

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 90107012.2

[51]Int.Cl⁵

[45]授权公告日 1995年5月17日

H04N 5/213

[24]颁证日 95.2.19

[21]申请号 90107012.2

[22]申请日 90.9.30

[30]优先权

[32]89.10.3 [33]US[31]416,695

[73]专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72]发明人 乔尔·沃尔特·兹德斯基

乔舒亚·劳伦斯·科斯

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 郭伟刚 曹济洪

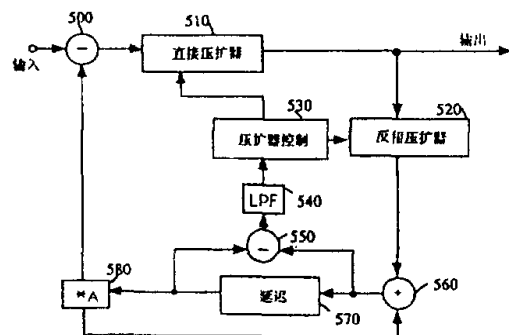
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 自适应视频信号降噪系统

[57]摘要

视频信号传输系统包括自适应压扩电路以提高传输信号的信噪比。发射机中的压缩扩展器(510)与接收机中的对应的反相压缩扩展器(600)设置成具有多个可选择的压扩传递特性。特定传递特性的选择(530,600)响应例如当前信号的预测值(550,570,630,640)。



1. 一种自适应视频信号降噪系统，该系统具有带有可控制地可变的非线性传递特性用以处理信号的压扩器，其特征在于，连接至所述压扩器的输出信号用以确定所述视频信号的预定的属性的信号监控装置、连接至所述信号监控装置的输出端用以在所述预定的信号属性出现时产生控制信号的信号产生装置以及用以将所述控制信号耦合到所述压扩器以改变所述压扩器的非线性特性将来自所述压扩器的输出信号中的噪声减小的装置。

2. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，该系统用于处理：

表示所述视频信号的自适应压扩信号，它包含：

具有控制端，并具有响应加在所述控制端控制信号的多个可选择压扩传递特性的所述压扩器(600)，所述压扩器响应所述自适应压扩信号以执行压扩功能，产生表示所述视频信号的非压扩信号，

耦合到所述自适应压扩器的输出端以产生输出视频信号的装置(610)，

响应所述输出视频信号以产生指出所述视频信号属性的信号的装置(630-650)，

响应所述指出所述视频信号属性的信号以产生所述控制信号的装置(660)。

3. 如权利要求 2 所述的系统，其特征在于，所述用于产生指出属性的信号的装置包括用于产生指出图象间运动的运动信号的运动检测器(950)。

4. 如权利要求 3 所述的系统，其特征在于，所述用于产生指出属性的信号的装置还包括：

响应所述输出视频信号以产生由所述自适应压扩信号表示的所述视频信号幅度的空间预测的装置(920-923) ,

响应所述输出视频信号用以产生由所述自适应压扩信号表示的所述视频信号幅度的时间预测的装置(930-936) , 以及

响应所述运动信号、所述空间预测和所述时间预测用以产生指出属性的所述信号的装置(940-944, 960) 。

5. 如权利要求 4 所述的系统, 其特征在于, 它包括用于将所述指出属性信号耦合到用于产生所述控制信号的所述装置的成核电路(970) 。

6. 如权利要求 2 所述的系统, 其特征在于, 所述用于产生指出属性的信号装置包括响应所述输出视频信号、用以产生表示对由所述自适应压扩信号表示的所述视频信号幅度的空间预测的信号的装置(740) 。

7. 如权利要求 6 所述的系统, 其特征在于, 所述用于产生指出属性的信号的装置还包括:

响应所述输出视频信号以产生表示对由所述自适应压扩信号表示的所述视频信号的时间预测的信号的装置(930-936) , 以及

用于组合表示所述时间和空间预测的所述信号以产生指出属性的所述信号的装置(940-944, 960) 。

8. 如权利要求 6 所述的系统, 其特征在于, 它包括: 用于将表示所述空间预测的所述信号耦合到用于产生所述控制信号的所述装置的成核电路(970) 。

9. 如权利要求 2 所述的系统, 其特征在于, 所述用于产生指示属性的信号的装置(630-650) 包括响应所述输出视频信号以产生表示由所述自适应压扩信号表示的视频信号幅度的预测的信号的装置(740) 。

10. 如权利要求9所述的系统，其特征在于，它还包括用于将表示预测的所述信号耦合到用于产生所述控制信号的所述装置的成核电路（970）。

11. 如权利要求9所述的系统，其特征在于，它包括将所述输出视频信号耦合到用于产生表示预测的信号的所述装置的成核电路（800）。

12. 如权利要求2所述的系统，其特征在于，所述表示视频信号的自适应压扩信号是表示来自连续图象周期的视频信号之差的压扩的差值信号，而用于提供所述输出视频信号的所述装置包括：

信号组合装置（610），该装置具有耦合到所述自适应压扩器输出端的第一输入端，以及第二输入端，和用于提供所述输出视频信号的输出端，

其输入端耦合到所述信号组合装置输出端的延迟装置（630），该延迟装置有一输出端，所述延迟装置用于将所加信号延迟基本上为1个图象周期的时间，以及

其输入和输出端分别耦合到所述延迟装置输出端和所述信号组合装置第二输入端的加权电路（620），用以将所加信号乘以1或小于1的因子。

13. 如权利要求12所述的系统，其特征在于，它还包括耦合于所述信号组合装置输出端与所述延迟装置输入端之间的信号成核电路。

14. 如权利要求12所述的系统，其特征在于，它还包括：耦合于所述延迟装置输出端与所述信号组合装置第二输入端之间的成核电路（800）。

15. 如权利要求12所述的系统，其特征在于，用于施加表示视频信号的自适应压扩信号的所述装置包括：

提供输入视频信号的视频信号输入端，

其第一输入端耦合到所述视频信号输入端，并具有第二输入端和

输出端的减法信号组合装置(700) ，

另一自适应压扩器(720) ，其输入端耦合到所述减法信号组合装置输出端，其输出端提供表示所述视频信号的所述自适应压扩信号，并具有与用于产生所述控制信号的所述装置(730) 耦合的控制输入端，所述另一自适应压扩器响应所述控制信号，执行与所述自适应压扩器反相的压扩函数，以及

用于将所述加权电路(780) 的输出端耦合到所述减法信号组合装置第二输入端的装置。

16. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，它包括耦合于所述信号组合装置输出端与所述延迟装置输入端之间的信号成核电路。

17. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，它包括耦合于所述延迟装置输出端与所述信号组合装置第二输入端之间的信号成核电路(800) 。

18. 如权利要求2 所述的系统，其特征在于，用于施加表示视频信号的自适应压扩信号的所述装置包括：

提供输入视频信号的视频信号输入端，

另一自适应压扩器(520)，其输入端耦合到所述视频信号输入端，其输出端用于提供表示视频信号的所述自适应压扩信号，其控制端耦合到用于产生控制信号的所述装置(530) ，所述另一自适应压扩器(520) 响应所述控制信号以执行与所述自适应压扩器反相的压扩函数。

自适应视频信号降噪系统

本发明涉及使用压缩扩展和预测信号处理的视频信号降噪系统。

在具有潜在噪声信道上发送诸如电视信号那样的视频信号一般要考虑如何防止信道噪声使视频信号的信噪比及重放图象的质量变差。压扩是提高在噪声环境下传送视频信号质量的一种途径。使用压扩技术，在发射机中压缩视频信号的幅度从而提高其均一峰功率比，并因此提高对噪声的抗干扰性。由接收机用发射机压缩函数的逆传递函数对该信号进行幅度扩展，以恢复原视频信号幅度分布从而得到正确的显示信号。如果发射机进行非线性压缩，可借助于小信号扩展和大信号压缩的组合对该信号加以修正。在接收机中执行互补函数。

作为压扩器传递函数斜率的函数噪声功率是下降的。斜率越陡，降噪越多。具有陡斜率的压扩器传递函数的区间受限于动态范围的考虑。对大多数信号来说，不同时间区间范围内信号的动态范围是不同的。如果事先知道不同时间区间的相对动态范围，便可调整压扩器传递函数以便在各个区间运行最优。然而应注意到，该相对动态范围信息必须对压扩系统中的发送和接收端两者都有效。

众所周知，来自水平行—水平行或帧—帧的视频信号高度冗余。由于这种冗余，可以相当精确地预测视频信号的幅度值。已知当前视频信号的相对幅度，通过根据先出现信号进行的预测，可制定各个信号间隔的信号的瞬时动态范围。使用连续出现的视频信号的预测值，可在视频信号传输系统中实现自适应压扩系统。

接收机的非线性幅度压缩，会产生不需要的频带以外的高频信号分量，例如，在电视型视频信号的情形下高于4.2MHz的频率分量。可通过发射机的输出低通滤波器消去这些不必要的高频分量。但是，在

