

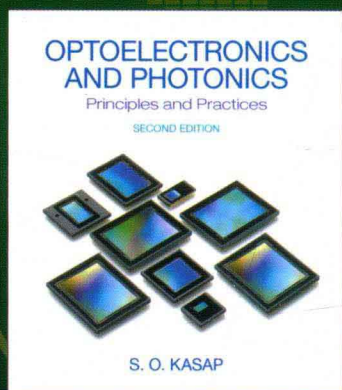
国外电子与通信教材系列

英文版

PEARSON

# 光电子学与光子学 ——原理与实践（第二版）

Optoelectronics and Photonics  
Principles and Practices, Second Edition



[英] S. O. Kasap 著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

国外电子与通信教材系列

# 光电子学与光子学

## —原理与实践

(第二版)(英文版)

Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices

Second Edition

[英] S. O. Kasap 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是光电子和光子器件领域的经典教材, 主要内容包括光的波动特性, 介质波导和光纤, 半导体科学基础和LED, 光放大器和激光器, 光探测器和图像传感器, 光的偏振和调制等。每个章节除了基本内容外, 还给出了一些附加主题来适当介绍先进技术和产品化光电子器件的实例, 扩大和深化读者对基本内容的理解。该书力求采用尽可能少的数学推导而强调通过物理概念来说明原理, 提供了许多例题, 使得基本概念与实际器件相联系, 同时每章末尾也提供了大量的习题。

本书可作为光电、电气工程、工程物理、材料科学和工程学等专业的本科和研究生的教材, 也可作为工程技术人员的参考用书。

Original edition, entitled Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, Second Edition, 9780132151498 by S. O. Kasap, published by Pearson International, Copyright © 2013 Pearson Education, Inc. All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

China edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY, Copyright © 2013.

This edition is manufactured in the People's Republic of China, and is authorized for sale only in the mainland of China exclusively(except Taiwan, Hong Kong SAR and Macau SAR).

本书英文影印版专有出版权由 Pearson Education (培生教育出版集团) 授予电子工业出版社。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

此版权仅限在中国大陆出版发行。

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2013-2679

## 图书在版编目(CIP)数据

光电子学与光子学原理与实践: 英文 / (英) 卡萨普 (Kasap, S. O.) 著. —北京: 电子工业出版社, 2013.5

书名原文: Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, Second Edition

国外电子与通信教材系列

ISBN 978-7-121-20293-3

I. ①光… II. ①卡… III. ①光电子学-高等学校-教材-英文 ②光子-高等学校-教材-英文 IV. ①TN201  
②O572.31

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第091364号

策划编辑: 马 岚

责任编辑: 马 岚

文字编辑: 陈 磊

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 980 1/16 印张: 34.25 字数: 995千字

印 次: 2013年5月第1次印刷

定 价: 79.00元

凡所购买电子工业出版社的图书有缺损问题, 请向购买书店调换; 若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

