



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03822831.9

[43] 公开日 2005 年 10 月 19 日

[11] 公开号 CN 1685196A

[22] 申请日 2003.3.28 [21] 申请号 03822831.9

[30] 优先权

[32] 2002.9.25 [33] DE [31] 10244553.2

[86] 国际申请 PCT/DE2003/001032 2003.3.28

[87] 国际公布 WO2004/029544 德 2004.4.8

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.25

[71] 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 D·马沙尔 M·-H·迪沃伊辛

D·布赖德尔 P·德拉巴雷克

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 苏娟 蔡民军

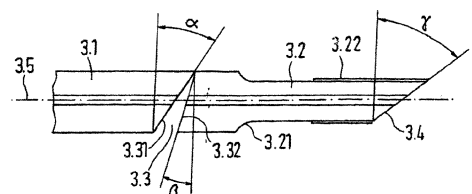
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称 干涉测量装置

[57] 摘要

本发明涉及一种干涉测量装置用于检测一个测量物体(8)表面的形状、粗糙度和距离,它有一个调制干涉仪(2),从一个射线源(1)将短相干的射线输给这干涉仪,而且这干涉仪具有第一个分光器(2.3)用于将输入的射线分离成一个通过第一个臂引导的第一个分支光(2.1)和一个通过第二个臂引导的第二个分支光(2.1'),其中借助于一个调制装置(2.2, 2.2')使一个分支光相对于另一个在其光相位或光频率上移动,并经过一个延迟段(2.9'),接着这些分支光会聚在调制干涉仪(2)的另一个分光器(2.10)上;还有一个与调制干涉仪(2)在空间上分开的,并用这测量干涉仪通过一种光导纤维装置(6)耦合的或者可耦合的测量探头(3),在这测量探头里会聚起来的分支光被分离成一束通过具有一个倾斜的物体侧的出口表面(3.4)的探头-类导纤维单元(3.1, 3.2)通向表面的测量

光线和一束参照光线,并且在这探头里使在表面上反射的测量光线($r_1(t)$)和在一个参照平面上反射的参照光线($r_2(t)$)重迭起来;而且还有一个接收装置(4)和一个分析处理单元(5)用于将传送给它的射线转变成电信号并用于根据相位差来分析处理信号。准确地表面测量可按如下方法变得更有利:出口表面(3.4)相对于光学探头轴线(3.5)的法线的倾角(r)至少达 46° 。



1. 用于检测一个测量物体 (8) 表面的形状、粗糙度或距离的干涉测量装置, 它有一个调制干涉仪 (2), 从一个射线源 (1) 将短相干的射线输送给这干涉仪, 而且这干涉仪具有第一个分光器 (2.3) 5 用于将输入的射线分离成一个通过第一个臂导引的第一个分支光 (2.1) 和一个通过第二个臂导引的第二个分支光 (2.1'), 其中借助于一个调制装置 (2.2, 2.2') 使一个分支光相对于另一个在其光相位或光频率上移动并经过一个延迟段 (2.9'), 接着这些分支光会聚在调制干涉仪 (2) 的另一个分光器 (2.10) 上; 该干涉测量装置还有一个与调制干涉仪 (2) 在空间上分开的、并用这干涉仪通过一种光导纤维装置 (6) 耦合的或者可耦合的测量探头 (3), 在这测量探头里会聚起来的分支光被分离成一束通过具有一个倾斜的物体侧的出口表面 (3.4) 的探头-光导纤维单元 (3.1, 3.2) 通向表面的测量光线和一束参照光线, 并在这测量探头里使得在表面上反射的测量光线 15 ($r_1(t)$) 和在一个参照平面上反射的参照光线 ($r_2(t)$) 重迭起来; 而且还有一个接收装置 (4) 和一个分析处理单元 (5) 用于将传送给它的射线转变成电信号并用来根据相位差分析处理信号, 其特征在于,

所述出口表面 (3.4) 相对于探头光学轴线 (3.5) 的法线的倾角 20 (γ) 至少达 46° 。

2. 按权利要求 1 所述的装置, 其特征在于, 倾角 (γ) 至少达 48° 。

3. 按权利要求 1 或 2 所述的装置, 其特征在于, 探头光导纤维单元 (3.2) 的一个物体侧端部的一个外套侧包封物 (cladding, 外包物) 进行了抗反射处理 (3.22)。

25 4. 按上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 出口表面 (3.4) 进行了一种反射处理。

5. 按上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 借助于一个相对于探头光学轴线 (3.5) 成一个出口角 (α) 倾斜的探头纤维 (3.1) 出口表面 (3.31) 和一个同样也相对于探头光学轴线 (3.5) 成一个 30 进入角度 (β) 倾斜的、一个在物体侧紧随的纤维段 (3.2) 的进入表面 (3.32), 在测量探头 (3) 的一个探头纤维 (3.1) 和一个纤维部段 (3.2) 之间形成一个半透明的部位 (3.3), 其中在出口表面

