

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H03G 3/32

H03G 7/00 H03G 5/00

H03G 3/20



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00805802.4

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1168207C

[22] 申请日 2000.3.29 [21] 申请号 00805802.4

[30] 优先权

[32] 1999.3.30 [33] US [31] 09/281,564

[32] 1999.3.30 [33] US [31] 09/281,568

[32] 1999.3.30 [33] US [31] 09/281,567

[86] 国际申请 PCT/US2000/008527 2000.3.29

[87] 国际公布 WO2000/059110 英 2000.10.5

[85] 进入国家阶段日期 2001.9.29

[71] 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 S·古普塔 A·P·毛罗

A·P·德雅科

审查员 李晴晖

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 赵国华

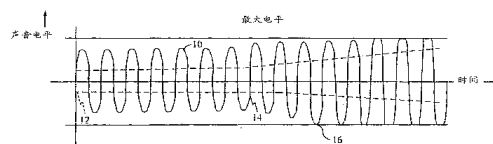
权利要求书 6 页 说明书 15 页 附图 8 页

[54] 发明名称 移动电话内扬声器及话筒增益的自动调节方法和装置

例来说, 这样蜂窝电话(100)上便不再需要人工音量控制按钮。

[57] 摘要

移动电话(100)具有根据对蜂窝电话(100)所工作环境检测出的噪声电平自动调节电话(100)的话筒(102)增益的能力。话筒(102)的增益随噪声电平的增加自动降低, 来补偿电话(100)用户在噪声环境中更为大声说话的自发倾向。示范性实施例中, 蜂窝电话(100)所包括的数字信号处理器(110)配置成或编程为将所检测出的噪声电平应用于使各种噪声电平与合适的扬声器(104)及话筒(102)增益电平相关联的查询表(116、118)。而且, 示范性实施例中, 移动电话(100)包括一扬声器(104), 该扬声器(104)的增益调节为响应背景噪声电平的增加而增加。无线通信设备(100)的扬声器(104)增益的自动调节方法包括下列步骤: 获得一表示可用峰值储备的数字数值; 估计背景噪声电平; 以及根据背景噪声估计值和可用峰值储备调节音量。举



1. 一种移动电话扬声器增益调整装置，其特征在于，所述装置包括：
检测移动电话工作环境的背景噪声电平的装置，其中当前输入音频帧的背景噪声电平是先前输入音频帧的背景噪声电平和当前输入音频帧的帧能量电平两者的函数；
确定可用峰值储备的装置；
根据背景噪声电平确定目标扬声器音量的装置；
将可用峰值储备与目标扬声器音量比较的装置；以及
根据可用峰值储备与目标扬声器音量的比较设定移动电话扬声器增益的装置。
2. 一种通信设备扬声器音量电平自动设定方法，其特征在于，包括下列步骤：
获得一表示可用峰值储备量的数字数值；
估计一背景噪声电平以生成一背景噪声估计值（BNE）；
将一目标扬声器音量确定为BNE的函数；
将可用峰值储备量与目标扬声器音量比较；以及
根据该可用峰值储备量与目标扬声器音量的比较调节该扬声器音量电平。
3. 如权利要求2所述的方法，其特征在于，该调节步骤包括：仅当估计步骤结果超过一预定值才根据数字数值调节扬声器音量电平。
4. 如权利要求2所述的方法，其特征在于，还包括：对寂静期间估计步骤结果的相对增加进行补偿的步骤。
5. 一种通信设备扬声器音量电平自动设定器，其特征在于，包括：
获得一表示可用峰值储备量的数字数值的装置；
估计一背景噪声电平以生成一背景噪声估计值（BNE）的装置；
将一目标扬声器音量确定为BNE的函数的装置；
将可用峰值储备量与目标扬声器音量比较的装置；以及
根据该可用峰值储备量与目标扬声器音量的比较调节该扬声器音量电平的装

置。

6. 如权利要求5所述的设定器，其特征在于，该调节装置包括：仅当背景噪声估计值超过一预定值才根据数字数值调节扬声器音量电平 的装置。

7. 如权利要求5所述的设定器，其特征在于，还包括：对安静期间背景噪声估计值的相对增加进行补偿的装置。

8. 一种自动音量控制器，其特征在于，包括：

配置为提供一表示可用峰值储备量的数字数值的压缩器；以及

与该压缩器连接并配置成接收压缩器的数字数值的增益控制逻辑电路，该增益控制逻辑电路进一步配置成接收背景噪声估计值，生成一作为背景噪声估计值的函数的目标扬声器音量，并根据该目标扬声器音量和可用峰值储备量来调节音量电平。

9. 如权利要求8所述的自动音量控制器，其特征在于，增益控制逻辑电路进一步配置成仅当背景噪声估计值超过一预定值才调节音量电平。

10. 如权利要求8所述的自动音量控制器，其特征在于，还包括：配置成对寂静期间背景噪声估计值的相对增加进行补偿的逻辑电路。

11. 一种移动电话自动音量控制器，其特征在于，包括：

在电话工作环境中根据所检测的背景噪声电平对该电话生成一话筒增益调节，并适合选择一增益电平来补偿用户在噪杂环境中大声说话的自发倾向的装置；以及

接收一具有幅值的声音信号的话筒，所述话筒根据所述话筒增益调节按所选定的增益电平放大该声音信号的幅值，

该话筒增益调节与所检测的背景噪声电平呈反比，

当所检测的背景噪声电平表明是一噪杂环境，所选定的增益电平便减小声音信号的幅值。

12. 一种移动电话话筒增益调节装置，其特征在于，所述装置包括：

检测移动电话工作环境背景噪声电平的装置；以及

根据所检测的工作时的背景噪声电平设定移动电话话筒增益，并适合选择一增益电平来补偿用户在嘈杂环境中大声说话的自发倾向的装置，其中该话筒增益的设定装置起到响应背景噪声电平的增加而减小增益的作用。

13. 如权利要求12所述的装置，其特征在于，还包括：

检测移动电话工作环境背景噪声电平的装置，其中当前输入音频帧的背景噪声电平为先前输入音频帧的背景噪声电平和当前输入音频帧的帧能量电平两者的函数；

确定可用峰值储备的装置；

根据背景噪声电平确定一目标扬声器音量的装置；

将可用峰值储备与目标扬声器音量比较的装置；以及

根据可用峰值储备与目标扬声器音量的比较设定移动电话扬声器增益的装置。

14. 如权利要求13所述的装置，其特征在于，设定移动电话扬声器增益的装置工作时响应背景噪声电平的增加使扬声器增益增加。

15. 一种移动电话话筒增益调节装置，其特征在于，所述装置包括：

背景噪声检测单元；

话筒增益控制单元；以及

一调节单元，配置成利用话筒增益控制单元根据背景噪声电平检测单元检测出的背景噪声电平调节话筒增益，并适合选择一增益电平来补偿用户在嘈杂环境中大声说话的自发倾向。

16. 如权利要求15所述的装置，其特征在于，调节单元工作时响应背景噪声电平的增加使增益降低。

17. 如权利要求15所述的装置，其特征在于，调节单元工作时将话筒增益设定为与背景噪声电平成反比的电平。

18. 如权利要求15所述的装置，其特征在于，还包括：

扬声器；以及

扬声器增益控制单元，

其中，调节单元也配置成利用扬声器增益控制单元根据所检测出的背景噪声电平调节电话扬声器增益。

19. 如权利要求18所述的装置，其特征在于，调节单元工作时响应背景噪声电平的增加使扬声器增益增加。

20. 如权利要求15所述的装置，其特征在于，调节单元是一数字信号处理器。

21. 如权利要求20所述的装置，其特征在于，数字信号处理单元包括一话筒增益查询表。

22. 一种用于移动电话的方法，其特征在于，包括下列步骤：

检测移动电话工作环境的背景噪声电平；以及

根据所检测出的背景噪声电平对移动电话设定话筒增益，以补偿用户在嘈杂环境中大声说话的自发倾向，其中对该话筒增益进行的设定是要响应背景噪声电平的增加来减小增益。

23. 如权利要求22所述的方法，其特征在于，还包括根据背景噪声电平设定移动电话扬声器增益的步骤。

24. 如权利要求23所述的方法，其特征在于，设定移动电话扬声器增益的步骤执行时响应背景噪声电平的增加使增益增加。

25. 一种通信设备话筒增益调节方法，其特征在于，包括下列步骤：

对一输入至话筒的信号应用一数字增益；以及

限制该数字增益以便按释放时间和启动时间的函数对该信号进行峰值检测。

26. 如权利要求25所述的方法，其特征在于，该限制步骤包括对信号进行峰值检测的步骤。

27. 如权利要求25所述的方法, 其特征在于, 还包括抑制噪声并将信号数字化以便由此生成数字化取样的步骤。

28. 如权利要求27所述的方法, 其特征在于, 限制步骤包括根据下列等式进行峰值检测:

$$x_{\text{峰}}[n] = (1 - RT) x_{\text{峰}}[n-1] + AT x_{\text{差}}[n]$$

其中, $x_{\text{峰}}[n]$ 是经数字化的取样 $x[n]$ 的峰值, RT 是释放时间值, AT 是启动时间值, $x_{\text{峰}}[n-1]$ 是前一个经数字化的取样 $x[n-1]$ 的峰值, $x_{\text{差}}[n]$ 是差值,

若经数字化的取样 $x[n]$ 的绝对值与前一个经数字化的取样 $x[n-1]$ 的峰值 $x_{\text{峰}}[n-1]$ 之差大于0, 差值 $x_{\text{差}}[n]$ 便等于经数字化的取样 $x[n]$ 的绝对值与前一个经数字化的取样 $x[n-1]$ 的峰值 $x_{\text{峰}}[n-1]$ 之差, 以及

