

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480001923.3

[51] Int. Cl.

H04N 1/40 (2006.01)

H04N 1/387 (2006.01)

G06T 3/40 (2006.01)

H04N 5/262 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 8 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 100334873C

[22] 申请日 2004.6.30

[21] 申请号 200480001923.3

[30] 优先权

[32] 2003.10.7 [33] JP [31] 347944/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/009179 2004.6.30

[87] 国际公布 WO2005/036868 日 2005.4.21

[85] 进入国家阶段日期 2005.7.6

[73] 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 山中聪 奥野好章 染谷润

[56] 参考文献

US2003043286A1 2003.3.6

JP8-321944A 1996.12.3

审查员 庞娜

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 黄纶伟

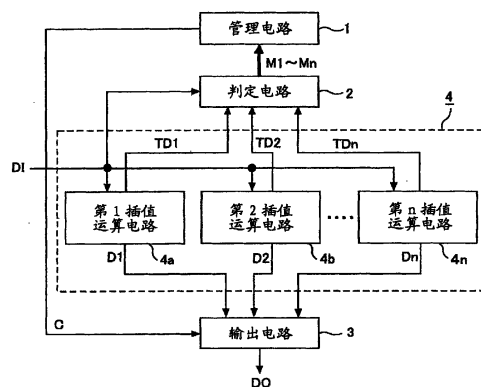
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 13 页

[54] 发明名称

像素插值电路、像素插值方法及图像读取装置

[57] 摘要

本发明的目的在于提供能够针对具有多种形状的图像进行插值处理而不会产生插值误差的像素插值电路和像素插值方法。为了达成上述目的，本发明的像素插值电路和像素插值方法使用互不相同的多个插值运算方法算出位于插值像素附近的像素的试验插值数据，根据上述试验插值数据和实际像素数据之间的差，选择上述插值运算方法中的任意一种，利用所选择的插值运算方法算出插值像素数据。



1. 一种像素插值电路, 该像素插值电路根据构成原图像的像素数据, 生成对该原图像中的丢失像素进行插值的插值像素数据, 其特征在于, 具有:

多个插值运算电路, 其使用互不相同的插值运算方法算出对上述丢失像素进行插值的插值候选数据和位于该丢失像素附近的多个像素的试验插值数据;

判定电路, 其根据上述试验插值数据和实际像素数据之间的差的绝对值, 算出由每个插值运算电路所计算的多个绝对值的总和, 选择该总和为最小的插值运算电路, 并向输出电路发送选择信号; 以及

输出电路, 其输出利用所选择的上述插值运算电路算出的上述插值候选数据作为对上述丢失像素进行插值的插值像素数据。

2. 根据权利要求1所述的像素插值电路, 其特征在于, 上述判定电路算出使用规定的阈值将上述试验插值数据和实际像素数据之间的差的绝对值进行二值化或三值化后的值的总和。

3. 一种像素插值方法, 该像素插值方法根据构成原图像的像素数据, 生成对该原图像中的丢失像素进行插值的插值像素数据, 其特征在于, 具有以下步骤:

使用互不相同的插值运算方法算出对上述丢失像素进行插值的插值候选数据和位于该丢失像素附近的多个像素的试验插值数据;

根据上述试验插值数据和实际像素数据之间的差的绝对值, 算出由每个插值运算电路所计算的多个绝对值的总和, 选择该总和为最小的插值运算电路, 并向输出电路发送选择信号; 以及

输出由所选择的插值运算方法算出的上述插值候选数据作为对上述原图像进行插值的插值像素数据。

4. 根据权利要求3所述的像素插值方法, 其特征在于, 算出使用规定的阈值对上述试验插值数据和实际像素数据之间的差的绝对值进行二

值化或三值化后的值的总和。

5. 一种图像读取装置，其特征在于，具有权利要求 1~2 中的任一项所述的像素插值电路。

像素插值电路、像素插值方法及图像读取装置

技术领域

本发明涉及在使用了图像传感器的图像读取装置中所使用的图像处理，特别涉及对所读取的数字图像进行插值的插值像素数据生成方法。

背景技术

在使用了图像传感器的图像读取装置中，进行对丢失的像素进行插值的像素插值处理。像素插值处理有例如根据与丢失像素相邻的像素数据的平均值求出插值像素数据的方法，和利用最小平方法求出与丢失像素相邻的像素数据的回归直线，并根据该回归线求出插值像素数据的方法等。另外，还有如下述专利文献1所述，根据与丢失像素相邻的4个像素数据求出4次式的曲线，根据该4次式算出插值像素数据（参照专利文献1）。

专利文献1：特开2003-101724号公报（第5～6页，图3～图5）

如上所述，像素插值处理具有各种各样的方法，但由于以往的像素插值电路使用固定的方法来进行像素插值处理，所以存在实际像素和插值像素之间的差（插值误差）变大的问题。即，由于不考虑图像的特征而使用固定的方法来进行像素插值处理，所以存在的问题是：形成轮廓部分那样的图像的区域中的插值误差变大，图像质量劣化。

发明内容

本发明就是为了解决上述问题而提出的，其目的在于提供能够对具有多种形状的图像进行插值处理而不产生插值误差的像素插值电路和像素插值方法。

本发明是一种像素插值电路，其根据构成原图像的像素数据，生成

对该原图像中的丢失像素进行插值的插值像素数据，其特征在于，具有：多个插值运算电路，其使用互不相同的插值运算方法算出对上述丢失像素进行插值的插值候选数据和位于该丢失像素附近的多个像素的试验插值数据；判定电路，其根据上述试验插值数据和实际像素数据之间的差的绝对值，算出由每个插值运算电路所计算的多个绝对值的总和，选择该总和为最小的插值运算电路，并向输出电路发送选择信号；以及输出电路，其输出由所选择的上述插值运算单元算出的上述插值候选数据作为对上述原图像进行插值的插值像素数据。

另外，本发明是一种插值方法，根据构成原图像的像素数据，生成对该原图像中的丢失像素进行插值的插值像素数据，其特征在于，具有以下步骤：使用互不相同的插值运算方法算出对上述丢失像素进行插值的插值候选数据和位于该丢失像素附近的多个像素的试验插值数据；根据上述试验插值数据和实际像素数据之间的差的绝对值，算出由每个插值运算电路所计算的多个绝对值的总和，选择该总和为最小的插值运算电路，并向输出电路发送选择信号；以及输出由所选择的插值运算方法算出的上述插值候选数据作为对上述原图像进行插值的插值像素数据。

本发明的像素插值电路和像素插值方法利用互不相同的插值运算方法算出位于插值像素附近的多个像素的试验插值数据，根据上述试验插值数据和实际像素数据之间的差，选择上述插值运算方法中的任意一种，从而可以准确地算出插值像素数据。

附图说明

图1是表示本发明的像素插值电路的结构方框图。

图2是表示像素插值运算的步骤流程图。

图3是表示试验像素的一例的示意图。

图4是表示判定数据的计算步骤流程图。

图5是表示试验像素和判定数据之间的对应关系的图。

图6是表示评价数据的计算步骤流程图。

图 7 是表示插值运算电路和评价数据之间的对应关系的图。

图 8 是表示本发明的像素插值电路的结构方框图。

图 9 是表示原图像数据和输入图像数据的一例的图。

图 10 是用于对插值运算进行说明的图。

图 11 是用于对左右平均插值运算电路的试验插值数据和插值候选数据的计算方法进行说明的图。

图 12 是用于对右斜平均插值运算电路的试验插值数据和插值候选数据的计算方法进行说明的图。

图 13 是表示判定数据 M1 和 M2 的值的图。

图 14 是表示评价数据 S1 和 S2 的值的图。

图 15 是表示本发明的像素插值电路的结构方框图。

图 16 是表示原图像数据和输入图像数据的一例的图。

图 17 是用于对左斜平均插值运算电路的试验插值数据和插值候选数据的计算方法进行说明的图。

图 18 是表示判定数据 M1~M3 的值的图。

图 19 是表示评价数据 S1~S3 的值的图。

图 20 是表示判定数据 M1 和 M2 的值的图。

图 21 是表示评价数据 S1 和 S2 的值的图。

符号说明

1 管理电路、2 判定电路、3 输出电路、4 插值运算部、4a 第 1 插值运算电路、4b 第 2 插值运算电路、4n 第 n 插值运算电路、5 左右平均插值运算电路、6 右斜平均插值运算电路、7 左斜平均插值运算电路

具体实施方式

图 1 是表示本发明的像素插值电路的结构方框图。图 1 所示的像素插值电路具有管理电路 1、判定电路 2、输出电路 3 和插值运算部 4。插值运算部 4 由分别利用不同方法进行插值运算的第 1~n 插值运算电路 4a~4n 构成 (n 为大于等于 2 的整数)。表示复印机等图像读取装置所读

取的图像的图像数据 DI 被分别输入给管理电路 1、判定电路 2、插值运算部 4 和输出电路 3。输入到插值运算部 4 中的图像数据 DI 被分别输入给第 1~n 插值运算电路。

图 2 是表示图 1 所示的像素插值电路的处理步骤的流程图。

首先,在第 1 插值运算电路 4a 中,对位于图像数据 DI 中包含的丢失像素的周边的各个像素 $T1 \sim Tm$ (下面,称为试验像素)进行试验插值运算,算出试验插值数据 $TD1[T1] \sim TD1[Tm]$ (St1)。