(3.31) 和进入表面 (3.32) 之间形成了一个楔形间隙, 而且出口表面 (3.31) 和进入表面 (3.32) 在相对于探头轴线 (3.5) 相同的方向上倾斜。

5 6. 按权利要求 5 所述的装置, 其特征在于, 出口角 (α) 和进入角 (β) 的选择应该保证引起一种菲涅耳反射。

7. 按权利要求 5 或 6 所述的装置, 其特征在于, 出口角 (α) 在 5° 和 8° 之间, 入口角 (β) 在 α 和 0° 之间。

8. 按权利要求 5 至 7 中之一所述的装置, 其特征在于, 探头纤维 (3.1) 和纤维段 (3.2) 轴向对准地装在一个小管状支座 (3.6; 3.6', 3.6'') 里, 这支座被测量探头 (3) 的一个外筒管 (3.9) 围住; 另外在被测量物体 (8) 放下的支座 (3.6; 3.6') 的正面上设有一个围住探头纤维 (3.1) 的, 同样也与筒管 (3.9) 同心装入的定位块 (3.7); 而且纤维段 (3.2) 固定在支座 (3.6'; 3.6'') 的物体侧的前面部分里, 而探头纤维 (3.1) 固定在支座 (3.6; 3.6') 的放下物体的后部和/或在筒管 (3.9) 里。

9. 按权利要求 8 所述的装置, 其特征在于, 支座的前部 (3.6'') 与支座的后部 (3.6') 通过直径方向对峙布置的间隙 (3.61, 3.62) 分开, 其中一个间隙 (3.61) 背面侧限于探头纤维 (3.1) 的倾斜出口表面 (3.31) 的延长线上, 而另一个间隙 (3.62) 前面限于倾斜的进入表面 (3.32) 的延长线上; 另外, 支座的前部 (3.6'') 和后部 (3.6') 被一个共同的套筒状夹持环 (3.10) 围住, 该夹持环在其外侧被筒管 (3.9) 围住; 而且纤维段 (3.2) 的前段相对于其后段具有更小的直径。

10. 按上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 调制干涉仪 (2) 至少局部具有一种保持极化的导光构造 (2.11, 2.11', 2.12, 2.12') 以一种光导纤维或一种集成光学构件的形式, 其中至少一个臂的光导构造 (2.11, 2.11', 2.12, 2.12') 被分离开了。

干涉测量装置

本发明涉及一种干涉测量装置,用于检测一个测量物体表面的形
5 状、粗糙度和距离,它有一个调制干涉仪,从一个射线源将短相干
的射线输给这干涉仪,而且它具有第一个分光器用于将输入的光线
分配成一个通过第一个臂引导的第一分支光和一个通过第二个臂引
导的第二分支光,其中使一个分支光相对于另一个,借助于一种调
制装置在其光相位或光频率上移动,并经过一个延迟段,而且它们
10 接着在调制干涉仪的另一个分光器上会聚;还有一个与调制干涉仪
在空间上分开的,并与这干涉仪通过一种光导纤维装置耦合的或可
耦合的测量探头,在这探头里会聚起来的分支支光分配成一束通过
具有一个倾斜的物体侧出口表面的探头光导纤维单元通向表面的测
量光线和一束参照光线,并在此后使在表面上反射的测量光线和在
15 一个参照平面上反射的参照光线重迭起来;而且还有一个接收装置
和一个分析处理装置用于将传送给它的光线转变成电信号并用来根
据相位差来分析处理信号。

背景技术

20 在 DE 100 57 539 A1 中展示了一种这样的干涉测量装置。在这
种已知的测量装置中干涉测量装置一边分成一个调制干涉仪,另一
边是一个测量探头,它有另一个干涉仪单元。在这测量探头里设有
一个具有一个物体侧出口表面的探头-光导纤维单元,这表面例如可
以是倾斜的。关于这些不作详细的叙述。此外一种这样的干涉测量
25 装置以下面结合 DE 198 19 762 A1 详细叙述的方式进行工作。

在 DE 198 19 762 A1 中介绍了另一种干涉测量装置。在此测量
装置中,一个部件,所谓调制干涉仪从空间上与真正的测量探头分
开并且与这探头光学上通过一个光导纤维装置相连,因而测量探头
本身可以设计成构造相对简单,可以容易搬动的单元。将一种宽带、
30 短相干的光线输送给调制干涉仪,这种光线在调制干涉仪的入口处
借助于一个分光器分成两个分支光,其中使一个分支光相对于另一
个借助于调制装置,例如一种声光调制器在其光相位或频率上移

