



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101636646 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 23

(21) 申请号 200780047376. 6

G01K 15/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 12. 19

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

60/875, 719 2006. 12. 19 US

11/978, 538 2007. 10. 29 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2007/004148 2007. 12. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02008/075197 EN 2008. 08. 21

(73) 专利权人 维保监测系统公司

地址 加拿大魁北克省

(72) 发明人 马蒂厄·克卢捷 琼·普罗诺沃斯特

马里厄斯·克卢捷

(74) 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理

有限公司 11225

代理人 黄威

(51) Int. Cl.

G01K 5/00 (2006. 01)

G01K 5/48 (2006. 01)

审查员 李佳锐

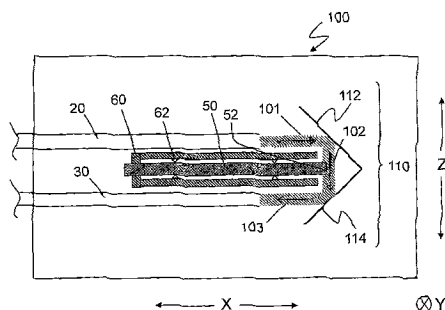
权利要求书3页 说明书11页 附图12页

(54) 发明名称

光纤温度传感器

(57) 摘要

本发明温度传感器能够在电磁和 / 或电气环境如发电机、电动机及变压器中运行和 / 或能够在振动情况频繁或持续的环境中运行, 其包含至少一光发射光纤、一光接收光纤及随温度变化可变地掩蔽所发射的光的非导电可膨胀物体。光接收光纤将光强度及光强度变化传给包括光度计和光 - 温度计算设备的电子装置。



1. 温度传感器,包括:

发射光的传送器;

布置成接收从所述传送器发射的光的第一接收器;

布置为干涉沿传送器和第一接收器之间的光通路传输的光的温度敏感元件,其中所述温度敏感元件可变地干涉传送器所发射光的至少一部分以改变第一接收器接收的光的强度,其中第一接收器接收的光的强度随温度敏感元件的尺寸变化而变化,而温度敏感元件的尺寸随着温度敏感元件的温度变化而变化;及

连接到传送器和第一接收器的电子装置,该电子装置包括基于反馈环路并使用参考信号控制从传送器发射的光的强度的驱动器,及其中该电子装置包括至少一分析第一接收器接收的光的强度变化并输出至少一信号的发光强度分析器。

2. 根据权利要求1的温度传感器,其中传送器和第一接收器是光纤。

3. 根据权利要求1的温度传感器,其中温度敏感元件是不导电元件。

4. 根据权利要求1的温度传感器,其中温度敏感元件具有随所述温度变化成比例改变的几何形状。

5. 根据权利要求1的温度传感器,其中所述电子装置基于第一接收器接收的光的光强度变化确定温度敏感元件的温度变化。

6. 根据权利要求1的温度传感器,还包括:

布置在第一接收器旁边的第二接收器,其中第二接收器接收来自传送器的光部分,及其中由第二接收器接收的光部分与温度敏感元件的温度变化完全无关。

7. 根据权利要求6的温度传感器,还包括:

连接到第二接收器的、用于校准所述传感器的第二检测器。

8. 根据权利要求7的温度传感器,其中第二检测器使能在由至少下述之一引起的漂移方面校准传感器:传感器老化、室温变化、及传送器或第一接收器的光传导率变化。

9. 根据权利要求1的温度传感器,其中传送器直接面向第一接收器,及其中传送器和接收器之间的光通路是传送器和第一接收器之间的间隙。

10. 根据权利要求1的温度传感器,还包括:

布置成将从传送器接收的入射光反射到第一接收器的靶。

11. 根据权利要求10的温度传感器,其中靶包括具有第一面和第二面的两面反射镜,其中第一面和第二面相对于彼此成大约90度角布置,第一面从传送器接收大约为45度的第一入射角的入射光并将该入射光以大约45度的第二入射角反射到第二面上,第二面将从第一面接收的入射光反射到第一接收器。

12. 根据权利要求10的温度传感器,其中靶至少包括下述之一:曲面反射镜和平面反射镜,其中当靶是平面反射镜时,传送器相对于第一接收器成角。

13. 感测温度的方法,包括:

提供发射光的传送器;

提供接收从传送器发射的光的第一接收器;

利用温度敏感元件使从传送器发射的光的至少一部分在光由第一接收器接收之前被可变地干涉,其中可变地干涉的光部分根据温度敏感元件的尺寸变化而变化,而温度敏感元件的尺寸随着温度变化而变化;

使用参考信号根据反馈环路控制从传送器发射的光的强度 ; 及
分析由第一接收器接收的光的强度变化以确定温度变化。

14. 根据权利要求 13 的方法, 还包括 :

使参考信号由第二接收器接收, 其中参考信号与所述温度变化完全无关。

15. 根据权利要求 13 的方法, 还包括 :

提供从传送器接收入射光并将该光反射到第一接收器的靶。

16. 温度传感器, 包括 :

发射光的传送光纤 ;

反射从传送光纤接收的入射光的反射镜 ;

布置成接收从反射镜反射的光的接收光纤 ;

位置为干涉沿传送光纤和接收光纤之间的光通路传输的光的温度敏感元件, 其中所述温度敏感元件可变地干涉从传送光纤发射的光的至少一部分以改变接收光纤接收的光的强度, 其中接收光纤接收的光的强度随温度敏感元件的尺寸变化而变化, 而温度敏感元件的尺寸随着温度敏感元件的温度变化而变化 ; 及

连接到传送光纤和接收光纤的电子装置, 该电子装置包括基于反馈环路并使用参考信号控制从传送光纤发射的光的强度的驱动器, 及其中该电子装置包括至少一分析接收光纤接收的光的强度变化并输出至少一信号的发光强度分析器。

17. 根据权利要求 16 的温度传感器, 其中反射镜包括具有第一面和第二面的两面反射镜, 其中第一面和第二面相对于彼此成大约 90 度角布置, 第一面从传送光纤接收大约为 45 度的第一入射角的入射光并将该入射光以大约 45 度的第二入射角反射到第二面上, 第二面将从第一面接收的入射光反射到接收光纤。

18. 根据权利要求 17 的温度传感器, 其中反射镜至少包括下述之一 : 单一平面反射镜和曲面反射镜。

19. 根据权利要求 16 的温度传感器, 还包括 :

从传送光纤接收部分光的参考光纤, 其中由参考光纤接收的光部分与温度敏感元件的温度变化完全无关。

20. 感测温度的方法, 包括 :

提供发射光的传送光纤 ;

提供反射从传送光纤接收的光的反射镜 ;

提供接收从反射镜反射的光的接收光纤 ;

利用温度敏感元件使从传送光纤发射的光的至少一部分在光由接收光纤接收之前被可变地干涉, 其中可变干涉的光部分根据温度敏感元件的尺寸变化而变化, 而温度敏感元件的尺寸随着温度变化而变化 ;

使用参考信号根据反馈环路控制从传送光纤发射的光的强度 ; 及

分析由接收光纤接收的光的强度变化以确定温度变化。

21. 根据权利要求 20 的方法, 还包括 :

提供从传送光纤接收部分光的参考光纤, 其中由参考光纤接收的光部分与温度敏感元件的温度变化完全无关。

22. 温度传感器, 包括 :

外壳；

位于外壳上的连接接口；

位于外壳中的、发射光的传送器；

位于外壳中的、接收从传送器发射的光的接收器；

位置为干涉沿传送器和接收器之间的光通路传输的光的温度敏感元件，其中该温度敏感元件可变地干涉传送器所发射的光的至少一部分以改变接收器接收的光的强度，其中接收器接收的光的强度根据温度敏感元件的尺寸变化而变化；而温度敏感元件的尺寸随着温度敏感元件的温度变化而变化；及

连接到传送器和接收器的电子装置，该电子装置包括基于反馈环路并使用参考信号控制从传送器发射的光的强度的驱动器，及其中该电子装置包括至少一分析接收器接收的光的强度变化并输出至少一信号的发光强度分析器。

光纤温度传感器

[0001] 相关申请交叉引用

[0002] 本申请要求 2006 年 12 月 19 日申请的美国临时专利申请 60/875,719 和 2007 年 10 月 29 日申请的美国专利申请 11/978,538 的优先权,这两个优先权申请均通过引用组合于此。

技术领域

[0003] 本申请涉及温度感测领域,尤其涉及在电磁和 / 或电气环境及工业机器中使用光纤温度传感器进行温度感测的方法和装置。

背景技术

[0004] 电机(如发电机、电动机、变压器等)中的温度测量和监控由于存在电磁场和 / 或机械振动而需要特殊预防措施。具体地,在位于这些机器内或附近的温度感测头部分中应避免金属或导电零件的存在,尤其在监控发电机和 / 或电动机的定子条的温度或变压器线圈的温度时更是如此。通过改变电场通路,金属或导电组件还可产生局部放电。

[0005] 此外,在这样的电磁环境中进行温度监控还需要长时间可靠的传感器以避免任何类型的故障报警,该故障报警成本高昂。进一步地,由于传感器通常预期在振动条件下运行,这些温度传感器应表面粗糙及防振动。

[0006] 对于这些应用,将要测量的温度通常低于 200℃。由于大量传感器通常不得不位于机器的各个部分中,监控成本如安装、测量、维护及修理成本应最小化且这些传感器应尽可能小和尽可能最低程度的干扰。

[0007] 利用光纤的温度传感器可将温度变化变换为光变化,之后,光变化可由远离传感器头及远离电磁环境的光电和 / 或电子装置进行分析。结合光纤的已知温度传感器的例子在下面描述。

[0008] 授予 Norling 的美国专利 5,031,987(通过引用组合于此)描述了光传感器面向单一光发射和接收光纤的成角端,使得该传感器(由于温度或压力变化)的任何移动均改变折射回光纤的光。为降低系统对冲击和振动的灵敏度,Norling 公开了将磁力闭锁的双金属热带用作传感器元件及与该传感器元件的一端接合的磁铁。在运行中,双金属带随温度变化响应于由磁铁引起的磁吸引力。

[0009] 授予 Mishenko 的美国专利 5,295,206(通过引用组合于此)描述了用于人体的温度传感器,其中小的气隙通过安装在具有不同温度膨胀系数的金属圆筒内的温度敏感棒的相对伸长或退缩而增加或减小。温度敏感棒一端的反射表面将入射的通过光纤发射的光朝向平行且靠近定位的光接收光纤反射。所接收的发射光的变化表示温度变化。然而,在反射光到达接收光纤的精确路途上出现琐碎细节。具体地,在光纤传感器中,不可忽视的反射光量在分隔发射和接收光纤的气体周围传播并导致大量“噪声”,因而影响温度变化灵敏度及温度测量的再现性。此外,光纤的移动可能导致测量的不可再现性。此外,在任何温度和振动条件下必须确保温度敏感棒长时间均处于最小横向摩擦,这要求高机械精度及精细调

节成本。

[0010] 授予 Sawatari 等的美国专利 5,870,511(通过引用组合于此)使用与授予 Mishenko 的美国专利 5,295,206 类似的可变气隙原理。在 Sawatari 的专利中,传感器头具有连接到一光纤端部的传感器外壳。金属反射表面连接到邻近光纤端部的外壳以在反射表面和光纤之间形成具有预定长度的间隙。检测系统也被连接到光纤,其从反射表面所反射光的干涉图确定传感器头处的温度,除了在此关于 Mishenko 专利中公开的设备所述的问题以外,在 Sawatari 专利中还必须考虑分析干涉图的实质成本。

[0011] 授予 Robertson 的美国专利 5,359,445(通过引用组合于此)描述了具有圆柱形外壳的温度传感器,圆柱形外壳随外部温度变化径向伸长或退缩。该外壳包含两根由透明、柔软及组成图案的薄膜分隔的方向相对的光纤,薄膜密封到外壳上并随外壳移动而变形。该传感器可用于测量传感器浸入其中的气体或液体的温度,但似乎不能测量固体的温度,因为其圆柱形外壳的移动及薄膜的图案变形均因其圆柱形基座相对于固体的摩擦而被阻碍,或者至少出现偏差。同样,没有对具有径向分量的振动效应进行预防。

