

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G01N 21/88

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97195131.4

[43]公开日 1999年6月23日

[11]公开号 CN 1220730A

[22]申请日 97.5.28 [21]申请号 97195131.4

[30]优先权

[32]96.5.31 [33]AU [31]PO0235

[86]国际申请 PCT/AU97/00336 97.5.28

[87]国际公布 WO97/46869 英 97.12.11

[85]进入国家阶段日期 98.11.30

[71]申请人 昆士兰大学

地址 澳大利亚昆士兰

[72]发明人 约翰·C·巴里

[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

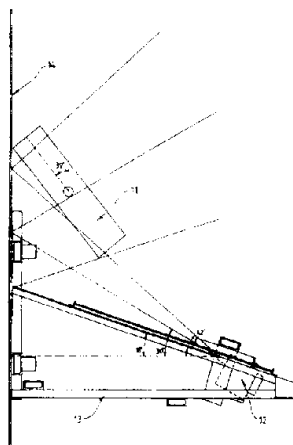
代理人 王彦斌

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 玻璃缺陷的检测

[57]摘要

采用在可控照明条件下将窗玻璃的各部分摄于照相胶片上对窗玻璃缺陷,特别是硫化镍结石,进行检测,然后对照相胶片上的图像进行光学放大。对放大的图像进行视觉检查以便检测夹杂物和其他缺陷。虽然窗玻璃是在现场摄影,但是放大的图像可在以后在更舒适的环境下通过放大进行检查。摄影利用安装在框架(13)上的相机(12)进行,框架(13)以可松脱的方式固定在包含窗玻璃的建筑物上。灯光箱(11)也安装在框架(13)上用来照明使用相机(12)从斜向对其进行摄影的窗玻璃。连接杆(31)伸入建筑物的窗棂导轨中并可以以气动方式后退而使框架(13)相对建筑物固定。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种检测窗玻璃缺陷的方法，包括如下步骤：
在可控照明条件下将窗玻璃的各部分摄于照相胶片上；
对照相胶片上的图像进行光学放大；以及
对放大的图像进行光学检查以便检测夹杂物和/或其他缺陷。
2. 根据权利要求1的方法，其特征在于，摄影步骤是在现场利用至少一架相机进行，相机以可松脱方式固定在安装了窗玻璃的建筑物上。
3. 根据权利要求1的方法，其特征在于，窗玻璃的各部分是利用一架相机顺序进行摄影，相机与被摄影的部分的距离大致不变。
4. 根据权利要求1的方法，其特征在于，窗玻璃各部分的摄影是在斜角下进行。
5. 根据权利要求1的方法，其特征在于，的胶片是微粒高反差胶片，胶片图像经过放大，放大后的图像为数据尺寸的4.5倍。
6. 根据权利要求2的方法，其特征在于，相机是焦距大约为125 mm的广幅相机。
7. 根据权利要求1的方法，其特征在于，摄影，放大和/或检查步骤是自动化或半自动化的。
8. 一种检测玻璃缺陷的方法，包括如下步骤：
在一处得到玻璃的各部分的图像；
对图像进行放大；以及
在另一处对放大的图像进行视觉检查以便检测夹杂物和/或其他缺陷。
9. 一种检测建筑物的窗玻璃缺陷的装置，包括：
一可移动的框架，
安装在此框架上的至少一架相机，和
用于将框架以可松脱的方式固定在建筑物上以使相机相对被摄影的窗子相对固定的构件。
10. 根据权利要求9的装置，其特征在于，固定构件包括多个将框架紧

固在建筑物的窗棂导轨中的紧固用具。

11. 根据权利要求 9 的装置，其特征在于，框架的宽度可调，并且其中相机是可调节地安装在所述框架上。

12. 根据权利要求 9 的装置，其特征在于，相机的安装使其焦距斜对着窗玻璃平面，并且包括用于照明待摄影的窗玻璃的光源。

说明书

玻璃缺陷的检测

本发明涉及检测玻璃缺陷的方法和装置。本发明特别着重于定位淬火平板玻璃中的硫化镍 (NiS) 结石的方法和装置, 虽然本发明并不限于这一具体应用。

硫化镍 (NiS) 结石有时作为杂质存在于玻璃中。已知此种硫化镍结石可引起钢化窗玻璃的自发破裂。这种自发破裂会在采用大面积玻璃的高层办公楼中造成严重问题。

在玻璃生产中检测 NiS 结石的存在很困难。在玻璃生产线上设置的玻璃扫描仪不能检测到尺寸小于 1 mm 的结石。NiS 不是玻璃中的常见杂质, 而当 NiS 确实存在时, 这种结石的尺寸在 0.1-0.6 mm 之间。一般认为任何直径等于及大于 70 μm 的硫化镍结石都可使钢化玻璃破裂, 但是小于 70 μm 的结石通常不会使玻璃破裂。

