

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101655980 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 28

(21) 申请号 200910164937. 1

US 5060065 A, 1991. 10. 22, 全文.

(22) 申请日 2009. 07. 24

CN 1412520 A, 2003. 04. 23, 全文.

(30) 优先权数据

CN 1473360 A, 2004. 02. 04, 全文.

12/179, 324 2008. 07. 24 US

审查员 李鹏

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 A · 赞迪法 陈嘉翰 肖京

(74) 专利代理机构 中国专利代理 (香港) 有限公司 72001

代理人 汤春龙 徐予红

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6884992 B1, 2005. 04. 26, 全文.

CN 1764548 A, 2006. 04. 26, 全文.

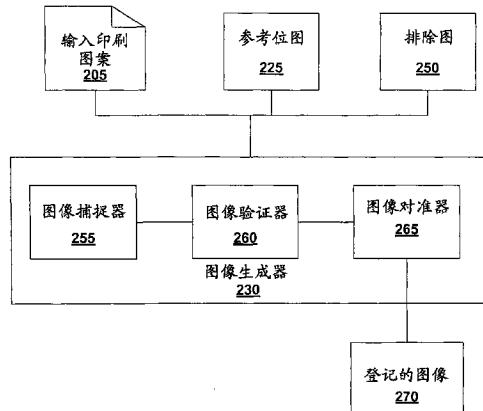
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 8 页

(54) 发明名称

图像捕捉、对准和登记的方法和系统

(57) 摘要

本发明的名称为图像捕捉、对准和登记, 本发明的实施例实现图像捕捉、对准和登记。本发明的某些应用在用于检查印刷电路板 (“PCB”) 衬底的系统的各个实施例中的使用。在实施例中, 包括摄像机和支撑图像的二维表面的图像捕捉系统可根据待捕捉的图像的配置参数和基于图像的模拟参考位图的配置参数来校准。在实施例中, 待捕捉图像在二维表面的位置根据校准参数来确定。在实施例中, 可捕捉不能在单次扫描中捕捉的图像的若干分区的一系列图像。可确定通过图像的扫描路径, 它部分基于校准参数。在实施例中, 通过验证各图像被捕捉时的选定特性, 并且通过验证每个所捕捉图像与对应模拟参考位图的对准, 来保持所捕捉图像的质量的一致性。



1. 一种用于捕捉图像的有效快照的方法,所述方法包括:

至少部分地基于所述图像、第一快照、所述图像位于其上的二维表面以及与所述第一快照对应的参考位图来识别校准参数集合;

至少部分地基于所述校准参数集合中的一个校准参数来识别所述第一快照在所述二维表面上的第一位置;

在所述二维表面上所述第一位置处捕捉所述第一快照;

定义所述参考位图与所述第一快照之间的第一对准关系;

基于应用于对准阈值的所述第一对准关系的第一对准值,来确定所述第一对准关系是否有效;以及

响应所述第一对准关系不是有效的而通过执行以下步骤来验证所述图像的第二快照和所述参考位图的第二对准关系:

在所述二维表面上的第二位置处捕捉所述第二快照,所述第二位置处于所述第一位置的调整距离阈值之内;

定义所述参考位图与所述第二快照之间的所述第二对准关系;

响应所述第二对准关系的第二对准值小于所述对准阈值而验证所述第二对准关系;以及

将所述第二快照指定为所述有效快照。

2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:通过执行以下步骤来登记所述有效快照:

将所述有效快照与所述二维表面上的所述第一位置关联;

通过将所述有效快照与所述参考位图对准来调整所述有效快照;以及

存储所述有效快照。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述有效快照超过图像质量阈值。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第一快照处于快照的顺序集合之内,其中所述第一快照表示所述图像的第一分区。

5. 如权利要求 4 所述的方法,还包括:响应第三快照跟随快照的所述顺序集合中的所述第一快照而捕捉快照的所述顺序集合中的所述第三快照,所述第三快照表示所述图像的第二部分。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述第三快照处于在所述第一位置的阈值距离之内的所述二维表面上的第三位置,所述阈值距离至少部分基于所述第一位置以及所述校准参数集合中的至少一个校准参数来计算。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第一对准关系包括所述第一快照与所述参考位图之间的健壮对准映射。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中,所述健壮对准映射至少部分基于所述第一快照和所述参考位图的匹配特征的集合。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其中,所述健壮对准映射表示为仿射矩阵。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其中,确定所述第一对准关系是否有效通过以下步骤来执行:

通过使用所述仿射矩阵来计算旋转角;以及

响应所述旋转角大于 0 且小于阈值而确定所述第一对准关系是有效的。

11. 一种用于捕捉图像的有效快照的设备,所述设备包括:

用于至少部分地基于所述图像、第一快照、所述图像位于其上的二维表面以及与所述第一快照对应的参考位图来识别校准参数集合的部件;

用于至少部分地基于所述校准参数集合中的一个校准参数来识别所述第一快照在所述二维表面上的第一位置的部件;

用于在所述二维表面上所述第一位置处捕捉所述第一快照的部件;

用于定义所述参考位图与所述第一快照之间的第一对准关系的部件;

用于基于应用于对准阈值的所述第一对准关系的第一对准值来确定所述第一对准关系是否有效的部件;以及

用于响应所述第一对准关系不是有效的而通过执行以下步骤来验证所述图像的第二快照和所述参考位图的第二对准关系的部件:

在所述二维表面上的第二位置处捕捉所述第二快照,所述第二位置处于所述第一位置的调整距离阈值之内;

定义所述参考位图与所述第二快照之间的所述第二对准关系;

响应所述第二对准关系的第二对准值小于所述对准阈值而验证所述第二对准关系;以及

将所述第二快照指定为所述有效快照。

## 图像捕捉、对准和登记的方法和系统

### 技术领域

[0001] 一般来说，本发明涉及图像处理，更具体来说，涉及用于图像捕捉、对准及登记 (registration) 的系统和方法。

### [0002] 背景技术

[0003] 在印刷电路板 (PCB) 制造中，PCB 图案图像直接印制到 PCB 衬底上。重要的是这个 PCB 图像尽可能准确，因为图像的误差或像差可导致制造 PCB 衬底的误差。

[0004] PCB 图案通过工业喷墨印刷机作为点阵图案图像来印刷。重要的是能够校准这类印刷机以及执行质量控制，以便确保其印刷性能是一致的并且满足规范。喷墨印刷机头包含一组喷嘴，并且特定喷嘴的输出可与被印刷的点阵图案图像的区域关联。在印刷机连续使用一段时间之后，喷嘴会堵塞或者失灵，这可能导致被印刷图像的误差或像差。

[0005] 具有工业喷墨印刷机所印刷的图案的陶瓷 PCB 衬底通常在连续印刷周期之间通过烘焙过程来固化。表面污染物的存在以及固化作用可引起印刷特征的失真。除了均匀收缩之外，印刷图案还受到基于印刷材料的局部几何形状的不均匀收缩。印刷图案的失真以及失效的喷嘴还可产生例如开路和短路等电路误差（拓扑失真）以及多个印刷遍数之间的电路特征的未对准（几何失真）。

[0006] 如果喷嘴的“标记 (signature)”可按照点阵图案的区域的渲染的质量来表征，则失灵印刷机以及失灵的原因可通过检查它产生的图像来识别。能够在引起更昂贵的制造误差之前识别和纠正产生于失灵印刷机的印刷误差将会是有用的。

