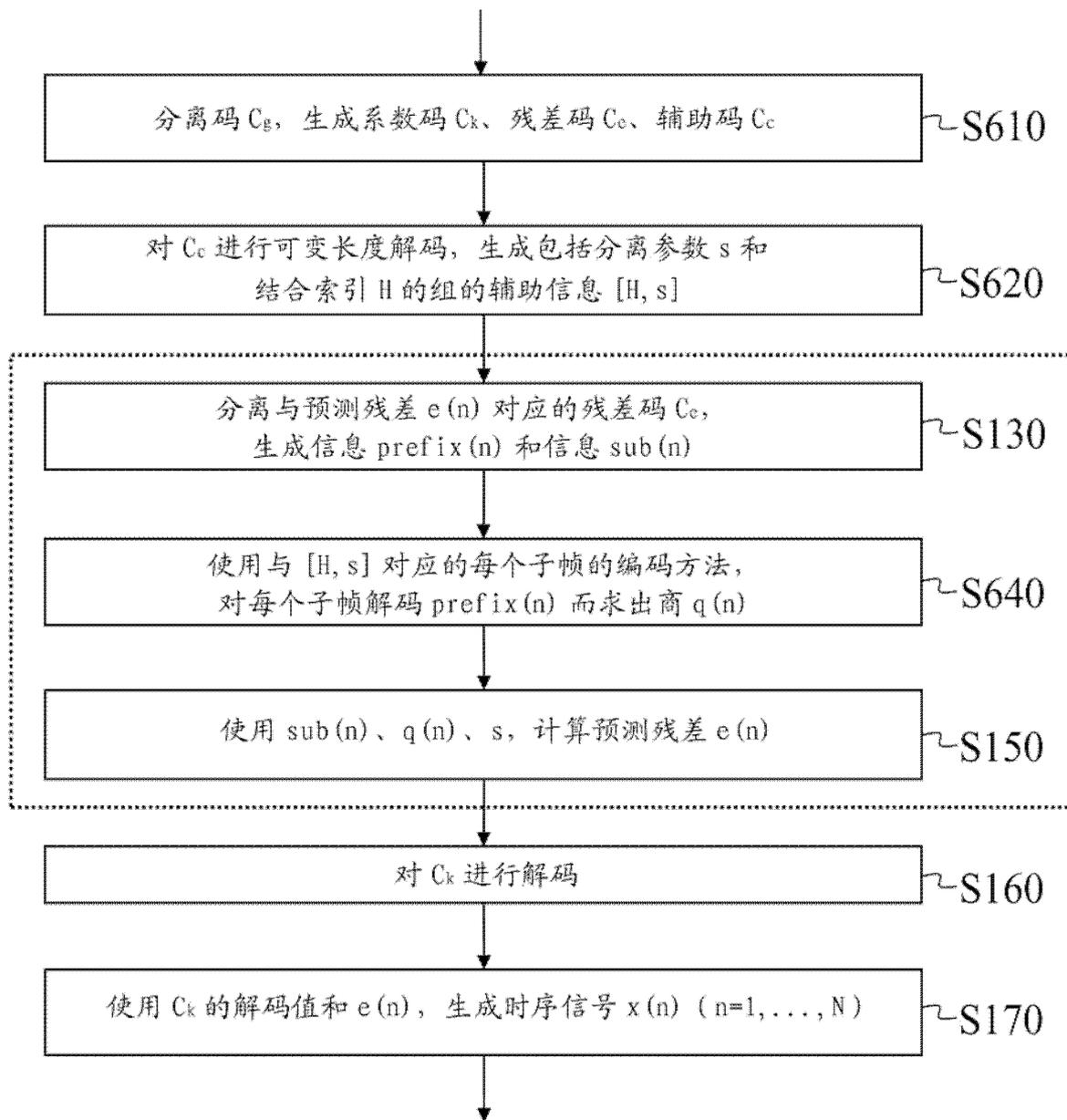


图 34

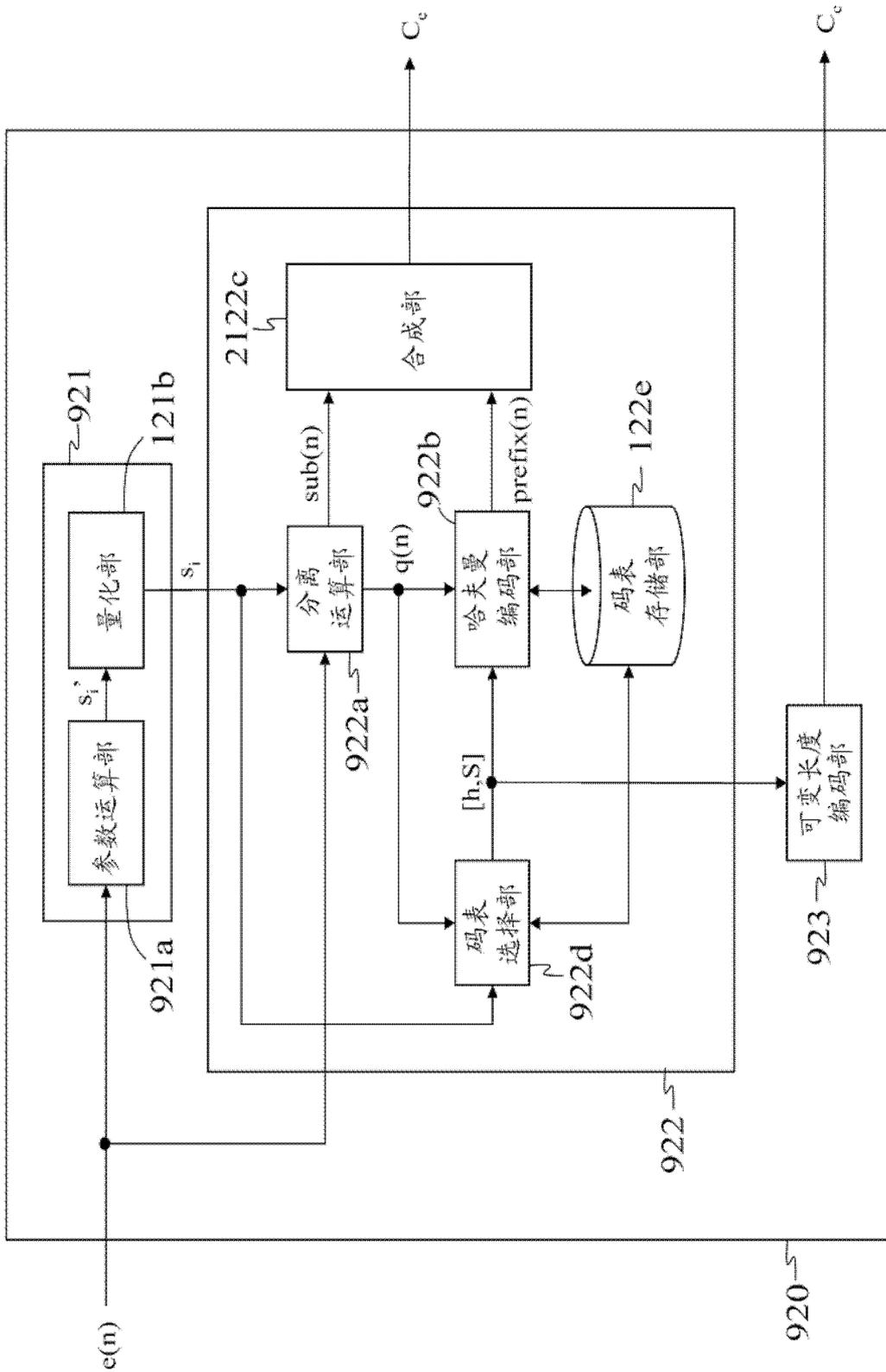


图 35

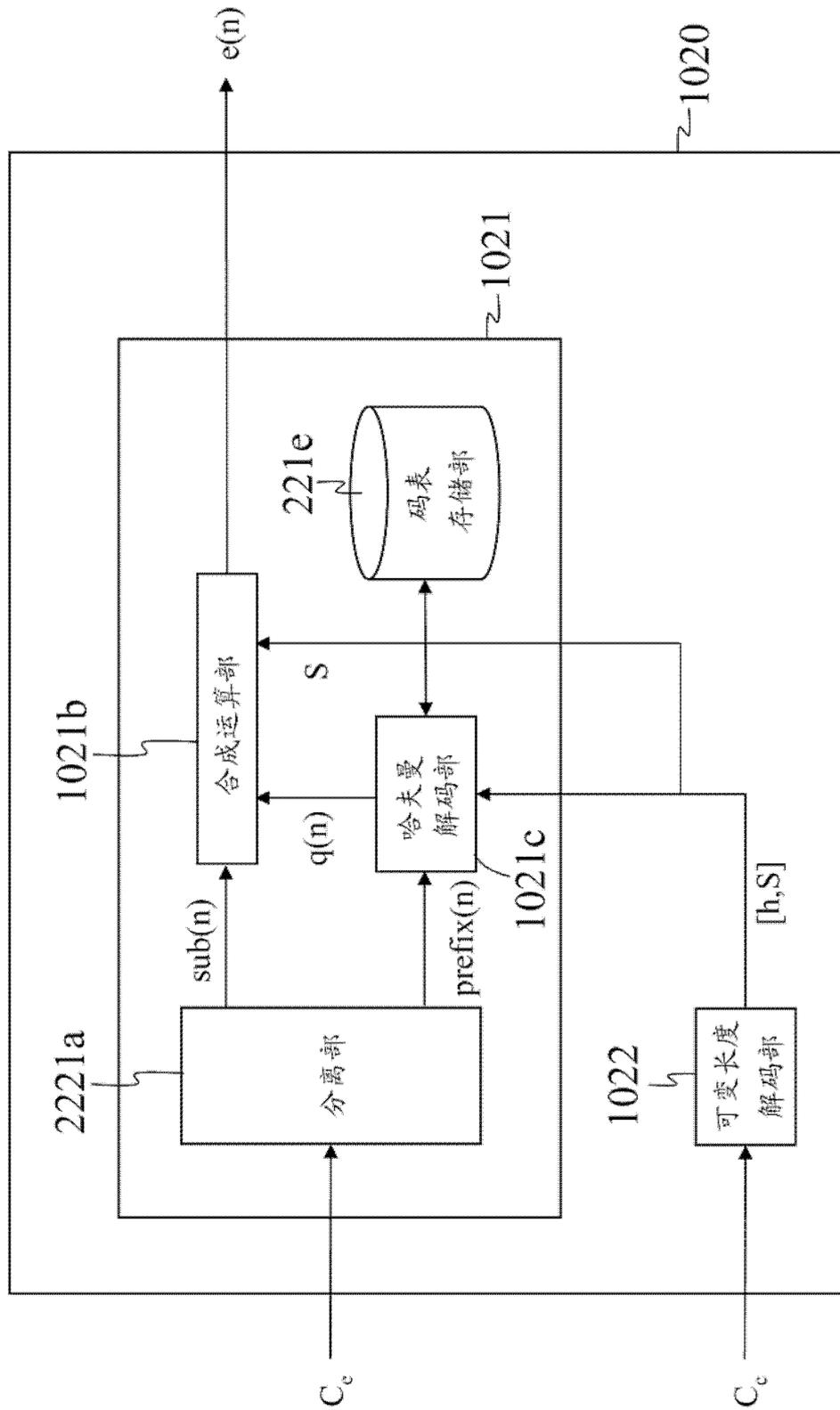


图 36

|             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $S=s_1 s_2$ | 00 | 01 | 02 | 10 | 11 | 12 | 20 | 21 | 22 |
| h           | 0  | △  | △  | △  | △  | ⊙  | ⊙  | ⊙  | ⊙  |
|             | 1  | x  | ○  | x  | △  | ○  | ○  | ○  | ⊙  |
|             | 2  | x  | ○  | x  | △  | ○  | ○  | ○  | ○  |
|             | 3  | x  | △  | x  | △  | ○  | △  | △  | ○  |

