

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01L 1/24 (2006.01)  
G01L 11/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610103962.5

[43] 公开日 2007年1月31日

[11] 公开号 CN 1904571A

[22] 申请日 2006.7.28

[21] 申请号 200610103962.5

[30] 优先权

[32] 2005.7.28 [33] EP [31] 05016460.7

[71] 申请人 都灵无线基金会

地址 意大利都灵

[72] 发明人 西尔维奥·阿布拉特 圭多·佩罗内

[74] 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理有限公司

代理人 黄威 张金海

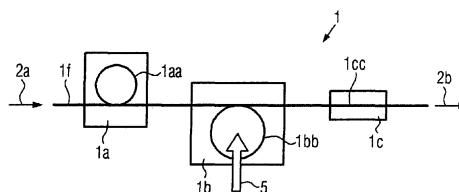
权利要求书 5 页 说明书 20 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于测力的系统和方法

[57] 摘要

本发明公开了检测如作用在其上的如旋转力或横力的力的光学传感器，其中为了检测所述力，光信号 2a 被传输经过如由光纤定义的光路 1f。此外，提供了偏振扰频装置 1a 和偏振装置 1c，所述偏振扰频装置适合于使得进入光路的光信号的偏振平行或垂直于所述偏振装置的偏振轴。传输经过传感器的光信号 2b 的偏振进一步因作用于该传感器之上的力而改变，以使离开传感器的光信号能被用来检测所述力的目的。



1、一种光学传感器(1)，用于检测作用于该传感器之上的力，该传感器(1)包括适合于通过其中传输光信号(2a,2b)的光路(1f)，所述光路包括感应装置(1b)，其适合于在作用于其上的力(5)的作用下改变穿过该光路的光信号的传输，该传感器的特征在于，

该光路(1f)包括适于改变进入到该光路(1f)的光信号(2a)的偏振的偏振扰频装置(1a)和适于发射有预定偏振的光信号(1b)的偏振装置(1c)。

2、如权利要求1所述的传感器，其特征在于，

所述光路(1f)包括光纤。

3、如权利要求2所述的传感器，其特征在于，

所述偏振扰频装置包括所述光纤的第一部分(1aa)。

4、如权利要求3所述的传感器，其特征在于，

所述光纤的所述第一部分包括一个或一个以上所述光纤的环。

5、如权利要求4所述的传感器，其特征在于，

所述环中至少一个能被旋转以改变进入到所述光路(1f)的所述光信号(2a)的偏振。

6、如权利要求4或5所述的传感器，其特征在于，

所述环中至少一个被固定到相应的可旋转盘(1ab)。

7、如权利要求2到6之一所述的传感器，其特征在于，

所述感应装置(1b)包括所述光纤的第二部分(1bb),其适合于在作用于其上的力(5)的作用下而变形,从而改变被经过所述光路传输的光信号的偏振。

8、如权利要求7所述的传感器,其特征在于,

所述光纤的所述第二部分(1bb)被固定到可旋转盘(1bp),其适于在作用于所述盘上的力(5)的作用下而被旋转,以使所述光纤的所述第二部分变形,从而改变经过所述光路(1f)传输的所述光信号(1a)的偏振。

9、如权利要求7或8所述的传感器,其特征在于,

所述光纤的所述第二部分包括一个或一个以上所述光纤的环。

10、如权利要求8或9所述的传感器,其特征在于,

所述光纤的所述第二部分(1bb)的一个或一个以上的环被嵌入到所述盘(1bp)中。

11、如权利要求7所述的传感器,其特征在于,

所述光纤的第二部分(1bb)嵌入到第一弹性盘(1bu)和第二弹性盘(1bl)之间,从而在作用于所述盘之一上的力(5)的作用下而被挤压。

12、如权利要求11所述的传感器,其特征在于,

所述第一和第二盘(1bu,1bl)是任意刚性材料,如金属、玻璃树脂等。

13、如权利要求7所述的传感器,其特征在于,

所述光纤的所述第二部分(1bb)被嵌入到梁(1bc)中,该梁适于在作用于其上的力(5)的作用下而变形,从而使得所述第二部分(1bb)变形。

14、如权利要求 7 到 13 之一所述的传感器，其特征在于，  
所述光纤的所述第二部分(1bb)包括一个或一个以上的环。

15、如权利要求 2 到 14 之一所述的传感器，其特征在于，  
所述偏振装置(1c)包括所述光纤的第三部分(1cc)。

16、如权利要求 15 所述的传感器，其特征在于，  
所述光纤的所述第三部分(1cc)有预定的偏振轴，从而允许其偏振  
平行于所述预定偏振轴的光信号的传输。

17、如权利要求 2 到 16 之一所述的传感器，其特征在于，  
所述光纤是单模光纤。

18、如权利要求 2 到 17 之一所述的传感器，其特征在于，  
所述光纤是石英光纤。

19、一种用于测量和/或检测力的测量装置，其特征在于，  
包括至少一个如权利要求 1 到 18 之一所要求的光学传感器。

20、如权利要求 19 所述的测量装置，其特征在于，  
包括至少一个光信号发射装置(6a)和一个光信号接收装置(6b)，用  
于分别引入光信号到所述光路(1f)和接收射出所述光路的光信号，所述  
接收装置还适于将光信号转换成为电信号。

21、如权利要求 20 所述的测量装置，其特征在于，

所述至少一个发射装置(6a)包括至少一个激光二极管(7c), 并且至少一个接收装置(6b)包括至少一个二极管(7d)。

22、一种用于测量力的测量系统, 其特征在于,

包括至少一个如权利要求 19 到 21 之一所要求的测量装置。

23、如权利要求 22 所述的测量系统, 其特征在于,

包括计算射出所述接收装置(6b)的电信号的计算装置(11)。

24、如权利要求 22 或 23 所述的测量系统, 其特征在于,

包括多个测量装置和适于产生阈值信号的阈值装置。

25、一种通过权利要求 1 到 18 之一所要求的传感器(1)检测力的方法, 所述方法包括引入光信号(2a)到所述传感器, 并且收集射出所述传感器的光信号(2b), 所述方法的特征在于,

在没有任何力作用在传感器之上时, 进入所述传感器的信号(2a)的偏振依靠所述偏振扰频装置(1a)改变。

26、如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于,

进入所述传感器(1)的光信号(2a)的偏振变为基本平行于所述偏振装置(1c)的偏振轴。

27、如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于,

进入所述传感器(1)的光信号(2a)的偏振变为基本垂直于所述偏振装置(1c)的轴。

28、如权利要求 25 到 27 之一所述的方法, 其特征在于,

---

有预定波长的光信号(2a)被引入到所述传感器(1)中。

29、如权利要求 25 到 28 之一所述的方法，其特征在于，

引入到所述传感器的所述光信号由光信号发射装置产生，并且射出所述传感器(1)的所述光信号(2b)由光信号接收装置收集传感器。

30、如权利要求 25 到 29 之一所述的方法，其特征在于，

检测多个作用于相应多个感应点上的力。

## 用于测力的系统和方法

### 技术领域

本发明涉及对力的测量，特别涉及对机械力的测量，例如横力（压力）和旋转力（扭矩）。详细地说，本发明涉及使用光学传感器对力的测量。更详细地说，本发明涉及使用包含低成本光纤的光学传感器和/或探测器对力的测量。最后，本发明涉及一种用于测力的方法、装置和系统，所述装置和系统包含低成本光学传感器和/或探测器。

### 背景技术

在过去几年间，在适合以非常可靠的方式测量和/或检测机械力的装置的提供上投入了很多的研究工作。承袭已发展和拟用的上述装置和系统，基于非常复杂精密的电子组件的系统 and 装置成为最大程度使用的装置和系统。这特别要归因于集成电路部分的发展和具有非常复杂功能的电路的尺寸的相应减少，所述的情况容许提供极小电子传感器，其适用于各种用途并在非常艰苦的条件下使用。例如，已知的尺寸控制在几立方毫米之内的电子传感器。此外，在计算方法的领域中，特别是在适于在始终更短的时间内详细描述超大量数据的软件领域中的最新的发展容许对电子传感器检测到的数据以自动及可靠的方式进行详细描述。最后，电子系统减少的成本被允许包含生产电子传感器的费用，因此使得所述电子传感器可用于多种用途和应用。