### [0007] 发明内容

[0008] 本发明的实施例实现了图像捕捉、对准和登记。本发明的某些应用在用于检查印刷电路板 (“PCB”) 衬底的系统的各个实施例中的使用。在实施例中，包括摄像机和支撑图像的二维表面的图像捕捉系统可根据待捕捉的图像的配置参数和基于图像的模拟参考位图的配置参数来校准。在实施例中，待捕捉图像在二维表面上的位置根据校准参数来确定。在实施例中，可捕捉不能在单次扫描中捕捉的图像的若干分区 (section) 的一系列图像。可确定通过图像的扫描路径，它部分基于校准参数。在实施例中，通过验证各图像被捕捉时的选定特性，并且通过验证每个所捕捉图像与对应模拟参考位图的对准，来保持所捕捉图像的质量的一致性。

[0009] 在实施例中，一种用于捕捉图像的有效快照的方法可包括：至少部分根据图像、第一快照、图像所在的二维表面和对应于第一快照的参考位图来识别校准参数的集合；至少部分根据校准参数集合中的一个校准参数来识别二维表面上的第一快照的第一位置；在二维表面上的第一位置捕捉第一快照；定义参考位图与第一快照之间的第一对准关系；以及根据应用于对准阈值的第一对准关系的第一对准值来确定第一对准关系是否有效。如果第一对准关系不是有效的，则通过执行以下步骤来验证图像的第二快照和参考位图的第二对准关系：在二维表面上的第二位置捕捉第二快照，第二位置处于第一位置的调整距离阈值之内；定义参考位图与第二快照之间的第二对准关系；响应第二对准关系的第二对准值小于对准阈值而验证第二对准关系；以及将第二快照指定为有效快照。

[0010] 在实施例中,用于捕捉有效快照的方法还可包括通过执行以下步骤来登记有效快照:将有效快照与二维表面上的第一位置关联;通过将有效快照与参考位图对准来调整有效快照;以及存储有效快照。在实施例中,有效快照超过图像质量阈值。

[0011] 在实施例中,第一快照可在快照的顺序集合之内,其中第一快照表示图像的第一分区。在实施例中,如果第三快照跟随快照的顺序集合中的第一快照,则可捕捉表示快照的顺序集合中的图像的第二分区的第三快照。在实施例中,第三快照处于二维表面的第三位置,它处于第一位置的阈值距离之内。阈值距离可至少部分根据第一位置以及配置参数集合中的至少一个校准参数来计算。

[0012] 在实施例中,第一对准关系可包括第一快照与参考位图之间的健壮(robust)对准映射。在实施例中,健壮对准映射至少部分基于第一快照和参考位图的匹配特征的集合。在实施例中,健壮对准映射表示为仿射矩阵。

[0013] 在实施例中,确定第一对准关系是否有效的步骤可通过以下步骤来执行:通过使用仿射矩阵来计算旋转角;以及响应旋转角大于0或小于某大小(size)阈值而确定第一对准关系为有效。

[0014] 在实施例中,用于计算图像与对应于图像的参考位图之间的对准映射的方法可包括:识别图像和参考位图中的匹配特征的集合;创建包含与图像关联的匹配特征集合的子集的第一特征矢量;创建包含与参考位图关联的匹配特征集合的子集的第二特征矢量;计算第一特征矢量与第二特征矢量之间的第一映射;根据第一映射来计算第一误差值;以及如果误差值小于误差阈值,则将第一映射识别(identified)为对准映射。在实施例中,第一映射是第一仿射矩阵。在实施例中,根据第一映射来计算第一误差值的步骤可包括:识别与第一仿射矩阵关联的残差的集合;计算残差集合的平均值;以及将平均值指定为第一误差值。

[0015] 在实施例中,如果第一误差值大于误差阈值,则对准映射可通过执行以下步骤来识别:计算残差集合的标准偏差;将上限值确定为标准偏差的倍数;将下限值确定为0减去上限值;从第二特征矢量中识别具有大于下限值且小于上限值的值的至少一个匹配特征;创建包含来自第二特征矢量的至少一个匹配特征的第三特征矢量;计算第一特征矢量与第三特征矢量之间的第二映射;根据第二映射来计算第二误差值;以及如果第二误差值小于误差阈值,则将第二映射指定为对准映射。

[0016] 在实施例中,用于捕捉和对准图像快照的系统可包括:图像捕捉器,它接收校准参数的集合和图像,并且在二维表面上的某个位置处捕捉快照;图像验证器,它接收快照和对应于快照的参考位图,并且将快照的至少一个特性与图像质量阈值进行比较;以及图像对准器,它接收具有超过图像质量阈值的至少一个特性的快照以及参考位图,并且如果已经确定快照与参考位图之间的有效对准关系,则对准快照和参考位图。

[0017] 在本发明内容部分概括描述了本发明的一些特征和优点;但是,附加特征、优点和实施例在本文中提供或者是本领域的技术人员鉴于其附图、说明书和权利要求书会清楚知道的。相应地,应当理解,本发明的范围不受本发明内容部分所公开的具体实施例限制。

## 附图说明

[0018] 将参照本发明的实施例,在附图中说明它们的示例。这些附图意在是说明性的而

不是限制。虽然在这些实施例的上下文中概括地描述本发明，但是大家应当理解，它不是要将本发明的范围局限于这些具体实施例。

[0019] 图 1 示出根据本发明的多个实施例的印刷 PCB 图案的模拟参考位图、重构位图图像和失真位图的示例。

[0020] 图 2A 示出根据本发明的多种实施例、用于检查印刷 PCB 位图的系统的框图。

[0021] 图 2B 示出根据本发明的多种实施例、用于生成登记的图像的图像生成器系统的框图。

[0022] 图 3 示出根据本发明的多种实施例的图像捕捉系统。

[0023] 图 4 示出根据本发明的多种实施例、用于逐步扫描图像 的分区的扫描路径的一个示例。

[0024] 图 5 示出一种根据本发明的多种实施例、用于捕捉、对准和登记图像的方法。

[0025] 图 6 示出一种根据本发明的多种实施例、用于计算所捕捉图像及其对应参考位图的对准映射的方法。

[0026] 图 7 示出计算系统的框图。

## 具体实施方式

[0027] 为了便于说明，以下描述中提出具体细节，以便提供对本发明的理解。但是，本领域的技术人员会清楚地知道，即使没有这些细节也可实施本发明。本领域的技术人员会知道，本发明的实施例可结合到许多不同的系统和装置中，包括摄像机、扫描仪、打印机、计算机、传真机、包括具有显示器或摄像机功能的那些装置的移动装置、多媒体装置等，下面描述实施例的一部分。本发明的实施例可通过软件、硬件、固件或者它们的组合来实现。

[0028] 框图所示的组件或模块是说明本发明的示范实施例，并且意在避免影响理解本发明。还要理解，在通篇论述中，组件可描述为可包括子单元的单独的功能单元，但是本领域的技术人员会知道，多个组件或者它们的部分可分为单独的组件，或者可以集成在一起，包括集成到单个系统或组件中。

[0029] 此外，附图中的组件 / 模块之间的连接不是要局限于直接连接。这些组件之间的数据而是可经过修改、重定格式或者通过中间组件来改变。也可使用附加或更少的连接。还要注意，术语“耦合”或者“在通信上耦合”要理解为包括直接连接、通过一个或多个中间装置的间接连接以及无线连接。

[0030] 说明书中提到“一个实施例”或“实施例”表示结合该实施例所述的具体特征、结构、特性或功能包含在本发明的至少一个实施例中，并且可在一个以上实施例中。在本说明书的不同位置中出现的词语“在一个实施例中”或“在实施例中”不一定都表示同一个实施例。

[0031] 本发明的某些应用在用于检查印刷电路板（“PCB”）衬底的系统的多种实施例中的使用。PCB 图案可通过工业喷墨印刷机作为点阵图案图像印刷到衬底上；点阵图案通过印刷机墨喷嘴的阵列来产生。在喷墨印刷机连续使用一段时间之后，它的喷嘴的一部分可堵塞或者失灵，并且这可导致被印刷点阵图案图像的像差。印刷 PCB 图案的像差可对应于例如短路或故障连接等电路缺陷。

