



## [12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00105482.1

[45] 授权公告日 2005 年 5 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1200570C

[22] 申请日 2000.3.21 [21] 申请号 00105482.1

[30] 优先权

[32] 1999. 3. 26 [33] JP [31] 083190/1999

[32] 1999. 10. 20 [33] JP [31] 297915/1999

[32] 1999. 12. 15 [33] JP [31] 355563/1999

[71] 专利权人 日本胜利株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 剑持节

审查员 吴黄飞

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责  
任公司

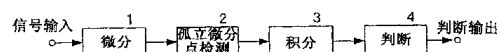
代理人 谢丽娜 余 朦

权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 7 页

[54] 发明名称 块噪声检测装置及块噪声降低装置

[57] 摘要

本发明公开一种块噪声检测装置及块噪声降低装置，即使解码器在不输出表示图像块边界的信号时，也能够正确地检测块噪声。该检测装置包括：微分装置，对输入图像信号用像素单位进行微分处理，得到微分信号；孤立微分点检测装置，检测从上述微分装置输出的微分信号中的脉动状的脉冲，并将其作为孤立微分点检测信号输出；积分装置，对从上述孤立微分点检测装置输出的上述孤立微分点检测信号进行积分处理；及判断装置，利用上述积分装置的输出和给定的阈值，判断有无发生块噪声。



1. 一种块噪声检测装置，用于检测以给定矩形块为单位所压缩扩展处理的图像信号中的块噪声，其特征在于包括：

5           微分装置，对输入图像信号用像素单位进行微分处理，得到微分信号；

          孤立微分点检测装置，检测从上述微分装置输出的微分信号中的脉动状的脉冲，并将其作为孤立微分点检测信号输出；

10           积分装置，对从上述孤立微分点检测装置输出的上述孤立微分点检测信号进行积分处理；及

          判断装置，利用上述积分装置的输出和给定的阈值，判断有无发生块噪声。

2. 根据权利要求1所记载的块噪声检测装置，其特征在于：

15           上述积分装置在画面全部区域对上述孤立微分点检测信号进行积分处理。

## 块噪声检测装置及块噪声降低装置

## 5 技术领域

本发明涉及一种用于检测对图像信号以像素块为单位进行编码及解码时产生的块噪声的块噪声检测装置及一种降低块噪声的块噪声降低装置。

## 10 背景技术

在对图像信号压缩编码时，公知的压缩编码方式是将水平及垂直方向相邻接的多数像素作为一个矩形块（下面称像素块），利用该像素块内的相邻接像素的相关高度，以像素块为单位进行压缩编码。而且，通过这种压缩编码方式进行压缩编码处理的压缩图像信号在通过记录介质或传输线路等之后，以像素块为单位进行与压缩编码时互补的扩展处理，复原成原来的图像信号。

用这种压缩编码及解码方式，当想控制记录媒体或传输线路上的图像信号信息量小时，应将压缩效率提高设定，而在想使图像信号维持高的图像质量时，则将压缩效率降低设定。

但是，在将压缩效率提高设定，控制小的信息量时，有时会以像素块为单位在与相邻接的块之间产生灰度等级差。特别是对于灰度等级变化缓慢的图像信号部分，该邻接块间的灰度等级差容易看得出来。这种邻接块间的灰度等级差的噪声一般称为块噪声。

通过记录媒体重放的图像信号，例如由于记录重放头粘污、磨擦等原因可能产生块噪声，伴随着这种记录重放处理的块噪声也会在画面上容易看得出来。

这样，为使在画面上不产生看得出来块噪声的方法曾经考虑了各种方法，其中一种广为熟知的例子是对在产生块噪声的像素块相邻接的块之间的边界部分用内插及其他处理进行平滑化的方法。

5           图 6 表示在像素块的边界部分排列一串的 4 个像素  $x_1$  至  $x_4$  的信号电平，像素  $x_1$  及  $x_2$  为同一像素块内的像素，像素  $x_3$  及  $x_4$  为同一像素块的像素，图中表示了各像素块相邻接的状态。

10           如该图所示，像素  $x_1$  和  $x_2$  的信号电平差  $d_1$ ，像素  $x_3$  和  $x_4$  的信号电平差  $d_3$ ，而相邻接像素  $x_2$  和像素  $x_3$  间的信号电平差是与  $d_1$ 、 $d_3$  相比非常大的  $d_2$ ，表明发生了块噪声。这样产生的块噪声以前是通过比较像素块的边界部分上的信号电平进行检测，并对此进行修正的。

15           这样，当图像信号上的像素块的边界很明显时，通过比较该边界部分像素的信号电平，就可以检测块噪声的发生。而当像素块的边界部分不明显时，首先必须从输入图像信号中检测出像素块的边界部分，当该检测不正确时，当然就不可能对块噪声进行适当的修正。

20           即，在对压缩图像信号进行扩展处理的解码器输出表示像素块边界的脉冲时，根据该脉冲可以检测块噪声，但是当该解码器不输出表示边界的脉冲时就不可能对上述的块噪声进行适当的检测及进行修正。

