



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101943969 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201010230921. 9

US 7200513 B1, 2007. 04. 03, 全文.

(22) 申请日 2010. 07. 06

审查员 周正

(30) 优先权数据

2009-160860 2009. 07. 07 JP

(73) 专利权人 SMC 株式会社

地址 日本国东京都千代田区外神田四丁目  
14 番 1 号秋叶原 UDX15 层

(72) 发明人 阿木智彦

(74) 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

31210

代理人 梅高强

(51) Int. Cl.

G06F 3/03 (2006. 01)

G06F 3/041 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101248409 A, 2008. 08. 20, 说明书第 8 页  
第 3 段至第 18 页第 3 段, 及图 1-8.

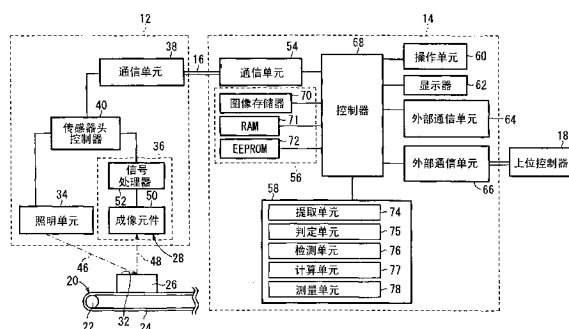
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 11 页

(54) 发明名称

位置测量设备和位置测量方法

(57) 摘要

本发明提供一种位置测量设备和位置测量方法。在位置测量设备和位置测量方法中, 具有成像区域 (30) 的图像捕捉元件 (50) 在工件 (26) 的表面 (32) 上相对运动, 同时工件 (26) 的表面上 (32) 的图像被捕捉, 该成像区域 (30) 的尺寸小于工件 (26) 的尺寸。另外, 从成像区域 (30) 内的图像 (I(t)) 中提取出工件 (26) 的表面 (32) 上的图案, 存在于成像区域 (30) 内的图像 (I(t+1)) 中的图案的位移量被检测出。基于所检测到的位移量和尺寸测量出工件 (26) 的表面 (32) 上的位置。



1. 一种位置测量设备 (10), 其特征在于, 其中具有成像区域 (30) 的图像捕捉元件 (50) 在测量对象 (26) 的表面 (32) 上相对运动, 同时所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的图像被捕捉以获得所述成像区域 (30) 内的图像, 所述成像区域 (30) 的尺寸小于所述测量对象 (26) 的尺寸, 并且使用所获得的所述成像区域 (30) 内的图像来对所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的位置进行测量, 所述位置测量设备 (10) 包括:

提取单元 (74), 用于在预定时间点从所述成像区域 (30) 内的所述图像提取所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的图案;

检测器 (76), 用于在所述预定时间点之后的时间点检测由所述提取单元 (74) 提取的存在于所述成像区域 (30) 内的所述图像中的所述图案的位移量;

测量单元 (78), 用于基于所述尺寸和由所述检测器 (76) 检测到的所述位移量来测量所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的所述位置; 以及

储存单元 (56), 用于存储与由所述提取单元 (74) 提取的所述图案相关的位置信息,

其中所述提取单元 (74) 从存在被提取的图案的所述成像区域 (30) 内的所述图像中提取更新的图案, 所述更新的图案不同于所述提取的图案,

在每次更新的图案被提取时, 所述储存单元 (56) 存储追踪位移量, 所述追踪位移量是从所述图案的位置到所述更新图案的位置的矢量, 以及

所述测量单元 (78) 基于所述位移量、所述尺寸和由所述储存单元 (56) 存储的每个所述追踪位移量的总和来进一步测量所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的所述位置。

2. 如权利要求 1 所述的位置测量设备, 其特征在于, 所述检测器 (76) 通过子像素估计来检测所述位移量。

3. 如权利要求 1 所述的位置测量设备, 其特征在于, 进一步包括: 判定单元 (75), 用于实施由所述提取单元 (74) 提取的所述图案是否存在于当前的所述成像区域 (30) 内的所述图像中的判定,

其中, 当所述判定单元 (75) 判定所述图案并未存在于当前的所述成像区域 (30) 内的所述图像中时, 所述提取单元 (74) 从当前的所述成像区域 (30) 内的所述图像中提取所述更新的图案。

4. 如权利要求 1 所述的位置测量设备, 其特征在于,

所述储存单元 (56) 存储所述图案的模板 (100); 以及

所述检测器 (76) 使用由所述储存单元 (56) 存储的所述模板 (100) 根据基于区域的匹配来计算所述图案的所述位移量。

5. 一种位置测量方法, 其特征在于, 其中具有成像区域 (30) 的图像捕捉元件 (50) 在测量对象 (26) 的表面 (32) 上相对运动, 同时所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的图像被捕捉以获得所述成像区域 (30) 内的图像, 所述成像区域 (30) 的尺寸小于所述测量对象 (26) 的尺寸, 并且使用所获得的所述成像区域 (30) 内的图像来对所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的位置进行测量, 所述位置测量方法包括以下步骤:

使用提取单元 (74) 在预定时间点从所述成像区域 (30) 内的所述图像提取所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的图案, 以及从存在被提取的图案的所述成像区域 (30) 内的所述图像中提取更新的图案, 所述更新的图案不同于所述提取的图案;

使用储存单元 (56) 存储与由所述提取单元 (74) 提取的所述图案相关的位置信息;

使用检测器 (76) 在所述预定时间点之后的时间点检测由提取单元 (74) 提取的存在于所述成像区域 (30) 内的所述图像中的所述图案的位移量；

基于所述尺寸和由检测器 (76) 检测到的所述位移量来测量所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的所述位置；

在每次更新的图案被提取时存储追踪位移量,所述追踪位移量是从所述图案的位置到所述更新图案的位置的矢量;以及

基于所述位移量、所述尺寸和由所述储存单元 (56) 存储的每个所述追踪位移量的总和来进一步测量所述测量对象 (26) 的所述表面 (32) 上的所述位置。

6. 如权利要求 5 所述的位置测量方法,其特征在于,在执行检测步骤之后,进一步包括判定步骤,用于由判定单元 (75) 判定由所述提取单元 (74) 提取的所述图案是否存在于当前的所述成像区域 (30) 内的所述图像中。

## 位置测量设备和位置测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于通过捕捉测量对象的表面的图像来对测量对象的表面上的位置进行测量的位置测量设备和位置测量方法。

### 背景技术

[0002] 图像捕捉位置测量设备已经被用来对测量对象的长度（在本说明书中，这被称为测量对象的总长度，测量对象的一部分的尺寸，或测量对象的位移等）进行测量。这样的位置测量设备使用由 CCD、CMOS 图像传感器阵列等组成的图像传感器来捕捉从测量对象的表面辐射的光学图像，并分析由这样的图像捕捉而获得的图像信号，借此对测量对象的长度进行测量。

[0003] 举例来说，在日本特开第 2002-013948 号公报和日本特开第 2003-148918 号公报中，公开了一种系统，其中对于测量对象狭窄地设定一成像区域，以便能够以高分辨率和高精度对测量对象的位移进行测量。

[0004] 然而，即使当使用这样的图像捕捉位移测量设备时，在将要测量具有大的测量范围的测量对象的长度时，因为测量范围的尺寸和空间分辨率之间出现的折衷关系，测量中趋向于出现各种困难。具体地，当图像捕捉放大率较小时，虽然能够将整个测量对象设定在成像区域内，另一方面，由于成像空间分辨率下降，因此不能获得充分的测量精度。

[0005] 进一步，当使得图像捕捉放大率较大时，虽然因为成像空间分辨率提高了而能够获得好的测量精度，但是不能将整个测量对象设定在成像区域内部。换句话说，这是因为，由于存在对图像传感器的性能和设备的构造的限制，成像区域和空间分辨率是有限的。

[0006] 另一方面，虽然可以考虑增加组成图像传感器的像素的数目并且提供具有大的成像区域的构造，但这将使得位置测量设备变大，并极大地增加了它的制造成本。

### 发明内容

[0007] 本发明的一般性目的是提供一种位置测量设备和位置测量方法，在其中，即使是在测量对象的测量范围比成像区域更窄或更宽的情形中，也防止了设备的尺寸的增加和制造成本的上升，同时还使得测量对象的长度能够被测量。

[0008] 本发明特征在于，一种位置测量设备，其中具有成像区域的图像捕捉元件在测量对象的表面上相对运动，同时所述测量对象的所述表面上的图像被捕捉以获得所述成像区域内的图像，所述成像区域的尺寸小于所述测量对象的尺寸，并且使用所获得的所述成像区域内的图像来对所述测量对象的所述表面上的位置进行测量。该位置测量设备包括：提取单元，用于在预定时间点从所述成像区域内的所述图像提取所述测量对象的所述表面上的图案；检测器，用于在所述预定时间点之后的时间点检测由所述提取单元提取的存在于所述成像区域内的所述图像中的所述图案的位移量，以及测量单元，用于基于所述尺寸和由所述检测器检测到的所述位移量来测量所述测量对象的所述表面上的所述位置。

