

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H04N 5/14

H04N 7/01



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510059532.3

[43] 公开日 2005 年 10 月 5 日

[11] 公开号 CN 1678021A

[22] 申请日 2005.3.29

[21] 申请号 200510059532.3

[30] 优先权

[32] 2004.3.29 [33] JP [31] 094789/2004

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 青山幸治 西堀一彦

泽维尔·米歇尔 黑川益义

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

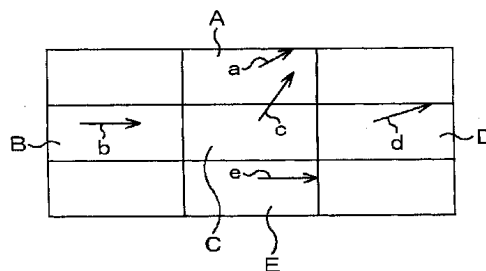
代理人 邵亚丽 马莹

权利要求书 4 页 说明书 30 页 附图 32 页

[54] 发明名称 图像处理设备和方法、记录媒体和程序

[57] 摘要

对于包括主体像素的主体块和与该主体块垂直和水平相邻的四个相邻块，将这些块的各个运动矢量看作是主体像素的像素运动矢量的候选。将块运动矢量实际应用于主体像素，并选择使用于场间内插的像素的像素值之差最小化的运动矢量之一，作为该主体像素的像素运动矢量。



ISSN 1008-4274

1. 一种图像处理设备, 包括:
  - 块运动矢量检测装置, 用于通过块匹配, 来检测包括主体像素的块和与
  - 5 包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量;
    - 差值计算装置, 用于基于由块运动矢量检测装置检测的每个块运动矢量, 计算第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差, 上述这些像素被用来产生主体像素;
    - 像素运动矢量选择装置, 用于选择使由差值计算装置计算的差值最小化
    - 10 的块运动矢量之一, 作为主体像素的像素运动矢量; 和
      - 像素产生装置, 用于基于由像素运动矢量选择装置选择的像素运动矢量, 使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。
  2. 如权利要求 1 所述的图像处理设备, 还包括辅助信息产生装置, 用于为第一场上的像素和第二场上的像素产生各个辅助信息, 其中, 像素运动矢
  - 15 量选择装置选择如下的块运动矢量之一作为主体像素的像素运动矢量, 该块运动矢量之一使第一场上的像素的辅助信息和第二场上的像素的辅助信息彼此相符, 并且使由差值计算装置计算的差值最小化。
  3. 如权利要求 2 所述的图像处理设备, 其中, 各个辅助信息是表示各个像素的边缘方向的码。
  - 20 4. 如权利要求 2 所述的图像处理设备, 还包括像素运动矢量计算装置, 用于在第一场上的像素的辅助信息和第二场上的像素的辅助信息彼此不相符时, 通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑, 来计算主体像素的像素运动矢量。
  5. 一种图像处理方法, 包括:
    - 25 块运动矢量检测步骤, 通过块匹配, 来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量;
      - 差值计算步骤, 基于在块运动矢量检测步骤中检测的每个块运动矢量, 计算第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差, 上述这些像素被用来产生主体像素;
      - 30 像素运动矢量选择步骤, 选择使在差值计算步骤中计算的差值最小化的块运动矢量之一, 作为主体像素的像素运动矢量; 和

像素产生步骤，基于在像素运动矢量选择步骤中选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

6. 一种记录媒体，其上记录有计算机可读程序，包括：

5 块运动矢量检测控制步骤，控制通过块匹配对包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量的检测；

差值计算控制步骤，控制基于在块运动矢量检测控制步骤中检测的每个块运动矢量，对第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差的计算，上述这些像素被用来产生主体像素；

10 像素运动矢量选择控制步骤，控制选择使在差值计算控制步骤中计算的差值最小化的块运动矢量之一，来作为主体像素的像素运动矢量；和

像素产生控制步骤，控制基于在像素运动矢量选择控制步骤中选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

7. 一种用于使计算机执行处理的程序，包括：

15 块运动矢量检测控制步骤，控制通过块匹配对包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量的检测；

差值计算控制步骤，控制基于在块运动矢量检测控制步骤中检测的每个块运动矢量，对第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差的计算，上述这些像素被用来产生主体像素；

20 像素运动矢量选择控制步骤，控制选择使在差值计算控制步骤中计算的差值最小化的块运动矢量之一，来作为主体像素的像素运动矢量；和

像素产生控制步骤，控制基于在像素运动矢量选择控制步骤中选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

8. 一种图像处理设备，包括：

25 块运动矢量检测装置，用于通过块匹配，来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；

像素运动矢量计算装置，用于通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；和

30 像素产生装置，用于基于由像素运动矢量计算装置计算的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

9. 一种图像处理方法，包括：

块运动矢量检测步骤，通过块匹配，来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；

像素运动矢量计算步骤，通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；

5 和

像素产生步骤，基于在像素运动矢量计算步骤中计算的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

10. 一种记录媒体，其上记录有计算机可读程序，包括：

10 块运动矢量检测控制步骤，控制通过块匹配对包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量的检测；

像素运动矢量计算控制步骤，控制通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；和

15 像素产生控制步骤，控制基于在像素运动矢量计算控制步骤中计算的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

11. 一种用于使计算机执行处理的程序，包括：

块运动矢量检测控制步骤，控制通过块匹配对包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量的检测；

20 像素运动矢量计算控制步骤，控制通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；和

像素产生控制步骤，控制基于在像素运动矢量计算控制步骤中计算的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

12. 一种图像处理设备，包括：

25 块运动矢量检测单元，用于通过块匹配，来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；

差值计算单元，用于基于由块运动矢量检测单元检测的每个块运动矢量，计算第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差，上述这些像素被用来产生主体像素；

30 像素运动矢量选择单元，用于选择使由差值计算单元计算的差值最小化的块运动矢量之一，作为主体像素的像素运动矢量；和

---

像素产生单元,用于基于由像素运动矢量选择单元选择的像素运动矢量,使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

## 图像处理设备和方法、记录媒体和程序

## 5 技术领域

本发明涉及图像处理设备和方法、记录媒体和程序。更具体地，本发明涉及用于在逐个像素的基础上精确地计算运动矢量以及用于根据在基于所计算的运动矢量而产生的像素中出现的误差量来切换产生像素的方法的图像处理设备和方法、记录媒体和程序。

10

## 背景技术

用于基于现有图像的像素来产生新像素以转换图像的分辨率或场频率的技术正变得很常见。

15 在一个用于产生运动图像的像素的已知方法中，使用了运动矢量。运动矢量指示在运动图像等中暂时具有相同像素值的像素的运动的的方向和距离。

图1示出了根据现有技术的图像处理设备1的结构，该图像处理设备使用运动矢量来转换扫描行的数量。

20 图像处理设备1包括图像存储器11-1和11-2、块运动矢量检测器12和图像合成器13。图像处理设备1接收隔行图像信号的输入，转换输入数据的扫描行的数量和输出结果数据，其中所述隔行图像信号是经由从例如电视(TV)调谐器或数字通用光盘(DVD)播放器(未示出)提供的视频源获得的，并由模数(AD)转换器进行了数字化。

25 图像存储器11-1和11-2的每一个存储与一个场相对应的输入场数据，并且以与一个场相对应的延迟输出该场数据。因此，图像存储器11-1给图像合成器13提供相对于当前场延迟了一场的延迟场数据。图像存储器11-2提供被进一步延迟一场的在前延迟场数据。因此，图像存储器11-2给块运动矢量检测器12和图像合成器13提供总共被延迟了两场的场数据(即，在前延迟场数据)。

30 块运动矢量检测器12获得当前场数据和从图像存储器11-2提供的在前延迟场数据，基于两个场的这些场数据之间的相关性来检测运动矢量。更具体地，例如，块运动矢量检测器12通过块匹配，在逐个块的基础上检测运动

5 矢量。在块匹配过程中，例如，在当前场中设置包括预定数量的像素的参考块，并且在在前延迟场中设置具有与参考块相同大小的搜索块。然后，在在前延迟场中顺序移动搜索块的同时，顺序提取搜索块中的像素，并使用在每个位置的搜索块来计算在参考块和搜索块中相应位置处的像素之间的差值的绝对值的和。然后，基于最小化了差值的绝对值的和的、参考块和搜索块的位置关系，来计算运动矢量。

10 图像合成器 13 获得当前场数据、分别从图像存储器 11-1 和 11-2 提供的延迟场数据和在前延迟场数据、以及从块运动矢量检测器 12 提供的块运动矢量，基于这些个信息合成图像，转换扫描行的数量，并将结果数据输出给随后的阶段。

下面，将描述图 1 中示出的图像处理设备的操作。

15 首先，图像存储器 11-1 存储第一场数据。在下一定时，图像存储器 11-1 给图像存储器 11-2 和图像合成器 13 提供在其中存储的场数据作为延迟场数据。在再下一定时，图像存储器 11-1 给图像存储器 11-2 和图像合成器 13 提供在其中存储的延迟场数据。此外，图像存储器 11-2 给块运动矢量检测器 12 和图像合成器 13 提供在其中存储的在前延迟场数据。

此时，块运动矢量检测器 12 通过使用当前场数据和在前延迟场数据进行块匹配，在逐块的基础上计算运动矢量，并给图像合成器 13 提供运动矢量。

20 图像合成器 13 通过使用当前场数据和在前延迟场数据的像素进行场间内插来产生像素，所使用的像素与如下的运动矢量穿过当前场和在前延迟场的点相对应，该运动矢量经过必须为被提供给图像合成器 13 的延迟场的逐行图像而新近产生的扫描行上的像素，从而将隔行延迟场图像转换成逐行图像，并输出该逐行图像。

25 此外，例如，根据在公开号为第 5-219529 号的日本未审专利申请中公开的技术，通过检测色差信号的运动以及亮度信号的运动来检测运动矢量，从而可以精确地检测运动矢量。

30 然而，根据使用块匹配来检测运动矢量的方法，当块大小较大时，检测运动矢量的精度下降，但是即使当选择小于确定值的块大小时，检测运动矢量的精度也不会改善。此外，在块匹配过程中，当块大小较小时，计算量变得很大，导致了过度的计算成本。

此外，为了满足提高检测运动矢量的精度和减低计算成本以实现实时处

理的不兼容要求，基于具有预定大小的单个块来计算运动矢量。因此，当具有两个或多个运动矢量的像素存在于要在其中检测运动矢量的搜索块中时，在包括通过内插产生的像素的图像中，可能在逐块的基础上出现失真，可能在通过内插产生的像素和周围像素之间出现不匹配，或者由于在逐块的基础上使用相同的运动矢量而明显降低空间分辨率。

### 发明内容

考虑到上述情况而做出本发明，并且本发明的一个目的是在逐个像素的基础上精确计算运动矢量——特别是在基于运动矢量的运动补偿图像处理中，以及获得通过内插产生的像素中误差出现程度以切换通过内插产生像素的方法，从而降低计算成本，并且通过抑制由基于块的内插造成的图像失真或通过内插产生的像素和周围像素之间的不匹配，来改善图像质量。

根据本发明的第一图像处理设备包括：块运动矢量检测器，用于通过块匹配，来检测包括主体像素（subject pixel）的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；差值计算器，用于基于由块运动矢量检测器检测的每个块运动矢量，计算第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差，上述这些像素被用来产生主体像素；像素运动矢量选择器，用于选择使由差值计算器计算的差值最小化的块运动矢量之一，作为主体像素的像素运动矢量；和像素产生器，用于基于由像素运动矢量选择器选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

图像处理设备还可以包括辅助信息产生器，用于为第一场上的像素和第二场上的像素产生各个辅助信息。在此情况下，像素运动矢量选择器选择如下的块运动矢量之一作为主体像素的像素运动矢量，该块运动矢量之一使第一场上的像素的辅助信息和第二场上的像素的辅助信息彼此相符，并且使由差值计算器计算的差值最小化。

在该图像处理设备中，各个辅助信息可以是表示各个像素的边缘方向的码。

图像处理设备还可以包括像素运动矢量计算器，用于在第一场上的像素的辅助信息和第二场上的像素的辅助信息彼此不相符时，通过根据主体像素和多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量。



根据本发明的第一图像处理方法包括：块运动矢量检测步骤，通过块匹配，来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；差值计算步骤，基于在块运动矢量检测步骤中检测的每个块运动矢量，计算第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差，上述这些像素被用来产生主体像素；像素运动矢量选择步骤，选择使在差值计算步骤中计算的差值最小化的块运动矢量之一，作为主体像素的像素运动矢量；和像素产生步骤，基于在像素运动矢量选择步骤中选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第一记录媒体具有记录在其上的计算机可读程序，其包括：  
10 块运动矢量检测控制步骤，控制通过块匹配对包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量的检测；差值计算控制步骤，控制基于在块运动矢量检测控制步骤中检测的每个块运动矢量，对第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差的计算，上述这些像素被用来产生主体像素；像素运动矢量选择控制步骤，控制选择使在差值计算控制步骤中计算的差值最小化的块运动矢量之一来作为主体像素的像素运动矢量；和像素产生控制步骤，控制基于在像素运动矢量选择控制步骤中选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第一程序使计算机执行如下过程，包括：块运动矢量检测控制步骤，控制通过块匹配对包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量的检测；差值计算控制步骤，控制基于在块运动矢量检测控制步骤中检测的每个块运动矢量，对第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差的计算，上述这些像素被用来产生主体像素；像素运动矢量选择控制步骤，控制选择使在差值计算控制步骤中计算的差值最小化的块运动矢量之一来作为主体像素的像素运动矢量；和像素产生控制步骤，控制基于在像素运动矢量选择控制步骤中选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第二图像处理设备包括：块运动矢量检测器，用于通过块匹配，来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；像素运动矢量计算器，用于通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；和像素产生器，用于基于由像素运动矢量计算器计算的像素运动

矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第二图像处理方法包括：块运动矢量检测步骤，通过块匹配，来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；像素运动矢量计算步骤，通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；和像素产生步骤，基于在像素运动矢量计算步骤中计算的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第二记录媒体具有记录在其上的计算机可读程序，其包括：块运动矢量检测控制步骤，控制通过块匹配对包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量的检测；像素运动矢量计算控制步骤，控制通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；和像素产生控制步骤，控制基于在像素运动矢量计算控制步骤中计算的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第二程序使计算机执行如下过程，包括：块运动矢量检测控制步骤，控制通过块匹配对包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量的检测；像素运动矢量计算控制步骤，控制通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；和像素产生控制步骤，控制基于在像素运动矢量计算控制步骤中计算的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第一图像处理设备和方法、记录媒体和程序，通过块匹配来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；基于所检测的每个块运动矢量，计算第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差，上述这些像素被用来产生主体像素；选择使所计算的差值最小化的块运动矢量之一，作为主体像素的像素运动矢量；以及基于所选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第二图像处理设备和方法、记录媒体和程序，通过块匹配来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑，来计算主体像素的像素运动矢量；以及基于所计算的像素

运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的图像处理设备可以是用于执行图像处理的独立设备或者块。

5 根据本法明，降低了计算成本，并且可以抑制由于基于块的内插而产生的图像失真或通过内插产生的像素和周围像素之间的不匹配，从而用来改善图像质量。

#### 附图说明

- 图 1 是示出根据现有技术的图像处理设备的结构的框图；
- 10 图 2 是示出根据本发明实施例的图像处理设备的结构的框图；
- 图 3 是示出图 1 中示出的像素运动矢量检测器的结构的框图；
- 图 4 是由图 1 中示出的图像处理设备执行的图像处理的流程图；
- 图 5 是图 4 中示出的步骤 S2 中的运动补偿处理的流程图；
- 图 6 是用于解释主体块和相邻块的图；
- 15 图 7 是用于解释块大小的图；
- 图 8 是用于解释主体块和相邻块的块运动矢量的图；
- 图 9 是用于解释包括所产生的像素的所产生的场的图；
- 图 10 是用于解释用于计算差值的像素的图；
- 图 11 是图 4 中示出的步骤 S3 中的条件检验处理的流程图；
- 20 图 12 是图 4 中示出的步骤 S4 中的选择处理的流程图；
- 图 13 是示出了处理前的图像的例子图；
- 图 14 是示出了通过根据现有技术的方法转换图 13 中示出的图像的分辨率的例子图；
- 图 15 是示出了通过根据本实施例的方法转换图 13 中示出的图像的分辨率的例子图；
- 25 图 16 是示出了像素运动矢量检测器的另一结构的图；
- 图 17 是由包括图 16 中示出的像素运动矢量检测器的图像处理设备执行的图像处理的流程图；
- 图 18 是图 17 中示出的步骤 S72 中的附加信息检测处理的流程图；
- 30 图 19 是用于解释用作附加信息的、表示边缘方向的码的图；
- 图 20 是用于解释用作附加信息的、表示边缘方向的码的图；

- 图 21 是图 17 中示出的步骤 S73 中的运动补偿处理的流程图；  
图 22 是图 17 中示出的步骤 S74 中的条件检验处理的流程图；  
图 23 是示出了像素运动矢量检测器的另一结构的图；  
图 24 是由包括图 23 中示出的像素运动矢量检测器的图像处理设备执行的  
5 的图像处理的流程图；  
图 25 是示出了块运动矢量的另一例子的图；  
图 26 是图 24 中示出的步骤 S152 中的运动矢量平滑处理的流程图；  
图 27 是用于解释运动矢量平滑处理的图；  
图 28 是示出了像素运动矢量检测器的另一结构的图；  
10 图 29 是由图 28 中示出的像素运动矢量检测器执行的条件检验处理的流程图；  
图 30 是图 29 中示出的步骤 S207 中的运动矢量平滑处理的流程图；  
图 31 是由图 28 中示出的像素运动矢量检测器执行的选择处理的流程图；  
和  
15 图 32 是用于解释记录媒体的图。

#### 具体实施方式

根据本发明的第一图像处理设备包括块运动矢量检测器（例如，图 2 中示出的块运动矢量检测器 12），用于通过块匹配，来检测包括主体像素的块  
20 和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量；差值计算器（例如，图 3 中示出的运动补偿器 36），用于基于由块运动矢量检测器检测的每个块运动矢量，计算第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差，上述这些像素被用来产生主体像素；像素运动矢量选择器（例如，图 3 中示出的条件检验器 37），用于选择使由差值计算器计算的差值最小化的块运动矢量之一，  
25 作为主体像素的像素运动矢量；和像素产生器（例如，图 2 中示出的图像合成器 22），用于基于由像素运动矢量选择器选择的像素运动矢量，使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

图像处理设备还可以包括辅助信息产生器（例如，图 16 中示出的当前场  
30 附加信息检测器 51），用于为第一场上的像素和第二场上的像素产生各个辅助信息。在此情况下，像素运动矢量选择器选择如下的块运动矢量之一作为主体像素的像素运动矢量，上述块运动矢量之一使第一场上的像素的该条辅

助信息和第二场上的像素的该条辅助信息彼此相符并且使由差值计算器计算的差值最小化。

图像处理设备还可以包括像素运动矢量计算器(例如,图27中示出的运动矢量平滑滤波器82),用于在第一场上的像素的该条辅助信息和第二场上的像素的该条辅助信息彼此不相符时,通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑,从而计算主体像素的像素运动矢量。

根据本发明的第一图像处理方法包括块运动矢量检测步骤(例如,图4中示出的流程图中的步骤S1),通过块匹配,来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量;差值计算步骤(例如,图5中示出的流程图中的步骤S13至S17),基于在块运动矢量检测步骤中检测的每个块运动矢量,计算第一场上的像素和第二场上的像素的像素值之差,上述这些像素被用来产生主体像素;像素运动矢量选择步骤(例如,图4中示出的流程图中的步骤S4),选择使在差值计算步骤中计算的差值最小化的块运动矢量之一,作为主体像素的像素运动矢量;和像素产生步骤(例如,图4中示出的流程图中的步骤S5),基于在像素运动矢量选择步骤中选择的像素运动矢量,使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第二图像处理设备包括块运动矢量检测器(例如,图2中示出的块运动矢量检测器12),用于通过块匹配,来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量;像素运动矢量计算器(例如,图23中示出的运动矢量平滑滤波器71),用于通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑,计算主体像素的像素运动矢量;和像素产生器(例如,图2中示出的图像合成器22),用于基于由像素运动矢量计算器计算的像素运动矢量,使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

根据本发明的第二图像处理方法包括块运动矢量检测步骤(例如,图25中示出的流程图中的步骤S151),通过块匹配,来检测包括主体像素的块和与包括主体像素的块相邻的多个块的各个块运动矢量;像素运动矢量计算步骤(例如,图25中示出的流程图中的步骤S152),通过根据主体像素与多个块的各个参考位置之间的距离来使多个块的块运动矢量平滑,计算主体像素的像素运动矢量;和像素产生步骤(例如,图25中示出的流程图中的步骤

S153), 基于在像素运动矢量计算步骤中计算的像素运动矢量, 使用第一场上的像素和第二场上的像素来产生主体像素。

记录媒体和程序的对应关系与图像处理方法的对应关系相同, 因而省略对其的描述。

5 图 2 是示出根据本发明实施例的图像处理设备 20 的结构的图。在图 2 中示出的图像处理设备 20 的结构中, 用相同的标号指示与图 1 中示出的图像处理设备 1 的结构中的各部分相对应的部分, 并恰当地省略对其的描述。

像素运动矢量检测器 21 基于作为输入数据的当前场数据、从图像存储器 11-2 提供的在前延迟场数据和从块运动矢量检测器 12 提供的块运动矢量, 产生各个像素的运动矢量, 并给图像合成器 22 提供像素运动矢量。

10 图像合成器 22 基于作为输入数据的当前场数据、从图像存储器 11-1 提供的延迟场数据、从图像存储器 11-2 提供的在前延迟场数据和从像素运动矢量检测器 21 提供的像素运动矢量, 通过组合当前场和在前延迟场来产生新场, 并将新场输出到处于随后阶段的设备中。