#### 发明内容

25           本发明所涉及的块噪声检测装置用于检测以给定矩形块为单位所压缩扩展处理的图像信号中的块噪声，其特征在于包括：

微分装置，对输入图像信号用像素单位进行微分处理，得到微分信号；

30           孤立微分点检测装置，检测从上述微分装置输出的微分信号中的脉冲状的脉冲，并将其作为孤立微分点检测信号输出；

积分装置，对从上述孤立微分点检测装置输出的上述孤立微分点检测信号进行积分处理；及

判断装置，利用上述积分装置的输出和给定的阈值，判断有无发生块噪声。

5

上述块噪声控制装置，其特征在于：

上述积分装置在画面全部区域对上述孤立微分点检测信号进行积分处理。

10

根据本发明所涉及的块噪声检测装置，对输入图像信号进行微分处理，通过对该微分信号中的脉动状的脉冲检测出的孤立微分点检测信号进行积分处理，检测块噪声，所以即使像素块的边界不明显，也可以获得正确判断块噪声有无的效果。

15

另外，为了在水平方向和垂直方向进行该积分处理，可以适当检测由块噪声所发生的在水平方向和垂直方向上相关的脉动状的脉冲，从而能够获得正确地判断块噪声有无的效果。

20

根据本发明所涉及的块噪声降低装置，从输入图像信号抽取孤立微分点，利用该孤立微分点的数据，生成修正块边界上的信号电平差的修正信号，由于根据该修正信号除掉了块边界上的陡峭的级差，所以用简单的构成可以取得块噪声降低装置的效果。

25

另外，由于对块噪声多的帧进行降低块噪声处理，对于块噪声少的帧不进行降低块噪声处理，所以可以使降低块噪声处理所造成的画面质量恶化控制在最小限度。

30

本发明的这些和其他目的、优点及特征将通过结合附图对本发明的实施例的描述而得到进一步说明，在这些附图中：

## 附图说明

- 图 1 是为了说明本发明所涉及的块噪声检测装置的方框图。
- 图 2 是为了说明微分处理和孤立微分点检测处理的图。
- 5 图 3 是表示积分电路和判断电路的详细图。
- 图 4 是为了说明积分电路和判断电路的动作图。
- 图 5 是表示判断电路的另一例子的图。
- 图 6 是表示像素块的边界部分上的信号电平差的图。
- 图 7 是为了说明本发明所涉及的块噪声降低装置的方框图。
- 10 图 8 是为了说明孤立微分点抽取电路上孤立微分点抽取方法一例的图。
- 图 9 是表示滤波电路构成一例的图。
- 图 10 是为了说明本发明所涉及的块噪声降低装置的各构成输出的信号波形图。
- 15 图 11 为了说明本发明另一实施例所涉及的块噪声降低装置的方框图。

## 具体实施方式

- 下面参照附图说明本发明的实施例。图 1 是为了说明本发明所涉及的块噪声检测装置的方框图，图 2 是表示图 1 所示的块噪声检测装置的微分处理和孤立微分点检测处理的动作图，本发明所涉及的块噪声检测装置的特征在于：即使输入图像信号的像素块的边界不明显也能正确地检测块噪声。
- 20

- 25 在图 1 中 1 是对输入图像信号进行微分处理的微分电路，2 是对微分电路 1 所输出的微分信号中的孤立微分点进行检测的孤立微分点检测电路。

- 3 是对孤立微分点检测电路 2 所得到的孤立微分点检测信号进行积分处理的积分电路，4 是根据积分电路 3 所积分处理的积分信号，判
- 30

断存在块噪声的帧的判断电路。

下面利用图 1 和图 2 说明本发明所涉及的块噪声检测装置在检测孤立微分点之前的动作。图 2 表示从通过水平方向 8 像素×垂直方向 8 像素构成一个像素块的输入图像信号中检测出块噪声的例子，在该图中表示了 5 个像素块大小的图像信号。

在图 2 中，(a) 表示微分电路 1 的输入信号，微分电路 1 输出如 (b) 所示的对输入信号进行微分处理的微分信号。然后，在孤立微分点检测电路 2 中只检测出微分信号中的脉冲状的脉冲，输出如 (c) 所示的孤立微分点检测信号。

下面利用图 3 对积分电路 3 及判断电路 4 进行详细说明。

由孤立微分点检测电路 2 所检测的孤立微分点检测信号输入到值变换电路 3a，值变换电路 3a 在孤立微分点检测信号为 H 的定时时输出 1 的值，在 L 的定时时输出 (-1) 的值。

然后，值变换电路 3a 的输出，输入到加法器 3b，第 1 限幅器 3d 设有上限值和下限值并输出加法器 3b 的输出，第 1 限幅器 3d 的输出由延迟元件 3c 延迟 8 个像素量之后，由加法器 3b 与值变换电路 3a 的输出进行加法处理。

即，此处所示的块噪声检测电路中，是由假定为水平方向 8 个素和垂直方向 8 个像素共 64 个像素构成块时的图像信号，延迟器件 3c 的延迟量设定为 8 个像素量。

而且，第 1 限幅器 3d 设有上限值和下限值并输出加法器 3b 的输出，第 1 比较器 3e 使第 1 限幅器 3d 的输出与其内部保持的规定值进行比较，当第 1 限幅器 3d 的输出比规定值大时输出 1 的值，当在规

