

纳米科学与技术



纳米与分子电子学手册

〔美〕谢尔盖·雷舍夫斯基 主编
帅志刚 李启楷 朱道本 等 译



科学出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

纳米科学与技术

纳米与分子电子学手册

〔美〕谢尔盖·雷舍夫斯基 主编
帅志刚 李启楷 朱道本 等 译



科学出版社

北京

图字: 01-2009-0731 号

内 容 简 介

本书系统论述分子和纳电子技术的方方面面——涵盖基础理论,报道最新进展,设计全新的解决方案,报道可能的技术,预测具有深远意义的发展,构想新的范式等。全书主要由四大部分、共 26 章构成,内容丰富,各章既包括坚实的基础理论又论述可行性技术,在覆盖面和实用性之间取得了较好的平衡。

本书可供分子与纳电子技术及其相关领域的科研工作者和大专院校师生参考使用。

Nano and Molecular Electronics Handbook/editor, Sergey E. Lyshevski

© 2007 by Taylor & Francis Group, LLC. All rights reserved.

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group, LLC.

本书封面贴有 Taylor & Francis 集团防伪标签,未贴防伪标签属未获授权的非法行为。

图书在版编目(CIP)数据

纳米与分子电子学手册/(美)雷舍夫斯基(Lyshevski, S. E.)主编;帅志刚,李启楷,朱道本等译. —北京:科学出版社,2011

(纳米科学与技术/白春礼主编)

ISBN 978-7-03-031455-0

I. 纳… II. ①雷…②帅…③李…④朱… III. 纳米技术-应用-分子电子学-手册
IV. TN01-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 110313 号

责任编辑: 杨 震 顾英利 沈晓晶 / 责任校对: 包志虹

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 陈 敬

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年6月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011年6月第一次印刷 印张: 63 1/2 插页 12

印数: 1—3 000 字数: 1 280 000

定价: 168.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《纳米科学与技术》丛书序

在新兴前沿领域的快速发展过程中,及时整理、归纳、出版前沿科学的系统性专著,一直是发达国家在国家层面上推动科学与技术发展的重要手段,是一个国家保持科学技术的领先权和引领作用的重要策略之一。

科学技术的发展和应用,离不开知识的传播:我们从事科学研究,得到了“数据”(论文),这只是“信息”。将相关的大量信息进行整理、分析,使之形成体系并付诸实践,才变成“知识”。信息和知识如果不能交流,就没有用处,所以需要“传播”(出版),这样才能被更多的人“应用”,被更有效地应用,被更准确地应用,知识才能产生更大的社会效益,国家才能在越来越高的水平上发展。所以,数据→信息→知识→传播→应用→效益→发展,这是科学技术推动社会发展的基本流程。其中,知识的传播,无疑具有桥梁的作用。

整个 20 世纪,我国在及时地编辑、归纳、出版各个领域的科学技术前沿的系列专著方面,已经大大地落后于科技发达国家,其中的原因有许多,我认为更主要的是缘于科学文化的习惯不同:中国科学家不习惯去花时间整理和梳理自己所从事的研究领域的知识,将其变成具有系统性的知识结构。所以,很多学科领域的第一本原创性“教科书”,大都来自欧美国家。当然,真正优秀的著作不仅需要花费时间和精力,更重要的是要有自己的学术思想以及对这个学科领域充分把握和高度概括的学术能力。

纳米科技已经成为 21 世纪前沿科学技术的代表领域之一,其对经济和社会发展所产生的潜在影响,已经成为全球关注的焦点。国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)会刊在 2006 年 12 月评论:“现在的发达国家如果不发展纳米科技,今后必将沦为第三世界发展中国家。”因此,世界各国,尤其是科技强国,都将发展纳米科技作为国家战略。

