

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G10L 19/12

G10L 11/04



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02802766.3

[45] 授权公告日 2005 年 9 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1218296C

[22] 申请日 2002.8.1 [21] 申请号 02802766.3

[30] 优先权

[32] 2001.8.2 [33] JP [31] 234559/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/007850 2002.8.1

[87] 国际公布 WO2003/015080 日 2003.2.20

[85] 进入国家阶段日期 2003.4.25

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 佐藤薰 安永和敏 森井利幸

审查员 刘亚斌

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

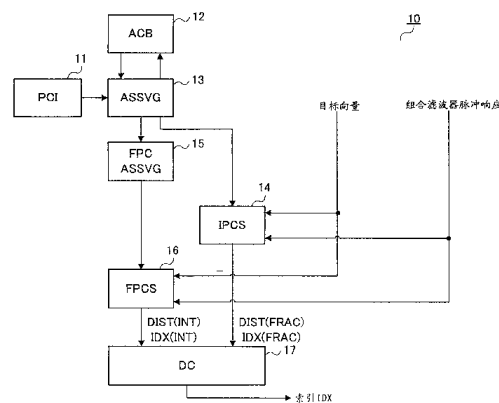
代理人 郭鸿禧 马莹

权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 8 页

[54] 发明名称 音调周期搜索范围设置装置

[57] 摘要

自适应声源向量发生器 (ASSVG) 103 设置以在先前子帧中选择的整数精确度音调周期  $T_0$  为中心的在前的和随后的音调周期为搜索小数精确度音调频率的范围, 从自适应代码本 (ACB) 102 中提取具有在这一范围内的小数精确度音调周期  $T - \text{frac}$  的自适应声源向量  $P(T - \text{frac})$ 。上一子帧整数音调周期存储器 (LSFIPCS) 108 存储由失真比较器 (DC) 107 选择的最佳音调周期的整数分量  $T_0$ , 并且在搜索下一子帧的音调周期时, 向自适应声源向量发生器 (ASSVG) 103 输出该最佳音调周期整数分量  $T_0$ 。最佳音调周期精确度判断部件 (OPCAJS) 109 判断最佳音调周期为整数精确度还是小数精确度。比较判断部件 (CJS) 110 限制作为最佳音调周期的小数精确度音调信息的选择次数。



1. 一种音调周期搜索范围设置装置, 包括:

音调周期指示部件, 其在以子帧为基础搜索语音信号中包括的音调周期  
5 的音调周期搜索处理中, 以整数精确度给自适应声源向量发生部件依次指示  
预设音调周期搜索范围内的音调周期候选者;

自适应声源向量发生部件, 用于从存储过去的驱动声源的自适应代码本  
中, 提取具有由所述音调周期指示部件指示的音调周期的自适应声源向量;  
以及

10 上一子帧整数音调周期存储部件, 用于存储对先前子帧的音调周期搜索  
处理中最后选择的音调周期的整数分量,

其中所述音调周期搜索范围设置装置将整数精确度音调周期搜索候选  
者和小数精确度音调周期搜索候选者的双方或两者之一设置为在正在处理  
的子帧部分的音调周期搜索处理中的音调周期搜索对象, 其中由所述音调周  
15 期指示部件指示所述整数精确度音调周期候选者, 所述小数精确度音调周期  
搜索候选者以小数精确度覆盖在从所述上一子帧整数音调周期存储部件中  
读取的整数精确度音调周期的附近的音调周期。

2. 如权利要求 1 所述的音调周期搜索范围设置装置, 还包括:

比较判断部件, 其具有比较判断功能, 即, 对内部提供的计数器的值和  
20 非负整数  $N$  进行大小比较, 如果计数值小于或等于所述  $N$ , 向所述小数音调  
周期自适应声源向量发生部件输出对所述小数精确度音调周期搜索候选者  
和所述整数精确度音调周期候选者的双方进行音调周期搜索的指示, 如果计  
数值大于所述  $N$ , 则向所述小数音调周期自适应声源向量发生部件输出仅对  
所述整数精确度音调周期候选者进行音调周期搜索的指示; 以及

25 最佳音调周期精确度判断部件, 其具有下述功能, 即, 判断在正在处理  
的子帧的音调周期搜索处理中选择作为最佳音调周期的音调周期为整数精  
确度还是小数精确度, 并依照判断结果, 将所述比较判断部件中提供的计数  
器的值重置为 0 或增加 1。

3. 如权利要求 2 所述的音调周期搜索范围设置装置, 其中所述最佳音  
30 调周期精确度判断部件, 当在正在处理的子帧部分的音调周期搜索处理中最  
后选择的音调周期的精确度为整数精确度时, 执行将所述比较判断部件的内

---

部计数器的值重置为 0 的操作；而当在正在处理的子帧部分的音调周期搜索处理中最后选择的音调周期的精确度为小数精确度时，将所述比较判断部件的内部计数器的值增加 1。

## 音调周期搜索范围设置装置

## 5 技术领域

本发明涉及音调(pitch)周期搜索范围设置装置和音调周期搜索装置,特别涉及码激励线性预测(CELP)型语音编码装置的音调周期搜索范围设置装置和音调周期搜索装置。

## 10 背景技术

在诸如以数字通信和因特网通信为代表的分组通信、或语音存储等领域中,语音信号编码/解码技术是高效利用无线电波传输路径容量和存储介质的关键,当前已开发了许多语音编码/解码方法。

其中,在以中等或低位速率编码/解码语音信号时,码激励线性预测(CELP)型语音编码/解码方法广泛作为主流方法使用。在文献 1(Proc. ICASSP '85, pp.937- pp.940, 1985)中公开了 CELP 型语音编码/解码方法。

在 CELP 型语音编码/解码方法中,将已数字化的语音信号划分为大约 20ms 的多个帧,为每个帧进行对语音信号的线性预测分析,求出线性预测数和线性预测剩余向量,并单个地对线性预测数和线性预测剩余向量进行编/20 解码。线性预测剩余向量也叫做激励信号向量。

使用自适应代码本和固定代码本对线性预测剩余向量进行编码/解码,所述自适应代码本中保存有过去产生的驱动声源信号,所述固定代码本中存储指定数量的定形向量(固定代码向量)。

该自适应代码本用于代表线性预测剩余向量具有的循环分量。另一方面,25 固定代码本用于代表线性预测剩余向量中不能由自适应代码本代表的非循环分量。一般而言,在通过将帧划分为较短的时间单元(大约 5ms 至 10ms)而得到的子帧单元中进行线性预测剩余向量编码/解码处理。

使用 CELP,从线性预测剩余向量中寻找音调周期,并进行编码。下面描述传统线性预测剩余音调周期搜索装置。图 1 是展示传统音调周期搜索装30 置的构造的方框图。

图 1 中的音调周期搜索装置 10 主要包括音调周期指示器(PCI)11、自适

应代码本(ACB)12、自适应声源向量发生器(ASSVG)13、整数音调周期搜索器(IPCS)14、小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)15、小数音调周期搜索器(FPCS)16、以及失真比较器(DC)17。

音调周期指示器(PCI)11 给自适应声源向量发生器(ASSVG)13 依次指示  
5 预设音调周期搜索范围内想要的音调周期  $T_{\text{int}}$ 。例如, 当 CELP 语音编码/解码装置对 16 kHz 语音信号进行编码/解码, 并且从 32 至 267 以整数精确度预设目标向量音调周期搜索范围, 而从  $32+1/2$ 、 $33+1/2$ 、...、至  $51+1/2$  以  $1/2$  小数精确度预设目标向量音调周期搜索范围时, 音调周期指示器(PCI)11 向自适应声源向量发生器(ASSVG)13 输出 236 种音调周期  $T_{\text{int}}$  ( $T_{\text{int}} = 32, 33, \dots, 267$ )。自适应代码本(ACB)12 存储过去产生的驱动声源信号。  
10

接着, 自适应声源向量发生器(ASSVG)13 从自适应代码本(ACB)12 中提取具有从音调周期指示器(PCI)11 接收到的整数精确度音调周期  $T_{\text{int}}$  的自适应声源向量  $p(t_{\text{int}})$ , 并将其输出到整数音调周期搜索器(IPCS)14。

下面描述从自适应代码本(ACB)12 中提取具有从整数精确度音调周期  
15  $T_{\text{int}}$  的自适应声源向量  $p(t_{\text{int}})$  的处理。图 2 展示帧构造的例子。

在图 2 中, 帧 21 和帧 31 是存储在自适应代码本中的过去的驱动声源信号序列。自适应声源向量发生器(ASSVG)13 在音调周期搜索范围的下限 32 和上限 267 之间搜索帧音调周期。

由于从帧 21 检索到的音调周期 22 长于子帧 23 的长度, 自适应声源向量  
20 发生器(ASSVG)13 把从帧 21 中以子帧的帧长度提取出的部分 23 当作自适应声源向量。

同样, 由于从帧 31 检索到的音调周期 32 短于子帧 33 的长度, 自适应声源向量发生器(ASSVG)13 提取自适应声源向量直到音调周期 32, 并把通过迭代提取向量部分 33 直到子帧长度的长度而获得的向量部分当作自适应声源  
25 向量。

此外, 自适应声源向量发生器(ASSVG)13 从自适应代码本(ACB)12 中提取当求出对应于小数精确度音调周期的自适应声源向量时必要的自适应声源向量, 并将其输出到小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)15。

接下来, 整数音调周期搜索器(IPCS)14 从具有整数音调周期  $T_{\text{int}}$  的自适应声源向量  $p(t_{\text{int}})$ 、组合滤波器脉冲响应矩阵  $H$ 、以及目标向量  $X$ , 计算整数音调周期选择标准  $\text{DIST}(T_{\text{int}})$ 。  
30

