

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

G01B 11/06

## [12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 95118646.9

[45]授权公告日 2000 年 10 月 25 日

[11]授权公告号 CN 1057832C

[22]申请日 1995.9.29 [24]颁证日 2000.7.21

[21]申请号 95118646.9

[30]优先权

[32]1994.9.29 [33]DE [31]P4434822.3

[73]专利权人 肖特玻璃制造厂

地址 联邦德国美因茨

[72]发明人 S·斯彭勒 D·芒克斯 G·施帕舒

审查员 毕 因

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

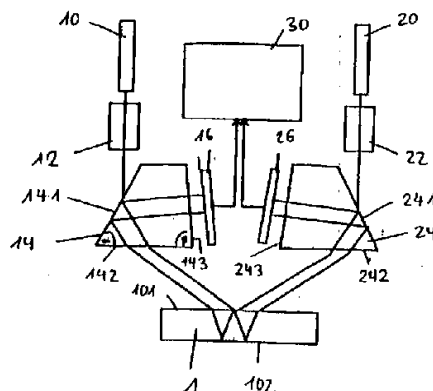
代理人 萧掬昌 叶恺东

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 非接触测量透明材料制成的被测物厚度的设备

[57]摘要

本发明涉及非接触测量透明材料制成的被测物厚度的设备。从第一、第二光源射出的两束相对射线,经过带有反射和折射界面的透明材料体构成的第一、第二束分光器和一个转向器,斜射于被测物表面上。在被测物正反面上反射的第一、第二射束偶又经转向器和第一、第二分光器转向第一、第二探测器。为了使结构紧凑和实现高精度测量,第一、第二分光器由转向设备上朝向光源的光入射面构成。



ISSN 1000-4274

## 权 利 要 求 书

1. 一种非接触测量透明材料制成的被测物厚度的设备:

其中从第一、第二光源(10、20)射出的两束相对的射线, 经过由带有反射和折射界面且透明材料体构成的第一、第二分光器和一个转向器, 斜射于被测物(1)的表面上,

在被测物正面和背面(101、102)上反射的第一、第二射束偶又经转向器和第一、第二分光器转向第一、第二探测器(16、26),

其特征是, 第一、第二分光器是由朝向光源(10、20)的转向装置的入射面构成的。

2. 根据权利要求 1 所述的设备, 其特征是, 转向器由两个彼此对称安装的棱镜(14、24)组成, 其对着光源(10、20)设置的入射面(141、241)同时构成从被测物(1)回反射的射束偶的反射面。

3. 根据权利要求 2 所述的设备, 其特征是, 棱镜(14、24)的表面(141、241)带有分光涂层; 表面(142、242)带有减反射涂层。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的设备, 其特征是, 棱镜(14、24)的尺寸是这样确定的, 即从棱镜射到被测物的光束出射角度  $\gamma$  为  $20^{\circ} - 70^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的设备, 其特征是, 棱镜(14、24)的  $\beta$  角是这样选择的, 即从棱镜射出时, 反射光垂直于相应的出射表面(143、243)。

6. 根据权利要求 2 或 3 所述的设备, 其特征是, 棱镜(14、24)的  $\beta$  角的选择要使棱镜内的寄生光射线形成全反射。

7. 根据权利要求 2 或 3 所述的设备, 其特征是, 探测器是行扫描传感器(16、26), 它粘接在棱镜(14、24) 的出射表面(143、243)上。

8. 根据权利要求 7 所述的设备,其特征是,棱镜(14, 24)的出射表面和行扫描传感器之间安装有吸光滤波器或干涉滤波器。

9. 根据权利要求 2 或 3 所述的设备,其特征是,棱镜(14、 24)对不同的玻璃种类需用下述的不同尺寸:

玻璃种类为 BaF52, 棱镜的  $\alpha$  和  $\beta$  角分别为  $61.17^\circ$  和  $85.70^\circ$ , 高和宽分别为 65 mm 和 60 mm;

玻璃种类为 FK54, 棱镜的  $\alpha$  和  $\beta$  角分别为  $55.40^\circ$  和  $90^\circ$ , 高和宽分别为 60 mm 和 68 mm; 或