发射端消除频率分量有可能影响接收机的互补扩展函数的精度。

重显图象中的标称噪声在含有物体运动的图象中不如在静止图象中那么令人讨厌。此外，对发射机暂时处理过的视频信号，非线性压扩处理对活动图象产生比静止图象更多的频带以外的频率分量。因此，根据各个重放图象的活动程度用不同的压扩函数来压扩视频信号的好处在于对暂时处理过的静止图象执行较大压扩而对暂时处理过的活动图象执行较少的压扩。

在包括压扩器的视频信号传输系统中实施本发明，所述压扩器具有多种可选择的压扩特性。包括一电路，用于对例如视频信号的幅度进行预测，并根据该结果确定准备使用的特定的压扩特性。

图1和图2是可分别在电视系统的发射和接收端用来压扩视频信号的压扩装置的框图。

图3和图4是分别示出宽屏幕电视信号处理系统中发射和接收部分的压扩电路的框图。

图5A和6分别是电视信号传输系统中发射和接收部分自适应压扩电路的框图。

图5B是用于实现直接压扩器和图5A的压扩器控制单元的电路框图。

图7和图8分别是电视信号传输系统中发射部分和接收部分的自适应压扩电路的可选实施例的框图。

图9和图10分别是系统的发射和接收端的包括压扩电路的另一可选自适应视频信号压扩系统的框图。

图11说明可用自适应压扩器实现的多种压扩器传递特性。

在图1的发射机电路中，将输入视频信号加到信号减法器10的一个输入端，该减法器的另一输入端接收来自信号预测网络15（后面将讨论）的信号。从减法器10输出的、表示暂时处理过的视频信号的差值信号（DIFF）由具有方框12上所示的非线性传递函数的幅度压缩器

12进行非线性幅度压缩。压缩器12对大于给定幅度阈值的大信号进行幅度压缩，而对小幅度信号进行幅度扩展(放大)。压缩器12和接收机中具有互补传递函数的幅度压扩器一起构成压扩系统中的一个组件。

压缩器12的非线性传递特性可产生在该实例中超过视频信号频段上限4.2MHz的不需要的高频分量(例如,谐波)。在OUTPUT(输出)信号通过可能包括信号恶化噪声的信道进行发射之前,由低通滤波器14对上述频段外高频分量进行滤波。但是,滤波器14可能会引起自己所不需要的信号失真。这种滤波器失真,以及实际会出现的与发射机中的压缩和扩展之间的不协调相关的失真,尤其在例如图象活动的情形下,可在预测网络15配合下加以减少和消除。

预测器15与幅度扩展器和接收机中的用于接收图1设备发射的信号的预测网格一模一样。参考图2,对发射机已作非线性幅度压缩后的所接收的信号,由幅度扩展器216用发射机非线性传递函数的逆函数进行幅度扩展。扩展器216,如同发射机中的压缩器12,提供瞬时传递函数,并可用ROM查找表形式实现。

图2电路的其它元件执行包括产生对应于图1预测器15产生的预测信号的预测信号在内的好几种功能。在图2中,扩展器216的输出信号是视频差分信号。将加法器218、延迟元件220和放大器222排列成闭合回路,以形成对视频差分信号积分的泄漏积分器并在加法器218的输出端提供重构的视频信号。延迟元件220可以是帧延迟的,并因视频信号的高度冗余特性而在其输出端产生当前视频信号的预测值。延迟元件220的输出由放大器222中小于1的因子加权。放大器220提供基本上与预测器15产生的预测信号相同的加权预测信号。

原本包括元件218、220和222的积分器形成递归滤波器。由于连续帧的视频信号的冗余和相关特性,积分器的递归滤波作用有可能提高加法器218提供信号的信噪比。

本发明实例的预测过程涉及来自单个图象点的暂时延迟过的样值，然而，认为它可包括来自多个场的空间相关图象点的多个样值。名义上将比例因子“A”限制为小于单位1的数值以维持积分回路稳定。

回到图1，预测器15输出端的预测信号表示对延迟的接收机输出信号、由因子A比例放缩后的评估值。部件10从输入信号中减去预测信号、产生由部件12、13处理的差值信号，部件12和14产生发射的输出信号。

在图1的发射设备中，差值信号是输入信号和预测信号之间的差。加法器18原输出是接收机的输出的模拟。可以看到，接收机输出端的信号类似于加到发射机输入端的信号。如果发射机中减法器10产生的差值信号是小的，（表明是正确的预测），则由非线性幅度压缩器12放大该差值信号并由此在传输之前有利地提高其信噪比特性。

将所公开的系统运行于4.2MHz亮度信号，可注意到在比例因子A为0.75和采用具有 μ 为11的压扩参数的 μ 法则压扩器时，减噪2.7dB。在A=0.90和 μ 为40，可减噪4.1dB。

图3示出兼容的宽屏幕电视系统（例如用以处理5:3的宽高比信号）的编码器的框图，包括图1示出类型的压缩和预测网络。除了这种网络，图3系统更详细地公开于Strolle等人的4,816,899号美国专利中。

图3中，宽屏幕电视信号的源310以数字形式提供宽屏幕电视彩色图象分量Y（亮度）和I、Q（色差）。源310还图示包括有矩阵、模/数转换器和低通滤波电路。来自源310的信号由边侧—中央画面信号分离器和处理器318处理以产生三组输出信号：YE、IE和QE；Y0、I0和Q0；以及YH、IH和QH。对前两组信号（YE、IE、QE和Y0、I0、Q0）加以处理以分别产生包含中央画面分量、时间压缩在水平图象过扫描区的边侧画面低频亮度信息（亮度低频分量）的信号。处理第三组信

号(YH、IH、QH)以产生包含边侧画面高频信息(边侧画面高频分量)的信号。如最终将中央和边侧画面的信号分量加以组合,便产生具有4:3显示宽高比的NTSC兼容的宽屏幕信号。除了边侧画面高频信息,信号Y0、I0和Q0提供插入左和右水平过扫描区的低频边侧画面信息。信号Y0、I0和Q0在由边侧—中央信号合成器328(例如时间多路转换器)与信号YE、IE和QE组合之前,由块322中(图1所示类型的)幅度压缩和预测网络进行个别地处理。合成器328产生具有标准4:3图象宽高比的信号YN、IN和QN。

信号处理器和NTSC编码器336处理信号YN、IN和QN以产生NTSC兼容的合成输出信号C/SL,该信号包含中央画面信息和压缩到水平过扫描区的边侧画面低频信号。部件336包括亮度和色度滤波器、色调制器、以及用于编码亮度和色度信息的常规NTSC编码电路。

边侧画面高频分量YH、IH和QH在由部件321时间扩展后,由部件343作附加处理。在部件343中,边侧画面高频分量以场频反相调制辅助压缩副载波。调制后的副载波经过幅度压缩和带通滤波而形成边侧画面高频分量信号SH。该信号在合成器340中与信号C/SL组合而产生宽屏幕兼容的信号NTSC。信号NTSC在加到RF调制器和发射器网络355以通过天线356广播发射之前,由数/模转换器(DAC)354变换为模拟形式。

幅度压缩和预测网络322可类似地采用在Strolle等人的专利所公开说明的宽屏幕编码系统的增强图象分辨率型式。这种增强分辨率系统公开于题目为“包括辅助信号编码信息压扩的兼容电视系统”的共同提交的美国专利139,339号中。

图4描绘了用于图3发射机编码器产生的兼容的宽屏幕电视信号的宽屏幕接收机译码器的框图。除了扩展和预测网络422,前述Strolle等人的专利中更详细地公开了图4的系统。

发射的兼容宽屏幕信号由天线 410 接收、由输入解调和信号处理部件 422 解调而产生信号 YN、IN、QN 和边侧画面高频分量信号 SH。部件 422 包括用于恢复信号 SH 的滤波和幅度扩展网络和用于恢复信号 YN、IN 和 QN 的滤波和色解调网络。处理器 454 响应边侧高频分量信号 SH 以产生信号 YH、IH 和 QH。在处理器 454 中，对辅助副载波解调，对亮度和色度边侧画面高频分量进行分离，将亮度边侧高频分量时间压缩，从而产生边侧画面高频分量的信号分量 YH、IH 和 QH。

借助于边侧—中央分离器(信号分离器) 440 将信号 YN、IN 和 QN 分离为低频边侧画面分量 Y0、I0、Q0 和中央画面分量 YE、IE 和 QE。由部件 444 对信号 YE、IE、QE 进行时间压缩以占据规定的中央画面显示区。信号 Y0、I0、Q0 在由部件 445 时间扩展以占据规定的边侧画面显示区之前，在网络 442 中个别地进行幅度扩展和预测信号处理。网络 442 包含图 2 所示类型的用于分别处理信号 Y0、I0 和 Q0 的电路。

