



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

中 外 物 理 学 精 品 书 系

前 沿 系 列 · 2 9

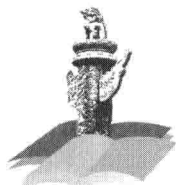
近代光学信息处理

(第二版)

宋菲君
〔美〕 S. Jutamulia 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

中 外 物 理 学 精 品 书 系

前 沿 系 列 · 29

近代光学信息处理

(第二版)

宋菲君
〔美〕 S. Jutamulia 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

近代光学信息处理/宋菲君,(美)朱塔穆利亚(Jutamulia,S.)编著.—2版.—北京:北京大学出版社,2014.6

(中外物理学精品书系·前沿系列)

ISBN 978-7-301-24195-0

I. ①近… II. ①宋… ②朱… III. ①信息光学-高等学校-教材 IV. ①O438

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 086748 号

书 名: 近代光学信息处理(第二版)

著作责任者: 宋菲君 [美]S. Jutamulia 编著

责任编辑: 刘 啸

标准书号: ISBN 978-7-301-24195-0/O·0970

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn>

新浪微博: @北京大学出版社

电子邮箱: zpup@pup.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752038 出版部 62754962

印 刷 者: 北京中科印刷有限公司

经 销 者: 新华书店

730 毫米×980 毫米 16 开本 21.25 印张 插图 4 405 千字

1998 年 4 月第 1 版

2014 年 6 月第 2 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 59.00 元



未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱:fd@pup.pku.edu.cn

“中外物理学精品书系”

编委会

主 任：王恩哥

副主任：夏建白

编 委：（按姓氏笔画排序，标*号者为执行编委）

王力军	王孝群	王 牧	王鼎盛	石 兢
田光善	冯世平	邢定钰	朱邦芬	朱 星
向 涛	刘 川*	许宁生	许京军	张 酣*
张富春	陈志坚*	林海青	欧阳钟灿	周月梅*
郑春开*	赵光达	聂玉昕	徐仁新*	郭 卫*
资 剑	龚旗煌	崔 田	阎守胜	谢心澄
解士杰	解思深	潘建伟		

秘 书：陈小红

序 言

物理学是研究物质、能量以及它们之间相互作用的科学。她不仅是化学、生命、材料、信息、能源和环境等相关学科的基础,同时还是许多新兴学科和交叉学科的前沿。在科技发展日新月异和国际竞争日趋激烈的今天,物理学不仅囿于基础科学和技术应用研究的范畴,而且在社会发展与人类进步的历史进程中发挥着越来越关键的作用。

我们欣喜地看到,改革开放三十多年来,随着中国政治、经济、教育、文化等领域各项事业的持续稳定发展,我国物理学取得了跨越式的进步,做出了很多为世界瞩目的研究成果。今日的中国物理正在经历一个历史上少有的黄金时代。

在我国物理学科快速发展的背景下,近年来物理学相关书籍也呈现百花齐放的良好态势,在知识传承、学术交流、人才培养等方面发挥着无可替代的作用。从另一方面看,尽管国内各出版社相继推出了一些质量很高的物理教材和图书,但系统总结物理学各门类知识和发展,深入浅出地介绍其与现代科学技术之间的渊源,并针对不同层次的读者提供有价值的教材和研究参考,仍是我国科学传播与出版界面临的一个极富挑战性的课题。

为有力推动我国物理学研究、加快相关学科的建设与发展,特别是展现近年来中国物理学家的研究水平和成果,北京大学出版社在国家出版基金的支持下推出了“中外物理学精品书系”,试图对以上难题进行大胆的尝试和探索。该书系编委会集结了数十位来自内地和香港顶尖高校及科研院所的知名专家学者。他们都是目前该领域十分活跃的专家,确保了整套丛书的权威性和前瞻性。