若经数字化的取样 $x[n]$ 的绝对值与前一个经数字化的取样 $x[n-1]$ 的峰值 $x_{\text{峰}}[n-1]$ 之差不大于0, 该差值 $x_{\text{差}}[n]$ 便等于0。

29. 一种移动通信设备中扬声器失真的控制方法, 其特征在于, 包括下列步骤:

若某些频率的失真电平超出预定阈值便对信号中这些频率滤波;

压缩该信号; 以及

将该信号送至一扬声器。

30. 如权利要求29所述的方法, 其特征在于, 该移动通信设备是一免提汽车套件。

31. 如权利要求29所述的方法, 其特征在于, 还包括使信号扩展的步骤。

32. 一种移动通信设备中扬声器失真的控制装置, 其特征在于, 包括:

若某些频率的失真电平超出预定阈值便对信号中这些频率滤波的装置;

压缩该信号的装置; 以及

将该信号送至一扬声器的装置。

33. 如权利要求32所述的装置, 其特征在于, 该移动通信设备是一免提汽车套件。

34. 如权利要求32所述的装置, 其特征在于, 压缩装置还包括使信号扩展的装置。

移动电话内扬声器及话筒增益 的自动调节方法和装置

发明背景

I. 发明领域

本发明总体涉及移动电话，具体来说，涉及移动电话的音频话筒及扬声器。

II. 技术背景

蜂窝电话和其他移动电话均用于较宽范围的不同噪声环境。举例来说，蜂窝电话可用于相对安静的办公室或家居环境，或用于相对嘈杂的制造或交通环境。

嘈杂环境中，用户倾向于比相对安静环境中对蜂窝电话话筒更为大声地说话。这是用户以为其必须更为大声说话以便超过噪声而让人听见所引起的自发倾向。但这往往并不需要，甚至是有反作用的。蜂窝电话的话筒可能具有高度方向性，因而不会检测放大用户所听到的全部噪声。因此，用户不必更为大声地说话。而且，蜂窝电话还可能有能力仅对有限动态范围的声音电平进行处理，使得用户话音在用户对话筒说话太大声时受到箝位。这种箝位可能造成所发送话音和所发送背景噪声间信噪比（SNR）下降。因此，对话筒大声说话实际上会使听者更加难以分辨用户话音。

图1—图2中示出上面所述的箝位现象。具体来说，图1示出输入至蜂窝电话的话音信号10和背景噪声信号12。背景噪声电平从时刻14起开始提高。用户与此相应地更为大声说话，造成所输入的话音信号电平提高。随着噪声电平持续升高，用户说话愈加大声直到达到箝位起始点16为止。此后话音受到箝位，产生一较低的SNR以及很可能失真的话音信号。图2示出所造成的SNR变化。由此可见，SNR自时刻16起下降。

因此，发生箝位的场合用户试图更为大声地说话可能实际上使理解程度降低。即便未发生箝位，用户更为大声的说话会令听者生厌，很可能促使听者需要降低其电话机扬声器音量。对许多电话尤其是非移动电话来说，扬声器音量不能调整，因此听者会无法实现舒适的音量电平。而用户声音太大就会在听者一端危害隐私，而

且听者又无法降低说者音量电平。

高噪声电平引起的另一问题是，嘈杂环境中的用户会难以听到对方话音。对许多蜂窝电话来说，可以手动方式提高电话机扬声器音量或增益进行补偿，但这种用户人工动作不方便。而且，尤其是用户正在驾驶过程中而要以手动方式降低扬声器增益的话，人工动作就会很危险。

此外，有些用户说话相对较轻，而其他用户说话则相对较响。对话筒增益进行设计以便向轻声说话者提供足够增益的同时避免使大声说话者饱和，是有内在困难的。

所以，需要对上述问题进行补救，并达到根本上得出本发明这种程度。

发明概述

所提供的蜂窝电话等移动电话，通过具有根据对该蜂窝电话工作环境检测出的噪声电平调节电话话筒增益的装置，来应对上述问题。话筒增益随噪声电平的增加自动降低，由此补偿电话用户在嘈杂环境中更为大声说话的倾向。而且，通过降低话筒增益，便可避免否则会因为用户更为大声说话而发生的任何箝位，从而使SNR降低。而且，因为话筒增益降低，用户话音从电话呼叫另一方电话输出时没有过于大声。因此，对方不需要手动降低其电话增益。

示范性实施例中，所提供的蜂窝电话通过使之具有检测移动电话工作环境背景噪声电平的装置以及根据所检测出的背景噪声电平设定移动电话话筒增益的装置，来实现自动话筒增益调节。设定话筒增益的装置工作时响应背景噪声的增加按与背景噪声成反比量使增益降低。示范性实施例中，话筒增益按所测定的背景噪声的分贝增加值一半减小。

示范性实施例中，移动电话还包括根据背景噪声电平自动设定移动电话扬声器增益的装置。具体来说，设定扬声器增益的装置工作时响应背景噪声电平的增加使增益增加。因此，背景噪声电平增加的话用户不需要手动增加扬声器增益。

本发明尤其适合用于应用数字信号处理（DSP）单元的蜂窝电话。许多这种蜂窝电话包括为了进行减噪而根据输入信号运算背景噪声电平的DSP硬件或软件。转让给本发明受让人并在此引用作为参照的发明名称为“可变速率声码器（Variable Rate Vocoder）”的美国专利U. S. Pat. No. 5, 414, 796中详细说明了一运算背景噪声电平的示范性实施例。按照这种蜂窝电话，DSP仅重新配置或编程为将所检测的噪声电平应用于使不同噪声电平与合适的扬声器及话筒增益电平相关联的查询表。而且，较

大范围的其他实施方案也可行。

本发明的一个方面，移动电话扬声器增益的调节装置，较为有利的是包括对移动电话工作环境背景噪声电平进行检测的装置；以及根据所检测出的背景噪声电平对移动电话设定扬声器增益的装置。

本发明的另一方面，通信设备扬声器音量电平的自动设定方法，较为有利的是包括下列步骤：获得一表示可用峰值储备的数字数值；估计一背景噪声电平；以及根据该数字数值和估计步骤的结果调节扬声器音量电平。

本发明的另一方面，通信设备扬声器音量电平自动设定器，较为有利的是包括：获得一表示可用峰值储备的数字数值的装置；估计一背景噪声电平的装置；以及根据该数字数值和估计步骤的结果调节扬声器音量电平的装置。

本发明的另一方面，自动音量控制器，较为有利的是包括：配置为提供一表示可用峰值储备的数字数值的压缩器；以及与该压缩器连接并配置成接收压缩器的数字数值的增益控制逻辑电路，该增益控制逻辑电路进一步配置成接收背景噪声估计值，并根据背景噪声估计值和可用峰值储备来调节音量电平。

本发明的另一方面，通信设备话筒增益调节器，较为有利的是包括：与话筒连接的可调节数字增益逻辑电路；以及与该可调节数字增益逻辑电路连接的限幅器，该限幅器配置成对输入至话筒的输入音频信号进行峰值检测。

本发明的另一方面，通信设备话筒增益调节方法，较为有利的是包括下列步骤：对输入至话筒的信号施加数字增益；以及限制该数字增益。

本发明的另一方面，通信设备话筒增益调节器，较为有利的是包括：对输入至话筒的信号施加数字增益的装置；以及限制该数字增益的装置，该限制装置配置成对该信号进行峰值检测。

本发明的另一方面，移动电话扬声器增益调节器，较为有利的是包括对移动电话工作环境背景噪声电平进行检测的装置；以及根据所检测出的背景噪声电平对移动电话设定扬声器增益的装置。

这样，按照本发明，基本上克服蜂窝电话等移动电话用于高背景噪声电平环境中所发生的上述问题。本发明其优点在于，电话上不需要音量控制按钮。本发明其他优点以及其他特征和目的，将从下面的具体说明和附图当中变得清楚。

附图简要说明

本发明的特征、目的和优点将从下面结合附图给出的具体说明当中变得更为清

楚，图中相同标号标识所有相对应部分，其中：

图1是表示工作于变化的噪杂环境中的蜂窝电话其背景噪声电平和相应输入话音电平的示意图；

图2是表示图1中输入话音和噪声信号的信噪比水平的示意图；

图3是按照本发明实施例配置的蜂窝电话的框图；

图4是图3中蜂窝电话的话筒增益查询表的框图；以及

图5是图3中蜂窝电话的扬声器增益查询表的框图。

图6是电话反向链路电路的框图。

图7是可用于图6中反向链路电路的限幅器的框图。

图8是电话正向链路电路的框图。

图9是可用于图8中正向链路电路的压缩器的框图。

图10是表示自动音量控制（AVC）算法所执行的各步骤的流程图。

较佳实施例的详细说明

将参照余下附图说明本发明示范性实施例。首先参照示出装置元件的框图说明示范性实施例。根据该实施方案，每一装置元件或其部分可按硬件、软件、固件或其组合配置。应理解，并非实际系统完整方案的所有部件均得到具体图示和说明。而是仅图示说明本发明全面理解所需的那些部件。

图3示出具有话筒102、扬声器104以及天线106的蜂窝电话100。图3中所示电话的相关内部部件包括控制单元108、数字信号处理器（DSP）110以及接收/发送单元112。而且，还包括话筒增益控制单元113和扬声器增益控制单元115。

使用中，蜂窝电话100的用户对话筒102说话，其话音和任何检测出的背景噪声经控制单元108送至DSP110在此处理。示范性实施例中，经处理的话音信号经未分开图示的单元编码，这些单元采用如电信业界协会TIA/EIA/IS-95-A 双模式宽带扩频蜂窝系统的移动台-基站兼容标准中具体说明的码分多址（CDMA）蜂窝传输协议。经编码的信号送至接收器/发送器112，接着经天线106发送至本地基站（未图示）。信号可由此送至可能是另一蜂窝电话、其他移动电话或与公用交换电话网（PSTN）（未图示）连接的陆基线路。发送至蜂窝电话100的话音信号在控制单元108的控制下，由天线106和接收器/发送器112接收，由DSP110处理并经扬声器输出。

