



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107192723 B

(45)授权公告日 2019.12.06

(21)申请号 201710144081.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.03.13

G01N 23/04(2018.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G01N 23/083(2018.01)

申请公布号 CN 107192723 A

G01N 23/18(2018.01)

(43)申请公布日 2017.09.22

审查员 林梦娜

(30)优先权数据

2016-049430 2016.03.14 JP

2016-237473 2016.12.07 JP

(73)专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 藤井宣行

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 张丽

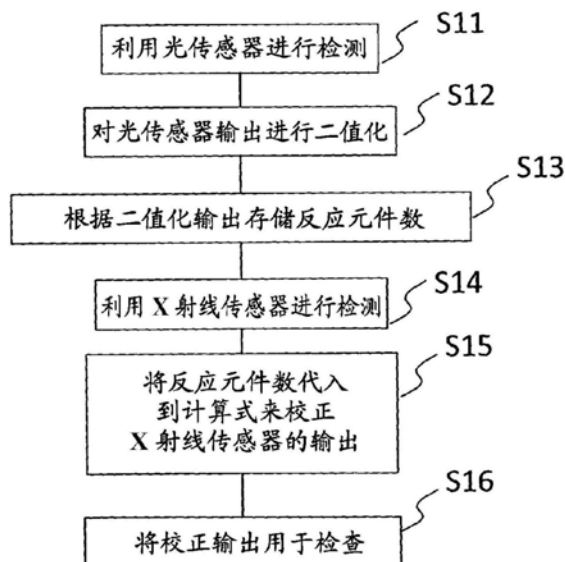
权利要求书3页 说明书10页 附图13页

(54)发明名称

使用X射线的被检查对象物的判定装置以及判定方法

(57)摘要

提供使用X射线的被检查对象物的判定装置及判定方法,能够不变更X射线线传感器而毫无问题地对难以分选的尺寸的被检体进行判定。具备:X射线检测装置,照射X射线而检测透射被检查对象物的X射线的强度,具有第1检测区域;光检测装置,照射光而检测被检查对象物的尺寸,具有分割第1检测区域内而得到的多个第2检测区域;及控制装置,依照X射线检测装置和光检测装置的检测结果,进行被检查对象物的判定,控制装置包括:强度校正部,依照基于光检测装置的检测结果的第1检测区域内的被检查对象物所占的比例,校正由X射线检测装置检测出的X射线的强度;及判定部,比较校正得到的X射线的检测强度与预先设定的基准值,据此判定被检查对象物。



1. 一种使用X射线的被检查对象物的判定装置,具备:

X射线检测装置,照射X射线而检测透射被检查对象物的所述X射线的强度,具有第1检测区域;

光检测装置,照射光而检测所述被检查对象物的尺寸,具有分割所述第1检测区域内而得到的多个第2检测区域;以及

控制装置,依照所述X射线检测装置和所述光检测装置的检测结果,进行对所述被检查对象物的判定,

所述控制装置包括:

强度校正部,依照基于所述光检测装置的检测结果的、所述第1检测区域内的所述被检查对象物所占的比例,对由所述X射线检测装置检测出的所述X射线的强度进行校正;以及

判定部,对校正得到的所述X射线的检测强度与预先设定的基准值进行比较,据此判定所述被检查对象物,

在将在所述强度校正部中校正得到的所述X射线的检测强度设为 I_c ,将所述第1检测区域内的检测到所述被检查对象物的所述第2检测区域的数量设为 a 时,

在 $a \neq 0$ 时

$$I_c = I_0 - (m \times n / a) (I_0 - I)$$

其中

I_0 :向所述X射线检测装置的1个元件的照射X射线强度

I :所述X射线检测装置的1个元件的检测X射线强度

m :所述第1检测区域中的所述第2检测区域的纵向的数量

n :所述第1检测区域中的所述第2检测区域的横向的数量。

2. 根据权利要求1所述的使用X射线的被检查对象物 的判定装置,其特征在于,

还具备分选装置,所述分选装置依照所述控制装置的判定,将所述被检查对象物分选为回收对象和去除对象,

所述控制装置包括:

存储部,存储所述光检测装置的检测结果和所述强度校正部的结果;以及

分选控制部,依照所述光检测装置的检测结果而参照存储于所述存储部的结果,控制利用所述分选装置的分选定时。

3. 根据权利要求1所述的使用X射线的被检查对象物的判定装置,其特征在于,

还具备分选装置,所述分选装置依照所述控制装置的判定,将所述被检查对象物分选为回收对象和去除对象。

4. 一种使用X射线的被检查对象物的判定装置,具备:

X射线检测装置,照射X射线而检测透射被检查对象物的所述X射线的强度,具有第1检测区域;

光检测装置,照射光而检测所述被检查对象物的尺寸,具有分割所述第1检测区域内而得到的多个第2检测区域;以及

控制装置,依照所述X射线检测装置和所述光检测装置的检测结果,进行对所述被检查对象物的判定,

所述控制装置包括:

基准值校正部,依照基于所述光检测装置的检测结果的、所述第1检测区域内的所述被检查对象物所占的比例,对为所述判定而预先设定的基准值进行校正;以及

判定部,对校正得到的所述基准值与检测到的所述X射线的强度进行比较,据此判定所述被检查对象物,

在将在所述基准值校正部中校正得到的用于所述判定的基准值设为 S_c ,将所述第1检测区域内的检测到所述被检查对象物的所述第2检测区域的数量设为 a 时,

在 $a \neq 0$ 时

$$S_c = \{a / (m \times n)\} S + \{(m \times n - a) / (m \times n)\} I_0$$

其中

S : 预先设定的基准值

I_0 : 向所述X射线检测装置的1个元件的照射X射线强度

m : 所述第1检测区域中的所述第2检测区域的纵向的数量

n : 所述第1检测区域中的所述第2检测区域的横向的数量。

5. 根据权利要求4所述的使用X射线的被检查对象物的判定装置,其特征在于,

还具备分选装置,所述分选装置依照所述控制装置的判定,将所述被检查对象物分选为回收对象和去除对象。

6. 一种使用X射线的被检查对象物的判定方法,其中,

通过具有第1检测区域的X射线检测装置,照射X射线而检测透射被检查对象物的所述X射线的强度,

通过具有分割所述第1检测区域内而得到的多个第2检测区域的光检测装置,照射光而检测所述被检查对象物的尺寸,

依照所述X射线检测装置和所述光检测装置的检测结果,进行对所述被检查对象物的判定,

在所述判定中,依照基于所述光检测装置的检测结果的、所述第1检测区域内的所述被检查对象物所占的比例,对由所述X射线检测装置检测出的所述X射线的强度进行校正,

对校正得到的所述X射线的检测强度与预先设定的基准值进行比较,据此判定所述被检查对象物,

在将校正得到的所述X射线的检测强度设为 I_c ,将所述第1检测区域内的检测到所述被检查对象物的所述第2检测区域的数量设为 a 时,

在 $a \neq 0$ 时

$$I_c = I_0 - (m \times n / a) (I_0 - I)$$

其中

I_0 : 向所述X射线检测装置的1个元件的照射X射线强度

I : 所述X射线检测装置的1个元件的检测X射线强度

m : 所述第1检测区域中的所述第2检测区域的纵向的数量

n : 所述第1检测区域中的所述第2检测区域的横向的数量。

7. 一种使用X射线的被检查对象物的判定方法,其中,

通过具有第1检测区域的X射线检测装置,照射X射线而检测透射被检查对象物的所述X射线的强度,

通过具有分割所述第1检测区域内而得到的多个第2检测区域的光检测装置,照射光而检测所述被检查对象物的尺寸,

依照所述X射线检测装置和所述光检测装置的检测结果,进行对所述被检查对象物的判定,

在所述判定中,依照基于所述光检测装置的检测结果的、所述第1检测区域内的所述被检查对象物所占的比例,对为所述判定而预先设定的基准值进行校正,

对校正得到的所述基准值与检测出的所述X射线的强度进行比较,据此判定所述被检查对象物,

在将校正得到的用于所述判定的基准值设为 S_c ,将所述第1检测区域内的检测到所述被检查对象物的所述第2检测区域的数量设为 a 时,

在 $a \neq 0$ 时

$$S_c = \{a / (m \times n)\} S + \{(m \times n - a) / (m \times n)\} I_0$$

其中

S : 预先设定的基准值

I_0 : 向所述X射线检测装置的1个元件的照射X射线强度

m : 所述第1检测区域中的所述第2检测区域的纵向的数量

n : 所述第1检测区域中的所述第2检测区域的横向的数量。

使用X射线的被检查对象物的判定装置以及判定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使用X射线进行对被检查对象物的判定的使用X射线的被检查对象物的判定装置以及判定方法。

背景技术

[0002] 为了以不破坏的方式检查被检查对象物(以下称为被检体)并对被检体所包括的目标物以外的异物进行分选,广泛使用利用被检体吸收X射线的量的差异的手法。例如,有食品工厂中用于去除金属异物的装置、机场中的随身携带的行李的检查装置、树脂再循环工序(recycling process)中用于从树脂的破碎片去除异物的分选装置等。使用被检体的X射线的吸收量来进行分选的分选装置构成为以用于照射X射线的X射线源和用于测量透射的X射线的量的X射线传感器为中心。