公式(1)用于计算整数音调周期选择标准(measure)DIST(T-int)。

$$DIST(T - \text{int}) = \frac{[xHP(T - \text{int})]^2}{|Hp(T - \text{int})|^2} \quad (T - \text{int} = 32, 33, \dots, 267) \quad \text{公式(1)}$$

当计算整数音调周期选择标准 DIST(T-int)时, 可以通过给组合滤波器脉冲响应矩阵 H 乘以听觉加权滤波器脉冲响应矩阵 W 获得矩阵 H', 而在公式(1) 5 中使用矩阵 H' 来代替组合滤波器脉冲响应矩阵 H。

这里, 整数音调周期搜索器(IPCS)14 使用公式(1), 对由音调周期指示器 (PCI)11 指示的从音调周期 32 至 267 的音调周期 T-int 的 236 个变化, 重复执行整数音调周期选择标准 DIST(T-int)计算处理。

整数音调周期搜索器(IPCS)14 还从 236 个计算出的整数音调周期选择标准 DIST(T-int)中, 选择具有最大值的 DIST(T-int), 并向失真比较器(DC)17 输出所选择的 DIST(T-int)。另外, 整数音调周期搜索器(IPCS)14 向失真比较器 (DC)17, 输出与计算 DIST(T-int)时参考的自适应声源向量音调周期 T-int 对应的索引, 作为 IDX(INT)。

接下来, 小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)15 通过对从 15 自适应声源向量发生器(ASSVG)13 接收的自适应声源向量和 SYNC 函数的乘积求和操作, 求出具有小数精确度音调周期 T-frac(32+1/2、33+1/2、...、51+1/2)的自适应声源向量 p(T-frac), 并向小数音调周期搜索器(FPCS)16 输出该 p(T-frac)。

然后, 小数音调周期搜索器(FPCS)16 用具有小数音调周期 T-frac 的自适应声源向量 p(T-frac)、组合滤波器脉冲响应矩阵 H、以及目标向量 X, 计算 20 小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)。公式(2)用于计算小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)。

$$DIST(T - \text{frac}) = \frac{[xHP(T - \text{frac})]^2}{|Hp(T - \text{frac})|^2} \quad \left( T - \text{frac} = 32 + \frac{1}{2}, 33 + \frac{1}{2}, \dots, 51 + \frac{1}{2} \right) \quad \text{公式(2)}$$

当计算小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)时, 可以通过给组合滤波器脉冲响应矩阵 H 乘以听觉加权滤波器脉冲响应矩阵 W 获得矩阵 H', 而在公式(1) 25 中使用矩阵 H' 来代替组合滤波器脉冲响应矩阵 H。

这里, 小数音调周期搜索器(FPCS)16 使用公式(2), 对从音调周期 32+1/2 至 51+1/2 的小数音调周期 T-frac 的 20 个变化, 重复执行小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)计算处理。

小数音调周期搜索器(FPCS)16 还从 20 个计算出的小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)中, 选择具有最大值的 DIST(T-frac), 并向失真比较器(DC)17 输出所选择的 DIST(T-frac)。

另外, 小数音调周期搜索器(FPCS)16 向失真比较器(DC)17, 输出与计算  
5 DIST(T-frac)时参考的自适应声源向量音调周期 T-frac 对应的索引, 作为  
IDX(FRAC)。

接下来, 失真比较器(DC)17 比较从整数音调周期搜索器(IPCS)14 接收的  
DIST(INT)和从小数音调周期搜索器(FPCS)16 接收的 DIST(FRAC)的值。然  
后, 失真比较器(DC)17 确定当计算出具有较大的 DIST(INT)和 DIST(FRAC)  
10 值的音调周期选择标准 DIST 时的音调周期为最佳音调周期, 并输出对应于  
最佳音调周期的索引作为最佳索引 IDX。

与上例中一样, 当选择从 32 至 267 的整数精确度音调周期搜索范围、和  
从  $32+1/2$  至  $51+1/2$  的小数精确度音调周期搜索范围为音调周期搜索范围时,  
总共提供 256( $256 = 236 + 20$ )个整数精确度和小数精确度音调周期搜索候选  
15 者, 并将最佳索引 IDX 编码为 8 位二进制数据。

上述“使用自适应代码本的线性预测剩余音调周期搜索装置”的特征在  
于, 在对应于比以整数精确度搜索的音调周期搜索范围短的音调周期的部分,  
既以整数精确度进行音调周期搜索, 又进行  $1/2$  小数精确度音调周期搜索,  
还进行从以整数精度检索出的最佳音调周期和以小数精确度检索出的最佳音  
20 调周期中, 对最终音调周期的选择。

因此, 使用传统音调搜索装置, 对包含许多相对较短的音调周期的女性  
噪音, 可以有效地对线性预测剩余音调周期进行编码/解码。在文献 2(IEEE  
JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, pp.31-pp.41,  
VOL. 13, No. 1, JANUARY 1995)等中公开了上述特征和效果。

然而, 使用传统音调搜索装置, 以小数精确度搜索音调周期的范围限于  
很短的音调周期, 所以, 对于包含许多相对较长的音调周期的男性噪音, 在  
以小数精确度搜索音调周期的范围之外搜索音调周期, 只以整数精确度搜索  
音调周期, 这导致音调周期分辨率下降的问题, 从而难于有效地进行编码/解  
码。

30

发明内容

本发明的目的是提供使得能够有效地对语音信号音调周期进行编码/解码的音调搜索装置。

通过不固定以小数精确度搜索音调周期的范围，而在从先前子帧中检索出的音调周期的附近以小数精确度搜索，来实现该目的。

- 5 本发明提供了一种音调周期搜索范围设置装置，包括：音调周期指示部件，其在以子帧为基础搜索语音信号中包括的音调周期的音调周期搜索处理中，以整数精确度给自适应声源向量发生部件依次指示预设音调周期搜索范围内的音调周期候选者；自适应声源向量发生部件，用于从存储过去的驱动声源的自适应代码本中，提取具有由所述音调周期指示部件指示的音调周期
- 10 的自适应声源向量；以及上一子帧整数音调周期存储部件，用于存储对先前子帧的音调周期搜索处理中最后选择的音调周期的整数分量，其中所述音调周期搜索范围设置装置将整数精确度音调周期搜索候选者和小数精确度音调周期搜索候选者的双方或两者之一设置为在正在处理的子帧部分的音调周期搜索处理中的音调周期搜索对象，其中由所述音调周期指示部件指示所述整
- 15 数精确度音调周期候选者，所述小数精确度音调周期搜索候选者以小数精确度覆盖在从所述上一子帧整数音调周期存储部件中读取的整数精确度音调周期的附近的音调周期。

#### 附图说明

- 20 图 1 是展示传统音调周期搜索装置结构的方框图；  
图 2 展示帧结构的例子；  
图 3 是展示本发明实施例 1 的音调周期搜索装置的构造的方框图；  
图 4 是展示该实施例的音调周期搜索装置的操作的例子的流程图；  
图 5 是展示本发明实施例 2 的解码自适应声源向量发生装置的构造的方
- 25 框图；  
图 6 是展示图 4 的语音解码部件 503 内部构造的方框图；  
图 7 是展示语音编码装置 403 的构造的方框图；  
图 8 是展示图 6 中语音解码部件 503 的内部构造的方框图。

#### 30 具体实施方式

下面参考附图详细描述本发明的实施例。



(实施例 1)

图 3 是展示本发明实施例 1 的音调周期搜索装置的构造的方框图。图 3 中的音调周期搜索装置 100 主要包括音调周期指示器(PCI)101、自适应代码本(ACB)102、自适应声源向量发生器(ASSVG)103、整数音调周期搜索器 5 (IPCS)104、小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105、小数音调周期搜索器(FPCS)106、失真比较器(DC)107、上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)108、最佳音调周期精确度判断部件(OPCAJS)109、以及比较判断部件(CJS)110。

音调周期指示器(PCI)101 给自适应声源向量发生器(ASSVG)103 依次指 10 示预设音调周期搜索范围内的音调周期 T-int。自适应代码本(ACB)102 存储过去产生的驱动声源信号。

自适应声源向量发生器(ASSVG)103 根据从音调周期指示器(PCI)101 接收到的指令从自适应代码本(ACB)102 中提取具有的整数精确度音调周期

T-int 的自适应声源向量  $p(t-int)$ ，并向整数音调周期搜索器(IPCS)104 输出该自适应声源向量  $p(t-int)$ 。

5 自适应声源向量发生器(ASSVG)103 从上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)108 中读取在先前的子帧中选择的整数精确度音调周期  $T_0$ ，设置以该音调周期  $T_0$  为中心的在前的和随后的音调周期为搜索小数精确度音调频率的范围，从自适应代码本(ACB)102 中提取具有在这一范围内的小数精确度音调周期 T-frac 的自适应声源向量  $p(T-frac)$ ，并向小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105 输出所提取的自适应声源向量。

10 整数音调周期搜索器(IPCS)104 用从自适应声源向量发生器(ASSVG)103 接收的自适应声源向量  $p(t-int)$ 、组合滤波器脉冲响应矩阵  $H$ 、以及目标向量  $x$ ，计算整数音调周期选择标准  $DIST(T-int)$ 。然后，整数音调周期搜索器(IPCS)104 从整数音调周期选择标准  $DIST(T-int)$  中选择值最大的  $DIST(T-int)$ ，并向失真比较器(DC)107 输出所选  $DIST(T-int)$ 。