图 3 是表示丢失像素和试验像素的一例的示意图。在图 3 中,×表示丢失像素,○表示实际存在的像素(非丢失像素)。L 是成为插值运算的对象的丢失像素,位于丢失像素 L 的周围的 $T1 \sim Tm$ ($m=2 \times k$) 非丢失像素被作为试验像素来使用。图 3 (a) 表示将在丢失像素 L 的左右两侧水平方向上排列的非丢失像素 $T1 \sim Tm$ 作为试验像素来使用的例子,图 3 (b) 是将在丢失像素 L 的左右两侧的 2 维方向上排列的非丢失像素作为试验像素来使用。

试验插值运算是通过将试验像素 $T1 \sim Tm$ 分别假定为丢失的像素,算出对各试验像素进行插值的插值像素数据来进行的。例如,试验像素 T1 的试验插值数据 $TD1[T1]$ 是通过根据试验像素 T1 附近的非丢失像素来算出该像素的插值图像数据而求出的。

第 1 插值运算电路 4a 所算出的试验插值数据 $TD1[T1] \sim TD1[Tm]$ 被送往判定电路 2 (图 1 中,用 TD1 表示)。判定电路 2 算出表示试验插值数据 $TD1[T1] \sim TD1[Tm]$ 和试验像素 $T1 \sim Tm$ 的值 $DI[T1] \sim DI[Tm]$ 之间的误差的判定数据 $M1[T1] \sim M1[Tm]$ (St2)。判定数据 $M1[T1] \sim M1[Tm]$ 被送往管理电路 1。

当针对最后的试验像素 Tm 算出了试验插值数据 $TD1[Tm]$ 和判定数据 $M1[Tm]$ 时 (St3),第 1 插值运算电路 4a 对丢失像素 L 进行插值运算,算出插值候选数据 D1 (St4)。插值候选数据 D 被送往输出电路 3。

在第 2~n 插值运算电路 4b~4n 中也同样地实施上述 St1~St4 的处理。即,在第 2~n 插值运算电路 4b~4n 中算出试验插值数据 $TD2[T1] \sim$

TD2[Tm], ...~...TDn[T1]~TDn[Tm], 并送往判定电路 2 (在图 1 中, 用 TD2~TDn 表示)。判定电路 2 算出针对这些试验插值数据的判定数据 M2[T1]~M2[Tm], ...~...Mn[T1]~Mn[Tm]。然后, 在第 2~n 插值运算电路 4b~4n 中针对丢失像素 L 算出插值候选数据 D2~Dn, 并送往输出电路 3。

图 4 是表示 St2 中的判定数据计算步骤的详细流程图。

判定电路 2 算出试验插值数据 TD1[T1]~TD1[Tm]和试验像素 T1~Tm 的值 DI[T1]~DI[Tm]之间的差的绝对值 (St21), 将算出的绝对值作为判定数据 M1[T1]~M1[Tm]而输出 (St22)。即, 根据下面的公式 (1) 算出判定数据 M1[T1]~M1[Tm]。

$$M1[T1]=|TD1[T1]-DI[T1]|$$

~

公式 (1)

$$M1[Tm]=|TD1[Tm]-DI[Tm]|$$

判定电路 2 也对由第 2~n 插值运算电路 4b~4n 算出的试验插值数据 TD2[T1]~TD2[Tm], ...~...TDn[T1]~TDn[Tm]实施 St21 和 St22 的处理, 算出判定数据 M2[T1]~M2[Tm], ...~...Mn[T1]~Mn[Tm]。

图 5 是表示由判定电路 2 算出的全部判定数据的表格。如图 5 所示, 利用第 1~n 插值运算电路 4a~4n, 针对 n×m 个试验插值数据分别算出判定数据, 其中这 n×m 个试验插值数据是针对试验像素 T1~Tm 而算出的。

接着, 在管理电路 1 中, 进行判定数据 M1[T1]~M1[Tm], ...~...Mn[T1]~Mn[Tm]的评价 (St6)。

图 6 是表示 St6 的判定数据评价步骤的详细流程图。

管理电路 1 首先通过算出判定数据 M1[T1]~M1[Tm]的总和, 求出针对第 1 插值运算电路 4a 的评价数据 S1 (S61)。

管理电路 1 对第 2~n 插值运算电路 4b~4n 也同样地算出评价数据 S2~Sn (St62)。

评价数据 S1 的计算方法利用下面的公式 (2) 来表示。

$$S1=M1[T1]+M1[T2]+...+M1[Tm]$$

~

公式 (2)

$$Sn=Mn[T1]+Mn[T2]+...+Mn[Tm]$$

图 7 表示插值运算电路和评价数据 $S1 \sim Sn$ 的对应关系。

接着,选择所算出的评价数据 $S1 \sim Sn$ 中的最小的评价数据 Sx (St63), 确定与该评价数据 Sx 对应的插值运算电路 $4x$ (St64)。由于试验插值数据和实际图像数据之间的误差越小则评价数据越小, 所以评价数据为最小的插值运算电路 $4x$ 被认为插值正确性最高, 即插值误差最小。管理电路 2 向输出电路 3 发送用于选择由插值运算电路 $4x$ 算出的插值候选数据 Dx 的选择信号 C (St65)。

输出电路 3 根据选择信号 C 选择插值候选数据 Dx , 作为插值数据 DO 输出 (St7)。

对全部的丢失像素进行上述 St1~St7 的处理, 算出插值像素数据 DO (St8)。

图 8 是表示插值运算部 4 的结构的具体例的方框图。图 8 所示的像素插值电路的插值运算部 4 由左右平均插值运算电路 5 和右斜平均插值运算电路 6 构成。

图 10 是用于对左右平均插值运算电路 5 和右斜平均插值运算电路 6 中的插值运算方法进行说明的图。在图 10 中, L 表示成为插值运算的对象的丢失像素, $A \sim F$ 表示位于丢失像素 L 的附近的像素。

左右平均插值运算电路 5 算出位于丢失像素 L 的左右的像素 B 和 E 的平均值 XL , 右斜平均插值运算电路 6 算出位于丢失像素 L 的右上和左下的像素 D 和 C 的平均值。当将像素 $A \sim F$ 的数据值(灰度值)设为 $XA \sim XF$ 时, 利用下面的公式 (3)、(4) 分别表示由左右平均插值运算电路 5 和右斜平均插值运算电路 6 算出的平均值 XL 。

$$XL = (XB + XE) / 2 \quad \dots \text{公式 (3)}$$

$$XL = (XC + XD) / 2 \quad \dots \text{公式 (4)}$$

图 9 是表示输入给插值运算电路的图像数据的一例的示意图。在图 9

中，○和●表示非丢失像素，×表示丢失像素。图 9（a）表示原图像，图 9（b）表示在利用复印机等读取图 9（a）的图像时，由 LL 表示的部分的像素丢失了的状态，该丢失部分 LL 中的原图像表示右斜方向的轮廓。并且，各像素的灰度值用 8 比特（0～255）数据表示，○表示灰度值为 255 的像素，●表示灰度值为 0 的像素。

下面，说明图 9（b）所示的丢失像素 L 的插值像素数据的计算步骤。这里如图 9（b）所示，假设将丢失像素 L 的左右各 2 个像素 T1～T4 作为试验像素来使用。

左右平均插值运算电路 5 利用公式（3）算出图 9（b）所示的试验像素 T1～T4 的试验插值数据 TD1[T1]～TD1[T4]。

图 11 是用于对左右平均插值运算电路 5 的试验插值数据和插值候选数据的计算方法进行说明的图。

如图 11（a）所示，通过算出试验像素 T1 的左右的像素 T1B 和 T1E 的平均值来求出试验像素 T1 的试验插值数据 TD1[T1]。

如图 11（b）所示，通过算出试验像素 T2 的左右的像素 T2B 和 T2E 的平均值来求出试验像素 T2 的试验插值数据 TD1[T2]。

如图 11（c）所示，通过算出试验像素 T3 的左右的像素 T3B 和 T3E 的平均值来求出试验像素 T3 的试验插值数据 TD1[T3]。

如图 11（d）所示，通过算出试验像素 T4 的左右的像素 T4B 和 T4E 的平均值来求出试验像素 T4 的试验插值数据 TD1[T4]。

从而，按下面所示算出试验插值数据 TD1[T1]～TD1[T4]。

$$TD1[T1] = (T1B + T1E) / 2 = (255 + 255) / 2 = 255$$

$$TD1[T2] = (T2B + T2E) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$$

$$TD1[T3] = (T3B + T3E) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$$

$$TD1[T4] = (T4B + T4E) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

对于插值候选数据 D1，如图 11（e）所示，使用丢失像素 L 的左右的像素 LB 和 LE 按下面所示来算出。

$$D1 = (LB + LE) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$$

判定电路 2 通过算出试验插值数据 $TD1[T1] \sim TD1[T4]$ 和试验像素 $T1 \sim T4$ 的值 $DI[T1] \sim DI[T4]$ 之间的差的绝对值，来求出判定数据 $M1[T1] \sim M1[T4]$ 。

按下面所示来算出判定数据 $M1[T1] \sim M1[T4]$ 。

$$M1[T1] = |TD1[T1] - DI[T1]| = |255 - 255| = 0$$

$$M1[T2] = |TD1[T2] - DI[T2]| = |127.5 - 255| = 127.5$$

$$M1[T3] = |TD1[T3] - DI[T3]| = |127.5 - 0| = 127.5$$

$$M1[T4] = |TD1[T4] - DI[T4]| = |0 - 0| = 0$$

另外，右斜平均插值运算电路 6 使用公式 (4) 求出图 9 (b) 所示的试验像素 $T1 \sim T4$ 的试验插值数据 $TD2[T1] \sim TD2[T4]$ 。