# CONTENTS

## Chapter 1 Wave Nature of Light 19

- 1.1 Light Waves in a Homogeneous Medium 19
  - A. Plane Electromagnetic Wave 19
  - B. Maxwell's Wave Equation and Diverging Waves 22
    - Example 1.1.1 A diverging laser beam 26
- 1.2 Refractive Index and Dispersion 26
  - Example 1.2.1 Sellmeier equation and diamond 29
  - Example 1.2.2 Cauchy equation and diamond 30
- 1.3 Group Velocity and Group Index 30
  - Example 1.3.1 Group velocity 33
  - Example 1.3.2 Group velocity and index 33
  - Example 1.3.3 Group and phase velocities 34
- 1.4 Magnetic Field, Irradiance, and Poynting Vector 34
  - Example 1.4.1 Electric and magnetic fields in light 37
  - Example 1.4.2 Power and irradiance of a Gaussian beam 37
- 1.5 Snell's Law and Total Internal Reflection (TIR) 38
  - Example 1.5.1 Beam displacement 41
- 1.6 Fresnel's Equations 42
  - A. Amplitude Reflection and Transmission Coefficients ( $r$  and  $t$ ) 42
  - B. Intensity, Reflectance, and Transmittance 48
  - C. Goos-Hänchen Shift and Optical Tunneling 49
    - Example 1.6.1 Reflection of light from a less dense medium (internal reflection) 51
    - Example 1.6.2 Reflection at normal incidence, and internal and external reflection 52
    - Example 1.6.3 Reflection and transmission at the Brewster angle 53
- 1.7 Antireflection Coatings and Dielectric Mirrors 54
  - A. Antireflection Coatings on Photodetectors and Solar Cells 54
    - Example 1.7.1 Antireflection coating on a photodetector 55
  - B. Dielectric Mirrors and Bragg Reflectors 56
    - Example 1.7.2 Dielectric mirror 58
- 1.8 Absorption of Light and Complex Refractive Index 59
  - Example 1.8.1 Complex refractive index of InP 62
  - Example 1.8.2 Reflectance of CdTe around resonance absorption 63
- 1.9 Temporal and Spatial Coherence 63
  - Example 1.9.1 Coherence length of LED light 66
- 1.10 Superposition and Interference of Waves 67

<b>1.11 Multiple Interference and Optical Resonators</b>	<b>69</b>
<b>Example 1.11.1 Resonator modes and spectral width of a semiconductor Fabry–Perot cavity</b>	<b>73</b>
<b>1.12 Diffraction Principles</b>	<b>74</b>
<b>A. Fraunhofer Diffraction</b>	<b>74</b>
<b>Example 1.12.1 Resolving power of imaging systems</b>	<b>79</b>
<b>B. Diffraction Grating</b>	<b>80</b>
<b>Example 1.12.2 A reflection grating</b>	<b>83</b>
<b>Additional Topics</b>	<b>84</b>
<b>1.13 Interferometers</b>	<b>84</b>
<b>1.14 Thin Film Optics: Multiple Reflections in Thin Films</b>	<b>86</b>
<b>Example 1.14.1 Thin film optics</b>	<b>88</b>
<b>1.15 Multiple Reflections in Plates and Incoherent Waves</b>	<b>89</b>
<b>1.16 Scattering of Light</b>	<b>90</b>
<b>1.17 Photonic Crystals</b>	<b>92</b>
<i>Questions and Problems</i>	<i>98</i>

## **Chapter 2 Dielectric Waveguides and Optical Fibers 111**

<b>2.1 Symmetric Planar Dielectric Slab Waveguide</b>	<b>111</b>
<b>A. Waveguide Condition</b>	<b>111</b>
<b>B. Single and Multimode Waveguides</b>	<b>116</b>
<b>C. TE and TM Modes</b>	<b>116</b>
<b>Example 2.1.1 Waveguide modes</b>	<b>117</b>
<b>Example 2.1.2 <math>V</math>-number and the number of modes</b>	<b>118</b>
<b>Example 2.1.3 Mode field width, <math>2w_0</math></b>	<b>119</b>
<b>2.2 Modal and Waveguide Dispersion in Planar Waveguides</b>	<b>120</b>
<b>A. Waveguide Dispersion Diagram and Group Velocity</b>	<b>120</b>
<b>B. Intermodal Dispersion</b>	<b>121</b>
<b>C. Intramodal Dispersion</b>	<b>122</b>
<b>2.3 Step-Index Optical Fiber</b>	<b>123</b>
<b>A. Principles and Allowed Modes</b>	<b>123</b>
<b>Example 2.3.1 A multimode fiber</b>	<b>128</b>
<b>Example 2.3.2 A single-mode fiber</b>	<b>128</b>
<b>B. Mode Field Diameter</b>	<b>128</b>
<b>Example 2.3.3 Mode field diameter</b>	<b>129</b>
<b>C. Propagation Constant and Group Velocity</b>	<b>130</b>
<b>Example 2.3.4 Group velocity and delay</b>	<b>131</b>
<b>D. Modal Dispersion in Multimode Step-Index Fibers</b>	<b>132</b>
<b>Example 2.3.5 A multimode fiber and dispersion</b>	<b>132</b>