值以下时输出 (-1) 的值。这样通过第 1 比较器 3e 的处理, 孤立微分点检测信号在水平方向上 8 个像素周期累积相加, 输出孤立微分点检测信号水平方向的积分值。

5           接着, 第 1 比较器 3e 的输出, 输入到加法器 3f, 第 2 限幅器 3h 设有上限值和下限值并输出加法器 3f 的输出, 第 2 限幅器 3h 输出由延迟器件 3g 延迟 1 个水平线时间量之后, 由加法器 3f 对第 1 比较器 3e 的输出进行加法处理。

10           然后, 第 2 限幅器 3h 设有加法器 3f 输出的上限值和下限值, 并输出限幅后的加法器 3f 的输出, 第 2 比较器 3i 使第 2 限幅器 3h 的输出与其内部保持的规定值进行比较, 当第 2 限幅器 3h 的输出比规定值大时输出 1 的值, 当在规定值以下时输出 (-1) 的值。这样通过第 2 比较器 3i 的处理, 孤立微分点检测信号在水平方向 8 个像素周期上及  
15           垂直方向上累积相加, 输出孤立微分点检测信号水平方向及垂直方向的积分值。

          然后, 在判断电路 4 上的计数器 4a 对第 2 比较器 3i 输出的 1 的值进行计数, 通过在每个画面上输出的其计数的数量, 输出对应于 1  
20           个画面内发生的块噪声情况的信号。然后, 第 3 比较器 4b 使计数器 4a 的输出值与其内部保持的规定值进行比较, 当计数器 4a 的输出比规定值大时输出 1 的值, 表示有存在块噪声的帧, 当在规定值以下时输出 (-1) 值, 表示有不存在块噪声的帧。

25           下面利用图 3 和图 4 更为详细地说明积分电路 3 和判断电路 4 的动作。在图 4 中, 1-1 至 4-6 分别表示水平方向 8 个像素和垂直方向 8 个像素构成的像素块, 像素块 1-3 至 1-6、像素块 3-1 至 3-4 发生了块噪声。

30           在图 4 中, ○表示第 1 比较器 3e 输出 1 的值而第 2 比较器 3i 输

出(-1)的值的画面位置,  $\Delta$ 表示第1比较器3e输出(-1)的值而第2比较器3i输出1的值的画面位置,  $\square$ 表示第1比较器3e、第2比较器3i都输出1的值的画面位置。

5           在值变换电路3a中, 首先输入像素块1-1至1-6的第一条线上的孤立微分点检测信号, 由加法器3b、第1限幅器3d、延迟器件3c所形成的加法环路, 使孤立微分点检测信号在水平方向上累积相加8个像素周期, 在第一条线的处理结束后开始下一条线的处理。

10           此处, 像素块1-1及1-2中未发生块噪声。这样, 虽然像素块的部分在水平方向相邻接的像素上可能产生信号电平差, 以孤立微分点检测信号输出H, 但该H的输出却不会在8个像素周期连续发生, 所以第1限幅器3d的输出只在像素块1-2及1-3的边界、1-3和1-4的边界、1-4和1-5的边界、1-5和1-6的边界上其输出值有上升的倾向。

15           而且, 在进行第2条线的像素块1-3和1-4的边界上的处理时, 第1限幅器3d的输出值超过第1比较器3e内所保持的值, 第1比较器3e输出1的值, 到第9条线上的像素块2-4和2-5的边界部分, 在各块的边界部分上输出1的值。

20           由于在像素块2-1至2-6上未发生块噪声, 所以在第9条线以后的像素块的边界部分上, 第1限幅器3d的输出值有减小的倾向, 而在第9条线的像素块2-5和2-6的边界部分上, 第1限幅器3d的输出值在第1比较器3e内保持的值以下, 此后第1比较器3e输出各块的边界部分的(-1)值。

25

          同样, 由于在像素块3-1至3-4上也发生了块噪声, 所以在第17条线以后, 在各像素块的边界部分上, 第1限幅器3d的输出值有上升的趋势, 而从第18条线的像素块3-2和3-3的边界部分到第25条线的像素块4-3和4-4的边界部分, 在各块的边界部分上第1限幅器3d的

30

输出值超过在第 1 比较器 3e 内保持的值，因而第 1 比较器 3e 输出 1 的值。

5 另一方面，由于加法器 3f、第 2 限幅器 3h、延迟器件 3g 所形成的加法回路上第 1 限幅器 3e 的输出值在垂直方向上累积相加，所以在发生像素块的边界部分上，当第 2 限幅器 3h 的输出值上升，第 2 限幅器 3h 的输出值超过第 2 比较器 3i 内部保持的值时，第 2 比较器 3i 输出 1 的值。

10 即，在图 4 的例子中，由于在第 2 条线的像素块 1-3 和 1-4 的边界部分以后，第 1 比较器 3e 在各块的边界部分上持续输出 1 的值，所以第 2 限幅器 3h 的输出值上升，当第 5 条线的像素块 1-3 和 1-4 的边界部分上第 2 限幅器 3h 的输出值超过第 2 比较器 3i 内部保持的值，第 2 比较器 3i 输出 1 的值。

