



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94191534.4

[51]Int.Cl⁶

H04S 3/00

[43]公开日 1996年4月3日

[22]申请日 94.12.7

[30]优先权

[32]93.12.7 [33]JP[31]306898/93

[86]国际申请 PCT/US94/14267 94.12.07

[87]国际公布 WO95/16333 英 95.6.15

[85]进入国家阶段日期 95.9.20

[71]申请人 索尼公司

地址 日本东京都

共同申请人 杜比实验室许可公司

[72]发明人 赤桐健三 M·F·戴维斯

C·C·托德 RIM·多尔比

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 董巍 马铁良

H04B 1/66 H04H 5/00

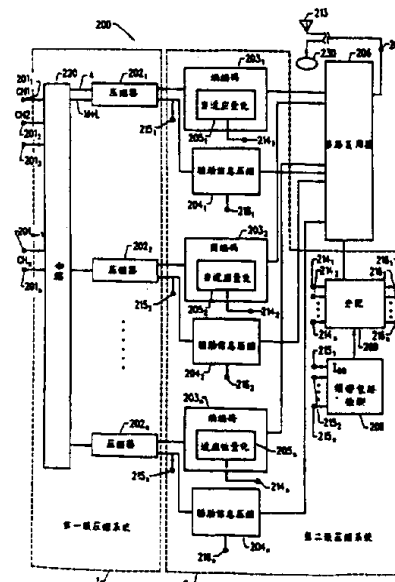
H03M 7/30 G11B 20/00

权利要求书 7 页 说明书 31 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 用于压缩的方法和装置,用于传输的方法以及用于扩展被压缩多声道声音信号的方法和装置,和用于被压缩多声道声音信号的记录媒体

[57]摘要

在多声道音响系统的相应声道中,压缩数字声音信号的多声道信号压缩器。该装置包括第一级压缩系统和第二级压缩系统。在第一级压缩系统中,耦合电路进行至少两条声道的数字声音信号之间的耦合,以为第一声道生成一个经过耦合处理的信号。压缩器电路从耦合电路接收经过耦合处理的信号,并将每个经过耦合处理的信号按频率划分成相应频带中的频带信号,并压缩通过划分每一经过耦合处理的信号所得到的频带信号,以生成第一级压缩信号。在第二级压缩系统中,判决电路从第一级压缩系统为每一声道接收第一级压缩信号,并且从相应声道的第一级压缩信号判定每一声道的能量。声道比特分配判决电路响应判决电路进行操作,在声道之间分配预定数目的比特给每一声道。最后,辅助压缩器采用由比特分配判决电路分配给相应声道的比特数,进一步压缩每一声道的第一级压缩信号。



权利要求书

1. 在多声道音响系统的相应声道中压缩数字声音信号的多声道信号压缩器, 该装置包括:

第一级压缩系统, 包括:

耦合设备, 用于进行至少两条声道的数字声音信号之间的耦合, 以为每个声道生成一个经过耦合处理的信号, 以及

从该耦合设备接收经耦合处理的信号的压缩器设备, 用于:

将每个耦合信号按频率划分成相应频带中的频带信号; 以及

压缩通过划分每个经过耦合处理的信号所得到的频带信号,

以生成第一级经压缩信号; 第二级压缩系统包括:

判定设备, 从第一级压缩系统为每条声道接收第一级压缩的信号, 根据每条声道的第一级压缩信号确定每条声道的能量,

声道比特分配判定设备, 它响应判定设备进行操作, 用于在声道之间分配预定数目的比特, 以为每条声道分配一定数目的比特,

用于进一步为每条声道压缩第一级压缩信号的辅助压缩器设备, 压缩器设备利用由声道比特分配设备为每条声道分配的比特数进行压缩。

2. 权利要求 1 的多声道信号压缩器, 其中耦合设备至少在起码两条声道的数字声音信号的高频带部分之间进行耦合。

3. 权利要求 2 的多声道信号压缩器, 其中:

耦合设备从至少两条声道的数字声音信号的高频率部分生成耦合信号;

压缩器设备将耦合信号作为一个经过耦合处理信号的高频段部分来进行压缩。

4. 权利要求 3 的多声道信号压缩器, 其中:

耦合设备在其间进行耦合的至少一个数字声音信号包括一个较低频带部分, 这部分不被耦合设备耦合;

压缩器设备压缩至少一个数字声音信号的较低频段部分。

5. 权利要求 2 的多声道信号压缩器, 其中数字声音信号的高频带部分有至少 3KHz 的最低频率。

6. 权利要求 1 的多声道信号压缩器, 其中:

第一级压缩信号包括固定长度的码字;

附加压缩器设备包括可变长度编码设备, 用于将第一级压缩信号的固定长度码字转换成可变长度码, 这样较经常地出现的固定长度码字被转换成具有较短字长度的可变码字。

7. 在多声道音响系统的相应声道中, 用于压缩数字声音信号的方法, 该方法包括步骤:

在至少两条声道中的数字声音信号之间进行耦合, 以为每条声道生成一个经过耦合处理的信号;

将经过耦合处理的信号按频率划分成相应频带内的频带信号;

将通过划分每个经过耦合处理的信号所得到的频带信号进行压缩, 以生成第一级压缩信号;

从每一声道的第一级压缩信号判定每一声道的能量;

响应在判定步骤所确定的每一声道的能量, 在声道之间分配预定数目的比特, 以给每一声道分配一些比特; 并且

利用通过分配步骤为每条声道分配的比特数,进一步为每一声道压缩第一级压缩信号。

8. 权利要求 7 的方法,其中,在进行耦合的步骤中,至少在起码两条声道中的数字声音信号的高频带部分进行耦合。

9. 权利要求 8 的方法,其中:

在进行耦合的步骤中,通过在至少两条声道中的数字声音信号的高频带部分之间进行耦合而生成耦合信号;

作为一个经过耦合处理的信号的高频部分,对耦合信号进行频率划分和压缩。

10. 权利要求 9 的方法,其中,在进行耦合的步骤中,至少两条声道中的数字声音信号的高频带部分有至少 3KHz 的最低频率。

11. 通过一种用于在多声道音响系统的相应声道中的压缩数字声音信号的方法产生的信号被录在一种录音媒体上,该方法包括步骤:

在至少两条声道的数字声音信号之间进行耦合,为每条声道产生一个经过耦合处理的信号;

将经过耦合处理的信号按频率划分成相应频带中的频带信号;

压缩通过划分每个经过耦合处理的信号所得到的频带信号,生成第一级压缩信号;

根据每条声道的第一级压缩信号来确定该声道的能量;

根据判定步骤确定的每一声道的能量,在声道之间分配预定数目的比特,以给每一声道分配一些比特;

进一步为每一声道压缩第一级压缩信号,以为每一声道产生一个第二级压缩信号,采用由分配步骤分配给每一声道的比特数,为每一声道压缩该声道的第一级压缩信号;

复用所有声道的第二级压缩信号,以提供一个比特流;

将比特流送到录音传输媒体上。

12. 权利要求 11 的录音媒体,包括一光盘。

13. 通过传输媒体在多声道音响系统的相应声道中传输数字声音信号的方法,该方法包括步骤:

在至少两条声道的数字声音信号之间进行耦合,为每一声道产生一个经过耦合处理的信号;

将经过耦合处理的信号按频率划分成相应频带中的频带信号;

压缩通过划分每个经过耦合处理的信号所获得的频带信号,以生成第一级压缩信号;

从每一声道的第一级压缩信号判定该声道的能量;

响应由判定步骤为每一声道所确定的能量,在声道之间分配预定数目的比特,以为每一声道分配一些比特;

为每一声道进一步压缩第一级压缩信号,以为每一声道产生第二级压缩信号,采用由分配步骤分配给每一声道的比特数,为每一声道压缩该声道的第一级压缩信号;

复用所有声道的第二级压缩信号,以提供一比特流;

将比特流送到传输媒体上。

14. 用于扩展代表多声道音响系统相应声道中数字声音信号的被压缩信号的多声道信号扩展器,在压缩之前,至少两声道中

的数字声音信号已经经过耦合，被压缩的信号包括代表至少两声道的数字声音信号的主信息和辅助信息，该装置包括：

用于分解被压缩信号，以提取主信息和辅助信息的去复用设备；

通过把可变长度码转变成固定长度码，扩展来自去复用设备的主信息的第二级扩展器设备；

响应来自去复用设备的辅助信息进行操作的第一级扩展器设备，用于进一步扩展来自第二级扩展器设备的固定长度码，以在至少两条声道的每一条中提供一再生数字声音信号；其中：

尽管至少两条声道之一中的数字声音信号和至少两条声道的另一声道中的数字声音信号一般有相同的带宽，至少两条声道的一条中第一级扩展器设备对其进行操作的某些固定长度码比至少两条声道的另一条中第一级扩展器设备对其进行操作的某些固定长度码代表更窄的带宽。

15. 权利要求 14 的多声道信号扩展器，其中：

主信息包括涉及至少两条声道中每一条的多个频段的信息；

第一级扩展器设备包括：

用于在每个频带内为至少两条声道的另一条重新构造时域信号的设备，

用于在频段内为至少两条声道的每一条合成时域信号，以为至少两条声道中的每一条生成再生数字声音信号的设备。

16. 用于扩展代表多声道音响系统相应声道中数字声音信号的被压缩信号的方法，至少两条声道中的数字声音信号在经压缩之前已被耦合，被压缩的信号包括代表至少两条声道的数字声音

信号的主信息和辅助信息,该方法包括步骤:

多路分解被压缩信号,以提取主信息和辅助信息;

通过将主信息的可变长度码转换成固定长度码,扩展在去复用步骤从被压缩信号中所提取的主信息;

用在去复用步骤从被压缩信号中所提取的辅助信息,进一步扩展通过转换主信息的可变长度码所得到的固定长度码,以在至少两条声道的每一条中产生再生数字声音信号;其中:

尽管至少两条声道之一中的数字声音信号与至少两条声道的另一条中的数字声音信号通常有相同的带宽,在至少两条声道之一中对其进行进一步扩展操作的某些固定长度码比在至少两条声道的另一条中对其进行进一步扩展操作的某些固定长度码代表更窄的带宽。

17. 权利要求 16 的方法,其中主信息包括关于至少两条声道中的每一条的多个频带的信息并且其中:

进一步的扩展包括步骤:

处理一些固定长度码,以在至少两条声道的每一条的每一频带重新构造时域信号,

为至少两条声道的每一条在频带合成时域信号,以为两条声道中的每一条产生再生数字声音信号。

18. 在多声道音响系统的相应声道中,用于压缩数字声音信号的多声道信号压缩器,该装置包括:

第一级压缩器设备,用于接收相应声道的数字声音信号和压缩数字声音信号,以提供相应的第一级压缩信号;

第二级压缩器设备,用于

从第一级压缩器设备接收第一级压缩信号;

根据相应的一个第一级压缩信号判定每一声道的能量;

响应为每一声道所判定的能量,在声道之间分配比特,给每一声道分配一些比特;

进一步压缩第一级压缩信号,以提供相应的第二级压缩信号,每一声道中的第二级压缩信号利用分配给一条声道的比特数。

说明书

用于压缩的方法和装置, 用于传输的方法
以及用于扩展被压缩多声道声音信号的方法和
装置, 和用于被压缩多声道声音信号的记录媒体

发明领域

本发明涉及压缩, 例如电影院、磁带录相机或视盘放相机等多声道音响系统的声音信号的方法和装置, 传输多声道声音系统的被压缩声音信号的方法, 扩展多声道声音系统的被压缩声音信号的方法和装置, 以及记录多声道音响系统的被压缩声音信号的记录媒体。

发明背景

已知许多压缩数字声频或语声信号的技术。例如, 在子频带编码中, 非块形成频带划分系统, 不将输入音频信号按时间划分成块, 而将其用滤波器按频率划分成多个用于量化的频带。在块形成频带划分系统中, 例如变换编码系统, 时间域的输入音频信号通过正交变换被转换成频域的频谱系数。产生的频谱系数按频率划分成多个频带, 并且每个频带的频谱系数被量化。

一种组合了子频带编码和变换编码的技术也是已知的。其中, 通过按频率划分输入音频信号而不将其划分成块所产生的频域信号被个别地、正交地变换成频谱系数。然后, 将频谱系数按频率划分成多个频带, 接着每个频带里的频谱系数被量化。

