

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101365053 B

(45) 授权公告日 2010.12.08

(21) 申请号 200810134945.7

G09G 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2008.08.07

G09G 3/36 (2006.01)

(30) 优先权数据

审查员 张伟

2007-207185 2007.08.08 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子 3 丁目 30 番
2 号

(72) 发明人 小林究

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所 (普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 陈立航

(51) Int. Cl.

H04N 5/14 (2006.01)

H04N 5/208 (2006.01)

H04N 5/44 (2006.01)

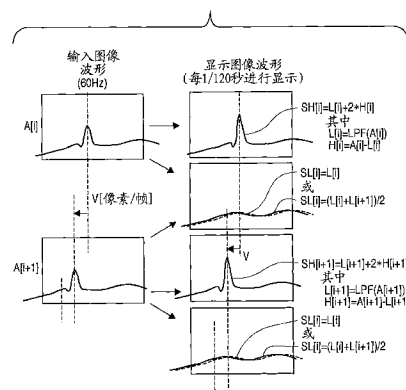
权利要求书 3 页 说明书 23 页 附图 26 页

(54) 发明名称

图像处理设备及控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种图像处理设备及控制方法。本发明能缩小保持型显示装置中的运动模糊,并缩小脉冲型显示装置中的闪烁,并且还能抑制追踪中的如重影或拖尾模糊等失真。LPF 从输入帧生成低频图像数据。还使用减法器 and 加法器来生成高频强调图像数据。尺寸缩小单元缩小低频图像数据以降低像素数。运动检测 / 运动应用单元根据关注帧的缩小图像数据和下一帧的缩小图像数据来进行运动检测和运动应用,以生成位于它们之间的中间位置处的缩小图像数据。尺寸放大单元放大所生成的缩小图像数据。另一 LPF 对放大的图像数据进行滤波并输出该结果作为低频图像数据。开关以两倍于输入帧速率的速度来交替输出高频强调图像和低频图像。



1. 一种图像处理设备,用于输入每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据,并输出每单位时间包含 $2m$ 个帧的运动图像数据,所述图像处理设备包括:

输入单元,用于输入各帧的图像数据;

滤波器单元,用于根据由所述输入单元输入的图像数据来生成至少高频强调图像数据;

帧间插值单元,用于检测输入的当前帧和输入的紧前一帧之间的运动,并生成位于输入的当前帧和紧前一帧之间的时间点的中间位置处的运动补偿的低频图像数据;以及

输出单元,用于输出输入的紧前一帧的高频强调图像数据和由所述帧间插值单元所生成的低频图像数据中的每个作为双倍速率的帧。

2. 根据权利要求 1 所述的图像处理设备,其特征在于,所述滤波器单元根据各帧的输入图像来生成低频图像数据和所述高频强调图像数据,

其中,所述帧间插值单元包括:

缩小单元,用于从所述低频图像数据生成缩小图像数据;

存储单元,用于存储由所述缩小单元获得的缩小图像数据;

运动补偿单元,用于生成位于在前帧的缩小图像数据和当前输入帧的缩小图像数据之间的时间点的中间位置处的缩小图像数据;以及

放大单元,用于将由所述运动补偿单元获得的缩小图像数据放大至由所述缩小单元缩小前的大小,并且输出通过放大获得的图像数据作为已经经过了帧间插值的低频图像数据。

3. 根据权利要求 1 所述的图像处理设备,其特征在于,所述滤波器单元从输入图像中提取低频图像数据和所述高频强调图像数据,

其中,所述帧间插值单元包括:

缩小单元,用于从所述低频图像数据生成缩小图像数据;

存储单元,用于存储由所述缩小单元获得的缩小图像数据;

运动检测单元,用于检测由所述缩小单元获得的输入帧的缩小图像数据和存储在所述存储单元中的在前帧的缩小图像数据之间的各像素的运动向量;

运动向量插值单元,用于通过对由所述运动检测单元获得的各像素的运动向量进行空间插值,来生成与具有由所述缩小单元缩小前的大小的图像相对应的运动向量数据;以及

生成单元,用于基于由所述运动向量插值单元获得的运动向量,来生成位于在由所述滤波器单元获得的输入帧的低频图像数据与紧前一帧的低频图像数据之间的时间点的中间位置处的低频图像数据,并输出所生成的低频图像数据作为帧间插值的低频图像数据。

4. 根据权利要求 3 所述的图像处理设备,其特征在于,所述滤波器单元从所述输入帧生成所述低频图像数据和所述高频强调图像数据,并且所述运动检测单元输出表示是否已经检测到运动的判断信号,

其中,所述图像处理设备还包括区域特有信号选择单元,所述区域特有信号选择单元用于当所述判断信号表示存在运动时有选择地输出来自所述输出单元的图像数据中的像素数据,并当所述判断信号表示不存在运动时有选择地输出由所述输入单元输入的紧前一帧的图像数据中的像素数据。

5. 一种图像处理设备,用于输入每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据,并输出每单

位时间包含 $N \times m$ 个帧的运动图像数据,所述图像处理设备包括:

输入单元,用于输入各帧的图像数据;

滤波器单元,用于根据由所述输入单元输入的图像数据来生成高频强调图像数据和低频图像数据;

缩小单元,用于从所述低频图像数据生成缩小图像数据;

存储单元,用于存储通过所述缩小单元获得的缩小图像数据;

运动检测单元,用于检测在由所述缩小单元获得的帧的缩小图像数据与存储在所述存储单元中的紧前一帧的缩小图像数据之间各像素的运动向量数据;

运动向量插值单元,用于通过对由所述运动检测单元获得的各像素的运动向量进行空间插值,来生成与具有由所述缩小单元缩小前的大小的图像相对应的运动向量数据;

运动补偿单元,用于基于由所述运动向量插值单元获得的运动向量数据,来生成位于由所述滤波器单元生成的输入帧的低频图像数据与紧前一帧的低频图像数据之间的时间点的中间位置处的 $(N-1)$ 个低频图像数据;以及

输出单元,用于每次输入了由所述输入单元输入的一帧时,输出由所述滤波器单元获得的输入的紧前一帧的高频强调图像数据和由所述运动补偿单元生成的所述 $(N-1)$ 个低频图像数据作为 N 倍速率的子帧。

6. 一种控制图像处理设备的方法,所述图像处理设备输入每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据,并输出每单位时间包含 $2m$ 个帧的运动图像数据,所述方法包括:

输入步骤,用于输入各帧的图像数据;

滤波步骤,用于根据在所述输入步骤中输入的图像数据来生成至少高频强调图像数据;

帧间插值步骤,用于检测在输入的当前帧与输入的紧前一帧之间的运动,并生成位于在输入的当前帧和紧前一帧之间的时间点的中间位置处的运动补偿的低频图像数据;以及

输出步骤,用于输出输入的紧前一帧的所述高频强调图像数据和在所述帧间插值步骤中生成的低频图像数据中的每个作为双倍速率的帧。

7. 一种控制图像处理设备的方法,所述图像处理设备输入每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据,并输出每单位时间包含 $N \times m$ 个帧的运动图像数据,所述方法包括:

输入步骤,用于输入各帧的图像数据;

滤波步骤,用于根据在所述输入步骤中输入的图像数据来生成高频强调图像数据和低频图像数据;

缩小步骤,用于从所述低频图像数据生成缩小图像数据;

存储步骤,用于存储在所述缩小步骤中获得的缩小图像数据;

运动检测步骤,用于检测在所述缩小步骤中获得的帧的缩小图像数据与在所述存储步骤中存储的紧前一帧的缩小图像数据之间各像素的运动向量数据;

运动向量插值步骤,用于通过对在所述运动检测步骤中获得的各像素的运动向量进行空间插值,来生成与具有由所述缩小步骤进行缩小前的大小的图像相对应的运动向量数据;

运动补偿步骤,用于基于在所述运动向量插值步骤中获得的所述运动向量数据,来生成位于在所述滤波步骤中生成的输入帧的低频图像数据和紧前一帧的低频图像数据之间

的时间点的中间位置处的(N-1)个低频图像数据;以及

输出步骤,用于每次输入了在所述输入步骤中输入的一帧时,输出在所述滤波步骤中获得的输入的紧前一帧的高频强调图像数据和在所述运动补偿步骤中生成的所述(N-1)个低频图像数据中的每个作为N倍速率的子帧。

图像处理设备及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于将运动图像数据转换成具有更高帧速率的运动图像数据的图像处理设备,以及控制该图像处理设备的方法。

背景技术

[0002] 传统上,CRT 已经与例如电视用的运动图像显示装置同义。然而,近年来,液晶显示器、等离子显示器和 FED 显示器已经投入实际使用。也就是说,现在存在各种类型的显示器。

[0003] 不同类型的显示器采用不同的显示方法。例如,基于液晶装置的显示装置(例如,直接观看型液晶显示装置、液晶背投影仪(liquid crystal rear projector)和液晶前投影仪)可以使用许多扫描方法。在任何情况下,每个像素部的光输出时期占据了一帧的显示时期的大部分。因此,这种显示装置被称作保持型(hold-type)显示装置。

[0004] 另一方面,例如在 CRT 或 FED 中,在一帧中在每个像素部中输出一光。发光时间远短于帧显示时期,并且通常是 2 毫秒或更短。由于这个原因,这种显示装置称作脉冲型(impulse-type)显示装置。

[0005] 还存在与上述类别不同类型的等离子显示器和场序显示器(field sequence display)。

[0006] 各种类型的显示方法具有以下特征。

[0007] (1) 保持型显示装置

[0008] 这种类型的显示装置在大部分帧时期期间发射光。因此,光强度的时间失衡(temporal imbalance)很小,并且几乎观察不到闪烁。此外,追踪(凭肉眼追踪运动图像中的运动部分)使得运动模糊根据帧中发光时期的长度而变得相对大。此处“运动模糊”与由显示装置的响应特性所造成的情况不同。

[0009] (2) 脉冲型显示装置

[0010] 这种显示装置在帧时期期间的很短时间内发光。因此,光强度的时间失衡大,并观察到与帧速率同步的闪烁。然而,几乎观察不到追踪中的运动模糊。因此可以获得几乎与静止部分相等的分辨率。

[0011] 一般地,显示装置的发光时期根据显示方法和显示装置而变化。上述类型(1)和(2)就发光时期而言完全相同。在每种方法中发光时期(对应于保持时间)越长,追踪中的运动模糊越大。发光时期越短,运动模糊越小。即,发光时期和运动模糊的幅度几乎彼此成比例。另一方面,关于与帧同步的闪烁,发光时期越长,观察到的闪烁越少。发光时期越短,观察到的闪烁越大。即,发光时期和闪烁具有相互平衡的关系。

[0012] 这两个问题的解决方案是将帧频乘以 N 。在许多情况下, $N = 2$ 。即速率加倍。当帧频加倍时,在每个双倍速率的帧中发光时期减半。这还使运动模糊几乎减半。对于闪烁,如果将 60Hz 的初始帧频加倍到 120Hz,则闪烁的频率落在人眼的响应特性以外。因此观察不到闪烁。

[0013] 如上述,使帧频加倍(更广义地说,将帧频乘以 N ,其中 N 大于1)具有很大效果,但却造成了新问题。

[0014] 例如,当原始图像信号的帧频是60Hz时,图像信息以每 $1/60$ 秒为单位进行更新。如果将帧频加倍从而以120Hz来显示图像数据,则每隔一帧丢失必要的图像信息。作为解决方法,例如如果使帧频加倍则显示相同的图像2次。这消除了闪烁但不能改善原始图像中的运动模糊。在脉冲型显示装置中,通过追踪所观察到双重图像(double image)(将这一现象称作“双重模糊(double-blurring)”)。

[0015] 主要使用两种方法来使帧频加倍。

[0016] 第一种方法检测原始图像中物体的运动并估计两帧间的图像。一般将此称作通过运动补偿的中间图像生成方法。例如,在日本特开2004-159294和2004-297719中公开了这种方法。

[0017] 在第二种方法中,首先,对输入图像的各帧进行滤波处理,以将与运动模糊有关的空间高频分量和与闪烁有关的空间低频分量分离。将空间高频分量集中于一个子帧(与原始帧相对应的两个双倍速率的帧中的一个)。空间低频分量分配至两个子帧(与原始帧相对应的两个双倍速率的帧双方)。

[0018] 在本说明书中,将该方法称为“将图像分离成空间频率并将它们分配至子帧以进行显示的方法”。

[0019] 日本特开平6-70288和日本特开2002-351382以及美国授权前公开2006/0227249A1讨论了“将图像分离成空间频率并将它们分散至子帧以进行显示的方法”。

[0020] 然而,第一种和第二种方法具有以下问题。

[0021] 第一种方法有两个问题。作为一个问题,作为运动检测的结果,在向量计算中可能出现误差,且不存在对其进行校正的手段(称作问题1-1)。另一个问题是计算量根据图像大小而变得庞大(称作问题1-2)。

[0022] 第二种方法也有两个问题。作为第一个问题,由于第一子帧所显示的图像和第二子帧所显示的图像未能正确反映它们之间的显示时间差,因此追踪图像失真(问题2-1)。第二个问题是通过将一个子帧的分量(实际上,空间高频分量)移动至另一子帧所造成的。更具体地说,这更容易使子帧饱和,并且因此有效动态范围变得比显示装置的合适动态范围窄(问题2-2)。

发明内容

[0023] 考虑到上述问题而作出本发明,并且本发明的目的在于提供一种通过简单的配置来减轻一个或更多个上述问题的技术。

[0024] 为了解决问题,例如,本发明的图像处理设备具有以下配置。

[0025] 本发明在其第一方面提供了一种图像处理设备,用于输入每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据,并输出每单位时间包含 $2m$ 个帧的运动图像数据,所述图像处理设备包括:

[0026] 输入单元,用于输入各帧的图像数据;

[0027] 滤波器单元,用于根据由所述输入单元输入的图像数据来生成至少高频强调图像

数据；

[0028] 帧间插值单元,用于检测输入的当前帧和输入的紧前一帧之间的运动,并生成位于输入的当前帧和紧前一帧之间的时间点的中间位置处的运动补偿的低频图像数据;以及
[0029] 输出单元,用于输出输入的紧前一帧的高频强调图像数据和由所述帧间插值单元所生成的低频图像数据中的每个作为双倍速率的帧。

[0030] 本发明在其第二方面提供了一种图像处理设备,用于输入每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据,并输出每单位时间包含 $N \times m$ 个帧的运动图像数据,所述图像处理设备包括:

[0031] 输入单元,用于输入各帧的图像数据;

[0032] 滤波器单元,用于根据由所述输入单元输入的图像数据来生成高频强调图像数据和低频图像数据;

[0033] 缩小单元,用于从所述低频图像数据生成缩小图像数据;

[0034] 存储单元,用于存储通过所述缩小单元获得的缩小图像数据;

[0035] 运动检测单元,用于检测在由所述缩小单元获得的帧的缩小图像数据与存储在所述存储单元中的紧前一帧的缩小图像数据之间各像素的运动向量数据;

[0036] 运动向量插值单元,用于通过对由所述运动检测单元获得的各像素的运动向量进行空间插值,来生成与具有由所述缩小单元缩小前的大小的图像相对应的运动向量数据;

[0037] 运动补偿单元,用于基于由所述运动向量插值单元获得的运动向量数据,来生成位于由所述滤波器单元生成的输入帧的低频图像数据与紧前一帧的低频图像数据之间的时间点的中间位置处的 $(N-1)$ 个低频图像数据;以及

[0038] 输出单元,用于每次输入了由所述输入单元输入的一帧时,输出由所述滤波器单元获得的所述高频强调图像数据和由所述运动补偿单元生成的所述 $(N-1)$ 个低频图像数据作为 N 倍速率的子帧。

[0039] 本发明在其第三方面提供了一种控制图像处理设备的方法,所述图像处理设备输入每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据,并输出每单位时间包含 $2m$ 个帧的运动图像数据,所述方法包括:

[0040] 输入步骤,用于输入各帧的图像数据;

[0041] 滤波步骤,用于根据在所述输入步骤中输入的图像数据来生成至少高频强调图像数据;

[0042] 帧间插值步骤,用于检测在输入的当前帧与输入的紧前一帧之间的运动,并生成位于在输入的当前帧和紧前一帧之间的时间点的中间位置处的运动补偿的低频图像数据;以及

[0043] 输出步骤,用于输出输入的紧前一帧的所述高频强调图像数据和在所述帧间插值步骤中生成的低频图像数据中的每个作为双倍速率的帧。

[0044] 本发明在其第四方面提供了一种控制图像处理设备的方法,所述图像处理设备输入每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据,并输出每单位时间包含 $N \times m$ 个帧的运动图像数据,所述方法包括:

[0045] 输入步骤,用于输入各帧的图像数据;

[0046] 滤波步骤,用于根据在所述输入步骤中输入的图像数据来生成高频强调图像数据

和低频图像数据；

[0047] 缩小步骤,用于从所述低频图像数据生成缩小图像数据；

[0048] 存储步骤,用于存储在所述缩小步骤中获得的缩小图像数据；

[0049] 运动检测步骤,用于检测在所述缩小步骤中获得的帧的缩小图像数据与在所述存储步骤中存储的紧前一帧的缩小图像数据之间各像素的运动向量数据；

[0050] 运动向量插值步骤,用于通过对在所述运动检测步骤中获得的各像素的运动向量进行空间插值,来生成与具有由所述缩小步骤进行缩小前的大小的图像相对应的运动向量数据；

[0051] 运动补偿步骤,用于基于在所述运动向量插值步骤中获得的所述运动向量数据,来生成位于在所述滤波步骤中生成的输入帧的低频图像数据和紧前一帧的低频图像数据之间的时间点的中间位置处的(N-1)个低频图像数据；以及

[0052] 输出步骤,用于每次输入了在所述输入步骤中输入的一帧时,输出在所述滤波步骤中获得的所述高频强调图像数据和在所述运动补偿步骤中生成的所述(N-1)个低频图像数据中的每个作为N倍速率的子帧。

[0053] 根据本发明,可以例如通过简单的处理来减少保持型显示装置中的运动模糊并减少脉冲型显示装置中的闪烁。还可以抑制追踪中的如重影或拖尾模糊(tail-blurring)等失真。此外可以防止因亮度降低或者一个子帧的水平的饱和度而对图像质量造成不利效果。

[0054] 根据下面参考附图对示例性实施例的说明,本发明的其它特征将显而易见。

附图说明

[0055] 图1是示出根据第一实施例的图像处理设备的配置的框图。

[0056] 图2是示出根据第二实施例的图像处理设备的配置的框图。

[0057] 图3是示出在实施例的配置中输入帧和双倍速率帧中沿时间轴的图像信号波形的例子。

[0058] 图4是示出根据实施例的在输入帧和双倍速率帧中沿时间轴的图像信号波形的例子。

[0059] 图5是示出传统图像处理设备的配置的框图。

[0060] 图6是示出另一传统图像处理设备的配置的框图。

[0061] 图7是示出另一传统图像处理设备的配置的框图。

[0062] 图8是示出又一传统图像处理设备的配置的框图。

[0063] 图9是示出在实施例中的图像处理设备的配置的框图。

[0064] 图10是示出采用图9中的配置的保持型显示装置中子帧SH和SL的亮度的转变的时序图。

[0065] 图11是示出传统保持型显示装置的帧显示定时的时序图。

[0066] 图12是示出采用图9中的配置的脉冲型显示装置的帧显示定时的时序图。

[0067] 图13是示出传统脉冲型显示装置的帧显示定时的时序图。

[0068] 图14是示出根据第一实施例的变形例的计算机程序的处理过程的流程图。

[0069] 图15是示出根据第三实施例的图像处理设备的配置的框图。

- [0070] 图 16 是示出根据第四实施例的图像处理设备的配置的框图。
- [0071] 图 17 是示出根据第五实施例的图像处理设备的配置的框图。
- [0072] 图 18 是示出根据第六实施例的图像处理设备的配置的框图。
- [0073] 图 19 中的 A 至 D 是用于说明在传统装置中在通过追踪所观察到的波形中出现失真的原因的图。
- [0074] 图 20A 至 20C 是用于说明在传统装置中在通过追踪所观察到的波形中出现失真的原因的图。
- [0075] 图 21A 至 21C 是用于说明在传统保持型显示装置中在通过追踪所观察到的波形中出现失真的原因的图。
- [0076] 图 22 中的 A 至 C 是用于说明在传统保持型显示装置中在通过追踪所观察到的波形中出现失真的原因的图。
- [0077] 图 23 中的 A 至 C 是用于说明可以使用在本发明中采用的配置来抑制在保持型显示装置中在通过追踪所观察到的波形中的失真的原因的图。
- [0078] 图 24 中的 A 至 C 是用于说明根据第一实施例来改善在保持型显示装置中在通过追踪所观察到的波形中的失真的原因的图。
- [0079] 图 25A 至 25C 是用于说明在传统脉冲型显示装置中通过追踪所观察到在波形中出现失真的原因的图。
- [0080] 图 26 中的 A 至 C 是用于说明在传统脉冲型显示装置中在通过追踪所观察到的波形中出现失真的原因的图。
- [0081] 图 27 中的 A 至 C 是用于说明可以使用在本发明中采用的配置来抑制在脉冲型显示装置中在通过追踪所观察到的波形中的失真的原因的图。
- [0082] 图 28 中的 A 至 C 是用于说明使用根据第一实施例的设备来改善在脉冲型显示装置中在通过追踪所观察到的波形中的失真的原因的图。

具体实施方式

- [0083] 现在参照附图来详细说明本发明的实施例。
- [0084] 实施例提出了一种组合上述第一种和第二种方法的方法以及组合的条件。在上述“空间频率分离法”中,将强调和显示空间高频分量的子帧定义为第一子帧,并且将另一子帧定义为第二子帧。在实施例中,基于从相应的输入图像的单个帧中提取的空间高频分量和空间低频分量来生成由第一子帧显示的图像。由第二子帧显示的图像是通过根据前后帧的或其附近的空间低频分量来估计运动并对其进行补偿来生成的空间低频分量。
- [0085] 为了容易理解本发明的实施例,首先将参考图 5 至 8 来说明现有技术配置。
- [0086] 对现有技术的说明
- [0087] 图 8 示出最大程度简化了上述第一种方法、即“通过运动补偿的帧插值法”的设备配置。图 5 至 7 示出与上述第二种方法、即“空间频率分离法”有关的传统设备配置。下面将说明图 8 所示的现有技术配置和图 5 至 7 所示的那些现有技术中的每个。
- [0088] 对第一种方法的说明
- [0089] 图 8 示出用于第一种方法的设备配置。该设备检测输入图像中物体的运动,并估计和计算两帧间的图像。

[0090] 参考图 8, 输入图像 (关注的输入帧) $A[i]$ 的帧频是例如 60Hz。开关 SW 每 1/120 秒交替选择输入端子, 使得与一个输入帧相对应地输出两个子帧 (第一和第二子帧)。