15 小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105 通过对从自适应声源向量发生器(ASSVG)103 接收的自适应声源向量和 SYNC 函数的乘积求和操作，求出具有小数精确度音调周期 T-frac( $T-frac=T_0-10+1/2, T_0-9+1/2, \dots, T_0+9+1/2$ )的自适应声源向量  $p(T-frac)$ ，并向小数音调周期搜索器(FPCS)106 输出该  $p(T-frac)$ 。

20 小数音调周期搜索器(FPCS)106 用从小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105 接收的自适应声源向量  $p(T-frac)$ 、组合滤波器脉冲响应矩阵  $H$ 、以及目标向量  $x$ ，计算小数音调周期选择标准  $DIST(T-frac)$ 。然后，小数音调周期搜索器(FPCS)106 从小数音调周期选择标准  $DIST(T-frac)$  中选择具有最大值的  $DIST(T-frac)$ ，并向失真比较器(DC)107 输出所选择的  $DIST(T-frac)$ 。

25 失真比较器(DC)107 比较从整数音调周期搜索器(IPCS)104 接收的  $DIST(INT)$ 和从小数音调周期搜索器(FPCS)106 接收的  $DIST(FRAC)$ 的值。然后，失真比较器(DC)107 确定当计算出具有较大的  $DIST(INT)$ 和  $DIST(FRAC)$ 值的音调周期选择标准  $DIST$ 时的音调周期为最佳音调周期，并输出  $IDX(INT)$ 和  $IDX(FRAC)$ 的、对应于最佳音调周期的索引作为最佳索引  $IDX$ 。

30 然后，失真比较器(DC)107 向上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)108 输出最佳音调周期整数分量  $T_0$ ，并向最佳音调周期精确度判断部件

(OPCAJS)109 输出最佳音调周期。

上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)108 存储由失真比较器(DC)107 选择的最佳音调周期的整数分量  $T_0$ ，并且在搜索下一子帧的音调周期时，向自适应声源向量发生器(ASSVG)103 输出该最佳音调周期整数分量  $T_0$ 。

- 5       最佳音调周期精确度判断部件(OPCAJS)109 判断最佳音调周期为整数精确度还是小数精确度。比较判断部件(CJS)110 限制在最佳音调周期中选择小数精确度音调信息的次数。

接下来，将描述本实施例的音调周期搜索装置的操作。图 4 是展示本实施例的音调周期搜索装置的操作的例子的流程图。

- 10       在图 4 中，在步骤(下文中简称为“ST”)201，由自适应声源向量发生器(ASSVG)103 从上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)108 中，读取在先前子帧中选择的整数精确度音调周期  $T_0$ 。

在 ST202，由自适应声源向量发生器(ASSVG)103 产生自适应声源向量。在 ST203，由整数音调周期搜索器(IPCS)104 搜索最佳整数精确度音调周期  $T_{int}$ 。

- 15       在 ST204，比较判断部件(CJS)110 判断是否需要小数精确度音调周期搜索。如果需要小数精确度音调周期搜索，则处理流程进入 ST205。如果不需要小数精确度音调周期搜索，则处理流程进入 ST207。

- 20       在 ST205，由小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105 产生具有小数精确度音调周期  $T_{frac}$  的自适应声源向量。在 ST206，由小数音调周期搜索器(FPCS)106 搜索最佳小数精确度音调周期  $T_{frac}$ 。

- 25       在 ST207，由失真比较器(DC)107 从最佳整数精确度音调周期  $T_{int}$  和最佳小数精确度音调周期  $T_{frac}$  中选择最佳音调周期。在 ST208，在上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)108 中存储由失真比较器(DC)107 选择的最佳音调周期的整数分量  $T_0$ 。

在 ST209，最佳音调周期精确度判断部件(OPCAJS)109 判断由失真比较器(DC)107 选择的最佳音调周期是整数精确度音调周期还是小数精确度音调周期。

- 30       在 ST210，由比较判断部件(CJS)110 将指示选择小数精确度音调周期为最佳音调周期的次数的计数器重置为 0。在 ST211，由比较判断部件(CJS)110 使指示选择小数精确度音调周期为最佳音调周期的次数的计数器增加 1。

在 ST212, 如果音调周期搜索装置 100 的处理没有结束, 则处理流程返回 ST201。

下面, 以在对 16 kHz 语音信号进行编码/解码的 CELP 语音编码/解码装置中的、具有上述构造的音调周期搜索装置 100 具有 8 位大小的自适应代码本, 并进行目标音调周期搜索为例, 描述详细操作。

音调周期指示器(PCI)101 给自适应声源向量发生器(ASSVG)103 依次指示预设音调周期搜索范围内的音调周期 T-int。例如, 当在对采样频率为 16 kHz 的语音信号进行编码/解码的 CELP 语音编码/解码装置中, 从 32 至 267 以整数精确度预设目标向量音调周期搜索范围, 而从  $32+1/2$  至  $51+1/2$  以小数精确度预设目标向量音调周期搜索范围, 音调周期指示器(PCI)101 向自适应声源向量发生器(ASSVG)103 依次输出音调周期 T-int(T-int = 32、33、...、267)。

接下来, 自适应声源向量发生器(ASSVG)103 根据从音调周期指示器(PCI)101 接收到的指令从自适应代码本(ACB)102 中提取具有整数精确度音调周期 T-int 的自适应声源向量 p(t-int), 并向整数音调周期搜索器(IPCS)104 输出该自适应声源向量 p(t-int)。

自适应声源向量发生器(ASSVG)103 从上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)108 中读取在先前的子帧中选择的整数精确度音调周期 T0, 设置以该音调周期 T0 为中心的在前的和随后的音调周期为搜索小数精确度音调频率的范围, 从自适应代码本(ACB)102 中提取具有在这一范围内的小数精确度音调周期 T-frac 的自适应声源向量 p(T-frac), 并向小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105 输出所提取的自适应声源向量。

具体说来, 自适应声源向量发生器(ASSVG)103 以整数分量 T0 为中心设置 20 个音调周期 T-frac(T-frac=T0-10+1/2、T0-9+1/2、...、T0+9+1/2), 并从自适应代码本(ACB)102 中提取具有这些音调周期的自适应声源向量 p(T-frac)。

然后, 整数音调周期搜索器(IPCS)104 使用下面给出的公式(3), 用从自适应声源向量发生器(ASSVG)103 接收的自适应声源向量 p(t-int)、组合滤波器脉冲响应矩阵 H、以及目标向量 x, 计算整数音调周期选择标准 DIST(T-int)。

$$DIST(T-int) = \frac{|xHP(T-int)|^2}{|Hp(T-int)|^2} \quad (T-int = 32, 33, \dots, 267) \quad \text{公式(3)}$$

这里整数音调周期搜索器(IPCS)104 使用公式(3), 对由音调周期指示器

(PCI)101 指示的从音调周期 32 至 267 的音调周期 T-int 的 236 个变化, 重复执行整数音调周期选择标准 DIST(T-int)计算处理。

5 整数音调周期搜索器(IPCS)104 还从 236 个计算出的整数音调周期选择标准 DIST(T-int)中, 选择具有最大值的 DIST(T-int), 并向失真比较器(DC)107 输出所选择的 DIST(T-int)。另外, 整数音调周期搜索器(IPCS)104 向失真比较器(DC)107, 输出与计算 DIST(T-int)时参考的自适应声源向量音调周期 T-int 对应的索引, 作为 IDX(INT)。

10 接下来, 小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105 通过对从自适应声源向量发生器(ASSVG)103 接收的自适应声源向量和 SYNC 函数的乘积求和操作, 求出具有小数精确度音调周期 T-frac(T-frac=T0-10+1/2、T0-9+1/2、...、T0+9+1/2)的自适应声源向量 p(T-frac), 并向小数音调周期搜索器(FPCS)106 输出该 p(T-frac)。

15 然后, 小数音调周期搜索器(FPCS)106 用具有小数音调周期 T-frac 的自适应声源向量 p(T-frac)、组合滤波器脉冲响应矩阵 H、以及目标向量 X, 计算小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)。公式(4)用于计算小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)。

$$DIST(T - frac) = \frac{[xHP(T - frac)]^2}{|Hp(T - frac)|^2} \quad \text{公式(4)}$$

$$\left( T - frac = T0 - 10 + \frac{1}{2}, T0 - 9 + \frac{1}{2}, \dots, T0 + 9 + \frac{1}{2} \right)$$

20 这里, 小数音调周期搜索器(FPCS)106 使用公式(4), 对从音调周期 T0-10+1/2 至 T0+9+1/2 的小数音调周期 T-frac 的 20 个变化, 重复执行小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)计算处理。

25 然后, 小数音调周期搜索器(FPCS)106 从 20 个计算出的小数音调周期选择标准 DIST(T-frac)中, 选择具有最大值的 DIST(T-frac), 并向失真比较器(DC)107 输出所选择的 DIST(T-frac)。另外, 小数音调周期搜索器(FPCS)106 向失真比较器(DC)107, 输出与计算 DIST(T-frac)时参考的自适应声源向量音调周期 T-frac 对应的索引, 作为 IDX(FRAC)。

接下来, 失真比较器(DC)107 比较从整数音调周期搜索器(IPCS)104 接收的 DIST(INT)和从小数音调周期搜索器(FPCS)106 接收的 DIST(FRAC)的值。然后, 失真比较器(DC)107 确定当计算出具有较大的 DIST(INT)和 DIST(FRAC)

值的音调周期选择标准 DIST 时的音调周期为最佳音调周期,并输出 IDX(INT) 和 IDX(FRAC)的、对应于最佳音调周期的索引作为最佳索引 IDX。

然后,失真比较器(DC)107 向上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS) 108 输出最佳音调周期整数分量  $T_0$ ,并向最佳音调周期精确度判断部件 5 (OPCAJS)109 输出最佳音调周期。