15 图像合成器 22 输出包括所产生的新场的数据。例如, 在转换扫描行的数量的处理中, 图像合成器 22 将输入的隔行图像转换成逐行图像并输出逐行图像, 或者转换分辨率或场频率。处于随后阶段的设备指的是, 例如, 另一图像处理设备、诸如电视接收机的图像显示设备, 或诸如磁带录像机 (VTR) 的图像记录设备。

20 下面, 将参照图 3 详细描述像素运动矢量检测器 21 的结构。

块运动矢量存储器 31 存储从块运动矢量检测器 12 提供的块运动矢量, 并将包括主体块的运动矢量和相邻块的运动矢量的多个运动矢量同时提供给运动补偿器 36。主体像素指的是要被处理的像素, 并且主体块指的是由包括要被处理的主体像素的多个像素构成的块。

25 当前场数据预处理器 32 通过, 例如, 低通滤波器 (LPF) 来实现。当前场数据预处理器 32 执行用于消除噪声对输入到其中的当前场数据的影响的预处理, 并将从中消除了噪声的预处理后的当前场数据提供给当前场数据缓冲器 33。当前场数据预处理器 32 不限于 LPF, 并且, 例如, 可以通过中值滤波器来实现。或者, 省略当前场数据预处理器 32, 从而不执行预处理。

30 当前场数据缓冲器 33 存储从当前场数据预处理器 32 提供的预处理后的当前场数据。例如, 通过具有足够保持处理所需的当前场数据量的容量的存

存储器来实现当前场数据缓冲器 33。当前场数据缓冲器 33 响应于来自运动补偿器 36 的请求，随机访问该存储器，并将读取的数据提供给运动补偿器 36。

与当前场数据预处理器 32 类似，通过例如 LPF 来实现在前延迟场数据预处理器 34。在前延迟场数据预处理器 34 执行用于消除噪声对从图像存储器 11-2 提供的在前延迟场数据的影响的预处理，并将结果作为预处理后的在前延迟场数据提供给在前延迟场数据缓冲器 35。

与当前场数据缓冲器 33 类似，通过例如存储器来实现在前延迟场数据缓冲器 35。在前延迟场数据缓冲器 35 存储从在前延迟场数据预处理器 34 提供的在前延迟场数据。在前延迟场数据缓冲器 35 响应于来自运动补偿器 36 的请求，随机访问该存储器，并将读取的在前延迟场数据提供给运动补偿器 36。

运动补偿器 36 执行运动补偿处理。更具体地，运动补偿器 36 从块运动矢量存储器 31 中读取主体块和多个相邻块的块运动矢量。然后，对于每个运动矢量，运动补偿器 36 计算在时间上先于和后于包括主体像素的场的在前延迟场和当前场的像素的像素值之差，所述像素对应于当运动矢量经过主体像素时位于该运动矢量开始和结束处的在前延迟场和当前场上的点，并且将该差值作为运动矢量的差值数据输出到条件检验器 37。此时，运动补偿器 36 还将与该差值数据相关的运动矢量提供给条件检验器 37。

条件检验器 37 执行条件检验处理。更具体地，条件检验器 37 选择针对各个运动矢量计算的多个差值数据中最小的差值数据，并将用于识别与最小的差值数据相关的运动矢量的选择信号以及与该差值数据相关的运动矢量一起提供给像素矢量选择器 38。

像素矢量选择器 38 执行选择处理。更具体地，像素矢量选择器 38 基于从条件检验器 37 提供的选择信号，选择使差值数据最小化的块运动矢量作为主体像素的像素运动矢量，并将该块运动矢量输出给图像合成器 22。

下面，将参照图 4 中的流程图描述由图 2 中示出的图像处理设备 20 执行的图像处理。

在步骤 S1，块运动矢量检测器 12 基于输入到其中的当前场数据和从图像存储器 11-2 提供的在前延迟场数据，通过块匹配获得各个块的块运动矢量，并将该块运动矢量输出到像素运动矢量检测器 21。用于检测块运动矢量的方法与根据相关技术的基于块匹配的方法相同，从而省略对其的描述。

在步骤 S2，像素运动矢量检测器 21 的运动补偿器 36 执行运动补偿处理，

将处理所使用的块运动矢量和相关的差值数据输出到条件检验器 37。

现在,将参照图 5 中的流程图描述由运动补偿器 36 执行的运动补偿处理。

在步骤 S11, 运动补偿器 36 将用于对处理的迭代次数进行计数的计数器  $y$  (未示出) 初始化为 0。在步骤 S12, 运动补偿器 36 将用于对处理的迭代次数进行计数的计数器  $x$  (未示出) 初始化为 0。

在步骤 S13, 运动补偿器 36 从当前场数据缓冲器 33 读取由当前场数据预处理器 32 预处理的当前场数据, 并从在前延迟场数据缓冲器 35 读取由在前延迟场数据预处理器 34 预处理的在前延迟场数据。此外, 运动补偿器 36 基于包括主体块并且包括与主体块相邻的多个块的块 A 至 E 中的块 A 的块运动矢量, 获得当前场上的像素  $a_{pr}$  和在前延迟场上的像素  $a_{de}$  的像素值, 并且还计算像素值之间的差值  $a_{diff}$ , 将差值  $a_{diff}$  与用于计算的块运动矢量  $a$  相关地输出到条件检验器 37, 其中, 图 5 中要产生的主体像素  $(x, y)$  属于所述主体块, 像素  $a_{pr}$  和像素  $a_{de}$  被用来产生主体像素  $(x, y)$ 。在下面的描述中, 包括主体像素的块将被称为主体块, 与主体块相邻的块将被称为相邻块, 而包括主体像素的场将被称为产生场。

更具体地, 例如, 当包括主体像素的产生场的大小是  $xsize \times ysize$  并且主体块是如图 6 所示的块 C (用黑色指示) 时, 相邻块是 A、B、D 和 E 四个块 (图 6 中加阴影线的块)。各个块的大小是相同的, 例如, 如图 7 所示的  $step_x \times step_y$ 。例如, 主体块和相邻块——即块 A 至 E——的块运动矢量分别是如图 8 所示的运动矢量  $a$  至  $e$ 。

产生场暂时存在于在前延迟场和当前场之间。假设在前延迟场和当前场之间的距离是 1, 当到当前场的距离是  $\alpha$  时, 到在前延迟场的距离是  $(1-\alpha)$ , 如图 9 所示。

例如, 当块 A 的块运动矢量  $a$  是  $(Xa, Ya)$  时, 用于产生主体像素  $(x, y)$  的当前场上的像素  $a_{pr}$  和在前延迟场上的像素  $a_{de}$  分别是当前场上坐标  $(x+\alpha \times Xa, y+\alpha \times Ya)$  处的像素和在前延迟场上坐标  $(x-(1-\alpha) \times Xa, y-(1-\alpha) \times Ya)$  处的像素, 如图 10 所示。

因此, 当块运动矢量  $a$  是  $(Xa, Ya)$  时, 运动补偿器 36 计算当前场上坐标  $(x+\alpha \times Xa, y+\alpha \times Ya)$  处的像素和在前延迟场上坐标  $(x-(1-\alpha) \times Xa, y-(1-\alpha) \times Ya)$  处的像素的像素值之间的差值  $a_{diff}$ , 并将该差值  $a_{diff}$  与用于计算的块运动矢量  $a$  相关地提供给条件检验器 37。



也就是,运动补偿器 36 计算在块运动矢量  $a$  经过产生场上的主体像素( $x, y$ )时,在前延迟场上在位于图 10 所示的块运动矢量  $a$  开始处的点处的像素和当前场上在位于图 10 所示的块运动矢量  $a$  终止处的点处的像素的像素值之间的差值,作为差值  $a\_diff$ 。

5        在步骤 S14,类似于步骤 S13,运动补偿器 36 基于块 B 的块运动矢量  $b$ ,计算用于产生主体像素( $x, y$ )的、当前场上的像素  $b\_pr$  和在前延迟场上的像素  $b\_de$  的像素值,还计算这些像素值之间的差值  $b\_diff$ ,并且将差值  $b\_diff$  与用于计算的运动矢量  $b$  相关地输出到条件检验器 37。

10       在步骤 S15,类似于步骤 S13,运动补偿器 36 基于块 C 的块运动矢量  $c$ ,计算用于产生主体像素( $x, y$ )的、当前场上的像素  $c\_pr$  和在前延迟场上的像素  $c\_de$  的像素值,还计算这些像素值之间的差值  $c\_diff$ ,并且将差值  $c\_diff$  与用于计算的运动矢量  $c$  相关地输出到条件检验器 37。

15       在步骤 S16,类似于步骤 S13,运动补偿器 36 基于块 D 的块运动矢量  $d$ ,计算用于产生主体像素( $x, y$ )的、当前场上的像素  $d\_pr$  和在前延迟场上的像素  $d\_de$  的像素值,还计算这些像素值之间的差值  $d\_diff$ ,并且将差值  $d\_diff$  与用于计算的运动矢量  $d$  相关地输出到条件检验器 37。

20       在步骤 S17,类似于步骤 S13,运动补偿器 36 基于块 E 的块运动矢量  $e$ ,计算用于产生主体像素( $x, y$ )的、当前场上的像素  $e\_pr$  和在前延迟场上的像素  $e\_de$  的像素值,还计算这些像素值之间的差值  $e\_diff$ ,并且将差值  $e\_diff$  与用于计算的运动矢量  $e$  相关地输出到条件检验器 37。

在步骤 S18,运动补偿器 36 确定计数器  $x$  的值是否是关于水平方向的场的大小相对应的  $xsize$ 。当确定计数器  $x$  的值不是  $xsize$  时,在步骤 S19,运动补偿器 36 将计数器  $x$  的值加 1。然后该过程返回到步骤 S13。

25       当在步骤 S18 确定计数器  $x$  的值是  $xsize$  时,在步骤 S20,运动补偿器 36 确定计数器  $y$  的值是否是关于垂直方向的场的大小相对应的  $ysize$ 。当确定计数器  $y$  的值不是  $ysize$  时,在步骤 S21,运动补偿器 36 将计数器  $y$  的值加 1。然后该过程返回到步骤 S12,并重复随后的步骤。

当在步骤 S20 确定计数器  $y$  的值是  $ysize$  时,退出该过程。

30       也就是,对产生场上的每个像素重复步骤 S13 至 S17,以计算产生场所属的块和相邻块的块运动矢量的、在前延迟场上位于开始点处和当前场上位于终止点处的像素值之间的差值  $a\_diff$  至  $e\_diff$ ,并将差值  $a\_diff$  至  $e\_diff$  与

用于计算的块运动矢量相关地提供给条件检验器 37。重复该过程，直到在步骤 S18 至 S21 确定该过程已经对产生场上的所有像素执行了该过程步骤。

现在，描述返回到图 4 中示出的流程图。

在步骤 S4 中执行运动补偿处理之后，在步骤 S5，条件检验器 37 执行条件检验处理，针对每个像素，给像素矢量选择器 38 提供用于选择用作像素运动矢量候选的块运动矢量 a 至 e 之一的信号。

现在，将参照图 11 所示的流程图描述由条件检验器 37 执行的条件检验处理。

在步骤 S31，条件检验器 37 比较从运动补偿器 36 提供的差值  $b\_diff$  和  $d\_diff$ ，以确定差值  $b\_diff$  是否小于差值  $d\_diff$ 。也就是，条件检验器 37 比较与主体块水平相邻的块的差值  $b\_diff$  和  $d\_diff$  的大小。

当在步骤 S31 确定差值  $b\_diff$  小于差值  $d\_diff$  时，在步骤 S32，条件检验器 37 将差值  $b\_diff$  设置为水平差值  $h\_diff$  (即,  $h\_diff = b\_diff$ )，并将运动矢量  $b$  设置为代表水平相邻块的运动矢量  $h$  (即,  $h = b$ )。

另一方面，当在步骤 S31 确定差值  $b\_diff$  不小于差值  $d\_diff$  时，在步骤 S33，条件检验器 37 将差值  $d\_diff$  设置为水平差值  $h\_diff$  (即,  $h\_diff = d\_diff$ )，并将运动矢量  $d$  设置为代表水平相邻块的运动矢量  $h$  (即,  $h = d$ )。

在步骤 S34，条件检验器 37 比较从运动补偿器 36 提供的差值  $a\_diff$  和  $e\_diff$ ，以确定差值  $a\_diff$  是否小于差值  $e\_diff$ 。也就是，条件检验器 37 比较与主体块垂直相邻的块的差值  $a\_diff$  和  $e\_diff$  的大小。

当在步骤 S34 确定差值  $a\_diff$  小于差值  $e\_diff$  时，在步骤 S35，条件检验器 37 将差值  $a\_diff$  设置为垂直差值  $v\_diff$  (即,  $v\_diff = a\_diff$ )，并将运动矢量  $a$  设置为代表垂直相邻块的运动矢量  $v$  (即,  $v = a$ )。

另一方面，当在步骤 S34 确定差值  $a\_diff$  不小于差值  $e\_diff$  时，在步骤 S36，条件检验器 37 将差值  $e\_diff$  设置为垂直差值  $v\_diff$  (即,  $v\_diff = e\_diff$ )，并将运动矢量  $e$  设置为代表垂直相邻块的运动矢量  $v$  (即,  $v = e$ )。

在步骤 S37，条件检验器 37 确定差值  $c\_diff$  是否小于预定阈值  $th$ 。当确定差值  $c\_diff$  小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S38，条件检验器 37 将块运动矢量  $c$  与选择信号 PSEL 一起提供给像素矢量选择器 38，所述选择信号 PSEL 具有指示已经选择了差值  $c\_diff$  的值 C。

另一方面，当在步骤 S37 确定差值  $c\_diff$  不小于阈值  $th$  时，在步骤 S39，

条件检验器 37 确定差值  $h\_diff$  是否小于差值  $v\_diff$ 。当确定差值  $h\_diff$  小于差值  $v\_diff$  时，该过程前进到步骤 S40。

在步骤 S40，条件检验器 37 确定差值  $h\_diff$  是否小于预定阈值  $th$ 。当确定差值  $h\_diff$  小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S41，条件检验器 37 将块运动矢量  $h$  与选择信号 PSEL 一起提供给像素矢量选择器 38，所述选择信号 PSEL 具有指示已经选择了差值  $h\_diff$  的值  $H$ 。另一方面，当在步骤 S40 确定差值  $h\_diff$  不小于预定阈值  $th$  时，过程前进到步骤 S38。

当在步骤 S39 确定差值  $h\_diff$  不小于差值  $v\_diff$  时，在步骤 S42，条件检验器 37 确定差值  $v\_diff$  是否小于预定阈值  $th$ 。当确定差值  $v\_diff$  小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S43，条件检验器 37 将块运动矢量  $v$  与选择信号 PSEL 一起提供给像素矢量选择器 38，所述选择信号 PSEL 具有指示已经选择了差值  $v\_diff$  的值  $V$ 。另一方面，当在步骤 S42 确定差值  $v\_diff$  不小于预定阈值  $th$  时，过程前进到步骤 S38。

也就是，通过步骤 S31 至 S33，选择主体块和与主体块水平相邻的块之间的差值中的较小差值作为水平差值，并且通过步骤 S34 至 S36，选择主体块和与主体块垂直相邻的块之间的差值中的较小差值作为垂直差值。

当在步骤 S37 确定与主体块相关的差值小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S38，将具有指示已经选择了差值  $c\_diff$  的值  $C$  的选择信号提供给像素矢量选择器 38。另一方面，当在步骤 S37 确定与主体块相关的差值不小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S39，选择水平差值  $h\_diff$  和垂直差值  $v\_diff$  中的较小差值。当在步骤 S40 和 S42 确定水平差值  $h\_diff$  和垂直差值  $v\_diff$  小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S41 和 S43，将具有分别指示已经选择了差值  $h\_diff$  和  $v\_diff$  的值  $H$  和  $V$  的选择信号 PSEL 提供给像素矢量选择器 38。另一方面，当在步骤 S40 和 S42 确定差值  $h\_diff$  和  $v\_diff$  不小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S38，将具有指示已经选择了差值  $c\_diff$  的值  $C$  的选择信号提供给像素矢量选择器 38。

因此，在差值  $a\_diff$  至  $e\_diff$  中，当差值  $c\_diff$  小于预定阈值  $th$  时，将选择信号  $PSEL=C$  提供给像素矢量选择器 38。当差值  $c\_diff$  不小于预定阈值  $th$  时，将选择信号  $PSEL=H$  或  $V$  提供给像素矢量选择器 38，上述选择信号  $PSEL=H$  或  $V$  指示差值  $a\_diff$ 、 $b\_diff$ 、 $d\_diff$  和  $e\_diff$  中最小的且小于预定阈值  $th$  的差值。当没有差值小于预定阈值  $th$  时，将选择信号  $PSEL=C$  提供给像素矢量选择器 38。

下面，将参照图 12 中的流程图描述由像素矢量选择器 38 执行的选择处理。

在步骤 S61，像素矢量选择器 38 确定选择信号 PSEL 是否具有值 C。当确定选择信号 PSEL 具有值 C 时，在步骤 S62，像素矢量选择器 38 将块运动  
5 矢量  $c$  设置为主体像素  $(x, y)$  的像素运动矢量，并将该像素运动矢量与该像素的位置信息一起输出到图像合成器 22。

另一方面，当在步骤 S61 确定选择信号 PSEL 不具有值 C 时，在步骤 S63，像素矢量选择器 38 确定选择信号是否具有值 H。当确定选择信号具有值 H 时，在步骤 S64，像素矢量选择器 38 将块运动矢量  $h$ （即，块运动矢量  $b$  或  $d$ ）  
10 设置为主体像素  $(x, y)$  的像素运动矢量，并将该像素运动矢量与该像素的位置信息一起输出到图像合成器 22。

另一方面，当在步骤 S63 确定选择信号 PSEL 不具有值 H 时，即，当确定选择信号具有值 V 时，在步骤 S65，像素矢量选择器 38 将块运动矢量  $v$ （即，块运动矢量  $a$  或  $e$ ）设置为主体像素  $(x, y)$  的像素运动矢量，并将该像素运动  
15 矢量与该像素的位置信息一起输出到图像合成器 22。

通过上述过程，根据选择信号来选择像素运动矢量。

现在，描述返回到图 4 中示出的流程图。

在步骤 S5，图像合成器 13 基于像素运动矢量的信息，组合当前场数据、延迟场数据和在前延迟场数据，输出已经转换了分辨率的图像数据。例如，  
20 如图 10 所示，当产生场上的主体像素的像素运动矢量是块运动矢量  $a$  时，对于产生场上的主体像素使用相关的像素运动矢量  $a$ ，图像合成器 13 使用当像素运动矢量  $a$  经过主体像素时位于像素运动矢量  $a$  开始和终止处的在前延迟场上的点和当前场上的点处的像素的像素值，例如，通过采用像素值的平均值执行场间内插来产生像素，并按需要组合该结果与延迟场数据以产生图像，  
25 并输出该图像。

通过上述过程，要产生的像素所属的块和相邻块的块运动矢量被看作是要产生的像素的像素运动矢量的候选，并且通过将块运动矢量用作候选，使实际用于场间内插的像素的像素值之间的差值最小化的块运动矢量之一——  
30 即，使通过场间内插产生的新像素与用于场间内插的像素最大程度相关的块运动矢量之一——被选择作为像素运动矢量。因此，使用像素运动矢量通过场间内插产生的每个像素与周围像素具有高相关性，从而与使用块运动矢量

的情况相比，形成了更自然的图像。

此外，例如，在图 13 中由白色框指示的区域的图像的情况下，根据前述的相关技术的处理，由于在逐块的基础上选择运动矢量，所以即使在一个像素和与块相对应的区域中的其它像素不同地进行运动（在图 13 中，背景是静止的，而人的肩膀是运动的）时，相同的运动矢量也被用于整个块。因此，如图 14 所示，在逐块的基础上使用在相应位置上的当前场和在前延迟场上的像素，从而，例如，阶梯状的粗糙表面(shaggy)可能出现在包括要产生的像素的图像上。图 14 和 15 用密度示出了关于水平方向的各个像素的运动矢量的大小。在图 14 中，在用白色框指示的块中示出了数值，该数值代表关于水平方向的各个块中的像素的块运动矢量的大小。在该例子中，主体块具有值+12，较高的相邻块具有值 0，较低的相邻块具有值+13，左边的相邻块具有值-1，而右边的相邻块具有值+12。如图 14 中所示，尽管有运动像素存在的区域和没有运动像素存在的区域共存于主体块中，但是将相同的运动矢量应用于整个主体块。

相反，通过根据本实施例的处理，在逐个像素的基础上选择运动矢量，并且由于选择运动矢量，使得使用周围块的块运动矢量中用于内插的像素的像素值之间的差值最小化的运动矢量来产生像素，所以与周围像素的相关性较高。例如，对于图 15 中用白色框指示的主体块中的有运动像素存在的区域和没有运动像素存在的区域之间的边界，为各个区域选择不同的运动矢量。这用来实现所产生的像素的逼真度。

场被分成具有不同相位的两种场，即，前场和后场。在前场中，像素存在于从最高的水平扫描行开始的每隔一行的行上，同时像素不存在于其它行上。在后场中，像素存在于从第二高的水平扫描行开始的每隔一行的行上，同时像素不存在于其它行上。也就是，像素所在的行在前场和后场之间相差一行。因此，在该例子中，当前场和在前延迟场具有相同相位，同时延迟场具有与当前场和在前延迟场不同的相位，其中像素排列移位了一行。

因此，当将图 9 中所示的  $\alpha$  选择为  $1/2$  时，产生场是延迟场本身。在此情况下，基于当前场上和在前延迟场上的像素的信息，在延迟场上不存在像素的行上产生像素，并将所产生的像素与延迟场数据组合，从而将隔行图像转换成逐行图像。