[0009] 根据本发明，因为设置有用于提取测量对象的表面上的图案的提取单元和用于检

测存在于成像区域内的图像中的图案的位移量的检测器,同时图像传感器在测量对象的表面上相对运动,该测量对象的表面大于图像传感器的成像区域,因此能够基于成像区域内部和外部两者中的图案的位移量来掌握测量对象和成像区域之间的相对位置关系。因此,即使在测量对象的测量范围与成像区域相比更窄或更宽的情形中,也可以对测量对象的表面上的位置进行测量。

[0010] 本发明进一步的特征在于,一种位置测量方法,其中具有成像区域的图像捕捉元件在测量对象的表面上相对运动,同时所述测量对象的所述表面上的图像被捕捉以获得所述成像区域内的图像,所述成像区域的尺寸小于所述测量对象的尺寸,并且使用所获得的所述成像区域内的图像来对所述测量对象的所述表面上的位置进行测量。该方法包括以下步骤:在预定时间点从所述成像区域内的所述图像提取所述测量对象的所述表面上的图案;在所述预定时间点之后的时间点检测由提取单元提取的存在于所述成像区域内的所述图像中的所述图案的位移量,以及基于所述尺寸和由检测器检测到的所述位移量来测量所述测量对象的所述表面上的所述位置。

[0011] 根据本发明,因为设置有助于提取测量对象的表面上的图案的步骤和用于检测存在于成像区域内的图像中的图案的位移量的步骤,同时图像传感器在测量对象的表面上相对运动,该测量对象的表面大于图像传感器的成像区域,因此能够基于成像区域内部和外部两者中的图案的位移量来掌握测量对象和成像区域之间的相对位置关系,因此,即使在测量对象的测量范围与成像区域相比更窄或更宽的情形中,也可以对测量对象的表面上的位置进行测量。

[0012] 从下面的在其中利用示例性的实例来显示本发明的最优方案的说明中并结合附图,本发明的上述及其它目的、特征和优点将是更明显的。

#### 附图说明

- [0013] 图 1 是根据本发明的实施例的位置测量设备的概略立体图;
- [0014] 图 2 是根据本发明的实施例的位置测量设备的功能方框图;
- [0015] 图 3A 到 3C 是显示测量对象和成像区域之间的位置关系的概略主视图;
- [0016] 图 4 是用于实施根据本发明的实施例的位置测量方法的流程图;
- [0017] 图 5A 是显示在时间  $t = 0$  的成像区域内的图像的示意图;
- [0018] 图 5B 是显示在时间  $t = 1$  的成像区域内的图像的示意图;
- [0019] 图 6A 是表现成像区域内的图像的图像信号的说明图;
- [0020] 图 6B 是表现成像区域内的各个像素的对应位置的说明图;
- [0021] 图 7A 和 7B 是显示基于区域的匹配的实例的示意图;
- [0022] 图 8A 和 8B 是显示基于区域的匹配的另一实例的示意图;
- [0023] 图 9 是显示成像区域内的目标位置的位移量的示意图;
- [0024] 图 10 是与用于从成像区域内的图像设定更新的目标位置的方法有关的流程图;
- [0025] 图 11 是有关用于从成像区域内选择候补位置的方法的说明图;
- [0026] 图 12 是与用于对测量对象的长度进行测量的方法有关的流程图;以及
- [0027] 图 13 是表现在测量对象的前表面上设置的目标位置的位置关系的轮廓主视图。

## 具体实施方式

[0028] 如图 1 所示,位置测量设备 10 配备有捕捉从测量对象的表面辐射的光学图像的传感器头 12,用于对由传感器头 12 所获得的二维图像信号(以下简称为图像信号)实施想要的图像处理的图像处理器 14,以及使得传感器头 12 和图像处理器 14 之间能够电通信并且能够将电力从图像处理器 14 供给至传感器头 12 的电缆 16。

[0029] 进一步,图像处理器 14 被电连接至作为外部设备的上位控制器 18。举例来说,该上位控制器 18 由 PLC(可编程序逻辑控制器)构成,该 PLC 将各种类型的命令发送至图像处理器 14,并控制安置在传感器头 12 下面的传送装置 20 的驱动。

[0030] 传送装置 20 包括圆柱形驱动辊 21、从动辊 22 和拉在驱动辊 21 和从动辊 22 之间的带状的带 24。通过上位控制器 18 的操作,驱动辊 21 沿实线箭头的方向旋转(参见图 1),以致同时带 24 沿空心箭头的方向运动(参见图 1),安装在传送装置 20 上的工件(测量对象)26 沿空心箭头的方向被传送。

[0031] 位置测量设备 10 的传感器头 12 以它的成像面 28 指向带 24 侧的状态被固定地安置在传送装置 20 的上方。此时,传感器头 12 的成像区域 30 被设定在安装在传送装置 20 上的工件 26 的表面 32 上。

[0032] 接下来,参照图 2 给出关于传感器头 12 和图像处理器 14 的说明,图 2 所示的是根据本实施例的位置测量设备 10 的功能控制块。

[0033] 传感器头 12 包括照明单元 34、图像捕捉部 36、通信单元 38 和传感器头控制器 40。

[0034] 照明单元 34 由朝向安置在工件 26 的表面 32 上的成像区域 30 辐射照明光 46 的灯构成。灯可以由未图示的照明开关打开和关闭。

[0035] 图像捕捉部 36 包括图像捕捉元件(图像传感器)50 和信号处理器 52,该图像捕捉元件 50 用于将由工件 26 的表面 32 反射的并入射到成像面 28 上的反射光 48(工件 26 的反射光学图像)转换成图像捕捉信号,该信号处理器 52 用于将图像捕捉信号放大并将该信号与来自传感器头控制器 40 的时刻控制信号同步地输出至传感器头控制器 40。举例来说,图像捕捉元件 50 可以由光电二极管阵列、CCD、CMOS 图像捕捉元件等构成。

[0036] 未图示的成像光学系统被安置在工件 26 和图像捕捉元件 50 之间的插入位置,该成像光学系统能够改变辐射在工件 26 的表面 32 上的成像区域 30 的尺寸,即,成像放大率。进一步,借助于成像光学系统,可执行适当的光路调整以致在由图像捕捉元件 50 获得的图像捕捉信号中不会出现图像失真。

[0037] 按照来自传感器头控制器 40 的命令,通信单元 38 实施与图像处理器 14 的通信。在该情形中,通过使用 LVDS(低压差动发信),能够抑制能量消耗,能够实施高速信号传输,该高速信号传输是很强的并且抗噪的。

[0038] 图像处理器 14 配备有通信单元 54、储存单元 56、图像处理单元 58、操作单元 60、显示器 62、外部通信单元 64、外部通信单元 66 和控制器 68。

[0039] 通信单元 54,遵照来自控制器 68 的命令,实施与传感器头 12 间的相互通信。储存单元 56 包括用于存储从传感器头 12 获得的图像信号的图像存储器 70,用于临时存储用于图像处理等的各种参数的 RAM 71,以及用于存储包括传感器头 12 的识别号、传感器灵敏度特性等的固有数据的 EEPROM72。

[0040] 图像处理单元 58 包括由软件和硬件构成的提取单元 74、判定单元 75、检测单元

76、计算单元 77 和测量单元 78。

[0041] 操作单元 60 由未显示的用于做出各种设定的开关和操作按钮等构成。举例来说,显示器 62 由 LCD 面板构成,在其上显示有与测量条件和 / 或测量结果有关的各种数值等。

[0042] 两个外部通信单元 64、66 被设置为启用至外部设备的连接。举例来说,外部通信单元 64、66 能够被连接至上位控制器 18 以从其处接收命令和各种数据或发送命令和各种数据给它,或者连接至未显示的外部个人电脑 (PC),或连接至用于数据通信的另外的未示出的图像处理器 14。这样的通信不仅仅限于一般的诸如 USB2.0、IEEE1394、RS-232C 等的通信标准,还可以使用图像处理器 14 独有的其它通信标准。

[0043] 在图 1 和图 2 中,图像处理器 14 经由外部通信单元 66 连接至上位控制器 18。

[0044] 控制器 68 实施一般的整个图像处理器 14 的综合控制,包括用于控制通信单元 54、储存单元 56、图像处理单元 58、操作单元 60、显示器 62 和外部通信单元 64、66 的控制功能。

[0045] 在位置测量设备 10 中,图 1 中所示的传感器头 12 和图像处理器 14 作为独立的个体单元被设置。替代地,传感器头 12 和图像处理器 14 可以被整体地构造。这样的话,可以采用精简的结构而省去了通信单元 38 和通信单元 54。

[0046] 根据本实施例的位置测量设备 10 基本上是如上所述地构造。接下来,将参照图 4 所示的流程图解释位置测量设备 10 的操作。

[0047] 首先,在充当测量对象的工件 26 已经安装在传送装置 20 上之后,实施位置测量设备 10 的传感器头 12 (参见图 1) 的位置和姿势调整。如图 2 所示,用户执行操作单元 60 的未图示的照明开关的开 / 关操作,以致通过操作单元 60、控制器 68、通信单元 54、电缆 16 和通信单元 38 对传感器头控制器 40 做出用于打开和关闭照明单元 34 的命令。通过传感器头控制器 40 的开和关控制执行照明单元 34 的想要的操作。由于来自照明单元 34 的照明光 46 朝向工件 26 的表面 32 辐射,在用户执行传感器头 12 的位置和姿势的调整的同时,能够确认成像区域 30 的位置。