图 12 是用于对右斜平均插值运算电路 6 的试验插值数据和插值候选数据的计算方法进行说明的图。

如图 12 (a) 所示，通过算出试验像素 $T1$ 的右上和左下的像素 $T1D$ 和 $T1C$ 的平均值来求出试验像素 $T1$ 的试验插值数据 $TD2[T1]$ 。

如图 12 (b) 所示，通过算出试验像素 $T2$ 的右上和左下的像素 $T2D$ 和 $T2C$ 的平均值来求出试验像素 $T2$ 的试验插值数据 $TD2[T2]$ 。

如图 12 (c) 所示，通过算出试验像素 $T3$ 的右上和左下的像素 $T3D$ 和 $T3C$ 的平均值来求出试验像素 $T3$ 的试验插值数据 $TD2[T3]$ 。

如图 12 (d) 所示，通过算出试验像素 $T4$ 的右上和左下的像素 $T4D$ 和 $T4C$ 的平均值来求出试验像素 $T4$ 的试验插值数据 $TD2[T4]$ 。

从而，按下面所示算出试验插值数据 $TD2[T1] \sim TD2[T4]$ 。

$$TD2[T1] = (T1C + T1D) / 2 = (255 + 255) / 2 = 255$$

$$TD2[T2] = (T2C + T2D) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$$

$$TD2[T3] = (T3C + T3D) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

$$TD2[T4] = (T4C + T4D) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

对于插值候选数据 $D2$ ，如图 12 (e) 所示，使用丢失像素 L 的右上和左下的像素 LD 和 LC 按下面所示来算出。

$$D2 = (LC + LD) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

判定电路 2 通过算出试验插值数据 $TD2[T1] \sim TD2[T4]$ 和试验像素 $T1 \sim T4$ 的值 $DI[T1] \sim DI[T4]$ 之间的差的绝对值，来求出判定数据 $M2[T1] \sim M2[T4]$ 。

按下面所示来算出判定数据 $M2[T1] \sim M2[T4]$ 。

$$M2[T1] = |TD2[T1] - DI[T1]| = |255 - 255| = 0$$

$$M2[T2] = |TD2[T2] - DI[T2]| = |127.5 - 255| = 127.5$$

$$M2[T3] = |TD2[T3] - DI[T3]| = |0 - 0| = 0$$

$$M2[T4] = |TD2[T4] - DI[T4]| = |0 - 0| = 0$$

图 13 表示如上算出的试验像素 $T1 \sim T4$ 的判定数据 $M1$ 和 $M2$ 的值。

管理电路 1 对判定数据 $M1[T1] \sim M1[T4]$ 进行加法运算，算出评价左右平均插值运算电路 5 的插值正确性的评价数据 $S1$ 。

评价数据 $S1$ 为：

$$S1 = M1[T1] + M1[T2] + M1[T3] + M1[T4]$$

$$= 0 + 127.5 + 127.5 + 0 = 255。$$

同样，管理电路 1 对判定数据 $M2[T1] \sim M2[T4]$ 进行加法运算，算出评价右斜平均插值运算电路 6 的插值正确性的评价数据 $S2$ 。

评价数据 $S2$ 为：

$$S2 = M2[T1] + M2[T2] + M2[T3] + M2[T4]$$

$$= 0 + 127.5 + 0 + 0 = 127.5。$$

图 14 表示左右平均插值运算电路 5 的评价数据 $S1$ 和右斜平均插值运算电路 6 的评价数据 $S2$ 的值。如图 14 所示，右斜平均插值运算电路 6 的评价数据 $S2$ 为最小。如前面所述，试验插值数据和实际图像数据之间的误差越小则评价数据越小。如图 9 (a) 所示，由于原图像数据表示右斜方向的轮廓，所以右斜平均插值运算是插值正确性高的运算方法。图 14 所示的评价数据也同样地表示右斜平均插值运算电路 6 的插值正确性高。

管理电路 1 选择最小的评价数据 $S2$ ，确定与其对应的右斜平均插值运算电路 6。然后，向输出电路 3 发送用于选择由右斜平均插值运算电路

6 所算出的插值像素 L 的插值候选数据 D2 的选择信号 C。

输出电路 3 根据选择信号 C，将右斜平均插值运算电路 6 所输出的插值候选数据 $D2=0$ 作为插值像素数据 $DO=0$ 输出。

如图 9 (a) 所示，原图像中的丢失像素 L 的数据值为 0。因此，可以看出，与左右平均插值运算电路 5 所算出的插值候选数据 $D1=127.5$ 相比，右斜平均插值运算电路 6 所算出的插值候选数据 $D2=0$ 的插值误差更小。

如上所述，通过根据试验插值运算的结果来选择利用不同的插值运算方法算出的插值候选数据，可以根据插值像素附近的轮廓和原图像的特征等使用最佳的插值运算方法，准确地算出插值像素数据。

实施方式 2

图 15 是表示插值运算部 4 的另一结构的方框图。图 15 所示的像素插值电路的插值运算部 4 由左右平均插值运算电路 5、右斜平均插值运算电路 6 和左斜平均插值运算电路 7 构成。左右平均插值运算电路 5、右斜平均插值运算电路 6 和图 8 所示的相同，利用前面所述的方法进行试验插值数据和插值候选数据的计算。

左斜平均插值运算电路 7 算出位于成为插值运算的对象的像素的左上和右下的像素的平均值。即，在图 10 中，算出位于像素 L 的左上的像素 A 和 F 的平均值 XL。当将像素 A 和 F 的数据值（灰度值）设为 $XA \sim XF$ 时，利用下面的公式（5）来表示由左斜平均插值运算电路 7 算出的平均值 XL。

$$XL = (XA + XF) / 2 \quad \dots \text{公式 (5)}$$

图 16 是表示输入给插值运算电路的图像数据 DI 的另一例的示意图。在图 16 中，○和●表示非丢失像素，×表示丢失像素。图 16 (a) 表示原图像，图 16 (b) 表示在利用复印机等读取图 16 (a) 的图像时，由 LL 表示的部分的像素丢失了的状态，该丢失部分 LL 中的原图像表示左斜方向的轮廓。并且，各像素的灰度值用 8 比特（0~255）数据表示，○表示灰度值为 255 的像素，●表示灰度值为 0 的像素。

下面, 说明图 16(b) 所示的丢失像素 L 的插值像素数据的计算步骤。这里如图 16(b) 所示, 假设将丢失像素 L 的左右各 2 个像素 T1~T4 作为试验像素来使用。

左斜平均插值运算电路 7 利用公式 (5) 算出图 16(b) 所示的试验像素 T1~T4 的试验插值数据 TD3[T1]~TD3[T4]。

图 17 是用于对左斜平均插值运算电路 7 中的试验插值数据和插值候选数据的计算方法进行说明的图。

如图 17(a) 所示, 通过算出试验像素 T1 的左上和右下的像素 T1A 和 T1F 的平均值来求出试验像素 T1 的试验插值数据 TD3[T1]。

如图 17(b) 所示, 通过算出试验像素 T2 的左上和右下的像素 T2A 和 T2F 的平均值来求出试验像素 T2 的试验插值数据 TD3[T2]。

如图 17(c) 所示, 通过算出试验像素 T3 的左上和右下的像素 T3A 和 T3F 的平均值来求出试验像素 T3 的试验插值数据 TD3[T3]。

如图 17(d) 所示, 通过算出试验像素 T4 的左上和右下的像素 T4A 和 T4F 的平均值来求出试验像素 T4 的试验插值数据 TD3[T4]。

从而, 按下面所示算出试验插值数据 TD3[T1]~TD3[T4]。

$$TD3[T1] = (T1A + T1F) / 2 = (255 + 255) / 2 = 255$$

$$TD3[T2] = (T2A + T2F) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$$

$$TD3[T3] = (T3A + T3F) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

$$TD3[T4] = (T4A + T4F) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

对于插值候选数据 D3, 如图 17(e) 所示, 使用丢失像素 L 的左上和右下的像素 LA 和 LF 按下面所示来算出。

$$D3 = (LA + LF) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

判定电路 2 通过算出试验插值数据 TD3[T1]~TD3[T4]和试验像素 T1~T4 的值 DI[T1]~DI[T4]之间的差的绝对值, 来求出判定数据 M3[T1]~M3[T4]。

按下面所示来算出判定数据 M3[T1]~M3[T4]。

$$M3[T1] = |TD3[T1] - DI[T1]| = |255 - 255| = 0$$

$$M3[T2]=|TD3[T2]-DI[T2]|=|127.5-255|=127.5$$

$$M3[T3]=|TD3[T3]-DI[T3]|=|0-0|=0$$

$$M3[T4]=|TD3[T4]-DI[T4]|=|0-0|=0$$

同样，左右平均插值运算电路 5 和右斜平均插值运算电路 6 分别算出插值候选数据 D1、D2，和试验插值数据 TD1[T1]~TD1[T4]、TD2[T1]~TD2[T4]，判定电路 2 根据这些试验插值数据算出判定数据 M1[T1]~M1[T4]、M2[T1]~M2[T4]。另外，由于之前已经对左右平均插值运算电路 5 和右斜平均插值运算电路 6 中的处理进行了说明，所以这里省略详细说明。

并且，由左右平均插值运算电路 5 算出的插值候选数据为 D1=127.5，由右斜平均插值运算电路 6 算出的插值候选数据为 D2=127.5。

图 18 表示所算出的试验像素 T1~T4 的判定数据 M1、M2、M3 的值。

管理电路 1 对判定数据 M1[T1]~M1[T4]进行加法运算，算出评价左右平均插值运算电路 5 的插值正确性的评价数据 S1。

评价数据 S1 为：

$$\begin{aligned} S1 &= M1[T1] + M1[T2] + M1[T3] + M1[T4] \\ &= 0 + 127.5 + 127.5 + 0 = 255. \end{aligned}$$