DSP110可根据该实施方案对话音信号执行任何种类的常规数字处理功能。另外，DSP 110根据话筒102检测出的信号确定本地环境的背景噪声电平，将话筒102的

增益设定为所选定电平来补偿蜂窝电话100的用户在嘈杂环境中更为大声说话的自发倾向。示范性实施例中，话筒增益设定为通常与背景噪声电平成反比的水平。示范性实施例中，话筒增益按所测定的背景噪声分贝增加的一半降低。

为此，DSP 110包括背景噪声电平检测单元114、话筒增益查询表116以及扬声器增益查询表118。背景噪声电平检测器114根据现有技术确定从话筒102接收的背景噪声电平，生成一表示背景噪声电平的数字数值。该数字数值例如可按分贝表示该背景噪声能量。DSP 110将该数字数值应用于话筒增益查询表116读出经话筒增益控制单元113对话筒102施加的话筒增益值。

示范性实施例中，根据前一帧背景噪声电平B和当前帧能量Ef确定背景噪声电平B'。在确定下一帧期间所用的新背景噪声电平B'（如前一帧背景噪声估计值B那样）过程中计算两数值。第一数值V1简单地当前帧能量Ef。第二数值V2为B+1和K·B当中较大的数值，其中K=1.00547。而这两数值当中较小的数值V1或V2则选择为新背景噪声电平B'。

数学上表示为

$$V1 = R(0) \quad (1)$$

$$V2 = \min(160000, \max(K \cdot B, B+1)) \quad (2)$$

新背景噪声电平B' 为

$$B' = \min(V1, V2) \quad (3)$$

其中min(x, y)为x和y的最小值，而max(x, y)为x和y的最大值。

图4示出一具有各种背景噪声电平记录项120和相对应话筒增益数值记录项122的示范性话筒增益查询表116。举例来说，该话筒增益数值可以是加到话筒102放大器（未图示）上的电压或电流电平的数字表示。记录项120可规定单个噪声电平或噪声电平范围。查询表116内表示了每一预期的经量化输入噪声电平。若所检测的噪声电平在查询表116中不具有相对应记录项，使用默认值。按照常规技术，查询表116可按只读存储器（ROM）其中一部分实施。其他实施方案中，查询表116可采用诸如软件算法这种其他合适技术来实施。

如上所述，从话筒增益查询表116当中读出的背景噪声电平值用于话筒102调节其增益。通过在所给出话筒增益随噪声电平增加而降低的查询表当中存储数值，来自动补偿电话用户在嘈杂环境中更为大声说话的自发倾向。而且，通过降低话筒增益，来避免话筒102本身或DSP 110中的信号箝位所造成的SNR损失。

可运算出背景噪声电平，读出相对应增益电平，并连续或间歇地加到话筒102

上。示范性实施例中，每2或3秒调节话筒增益，由此适应背景噪声电平增加和用户话音响度相应增加之间的典型延迟。一替代实施例中，对噪声电平进行检测，并且增益每次呼叫只设定一次，或也许只在蜂窝电话加电期间设定。

本发明中，扬声器104的增益按与话筒增益相似方式自动调节。由背景噪声电平检测单元114运算的背景噪声电平数值用于扬声器增益查询表118读出背景噪声电平所合适的扬声器增益值。图5中示出一示范性扬声器增益查询表118。扬声器增益查询表118具有背景噪声电平记录项130和相对应扬声器增益值记录项132。扬声器增益值可表示用于控制扬声器放大器（未分开图示）增益的电压或电流电平。对于扬声器增益查询表118不具有记录项的任何噪声电平均可采用默认值。而且，与话筒增益查询表116一样，可连续或间歇访问扬声器增益查询表118，或许仅在每次呼叫或仅在加电时进行一次。

但不同于话筒增益查询表116较为有利地编程为所选定值随噪声电平的增加使增益降低，扬声器增益查询表118较为有利的是编程为所选定值随噪声电平的增加而使增益增加。举例来说，扬声器增益值可设定为按基本上与背景噪声电平增加成正比量使增益增加。这样，用户就不需要用人工控制单元（未图示）调节扬声器增益。而是进行自动调节。

所说明的是配置成响应蜂窝电话环境背景噪声电平的增加自动使话筒增益降低并使扬声器增益增加的蜂窝电话示范性实施例。该示范性实施例中，话筒增益的降低和扬声器增益的增加均与背景噪声电平的增加成正比。其他实施例中，可预想话筒及扬声器增益与背景噪声电平间的其他关系。总体来说，可仅通过用适当值对查询表预先编程来采用任何所希望的关系。举例来说，这些值可以是根据诸如简单比例这种数学关系一开始就运算出的。其他情形下，可通过测定实际用户响应背景噪声电平的变化使其说话音量增加达到的范围按经验确定合适值。可以理解，可用来确定存储在查询表中所用的合适值的较大范围的可行技术，与本发明的总体原理相一致。而且，查询表并非是必需的。可采用任何合适的装置来调节话筒及扬声器增益。举例来说，可将所检测出的噪声电平数字数值变换为模拟电压，根据需要经电路处理来定标和变换，接着直接加至话筒及扬声器相应的放大器来调节增益。

按照一实施例，可对电话的常规反向链路电路增加一限幅器。如图6所示，电话（未图示）的反向链路电路200包括一话筒202、模拟增益逻辑电路204（通常为一直流运算放大器）、加法器/减法器206、回声消除滤波器208、静态增益逻辑电路210、噪声抑制器212、限幅器214以及模数变换器（A/D）216。

用户对话筒202说话，其将声音形式的输入音频信号转换为电学形式的输入音频信号。这种输入音频形式送至模拟增益逻辑电路204，其将一模拟增益加至输入音频信号。这种输入音频信号接着送至A/D216，其根据包括例如脉冲编码调制（PCM）、 μ 律或A律在内的某些公知技术对模拟输入音频信号进行取样和量化，将该信号变换为数字形式。由加法器/减法器从经数字化的输入音频信号当中减去回音消除滤波器208所生成的信号，由此从输入音频信号当中消除回音分量。加法器/减法器206、A/D216以及回音消除滤波器208较为有利的是相关技术领域内熟知的常规部件。

经滤波的输入音频信号送至静态增益逻辑电路210，其应用静态数字输入增益来微调对输入音频信号的放大。本领域熟知实施静态增益逻辑电路210的器件。该静态增益较为有利的是结合一限幅器阈值来补偿模拟增益的降低。该限幅器214较为有利的是配置成对每一所说的词语运作，起到防止例如大声说话用户所说的最大声词语的输入音频信号发生箝位这种作用。

经放大的输入音频信号送至噪声抑制器212，抑制用户说话时接收进入话筒202的输入音频信号中的背景噪声分量。实施噪声抑制器212的器件在本技术领域内是熟知的。一实施例中未采用噪声抑制器212。另一实施例中，A/D216、回声消除滤波器208、加法器/减法器206、静态增益逻辑电路210、噪声抑制器212以及限幅器214均在数字信号处理器（DSP）中实施。图6所示实施例中，由噪声抑制器212将信号送至限幅器214。限幅器214所生成的输出信号在调制后经过数字通信通路发送之前送至一编码器（未图示）。

按照一实施例配置的限幅器214更为详细地示于图7中。限幅器214包括峰值测定逻辑电路300、以2为底的log逻辑电路302、加法器/减法器304、限幅器逻辑电路306、第一多路复用器308、以2为底的反log逻辑电路310、平滑逻辑电路312、延迟元件314以及第二多路复用器316。

经数字化的输入音频取样 $x[n]$ 靠静态增益逻辑电路210乘以静态输入增益G，该静态增益逻辑电路210较为有利的是一常规乘法器210。该数字增益G起到对输入音频取样 $x[n]$ 的放大电平进行微调或调节这种作用。该输入音频取样 $x[n]$ 接着送至限幅器214，它较为有利的是在DSP内实施。该限幅器214中，所输入的输入音频取样 $x[n]$ 送至峰值测定逻辑电路300和延迟元件314。

峰值测定逻辑电路300实施下面的等式来测定输入音频取样 $x[n]$ 的峰值：

$$x_{\text{峰}}[n] = (1 - RT) x_{\text{峰}}[n-1] + AT x[n]$$

上述等式中，输入音频取样 $x[n]$ 的峰值设定为等于1减去释放时间RT的量乘以前一取

样 $x[n-1]$ 再加上启动时间与差值 $x_{\text{差}}[n]$ 的积。该差值 $x_{\text{差}}[n]$ 设定为，若该差值大于0便等于当前输入音频取样绝对值和先前输入音频取样峰值之间的差值。否则该差值 $x_{\text{差}}[n]$ 便设定等于0。

计算出的峰值 $x_{\text{峰}}[n]$ 送至以2为底的log逻辑电路302，它运算峰值 $x_{\text{峰}}[n]$ 以2为底的对数，生成一以分贝（dB）为单位的输出信号。该dB信号送至加法器/减法器304，它从该dB信号当中减去限幅的阈值 $L_{\text{阈值}}$ 。结果dB信号送至限幅器逻辑电路306，对该信号执行限幅功能。信号接着送至第一乘法器308，使信号乘以一衰减（负的）斜率值 $-L_{\text{斜率}}$ 。加法器/减法器304、限幅器逻辑电路306以及第一乘法器308起到假使输入dB值（以及输出dB值）小于或等于限幅阈值 $L_{\text{阈值}}$ 便生成一等于所输入dB值的输出dB值这种作用。当输入dB值超出限幅阈值 $L_{\text{阈值}}$ 便使输出信号的斜率衰减，或根据斜率值 $-L_{\text{斜率}}$ 换算，使得输出dB值在例如输入dB值提高20dB时增加1dB。该限幅阈值 $L_{\text{阈值}}$ 可较为有利地选择为在用于减少饱和的数字微调之前很接近静态增益逻辑放大器210的原始饱和点。该原始饱和点如模拟域中所实施的那样由话筒系统所需的发送增益来确定。

