

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05K 13/00 (2006.01)

H05K 13/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03131244.6

[45] 授权公告日 2006 年 12 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1291635C

[22] 申请日 2003.5.8 [21] 申请号 03131244.6

[30] 优先权

[32] 2002.5.8 [33] JP [31] 133032/02

[73] 专利权人 富士机械制造株式会社

地址 日本爱知县知立市

[72] 发明人 児玉诚吾

审查员 马克

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王岳 张志醒

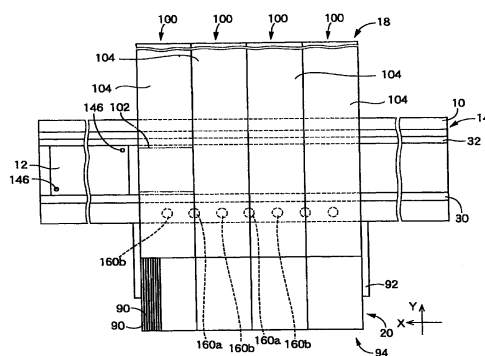
权利要求书 4 页 说明书 38 页 附图 19 页

[54] 发明名称

印刷线路板定位误差获得方法和电路元件安装方法及系统

[57] 摘要

一种电子电路元件安装系统，包括被同时操作以将电子电路元件(16)安装于印刷线路板(12)的至少两个元件安装单元(100, 300, 412)，其中两个单元的相对位置从公用于两个单元(100, 300)、被固定提供于机器底座(10)上的公用校准标记(160a)的位置来获得，该位置由两个单元的基准标记相机(148)来检测，或者从在基准板(510)上提供的基准标记(514)的位置来获得，该位置在基准板位于与两个单元(412)的元件安装区域对准的位置时由相机检测，并且其中基于两个单元的所获相对位置和印刷线路板上提供的至少两个基准标记(146)的位置(这些位置由两个单元的相机来检测)，相对于两个单元的印刷线路板的定位误差被计算。



1. 一种获得印刷线路板(12)定位误差的方法,在该印刷线路板上,元件(16)待由多个元件安装单元(100;300;412)来安装,每个元件安装单元包括安装头(144)、可操作以移动安装头的头驱动设备(112,128;112,328;442)和识别设备(148),所述方法包括:

相对位置获得步骤,以获得所述多个元件安装单元(100;300;412)的相对位置;

板定位步骤,以所述元件安装单元的安排方向,相对于所述多个元件安装单元(100;300;412)而定位所述印刷线路板(12)以使所述多个元件安装单元安装头(144)的移动区域覆盖所述印刷线路板的相应部分;

板基准部分识别步骤,操作所述多个元件安装单元的至少两个中的每个的所述识别设备以识别可由所述识别设备(148)识别的所述印刷线路板(12)的多个基准部分(146)中的至少一个;

特定位置获得步骤,基于在所述板基准部分识别步骤中所述至少两个元件安装单元的所述识别设备对所述多个基准部分中所述至少一个的每个的识别结果,在对所述至少两个元件安装单元(100;300;412)分别为特定的相应特定坐标系统中,获得所述多个基准部分中的所述至少一个的每个的特定位置;以及

定位误差获得步骤,基于所述多个基准部分中的所述至少一个的所述每个的所述特定位置,获得相对于所述多个元件安装单元的所述特定坐标系统的所述印刷线路板的定位误差,所述特定位置已在所述特定位置获得步骤中获得,并且所述多个元件安装单元的所述相对位置在所述相对位置获得步骤中获得。

2. 依照权利要求1的方法,其中通过所述至少两个元件安装单元(100;412)中的每个的控制设备(240)来实施所述特定位置获得步骤,并且所述定位误差获得步骤包括:(a)控制所述至少两个元件安装单元中的每个的所述控制设备以接收所述多个基准部分(146)的所述至少一个的每个的特定位置,其已通过所述至少两个元件安装单元的其它的每个的控制设备而被获得,以及(b)基于从所述至少两个元件安装单元的所述其它中的所述每个的控制设备所接收的特定位置以及已通过所述每个元件安装单元的控制设备获得的所述多个基准部分的所述至少一个的每个的特定位置,获得所述印刷线路板的所述定位误差。

3. 依照权利要求 1 的方法, 其中通过所述至少两个元件安装单元 (300) 的所述识别设备 (148) 对所述多个基准部分的所述至少一个的所述每个的识别结果被提供给公用计算机 (280), 该计算机被共同提供给所有所述多个元件安装单元, 而所述特定位置获得步骤和所述定位误差获得步骤是通过所述公用计算机来实施的。

4. 依照权利要求 1 的方法, 其中所述相对位置获得步骤包括:

机器基准部分识别步骤, 操作在所述多个元件安装单元 (100) 的安装头 (144) 上提供的所述识别设备 (148) 以识别在相对于所述安装头的位置被固定的多个机器基准部分 (160), 所述多个机器基准部分包括专门为所述多个元件安装单元提供的多个特定基准部分 (160b) 以及为所述多个元件安装单元中相邻的单元共同提供的至少一个公用基准部分 (160a); 以及

基于在所述机器基准部分识别步骤中所述识别设备 (148) 对所述机器基准部分的识别结果, 获得所述多个元件安装单元中所述相邻单元之间的相对位置的步骤。

5. 依照权利要求 1 的方法, 其中所述相对位置获得步骤包括:

准备具有沿所述多个元件安装单元 (412) 安排方向上的长度的基准板 (510) 的步骤, 所述长度大到足以贯穿所述多个元件安装单元中每个的所述安装头的所述移动区域的至少一部分, 所述基准板具有对应于所述每个元件安装单元安装头的所述移动区域的至少一个板基准部分 (514);

板基准部分识别步骤, 定位所述基准板以使多个元件安装单元安装头的移动区域覆盖每个都具有所述至少一个基准部分的所述基准板的相应部分, 并且操作在所述每个元件安装单元的所述安装头 (144) 上提供的所述识别设备 (148) 以识别所述至少一个板基准部分中的至少一个; 以及

基于在所述板基准部分识别步骤中所述识别设备对所述板基准部分的识别结果, 获得所述多个元件安装单元的相对位置的步骤。

6. 依照权利要求 1-3 的任何一个的方法, 其中所述识别设备 (148) 被提供在所述多个元件安装单元中的每个的所述安装头 (144) 上。

7. 依照权利要求 1-3 的任何一个的方法, 其中所述定位误差获得步骤包括步骤: 基于已在所述特定位置获得步骤中获得的所述多个基准

部分(146)的所述至少一个的所述每个的所述特定位置,获得相对于对所述多个元件安装单元为特定的所述特定坐标系统的用于所述印刷线路板的虚坐标系统。

8. 一种将电子电路元件安装于印刷线路板上的方法,包括:

如在权利要求 1-7 的任何一个所限定的获得印刷线路板(12)的定位误差的方法中的相对位置获得步骤、板定位步骤、板基准部分识别步骤、特定位置获得步骤和定位误差获得步骤;以及

安装步骤,通过所述多个元件安装单元(100;300;412)将电子电路元件安装于所述印刷线路板上,从而使元件安装位置被补偿至少在所述定位误差获得步骤中获得的印刷线路板的所述定位误差,在所述元件安装位置处,印刷线路板和所述多个元件安装单元的安装头被相对于彼此而定位以将所述电子电路元件(16)安装于印刷线路板上。

9. 依照权利要求 8 的方法,其中所述定位误差获得步骤包括步骤:基于已在所述特定位置获得步骤中获得的所述多个基准部分(146)的所述至少一个的所述每个的所述特定位置,获得相对于对所述多个元件安装单元为特定的所述特定坐标系统的用于所述印刷线路板的虚坐标系统,安装电子电路元件的所述方法进一步包括转换步骤:基于用于印刷线路板的所述标称坐标系统、为所述印刷线路板所获得的所述虚坐标系统以及所述元件安装单元的所述特定坐标系统之间的位置关系,将在为标称印刷线路板所设置的标称坐标系统中预定的电子电路元件的多个安装点的坐标值转换为涉及所述特定坐标系统中所述安装点的值。

10. 一种被安排以将电子电路元件(16)安装于印刷线路板(12)上的电子电路元件安装系统,包括:

多个元件安装单元(100;412),沿直线被安排并包括相应的安装头(144)和可操作以移动相应安装头的头驱动设备(112,128;112,328;442);

输运设备(14),可操作以沿所述直线传递所述印刷线路板并在相对于所述多个元件安装单元的至少两个单元的预定位置处停止所述印刷线路板以使所述至少两个单元的安装头的移动区域覆盖印刷线路板的相应部分;

多个单独控制设备(240;370;500),包括相应的计算机(250)并可操作以分别控制所述多个元件安装单元;

相对位置获得设备(240; 370; 500), 可操作以获得所述多个元件安装单元的所述至少两个单元的相对位置;

多个识别设备(148), 分别被提供给所述多个元件安装单元并可操作以识别在所述预定位置处停止的所述印刷线路板的基准部分;

定位误差获得设备(240; 370; 500), 被连接于所述多个识别设备和所述相对位置获得设备, 从而相对于对所述至少两个单元之一为特定的特定坐标系统, 基于在用于所述至少两个单元的所述一个的所述特定坐标系统中印刷线路板的至少一个所述基准部分的位置、对所述至少两个单元的另一个为特定的特定坐标系统中至少另一个所述基准部分的位置、以及由所述相对位置获得设备获得的所述多个元件安装单元的所述至少两个单元的所述相对位置, 获得在所述预定位置处停止的所述印刷线路板的定位误差; 所述至少一个和至少另一个所述基准部分的所述位置是在通过对应于至少两个单元的所述一个和另一个的识别设备对所述至少一个和至少另一个所述基准部分的识别结果的基础上被获得的; 以及

补偿设备(240; 370; 500), 可操作以对为标称印刷电路板而预定的所述电子电路元件的多个标称安装点补偿至少由所述定位误差获得设备获得的所述印刷线路板的定位误差,

并且其中所述多个元件安装单元中所述至少两个单元的至少两个控制设备可操作以控制所述至少两个单元, 从而在由所述补偿设备补偿的标称安装点处安装电子电路元件。

印刷线路板定位误差获得方法和 电路元件安装方法及系统

本申请基于2002年5月8日提交的日本专利申请 No. 2002-133032, 其内容在此引入作为参考。

技术领域

本发明涉及一种被安排以在印刷线路板上安装多个电子电路元件的电子电路元件安装系统, 在该系统中实践以获得印刷线路板定位误差的方法, 安装电子电路元件的方法, 以及用于实践这些方法的程序。

相关技术讨论

背景技术

已知有一种包括沿直线安排的多个元件安装单元的电子电路元件安装系统。每个元件安装单元被提供有安装头和可操作以移动安装头的头移动设备。这种电子电路元件安装系统被安排以使至少两个元件安装单元被同时操作以将电子电路元件安装于一个印刷线路板上。在这个类型的电子电路元件安装系统中, 每个印刷线路板被定位以使至少两个元件安装单元的安装头的移动区域覆盖印刷线路板的相应部分, 在其上安装电子电路元件的操作待由相应的元件安装单元的元件安装头同时进行。

在电子电路元件安装系统中, 每个印刷线路板通常被提供有当被安装于板上时用于减小电子电路元件定位误差的基准部分, 该定位误差将由相对于元件安装单元的板的定位误差导致。在此情况下, 诸如成像设备的识别设备被提供给每个元件安装单元, 这样相对于每个元件安装单元的每个印刷线路板的定位误差在识别设备对基准部分的识别结果的基础上被获得。当每个电子电路元件被安装于印刷线路板时, 表示相应安装头预定位置的数据被补偿以至少减小板的定位误差(水平定位误差以及角度或旋转定位误差), 所述预定位置是电子电路元件待安装在板上的位置, 并且将电子电路元件安装于板上的操作由位于所补偿位置的安装头进行。在补偿的时候, 安装头的位置通常被补偿以减小其它定位误差, 如当被安装头抓取时电子电路元件的定位误差(水平定位误差和角度定位误差)。由于不直接涉及本发明, 这种补偿在此将不做进一步讨论。

如以上所述，在多个元件安装单元同时操作以执行在一个印刷线路板上安装电子电路元件的操作时，该板在其对应于相应元件安装单元的相应区域中被提供有多个基准部分。这些基准部分由被提供给相应元件安装单元的相应识别设备来识别，并且相对于元件安装单元的印刷线路板的定位误差在识别设备输出的基础上被检测，因此通过将安装头移至依照板的所检测定位误差被补偿的相应位置，电子电路元件被安装于预定位置。如果印刷线路板仅具有一个用于每个元件安装单元的基准部分，不可能获得相对于每个元件安装单元的板的定位误差。

考虑到以上缺点，已提出使用机械定位设备以及使用板夹持 (hold) 设备和成像设备。例如，机械定位设备被安排以将定位销插入在印刷线路板中形成的多个定位孔，从而提高印刷线路板的定位精度。例如，采用平板架 (pallet) 形式的板夹持设备，被安排以将印刷线路板夹持于固定位置，而成像设备被安排以检测在由板夹持设备夹持时板的定位误差，因此板夹持设备在成像设备的输出的基础上被以高精度重新定位，从而提高了被安装于板上时电子电路元件的定位精度。

然而，机械定位设备在印刷线路板的定位精度上有局限，并且不容易对电子电路元件的安装精度有充分的提高。另一方面，被安排以在其上固定地夹持印刷线路板并且被以高精度重新定位的板夹持设备遭遇其结构复杂度不可避免地增加且其制造成本相应增加的问题。

发明内容

本发明考虑到上述背景状况。本发明的目的是确保在被安装于印刷线路板上时电子电路元件的定位精度有充分的提高，同时使多个元件安装单元被同时操作以执行在印刷线路板上安装电子电路元件的操作的这一类型电子电路元件安装系统的制造成本的增加最小。该目的可依照本发明任何一个以下模式而被实现；本发明采取以下形式：一种获得印刷线路板定位误差的方法，一种电子电路元件安装系统，一种用于获得印刷线路板定位误差的程序，一种电子电路元件安装程序，或一种电子电路元件安装系统。以下模式中的每个像随后的权利要求一样编号并且在适当的地方取决于其它模式以便容易理解本发明。应理解，本发明不局限于以下模式或其任何组合的技术特点。应进一步理解，被包括在本发明任何一个以下模式中的多个要素或特点不必要一起被提供，并且本发明可仅以根据相同模式描述的部件或特点中所选的一个或多个而被实

施。

(1) 一种获得印刷电路板定位误差的方法，在该印刷电路板上，元件待由多个元件安装单元来安装，每个元件安装单元包括安装头、可操作以移动安装头的头驱动设备和识别设备，所述方法包括：

板定位步骤，以元件安装单元的安排方向，相对于多个元件安装单元而定位印刷电路板以使多个元件安装单元安装头的移动区域覆盖印刷电路板的相应部分；

板基准部分识别步骤，操作多个元件安装单元的至少两个中的每个的识别设备以识别可由识别设备识别的印刷电路板的多个基准部分中的至少一个；

特定-特定位置获得步骤，基于在板基准部分识别步骤中至少两个元件安装单元的识别设备对以上所指每个基准部分的识别结果，在对以上所指至少两个元件安装单元分别为特定的相应特定坐标系统中，获得以上所指多个基准部分的至少一个的每个的特定位置；以及

定位误差获得步骤，在以上所指每个基准部分的特定位置的基础上，获得相对于多个元件安装单元特定坐标系统的印刷电路板的定位误差，所述特定位置已在特定位置获得步骤中获得。

在板基准部分识别步骤中，对应于以上所指至少两个元件安装单元的每个的印刷电路板的至少一个基准部分由相应的识别设备识别。在识别设备对每个基准部分的识别结果的基础上，元件安装单元的相应特定坐标系统中的每个所识别基准部分的特定位置在特定位置获得步骤中被获得。基于由此获得的印刷电路板基准部分的特定位置，相对于元件安装单元特定坐标系统的印刷电路板的定位误差在定位误差获得步骤中被获得。

在多个元件安装单元的相对定位误差小到可以忽略时，基于已在特定位置获得步骤中获得的特定坐标系统中的板基准部分的特定位置，相对于单独元件安装单元特定坐标系统的印刷电路板的定位误差能以高精度被获得。另一方面，在元件安装单元相对定位误差为相对大时，理想的是如以下所述首先获得元件安装单元的相对定位误差，并且在不但所获得的基准部分特定位置而且所获得的元件安装单元相对定位误差的基础上获得印刷电路板的定位误差。在任何这些情况下，通过控制元件安装单元同时考虑相对于元件安装单元的印刷电路板的所获定位误差，在

被安装于印刷电路板上时元件（例如，电子电路元件）的定位误差可被减小。

(2) 依照以上模式(1)的方法，其中通过以上所指至少两个元件安装单元中的每个的控制设备来实施特定位置获得步骤，并且定位误差获得步骤包括：(a) 控制至少两个元件安装单元中的每个的控制设备以接收多个基准部分的以上所指至少一个的每个的特定位置，其已通过其它元件安装单元中的每个的控制设备而被获得，以及(b) 基于从至少两个元件安装单元的其它中的每个的控制设备所接收的特定位置以及已通过每个元件安装单元的控制设备获得的多个基准部分的以上所指至少一个的每个的特定位置，获得印刷电路板的定位误差。

在通过以上所指至少两个元件安装单元的每个控制设备来实施特定位置获得步骤时，印刷电路板的至少一个基准部分的特定位置是通过每个控制设备而获得的，并且由此获得的特定位置被提供给每个其它元件安装单元中的控制设备。基于由其本身获得的至少一个基准部分的每个的特定位置以及从其它控制设备接收的至少一个基准部分的每个的特定位置，至少两个元件安装单元的每个的控制设备获得印刷电路板的定位误差。

(3) 依照以上模式(1)的方法，其中通过以上所指至少两个元件安装单元中的每个的识别设备对多个基准部分的以上所指至少一个的每个的识别结果被提供给公用计算机(common computer)，该计算机被共同(commonly)提供给所有多个元件安装单元，而特定位置获得步骤和定位误差获得步骤是通过公用计算机来实施的。

在依照以上模式(3)获得印刷电路板定位误差的方法中，相对于多个元件安装单元特定坐标系统的印刷电路板的定位误差通过公用计算机获得，该计算机被共同提供给那些多个元件安装单元。在本发明的这个模式中，仅使用一个计算机不是必须的，例如，本方法可使用两个公用计算机，也就是说，第一公用计算机被安排以处理识别设备对基准部分的识别结果并获得相对于识别设备的基准部分的定位误差，而第二公用计算机被安排以基于已由第一公用计算机获得的相对于识别设备的基准部分的定位误差，获得相对于元件安装单元的基准部分的定位误差，以及相对于元件安装单元的印刷电路板本身的定位误差。

(4) 依照任何以上模式(1) - (3)的方法，进一步包括在定位误

差获得步骤之前所实施的相对位置获得步骤，从而获得多个元件安装单元的相对位置，并且定位误差获得步骤包括不仅基于在特定位置获得步骤中获得的基准部分特定位置而基于在相对位置获得步骤中获得的元件安装单元相对位置，获得印刷线路板的定位误差。

相对位置获得步骤可以是在定位误差获得步骤之前获得多个元件安装单元相对位置的步骤，同时将所获得的相对位置存储于存储器并从存储器读出相对位置。可选的是，相对位置获得步骤可以是在定位误差获得步骤之前实际检测元件安装单元相对位置的步骤。在后者的情况下，作为相对位置获得步骤的相对位置检测步骤可在板基准部分识别步骤之前或之后、或者在特定位置获得步骤之后被实施。

(5) 依照以上模式(4)的方法，其中相对位置获得步骤包括：

机器基准部分识别步骤，操作在多个元件安装单元的安装头上提供的识别设备以识别在相对于安装头的位置被固定的多个机器基准部分，多个机器基准部分包括专门为多个元件安装单元提供的多个特定基准部分以及为多个元件安装单元中相邻的单元共同提供的至少一个公用基准部分；以及

基于在机器基准部分识别步骤中识别设备对机器基准部分的识别结果，获得多个元件安装单元中相邻单元之间的相对位置的步骤。

机器基准部分可被固定于在其上安装多个元件安装单元的机器底座上或者被固定于元件安装单元上。在依照以上模式(5)的方法中，相邻两个元件安装单元的识别设备被安排以识别对应于相邻两个元件安装单元的特定基准部分，以及被共同提供给相邻两个元件安装单元的公用基准部分。这相邻两个元件安装单元之间的相对位置可基于两个识别设备对主体的那些特定和公用基准部分的识别结果而被获得。在相邻两个元件安装单元之间的相对角度或旋转定位误差小到可以忽略时，这相邻两个单元之间的相对位置可通过仅对应于相邻两个单元的公用基准部分的两个识别设备的识别而被获得，而提供并识别特定基准部分不是获得相对位置所必须的。

(6) 依照以上模式(4)的方法，其中相对位置获得步骤包括：

准备具有沿多个元件安装单元安排方向上长度的基准板的步骤，所述长度大到足以贯穿多个元件安装单元中每个的安装头移动区域的至少一部分，基准板具有对应于每个元件安装单元安装头移动区域的至少一

个板基准部分;

板基准部分识别步骤, 定位基准板以使多个元件安装单元安装头的移动区域覆盖每个都具有至少一个基准部分的基准板相应部分, 并且操作在每个元件安装单元安装头上提供的识别设备以识别以上所指至少一个板基准部分的至少一个; 以及

