

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>6</sup>

G10L 3/02  
G10L 9/14

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97193710.9

[43]公开日 1999年4月28日

[11]公开号 CN 1215490A

[22]申请日 97.4.3 [21]申请号 97193710.9

[30]优先权

[32]96.4.10 [33]SE [31]9601351-1

[86]国际申请 PCT/SE97/00569 97.4.3

[87]国际公布 WO97/38416 英 97.10.16

[85]进入国家阶段日期 98.10.9

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 E·埃库登

D·布里亨蒂

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

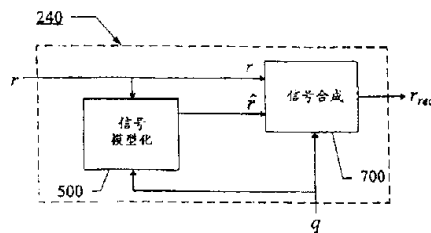
代理人 王勇 王岳

权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图页数 9 页

[54]发明名称 再现接收语音信号的方法和装置

[57]摘要

本发明涉及再现接收语音信号(r)的方法和装置,接收语音信号(r)在受到如噪声、干扰或衰落这样扰动的无线电信道上被传输。使来自这些扰动影响最小的语音信号( $r_{rec}$ )由对应于接收语音信号(r)的预期特征值的估计语音信号( $\hat{r}$ )产生,估计语音信号( $\hat{r}$ )在信号模型化电路(500)中按照线性预测的再现模型被产生。接收语音信号(r)和估计语音信号( $\hat{r}$ )按照由质量参数q确定的可变比率在信号组合电路(700)中被组合。质量参数q可以按干扰无线电信号或比特差错率信号或坏帧指示的比例交替地建立在测量接收无线电信号功率电平,所要求的无线电信号的接收功率电平的估计值的基础上,所要求无线电信号功率电平,它可根据已经某个无线电信道传输的并代表接收语音信号的数据信号计算得到。



ISSN 1000-8424

## 权 利 要 求 书

1. 利用信号模型 (500) 和质量参数 ( $q$ ) 从接收信号 ( $r$ ) 再现语音信号的方法, 特征为通过所说的信号模型 (500) 的媒介建立估计的信号 ( $\hat{r}$ ), 其对应于接收信号 ( $r$ ) 的预期特征值; 组合所说的接收信号 ( $r$ ) 和所说的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 并形成再现语音信号 ( $r_{\text{rec}}$ ), 其中所说的质量参数 ( $q$ ) 决定按其组合形成的比率 ( $\alpha$ 、 $\beta$ )。

2. 根据权利要求 1 的方法, 特征为将质量参数 ( $q$ ) 建立在接收信号 ( $r$ ) 的测量功率电平 (RSS、 $\gamma$ ) 的基础上。

3. 根据权利要求 1 的方法, 特征为按对扰动信号 ( $I$ ) 的信号电平的比例  $C/I$  将质量参数 ( $q$ ) 建立在所说接收信号 ( $r$ ) 的估计接收信号电平 ( $C$ ) 的基础上。

4. 根据权利要求 1 的方法, 特征为将所说的质量参数 ( $q$ ) 建立在比特差错率 (BER) 的基础上, 所说的比特差错率 (BER) 已据所说的信号 ( $r$ ) 的一个数字表示计算得到。

5. 根据权利要求 1 的方法, 特征为将所说的质量参数 ( $q$ ) 建立在一坏帧指示 (BFI) 的基础上, 所说的坏帧指示器 (BFI) 已从所说的信号 ( $r$ ) 的一个数字表示计算得到。

6. 根据权利要求 1-5 中的任何一个的方法, 特征为将所说的信号模型 (500) 建立在所说的接收信号 ( $r$ ) 的线性预测 (LPC/LTP) 的基础上。

7. 根据权利要求 6 的方法, 特征为所说的线性预测 (LPC/LTP) 产生标志所说的接收信号 ( $r$ ) 的一个短期预测 (STP) 的系数。

8. 根据权利要求 6 或 7 的方法, 特征为所说的线性预测 (LPC/LTP) 产生标志所说的接收信号 ( $r$ ) 的一个长期预测 (LTP) 的系数。

9. 根据权利要求 6-8 中的任何一个的方法, 特征为所说的线性预测 (LPC/LTP) 产生放大值 ( $b$ ), 它关系到所说的估计的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 的历程 ( $\hat{e}(n+1)$ 、 $\hat{e}(n+2)$ 、 $\dots$ 、 $\hat{e}(n+N)$ )。

10. 根据权利要求 6-9 中的任何一个的方法, 特征为所说的线性预测 (LPC/LTP) 包含关于接收信号 ( $r$ ) 将被假定为代表语音信息还是代表非语音信息类信息的信息 ( $C$ )。

11. 根据权利要求 6-10 中的任何一个的方法, 特征为所说的线



性预测 (LPC/LTP) 包含关于所说的信号 (r) 将被假定代表发声声音还是代表不发声声音的信息 (C)。

5 12. 根据权利要求 6-11 中的任何一个的方法, 特征为所说的线性预测 (LPC/LTP) 包含关于所说的接收信号 (r) 将被假定是局部稳态的还是局部瞬态的信息 (C)。

13. 根据权利要求 1-12 中的任何一个的方法, 特征为所说的接收信号 (r) 是一个采样和量化的模拟调制和传输的语音信号。

14. 根据权利要求 1-12 中的任何一个的方法, 特征为所说的接收信号 (r) 是一个数字调制和传输的编码信号。

10 15. 根据权利要求 1-12 中的任何一个的方法, 特征为所说的接收信号 (r) 由译码自适应差分脉码调制 (ADPCM) 信号产生。

16. 根据权利要求 1-12 中的任何一个的方法, 特征为所说的接收信号 (r) 通过译码对数脉冲编码调制 (PCM) 信号产生。

15 17. 根据权利要求 1 的方法, 特征为所说的比率 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) 从只标志所说的接收信号 (r) 到只标志所说的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 是可变化的。

18. 根据权利要求 17 的方法, 特征为, 从只是所说的接收信号 (r) 到只是所说的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 的过渡发生在所说的接收信号 (r) 的连续抽样的至少一数 ( $n_t$ ) 的过渡期间 ( $t_t$ ), 在其间对于所说的接收信号 (r) 的质量参数 (q) 低于预定的质量值 ( $r_t$ )。

20 19. 根据权利要求 17 的方法, 特征为, 从只是所说的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 到只是所说的接收信号 (r) 的过渡发生在所说的接收信号 (r) 的连续抽样的至少一数 ( $n_t$ ) 的过渡期间 ( $t_t$ ), 在其间对于所说的接收信号 (r) 的质量参数 (q) 超过预定的质量值 ( $\gamma_t$ )。

25 20. 根据权利要求 17 的方法, 特征为所说的过渡期间 ( $t_t$ ) 的持续时间是由预定的但是可变的过渡值 ( $n_t$ ) 决定。

30 21. 为从接收信号 (r) 再现语音信号并包括信号模型化单元 (500) 的装置, 其特征 R 该信号模型化单元 (500) 起产生对应于所说接收信号 (r) 的预期特征值的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 的作用; 该单元包括信号合成单元 (700), 其起组合所说的接收信号 (r) 和所说的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 的作用; 该单元包括信号组合单元 (700), 其起组合所说的接收信号 (r) 和所说的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 并借此形成再现语音信号 ( $r_{rec}$ ) 的作用, 其中按其实现组合的比率 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) 由质量参数 (q)



确定。

22. 根据权利要求 21 的装置, 特征为在所说的信号组合单元 (700) 中的处理器 (710) 根据对于每个所说的接收信号 ( $r$ ) 的抽样的所说的质量参数 ( $q$ ) 值传送第一加权系数 ( $\alpha$ ) 和第二加权系数 ( $\beta$ )。

23. 根据权利要求 22 的装置, 特征为, 信号组合单元 (700) 起形成所说的接收信号 ( $r$ ) 的第一加权值 ( $\alpha r$ ) 和为形成所说的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 的第二加权值 ( $\alpha \hat{r}$ ) 的作用, 第一加权值 ( $\alpha r$ ) 通过在第一乘法单元 (720) 中用所说的第一加权系数 ( $\alpha$ ) 乘所说的接收信号 ( $r$ ) 被形成, 第二加权值通过在第二乘法单元 (730) 中用所说的第二加权系数 ( $\beta$ ) 乘所说的估计信号 ( $\hat{r}$ ) 被形成, 其中第一 ( $\alpha r$ ) 和第二 ( $\beta \hat{r}$ ) 按照所说的比率 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) 加权在第一求和单元 (740) 中被组合, 并在其中所说的再现信号 ( $r_{rec}$ ) 形成第一相加信号。

24. 根据权利要求 23 的装置, 特征为, 储存在所说的处理器 (710) 中的过渡值 ( $n_t$ ) 标志所说接收信号 ( $r$ ) 连续抽样的最小数目, 在其间所说的第一加权系数 ( $\alpha$ ) 能从一个最高值到一个最低值被递减, 而所说的第二加权系数 ( $\beta$ ) 能从一个最低值到一个最大值被递增。

25. 根据权利要求 23 的装置, 特征为, 储存在所说的处理器 (710) 中的过渡值 ( $n_t$ ) 标志所说接收信号 ( $r$ ) 连续抽样的最小数目, 在其间所说的第一加权系数 ( $\alpha$ ) 能从一个最低值到一个最高值被递增, 而所说的第二加权系数 ( $\beta$ ) 能从一个最高值到一个最低值被递减。

26. 根据权利要求 24 或 25 的装置, 特征为, 所说的最高值等于 1, 而所说的最低值等于 0; 所说的第一加权系数 ( $\alpha$ ) 和所说的第二加权系数 ( $\beta$ ) 之和 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) 等于 1。

27. 根据权利要求 21-26 中的任何一个的装置, 特征为, 信号模型化单元 (500) 包括一分析单元 (520), 其按照线性预测的信号模型 (LPC/LTP) 建立参数 ( $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $L$ ), 这些参数依赖于所说的接收信号 ( $r$ ) 的某些特性。

28. 根据权利要求 27 的装置, 特征为所说的参数 ( $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $L$ ) 包括第一数字滤波器 (510) 和第二数字滤波器 (580) 的滤波系数 ( $a$ ), 两滤波器各自的传递函数  $A(z)$ 、 $1/A(z)$  互为倒数。

29. 根据权利要求 28 的装置, 特征为, 第一数字滤波器 (510)



是逆滤波器(A(2));第二数字滤波器(580)是组合滤波器(1/A(2))。

30. 根据权利要求 21-26 中任何一个的装置,特征为信号模型化单元(500)包括第一数字滤波器(510)和第二数字滤波器(580),两滤波器各自的传递函数(A(2)、1/A(2))互为倒数。

5 31. 根据权利要求 30 的装置,特征为第一数字滤波器(510)具有高通滤波器的特性;第二数字滤波器(580)具有低通滤波器的特性。

32. 根据权利要求 28-31 中的任何一个的装置,特征为所说的第一数字滤波器(510)起滤波所说的接收信号(r)以此产生残留信号(R)作用。

10 33. 根据权利要求 32 的装置,特征为,所说的信号模型化单元(500)包括一激励产生单元(530)和一状态机器(540),所说的激励产生装置(530)起产生基于三个所说的参数(b、c、L)和第二相加信号(C)的估计信号( $\hat{r}$ )的作用,而所说的状态机器(540)起产生基于所说的质量参数(q)和所说的参数(C)中的一个的控制信号(S1-S6)的作用。

34. 根据权利要求 33 的装置,特征为所说的信号模型化单元(500)包括第二求和单元(570),其起将第三所说的残留信号(R)的加权值( $S_5R$ )同第 4 加权值( $S_6\hat{r}$ )组合以此产生所说的第 2 相加信号(C)的作用。

