

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 7/24 (2006.01)

H03M 7/42 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410078616.7

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100355286C

[22] 申请日 1994. 12. 16

[21] 申请号 200410078616.7

分案原申请号 00108368.6

[30] 优先权

[32] 1993. 12. 16 [33] KR [31] 28074/1993

[32] 1994. 12. 15 [33] KR [31] 34497/1994

[73] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 赵在汶 郑济昌

[56] 参考文献

EP - 0542474A2 1993. 5. 19

GB - 2267410A 1993. 12. 1

EP - 0447234A2 1991. 9. 18

审查员 吴黄飞

[74] 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

代理人 郭鸿禧 邱 玲

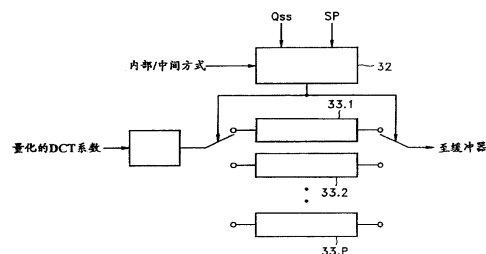
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

图象数据的自适应可变长度编码方法

[57] 摘要

公开了一种自适应可变长度编码方法。它根据内部方式/中间方式状态、量化步长和扫描位置，执行最佳可变长度编码，使得根据[行程，电平]数据的统计特性设置多个具有不同模式的正规区域和换码区域的可变长度编码表。根据方式、量化步长和扫描位置选择一个可变长度编码表，根据所选择的可变长度编码表对正交变换系数进行可变长度编码。



1、一种自适应可变长度编码方法，其中量化正交变换系数以预定模式被扫描，然后在图像数据的编码系统中进行可变长度编码，所述方法包括下列步骤：

设置多个可变长度编码表；

根据内部/中间模式信息和扫描位置选择所述多个可变长度编码表中的一个，其中所述多个可变长度编码表包括：

对于中间模式的直流（DC）成分可选择的表；

对于所述中间模式的交流（AC）成分可选择的表；

对于内部模式的交流成分可选择的表，该表根据所述内部/中间模式信息和扫描位置的不同而不同于对于所述中间模式的所述交流成分可选择的所述表；和

对于所述内部模式的直流成分可选择的表，

根据所述所选择的可变长度编码表对所述量化正交变化系数进行可变长度编码。

2、根据权利要求1所述的自适应可变长度编码方法，其中所述可变长度编码表具有正规区域和换码区域的不同模式。

3、根据权利要求2所述的自适应可变长度编码方法，其中，在所述可变长度编码步骤中选择的所述可变长度编码表的所述换码区域的数据被编码成具有可变行程长度和电平长度的数据。

4、根据权利要求1所述的自适应可变长度编码方法，其中，所述多个可变长度编码表是预先存储的。

图象数据的自适应可变长度编码方法

本申请是申请日为 1994 年 12 月 16 日, 名称为“图象数据的自适应可变长度译码方法”的第 00108368.6 号专利申请的分案申请。

技术领域

本发明涉及数字图象数据的自适应可变长度编码和译码方法, 更具体地涉及通过根据图象数据的统计特性自适应地执行可变长度编码和译码来改进传输数据的压缩效率的自适应可变长度编码和译码方法。

背景技术

最近, 在传输和接收视频和音频信号的装置中, 已经广泛采用了将视频和音频信号编码为数字信号然后传输或者存储在存储器中以及对数字信号译码然后再生的方法。

然而, 在将视频信号编码为数字数据的情形下, 数据量大。因此, 为了通过去除数字视频信号中所含的冗余数据来降低总数据量, 应执行离散余弦变换 (DCT) 编码、差分脉冲编码调制 (DPCM)、向量量化或可变长度编码 (VLC)。

图 1 是图象数据的一般编码系统的示意框图。该装置包括用于对 $N \times N$ 块执行 DCT 功能以及用于量化 DCT 系数的装置 11 和 12, 用于对量化数据进行可变长度编码以及用于进一步压缩数据量的装置 13 和 14, 以及与对量化数据进行反向量化和 DCT 操作然后执行运动补偿相关的装置 15、16、17、18、19、A1、A2、SW1 和 SW2, 该装置对内部方式或中间方式的图象数据进行编码。

图 2 是图象数据的一般译码系统的示意框图。该装置对由图 1 所示的编码系统编码的图象数据进行译码和再生。

现在简述图 1 和图 2 分别示出的编码系统和译码系统的操作。

在图 1 中,通过输入端口 10 输入的视频信号在 DCT11 中变为以 $N \times N$ 块为单位的频域内的信号,尽管块的大小一般是 $N_1 \times N_2$,但是为方便起见,假设 $N_1 = N_2 = N$ 。变换系数的能力 (energy) 简单地集中在低频域。每块的数据变换由离散余弦变换、沃尔什-哈达马德变换、离散傅立叶变换或离散正弦变换方法执行。在此,变换系数由 DCT 操作获得。

量化器 12 通过预定量化过程将 DCT 系数变为恒定电平的代表值。

可变长度编码器 13 利用代表值的统计特性对它们进行可变,长度编码,从而进一步压缩该数据。

同时,量化步长 Q_{ss} (它根据缓冲器 14 的状态 - 满 - 而变化,在缓冲器 14 中存储可变长度编码的数据) 控制量化器 12,从而调节传输位速率。量化步长 Q_{ss} 也被传输到接收侧,以便用于译码系统。