同样，管理电路 1 对判定数据 M2[T1]~M2[T4]进行加法运算，算出评价右斜平均插值运算电路 6 的插值正确性的评价数据 S2。

评价数据 S2 为：

$$\begin{aligned} S2 &= M2[T1] + M2[T2] + M2[T3] + M2[T4] \\ &= 127.5 + 127.5 + 127.5 + 0 = 382.5. \end{aligned}$$

同样，管理电路 1 对判定数据 M3[T1]~M3[T4]进行加法运算，算出评价左斜平均插值运算电路 7 的插值正确性的评价数据 S3。

评价数据 S3 为：

$$\begin{aligned} S3 &= M3[T1] + M3[T2] + M3[T3] + M3[T4] \\ &= 0 + 127.5 + 0 + 0 = 127.5. \end{aligned}$$

图 19 是表示左右平均插值运算电路 5、右斜平均插值运算电路 6 和左斜平均插值运算电路 7 的评价数据 S1、S2、S3 的值的图。如图 19 所示，左斜平均插值运算电路 7 的评价数据 S3 为最小。如前面所述，试验插值数据和实际图像数据之间的误差越小则评价数据越小。由于图 16(a)所示的原图像数据表示左斜方向的轮廓，所以左斜平均插值运算是插值正确性高的运算方法。图 19 所示的评价数据也同样地表示左斜平均插值运算电路 7 的插值正确性高。

管理电路 1 选择最小的评价数据 S3，确定与其对应的左斜平均插值运算电路 7。然后，向输出电路 3 发送用于选择左斜平均插值运算电路 7 所算出的插值候选数据 D3 的选择信号 C。

输出电路 3 根据选择信号 C，将左斜平均插值运算电路 7 所输出的插值候选数据 $D3=0$ 作为插值像素数据 $DO=0$ 输出。

如图 16(a) 所示，原图像中的丢失像素 L 的数据值为 0。因此，可以看出，与左右平均插值运算电路 5 和右斜平均插值运算电路 6 所算出的插值候选数据 $D1=127.5$ 、 $D2=127.5$ 相比，左斜平均插值运算电路 7 所算出的插值候选数据 $D3=0$ 的插值误差更小。

这样，通过进一步设置左斜平均插值运算电路 7，在输入了具有左斜方向的轮廓的图像的情况下，也能够进行准确的插值处理。即，可以对包含有方向不同的轮廓的图像进行最佳的插值运算处理。

并且，本发明的像素插值电路不仅可以对图 9(a) 和图 16(a) 所示的丢失像素进行插值，也可以在增加原图像的像素数量时使用。

另外，在插值运算电路部 4 中，也可以使用左右平均插值运算、右斜平均插值运算、左斜平均插值运算以外的方法来算出插值候选数据。例如，可以使用如下的方法等：使用最小平方法求出与插值像素相邻的像素的回归直线，并根据该回归直线求出插值像素数据的方法；根据与插值像素相邻的 4 个像素的数据求出 4 次曲线，并根据该 4 次曲线求出插值像素数据的方法。这里，由于可以在不对电路整体的结构作很大改变的情况下在本发明的像素插值电路中追加和变更插值运算部 4 的插值

运算电路,所以除了左右平均插值运算电路 5、右斜平均插值电路 6 和左斜平均插值电路 7 之外,还可以追加其他的插值运算电路。

实施方式 3

在构成插值运算部 4 的插值运算电路的数量增加的情况下,要在判定电路 2 中处理的判定数据的量增加,但是通过使用规定的阈值对判定数据的值进行二值化、或三值化,可以削减数据量,简化处理。

作为一例,说明对判定数据的值进行三值化处理的方法。

判定电路 2 将第 1 插值运算电路 4a 所算出的试验插值数据 $TD1[T1]$ 和试验像素 T1 的数据值 $DI[T1]$ 之间的差的绝对值与预先设定的 2 个阈值 $TH1$ 、 $TH2$ ($0 \leq TH1 < TH2$) 进行比较,在上述绝对值小于阈值 $TH1$ 的情况下将判定数据 $M1[1]$ 设为 -1 ,在大于等于阈值 $TH1$ 且小于阈值 $TH2$ 的情况下设为 0 ,在大于等于阈值 $TH2$ 的情况下设为 1 。

即,

$0 \leq |TD1[T1] - DI[T1]| < TH1$ 的情况下,

$M1[T1] = -1$

$TH1 \leq |TD1[T1] - DI[T1]| < TH2$ 的情况下,

$M1[T1] = 0$

$TH2 \leq |TD1[T1] - DI[T1]|$ 的情况下,

$M1[T1] = 1$ 。

判定电路 2 同样地算出试验像素 $T2 \sim Tm$ 的判定数据 $M1[T2] \sim M1[Tm]$ 。

即,

$0 \leq |TD1[T2] - DI[T2]| < TH1$ 的情况下,

$M1[T2] = -1$

$TH1 \leq |TD1[T2] - DI[T2]| < TH2$ 的情况下,

$M1[T2] = 0$

$TH2 \leq |TD1[T2] - DI[T2]|$ 的情况下,

$M1[T2] = 1$

~

$0 \leq |TD1[Tm] - DI[Tm]| < TH1$ 的情况下,

$$M1[Tm] = -1$$

$TH1 \leq |TD1[Tm] - DI[Tm]| < TH2$ 的情况下,

$$M1[Tm] = 0$$

$TH2 \leq |TD1[Tm] - DI[Tm]|$ 的情况下,

$$M1[Tm] = 1。$$

根据以上所算出的判定数据 $M1[T1] \sim M1[Tm]$, 利用 -1 、 0 、 1 这3个值来表示各试验像素的试验插值数据的误差的大小, 在误差小的情况下, 判定数据为 -1 。

判定电路 2 对于由第 $2 \sim n$ 插值运算电路 $4b \sim 4n$ 算出的试验插值数据 $TD2[T1] \sim TD2[Tm]$, $\dots \sim \dots TDn[T1] \sim TDn[Tm]$ 也同样, 算出三值化后的判定数据 $MD2[T1] \sim MD2[Tm]$, $\dots \sim \dots MDn[T1] \sim MDn[Tm]$ 。

下面, 说明在图 8 所示的像素插值电路中, 对由左右平均插值运算电路 5 和右斜平均插值运算电路 6 算出的判定数据进行三值化的情况。这里, 假设要求图 9 (b) 所示的图像的丢失像素 L 的插值像素数据, 阈值分别设为 $TH1 = 50$ 、 $TH2 = 100$ 。

如实施方式 1 中计算的那样, 由左右平均插值运算电路 5 算出的试验插值数据 $TD1[T1] \sim TD1[T4]$ 和试验像素 $T1 \sim T4$ 的数据值 $DI[T1] \sim DI[T4]$ 之间的差的绝对值为:

$$|TD1[T1] - DI[T1]| = |255 - 255| = 0$$

$$|TD1[T2] - DI[T2]| = |127.5 - 255| = 127.5$$

$$|TD1[T3] - DI[T3]| = |127.5 - 0| = 127.5$$

$$|TD1[T4] - DI[T4]| = |0 - 0| = 0。$$

将这些绝对值与阈值 $TH1 = 50$ 、 $TH2 = 100$ 进行比较, 其大小关系为:

$$|TD1[T1] - DI[T1]| < TH1$$

$$TH2 \leq |TD1[T2] - DI[T2]|$$

$$TH2 \leq |TD1[T3] - DI[T3]|$$

$$|TD1[T4]-DI[T4]| < TH1。$$

因此，由左右平均插值运算电路 5 算出的判定数据分别为：

$$M1[T1] = -1$$

$$M1[T2] = 1$$

$$M1[T3] = 1$$

$$M1[T4] = -1。$$

另外，由右斜平均插值运算电路 6 算出的试验插值数据 $TD1[T1] \sim TD1[T4]$ 和试验像素 $T1 \sim T4$ 的数据值 $DI[T1] \sim DI[T4]$ 之间的差的绝对值为：

$$|TD2[T1]-DI[T1]| = |255-255| = 0$$

$$|TD2[T2]-DI[T2]| = |127.5-255| = 127.5$$

$$|TD2[T3]-DI[T3]| = |0-0| = 127.5$$

$$|TD2[T4]-DI[T4]| = |0-0| = 0。$$

当将这些绝对值与阈值 $TH1=50$ 、 $TH2=100$ 进行比较时，其大小关系为：

$$|TD2[T1]-DI[T1]| < TH1$$

$$TH2 \leq |TD2[T2]-DI[T2]|$$

$$|TD2[T3]-DI[T3]| < TH1$$

$$|TD2[T4]-DI[T4]| < TH1。$$

因此，由右斜平均插值运算电路 6 算出的判定数据分别为：

$$M2[T1] = -1$$

$$M2[T2] = 1$$

$$M2[T3] = -1$$

$$M2[T4] = -1。$$

图 20 是表示试验像素 $T1 \sim T4$ 的判定数据 $M1$ 、 $M2$ 的值的图。

管理电路 1 对三值化后的判定数据 $M1[T1] \sim M1[T4]$ 进行加法运算，算出左右平均插值运算电路 5 的评价数据 $S1$ 。评价数据 $S1$ 为：

$$S1 = M1[T1] + M1[T2] + M1[T3] + M1[T4]$$

$$= (-1) + 1 + 1 + (-1) = 0。$$

同样，管理电路 1 对判定数据 M2[T1]~M2[T4]进行加法运算，算出右斜平均插值运算电路 6 的评价数据 S2。评价数据 S2 为：

$$\begin{aligned} S2 &= M2[T1] + M2[T2] + M2[T3] + M2[T4] \\ &= (-1) + 1 + (-1) + (-1) = -2。 \end{aligned}$$