[0012] 其它专利(例如,授予 Dammann 的美国专利 6,960,019 及授予 Belleville 等的美国专利 5,392,117 和 5,202,939,这些专利均通过引用组合于此)公开了光干涉图和 Fabry-Perot 干涉法的分析以提出小的光纤温度传感器。然而,这样的传感器通常需要与复杂、精密及昂贵的干涉分析装置结合使用。

[0013] 因此,需要提供一种小且粗糙的光纤温度传感器,其在电磁和/或振动环境中可有效地用于测量机器或装备的给定部分的温度,及其不需要复杂且昂贵的、用于分析来自传感器的信息的装置。

发明内容

[0014] 根据在此描述的系统,温度传感器包括发射光的传送器及布置成接收从该传送器发射的光的第一接收器。温度敏感元件位于传送器和第一接收器之间的光通路中,其可变地掩蔽传送器所发射光的至少一部分,其中由温度敏感元件可变掩蔽的光部分随温度敏感元件的温度变化而变化。传送器和接收器可以是光纤。温度敏感元件可以是不导电元件。第一检测器可连接到第一接收器以分析由第一接收器接收的光的光强度并基于光强度变化确定温度敏感元件的温度变化。第二接收器可布置在第一接收器的旁边,及第二接收器可接收来自传送器的光的未掩蔽部分,其中由第二接收器接收的未掩蔽光部分与温度敏感元件的温度变化完全无关。第二检测器可连接到第二接收器以用于校准传感器。第二检测器使能在由至少下述之一引起的漂移方面校准传感器:传感器老化、室温变化、及传送器或第一接收器的光传导率变化。电子装置可连接到传送器和第一接收器,其包括基于反馈环路并使用参考信号控制从传送器发射的光的强度的驱动器,及其中该电子装置包括至少一分析第一接收器接收的光的强度变化并输出至少一信号的发光强度分析器。温度敏感元件可具有实质上正比于温度变化进行改变的几何结构。

[0015] 传送器可直接面向第一接收器,及其中传送器和接收器之间的光通路可以是传送器和第一接收器之间的间隙。或者,可布置靶以将从传送器接收的入射光反射到第一接收器。靶可包括具有第一和第二面的两面反射镜,其中第一面和第二面相对于彼此成大约 90 度角布置,第一面从传送器接收大约为 45 度的第一入射角的入射光并将该入射光以大约

45 度的第二入射角反射到第二面上,第二面将从第一面接收的入射光反射到第一接收器。靶可包括曲面反射镜。靶可以是平面反射镜,及传送器可相对于第一接收器成角。

[0016] 进一步根据在此描述的系统,感测温度的方法可包括提供发射光的传送器及提供接收从传送器发射的光的第一接收器。从传送器发射的光的至少一部分在光由第一接收器接收之前被使得可变地掩蔽,其中可变掩蔽的光部分根据温度变化而变化。从传送器发射的光的强度可使用参考信号根据反馈环路进行控制。参考信号可被使得由第二接收器接收,其中参考信号与温度变化完全无关。由第一接收器接收的光可被分析及温度变化可被确定。可提供从传送器接收入射光并将该光反射到第一接收器的靶。

[0017] 进一步根据在此描述的系统,温度传感器包括发射光的传送光纤、反射从传送光纤接收的入射光的反射镜、及布置成接收从反射镜反射的光的接收光纤。温度敏感元件可位于传送光纤和第一接收光纤之间的光通路中,其可变地掩蔽从传送光纤发射的光的至少一部分。由温度敏感元件可变掩蔽的光部分随温度敏感元件的温度变化而变化。反射镜包括具有第一和第二面的两面反射镜,其中第一面和第二面相对于彼此成大约 90 度角布置,第一面从传送光纤接收大约为 45 度的第一入射角的入射光并将该入射光以大约 45 度的第二入射角反射到第二面上,第二面将从第一面接收的入射光反射到第一接收光纤。或者,反射镜可包括至少下述之一:单一平面反射镜和曲面反射镜。可提供参考光纤,其从传送光纤接收未掩蔽光部分,其中由参考光纤接收的未掩蔽光部分与温度敏感元件的温度变化完全无关。

[0018] 进一步根据在此描述的系统,感测温度的方法包括提供发射光的传送光纤、提供反射从传送器接收的光的反射镜、及提供接收从反射镜反射的光的接收光纤。从传送光纤发射的光的至少一部分在光由第一接收光纤接收之前可被使得可变地掩蔽,其中可变掩蔽的光部分根据温度变化而变化。可提供从传送光纤接收未掩蔽光部分的参考光纤,其中由参考光纤接收的未掩蔽光部分与温度敏感元件的温度变化完全无关。

[0019] 进一步根据在此描述的系统,温度传感器包括外壳、位于外壳上的连接接口、位于外壳中的发射光的传送器、及位于外壳中的接收从传送器发射的光的接收器。温度敏感元件可位于传送器和第一接收器之间的光通路中,其可变地掩蔽传送器所发射的光的至少一部分,其中由温度敏感元件可变掩蔽的光部分根据温度敏感元件的温度变化而变化。电子装置可位于外壳中、连接到接收器及连接到连接接口。电子装置可检测在接收器处接收的光、分析接收器处接收的光、及基于光强度变化输出指明温度的信号。

附图说明

[0020] 本发明的实施方式结合几个附图进行描述,其中:

[0021] 图 1 为根据在此所述的系统的光学温度传感器的实施例的示意图。

[0022] 图 2 为根据在此所述的系统的光学温度传感器的传感器头的示意图。

[0023] 图 3 为根据在此所述的系统,图 2 中所示传感器头的不同定向的示意图。

[0024] 图 4 为根据在此所述的系统,从入射光角度看见的两面反射镜组合到传感器头内的示意图示。

[0025] 图 5 为根据在此所述的系统的另一实施例的、包括第三光纤的光学温度传感器的示意图。

[0026] 图 6 为根据在此所述的系统的实施例的传感器头中参考光纤的安排,其中参考光纤布置在接收光纤的旁边。

[0027] 图 7 为根据在此所述的系统的另一实施例的示意性图示,其中从传送光纤发射的光直接由接收光纤接收,而没有介于其间的反射镜。

[0028] 图 8 为根据在此所述的系统的另一实施例的示意性图示,其示出了相对于光纤横向布置的温度敏感元件掩蔽入射光。

[0029] 图 9 为根据在此所述的系统的另一实施例的示意性图示,其示出了光纤和温度敏感元件的另一结构。

[0030] 图 10A 和 10B 为根据在此所述的系统的另一实施例的具有备选结构的传感器头的示意图,其中接收器相对于传送器定向以在由平面反射镜反射时接收从传送器发射的光。

[0031] 图 11A 和 11B 为根据在此所述的系统的另一实施例的具有曲面反射镜的传感器头的示意图。

[0032] 图 12 为根据在此所述的系统的实施例的包括发光强度分析器的光学温度传感器的示意性图示,发光强度分析器可包括温度校准部件,该部件可将发光强度变化变换为温度敏感元件的温度变化。

[0033] 图 13 为根据在此所述的系统的实施例的连接到光学温度传感器的传感器头的电子装置的示意电路图。

[0034] 图 14 为根据在此所述的系统的另一实施例的、连接到光学温度传感器的传感器头的电子装置的示意电路图。

[0035] 图 15、16 和 17 根据在此所述的系统的另一实施例的、用于温度测量的一体式小型传感器的不同方向的示意图。

具体实施方式

[0036] 现在参考附图,附图包括本说明书的一部分并图示所述系统的示例性实施方式。应当理解,在一些情况下,本发明系统的不同方面可能示意性展示或可能扩大或改变以有助于理解本发明系统。

[0037] 图 1 为根据在此所述的系统的光学温度传感器的实施例 10 的示意性图示。光纤 20、30 位于连接到光纤温度传感器头 100 的管道 40 中。管道 40 可以是不透明管道。一根光纤 20 用作光发射器或传送器并连接到光源 22。另一光纤 30 用作光接收器并连接到检测器单元 32 如光度计。光纤温度传感器头 100 附着到需要确定其温度的物体上。或者,在其它实施例中,可能一根光纤既用作传送器又用作接收器。尽管附图中涉及光纤,但可以预见其它光传送器和接收器也可与在此所述的系统一起使用。例如,本发明系统可被构造成使得本发明系统的光传送器为安装在传感器头 100 中的直接光源,而没有光纤介于其间。

[0038] 图 2 和图 3 示出了根据在此所述的系统的光学温度传感器 10 的传感器头 100 实施例的不同定向的图。标为“X”、“Y”和“Z”的维说明图 2 和 3(及其它附图)的相对方向。传感器头 100 包含光纤 20、30 的可被连接在一起并稳固嵌入在传感器头 100 中的部分。光纤 20、30 的端部可面向反射靶,如反射镜 110。光纤 20、30 可刚性固定到反射镜 110 上使得在振动和/或其它运动的情况下光纤 20、30 和反射镜 110 一起移动。在所示实施例中,传感器头 100 具有立方体部分,该部分使传感器头 100 能放在多个位置中从而在靠着将要

测量其温度的物体的表面处是平坦的。在其它实施例中,传感器头可具有至少一平坦边缘,该边缘接触实质上形成配合的物体和 / 或至少一表面或者在某些方面或多或少可与物体物理上对齐。传感器头可包括任何形状,其上具有指示传感器头靠着物体适当定位的标记。传感器头可根据应用条件按需形成适当大小。

[0039] 给定发光强度的光从光源 22 传播、通过光纤 20 并沿光通路 101 照在反射镜 110 的第一反射表面 112 上。反射镜 110 的第一反射表面可与入射光的光通路 101 形成约 45 度角。之后,入射光以大约 90 度角沿光通路 102 反射到反射镜 110 的第二反射表面 114 上,第二反射表面与反射镜 110 的第一反射表面 112 形成约 90 度的正交平面。如下所述,可布置具有预定热性质的元件以响应于温度阻碍和 / 或干涉沿光通路 102 传输的光的至少一部分。反射镜 110 的第二反射表面 114 上的入射光再次沿光通路 103 反射为与初始入射光平行但方向与初始入射光相反的光。可定位第二光纤 30 的端部以接收从第二反射表面 114 沿光通路 103 反射的光,由光纤 20 传送的入射光和由光纤 30 接收的反射光之间的发光强度差可被测量。该差可由检测器 32 确定,检测器可以是光度计、光感受器或测量发光强度的其它装置。如本说明书别处进一步描述的,检测器可连接到光 - 温度计算设备。光度计和光 - 温度计算设备可以是光电温度变换器的一部分。应注意,也可使用不同于在此所示的角度。

[0040] 温度敏感元件 50,如由具有预定热膨胀系数的非传导材料制成的刚性带,可位于传感器头 100 中的固定支撑件 60 上,固定支撑件可包括基座和导向臂和 / 或其它接收构件,及其中温度敏感元件 50 具有端部 52,端部 52 部分掩蔽从反射镜 110 的第一反射表面 112 沿光通路 102 反射的光。在所示实施例中,沿光通路 102 的光的部分掩蔽通过温度敏感元件 50 响应于温度变化在 X 方向膨胀或收缩而出现。在实施例中,温度敏感元件 50 的温度增加越多,温度敏感元件 50 对从表面 112 沿光通路 102 反射的入射光的干涉则越多,及由光纤 30 接收的光的强度降低越多。在不同实施例中,由温度敏感元件 50 可变掩蔽的光部分可依照与温度变化大约成线性比例关系地改变、依照温度变化的平方改变和 / 或经一些其它温度关系改变。因此,所述系统将温度变化变换为光强度变化。

[0041] 在于此所述的系统的实施例中,使用反射镜使光纤能平行放置,而不是彼此相对,从而光发射设备和光强度分析可仅定位在温度传感器的一侧上,而不必穿透装备的两相反侧或将要测量其温度的部分。