在那些用于将输入的数字音频信号划分成频域而不是将其

划分成块的滤波器中，有一种是正交镜像 (QMF) 滤波器，例如在 R. E. Crochiere, 55 BELL SYST. TECH. J. No. 8, (1976) 的《子频带中的语音数字编码》中有所描述。在 Joseph H. Rothweiler, ICASSP 83, BOSTON (1983) 的《多相正交滤波器——一种新的子频带编码技术》中，讨论了将输入音频信号按频率划分成同样带宽的频带的技术。

正交地变换输入信号的已知技术包括将数字输入音频信号按时间划分成有预定时间间隔的块，并且用快速付利叶变换 (FFT)，离散余弦变换 (DCT)，或改进的 DCT (MDCT) 处理所产生的块，将每个数字音频信号块从时间域变换成频域的一组频谱系数。在 J. P. Princen 和 A. B. Bradley, 的《采用基于时域混叠对消的滤波器组的子频带/变换编码》，ICASSP 1987 中讨论了改进的 DCT。

作为用于量化通过分频所得到的频谱系数的一种技术，已知按频率将频谱系数划分成频带，并考虑到人类听觉的频率分辨率的特征。在 0Hz 到 20 或 22KHz 范围内的音频能按频率划分成频带，例如 25 个临界频带，它们的带宽随频率的增加而增加。通过对每个频带进行自适应比特分配而对每个频带内的频谱系数进行量化。例如，从改进离散余弦变换 (MDCT) 所得到的频谱系数被频率划分成频带，并用自适应确定的比特数对每个频带里的频谱系数进行量化。

现在将讨论两种已知的自适应比特分配技术。首先，在 ASSP - 25, IEEE 声音, 语音处理和信号处理学报, 1977, 8 月 No. 4 中所描述的技术中，根据相应频带信号的大小来进行比特

分配。尽管这个系统提供扁平量化噪声频谱，并最小化噪声能量，但是，听者感觉到的噪声未被最小化，因为这种技术不利用人类听觉的掩蔽特征。

另一方面，M. A. Kramsner《临界频带编码器—适应听觉系统感觉要求的数字编码》，ICASSP 1980 中，描述了利用人类听觉的掩蔽特性来确定为每个声道建立固定量化比特分配所需的信号-噪声之比的技术。但是，由于其固定的比特分配，这种技术对单一正弦(sine)波输入提供相对差的结果。

作为压缩数字声音信号的高效系统，例如，采用上述子频带编码系统，一种被称作ATRAC的高效压缩系统已经投入实际使用。这个系统利用人类听觉特性，用自适应变换声音编码将数字声音信号压缩到它们原始比特要求的大约20%。ATRAC是当前代理人(sony公司)的注册商标。

在四到八条声道中的多声道声音或语音信号，不仅在例如一般音响设备中用到，还在立体声或多声道音响系统中采用，例如在电影院、高质量电视、磁带录相机和视盘放相机中发现的那些设备。在这些情况下，需要采用高效压缩，以降低代表大量声音信号所需的比特率。

特别是，在商业应用中，已经有了一种向多声道数字声音信号和处理八声道数字声音信号的设备方面发展的趋势。典型的处理八声道数字声音信号的设备是电影院音响系统，以及通过各种电子媒体，电子化地重放电影的画面和声音的装置，尤其是诸如象高质量电视系统、磁带录相机和视盘放相机那样的装置。在这种装置音响系统中，有一种趋于四和八声道之间的多声道音响系

统的趋势。

电影院音响系统最近已经建议在电影胶片上为以下八条声道记录数字声音信号：左边，左边-中心，中心，右边-中心，右边，左环，右环和子低音喇叭。这些声音声道分别由左扬声器，左-中心扬声器，中心扬声器，右-中心扬声器和右扬声器重放，它们全安排在屏幕之后；子低音喇叭位于屏幕前面或后面；以及一个左环绕扬声器和右环绕扬声器。在左边墙大厅背墙的左部以及右边墙和大厅背墙的右部，为左环绕扬声器和右环绕扬声器，分别安排了两组扬声器。大厅背墙和两边墙上的这两组扬声器产生丰富的环绕声域，以伴随在电影院的宽屏幕上的壮观的视觉效果。这了简化，从现在起，这两组扬声器被称作“左环绕扬声器”和“右环绕扬声器”。

难以在电影胶片上象在密磁盘（CD）中所采用的那样用44.1KHz的采样频率录制八声道的16-比特线性量化数字声音，因为胶片上缺少能为这样的信号容纳足够宽的音槽的区域。电影胶片的宽度和胶片上图象区的宽度是标准化的。胶片的宽度不能增加，也不能减少图象区的宽度以容纳这类数字音频信号所需宽度的声槽。有标准图象区，标准模拟声槽，和标准孔眼的标准胶片只有一个窄的数字声音信号能被记录的区域。因此，只有数字声音信号在记录在胶片上之前被压缩过，才能记录八声道的数字声音。能用上述ATRAC高效压缩系统对八声道数字声音进行压缩。

电影胶片容易被划坏，因此，如果数字声音信号未经任何形式的检错和纠错而被录制，它将引起遗漏。因此，采用纠错码是必

不可少的,当进行信号压缩时,必须考虑这一点。

作为在家里提供电影的一种媒体,光盘已经开始流行,最理想的是能够用四到八个声道在光盘上录制多声道声音,以提供比传统立体声更逼真的声音。在光盘上,视频信号的数据量是音频信号的十倍,并只为声音信号提供有限的记录区域。特别地,象当前大屏幕趋势所要求的那样,当需要图象信号提供高质图象时,尽可能多地记录区被用于图象信号。因此,如果要在声音信号的可记录区域中提供所需数目的声道,声音信号必须被高度压缩。

当由当前代理人之一(sony公司)所建议的上述ATRAC高效压缩系统被用于立体(两声道)声系统中时,每个声道中的音频信号被相互独立地进行压缩。这使每条声道能被独立地使用,并且简化了用于压缩音频信号的处理算法。按这种方式工作,ATRAC系统为大多数应用提供足够的压缩,并且当用ATRAC系统对音频信号进行压缩和扩展时,所获得的声音质量被认为很好。

但是,由于它独立地压缩每个音频信号,因此不能说当前ATRAC系统用以进行其压缩的比特分配处理以最高效率操作。例如,如果一条声道的信号电平很低,能用较少比特,充分地代表该信号。另一方面,另一条声道中的信号可能需要更多的比特来充分地代表它。现有ATRAC系统在每个声道分配相同数目的比特,而与在声道中充分表示信号实际所需的比特数目无关。因此,为了提供其高质量重放,本系统进行的比特分配中,必须有一些冗余。

如果要把多声道声音信号录制在电影胶片或光盘上,需要提

高压缩比而音质恶化又最小。

因此，本发明的一个目标是提供一种编码方法和装置，用于进一步提高压缩比以使多声道声音信号能被录制在电影胶片、光盘或其它媒体上，或能被传输或分配。

本发明的另一目标是提供一种编码方法或装置，以声音质量的最小程度恶化，为至少两条声道的声音信号编码，有良好的声道隔离，以及稳定的立体声效果。

发明概述

本发明首先提供多声道信号处理器，用于在多声道音响系统的相应声道中压缩数字声音信号。该装置包括第一级压缩系统和第二级压缩系统。在第一级压缩系统中，耦合电路进行至少两条声道之间数字声音信号的耦合，以为每条声道产生一个经过耦合处理的信号。压缩器电路从耦合电路接收经过耦合处理的信号，并且将每个经过耦合处理的信号划分成相应频带中的频带信号，并压缩通过划分每个经过耦合处理的信号所得到的频带信号，以生成第一级被压缩信号。在第二级压缩系统中，确定电路为每一声道接收来自第一级压缩系统的第一级被压缩信号，并且根据相应声道的第一级被压缩信号来为每条声道确定能量。声道比特分配判定电路相应于确定电路操作，并且在声道之间分配预定的比特数量，给每条声道分配一些比特。最后，附加压缩器对每条声道使用由声道比特分配判定电路分配给相应声道的比特数，进一步压缩每条声道的第一级被压缩信号。

发明接着提供一种用于在多声道音响系统的相应声道中压缩数字声音信号的方法。在该方法中，在至少两条声道的数字声

音信号之间进行耦合，为每个声道生成一个经耦合处理的信号。经过耦合处理的信号被分频成相应的频带内的频带信号。通过划分每个经过耦合处理的信号所得到的频带信号被压缩，以产生第一级被压缩信号。从相应声道的第一级被压缩信号确定每条声道的能量，相应于每条声道的确定能量，在声道之间分配预定量的比特数量，为每条声道分配一些比特。最后，每条声道的第一级被压缩信号，利用分配给该声道的比特数，被进一步压缩。

本发明还提供一种录制媒体，通过上述在多声道音响系统的相应声道中压缩数字声音信号的方法所生成的被压缩信号被录制在其上。

本发明还提供一种方法，用于通过传输媒体在多声道音响系统的相应声道中传输数字声音信号，其中，上述方法所描述的每个声道的第一级被压缩信号被进一步压缩以生成相应的第二级被压缩信号，所有声道的第二级被压缩信号被复用生成一个比特流，比特流被加在传输媒体上。

本发明接着提供一种多声道信号扩展器，用于扩展代表多声道音响系统的相应声道中数字声音信号被压缩信号，系统中至少两个声道中的数字声音信号在被压缩之前已经经过耦合。被压缩信号包括代表至少两个声道的数字声音信号的主要信息和辅助信息。该装置包括解复用器，第二级扩展器和第一级扩展器。解复用器分解被压缩的信号以提取主要信息和辅助信息。第二级扩展器通过将可变长度码转换成固定长度码来扩展来自解复用器的主要信息。第一级扩展器响应来自解复用器辅助信息而进行操作，进一步扩展来自第二级扩展器的固定长度码以在至少两个声

道的每个当中提供再生数字声音信号。尽管在两条声道中的数字声音信号按标准有同样的带宽，但是，一条声道中的第一级扩展器对其操作的固定长度码与另一声道中的，第一级扩展器对其操作的固定长度码相比，代表较窄带宽的信号。

本发明还提供一种方法，用于扩展代表多声道音响系统的相应声道中的数字声音信号的被压缩信号，系统中，至少两个声道中数字声音信号在压缩前已经经过耦合。被压缩信号包括代表至少两个声道的数字声音信号的主信息和辅助信息。在该方法中，被压缩的信号经复用以提取主要信息和辅助信息。通过把主要信息的可变长度码转换成固定长度码，来扩展从被压缩信号中提取的主要信息。最后，从被压缩信号中提取的辅助信息被用于进一步扩展通过转换主要信息的可变长度码所得到的固定长度码，以在至少两条声道中的每条中生成再生数字声音信号。尽管按标准两条声道中的数字声音信号有相同的带宽，但是在至少两条声道的一条中被进一步扩展的固定长度码与在至少两条声道的另一声道中被进一步扩展的固定长度码相比，代表有较窄带宽的信号。

最后，本发明提供多声道信号压缩器，用于在多声道音响系统的相应声道中压缩数字声音信号。该装置包括第一级压缩器和第二级压缩器。第一级压缩器接收相应声道的数字声音信号并压缩该数字声音信号，以提供相应的第一级被压缩信号。第二级压缩器从第一级压缩器接收第一级的被压缩信号，根据相应的第一级被压缩信号为每个声道确定能量，对应为每条声道确定的能量，在信息之间分配比特，给每条声道分配一些比特，并且进一步

压缩第一级被压缩信号，以提供一个相应的第二级被压缩信号。每个声道中的第二级被压缩信号利用分配给该声道的比特数。

附图简述

图 1 是个框图，表示根据本发明，用于压缩多声道声音信号的多声道压缩器装置的构造。

图 2 表示和电影一起使用的，八声道数字声音系统的扬声器的排列。

图 3 是个框图，表示构成图 1 所示装置的耦合电路的构造。

图 4 是个框图，表示用于图 1 所示装置的第一级压缩系统的一个压缩器的实际例子。

图 5A 和 5B 表示数字声音信号的每一帧怎样被划分成频率段，而每个频率段中的信号又怎样在图 4 所示压缩器中按时间被划分成块。

图 6 是一个用于实现比特分配技术的自适应比特分配电路，采用信号频谱相关比特分配和噪声频谱相关比特分配。

图 7 是允许噪声电平检测电路的框图，用于在图 6 所示的频谱相关比特分配电路中发现所允许的噪声电平。

图 8 表示在每个频带中用频谱系数来掩蔽的例子。

图 9 表示信号频谱，掩蔽阈值和最小可听电平曲线。

图 10 是个电路框图，表示根据本发明用于扩展由图 1 所示多声道压缩器所生成的被压缩多声道声音信号的多声道扩展器的例子。

本发明详细描述

参考附图，现在将详细描述本发明的优选实施例。

图 1 表示根据本发明, 用于压缩多声道音响系统的数字声音信号的多声道信号压缩器装置的基本部分。多声道压缩器装置被指定压缩声道 CH_1 至 CH_n 中的数字声音信号, 以生成输出比特流。在该装置中, 第一级压缩系统 1 包括压缩器 202_1 至 202_n , 它们分别压缩声道 CH_1 至 CH_n 中的数字输入声音信号。第二级压缩系统 2 包括对数频谱包络检测器 208, 声道比特分配判定电路 209, 熵编码器 203_1 至 203_n , 以及辅助信息压缩器 204_1 至 204_n 。

