

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 1/409 (2006.01)

G06T 5/20 (2006.01)

H04N 5/208 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410063574.X

[45] 授权公告日 2006 年 12 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1292576C

[22] 申请日 2004.7.12

[21] 申请号 200410063574.X

[30] 优先权

[32] 2003.7.11 [33] JP [31] 273155/03

[73] 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 横山一树 上田和彦 浅野光康

洼园猛 稻田哲治

审查员 王加新

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 邸万奎 黄小临

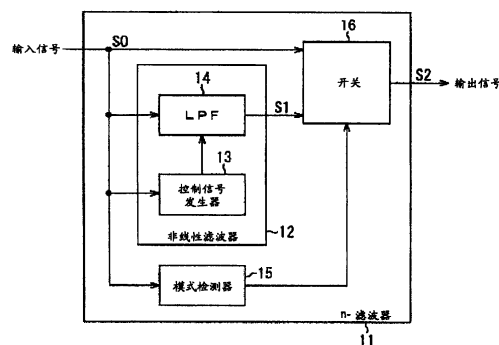
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 11 页

[54] 发明名称

信号处理设备及方法、记录介质和程序

[57] 摘要

根据本发明的 n -滤波器包括非线性滤波器、模式检测器和开关。非线性滤波器保持构成输入图像信号的像素的波动中幅度大于预定阈值的急剧升降边缘，同时使不包括边缘的非边缘部分变得平滑。模式检测器检测构成输入图像信号的像素的波动的精细边缘，并通知开关存在精细边缘。根据来自模式检测器的通知，开关将输入图像信号或从非线性滤波器输出的图像信号输出到下一级。



1、一种用来调节以线栅次序排列的图像信号的电平的信号处理设备，该设备包括：

第一指定装置，用来按顺序指定每个所述图像信号作为目标信号；

第二指定装置，用来基于由所述第一指定装置指定的目标信号，从所述图像信号中指定多个与目标信号水平相邻的相邻信号；

计算装置，用来计算目标信号和多个相邻信号之差以及该差的绝对值，并根据该差的绝对值和第一阈值之间的比较结果，计算目标信号和多个相邻信号的加权平均作为平滑信号，其中如果相邻信号和目标信号之差的绝对值大于第一阈值，则使用目标信号代替相邻信号来计算加权平均；

确定装置，用来计算目标信号和多个相邻信号之差以及该差的绝对值，并根据该差的绝对值和小于第一阈值的第二阈值之间的比较结果，来确定目标信号附近是否存在精细边缘，其中如果目标信号与其左边和右边中的一边的相邻信号之差的绝对值都小于第二阈值，目标信号与其左边和右边中的另一边的相邻信号之差的绝对值都大于或等于第二阈值，并且目标信号与其左边和右边中的所述另一边的相邻信号之差具有相同的正负号，则确定装置确定目标信号附近存在精细边缘，否则，确定装置确定目标信号附近不存在精细边缘；

选择装置，用来根据由确定装置确定的结果，选择平滑信号和目标信号中的一个，其中如果确定目标信号附近存在精细边缘，则选择装置选择目标信号，如果确定目标信号附近不存在精细边缘，则选择装置选择平滑信号。

2、如权利要求1所述的信号处理设备，其中，所述图像信号为构成图像的像素的像素值。

3、一种用来调节以线栅次序排列的图像信号的电平的信号处理方法，该方法包括：

第一指定步骤，按顺序指定每个所述图像信号作为目标信号；

第二指定步骤，基于由所述第一指定步骤指定的目标信号，从所述图像信号中指定多个与目标信号水平相邻的相邻信号；

计算步骤，计算目标信号和多个相邻信号之差以及该差的绝对值，并根据该差的绝对值和第一阈值之间的比较结果，计算目标信号和多个相邻信号

的加权平均作为平滑信号，其中如果相邻信号和目标信号之差的绝对值大于第一阈值，则使用目标信号代替相邻信号来计算加权平均；

确定步骤，计算目标信号和多个相邻信号之差以及该差的绝对值，并根据该差的绝对值和小于第一阈值的第二阈值之间的比较结果，来确定目标信号附近是否存在精细边缘，其中如果目标信号与其左边和右边中的一边的相邻信号之差的绝对值都小于第二阈值，目标信号与其左边和右边中的另一边的相邻信号之差的绝对值都大于或等于第二阈值，并且目标信号与其左边和右边中的所述另一边的相邻信号之差具有相同的正负号，则确定目标信号附近存在精细边缘，否则确定目标信号附近不存在精细边缘；

选择步骤，根据由确定步骤确定的结果，选择平滑信号和目标信号中的一个，其中如果确定目标信号附近存在精细边缘，则选择目标信号，如果确定目标信号附近不存在精细边缘，则选择平滑信号。

信号处理设备和方法、记录介质和程序

技术领域

本发明涉及一种信号处理设备和方法、记录介质和程序，特别涉及这样一种信号处理设备和方法、记录介质和程序，例如，其适用于保持构成图像的像素的急剧升降边缘，同时使不包括边缘的非边缘部分变得平滑。

背景技术

为了增加摄像机中诸如电荷耦合装置(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS)的图像捕获设备捕获的图像的对比度(即亮度对比度)及清晰度(即轮廓的清晰程度)，已有通过灰度转换和高频分量增强方法来增强图像中高频分量的对比度实现的对比度增强方法可用。

已经提出了多种对比度增强方法：一种称作色调曲线调节，使用有着预定输入输出关系(下文中称作电平转换函数)的函数来转换图像中像素的电平；一种称作直方图均衡，根据像素电平的频率分布来适应性地变换电平转换函数。

已经提出了称作模糊屏蔽的高频分量增强方法，用于提取图像的边缘并增强所提取的边缘，即所谓的轮廓增强。

然而，在对比度增强方法中，仅可以增加图像中的在整个动态范围(最大电平和最小电平之差)中部分亮度区域的对比度。此外，在色调曲线调节中，对比度在图像中最亮的部分和最暗的部分减小，而在直方图均衡中，对比度在具有较少的频率分布的亮度区域中减小。此外，在高频分量增强方法中，由于只增强了图像中高频分量的对比度，因而，图像中接近边缘的区域被不自然地增强，图像质量会不可避免地降低。

在例如日本未审查专利出版物第 2001-298621 号中已公开了这样一种方法，其保持像素值急剧变化的急剧升降边缘，同时通过所安装的图像信号处理设备放大输入图像数据中不包括边缘的非边缘部分，以增强非边缘部分，如图 1 所示。

在图 1 所示的图像信号处理设备中，将由像素(像素值)构成的输入图像信

号输入到 ε -滤波器1及减法器2中。举例来说,如果将如图2A所示在幅度大于预定阈值 ε_1 的急剧升降边缘前后轻微波动的图像信号输入到 ε -滤波器1中,则将该图像信号转换为只提取边缘的图像信号,如图2B所示。然后,将转换后的图像信号输出到减法器2和加法器4中。

