



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96193095.0

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1198262C

[22] 申请日 1996.2.2 [21] 申请号 96193095.0

[30] 优先权

[32] 1995. 2. 6 [33] US [31] 08/383,968

[32] 1995. 7. 28 [33] US [31] 08/508,801

[86] 国际申请 PCT/CA1996/000069 1996. 2. 2

[87] 国际公布 WO1996/024925 英 1996. 8. 15

[85] 进入国家阶段日期 1997. 10. 6

[71] 专利权人 舍布鲁克大学

地址 加拿大魁北克

[72] 发明人 让-皮埃尔·阿杜尔

克劳德·拉弗雷米

审查员 马红梅

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

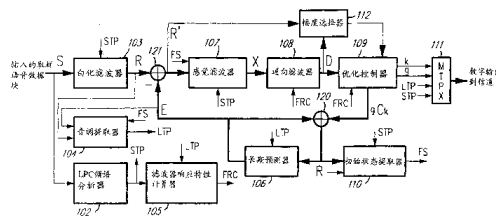
代理人 黄小临

权利要求书 6 页 说明书 15 页 附图 6 页

[54] 发明名称 在代数码本中进行搜索以对声音信号编码的方法和装置

[57] 摘要

对码本进行搜索以对声音信号进行编码。在编码期间，处理声音信号，并且产生表示声音的被处理的信号。码本由脉冲幅度/位置组合的一个集合组成，每个脉冲幅度/位置组合定义 L 个不同的位置 p，并且包括零幅脉冲和非零幅脉冲。按照相互交织的脉冲位置 p 的轨迹的集合来限制非零幅脉冲的位置 p。与表示声音的被处理的信号相关地预先建立一个在 q 个可能的幅度和位置 p 之间的函数，按照这个函数，从所述 q 种可能幅度中给位置 p 预先分配有效幅度。因此所述搜索仅仅限于具有被限制的位置和预先分配的幅度的脉冲幅度/位置组合。



- 1、一种在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法，其中：
-在编码期间，将声音信号滤波；
- 5 -码本由脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个集合组成；
-每个脉冲幅度/位置组合 A_k 定义 L 个不同的位置 p ，并且包括分配给该组合中各个位置 p 的零幅脉冲和非零幅脉冲，其中 L 是整数， $p=1, 2, \dots, L$ ；
-每一非零幅脉冲采用 q 种可能的幅度之一，其中 q 是整数；以及
-在码本中进行搜索以编码所述声音信号的所述方法包括步骤：
- 10 根据一组脉冲位置的轨迹来限制码本的组合 A_k 的非零幅脉冲的位置 p ，其中每个轨迹的脉冲位置与其他轨迹的脉冲位置相互交织；
 与被滤波的声音信号相关地从所述码本中预选脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个子集；以及
 仅搜索所述脉冲幅度/位置组合 A_k 的所述子集以对声音信号编码，从而
- 15 由于仅搜索码本中脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个子集，而降低搜索复杂度；
 其中所述预选步骤包括：(a) 与被滤波的声音信号相关地预先建立一个在 q 个可能的幅度和位置 p 之间的函数 S_p ，(b) 按照该预先建立的函数，从所述 q 种可能幅度中给位置 p 预先分配有效幅度；
 其中所述搜索步骤包括仅搜索所述码本中具有非零幅脉冲的脉冲幅度/
- 20 位置组合 A_k ，所述非零幅度脉冲具有按照所述一组脉冲位置的轨迹约束的位置 p ，并且具有与预先被分配到它们各自的位置的幅度对应的幅度。
- 2、如权利要求 1 所述在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法，其中从所述 q 种可能幅度中给位置 p 预先分配有效幅度的步骤包括借助所述预先建立的函数 S_p ，给每一位置 p 预先分配 q 种可能幅度之一作为有效幅度。
- 25 3、如权利要求 2 所述在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法，其中所述将声音信号滤波包括产生逆向滤波的目标信号 D 和一个已去除音调的残留信号 R' ，并且其中所述给每一位置 p 预先分配 q 种可能幅度之一的步骤包括：
- 响应经逆向滤波的目标信号 D 和已去除音调的残留信号 R' 计算幅度预估
- 30 矢量 B ；以及
 对所述的每一位置 p ，量化所述矢量 B 的幅度预估值 B_p 以得出准备为所

述位置 p 选择的幅度。

4、如权利要求 3 所述在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法，其中所述计算幅度预估矢量 B 的步骤包括以下步骤：将归一化形式的经逆向滤波的目标信号 D ：

$$5 \quad (1-\beta) \frac{D}{\|D\|}$$

与归一化形式的已去除音调的残留信号 R' ：

$$\beta \frac{R'}{\|R'\|}$$

相加从而得到如下形式的幅度预估矢量 B ：

$$B = (1-\beta) \frac{D}{\|D\|} + \beta \frac{R'}{\|R'\|}$$

10 其中 β 是一个固定常数，其值位于 0 和 1 之间。

5、如权利要求 3 所述在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法，其中对每个所述位置 p ，所述量化步骤包括用下述表达式量化所述矢量 B 的已经峰值归一化的幅度预估值 B_p ：

$$B_p / \max_n |B_n|$$

15 其中分母

$$\max_n |B_n|$$

是一个归一化因子，表示所述非零幅脉冲的峰值幅度。

6、如权利要求 1 所述在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法，其中：

- 20
- 所述每一个脉冲组合 A_k 都包含 N 个非零幅脉冲， N 是整数；
 - 该组轨迹包括分别与 N 个非零幅脉冲关联的脉冲位置的 N 个轨迹；
 - 每个轨迹的脉冲位置与其他 $N-1$ 个轨迹的脉冲位置相互交织；以及
 - 限制步骤包括将每一个非零幅脉冲的脉冲位置限制于所关联的轨迹的位置。

7、如权利要求 1 所述在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法，其中
25 所述的每一个脉冲幅度/位置组合 A_k 都包含 N 个非零幅脉冲， N 是整数，并且其中所述搜索步骤包含使分母为 α_k^2 的给定比值最大化的步骤， α_k^2 通过 N 层嵌套循环根据下述关系式来计算：

$$\begin{aligned} \alpha_k^2 = & U'(p_1, p_1) \\ & + U'(p_2, p_2) + 2U'(p_1, p_2) \end{aligned}$$

$$+U'(p_3, p_3) + 2U'(p_1, p_3) + 2U'(p_2, p_3)$$

.....

$$+U'(p_N, p_N) + 2U'(p_1, p_N) + 2U'(p_2, p_N) + \dots + 2U'(p_{N-1}, p_N)$$

5 其中每一循环的计算内容写在从N层嵌套循环的最外层循环至最内层循环的不同线上, p_n 是该组合中第n个非零幅脉冲的位置, $U'(p_x, p_y)$ 是取决于预先分配给位置p中的某一位置 p_x 的幅度 S_{p_x} 和预先分配给位置p中的某一位置 p_y 的幅度 S_{p_y} 的一个函数。

8、如权利要求7所述在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法, 其中使所述给定比值最大化的步骤包含当下述不等式成立时至少跳过N层嵌套循环的最内层循环的步骤:

$$\sum_{n=1}^{N-1} S_{p_n} D_{p_n} < T_D$$

其中 S_{p_n} 是预先分配给位置 p_n 的幅度, D_{p_n} 是在将声音信号滤波期间产生的逆向滤波目标信号D的第 p_n 个分量, T_D 是与经逆向滤波的目标信号D有关的一个阈值。

15 9、一种用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置, 其中:

-在编码期间, 将声音信号滤波;

-所述码本由脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个集合组成;

-每个脉冲幅度/位置组合 A_k 定义L个不同的位置(p), 并且包括分配给该组合的各个位置p的零幅脉冲和非零幅脉冲, 其中L是整数, $p=1, 2, \dots, L$;

20 -每一非零幅脉冲采用q种可能的幅度之一, 其中q是整数; 以及

-在码本中进行搜索以编码所述声音信号的所述装置包括:

用于根据一组脉冲位置的轨迹来限制码本的组合 A_k 的非零幅脉冲的位置p的装置, 其中每个轨迹的脉冲位置与其他轨迹的脉冲位置相互交织;

25 用于与被滤波的声音信号相关地从所述码本中预选脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个子集的装置; 以及

用于仅搜索所述脉冲幅度/位置组合 A_k 的所述子集以对声音信号编码, 从而由于仅搜索码本中脉冲幅度/位置组合的一个子集, 而降低搜索复杂度的装置;

30 其中的预选装置包括: (a) 与所述被滤波的声音信号相关地预先建立一个在q个可能幅度和位置p之间函数的装置, (b) 用于按照预先建立的函数

从 q 种可能幅度中给位置 p 预先分配有效幅度的装置，

其中所述搜索装置包括用于将搜索限制在所述码本中具有非零幅脉冲的脉冲幅度/位置组合 A_k 范围内的装置，所述非零幅度脉冲具有按照所述一组脉冲位置的轨迹限制的位置 p ，并且具有与预先被分配到它们各自的位置的幅度对应的幅度。

10、如权利要求 9 所述的用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置，其中所述位置预先分配装置包括用于借助预先建立的函数给每一位置 p 预先分配 q 种可能幅度之一作为有效幅度的装置。