然而，尽管电子传感器具有上述的优点，所述的电子传感器仍具有缺点，特别是当所述的电子传感器被用于测量例如压力和扭矩的机械力时。影响电子传感器的最相关的缺点起因于需要电流来操作电子

传感器。在力作用于电子传感器的情况下，流经该传感器的电流受到作用于其上的力的影响，所以该电流的变化可被检测到并被用于获取作用于该传感器上的力的强度的指示。

但是，流经电子传感器的电流也可能受到外界环境的影响，从而造成电子传感器在临界环境中应用时可靠性降低，例如在雷暴期间暴露在静电放电的建筑物中，或者在电磁干扰的工业建筑物中。此外，在高度可燃材料的存储区域使用电子传感器可能变得困难或有风险。最后，一些电子传感器也不适合某些生物医学方面的应用，因为触电致死的风险可能升高。

在过去几年间，为克服影响电子测力系统的缺点也做了一些尝试。尤其在最近几年里，许多努力投入到了光学传感器的发展中。这些光学传感器基于考虑到力，尤其是如压力或扭矩的机械力，可能通过对传输经过光路的光的影响的评估被测量和/或检测到，所述光路由直接或间接作用其上的力引起。特别地，许多公知的光学传感器的工作原理使用在光路输出中通过光信号衰减检测到的光电流中的变化，所述光信号衰减由光学链接衰减的变化或由试验中的力控制的信号干扰引起。事实上，人们发现在光路输出中检测到的光电流和作用于所述机械路径之上的机械应力之间可以建立一种关系。特别地，这些公知的光学传感器中的一些使用光纤中的偏振变化和由外部作用力引起的诱导微应力。然而，不幸的是，这些公知的基于偏振变化的光学传感器也不能免除使它们的用途仅局限于少数应用的缺点。此外，使用这些公知光学传感器获得的测量结果大多不如所期望的那样可靠。最终，因为需要高机械承受力，因此装配和制造这些公知光学传感器是相当麻烦，并因此相当昂贵。

本发明的发明人已经证实影响这些公知光学传感器的缺点大多起因于所述光学传感器是基于两个正交偏振模式的干扰，因此需要特高双折射光纤和非常精细的机械框架。更详细地，这些公知光学传感器基于传输过双折射光纤的光束偏振变化的检测。机械应力作用到光纤上产生大量丰富性的干扰带，并且相位测量系统被用来确定由机械应力引起的双折射中的改变，因此确定机械应力本身的值。

因此，考虑到上面解释的问题，需要提供一种可以解决或减少这些问题，并同时维持基于光纤的探测器所有积极特征的技术。特别地，需要提供适于使用在暴露于静电放电的建筑物中和/或在干扰工业建筑物中，或者甚至在高度可燃材料的存储区域中的传感器。同样地，需要提供测量和/或检测适于在生物学方面应用中使用的力的传感器。此外，需要提供具有低成本、轻重量、小尺寸和最小扩散特征的传感器。也需要提供用于可靠测量力的目的的传感器，其可以与低成本、简单和众所周知的设备结合使用。最后，需要提供能够克服那些影响公知光学传感器的缺点的传感器。特别地，需要提供基于标准单模光纤（SMF）的光学传感器。

## 发明内容

一般而言，本发明基于考虑到力，尤其是如压力或扭矩的机械力，可以在光信号偏振遭受的变化的基础上被测量和/或检测，当所述光信号被传输经过光路，并且所述力直接或间接作用在所述光路上时。特别地，本发明的工作原理是基于考虑在出射光路的光信号和作用于所述光路之上的力之间可以建立一种关系。更详细地，本发明基于考虑如果光路包括适用于发射预定偏振光信号的偏振扰频装置和适用于在接收方仅选择克分子偏振度的定位装置，那么由于作用于所述光路上

的力或应力，出射光路的光信号的功率（强度）将依赖于传输过光路的光信号的偏振中的变化。因此，出射光路的光信号的功率和/或强度与作用在所述光路上的力之间可以建立一种关系。此外，既然出射光路的光信号可以转换成电流和/或电压的测量，那么在测量的电流或电压与作用在光路上的力之间可以建立一种关系。此外，本发明基于更进一步的考虑如果预定偏振的光信号被引入到光路中，例如平行或垂直于放置在光路输出的定位装置偏振轴，那么光信号最大或最小强度或者功率可以在光路的输出中，在没有任何力作用于所述光路时被收集。因此，在力作用于所述光路上的情况下，出射光路的光信号强度的减少（在进入到光路的光的偏振是平行于定位装置偏振轴的情况下）或增加（在光信号的偏振是垂直于定位装置偏振轴的情况下）可以引进作用在光路上的力的关系。虽然本发明的检测方法在原理上可能很一般，但是其被表明在检测和/或测量力，尤其是如压力或扭矩的机械力上非常可靠。此外，当标准单模光纤被用来定义光路时，除了标准和双折射光纤的共同优点如重量轻、扩散小、对电磁干扰不敏感和不会引起火灾和爆炸外，在成本方面出现进一步的优点。

基于上述的考虑，本发明的第一实施例涉及如权利要求 1 的光学传感器，即包含适用于传输通过其的光信号的光路的光学传感器，所述光路包括感应装置，该感应装置适用于改变所述光信号在所述光路中的传输，作为力作用于其上的结果；所述传感器的特征在于所述光路包括适用于改变进入所述光路的光信号偏振的偏振扰频装置和适用于出射预定偏振光信号的偏振装置。

本发明的另一个实施例提供如权利要求 3 所述的光学传感器，即其中所述偏振扰频装置包括所述光纤的第一部分的光学传感器。

本发明的另一个实施例提供如权利要求 16 的光学传感器，即其中所述光纤的第三部分有预定的偏振轴，因此允许其偏振平行于所述预定偏振轴的光信号的传输的光学传感器。

本发明的进一步的实施例提供了如权利要求 19 的测量装置，即包括基于本发明工作原理的光学传感器的测量装置。

提供如权利要求 22 的测量系统，即包括至少一个具备本发明工作原理的光学传感器的测量装置的测量系统。

本发明的进一步的实施例提供了如权利要求 25 的检测力的方法，即包括引进光信号到所述传感器并且收集出射所述传感器的光信号的方法。所述方法的特征在于无需任何力作用于传感器，进入所述传感器的信号的偏振通过偏振扰频装置改变。

本发明进一步的实施例提供如权利要求 26 和 27 的方法，即根据该方法，进入到传感器的光信号的偏振被分别完全地使平行或垂直于传感器偏振装置的轴。

本发明进一步的其他实施例在所附的权利要求书中进行描述。

## 附图说明

本发明进一步的优点、目的、特征和实施例在所附的权利要求中被描述，并且通过参考附图和下面详细的描述将会变得更清晰，其中同样的相应部分用相同的参考编号表示。附图中：

图 1a 图示出了本发明第一实施例的光学传感器的工作原理。

图 1b 是实现图 1a 的传感器的测量装置的电布局配置图。

图 2a 和 2b 示出了适合与本发明的光学传感器结合使用的可能的、相应的元件。

图 2c 示出了适合与本发明的光学传感器结合使用的偏振扰频装置示例。

图 3a 和 3b 分别是本发明的光学传感器进一步实施例的俯视图和断面图。

图 4a 图示出本发明的光学传感器的一个进一步实施例。

图 4b 和 4c 分别是适合与图 4a 的光学传感器结合使用的感应装置的俯视图和侧视图。

图 4d 示出了在本发明的光学传感器输出中收集的光信号输出的例子。

图 5a 和 5b 示出本发明的光学传感器的一个进一步例子。

图 5c 示出了适合与图 5a 和 5b 的光学传感器结合使用的感应装置的例子。

图 5d 示出了本发明的光学传感器完成的测量结果的例子。以及

图 6a 和图 6b 是实现本发明的光学传感器的相应测量系统的电布局配置图。

### 具体实施方式

尽管本发明结合以下详细描述和附图中阐明的实施例进行说明，但是应该了解以下详细描述和附图并未将本发明局限于个别的示例性

的公开实施例，而是描述的示例性实施例仅仅例证了本发明的各个方面，本发明的范围通过所附的权利要求定义。

本发明被认为当用来检测和/或测量如压力和扭矩的横力和旋转力时具有特殊的优点。为了这个原因，下面将给出本发明的光学传感器被用来检测和/或测量压力和扭矩的的相应实施例。然而，值得注意的是本发明的光学传感器的用途并不局限于检测和/或测量压力和扭矩。相反，本发明的光学传感器也可用于测量和/或检测作用于其上的不同力。因此，本发明对测量所有这些力是有用的，下面描述的横力（压力）和/或旋转力（扭矩）代表作用于传感器之上的任何力。

