



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101400968 B

(45) 授权公告日 2015.06.10

(21) 申请号 200780008833.0

(22) 申请日 2007.01.22

(30) 优先权数据

11/347,355 2006.02.03 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2008.09.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2007/060847 2007.01.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02007/090002 EN 2007.08.09

(73) 专利权人 吉尔森公司

地址 美国威斯康星州

(72) 发明人 R·J·诺顿 C·J·戴维斯

(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 李镇江

(51) Int. Cl.

G01C 15/00(2006.01)

(56) 对比文件

US 2005/0094864 A1, 2005.05.05, 摘要, 说

明书第 4、10、87-107、120、164、219、279、302-309 段,附图 2、3A、18B.

US 5517027 A, 1996.05.14, 全文.

US 5754299 A, 1998.05.19, 全文.

US 2002/0164063 A1, 2002.11.07, 全文.

US 2004/0218158 A1, 2004.11.04, 全文.

US 2004/0208350 A1, 2004.10.21, 全文.

审查员 李莹

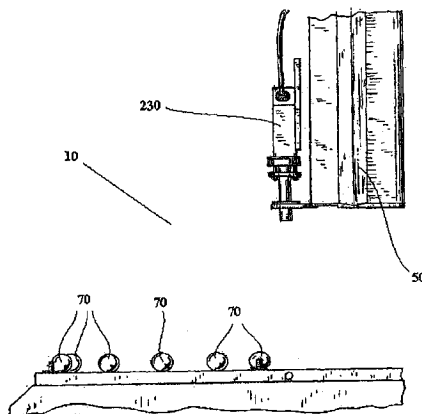
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

准线修正系统及其使用方法

(57) 摘要

本发明提供了用于正确对准的直角坐标机器人和方法。更具体地,本发明利用反射球和激光来定位特定点,然后能够用特定点确定出修正因子。



1. 一种准线修正系统,包括:
 - (a) 具有带有一个或以上目标位置的表面的基座,其中各目标位置适合容纳反光物体,并且所有的目标位置基本位于单个基座平面内;
 - (b) 一个或以上反光物体,各放置在一个目标位置中;以及
 - (c) 具有光源和用于检测反射光的传感器的探头,探头可放置在基本平行于基座平面并且与基座平面相距一定距离处的探头平面内,使得探头能够用光束照射各个目标位置,并且传感器能够检测来自位于这种目标位置处的任何反光物体的反射光,
其中,所述光源为激光器,且
其中,所述反光物体为反光球。
2. 权利要求 1 的准线修正系统,其中光束基本垂直于基座平面。
3. 权利要求 1 的准线修正系统,其中基座的表面包括在各目标位置处用于容纳反光物体的凹部或孔。
4. 权利要求 1 的准线修正系统,其中反光物体放置在每个目标位置处。
5. 权利要求 1 的准线修正系统,其中基座表面上的目标位置由 x 坐标和 y 坐标定义,使得没有两个目标位置具有相同的 x 坐标或相同的 y 坐标。
6. 权利要求 1 的准线修正系统,其中基座表面包括至少两对角,并且每对角彼此对角地设置。
7. 权利要求 6 的准线修正系统,其中至少两个目标位置沿着在基座表面的相对的角之间延伸的第一对角线设置。
8. 权利要求 7 的准线修正系统,其中两个或以上目标位置设置在基座表面上的第二对相对的角之间延伸的第二对角线上,并且其中目标位置设置在基座表面的中心区内。
9. 权利要求 8 的准线修正系统,其中第二对角线上的至少一个目标位置设置在基座表面的与第一对角线上设置的目标位置之一相同的一侧。
10. 权利要求 1 的准线修正系统,其中基座适合于支持用于容纳液体的容器。
11. 权利要求 10 的准线修正系统,其中用于容纳液体的容器是从试管架或微滴定盘中选取的。
12. 权利要求 1 的准线修正系统,其中准线修正系统为 X-Y 绘图仪的部件或者为直角坐标机器人的部件,该 X-Y 绘图仪或直角坐标机器人各具有适合移动到基座表面之上的任何 X-Y 坐标的 X-Y 致动器。
13. 权利要求 12 的准线修正系统,其中直角坐标机器人为液体处理机器人。
14. 权利要求 12 的准线修正系统,其中探头安装在 X-Y 致动器上。
15. 权利要求 1 的准线修正系统,其中反光球是从球轴承、金属涂覆球、陶瓷球、反射玻璃球、或反射塑料球中选取的。
16. 权利要求 1 的准线修正系统,其中探头为回复反射激光光学传感器。
17. 利用权利要求 1 的准线修正系统来校正机器中的对准误差的方法,包括:
 - (a) 用来自准线修正系统的探头的光束照射一个或以上反光物体;以及
 - (b) 用探头传感器检测来自一个或以上反光物体的光。
18. 一种校正机器中的对准误差的方法,包括:
 - (a) 将权利要求 1 的准线修正系统的探头放置在一个目标位置处的一个反光物体上;