35. 根据权利要求 34 的装置,特征为所说的第二数字滤波器(580)起滤波所说的第二相加信号(C)以此产生所说的估计信号( $\hat{r}$ )的作用。

36. 根据权利要求 34-35 中的任何一个的装置,特所说的激励产生单元(530)包括一存储缓冲器(620)和一随机发生器(630)。

37. 根据权利要求 36 的装置,特征为所说的存储缓冲器(620)起存储所说的相加信号(C)的历程值( $\hat{e}(n+1)$ 、 $\hat{e}(n+2)$ 、...、 $\hat{e}(n+N)$ )的作用。

38. 根据权利要求 37 的装置,特征为所说的存储缓冲器(620)基于两个所说的参数(b、L)产生表示发声语音声音的第一信号(Hv)的作用。

39. 根据权利要求 38 的装置,特征为所说随机发生器(630)基



于所说的控制信号 (S2) 产生表示不发声语音声音的第二信号 (Hu) 的作用。

40. 根据权利要求 39 的装置, 特征为第三求和装置 (660), 起将所说的第一信号 (Hv) 的第三加权值 ( $S_3H_v$ ) 同所说的第二信号 (Hu) 的第四加权值 ( $S_4H_u$ ) 组合以此形成所说的估计信号 ( $\hat{K}$ ) 的作用。

41. 根据权利要求 21 - 40 中的任何一个的装置, 特征为所说接收信号 (r) 是被采样和量化的模拟传输语音信号。

42. 根据权利要求 21 - 40 中的任何一个的装置, 特征为所说的接收信号 (r) 是数字调制和传输的编码信号。

43. 根据权利要求 42 的装置, 特征为所说的接收信号 (r) 通过译码自适应差分脉码调制 (ADPCM) 信号产生。

44. 根据权利要求 42 的装置, 特征为所说的接收信号 (r) 通过译码对数脉冲编码调制 (PCM) 信号产生。



# 说明书

## 再现接收语音信号的方法和装置

### 发明的领域

5 本发明涉及再现已经无线电信道传输的语音信号的方法。无线电信道传输或者全模拟的语音信息，或者数字编码的语音信息。然而在这后者的情况下，语音信息不是用线性预测编码被编码后的语音；换句话说，并未规定语音信息已在发射机侧的线性预测语音编码器中被处理。更具体地说，本发明涉及一种这样的再生语音信号方法，亦即，  
10 从一个或许已受到如噪声、干扰或衰落这样扰动的接收语音信号，再生一个语音信号，使其对这些扰动的的影响减至最小程度。

本发明也涉及实现该方法的装置。

### 技术背景的说明

我们知道，在从一个发射机到一个接收机的数字化语音信息传输  
15 中，接着线性预测方法在发射机侧编码和译码又在接收机侧译码语音信息。LPC（线性预测编码）是一个有力的分析语音信息的方法，因为它能使良好的语音质量在低位速率上得到。同时，当计算上是比较有效时，LPC 产生可靠的语音参数估计。全速率改进语音编码器的 GSM EFR（GSM = 全球移动通信系统；EFR = 加强全速率）、GSM 标准构成  
20 一个 LPC 的例子。这种编码能使一个可能已经无线电发送的语音信号的接收机校正某些类型在传输中出现的差错和隐蔽其他类型的差错。在下列文献中所介绍的帧替换和差错减小或抑制方法能够作为这种处置的例子被提到：草案 GSM EFR 06、61，“加强全速率语音通读信道丢失帧的替换和减少”，ETSI 电子技术标准协会，1966 年；  
25 国际通信联盟第 15 研究组对问题 5/15 的文献，“为帧消除隐蔽的 G. 728 译码器改进”，AT&T（美国电话电报公司），1995 年 2 月，其根据 G728 标准，利用低延迟 - 码激发线性预测（LD - CELP）以 16 千比特/秒语音的编码”，国际通信联盟，日内瓦，1992 年。例如，美国  
30 专利说明书 5, 233, 660 示教一种根据 LD - CELP 原理工作的数字语音编码器和语音译码器。

因为语音信息是按替换编码算法，例如脉冲编码调制（PCM）被编码，所以知道当差错出现在一给定的数据字中时重复在前面的数据



字。在下列论文中介绍了在发射机和接收机之间的 PCM 传输中丢失的语音信息如何在接收机侧用从较早接收的信息中提取的信息来代替：David J. Goodman 等，“在打包语音通信中为恢复缺失的语音段的波形替代技术”，关于声学、语音及信号处理的 IEEE 会刊，ASSP - 34 卷，第 6 期，1986 年 12 月，1440 - 1447 页。

在语音信息按自适应差分脉码调制 (ADPCM) 进行调制的系统情况下，已知有若干方法抑制差错和限制高信号幅度，其中编码滤波器的状态被修改。M. Suzuki 和 S. Kubota 在下列论文中介绍了当数据被有差错地传输时在语音信息的 ADPCM 传输中衰减接收信号的一个方法：“用于个人通信系统的语音传输质量改进方案—超级静噪方案”，国家电话电报无线系统研究所，第 4 卷，1995 年 713 - 717 页。

#### 发明的概要

本发明对在模拟无线电通信系统中和在某些数字无绳电信系统中，例如 DFCT (数字欧洲无绳电信)，在这些系统中无线电信号受到扰动所产生的那些问题提供一个解决方法，一个这样问题的例子是，当接收的模拟无线电信号例如由于衰落变得太弱而被淹没在噪声中时出现的喀呖声。

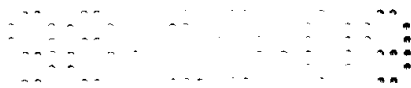
另一个问题的例子是，当由于记录在最后接收的数据字中的差错而重复数字化语音信号中的前面的数据字时所产生的喀呖声和“噼啪”声。

再一个问题涉及当一个接收的数字化语音信号由于接收数据字中差错率太高而被静噪或抑制时出现的中断。

因此，本发明的一个目的是从一个接收的语音信号中建立一个扰动影响最小的语音信号。接收的语音信号在从发射机到接收机的传输期间或许已受到一些扰动。这些扰动也许由例如噪声、干扰或衰落所引起。

按照所提出的本发明，借助于信号模型化从接收的语音信号产生出一个估计信号达到上述目的，这估计信号决定于表示接收语音信号质量的质量参数。然后接收语音信号和估计语音信号按照也由所说的质量参数所决定的变量关系式被合成，并形成一個再现的语音信号。当接收条件引起接收语音信号的语音质量变化时，前面所说的关系式被改变，再现的语音信号质量被恢复，而获得基本上均匀一致的或者





说恒定的质量。本发明的方法的特征在于由下列中权利要求 1 中所述的特征表示。

5 一个所提出的装置起从一个接收的语音信号再现一个语音信号的作用。该装置包括一个信号模型化单元和一个信号合成单元。在信号模型化单元中，建立对应于接收语音信号的预期特征值的估计语音信号；在信号合成单元中，接收信号和估计语音信号按照由质量参数决定的变量关系式被合成。所提出的设备的特征由权利要求 20 中所述的特征表示。

10 通过利用语音信号的统计特性再现接收的模拟或数字语音信号，经历接收机的语音质量能够明显得到改善。如果同借助于以前已知的解决方法分别在利用 PCM 传输或 APPCM 传输的模拟系统和数字系统中迄今有可能得到的语音质量相比较。

15 因为接收语音信号的再现考虑了语音信号的统计特性，有可能避免当由于记录在最后接收的数据字中的差错，重复语音信号中前一个数据字时，例如在 PCM 传输和 APPCM 传输中产生的喀咧和啞啞声。

当一个接收的数字语音信号由于接收的数据字中的差错率过高而被静噪时出现的中断，也能通过代之在这样场合只利用由所提出的方法得到的估计语音信号而被避免。

#### 附图的简要说明

20 图 1 说明以一个已知的方式借助于线性预测编码 (LPC) 的语音信息的编码和译码；

图 2 说明语音信息原则上是如何按照所提出的方法被传送、接收和再现；

图 3 说明能够以本发明的方法被使用的一个信道模型的例子；

25 图 4 是说明图 2 中信号再现单元的方框原理图；

图 5 是说明图 4 中所提出的信号模型化单元的方框原理图；

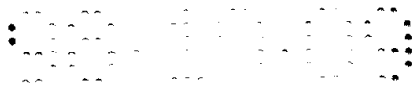
图 6 是说明图 5 中的激励产生单元的方框原理图；

图 7 是说明图 4 中所提出的信号合成单元的方框原理图；

30 图 8 是说明适用于图 7 中的信号合成单元的本发明信号合成方法的第一实施例的流程图；

图 9 说明当遵循图 8 中的流程图时能够得到的结果的一个例子；

图 10 是说明适用于图 7 中的信号合成单元的本发明信号合成方



法的第二实施例的流程图;

图 11 说明当遵循图 10 中的流程图时能够得到的结果的一个例子;

5 图 12 说明一个关于接收语音信号的质量参数如何在接收语音抽样的时序上变化的例子;

图 13 是说明参见图 12 中接收语音信号的信号幅度的图;

图 14 是说明图 13 中所示的语音信号的信号幅度的图, 所说的语音信号已按照所提出的方法被再现;

10 图 15 是说明本旭有的信号再现单元在一个模拟收发设备中应用的方框原理图; 以及

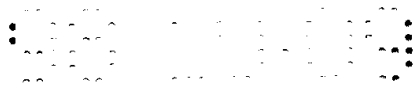
图 16 是说明本旭有的信号再现单元在一个收发设备中应用的方框原理图, 所说的收发设备供发射和接收数字化语音信息用。

现在将参照所提出的本发明的实施例和附图更详细地说明本发明。

15 优选实施例的详细说明

图 1 说明用一个已知的方式借助于线性预测编码 (LPC) 以语音信息  $S$  形式的人的语音编码。线性预测编码 (LPC) 假定语音信号  $S$  可想像由位于共振管 110 中的音频发生器 100 产生。音频发生器 100 在人的声带和气管中找到对应性, 声带和气管连同口腔构成共振管 20 110。音频发生器 100 以参数强度和频率表示其特征, 并用该语音模型激励  $e$  被标志又按沅信号  $K$  被表示。共振管 110 以其共振频率 (所谓的共振峰) 表示其特征, 共振峰按短期谱  $1/A$  描述。

在线性预测编码过程 (LPC) 中, 通过估计和消除基本短期谱  $1/A$  以及计算信号的剩余部分的激励  $e$ , 即强度和频率, 语音信号  $S$  在分析单元 120 中被分析。短期谱  $1/A$  的消除是在所谓逆滤波器 140 中实现的。逆滤波器 140 有传递函数  $A(z)$ , 它借助于矢量  $a$  的系数执行。矢量  $a$  根据语音信号  $S$  在 LPC 分析单元 180 中被建立。残留信号, 即逆滤波器的输出信号被标志为残留信号  $R$ 。分别描述残留信号  $R$  和短期谱  $1/A$  的系数  $e(n)$  和副信号  $c$  被传递到合成器 130。语音信号  $\hat{S}$  是 25 通过一个过程在合成器 130 中再现的, 这个过程是当在分析单元 120 中编码时所使用的过程的逆过程。在激励分析单元 150 中通过分析得到的激励  $e(n)$  被用于在激励单元 160 ( $\hat{e}$ ) 产生估计沅信号  $\hat{K}$ 。由矢量 30



A 中的系数描述的短期谱  $1/A$  借助于自副信号  $c$  的信息在 LPC 合成器 190 中产生。矢量  $A$  则被用于产生具有代表共振管 110 的传递函数  $1/A(z)$  的合成滤波器 170, 通过合成滤波器 170 估计语音信号  $\hat{r}$  被送出并以此产生再现语音信号  $\hat{s}$ 。因为语音信号  $S$  的特性随时间变化, 所以必须重复上述过程每秒 30 到 50 次以便达到可接受的语音质量和良好的压缩。