这套书系内容丰富,涵盖面广,可读性强,其中既有对我国传统物理学发展的梳理和总结,也有对正在蓬勃发展的物理学前沿的全面展示;既引进和介绍了世界物理学研究的发展动态,也面向国际主流领域传播中国物理的优秀专著。可以说,“中外物理学精品书系”力图完整呈现近现代世界和中国物理

科学发展的全貌,是一部目前国内为数不多的兼具学术价值和阅读乐趣的经典物理丛书。

“中外物理学精品书系”另一个突出特点是,在把西方物理的精华要义“请进来”的同时,也将我国近现代物理的优秀成果“送出去”。物理学科在世界范围内的重要性不言而喻,引进和翻译世界物理的经典著作和前沿动态,可以满足当前国内物理教学和科研工作的迫切需求。另一方面,改革开放几十年来,我国的物理学研究取得了长足发展,一大批具有较高学术价值的著作相继问世。这套丛书首次将一些中国物理学者的优秀论著以英文版的形式直接推向国际相关研究的主流领域,使世界对中国物理学的过去和现状有更多的深入了解,不仅充分展示出中国物理学研究和积累的“硬实力”,也向世界主动传播我国科技文化领域不断创新的“软实力”,对全面提升中国科学、教育和文化领域的国际形象起到重要的促进作用。

值得一提的是,“中外物理学精品书系”还对中国近现代物理学科的经典著作进行了全面收录。20世纪以来,中国物理界诞生了很多经典作品,但当时大都分散出版,如今很多代表性的作品已经淹没在浩瀚的图书海洋中,读者们对这些论著也都是“只闻其声,未见其真”。该书系的编者们在这方面下了很大工夫,对中国物理学科不同时期、不同分支的经典著作进行了系统的整理和收录。这项工作具有非常重要的学术意义和社会价值,不仅可以很好地保护和传承我国物理学的经典文献,充分发挥其应有的传世育人的作用,更能使广大物理学人和青年学子切身体会我国物理学研究的发展脉络和优良传统,真正领悟到老一辈科学家严谨求实、追求卓越、博大精深的治学之美。

温家宝总理在2006年中国科学技术大会上指出,“加强基础研究是提升国家创新能力、积累智力资本的重要途径,是我国跻身世界科技强国的必要条件”。中国的发展在于创新,而基础研究正是一切创新的根本和源泉。我相信,这套“中外物理学精品书系”的出版,不仅可以使所有热爱和研究物理学的人们从中获取思维的启迪、智力的挑战和阅读的乐趣,也将进一步推动其他相关基础科学更好更快地发展,为我国今后的科技创新和社会进步做出应有的贡献。

“中外物理学精品书系”编委会 主任
中国科学院院士,北京大学教授

王恩哥

2010年5月于燕园

内 容 提 要

本书论述了光学信息处理的基本理论及重要应用,并介绍了这一学科的前沿研究成果和发展动向。

全书共分九章。在基础部分,本书论述了傅里叶光学原理、经典光学信息处理、非相干光学信息处理、光电混合处理、成像光学系统的傅里叶分析和像质评价、空间光调制器等。在应用部分,本书介绍了傅里叶光学在光通信和天文观测等领域中的应用。本书详细介绍了傅里叶变换光谱仪,光学断层扫描成像,迈克尔孙恒星干涉仪,“光学编码-数字电子解码”物镜景深扩展,光通信器件——声光滤波器、可调路由器、光纤布拉格光栅、阵列波导光栅等,讨论了声光频移多普勒激光测速仪,恒星散斑图信息处理在天文学双星分辨中应用,以及大气湍动成像的自适应光学信息处理。本书还简要讨论了近年发展起来的交叉学科——天文光子学,并在附录中介绍了光子晶体学。

本书可作为大学光电信息科学与工程、物理、应用物理、测控技术与仪器等专业高年级学生和研究生教材或教学参考书,也可供有关专业从事研究开发的科技人员参考。

前 言

杨振寰(Francis T. S. Yu)博士

美国宾夕法尼亚州立大学电子工程系 Evan Pugh Emeritus 教授

电子邮件: ftyece@engr.psu.edu

非常荣幸能够为宋菲君教授和 S. Jutamulia 博士编著的《近代光学信息处理(第二版)》撰写前言. 近年来,传统的光学演变为近代光子学,发展很快,在科学、工业和人类生活的各个方面都获得了重要的应用,其突出的例子就是光通信. 光不仅传递人类生存所必需的能量,还传递信息. 当下,光纤通信网络正以大于 1 km/s 的速度增加.