15 而且，在第 9 条线的像素块 2-5 和 2-6 的边界部分以后，由于第 1 比较器 3e 在像素块的边界部分上输出 (-1) 的值，所以第 2 限幅器 3h 的输出值减少，第 12 条线的像素块 2-5 和 2-6 的边界部分上第 2 限幅器 3h 的输出值为第 2 比较器 3i 内部保持的值以下，此后第 2 比较器 3i 在各块边界部分输出 (-1) 的值。

20 同样，由于像素块 3-1 至 3-4 上也发生块噪声，因此第 18 条线的像素块 3-2 和 3-3 的边界部分以后，在各像素块的边界部分上第 2 限幅器 3h 的输出值有上升的倾向，从第 21 条线的像素块 3-2 和 3-3 的边界部分到第 28 条线的像素块 4-3 和 4-4 的边界部分，在各块的边界部分上第 2 限幅器 3h 的输出值超过第 2 比较器 3i 内保持的值，第 2 比较器 3i 输出 1 的值。

25 而且，计数器 4a 在 1 个画面内计数第 2 比较器 3i 输出 1 值的次数，在该图所示的例子中，计数器 4a 计数值为 74，通过该计数器 4a

输出的计数值是否超过第3比较器4b内部保持的值，来判断画面内有无块噪声存在，并输出该判断结果。

5 根据判断结果，只对存在块噪声的画面进行降低块噪声的处理，如果判断结果以帧为单位进行细微转换，反而变成看不清的图像。因此，如图5所示，在判断电路4内通过设置有延迟器件4c和4d及中间电路4e，可以防止这样的震颤。

10 即，通过延迟器件4c使计数器4a的输出延迟1个画面（帧）量后输出，再通过延迟器件4d延迟1个画面（帧）量后输出，将连续的3个画面（帧）量的计数值输入中间电路4e，由于中间电路4e将输入的3值中的中间值输出到第3比较器4b，所以即使例如图像信号是进行帧间压缩的MPEG压缩信号时，也可以通过具有若干磁滞特性，进行良好的降低块噪声处理。

15 这样，本发明所涉及的块噪声检测装置着眼于：当产生块噪声时，在该块噪声的周围的像素信号电平上产生陡峭的电平差，具有微分波形的特性、以及该电平的变动以像素块为单位周期性的产生，检测出块噪声。

20 积分电路3上的积分特性可以根据像素块的大小适当设定，通过调整该积分特性，就可以提高块噪声的检测精度，这是理所当然的。

25 在以上的实施例中，表示了由积分电路3将孤立微分点检测信号在水平方向和垂直方向进行积分处理的例子，但是也可以只在水平方向上进行积分处理。这种情况下，也可以将第1比较器3e的输出直接输入到计数器4a，通过第1比较器3e输出1值的数量判断画面内有无块噪声。

30 在以上的实施例中说明了本发明所涉及的块噪声检测装置由硬件

构成的情况，但是也可以通过软件处理进行同样的处理。另外，也可以用个人计算机代替本块噪声检测装置的构成。即，在个人计算机内的硬盘上的应用程序记录区域中安装通过 CD-ROM 或网络所提供的上述处理程序，在该应用程序和 CPU 之间进行图 1 所示构成的处理，可以通过个人计算机构成本发明所涉及的块噪声检测装置。

图 7 是为了说明本发明所涉及的块噪声降低装置的方框图。11 是对输入图像信号进行微分处理，抽取输出该微分信号中的孤立微分点的孤立微分点抽取电路，12 是对孤立微分点抽取电路 11 的输出进行滤波处理的滤波电路，13 是对输入图像信号延迟给定的时间后输出的延迟电路，14 是对滤波电路 12 的输出和延迟电路 13 的输出相加后输出的加法电路。

图 8 是为了说明在孤立微分点抽取电路 11 中的孤立微分点抽取方法的一例的图，图 9 是表示滤波电路 12 构成一例的图。在孤立微分点抽取电路 11 中，对于进行微分处理所得到的微分信号如图所示加逻辑滤波器，得到脉冲状的数据。即，分别比较输入图像信号中的相邻接像素的微分值，只对于邻接像素突出的微分值作为孤立微分点输出。图 8 中只输出突出值 c 的值。

另一方面，如图 9 所示，滤波电路 12 的构成包括：使孤立微分点抽取电路 11 的输出每次延迟 1 个像素量后输出的多个延迟器件 12a 至 12d；对于延迟器件 12a 至 12d 的输出进行给定加权后输出的乘法器 12e 至 12f；对孤立微分点抽取电路 11 的输出和乘法器 12e 至 12f 的输出全部相加输出的加法器 12i；及对加法器 12i 的输出取 1/6 值输出的 1/6 处理电路 12j。

另外，延迟电路 13 此处设定的延迟量使输入图像延迟信号延迟 2 个像素量，与滤波电路 12 的输出间进行定时重合。然后由加法电路 14 对滤波电路 12 的输出和延迟电路 13 的输出进行相加处理。

下面利用图 10 所示的波形图对图 7 所示的块噪声降低装置的动作进行说明。在该图中 (a) 表示输入图像信号、(b) 表示孤立微分点抽取电路 11 的输出、(c) 表示滤波电路 12 的输出、(d) 表示延迟电路 13 的输出、(e) 表示加法电路 14 的输出, 本块噪声降低装置的目的在于, 当 (a) 中所示的相邻接块间的块边界上发生灰度等级差即块噪声时, 使该陡峭的级差平滑, 生成不容易看见块噪声的图像信号。在孤立微分点抽取电路 11 中实际输入的图像信号是数字信号, 但是此处为了使说明容易理解采用模拟波形进行说明。