- 2.4 Numerical Aperture 133
  - Example 2.4.1 A multimode fiber and total acceptance angle 134
  - Example 2.4.2 A single-mode fiber 134
- 2.5 Dispersion In Single-Mode Fibers 135
  - A. Material Dispersion 135
  - B. Waveguide Dispersion 136
  - C. Chromatic Dispersion 138
  - D. Profile and Polarization Dispersion Effects 138
    - Example 2.5.1 Material dispersion 140
    - Example 2.5.2 Material, waveguide, and chromatic dispersion 141
    - Example 2.5.3 Chromatic dispersion at different wavelengths 141
    - Example 2.5.4 Waveguide dispersion 142
- 2.6 Dispersion Modified Fibers and Compensation 142
  - A. Dispersion Modified Fibers 142
  - B. Dispersion Compensation 144
    - Example 2.6.1 Dispersion compensation 146
- 2.7 Bit Rate, Dispersion, and Electrical and Optical Bandwidth 146
  - A. Bit Rate and Dispersion 146
  - B. Optical and Electrical Bandwidth 149
    - Example 2.7.1 Bit rate and dispersion for a single-mode fiber 151
- 2.8 The Graded Index (GRIN) Optical Fiber 151
  - A. Basic Properties of GRIN Fibers 151
  - B. Telecommunications 155
    - Example 2.8.1 Dispersion in a graded index fiber and bit rate 156
    - Example 2.8.2 Dispersion in a graded index fiber and bit rate 157
- 2.9 Attenuation in Optical Fibers 158
  - A. Attenuation Coefficient and Optical Power Levels 158
    - Example 2.9.1 Attenuation along an optical fiber 160
  - B. Intrinsic Attenuation in Optical Fibers 160
  - C. Intrinsic Attenuation Equations 162
    - Example 2.9.2 Rayleigh scattering equations 163
  - D. Bending losses 164
    - Example 2.9.3 Bending loss for SMF 167
- 2.10 Fiber Manufacture 168
  - A. Fiber Drawing 168
  - B. Outside Vapor Deposition 169
    - Example 2.10.1 Fiber drawing 171
- Additional Topics 171**
- 2.11 Wavelength Division Multiplexing: WDM 171
- 2.12 Nonlinear Effects in Optical Fibers and DWDM 173

- 2.13 Bragg Fibers 175
- 2.14 Photonic Crystal Fibers—Holey Fibers 176
- 2.15 Fiber Bragg Gratings and Sensors 179
  - Example 2.15.1 Fiber Bragg grating at 1550 nm 183
  - Questions and Problems 183

### Chapter 3 Semiconductor Science and Light-Emitting Diodes 195

- 3.1 Review of Semiconductor Concepts and Energy Bands 195
  - A. Energy Band Diagrams, Density of States, Fermi–Dirac Function and Metals 195
  - B. Energy Band Diagrams of Semiconductors 198
- 3.2 Semiconductor Statistics 200
- 3.3 Extrinsic Semiconductors 203
  - A.  $n$ -Type and  $p$ -Type Semiconductors 203
  - B. Compensation Doping 206
  - C. Nondegenerate and Degenerate Semiconductors 207
  - D. Energy Band Diagrams in an Applied Field 208
    - Example 3.3.1 Fermi levels in semiconductors 209
    - Example 3.3.2 Conductivity of  $n$ -Si 209
- 3.4 Direct and Indirect Bandgap Semiconductors:  $E$ - $k$  Diagrams 210
- 3.5  $pn$  Junction Principles 214
  - A. Open Circuit 214
  - B. Forward Bias and the Shockley Diode Equation 217
  - C. Minority Carrier Charge Stored in Forward Bias 222
  - D. Recombination Current and the Total Current 222
- 3.6  $pn$  Junction Reverse Current 225
- 3.7  $pn$  Junction Dynamic Resistance and Capacitances 227
  - A. Depletion Layer Capacitance 227
  - B. Dynamic Resistance and Diffusion Capacitance for Small Signals 229
- 3.8 Recombination Lifetime 230
  - A. Direct Recombination 230
  - B. Indirect Recombination 232
    - Example 3.8.1 A direct bandgap  $pn$  junction 232
- 3.9  $pn$  Junction Band Diagram 234
  - A. Open Circuit 234
  - B. Forward and Reverse Bias 236
    - Example 3.9.1 The built-in voltage from the band diagram 237
- 3.10 Heterojunctions 238