[0048] 如图 1 和图 3A 到 3C 所示,在工件 26 的表面 32 上,从右边开始,更准确地说,从根据本实施例的传送方向的下游侧开始,排列有圆形槽 82、三角形槽 84、方形槽 86 和另一个圆形槽 88。在图 3A 中,显示了位置测量设备 10 执行测量之前的状态 (初始状态)。圆形槽 82 位于成像区域 30 的大致中心部分,而三角形槽 84 的一部分位于成像区域 30 的左侧边缘。

[0049] 如果浓淡分明 (contrasting density) 的图案作为图像存在于工件 26 的表面 32 上,则即便是不存在诸如具有三维形状的特定的槽,仍可以应用本发明的特点。

[0050] 如图 1 所述,当驱动辊 21 沿箭头的方向旋转时,带 24 沿空心箭头的方向滑动,并且安装在传送装置 20 的带 24 上的工件 26 也沿着空心箭头的方向被传送。通过这样的工件 26 的传送操作,工件 26 和成像区域 30 之间的位置关系在从图 3A 所示的初始状态到图 3B 和图 3C 所示的状态之间的时间内连续地变化。

[0051] 当以这种方式实施时,在比成像区域 30 要大的工件 26 的表面 32 归因于传送装置 20 的传送操作而相对移动的同时,传感器头 12 能够捕获工件 26 的表面 32 上的各个槽 (圆形槽 82 等) 的图像。

[0052] 下面,参照图 4 所示的流程图,将详细地说明使用根据本实施例的位置测量设备 10 来测量工件 26 的长度的测量方法。

[0053] [步骤 S1]

[0054] 当用户按下图 2 中所示的操作单元 60 的测量开始按钮 30(未显示)时,开始图像捕捉的请求经由操作单元 60、控制器 68、通信单元 54、电缆 16 和通信单元 38 被报告给传感器头控制器 40。其后,传感器头控制器 40 将图像捕捉命令发给图像捕捉部 36。

[0055] 最初,获得时间  $t = 0$  的图像信号(步骤 S1)。更具体地,获得时间  $t = 0$  的显示成像区域 30 内部的图像  $I(0)$  的图像信号。

[0056] 在该情形中,用于形成工件 26 的反射光学图像的反射光 48 指向成像面 28,在未图示的成像光学系统中已经做出适当的光路调整之后,在成像区域 30 的范围内由图像捕捉元件 50 实施电光转换,并发出图像信号。图像信号与来自传感器头控制器 40 的时刻控制信号同步,并被放大,并且图像信号被提供给传感器头控制器 40。其后图像信号通过电缆 16、通信单元 54 和控制器 68 被提供给通信单元 38,并被存储在图像存储器 70 中。

[0057] 以这样的方式,如图 5A 所示,获得成像区域 30 内的图像  $I(0)$ (也可参见图 3A)。如图 6A 所示,在表现成像区域 30 内的图像  $I(0)$  的图像信号中,每一个像素(横 64,纵 64)的灰度数由 256 灰度(8 位)构成。为方便起见,分别地,纵向上的像素号应该从 -31 标记至 32,而横向上的像素号也应该从 -31 标记至 32。

[0058] [步骤 S2]

[0059] 接下来,从成像区域 30 内的图像  $I(0)$  中设定目标位置  $P_0$ (步骤 S2)。

[0060] 在图像存储器 70 内存储的图像信号中,读出表现成像区域 30 内的图像  $I(0)$  的图像信号(参见图 5A),并且提取单元 74 从图像  $I(0)$  内提取出工件 26 表面上的图案。根据本实施例,为了指定由提取单元 74 提取的图案的位置,作为代表位置,圆形槽 82 的中心位置被判定并被设定作为目标位置  $P_0$ 。

[0061] 举例来说,使用如图 6B 所示的二维(x-y)坐标系,成像区域 30 内的各个像素的对应的位置被定义。坐标系的刻度被定义成,在 x 轴和 y 轴中的每一个的方向上,一个灰度在大小上对应于像素大小(即,具有等于一个像素的尺寸)。

[0062] 当以这种方式定义时,对应于图 6A 中所示的像素 90、92、94、96 和 98 的二维坐标分别是 (0,0)、(32,32)、(-31,32)、(-31,-31) 和 (32,-31)。

[0063] 如图 5A 中所示,因为在时间  $t = 0$ ,圆形槽 82 实质上位于图像  $I(0)$  的中心位置,提取圆形槽 82 作为图案。此时,如上面所指出的,在坐标 (0,0) 设定目标位置  $P_0$ ,其对应于圆形槽 82 的中心位置。随即,目标位置  $P_0(0,0)$  的坐标被存储在存储单元 56(例如,RAM 71)中。

[0064] [步骤 S3]

[0065] 接下来,获得时间  $t = 1$  的图像信号  $I(1)$ (步骤 S3)。更具体地,在时间  $t = 1$  获得显示成像区域 30 内的图像  $I(1)$  的图像信号。

[0066] 在时间  $t = 1$ ,传感器头控制器 40 对图像捕捉部 36 发出图像捕捉命令,表现新捕捉的图像  $I(1)$  的图像信号被存储在图像存储器 70 中。这些操作本质上与上面已经描述的相同,因此忽略对它的详细说明。

[0067] 以这种方式,获得成像区域 30 内的图像  $I(1)$ ,如图 5B 所示。虽然图像捕捉时段  $\Delta t$  可以被设定成任意值,但为了简化说明,在本说明书中,图像捕捉时段  $\Delta t$  假定为 1。进一步,即使是图像捕捉时段  $\Delta t$  不是恒定值,或者换句话说,当连续捕捉的图像之间的时间

间隔是不规则的情形,本发明也是适用的,这是不言而喻的。

[0068] [步骤 S4]

[0069] 接下来,从成像区域 30 内的图像  $I(1)$  找到目标位置  $P_0$  (步骤 S4)。

[0070] 在存储在图像存储器 70 内的图像信号中,读出对应于图像  $I(1)$  的图像信号 (参见图 5B),并且检测单元 76 从图像  $I(1)$  内检测到目标图案  $P_0$ 。

[0071] 作为用于从两个图像  $I(1)$  和  $I(0)$  中识别预定的共同位置 (或共同区域) 的方法,可以采用基于区域的匹配 (region-based matching),这是公知的技术。

[0072] 图 7A 和 7B 是显示基于区域的匹配的实例的示意图。

[0073] 如图 7A 所示,预定大小的区域 (例如,  $16 \times 16$  像素区域) 被提取出并被预先存储在储存单元 56 (例如, RAM 71) 中作为模板 100,在预定大小的区域中,目标位置  $P_0$  位于图像  $I(0)$  的中心。另一方面,从成像区域 30 内的图像  $I(1)$  中剪切出关心的区域 102,在该关心的区域 102 中,任意位置 (例如,在图 7A 中,成像区域 30 的右中侧) 作为中心。关心的区域 102 的像素大小 (纵向和横向的像素数目) 与模板 100 的像素大小匹配。

[0074] 通过使得 NCC (归一化互相关) 算子 104 作用于模板 100 和关心的区域 102,计算出 NCC 值,其作为指示两个被比较的图像之间的相似度的指标。由于该技术在图像处理领域为人熟知,将省略对本发明的该特点的详细说明。

[0075] 在图 7A 中,由于关心的区域 102 与模板 100 非常类似,显示的是大 NCC 值。另一方面,在图 7B 中,关心的区域 106 被剪切,在该关心的区域 106 中,成像区域 30 内的图像  $I(1)$  的任意位置 (例如,图 7B 中,成像区域 30 的左中端) 作为中心,并且由于关心的区域 106 并非与模板 100 非常类似,显示的是小 NCC 值。

[0076] 如此,关心的区域 102 的中心位置可以被假定为是图像  $I(1)$  中的目标位置  $P_0$ ,在成像区域 30 内的图像  $I(1)$  中,该关心的区域 102 的 NCC 值是最大的。

[0077] 图 8A 和 8B 是显示基于区域的匹配的另一实例的示意图。

[0078] 在图 8A 和图 8B 中,通过使得 SAD (绝对差和) 算子 105 作用于模板 100 和已经如上所述地被剪切的关心的区域 102、106,计算出 SAD 值,其作为指示两个被比较的图像之间差异度的指标。由于该技术在图像处理领域为人熟知,将省略对本发明的该特点的详细说明。

[0079] 在图 8A 中,由于关心的区域 102 与模板 100 非常类似,显示的是小 SAD 值。另一方面,在图 8B 中,关心的区域 106 被剪切,在该关心的区域 106 中,成像区域 30 内的图像  $I(1)$  的任意位置 (例如,在图 8B 中,成像区域 30 的左中端) 作为中心,并且由于关心的区域 106 并非与模板 100 非常类似,显示的是大 SAD 值。

[0080] 如此,关心的区域 102 的中心位置可以被假定为是图像  $I(1)$  内的目标位置  $P_0$ ,成像区域 30 内的图像  $I(1)$  中,该关心的区域 102 的 NCC 值是最小的。