第一乘法器308将输出dB信号送至以2为底的反log逻辑电路310，它通过将数值2为底以dB信号值（G，以dB为单位）为次方的幂来运算dB信号以2为底的对数。该以2为底的反log逻辑电路310生成一输出信号 $f[n]$ 。该信号 $f[n]$ 送至平滑逻辑电路312，其根据下列等式生成一平滑的输出信号 $g[n]$ ：

$$g[n] = (1-k)g[n-1] + kf[n]$$

其中，数值 k 是一平滑系数，较为有利的是选取用于优化音频质量。

经平滑的信号 $g[n]$ 送至第二乘法器316。接收所输入的输入音频取样 $x[n]$ 的延迟元件314配置成每一输入音频取样 $x[n]$ 延迟时间 D ，从而生成延迟输出的输入音频取样 $x[n-D]$ 。该延迟的输入音频取样 $x[n-D]$ 送至第二乘法器316。该第二乘法器316将该延迟的输入音频取样 $x[n-D]$ 乘以平滑函数 $g[n]$ ，生成一经限幅的输出信号，在调制后经数字通信信道发送之前提供给一编码器（未图示）。

限幅器214这样便将信号电平限制为大致幅值为 $L_{\text{阈值}}$ 的数值。要在避免使大声说话者饱和的情况下对轻声的说话者提供足够的增益，便将前端模拟增益下降一固定的dB量，并在可提供峰值储备的场合下用数字增益 G 来补偿。限幅器214接着将大声电平减小回到数字通信信道另一端A/D216（图6）的全工作范围，而对轻声的说话者给出足够的信号-量化噪声电平。可按照公知的DSP技术来进行种种数学运算。这样，限幅器214较为有利的是提供使所感知输入动态范围扩大的能力，同时避免响的

信号饱和。均可按上述实施例补偿输入信号电平的其他变动包括例如免提汽车套件与电话以及佩戴式话筒与对口话筒。

本领域技术人员将会理解，涉及反向链路电路的上述实施例可位于用户对着说话的任何通信设备。同样，这些技术人员也会理解涉及正向链路电路的下述实施例可位于发出声音的任何通信设备。

按照一实施例，电话的常规正向链路电路400可修改为根据可用峰值储备和背景噪声估计值来调节电话扬声器音量。如图8所示，电话（未图示）的正向链路电路包括输出滤波器402、固定增益逻辑电路404、压缩器406、自动音量控制（AVC）逻辑电路408、用户音量设定逻辑电路410、数模变换器（D/A）412以及扬声器414。

为了便于说明，还示出电话中图6反向链路电路的附属部件，包括话筒202、模拟增益逻辑电路204、A/D216、回音消除滤波器208、加法器/减法器206以及噪声抑制器212。种种反向链路元件可如上面参照图6所述的那样起作用 and 实施。一实施例中，数字正向链路电路和数字反向链路电路在DSP内实施。

图8中在另一电话的通信信道上接收经数字化的输入音频取样 $x[n]$ ，并由解码器（未图示）解码。如本领域技术人员所理解的那样，该输入音频取样 $x[n]$ 从解码器输出，并送至输出滤波器402进行合适的滤波。输出滤波器402将经滤波输入音频取样送至固定增益逻辑电路404，它将输入音频取样乘以固定增益 G ，生成经放大的输入音频取样。该经放大的输入音频取样送至压缩器406，它按下面参照图9所述的那样对输入音频取样进行压缩或扩展。

经压缩的输入音频取样送至AVC逻辑电路408。该AVC逻辑电路408还与加法器/减法器206的输出连接。该AVC逻辑电路408从加法器/减法器206接收一以间歇方式更新的背景噪声估计值（BNE）信号。该AVC逻辑电路408根据（从压缩器406得到的）可用峰值储备和（噪声抑制前从反向链路电路得到的）BNE提供AVC。下面参照图10说明可由AVC逻辑电路408进行的示范性AVC算法。

若AVC逻辑电路408处于关闭状态，便由用户通过电话机上的音量控制按钮（未图示）以及用户音量设定逻辑电路410来规定音量控制。若AVC逻辑电路408处于启动状态，该AVC逻辑408便自动响应变化的背景噪声电平和可用峰值储备来提供音量控制。一实施例中，用户可关闭或启动该AVC模式。举例来说，用户可第一次以人工方式设定扬声器音量电平，接着启动AVC逻辑电路408来提供此后的扬声器音量控制。

AVC逻辑电路408生成一音量控制信号，送至用户音量设定逻辑电路410。用户音量设定逻辑电路410以合适的音量电平将输出的经数字化输入音频取样送至D/A412。

该D/A412将输出的经数字化输入音频取样变换为一模拟信号，并将该模拟信号送至扬声器414，它将信号转换为用户的音频扬声器输出信号。

一实施例中，可实施压缩器406来提供图9中所示的压缩和扩展。如图9所示，电话机（未图示）的正向链路电路包括一较为有利的是一常规乘法器404的固定增益逻辑电路404，以及一可根据需要作为压缩器或扩展器使用的压缩器406。

压缩器406包括一延迟元件500、一滤波器502、一均方根（RMS）运算器504、对数运算逻辑电路506、一加法器/减法器508、压缩器逻辑电路510、第一乘法器512、反对数运算逻辑电路514、启动/释放时间应用逻辑电路516以及第二乘法器518。一替代实施例中，未采用滤波器502。

经数字化的输入音频取样 $x[n]$ 送至乘法器404，它将输入音频取样 $x[n]$ 乘以一数字增益 G 。该数字增益 G 较为有利的是结合下面规定的压缩阈值来选择，以确保将轻声的说话者提升至所需信号电平，在峰值期间驱动压缩器406。输入音频取样 $x[n]$ 接着送至压缩器406，它较为有利的是在DSP内实施。压缩器406中，所输入的输入音频取样 $x[n]$ 送至滤波器502和延迟元件500。该延迟元件500例如可用一输出取样FIFO来实施，用作对输出信号电平进行预测方式的控制，由此相对于发送提早启动峰值。该滤波器502可配置成按照任何不同的公知滤波技术对输入音频取样滤波。举例来说，滤波器502为了有选择地选取对其进行压缩判定的某些频率，可配置成一带通滤波器。一实施例中，正向链路电路400驻留于免提汽车套件，滤波器502起到提升严重失真频率进入压缩器406这种作用。失真频率超出预定阈值的任何信号频率靠滤波器502提升。经滤波的输入音频取样送至RMS运算器504。

RMS运算器504实施下列等式来运算输入音频取样的RMS：

$$x_{RMS}[n] = (1 - TAV) x_{RMS}[n-1] + TAV x^2[n]$$

上述等式中，输入音频取样 $x[n]$ 的RMS值设定为等于1减去时间平均系数TAV的量乘以前一取样 $x[n-1]$ 的RMS值，再加上时间平均系数TAV与当前输入音频取样 $x[n]$ 平方的积。时间平均系数TAV起到确定RMS平均速率这种作用。该输入音频取样的RMS电平较为有利的是采用加到能量域信号上的第1阶低通滤波器来运算。该平滑滤波器的时间常数较为有利的是选取使得相关的最小频率分量可对给定平滑滤波器实现不变的RMS输出。作为例子，对100Hz正弦波来说，时间常数应接近10ms。

所计算的RMS值 $x_{RMS}[n]$ 送至对数运算逻辑电路506，它运算RMS值 $x_{RMS}[n]$ 以2为底的对数并将所运算的以2为底的对数值乘以0.5，生成一以分贝（dB）为单位的输出信号。该dB信号送至加法器/减法器508，它从dB信号当中减去一压缩阈值 $C_{阈值}$ 。结果dB

信号送至压缩器逻辑电路510，对该信号进行一压缩功能。该信号接着送至第一乘法器512，使信号乘以一衰减（负的）压缩斜率值 $-C_{斜率}$ 。若该信号的RMS电平升高超出数值 $C_{阈值}$ ，便根据数值 $C_{斜率}$ 对信号（具有合适的启动及释放时间）施加压缩，该数值 $C_{斜率}$ 根据下列等式： $C_{斜率}=1-1/R$ 将压缩比R规定为dB比。压缩比R可定义为所发生的全部压缩实际上在其之上的RMS电平。应根据归一化所需的平均dBm0说话者话音电平来选取特定信号通路的压缩阈值 $C_{阈值}$ 和压缩斜率值 $C_{斜率}$ 。

第一乘法器512将该输出的dB信号送至反对数运算逻辑电路514，它通过将数值2为底以dB信号值（G，以dB为单位）为次方的幂来运算dB信号以2为底的反对数。该反对数运算逻辑电路514生成一输出信号 $f[n]$ 。该信号 $f[n]$ 送至启动/释放时间应用逻辑电路516，其根据下列等式生成一输出信号 $g[n]$ ：

$$g[n]=(1-k)g[n-1]+kf[n]$$

其中，数值k是一平滑系数，较为有利的是选取用于优化音频质量。该启动/释放时间应用逻辑电路516较为有利的是起到平滑的作用。采用第1阶平滑函数施加启动及释放，以提供一平滑增益曲线用于输出信号（数值k较为有利的是随施加启动还是施加释放而变化）。启动时间可较为有利的是设定为1毫秒（ms），以便迅速正确地在输入取样中启动峰值。释放时间可较为有利的是设定为100和200ms之间来避免迅速的增益波动影响压缩器406的质量。一实施例中采用1ms的预计延时来放宽启动时间。另一实施例中用迟滞实现启动及释放来防止输入信号的振荡影响输出增益曲线。