如图 10 (a) 所示产生灰度等级差的图像数据当输入到孤立微分点抽取电路 11 时, 孤立微分点抽取电路 11 在其内部取出微分信号, 通过图 8 的逻辑滤波器, 只将对邻接像素突出的微分值作为孤立微分点输出。

即, 当  $|c-d|$  的值比  $|d-e|$  的值大, 且  $|b-c|$  的值比  $|a-b|$  的值大时, 并且不存在  $b \leq c \leq d$  及  $b \geq c \geq d$  时输出此时  $c$  的值。而孤立微分点抽取电路 11 在此之外的状态输出 0 值。关于微分点抽取方法, 也不仅限于该方法, 其他方法也是可以的。

而且, 从孤立微分点抽取电路 11 输出的图 10 (b) 所示的孤立微分数据输入到滤波电路 12 中。在滤波电路 12 内设有如图 9 所示的多个延迟器件 12a 至 12d, 从孤立微分点抽取电路 11 输出的各像素的输出由各延迟器件依此延迟, 对应邻接的像素的孤立微分数据上分别进行规定的加权。

即, 通过对于延迟器件 12a 的输出乘以 2 的值, 对于延迟器件 12b 的输出乘以 3 的值, 对于延迟器件 12c 乘以 (-2) 的值、对于延迟器件 12d 的输出乘以 (-1) 的值, 来进行加权。而对孤立微分点抽取电路 11 的输出、乘法器 12e 的输出、乘法器 12f 的输出、乘法器 12g 的

输出、乘法器 12h 的输出，在由加法器 12i 相加后，用 1/6 处理电路 12j 使其输出变为 1/6，得到如图 10 (c) 的修正数据。

5 另一方面，延迟电路 9 对图 10 (a) 所示的图像数据延迟 2 个像素量输出如图 10 (d) 所示的图像数据，加法电路 14 对滤波电路 12 输出的如图 10 (c) 所示的修正数据和如图 10 (d) 所示的图像数据相加，输出如图 10 (e) 所示的图像数据。

10 这样，本发明所涉及的噪声降低装置由滤波电路 12 生成消除输入图像信号的块边界上的灰度等级差的修正数据，通过与输入图像信号相加，使块边界上的陡峭级差平缓。

下面说明本发明所涉及的噪声降低装置的另一实施例。

15 图 11 是为了说明另一实施例中的块噪声降低装置的方框图，与图 7 所示的块噪声降低装置相同的构成加有相同的标号，其说明予以部分省略。

20 图 11 所示的块噪声降低装置在孤立微分点抽取电路 11 和滤波电路 12 之间装有块噪声检测电路 15 及开关 16，根据块噪声检测电路 15 中块噪声的检测结果，转换开关 16 的输入，进行降低块噪声处理的通·断转换。

25 图 11 所示的块噪声降低装置中的块噪声检测电路 15 的构成，例如可以采用图 3 及图 5 所示的电路。这时，值交换电路 3a 当孤立微分点抽取电路 11 输出的绝对值比规定值大时输出 1 的值，而当在规定值以下时输出 (-1) 的值。

30 另外，如 MPEG 压缩信号那样以一次定时在多个帧内存在压缩图像时，可能只有该帧内压缩图像的块噪声少，而通过帧间压缩的其他

帧发生块噪声多，但是这时通过具有如图 5 所示的若干磁滞特性就可以防止开关频繁转换的震颤。而且通过进行开关 16 这样的转换，可以高精度且稳定地降低块噪声。

5           如上所述，根据实施例所涉及的块噪声降低装置，通过开关 16 的转换，对于块噪声多帧进行降低块噪声处理，对于块噪声少的帧不进行降低块噪声处理，从而可以使降低块噪声处理所引起的图像质量恶化控制在最小限度。