下面将结合图 1a 对本发明的光学传感器的第一个例子进行描述。

在图 1a 中，参考编号 1f 代表适用于接收、传输和发射光信号的光路（如光纤）。特别地，在图 1a 中，参考编号 2a 代表光信号进入到光路 1f，2b 代表光信号离开光路 1f。图 1a 的光学传感器 1 还包括偏振扰频装置 1a、感应装置 1b 和偏振装置 1c。如下面将会详细解释的，偏振扰频装置 1a、感应装置 1b 和偏振装置 1c 可能分别包括所述光纤 1f 的一个或多个环 1aa、1bb 和 1cc 或甚至由其分别定义。最后在图 1a 中，参考编号 5 代表作用在传感器 1 上，尤其是作用在所述传感器 1 的感应装置 1b 上的力和/或机械应力（如压力或旋转力）。

本发明的“偏振扰频装置”这一表述应被理解为具有一定意义的装置（meaning means），其适用于改变进入所述偏振扰频装置 1a（在进入光路或光纤 1f 之后）的光信号 2a（如光信号）的偏振，以使得射出所述偏振扰频装置的光信号的偏振平行于预定方向或轴。本发明的“偏振装置”这一表述应被理解为适于发射预定偏振的光信号的具有

一定意义的装置 (meaning means)。如, 图 1a 的偏振装置 1c 可以包括平行于预定方向的偏振轴, 因此只允许偏振平行于所述偏振装置的偏振轴的光信号离开所述偏振装置 1c, 同时偏振不平行于所述偏振装置的偏振轴的光信号被吸收或者反射。因此, 图 1a 的光学传感器 1 中包括的偏振装置 1c 可作为一种滤光器, 因为只有偏振平行于所述偏振装置的偏振轴的光信号可以被传输经过所述偏振装置 1c 并且从那里发射, 同时偏振不平行于偏振装置 1c 的偏振轴的光信号被吸收, 因此不能被传输经过所述偏振装置 1c 并从其中发射出。如果进入到光路 1f 的光信号 2a 通常包括有若干具有相应不同特征, 特别是具有相应不同波长和偏振的成分, 那么只有这些进入到偏振装置 1c 并且偏振平行于所述偏振装置 1c 的偏振轴的元素将会被传输经过所述偏振装置 1c 并且从中发射出。本发明的“感应装置”这一表述应被理解为适于改变进入到所述感应装置 1b 中的光信号的传输的具有一定意义的装置 (meaning means)。特别地, “感应装置”这一表述应被理解为适于改变作为力 (如压力或扭矩甚至任一机械应力) 作用在所述感应装置上的结果, 进入所述感应装置 1b 的光信号的偏振的具有一定意义的装置 (meaning means)。例如, 在所述感应装置 1b 包括一个或多个光纤的环 1bb 的情况下, 作用于所述感应装置上 (并因此, 直接或间接作用于所述光纤的一个或多个环) 的力可以抑制甚至损害所述光纤的一个或多个环。作为机械应力作用在所述光纤上的结果而在光纤中产生的微小变形在传输经过所述感应装置的光信号的偏振中生产出变化。如下面将会详细描述, 光信号偏振的所述变化可以与作用于感应装置 1b 上的力或应力有关系。

图 1a 中描述的光学传感器 1 的工作原理如下：在没有任何作用力 5 时，偏振扰频装置 1a 被设置来定义离开光学传感器 1 的光信号 2b。换句话说，依靠偏振扰频装置 1a，进入到光路 1f 的光信号 2a 的偏振被改变直到离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振平行于预定方向。例如，离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振可以被变为平行于偏振装置 1c 的偏振轴。或者，依靠偏振扰频装置 1a，离开所述偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振可以被变为垂直于偏振装置 1c 的偏振轴。在第一种情况下，即在离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振被变为平行于偏振装置 1c 的偏振轴的情况下，离开光路 1f（偏振装置 1c）的光信号 2b 将与进入到光路 1f 的光信号 2a 大体上对应或者，换句话说，输出光信号 2b 的强度将与输入光信号 2a 的强度大体上对应，除了由光路不可避免的不足而造成的可忽略的能量损失。因此，在光学传感器 1 的输出将会收集最强、最高可能的信号 2b。相反地，在进入到光学传感器 1 并且离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振被变为垂直于偏振装置 1c 的偏振轴的情况下，并且不存在任何作用于传感器 1（在感应装置 1b 上）的力或应力 5 时，在光学传感器 1 的输出中基本收集不到信号，或者收集到最低最弱可能信号 2b。

在力或应力 5 作用在传感器上（感应装置 1b 上）的情况下，由于所述力或应力 5，通过光路 1f 的信号传输将被改变。特别地，由于力 5，离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振将被改变，例如由于感应装置 1b 中的微小变形（例如在其一个或多个光纤环 1bb 的一部分）。这意味着离开感应装置 1b（从而进入到偏振装置 1c）的光信号的至少某些成分的偏振将会不同于离开偏振扰频装置的光信号的相应成分的偏振。换句话说，离开感应装置 1b 的光信号至少某些成分的偏振将会与离开偏

振扰频装置 1a 的相应成分的偏振不同，在上面已经解释过，该偏振扰频装置被变为平行于预定的方向。总之，离开感应装置 1b 的光信号至少某些成分的偏振将不再平行于所述预定方向。因此，这导致了在离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振被变为平行于偏振装置 1c 的偏振轴的情况下，离开感应装置 1b 的光信号至少某些成分的偏振将不再平行于偏振装置 1c 的偏振轴。因此，离开偏振装置 1c (光路 1f) 的光信号 2b 的强度将低于进入光路 1f 和离开偏振扰频装置 1a 的光信号 2a 的强度。光信号 2b 和 2a 之间的强度差将依赖于作用于感应装置 1b 上的力 5 的强度，因此输出信号 2b 和输入信号 2a 之间的差与力 5 的强度之间有关系是可能的。同样，在离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振被变为垂直于偏振装置 1c 的偏振轴的情况下，作为作用于所述感应装置 1b 之上的任何力或应力 5 的结果，离开感应装置 1b 的光信号至少某些成分的偏振将不再垂直于偏振装置 1c 的偏振轴。因此，收集离开光学传感器 1 (偏振装置 1c) 的光信号 2b，并且在所述信号 2b 的强度或功率和作用于传感器 1 上的力或应力 5 的强度之间建立关系是可能的。

如下面将更详细地解释的，偏振扰频装置 1a 可以包括光纤 1f 的第一部分。特别地，偏振扰频装置可以包括所述光纤 1f 的一个或多个环 1aa。同样，感应装置 1b 可以包括所述光纤 1f 的第二部分。特别地，所述感应装置 1b 可以包括所述光纤 1f 的一个或多个环 1bb。