现在,参考图3和图4来描述 ε -滤波器1进行的特定处理。 ε -滤波器按顺序指定输入图像的每个像素为目标像素C。如图3所示, ε -滤波器1在目标像素C附近设置包括水平方向上连续排列的多个相邻像素(此情况下为:像素L2、L1、R1和R2)的抽头(tap),并且,可使用抽头系数(例如{1,2,3,2,1})获得目标像素C和多个相邻像素的像素值的加权平均,如公式(1)所示,将其作为与目标像素C对应的转换结果C'输出。

$$C' = (1 \cdot L2 + 2 \cdot L1 + 3 \cdot C + 2 \cdot R1 + 1 \cdot R2)/9 \quad \dots\dots(1)$$

然而,如果目标像素C和相邻像素之差大于预定阈值 ε_1 (在图4中,目标像素C和相邻像素R2之差大于预定阈值 ε_1),则使用目标像素C的像素值,而不是相邻像素的像素值来进行计算。换句话说,在图4的情况下,进行如公式(2)所示的计算。

$$C' = (1 \cdot L2 + 2 \cdot L1 + 3 \cdot C + 2 \cdot R1 + 1 \cdot C)/9 \quad \dots\dots(2)$$

回到图1来看,减法器2从从前一级输入的图像信号(这个信号与输入 ε -滤波器1的信号相同)中减去从 ε -滤波器1输入的图像信号,从而提取出不包括边缘的、轻微波动的图像信号。接下来,减法器2将提取出的图像信号输出到放大器3中。放大器3将从减法器2输出的图像信号放大,并将放大的图像信号输出到加法器4中。加法器4将从放大器3输出的放大了不包括边缘的非边缘部分的图像信号与从 ε -滤波器1输入的只提取了边缘的图像信号相加。相加结果为保持了急剧升降边缘并放大了非边缘部分的图像信号。

根据图1所示的图像信号处理设备中的 ε -滤波器1,如果像素电平急剧变化的边缘的幅度小于预定阈值 ε_1 ,如图5所示,从 ε -滤波器1输出的转换的图像信号被平滑了,如图6所示,没有急剧升降边缘。因此,简单模式图像等,尤其是包括精细边缘的图像的质量会有较大的下降。

发明内容

为了解决上述问题,本发明的目的是保持精细边缘,同时使不包括边缘的非边缘部分变得平滑。

根据本发明的一种信号处理设备包括：第一指定单元，用来按顺序指定连续排列的每个信号作为目标信号；第二指定单元，用来基于由所述第一指定单元指定的目标信号，从连续排列的信号中指定多个相邻信号；计算单元，用来计算目标信号和多个相邻信号之差，并根据该差和第一阈值之间的比较结果，通过获得目标信号和多个相邻信号的加权平均，来计算平滑信号；确定单元，用来计算目标信号和多个相邻信号之差，并根据该差和小于第一阈值的第二阈值之间的比较结果，来确定目标信号附近是否存在精细边缘；选择单元，用来根据由确定单元确定的结果，选择平滑信号和目标信号中的一个。

该信号可以是构成图像的像素的像素值。

根据本发明的一种信号处理方法包括：第一指定步骤，按顺序指定每个连续排列的信号作为目标信号；第二指定步骤，基于由所述第一指定步骤指定的目标信号，从连续排列的信号中指定多个相邻信号；计算步骤，计算目标信号和多个相邻信号之差，并根据该差和第一阈值之间的比较结果，通过获得目标信号和多个相邻信号的加权平均，来计算平滑信号；确定步骤，计算目标信号和多个相邻信号之差，并根据该差和小于第一阈值的第二阈值之间的比较结果，来确定目标信号附近是否存在精细边缘；选择步骤，根据由确定步骤确定的结果，选择平滑信号和目标信号中的一个。

根据本发明的一种记录介质中的程序包括：第一指定步骤，按顺序指定每个连续排列的信号作为目标信号；第二指定步骤，基于由所述第一指定步骤指定的目标信号，从连续排列的信号中指定多个相邻信号；计算步骤，计算目标信号和多个相邻信号之差，并根据该差和第一阈值之间的比较结果，通过获得目标信号和多个相邻信号的加权平均，来计算平滑信号；确定步骤，计算目标信号和多个相邻信号之差，并根据该差和小于第一阈值的第二阈值之间的比较结果，来确定目标信号附近是否存在精细边缘；选择步骤，根据由确定步骤确定的结果，选择平滑信号和目标信号中的一个。

根据本发明的一种程序包括：第一指定步骤，按顺序指定每个连续排列的信号作为目标信号；第二指定步骤，基于由所述第一指定步骤指定的目标信号，从连续排列的信号中指定多个相邻信号；计算步骤，计算目标信号和多个相邻信号之差，并根据该差和第一阈值之间的比较结果，通过获得目标信号和多个相邻信号的加权平均，来计算平滑信号；确定步骤，计算目标信

号和多个相邻信号之差，并根据该差和小于第一阈值的第二阈值之间的比较结果，来确定目标信号附近是否存在精细边缘；选择步骤，根据由确定步骤确定的结果，选择平滑信号和目标信号中的一个。

根据本发明的信号处理设备、信号处理方法及程序，计算目标信号和多个相邻信号之差，并根据该差和第一阈值之间的比较结果，通过获得目标信号和多个相邻信号的加权平均，来计算平滑信号。而且，并根据该差和小于第一阈值的第二阈值之间的比较结果，来确定目标信号附近是否存在精细边缘，并选择平滑信号和目标信号中的一个。

根据本发明，可保持像素值的精细边缘，同时使不包括边缘的非边缘部分变得平滑。

附图说明

图 1 为显示了用于保持图像中的急剧升降边缘，同时增强不包括边缘的非边缘部分的图像信号处理设备的结构的例子方框图；

图 2A 显示了输入到图 1 所示的 ε -滤波器的图像信号；

图 2B 显示了从 ε -滤波器输出的图像信号；

图 3 显示了在 ε -滤波器中使用的抽头的例子；

图 4 为说明 ε -滤波器的操作的图；

图 5 为说明 ε -滤波器的问题的图；

图 6 为说明 ε -滤波器的所述问题的图；

图 7 为显示根据本发明实施例的 n -滤波器的结构的例子方框图；

图 8 为由 n -滤波器进行滤波处理的流程图；

图 9 为图 8 中所示步骤 S4 中的处理的流程图；

图 10 显示了确定存在精细边缘的例子；

图 11 显示了确定不存在精细边缘的例子；

图 12 显示了确定不存在精细边缘的例子；

图 13 为显示了根据本发明另一个实施例的个人计算机的结构的例子方框图。

具体实施方式

将通过参考附图来描述本发明的实施例。

图 7 显示了根据本发明实施例的非线性滤波器(下文中称作 n-滤波器 11)的例子, 其具有检测像素值的模式(pattern)的功能。使用 n-滤波器 11 来替代图 1 所示图像信号处理设备中的 ε -滤波器 1, n-滤波器 11 包括非线性滤波器 12、模式检测器 15 及开关 16。非线性滤波器 12 保持幅度大于构成输入图像信号 S0 的像素的波动的阈值 ε_1 的急剧升降边缘, 并使不包括边缘的非边缘部分变得平滑。模式检测器 15 检测构成输入图像信号 S0 的像素的波动中的精细边缘, 并向开关通知存在精细边缘。开关 16 根据来自模式检测器 15 的通知, 将输入图像信号 S0 或从非线性滤波器 12 输出的图像信号 S1 输出到下一级, 作为输出信号 S2。