大多数的玻璃配合料中的硫化镍结石极少, 不过偶尔会碰到不良配合料。由于硫化镍杂质产生的问题经常是要在玻璃生产后安装在建筑物上多少个月以后才会显露出来。所以, 对于玻璃生产人员来讲很难追查究竟是什么原因使某一具体配合料中的 NiS 含量高。

本申请人此前的国际专利申请 No. PCT/AU93/00498 描述了一种在可控照明条件下检测玻璃缺陷的方法。(此处援引该专利申请的公开作为参考)。虽然在国际专利申请 No. PCT/AU93/00498 中描述的方法可以定位窗玻璃中的大多数硫化镍结石, 但这种方法具有很多固有的缺点。

首先, 该方法是要完全在现场进行的, 所以就取决于天气条件。其次, 这个方法冗长费时。第三, 该方法不能定位所有有问题的 NiS 结石, 可能是因为检查人员由于令其生厌的不舒服的环境而缺乏专注所致。

本发明的目的是提供一种改进了的检测窗玻璃缺陷的方法和装置。

概括而言, 本发明提供一种检测窗玻璃缺陷的方法, 包括如下步骤: 在可控照明条件下将窗玻璃的各部分摄于照相胶片上,

对照相胶片上的图像进行光学放大，以及

对放大的图像进行光学检查以便检测夹杂物和/或其他缺陷。

在本发明的方法中，只有“摄影”这一步骤要在现场进行。一旦结束对窗玻璃摄影，就可在以后在更舒适的环境下对胶片图像进行检查。所以更便于对胶片图像进行检查，并且精确度更高。

另外，因为照相胶片图像是经过放大之后进行检查，观察人员可以在检测玻璃缺陷中利用放大的优点（与在我们先前的专利申请中所描述的对玻璃进行直接目视观察相比较而言）。

最好是摄影步骤是利用一安装在框架上的相机完成，框架则以可松脱方式固定在包含待检查窗玻璃的建筑物上。此框架也可以适合的方式固定于窗棂之上。此相机框架定位于建筑物维修单元（BMU）之内，不过在摄影时是相对窗户固定。

在一个框架上可携载数个相机以便使窗玻璃被摄影的覆盖面最大。

在摄影时窗玻璃由 BMU 上所携载的光源照明，操作员也由 BMU 携载。

为了使本发明可以得到更全面的了解并得到实现，下面参考附图对优选实施例予以描述。

图 1 是在现场的窗玻璃摄影装置的示意侧视图；

图 2 是图 1 中的装置中所使用的相机框架的透视图；

图 3 是图 2 中的相机框架的侧视图，其中示出了将此框架固定于窗棂上的工具；

图 4 是将此框架固定于窗棂上的工具的示意透视图。

用于对窗玻璃进行摄影的装置示于图 1 中。灯光箱 11 架在建筑物维修单元（BMU）上，其中包含合适的光源，如荧光灯管，前面盖着一个漫射屏。光线通过漫射屏后其分布应尽可能均匀。相机 12 支持在 BMU 中的框架 13 上，位于灯光箱 11 的下方。相机 12 和框架 13 装在 BMU 中沿建筑物的侧面上下运输。但在实际摄影时利用一合适的附件（见下文）将相机框架锁定在建筑物的侧面的窗棂之间。操作员站在 BMU 的吊架之内。摄影在夜间或在黑暗的隔间中进行以尽量减小周围光线的影响。利用

灯光箱 11 的均匀照明，由窗 14 反射光线而呈现一个均匀的白色背景。在此背景中，小结石或缺陷会投射出一个暗影。当结石在玻璃中的位置不是在背面时，结石会产生双影。第一个影像是结石的直接像，而第二个影像是结石在玻璃背面的反射像。

摄影时焦距定在玻璃表面上，并且窗 14 由灯光箱 14 照明。所有的图像都是在相机 12 设置在同一工作距离时摄取，所以在所有情况下物镜放大率都相同。相机机身的倾角及窗子距相机镜头前表面的距离由所选择的相机镜头和每次曝光时要求摄取的面积的大小决定。关于相机倾角和工作距离的具体数值的选择将在下面进一步讨论。相机最佳工作距离给出的窗子投射到胶片上的缩小率大约为 9 比 1（平均）。

在玻璃的一部分被摄影成像于负片上之后，利用一图像扫描器（比如缩微平片阅读器）扫描胶片检查缺陷。（虽然本优选实施例是使用一普通的缩微平片阅读器作为图像扫描器，任何其他合适的光学观察器都可以使用）。

缩微平片阅读器安装的是 17 mm 的镜头，其放大倍数为 42x。因此，窗子到平片阅读器中的被检查胶片的总放大率为 42/9，即大约为 4.5 倍。也即平片阅读器上的图像为玻璃中的实际尺寸的 4.5 倍。所以，与 PCT/AU93/00498 中所教授的直接目视观察玻璃的方法比较，此处观察者在检查玻璃缺陷方面具有 4.5 倍的优越性。