[0081] 图 9 是显示成像区域 30 内的目标位置  $P_0$  的位移量的示意图。当在步骤 S4 中计算位置  $P_0$  的搜索结果同时小数点右边的数字被舍弃以致  $P_0(t=0) = (0,0)$  以及  $P_0(t=1) = (14,0)$  时,目标位置  $P_0$  的位移量变为矢量值  $\Delta P_0 = (14,0)$ 。

[0082] 因为表现图像  $I(t)$  的图像信号由离散数据组成,目标位置  $P_0$  的坐标可以仅仅由像素的整数倍 (换句话说,整数值) 来表示。然而,通过使用子像素估计,能够表示超过像素分辨率的坐标值。

[0083] 在该情形中,“子像素估计”意味着位置估计方法,在其中当由离散数据表示坐标时,假设引入了有理数。结果是,能够人为地提高空间分辨率,并且防止量化误差的发生。

[0084] 接下来,将描述关于子像素估计的详细实例。首先,关于图像信号的每一个像素的中心位置判定 NCC(或 SAD) 值,然后提取出它的最大(或最小)值附近的 3 像素  $\times$  3 像素的区域。在二维曲线处对 NCC(或 SAD) 关于 x 轴的趋势(三对数据)进行插值,对应于二维曲线的轴的位置(像素的有理数值)被计算出并被判定作为目标位置  $P_0$  的 x 轴坐标。类似地,在二维曲线处对 NCC(或 SAD) 关于 y 轴的趋势(三对数据)进行插值,对应于二维曲线的轴的位置(像素的有理数值)被计算出并被判定作为目标位置  $P_0$  的 y 轴坐标。以这种方式,判定目标位置  $P_0$  的 x 和 y 坐标。

[0085] 在使用子像素估计时,图 9 中所示的目标位置  $P_0$  的搜索结果是  $P_0(t=0) = (0,0)$  和  $P_0(t=1) = (14.5,0)$ ,并且目标位置  $P_0$  的位移量以更高精度变成矢量值  $\Delta P_0 = (14.5, 0)$ 。

[0086] 进一步,本实施例中的子像素估计并不限于上述方法,可以采用其它的各种类型的方法。

[0087] [步骤 S5]

[0088] 接下来,执行判断以判定对应于目标位置  $P_0$  的位置是否位于成像区域 30 内的图像 I(1) 中(步骤 S5)。此判断由判定单元 75(参见图 2)基于步骤 S4 中的目标位置  $P_0$  的搜索结果来实施。

[0089] 举例来说,在与成像区域 30 内的图像 I(1) 中的目标位置  $P_0$  相关的图案(圆形槽 82)的一部分缺失的情形中,当借助于上述基于区域的匹配实施搜索计算时,不管目标位置  $P_0$  是否正位于当前的成像区域 30 内,存在搜索失败的可能性。

[0090] 在这种情形中,可能要注意由提取单元 74 提取的图案(圆形槽 82)可能在获取下一个图像的时候错过成像区域 30,其可以被包括在目前图案并不位于成像区域 30 内的图像 I(1) 中的判断中。

[0091] [步骤 S6]

[0092] 在判断对应于目标位置  $P_0$  的位置位于成像区域 30 内的图像 I(1) 中的情形中,指示目标位置  $P_0$  从图像 I(0) 至图像 I(1) 的位移量的矢量  $\Delta P_0$  被计算出(步骤 S6),并且它的值被存储在储存单元 56(例如, RAM 71) 中。此计算由图 2 中所示的计算单元 77 实施。

[0093] [步骤 S7]

[0094] 接下来,对组成测量对象的工件 26 的表面 32 上的预定长度进行测量(步骤 S7)。稍后将说明执行该步骤的方法的细节。

[0095] [步骤 S8 至 S9]

[0096] 接下来,执行图像捕捉结束判断(步骤 S8)。在使用传感器头 12 继续图像捕捉而没有使用硬件或软件中断来发出图像捕捉结束命令的情形中,将等待预定时段,直到在下一个时间( $t=2$ )表现图像 I(2) 的图像信号的获得变为可能(步骤 S9)。

[0097] 从这点向前,继续图像捕捉并且重复步骤 S3 到 S9,只要与目标位置  $P_0$  对应的位置位于成像区域 30 内的图像 I(t) 中即可。

[0098] [步骤 S10]

[0099] 其后,如图 3B 所示,在预定时间 t,在第一次判定了与目标位置  $P_0$  对应的位置并不

位于成像区域 30 内的图像  $I(t)$  的情形中,从成像区域 30 内的图像  $I(t)$  设定新的目标位置  $P_1$ ,其不同于目标位置  $P_0$ (步骤 S10)。如图 2 所示,从存储在图像存储器 70 内的图像信号中,读出与图像  $I(0)$  对应的图像信号,并且由提取单元 74 从图像  $I(0)$  内提取出工件 26 的表面 32 上的新图案。与步骤 S1 类似,目标位置  $P_1$  被判定并被设定作为由提取单元 74 提取的新图案的代表位置,随即,新的目标位置  $P_1$  的坐标被存储在储存单元 56(例如, RAM 71) 内。

[0100] 接下来,将参照图 10 的流程图详细说明设定新的目标位置  $P_1$  的方法,该目标位置  $P_1$  不同于成像区域 30 内的图像  $I(t)$  的目标位置  $P_0$ 。

[0101] 首先,基于像素值分布实施候补位置的提取(步骤 S101)。

[0102] 在新设定的目标位置  $P_1$  附近的区域拥有大体平均的像素值的情形中,搜索成像区域 30 内的图像  $I(t)$  中的目标位置  $P_1$ (图 4 中所示的步骤 S4) 将极其困难。从而,搜索的可能性很有希望的位置,即,其中邻近像素的像素值的差异相对较大的位置,被提取作为目标位置  $P_1$  的候补位置  $\{Q_j\}$ 。

[0103] 这里,其中多个单独的(M 个)候补位置存在的情形被考虑,这样的候补位置群由  $\{Q_j\}$  ( $j = 1, 2, \dots, M$ ) 标记。

[0104] 如图 11 所示,将成像区域的中心像素  $(0, 0)$  作为起点,与沿四个箭头方向( $S_E, S_N, S_W, S_S$ )取向的各个像素有关的图像特征值被先后计算出,其像素特征值第一次超过预定值的像素被选为候补位置。在该情形中,像素特征值被定义为估计值,伴随邻近像素的像素值差异增加,像素特征值变得更大。举例来说,关心的区域(如图 7 中所示的关心的区域 102 等那样被定义)内的标准偏差,或关心的区域内的像素值和像素值的平均值之间的信号值的差异的总和等,可以被用作像素特征值。

[0105] 由于三角形槽 84 位于  $S_E$  箭头的方向上,而方形槽 86 位于  $S_W$  箭头的方向上,两者间的质心(重心)位置被选为候补位置。另一方面,对于从中心像素  $(0, 0)$  开始的箭头  $S_N$  和箭头  $S_S$  的方向,计算与每一个像素有关的像素特征值,因为直到成像区域 30 的边界附近的像素值是均匀的,断定候补位置  $\{Q_j\}$  并非位于其内,计算完成。

[0106] 如果采用上述方法,与对于成像区域内的全部像素计算像素特征值的情形相比,能够极大地减小处理所需的计算操作量。以这种方式实施,最多四个(如图 11 所示的两个)候补位置  $\{Q_j\}$  被提取。

[0107] 接下来,研究前面的目标位置  $P_0$  和候补位置  $\{Q_j\}$  之间的位置关系(步骤 S102)。

[0108] 必不可少的是前面的位置  $P_0$  和现时设定的目标位置  $P_1$  一起存在于成像区域 30 内的至少一个图像  $I(t)$  内。否则,目标位置  $P_0$  和目标位置  $P_1$  之间的相互位置关系不能被识别。因此,对于在步骤 S101 中提取的全部的候补位置  $\{Q_j\}$ ,首先要研究的是目标位置  $P_0$  和候补位置  $\{Q_j\}$  是否一起存在于成像区域 30 内的至少一个图像  $I(t)$  内。

[0109] 利用目标位置  $P_0$  明确地存在于成像区域 30 内的图像  $I(t-1)$  内的事实,可以采用一种方法以判定候补位置  $\{Q_j\}$  是否也存在于成像区域 30 内的图像  $I(t-1)$  内。在该情形中,可以使用如上所述的基于区域的匹配技术。

[0110] 最后,从候补位置  $\{Q_j\}$  中选择一个位置,并且新的目标位置  $P_1$  被设定在上述一个位置处(步骤 S103)。举例来说,在单独一个候补位置  $\{Q_j\}$  位于成像区域 30 内的图像  $I(t-1)$  中的情形中,在候补位置处设定目标位置  $P_1$ 。在多个单独的候补位置  $\{Q_j\}$  位于成像

区域 30 内的图像  $I(t-1)$  中的情形中, 目标位置  $P_1$  被设定在一个候补位置处, 这一个候补位置的图像特征值在多个候补位置  $\{Q_j\}$  中是最大的。

[0111] 以这种方式, 可以从成像区域 30 内的图像  $I(t)$  中设定不同于目标位置  $P_0$  的新的目标位置  $P_1$ 。

[0112] [步骤 S11]