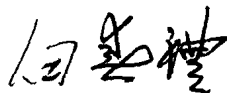
兴起于 20 世纪后期的纳米科技,给我国提供了与科技发达国家同步发展的良好机遇。目前,各国政府都在加大力度出版纳米科技领域的教材、专著以及科普读物。在我国,纳米科技领域尚没有一套能够系统、科学地展现纳米科学技术各个方面前沿进展的系统性专著。因此,国家纳米科学中心与科学出版社共同发起并组织出版《纳米科学与技术》,力求体现本领域出版读物的科学性、准确性和系统性,全面科学地阐述纳米科学技术前沿、基础和应用。本套丛书的出版以高质量、科学性、准确性、系统性、实用性为目标,将涵盖纳米科学技术的所有领域,全面介绍国内外纳米科学技术发展的前沿知识;并长期组织专家撰写、编辑出版下去,为我国

纳米科技各个相关基础学科和技术领域的科技工作者和研究生、本科生等,提供一套重要的参考资料。

这是我们努力实践“科学发展观”思想的一次创新,也是一件利国利民、对国家科学技术发展具有重要意义的大事。感谢科学出版社给我们提供的这个平台,这不仅有助于我国在科研一线工作的高水平科学家逐渐增强归纳、整理和传播知识的主动性(这也是科学研究回馈和服务社会的重要内涵之一),而且有助于培养我国各个领域的人士对前沿科学技术发展的敏感性和兴趣爱好,从而提高全民科学素养做出贡献。

我谨代表《纳米科学与技术》编委会,感谢为此付出辛勤劳动的作者、编委会委员和出版社的同仁们。

同时希望您,尊贵的读者,如获此书,开卷有益!



中国科学院院长

国家纳米科技指导协调委员会首席科学家

2011年3月于北京

译者序

最近几年来,关于纳电子学方面的研究十分活跃,纳电子学这门新学科正在迅速发展并引人注目。纳电子学是新兴的纳米科学与技术的重要组成部分,是未来的电子、计算机与信息等科学与技术的基础。纳电子学学科主要包括三个方面:固体纳电子学、分子电子学和生物电子学。

《纳米与分子电子学手册》是这一革命性领域在理论和技术方面的最完整和最权威的指南。它涵盖了基本概念、最新进展、全新的解决方案以及具有深远意义的进步,呈现了可靠的基本理论、应用实验结果和尖端技术,探讨了器件级和系统级实现的突破性解决方案,并共享本领域的知名专家获得的科研成果和发展的技术。本手册对器件物理的基本理论进行了探讨,在三维拓扑、组织和体系架构下,对分子处理平台和分子集成电路的合成与设计以及利用量子效应和独特现象进行自下而上的制造进行了阐述。

本手册由相应领域的知名专家撰写,系统地涵盖了分子和纳电子技术的方方面面。分子和纳电子技术是一种革命性的理论与技术进步范式。本手册的各章节包括各种可靠的基本理论和可行的技术,并确保在覆盖度和实用性之间取得平衡。从本书中关于纳米和分子体系的探索中,我们可以得到创新性思维的启迪。通过阅读本手册,可以随时掌握用于实现纳电子技术和微电子技术以及生物分子技术和存储器的最新结果和实用解决方案。此外,本手册还有助于针对当前和未来应用,学习设计概念、器件级仿真、模拟方法和制造技术。因此,本手册可以作为高等院校和科研院所相关领域的科学家、工程师以及高校师生的参考资料。

本手册由朱道本、帅志刚和李启楷组织翻译,李启楷对全手册进行了审校。参加本手册翻译的有:陈克求、董焕丽、郇婧、耿华、胡文平、江浪、江雷、解士杰、李启楷、李新奇、李永舫、李勇军、李玉良、刘洪涛、刘云圻、吕文刚、邵久书、帅志刚、孙庆丰、汤庆鑫、王树、王朝晖、温泉山、夏钊、严大东、占肖卫、张磊、朱春雷等。科学出版社在组织出版和编辑工作中给予了很大的支持,对此表示衷心的感谢。