另外,一般在相继屏幕之间有许多近似的部分。因此,在具有运动的屏幕的情形下,通过对该运动估值获得一个运动向量 MV ,利用运动向量 MV 对数据进行补偿。于是,在相邻位置的屏幕之间的差分信号变得非常小,从而允许对传输数据进一步压缩。

为了执行这种运动补偿,图 1 所示的反向量化器 (Q^{-1}) 15 对从量化器 12 输出的量化数据进行反向量化。之后,反向量化的数据在反向 DCT 装置 (DCT^{-1}) 16 中进行反向 DCT 处理,成为空间域的视频信号。从反向 DCT 装置 16 输出的视频信号存储在帧部件的帧存储器 17 中。运动估值器 18 在帧存储器 17 中所存储的帧数据中搜索具有与输入端口 10 的 $N \times N$ 块最近似的模式的块,并对块之间的运动估值以获得一个运动向量 MV 。该运动向量 MV 传输到接收侧,以便用于译码系统,并同时传输到运动补偿器 19。

运动补偿器 19 从运动估值器 18 接收运动向量 MV ,并从帧存储器 17 先前输出的帧数据中读出与运动向量 MV 相应的 $N \times N$ 块,然后将所读出的 $N \times N$ 块提供到与输入端口 10 相连的减法器 A1。然后,减

法器 A1 获得提供到输入端口 10 的 $N \times N$ 块与具有从运动补偿器 19 提供的近似模式的 $N \times N$ 块之间的差值。减法器 A1 的输出数据被编码，然后传输到接收侧，如上所述。这就是说，最初，对于一屏（帧内）的视频信号完全编码，然后传输。对于后续屏（帧间）的视频信号，只对由于运动造成的差分信号进行编码然后传输。

同时，其运动在运动补偿器 19 中得以补偿的数据在加法器 A2 中与从反向 DCT 装置 16 输出的视频信号相加，之后存储在帧存储器 17 中。

刷新开关 SW1 和 SW2 在一定间隔（在此，是一组画面的周期或一个 GOP 周期）由控制装置（未示出）断开，使得在帧内方式的情形下将输入的视频信号编码为 PCM 方式然后传输，以及使得在帧间方式的情形下只对差分信号编码然后传输，从而在恒定周期（一个 GOP）刷新累积编码误差。同样，刷新开关 SW3 在恒定时间周期（一个 GOP）内允许从接收侧去除信道上的传输误差。

以这种方式，被编码的图象数据 V_c 被传输到接收侧，然后输入到图 2 所示的译码系统。被编码的图象数据 V_c 在可变长度译码器 21 中通过与编码过程相反的过程被译码。从可变长度译码器 21 输出的数据在反向量化器 22 中反向量化。此时，反向量化器 22 根据从编码系统提供的量化步长 Q_{ss} 调节输出 DCT 系数的大小。

反向 DCT 装置 23 对从反向量化器 22 提供的频域内的 DCT 系数进行反向 DCT 处理，变为空间域内的图象数据。

另外，从图 1 所示的编码系统传输的运动向量 MV 被提供到译码系统的运动补偿器 24。运动补偿器 24 从帧存储器 25 中所存储的先前帧数据中读出与运动向量 M_y 相应的 $N \times N$ 块，补偿该运动，然后将补偿后的 $N \times N$ 块提供到加法器 A3。然后，加法器 A3 将反向 DCT 处理的 DPCM 数据加到从运动补偿器 24 提供的 $N \times N$ 块数据上，然后输出到一个显示器。

图 3A、3B 和 3C 示意性地示出对图象数据进行编码的过程。利用 DCT 等方法对图 3A 所示的 $N \times N$ 块的抽样数据进行 DCT 处理，得

到频域的 DCT 系数，如图 3B 所示。对该 DCT 系数进行量化并以锯齿形模式扫描，然后以行程长度和电平长度的形式编码，如图 3C 所示。

当从低频域到高频域执行扫描以扫描 $N \times N$ 块时，如图 3C 所示，将“行程”和“电平”设为一对，表示为[行程，电平]，然后对其编码。

这里，“行程”代表在 $N \times N$ 块的量化系数中间不为“0”的系数之间“0”的出现次数，“电平”与不为“0”的系数的绝对值相应。

例如，在 8×8 块的情形下，行程分布在“0”至“63”之间，电平根据从量化器输出的数据值变化。这就是说，如果量化输出值指的是从“-255”至“+255”之间的整数，则电平具有从“1”至“+255”之间的值。此时，正号或负号由附加的正负号位表示。以这种方式，当将[行程，电平]对设为一个符号时，如果行程或电平大，则该符号的概率在统计上非常小。

因此，如图 4 所示，根据该符号的概率将块分为正规区域和换码区域。对于符号的概率相对高的正规区域，在编码中采用霍夫曼编码。对于符号概率低的换码区域，在编码中使用固定预定长度的数据。这里，根据霍夫曼编码，符号的概率越高，代码越短，反之亦然。

另外，换码序列 ESQ（其中换码区域的数据被编码）由一个换码代码 ESC、行程、电平和正负号数据 S 组成，每个 ESQ 具有预定数目的位，由下述等式（1）表示：

$$\text{ESQ} = \text{ESC} + \text{RUN} + \text{L} + \text{S} \quad (1)$$

例如，如上所述，如果在 8×8 块中量化值是从“-255”到“+255”，则换码序列具有总共 21 位的恒定数据长度，因为换码代码数据 ESC 是 6 位，行程数据 RUN 是 6 位，电平数据 L 是 8 位，正负号数据 S 是 1 位。