玻璃种类为 FK54, 棱镜的  $\alpha$  和  $\beta$  角分别为  $48.70^\circ$  和  $100^\circ$ , 高和宽分别为 60 mm 和 65 mm;

其中  $\alpha$  和  $\beta$  角分别为棱镜的两个底角。

# 说明书

---

## 非接触测量透明材料制成的被测物厚度的设备

本发明涉及一种非接触测量透明材料制成的被测物厚度的设备,在这个设备里,从第一、第二光源射出的两个相对的射线通过第一、第二分光器和一个偏转器(它由带有反射和折射界面的透明材料体组成)斜射于被测物表面上。在被测物正面和背面上反射的第一、二射束偶经偏转器和第一、第二分光器转向第一、第二探测器。

众所周知,例如在EP 0 248 552A1号专利中,是把激光束斜射于玻璃板表面上来测量玻璃板的厚度的。激光束在玻璃表面部分反射,且在玻璃中部分折射。折射部分又在玻璃背面再次反射。在背面上反射的部分光束再次出现在玻璃表面上并在此从玻璃上向外折射。当玻璃的正反面相互平行时,射线就成为直接从玻璃上表面反射的部分射线。两部分射线之间的距离是直接与玻璃厚度成比例的,条件是在玻璃表面上的入射角和折射率是不变的。

在已有技术中,激光束在被测物表面上必要的斜入射角,通常是通过将激光器斜放,或使用一个或者多个反射镜,或者使用一种转向棱镜来实现的。

上述设备可从DE 4143186 A1号专利中得到。该专利文献所述的这种设备使用两个相对的光路对因诸如被测物出现倾斜而引起

的测量误差进行补偿。上述设备有两个激光源,两个分光器,两个行扫描传感器和一个转向棱镜。相对的光路是这样建立的,即将上述光学元件对称地安装在转向棱镜上,使棱镜的对称轴成为整个设备的对称轴。

上述设备的缺点是,测量光束从射出到检测必须经过8个玻璃/空气界面(分光器,转向棱镜),其中还不包括被测物的表面。这样会影响测量精度,因为这些界面很容易被污染,特别是在生产车间里使用这种测量设备时。

此外,两个光路不但不平行,而且会出现错位,因为由入射光引起的其它寄生反射,以及在从分光器里反射后而出现的部分射束偶的叠加会影响测量效果。

本发明的任务是,提供一种对上述已有技术作出改进的设备,该设备能快速并高精度地测量超薄玻璃厚度。

上述任务是用包括权利要求1中全部特征设备的来完成的。

本发明基于下述设想,即由透明材料体(利用其反射与折射界面来进行转向)组成的转向设备的构成是,其界面同时可作为第一、第二分光器。与已有技术相比,本发明的设备也可以不使用分光器。

制造上述转向器的方法很多。几何光学方面的专业人员可轻而易举地找到所需的使用方式,因为它主要在射束控制方面。

合适的设备可以是诸如专利文献DE 4143186 A1所述的那种转向棱镜,其尺寸是,从被测物上回反射的光束不是象文献所述的那样从侧表面射出,而是从侧表面向上基面反射。在基面上安装有探测设备。激光器必须直接对准转向棱镜的侧表面。在该实例中转向棱镜的侧表面将充当分光器,这将在下文详细阐述。

本发明的优点是,转向设备由两个相同的棱镜组成,其与已有技术相似设置成相对于装置的对称轴呈相对对称控制的形式。棱镜是这样安装的,即,其朝向光源设置的光入射表面同时作为从被测物上反射的另一光路的部分光的反射表面,也就是说,部分光束通过这个界面向已安装的探测器方向反射。这个界面不仅可以作为光束转向部件,而且同时还作为分光器。

