

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

G01D 5/26

G02F 1/01 H04R 1/44

## [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 98101500.X

[43]公开日 1999年1月6日

[11]公开号 CN 1204048A

[22]申请日 98.6.4 [21]申请号 98101500.X

[74]专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

[30]优先权

代理人 袁炳泽

[32]97.6.6 [33]US [31]08/848,090

[71]申请人 利顿系统公司

地址 美国加利福尼亚州

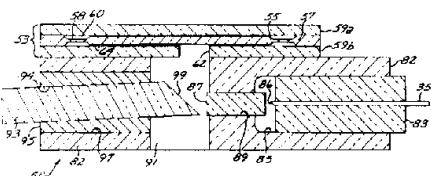
[72]发明人 戴维 B·霍尔

塞谬阿尔 N·弗雷什特

[54]发明名称 一种不平衡纤维光学米切尔森干涉计作为一个光学传感器

### [57]摘要

测量环境参数如速度或压力等变化的系统包括一光学信号源提供脉动的可干涉光信号；一干涉计，具有不等光路的第一和第二光学引线。信号分离成第一和第二光束，分别导入第一和第二光学引线。一固定镜反射所接受的第一光束。一有可动镜的光学传感器，反射所接受的第二光束。可动镜的移动响应于要测量的环境参数值的变化。一光耦合器把经过反射的第一和第二光束耦合起来，产生一干涉信号，由光学检测器检测。检测器产生电信号，其值表明干涉信号的值。



# 权 利 要 求 书

1. 一个用于检测环境参数值变化的系统，包括：  
一个脉动的可干涉光信号源；  
5 一个干涉计，光学地耦合到所述光源，以便从那里接受一个脉动的光学信号；该干涉计包括：  
第一装置，用以将所述光学信号分离成第一和第二两个光束；  
第二装置，分别为第一和第二光束形成第一个和第二个光学引脚，  
10 经过其中一个光学引脚的光路长度要比经过另一个光学引脚的长度长；  
一个固定镜，处于第一光学引脚的终端，以便将第一光束反射回到第一光学引脚内；  
一个可动镜，处于第二光学引脚的终端，以便将第二光束反射回到第二光学引脚内；可动镜的移动响应于参数值的变化；  
15 光学耦合器装置，把分别由固定镜和可动镜沿各自的光学引脚反射回来的第一和第二光束再结合起来，以便形成一个干涉信号；  
光学检测器装置，对干涉信号作出响应，以产生一个电信号来表示干涉信号的值；  
20 第三装置，以所述电信号作出响应，建立干涉信号值的变化与参数值变化的对应关系。
2. 权利要求 1 中的系统，其中干涉计还包括：  
一传感元件，有一检测体，可响应于参数值的变化而动；  
检测体上的一反射面，形成所述可动的镜。  
25
3. 权利要求 1 中的系统，其中第二光学引脚的光路长度明显大于第一光学引脚的光路长度。
4. 权利要求 3 中的系统，其中第一光学引脚的光路长度不要大于  
30 约 10 厘米，而第二光学引脚的光路长度至少约 1 米。
5. 权利要求 2 中的系统，其中所述传感元件包括有第一和第二盒部来限定一个空腔，安置在其中的所述检测体能够移动，所述第二盒部设有一个光孔，作为反射面反射第二光束的通路。

6. 权利要求 2 中的系统，其中所述传感元件包括有第一和第二盒部来限定相互之间有一个内部空腔，所述检测体构成为第一盒部的一个压力响应部，这个压力响应部有一反射面面对所述内部空腔以形成可动的镜面，而所述第二个盒部上设有一光孔，为给所述反射面反射所述第二光束提供通路。

7. 一个用于干涉测量传感系统或类似系统的光学传感器，包括：  
一支持结构，包括有一端部的光路，

10 一可动镜，响应于特定的物理参数变化而动，所述可动镜对于所述光路端部的设置，能使光路端部发出来的光束打击到可动镜上，并从可动镜反射回到光路的端部里，从而可动镜的运动改变了光路长度。

8. 权利要求 7 中的光学传感器，其中可动镜包括：  
一个有一反射面的检测体。

15 9. 权利要求 8 中的光学传感器，还包括有一内部空腔的盒，所述检测体可动的支撑在空腔内，所述盒有一光孔与光路相匹配，以便为所述反射面和所述光路端部之间的光束提供一光通道。

20 10. 权利要求 8 中的光学传感器，其中所述检测体是一具有周缘的压力响应膜片，其中所述传感器还包括一块基板，所述膜片的周缘支撑在所述基板内，从而在膜片和基板之间形成一个内部空腔，膜片布置使反射面面对内部空腔，所述基板有一光孔与光路相匹配，这样在所述反射面和所述光路端部之间，为光束提供一通路。

25 11. 权利要求 9 中的光学传感器，其中所述光路由一光纤所限定，其中所述光路的端部是所述光纤的端面，并且其中支持结构应包括：

一个支持块；

30 一纤维固定元件，使光纤固着在支持块内，从而光纤的端面设置在所述光孔中。

35 12. 权利要求 11 中的光学传感器，其中支持块有一膛孔与所述光孔排成一列，并且其中纤维固定元件包括一套管配置在所述膛孔中，套管有一轴向通路以容纳所述光纤维，从而光纤的端面配置在所述光孔中。