人眼或探测器(例如 CCD 摄像机)所接受的光信号,例如图像信号,都必须经过处理,提取、增强感兴趣的成分,消除、过滤不需要的成分或噪声(例如杂光). 经典光学局限于在空域处理信息(对于图形图像,所谓空域就是图形本身). 近代光学信息处理的特点,就在于开发出光学信号的空间频域,像电信号那样,在频域进行滤波、卷积、相关、编码等处理,从而大大增强了信息处理的能力和功效. 光学信号的频域处理观念,相对于经典光学是重大的进步.

理论上可以证明,透镜的准直和聚焦两个基本性能,恰恰就是二维傅里叶变换和逆变换. 光学信息处理的基本系统,就是由两片透镜构成的 $4f$ 系统. 近代光电混合处理充分发挥光学系统的高度并行、大信息量的特点,又利用了电子计算机灵活的测控、智能化的功能,在特征识别、光学断层扫描成像、光学传递函数、傅里叶变换光谱仪等许多领域获得了成功的应用.

由宋菲君、S. Jutamulia 编写的《近代光学信息处理》一书首版在 1998 年出版,并在 2003 年获得中国国家科技进步和科技出版三等奖,受到中国的科技工作者、教师和学生的欢迎,并多次重印.我曾为该书的评审写过推荐函.由于近年来光子学发展很快,原书中的应用部分显得不符合要求了.作为北京大学出版社“中外物理学精品书系”之一,《近代光学信息处理》重新出版.两位作者在第二版中全面更新了应用部分的章节,增添了数码相机物镜的景深扩展、恒星散斑图信息处理在天文学双星分辨方面的应用、扰动大气成像信息处理等新内容,特别是用较大篇幅介绍了光纤通信、自适应光学在天文观察中的应用、天文光子学信息处理等,并对光子晶体进行了综述,反映了光子学的前沿进展,使本书成为一本内容丰富的学术著作.

“傅里叶光学”或“信息光学”无论在美国还是中国,都是相关学院和专业的一门必修或选修的课程.本书可作为一个学期课程的教科书或教学参考书.此外,我建议以本书的第 1 章加上若干应用实例,作为傅里叶光学或光学信息处理短学期课程的教材或参考资料,很多专业的学生都可听讲.

宋菲君教授是国内外知名的学者型企业家,他是国际光学工程学会(SPIE)的资深会员(Fellow SPIE).正如 SPIE 对宋菲君教授的评价,“他在光学信息处理的理论和技术领域中取得了突出的成就,是光学产业界的领军人物”. S. Jutamulia 博士是美国的著名学者,在本领域非常活跃,曾撰写或合作撰写过多部著作.我希望能早日看到这本书的英文版,供欧美和其他国家的读者使用.