11、如权利要求 10 所述的用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置，其中所述将声音信号滤波包括产生逆向滤波的目标信号 D 和一个已去除音调的残留信号 R' ，并且其中用于给每一位置 p 预先分配 q 种可能幅度之一的装置包括：

用于根据经逆向滤波的目标信号 D 和已去除音调的残留信号 R' 计算幅度预估矢量 B 的装置；以及

15 用于对所述每一位置 p 量化所述矢量 B 的幅度预估值 B_p 以得到要为所述位置 p 选择的幅度的装置。

12、如权利要求 11 所述的用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置，其中所述用于计算幅度预估矢量 B 的装置包括用于将归一化形式的经逆向滤波的目标信号 D ：

$$20 \quad (1-\beta) \frac{D}{\|D\|}$$

和归一化形式的已去除音调的残留信号 R' ：

$$\beta \frac{R'}{\|R'\|}$$

相加从而得到如下形式的幅度预估矢量 B 的装置：

$$B = (1-\beta) \frac{D}{\|D\|} + \beta \frac{R'}{\|R'\|}$$

25 其中 β 是一个固定常数，其值位于 0 和 1 之间。

13、如权利要求 11 所述的用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置，其中的所述量化装置包括用于对所述每一位置 p ，采用下述表达式来量化所述矢量 B 的已经峰值归一化的幅度预估值 B_p 的装置：

$$B_p / \max_n |B_n|$$

其中分母

$$\max_n |B_n|$$

是一个归一化因子，表示所述非零幅脉冲的峰值幅度。

14、如权利要求 9 所述的用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置，其中：

- 所述脉冲组合 A_k 中的每一个都包括 N 个非零幅脉冲， N 是整数；
- 该组轨迹包括分别与 N 个非零幅脉冲关联的脉冲位置的 N 个轨迹；
- 每个轨迹的脉冲位置与其他 $N-1$ 个轨迹的脉冲位置相互交织；以及
- 限制装置包括用于将每一个非零幅脉冲的脉冲位置限制于所关联的

10 迹的位置的装置。

15、如权利要求 9 所述的用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置，其中所述每一脉冲幅度/位置组合都包括 N 个非零幅脉冲， N 是整数，并且其中搜索装置包括用于使分母为 α_k^2 的给定比值最大化的装置和用于通过 N 层嵌套循环根据下述关系式计算所述分母 α_k^2 的装置：

$$\begin{aligned}
 15 \quad \alpha_k^2 = & U'(p_1, p_1) \\
 & + U'(p_2, p_2) + 2U'(p_1, p_2) \\
 & + U'(p_3, p_3) + 2U'(p_1, p_3) + 2U'(p_2, p_3) \\
 & \dots \dots \dots \\
 & + U'(p_N, p_N) + 2U'(p_1, p_N) + 2U'(p_2, p_N) + \dots + 2U'(p_{N-1}, p_N)
 \end{aligned}$$

20 其中每一循环的计算内容写在从 N 层嵌套循环的最外层循环到最内层循环的不同线内，其中 p_n 是所述组合中第 n 个非零幅脉冲的位置， $U'(p_x, p_y)$ 是取决于预先分配给位置 p 中的某一位置 p_x 的幅度 S_{p_x} 和预先分配给位置 p 中的某一位置 p_y 的幅度 S_{p_y} 的一个函数。

25 16、如权利要求 15 所述的用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置，其中所述用于计算分母 α_k^2 的装置包括每当下述不等式成立时至少跳过 N 层嵌套循环的最内层循环的装置；

$$\sum_{n=1}^{N-1} S_{p_n} D_{p_n} < T_D$$

30 其中 S_{p_n} 是预先分配给位置 p_n 的幅度， D_{p_n} 是在将声音信号滤波期间产生的逆向滤波目标信号 D 的第 p_n 个分量， T_D 是与经逆向滤波的目标信号 D 有关的一个阈值。

17、一种蜂窝基站(2)，包括：(a)发射机，它包括用于对语音信号编码的装置和用于发送编码语音信号的装置；和(b)接收机，包括用于接收被发送的编码语音信号的装置和用于对接收到的编码语音信号进行解码的装置；

5 -其中所述语音信号编码装置包括用于响应该语音信号产生语音信号编码参数的装置，和其中所述语音信号编码参数产生装置包括权利要求9叙述的用于在码本内进行搜索以编码声音信号的装置，其中语音信号构成所述声音信号。

18、一种蜂窝无线电话(3)，包括：(a)发射机，包括用于对语音信号编码的装置和用于发送编码语音信号的装置；和(b)接收机，包括用于接收被发送的编码语音信号的装置和用于对接收到的编码语音信号进行解码的装置；

10 -其中所述语音信号编码装置包括用于响应该语音信号产生语音信号编码参数的装置，其中所述语音信号编码参数产生装置包括权利要求9叙述的用于在码本内进行搜索以编码声音信号的装置，其中语音信号构成所述声音信号。

15 19、一种服务于一个被划分为多个小区的大地理区域的蜂窝通信系统，包括无线电话(3)、分别位于所述小区内的蜂窝基站(2)以及用于控制所述各蜂窝基站(2)之间通信的装置(5)；

20 -位于一个小区内的每一无线电话(3)与所述一个小区内的蜂窝基站(2)之间的一个双向无线通信子系统，所述双向无线通信子系统包括在无线电话(3)和蜂窝基站(2)内都具备的(a)发射机，包括用于对语音信号编码的装置和用于发送编码语音信号的装置；和(b)接收机，包括用于接收被发送的编码语音信号的装置和用于对接收到的编码语音信号进行解码的装置；

25 -其中所述语音信号编码装置包括用于响应该语音信号产生语音信号编码参数的装置，和其中所述语音信号编码参数产生装置包括权利要求9叙述的用于在码本内进行搜索以编码声音信号的装置，其中语音信号构成所述声音信号。

在代数码本中进行搜索以对声音
信号编码的方法和装置

5

技术领域

本发明涉及一种对声音信号，尤其是对不仅仅是语音信号的声音信号进行数字编码的改进技术，以对这种声音信号进行传送和合成。

10

背景技术

在诸如通过卫星，地面移动台、数字无线电或分组网络进行的声音传送、声音存储、声音响应和无线电话等许多应用领域，对具有良好的主观质量/比特率的折衷的高效数字语音编码技术的需求正日益增长。

15 目前具有良好的主观质量比特率的折衷的最好的现有技术中有一种所谓的码激励线性预测编码(CELP)技术。按照这一技术，语音信号以含 L 个样值的数据块(即矢量)的形式被采样和处理，其中 L 是某个预先设定的数值。CELP 技术采用一码本(code book)。

20 在 CELP 技术中的码本是被称为 L 维码矢量(定义 L 个不同位置的脉冲组合，并且包括分配给组合中各个位置 $p = 1, 2, \dots, L$ 的零幅脉冲和非零幅脉冲)的长为 L 个样值的序列的一个附标集合。该码本包括一个从 1 至 M 变化的标引 K，其中 M 表示码本的大小，有时表示为比特数 b:

$$M = 2^b$$

一个码本可以被贮存在物理存储器(如查寻表)中，或者指的是将标引与相应码矢量联系起来的一种机理(例如一个公式)。

25

为按照 CELP 技术合成语音，通过模拟语音信号的频谱特性的时间变化滤波器从码本中筛选出适当的码矢量来合成每一块语音样值。在编码器端，对来自码本的所有候选码矢量或候选码矢量的一个子集计算合成的输出信号(码本搜索)。得以保留的码矢量为根据感觉加权失真方法，产生的合成输出信

号最接近于原始语音信号的那个码矢量。

一种类型的码本为所谓的“随机”码本。这些码本的一个缺点是它们经常需要相当大的物理存储空间。从标引到相关的码矢量的路径涉及到查寻表，这些查寻表是随机产生的数字或者对大量的语音训练集合应用统计技术的结果。从这个意义来讲，这些码本是随机的，即无规则的。随机码本的容量容易受到存储空间和/或搜索复杂程度的限制。

另一种类型的码本为代数码本。与随机码本相比，代数码本不是随机的且不需要存储空间。一个代数码本是一个附标码矢量的集合，其中第K个码矢量的各脉冲的幅度和位置可通过一种不需要或只需要极少的物理存储空间的规则来根据其标引K推导出来。因而，代数码本的容量不受存储需求的限制。代数码本也能设计用于高效搜索。

发明内容

因而，本发明的一个目的是提供一种能显著减少对语音信号进行编码时的码本检索复杂程度的方法和装置。这些方法和装置适用于一大类码本。

本发明的另一个目的是提供一种能先验地选择一个码本脉冲组合子集并将待检索的组合限制在该子集内以减少码本搜索复杂程度的方法和装置。

本发明的又一个目的是通过让码矢量的各个非零幅脉冲取q种可能幅度中的至少一种幅度以增加码本容量，而不增加搜索复杂程度。

具体而言，本发明提供了一种在码本中进行搜索以对声音信号编码的方法，其中：-在编码期间，将声音信号滤波；-码本由脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个集合组成；-每个脉冲幅度/位置组合 A_k 定义L个不同的位置p，并且包括分配给该组合中各个位置p的零幅脉冲和非零幅脉冲，其中L是整数， $p=1, 2, \dots, L$ ；-每一非零幅脉冲采用q种可能的幅度之一，其中q是整数；以及-在码本中进行搜索以编码所述声音信号的所述方法包括步骤：根据一组脉冲位置的轨迹来限制码本的组合 A_k 的非零幅脉冲的位置p，其中每个轨迹的脉冲位置与其他轨迹的脉冲位置相互交织；与被滤波的声音信号相关地从所述码本中预选脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个子集；以及仅搜索所述脉冲幅度/位置组合 A_k 的所述子集以对声音信号编码，从而由于仅搜索码本中脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个子集，而降低搜索复杂度；其中所述预选步骤包括：(a)