经平滑的信号 $g[n]$ 送至第二乘法器518。接收所输入的输入音频取样 $x[n]$ 的延迟单元500配置成使每一输入音频取样 $x[n]$ 延迟时间D，从而生成延迟输出的输入音频取样 $x[n-D]$ 。该延迟的输入音频取样 $x[n-D]$ 送至第二乘法器518。第二乘法器518将延迟的输入音频取样 $x[n-D]$ 乘以平滑函数 $g[n]$ ，生成一经压缩的输出信号提供给AVC逻辑电路408（图8）。

压缩逻辑电路510还可以通过将加法器/减法器508配置成从一扩展阈值 $E_{阈值}$ 当中减去dB信号并使第一乘法器512配置成将该信号乘以一正的扩展斜率值 $E_{斜率}$ 来作为一扩展器逻辑电路使用。该加法器/减法器508以及第一乘法器512可较为有利的是以可编程方式重新配置，使得压缩器逻辑电路510可起到压缩和扩展这两种作用。若信号的RMS值低于数值 $E_{阈值}$ ，便根据规定扩展器比为dB之比的数值 $E_{斜率}$ 对信号施加扩展。

按照一实施例，AVC算法为了跟踪反向链路环境条件并自动调节正向链路音量以给用户一适当的音量电平，执行图10流程图所示的各个步骤。较为有利的是，用

户可设定一所需的音量电平设定点，接着根据需要忽略音量控制，该音量控制以后是自动进行的。图10中该AVC算法与压缩器406（参见图9）结合起作用，该压缩器将信号电平限制为可编程压缩阈值 $C_{\text{阈值}}$ 以上的小范围。该可用无失真峰值储备取决于压缩阈值 $C_{\text{阈值}}$ 。

按照图10流程图，AVC算法在步骤600中获得一背景噪声估计（BNE）（dB值）。AVC算法接着进入到步骤602。步骤602中，AVC算法将BNE与第一可调阈值 $T3$ （以dB为单位）相比较。若BNE大于第一可调阈值 $T3$ ，AVC算法便进入到步骤604。但另一方面，若BNE并非大于第一可调阈值 $T3$ ，AVC算法便进入到步骤606。

步骤604中当前取样即目标 $[n]$ 的音量目标值设定为等于第一预定增益值 $G3$ 。AVC算法接着进入到步骤608。一实施例中，第一预定增益值 $G3$ 设定为18dB以便对高噪声环境提供足够音量。

步骤606中AVC算法从第一可调阈值 $T3$ 当中减去迟滞值 H （以dB为单位），并将该结果差值与BNE相比较。若BNE大于第一可调阈值 $T3$ 和迟滞值 H 两者的差，该AVC算法便进入到步骤610。另一方面，若BNE并非大于第一可调阈值 $T3$ 和迟滞值 H 两者的差，该AVC算法便进入到步骤612。迟滞值 H 起到阻止增益随BNE的瞬时变化而波动这种作用。

步骤610中，AVC算法将前一取样即目标 $[n-1]$ 的音量目标值与第一预定增益值 $G3$ 相比较。若前一取样即目标 $[n-1]$ 的音量目标值等于第一预定增益值 $G3$ ，AVC算法便进入到步骤604。另一方面，若前一取样即目标 $[n-1]$ 的音量目标值并非等于第一预定增益值 $G3$ ，AVC算法便进入到步骤614。

步骤612中，AVC算法将BNE与第二可调阈值 $T2$ （以dB为单位）相比较。若BNE大于第二可调阈值 $T2$ ，AVC算法便进入到步骤614。另一方面，若BNE并非大于第二可调阈值 $T2$ ，AVC算法便进入到步骤616。

步骤614中，当前取样即目标 $[n]$ 的音量目标值设定为等于第二预定增益值 $G2$ 。该AVC算法接着进入到步骤608。一实施例中第二预定增益值 $G2$ 设定为12dB以便对中度噪声环境提供足够音量。

步骤616中，AVC算法从第二可调阈值 $T2$ 当中减去迟滞值 H ，并将这种结果差与BNE相比较。若BNE大于第二可调阈值 $T2$ 和迟滞值 H 两者的差，该AVC算法便进入到步骤608。另一方面，若BNE并非大于第二可调阈值 $T2$ 和迟滞值 H 两者的差，该AVC算法便进入到步骤620。

步骤618中，AVC算法将前一取样即目标 $[n-1]$ 的音量目标值与第二预定增益值 $G2$

相比较。若前一取样即目标[n-1]的音量目标值等于第二预定增益值G2，AVC算法便进入到步骤604。另一方面，若前一取样即目标[n-1]的音量目标值并非等于第二预定增益值G2，AVC算法便进入到步骤622。

步骤620中，AVC算法将BNE与第三可调阈值T1（以dB为单位）相比较。若BNE大于第三可调阈值T1，AVC算法便进入到步骤622。另一方面，若BNE并非大于第三可调阈值T1，AVC算法便进入到步骤624。

步骤622中，当前取样即目标[n]的音量目标值设定为等于第三预定增益值G1。该AVC算法接着进入到步骤608。一实施例中第三预定增益值G1设定为6dB以便对中低噪声环境提供足够音量。

步骤624中，AVC算法从第三可调阈值T1当中减去迟滞值H，并将这种结果差与BNE相比较。若BNE大于第三可调阈值T1和迟滞值H两者的差，该AVC算法便进入到步骤626。另一方面，若BNE并非大于第三可调阈值T1和迟滞值H两者的差，该AVC算法便进入到步骤628。

步骤626中，AVC算法将前一取样即目标[n-1]的音量目标值与第三预定增益值G1相比较。若前一取样即目标[n-1]的音量目标值等于第三预定增益值G1，AVC算法便进入到步骤622。另一方面，若前一取样即目标[n-1]的音量目标值并非等于第三预定增益值G1，AVC算法便进入到步骤628。步骤628中，当前取样即目标[n]的音量目标值设定为等于0dB，即不对该信号施加增益。AVC算法接着进入到步骤608。

步骤608中，压缩阈值 $C_{\text{阈值}}$ 与数字峰值储备控制参数即AVC_Headroom相加生成第一和值。当前取样即目标[n]的音量目标值与当前音量电平相加生成第二和值。将该第一与第二和值彼此比较。若第一和值大于第二和值，AVC算法便进入到步骤630。另一方面，若第一和值并非大于第二和值，AVC算法进入到步骤632。

步骤630中，AVC算法将压缩阈值 $C_{\text{阈值}}$ 与数字峰值储备控制参数即AVC_Headroom相加生成第一和值，接着从第一和值当中减去当前音量值生成一差值。当前取样即目标[n]的音量目标值设定为等于该差值的音量目标值。该AVC算法接着进入到步骤632。应该指出，总体增益受到（压缩器（未图示）所给出的）可用数字峰值储备和控制参数AVC_Headroom的限制。从可用峰值储备当中减去峰值储备控制参数AVC_Headroom来限制可用的总体增益。因为压缩阈值 $C_{\text{阈值}}$ 、峰值储备控制参数AVC_Headroom以及当前音量电平的和值限制为低于0dBm0的数值，所以确保没有数字箝位。

步骤632中，时间平均系数TAV与当前取样目标[n]的音量目标值的乘积，再同1

减去时间平均系数TAV的量与前一取样的自动增益控制（AGC）数值即AGCVol增益[n-1]的乘积相加。所得到的和值设定为等于当前取样的AGC值即AGCVol增益[n]。该AVC算法接着进入到步骤634。步骤634中，AVC算法对当前取样施加音量控制。

参照图10说明的实施例，采用3个可调阈值和3个预定增益值。对本领域技术人员显然清楚，可采用任何合理个数的可调阈值和预定增益值。一替代实施例中，例如可采用7个可调阈值和7个预定增益值。

一实施例中，AVC处于启动状态时，对用户提供的设定点规定为与周围环境状况无关的用户所希望的音量电平。下面表1中示出示范性的设定。

表1

峰值输出(0dbm0)	周围安静级	周围中级噪声	周围高度噪声
0			6（高），7
-3		7	5
-6		6（高）	4（中）
-9=C _{阈值}	7	5	3
-12	6（高）	4（中）	2（低）
-15	5	3	1
-18	4（中）	2（低）	
-21	3	1	
-24	2（低）		
-27	1		

表1中，压缩阈值C_{阈值}设定为-9 dBm0，就用户设定的高、中、低来说音量电平分别设定为6、4、2。音量设定采取在0dB处开始每档3dB，即设定7为0dB，设定6为-3dB，设定5为-6dB，依此类推。任何设定中，用户处于高噪声周围环境时，AVC算法对信号电平再给出另外12dB增益。同样，处于中级噪声周围环境时，AVC算法对信号电平再给出另外6dB增益。描述安静噪声周围环境的列等效于AVC关闭模式。应理解，可采用除了这三级（高、中、低）以外的任何个数的设定点。

一实施例中，AVC逻辑电路诸如上面参照图8说明的AVC逻辑电路可结合可变速率输入音频编码器诸如美国专利U.S. Pat. No. 5, 414, 796中说明的可变速率CELP编解码器一起使用，上述专利转让给本发明受让人，并通过在此引用作为全面参照。如上

所述，当输入音频取样乘以固定数字增益 G 时，取样幅值便提高。压缩阈值 $C_{\text{阈值}}$ 作为取样电平上的平滑顶。但对无输入音频（寂静）取样来说，所增加的增益会给用户带来相对较响的背景噪声。因此，用户会感觉出较低的信噪比（SNR）。但可利用所保留的输入音频编解码器知识来判断哪些取样帧按1/8速率编码/解码（即哪些帧属于无输入音频帧）。因而，为了补偿寂静期间背景噪声的相对增加，按1/8速率编码/解码的每一帧并不乘以固定的数字增益 G 。