下面结合图 1b 描述使用本发明工作原理的测量装置的电布局配置图。在图 1b 中，已经在图 1 中描述的部分仍使用相同的参考编号。

在图 1b 中，参考编号 6a 和 6b 分别代表光信号发射装置和光信号接收装置。装置 6a 产生和/或发射光信号，该光信号进入到光路 1f，并且经过由偏振扰频装置 1a、感应装置 1b 和偏振装置 1c 定义的光路传输，并最终部分地或全部地由所述偏振装置 1c 吸收。离开偏振装置 1c 的结果光信号被接收装置 6b 接收和/或收集。例如，发射装置 6a 可能包括与激光源连接的电流或电压发生器。同样，接收装置 6b 可能包括放大的光电检测器，其具有伴随了一低噪声放大器的光电二极管。然而，许多解决方案可能适于产生进入到光路 1f 的光信号的目的以及接收离开所述光路 1f 的光信号的目的。对本发明来说，只有电流或电压信号转换成进入到传感器 1 中的光信号 2a，以及离开传感器 1 的光信号 2b 被转换成电流或电压信号是必要的，以便结果电流和/或电压信号可被用来详细说明检测作用于传感器 1 上的力 5 的目的。

下面将结合图 2a 和 2b 分别描述适合于与本发明的光学传感器结合使用的发射装置和接收装置。

图 2a 中描述的发射装置 6a 包括电压源 7a、可变电阻器 7b 和光发射激光装置 7c。这样，流经电路并且进入到激光装置 7c 的电流被转换成适于进入如图 1a 和 1b 所描述的光学传感器 1 的光信号。同样，图 2b 描述的接收装置 6b 包括电压源 7a、电阻器 7b 和将入射光信号转换成电流信号的光电二极管 7d。结果电流可以通过测量装置 7e 被测量。然而，值得注意的是图 2a 和 2b 描述的发射装置 6a 和接收装置 6b 分别只代表两个适用于与本发明的传感器结合使用的装置可能例子。当然在不背离本发明范围的条件下，可以使用本领域公知的替代的或不

同的解决方案。例如，根据环境，光信号可以被转换成电压信号，并且电压测量装置 7e 可以被用来测量输出电压信号。

如上所述，为了依靠本发明的光学传感器实现力的测量和/或检测的目的，用偏振扰频装置装备所述光学传感器是可取的，其中该偏振扰频装置适于改变进入到光路 1f 并且平行或垂直于偏振装置 1c 的偏振轴离开所述偏振扰频装置的光信号的偏振偏振扰频装置。下面将结合图 2c 公开与本发明的光学传感器结合使用的偏振装置的例子，其中在先前图中已经描述过的组成部分将使用相同的参考编号。

在图 2c 所描述的例子中，其中所描述的偏振扰频装置 1a 包括若干光纤 1f 的环 1aa。此外，偏振扰频装置 1a 包括一些盘 1ab。例如，盘 1ab 可以是金属盘。然而根据环境，可以使用其它材料的盘，如玻璃树脂盘。每个盘 1ab 包含一个或多个光纤 1f 的环 1aa。例如，为了将光纤环 1aa 安装在相应的盘 1ab 上，光环 1aa 可能被嵌入到盘 1ab 中，这尤其适用在树脂玻璃 1ab 的情况下。或者，根据环境（如盘 1ab 的材料）为了将光纤环 1aa 安装到相应盘 1ab 上，可以采用其它的解决方案。例如，在金属盘的情况下，光纤环 1aa 可粘到金属盘 1ab 上。在图 2c 中每个金属盘 1ab 都沿着预定的旋转轴旋转。特别地，在图 2c 的情况下，盘 1ab 的每个沿着基本平行于光纤 1f 的轴或至少在光信号穿过光纤 1f 的传输方向上旋转。因此，旋转一个或多个盘 1ab，那么固定在其上的相应光纤环将会影响到离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振。因此导致通过简单地同时或不同时旋转一个或多个光学盘 1ab 来选择离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振是可能的。因此使得离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振平行于预定方向是可能的。特别地，使

得离开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振平行或垂直于图 1a 或 1b 中描述的偏振装置 1c 的的偏振轴是可能的。特别地，可以通过适于此端的自动装置手动（用户操作传感器）或自动地使用或实现旋转一个或多个盘 1ab。然而这些自动装置未落入本发明的范围中，因此不再详叙。值得注意的是本领域公知的每个自动装置可以被用来旋转图 2c 中偏振扰频装置 1a 的一个或多个盘 1ab。

下面将结合图 3a 和 3b 描述本发明传感器进一步的实施例，这里在先描述的相应或相同部分使用相同的参考编号表示。

图 3a 描述的传感器与图 1a 和 1b 描述的传感器大体对应，因此包括并且光路 1f（光纤）、偏振扰频装置 1a（最终包括所述光纤 1f 的一个或多个环 1aa）、感应装置 1b（最终包括所述光纤 1f 的一个或多个环 1bb）和偏振装置 1c。然而，图 3a 描述的传感器不同于上面图 1a 和 1b 公开的传感器，在于图 3a 和 3b 的传感器装备有尤其适合于传感和/或检测旋转和/或扭转力 5 的感应装置 1b。最后，图 3a 和 3b 的感应装置 1b 包括一个或多个紧紧固定在旋转盘 1bp 上的光纤环 1bb。例如，如图 3b 所描述的，一个或多个光纤环 1bb 可嵌入到盘 1bp 中。然而，根据环境其它解决方案是可能的，例如，通过粘合将一个或多个光纤环 1bb 固定到盘 1bp 上。离开盘 1bp 的一个或多个光纤环 1bb 的两个相反末端部分分别被固定在光纤 1f 相应的固定点 4a 和 4b 上。在力 5 旋转盘 1bb（见示例图 3b）的情况下，穿过感应装置 1b 的光信号的传输将被改变。特别地，离开感应装置 1b 的光信号至少某些成分的偏振将会不同于进入到光纤 1f 和离开偏振扰频装置 1a 的光信号 2a 的相应成分的偏振。因此，如果有相似于图 1a 和 1b 描述的传感器的方法，使离

开偏振扰频装置 1a 的光信号的偏振变为平行或垂直于偏振装置 1c 的偏振轴，离开感应装置 1b 的光信号的至少某些成分的偏振将不再平行或垂直于偏振装置 1c 的偏振轴，因此，在力 5 移置盘 1bp 的情况下，光信号 2b 将在光学传感器 1 的输出中被收集，不同于在没有任何作用在盘 1bp 上的力而收集的光信号。特别地，在光信号 2a 的偏振变为平行于偏振装置 1c 的偏振轴的情况下，光信号 2b 将在传感器的输出中被收集，该光信号的强度或功率将低于在没有任何作用在传感器上的力而收集的光信号 2b 的强度和功率。相似地，在进入光路 1f 的光信号 2a 的偏振变成与偏振装置 1c 的偏振轴呈八角形的情况下（没有任何力作用在该传感器上），在力 5 作用于盘 1bp 的情况下光信号 2b 将在光学传感器的输出中被收集，其强度将高于在没有力作用于传感器之上时收集的光信号。

当然，实现图 3a 和 3b 的光学传感器的测量装置的设计可以与实现图 1a 和图 1b 中描述的光学传感器的测量装置的设计相对应。因此，参考图 1b 和相应内容来了解关于实现图 3a 和 3b 的光学传感器的测量装置的更多细节。

下面结合图 4a 和 4c 描述本发明的传感器的进一步的例子。在图 4a 和 4b 中，传感器的在先前的图中描述过的部分和/或特征使用与前相同的参考编号。

图 4a、4b 和 4c 中描述的光学传感器的特征使得该光学传感器区别于上面图 1a 和 3a-3b 公开的再次涉及到光学传感器的感应装置 1b 的光学传感器。图 4a-4c 中描述的光学传感器 1 的所有其它组成部分与先前描述的光学传感器的部分基本对应。在图 4a-4c 的光学传感器的情况