与被滤波的声音信号相关地预先建立一个在 q 个可能的幅度和位置 p 之间的函数, (b) 按照该预先建立的函数, 从所述 q 种可能幅度中给位置 p 预先分配有效幅度; 其中所述搜索步骤包括仅搜索所述码本中具有非零幅脉冲的脉冲幅度/位置组合 A_k , 所述非零幅度脉冲具有按照所述一组脉冲位置的轨迹约束的位置 p , 并且具有与预先被分配到它们各自的位置的幅度对应的幅度。

5 本发明还提供一种用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置, 其中: -在编码期间, 将声音信号滤波; -所述码本由脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个集合组成; -每个脉冲幅度/位置组合 A_k 定义 L 个不同的位置(p), 并且包括分配给该组合的各个位置 p 的零幅脉冲和非零幅脉冲, 其中 L 是整数, $p=1, 10$ 2, ..., L ; -每一非零幅脉冲采用 q 种可能的幅度之一, 其中 q 是整数; 以及-在码本中进行搜索以编码所述声音信号的所述装置包括包括: 用于根据一组脉冲位置的轨迹来限制码本的组合 A_k 的非零幅脉冲的位置 p 的装置, 其中每个轨迹的脉冲位置与其他轨迹的脉冲位置相互交织; 用于与被滤波的声音信号相关地从所述码本中预选脉冲幅度/位置组合 A_k 的一个子集的装置; 以及
15 用于仅搜索所述脉冲幅度/位置组合 A_k 的所述子集以对声音信号编码, 从而由于仅搜索码本中脉冲幅度/位置组合的一个子集, 而降低搜索复杂度的装置; 其中的预选装置包括: (a) 与被滤波的声音信号相关地预先建立一个在 q 个可能幅度和位置 p 之间函数的装置, (b) 用于按照预先建立的函数从 q 种可能幅度中给位置 p 预先分配有效幅度的装置, 其中所述搜索装置包括用于
20 将搜索限制在所述码本中具有非零幅脉冲的脉冲幅度/位置组合 A_k 范围内的装置, 所述非零幅度脉冲具有按照所述一组脉冲位置的轨迹限制的位置 p , 并且具有与预先被分配到它们各自的位置的幅度对应的幅度。

本发明还提供一种蜂窝基站, 包括: (a) 发射机, 它包括用于对语音信号编码的装置和用于发送编码语音信号的装置; 和(b)接收机, 包括用于接收被
25 发送的编码语音信号的装置和用于对接收到的编码语音信号进行解码的装置; -其中所述语音信号编码装置包括用于响应该语音信号产生语音信号编码参数的装置, 和其中所述语音信号编码参数产生装置包括权利要求 9 叙述的设备, 用于在码本内进行搜索以产生至少一个所述语音信号编码参数, 其中语音信号构成所述声音信号。

30 本发明还提供一种蜂窝无线电话, 包括: (a) 发射机, 包括用于对语音信号编码的装置和用于发送编码语音信号的装置; 和(b)接收机, 包括用于接收

- 被发送的编码语音信号的装置和用于对接收到的编码语音信号进行解码的装置；-其中所述语音信号编码装置包括用于响应该语音信号产生语音信号编码参数的装置，其中所述语音信号编码参数产生装置包括上述用于在码本中进行搜索以对声音信号编码的装置，用于在码本内进行搜索以产生至少一个所述语音信号编码参数，其中语音信号构成所述声音信号。
- 5
- 本发明还提供一种服务于一个被划分为多个小区的大地理区域的蜂窝通信系统，包括无线电话、分别位于所述小区内蜂窝基站以及用于控制所述各蜂窝基站之间通信的装置；-位于一个小区内的每一无线电话与所述一个小区内的蜂窝基站之间的一个双向无线通信子系统，所述双向无线通信子系统包括
- 10 在无线电话和蜂窝基站内都具备的(a)发射机，包括用于对语音信号编码的装置和用于发送编码语音信号的装置；和(b)接收机，包括用于接收被发送的编码语音信号的装置和用于对接收到的编码语音信号进行解码的装置；-其中所述语音信号编码装置包括用于响应该语音信号产生语音信号编码参数的装置，和其中所述语音信号编码参数产生装置包括上述用于在码本中进行搜索
- 15 以对声音信号编码的装置，其中语音信号构成所述声音信号。

附图说明

通过阅读下面的关于优选实施例的叙述，参照附图，就可以对本发明的目的，优点和其它特征有一个更清晰的了解。

- 20 在附图中：

图 1 是一个根据本发明的包括一个幅度选择器和一个最佳控制器的声音信号编码装置的示意方框图；

图 2 是一个与图 1 中的编码装置相关的解码装置的示意方框图；

- 25 图 3a 是根据本发明的基于信号选择的脉冲幅度进行快速码本搜索的基本操作步骤的顺序图；

图 3b 是给脉冲幅度/位置组合的每一位置 p 预先分配 q 种幅度中的一种幅度的操作步骤的顺序图；

图 3c 是 N 层嵌套循环搜索过程中包含的操作步骤的顺序图, 其中, 当认为第一组 N-1 个脉冲对分子 DA_K^T 的贡献不够充分时, 跳过最内层循环;

图 4 是在码本搜索过程中采用的 N 层嵌套循环的示意图;

图 5 是说明一个典型蜂窝通信系统的基础结构的示意方框图。

5 图 5 图解说明了一个典型蜂窝通信系统 1 的基础结构。

具体实施方式

尽管在本说明书中, 作为一个非限制性的例子, 对根据本发明的搜索执行方法和装置应用于一个蜂窝通信系统的情况作了说明, 但是, 应指出
10 这些方法和装置可以被应用到许多其它类型的需要对声音信号进行编码的通信系统中, 并具有同样的优点。

对于诸如 1 的蜂窝通信系统, 通过将一个大的地理区域划分成许多较小的小区, 可以在这个大的区域内提供通信服务。每一小区有一个蜂窝基站 2(图 5), 用于提供无线电信令信道, 以及音频和数据信道。

15 无线电信令通道用于在蜂窝基站的覆盖区域范围(小区)内呼叫诸如 3 的移动无线电话机(移动发射机/接收机单元), 以及与基站所在小区内或外的其它无线电话机通话, 或与另外的网络如公共交换电话网(PSTN)4 通话。

一旦无线电话机 3 成功地打通电话或接到电话, 音频或数据信道就对于与无线电话机 3 所处的小区相对应的蜂窝基站 2 而建立, 则基站 2 和无线电话机 3 之间的通信就通过该音频或数据通道进行。无线电话机 3 还可以在通话进行时, 通过信令信道接收控制或定时信息。
20

如果无线电话机 3 在通话过程中离开某一小区进入另一小区, 无线电话机就将电话过区切换到新小区内的可用的音频或数据信道上。类似地, 如果没有通话, 就通过信令信道发送一条控制信息使得无线电话机登录在与新小区相关的基站 2 上。采用这种方式, 就可能实现在一个宽阔的地域内的移动通信。
25

蜂窝通信系统 1 还包含一个终端 5, 用于在诸如无线电话机 3 与 PSTN4 通信期间或者在一第一小区内无线电话机 3 和第二小区内的无线电话机 3 之间的通信期间, 控制蜂窝基站 2 和公共交换电话网络 4 之间的通信。

30 当然, 需要一个双向无线通信子系统来建立位于一个小区内的每一台无线电话机 3 和该小区内的蜂窝基站 2 之间的通信。这样一种双向无线通

信系统一般包含在无线电话机 3 和蜂窝基站内都有的(a)发射机, 用于对语音信号编码, 并通过如 6 或 7 的天线发送已被编码的语音信号, 以及(b)接收机, 用于通过同一天线 6 或 7 接收被发送的编码语音信号, 并对接收到的编码语音信号进行解码。对本领域普通技术人员都知道, 需要对声音编

5 码以减少带宽, 这对于通过双向无线通信系统即在无线电话机 3 和基站 2 之间发送语音信号来说是必须的。

本发明的目的是提供一种具有良好的主观质量/比特率的折衷的高效数字语音编码技术, 例如用于在蜂窝基站 2 和无线电话机 3 之间通过音频数据信道进行语音信号的双向传送。图 1 是适合于实现这一高效技术的一种

10 数字语音编码装置的示意方框图。

模拟语音信号被采样并成块处理。必须明白的是, 本发明并不局限于只应用于语音信号。也可以考虑应用本发明对其它类型的声音信号进行编码。

在图示的例子中, 输入的采样语音的数据块 S(图 1)由 L 个样值组成。在 CELP

15 的文献中, L 表示“子帧”长度, 一般位于 20 和 80 之间。含 L 个样值的块也被称为 L 维矢量。在编码处理过程中会产生各种各样的 L 维矢量。下面给出了一个在图 1 和 2 中出现的矢量的列表, 以及一个发送参数的列表:

关于主要 L 维矢量的列表

- S 输入语音矢量;
- R' 去掉音调的残留信号;
- X 目标矢量;
- D 经逆向滤波的目标矢量;
- A_k 代数码本中标引为 k 的码矢量;
- C_k 修正矢量(Innovation vector)(经滤波的码矢量);

发送参数的列表

- k 码矢量的标引(代数码本的输入);
- g 增益;
- STP 短期预测参数(定义 $A(Z)$); 以及
- LTP 长期预测参数(定义音调增益 b 和音调延时 T)

解码原理:

20 最好是首先叙述图 2 中的语言解码装置, 以说明在数字输入(多路信号

分离器 205 的输入)和输出的取样语音(合成滤波器 204 的输出)之间进行的各个步骤。

多路信号分离器 205 从接收自数字输入信道的二进制信息中提取四种不同的参数, 即标引 k 、增益 g 、短期预测参数 STP 和长期预测参数 LTP。

- 5 在这四种参数的基础上合成语音信号的当前 L 维矢量 S , 在下面的叙述中将对此加以解释。

图 2 中的语音解码装置包含动态码本 208、放大器 206、加法器 207、长期预测器 203 和合成滤波器 204, 其中动态码本 208 由一个代数码发生器 201 和一个自适应前置滤波器 202 组成。

- 10 第一步, 代数码产生器 201 响应标引 k 产生一个码矢量 A_k 。

第二步, 给自适应前置滤波器 202 提供短期预测参数 STP 和/或长期预测参数 LTP, 由其对码矢量 A_k 进行处理, 以产生一个输出修正矢量 C_k 。采用自适应前置滤波器 202 的目的是对输出修正矢量 C_k 的频率成分进行动态控制以提高语音质量, 也就是减少由刺耳的频率引起的声音失真。下面给

- 15 出了自适应前置滤波器 202 的典型传输函数 $F(Z)$:

$$F_a(z) = \left(\frac{A(z/\gamma_1)}{A(z/\gamma_2)} \right)$$

$$F_b(z) = \frac{1}{(1 - b_0 z^T)}$$

- 20 $F_a(Z)$ 是一种共振峰(formant)前置滤波器, γ_1 和 γ_2 为常数, 且 $0 < \gamma_1 < \gamma_2 < 1$ 。这种滤波器能增强共振峰区域的频率成分, 并且在编码速率低于 5k 比特/s 时能非常有效地工作。

$F_b(Z)$ 是一种音调前置滤波器, 其中 T 是时变音调延时, b_0 或是常数或者是等于根据当前或以前的子帧量化的长期音调预测参数。 $F_b(Z)$ 用于加强各种码速率 F 的音调谐波频率非常有效。因此, $F(Z)$ 一般包括一个有时与一个共振峰前置滤波器相结合的音调前置滤波器, 即:

- 25
$$F(Z) = F_a(Z)F_b(Z)$$

按照 CELP 技术, 首先用经放大器 206 的增益 g 来放大码本 208 中的修正矢量 C_k 来获得输出的取样语音信号 S 。然后, 由加法器 207 将放大的波形 gc_k 加到提供有 LTP 参数的长期预测器 203 的输出 E 上(合成滤波器 204

的信号激励的长期预测部分), 长期预测器 203 置于反馈环中, 并具有如下的传输函数 $B(Z)$:

$$B(Z) = bZ^{-T}$$

其中 b 和 T 分别为所述的音调增益和延时。

- 5 预测器 203 是一个模拟语音的音调周期性的滤波器, 具有基于最新接收到的 LTP 参数 b 和 T 的传输函数。它引入样值的适当的音调增益 b 和延时 T 。复合信号 $E + gC_k$ 构成合成滤波器 204 的信号激励, 合成滤波器的传输函数为 $1/A(Z)$ ($A(Z)$ 将在下面的叙述中定义)。滤波器 204 根据最新接收到的 STP 参数进行正确的频谱整形。具体而言, 滤波器 204 模拟语音的共振
- 10 频率(共振峰)。输出的样值组 S 为合成取样语音信号, 根据在本技术领域中的公知技术, 采用合适的去混叠滤波, 可以将该合成取样语音信号转化为模拟信号。

- 有许多方式来设计代数码发生器 201。在所述的专利申请号为 No.07/927,528 的美国专利中提出了一种较好的方法, 该方法采用至少一种
- 15 N 交织的单脉冲置换码。

- 用一个简单的代数码发生器 201 来对这一概念加以说明。在这个例子中, $L = 40$ 并且 40 维的码矢量集合中只包含 $N = 5$ 个非零幅脉冲, 称之为 $S_{p_1}, S_{p_2}, S_{p_3}, S_{p_4}, S_{p_5}$ 。在这种更细致的标注法中, p_i 表示子帧内的第 i 个脉冲的位置(即 p_i 在 0 至 $L - 1$ 范围内取值)。假设脉冲 S_{p_i} 被限制在如下的 8 种
- 20 可能位置 p_i :

$$p_1 = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 = 0 + 8m_1; \quad m_1 = 0, 1, \dots, 7$$

- 在被称为“轨迹”#1 的这八种可能的位置内, S_{p_1} 和 7 个零幅脉冲可以自由置换。称之为“单脉冲置换码”。现在让我们通过用类似的方式对余下的脉冲的位置也加以限制来交织五个这种“单脉冲置换码”(即轨迹 # 2,
- 25 轨迹 # 3、轨迹 # 4 和轨迹 # 5)。

$$p_1 = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 = 0 + 8m_1$$

$$p_2 = 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36 = 1 + 8m_2$$

$$p_3 = 2, 7, 12, 17, 22, 27, 32, 37 = 2 + 8m_3$$

$$p_4 = 3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38 = 3 + 8m_4$$

$$p_5 = 4, 9, 14, 19, 24, 29, 34, 39 = 4 + 8m_5$$

注意整数 $m_i = 0, 1, \dots, 7$ 可以完全确定每一个脉冲 S_{pi} 的位置 p_i 。因而，采用下述关系式，通过对各 m_i 直接倍乘，就可以推导出一种简单的位置标引 K_p ：

$$K_p = 4096m_1 + 512m_2 + 64m_3 + 8m_4 + m_5$$

5 必须指出的是，采用上述脉冲轨迹也能推导出其它的码本。例如，只采用 4 个脉冲，其中前三个脉冲分别占据前三条轨迹的位置，同时第四个脉冲或者占据第四条轨迹或者占据第五条轨迹，用一个比特来说明其处于哪一个轨迹。这种设计能得到一个 13 位位置码本。

10 在现有技术中，由于码矢量搜索的复杂性的缘故，假定非零幅脉冲在各种实际应用中都具有固定的幅度。事实上，如果脉冲 S_{pi} 可以取 q 种可能幅度中的一种的话，在搜索中就必须考虑有 q^N 种之多的脉冲一幅度组合。例如，如果允许第一个例子中的 5 个脉冲取 $q = 4$ 种可能幅度，如 $S_{pi} = +1, -1, +2, -2$ 而不是固定幅度的话，代数码本的大小就会从 15 位跳至 $15 + (5 \times 2)$ 位 = 25 位；也就是说，搜索将复杂一千倍。

15 本发明的目的是指出这样一个令人惊讶的方案，即在不用付出很大代价的情况下，采用有 q 种幅度的脉冲能取得非常好的性能。这种方案是将搜索范围限制在码矢量的一个限定的子集内。选择码矢量的方法与输入语音信号有关，下面的叙述中将对此加以说明。

20 本发明的有用之处在于：通过允许单个脉冲取不同的可能幅度，能够增加动态代数码本 208 的大小，而不增加码矢量搜索的复杂性。

编码原理：

25 取样语音信号 S 由图 1 中的编码系统按块编码在一块上。图 1 中的解码系统可被分解为标号从 102 至 112 的 11 个模块。大多数这些模块的功能和操作相对于美国专利和申请号为 No.07/927,528 的母专利中的描述来说没有变化。因而，在下面的叙述中尽管将不得不对每一个模块的功能和操作一些简要的解释。但主要将叙述对于美国专利申请号为 No.07/927,528 的母专利而言为新的内容。

30 按照现有技术，通过一个 LPC 频谱分析器 102，给语音信号的每一个含 L 个样值的数据块，产生一组被称为短期预测(STP)参数的线性预测编码(LPC)参数。具体而言，分析器 102 模拟 L 个样值的每一块 S 的频谱特性。

L 个样值 S 的输入块 S 由“白化”滤波器 103 白化，“白化”滤波器 103

具有下述基于 STP 参数的当前值的传输函数:

$$A(z) = \sum_{i=0}^M a_i z^{-i}$$

其中 $a_0 = 1$, Z 为所谓的 Z 变换中的一般变量。如图 1 所示, “白化” 滤波器 103 产生残留矢量 R 。

- 5 音调提取器 104 用于计算和量化 LTP 参数, 即音调延时 T 和音调增益 g 。提取器 104 的初始状态也被设置为来自初始状态提取器 110 的一个值 FS 。在美国专利申请号为 No.07/927,528 的母专利中对计算和量化 LTP 参数的详细过程已有叙述, 并且相信对本领域普通技术人员是熟知的。因而, 在本文中不再对此作进一步的叙述。
- 10 给滤波器响应特性计算器 105(图 1)提供 STP 和 LTP 参数以计算滤波器的响应特性 FRC 供后续步骤使用。FRC 信息包括下述三个组成部分, 其中 $n = 1, 2, \dots, L$ 。