- (b) 用来自探头光源的光束照射反光物体；
 - (c) 用探头传感器检测从反光物体反射的光；
 - (d) 相对于反光物体重新放置探头,直到反射光为最大,并记录最大时的探头位置；
 - (e) 针对每个具有反光物体的目标位置重复以上步骤；以及
 - (f) 由步骤(d)中收集的数据确定出对准误差。
19. 权利要求 18 的方法,其中对准误差为偏移误差、标度不准确或斜交中的一个或多个。
20. 权利要求 18 的方法,其中放置所述探头以扫描各反光物体的中心线。
21. 权利要求 19 的方法,其中既扫描沿 x 轴的中心线,又扫描沿 y 轴的中心线。
22. 权利要求 20 的方法,其中执行沿 x 中心线的扫描;根据 x 中心线扫描 y 中心线;以及根据 y 中心线再次扫描 x 中心线。
23. 权利要求 20 的方法,其中沿 x 轴的中心线和沿 y 轴的中心线提供一组针对各个目标位置的 X 和 Y 测量结果。
24. 权利要求 22 的方法,其中对针对各个目标位置的 X 和 Y 测量结果组进行多元线性回归。
25. 一种准线修正系统,包括:
- (a) 包括探头的直角坐标机械臂;
 - (b) 具有带有一个或以上目标位置的表面的基座,其中各目标位置适合容纳反光球,并且所有的目标位置基本位于单个基座平面内,并且其中机械臂和基座彼此垂直设置并占据基本平行的平面;
 - (c) 一个或以上反光球,各放置在一个目标位置中;以及
 - (d) 其中探头还包括激光器和用于检测反射激光的传感器,探头可放置在基本平行于基座平面并且与基座平面相距一定距离处的探头平面内,使得探头能够用激光束照射各个目标位置,并且传感器能够检测来自位于这种目标位置处的任何反光球的反射光。

准线修正系统及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于正确对准的直角坐标机器人以及方法。更具体地,本发明利用反光球以及激光器来定位特定点,然后用该特定点确定出修正因子。

背景技术

[0002] 直角坐标机器人,如所制造的,在它们向目标位置的移动中通常具有三个主要的可修正误差源。第一个为偏移误差,即不随机床区域变化的 X 或 Y 方向上的偏移。第二个误差成分为标度不准确,其中所命令的移动在系统上导致大于或小于所要求的移动。第三个误差源为斜交(skew),当所要求的 X 方向的移动产生了不想要的 Y 方向的移动,或者所要求的 Y 方向的移动产生了不想要的 Y 方向的移动。

[0003] 这三种误差,偏移、标度不准确、以及斜交是机器特有的误差,不能针对制造的所有机器人预先设置。对于所制造的每个机器,必须确定各项误差并且设置修正因子。由于包括日常运行、机器被移动或被碰撞、或作为常规维护安排的一部分在内的许多情况,还必须时不时地重新确定和重新设置修正因子。

[0004] 由于针对每个机器设置修正因子的需要,想要简单并可靠的用于确定那些因子的准线修正系统和方法。我们在此提供这样的系统和方法。

发明内容

[0005] 一方面本发明涉及准线修正系统。该修正系统包括:光源和传感器,或者探头,它们可放置在探头平面中,探头平面基本平行于包含修正系统的基座或机床的平面。通常,光源和传感器位于直角坐标机器人或 X-Y 绘图仪的致动臂上。光源可为任何光源,包括但不限于激光光源。基座包括具有基本位于一个平面内的目标位置的表面,各目标位置适合容纳反光物体。在本发明的某些实施例中,反光物体为反光球。基座可具有单个目标位置、两个目标位置、三个目标位置,或依赖于准确修正误差所需位置的数量的更多目标位置。此外,一个或以上反光物体可分别放置在一个目标位置中。探头平面应当位于离基座平面一段距离处,使得探头可用光束照射每个目标位置,并且传感器能够检测来自位于这种目标位置处的任何反光物体的反射光。反光物体允许光和传感器检测特定点。在反光物体为反光球的情况下,特定点为球形曲面的顶点。一旦定位出一个或以上物体的位置,这些被定位的位置可用来计算修正因子以调整任何直角坐标机器人或 X-Y 绘图仪系统内在的三个主要误差源。本发明还提供了一种利用上述系统修正对准误差的方法:通过用来自探头的光束照射一个或以上反光物体,并用探头上的传感器检测从物体反射的光。然后可由所检测的反射光计算对准误差。