[0042] 在此所述的系统的安排至少具有下述优点:其可以非常小、可由非传导材料制成、及唯一移动部分是温度敏感元件 50 的热膨胀。为使温度敏感元件 50 的横向侧上的摩擦最小,温度敏感元件 50 可以是具有最小宽度和厚度的细长元件,及其横向接触点可限于最小数量的附于支撑件 60 上的导向器 62。温度敏感元件 50 的端部 52 在接收件 60 外面的悬臂长度也可最小化以消除端部 52 上的振动效应。

[0043] 在此所述的系统有利地包括光发射光纤和光接收光纤并依赖于当光发射光纤发射的光被位于发射和接收光纤之间的光通路上且其尺寸随温度变化的不透明(或半透明)体可变地掩蔽时对接收光纤接收的光强度变化的测量。该系统的优点在于不需要金属或传导件,这使上述温度传感器可在电磁及电气环境中使用,如电机或装备。另外,另一优点在于可只测量光强度变化,这使能使用比干涉分析、Fabry-Perot 分析和 / 或光图象分析更简单、成本更低的光分析设备。例如,根据在此所述的系统,将光强度转换为温度可使用在接

收光纤的另一端运行的简单光感受器进行。

[0044] 图 4 为根据在此所述的系统,从入射光角度看见的、组合在传感器头内的两面反射镜的示意性图示。光照在反射镜 110 的第一反射表面 112 上,形成发光光斑 101a,在来自光纤 20 的光圆柱形投射的情况下光斑可以是圆形。光纤 20 和反射镜 110 可定位成入射光产生发光光斑 101a,该光斑继而反射在反射镜 110 的第二反射表面 114 上。击在第二反射表面 114 上的光的一部分由于温度敏感元件 50 在 X 方向的移动而被掩蔽,同时光的不同部分被反射为进入光纤 30 的发光光斑 102a。在本说明书中使用的术语“部分”可指一个或多个区域或子集,在多个区域或子集的情况下,其可连接为整体或相互分开。

[0045] 在实施例中,由光纤 20 从光源 22 传送的入射光与光纤 30 接收的反射光之间的发光强度差源自从表面 114 反射并由光纤 30 接收的发光光斑 102a 的大小的增加或减小。光通路 102 上的光的第一量被温度敏感元件 50 掩蔽和 / 或干涉,而光通路 102 上的光的第二量被传送为发光光斑 102a。第一量可反比于第二量,因为当第一量增加时,第二量减小,反之亦然。第一量和第二量的和可以是完全恒定的值。在一些情况下,第一量或第二量可以是零。

[0046] 图 5 示出了在此所述的系统的另一实施例,其展示光纤温度传感器 10', 其中第三光纤 70 可位于管道中并连接到光纤温度传感器头 100'。光纤 70 可以是与接收光纤 30 并排或邻近布置并连接到参考检测器单元 72 的参考光纤,参考检测器单元 72 如光度计可以是与检测器单元 32 同一类型的光度计。如本说明书别处进一步描述的,参考光纤 70 使能对检测器 32 进随时行的光强度测量进行持续重新校准。

[0047] 图 6 示出了参考光纤 70 在传感器头 100' 中的安排,其中参考光纤 70 布置在接收光纤 30 的旁边。参考光纤 70 可被布置成使得无论温度如何,温度敏感元件 50 均不干涉参考光纤 70 接收的光。使用参考光纤 70 的方案使光 - 温度转换变换器能通过持续重新校准连接到光纤 30 的光度计 32 随时进行的光强度测量而校正,其通过考虑由于光度计老化、环境温度变化、连接到光纤 20 和 30 的电子电路的温度变化引起的光灵敏度漂移和 / 或由于光纤老化和 / 或光发射器老化引起的光强度漂移进行,因为这些漂移由参考光纤 70 捕获。

[0048] 图 7 为在此所述的系统的传感器头的另一实施例 200 的示意性图示,其中从传送光纤 220 发射的光由接收光纤 230 直接接收,而没有反射镜介于其间。两根光纤 220、230 中的每一根可使它们的端部之一跨小间隙 254 相互面对。如本说明书别处进一步描述的,光纤 220 可被连接到光源 222,及光纤 230 可将所接收的光传给检测器 232 和 / 或发光强度分析器单元以按本说明书别处进一步所述那样进行发光强度和温度分析。检测器 232 可以是将光强度变换为电流及将电转换为温度的简单光度计。在这种情况下,如本说明书别处所阐释,光强度变化和温度变化之间的关系近似为线性。光纤 220、230 中的至少一根(例如,如图所示光纤 220)可被适当弯曲以使其端部面对其它光纤的端部。

[0049] 温度敏感元件 250,如由具有预定热膨胀系数的非传导材料制成的刚性带,一端 252 固定在固定支撑件 260 上,并使其其它端部依照其热膨胀刺入间隙 254。随着温度敏感元件 250 的长度变化,元件 250 按照其温度变化膨胀到间隙 254 内或从间隙 254 收缩,这引起元件 250 的相应增大或减小。例如,温度敏感元件 250 可干涉从光纤 220 端部出来的入射光使得温度增加越多,光纤 230 接收的光强度减小越多。因此,所述系统将温度变化变换为光强度变化。如本说明书别处进一步所述,将参考光纤组合到该实施例中也是可能的。

[0050] 图 8 为根据在此所述的系统的传感器头的另一实施例 300 的示意性图示,其示出了相对于光纤 320、330 横向布置的温度敏感元件 350 掩蔽入射光。如图 8 中所示,反射镜 310 可包括相对于彼此成 90 度布置的两面 312、314,及温度敏感元件 350 相对于光纤 320、330 横向布置。如本说明书别处进一步所述,将参考光纤组合到该实施例中也是可能的。

[0051] 图 9 是根据在此所述的系统的传感器头的另一实施例 400 的示意性图示,其示出了光纤 420、430、470 和温度敏感元件 450 的另一构型。温度敏感元件 450 成切线地邻接在反射镜 410 的反射镜面 414 上,如本说明书别处进一步所述,元件 450 的端部 452 掩蔽沿光通路 402 的光。如图 9 的说明性实施例所示,光纤 470 是布置在光传送光纤 420 和光接收光纤 430 之间的参考光纤,参考光纤用于接收未因温度敏感元件 450 响应于温度变化的移动阻碍的光。该方案对于遭受机械振动的环境有利,因为温度敏感元件 450 上的悬臂效应被最小化。

[0052] 使用 90 度两面反射镜 410 的另一令人感兴趣的特征(其在图 9 上很明显)在于,如果光纤 420 的端部为圆形,则沿反射镜 410 的表面 412 和表面 414 之间的通路 402 反射的光的截面将为椭圆形。通过适当地限制反射镜面 412 的尺寸,沿光通路 402 反射的光部分可被截为正方形或矩形,使得因温度敏感元件 450 的伸长或回缩引起的光变化相较椭圆截面为更有利的线性变化。

[0053] 根据在此所述的系统,也可使用其它传感器头构型。

[0054] 图 10A 和 10B 为具有备选构型的传感器头 500 的示意图,其中接收器 530 相对于传送器 520 定向以在根据在此所述的系统的另一实施例从平面反射镜 540 反射时接收从传送器 520 发射的光。在图 10A 中,传感器头 500 从一个角度示出,及在图 10B 中,传感器头 500 从与图 10A 中所示垂直的角度示出。平面反射镜 540 可以为不包含角的单一元件。传送器 520 按会聚定向相对于接收器 530 定向,使得从传送器 520 发射的光从反射镜 540 反射一次且所反射的光由接收器 530 接收。如本说明书别处进一步所述,温度敏感元件 550 布置成阻碍或干涉由接收器 530 接收的光的至少一部分。温度敏感元件 550 被示为位于反射镜 540 和接收器 530 之间,然而,在其它实施例中,温度敏感元件 550 可位于传送器 520 和反射镜 540 之间和 / 或传送器 520 和接收器 530 之间和 / 或在此所述的构型的任何组合。在另一实施例中,传送器 520 和接收器 530 可相互邻近定位,如彼此接触,这将减小会聚角。

[0055] 图 11A 和 11B 为根据在此所述的系统的另一实施例的、具有曲面反射镜 640 的传感器头 600 的示意图。在图 11A 中,传感器头 600 从一个角度示出,及在图 11B 中,传感器头 600 从与图 11A 中所示垂直的角度示出。传送器 620 可平行于接收器 630 定位。从传送器 620 发射的光从曲面反射镜 640 反射到接收器 630。如图所示,曲面反射镜 640 可具有相对于传送器 620 和接收器 630 凹的形状。反射镜 640 的其它变形也是可能的。如本说明书别处进一步所述,温度敏感元件 650 布置成阻碍或干涉由接收器 630 接收的光的至少一部分。温度敏感元件 650 被示为位于反射镜 640 和接收器 630 之间,然而,在其它实施例中,温度敏感元件 650 可位于传送器 620 和反射镜 640 之间和 / 或传送器 620 和接收器 630 之间和 / 或在此所述的构型的任何组合。

[0056] 在其它实施例中,一个或多个光变形透镜可位于传送器 620 和 / 或接收器 630 中的任一与曲面反射镜 640 之间以改变反射镜 640 的入射光几何形状和 / 或接收器 630 所接收的反射光的几何形状,该透镜与温度敏感元件 650 结合使用。例如,透镜可将圆形入射光

形状变换为具有细长几何形状的光形状,如平面矩形。这样,接收器所接收的光量可根据温度敏感元件 650 的移动及由透镜引起的变换后的光束形状进行变化。

[0057] 图 12 为具有如本说明书别处进一步所述的类似构件的光学温度传感器 10' 的示意性图示,且另外示出了可包括温度计算元件的发光强度分析器 80,温度计算元件可将发光强度变化变换为温度敏感元件 50 的温度变化。发光强度分析器 80 可包括模数转换电路和 / 或适当的计算电路(如传统处理装置如 PC)和 / 或输出电路(如显示器或适于输出表示温度变化的数字或模拟信号的电路)。

[0058] 发光强度分析器 80 可以是独立仪表和 / 或连接到检测器 32 和 / 或光源 22 的其它分析器单元,其分析从光源 22 传送的光与检测器 32 接收的光之间的差并基于光强度变化确定温度敏感元件 50(因而及光学温度传感器附着在其上或与其连接的物体)的温度变化。或者,发光强度分析器 80 可形成检测器 32 的一部分,例如作为其中的处理器组件。发光强度分析器 80 可结合在此所述的任何传感器使用。

[0059] 在不同实施例中,传感器均可使用非金属或非导电零件制造以使能在具有电或电磁场的环境中运行。例如,非导电光纤材料可用于传送器和接收器,具有已知热膨胀系数的非导电材料可用于温度敏感元件,如本说明书进一步所述,用于其它组件的多种陶瓷材料可根据具体应用情况进行选择。例如,材料可选择成适于低温运行、室温运行和 / 或高温运行或选择为适于变化温度范围的适当材料。具体地,例如,包含传送器和接收器的不透明管道可由商用陶瓷组成,传感器头的外壳可由商用陶瓷组成。在这里的实施例中,陶瓷材料可以是纽约 Corning 的 Corning Incorporated 提供的 Macor®可加工玻璃陶瓷,尽管任何其它适当的材料如其它可加工玻璃陶瓷材料也可使用。

[0060] 在不同实施例中,在此所述的利用所述的简单光掩蔽原理的系统的实际运行可包括多种材料和构型设计选择,包括考虑:如下进一步所述,选择非导电但导热的材料、总尺寸最小化、表面粗糙(抗振动最大化)、及将使用的光强度分析设备和温度计算设备的简单性和低成本。

[0061] 构成温度敏感元件的材料可以是非导电但刚性的材料,且具有足够高的热膨胀系数以使温度敏感元件的长度能随温度充分变化。在实施例中,适当的材料可以是玻璃微纤维增强的 Teflon®,如来自 Rogers Corporation 的 RT/duroid®5880 PTFE 层压材料,其在至少一方向具有 18.7mm/m 的热膨胀系数。应注意,材料在不同方向如长度、宽度、深度方向可具有不同的热膨胀系数,及在此所述的系统可使用由针对一个或多个方向的热膨胀性质选择的材料制成的温度敏感元件进行设计。