非线性滤波器 12 包括控制信号发生器 13 和低通滤波器(LPF)14。控制信号发生器 13 计算目标像素 C 的像素值和相邻像素 L2、L1、R1 和 R2 的像素值之差的绝对值, 并根据计算结果来控制 LPF 14。LPF 14 对输入图像信号 S0 进行非线性滤波过程。举例来说, 非线性滤波器 12 可以是上述 ε -滤波器 1。

下面参考图 8 所示的流程图, 利用图 3 所示的使用包括目标像素 C 的五个像素的抽头的例子, 来描述 n-滤波器 11 进行的滤波处理。

在步骤 S1 中, 控制信号发生器 13 按顺序指定以线栅(raster)次序排列且构成输入图像信号 S0 的每个像素作为目标像素 C。在步骤 S2 中, 控制信号发生器 13 指定与目标像素 C 水平相邻的相邻像素 L2、L1、R1 和 R2。此外, 控制信号发生器 13 将指定的目标像素 C 和相邻像素 L2、L1、R1 和 R2 通知给模式检测器 15。

在步骤 S3 中, 控制信号发生器 13 计算绝对值 $|C-L2|$ 、 $|C-L1|$ 、 $|C-R1|$ 、 $|C-R2|$, 即目标像素 C 的像素值分别与相邻像素 L2、L1、R1 和 R2 的像素值之差的绝对值, 将计算出的每个绝对值与预定阈值 ε_1 进行比较, 并根据比较结果控制 LPF 14。LPF 14 根据控制信号发生器 13 的控制, 对输入图像信号 S0 进行非线性滤波处理。更确切地说, 例如, 利用抽头系数获得目标像素 C 的像素值和多个相邻像素的像素值的加权平均, 如公式(1)所示, 作为与目标像素 C 相对应的转换结果 C' 输出。然而, 如果目标像素 C 的像素值和相邻像素的像素值之差的绝对值大于预定阈值 ε_1 , 则使用目标像素 C 的像素值代替该相邻像素的像素值, 来计算加权平均。

在步骤 S4 中, 模式检测器 15 计算目标像素 C 的像素值和相邻像素 L2、

L1、R1 和 R2 的像素值之差的绝对值，并将计算出的每个绝对值同远小于阈值 ε_1 的阈值 ε_2 进行比较，来确定目标像素 C 附近是否存在精细边缘。

现在参考图 9 来描述在步骤 S4 中进行的精细边缘确定过程。在步骤 S11 中，模式检测器 15 计算目标像素 C 的像素值和相邻像素 L2、L1、R1 和 R2 的像素值之差的绝对值，并确定是否计算出的所有绝对值都比阈值 ε_2 小。如果在步骤 S11 中确定计算出的所有绝对值都比阈值 ε_2 小，那么在步骤 S14 中可以确定目标像素 C 附近不存在精细边缘。

相反，在步骤 S11 中，如果确定计算出的任何绝对值大于或等于阈值 ε_2 ，则模式检测器 15 进入步骤 S12。在步骤 S12 中，模式检测器 15 确定是否目标像素 C 与其左边和右边中的一边的相邻像素(例如，相邻像素 L2 和 L1)之差的所有绝对值都比阈值 ε_2 小，目标像素 C 与其左边和右边中的另一边的相邻像素(在此情况中，为相邻像素 R1 和 R2)之差的所有绝对值都大于或等于阈值 ε_2 ，并且目标像素 C 与其左边和右边中的所述另一边的相邻像素(在此情况中，为相邻像素 R1 和 R2)之差具有相同的正负符号。如果模式检测器 15 确定上述所有条件获得了满足，并且步骤 S12 中的确定结果为肯定，模式检测器 15 进入步骤 S13。在步骤 S13 中，模式检测器 15 确定目标像素 C 附近存在精细边缘。

如果模式检测器 15 确定未满足上述所有条件，并且步骤 S12 中的确定结果为否定，则模式检测器 15 进入步骤 S14。在步骤 S14 中，模式检测器 15 确定目标像素 C 附近不存在精细边缘。

例如，当目标像素 C 和相邻像素 L2、L1、R1 和 R2 有如图 10 所示的关系：绝对值 $|L2-C|$ 和 $|L1-C|$ ，即目标像素 C 与其左边的相邻像素 L2 和 L1 之差的绝对值，分别比阈值 ε_2 小；绝对值 $|R1-C|$ 和 $|R2-C|$ ，即目标像素 C 与其右边的相邻像素 R1 和 R2 之差的绝对值分别大于或等于阈值 ε_2 ；并且目标像素 C 与其右边的相邻像素 R1 和 R2 之差 $(R1-C)$ 和 $(R2-C)$ 有着同样的符号(在此情况中，其为正)。于是，确定目标像素 C 附近存在精细边缘。

同样地，例如，当目标像素 C 和相邻像素 L2、L1、R1 和 R2 有如图 11 所示的关系：尽管绝对值 $|L2-C|$ 和 $|L1-C|$ 比阈值 ε_2 小，并且绝对值 $|R1-C|$ 和 $|R2-C|$ 大于或等于阈值 ε_2 ，但是该差 $(R1-C)$ 和 $(R2-C)$ 有着不同的符号(在此情况中， $(R1-C)$ 为正，而 $(R2-C)$ 为负)。于是，确定目标像素 C 附近不存在精细边缘。

此外, 例如, 当目标像素 C 和相邻像素 L2、L1、R1 和 R2 有如图 12 所示的关系: 在目标像素 C 与其左边的相邻像素之差的绝对值中只有一个比阈值 $\epsilon/2$ 小, 而目标像素 C 与其右边的相邻像素之差的绝对值均不小于阈值 $\epsilon/2$ 。于是, 确定目标像素 C 附近不存在精细边缘。