获得多个元件安装单元相对位置的步骤, 基于在板基准部分获得步骤中识别设备对板基准部分的识别结果。

相邻两个元件安装单元之间的相对位置可通过使用基准板而容易地检测, 该基准板的长度足以贯穿每个元件安装单元安装头移动区域的至少一部分, 并且该基准板具有对应于每个元件安装单元安装头移动区域的至少一个板基准部分。在相邻两个元件安装单元之间的相对角度或旋转定位误差小到可以忽略时, 相邻单元的相对位置可通过对对应于每个单元的安装头移动区域的仅一个板基准部分的识别而被获得。在相对角度定位误差不是小到可以忽略时, 需要基准板具有对应于每个单元的安装头移动区域的至少两个板基准部分, 从而精确地检测相对位置。

(7) 依照任何一个以上模式(1)-(4)的方法, 其中识别设备在多个元件安装单元中的每个的安装头上被提供。

优选的是, 印刷线路板的基准部分为在印刷线路板上提供的基准标记, 而识别设备为可操作以获取基准标记图像的成像设备。尽管识别设备可由专门的驱动设备来移动, 在安装头的移动区域内, 识别设备优选地在安装头上被提供。在识别设备被提供于安装头时, 获得印刷线路板定位误差的系统可被简化构造并且可被减小成本而使用。此外, 印刷线路板定位误差的检测精度可在专门提供用于移动识别设备的驱动设备不存在的情况下被提高, 这是由于印刷线路板的所检测定位误差将不受用于安装头的驱动设备和用于识别设备的驱动设备之间相对定位误差的影响。

(8) 依照任何一个以上模式(1)-(7)的方法, 其中定位误差获得步骤包括步骤: 基于已在特定位置获得步骤中获得的多个基准部分的以上所指至少一个的每个的特定位置, 获得相对于特定于多个元件安装单元的特定坐标系统的用于印刷线路板的虚坐标系统。

用于印刷线路板的虚坐标系统是一种相对于板而不是元件安装单元来限定板基准部分位置的坐标系统。在印刷线路板尺度误差小到可以忽

略时，板的虚坐标系统与为标称尺度的板所设置的标称坐标系相同。不管印刷线路板的尺度误差是否小到可以忽略，相对于每个元件安装单元特定坐标系统的印刷线路板虚坐标系统的位置被认为是表示了相对于每个单元特定坐标系统的印刷线路板的一种定位误差。

(9) 一种将电子电路元件安装于印刷线路板上的方法，包括：

如在任何一个以上模式(1)-(8)中所限定的，获得印刷线路板定位误差的方法中的板基准部分识别步骤、特定位置获得步骤和定位误差获得步骤；以及

安装步骤，通过多个元件安装单元将电子电路元件安装于印刷线路板上，从而使元件安装位置被补偿至少在定位误差获得步骤中获得的印刷线路板的定位误差，在所述安装位置处，印刷线路板和多个元件安装单元的安装头被相对于彼此而定位以将电子电路元件安装于印刷线路板上。

在依照以上模式(9)的元件安装方法中，印刷线路板和安装头相对于彼此被定位以在板上安装电子电路元件的位置被补偿相对于元件安装单元的板的定位误差，因此，在被安装于板上时电子电路元件的定位精度可被显著提高。

(10) 依照以上模式(9)的方法，其中定位误差获得步骤包括步骤：基于已在特定位置获得步骤中获得的多个基准部分的以上所指至少一个的每个的特定位置，获得相对于对多个元件安装单元特定的特定坐标系统的用于印刷线路板的虚坐标系统，安装电子电路元件的本方法进一步包括转换步骤：基于用于标称印刷线路板的标称坐标系、为印刷线路板所获得的虚坐标系统以及元件安装单元的特定坐标系之间的位置关系，将在为标称印刷线路板所设置的标称坐标系中预定的电子电路元件的多个安装点的坐标值转换为涉及特定坐标系中安装点的值。

在转换步骤中获得的“涉及安装点的值”可表示在印刷线路板上由安装头实际安装电子电路元件的元件安装位置。可选的是，涉及安装点的值可表示安装头元件安装位置的补偿量，从而将印刷线路板不具有尺度和定位误差的预定安装点改变为板具有定位误差（以及尺度误差，小到可以忽略）的实际安装点。特定坐标系中电子电路元件安装点的坐标值以及安装头的补偿量可通过印刷线路板标称和虚坐标系统以及元件安装单元特定坐标系之间的坐标值转换而被获得。

(11) 一种用于获得印刷电路板定位误差的程序, 在该印刷电路板上, 元件待由多个元件安装单元安装, 每个单元包括安装头、可操作以移动安装头的头驱动设备以及识别设备, 该程序包括:

板定位步骤, 以元件安装单元的安排方向, 相对于多个元件安装单元而定位印刷电路板以使多个元件安装单元的安装头的移动区域覆盖印刷电路板的相应部分;

识别结果获得步骤, 操作多个元件安装单元至少两个中的每个的识别设备以识别可由识别设备识别的印刷电路板多个基准部分的至少一个, 并且获得一信息, 该信息表示通过以上所指至少两个元件安装单元的识别设备对多个基准部分中以上所指的至少一个的每个的识别结果;

特定位置获得步骤, 基于在识别结果获得步骤中获得的识别结果, 在对以上所指至少两个元件安装单元分别为特定的相应坐标系统中, 获得多个基准部分中以上所指的至少一个的每个的特定位置; 以及

定位误差获得步骤, 基于多个基准部分中以上所指至少一个的每个的特定位置, 获得相对于多个元件安装单元特定坐标系统的印刷电路板的定位误差, 所述特定位置已在特定位置获得步骤中获得。

依照以上模式(11)的程序由共同提供给多个元件安装单元的计算机来执行。识别结果获得步骤可被设计以从识别设备获得有关印刷电路板基准部分的数据, 或者表示识别设备和板基准部分之间相对位置的信息, 所述信息已通过被提供用于处理有关所识别基准部分的数据的另一计算机而被获得。在前者的情况下, 特定位置获得步骤包括步骤: 处理有关印刷电路板所识别基准部分的数据以获得基准部分和识别设备之间的相对位置。

(12) 一种用于获得印刷电路板定位误差的程序, 在该印刷电路板上, 电子电路元件待由电子电路元件安装系统安装, 该系统包括: (a) 多个元件安装单元, 沿直线被安排并包括相应的安装头和可操作以移动相应安装头的头驱动设备, (b) 输运设备, 可操作以沿直线传递印刷电路板并在相对于多个元件安装单元中至少两个单元的预定位置处停止印刷电路板以使以上所指至少两个单元的安装头移动区域覆盖印刷电路板的相应部分, (c) 多个单独控制设备, 包括相应的计算机并可操作以分别控制多个元件安装单元, 以及 (d) 多个识别设备, 分别被提供给多个元件安装单元并可操作以识别在预定位置处停止的印刷电路板的基准部

分，所述程序由每个计算机执行并包括：

定位误差获得步骤，相对于对以上所指至少两个单元之一为特定的特定坐标系统，基于在用于至少两个单元的以上所指的一个的特定坐标系统中印刷线路板的至少一个基准部分的位置，以及对至少两个单元的另一个为特定的特定坐标系统中至少另一个基准部分的位置，获得在预定位置处停止的印刷线路板的定位误差；以上所指至少一个和至少一个基准部分的位置是在通过对应于以上所指至少两个单元的以上所指的一个和另一个的识别设备对以上所指至少一个和至少另一个基准部分的识别结果的基础上被获得的。

依照以上模式（12）的程序由被提供给相应元件安装单元用于控制这些单元的每个单独控制设备的计算机来执行。

应理解，用于获得印刷线路板定位误差的本程序可结合根据以上模式（4）-（8）和以下的（14）在以上描述的任何技术特点。应指出，本发明提供了一种获得印刷线路板定位误差的方法，其依照以上模式（12）的程序来实践。

（13）一种用于通过电子电路元件安装系统将电子电路元件安装于印刷线路板上的程序，该系统包括：（a）多个元件安装单元，沿直线被安排并包括相应的安装头和可操作以移动相应安装头的头驱动设备，（b）输运设备，可操作以沿直线传递印刷线路板并在相对于多个元件安装单元的至少两个单元的预定位置处停止印刷线路板以使以上所指的至少两个单元的安装头移动区域覆盖印刷线路板的相应部分，（c）多个单独控制设备，包括相应的计算机并可操作以分别控制多个元件安装单元，以及（d）多个识别设备，分别被提供给多个元件安装单元并可操作以识别在预定位置处停止的印刷线路板的基准部分，所述程序由每个计算机执行并包括：

定位误差获得步骤，相对于对以上所指至少两个单元之一为特定的特定坐标系统，基于在用于以上所指至少两个单元的以上所指的一个的特定坐标系统中印刷线路板的至少一个基准部分的位置，以及对至少两个单元的另一个为特定的特定坐标系统中至少另一个基准部分的位置，获得在预定位置处停止的印刷线路板的定位误差；以上所指至少一个和至少另一个基准部分的位置是在通过对应于以上所指至少两个单元的一个和另一个的识别设备对以上所指至少一个和至少另一个基准部分的识

别结果的基础上被获得的；以及

安装控制步骤，对为标称印刷电路板而预定的电子电路元件的多个标称安装点补偿至少在定位误差获得步骤中获得的印刷电路板的定位误差，并且控制多个元件安装单元的以上所指的至少两个单元以在所补偿的标称安装点处安装电子电路元件。

依照以上模式（13）的程序由被提供给相应元件安装单元、用于控制这些单元的每个单独控制设备的计算机来执行

应理解，用于在印刷电路板上安装电子电路元件的本程序可结合根据以上模式（4）-（8）和以下的（14）在以上描述的任何技术特点。

（14）一种被安排以将电子电路元件安装于印刷电路板上的电子电路元件安装系统，包括：

多个元件安装单元，沿直线被安排并包括相应的安装头和可操作以移动相应安装头的头驱动设备；

输运设备，可操作以沿直线传递印刷电路板并在相对于多个元件安装单元的至少两个单元的预定位置处停止印刷电路板以使以上所指的至少两个单元的安装头移动区域覆盖印刷电路板的相应部分；

多个单独控制设备，包括相应的计算机并可操作以分别控制多个元件安装单元；

多个识别设备，分别被提供给多个元件安装单元并可操作以识别在预定位置处停止的印刷电路板的基准部分；

定位误差获得设备，被连接于多个识别设备，从而相对于对以上所指至少两个单元之一为特定的特定坐标系统，基于在用于以上所指至少两个单元的以上所指至少一个的特定坐标系统中印刷电路板的至少一个基准部分的位置，以及对以上所指至少两个单元的另一个为特定的特定坐标系统中至少另一个基准部分的位置，获得在预定位置处停止的印刷电路板的定位误差；以上所指至少一个和至少另一个基准部分的位置是在通过对应于至少两个单元的以上所指至少一个和至少另一个的识别设备对以上所指至少一个和至少另一个基准部分的识别结果的基础上被获得的；以及

补偿设备，可操作以对为印刷电路板而预定的电子电路元件的多个标称安装点补偿至少由定位误差获得设备获得的印刷电路板的定位误差，

并且其中多个元件安装单元中至少两个单元的至少两个控制设备可操作以控制以上所指的至少两个单元，从而在由补偿设备补偿的安装点处安装电子电路元件。

定位误差获得设备和补偿设备可被并入任何一个单独控制设备。定位误差获得设备和补偿设备的至少一个可被除了以上所指的的控制设备以外的另一个计算机结合。

依照以上模式(14)的电子电路元件安装系统被安排以获得相对于元件安装单元的以上所指至少两个单元之一的特定坐标系统的印刷线路板的定位误差，以及相对于以上所指至少两个单元的另一个的特定坐标系统的板的定位误差。基于相对于至少两个单元的印刷线路板的所获定位误差，对至少两个单元补偿电子电路元件的标称安装点，并且这至少两个单元被同时操作以在所补偿的标称安装点处安装电子电路元件。

依照以上模式(14)的电子电路元件安装系统适合于实践依照以上模式(9)的电子电路元件安装方法。

应理解，依照以上模式(14)的电子电路元件安装系统可结合在以上(1)-(8)和(10)-(13)所描述的任何一个技术特点。

(15)依照以上模式(14)的电子电路元件安装系统进一步包括：相对位置获得设备，可操作以获得多个元件安装单元的以上所指至少两个单元的相对位置；并且定位误差获得设备可操作以基于以上所指至少一个和至少另一个基准部分的位置以及由相对位置获得设备获得的至少两个单元的相对位置，获得相对于以上所指至少两个单元的以上所指的一个的印刷线路板的定位误差。

附图说明

当与附图一起考虑时，通过阅读本发明优选实施例的以下详述，将较好地理解本发明的以上和其它目的、特点、优点以及工业和技术意义，在附图中：

图1为示意性地示出依照本发明一个实施例的电子电路元件安装系统的平面图；

图2为示出以上所指电子电路元件安装系统的一部分的侧面视图(一部分在横截面中)；

图3为示出以上所指电子电路元件安装系统的另一部分的正面视图(一部分在横截面中)；

图 4 为沿图 3 中箭头 IV 的方向所取的视图；

图 5 为示出以上所指系统的安装头的侧面视图（一部分在横截面中）；

图 6 为示意性地示出以上所指电子电路元件安装系统的控制设备的方块图；

图 7 为示出由以上所指控制设备执行的相对位置检测例行程序的流程图；

图 8 为示出由以上所指控制设备执行的印刷电路板定位误差检测例行程序的流程图；

图 9 为说明依照以上所指相对位置检测例行程序和印刷电路板定位误差检测例行程序的操作的视图；

图 10 为示出依照本发明另一实施例的电子电路元件安装系统的元件安装单元主要部份的正面视图（一部分在横截面中）；

图 11 为示意性地示出以上所指电子电路元件安装系统的控制设备的方块图；

图 12 为示出由以上所指控制设备执行的相对位置检测例行程序的流程图；

图 13 为说明依照以上所指相对位置检测例行程序的操作的视图；

图 14 为示出依照本发明另外实施例的电子电路元件安装系统的平面图；

图 15 为示出以上所指的电子电路元件安装系统的侧面视图；

图 16 为示出以上所指的电子电路元件安装系统的主要部分的正面视图；

图 17 为示意性地示出以上所指电子电路元件安装系统的控制设备的方块图；

图 18 为示出被用于检测以上所指电子电路元件安装系统中元件安装单元的相对位置的基准板的平面图；

图 19 为示出由以上所指控制设备执行的相对位置检测例行程序的流程图；以及

图 20 为示出电子电路元件待由以上所指电子电路元件安装系统安装于其上的印刷电路板的平面图。

具体实施方式

将详述依照本发明的电子电路元件安装系统。在图 1 中，参考符号 10 表示机器底座。在该机器底座 10 上，放置了印刷线路板输运机 14 形式的输运设备，其被安排以在一个水平方向上馈送印刷线路板 12；以及元件安装设备 18，被安排以将电子电路元件（以下被简称为“元件”）16 安装于印刷线路板 12 上。元件 16 之一在图 5 中被示出。在机器底座 10 上，亦放置了元件供应设备 20，被安排以给元件安装设备 18 供应元件 16。

印刷线路板输运机 14（以下简称为“板输运机 14”）被提供有一对侧框架 30、32，其在印刷线路板 12 的馈送方向上即在图 1 中所示的 X 轴方向上延伸。这些侧框架 30、32 具有用作如图 2 中所示引导印刷线路板 12 的引导器 33 的相应部分。侧框架 30 为被固定在机器底座 10 上的固定框架，而另一个侧框架 32 为可移动地安装在机器底座 10 上的可移动框架，因此可移动框架 32 在亦示出于图 1 的 Y 轴方向上可向着或离开固定框架 30 而移动。为移动可移动框架 32，提供了移动设备（未示出），其被操作地连接于可移动框架 32 的较低部分以在 Y 轴方向上移动可移动框架 32。固定和可移动侧框架 30、32 被提供有相应的环状或环形输运机皮带 34，它们彼此同步地通过输运机驱动马达 36（在图 6 中示出）形式的驱动源而被驱动以馈送印刷线路板 12。

在板输运机 14 的侧框架 30、32 对之间，放置了被安排以支持印刷线路板 12 的多个印刷线路板支持设备 42。印刷线路板支持设备 42（以下简称为“板支持设备 42”）沿板输运机 14 馈送印刷线路板 12 的 X 轴方向被安排。每个板支持设备 42 在其下游端被提供有阻挡设备（stopper device），其被安排用于与印刷线路板 12 的下游端面邻接接触，从而在 X 轴方向上定位印刷线路板 12。

板支持设备 42 包括被提供有在其上安装的多个支持销 72 的支持平台 70，以及可操作以垂直移动支持平台 70 的平台升降设备 76。平台升降设备 76 包括气缸 80 形式的激励器，可操作以将支持平台 70 垂直移动于印刷线路板 12 由支持销 72 支持的支持位置或上部位置与印刷线路板 12 被允许在水平方向上（在 X 轴方向上）移动的非操作位置或下部位置之间。每个侧框架 30、32 具有面向上的支持表面 82 和用枢轴支持的夹具（clamping member）84，因此印刷线路板 12 在侧框架 30、32 的支持表面 82 和夹具 84 之间的垂直方向上被夹住。

元件供应设备 20 为馈送机类型，其被安排以一个接一个地将元件 16

相继馈送到预定元件供应位置。馈送机类型的元件供应设备 20 包括支持块 92、被固定在支持块 92 上的元件供应台 94 以及在元件供应台 94 上沿 X 轴方向安排的多个元件馈送机 90，这样元件馈送机 90 的元件供应部分被与平行于 X 轴方向的直线对准。每个元件馈送机 90 被构造以馈送一连串元件 16，这样元件 16 一个接一个地到达其元件供应部分。例如，每个元件馈送机 90 被安排以馈送容纳一连串元件 16 的载体带 (carrier tape) (未示出)。

元件安装设备 18 包括多个元件安装单元 100，其在 X 轴方向上被并排安排，如图 1 和 3 中所示。相邻的两个元件安装单元 100 具有相应的安装区域 102，其在一个或两个相对的端部相互重叠。如图 1 中所示，元件安装单元 100 具有相应的主体 104，其在 X 轴方向上被固定安排于机器底座 10 上，而没有相邻单元 100 之间的间隙，并且沿 Y 轴方向在板输运机 14 上延伸，具有足够的长度以到达元件供应设备 20。滚珠丝杠 (ballscrew) 106 形式的进给丝杠 (feedscrew) 被固定于每个元件安装单元 100 的主体 104 的下侧，从而使滚珠丝杠 106 在 Y 轴方向上延伸。进给丝杠 106 被保持与固定于 Y 轴滑体 (slide) 108 的球状螺母 110 接合。当滚珠丝杠 106 通过 Y 轴驱动伺服马达 112 (图 6 中示出) 形式的驱动源旋转时，Y 轴滑体 108 在由固定于主体 104 的导轨 114 引导的同时在 Y 轴方向上被移动。滚珠丝杠 106、球状螺母 110 和 Y 轴驱动伺服马达 112 彼此合作以构成 Y 轴滑体驱动设备。

在每个元件安装单元 100 的 Y 轴滑体 108 的下侧，固定了在 XY 平面中也就是在垂直于 Y 轴方向的 X 轴方向上延伸的支持组件 120，因此支持组件 120 相对于 Y 轴滑体 108 不能移动。如图 4 中所示，相邻两个元件安装单元 100 的每个支持组件 120 在 X 轴方向上超过相应主体 104 的相对端延伸，这样支持组件 120 相对的端部分于相邻主体 104 下面的相应空间中。相邻元件安装单元 100 的支持组件 120 具有相应的不同垂直位置以防止当相应的 Y 轴滑体 108 在 Y 轴方向上移动时在其之间的干扰。具体而言，间隔装置 (spacer) 122 被插入相邻两个元件安装单元 100 之一的支持组件 120 和 Y 轴滑体 108 之间，而间隔装置 122 不被插入相邻两个元件安装单元 100 的另一个的支持组件 120 和 Y 轴滑体 108 之间，因此以上所指的另一个单元 100 的 Y 轴滑体 108 直接停留在相应的支持组件 120 上。在这个安排中，相邻两个元件安装单元 100 之一的支持组

件 120 具有相对低的水平，而另一个单元 100 的支持组件 120 具有相对高的水平。

如图 3 中所示，X 轴滑体 126 通过如图 4 中所示横截面为 U 形的引导块 124 由每个元件安装单元 100 的支持组件 120 来支持。X 轴滑体 126 由如图 4 中所示被并入支持组件 120 的线性马达 128 在 X 轴方向上移动。线性马达 128 为线性 DC 无刷马达，包括被提供有多个永磁体的定子 130 和每个被提供有多个线圈的一对可移动组件 132。定子 130 被固定于支持组件 120 的内表面以使定子 130 具有水平姿态 (attitude)。所述的一对可移动组件 132 位于定子 130 的上面和下面，在垂直方向上有其之间的适量间隙，并且在其自由端被相互整体连接以形成 U 形的可移动结构，起到线性马达 128 的可移动部分 134 的作用。可移动部分 134 通过控制被施加给可移动组件 132 的线圈的电流量随着引导块 124 被移动到相对于定子 130 的所需位置。引导块 124 通过多个球 136 被保持与支持组件 120 接合，所述球在其之间被插入。这样，支持组件 120 和引导块 124 合作以构成用于引导线性马达 128 可移动部分 134 移动的引导器。