对数频谱包络检测电路 208 接收由第一级压缩系统 1 所生成的辅助信息, 并且从辅助信息检测每条声道 CH_1 至 CH_n 中的信号能量, 声道比特分配判决电路 209 根据本质上对应于对数频谱包络检测器 208 输出的比值, 来确定相应于输出比特率的总比特数在声道之间的分配。在熵编码器 203_1 至 203_n 中, 自适应量化器 205_1 至 205_n , 利用从声道比特分配判决电路 209 所接收的声道比特分配信息所指示的比特数, 自适应地量化来自第一级压缩系统 1 的被压缩信号。熵编码器将第一级压缩系统 1 中的压缩器所产生的固定长度字转换成可变长度字。辅助信息压缩器 204_1 至 204_n 自适应地压缩辅助信息, 即在压缩相应数字声音信号过程中, 在第一级压缩系统 1 中由压缩器 202_1 至 202_n 所生成的字长度信息和比例系数信息。

用与本发明相应的多声道信号压缩器压缩相应声道中的数字声音信号所得到的比特流, 被记录在录制媒体上, 或通过传输媒体被传输。录制媒体的例子包括电影胶片; 盘形录制媒体, 诸如光盘, 磁光盘, 相变型光盘, 以及磁盘; 磁带型录制媒体, 诸如录相

带;以及固态媒体,诸如半导体存储器和IC卡。

当录制媒体是电影胶片时,声道 CH_1 至 CH_8 中声音信号被送到例如图 2 所示数字电影音响系统中的相应扬声器上。中央声道 C, 子低音喇叭声道 SW 和左声道 L, 左-中心声道 LC, 右声道 R, 右-中心声道 RC, 左-环绕声道 LB, 和右环绕声道 RB 的信号, 分别送到中央扬声器 102, 子低音喇叭 103, 左扬声器 106, 左-中心扬声器 104, 右扬声器 107, 右-中心扬声器 105, 左-环绕扬声器 108 和右-环绕扬声器 109。

图 2 表示了投影机 100, 它将电影胶片的图象区的图象投影到屏幕 101 上, 并且还表示了各种扬声器相对于投影机屏幕, 观众 110 的布局。

中央扬声器 102 位于屏幕 101 的中心处, 在屏幕远离观众 110 的一侧, 响应中央声道声音信号生成中央声道声音。它产生中心位的声音, 按惯例, 所有对话都由中央扬声器重放, 而与讲话的男演员或女演员在屏幕上的位置无关。

子低音喇叭响应子低音喇叭声道声音信号产生低频效应音响。它产生的音响经常被认为是颤音, 而非低频音响, 诸如爆炸及其它大规模特殊效果的声音。

左扬声器 106 和右扬声器 107 分别安放在屏幕 101 的左边缘和右边缘或之外, 并且响应左和右声道音响信号产生左声道声音和右声道声音。它们主要用于重放立体声音乐以及再生从位于接近屏幕左和右边缘的音源发出的音响效果。

左-中心扬声器 104 和右-中心扬声器 105 分别位于中央扬声器 102 和左扬声器 106 之间, 以及中央扬声器 102 和右扬声器

器 107 之间。它们分别响应左中心声道音响信号和右中心声道音响信号产生左中心音响和右 - 中心音响。扬声器 104 和 105 分别作为左扬声器 106 和右扬声器 107 的辅助扬声器。在具有大屏幕 101 和能容纳大量观众的电影院中，位于中央扬声器 102 和左及右扬声器 106 和 107 之间的声源可感位置可能不稳定或不清楚。增加左中心扬声器 104 和右中心扬声器 105 有助于更稳定地定位这些声源，因此有助于形成更真实的声音形象。

左环绕扬声器 108 和右环绕扬声器 109 一般悬挂在大厅围绕观众的墙上，并且响应在环绕声道音响信号和右环绕声道音响信号，分别产生左环绕音响及右环绕音响。这些扬声器有助于给观众以被包围在一个音响环境中的感觉，诸如掌声或欢呼声，并且有助于形成三维声音形象。

返回图 1，现在将描述多声道信号压缩器 200 的结构。图 1 中，声道 CH_1 到 CH_n 中的数字音响信号分别被送到输入端 201_1 到 201_n ，从这里经过耦合电路 220。耦合电路降低了代表多声道音响系统的音响信号所需的比特数。后面将细述其操作。

声道 CH_1 到 CH_n 的数字声音信号，经耦合电路 220 处理之后，被加到第一级压缩系统 1 中的相应压缩器 202_1 至 202_n 上。压缩器 201_1 至 201_n 压缩数字声音信号，以生成主信息和辅助信息，它们都被表示成固定长度字。后面将详细描述压缩器 202_1 至 202_n 的结构。

来自压缩器 202_1 至 202_n 的主信息分别被加到熵编码器 203_1 到 203_n 上，它提供进一步压缩，将主信息的固定长度字转换成可变长

度码。来自压缩器 202₁至 202_n的辅助信息被送到辅助信息压缩器 204₁至 204_n，它包括与第一级压缩系统 1 中进行的压缩有关的字长和比例系数，后面将对其更详细地描述。辅助信息压缩器响应由声道比特分配判决电路 209 给每条声道的声道比特分配信息，压缩辅助信息。

熵编码器 203₁至 203_n根据主信息的不同可能字出现的频率，通过将主信息的固定长度字转换成可变长度码对主信息进行熵编码。较经常出现的字被分配给较短的可变长度码，而较少出现的字被分配给较少可变长度码。分别包括自适应量化电路 205₁至 205_n的熵编码器 203₁至 203_n进行自适应量化。

声道 CH₁至 CH_n的辅助信息也通过终端 215₁至 215_n从第一级压缩器 202₁至 202_n发送给对数频谱包络检测电路 208。对数频谱包络检测电路 208，根据声道的辅助信息计算每个声道中的声音能量，例如使用声道中不同频带的比例系数。根据不同频带的比例系数来确定每条声道的频谱包络。自此获得每个声道的对数频谱包络信息，并送到声道比特分配判决电路 209 上。

声道比特分配判决电路 209 响应从对数频谱包络检测电路 208 所接收的声道的对数频谱包络信息进行操作，以确定相应于输出比特率的总比特数在声道之间的分配。对每条声道的主信息和辅助信息进行独立的比特分配。

在本实施例中，第一级压缩系统 1 中的压缩器压缩每条声道中的数字声音信号，以用大约 100kbps 的比特率提供主信息和辅助信息。因为所有八条声道所要求的输出比特率是 500kbps，所以

要求对主信息和辅助信息的进一步压缩。因此，声道比特分配判决电路 209，根据每条声道中的声音信号所需比特，在八条声道之间分配相应于输出比特率的比特数。换言之，当相应的熵编码器 203₁ 至 203_n 将来自第一级压缩系统 1 的主信息从固定字长转换成可变字长时，声道比特分配判决电路 209 从相应于比特率 500kbps 的比特数中，分配每个适应量化器 205₁ 至 205_n 所用的比特数。

作为这种比特分配处理的结果，在信号电平低的声道上，压缩器 202₁ 到 202_n 之一所用的相应于 100kbps 比特率的比特数被降低到，例如相应于 10kbps 的比特数，鉴于子低音信号声道频率范围有限，由压缩器用于子低音声道的相应于 100kbps 比特率的比特数，减少到例如相应于比特率 20kbps 的比特数。作为这种在声道之间动态重分配的结果，分配给一些声道的冗余比特能够被去掉，以将输出比特率降低到所要求的值 (500kbps)。而当比特用量许可时，重新分配冗余比特给能够更有效地利用它们的声道。

在声道间相应于输出比特率进行比特分配，引起相应声道所用比特数的明显差异。但是，由于采用了可变长度码，也由于来自第二级压缩系统 2 的被压缩信号经复用器 206 排列的方式，所以相应声道所用比特数的差异不引起操作上的问题。而且，相应声道所用比特数的差异并不妨碍进行同时的压缩和扩展，这是因为扩展器进行和压缩器相反的操作。换言之，在任何时间和任何声道上，扩展器不需要比压缩器所提供的比特数更多或更小的比特。

指示用于每条声道量化主信息的比特分配的信息，通过终端

216_1 至 216_n , 被从声道比特位置判决电路 209 分别送到自适应量化电路 205_1 至 205_n 。指示用于每条声道量化辅助信息的比特分配的信息, 通过终端 214_1 至 214_n , 被从声道比特位置判决电路 209 分别送到辅助信息压缩器 204_1 至 204_n 。

在自适应量化电路 205_1 至 205_n 中, 对每条声道采用由来自比特分配判决电路 209 的, 指示声道主信息比特分配的信息所指明的比特数, 自适应地量化每条声道的主信息。辅助信息压缩器 204_1 至 204_n , 对每条声道采用由来自声道比特分配判决电路 209 的, 指示声道辅助信息比特分配的信息所指明的比特数, 压缩辅助信息(即, 比例系数和字长度信息)。

熵编码器 203_1 至 203_n 及辅助信息压缩器 204_1 至 204_n 的输出被送到复用器 206。

复用器复用加到该处的熵编码器 203_1 至 203_n 和辅助信息压缩器 204_1 至 204_n 的输出, 并将产生的比特流送到输出端 207。来自输出端的输出比特流, 进而被纠错电路(未示出)处理, 该电路加入纠错码和/或调制器, 以形成一个记录在记录媒体上的比特流。例如, 光盘 230 或电影胶片(未示出)能被用作录制媒体。或者, 可以通过天线 231 用无线电传送比特流。也可以通过其它适当的媒体传输比特流, 例如, 卫星广播、电缆、铜线或光纤传输系统、ISDN 系统、etc。

现在将参考图 3 描述由上述耦合电路 220 所完成的处理。

图 3 表示完成所有声道之间的耦合的耦合电路 220 的结构。在图 3 中, 每一声道 CH_1 至 CH_n 中的数字声音信号分别由相应的

低通滤波器 221_1 至 221_n 和高通滤波器 222_1 至 222_n 分割成较低频段信号和高频段的信号。每条声道中较低频段信号和高频段信号的频率范围分别为 0Hz 到 11KHz 和 11 到 22KHz。例如, 可以由适当的正交镜象滤波器 (QMFS) 来提供低通滤波器 221_1 到 221_n 和高通滤波器 222_1 到 222_n 的功能。

来自低通滤波器 221_1 到 221_n 的频率范围在 0Hz 到 11KHz 之间的低频段信号, 通过终端 224_1 至 224_n 分别被加到第一级压缩器 202_1 到 202_n 上。另一方面, 来自高通滤波器 222_1 到 222_n 的, 频率范围 11KHz 到 22KHz 的高频段信号, 通过终端 226_1 至 226_n , 分别被加到加法电路 223 上。加法电路将所有声道的高频段信号加在一起, 生成一个单一的组合高频段信号, 它又通过终端 225 将该组合高频段信号加到第一级压缩器电路 202_1 上。

相应声道的高频段信号被组合在一起, 形成单一组合的高频段信号, 它只和一个声道的较低频段信号一起被处理, 因为我们知道人类的听觉在高频时, 对方向不敏感。因此, 听者难以分辨多个扬声器中哪一个产生高频声音。声音的频率越高这就变得越困难。我们的实验表明, 人类的听觉对于频率高于 3KHz 的声音的方向几乎没有感知能力。

因此, 如果音响系统至少有两条声道, 并且从一条声道的扬声器重新生成所有声道的高频段信号, 那么, 听者难以感知哪个扬声器在产生声音。因此, 累加所在声道的高频段信号, 以生成一个组合的高频段信号, 以及用音响系统的至少一个扬声器来重新生成组合的高频段信号, 不会引起音响系统的方向特性的明显降

低。

因此，在耦合电路 202 中，组合多声道音响系统各声道的高频段信号并且按单一声道的高频段信号来处理所得的组合高频段信号，这使得无需在输出比特流中包括单个声道的高频段信号。这就能从输出比特流中，将代表单个声道的高频段信号的所需比特省去，这样就节省了代表多声道音响系统的声音信号所需的比特数。