[0062] 包含在此所述的系统的传感器头可被气密密封以免受灰尘、光和蒸汽,并由使温度敏感元件的温度能快速采用将要测量的温度的非导电材料制成。在实施例中,适当的材料已被发现为来自 Rogers Corporation 的 FR4。

[0063] 整个传感器的尺寸规格可被最小化。在实施例中,例如参考传感器 10', 光纤 20、30、70 可具有约 420 微米(不包括外部不透明覆层)的直径,反射镜 110 的每一表面 112、114 可具有高度为约 920 微米、厚度为约 500 微米及长度为约 4mm 的尺寸规格,具有从 Unaxis Optics 获得的、对 800-870 纳米的波长范围能实现 98% 的 45 度角反射的介质反射涂层。温度敏感元件 50 可以是具有约 2cm 长度的带,用于测量高于约 -40℃但低于约 200℃的温度,其宽度约为 250 微米及其厚度约为 750 微米。光源 22 可以是能够提供在此所述的

功能的适当光源,包括 LED 和激光二极管等,如从英国 Dialight PLC 获得的发光二极管。在此所述的系统的运行性能使能以 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的精度测量从 -40°C 到 200°C 的温度,该温度对应于因温度敏感元件的约 300 微米的位移引起的光强度变化。所得到的传感器头 100 具有约 $3\text{cm}\times 1\text{cm}\times 2\text{mm}$ 的尺寸规格。

[0064] 图 13 为根据在此所述的系统的实施例,连接到光学温度传感器 10 的传感器头 100 的电子装置 700 的示意性电路图。传感器头 100 的设计和组件在本说明书别处描述。如下面详细所述,电子装置 700 可实质上独立于传感器头 100 的温度或温度变化控制照射在传感器头 100 内的靶上的光量,例如通过调节照射在靶上的光强度进行。电子装置 700 可经位于管道如上述的管道 40 中的一对光纤 720、730 连接到传感器头 100。光纤 720 可以是光传送光缆,及光纤 730 可以是光接收光缆,尽管也可使用任何其它适当的光传送器和/或光接收器。发光源 722 提供由光纤 720 传给传感器头 100 的光。如本说明书进一步所述,发光源驱动器 710 可连接到发光源 722 并通过低通滤波器使用反馈环路控制从光源 722 发射的光。光纤 730 将所接收的光从传感器头 100 传给测量单元,如测量光电池 732。

[0065] 如图 13 中所示,测量光电池 732 的输出连接到放大器 740,放大器用作其电压信号输入的高阻抗缓冲器。如本说明书进一步所述,放大器 740 的输出分别连接到带通滤波器 742 和低通滤波器 750。带通滤波器 742 可配置成消除不感兴趣的信号,例如低频范围的电压漂移和与温度变化无关的高频信号。应当理解,在适当时也可使用其它滤波器及其组合,包括低通滤波器和高通滤波器。带通滤波器 742 的输出连接到从电子装置 700 提供输出信号的输出转换器 744。如本说明书别处进一步所述,输出转换器 744 可包括分析信号以确定作为测量对象的物体的温度变化和/或其它测量特征的分析器。来自输出转换器 744 的输出信号可传给显示器以显示物体温度变化的测量。或者,输出转换器 744 的输出可传给处理器、分析器和/或使用输出信号的其它系统。

[0066] 在系统的反馈环路中,低通滤波器 750 的输出可连接到放大器 752,该放大器用作其电压信号输入的高阻抗缓冲器。低通滤波器 750 可用于获得均值信号,该均值信号用作用于反馈给发光源驱动器 710 的参考信号。由参考信号振荡引起的移动效应通过对输入信号应用低通滤波器 750 而减弱。来自放大器 752 的输出可连接为差分放大器 756 的输入。差分放大器 756 的另一输入可以为放大器 754 的输出,放大器 754 具有连接到参考电压 712 的输入。放大器 754 可用作其电压信号输入的高阻抗缓冲器。差分放大器 756 输出其信号输入之间的差。来自差分放大器 756 的输出可连接到发光源驱动器 710 以控制从发光源 722 发射的光的强度。

[0067] 在此所述的系统可因光纤切割失配或差、光电池灵敏度、光纤衰减等进行校准。除了校准之外,反馈也可补偿因老化或操作引起的光纤特性、发光源、光电池等的变化。

[0068] 图 14 为根据在此所述的系统的另一实施例,连接到光学温度传感器 10' 的传感器头 100' 的电子装置 800 的示意性电路图。传感器头 100' 的设计和组件在本说明书别处描述。如图所示,传感器头 100' 可经参考光纤 870、光传送光纤 820 和光接收光纤 830 电连接到电子装置 800。如下面详细所述,电子装置 800 可实质上独立于传感器头 100' 的温度变化控制照射在传感器头 100' 内的靶上的光量。传感器头 100' 与上面结合电子装置 700 所述的传感器头 100 类似,但增加了参考光纤 870,可能还有在此注意的其它区别。如本说明书别处进一步所述,参考光纤 870 可位于传感器头 100' 中以接收从光传送光纤 820

和/或一些其它光源发射的光,其中来自参考光纤 870 的光量完全独立于传感器头 100' 内的温度变化。

[0069] 发光源 822 提供由光纤 820 传给传感器头 100' 的光。如本说明书进一步所述,发光源驱动器 810 可连接到发光源 822 并使用参考信号控制从光源 822 发射的光。光纤 830 将所接收的光从传感器头 100' 传给测量单元,如测量光电池 832。光纤 870 将所接收的光从传感器头 100' 传给参考单元,如参考光电池 850。应注意,可使用任何适当的光传送器和/或光接收器替代光纤 820、830、870。

[0070] 参考光电池 850 的输出连接到放大器 852,放大器用作其电压信号输入的高阻抗缓冲器。放大器 852 的输出可连接到差分放大器 856 的输入。差分放大器 856 的另一输入可以为放大器 854 的输出,其中放大器 854 具有参考电压输入 812。放大器 854 可用作其电压信号输入的高阻抗缓冲器。差分放大器 856 输出其信号输入之间的差。差分放大器 856 的输出可连接到发光源驱动器 810,该驱动器使用来自差分放大器 856 的输出信号控制从发光源 822 发射的光的强度。其它已知电路也可与在此所述的系统一起使用,例如,在另一实施例(未示出)中,参考光电池 850 的输出可连接到低通滤波器,该低通滤波器用于获得参考信号的均值从而减弱不合乎需要的高频信号对参考信号的影响。

[0071] 如图 14 中所示,测量光电池 832 的输出连接到放大器 840,放大器用作其电压信号输入的高阻抗缓冲器。放大器 840 的输出连接到低通滤波器 842。低通滤波器 842 可配置成消除不感兴趣的信号,例如与温度变化无关的非常高频率的信号。应当理解,在适当时也可使用其它滤波器及其组合,包括带通滤波器和高通滤波器。低通滤波器 842 的输出连接到从电子装置 800 提供输出信号的输出转换器 844。如本说明书别处进一步所述,输出转换器 844 可包括分析信号以确定作为测量对象的物体的测量特征的分析器。来自输出转换器 844 的输出信号可传给显示器以显示温度。或者,输出转换器 844 的输出可传给处理器、分析器和/或使用输出信号的其它系统。

[0072] 应注意,上述电子装置 700、800 中的每一个均可组合在本说明书别处所述的光源 22、检测器 32、参考检测器 72 和/或发光强度分析器 80。另外,在不同实施例中,为制造在此所述的系统选择的材料可具有为减少可能导致测量误差的变形而特别选择的机械性质。例如,所选制造材料可具有高压缩强度、高弯曲强度、高连续服务温度、及高介质常数,以及本说明书别处所述的其它性质。如本说明书别处进一步所述,参考光纤也可与上述任何传感器类型一起使用。此外,在此所述的电子装置 700、800 可与上述任何传感器类型结合使用。

[0073] 图 15、16 和 17 为根据在此所述系统的另一实施例的用于测量温度的一体式小型传感器 900 不同方向的示意图。小型传感器 900 可包括与本说明书别处所述的传送器 20 和接收器 30 类似的传送器 920 和接收器 930、与本说明书别处所述的温度敏感元件 50 类似的温度敏感元件 950、与本说明书别处所述的电子装置 700 类似的用于分析所接收信号电子装置 980、及其它组件。如说明性实施例中所示,上面提及的组件可全部组合到传感器 900 的单一外壳 904 内。电子装置 980 可组合在传感器 900 内的印刷电路板上并与电磁辐射隔离。来自传送器 920 的光可由光集中器 922 集中和/或接收器 930 接收的光可由光集中器 932 集中。光传送器 920 和光接收器 930 可完全包含在外壳 904 内。应注意,所示方案提供可不需要光纤的优点;然而,在所示实施例中,光纤可用于光传送器 920 和光接收器

930 中的一个或多个。来自传送器 920 的光入射在反射镜 940 上并被反射到接收器 930, 如本说明书别处进一步所述, 光的一部分因温度敏感元件 950 响应于温度变化而被掩蔽或干涉。如本说明书别处进一步所述, 电子装置 980 可分析所得到的光强度变化。

[0074] 光传送器 920、光集中器 922、光接收器 930 和光集中器 932 可被附着到外壳 904 上或由结构支撑件 905 支撑。温度敏感元件 950 可附着到外壳 904 上或由结构支撑件 915 支撑。传感器 900 被示为具有连接接口 902 以将传感器数字连接到从传感器 900 接收输出信号的计算机、计算机网络或其它装置, 这些装置可包括显示结果的显示器。还应注意, 一根或多根参考光纤可组合到所示实施例中, 在这种情况下, 电子装置 980 的电路的至少一部分可与在此所述的电子装置 800 类似。

[0075] 对于本领域技术人员而言, 通过考虑在此公开的本发明的说明书或实施可显而易见地获知本发明的其它实施方式。说明书及例子应仅视为示例的性质, 本发明的真实范围和精神由下述权利要求指明。