译者

2011年5月

作者名单

Rajeev Ahuja

Condensed Matter Theory
Group

Department of Physics

Uppsala University

Uppsala, Sweden

Richard Akis

Center for Solid State

Engineering Research

Arizona State University

Tempe, Arizona, USA

Andrea Alessandrini

CNR-INFM-S3

NanoStructures and

BioSystems at Surfaces

Modena, Italy

Supriyo Bandyopadhyay

Department of Electrical and

Computer Engineering

Virginia Commonwealth

University

Richmond, Virginia, USA

Valeriu Beiu

United Arab Emirates

University

Al-Ain, United Arab Emirates

Robert R. Birge

Department of Chemistry

University of Connecticut

Storrs, Connecticut, USA

A. M. Bratkovsky

Hewlett-Packard Laboratories

Palo Alto, California, USA

J. A. Brown

Department of Physics

University of Alberta

Edmonton, Canada

K. Burke

Department of Chemistry

University of California

Irvine, California, USA

Horacio F. Cantiello

Massachusetts General Hospital

and

Harvard Medical School

Charlestown, Massachusetts,

USA

Aldo Di Carlo

Università di Roma

Tor Vergata

Roma, Italy

G. F. Cerofolini

STMicroelectronics

Post-Silicon Technology

Milan, Italy

J. Cuevas

Grupo de Física No Lineal

Departamento de Física

Aplicada I

ETSI Inform Universidad

de Sevilla

Sevilla, Spain

Shamik Das

Nanosystems Group

The MITRE Corporation

McLean, Virginia, USA

John M. Dixon

Massachusetts General Hospital

and

Harvard Medical School

Charlestown, Massachusetts,

USA

J. Dornigac

College of Engineering

Boston University

Boston, Massachusetts, USA

Rodney Douglas

Institute of Neuroinformatics

Zurich, Switzerland

J. C. Eilbeck

Department of Mathematics

Heriot-Watt University

Riccarton, Edinburgh, UK

James C. Ellenbogen

Nanosystems Group
The MITRE Corporation
McLean, Virginia, USA

Christoph Erlen

Technische Universität
München
München, Germany

F. Evers

Institut für Theorie der
Kondensierten Materie
Universität Karlsruhe
Karlsruhe, Germany

Paolo Facci

CNR-INFM-S3
NanoStructures and
BioSystems at Surfaces
Modena, Italy

David K. Ferry

Center for Solid State
Engineering Research
Arizona State University
Tempe, Arizona, USA

Danko D. Georgiev

Laboratory of Molecular
Pharmacology
Faculty of Pharmaceutical
Sciences
Kanazawa University Graduate
School of Natural Science
and Technology
Kakuma-machi Kanazawa
Ishikawa, Japan

James F. Glazebrook

Department of Mathematics
and Computer Science
Eastern Illinois University
Charleston, Illinois, USA

Anton Grigoriev

Condensed Matter Theory
Group
Department of Physics
Uppsala University
Uppsala, Sweden

Rikizo Hatakeyama

Department of Electronic
Engineering
Tohoku University
Sendai/Japan

Thorsten Hansen

Department of Chemistry and
International Institute for
Nanotechnology
Northwestern University
Argonne, Evanston,
Illinois, USA

Jason R. Hillebrecht

Department of Molecular and
Cell Biology
University of Connecticut
Storrs, Connecticut, USA

Walid Ibrahim

United Arab Emirates
University
Al-Ain, United Arab Emirates

Giacomo Indiveri

Institute of Neuroinformatics
Zurich, Switzerland

Dustin K. James

Department of Chemistry
Rice University
Houston, Texas, USA

Bhargava Kanchibotla

Department of Electrical and
Computer Engineering
Virginia Commonwealth
University
Richmond, Virginia, USA

Jeremy F. Kosciielecki

Department of Chemistry
University of Connecticut
Storrs, Connecticut, USA

Mark P. Krebs

Department of Ophthalmology
College of Medicine
University of Florida
Gainesville, Florida, USA