[0003] 构成X射线分选装置的X射线传感器采用将用于检测X射线的量的多个元件排成一列的方式。X射线分选装置根据一个一个的元件检测出的信号来进行分选。例如,在对被检体逐一进行分选的分选装置中,根据来自多个元件的信号构成二维图像而实施分选,所述二维图像是根据X射线透射量的差异使颜色有深有浅而得到的。在并行处理多个被检体的装置中,将来自一个一个的元件的信号直接用在用于分选的判定。

[0004] X射线分选装置的性能在于如何才能从被检体良好地分选异物这点。在构成二维图像而实施分选的方式中,有异物的情况下的对比度差越大,灵敏度越良好,所以有例如下述专利文献1所公开的那样的手法等:除了X射线传感器以外,还拍摄被检体的图像,并据此使照射的X射线的强度变化,从而提高灵敏度。

[0005] 专利文献:日本特开平09-127017号公报

发明内容

[0006] 在并行处理多个被检体的方式的X射线分选装置中,除了X射线传感器的灵敏度以外,X射线传感器具有的分辨率、即能够分选的被检体的尺寸也是X射线分选装置的重要的性能。在被检体未能覆盖X射线传感器中的1个元件检测的全部区域的情况下,1个元件检测X射线的量的变化相对变小,所以即使被检体是去除对象也无法区分出来。简而言之,在被检体的尺寸小到不适合于构成X射线分选装置的X射线传感器的元件尺寸的情况下,利用X射线分选装置进行的分选无法顺利进行。在这样的情况下,在如上述专利文献1那样使X射线的照射强度变化的手法中,向检测元件的区域照射的X射线强度整体发生变化,所以无法解决问题。作为解决方法之一,虽然可以考虑使X射线传感器的元件的尺寸更小,但会产生不易得到这样的X射线传感器、元件灵敏度降低等新的问题。

[0007] 因此,为了解决上述问题,本发明的目的在于提供一种使用X射线的被检查对象物的判定装置以及判定方法等,不变更X射线传感器而仍然毫无问题地判定尺寸难以分选的被检体。

[0008] 本发明提供一种使用X射线的被检查对象物的判定装置等,其具备:X射线检测装

置,照射X射线而检测透射被检查对象物的所述X射线的强度,具有第1检测区域;光检测装置,照射光而检测所述被检查对象物的尺寸,具有分割所述第1检测区域内而成的多个第2检测区域;以及控制装置,依照所述X射线检测装置和所述光检测装置的检测结果,进行对所述被检查对象物的判定,所述控制装置包括:强度校正部,依照基于所述光检测装置的检测结果的所述第1检测区域内的所述被检查对象物所占的比例,对由所述X射线检测装置检测出的所述X射线的强度进行校正;以及判定部,对校正得到的所述X射线的检测强度与预先设定的基准值进行比较,据此判定所述被检查对象物。

[0009] 在本发明中,能够不变更X射线传感器的元件的尺寸而判定该状态下的使用X射线的判定装置无法判定的尺寸、形态的被检体。

附图说明

[0010] 图1是示出本发明的实施方式1的使用X射线的被检查对象物的判定方法中的、被检查对象物的检查判定的流程图的图。

[0011] 图2是示出本发明的实施方式1的检查方法中的、比较X射线传感器元件与光传感器元件的检测区域的图。

[0012] 图3是用于说明本发明的实施方式1的判定方法中的、光检测装置检测被检查对象物的情形的图。

[0013] 图4是本发明的实施方式1的判定方法中的、将光检测装置对被检查对象物的检测结果表现为图像数据的图。

[0014] 图5是示出本发明的实施方式1的判定方法中的、将光图像的检测结果2值化后的状态的图。

[0015] 图6是用于说明本发明的实施方式1的判定方法中的、被检查对象物与X射线传感器元件的检测区域的关系的图。

[0016] 图7是用于说明本发明的实施方式1的判定方法中的、被检查对象物、光传感器和X射线传感器的尺寸比较的图。

[0017] 图8是示出本发明的实施方式1的判定方法中的、某段时间的光传感器和X射线传感器的输出结果的图。

[0018] 图9是示出根据图11所示的输出结果对X射线传感器的输出进行本发明的校正后的结果的图。

[0019] 图10是示出本发明的实施方式2的使用X射线的被检查对象物的判定方法中的、被检查对象物的检查判定的流程图的图。

[0020] 图11是示出本发明的实施方式3的使用X射线的被检查对象物的判定装置的结构的一个例子的结构图。

[0021] 图12是示出本发明的实施方式4的使用X射线的被检查对象物的判定装置的结构的一个例子的结构图。

[0022] 图13是示出图11、图12的控制装置的硬件结构的一个例子的图。

[0023] 图14是示出本发明中的线传感器以及阵列传感器的结构的图。

[0024] 图15是示出本发明的实施方式5的使用X射线的被检查对象物的判定方法中的流程图的图。

[0025] 附图标记说明

[0026] 1:供给装置;2:输送机;3:被检体(被检查对象物);4:光检测装置;4a:光照射器;4b:光传感器;4bb:检测区域;5:X射线检测装置;5a:X射线照射器;5b:X射线传感器;5bb:检测区域;7:控制装置;8:分选装置;71:接口;72:CPU;73:存储器;81:去除器;82:去除用箱;83:回收用箱;701:光数值获取部;702:光数值处理部;705:X射线数值获取部;706a:强度校正部;706b:基准值校正部;707:判定部;708:输出部;DE:检测传感器元件;M:存储部。

具体实施方式

[0027] 以下,依照各实施方式,使用附图说明本发明的使用X射线的被检查对象物的判定装置以及判定方法。此外,在各实施方式中,用同一符号表示相同或者相当的部分,省略重复的说明。

[0028] 此外,将在本发明中检查的对象称为被检体(被检查对象物),设为被检体包含X射线的透射强度不同的多种物品。在以下的实施方式中,只要未特别言及,为了便于说明,设为被检体包括2种物品:试样A和试样B。其中,被检体包含的试样的数量不限于此,即使在3种以上的情况下也能够应用本发明。另外,设为在本发明中的说明中所使用的光是可见光、紫外线、红外线的总称。另外,设为在本发明中的说明中所使用的X射线检测装置中的接受并检测X射线的X射线传感器以及光检测装置中的接受并检测光线的光传感器分别是具有将检测传感器元件DE排列1列以上的形态的图14的(a)所示的线传感器或者如(b)所示的阵列传感器。

[0029] 实施方式1.

[0030] 图1是示出本发明的实施方式1的使用X射线的被检查对象物的判定方法中的被检体物品的检查判定的流程图的图。另外,图11是示出执行本实施方式1的判定方法的、后述实施方式3的使用X射线的被检查对象物的判定装置的结构的一个例子的图。

[0031] 首先,依照图11,简单地说明本发明的判定装置的结构。在图11中,通过包括料斗(hopper)和送料器(feeder)的供给装置1,将被检体3供给到由带式输送机(belt conveyor)等构成的输送机2上。被检体3是作为回收对象的有益的树脂片和作为去除对象的不要的树脂片或者异物的混合物。为了判定被检体3的成分,X射线检测装置5从X射线照射器5a向被检体3照射X射线,并用X射线传感器5b检测透射的X射线。为了判定被检体3的尺寸,光检测装置4从光照射器4a向被检体3照射光,用光传感器4b检测通过无被检体3的部分的光。X射线传感器5b、光传感器4b分别包括排列成线状或者二维的阵列状的多个检测(光、X射线)传感器元件。光传感器4b对光的量进行检测,在被检体3存在于检测区域的情况下,光被遮挡,所以通过被检测的光量降低这样的形式来检测被检体3的存在。为了根据被检体3中的X射线的透射状态判定被检体3的成分,X射线传感器5b对X射线进行检测。

[0032] 表示X射线传感器5b以及光传感器4b中的检测结果的信号被输入到包括例如计算机的控制装置7。通过功能块表示控制装置7,所述控制装置7包括光数值获取部701、光数值处理部702、X射线数值获取部705、强度校正部706a、判定部707、输出部708、存储部M。另外,输出部708的输出被送到具有去除器81、去除用箱82、回收用箱83的分选装置8。

[0033] 在图13中示出包括例如计算机的控制装置7的概略性的硬件结构的一个例子。经由接口71能够进行信号的输入输出。在存储器73,预先保存有在图11的控制装置7中通过功

能块表示的各种功能的程序以及处理所需的信息、数据等。图11的控制装置7中的存储部M相当于存储器73。CPU72依照保存于存储器73的各种程序、信息、数据,对经由接口71输入的光传感器4b、X射线传感器5b的信号进行运算处理,经由接口71输出处理结果。

[0034] 如果返回到图1对判定方法进行说明,首先在步骤S11中,使用检测光的光传感器4b的光传感器元件来检测被检体3,进行被检体3的测量。关于在步骤S11中使用的光传感器4b,是具有使检测光的光传感器元件排列成至少1列的形状的线传感器,另外,也可以是具有多列的阵列状的二维传感器。构成光传感器4b的1个光传感器元件检测的区域(第2检测区域)的尺寸需要小于构成X射线传感器5b的1个X射线传感器元件检测的区域(第1检测区域)的尺寸。做成第1检测区域内被多个第2检测区域分割的状态。