图 37

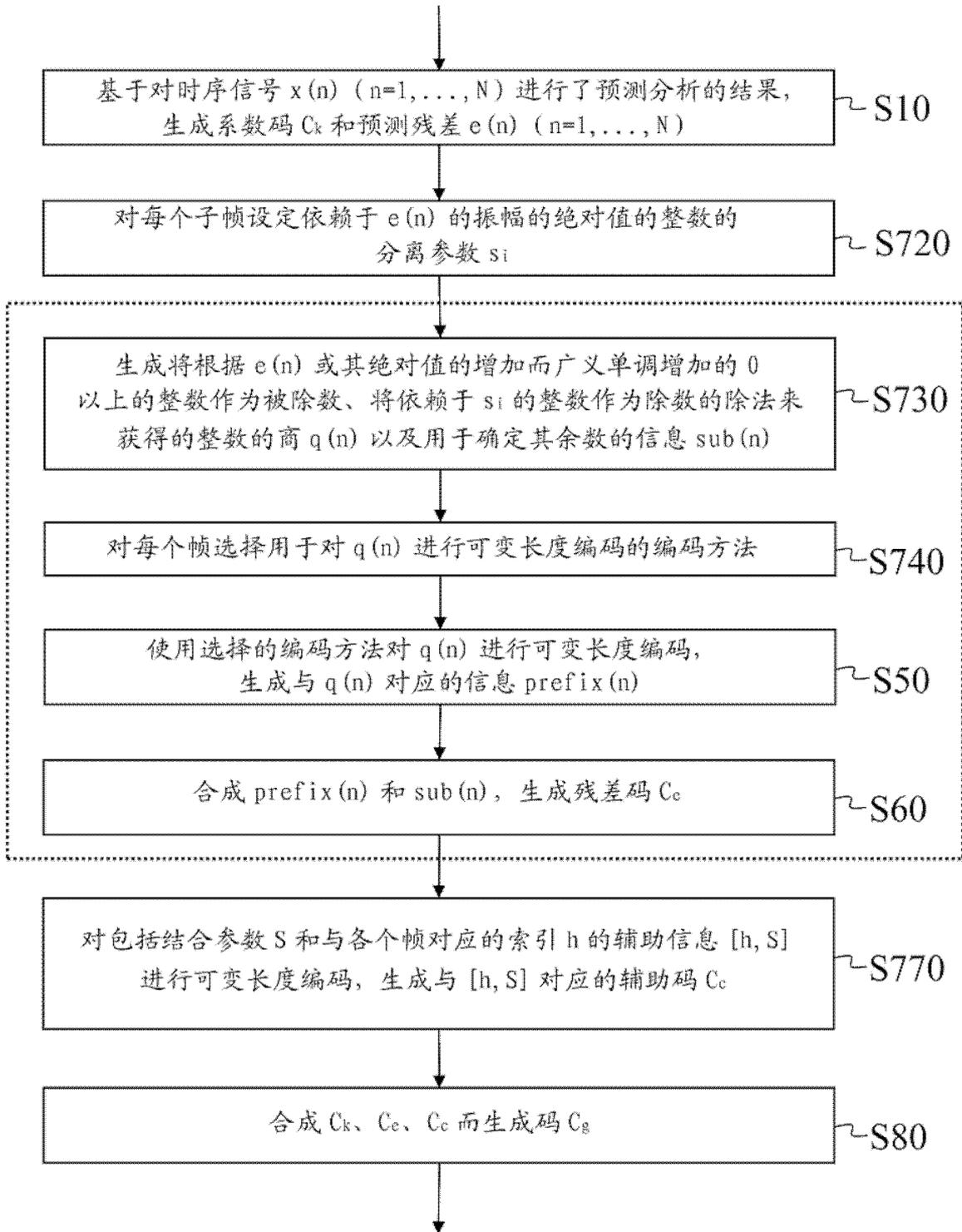


图 38