动。两个分支光中的一个在这调制干涉仪里经过一个延迟元件，该元件使两个光支光产生光学行程差，它大于短相干的光线的短相干长度。在测量探头的一个测量分支里相对于一个参照分支产生另一个光行程差，从而使这通过延迟元件引起的行程差得以补偿并因此使来自参考分支的参考平面的参考光线和从测量分支里的物体表面所返回的光线产生干涉，然后对之进行分析处理，以便通过相位分析处理求出想要的表面特性（形状、粗糙度、间距）。在测量探头里在一种实施例中的一个共同的光路径（Common Path）上布置了测量分支和参考分支，其中为了生成测量分支和参考分支设有一个半透明的光学元件。

在 DE 198 08 273 A1 中也说明了一种类似的干涉测量装置，它有一种这样的调制干涉仪和一个通过一种光导纤维装置连接于其上面的测量探头，其中借助于一个在光线分解和光线接收单元里的接收装置使产生干涉的光分解成不同波长的光线成分，以便由此生成一种人工合成的波长并加大测量范围（单值性）。

在上面所述的干涉测量装置中，这些装置都基于外差或干涉仪的原理，但充分利用了一种宽带的、短相干光线的特性，这设计成马赫-泽得干涉仪调制干涉仪具有一种通常的光学构件的布置，如一种位于入口侧分光器前的准直光学装置、入口侧和出口侧分光器和平面转向镜。分支光在分光器表面上和镜面上有多次反射，直到它们聚合到光学的光导纤维装置里为止。光学构件必须以高精度定位，因为每个角度误差在反射时都会产生双倍的作用。同时很难保证持续不断地进行调节。由于要装入玻璃板来补偿光学的不对称也可能在调节时产生附加的困难。由此这种困难使构造复杂，其中还必需准确地适用于测量探头的性能。

本发明的任务是提供一种开头所述类型的干涉测量装置，它以简化的构造可以达到尽可能高的测量精度。

发明内容

该项任务用权利要求 1 的特征来解决。按此规定：出口表面相对于光学探头轴线的法线的倾角至少为 46° 。

用这种结构的出口表面可以在这导向至测量物体表面的并从这

表面返回的测量光线的这个过渡范围内，当光线为直角偏转时实现最佳的耦合性能，这样尤其在空腔狭窄不易接近时大大有利于保证测量的精度。

尤其是当所涉及的光导纤维的数字表示口径为 0.12 吋，使倾角达到至少 48° 就可以达到进一步的改善。

另外通过如下方法来抑制干扰：探头光导纤维单元的一个透镜侧的端部的外套侧的包封物进行了抗反射处理。

其它的改善光线耦合的方法就是使出口表面进行反射处理。

对于构造和功能来说以下一种设计方案是有利的：借助于一个相对于探头的光学轴线成一个出口角度而倾斜的一个探头纤维的出口表面以及借助于同样也相对于光学探头轴线成一个进入角度倾斜的一个物体侧紧跟着的纤维段的进入表面，在测量探头的一个探头纤维和一个纤维段之间形成一个半透明的部位，其中在出口表面和进入表面之间形成了一个楔形间隙，而且其中出口表面和进入表面都在相同方向上相对于探头轴线倾斜。

此处的有利措施在于：出口角和进入角的选择应保证引起一种 Fresnel（菲涅耳）反射。

使出口角 α 为 5° 至 8° 之间，入口角在 α 和 0° 之间，可以有利于光线传送，保证可靠的测量结果。

另外一种有利的构造在于：探头纤维和纤维段装在一个小管状的支座里轴向对准，支座被探头的一个外筒管围住；并在支座的放有测量物体的正面上设有一个围住探头纤维的，同样也与筒管同心安设的定位块；而且纤维段固定在支座的物体侧的前部里，而探头纤维则固定在支座的放置物体的后部里和/或在筒管里。

还可以按如下方式实现有利的构造：支座的前部与支座的后部通过直径方向上对峙布置的间隙分开，其中一个间隙背面限于探头纤维的倾斜出口表面的延长线上，而另一个间隙前面限于倾斜的进入表面的延长线上；而且支座的前部和后部被一个共同的套筒状保持环围住，该保持环在其外侧被筒管围住；而且纤维段的前面部段相对于其后面部段具有更小的直径。