[0035] 在图2中,示出X射线传感器元件的检测区域5bb是纵向排列有3个光传感器元件的检测区域4bb的3倍的情况的示意图。图2的箭头A所示的纵向表示线传感器中元件排列的方向,箭头B所示的横向表示被检体3由输送机2输送而行进的方向。不管光、X射线如何,传感器元件检测的区域的纵向的尺寸是由元件的尺寸决定的要素,横向的尺寸是由元件的采样速度决定的要素。将相对于1个X射线传感器元件检测的区域的、光传感器元件的纵向A的个数设为m个,将横向B的个数(采样次数)设为n个。关于m、n,在步骤S15中被使用。

[0036] 如果示意地示出步骤S11中的测量的情形,则为图3那样的结果。在此,图3的纵向A表示传感器元件的排列方向,横向B表示被检体3的行进方向。在某时刻t,作为光传感器4b的线传感器检测的结果仅为1线的数据。在图3中,为了易于理解,设为在时刻t3线传感器存在于被检体的行进方向的后端,用虚线表示在早于t3的时刻t2、t1线传感器检查的区域。关于此处示出的测量结果,将X射线传感器5b的线传感器的传感器元件进行1次检测的单位时间测量出的数据设为1个集合。此外,设为本说明书中的利用传感器测量出的测量数据是指各传感器按照所设定的时间常数单位平均输出的数字数据,而并非表示模拟响应的数据。在该情况下,相对于X射线传感器5b的线传感器的1个传感器元件DE进行1次采样的区域(第1检测区域),光传感器4b的线传感器的1个传感器元件DE检测的区域(第2检测区域)的尺寸是 $1/(m \times n)$ 。

[0037] 图3的检测结果能够通过将横轴作为时间轴排列而表现为图像数据。图4示出该检测结果。在图4中,在某定时光传感器4b的1个传感器元件检测的期间中,试样、即被检体3覆盖传感器元件的情况用“斜影线”来表现,覆盖一部分的情况用“斑点影线”来表现。在步骤S12中,对在步骤S11中检测出的结果执行2值化。在图5中,示出对图3、图4所示的检测结果进行2值化时的影像图。也就是说,设定用于判断为光传感器4b的各传感器元件检测到被检体3的基准值,依照该基准值,输出“0”或者“1”。在本实施方式中,将检测到被检体3的情况设为“1”。通过本步骤S12,光传感器4b的各传感器元件的输出为“0”或“1”中的任意值。

[0038] 接下来,在步骤S13中,将与X射线传感器5b的1个X射线传感器元件的检测区域相当的部分设为1个集合,将光传感器4b的各光传感器元件的2值化而得到的输出结果合并。因此,被合并到一个集合的光传感器元件的输出数是 $n \times m$ 个。将 $n \times m$ 个输出中的检测到被检体3的检测区域的个数设为a。在本实施方式中,输出2值化而得到的结果“1”的个数是a。在图5所示的例子的情况下为反应元件数 $a=4$ 。X射线传感器5b的每个X射线传感器元件的检测区域、即X射线传感器的每个元件能够得到一个a的值。将各个a的值与X射线传感器5b的各个X射线传感器元件建立联系、即建立关联而存储。

[0039] 接下来,在步骤S14中,X射线传感器5b的各X射线传感器元件检测照射到被检体3后的X射线的量。此时,关于X射线传感器5b的各X射线传感器元件,在被检体3大于X射线传感器元件的检测区域而覆盖X射线传感器元件的整个检测区域的情况下,从各X射线传感器元件输出依照设想的X射线透射量。但是,在如图6的(a)所示被检体3的尺寸小于X射线传感器元件的检测区域的情况下、在如(b)所示被检体3处于2个X射线传感器元件的检测区域的边界的情况下,在X射线传感器元件的检测区域产生不存在被检体3的区域。因此,关于X射线传感器元件检测的X射线量取大于原本设想的值的值。

[0040] 接下来,在步骤S15中,根据在步骤S13中所存储的a的值,校正作为X射线传感器5b的输出的在步骤S14中检测出的值。

[0041] 在此,对用于在校正中使用的式子进行说明。以下,思考关于X射线传感器5b的单个X射线传感器元件。将入射到X射线传感器元件的X射线的强度设为 I_0 。另外,将X射线传感器元件检测的X射线的强度设为 I 。在被检体不存在于X射线传感器的元件的检测区域的情况下,入射X射线的强度和被检测到的X射线的强度是相等的,所以 $I=I_0$ 。当被检体存在于X射线传感器的元件的整个检测区域时,将被检体相对入射的X射线的衰减系数设为 μ ,将被检体的厚度设为 t 。

[0042] 各符号还与以下的说明相关联而分别表示以下含义。

[0043] I_0 : 入射到X射线传感器元件的检测区域的X射线的强度

[0044] I : X射线传感器元件检测到的X射线的强度以及表示该强度的输出

[0045] μ : 被检体相对入射的X射线的衰减系数

[0046] t : 被检体的厚度

[0047] m : X射线传感器5b的1个X射线传感器元件的检测区域内的纵向的光传感器4b的光传感器元件数及其检测区域数

[0048] n : X射线传感器5b的1个X射线传感器元件的检测区域内的横向的光传感器4b的光传感器元件数及其检测区域数

[0049] I_{0k} : 入射到 $n \times m$ 个区域中的第 k 个区域的入射强度

[0050] I_k : 第 k 个区域对 I 的贡献量

[0051] a : 检测到被检体的检测区域的个数(反应元件数)

[0052] I_c : 校正后的校正强度以及表示该强度的输出值

[0053] 此外, I_0 是入射到X射线传感器元件的检测区域的X射线的强度、即X射线检测装置5的照射X射线强度。另外, I 是X射线检测装置的检测X射线强度。

[0054] 此时,下式(1)的关系成立。

$$[0055] \quad I = I_0 e^{-\mu t} \quad (1)$$

[0056] 如在步骤S13中说明的那样,如果考虑将X射线传感器5b的X射线传感器元件检测的检测区域细分成光传感器4b的光传感器元件检测的区域,则X射线传感器元件检测的区域被分割成 $n \times m$ 个。对于分割出的各个区域,式(1)的关系成立,所以可以认为X射线传感器元件的输出 I 是 $n \times m$ 个区域的每个区域的 I 的值之和。即,如果将入射到 $n \times m$ 个区域中的第 k 个区域的入射强度设为 I_{0k} ,将第 k 个区域对输出 I 的贡献量设为 I_k ,则下式(2)成立。

$$[0057] \quad I = \sum I_k \quad (2)$$

[0058] 在此,在被检体3存在于第 k 个区域的情况下,关于 I_k ,式(3)成立。

[0059] $I_k = I_{0k} e^{-\mu t}$ (3)

[0060] 此时,关于第k个区域的光传感器元件的输出是“1”。

[0061] 在被检体3不存在于第k个区域的情况下,式(4)成立。

[0062] $I_k = I_{0k}$ (4)

[0063] 此时,关于第k个区域的光传感器元件的输出是“0”。

[0064] 如果考虑使用在步骤S13中所存储的a的值,则可以说用式(3)表示的区域的个数是a。另外,用式(4)表示的区域的个数是 $n \times m - a$ 。

[0065] 因此,根据式(2)、(3)、(4)能够导出下式(5)。

[0066] 【数1】

[0067]
$$I = \sum_k^a I_{0k} e^{-\mu t} + \sum_k^{m \times n - a} I_{0k}$$

(5)

[0068] 在此,式(5)的右边的第1项的 Σ 表示光传感器元件的输出是“1”的区域的 I_k 之和,第2项的 Σ 表示光传感器元件的输出是“0”的区域的 I_k 之和。

[0069] 如果针对 $n \times m$ 的所有区域根据所入射的X射线的强度相等来计算式(5),则为式(6)。

[0070] $I = \{a / (m \times n)\} I_{0e} e^{-\mu t} + \{(m \times n - a) / (m \times n)\} I_0$ (6)

[0071] 根据该式(6)可知,如果在X射线传感器元件的整个检测区域没有被检体3,则输出I的值取大于式(1)的值,所述式(1)是被期待为在检测到被检体3时原本能够得到的输出。因此,为了对其进行校正,在被检体3的尺寸小的情况下,只要通过对式(6)中的输出(X射线强度)I施加校正而得到与式(1)中的输出结果相同的值即可。如果将校正后的输出值设为 I_c ,则

[0072] $I_c = I_{0e} e^{-\mu t}$ (7)

[0073] 根据式(6)、式(7),在 $a \neq 0$ 时,式(8)成立,

[0074] $I_c = I_0 - (m \times n / a) (I_0 - I)$ (8)

[0075] 另外,在 $a = 0$ 时,为 $I_c = I = I_0$ 。

[0076] 在图1所示的一连串的流程图中,m和n是固定值,所以根据在步骤S13中所存储的a的值和在步骤S14中检测出的输出I,能够得到校正被检体3的尺寸小所致的对输出的影响而得到的输出 I_c 。

[0077] 最后,在步骤S16中,根据在步骤S15中得到的校正输出,执行被检体3的检查。基于校正输出的检查判定能够使用与对输出不进行校正的情况相同的检查判定方法。例如,在希望将被检体3中含有X射线的吸收较大的元素的被检体3判定为去除对象的情况下,事先决定好特定的基准值,将来自X射线传感器元件的输出与该基准值进行比较。输出小于基准值则意味着被检体3吸收到更多的X射线,所以在来自X射线传感器元件的输出小于基准值的情况下,能够判定为被检体3是去除对象。