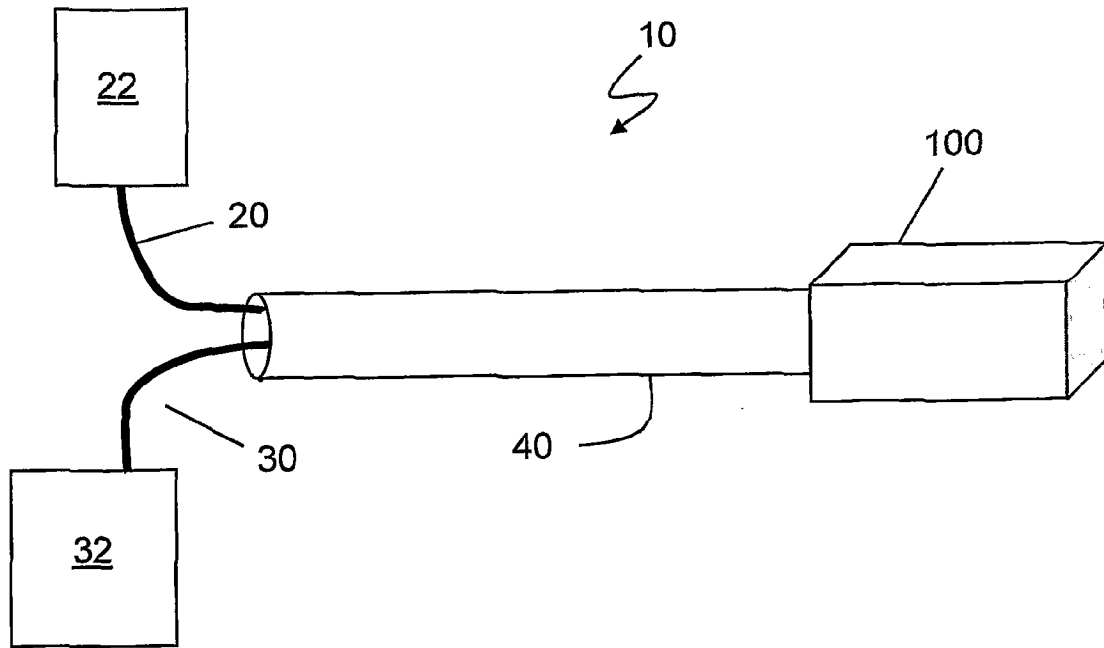


图 1

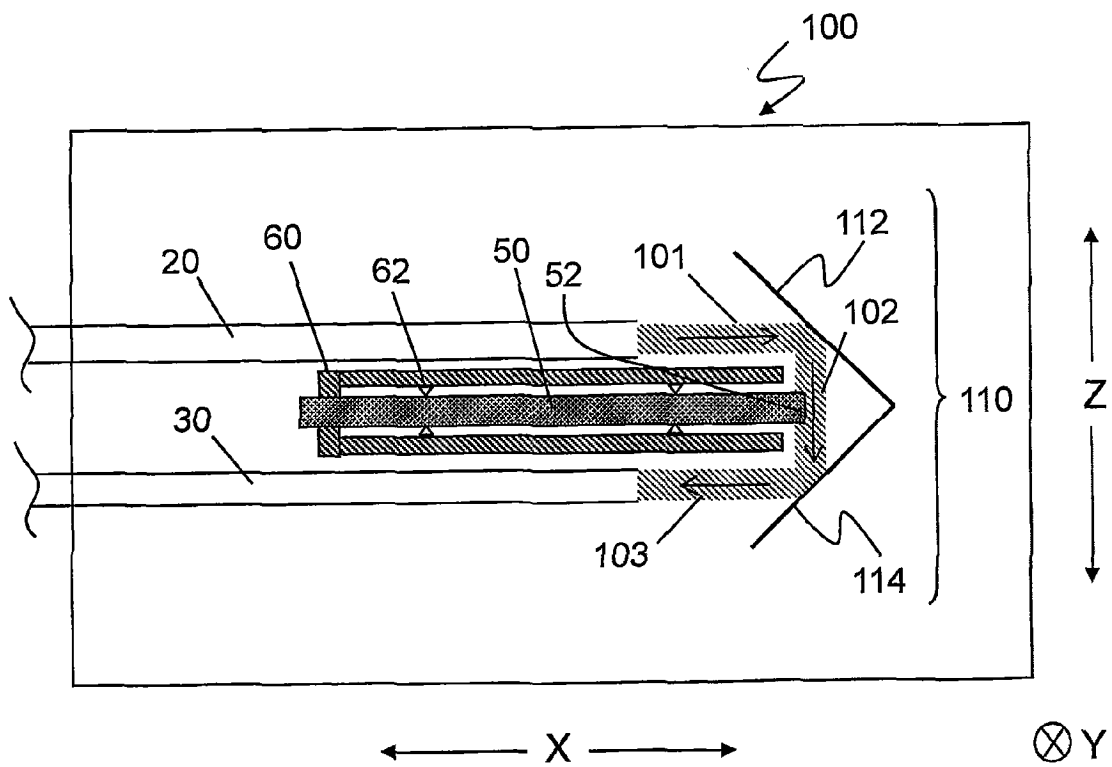


图 2

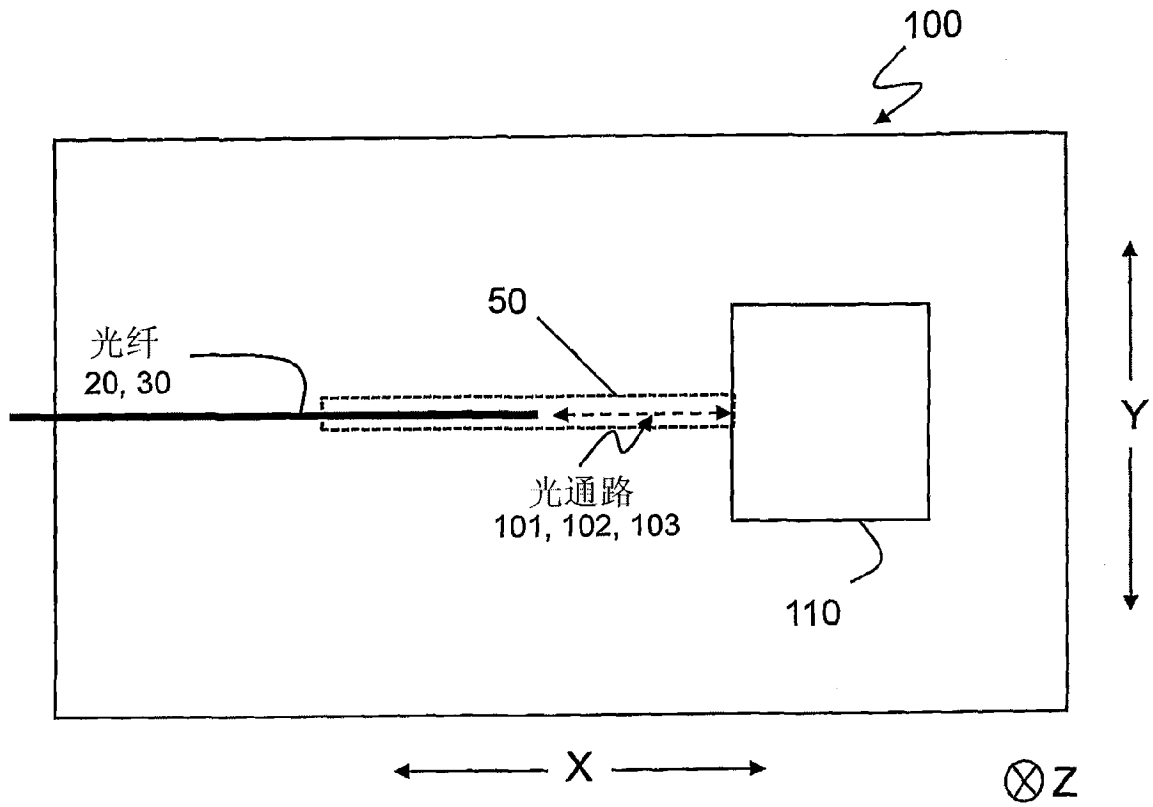


图 3

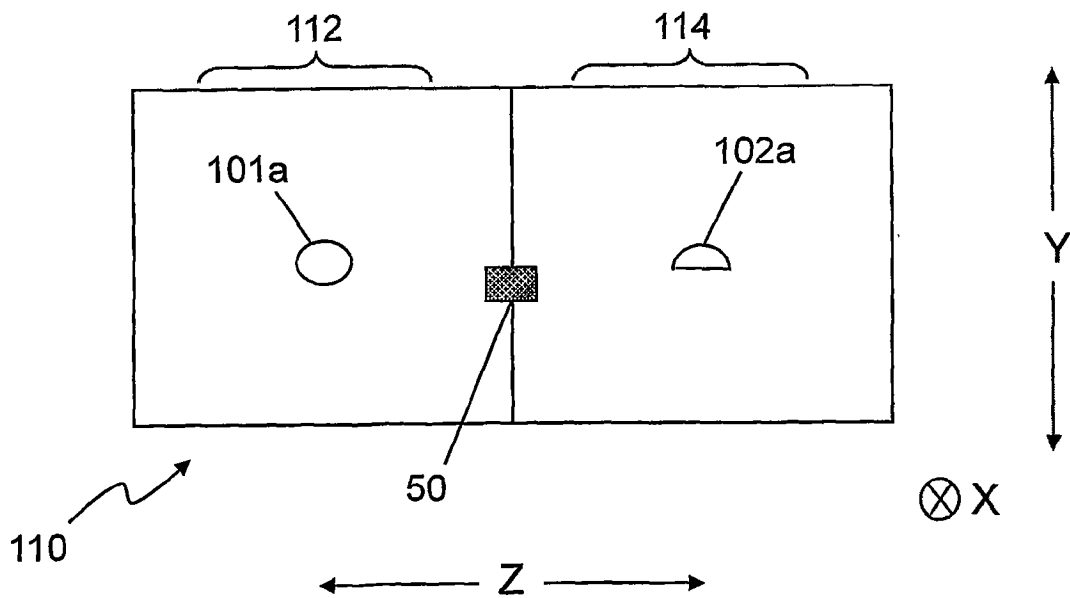


图 4

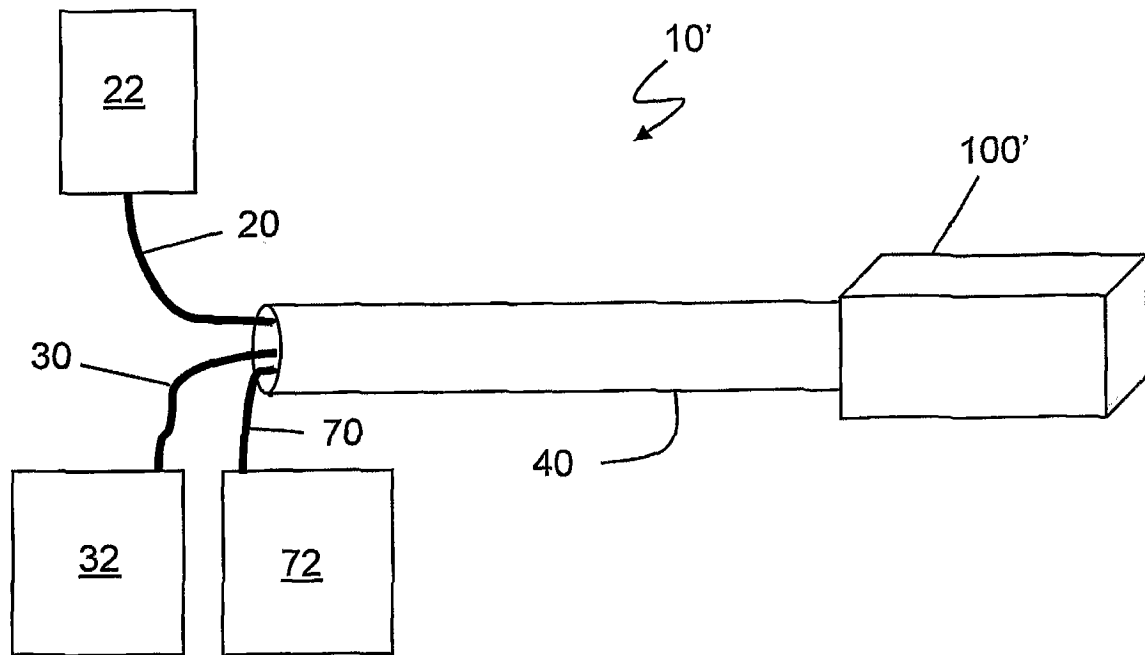