[0091] 第一子帧的图像 $S1$ 与输入图像相同。第二子帧的图像 $S2$ 是基于输入图像前后的帧通过执行运动补偿所获得的中间图像。

[0092] 该方法的上述问题 1-1 是在基于图像的运动检测中出现某些估计误差。此外, 输出基于错误估计的运动补偿图像作为未校正的图像 $S2$ 。问题 1-2 是指因为运动检测自身的计算规模大, 因此需要包括运动补偿的高速算术处理以及具有充足容量的高速存储器。

[0093] 对第二种方法的说明

[0094] 图 5 是示出用于执行根据上述第二种方法的处理的设备的配置。在这种情况下, 输入图像的帧速率同样是 60Hz。每次输入一帧时, 生成两个子帧并将它们输出。为此, 将一帧的输入图像暂时保存在两个场存储器中。开关 $SW0$ 每 1/120 秒交替选择输入, 以使图像的帧速率加倍。在一个子帧 (第二子帧) 的生成处理中配置带通滤波器。开关 $SW1$ 根据运动检测单元的检测结果来交替选择已经通过带通滤波器的图像和没有经过滤波处理的图像。

[0095] 结果, 一个子帧 (图 5 中的 SL) 包含相对小量的高频分量。与子帧 SL 相比, 另一个子帧 (图 5 中的 SH) 包含大量的空间高频分量。因此, 空间高频分量局限在输出图像的一个子帧中。这改善了追踪中的运动模糊。此外, 由于空间低频分量被分配至两个子帧, 因此可防止以帧频闪烁。

[0096] 图 6 是示出另一传统设备的配置的框图。参照图 6, 输入图像的帧速率是 60Hz。帧转换器使图像的输入帧的速率加倍, 并将其输出至 LPF (低通滤波器)/HPF (高通滤波器) 滤波器单元。LPF/HPF 滤波器单元生成空间低频分量数据 “Low” 和空间高频分量数据 “High”。将高频分量数据乘以预定增益 α 。增益 α 根据两个子帧的输出定时来改变正/负极性。如果运动检测单元已经检测到运动, 则乘法器将增益 α 设置为大的值。如果运动检测单元没有检测到运动, 则乘法器将增益 α 设置为小的值。在第一子帧的输出定时, 混和电路使用正增益 α 将低频分量数据 “Low” 与相乘结果相加, 并输出和。在第二子帧的输出定时, 混和电路使用负增益 α 将低频成分数据 “Low” 与相乘结果相加, 并输出和。

[0097] 结果, 空间高频分量被局限在一个双倍速率的帧 (或从输入图像观看到的一个子帧) SH 中。这改善了追踪中的运动模糊。此外, 由于将空间低频分量分配至两个子帧, 因而可防止以帧频闪烁。

[0098] 图 7 示出另一现有技术配置。参考图 7, 一帧的输入图像 $A[i]$ 通过低通滤波器 (LPF) 和减法器, 以生成高频分量数据 $H[i]$ 。将高频分量数据 $H[i]$ 加到输入图像数据以生成高频强调图像数据 $SH[i]$ 。

[0099] 每次输入一帧的图像数据时, 开关 $SW0$ 交替选择两个输入端子。结果, 每次输入一帧时, 生成并输出两个子帧或高频强调图像数据 $SH[i]$ 和低频图像数据 $SL[i]$ 。注意, $A[i]$ 的 i 表示第 i 帧。

[0100] 这就允许输出包含了被集中至双倍速率帧之一的空间高频分量在内的双倍速率的图像。这改善了追踪中的运动模糊。此外, 由于将空间低频分量分配至两个子帧, 因此可防止帧频的闪烁。

[0101] 已经说明了第二方法的现有技术配置。图 5 至 7 所示的各配置基于在每次输入一帧的输入图像数据, 交替输出高频强调图像数据 SH 和低频图像数据 SL 。当输入图像的帧频

是约 50 或 60Hz 时,图像 SH 和 SL 在人的视网膜上被识别为时间累积 (time-integrated) 的,即相加的波形。然而,在追踪运动物体时,增加了图像运动的时间因素。

[0102] 假设输入图像的帧频率是 60Hz,并考查这种情况:以与输入图像的第 i 帧相对应的顺序来输出并显示图像 SH[i] 和 SL[i]。在这种情况下,图像 SL[i] 比图像 SH[i] 晚 $1/120$ 秒显示。由于这个原因,在追踪运动物体时,在相对偏移的位置处识别出图像 SL[i],并且观察到的图像包含如过冲 (overshoot)、重影或拖尾模糊 (tail-blurring) 等失真。注意拖尾模糊是在追踪中在物体边缘前或后出现痕迹的一种失真。在图 5 至 7 所示的配置中,在物体运动方向上,在头边缘和尾边缘出现非对称失真。

[0103] 对“空间频率分离法”中的问题 2-1(波形失真)的说明

[0104] 为了便于说明,参考采用图 7 中的传统设备的图 19 中的 A 至 D 到图 23 中的 A 至 C 将说明通过追踪所观察到的波形中出现失真的原因。

[0105] 输入图像的帧速率是 60Hz。作为追踪对象的物体的运动速度是每 $1/60$ 秒 V 像素。即,物体运动速度是 V [像素 / ($1/60$ 秒)]。

[0106] 图 19 中的 A 至 D 是示出显示脉冲宽度 (显示时期的时间长度) 和追踪波形之间的关系图。图 19 中的 A 示出原始静止图像的截面波形。图 19 中的 B 示出以 $1/60$ 秒的显示脉冲宽度的截面波形。图 19 中的 C 示出以 $1/120$ 秒的显示脉冲宽度的截面波形。图 19 中的 D 示出以 $1/1200$ 秒的显示脉冲宽度的截面波形。不管哪种情况下,各倾斜部分的宽度均对应于追踪图像中的运动模糊。

[0107] 通过 T_p (脉冲宽度) $\times V$ (运动速度) 来得出倾斜部分的宽度。

[0108] 由 T_p [秒] $\times V$ [像素 / ($1/60$ 秒)] 来表示由运动造成模糊的图像的范围 (像素数)。

[0109] 例如,当使用保持型显示装置来显示帧速率为 60Hz 的图像时, $T_p = (1/60)$ 秒。由此,如图 19 中的 B 中的波形所示,与 V [像素] 相对应的范围表现为模糊。

[0110] 当使用保持型显示装置来显示帧速率为 120Hz 的图像时, $T_p = 1/120$ 。由此,如图 19 中的 C 中的波形所示,表现为模糊的区域是 $V/2$ [像素]。

[0111] 在如 CRT 等脉冲型显示装置中,脉冲宽度短,并且例如 $T_p = 1/1200$ 秒。在这种情况下,如图 19 中的 D 所示,表现为模糊的区域是 $V/20$ [像素]。

[0112] 注意,运动模糊并非由帧速率来确定,而是仅由显示脉冲宽度和物体运动速度来确定。这里的“运动模糊”不同于由显示装置的响应特性所造成的运动模糊。

[0113] 接着参考图 20A 至 20C 来说明当通过空间频率来分离原始图像 A 时所获得的波形。令 $LPF()$ 作为空间低通滤波器的函数,从输入图像 A 中提取的空间低频分量数据 L 是 $L = LPF(A)$,且空间高频分量数据 H 是 $H = A - LPF(A)$ 。低频分量数据 L 是图像数据,其由 SL 来表示。另一方面,高频强调图像数据由 SH 来表示。高频强调图像数据 SH 是原始图像 A 和高频分量数据 H 的和。因此, $SH = A + H = A + A - LPF(A) = 2A - L$ 。当将高频分量数据 H 加到低频分量数据时,可以构建原始图像。由于这个原因,高频强调图像数据还可以表示为 $SH = \{H + L\} + H = 2H + L$ 。

[0114] 图 20A 至 20C 示出静止图像的截面波形。图 20A 示出原始图像的截面波形。图 20B 示出高频图像 $SH (= 2H + L)$ 的截面波形。图 20C 示出低频图像 SL 的截面波形。当将图 20B 中的波形加到图 20C 时,得到图 20A 中的波形。

[0115] 图 21A 至 21C 示出通过将显示脉冲宽度 (1/120 秒的脉冲宽度) 相对应的运动模糊加到图 20A 至 20C 中示出的波形所获得的双倍速率的保持型显示器中的波形或追踪图像波形。当将对应于 $V/2$ 的模糊 (即运动模糊量) 加到图 20A 至 20C 中的波形的左侧和右侧时, 获得图 21A 至 21C 所示的波形。

[0116] 图 25A 至 25C 示出通过将 1/1200 秒的显示脉冲宽度相对应的运动模糊加到图 20A 至 20C 中示出的波形所获得的脉冲型显示器中的波形或追踪图像波形。当将对应于 $V/20$ 的模糊 (即运动模糊量) 加到图 20A 至 20C 中的波形的左侧和右侧时, 获得图 25A 至 25C 所示的波形。

[0117] 图 22 中的 A 至 C 示出使用双倍速率的保持型显示器的图 7 所示的配置中的追踪波形。在图 7 中, 以 1/120 秒的时间延迟来显示根据输入图像的单个帧生成的高频强调图像 $SH[i]$ 和低频图像 $SL[i]$ 。即, 低频图像 $SL[i]$ 比高频强调图像 $SH[i]$ 晚 1/120 秒显示 (输出)。由于这个原因, 在追踪波形中, 与图像 $SH[i]$ 的波形相比, 在沿与运动方向相反的方向偏移了 $V/2$ 的情况下观察到图像 $SL[i]$ 的波形。将这样形成的图 22 中的 B 中图像 SL 的追踪波形加到图 22 中的 A 中的高频强调图像数据 SH 的追踪波形, 从而获得图 22 中的 C 所示的波形。从图 22 中的 C 中的波形可明确看出: 在图像中出现如过冲和拖尾模糊等失真。特别地, 失真在运动方向上明显不对称。

[0118] 图 26 中的 A 至 C 示出使用脉冲型显示器的图 7 所示的配置中的追踪波形。如在上述情形中那样, 在追踪波形中, 与图像 $SH[i]$ 的波形相比, 在沿与运动方向相反的方向偏移了 $V/20$ 的情况下观察到图像 $SL[i]$ 的波形。将这样形成的图 26 中的 B 中图像 SL 的追踪波形加到图 26 中的 A 中的高频强调图像数据 SH 的追踪波形, 从而获得图 26 中的 C 所示的波形。如从图 26 中的 C 中的波形可明确看出, 在图像中出现如过冲和拖尾模糊等失真。特别地, 失真在运动方向上明显不对称。

[0119] 如从图 22 中的 A 至 C 和图 26 中的 A 至 C 之间的比较可明确看出: 尽管脉冲宽度对如过冲或拖尾模糊等失真的影响相对小, 但脉冲宽度的不同极大地影响了运动模糊。

[0120] 上面已经说明了现有技术的配置和问题。

[0121] 对实施例中采用的设备的说明

[0122] 本发明人认为图 9 所示的设备配置能够解决上述问题。假设输入图像的帧速率是 60Hz, 并将其转换成 120Hz 的双倍速率的图像, 给出如下说明。

[0123] 低通滤波器 (称作 LPF) 1 使一帧的输入图像数据 $A[i]$ 的低频分量通过, 以生成低频分量数据 (低频图像数据) $L[i]$ 。减法器 2 从输入原始图像 $A[i]$ 中减去低频分量数据 $L[i]$ 以生成高频分量数据 $H[i]$ 。加法器 3 将高频分量数据 $H[i]$ 加到原始图像 $A[i]$ 。结果, 加法器 3 输出高频强调图像数据 $SH[i]$ ($= A[i] + H[i] = L[i] + 2H[i] (= 2A[i] - L[i])$)。将高频强调图像数据 $SH[i]$ 供给至延迟电路 4 (由 FIFO 存储器或 RAM 构成)。结果, 延迟电路 4 输出紧前一帧的高频强调图像数据 $SH[i-1]$ 并将其供给至开关 8。输出紧前一帧的数据, 以根据低频图像数据的帧延迟来调整输出定时。

[0124] 将低频分量数据 $L[i]$ 供给至加法器 6 和延迟电路 5。加法器 6 将从当前帧 $A[i]$ 获得的低频分量数据 $L[i]$ 加到根据紧前一输入帧 $A[i-1]$ 生成的低频分量数据 $L[i-1]$ 。除法器 7 使从加法器 6 输出的数据减半。即, 加法器 6 和除法器 7 计算当前帧的低频分量数据 $L[i]$ 和前一帧的低频分量数据 $L[i-1]$ 的平均值。输出低频分量的平均值作为相对于关

注帧 A[i] 的紧前一帧的低频图像数据 SL[i-1]。

[0125] 开关 8 在 60Hz 的一帧的输入时期内、即在一帧的输入时期内,以该次序选择输入端子 a 和 b,从而输出高频图像数据 SH 和低频图像数据 SL 这两个子帧作为帧速率为 120Hz 的图像。

[0126] 图 23 中的 A 至 C 和图 27 中的 A 至 C 示出通过在图 9 所示的配置中追踪图像所获得的波形。图 23 中的 A 至 C 示出保持型显示装置的情况,并且图 27 中的 A 至 C 示出脉冲型显示装置的情况。注意,在两种情况下,高频强调图像数据 SH[i] 和低频图像数据 SL[i] 都具有 1/120 秒的时间差。

[0127] 在图 23 中的 B 的低频图像 SL[i] 的构成要素中,L[i] 是根据与 SH[i] 相同的帧生成的图像。L[i+1] 是根据与 SH[i+1] 相同的帧(即紧后一帧)生成的图像。因而,比应当显示的定时晚 1/120 秒显示 L[i]。另一方面,比应当显示的定时早 1/120 秒显示 L[i+1]。因此,在追踪波形中,在沿与物体运动方向相反的方向偏移了 V/2 的情况下观察到前者,并且在沿物体运动方向偏移了 V/2 的情况下观察到后者。SL[i] 是它们的平均值的波形。将这样形成的图 23 中的 B 中的波形加到图 23 中的 A 中的高频强调图像数据 SH 的追踪波形,从而获得图 23 中的 C 中通过追踪所观察到的波形。该波形包含过冲和拖尾模糊,但在运动方向上是对称的。因此可以抑制最大幅度的失真并使其不明显。

[0128] 这也适用于图 27 中的 A 至 C。获得图 27 中的 C 中通过追踪所观察到的波形。像上述情况那样,波形包含过冲和拖尾模糊,但在运动方向上是对称的。因此可以抑制最大幅度的失真并使其不明显。

[0129] 在本发明的实施例中,从显示亮度(显示光强度)的方面解释计算和定义。在实施例中,例如,示出图像的波形的时序图表示了沿纵坐标的亮度。因此,当将本发明应用于定义为与显示亮度(显示光强度)成比例的数据的图像数据时,本发明最有效。然而,本发明不总限于这种情况。本发明还适用于通用范围内的图像数据(在数据值和显示亮度或光强度之间具有略微非线性的图像数据)。即使在这种情况下,本发明的概念也基本成立,并提供充足的效果。

[0130] 如上述,图 9 所示的配置可生成具有比现有技术更令人满意的波形的图像数据。然而,在本发明中发现了由图 9 的配置造成的另一问题(上述问题 2-2),即更窄的动态范围的问题。下面将说明该问题。

[0131] 对“空间频率分离法”中的问题 2-2(动态范围的劣化)的说明

[0132] 下面将说明图 9 所示的配置中动态范围的劣化。注意,即使在图 7 的配置中,也出现该问题。

[0133] 在“空间频率分离法”中,空间高频分量集中于一个子帧。例如,如果增加显示图像的亮度,则首先在显示高频强调图像数据 SH[i] 的子帧中出现饱和。另一方面,即使在显示高频强调数据的子帧饱和后,显示低频图像数据 SL[i] 的子帧仍未达到饱和。图 10 示出在保持型显示装置中子帧所含的分量的分布。图 12 示出在脉冲型显示装置中的分布。每个阴影部分均表示高频分量。

[0134] 由于这个原因,与整个帧同时达到饱和水平的常规显示方法(图 11 中的保持型和图 13 中的脉冲型)相比,最大显示亮度变得较小。

[0135] 可以使用图 3 所示的实际波形来说明这点。图 3 左侧的波形表示输入图像 A[i]

和 $1/60$ 秒后的输入图像 $A[i+1]$ 的波形。

[0136] 右侧的波形表示间隔为 $1/120$ 秒的 $SH[i]$ 和 $SL[i]$ 。人的视觉将以 $1/120$ 秒切换的图像识别为时间累积 (time-integrated) 的图像。因此,至少静止图像的帧看起来基本相同。

[0137] 高频强调图像 $SH[i]$ 的峰值高于图像 $A[i]$ 的波形的峰值。这是因为另一子帧的高频分量数据移至高频强调图像数据 $SH[i]$,使得高频分量的量加倍。从该波形可明确看出:最大显示水平的空白部分(图的上侧)明显小于图像 $A[i]$ 的空白部分。为了防止在输入图像 $A[i]$ 的最大值时第一子帧饱和,必须将原始图像信号乘以小于 1 的比率然后将其输出。结果,有效动态范围变窄。即,动态范围比显示装置的合适动态范围窄。

[0138] 如从图 3、10 和 12 可明确看出:第一和第二双倍速率子帧之间的较大的水平差,即较大的空间高频分量,导致了更窄的动态范围。此外,输入图像的空间频率的滤波的较大常数(距离常数)导致较大的空间高频分量。这表明:较大的距离常数导致较窄的动态范围。为了仅防止动态范围变窄,优选距离常数尽可能小。这与问题 2-1 的趋势矛盾。

[0139] 第一实施例

[0140] 以上说明了本发明的背景(问题)。实施例进一步改善图 9 中的配置。

[0141] 基于通过滤波输入图像的一帧提取出的分量来生成由第一双倍速率子帧要显示的图像。另一方面,要在第二子帧的显示定时显示的图像需要从第一子帧的定时偏移了 $1/120$ 秒的时间处的图像信息,并因此不能从通过对输入图像进行滤波所得的分量直接生成。通过对前后图像的帧间插值来生成第二子帧要显示的图像。在本实施例中,要在第二子帧中显示的图像仅包含空间低频分量。因而,从通过对输入图像进行滤波所获得的前后帧的或前后帧附近的空间低频分量,基于运动补偿进行帧间插值,来生成第二子帧要显示的图像。空间高频分量仅在第一子帧中显示,且不需要帧间插值。

[0142] 图 1 是示出根据第一实施例的图像处理设备的配置的框图。在图 1 中,与图 9 中相同的附图标记表示相同的组件。

[0143] 参照图 1, $A[i]$ 是当前帧的输入图像数据。图像数据的帧速率是 60Hz。开关 8 每 $1/120$ 秒交替选择输入。开关 8 连接至端子 a 的时期是第一子帧的输出时期。开关连接至端子 b 的时期是第二子帧的输出时期。

[0144] 图 1 与图 9 的不同之处在于在直到开关 8 的端子 b 的处理中插入了帧间插值单元 10。将按次序说明图 1 中配置的操作。

[0145] LPF 1 是二维低通滤波器。该低通滤波器可使用例如高斯函数 (Gaussian function) 或者运动平均或加权运动平均。将滤波器系数为最大值的 $1/2$ (中心值) 处的有效距离,即与传送系数为通带的 $1/2$ 处的空间频率相对应的有效距离,定义为滤波器的距离常数 d 。距离常数 d 表示与在通过空间频率滤波器来限制图像的频带时的截止相对应的空间频率的波长。 d 的单位是“像素”。距离常数 d 由 x 和 y 分量的向量 $d = (dx, dy)$ 来表示,并对其各分量都进行滤波处理。LPF 1 的距离常数值是 $d1 = (d1x, d1y)$ 。各 $d1x$ 和 $d1y$ 的单位均是 [像素]。

[0146] LPF 1 的输出是输入图像的空间低频分量 $L[i]$,其由下式来定义:

[0147] $L[i] = \text{LPF } 1(A[i]) \cdots (1-i)$

[0148] 将 $L[i]$ 发送至减法器 2。减法器 2 从图像数据 $A[i]$ 中减去 $L[i]$ 以生成高频分量数据 $H[i]$ 并将其输出至加法器 3。

[0149] 加法器 3 将空间高频分量数据 $H[i]$ 加到图像数据 $A[i]$ 并输出和作为高频强调图像数据 $SH[i]$ 。

[0150] $SH[i] = A[i] + H[i] = A[i] + A[i] - L[i]$

[0151] 由于 $A[i] = H[i] + L[i]$ ，因而高频强调图像 $SH[i]$ 还可表示为：

[0152] $SH[i] = 2H[i] + L[i] \cdots (1-2)$

[0153] 延迟电路 4 (由如 FIFO 存储器或 RAM 等存储单元构成) 使高频强调图像数据 $SH[i]$ 延迟，以使其与后面说明的第二子帧同步。因此，从延迟电路 4 输出的高频图像数据是供给至开关 8 的端子 a 作为第一子帧的 $SH[i-1]$ 。

[0154] 将由 LPF 1 生成的低频分量数据 (低频图像数据) $L[i]$ 还发送至低频帧间插值单元 10。低频帧间插值单元 10 的输出是第二子帧的显示信号 $SL[i]$ ，该显示信号是通过基于针对 $L[i]$ 和 $L[i-1]$ 的运动补偿来进行帧间插值所获得的，并由下式来定义：

[0155] $SL[i-1] = MC(L[i], L[i-1]) \cdots (1-3)$

[0156] 因为后面要说明的低频帧间插值单元 10 的处理必须等待与一个输入帧相对应的时间 (1/60 秒) 以参照下一帧，所以数据不是 $SL[i]$ 而是 $SL[i-1]$ 。

[0157] 实施例的低频帧间插值单元 10

[0158] 下面将详细说明根据本实施例的低频帧间插值单元 10。

[0159] 本实施例的低频帧间插值单元 10 仅基于低频分量的运动补偿来精确地执行帧间插值。低频分量数据是图像数据，并且以下将其称作低频图像数据。

[0160] 低频图像数据 $L[i]$ 是被距离常数值 $d1$ 频带分割的图像。因此，空间频率高于与距离 $d1$ 相对应的空间频率的频带的信号水平非常低 (然而，平滑度取决于低通滤波器的函数)。

[0161] 由于这个原因，在低频图像数据 $L[i]$ 的图像的帧间插值中，不需要在 $L[i]$ 的整个空间频带中，即不需要对每个像素，进行运动检测。代替地，可以基于在预定时期采样的信号来进行运动检测。

[0162] 下面将定义尺寸缩小比 (downsize ratio)。尺寸缩小比 (缩减比) 是沿图像的 X 方向 (水平方向) 和 Y 方向 (垂直方向) 的每个定义的。例如，以 $d2x \times d2y$ 缩小图像尺寸等同于在原始图像中设置 $d2x \times d2y$ 个像素的窗口并在该窗口的预定位置处采样代表点的像素。在这种情况下，将图像在水平方向上缩小至 $1/d2x$ 并且在垂直方向上缩小至 $1/d2y$ 。

