

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06F 3/033

G06K 11/06



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98125964.2

[45] 授权公告日 2003 年 7 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1114147C

[22] 申请日 1998.12.30 [21] 申请号 98125964.2

[30] 优先权

[32] 1998. 3. 30 [33] US [31] 052046

[71] 专利权人 艾加伦特技术公司

地址 美国加利福尼亚州

共同专利权人 惠普公司

[72] 发明人 G·B·戈顿 D·L·克内

J·T·哈特罗维 R·巴德雅尔

审查员 杨 蕊

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

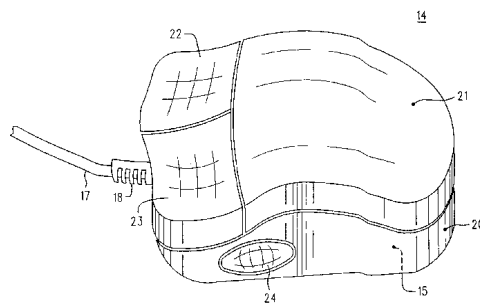
代理人 王 勇 陈景峻

权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 7 页

[54] 发明名称 适于计算机系统的“视眼”鼠标器

[57] 摘要

一种光学鼠标器(1、15)按一像素阵列(10)的形式成像在该鼠标器下面的一般说是任何微纹理或微细部工作面(5)的空间特征。光敏检测器(10)的响应被数字化并按帧的形式被储存在存储器里。运动产生像素信息的转移图案的连续的帧,这些帧按自相关被比较以确定移动的方向和数量。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 适于计算机系统等的手握指向装置 (1、14、15)，该指向装置包括：

5 一个有相对于可成像特性的工作面 (5) 移动的平直底面 (6) 的外壳；

该外壳还有为接受人手形成的顶面 (21)；

该外壳还有将平直底面周边同顶面连接起来的外裙 (20)；

10 该外壳有个第一轴，大体上以从手掌根部靠顶面处到中指靠顶面处的方向上伸展，和与第一个轴垂直的第二个轴，二个轴都平行于底面；

一个在底面上的光阑 (13、16)；

一个照明源 (2、3)，被安排在外壳内部，接近光阑并照射工作面上的可成像特征；

15 安装在外壳中的透镜，该透镜接近光阑，拦截由被照射可成像特征反射的光线；

一个光学的运动探测电路 (12)，被安装在外壳的内部并接近透镜，该运动探测电路产生运动指示信号，该信号指示在沿第一个和第二个轴的并相对于经透镜可见的被照射的可成像特征的方向运动；以及

20 在其中光学的运动探测电路包括多个光敏检测器 (10)，每个光敏检测器有一个输出，一个存储器，所述存储器包含一个数字化光敏检测器输出值的参考帧 (31) 和在该参考帧之后得到的一个数字化光敏检测器输出值的抽样帧 (32)；另外在其中多个比较帧同抽样帧相关以便产生指示沿第一个和第二个轴的方向上的运动的运动信号，每个
25 所述比较帧是参考帧的移位型式。

2. 如在权利要求 1 中的装置，在其中一个现存的参考帧按与前面的与一个比较帧的相关对应的数量 (40) 被移位。

3. 如在权利要求 1 中的装置，在其中一个现存的抽样帧被周期地取作一个新的参考帧。

适于计算机系统的“视眼”鼠标器

本申请涉及在如下两个美国专利中所述的内容：5,578,813, 1995
5 年3月2日申请, 1996年11月26日公布, 题目为“补偿非线性移动的
徒手图象扫描装置”；5,644,139, 1996年8月14日申请, 1997年7
月1日公布, 题目为“适于检测导航传感器相对于目标移动的导航”。
这两个专利有相同的发明者：Ross R. Allen, David Beard、Mark T. Smith
和 Barclay J. Tullis. 这两个专利都转让给了 Hewlett-packard 公司。
10 本申请也涉及在另一个美国专利申请中所述的内容：<目前不知… S/N
08/540,355 被允许但尚未公布>1995年10月6日申请, 题目为“跟踪
姿态的方法和系统”，该专利也转让给 Hewlett-packard 公司。这三个
专利叙述了跟踪位置移动的技术。这些技术是下述优选实施例中的组成
部分。因此, 美国专利 5,578,813; 5,644,139 和<诸如按 S/N 08/540,335
15 公布的>均在此引入作为参考。

适于同计算机及其显示器一起使用的手操作指向装置的应用已非常
普遍。迄今各种装置中最流行的是普通的（机械的）鼠标器。普通的鼠
标器一般有装以三个或更多个低摩擦材料的向下突出垫的底面，这些垫
使该底面在一个配合鼠标器垫的工作面以上升高一个短的距离。位于鼠
20 标器底面中央的是一个孔，一个橡皮包面的钢球（以下简称橡皮球）下
面的一部分经这个孔伸出；在运行时，重力将该球下拉至鼠标器垫的上
表面。鼠标器垫一般是覆盖适当织物的密集网眼的泡沫橡皮垫。那些低
摩擦垫容易在织物上滑动，但橡皮球不滑动，而是当鼠标器移动时滚动。
在鼠标器内部的是滚轮、或者滑轮，它们在其大圆（平行于鼠标器底面
25 的大圆）处接触球并将其转动转换成电信号。鼠标器的外壳如此构成，
以致当它被使用者的手覆盖时它显得有一个“前后”轴（沿使用者的前
臂）和正交的“左右”轴。与球的大圆接触的内部滑轮被这样安排，使
得一个滑轮只对获得鼠标器沿前后轴的移动分量的球滚动起响应，还使
得另一滑轮只对由沿左右轴的移动分量产生的滚动起响应。由此得到的
30 滑轮或接触滚轮的转动产生代表这些移动分量的电信号。（譬如说，F/B
代表前或后，而 L/R 代表左或右。）这些电信号 F/B 和 L/R 被联到计
算机，在那里软件响应这些信号，根据鼠标器的移动按 Δx 和 Δy 改变指针

(光标)所显示的位置。使用者按需要移动鼠标器使得所显示的指针到所想要的地点或位置。一旦在屏幕上的指针指到一个感兴趣的目标或地点,用握鼠标器的手的手指启动在鼠标器上的一个或多个按钮之一,该启动用作采取某个动作的指令,动作的性质由计算机中的软件来规定。

- 5 不幸,上述通常种类的鼠标器受到一些缺点的影响。这些缺点中有鼠标器球的变质或其表面损坏,鼠标器垫表面的变质或损坏,以及对于接触滚轮的转动轻便性减退(譬如说,(a)由于污物或纤维屑的累积,或者(b)因为磨损,或者(c)(a)和(b)兼有之)。所有这些情况可以是需要时运行的鼠标器的反复无常或完全失灵的原因。这些事件对使用者来说会是相当受挫的,他们抱怨或许是,尽管屏幕上的光标以所有其他方向移动,但他却不能使光标,譬如说,向下移动。因此,工业界已答应制造可取下的鼠标器球以便易于更换和清洁装球的凹进区。加强的鼠标器球的卫生也曾是引进鼠标器垫的主要动机。然而,有些使用者极其厌恶这些补球显得无济于事那一时刻的他们特有的鼠标器。鼠标器和鼠标器垫的更换是一个有生气的行业。
- 10
- 15