13. 权利要求 10 中的光学传感器，其中所述光路是由一个光纤所限定，其中光路的端部是光纤的端面，并且其中支持结构应包括：

5 一支持块；

一纤维固定元件，使光纤固着在支持块内，从而光纤的端面配置在所述光孔中。

10 14. 权利要求 13 中的光学传感器，其中所述支持块有一膛孔与所述光孔排成一列，并且其中所述纤维固定元件包括一套管配置在所述膛孔中，所述套管有一轴向通路来容纳光纤，从而光纤的端面配置在光孔内。

15 15. 权利要求 9 中的光学传感器，其中支持结构包括一支持块，它有一轴向光学通路与所述光孔排成一列，其中所述光路基本定向在横向光路，并且其中支持结构还包括光束导向装置以引导来自光路端部的光束进入所述光通道，并经所述光孔达到所述反射面上。

20 16. 权利要求 15 中的光学传感器，其中光路端部已定位，以引导所述光束至光的通道中，所述光束的方向基本是横过通道的轴，并且所述光束导向装置包括：

在支持块上设置的一个有角度的镜，以便在光学通道中接受所述光束，并且其定向能反射所述光束经过所述光孔并达至所述反射面上。

25 17. 权利要求 15 中的光学传感器，还应包括：

在支持块内并在所述光路的端部和光通道之间设置的成像透镜，以便将所述光束成像在所述反射面上。

30 18. 权利要求 16 中的光学传感器，其中所述有角度的镜是可以转动的，这样来改变光束在反射面上的打击点。

19. 权利要求 18 中的光学传感器，其中安装在支持块上可转动的所述角镜，有一反射的端面设置在所述光学通道上，所述端面朝向有一个角度，以便接收光学通道中的光束，并将光束反射到所述光孔中。

35 20. 权利要求 19 中的光学传感器，其中所述角镜包括一个棒，轴向安装在支持块中一个套管的偏心膛孔中以便能轴向转动。

- CNKI
21. 测量环境参数的一种方法，包括如下步骤：  
提供一个脉动的可干涉光信号；  
提供一个干涉计，它有一个固定镜的一可动镜，所述可动镜响应环境参数值的变化而移动；  
5 引导光信号到所述干涉计中，以获得作为干涉计输出的一个干涉信号；干涉信号的值是响应于可动镜的运动而变化的；  
检测所述干涉信号值的变化；  
将干涉信号值的变化与环境参数值的变化建立联系。
- 10 22. 权利要求 21 中的方法，其中环境参数是速度。
23. 权利要求 21 中的方法，其中环境参数是压力。
- 15 24. 权利要求 21 中的方法，其中干涉计有一第一光学引脚，它的端点处是一个固定镜，干涉计还有一第二光学引脚，它的端点处是所述可动镜，并且其中引导步骤包括先将光信号分离成第一光束，导向第一引脚，和第二光束，导向第二引脚。
- 20 25. 权利要求 21 中的方法，其中检测步骤包括产生一个电输出信号的步骤，它的值指示干涉信号的值；并且其中建立联系的步骤，包括确定电子输出信号值与环境参数值变化之间的相互关系。
- 25 26. 测量环境参数的方法，包括如下步骤：  
提供一个脉动的可干涉光信号；  
把所述光信号分离成为第一和第二光束；  
分别引导第一和第二光束到第一和第二光引脚中，第一和第二光引脚有不同的光路长度，其中一个光引脚的光路长度响应于环境参数值的变化而变化；  
30 反射第一和第二光引脚出来的第一和第二光束，从而产生一个干涉信号，它的值响应于一个光引脚光路长度的变化而变化；  
检测干扰信号值的变化，建立干涉信号值的变化与环境参数值变化的对应关系。
- 35 27. 权利要求 26 中的方法，其中环境参数是速度。
28. 权利要求 26 中的方法，其中环境参数是压力。

29. 权利要求 26 中的方法，其中检测步骤包括产生一个电子输出信号，它的值指示干涉信号的值，并且还包括建立电子输出信号值与环境参数值变化之间的对应关系。

## 说 明 书

### 一种不平衡纤维光学米切尔森 干涉计作为一个光学传感器

5

本发明与光学干涉计有关，是用于测量环境参数如压力或速度的变化。本发明包括一个光学传感器，它是干涉计的一个部件，干涉计可以用于声学传感器或加速度计中。

10

Michelson 或 Mach-Zehnder 干涉计使用在某些应用中，如声学传感器，是已知的。 Mach-Zehnder 干涉计用在水下使用的声学传感器，在 Arab-Sadeghabadi 等人的美国专利 No.5,448,058 中有所描述。