在步骤 S4 中确定目标像素 C 附近是否存在精细边缘之后, 如上所述, 模式检测器 15 进入图 8 中的步骤 S5。如果在步骤 S5 中, 根据步骤 S4 的确定结果, 确定目标像素 C 附近存在精细边缘, 则模式检测器 15 进入步骤 S6, 通知开关 16 目标像素 C 附近存在精细边缘。根据该通知, 开关 16 将输入图像信号 S0 输出到下一级。

相反, 如果在步骤 S5 中, 根据步骤 S4 的确定结果, 确定目标像素 C 附近不存在精细边缘, 则模式检测器 15 进入步骤 S7, 通知开关 16 目标像素 C 附近不存在精细边缘。根据该通知, 开关 16 将从非线性滤波器 12 输出的图像信号 S1 输出到下一级。

接下来, 处理过程回到步骤 S1。指定作为相邻像素 R1 的像素为新的目标像素 C, 重复与上述过程相似的过程。于是, 如上所述, n-滤波器 11 进行滤波过程。

如上所述, n-滤波器 11 基于阈值 $\epsilon/2$ 检测精细边缘, 并且对存在精细边缘的部分不使用非线性滤波器 12 的输出。因此, 可以避免简单模式图像等, 尤其是包括精细边缘的简单模式图像等的质量的显著下降。

本发明可以应用于各种使用图像信号的设备, 如摄像机、数码照相机、打印机、显示器和计算机。

举例来说, 当本发明应用于计算机图像处理时, 对于调节图像对比度来说, 可以获得高质量的已调节对比度的图像, 同时保持图像的动态范围。同样地, 对于合并不同照明条件下获得的图像来说, 可以仅补偿图像对比度分量的差异, 并可以生成自然的合并图像。

尽管上述一系列处理可通过硬件来执行, 它们也可以用软件来执行。如果这一系列处理用软件来执行, 则将构成该软件的程序从记录介质安装到专用硬件中安装的计算机, 例如如图 13 所示通过安装各种软件而能够执行多种功能的通用个人计算机 50 中。

个人计算机 50 包括中央处理器(CPU)51。CPU 51 通过总线 54 连接到输入/输出接口 55。只读存储器(ROM)52 和随机存储器(RAM)53 连接到总线 54。

输入/输出接口 55 连接到：输入单元 56，其包括输入设备，如键盘、鼠标和遥控器，用来为用户输入操作命令；输出单元 57，用来将合并图像信号输出到显示器；存储单元 58，其包括用来在其中存储程序和各种数据的硬盘驱动器与其它设备；以及通信单元 59，其包括调制解调器、局域网(LAN)适配器等，用来通过网络，通常为 Internet，进行通信处理。而且，输入/输出接口 55 连接到驱动器 60，用来从诸如磁盘 61(包括软盘)、光盘 62(包括只读光盘(CD-ROM)和数字通用光盘(DVD))、磁光盘 63(包括迷你盘(MD))、半导体存储器 64 等的记录介质中读写数据。

将磁盘 61 或半导体存储器 64 中存储的、用来使 CPU 51 进行上述的滤波过程的程序提供给个人计算机 50，该程序由驱动器 60 读取，以安装到存储单元 58 中的硬盘驱动器中。可替换地，可以通过网络提供该程序。将存储单元 58 中安装的程序加载到 RAM 53 中，并根据对应于用户输入到输入单元 56 的命令的来自 CPU 51 的指令来执行。