在上述实施例中，较低频段信号是频带在 0Hz 到 11KHz 之间的信号分量，而高频带信号是频带在 11 到 22KHz 之间的信号分量。但是，由于缺乏对 3KHz 以上分量的方向感知，低频带信号可以是频率在 0Hz 到 3KHz 范围内的信号分量，且高频带信号可以是频率带在 3 到 22KHz 之间的信号分量。

在以上实施例中，所有声道的高频段信号被组合在一起形成组合高频带信号，它作为单一声道的高频带信号被压缩。但是，如果可用比特率允许，则左边声道的高频带信号可以独立于右边声道高频带信号组合在一起，以提供两个组合高频带信号，它们作为两个声道的高频带信号被压缩。或者，前面声道的高频带信号独立于环绕声道的高频带信号而被组合在一起，以提供两个组合高频带信号。

现在将参考图 4 描述图 1 所示的，第一级压缩系统 1 中的压缩器 202₁ 至 202_n 的实际结构。在图 1 所示的压缩器 202₁ 至 202_n 中，每个声道中的数字声音信号，例如可以是 PCM 声音信号能采用子频带编码 (SBC)，自适应变换编码 (ATC)，和自适应比特分配 (APC - AB) 进行压缩，图 4 表示声道 CH₁ 中的压缩器 202₁ 的结

构。压缩器 202_2 至 202_n 的结构也类似,但由于声道 CH_2 至 CH_n 的高于11KHz的高频带信号由耦合电路220(图1)进行提取,所以,这些压缩器没有频带分割滤波器11和高频带处理电路29。而且,压缩器 202_1 没有频带滤波器11,因为这个滤波器的功能由耦合电路202中的滤波器来提供。在当前代理人之一(Sony公司)所有的美国专利No. 5, 301, 205中更详细地公开了压缩器的结构。

在当前实施例中,声道 CH_1 中的数字声音信号由非块形成频带划分滤波器划分成多个频带。来自频带划分滤波器的每个频率范围内的频带信号按时间被动态地划分成块,并且每个频带的每个块从时域进行正交变换,以生成一组频段的频谱系数。自适应地将量化比特分配给频谱系数,该频谱系数按频率划分成频带,最好为临界频带,或是通过按频率划分较高频带而得到的子频带。这样就使人类听觉的心理声学特性在考虑的范围之内。

通过频带划分滤波器对数字声音信号的非块形成频带划分,产生相等带宽的频带,但是,频带带宽最好随着频率的增加而增加。频带信号按时间被划分成的块的长度相应于正交变换前的数字声音信号或频段信号的动态特性而自适应地改变。块自动调节用于每个临界频带或是按频率分割较高频临界频带所得的每个子频带的频谱系数。

临界频带是由考虑人类听觉的频率鉴别特性的分频系统所产生的频带。临界频带是噪声频带,它能被和噪声频带有相同强度并具有噪声频带中心频率的纯声音所覆盖。临界频带的宽度随着频率的增加而增加。0Hz到20或22KHz的音频范围一般被划分成25个临界频带。

在此对临界频带作了说明后，应当理解较高频率临界频带可选择地被划分成多个子频带。当较高频率关键频带被划分成子频带时，对临界频带的说明也适用于较高频率临界频带所被划分成的子频带。

在图 4 中，声道 CH_1 中的数字声音信号，例如是 0Hz 到 22KHz 频带内的 PCM 音频信号，被加到输入端 10。数字声音信号被频带划分滤波器 11 划分成较低频段 0Hz 到 11KHz 的频段信号和频段在 11 到 22KHz 内的高频段信号，该滤波器最好是正交镜像 (QMF) 滤波器。频率段在 0Hz 到 11KHz 内的较低频带信号又被频带划分滤波器 12 进一步划分成在频率段 0Hz 到 5.5KHz 之内的低频段信号，以及频段 5.5 到 11KHz 之间的频段信号。该频带划分滤波器最好也是一个 QMF 滤波器。

来自频带划分滤波器 11 的高频段信号被送到正交变换电路 13，以及块长度判决电路 19 上，正交变换电路 13 最好是改进的离散余弦变换 (MDCT) 电路。来自频带划分滤波器 12 的中频段信号被送给 MDCT 电路 14，以及块长度判决电路 20。来自频带划分滤波器 12 的低频段信号被送到 MDCT 电路 14，以及块长度判决电路 21。

图 5A 和 5B 表示了为了由 MDCT 电路 13、14、15 进行正交变换，而将三个频带中数字声音信号划分成的块的实际例子。三个频带中块的块长度由块长度判决电路 19、20 和 21 动态地确定。图 5A 和 5B 分别表示长模式的块，其中频带信号在具有较长长度的块中作正交变换，和短模式的块，其中频段信号在具有较短长度的块中作正交变换。附加地或可选地，频带信号能在与所

示的不同的块长度组合中作正交变换。

在图 5A 和 5B 所示的例子中，三个频带信号每个都有两种可能的块长度，它们在其中作正交变换。每个块中频段 0Hz 至 5.5KHz 内的低频段信号和中频段 5.5KHz 至 11KHz 内的中频段信号的采样数在图 5A 中所示的长模式中被置为 128，而在图 5B 所示的短模式中被置为 32。另一方面，每块中频段 11KHz 到 22KHz 内高频段信号的采样数在图 5A 所示的长模式中被置为 256，且在图 5B 所示的短模式中被置为 32。以这种方法，当选定短模式时，作正交变换的块中的采样数对所有频段都置为相同。随着频率的增加，这降低了频率分辨率，而同时作为将帧划分成更多的块的结果，时间分辨率得到了增加，块长度判决电路 19, 20, 21 分别将它们确定的指明块长度的信息送给 MDCT 电路 13、14、15，以及自适应比特分配和量化电路 16、17 和 18，以及送给输出端 23、25 和 27。

自适应比特分配和量化电路 16、17 和 18 将由 MDCT 电路 13、14 和 15 生成的频谱系数按频率划分成临界频带，并且归一化和重量化每个临界频带中的频谱系数。为了在每个临界频带中归一化频谱系数，自适应比特分配和量化电路为每个临界频带确定一个比例系数，并分别将比例系数送到输出端 22、24 和 26。

自适应比特分配和量化电路 16、17 和 18 用以在每个临界频带中重量化和归一化频谱系数的比特数取决于从相应块长度判决电路 19、20 和 21 中所接收的块长度信息，和被分配用以重量化临界频带频谱系数的比特数，后面将描述在临界频带之间确定量化比特分配的自适应比特分配电路。

来自自适应比特分配和量化电路 16、17 和 18 的，经重新量化的频谱系数分别被送到输出端 22、24 和 26。最后，自适应比特分配和量化电路 16、17 和 18 将指示用于重量化每个临界频带频谱系数的比特数的字长度信息，分别送给输出端 22、24 和 26。

在确定临界频带之间量化比特的分配时，通过在每个临界频带中计算由 MDCT 电路 13、14 和 15 所生成的频谱系数幅度的均方根值来确定每个临界频带中的信号能量，作为频带的强度。另外，每个临界频带的比例系数也能用作临界频带的强度，在这种情况下，无需在每个临界频带中进一步计算信号能量，因此硬件的规模可以相对地减小。每个临界频带中频谱系数幅度的峰值或平均值也可以代替频谱系数的能量被用作临界频带的强度。

在图 4 所示的例子中，数字声音信号的带宽被置为 0Hz 到 22KHz，这样，就能使用处理这个标准频带的通用 LSI。但是，如果在多声道信号压缩器中包括有耦合电路 220（图 1），那么电路就能被简化，因为只用低频带压缩电路 28 就能处理声道 CH_2 到 CH_n 中的数字声音信号，11KHz 以上的高频段信号被耦合电路 220 从声道中去除了。因此，当用耦合电路 220 处理八条声道中的数字声音信号时，需要八个低频带压缩器电路 28，每条声道一个低频带压缩电路，而所有声道仅需一个高频带压缩电路。因此，只有声道 CH_1 需要高频带压缩器 29 来压缩由耦合电路 220 生成的组合高频带信号。任何压缩器电路中都无需 QMF 11，因为滤波由耦合电路进行。尽管如上所述，组合高频段信号是由压缩器 202₁ 进行压缩的，作为另一种方法它还能被其它压缩器压缩。

图 6 表示了自适应比特分配和量化电路 16、17 和 18（图 4）

的自适应比特分配电路 800 的细节, 自适应比特分配电路 800 确定了用于重新量化每个临界频带频谱系数的量化比特的分配。在图 6 中, 来自 MDCT 电路 13、14 和 15 (图 4) 的频谱系数经自适应比特分配和量化电路 800 的输入端 801 被送到频带强度计算电路 803。频带强度计算电路根据正交地变换频段信号的每个块所得到的临界频带的一组频谱系数为每个临界频带计算强度。通过计算临界频带中频谱系数幅度的均方根值来计算临界频带的强度。作为代替的方法, 可以从临界频带中频谱系数的幅度的峰值或平均值、归一化临界频带中的频谱系数所得的比例系数、或其它方法得到频带大小强度。

如图 8 所示, 频带强度计算电路 803 为每个临界频带提供一频带强度作为其输出。为了简化, 图 8 只表示了 12 个频带 (B1 到 B12) 以代表临界频带, 和较高频临界频带被划分成的子频带。

由频带强度计算电路 803 所计算的频带强度被送到信号谱相关比特分配电路 804。信号谱相关比特分配电路采用会产生白噪声谱的量化噪声的方式, 响应每个临界频带的强度对数, 在临界频带之间分配相应于块 802 所指示的比特率的固定数目的量化比特。

噪声谱相关比特分配电路 805 根据允许的噪声频谱来进行比特分配, 以在临界频带之间分配相应于块 802 所指示的比特率的固定数目的量化比特。噪声谱相关比特分配电路 805 接收来自频带强度计算电路 803 的每个临界频带的频带强度。响应频带强度的频谱, 噪声谱相关比特分配电路确定所允许的噪声频谱, 也说是将掩蔽考虑在内的每个临界频带的允许噪声电平。然后, 噪

声谱相关比特分配电路在临界频带之间分配相应于比特率的固定数目的比特,以产生所要求的允许噪声频谱。

比特分配比判决电路 809 在信号谱相关比特分配和噪声谱相关比特分配之间分配由块 802 指明的,总的可用数目的量化比特,例如相应于128kbps 的比特。比特分配比判决电路 809,根据声道声音信号的音调,也就是声音信号的频谱平滑度来确定两种不同类型比特分配之间的分配比率。由频谱平滑性计算电路 808 所计算的频谱平滑度系数指明声音信号的频谱平滑度,并被送到比特分配判决电路。

比特分配判决电路生成两个控制信号,分别指示比特分配率和比特分配率的补数,并将它们分别送到乘法器 811 和 812。乘法器 811 用比特分配率乘由信号谱相关比特分配电路 804 所产生的固定数目比特的分配。乘法器 812 用比特分配率的补数乘由噪声谱相关比特分配电路 805 所产生的固定数目比特的分配。

加法器将由乘法器 811 所确定的每个临界频带的信号谱相关比特数和由乘法器 812 所确定的每个临界频带的噪声谱相关比特数相加,给出一个量化比特总数,用于量化临界频带中的频谱系数,并将结果送到输出端807。这样实际上用于在每个临界频带中重新量化频谱系数的信号谱相关比特数和噪声谱相关比特数之比根据声道中声音信号的频谱平滑度而变化。响应自输出端 807 接收到的结果,自适应比特分配和量化电路 16、17和 18 (图 4) 中的量化器(未示出),用为量化临界频带频谱系数而分配的量化比特总数来重新量化每个临界频带中的每个频谱系数。

噪声谱相关比特分配电路 805 包括一个允许噪声频谱计算

电路，它通过考虑频带内声音信号的掩蔽，来计算所允许的噪声频谱。掩蔽是指当一个声音被另一个声音掩盖时，使人的听觉感觉不到的现象。掩蔽包括在时间域由声音造成的临时掩蔽，和在频段由声音造成的同时掩蔽。作为掩蔽的结果，遭到临时或同时掩蔽的任何噪声都将听不到。因此，在声道的数字声音信号的临时或同时掩蔽范围内的噪声被认为是可允许的噪声。