15

已知类型的光学干涉计包括由一个单光源发送一个光信号至一对光学纤维中。光信号分别经此两条纤维引导，经过不同长度的光路，当这两个信号光束结合在一起时，在这两条信号光束之间产生了一个相位差。结合的光束可由一个光检测器检测。当它们结合后，如果这两条信号光束有相同的极化状态，信号便干扰而形成亮的或暗的线条的条纹图案，这可由光学检测器来检测到。

20

使任一条或两条纤维暴露在环境参数的变化中，如声压变化，条纹图形变化均在光学检测器上有反映现象。通过分析光学检测器检测到的这些条纹图形的变化，可以测得纤维所暴露给的环境参数的变化。在这样情况下，当干涉计用在一个声学传感器中时，光纤上接触的声波的特性就可以确定。

25

Mach-Zehnder 或 Michelson 干涉计在水下声学传感器系统中使用时(水下测声器)，几十米长的光学纤维绕在一个心轴上。纤维的拉伸会产生一种测得相位的滞后，它与声波的压力变化成正比。干涉计在它的两条光学纤维引线脚之间有一不匹配的光路长度，它在一米的数量级，允许标准工作和用相位发生载波器来进行信号处理。例如，参见 Kersey 的“分布和多路的光纤传感元件”一文， Udd, ED. Fiber Optic Sensors: An Introduction for Engineers and Scientists (New York 1991), pp.347 ~ 363 。

30

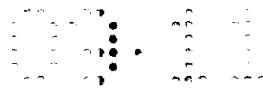
35

上述的光纤干涉计的传感器系统，比压电式的水下测声系统优越，因为它的优点是：免除了电磁干扰(EMI)，能够在拖船上而不是在水下环境中设置所有的电子和电气部件和系统，而且易测得矢量。但已有的光纤传感器系统制造时比较昂贵，没有优于压电系统，并提供相同优点的比较便宜的措施。成批处理的硅片传感元件，它有一响应于环境中如压力和加速度变化而移动的检测体，已经用来作为加速度和速度的传感器。这样的硅传感元件是非常便宜和坚实的。这种硅传感元件在水下测声系统中使用时，用光纤传递系统接入检测体，将比已有的光纤系统降低成本。但是，将这种硅片传感元件与在 Mach-Zehnder 和 Michelson 干涉计测量传感系统或类似系统中使用的现有光纤结构相匹配，在实践上证明有困难。

因此，在水下测声器或类似的应用中提供一个光纤干涉测量传感系统，它能够使用普通的成批处理的硅传感元件，对目前的技术来说有着显著的进步。

本发明是一个测试系统，在光学干涉测量计中使用便宜的硅片传感元件来测量压力、速度、加速度，或其他环境的特性或参数。传感元件内有一可动的检测体，在有两个长度不相等的引线脚的干涉计中的一个引线脚端部，用作可动的镜面。硅片传感元件的检测体的移动响应于某一特别环境参数的变化，改变干涉计引线脚的光学长度。

本发明包括有一个光学信号源以提供一个脉冲的、可干涉的光信号；一个有不同光路长度的第一和第二光纤引线脚干涉计。信号被分离成第一和第二光束，它们被分别引导到第一和第二光纤引线脚中。一个固定的端镜安放在第一光纤引线脚的端部，以反射在第一光引线脚端所接受的第一个光束。一个光学传感器固定在第二光纤引线脚的远端。光学传感器包括有一个传感元件，它有一检测体能相对于第二光纤引线脚的端部而移动。检测体的表面是可以反射的，并且定位在能反射从第二纤维引线脚端部所接受的第二光束。一个光学耦合器，把从固定端镜和检测体反射过来的第一和第二光束结合，以产生一个干涉信号。一个光学检测器，以光学方式联结到耦合器，以检测结合光束的干涉信号，并产生一个电子信号，其值表示干涉信号值。电子信号经过分析，使它的值与被测量的环境参数数值的变化之间产生相互关系。



本发明的测量系统可提供一个准确的、相对成本低的光纤干涉测量传感器系统，在水下测声或类似的应用中，可使用普通的、成批处理的硅传感元件，并且完全可以与现有纤维光学构件相兼容的。

5

图 1 所示是根据本发明而构成的测量装置，使用了多个干涉计；

图 2 是根据本发明的可作为一个速度传感元件类型的硅片传感元件，及其固定传感元件片的支撑件和光学传感器的光纤端部的一个实施例横断面图；

10

图 3 是图 2 硅传感片以及为固定传感元件的支撑块和根据本发明而构成的光学传感器的光纤端部的第二个实施例的横断面图；

图 4 是可以用在本发明中的改变了结构的硅传感片的横断面图。

15

本发明将根据其较佳实施例的前后关系说明如下：

根据本发明而构成的测试系统 10，如图 1 所示，它包括一个或更多的干涉计用来测量从有不同长度的光纤光路的端部所反射出来的光的干涉图形的变化。

20

具体地讲，测试系统 10 包括有一个光源 11，它最好是激光器，产生一个红外线的或可见光谱的可干涉的光学信号。激光器 11 可直接发脉冲，或连续激励，其信号再由锂铌振幅调制器 12，作为一个光学门，或其他相当的机构，引发出脉冲。脉动信号于是纤维光学地传输到一个相位调制器 13，从而以所选定的载波频率产生一相位发生的载波。