[0078] 能够针对包括线传感器的X射线传感器5b的各X射线传感器元件的每1次采样执行图1所示的一连串的流程。在依照式(8)的输出校正方法中,无需对来自X射线传感器的各X射线传感器元件的输出进行合并的图像化处理等,所以能够不损害X射线传感器的采样

速度而执行。当然,也可以用于如下手法:使用校正得到的输出来进行图像化处理等,在此基础上判定被检体3是否为去除对象。

[0079] 在图7、图8、图9中示出依照上述流程图进行校正的情况的影像图。设为这些图中的被检体3是去除对象。另外,为了表示校正的效果,设为被检体3的传感器元件排列方向的尺寸小于X射线传感器5b的1个X射线传感器元件的传感器元件排列方向的尺寸。

[0080] 图7示意地示出X射线传感器5b、光传感器4b、被检体3的尺寸。

[0081] 在图8中示出在存在图7的尺寸关系的情况下被检体3来到各个传感器的行进方向中央时的输出结果的对比图。光传感器4b表示时刻 t_4 的采样结果,X射线传感器5b表示时刻 t_5 的采样结果。在此,设为在图2中, $n=2$ 、 $m=2$ 的情况的图。

[0082] 图9是依照本实施方式记载的判定流程,对图8所示的时刻 t_4 、设为时刻 t_4 接下来的采样的定时的时刻 t_6 的光传感器4b的输出进行2值化,根据该信息对X射线传感器5b的时刻 t_5 处的输出进行校正而得到的结果的示意图。在图8所示的X射线传感器5b的输出中,由于无校正,所以由于被检体3的尺寸的关系而无法进行去除。另一方面,在图9所示的X射线传感器5b的输出中,能够通过校正将被检体3判定为去除对象。这样,根据本判定流程,能够在不变更X射线传感器5b的情况下正确地判定更小的被检体3。可以说本手法是能够通过使用光传感器而模拟地提高X射线传感器的分辨率的手法。

[0083] 在本实施方式中,将希望把被检体判定为回收以及去除中的任意一方的情况用作例子,但本手法中的判定不限于回收、去除。例如,也可以通过与基准值进行比较来确定被检体3中的包含X射线的吸收较大的元素的被检体3,从而判定被检体3包含的元素的种类。另外,也可以利用X射线的吸收还依赖于被检体3的厚度的事实而用于判定被检体3的厚度是否为规定的范围内等。

[0084] 实施方式2.

[0085] 在本发明的实施方式2中,对如下方法进行叙述:与实施方式1不同,通过根据从光传感器4b的光传感器元件得到的信息,不变动利用X射线传感器得到的输出而变动用于判定的基准值,从而即使被检体3为较小的尺寸也能够进行分选。

[0086] 图10是示出本发明的实施方式2的使用X射线的被检查对象物的判定方法中的被检体物品的检查判定的流程的图。另外,图12是示出执行本实施方式2的判定方法的、后述实施方式4的使用X射线的被检查对象物的判定装置的结构的一个例子的图。在图12的判定装置中,相对于图11的判定装置,在控制装置7中代替强度校正部706a而设置有基准值校正部706b。与图11的控制装置7同样地,图12的控制装置7也能够包括计算机。

[0087] 在返回到图10对判定方法进行说明时,对与图1所示的实施方式1中的流程图相同的步骤赋予同一编号。图10中的步骤S11-步骤S13与实施方式1中的流程图相同。在步骤S21中,根据所存储的反应元件数 a 的值,校正、变更在判定中使用的基准值。

[0088] 在此,说明在校正中使用的计算式。在被检体3的尺寸是能够覆盖X射线传感器5b的1个X射线传感器元件的整个检测区域的尺寸时,将用于判定被检体3是否为去除对象的基准值设为 S 。设想为基准值 S 是根据用于判定的标准物质的X射线的吸收量而决定的值,将该标准物质的衰减系数设为 μ ,将厚度设为 t 。使用X射线传感器5b的X射线传感器元件检测到该标准物质时的输出值是基准值 S ,所以对于基准值 S ,成立与式(1)同样的式(9)。

[0089] $S = I_0 e^{(-\mu t)}$ (9)

[0090] 同样可以认为,在标准物质未覆盖X射线传感器5b的1个X射线传感器元件的整个检测区域的情况下与式(5)相同的的关系式成立。在对与该情况下的标准物质相同的尺寸的被检体3进行检查判定时,通过将使用该尺寸的标准物质时的输出值用作基准值,能够在无被检体3的的尺寸的影响的状态下,得到与使用基准值S时同等的效果。因此,将此时的基准值设为基准值 S_c 。与式(8)同样地,也能够认为对于 S_c ,与式(6)相同的的关系式成立,所以下式(10)成立。

$$[0091] \quad S_c = \{a / (m \times n)\} I_{0e}^{-\mu t} + \{(m \times n - a) / (m \times n)\} I_0 \quad (10)$$

[0092] 根据式(9)和式(10),能够得到用于根据a的值来校正基准值的式(11)。

$$[0093] \quad S_c = \{a / (m \times n)\} S + \{(m \times n - a) / (m \times n)\} I_0 \quad (11)$$

[0094] 从式子的性质来看,在无被检体3的情况下、即 $a=0$ 时,基准值等于入射到X射线传感器5b的X射线入射强度 I_0 。这在装置动作方面多为不优选的情况,所以在将该判定流程编入到装置的情况下,期望追加在 $a=0$ 时不实施判定的处理。

[0095] 在步骤S21中计算出基准值后,与实施方式1同样地,在步骤S14中利用X射线传感器5b进行检测。

[0096] 最后,在步骤S22中,根据在步骤S14中检测出的结果和在步骤S21中计算出的基准值,实施被检体3的判定。

[0097] 实施方式3.

[0098] 在实施方式3中,说明依照实施方式1的图1的流程图进行被检体的判定、分选的本发明的使用X射线的被检查对象物的判定装置。在图11中,作为具体的判定装置结构的例子,示出用于如下情况的判定装置的结构图:被检体是塑料再循环工序(plastic recycling process)中的树脂片及异物,根据每个树脂片的X射线的吸收量的差异,分选为作为回收对象的有益的树脂片和作为去除对象的不要的树脂片或者异物。以下,根据图11,说明本实施方式中的判定装置的动作。此外,()内示出图1的对应的步骤。

[0099] 首先,通过包括料斗和送料器的供给装置1,将被检体3供给到由带式输送机等构成的输送机2上。被检体3是作为回收对象的有益的树脂片和作为去除对象的不要的树脂片或者异物的混合物。通过具备包括线传感器或者阵列传感器的光传感器4b的光检测装置4,检测由输送机2输送的被检体3。光传感器4b检测光的量,在被检体3存在于检测区域的情况下,光被遮挡,所以通过被检测的光的量降低这样的形式来检测被检体3的存在。包含于线传感器的光传感器元件的动作与在实施方式1的图3中说明的一样(步骤S11)。

[0100] 在控制装置7中,在光数值获取部701中,根据光传感器4b检测到的信号来获取输出的数值,在光数值处理部702中,如在图5中说明的那样,对各个光传感器元件的输出进行2值化(步骤S12)。

[0101] 在光数值处理部702中,如在实施方式1中说明的那样,对利用光数值处理部702得到的值进一步实施图1所示的流程图的步骤S13的处理,将作为反应元件数的a的值存储到存储部M(步骤S13)。

[0102] 接下来,被检体3被包括X射线检测装置5的X射线源的X射线照射器5a照射X射线。然后,通过设置于X射线照射器5a的正下方的包括线传感器的X射线传感器5b,检测透射被检体3的X射线(步骤S14)。

[0103] 然后,通过控制装置7中的X射线数值获取部705获取X射线传感器5b的输出。关于

获取到的数值,根据存储于存储部M的反应元件数a等的值,通过强度校正部706a来执行校正。在强度校正部706a中使用的校正式是式(8)。此外,在存储于存储部M的反应元件数a的值是“0”的情况下,不执行校正(步骤S15)。

[0104] 然后,在判定部707中,对由强度校正部706a校正得到的输出与预先存储于存储部M的用于分选的基准值的值进行比较。依照校正得到的输出是例如基准值以上还是小于基准值来进行判定。仅在比较的结果是判定为被检体3是去除对象的情况下,从输出部708向分选装置8输出信号。此外,因为存储于存储部M的反应元件数a是“0”的情况就是被检体3不存在于X射线传感器5b的上空的情况,所以也可以不进行判定部707中的判定(步骤S16)。

[0105] 分选装置8包括:去除器81,包括气枪等,用于在从输出部708接受到信号的情况下,利用空气将被检体3吹跑;去除用箱82,用于收集被去除器81吹跑的被检体3;以及回收用箱83,用于将未吹跑的被检体作为回收对象来收集。

[0106] 在判定部707中判定为被检体3是去除对象的情况下,去除器81接收来自输出部708的信号,将被检体3朝向去除用箱82吹跑。在去除器81未接收到来自输出部708的信号的情况下,被检体3在输送机2的尾端处按照朝空中发射出的轨道那样前进,被回收到回收用箱83。

[0107] 此外,分选装置8是附随于本发明的判定装置的装置,是利用判定装置的输出部708的输出的一个例子。

[0108] 如以上那样,实施方式3所示的判定装置的结构是能够执行实施方式1所示的流程图的判定方法的装置结构,即使在被检体3的尺寸小于适合于X射线传感器5b的尺寸的情况下,也能够将被检体3判定为回收对象和去除对象,进而进行例如分选。

[0109] 实施方式4.