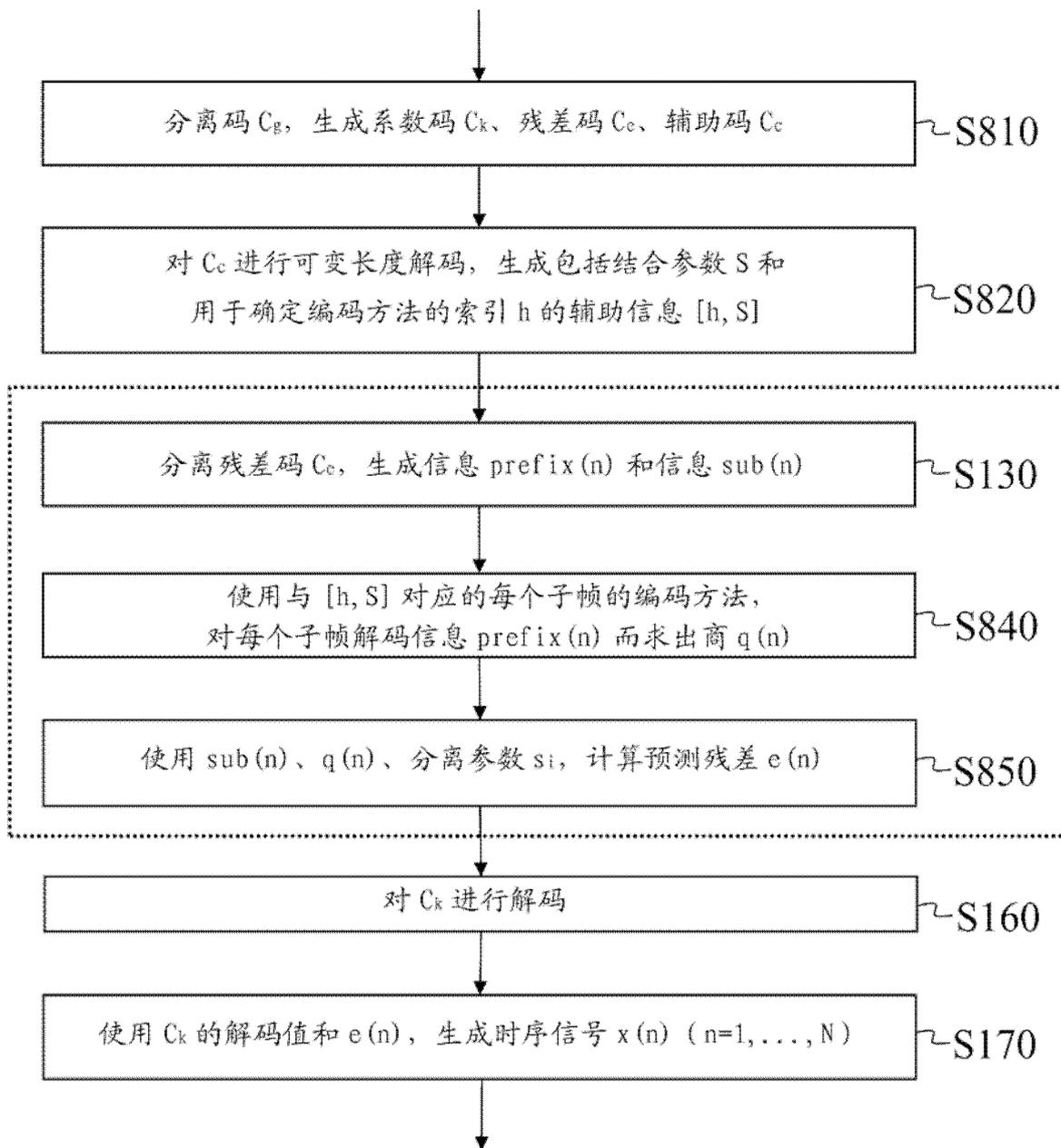


图 39