在部件 446 中对来自时间扩展器 445 的边侧画面低频分量信号和来自处理器 454 的边侧画面高频分量信号进行组合，产生边侧画面亮度和色度信号 YS、IS、QS。借助于接合器 460 将重构的边侧画面信号 YS、IS、QS 与来自时间压缩器 444 的重构的中央画面信号 YC、IC、QC 进行接合，形成包含分量 Y、I 和 Q 的完全重构的宽屏幕信号。

宽屏幕信号 Y、I、Q 在加到视频信号处理器和矩阵放大器 464 之前由数/模转换器(DAC) 462 变换为模拟形式。部件 464 的视频信号处理器分量包括通用特性的信号放大、DC 电平移位、峰值、亮度控制、对比度控制和其它视频信号处理电路。矩阵放大器 464 将亮度信号 Y 与色差信号 I 和 Q 组合以产生彩色图象表示的视频信号 R、G 和 B。由部件 464 中的显示驱动放大器将这些色彩信号放大到适合于直接驱动宽屏幕彩色图象显示器 470，例如宽屏幕显象管的电平。

如上所述，图 3 的编码器电路以时间压缩形式对低频边侧画面信

息进行编码。直观地，将从直流到 700 KHz 的亮度信息进行大约为 6:1 的时间压缩以使该边侧画面低频信息占据 4.2 MHz 带宽。接收机(图4)执行所述的相应时间扩展。发射机中的非线性幅度压缩过程特别有可能产生不需要的频带之外的频率，在该实例中，时间压缩过程产生频率等于或接近理想频带(例如 4.2 MHz) 的上限频率的信号。

由于时间压缩和扩展，边侧低频分量在噪声信道条件下所含噪声能量比中央画面信息的同频段噪声能量要大得多。这种情形本身已表示出在所显示的中央画面和边侧画面的图象之间的令人讨厌的差异。具体地说，边侧画面图象和中央画面图象的较宽的带宽噪声相比呈现水平“不均匀”的低频噪声，因此更为讨厌。所以可见边侧画面信息不同于中央画面信息，尤其对具有大约 35 db 以下信噪比的传输信道是如此。这样，优先使用图1和图2的设备来增强时间压缩的边侧画面低频信息的信噪特性。所公开设备在图3的发射机系统中可交替地用于部件318和时间压缩器320之间，在这种情形下，图1设备的输出信号通路可以低通滤波到 700. KHz 以对亮度低频分量进行 6:1 压缩。

所公开的信号压扩和预测设备也可用于对来自图3部件321的时间扩展的边侧画面高频信号 YH、IH 和 QH 进行处理。在这方面应注意，利用图3所示系统，由于扩展器321的时间扩展，边侧画面高频信息信噪比可获改进。然而，这种改进受到部件 343 对边侧高频分量调制的辅助副载波的幅度衰减所损害，使得当具有标准 4:3 宽高比的标准电视接收机接收宽屏幕电视信号时，调制的辅助副载波不明显。所公开的降噪设备可用于根据具体系统的需要增强边侧高频分量信息的噪声抗干扰性。

再参考图 1，对视频系统设计的专业人员可以理解的是，由减法器10提供的差值信号的幅度是帧内活动的函数。考虑将比例因子 A 设置为 1。在这种情况下，如果连续图象都相似，即表示静止图象，该

差值信号幅度为 0。相反，如连续图象不同，则该差值信号表示连续图象间的差别，并且是较大幅度的。差值信号的能量密度随连续图象间差异的增加而增加。

通过压扩可达到的降噪程度是输入信号统计量和输出信号通道动态范围的函数。对具体信号间隔如果压扩器的输入信号的动态范围已知，有选择地为相应动态范围修整压扩函数是有益的。

参考示出自自适应视频信号压扩系统的图5A，该系统的传递函数可根据图象运动情况选择。将输入视频信号加到减法器 500 的一个输入端，而将由元件580和570比例放缩和帧延迟的视频信号加到减法器 500 的第二输入端。对静止图象和(或)静止的图象区域，由减法器 500 提供的差值的动态范围和幅度是相当小的。对活动图象和其亮度变化的图象，该差值的动态范围和幅度增大。

将来自减法器 500 的差值加到具有可选择传递函数的压扩器电路 510，该传递函数对输入信号的预定幅度范围(例如，约为0)具有斜率大于1，而对在预定范围以外的输入信号幅度，其斜率小于1。来自压扩器510的输出信号发送到接收设备(未示出)。来自压扩器510的输出信号也耦合到执行压扩器510的逆函数的压扩器 520。压扩器520仿真置于接收设备中的压扩器。将来自压扩器 520 的扩展差值耦合到包括加法器 560、延迟单元570和定标器580的电路上，对扩展的差值信号进行积分以产生输入信号的定标预测。在该实施例中，输出和第二输入端间的回路的总延迟为一个图象周期，例如，一个水平行间隔、一个场间隔或一个帧间隔等。选择由延迟元件 570 提供的信号延迟以满足该限制。从该限制的观点来看，有必要将补偿延迟元件包含在一定的信号路径上，例如元件580和560之间。然而，熟悉电路设计的人很容易理解这些要求并加入必要元件。

图象间周期信号变化或图象间运动可通过从连续图象周期减去视

频信号来加以检测。这可在减法器550中通过从来自延迟元件570的延迟一个图象周期输出的视频信号减去加到延迟元件570的当前视频样值来实现。将由减法器550提供的运动信号加到低通滤波器540以修正视频信号中的噪声或量化误差的影响和(或)预防突发运动信号的变化。将低通滤波后的运动信号耦合到确定压扩器510和520的传递特性的压扩器控制电路530。

数字信号处理设备中的压扩器控制电路530和压扩器电路510(520)可分别用电路单元531和511实现,如图5B所示。压扩器控制电路531为只读存储器(ROM),将来自低通滤波器540的运动信号加到该ROM的地址输入端口。在ROM531的各个存储单元预先编制好程序以输出和各个地址值相对应的正确控制信号。例如,可对ROM531进行编程,对0-20单位的地址值提供二进制值00的控制信号,对21-40单位的地址值提供二进制值01的控制信号,对41-60单位的地址值提供10的二进制控制值,以及对大于60单位的地址值提供11的二进制控制值,等。

压扩器511是另一个ROM,将视频信号耦合到该ROM的一些地址输入端而将控制信号耦合到其另一些地址输入端。ROM511的存储单元排列成多个表,用特定的压扩函数对每个表进行编程。所使用的特定的表取决于控制信号的值。视频差值信号对所用表中的相应存储单元选址,这些单元以对应于各地址值的压扩输出信号加以编程。例如,ROM511可包括由控制地址00、01、10和11选择的4个表。假定那些控制地址对应于为ROM531所举例中的控制值。在这种情况下,由连续的较大控制值选址的表中所定义的压扩函数可预定为具有连续较大幅度的最优的压扩输入信号。

图6示出该自适应压扩系统的接收部分。在图6中,将发送的压扩的视频差值信号耦合到类似于图5A压扩器520的递向压扩器600。将由

逆向压扩器600提供的扩展的视频差值信号加到包括加法器610、延迟元件630和定标器620的电路单元，以便对视频差值信号积分以重现原始视频信号。类似于图5A中运动检测电路，运动检测电路包括耦合到延迟单元630的减法器640和低通滤波器650，用以产生耦合到压扩器控制电路660的运动信号。对运动信号予以响应，该压扩器控制电路660自适应地对压扩器600的传递特性加以控制。

发射系统中的压扩器510产生不受传输信道噪声显著影响的强信号。因此，加到接收机中压扩器600的信号基本上类似于加到发射机中压扩器520上的信号。由于图6的电路类似于图5A的电路元件520-580的组合，所以可精确地仿真其响应。又，由于图5A的电路排列成闭合反馈回路以使处理误差为最小，因此，加法器560的输出以及加法器610的输出是原始输入信号的精确表示。

图7是自适应压扩系统的可选实施例。图7设备类似于图5A设备那样运行，除了压扩器控制信号的产生。图7中，将压扩器710和720调整到由减法器700提供的信号差值所期望动态范围，而不是调到图象运动。

假定输入信号的值范围是从0至100单位。这样由减法器700提供的差值的动态范围是200单位，即从-100到+100单位。但是，如果能够预测输入信号的幅度，那么便可预测差值信号的动态范围。假定，预测输入信号的幅度为 X ，那么差值信号的幅度范围是从 $-X$ 到 $100-X$ 单位。例如，如预测 X 为25，实际输入信号为0或100极限中的一个，那么差值信号为-25或+75，其动态范围为100单位。所以，根据对输入信号值的幅度预测，可将减法器700提供的信号的动态范围减小 $1/2$ 。但是，这是浮动的动态范围，即，并没有固定具体的幅度极限。然而，在任何时刻知道了输入信号的预测值，便可知道该时刻浮动的动态范围的极限，并根据信号差值当前动态范围的相对位置选择压扩