X 轴滑体 126 被固定于引导块 124 的下侧，因此 X 轴滑体 126 随着引导块 124 移动。X 轴滑体 126 包括被支持部分 140 和从被支持部分 140 向下延伸的主体部分 142。X 轴滑体 126 在其被支持部分 140 处被固定于引导块 124。X 轴滑体 126 的主体部分 142 运载安装头 144，其被安排以通过抽吸来抓取元件 16 并将元件 16 安装于印刷线路板 12 上。主体部分 124 另外载运基准标记相机 148 形式的成像设备，其可操作以获取在印刷线路板 12 上提供的基准标记 146 的图像，如图 1 中所示。在本实施例中的每个元件安装单元 100 中，安装头 144 和基准标记相机 148 被安排在 Y 轴方向上，如图 4 中所示。

如上述，多个元件安装单元 100 被安排在 X 轴方向上以使相邻元件安装单元 100 的支持组件 120 具有相应的不同垂直位置。然而，相邻两个元件安装单元 100 的 X 轴滑体 126 具有相同的垂直位置，如图 3 中所示。也就是说，具有与以上所指间隔装置 122 相同的垂直或高度尺度的间隔装置 150 被插入元件安装单元 100 中 X 轴滑体 126 和引导块 124 之间，该元件安装单元 100 的支持组件 120 具有相对高的垂直位置或标高。另一方面，在支持组件 120 具有相对低的垂直位置或标高的元件安装单元 100 中，X 轴滑体 126 被直接附着于引导块 124。这样，所有 X 轴滑体

126 具有相同的垂直位置。

基准标记相机 148 为 CCD 相机，其被固定放置在 X 轴滑体 126 上以使 CCD 相机在垂直方向上延伸并面向下。圆环 (ring) 形式的照明设备 152 被放置以与基准标记相机 148 的光轴对准。当基准标记 146 由基准标记相机 148 来成像时，照明设备 152 可操作以照射印刷线路板 12 的表面。在本实施例中，基准标记相机 148 亦可操作以获取将被描述的校准标记 160 的图像。

如图 1 中所示，在板输运机 14 的固定框架 30 和元件供应设备 20 之间的 Y 轴位置处并在由板支持设备 42 夹持时与印刷线路板 12 的元件安装表面相同的垂直位置处，校准标记 160 被固定提供作为机器底座 10 上的机器基准部分。校准标记 160 确切地以 X 轴方向上的预定间隔或间距被精确安排在 X 轴方向上 (在元件馈送方向上)。具体而言，校正标记 160 由公用于相邻两个元件安装单元 100 的公用标记 160a 和对相应元件安装单元 100 为特定的特定标记 160b 组成。每个特定标记 160b 位于一个 X 轴位置，它是 X 轴方向上相应元件安装单元 100 的基准标记相机 148 的成像区域的中心点，而每个公用标记 160a 位于 X 轴方向上相邻两个特定标记 160b 之间，即位于相邻两个元件安装单元 100 的基准标记相机 148 的成像区域的边界。基准标记相机 148 的成像区域为相机 148 可操作以获取图像的区域。更具体而言，这些基准标记 160 的图像由基准标记相机 148 获取以检测元件安装单元 100 的相对位置，其被用于检测印刷线路板 12 的定位误差。

元件安装单元 100 的每个安装头 144 具有类似于 JP-A-7-45996 中所公开的构造。如图 5 中所示，安装头 144 具有抽吸喷嘴 170 形式的元件抓取器、用于抓取抽吸喷嘴 170 的喷嘴抓取器 172、抓取器升降设备 174 以及抓取器旋转设备 176。抓取器升降设备 174 可操作以向着和离开印刷线路板 12 而在垂直于水平 XY 平面的垂直方向上移动喷嘴抓取器 172，也就是说，升降喷嘴抓取器 172。抓取器旋转设备 176 可操作以使喷嘴抓取器 172 关于其旋转垂直轴旋转。

抓取器升降设备 174 包括被可移动地放置在固定于主体部分 142 的支架 170 上的可垂直移动组件 180 以及可操作以垂直移动可垂直移动组件 180 的垂直移动设备 182。垂直移动设备 182 包括垂直驱动马达 184 形式的驱动源以及滚珠丝杠 192 形式的馈进丝杠，垂直驱动马达 184 的

旋转运动通过旋转传输设备被传输给该丝杠，所述旋转传输设备包括驱动滑轮 186、被驱动滑轮 188 和驱动皮带 190。滚珠丝杠 192 被放置在主体部分 142 上以使滚珠丝杠 192 相对于主体部分 142 可绕其垂直轴旋转，但相对于主体部分 142 在轴向不能移动。滚珠丝杠 192 被保持与固定于可垂直移动组件 180 的球状螺母 194 接合，因此当滚珠丝杠 192 由垂直驱动马达 184 旋转时，可垂直移动组件 180 垂直移动。可垂直移动组件 180 的垂直移动通过引导杆 196 形式的引导组件来引导。驱动滑轮 186 和被驱动滑轮 188 为定时 (timing) 滑轮，而驱动皮带 190 为定时带子。

喷嘴抓取器 172 包括杆 200，其由可垂直移动组件 180 支持以使球状杆 200 相对于可垂直移动组件 180 可绕其垂直轴旋转，但相对于组件 180 在轴向不能移动。抓取器旋转设备 176 包括旋转驱动马达 202 形式的驱动源以及旋转传输设备，包括驱动齿轮 204 和被驱动齿轮 206。旋转驱动马达 202 的旋转运动通过旋转传输设备 202、204 被传输给杆 200。

抽吸喷嘴 170 被可拆卸地附着于杆 200 的较低端部分，所述杆从可垂直移动组件 180 向下延伸。当杆 200 被旋转时，抽吸喷嘴 170 绕其垂直轴旋转。当杆 200 随可垂直移动组件 180 垂直移动时，抽吸喷嘴 170 随杆 200 垂直移动。抽吸喷嘴 170 具有抽吸管 210，负压可通过杆 200 形成的真空通道 212 和可垂直移动组件 180 形成的真空通道 (未示出) 等从负压源 (未示出) 施加于该抽吸管。抽吸管 210 可操作以通过负压下的抽吸来抓取元件 16。在抽吸管 210 处附着了圆形反射板 214。在所示的实施例中，抽吸喷嘴 170 位于 X 轴滑体 126 上的一个位置，该滑体离元件供应设备 20 相对近。

本电子电路元件安装系统包括多个控制设备 240，其一被示意性地示出于图 6。控制设备 240 被提供给相应的元件安装单元 100 并被安排以相互独立地控制元件安装单元 100。每个控制设备 240 主要由计算机 250 构成，该计算机结合了 CPU (中央处理单元) 242、ROM (只读存储器) 244、RAM (随机存取存储器) 和互连这些部件的总线 248。计算机 250 进一步结合了输入输出接口 252，其通过驱动器电路 260 被连接于各种激励器，如 Y 轴驱动伺服马达 112 和线性马达 128。驱动马达如 Y 轴驱动伺服马达 112、垂直驱动马达 184 和旋转驱动马达 202 的旋转量由编码器来检测，其输出信号被施加给控制设备 240。在图 6 中，为了举例，仅用于检测 Y 轴驱动伺服马达 112 旋转量的编码器 262 被示出。

零点检测器 264 和位置检测器 266 被提供用于检测由线性马达 128 定位的 X 轴滑体 126 的零点和当前位置。该零点检测器 264 和位置检测器 266 的输出信号通过输入输出接口 252 被施加给控制设备 240。在输入输出接口 252 处亦通过控制电路 270 连接了基准标记相机 148。表示由基准标记相机 148 所获取图像的图像数据由图像处理计算机 272 来处理，而图像处理计算机 272 的输出被施加给控制设备 240。在输入输出接口 252 处亦连接了主计算机 280 和部件 (parts) 数据发生器 (PDG) 282。该主计算机 280 和部件数据发生器 282 被连接于用于一组元件安装单元 100 的控制设备 240，因此如果需要，有关单独元件安装单元 100 的信息和有关印刷电路板 12 的信息 (具体而言，有关基准标记 146 的信息) 可在主计算机 280 和元件安装单元 100 之间传输和接收。计算机 250 的 ROM 244 和 RAM 246 被提供以存储主程序和用于控制相应元件安装单元 100 的操作的各种其它控制程序。

将描述如上述构造的电子电路元件安装系统的操作。由于该系统的元件安装操作类似于现有技术，因此仅涉及本发明原理的操作的那些方面将被详述。

一开始，其上待安装元件 16 的印刷电路板 12 由板输运机 14 传递并由对应于板 12 的板支持设备 42 的阻挡设备停止。也就是说，印刷电路板 12 被停止于相应元件安装单元 100 的适当位置以使在其中安装元件 16 的每个印刷电路板 12 的元件安装区域与相应元件安装单元 100 的安装区域 102 (在图 1 中示出) 对准，更精确地说，位于安装区域 102 内。在该特定实例中，两个印刷电路板 12 相对于相应两个元件安装单元 100 的安装区域 102 而被定位。

然后，每个印刷电路板 12 被提升至其操作位置，在此板 12 由相应的板支持设备 42 来支持。在该位置，元件 16 由系统的元件安装设备 18 安装于板 12 上。然而，在元件安装设备 18 的操作之前，获得每个元件安装单元 100 和相应的板 12 之间相对位置的操作被执行。

具有在其上被提供的两个基准标记 146 的印刷电路板 12 被定位以使两个基准标记 146 位于相邻两个元件安装单元 100 的基准标记相机 148 的相应成像区域内，并且两个基准标记 146 的图像由两个基准标记相机 148 获取。基于从基准标记相机 148 所获取图像而获得的两个基准标记 146 的位置，以及表示两个相邻元件安装单元 100 预定相对位置的所存信息，

为两个相邻元件安装单元 100 中的每个而获得印刷电路板 12 的定位误差。获得两个基准标记 146 的位置而不是一个基准标记 146 的位置的这种安排允许有检测印刷电路板 12 定位误差的较高精度，具体而言，检测相对于元件安装单元 100 的板 12 的角度定位误差的较高精度。

开始，将描述待在本电子电路元件安装系统中执行的相对位置检测例行程序，作为获得有关相邻两个元件安装单元 100 之间相对位置的信息的例行程序。在完成本电子电路元件安装系统的一系列元件安装操作时，或在系统维护检查的预定时间，该相对位置检测例行程序被执行。可在系统日常检查时或在一系列元件安装操作期间的预定时间间隔时执行例行程序。在本实例中，每个印刷电路板 12 相对于相邻两个元件安装单元 100 而被定位，从而使两个单元 100 覆盖板 12 的元件安装区域的相应部分，因此，两个单元 100 的元件安装操作同时对由此被定位的印刷电路板 12 执行。然而，具有相对小尺寸的每个印刷电路板 12 可被定位以与相应的元件安装单元 100 对准，因此单元 100 的元件安装操作在板 12 的元件安装区域中被执行。可选的是，具有相对大尺寸的每个印刷电路板 12 可被定位以使三个或更多单元 100 覆盖板 12 的元件安装区域的相应部分，因此，三个或更多单元 100 的元件安装操作同时对板 12 进行。

一开始，相对位置检测例行程序将仅被简述。在校准标记 160 被提供于机器底座 10 上的本实施例中，校准标记 160 的每个公用标记 160a 位于相邻两个元件安装单元 100 的基准标记相机 148 的成像区域之间的边界，而每个特定标记 160b 位于连接相邻两个公用标记 160a 的直段的中点。基于由基准标记相机 148 所获取的校准标记 160 的图像，在对每个基准标记相机 148 为特定、即对相邻两个元件安装单元 100 中的每个为特定的特定坐标系中，可获得校准标记 160 的特定位置。

通常，相邻两个元件安装单元 100 不仅具有相对于标称 X 轴和 Y 轴相对位置的、水平 XY 平面中也就是 X 轴和 Y 轴方向上的水平相对定位误差，而且具有相对于标称相对角度位置的、有关垂直于 XY 平面的垂直轴或 Z 轴的角度或旋转相对定位误差。基于由相邻两个元件安装单元 100 中的每个的基准标记相机 148 所获取的公用和特定标记 160a、160b 的图像，这些水平定位误差以及角度或旋转定位误差作为相邻元件安装单元 100 的相对位置而被获得。标记 160a、160b 的图像表示基准标记相机 148 的位置并因此表示相邻两个元件安装单元 100 相对于标记 160a、160b 的

位置。

这样，对应于一组相邻元件安装单元 100（在本实例中为相邻两个单元 100）中每个单元 100 的一个公用标记和一个特定标记 160b 的图像由相邻单元 100 中每个的基准标记相机 148 获取，并且由基准标记相机 148 由此获得的图像数据被发送给图像数据处理计算机 272 并由该计算机 272 处理，从而在对相应基准标记相机 148 为特定的坐标系统中获得对应于每个单元 100 的公用和特定标记 160a、160b 的特定位置。为相邻两个元件安装单元 100 之一而被获取的公用和特定标记 160a、160b 的特定位置被提供给用于相邻两个单元 100 中另一个的控制设备 240。类似地，为另一个单元 100 而被获取的公用和特定标记 160a、160b 的特定位置被提供给用于以上所指一个单元 100 的控制设备 240。基于在相应基准标记相机 148 的特定坐标系统中获得的公用和特定标记 160a、160b 的特定位置，以及已在另一个单元 100 的相机 148 的特定坐标系统中获得的并且已从用于另一个单元 100 的控制设备 240 接收的公用和特定标记 160a、160b 的特定位置，用于相邻两个单元 100 中的每个的控制设备 240 获得那个单元 100 相对于另一个单元 100 的水平和角度定位误差。

接下来参考图 7 的流程图，相对位置检测例行程序将被详述。当在操作者控制面板（未示出）上提供的适当的可手动操作组件由系统操作者来操作时，本相对位置检测例行程序由用于每个元件安装单元 100 的控制设备 240 开始。该例行程序的内容对于相邻两个元件安装单元 100 是相同的。为了举例，将针对相邻两个单元之一也就是第一元件安装单元 100 来描述例行程序。

相对位置检测例行程序以步骤 S1 开始，用于确定标志 F1 是否被设置为“0”。由于标志 F1 已被复位为初始值“0”，肯定的决定（YES）在执行例行程序的第一循环中的步骤 S1 中获得，并且控制流程转到步骤 S2，在其中公用标记 160a 和特定标记 160b 的图像由第一元件安装单元 100 的基准标记相机 148 获取。步骤 S2 之后为步骤 S3，在其中相对于第一单元 100 的校准标记 160a、160b 的特定位置在由相机 148 所获的校准标记 160a、160b 的图像数据的基础上被获得。也就是说，公用标记 160a 的特定位置 (X12, Y12) 和特定标记 160b 的特定位置 (X11, Y11) 被获得，如图 9 中所示。表示这些特定位置的信息被存储于第一单元 100 的控制设备 240 的 RAM 246，并通过主计算机 280 被传输给相邻两个单元 100 的

另一个也就是第二单元 100 的控制设备 240。依照中断处理，在用于第二单元 100 的控制设备 240 中，从用于第一单元 100 的控制设备 240 接收的特定位置 (X12, Y12) 和 (X11, Y11) 被存储于 RAM 246。控制流程转到步骤 S4 以设置标志 F1 为“1”，然后转到步骤 S5 以确定表示用于第二单元安装单元 100 的公用和特定标记 160a、160b 的特定位置的信息是否已从相应的控制设备 240 被接收。一直到在步骤 S5 中获得肯定的决定 (YES)，即一直到已从相应的控制设备 240 接收信息，步骤 S1 和 S5 被重复实施，而步骤 S2-S4 被跳过。

在第二单元安装单元 100 中，相对位置检测例行程序亦被执行以获得用于第二单元 100 的公用和特定标记 160a、160b 的特定位置 (X21, Y21) 和 (X22, Y22)，而表示这些特定位置的信息通过主计算机 280 被传输给用于第一单元 100 的控制设备 240。如果该信息尚未被用于第一单元 100 的控制设备 240 接收，在步骤 S5 中获得否定的决定 (NO)，并且图 7 的例行程序执行的第一循环被终止。如果表示公用和特定标记 160a、160b 的特定位置 (X21, Y21) 和 (X22, Y22) 的信息已从用于第二单元 100 的控制设备 240 被接收，在步骤 S5 中获得肯定的决定 (YES)，并且控制流程转到步骤 S6 以基于相应两对公用和特定标记 160a、160b 的两对特定位置的 (X12, Y12) 和 (X11, Y11) 以及 (X21, Y21) 和 (X22, Y22)，获得相邻两个单元安装单元 100 (第一和第二单元 100) 之间的相对位置。特定位置 (X12, Y12) 和 (X21, Y21) 是对相应的第一和第二坐标系为特定的相应的两个特定坐标系中的相同公用标记 160a 的 X 轴和 Y 轴坐标值。由于如以上所述，公用标记 160a 和两个特定标记 160b 位于与 X 轴方向平行的直线上的已知位置，对应于相邻两个单元 100 的两个特定坐标系之间的相对位置可在由此获得的那些公用和特定标记 160a、160b 的特定位置的基础上被获得。

表示由此获得的两个特定坐标系之间相对位置的信息作为相邻第一和第二单元安装单元 100 之间的相对位置被存储于 ROM 244 的可编程部分或 RAM 246 的备份部分，即使当本电子电路元件安装系统被关闭时，所述部亦能保存信息。然后控制流程转到步骤 S7 以复位标志 F1 为初始值“0”，并且执行例行程序的一个循环被终止。该例行程序由用于每个单元 100 的控制设备 240 来执行，并且相邻单元 100 之间的相对位置被保留，直到它在待由基准标记相机 148 随后获取的校准标记 160a、160b

的图像基础上被更新。

然后，将描述用于检测印刷电路板 12 定位误差的定位误差检测例行程序。一开始，例行程序将仅被简述。

如以上所述，印刷电路板 12 由板输运机 14 引入系统并被定位以使相邻两个元件安装单元 100 的元件安装区域覆盖板 12 元件安装区域的相应部分。在板 12 的该位置中，两个基准标记 146 位于相邻两个单元 100 的基准标记相机 148 的相应成像区域。这两个基准标记的图像由相应的基准标记相机 148 获取，并且基准标记 146 的特定位置在表示所获取图像的图像数据的基础上被获得。在第一元件安装单元 100 中获得的图像数据通过主计算机 280 被传输给第二元件安装单元 100 的控制设备 240，而在第二单元 100 中获得的图像数据被传输给第一单元 100 的控制设备 240。基于所获得并被存储于相应控制设备 240 中的相邻两个元件安装单元 100 之间的相对位置和两个基准标记 146 的特定位置，印刷电路板 12 的定位误差被检测。位于相邻两个单元 100 的相应基准标记相机 148 的成像区域内、在板 12 上被提供的两个基准标记 146 将在以下被分别称为“第一基准标记 146”和“第二基准标记”。

参考图 8 的流程图，定位误差检测例行程序将被详述。当每个印刷电路板 12 被加载到系统上时，该定位误差检测例行程序由相邻第一和第二元件安装单元 100 中每个的控制设备 240 来执行。该例行程序的内容对于相邻第一和第二元件安装单元 100 是相同的。为了举例，将针对一个第一元件安装单元 100 来描述例行程序。在主控制程序中，将印刷电路板 12 加载到系统中的预定位置被监控，并且当加载被检测到时，图 8 的例行程序被开始。

定位误差检测例行程序以步骤 S11 开始，用于确定标志 F2 是否被设置为“0”。由于标志 F2 已被复位为初始值“0”，肯定的决定 (YES) 在步骤 S11 中被获得 (当该步骤被第一次实施时)，并且控制流程转到步骤 S12 以命令基准标记相机 148 获取第一基准标记 146 的图像。步骤 S12 之后为步骤 S13，用于在表示第一基准标记 146 图像的图像数据的基础上获得第一基准标记 146 的特定位置，存储所获得的特定位置，并将表示所获得的特定位置的信息传输给第二元件安装单元 100 控制设备 240。控制流程转到步骤 S14 以设置标志 F2 为“1”，然后转到步骤 S15 以确定表示用于第二元件安装单元 100 的第二基准标记 146、公用和特定标记

160a、160b 的特定位置的信息是否已从相应的控制设备 240 被接收。一直到在步骤 S15 中获得肯定的决定 (YES), 即一直到已从第二单元 100 的控制设备 240 接收信息, 步骤 S11 和 S15 被重复实施, 而步骤 S12-S14 被跳过。在第二元件安装单元 100 中, 获得第二基准标记 146 特定位置的操作与获得第一单元 100 中第一基准标记 146 特定位置的操作被同时执行。在本实例中, 第一基准标记 146 具有特定位置 (X13, Y13), 而第二基准标记 146 具有特定位置 (X23, Y23), 如图 9 中所示。在步骤 S15 中获得否定的决定 (NO), 一直到表示第二基准标记 146 特定位置 (X23, Y23) 的信息已由第一单元 100 接收。在此情况下, 执行例行程序的第一循环被终止, 而随后的步骤 S16-S18 被跳过。如果第二基准标记 146 的特定位置信息已由第一单元 100 接收, 在步骤 S15 中获得肯定的决定 (YES), 并且控制流程转到步骤 S16 以计算第一单元 100 的特定坐标系中第二基准标记 146 的虚坐标 (X23', Y23')。更具体而言, 虚坐标 (X23', Y23') 是在已获得的第一和第二单元 100 的相对位置和第二基准标记 146 特定位置的基础上被获得的。