这样就说明了一种新颖、改进的移动电话内话筒及扬声器增益的自动调节方法和装置。本领域技术人员会理解，结合在此披露的实施例所说明的种种示意性逻辑模块和算法步骤均可以在数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、分立门器件或晶体管逻辑电路、分立硬件部件（诸如寄存器和FIFO、执行一组固件指令的处理器、或任何常规可编程软件模块和处理器）内实施。该处理器可较为有利的为微处理器，但作为替代，该处理器可以为任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。软件模块可驻留在RAM存储器、快闪存储器、寄存器或本领域公知的任何形式的可写存储媒体。技术人员会进一步理解，整个上面说明中所引用的数据、指令、命令、信息、信号、位、码元以及码片均可由电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子、或其任意组合来表示。

前面所提供的对较佳实施例的说明能够使本领域技术人员制作或利用本发明。对本领域技术人员来说，对上述实施例的种种修改将会很显然，在此限定的总体原理可在不需要发明构思的情况下应用于其他实施例。这样，本发明并非用于限定为在此示出的实施例，而是要符合与在此披露的原理和新颖特征相一致的最大保护范围。

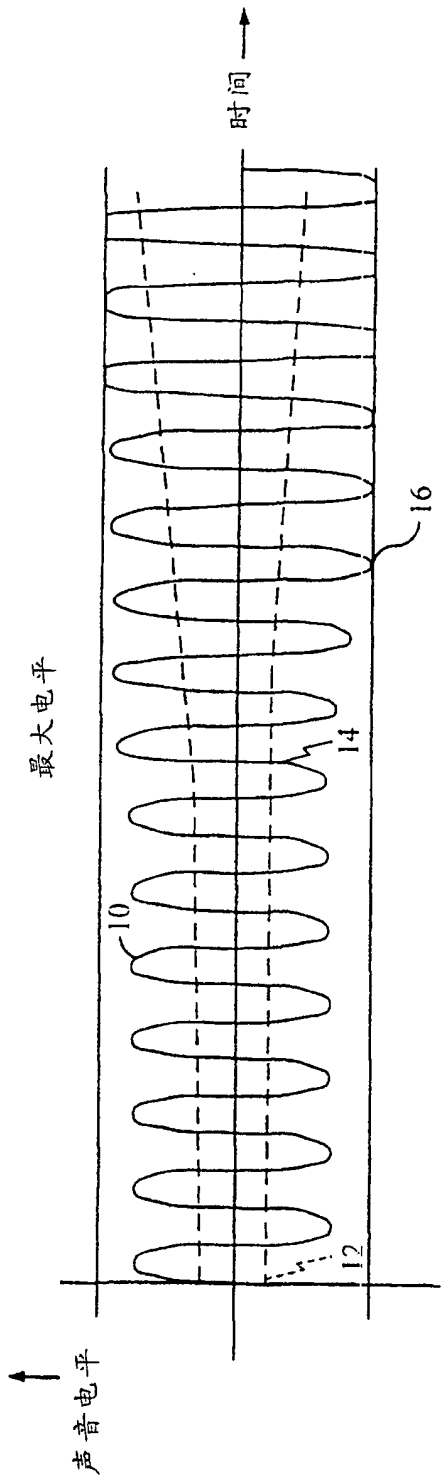


图 1

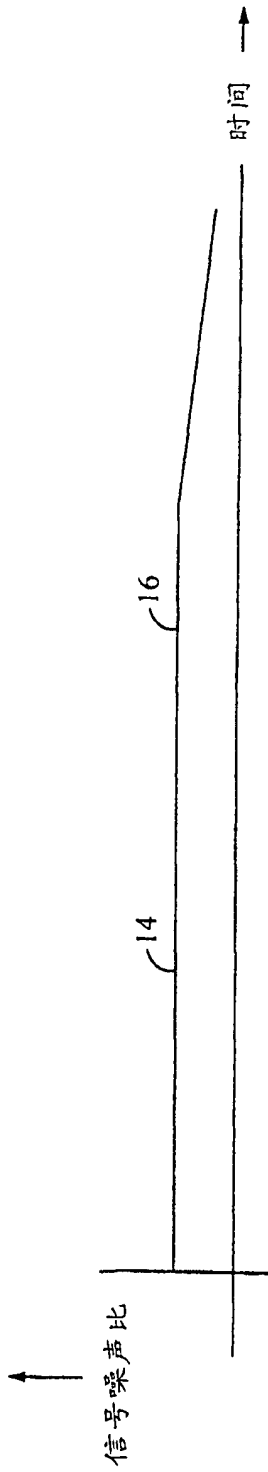


图 2

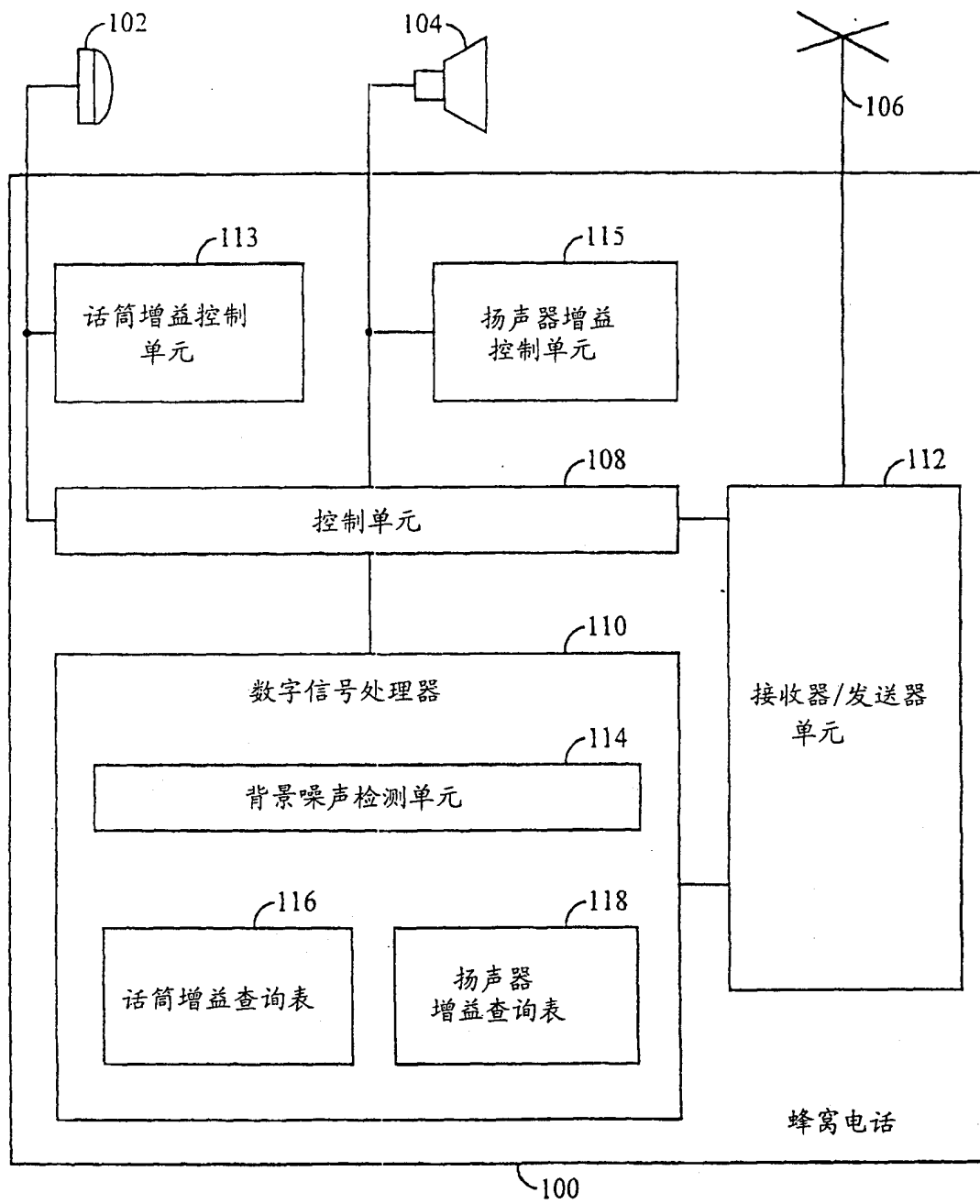


图 3

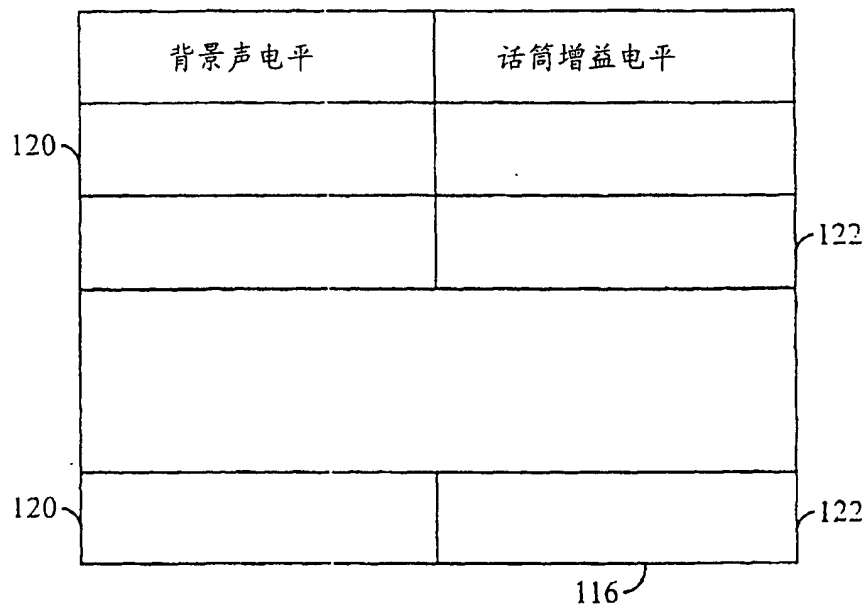


图 4

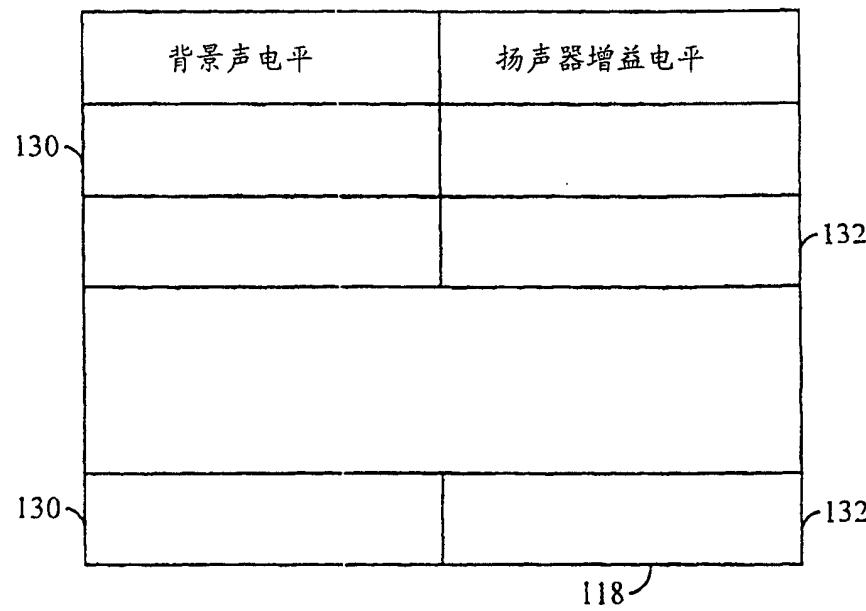


图 5

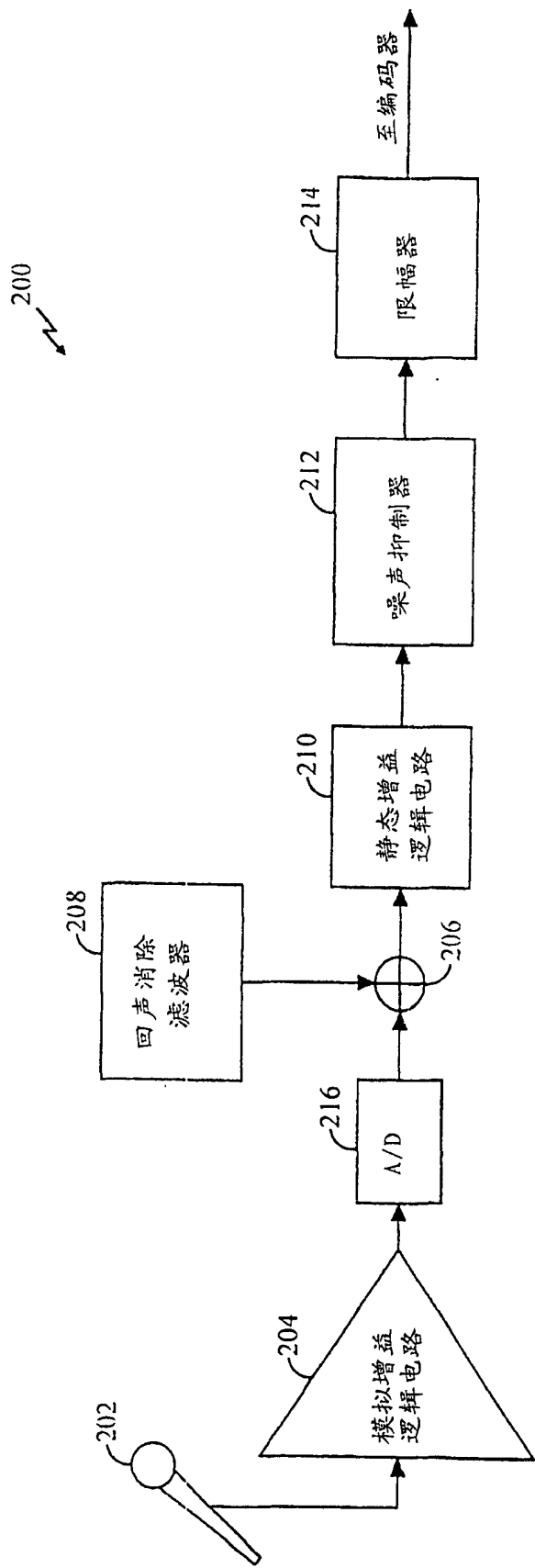


图 6

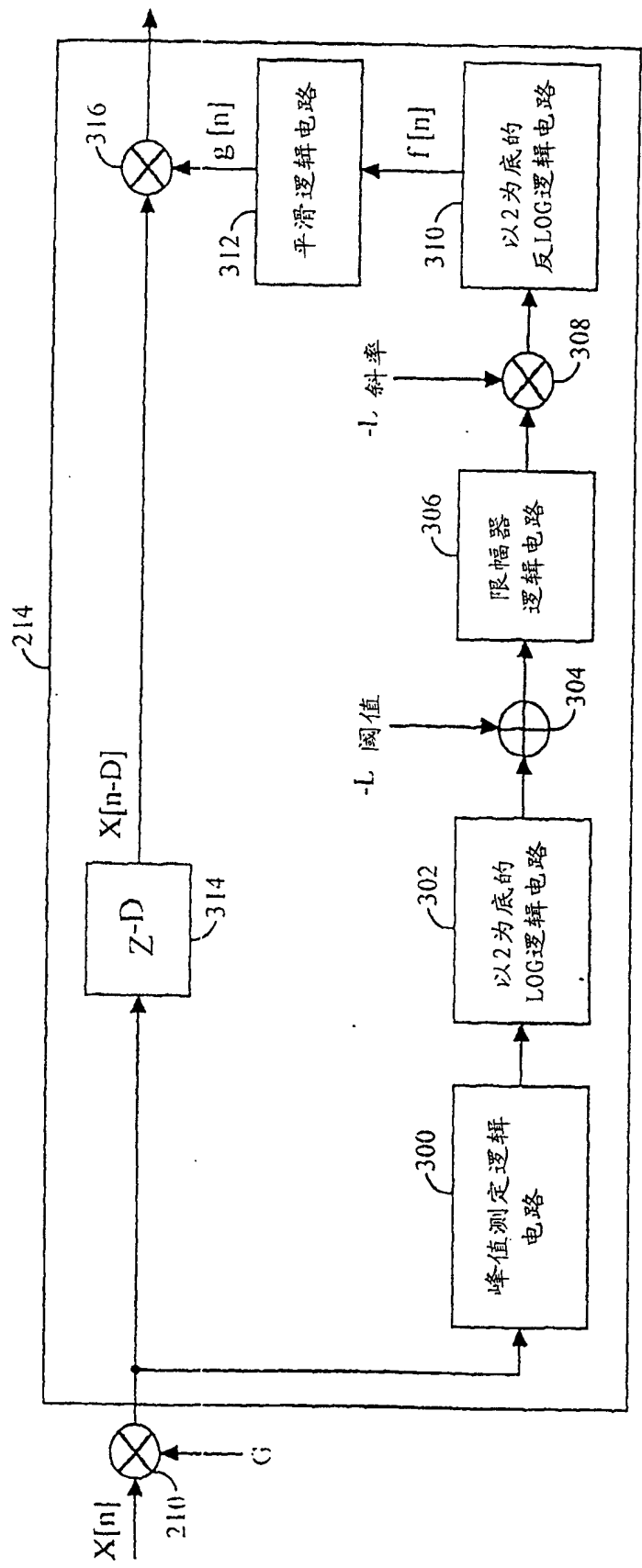
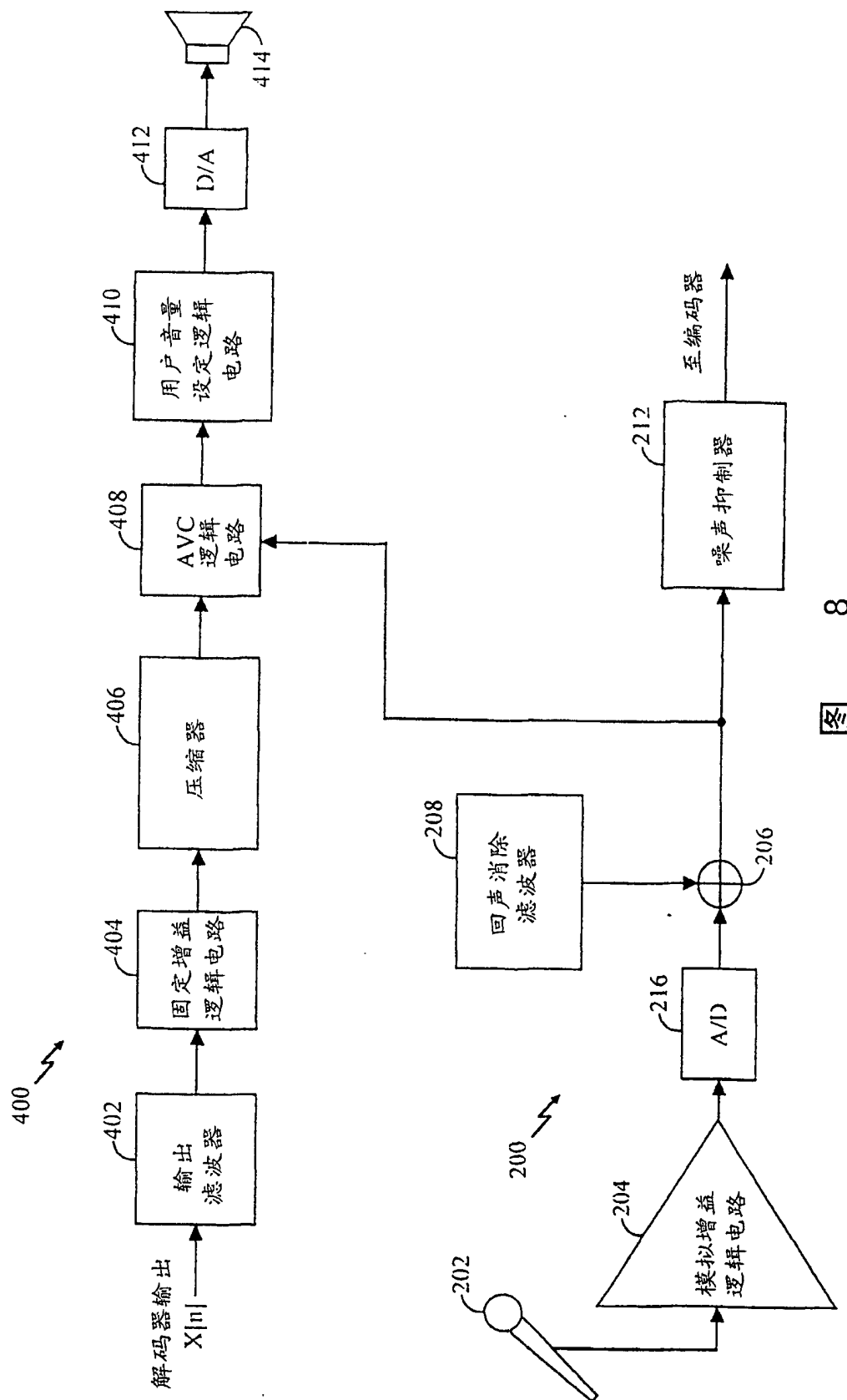