与上例中一样,当选择从 32 至 267 的整数精确度音调周期搜索范围、和从  $T_0-10+1/2$  至  $T_0+9+1/2$  的小数精确度音调周期搜索范围为音调周期搜索范围时,总共提供 256( $256 = 236 + 20$ )个整数精确度和小数精确度音调周期搜索候选者,并将最佳索引 IDX 编码为 8 位二进制数据。

10 上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)108 存储由失真比较器(DC)107 选择的最佳音调周期的整数分量  $T_0$ ,并且在搜索下一子帧的音调周期时,向自适应声源向量发生器(ASSVG)103 输出该最佳音调周期整数分量  $T_0$ 。

最佳音调周期精确度判断部件(OPCAJS)109 判断最佳音调周期为整数精确度周期还是小数精确度周期。当最佳音调周期为整数精确度,最佳音调周期精确度判断部件(OPCAJS)109 将比较判断部件(CJS)110 计数器重置为 0。当最佳音调周期为小数精确度,最佳音调周期精确度判断部件(OPCAJS)109 给比较判断部件(CJS)110 计数器加 1。

具体说来,比较判断部件(CJS)110 拥有指示选择小数精确度音调周期为最佳音调周期的次数的计数器,并且比较判断部件(CJS)110 比较计数值和预设非负整数 N。如果计数值大于整数 N,则比较判断部件(CJS)110 向小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105,输出指示不进行小数精确度音调周期的指令。如果计数值小于整数 N,则比较判断部件(CJS)110 向小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105,输出指示要进行小数精确度音调周期的指令。

25 因此,根据本实施例的音调周期搜索装置,通过不固定以小数精确度搜索音调周期的范围,而在先前子帧中检索到的音调周期的附近以小数精确度搜索,即使对具有长音调周期的语音信号或对语音信号线性预测剩余,也有可能以高分辨率执行音调周期搜索。

同样,根据本实施例的音调周期搜索装置,通过在先前子帧中检索到的音调周期的附近以小数精确度搜索,有可能即使音调周期不足也改善对语音信号线性预测剩余的搜索精确度,并有可能进行高质量的语音编码和解码。

在上面的描述中，描述了使用自适应代码本搜索线性预测剩余音调周期的例子，但是音调周期搜索的目的不限于线性预测剩余，本实施例可以应用于任何具有音调周期的语音信号信息。

此外，在上面的描述中，当计算音调周期选择标准时，整数精确度音调周期搜索和小数精确度音调周期搜索被描述为使用闭环程序，但是这不是限制，用任何进行整数精确度音调周期搜索和小数精确度音调周期搜索的程序，并且比较整数精确度音调周期和小数精确度音调周期都可以实现相似的结果。

例如，如果使用上述构造执行两阶段(开环和闭环)音调周期搜索，则构造包括整数音调周期搜索器(IPCS)104 和小数音调周期搜索器(FPCS)106 的失真比较器(DC)107，使用从自适应声源向量发生器(ASSVG)103 接收的具有整数精确度音调周期的自适应声源向量、和从小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)105 接收的具有小数精确度音调周期的自适应声源向量，并在失真比较器(DC)107 中，借助于划分为两个阶段(开环搜索和闭环搜索)的程序进行对应于要处理的子帧的最佳音调周期的索引。

此外，在上面的描述中，音调周期搜索范围取为 32 至 267，但是对音调周期搜索范围并没有具体的限定，只要不固定小数精确度音调周期搜索范围，就可以获得与上述情况相似的结果。

同样，在上面的描述中，小数精确度音调周期搜索范围被取为以整数精确度音调周期  $T_0$  为中心的 20 个音调周期  $T\text{-frac}$  ( $T\text{-frac}=T_0-10+1/2$ 、 $T_0-9+1/2$ 、...、 $T_0+9+1/2$ )，但是对音调周期范围并没有具体的限定，可以使用基于整数精确度音调周期设置的任何范围。

此外，描述了选择最佳音调周期为小数精确度的最大次数为固定值  $N$  的情况，但是，该值  $N$  也可以根据通信环境自适应地增加或减小。

此外，在上面的描述中，选择小数精确度的次数被限定为连续  $N$  次，但是也有可能将  $N$  设置为无穷，并使选择小数精确度音调周期的次数为无穷。具体说来，如果在发射音调周期索引时——例如在包括该音调周期索引的编码信息被写入存储介质时——不需要考虑差错的出现，在不限定小数精确度音调周期选择次数的情况下，通过使选择小数精确度音调周期的次数为无穷，可以以高分辨率对音调周期搜索的结果进行编码。

此外，在上面的描述中，描述了当选择小数精确度音调周期的次数超过

预定界限时不以小数精确度进行音调周期搜索的例子，但是这不是限制，当选择小数精确度音调周期的次数超过预定界限时，也可以在预定范围内——例如从  $32+1/2$  至  $51+1/2$ ——执行小数精确度音调周期搜索。

通过在选择小数精确度音调周期的次数超过预定界限时以这种方式进行  
5 小数精确度音调周期搜索，即使在发射音调周期索引时出现差错，也有可能以高分辨率对音调周期搜索的结果进行编码。

在上面的描述中，当计算整数音调周期选择标准  $DIST(T-int)$  或  $DIST(T-frac)$  时，可以通过给组合滤波器脉冲响应矩阵  $H$  乘以听觉加权滤波器脉冲响应矩阵  $W$  获得矩阵  $H'$ ，而使用矩阵  $H'$  来代替组合滤波器脉冲响应矩  
10 阵  $H$ 。

### (实施例 2)

图 5 是展示本发明实施例 2 的解码自适应声源向量发生装置的构造的方框图。

图 5 中的自适应声源向量发生装置 300 主要包括自适应代码本  
15 (ACB)301、上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)302、音调周期判断部件(PCJS)303、自适应声源向量发生器(ASSVG)304、以及小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)305。

自适应代码本(ACB)301 存储过去产生的驱动声源信号。

上一子帧整数音调周期存储器(LSFIPCS)302 接收由音调周期判断部件  
20 (PCJS)303 判断出的音调周期的整数分量  $T_0$ ，并且在处理下一子帧时，向音调周期判断部件(PCJS)303 输出这一  $T_0$ 。

音调周期判断部件(PCJS)303 判断对应于索引  $IDX$  的音调周期为整数精确度还是小数精确度。然后，音调周期判断部件(PCJS)303 使用从编码端发射的索引  $IDX$ 、和在先前子帧中选择的音调周期的整数分量  $T_0$ ，设置音调周期。

25 如果，例如，所接收到的  $IDX$  指示为整数精确度音调周期，则音调周期判断部件(PCJS)303 将对应于索引  $IDX$  的音调周期传送给自适应声源向量发生器(ASSVG)304。

如果索引  $IDX$  指示为小数精确度音调周期，则音调周期判断部件  
30 (PCJS)303 从有关对应于索引  $IDX$  的音调周期和先前子帧的音调周期整数分量  $T_0$  的信息中，求出该音调周期，并将所获得的音调周期传送给自适应声源向量发生器(ASSVG)304。具体说来，音调周期判断部件(PCJS)303 从小数精



确度音调周期范围(-10+1/2、-9+1/2、...、9+1/2)中求出对应于索引 IDX 的值，并以给该值加上 T0 所得的结果作为小数精确度音调周期。

音调周期判断部件(PCJS)303 还拥有计数器，用于对对应于索引 IDX 的音调周期为小数精确度音调周期的次数计数。

- 5 当，例如，对应于索引 IDX 的音调周期为小数精确度时，音调周期判断部件(PCJS)303 给计数器加 1。当对应于索引 IDX 的音调周期为整数精确度时，音调周期判断部件(PCJS)303 将计数器重置为 0。

10 当音调周期为整数精确度时，自适应声源向量发生器(ASSVG)304 从自适应代码本(ACB)301 中根据从音调周期判断部件(PCJS)303 接收到的指令提取具有音调周期 T-int 的自适应声源向量  $p(t-int)$ ，并输出自适应声源向量  $p(t-int)$ 。

15 当音调周期为小数精确度时，自适应声源向量发生器(ASSVG)304 从自适应代码本(ACB)301 中取出，在根据从音调周期判断部件(PCJS)303 接收到的指令提取具有音调周期 T-frac 的自适应声源向量  $p(T-frac)$ 时所需要的，自适应声源向量，并将其输出到小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG) 305。

20 小数音调周期自适应声源向量发生器(FPCASSVG)305 通过对从自适应声源向量发生器(ASSVG)304 接收的自适应声源向量和 SYNC 函数的乘积求和操作，求出具有小数精确度音调周期 T-frac 的自适应声源向量  $p(T-frac)$ ，并向小数音调周期搜索器(FPCS)16 输出该  $p(T-frac)$ 。

### (实施例 3)

在实施例 3 中，描述使用实施例 1 的音调周期搜索装置或实施例 2 的解码自适应声源向量发生装置，在发射装置和接收装置中进行通信的例子。

25 图 6 是展示本发明实施例 3 的语音信号发射装置和接收装置的内部结构的方框图。

图 6 中的语音信号发射装置 400 主要包括输入部件 401、A/D 转换器 402，语音编码装置 403，RF 调制器 404、以及发射天线 405。图 6 中的语音信号接收装置主要包括接收天线 501、RF 解调器 502、语音解码装置 503、D/A 转换器 504、以及输出部件 505。