图 21 是表示左右平均插值运算电路 5 的评价数据 S1 和右斜平均插值运算电路 6 的评价数据 S2 的值的图。如图 21 所示，右斜平均插值运算电路 6 的评价数据 S2 为最小。如前面所述，试验插值数据和实际图像数据之间的误差越小则评价数据越小。由于图 9 (a) 所示的原图像数据表示右斜方向的轮廓，所以右斜平均插值运算是插值正确性高的运算方法。如图 14 所示的评价数据也同样，S2 为最小，表示右斜平均插值运算电路 6 的插值正确性高。因此，即使在对判定数据进行三值化的情况下，也能够正确地选择插值运算方法。

在上述说明中，使用 2 个阈值对判定数据进行了三值化，但可以通过设定 1 个阈值，对判定数据进行二值化来进一步地削减数据量。另外，通过削减判定数据的量化位数也可以获得同样的效果。

并且，本发明的像素插值电路可以由硬件和软件的任意一种来构成，另外，也可以使两者适当地混合而构成。

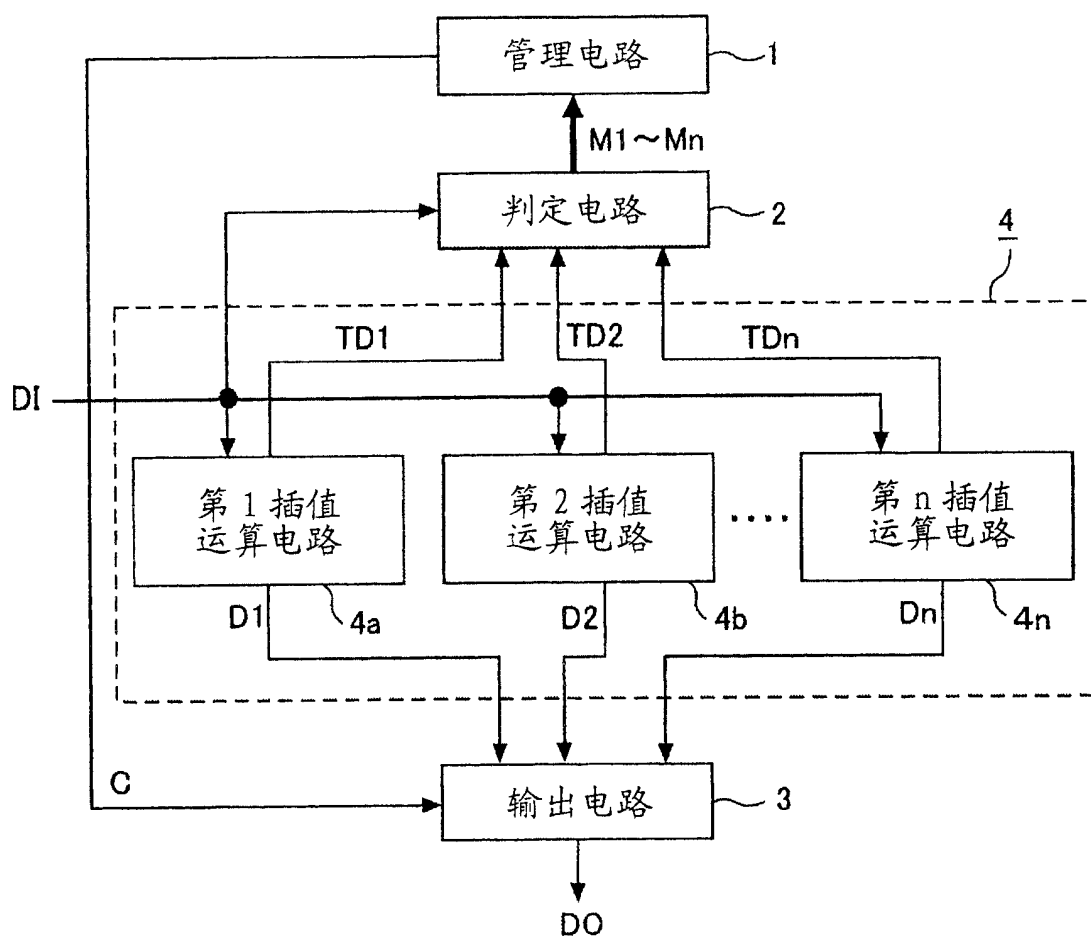


图 1

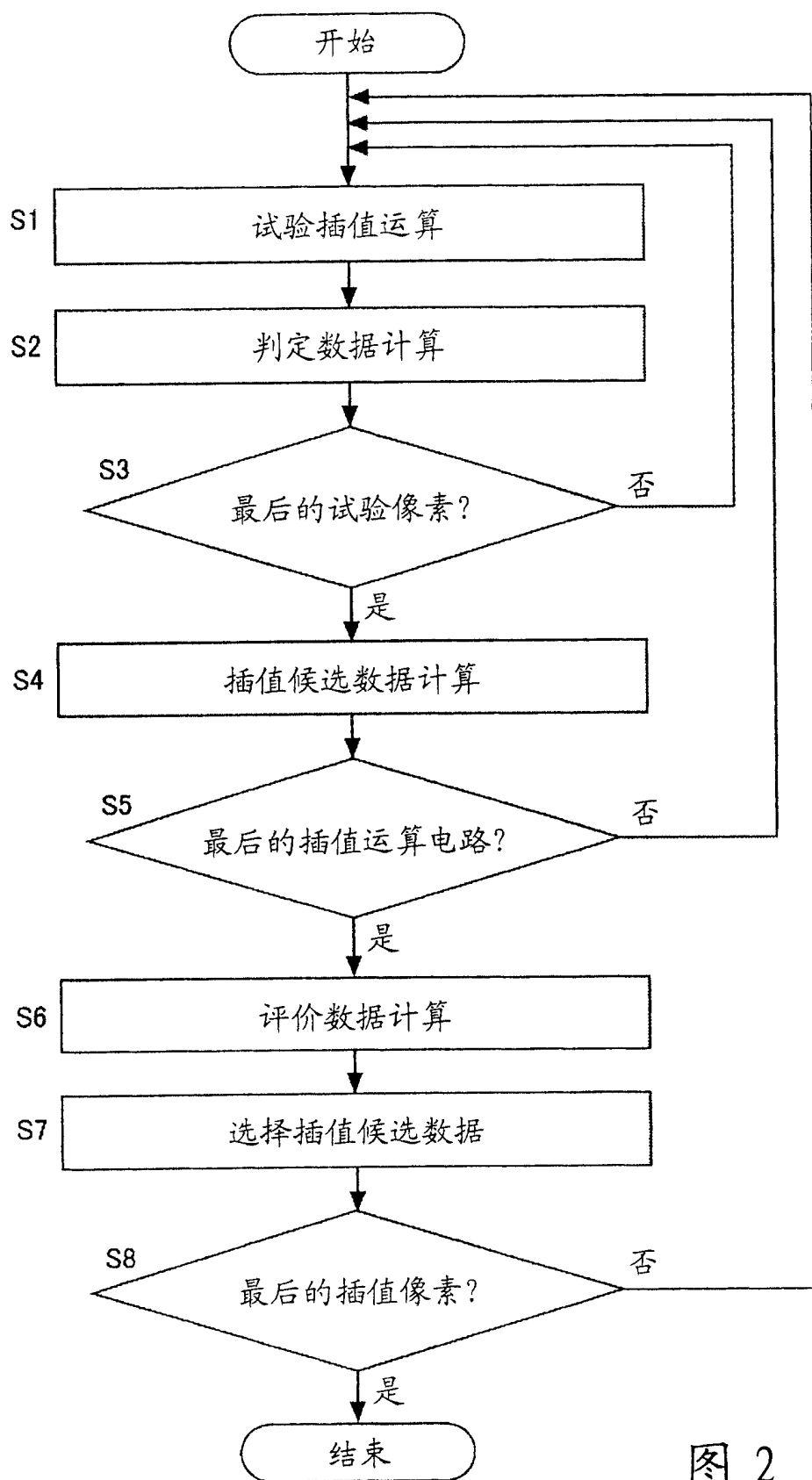
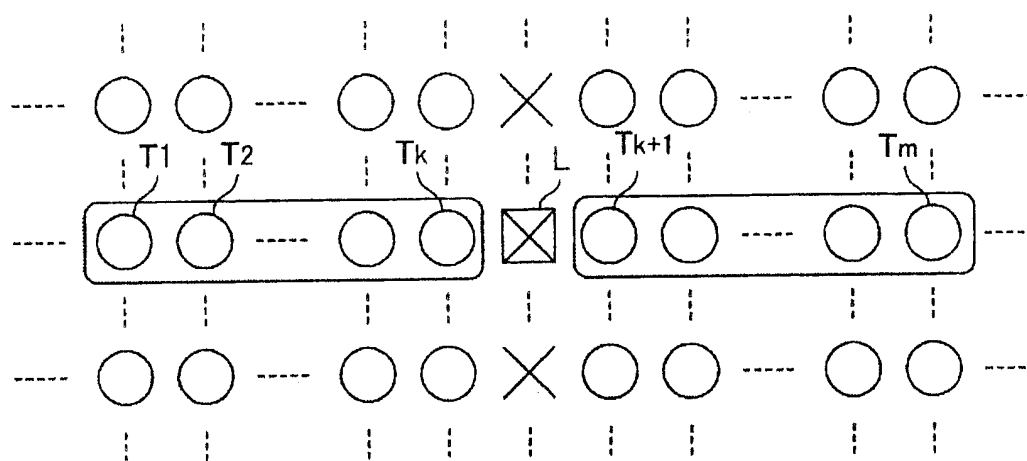
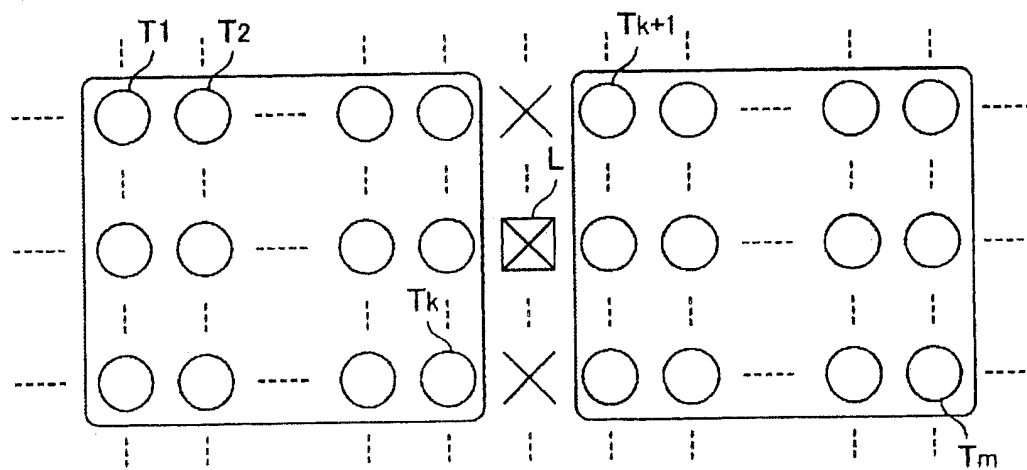