整个这种毛病的突出原因是,普通的鼠标器其结构和操作上基本上是机械的,并在很大程度上依赖于关于机械力如何被产生和传递的相当仔细的妥善处理。

- 已有若干较早的用光学方法替代机械方法的尝试。这些包括用光敏检测器响应鼠标器在特殊标记的鼠标器垫上的移动,并响应特殊刻条纹的鼠标器球的移动。美国专利 4,799,055 叙述了一种光学鼠标器,这种鼠标器不需要任何特预先标记的表面。(它揭示的两个在 X 和 Y 方向正交的一个象素宽的光敏传感器直线阵列和它的状态机器运动检测机构使它成为所引入专利的技术的远早期的远亲,不过我们的看法是,移位且相关阵列(在一个区域内的象素图案)技术明显是更复杂和费力的。)
- 20
- 25 至今,尽管使用者因机械鼠标器受挫已十来年,但这些较早期的光学技术没有一个被广泛地接受作为普通的机械鼠标器的满意替代。于是,如果有这样一种非机械鼠标器:它从制造的观点看是可行的、相对价廉、可靠;并且,它基本上作为普通的鼠标器的工作相等物出现在使用者面前,这将是所希望的。这个需要或许能由一种新型的光学鼠标器所满足,它有常见的“触觉”和无意外的工作状况。如果这种新型光学鼠标器不依赖于同鼠标器垫(不管是专用的或非专用的)相配合,而是能在几乎
- 30

任何任意的表面上导航，那会是更好。

用一种光学的对应物代替普通的机械鼠标器问题的一种解决办法是通过以一个象素阵列的形式直接成像各种特定的在鼠标器下面的工作面的空间特征，这很像人的视觉被认为做的那样。概括地说，这种工作面几乎可以是任何平直的表面；具体地说，该工作面不必是鼠标器垫，专用的或非专用的。为此，在成像机构下面的工作面，譬如说，用红外（IR）发光二极管（LED）从侧面被照射。相当宽的表面种类当以适当的入射角被照射时产生密集的光亮和阴影的集合。这个角度一般都很低，譬如说，在 5 到 20 度量级，我们将称它为入射的“掠”角。纸、木、胶木和漆面都很好地起作用；关于唯一不起作用的表面是平滑的玻璃（除非它被覆以指纹！）。这些表面起作用的原因是它们具有一种微纹理，这种微纹理不可能为不用任何工具的人的感官所觉察。

从微纹理的表面反射的 IR 光被聚焦到适合的光敏检测器阵列（譬如说， 16×16 或 24×24 ）上。LED 可以以为使某方面的性能（例如，光敏检测器连同工作面反射率的动态范围）达到最大而被伺服的稳定的或可变的照度量连续地点着。另外，与光敏检测器耦合的电荷堆积机构可被“分流”（用电流分流开关）；LED 可被脉冲式地接通和关闭，以通过伺服平均光量控制曝光量。关掉 LED 还节省电力；在电池工作环境中，这是个重要的考虑。各个光敏检测器的响应被数字化到适当的分辨率（譬如说，6 或 8 二进制位）并作为一个帧被储存在数组存储器内的相应单元中。在如此给予了我们的鼠标器一个“眼睛”之后，我们要进一步装备它，以通过同连续的帧进行比较“看”移动。

投影到光敏检测器上的图象的尺寸最好是被成像的原特征的稍微放大，譬如说，2 到 4 倍。然而，如果光敏检测器足够小，免去放大会是可能的并是合乎需要的。光敏检测器的尺寸和它们的间隔是这样，使得每个图象特征非常可能有一个或几个相邻的光敏检测器，而不是用相反的方式。于是，由各个光敏检测器代表的象素尺寸对应于在工作面上的一个空间区，这个空间区的尺寸一般小于在那个工作面上的一个典型空间特征的尺寸。空间特征或许是罩鼠标器垫的布中的一根纤维、在一张纸或硬纸板中的一个纤维、在漆面中的极微变化，或在塑料层压制品上的一个凸起的微纹理。光敏检测器阵列的总尺寸最好是大到足以能接收几个特征的图象。由此可见，这样的空间特征的图象产生随鼠标器移动

被平移的像素信息图案。在阵列中的光敏检测器的数目和它们的内容被数字化和被俘获的帧速率共同影响视眼鼠标器能多快地在工作面上被移动并仍被跟踪。跟踪通过将一个新俘获的抽样帧同一个以前俘获的参考帧比较确定移动的方向和数量来实现。可行的一个方法是，依次按一个

5 像素偏置试探移位所允许的 8 个方向（一个越过、一个越过兼一个向下、一个向下、一个向上、一个向上兼一个越过、在另一个方向上的一个越过等）中的每一个方向，将这些帧中之一的整个内容上的移位一个像素距离（与光敏检测器对应）。这总计为八个试探，但我们一定不要忘记不会再有任何运动，所以我们还需要一个第九个试探“零移位”。在每

10 个试探移位后，那些互相重迭的帧的部分根据逐个像素的基础被扣除，最后的差被（最好是平方再）相加，构成那个重迭区内的相似性（相关）的量度。当然，较大的试探移位是可能的（例如，2 个越过和一个向下）；但是，在某点伴随的复杂性毁坏便利性，于是，最好是有小的试探移位和高的帧速率。有最小差（最大相关）的试探移位可被取作在二个帧之间运动的指示，亦即它提供一个未处理的 F/B 和 L/R。未处理的移动信息可被标定和/或累积，以提供方便量化度和有适当信息交换速率的显示器指针的移动信息（ Δx 和 Δy ）。

在被引的专利中所述的（和被视眼鼠标器所使用的）实际算法是上述算法被改进和被完善的版本。例如，比方说光敏检测器是 16×16 阵

20 列。我们能说，通过储存在某时间 t_0 出现的光敏检测器输出的数字化值，我们一开始取一个参考帧。在稍后时间 t_1 ，我们取一个抽样帧并储存另一组数字化值。我们希望将新的一批九个比较帧（被认为零、一个越过、一个越过兼一个向上等）与代表“最后一次我们所在处”的参考帧型式建立相关。我们比较帧为抽样帧的暂时被移动型式；注意当被移动时，

25 一个比较帧将不再确切地重选该参考帧。一边，或两相邻边将是不如原来那样相配。沿不相配边的像素位置将对对应的相关（即，对于特定的移位）无贡献，但所有其他像素位置将有贡献。那么这些其他像素位置就是产生很好信噪比的基本数目的像素。对于“最近的邻近”操作（即，限于零、越过方向、向上/向下方向以及它们的组合），相关产生九个

30 “相关值”，其可从具有空间对应性（即，在一个帧中的一个像素位置的确同在另一帧中的一个像素位置配对 - 不相配边将没有这样的配对）的所有像素位置的平方差之和导出。

一个简短的注释或许依次是关于移位如何被进行以及相关值如何被获得。移位由对存储器编址偏移来完成，存储器能同时输出一个阵列的一整行或列。专用的计算电路与含有被移位的参考帧的存储器阵列和含有抽样帧的存储器阵列连接。关于一特定的试探移位（最近的或近的邻近集合的组元）的相关值形成很快地被完成。最好的机械模拟是想象一个仿佛是个检查板那样布置的明暗图案的透明（参考）膜，除了布置或许是随机的外。现在想象具有同样总图案的第二个（抽样）膜被迭在第一个膜上面，除了是负图象（明暗互换）外。现在这对膜被对齐并向灯光举起。当参考膜相对抽样膜运动时，经该组合物进入的光量将按照图象重合的程度而变化。进入最少光的配置是最好的相关。如果参考膜的负图象图案是从抽样膜的图象位移的一个或二个正方形，则进入最小光的配置将是与那个位移相称的配置。我们注意哪个位移进入最小的光；对于视眼鼠标器来说，我们注意到有最好相关的配置并说鼠标器就移动了那么多。事实上，这是在一个集成电路（IC）内所发生的，该集成电路具有为完成我们在描述的图象相关和跟踪技术而安排的光敏检测器、存储器和运算电路。