30 图 6 中，由输入部件 401 将语音信号转换为电信号，然后将其输出到 A/D 转换器 402。A/D 转换器 402 将从输入部件输出的(模拟)信号转换为数字信号，

并将该信号输出到语音编码装置 403。语音编码装置 403 拥有根据前述任何一个实施例的信号处理装置，采用如后所述的语音编码方法对从 A/D 转换器 402 输出的数字语言信号进行编码，并将编码信息输出到 RF 调制器 404。RF 调制器 404 将从语言编码装置输出的语言编码信息放置到诸如无线电波的传播介质上，转换信号用以发送，并且将其输出到发射天线 405。发射天线 405 将从 RF 调制器 404 输出的输出信号作为无线电波(RF 信号)发送。

由接收天线 501 接收 RF 信号，并输出到 RF 解调器 502。图中的 RF 信号是从接收端来看的 RF 信号，并且如果传播路径中没有信号衰减或噪声叠加，则其与发射 RF 信号完全相同。RF 解调器 502 对从接收天线 501 输出的 RF 信号中的语音已编码信息进行解调，并向语音解码部件 503 输出该信息。语音解码部件 503 拥有根据前述任何一个实施例的信号处理装置，使用后文中将描述的语音解码方法对从 RF 解调器 502 输出的语音已解码信息进行解码，并向 D/A 转换器 504 输出所得信号。D/A 转换器 504 将从语音解码部件 503 输出的数字语音信号转换为模拟电信号，并向输出部件 505 输出该信号。输出部件 505 将电信号转换为空气的振动，并输出人类耳朵可以听到的声波。

通过提供上述各类语音信号发射装置和接收装置中至少一个，有可能构造移动通信系统中的基站装置和移动终端装置。

语音信号发射装置 400 的特别特征在于语音编码装置 403。图 7 是展示语音编码装置 403 的构造的方框图。

图 7 中的语音编码装置主要包括预处理部件 601、LPC 分析部件 602、LPC 量化部件 603、组合滤波器 604、加法器 605、自适应声源代码本 606、量化增益发生器 607、固定声源代码本 608、乘法器 609、乘法器 610、加法器 611、听觉加权部件 612、参数确定部件 613、以及多路复用器 614。

图 7 中，将从图 6 的 A/D 转换器输出的输入语音信号输入到预处理部件 601。预处理部件 601 进行高通滤波处理以除去输入语音信号中的 DC 分量，或涉及后续编码处理性能改善的整形处理和预增强处理，并将已处理的语音信号( $X_{in}$ )输出到 LPC 分析部件 602、加法器 605、以及参数确定部件 613。在尚未审查的日本专利公开第 6-214600 号中公开了使用该预处理的 CELP 编码。

LPC 分析部件 602 使用  $X_{in}$  进行线性预测分析，并向 LPC 量化部件 603 输出分析结果(线性预测系数)。

LPC 量化部件 603 将从 LPC 分析部件 602 输出的 LPC 系数转换为 LSF 参数。对由该转换获得的 LSF 参数进行向量量化成为量化目标向量，并向多路复用器 614 输出由该向量量化获得的 LPC 代码(L)。

同样，LPC 量化部件 603 获得 LSF 区解码谱包络参数，将所获得的解码谱包络参数转换为解码 LPC 系数，并向组合滤波器 604 输出由前述转换获得的解码 LPC 系数。

组合滤波器 604 使用前述编码 LPC 系数和从加法器 611 输出的驱动声源进行滤波组合，并向加法器 605 输出该复合信号。

加法器 605 计算前述  $X_{in}$  和前述复合信号的误差信号，并向听觉加权部件 612 输出该误差信号。听觉加权部件 612 对从加法器 605 输出的误差信号进行听觉加权，在听觉加权区计算  $X_{in}$  和复合信号之间的失真，并向参数确定部件 613 输出该失真。

参数确定部件 613 确定在自适应声源代码本 606、固定声源代码本 608、以及量化增益发生器 607 中产生的信号，以便使从听觉加权部件 612 输出的编码失真最小化。通过不但通过使从听觉加权部件 612 输出的编码失真最小化，而且通过使用  $X_{in}$  组合使用分离的编码失真，来确定应该从前述三个部件输出的信号，可以进一步改善编码性能。

自适应声源代码本 606 缓存加法器 611 在过去输出的声源信号，从由参数确定部件 613 输出的信号(A)指定的位置提取自适应声源向量，并向乘法器 609 输出该向量。

固定声源代码本 608 向乘法器 610 输出由从参数确定部件 613 输出的信号(F)指定的形状的向量。

量化增益发生器 607 分别向乘法器 609 和乘法器 610 输出由从参数确定部件 613 输出的信号(G)指定的自适应声源增益和固定声源增益。

乘法器 609 将从量化增益发生器 607 输出的量化自适应声源增益与从自适应声源代码本 606 输出的自适应声源向量相乘，并向加法器 611 输出相乘结果。乘法器 610 将从量化增益发生器 607 输出的量化固定声源增益和从固定声源代码本 608 输出的固定声源向量相乘，并向加法器 611 输出相乘结果。

加法器 611 以乘法器 609 的增益倍增后的自适应声源向量和来自乘法器 610 的固定声源向量作为输入，并对自适应声源向量和固定声源向量进行向量加法运算。然后加法器 611 向组合滤波器 604 和自适应声源代码本 606 输

出该向量加法运算的结果。

最后，多路复用器 614 以来自 LPC 量化部件 603 的指示量化 LPC 的代码 L、连同来自参数确定部件 613 的指示自适应声源向量的代码 A、指示固定声源向量的代码 F、以及指示量化增益的代码 G 作为输入，量化这些不同的信息项目，并将其作为已编码的信息输出到传播路径中。

接下来将详细描述语音解码部件 503。图 8 是展示图 6 的语音解码部件 503 的方框图。

图 8 中，将从 RF 解调器 502 输出的已编码信息输入多路复用分离器 701，其中将多路复用的已编码信息分离为单个类型的代码信息。

10 将分离出的 LPC 代码 L 输出到 LPC 解码器 702；将分离出的自适应声源向量代码 A 输出到自适应声源代码本 705；将分离出的声源增益代码 G 输出到量化增益发生器 706；并将分离出的固定声源向量代码 F 输出到固定声源代码本 707。

15 LPC 解码器 702 借助于实施例中含有的向量量化解码处理，从多路复用分离器 701 输出的代码 L 中获得解码谱包络参数，并将所获得的解码谱包络参数转换为解码 LPC 系数。然后 LPC 解码器 702 向组合滤波器 703 输出由该转换获得的解码 LPC 系数。

20 自适应声源代码本 705 从由多路复用分离器 701 输出的代码 A 指定的位置提取自适应声源向量，并将其输出到乘法器 708。固定声源代码本 707 产生由从多路复用分离器 701 输出的代码 F 指定的固定声源向量，并将其输出到乘法器 709。

量化增益发生器 706 对由从多路复用分离器 701 输出的声源增益代码 G 指定的自适应声源向量增益和固定声源向量增益进行解码，并分别将其输出到乘法器 708 和乘法器 709。

25 乘法器 708 将前述自适应代码向量与前述自适应代码向量增益相乘，并将结果输出到加法器 710。乘法器 709 将前述固定代码向量与前述固定代码向量增益相乘，并将结果输出到加法器 710。

加法器 710 对从乘法器 708 和乘法器 709 输出的增益倍增后的自适应声源向量和固定声源向量进行加法运算，并将结果输出到组合滤波器 703。

30 组合滤波器 703 使用组合滤波器，以从 LPC 解码器 702 提供的编码 LPC 系数为滤波系数，以从加法器 710 输出的声源向量为驱动信号，进行滤波组

合，并将组合信号输出到后处理部件 704。

后处理部件 704 执行诸如共振峰增强和音调增强的用来改善语音的主观音质的处理、改善静态噪声的主观音质的处理等等，然后输出最终的已解码的语音信号。

- 5 本发明不限于上述实施例，在不脱离本发明的范围的情况下，可以进行各种变更和修饰。例如，在上述实施例中，描述了本发明作为信号处理装置操作的情况，但是这不是限制，也有可能以软件实现该信号处理方法。