图 2



(a)



(b)

图 3

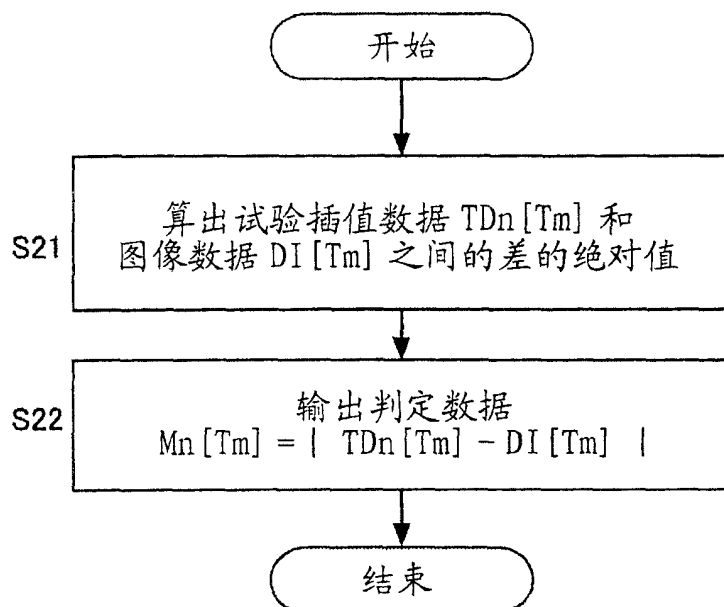


图 4

	T_1	T_2		T_m
第 1 插值运算电路	$M1[T_1]$	$M1[T_2]$		$M1[T_m]$
第 2 插值运算电路	$M2[T_1]$	$M2[T_2]$		$M2[T_m]$
⋮	⋮	⋮		⋮
第 n 插值运算电路	$Mn[T_1]$	$Mn[T_2]$		$Mn[T_m]$