下，感应装置 1b 包括若干嵌入在两个刚性盘之间的光纤环 1bb (图 4b 中有 3 个)。特别地，图 4c 描述了三个光纤环 1bb 嵌入在上面的盘 1bu 和下面的盘 1bl 之间的例子。例如，上面的盘 1bu 和下面的盘 1bl 可以是金属盘。然而，也可以使用给予盘 1bu 和盘 1bl 足够刚性的材料。图 4c 描述的组装使得感应装置 1b 尤其适合相似力的压力的测量。作用在感应装置 1b 上 (作用在上面的盘 1bu 或下面的盘 1bl) 的压力 5 使得刚性盘 1bu 和 1bl 中的一个或全部发生微小形变。这些微小形变又引起光纤环 1bb 之一的相应微小形变。因此，如在上面公开的关于图 1a 和 3a-3b 的光学传感器上指出的考虑同样适用。事实上，一个或多个光纤环 1bb 的微小形变导致穿过感应装置 1b 的光信号的传输被改变。特别地，由于作用在所述光学装置 1b 上的压力 5，穿过感应装置 1b 的光信号的偏振将被改变。如上所述，图 4b 和 4c 中描述的感应装置的组装使得图 4a 的光学传感器 (用这些感应装置装备) 尤其适合压力的测量。特别地，这归因于作用在大区域之上的压力可以被检测到，所述区域的范围依赖于光纤环 1bb 的数量和长度。此外，感应装置的灵敏度也可通过适宜地选择光纤环 1bb 的数量来定义。当然，在图 4a-4c 描述的传感器的情况下，如关于在前面图 1a 和 3a 和 3b 中描述的光学传感器指出的考虑 (涉及到在传感器输出中收集的光信号与作用于传感器上的力之间建立关系的可能性) 同样适用。因此，为清楚起见，这些考虑在此不再重复。

图 4d 描述了在图 4a-4c 的光学传感器的输出收集的数据的例子。

从图 4d 中显然可见，在没有任何力作用于传感器时，离开传感器的光信号的功率基本为零。相反，在有压力作用在传感器上的情况下，

离开传感器的光信号的功率上升至 30 和 35dB 之间的值。因此，由图 4d 可见，图 4a 的光学传感器尤其适合用作工业压力传感器，例如计件或在交通控制应用的情况下计数穿过某一区域的车辆数目，或在反入侵系统中检测进入敏化区域的人。

下面将结合图 5a、图 5b 和图 5c 描述适于在本发明的光学传感器中实现的感应装置的进一步的例子。再次地，在图 5a、图 5b 和图 5c 中与在先前图中描述的组成部分相同的组成部分，将使用相同的参考编号。

在如图 5a、图 5b 和图 5c 描述的情况下，四个光纤环 1bb 嵌入到混凝土梁 1bc 中（尤其见图 5b）。这个组装使得图 5a、图 5b 和图 5c 中的感应装置 1b 尤其适于负荷各种重量从而记录由于作用在混凝土梁 1bc 上的力 5 而造成的所述混凝土梁 1bc 的形变。混凝土梁 1bc 的可能形变特别描述在图 5a 和 5b 中。嵌入到混凝土梁 1bc 的光纤环的数量可以根据环境和感应装置 1b 所要达到的灵敏度而被选择。此外，混凝土梁 1bc 的材料也可根据环境和要实现的测量而选择。

图 5d 描述了本发明的光学传感器的测量能力的例子，该光学传感器由图 5a-5c 公开的感应装置 1b 装备，但是为了示范的目的被嵌入到树脂玻璃梁中。特别地，图 5d 描述了输出读数（即在光电检测器处输出的电压）和涉及增加/减少负载的四个环的应用重量来评价系统的再现性和可靠性。图 5d 描述的曲线的基本符合证明了系统的高可再现性。在这方面，值得注意的是小的线性偏移主要由于梁 1bc 的使用材料，而不是传感器本身的本质属性造成的。

下面将结合图 6a 和 6b 描述适于实现本发明的光学传感器的相应测量装置的两个例子。

在图 6a 中，参考编号 6a 代表适于发射光信号的相应发射装置。例如，发射装置 6a 可能是图 2a 中描述的种类。值得注意的是图 6a 中的光源也可以由一个跟随有满足所有传感臂的合适功率分配器的单一发射装置制造。参考编号 1 代表光学传感器。这些光学传感器可以是上面描述的任何种类。此外，不同的光学传感器可用于开发相应不同的测量的目的。例如，图 6a 的某些传感器 1 可以是图 3a 和图 3b 描述的适于检测扭矩和/或旋转力的种类。此外，图 6a 的某些传感器 1 可以由上面图 4a-4c 描述的感应装置装备，所述感应装置尤其适合于检测压力。最后，图 6a 的某些传感器 1 可以由图 5a-5c 描述的感应装置种类装备，因此尤其适合检测结构形变。在图 6a 中，参考编号 6b 代表接收装置，例如图 2b 所描述的那类接收装置。此外，参考编号 9 代表电压或电流放大器，而参考编号 10 代表适于将电流或电压信号转换为数字信号的装置（如数字捕获板 DAQ）。最后，参考编号 11 代表适于精细数字数据的计算单元。由发射装置 6a 发射出的光信号进入到光学传感器 1 中，然后由于作用于传感器上的力光信号被改变，接着其被接收装置 6b 接收。结果输出电流和/或电压信号由放大器 9 收集，充分地放大到预定值然后被过滤。放大的信号接着由装置 10 转换成数字信号并且被传输到计算单元（如 PC）。这样，若干传感器可以被同时控制，因此，设计传感器和/或传感器的复杂网络是可能的。此外，程序可以评价测量结果，绘制力随着时间变化的图，并且如果标定增加超过预定的界限则发出警告。此外，使用合适的软件就可以通过 WEB 使用标准协议，如 TCP/IP 来轻松的控制传感器。

在图 6b 中，使用了大量与电压源 7a 和电阻器 7b 串联的激光装置 7c。因此，激光装置 7c 结合电压源 7a 和电阻器 7b 清楚地定义了图 2a 中描述的多通道发射装置。在操作中，由激光装置 7c 发射的光信号进入到相应光学传感器 1 中，并且在作为作用于传感器上的力的结果被改变之后，被二极管 7d 收集，然后转换成电流或电压信号。离开二极管 7d 的结果电流或电压信号接着被放大器 9 放大并且过滤，传送到转换装置 10，在那里它们被转换成数字信号，并且最终传送到计算单元 11，在其中它们被适当地详细描述。图 6b 与图 6a 的设置之间最重要的区别涉及到激光装置 7c 之一（图 6b 最下面那个）直接与相应二极管 7d 相连这个事实。这个方案特别适于补偿光源波动的检测和/或测量，以便于增加检测和/或测量装置的分辨率。这尤其归因于图 6b 的最低空闲装置发射的光信号不受传感器（或作用于所述传感器的任何力）影响和不被传感器改变，而是直接被传输到相应二极管 7d 这个事实。这个空闲装置 7c 和相应二极管 7d 经历了与测量设备的其它通道同样的波动，因此可被用作参考结果或参考点。该方案已证实给出非常准确的结果而无需额外更昂贵的光学元件。然而，依赖环境，通过从监控器光电二极管读出输出电流可以得到更准确的结果，该监控器光电二极管通常包含在激光二极管组合件中，或有一个额外的连接器为监控的目的减少来自光源的一小部分光。假设各种传感器大致在同一温度上，使图 6b 的测量装置的另一通道专用于从虑及温度效果补偿的低成本商业集成温度传感器（如类似于模拟设备的 TMP35）获取环境温度是可能的。更多的活性的补偿不仅包含温度影响而且包含湿度、多余的张力、龄期等，这些能够通过连接参考激光装置到其光电二极管而获得，以便连续的参考光纤与监控光纤平行。

总之，本发明的光学传感器的上述内容克服或至少最小化本领域公知的影响传感器的缺点。特别地，本发明的光学传感器对横力（压力）和旋转力（扭矩）以及结构形变有可靠的探测能力。此外，本发明的光学传感器既可以检测和/或测量作用在单一点的力由可以检测和/或测量作用在相应多点上的多个力。

此外，本发明的光学传感器尤其适合于临界环境下的应用，如在电磁干扰工业建筑物中，在高度可燃材料的存储区域和雷暴期间暴露于静电放电的建筑物中。没有流经传感器的电流可能对于避免电击致死风险的生物医学和监控不能着火的纪念碑及艺术品的应用是理想的。特别地，本发明的光学传感器已经被证实当用在如反侵入系统（使用传感器检测压力的突然变化，如由人在装备了所述传感器的敏化地毯上工作引起的，或由锤子敲击窗子引起的）、工业压力测量（如计件或在交通控制应用的情况下计数通过某个区域的车辆数目）、扭矩/旋转测量（如检测阀的开口或用在高可燃气体的管道中压力的缺少）、结构形变测量（如混凝土梁的形变或合成材料表面的形变）的应用时尤其有用。

