



古川 怜
Rei FURUKAWA

研究课题 聚合物光纤应力传感器的开发

关键词 光纤应力传感器, 聚合物光纤, 多模光纤

所属专业	尖端领域教育研究中心
研究成员	古川 怜 特任助教
所属学会	SPIE, 应用物理学会, 高分子学会

研究概要

开发新型聚合物光纤应力传感器

光纤除了在光通信领域的应用外, 还作为测量失真·振动·温度等传感器被广泛应用到测量领域。这种应用是使光纤内部发生一定的结构变化, 通过捕捉穿过光纤内部的特定波长的光来测量其变化。

这种光纤传感器的最大特点就是仅用光穿过光纤的方式就能进行简单的设置, 测量速度非常快。并且由于它很难受温度、湿度、振动、腐蚀、电磁波等外部因素的影响, 所以能够得到稳定的测量数据。因为它还具有高分解能和优良的耐用性, 所以能够应用到诸多领域。

但是这些光纤传感器中使用的光纤大多是采用石英玻璃制造而成, 弯曲性及抗冲击性差, 破裂的可能性也很大。并且它的口径细小, 使用时不得不仔细考虑光的入射方式。

该研究室正在研究开发能够解决这些问题且能降低双折射(指根据光的偏转状态, 折射率会不同)的聚合物光纤应力传感装置。由于光纤材料中采用了塑料, 采用石英光纤就有望解决以前较难的大口径化问题, 且能增强弯曲性及抗冲击性, 所以就能将其铺设到道路、桥梁、隧道、建筑物、交通工具等设施中, 因此在广泛的用途中能够感知应力的位置。

优势

对应多种模式, 可简化设置

以前保偏光纤(在保持偏光状态的同时传输光的光纤)只有用石英制造的单模光纤(口径在10μm以下的很细的光纤)。这种石英单模光纤应力传感器的主流应用是马赫·曾德尔干涉仪, 它的原理是让信号光纤(感知应力的光纤)和参考光纤(不感知应力的光纤)这两条光纤中的光产生干涉。

另一方面, 采用该研究室研究的双折射为零的聚合物磁芯(光纤的中心、磁芯)的光纤与石英光纤不同, 它具有在多种模式(能够同时传输多条光线或者多种模式)下保持偏振状态的特点。根据这个特点, 它能将以前马赫·曾德尔干涉仪中采用的两条光纤简化成一条, 大幅度简化了传感器的设置。

坚韧且弯曲性强

石英光纤中被称为磁芯的高折射率材料的口径为10~50μm左右, 而聚合物光纤的最大口径可达1mm左右, 所以在与光源结合及连接光纤与光纤时不需要很高的定位精度, 这是它的一大特点。

因此它在具有较高伸缩性、柔韧性等特点的同



在两个直交的线圈之间观察到的高分子状态。很明显能看到具有各向异性的部分。中间左侧是消除双折射的高分子。中间右侧是普通的高分子。左右是聚合物光纤。

时, 还实现了抗震性结构来对抗地震等产生的剧烈摇动。此外它还有一个特点就是无论踩踏也好, 弯折也好都不会有问题。

光纤受损的情况下, 石英光纤就会像玻璃一样破裂而导致光泄露, 但聚合物光纤即使稍有损伤也不会有太大的影响。

可降低成本

聚合物光纤还具有很大的成本优势。在成型的过程中, 石英光纤只能采用高温将较粗的光纤逐渐拉细的方法来制作, 而聚合物光纤却和普通的塑胶成型一样在较低的温度下就能用机械进行成型加工。

因此将来如果能够实现量产, 就能大幅度降低成本, 或许还能改变大家认为光纤是高价产品的观念。

可应用到建筑物、交通工具等设施的应力测量中, 具有广泛的用途

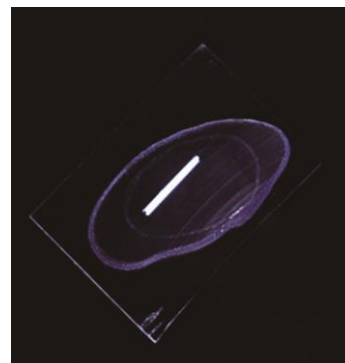
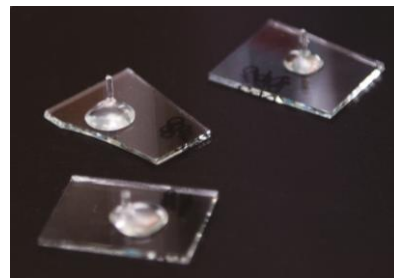
以前的石英光纤需要进行热熔接处理及粘合剂, 而新型的聚合物光纤却如同连接金属电缆一样只需要接在连接器上即可应用, 因此具有广泛的应用范围。并且不仅在道路、桥梁、隧道等这类基础设施及大型建筑物的应力测量中, 在汽车、飞机等交通工具的应力测量中都要求使用的光纤具备柔韧性, 能够安装在机体内部等, 因此聚合物光纤正是符合这种要求的材料。

未来展望

用聚合物光纤应力传感器来测量、判断基础设施、建筑物及交通工具的老化现象

2012年12月中央汽车道笹子隧道由于老化而发生了崩塌事故, 这种事故必须检测出无法目测检查的水泥疲劳破坏现象才能预防。但是这种地方很难细心地进行非破坏性检查, 可以说该研究室研究开发的聚合物光纤应力传感器是进行这种检测的最佳选择。因此将他们开发的传感技术应用到实际的交通工具及建筑物中, 希望在这些设施老化之前就能检测出其存在的问题。

聚合物光纤还隐藏了很多潜力, 使用该研究室的技术, 就能扩展聚合物光纤的应用范围。



为了观察聚合物光纤的双折射而将其植树脂中的状态



直交的两个线圈