25

脉冲的和相位调制后的信号沿第一方向经光纤传输线 15 传播到一个单独的干涉计，或沿着传输线 15 上序列设置的许多干涉计。在所示实施例中，为了便于以后说明有三个干涉计 31, 101, 121 示出。为了能进行简明的讨论，故只对第一个干涉计 31 进行说明。

30

干涉计 31 由一光纤连结线 36 和第一个光学耦合器 37，以光学的方法联结到传输线 15 上，干涉计包括有一对长度不等的光纤引线脚 33, 35。来自激光器 11 的光学信号经传输线 15 沿第一方向传输，由第二个光学耦合器 38 分离成的二个询问光束。第二光学耦合器 38，可以用已有的 3dB 光学耦合器，它引导第一光束至第一引线脚 33 和第二光束至

35

第二引线脚 35。

第二光学引线脚 35 的光路长度远大于第一光学 31 线脚。例如，第一引线脚 33 的光路长度应尽可能的短些，较好长度不超过 10 厘米左右。而第二引线脚 35 的光路长度约为 1 米。

如同下面的详细解释，第一和第二光束在第一和第二光纤引线脚 33, 35 的端部分别被反射回来，经光学引线脚返回至第二光学耦合器 38，它再结合被反射的光学信号，使其沿传输线 15 以第二方向回传送到光检测器 39。两个引线脚之间相对光路长度的变化，在反射光回到传输线 15 上，就会使反射光的干涉图形发生变化。正如下面将要说明，本技术领域的熟练人员也会认可，通过分析干涉图形和它的变化，使得干涉计 31 所暴露给的环境参数（如压力和运动）的变化可以确定。

第一光纤引线脚 33（短的引线脚）有一个高反射率的端面镜 41，它固定在引线的远端或第二端。这个固定的端镜 41 反射经第一个引线脚 33 传来的第一光束，使其沿第二方向返回第一个引线脚，即向光源 11（也向检测器 39）。在第二引线脚 35 的远端或第二端，有一光学传感器 51（将在后面详细说明），它包括有一可移动的检测体的硅片传感元件。检测体有一个可移动的端面镜，反射经第二引线脚 35 传播过来的第二个光束，使其沿第二方向返回第二引线脚，即导向光源 11 和检测器 39。

现参看图 2，光学传感器 51 中使用了安装在传感支撑块 54 上的硅片传感元件 54。适用于本发明的硅片传感元件是大家普遍知道和已经可以得到的。它们是相对便宜也易于大量生产。硅片传感元件使用一个可移动检测体来传感环境如速度、加速度或压力的变化。一个示范的硅片传感元件 53 如图二所示，它有一个整体的硅元件，含有一个可移动的检测体 55，使用柔性连结部件 58，将检测体沿检测体的至少二个相对的边缘固着在一个周边固定部件 57 上。固定部件 57 是稳固地固定在第一壳部 59a 和第二壳部 59b 之间，这样在它们之间限定有一内部空腔 60 来容纳检测体 55。壳部 59a 和 59b 较优地有低热膨胀系数的陶瓷材料板，较好是 Pyrex® 玻璃(由 Corning Glass 上市，Corning, NY)或某种相当的材料。检测体必须能在空腔 60 内移动，因为它的移动用来检测环境参数的变化，正如下面所要说明的。第二壳部 59b 上有一个开孔 62，它与检测体 55 的中心安排得相近，通过它第二光束被引导到检测

5

10

20

25

30

35

体 55 上，这将在下面加以说明。

第二光纤引线脚 35 的远端部设有一个套管 63 内，可以用陶瓷管。套管 63 有一轴向通路以容纳第二光纤引线脚 35 的远端部，并且通路的直径应基本与光纤 35 的直径相同。套管 63 的远端与它内含的第二光纤引线脚 35 的远端一起插入硅传感元件 53 的第二体壳部 59b 的开口 62 中。检测体有一高反射平面 64，它定位在即分离又面对于第二光学纤维引线脚 35 的端面 65，端面 65 是与套管 63 的端面在开孔 62 中互相平齐。较好地是这个反射平面 64 具有一层薄薄的金属涂层，例如黄金，以提供反射率能接近 100%。这样从纤维 35 来的光束仅在从纤维端面 65 出来并由检测体的表面 64 反射并返回到纤维时穿经空气。光并不经过其他有可能扭曲光束的材料。

在纤维 35 的端面 65 和检测体 55 的反射平面 64 之间的间隙应足够的小，这样当光从纤维端部出来并反射回到纤维时，光束散射的光损失会最低。较好地是间隙宽度不超过经过纤维传播的光的几个波长。例如，对于讨论的波长，间隙宽度最好大约在 2.5 微米到 20 微米之间，这样光在空气中经过的来回距离大约在 5 ~ 40 微米的范围内。在第二纤维引线脚 35 的端面 65 涂以一种防反射的涂层(图中未示出)，使检测体 55 和纤维端面 65 之间减少不希望的 etalon 反射，并保证所有的反射信号全部进入纤维。而且，需要防反射涂层也是为了基本消除回复反射到第二光纤引线脚 35。在端面 65 上的防反射涂层应有一小于约 10% 的反射率，较好地是不大于约 0.1%。制造具有低度反射性能光学涂层，在已知的技术中如美国专利 No.5,529,671 中所示，它的内容就结合在这里作为参考。