图 7 表示允许噪声频谱计算电路 805 的实际例子的框图。在图 7 中，来自 MDCT 电路 13、14 和 15 的频谱系数被送到输入端 521，在此它们经过频带强度计算电路 522。频带强度计算电路通过计算临界频带中频谱系数的幅度之和来确定每个频带的强度。或者，也可以利用临界频带频谱系数幅度的峰值，RMS 或平均值以及临界频带的比例系数。由频带强度计算电路 522 计算的临界频带强度的频谱一般被叫作树皮频谱。图 8 表示了一个典型的树皮频谱 SB，但为了简化画图只表示了 12 个临界频带 B1 至 B12。

为了确定树皮频谱的掩蔽效果，对树皮频谱 SB 进行卷积处理，即树皮频谱的值与预定加权函数相乘，得到的积被加在一起。为此，来自频谱强度计算电路 522 的树皮频谱值被送到卷积滤波器 523。选择性地，由图 6 所示的频带强度计算电路 803 所计算的频带强度能通过终端 540 被接收并用作树皮频谱。如果这样做的话，频带强度计算电路 522 能被省去。

卷积滤波器 523 包括多个延迟元件，它们顺序地延迟树皮频谱的值，多个乘法器，例如 25 乘法器，一个临界频带一个，用于用加权函数乘以每个延迟元件的输出，以及一个加法电路用于累加乘法器的输出，刚才描述的卷积处理从图 8 所示树皮频谱中得到

也在图 8 中所示的掩蔽频谱 MS。

用在卷积滤波器电路 523 中的加权函数的实际例子对乘数 $M-1$ 、 $M-2$ 、 $M-3$ 、 $M+1$ 、 $M+2$ 和 $M+3$ 分别为 0.15、0.0019、0.0000086、0.4、0.06 和 0.007。乘数 M 的加权系数是 1，且 M 是从 1 到 25 的任意整数。

卷积滤波器 523 的输出被送到减法器 524，以得到和每个临界频带中所允许噪声电平相对应的卷积域电平 a ，和允许噪声电平相应的卷积域电平 a 是这样—个电平，即在经反卷积之后，它将给出每个临界频带的允许噪声电平。

代表掩蔽电平的容许函数被加到减法器 524 上，以得出电平 a 。通过增大或减小容许函数来控制电平 a 。容许函数由后面将会描述的 $(n - ai)$ 函数发生器 525 提供。

当临界频带数是 i 时，最低频率临界频带数是 1，由以下等式来确定相应于允许噪声电平的电平 a ：

$$a = S - (n - ai) \cdots (1)$$

其中 n 和 a 分别是常数 ($a > 0$)，且 S 是经卷积处理的树皮频谱的密度。在等式 (1) 中， $(n - ai)$ 代表容许函数。在优选实施例中， n 被置为 38 且 a 被置为 -0.5 。有了这些设置，当经压缩的信号被扩展时，不会损害声音的质量，因此就获得了一个令人满意的被压缩信号。

如上所述确定的电平 a 被送到除法器 526，它对卷积域内的电平 a 进行反卷积。按这种方法，掩蔽频谱变成了允许的噪声频谱。尽管反卷积一般要求复杂的算术操作，但是，在现有实施例中采用了简单的除法器 526 来进行反卷积。

掩蔽频谱，即每个临界频带的掩蔽电平通过合成电路 527 被送到减法器 528，它也通过延迟电路 529 从频带强度计算电路 522 或从频带强度计算电路 803 (图 6) 接收上述树皮频谱 SB。减法器 528 从树皮频谱 SB 中减去掩蔽频谱，这样，如图 9 所示，掩蔽电平 MS 之下的树皮频谱 SB 部分被掩盖。考虑到在减法器 528 之前的电路中的处理延迟，延迟电路 529 延迟树皮频谱。

减法器 528 的输出通过允许噪声频谱校正电路 530 被送到输出端 531。输出端 531 的输出被送到 ROM (未示出)，其中存贮了多组被分配的比特数。输出端 531 的输出从 ROM 中选择一组被分配的比特数，即分配给每个临界频带的比特数。ROM 将这组被分配的比特数送到输出端，作为如图 6 所示噪声谱相关比特分配电路 805 的输出。

如图 9 所示，合成电路 527 用掩蔽频谱 MS 来分析表示所谓最小可听电平曲线 RC 的数据，最小可听电平曲线代表人类听觉的另一特性，并由最小可听电平曲线生成器 523 提供。绝对电平低于最小可听电平曲线的噪声不能被听到。对于给定的量化，最小可听曲线的形状取决于重放的音量。但是，由于用实用 16-bit 数字系统的动态范围表示数字声音信号的方法差别不大，如果人耳最敏感的频带内听不到量化噪声，即 4KHz 附近的频带，那么能假定在其它频带内听不到低于最小可能电平曲线的量化噪声。因此，当和由系统所设置的字长度相对应的 4KHz 附近的量化噪声未被听到时，能通过合成最小可听电平曲线 RC 和掩蔽频谱 MS 来提供允许噪声电平。每个临界频带中，所产生的允许噪声电平可以达到由图 9 中的阴影部分所指明的电平。在这个实施例

中，在 4KHz 的最小可听电平曲线的电平被设置成和采用例如 20bits 量化时对应的最小电平相应的电平。图 9 还表示了信号频谱 SS。

允许噪声频谱校正电路 530, 在减法器 528 的输出端, 根据例如由校正信息电路 533 生成的等音量曲线, 校正允许噪声频谱。等音量曲线也是人类听觉的另一特性。这一曲线是通过确定各种频率在与 1KHz 单音听到的强度相同时的声音压力电平而得到的。等音量曲线和图 9 所示的最小可听曲线 RC 基本一样。根据等音量曲线, 当 4KHz 的声音的声压电平比 1KHz 的声音的声压电平小 8 到 10dB 时, 所听到的 4KHz 附近的声音和 1KHz 的声音强度一样。另一方面 50Hz 附近的声音的声压电平必须比以同样强度听到的 1KHz 的声音的声压电平大 15dB。出于这种原理, 高于最低可听电平曲线的噪声应该具有相应于等音量曲线的曲线给出的频率特性。应当看到, 调整系统和人类的听觉特性相适应要求考虑等音量曲线来校正允许噪声频谱。

现在返回图 6, 两种比特分配技术, 即噪声谱相关比特分配和信号谱相关比特分配之间的声道总可用比特数分配比, 是由比特分配比判决电路 809 响应由频谱平滑性计算电路 808 所计算的频谱平滑性指数来设置的。频谱平滑性指数表明声道的数字声音信号的频谱的平滑性。现在将描述在两种比特分配技术之间分配总的可用比特数的实用方法。

来自 MDCT 电路 13、14 和 15 (图 1) 的频谱系数通过输入端 801 被送到频谱平滑性计算电路 808, 808 还被加上来自频带强度计算电路 803 的输出。频谱平滑性计算电路 808 计算指明数字声

音信号的频谱平滑性的指数。在本实施例中，信号频谱相邻值之差的绝对值之和被信号频谱绝对值之和去除后，作为指数使用。例如，频谱平滑性计算电路能计算相邻频带强度值之差的绝对值之和与所有频带强度之和的商，以此作为频谱平滑性指数，即，

$$I = 0.5 \times \frac{\sum_{i=1}^n |S_i - S_{i-1}|}{\sum_{i=1}^n |S_i|}$$

其中，I 是频谱平滑性指数， S_i 是第 i 个临界频带的频带强度。

从频谱平滑性计算电路 808 将频谱平滑性指数送到比特分配率判决电路 809，809 设定根据信号谱相关比特分配所分配的比特，和根据噪声谱相关比特分配所分配的比特之间的比特分配比。比特分配率判决电路 809 接收来自块 802 的指明总可用比特数的信息。比特分配率判决电路设置比特分配率，这样，随着来自频谱平滑性计算电路 808 的频谱平滑性指数的增加（表明数字声音信号的频谱的平滑性降低），由噪声谱相关比特分配分配更多的比特，而由信号谱相关比特分配更少的比特。

比特分配率判决电路 809 将指示比特分配率的控制信号送到乘法器 811，并且将代表比特分配率的补数（1 减去分配率）的控制信号送到乘法器 812。根据分配率，乘法器 811 调整信号谱相关比特分配，乘法器 812 调整噪声谱相关比特分配。

当数字声音信号的频谱平滑时，代表来自比特分配率判决电路 809 的比特分配率的控制信号，假定一个值 0.8 来由信号谱相关比特分配来分配更多的比特。代表送到乘法器 812 的比特分配

率的补数的控制信号被置为 $1 - 0.8 = 0.2$ 。乘法器 811 用 0.8 乘以来自信号谱相关比特分配电路 804 的比特分配信息，而乘法器 812 用 0.2 乘以来自噪声谱相关比特分配电路 805 的比特分配信息。加法器 806 将乘法器 811 和 812 的输出相加，以为每个临界频带提供总的比特分配。总的比特分配被送到输出端 807。

图 10 表示多声道扩展器 100 的结构，它是图 1 所示多声道压缩器 200 的相对部分。在图 10 中，从录音媒体(或在发送后被接收)再生的比特流在纠错之后被送到去复用器 141。去复用器 141 将经纠错的比特流分解成每条声道的熵编码主信息和被压缩的辅助信息。去复用器将经熵编码的主信息送到第二级扩展器 130，将被压缩的辅助信息送到辅助信息扩展器 104_1 至 104_n 。

第二级扩展器 130，熵解码器 131_1 至 131_n 为其相应的声道解码经熵编码的主信息，以为每一声道中的每个频段生成一组被量化的频谱系数。每组被量化的频谱系数由固定长度的字组成，即对每个临界频带中的频谱系数用相同数目的比特进行量化。由于加到原始数字声音信号上的耦合处理，所以，只有声道 CH_1 的熵解码器在三个频段的每一个当中产生一组经量化的频谱系数。声道 CH_2 到 CH_n 的熵解码器 131_2 到 131_n 每个只为低和中频带生成一组经量化的频谱系数。

辅助信息扩展器 104_1 到 104_n 为每条声道扩展从乘法器 141 接收到的被压缩的辅助信息，并且将为每条声道的每个频段所产生的辅助信息送到第一级扩展器 120 的扩展器 102_1 到 102_n 相应的一个之中。例如，辅助信息扩展器 104_1 将声道 CH_1 的三个频带的辅

助信息送到声道 CH_1 的扩展器 102_1 的输入端 123、125 和 127 上。同样, 由于对原始数字信号的耦合处理, 声道 CH_2 到 CH_n 的辅助信息解码器 104_2 到 104_n 只将低频段和中频段的辅助信息提供给相应的扩展器 102_2 到 102_n 。

第二级扩展器 130 将每条声道的每个频带的一组经量化的频谱系数送给第一级扩展器 120 的输入端。例如, 声道 CH_1 的熵解码器 131_1 将声道 CH_1 的三个频段中每一个的一组经量化的频谱系数送给第一级扩展器 120 中的扩展器 102_1 的端子 122、124 和 126。

下面将描述第一级扩展器 120 中声道 CH_1 的扩展器 102_1 。声道 CH_2 到 CH_n 的扩展器 102_2 到 102_n 也一样, 除了它们没有高频带解量化器 116 和反向 MDCT 电路 113, 也可能没有反向正交镜像电路 111。

解量化电路 116、117、118 采用相应的字长度信息释放加在相应频带内一组经量化的频谱系数上的自适应比特分配。产生的每一频带中均匀量化的频谱系数被送到相应的一个反向正交变换电路 113、114 和 115 上。

反向正交变换电路 IMDCT 电路 113、114、115, 是较好的反向 MDCT 电路, 它们对相应频带内的一组经均匀量化的频谱系数进行反向正交变换, 以在相应频带中生成时域信号块。在进行反向 MDCT 的过程中, 加在频谱系数上的块自动定位被释放。反向量化镜像滤波器 (IQMF) 电路 112 和 111 将相应频带中的时域信号组合成全频域数字声音信号, 它被送到输出端 110。