[0110] 在实施方式4中,说明依照实施方式2的图10的流程图进行被检体的判定、分选的本发明的使用X射线的被检查对象物的判定装置。在实施方式4中,与实施方式3同样地,也将适合于被检体是塑料再循环工序中的树脂片及异物时的装置结构用作例子。

[0111] 图12是实施方式4的用于根据被检体的X射线的吸收量的差异,对作为被检体的树脂片以及异物,分选为作为回收对象的有益的树脂片和作为去除对象的不要的树脂片或者异物的判定装置的结构图。此外,()内示出图10的对应的步骤。

[0112] 关于除控制装置7以外的装置结构,与实施方式3相同,并且在控制装置7中编入有作为实施方式2的特征的、用于校正在判定中使用的基准值的结构。

[0113] 直至根据来自光检测装置4的光传感器4b的输出将反应元件数a存储到存储部M为止的流程与根据图11说明的动作相同(步骤S11-S13)。

[0114] 根据预先存储于存储部M的用于判定的上述基准值S和根据检测求出的所存储的反应元件数a,由基准值校正部706b执行基准值的校正。使用式(11)来执行此处的校正。能够不获取X射线传感器5b的输出而由基准值校正部706b执行基准值的校正、变更(步骤S21)。

[0115] 通过X射线传感器5b检测透射被检体3的X射线的强度,并由X射线数值获取部705获取(步骤S14)。

[0116] 在判定部707中,对获取到的X射线的强度的数值与由基准值校正部706b校正得到的基准值进行比较(步骤S22)。

[0117] 以后的根据由判定部707判定出的结果对被检体3进行去除或者回收的动作与实施方式3相同。这样,通过使在判定部707中使用的基准值为校正得到的基准值,能够实施方式2所示的不受到被检体3的尺寸的影响而适当地判别被检体3,进而进行例如去除或者回收的分选。

[0118] 实施方式5.

[0119] 在实施方式5中,说明根据光传感器4b的检测结果,将在实施方式1或者2的方式中对某被检体3的判定实施多次判定的结果作为一个集合的数据处理的方法。

[0120] 图15是示出实施方式5的流程图的图。在此,按照与实施方式1同样地实施被检体3的判定的情况来示出。步骤S31是汇集图1的步骤S11至S16的执行一次量而示出的步骤。在步骤S32中,存储在步骤S31的执行结果内步骤S13和步骤S15的结果。接下来,在步骤S33中参照步骤S13的结果。只要步骤S13的结果即反应元件数不是0,则返回到步骤S31,反复进行步骤S31至步骤S33,直至步骤S13的结果为0。

[0121] 如果步骤S13的结果为0,则能够判断为单个被检体3穿过传感器部分,所以将反复进行中步骤S32所存储的结果作为单个被检体的数据处理为一个集合(步骤S34)。

[0122] 根据在步骤S34中作为一个集合的数据中的步骤S15的结果、即在步骤S13中存储的a的值,抽出作为X射线传感器5b的输出的在步骤S14中检测出的值的校正值的最小值,从而能够积累单个被检体3中的X射线吸收最大的部位的数据。在不按照图15所示的流程图来积累所有的步骤S15的结果的情况下,被检体3尺寸越大则积累数越多,所以成为按被检体3的尺寸而被加权的积累数据。通过依照图15的流程图,针对1个被检体能够得到1个X射线吸收值,所以即使在1个批次中判定大量的被检体3的情况下,也能够正确地掌握该批次的被检体3的X射线吸收的趋势。

[0123] 另外,还能够将实施方式5的手法编入到实施方式3所示的分选装置8。在实施方式3中,对步骤S16的每个判定结果实施从输出部708输出信号,但在本实施方式5中,直至到达步骤S34为止不实施从输出部708输出信号。从到达步骤S34开始,抽出所得到的一个集合数据中的步骤S16的判定结果。作为抽出的结果,在时间上连续得到判定的结果为去除的值的的情况下,例如,仅在该连续部分的中央,实施从输出部708输出信号。由此,能够减少去除器81对单个被检体3的动作次数,所以能够减少在使用气枪作为去除器81的情况下产生的、将被回收到回收用箱83内的回收对象而与要被收容到去除用箱82内的去除对象一起误去除的次数。另外同时,能够得到延长去除器81的寿命的效果。此外,例如,设置分选控制部来进行该控制,所述分选控制部在图11的判定部707内图示省略,依照光检测装置的检测结果而参照存储于存储部的结果,控制利用分选装置的定时。在光传感器4b以及X射线传感器5b的配置位置与去除器81的配置位置之间存在距离,在考虑了该距离的定时,仅在连续部分的中央,实施从输出部708输出信号。