[0006] 另一方面,本发明提供了一种修正机器中的对准误差的方法,包括:(1) 将准线修正系统的探头放置在一个目标位置处的一个反光物体上,(2) 用来自探头光源的光束照射反光物体,(3) 用探头传感器检测从反光物体反射的光,(4) 相对于反光物体重新放置探头,直到反射光为最大,并记录最大时的探头位置,(5) 针对每个具有发光物体的目标位置

重复以上步骤,并由步骤(4)中收集的数据确定出对准误差。通过本方法确定的对准误差可为偏移误差、标度不准确、或斜交中的一个或多个。

附图说明

- [0007] 图 1 为准线修正系统的立体图。
- [0008] 图 2 为准线修正系统的正视图。
- [0009] 图 3 为反光球的一种可能布置的图示。
- [0010] 图 4 为激光和反光球中心没有对准的图示。
- [0011] 图 5 为激光和反光球中心对准的图示。
- [0012] 图 6 为当激光扫过反光球中心时反射光强度作为位置的函数的曲线图。
- [0013] 图 7 为用于定位的三个扫描方向的图示。

具体实施方式

[0014] 如图 1 和 2 中所示,本发明的准线修正系统 10 具有通过如此方式安装的直角坐标机械臂 50 或等价地 X-Y 绘图仪,即它垂直地位于基座(即机床)100 上方,机器人和基座二者占据基本平行的平面。

[0015] 基座的表面具有一系列的孔或凹部,其中可放置反光物体 70。各个孔或凹部称为参照点,或者等价地,称为目标位置。如本申请中所使用的,反光物体可包括球。本发明的反光球可包括反射光的球或部分球。用于本发明的准线修正系统中的合适的反光球包括商业上可获得的不锈钢、钛、碳化硅、碳化钨、或者陶瓷球轴承;其他金属涂覆的球,例如但不限于,由玻璃、塑料、木头、陶瓷、或石头制成的球;以及诸如镜子或玻璃的其他反射凸面。反光球不需要为完整球;它们可为半球或更少,只要光能够从球或部分球反射,并且只要能确定出球的顶点。

[0016] 基座,除了作为参照点位置外,还可作为用于架子(rack)的支撑物,诸如试管架、微量滴定盘、或用于单个或多个样品的任何架子或支撑物。机器人或绘图仪还可具有 Z 坐标控制;然而 Z 坐标控制对于将装置对准到基座上的特定点上方并不重要。

[0017] 准线修正系统的直角坐标机器人是适合于移动到基座表面上方的任何 X-Y 坐标的 X-Y 致动器的部分。直角坐标机器人可具有附接的探头,通过该探头可将材料递送到基座或与基座关联的架子。探头可为被设计为递送在一个位置被拾起并被放置在另一个位置的固体材料的递送探头,或者机器人和探头可被设计为将液体材料递送到基座或与基座关联的架子。

[0018] 准线修正系统还可在直角坐标机器人上具有光源和传感器 230。在某些实施例中光源可为激光光源。光源和传感器可为可移动地或永久地附接到直角坐标机器人的对准探头,或者光源和传感器可安装在递送探头的地方,然后一旦完成对准过程可重新安装递送探头。光源和传感器可与基座平面相距一定距离地放在基本平行于基座平面的平面内,使得激光器能够用光束照射各个目标位置,并且传感器能够检测来自位于基座上或附近的任何反光物体的反射光。激光束被设置为基本与基座平面垂直。

[0019] 可将光源和传感器合并为单个单元,诸如回复反射激光光学传感器,或其他回复反射光光学传感器。回复反射激光光学传感器具有激光发射源和激光传感器二者。激光

发射源产生激光束,当激光束照射在发射表面时将被反射回传感器,然后传感器检测反射激光束的存在,并测量反射激光束的强度。这类布置商业上可获得,并且很容易适合附接到 X-Y 绘图仪或直角坐标机器人组件。商业来源包括但不限于,来自 Keyence International(Woodcliff Lake, NJ) 的 LV 系列激光光学传感器,来自 Micro-Epsilon(Raleigh, NC) 的 scanCONTROL 和 optoNCDT 系列激光传感器,以及来自 Matsushita/Panasonic group, Aromat Corporation(New Providence, NJ) 的共轴回复反射型激光传感器(例如 LS-H91F)。