线性预测编码 (LPC) 的基本问题在于从语音信号  $S$  确定短期谱  $1/A$ 。该问题借助于一个微分方程来解决, 这个微分方程对于语音信号  $S$  的每个抽样按前面抽样的一个线性组合来表示该抽样。这就是为何这个方法被称为线性预测编码 (LPC) 的原因。在描述短期谱  $1/A$  的微分方程中的系数  $a$  必须在 LPC 分析单元 180 中进行的线性预测分析中估计, 这个估计按使实际的语音信号  $S$  和预测的语音信号  $\hat{s}$  间差  $\delta S$  的均方值最小来进行。最小化问题按下述的两个步骤来解决。首先计算一个系数值的矩阵, 然后按着保证收敛和唯一解的方法求解一组线性方程 (所谓预测器方程)。

当产生语音声音时, 共振管 110 足能代表气管和口腔, 然而在鼻音声音的情况下, 鼻构成横向腔, 其不能被模型化成共振管 110。但是, 这些声音的某些部分能够被剩余信号  $R$  捕获, 而其余部分不能借助于简单的线性预测编码 (LPC) 被正确地传输。

某些共振声音由导致啸噪声的扰动气流产生。这种声音也能在预测器方程中被表示, 然而这种表示将稍有不同, 因为如与发声声音不同那样, 这种声音不是周期的。因此, 算法 LPC 必须用各自的语音帧判定声音是否是最经常在元音的情况下的发声声音, 或者是如在一些辅音的情况下的不发声声音。如果一给定的声音被判断为一发声声音, 它的频率和强度被估计; 反之, 如果该声音被判断为不发声声音, 只强度被估计。通常, 频率用一个数字值表示, 而强度用另一个数字值表示, 关于有关声音类型的信息借助于信息位被给出, 例如, 当声音是发声的时信息位被置成逻辑 1, 而当声音是不发声的时信息位置成逻辑 0。这些数据被包含在由 LPC 分析单元 180 产生的副信号  $C$  中。其他能在 LPC 分析单元 180 中产生并在副信号  $C$  中包含的信息是分别表示语音信号  $S$  的短期预测 (STP) 和长期预测 (LTP) 的系数; 与较前传输的信息有关的放大值; 分别与语音声音和非语音声音



有关的信息；以及关于语音信号是局部稳态的还是局部瞬态的信息。

由发声和不发声声音的组合构成的语音声音不能被简单的线性预测编码 (LPC) 适当地表示。因此，当再现语音信号  $\hat{S}$  时，这些声音将被有些差错地复制。

5 当从语音信号  $S$  确定短期谱  $1/A$  时总不可避免地出现的那些差错造成比理论上需要得多的信息被编码到残留信号  $R$  中。例如，较早提到的鼻音声音将用残留信号  $R$  表示。这本身又造成残留信号  $R$  包含关于语音声音将如何发声的必要信息。线性预测语音合成在没有这种信息时会给出不令人满意的结果。于是，为达到高的语音质量有必要传输残留信号  $R$ 。这通常用包括一个包含最典型的残留信号  $R$  的表的所谓代码簿来实现。当编码时，每个得到的残留信号  $R$  同所有出现在代码簿上的值比较，与计算值最接近的那个值被选取。接收机有一个与由发射机使用的代码簿相同的代码簿，因此，只标志有关残留信号  $R$  的代码  $VQ$  需要被传输。在接收该信号时，对应于代码  $VQ$  的残留信号值  $R$  被从接收机的代码簿中取出，相应的合成滤波器  $1/A(Z)$  被产生。这种类型的语音传输被称为代码激励线性预测 (CELP)。代码簿必须是足够大以致包括所有残留信号  $R$  的必需变量，同时又要尽可能小，因为这会减少代码簿的检索时间和使现行的代码变短。通过用两个小的代码簿，一个是永久的而另一个修改的，能使许多代码被得到，也能使检索被很快地进行。永久代码簿包含多数的典型残留信号值  $R$ ，并能因此而被做得比较小。修改的代码簿源是空的，逐渐地被填充以较早的残留信号值  $R$ ，其有不同的延迟周期。修改的代码簿将起如移位寄存器那样的作用，延迟值将确定所发生的声音的音调。

25 图 2 表示语音信息  $S$  如何按照所提出的方法被传送、接收和再现。进来的语音信号  $S$  在发射机 200 里的调制单元 210 中被调制。然后，调制信号  $S_{mod}$  例如经无线电联络被发送到接收机 220。但是，在其传输期间调制信号  $S_{mod}$  很可能会受到不同类型的扰动  $D$ ，例如其中包括噪声、干扰和衰落。在接收机 220 接收的信号  $S'_{mod}$  将从而不同于被从发射机 200 传输的信号  $S_{mod}$ 。接收的信号  $S'_{mod}$  在解调单元 30 230 中被解调，借此产生接收的语音信号  $r$ 。解调单元 230 也产生质量参数  $q$ ，其标志接收信号  $S'_{mod}$  的质量并借此非直接地标志接收语音信号  $r$  的预期语音质量。信号再现单元 240 根据接收语音信号  $r$  和

质量参数  $q$  产生基本上均匀的或恒定质量的再现语音信号  $r_{rec}$ 。

5 调制信号  $S_{mod}$  可以是射频调制信号，其或者是例如用频率调制 (FM) 的完全模拟调制的，或者是按照 FSK (频移键控)、PSK (相移键控) 和 MSK (最小移位键控) 等原理之一的数字调制的。发射机和接收机可以被包含在移动台和基地台中。

无线电信道受到的扰动常常起源于无线电信号的多路径传播。由于多路径传播的结果，信号强度将在给定点由两个或更多个从发射机传播了不同距离并因而互相相对时移的无线电射束之和组成。依据时移情况，无线电射束可以被相长或相消地相加。在相长相加的情况下，无线电信号被加强；在相消相加的情况下，无线电信号被减弱；在最坏的情况下，所说的信号被完全消除。描述这种类型的无线电环境的信道被称为雷利 (Rayleigh) 模型，并在图 3 被举例说明。信号强度  $\gamma$  按沿图的垂直轴的对数标度被给出，而时间  $t$  按沿水平轴的线性标度被给出。数值  $\gamma_0$  表示信号强度  $\gamma$  的长期平均值， $\gamma_c$  表示这样的信号电平，在这个信号电平上信号强度  $\gamma$  是如此地低以致引起被传递的语音信号的扰动。在分别的时间间隔  $t_A$  和  $t_B$ ，接收机位于这样地点，在这里两个或更多个无线电射束被相消相加，无线电信号受到所谓衰落下陷的影响，尤其在这些时间间隔期间，估计形式的接收语音信号的使用适于按照本发明的方法再现所说的信号。如果接收机经静止的无线环境以一恒定的速度运动，2 个直接相邻的衰落下陷  $t_A$  和  $t_B$  之间的距离  $\Delta t$  将是大致不变的，并且  $t_A$  将是与  $t_B$  同数量级的， $\Delta t$  和  $t_A$  及  $t_B$  都依赖于接收机的速度和无线电信号的波长。两个衰落下陷之间的距离通常是一个  $1/2$  波长，即在 900Mhz 的载频上大约 17 厘米。当接收机以 1 米/秒的速度运动时， $\Delta t$  粗略地等于 0.17 秒，一个衰落下陷很少会有大于 20 毫秒的持续时间。

图 4 一般地说明在图 2 中的信号再现单元 240 如何按照所提出的方法产生再现的语音信号  $r_{rec}$ 。接收语音信号  $r$  被取入信号模型化单元 500，在其中产生估计语音信号  $\hat{r}$  被一个单一的信号合成单元 700 接收，在其中信号  $r$  和  $\hat{r}$  按照一可变比率被合成。被实现的合成比率由质量参数  $q$  决定，质量参数  $q$  也取入信号合成单元 700。质量参数  $q$  也被信号模型化单元 500 使用，在那里它控制估计语音信号  $\hat{r}$  被产生的方法。质量参数  $q$  可以根据测得的接收信号强度 (RSS)，所求的

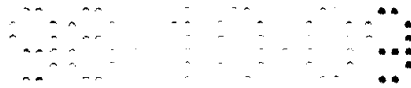


无线电信号的信号电平  $C$  ( $C$  = 载波) 对扰动信号的信号电平  $I$  ( $I$  = 干扰) 的比率  $C/I$  的估计, 或比特差错率信号, 或从接收到的无线电信号产生的坏帧信号来估计。再现语音信号  $r_{\text{rec}}$  作为加权的接收语音信号  $\gamma$  值和加权的估计语音信号  $\hat{i}$  值之和被从信号合成单元 700 输送。  
5 这里, 对于  $\gamma$  和  $\hat{i}$  的各自加权能够被如此改变, 以致使再现语音信号  $r_{\text{rec}}$  能完全由信号  $\gamma$  之一和  $\hat{i}$  的任何一个组成。

图 5 是说明在图 4 中的信号模型化单元 500 的方框原理图。接收语音信号  $r$  被取入逆滤波器 510, 在这里信号  $r$  按照传递函数  $A(Z)$  被逆滤波, 在这里, 短期谱  $1/A$  被消除并残留信号  $R$  被产生。逆滤波  
10 系数  $a$  根据接收语音信号  $r$  在 LPC/LTP 分析单元 520 中被产生。滤波系数  $a$  也被传送到具有传递函数  $1/A(Z)$  的合成滤波器 580。LPC/LTP 分析单元 520 分析接收语音信号  $r$  并产生副信号  $c$  和数值  $b$  及  $L$ , 它们分别标志信号  $r$  的特性和构成激励产生单元 530 的控制参数。副信号  $c$  包含于信号  $r$  的分别与短期预测 (STP) 和长期预测 (LTP) 有关  
15 的信息; 控制参数  $B$  的适当放大值, 有关于分别与语音声音和非语音声音的信息, 以及有关于信号  $r$  是局部稳态的还是局部瞬态的信息。并且, 副信号  $c$  被传送到状态机器 540, 数值  $b$  和  $L$  被送到激励产生单元 530, 在这里产生估计沉信号  $\hat{k}$ 。

LPC/LTP 分析单元 530 和激励产生单元 530 以控制信号  $S1$  和  
20  $S2$ 、 $S3$  和  $S4$  为媒介, 分别被状态机器 540 控制, 状态机器 540 的输出信号  $S1 - S6$  依赖于质量参数  $q$  和副信号  $c$ 。质量参数  $q$  以控制信号  $S1 - S4$  为媒介, 总体地控制 LPC/LTP 分析单元 520 和激励产生单元 530, 控制的方式是这样: 如果接收信号  $r$  的质量在一特定值以下, 信号  $r$  的长期预测 (LTP) 将不被修改; 以及, 估计沉信号  $\hat{k}$  的幅度正  
25 比于信号  $r$  的质量。状态机器 540 也传送加权系数  $S5$  和  $S6$  到各自的乘法器 550 和 560, 在其中残留信号  $R$  和估计沉信号  $\hat{k}$  在求和单元 570 中被求和之前被加权。

质量参数  $q$  通过状态机器 540 和加权系数  $S5$  和  $S6$  为媒介控制按  
30 其残留信号  $R$  和估计沉信号  $\hat{k}$  将在求和单元 570 中被合成并形成相加信号  $c$  的比率。使得接收语音信号  $r$  的质量越高, 对于残留信号  $R$  的加权系数  $S5$  越大, 对于估计沉信号  $\hat{k}$  的加权系数  $S6$  越小。加权系数  $S5$  随降低接收语音信号  $r$  的质量而被减小, 而加权系数  $S6$  被增加到



相应程度，所以  $S_5$  和  $S_6$  的和将总是不变的。相加信号  $c$  ( $c=S_5R+S_6\hat{k}$ ) 在合成滤波器 580 中被滤波，以此形成估计语音信号  $\hat{r}$ 。信号  $c$  也被返回到激励产生单元 530，在这里被储存以代表经历的激励值。