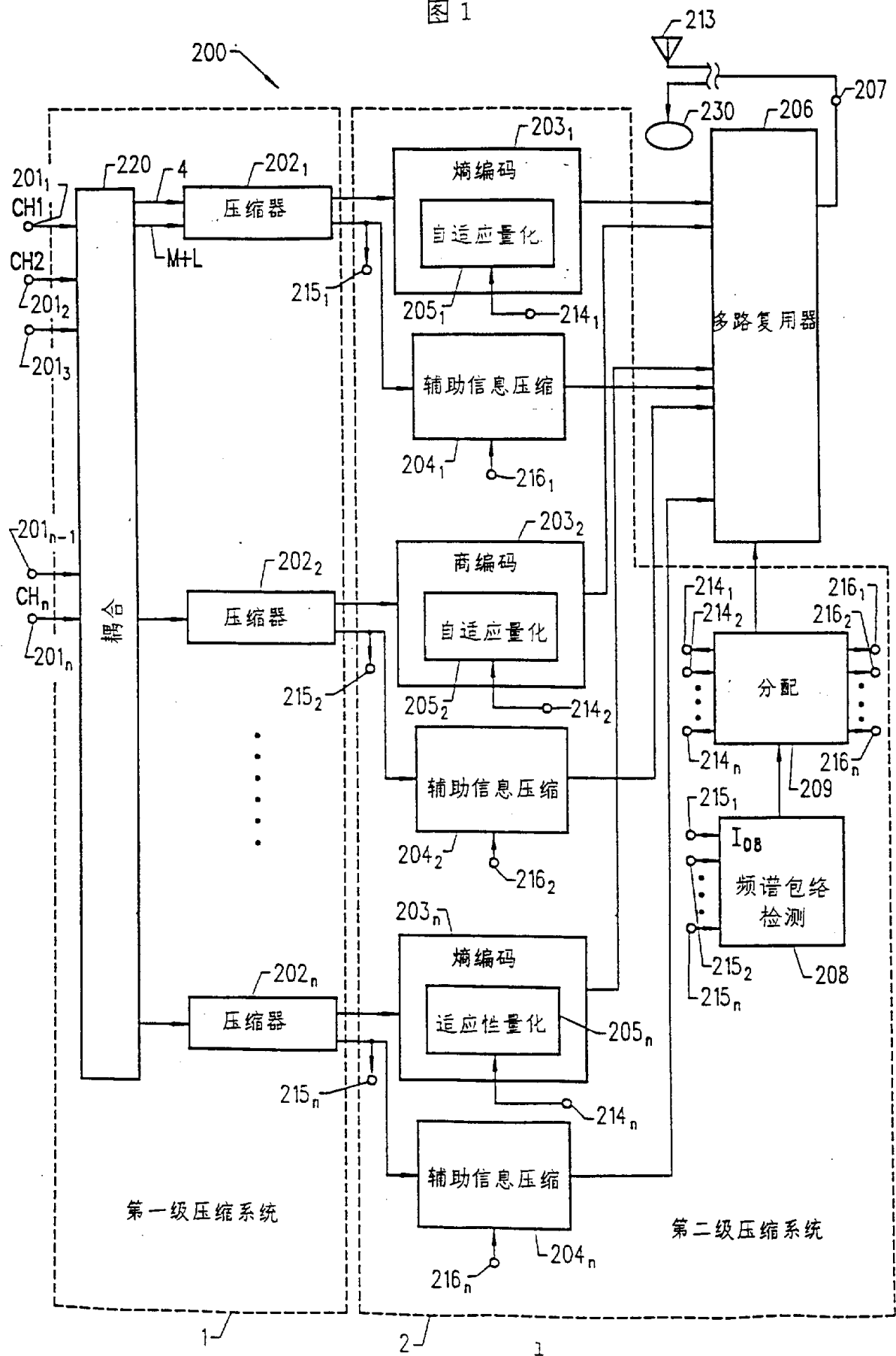
如果不对送到图 1 所示的多声道信号压缩器中的第一级压缩系统 1 的数字声音信号进行耦合, 那么扩展器 102_2 到 102_n 也必须每个都包括解量化器 116, IMDCT 电路 113, 和 IQMF 111, 来处理每个声道的高频段。

如果对数字声音信号进行了耦合, 最好由声道 CH_1 处理中心声道, 这样就由中心扬声器重放高频段信号。或者, IQMF 111 也能被包括在多于声道 CH_1 的声道中。在包括 IQMF 111 的声道中, IQMF 111 将被用于合成来自声道 CH_1 IMDCT 113 输出的组合高频段时域信号和来自本声道 IQMF 112 输出的较低频时域信号。这样, 就从多于一个的扬声器重放组合的高频段信号。

