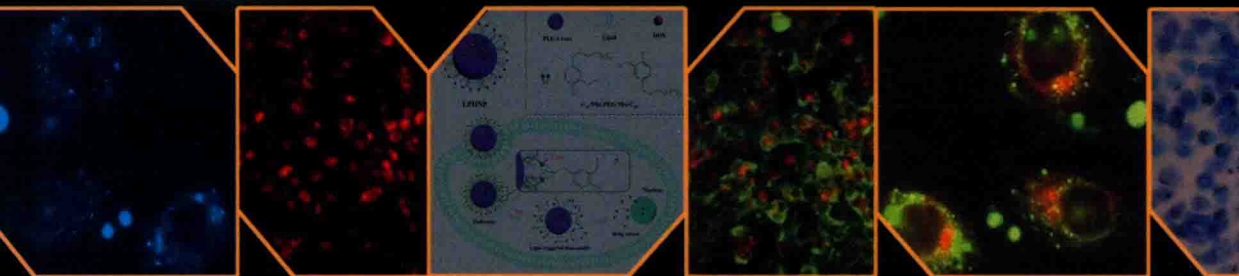


WILEY



生物医学研究前沿



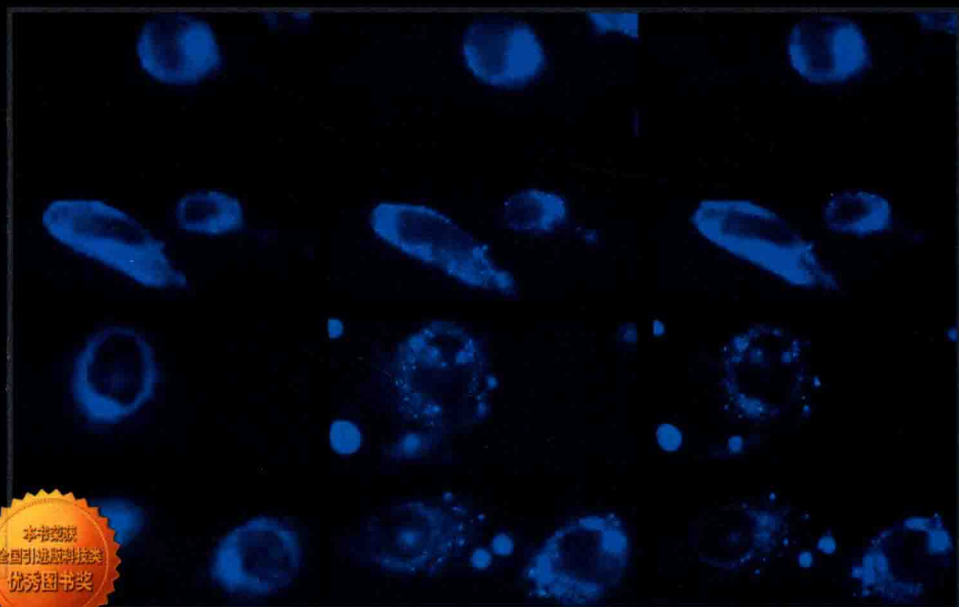
Nanophotonics

纳米光子学

[美] 帕拉斯·N. 普拉萨德 著

张镇西 等译

Paras N. Prasad



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

非外借

Nanophotonics
纳米光子学

〔美〕 帕拉斯·N. 普拉萨德 著

Paras N. Prasad

University at Buffalo

The State University of New York

张镇西 姚翠萍 王 晶 梅建生 译
王斯佳 辛 静 宋璟波

西安交通大学出版社

Xi'an Jiaotong University Press

Paras N. Prasad
Nanophotonics
ISBN:978 - 0 - 471 - 64988 - 5
Copyright©2004 by John Wiley & Sons, Inc.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning or otherwise, except as permitted under Section 107 or 108 of the 1976 United States Copyright act, without either the prior written permission of the Publisher, or authorization through payment of the appropriate per-copy fee to the Copyright Clearance Center, Inc. , 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923,(978)750-8400,fax (978)646-8600, or on the web at www.copyright.com. Requests to the Publisher for permission should be addressaed to the Permissions Department, John Wiley & Sons, Inc. , 111 River Street, Hoboken, NJ07030,(201) 748-6011, fax(201) 748-6008.

All Right Reserved. This translation published under license.