Takhee Lee

Department of Materials
Science and Engineering
Gwangju Institute of Science
and Technology
Gwangju, Korea

Craig S. Lent

Department of Electrical
Engineering
University of Notre Dame

Notre Dame, Indiana, USA

Paolo Lugli

Technische
Universität München
München, Germany

Sergey Edward Lyshevski

Department of Electrical
Engineering
Rochester Institute of
Technology
Rochester, New York, USA

Lyuba Malysheva

Bogolyubov Institute for
Theoretical Physics
Kiev, Ukraine

Thomas Marsh

University of St. Thomas
St. Paul, Minnesota, USA

Duane L. Marcy

Department of Electrical
Engineering and Computer
Science
Syracuse University
Syracuse, New York, USA

Robert M. Metzger

Laboratory for Molecular
Electronics
Department of Chemistry
University of Alabama
Tuscaloosa, Alabama, USA

M. Meyyappan

Center for Nanotechnology
NASA Ames Research Center
Moffett Field, California, USA

Lev G. Mourokh

Physics Department
Queens College of the City
University of New York
Flushing, New York, USA

Vladimiro Mujica

Department of Chemistry and
International Institute for
Nanotechnology
Northwestern University
Evanston, Illinois, USA
and
Argonne National Laboratory
Center for Nanoscale
Materials
Argonne, Illinois, USA

Alexander Onipko

IFM
Linköping University
Linköping, Sweden

Alexei O. Orlov

Department of Electrical
Engineering
University of Notre Dame
Notre Dame, Indiana, USA

F. Palmero

Grupo de Física No Lineal
Departamento de Física
ETSI Inform Universidad

de Sevilla
Sevilla, Spain

Alessandro Pecchia

Università di Roma
Tor Vergata
Roma, Italy

Carl A. Picconatto

Nanosystems Group
The MITRE Corporation
McLean, Virginia, USA

Sandipan Pramanik

Department of Electrical and
Computer Engineering
Virginia Commonwealth
University
Richmond, Virginia, USA

Avner Priel

Department of Physics
University of Alberta
Edmonton, Alberta, Canada

Mark A. Ratner

Department of Chemistry and
International Institute for
Nanotechnology
Northwestern University
Evanston, Illinois, USA

Mark A. Reed

Departments of Electrical
Engineering, Applied
Physics, and Physics
Yale University
New Haven, Connecticut, USA

R. A. Römer

Department of Physics and
Centre for Scientific
Computing
University of Warwick
Coventry, UK

F. R. Romero

Grupo de Física No Lineal
Departamento de FAMN
Facultad de Física
Universidad de Sevilla
Sevilla, Spain

Garrett S. Rose

Department of Electrical
and Computer Engineering
Polytechnic University
Brooklyn, New York, USA

Anatoly Yu. Smirnov

Quantum Cat Analytics Inc.
Brooklyn, New York, USA

Gregory L. Snider

Department of Electrical
Engineering
University of Notre Dame
Notre Dame, Indiana, USA

Gil Speyer

Center for Solid State
Engineering Research
Arizona State University
Tempe, Arizona, USA

Jeffrey A. Stuart

Department of Chemistry
University of Connecticut
Storrs, Connecticut, USA

William Tetley

Department of Electrical
Engineering and Computer
Science
Syracuse University
Syracuse, New York, USA

James M. Tour

Department of Chemistry
Rice University
Houston, Texas, USA

Jack A. Tuszynski

Department of Physics
University of Alberta
Edmonton, Alberta, Canada

James Vesenka

University of New England
Biddeford, Maine, USA

Wenyong Wang

Semiconductor Electronics
Division
National Institute of Standards
and Technology
Gaithersburg,
Maryland, USA

Bangwei Xi

Department of Chemistry
Syracuse University
Syracuse, New York, USA

Bin Yu

Center for Nanotechnology
NASA Ames Research Center
Moffett Field, California,
USA