特别地，通过使用石英光纤已经获得了极好的结果。然而，为了开发或实现本发明的光学传感器的目的，可以使用不同的光纤。

虽然结合特殊实施例描述了本发明，但可以理解本发明不局限于描述的特殊实施例，在不背离所附的权利要求中定义的本发明范围的前提下，可以引进各种修改到描述的实施例中。

---

例如, 根据环境, 所有上述实施例中的噪声抑制属性可以通过使用公知的基于光源 6a 的调制的锁定技术, 通过仅与调制信号同步的信号元件的接收端的选频放大率进行改进。这可通过不同的方法实现, 使用专用的电子电路或适当的软件对采集的数据的详细描述。

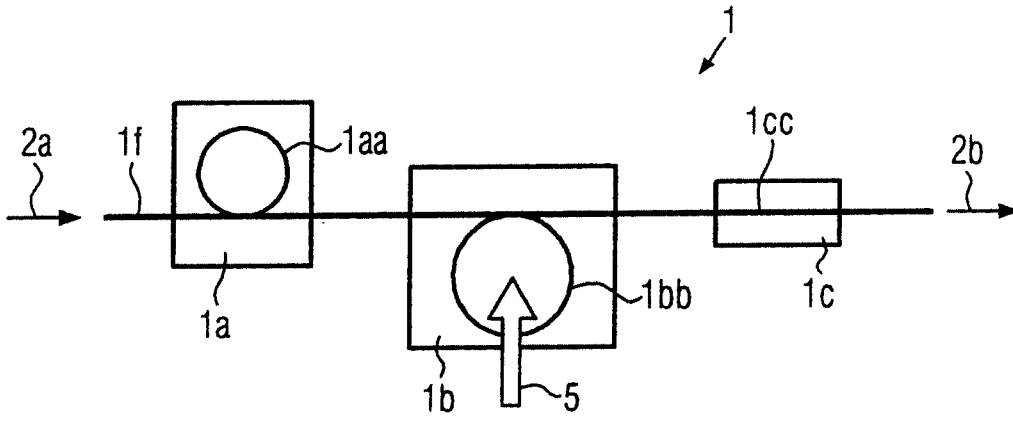


图 1a

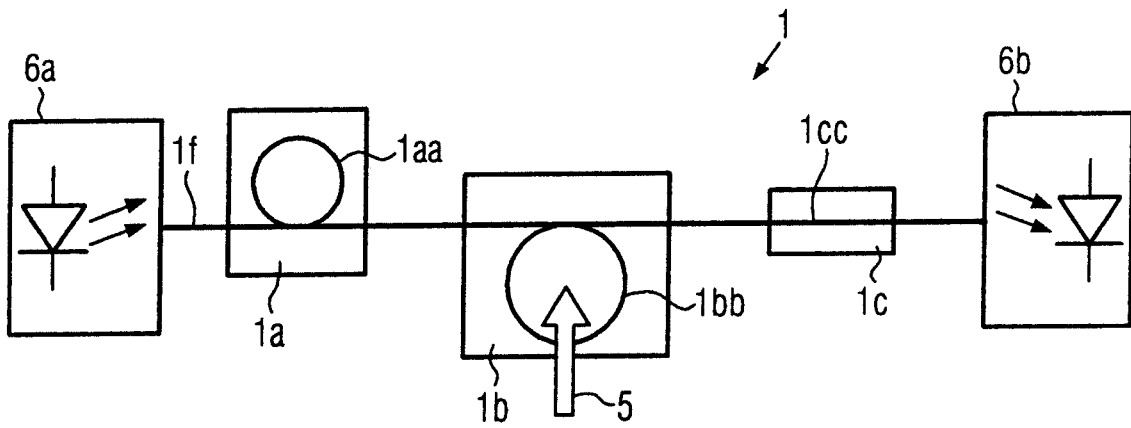