陕西省版权局著作权合同登记号 图字 25 - 2009 - 034 号

图书在版编目(CIP)数据

纳米光子学/(美)帕拉斯·N.普拉萨德(Prasa·N.Prasad)著;
张镇西等译. —西安:西安交通大学出版社,2018.3
书名原文:Nanophotonics
ISBN 978 - 7 - 5693 - 0492 - 3

I. ①纳… II. ①普… ②张… III. ①纳米技术-光子
IV. ①TB383 ②O572.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 052480 号

书 名 纳米光子学
著 者 (美)帕拉斯·N.普拉萨德
译 者 张镇西 等
策划编辑 赵丽平 鲍 媛
责任编辑 鲍 媛

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 西安日报社印务中心

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 26.25
印 数 0001~1000 字数 489 千字
版次印次 2018 年 11 月第 1 版 2018 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 5693 - 0492 - 3
定 价 98.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82665397

读者信箱:banquan1809@126.com

版权所有 侵权必究

再版序

纳米光子学是一门新兴的前沿学科,融合了纳米技术和光子学的交叉研究领域。该学科在能源、生命科学、环境保护和全球安全等重大议题领域内发挥着特有的作用。纳米光子学的系列理论无疑是纳米技术这一科学研究的重要推手。《纳米光子学》(*Nanophotonics*)不但对这一研究领域的基础理论做出了全面的论述,还对纳米生物材料、纳米生物医学及纳米光子学的应用和市场前景进行展望,因此使得这本专著在纳米医学界不但有着举足轻重的地位,而且已经广泛地用作教学素材材料和难得的科研参考资料。

本书出版后,得到广大读者的好评和厚爱,荣获了国家 2010 年度引进版科技类优秀图书奖,并陆续被许多院校选为研究生教材。读者评价该书非常经典,“理论和应用结合,专业权威”,“前沿书籍,激发灵感与创新”,等等。再版前,我们全面细致地审校全文,对原书翻译的不准确之处进行了修订,并再次呈现给大家,并期待本书的能吸引和启发更多年轻的研究人员,在这一领域中提出新见解并作出创新,为中国在这个多学科交叉的研究领域中作出重要贡献,在中华民族的伟大复兴中贡献力量。

这次修改中,付磊博士生修改了序、第 1 章和第 3 章;王思琪博士生修改了第 2 章和第 5 章;辛静博士生修改了第 4 章;周一成硕士生修改了第 6 章;贺宇路博士生修改了第 7 章和第 12 章;王斯佳博士修改了第 8 章和第 14 章;杜晓凡博士生修改了第 9 章;王森豪硕士生修改了第 10 章和第 11 章;王佳壮硕士生修改了第 13 章。生物医学工程在读本科生

孔渊、姚兴、刘阳霏、张瑞、毛建允、杨靖伟、靳晓博等参加了本书的一些校对工作。王森豪同学用相机记录了课题组博士和硕士研究生搭建的系统,并呈现在本书的封面上。

我们也要感谢最新获得国家自然科学基金项目的资助*。借此还要感谢生物医学光子学教育部网上合作研究中心西安交通大学分部(<http://bmp.xjtu.edu.cn/>)的全体成员,他们的辛勤努力使得本课题组的研究方向不断扩展,研究水平也向国际的前沿水平靠近提高。

西安交通大学出版社的鲍媛老师给予了极大的配合和支持,使得本书的中文翻译版再次面世。

此书是我们翻译的有关纳米光子学的一本专著,希望该书的翻译出版会对我国生物医学光子学领域的发展有所帮助。而生物医学光子学已经成为多个学科集成综合高速发展的领域,也成为重要学科前沿生命科学和医学成像新领域研究的重要组成部分。有关纳米生物医学光子学的进展,请参阅封面书舌的介绍。

生物医学光子学依然处于发展新阶段。作为一个与其他学科交叉发展从而促进生命科学进展的学科,纳米生物医学光子学具有其独特的优势和难点。在今后数年间,我们可以期待该学科将以更快的速度向前发展并产生更大的影响。

由于能力所限,此书中翻译的不妥之处,恳请读者批评指正。

张镇西

于西安交通大学生命科学与技术学院

生物医学分析技术与仪器研究所

zxzhang@mail.xjtu.edu.cn

<http://bmp.xjtu.edu.cn/>

<http://bmp.xjtu.edu.cn/bmpjpkc/>

2018年9月15日

* 国家重大科研仪器研制项目(自由申请):基于波前整形的高光谱成像引导的肿瘤光热/光动力双模治疗手术系统(61727823)。

译者序

在从事生物医学光子学研究的同时,我们先后翻译出版了《激光与生物组织的相互作用——原理及应用》(西安交通大学出版社,1999)、《医学工作者的因特网》(西安交通大学出版社,2000)、《分子光子学——原理及应用》(科学出版社,2004)、《激光与生物组织的相互作用原理及应用(第三版)》(科学出版社,2005)和编写出版了《生物医学光子学新技术及应用》(科学出版社,2008)等书。本书的翻译是继上述几本书之后又一本有助于我们项目发展的作品。