上述描述是在如下例子的情况下做出的：其中除了主体块的块运动矢量

之外，还将与主体块水平和垂直相邻的相邻块的块运动矢量用作像素运动矢量的候选。然而，可以使用其他位置的相邻块，并且相邻块的数量不限于 4 个。例如，可以使用还包括主体块之上左右对角处的块和主体块之下左右对角处的块的 8 个相邻块。同时，可以将具有相同相位的不同场上的块用作相邻块。例如，可以使用与主体块相对应的位置上的、具有与产生场相同相位并且在产生场之前和之后的块，即，先于产生场两场的场以及后于产生场两场的场。

在图 3 中所示的像素运动矢量检测器 21 的情况下，根据上述的方法，当使用多个块运动矢量作为候选在逐个像素的基础上获得运动矢量时，例如，在包括类似形状的重复或包括复杂形状的图像中，为了使用于场间内插的像素的像素值之差小，即，为了使开始和终止于具有高相关性的像素的运动矢量被选择作为像素运动矢量，可能会不正确地检测像素运动矢量。当将不正确的像素运动矢量用于场间内插时，在包括通过内插产生的像素的图像中可能出现空间或时间的不连续性，这造成了图像质量的恶化。

因此，当主体块和相邻块的运动矢量被看作是像素运动矢量的候选并且选择这些运动矢量之一时，除了与运动矢量相关且用于场间内插的像素的像素值之差外，还可以使用基于附加信息的选择条件，以提高选择像素运动矢量的精确性。

图 16 示出了像素运动矢量检测器 21 的结构。图 16 示出的像素运动矢量检测器 21 将主体块和相邻块的块运动矢量用作像素运动矢量的候选。当选择块运动矢量之一时，除了与运动矢量相关且用于场间内插的像素的像素值之差外，像素运动矢量检测器 21 使用基于附加信息的选择条件，从而可以更精确地选择像素运动矢量。在图 16 中，用相同的标号指示与图 3 中所示的像素运动矢量检测器 21 的各部分相对应的部分，并恰当地省略对其的描述。

图 16 示出的像素运动矢量检测器 21 与图 3 示出的像素运动矢量检测器 21 的不同之处在于：提供了当前场附加信息检测器 51、当前场附加信息缓冲器 52、在前延迟场附加信息检测器 53 和在前延迟场附加信息缓冲器 54，并且还在于：提供了运动补偿器 55 和条件检验器 56 来代替运动补偿器 36 和条件检验器 37。

当前场附加信息检测器 51 获得当前场数据，并根据预定的过程，计算代表每个像素的 2 维边缘方向的码，作为附加信息。当前场附加信息检测器 51

可以使用当前场数据本身来计算代表每个像素的 2 维边缘的方向的码, 如图 16 所示。或者, 当前场附加信息检测器 51 还可以使用由当前场数据预处理器 32 预处理后的当前场数据, 来计算代表每个像素的 2 维边缘的方向的码。

当前场附加信息缓冲器 52 获得并存储从当前场附加信息检测器 51 提供的附加信息。响应于来自运动补偿器 55 的请求, 当前场附加信息缓冲器 52 给运动补偿器 55 提供数据。

在前延迟场附加信息检测器 53 获得在前延迟场数据, 并根据预定的过程, 计算代表每个像素的 2 维边缘的方向的码, 作为附加信息。在前延迟场附加信息检测器 53 还可以使用在前延迟场数据本身来计算代表每个像素的 2 维边缘方向的码, 如图 16 所示。或者, 在前延迟场附加信息检测器 53 还可以使用由在前延迟场数据预处理器 34 预处理后的在前延迟场数据, 来计算代表每个像素的 2 维边缘的方向的码。

在前延迟场附加信息缓冲器 54 获得并存储从在前延迟场附加信息检测器 53 提供的信息。响应于来自运动补偿器 55 的请求, 在前延迟场附加信息缓冲器 54 给运动补偿器 55 提供数据。

运动补偿器 55 执行与运动补偿器 36 所执行的基本相同的运动补偿过程。除了给条件检验器 56 提供差值数据和块运动矢量外, 运动补偿器 55 基于从当前场附加信息缓冲器 52 获得的附加信息和从在前延迟场附加信息缓冲器 54 获得的附加信息, 针对用作候选的每个块运动矢量来比较用于场间内插的像素的附加信息, 并将比较结果输出给条件检验器 56。

条件检验器 56 执行条件检验处理, 以便考虑比较结果和差值数据而确定用于识别如下运动矢量的选择信号, 该运动矢量使差值小并且使比较结果指示匹配, 将选择信号和与差值数据相关的运动矢量提供给像素矢量选择器 38。

下面, 将参照图 17 中示出的流程图描述由包括图 16 中示出的像素运动矢量检测器 21 的图像处理设备 20 执行的图像处理。图 17 中示出的步骤 S71、S75 和 S76 对应于参照图 4 中示出的流程图描述的步骤 S1、S4 和 S5, 从而省略对其的描述。

在步骤 S72, 每个当前场附加信息检测器 51 和在前延迟场附加信息检测器 53 执行附加信息检测处理, 以便计算代表当前场数据和在前延迟场数据中各个像素的边缘方向的码, 并在当前场附加信息缓冲器 52 和在前延迟场附加信息缓冲器 54 中存储该码。

现在，将参照图 18 中示出的流程图描述由当前场附加信息检测器 51 执行的附加信息检测处理。

在步骤 S81，当前场附加信息检测器 51 计算代表当前场上每个像素的水平边缘存在或不存在的水平边缘码 EH。例如，当主体像素是如图 19 所示的  
5 像素  $D(x, y)$  时，当前场附加信息检测器 51 计算主体像素和像素  $D(x-1, y)$  的像素值之差  $(D(x, y) - D(x-1, y))$ ，作为水平边缘码 EH，如图 19 所见，像素  $D(x-1, y)$  在主体像素的左边相邻。

在步骤 S82，当前场附加信息检测器 51 计算代表当前场上每个像素的垂直边缘存在或不存在的垂直边缘码 EV。例如，当主体像素是如图 19 所示的  
10 像素  $D(x, y)$  时，当前场附加信息检测器 51 计算主体像素和像素  $D(x, y-1)$  的像素值之差  $(D(x, y) - D(x, y-1))$ ，作为垂直边缘码 EV，如图 19 所见，像素  $D(x, y-1)$  在主体像素的上方相邻。在图 19 中，假设水平坐标值向右方增加，而垂直坐标值向下方增加。

在步骤 S83，当前场附加信息检测器 51 基于水平边缘码 EH 和垂直边缘  
15 码 EV 的每个值是否为正、零或负，根据预定的表确定代表当前场上每个像素的边缘方向的码，并在当前场附加信息缓冲器 52 中与代表像素位置的信息相关地存储代表边缘方向的码。

定义边缘方向的码的表是，例如，如图 20 所示。该表基于水平边缘码 EH 和垂直边缘码 EV 的每个值是否为正、零或负，而定义边缘方向。因此，  
20 当使用图 20 中所示的表时，当水平边缘码 EH 和垂直边缘码 EV 都为零时，当前场附加信息检测器 51 确定没有边缘存在，从而选择具有值 0 的码。当水平边缘码 EH 和垂直边缘码 EV 都为负时，当前场附加信息检测器 51 确定边缘存在于主体像素的左上对角，从而选择具有值 1 的码。当水平边缘码 EH 为零和垂直边缘码 EV 为负时，当前场附加信息检测器 51 确定边缘存在于主体像素的上方，从而选择具有值 2 的码。当水平边缘码 EH 为正和垂直边缘码 EV 为负时，当前场附加信息检测器 51 确定边缘存在于主体像素的右上对角，从而选择具有值 3 的码。当水平边缘码 EH 为正和垂直边缘码 EV 为零时，当前场附加信息检测器 51 确定边缘存在于主体像素的右方，从而选择具有值 4 的码。当水平边缘码 EH 和垂直边缘码 EV 都为正时，当前场附加信息检测器  
25 器 51 确定边缘存在于主体像素的右下对角，从而选择具有值 5 的码。当水平边缘码 EH 为零和垂直边缘码 EV 为正时，当前场附加信息检测器 51 确定边



缘存在于主体像素的下方，从而选择具有值 6 的码。当水平边缘码 EH 为负和垂直边缘码 EV 为正时，当前场附加信息检测器 51 确定边缘存在于主体像素的左下对角，从而选择具有值 7 的码。当水平边缘码 EH 为负和垂直边缘码 EV 为零时，当前场附加信息检测器 51 确定边缘存在于主体像素的左方，

5 从而选择具有值 8 的码。

通过上述过程，可以将基于当前场数据的每个像素和相邻像素的像素值的大小关系的代表边缘存在的可能性的信息，作为代表边缘方向的码附加到每个像素上。虽然上面已经描述了由当前场附加信息检测器 51 执行的附加信息检测处理，但是在前延迟场附加信息检测器 53 也通过类似过程从在前延迟

10 场中检测附加信息，从而省略对该过程的描述。

现在，描述返回到图 17 中示出的流程图。

在步骤 S72 执行附加信息检测处理之后，在步骤 S73，运动补偿器 55 执行运动补偿处理，从而向条件检验器 56 输出差值数据和比较结果。

现在，将参照图 21 中示出的流程图描述由运动补偿器 55 执行的运动补偿处理。图 21 中示出的流程图中的步骤 S101 至 S103、S105、S107、S109 和 S111 以及 S113 至 S116 对应于参照图 5 描述的步骤 S11 至 S21，从而省略对其的描述。

15

在步骤 S104，运动补偿器 55 比较代表像素  $a_{pr}$  和像素  $a_{de}$  的边缘方向的码，将比较结果  $code\_a$  输出到条件检验器 56。更具体地，运动补偿器 55

20 比较代表像素  $a_{pr}$  和像素  $a_{de}$  的边缘方向的码，并在这些码匹配时将比较结果  $code\_a=1$  输出到条件检验器 56，而在这些码不匹配时输出比较结果  $code\_a=0$ 。

在步骤 S106，运动补偿器 55 比较代表像素  $b_{pr}$  和像素  $b_{de}$  的边缘方向的码，将比较结果  $code\_b$  输出到条件检验器 56。更具体地，运动补偿器

25 55 比较代表像素  $b_{pr}$  和像素  $b_{de}$  的边缘方向的码，并在这些码匹配时将比较结果  $code\_b=1$  输出到条件检验器 56，而在这些码不匹配时输出比较结果  $code\_b=0$ 。

在步骤 S108，运动补偿器 55 比较代表像素  $c_{pr}$  和像素  $c_{de}$  的边缘方向的码，将比较结果  $code\_c$  输出到条件检验器 56。更具体地，运动补偿器 55

30 比较代表像素  $c_{pr}$  和像素  $c_{de}$  的边缘方向的码，并在这些码匹配时将比较结果  $code\_c=1$  输出到条件检验器 56，而在这些码不匹配时输出比较结果

code\_c=0。

在步骤 S110, 运动补偿器 55 比较代表像素 d\_pr 和像素 d\_de 的边缘方向的码, 将比较结果 code\_d 输出到条件检验器 56。更具体地, 运动补偿器 55 比较代表像素 d\_pr 和像素 d\_de 的边缘方向的码, 并在这些码匹配时将比较结果 code\_d=1 输出到条件检验器 56, 而在这些码不匹配时输出比较结果 code\_d=0。

在步骤 S112, 运动补偿器 55 比较代表像素 e\_pr 和像素 e\_de 的边缘方向的码, 将比较结果 code\_e 输出到条件检验器 56。更具体地, 运动补偿器 55 比较代表像素 e\_pr 和像素 e\_de 的边缘方向的码, 并在这些码匹配时将比较结果 code\_e=1 输出到条件检验器 56, 而在这些码不匹配时输出比较结果 code\_e=0。

通过上述过程, 运动补偿器 55 将代表用于针对各相关块运动矢量进行帧间内插的像素之间的边缘方向的码的比较结果, 与作为候选的主体块和相邻块的每个块运动矢量的差值数据一起, 输出给条件检验器 56。

现在, 描述返回到图 17 中示出的流程图。

在步骤 74, 条件检验器 56 执行条件检验处理。

现在将参照图 22 中示出的流程图描述由条件检验器 56 执行的条件检验处理。

在步骤 S131, 条件检验器 56 按升序对差值 a\_diff、b\_diff、d\_diff、和 e\_diff 排序。在下面的描述中, 假设将差值排序为按升序的 a\_diff、b\_diff、d\_diff、和 e\_diff。然而, 应该明白: 顺序不限于该顺序。

在步骤 S132, 条件检验器 56 从在步骤 S131 排序的 a\_diff、b\_diff、d\_diff、和 e\_diff 中选择最小的差值。在此情况下, 选择差值 a\_diff。

在步骤 S133, 条件检验器 56 确定所选择的差值是否是 a\_diff 或 e\_diff, 即与主体块垂直相邻的块之一相关的差值。在此情况下, 确定所选择的差值是差值 a\_diff, 并且该过程前进到步骤 S134。

在步骤 S134, 条件检验器 56 将所选择的值, 即差值 a\_diff 或 e\_diff, 设置为垂直差值 v\_diff (即,  $v\_diff = a\_diff$  或  $e\_diff$ ), 将与该差值相关的运动矢量 a 或 e 设置为垂直相邻块的代表运动矢量 v (即,  $v = a$  或  $e$ ), 并将与该差值相关的比较结果 code\_a 或 code\_e 设置为比较结果 code\_v (即,  $code\_v = code\_a$  或  $code\_e$ )。在此情况下, 由于选择了差值 a\_diff, 所以将差值 a\_diff

设置为垂直差值  $v\_diff$ ，将运动矢量  $a$  设置为垂直相邻块的代表运动矢量  $v$ ，并将比较结果  $code\_a$  设置为比较结果  $code\_v$ 。

另一方面，当在步骤 S133 确定没有选择差值  $a\_diff$  或  $e\_diff$  时，在步骤 S135，条件检验器 56 将所选择的值，即差值  $b\_diff$  或  $d\_diff$ ，设置为水平差值  $h\_diff$ （即， $h\_diff = b\_diff$  或  $d\_diff$ ），将与该差值相关的运动矢量  $b$  或  $d$  设置为水平相邻块的代表运动矢量  $h$ （即， $h = b$  或  $d$ ），并将与该差值相关的比较结果  $code\_b$  或  $code\_d$  设置为比较结果  $code\_h$ （即， $code\_h = code\_b$  或  $code\_d$ ）。

在步骤 S136，条件检验器 56 确定差值  $c\_diff$  是否小于预定阈值  $th$  且比较结果  $code\_c$  是否为 1。当差值  $c\_diff$  小于预定阈值  $th$  且比较结果  $code\_c$  为 1 时，在步骤 S137，条件检验器 56 将块运动矢量  $c$  与具有指示已经选择了差值  $c\_diff$  的值  $C$  的选择信号 PSEL 一起提供给像素矢量选择器 38。也就是，当主体块的差值  $c\_diff$  小于预定阈值  $th$  且比较结果  $code\_c$  为 1 时（即，当与块运动矢量  $c$  经过主体像素时位于块运动矢量  $c$  开始和终止处的、在前延迟场和当前场上的点相对应的像素之间，边缘方向重合时），选择主体块的块运动矢量  $c$ 。

当在步骤 S137 确定差值  $c\_diff$  不小于预定阈值  $th$  或比较结果  $code\_c$  不为 1 时，在步骤 S138，条件检验器 56 确定所选择的差值是否为  $h\_diff$ 。在此情况下，差值  $v\_diff$  是差值  $a\_diff$ ，而不是差值  $h\_diff$ ，从而过程前进到步骤 S142。

在步骤 S142，条件检验器 56 确定差值  $v\_diff$  是否小于预定阈值  $th$ 。当差值  $v\_diff$  小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S143，条件检验器 56 确定  $code\_v$  是否为 1。当确定  $code\_v$  为 1 时，在步骤 S144，条件检验器 56 将块运动矢量  $v$  与具有指示已经选择了差值  $v\_diff$  的值  $V$  的选择信号 PSEL 一起提供给像素矢量选择器 38。当在步骤 S142 确定差值  $v\_diff$  不小于预定阈值  $th$  时，过程前进到步骤 S137。

当在步骤 S138 确定所选择的差值是差值  $h\_diff$  时，在步骤 S139，条件检验器 56 确定差值  $h\_diff$  是否小于预定阈值  $th$ 。当确定差值  $h\_diff$  小于预定阈值  $th$  时，在步骤 S140，条件检验器 56 确定  $code\_h$  是否为 1。当确定  $code\_h$  为 1 时，在步骤 S141，条件检验器 56 将块运动矢量  $h$  与具有指示已经选择了差值  $h\_diff$  的值  $H$  的选择信号 PSEL 一起提供给像素矢量选择器 38。当在

步骤 S139 确定差值  $h\_diff$  不小于预定阈值  $th$  时, 过程前进到步骤 S137。

当在步骤 S140 确定  $code\_h$  不为 1 时或当在步骤 S143 确定  $code\_v$  不为 1 时, 在步骤 S145, 条件检验器 56 确定是否剩余两个或更多的候选块运动矢量。在此情况下, 剩余与差值  $a\_diff$ 、 $b\_diff$ 、 $d\_diff$  和  $e\_diff$  相关的 4 个块运  
5 动矢量  $a$ 、 $b$ 、 $d$  和  $e$ , 从而确定剩余了两个或更多的候选, 并且过程前进到步骤 S146。

在步骤 S146, 条件检验器 56 从候选中除去与目前最小的差值相关的运动矢量, 并且过程返回到步骤 S132。在此情况下, 由于差值  $a\_diff$  是最小的, 所以从候选中除去相关的运动矢量  $a$ 。

10 在步骤 S132, 由于已经从候选中除去了运动矢量  $a$ , 所以选择在差值  $a\_diff$  之后最小的差值  $b\_diff$ , 并重复随后的步骤。然后, 依次执行在步骤 S132 至 S136、S138 至 S140、S142、S143、S145 和 S146, 从而除去候选运动矢量  $b$ 。然后, 在步骤 S132 选择差值  $d\_diff$ , 并重复随后的步骤。

然后, 依次执行步骤 S132 至 S136、S138 至 S140、S142、S143 和 S145,  
15 从而在步骤 S145 确定没有剩余两个或更多的候选。然后, 过程前进到步骤 S137。

也就是, 当主体块的差值  $c\_diff$  小于预定阈值  $th$  且比较结果  $code\_c$  为 1 时, 条件检验器 56 输出选择信号  $PSEL=C$ 。当主体块的差值  $c\_diff$  小于预定  
20 阈值  $th$  且比较结果  $code\_c$  不为 1 时, 条件检验器 56 输出选择信号  $PSEL=H$  或  $V$ , 该选择信号  $PSEL=H$  或  $V$  与具有比较结果 1 且是最小的差值  $a\_diff$ 、 $b\_diff$ 、 $d\_diff$  和  $e\_diff$  之一相对应。当主体块的差值  $c\_diff$  小于预定阈值  $th$ 、比较结果不为 1 且没有其他候选的比较结果为 1 时, 条件检验器 56 输出选择信号  $PSEL=C$ 。

因此, 除了与块运动矢量经过主体像素时位于作为像素运动矢量候选的  
25 每个块运动矢量开始和终止处的、在前延迟场和当前场上的点相对应的像素的像素值之差外, 在从作为候选的主体块和相邻块的块运动矢量中选择最佳的块运动矢量作为像素运动矢量时, 还考虑像素的边缘方向是否匹配。因此, 即使在包括精致形状或重复形状的图像中, 也可以在逐个像素的基础上精确地确定运动矢量。

30 在上述例子中, 除了与块运动矢量经过主体像素时位于作为像素运动矢量候选的每个块运动矢量开始和终止处的、在前延迟场和当前场上的点相对

应的像素的像素值之差外，在从作为候选的主体块和相邻块的块运动矢量中选择最佳的块运动矢量作为像素运动矢量时，考虑像素的边缘方向是否匹配。然而，根据上述方法，限制了可以被选为像素运动矢量的运动矢量。因此，尽管可能降低在诸如分辨率转换或隔行图像到逐行图像的转换等的图像处理中产生不逼真像素的可能性，但是在诸如场频率转换或帧数量转换等产生最初不存在的场的图像处理的情况下，运动矢量的精确性直接反映在所产生的图像上。这可能在不能精确检测某些运动矢量时阻止了场的精确产生。

5 为了避免这种情况，可以通过根据与主体像素的各个距离使主体像素周围的候选运动矢量平滑，而基于与周围图像的相关性来计算每个像素的运动矢量。

10 图 23 示出了像素运动矢量检测器 21 的结构，该像素运动矢量检测器 21 通过根据与主体像素的各个距离使主体像素周围的候选运动矢量平滑，来计算每个像素的运动矢量，从而基于与周围图像的相关性来产生像素。用相同的标号指示与图 3 或图 16 中所示的像素运动矢量检测器 21 的各部分相对应的图 23 中所示的像素运动矢量检测器 21 的部分，并恰当地省略对其的描述。

15 图 23 中所示的像素运动矢量检测器 21 包括块运动矢量存储器 31 和运动矢量平滑滤波器 71。

运动矢量平滑滤波器 71 将主体块和相邻块的各个块运动矢量假设为具有位于各个块中心处的开始点的矢量（不必必须是中心，也可以是用作参考位置的其他位置）。对于产生场上的每个像素，运动矢量平滑滤波器 71 采用根据与块运动矢量的各个开始位置的距离而被乘以系数的相邻块的块运动矢量的线性组合，来平滑与主体像素相邻的块的块运动矢量，并产生像素运动矢量，将该像素运动矢量输出给图像合成器 22。