器的传递特性。

图 7 积分回路的延迟在元件 770 和 750 中分开。选择这些元件的组合延迟使减法器 700 输出和输入端间的回路的总延迟为一个图象周期。分开延迟，以便调整预测电路使其响应时序正确地时间对齐于加到压扩器上的信号。

通过滤波器 740 对多个象素进行的空间滤波或平均来实现输入信号电平预测，所述多个象素例如来自前一帧、并处于对应于输入信号当前所表示象素的附近。来自空间滤波器 740 的预测信号值耦合到压扩器控制电路 730。对空间滤波器 740 提供的预测信号进行低通滤波，以防噪声干扰该过程或防止压扩函数的过分变化也许是合乎要求的。

压扩器控制 730 和压扩器电路 710 (720) 可类似于图 5B 的设备那样进行布局。在该例中，用对应于期望的差值信号的动态范围 $(-X, R-X)$ 的控制值对控制 ROM 531 进行编程，其中 X 是预测值，而 R 是输入信号的最大值 (假设输入信号范围是 0 至 R) 。

用适合于由控制信号确定的不同信号动态范围的传递函数的各个表对压扩器 ROM 511 进行预编程。

图 8 示出处于接收端的、与图 7 压扩系统配套的压扩设备。由图 8 可见，该电路除了将在后面说明的可选的成核电路 800、包括类似于图 7 设备的信号预测和压扩器控制电路。用类似图 7 中元件标号指定的图 8 中元件，执行相似功能。

图 9 示出视频信号自适应压扩电路另一可选实施例。但该电路直接工作在视频信号而不是视频信号差值。

一般压扩器 (位于系统发送端) 运行扩展低幅度信号的幅度而压缩较高幅度信号的幅度，以改进信噪比。这种过程可能提高较低电平信号的质量，但对较高电平信号几乎没有什么改进。另一方面如果已知待处理信号的相对幅度，那么通过自适应压扩可提高几乎任何电平

信号的信噪比。这可通过选择其最大斜率位于期望出现信号样值幅度区间的压扩传递特性来完成。考虑图11示出的压扩曲线，这些曲线对压扩系统发射端实现的压扩器是适用的。（可以理解，通过改变轴向布局从输入和输出到输出和输入，曲线可对应于逆的或接收端的压扩曲线）。可以知道，如果希望输入信号的幅度在例如 80 和 100 IRE 之间，便可扩展该范围的信号，而压缩幅度较小的信号。另一方面，如希望该信号为 50 IRE，则扩展 50 ± 10 IRE 范围的信号而压缩较大或较小幅度的信号。可以说，以这种方式运行的系统是幅度跟踪压扩系统。碰巧，来自行对行，场对场，或帧对帧视频信号的高交互作用允许完成这种跟踪压扩系统。

图 9 中，将待压扩的视频信号加到多特性压扩器 900，该压扩器 900 在端 OUTPUT 提供待发送的压扩信号。压扩器 900 可以用多个传递特性的表编程的 ROM，每个表定义了一个诸如图 11 所述的压扩特性。在任何给定时刻所用特定表取决于由压扩器控制电路 980 产生的控制信号。

将压扩信号也耦合到包括元件 910-980 的逆压扩电路上，该电路仿真传输系统接收端的扩展电路。将来自压扩器 910 的扩展信号加到包括元件 920-923 的第一信号预测电路和包括元件 930-936 的第二信号预测电路。

第二预测电路包括延迟元件 930、延迟元件 931 和 932 的级联电路，延迟元件 930 将信号延迟一个视频帧周期减去一个水平行周期，而延迟元件 931 和 932 中中的第一个将信号延迟一个水平行周期。将来自延迟元件 930、931 和 932 的视频信号分别耦合到信号加权电路 935、934 和 933。加权电路 935、934 和 933 对所加信号分别乘以因子 $1/4$ 、 $1/2$ 和 $1/4$ 。来自加权电路 933-935 的视频信号在加法电路 936 中相加，产生一个时间上与当前视频信号相关的预测信号。将来自加法器 936

的时间预测信号耦合到可变加权电路942，该可变加权电路942可将时间预测信号放缩由控制信号发生器960提供的可变因子K倍。

时间预测信号可包括来自当前图象的组分。这可由压扩器910的输出与加法电路936间的虚线箭头连线指出。该连线用来指出当前图象帧的一个或多个图象点的信号可被加权并与来自前一帧的信号进行组合。

第一预测电路根据来自当前图象场的信号产生一预测信号。在图9的示范性实施例中，由延迟元件920将来自压扩器910的输出信号延迟一个水平行周期减去T的时间。时间T通常是等于彩色副载波周期的 $1/4$ 或其若干倍的短时间周期。该延迟信号由级联延迟元件921和922进一步延迟，延迟元件921和922各提供周期为T的延迟。将来自延迟元件920-922的延迟信号耦合到产生空间预测信号的定标和组合电路923上。定标和组合电路923可类似于时间预测电路中的元件933-936。元件923提供的空间预测信号耦合到将空间预测信号放缩由控制电路960提供的可变因子 $(1-K)$ 倍的可变加权电路940。

对不活动图象或不含帧间运动的图象区域，时间均值可能是对当前信号更加准确的预测。对活动图象，或含帧间运动的图象区域，空间均值可能是当前图象较为精确的预测。当使系统在图象运动和不运动的条件下很好地运行，对来自压缩压扩器910的扩展信号监视其运动以便进行对适当预测信号的选择。

运动检测器950耦合于延迟元件930的输入与延迟元件931的输出之间。运动检测器950产生对应于帧间图象信号差值的信号。将该差值信号耦合到用于对具体的差值信号的范围产生可变控制信号K的控制信号发生器960。对不含运动的图象区域，即当运动检测器950提供的差值信号为0时，该控制信号发生器产生其值相当于1的K。在这种情况下，分别限制加权电路942和940送出时间预测而排除空间预测。

当运动检测器产生指出显著图象运动的大幅度差值信号时，发生器960产生值为相当于0的K，即限制加权电路940和942传递空间预测并排除时间预测。对中间值图象差值信号，发生器960产生其值在0与1之间的K，该K值限制加权电路940和942，以相配合的比例传递空间和时间预测信号。

将来自加权电路940和942的加权空间和时间预测信号耦合到产生对应于所要求预测信号之和的加法电路944。将来自加法电路944的预测信号耦合到压扩器控制电路980。压扩器控制电路980响应来自加法电路944的预测信号而产生合适的控制信号以调整压扩器900和910按其可选择传输特性中具体一种进行操作。注意到压扩器控制电路980和压扩器900(910)可构造为类似于图5B所示的电路。

图10示出系统接收端的和系统发射端上图9压扩电路相结合的压扩电路。用和图9设备中元件同样标号指出的元件是相似的并执行类似功能。

再返回到图8，考虑包括元件750-780的递归回路。该递归回路有可能增加加法器760输出端的噪声功率，尽管该回路提高了信噪比。这种噪声功率的增加可通过将成核电路800插在加权电路780和加法器760之间来减少。如果该成核电路包含于图8电路中，类似成核电路也就包括于图7加权电路780的输出上以使由图7和图8设备产生的预测信号是相似的。该成核电路800也可以是具有在幅度的特定范围内的将信号嵌位到一预定值的传递函数的常规电路，而将该特定范围以外的信号不加改变地予以传递。例如，该成核电路可分别通过大于和小于例如 ± 5 IRE的所有信号幅度值，并将正负5 IRE之间的信号幅度嵌位到0 IRE值。另一方面，成核电路也可以是自适应类型的，例如，美国专利4,538,236号中提出的成核电路，这里结合用作参考。

最好也许是将成核电路纳入图1、图2、图5A和图6—图10的任何

设备中，并且，这种成核电路可装配于加权电路(例如 780) 输出端以外的位置。例如，在图7和图 8中，可将成核电路置于加法器760和延迟元件750之间，或置于压扩器 720和加法器760之间。在这种情况下，效果是减少加法器 760输出的噪声功率。将成核电路插在延迟元件750和压扩器控制电路730之间也是有利的。

使用成核电路也有助于减小量化误差。一个实例是插在图 9和图 10中加法电路944和压扩器控制电路980之间的成核电路 970。考虑构造发生器只产生对应于 $0, 1/8, \dots, 7/8, 1$ 的9个不同的K值，并且加权电路940和942是位移和加法类型的。在这种情况下，加法器 944的输出可产生与量化误差的和。这种量化误差对低幅度信号有可能更为显著。所以，最好在预测信号的最低范围内消除误差的可能性。核化电路 970具有对信号幅度预定范围约为0提供0值输出信号的传递函数，而传递所有其它信号，从而消除了低电平信号的量化误差。