[0032] 将检查系统应用于通过喷墨印刷机印刷的 PCB 图像。这种检查系统可实现印刷

PCB 图像的缺陷 (fault) 的识别, 并且还可实现关于哪些喷嘴与印刷图像上的所识别缺陷的位置关联的确定。图 1 示出根据本发明的多个实施例的印刷 PCB 图像的缺陷检测的一个示例。可将 PCB 图案的印刷图像 140 与 PCB 图案的模拟参考位图 120 进行比较, 并且可生成表示印刷图像 140 与参考位图 120 之间的差异的失真图 160。在实施例中, 失真图 160 的区域被彩色编码成标识与印刷图像 140 中的缺陷关联的像差。

[0033] 图 2A 示出根据本发明的多个实施例、用于检查印刷图像的系统 200 的框图。系统 200 接收输入印刷图案 205 (例如 PCB 衬底的印刷图像), 并且将它与参考位图生成器 215 根据输入印刷图案 205 所生成的参考位图 225 进行比较。参考位图是印刷输入印刷图案 205 的模拟, 并且用于即使不排除全部、也排除例如 PCB 衬底上的点阵图案位图图像的印制可引起的像差的大多数。

[0034] 在实施例中, 具有规定配置的参考位图 225 可根据输入印刷图案 205 和用户输入参数 210 来生成。生成的参考位图 225 可具有与作为其基础的输入印刷图案 205 的大小和配置不同的大小和配置, 以便增加参考位图 225 的分辨率。在实施例中, 用户输入参数 210 用于计算要生成的参考位图的配置参数。用户输入参数 210 可包括 x 和 y 方向上以每英寸点数 (DPI) 为单位的印刷机间距、印刷机墨滴大小 (喷墨印刷机喷嘴使点呈现为具有理想圆形的墨的“微滴”) 以及将要产生的模拟图案的 DPI。可计算比例因子, 它将输入印刷图案 205 的配置参数与其参考位图 225 的配置参数相关。

[0035] 输入印刷图案 205 和参考位图 225 由图像生成器 230 进行比较。通过用户输入参数 235 可配置的缺陷检测器 240 创建将输入印刷图案 205 与所生成参考图像 225 的比较期间可发现的像差的失真图 245。示范失真图 160 如图 1 所示。

[0036] 输入印刷图案 205 可以非常大。大图像可分为若干分区, 然后可将选定分区与参考位图 225 的对应分区进行比较。在实施例中, 待比较的分区可通过用户输入参数 210 来选择。排除图生成器 220 生成的输入图像的“排除图”250 可用于选择进行比较的分区。排除图识别输入印刷图案 205 中的未检查的区域, 例如背景的区域。在实施例中, 可部分基于分区的集合、输入印刷图案 205、参考位图 225 和排除图 250 来重构图像。重构图像可成为前面所述的缺陷检测的基础。示范重构的 PCB 图案图像 140 如图 1 所示。

## A. 系统实现

[0037] 图 2B 示出根据本发明的多种实施例的图像生成器 230 的框图。图像生成器 230 接收输入印刷图案 205 以及从输入印刷图案 205 生成的参考位图 225, 并且生成输入印刷图案 205 的已存储有效快照 (登记的图像 265)。在实施例中, 图像生成器 230 可接收排除图 250。图像生成器 230 可在检查系统 200 的实施例中用于生成输入印刷图案 205 的高分辨率图像。在多种实施例中, 图像生成器 230 可识别和记录作为大印刷图案的分区的输入印刷图案 205 的位置。大的登记的图像可由已经捕捉和存储的分区的集合来重构。

[0038] 图 3 示出根据本发明的多种实施例的示范图像捕捉系统。图像捕捉系统可包括摄像机 320, 它通过设置在二维表面 310 上的输入印刷图案 305 之上的二维空间中的控制臂来控制和定位。在某些实施例中, 摄像机 320 的位置通过控制臂来固定, 以及二维表面 310 是活动表面 (多种实施例中的“xy 坐标台”)。输入印刷图案 305 的位置通过移动二维表面 310 相对于摄像机位置而改变, 使得可拍摄输入图像的不同分区。在实施例中, 二维表面

310 由光源 315 照射。在实施例中,如果在单次扫描中不能捕捉整个图像,则可捕捉和存储印刷图案 305 的分区。下面更详细地描述,根据本发明的多种实施例,可在沿通过图像的规定扫描路径的指定位置处捕捉分区。

[0039] 在本发明的多种实施例中,图像捕捉系统还包括与摄像机连接的计算机 325。计算机 325 可提供用于优化摄像机 320 的聚焦和曝光设置的某些处理功能。在实施例中,摄像机所捕捉的图像的存储和处理可在计算机 325 执行。所捕捉的印刷图像可从图像的所捕捉和存储(“登记”)分区来重构。

[0040] 图像捕捉器 255 接收输入印刷图案 205 以及从输入印刷图案 205 生成的参考位图 225,并且产生输入印刷图案 205 的所捕捉快照。在多种实施例中,图像捕捉器 255 可捕捉输入印刷图案 205 的分区,并且基于输入印刷图案 205 的所接收排除图 250 可部分用于选择待捕捉的分区。实施例中的图像捕捉可包括图像捕捉系统的初始校准。这种校准至少部分基于二维表面 310 上的印刷图案的对准印刷图像或分区的特性与其对应参考位图 225 的特性之间的比较。

[0041] 在实施例中,待捕捉的图像在二维表面上的位置至少分区根据从图像的参考位图 225 的生成以及从图像捕捉系统的校准所得出配置数据来计算。配置数据的示例包括参考位图配置参数、参考位图与二维表面之间的映射、二维表面上和参考位图的初始位置、x 和 y 方向上的二维表面电动机节距大小(分别为“xStep”和“yStep”)、校准期间所计算的倾斜角(对准验证参数)以及与图像快照对应的参考位图分区的宽度和高度。本领域的技术人员会知道,存在多种配置数据,并且将要用于初始化的数据的选择不是本发明的关键。

[0042] 在实施例中,图像验证器 260 接收所捕捉快照,并且部分地根据可包括对比度和锐度的快照的图像特性来验证快照的质量。在图像捕捉系统的实施例中,图像锐度可从快照中的高频分量的量的测量来确定,而图像对比度可从快照边缘周围的平均亮度差来计算。如果所捕捉快照的质量超过质量阈值,则保留有效的所捕捉快照。

[0043] 在实施例中,图像对准器 265 接收有效的所捕捉图像,然后验证所捕捉图像与其对应参考位图之间的对准。下面更详细地描述,图像对准器 265 则将所捕捉图像与其对应参考位图对准,并且登记已对准图像 270。

## B. 用于捕捉、对准和登记图像的方法

[0044] 如前面所述,图像的快照可被捕捉并且用于检测印刷图像的缺陷的检查系统的实施例。如果整个印刷图像不能在单次扫描中捕捉,则被捕捉图像可从印刷图像的所捕捉和存储分区的集合来重构。在实施例中,可在沿通过图像的规定扫描路径的指定位置捕捉分区。

[0045] 图 4 示出用于使用如图 3 例示和示出的检查系统来捕捉图像分区 410 的集合、通过印刷图案 305 的示范扫描路径。在某些实施例中,摄像机 320 的位置通过控制臂来固定,以及输入印刷图案 305 的位置通过移动印刷图案 305 所在的活动二维表面 310(例如多种实施例中的“xy 坐标台”)相对于摄像机位置而改变,使得可拍摄输入印刷图案 305 的不同分区。

[0046] 扫描路径可包括在印刷图案 305 上的原点 415 处开始的一系列电动机节距(430 和 435)。各电动机节距表示二维表面 310 相对于摄像机 320 的固定位置的一次移动,并且