步骤 S16 之后为步骤 S17, 用于基于第一基准标记 146 的特定位置 (X13, Y13) 和第二基准标记 146 的虚位置 (X23', Y23') 来计算印刷电路板 12 和第一单元 100 之间的相对位置, 并基于板 12 和第一单元 100 之间的所计算相对位置来计算在 X 轴和 Y 轴方向上安装头 144 的每个元件安装位置的补偿量, 因此元件 16 可由安装头 144 安装于板 12 上的预定安装位置。更具体而言, 用于印刷电路板 12 的虚坐标系在第一基准标记 146 的特定位置 (X13, Y13) 和第二基准标记 146 的虚位置 (X23', Y23') 的基础上被确定, 并且板 12 的虚坐标系和第一单元 100 的特定坐标系之间的相对位置被计算。在由此所计算的相对位置的基础上, 安装头 144 的元件安装位置被计算。在由于其在 X 轴和 Y 轴方向上伸长 (elongation) 和收缩而造成的印刷电路板 12 的尺度误差小到可以忽略时, 板 12 的虚坐标系被认为与为标称尺度的板 12 所设置的标称坐标系相同。在此情况下, 基于相对于第一单元 100 的特定坐标系统的在板 12 的标称坐标系中板 12 的水平定位误差和角度定位误差, 安装头 144 的每个预定元件安装位置的补偿量被确定。在由于其伸长和收缩而造成的板 12 的尺度误差不是小到可以忽略时, 标称坐标系中 X 轴和 Y 轴方向上的伸长和收缩量应被考虑。在任何情况下, 基于在特定情况下

适当获得的板 12 的定位误差数据, 以及若有必要, 板 12 的尺度误差数据, 通过将在板 12 的标称坐标系中的元件安装点的坐标值转换为第一单元 100 的特定坐标系中的相应坐标值, 从而计算安装头 144 的每个预定元件安装位置的补偿量。本印刷线路板定位误差检测例行程序在步骤 S18 处终止以复位标志 F2 为初始值“0”。

随后, 元件 16 以在步骤 S17 中所补偿的相应预定安装位置被安装于板 12 上。在本实施例中, 安装头 144 的元件安装位置不仅被补偿印刷线路板 12 的定位误差, 而且被补偿当在安装头 144 上被抓取时每个元件 16 的定位误差。由于元件 16 定位误差的补偿不涉及本发明, 有关这方面的进一步描述被认为是不必要的。

尽管在以上已描述了相对于第一元件安装单元 100 的印刷线路板 12 的定位误差的检测以及对安装头 144 的元件安装位置补偿板 12 的所检测定位误差, 相对于第二元件安装单元 100 的板 12 的定位误差的检测以及对元件安装位置补偿所检测的定位误差是以与相应于第一单元 100 在以上所述的相同的方式而被实现的。依照包括表示相应元件 16 的安装头 144 预定元件安装位置的位置信息的预定安装程序, 将元件 16 安装于板 12 上的第一和第二单元 100 的操作被同时进行, 从而使元件安装位置如以上所述被补偿。

将从对本电子电路元件安装系统的以上描述理解到, 基准标记 146 起到板 12 的参照或基准部分的作用, 而每个元件安装单元 100 的基准标记相机 148 起到可操作以识别板 12 基准部分的识别设备的作用。

在本电子电路元件安装系统中, 元件 16 被安装于具有 X 轴方向上长度的印刷线路板 12, 该长度大到足以在两个元件安装单元 100 的相邻两个元件安装区域之间延伸。在相邻两个元件安装单元 100 被操作以将元件 16 安装于板 12 之前, 相对于相邻两个单元 100 中的每个的板 12 的水平和角度定位误差基于板 12 上的两个基准标记 146 的位置而被检测, 所述基准标记位于相应两个单元 100 的相应安装区域(基准标记相机 148 的成像区域)并由基准标记相机 148 来成像。在每个元件安装单元 100 中, 基准标记相机 148 被操作以检测位于相机 148 成像区域中的两个基准标记 146 之一的位置, 并且控制设备 240 从另一个元件安装单元 100 接收表示由另一个单元 100 中基准标记 148 检测的另一个基准标记 146 位置的信息。在板 12 的所检测定位误差的基础上, 元件 16 被安装于板

12 上的安装头 144 的预定安装位置被补偿以允许元件 16 以高定位精度在预定安装位置处被安装。本安排不需要相对于每个元件安装单元 100 以高精度来定位板 12，并因此使得有可能减小电子电路元件安装系统的制造成本。此外，本安排使得有可能减小需要在每个板 12 上被提供的基准标记 146 的数量，并允许基准标记 146 位于板 12 上的所需位置，只要基准标记 146 的位置位于基准标记相机 148 的成像区域内。因此，有基准部分（基准标记 146）的印刷线路板 12 的设计自由度被增加。

本实施例被安排以实际检测相邻元件安装单元 100 之间的相对位置，在元件安装单元 100 的相对定位误差小到可以忽略时，这种相对位置的检测不是必须的。在此情况下，元件安装单元 100 的预定相对位置被存储于控制设备 240 的适当存储器中，并当检测板 12 的定位误差时被读出。

即使在元件安装单元 100 的相对位置被实际检测时，这种检测可在不同于本实施例的时机进行，例如，在每个印刷线路板 12 被传递时。在此情况下，检测可在获取板 12 上基准标记 146 的图像的操作之前或之后、或者在已获得基准标记 146 的特定位置之后被进行。

此外，通过使用适当的物理测量设备，比如使用激光束的设备，而无需使用校准标记 160，元件安装单元 100 的相对位置可被检测。

尽管元件安装单元 100 被提供有相应的控制设备 240，单个的控制设备可被共同提供给单独的元件安装单元 100。在此情况下，单个控制设备被操作以对多个单元 100 中的每个执行图 7 和 8 中的例行程序。在本实施例中，元件安装单元 100 的控制设备 240 通过主计算机 280 被相互连接，因此表示在每个单元 100 中所获基准标记 146 特定位置的信息通过主计算机 280 被传输给相邻单元 100。然而，控制设备可被安排以使得能实现直接相互数据通信。

接下来参考图 10 和 11，将描述依照本发明另一实施例而构造的电子电路元件安装系统。依照该第二实施例的系统与第一实施例的系统的不同之处在于每个元件安装单元的构造，而在其它方面与第一实施例的系统相同。与在第一实施例中所用的相同的参考符号将被用于识别相同的部件，其将不被描述。仅第二实施例不同于第一实施例的方面将被详述。

本系统包括多个元件安装单元 300，每个如在第一实施例中具有在 Y

轴方向上延伸的主体 104。每个元件安装单元 300 包括 Y 轴滑体 302，其可通过由 Y 轴驱动伺服马达 112 对滚珠丝杠 106 的旋转在 X 轴方向上移动。如在第一实施例中，滚珠丝杠 106 被固定于主体 104 的下侧，并被保持与螺母（未示出）接合。Y 轴滑体 302 被固定于可与主体 104 的导轨 304 滑动接合的一对引导块 306，因此 Y 轴滑体 302 通过引导块 306 保持与导轨 304 可滑动地接合。

如图 10 中所示，每个元件安装单元 300 的 Y 轴滑体 302 在侧向横截面上为 L 形，并具有盘形式的水平第一部 308 和从第一部 308 的一端向下延伸的垂直第二部 310。Y 轴滑体 302 由引导块 306 在其第一部 308 处支持。在第一部 308 的下侧，安装了支持安装头 144 的转动设备 312，因此安装头 144 可旋转于其垂直旋转轴。

转动设备 312 包括枢转组件 314 和可操作以使枢转组件 314 枢转的驱动设备 316。枢转组件 314 包括圆盘形式的被支持部分 318、与被支持部分 318 同轴形成并从被支持部分 318 向下延伸的轴部 320、以及被固定于轴部 320 的下端、伸长盘形式的枢转部分 322。枢转部分 322 具有比主体 104 小的宽度。被支持部分 318、轴部 320 和枢转部分 322 被相互成整体地形成。枢转组件 312 通过被附着于第一部分 308 下侧的支持组件 324 被可旋转地支持于其被支持部分 318。枢转部分 322 在其纵向端之一（在图 10 中看，在其右端）具有部分圆柱表面，该部分圆柱表面沿圆柱的一部分而被形成，该圆柱在轴部 320 的旋转轴上具有一个轴。枢转部分 322 具有扇形齿轮 326，其具有在部分圆柱表面上形成的多个齿。

驱动设备 316 包括转动马达 328，其由 Y 轴滑体 302 的第二部分 310 夹持并被提供有与枢转组件 314 的扇形齿轮 326 啮合的剪形齿轮 330。剪形齿轮 330 包括一对正齿轮和给予正齿轮一个相对力矩的弹性组件。在驱动设备 316 的这种安排中，通过转动马达 328 的旋转运动，枢转组件 314 可在预定角度范围上绕轴 320 的旋转轴做枢转。转动马达 328 为伺服马达，其在相反的方向上可操作并且其操作量可被精确控制。

在距扇形齿轮 326 为远距离的枢转部分 322 的另一端部分，安装了旋转组件 340，因此旋转组件 340 可旋转于其垂直轴。旋转组件 340 包括圆柱形主体部分 342，以及在主体部分 342 相应的直径上相对的半径方向上从主体部分 342 延伸的一对臂部 344、346。旋转组件由被固定安

装于支持组件 349 上的切换 (switching) 马达 348 形式的驱动源旋转, 所述支持组件从枢转组件 314 的下表面向下延伸。通过被连接于切换马达 348 的驱动滑轮 350、被连接于旋转组件 340 的被驱动滑轮 354 以及连接驱动和被驱动滑轮 350、354 的定时带 352, 旋转组件 340 由切换马达 348 绕其垂直轴旋转。

安装头 144 和基准标记相机 148 被附着于相应臂 344、346 的下侧, 因此旋转组件 340 的旋转轴与安装头 144 的重心之间的距离基本上等于旋转组件 340 的旋转轴与基准标记相机 148 的重心之间的距离。安装头 144 和基准标记相机 148 具有与在第一实施例中相同的构造。

在支持组件 349 上, 亦固定安装了定位设备 360, 其被提供以维持将旋转组件 340 夹持或锁定于两个预定角度位置之一, 在所述位置, 臂 344、346 沿枢转组件 314 的枢转部分 322 的纵向方向延伸。通常, 旋转组件 340 被夹持于一个位置上, 其中, 枢转部分 322 在 Y 轴方向上延伸而臂 344、346 亦在 Y 轴方向上延伸, 在这里旋转组件 340 被置于以上所指的两个角度位置之一。在图 10 所示的旋转组件 340 的角度位置中, 被附着于臂 344 的安装头 144 被置于其操作位置, 而基准标记相机 148 被置于其非操作或备用位置。当枢转组件 314 通过驱动设备 316 做枢轴转动时, 旋转组件 340 的臂 344 沿一圆弧移动, 该圆弧具有在枢转组件 314 的枢转轴处 (轴部 320 的旋转轴处) 的中心。在基准标记相机 148 被置于其操作位置而旋转组件 340 被置于另一角度位置时, 枢转组件 314 的枢转运动导致基准标记相机 148 沿以上所指的圆弧移动。

定位设备 360 包括螺线管 362, 以及在旋转组件 340 的半径方向上从螺线管 362 的端面向旋转组件 340 延伸的定位销 364。另一方面, 臂部 344、346 具有在其端面中形成的相应定位孔 366, 因此定位销 364 可与两个定位孔 366 中所选的一个接合。正常情况下, 定位销 364 被保持与在臂部 344、346 中形成的定位孔 366 所选的一个接合, 以便将旋转组件 340 保持于相对于枢转组件 314 的以上所指两个角度位置之一, 从而将安装头 144 或基准标记相机 148 保持于其操作位置。当螺线管 362 被通电时, 定位销 364 从定位孔 366 脱离, 并且旋转组件 340 被允许由驱动设备 316 旋转。定位销 364 具有锥形或圆锥形端部, 而定位孔 366 为锥形, 因此通过定位销 364 与相应的定位孔 366 接合, 同时螺线管 362 被保持在断电状态, 旋转组件 340 可被精确定位于两个角度位置之一。在

定位销 364 被保持与所选的一个定位孔 366 接合时，切换马达 348 被保持关闭。

在如上述构造的元件安装单元 300 中，安装头 144 和基准标记相机 148 被有选择地置于操作和非操作位置的一个和另一个，所述位置分别距枢转组件 314 的枢转轴为远和近。换句话说，被安装于旋转组件 340 上的安装头 144 和基准标记相机 148 中所选的一个由切换马达 348 带入操作位置，并由定位设备 360 保持在操作位置。将理解，旋转组件 340、切换马达 348 和定位设备 360 合作以构成切换设备 368，其可操作以有选择地将安装头 144 和基准标记相机 148 置于操作位置。

在本电子电路元件安装系统中，单独的元件安装单元 300 亦由相应的控制设备 370 来控制。然而，一组相邻元件安装单元 300 相对位置的检测和相对于每个单元 300 的印刷电路板 12 的定位误差的检测是由被共同提供给单元 300 的主计算机 280 来实现的。类似于第一实施例中的控制设备 240，每个单元 300 的控制设备主要由计算机 250 构成，该计算机结合了 CPU 242、ROM 244、RAM 246、总线 248 和输入输出接口 252。在输入输出接口 252 处，通过驱动器电路 260 连接了每个元件安装单元 300 的各种激励器，如 Y 轴驱动伺服马达 112、转动马达 328 和切换马达 248。在输入输出接口 252 处，亦通过控制电路 270 连接了基准标记相机 148。此外，图像处理计算机 272 被连接于输入输出接口 252，因此由基准标记相机 148 获得的图像数据由计算机 272 处理并提供给计算机 250。计算机 250 的 ROM 244 或 RAM 246 存储各种控制程序如主控制程序，以及涉及印刷电路板 12 和元件 16 的各种数据。在输入输出接口 252 处，亦连接了公用主计算机 280 和部件数据发生器 (PDG) 282，每个控制设备 370 从其接收必要的信息，如有关板 12 和元件 16 的信息。单独元件安装单元 300 的控制设备 370 均被连接于公用主计算机 280 和部件数据发生器 (PDG) 282，因此若需要，各种数据和命令可在主计算机 280 和控制设备 300 之间传输和接收。

将描述如上述构造的电子电路元件安装系统的操作。类似于第一实施例中的本系统操作的方面将仅被简述，而不同于第一实施例中的方面将被详述。

在本特定实例中，相邻的三个元件安装单元 300 被同时操作以将元件 16 安装于印刷电路板 12 的元件安装区域的相应部分，其在 X 轴方向

上具有足够的长度，从而在相邻三个单元 300 的外部两个单元 300 的元件安装区域之间延伸。然而，本系统可操作以使每个元件安装单元 300 被操作以将元件 16 安装于元件安装区域比那个单元 300 的元件安装区域小的板 12 上，或者可操作以使相邻两个单元 300 被同时操作以将元件 16 安装于板 12 上，该板在 X 轴方向具有足够的长度以在相邻两个单元 300 的元件安装区域之间延伸。

在本实施例中，一旦印刷线路板 12 从变为另一种，或者在系统一系列元件安装操作期间的预定时间间隔，在系统维护检查的预定时间，每组相邻三个元件安装单元 300 的相对位置借助置于其操作位置的基准标记相机 148 来检测。由于系统各个部件的热膨胀而造成的相邻两个单元 300 之间的相对位置的变化亦可被检测。也就是说，当印刷线路板 12 被加载到系统上时，在元件 16 被安装于板 12 之前，相对于每个单元 300 的板 12 的定位误差被检测。然后，切换马达 348 被操作以将每个单元 300 的安装头带入其操作位置，并将基准标记相机 148 带入非操作或备用位置。在该状态下，相邻三个单元 300 的操作被同时操作以将元件 16 安装于板 12 的元件安装区域的相应部分。

随着每个单元 300 的基准标记相机 148 被置于操作位置的操作，相邻三个元件安装单元 300 相对位置的检测开始。在本实施例中，当系统被开启时，基准标记相机 148 均被置于其操作位置。当元件安装单元 300 相对位置的检测开始时，在一系列元件安装操作中中断期间的特定时间点上，根据特定情形，安装头 144 或基准标记相机 148 被置于其操作位置。因此，单元 300 相对位置的检测以一个操作开始，该操作是检测旋转组件 314 当前所建立的角度位置，即确定每个单元 300 的基准标记相机 148 当前被置于操作位置或非操作位置。如果相机 148 被置于非操作位置，旋转组件 340 被旋转以将基准标记相机 148 带入操作位置。在本实施例中，对基准标记相机 148 或安装头 144 被置于操作位置的确定是在编码器的输出的基础上实现的，该编码器被提供以检测切换马达 348 的角度位置。然而，所述确定可通过使用被安排以检测旋转组件 340 预定部分的光反射或光透射型光电传感器来实现，所述部分对应于安装头 144 或基准标记相机 148 被置于操作位置的旋转组件 340 的角度位置。

在基准标记相机 148 被置于其操作位置时，通过 Y 轴方向上 Y 轴滑体 302 的移动和枢转组件 314 的枢转移动，基准标记相机 148 可被移至

其成像区域内的所需位置。因此，如在第一实施例中，在机器底座 10 上提供的校准标记 160 可由相邻元件安装单元 300 的基准标记相机 148 来成像。表示由基准标记相机 148 所获取的校准标记 160 图像的图像数据被提供给图像处理计算机 272，并且由计算机 272 处理的图像数据被提供给控制设备 370。在图像数据的基础上，控制设备 370 获得相邻单元 300 的相对位置。就是说，对相应的相邻单元 300 为特定的坐标系统之间的相对位置被获得，如在以下所详述的。

在印刷线路板 12 被加载到系统上之后并且在板 12 上的元件安装操作被开始之前，位于相应基准标记相机 148 的图像区域内的基准标记 146 由基准标记相机 148 成像，并且相对于每个单元 300 的板 12 的定位误差在基准标记 146 图像的基础上被检测。检测板 12 定位误差的操作以与在第一实施例中基本相同的方式被执行，并且对该操作的详细说明被认为是不必要的。简而言之，由基准标记相机 148 所获取的基准标记 146 图像的位置由图像处理计算机 272 获得，并且表示这些位置的数据被提供给控制设备 370。基于其图像已由相应单元 300 的基准标记相机 148 获取的基准标记 146 的位置，以及由其它单元 300 的基准标记相机 148 成像的基准标记 146 的虚位置，每个控制设备 370 获得相对于相应元件安装单元 300 的板 12 的定位误差。相邻单元 300 安装头 144 的元件安装位置的补偿量在板 12 相对于每个单元 300 的定位误差的基础上被计算。随后，在每个单元 300 中，切换马达 348 被操作以将安装头 144 的基准标记相机 148 分别带入操作和非操作位置。在该状态下，将元件 16 安装于板 12 上的元件安装操作被执行。通过在相邻单元 300 中 Y 轴滑体 302 的移动和枢转组件 314 的枢转移动，安装头 144 被移至被补偿的预定安装位置，因此元件 16 被安装于板 12 上的相应预定安装位置。

相邻元件安装单元 300 相对位置的检测将参照图 12 的流程图来详述。为简化说明，单元 300 不具有相对角度定位误差而仅具有水平定位误差。图 12 的相对位置检测例行程序由主计算机 280 对相邻三个单元 300 中的每个来执行，因此用于相应单元 300 的例行程序被相互独立地执行。

用于每个单元 300 的图 12 的相对位置检测例行程序以步骤 S51 开始，用于确定基准标记相机 148 是否被置于操作位置。为实现这个确定，主计算机 280 请求每个单元 300 的计算机 250 给主计算机 280 提供必要的信息。响应于该请求，每个单元 300 的计算机 250 给主计算机 280 提

供有关基准标记相机 148 是否被置于操作位置的信息。如果相邻三个单元 300 的基准标记相机 148 的任何一个未被置于操作位置，在步骤 S51 中获得否定的决定 (NO) 并且控制流程转到 S52，在其中主计算机 280 命令适当的计算机 250 操作切换设备 368 以将安装头 144 和基准标记相机 148 分别带入非操作和操作位置，因此基准标记相机 148 被置于操作位置。如果所有相邻三个单元 300 的基准标记相机 148 均被置于操作位置，在步骤 S51 中获得肯定的决定 (YES)，并且控制流程转到步骤 S53。步骤 S51 和 S52 可由以下步骤替换：主计算机 280 命令切换设备 368 将所有相邻三个单元 300 的基准标记相机 148 置于操作位置。步骤 S53 被提供以操作每个单元 300 的基准标记相机 148 以获取公用校准标记 160a 的图像。作为结果，位于相邻第一和第二单元 300 (在板 12 的进给方向上观察为最上游的和中间的单元 300) 之间的第一公用标记 160a，以及位于相邻第二和第三单元 300 (中间和最下游单元 300) 之间的第二公用标记 160a，由基准标记相机 148 来顺序成像。例如，第一和第二单元 300 的基准标记相机 148 被首先操作以获取第一公用标记 160a 的图像，然后第二和第三单元 300 的基准标记相机 148 被操作以获取第二公用标记 160a 的图像。这种安排防止了相邻单元 300 的基准标记相机 148 之间的干扰。

在本实施例中，第二单元 300 的基准标记相机 148 被操作两次以获取位于第二单元 300 相对侧上的第一和第二公用校准标记 160a、160a 的图像，而第一和第三单元 300 中每个的基准标记相机 148 仅被操作一次以获取第一或第二公用校准标记 160a 的图像。然而，图 12 的例行程序可被修改以使得有可能获取三个相邻单元 300 的特定校准标记 160b 的图像。在此情况下，第一、第二和第三单元 300 的相对角度定位误差以及单元 300 的相对水平角度定位误差可被获得。依照图 12 的例行程序对特定校准标记 160b 的图像是否亦被获取的决定可在控制图 12 例行程序的控制例行程序 (未示出) 中进行。由每个基准标记相机 148 由此获取的图像数据被提供给图像处理计算机 272，其处理图像数据以获得公用标记 160a 的位置或在每个单元 300 的特定坐标系统中公用标记 160a 的位置。表示一个或多个公用标记 160a 的一个或多个位置的数据通过计算机 250 被提供给主计算机 280。步骤 S53 之后为步骤 S54，用于确定所有公用标记 160a (以上所指的第一和第二公用标记 160a) 的位置是否均已被获得。如果在步骤 S54 中获得否定的决定 (NO)，执行例行程序的一个循