楊振寰

July 23, 2013

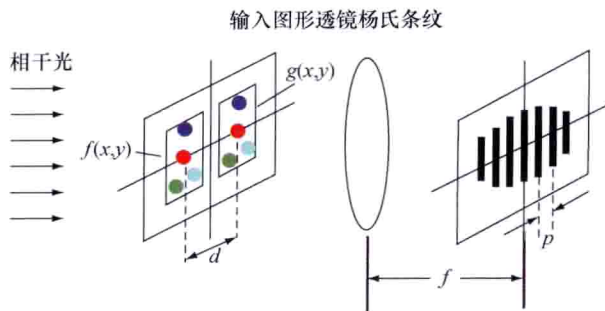


图 1.9 用相干光照射点对,在透镜后焦面上形成杨氏条纹

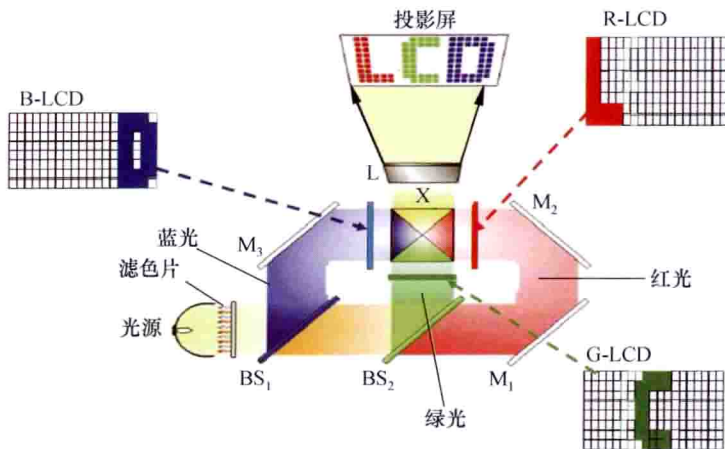


图 7.6 LCD 投影机

BS_1 , BS_2 : 分光镜; M_1 , M_2 , M_3 : 反射镜; X: 合色棱镜;
L: 投影物镜; B-LCD, G-LCD, R-LCD: 蓝、绿、红 LCD-SLM