Matthew M. Ziegler

IBM T. J. Watson Research
Center
Yorktown Heights, New York,
USA

译者名单

序言

帅志刚 中国科学院化学研究所,清华大学

李启楷 中国科学院化学研究所

第 I 部分 分子与纳电子技术:器件级与系统级

1 自组装单分子层的电学特性

汤庆鑫 董焕丽 胡文平 中国科学院化学研究所

2 分子电子学计算技术

吕文刚 中国科学院物理研究所

夏 钊 北京师范大学

3 单分子电子学:结论与展望

董焕丽 江 浪 胡文平 中国科学院化学研究所

4 碳衍生物

李勇军 李玉良 中国科学院化学研究所

5 纳米存储器与纳米处理器的系统级设计与模拟

王朝晖 郜 婧 中国科学院化学研究所

6 三维分子电子技术与用于信号和信息处理平台的集成电路

李启楷 中国科学院化学研究所

帅志刚 中国科学院化学研究所,清华大学

第 II 部分 纳米尺度电子技术

7 电子学中的无机纳米线

李永舫 中国科学院化学研究所

8 纳电子器件中的量子点

李永舫 中国科学院化学研究所

9 利用纳米级多孔氧化铝模板自组装纳米结构

王朝晖 郜 婧 中国科学院化学研究所

10 尖峰神经元的神经形态网络

温泉山 王 树 中国科学院化学研究所

11 电子学迈向 TSI 时代——分子电子学及未来

张 磊 刘洪涛 刘云圻 中国科学院化学研究所

12 基于非可靠纳米器件的纳米架构的计算

刘洪涛 张 磊 刘云圻 中国科学院化学研究所

第Ⅲ部分 生物分子电子技术与处理

13 “G 线”DNA 的性质

朱春雷 王 树 中国科学院化学研究所

14 金属蛋白电子技术

江 雷 中国科学院化学研究所

15 生物分子与半导体纳米环中非线性和空间离散导致的电荷输运与局域化·中性激子的 Aharonov-Bohm 效应

解士杰 山东大学

16 蛋白质光存储

李新奇 北京师范大学

17 通过孤立波和随机过程进行的亚神经元信息处理

严大东 中国科学院化学研究所

18 微管和肌丝的电子及离子导电性,与细胞信号的关系及在生物电子学中的应用

占肖卫 中国科学院化学研究所

第Ⅳ部分 分子与纳电子学:器件层次建模与模拟

19 分子电子学的模拟工具

耿 华 中国科学院化学研究所

帅志刚 中国科学院化学研究所,清华大学

20 分子电子学器件中的电流整流、开关和缺陷影响的理论

吕文刚 中国科学院物理研究所

夏 钊 北京师范大学

21 分子电导问题的复杂性

李启楷 中国科学院化学研究所

帅志刚 中国科学院化学研究所,清华大学

22 作为开放量子体系的纳米机电谐振子

邵久书 北京师范大学

- 23 分子接触的相干电子输运:一个易处理的模型实例
孙庆丰 中国科学院物理研究所
- 24 单分子第一性原理输运计算的骄傲、偏见和窘境
陈克求 湖南师范大学
- 25 分子电子器件
陈克求 湖南师范大学
- 26 STM 诱导单分子表面反应的电子共隧穿模型
邵久书 北京师范大学

前 言

我很荣幸主持这部手册的编撰工作,本书各章均由相应领域的知名专家撰写,内容极具特色。本书的总体目标是,系统地畅述分子和纳电子技术的方方面面(如涵盖基础理论、报道最新进展、设计全新的解决方案、报道可能的技术、预测具有深远意义的发展、构想新的范式等)。分子和纳电子技术是一种革命性的理论与技术进步范式。本手册的各章节既表述坚实的基础理论又论述可行性技术,以确保在覆盖面和实用性之间求得平衡。分子电子技术和分子处理平台(^MPP)的发展是无止境的,其优越的总体性能和功能性是任何微电子技术都无法比拟的。