- 3.11 Light-Emitting Diodes: Principles 240
  - A. Homojunction LEDs 240
  - B. Heterostructure High Intensity LEDs 242
  - C. Output Spectrum 244
    - Example 3.11.1 LED spectral linewidth 247
    - Example 3.11.2 LED spectral width 248
    - Example 3.11.3 Dependence of the emission peak and linewidth on temperature 249
- 3.12 Quantum Well High Intensity LEDs 249
  - Example 3.12.1 Energy levels in the quantum well 252
- 3.13 LED Materials and Structures 253
  - A. LED Materials 253
  - B. LED Structures 254
    - Example 3.13.1 Light extraction from a bare LED chip 257
- 3.14 LED Efficiencies and Luminous Flux 258
  - Example 3.14.1 LED efficiencies 260
  - Example 3.14.2 LED brightness 261
- 3.15 Basic LED Characteristics 261
- 3.16 LEDs for Optical Fiber Communications 262
- 3.17 Phosphors and White LEDs 265

**Additional Topics 267**

- 3.18 LED Electronics 267
  - Questions and Problems 270*

**Chapter 4 Stimulated Emission Devices: Optical Amplifiers and Lasers 281**

- 4.1 Stimulated Emission, Photon Amplification, and Lasers 281
  - A. Stimulated Emission and Population Inversion 281
  - B. Photon Amplification and Laser Principles 282
  - C. Four-Level Laser System 285
- 4.2 Stimulated Emission Rate and Emission Cross-Section 286
  - A. Stimulated Emission and Einstein Coefficients 286
    - Example 4.2.1 Minimum pumping power for three-level laser systems 288
  - B. Emission and Absorption Cross-Sections 289
    - Example 4.2.2 Gain coefficient in a  $\text{Nd}^{3+}$ -doped glass fiber 291
- 4.3 Erbium-Doped Fiber Amplifiers 292
  - A. Principle of Operation and Amplifier Configurations 292
  - B. EDFA Characteristics, Efficiency, and Gain Saturation 296
    - Example 4.3.1 An erbium-doped fiber amplifier 299
  - C. Gain-Flattened EDFAs and Noise Figure 300