25 下面，将参照图 24 中示出的流程图描述由包括图 23 中示出的像素运动矢量检测器 21 的图像处理设备 20 执行的图像处理。图 24 中示出的流程图的步骤 S151 和 S153 对应于图 4 中示出的流程图的步骤 S1 和 S5，从而省略对其的描述。此外，为了便于描述，假设如图 25 所示来选择主体块和相邻块。也就是，主体块是块 E，而相邻块是 A 至 D 和 F 至 I，且这些块 A 至 I 的各块运动矢量分别用 a 至 i 表示。

30 在步骤 S152，运动矢量平滑滤波器 71 读取在块运动矢量存储器 31 中存储的运动矢量，并执行运动矢量平滑处理。

现在，将参照图 26 中示出的流程图描述由运动矢量平滑滤波器 71 执行的运动矢量平滑处理。

在步骤 S161，运动矢量平滑滤波器 71 选择其中还没有计算各个像素的像素运动矢量的块来作为主体块，并从块运动矢量存储器 31 中读取与相邻块 A 至 I 相关的块运动矢量 a 至 i。例如，在这里假设主体块和相邻块是如图 27 中所示的 3 块×3 块，并且每个块的大小是  $step\_x \times step\_y$ 。如图 27 中所见，主体块——即块 E——的左上角用作原点，且 x 方向水平向右延伸，而 y 方向垂直向下延伸。在图 27 中，在各个块的中心处的黑点指示各个块的中心位置。在计算主体块中各个像素的像素运动矢量的情况下描述该过程。

10 在步骤 S162，运动矢量平滑滤波器 71 初始化计数器 y（未示出）。在步骤 S163，运动矢量平滑滤波器 71 初始化计数器 x（未示出）。

在步骤 S164，运动矢量平滑滤波器 71 确定计数器 y 的值是否小于  $step\_y/2$ 。当确定计数器 y 的值小于  $step\_y/2$  时，即当主体像素(x, y)存在于主体块的垂直中心之上时，在步骤 S165，运动矢量平滑滤波器 71 计算下列等式(1):

$$vv0 = b \times (step\_y/2 - y) + e \times (step\_y/2 + y) \quad (1)$$

其中 b 和 e 分别指示块运动矢量 b 和 e。也就是，在等式(1)中，块运动矢量 b 和 e 的线性组合 vv0 是使用与主体像素与块 B 和 E 的各个中心之间的垂直距离相适应的加权系数来计算的。

20 在步骤 S166，运动矢量平滑滤波器 71 确定计数器 x 的值是否小于  $step\_x/2$ 。当确定计数器 x 的值小于  $step\_x/2$  时，即当主体像素存在于主体块的水平中心的左侧时，在步骤 S167，运动矢量平滑滤波器 71 计算下列等式(2):

$$vv1 = a \times (step\_y/2 - y) + d \times (step\_y/2 + y) \quad (2)$$

25 其中 a 和 d 分别指示块运动矢量 a 和 d。也就是，在等式(2)中，块运动矢量 a 和 d 的线性组合 vv1 是使用与主体像素与块 A 和 D 的各个中心之间的垂直距离相适应的加权系数来计算的。

在步骤 S168，运动矢量平滑滤波器 71 计算下列等式(3):

$$pv(x, y) = vv1 \times (step\_x/2 - x) + vv0 \times (step\_x/2 + x) \quad (3)$$

也就是，在等式(3)中，使用与主体像素与块 E 和 D 的各个中心之间的水平距离（等于主体像素与块 A 和 B 的各个中心之间的距离）相适应的加权系数，来计算块运动矢量  $vv0$  和  $vv1$  的线性组合，作为主体像素的像素运动矢量  $pv(x, y)$ 。在此情况下，使用与根据主体像素与块 A 和 B 的各个中心之间的水平距离相适应的加权系数，来计算块运动矢量  $b$  和  $e$  的线性组合  $vv0$  与块运动矢量  $a$  和  $d$  的线性组合  $vv1$  的线性组合。

因此，当主体像素存在于主体块的左上部分中时，通过步骤 S165、S167 和 S168，使用与该像素与块 A、B、D 和 E 的各个中心之间的距离相适应的加权系数，将每个像素的像素运动矢量计算为矢量  $a$ 、 $b$ 、 $d$  和  $e$  的线性组合。

10 当在步骤 S164 确定计数器  $y$  的值不小于  $step\_y/2$  时，即当主体像素存在于主体块的垂直中心之下时，在步骤 S171，运动矢量平滑滤波器 71 计算下列等式(4):

$$vv0 = e \times (step\_y \times 3/2 - y) + h \times (step\_y/2 + y) \quad (4)$$

15 其中  $e$  和  $h$  分别指示块运动矢量  $e$  和  $h$ 。也就是，在等式(4)中，块运动矢量  $e$  和  $h$  的线性组合  $vv0$  是使用与主体像素与块 E 和 H 的各个中心之间的距离相适应的加权系数来计算的。

在步骤 S172，运动矢量平滑滤波器 71 确定计数器  $x$  的值是否小于  $step\_x/2$ 。当确定计数器  $x$  的值小于  $step\_x/2$  时，即当主体像素存在于主体块的水平中心的左侧时，在步骤 S173，运动矢量平滑滤波器 71 计算下列等式(5)，然后前进到步骤 S168:

$$vv1 = d \times (step\_y \times 3/2 - y) + g \times (step\_y/2 + y) \quad (5)$$

其中  $d$  和  $g$  分别指示块运动矢量  $d$  和  $g$ 。也就是，在等式(5)中，块运动矢量  $d$  和  $g$  的线性组合  $vv1$  是使用与主体像素与块 D 和 G 的各个中心之间的垂直距离相适应的加权系数来计算的。

25 因此，当主体像素存在于主体块的左下部分中时，通过步骤 S171、S173 和 S168，使用与该像素与块 D、E、G 和 H 的各个中心之间的距离相适应的加权系数，将每个像素的像素运动矢量计算为矢量  $d$ 、 $e$ 、 $g$  和  $h$  的线性组合。

30 当在步骤 S166 确定计数器  $x$  的值不小于  $step\_x/2$  时，即当主体像素存在于主体块的水平中心的右侧时，在步骤 S176，运动矢量平滑滤波器 71 计算下列等式(6):

$$vv1 = c \times (\text{step\_y}/2 - y) + f \times (\text{step\_y}/2 + y) \quad (6)$$

其中  $c$  和  $f$  分别指示块运动矢量  $c$  和  $f$ 。也就是，在等式(6)中，块运动矢量  $c$  和  $f$  的线性组合  $vv1$  是使用与主体像素与块  $C$  和  $F$  的各个中心之间的垂直距离相适应的加权系数来计算的。

- 5 在步骤 S175，运动矢量平滑滤波器 71 计算下列等式(7):

$$pv(x, y) = vv0 \times (\text{step\_x} \times 3/2 - x) + vv1 \times (\text{step\_x}/2 + x) \quad (7)$$

也就是，在等式(7)中，根据主体像素与块  $B$  和  $C$  的各个中心之间的水平距离(等于主体像素和块  $E$  和  $F$  的各个中心之间的水平距离)，计算块运动矢量  $vv0$  和  $vv1$  的线性组合，来作为主体像素的像素运动矢量  $pv(x, y)$ 。

- 10 因此，当主体像素存在于主体块的右上部分中时，通过步骤 S165、S176 和 S175，使用该像素与块  $B$ 、 $C$ 、 $E$  和  $F$  的各个中心之间的距离相适应的加权系数，将每个像素的像素运动矢量计算为矢量  $b$ 、 $c$ 、 $e$  和  $f$  的线性组合。

- 15 当在步骤 S172 确定计数器  $x$  的值不小于  $\text{step\_x}/2$  时，即当主体像素存在于主体块的水平中心的右侧时，在步骤 S174，运动矢量平滑滤波器 71 计算下列等式(8)，并且该过程前进到步骤 S175:

$$vv1 = f \times (\text{step\_y} \times 3/2 - y) + i \times (\text{step\_y}/2 + y) \quad (8)$$

其中  $f$  和  $i$  分别指示块运动矢量  $f$  和  $i$ 。也就是，在等式(8)中，块运动矢量  $f$  和  $i$  的线性组合  $vv1$  是使用与主体像素与块  $F$  和  $I$  的各个中心之间的垂直距离相适应的加权系数来计算的。

- 20 因此，当主体像素存在于主体块的右下部分中时，通过步骤 S171、S174 和 S175，根据该像素与块  $E$ 、 $F$ 、 $H$  和  $I$  的各个中心之间的距离，将每个像素的像素运动矢量计算为带有加权值的矢量  $e$ 、 $f$ 、 $h$  和  $i$  的线性组合。

- 25 在步骤 S169，确定计算器  $x$  的值是否是场图像的水平大小相对应的  $xsize$ 。当确定计算器  $x$  的值不是  $xsize$  时，该过程前进到步骤 S170，在该步骤中运动矢量平滑滤波器 71 将计算器  $x$  加 1。然后，该过程返回到步骤 S164。

另一方面，当在步骤 S169 确定计算器  $x$  的值是  $xsize$  时，即当确定已经计算了主体块的一条水平线上的各个像素的像素运动矢量时，该过程前进到步骤 S177，在该步骤中，运动矢量平滑滤波器 71 确定计算器  $y$  的值是否是



与场图像的垂直大小相对应的  $y_{size}$ 。当确定计算器  $y$  的值不是  $y_{size}$  时，在步骤 S178，运动矢量平滑滤波器 71 将计算器  $y$  加 1。然后，该过程返回到步骤 S163。

5 另一方面，当在步骤 S177 确定计算器  $y$  的值是  $y_{size}$  时，即当确定已经为块中的所有像素计算了像素运动矢量时，在步骤 S179，运动矢量平滑滤波器 71 确定是否已经为所有块计算了像素运动矢量。当确定还没有为所有块完成该过程时，该过程返回到步骤 S161，并且重复随后的步骤。当在步骤 S177 确定已经为所有块完成该过程时，退出该过程。

10 利用上述过程，通过计算乘以系数的运动矢量的线性组合——该系数与主体块右上部分中的每个像素与上方、右上对角和向右相邻的块的各个中心之间的距离相适应，来平滑主体块及这些相邻块的运动矢量，从而确定主体块右上部分中的每个像素的像素运动矢量。通过计算乘以系数的运动矢量的线性组合——该系数与主体块右下部分中的每个像素与下方、右下对角和向右相邻的块的各个中心之间的距离相适应，来平滑主体块及这些块的运动矢量，从而确定主体块右下部分中的每个像素的像素运动矢量。通过计算乘以系数的运动矢量的线性组合——该系数与主体块左上部分中的每个像素与上方、左上对角和向左相邻的块的各个中心之间的距离相适应，来平滑主体块及这些块的运动矢量，从而确定主体块左上部分中的每个像素的像素运动矢量。通过计算乘以系数的运动矢量的线性组合——该系数与主体块左下部分中的每个像素与下方、左下对角和向左相邻的块的各个中心之间的距离相适应，来平滑主体块及这些块的运动矢量，从而确定主体块左下部分中的每个像素的像素运动矢量。

15

20

25 因此，通过根据各个距离来组合空间分布的块运动矢量，来产生像素运动矢量。因此，可以在降低计算成本的同时，以较少的检测误差产生像素运动矢量。

虽然在上述例子中组合了 4 个块的块运动矢量来产生单个像素运动矢量，但是可以计算被乘以与距离相适应的系数的、更多个块的块运动矢量的线性组合。

30 虽然在上述例子中组合同一场中的块运动矢量，但是可以使用除包括主体块的场之外的场中的块运动矢量。例如，可以计算内乘以与场间隔相适应的系数的、在包括主体块的场以及先于和后于该场 2 场的场中位于相应位置

处的块的块运动矢量的线性组合。

此外，可以组合图 3 或图 16 中示出的像素运动矢量检测器 21 的结构和图 23 中示出的像素运动矢量检测器 21 的结构。在此情况下，例如，当在图 22 中示出的流程图中的步骤 S145 中用尽了作为候选的块运动矢量而不能选  
5 择出像素运动矢量时，通过平滑来计算像素运动矢量。

图 28 示出了通过组合图 16 中示出的像素运动矢量检测器 21 的结构和图 23 中示出的像素运动矢量检测器 21 的结构而实现的像素运动矢量检测器 21 的结构。

图 28 中示出的像素运动矢量检测器 21 的结构基本上与图 16 中示出的像素运动矢量检测器 21 的结构相同。然而，还提供了运动矢量平滑滤波器 82，并且提供了条件检验器 81 和像素矢量选择器 83，来代替条件检验器 56 和像素矢量选择器 57。条件检验器 81 基本上与条件检验器 56 相同。然而，当用尽了作为候选的块运动矢量而不能选择像素运动矢量时，针对像素运动矢量而激活运动矢量平滑滤波器 82。运动矢量平滑滤波器 82 基本上与运动矢量  
10 平滑滤波器 71 相同。像素矢量选择器 83 基本上与像素矢量选择器 57 相同。然而，当选择像素运动矢量时，允许像素矢量选择器 83 选择由运动矢量平滑滤波器 82 平滑后的运动矢量。  
15

除了条件检验处理和选择处理之外，由包括图 28 中示出的像素运动矢量检测器 21 的图像处理设备执行的图像处理与图 4 中示出的流程图中的图像处理相同。因此，将仅仅参照图 29 至 31 中示出的流程图描述由图 28 示出的像素运动矢量检测器 21 执行的条件检验处理和选择处理。图 29 中示出的流程图中的步骤 S191 至 S206 对应于图 22 中示出的流程图中的步骤 S131 至 S146，从而省略对其的描述。  
20

在步骤 S207，运动矢量平滑滤波器 82 基于从条件检验器 81 接收的指令，  
25 执行运动矢量平滑处理。

图 30 中示出的流程图示出了由运动矢量平滑滤波器 82 执行的运动矢量平滑处理。图 30 中示出的流程图中的步骤 S221 至 S231 对应于图 26 中示出的流程图中的步骤 S161 和 S164 至 S175，从而省略对其的描述。

下面，参照图 31 中示出的流程图描述由图 28 中示出的像素运动矢量检测器 21 执行的选择处理。图 31 中示出的流程图中的步骤 S251 至 S254 和 S256 对应于图 12 中示出的流程图中的步骤 S61 至 S65，从而省略对其的描述。  
30

在步骤 S255, 像素矢量选择器 83 确定选择信号 PSEL 是否具有值 V。当确定选择信号 PSEL 具有值 V 时, 过程前进到步骤 S256。另一方面, 当在步骤 S255 确定选择信号 PSEL 不具有值 V 时, 在步骤 S257, 像素矢量选择器 83 选择从运动矢量平滑滤波器 82 提供的运动矢量来作为像素运动矢量。

5 通过上述过程, 当用尽了作为候选的块运动矢量而不能选择出像素运动矢量时, 通过平滑来计算像素运动矢量, 从而可以更稳定地获得像素运动矢量。

上述的一系列处理可以通过硬件或软件来执行。当通过软件来执行一系列处理时, 构成该软件的程序被安装在嵌入专用硬件中的计算机上, 或从记录媒体安装到允许通过安装在其上的各种程序执行各种功能的通用个人计算机等中。

图 32 示出了根据本发明实施例的个人计算机的结构, 其中用软件实现图 2 中示出的图像处理设备 20 的电结构。该个人计算机的中央处理单元 (CPU) 501 控制个人计算机的全部操作。一旦经总线 504 和输入/输出接口 505 从包括例如键盘和鼠标的输入单元 506 接收由用户输入的命令, CPU 501 执行在只读存储器 (ROM) 502 中存储的相应程序。或者, CPU 501 将从与驱动器 510 相连的磁盘 521、光盘 522、磁光盘 523、或半导体存储器 524 中读取的并被安装在存储单元 508 中的程序装入到随机存取存储器 (RAM) 503 中, 并执行该程序。因此, 用软件实现图 2 中示出的图像处理设备 20 的功能。此外, CPU 501 控制通信单元 509 与外部设备通信和交换数据。

程序可以被记录在与计算机独立分发以便给用户程序的记录媒体上, 例如, 诸如如图 32 中所示的磁盘 521 (例如, 软盘)、光盘 522 (例如, 光盘只读存储器 (CD-ROM) 或数字通用盘 (DVD))、磁光盘 523 (例如, 迷你盘 (MD)) 或半导体存储器 524 等的封装媒体。或者, 载有程序的记录媒体可以是 ROM 502 或包括在存储单元 508 中的硬盘, 它们被包括在计算机中提供给用户。

