[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G10L 19/14

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98119216.5

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1124590C

[22] 申请日 1998.9.9 [21] 申请号 98119216.5

[30] 优先权

[32] 1997. 9.10 [33] KR [31] 46506/1997

[32] 1997.12. 3 [33] KR [31] 65487/1997

[71] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 朴浩棕

审查员 杨 叁

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

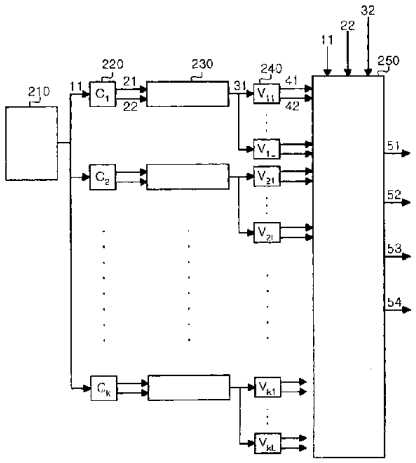
代理人 杨 梧 朱 勤

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称 改善话音信号编码器性能的方法

[57] 摘要

一种改善话音信号编码器性能的方法，包括步骤：计算一窗口的目标信号；从该目标信号，全代码本索引和最佳代码本增益中检索最佳候选的代码本和代码本增益；还包括步骤：从窗口目标信号和第一子帧的最佳候选的代码本和代码本增益计算第二子帧的目标信号；检索第二子帧的最佳候选的代码本与代码本增益；从窗口目标信号第一子帧的最佳候选增益和所有可能量化的增益以及第二子帧的最佳候选的代码本与代码本增益分别选择两子帧的最佳代码本与最佳代码本增益。



ISSN1008-4274

1. 一种改善话音编码器性能的方法，其特征是，该方法包括步骤：

计算一个窗口的目标信号；

从一个窗口的目标信号、所有代码本索引和所有代码本最佳增益中确定第一子帧的K个最佳侯选代码本和最佳侯选代码本增益；

从一个窗口的所述目标信号和第一子帧的所述最佳侯选代码本及最佳侯选代码本增益中计算第二子帧的K个目标信号；

从第二子帧的所述目标信号以及第一子帧的所述最佳侯选代码本和最佳侯选代码本增益中确定第二子帧的L个最佳侯选代码本和最佳侯选代码本增益；和

从一个窗口的所述目标信号，所述第一子帧的所述最佳侯选增益和所有可能量化的增益，以及所述第二子帧的所述最佳代码本和最佳侯选代码本增益中分别选择所述两个子帧的最佳代码本和最佳代码本增益。

2. 根据权利要求1的方法，其特征是，所述K和L是变量。

3. 根据权利要求1的方法，其特征是，所述确定第一子帧的K个最佳侯选代码本和最佳侯选代码本增益的步骤包括以下步骤：

传输所有可能的代码本和非量化的代码本最佳增益通过线性预测系数滤波器产生一个输出信号；

计算通过 线性预测系数滤波器的所述已滤波的输出信号与一个窗口的所述目标信号之间的差值并且选择K对侯选代码本与量化的侯选增益，以使均方差最小。

4. 根据权利要求3的方法，其特征是，在所述选择K对的侯选代码本与量化的侯选增益的步骤中，在所述第一子帧内执行所述第一子帧的最佳化。

5. 根据权利要求1的方法，其特征是，所述计算第二子帧的K个目标信号的步骤中，还包括以下步骤：

相关于在确定所述最佳侯选代码本和侯选代码本增益的步骤中选择的第一子帧的每个侯选代码本以零进行零填充对应于第二子帧的时间轴位置Lc，Lc + 1…，2Lc - 1；

由传输所述零填充的信号通过音调滤波器和LPC滤波器产生一个输出

信号;

从所述目标信号中减去与第一子帧的所述最佳侯选增益相乘的所述输出信号来确定第二子帧的目标信号。

6. 根据权利要求 5 的方法，其特征是，在所述选择 K 对的所述侯选代码本和量化的侯选增益步骤中，所述音调滤波器和所述 LPC 滤波器二者的初始值都等于“0”。

7. 根据权利要求 1 的方法，其特征是，所述确定第二子帧的 L 个最佳侯选代码本及最佳侯选代码本增益的步骤包括以下步骤:

传输所有可能的代码本及代码本最佳增益通过 LPC 滤波器产生一个输出信号;

计算通过 LPC 滤波器滤波的所述输出信号与第二子帧的所述目标信号之间的差值并且选择 L 对侯选代码本与量化的侯选增益，使均方差最小。

8. 根据权利要求 7 的方法，其特征是，对应于在确定所述侯选代码本与量化的侯选代码本增益的所述步骤中选择的第一子帧使从 1 至 Lc－1 运行的时间轴变为“0”。

9. 根据权利要求 1 的方法，其特征是，所述选择最佳代码本与代码本增益的步骤包括以下步骤:

将所有可能的代码本增益 $Gq2_b$ 乘以通过音调滤波器和LPC滤波器的所述第二子帧的侯选代码本;