传感元件 53 是安装在支持块 54 上，这样使第二体壳部 59b 上的开孔 62 与支撑块 54 的轴向孔 74 中心相一致。轴孔 74 容纳套管 63。第二纤维引线脚 35 在套管 63 外留下的长度可置于一个典型的纤维外套内(图中未示出)。传感器支持块 54 可以是环形的，虽然它的特殊外形与尺寸是设计选择上的事情，是为了适用于特别的应用。

这样，第二光束经第二光纤引线脚 35，从纤维端面 65 发射出来，穿经纤维端面 65 和可移动检测体 55 的反射表面 64 之间的空气间隙。反射表面 64 将光束反射回到光纤引线脚 35 中。



使用一个硅传感元件的光传感器，可用来测量速度或加速度，或用来测压力的变化。正如本技术领域熟练人员可知，当传感元件 53 中的检测体 55 在空腔 60 内相对于体壳部 59a 和 59b 运动时，可检测到加速度。因为体壳 59a 和 59b 相对于第二光光引线脚 35 来说是固定的，检测体 55 在空腔 60 中的运动，也就是相对于第二光学引线脚 35 的运动。这一运动改变了检测体 55 的反射表面 64 和第二光学引线脚 35 端面 65 之间的光学间隙的宽度。第一体壳部 59a 内表面是离检测体 55 有一个小的距离，以允许检测体 55 在空腔 60 中沿一个单一轴向运动。整个结构可被容纳在中性的浮盒中(未在图中示出)。

10

参看图 3，所示的是一个修改后的传感器 51'，有一改变了的传感器支持块 82，是为了使用在需要一个基本扁平结构的传感器 51'中。传感器支持块 82 容纳第二光学引线脚 35 的远端，并为第二光束在第二光学引线脚 35 的端部和硅传感元件 53 中的检测体 55 之间提供一条光路。传感器支持块 82 较好由盘形的陶瓷材料片或由一种基本上等效的热稳定性材料(也就是说有低的热膨胀系数)来形成，虽然它的外形和尺寸是根据应用为设计者选择的事情。

15

20

25

第二光引线脚 35 的远端部是包在套管 83 中，它与支持块 82 一样应由一种热膨胀系统几乎可忽视的如合适的陶瓷材料来形成。套管 83 是插入到支持块 82 的第一个侧面孔 85 中，它有足够的间隙允许套圈 83 能在孔 85 中轴向转动，这样光束的方向可以调整到最佳状态运作，这将在下面说明。穿过套管 83 的轴向孔容纳第二光纤引线 35 的远端部，远端部与套管 83 的端平齐，或者较好地是如图所示，稍稍比套管 83 的端突出一点点。第二光纤引线 35 有端面 86，它较好是具有约 8° 的角度，以基本消除回复反射到第二光纤引线 35 中。

30

一个圆柱形分级指数透镜(GRIN 透镜)87，在光学上与第二纤维引线 35 的端面 86 调准，从而将第二纤维引线 35 发出来的光束聚焦到检测体 55 的反射表面 64 上。第二光纤引线 35 的端面 86 和面对的 GRIN 透镜 87 的表面之间较好是有一个间隙大约为 0.2 毫米。GRIN 透镜 87 是容纳在支持块 82 的第二个侧孔 89 中，它与第一个侧孔 85 是在同一心轴上。

35

传感元件 53 是装在支持块 82 的表面上，这样第二传感元件体壳部 59b 上的光学开孔 62，与有空气的光学能路 91 排成一列，通路轴向通

过支持块 82。为了接纳套管 83、GRIN 透镜 87 以及下面将叙述的部件，通路 91 并不一定需要在支持块 82 的中心。

一个镜棒 93 安装在管状装配件 95 的偏心孔 94 中，而装配件 95 装到支持块 82 的第三个侧面孔 97 中，目的是为能轴向转动。镜棒 93 的内端头是一被切成 45°角度的镜面 99，它突出在通路 91 中以便接受从 GRIN 透镜发出来的光束。从第二光纤引线 35 的端 86 发出来的第二光束，通过 GRIN 透镜 87，然后在镜棒 93 的端头由镜面 99 反射了 90°角，再通过通路 91。管状装配件 95 可以在第二侧孔 97 中转动，以便光束在镜面 99 上的打击点可以进行调整以达到最佳运行，也就是说以达到最小损失和不希望的反射。附加的可调整度可以从安装镜棒 93 至管状装配件 95 中时能在偏心孔 94 中的轴向转动来达到。