例如，可以在只读存储器(ROM)中预先存储执行上述信号处理方法的程序，并由中央处理单元(CPU)来操作。

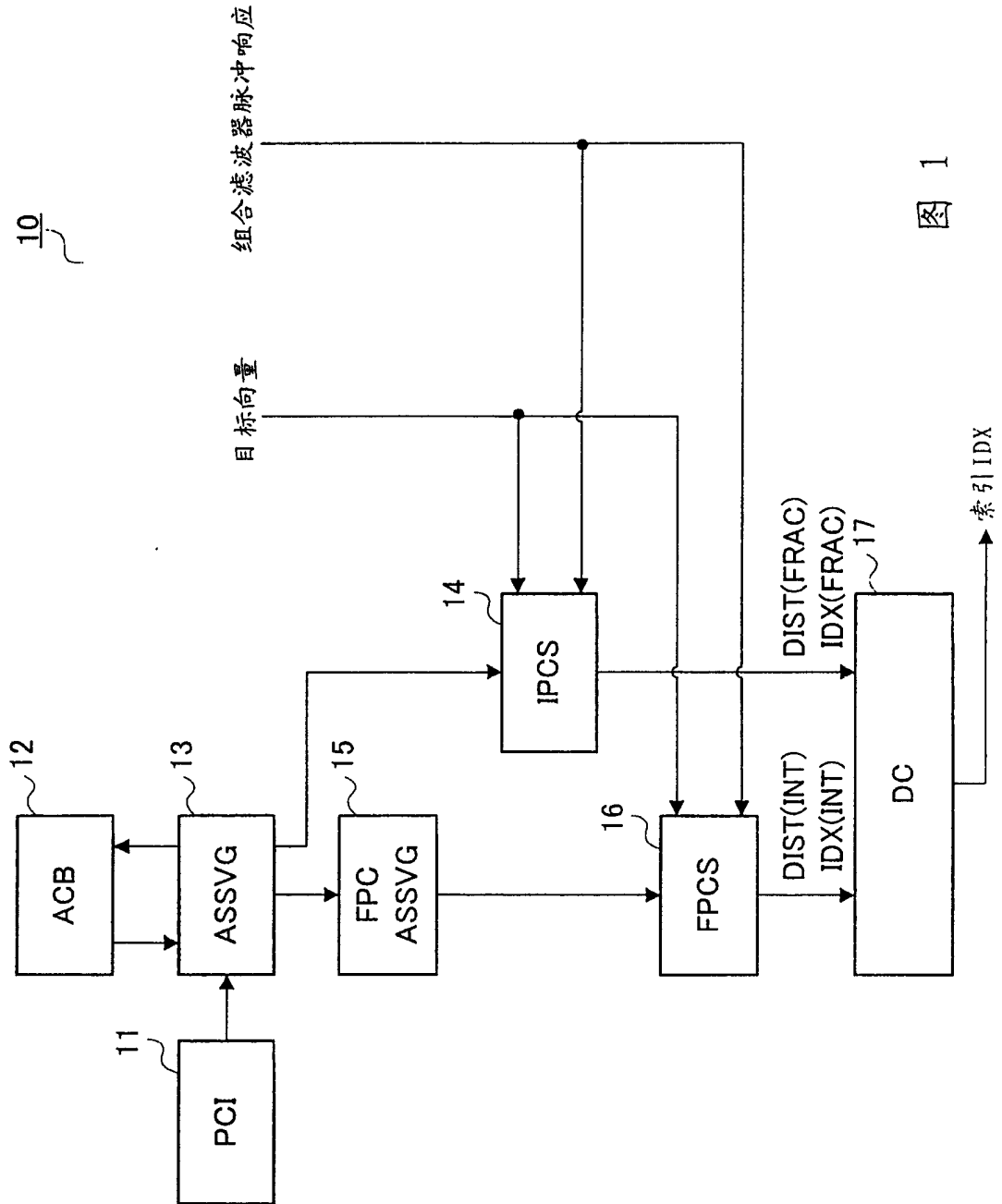
- 10 也有可能将执行上述信号处理方法的程序存储在计算机可读存储介质上，将存储介质上存储的程序记录在计算机的随机存取存储器(RAM)中，并根据该程序操作计算机。

- 15 从上述描述中可以明白，根据本发明的音调周期搜索装置，通过不固定以小数精确度搜索音调周期的范围，而在从先前子帧中检索出的音调周期的附近以小数精确度搜索，有可能即使音调周期不足也改善对语音信号线性预测剩余的搜索精确度，并有可能进行高质量的语音编码和解码。