· $f(n)$: $F(Z)$ 的响应

注意 $F(Z)$ 一般包括音调前置滤波器。

15 · $h(n)$: $\frac{1}{A(z\gamma^{-1})}$ 对 $f(n)$ 的响应

其中 γ 是一个感觉因子。更一般而言, $h(n)$ 是前置滤波器 $F(Z)$, 感觉加权滤波器 $W(Z)$ 和合成滤波器 $1/A(Z)$ 的级联 $F(Z)W(Z)/A(Z)$ 脉冲响应。注意 $F(Z)$ 和 $1/A(Z)$ 与在图 2 的解码器中采用的滤波器相同。

· $U(i,j)$: 基于下述表达式的 $h(n)$ 的自相关

20
$$u(i, j) = \sum_{k=1}^L h(k-i+1)h(k-j+1)$$

$1 \leq i \leq L$ 且 $i \leq j \leq L$; 当 $n < 1$ 时 $h(n) = 0$

给长期预测器 106 输入以前的激励信号(即前面子帧的 $E + gC_k$), 以采用适当的音调延时 T 和增益 b 形成新的 E 成分。

- 25 感觉滤波器(perceptual filter)107 的初始状态被设置成由初始状态提取器 110 输入的值 FS 。然后, 将由减法器 121(图 1)计算出的已去掉音调的残留矢量 $R' = R - E$ 输入至感觉滤波器 107 以使感觉滤波器 107 输出一个目标矢量 X 。如图 1 所示, 将 STP 参数输入滤波器 107 中以改变其与这些参数相关的传输函数。实质上, $X = R' - p$, 其中 p 表示包含由以前的激励信号引起的“振铃”的长期预测(LTP)的贡献。适用于 Δ 的 MSE 判据现在能用下

述的矩阵符号表述:

$$\min_k \|\Delta\|^2 = \min_k \|S' - \hat{S}'\|^2 = \min_k \|S' - [P - gA_k H^T]\|^2 = \min_k \|X - gA_k H^T\|^2$$

其中 M 为由如下的 h(n) 响应形成的一个 $L \times L$ 下三角托普利兹 (Toeplitz) 矩阵。h(0) 项位于矩阵的对角线, h(1), h(2), ..., h(L-1) 位于相应较低的对角线。

由图 1 中的滤波器 108 来完成逆向滤波步骤。设上式对增益 g 的微分等于 0, 就可得到如下的最佳增益:

$$g = \frac{\frac{\partial \|\Delta\|^2}{\partial g}}{\|A_k H^T\|^2} = \frac{X(A_k H^T)^T}{\|A_k H^T\|^2}$$

10 取 g 为这一值, 最小值就变为:

$$\min_k \|\Delta\|^2 = \min_k \left\{ \|X\|^2 - \frac{(X(A_k H^T)^T)^2}{\|A_k H^T\|^2} \right\}$$

目的是寻找一个特定的标引 k, 使得到最小值。注意由于 $\|X\|^2$ 为一固定的数值。因而可以通过使下述数值最大来寻找同一标引:

$$\max_k \frac{(X(A_k H^T)^T)^2}{\|A_k H^T\|^2} = \max_k \frac{((XH)A_k^T)^2}{\alpha_k^2} = \max_k \frac{(DA_k^T)^2}{\alpha_k^2}$$

15 其中 $D = (XH)$ 且 $\alpha_k^2 = \|A_k H^T\|^2$

在逆向滤波器 108 中计算经逆向滤波的目标矢量 $D = (XH)$ 。把此运算称为术语“逆向滤波”是因为将 (XH) 解释为时间反演 X 的滤波。

只在所述美国专利申请号为 No.07/927,528 的母专利的图 1 中增加了一个幅度选择器 112。幅度选择器 112 的功能是通过优化控制器 109 将待搜索的码矢量 A_k 限制在最可能的码矢量 A_k 的范围内从而减小码矢量搜索的复杂性。如前面的描述所述。每一个码矢量 A_k 是一个脉冲幅度/位置组合波形。它定义了 L 个不同的位置 p, 并包括分配给该组合中各个位置 $p = 1, 2, \dots, L$ 的零幅脉冲和非零幅脉冲, 其中每一个非零幅脉冲具有 q 种不同的可能幅度中的至少一种幅度。

25 现在参照图 3a、3b 和 3c, 幅度选择器 112 的作用是预先建立码矢量波形的位置 p 和各脉冲幅度的 q 种可能值之间的函数关系 S_p 。在码本搜索之前与语音信号相关联推导出预先建立的函数关系 S_p 。具体而言, 这一函数

的预先建立过程包括与语音信号相关地,给波形的每一个位置 p 预先分配 q 种可能幅度中的至少一种幅度(图 3a 中的步骤 301)。

为给波形的每一个位置 p 预先分配 q 种可能幅度中的一种,响应于经逆向滤波的目标矢量 D 和已去除音调的残留矢量 R' 来计算幅度预估矢量 B 。

5 具体而言,通过对归一化形式的经逆向滤波的目标矢量 D :

$$(1-\beta)\frac{D}{\|D\|}$$

和归一化形式的已去除音调的残留矢量 R'

$$\beta\frac{R'}{\|R'\|}$$

10 求和来计算幅度预估矢量 B (图 3b 中的子步骤 301-1)从而得到如下形式的幅度预估矢量 B :

$$B = (1-\beta)\frac{D}{\|D\|} + \beta\frac{R'}{\|R'\|}$$

其中 β 是一个固定常数,其典型值为 $1/2$ (β 值根据在代数码本中采用的非零幅脉冲的百分比在 0 和 1 之间选择)。

15 对波形的每一个位置 p 来说,通过量化矢量 B 的相应的幅度预估值 B_p 来获取要预先分配给该位置 p 的幅度 S_p 。具体而言,对波形的每一个位置 p ,采用下述表达式来量化矢量 B 的经峰值归一化的幅度预估值 B_p (图 3b 中的子步骤 301-2):

$$S_p = Q(B_p / \max_n |B_n|)$$

其中 $Q(\cdot)$ 为量化函数而且

20
$$\max_n |B_n|$$

是一个归一化因子,表示非零幅脉冲的峰值幅度。

在下述重要的特殊情形中:

- $q = 2$, 即脉冲幅度只能取两个值(即 $S_{pi} = \pm 1$); 以及
- 非零幅脉冲密度 N/L 小于等于 15%

25 β 值可以等于零; 因而幅度预估矢量 B 就简化为只与经逆向滤波的目标矢量 D 有关, 结果为 $S_p = \text{sign}(D_p)$ 。

优化控制器 119 的作用是从代数码本中选择出最佳码矢量 A_k 。选择判据以定额(ration)的形式给出,对每一个码矢量 A_k 计算其定额,并从所有码矢量中寻找最大值(步骤 303):

$$\max_k \frac{(DA_k^T)^2}{\alpha_k^2}$$

其中 $D = (XH)$ 且 $\alpha_k^2 = \|A_k H^T\|^2$

由于 A_k 是一个代数码矢量，它具有 N 个非零幅脉冲，且各个脉冲的幅度分别为 S_{pi} ，因而分子为下式的平方：

$$5 \quad DA_k^T = \sum_{i=1}^N D_{pi} S_{pi}$$

且分母为能够表示为如下形式的一个能量项：

$$\alpha_k^2 = \sum_{i=1}^N S_{pi}^2 U(p_i, p_i) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N S_{pi} S_{pj} U(p_i, p_j)$$

其中 $U(p_i, p_j)$ 是与两个单位幅度脉冲有关的相关量，一个脉冲位于位置 p_i ，另一个脉冲位于位置 p_j 。在滤波器响应特性计算器 105 中根据上式计算该矩阵。该矩阵被包括在图 1 的方框图中称 FRC 的一组参数中。

一种用于计算这一分母的快速方法包含如图 4 所示的 N 层嵌套循环。在图 4 中用对齐符号 $S(i)$ 和 $SS(i, j)$ 分别代替参数 “ S_{pi} ” 和 “ $S_{pi} S_{pj}$ ”。分母 α_k^2 的计算是最费时的过程。对 α_k^2 有贡献的在每一个循环中完成的计算可以用如下形式写在从最外层循环至最内层循环的不同线上：

$$15 \quad \begin{aligned} \alpha_k^2 = & S_{p_1}^2 U(p_1, p_1) \\ & + S_{p_2}^2 U(p_2, p_2) + 2 S_{p_1} S_{p_2} U(p_1, p_2) \\ & + S_{p_3}^2 U(p_3, p_3) + 2[S_{p_1} S_{p_3} U(p_1, p_3) + S_{p_2} S_{p_3} U(p_2, p_3)] \\ & \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ & + S_{p_N}^2 U(p_N, p_N) + 2[S_{p_1} S_{p_N} U(p_1, p_N) + S_{p_2} S_{p_N} U(p_2, p_N) + \dots + S_{p_{N-1}} S_{p_N} U(p_{N-1}, p_N)] \end{aligned}$$

20 其中 p_i 是第 i 个非零幅脉冲的位置。值得注意的是图 4 中的 N 层嵌套循环能够根据 N 交织单脉冲置换码来约束码矢量 A_k 的非零幅脉冲。

在本发明中，通过将待搜索的码矢量 A_k 的子集限制为其 N 个非零幅脉冲满足在图 3a 的步骤 301 中预先建立的函数关系的码矢量，可以显著减小搜索的复杂程度。当码矢量 A_k 的 N 个非零幅脉冲中的每一个都具有与预先分配给处于位置 p 的非零幅脉冲的幅度相等的幅度时，预先建立的函数关系就得到了满足。