不必必须按所述次序来顺序地执行根据记录在记录媒体上的程序而执行的步骤, 并且所述步骤可以包括并行或单独执行的步骤。

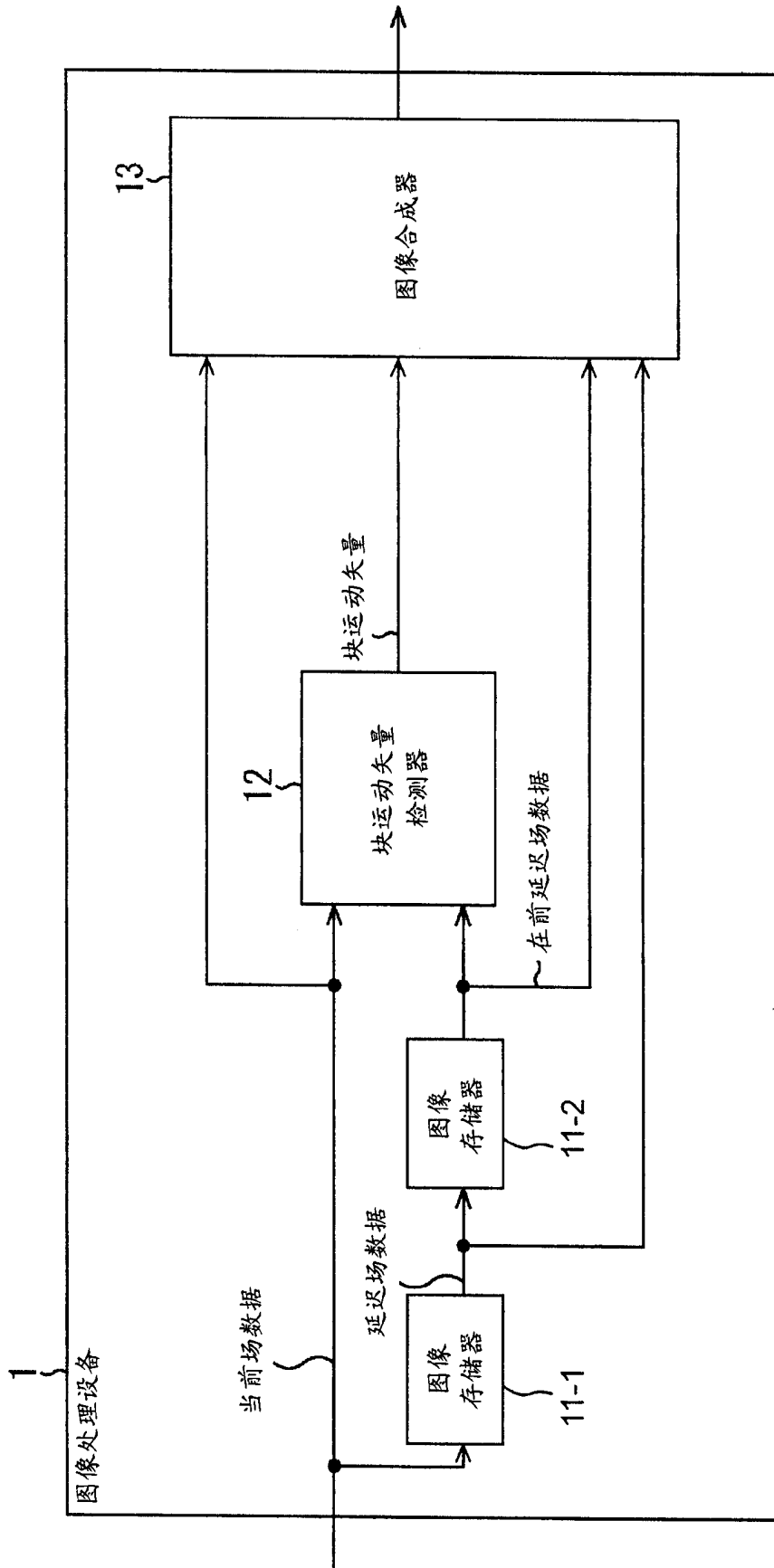


图 1

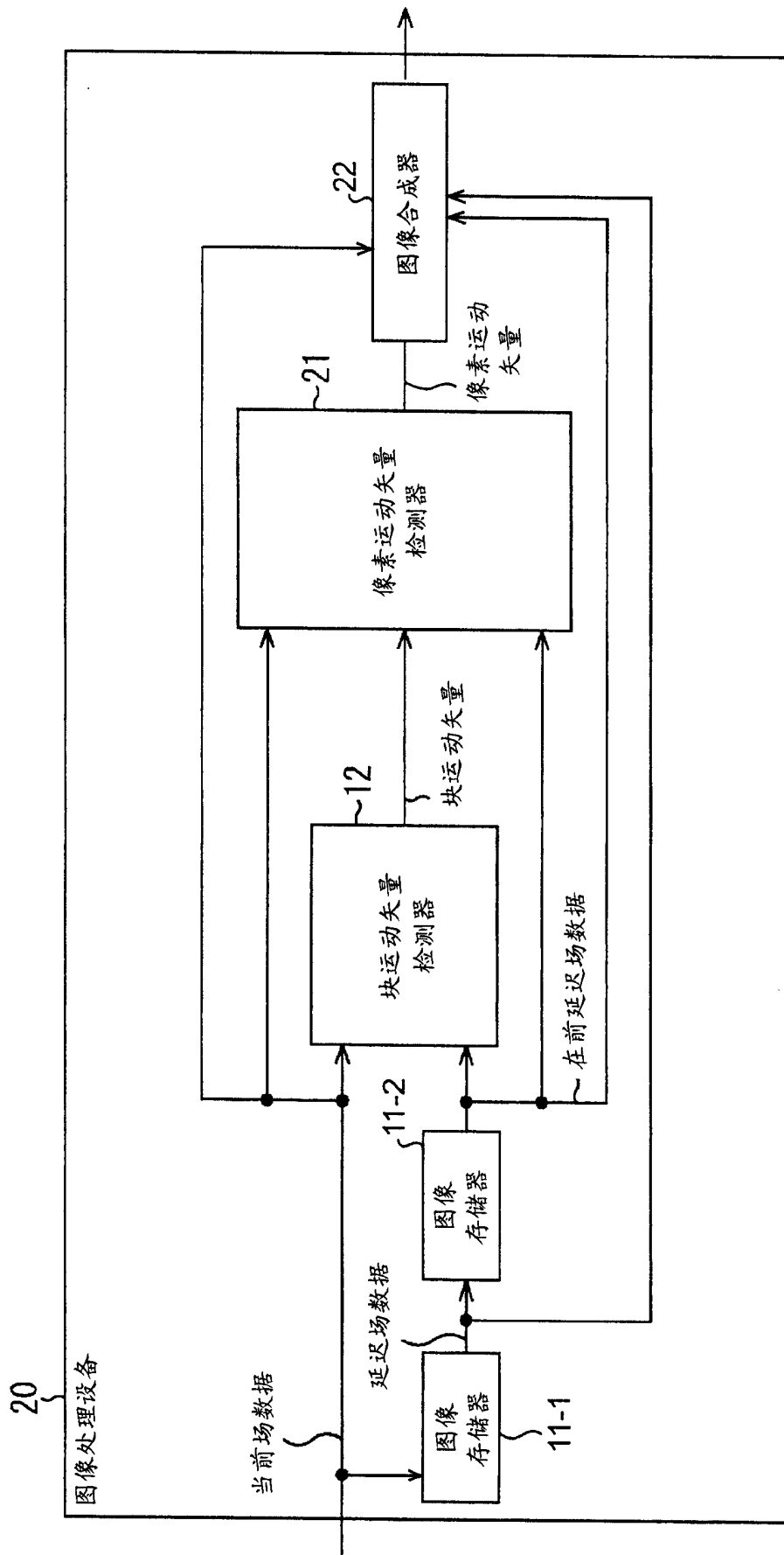


图 2

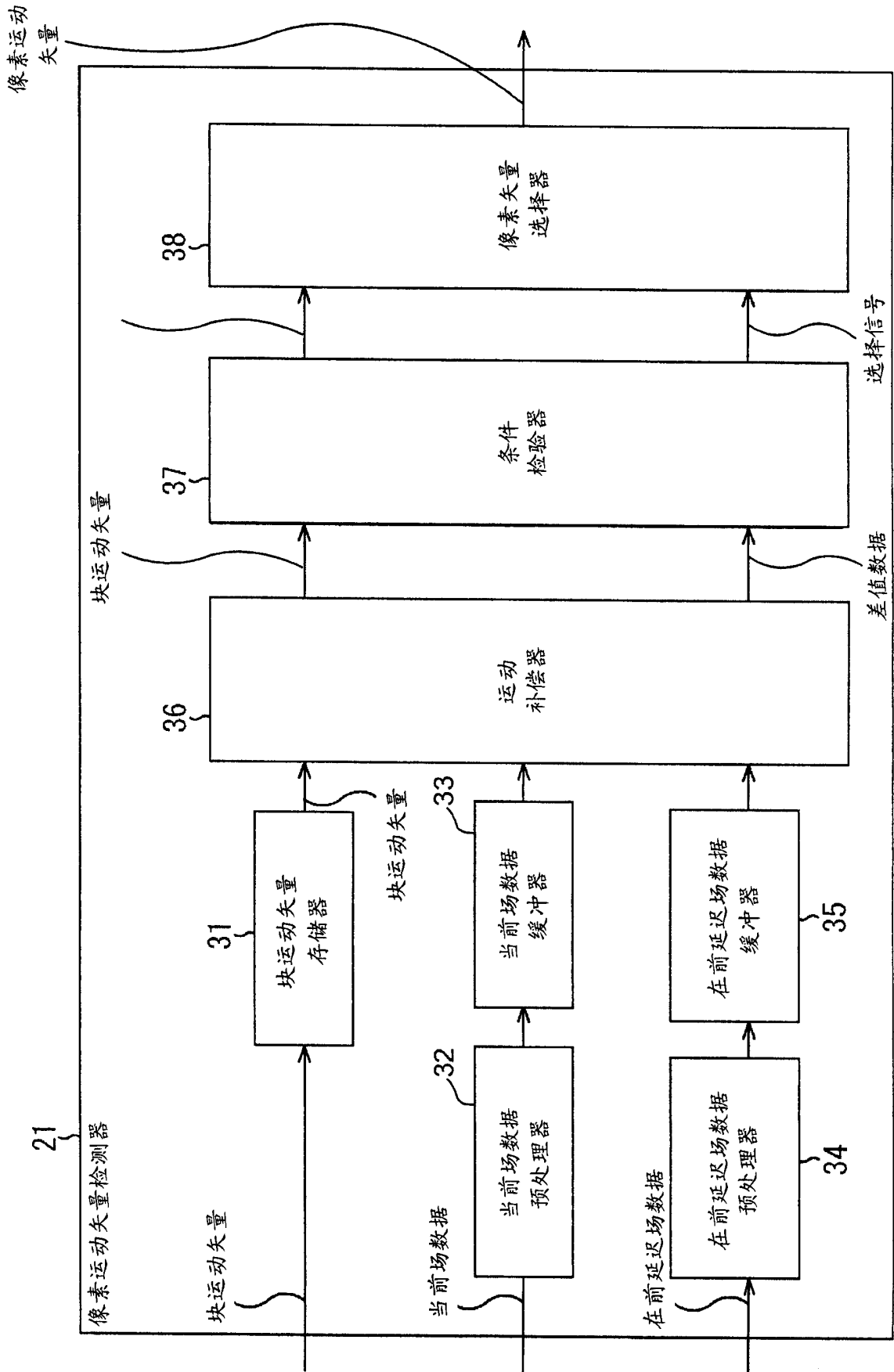


图 3

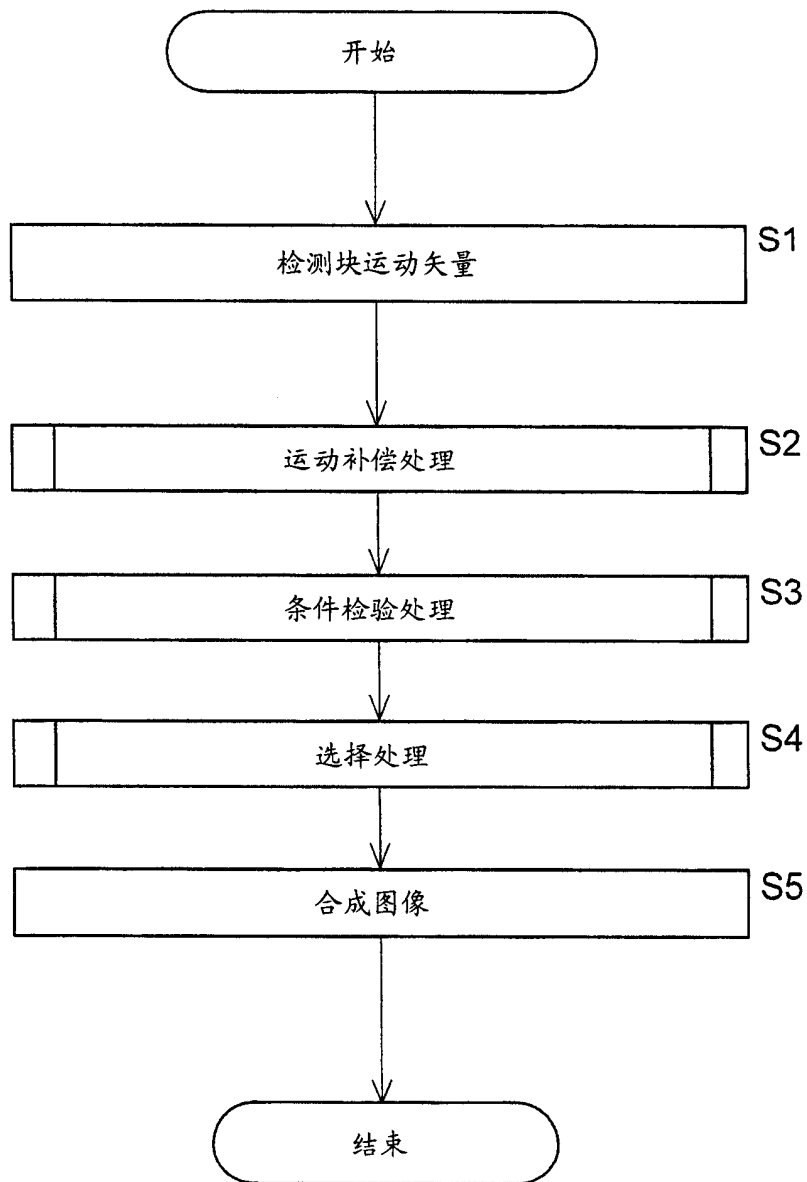


图 4

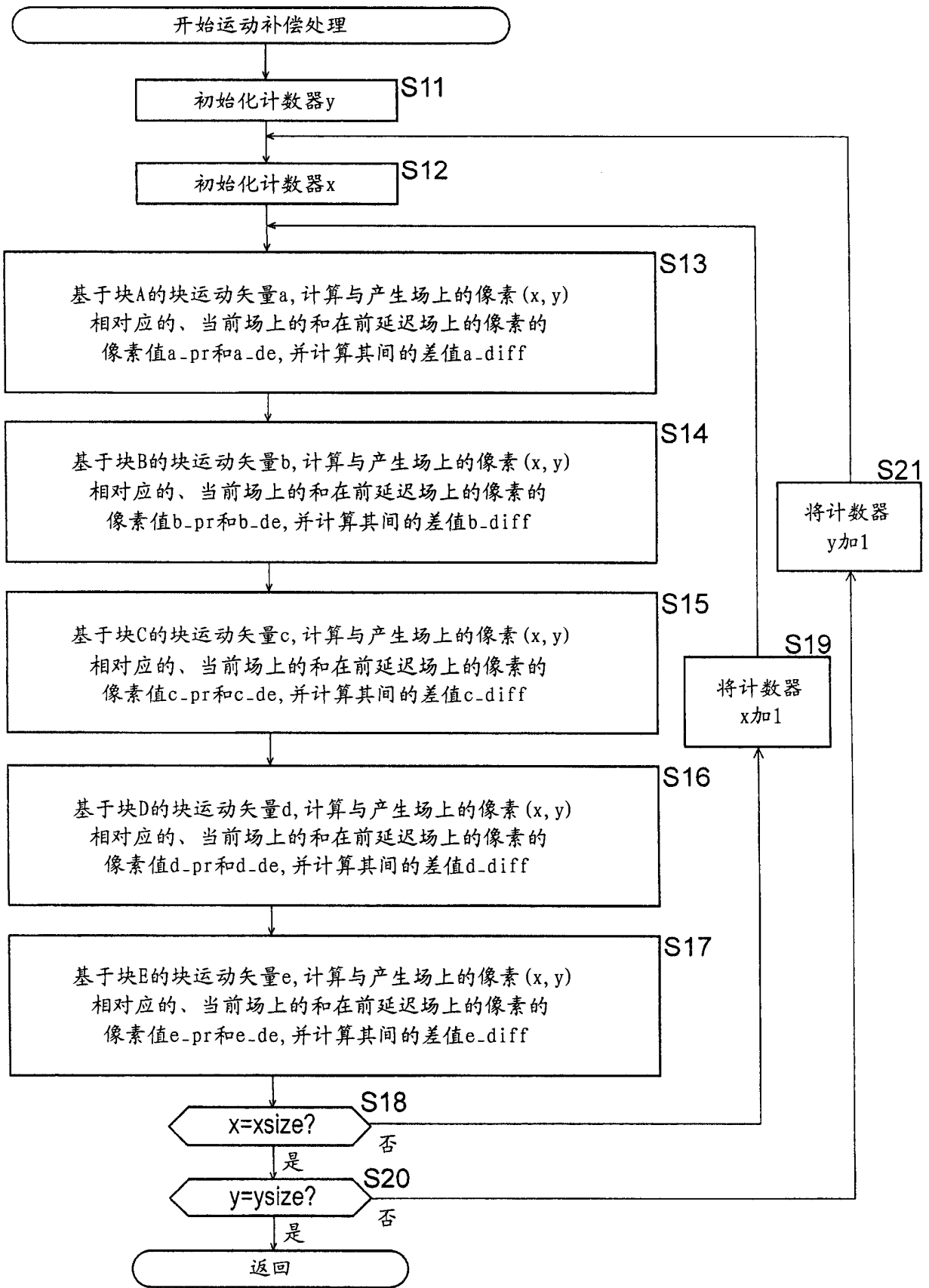


图 5



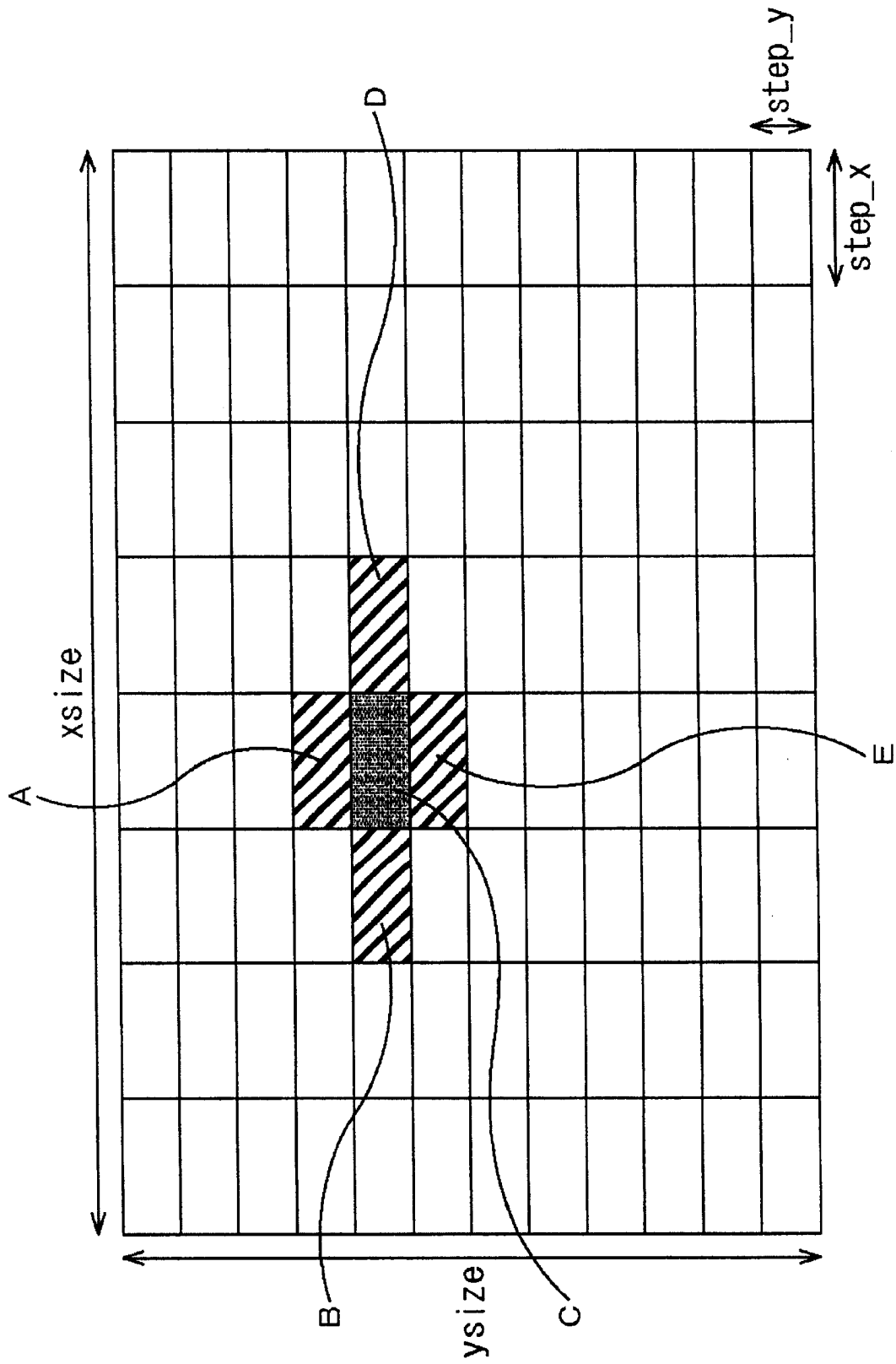


图 6

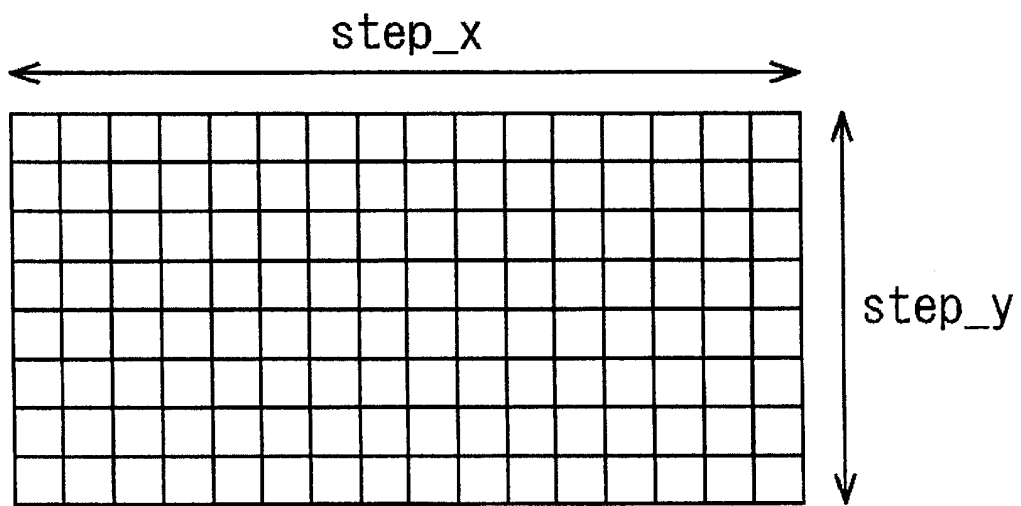


图 7