由于高风险/高回报研发的不可预测性、所知的有限性以及理论发现与使能(enabling)技术的偶然性,很难准确地预测各种技术发明何时成熟并进而商业化。60 余年来,人们的精力主要集中在固态微电子技术领域。毫无疑问,这个成熟的有 1500 亿美元规模的微电子工业促进了技术的进步和社会的发展。然而,微电子技术进一步的发展则遇到了理论和技术方面的挑战与限制。这些限制也许是不可逾越的。为了能够找到新的解决方案和定义全新的策略(inroads),人们设计和开发了多种创新的范式和技术。分子与纳电子技术被认为是最具发展前景的解决方案之一。

分子(纳米)电子技术和微电子技术的差异并不在于其尺寸大小(维度),而在于其显著不同的器件级和系统级解决方案、器件物理,以及现象、制造和拓扑/组织/体系架构。例如,绝缘厚度小于 1nm、通道长度小于 20nm 的场效应晶体管,尽管具有亚纳米绝缘厚度,且可能使用碳纳米管(直径小于 1nm)来构成通道,但不能就由此认为它是纳电子器件。利用原子聚集,使用“自下而上”合成制造出来的三维拓扑的分子和纳电子器件,具有专属的量子现象和电化学机械效应。与传统二维集成电路(IC)相比,三维分子集成电路(^MIC)和^MPP 的拓扑、组织和体系架构则是完全不同的。

由此产生了分子电子技术和^MPP 的可行性问题。关于固态^MIC 的整体可行性目前还没有最终定论,并且以往也不存在固态微电子技术和 IC 的类比物。相反,自然中存在大量的各种各样的生物分子处理平台。这些平台为我们提供了分子范式的可行性、可靠性和前所未有的优越性的可靠证据。尽管人们试图利用和原型化基于生物的电子技术、处理和存储,但这些努力曾经且现在仍然面临大量的理论、实验和技术挑战。^MIC 和^MPP 优越的组织和体系架构可以通过使用仿生技术来实现,并因此用来研究和原型化脑神经和中枢神经系统的功能。目前,许许多多悬而未决的问题仍然困扰着生物系统。例如,从神经细胞的基本功能到神经元聚集,

从信息处理到信息测度,从所利用的现象到所展现的细胞机制等。尽管存在这些巨大的挑战,但在理论和技术的前沿,近几年来仍然取得了很大的进步,并有新的发现。本手册将涵盖这些发展和主要发现。全书由四大部分组成,各主题之间具有连贯性。

第 I 部分: 分子与纳电子技术: 器件级与系统级。共 6 章, 主要包括:

- 自组装单分子层的电学特性
- 分子电子学计算技术
- 单分子电子学: 结论与展望
- 碳衍生物
- 纳米存储器与纳米处理器的系统级设计与模拟
- 三维分子电子技术与用于信号和信息处理平台的集成电路

这些章节介绍分子器件(^Mdevice)的器件物理、分子器件的合成、^MIC 的设计以及^MPP 的策划, 给出这些器件级和系统级理论的一些有意义的结果以及构想中的技术与工艺实践。

第 II 部分: 纳米尺度电子技术。包括如下 6 章:

- 电子学中的无机纳米线
- 纳电子器件中的量子点
- 利用纳米级多孔氧化铝模板自组装纳米结构
- 尖峰神经元的神经形态网络
- 电子学迈向 TSI 时代——分子电子学及未来
- 基于非可靠纳米器件的纳米架构的计算

这些章节主要集中于介绍纳电子和纳米尺度电子技术, 并介绍各种实用的解决方案。

第 III 部分: 生物分子电子技术与处理。将介绍生物分子电子技术及存储的一些最新进展, 由 6 章构成:

- “G 线”DNA 的性质
- 金属蛋白电子技术
- 生物分子与半导体纳米环中非线性和空间离散导致的电荷输运与局域化·中性激子的 Aharonov-Bohm 效应
- 蛋白质光存储
- 通过孤立波和随机过程进行的亚神经元信息处理
- 微管和肌丝的电子及离子导电性, 与细胞信号的关系及在生物电子学中的应用