下面讨论此摄影法的具体方面，即：（a）胶片类型，（b）相机类型，和（c）相机镜头类型、镜头倾角、工作距离及每次摄影所覆盖的面积。

（a）胶片类型

要使这一技术有效，必须能检测到尺寸为 70 μm （0.07 mm）以上的结石。此外，胶片的析像能力需要足够大以充分发挥相机镜头的光学系统的优点。为了能达到最高的析像能力，最好使用微粒高反差胶片，如 AGFA ORTHO 25。这种胶片与多种其他种类胶片（如 KODAK TRT-X PAN 及 ILFORD PANF 50 Plus）进行了比较，其析像能力在所有试验胶片中最佳。

(b) 相机

选择相机是根据需要在整个图像上保持窗子表面聚焦清晰及在每次摄影时能捕抓到的信息量最大而确定。广幅相机比 35 mm 相机优越, 因为其所用的胶片面积较大, 因而每张照片能捕抓到更多的信息量。因为照片摄制时是与窗子成一斜角而不是正对着窗子, 所以必须将相机镜头倾斜以保持整个图像聚焦清晰。使用 FUJI GX860 II 相机就是因为该相机具有镜头倾斜功能和使用面积为 76 mm 乘 55 mm 的 120 胶卷 (其面积为 35 mm 的 4.5 倍)。

(c) 相机镜头类型、镜头倾角及工作距离

为得到最大效率, 在每个摄影胶片上都应该捕抓到尽可能大的玻璃面积, 而同时还应该具有足够的析像能力以看清 70 μm 大小的结石。通过实验发现, 对 GX860 II 相机而言, 玻璃上宽度为 600 mm 的视场区可满足析像能力的标准而同时保证观察区大得合理。

曾经对多种镜头进行试验。短焦距镜头最理想, 因为焦距短时可以使相机靠近玻璃, 从而可缩小为保持相机所需要的框架的尺寸。但是, 试验发现, 焦距太短时, 聚焦场发生弯曲, 结果图像区的边缘处的玻璃图像聚焦不良。试验发现, 具有合适的平焦面的最短焦距镜头的是 125 mm 镜头。对 125 mm 的镜头来说, 在相机倾角为 30° 和水平场宽为 600 mm 时, 镜头与窗子的距离是 1018 mm。

镜头的倾斜度可通过试验确定, 方法是将焦点定在屏幕的中心并调节镜头的倾斜度直到图像的上部和下部同时聚焦清晰为止。所需要的镜头倾斜度的大小也可以利用光线追迹法计算而得出。所要求的镜头倾斜度等于相机的倾斜度除以放大率。(对相机与水平成 30° 倾斜角且图像放大率为 9 比 1 的情况, 镜头倾斜度应当是 $30/9 = 3.3^\circ$, 通过试验得出的镜头倾斜度为 3.2° 。在测量误差范围内, 计算所得的倾斜度与试验倾斜度设定值相等)。

相机框架

为了从 BMU 对窗子进行摄影, 要求有一个稳定的平台。仅仅将相机放置在 BMU 上的吊架上一般不能令人满意, 因为 BMU 吊架倾向于动来

动去。虽然灯光箱 11 是架在 BMU 吊架中相机 12 上边的地方，可是光源的微小移动对图像不会造成什么影响，而在曝光时相机的任何移动都会使图像模糊。因此相机 12 是安装在以可松脱方式固定在建筑物上的相机框架 13 上。相机框架 13 的设计示意地示于图 2，并在图 3 和图 4 中示出其更详细的结构。

构架 13 将相机 12 固定在离开待摄影的窗子 11 的设定位置并与之成一定角度。在本实施例中，框架 13 架在窗根导轨上。（在无窗根导轨的建筑物上，可以采用任何可以适于架设框架的替代方法将之固定）。

框架 13 具有数种优点，包括：

i) 框架是利用一组四个气动柱塞固定。柱塞拉住位于建筑物上窗根导轨之间的夹紧物。

ii) 框架的宽度可调（夹紧到窗根上的立柱之间的距离可调，见图 2），以适应窗子的不同宽度。

iii) 相机安装在可前后滑动的横梁上。相机的后位是摄影的正确距离。相机可移到前位以便可以由站立在 BMU 中的操作员更换胶片。

框架的示意图示于图 2。框架最适合用轻材，如铝，制作。前后横梁 15、16 一端焊接在三角框架的基本构件 17 上，另一端则开槽并用螺栓固定于平行三角框架的基本构件 18 上，以便可以适应各个窗子的宽度调节框架的间隔。相机支架 12 安装在横梁 19 上，其两端开槽并用螺栓分别固定于滑块 20、21 上，而滑块 20、21 可在三角框架的滑轨 22、23 上滑行。相机支架横梁 19 设置成为使相机 12 能安置在框架 13 中的尽可能低的位置。