可以理解在图 5—图10每个电路的一定的信号通道上可能需要补偿延迟元件，以便正确地时间对齐于预测信号和(或)具有当前输入样值的控制信号。然而，电路设计领域的技术人员很容易知道这种延迟是否必要以及将它们结合到其系统中。另外，可将低通滤波器插在图5A、7或9电路中直接和取反压扩器之间，以消去由非线性压扩产生的频带以外的频率分量。最后，可以理解，可将图5A、7或9的设备结合到图 3宽屏幕视频信号传输系统，而图6、8或10的设备可结合到相应的图4宽屏幕视频信号接收系统中。尽管压扩电路仅仅示出于图3和图 4的边侧画面低频信号通路中，本文所述类型的类似压扩电路也可包含于边侧画面高频信号通路中。

说明书附图

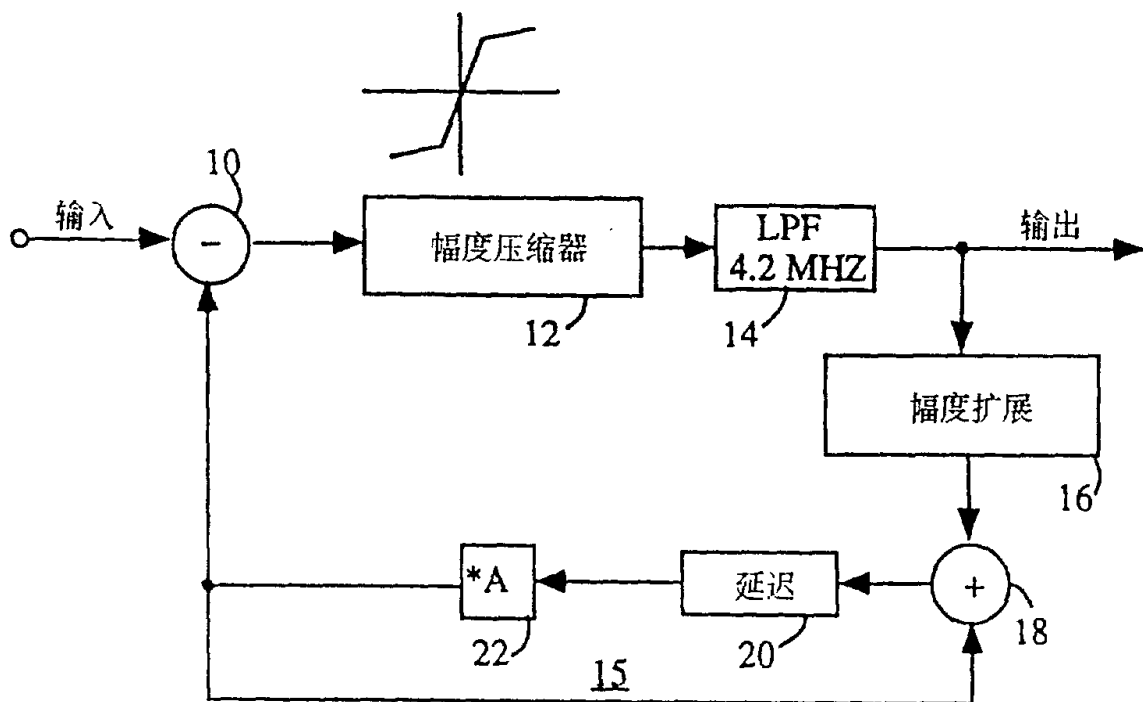


图 1

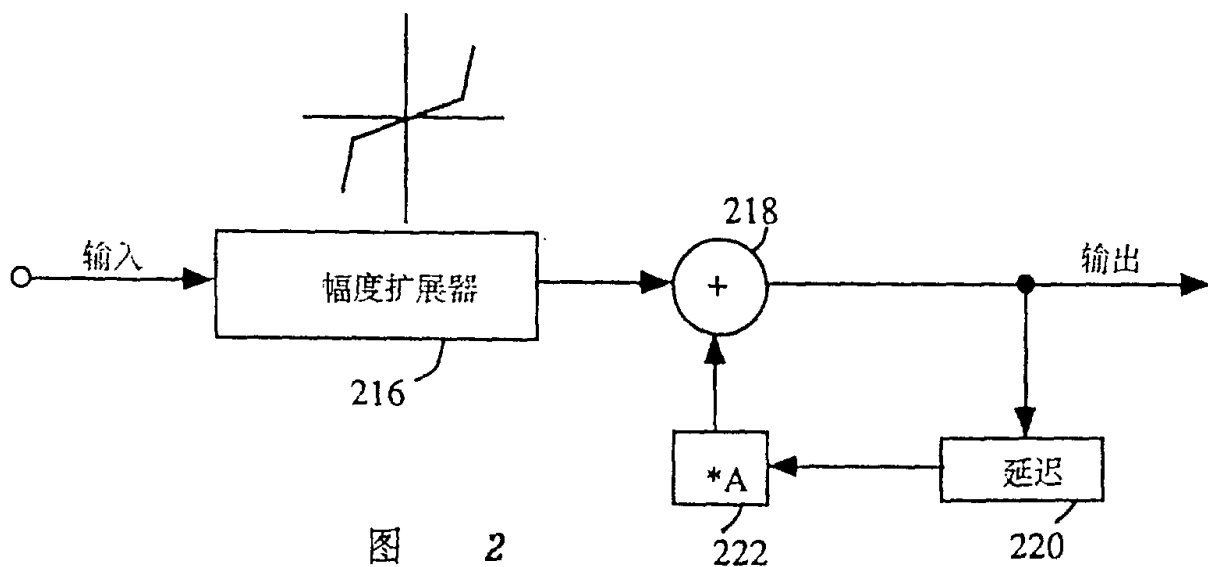


图 2

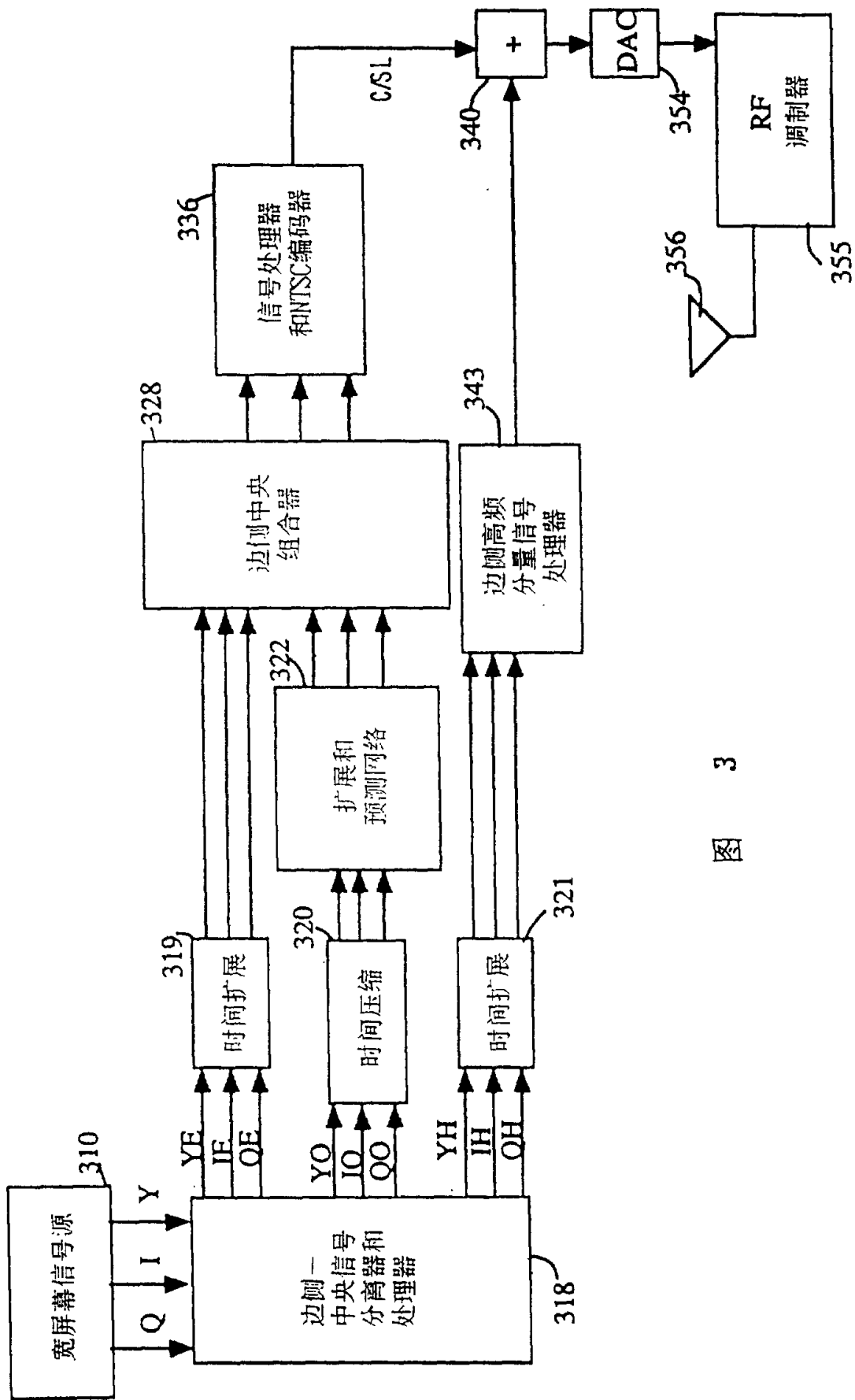


图 3

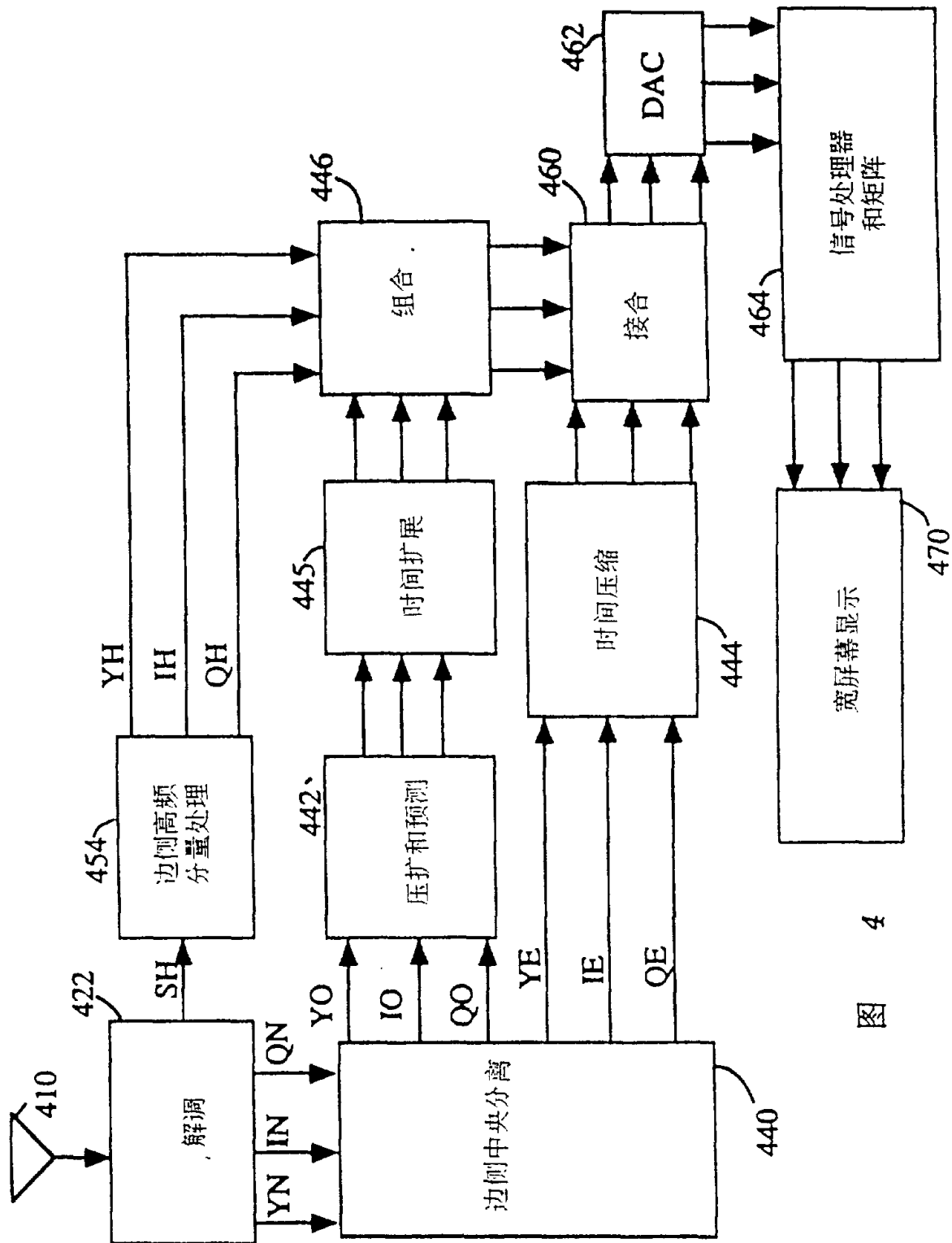


图 4

图 5 A

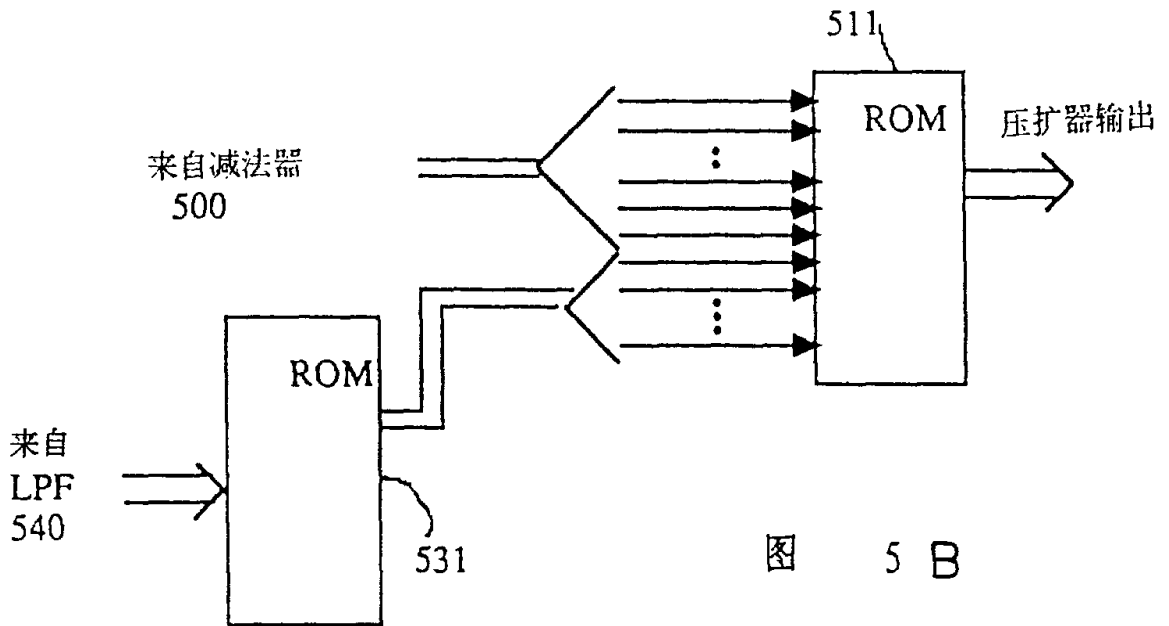
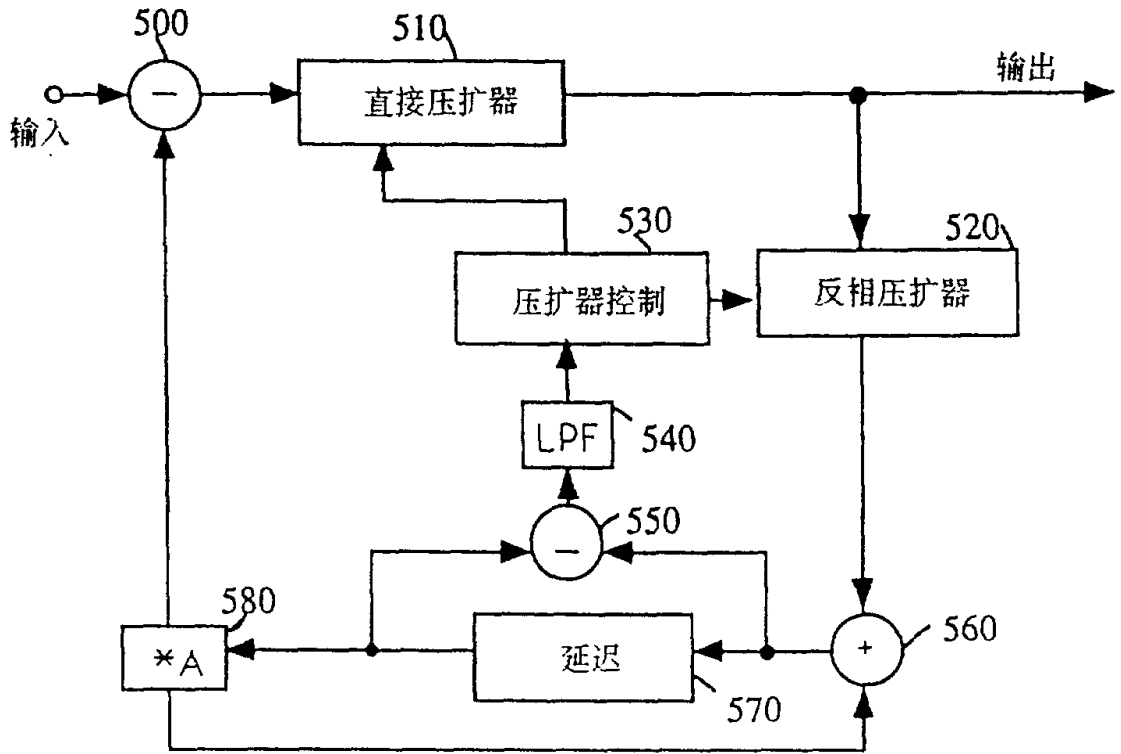