如果给定的参考帧能被重用于连续抽样帧会是合乎需要的。同时，每个源自光敏检测器的一个新图象的九个（或 25 个）相关值（在 t_i 、 t_{i+1} 、等）的新集合应该含有令人满意的相关。对于手握鼠标器，若干比较帧的连续的集合通常能从在 t_0 时取的（ 16×16 ）参考帧获得。允许实现这个的是保持最近运动的方向和位移数据（这相当于知道速度和自前次测量以来的时间间隔）。这允许“预测”如何（永久地）移位参考帧中的象素集合，以致对于下一个抽样帧，一个“最近的相邻者”能够被预期建立联系。这种提供预测的移位放弃或去掉一些参考帧，结果减小了参考帧的尺寸和降低了相关的统计质量。当被移位的和被减小的参考帧的一个边缘开始接近原始参考帧的中心时，就是取一个新的参考帧的时间。这种操作方式被称为“预测”，也能被用于 5×5 的比较帧和一种扩展的“近相邻者”（零，2 个越过/一个向上、一个越过/两个向上、一个越过/一个向上、2 个越过、一个越过……）算法。预测的好处是通过精简内部相关程序（避免二个任意关联的 16×16 阵列的数据的比较）加速跟踪的过程和减少用于获取参考帧的时间百分比。

除了鼠标器一般都有通常按钮外，我们的视眼鼠标器可以有另一

个按钮，其暂停对计算机产生移动信号，允许鼠标器在工作面上重新物理地定位，而不干扰指针在屏幕上的位置。如果操作者跑出了物理地移动鼠标器的范围，但屏幕指针仍需移远，就可能需要这种按钮。这种情况会发生在譬如说，使用称为“单逻辑屏幕”（SLS）的显示器系统的 UNIX 系统中。在其中，或许多达 4 个监视器被安排各个监视器显示总“屏幕”的某个子部。如果这些监视器被安排为高 1×宽 4，则单个的相应的最大鼠标器移动所需的左到右距离会比通常允许的要宽的多。操作者为譬如说一个延长的向右偏移所执行的通常动作是简单地在工作面（一个鼠标器垫，或也许只是他办公桌杂乱桌面上清理出来的一角）右边抬起鼠标器，在左边放下它，并继续向右移动它。所需要的是避免运动指示信号在这种动作期间受到虚假动作影响的方法，使得在屏幕上的指针以一种所预期和不讨厌的方式表现。“保持”按钮的功能可由在鼠标器下面上的一个邻近传感器来自动完成，该邻近传感器确定鼠标器没有同工作面相接触；或者通过注意到图象中所有的或大多数的象素已“变暗”（它实际上比我们将在下节更多谈论其想法的那个有些复杂）来自动完成。如果没有保持特征，在鼠标器移开和放回时会有图象的一些轻微扭曲，这是由于：（a）当鼠标器被举起时视场倾斜；或者（b）某个反常错误，其中在移开和放回时以完全不同的时间成像的两个无联系的并很宽分离的空间特征的帧仍被取作代表相同特征的两个帧之间的小距离。一个实际保持按钮的方便的地方是鼠标器靠近底的两侧，在这里拇指和相对的无名指会夹住鼠标器举起它。用于举起鼠标器的夹持力中的自然增加也会保证保持功能。一个保持特征可以含有在保持按钮的释放、适当接近的探测或合理数字化值的回送中的任选短暂延迟。在这个延迟期间，任何照明控制伺服环路或内部自动增益控制会有稳定时间，并且会在运动探测的重新开始前取一个新的参考帧。

那么现在谈到图象中的象素“变暗”这种事。当然，所发生的是从照明 LED 来的 IR 光即使有也不再以它曾有的同样量到达光敏检测器；反射面太远或者说简直是看不见。但是如果由于视眼鼠标器被举起，它被翻转，或者它的下面暴露于一个强照亮的环境，则光敏检测器的输出或许会在任何电平上。关键是它们将是均匀的，或者接近均匀。它们成为均匀的主要理由是不再有被聚焦的图象；所有图象特征是模糊的，并且它们各个在整个光敏检测器集合上被分散开。所以光敏检测器均匀地

达到某个平均的电平。这同有被聚焦的图象时的情况成明显对比。在被聚焦的情况下，在帧（回想一个越过、一个越过兼一个向下等）之间的相关呈现出一种明显现象。

假定被跟踪的空间特征经透镜系统精确地映射到光敏检测器上，以及鼠标器的移动精确地按数量和以一个特征从检测器到检测器所需的方向是不平稳的。现在为简单起见，还假定只有一个特征，以及它的图象是光敏检测的尺寸。所以由于该特征所致所有光敏检测器除了一个外都在完全相同的电平上，而不在这个电平上的一个检测器是在一个明显不同的电平上。在这些高度理想化的条件之下，很清楚的是相关将被很好地表现；在一个系统中的八个“大的”差和一个小的差（在若没有它则是相当平的表面上一个沉孔）使用最近的邻近算法的九个试探（还记得可能无移动）。（注：精明的读者会注意到在这个相当挖空心思的例子中的“大的”差实际上只对应于或者说只源于一个象素，并且可能不值得被称为“大的”……回想较早的移位膜模拟。对于这个例子来说唯一被膜通过的光是为该特征的那一个象素。有相当不同的象素集合的一个较正常图象将这个差增加到它确实是一个“大的”差。）

于是，这样高度理想化的条件不是通常情况。较正常的是，被跟踪的空间特征的图象比光敏检测器的尺寸大一点和小一点，鼠标器的运动是连续的，跟随允许这些图象同时落到不至一个检测器上的路径，某些检测器将只接收局部图象，这就是说，某些检测器将执行亮和暗的模拟加法。结果至少是沉孔“加宽”（通过同它联系的光敏检测器数目）和很可能是沉孔深度的相应减少。可以通过设想一个重球沿一拉紧但可伸长的薄膜滚动来假设该情况。该薄膜有一个同其关联的不连续整数笛卡儿坐标系统。当该球滚动时该薄膜在任何整数坐标位置膨胀多少？首先想象该球直径很小但很重，然后想象该球有大的直径仍相同。模拟不是精确的，但它用于举例说明上述的“沉孔”想法。一般情况是带有轮廓分明的沉孔的大致平直面成为广阔的四面，或者说碗。

我们将把由各种相关值产生或描绘的面称之为“相关面”，并在各种时候将对这个面的形状最感兴趣。

我们说所有这些形成二点。第一，当视眼鼠标器运动时在相关面上移位的凹面形状允许插入到比光敏检测器单纯的尺寸/间隔更细的晶粒。我们指出这一点作为备考，即我们的视眼鼠标器可以做到那一点，

并且就到此为止。在引入的专利中叙述了插入的全部细节。没有必要进一步讨论插入。第二，这是我们前面一些节讨论的真正理由，是观察到当视眼鼠标器被抬起时发生的是相关面中的凹面离开，被大致相等的相关值（即，“平直的”相关面）所代替。正是在这种情况发生的时候我们可以有把握地说视眼鼠标器是浮在空气中的，然后能自动调用保持特征，直到一适当的凹面（碗）再出现这样一时刻以后为止。

调用或初始化保持特征的另一个方法是仅仅注意视眼鼠标器正在比某个门限速度快地运动（因此在企图将屏幕指针移得比鼠标器正在其里面操作的可用物理空间更远的动作中，大概正在经历一个急剧的返回运动。）。一旦超过速度门限，指示不然会与这个运动联系的信号的移动被抑制，直到速度下降到一个适当水平以下这样的时间为止。

图 1 是以前技术成像和导航装置的一个简化的有示意剖面侧视图；

图 2 是按照本发明构成的鼠标器的底视图；

图 3 是按照本发明的一个方面构成的鼠标器的侧透视图；以及

图 4 是图 2 和 3 鼠标器底座上用于自动激活保持特征的邻近传感器的简化侧剖面图；

图 5 是描述内部视眼鼠标器一个方面的工作的一个简化流程图，该鼠标器的工作当与被称为预测的特征一起使用时与保持特征的操作有关。

图 6 是图 5 流程图的改进的简化部分，说明调用保持特征的速度探测方法；

图 7 是所绘制的有合适凹面的相关面的一个透视图。

优选实施例的说明

现在参见图 1，在图中示出以前技术成像和导航装置 1 的简化的剖面侧视图表示，这种装置一般是由引入的专利所述的型式。或许是一个 IR LED 和 LED2 发射光，光由透镜 3（它不是单独的可以是 LED 封壳的一个组成部分）投射，经过在底面 6 上的光阑 13 到工作面 5 的一部分的区域 4 上。平均入射角最好在 5 到 20 度范围内。虽然为清楚起见一个窗口被省略，但光阑 13 还会包含这个窗口，它对于从 LED2 来的光是透明的，用于避免灰尘、污物或其他污染进入视眼鼠标器的内部结构。工作面 5 或许附属于一种特殊物体，如鼠标器垫，或者更一般地说，它不是鼠标器垫的表面，而会是除了光滑的玻璃外几乎任何表面。合适材