[0020] 如本发明中所使用的,“基本平行”或“基本垂直”意在描述,在系统公差以内,想要平行或垂直的物体之间的对准,但是,由于通常制造中的变数或其他外力,并不完全地平行或垂直。因而,要理解当对于完全平行或垂直的任何偏离并非不利地影响作为整体的校准系统的方法时,对准为基本平行或基本垂直。例如,如本领域技术人员会理解的,当机器人的平行平面和基座仅彼此距离几英寸时它们偏离 5° 的情况可能是完全可以接受的,然而如果它们彼此距离几英尺,则 5° 的偏离不可接受。在基本垂直的情况下,如果 1mm 的定位误差是可容忍的,则 100mm 的运动精确到 $\pm 0.5^{\circ}$ 以内可为理想的。因此,基本平行或基本垂直需要针对制造的各个具体系统评价,希望物品垂直或平行,但是离平行或垂直放置的一定量的角度偏差是可容忍的。

[0021] 如上所述,对于制造的各个直角坐标机器人,偏移、标度不准确、以及斜交误差可能需要单独确定,或者需要确定这些误差中的两个或全部三个。用于误差修正的等式可表示为:

$$[0022] \quad X' = K_1 + (K_2 * X) + (K_3 * Y)$$

$$[0023] \quad Y' = K_4 + (K_5 * Y) + (K_6 * X)$$

[0024] K_1 至 K_6 六个常数必须针对所生产的各个机器通过实验得出。 K_1 和 K_4 修正偏移误差, K_2 和 K_5 修正标度不准确, K_3 和 K_6 修正斜交误差。在这些等式中,X 和 Y 项代表要求的探头位置,而 X' 和 Y' 代表实际到达的位置。然后进行多元回归分析以确定出正确的误差修正坐标。对于用于多元回归分析的计算方法,参见 Irwin Miller 和 John E. Freund, Probability and Statistics for Engineers § 12.4, 在 245-254 页 (Dr. Albert A. Bennett ed., 1965)。出于不与所公开的发明不一致的所有目的, Probability and Statistics for Engineers 的全部内容通过引用并入于此。

[0025] 为了得出这些常数的正确值,必须准确地确定出一组参照点中各个参照点的位置,即目标位置。这些参照点应当与直角坐标机器人机床或基座中用于支持想要机器人处理的架子或任务的零件准确对准。为了确保准确设置了参照点,可将它们制造在基座内,或者可为通过如下方式与基座关联的网格的部分,即每次网格附接到基座时,参照点相对于机械臂的位置可再现。这可通过机加工、冲压、敲打、或每次需要确定误差修正因子时将参照点和零件放入机床上相同位置的其他方式完成。

[0026] 参照点的一种可能布置依赖于刻入机床内的孔、凹部、或圆坑。将这些孔的中心准确地放置在允许计算修正常数的位置。图 3 示出在机床 100 上的孔、凹部、或圆坑的许多可能布置中的仅一种。为了准确地确定修正因子,参照点有利地包括,但不要求,在工作区的相对侧对角地设置的两个参照点 110、120。由这些参照点生成的信息对于标度不准确常数的计算有贡献。其他参照点 130、140 和 150 可设置在工作区中心附近沿着相反对角线的位置。

置。由这些参照点生成的信息主要对偏移误差常数 K_1 和 K_4 的准确性有贡献。另一个参照点 160 可设置在工作区的第三个角,有助于准确地建立斜交修正常数。如图 3 所示,理想的是,尽管不必需,如此挑选用于参照点的这些位置,即使得没有两个 X 坐标或两个 Y 坐标是相同的。参照点的数量,和 / 或它们的准确位置,可依赖于包括设备类型或大小,或想要的应用在内的多个因素而变化。本领域技术人员基于这里的公开将很好地理解选择参照点的合适数量和位置。

[0027] 对于如以上详细说明地制备的直角坐标机器人系统,以下说明的方法可用来修正对准误差。本发明的方法具有几个步骤,包括:

[0028] (1) 将准线修正系统的回复反射光源和传感器放置在一个目标位置处的一个反光物体上;

[0029] (2) 用光束照射反光物体;

[0030] (3) 用传感器检测从反光物体反射的光;

[0031] (4) 相对于反光物体重新放置光源和传感器直到反射光为最大,并记录最大时的光源和传感器位置;以及

[0032] (5) 针对具有反光物体的各个目标位置重复以上步骤,并由步骤 4 中收集的数据确定出对准误差。对准误差可为偏移误差、标度不准确、或斜交中的一个或多个。