本申请基于 2001 年 8 月 2 日提交的日本专利申请第 2001-234559 号，其全部内容明白地合并于此作为参考。

- 20 工业实用性

本发明适用于要对语音信号进行编码和解码的移动通信系统。



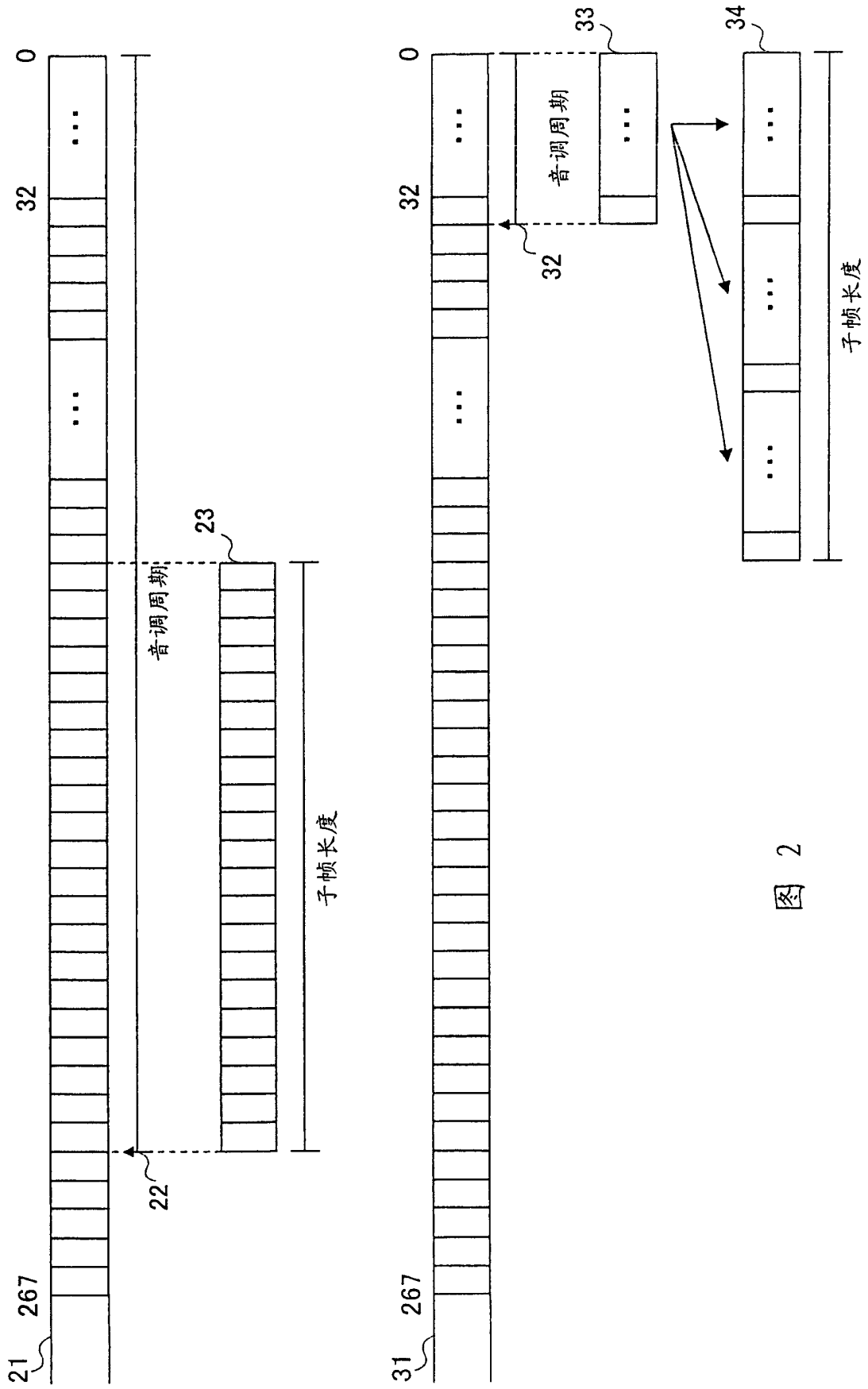


图 2

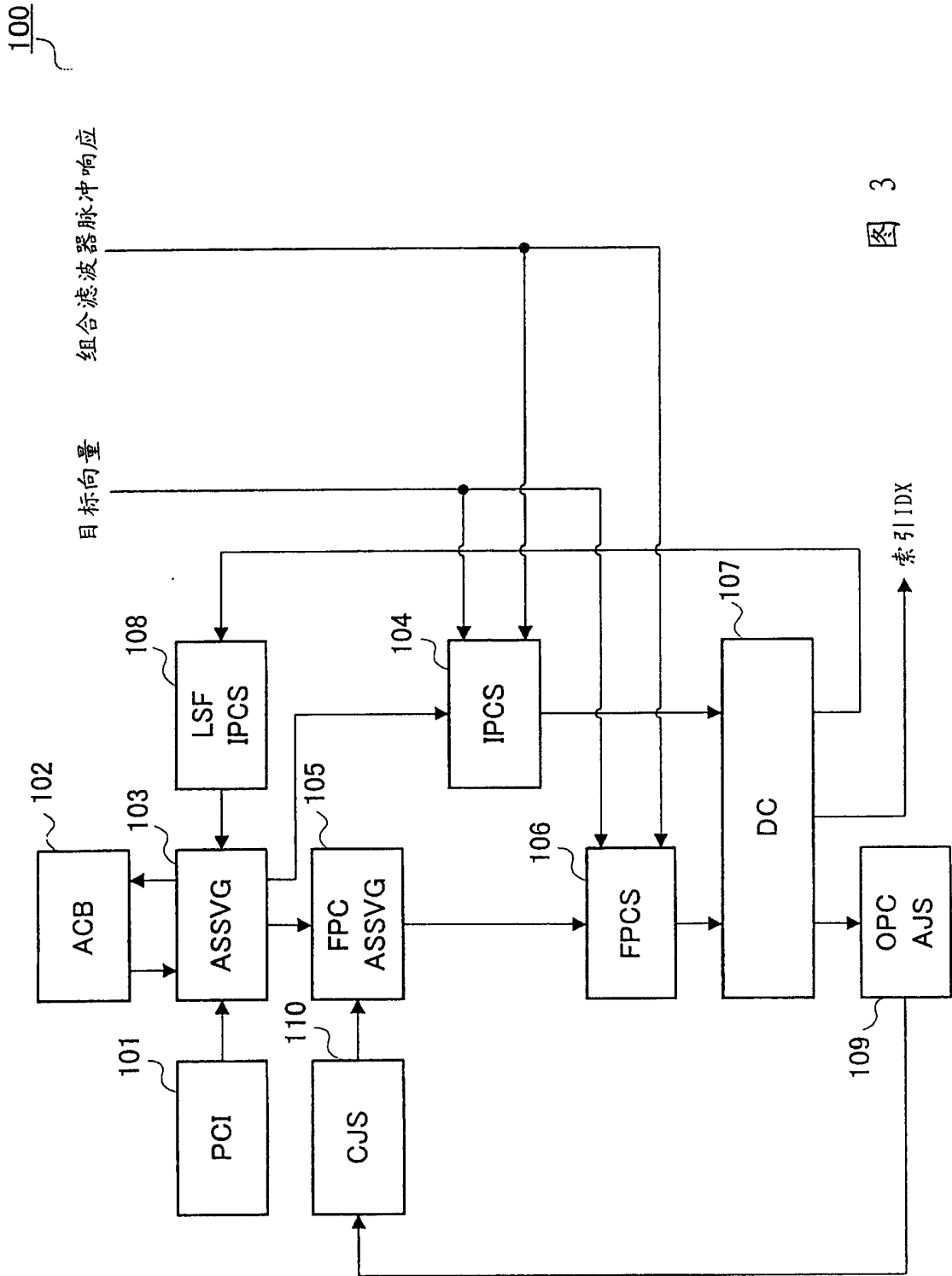


图 3