以这种方式，根据常规可变长度编码方法，因为各种附加信息也与被编码的数据一起传输，而且根据数据的统计特性由一个可变长度编码表设定的换码序列集具有恒定固定长度，所以在对传输数据编码

时对数据量的压缩有限。

发明内容

因此，本发明的一个目的在于提供一种自适应可变长度编码方法，该方法在利用块类型（即中间/内部方式）以锯齿形模式扫描的同时，通过根据当前扫描位置和量化步长，在多个可变长度编码表中选择一个最佳的可变长度编码表来改善数据的压缩效率。

本发明的另一个目的在于提供一种对利用上述自适应可变长度编码方法编码的数据进行译码的方法。

为完成上述目的，本发明提供一种图象数据的自适应可变长度编码方法，利用量化的正交变换系数以锯齿形模式进行扫描，其特征在于该方法包括步骤：

设置具有不同模式的多个可变长度编码表；

根据当前处理的块的内部/中间方式信息、锯齿形扫描位置和量化步长选择所述多个可变长度编码表中的一个表；

根据所选择的可变长度编码表对正交变换系数进行可变长度编码。

本发明还提供一种图象数据的自适应可变长度译码方法，其特征在于该方法包括步骤：

设置具有不同模式的多个可变长度译码表；

输入从编码系统传输的内部/中间方式的信息；

输入从编码系统传输的量化步长；

在锯齿形扫描时检测位置信息；

根据所述内部/中间方式信息、量化步长和位置信息，选择所述多个可变长度译码表中的一个表；

根据所选择的可变长度编码表对所收到的数据进行可变长度译码。

附图说明

图 1 是图象数据的一般编码系统的框图；

图 2 是图象数据的一般译码系统的框图；

图 3A 和图 3B 是解释根据图 1 所示的装置的数据处理过程的示意图；

图 4 示出常规可变长度编码和译码表；

图 5 是用于实现根据本发明的自适应可变长度编码方法的可变长度编码器的示意框图；

图 6A 和图 6B 图示了在根据本发明的自适应可变长度编码方法中用于选择分区为预定数目的可变长度编码表的方法，其中图 6A 代表内部方式，而图 6B 代表中间方式；以及

图 7A、7B 和 7C 是在图 6A 和图 6B 所示的第 1 区域、第 2 区域和第 P 区域的每个符号的直方图[行程，电平]。

具体实施方式

在此及下文，结合附图描述本发明的最佳实施方式。

在根据本发明的自适应可变长度编码方法中，使用多个可变长度编码表。在以锯齿形模式扫描一个块时，该表是根据块类型、量化步长和当前的扫描位置选择的。这种选择与根据块类型（即内部方式/中间方式或亮度信号/色彩信号）、量化步长和当前锯齿形扫描位置而变化的[行程，电平]数据的统计特性相应，现予以详述。

与用于对输入的块图象数据顺序编码的内部方式相比，用于对当前块数据和运动补偿的块数据之间的差分信号进行编码的中间方式产生大多为“0”的 DCT 系数，几乎不产生更大的值。这是因为运动补偿估值误差中的变化一般小于原始视频信号的变化。

另外，在空间域和窄带宽中依赖于均分（decimation）的色彩的统计特性不同于亮度的统计特性。

因此，根据内部/中间方式和亮度/色彩信息，可以有四种块类型，即（内部，亮度）、（内部，色彩）、（中间，亮度）、（中间，色彩）。然而，对于本发明中的块类型，不包括亮度/色彩信息，而只考

虑内部/中间方式，因为色彩统计依赖于色彩信号的向下抽样结构。

另外，在量化步长大的情形下，在高频分量中 DCT 系数不高，且在量化器以锯齿形模式扫描时，许多 DCT 系数产生为“0”。这就是说，为了利用人类视觉特性，将 DCT 系数分为主要加权矩阵。因为高频分量的加权矩阵大，所以当当前扫描的是高频分量时，经常产生小值（包括“0”），而几乎不产生大值。

因此，本发明提出利用多个可变长度编码/译码表的自适应可变长度编码/译码方法，在表中将块类型（内部/中间方式）、扫描位置和量化步长组合起来，该表称为霍夫曼编码本。

另外，本发明用在图 1 所示的一般编码系统中并用在图 2 所示的一般译码系统中。

图 5 是用于实现根据本发明的自适应可变长度编码方法的可变长度编码器的示意框图；

根据图 5，由锯齿形扫描器 31 以锯齿形模式扫描量化的 DCT 系数。

可变长度编码表选择器 32 根据块类型（内部/中间方式）、量化步长 Q_{ss} 和扫描位置 SP 输出一个控制信号，用于选择相应的第 1 个至第 P 个可变长度编码表 33.1, 33.2, ..., 33.P。