将所有可能量化的增益 $Gq1_\alpha$ 乘以在计算所述第二子帧的 K 个目标信号步骤中的所述输出信号并且将所述相乘步骤的该输出信号加到其结果上;和

计算一个窗口的所述目标信号与所述相加步骤中的输出信号之间的差值并且选择最佳代码本和最佳增益使均方差最小。

10. 根据权利要求 9 的方法，其特征是，在选择代码本和代码本增益以使所述误差最小的步骤中，

n 表示从 0 至 2Lc－1 运行的一时间轴;

x(n)表示一个窗口的目标信号;

$U_k(n)$表示第一子帧的第 K 个最佳侯选代码本;

$Z_j(n)$表示第二子帧的第 j 个最佳侯选代码本;

L_c 是一个子帧的时间间隔;

$Gq1_\alpha$表示第一子帧的第α个量化的侯选代码本增益；和

$Gq2_b$表示第二子帧的第 b 个量化的侯选代码本增益，然后

确定 j, k, α和 b 使下式最小

$$\sum_{n=0}^{2L_c-1}[x(n)-Gq1_aU_k(n)-Gq2_bZ_j(n)]^2 。$$

11. 根据权利要求 10 的方法，其特征是，不检索每个 K 与 j 的所有 $Gq1_\alpha$ 和 $Gq2_b$，而只检索具有每个子帧的最佳侯选增益的相同索引的量化的增益。

改善话音信号编码器性能的方法

技术领域

本发明涉及改善话音信号编码器性能的方法，特别涉及用于改善代码激励的线性预测(CELP)话音信号编码器性能的新代码本搜索方法。

背景技术

话音信号编码器通过发送残留信号而不发送所有输入话音信号来减少数据量，该残留信号对应于由前一信息的预测信号与原始输入信号之间的差值。

在 30ms 和 40ms 之间的时间轴 n 期间的输入话音信号 s(n)能够利用包括 s(n－1)，s(n－2)，…的前面的话音信号预测。

由前面的话音信号预测的话音信号根据下式 1 表示:

$$s'(n) = a_1 s(n-1) + a_2 s(n-2) + a_3 s(n-3) + \cdots + a_{10} s(n-10)$$

因此，s'(n)仅仅可通过发送的上述系数而不是发送的所有的话音信号重构。

线性预测系数(LPC)滤波器用于确定上述系数。

LPC 滤波器也称为频谱滤波器，使用自相关技术确定具有对时间变量 n 的十阶（ten－order）的 LPC 系数。

但是，通过上述过程预测的 s'(n)与原始信号不是完全相同的，而且话音的音调是不可预测的。

执行音调分析可得到对应于话音信号的长期相关的有关音调时间(pitch period)的信息。

由于话音的音调时间是变化的并且被作成代码本，该对应的音调时间可利用索引的发送从该代码本中找到。

音调滤波器根据发话声的音调时间从由 LPC 滤波器滤波的残留信号中除去相关。

原始的话音可利用最后残留信号，LPC 系数和音调滤波参数重构。

确定 LPC 系数和音调滤波参数，以便减小使用输入话音信号 d 差错信号。

确定的 LPC 系数、音调参数和残留信号必须量化以用于数字传输。

根据如何量化残留信号，话音信号编码器是有区别的。

CELP 话音信号编码器使用代码本量化残留信号。换句话说，CELP 话音信号编码器在准备的代码本中选择最接近该残留信号的信号并且发送该代码本索引（codebook index）到接收机。

当接收机使用相同的代码本时，接收机得到具有发送的索引的残留信号。

组成该 CELP 话音信号编码器，通过两个时间变化的线性递归滤波器如音调滤波器和 LPC 滤波器选择信号以便优化通过传输存储在代码本中的已激励的输入信号而得到的信号中给定的保真度。

为了确定两信号的保真度，逐步比较两信号的均方差。通过使用合成分析，CELP 话音信号编码器取得高质量的话音，对输入话音信号进行分析并且用确定的参数与合成的信号相比较。

合成分析包括在所有可能的代码本的每个代码本上计算合成的话音信号并且最后选择最接近原始话音信号的合成话音信号。

通常，一个输入话音信号被分成子帧，每个子帧包括 20 个样值(一个样值等于 0.125ms)。每个子帧选择一个最佳代码本。

除了选择合成信号要求的码字外，从该代码本中还选择重构信号要求的量化代码本增益。

实际上，音调信号通过将由索引选择的码字与也由索引选择的量化代码本增益相乘得到。

如何找到每个滤波器的功能特性和如何检索代码本及代码本增益，这在如上所述的用于编码话音信号的话音信号编码器中是最重要的。

必须在每个话音信号上执行的代码本增益检索要求了大量的计算。

图 1 是表示根据现有技术的代码本检索方法的图。假定 LPC 滤波器、音调滤波器和加权滤波器的功能特性在选择代码本之前分别被确定为 1/A(Z)，1/P(Z)和 1/W(Z)。

如图 1 所述，代码本检索方法包括以下步骤：从音调滤波器 110 输出

零输入响应；由 LPC 滤波器 120 接收音调滤波器 110 的该输出和预测的话音信号；通过加权滤波器 130 接收一个值，该值是从输入话音信号中减去由 LPC 滤波器 120 预测的话音信号而得到的；由 LPC 滤波器 150 从所有代码本索引和所有量化的增益中接收代码本的增殖（multiplication of codebook）；选择最佳代码本和信号的量化增益，由利用最小平均信号误差选择器将从加权滤波器 130 输出的输出目标信号 1 中减去 LPC 滤波器 150 的输出 2 而获得信号量化的增益。