10           另外，由于防止了开关 16 的频繁切换，所以不存在进行降低块噪声处理的帧和不进行降低块噪声处理的帧的频繁转换，可得到更稳定的图像信号。

图 1

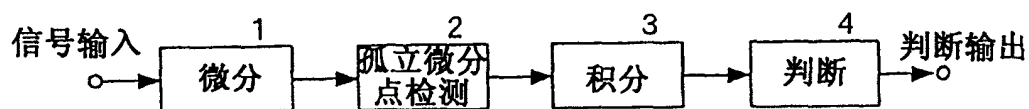


图 2

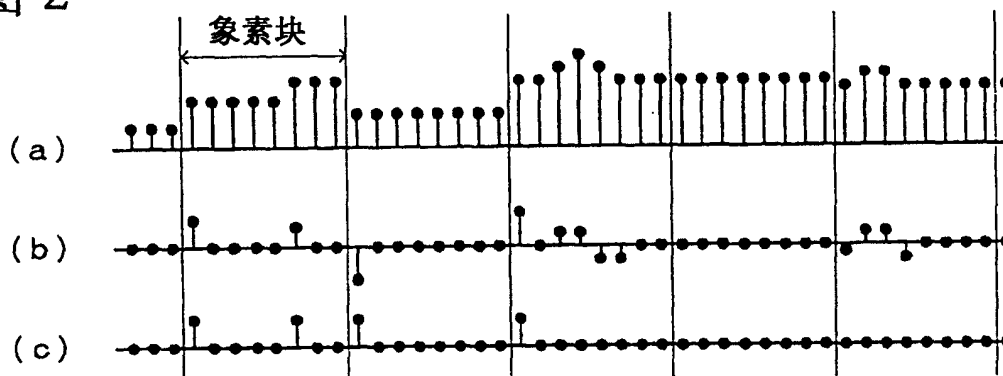


图 3

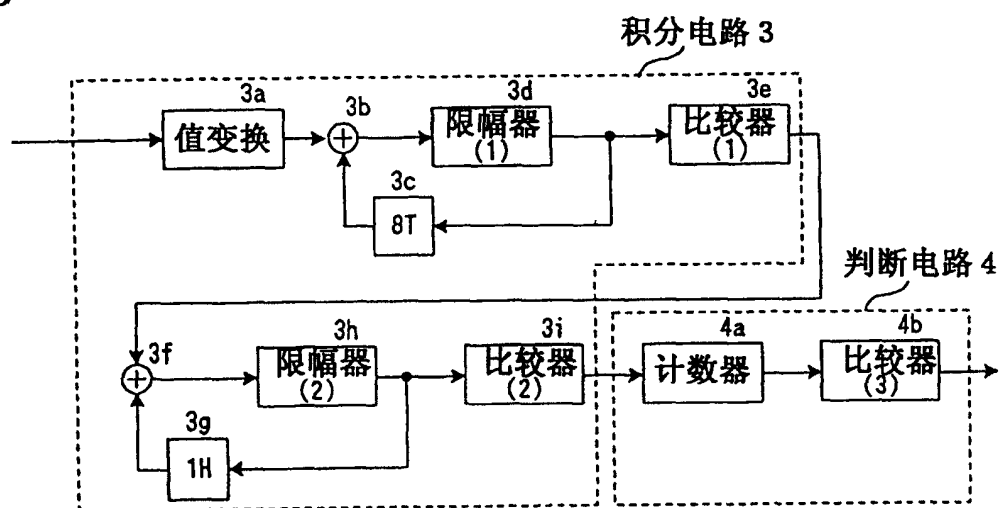


图 4

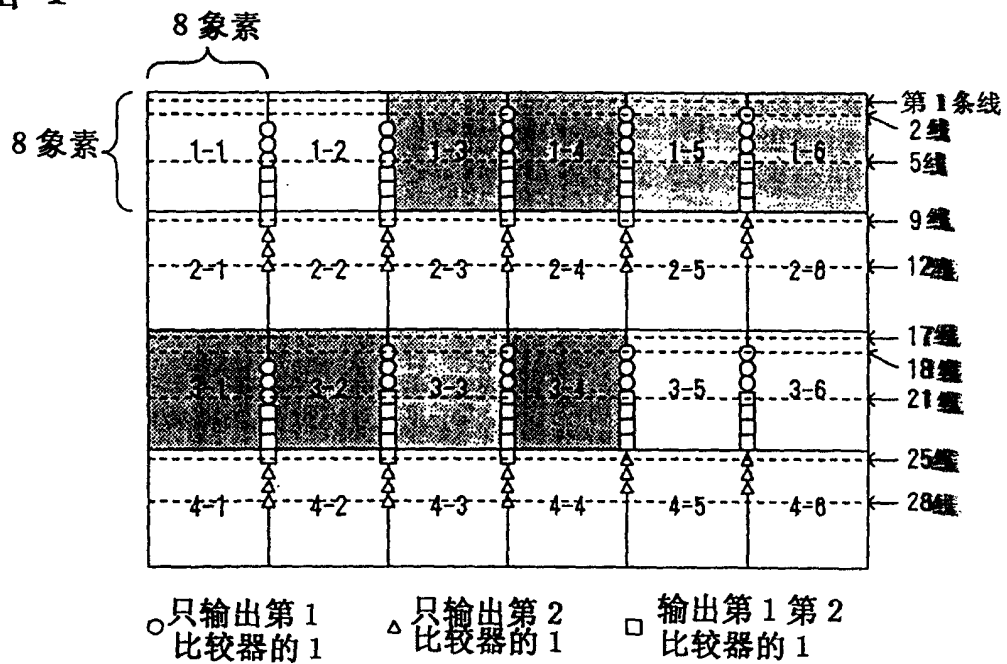
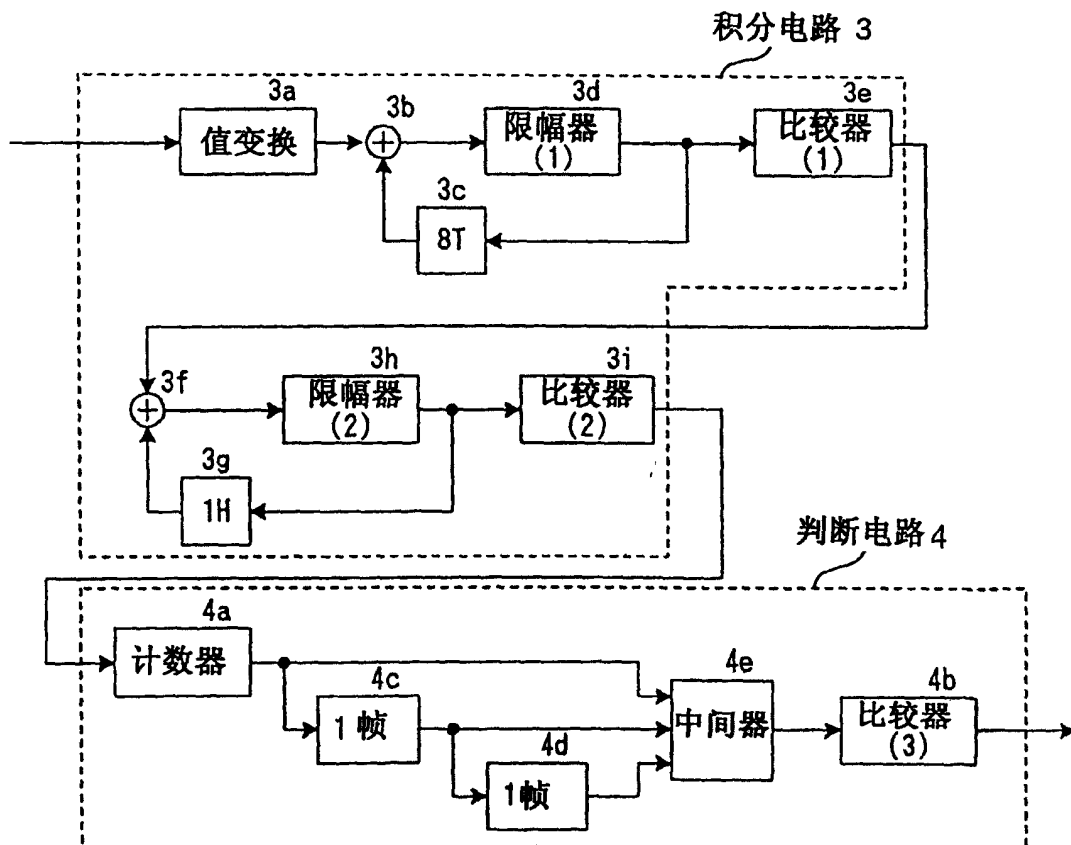