环被终止，而步骤 S55 和 S56 被跳过。如果在步骤 S54 中获得肯定的决定 (YES)，控制流程转到步骤 S55 以获得相邻三个元件安装单元 300 的相对位置。

在步骤 S55 中，第一公用标记 160a 的特定位置 (AX1, AY1) 在第一单元 300 中被获得，而第一公用标记 160a 的特定位置 (AX2, AY2) 在第二单元 300 中被获得。此外，第二公用标记 160a 的特定位置 (BX2, BY2) 在第二单元 300 中被获得，而第二公用标记 160a 的特定位置 (BX3, BY3) 在第三单元 300 中被获得。基于两个公用标记 160a 的这些所获得的特定位置，相邻第一、第二和第三单元 300 的相对水平定位误差被获得。具体而言，相对于第一公用标记 160a 的所存标称位置、在第一单元 300 中获得的第二公用标记 160a 的特定位置 (AX1, AY1) 的水平定位误差 ($\Delta AX1$, $\Delta AY1$) 被获得，而相对于所存标称位置、在第二单元 300 中获得的第二公用标记 160a 的特定位置 (AX2, AY2) 的水平定位误差 ($\Delta AX2$, $\Delta AY2$) 被获得。相对于第一单元 300 的第二单元 300 的定位误差被获得为 ($\Delta AX2 - \Delta AX1$, $\Delta AY2 - \Delta AY1$)。类似地，相对于第二单元 300 的第三单元 300 的定位误差被获得为 ($\Delta BX3 - \Delta BX2$, $\Delta BY3 - \Delta BY2$)。在这些相对定位误差的基础上，第三单元 300 相对于第一单元 300 的定位误差被获得为 { $\Delta BX3 - \Delta BX2 - (\Delta AX2 - \Delta AX1)$, $\Delta BY3 - \Delta BY2 - (\Delta AY2 - \Delta AY1)$ }。第一、第二和第三单元 300 的相对定位误差表示这些单元 300 的相对位置。

在相邻三个元件安装单元 300 的相对位置已在步骤 S55 中获得之后，控制流程转到步骤 S56 以实现用于终止图 12 的本例程序的预定处理操作。

在元件 16 然后被安装于印刷电路板 12 之前，基准标记 146 的图像由元件安装单元 300 的基准标记相机 148 获取。在基准标记 146 图像的基础上，基准标记 146 的特定位置被获得，并且基于基准标记 146 所获得的特定位置和三个单元 300 的相对定位误差，印刷电路板 12 相对于三个单元 300 的定位误差被获得。然后，基于板 12 的所获定位误差、相对于第一单元 300 标称位置的第三单元 300 的标称位置的差、相对于第一单元 300 的第二和第三单元 300 的所获定位误差、以及当由安装头 144 抓取时元件的定位误差，安装头 144 操作以将元件 16 安装于板 12 上的元件安装位置的补偿量被计算。将元件安装于板 12 上的安装头 144 的操作在由此所补偿的元件安装位置处被执行，因此元件 16 被以高精度

精度安装于板 12 上的预定位置。因此，相邻三个元件安装单元 300 的元件安装操作可依照预定元件安装程序来执行，该程序包括表示为相应元件 16 所预定的安装头 144 元件安装位置的数据，因此安装头 144 的元件安装位置如以上所述被补偿。

应指出，在由基准标记相机 148 对校准标记 160 成像之后的适当时间点，每个元件安装单元 300 中的切换设备 368 被操作以将安装头 144 带入其操作位置。在如以上所述安装头 144 的元件安装位置被补偿之后，将元件 16 安装于板 12 上的安装头 144 的操作被开始。

在本第二实施例中，被共同提供给所有多个元件安装单元 300 的主计算机 280 检测相邻单元 300 的相对定位误差和印刷线路板 12 的定位误差，并补偿安装头 144 的预定元件安装位置。然而，在每个单元 300 中提供的计算机 250 可被指定实现相邻单元 300 相对定位误差的检测、板 12 定位误差的检测以及元件安装位置的补偿中的至少一个。具体而言，安排计算机 250 实现安装头 144 元件安装位置的补偿是有效的。尽管所有多个元件安装单元 300 被提供有相应的图像处理计算机 272，单个的公用图像处理计算机可被共同用于所有单元 300。

参考图 14-16，将描述依照本发明第三实施例而构造的电子电路元件安装系统 400。本系统 400 亦包括放置在机器底座 410 上的元件供应设备 20 和板输运机 14，并进一步包括在 X 轴方向或印刷线路板 12 的进给方向上以预定间隔间距被安排的多个元件安装单元 412。

如图 15 和 16 中所示，每个元件安装单元 412 包括由框架 446 夹持的 XY 自动机 (robot) 442 形式的 XY 驱动设备，该框架由从机器底座 410 向上延伸的支持柱 444 支持。在框架 446 的下侧，固定了在 Y 轴方向上水平延伸的一对平行导轨 448。Y 轴滑体 452 通过一对引导块 450 被保持与导轨 448 可滑动地接合。Y 轴滑体 452 具有被固定于其的球状螺母 454。球状螺母 454 被保持与在 Y 轴方向上延伸的滚珠丝杠 456 形式的进给丝杠接合。当滚珠丝杠 456 通过 Y 轴驱动伺服马达 458 (在图 17 中示出) 形式的驱动源旋转时，Y 轴滑体 452 在 Y 轴方向上被移动。球状螺母 454、滚珠丝杠 456 和 Y 轴驱动伺服马达 458 构成 Y 轴滑体驱动设备，而导轨 448 和引导块 450 构成用于引导 Y 轴滑体 452 移动的引导设备。

X 轴滑体 460 被安装于 Y 轴滑体 452 上，因此 X 轴滑体 460 可在垂直于 Y 轴方向的 X 轴方向上、在水平平面中移动。在 Y 轴滑体 452 的下侧，

附着了在 X 轴方向上延伸并被保持与固定于 X 轴滑体 460 的球状螺母(未示出)接合的滚珠丝杠 462。当滚珠丝杠 462 由 X 轴驱动伺服马达 464 旋转时, X 轴滑体 460 在由导轨 466 引导的同时在 X 轴方向上移动。滚珠丝杠 462、接合滚珠丝杠 462 的球状螺母以及 X 轴驱动伺服马达 464 构成 X 轴滑体驱动设备,而导轨 466 起到引导设备的作用,用于引导 X 轴滑体 460 的移动。此外, Y 轴滑体 452、X 轴滑体 460、Y 轴滑体驱动设备、X 轴滑体驱动设备以及用于 X 轴和 Y 轴滑体 452、460 的引导设备合作以构成 XY 自动机 442。

X 轴滑体 460 载运安装头 144 和基准标记相机 148,其可通过 XY 自动机 442 在 XY 平面中移动。安装头 144 和基准标记相机 148 具有与上述相同的构造。

如图 14 中所示,多个元件安装单元 412 的安装头 144 可在相应元件安装区域 470 内移至所需位置。在这些元件安装区域 470 中,安装头 144 可将元件 16 安装于由板输运机 14 传递的印刷线路板 12 上的预定位置。在本系统 400 中,相邻单元 412 的安装头 144 的元件安装区域 470 以预定间隔在 X 轴方向上被彼此隔开,所述间隔等于或略小于每个区域 470 的宽度。

本系统 400 包括被提供用于控制相应元件安装单元 412 的多个控制设备 500。一个控制设备 500 在图 17 中示出。每个控制设备 500 具有类似于上述控制设备 240、370 的安排。简而言之,用于相应元件安装单元 412 的控制设备 500 被相互连接,从而允许其之间的数据通信。

在元件安装区域 470 在 X 轴方向上被相互隔开的本实施例中,元件安装单元 412 被安排无需 X 轴方向上相邻单元 412 之间的间隔。由于类似于元件安装区域 470,基准标记相机 148 可在其中移动的成像区域在 X 轴方向上被相互隔开,因此通过使用被用于先前实施例的公用校准标记 160a,不可能获得元件安装单元 412 的相对位置。因此,在本实施例中,基准板 510 被用于检测单元 412 的相对定位误差。

基准板 510 为细长玻璃板,其具有足够的长度来覆盖一组相邻两个或多个元件安装单元 412 的元件安装区域 470,所述单元被同时操作以将元件 16 安装于印刷线路板 12 上。在本实施例中,基准板 510 的长度足以覆盖相应两个单元 412 的元件安装区域 470。如图 18 中所示,基准板 510 具有对应于相邻两个单元 412 的基准标记相机 148 成像区域的两

个成像区域 512，以及位于两个成像区域 512 中的每个中的两个基准标记 514 形式的基准部分。在图 18 的具体实例中，两个基准标记 514 位于每个矩形成像区域 512 的对角相对的两个角部。基准标记 514 优选地具有相对于背景玻璃表面足够高的对比度。在玻璃基准板 510 具有白色时，基准标记 514 优选为黑色。基准标记 514 可采取各种形状如圆形、三角形、矩形和十字形形状，并除黑色以外还可具有任何其它颜色。

将描述通过使用如上述构造的基准板 510 来检测元件安装单元 412 相对位置的操作。相对位置的这种检测可在适当的时机来实现，例如，在完成系统 400 的制造时，在系统 400 的维护检查时，在给系统 400 加电时，或者在一系列元件安装操作的预定时间点（当元件已被安装于预定数量的板 12 时），如在先前实施例中的。

一开始，基准板 510 被手动或自动加载到板输运机 14 上。当相对位置检测例行程序被命令执行时，基准板 510 被定位以使板 510 的两个成像区域 512 在 X 轴方向上与相邻两个元件安装单元 412 的相应元件安装区域 470 对准。

然后，两个基准标记 514 的图像由相邻两个单元 412 中每个的基准标记相机 148 获取，从而获得相对于那个单元 412 的两个基准标记 514 的特定位置。每个单元 412 的控制设备 500 向另一个单元 412 的控制设备 500 提供表示两个基准标记 514 的所获特定位置的信息。每个控制设备 500 存储涉及基准板 510 的信息，如在两个成像区域 512 中的四个基准标记 514 的标称相对位置，因此基于位于与所讨论的单元 412 的元件安装区域 470 对准的第一成像区域 512 中的两个基准标记 514 的特定位置，每个单元 412 的控制设备 500 可获得位于与另一个单元 412 的元件安装区域 470 对准的第二成像区域 512 中的两个基准标记 514 的虚位置。基于第二成像区域 512 中两个基准标记 514 由此获得的虚位置，以及从另一个单元 412 提供的相同两个基准标记 514 的特定位置，相邻两个单元 412 之间的相对位置可被计算。用于检测该相对位置的相对位置检测例行程序将参照图 19 的流程图来详述。

当在主控制程序中请求执行相对位置检测例行程序时，例行程序以步骤 S101 开始，用于确定标志 F4 是否被设置为“0”。由于该标志 F4 在步骤 S101 第一次实施时被设置为初始值“0”，在步骤 S101 中获得肯定的决定（YES），并且控制流程转到步骤 S102，在其中基准板 510 被加载

到电子电路元件安装系统 400 上。步骤 S102 之后为步骤 S103，用于确定基准板 510 是否已被定位以使两个成像区域 512 与相邻两个单元 412 的相应元件安装区域 470 对准。当在步骤 S102 中获得肯定的决定 (YES) 时，控制流程转到步骤 S104 以设置标志 F4 为“1”。在标志 F4 被设置为“1”之后，步骤 S2-S4 被跳过。

控制流程然后转到步骤 S106 以确定标志 F4 是否被设置为“0”。当标志 F5 被设置为初始值“0”时，在步骤 S105 中获得肯定的决定 (YES)，并且控制流程转到步骤 S106，在其中与所讨论的元件安装单元 412 对准的基准板 510 的成像区域 512 中的两个基准标记 514 之一的图像由单元 412 的基准标记相机 148 获取。步骤 S106 之后为步骤 S107，在其中表示第一基准标记 514 的图像的图像数据被提供给图像处理计算机 272，其处理图像数据以获得第一基准标记 514 的位置，并向控制设备 500 的计算机 250 提供表示所获位置的数据。然后，控制流程转到步骤 S108 以增量计数器“n”，并转到步骤 S109 以确定计数器“n”的内容是否等于预定数“N”。在本实施例中，该数“N”被设置为“2”。当步骤 S108 被第一次实施时，数“n”等于“1”，并在步骤 S109 中获得否定的决定 (NO)，并且执行例行程序的一个循环被终止。步骤 S106 到 S109 被重复实施，直到第一和第二基准标记 514 的位置已在步骤 S107 中被获得。

当在对应于相邻两个元件安装单元 412 中每个的元件安装区域 470 的成像区域 512 中的两个基准标记 514 的特定位置已被获得时，在步骤 S109 中获得肯定的决定 (YES)，并且控制流程转到步骤 S110，在其中所讨论的单元 412 的控制设备 500 向相邻单元 412 的控制设备 500 提供表示两个基准标记 514 的所获位置的数据。步骤 S110 之后为步骤 S111，用于设置标志 F5 为“1”，并且为步骤 S112，用于确定控制设备 500 是否已从相邻单元 412 的控制设备 500 接收两个基准标记 514 的位置数据。所接收的位置数据被存储于 RAM 246。当在步骤 S112 中获得否定的决定 (NO) 时，执行例行程序的一个循环被终止。如果在步骤 S112 中获得肯定的决定 (YES)，控制流程转到步骤 S113，在其中基于在所讨论的单元 412 中获得的两个基准标记 514 的位置以及从相邻单元 412 接收的两个基准标记 514 的位置，两个相邻单元 412 之间的相对位置被获得。然后，控制流程转到步骤 S114 以将计数器“n”复位为“0”，并将标志 F4 和 F5 复位为“0”，并且例行程序的执行被终止。相邻两个元件安装单元 412

的由此所获得的相对位置被用于检测相对于单元 412 的板 12 的定位误差并将元件 16 安装于板 12 上，直到相对位置通过图 19 的相对位置检测例行程序的下一次执行被更新。

然后，将元件 16 安装于印刷线路板 12 上的操作将被描述。在本系统 400 中，板 12 具有元件安装区域，其在 X 轴方向上的长度为每个元件安装单元 412 的元件安装区域 470 宽度的大约四倍。如图 30 中所示，板 12 上的元件安装区域由四部分 (section) 520、522、524 和 526 组成，其被安排于 X 轴方向上并在从系统 400 的下游侧到上游侧的方向上，也就是在与板 12 进给方向相对的方向上被计数时，称为第一、第二、第三和第四部分。在板 12 的元件安装区域中安装元件 16 的相邻两个单元 412 的元件安装操作以不同的两次被执行。就是说，板 12 被首先定位以使板 12 元件安装区域的第一和第三部分 520、524 与相邻两个单元 412 的相应元件安装区域 470 对准。在该状态下，两个单元 412 被同时操作以在相应第一和第三部分 520、524 中安装元件 16。然后，板 12 被向下馈送一个等于每部分 520-526 宽度的距离，因此第二和第四部分 522、526 被与相邻两个单元 412 的相应元件安装区域 470 对准。在该状态下，两个单元 412 被同时操作以在相应第二和第四部分 522、526 中安装元件 16。

如图 20 中所示，印刷线路板 12 具有位于相应四部分 520、522、524、526 中的四个基准标记 146。在该实例中，两个基准标记 146 位于相应第一和第二部分 520、522 的下游端，而其它两个基准标记 146 位于相应第三和第四部分 524、526 的上游端。在元件 16 被安装于第一和第三部分 520、524 之前，位于这些部分 520、524 内的两个基准标记的位置由相邻两个单元 412 的基准标记相机 148 来检测，并且板 12 相对于相邻两个单元 412 的相对定位误差在这两个基准标记 146 的所检测位置和相邻两个单元 412 的已检测相对位置上被获得。在板 12 的由此获得的定位误差的基础上，安装头 144 的预定元件安装位置的补偿量被计算，并且安装头 144 被移至元件 16 被安装于板 12 上的所补偿元件安装位置。亦在本实施例中，元件安装位置不仅被补偿板 12 的定位误差，而且被补偿在由每个安装头 144 抓取时每个元件 16 的定位误差。

在本实施例中，多个元件安装单元 412 的控制设备 500 被直接相互连接以便于相互的数据通信。然而，控制设备 500 被并联连接于主计算机 280 以使每个控制设备 500 向其它控制设备 500 提供必要的的数据或信

息。此外，被共同提供给所有元件安装单元 412 的公用计算机如主计算机可被指定以实现单元 412 相对位置的检测、相对于单元 412 的板 12 的定位误差的检测、以及安装头 144 元件安装位置的补偿中的至少一个。

被用于第三实施例的基准板 510 可被用于多个元件安装单元 100、300 的元件安装区域（基准标记相机 148 的成像区域）部分相互重叠的第一和第二实施例。就是说，基准板 510 取代在机器底座 10、410 上被固定提供的校准标记 160 而被使用。在单元 100、300、412 的相对定位误差小到可以忽略时，通过获取在基准板 510 上的成像区域的每部分中提供的仅一个基准标记的图像，可检测相对于单元的板 12 的定位误差，如在第三实施例中。在单元相对定位误差不是小到可以忽略时，需要基准板 510 在其成像区域的每部分中具有至少两个基准标记。在任何这些情况下，需要印刷线路板 12 具有对应于一组元件安装单元中至少两个的至少两个基准标记 146，从而使那至少两个基准标记 146 的图像由相应至少两个单元的基准标记相机 148 来获取。