下面将借助附图详述本发明。

图1所示是根据本发明的制作的测量器的总体结构图。

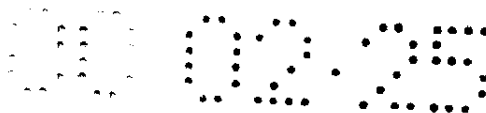
图2为从光源射入的光在棱镜中的光路原理图。

图3与图2相似,为在棱镜中反射的部分光的光路图。

从图1中可以看到根据本发明测量设备整体结构的最佳实施形式。图1所示的1为被测物,例如可以是需测量其厚度的玻璃板或者是需确定其壁强度的玻璃管。10、20为第一、第二光源,在这里为激光。12和22为光转换器,其任务是使光源切面形成所需的形状,并改变光线的偏振方向。14和24为两个棱镜,它们充当转向设备和分光器。16和26为反射光的光探测设备,在该图中为行扫描传感器。行扫描传感器16和26将得到的测量信号传输给一个电子测量设备30中进行测量。

整体结构从纸平面上来看,与在两个分光棱镜14和24之间延伸的对称轴形成镜面对称。这个结果是相对照射的照射控制所需要的,所述的照射控制能够补偿例如DE4143186A1所述的用倾斜而引起的测量误差。这种测量原理在DE4143186A1中已作出详尽的说明。

激光源10和20的射线通过光转换器12和22之后进入分光棱镜14和24的外表面141或241。在这个界面上,一部分光反射,大部分



光被折射,并进入棱镜。在棱镜的界面 142 或 242 上又有部分光进行反射,部分光进行折射,其中光的折射部分将从棱镜射出,并射向被测物。最好是这样来安装棱镜,即,使得被反射的部分光象下面将要详细说明的那样停留于棱镜中,并且不形成寄生反射。

在图 1 中示出了棱镜中朝向被测物的光路, 但是为清楚起见没有示出从被测物体上再反射的另一条光路的部分相对光。图 1 和图 3 一样所示的仅仅是图 1 左测安装的棱镜 14, 根据设备的对称原则, 两个棱镜里的光路是相同的。

图 3 所示的是部分回反射光束在棱镜中的光路。从被测物 1 的正反面 101, 102 反射的部分光束, 通过表面 142 而射入棱镜 14, 其中一部分光又再次反射, 射入棱镜的光被折射, 并通过棱镜 14 之后从其表面 141 向表面 143 的方向反射。在表面 143 上形成射束偶, 并进入行扫描传感器 16。通过连接在行扫描传感器上的电子计算设备 30, 检测测量信号并将其转换为距离数值。

测量信号的计算是按已有技术, 例如 EP0248552 A1 所述的方式进行的。

測量值主要是用下列等式獲得的：

$$T = S \cdot \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \gamma}}{\sin(2\gamma)}$$

在该等式中,  $S$  为一个射束偶的射线之间的距离,  $n$  为被测物的玻璃的折射率,  $T$  为被测物的厚度,  $\gamma$  为被反射的射束偶射入被测物

的入射角。当测量结果与应用的电子测量设备有关时,有必要对在测量等式中使用的校正系数进行校正。

专业人员会经常寻求合适的电子测量设备。这不是本发明的主题。

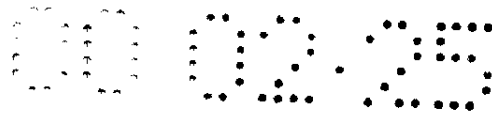
例如对位置敏感的光电二极管或二极管行扫描传感器适合作为探测设备。

最好使用行扫描传感器,因为它耐用、坚固、结构紧凑,几何结构稳定,价格便宜且简单易用。

从图1至图3中可看出,棱镜14和24的外表面141、241不但用于使光束转向,而且根据本发明还可用于光束分离:一方面从光源10或20射出的光在外表面141、241上折射进入棱镜14,24,另一方面,在表面141、241上回反射的射束偶向行扫描传感器的方向反射,也就是说,表面141,241具有分光特性。在这里外表面对光束来说是部分透光的。从空气到由透光材料制成的物体的所有界面,通常都是这种情况。

分光的必要性起源于光路的相对性:从被测物上回反射的光线,其一部分来自另一个光源并叠加在对被测物扫描的光线之上,所以必须将这两种光分离,并使扫描光转向探测器方向。如DE 4143186 A1中所述,需设置分光元件即所谓的分光器。根据上述发明,没有必要进一步叙述上述的优点。