[0163] 由 $Ls[i]$ 来表示从 $L[i]$ 缩小尺寸的图像。

[0164] $Ls[i] = \text{SizeDn}(L[i]) \cdots (1-4)$

[0165] 在下面对低频帧间插值单元 10 的说明中，根据需要以像素坐标 (x, y) 来表示图像数据。

[0166] 例如，在坐标系统中，由如下来表示尺寸缩小前的图像 L 和尺寸缩小后的图像 Ls ：

[0167] $L[i] = L[i](x, y) \cdots (1-5-1)$

[0168] $Ls[i] = Ls[i](xs, ys) \cdots (1-5-2)$

[0169] 令 px 和 py 是在作为尺寸缩小的单位的 $d2x \times d2y$ 区域中定义的代表点的坐标。然后， L 和 Ls 的坐标系统表示为：

[0170] $x = d2x * xs + px \quad \cdots (1-5-3)$

[0171] $y = d2y * ys + py \quad \cdots (1-5-4)$

[0172] 其中 $d1x$ 、 $d1y$ 、 $d2x$ 和 $d2y$ 都是整数。

[0173] 在本发明中,如果 $d1$ 和 $d2$ 都是 2 或更大,则这些范围成立。实际上,假设 $d1x$ 和 $d1y$ 处在几个像素至几十个像素的范围中。当 $d2$ 的范围相对于 $d1$ 满足

[0174] $0.5d1x \leq d2x \leq 2d1x \quad \cdots (1-5-5)$

[0175] $0.5d1y \leq d2y \leq 2d1y \quad \cdots (1-5-6)$

[0176] 时,就图像质量而言,本发明的效果得以最大化。如果 $d2x$ 太小,则效率低。如果 $d2x$ 太大,则抑制低频分量的运动的分辨能力趋于不足。然而, $d2x$ 根据处理对象图像的类型或物体可以具有较大的值(这也适用于 y 方向)。

[0177] 在本实施例中,将说明 $d1 = 8$ 且 $d2 = 6$ 的例子。假设在本实施例中要处理的输入图像 $A[i]$ 具有 1920 个水平像素 $\times 1080$ 个垂直像素。低频分量 $L[i]$ 的图像大小是 1920×1080 。由于 $d2x = d2y = 6$,因此缩小后的图像 $Ls[i]$ 的大小是 320×180 个像素。更具体地,在本实施例中,对于 1920×1080 个像素,既不需要运动检测的计算,也不需要运动补偿的计算。仅需要沿水平方向和垂直方向在 $1/6$ 大小的图像中进行图像运动检测和运动补偿。考虑到面积比,计算量可仅为 $1/36$,并且几乎觉察不到图像质量的劣化。

[0178] 将缩小的图像数据 $Ls[i]$ 供给至运动检测 / 运动补偿单元 13 和延迟电路 12,如图 1 所示。基于从当前帧生成的缩小图像数据 $Ls[i]$ 和从延迟电路 12 生成的前一帧的缩小图像数据 $Ls[i-1]$,运动检测 / 运动补偿单元 13 生成位于图像 $i-1$ 和图像 i 的显示时间之间的中间定时处的图像数据 $Ls_mc[i]$ 。

[0179] 在以上说明中, $Ls_mc[i]$ 是从时间邻近的两个缩小图像数据组生成的。然而,也可参照三个或更多个缩小图像数据组。此处为了最小化的和必需的配置,将缩小图像数据组的数量设为 2。

[0180] 实际上,在用于以上述方式在运动补偿后生成图像数据 $Ls_mc[i]$ 的计算中,至少在输入了要参照的最后一帧后必须开始运动检测。为此,需要延迟帧。在本例子中,如上所述,由于实现了最小化的和必要的配置,因此处理仅需等待一帧并且然后在允许参照下一帧时开始。由此输出图像数据 $Ls_mc[i-1]$ 。

[0181] 根据如下来生成图像数据 $Ls_mc[i-1]$:

[0182] $Ls_mc[i-1] = MC(Ls[i-1], Ls[i]) \cdots (1-6-1)$

[0183] 下面将详细说明生成图像数据 $Ls_mc[i]$ 的处理。

[0184] 为了获得 $Ls_mc[i]$,有必要进行运动检测,再基于运动检测的结果来进行运动补偿。在本实施例中,运动检测和运动补偿的对象是 Ls 。

[0185] 下面将说明运动检测。与图像 $Ls[i]$ 中位置 (x, y) 处的各微区 (microarea) 相对应,在图像 $Ls[i+1]$ 中搜索近似或相符合的微区。这称为块匹配。搜索范围与原始位置所采用的最大运动量相对应。假设在位置 $(x+mvsx, y+mvsy)$ 处发现微区。此时,坐标位置 (x, y) 处的运动向量可由下式来表示:

[0186] $MVs[i] = (mvsx, mvsy) \cdots (1-6-2)$

[0187] 将获得图像 $Ls[i]$ (x, y) 的各像素位置 (x, y) 处的运动向量的处理称作运动检测。运动向量 MVs 是包含与 Ls 一样多的数据的阵列数据。与各像素相对应的数据是针对各像素

位置处的 x 分量和 y 分量独立确定的向量数据。可以通过如下使用每个分量来表示 MVs :

$$[0188] \quad MVs[i](x, y) = (mvsx(x, y), mvsy(x, y)) \cdots (1-6-3)$$

[0189] 接着将说明运动补偿。在本实施例中,运动补偿基于以上述方式获得的运动向量来获得与 $Ls[i]$ 和 $Ls[i+1]$ 之间的中间定时相对应的图像 $Ls_mc[i]$ 。通过参照位于在通过从值 x 和 y 中减去运动向量的 $1/2$ 而计算出的像素位置处的 $Ls[i]$ 的数据,可以获得 $Ls_mc[i](x, y)$ 。还可通过参照位于在通过将运动向量的 $1/2$ 加到值 x 和 y 而计算出的像素位置处的 $Ls[i+1]$ 的数据,来获得 $Ls_mc[i](x, y)$ 。如下给出这些关系:

$$[0190] \quad Ls_mc[i](x, y)$$

$$[0191] \quad = Ls[i](x - mvsx(x, y)/2, y - mvsy(x, y)/2) \cdots (1-6-4)$$

[0192] 或

$$[0193] \quad Ls_mc[i](x, y)$$

$$[0194] \quad = Ls[i+1](x + mvsx(x, y)/2, y + mvsy(x, y)/2) \cdots (1-6-5)$$

[0195] 可适当地选择由等式所获得的结果之一,或者可计算这两个结果的平均值。

[0196] 如果 $mvsx(x, y)/2$ 或 $mvsy(x, y)/2$ 不是整数,则以小数部分除外的最大整数来取代该值,并计算等式结果的平均值。

[0197] 在本实施例中,将处理延迟一帧以获得 $Ls_mc[i-1](x, y)$ 。

[0198] 需要将由运动检测和运动补偿获得的图像数据 $Ls_mc[i-1]$ (大小是 320×180 个像素) 尺寸放大至原始图像大小。尺寸放大单元 (SizeUp unit) 14 从一个像素数据生成 $d2x \times d2y$ 个像素数据。在本实施例中,尺寸放大单元 14 在空间上进行线性插值 (例如,双线性法) 以在各区域中从一个像素生成 $d2x \times d2y$ 像素数据,从而将缩小图像返回到原始图像大小。由如下给出转换成原始大小的图像数据 $Lup[i-1]$:

$$[0199] \quad Lup[i-1] = \text{SizeUp}(Ls_mc[i-1]) \cdots (1-7)$$

[0200] 然而,这里获得的 $Lup[i]$ ($= 1920 \times 1080$ 个像素) 尚不具有作为由第二子帧要显示的低频分量图像的充足特性。已经经过尺寸放大单元 14 的线性插值的图像 $Lup[i]$ 包含不必要的高频分量作为空间频率分量,并且不是平滑的。

[0201] 要作为第二子帧显示 (输出) 的图像必须具有与紧在其前后的第一子帧的低频分量的空间频率分布几乎相同的空间频率分布。更精确地说,空间频率分布必须具有紧在其前后的那些之间的值。为此,优选去掉不必要的高频组分。在本实施例中,在尺寸放大单元 14 的后阶段设置 LPF 15 (LPF 15 的距离常数值是 $d3 = (d3x, d3y)$)。通过由 LPF 15 去掉不必要的高频分量来获得足够平滑的结果,从而获得适合作为第二子帧的图像数据。

$$[0202] \quad SL[i-1] = \text{LPF2}(Lup[i-1]) \cdots (1-8)$$

[0203] 在本实施例中,为了简化配置, $(d3x, d3y) = (d1x, d1y)$ 。这就允许单个 LPF 用作 LPF 1 和 15。将由第二子帧要显示的图像 $SL[i-1]$ 供给至开关 8 的端子 b。

[0204] 本实施例的开关 8 每 $1/120$ 秒交替输出 $SH[i-1]$ ($= L[i-1] + 2H[i-1]$) 和 $SL[i-1]$ ($= \text{LPF2}(Lup[i-1])$), 从而实现具有减少的运动模糊的图像。

[0205] 实施例的效果 2-1 (改善追踪波形中的失真)

[0206] 如从上述说明可明确看出:通过对当前帧和紧后一帧的第一子帧的低频图像执行帧间插值处理来生成作为本实施例的第二子帧而生成的图像数据。

[0207] 第一子帧所显示的图像和第二子帧所显示的图像在时间差上并无不一致。由于这

个原因,在追踪中,第二子帧的图像的位置相对于由第一子帧显示的图像没有大的偏移。因此可以通过在视觉上对两个图像进行时间累积 (time-integrating) 即对两个图像进行相加来识别原始图像。

[0208] 更具体地,与图 7 不同,第二子帧的低频成分图像 $SL[i]$ 不包含基于与 $SH[i]$ 相同的定时的图像信息的低频分量。本实施例的第二子帧也不具有图 9 所示的、在基于与图像 $SH[i]$ 相同的定时的图像信息的低频分量和基于与高频强调图像 $SH[i+1]$ 相同的定时的图像信息的低频分量之间的平均值。在保持型显示装置中,在图 22 中的 C 或 23 中的 C 中不出现波形失真,并且可观察到更精确的追踪波形,如图 24 中的 C 所示。同样在脉冲型显示装置中,在图 26 中的 C 或 27 中的 C 中不出现波形失真,并且如图 28 中的 C 所示,可观察到更精确的追踪波形。图 24 中的 A 示出实施例的高频强调图像。图 24 中的 B 示出本实施例的低频图像。图 24 中的 C 示出通过组合它们所获得的图像 (保持型显示装置)。图 28 中的 A 示出实施例的高频强调图像。图 28 中的 B 示出实施例的低频图像。图 28 中的 C 示出通过组合它们所获得的图像 (脉冲型显示装置)。

[0209] 实施例的效果 2-2 (动态范围的改善)

[0210] 在图 7 所示的配置中,在追踪中,如图 22 中的 C 或 26 中的 C 所示,在追踪波形中观察到过冲失真、下冲 (undershoot) 失真和拖尾模糊失真。在图 9 所示的配置中,一定程度地改善了过冲失真和下冲失真,并极大地改善了拖尾模糊失真。

[0211] 在图 7 和 9 中的配置中,当考虑到最大运动速度而将相对于所追踪的物体运动速度的 LPF 1 的距离常数值设置为足够大的值时,动态范围变窄。

[0212] 在本实施例中,如图 24 中的 C 或 28 中的 C 所示,在追踪波形中没有出现失真。因而不必考虑波形中的失真而设置大的距离常数值。因而,动态范围不变窄。

[0213] 即使当运动速度相对于距离常数值为高 (当距离常数值相对于所采用的运动速度为小) 时,也总能获得该效果。因此可以设置比以前更小的距离常数值。

[0214] 图 3 示出图 9 所示的配置中的波形。在图 3 中,即使当 $SL[i]$ 的波形在水平方向上偏移例如 $V/2$ 时,也必须将用于获得 $L[i]$ 或 $\{L[i]+L[i+1]\}/2$ 的距离常数值设置为相对大的值以不会极大地改变整个波形。

[0215] 图 4 示出本实施例的波形。在本实施例中,基于运动补偿通过帧间插值来生成 $SL[i]$ 。因此, $SL[i]$ 的波形位于正确的位置。这使得图示的峰值 (即高频分量) 可以一定程度地保留。由于这个原因,将 $L[i]$ 确定为基数 (base) 的滤波器的距离常数值可以较小。这就降低了空间高频分量的比率、即 $SH[i]$ 和 $SL[i]$ 之间的水平差。因此与图 9 的配置相比,可以改善显示装置的有效动态范围。

[0216] 实施例的效果 1-1 (运动检测误差的小的影响)

[0217] 如图 1 所示,本实施例通过在尺寸放大单元 14 之后插入 LPF15 来实现消除在运动检测或尺寸放大时新生成的空间高频分量的噪音。LPF 15 还在由运动检测 / 运动补偿单元 13 进行的运动检测中出现估计误差时提供效果。如果由运动检测中估计误差造成的图像噪音仅包含空间高频分量,则极大地抑制了其幅度。即使噪音还包含空间低频分量,则抑制其幅度,使得噪音在视觉上平滑且不易察觉。

[0218] 实施例的效果 1-2 (小的计算规模)

[0219] 在本实施例中,运动检测对象是以 $d2x \times d2y$ 尺寸缩小的缩小图像 $Ls[i]$ 。运动补

偿对象图像是 $Ls[i-1]$ 。计算规模取决于对象的像素数。因而,在像素数绝对地下降时,计算规模可大幅缩小。计算量的缩小比率几乎是像素数的缩小比率的平方。

[0220] 第一实施例的变形例

[0221] 将说明通过计算机程序来实现与第一实施例等同的处理的例子。执行计算机程序所用的设备可以是如个人计算机(以下称作 PC)等信息处理设备。本领域的技术人员熟知 PC 的硬件。假设已经将每单位时间包含 m 个帧的运动图像数据文件存储在如硬盘等存储装置(或存储介质)中。将说明这一例子:在该例子中,用于执行该变形例的应用程序(计算机程序)的 CPU 将文件转换成要以每单位时间双倍的帧即每单位时间 $2m$ 个帧回放的运动图像数据,并将转换结果保存在硬盘上作为文件。将转换对象运动图像数据存储在存储装置中。将双倍速率转换后的运动图像数据也存储在存储装置中。因此,应用程序不必显示双倍速率转换结果。即,注意,CPU 也不需要与转换对象运动图像数据所表示的运动图像的帧速率同步地执行处理。变形例的应用程序也存储在硬盘中。CPU 将该应用程序载入 RAM 并执行该应用程序。

[0222] 图 14 是示出该应用程序的处理过程的流程图。下面参照图 14 来说明 CPU 的执行处理过程。

[0223] 在步骤 S1 中,CPU 将一帧图像数据 $A[i]$ 从转换对象运动图像数据文件载入至 RAM。如果该数据被编码,则 CPU 执行相应的解码处理。

[0224] 在步骤 S2 中,CPU 使用预设的低通滤波器(表)对关注的输入图像数据帧 $A[i]$ 进行滤波,以生成低频图像数据 $L[i]$ 。

[0225] 处理进入步骤 S3。CPU 生成高频分量数据 $H[i]$ 。

[0226] $H[i] = A[i] - L[i]$

[0227] 在步骤 S4 中,CPU 生成高频强调图像数据 $SH[i]$ 并将其临时存储在 RAM 中。

[0228] $SH[i] = A[i] + H[i] = 2A[i] - L[i]$

[0229] 在步骤 S5 中,CPU 从低频分量数据 $L[i]$ 来生成缩小图像数据 $Ls[i]$ (在第一实施例中,其大小在水平方向和垂直方向上都缩小至 $1/6$)。

[0230] $Ls[i] = \text{SizeDown}(L[i])$

[0231] 在步骤 S6 中,基于从紧前一的输入帧生成的缩小图像数据 $L[i-1]$ 和从当前帧生成的缩小图像数据 $L[i]$ 来执行运动检测处理。基于检测到的运动来执行运动补偿处理,从而生成位于在输入或者要显示当前帧和紧前一输入帧的时间的中间位置处的缩小图像数据 $Ls_mc[i]$ 。此时,将缩小图像数据 $Ls[i]$ 存储在 RAM 中以准备下一帧的处理。

[0232] 在步骤 S7 中,使低频运动补偿的图像 $Ls_mc[i]$ 返回至原始大小。如果处理与第一实施例相同,则将像素数在水平方向和垂直方向上都增加 6 倍。

[0233] 在步骤 S8 中,低频运动补偿的图像 $Ls_mc[i]$ 进一步通过低通滤波器以生成第二子帧 $SL[i]$ 。

[0234] 在步骤 S9 中,CPU 将两个生成的子帧 $SH[i]$ 和 $SL[i]$ 存储在存储装置中作为输出运动图像数据。

[0235] 处理进入步骤 S10。CPU 判断是否转换了转换对象运动图像数据文件的所有帧。可以通过判断是否检测到转换对象运动图像数据文件的文件末尾来进行该处理。

[0236] 如果在步骤 S10 中为“否”,则在步骤 S11 中使变量 i 递增“1”,并且重复从步骤 S1

开始的处理。

[0237] 如果在步骤 S10 中为“是”，则 CPU 完成一系列的双倍速率的转换处理。

[0238] 如上所述，与第一实施例相比，转换处理速度取决于 CPU。然而还可以创建与第一实施例具有相同功能和效果的双倍速率的运动图像数据文件。

[0239] 第二实施例

[0240] 接着将说明本发明的第二实施例。图 2 是示出根据第二实施例的图像处理设备的配置的框图。

[0241] 在第二实施例中，低频帧间插值单元 20 不同于第一实施例的低频帧间插值单元 10（图 1）。

[0242] 在第二实施例中，如第一实施例中那样，使用尺寸缩小了与 LPF 1 的距离常数值相对应的值的低频分量图像 L_s 来进行运动检测。然而，运动补偿单元 27 基于对尺寸缩小前的原始低频图像数据 L 的运动检测结果来进行运动补偿。这就避免了运动补偿后的 LPF 或者缩小了 LPF 的规模。

[0243] 如第一实施例中那样，将从 LPF 1 输出的低频图像数据 $L[i]$ 输入至第二实施例的低频帧间插值单元 20。将低频图像数据 $L[i]$ 供给至尺寸缩小单元 (SizeDown unit) 21，然后对其进行运动检测处理。基于运动检测结果，运动补偿单元 27 对对象低频图像数据 $L[i]$ 和 $L[i-1]$ 执行运动补偿以生成图像数据 $MC[i-1]$ 。为此，设置了延迟电路 22 和 26。延迟电路 22 和 26 可由如 FIFO 存储器或 RAM 等存储单元构成。

[0244] 为了容易理解第二实施例，假设 $d1 = 8$ 且 $d2 = 6$ 来进行说明。假设在第二实施例中要处理的输入图像 $A[i]$ 具有 1920×1080 个像素。由于 $d2x = d2y = 6$ ，因此缩小图像 $Ls[i]$ 的大小是 320×180 个像素。更具体地，在第二实施例中，对具有 1920×1080 个像素的图像不进行运动检测。对在水平方向和垂直方向上具有 $1/6$ 大小的图像进行运动检测。这就大幅减少了运动检测的计算量。在第一实施例中，对尺寸缩小的图像执行运动检测和运动补偿这两个处理。然而在第二实施例中，对尺寸缩小的图像进行运动检测处理，而对原始大小的图像进行运动补偿处理。

[0245] 将大小缩小的缩小图像数据 $Ls[i]$ 供给至延迟电路 22 和运动检测单元 23。运动检测单元 23 接收来自延迟电路 22 的前一输入帧的缩小图像数据 $Ls[i-1]$ 以及当前帧的缩小图像数据 $Ls[i]$ ，并生成运动向量数据 $MVs[i-1]$ 。

[0246] 作为对追踪时运动图像特性的措施，优选使用例如当前帧以及其前后帧这总共 3 个帧的缩小图像数据 Ls 来执行运动检测。然而这导致了由于计算量的增加而使得负荷增加，并且还由于存储器容量的增加而导致费用的增加。考虑到这点，在第二实施例中设计最小化的且必要的配置，以基于作为当前子频图像的子帧 $Ls[i]$ 和作为紧前一低频图像的子帧 $Ls[i-1]$ 来生成运动向量数据 $MVs[i]$ 。在运动检测和运动补偿后生成图像数据的计算中，至少在输入要参考的最后帧之后必须开始运动检测用的计算。为此，需要延迟帧。在本例子中，由于实现了最小化的且必要的配置，因此计算处理仅需等待一帧，然后在允许参照下一帧的定时开始。由此输出运动向量数据 $MVs[i-1]$ 。

[0247] $MVs[i-1] = MV(Ls[i-1], Ls[i]) \cdots (2-1)$

[0248] 例如，如下是运动检测单元 23 的详细处理。

[0249] 与图像 $Ls[i]$ 中位置 (x, y) 处的各微区相一致，在图像 $Ls[i-1]$ 中搜索近似或相

符合的相应微区。这称为块匹配。搜索范围对应于原始位置所采用的最大运动量。假设在位置 $(x+mv_{sx}, y+mv_{sy})$ 处发现相应微区。此时,可以如下来表示坐标位置 (x, y) 处的运动向量:

[0250] $MVs[i] = (mv_{sx}, mv_{sy}) \cdots (1-6-2)$ (重复)

[0251] 将在图像 $Ls[i](x, y)$ 的各像素位置 (x, y) 处获得运动向量的处理称作运动检测。运动向量 MVs 是包含与 Ls 一样多的数据的阵列数据。与各像素对应的数据是针对各像素位置处的每个 x 分量和 y 分量分别独立确定的向量数据。使用 x 分量和 y 分量通过如下来表示 MVs :

[0252] $MVs[i](x, y) = (mv_{sx}(x, y), mv_{sy}(x, y)) \cdots (1-6-3)$ (重复)

[0253] 运动检测单元 23 的处理必须等待一帧,然后在允许参照下一帧的定时开始。由此输出向量数据 $MVs[i-1]$ 。

[0254] 例如,基于每个均表示为包括正号或负号的 4 位数据(总共 8 位数据)的 x 和 y 分量,由 $\{mv_{sx}, mv_{sy}\}$ 来表示一个向量数据。这可应对在各方向上的 ± 8 像素的运动距离。在本实施例中, $d2x = d2y = 6$ 。因而,相对于原始图像的最大运动距离是 ± 48 像素,这是足够的距离。

[0255] 运动检测单元 23 生成针对每个像素的向量数据。因此,向量的数量等于 $Ls[i]$ 的像素数。

[0256] 尺寸放大单元 24 接收运动向量数据 $MVs[i-1]$ 并进行向量插值处理,从而生成与缩小前的 $L[i]$ 和 $L[i-1]$ 相对应的向量数据 $MV[i-1]$ 。

[0257] $MV[i-1] = \text{SizeUp}(MVs[i-1]) \cdots (2-2-1)$

[0258] $MV[i-1](x, y) = (mv_x(x, y), mv_y(x, y)) \cdots (2-2-2)$

[0259] 在本实施例中,与 $L[i]$ 相对应的 $MV[i]$ 是包含表示运动的 1920×1080 个向量的阵列数据。另一方面,与缩小了 $d2x = d2y = 6$ 的 $Ls[i]$ 相对应的 $MVs[i]$ 是包含表示运动的 320×180 个向量的阵列数据。