流程图中描述的步骤不需要按照上述顺序的时间顺序来执行。这些步骤可以并行执行或独立执行。

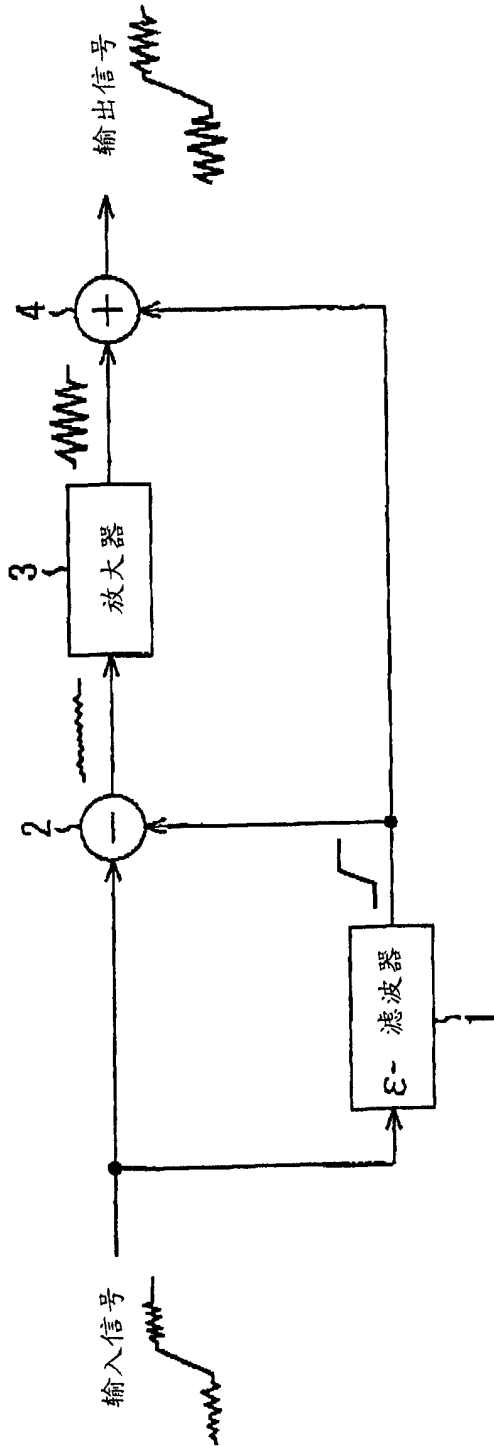


图 1

图 2A

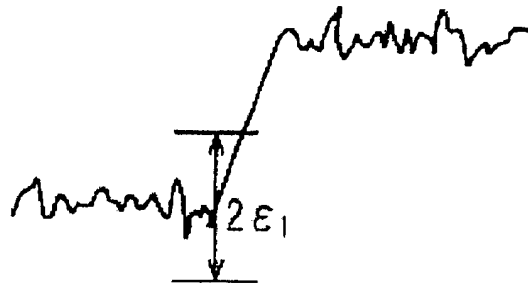


图 2B