图 5



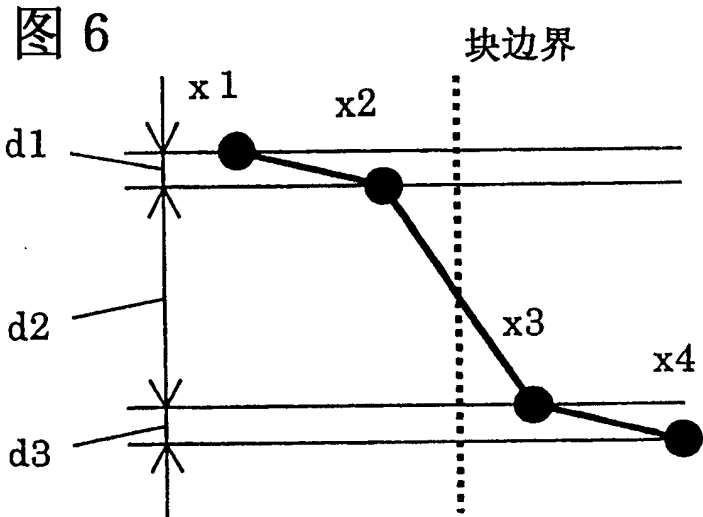


图7

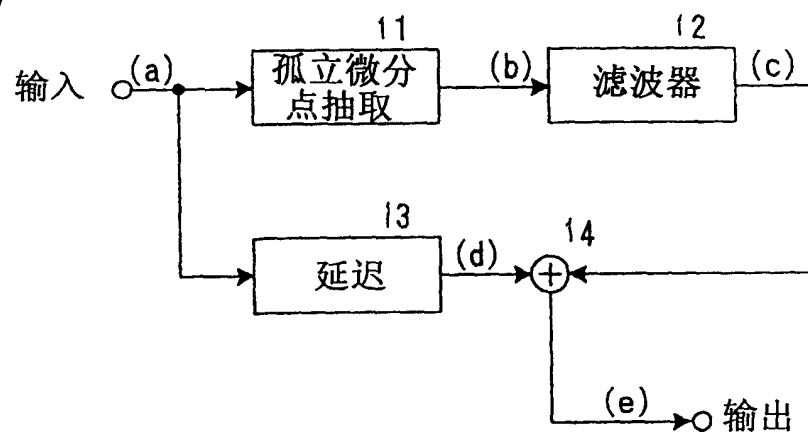
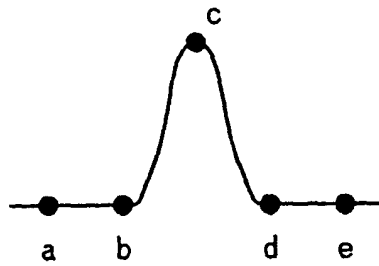


图8



$|c-d| > |d-e|$  且  $|b-c| > |a-b|$   
 并且只在不是  $b \leq c \leq d$  及  $b \geq c \geq d$  的情况下输出C的值