图 5

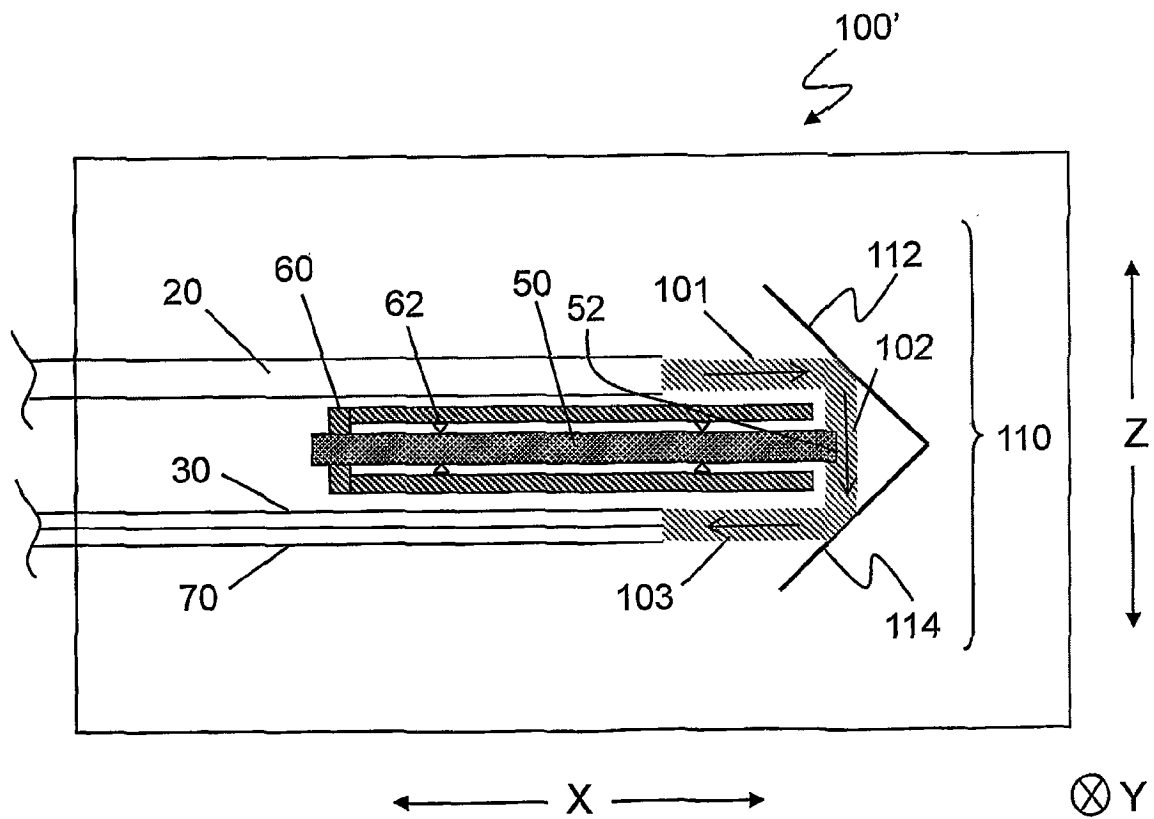


图 6

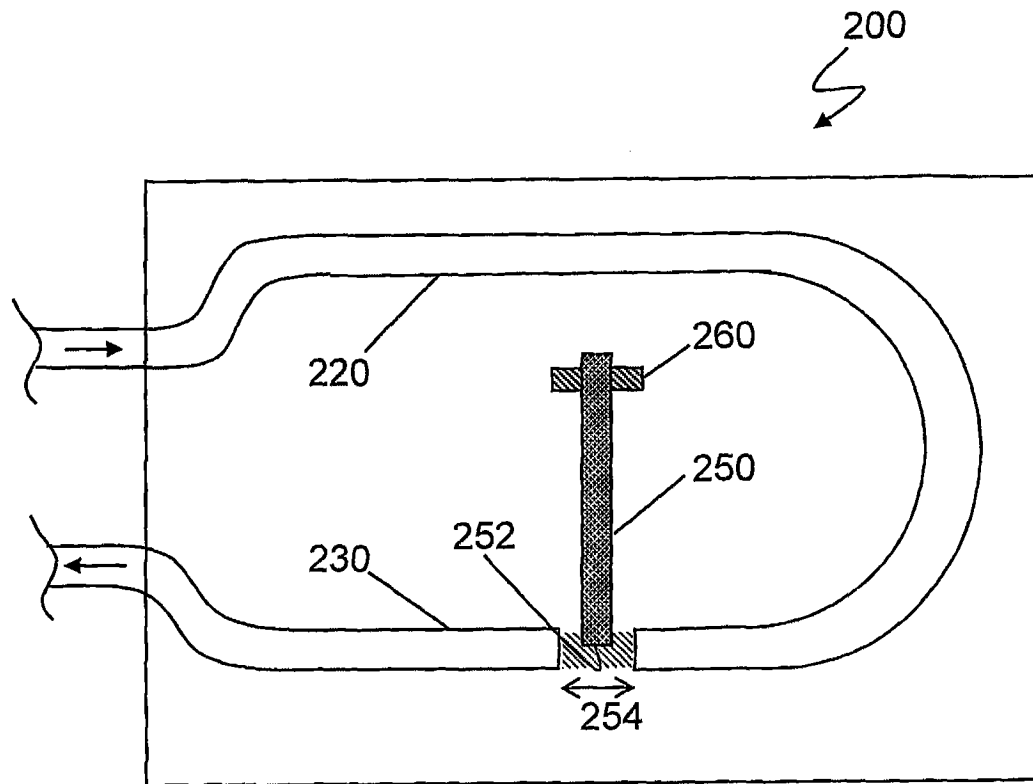


图 7

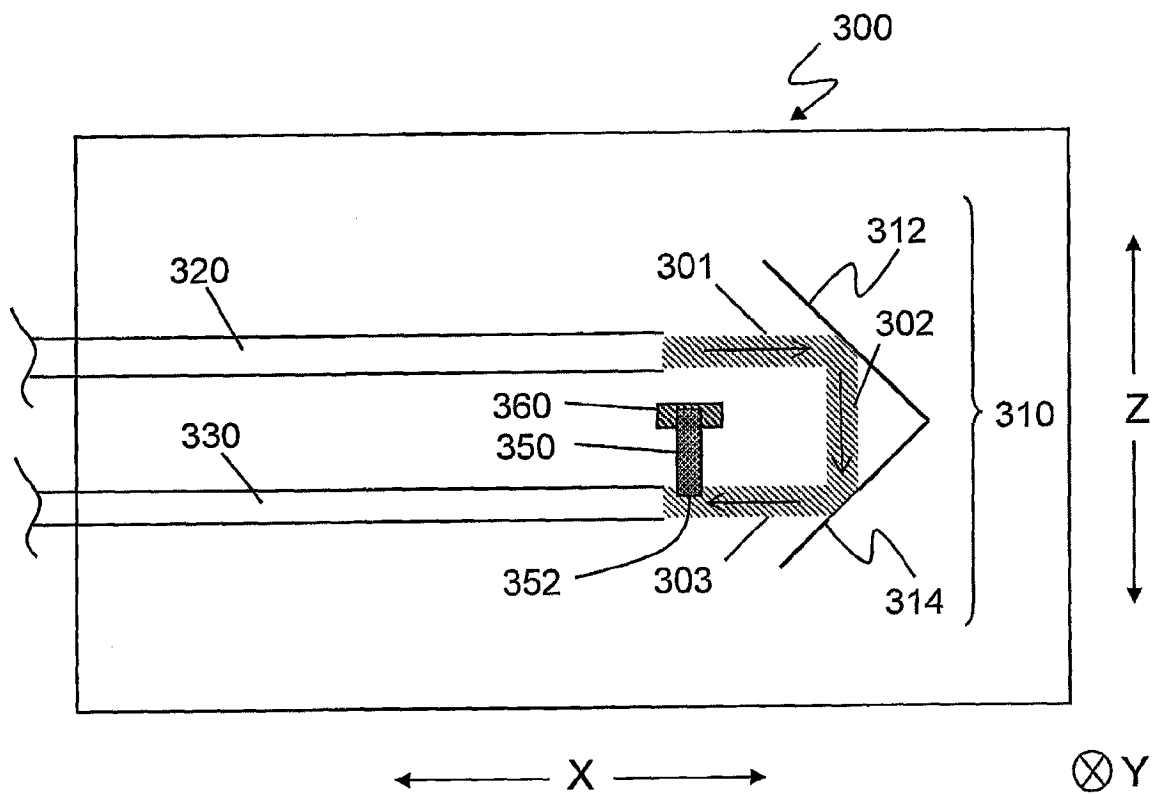


图 8

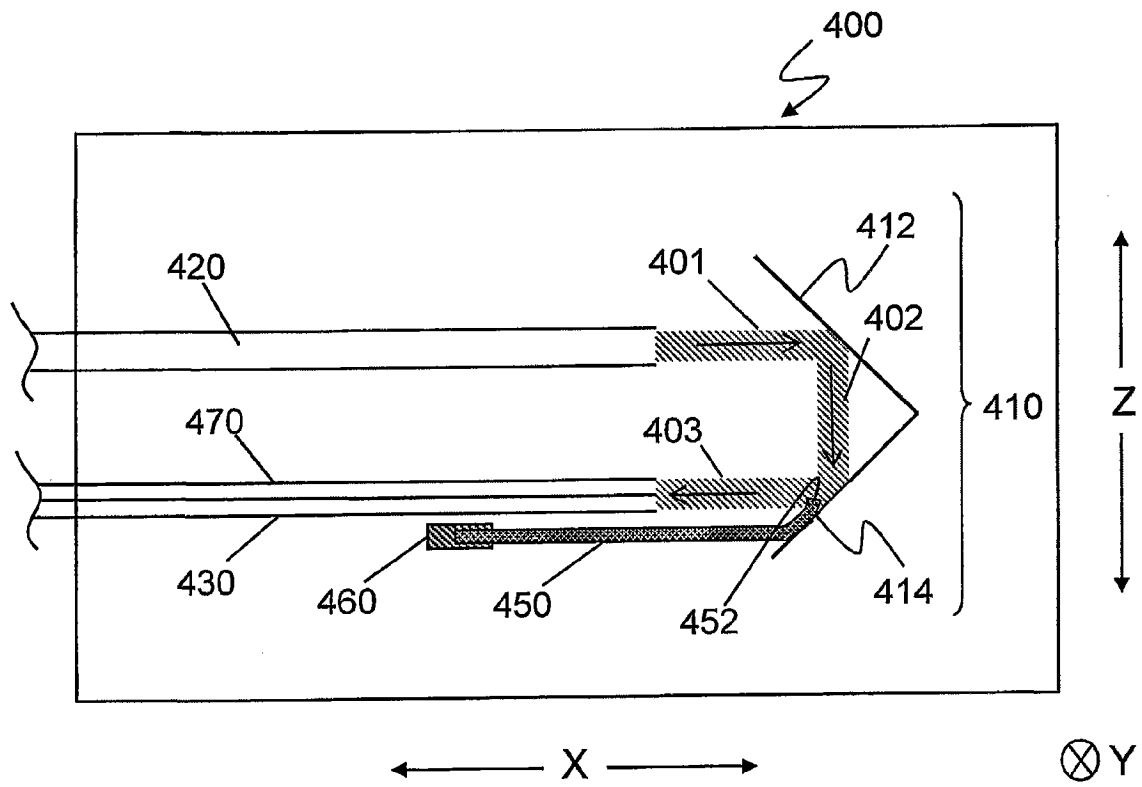


图 9

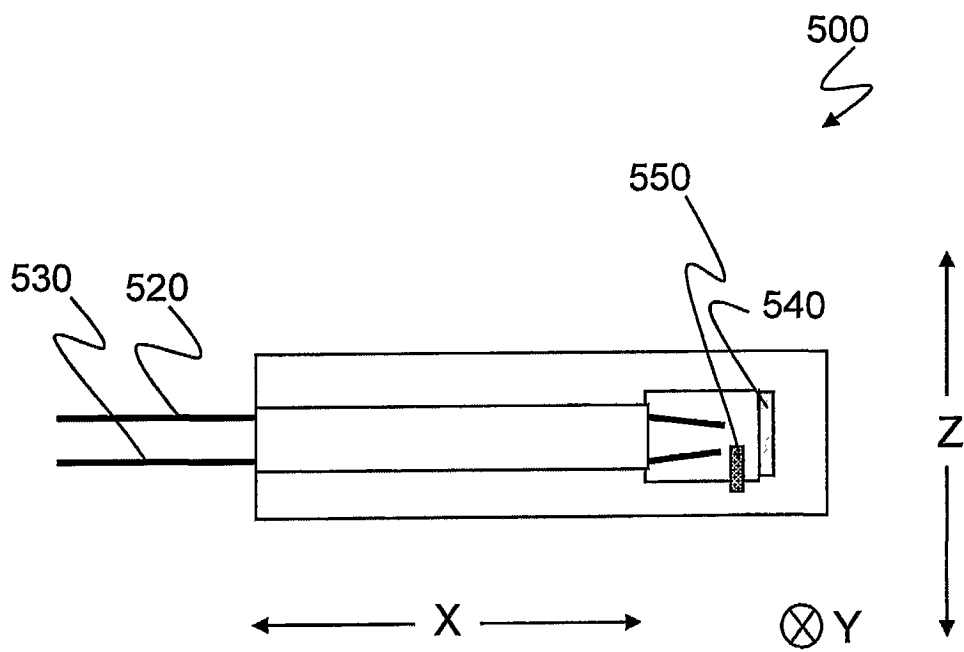