尽管仅为了说明已详述了本发明的几个优选实施例，应理解，本发明可被实施以可被本领域的技术人员想到的各种变化和改进，如在“发明概述”中所述的那些。

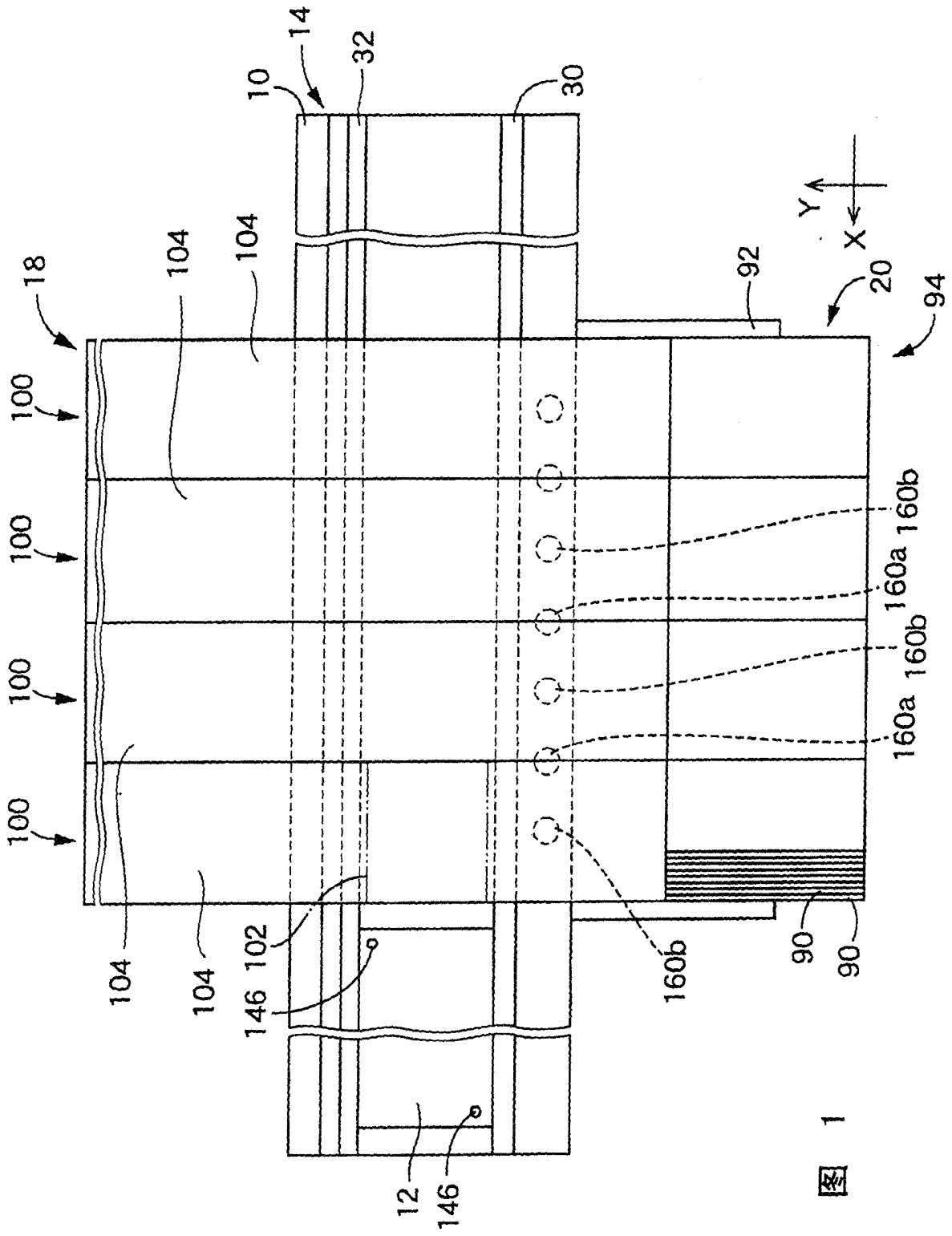


图 1

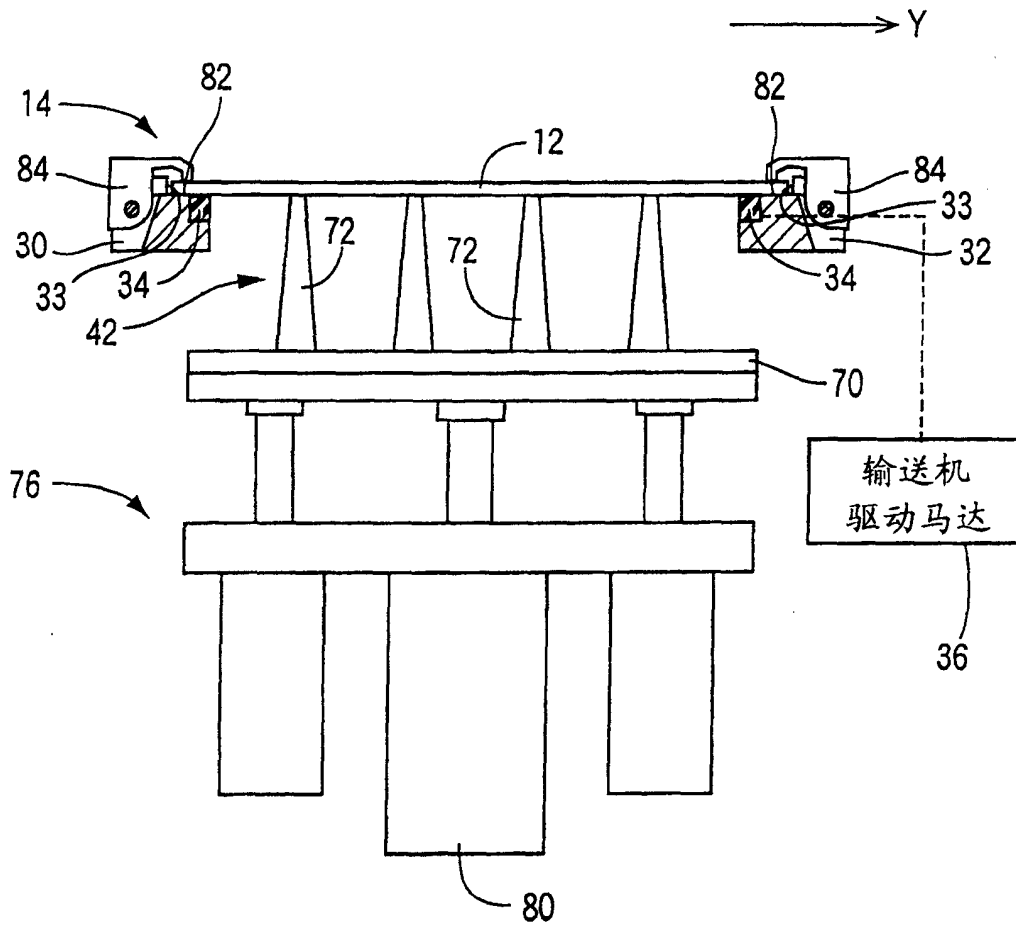


图 2

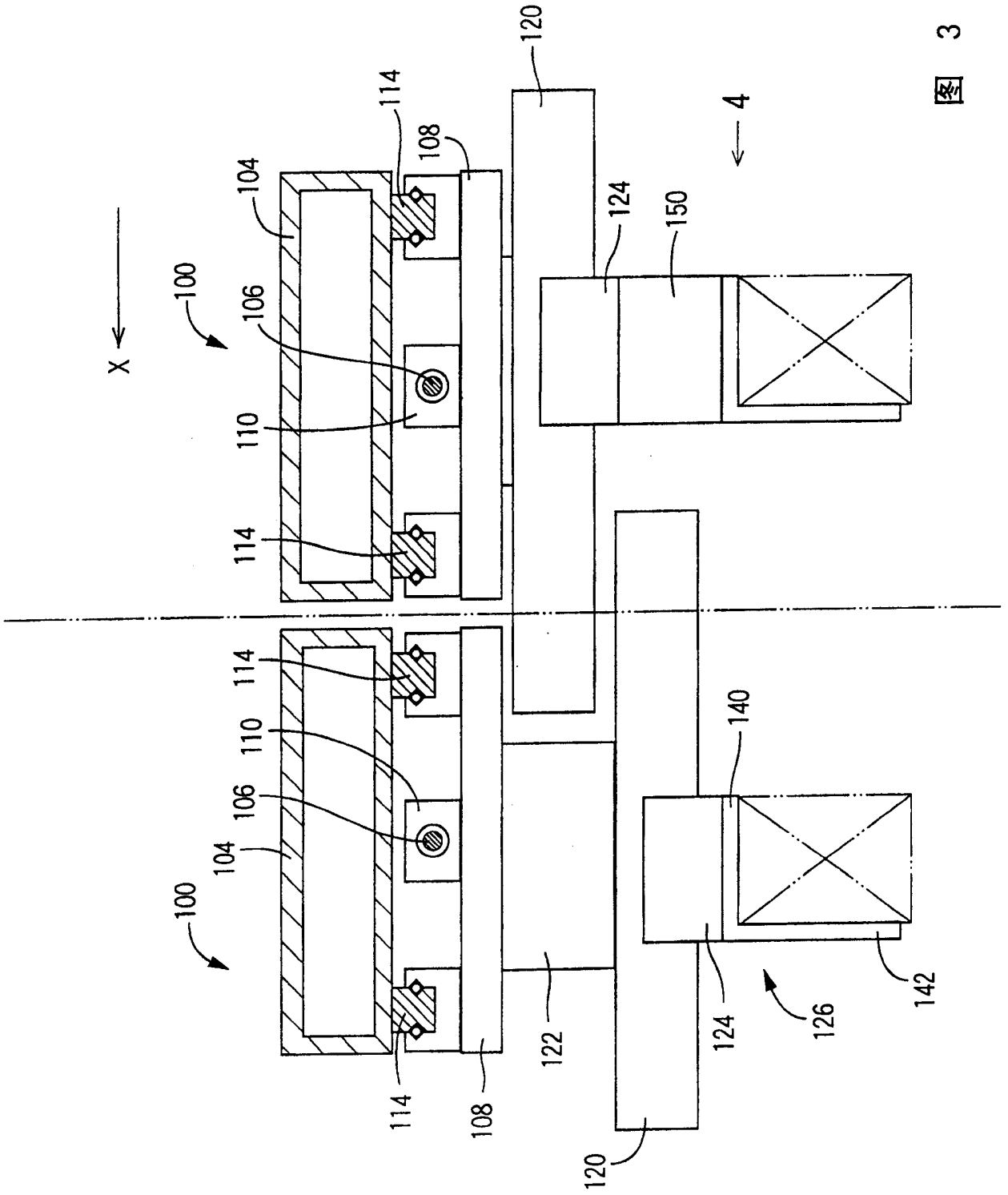


图 3

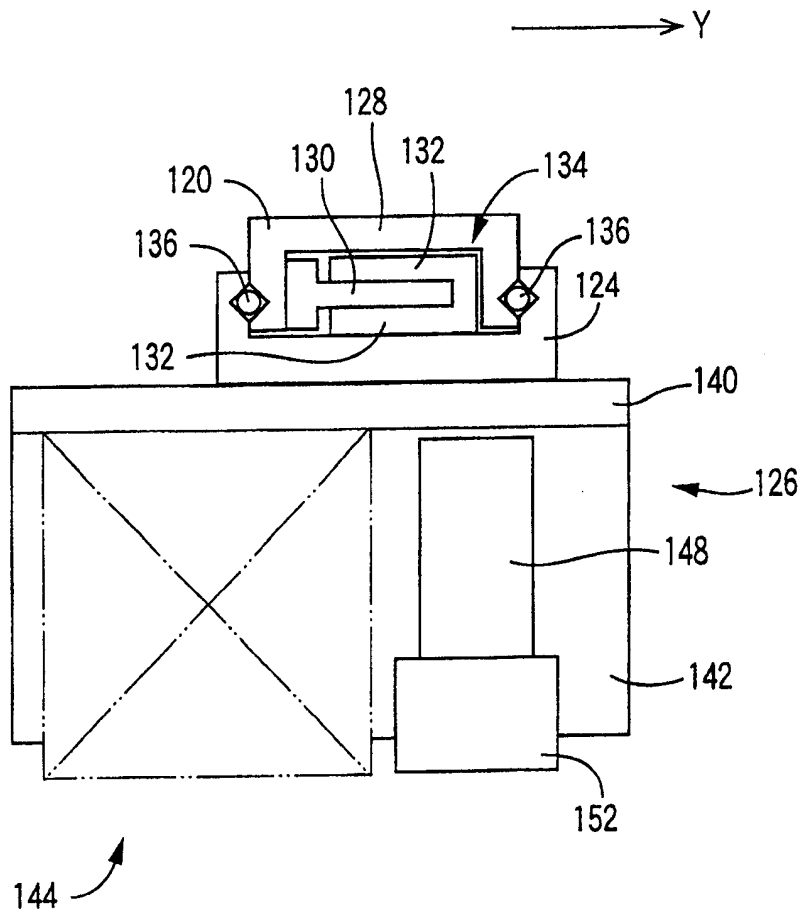


图 4

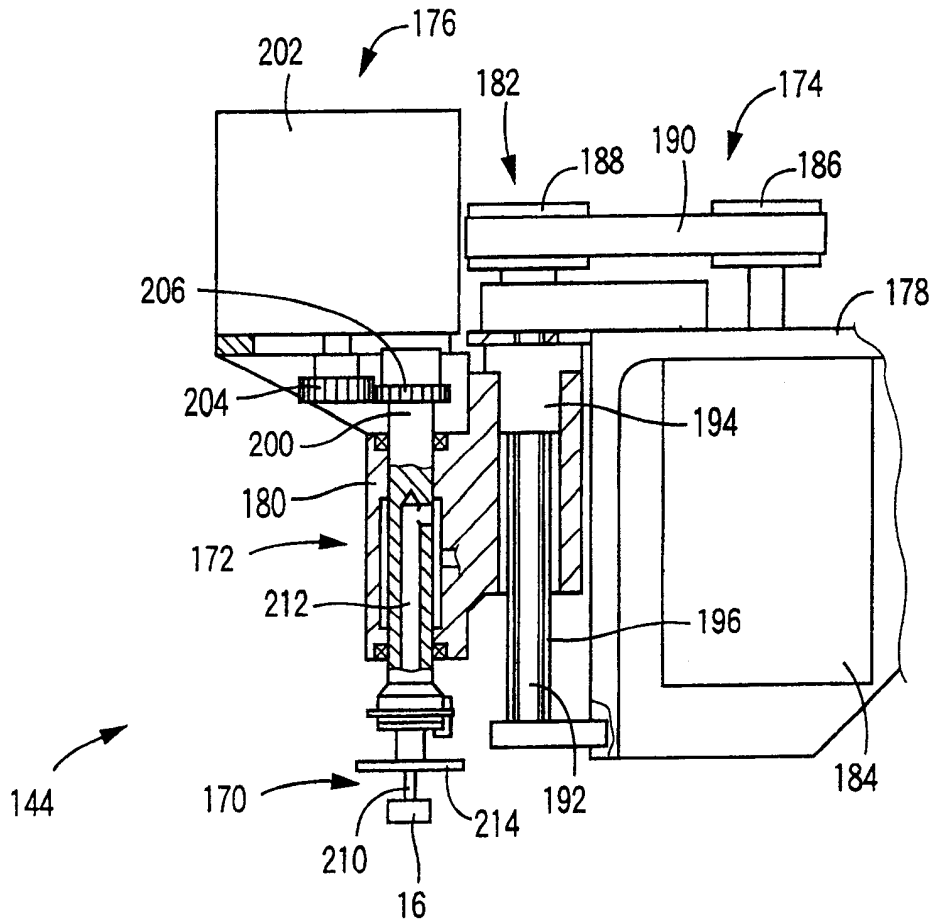


图 5

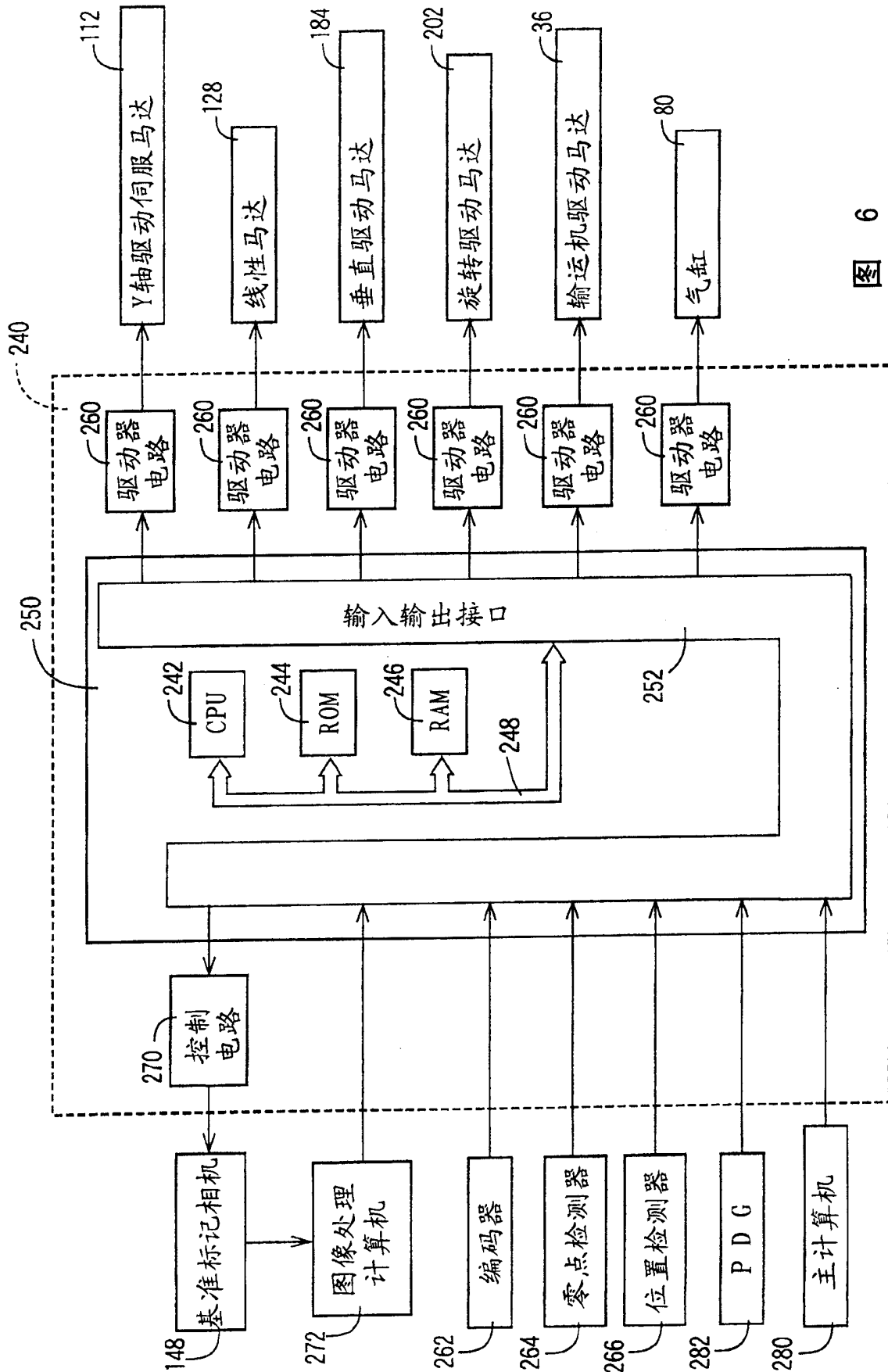