图9

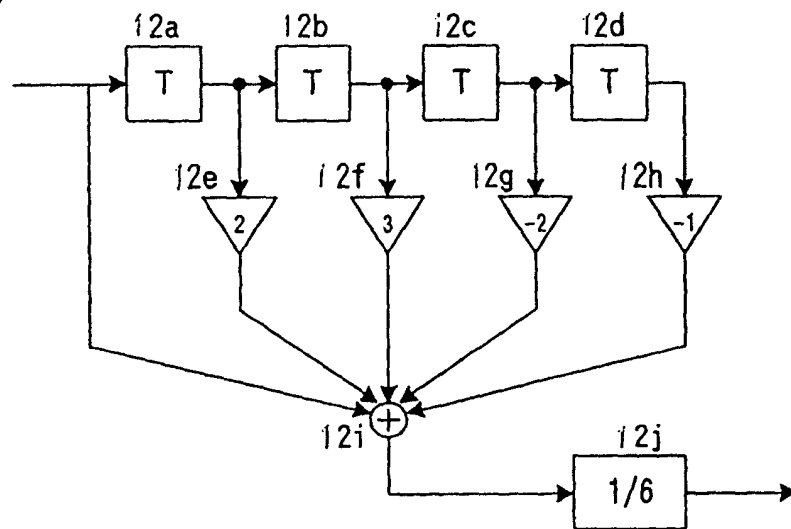


图10

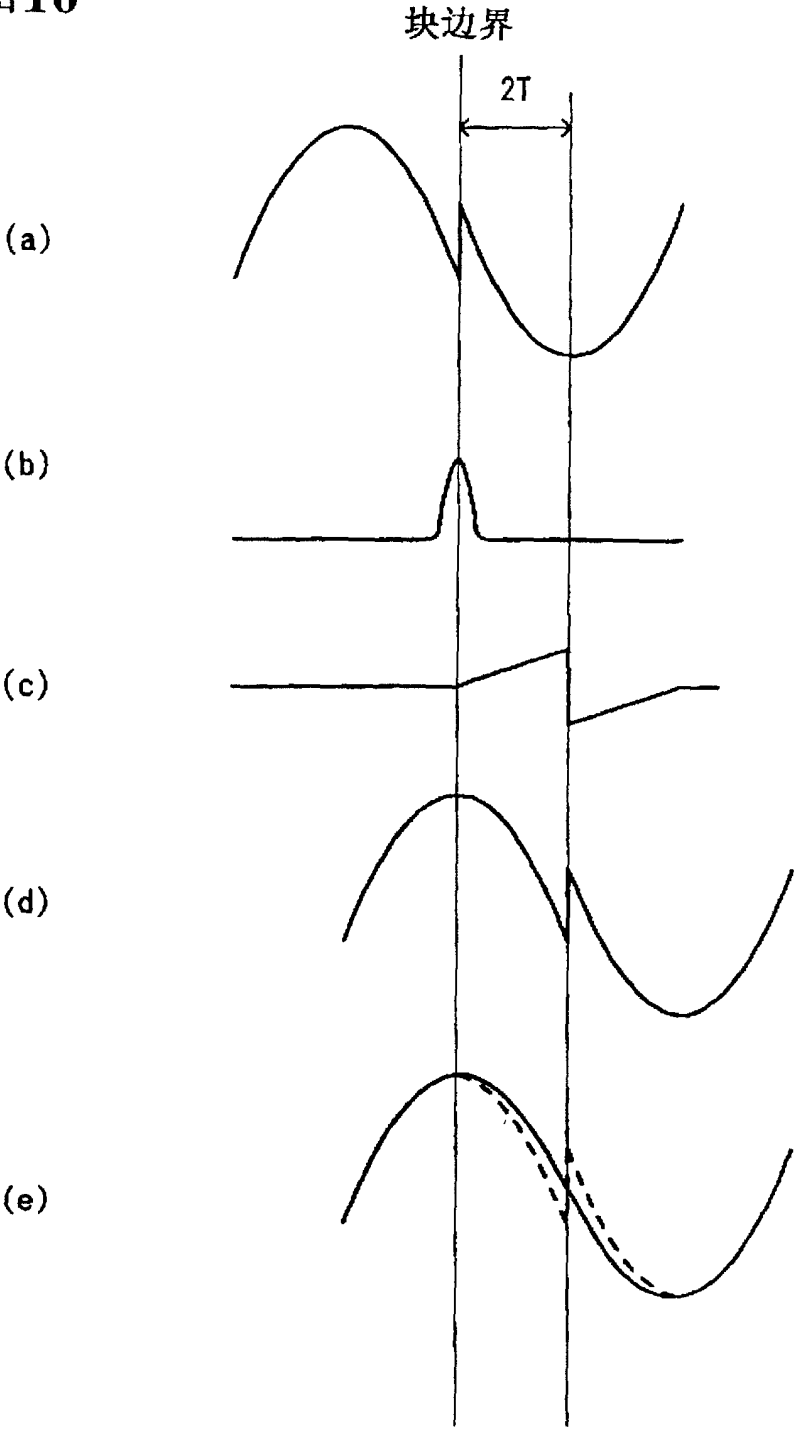


图11