图 10A

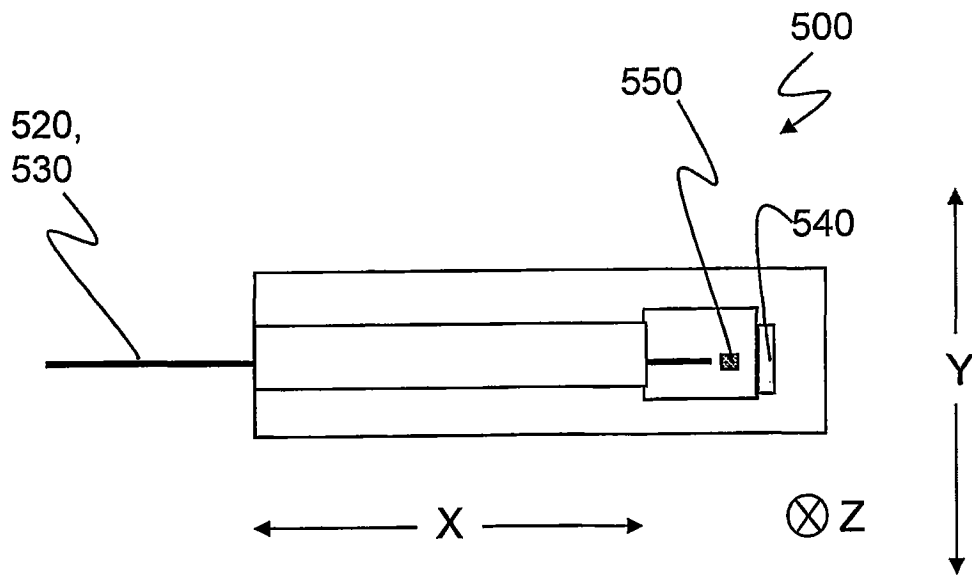


图 10B

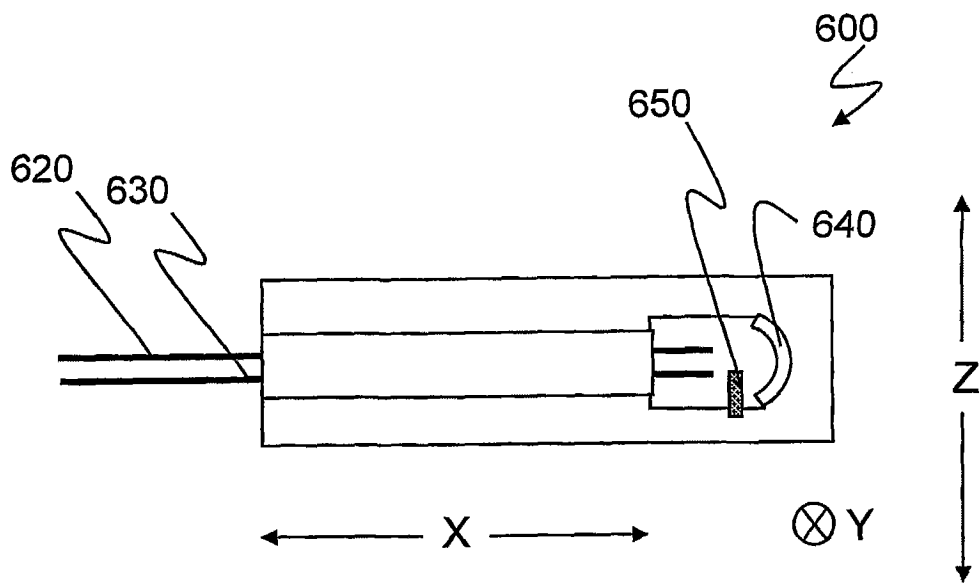


图 11A

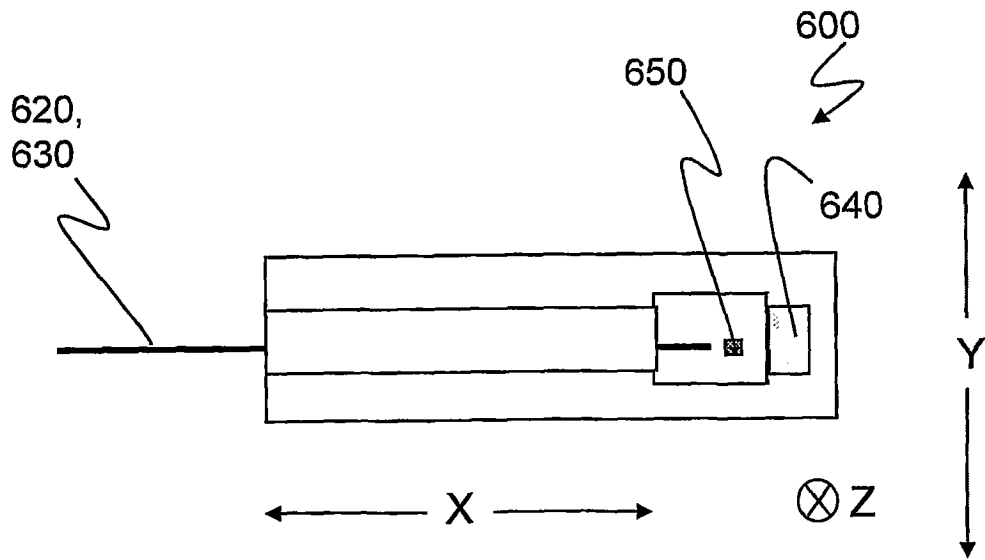


图 11B

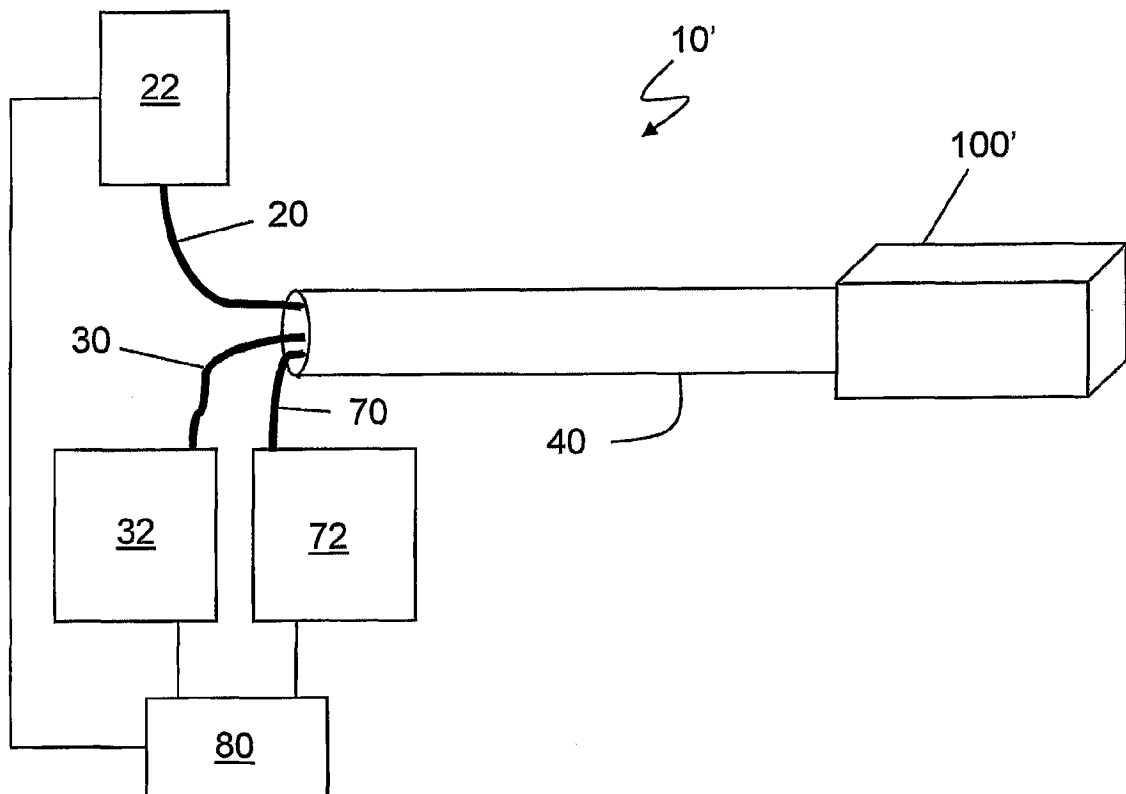


图 12