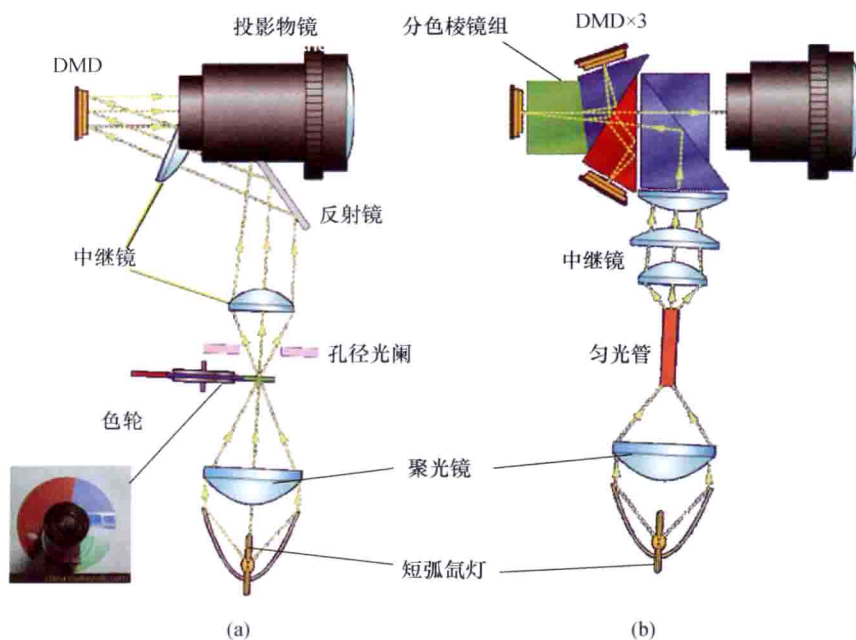


图 7.13

(a) 单板 DLP 投影机；(b) 三板 DLP 投影机

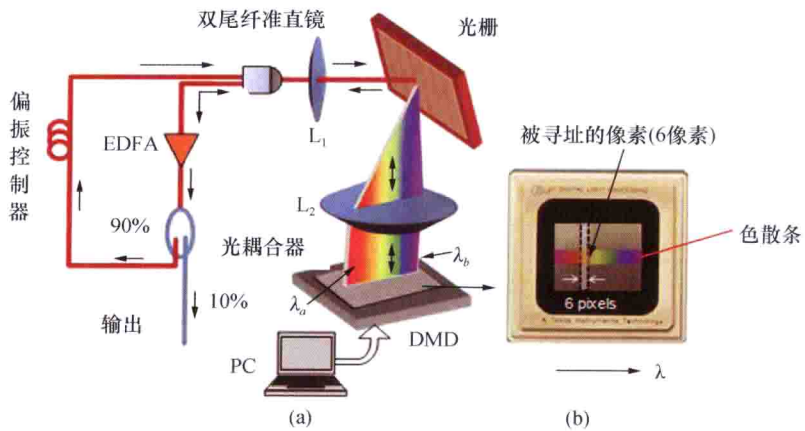


图 7.18

(a) 基于 DLP 的可调谐光纤激光器的原理示意图；
 (b) DMD 芯片寻址示意图, 波长沿色散条(水平方向)变化

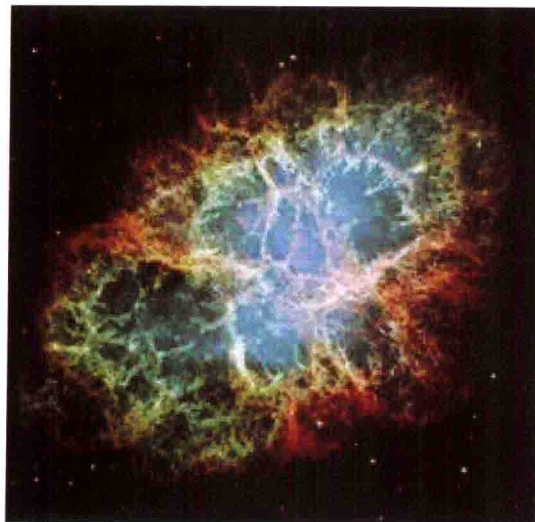


图 9.1 由哈勃望远镜拍摄的蟹状星云照片

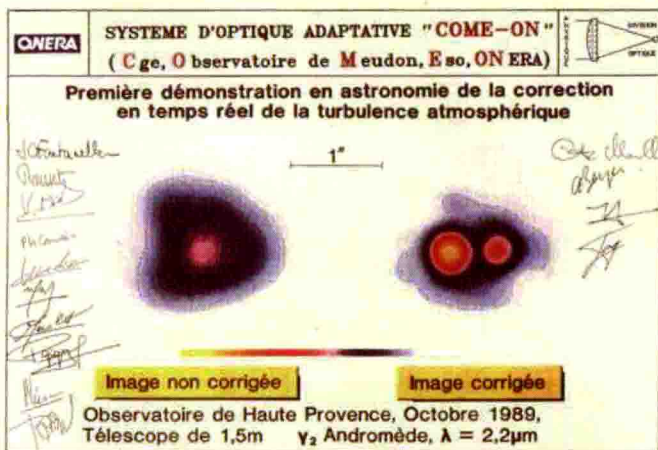
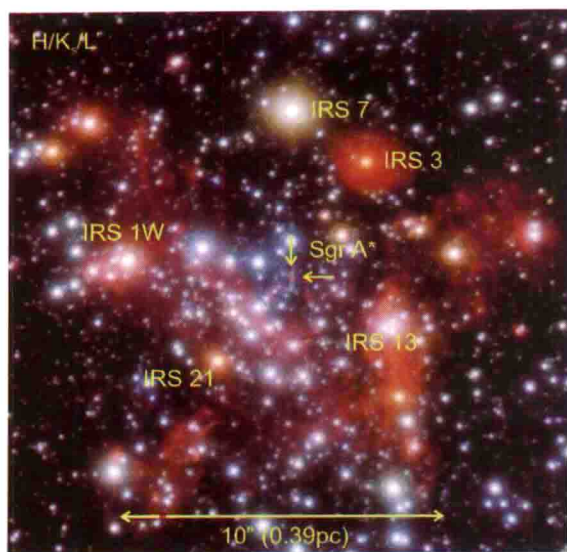
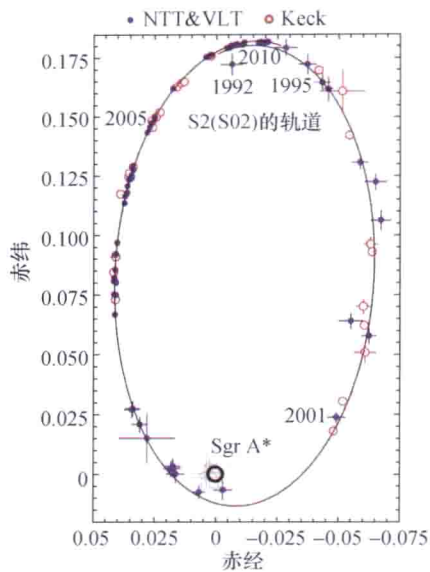