5 由于逆滤波器 510 和合成滤波器 580 具有固有的记忆性质，很有利的是，在接收语音信号  $r$  的质量过低期间不按照这个信号的性质修改这些滤波器的系数。这样的修改有可能会产生导致滤波参数  $a$  的非最佳设置，这又会导致低质量的估计信号  $R$ ，甚至在接收语音信号  $r$  已呈现较高的水平后的某个时间。因此，按照本发明的一精选的变型，状态机器 540 以第 7 和第 8 控制信号为媒介，分别建立接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  的加权值。这些值为当质量参数  $q$  低于预定值  $q_c$  时  
10 允许 LPC/LPT 分析基于估计语音信号  $\hat{r}$  而不是基于接收语音信号  $r$  和当质量参数  $q$  超过值  $q_c$  时允许 LPC/LPT 分析基于接收语音信号  $r$  被相加和被利用。当  $q$  稳定地在  $q_c$  以上时，第 7 控制信号总是被置到逻辑 1，而第 8 信号总是被置到逻辑 0；反之，当  $q$  稳定地在  $q_c$  以下时，  
15 第 7 控制信号被置到逻辑 0，而第 8 信号被置到逻辑 1。在中间过渡期间，状态机器 540 配置 0 和 1 之间的值给与当前质量参数  $q$  值有关的控制信号。但是，所说的控制信号之和总是等于 1。

逆滤波器 510 和合成滤波器 580 的传递函数总是互为倒数，即  $A(z)$  和  $1/A(z)$ 。按着一个简化的本发明实施例，逆滤波器 510 是一个具有固定滤波系数  $a$  的高通滤波器，而合成滤波器 58d 是一个基于相同的固定滤波系数  $a$  的低通滤波器。在这个简化的本发明的变型中，LPC/LTP 分析单元 520 总是如此传送相同的滤波系数  $a$ ，与接收的语音信号  $r$  的出现无关。

图 6 是说明在图 5 中的激励产生单元的方框原理图。数值  $b$  和  $L$   
25 被取入控制单元 610，它由来自状态机器 540 的信号  $S_2$  控制。数值  $b$  标志一个给定的从存储缓冲器 620 的抽样  $\hat{e}(n+1)$  将被乘以的系数，而  $L$  标志对应于激励的历程中向后  $L$  个抽样步的移位，由其将取给定的激励  $\hat{e}(n)$ 。从信号  $c$  的激励历程  $\hat{e}(n+1)$ 、 $\hat{e}(n+2)$ 、 $\dots$ 、 $\hat{e}(n+N)$  被储存在存储缓冲器 620 中。存储缓冲器 620 的容量将对应至少 150 个抽样，即  
30  $N=150$ ，而来自信号  $c$  的信息按照移位寄存原则被储存，其中，当新的信息被移入时，最早的信息被移出，即在这种情况下被消除。

当 LPC/LTP 分析判断有关的声音为发声声音时，控制信号  $S_2$  给



控制单元 616 传送数值  $b$  和  $L$  到存储单元缓冲器 620 的允许。语音信号  $r$  的由长期预测 (LTP) 产生的数值  $L$  标志语音信号的周期数, 而数值  $b$  构成激励历程给出的抽样  $\hat{e}(n+i)$  将被乘以的加权系数, 以便提供估计沉信号  $\hat{k}$ , 其以相加信号  $c$  为媒介产生最佳估计语音信号  $\hat{r}$ 。数值  $b$  和  $L$  如此控制信息被从存储缓冲器 620 读出并以此形成信号  $H_v$  的方式。

如果在 LPT/LTP 分析中, 当前声音被判断为非发声的, 则控制信号  $S_2$  代之传送到控制单元一个脉冲以发出信号  $n$  到随机发生器 630, 借此该发生器产生随机数列  $H_u$ 。

信号  $H_v$  和随机信号  $H_u$  用各自的系数  $S_3$  和  $S_4$  在乘法单元 640 和 650 中被加权, 并在求和单元 660 中被相加。在这里, 按照表达式  $\hat{k} = S_3 H_v + S_4 H_u$  产生估计沉信号  $\hat{k}$ 。如果当前的语音声音是发声的, 则系数  $S_3$  被置到逻辑 1, 而系数  $S_4$  被置到逻辑 0; 反之, 如果当前的语音声音是不发声的, 则系数  $S_3$  被置到逻辑 0, 而系数  $S_4$  被置到逻辑 1。在从发声的到不发声的声音过渡, 在几个互相接着的抽样期间  $S_3$  被减小, 而  $S_4$  被增加到相对应的程度。反之, 在从不发声的到发声的声音过渡,  $S_4$  和  $S_3$  被分别地以相应的方式减小和增加。

相加信号  $c$  被传送到存储缓冲器 620, 并以此一个抽样接一个抽样地修改激励历程  $\hat{e}(n)$ 。

图 7 说明在图 4 中的信号合成单元 700, 在其中接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  被合成。除了这些信号, 信号合成单元 700 也接收质量参数  $q$ 。根据质量参数  $q$ , 处理器 710 产生加权系数  $\alpha$  和  $\beta$ 。接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  在求和单元 740 中被相加之前被分别在相乘单元 720 和 730 中乘以  $\alpha$  和  $\beta$ , 并形成再现语音信号  $r_{rec}$ 。各加权系数  $\alpha$  和  $\beta$  根据质量参数  $q$  的值, 从抽样到抽样地被改变。当接收语音信号  $r$  的质量提高时, 加权系数  $\alpha$  被增加, 而加权系数  $\beta$  减小到相对应的程度。当接收语音信号  $r$  的质量下降时, 相反的情况适用。但是,  $\alpha$  和  $\beta$  之和总是 1。

图 8 中的流程图说明接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  如何按照本发明方法的第一实施例在图 7 中的信号合成单元 700 中被合成。信号合成单元 700 的处理器 710 包括计数器变量  $n$ , 其能在数值  $-1$  和  $n_t+1$  间被步进。数值  $n_t$  给定连续语音抽样的数目, 在连续语音抽样期





间，接收无线信号的质量参数  $q$  在再现信号  $r_{rec}$  将分别同估计语音信号  $\hat{r}$  或接收语音信号  $r$  相等之前能在一个预定的质量水平  $\gamma_m$  以下或以上，并且在这些语音抽样期间，再现语音信号  $r_{rec}$  将由接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  的组合构成。因此， $n_t$  的值越大，在两个信号  $r$  和  $\hat{r}$  之间的过渡周期  $t_t$  越长。

在步骤 800，计数器变量  $n$  被给定  $n_t/2$  的数值，以便保证如果流程图第一个语音抽样再现时的步骤 840，计数器变量  $n$  将一个合理的数值。在步骤 805，信号合成单元 700 接收第一接收语音信号  $r$  的语音抽样。在步骤 810，断定给定的质量参数  $q$  是否超过预定的值。在这个例子中，接收信号质量被允许代表接收无线电信号的功率电平  $\gamma$ 。所以功率电平  $\gamma$  在步骤 810 同由接收无线电信号的长期的功率电平  $\gamma$  平均值组成的功率电平  $\gamma_0$  比较。如果  $\gamma$  高于  $\gamma_0$ ，再现语音信号  $r_{rec}$  在步骤 815 被使得等于接收语音信号  $r$ ，计数变量  $n$  在步骤 820 被置到逻辑 1，返回到流程图中的步骤 805。否则，在步骤 825 断定功率电平  $\gamma$  是否高于定的电平  $\gamma_t$ ，其对应于可接受的语音质量的下限。如果  $\gamma$  不高于  $\gamma_t$ ，再现语音信号  $r_{rec}$  在步骤 830 被使得等于估计语音信号  $\hat{r}$ ，计数器变量在步骤 835 被置到  $n_t$ ，返回到流程图中的步骤 805。如果在步骤 825 发现  $\gamma$  高于  $\gamma_t$ ，在步骤 840 按照乘以接收语音信号  $r$  的第 1 系数  $\alpha$  和乘以估计语音信号  $\hat{r}$  的第 2 系数  $\beta$  之和来计算再现语音信号  $r_{rec}$ 。在这个例子中， $\alpha = (n_t - n) / n_t$  且  $\beta = n / n_t$ ，由此  $r_{rec}$  由表达式  $r_{rec} = (n_t - n) \times r / n_t + n \times \hat{r} / n_t$  给出。下一个接收语音信号的语音抽样在步骤 845 取入，在步骤 850 断定，接收无线电信号的相应功率电平  $r$  是否高于电平  $\gamma_m$ ，其标志  $\gamma_0$  和  $\gamma_t$  的算式平均值，即  $\gamma_m = (\gamma_0 + \gamma_t) / 2$ ，如果情况如此，计数器变量  $n$  在步骤 855 被递减 1，再在步骤 860 断定计数器变量  $n$  是否小于 0。如果在步骤 860 发现计数器变量  $n$  小于 0，这表明功率电平  $\gamma$  在  $n_t$  个连续抽样期间已超过值  $\gamma_m$  并再现语音信号  $r_{rec}$  因而能被使得等于接收语音信号  $r$ 。于是流程图被跟随到步骤 815。如果在步骤 860 计数器变量  $n$  被发现为大于或等于 0，流程图被执行到步骤 840，又一个新的再现语音信号  $r_{rec}$  被计算。如果在步骤 850 功率电平  $r$  低于或等于  $\gamma_m$ ，计数器变量  $n$  被在步骤 865 增 1。然后在步骤 870 断定计数器变量  $n$  是否大于  $n_t$ ，如果情况如此，这表明，信号电平  $r$  已在连续的抽样期间降到值  $\gamma_m$  以下，因而再现语音信号  $r_{rec}$  应被使得

等于估计语音信号  $\hat{r}$ 。从而返回到流程图中的步骤 830。否则，流程图被执行到步骤 840，又一个新的再现语音信号  $r_{rec}$  被计算。

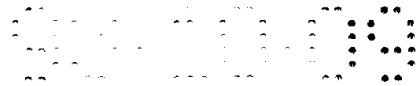
图 9 说明当个执行图 8 中的流程图时能被得到的结果的一个例子。在该例中  $n_t$  已被设置到 10。在最初的 4 个接收语音抽样 1-4 期间接收无线电信号的功率电平  $r$  超过长期平均值  $\gamma_0$ 。所以，因图 8 中的流程图只运行 800-820 各步骤，计数器变量  $n$  从而在抽样 2-5 期间等于 1。于是，再现语音信号  $r_{rec}$  将在抽样 1-4 期间同接收语音信号  $r$  相等。在跟着的 12 个语音抽样 5-16 期间，再现语音信号  $r_{rec}$  将由接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  的组合构成，因为对于这些语音抽样的接收无线电信号的功率电平  $\gamma$  位于接收无线电信号功率电平的长期平均值  $\gamma_0$  以下。例如，对于语音抽样 5 的再现语音信号  $r_{rec}$  将被表达  $r_{rec} = 0.9r + 0.1\hat{r}$  被给出，因为  $n=1$ ；对于语音抽样 14 的再现语音信号  $r_{rec}$  将按表达式  $r_{rec} = 0.2r + 0.8\hat{r}$  给出，因为  $n=8$ 。在语音抽样 17-23 的情况下再现语音信号  $r_{rec}$  将同估计语音信号  $\hat{r}$  相等，因为对应于 10 个 ( $n_t = 10$ ) 最近的前面抽样 7-16 的接收无线电信号功率电平  $\gamma$  已落到值  $\gamma_m$  以下，并且对应于抽样 17-22 的无线电信号功率电平  $\gamma$  低于  $\gamma_m$ 。在结束的两个抽样 24 和 25 期间再现语音信号  $r_{rec}$  将再由接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  的组合构成，因为对应于语音抽样 23 和 24 的接收无线电信号的功率电平  $\gamma$  超过功率电平  $\gamma_m$  但落在长期平均值  $\gamma_0$  以下。作为例子能提到，对于语音抽样 25 的再现语音信号  $r_{rec}$  按表达式  $r_{rec} = 0.1r + 0.9\hat{r}$  给出，因为  $n=9$ 。

图 10 中的流程图表示接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  如何按照本第二实施例在图 7 中的信号合成单元 700 中被合成。在处理器 710 中的变量  $n$  在该实施例中也能在数值 -1 和  $n_t + 1$  之间被步进。在这种情况下，数值  $n_t$  也标志连续抽样的数目，在这些连续抽样期间接收无线电信号的质量参数  $q$  在再现信号  $r_{rec}$  分别同估计语音信号  $\hat{r}$  和接收语音信号  $r$  相等之前可以分别位于一个预定的质量电平  $B_m$  以下或以上，并在这些语音抽样期间再现语音信号  $r_{rec}$  由接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  的组合构成。