本书的翻译完稿得到了许多单位和朋友的支持与帮助。德意志学术交流中心(Deutscher Akademischer Austauschdienst, DAAD)长期为我们提供书籍资料和其他支持。著名教授蒋大宗先生多次关心课题的发展;福建师范大学物理与光电信息科技学院的院长、西安交通大学兼职教授谢树森教授长期对我们给予支持。同时感谢国家自然科学基金委员会多年来对我们课题的资助*,以及 CSC-DAAD 联合资助重点实验室项目:2006 年中德合作科研项目(PPP)基因转染新方法研究——激光照射金纳米颗粒诱导细胞的选择性吸收。

借此还要感谢生物医学光子学教育部网上合作研究中心西安交通

* 基于 ALA 脂类衍生物的光动力疗法对白血病细胞的影响(60178034)、心脏电活动高分辨光学标测技术的研究(60378018)、基于激光技术的微粒辅助基因转染新方法研究(60578026)、基于新型金纳米-ALA 结晶体对白血病细胞的灭活效率及机理研究(60878056)、科学仪器基础研究专款:基于多光谱荧光成像的在体三维光学标测系统(60927011)。

大学分部(<http://bmp.xjtu.edu.cn/>)的全体成员,他们的辛勤努力使得本课题组的研究方向不断扩展,研究水平也有了大幅度的提高。

课题组的在读博士生梁晓轩、梁佳明、臧留琴、刘成波、隆弢、梅曦、王波、许皓和在读硕士生邓亮、刘琛、钱康、杨洋等参加了本书一些章节的翻译和校对工作。

特别要感谢纽约州立大学布法罗分校(University at Buffalo The State University of New York)的 Paras N. Prasad 教授给中文翻译版的书撰写了序言,并更正了原书中的一些印刷错误。

西安交通大学出版社的赵丽萍和鲍媛老师给予了我们极大的配合和支持,没有他们的鼓励,本书的中文翻译版是不能面世的。

此书是我们翻译的有关纳米光子学的一本专著,希望该书的翻译出版会对我国生物医学光子学领域的发展有所帮助。由于能力所限,翻译此书中的不妥之处,恳请读者批评指正。

张镇西

于西安交通大学生命科学与技术学院
生物医学分析技术与仪器研究所

zxzhang@mail.xjtu.edu.cn

<http://bmp.xjtu.edu.cn/>

2010年1月15日

中文版序言

我非常高兴地知悉我的专著《纳米光子学》中文翻译版即将出版。

纳米光子学是一门在世界范围内,激励众多科学和工程人员想象和创造力的一门新型学科领域。该学科必将在全球关注的许多重大议题领域内,诸如能源、卫生保健、环境保护和全球安全,发挥其独特的作用。当前,纳米光子学已是许多有关光学与光子学会议的重要主题之一。中国已成为一个对这一领域的发展有重要贡献的国家之一。毫无疑问,中国在这方面的研究和努力,还将继续扩展和增强,从而将有利于整个学界。我期望本书中文版将会吸引更多年轻一代的研究人员,启发他们在这一新领域内提出新见解和做出创新,并鼓励他们与国际同行建立更多的合作。

最后,我谨向为促成本书中文版出版而做出杰出努力的张镇西教授表示由衷的感谢。

帕拉斯·N. 普拉萨德

Preface to the Chinese Edition

I am very happy that my monograph “*Nanophotonics*” has been translated into Chinese. Nanophotonics has clearly established itself as a new frontier, stimulating the imagination of scientists and engineers worldwide. This field is destined to play a major role in implementing many technological aspects of critical global priorities, ranging from energy, to healthcare, to environment, and to world security. Nanophotonics is a major topic of coverage in any conference on photonics and optics. China is now a significant contributor to this field and undoubtedly, the scope of research activities in Nanophotonics in China will continue to expand to the benefit of all. It is thus my hope that this Chinese translation will attract young researchers in China to this field, inspire them to develop new ideas and innovations, and encourage them to establish international collaborations.

I wish to thank Professor Dr. Zhenxi Zhang for his extraordinary effort to make this Chinese edition a reality.