图 9.15 AO 将仙女座 γ_2 密近双星分解为两个子星 (Rousset et al, 1990)



(a)



(b)

图 9.16

(a) 银心的 AO 成像; (b) 恒星 S2 近 20 年周期的天体测量轨道。

横坐标(赤经)和纵坐标(赤纬)的单位均为角秒

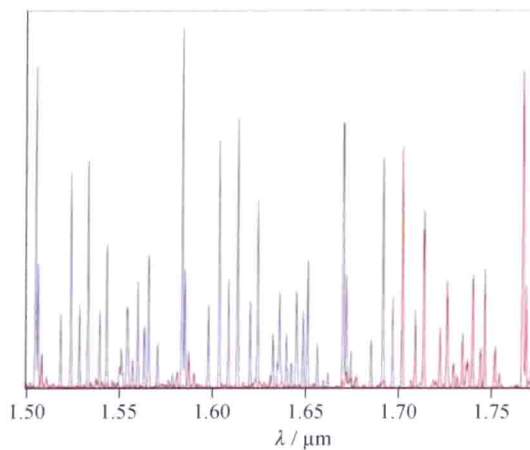


图 9.21 IR 夜空的光谱^[1]

运用复合非周期光纤布拉格光栅滤除 OH 杂光谱线的结果(红)和滤波前的 IR 光谱(蓝)

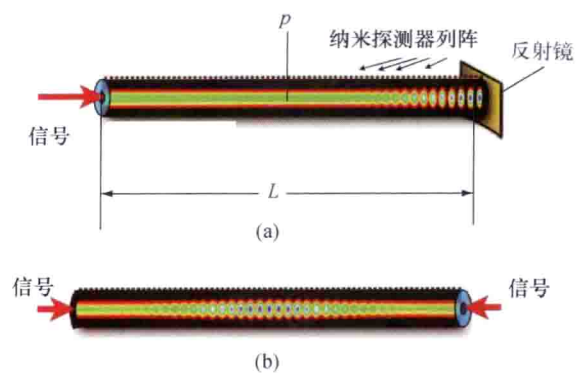


图 9.29 波导型 FTS^[1]

(a) 李普曼型(单端输入);(b) 伽博型(双端输入)



图 9.30 用微型探测阵列测量隐失波示意图^[21]

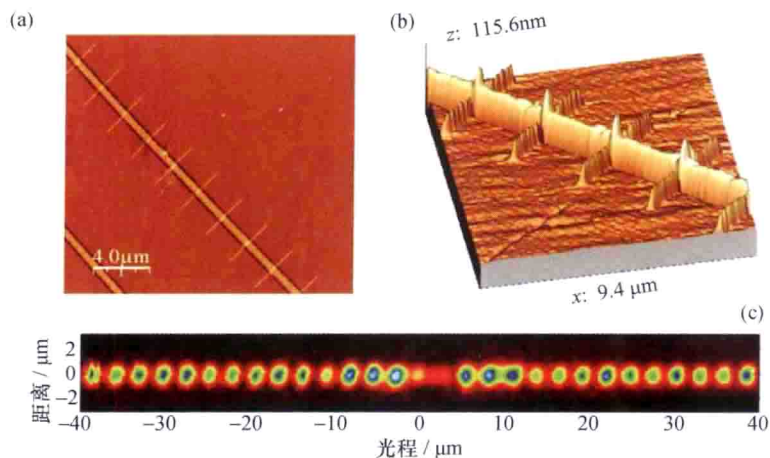


图 9.31 纳米金丝梳的微观结构^[21]

