



当代
杰出青年
科学文库

光纤传感 技术新进展

靳伟 阮双琛 等著



科学出版社
www.sciencep.com

当代杰出青年科学文库

光纤传感技术新进展

靳伟 阮双琛 等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书介绍了新型的传感光纤及器件,新的光纤传感技术、概念和系统以及改善系统性能的方法和系统的实际应用情况。全书共分10章,第1、2章介绍两种新型光纤:塑料单模光纤和光子晶体光纤的最新发展及其在传感领域的应用。第3章介绍长周期光纤光栅及其在传感方面的应用。第4~6章和第9章介绍了4种不同的光纤传感技术,即荧光测量、白光分布式传感、光纤法珀传感及光纤激光有源腔测量技术。第7章介绍了数字信号处理技术在提高光纤传感系统性能方面的应用。第8章介绍了一种新型光纤光栅解调系统及其应用实例。第10章介绍了光纤液位测量技术及波长测量技术在实际系统中的应用。本书内容新颖,反映了国际光纤传感领域的最新动态。相信将推动国内光纤传感、特种光纤及光纤器件的发展。

本书主要适用于高年级大学生、研究生以及在光纤器件、光纤传感、光纤通信和测量领域工作的工程师、学者等。

图书在版编目(CIP)数据

光纤传感技术新进展/靳伟,阮双琛等著. —北京:科学出版社,2005
(当代杰出青年科学文库)

ISBN 7-03-015433-9

I. 光… II. ①靳… ②阮… III. 光纤器件—光电传感器 IV. TP212.14

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第039877号

责任编辑: 郝德平 于宏丽 / 责任校对: 朱光光

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 王浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社编务公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年7月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2005年7月第一次印刷 印张: 22 1/4

印数: 1~2 500 字数: 412 000

定价: 55.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈新欣〉)

作者简介

靳伟, 男, 教授, 分别于1984年和1987年在北京航空航天大学获学士、硕士学位, 1991年在英国 Strathclyde 大学获博士学位。1991~1995年在英国作博士后研究, 1996年初应聘到香港理工大学任电机工程学系助理教授。1998年提升为副教授, 现为该系教授。从1984年起从事光纤传感及器件研究, 参与和主持的课题包括: 光纤陀螺、光纤无源/有源器件、光纤光栅传感器、光纤气体(甲烷、乙炔等)传感器、光电信道监测仪、光纤智能结构和材料、光子晶体光纤器件和传感器设计等。合作著有《导波光学传感器: 原理与技术》一书, 于1998年由科学出版社出版。发表学术论文300余篇, 特邀报告20多次。1999年获香港理工大学校长特设科研杰出成就奖。2004年获香港理工大学科技及顾问有限公司特设技术转让奖。现任中国光学学会纤维与集成光学专业委员会副主任, 光子学报编委。

阮双琛, 男, 教授, 分别于1986年和1989年在西北大学获学士、硕士学位, 2004年在天津大学获博士学位。1993~1994年在英国帝国理工学院进修。1994年晋升为教授, 现为深圳大学工程技术学院院长。长期从事光纤激光器、光纤非线性特性和超快光学器件研究, 发表论文100余篇, 合作编有《汉英光学与光通信词汇》一书, 于2004年由科学出版社出版。获国家科技进步三等奖1次, 省部级科技进步一等奖1次、二等奖4次、三等奖2次。曾荣获全国优秀教师、深圳市劳动模范、深圳市十大杰出青年、中国科学院十大杰出青年称号。荣获中国科学院青年科学家奖二等奖、第六届中国青年科技奖、中国光学学会科技奖(王大珩光学奖), 1995年享受国务院政府特殊津贴。

陈志超, 男, 助理教授, 现任职于新加坡南洋理工大学。分别于1996年和2000年在香港理工大学电机工程系获得学士(一等荣誉)学位和博士学位。博士毕业后作为博士后研究员继续在香港理工大学电机工程系从事研究工作。2003年6月起作为助理教授受聘于新加坡南洋理工大学至今。研究兴趣包括光纤光栅传感器、智能结构中的人工智能技术和光纤传感系统的噪声分析等。研究成果已经撰写成50余篇学术论文发表在国际知名学术期刊。