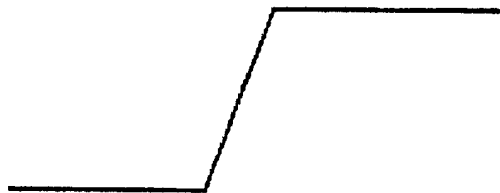


图 3

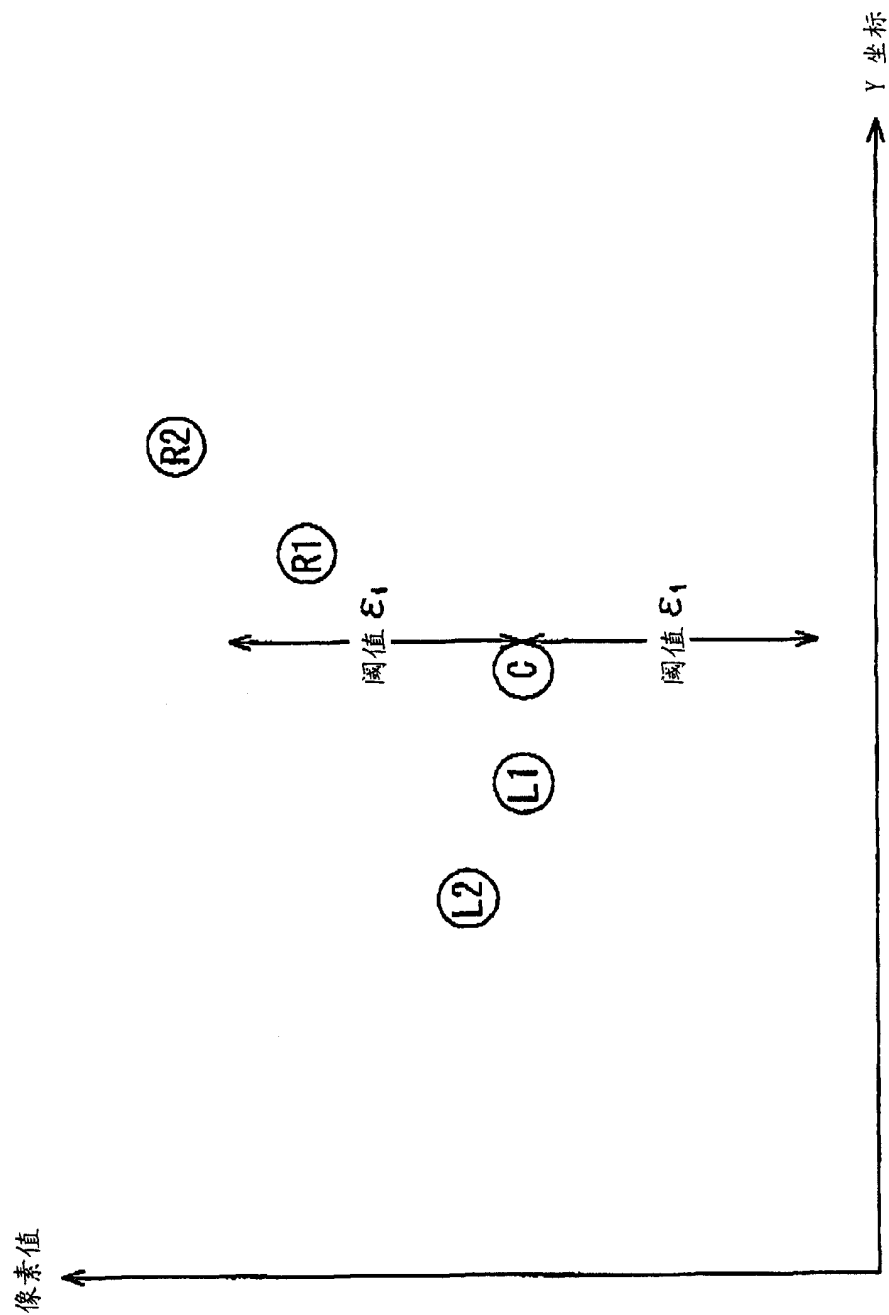


图 4

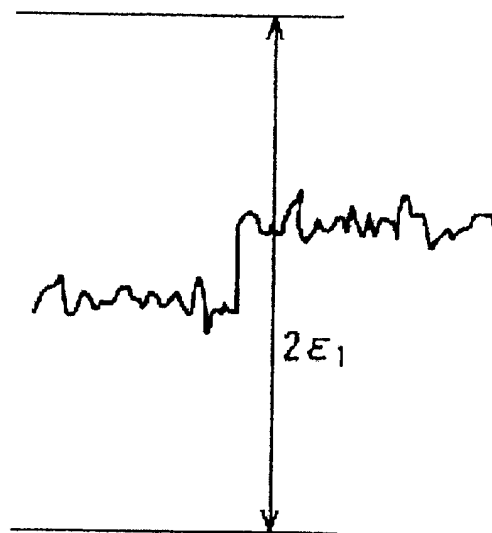


图 5



图 6