[0033] 作为本发明的一部分,一旦如上所述将参照点准确地放入或放在机床或基座上,则可通过将反光物体放置在基座上的各个位置来测量出这些地方的表观位置。在某些实施例中,反光物体为反光球。当反光物体为球,并且反光球设置在孔或凹部中时,球的顶点将自动位于孔或凹部的中心。球的顶点设置在孔或凹部中心处称为自定心。为有助于反光球的自定心,孔或凹部的直径可与反光球的直径相同。另选地,孔或凹部的直径可小于反光球的直径,从而球的底部不接触孔或凹部的底部,而是通过孔的边缘悬置在孔中。在任一情况下,反光球可选地不能移动,从而可准确地确定参照点。因为反光球为自定心,所以可用手将它们迅速而准确地放在机床上。不要求专门的工具或其他放置装置。然而,还可设想基座可具有用于容纳栓、螺钉、或用于球的其他附接装置的孔,具有圆的、球形顶部的栓或螺钉,或者完成与完整球相同功能的半球。可用的其他球面形状为可安装到基座中或基座上的球的弧。同样,球、半球、或弧可为任何反射凸面。

[0034] 一旦将反射球 70 放置在基座 100 中(图 4)并且中心定在孔 215 或凹部上,光源和传感器,或者回复反射激光光学传感器 230,可通过能与最终工具使用相比的方式安装到机器人致动器上。换言之,回复反射激光光学传感器 230 可安装到与递送探头将要或正处在的位置基本相同的位置。

[0035] 如图 4、5 和 6 中所示,通过定位各个反光物体的顶点来确定参照点的位置。这可通过将激光束 240 向下导向球,并且沿着探头将行进的相同路径来完成。通常,初始光束位置将不会准确地与参照中心(即反射球的顶点)对准。结果是激光束从传感器沿着 250 反射,并且传感器将报告少量的反射光表示光束没对准目标。当激光束扫过反射球的表面时,确定出最大和最小反射光。图 4。当找到最大值时,然后使回复反射激光光学传感器在垂直于第一扫描方向的第二方向上沿着最大中心线扫描,以找出第二方向的反射最大值,直到使激光束 240 与激光光学中心对准 350 为止。图 5。在这种情况下,将大量的光返回给传感器,由此定位出反射球的中心。

[0036] 图 6 为扫过反射球中心的图示。反射光的量作为探头行进路径的函数示出。传感器检测到光在边缘处最小,并且在反光球的中心或顶点处饱和。

[0037] 在某些实施例中,确定出单个参考点的位置可足以确定用于一个误差源的修正因子。在其他实施例中,可定位出一个以上参照点以确定用于一个或以上误差源的修正因子。在再其他实施例中,可定位出两个、三个、四个、或更多的参照点以确定用于所有误差源的修正因子。

[0038] 通常,进行三回扫描。图 7。首先沿 X 方向完成粗略的扫描 510,以定位出球的大致中心线。在这条中心线上,沿 Y 方向完成扫描 520,找出 Y 中心。利用 Y 中心,重复 X 方向扫描 530,给出更准确的 X 中心值。更准确的 X 中心线是迭代扫描过程的结果,以更进一步接近球 70 就 X 和 Y 二者而言的真实中心。可完成数次迭代,每次扫描迭代产生比前次迭代中确定的 X 或 Y 中心线更略微准确的读数。当然,X 或 Y 方向的定义是任意的,本领域技术人员会立刻意识到三次扫描迭代可按照先 Y、然后 X、然后 Y 来完成。作为本方法中的最后一步,然后扫描所有参照点位置,以给出一整套针对那些已知参照点位置的 X 和 Y 测量,用于确定对准误差。然后可利用反光球所处位置的多元线性回归确定出修正因子 (K_x)。

[0039] 本发明的系统和方法提供安全性的优点。例如,球轴承的表面强凸,可引起激光发散。由于此效应,杂散反射激光可能比由例如平面反射的光对人的视力更安全。而且,所用的激光可具有足够低的功率从而不会引起安全性风险。