[0260] 为了增加 $MVs[i]$ 的大小并生成 $MV[i]$,尺寸放大单元 24 对各 x 和 y 分量在空间上进行线性插值(例如,使用双线性法),从而生成与每个区域中的 $d2x \times d2y$ 个像素相对应(即与各像素相对应)的向量数据。

[0261] 运动补偿单元 27 基于来自尺寸放大单元 24 的向量数据 $MV[i-1]$ 来生成运动补偿后的低频图像数据 $MC[i-1]$ 。运动补偿后的低频图像数据 $MC[i-1]$ 是这种图像数据:估计该图像数据位于在输出或要显示的当前帧的低频图像数据 $L[i]$ 的时间和前一帧的低频图像数据 $L[i-1]$ 的时间之间的中间时间处。

[0262] $MC[i-1] = \text{MA}(L[i-1], L[i], MV[i-1]) \cdots (2-3)$

[0263] 在 $MC[i]$ 的详细生成处理中,进行以下两项计算,并选择和利用计算结果之一。可选择地,计算平均值。

[0264] $MC[i](x, y)$

[0265] $= L[i](x - mv_x(x, y)/2, y - mv_y(x, y)/2) \cdots (2-4-1)$

[0266] $MC[i](x, y)$

[0267] $= L[i+1](x + mv_x(x, y)/2, y + mv_y(x, y)/2) \cdots (2-4-2)$

[0268] 例如,如果 $mv_x(x, y)/2$ 或 $mv_y(x, y)/2$ 不是整数,则使用除小数部分以外的整数部

分来计算等式 (2-4-1) 和 (2-4-2), 并计算结果的平均值。注意, 从运动补偿单元 27 的输出实际上被延迟了一帧, 输出 $MC[i-1](x, y)$ 。

[0269] 将已经经过了运动补偿的图像数据 $MC[i-1]$ 供给至开关 8 的端子 b 作为由第二子帧要显示的图像 $SL[i-1]$ 。在第二实施例中, 开关 8 每 1/120 秒交替输出 $SH[i-1]$ 和 $SL[i-1]$, 从而实现具有减少运动模糊的图像。

[0270] 如上述, 根据第二实施例, 可省略图 1 的配置中的 LPF 15。由运动补偿单元 27 处理的像素数比由第一实施例的运动检测 / 运动补偿单元 13 的运动补偿所处理的像素数大 $d2x*d2y$ 的比率。然而, 因为处理负荷比运动检测单元 23 的处理负荷轻得多, 所以并没有造成严重的问题。即使造成了任何问题, 由于对原始像素数进行运动补偿, 因此运动补偿后的精度高, 并且保证图像具有比第一实施例中的质量高的质量。

[0271] 第三实施例

[0272] 在第三实施例中, 使用具有与输入图像相同的图像大小的低频图像数据 $L[i]$ 来进行运动检测和运动补偿。

[0273] 图 15 是示出根据第三实施例的图像处理设备的配置的框图。

[0274] 参照图 15, $A[i]$ 是输入图像。输入图像的帧速率是例如 60Hz。开关 8 每 1/120 秒交替选择输入端子 a 和 b。开关 8 选择端子 a 的时期是第一子帧的输出时期。开关 8 选择端子 b 的时期是第二子帧的输出时期。从输入图像 $A[i]$ 到端子 a 的处理的配置与上述相同。到开关 8 的端子 b 的处理的配置有所不同。以下将进行说明。

[0275] LPF 1 是二维低通滤波器。该低通滤波器可使用例如高斯函数或者运动平均或加权运动平均。将滤波器系数为最大值的 1/2 (中心值) 处的有效距离, 即将与传递因子为通带的 1/2 处的空间频率相对应的有效距离, 定义为滤波器的距离常数值 d 。距离常数值 d 表示与在由空间频率滤波器来限制图像的频带时的截止相对应的空间频率的波长。 d 的单位是“像素”。距离常数值 d 由 x 和 y 分量的向量 $d = (dx, dy)$ 来表示, 并且对其各分量都进行了滤波处理。LPF 1 的距离常数值是 $d1 = (d1x, d1y)$ 。 $d1x$ 和 $d1y$ 中每个的单位均是 [像素]。LPF 1 的输出是输入图像的空间低频分量数据 (低频图像数据) $L[i]$, 其由下式来定义:

[0276] $L[i] = LPF\ 1(A[i]) \cdots (1-1)$ (重复)

[0277] 将低频图像数据 $L[i]$ 发送至减法器 2。减法器 2 和加法器 3 生成高频强调图像数据 $SH[i]$ 。

[0278] $SH[i] = 2H[i] + L[i] \cdots (1-2)$ (重复)

[0279] 经由延迟电路 4 将高频强调图像数据 SH 作为延迟了一帧的高频强调图像数据 $SH[i-1]$ 供给至开关 8 的端子 a。高频强调图像数据 $SH[i-1]$ 是双倍速率的图像的第一子帧的显示信号。

[0280] 还将低频图像数据 $L[i]$ 发送至低频分量运动补偿单元 30。低频分量运动补偿单元 30 对低频图像数据 $L[i]$ 和 $L[i-1]$ 进行运动补偿, 以生成图像 $SL[i-1]$ 并将其供给至开关 8 的端子 b。

[0281] $SL[i-1] = L_mc(L[i], L[i-1]) \cdots (3-1)$

[0282] 也就是说, 第三实施例可理解为通过从图 1 所示的第一实施例的配置中去除尺寸缩小单元、尺寸放大单元和 LPF 15 所获得的配置。然而在第三实施例中, 对于与原始图像

的像素相同数量的像素进行运动检测,这增加了计算负荷。因此,第三实施例对于具有预定大小或更小的输入图像 $A[i]$ 是有利的。可选择地,优选将第三实施例应用于在不需要实时生成双倍速率的图像数据的情况下来将双倍速率的图像数据保存为文件的配置。

[0283] 第四实施例

[0284] 图 16 是示出根据第四实施例的图像处理设备的配置的框图。

[0285] 下面参照图 16 将说明第四实施例的配置。

[0286] 参照图 16, $A[i]$ 是输入图像。输入图像的帧速率是例如 60Hz。开关 8 每 $1/120$ 秒交替选择输入端子 a 和 b。开关 8 连接至端子 a 的时期是第一子帧的输出时期。开关 8 连接至端子 b 的时期是第二子帧的输出时期。从输入图像 $A[i]$ 到开关 8 的端子 a 的处理的配置与上述实施例没有大差别。直到开关 8 的端子 b 为止的处理有所不同。

[0287] LPF 1 是二维低通滤波器。该低通滤波器可使用例如高斯函数或者运动平均或加权运动平均。将滤波器系数为最大值的 $1/2$ (中心值) 处的有效距离,即与传递因子为通带的 $1/2$ 处的空间频率相对应的有效距离,定义为滤波器的距离常数值 d 。距离常数值 d 表示与在由空间频率滤波器限制图像的频带时的截止相对应的空间频率的波长。 d 的单位是“像素”。距离常数值 d 由 x 和 y 分量的向量 $d = (dx, dy)$ 来表示,并对其各分量都进行滤波处理。LPF 1 的距离常数值是 $d1 = (d1x, d1y)$ 。 $d1x$ 和 $d1y$ 中每个的单位是 [像素]。LPF 1 的输出是输入图像的空间低频分量数据 (低频图像数据) $L[i]$, 其由下式来定义:

[0288] $L[i] = \text{LPF } 1(A[i]) \cdots (1-1)$ (重复)

[0289] 将低频图像数据 $L[i]$ 发送至减法器 2。减法器 2 和加法器 3 生成高频强调图像数据 $SH[i]$ 。经由延迟电路 4 将高频强调图像数据 SH 作为延迟了一帧的高频强调图像数据 $SH[i-1]$ 而供给开关 8 的端子 a。高频强调图像数据 $SH[i-1]$ 是双倍速率图像的第一子帧的显示信号。

[0290] 另一方面,还将输入图像数据 $A[i]$ 发送至帧间插值单元 40。帧间插值单元 40 进行对当前帧的输入图像数据 $A[i]$ 和紧前一帧的图像数据 $A[i-1]$ 的运动补偿处理,并输出结果作为运动补偿后的图像数据 $A_mc[i]$ 。

[0291] $A_mc[i-1] = \text{MC}(A[i-1], A[i]) \cdots (4-1)$

[0292] 实际上,帧间插值单元 40 的处理必须等待一帧,然后在允许参照下一帧图像的定时开始。由此输出图像数据 $A_mc[i-1]$ 。

[0293] 图像数据 $A_mc[i-1]$ 的空间频率分布几乎等于 $A[i-1]$ 或 $A[i]$, 或取它们之间的中间值。在供给至开关 8 的端子 a 的图像数据 $SH[i-1]$ 中,强调了空间高频分量。因此有必要抑制要供给至开关 8 的端子 b 的图像的空间高频分量。

[0294] 图像 $A_mc[i-1]$ 的空间频率分布接近于 $A[i-1]$ 或 $A[i]$ 的空间频率分布。在第四实施例中,为了实现空间高频分量的消除,在帧间插值单元的后阶段中设置 LPF 41。LPF 41 具有与 LPF 1 相同的特性。

[0295] 第四实施例具有通过提供 LPF 41 来从图像数据 $A_mc[i-1]$ 中去除不想要的空间高频分量的效果。即使当出现运动检测估计误差或估计失败时,在仅包含空间高频分量的图像数据中极大地抑制了其所造成的图像噪音的幅度。即使估计误差或估计失败所造成的噪声还包含空间低频分两,其幅度也被抑制,从而使得该噪音在视觉上很平滑且不易察觉。

[0296] 第五实施例

[0297] 将说明第五实施例。在第五实施例中,如上述实施例那样,将由运动检测处理所获得的信息用于运动补偿。此外,针对图像的每个区域来选择是否应用空间频率分离法。

[0298] 图 17 是示出根据第五实施例的图像处理设备的配置的框图。

[0299] 直到开关 8 的端子 a 的第五实施例的配置(与第一子帧生成关联的配置)与上述第一至第四实施例相同。其差别在于直到开关 8 的端子 b 的配置,即与第二子帧生成关联的配置,并且加了区域特有信号选择单元 53。

[0300] 即使在第五实施例中,输入图像数据的帧速率也是 60Hz,且每 1/120 秒交替输出与一个输入帧相对应的两个子帧。

[0301] 在本实施例中,开关 8 的输出图像表示为 $S[i-1]$ 。 $S[i-1]$ 是 $SH[i-1]$ 和 $SL[i-1]$ 中的一个。帧间插值单元 50 对前一帧的低频图像数据 $L[i-1]$ 和当前帧的低频图像数据 $L[i]$ 进行运动补偿处理,以生成图像数据 $MC(L[i-1], L[i])$ 。帧间插值单元 50 将图像数据 $MC(L[i-1], L[i])$ 输出至开关 8 的端子 b 作为第二子帧 $SL[i-1]$ 。

[0302] 帧间插值单元 50 包含运动检测单元 51。运动检测单元 51 将运动判断信号 $SM[i-1]$ 和 $MS[i-1]$ 输出至区域特有信号选择单元 53。

[0303] 每 1/120 秒交替选择开关 8 的输出 SH 和 SL ,并将其供给至区域特有信号选择单元 53 作为信号 $S[i-1]$ 。所关注的帧的图像数据 $A[i-1]$ 还经由延迟电路 52 供给至区域特有信号选择单元 53。

[0304] 区域特有信号选择单元 53 基于运动判断信号 SM 和 MS 的值、对图像数据的各区域或各像素有选择地输出 $A[i-1]$ 或 $S[i-1]$ 。从区域特有信号选择单元 53 有选择地输出的信号表达为 $D[i-1]$ 。

[0305] 运动判断信号 SM 和 MS 中的每个是包含与输入图像数据 $A[i]$ 的像素的数量一样的数据项的阵列数据,并用作用于每个像素的判断信号。运动判断信号 SM 和 MS 中的每个是分量为 0 或 1 的二进制信号。运动判断信号 MS 在判断为在图像信号中有运动的区域中的像素位置处是“1”,而在其它区域(即被判断为无运动)中的像素位置处是“0”。运动判断信号 SM 的逻辑与运动判断信号 MS 的逻辑相反。

[0306] 接着将说明区域特有信号选择单元 53。为了便于说明,如下所示定义数据。

[0307] - 图像数据 $A[i-1]$ 中坐标 (x, y) 处的像素值是 $a(x, y)$ 。

[0308] - 坐标 (x, y) 处运动判断信号 $SM[i-1]$ 的值是 $sm(x, y)$ 。

[0309] - 坐标 (x, y) 处运动判断信号 $MS[i-1]$ 的值是 $ms(x, y)$ 。

[0310] - 图像数据 $S[i-1]$ 中坐标 (x, y) 处的像素值是 $s(x, y)$ 。

[0311] - 输出图像 $D[i-1]$ 中坐标 (x, y) 处的像素值是 $d(x, y)$ 。

[0312] 利用这些定义,可以由如下给出输出图像 $D[i-1]$ 的坐标 (x, y) 处的像素值:

[0313] $d(x, y) = a(x, y) * sm(x, y) + s(x, y) * ms(x, y) \cdots (5-1)$ (其中“*”不是表示矩阵运算,而是通过乘以相同像素位置 (x, y) 处的值来生成 (x, y) 处的新数据)

[0314] 等式 (5-1) 右手侧的第一项表示乘法器 54 的运算。第二项表示乘法器 55 的运算。更具体地,对于 $sm(x, y) = 1$ 的区域,即对于被判断为无运动的区域,输出了输入图像 $A[i-1]$ 的输入帧中的像素数据。对于 $sm(x, y) = 0$ 的区域,即对于被判断为有运动的区域,选择并输出 $S[i-1]$ 中的像素数据即开关 8 的输出。

[0315] 通过使加法器 56 将这样获得的第一和第二项相加所生成的结果是等式 (5-1)。乘

法器 54 和 55 中的每个可由根据运动判断信号来使数据通过的门（例如，与门）构成。由于仅乘法器 54 和 55 中的一个使像素数据通过，因而可省略加法器 56。

[0316] 如上所述，根据第五实施例，在被判断为有运动的图像区域中，选择图像 $S[i-1]$ 中的像素数据。在被判断为无运动的图像区域中，选择图像 $A[i-1]$ 。这就允许设备总是根据有无运动来有选择地显示针对每个区域的最合适的图像。

[0317] 第六实施例

[0318] 在第一至第五实施例中，使输入图像的帧速率加倍。在第六实施例中，将说明这一例子：在该例子中，输入每单位时间具有 m 个帧的运动图像数据，并将其输出作为每单位时间具有 $N \times m$ 个帧的运动图像数据。为了便于说明，将说明 $N = 5$ 的例子。

[0319] 图 18 是示出根据第六实施例的图像处理设备的配置的框图。

[0320] 同样在这种情况下， $A[i]$ 是输入图像。帧速率是例如 24Hz（公知为电影的帧速率）。开关 70 每 $1/120$ 秒顺序地选择 5 个端子 a、b、c、d 和 e，从而在 $1/24$ 秒内返回到开始。

[0321] 开关 70 连接至端子 a 的时期是第一子帧的输出时期。开关 70 连接至端子 b 的时期是第二子帧的输出时期。类似地，开关 70 的端子 c、d 和 e 的连接时期分别是第三、第四和第五子帧时期。

[0322] 通过将由乘法器 69 放大至 5 倍的高频分量数据加到输入图像数据 $A[i]$ 来获得供给至开关 70 的端子 a 的图像数据 SH（第一子帧）。

[0323] $SH[i] = L[i] + 5 * H[i-1] \cdots (6-1)$

[0324] 在第六实施例中，必须生成供给至开关 70 的其余端子 b、c、d 和 e 的第二至第五子帧（ $(N-1)$ 子帧）。以下将第二至第五子帧表示为 $SL1[i-1]$ 、 $SL2[i-1]$ 、 $SL3[i-1]$ 和 $SL4[i-1]$ 。

[0325] 还将作为来自 LPF 1 的输出的低频分量数据（低频图像数据） $L[i]$ 供给至第六实施例的帧间插值单元 60。第六实施例中的运动检测与上述第二实施例的运动检测几乎相同。

[0326] 同样在第六实施例中，将说明 $d1 = 8$ 且 $d2 = 6$ 的例子。当在第六实施例中要处理的输入图像 $A[i]$ 具有 1920×1080 个像素（低频图像数据 $L[i]$ 当然也具有 1920×1080 个像素）时， $d1 = d2 = 6$ 。也就是说，由尺寸缩小单元 61 生成的缩小图像数据具有 320×180 个像素。因此，在第六实施例中，对于具有 1920×1080 个像素的图像不进行运动检测处理。替代地，对于在水平方向和垂直方向上具有 $1/6$ 大小的图像进行运动检测。这就大幅减少了计算量。

[0327] 运动检测单元 63 接收通过缩小当前帧的图像数据和来自延迟电路 62 的紧前一帧的低频图像数据 $Ls[i-1]$ 的大小所获得的低频图像数据 $Ls[i]$ ，并生成向量数据 $MVs[i-1]$ 。

[0328] $MVs[i-1] = MV(Ls[i-1], Ls[i]) \cdots (2-1)$ （重复）

[0329] 向量数据 $MVs[i-1]$ 中所包含的向量对应于帧速率 Ls 的像素。因此，向量的总数等于低频图像数据 Ls 的像素数。

[0330] 接着，尺寸放大单元 64 对来自运动检测单元 63 的向量数据 $MVs[i-1]$ 在空间上进行插值，从而生成具有与大小减小前的像素数一样多的向量的向量数据 $MV[i-1]$ （这一部分的空间插值与第二实施例中的相同）。

[0331] $MV[i-1] = \text{SizeUp}(MV_s[i-1]) \cdots (2-2-1)$ (重复)

[0332] 运动检测单元 63 和尺寸放大单元 64 的处理与上述第二实施例的相同,因此将不重复对其的说明。

[0333] 运动补偿单元 67 接收当前帧的低频图像数据 $L[i]$ 和紧前一帧的低频图像数据 $L[i-1]$ 。基于向量数据 $MV_s[i-1]$,运动补偿单元 67 生成通过低频分量的运动补偿所获得的图像 $MC1[i-1]$ 至 $MC4[i-1]$,并且应作为第二至第五子帧而输出。

[0334] 该实施例的运动补偿单元 67 线性近似从第一子帧到第五子帧的物体运动。因此,将通过运动检测单元 63 获得的运动向量 MV 作为关注帧中的普通向量来处理。在本实施例中, $N = 5$ 。因此,在每个子帧中,将相邻子帧的运动向量近似 $MV/5$ 。

[0335] 基于该概念,将要发送至运动补偿单元 67 的运动向量数据可以与第二实施例中相同。因此,通过如下来生成运动补偿单元 67 的输出作为第二至第五子帧的运动补偿后的图像:

[0336] $MC1[i-1] = MA1(L[i-1], L[i], MV[i-1]) \cdots (6-2)$

[0337] $MC2[i-1] = MA2(L[i-1], L[i], MV[i-1]) \cdots (6-3)$

[0338] $MC3[i-1] = MA3(L[i-1], L[i], MV[i-1]) \cdots (6-4)$

[0339] $MC4[i-1] = MA4(L[i-1], L[i], MV[i-1]) \cdots (6-5)$

[0340] 当使等式 (6-2) 至 (6-5) 与 $n = 1$ 至 4 相对应时,可以以下面的方式与 n 相对地重写等式 (6-2) 至 (6-5)。第 n 个等式对应于第 n 个子帧。

[0341] $MCn[i-1] = MAn(L[i-1], L[i], MV[i-1]) \cdots (6-6)$

[0342] 如接下来所述,供给至本发明的运动补偿单元 67 的运动向量数据与第二实施例相同。

[0343] $MV[i-1](x, y) = (mvx(x, y), mvy(x, y)) \cdots (2-2-2)$ (重复)

[0344] $MAn[i-1]$ 的详细生成处理为如下所示。

[0345] 为了通过参照 $Ls[i]$ 的相应点来获得第 n 个子帧,根据下式来执行计算处理:

[0346] $MAn[i](x, y)$

[0347] $= Ls[i](x-mvx(x, y)*n/5, y-mvy(x, y)*n/5) \cdots (6-7)$

[0348] 为了通过参照 $Ls[i+1]$ 的相应点来获得第 n 子帧,根据下式来执行计算处理:

[0349] $MAn[i](x, y)$

[0350] $= Ls[i+1](x+mvx(x, y)*(5-n), y+mvy(x, y)*(5-n)) \cdots (6-8)$

[0351] 可适当地选择和利用计算结果中的一个,或可以计算平均值。

[0352] 如果各分量的第二项不是整数,则以除小数部分以外的最大整数来代替该值,并计算等式的计算结果的平均值。

[0353] 将子帧供给至开关 70 的端子 b 至 e。开关 70 输出与一个输入帧相一致的 N 倍速率的子帧(在本实施例中 $N = 5$)。

[0354] 如上所述,根据第六实施例,本发明还适用于在这样的显示装置中的显示图像生成:该显示装置通过 N 个子帧来运行,即以输入图像的 N 倍帧速率来运行。

[0355] 以上已经说明了本发明的第一至第六实施例。在实施例中,没有提到最终获得的 N 倍速率的帧中每个的输出目的地。该输出目的地可以是保持型或脉冲型显示装置。输出目的地不限于显示装置。替代地,可以将数据存储在如 DVD 等存储介质中或者如硬盘等存

储装置中作为运动图像文件。

[0356] 如在第一实施例的上述变形例中那样,第二和后续实施例也允许通过控制计算机程序来实施等效的处理或功能。

[0357] 通常,将计算机程序存储在如 CD-ROM 等计算机可读存储介质中。将存储介质设置在计算机的读取装置(例如 CD-ROM 驱动器)中,并且通过将程序复制或安装在系统中来使该程序可执行。因此,这种计算机可读存储介质也包含在本发明中。

[0358] 尽管已经参考典型实施例说明了本发明,但是应该理解,本发明不限于所公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释,以包含所有这类修改、等同配置和功能。