首先，音调滤波器 110 产生零输入响应，该响应用作给 LPC 滤波器 120 的输入。

在从输入话音信号中减去 LPC 滤波器 120 的输出信号之后，加权滤波器使用该结果产生目标信号 1。然后，LPC 滤波器 150 通过滤波来自代码本索引的所有可能的代码本和所有量化的增益产生输出信号 2。

选择代码本和量化的增益以使目标信号 1 和输出信号 2 之间的均方差最小。

对每个子帧和最佳化的代码本执行这样的过程，并且根据子帧内的目标信号 1 和输出信号 2 之间的差执行代码本增益。

因此，确定一个最佳代码本和量化增益的过程必须对每个子帧都执行。

如上所述，利用每个子帧内的最佳化来对每个子帧单独地确定代码本。然后，提供目前子帧的输入话音信号和提供所有前面的信息作为每个滤波器的初始值而不影响代码本检索。

但是，执行代码本检索不需要有关下一个来的信号的任何信息。在话音变化区，特别是在瞬变区，短期子帧内的最佳化不保证最佳代码本的选择。

而且，每个子帧的单独最佳化问题是在边界上的特性信号较少被重复。子帧越短，子帧边界的问题越大。

根据现有技术在通信系统中使用的 CELP 标准话音信号编码器由于上述原因提供了差的合成话音的质量，并因此提供质量差的通信系统业务。

但是，设定新标准的话音信号编码器需要大量的金钱和时间，因为大量的移动站和基站系统已经使用了现有技术的话音信号编码器以提供蜂窝式通信业务。

发明内容

有鉴于此，本发明提供了在两个连续子帧内执行同时最佳化的方法。具体地说，该方法利用有关下一个来的输入信息检索代码本。根据本发明优选实施例的 CELP 话音信号编码器与常规的 CELP 话音信号编码器兼容，并且通过改变常规话音信号编码器的软件来改善话音质量。

在本发明的优选实施例中，用于改善话音信号编码器性能的方法包括以下步骤:

计算一个窗口的目标信号;

从一个窗口的所述目标信号、所有代码本索引和所有代码本最佳增益中确定 K 个最佳侯选代码本和最佳侯选代码本增益;

从一个窗口的所述目标信号和第一子帧的所述最佳侯选代码本及最佳侯选代码本增益中计算第二子帧的 K 个目标信号;

从第二子帧的所述目标信号以及第一子帧的所述最佳侯选代码本和最佳侯选代码本增益中确定第二子帧的 L 个最佳侯选代码本和最佳侯选代码本增益; 和

从一个窗口的所述目标信号、所述第一子帧的所述最佳侯选增益和所有可能量化的增益，以及所述第二子帧的所述最佳代码本和最佳侯选代码本增益中分别选择所述两个子帧的最佳代码本和最佳代码本增益。

附图说明

下面将参照附图对本发明详细进行叙述。

图 1 是根据现有技术的代码本检索方法的方框图;

图 2 是表示根据本发明优选实施例的代码本检索方法的方框图;

图 3 是表示根据本发明优选实施例在第一子帧上的最佳代码本检索方法的方框图;

图 4 是表示计算第二子帧的目标信号的方法的方框图;

图 5 是表示根据本发明优选实施例在第二子帧上的最佳代码本检索方法的方框图;

图 6 是表示根据本发明优选实施例的最佳代码本和量化增益检索方法的方框图。

具体实施方式

本发明的方法利用了有关下一个输入的信息和在两个连续子帧内同时最佳化通过代码本检索来改善话音质量。

通过在较宽话音频带上的代码本检索可取得合成话音质量的这种改善。

另外，本发明提供了用于两个连续子帧同时最佳化的两个方法：一个方法是为了减少计算负担，而另一个方法是可变地调整计算负担。

两个连续子帧定义为一个窗口，通过两个连续的子帧执行代码本检索。

Lc 是一个子帧的时间间隔，而时间轴的索引从 0 运行至 2Lc－1。第一子帧对应 0，1，…Lc－1，第二子帧对应 Lc，Lc＋1，2Lc－1。

第一子帧的 K 个最佳侯选代码本在每个窗口内选择，而第二子帧的 L 个最佳侯选代码本的选择相关于 K 个确定的侯选代码本中的每个代码本。因此，选择 K×L 的组合。

在每个窗口对选择的 K×L 组合的所有可能的量化代码本增益进行检索，和确定最佳代码本组合及相应的量化增益。

图 2 是表示根据本发明优选实施例的代码本检索方法的方框图。如上所述，该方法包括步骤：

计算一个窗口的目标信号 11[框 210];

从一个窗口的目标信号 11、所有代码本索引和所有代码本最佳增益中确定第一子帧的 K 个最佳侯选代码本 21 和最佳侯选代码本增益 22[框 220];