框架 13 的更为详细的情况示于图 3。其中示出的相机 12（示意示出）是其在框架上的位置，并且分开更为详细地示出。相机设置的倾斜角度为与水平面成 30° 角。在此 30° 中，框架设计本身使相机滑板与水平面成 18° 角。 30° 中其余的部分为将间隔器 26 置于相机支架 19 所形成，相机支架 19 可使相机在该支架上转动。相机 12 通常利用其三角架附件固定在支架上。相机支架和相机组件可在滚轮导轨系统 27 上前后滑动。各导轨上的两滚轮利用一片长为 300 mm 的 100 mm 乘 12 mm 的平板由螺栓连接在

一起。

四个气动柱塞 30 用于将框架 13 连接到窗框上。每个柱塞 30 上连接有一组双连接杆 31。图 4 中示意地示出柱塞和连接杆的设置情况。每个连接杆 31 都有一个 T 形端。各连接杆的另一端刻有螺纹，其上旋有一铝制定位旋钮 32。定位旋钮 32 由锁定螺帽锁定定位。

在各窗子间的窗框中通常有 20 mm 的间隙。为了将框架 13 固定在窗子上，将连接杆 31 插入两面窗子之间的导轨中，T 形端处于垂直状态。然后将 T 端旋转 90°，使 T 形端挂在窗子之间的间隙中。每个定位旋钮上都在一侧上钻有一个孔以使定位销 33 可穿过一个具体柱塞组件的上下两个定位旋钮 32（图 4）。定位销 33 锁定连接杆 31 使其不能转动，于是 T 端在窗框导轨之间保持水平位置。

连接杆 31 穿过传送框架的立柱构件 24、25 中的横槽。立柱 24、25 刻出横槽的原因有二。首先，横槽很宽，足以使连接杆上的 T 端通过立柱拉回，于是在 BMU 在建筑物的边上升空时就不会刮到任何东西。其次，尽管立柱之间的间隔是根据窗子宽度确定的，但窗框导轨并非精确地平直，而横槽可以在框架沿建筑物下降时使连接杆可以稍微在横向上移动以补偿窗框导轨间隔的微小差异。

在所说明的设计中，柱塞外推以锁定。每个柱塞的本身都用螺栓固定在柱塞支架 34 上。每个柱塞 30 的推力轴 36 都连接一块平板 37，而连接杆 31 则插入到该平板之中。

为了使框架连接到窗子上，将连接杆按上一节中所述方式定位于窗框导轨之中并转动。压缩空气作用于柱塞而使柱塞的推力轴 36 推出，结果使连接杆 31 向外拉，而这将使 T 端在窗子后部拉住窗框导轨。这一动作将框架拉到窗子的前面。立柱 24、25 对着建筑物的表面相应地覆盖有 3 mm 厚的氯丁橡胶片，于是立柱就不会损坏窗子表面。而且氯丁橡胶还可提供一个高摩擦力表面，这可保证在框架连接到窗子时不会下滑。

柱塞 30 为双向作用的，所以仅仅将压缩空气的方向反转就可使其解压。在横杆和立柱之间的空气管路上设有“快速连接”空气软管配件。空气管路的设置使相机框架在需要时可以拆下。来自压缩机的空气一个四

通阀，该四通阀固定在横杆的前方。通过将四通阀是的手柄转动 90° 可使通往柱塞的气流反向流动，从而可以从“断”变为“通”或反之。

灯光箱 11 在 BMU 吊架中相对相机的固定位置如图 1 所示。灯光箱的设置应为相机所摄影的玻璃得到照明（不阻挡相机对窗子的视域）。为了得到最均匀的照明，灯光箱与垂直方向成 30° 角。相机在框架中的位置设置得尽可能地低，于是灯光的设置也可保持尽可能地低。

相机及框架的操作

对于宽度达 1800 mm 的窗子需要三架相机才可一次将整个窗子宽度摄影。

一当 BMU 处于摄影所要求的位置，连接杆就通过旋转和锁定定位在窗根中。这时框架就连接到窗根导轨上而不能离开，虽然在 BMU 吊架下降时连接杆可沿导轨下滑。为了摄影，框架上升躲开 BMU 吊架并通过启动气动柱塞将其固定在建筑物上。每次摄影结束即柱塞解压并将 BMU 向下移动到下一个摄影位置。

胶片检查

在窗子分步依次摄影完毕后，利用缩微平片阅读器观察胶片，一般是在观察室，并且进行扫描以发现缺陷。对通常的平片阅读器的胶片暗盒进行了改造以使其可容纳 120 胶片，并且增加了一个导轨。导轨可使胶片在一个步进中水平移动 6 mm，在每一行中垂直移动 4.5 mm。这相当于平片阅读屏上的水平距离 250 mm 和垂直距离 190 mm。平片阅读屏的尺寸为 350 mm 乘 270 mm，因此这种步进可使胶片的每一段都可依次得到检查并保证相邻视野中有充分的重叠。通过平片阅读屏检查与直接检查玻璃相较有放大 4.5 倍的优点。平片阅读屏上的 250 mm 乘 190 mm 的面积相当于实际窗子上的 54 mm 乘 40 mm 的面积。