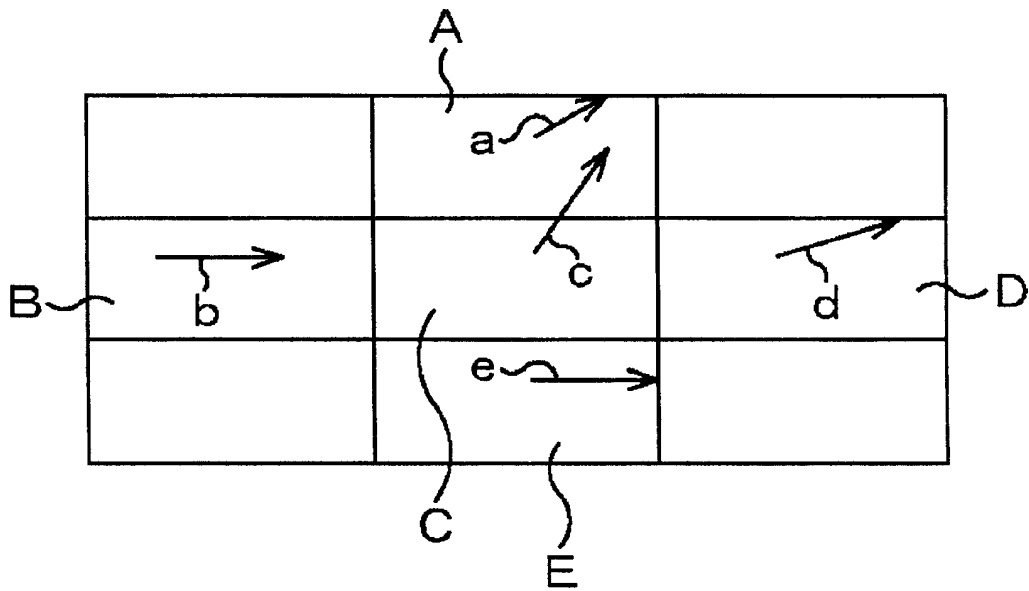


图 8

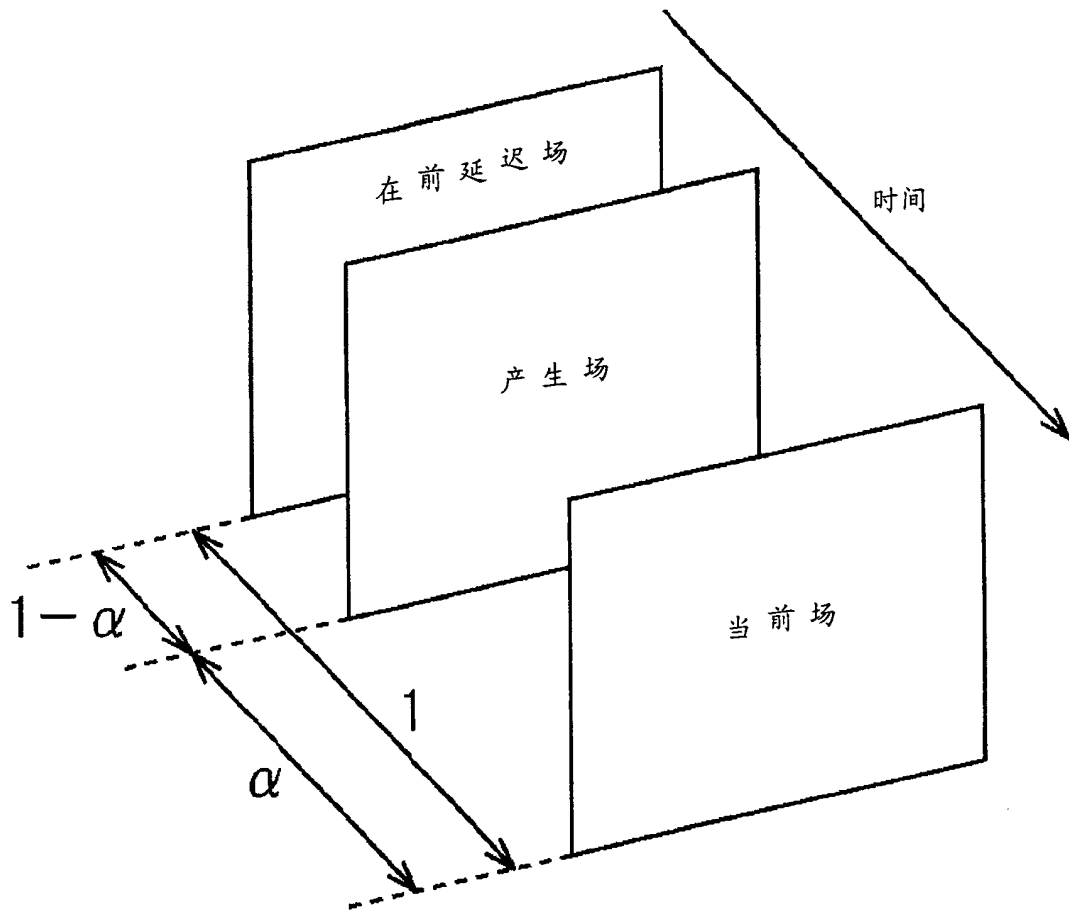


图 9

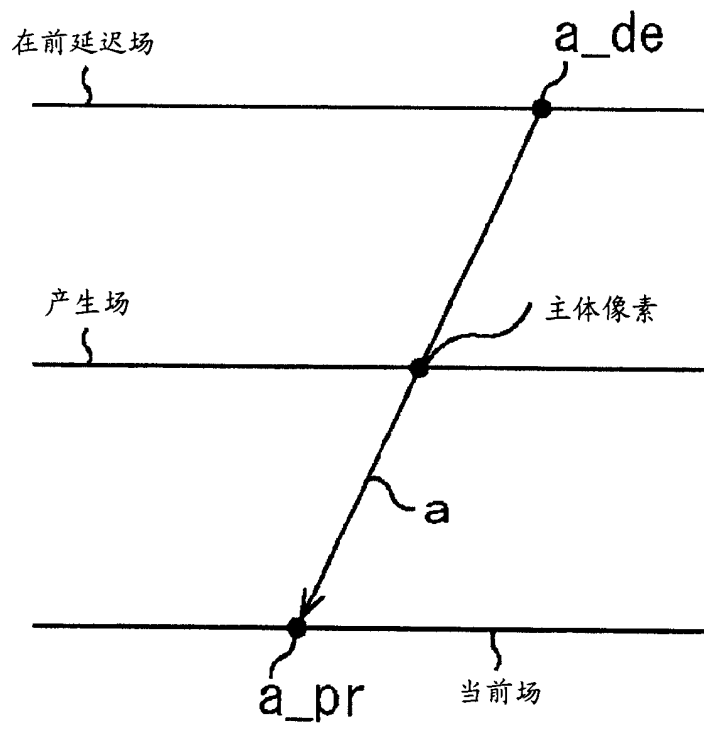


图 10

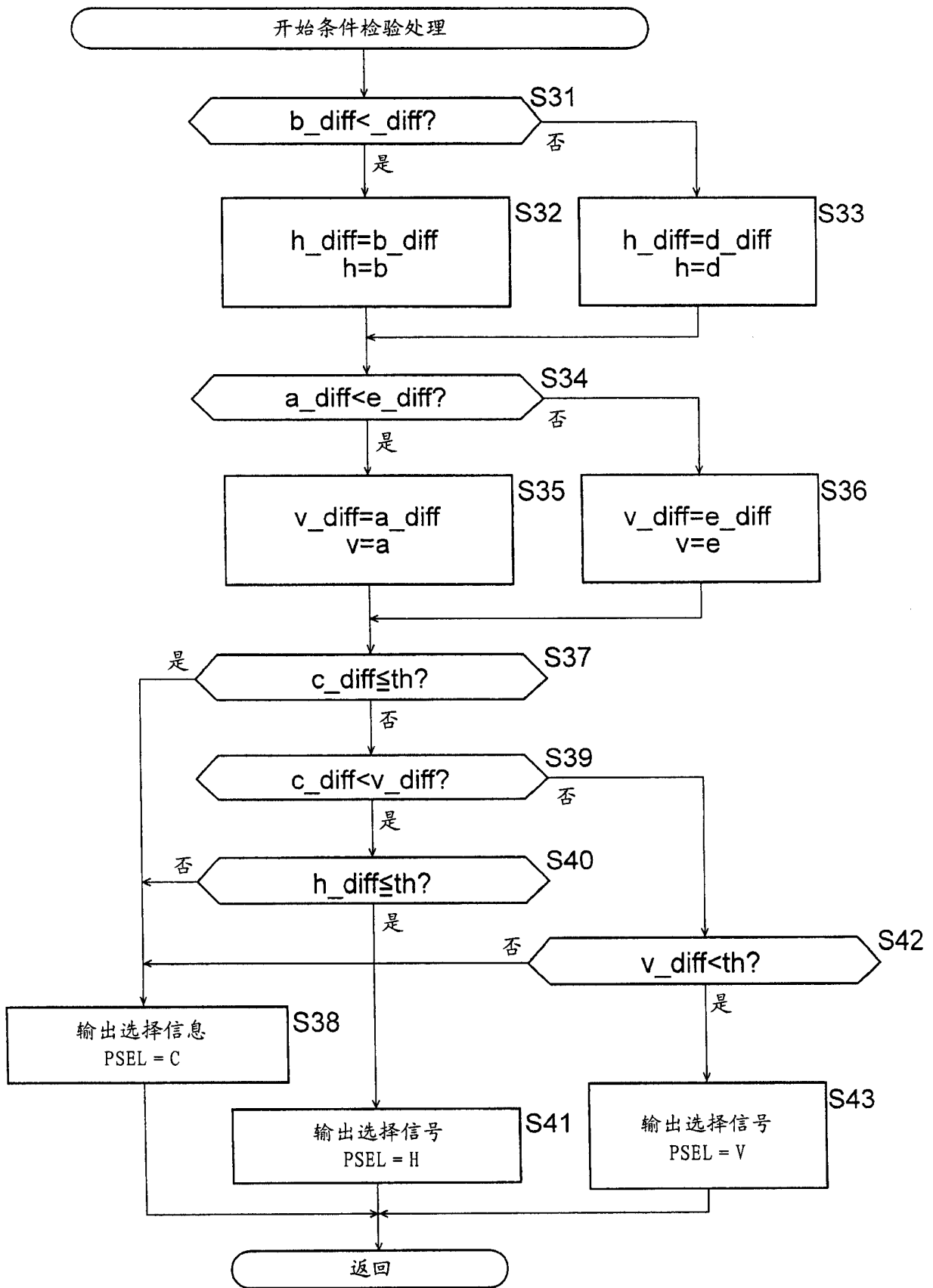


图 11

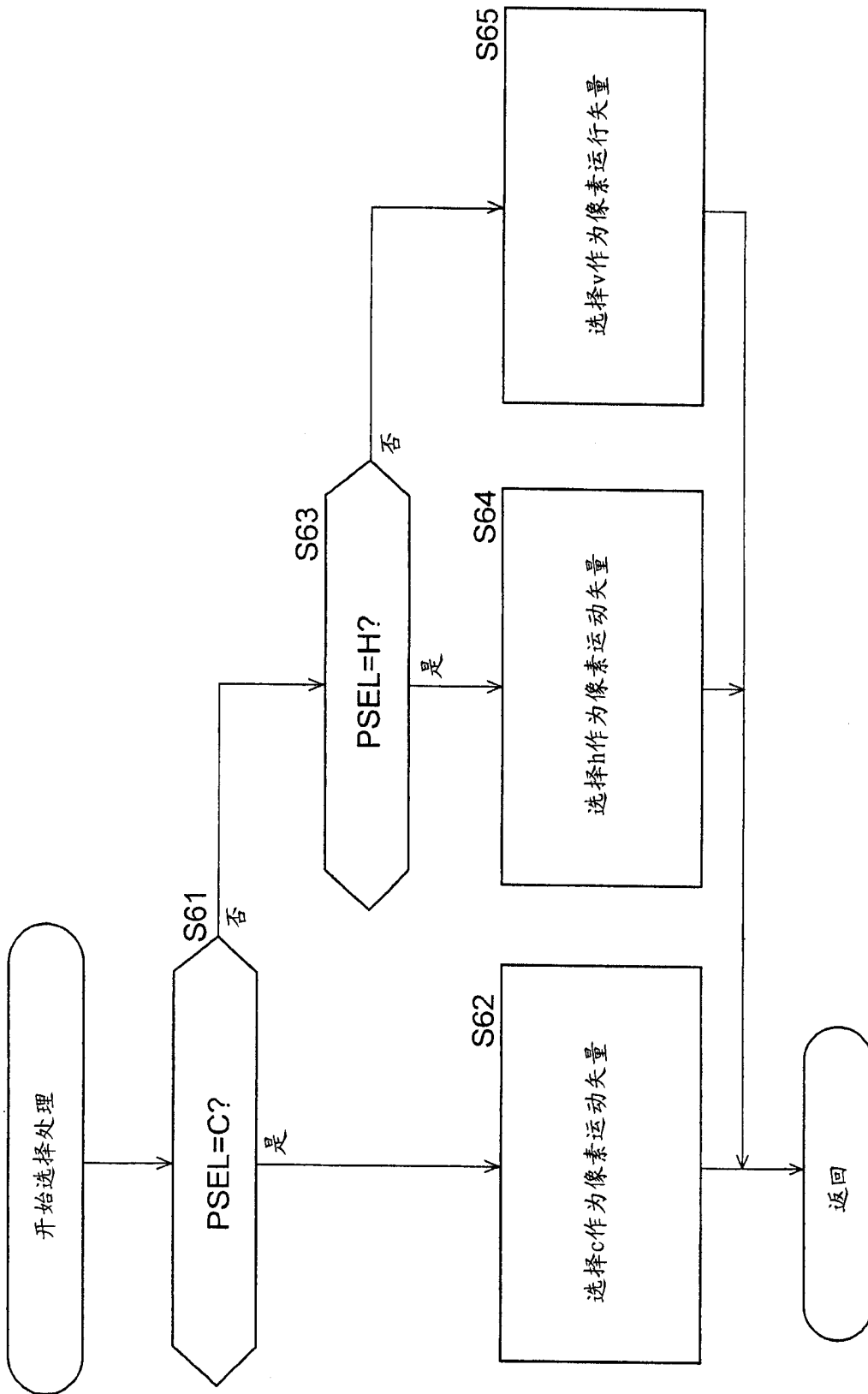


图 12



图 13



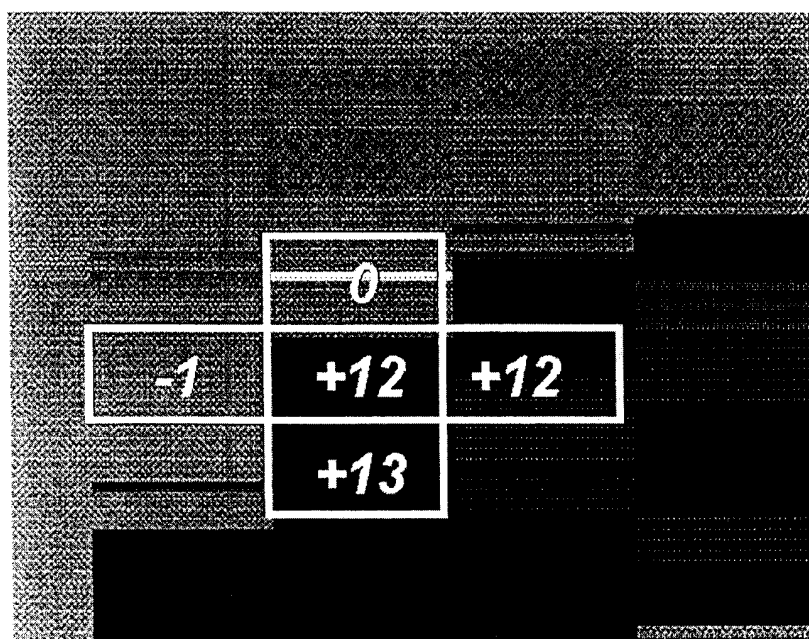


图 14

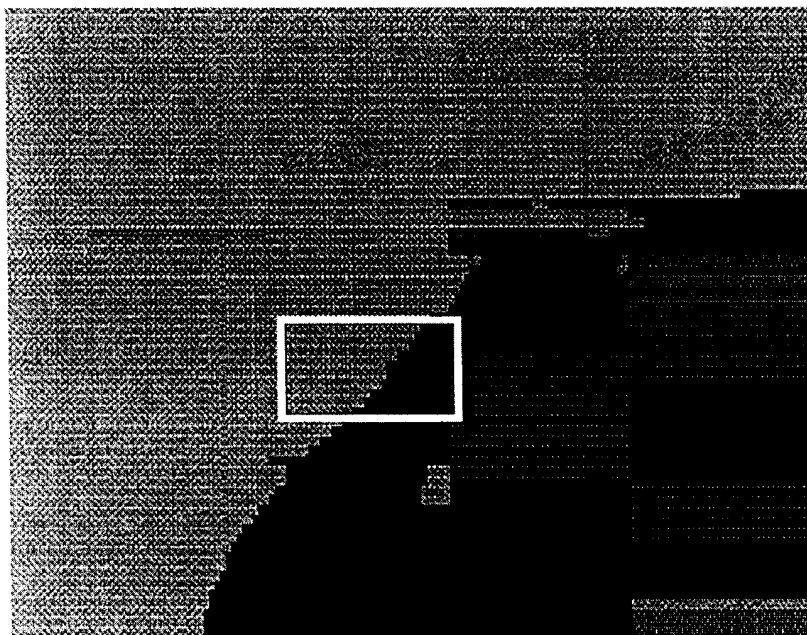


图 15

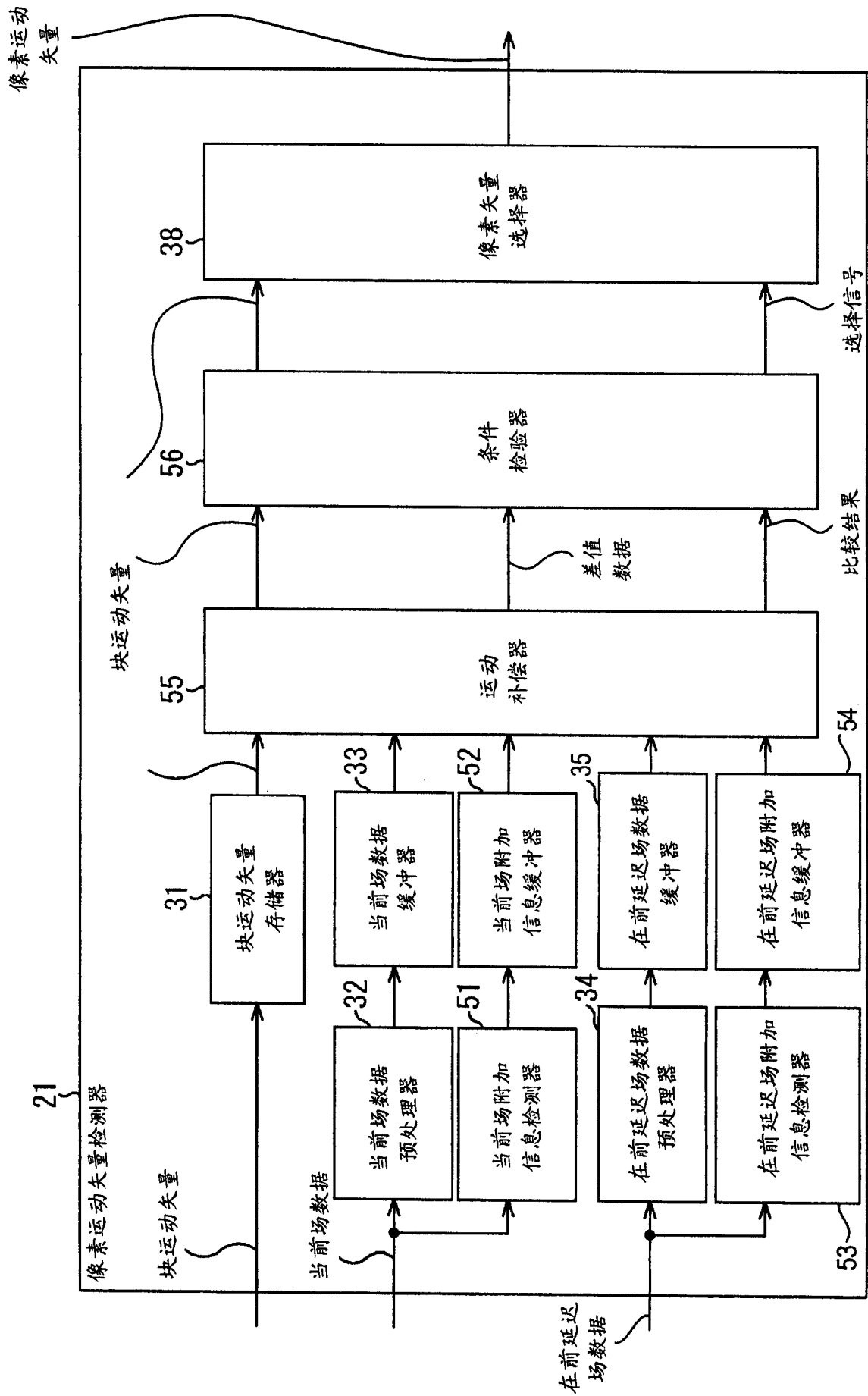