在各电动机节距之后可捕捉快照。在多种实施例中，使用基于配置参数的所计算扫描路径来捕捉输入图像的一系列分区是“智能扫描”。

[0047] 图 5 示出一种根据本发明的多种实施例、与结构无关地用于捕捉、对准和登记图像的方法 500。方法 500 可在系统 200 的图像生成器 230 的实施例中实现。

[0048] 在实施例中，可使用系统的初始校准期间所确定的例如参考位图大小以及待捕捉分区之间所需的 x 和 y 方向上的重叠量等参数来计算 x 方向 420 上的电动机节距大小 (xStep 430) 和 y 方向 425 上的电动机节距 (yStep 435) (505)。

[0049] 在实施例中，在二维表面上待捕捉的图像的位置至少部分基于从图像 225 的参考位图的生成以及从图像捕捉系统的校准所得出配置数据来计算 (510)。可使用的配置数据的示例包括参考位图配置参数、参考位图与二维表面之间的映射、二维表面和参考位图上的初始位置、xStep 430 和 yStep 435、校准期间所计算的倾斜角（对准验证参数）以及与图像快照对应的参考位图分区的宽度和高度。本领域的技术人员会知道，存在各种配置数据，并且将要用于初始化的数据的选择不是本发明的关键。

[0050] 在捕捉 (515) 图像快照之后，至少部分基于可包括对比度和锐度的快照的图像特性来验证快照的质量。在图像捕捉系统的实施例中，图像锐度可从快照中的高频分量的量的测量来确定，而图像对比度可从快照边缘周围的平均亮度差来计算。如果所捕捉快照的质量没有超过质量阈值 (520)，则不保留快照，并且使用不同的摄像机校准在同一个坐标位置捕捉 (515) 另一个快照。如果所捕捉快照的质量超过质量阈值 (520)，则保留有效的所捕捉快照，并且从存储装置提取对应于快照图像的参考位图 225 (525)，使得可计算 (530) 快照图像与参考位图之间的健壮对准映射。在实施例中，这种健壮对准映射可表示为从快照图像和参考位图的匹配特征所计算的估计仿射矩阵。

[0051] 在实施例中，在摄像机 32 上接管 (hosted) 或者在检查系统的计算机 325 上接管的方法可用于通过补偿没有满足质量标准的测量特性实时地改进所捕捉快照的质量。例如，对比度可通过自动曝光方法来改进，而锐度可通过自动聚焦方法来改进。

[0052] 通过分析图像和参考位图来验证 (535) 健壮对准映射。在实施例中，如果图像与参考位图之间的所计算旋转角接近 0 (例如在 ±1 度之内)，则健壮对准映射是有效的。在多个实施例中，旋转角可从仿射矩阵来确定，其中仿射矩阵从快照图像和参考位图的匹配特征来计算。仿射矩阵的组成部分可被简化并且分为两个独立空间，即缩放和旋转。旋转角可使用旋转空间来计算。

[0053] 如果健壮对准映射是有效的 (535)，则对准图像和参考位图，并且登记 (即存储和记录) 图像 (555)。如果通过衬底的指定扫描路径已经完成 (550)，则完成待捕捉图像的集合 (560)。如果通过衬底的指定扫描路径尚未完成 (550)，则根据电动机节距 Xstep 和 Ystep 的值沿扫描路径移动 (555) 二维表面。

[0054] 如果健壮对准映射不是有效的 (535)，则可能是因具有周期图案的所捕捉图像而引起。在实施例中，如果衬底上的所捕捉图像的位置通过从所捕捉图像的当前位置向上、向下、向右或向左移动 (550) 二维表面、然后重复步骤 515 至 535 细微地调整，则可引入图案的非周期性。在实施例中，例如，二维表面可沿 x 和 y 方向在 4–5mm 的范围内移动，它可以是二维表面的电动机移动的 10%。如果有效的健壮对准映射完成 (535)，则恢复扫描路径上的原始捕捉图像的位置。

## 1. 计算健壮对准映射

[0055] 图 6 示出一种根据本发明的多个实施例、与结构无关地用于计算健壮对准映射的方法 600。方法 600 可实现为方法 500 的实施例中以及图像对准器 265 中的步骤 530。

[0056] 在实施例中, 使用例如 SIFT 特征提取器等特征提取器从图像的所捕捉快照及其对应参考位图提取 (605) 特征。本领域的技术人员会知道, 存在各种特征提取方法, 并且特征提取器的选择不是本发明的关键。识别来自图像和参考位图的匹配特征。可识别的特征的示例包括线条、圆以及对于 PCB 图像的电路上的结和角。包含匹配特征集合 (特征点集合) 的第一特征矢量从图像提取, 而包含相同的匹配特征集合的第二特征矢量从参考位图 610 提取。在多个实施例中, 指定扫描路径上的各个区域中的照明变化不会影响特征提取方法的一致性。

[0057] 在实施例中, 最小二乘法可用于估计 (615) 表示第一特征矢量的点到第二特征矢量的对应点的映射的仿射矩阵。本领域的技术人员会知道, 存在用于估计仿射矩阵的多种方法, 并且用于估计仿射矩阵的方法不是本发明的关键。残差从所估计的仿射矩阵来计算 (620)。计算 (625) 残差的平均值和标准偏差 ( $\sigma$ ), 并且将残差的平均值指配为 (630) 当前误差值。将当前误差值与从前一个所估计仿射矩阵所计算的前一个误差值之间的差的绝对值与阈值 (在实施例中, 例如, 这个值可以是 1 个像素) 进行比较 (635)。如果差的绝对值小于阈值, 则保存 (650) 所估计的仿射矩阵。

[0058] 如果差的绝对值大于阈值, 则将特征点的集合精简为仅包含具有残差的平均值的  $-3 * \sigma$  至  $+3 * \sigma$  之内的映射的那些点。将当前误差值重新指配为前一个误差值 (645), 并且重复进行步骤 615 至 635。

## C. 计算系统实现

[0059] 要注意, 本发明可在能够处理图像数据的任何指令执行 / 计算装置中实现, 非限制性地包括例如预计用于图形处理等的通用计算机和专用计算机。本发明还可实现为其它计算装置和系统, 非限制性地包括数码摄像机、打印机、扫描仪、多功能打印机 / 扫描仪、传真机、多媒体装置以及处理、捕捉、传送或存储图像的任何其它装置。此外, 在任何装置中, 本发明的方面可通过包括软件、硬件、固件或者它们的组合的大量方式来实现。例如, 实施本发明的各个方面功能可通过以大量方式实现的组件来执行, 其中包括分立逻辑组件、一个或多个专用集成电路 (ASIC) 和 / 或程序控制处理器。要注意, 实现这些项目的方式不是本发明的关键。

[0060] 图 7 示出可实现或实施本发明的实施例的指令执行 / 计算装置 700 的一个实施例的原理框图。如图 7 所示, 处理器 702 运行软件指令, 并且与其它系统组件交互。在一个实施例中, 处理器 702 可以是通用处理器, 例如 (作为举例而不是限制) AMD 处理器、INTEL 处理器、SUN MICROSYSTEMS 处理器或 POWERPC 兼容 CPU 或者可以是专用处理器的处理器。与处理器 702 耦合的存储装置 704 提供数据和软件程序的长期存储。存储装置 704 可以是硬盘驱动器和 / 或能够存储数据的另一种装置, 例如计算机可读媒体 (例如磁盘、磁带、光盘、DVD 等) 驱动器或者固态存储器装置。存储装置 704 可保存与处理器 702 配合使用的程序、指令和 / 或数据。在一个实施例中, 存储于存储装置 704 或者从存储装置 704 加载的程序

或指令可加载到存储器 706 中，并且由处理器 702 运行。在一个实施例中，存储装置 704 保存用于在处理器 702 实现操作系统的程序或指令。在一个实施例中，可能的操作系统包括但不限于 UNIX、AIX、LINUX、Microsoft Windows 和 APPLE MAC OS。在实施例中，操作系统运行于计算系统 700 并且控制计算系统 700 的操作。