图 1b

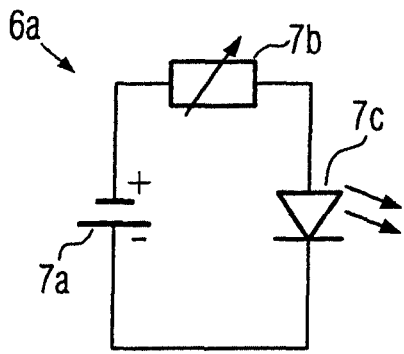


图 2a

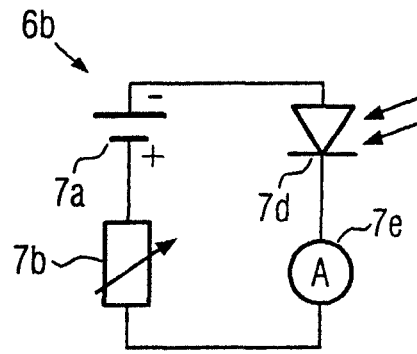


图 2b

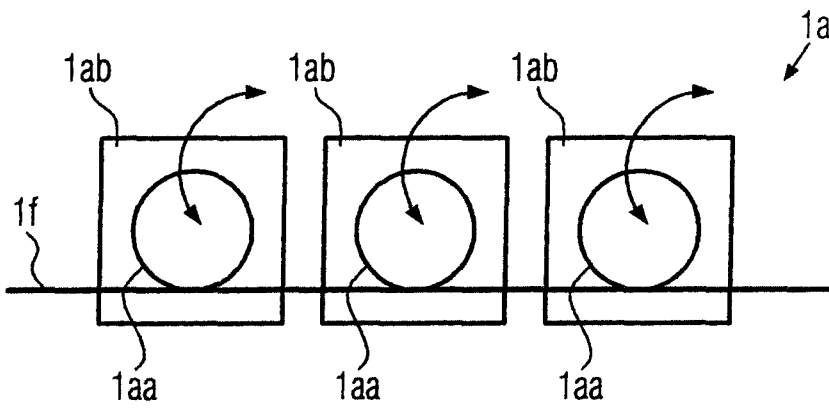


图 2c

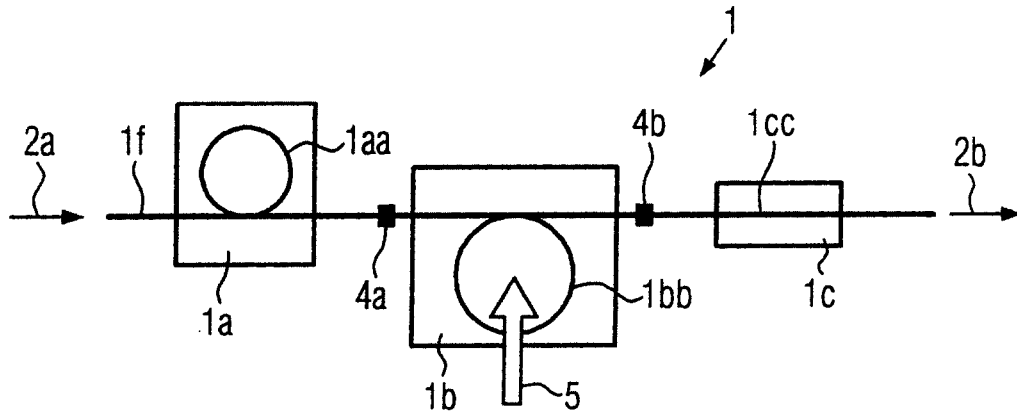


图 3a

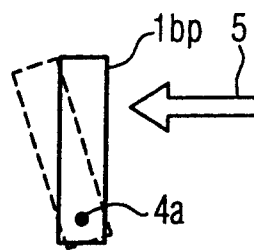


图 3b

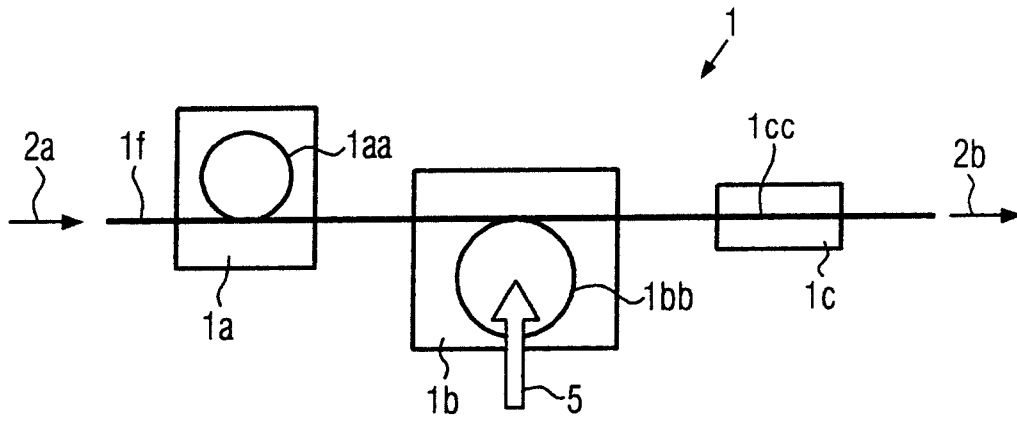


图 4a

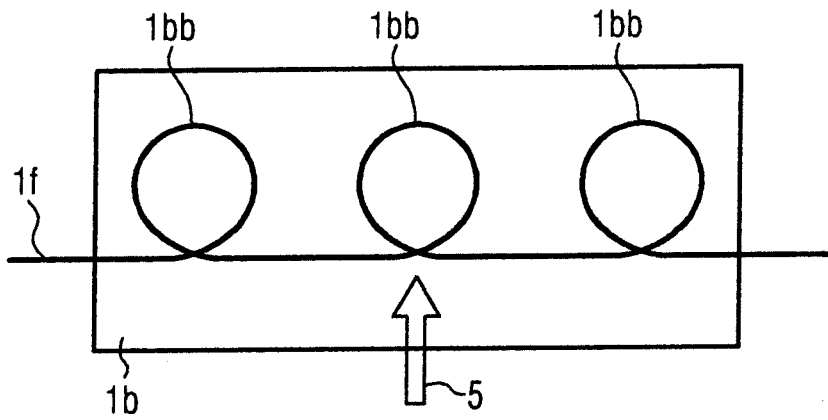