料的例子包括，但不限于纸，布，层压塑料上层，漆面、毛玻璃（光面向下，谢谢），桌垫、实木、假木等。一般地，具有尺寸在 5 到 100 微米范围内的特征的任何微纹理表面都行。

微纹理表面的照明当从侧面照射时是最有效的，因为这增强了由于表面高度的不均匀性产生的光亮和阴影图象。合适的照射入射角包括大约 5 到 20 度的范围。有由于（微量）成分变化引起的反射率简单变化的非常光滑或平的表面（例如，被研磨和抛光的表面）也有效。在这样情况（假定能被保证）下，照射的入射角能接近 90 度，因为产生阴影的迫切要求没有了。然而，这样的光滑而微细的表面不是当我们说“任意的表面”时我们通常会想到的。并且，供更可能是微纹理的“任意表面”上用的视眼鼠标器如果被配备提供一个入射照明的掠射角会最好地工作。

被照射区 4 的图象经在集成电路的封装部分 8a 上的光学窗口 9 被投射到光敏检测器阵列 10 上。这借助于透镜 7 被完成。封装部分 8a 也可省去单独的窗口 9 和透镜 7，将它们组合成同一个元件。光敏检测器可由在一面上，譬如说，12 到 24 个检测器的方阵列组成，每个检测器是光敏晶体管，其光敏区是 45×45 微米，中心对中心的间隔是 60 微米。光敏晶体管给电容器充电，电容器的电压被连续地数字化并储存在一个存储器中。阵列 10 被装配到集成电路晶片 12 的一部分上，晶片 12 被用粘合剂 11 粘贴到封装部分 8b 上。没有示出的事情是集成电路如何被固定在适当的地方（可能用印刷电路板）、透镜的形状或组成，或透镜如何被安排的任何细节；很清楚，这些事情是用常规方法能做到的。还很清楚，区 4 的总照射水平可以通过注意光敏检测器的输出电平和调节从 LED2 发出的光强度来控制。这也许是连续控制或脉冲宽度调制，或者两者的某种组合。

再一次地提醒读者，关于运动传感工作的细节在引入的专利中被充分地叙述（也在本概要中被简要地叙述）；因此，在这里不必再重复它们。

现在参见图 2，它是按照本发明构成的鼠标器 14 的底视图。简言之，这个个别的视眼鼠标器 14 的这个底视图看起来很类似于来自 Hewlett-Packard 公司的个别普通鼠标器，即 C1413A 的底视图。主要差别是在该有一个球的地方有一个对 IR 光透明的保护透镜或窗口 16。这是在图

1 的说明中所提到的光阑 13 中被省略的透明窗口。还缺少的是通常可转动环形套筒，其用作允许为清洗或替换接近球的可取下的夹持器。在图中被示出的东西是鼠标器 14 的下面 15（对应于图 1 中的 6）、低摩擦的滑动物 19 以及有其应力消除件 18 的连接电缆 17。当然，我们的视眼
5 鼠标器 14 也可能是个无绳鼠标器，具有与计算机的光或无线电通信联络。

现在参见图 3，在图中示出按照本发明的一个方面构成的鼠标器 14 的侧透视图。本发明的这个方面是保持特征。该保持特征是视眼鼠标器工作的一个方面，当确定鼠标器不适当地接近其空间特征被跟踪的工作
10 面时，保持特征暂停产生到计算机的移动信息或信号。这允许视眼鼠标器被抬起、移动，以及向下放回，即如同我们称这样的一个操作为越过工作面“被猛击”那样。

具体地说，在图 3 中的视眼鼠标器 14 至少包括一个保持按钮 24，它位于靠近底面 15 的侧缘上，以致在右拇指或左无名指下面，取决于
15 哪只手在使用。还可有另一个对称地在另一侧安置的按钮（未示出），它不是接触左拇指就是接触右无名指。

鼠标器 14 一般包括在手掌中挨靠的表面 21 以及由食指和中指启动的第一和第二“正视”鼠标器按钮 22 和 23。这些以它们正常的方式工作。

20 按钮或 2 个按钮 24 由在猛击时抬起鼠标器 14 所需的夹持力的自然增加被启动。当这些按钮的一个或二个被按时，保持特征被激活。在保持期间，运动信号向计算机的传送被暂停。当保持结束（按钮被松开）时，一个新的参考帧在任何新的运动信号被送到计算机之前被获取。这允许猛击，并有使用者有能力特意迫使保持特征开始的优点。

25 保持特征也可能由在鼠标器底上的一个单独邻近传感器的作用被自动地激活。这就是在图 4 中被示出的东西。在其中，一个在底座 6 的带台阶小孔 26 容纳一个带台阶的柱塞 25，柱塞 25 用上面的开关 28 的杠杆臂来栓住。开关 28 被柱塞 25 的移动如此启动，当该柱塞沿箭头 27 的方向明显运动时，保持特征被激活。单独的邻近传感器的确切性质是
30 选择的事，虽然它能如微开关由鼠标器的重量经柱塞 25 操作这样简单，但其他的非机械方法也是可能的。

再另一个自动激活和去激活保持特征的方法是检查光敏检测器阵列

10 的数字化数据的性质。当光敏检测器的输出变得足够均匀时，可以推断不再有投射到光敏检测器阵列 10 上的带有变化的图象。这种均匀性将通过产生为平的或接近平的相关面出现。我们不愿单独地探测均匀性程度（这要用只是现在存在的硬件），而宁愿检查该相关面的形状（无论如何，为其他理由我们需要这个面）。一个平相关面的最可能原因是鼠标器已被抬起。这种操作方式或许要求应该有相当有限的场深度，以免在激活保持时在那里出现不适当的延迟。这样的延迟会产生屏幕指针移动中的赝象。这些赝象或许包括由于当鼠标器或被抬起或被再放置时它的倾斜而引起稍微的不想要的屏幕指针移动。只要激活保持特征（无论如何进行，不管是人工地还是自动地）迫使在重新开始产生运动信号之前采集一个新的参考帧，就不该有产生由于旧数据同某些新数据的组合造成的虚假指示的危险，这种虚假指示偶然看起来象一个在某个不适当方向上的特有的小运动。然而，譬如在只有均匀程度探测（譬如说，抽样帧的）情况下，保证当在空中运动时不出现有会混淆算法的光学效应（明亮源的反射），可能是困难的。会被意识到，相关面的形状是更可靠的指示器。所有所说的，仍必须记住屏幕指针的可谓之操纵是一种被人执行的递增驱动伺服似的操作；如果屏幕指针还不在那里，只按需要继续移动鼠标器！在猛击时的小干扰不是致命的，甚至可以不是令人特别注意的，取决于具体的所施行的应用情况。

20 现在参见图 5，图中示出一个流程图 29，它描述包含保持和预测特性的视眼鼠标器工作的一个方面。我们可假定有某个开始状态或位置 30，从这里到达步骤 31：“采集一个参考帧”。这系指照射 LED2 和将数字化光敏检测器值的集合储存到一个存储器阵列（未示出）中。下一个步骤 32 是“采集一个抽样帧”。这系指相同的动作，除了数据被储存在一个不同的存储器阵列，并可以反映相对于当步骤 31 被执行时它所在处的鼠标器运动。在步骤 33，“计算相关值”，9 个（或可能 25 个）相关值由某个重载专用运算硬件迅速地计算，该运算硬件由自动地址转移和一个很宽的出自存储阵列的路径协助。在步骤 34，“相关面是适当地凹下的吗？”，检查由在步骤 33 计算的相关值集合所描述的相关面的性质。我们想知道它是否是像碗那样成形的，如果是，“它将盛多少水”这样讲。