[0113] 接下来, 计算出目标位置  $P_0$  的追踪位移量的矢量  $P_0P_1$  (步骤 S11)。此计算由图 2 中所示的计算单元 77 执行。

[0114] 根据本实施例, 因为目标位置  $P_1$  被设定成使得目标位置  $P_0$  和  $P_1$  两者都位于成像区域 30 内的图像  $I(t-1)$  中, 因此能够容易地判定矢量  $P_0P_1$ 。用这样的方式, 通过执行步骤 S10 和 S11, 对于当前的目标位置  $P_0$  (通式:  $P_i$ ) 设定新的目标位置  $P_1$  (通式:  $P_{i+1}$ )。

[0115] 接下来, 执行终止图像捕捉的判断 (步骤 S8)。现时, 在图像捕捉将继续而没有终止图像捕捉的命令的情形中, 维持预定时间直到下一个时间  $(t+1)$ , 在此期间可以从成像区域 30 内获得图像  $I(t+1)$  (步骤 S9)。

[0116] [步骤 S7 的详细说明]

[0117] 如上所讨论的, 在图像捕捉正被进行的同时, 即实时, 在作为测量对象的工件 26 的表面 32 上预定长度被测量 (步骤 S7)。下面, 参照图 12 的流程图, 将更加详细地描述测量方法。

[0118] 使用根据本实施例的位置测量方法,  $(N+1)$  个单独的目标位置 ( $N$  是正整数), 或者更具体地, 位置  $P_0$  到  $P_N$  在工件 26 的表面 32 上被设定 (参见图 13)。存储在图 2 所示的 RAM 71 中的追踪位移量矢量  $\{P_iP_{i+1}\}$  的数据被读出, 并且基于这样的数据, 由测量单元 78 执行长度测量。

[0119] 首先, 定义长度测量的起点的第一点  $X_1$  和定义长度测量的终点的第二点  $X_2$  被指定 (步骤 S71)。作为指定这样的点的一个实例, 参照图 2 中所示的显示器 62 上显示的图像, 用户通过诸如 GUI 等的设定手段可以设定第一点  $X_1$  和第二点  $X_2$ 。进一步, 可以实行能够辨别工件 26 的表面 32 上的起点和终点的标识。在长度测量开始之前, 用户通常预先将第一点  $X_1$  设定作为长度测量的起点。

[0120] 接下来, 在第一点  $X_1$  的附近判定目标位置  $P_m (0 \leq m \leq N)$  (步骤 S72)。这里, 在成像区域 30 内的至少一个图像  $I(t)$  中, 第一点  $X_1$  和目标位置  $P_m$  两者必须都存在。假定存在满足该条件的目标位置  $P_m$ , 则可以选择任何位置。

[0121] 接下来, 计算出定义第一点  $X_1$  和目标位置  $P_m$  之间的相对位置的矢量  $X_1P_m$  (步骤 S73)。由于第一点  $X_1$  和目标位置  $P_m$  两者在预定时间  $t_1$  都位于由成像区域 30 内的图像  $I(t_1)$  代表的区域内, 因此能够容易地判定矢量  $X_1P_m$ 。

[0122] 接下来, 判定第二点  $X_2$  附近的目标位置  $P_n (0 \leq m < n \leq N)$  (步骤 S74)。这里, 在成像区域 30 内的至少一个图像  $I(t)$  中, 第二点  $X_2$  和目标位置  $P_n$  两者必须都存在。假定存在满足该条件的目标位置  $P_n$ , 则可以选择任何位置。

[0123] 接下来, 计算出定义第二点  $X_2$  和目标位置  $P_n$  之间的相对位置的矢量  $X_2P_n$  (步骤 S75)。由于第二点  $X_2$  和目标位置  $P_n$  两者在预定时间  $t_2$  都位于由成像区域 30 内的图像  $I(t_2)$  代表的区域内, 因此能够容易地判定矢量  $X_2P_n$ 。

[0124] 最后, 计算出第一点  $X_1$  和第二点  $X_2$  之间的位移矢量 (步骤 S76)。位移矢量  $X_1X_2$  由

下面的方程 (1) 确定。

$$\begin{aligned}
 [0125] \quad \overrightarrow{X_1 X_2} &= \overrightarrow{X_1 P_m} + \overrightarrow{P_m P_{m+1}} + \cdots + \overrightarrow{P_{n-1} P_n} + \overrightarrow{P_n X_2} \\
 [0126] \quad &= \overrightarrow{X_1 P_m} + \sum_{i=m}^{n-1} \overrightarrow{P_i P_{i+1}} + \overrightarrow{P_n X_2} \quad \dots(1)
 \end{aligned}$$

$$[0127] \quad (0 \leq m < n \leq N)$$

[0128] 用这样的方式,作为由提取单元 74(图 2)提取的图案的代表位置的目标位置  $\{P_i\}$  起着追踪点的作用。结果,可以由上述方程 (1) 表示图像内的任意位置,在该图像中存在至少一个目标位置。

[0129] 最后,通过将限定像素数的单位的 x 轴位移量和 y 轴位移量与图像大小 (1 个像素的尺寸) 相乘,可以确定实际尺寸的长度。进一步,能够基于已知的图像捕捉放大率 (其在未图示的成像光学系统中被设定) 以及已知的图像捕捉元件 50 的分辨率计算出像素大小。

[0130] 此外,在测量长度之前,通过获取高精度参考目标对象 (其尺寸是已知的) 的图像,测量像素数,并用已知尺寸除以像素数,可以确定像素大小。

[0131] 进一步,如果作为测量起始位置的第一点  $X_1$  的位置被预先设定,仍然可以实现上述位置测量方法,即使具有其中只有表现指定目标位置  $\{P_i\}$  所必须的图像  $I(t)$  的图像信号可以被存储在储存单元 56 的图像存储器 70 中,而表现另一个图像  $I(t)$  的图像信号并未存储 (即,另一个图像在其上执行预定图像处理之后被损坏) 的构造中。在该情况下,存在有利条件,其中可以减小储存单元 56 的存储容量,并且可以减小访问存储器的次数。

[0132] 根据本发明的位置测量设备和位置测量方法并不限于如上所述的实施例,在不脱离本发明的本质和范围的前提下,可以采取各种替换或附加的特征和结构。

[0133] 举例来说,虽然在本实施例中采用的是其中照明光 46 从工件 26 的表面 32 反射并且反射的光学图像由图像捕捉元件 50 捕捉的结构,但是也可以使用自然光,或者能够由图像捕捉元件 50 捕捉测量对象自身发出的光学图像。

[0134] 进一步,图像捕捉元件 50 可以由单色传感器构建 (即,具有单一光接收波长特性的传感器元件) 或者彩色传感器 (即,具有多种类型的光接收波长特性的传感器元件)。在该情况下,图像处理器 14 可以执行与所获得的图像信号的数据类型相适应的通信和图像处理。

[0135] 此外,虽然在本实施例中,已经示出了其中传感器头 12 的位置和姿势固定,并且安装在传送装置 20 上的工件 26 通过在传送装置 20 上的传送来移动的情形,用于使得工件 26 的表面 32 上方的传感器头 12 相对运动的手段并不限于此情形。举例来说,通过在工件 26 在位置上保持固定的同时,相对于工件 26 的表面 32 平行移动传感器头 12 也可以实施图像捕捉。进一步,测量对象自身也可以包含驱动机构,借此移动的测量对象的图像被捕捉。

[0136] 进一步,假设其中公知的图像识别处理技术被并入图像处理单元 58 的构造,不仅能够执行二维长度测量,还可以执行形状鉴别和颜色鉴别。

[0137] 进一步,在根据本发明的位置测量设备和位置测量方法中,不仅二维坐标 (X, Y) 能够适用,而且三维坐标 (X, Y, Z) 也能够适用。在该情况下,能够通过检测图案的放大 / 缩小比率来实现 z 轴方向上的位移。

[0138] 此外,如果是对两个任意的点进行位置测量,可以唯一地确定其长度、三维位移和角度 (围绕第三位置的角位移)。从而,根据本发明的位置测量设备和位置测量方法不仅用