以下措施也有利于实现有利的构造和可靠的功能：调制干涉仪至少局部具有一种纤维光导或者一种集成的光学构件形式得到极化的

光导构造，其中至少一个臂的光导构造被分开。

附图说明

以下根据附图所示实施例对本发明进行详细叙述。附图所示为：

- 5 图 1: 具有调制干涉仪和测量探头的干涉测量装置的整体构造简图；
图 2: 图 1 所示调制干涉仪的一个更详尽的设计方案；
图 3: 测量探头和测量物体的侧视图，表示出辐射的偏移；
图 4: 测量探头纤维部分的一个侧视简图；
10 图 5: 测量探头前面部段的侧视简图；
图 6: 测量探头前面部段的另一个实施例的侧视简图。

具体实施方式

如图 1 所示，基于外差式干涉仪原理的干涉测量装置具有一个宽
15 带的、短相干的光源 1，其发射光线输送给一个所谓调制干涉仪 2。
在这调制干涉仪 2 中，如图 2 详细表示出的那样，光线 $s(t)$ 在第一个分光器 2.3 处分成一个通过第一个臂导引的第一个分支光 2.1，其分支光线为 $s_1(t)$ ，以及一个通过第二个臂导引的第二个分支光 2.1'，其分支光线为 $s_2(t)$ ，并在下一个分光器 2.10 的出口侧又合起来，并在那里通过一个光导纤维装置 6 导引至一个远离的测量探头
20 3。这探头 3 例如作成 Fizeau-（菲切）干涉仪或 Mirau（米罗）-干涉仪，如在开头所列的专利里详细所述的那样，光线就以这测量探头 3 接着通过另一个光导纤维装置 7 进入一个具有分光单元 4.1 和连接着的光电接收器 4.2 的接收装置 4 里，在这里使光线转换成电
25 信号。在接着的一个具有相位检波器 5.1 和计算单元 5.2 的分析处理单元 5 里则求出借助于测量探头 3 所记录的测量性能（例如粗糙度、形状、间距）。

调制干涉仪 2 设计成马赫-泽得（Mach-Zehnder）干涉仪，其中
30 连接于第一个分光器 2.3 的两个臂具有第一或第二个入口侧的光导纤维 2.11, 2.11' 和第一或第二个出口侧的光导纤维 2.12, 2.12'，它们都通向另一个分光器 2.10。第一个分光器 2.3 设计在一个纤维光导体里，用此光导体使光源 1 来的光引向前面。在这样构成的分接

器的出口处借助于透镜状的耦合元件 2.4, 2.4'使分支光准直, 而这两个准直的分支光通过第一个或第二个调制单元 2.2, 2.2', 例如以一种声光调制器, 一种纤维光的压电调制器或者一种热相位调制器的形式, 此时调制单元 2.2, 2.2'也可以优选为集成的光学构件。为了校正彩色的分散, 至少其中一个分支光 2.1, 2.1'经过一个玻璃板 2.7', 该玻璃板布置在第一或第二个光路段 2.5, 2.5'里。选择玻璃板 2.7'的布置和/或其厚度都通过计算确定。接着将第一分支光 2.1 和第二分支光 2.1'导引至第一个或第二个透镜状的光导元件 2.6, 2.6', 并会聚入第一或第二个出口侧的光导纤维 2.12, 2.12'里。这第一或第二个出口侧的光导纤维 2.12, 2.12'比其它的光导纤维的光学行程长度更长, 其在两个臂之间的光学的行程差 $\Delta L = L_2 - L_1$ 大于在经过滤波器 4.3 和 4.3'之后短相干光线 $s(t)$ 的相干长度。透镜状耦合元件 2.4, 2.4'或光导元件 2.6, 2.6'中的一个, 例如光导元件 2.6'可以固定在一个调节装置上, 用此调节装置可以手动或用一个电动机, 例如利用一种测微装置来调整光学行程差 ΔL , 使得在两个臂之间的行程差 ΔL 按那个测量探头 3 来确定, 以使用此测量探头 3 引起干涉。所用的光导纤维 2.11, 2.11', 2.12, 2.12'是单模的。此外, 尤其是如果光源 1 是极化的和/或如果调制单元 2.2, 2.2'由双折射晶体组成和/或如果在耦合位置上的装配在两个干涉仪臂里并不产生满意的极化方向方面的稳定性的话, 那么它们更优选保持极化。为了达到光学行程差例如在第二个出口侧的光导纤维 2.12'里设有一个回路 2.9'。

这用于接收物体表面的探头 3, 例如作成 Fizeau-干涉仪或 Mirau-干涉仪, 具有一个具有参考平面的参考分支和一个通向物体表面的测量分支, 它们的光学行程差的选择应保证使得在调制干涉仪 2 里所产生的光学行程差得到补偿, 从而使来自物体表面的测量光和来自参考单面参考光在它们重逢时发生干涉。干涉的光被输送进行光谱区分, 成分光单元 4.1 的不同波长的组成部分, 并接着输送给配属的光电接收器 4.2。由干涉的光和由此所得的电信号, 借助于相位检波器 5.1 和接着的计算单元 5.2 通过对相位差的分析处理求出所希望的表面特性。同时这分析处理过的相位差通过用第一和/或第二调制单元 2.2, 2.2'所产生的频率差形成, 这种频率差对应于