第二传感元件体壳部 59b 的光学开孔 62 的安排使光路不穿过体壳材料。因为开孔 62 与传感器支持块 82 的通路 91 套齐，第二光束从 GRIN 透镜 87 出来仅会通过空气。第二光束经过第二光纤引线 35 并从纤维端部 86 出来，再经过在纤维端部 86 和 GRIN 透镜 87 之间的空隙，进入到 GRIN 透镜中。GRIN 透镜 87 将从纤维端部 86 来的光束成像在检测体 55 的反射表面 64 上。镜面 99 反射光束 90°后，使光束穿越传感元件 53 的第二体壳部 59b 中的开孔 62，打击在检测体 55 的反射表面 64 上。反射表面 64 反射光束使之返回到镜棒 99 上。镜棒 99 再以 90°反射被反射光束使之返回到 GRIN 透镜 87 中。这样被反射的光束经过 GRIN 透镜 87，再次进入第二光纤引线 35。从纤维 35 出来的光束至检测体表面 64 以及返回时的高效耦合，对得到这个装置的最高效率是很重要的。它应减小纤维端部 86 或其他处所的反向反射。

镜面 99 应调整到使从反射表面 64 来的反射光，准确的沿着如同光束打击到反射表面 64 时同样线路进行传播。这样镜面 99 应引导光束尽可能的接近检测体 55 的中心，如果使用时的检测体 55 老在弯曲。

对于测量环境压力变化的各种应用(例如一个水下测声系统)，传感元件的结构可以采用不同于图 2 和图 3 中所示的。本技术领域熟练人员将会懂得，在这种应用中，图中所示的检测体结构 55 和 58 可以取消。这样一个替换传感元件 53 的结构如图 4 所示。在这个变更中，传感元件 53'有一个起到检测体作用的硅膜片 100，它有一柔性的中心面积区，可响应环境压力的变化作相应的弯曲。膜片 100 由一周边轮缘 102 围起

5

来，轮缘 102 是附着在一坚实的基板 104 上，在膜片 100 和基板 104 之间形成了一个内部光学空腔 60'。基板 104 有一个光学开孔 62'，作为第二光束的通道，使第二光束打击到反射表面 64'上，它是直接作用到膜片 100 的内表面(面对空腔 60')。压力的变化促使膜片 100 的中心面积区移动，改变了被内部空腔 60'宽度所限定的光学间隙的路长度。

10

再参看图 1，从传感器 51 反射回来的第二光束(它可能是上述实施方案中的任一种)经第二光纤引线 35 向第二个方向传播；而从固定镜 41 反射回来的，经过第一光纤引线 33 的第一光束也向第二方向传播。第一和第二光束在第二光耦合器 38 中再次结合，这样就形成一个干涉信号，该信号随传感器 51 中可移动镜面的运动而变化，而该运动又响应于环境参数值的变化。此干涉信号经过连结线 36 传播，并由第一光耦合器 37 与传输线 15 耦合。此干涉信号经传输线 15 再由一个光纤连结线 75 传输到光检测器 39，连接线 75 由一个光耦合器 73 耦合到传输线。

15

因为从传感器 51 反射出来的第二光束，比从端镜 41 反射出来的一光束经过了不同的长度，因此从传感器 51 反射出来的光与从端镜 41 反射出来的光发生干涉，从而产生了一个干涉图形，干涉图形随检测体的运动变化，而该运动是响应于环境参数的变化。干涉图形的变化表明用光电检测器 39 检测到的干涉信号值的变化；检测器发出的一个定值的电输出信号指示干涉信号值的变化。这一电输出信号输入到微型计算机 77(经适当的和传统的信号整理和数字化后)，它用大家熟知的技术将电信号进行处理，使干涉信号值的变化与环境参数变化值之间相关联，从而产生能表示参数值的变化的测量结果。

20

在使用本发明作一个加速计的情况下，运动的物体上附装有光学传感器 51，从而使容纳在体壳 59a 和 59b 中的检测体 55 在传感器空腔 60 中移动。检测体 55 的运动使经第二引线 35 传播的光的光路长度变化。因此，光路长度的变化使由光检测器 39 检测出来的被反射的干涉信号的干涉图形也发生变化。从这些反射光的干涉图形的变化可以确定检测体 55 的运动。

25

本发明也可用来作为一个压力传感器，如水下测声器，则较好是使用如图 4 所示的传感元件 53'。压力变化(例如声波经过传感器 51)促使可变形的第一壳部 59a'弯曲(在这一变更中，它是作为如前面所述的检测体)，改变了经第二引线 35 传播的光的光路长度。因此，光路长度的

30

变化，使由光检测器 39 检测的被反射干涉信号的干涉图形发生变化。从这些反射光的干涉图形的变化，就能测得环境压力的变化。从这些测得的压力变化，就可以获得引起这些变化的声波的信息。

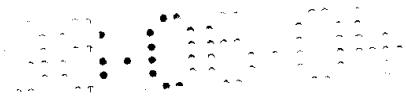
与现有的技术不同，本发明中光纤部件并不起传感元件的功能。传感全部由传感器 51 中硅传感元件 53 完成。为了传感有一频率高于十分之几赫兹的环境变化，在光纤引线 33、35 中由于纤维伸长的相位延迟是可以忽略的。