以上描述是参考八声道音响系统进行的。但是, 这里描述的设备是模块化的, 它能用于处理具有多于 2 的任何数目声道的多声道音响系统中的声音信号。

尽管这里已详细描述了本发明的说明性实施例, 但是应当理解, 本发明不限于所描述的具体实施例, 可以在所附权利要求所定义的发明范围内进行各种修正。

图 1



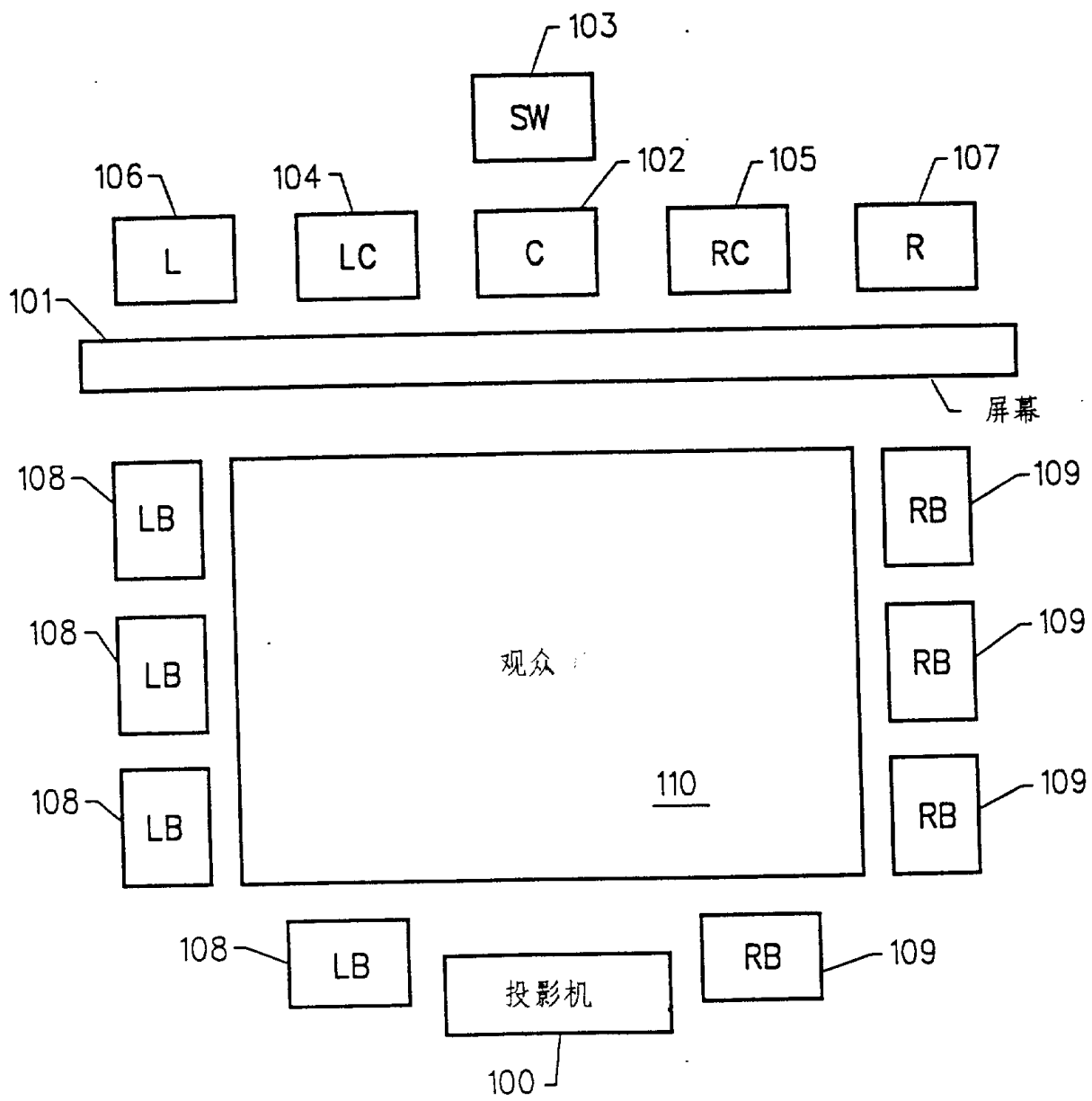


图 2

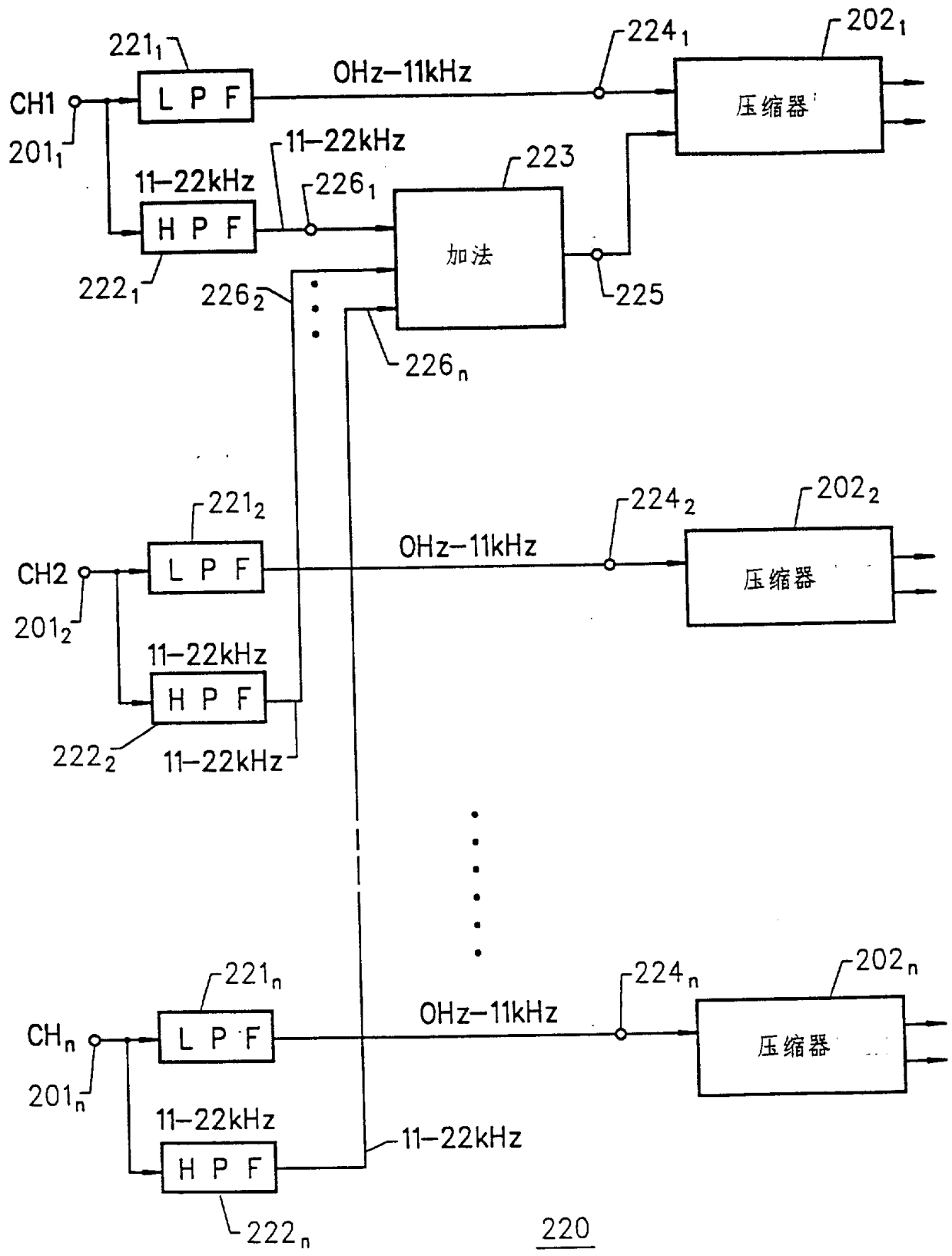


图 3

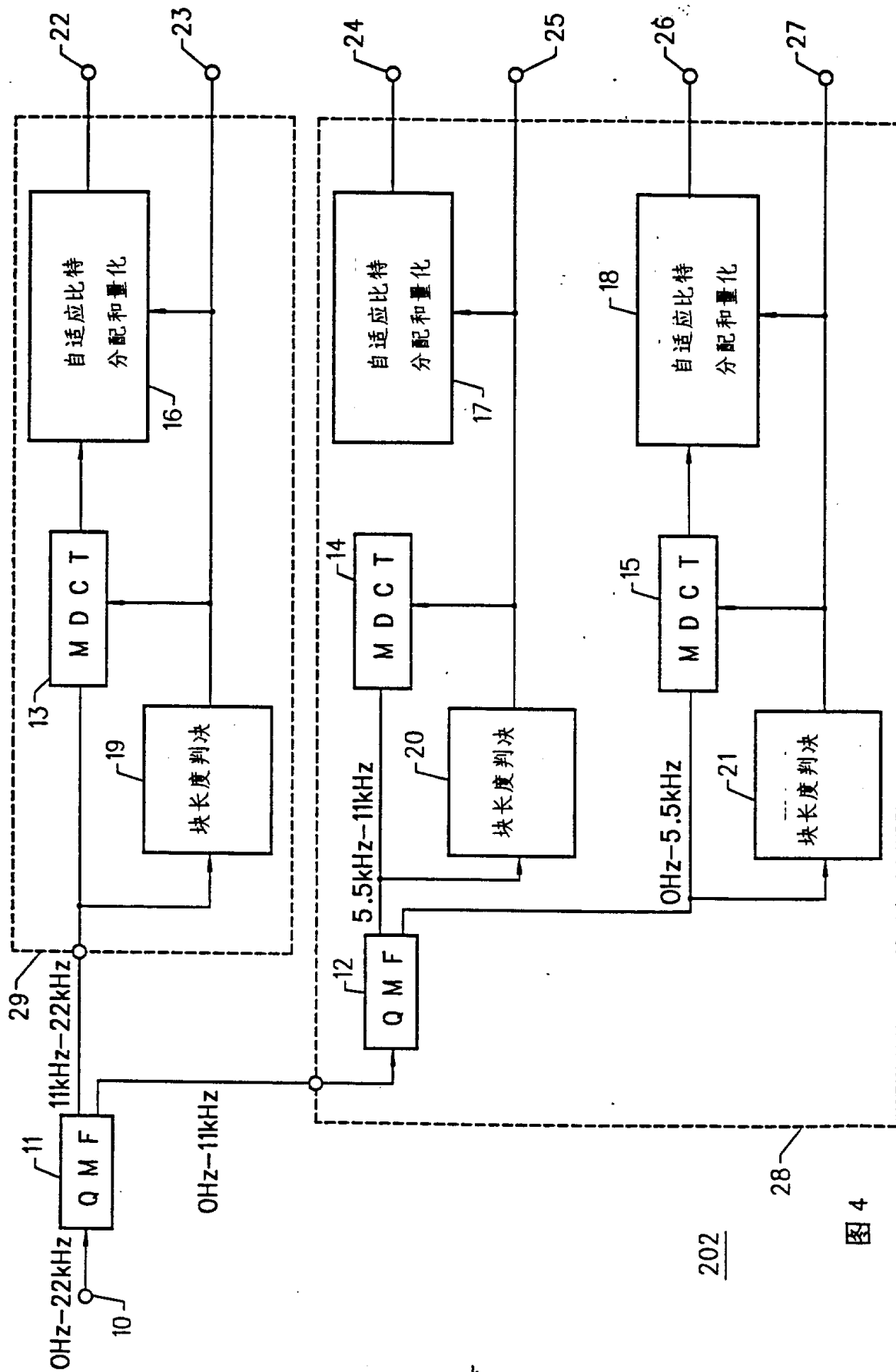


图 4

202