外差法相对于基本频率来说是相对较小的。按以下式进行计算：

$$\Delta\varphi = 2\pi \cdot (2e/\Lambda) + \varphi_0$$

其中 φ_0 是一个常数

$\Lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 / (\lambda_2 - \lambda_1)$ 测量装置的合成波长

5 λ_1 在第一个光电接收器的波长

λ_2 在第二个光电接收器处的波长

e 测量距离。

由此借助于分析处理单元 5 由下式确定在一个测量位置上各自测到的表面距离。

$$e = \Delta\varphi / (2\pi) \cdot (\Lambda/2).$$

10

距离尺寸 e 也就是说由两个电信号之间的相位测量来确定，因此测量与这通过光电二极管所接收的光强度无关。

图 3 表示了测量探头的一个纤维部分，设计成具有一个单模光导纤维的 Mirau-干涉仪，还表示了到达的 $s_2(t)$ 和 $s_1(t)$ 的行程移动以及从测量物体 8 的表面和位于一个探头纤维 3.1 的物体侧出口面 3.31 和一个纤维段 3.2 的一个放下物体的入口表面 3.32 之间的一个半透明部位 3.3 返回的光成分 $r_1'(t)$, $r_1(t)$, $r_2(t)$ 和 $r_2'(t)$ 。这些返回的光成分 $r_1'(t)$, $r_1(t)$ 由已经没有回路经过调制干涉仪 2 的分支的那个光 $s_1(t)$ 得出，其中光成分 $r_1'(t)$ 由半透明部位 3.3，而光成分 15 $r_1(t)$ 由测量物体 8 的表面反射。相反，返回的光成分 $r_2(t)$ 和 $r_2'(t)$ 由已经经过光学回路的调制干涉仪 2 的那个光 $s_2(t)$ 得出，其中返回的光成分 $r_2(t)$ 在半透明部位 3.3 上反射，而返回的光成分 $r_2'(t)$ 在测量物体 8 的表面上反射。已经表明，对应于在调制干涉仪 2 里形成的行程差 ΔL 通过测量探头 3 所作的补偿，只是这些返回的光成分 20 $r_1(t)$ 和 $r_2(t)$ 位于相干长度之内并相互干涉。

25

纤维段 3.2 的物体侧出口面 3.4 在按图 3 所示实施例中最好相对于探头光学轴线 3.5 倾斜一个 45° 角。在出口表面 3.4 上涂覆一层反射的金属或介电的薄层。光线按此方式基本成直角偏转并引导物体的周围表面上，而且这从表面反射的光通过出口表面 3.4 又进入

光导纤维里。

如图 4 至 6 所示，位于探头纤维 3.1 的出口表面 3.31 和纤维段 3.2 的入口表面 3.32 之间的半透明部位 3.3 通过出口表面 3.31 相对于探头轴线 3.5 的法线倾斜一个角度 α 并通过纤维段 3.2 相对于探头轴线 3.5 的法线倾斜一个角度 β 而形成，其中角度 α 大于角度 β ，而且 5 在出口表面 3.31 和入口表面 3.32 之间形成了一个楔形间隙。相对于法线的倾斜指向对于出口表面 3.31 和入口表面 3.32 来说在纵向断面里以同样的方式指向物体。出口表面 3.31 的角度 α 的选择应保证使在出口表面 3.31 上的菲涅耳反射的光流并不通过探头纤维 10 3.1 导向。对于具有一个数字口径为 0.12 的单模光导纤维来说角度 α 优选达到约 6° 。角度 β 的选择应保证使菲涅耳反射在纤维段 3.2 的入口表面 3.32 的光流通过探头纤维 3.1 导向，其中考虑了应该会聚入探头纤维 3.1 里的光流的大小。若角度 β 等于 0，耦合率约为 3.6%。若角度 β 接近角度 α ，那么耦合率趋向 0。若角度 β 接近角度 15 α ，则对于这种过渡和返回的光来说传输接近达 86%。相反，若角度 β 等于 0，那么传输约为 60%。例如在波长为 1.550nm 和直径为 10.4 μm 时得出一个数字口径 0.12。角度 α 不应该选择小于 5° 。

如果使出口角 γ 加大，用于达到在出口表面 7 上的总反射的话，那么就可以减小或避免纤维段 3.2 的出口表面 3.4 的反射处理。这 20 例如在具有数字口径为 0.12 的一种单模光导纤维时当出口角 γ 大于 48° 时就是这样。