计数器变量  $n$  在步骤 1000 被分配  $n_t/2$  值，以便保证当再现第一个语音抽样时如果流程图中的步骤 1040 应达到，计数器变量  $n$  会有一个合理的数值。在步骤 1005，信号合成单元 700 取第一接收语音信



号  $r$  的语音抽样。在步骤 1010, 断定质量参数  $q$  (在本例中, 由关于与给定的语音抽样相对应的数据字的比特差错率 BER 代表) 是否超过一给定值, 即比特差错率 (BER) 是否在一预定值  $B_0$  以下。比特差错率 (BER) 能够, 例如, 通过对代表所地抽样的接收数据字进行奇偶检验被计算。数值  $B_0$  对应于这样的—个比特差错率 BER, 达到这个比特差错率所有差错能完全地或者被校正或者被隐蔽。于是, 在其中差错不被校正且不能被隐蔽的一个系统中,  $B_0$  将等于 1。比特差错率 BER 在步骤 1010 被水平  $B_0$  比较。如果比特差率 BER 低于  $B_0$ , 则再现语音信号  $r_{rec}$  在步骤 1015 被使得等于接收语音信号  $r$ , 计数器变量  $n$  在步骤 1020 被置到 1, 返回到流程图中的步骤 1005。否则, 在步骤 1025 中断定, 比特差错率 BER 是否高于一个定水平  $B_t$ ,  $B_t$  对应于一可接受语音质量的上限。如果比特差错率 BER 被发现为高于  $B_t$ , 则再现语音信号  $r_{rec}$  在步骤 1030 被使得等于估计语音信号  $\hat{r}$ , 计数器变量  $n$  在步骤 1035 被置到  $n_t$ , 返回到流程图中的步骤 1005。如果比特差错率 BER 在步骤 1025 被发现为低于或等于  $B_t$ , 则按照乘以接收语音信号  $r$  的第一系数  $\alpha$  和乘以估计语音信号  $\hat{r}$  的第二系数  $\beta$  之和在步骤 1040 计算再现语音信号  $r_{rec}$ 。在本例中,  $\alpha = (n_t - n) / n_t$  且  $\beta = n / n_t$ , 因此  $r_{rec}$  由表达式  $r_{rec} = (n_t - n) \times r / n_t + n \times \hat{r} / n_t$  给出。下一个接收语音信号的语音抽样在步骤 1045 被取入, 在步骤 1050 断定, 接收数据信号的相应比特差错率 BER 是否低于—水平  $B_m$ , 其例如标志  $B_0$  和  $B_t$  的算术平均值, 即  $B_m = (B_0 + B_t) / 2$ , 如果情况如此, 计数器变量  $n$  在步骤 1055 被递减 1 并在步骤 1060 断定计数器变量  $n$  是否小于 0。如果计数器变量  $n$  在步骤 1060 小于 0, 这表明, 在  $n_t$  个连续语音抽样期间比特差错率 BER 已落到数值  $B_m$  以下, 并且再现语音信号  $r_{rec}$  因而能够被使得等于接收语音信号  $r$ 。于是, 流程图被执行到步骤 1015。如果计数器变量  $n$  在步骤 1060 大于或等于 0, 则流程图被执行到步骤 1040, 并且一个新再现语音信号  $r_{rec}$  被计算。如果比特差错率 BER 在步骤 1050 高于或等于  $B_m$ , 计数器变量  $n$  在步骤 1065 被增 1。然后在步骤 1070 断定, 计数器变量  $n$  是否大于数值  $n_t$ 。如果情况如此, 这表明比特差错率 BER 在  $n_t$  个连续抽样期间已超过数值  $B_m$ , 并且再现语音信号  $r_{rec}$  因而应被置于同估计语音信号  $\hat{r}$  相等。由此返回到流程图中的步骤 1030。否则, 流程图被执行到步骤 1040, 一个新再现语音信



号  $r_{rec}$  被计算。

当  $q$  被允许构成一坏帧指示器 (BFI) 时, 一个上述例子的特殊情况被得到, 其中  $q$  能假定两个不同的值, 而不是允许质量参数  $q$  标志对于每个数据字的比特差错率 BER。如果在一给定数据字中的差错数目超过一预定数值  $B_t$ , 这通过置  $q$  到第一个数值, 例如逻辑 1 被指示; 当差错数目低于或等于  $B_t$  时, 这通过置  $q$  到第二个数值, 例如逻辑 0 被指示。通过在预定数目  $n_t$  的抽样期间将信号  $r$  和  $\hat{r}$  用各自预定的加权系数  $\alpha$  和  $\beta$  被一起加权, 在这种情况下得到接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  之间的软过渡。例如,  $n_t$  可以是 4 个抽样, 其间  $\alpha$  和  $\beta$  分别经数值 0.75、0.50、0.25 和 0.00 以及 0.25、0.50、0.75 和 1.00 被步进, 反之亦然。

图 11 表示当运经图 10 中的流程图时能获得的结果的一个例子。在该例中,  $n_t$  已被置到 10。接收数据信号的比特差错率 BER 被沿图 11 中的图垂直轴表示, 而接收数据信号的抽样 1-25 被沿所说的图的水平轴表示, 所说的数据信号已经无线电信道传输并代表语音信息。比特差错率 BER 被分成 3 级,  $B_0$ 、 $B_m$  和  $B_t$ 。第一级  $B_0$  对应于比特差错率 BER, 其产生一感觉上无差错的语音信号。换句话说, 系统能校正和/或隐蔽直到  $(B_0 - 1)$  个在每个接收数据字中的比特差错。第二级  $B_t$  标志如此高数量的比特差错率, 以致相应的语音信号会有不可接受地低的质量。第三级  $B_m$  规定为  $B_t$  和  $B_0$  的算术平均值  $B_m = (B_t + B_0) / 2$ 。

在接收的最初 4 个语音抽样 1-4 期间, 接收数据信号的比特差错率在  $B_0$  级以下。因此, 在抽样 2-5 期间计数器变量  $n$  等于 1, 再现语音信号  $r_{rec}$  等同于接收语音信号  $r$ 。在跟着的 12 个语音抽样 5-16 期间, 再现语音信号  $r_{rec}$  将由接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  的组合构成, 因为对应于这些语音抽样的接收数据信号的比特差错率 BER 将位于  $B_0$  之上。在语音抽样 17-23 的情况下, 再现语音信号  $r_{rec}$  将等同于估计语音信号  $\hat{r}$ , 因为对应于 10 ( $n_t = 10$ ) 个最近前面抽样 7-16 的接收数据信号的比特差错率 BER 已超过数值  $B_m$ , 且对应于抽样 17-22 的比特差错率高于数值  $B_m$ 。在两个结束的抽样 24 和 25 期间, 再现语音信号  $r_{rec}$  将再由接收语音信号  $r$  和估计语音信号  $\hat{r}$  的组合构成, 因为对应于语音抽样 23 和 24 的接收数据信号的比特差错率低



于  $B_m$  级，但超过  $B_0$  级。

在第一和第二本发明的实施例中，质量参数  $q$  已被建立在测出的接收无线电信号功率电平  $r$  和计算出的数据信号比特差错率 BER 的基础上，所说的数据信号已经给定的无线信道被传输并代表接收语音信号  $r$ 。自然，在本发明的第三实施例中，质量参数  $q$  被建立在以对于干扰信号  $I$  的  $C/I$  比率对所求的无线电信号  $C$  的估计的基础上。比率  $C/I$  和再现语音信号  $r_{rec}$  之间的关系则将基本上类似于图 8 中所说明的关系，即在减小  $C/I$  的情况下，系数  $\beta$  被增加，系数  $\alpha$  被减小到相对应的程度；在增加  $C/I$  的情况下，系数  $\alpha$  以系数  $\beta$  为代价被增加。相应的流程图原则上将与图 8 相对应。步骤 810 代之以  $C/I > C_0$  就这样不同，步骤 825 代之以  $C/I > C_t$  就这样不同，以及步骤 850 代之以  $C/I > C_m$  就这样不同，但同样条件将在所有其它方面适用。

图 12 图示地说明对于接收语音信号  $r$  的质量参数  $q$  能如何在一系列的接收语音抽样  $r_n$  上变化。质量参数  $q$  的值被沿图的垂直轴表示，而语音抽样  $r_n$  被沿图的水平轴表示。对于在时间间隔  $r_A$  期间接收的语音抽样的质量参数  $q$  位于对应于可接受的语音质量的预定水平  $q_t$  以下。接收语音信号  $r$  将因而在该时间间隔  $t_A$  期间受到扰动。

图 13 图示地说明参见图 12 中的接收语音信号  $r$  的信号幅度  $A$  如何在对应于语音抽样  $r_n$  的时间  $t$  上变化。信号幅度  $A$  被沿图的垂直轴表示，而时间  $t$  被沿所说的图的水平轴表示。语音信号  $r$  受到短暂不均衡噪声或喀啦/喀咧声形式的扰动，这由非周期特性的升降信号幅度  $A$  在图中表示。

图 14 图示地说明信号幅度  $A$  如何在时间  $t$  上变化，所说的时间  $t$  对应于图 13 中表示的语音信号  $r$  的一个  $r_{rec}$  形式的语音抽样  $r_n$ ，所说的语音信号  $r$  已按照本发明方法被再现。信号幅度  $A$  被沿图的垂直轴表示，而时间  $t$  被沿其水平轴表示。在质量参数  $q$  位于水平  $q_t$  以下的的时间间隔期间，再现语音信号将或者全部地、或者部分地由估计语音信号  $\hat{r}$  组成，估计语音信号  $\hat{r}$  已由较早接收的语音信号的线性预测得到，较早接收的语音信号的质量参数  $q$  已超过  $q_t$ 。因此，估计语音信号  $\hat{r}$  可能具有优于有关的接收语音信号  $r$  的质量。这样一来，由接收语音信号  $r$  和所说语音信号的估计形式  $\hat{r}$  组成的再现语音信号  $r_{rec}$  会有一个总体上均匀或不变的与接收语音信号  $r$  的质量无关的质量。



图 15 说明所提出的信号再现单元 240 在其基站或在移动站的模拟收发装置 1500 (标志为 TRX) 中的应用。来自天线装置的无线电信号  $RF_R$  在传送接收的中频信号  $IF_R$  的无线电接收机 1510 中被接收。中频信号  $IF_R$  在解调器 1520 中被调解, 模拟接收语音信号  $r_A$  和模拟质量参数  $q_A$  被产生。这些信号  $r_A$  和  $q_A$  在采样和量化装置 1530 中被采样和被量化, 采样和量化装置 1530 分别传送相应的数字信号  $r$  和  $q$ , 它们被信号再现装置 240 使用, 以按照所提出的方法产生再现语音信号  $r_{rec}$ 。

10 传送的语音信号  $S$  在调制器 1540 中被调制并在其中产生中频信号  $IF_T$ 。信号  $IF_T$  在无线电发射机 1550 中被无线电频率调制和放大, 无线电信号  $RF_T$  为发射被传送到天线装置。

图 16 说明所提出的信号再现装置 240 在基站或移动站标志为 TRX 的收发装置 1600 中的应用, 所说的基站或移动站互通 ADPCM 编码语音信息。来自天线装置的无线电信号  $RF_R$  在无线电接收机 1610 中被接收, 无线电接收机 1610 传送接收的中频信号  $IF_R$ 。中频信号  $IF_R$  在解调器 1620 中被解调, 解调器 1620 传送 ADPCM 编码基带信号  $B_R$  和质量参数  $q$ 。信号  $B_R$  在 ADPCM 译码器 1630 中被译码, 在这里产生接收语音信号  $r$ 。质量参数  $q$  被取入 ADPCM 译码器 1630 以便当接收无线电信号  $RF_R$  质量太低时能使译码器的状态复位。信号  $r$  和  $q$  最后被信号再现装置 240 使用, 以按照所提出的方法产生再现语音信号。