图 5

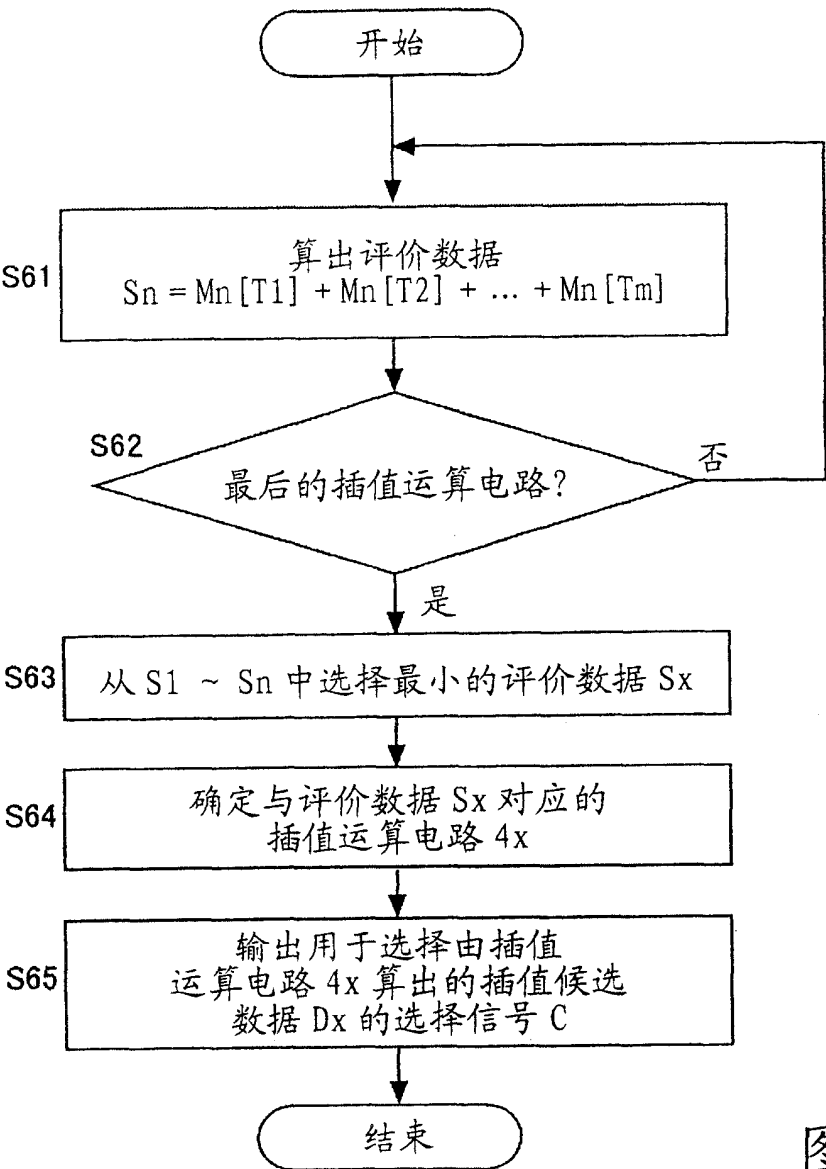


图 6

第 1 插值运算电路	S1
第 2 插值运算电路	S2
⋮	⋮
第 n 插值运算电路	Sn

图 7

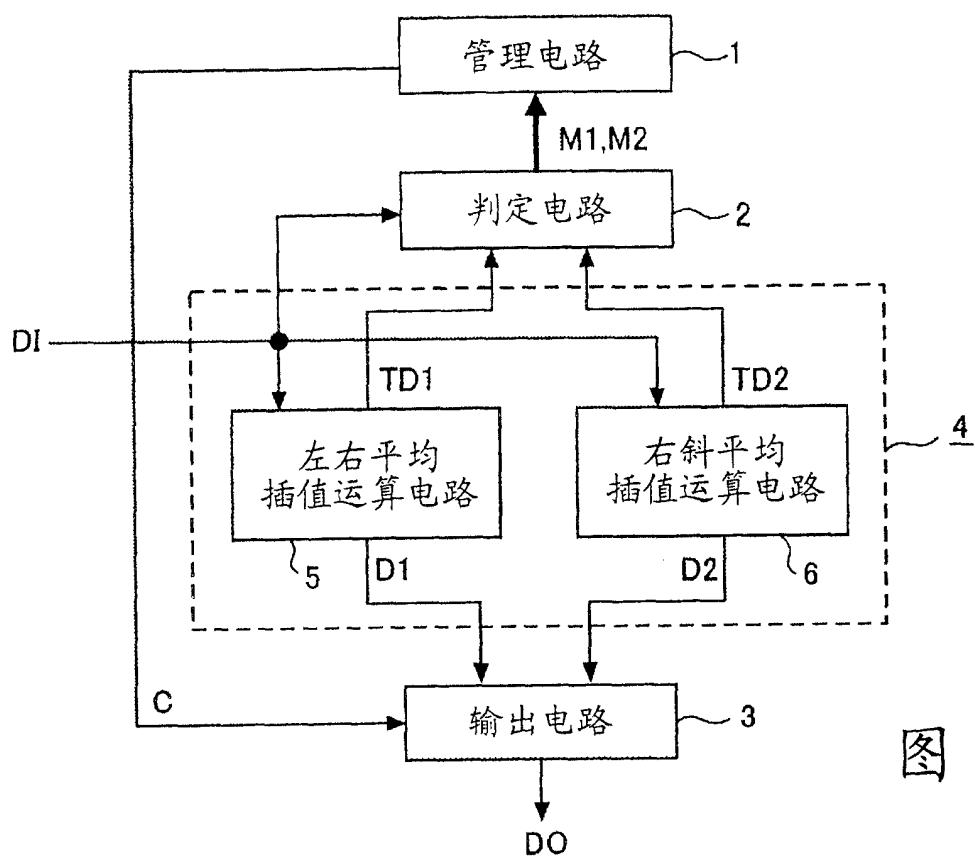


图 8

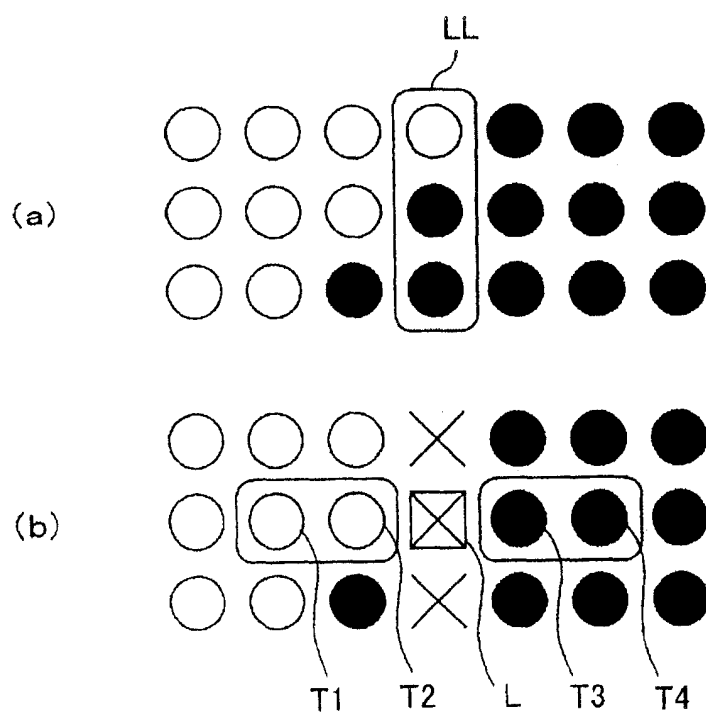


图 9

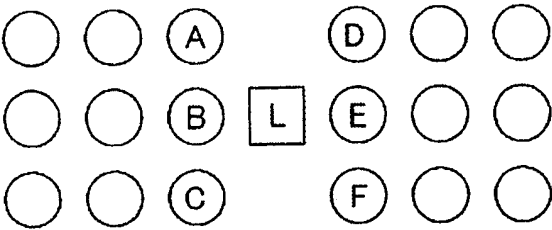


图 10

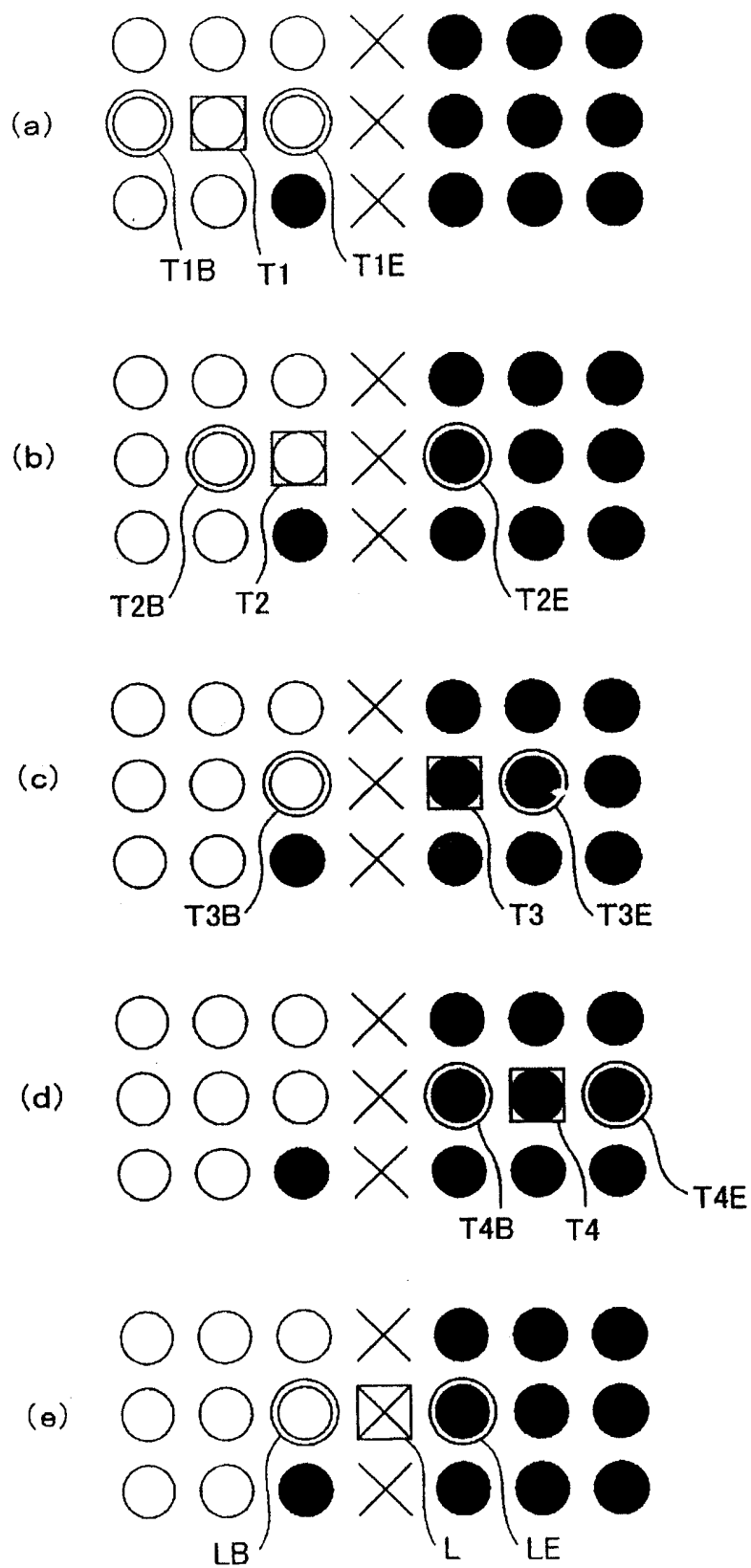


图 11

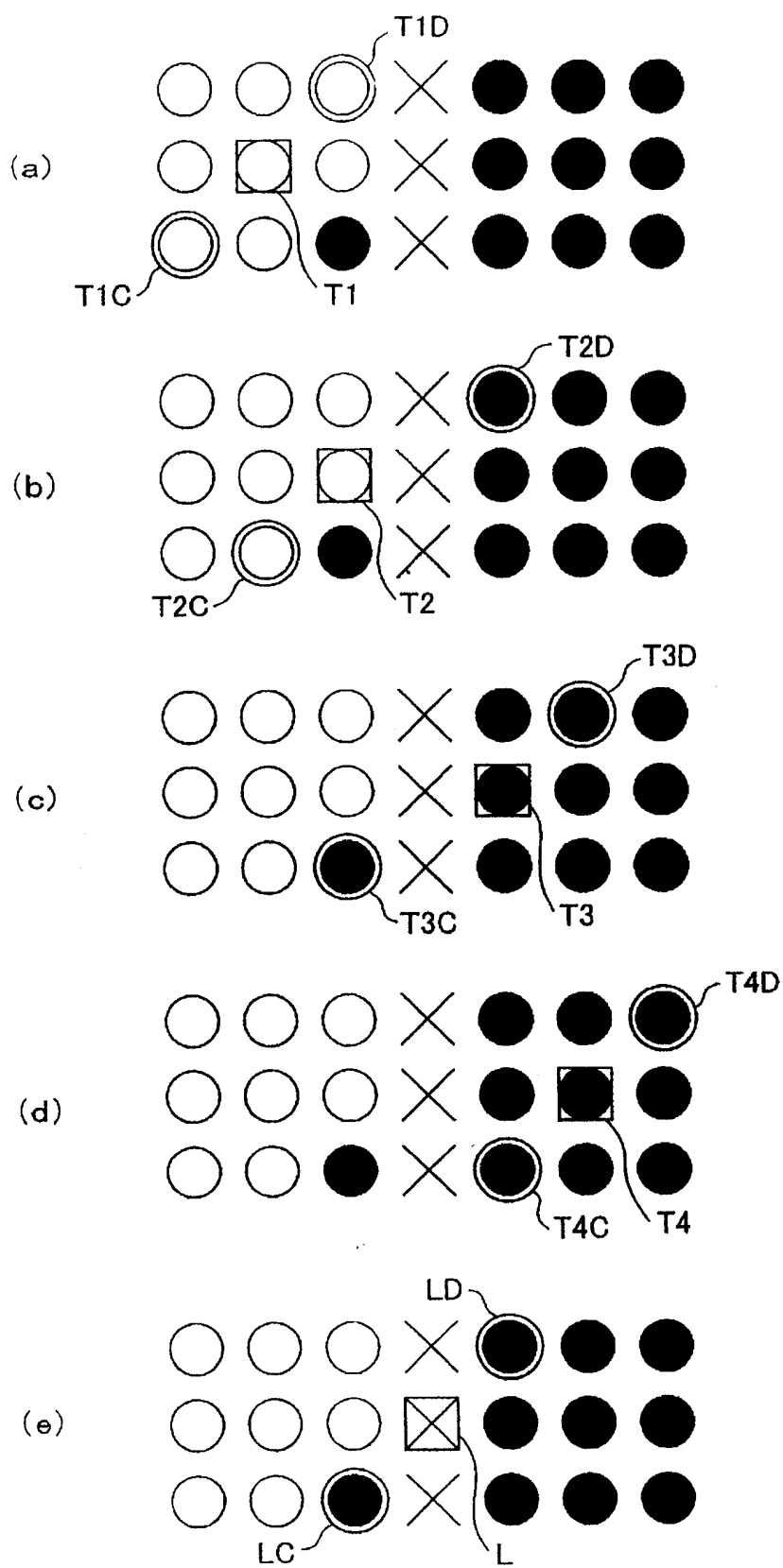


图 12

	T1	T2	T3	T4
M1	0	127.5	127.5	0