在纤维段 3.2 的物体侧端部上可以在外部处理(Cladding, (外包处理))上进行一种抗反射处理 3.22，以便减小对于菲涅耳反射的灵敏 25 反应，或者可以加大出口角 γ ，使这种反射的光流不再会聚入纤维段 3.2 里。

如图 5 所示，可以使探头纤维 3.1 和纤维段 3.2 装入在这纤维段的小管状支座 3.6 里并实现接触。支座 3.6 就是如同应用于单模光导纤维的连接器的那种相同的件。支座 3.6 装入在一个围住它的测量探头 3 的筒管 3.9 里。在筒管 3.9 内部在支座 3.6 的放下物体的 30 正面侧接着还有一个定位块 3.7 用于对探头纤维 3.1 导向和预调节。纤维段 3.2 借助于粘结剂 3.8' 固定在支座内部，而探头纤维 3.1 则借助于粘结剂 3.8 固定在支座 3.6 里和/或定位块 3.7 里。

图 6 中表示了用于对准和固定探头纤维 3.1 和纤维段 3.2 在探头 3 里的另一种方法。将探头纤维 3.1 装入小管状支座 3.6 的一个后面部段 3.6' 里, 并将支座部段 3.6' 的前正面和探头纤维 3.1 的出口表面 3.31 抛光成所希望的角度, 其中前正面在探头纤维 3.1 的最前边部位里垂直于探头纤维 3.1 的光学轴线 3.5。相应地使支座 3.6 的一个前部段 3.6'' 的后正面对应于纤维段 3.2 的所想要的进入表面 3.32 进行抛光, 其中邻接于纤维段 3.2 的后边缘的支座 3.6 的前部段 3.6'' 的后正面的部位垂直于探头纤维 3.1 的光学轴线 3.5。在支座 3.6 的后部段 3.6' 和前部段 3.6'' 之间在纵向断面里此时就形成了图 6 中所示的布局。支座 3.6 的两个部段 3.6' 和 3.6'' 相互用一个装上的, 例如切缝的夹持环 3.10 轴向对准并装入筒管 3.9 里。另外在这筒管 3.9 里又邻接于支座 3.6 的后正面装入一个同心的定位块 3.7 用于调节和预固定探头纤维 3.1, 如在按图 5 所示实施中那样。相应于按图 5 所示的实施例, 也借助于粘结剂 3.8, 3.8' 使探头纤维 3.1 和纤维段 3.2 固定, 其中纤维段 3.2 固定在支座 3.6 的前部段 3.6'' 里。

也可以按如下方法使支座 3.6 的部段 3.6' 和 3.6'' 对准方向: 使它们具有一种 V-形轮廓断面。由于支座的两个部段 3.6', 3.6'' 分开形成, 因此可以使测量探头 3 的最外端可以不运动地并对应于测量物体的性能而改变, 其中同一个探头纤维 3.1 被保留。

如图 4 至 6 还表示的那样, 纤维段 3.2 的外面部段的直径减小了, 因而也能使它进入测量物体 8 的狭窄的孔里, 孔的直径小于 $130\ \mu\text{m}$ 。通常一种具有外部处理 (cladding) 的单模光导纤维的直径达 $125\ \mu\text{m}$ 。可以借助于化学处理用一种相应的酸或加热处理使这直径减小, 以便得到一种所希望的逐渐变小 3.21。抗反射的处理 3.22 则在较小直径的部段里进行。这些措施也有助于即使在一个测量物体的窄小凹槽里也能进行可靠的测量。