[0124] 此外,本发明并不限定于上述各实施方式,还包括它们的所有可能的组合。

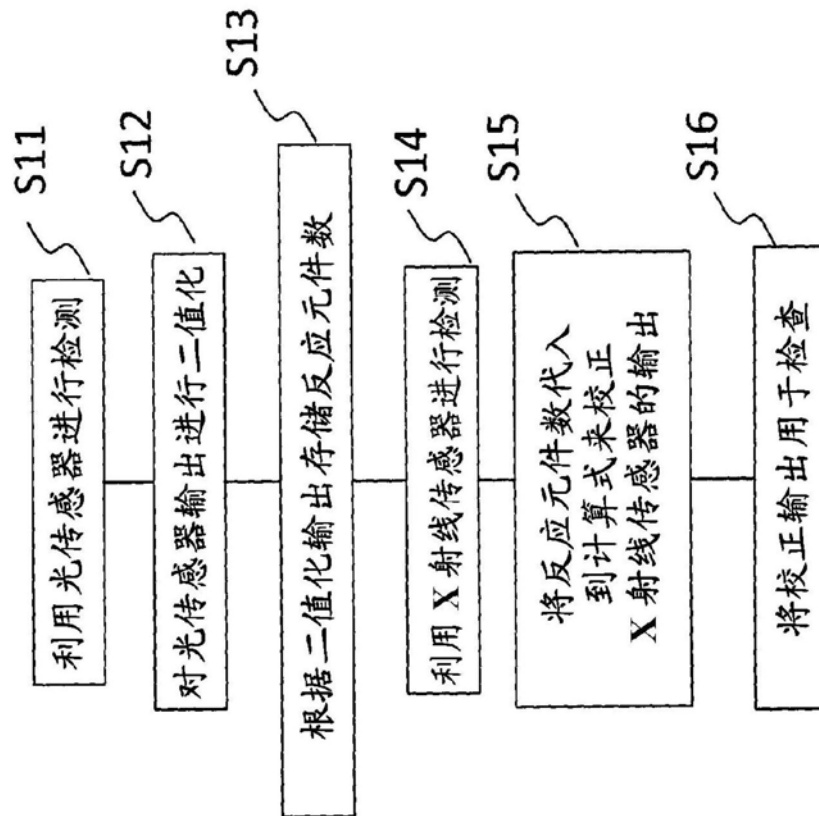


图1

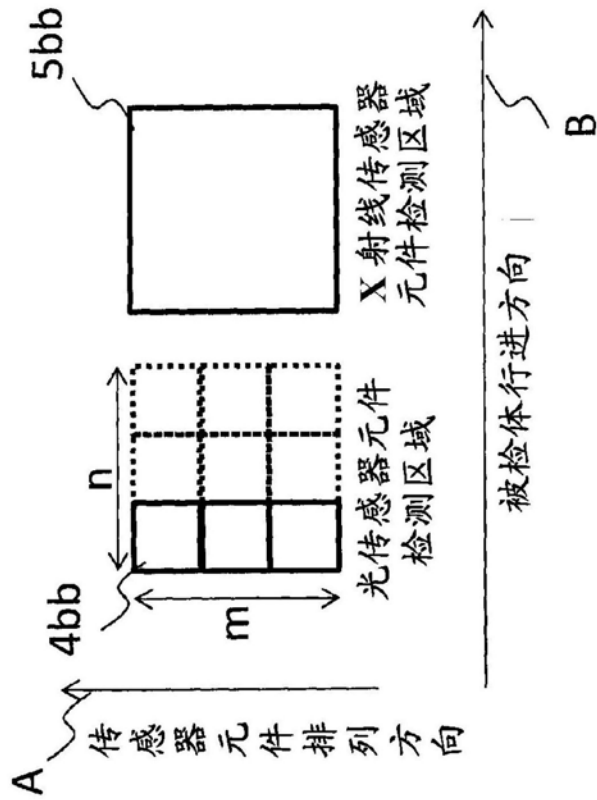


图2

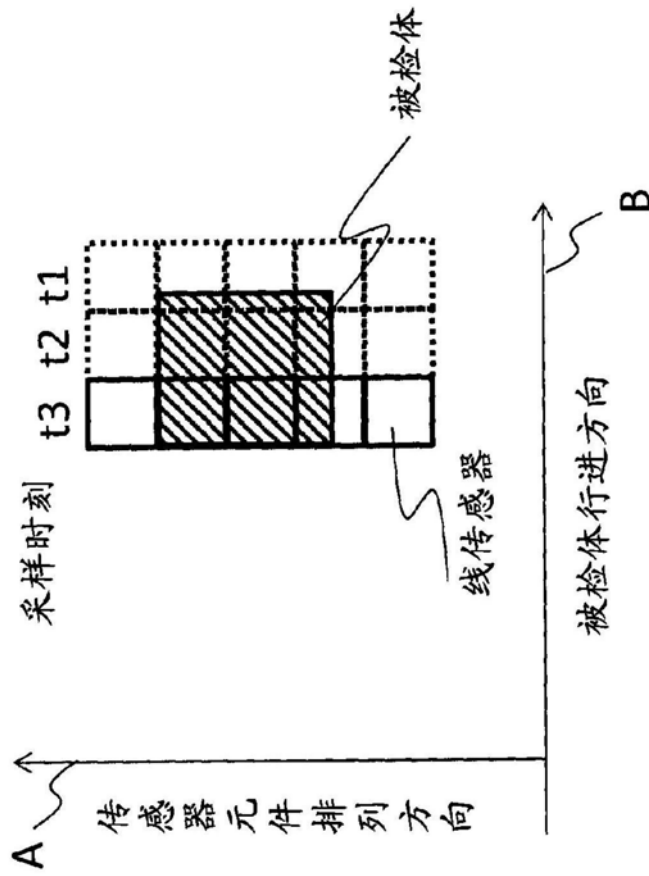


图3

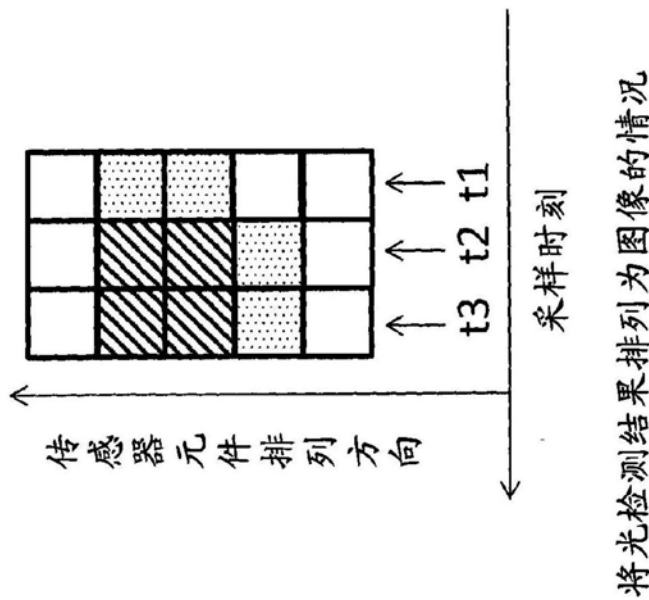


图4