M2	0	127.5	0	0

图 13

S1	255
S2	127.5

图 14

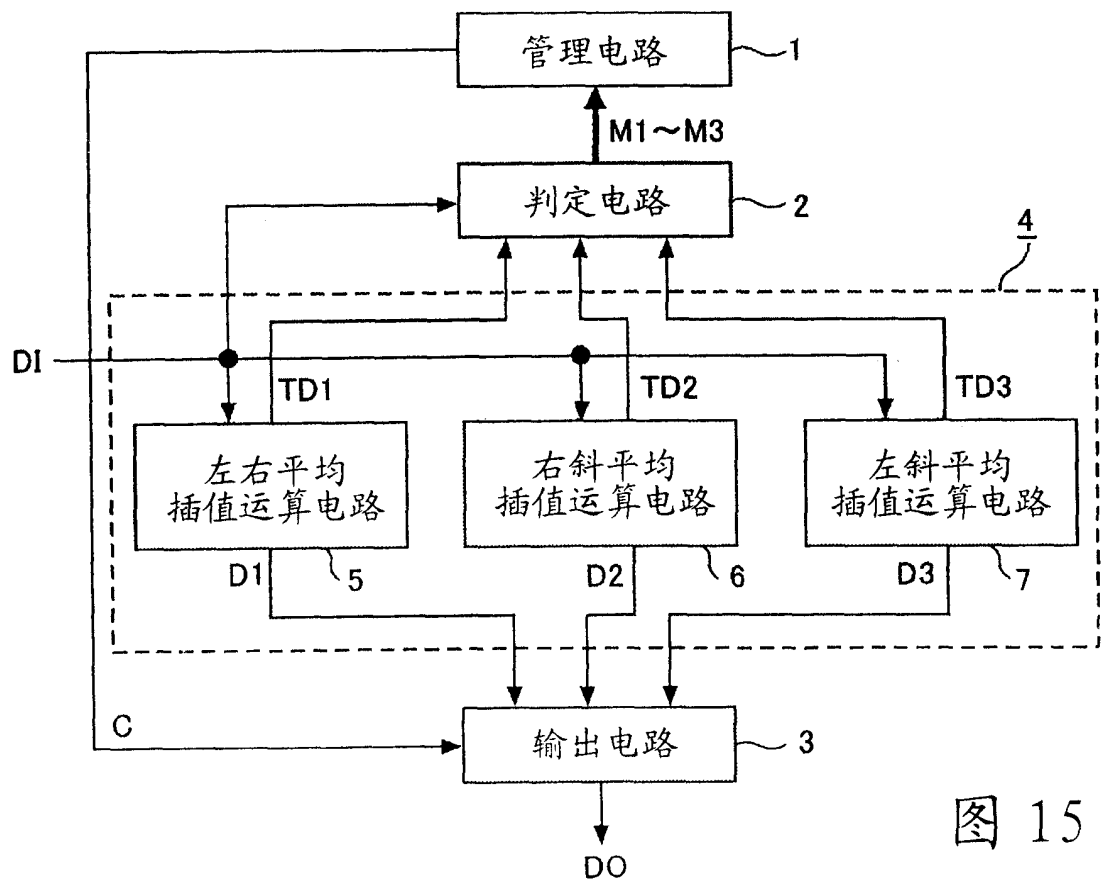


图 15

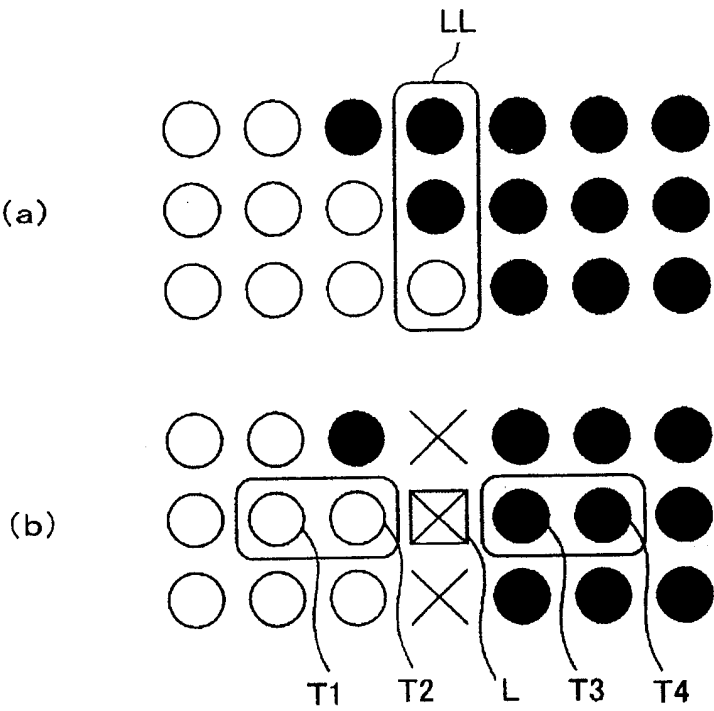


图 16

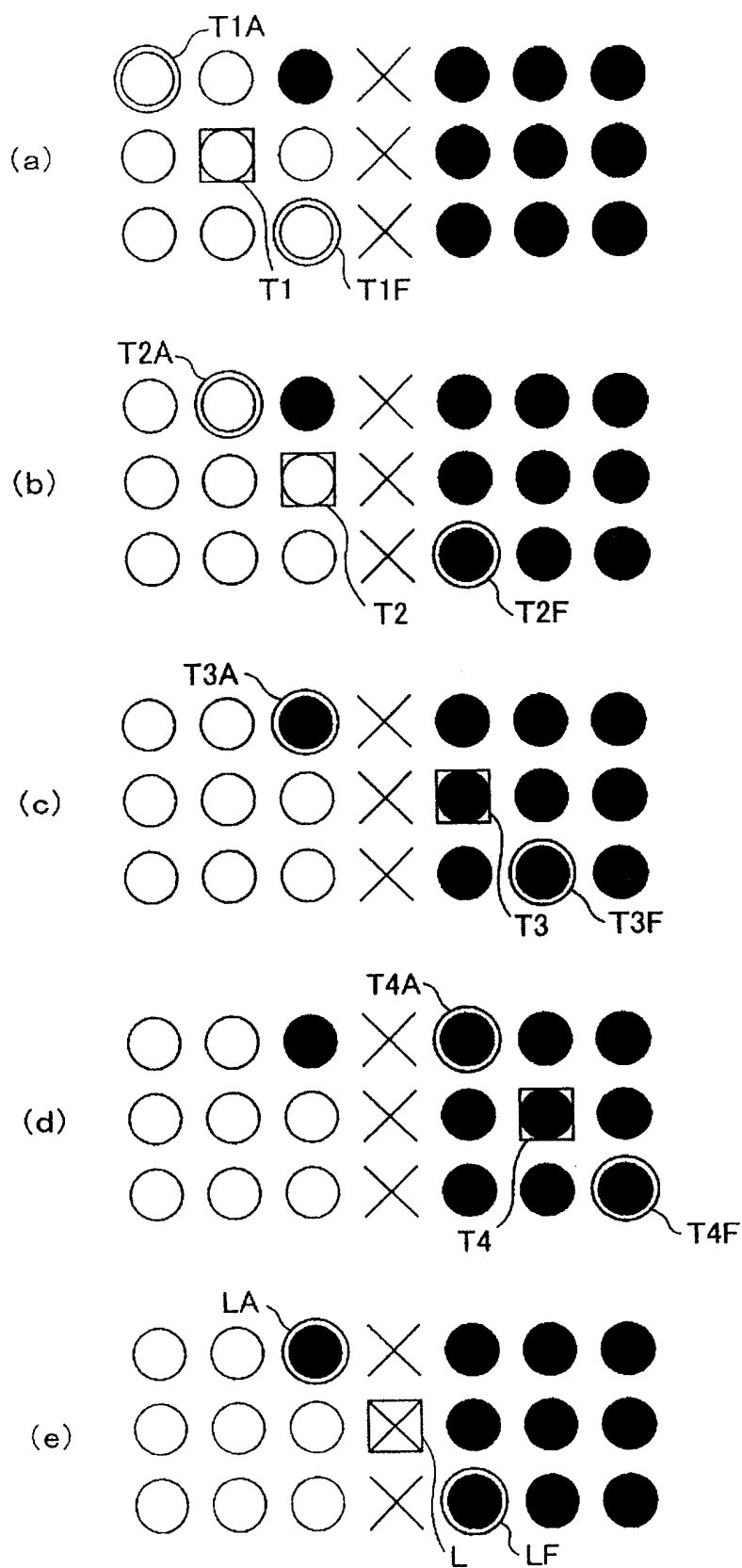


图 17

	T1	T2	T3	T4
M1	0	127.5	127.5	0
M2	127.5	127.5	127.5	0
M3	0	127.5	0	0

图 18

S1	255
S2	382.5
S3	127.5

图 19

	T1	T2	T3	T4
M1	-1	1	1	-1
M2	-1	1	-1	-1

图 20

S1	0
S2	-2

图 21