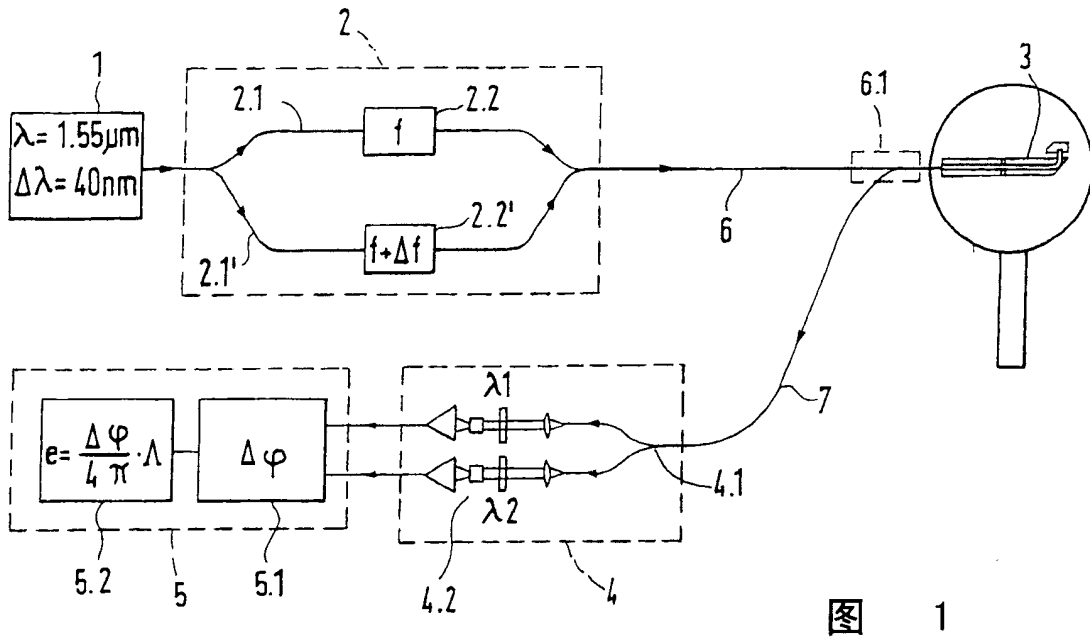


图 1

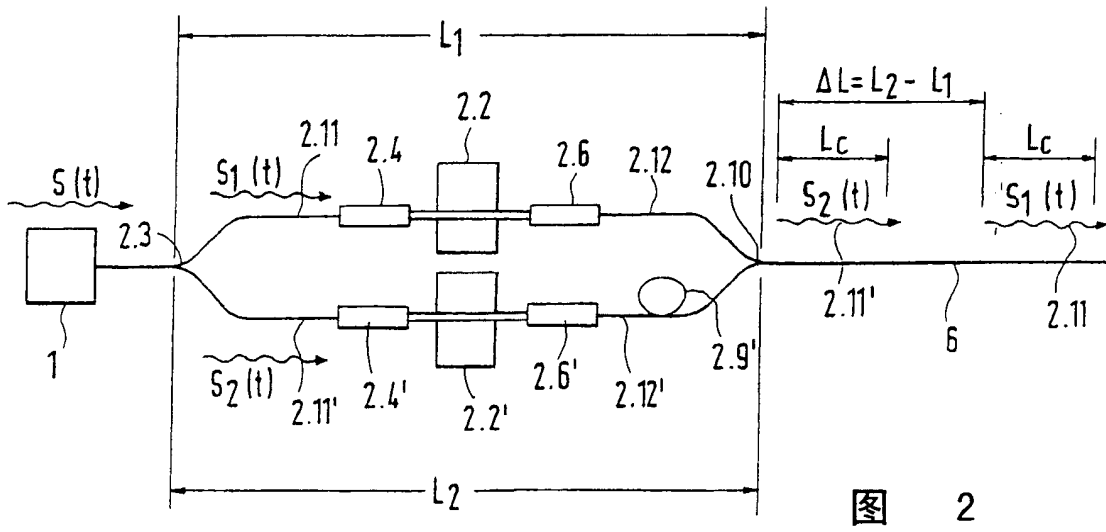


图 2

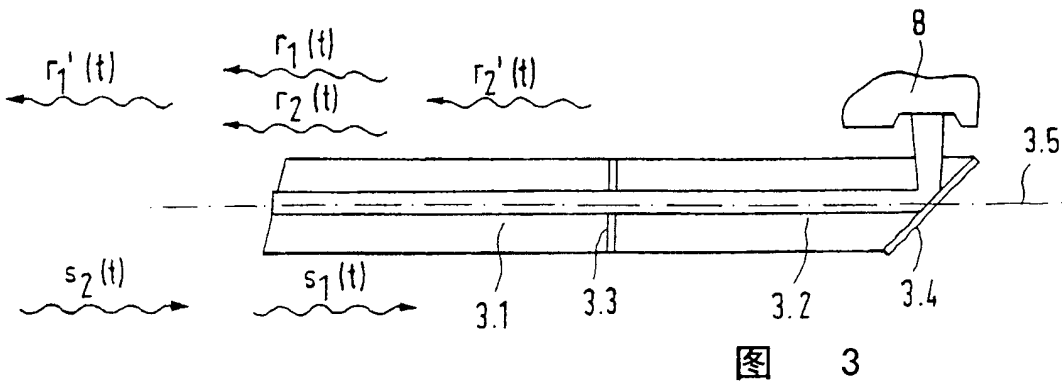


图 3