根据所选择的可变长度编码表，对从锯齿形扫描器 31 输出的量化的 DCT 系数进行可变长度编码，然后传输到图 1 所示的缓冲器 14。

图 2 所示的译码系统的可变长度译码器 21 以与图 5 所示的可变长度编码过程相反的次序对编码的数据进行可变长度译码。

接下来，参照图 6A 和 6B 以及图 7A 至 7C 详述选择多个可变长度编码/译码表的方法。

图 6A 示出对于内部方式根据量化步长 Q_{ss} ，和当前扫描位置 SP（在锯齿形扫描期间）选择的 P 个可变长度编码表 $T_1, T_2, \dots, T_P$ 。图 6B 示出对于中间方式根据量化步长 Q_{ss} 和当前扫描位置 SP（在锯齿形扫描期间）选择的 P 个可变长度编码表 $T_1, T_2, \dots, T_P$ 。

“0”扫描位置 SP 与 DC 分量相应，“63”扫描位置 SP 代表相

应块中最后的扫描位置，且量化步长 Q_{ss} 具有从“0”到“62”范围内的值。

首先，为了选择 P 个可变长度编码表 $T_1, T_2, \dots, T_P$ 中的一个，要确定当前处理块方式是中间方式的还是内部方式的。

这就是说，如图 6A 和图 6B 所示，用于选择可变长度编码表 $T_1, T_2, \dots, T_P$ 的块根据该方式而不同。换言之，与中间方式相比，内部方式对于第 1 个和第 2 个可变长度编码表 T_1 和 T_2 具有较大的选择块，对于第 P 个可变长度编码表 T_P 具有较小选择块。

在所确定的方式下，根据量化步长 Q_{ss} 和扫描位置 SP ，选择第 1 个、第 2 个或第 P 个可变长度编码表 T_1, T_2 或 T_P 。

根据所选择的可变长度编码表对量化的 DCT 系数进行可变长度编码。

在此，图 6A 和图 6B 所示的根据内部方式和中间方式在 (SP, Q_{ss}) 平面上分为 P 个区的一个例子可表示如下。

在内部方式中：

区域 1: $SP + Q_{ss} < K_1$;

区域 2: $K_1 \leq SP + Q_{ss} < K_2$; 以及

区域 P : $K_{P-1} \leq SP + Q_{ss} < K_P$

在中间方式中：

区域 1: $SP + Q_{ss} < L_1$;

区域 2: $L_1 \leq SP + Q_{ss} < L_2$; 以及

区域 P : $L_{P-1} \leq SP + Q_{ss} < L_P$

能够对各种试验状态的足够的统计分析的基础上试验性地搜索如上所述的适当的分区。这些状态包括如视频序列、位速率、GOP 和分区方法这样的因素。

图 7A、7B 和 7C 示出图 6A 和 6B 所示的可变长度编码表的例子。

可变长度编码表具有一个正规区域和一个换码区域，它们根据[行程，电平]的统计特性而不同。

这就是说，第 1 个、第 2 个，...，第 P 个表 $T_1, T_2, \dots, T_P$ 具

有具有不同模式的正规区域和换码区域，第 P 个表 T_P 具有比第 1 个或第 2 个表 T_1 或 T_2 小的正规区域。

同时，如果行程和/或电平长度具有大的值，则[行程，电平]符号趋于具有低的概率。如图 4 所示，换码区域的各符号具有 21 位的固定长度，由 6 位换码代码、8 位行程和 1 位正负号数据相加获得。

然而，在换码编码中，因为在行程和电平域中有冗余，所以数据量可以降低。这是说，对于二维 DCT 系数，表示行程所需的位数取决于锯齿形扫描期间的扫描位置，而表示电平所需的位数取决于量化步长。另外，内部编码块和中间编码块的量化加权矩阵互不相同。

具有 21 位固定长度的新换码序列 ESQ 可以利用根据上述等式 (1) 的前述特性修改为具有可变长度，其中 ESC 由 6 位组成，RUN 由 0 至 6 位组成，L 由 1 至 8 位组成，S 由 1 位组成，行程数据依赖于扫描位置，电平依赖于量化器。

因此，因为修改后的换码序列具有从 8 到 21 位范围内的可变长度，与 21 位的固定长度相比，能进一步压缩图象数据。

在对新换码序列进行译码时，因为各当前扫描位置对于编码系统和译码系统是自动匹配的，所以表示行程值所需的位数可被匹配，而不传输附加信息。另外，在电平长度情形下，因为量化步长为了反向量化而传输到译码系统，所以在协调表示电平所需的位数时能够使用传输的量化步长，不需传输附加信息。

通过可变地调节换码序列的长度来改进压缩效率的上述可变长度编码和译码方法公开在本发明的受让人于 1993 年 6 月 1 日递交的美国专利申请 08/069, 914 中。

根据本发明，可对编码侧和译码侧设置多个可变长度表，它们与利用一个常规单个表的情形相比，在硬件上更复杂些。然而，本发明用在当需要高数据压缩率时的情形。另外，将编码侧所产生的相应方式、量化步长和扫描位置信息传输到译码侧。该方式和量化步长信息是以恒定时间周期传输的，或者无论何时改变时传输。扫描位置信息并不单独传输，只是在获得译码侧的[行程，电平]值之后通过累积

运行值来自动获得的。

因此，尽管与所选择的可变长度编码表有关的信息相对于传输到译码侧的块数据并不单独传输，但是在编码期间选择的可变长度编码表可以与从编码侧传输的方式和量化步长以及在译码侧从运行值自动计算的位置信息相同。于是，使用与编码时所采用的相同的可变长度编码表用于对传输的块数据进行译码。

如上所述，根据本发明的方法能够提高数据压缩效率，使得通过选择具有正规区域和换码区域的多个可变长度编码表中的一个，利用方式、量化步长和锯齿形扫描位置信息对图象数据编码和译码。