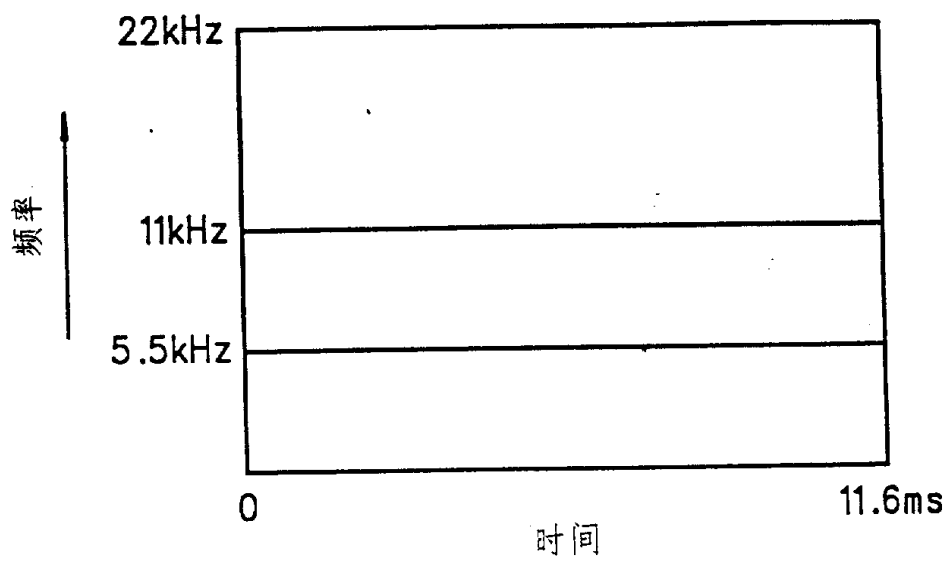


图 5A

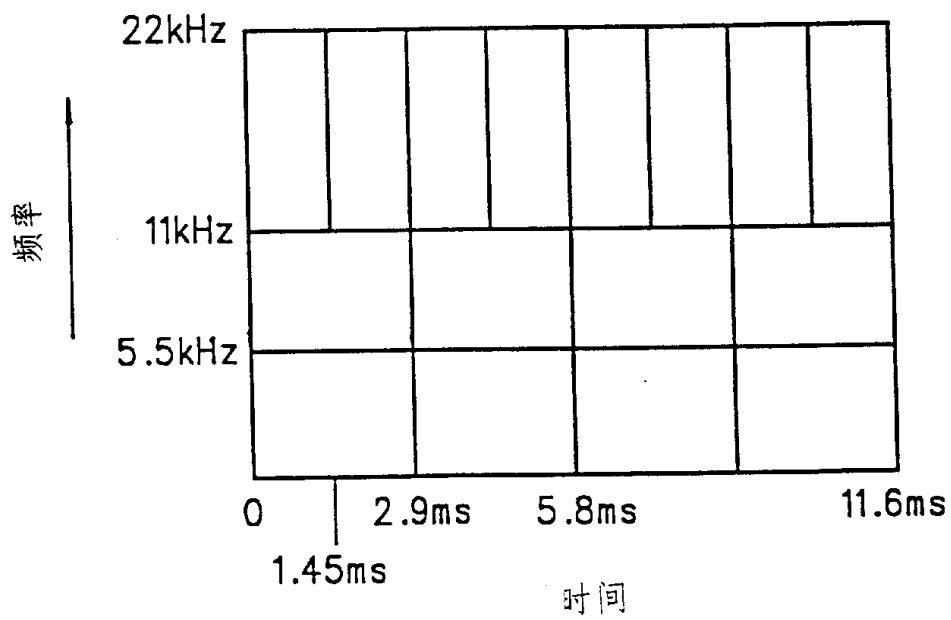


图 5B

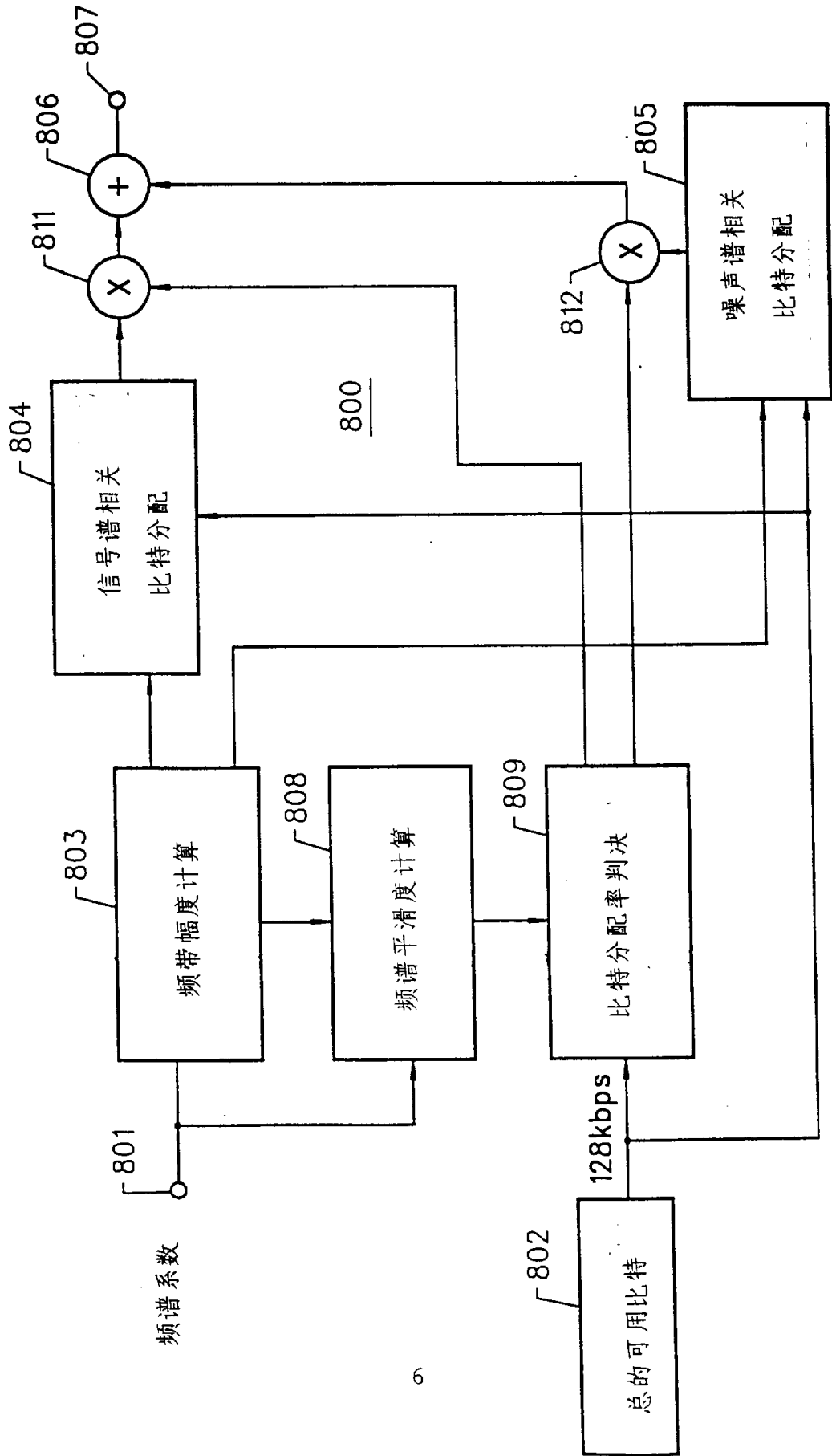


图 6

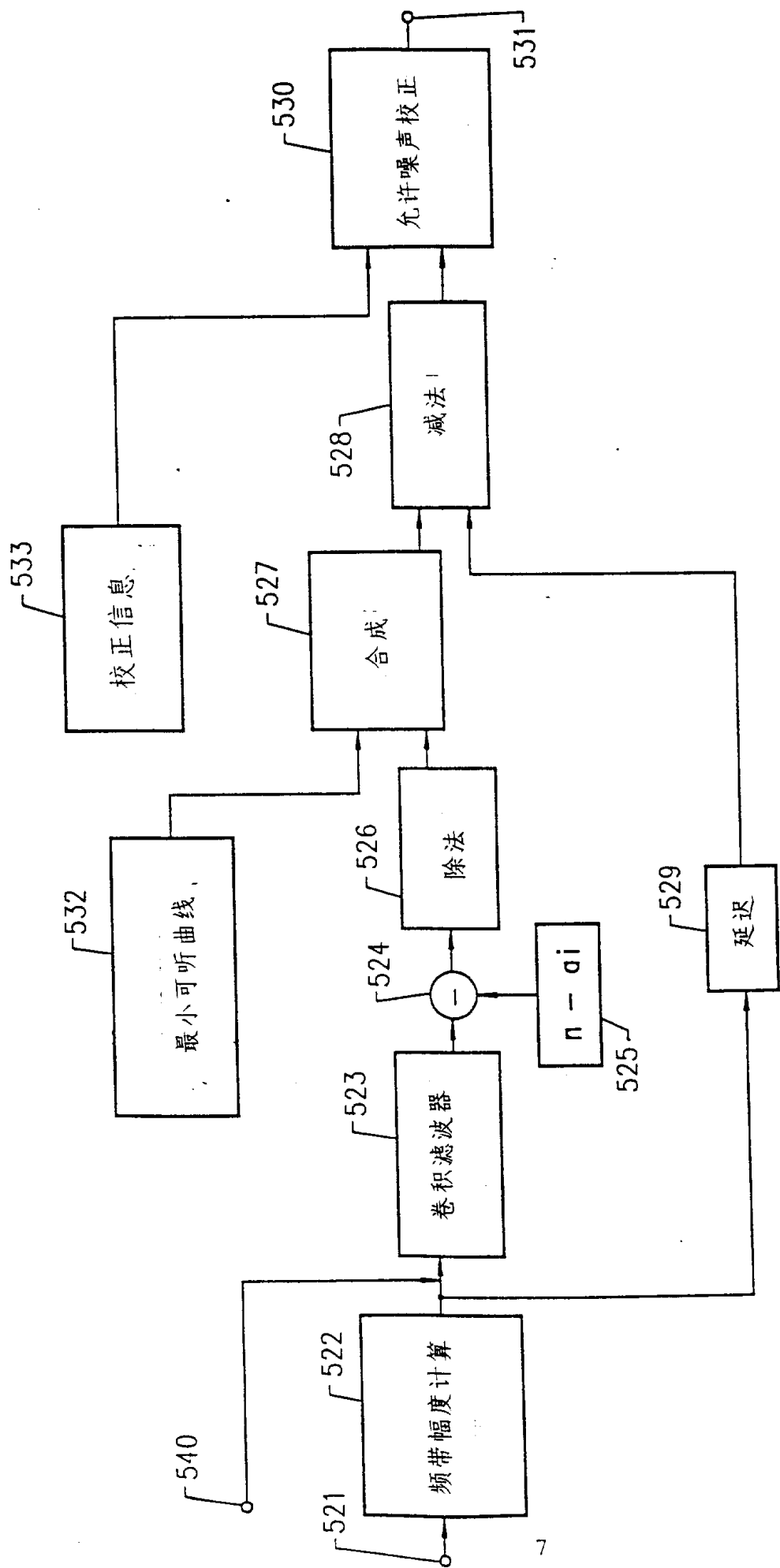


图7

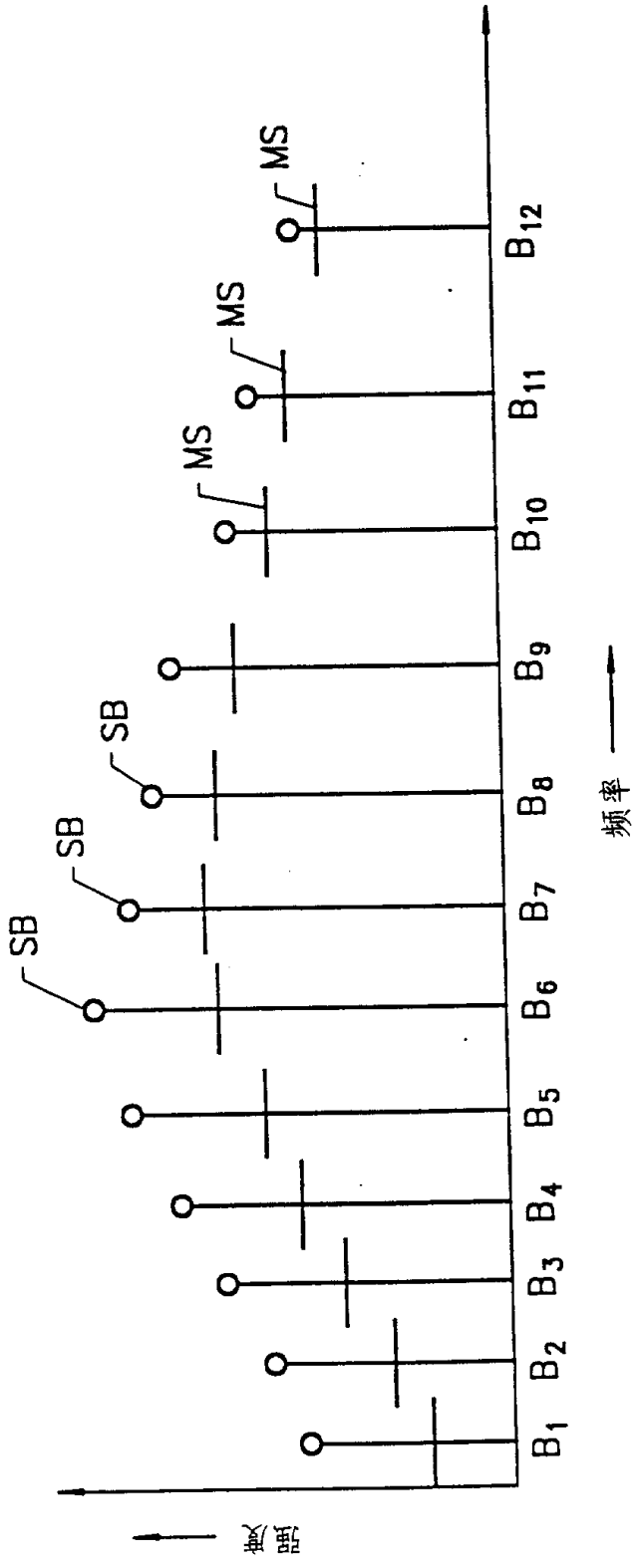


图 8

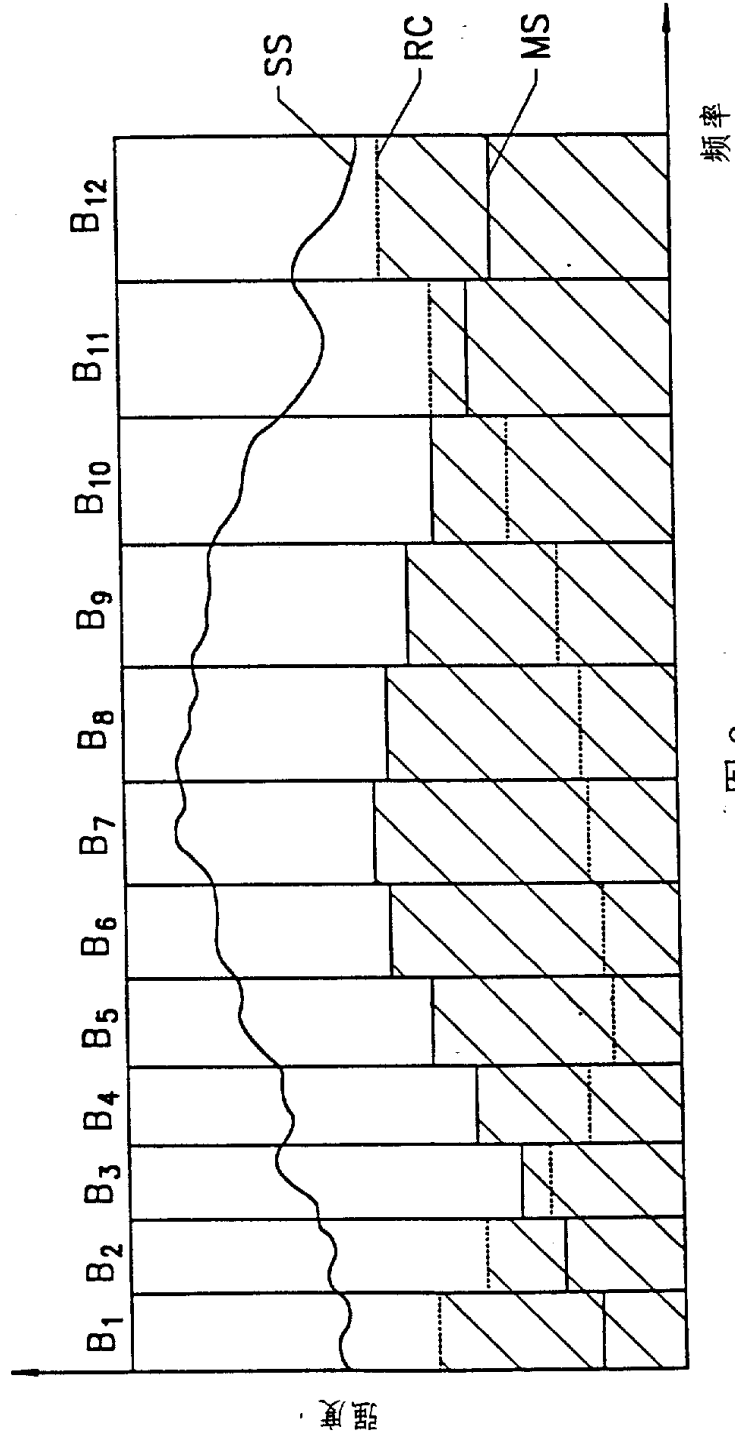


图 9

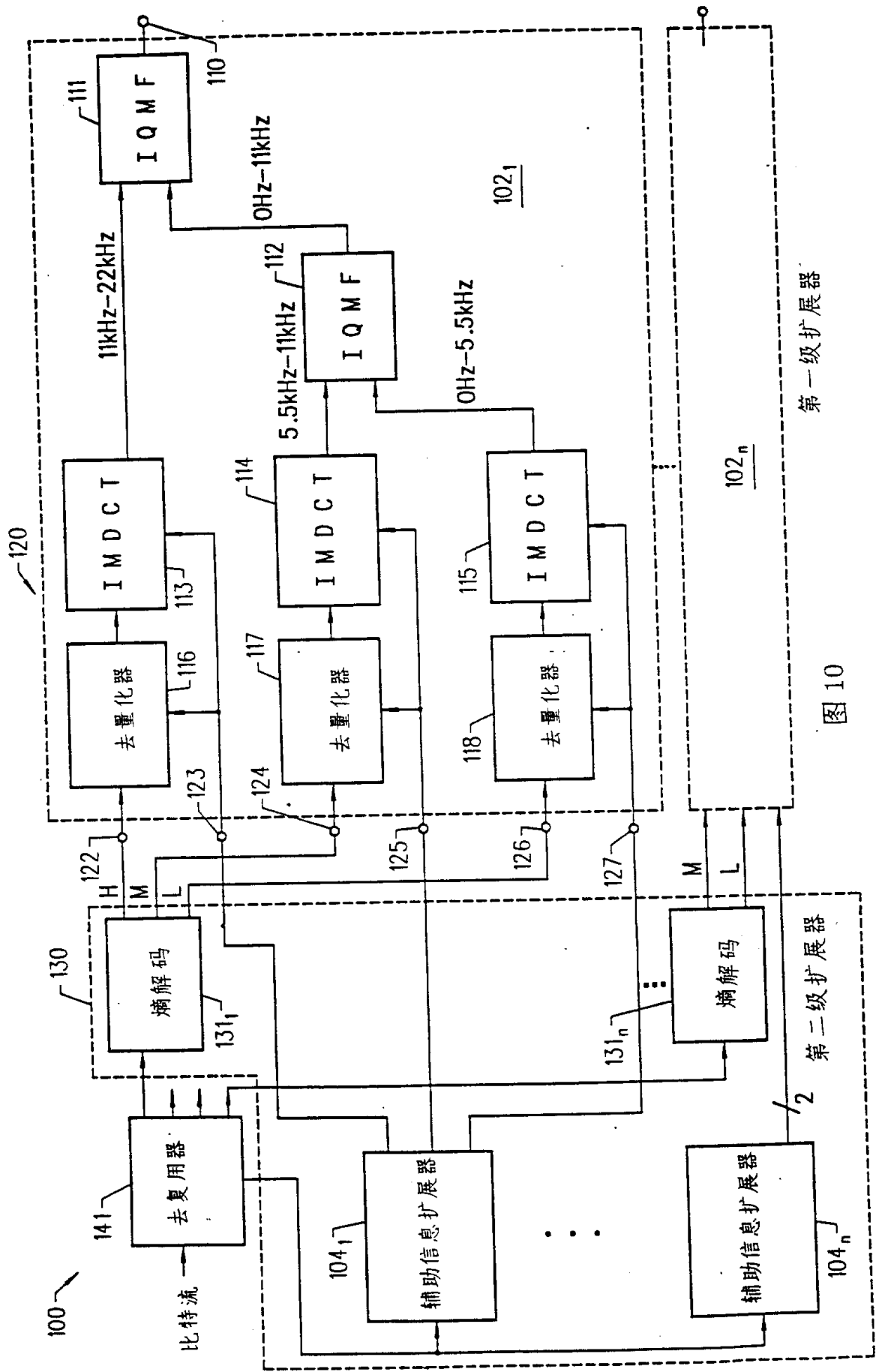


图 10