在扫描胶片时缺陷在负片上呈现为白色双点。（直接观察胶片时缺陷表现为黑点，但因为是负片，所以黑白对比相反）。双点也可表现为强白点或淡白点，这取决于窗子中的结石的尺寸。检察员扫描完一段胶片之后，就转动胶片暗盒到导轨的下一点，这样一直到将整个胶片扫描完毕为止。

双点之间的距离由下式给出:

$$D(\text{双点距离}) = 2T \tan\{\arcsin[\cos(\alpha)/n]\} \quad (1)$$

其中 T 为玻璃厚度或结石距玻璃背面的距离, α 是灯光与胶片间的角度, n 是玻璃的折射率。灯光与胶片间的角度在胶片上各点不同, 虽然其平均值为 30° (相机倾角)。对双点距离 (D) 可以根据玻璃表面上的标记点与平片导轨上所有的胶片位置绘制一张对照表。双点距离对照表的绘制是根据利用标记笔在窗子上作出一组标记点的窗子的照片完成的。当发现一个双点时, 就量出其间的距离并与玻璃表面上的标记点的预期间隔进行比较。如果该间隔与预期的玻璃表面上的标记点间隔相同, 这种点就可忽略不计。但是, 如果间隔小于对表面标记点的预期间隔, 则将该双点位置记录在记录单上。然后利用 x,y 校准表将胶片上的缺陷的 x,y 位置与窗子上的 x,y 位置联系起来。利用双点间隔与玻璃表面上的标记点的预期间隔的比率计算出缺陷的玻璃深度。如果这一玻璃深度比率在 20 % 和 80 % 之间, 则结石位于钢化玻璃的应力区, 有可能造成玻璃断裂。如果这一玻璃深度比率不在 20 % 和 80 % 之间, 则结石在压缩区内, 就没有什么特别意义。

现场结石最后检查

通过对胶片进行检查可以确定结石的存在, 但并不总能肯定结石的性质。对于在应力区中发现的结石, 建议返回窗子通过 10x 的放大镜检查这些结石是否是硫化镍。由于每个结石的 x,y 位置已经通过其胶片上的位置计算出来, 就很容易在窗子是找到这些结石。如果在窗子中发现类似硫化镍的黄色结石, 则该窗子就要去掉。如果结石不是黄色, 可以认为该结石没什么作用。

上述方法曾经对 72 扇窗子进行试验, 并且结果为发现了所有直径等于及大于 $70 \mu\text{m}$ 的硫化镍结石。对此摄影法的结果通过借助两倍放大率的放大镜在 72 扇窗子中的 4 扇中进行了核对。结果表明摄影法已经发现了通过最为仔细的视觉检查所能定位的全部结石。

上述内容仅是本发明的一个实施例, 并且对于本通晓技术的专业人员在脱离本发明的范围的条件下可对其进行的改变是显而易见的。例如,

经过适当的改变可以将上述方法用于浮法玻璃生产线进行质量控制。可对浮法生产线上的取样进行摄影，然后进行检查以通知生产人员有硫化镍正在形成的指征。此种信息可使示出人员获得将熔化池中的条件与玻璃中出现硫化镍联系起来。

另外，这种对建筑物玻璃进行的分步摄影可以利用计算机控制实现自动化或半自动化。比如，可采用微处理器电路来做到：反复松开连接杆，将相机框架升高或降低一定距离，重新应用连接杆并将框架相对窗子固定，摄影，并重复此过程直到整个一列窗子摄影完毕。

在另一实施例中，可利用自动化或半自动化的检查设备对摄影胶片图像进行光学检查，在现场或在其他处。这种设备可以利用软件进行模式识别来找出胶片上与 NiS 结石及其反射率对应的双像。