陈伟民, 男, 祖籍云南。1992年毕业于浙江大学光学仪器及工程专业, 获学士学位; 其后在重庆大学光电工程系分别获精密仪器及机械专业硕士、仪器科学与技术学科博士学位。1991~1992年在日本东京农工大学访问进修。现为重庆大学光电工程学院教授、博士生导师, 并兼任重庆光电工程研究中心副主任, 以及国际光学与光电子学会(SPIE)会员、中国仪器仪表学会理事、重庆市光学学会

常务副理事长等职务。主要研究方向为光纤传感、精密仪器测试与传感、激光应用、机敏土建结构等。先后主持完成了十余项国家及省部委科研项目，获部一、二等奖各1项，获专利4项，发表近100余篇学术论文。

高应俊，男，教授，1970年毕业于西安交通大学数理系，1982年中国科学院西安光学精密机械研究所硕士，后留所工作。2002年暨南大学特聘一级教授、博士生导师。现为暨南大学光电工程研究所所长，中国光学学会纤维光学与集成光学专业委员会秘书长。中国光学学会高级会员，国际光学工程学会(SPIE)会员。华侨大学(福建)兼职教授。黑龙江大学兼职教授。多年来主要从事纤维光学、变折射率光学、自聚焦微透镜、自聚焦微透镜列阵、折射型微透镜列阵、光纤及光纤传感、集成光学、光电应用等领域研究及开发。合作编著《变折射率介质的物理基础》(国防工业出版社，1991)，发表科技论文百余篇，获专利7项。

K. T. V. Grattan，分别于1974年和1978年获Queen's University of Belfast的学士和理学博士学位。1978~1983年在Imperial College of Science and Technology作博士后，并于1983年到City University, London任讲师。1991年被提升为教授和电子工程信息系系主任，Grattan教授一直从事光纤与光纤系统在物理和化学领域的研究，目前已发表600多篇期刊和会议论文。Grattan教授于1992年获英国科学博士称号，曾经是IEE的科学、教育和技术分部的主席，也曾是英国物理学会应用光学分会的主席，并从2000年起担任测量与控制学会的主席。Grattan教授曾是Measurement Science & Technology期刊的副编辑，并任欧洲和美国的几期期刊的编辑部成员，目前任Measurement期刊的主任编辑，出版了5部光纤传感技术方面的专著。

何海律，于1997年毕业于香港理工大学电机工程学系，2002年获得博士学位。现于该系从事博士后研究工作。主要研究领域有光纤传感器件/系统分析及应用、光子晶体光纤研究等。

何兆堃，分别于1976年和1979年在英国华威大学(University of Warwick)电机工程系获得学士(一等荣誉)学位和博士学位。1979年，到香港理工大学电机工程系从事教研工作。现任香港理工大学电力应用讲座教授。他是学校最活跃的顾问之一，曾于1999~2003年连续获得大学最活跃顾问的荣誉。他曾为香港政府的许多公众委员会服务。他也活跃于铁路工程学领域中，特别是在电磁干扰、接地和马达保护等方面。何教授的研究方向是铁路工程学、马达设计与保护、优化研究和电磁干扰等。发表论文近250篇，其中50篇发表在IEEE学报上。

居剑，1978年生于湖北蕲春。2000年获哈尔滨工程大学工学学士学位，毕业后在该校物理系任教，从事有关白光干涉的测量技术。自2002年起在香港理工大学电机工程系攻读博士学位，主要从事光子晶体光纤的理论和实验工作，兴趣集中于光子晶体光纤的建模与仿真，双模晶体光纤传感器和基于光子晶体光纤的