25 传送的语音信号  $S$  在 ADPCM 编码器 1640 中被编码, 编码器 1640 的输出信号是 ADPCM 编码的基带信号  $B_T$ 。然后信号  $B_T$  在调制器 1650 中被调制, 在调制器 1650 中产生中频信号  $IF_T$ 。信号  $IF_T$  在无线电发射机 1660 中被无线电频率调制和放大, 无线电信号  $IF_T$  为发射被从无线电发射机 1660 传送到天线装置。

自然, 当这种形式的语音编码被应用在收发装置 1600 在其中工作的系统中时, ADPCM 译码器 1630 和 ADPCM 编码器 1640 同样也可分别由对数 PCM 译码器和对数 PCM 编码器组成。

30  $\hat{r}$

# 说明书附图

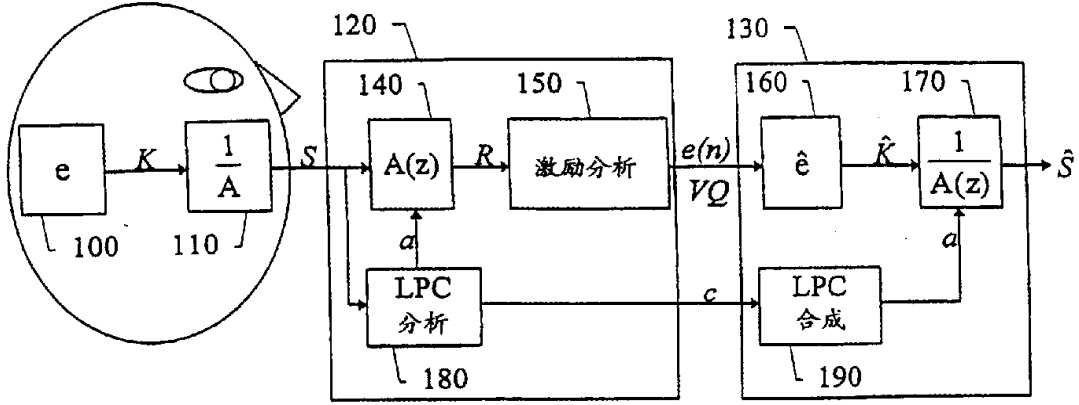


图 1

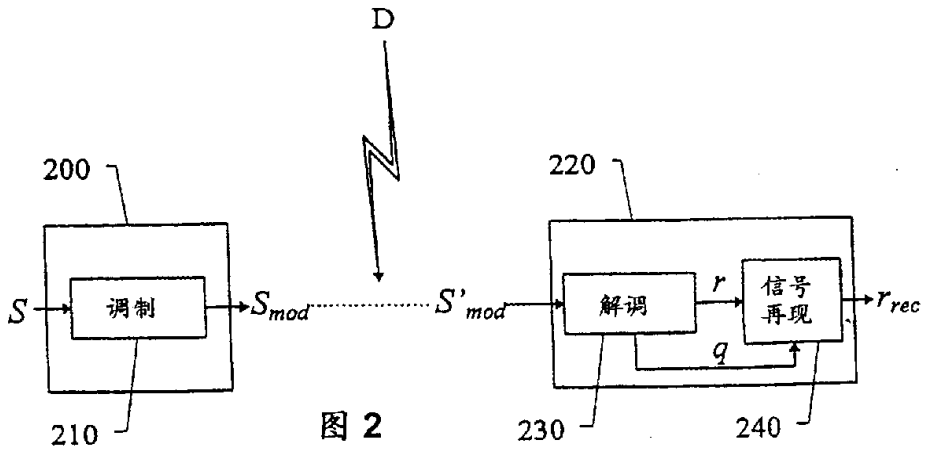


图 2

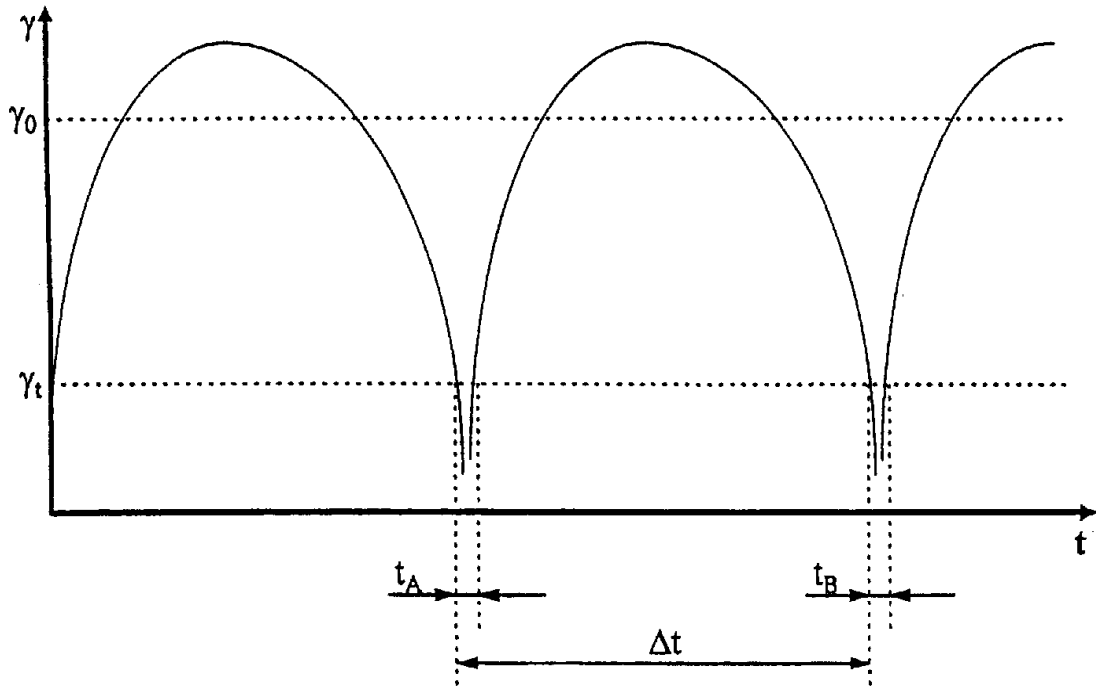


图 3

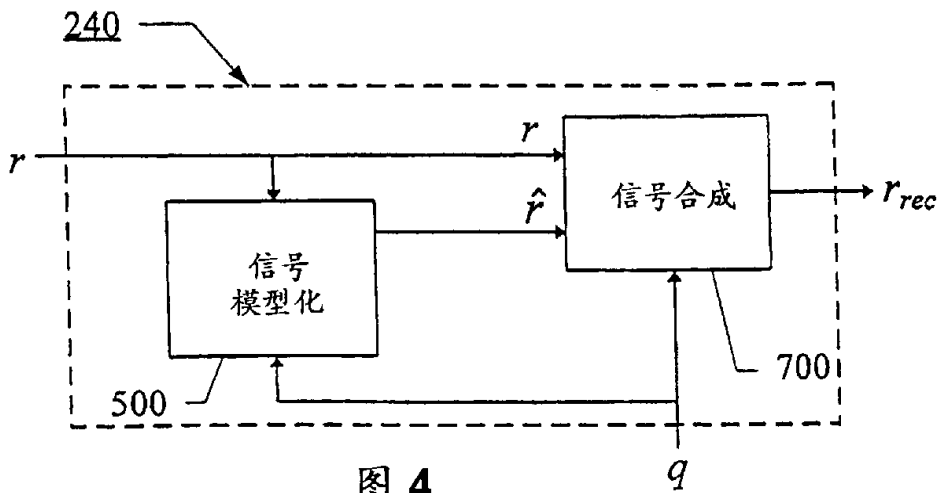


图 4



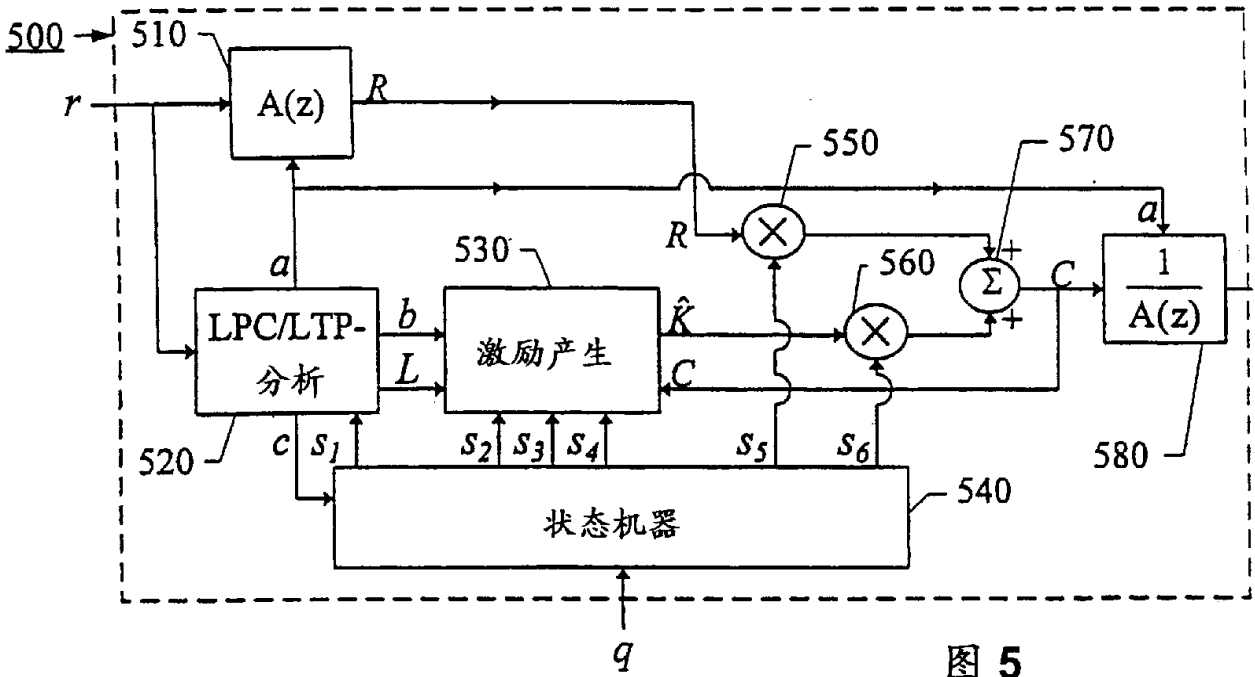


图 5

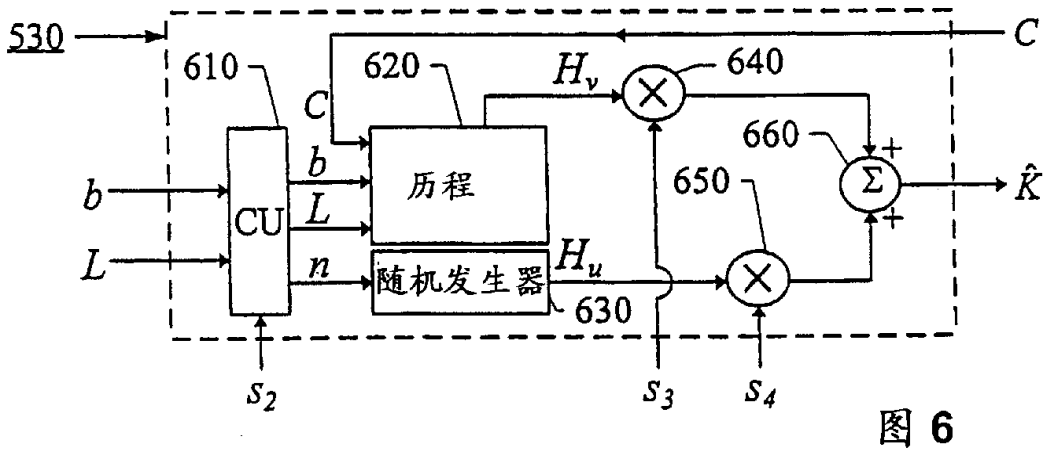


图 6

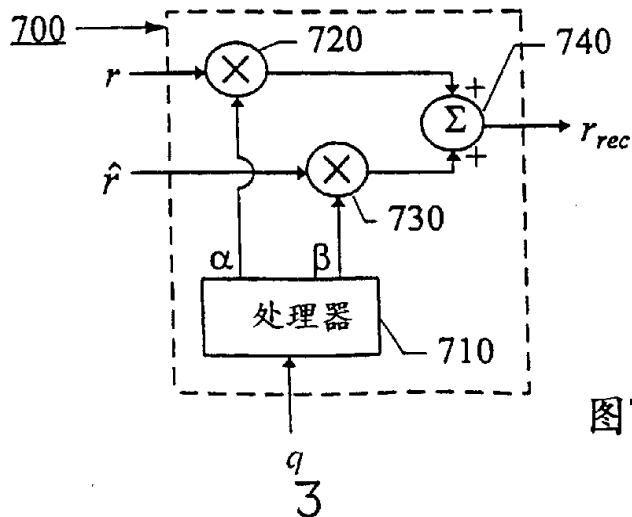


图 7

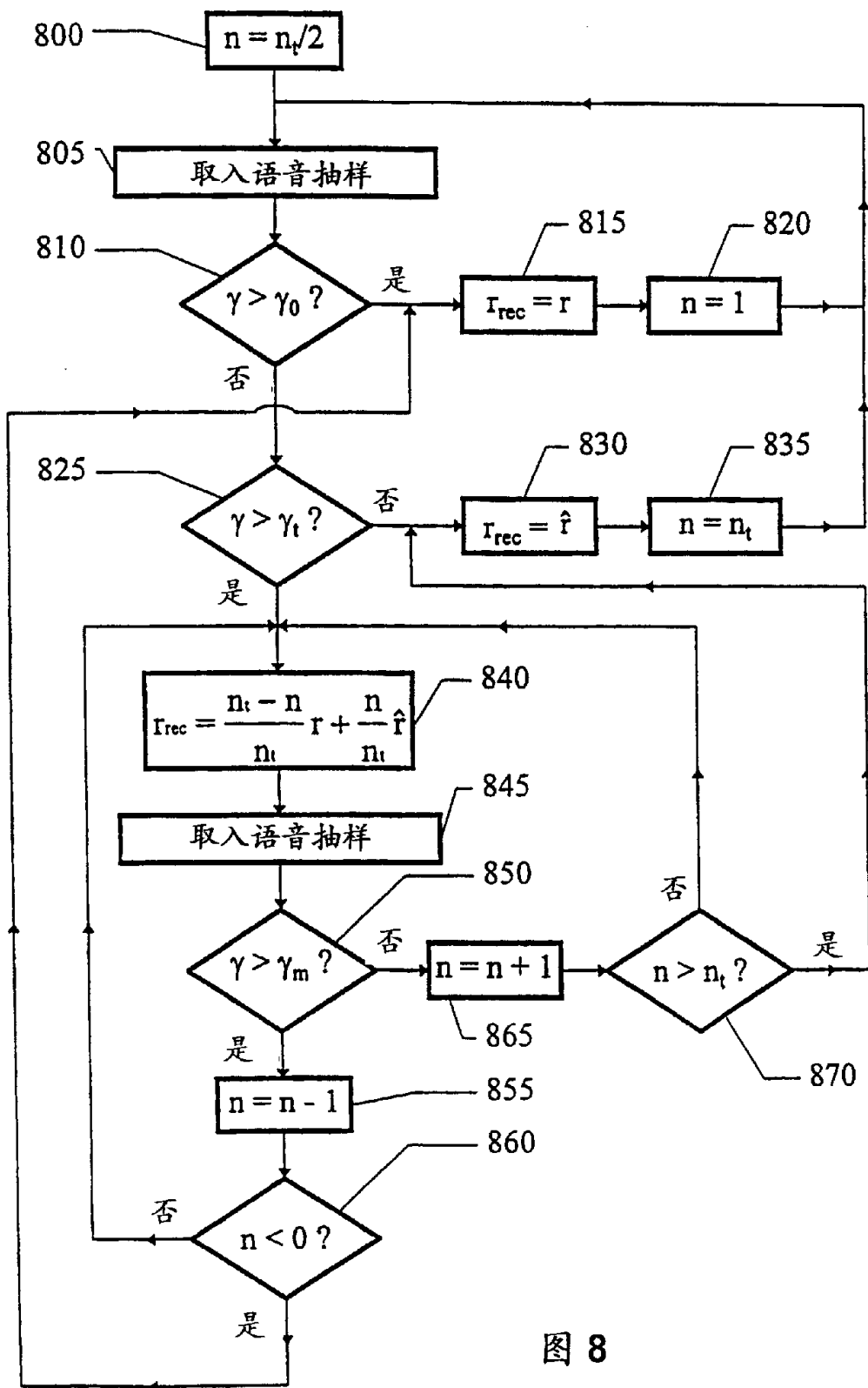
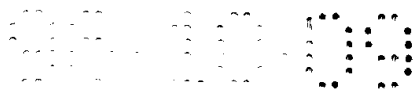