从一个窗口的目标信号 11 和第一子帧的最佳侯选代码本 21 及最佳侯选代码本增益 22 中计算第二子帧的 K 个目标信号 31，[框 230];

从第二子帧的目标信号 31 以及第一子帧的最佳侯选代码本 21 和最佳侯选代码本增益 22 中确定第二子帧的 L 个侯选最佳代码本 41 和最佳侯选代码本增益 42[框 240]；和

从一个窗口的目标信号 11、第一子帧的最佳侯选增益 22 和所有可能量化的增益，以及第二子帧的最佳代码本 41 和最佳侯选代码本增益 42 中分别选择两个子帧的最佳代码本 51、52 和最佳代码本增益 53、54[框 250]。

现在对照附图说明代码本检索技术。音调滤波器产生一个零输入响应，该响应用作给 LPC 滤波器的输入，而 LPC 滤波器以与现有技术中相同的方式产生 LPC 滤波的输出信号。

减法器从对应于两个子帧的话音信号中减去 LPC 滤波器的输出，并由加权滤波器使用已相减的输出，该加权滤波器提供一个窗口的目标信号。

将一个窗口的目标信号用于第一子帧的最佳代码本检索。

图 3 是表示根据本发明优选实施例第一子帧的代码本检索方法的方框图。如图 3 中所描述的，LPC 滤波器接收所有可能的代码本和非量化的代码本最佳增益并且产生已滤波的输出信号。

减法器计算一个窗口的目标信号 11 与该输出信号之间的差值，和均方差选择器选择候选代码本 21 及量化的增益 22 以减小均方差。然后，在第一子帧内执行最佳化过程。

上述过程对 K 个代码本的每个代码本确定 K 个最佳侯选代码本和 K 个最佳侯选代码本增益。

对于已选择的 K 对侯选代码本和侯选代码本增益，计算对应于每个第二子帧的目标信号。

图 4 是表示第二子帧计算方法的方框图。如图所示，对在步骤 220 中选择的第一子帧的每个侯选代码本，在对应于第二子帧的时间轴位置 Lc，Lc + 1，…，2Lc - 1 上都以 0 填充，而输出信号是通过使上述结果通过音调滤波器和 LPC 滤波器后产生的。此时，将音调滤波器和 LPC 滤波器的所有初始值均设置为“0”并且进行滤波。

乘法器以第一子帧的最佳侯选代码本增益 22 乘以该输出信号 32。减法器从目标信号 11 中减去上述结果并且产生第二子帧的目标信号。

图 5 是表示第二子帧的最佳代码检索方法的方框图。LPC 滤波器接收所有可能的代码本和最佳代码本增益并且产生输出信号。

减法器计算第二子帧的输出信号和目标信号之间的差值，最小均方差选择器选择侯选代码本及量化侯选增益以减小均方差。

然后，在每个侯选代码本 41 上对应于第一子帧将从 0 至 Lc - 1 的时间轴变为“0”。

最后，通过利用第二子帧的侯选代码本 41、量化的侯选代码本增益 42 和其它信息执行两个子帧的最佳代码本 51、52 和量化的增益 53、54 的检索。

图 6 是表示根据本发明优选实施例最佳代码本和量化增益检索方法的方框图。第二子帧的侯选代码本 41 通过音调滤波器和 LPC 滤波器滤波，和

乘法器以所有量化的代码本增益 $Gq2_b$ 与已滤波的输出信号 55 相乘并产生输出信号 56。

乘法器用所有可能量化的增益 $Gq1_\alpha$ 乘以在步骤 230 中的输出信号 32。该结果被加到信号 56 以产生输出信号 57。

最后，减法器计算一个窗口的目标信号 11 与该输出信号 57 之间的差值，和均方差选择器选择代码本 51、53 和增益 52、54 以减少均方差。

然后，根据式 2 确定 k、j、α和 b 以减小 a 值。

式 2:

$$\sum_{n=0}^{2L_c-1}[x(n)-Gq1_aU_k(n)-Gq2_bZ_J(n)]^2$$

式中 n 表示从 0 运行至 2Lc－1 的一时间轴;

x(n)表示一个窗口的目标信号;

$U_k(n)$表示第一子帧的第 K 个最佳侯选代码本;

$Z_j(n)$表示第二子帧的第 j 个最佳侯选代码本;

$Gq1_\alpha$表示第一子帧的第α个量化的侯选代码本增益；和

$Gq2_b$表示第二子帧的第 b 个量化的侯选代码本增益。

在优选实施例中，本发明同时量化由两个子帧构成的每个窗口的两个增益，而现有技术中的量化是以每个子帧进行的。因此，在使式 2 最小化的过程中，不检索所有可能的量化增益，即，不分别检索 k 和 j 的所有α和 b，而只检索具有与每个代码本 22 和 42 的最佳侯选增益相同的正或负符号的量化增益。例如，当第一子帧的代码本的最佳增益是正的时，则只对所有 $Gq2_\alpha$ 值中正的增益进行检索。

这个方法与现有技术中检索所有最佳增益的方法相比把检索时间减小为 1/4。

根据本发明优选实施例的方法首先分别确定在一个窗口内第一子帧和第二子帧的 K 个和 L 个代码本，并稍后从 K × L 组合中选择一个最佳组合。由于检索时间取决于 K 和 L，所以本发明通过变化 K 和 L 调整每帧的检索时间。