25 所述码矢量子集的限制过程通过首先将预先建立的函数 S_p 与矩阵元 $U(i, j)$ 相结合(图 3a 中的步骤 302)。然后采用假定为固定位置，极性为正、具有单位幅度的所有脉冲 $S(i)$ 进行 N 层嵌套循环(步骤 303)。因而，即使代

数码本中的非零幅脉冲的幅度可以取 q 种可能值中的任意一种，也可以将搜索的复杂程度减小至固定脉冲幅度的情形。更准确地说，根据下述关系式将由滤波器响应特性计算器 105 提供的矩阵 $U(i, j)$ 与预先建立的函数相组合(步骤 302):

$$5 \quad U'(i, j) = S_i S_j U(i, j)$$

其中 S_i 来源于幅度选择器 102 的选择方法，即 S_i 为在对相应的幅度预估值量化之后给每个位置 i 所选择的幅度。

采用这个新的矩阵，该快速算法的每一循环中的计算可以如下形式写在从最外层至内层循环的不同线上:

$$10 \quad \alpha_k^2 = U'(p_1, p_1) \\ + U'(p_2, p_2) + 2U'(p_1, p_2) \\ + U'(p_3, p_3) + 2U'(p_1, p_3) + 2U'(p_2, p_3) \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ 15 \quad + U'(p_N, p_N) + 2U'(p_1, p_N) + 2U'(p_2, p_N) + \dots + 2U'(p_{N-1}, p_N)$$

其中 p_x 为波形中第 x 个非零幅脉冲的位置， $U'(p_x, p_y)$ 为取决于预先分配给位置 p 中的某一位置 p_x 的幅度 S_{p_x} 和预先分配给位置 p 中的某一位置 p_y 的幅度 S_{p_y} 的一个函数。

20 为了更进一步减小搜索的复杂性，只要下述不等式成立，就可以跳过最内层循环(参照图 3c)。而且跳过最内层循环只是个特例，而不是仅仅指最内层循环:

$$\sum_{n=1}^{N-1} S_{p_n} D_{p_n} < T_D$$

其中 S_{p_n} 是预先分配给位置 p_n 的幅度， D_{p_n} 是目标矢量 D 的第 p_n 个分量， T_D 是与经逆向滤波的目标矢量 D 有关的一个阈值。

25 全局的信号激励信号 $E + gC_k$ 由加法器 120(图 1)根据来自控制器 109 的信号 gC_k 和来自预测器 106 的输出 E 来计算。由具有随 STP 参数变化的传输函数 $1/A(Z \gamma^{-1})$ 的感觉滤波器构成的初始状态提供模块 110，从残留信号 R 中减去信号激励信号 $E + gC_k$ ，以获取最终滤波器状态 FS ，供滤波器 107 和音调提取器 104 作为初始状态使用。