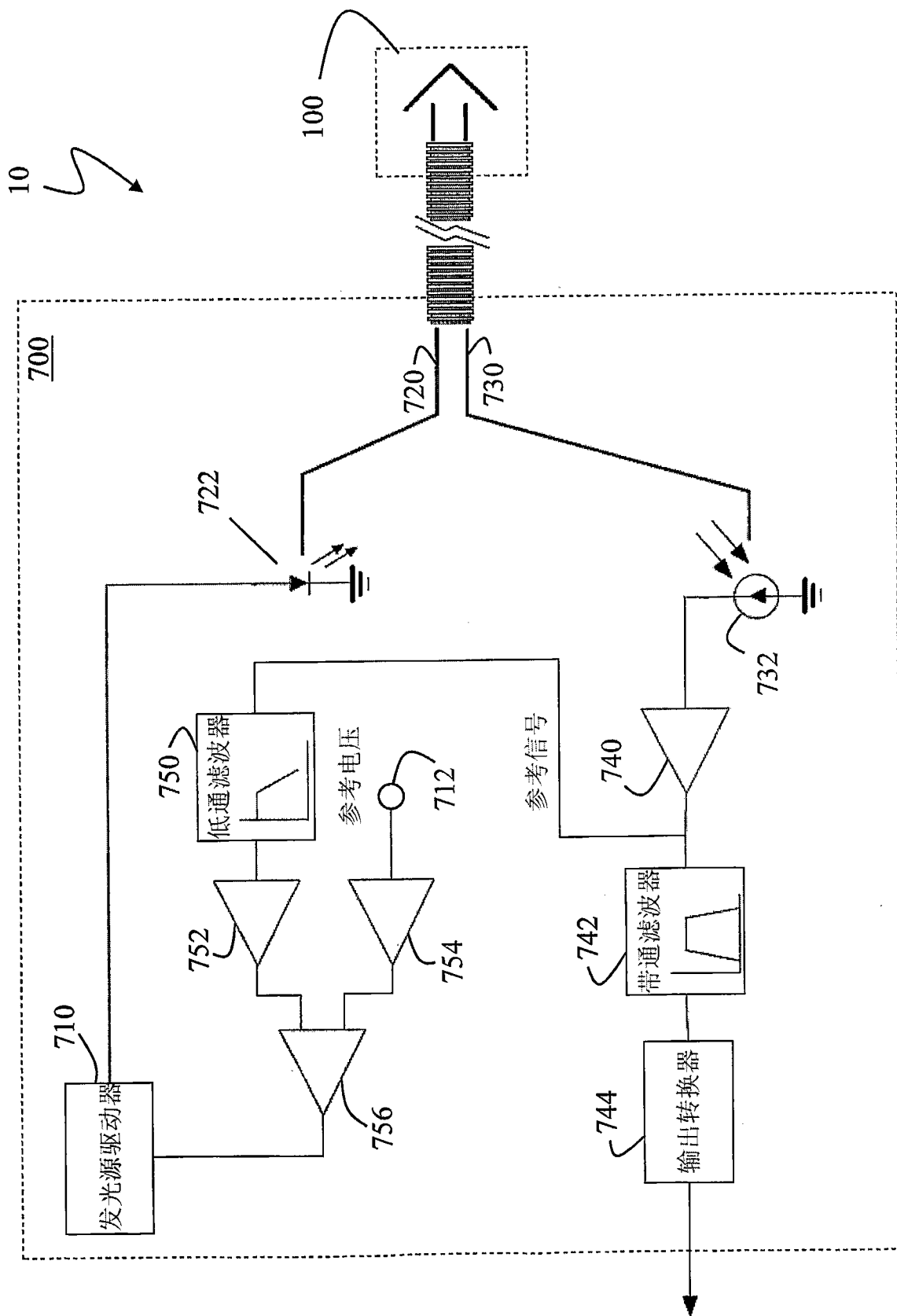


图 13

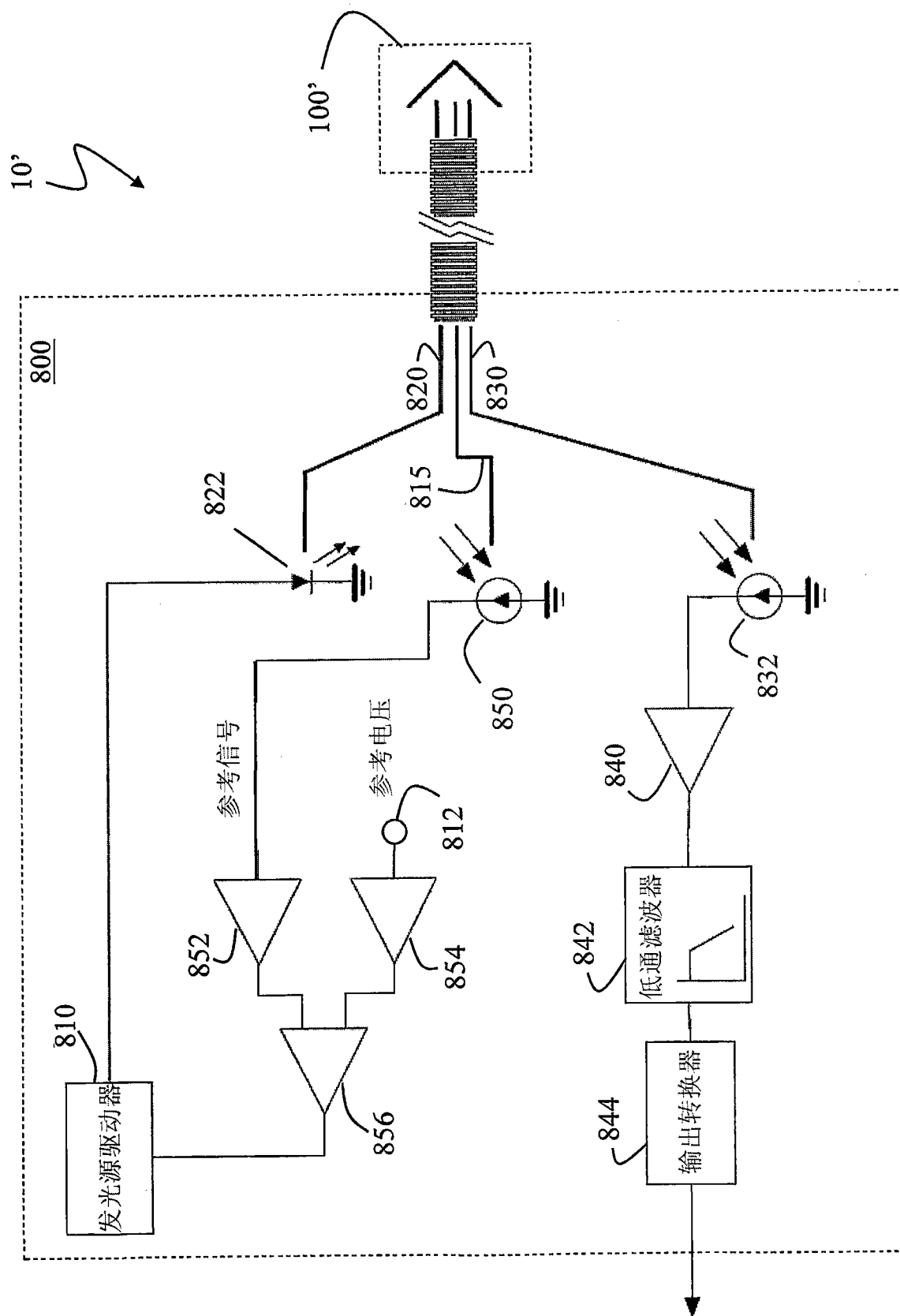


图 14

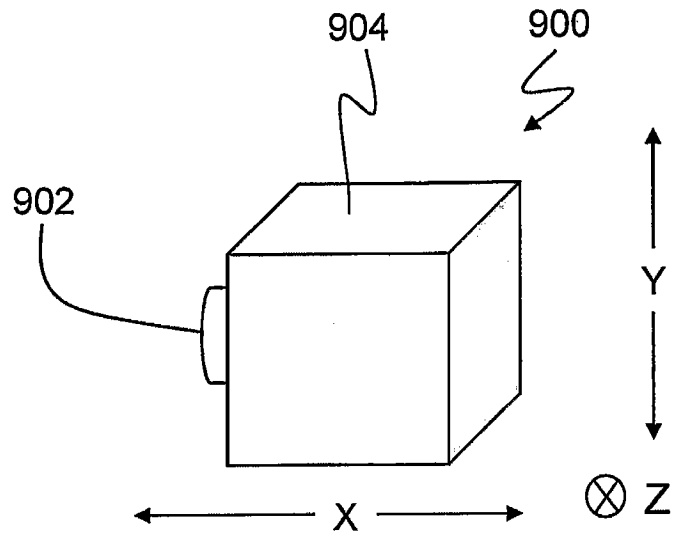


图 15

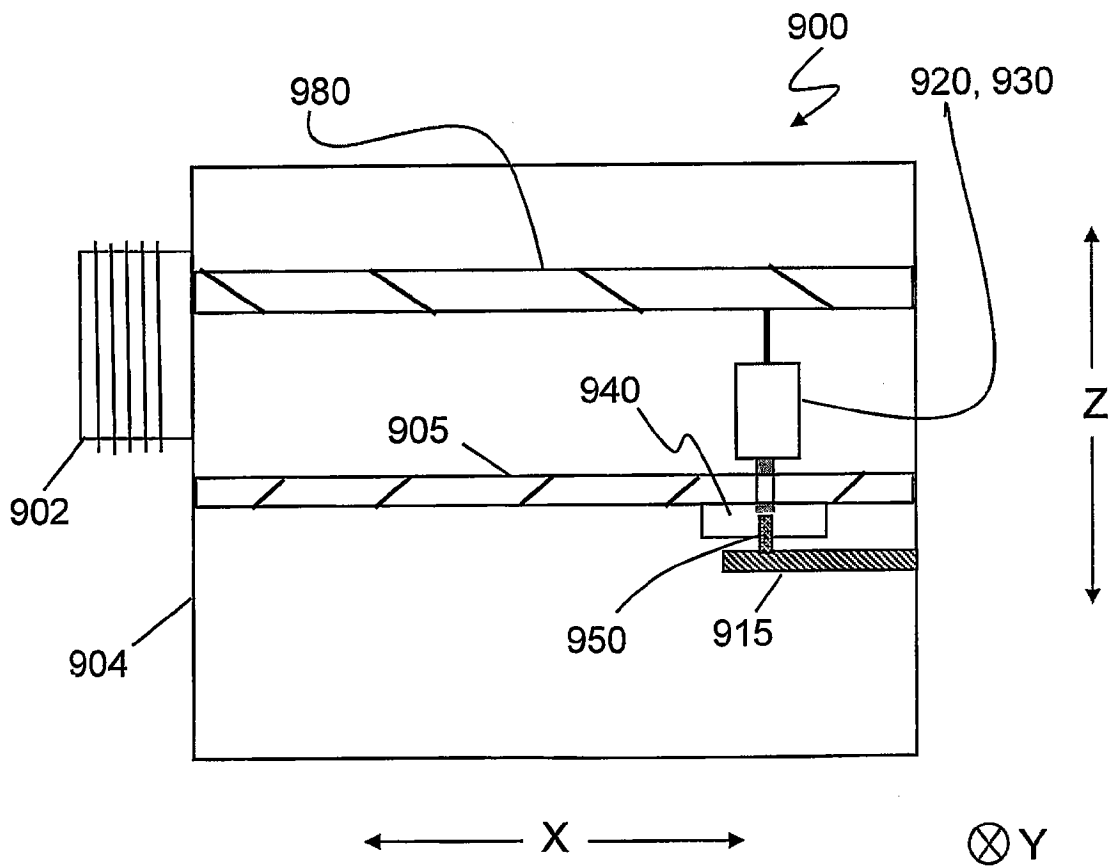


图 16

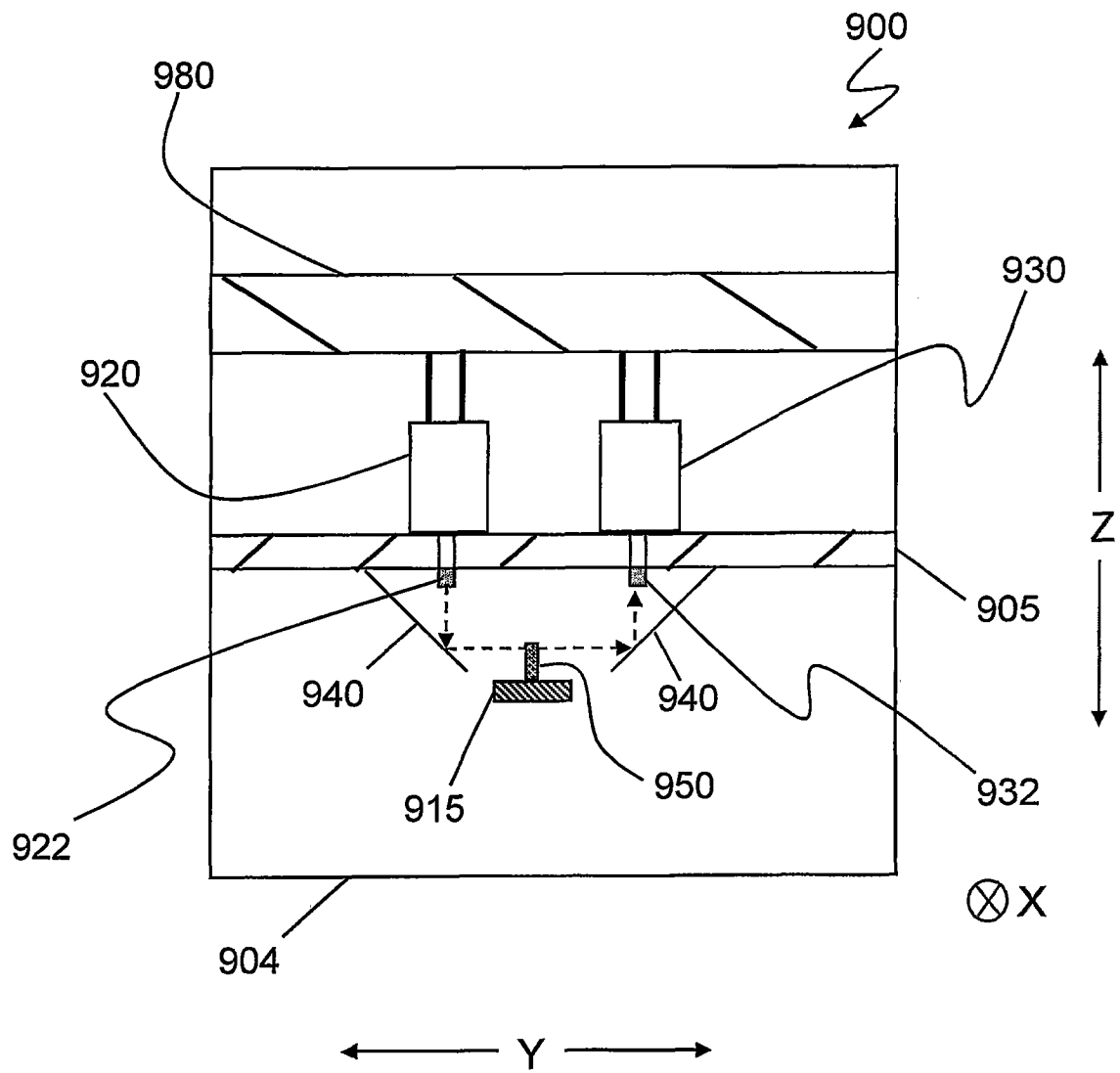


图 17