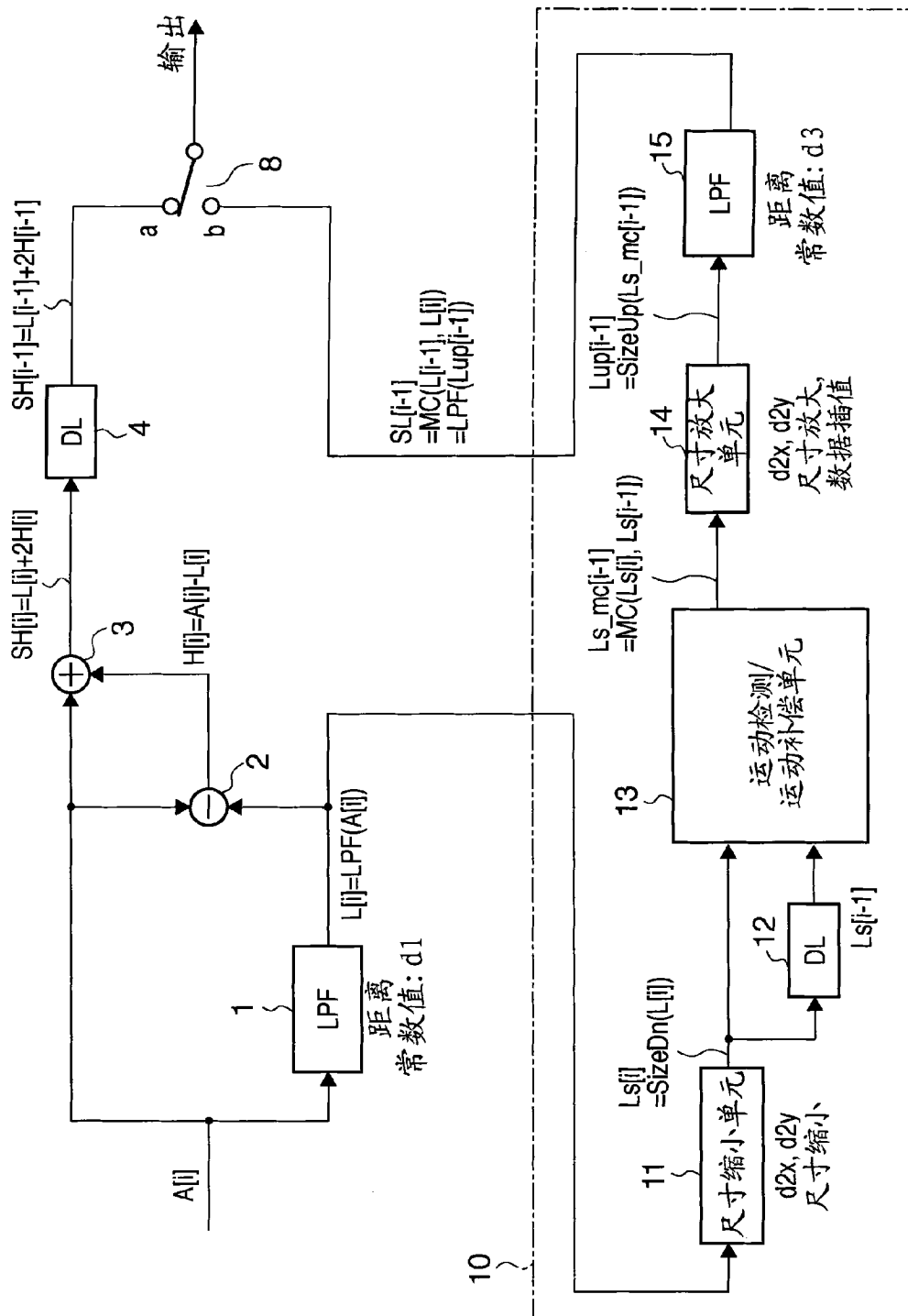


图 1

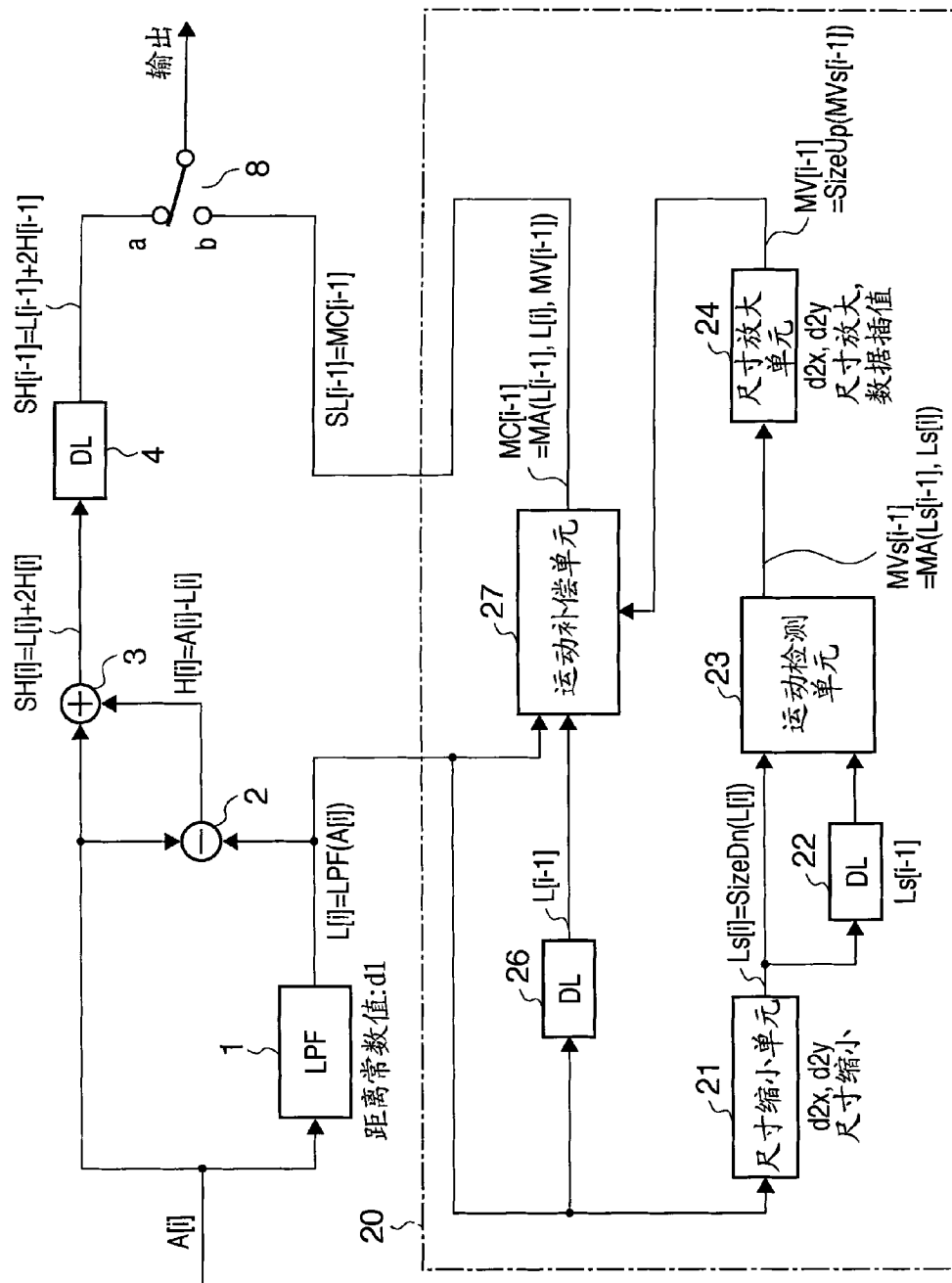


图 2

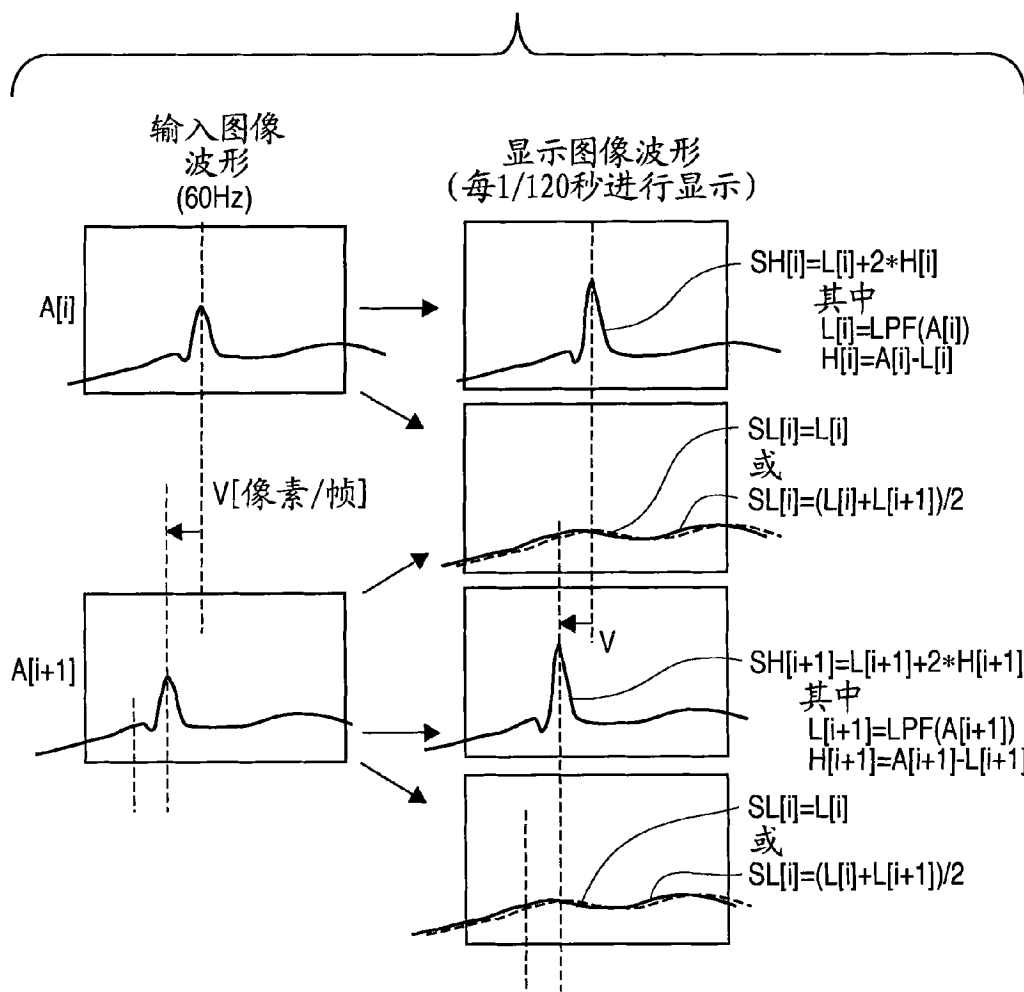


图 3

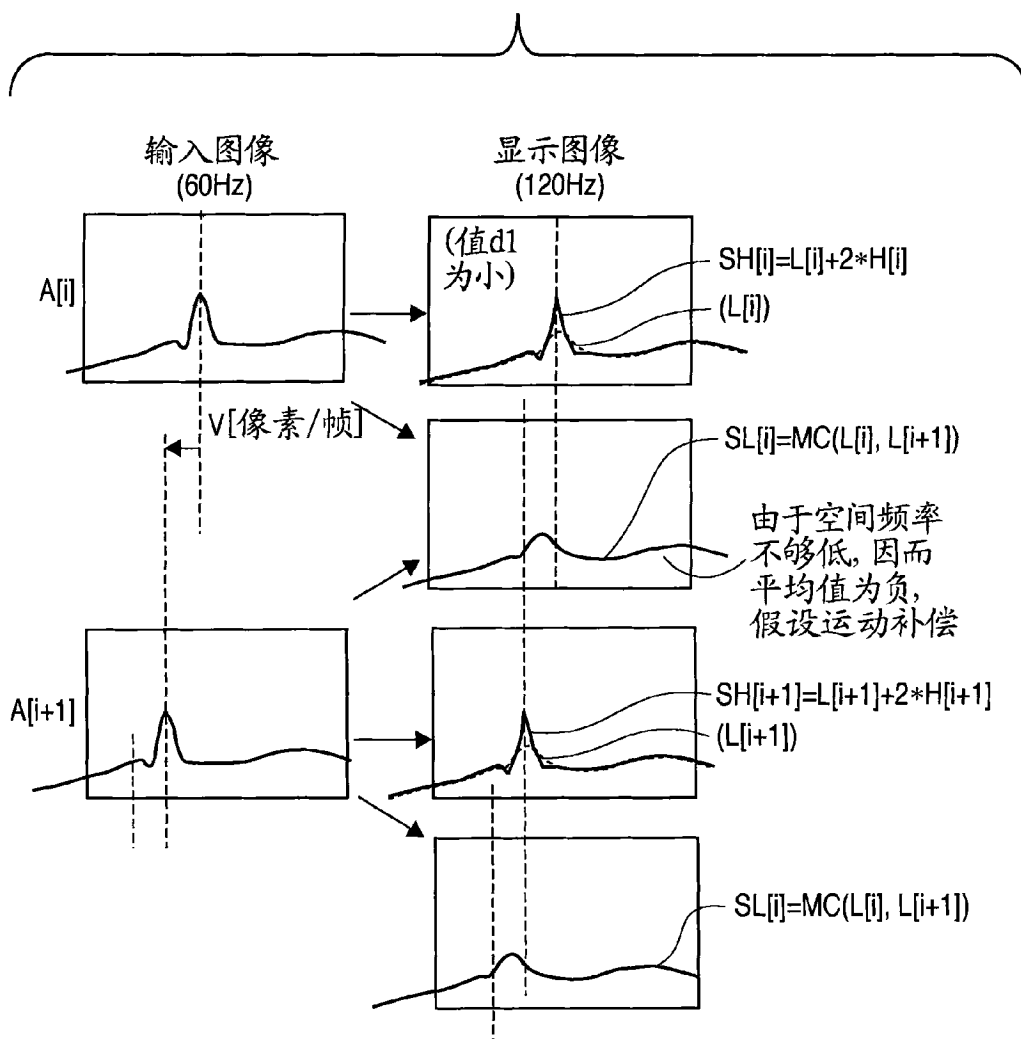


图 4

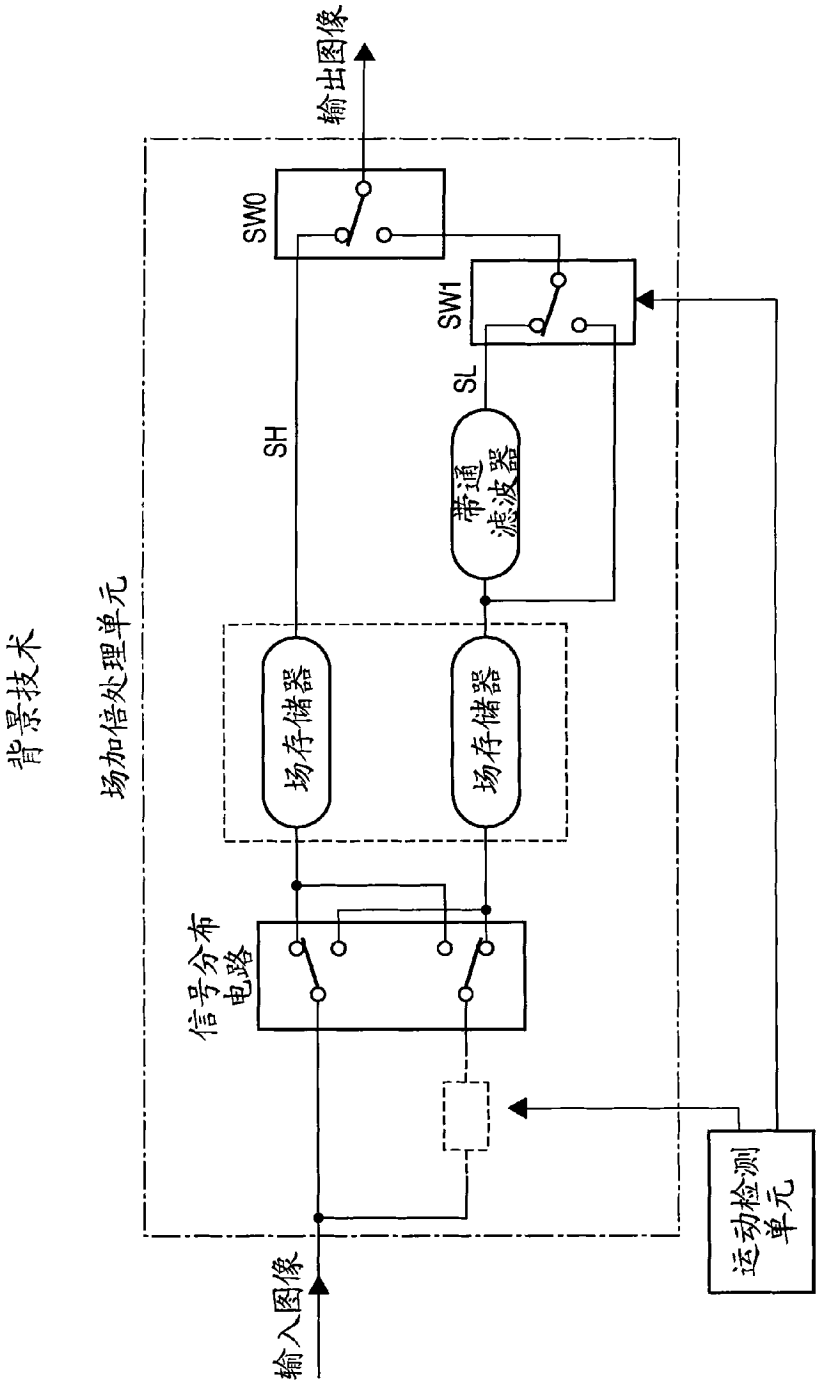


图 5

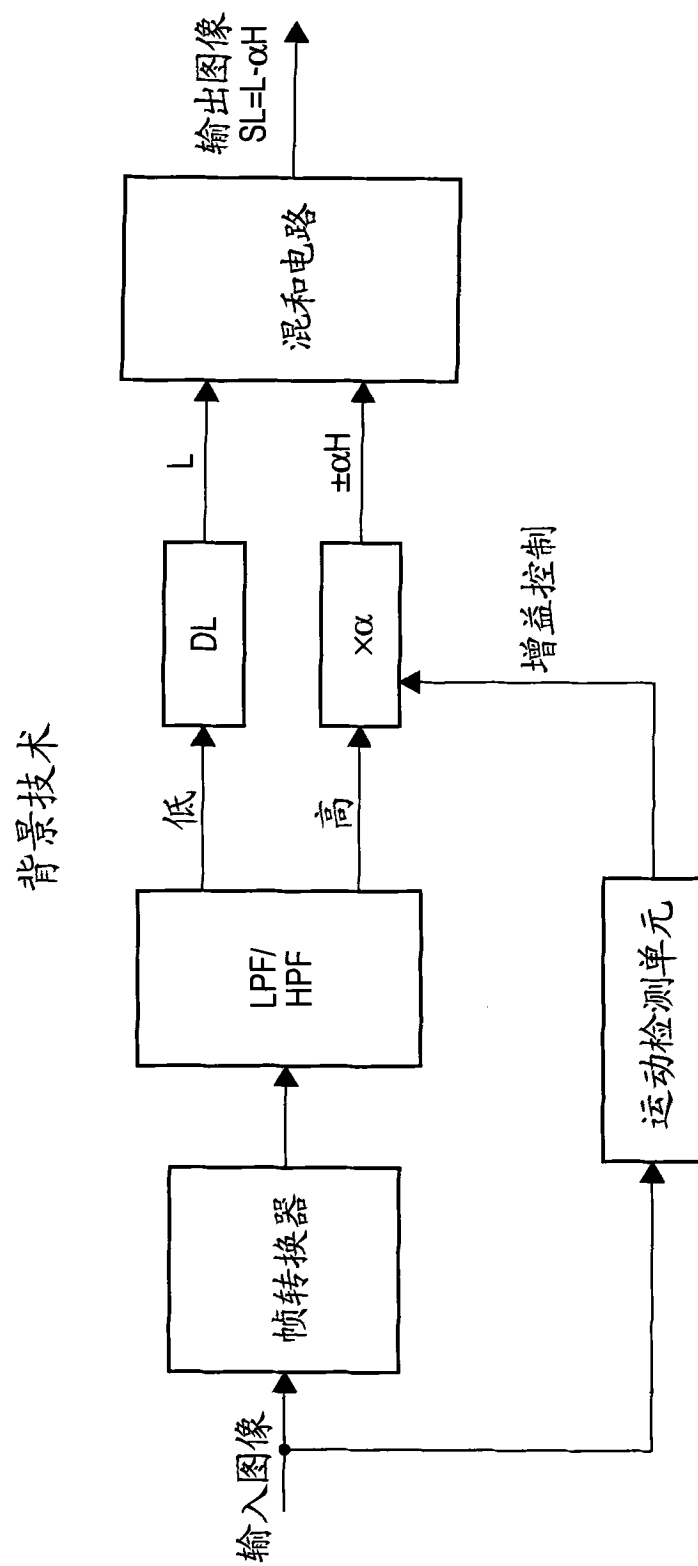


图 6

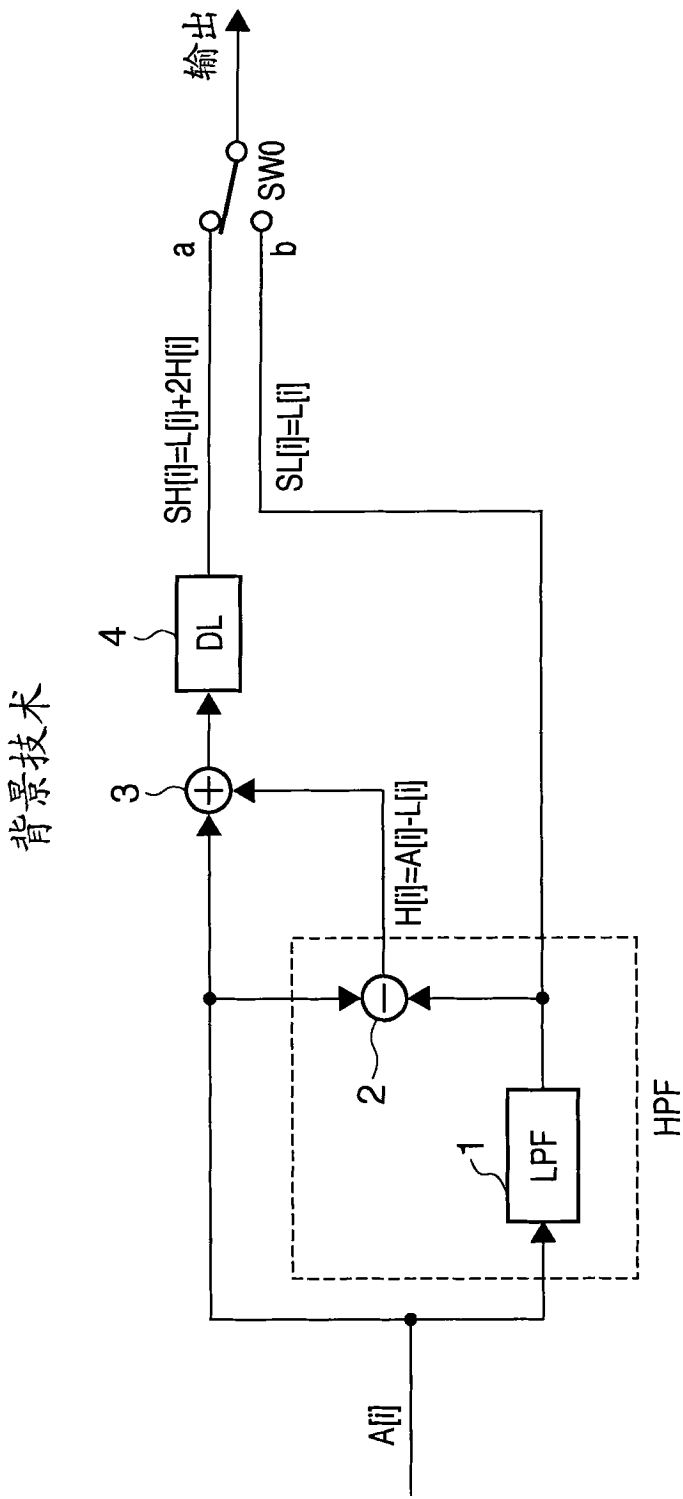


图 7

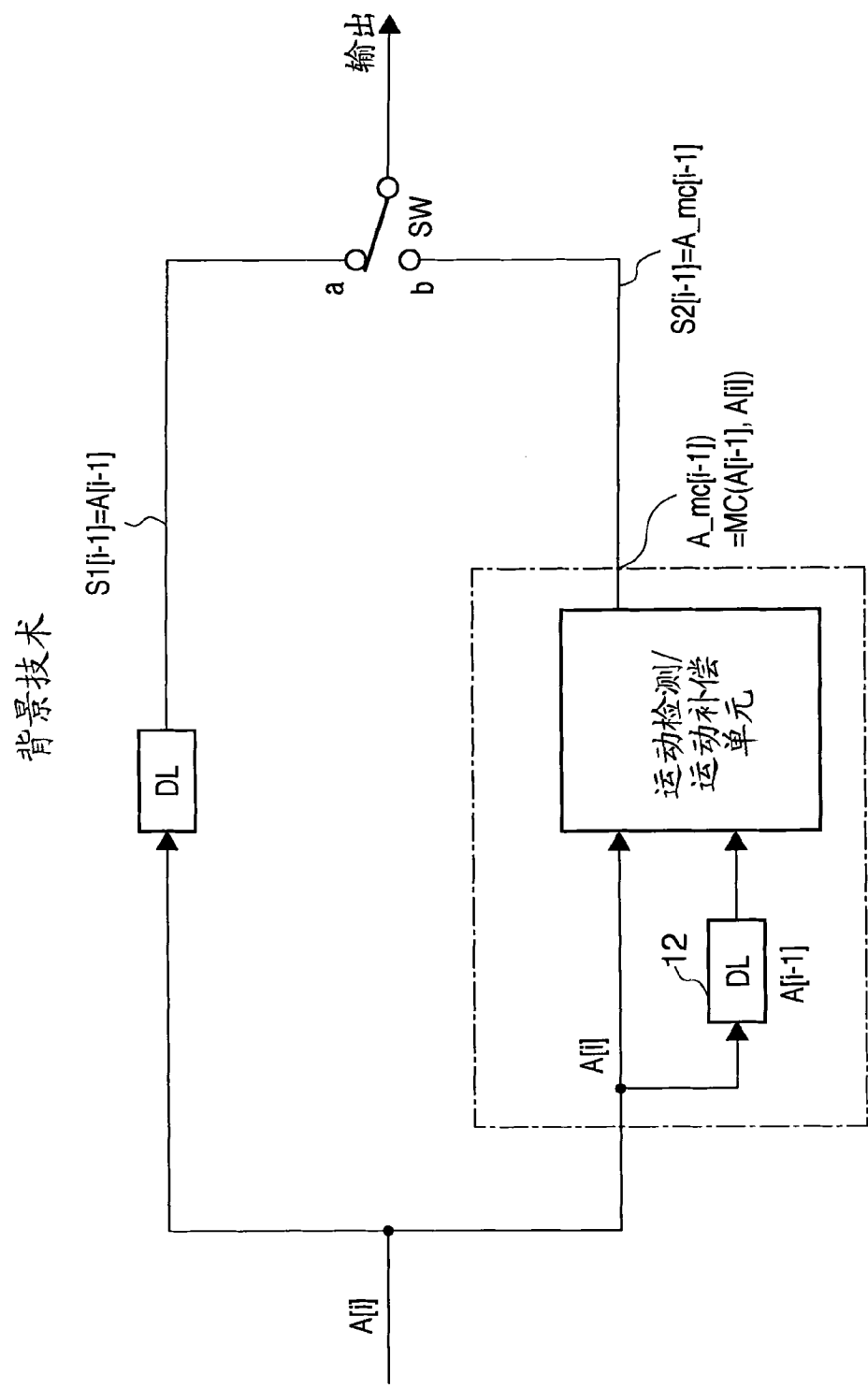


图 8

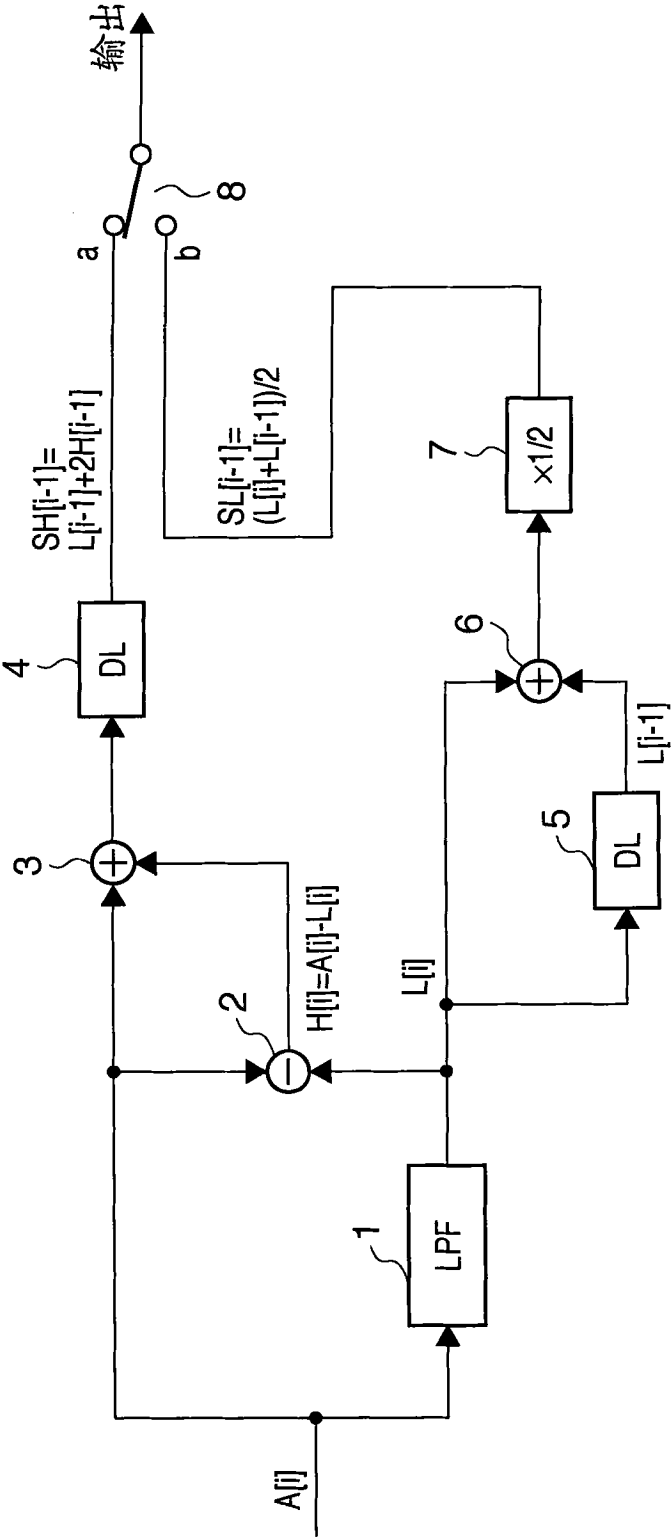