Paras N. Prasad

序 言

纳米光子学,是一个将纳米技术和光子学融合起来的新兴交叉学科。它为基础研究带来了挑战,也为新技术的发展提供了机遇。纳米光子学在市场上已经带来了一定的影响。作为一个多学科交叉的研究领域,纳米光子学为物理学、化学、应用科学、工程学和生物学,以及生物医学技术的发展创造了机遇。

对于不同的人而言,纳米光子学的意义有所不同,在各自的情况下,纳米光子学的定义都显得非常的狭隘片面。一些书籍和综述里包含了纳米光子学的多个方面以供选择。然而,随着时代的发展,有必要出一本关于纳米光子学的专著来提供一个统一综合的体系。本书努力迎合了这些需求,就纳米光子学提供了统一的、全方位的描述,以满足各个不同学科读者的需要。本书的目的是为这个涉及面广泛的学科提供基础知识,以使各个学科的学者都能迅速掌握最低限度的、必要的知识背景用以研究和发展纳米光子学。作者希望本书既能够作为教学与培训的教科书,也可以作为帮助集光学、光子学和纳米技术于一体的领域研究和发展所需要的参考书。本书的另外一个目的是引起研究人员、产业部门和企业促进合作的兴趣,在这个新兴科学上,能够制定出多学科交叉的工程,促使随之产生的技术能够发展和转化。

本书包含了集纳米技术、光子学和生物学于一体的理论知识和各种应用。每章开头的引言介绍了读者能从该章获取的知识范围。每章结尾的知识要点是需要深刻理解的部分,同时也为前面所陈述内容做一个

回顾。

本书主题广泛,在撰写过程中,我获得了纽约州立大学布法罗分校激光研究所、光子研究所和生物光子研究所众多研究人员以及来自于其他地方的研究人员的帮助。这些帮助包括技术信息的提供、插图的制作、校正,以及书稿的准备。对于这些帮助过我的研究人员们特此分别给予鸣谢。

在这里,我还要感谢那些给予我无私帮助的至亲。他们的帮助对于本书的完成有着至关重要的价值。我衷心地感谢我的妻子 Nadia Shahram。她是我一直不断的精神力量之源泉,她不顾自己非常繁忙的职业事务,给予我这次写作以支持和鼓励。我也很感激我们的女儿,我们的公主 Melanie 和 Natasha,她们付出大量的时间陪伴我,展现了她们的爱与理解。

我要对我的同事 Stanley Bruckenstein 教授表示衷心的感谢,他不断地给予我支持和鼓励。我要感谢 Marek Samoc 博士、Joseph Haus 教授和 Andrey Kuzmin 博士,他们给予了我有价值的总体支持和技术帮助。我还要感谢我的行政助理 Margie Weber 小姐,她负责处理研究所的很多关键性的日常行政事务。最后,我要感谢 Theresa Skurzewski 小姐和 Barbara Raff 小姐,她们在书稿编写工作中给予了我非常宝贵的帮助。

帕拉斯·N. 普拉萨德

致 谢

技术目录:

Martin Casstevens 先生、Joseph Haus 教授、Andrey Kuzmin 博士、Paul Markowicz 博士、Tymish Ohulchanskyy 博士、Yudhisthira Sahoo 博士、Marek Samoc 博士、Wieslaw Strek 教授和 Albert Titus 教授。

技术说明和参考:

E. James Bergey 博士、Jean M. J. Frechet 教授、Christopher Friend 先生、Madalina Furis 博士、Bing Gong 教授、James Grote 博士、Aliaksandr Kachynski 博士、Raoul Kopelman 教授、Charles Lieber 教授、Tzu Chau Lin 博士、Derrick Lucey 博士、Hong Luo 教授、Tobin J. Marks 教授、Chad Mirkin 教授、Haridas Pudavar 博士、Kaushik RoyChoudhury 博士、Yudhisthira Sahoo 博士、Yuzchen Shen 博士、Hanifi Tiryaki 先生、Richard Vaia 博士和 QingDong Zheng 先生。

各章校正:

E. James Bergey 博士、Jeet Bhatia 博士、Robert W. Boyd 教授、Stanley Bruckenstein 教授、Timothy Bunning 博士、Alexander N. Cartwright 教授、Cid de Araújo 教授、Edward Furlani 博士、Sergey Gaponenko 教授、Kathleen Havelka 博士、Alex Jen 教授、Iam Choon Khoo 教授、Kwang-Sup Lee 教授、Nick Lepinski 博士、Hong Luo 教授、Glauco Maciel 博士、Seth Marder 教授、Bruce McCombe 教授、Vladimir Mitin 教授、Rob-

ert Nelson 博士、Lucas Novotny 教授、Amitava Patra 博士、Andre Persoons 教授、Corey Radloff 博士、George Schatz 教授、George Stegeman 教授和 Richard Vaia 博士。