图 8

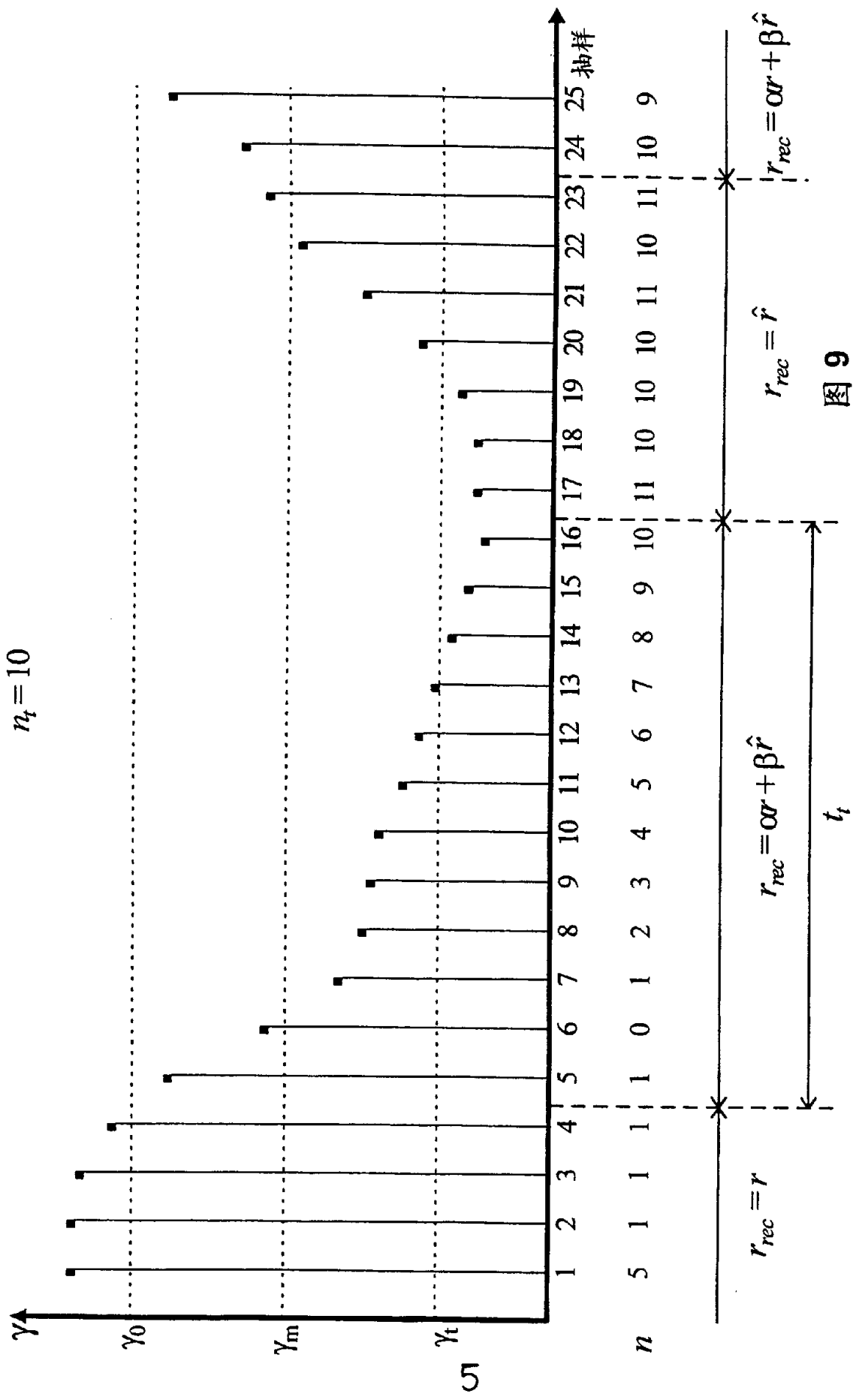


图 9

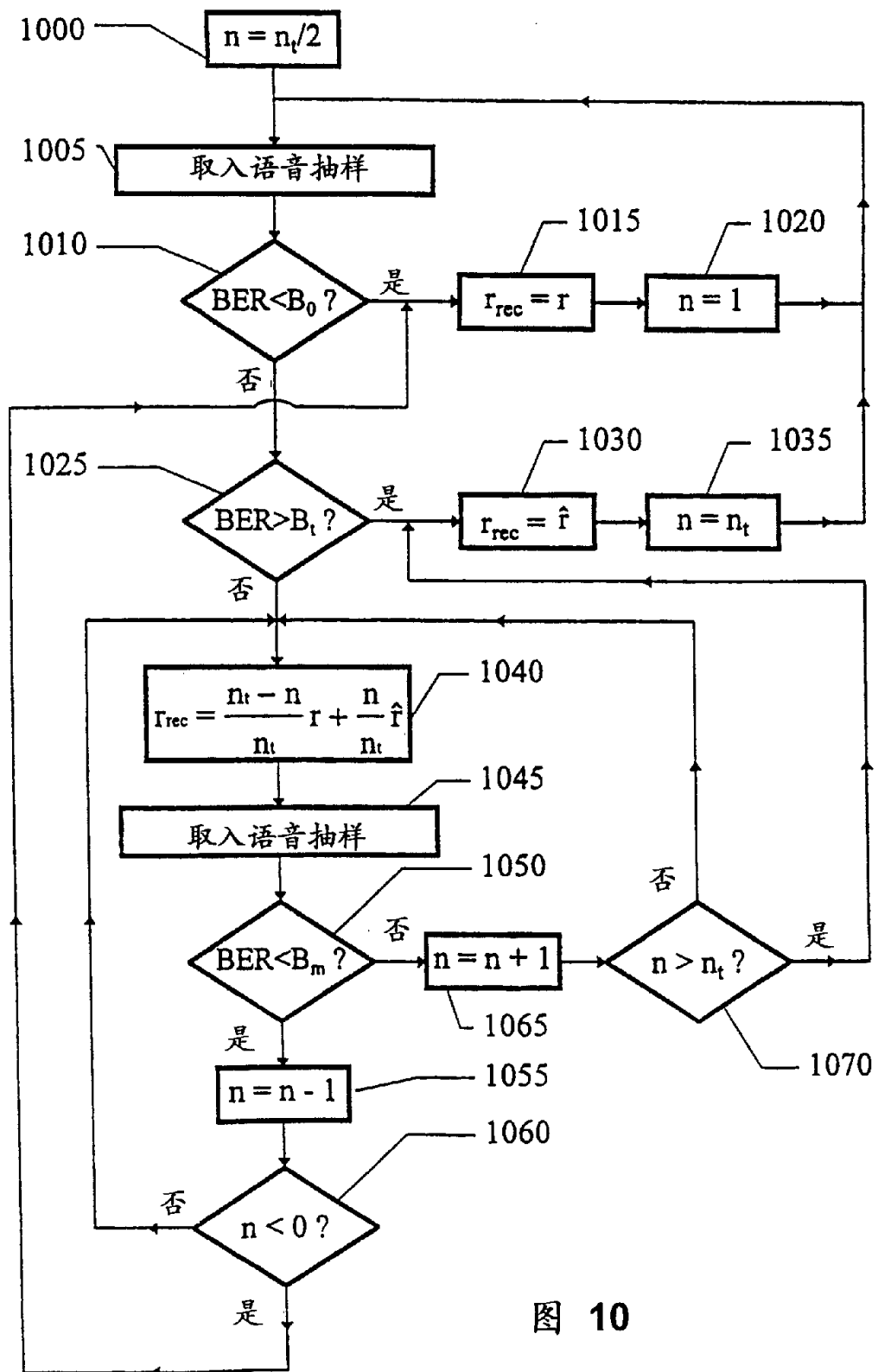


图 10

$n_t = 10$

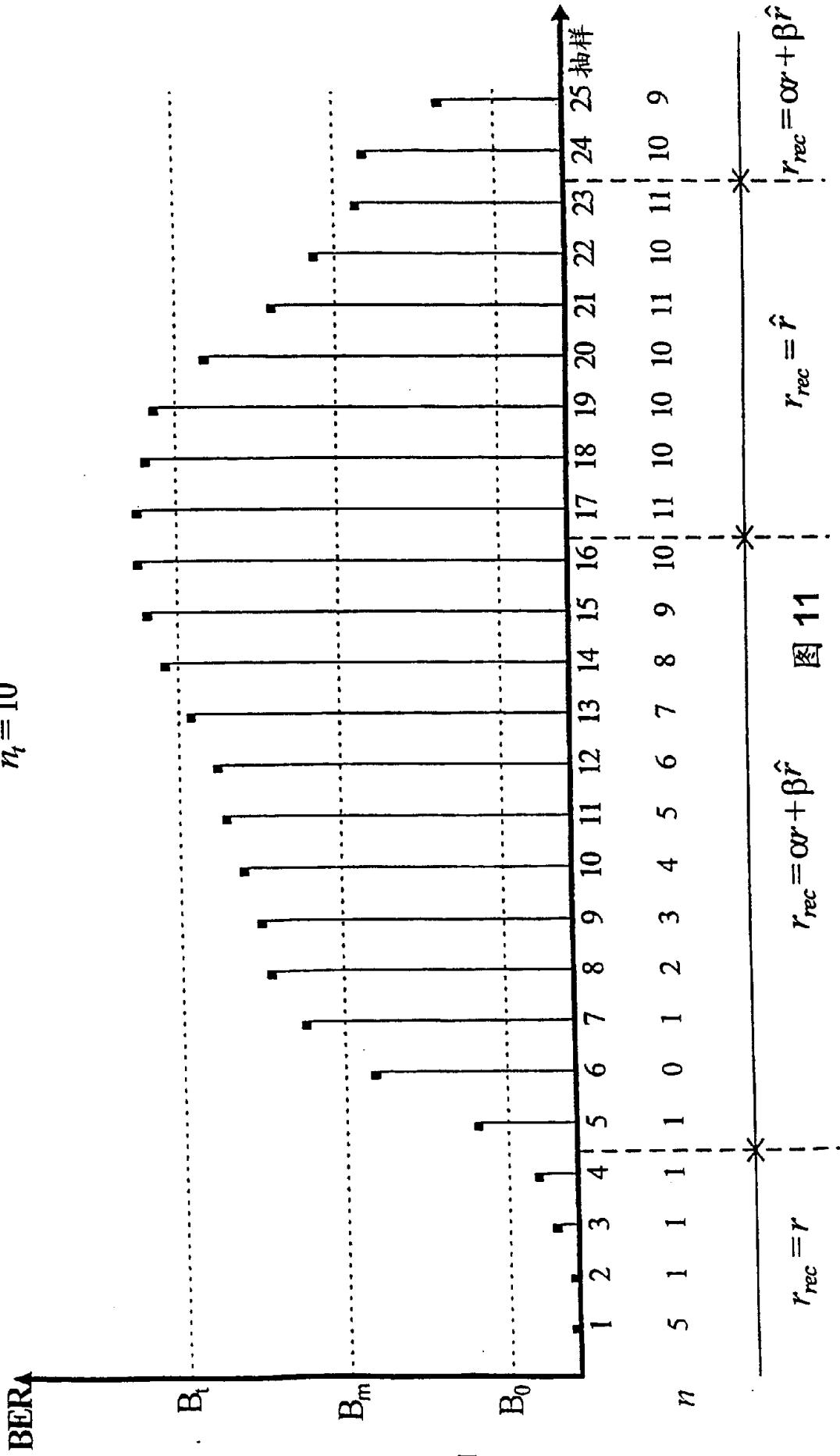


图 11

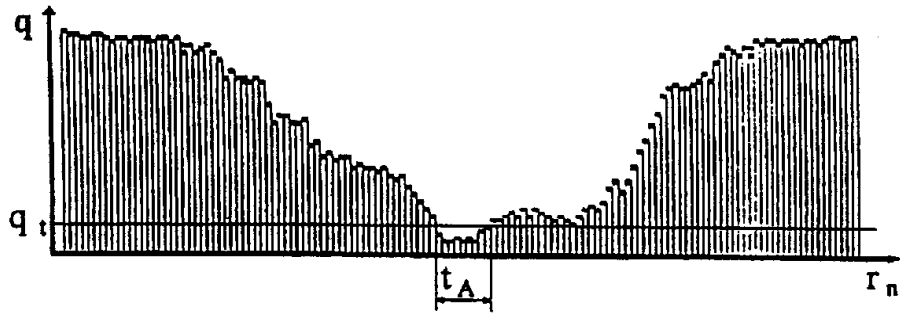


图 12