器件。

李家润，已在铁路工程领域工作了近 20 年。最近一直在从事光纤布拉格光栅传感器在铁路工程学中的研发和应用，其中包括设计与实现用于轨迹无干扰计轴器、车轮/铁轨相互作用过程中脱轨探测器、火车鉴别、车速探测、车辆结构中张力/压力监测等方面的光纤光栅传感器。1990 年以后他也一直积极地研究直流/交流牵引马达的谐波和热力学性能。他目前的研究方向是设计和实现高性能智能铁路中的光纤布拉格光栅传感器。他现任九广铁路有限公司运输处铁路车辆设计和系统工程主管，负责管理所有的铁路车辆项目、系统工程和设计事务，还有进行可靠性、可维护性、有效性和安全方面的提升培训。作为兼职，他还担任了香港职业教育学院工程系的荣誉讲师和工程学部委员。他还是英国电气工程师学会和香港工程师学会的特别工程师和学会成员。1993 年获香港理工大学电机工程系硕士学位。目前正在香港理工大学攻读博士学位，从事用于铁路系统的光纤布拉格光栅传感器的研究。

廖延彪，教授，1957 年毕业于武汉大学物理系，毕业后来清华大学任教至今，现任仪表元器件学会光纤传感器专业委员会主任、电子学会敏感技术学会光纤传感器专业分会副主任、光学学会光电技术专业委员会常务理事、《中国激光》和《激光杂志》及《光电子技术与信息》编委、中国国防科技大学和北京玻璃研究院等兼职教授。20 世纪 70 年代末在我国率先开展了光纤传感的研究工作，进行了光纤传感的基础研究和应用研究。1988 年获国家科技进步二等奖，1988 年获电子部科技进步一等奖，1991 年获国家教委科技进步三等奖，1992 年获国家科技发明三等奖，1995 年获国防科工委科技进步二等奖，1997 年获国家教委科技进步二等奖。出版著作 4 部，论文约 200 篇。

彭刚定，于 1982 年在上海复旦大学毕业，获物理学学士学位，其后分别于 1984 年和 1987 年在上海交通大学获应用科学硕士学位及电子工程博士学位。彭博士于 1987~1988 年在上海交通大学担任讲师，1988~1991 年在澳洲国立大学进行博士后研究工作，并于 1991 年起出任新南威尔士大学讲师，现为新南威尔士大学电气与通讯工程学院副教授及光电子与光通信中心署理主任。从事研究工作超过 15 年，涉及的研究范围包括：光纤传感器、非线性光学、特种玻璃光纤及其器件、塑料光纤及其器件等。他的研究方向有重理论的，也有富于实验性的，他曾于刊物中发表约 100 篇研究论文，并于各研讨会中发表近 60 篇的研究论文。此外，彭博士亦与多家国际公司及海外大学保持紧密联系。

饶云江，目前为电子科技大学通信与信息工程学院院长、长江学者特聘教授。饶云江教授在光纤通信与光纤传感技术领域取得了国内外公认的系统的突出的创新性成绩，学术水平整体达到国际先进，部分为国际领先。由于在光纤技术领域所做出的重要贡献，1999 年被聘为全国首批长江学者特聘教授；2000 年获得国家

杰出青年科学基金；2001年荣获中国光学学会“王大珩光学奖”；2003年荣获全国“留学回国人员成就奖”，受到胡锦涛总书记的亲切接见；2004年入选首批全国“新世纪百千万人才工程”国家级人选。

施纯峰，1975年5月出生。1994~1999年就读于清华大学电子工程系，获学士学位，1999年起在清华大学电子工程系信息光电子研究所攻读博士学位(硕博连读)，师从廖延彪教授，2004年获博士学位。期间曾作为研究助理在香港理工大学电机工程系工作1年。主要研究领域为光纤光栅、光纤传感器。

孙彤，分别在1990年、1993年、1996年获哈尔滨工业大学学士、硕士、博士学位。1996年由英方提供奖学金去 City University, London 作访问学者，并于1999年获 City University, London 的理学博士学位。1999~2000年，继续在 City University, London 作博士后；2000~2001年，在新加坡南洋理工大学任助理教授，2001年回 City University, London 任讲师，并于2003年7月在 City University, London 被提升为高级讲师。孙彤博士一直从事光纤传感器，高精度测量与光纤通信方面的研究，目前已发表40多篇期刊论文，40多篇会议论文。