另外，根据本发明，没有表示在编码期间所选择的可变长度编码表的附加位需要传输以译码。能够通过可变地调节在所选择的可变长度编码表的换码区域中待编码的行程和电平长度来进一步压缩传输数据。

根据本发明的自适应可变长度编码/译码方法能够改进对数字传输的数据的压缩效率，并可适用于各种技术领域，包括数字通信、多媒体和个人计算机系统以及数字视频装置（如高清晰度电视或数字盒式录象机）。

图 1

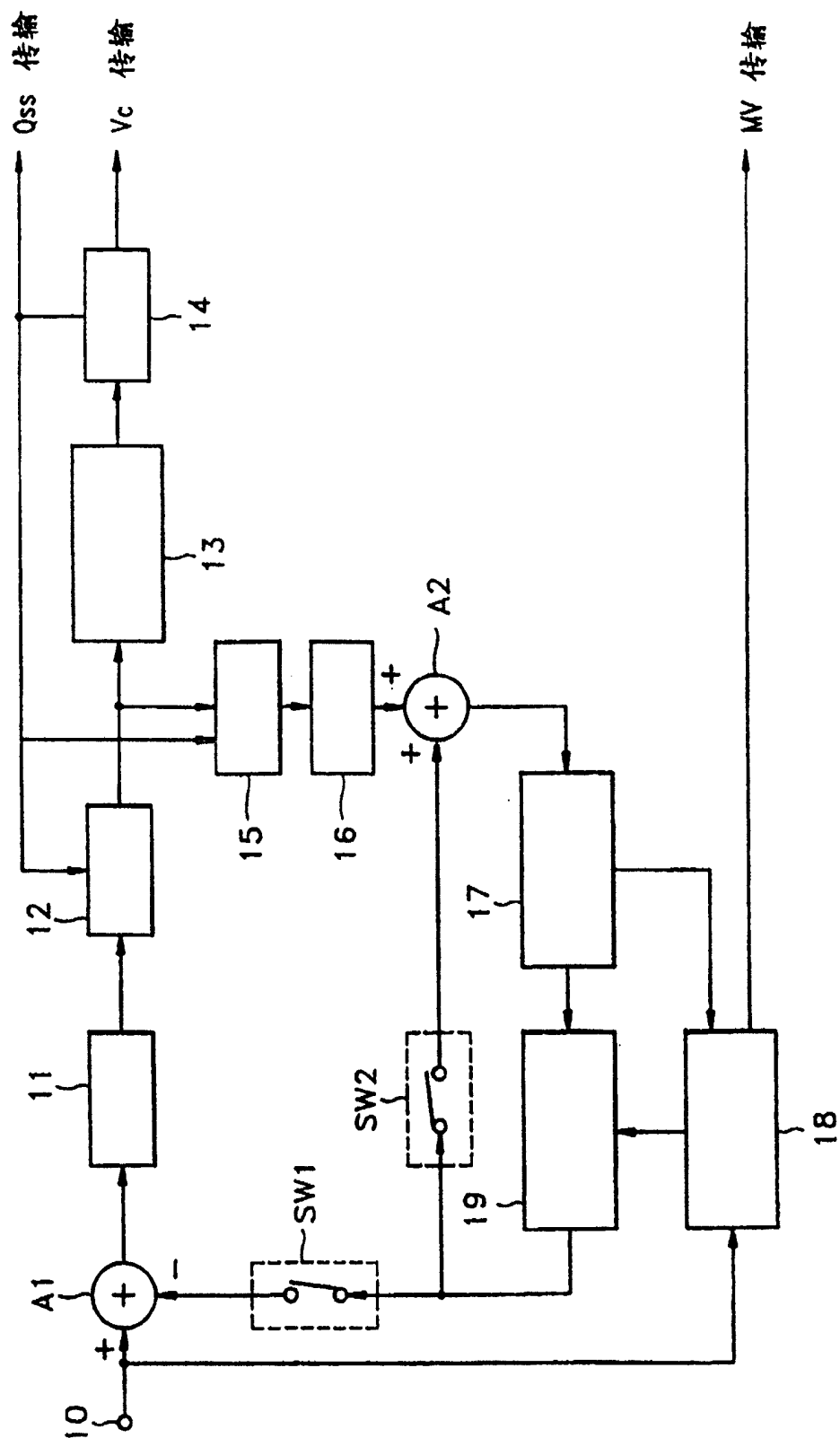