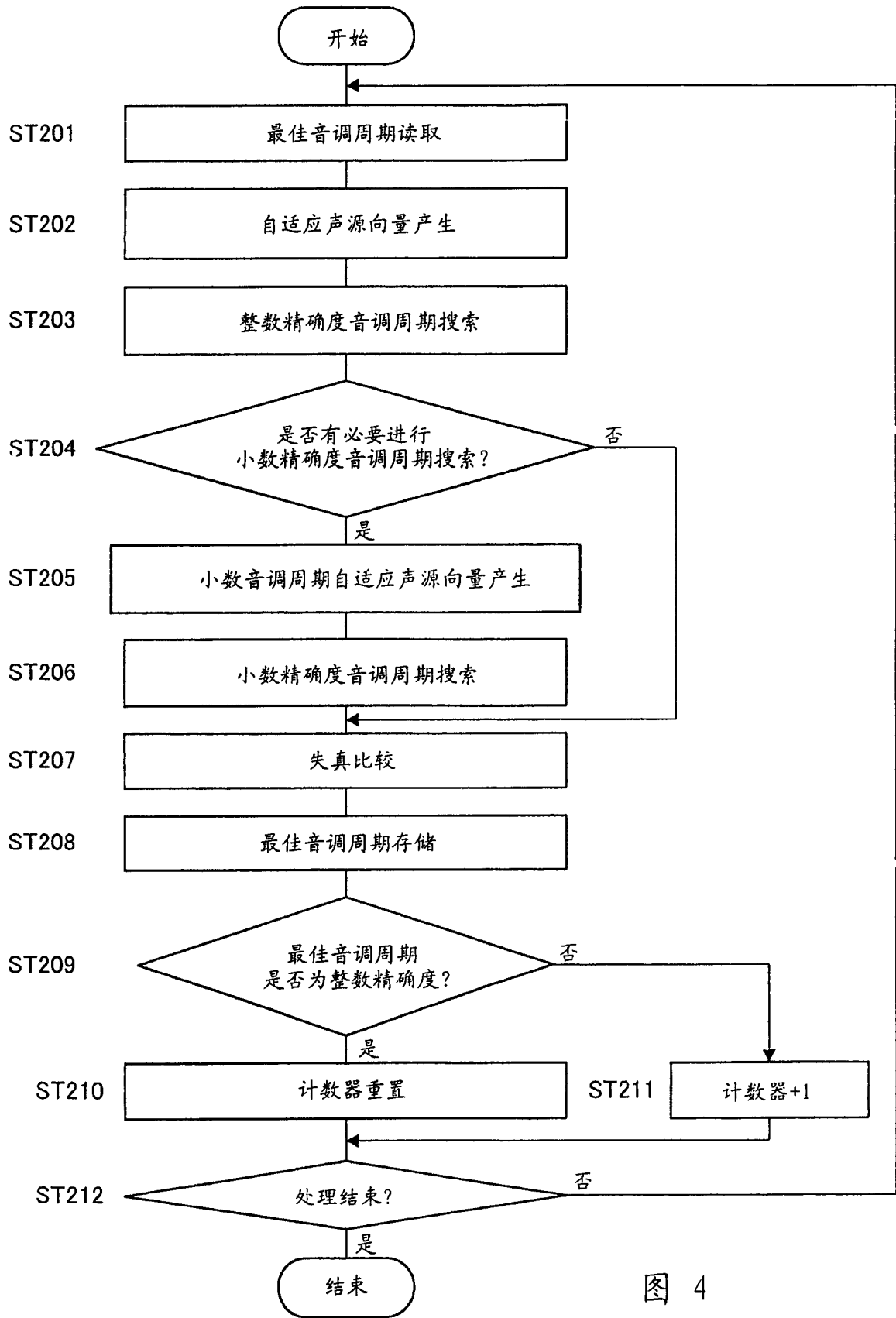


图 4

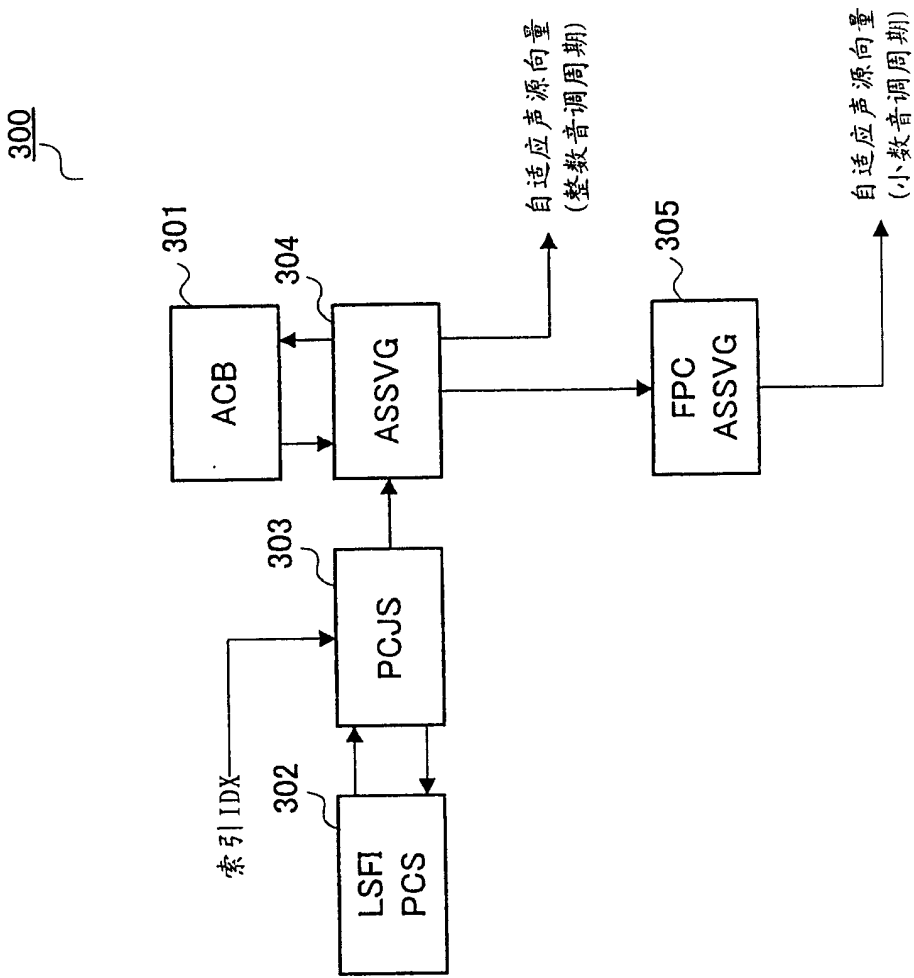


图 5

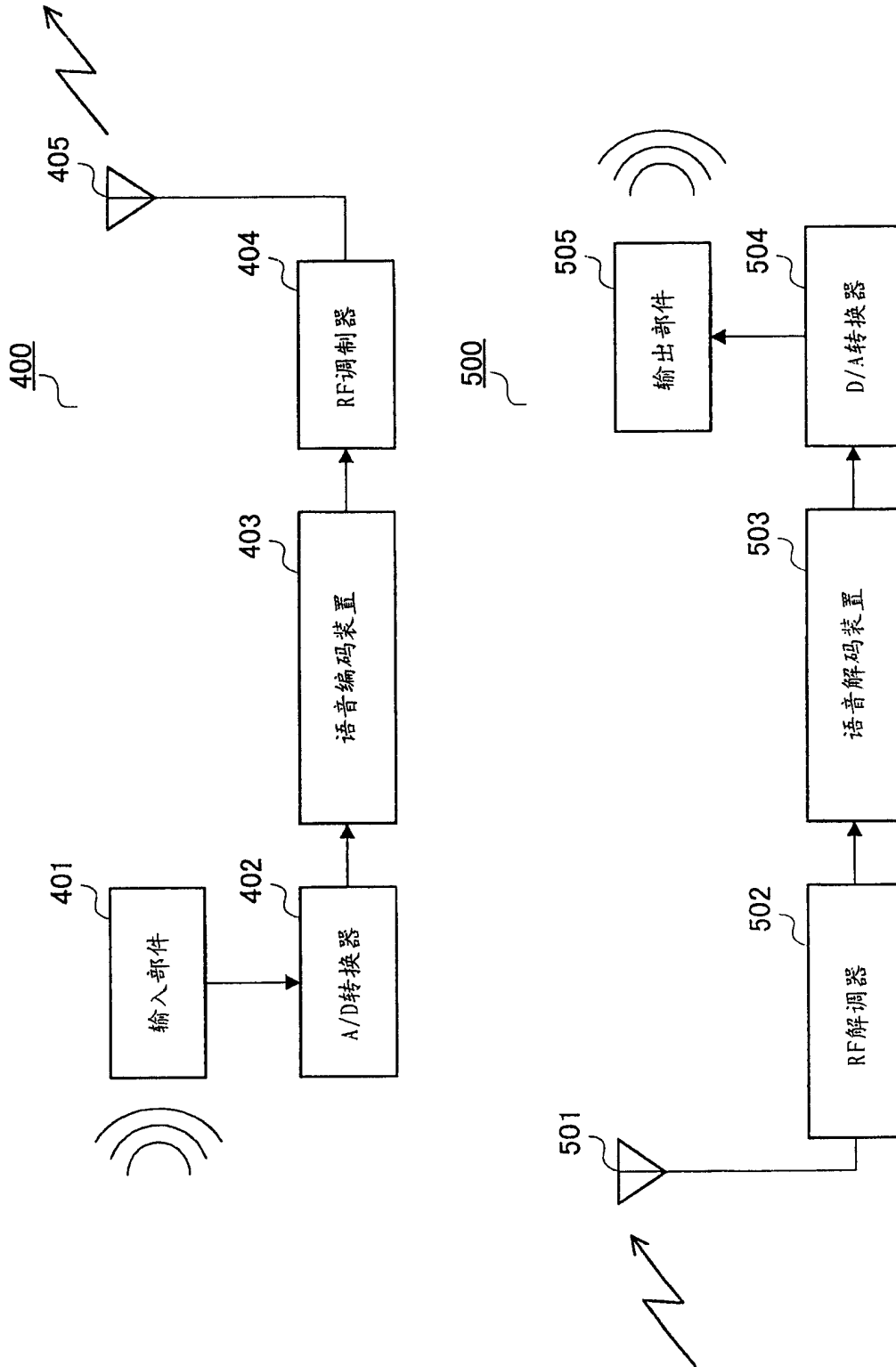


图 6

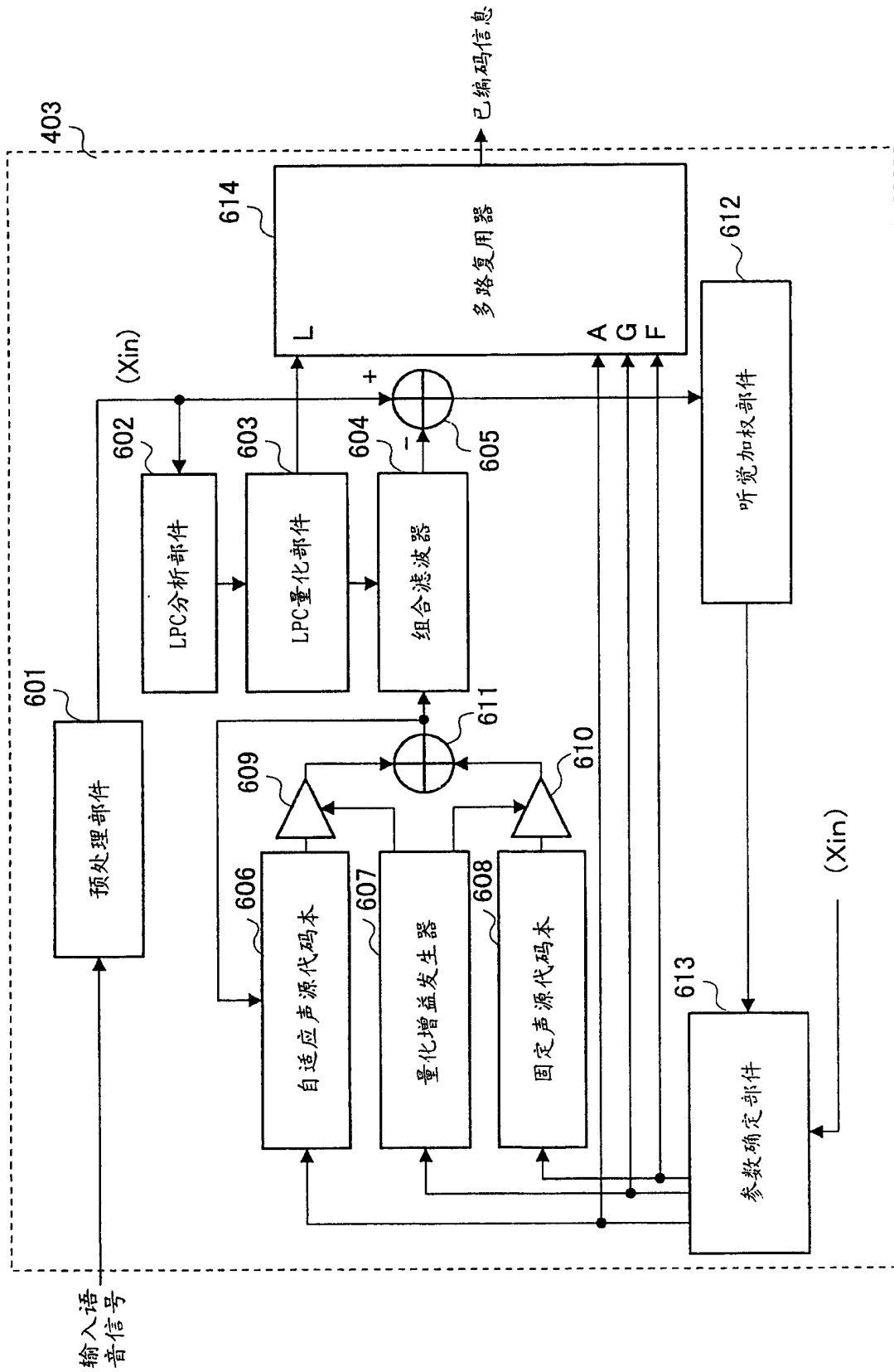


图 7

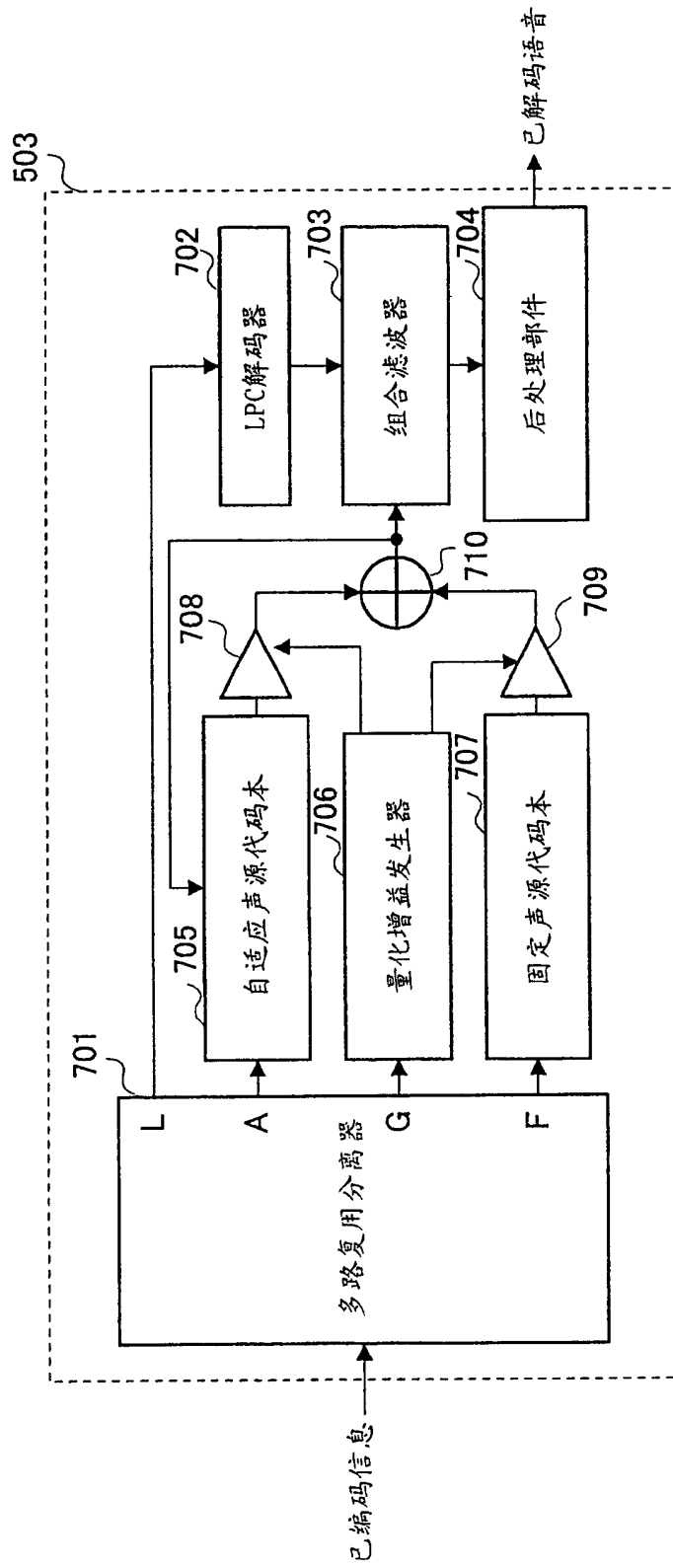


图 8