30 四种参数 k, g, LTP 和 STP 的集合通过多路复用器 111 转换为合适的数

字信道格式，从而完成对语音信号的样值块 S 的编码过程。

尽管上面已经参照优选实施例对本发明进行了描述，在不偏离本发明的精神和实质的情形下，在后附的权利要求所声明的范围之内，还可以对这些实施例进行修改。

5

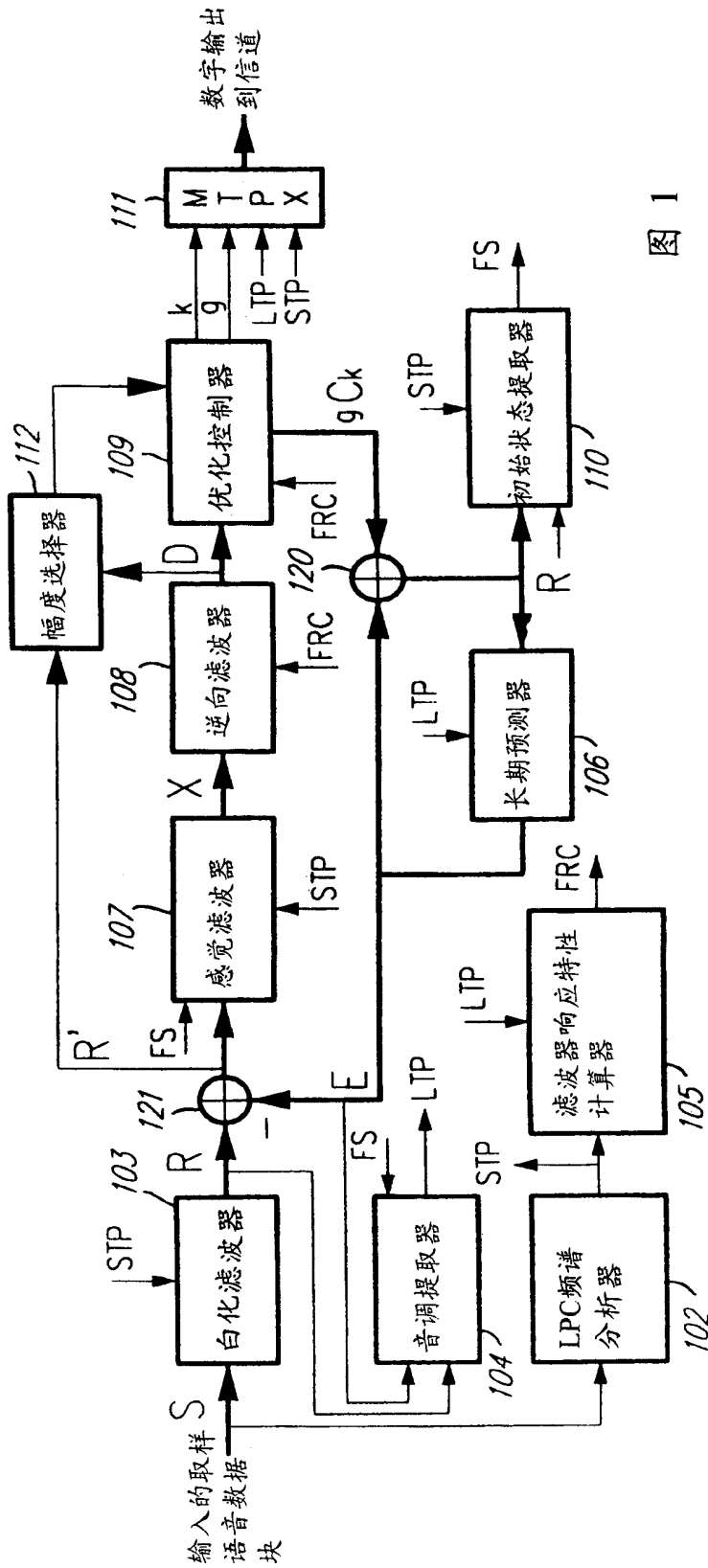


图 1

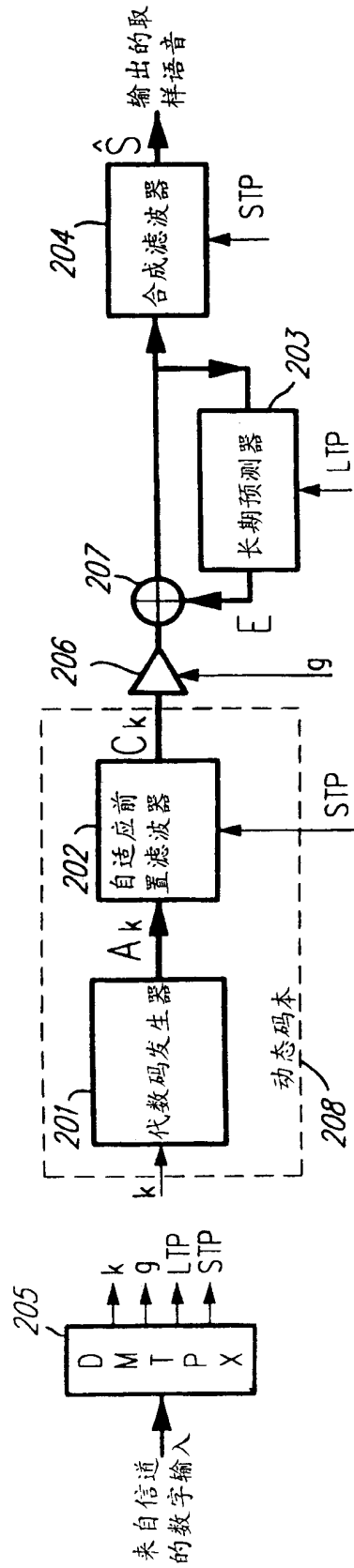