30

如果相关面的形状是个好碗，则路径 36 带我们到任选步骤 37：“保

持按钮被按了吗？”；关于这个在下一节更多地讨论。否则，我们有一个平直的相关面，或者说一“不好的碗”，再沿路径 35 继续进行到任选步骤 42，“延迟”。对于从限制语 34 的这个引出端有若干可能的原因：例如，极限速度、一个忽然无特征的工作面，以及浮在空中的鼠标器。在没有明显的“保持”按钮的情况下，我们将依靠先引出端路径 35 通过在猛击操作的浮空段时抑制到计算机的运动信号来提供合适的视眼鼠标器的行为。

如果视眼鼠标器确有“保持”按钮，则任选的限制语 37 存在，并在这里“保持”按钮 24 的状态（被按或未被按）被确定。被按的情况与在限制语 34 处的坏碗的情况一样被处理。亦即取也通过任选步骤 42 的路径 38。

任选步骤 42 提供一个延迟，该延迟在若干方面可以是有用的。首先，如果在进程中有个猛击，则它占有某个时间，并且由于在这个时间不成像可以节省一些电池电源。还假定该延迟的性质比在流程图上移动手指的运动中暂停稍复杂。假定“获得参考帧”步骤 31 受在步骤 42 有延迟影响。在该延迟途中，一种照明水平控制操作被初始化。这能为照明水平的重调等提供时间。不管在任选步骤 42 是否有一个“延迟”，路径 43 往后通向步骤 31，在这里另一个运动探测周期又开始。

为继续进行，路径 39 通过步骤 40：“预测在参考帧中的移位”。如上所述，为求得预测所需的位移，一般不必获得和保持在 X 和 Y 上的实际速度，以及时间间隔信息。人们可以想象可能需要的测量环境，但是在这里所表示的一个不是它们中的一个。相反，被预测的移位可按与在前面步骤 34 的相关相对应的移动量来取。

下一个步骤 44 是“输出 Δx 和 Δy ”。正是在这里我们注意自上一个测量周期以来已有多少鼠标器运动。为获得相关所需要的移位量是所要求的量。这些值可通过注意哪个比较帧实际相关（假定无内插）被求得。这些“未处理的” Δx 和 Δy 运动值可被积累成运动值，该运行值以比产生步骤 44 的未处理值的速率低的速率被送到计算机。

在限制词 45，我们问是否我们“需要一个新的参考帧？”。如果回答是 YES，则路径 46 通到步骤 48：“将目前的抽样帧储存在参考帧中”。（一些考虑将证实这种抽样帧的再利用同不必保持预测过程的实际速度和时间间隔相配合。如果我们取一个单独的新参考帧，会使许多事情复

杂起来，还可能迫使使用预测的 $D = RT \dots$ 亦即，距离公式）。

当一个参考帧已有充分的移位时，我们需要一个新的参考帧，因为对可靠的相关重迭比较帧是不充分的。在 3 到 5 个移位（它们不折回它们自己）范围中的某个地方大约是一个 16×16 参考帧的极限。

- 5 如果对限制词 45 的回答是 NO，并且我们不需要替换参考帧，则路径 47 带我们到与从步骤 48 导出的路径通到的步骤相同的步骤 49。步骤 49，“移位参考帧”，执行代表参考帧的存储器阵列中数值的实际永久移位。该移位是按预测量，而被移去的数据丢失。在参考帧移位后，路径 50 返回到步骤 32，“获得一个抽样帧”，在这里下一个测量周期开始。
- 10

- 现在参见图 6，其中示出一个简化的流程图段 50，它表明在图 5 中的流程图 29 的步骤 44 如何用步骤 51 - 55 代替。这样做的效果是与已述的各种保持操作方式类似，可以与此结合或同此一起使用。由图 6 表示的该改进的总想法是通过跳过步骤 55A 不传送任何更新的信息或者（任
- 15 选地，用步骤 55B）为 Δx 和 Δy 传送零，甚至当这不是真的时，这样来瞒过计算机。每当步骤 52 判定鼠标器运动速率超过，譬如说，每秒 3 到 6 英寸时总要这样做。对于一给定的视眼鼠标器，这样的极限很容易被表示为某些数目的测量周期内一定数目的象素的位移，假定测量周期速率同正常鼠标器运动相比很快。该想法是正常的非规则鼠标器运动在
- 20 某些大（譬如说，10 到 25）数目的连续测量周期期间可能不会需要每个测量周期一个新的最近相邻参考帧（更不用说对于 5×5 近相邻操作的最大移位的一个）。因为如果这个成立，视眼鼠标器会通过限制语 34 的 NO 回答和路径 35 工作在保持模式细边缘上。（根据这个假设，任何比较高的速度将导致相关的损失！）亦即，希望取一个新的参考帧的
- 25 情况通常是非常不频繁的。当然，无论如何，鼠标器的速度实在高，于是路径 35 被使用了这种情况或许会发生。这是该如此的。但是，如果测量周期速率相对于正常的预期鼠标器运动不是足够高，则使用图 6 的技术或许是不合适的。

- 步骤 51 代表除了数值 Δx 和 Δy 到计算机的实际传递外在旧步骤 44
- 30 中的任何东西。这个差别的一个微妙的例子或许是一种运动的内部累积，由于视眼鼠标器的内部运动测量周期速率比计算机的信息交换的速率高，该运动的内部累积尚未被传递到计算机。现在，这可能确实是事

实，在某些系统中这种累积的信息被用于内部鼠标器目的，而不是严格地被用于保持计算机被传达。如果这样，则它需要被保存，因为所有限制词 52、路径 53（和旁路步骤 55A）需要完成的是“不”告诉计算机已有运动；我们要愚弄计算机又不使鼠标器失去它的头脑。

5 会注意到，如果这样的累积被允许在快速折回期间被继续，用来模拟抬起鼠标器，则当速度降到正常数量并该累积最后被传送时计算机在最后还是赢；取决于整个系统如何工作，无论如何屏幕光标能急移到正确位置。在这样一个情况下，单独的一组累积应被保持，在计算机在旁路步骤 55A 中保持的那些情况下。

10 当然，这可以是事实，没有被鼠标器内部使用的累积的 Δx 和 Δy ，除了将它传送给计算机。在这样情况下，没什么要做的，除了将这个累积留在旁路步骤 55A 中。也可能，在鼠标器中简直是没有引起这样关切的累积；譬如说，任何这样的累积由计算机中的软件完成。

15 最后，参见图 7，它是一个有一个适当凹面的近相邻（ 5×5 ）相关面 57 的标绘图 56。两个水平轴 58 和 59 代表鼠标器运动的 X 和 Y 轴；沿这些轴指示的单位是像素。画到轴 58 和 59 的平面上的是平滑插入的等高线 60，其被企图进一步表示直接上面的相关面的形状。垂直轴 61 是以基本上任意单位表示的相关的量度。