[0061] 与处理器 702 耦合的可寻址存储器 706 可用于存储将由处理器 702 运行的数据和软件指令。存储器 706 可以是例如固件、只读存储器 (ROM)、闪速存储器、非易失性随机存取存储器 (NVRAM)、随机存取存储器 (RAM) 或者它们的任何组合。在一个实施例中，存储器 706 存储多个软件对象，或者以其它方式称作服务、实用程序、组件或模块。本领域的技术人员还会知道，存储装置 704 和存储器 706 可以是相同的产品，并且在两种能力方面起作用。在一个实施例中，图 2A 和图 2B 的组件的一个或多个可以是存储器 704、706 中存储并且由处理器 702 运行的模块。

[0062] 在一个实施例中，计算系统 700 提供与其它装置、其它网络或者它们两者进行通信的能力。计算系统 700 可包括在通信上将计算系统 700 与其它网络和装置耦合的一个或多个网络接口或适配器 712、714。例如，计算系统 700 可包括网络接口 712、通信端口 714 或者它们两者，它们的每个在通信上与处理器 702 耦合，并且它们可用于将计算系统 700 与其它计算机系统、网络和装置耦合。

[0063] 在一个实施例中，计算系统 700 可包括与处理器 702 耦合的一个或多个输出装置 708，以便帮助显示图形和文本。输出装置 708 可包括但不限于显示器、LCD 屏幕、CRT 监视器、打印机、触摸屏或者用于显示信息的其它装置。计算装置 700 还可包括图形适配器 (未示出)，以便帮助在输出装置 708 上显示信息或图像。

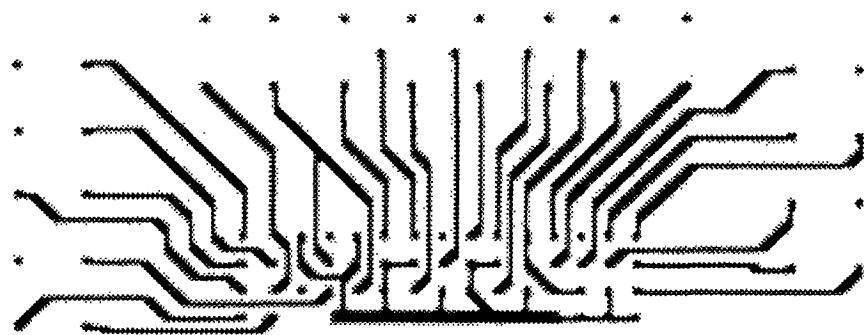
[0064] 与处理器 702 耦合的一个或多个输入装置 710 可用于帮助用户输入。输入装置 710 可包括但不限于例如鼠标、跟踪球或触摸垫等指示装置，并且还可包括键盘或小键盘，以便将数据或指令输入到计算系统 700 中。

[0065] 在一个实施例中，计算系统 700 可接收输入，无论是通过通信端口 714、网络接口 712、存储器 704/706 中的存储数据，还是通过输入装置 710、来自扫描仪、复印机、传真机或者其它计算装置。

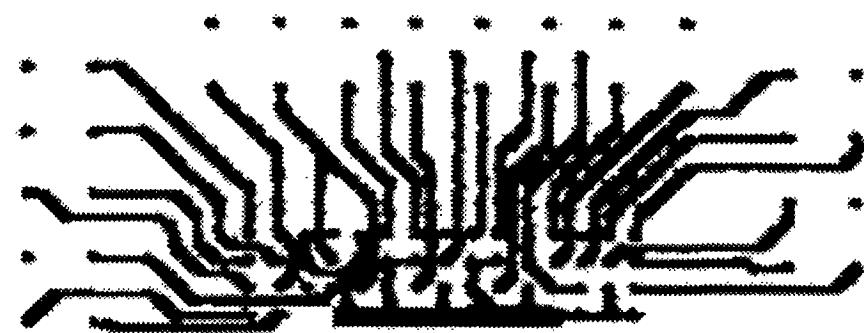
[0066] 本领域的技术人员会知道，计算系统不是实施本发明的关键。本领域的技术人员还会知道，以上所述的多个元件可在物理和 / 或功能上分为子模块或者组合在一起。

[0067] 要注意，本发明的实施例还可涉及具有计算机可读媒体的计算机产品，其中具有用于执行各种计算机实现的操作的计算机代码。媒体和计算机代码可以是为了本发明专门设计和构造的，或者它们可属于相关领域的技术人员已知或者可得到的种类。计算机可读媒体的示例包括但不限于：磁媒体，例如硬盘、软盘和磁带；光媒体，例如 CD-ROM 和全息装置；磁光媒体；以及硬件装置，它们专门配置成存储或者用于存储和运行程序代码，例如专用集成电路 (ASIC)、可编程逻辑装置 (PLD)、闪速存储器装置以及 ROM 和 RAM 装置。计算机代码的示例包括例如编译器所产生的机器代码以及包含由计算机使用解释器来运行的高级代码的文件。

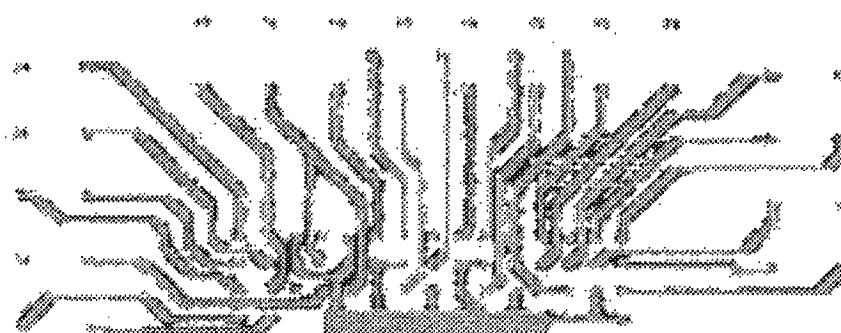
[0068] 虽然本发明可容许各种修改和备选形式，但是在附图中示出它的具体示例，并且在本文进行详细描述。但是应当理解，本发明并不是要局限于所公开的具体形式，相反，本发明将涵盖落入所附权利要求书的范围之内的所有修改、等效和备选方案。