图 16

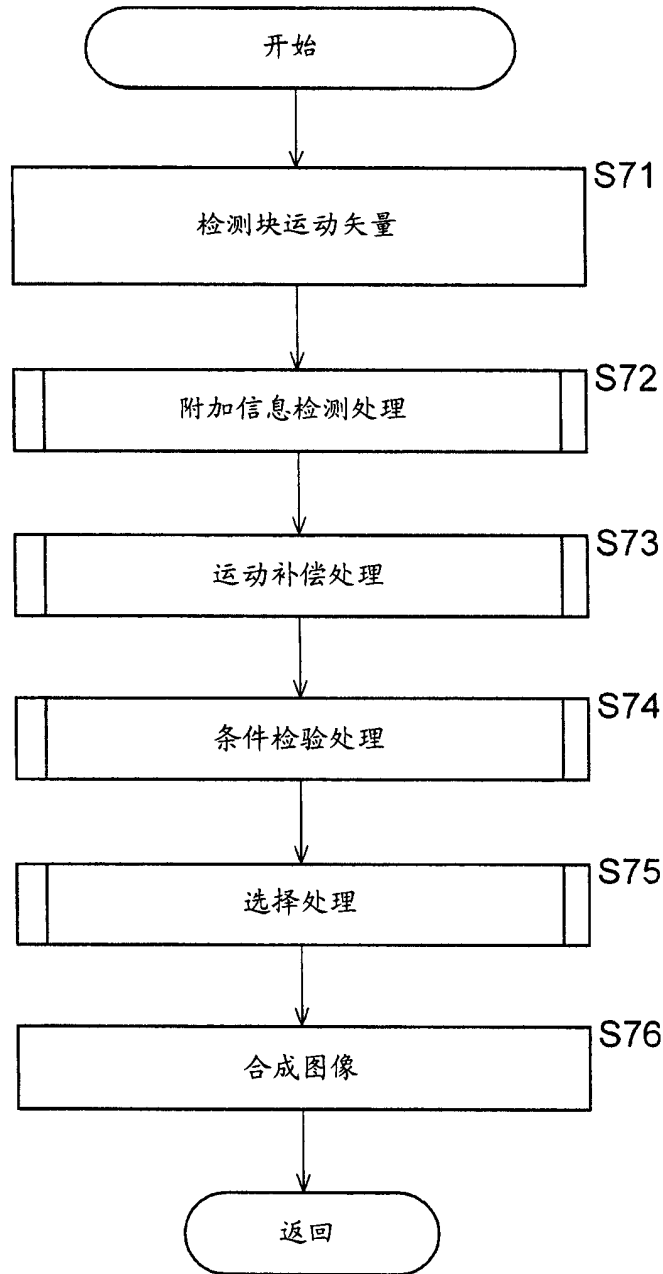


图 17

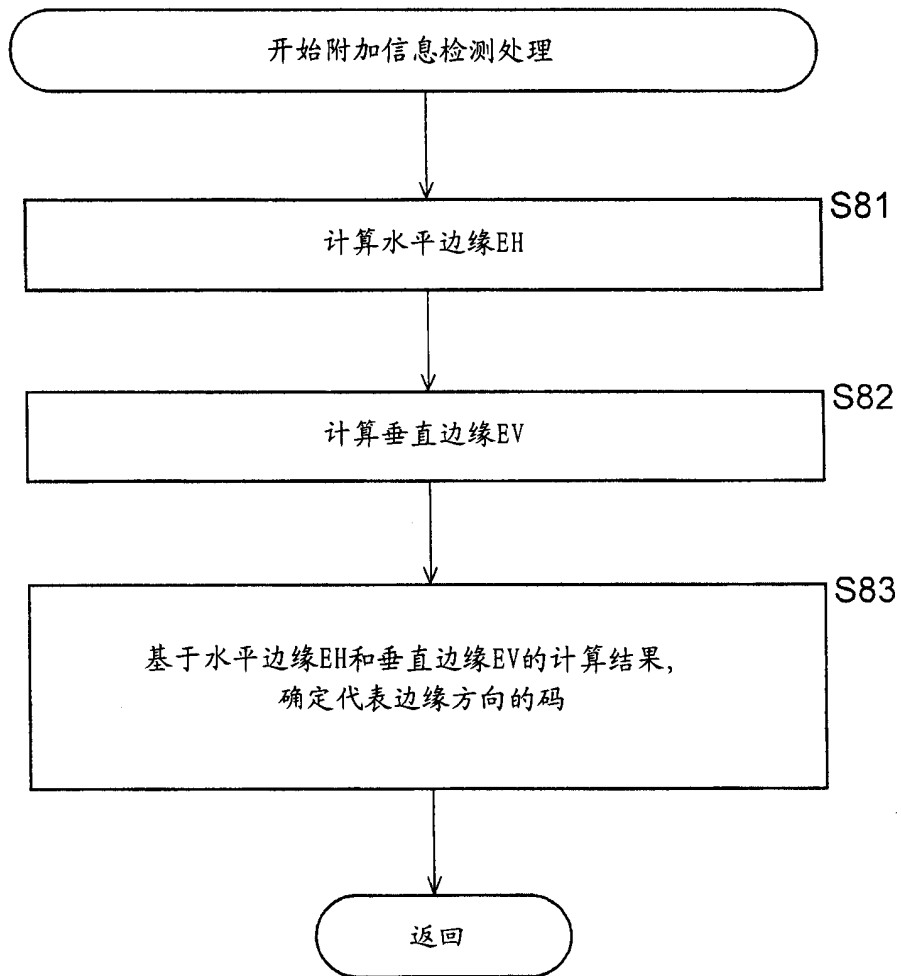


图 18

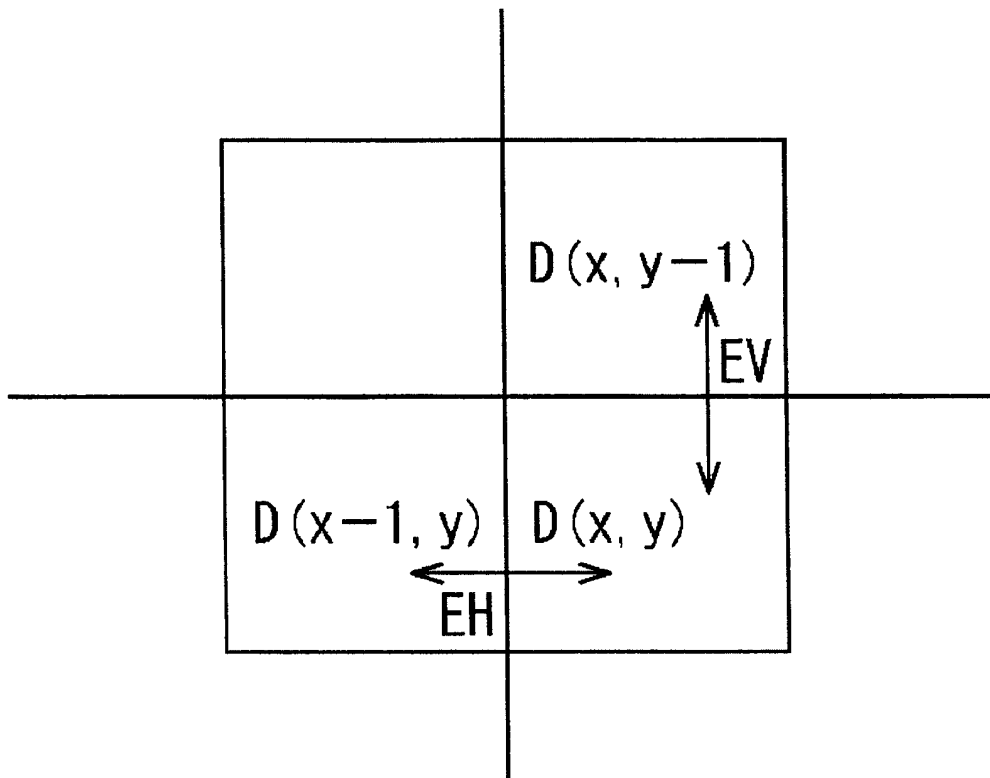


图 19

EV \ EH	-	0	+
-	1	2	3
0	8	0	4
+	7	6	5

图 20

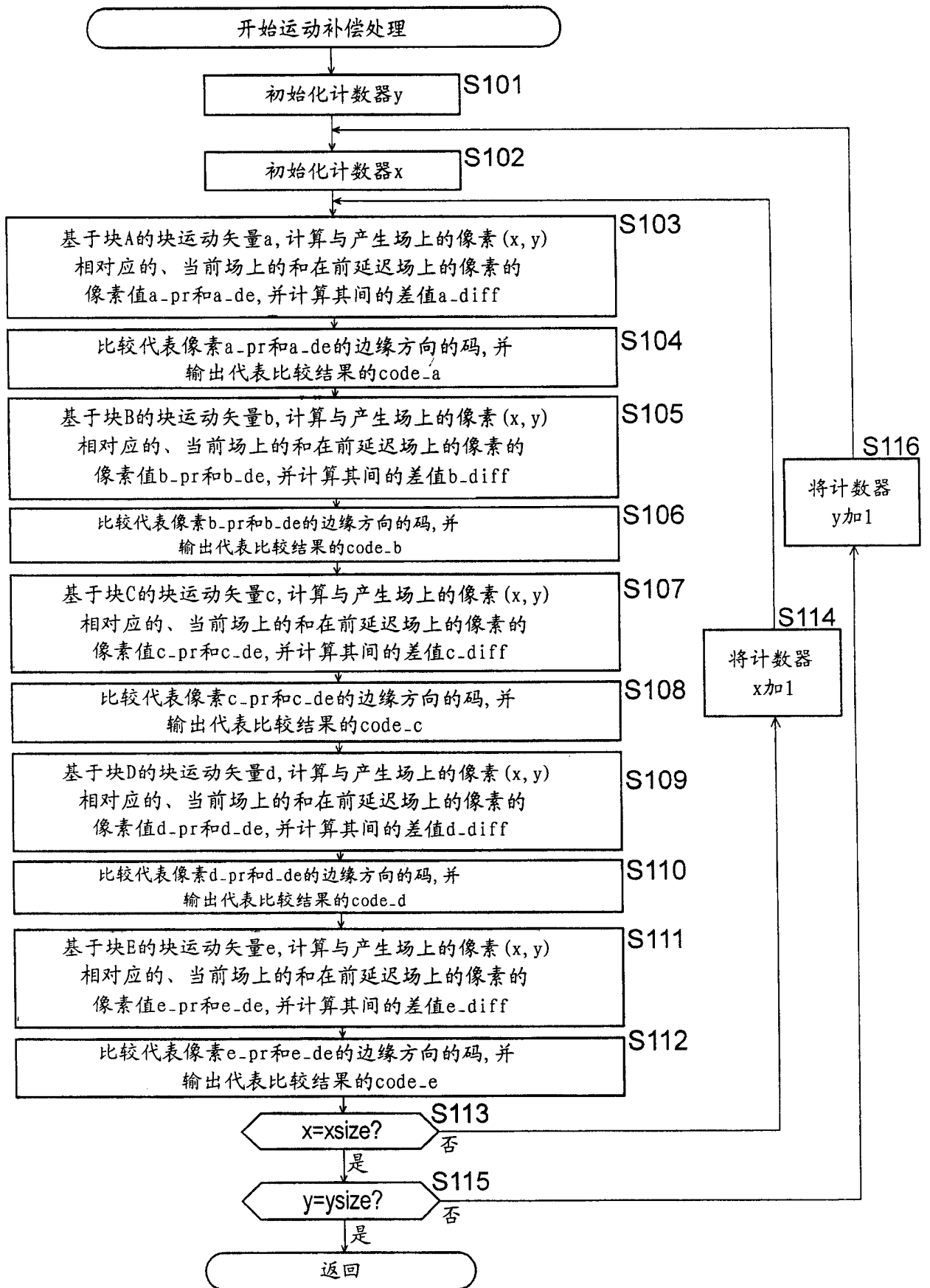


图 21



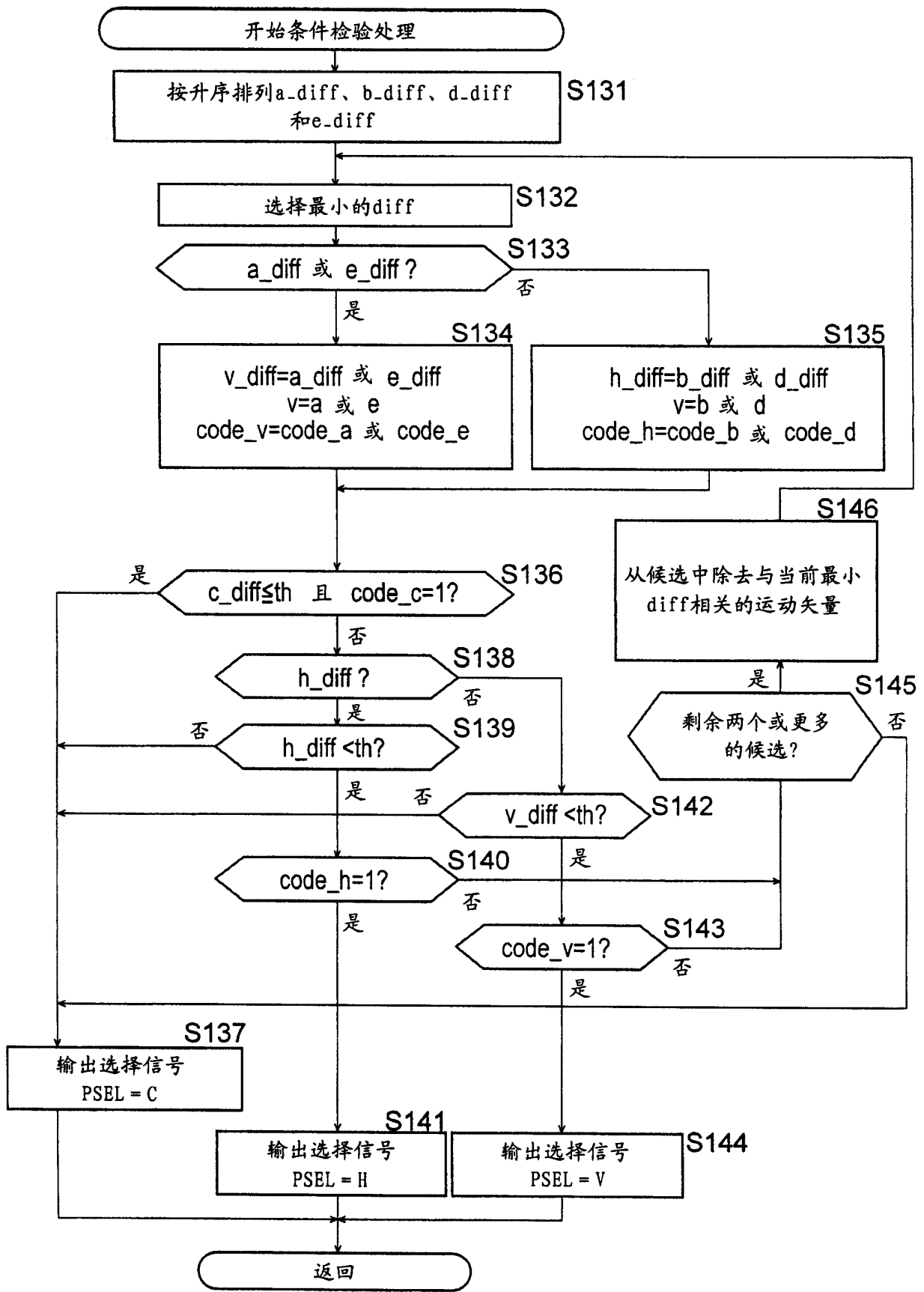


图 22

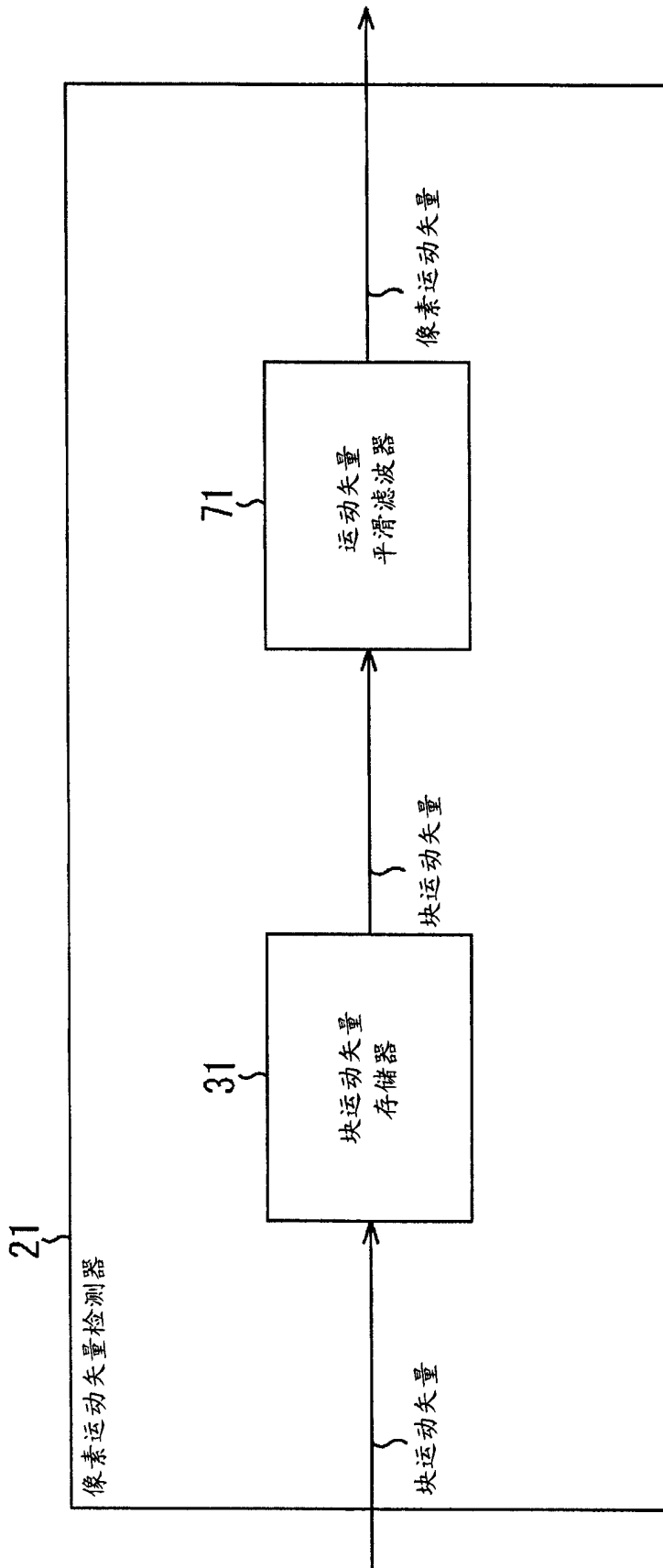


图 23

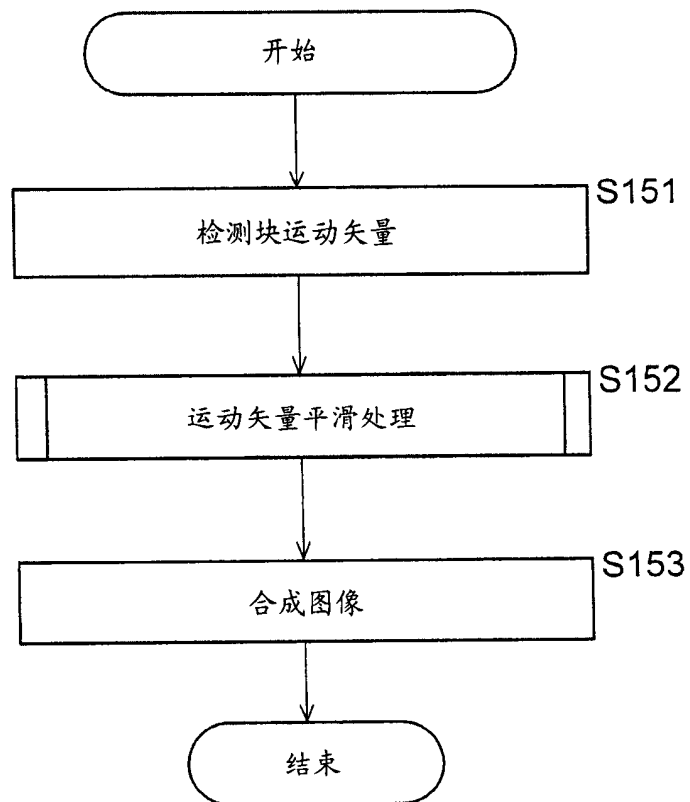


图 24