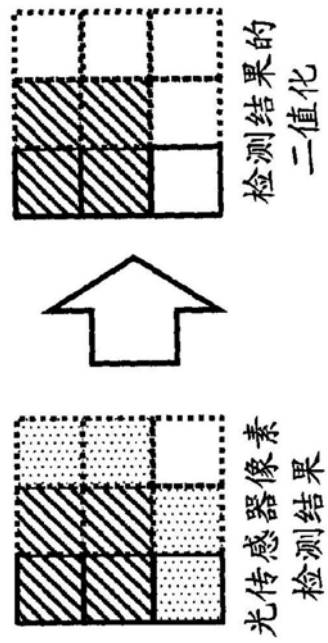


图5

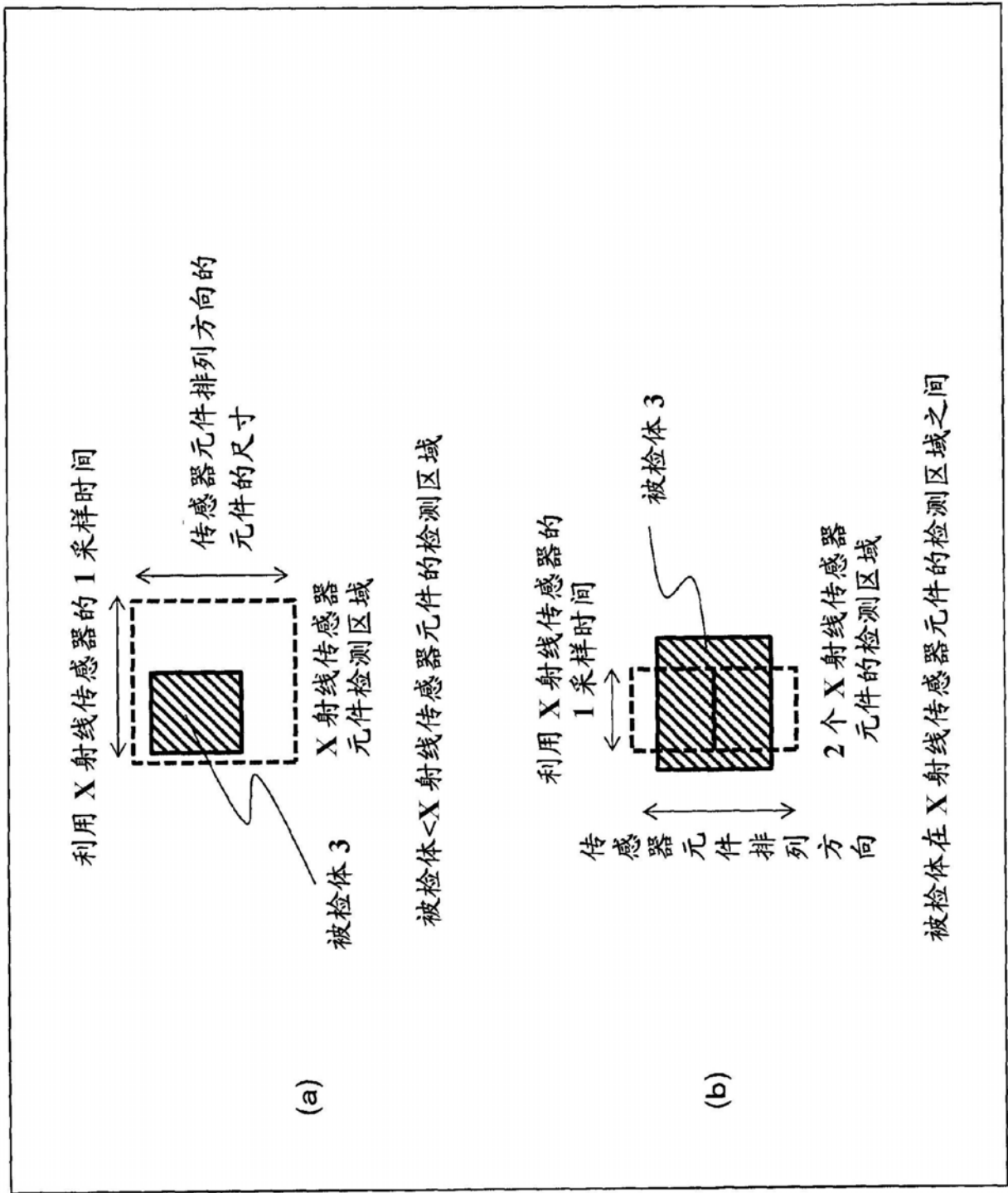


图6

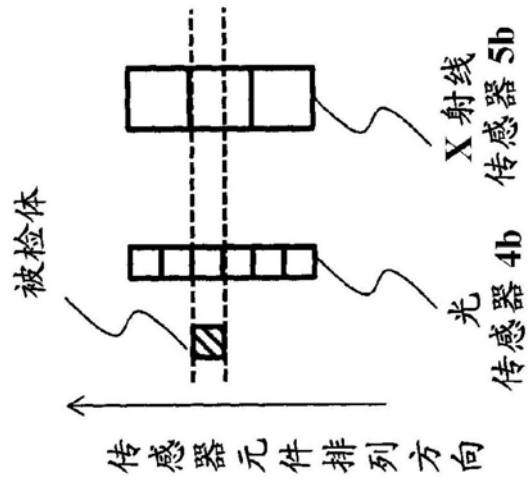


图7

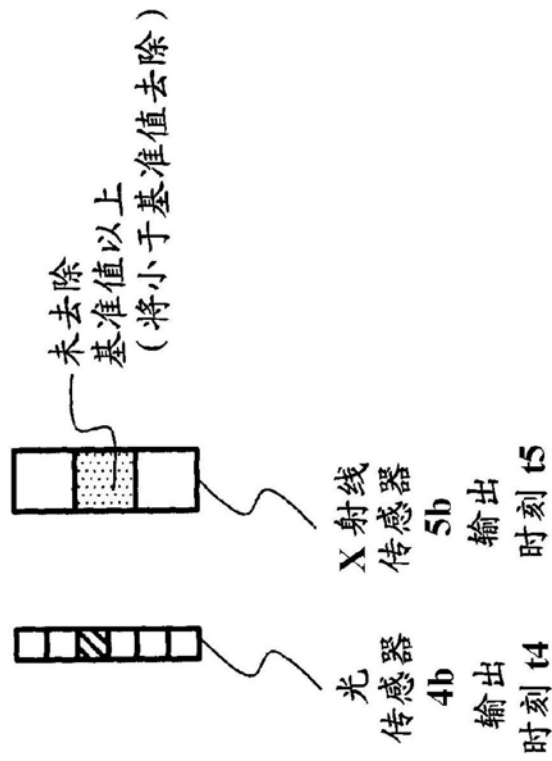


图8

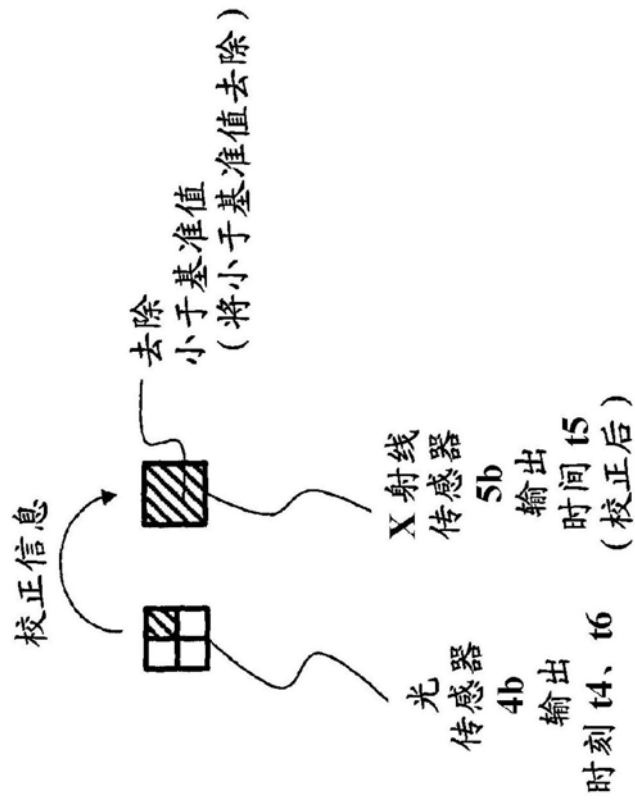


图9

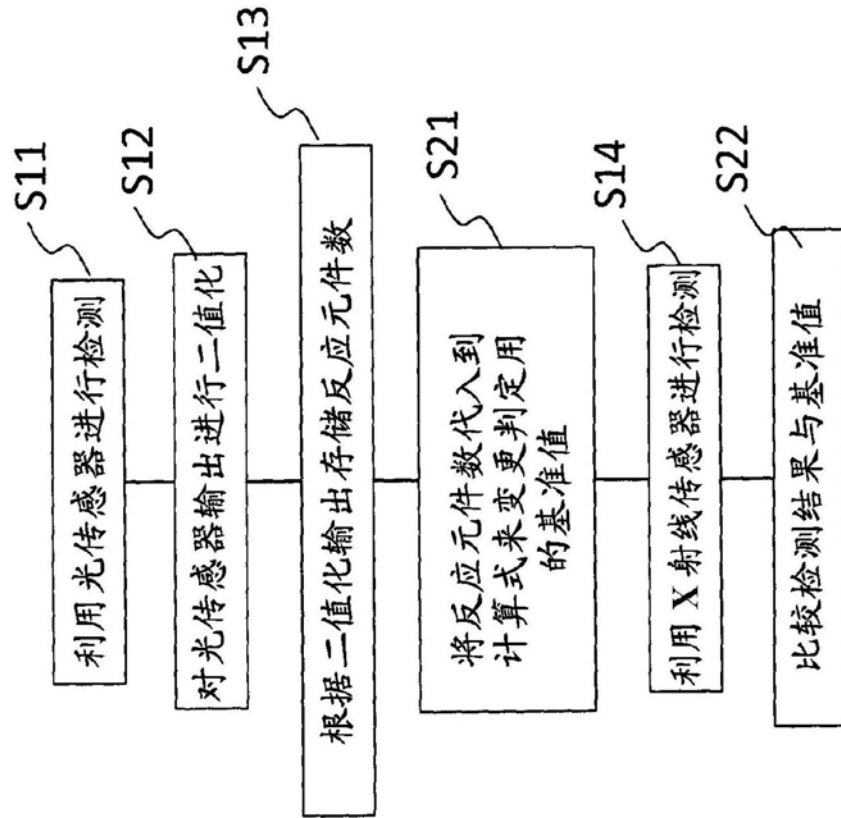