书稿编写：

Michelle Murray、Barbara Raff、Theresa Skurzewski 和 Marjorie Weber。

简要目录

- 第 1 章 绪论
- 第 2 章 纳米光子学基础
- 第 3 章 近场相互作用和近场光学显微术
- 第 4 章 量子限制材料
- 第 5 章 等离子体光子学
- 第 6 章 激发动力学过程的纳米控制
- 第 7 章 纳米材料的生长和表征
- 第 8 章 纳米结构的分子架构
- 第 9 章 光子晶体
- 第 10 章 纳米复合材料
- 第 11 章 纳米光刻技术
- 第 12 章 生物材料和纳米光子学
- 第 13 章 纳米光子学在生物技术和纳米医学中的应用
- 第 14 章 纳米光子学应用及其市场前景

目 录

再版序

译者序

中文版序言

序言

致谢

简要目录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 纳米光子学——纳米技术领域的研究热点	(1)
1.2 纳米光子学概述	(2)
1.3 多学科的教育、培训与研究	(3)
1.4 本书的理论基础	(4)
1.5 基础研究与新技术发展的机遇	(4)
1.6 本书的适用范围	(6)
参考文献	(8)
第 2 章 纳米光子学基础	(9)
2.1 光子和电子:同与异	(10)
2.1.1 自由空间传播	(12)
2.1.2 对光子和电子的限制	(13)
2.1.3 在经典禁区中的传播:隧穿	(17)
2.1.4 在周期势场下的定域化:带隙	(19)
2.1.5 光子和电子的合作效应	(22)
2.2 纳米级光学相互作用	(25)
2.2.1 轴向纳观定域化	(26)
2.2.2 侧向纳观定域化	(29)
2.3 电子相互作用的纳米级限制	(30)

2.3.1 量子限制效应	(31)
2.3.2 纳观相互作用动力学过程	(31)
2.3.3 新的合作跃迁	(31)
2.3.4 纳米级的电子能量转移	(32)
2.3.5 合作发射	(33)
2.4 本章重点	(33)
参考文献	(35)
第3章 近场相互作用和近场光学显微术	(37)
3.1 近场光学	(38)
3.2 近场纳观相互作用的理论模型	(39)
3.3 近场显微术	(43)
3.4 近场研究的例子	(46)
3.4.1 量子点的研究	(46)
3.4.2 单分子光谱学	(48)
3.4.3 非线性光学过程的研究	(50)
3.5 无孔径近场光谱技术与近场显微术	(56)
3.6 光相互作用的纳米级增强	(58)
3.7 纳米动力学时空分辨率研究	(62)
3.8 近场光学显微镜制造商	(65)
3.9 本章重点	(66)
参考文献	(67)
第4章 量子限制材料	(71)
4.1 无机半导体	(72)
4.1.1 量子阱	(74)
4.1.2 量子线	(77)
4.1.3 量子点	(78)
4.1.4 量子环	(79)
4.2 量子限制的表征	(79)
4.2.1 光学性质	(79)
4.2.2 举例	(81)
4.2.3 非线性光学性质	(85)
4.2.4 量子限制斯塔克效应	(86)
4.3 介电限域效应	(88)
4.4 超晶格	(89)

4.5	核壳量子点与量子点-量子阱	(92)
4.6	量子限制结构作为激光媒介	(94)
4.7	有机量子限制结构	(102)
4.8	本章重点	(107)
	参考文献	(108)
第5章	等离子体光子学	(113)
5.1	金属纳米粒子和纳米棒	(114)
5.2	金属纳米壳	(118)
5.3	局域场增强	(120)
5.4	亚波长孔径等离子体光学	(121)
5.5	等离子体波导	(122)
5.6	金属纳米结构的应用	(123)
5.7	辐射衰变工程学	(124)
5.8	本章重点	(129)
	参考文献	(130)
第6章	激发动力学过程的纳米控制	(133)
6.1	纳米结构和激发态	(134)
6.2	稀土掺杂的纳米结构	(137)
6.3	上转换纳米基团	(140)
6.4	光子雪崩	(143)
6.5	量子切割	(145)
6.6	位点分离的纳米粒子	(147)
6.7	本章重点	(149)
	参考文献	(151)
第7章	纳米材料的生长和表征	(155)
7.1	纳米材料的生长方法	(156)
7.1.1	外延生长	(156)
7.1.2	激光辅助气相沉积	(160)
7.1.3	纳米化学	(161)
7.2	纳米材料的表征	(166)
7.2.1	X射线表征法	(166)
7.2.1.1	X射线衍射	(166)
7.2.1.2	X射线光电子能谱法	(168)
7.2.2	电子显微镜法	(170)