王东宁，1982年于北京邮电大学获学士学位，1989年获英国 Ulster 大学硕士学位，1995年获英国城市大学博士学位。他的博士论文研究领域主要为光纤传感和白光干涉。1996~1997年在香港中文大学电子工程系作博士后，从事超短脉冲的研究。1997~1998年于中国(香港)通信有限公司做通信高级工程师。1998年于香港理工大学任讲师。他的主要研究领域为超短脉冲，光纤通信和光纤传感。到目前已在国际期刊上发表60多篇论文。

杨军，1976年4月生。1999年毕业于哈尔滨工程大学光电子技术专业，获得工学学士学位；同年进入哈尔滨工程大学“光学工程”硕士点学习，于2003年取得工学硕士学位。自2001年起攻读博士学位，研究方向为光纤智能结构。2003年1月~2004年1月，应邀到香港理工大学从事访问研究工作。2000年12月至今，任哈尔滨工程大学理学院教师。目前的主要研究方向是光纤传感技术、光纤智能结构，并一直从事光纤白光干涉技术的研究，先后发表学术论文20余篇。

苑立波，1962年11月生，博士，教授，博士生导师。哈尔滨工程大学理学院院长，光纤传感器研究所所长。中国光学学会光电技术专业委员会委员，以及光子学、集成与纤维光学专业委员会委员。主持过国家自然科学基金等科研项目20余项。主要研究领域为光纤器件、光纤传感技术及其应用。获黑龙江省科技进步二等奖等科技奖励4项。1996年获黑龙江省优秀中青年专家称号。1997年获国务院政府特殊津贴。2002年获教育部第三届高校优秀青年教师奖。获国家技术专利10项。撰写教材1部。先后在国内外学术期刊发表论文160余篇，其中被SCI收录50余篇，EI收录70余篇。

张敏，1971年10月生，1996年于北京清华大学精密仪器系仪器仪表专业获

工学学士学位。1999年于北京清华大学精密仪器系光学工程专业获工学硕士学位，从事光纤陀螺的研究。2003年于香港理工大学电机工程系获博士学位，期间主要从事光纤光栅传感器及光纤气体有源传感器的研究，对光纤光栅传感器的设计、制作、检测技术和网络技术具有深入的研究。现任清华大学电子工程系讲师，中国光学学会光电技术专业委员会委员，从事光纤传感器方面的研究工作。目前参加所在课题组承担的国家海洋“863”重大项目(海上时移地震油藏监测技术)中之子课题A(时移地震采集关键设备研制)，编号：2001AA602011-11的主要研制任务，为骨干研究力量。

张岩，1994年毕业于哈尔滨工业大学应用物理系，获学士学位；1999年于中科院物理所获博士学位。1999~2001年，在日本学术振兴会博士后基金的支持下在日本山形大学工学部任特别研究员；2001~2002年在香港理工大学电机工程系任副研究员；2002~2003年在德国斯图加特大学应用光学研究所任洪堡学者；2004年在香港科技大学任访问学者。2003年至今在首都师范大学任研究员。现任中国物理学会光物理委员会委员、光学学会全息与光信息处理委员会委员和美国光学学会会员。发表科技论文60余篇，其中SCI收录近40篇。主要研究方向：光学信息处理、相位恢复、衍射光学元件设计、光学相干层析、数字全息、光纤传感、光子晶体理论等。

序 言

随着光纤与光纤器件研究的深入，作为检测器件的光纤传感器也越来越受到人们的重视。近一个时期，光纤传感技术得到了迅速发展，目前已在科学研究与工程应用领域得到了广泛的应用。

由靳伟教授和阮双琛教授等编写的《光纤传感技术新进展》一书，内容涉及各类光纤传感器技术及一些典型应用，将对信息科学、惯性导航、探测等领域的研究具有指导意义。由于参加撰写的各位作者都在这一领域的前沿工作，本书中内容反映了相应领域的最新研究成果，它的出版必将促进我国光纤传感技术的研究与开发。作为一位科技工作者，我感到由衷的高兴。