在没有窗棍导轨的建筑物上，框架可以利用真空吸盘以适当方式固定到建筑物上待摄影的窗子的任何一侧。真空吸盘可利用在 BMU 中携带的真空泵启动。

应当指出，采用胶片对玻璃各部分进行摄影的步骤可以由以数字数据形式对玻璃图像进行捕抓（比如采用数字相机）来代替，只要能达到所要求的析像度。

说明书附图

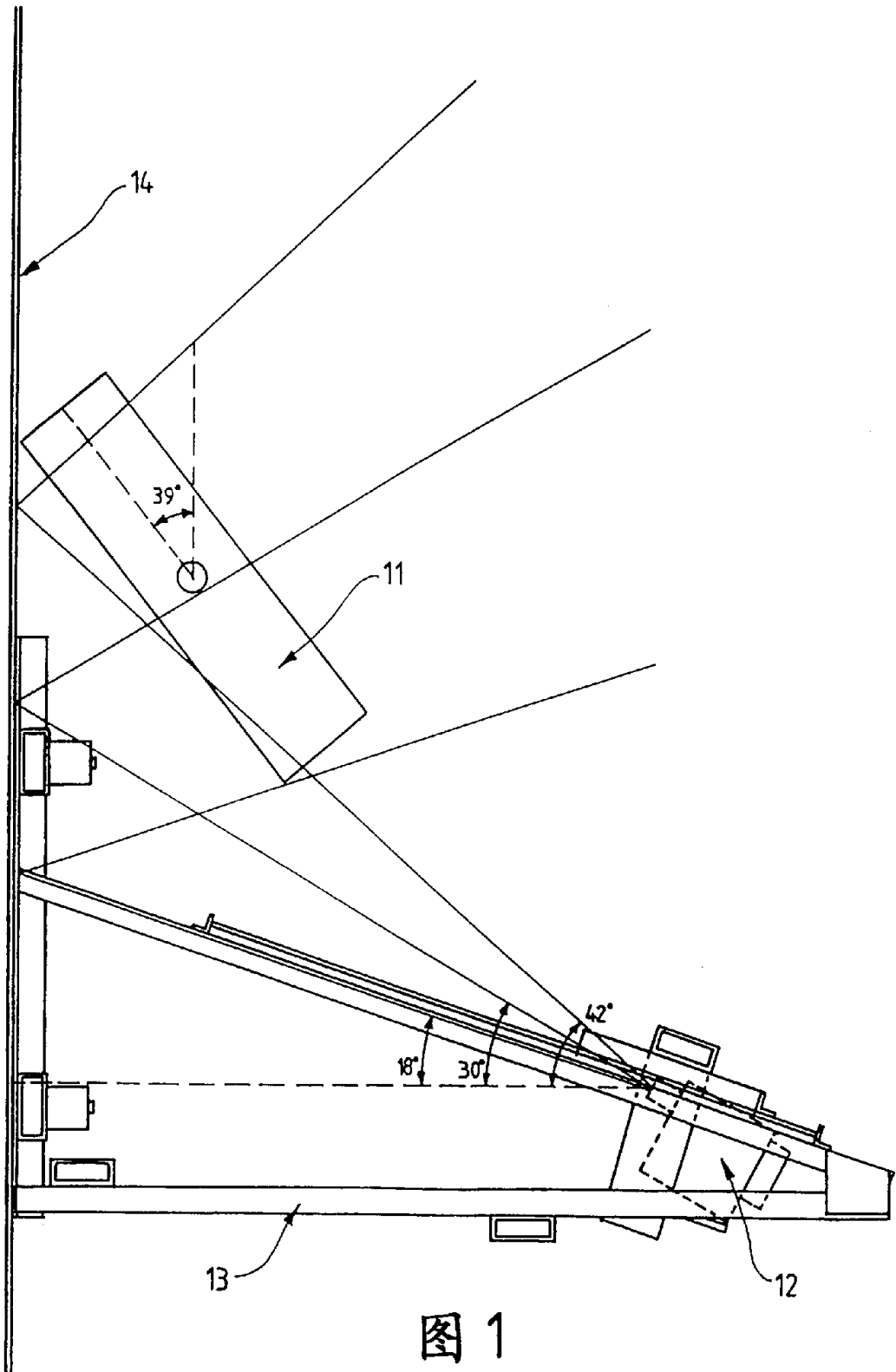


图 1

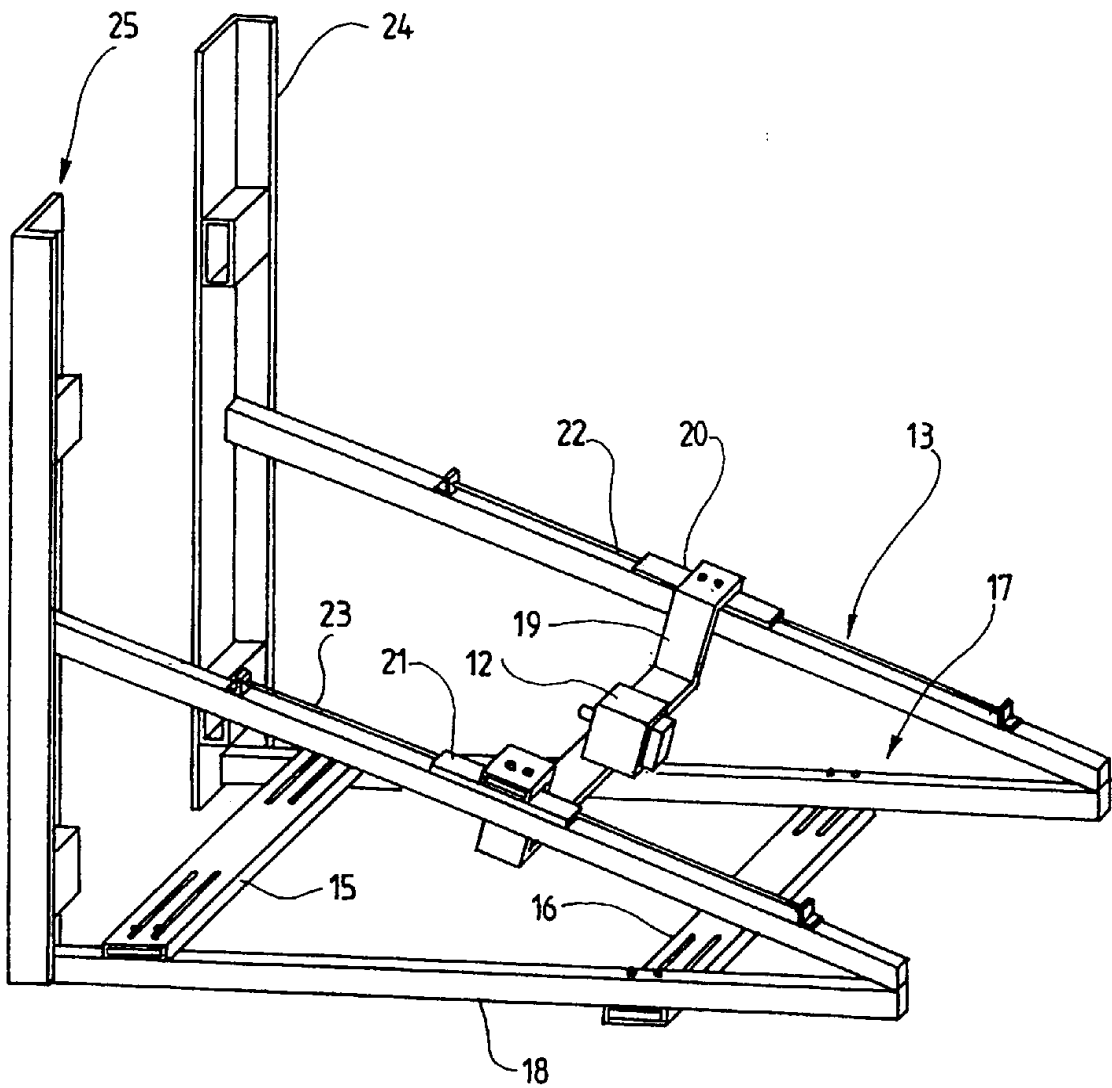