一个对所述系统所需要的相位发生载波，要求在两个纤维引线 33 和 35 之间有一足够不匹配的光路长度。目前关于被动纤光传感元件的技术状态表明，两个纤维引线 33 和 35 之间的光路长度不一致应在约 10 厘米至约 1 米。这样的光路长度不一致范围也兼容于目前技术中的稳定窄线宽激光光源，及其使用内频率调制和时间分隔多路复合或外相位调制和频率分隔多路复合的纤维光学结构。

光传感器 51 测量检测体 55 相对于固定的硅传感元件壳 59a 和 59b 的位移，其测量频率在 1 ~ 5 赫兹左右的某个最小值以上。纤维引线 33, 35 中光路长度可能会随时间和温度发生慢慢漂移，但这样的变化所产生的误差从频率上是很低的，所以对测量所需要的精确度来说是可以忽略的。例如，温度在 1 分钟内有 1 °C 的变化，当这两个纤维引线 33 和 35 之间的线路长度差约一米时，产生的边纹运动相当于 0.1 赫兹，大大低于上面所述的最小值。当用作加速计时，在给定的传感器 51 中的检测体 55 只在一个方向上有响应。因此可以使用三个干涉计传感元件，每一个有它自己的硅片传感片，以测量 x, y, z 三个轴向的运动。这三个一组的传感元件可以安装在一个体块上。

图 1 所示的系统由三个传感元件组成，这样就有可能来测量三个方向上的速度和加速度。用作加速度计的第二和第三干涉计 101 和 121，每一个基本上与干涉计 31 相同，它们虽然可能是图 2 或图 3 中的任一个实施方案。在一个特定的系统中，所有的干涉计的方案应相同，但不限制这一系统应有多少特殊数量的干涉计。

在图 1 中，第二干涉计 101 含有长度不等的纤维引线 103 和 105。其中纤维引线 103 明显短于纤维引线 105，这两个引线由一个光学耦合器 106 进行光学耦合。短的引线 103 终止在一个固定的端镜 107 内。长



的引线 105 终端在一个光学传感器 109 中，它基本上与上面所述的光学传感器 51 或 51' 中任何一种相同是有利的。第二干涉计由纤维光学连接线 111 和光学耦合器 113 与传输线 15 光学耦合。类似地，第三干涉计 121 含有不同长度的引线 123 和 125，由光学耦合器 126 联结。第一个  
5 纤维引线 123 明显短于第二纤维引线 125。短的引线 123 终端在固定端镜 127 上。长的引线 125 终端在一个光传感器 129 中。第三干涉计 121 用纤维光学连接线 131 和光学耦合器 133 与传输线 15 光学耦合。附加的同样结构的干涉计可以加到系统中来，用光学耦合方法与主传输线 15 进行耦合。

10

当在水下测声装置上使用时，较大量数的干涉计(使用传感元件 53'，如图 4 所示)可以排成一列拖在一个船的后面。用一个足够功率的激光源，一个激光器就能推动几十个这样的装置。若在光纤被选择部分掺杂饵以获得分布增益，几百个这样的装置可以由一个泵的一个信号激光器来推动。  
15

虽然几种较佳实施例已在上面叙述，但这些方案只是示范性的。许多变更和修改对本技术领域的熟练人员是可产生的，例如，支持块 54(图 2)和 82(图 3)的外形和尺寸可以变更以适于不同的应用。同时，上面所叙述如图 3 方案中的镜棒 93 的对准调整机构，也可以修改使在其他方向上也能进行调整，或者它也可以一起省去。这些和其他的变更和修改，应考虑在本发明的精神和范围之中，正如以下权利要求所限定的。  
20