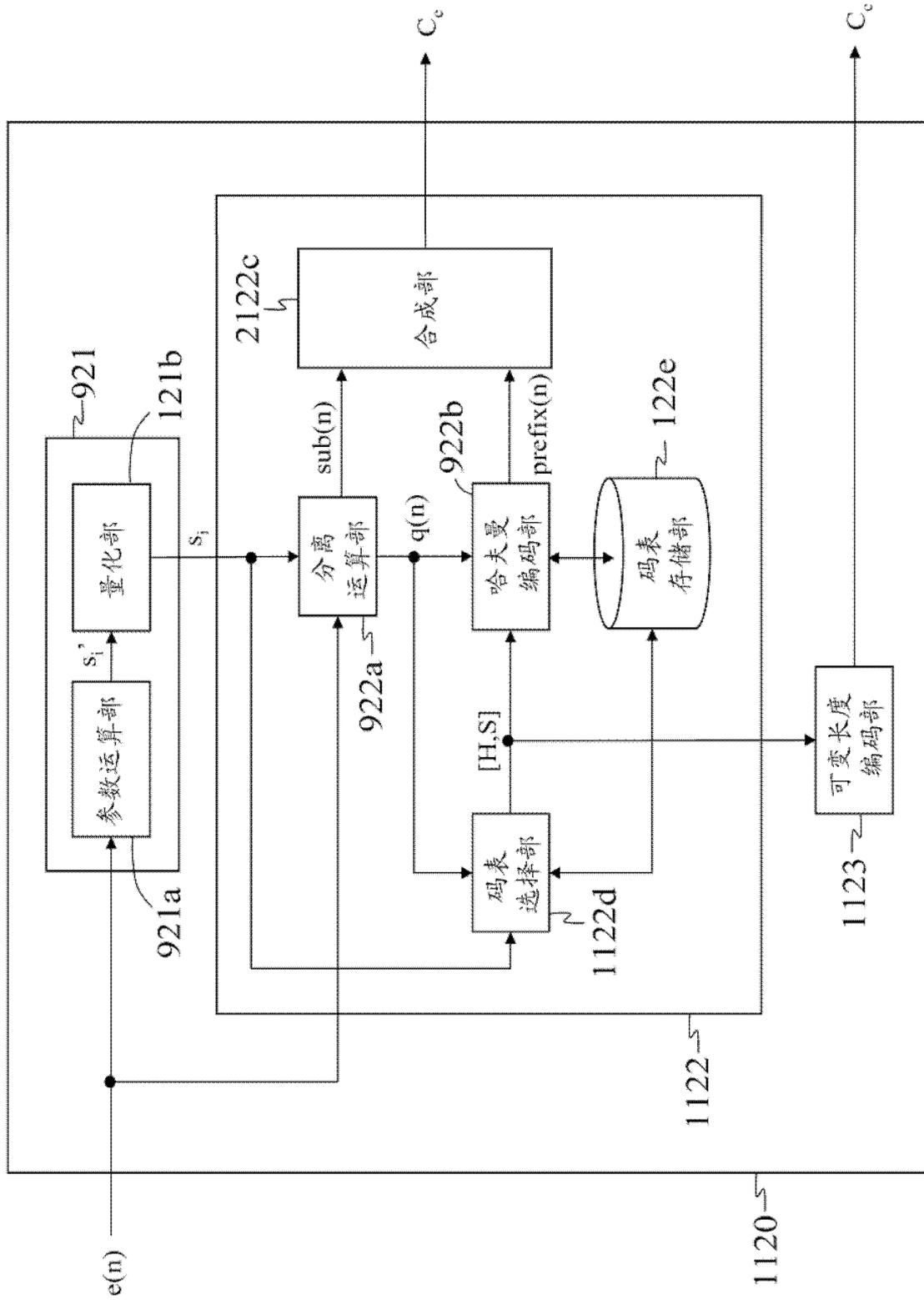


图 40

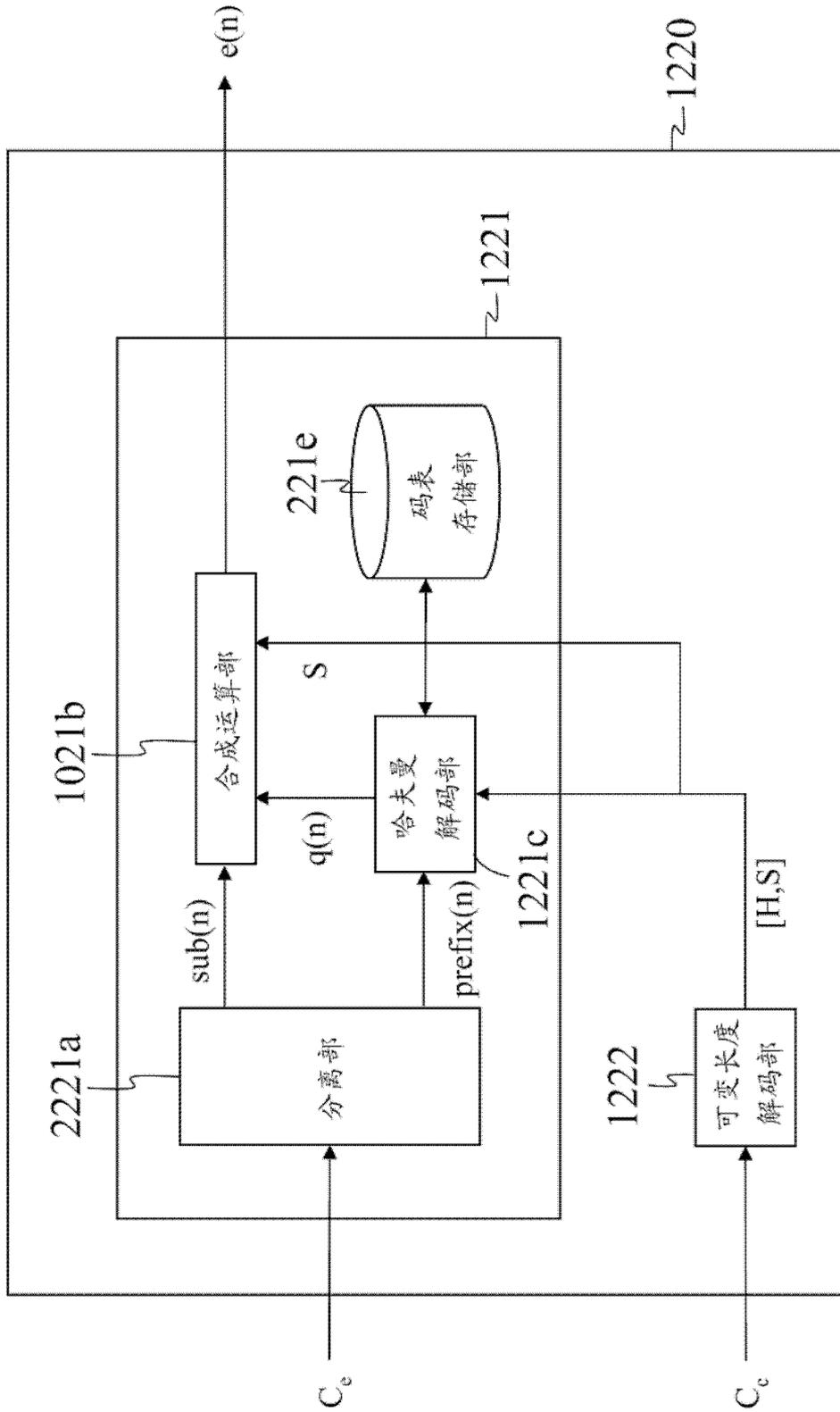