图 6

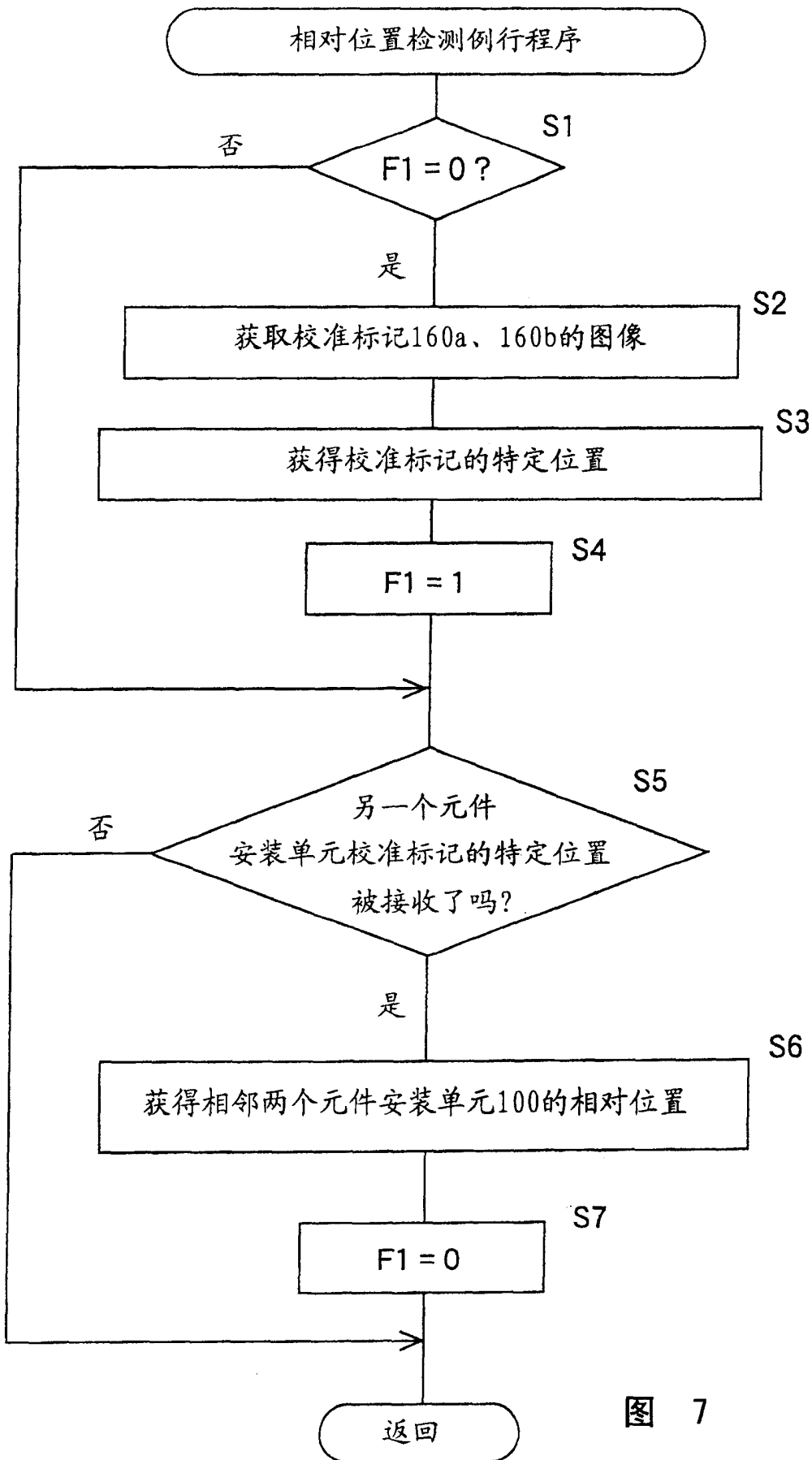


图 7

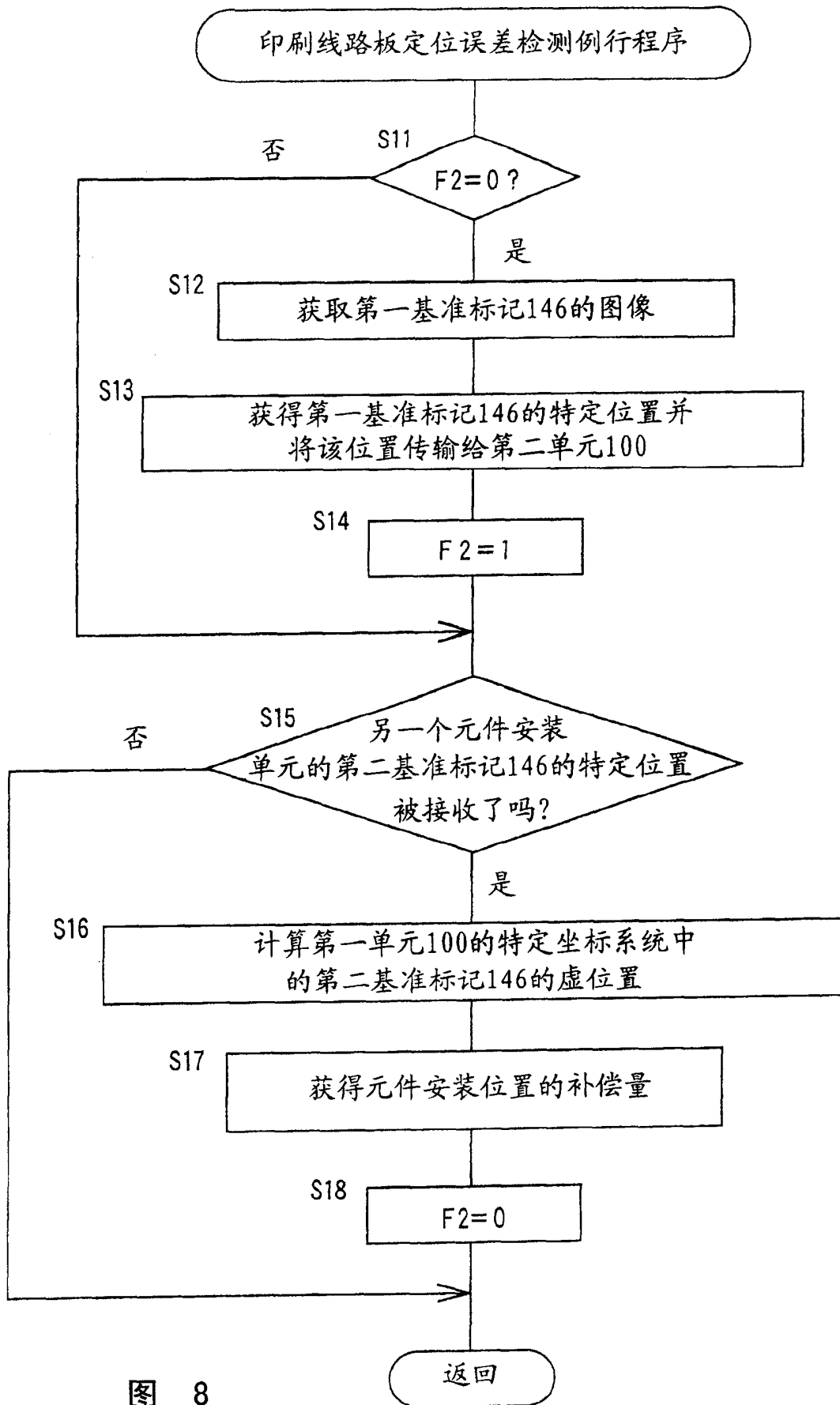


图 8

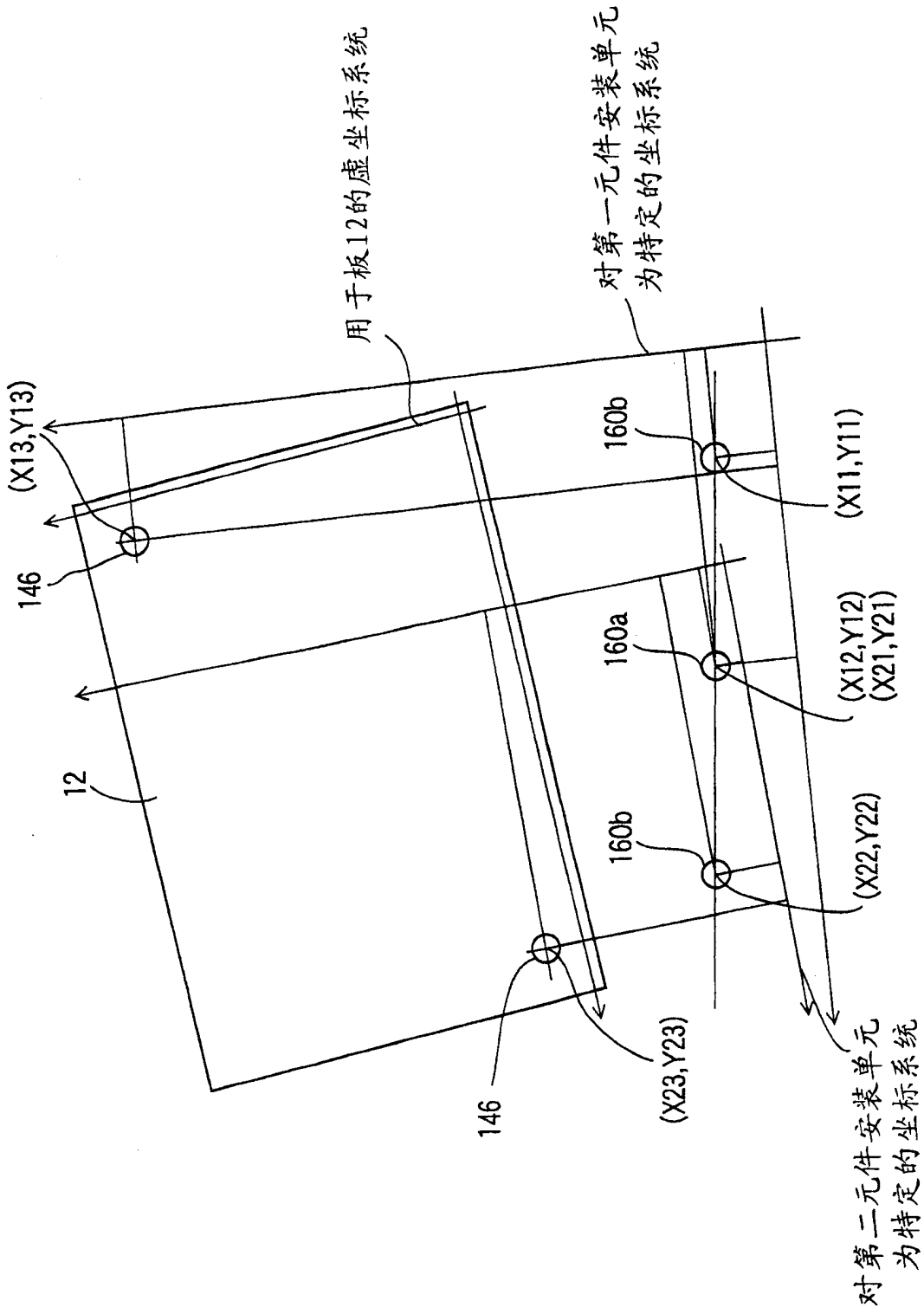


图 9

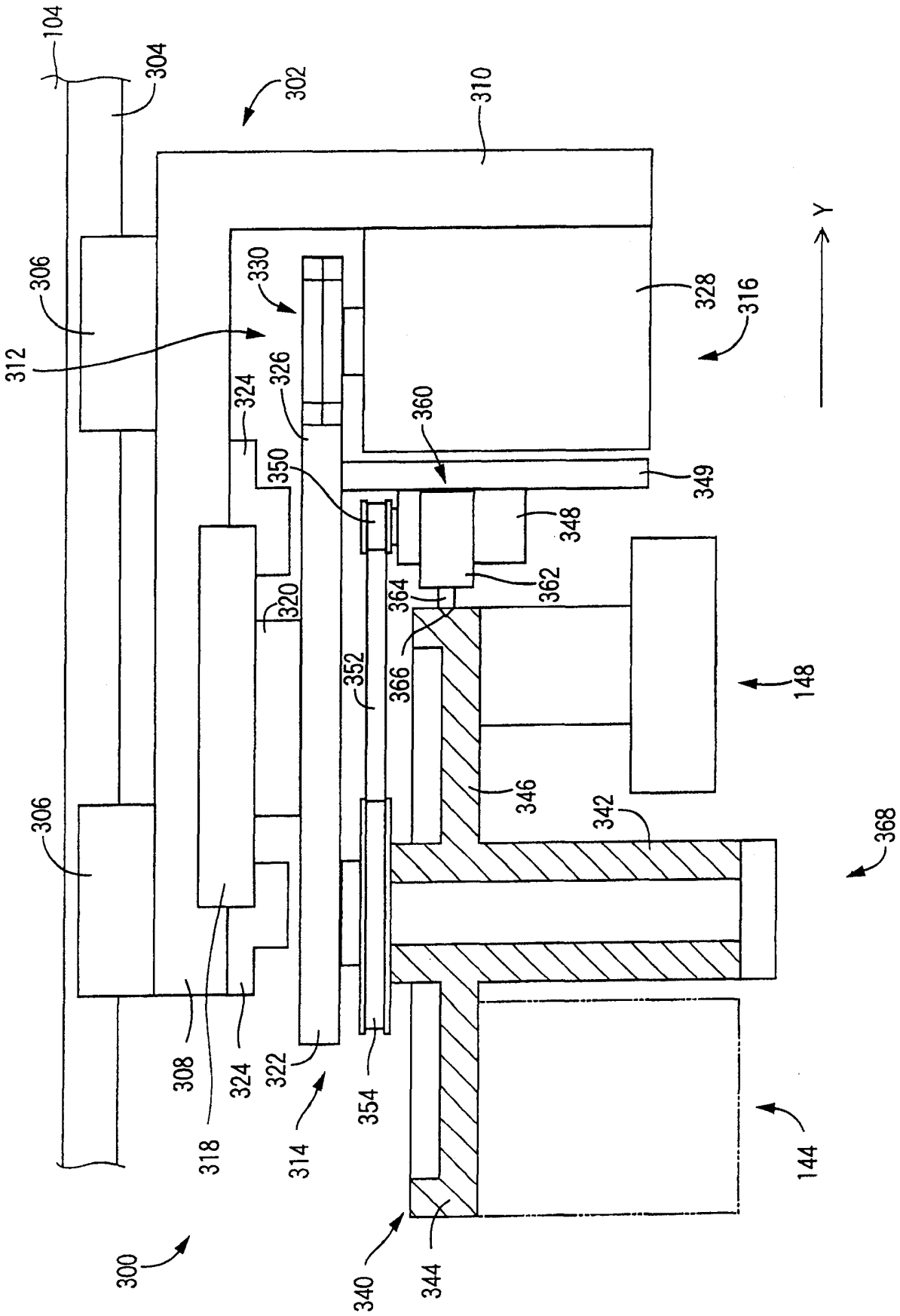


图 10

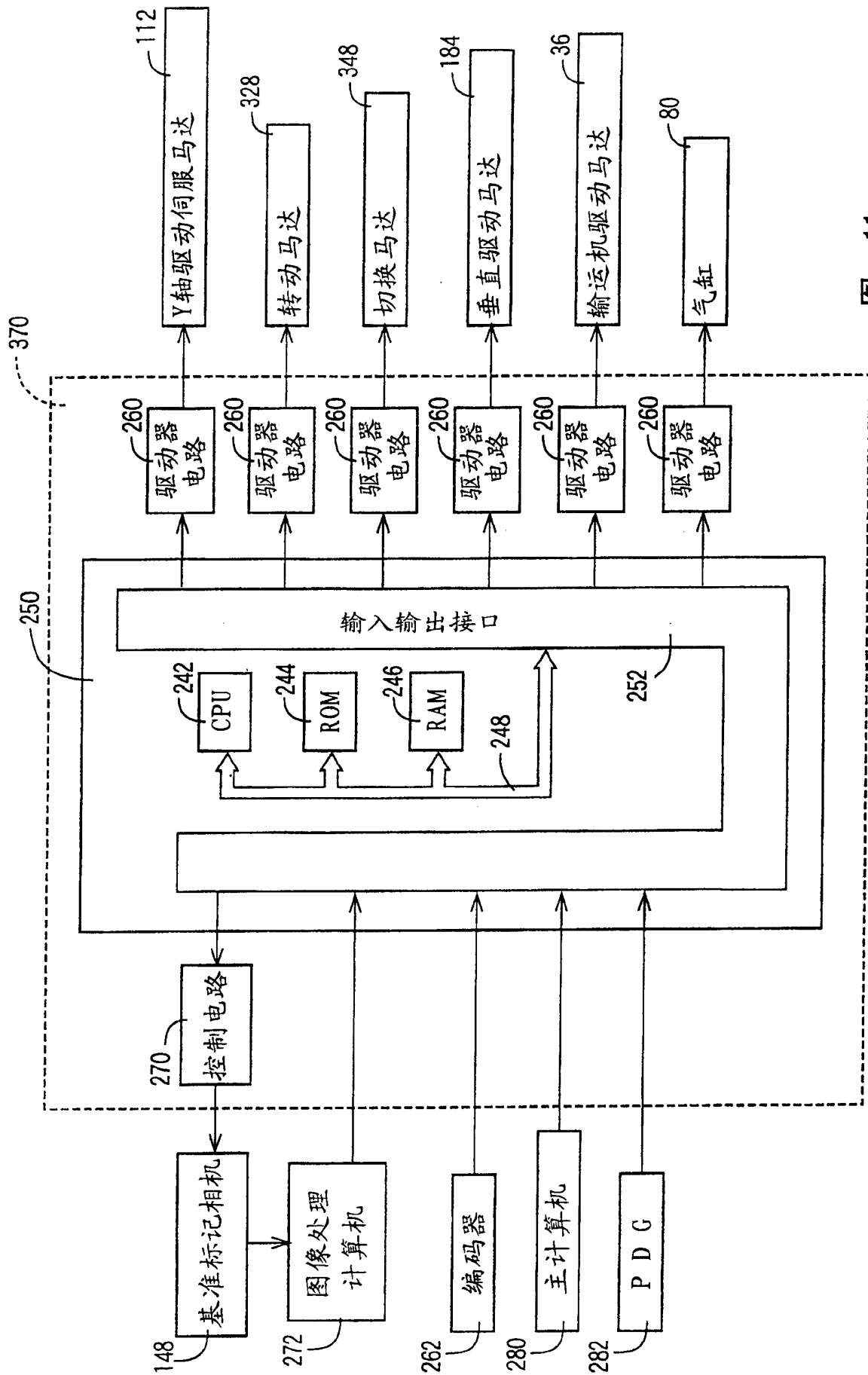


图 11

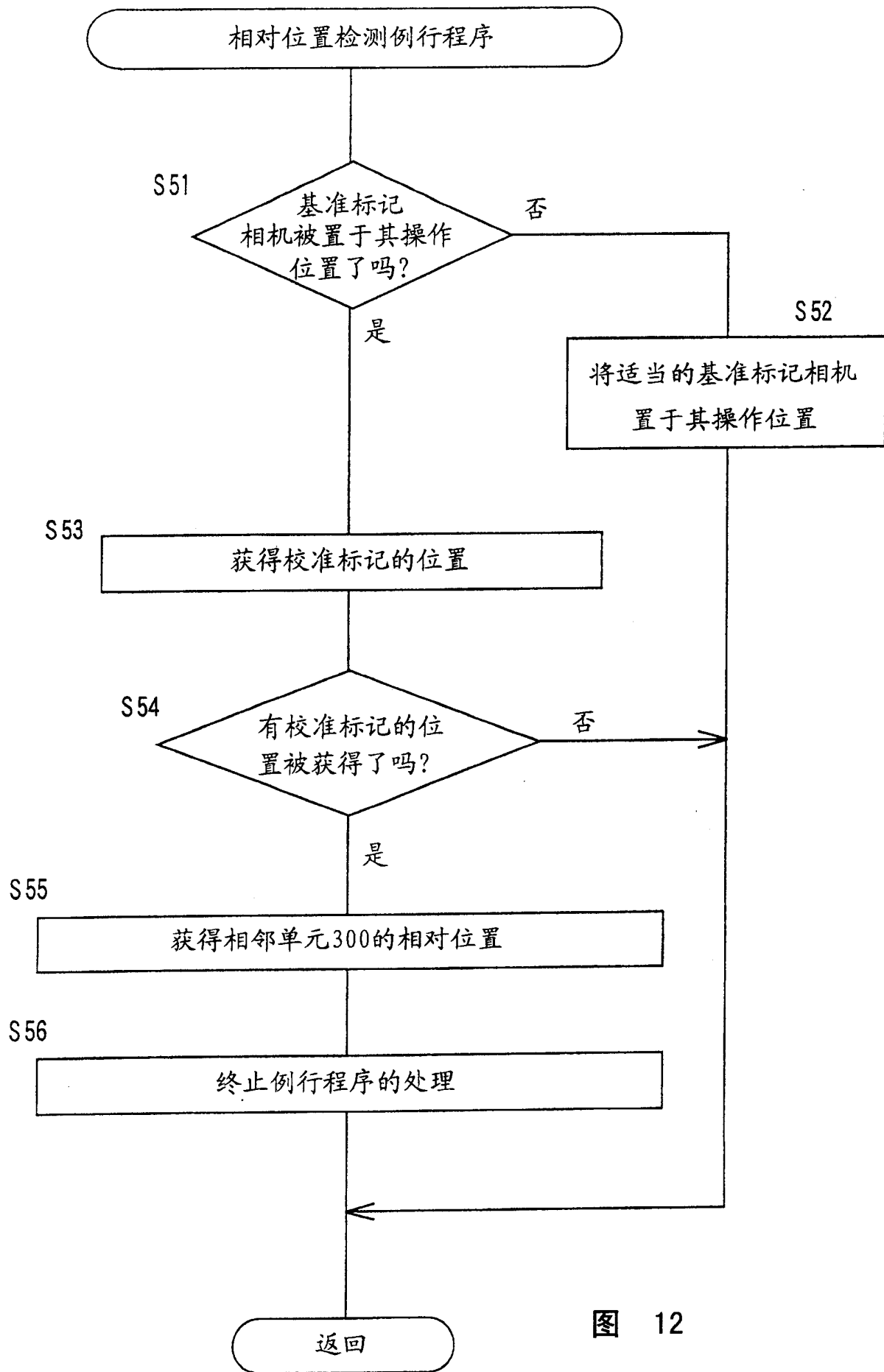


图 12

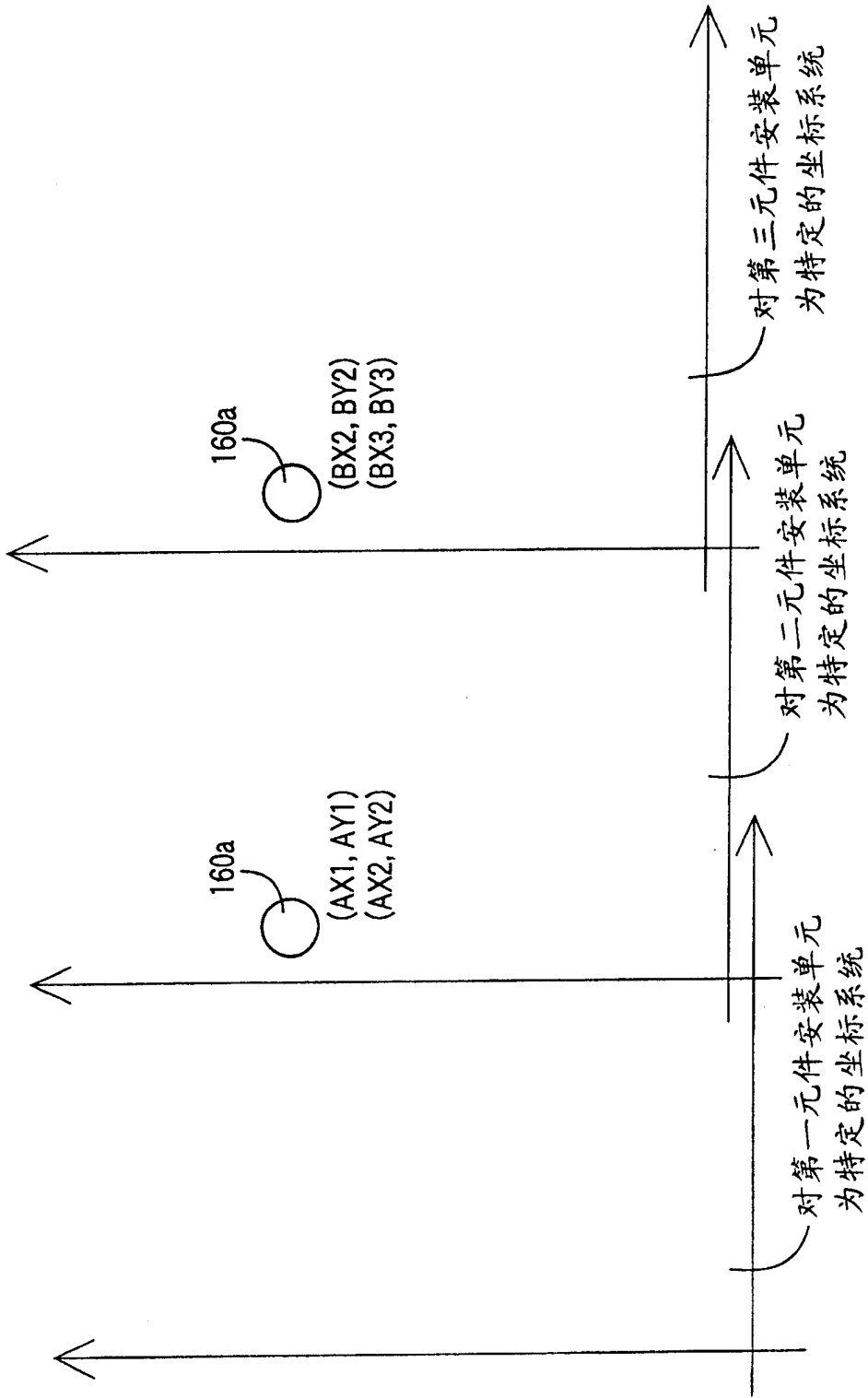