图 9

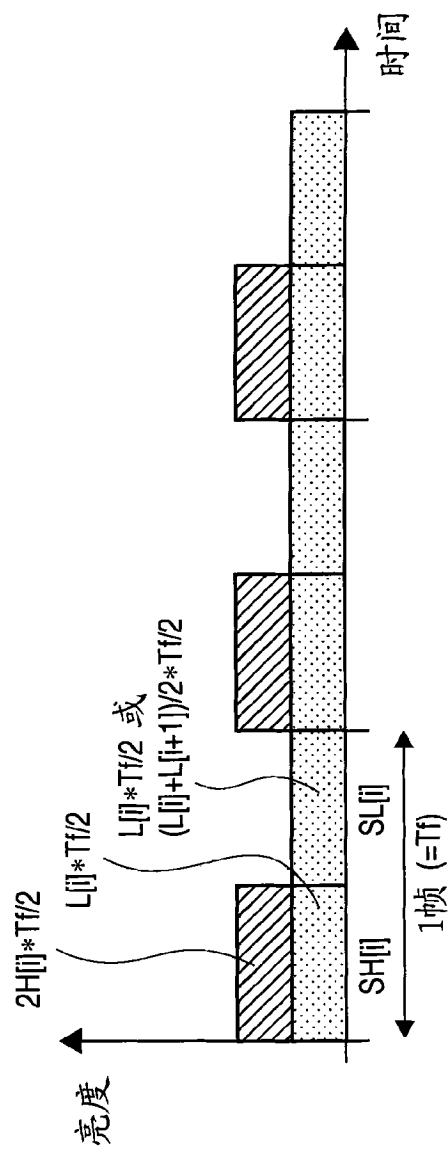


图 10

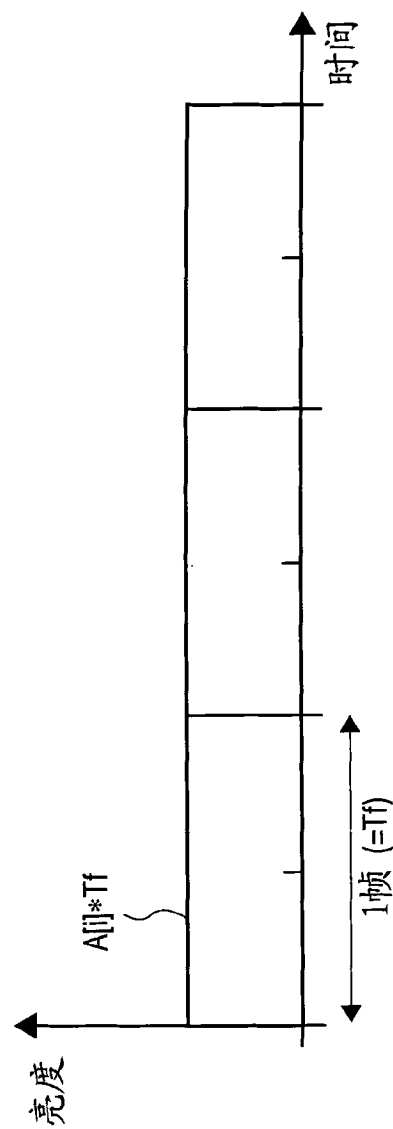


图 11

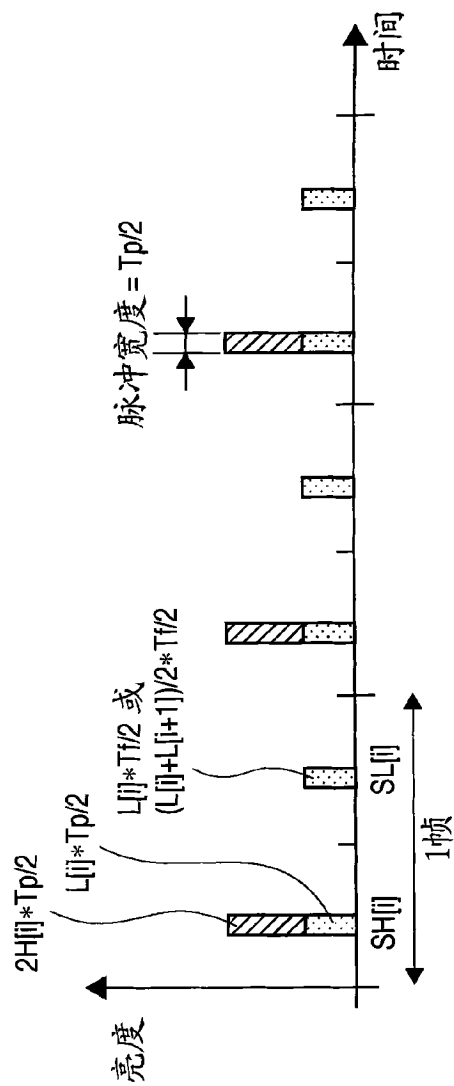


图 12

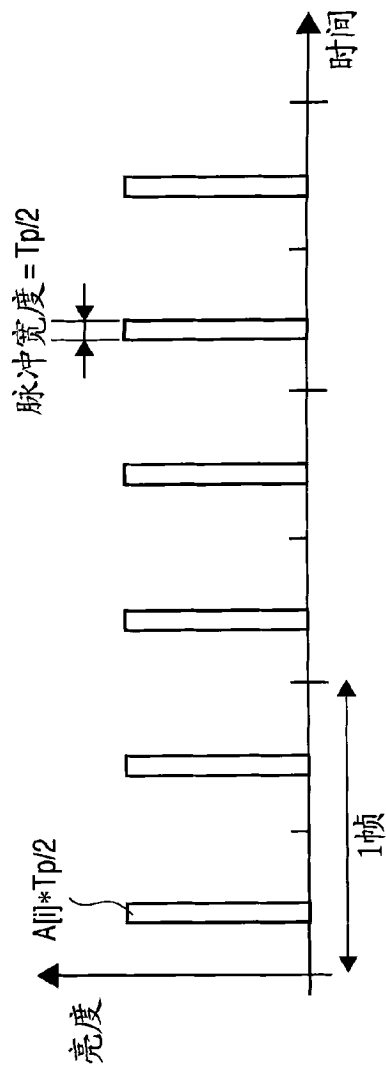


图 13

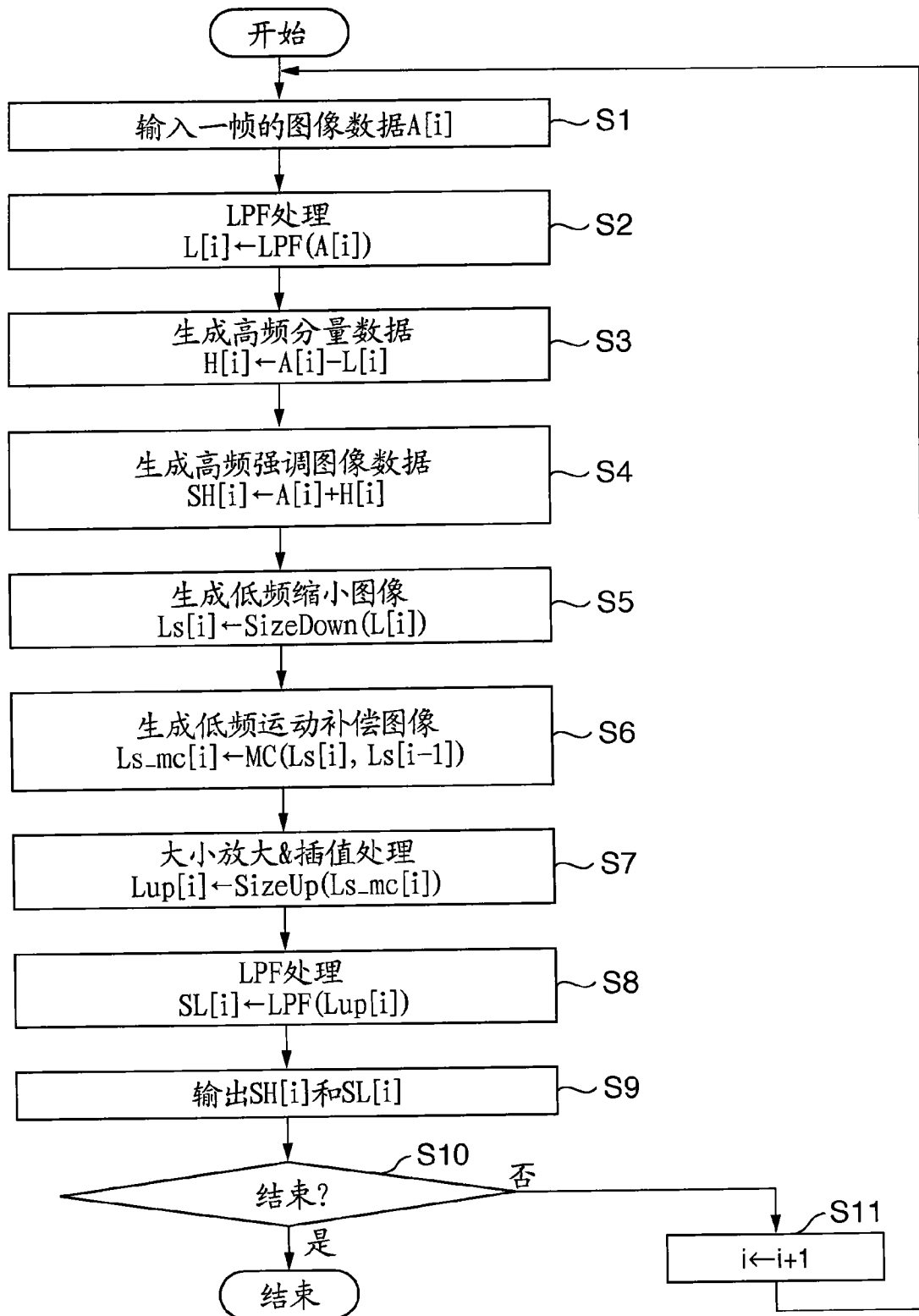


图 14

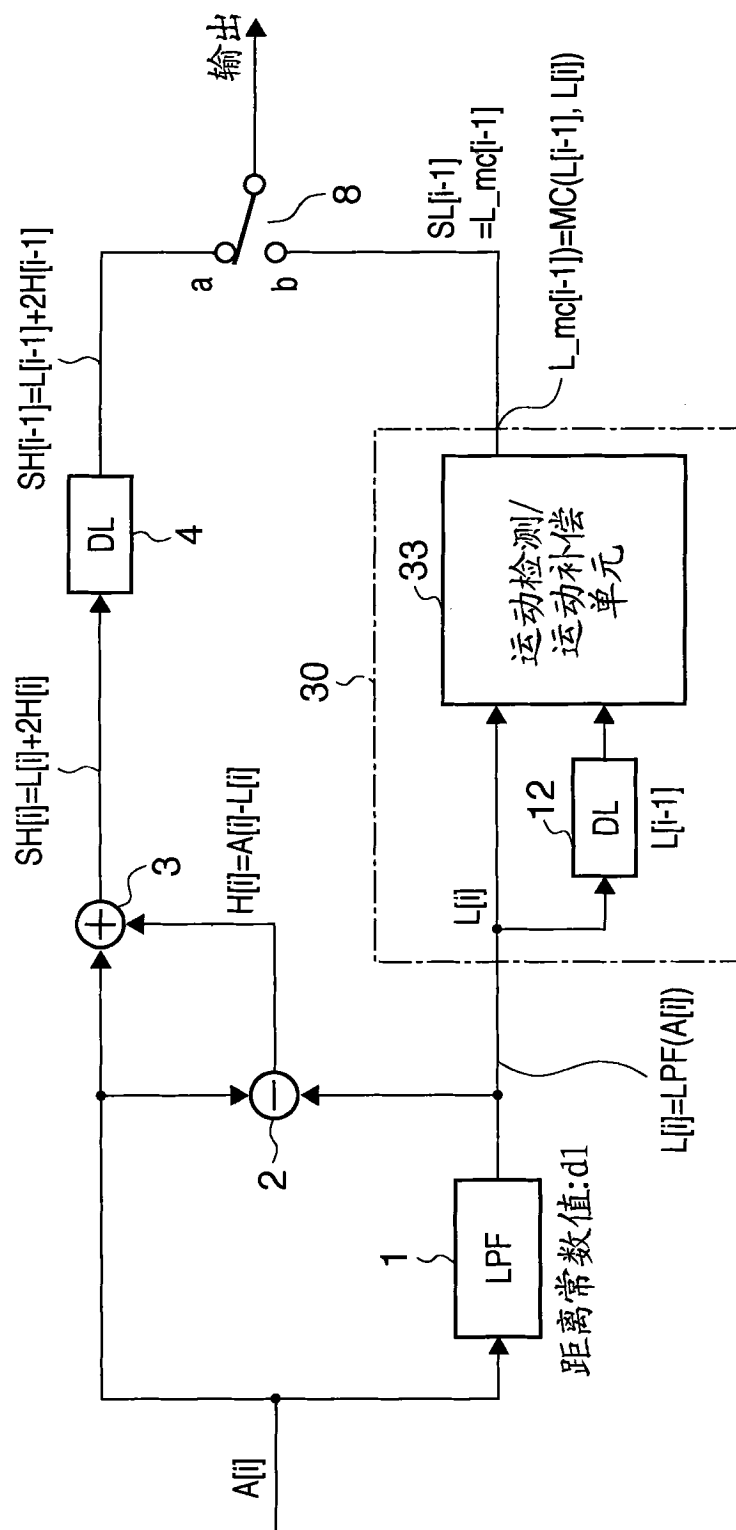


图 15

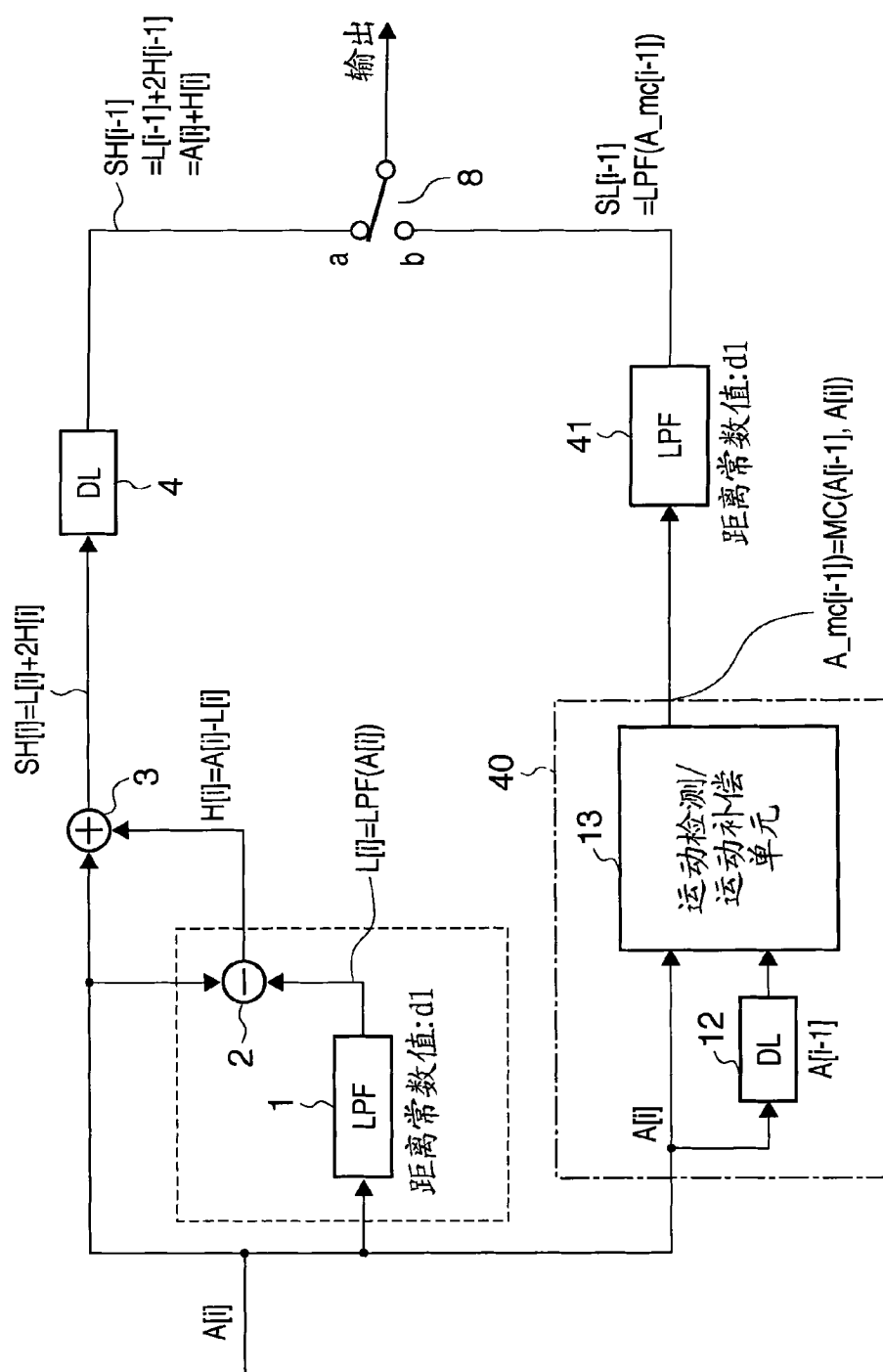


图 16

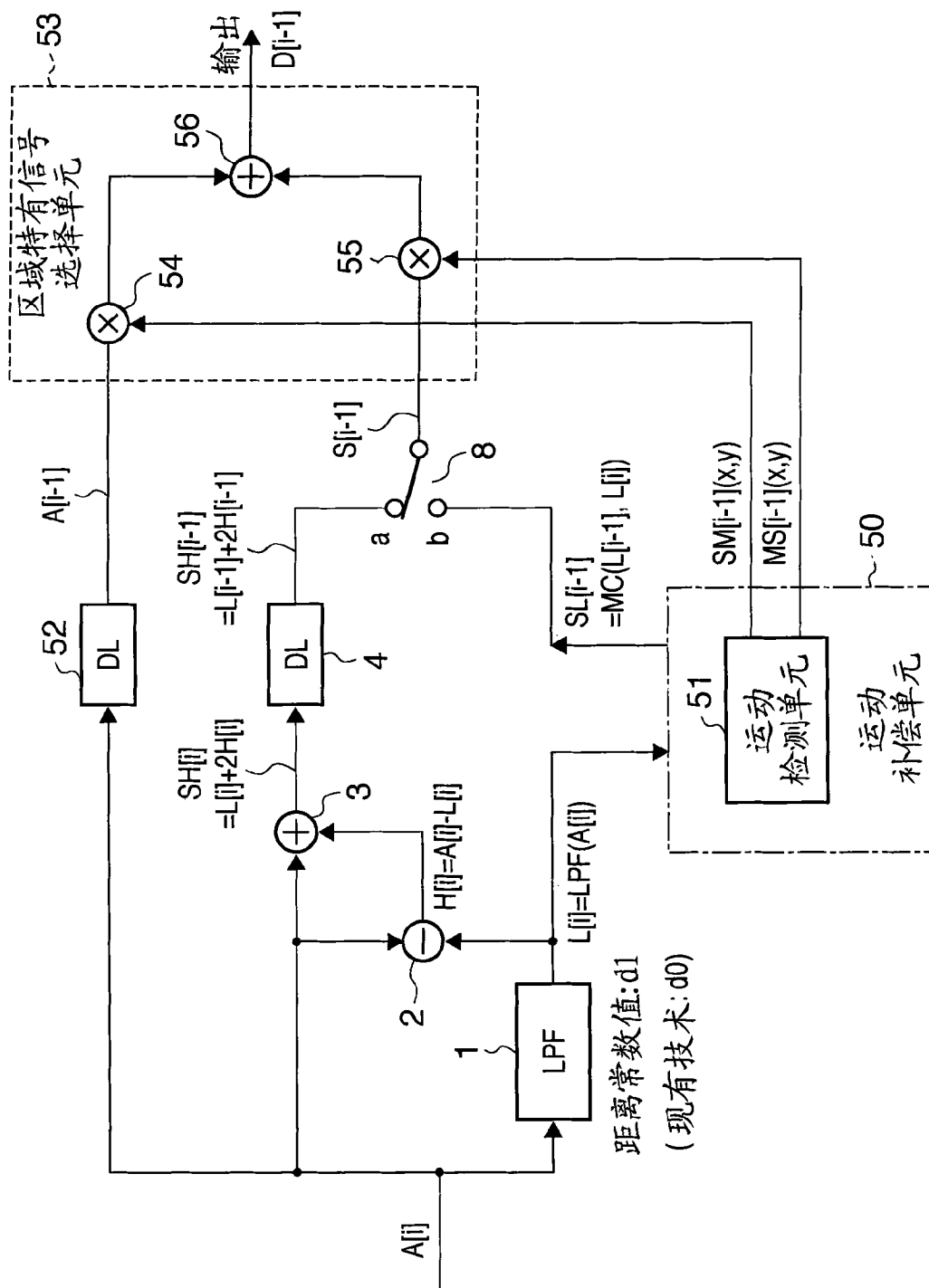


图 17

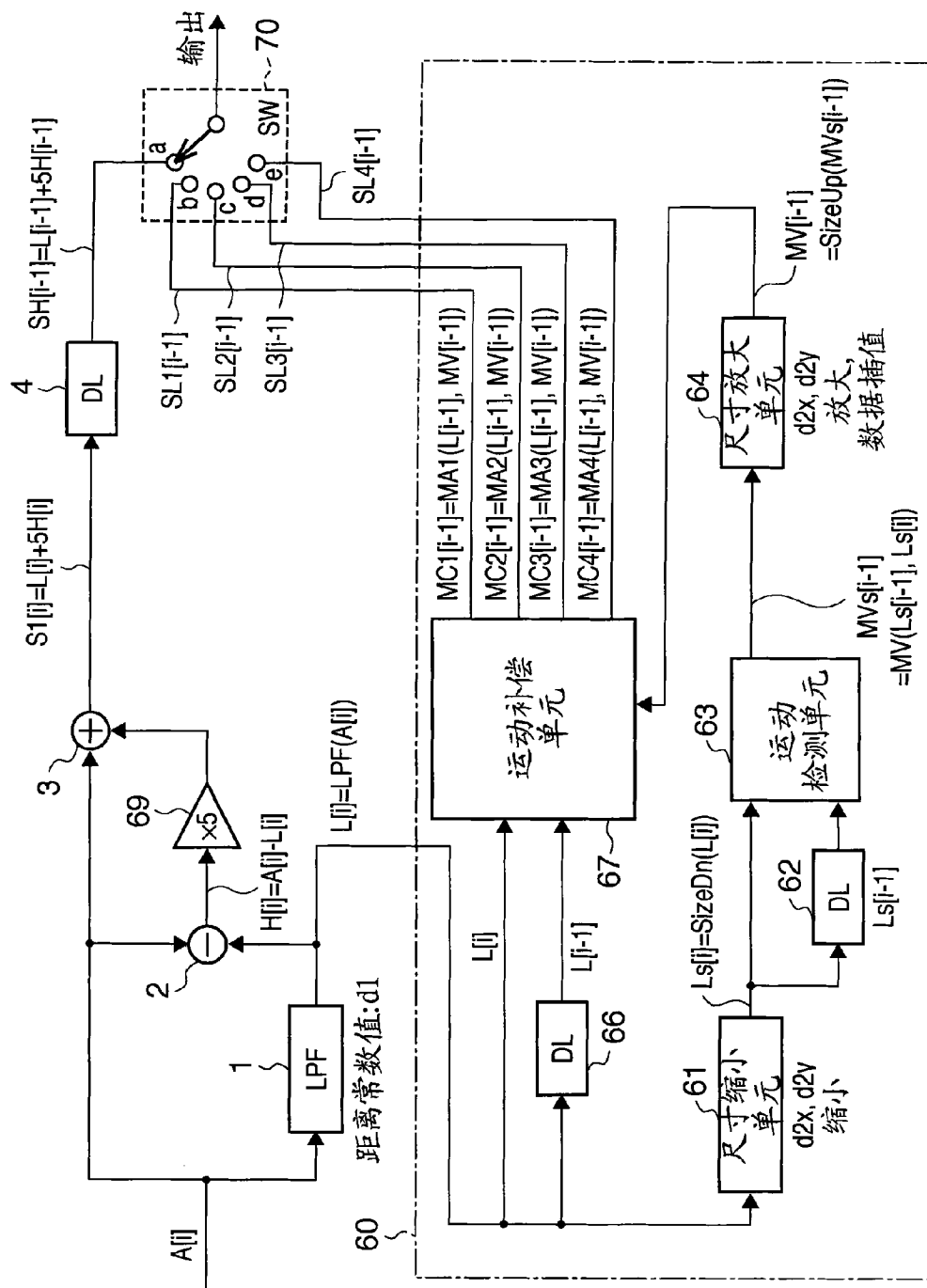