- (a) 在硅波导表面可见 9 个垂直排列的金丝, 直径 50 nm, 间隔 4 μm ; (b) 3D 结构图;
(c) 实测到的 29 个纳米金丝散射的远场光斑, 横坐标为光程

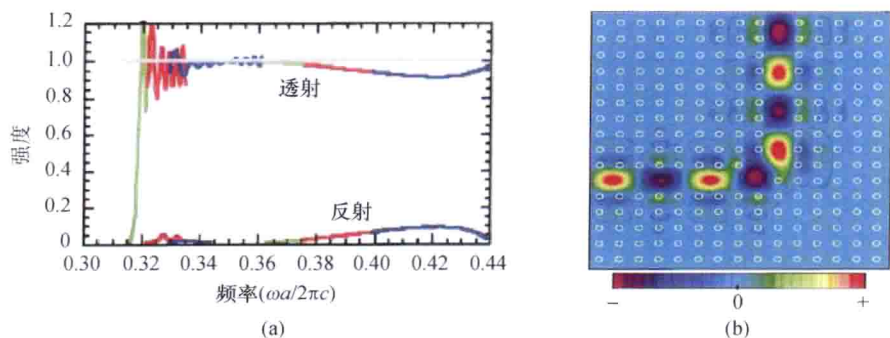


图 C.12 90°拐弯的光子晶体光波导

- (a) 导波模式的透过强度; (b) 场分布(用不同颜色表示场从“-”到“+”的分布)

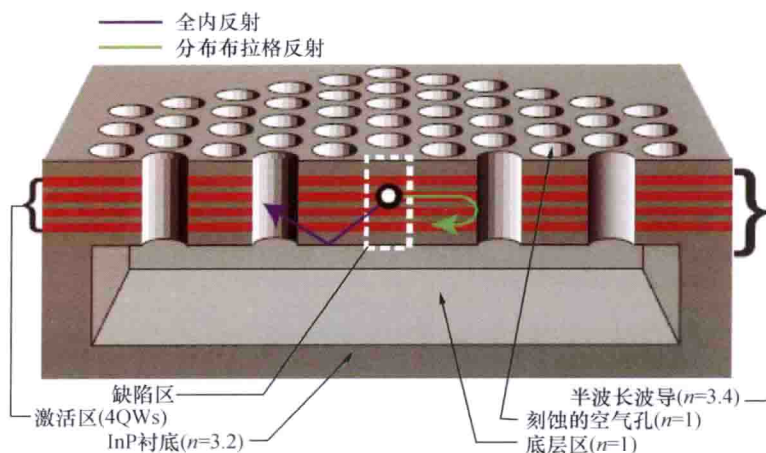


图 C. 20 中间缺陷光子晶体激光器

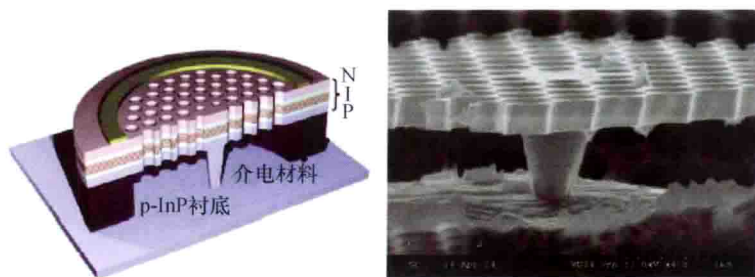


图 C. 21

(a) 带微柱支撑的 InGaAsP 光子晶体微腔激光器结构图；(b) SEM 照片