- 4.4 Gas Lasers: The He-Ne Laser 303
  - Example 4.4.1 Efficiency of the He-Ne laser 306
- 4.5 The Output Spectrum of a Gas Laser 306
  - Example 4.5.1 Doppler broadened linewidth 309
- 4.6 Laser Oscillations: Threshold Gain Coefficient and Gain Bandwidth 311
  - A. Optical Gain Coefficient  $g$  311
  - B. Threshold Gain Coefficient  $g_{th}$  and Output Power 312
    - Example 4.6.1 Threshold population inversion for the He-Ne laser 315
  - C. Output Power and Photon Lifetime in the Cavity 315
    - Example 4.6.2 Output power and photon cavity lifetime  $\tau_{ph}$  317
  - D. Optical Cavity, Phase Condition, Laser Modes 317
- 4.7 Broadening of the Optical Gain Curve and Linewidth 319
- 4.8 Pulsed Lasers: Q-Switching and Mode Locking 323
  - A. Q-Switching 323
  - B. Mode Locking 326
- 4.9 Principle of the Laser Diode 327
- 4.10 Heterostructure Laser Diodes 331
  - Example 4.10.1 Modes in a semiconductor laser and the optical cavity length 336
- 4.11 Quantum Well Devices 337
  - Example 4.11.1 A GaAs quantum well 339
- 4.12 Elementary Laser Diode Characteristics 340
  - Example 4.12.1 Laser output wavelength variation with temperature 346
  - Example 4.12.2 Laser diode efficiencies for a sky-blue LD 346
  - Example 4.12.3 Laser diode efficiencies 347
- 4.13 Steady State Semiconductor Rate Equations: The Laser Diode Equation 348
  - A. Laser Diode Equation 348
  - B. Optical Gain Curve, Threshold, and Transparency Conditions 351
    - Example 4.13.1 Threshold current and optical output power from a Fabry-Perot heterostructure laser diode 352
- 4.14 Single Frequency Semiconductor Lasers 354
  - A. Distributed Bragg Reflector LDs 354
  - B. Distributed Feedback LDs 355
  - C. External Cavity LDs 358
    - Example 4.14.1 DFB LD wavelength 360
- 4.15 Vertical Cavity Surface Emitting Lasers 360
- 4.16 Semiconductor Optical Amplifiers 364