本发明的 CELP 话音信号编码器与先前的标准编码器兼容并且改善了话音质量而无算法延迟。

虽然本发明可以允许各种修改和替代形式，但在附图和详细的说明出

中已利用例子表示了其具体的实施例。应该理解，本发明不限于所公开的特定形式，相反，本发明包括落入所附权利要求书限定的本发明的精神和范围内的所有修改，等效物及替代物。

图 1

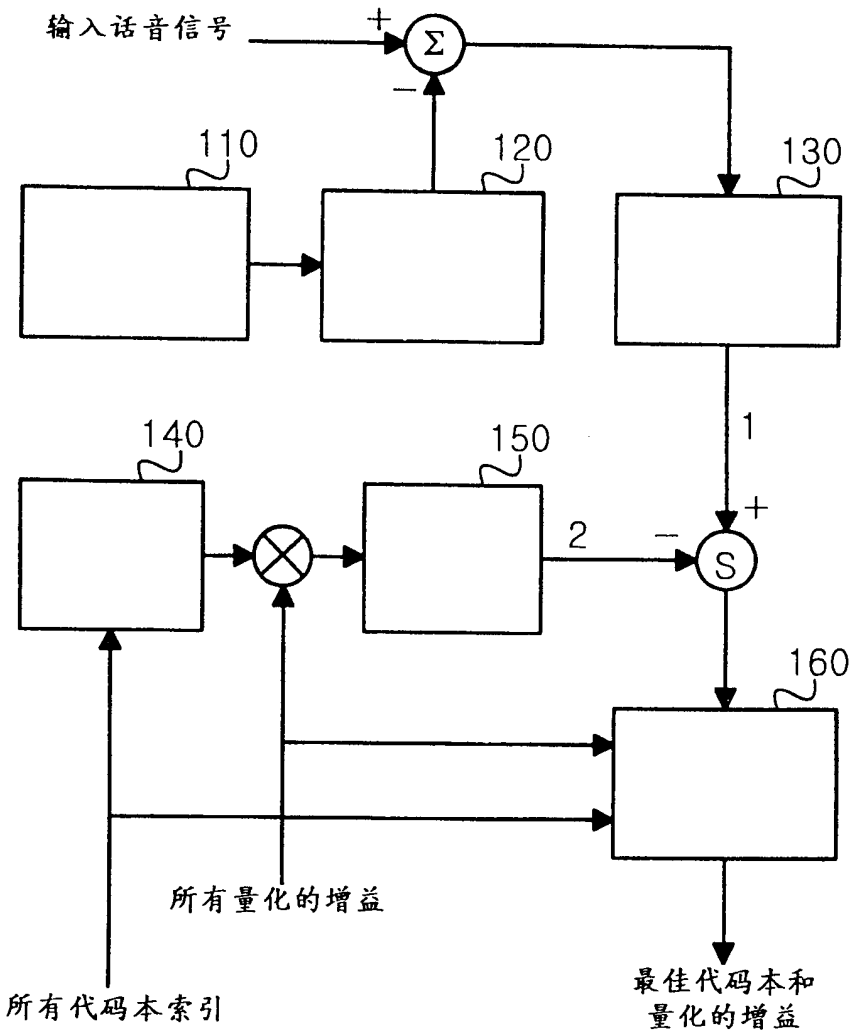

输入话音信号
+
Σ
−
110
120
130
140
150
1
2
+
−
S
160
所有量化的增益
所有代码本索引
最佳代码本和
量化的增益

图 2

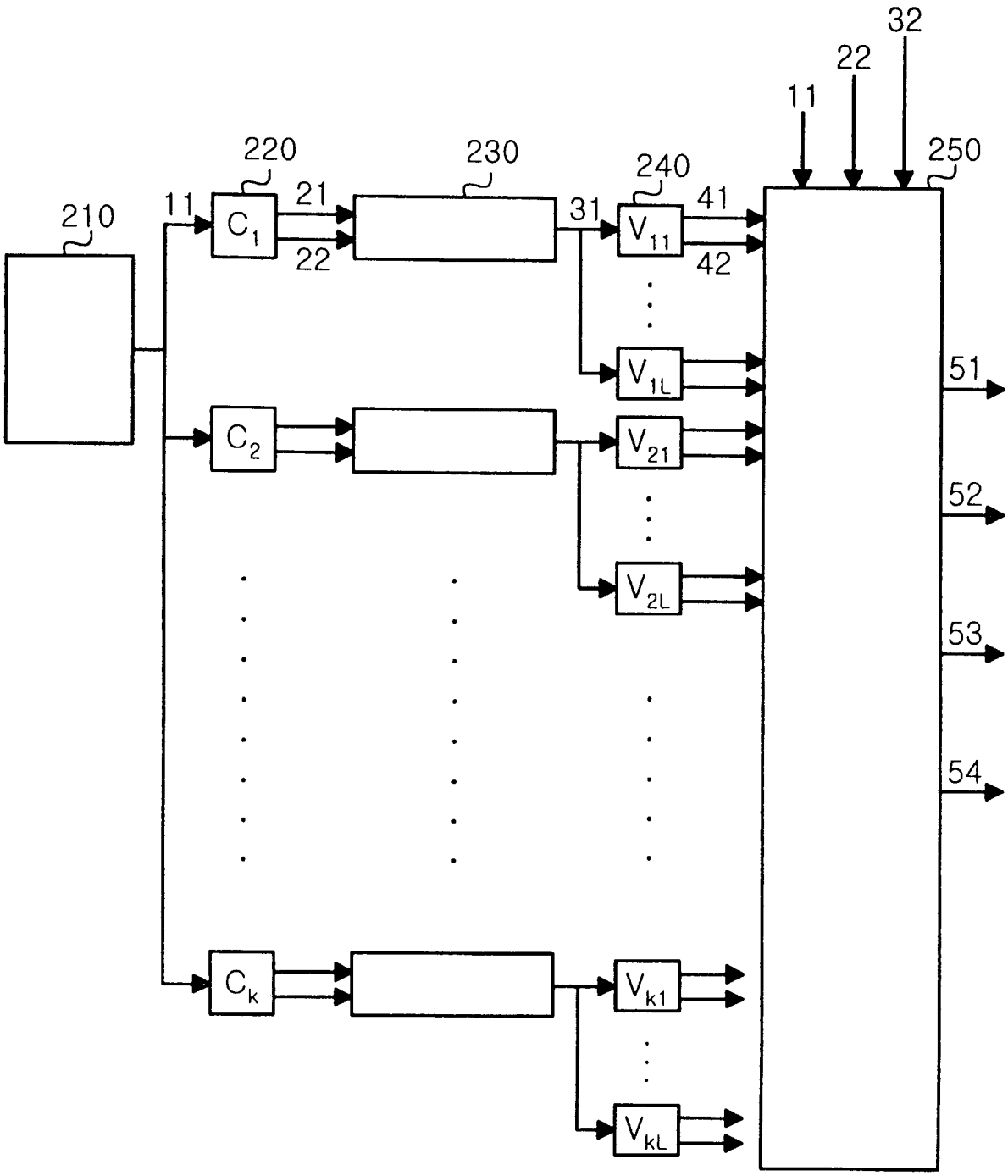

32
22
11
250
220
230
240
210
11
21
22
31
41
42
C_1
V_{11}
V_{1L}
51
C_2
V_{21}
52
V_{2L}
53
54
C_k
V_{k1}
V_{kL}