姚建铨

2005年2月15日

前 言

1998年我们曾在科学出版社出版了《导波光学传感器：原理与技术》一书，该书以多作者的形式将当时光纤传感领域的一些研究经验和成果介绍给了国内同行。本书将以同样的形式介绍该领域近几年的新进展，我们的目的不是对光纤传感技术的发展作全面论述，而是着重介绍各作者在相关领域所做的工作和成果。本书的读者对象是工作在相关领域的研究人员、工程技术人员、研究生和高年级大学生。本书附有各位作者的自我介绍，以便同行相互了解。

本书共分10章，第1章介绍一类新型光纤——光子晶体光纤，讨论这类光纤的导光原理、发展现状、其特殊的结构和性质，与单模光纤的耦合及其在传感领域的应用。第2章介绍不同材料和结构的聚合物光纤，包括多模和单模光纤以及基于这些光纤的传感系统及其应用。第3章介绍一种应用广泛的光纤器件——长周期光纤光栅，综述其研究现状及其应用，并着重介绍用高频CO₂激光脉冲写入法制作光栅的形成机理、特性以及各种光栅写入法之间的比较。第4章介绍两种高灵敏度光纤气体测量技术：Ring-down腔气体测量技术和激光内腔气体测量技术，包括基本工作原理、最新实验结果、改善信噪比和多路复用的方法等。第5章介绍光纤荧光测温技术，包括测量原理、不同荧光材料的温度特性、单点和分布式测量系统及其在工业中的应用实例。第6章介绍白光干涉测量技术及其在结构材料应变和温度测量中的应用。着重讨论用于形成传感网络、降低成本和提高系统冗余度的各种多路复用技术。第7章介绍应用数字信号处理技术来提高光纤布拉格光栅传感器测量精度和复用能力方面的一些理论和实验工作。这些方法对其他类型的光纤传感器也同样适用。第8章介绍最近研究开发成功的一种新型光纤光栅解调系统及其应用实例。第9章介绍光纤法珀腔传感器，包括基本工作原理、分类、信号解调和解复用技术以及法珀腔应变传感系统的应用实例。第10章综述各种液位传感技术，包括基本传感原理、技术性能和应用场合；并较详细地介绍了作者等研发的一种光纤法珀腔连续型液位传感器的基本理论和实验结果。

在本书的编写过程中得到了姚建铨院士的支持和鼓励，我们在此表示感谢。编者感谢各章作者在百忙中抽出时间为本书撰稿。感谢于永芹、王智、张敏、曾剑春、郭春雨、赵霁虹等博士后和研究生在编辑过程中给予的大力协助。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不妥之处，恳请读者批评指正。

新伟(香港理工大学)

阮双琛(深圳大学)

2005年2月

目 录

序言

前言

第 1 章 光子晶体光纤及其在传感中的应用 靳伟 居剑 阮双琛(1)	
1.1 引言	(1)
1.2 光子晶体光纤基本概念	(1)
1.2.1 二维光子晶体的光子带隙	(1)
1.2.2 折射率导光型光子晶体光纤	(3)
1.2.3 光子带隙光纤	(3)
1.3 光子晶体光纤和单模光纤的耦合	(5)
1.3.1 应用场分布的重叠积分法计算耦合损耗	(5)
1.3.2 用模场半径估算耦合损耗	(7)
1.3.3 降低耦合损耗	(7)
1.4 光子晶体光纤在传感中的应用	(7)
1.4.1 光子晶体光纤用于气体检测	(7)
1.4.2 基于孔内光和物质相互作用的其他传感器	(9)
1.4.3 高双折射光子晶体光纤	(9)
1.4.4 双模光子晶体光纤	(10)
1.4.5 双模光子晶体光纤传感器	(13)
1.4.6 掺杂的微结构聚合物光纤传感器	(15)
1.4.7 其他传感应用	(15)
1.5 小结	(15)
参考文献	(16)
第 2 章 聚合物光纤传感器 彭刚定(19)	
2.1 引言	(19)
2.2 聚合物光纤材料	(20)
2.3 聚合物光纤种类	(22)
2.3.1 阶跃折射率多模聚合物光纤	(23)
2.3.2 渐变折射率多模聚合物光纤	(24)
2.3.3 单模聚合物光纤	(25)
2.3.4 电光聚合物光纤	(26)