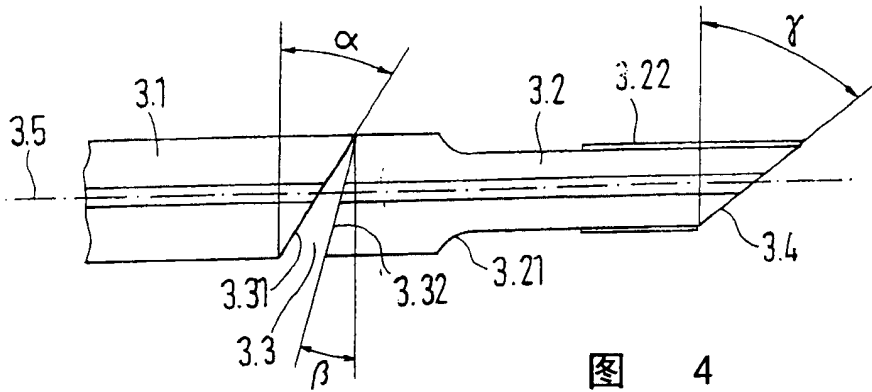


图 4

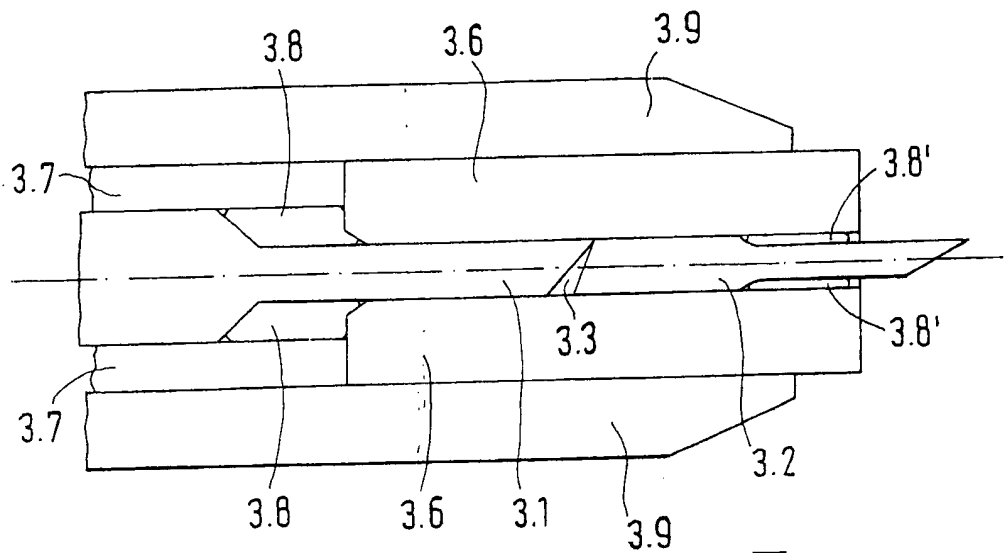


图 5

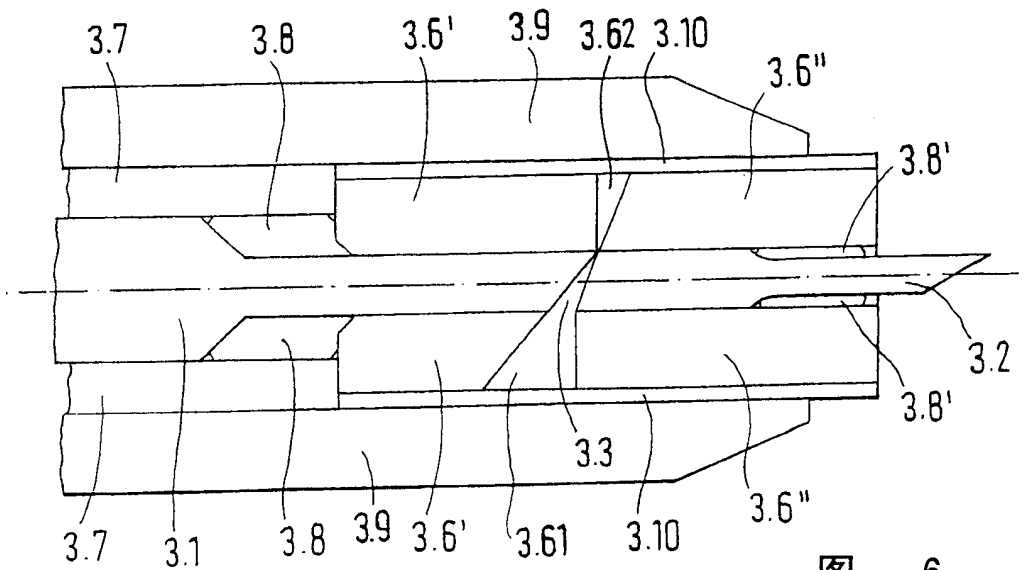


图 6