图 3

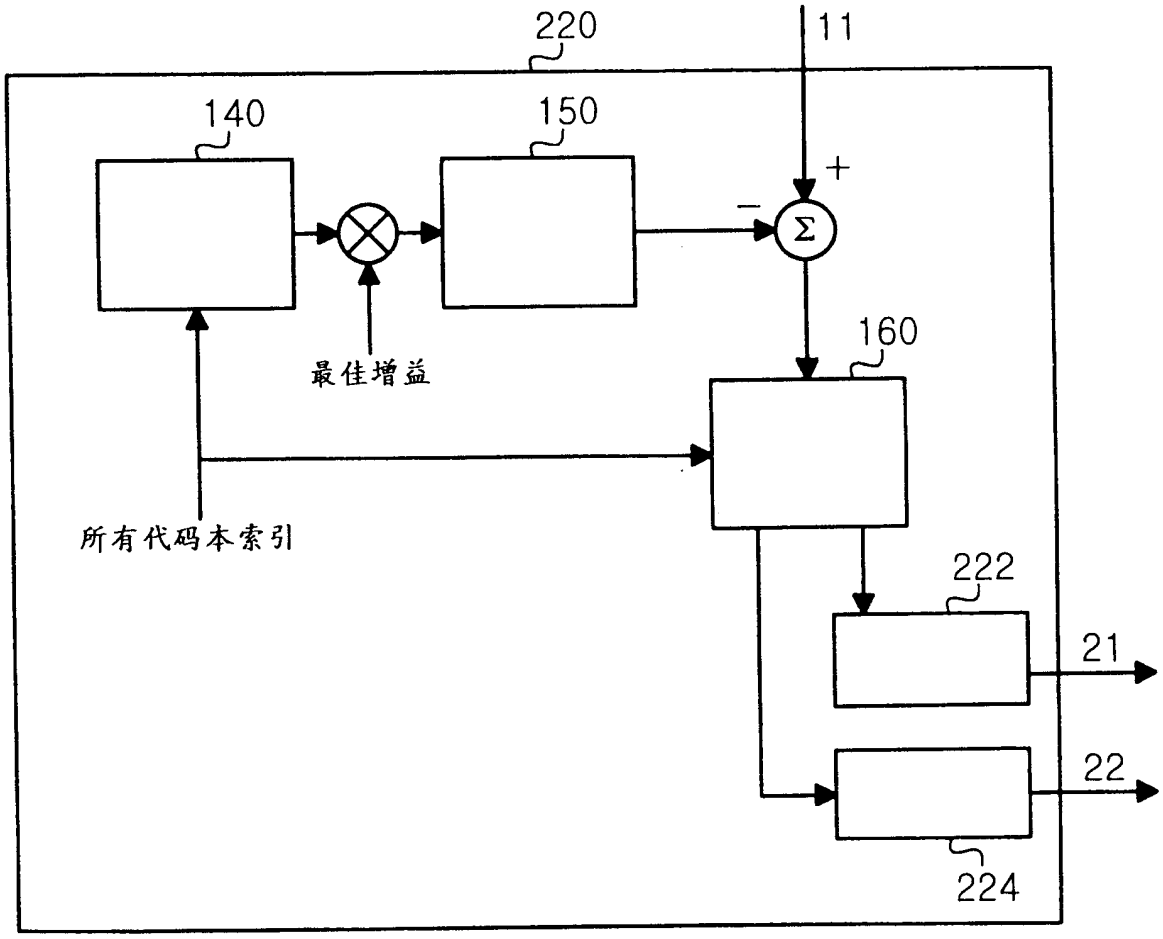


图 4

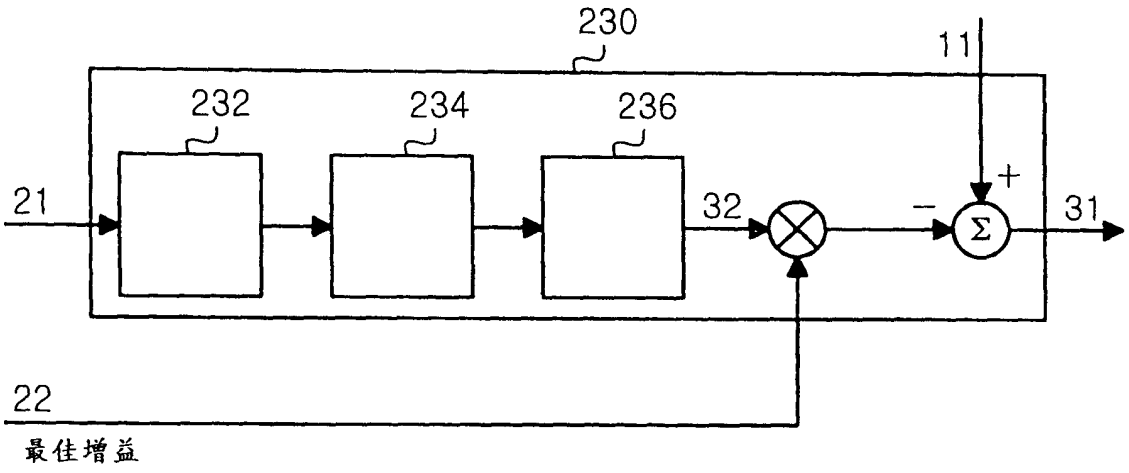