图 4b

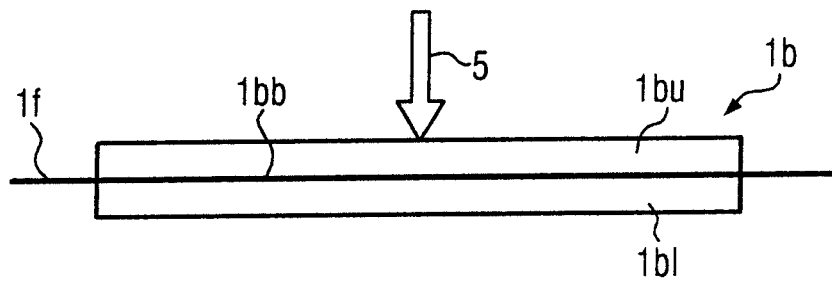


图 4c

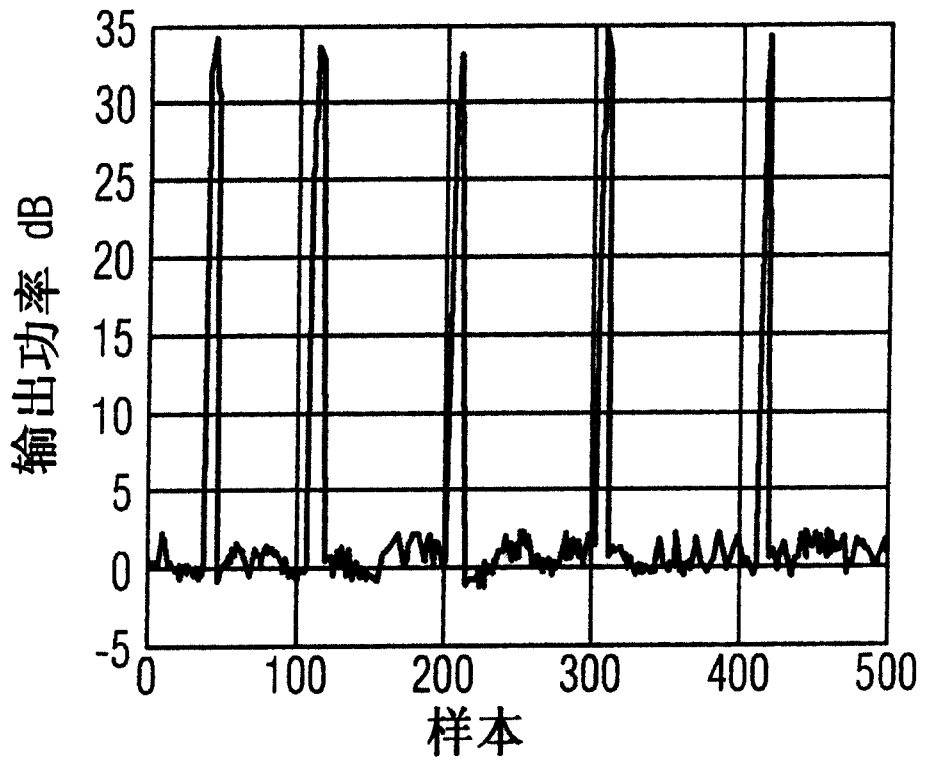


图 4d

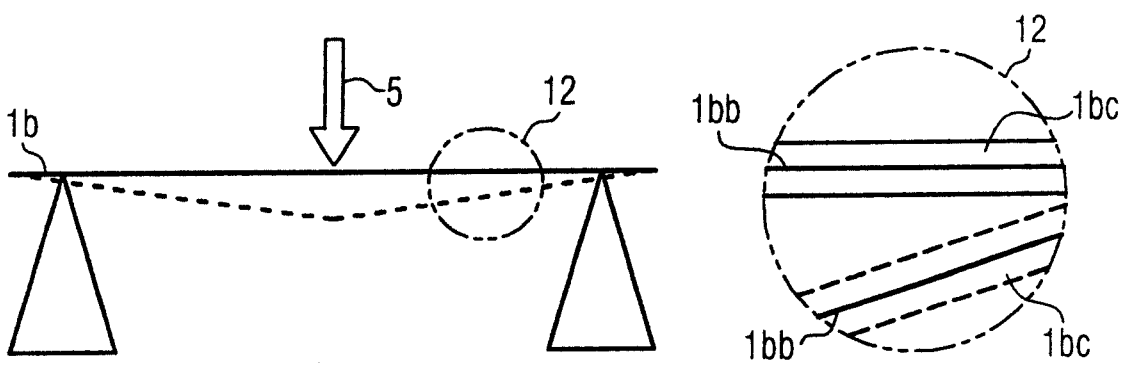


图 5a

图 5b

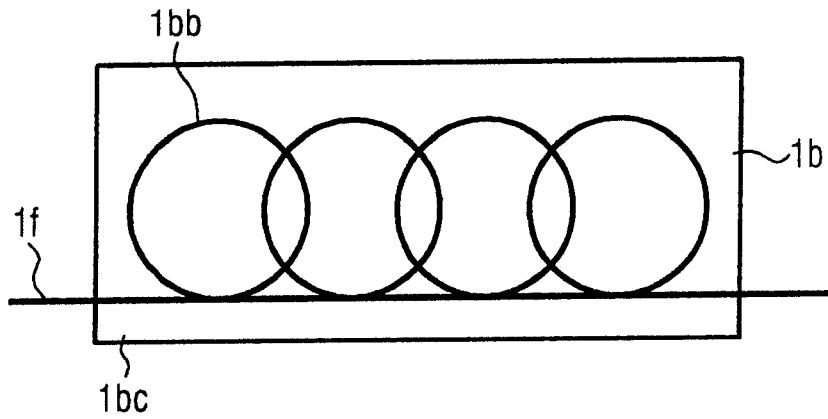


图 5c

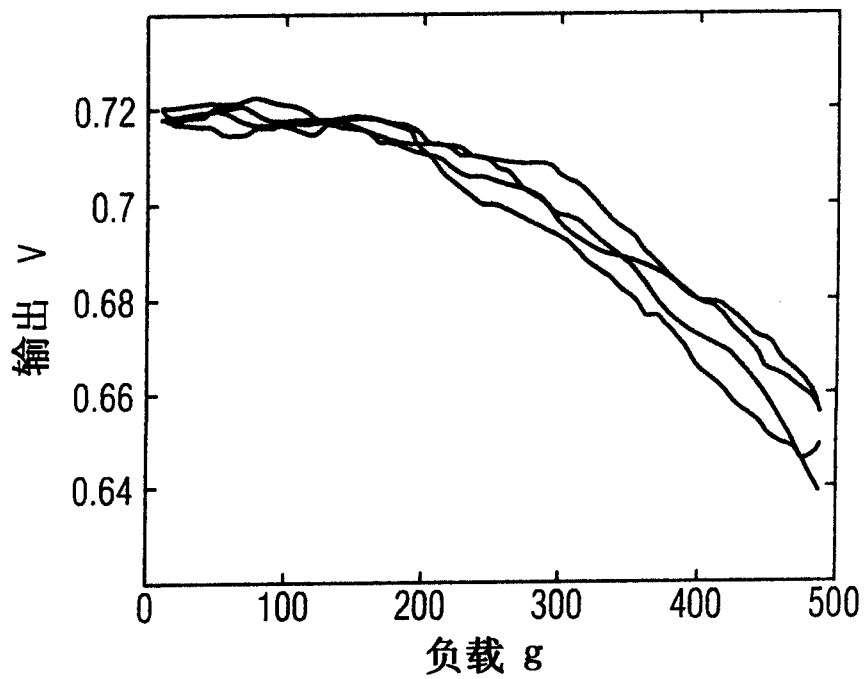


图 5d

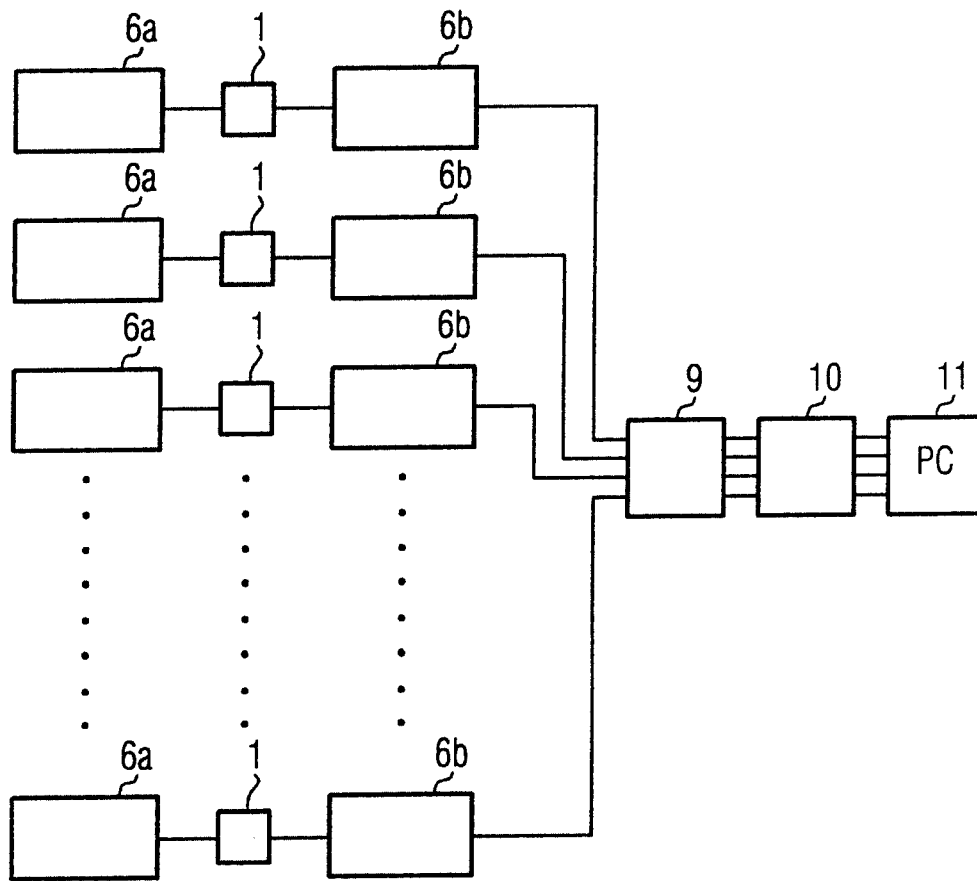


图 6a

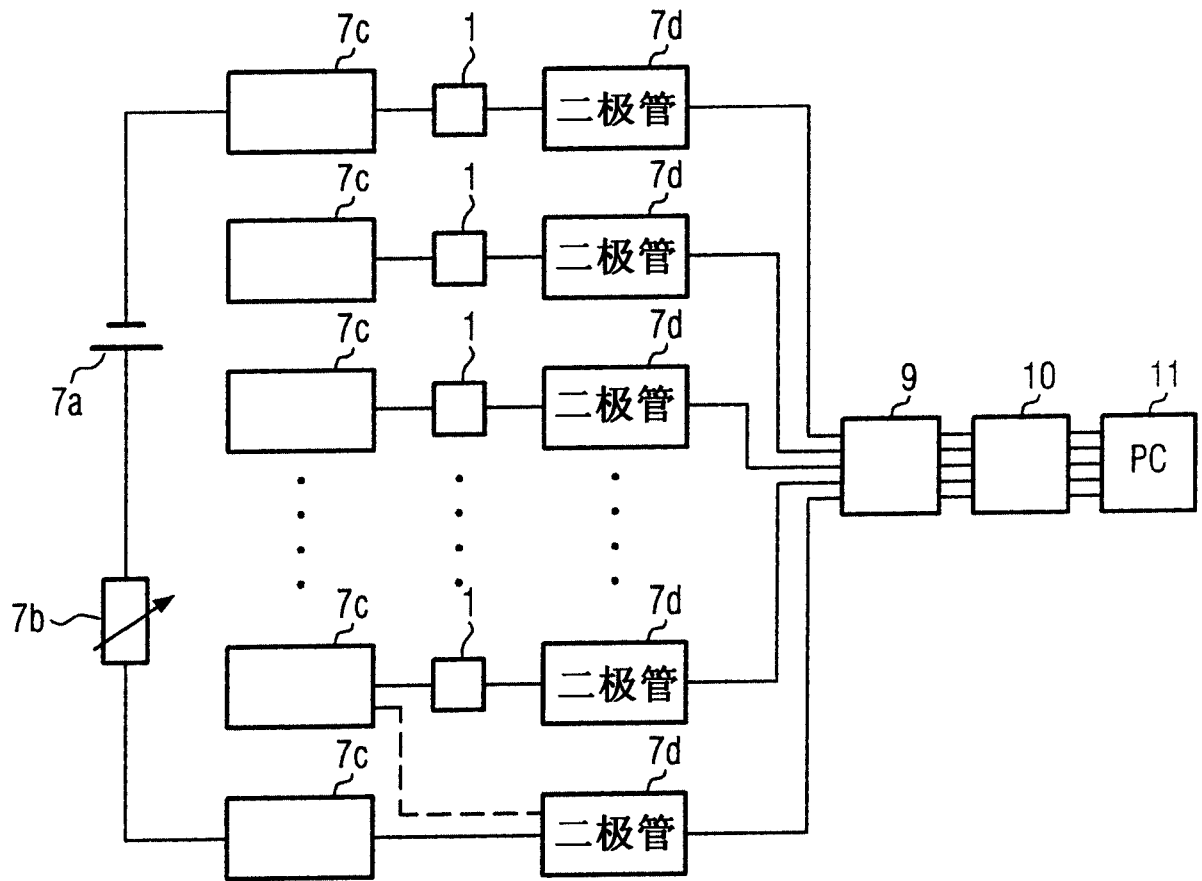


图 6b