[0040] 已经参照各种具体和例示的实施例说明了本发明。然而,应当理解可做出许多变型和修改同时保持在本发明的精神和范围之内。

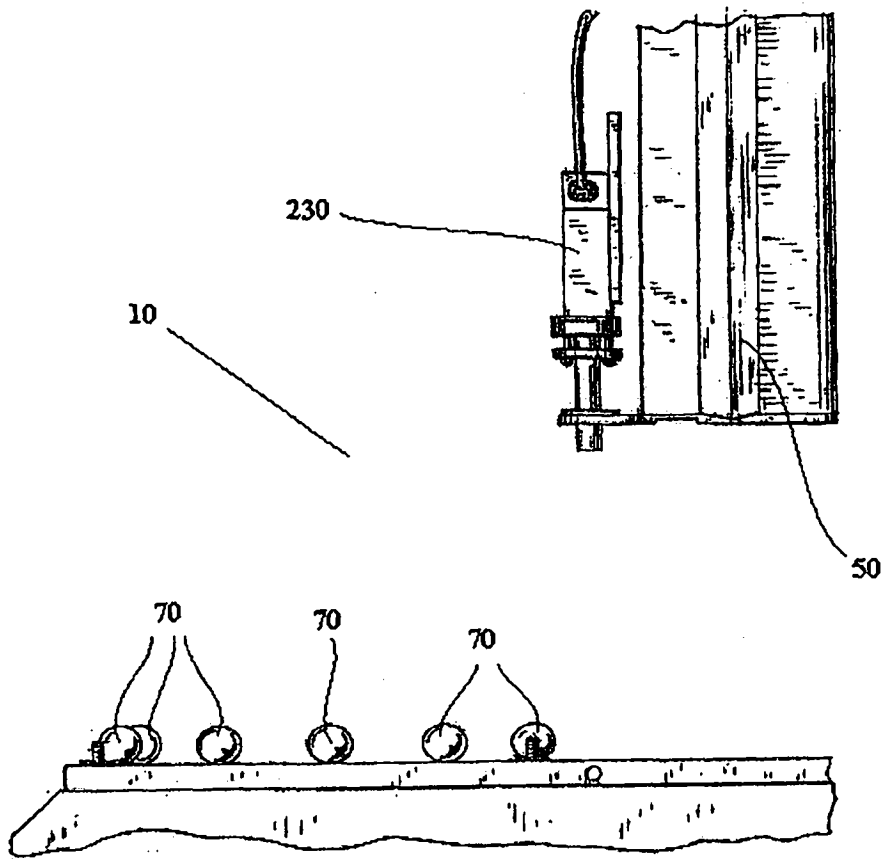


图 1