参考位图

120

输入图像

140

失真图

160

图 1

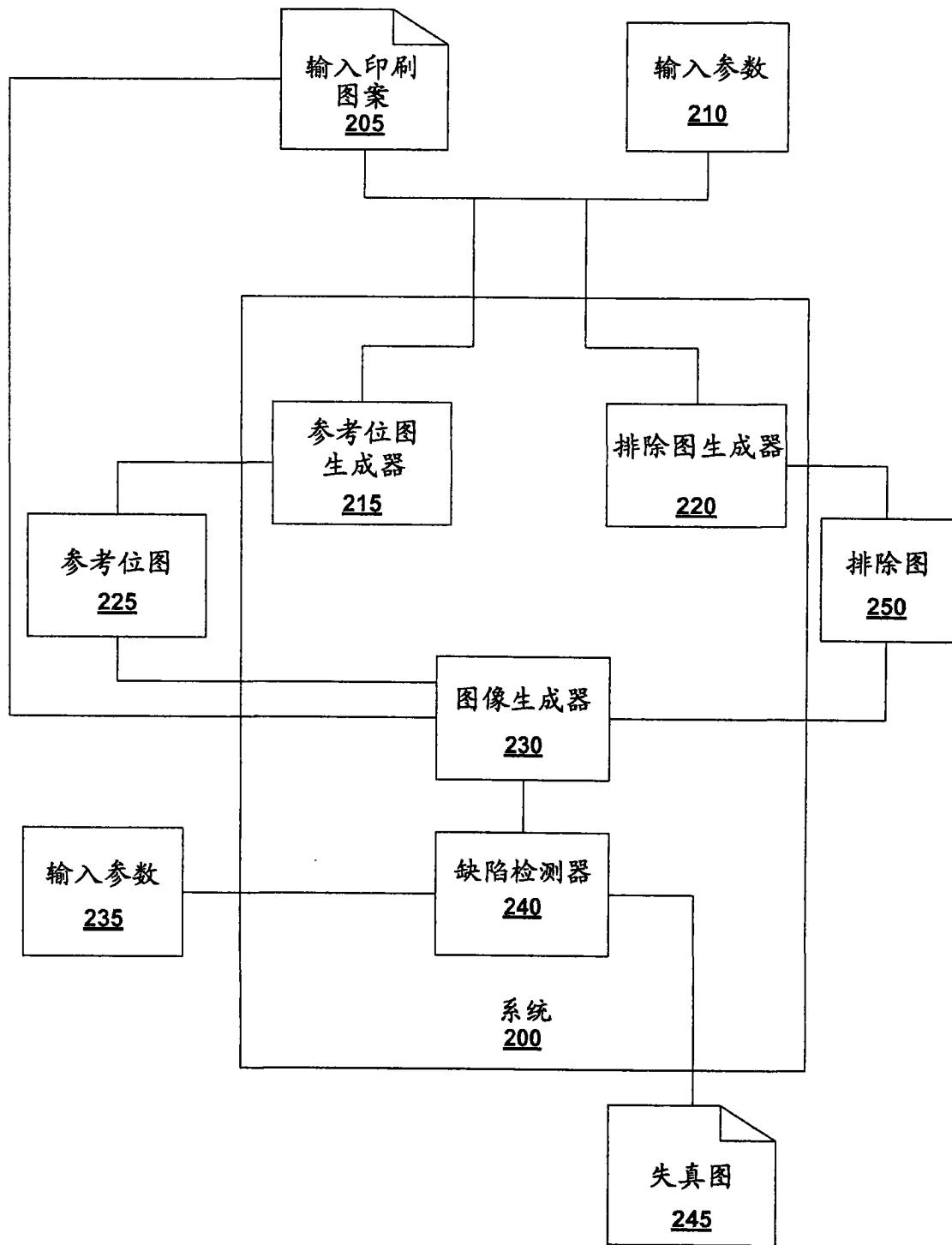


图 2A

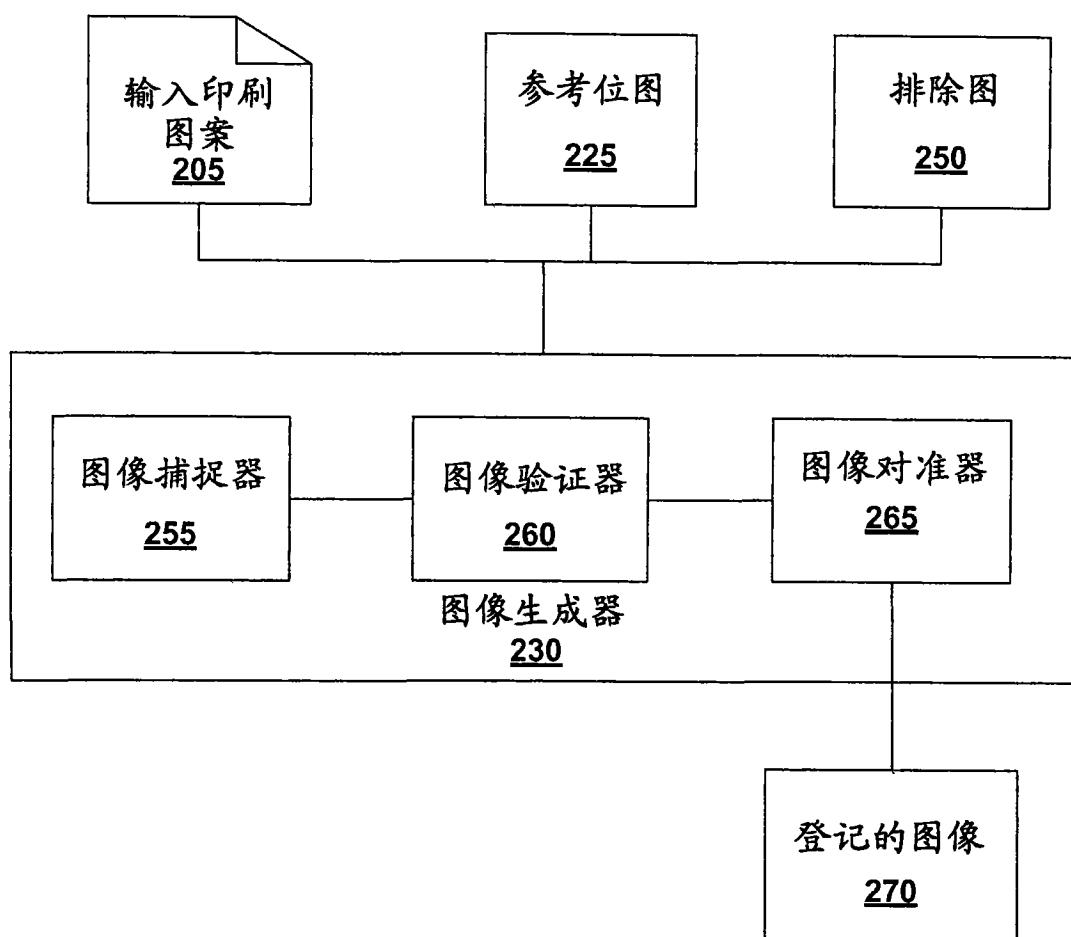