上述各章对生物分子平台愿景有重要的实际意义, 有助于理解生物系统中一些重要的现象。

第 IV 部分: 分子与纳电子学: 器件层次建模与模拟。共 8 章, 主要介绍高保真

建模、异构模拟和数据密集型分析的方方面面,由下述各章构成:

- 分子电子学的模拟工具
- 分子电子学器件中的电流整流、开关和缺陷影响的理论
- 分子电导问题的复杂性
- 作为开放量子体系的纳米机电谐振子
- 分子接触的相干电子输运:一个易处理的模型实例
- 单分子第一性原理输运计算的骄傲、偏见和窘境
- 分子电子器件
- STM 诱导单分子表面反应的电子共隧穿模型

这些章节为读者提供可供实际应用的、非常有意义的结果,着重阐释器件层次的基本理论。

手册中各章介绍的是作者们各自的研究结果。因此,各章节可能在风格、定义、公式、发现和前景叙述上会存在一定的差异和不一致性。在我看来,这并不是缺点,相反还是优点。实际上,读者应当注意观点上的差异、所采用的明显各异的方法、所寻求的选择性技术以及所强调的各种概念。我非常享受与各位作者的合作,并衷心地感谢大家所作出的非常有价值的贡献。显然,本手册中介绍的观点、发现、建议和结论均属于作者,并不一定反映编者的观点。不过,本书中的所有章节都强调,分子与纳电子技术仍然需要进一步的研究和发展,它也代表了目前工程、科学与技术的前沿。

需要强调的是,尽管内容检查了很多次,或为保证质量花费了很多精力,本手册仍不可避免地可能存在着一些小错误或不足。如果发现任何需要校正、调整、澄清和/或修改的地方,请通知我,对此我们将表示衷心的感谢。

致谢

许多人参与了本手册的编撰工作。首先,我要衷心地感谢所有本手册的撰稿人员。同时,还要感谢许许多多筹备手册编写工作中给予过帮助的人。杰出的 Taylor & Francis 团队,尤其是 Nora Konopka(特邀编辑,电气工程),Jessica Vakkili 和 Amy Rodriguez(项目编辑),都给予了极大的帮助,并给出了大量宝贵的反馈和建议。谢谢大家。

Sergey Edward Lyshevski

电气工程系

罗切斯特理工学院

Rochester, NY, 14623-5603, USA

E-mail: Sergey. Lyshevski@rit.edu

网址: www.rit.edu/~seleee

目 录

《纳米科学与技术》丛书序

译者序

前言

第 I 部分 分子与纳电子技术:器件级与系统级

1 自组装单分子层的电学特性	1-1
2 分子电子学计算技术	2-1
3 单分子电子学:结论与展望	3-1
4 碳衍生物	4-1
5 纳米存储器与纳米处理器的系统级设计与模拟	5-1
6 三维分子电子技术与用于信号和信息处理平台的集成电路	6-1

第 II 部分 纳米尺度电子技术

7 电子学中的无机纳米线	7-1
8 纳电子器件中的量子点	8-1
9 利用纳米级多孔氧化铝模板自组装纳米结构	9-1
10 尖峰神经元的神经形态网络	10-1
11 电子学迈向 TSI 时代——分子电子学及未来	11-1
12 基于非可靠纳米器件的纳米架构的计算	12-1

第 III 部分 生物分子电子技术与处理

13 “G 线”DNA 的性质	13-1
14 金属蛋白电子技术	14-1
15 生物分子与半导体纳米环中非线性和空间离散导致的电荷 输运与局域化·中性激子的 Aharonov-Bohm 效应	15-1
16 蛋白质光存储	16-1
17 通过孤立波和随机过程进行的亚神经元信息处理	17-1
18 微管和肌丝的电子及离子导电性,与细胞信号的关系及在生物 电子学中的应用	18-1