2.3.5	闪烁聚合物光纤	(26)
2.3.6	激光染料掺杂聚合物光纤	(27)
2.3.7	微结构聚合物光纤	(28)
2.4	多模聚合物光纤传感器及其应用	(29)
2.4.1	辐射探测	(29)
2.4.2	生物医学和化学传感	(31)
2.4.3	工程结构安全与材料断裂监测	(33)
2.4.4	环境监测	(40)
2.5	单模聚合物光纤传感器及其应用	(47)
2.5.1	聚合物光纤的光敏性	(48)
2.5.2	聚合物光纤光栅制作	(52)
2.5.3	聚合物光纤光栅传感	(55)
2.5.4	应变和温度传感	(56)
2.6	小结	(60)
	参考文献	(61)
第3章	长周期光纤光栅的研究现状	饶云江(70)
3.1	光纤光栅的发展	(70)
3.2	光纤光栅的分类	(71)
3.2.1	按光纤光栅的周期分类	(72)
3.2.2	按光纤光栅的波导结构分类	(72)
3.2.3	按光纤光栅的形成机理分类	(74)
3.2.4	按光纤的材料分类	(74)
3.3	光纤光栅的应用	(74)
3.3.1	光纤光栅在通信领域的应用	(75)
3.3.2	光纤光栅在传感领域的应用	(76)
3.4	长周期光纤光栅的研究现状	(77)
3.4.1	长周期光纤光栅写入方法	(78)
3.4.2	长周期光纤光栅形成机理	(79)
3.4.3	长周期光纤光栅理论	(79)
3.4.4	长周期光纤光栅在通信领域的应用	(80)
3.4.5	长周期光纤光栅在传感领域的应用	(83)
3.4.6	长周期光纤光栅的可调谐性和稳定性	(85)
3.5	高频 CO ₂ 激光脉冲写入法及其形成机理	(86)
3.5.1	高频 CO ₂ 激光脉冲写入法	(86)
3.5.2	CO ₂ 激光写入法的形成机理	(92)

3.5.3	氢载对 CO ₂ 激光写入法的影响	(98)
3.5.4	CO ₂ 激光写入的长周期光纤光栅的高温稳定性	(100)
3.6	长周期光纤光栅写入法的比较	(101)
3.6.1	紫外光写入法	(101)
3.6.2	腐蚀刻槽法	(103)
3.6.3	离子束入射法	(104)
3.6.4	机械微弯变形法	(105)
3.6.5	局部加热写入法	(106)
3.7	小结	(107)
	参考文献	(108)
第 4 章	基于光纤激光器的有源腔气体吸收测量技术	张敏 何海律 张岩 靳伟 王东宁 廖廷彪(116)
4.1	引言	(116)
4.2	Ring-down 腔气体测量技术	(117)
4.2.1	Ring-down 腔系统工作原理	(117)
4.2.2	Ring-down 腔的实现	(118)
4.2.3	光纤有源 Ring-down 腔系统	(119)
4.2.4	光纤环形 Ring-down 腔气体传感研究	(120)
4.3	有源激光内腔气体测量技术	(124)
4.3.1	基于多模激光器的有源内腔法	(125)
4.3.2	基于光纤激光器的有源内腔测量法	(126)
4.3.3	基于光纤激光器的有源内腔法灵敏度分析	(127)
4.3.4	用有源内腔法进行气体测量	(130)
4.3.5	波长扫描技术及谐波检测技术在有源内腔法中的应用	(131)
4.3.6	有源内腔传感器的复用	(133)
4.4	小结	(136)
	参考文献	(136)
第 5 章	光纤荧光温度传感器	孙彤 K. T. V. Grattan (138)
5.1	引言	(138)
5.2	荧光光纤温度传感原理	(138)
5.2.1	荧光寿命测温	(139)
5.2.2	荧光强度比测温	(141)
5.3	荧光传感材料	(142)
5.3.1	荧光固态材料	(142)
5.3.2	荧光光纤材料	(148)