图 2B

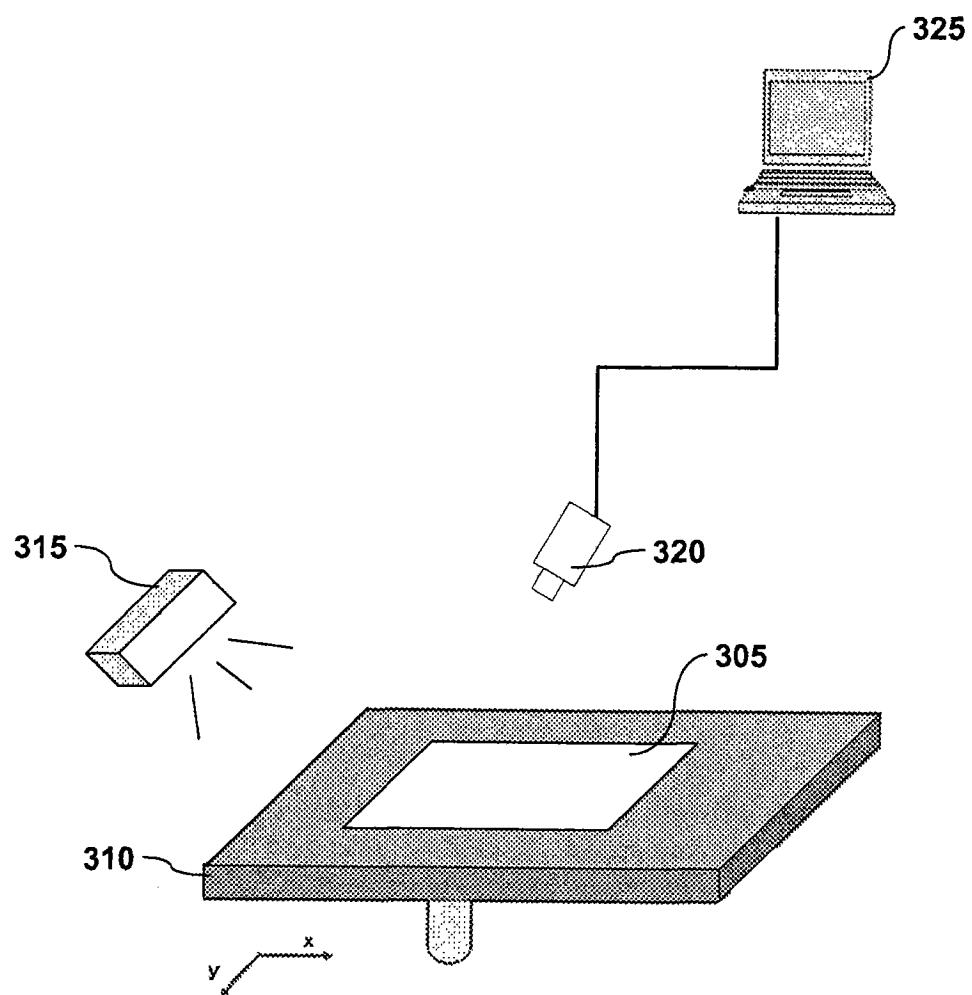


图 3

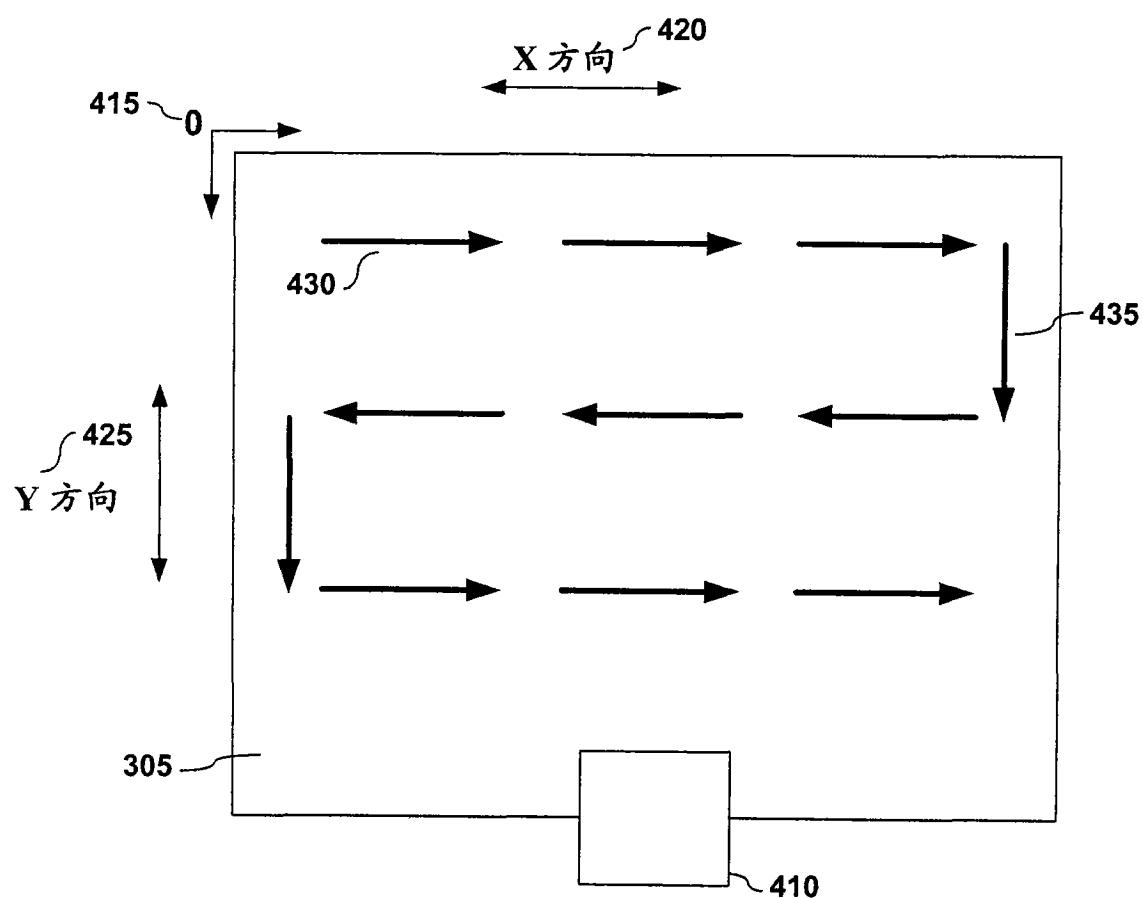


图 4

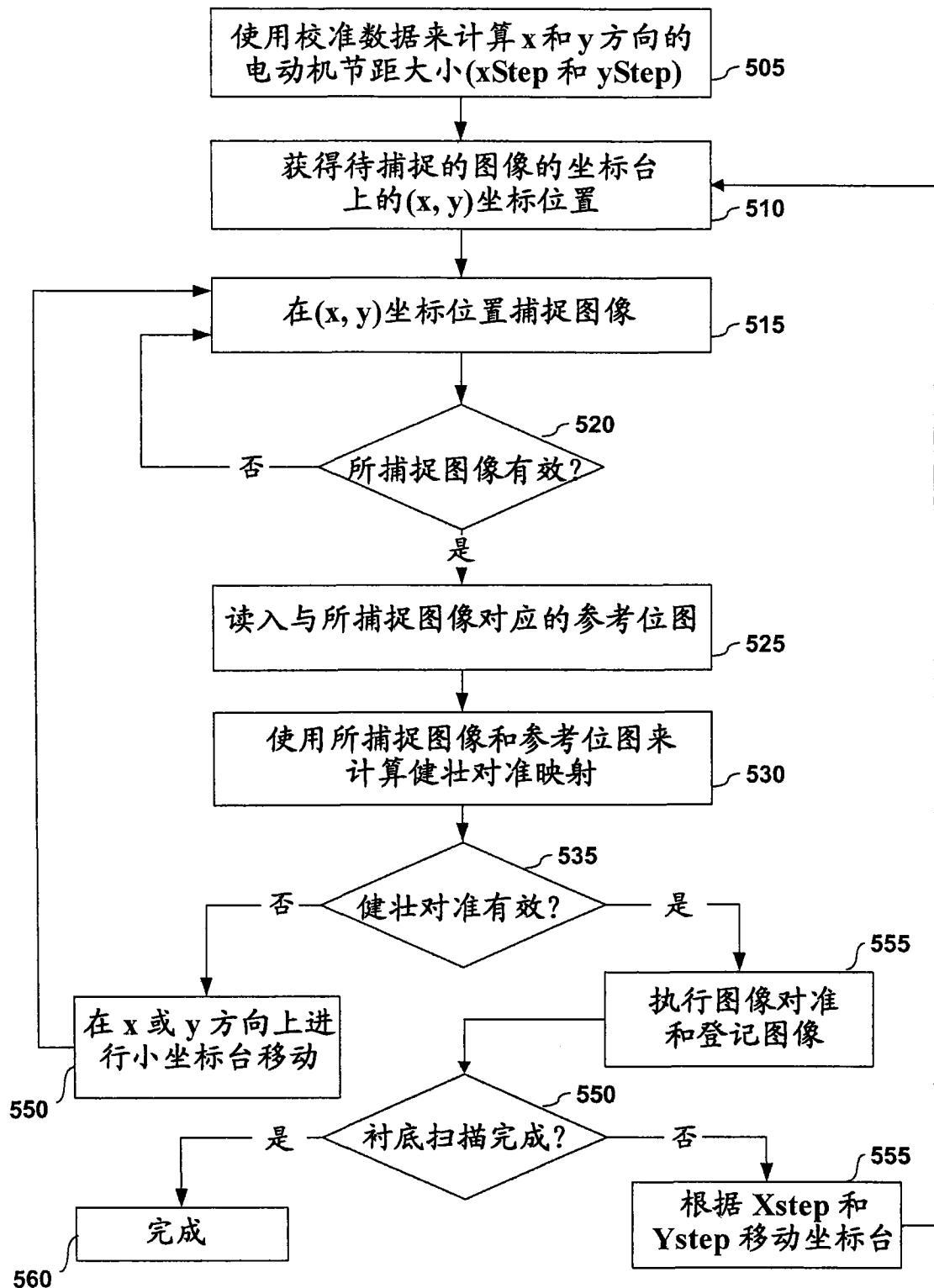