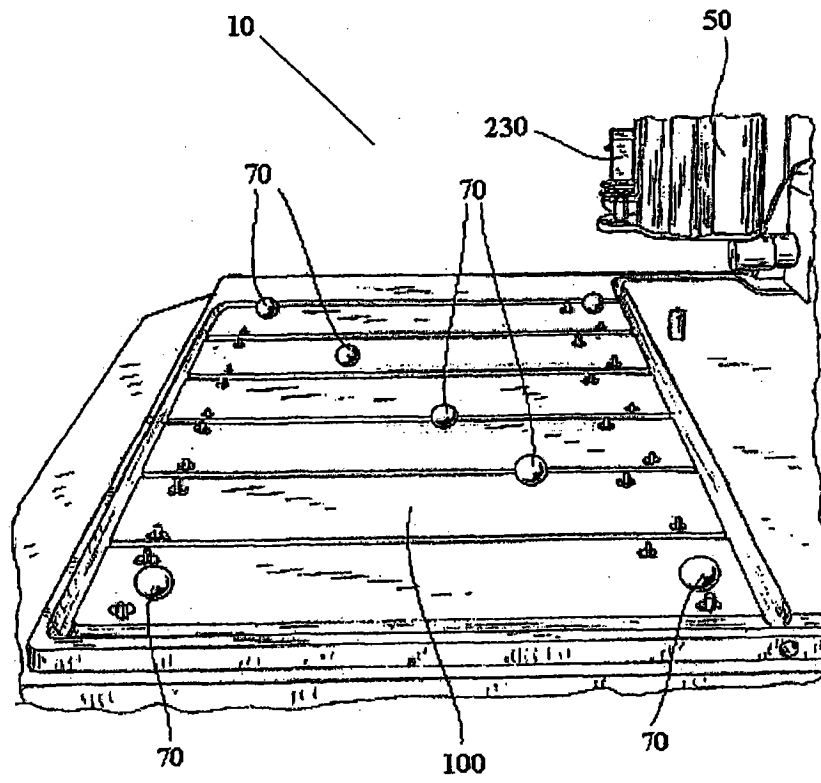


图 2

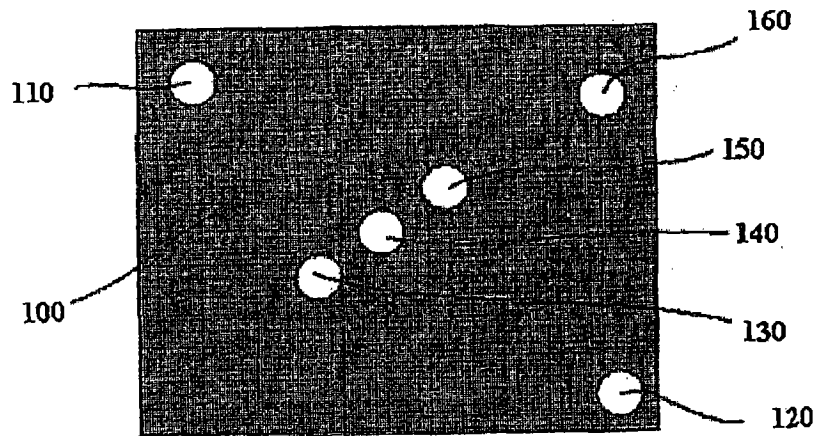


图 3

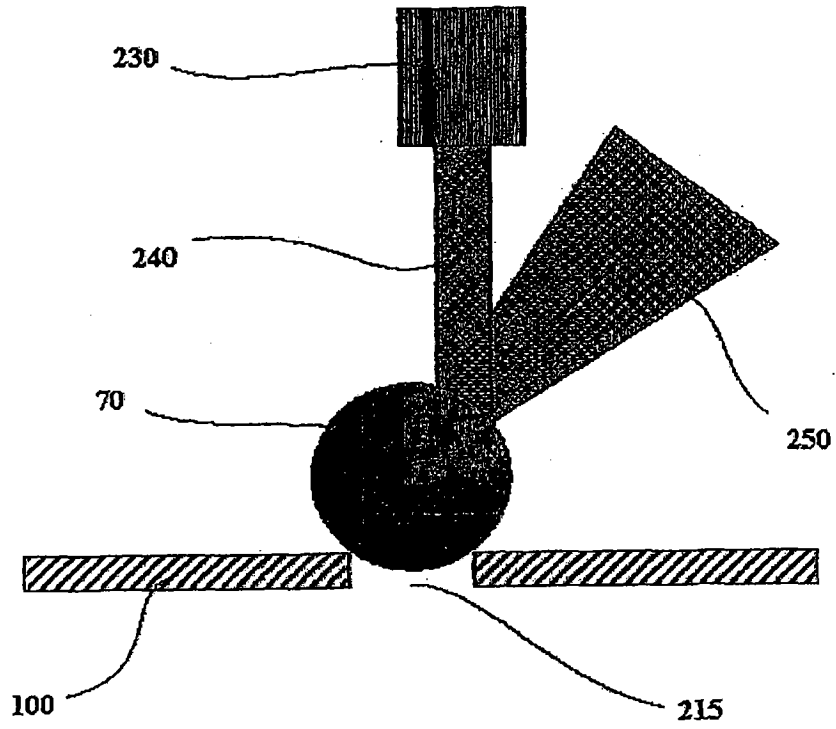


图 4