图 2

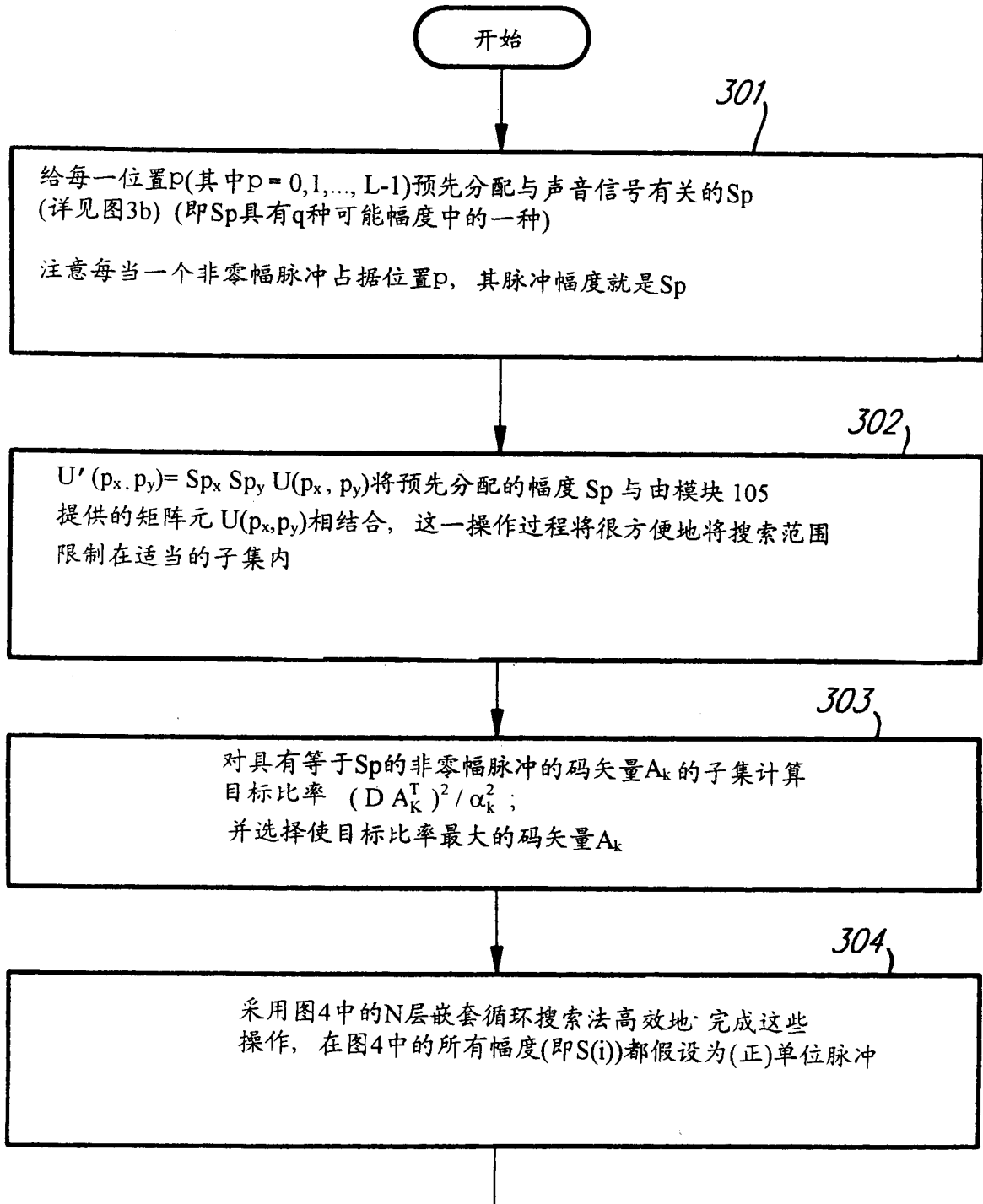


图 3a

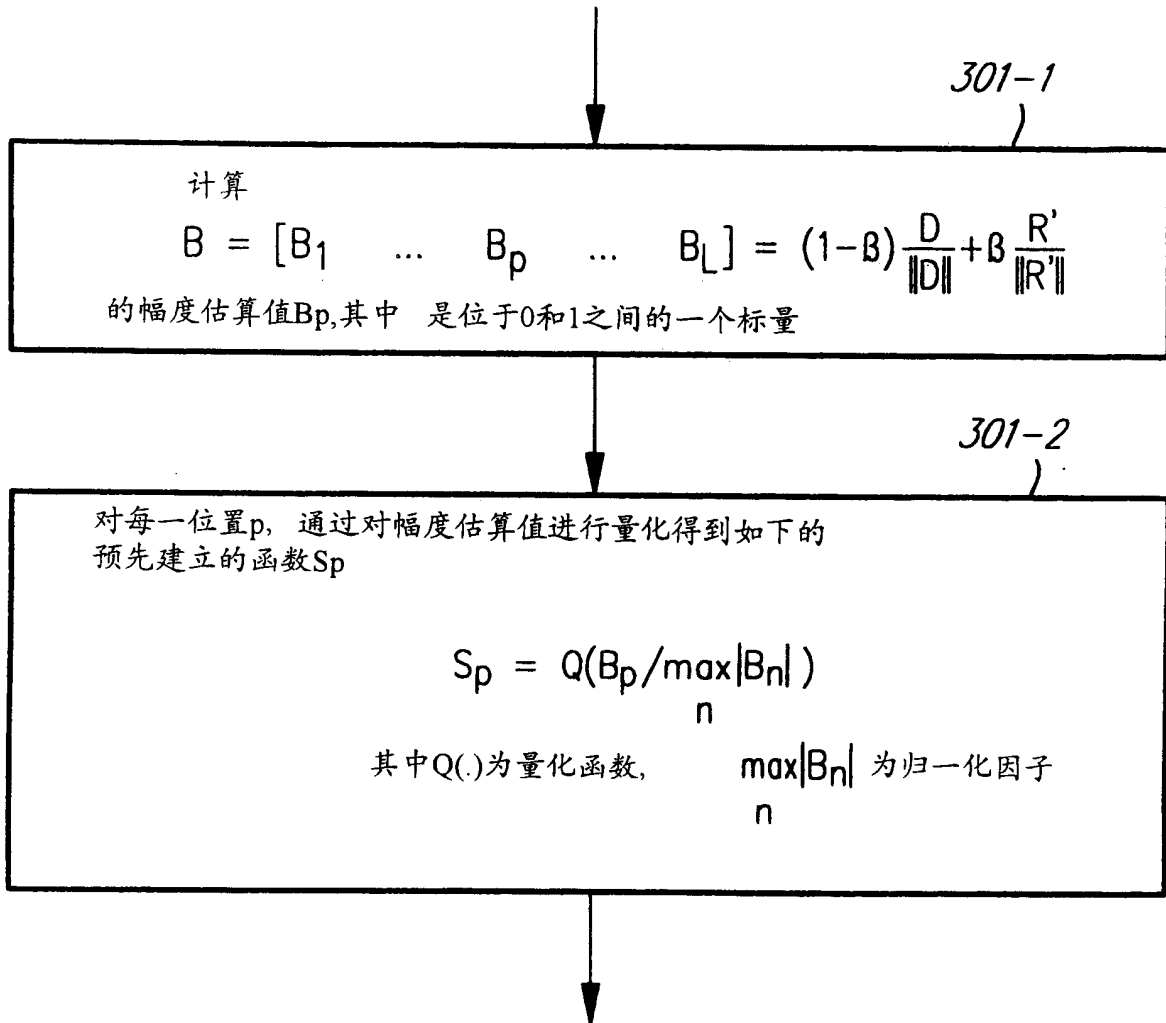


图 3b

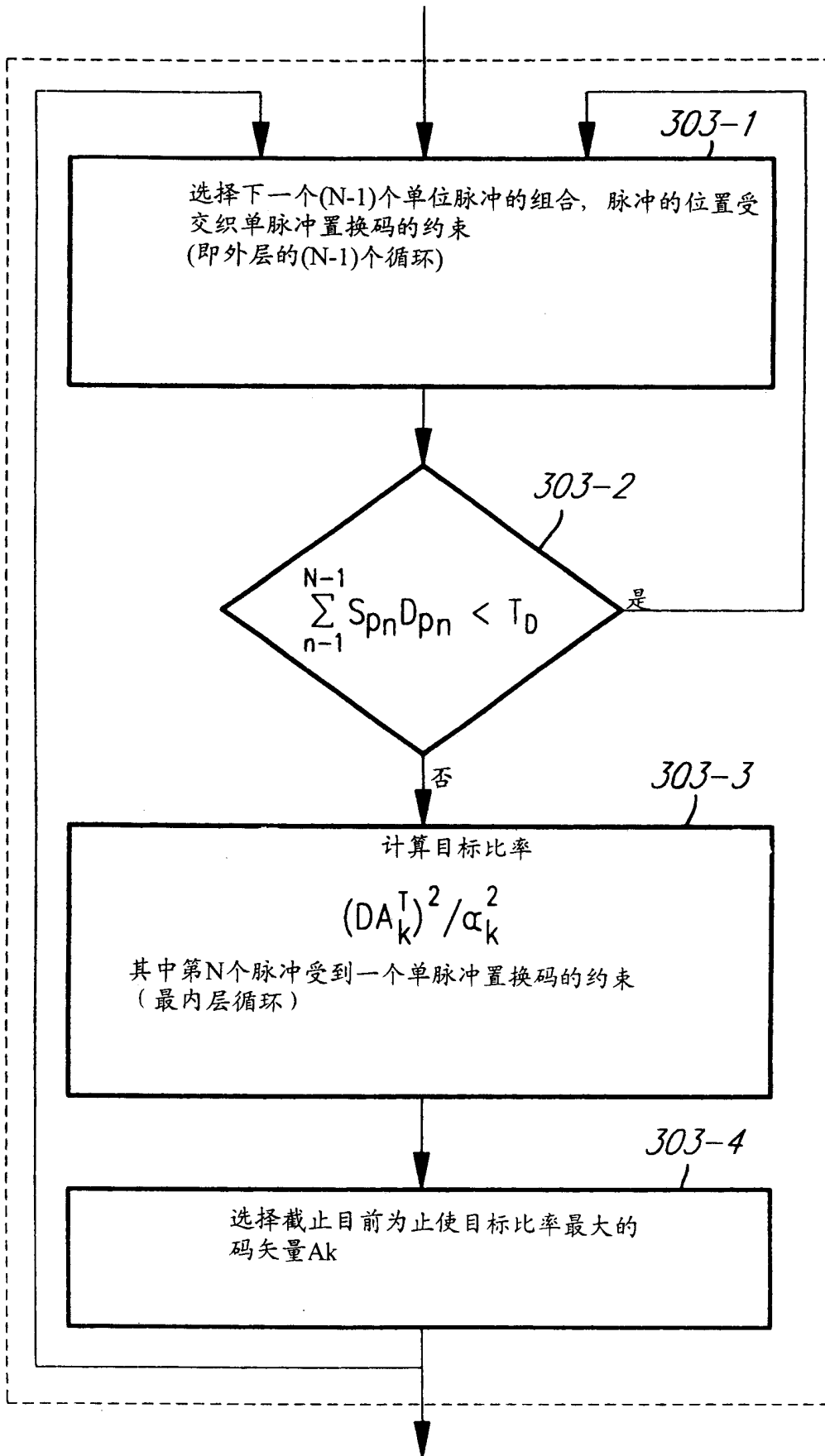


图 3c

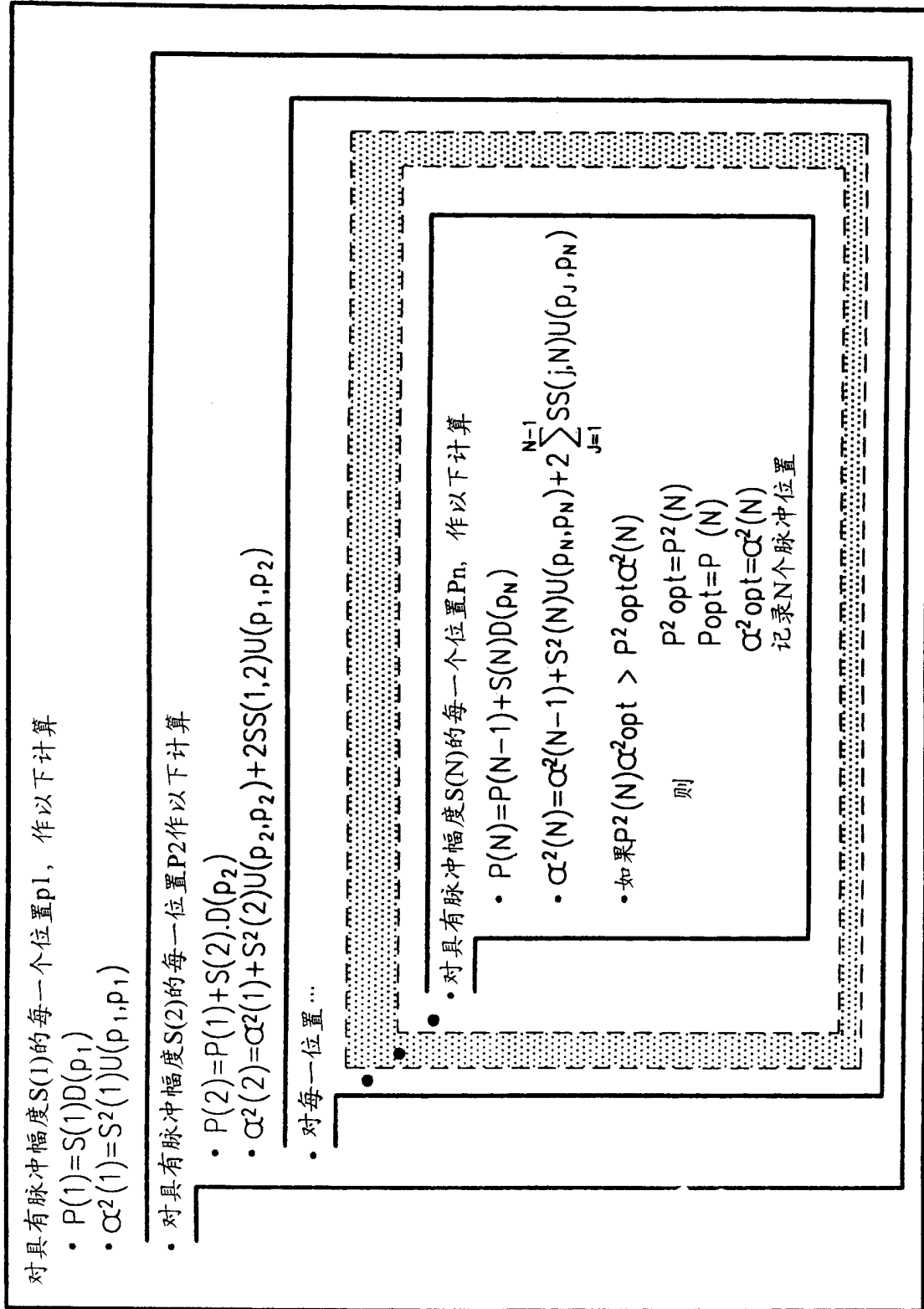


图 4

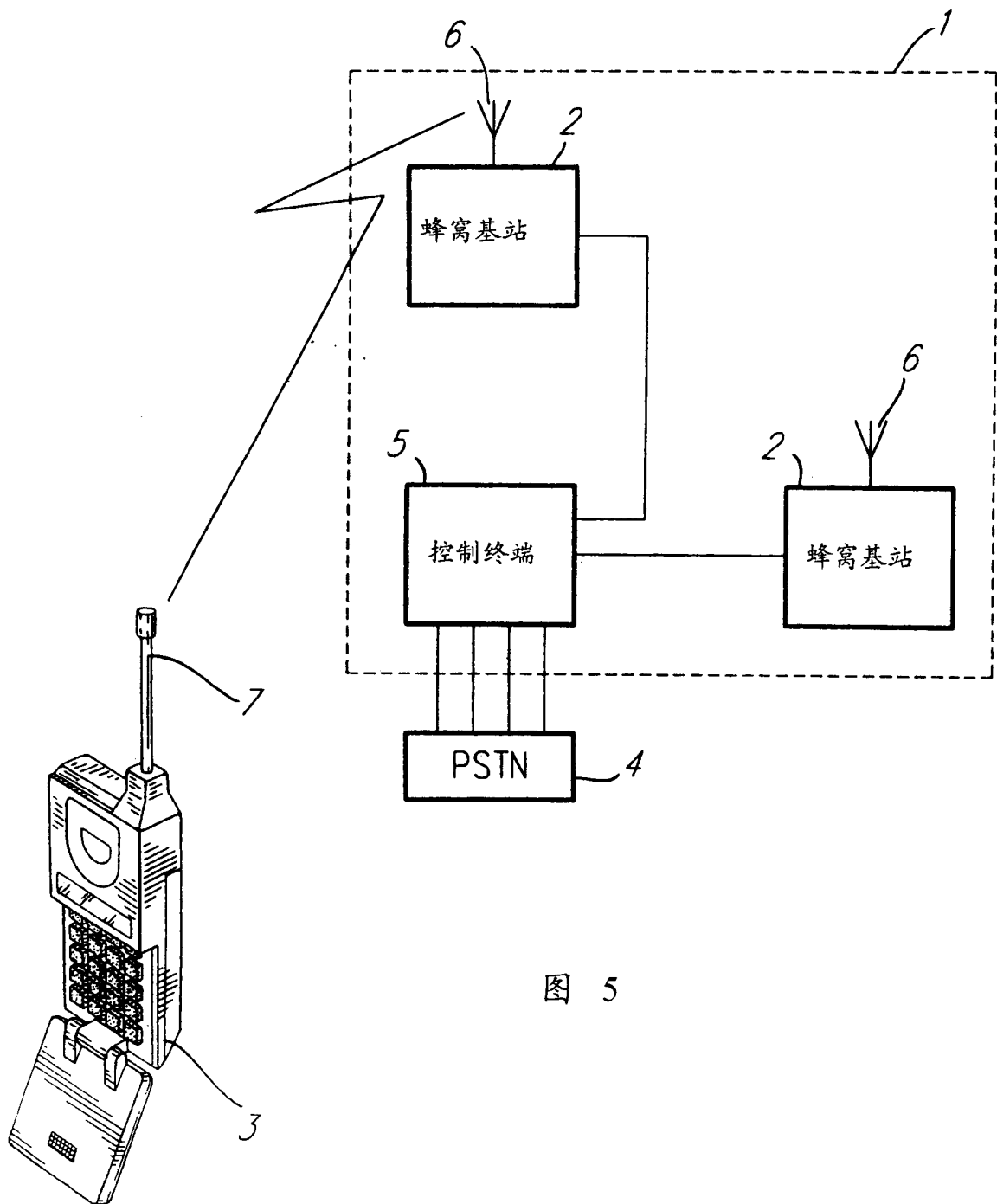


图 5