500

图 5

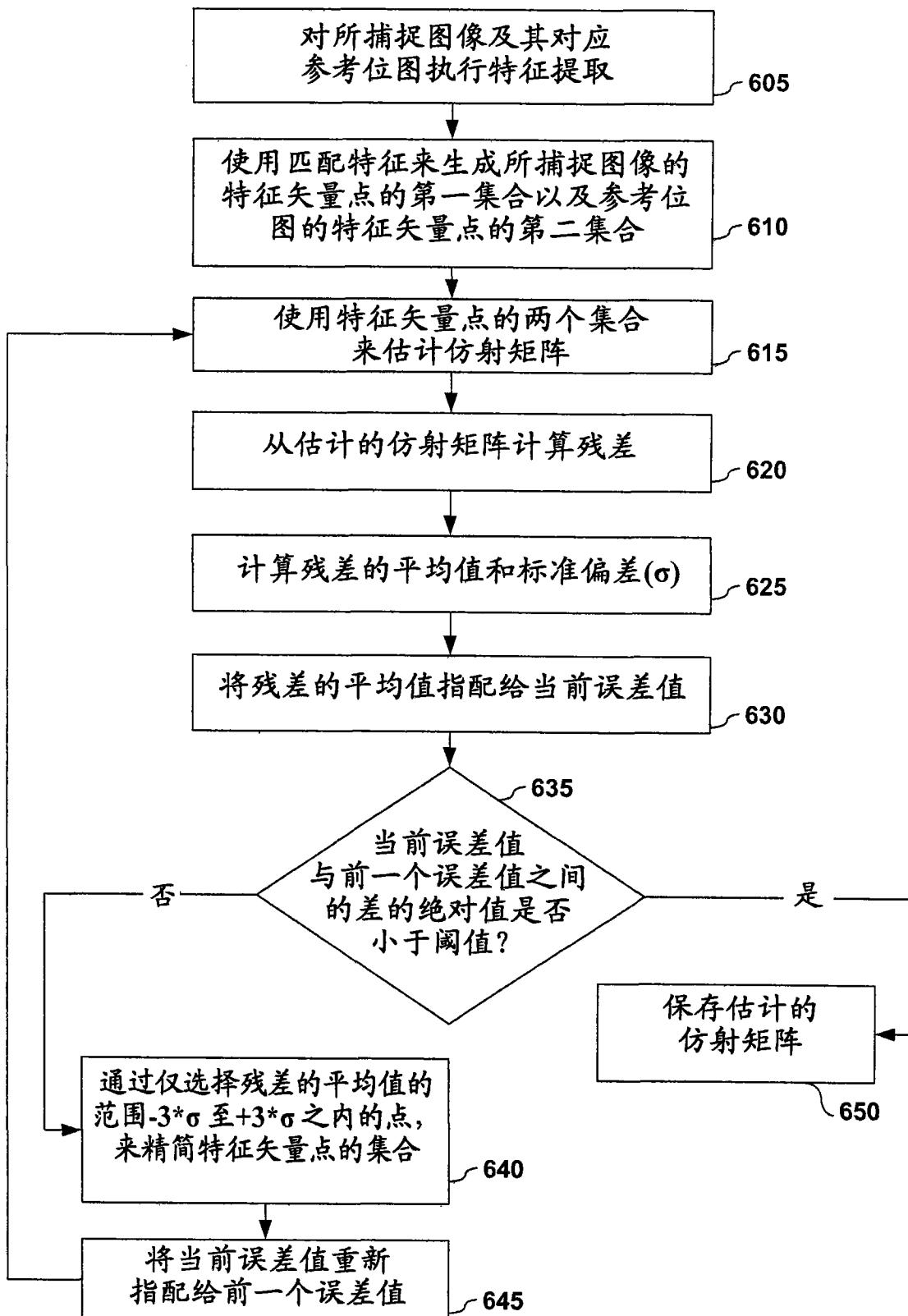
600

图 6

### 计算系统 700

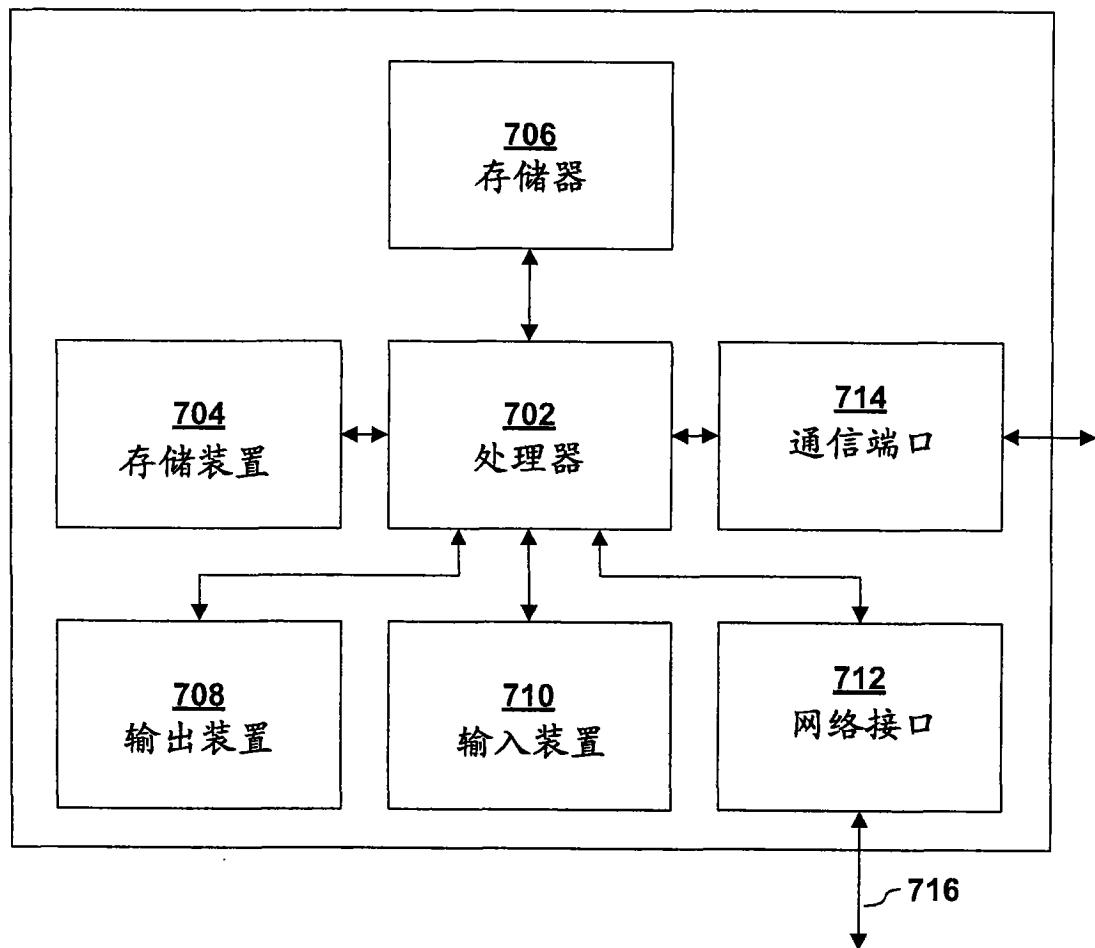


图 7