图 2

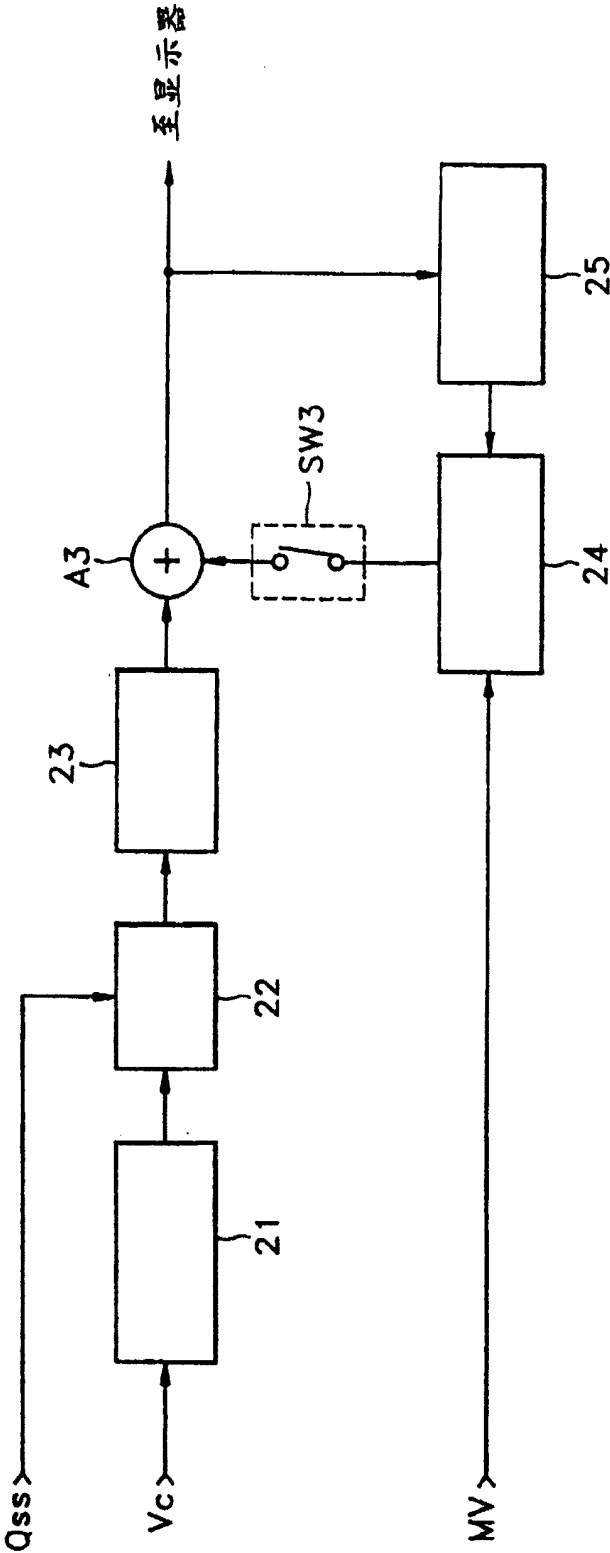


图 3A

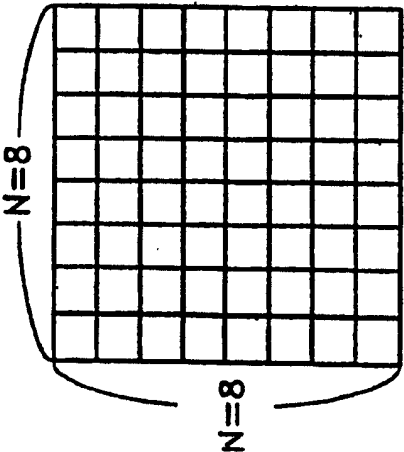


图 3B

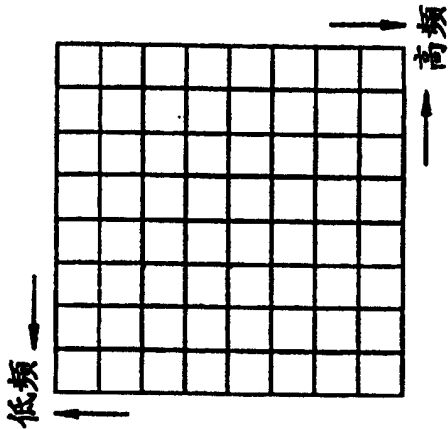


图 3C

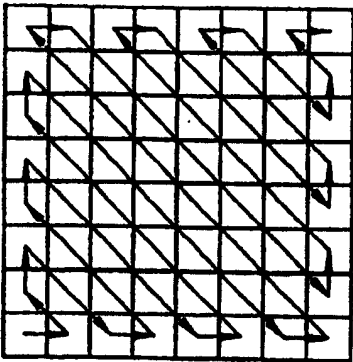
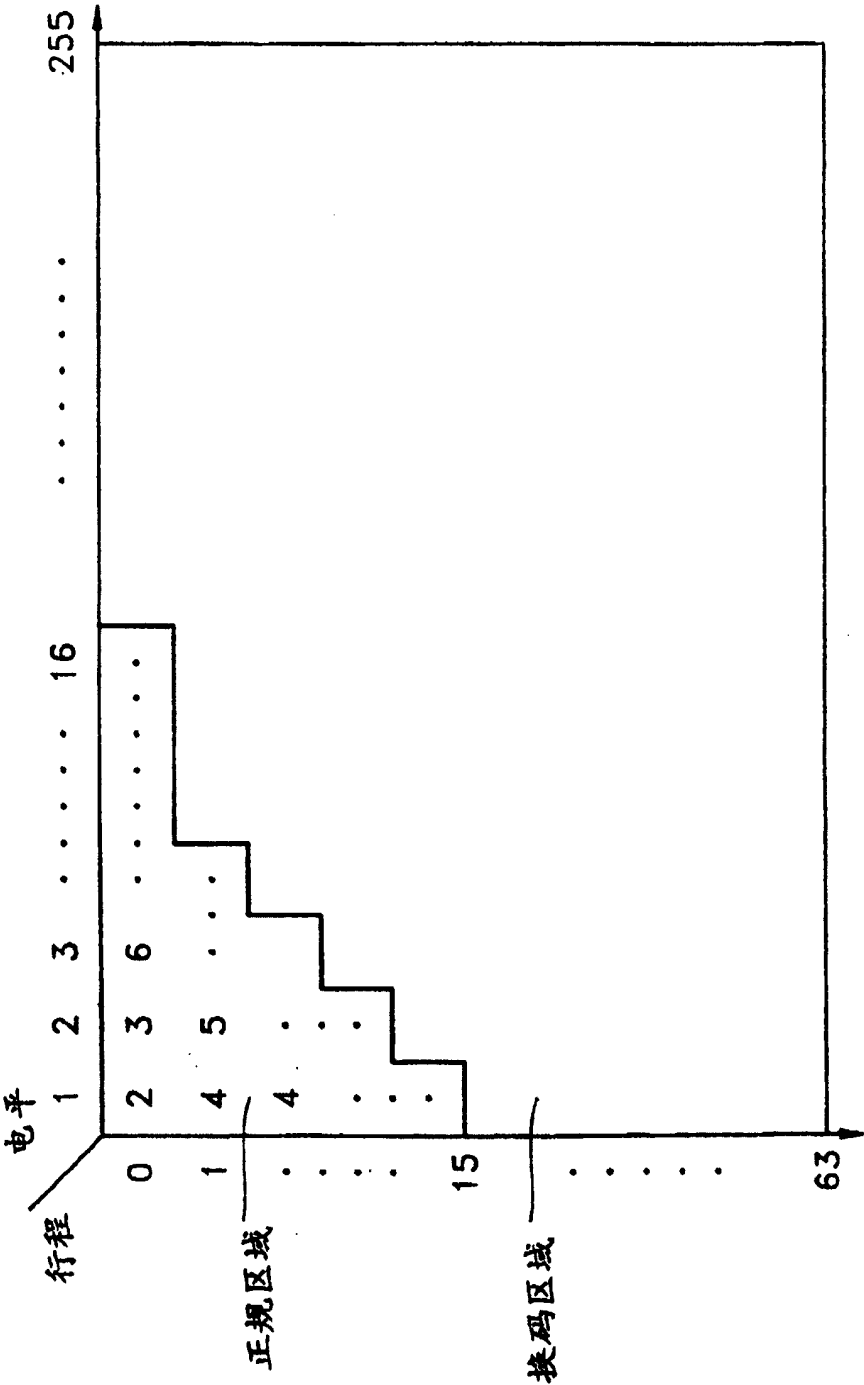