图10

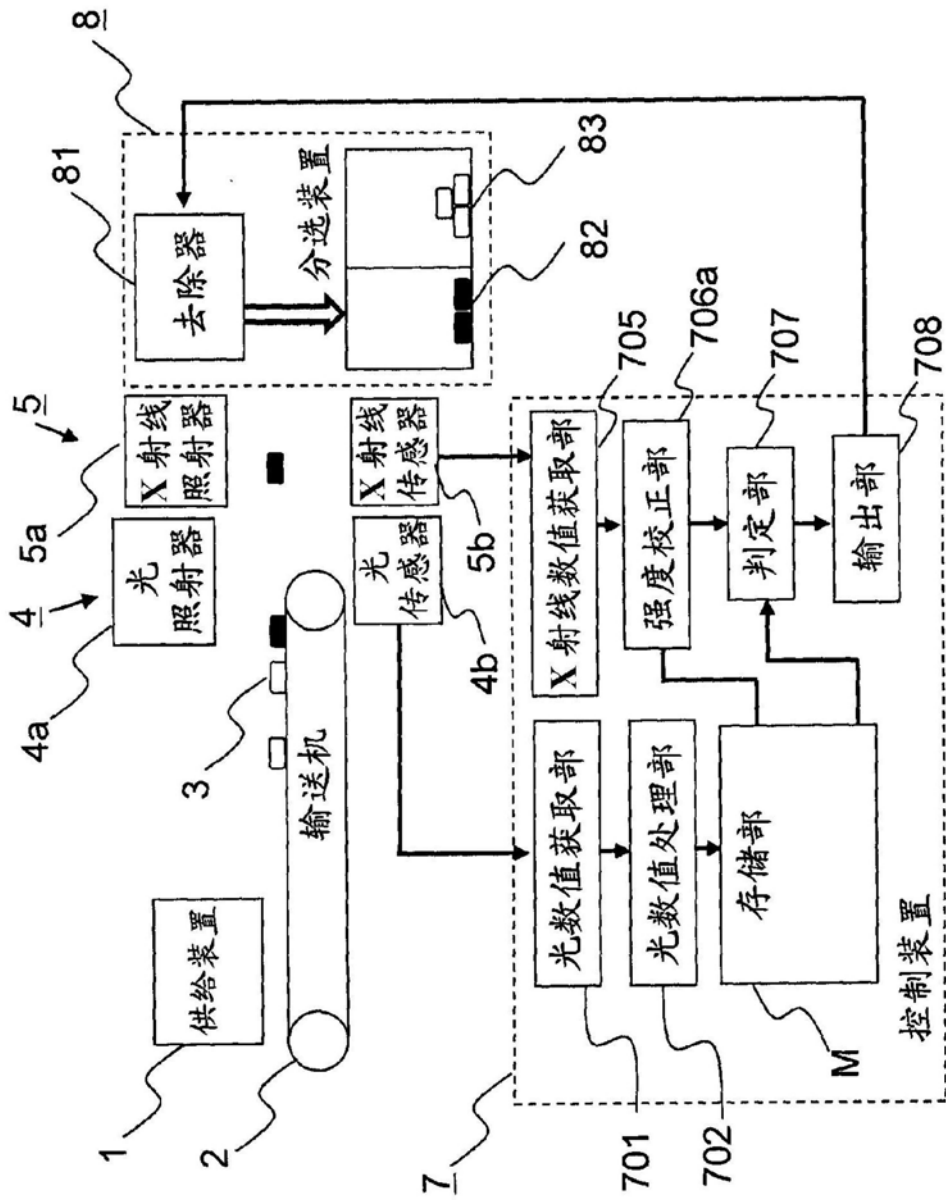


图11

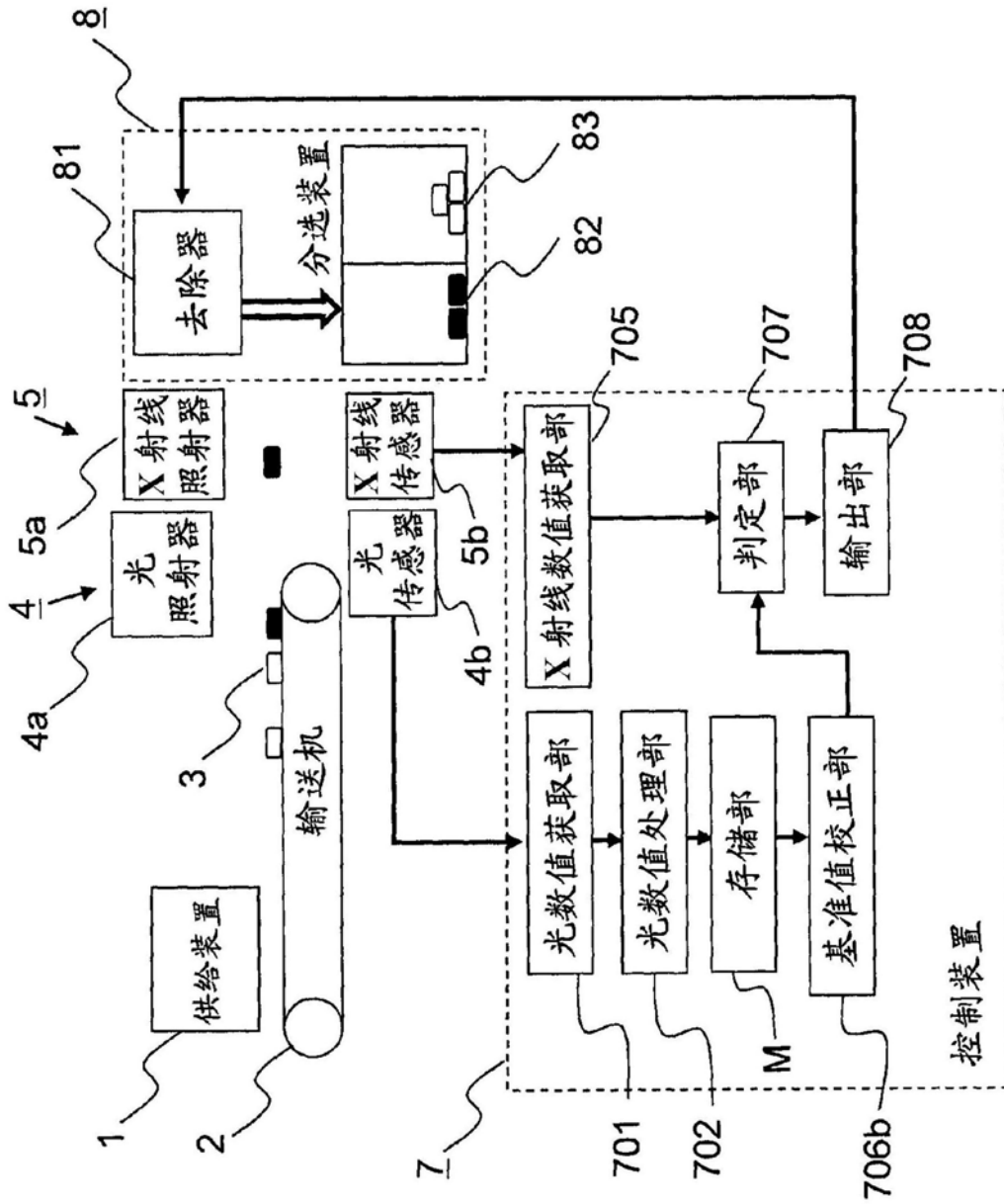


图12

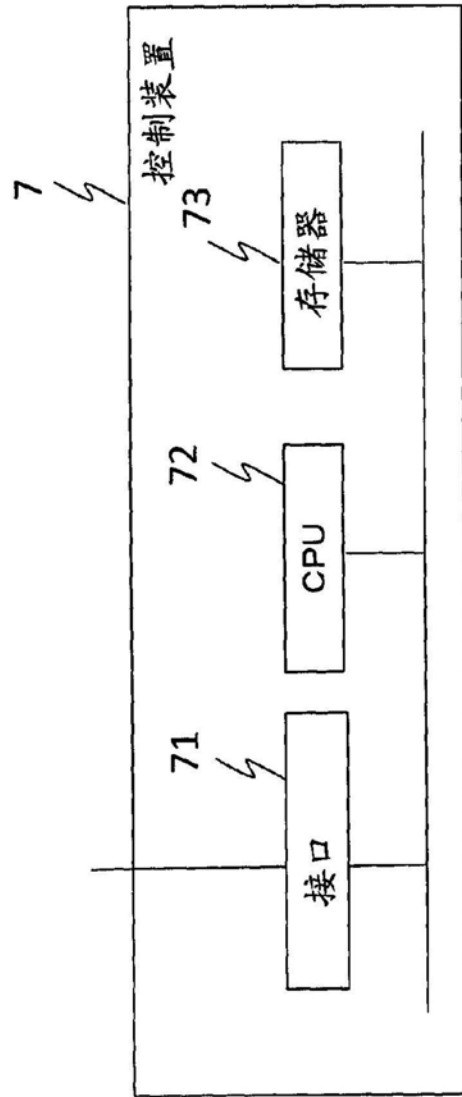


图13

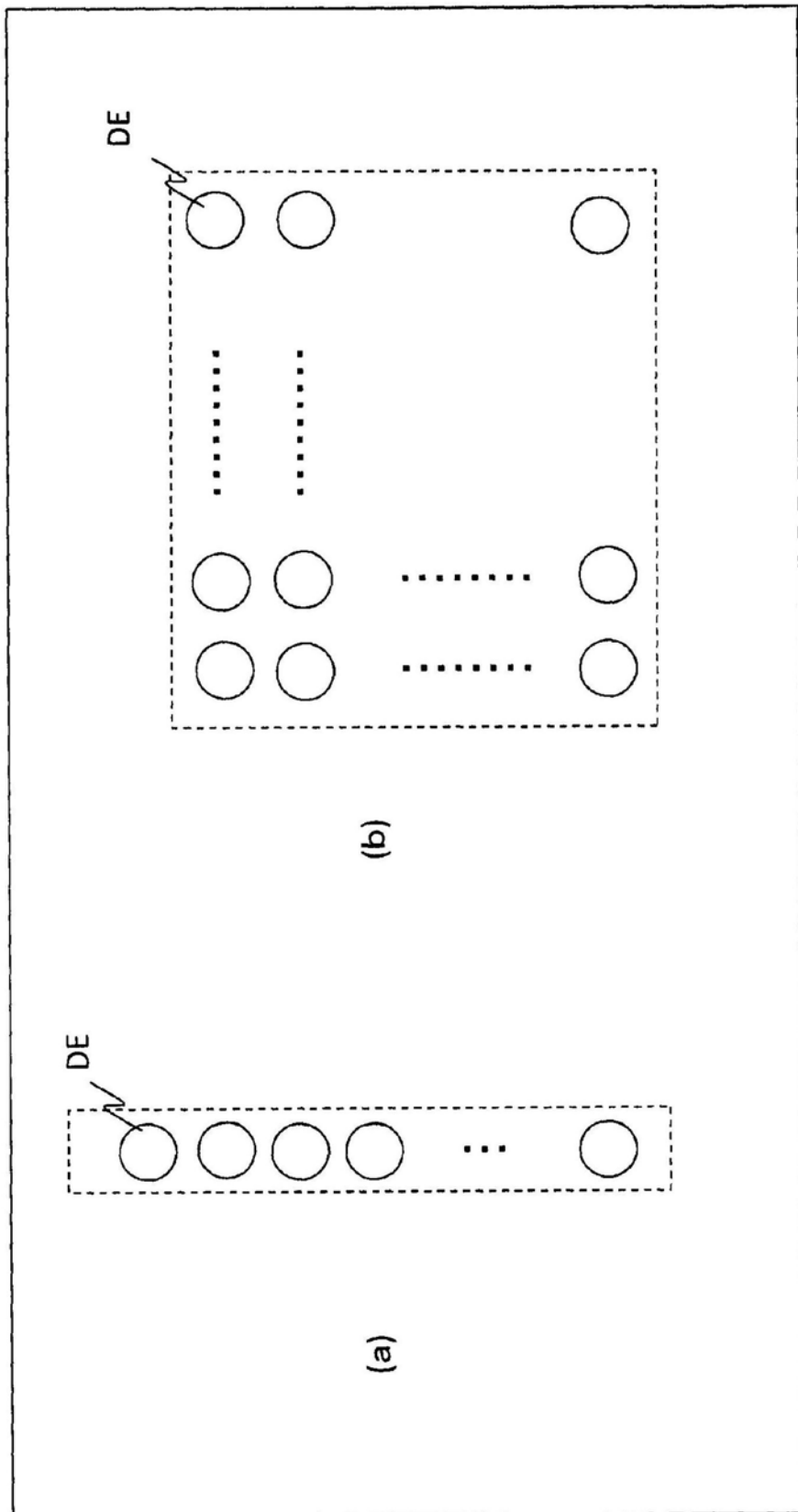


图14

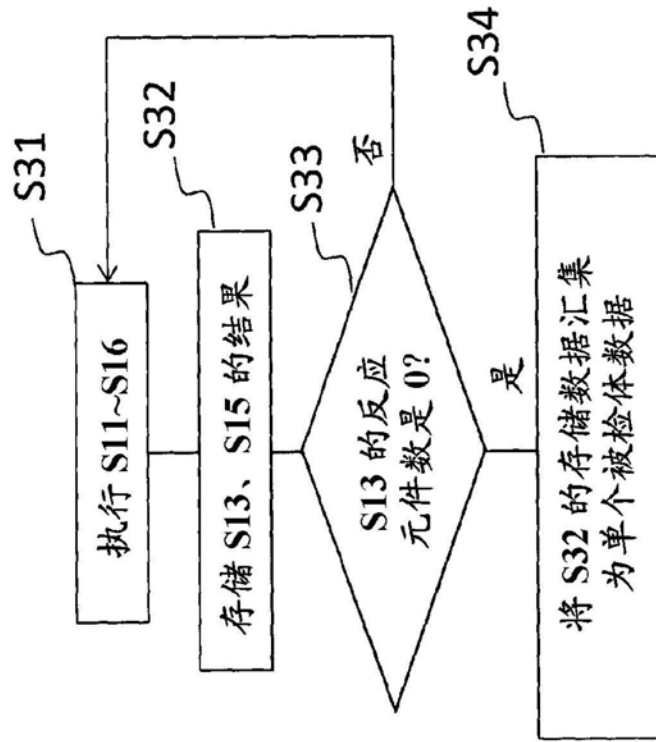


图15