图 5 B

图 6

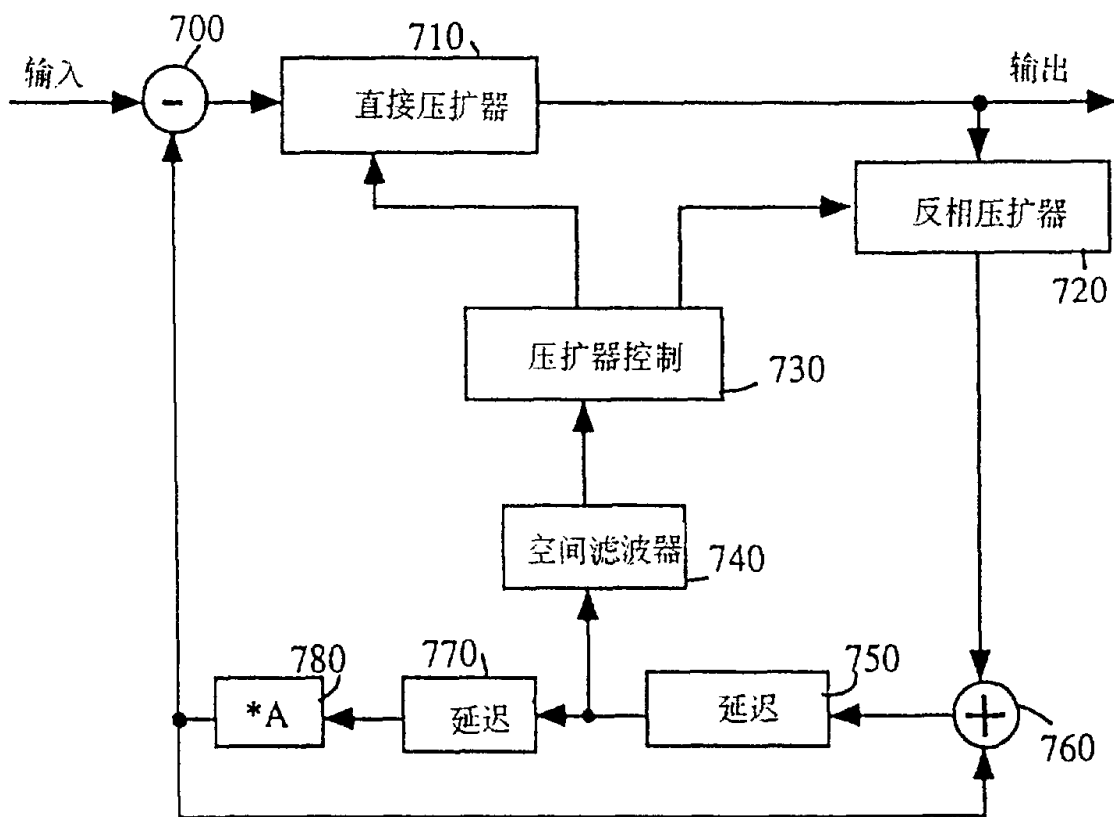
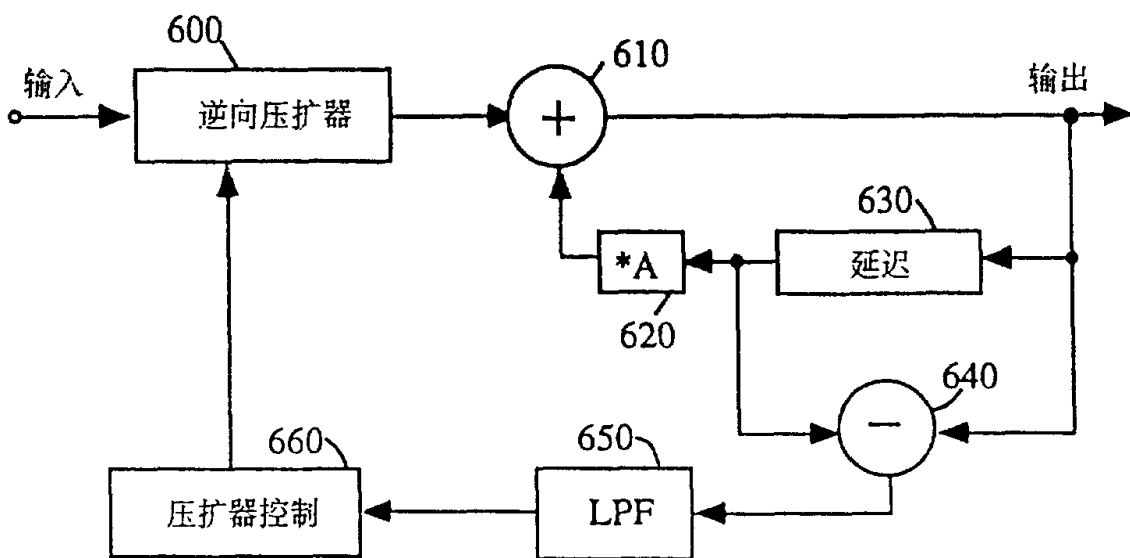