图 41



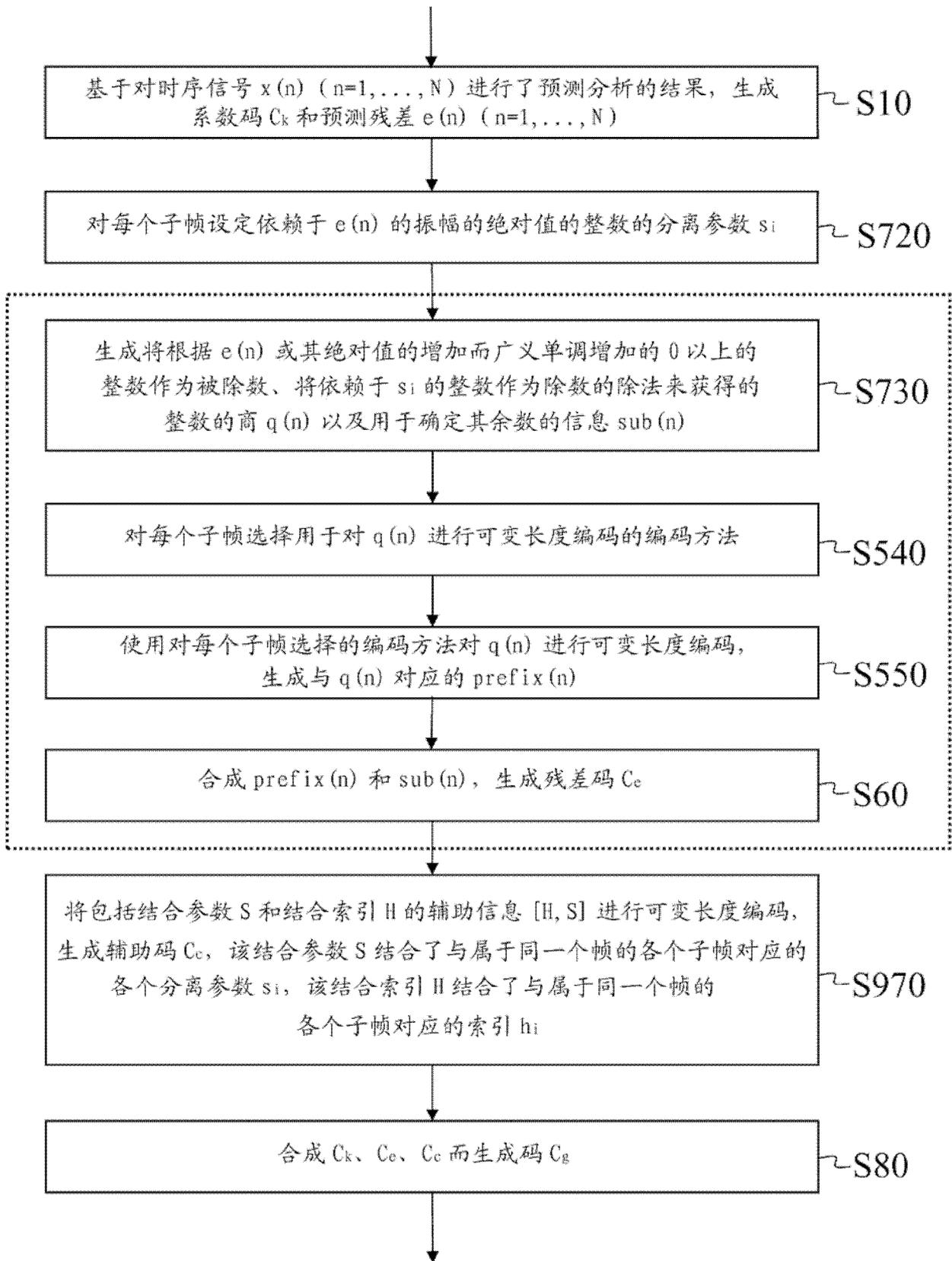