图 18

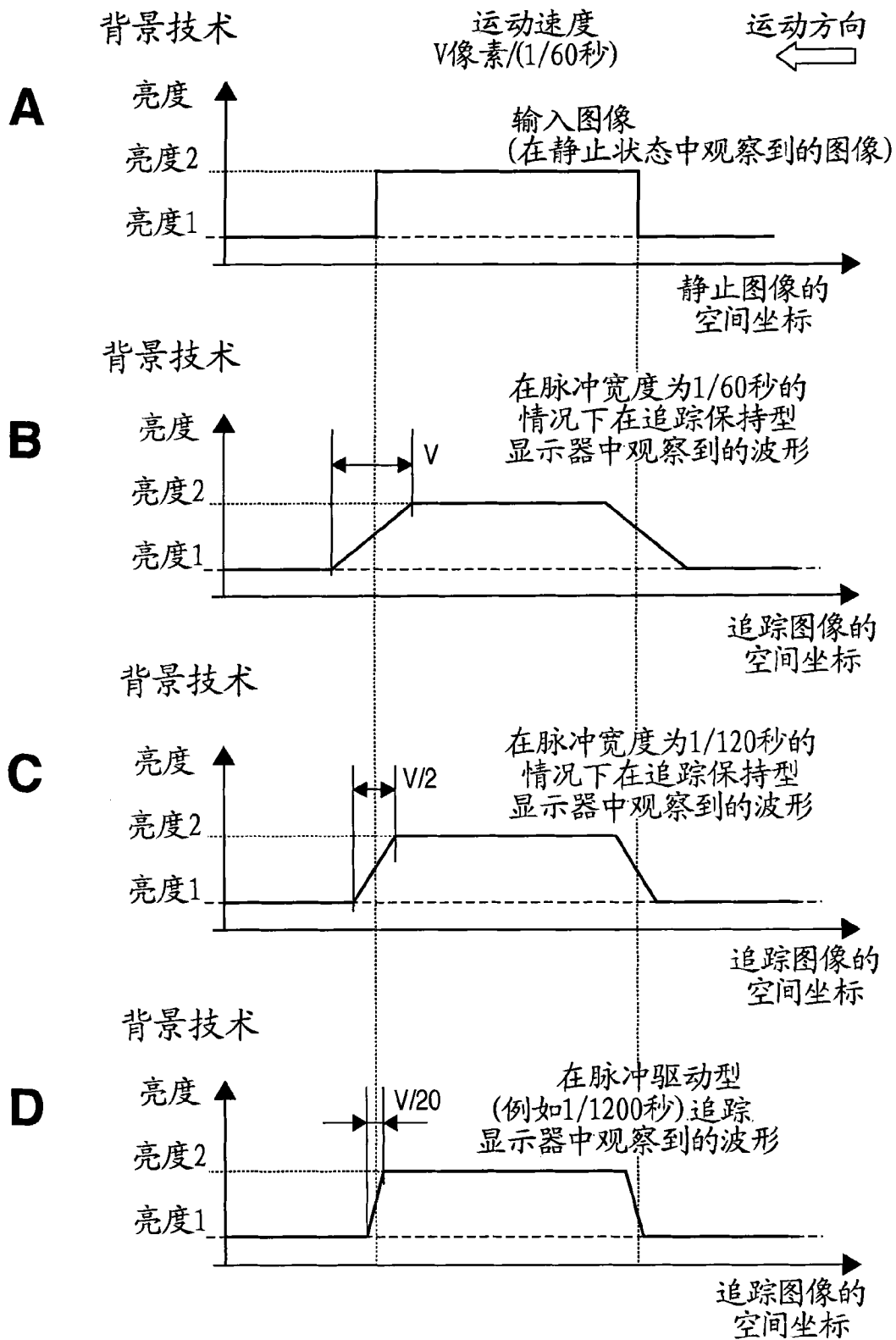


图 19

背景技术

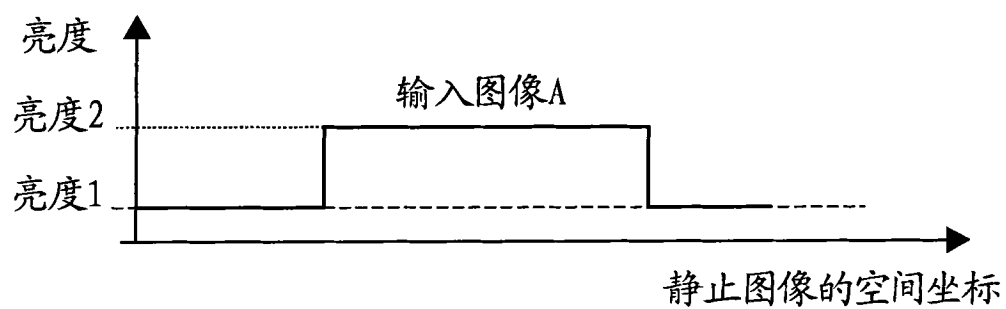


图 20A 背景技术

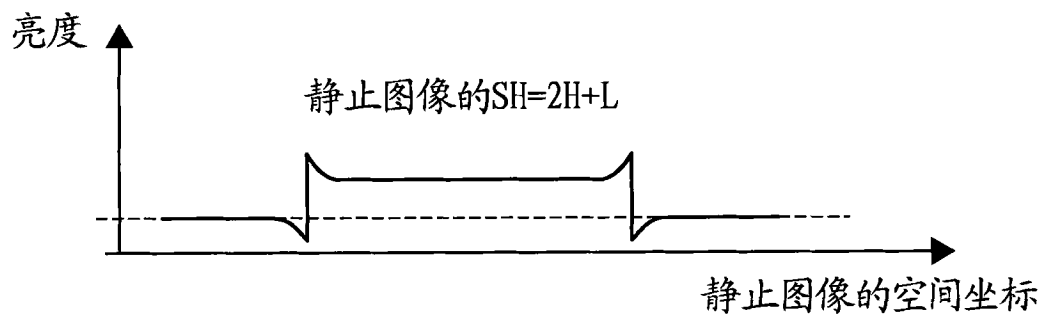


图 20B 背景技术

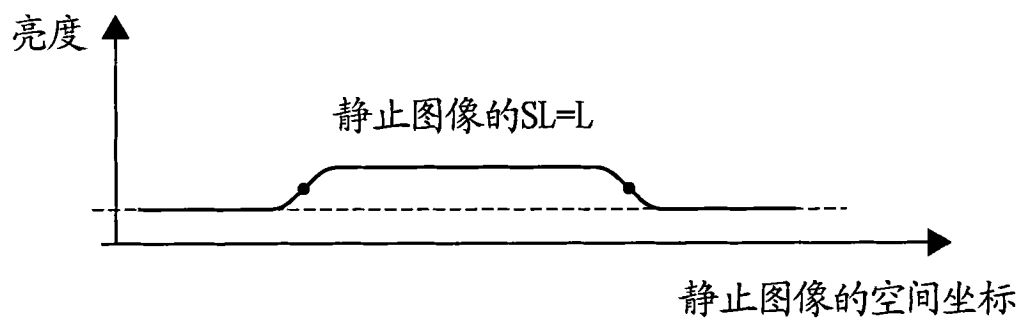


图 20C 背景技术

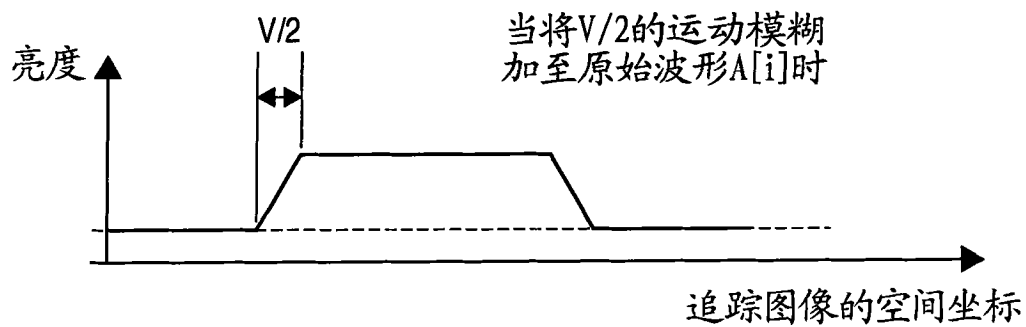


图 21A 背景技术

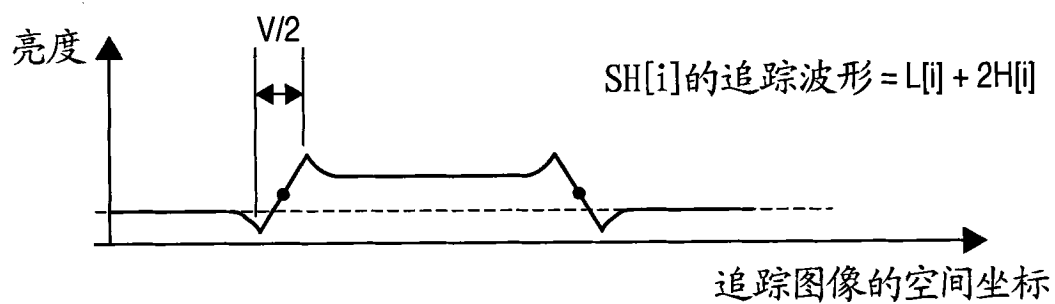


图 21B 背景技术

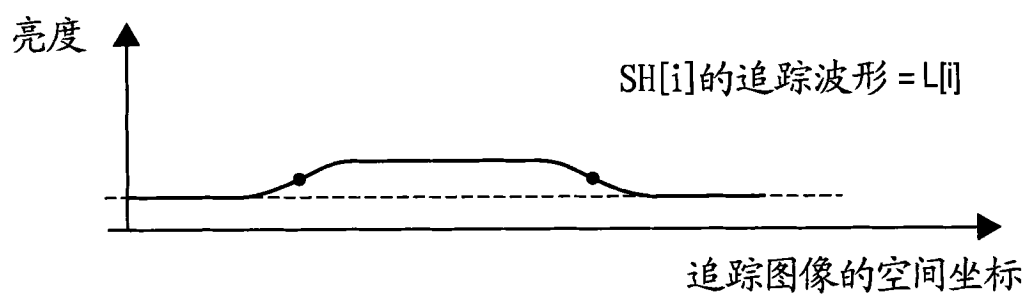


图 21C

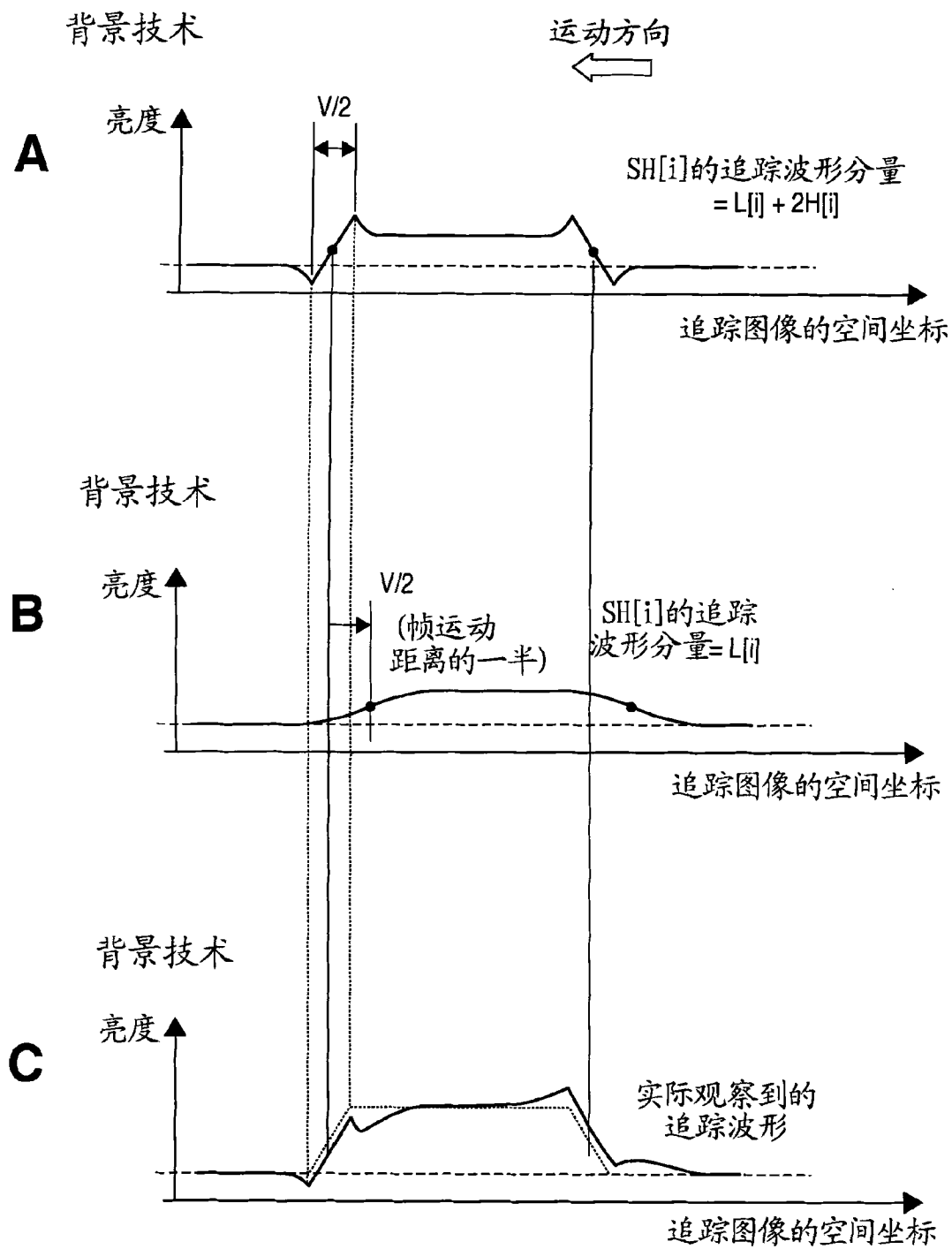