图 7

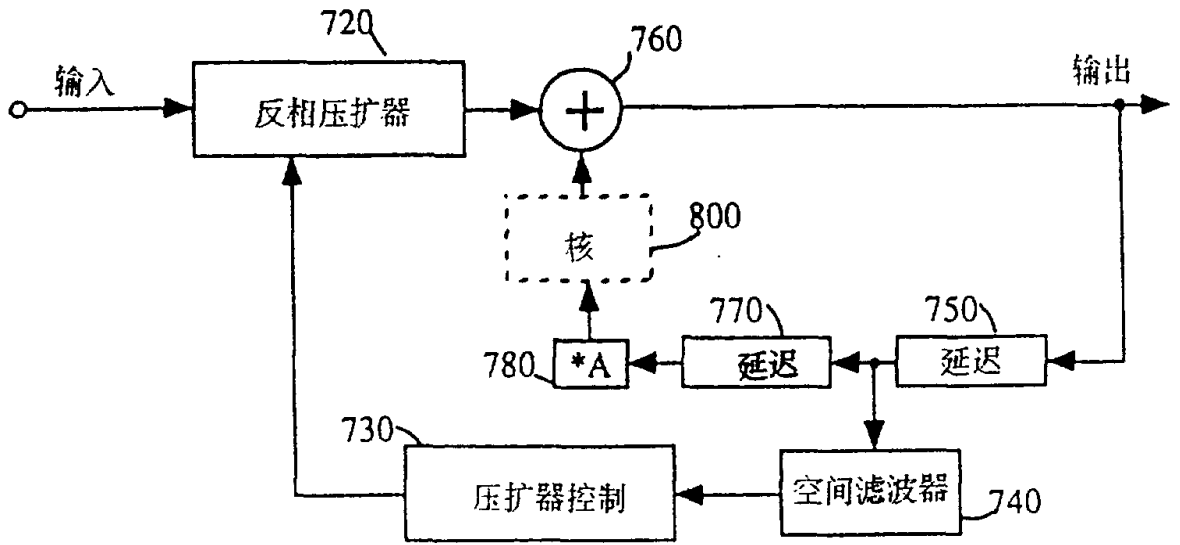


图 8

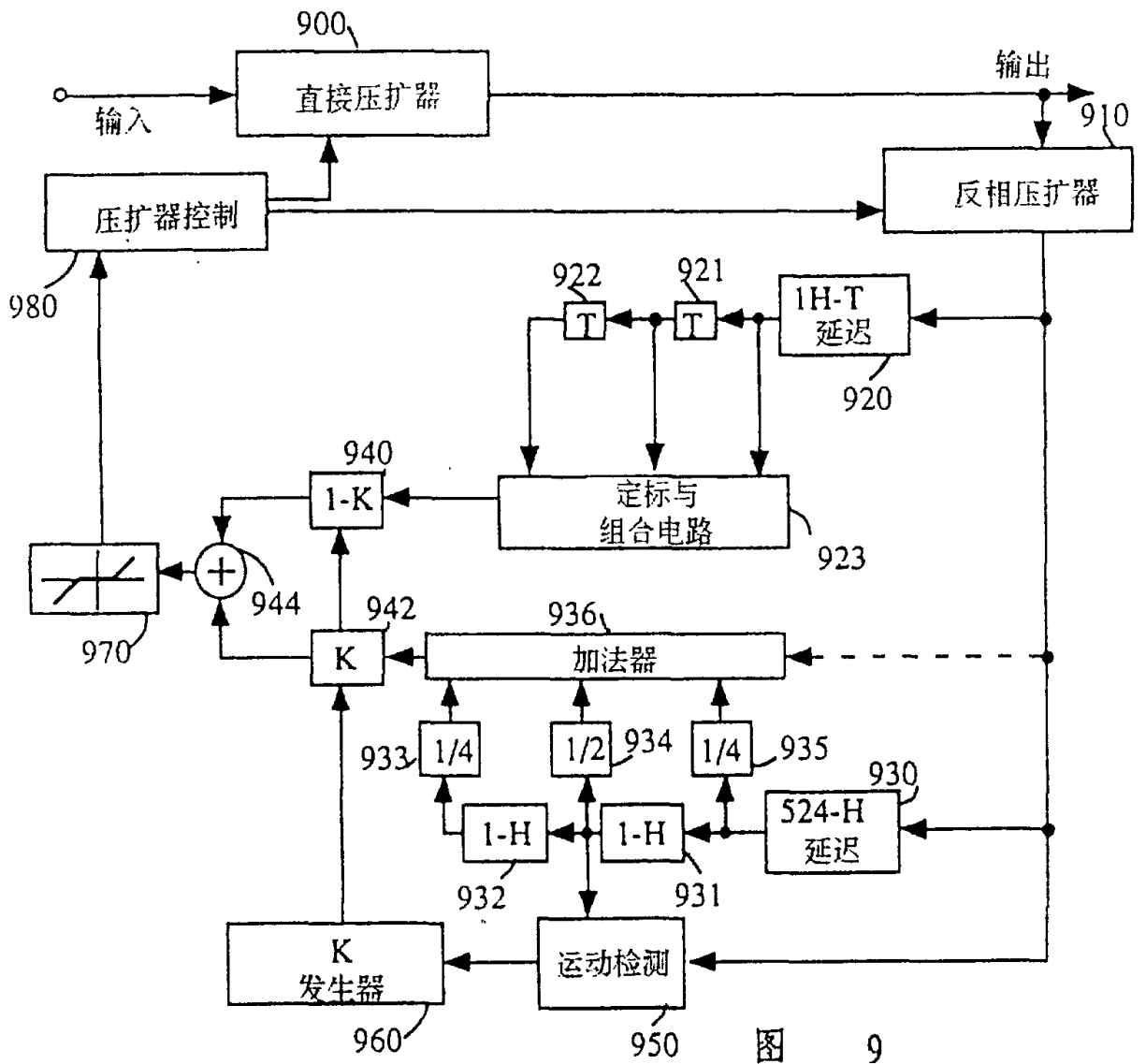


图 9

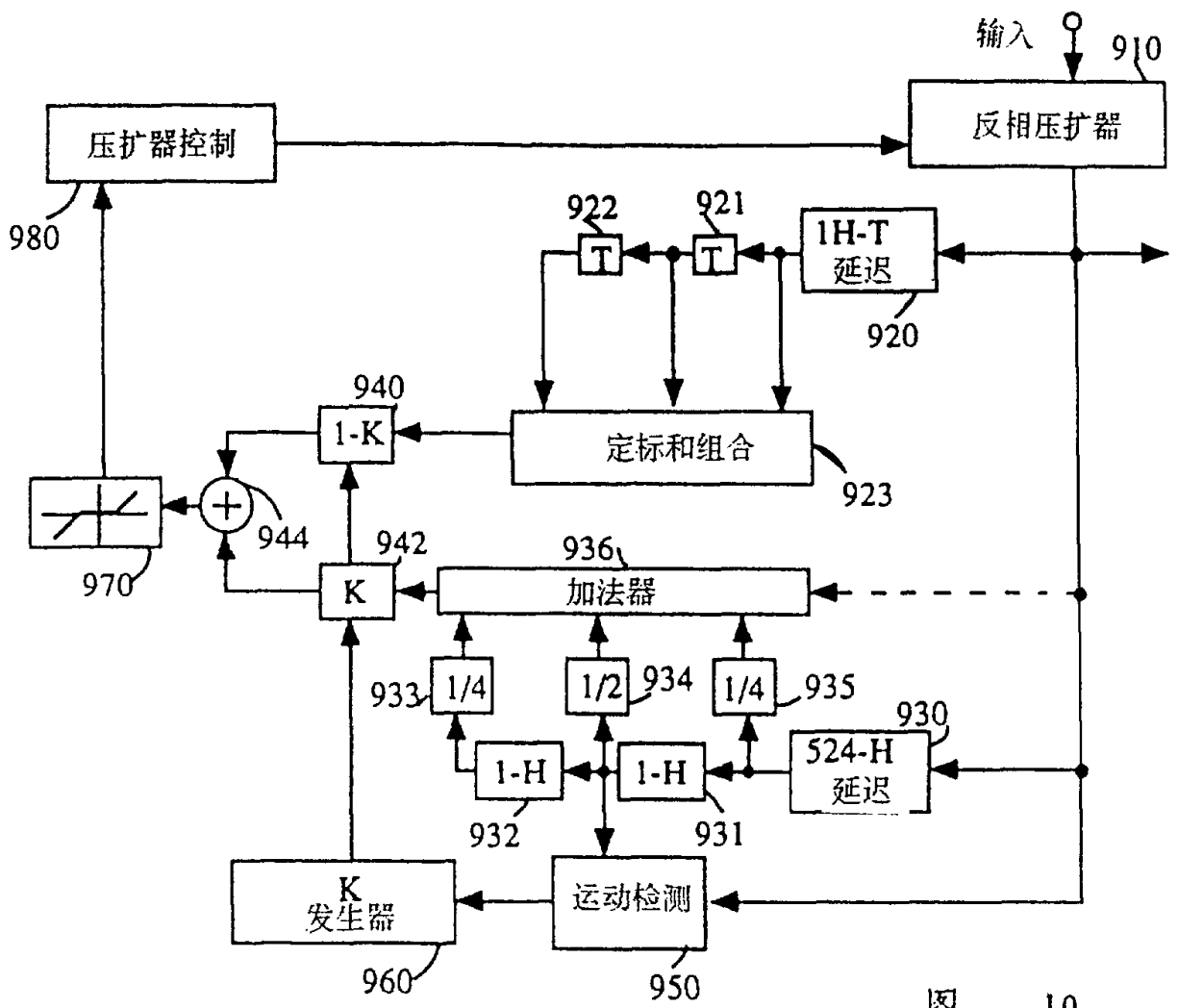


图 10

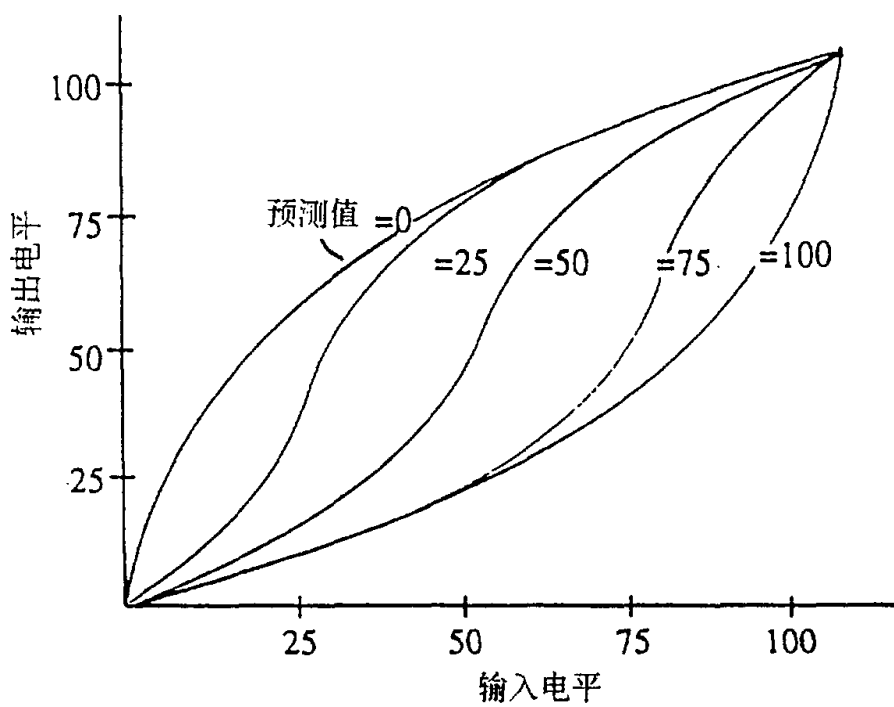


图 11