图 4



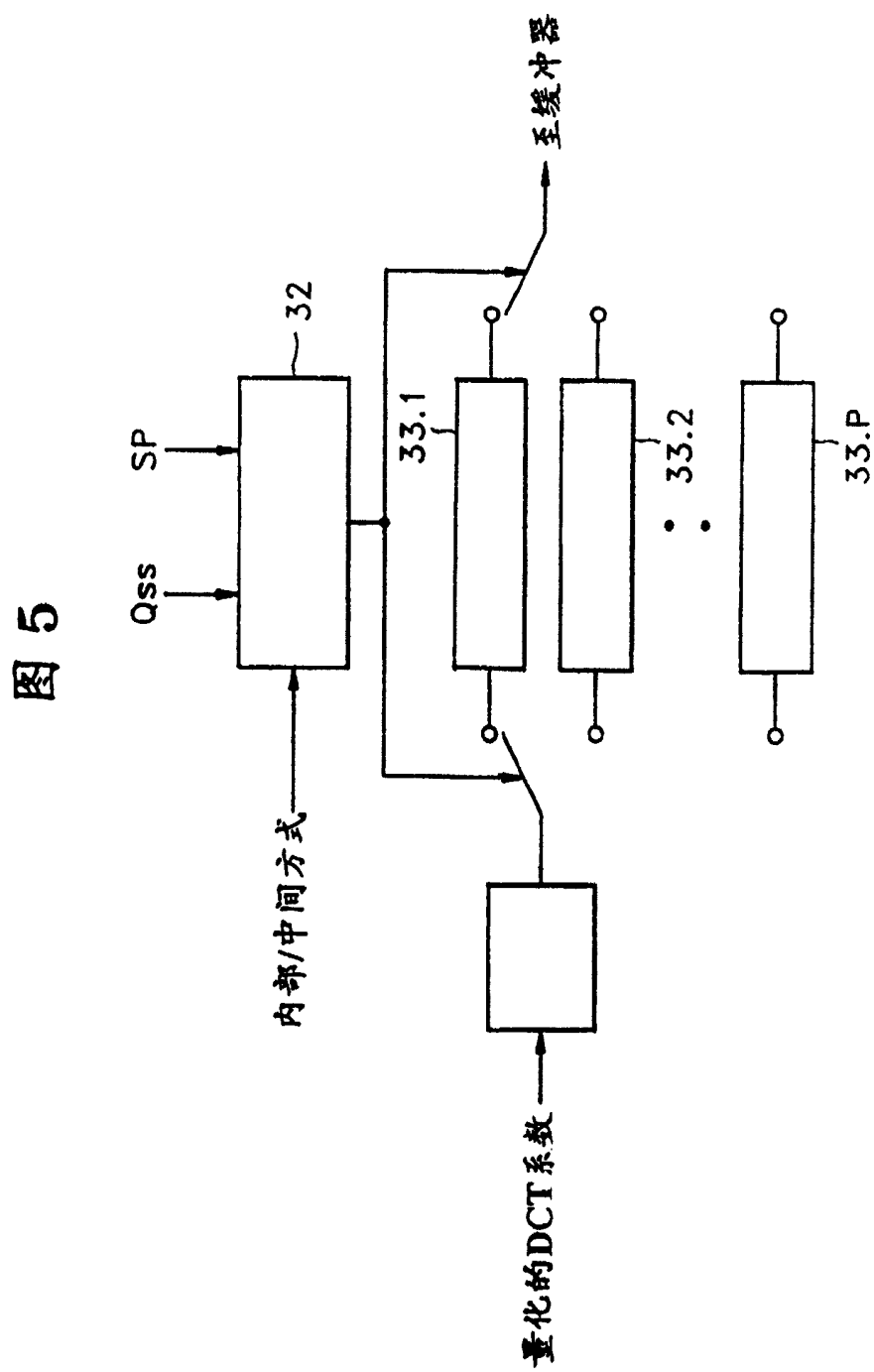


图 6B

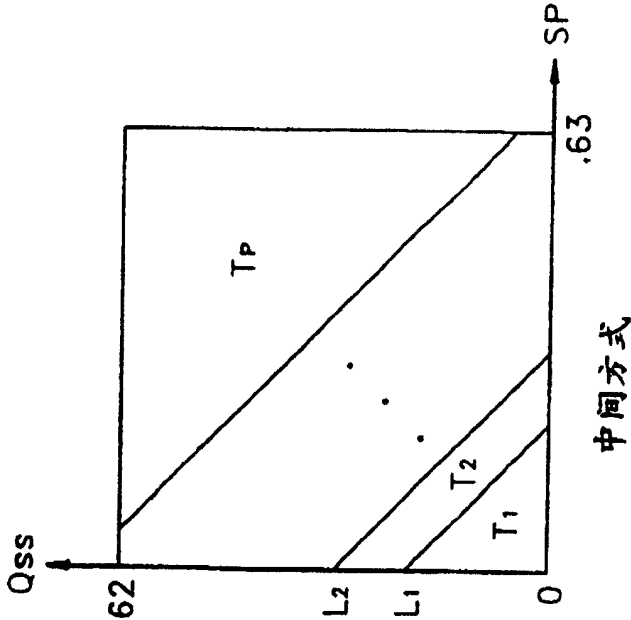


图 6A

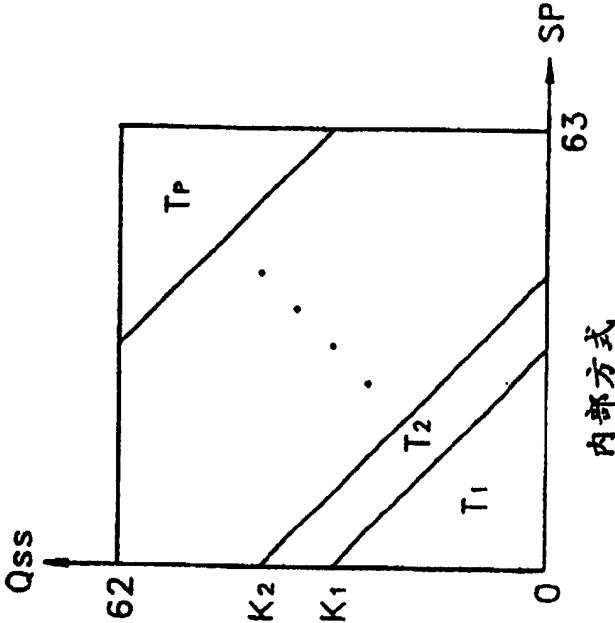