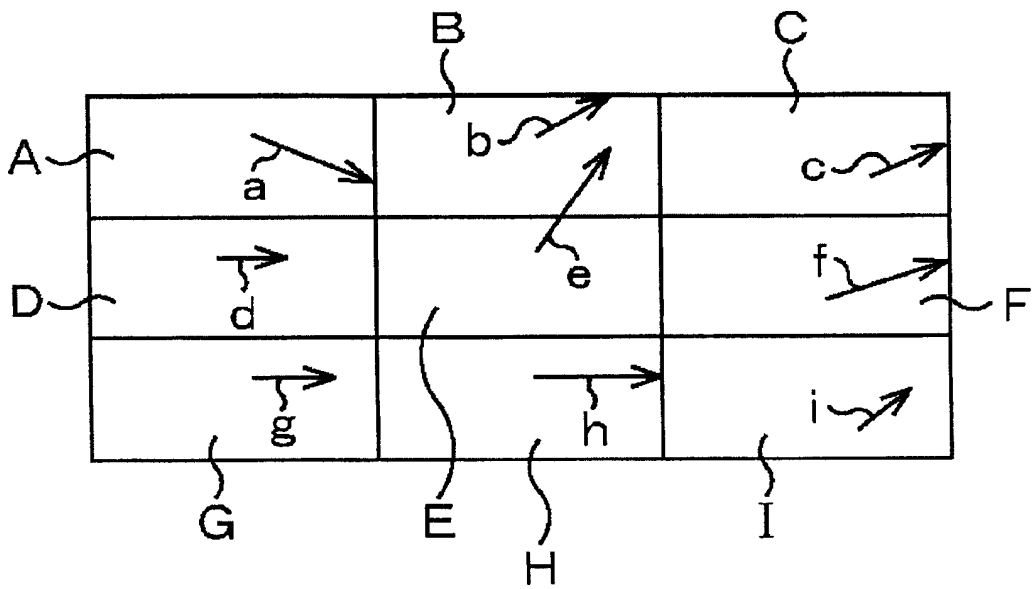


图 25

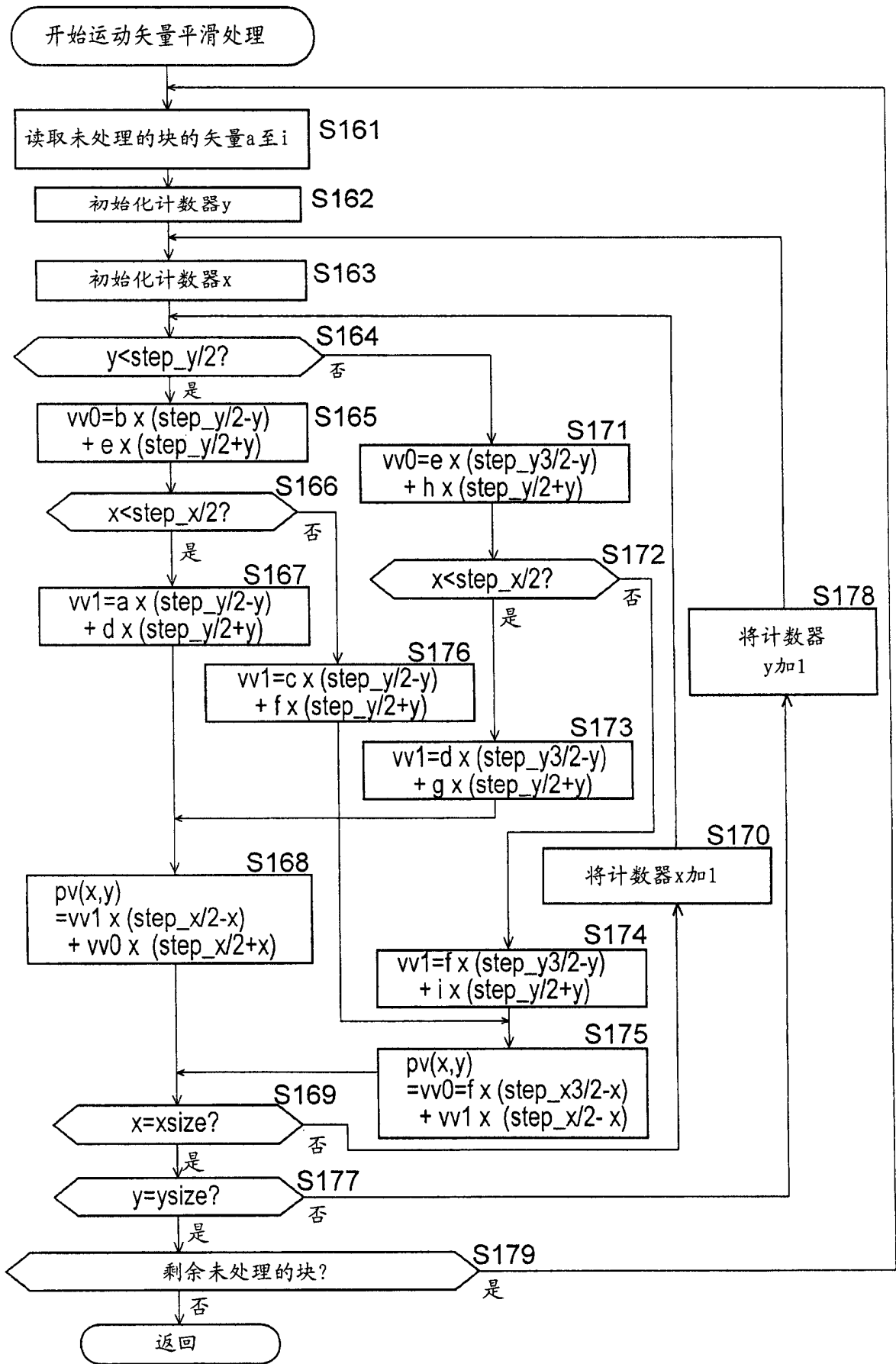


图 26

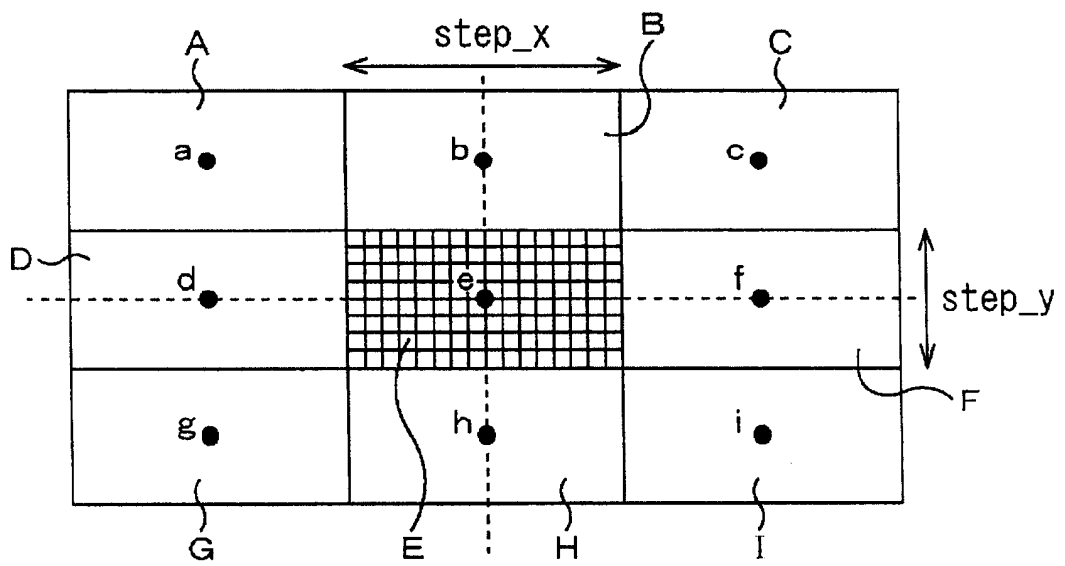


图 27

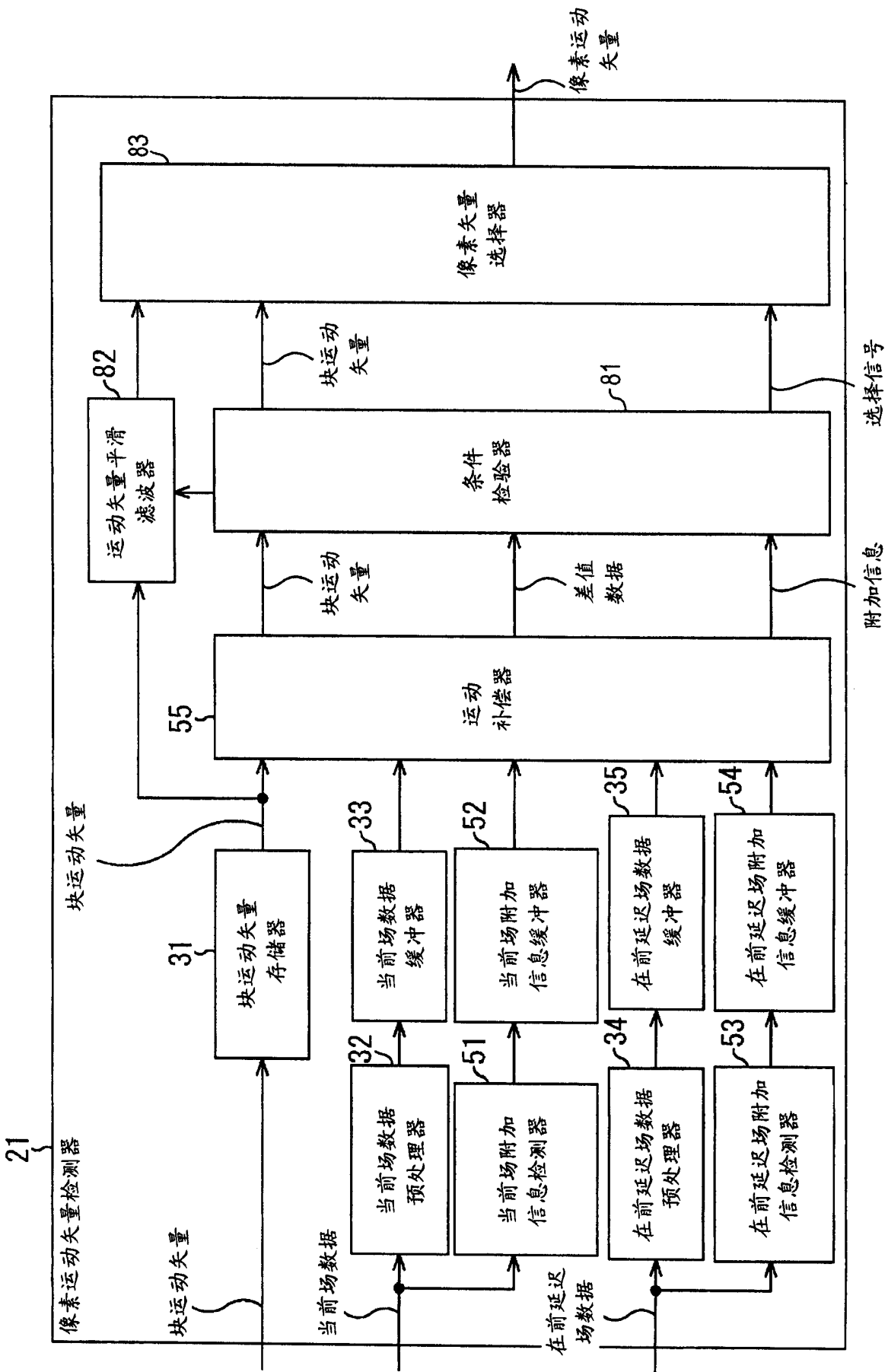


图 28

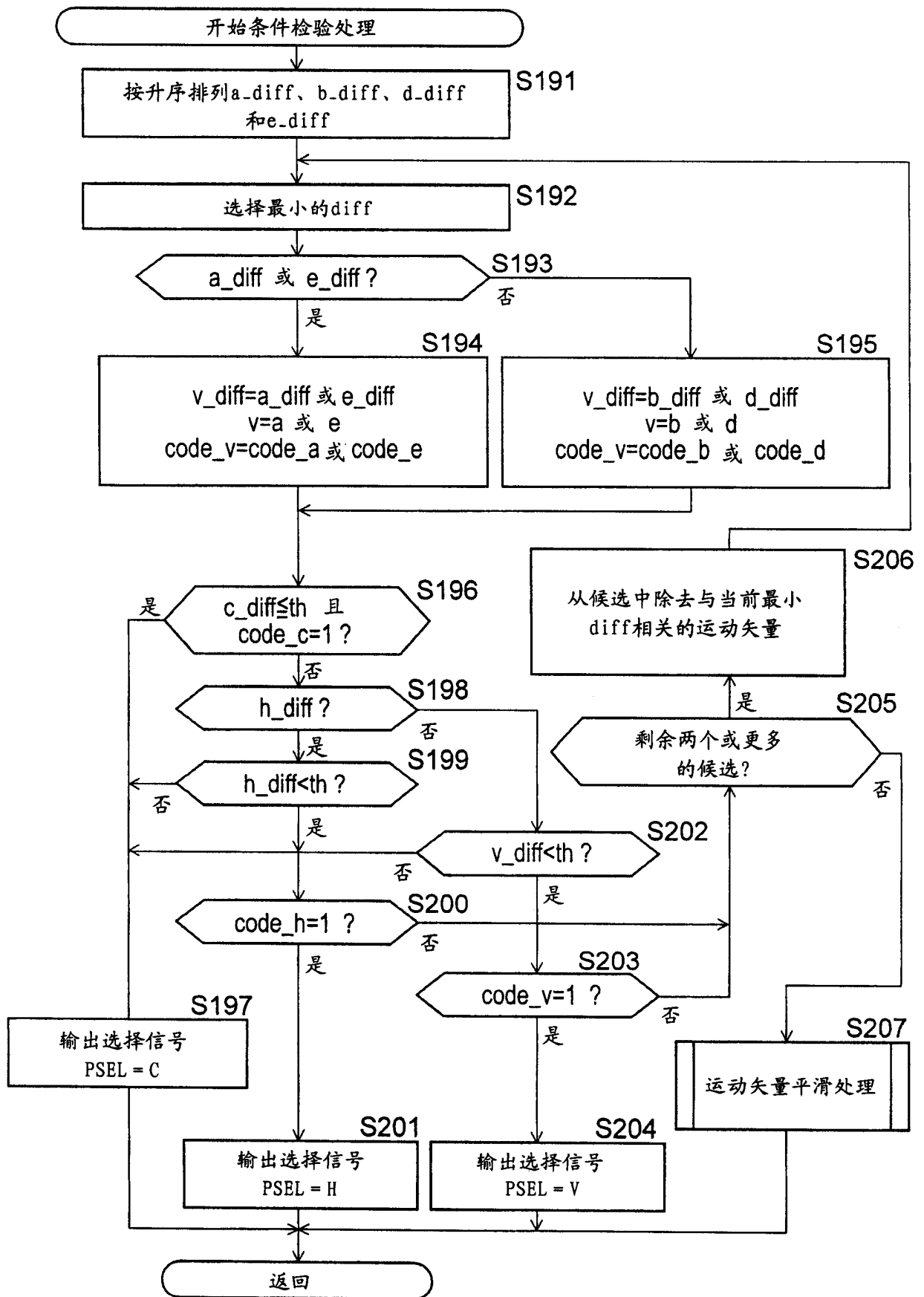


图 29



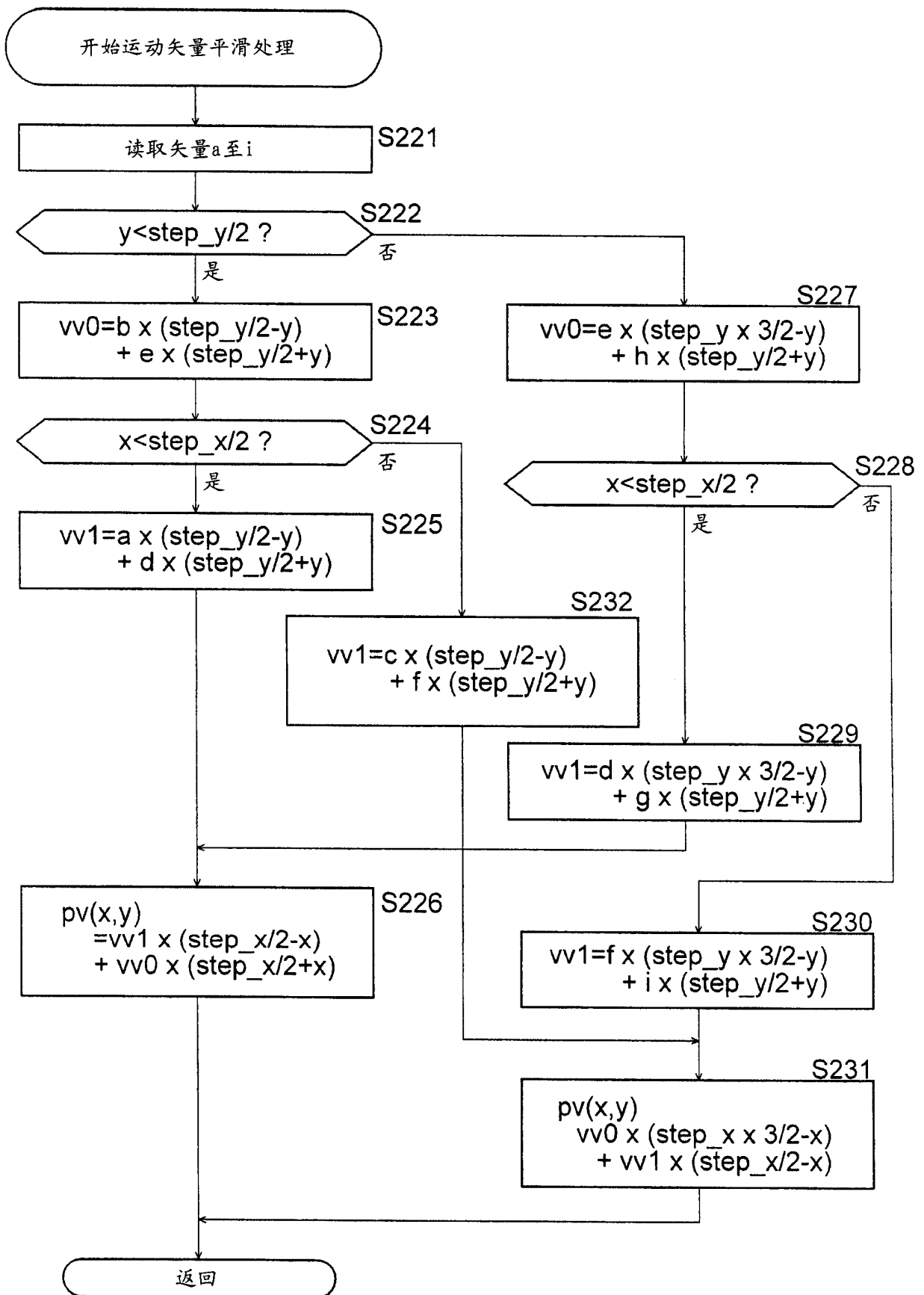


图 30

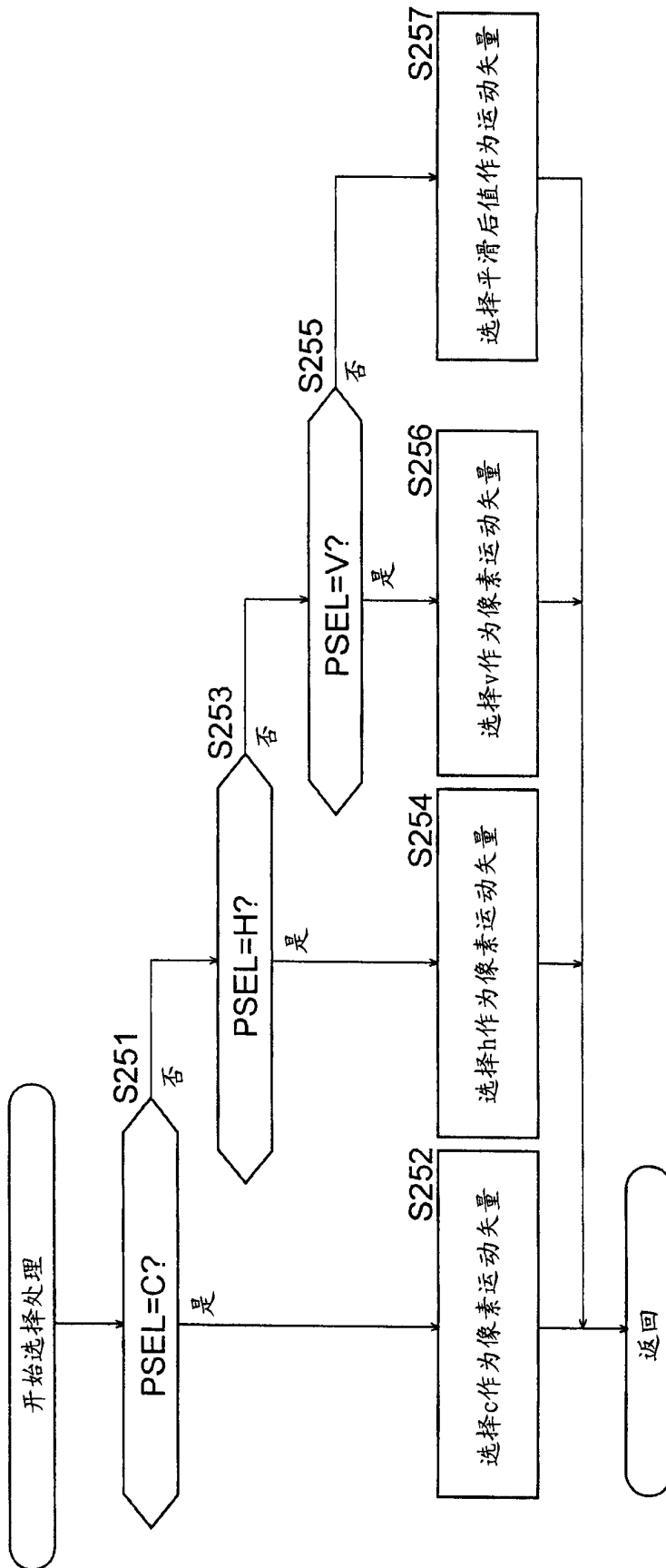


图 31

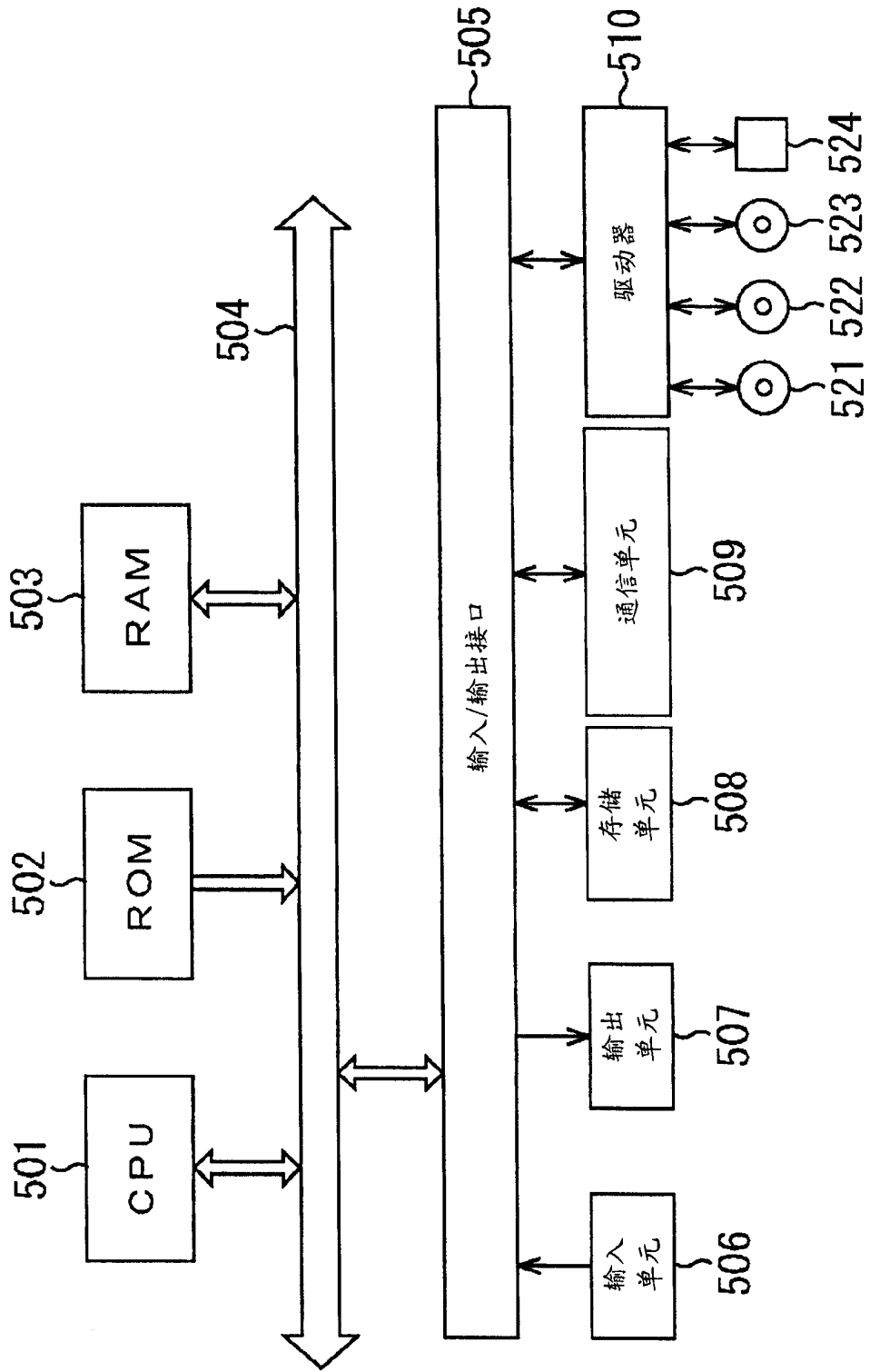


图 32