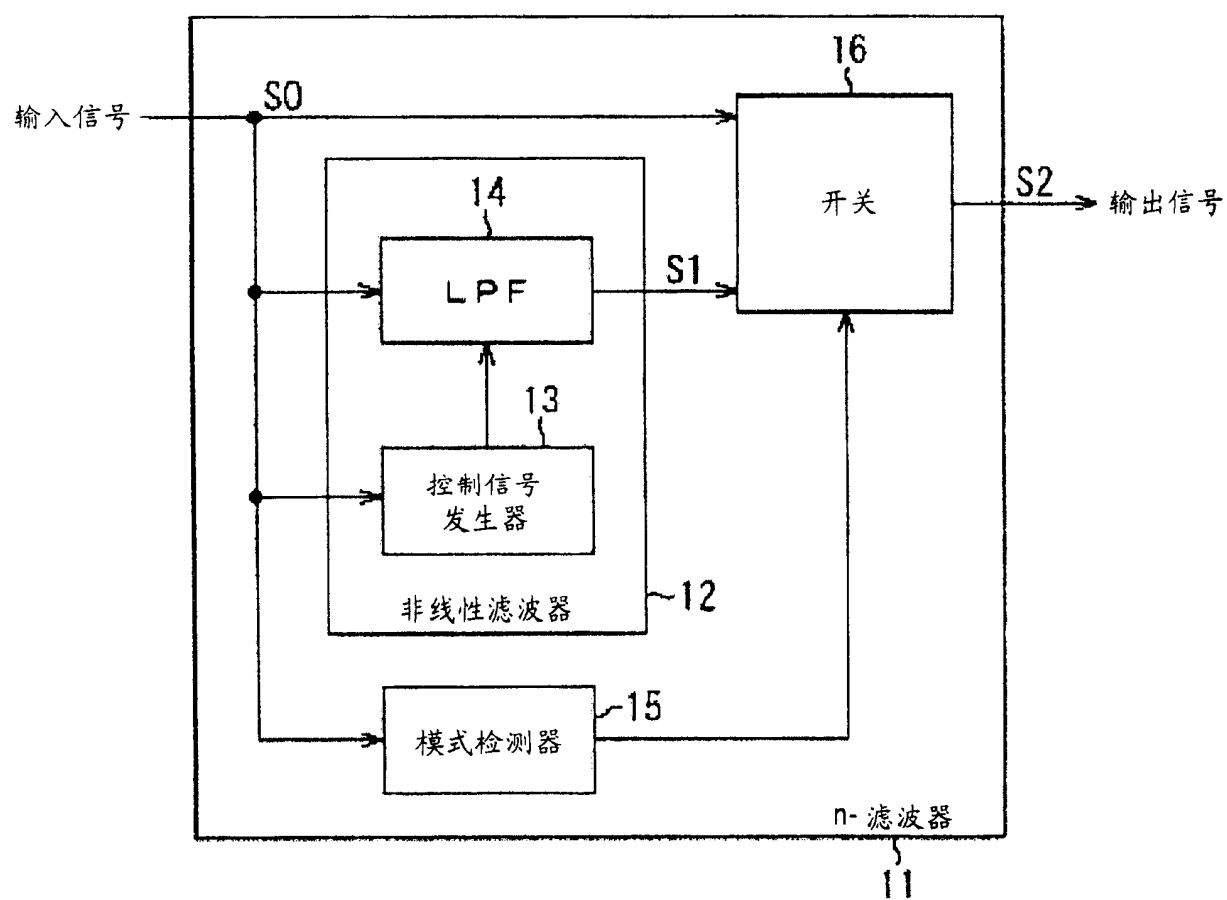


图 7

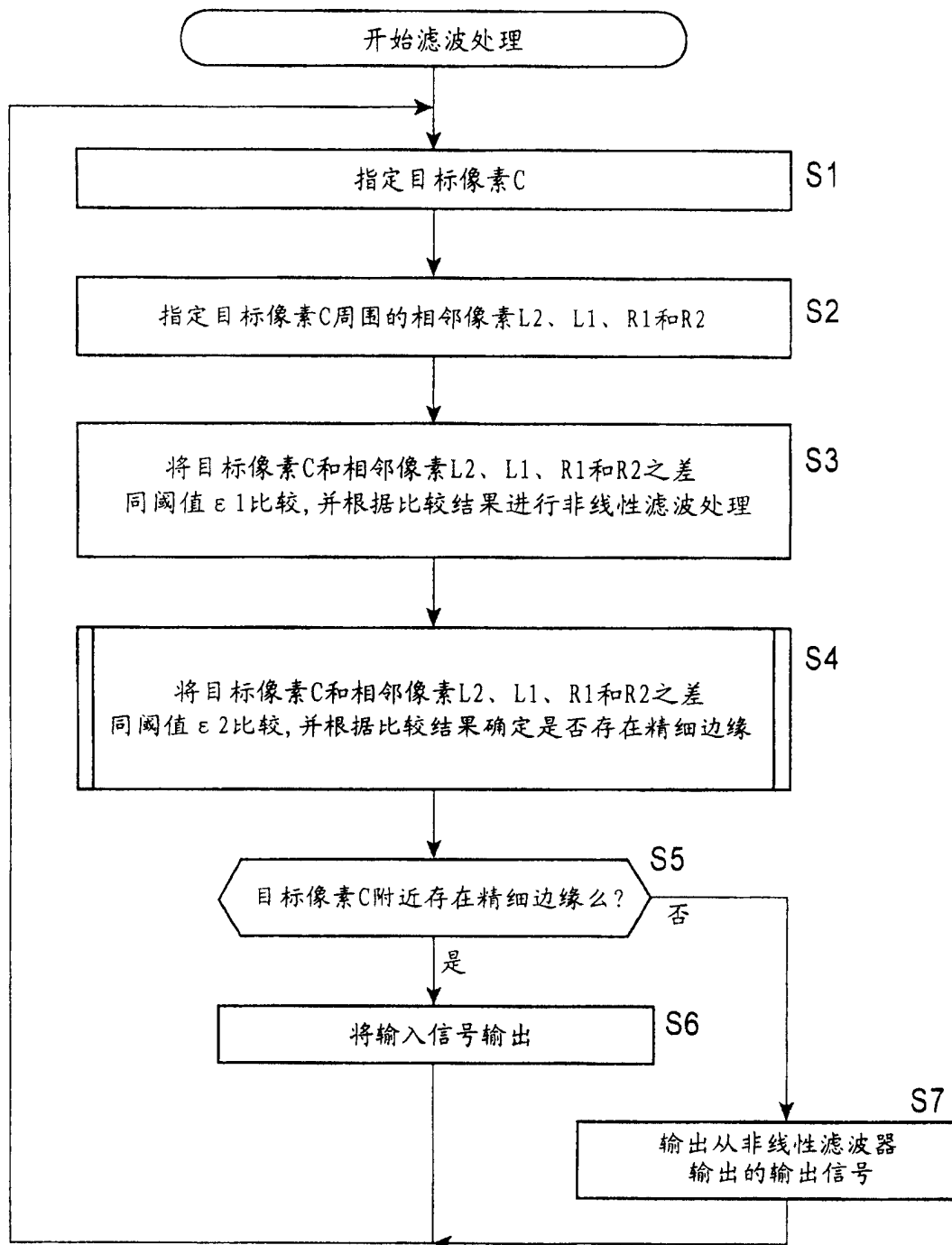


图 8

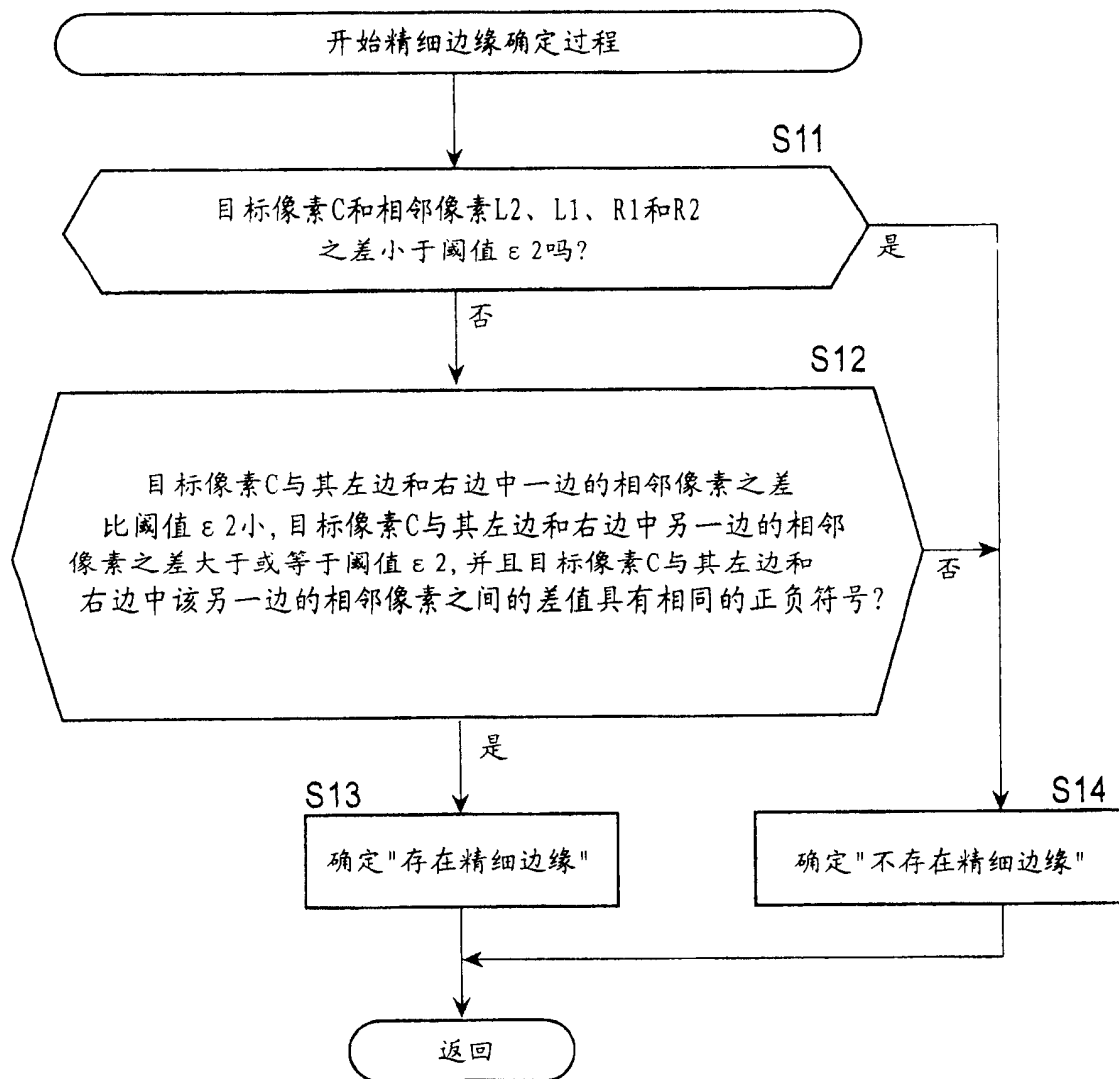


图 9

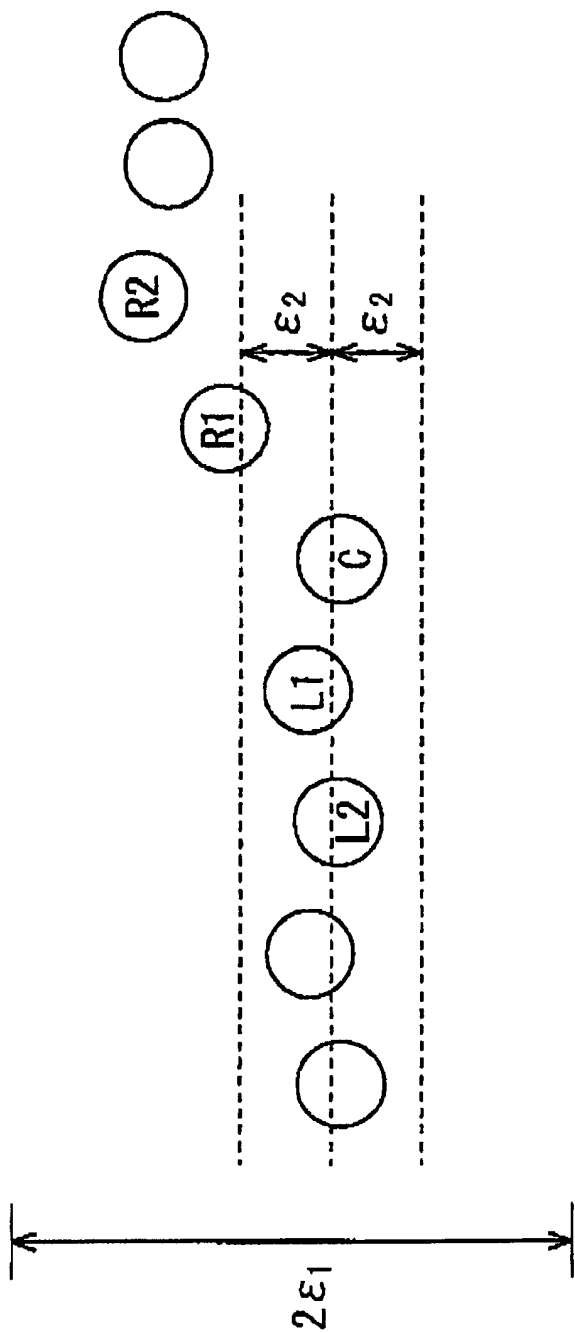