作长度测量传感器和位移传感器,也可以作为角度传感器、速度传感器等应用。



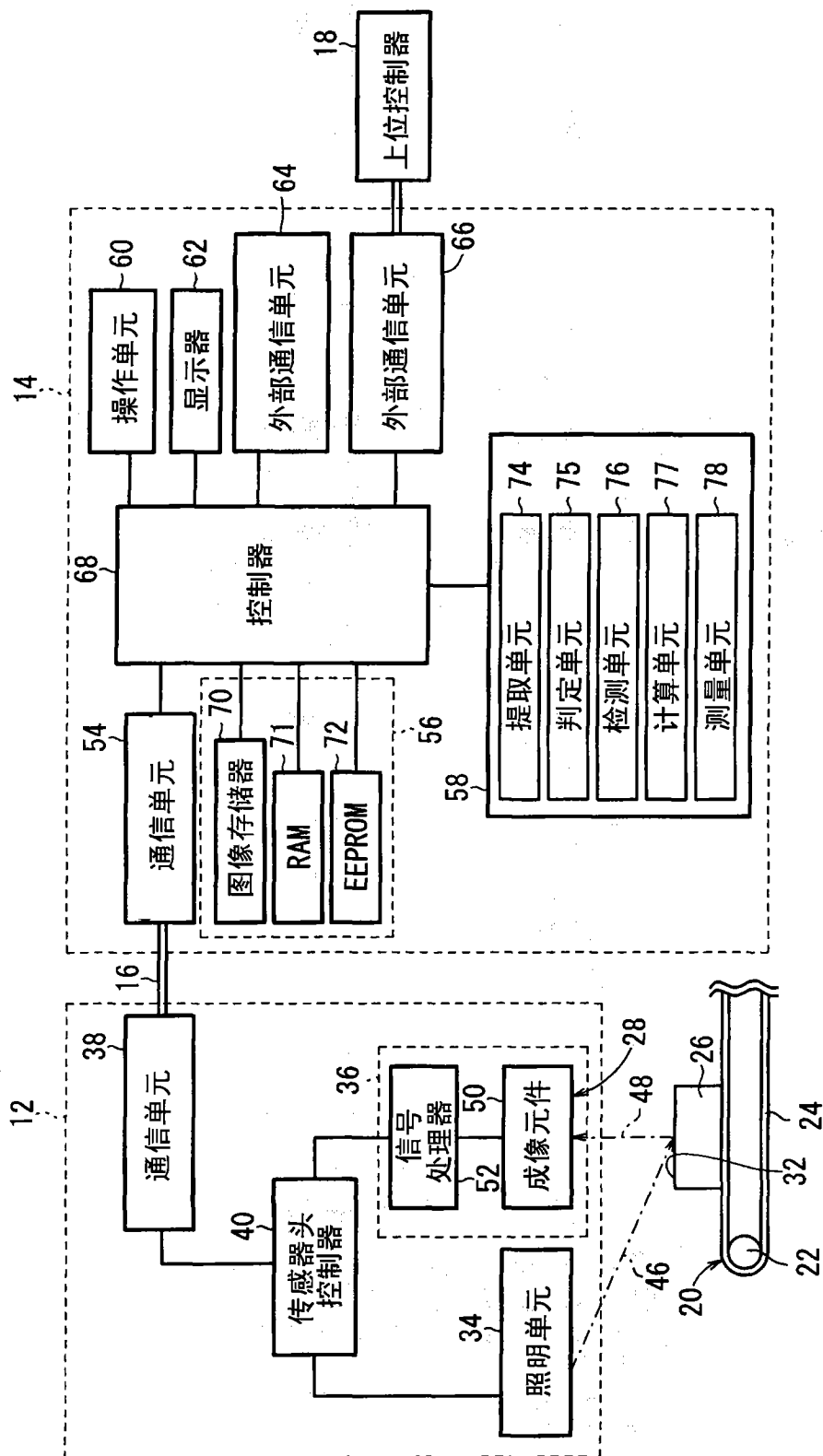
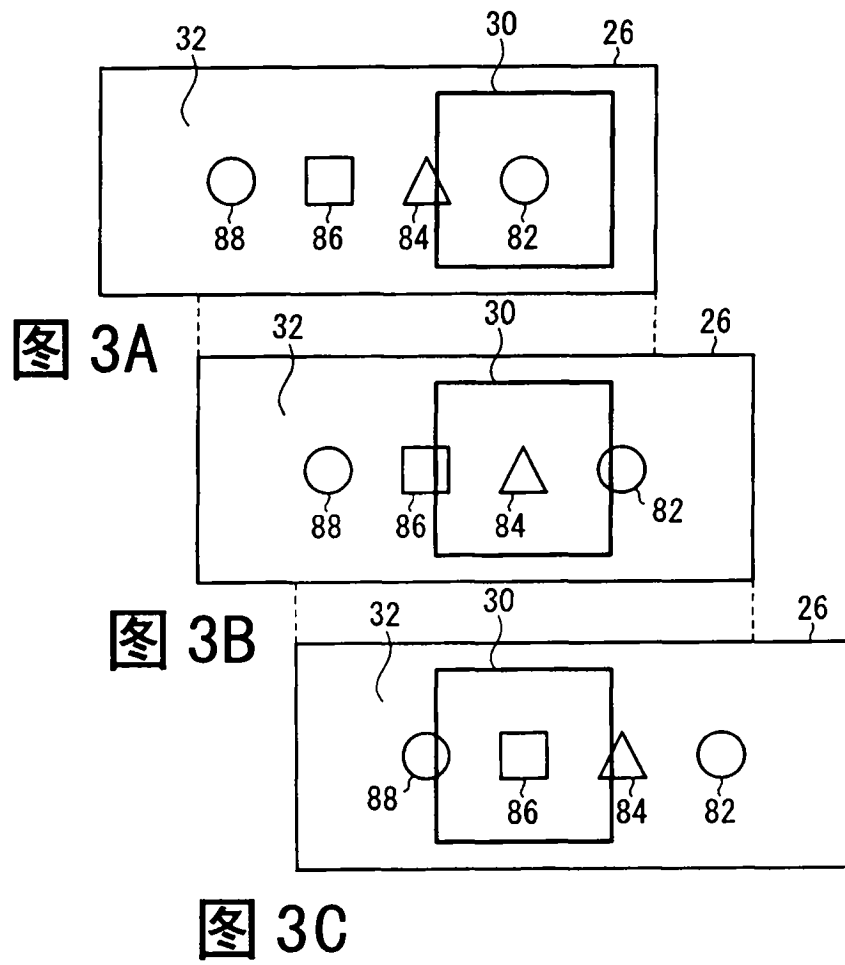


图 2



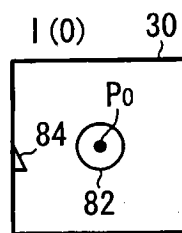
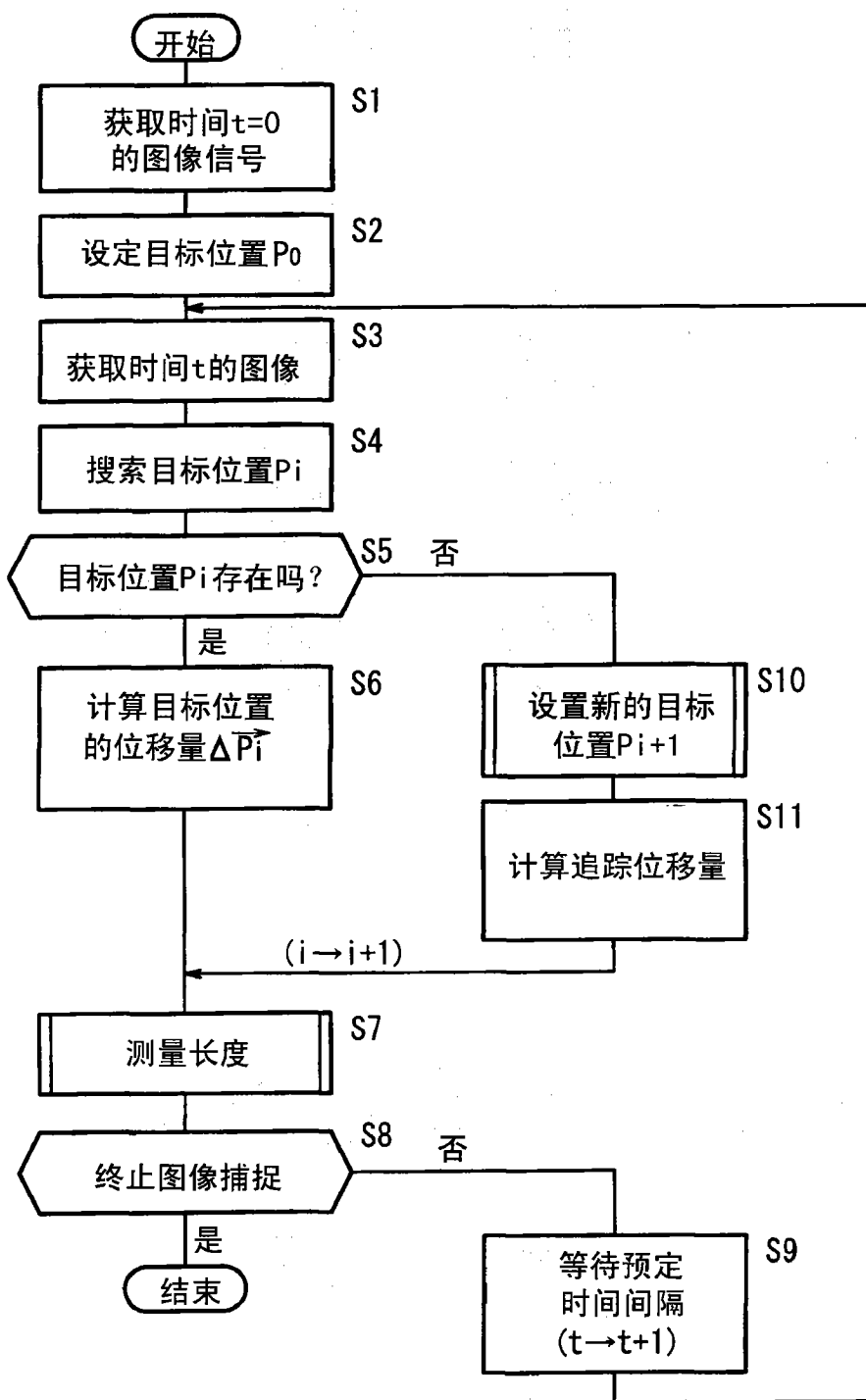