图 7



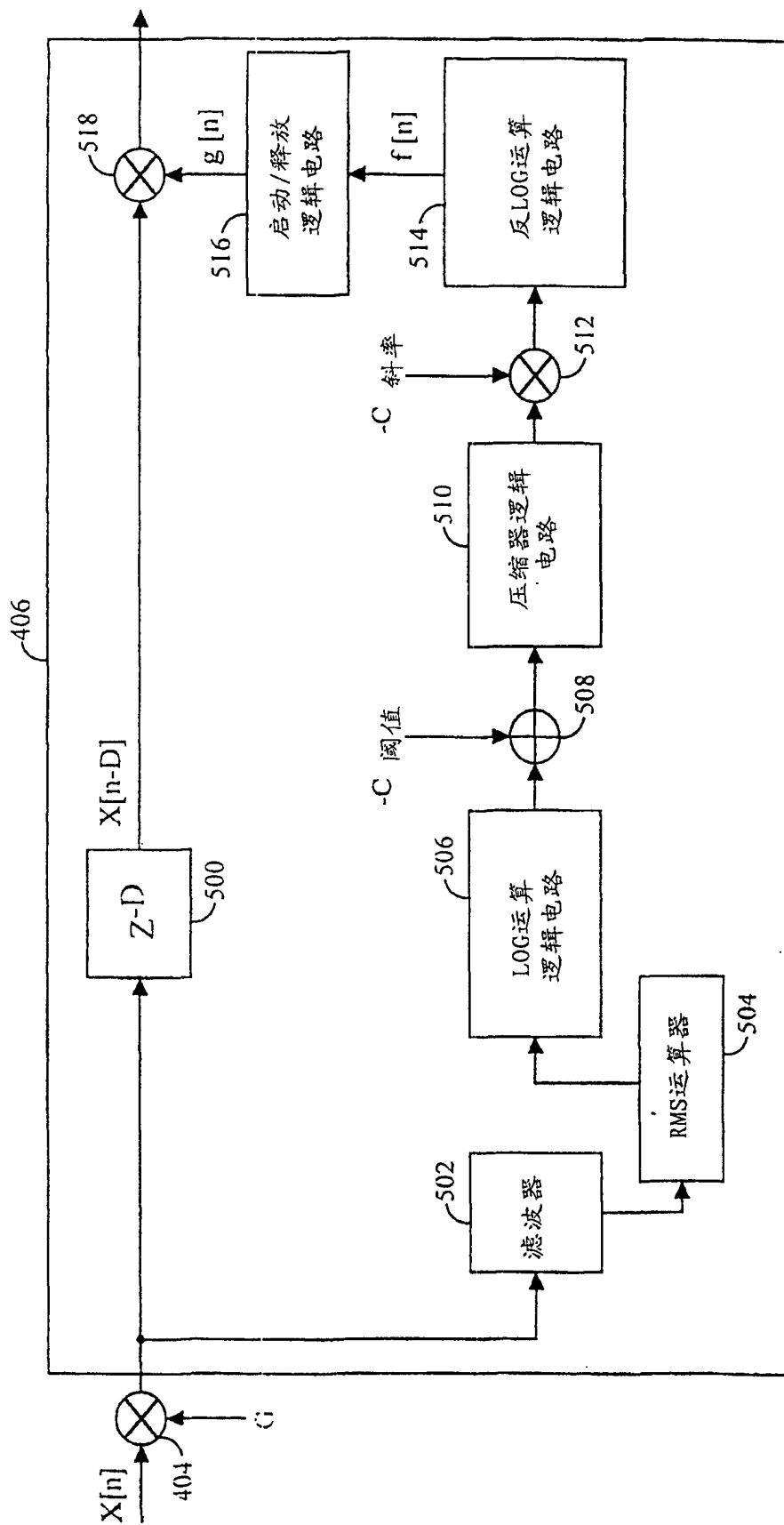


图 9

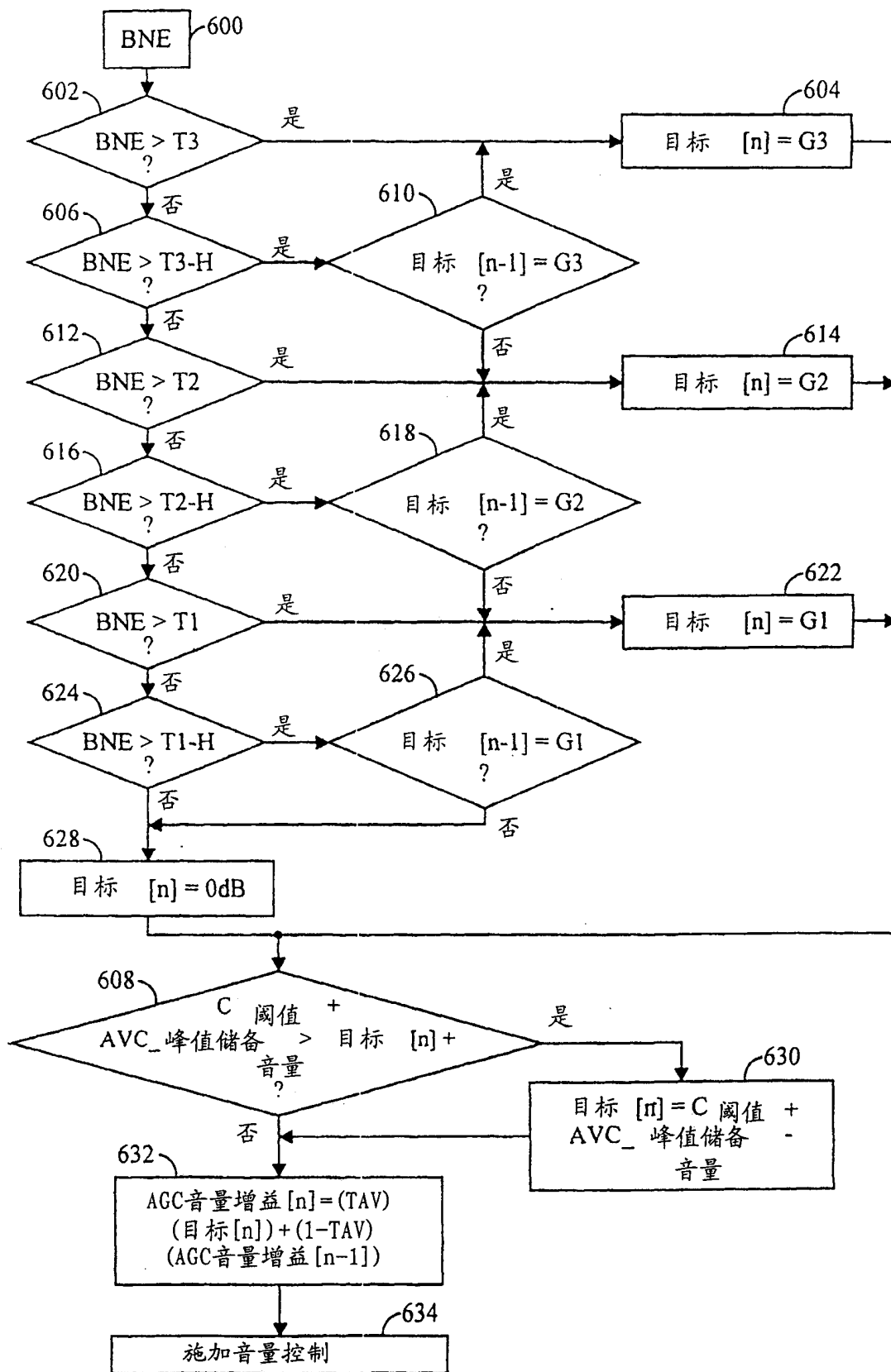


图 10