图 2

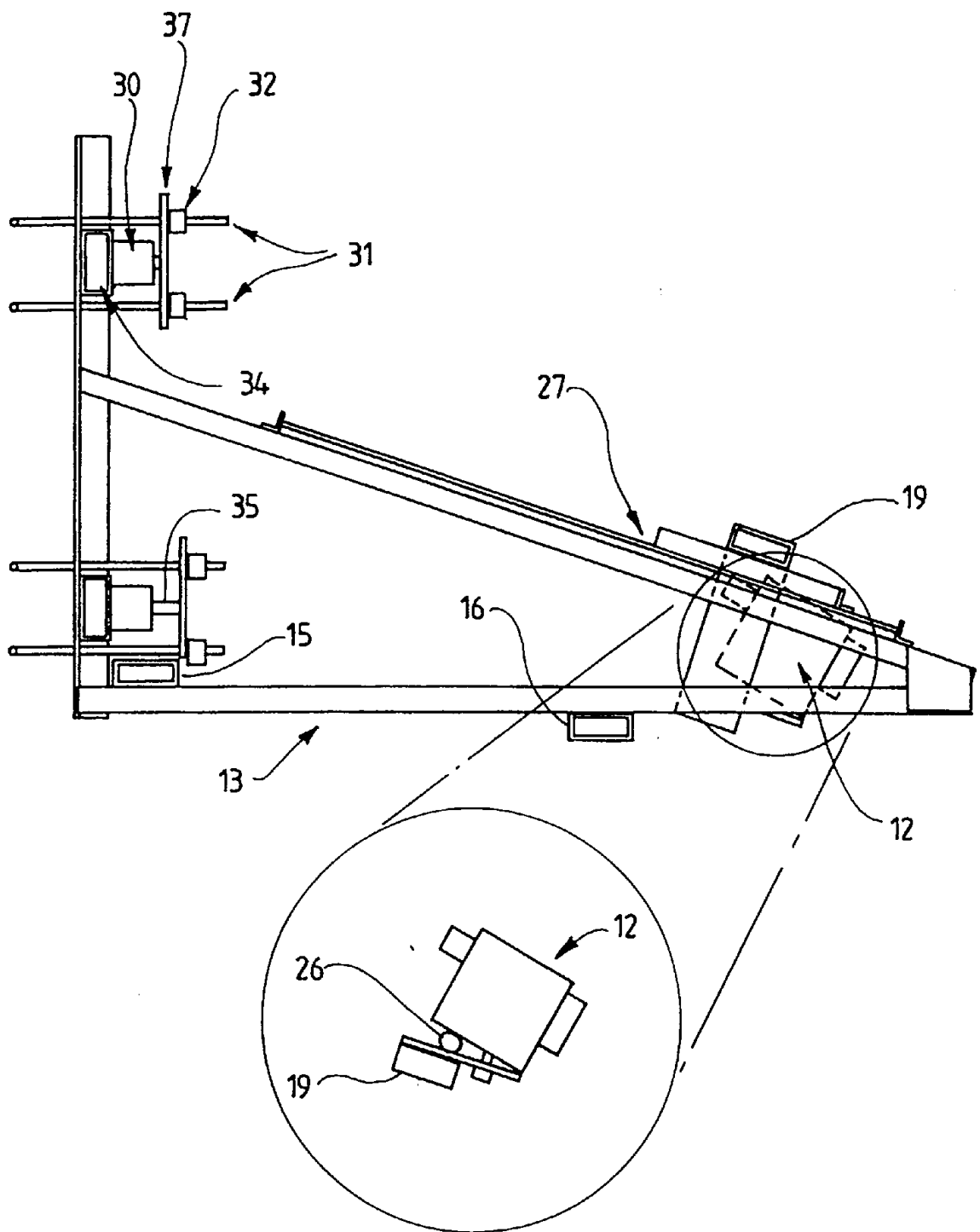


图 3

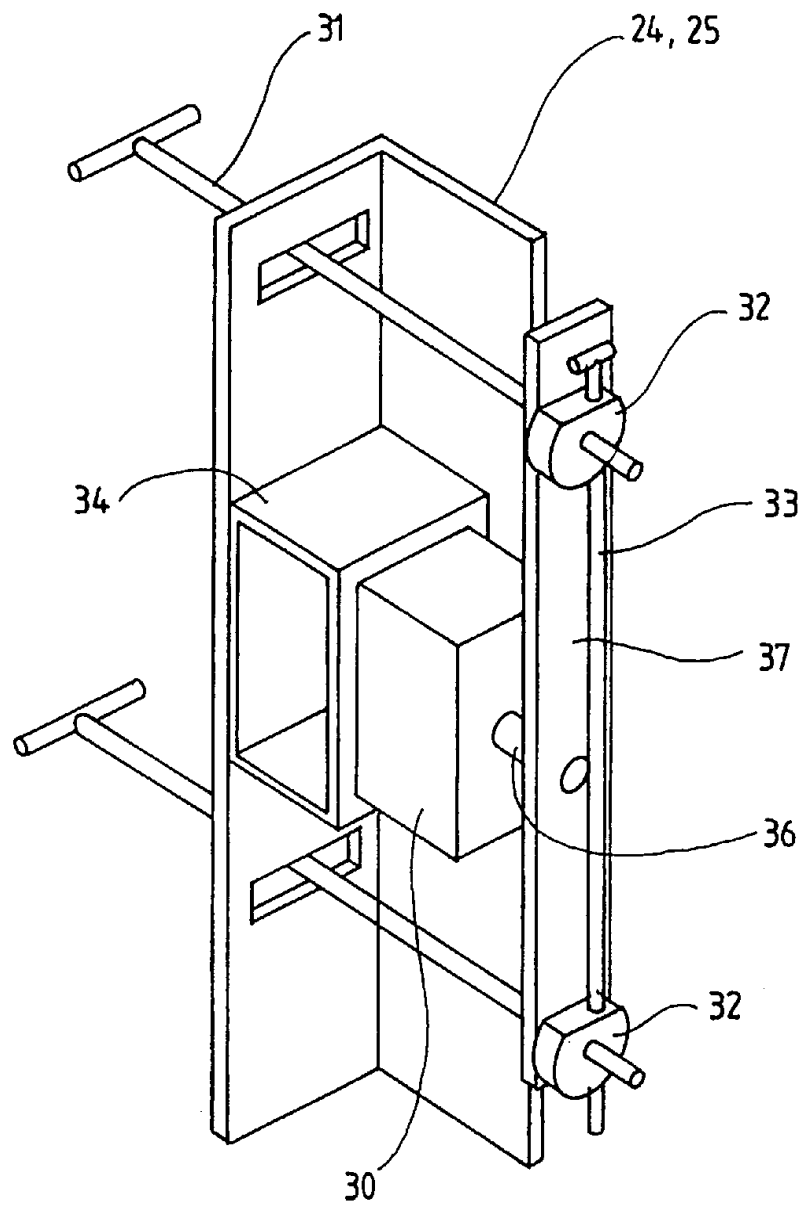


图 4