棱镜14、24的尺寸,主要取决于使用情况。专业人员可以很容易找到对使用有利的尺寸。在这里,他们只需掌握几何光学的基础知识,并注意图1所示光路重点。通常,专业人员是这样来选择棱镜尺寸的,即,使光在被测物表面上的入射角 $\gamma$ 大约在 $20^\circ$ 和 $70^\circ$ 之间。



这表明在尽可能大的回反射光束的光束间距与被测物测量范围的横向扩散(尤其在厚度大的被测物更为显著)之间要相互兼顾。此外,棱镜 14 和 24 几何结构的选择应是,用简单的方法按已给定的尺寸调整相应的  $\beta$  角,使寄生反射,例如从被测物向棱镜基面反射的扫描光所生成的寄生反射,通过在侧壁(143、243)上产生的全反射而保留在棱镜内。另外一种情况是,将这种寄生反射入射到行扫描传感器上,并产生附加信号,但是这种信号会给测量带来困难,并使信噪比关系变坏。

除了提高测量精度外,排除这种寄生反射还有其它好处,即与 DE 4143168A1 专利的设备相比,可以同时使用两个通道。上述通道对已有装置的影响在本发明的设备中不会出现。

从被测的上反射的射束偶在从棱镜 14 和 24 的界面 141、241 上反射之后垂直引向表面 143、243。棱镜的  $\beta$  角的匹配,使其简单了。在通过表面 143、243 垂直透视时,如图 3 所示,将棱镜作为变形扩散系统,也就是说,在被测物正反两面上反射的两束射线的距离  $S$  是由棱镜来扩大的。由于射线从棱镜射出之后直接进入探测器,例如行扫描传感器,所以这种扩大了的距离在收集测量信号时仍然保持着。这种扩大系数  $V$  从图 3 产生如下等式:

$$V = \frac{S_2}{S_1} = \frac{\cos \gamma'}{\cos \gamma}$$

其优点是,在厚度很小时,不必用扩散便可将在正反面反射中

叠加起来的光强分布彼此分离。这样,便可将那些不进行扩展就无法测量的超薄玻璃测量出来。

在本发明的优选实施例中,将行扫描传感器直接粘在在棱镜14、24的界面143、243上。最好是在该界面与行扫描传感器之间安装一个吸光滤波器或者干涉滤波器,滤波器最好由电介质层状系统组成,并可消除在其周围出现的幅射,例如可将滤波器粘接在两个部件之间。事实证明最好是使用彩色玻璃滤波器RG645,它可控制达645nm短波幅射。由此,使所有玻璃表面失去光学活性,不会受污染,并且对玻璃的平面性和抛光质量没有特别要求。

借助于表面141、241上使从反射光束到发射光束的比例约为1:1的分光涂层,可使探测的光线达到高强度。在表面143、243上的防反射涂层通常可以防止上述寄生反射的形成。

根据上述内容,算出适合分光棱镜的优质材料和适合的尺寸,如同用下表能得到角度 $\gamma$ 一样:

| 角度 $\gamma$ | 角度 $\alpha$ | 角度 $\beta$ | 高    | 宽    | 玻璃种类   |
|-------------|-------------|------------|------|------|--------|
| 49°         | 61.17°      | 85.70°     | 65mm | 60mm | BaF 52 |
| 30°         | 55.40°      | 90°        | 60mm | 68mm | FK 54  |
| 25°         | 48.70°      | 100°       | 60mm | 65mm | FK 54  |

上面表格中所示的角度 $\gamma$ 表示从棱镜14、24向被测物1射出的射线与相应表面142、242的标准面之间的夹角,或者是被测物标准面与扫描线之间的夹角。

大角度 $\gamma$ 主要用于测量较薄的玻璃厚度,其适用于较小的工作距离。

小角度 $\gamma$ 的优点是适用于测量较厚的玻璃,也适用于较大工作距离。

角 $r$ ,并包括棱镜的角 $\alpha$ ,是确定精度的。角 $\beta$ 则是非临界的,因为当通过界面143、243的垂直透射偏差为 $\pm 1^\circ$ 时确定折射的正弦角只改变了0.01%,因此根据折射定律只出现很小的光束偏转。

下面综述本发明设备的优点:

在一个元件中综合许多功能,也就是说,在一个棱镜中既有分光功能又有偏光功能,能使本发明的结构紧凑;并使成本降低。无需分离的分光器。此外,本发明的装置使用很少或不用电介质涂层。

与DE 4143186A1专利的技术方案相比,DE 4143186A1必须经过8个玻璃/空气界面(无被测对象)并使反射减少,而在图1所示的本发明实施例中,只考虑用4个玻璃/空气界面。

此外,应这样选择棱镜角,即使得不能阻止表面反射减弱的寄生反射不会干扰其他通道上的测量。这样才能对两个通道进行平行、同时地测量,以提高测量效率。

本发明设备容易调节,因为只有两个激光光轴必须上下平行,并垂直于设备前缘,该前缘也是棱镜的基准边缘。如果棱镜的角 $\alpha$ 加工非常准确,那么可以此为起点,在将带有界面142、242的棱镜装在基准缘上时,使入射到被测物上的入射角,相对于两个通道自动对准。

本发明的设备适用于不同的应用领域:除了测量平板玻璃的厚度外,还特别适用于管玻璃的壁厚度测量。在测量细管玻璃方面以及确定本发明设备的相应尺寸方面,既可以测定管玻璃的厚度,还能测定管子内外径尺寸。在测量管玻璃方面,有两个相距的反射偶,它们与细管的前后管壁上的反射光束相一致。管外径与第一和第四反射线(在测尺零度上)之间的距离一致,管内径与第二、第三反射线之间的距离相一致。此外,非透明的,且实际上已装好的反射体的间距尺寸和平面尺寸也是可推知的,这里指第一次反射到测尺上一个标定点上的距离是有意义的。

# 说明书附图

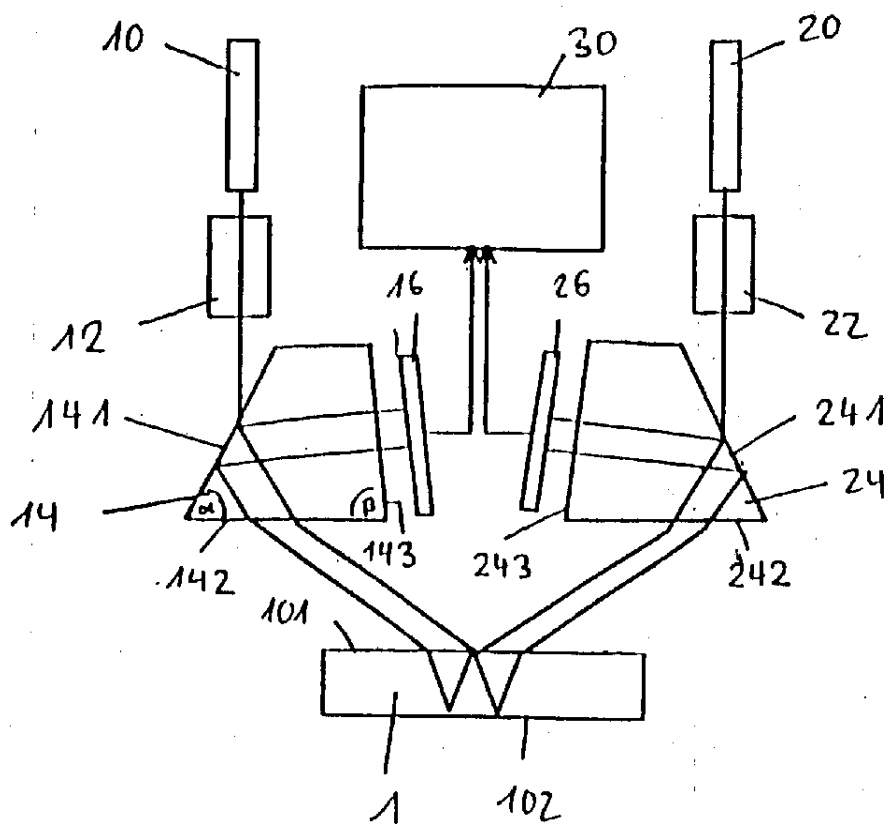


图 1

图 2

图 3