图 10

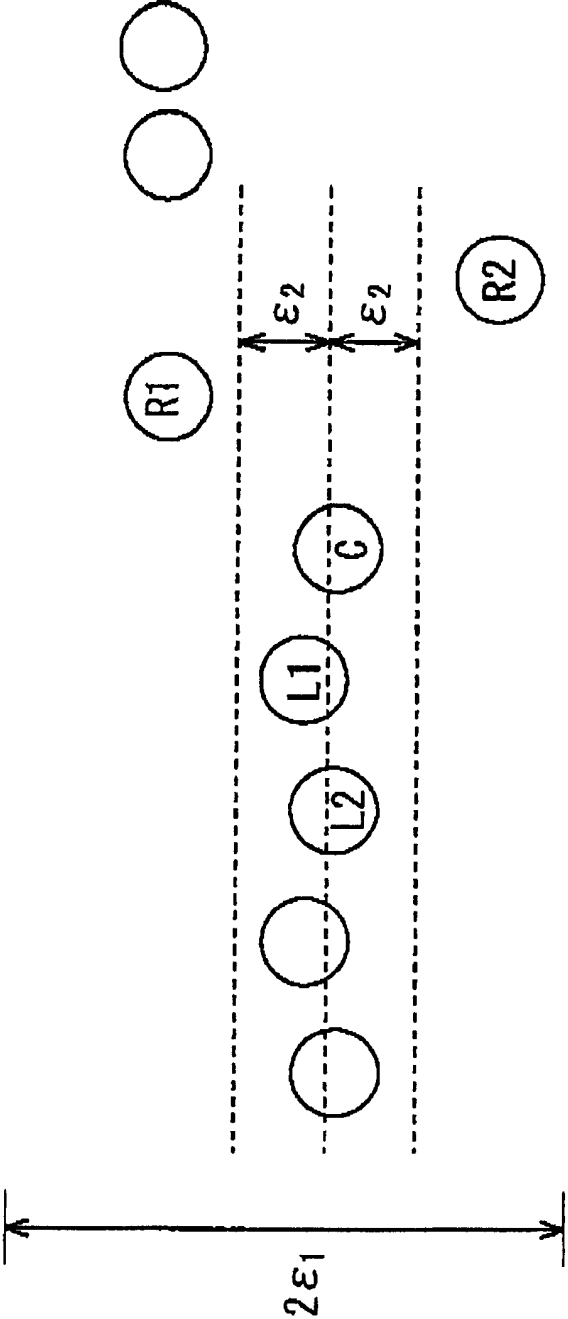


图 11

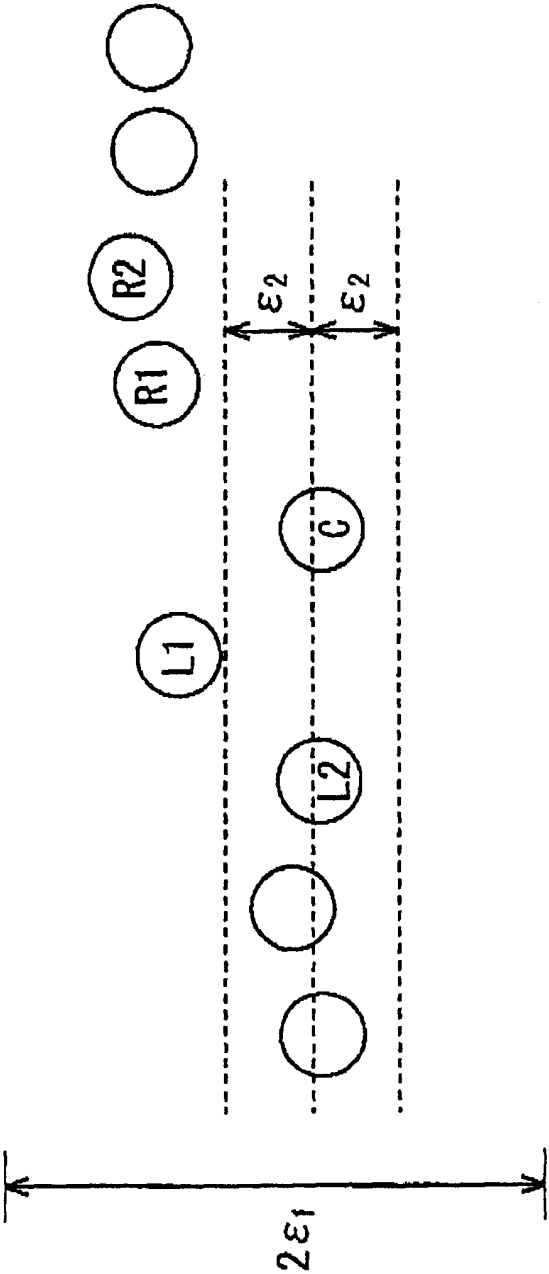


图 12

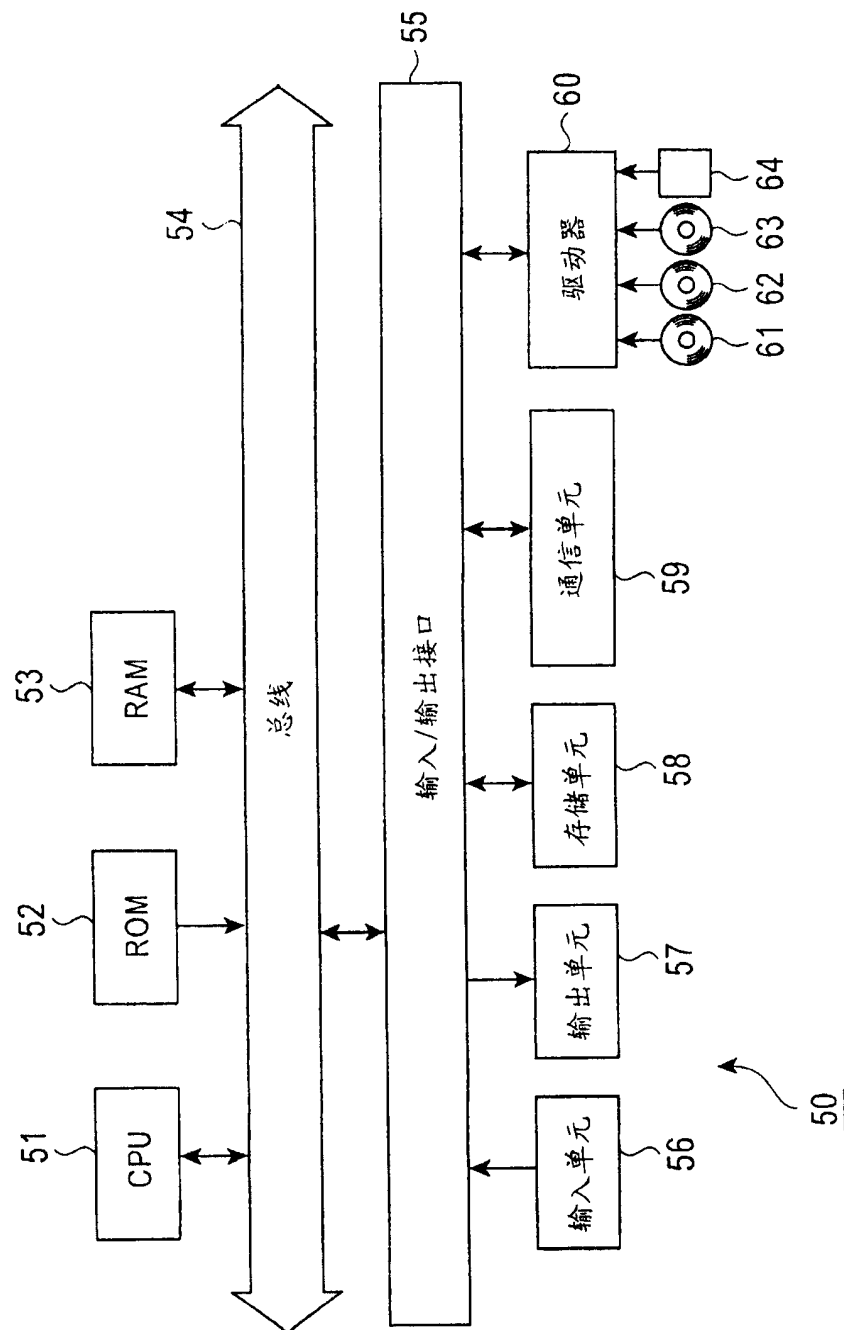


图 13