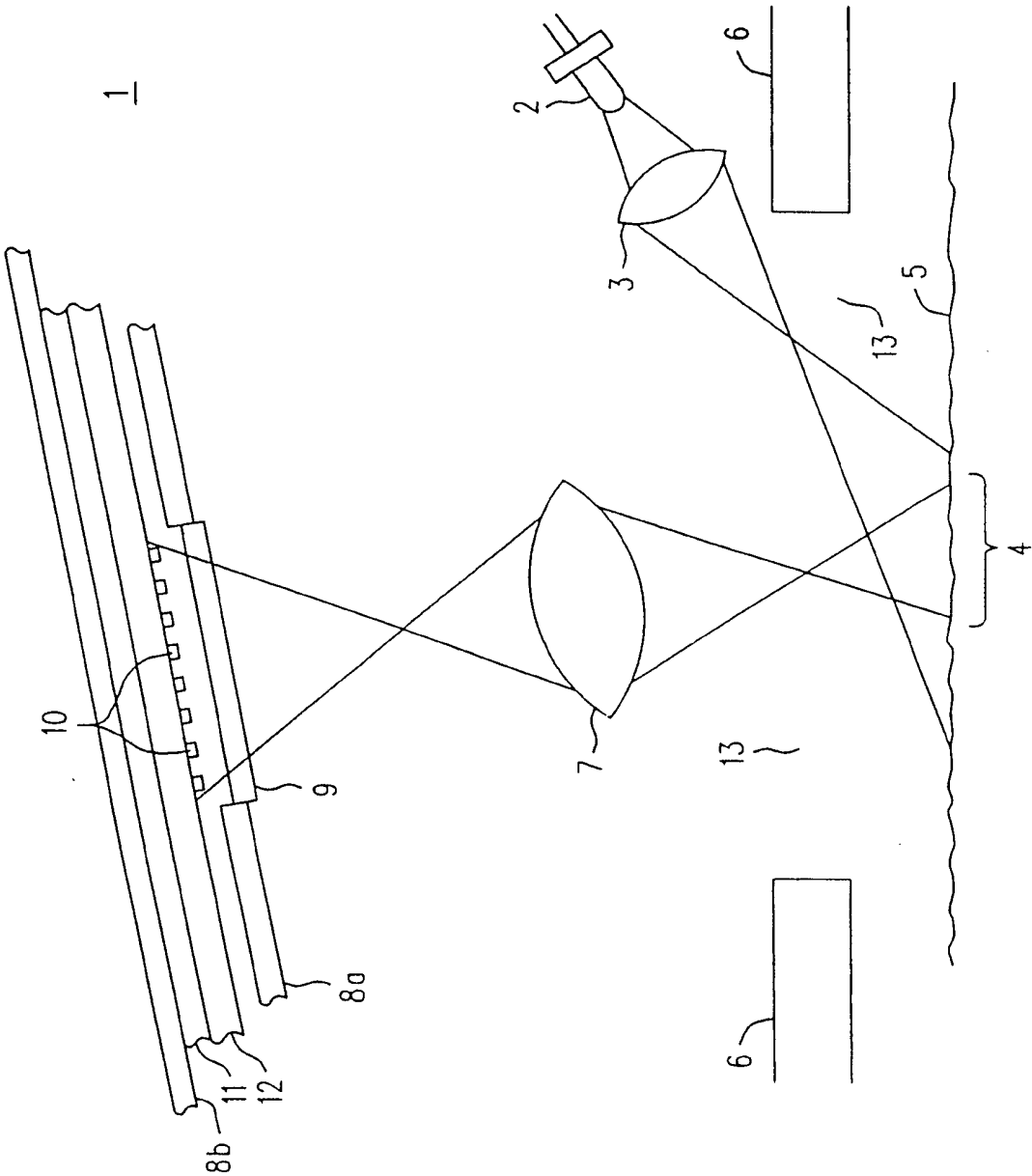


图 1 (现有技术)