图 5A

图 4

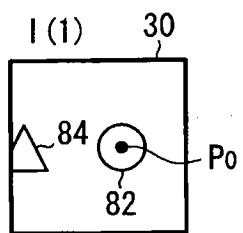


图 5B

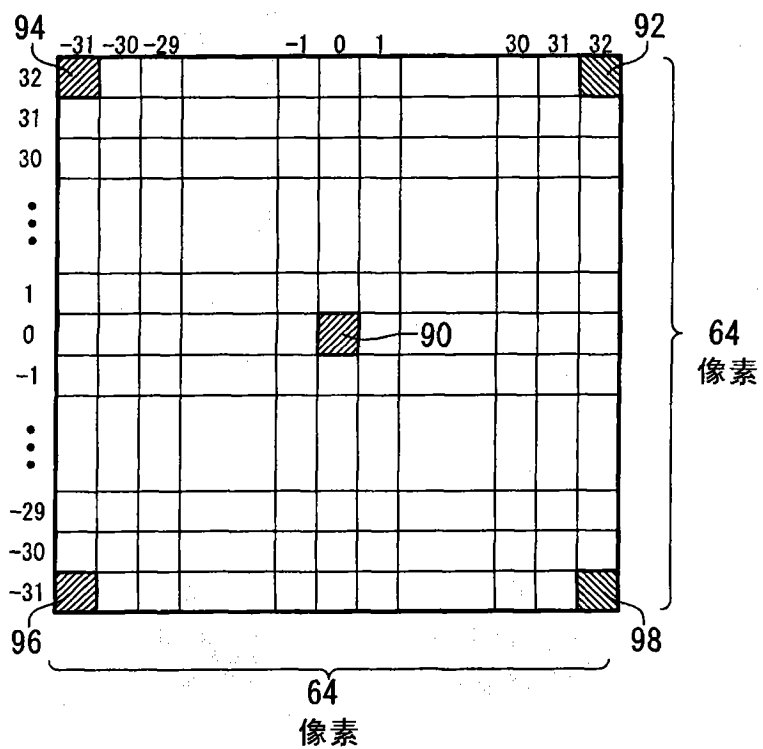


图 6A

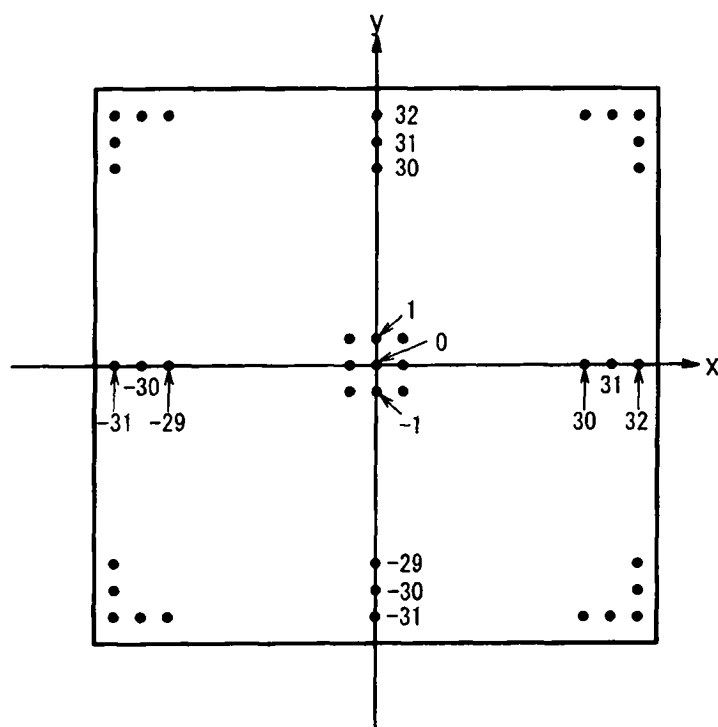


图 6B

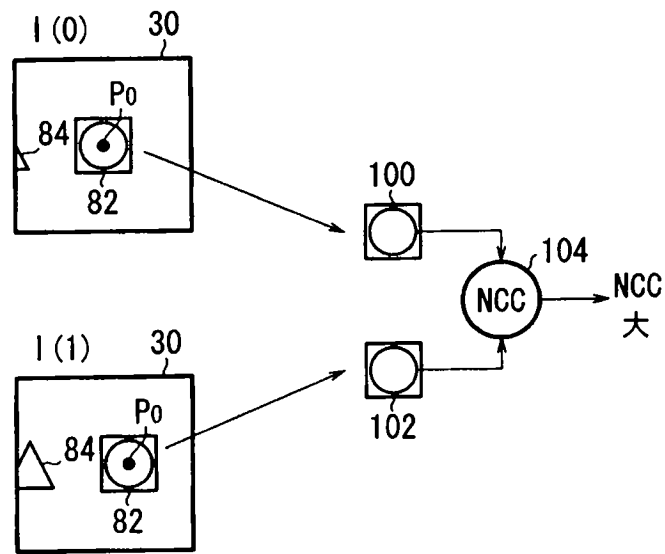


图 7A

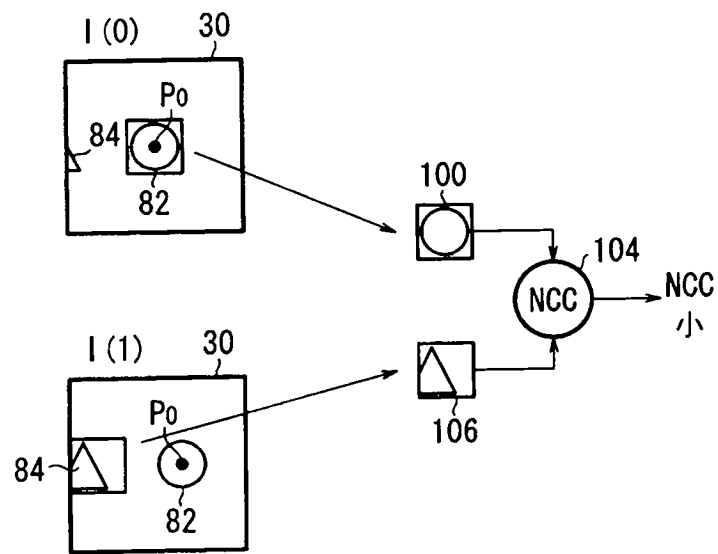


图 7B

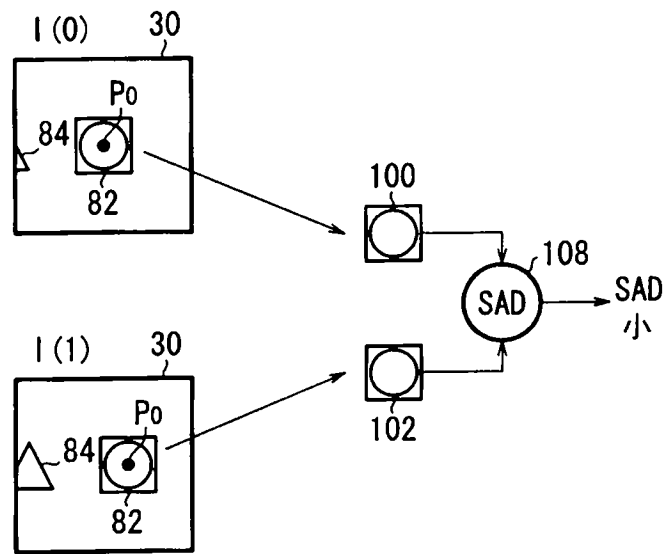