图 43

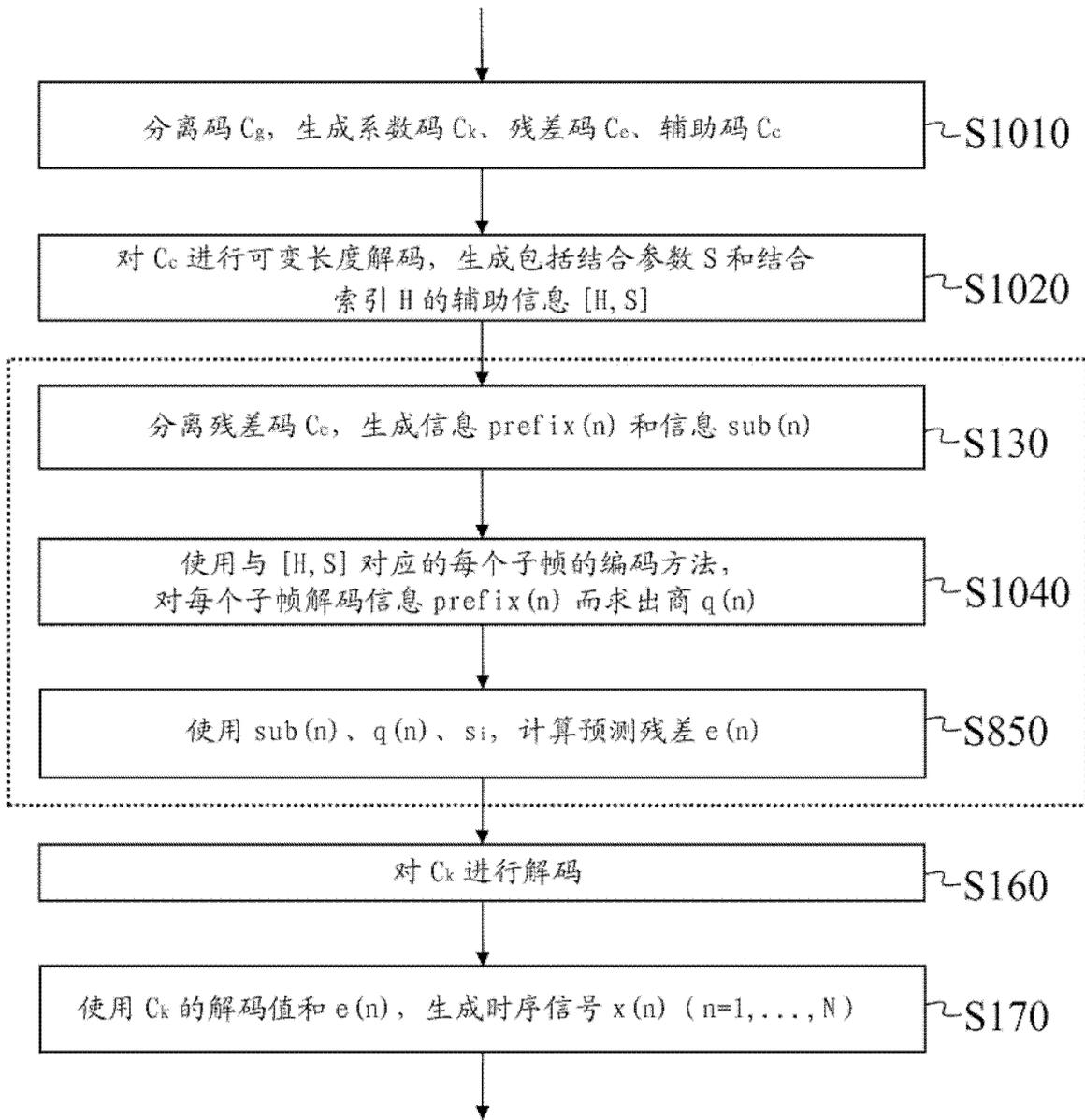


图 44