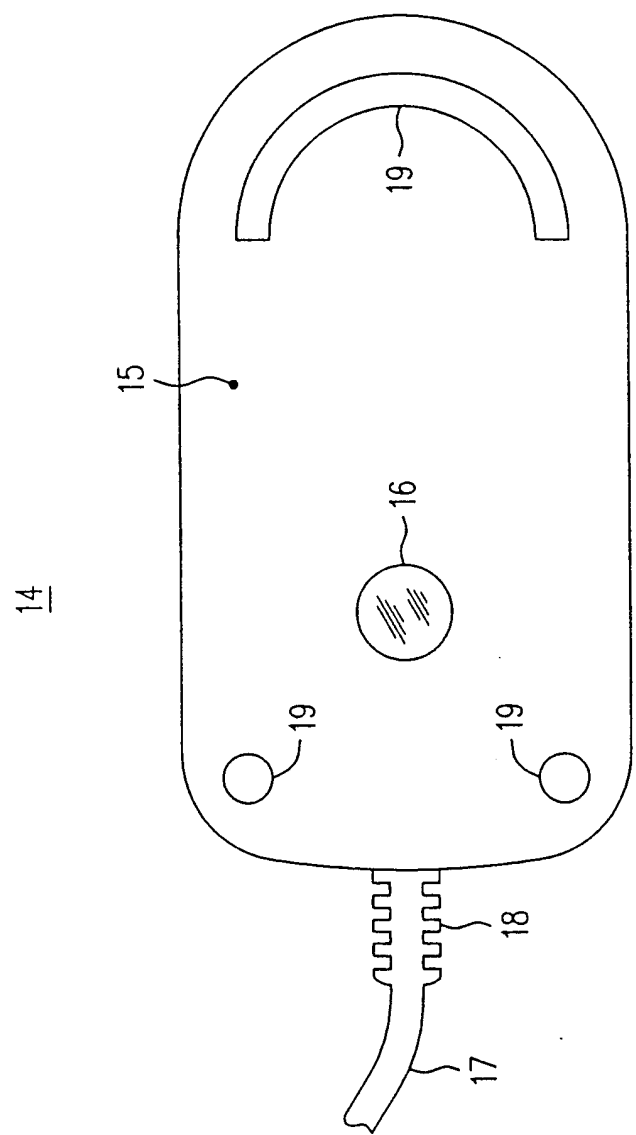


图 2

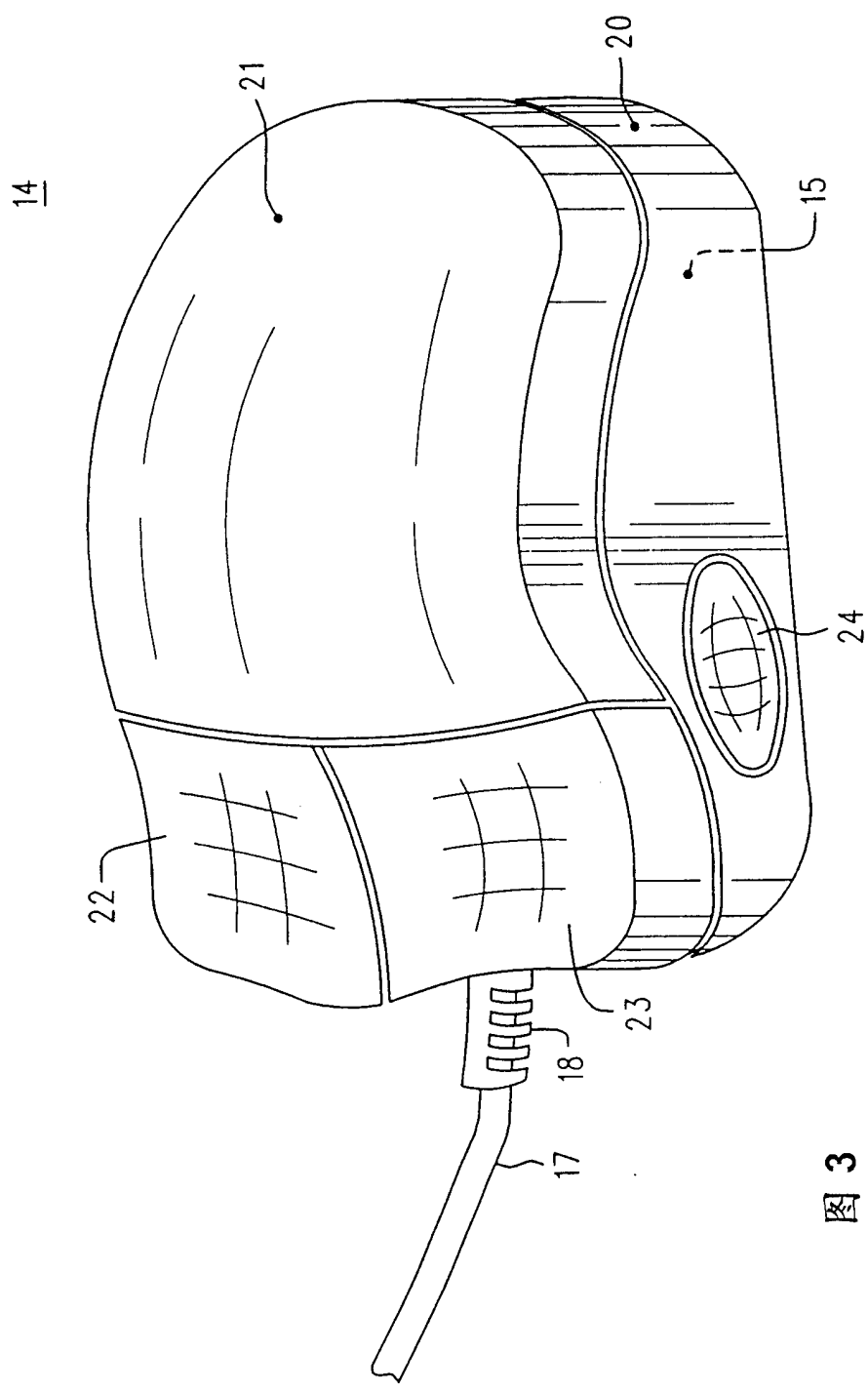


图 3

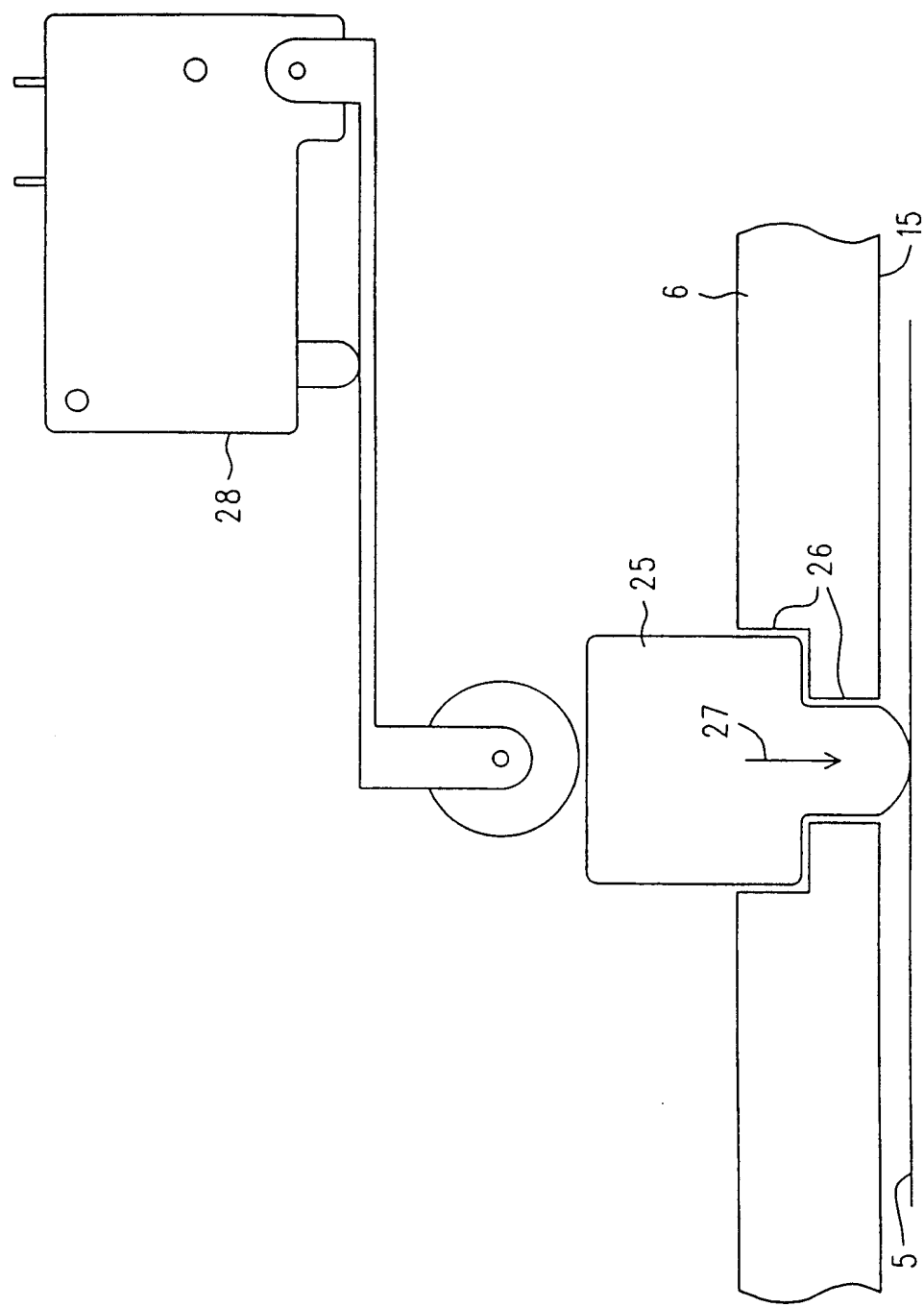
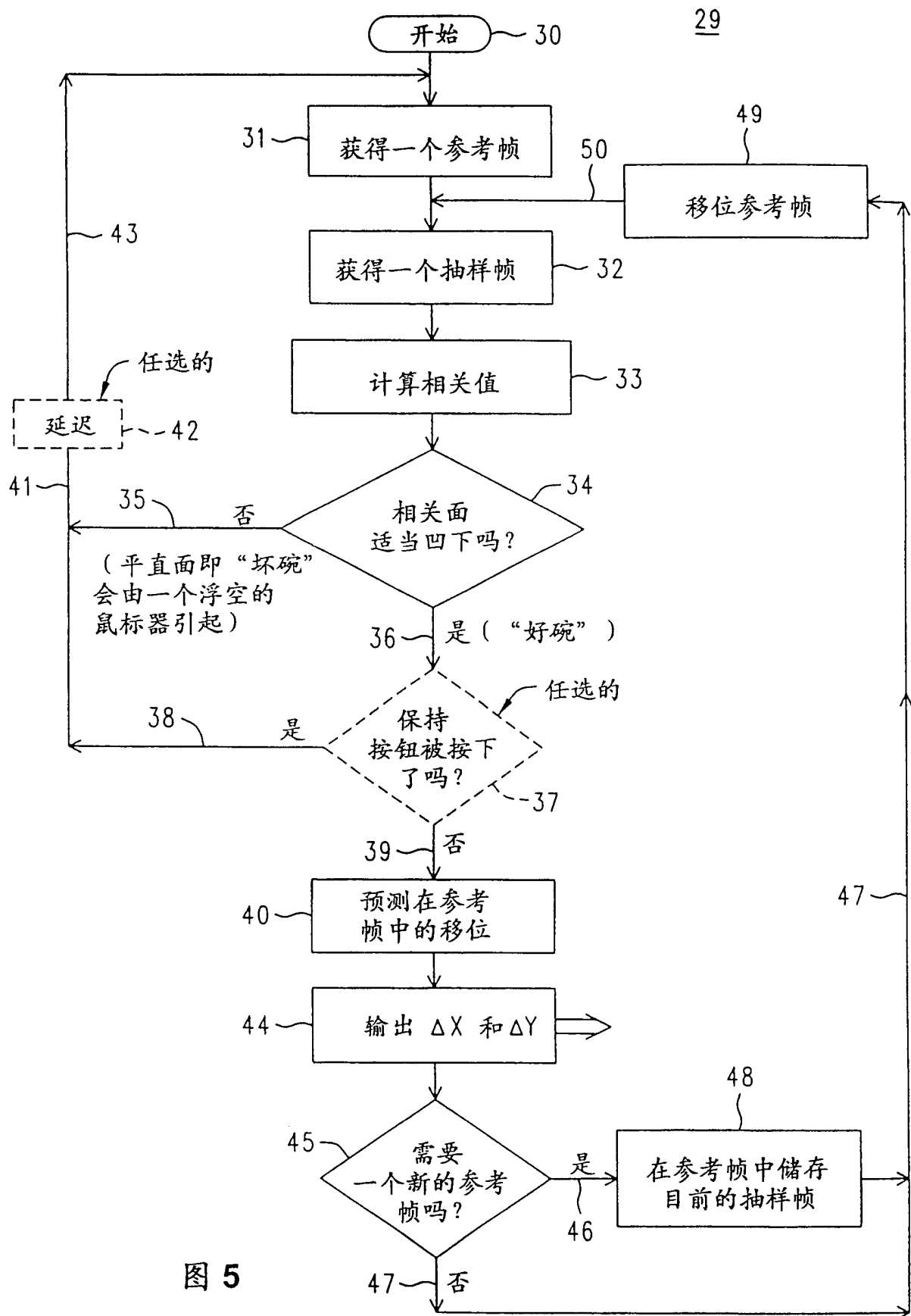