图 22

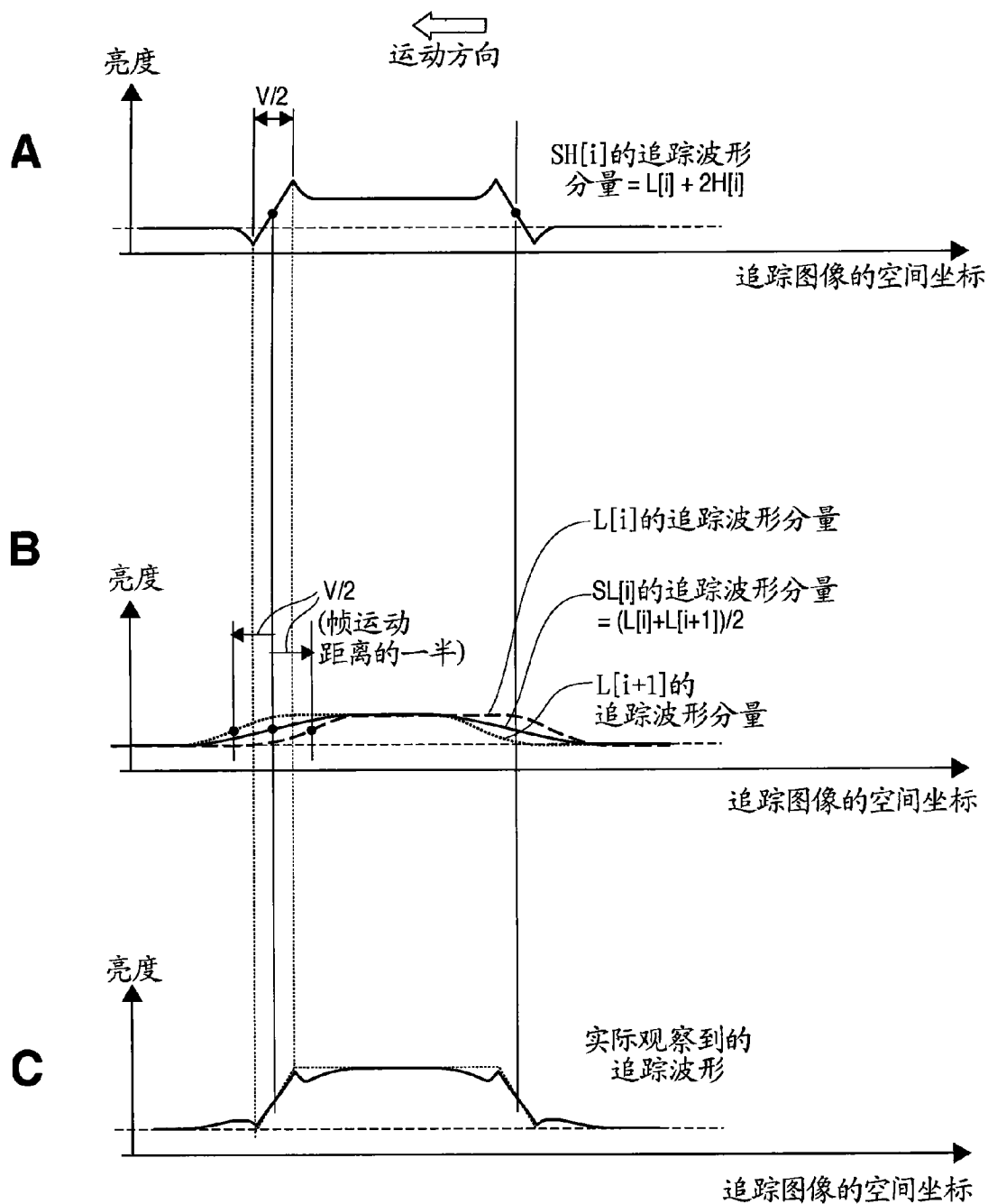


图 23

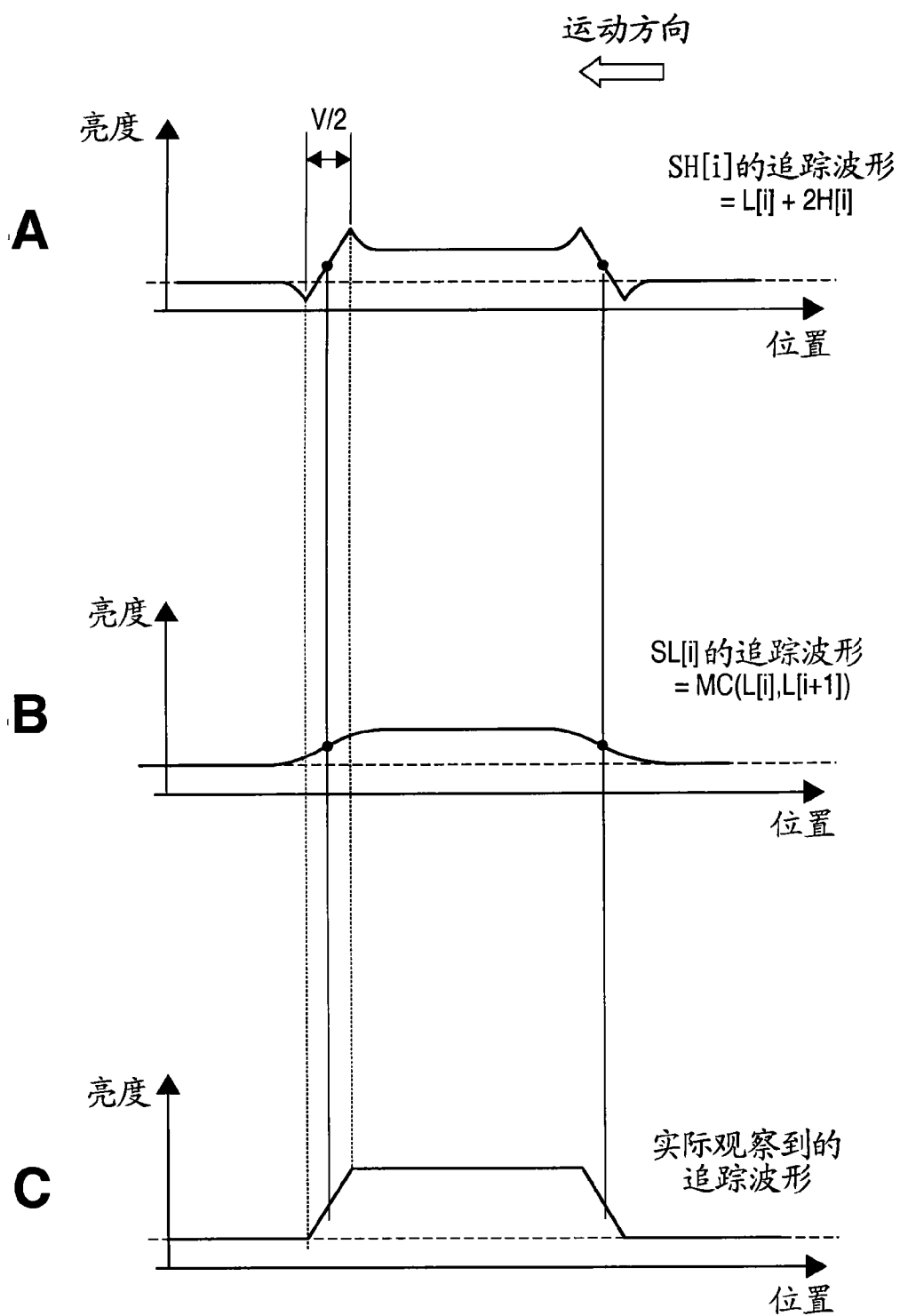


图 24 背景技术

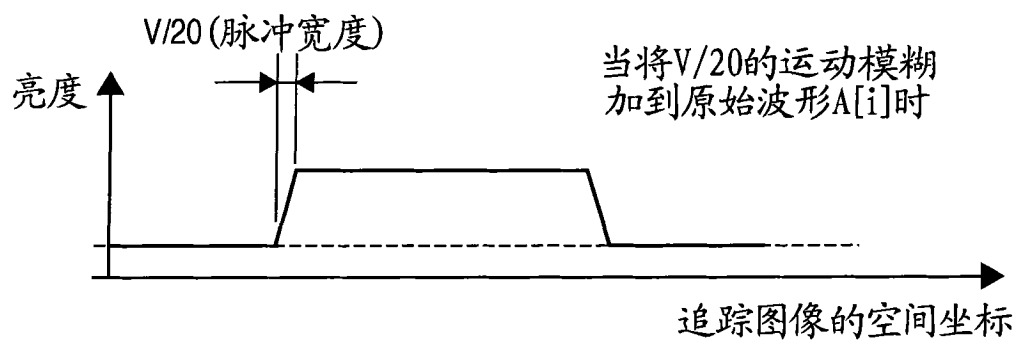


图 25A 背景技术

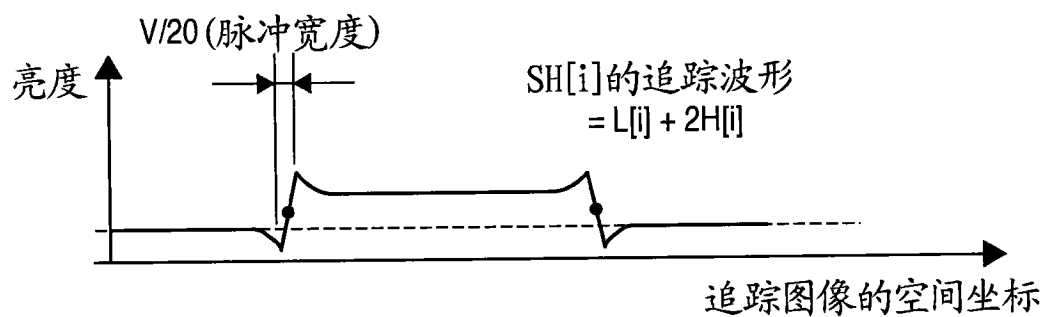


图 25B 背景技术

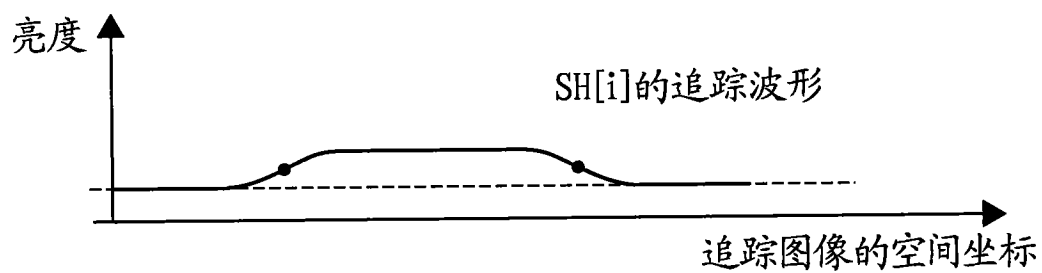


图 25C

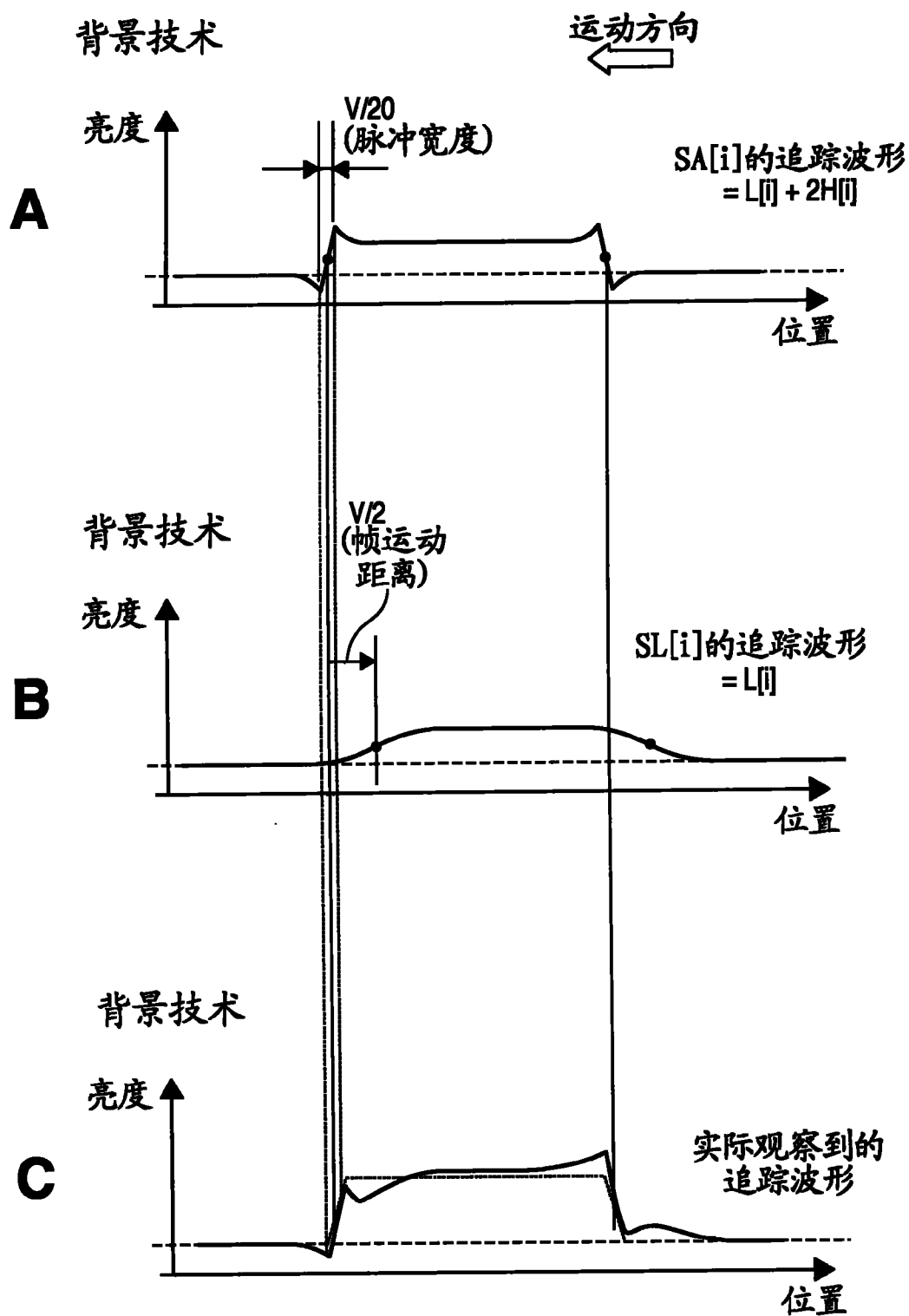


图 26

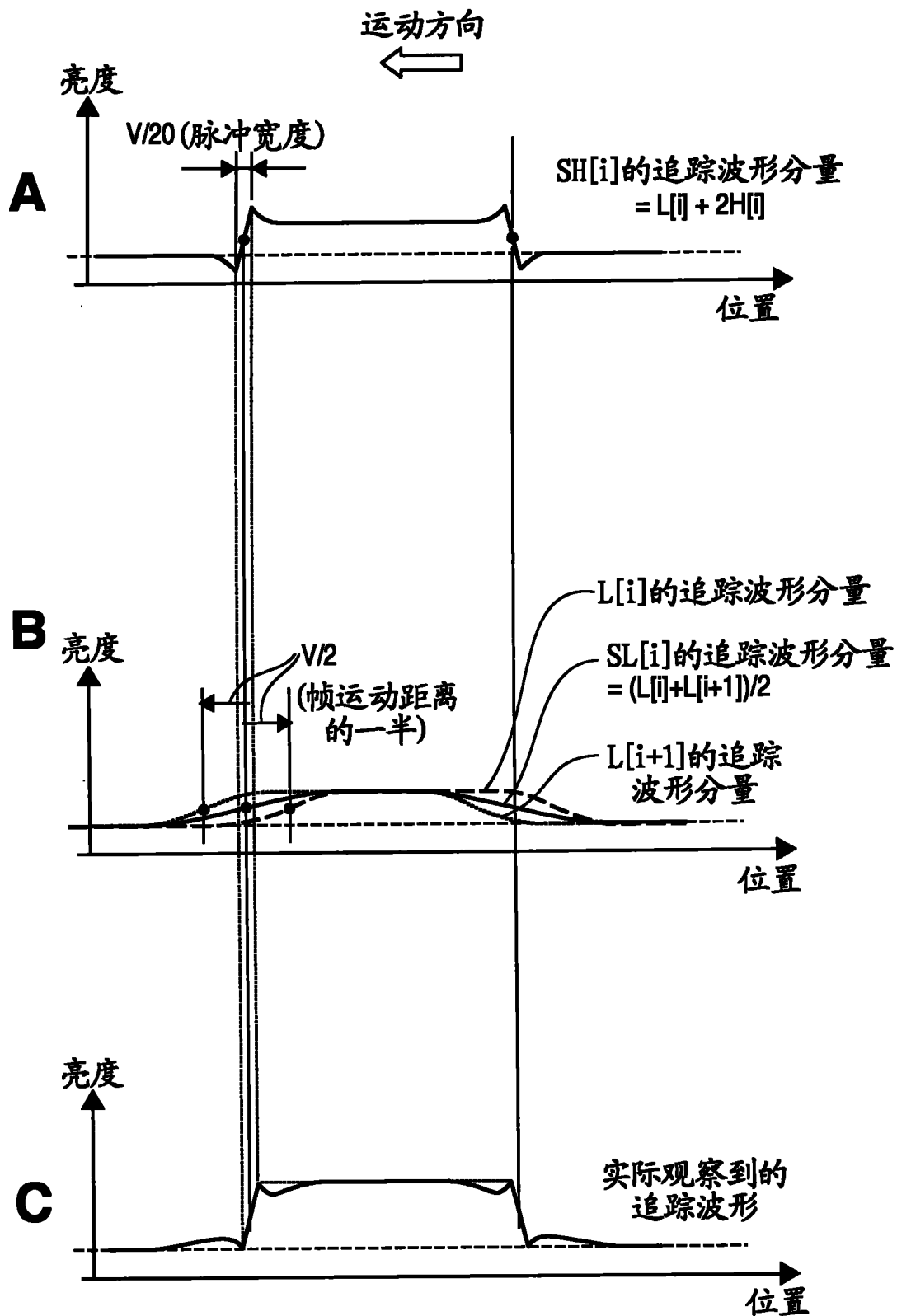


图 27

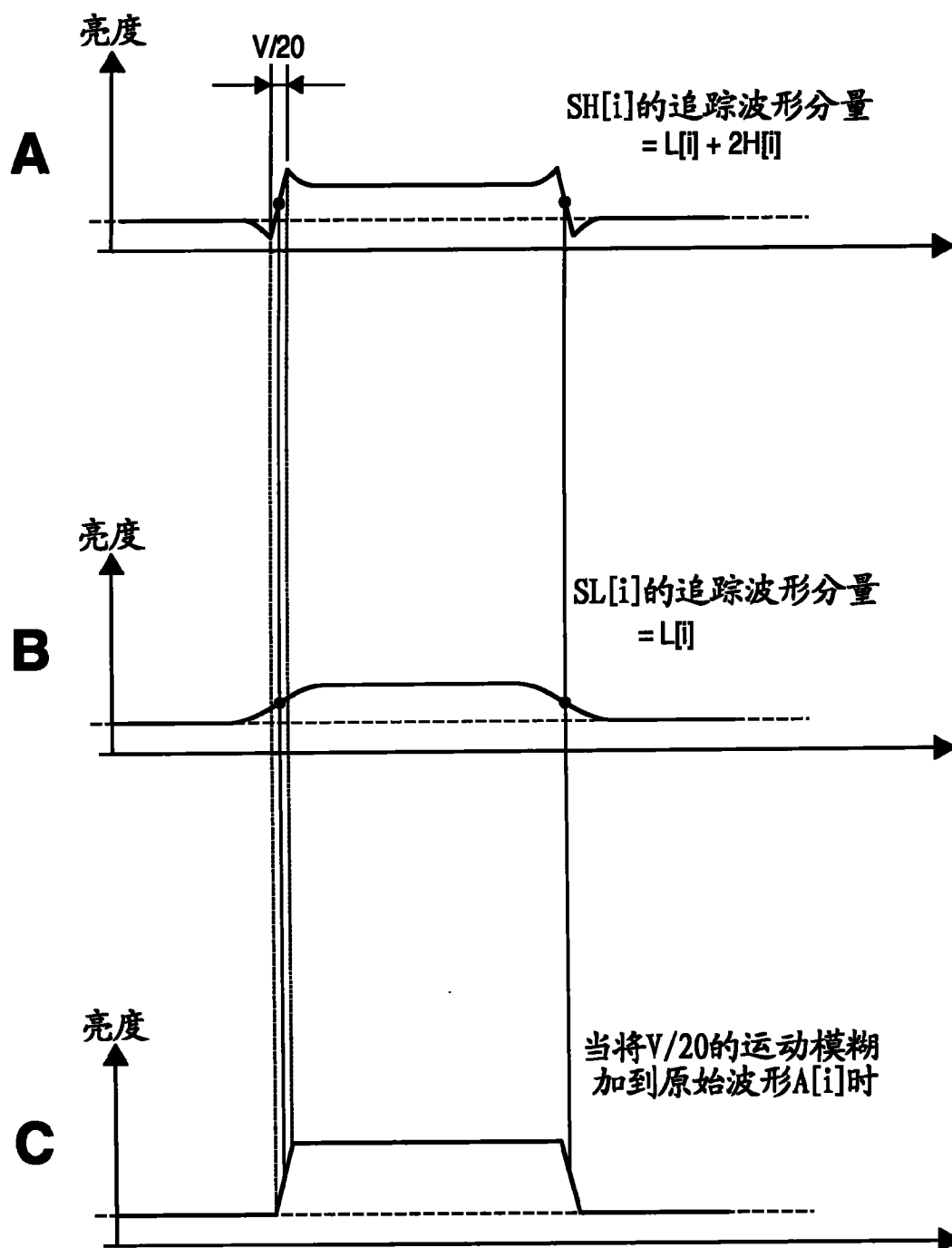


图 28