# 说 明 书 附 图

图 1

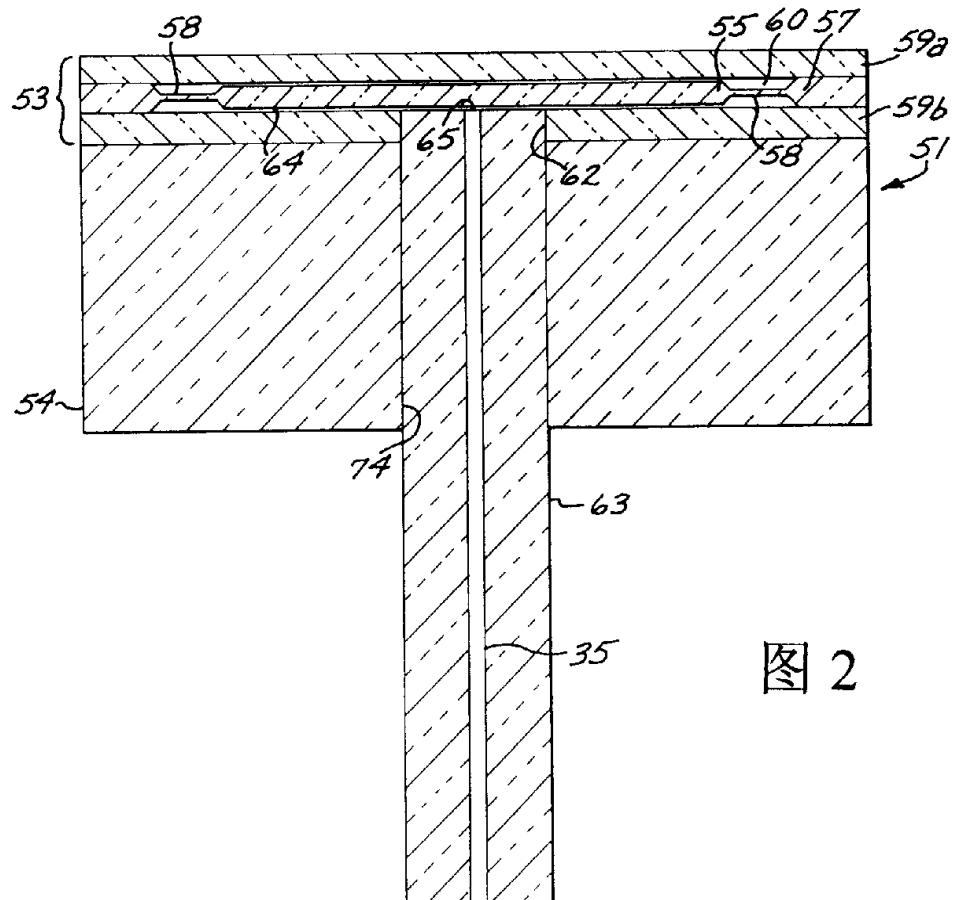
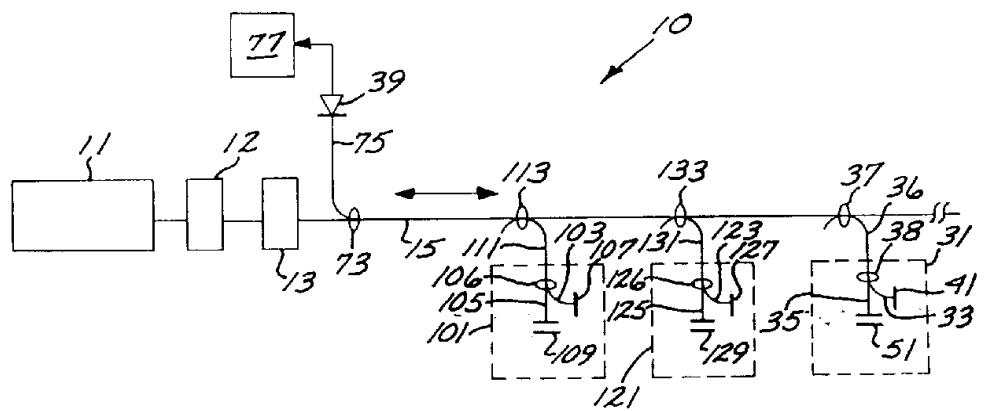


图 2

图 3

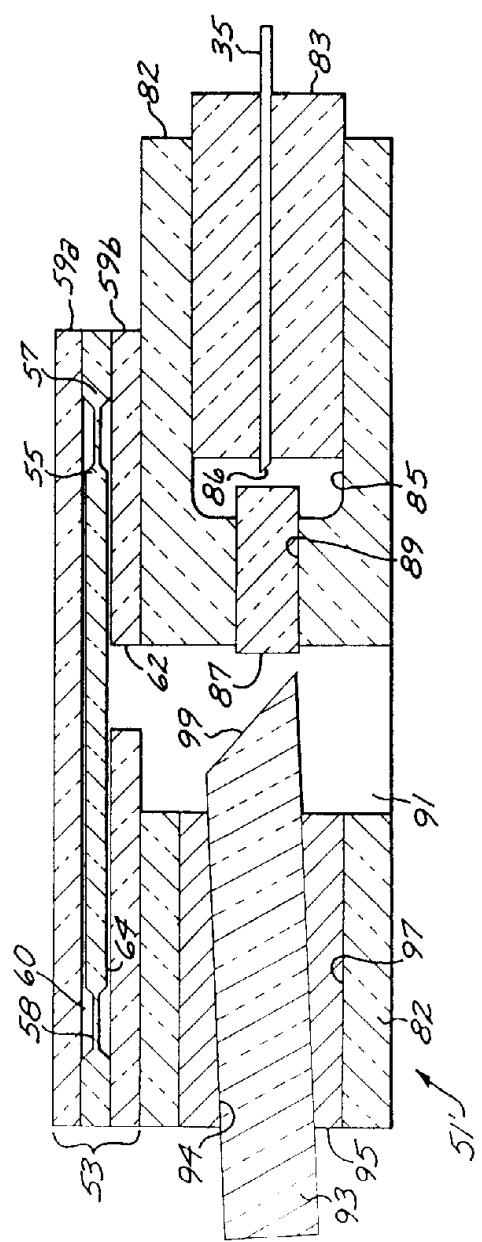


图 4