图 7C

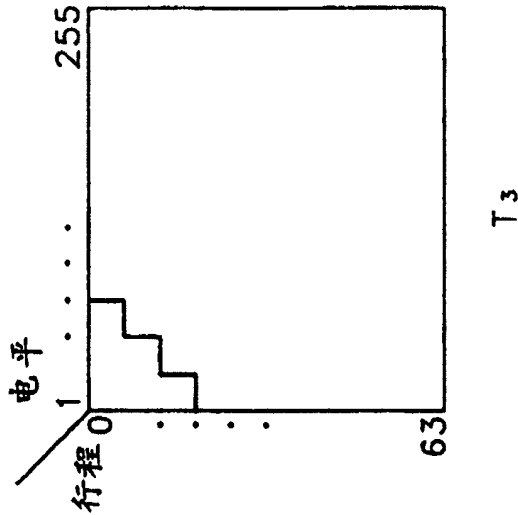


图 7B

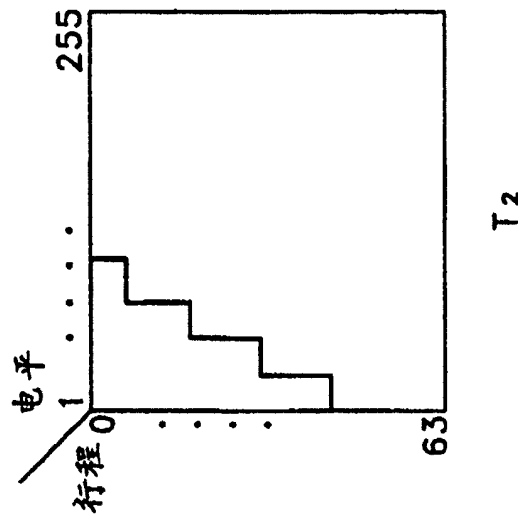


图 7A