5.4	荧光测温系统	(151)
5.4.1	荧光点测温系统	(153)
5.4.2	荧光分布测温系统	(154)
5.5	荧光测温系统在工业界的应用	(156)
5.5.1	在高温炉中的应用	(156)
5.5.2	在食品工业中的应用	(158)
5.5.3	在微波环境中的应用	(160)
5.6	小结	(162)
	参考文献	(162)
第6章	光纤白光干涉传感技术与应用	苑立波 杨军(165)
6.1	引言	(165)
6.2	光纤白光干涉仪基本原理	(165)
6.3	基于光纤白光干涉法的应变、温度测量技术	(170)
6.3.1	用于光纤应变和温度测量的光程变量表征方法	(170)
6.3.2	白光测量系统	(171)
6.3.3	表观应变与温度补偿技术	(173)
6.4	多路复用技术	(176)
6.4.1	相干复用技术	(177)
6.4.2	时分复用技术	(184)
6.4.3	傅里叶变换频分复用技术	(185)
6.5	应用	(186)
6.6	小结	(187)
	参考文献	(187)
第7章	数字信号处理技术在光纤布拉格光栅传感器中的应用	陈志超 施纯崢 靳伟(190)
7.1	引言	(190)
7.2	数字信号处理技术在光纤光栅传感器中的应用	(192)
7.2.1	有限冲激响应(FIR)滤波器	(192)
7.2.2	数字匹配滤波器	(202)
7.2.3	自适应线性网络	(208)
7.2.4	小结	(212)
7.3	数字信号处理技术在光纤光栅传感网络中的应用	(212)
7.3.1	光纤光栅谱形状复用法	(212)
7.3.2	遗传算法	(220)
7.3.3	模拟退火算法	(228)

7.3.4	自组织网络	(232)
7.3.5	小结	(237)
	参考文献	(238)
第 8 章	光纤光栅传感系统与应用	靳伟 何海律 李家润 何兆溟 张敏 廖延彪(240)
8.1	引言	(240)
8.2	光纤光栅传感基本知识	(240)
8.3	光纤光栅的解调系统	(241)
8.4	应用实例(1)	(244)
8.4.1	使用参考光纤光栅作温度补偿	(244)
8.4.2	实验及实验结果	(245)
8.5	应用实例(2)	(248)
8.6	小结	(250)
	参考文献	(251)
第 9 章	光纤法珀传感器	陈伟民(252)
9.1	引言	(252)
9.2	光纤法珀传感器原理及分类	(253)
9.2.1	基本原理	(253)
9.2.2	分类及特点	(254)
9.3	光纤法珀传感器的信号解调	(257)
9.3.1	强度解调	(257)
9.3.2	相位解调	(261)
9.4	光纤法珀传感器的复用	(279)
9.4.1	强度解调型光纤法珀传感器的波分复用	(280)
9.4.2	相位解调型光纤法珀传感器的空分复用	(280)
9.5	光纤法珀传感器的应用	(281)
9.5.1	光纤法珀应变传感器系统	(281)
9.5.2	其他光纤法珀传感器系统	(286)
9.6	小结	(287)
	参考文献	(288)
第 10 章	光纤液位传感器	高应俊(290)
10.1	引言	(290)
10.2	传统液位传感器	(291)
10.2.1	定点型液位传感器	(291)
10.2.2	连续型液位传感器	(291)

10.3 光纤液位传感器	(293)
10.3.1 定点型光纤液位传感器	(294)
10.3.2 连续型光纤液位传感器	(300)
10.4 小结	(333)
参考文献	(334)