图 13

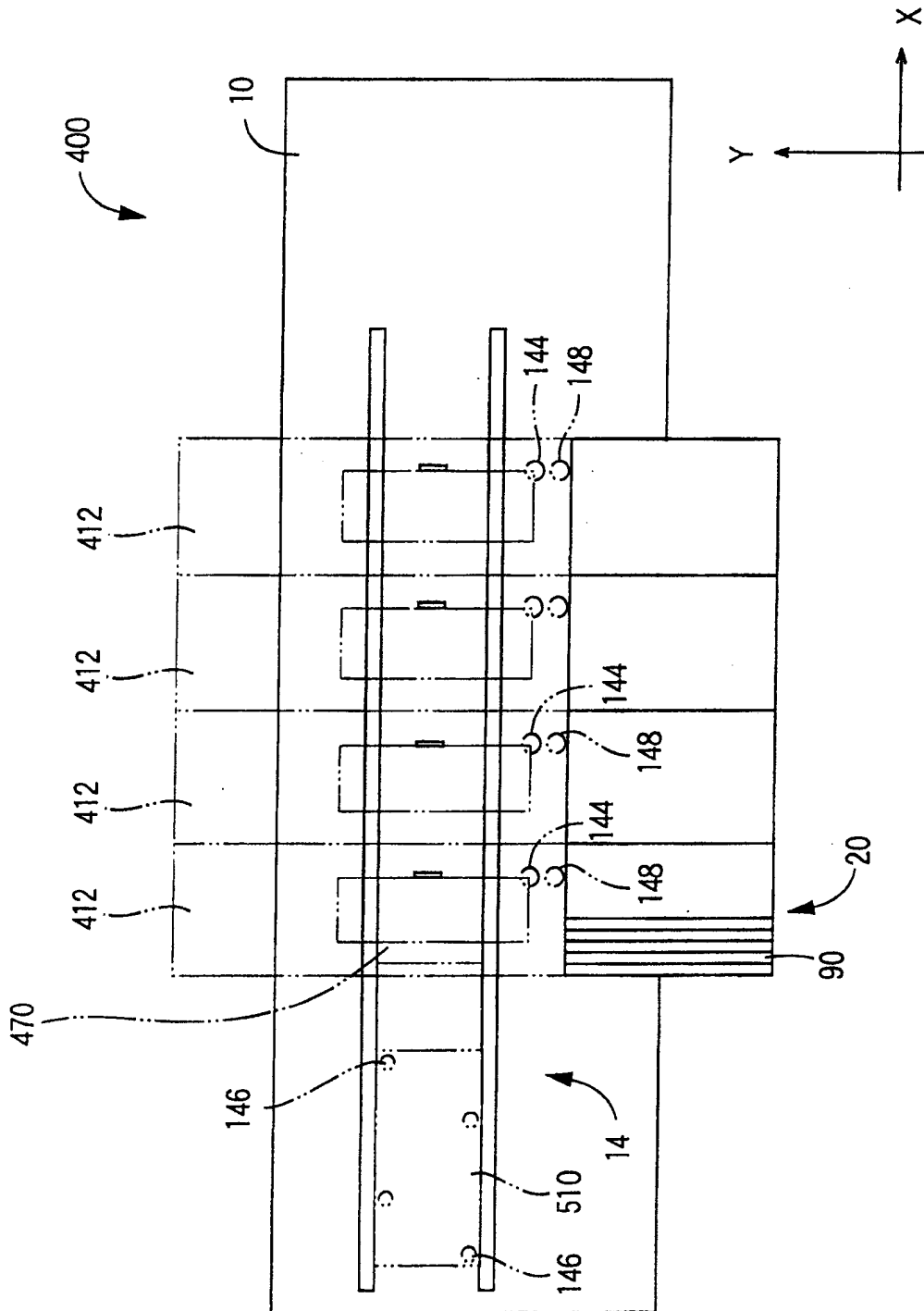


图 14

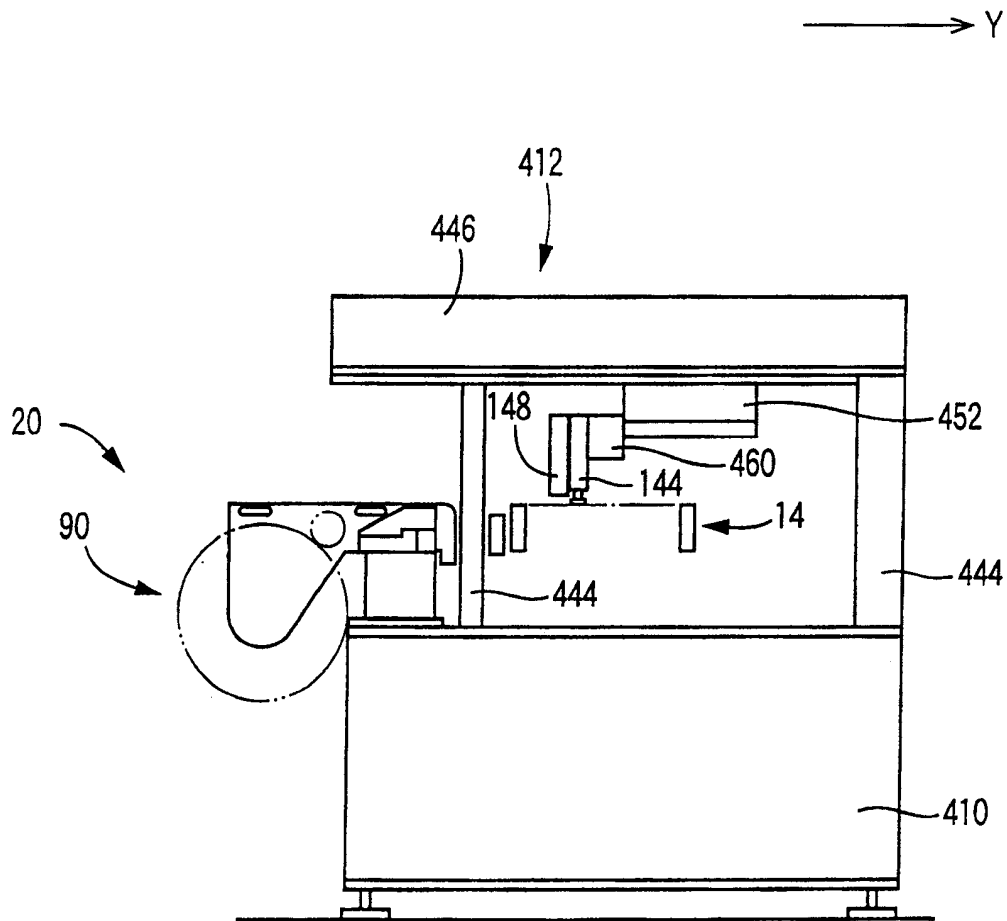


图 15

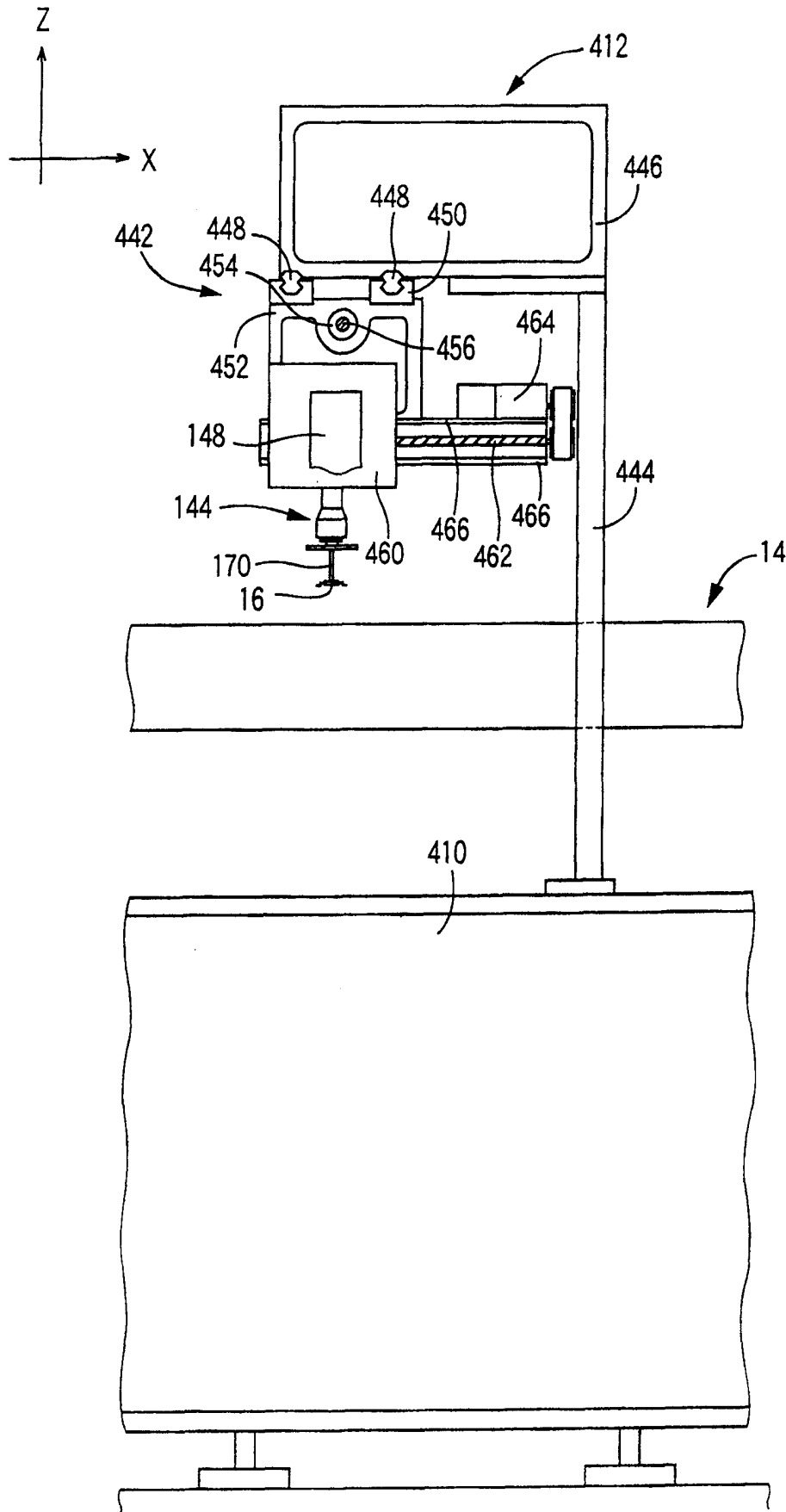


图 16

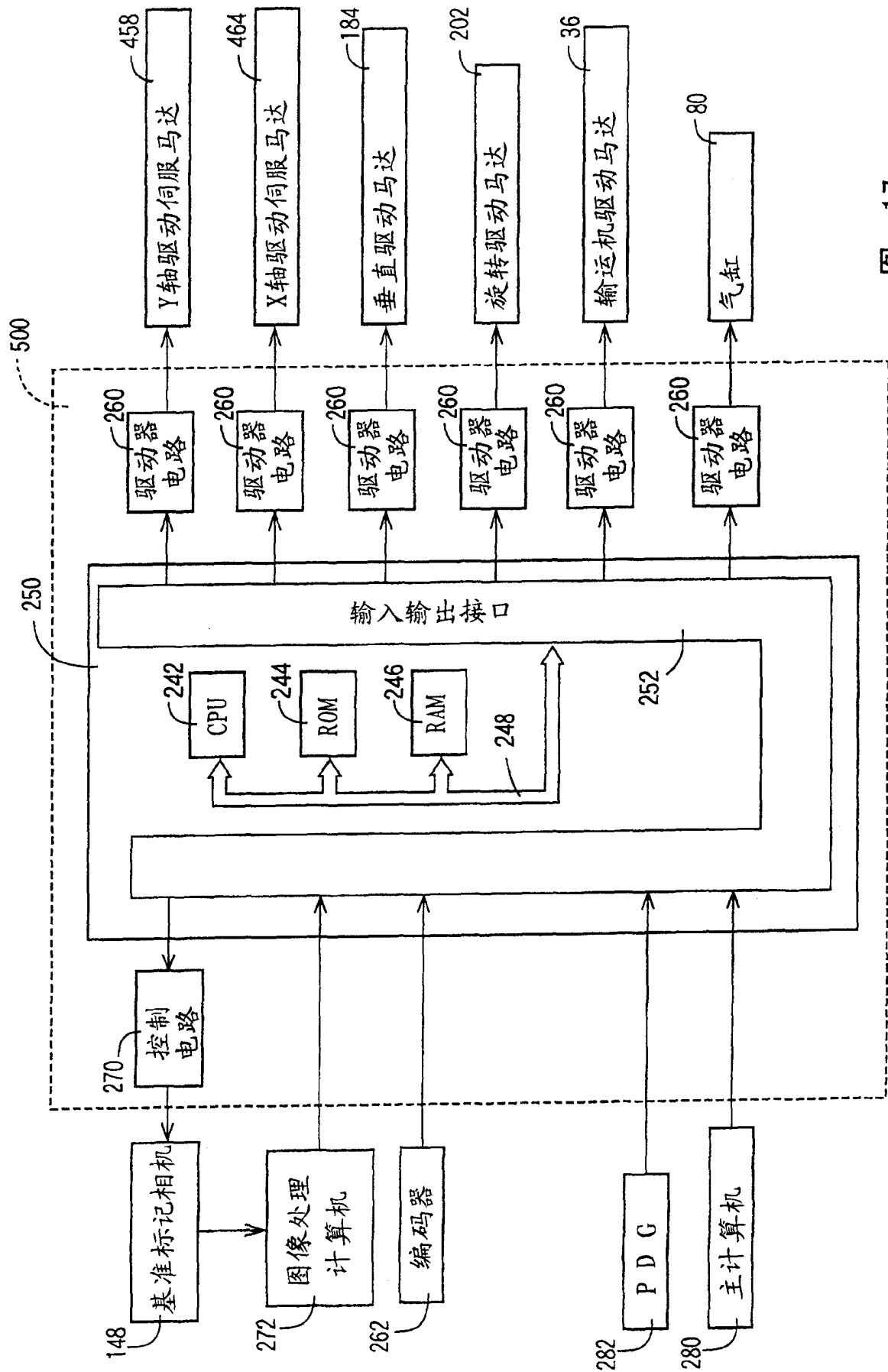


图 17

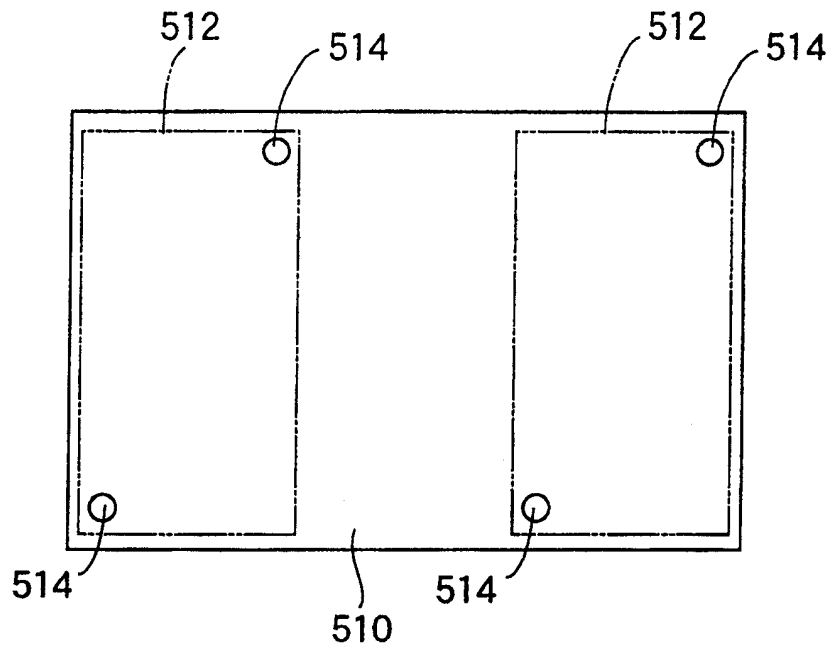


图 18

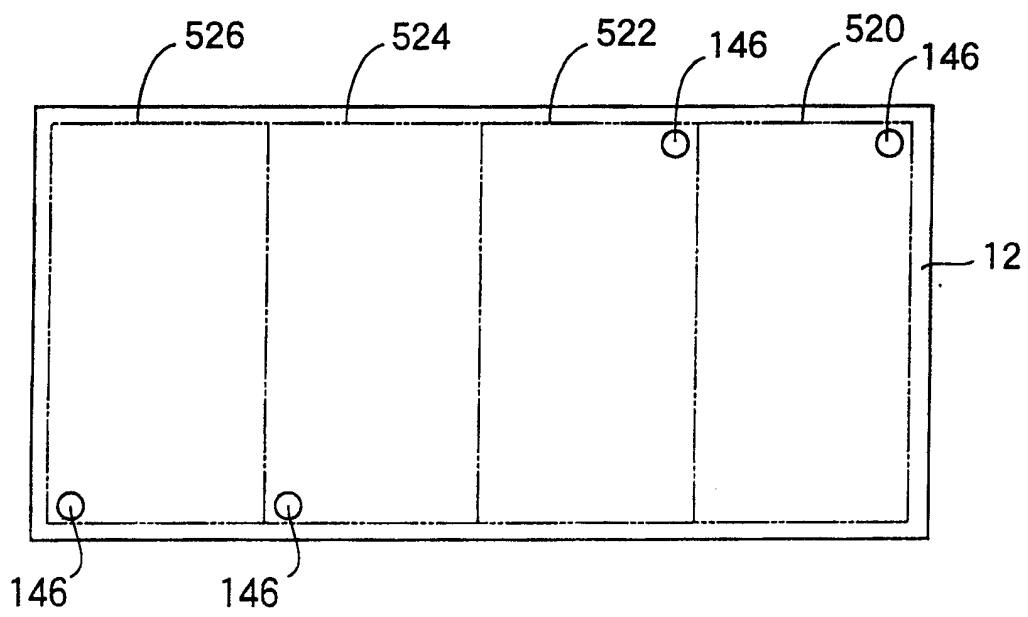


图 20

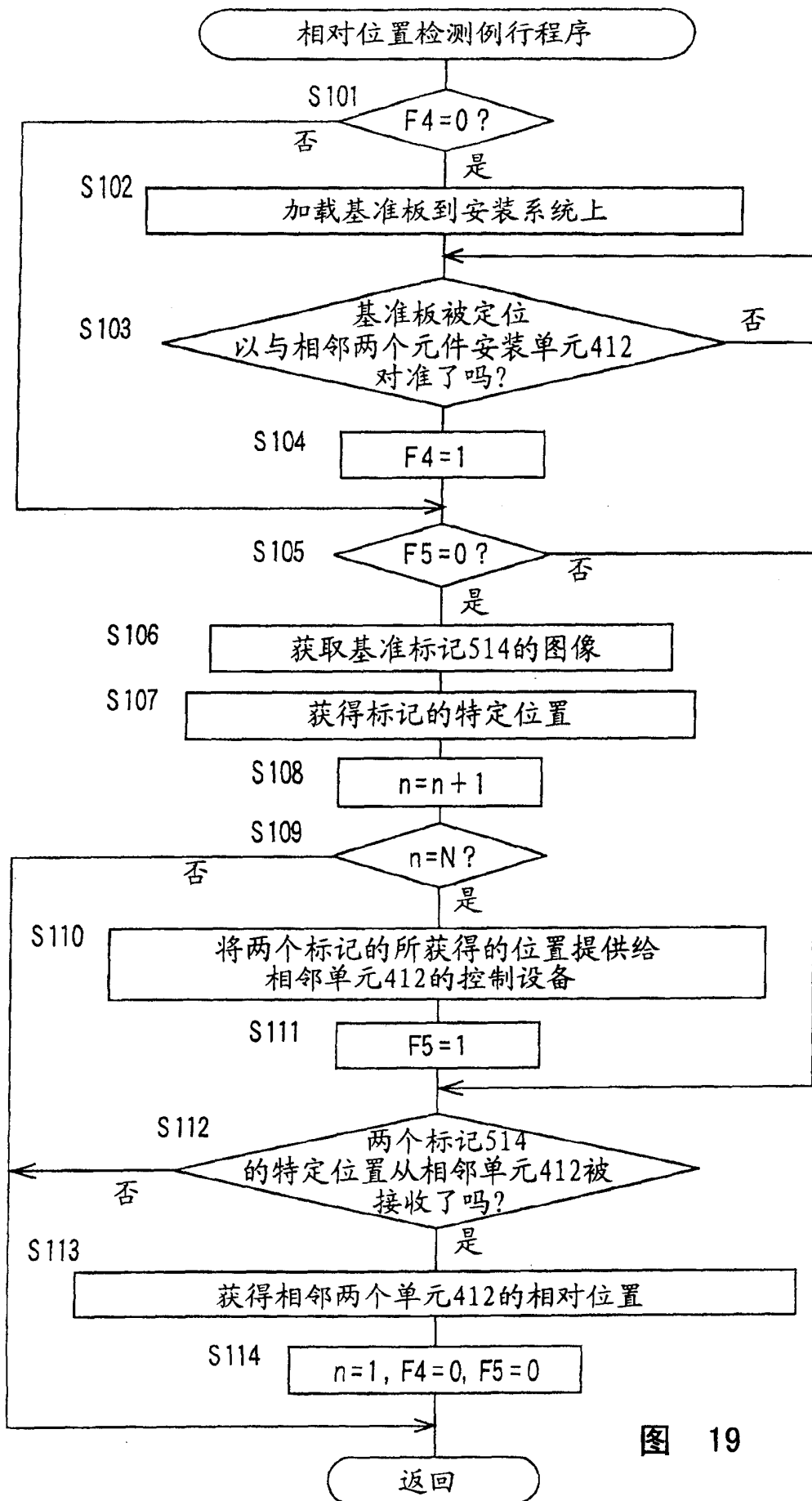


图 19