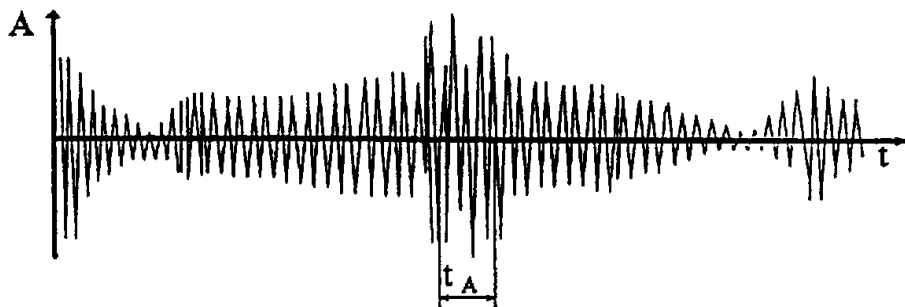


图 13

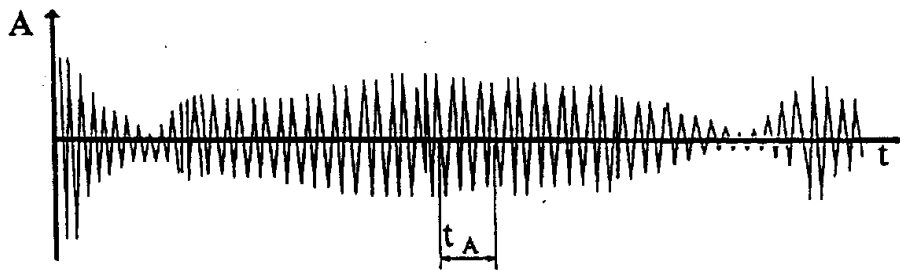


图 14

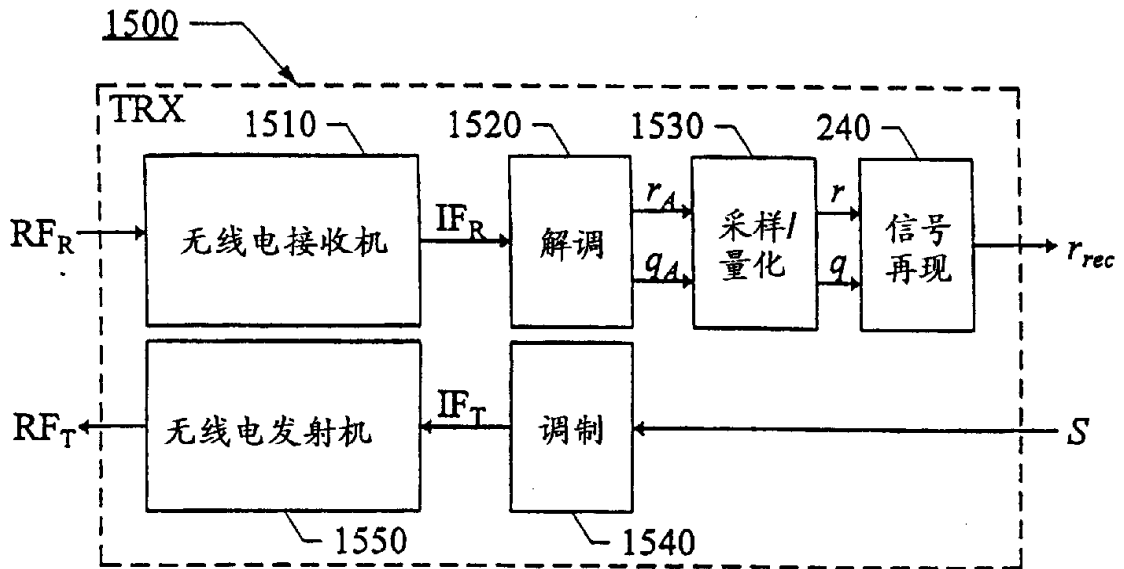
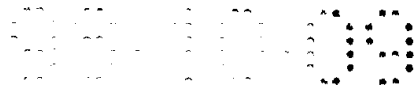


图 15

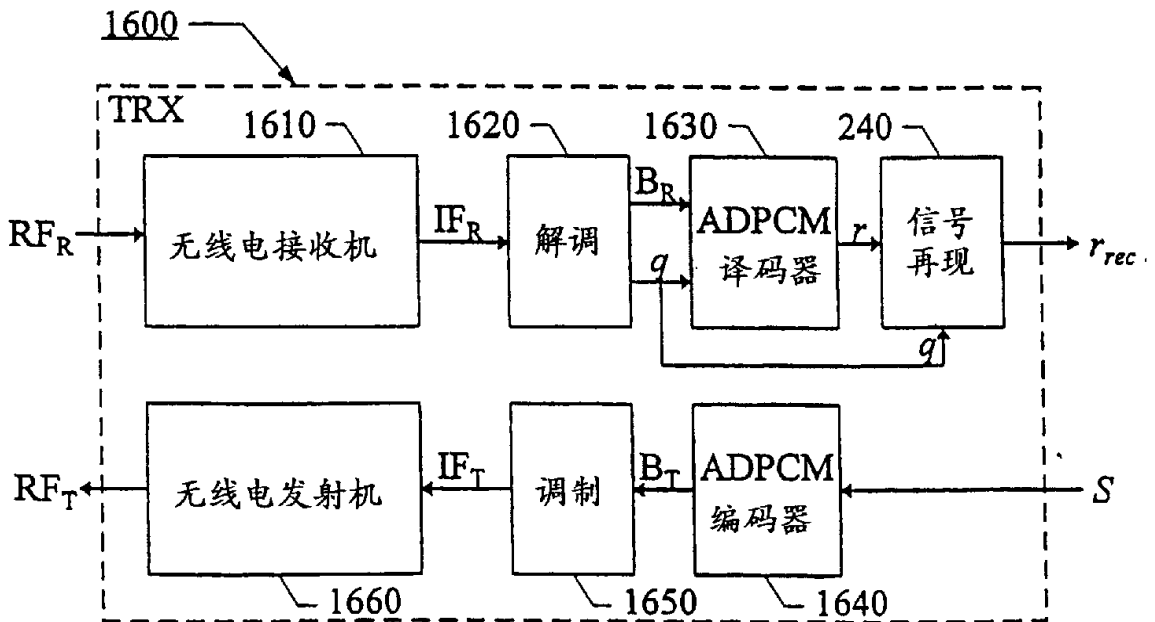


图 16