图 8A

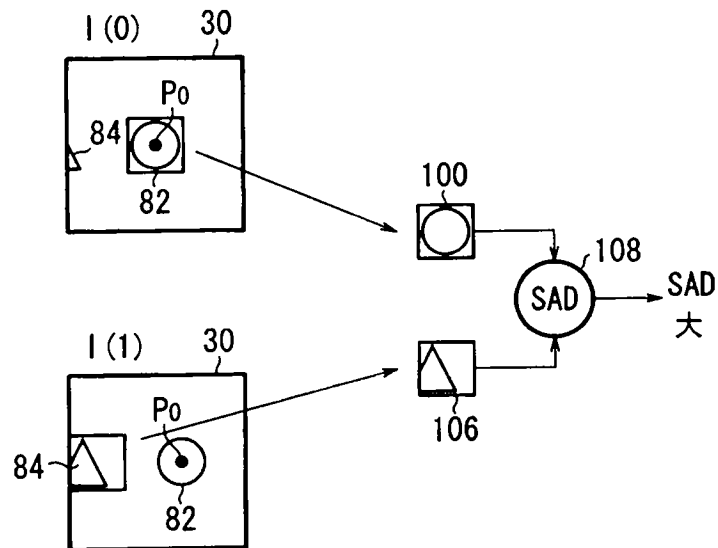


图 8B

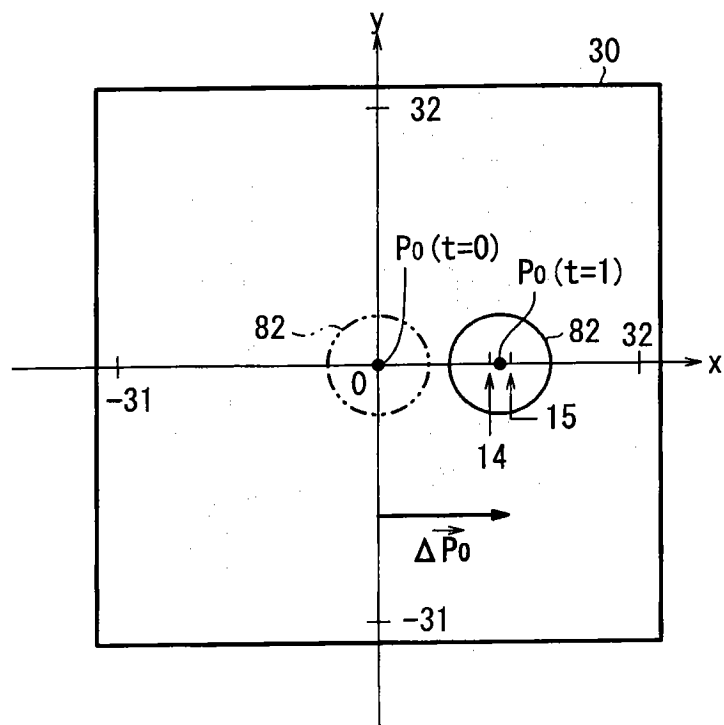


图 9

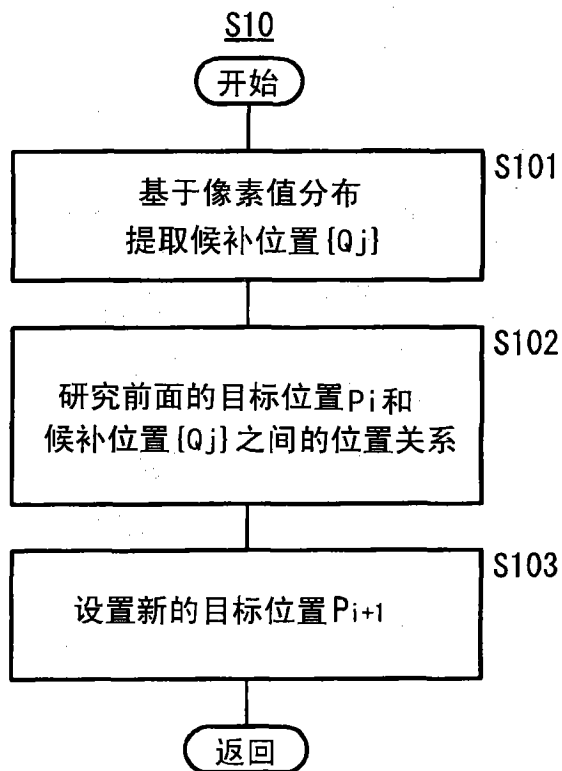


图 10

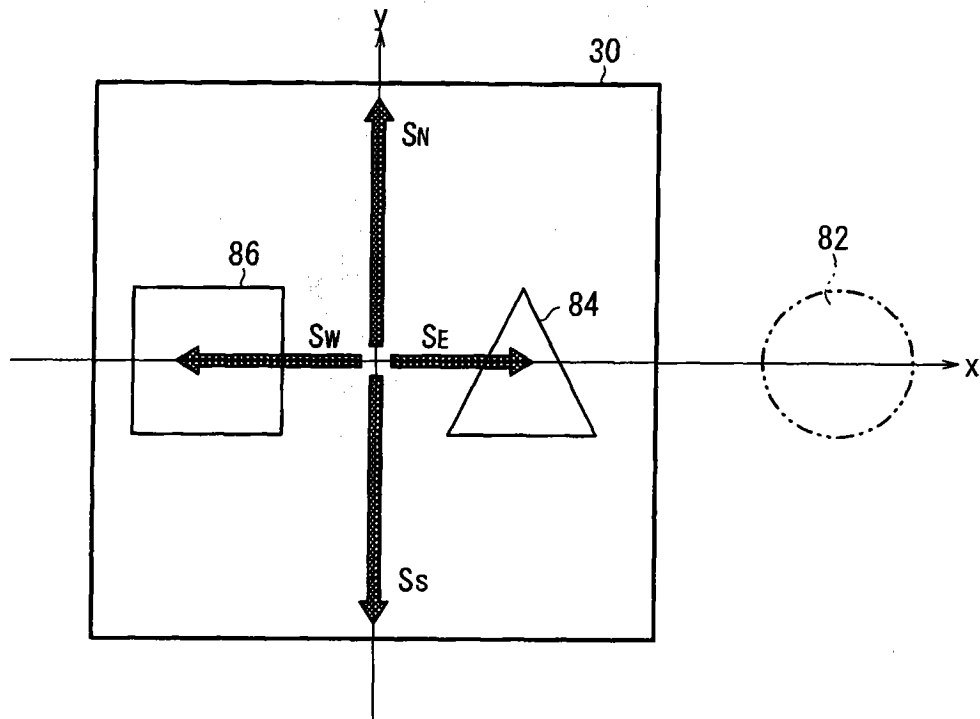


图 11

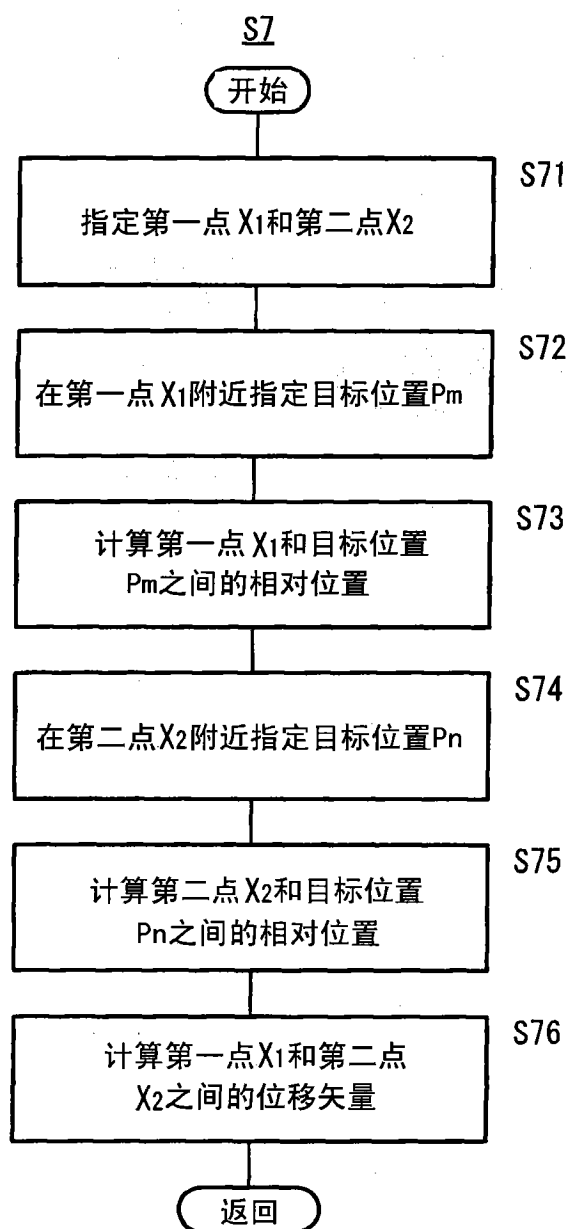


图 12

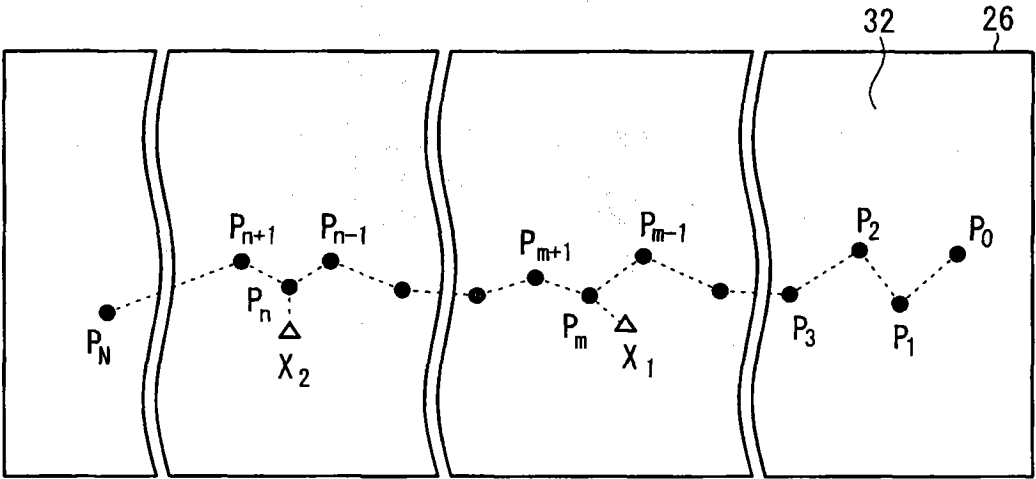


图 13