图 4



50

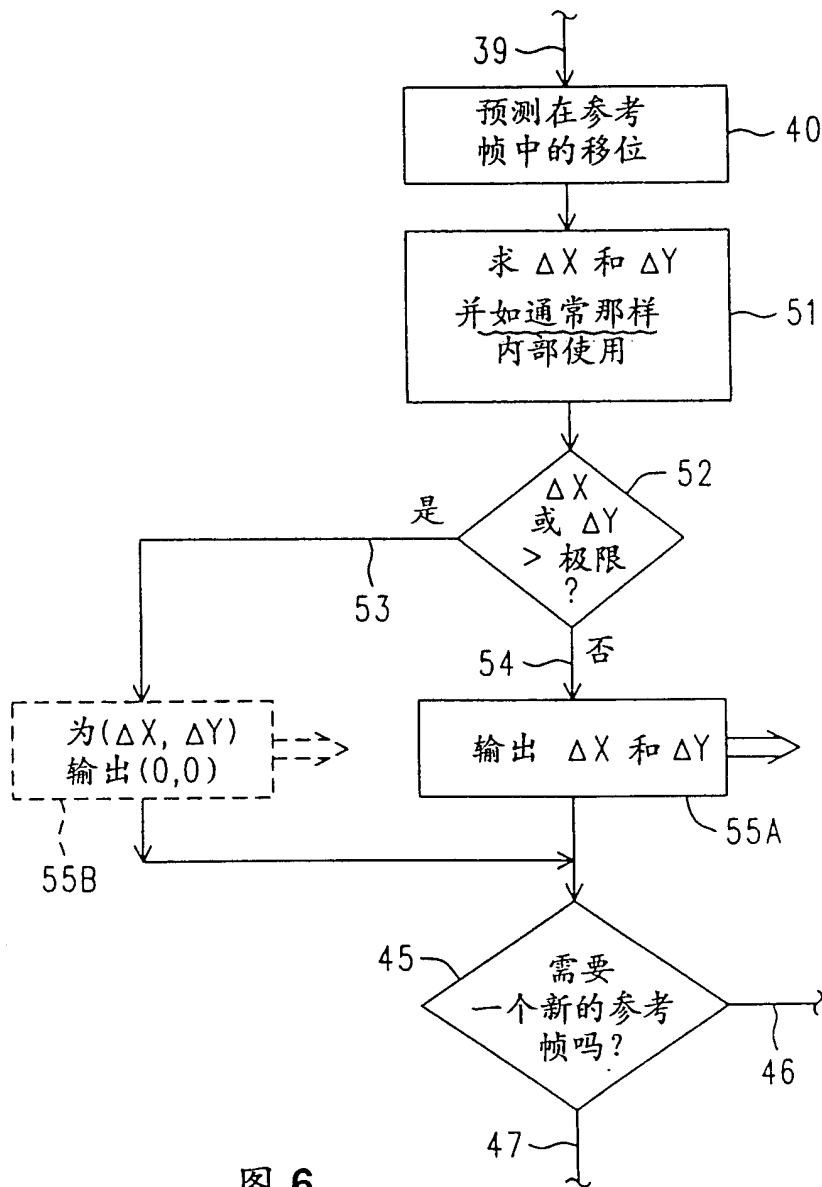


图 6

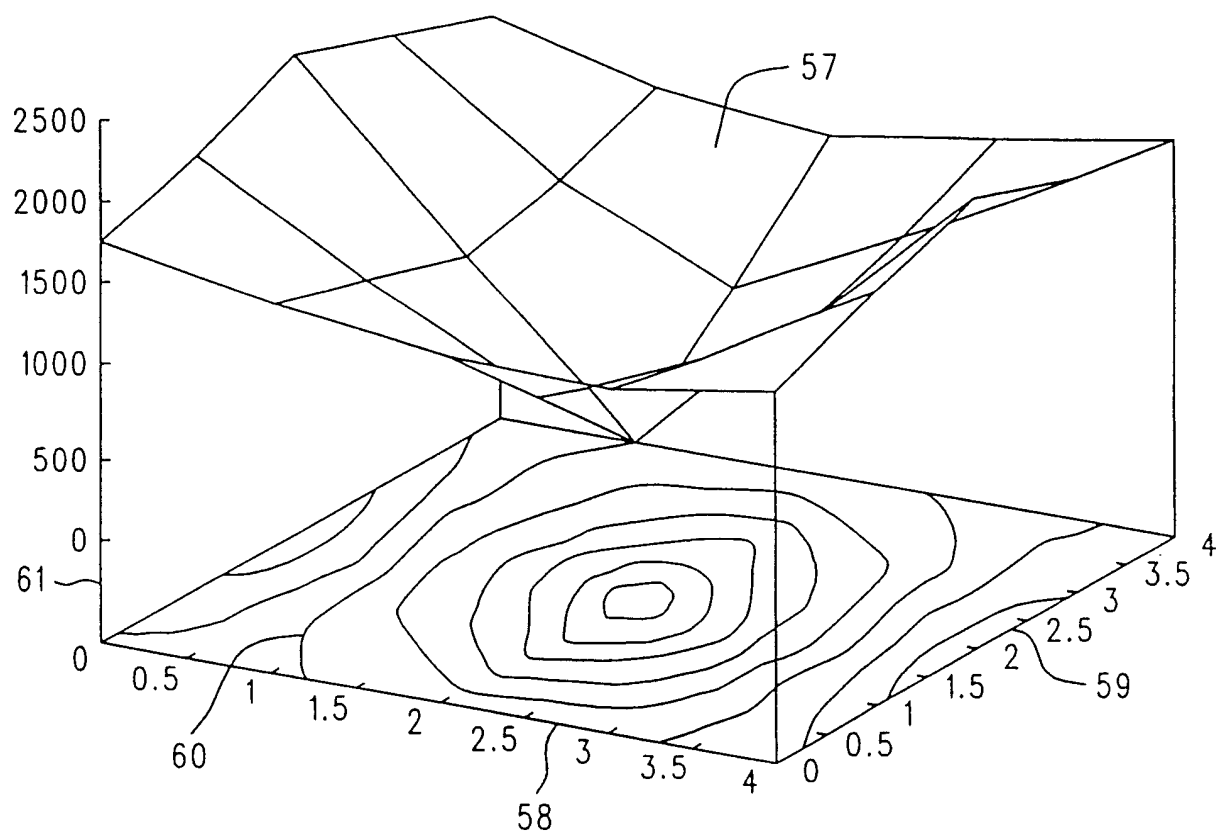


图 7