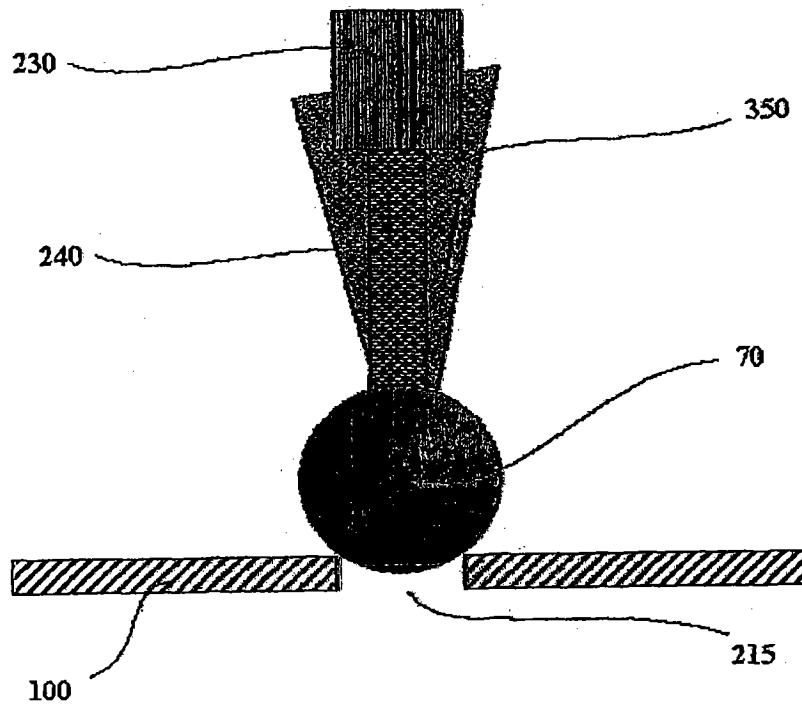


图 5

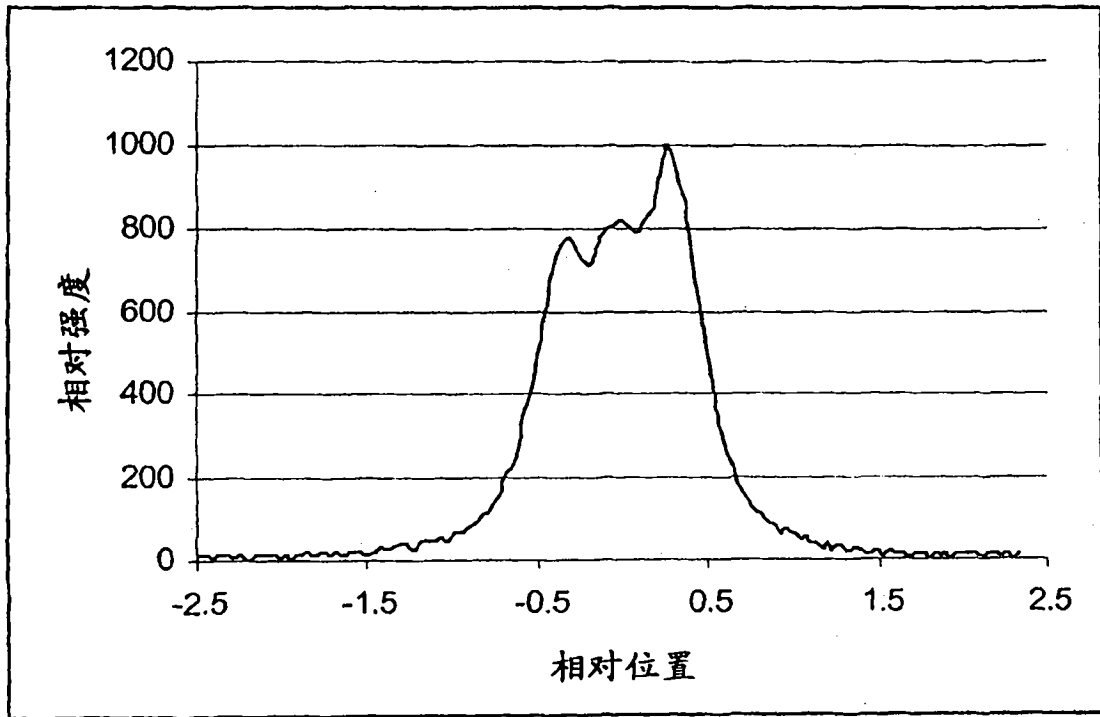


图 6

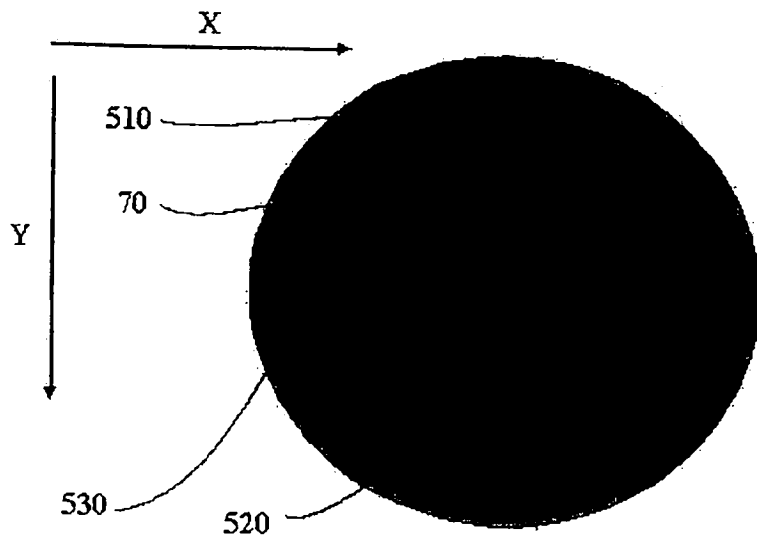


图 7