图 5

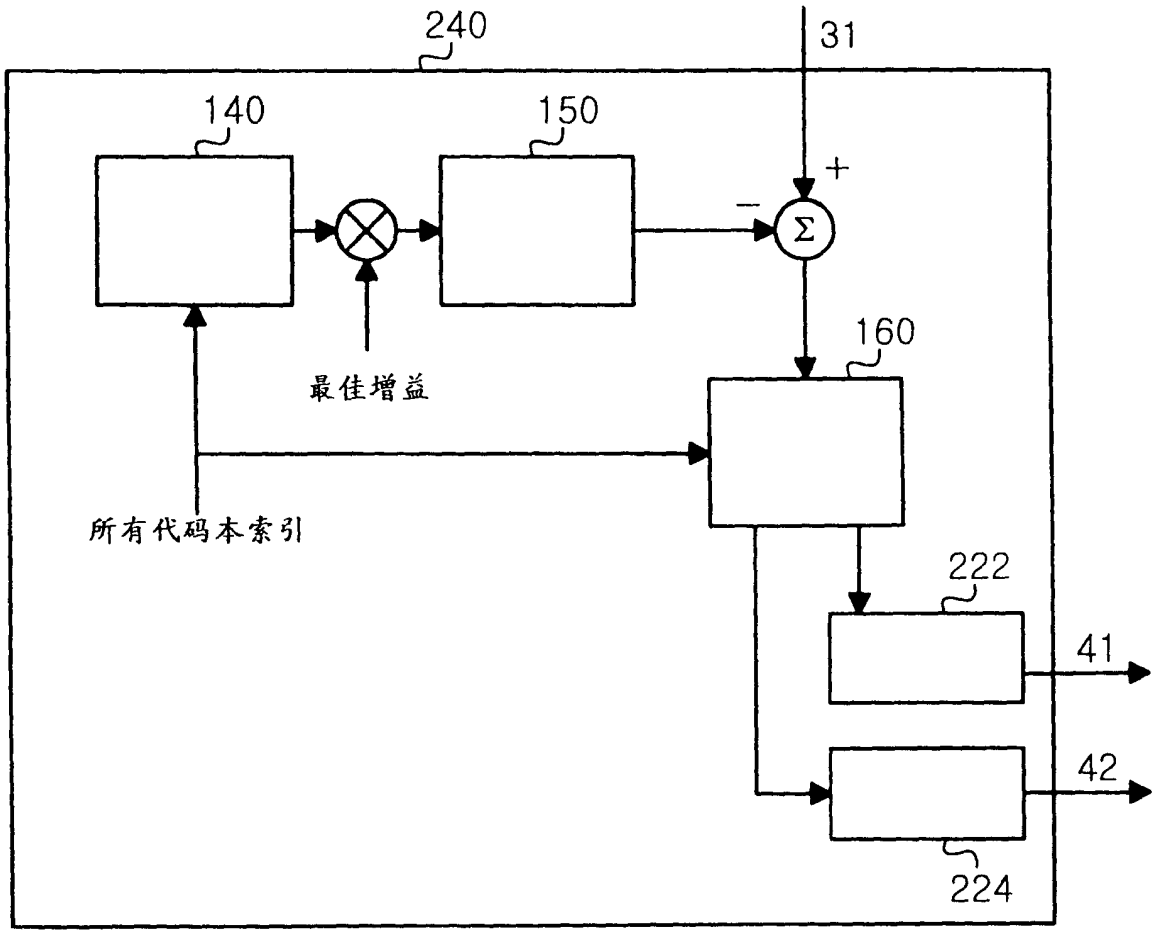
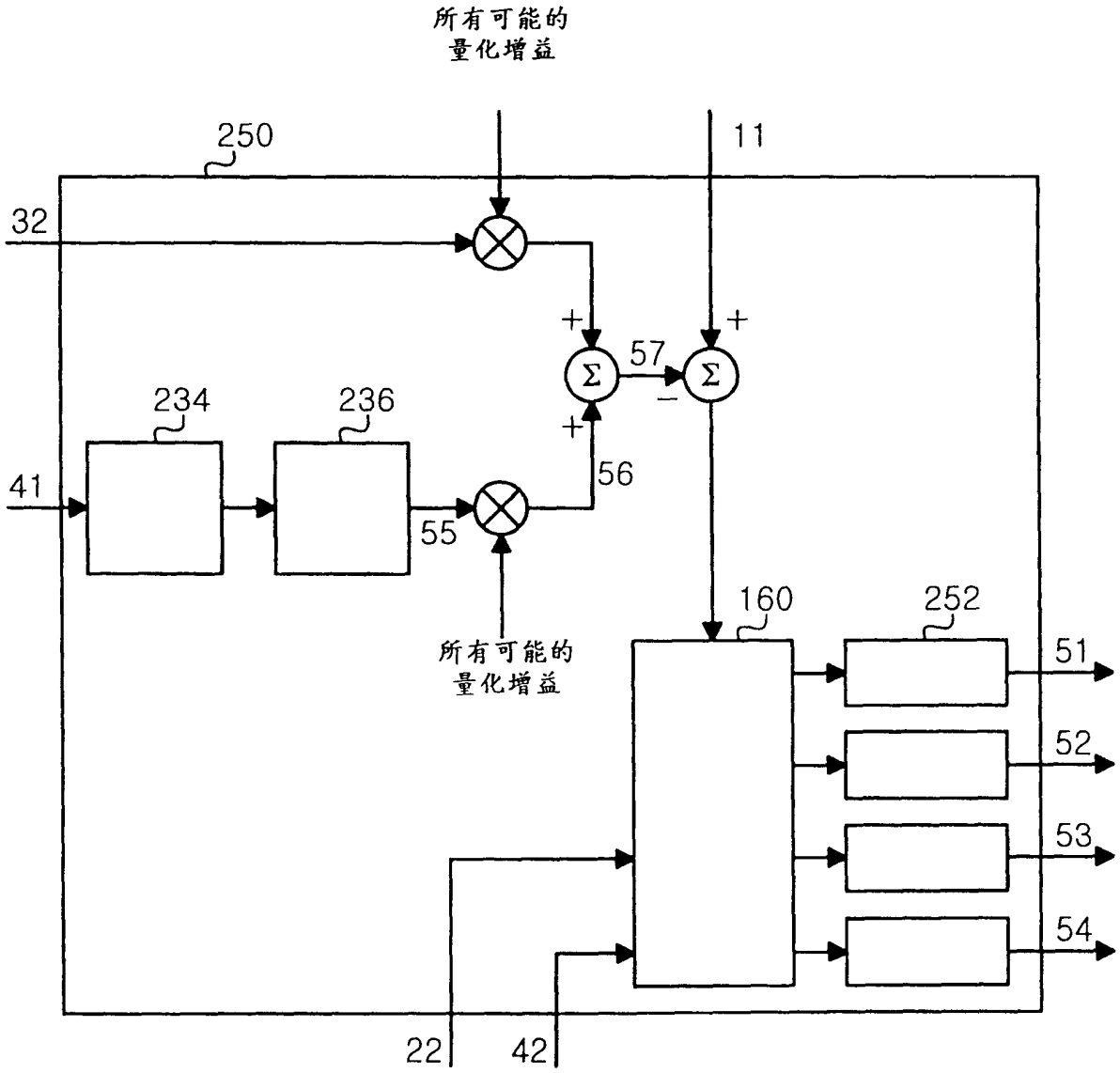


图 6


所有可能的
量化增益
250
11
32
+
+
57
Σ
Σ
−
+
234
236
41
56
55
所有可能的
量化增益
160
252
51
52
53
54
22
42