**Additional Topics 366**

**4.17 Superluminescent and Resonant Cavity LEDs:**  
SLD and RCLED 366

**4.18 Direct Modulation of Laser Diodes 367**

**4.19 Holography 370**

*Questions and Problems 373*

**Chapter 5 Photodetectors and Image Sensors 381**

**5.1 Principle of the  $pn$  Junction Photodiode 381**

**A. Basic Principles 381**

**B. Energy Band Diagrams and Photodetection Modes 383**

**C. Current-Voltage Convention and Modes of Operation 385**

**5.2 Shockley–Ramo Theorem and External Photocurrent 386**

**5.3 Absorption Coefficient and Photodetector Materials 388**

**5.4 Quantum Efficiency and Responsivity 391**

**Example 5.4.1 Quantum efficiency and responsivity 394**

**Example 5.4.2 Maximum quantum efficiency 395**

**5.5 The  $pin$  Photodiode 395**

**Example 5.5.1 Operation and speed of a  $pin$  photodiode 399**

**Example 5.5.2 Photocarrier diffusion in a  $pin$  photodiode 399**

**Example 5.5.3 Responsivity of a  $pin$  photodiode 400**

**Example 5.5.4 Steady state photocurrent in the  $pin$  photodiode 401**

**5.6 Avalanche Photodiode 402**

**A. Principles and Device Structures 402**

**Example 5.6.1 InGaAs APD responsivity 406**

**Example 5.6.2 Silicon APD 406**

**B. Impact Ionization and Avalanche Multiplication 406**

**Example 5.6.3 Avalanche multiplication in Si APDs 408**

**5.7 Heterojunction Photodiodes 409**

**A. Separate Absorption and Multiplication APD 409**

**B. Superlattice APDs 411**

**5.8 Schottky Junction Photodetector 413**

**5.9 Phototransistors 417**

**5.10 Photoconductive Detectors and Photoconductive Gain 418**

**5.11 Basic Photodiode Circuits 421**

**5.12 Noise in Photodetectors 424**

**A. The  $pn$  Junction and  $pin$  Photodiodes 424**

**Example 5.12.1 NEP of a Si  $pin$  photodiode 428**

**Example 5.12.2** Noise of an ideal photodetector 428

**Example 5.12.3** SNR of a receiver 429

**B.** Avalanche Noise in the APD 430

**Example 5.12.4** Noise in an APD 430

**5.13** Image Sensors 431

**A.** Basic Principles 431

**B.** Active Matrix Array and CMOS Image Sensors 433

**C.** Charge-Coupled Devices 435

**Additional Topics** 437

**5.14** Photovoltaic Devices: Solar Cells 437

**A.** Basic Principles 437

**B.** Operating Current and Voltage and Fill Factor 439

**C.** Equivalent Circuit of a Solar Cell 440

**D.** Solar Cell Structures and Efficiencies 442

**Example 5.14.1** Solar cell driving a load 444

**Example 5.14.2** Open circuit voltage and short circuit current 445

*Questions and Problems* 445

## **Chapter 6 Polarization and Modulation of Light 457**

**6.1** Polarization 457

**A.** State of Polarization 457

**Example 6.1.1** Elliptical and circular polarization 460

**B.** Malus's Law 460

**6.2** Light Propagation in an Anisotropic Medium:  
Birefringence 461

**A.** Optical Anisotropy 461

**B.** Uniaxial Crystals and Fresnel's Optical Indicatrix 463

**C.** Birefringence of Calcite 466

**D.** Dichroism 467

**6.3** Birefringent Optical Devices 468

**A.** Retarding Plates 468

**Example 6.3.1** Quartz-half wave plate 469

**Example 6.3.2** Circular polarization from linear polarization 470

**B.** Soleil-Babinet Compensator 470

**C.** Birefringent Prisms 471

**6.4** Optical Activity and Circular Birefringence 472

**6.5** Liquid Crystal Displays 474

**6.6** Electro-Optic Effects 478

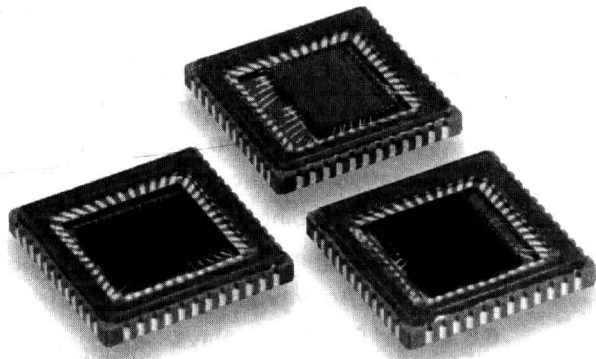
**A.** Definitions 478

- B. Pockels Effect 479
  - Example 6.6.1 Pockels Cell Modulator 484
- C. Kerr Effect 484
  - Example 6.6.2 Kerr Effect Modulator 486
- 6.7 Integrated Optical Modulators 486
  - A. Phase and Polarization Modulation 486
  - B. Mach–Zehnder Modulator 487
  - C. Coupled Waveguide Modulators 489
    - Example 6.7.1 Modulated Directional Coupler 492
- 6.8 Acousto-Optic Modulator 492
  - A. Photoelastic Effect and Principles 492
  - B. Acousto-Optic Modulators 494
    - Example 6.8.1 AO Modulator 499
- 6.9 Faraday Rotation and Optical Isolators 499
  - Example 6.9.1 Faraday rotation 500
- 6.10 Nonlinear Optics and Second Harmonic Generation 501
- Additional Topics 505
- 6.11 Jones Vectors 505
  - Questions and Problems 506

**Appendices**

- Appendix A Gaussian Distribution 514
- Appendix B Solid Angles 516
- Appendix C Basic Radiometry and Photometry 518
- Appendix D Useful Mathematical Formulae 521
- Appendix E Notation and Abbreviations 523

**Index 535**



CMOS image sensors with wide dynamic range. (Courtesy of New Imaging Technologies (NIT), France)

国外电子与通信教材系列

# 光电子学与光子学

## ——原理与实践

(第二版)(英文版)

Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices

Second Edition

[英] S. O. Kasap 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是光电子和光子器件领域的经典教材, 主要内容包括光的波动特性, 介质波导和光纤, 半导体科学基础和LED, 光放大器和激光器, 光探测器和图像传感器, 光的偏振和调制等。每个章节除了基本内容外, 还给出了一些附加主题来适当介绍先进技术和产品化光电子器件的实例, 扩大和深化读者对基本内容的理解。该书力求采用尽可能少的数学推导而强调通过物理概念来说明原理, 提供了许多例题, 使得基本概念与实际器件相联系, 同时每章末尾也提供了大量的习题。

本书可作为光电、电气工程、工程物理、材料科学和工程学等专业的本科和研究生的教材, 也可作为工程技术人员的参考用书。

Original edition, entitled Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, Second Edition, 9780132151498 by S. O. Kasap, published by Pearson International, Copyright © 2013 Pearson Education, Inc. All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

China edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY, Copyright © 2013.

This edition is manufactured in the People's Republic of China, and is authorized for sale only in the mainland of China exclusively(except Taiwan, Hong Kong SAR and Macau SAR).

本书英文影印版专有出版权由 Pearson Education (培生教育出版集团) 授予电子工业出版社。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

此版权仅限在中国大陆出版发行。

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2013-2679

## 图书在版编目(CIP)数据

光电子学与光子学原理与实践: 英文 / (英) 卡萨普 (Kasap, S. O.) 著. —北京: 电子工业出版社, 2013.5

书名原文: Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, Second Edition

国外电子与通信教材系列

ISBN 978-7-121-20293-3

I. ①光… II. ①卡… III. ①光电子学-高等学校-教材-英文 ②光子-高等学校-教材-英文 IV. ①TN201  
②O572.31

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第091364号

策划编辑: 马 岚

责任编辑: 马 岚

文字编辑: 陈 磊

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 980 1/16 印张: 34.25 字数: 995千字

印 次: 2013年5月第1次印刷

定 价: 79.00元

凡所购买电子工业出版社的图书有缺损问题, 请向购买书店调换; 若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

## 序

2001年7月间,电子工业出版社的领导同志邀请各高校十几位通信领域方面的老师,商量引进国外教材问题。与会同志对出版社提出的计划十分赞同,大家认为,这对我国通信事业、特别是对高等院校通信学科的教学工作会很有好处。

教材建设是高校教学建设的主要内容之一。编写、出版一本好的教材,意味着开设了一门好的课程,甚至可能预示着一个崭新学科的诞生。20世纪40年代MIT林肯实验室出版的一套28本雷达丛书,对近代电子学科、特别是对雷达技术的推动作用,就是一个很好的例子。

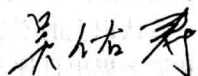
我国领导部门对教材建设一直非常重视。20世纪80年代,在原教委教材编审委员会的领导下,汇集了高等院校几百位富有教学经验的专家,编写、出版了一大批教材;很多院校还根据学校的特点和需要,陆续编写了大量的讲义和参考书。这些教材对高校的教学工作发挥了极好的作用。近年来,随着教学改革不断深入和科学技术的飞速进步,有的教材内容已比较陈旧、落后,难以适应教学的要求,特别是在电子学和通信技术发展神速、可以讲是日新月异的今天,如何适应这种情况,更是一个必须认真考虑的问题。解决这个问题,除了依靠高校的老师 and 专家撰写新的符合要求的教科书外,引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,是会有好处的。

一年多来,电子工业出版社为此做了很多工作。他们成立了一个“国外电子与通信教材系列”项目组,选派了富有经验的业务骨干负责有关工作,收集了230余种通信教材和参考书的详细资料,调来了100余种原版教材样书,依靠由20余位专家组成的出版委员会,从中精选了40多种,内容丰富,覆盖了电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等方面,既可作为通信专业本科生和研究生的教学用书,也可作为有关专业人员的参考材料。此外,这批教材,有的翻译为中文,还有部分教材直接影印出版,以供教师用英语直接授课。希望这些教材的引进和出版对高校通信教学和教材改革能起一定作用。

在这里,我还要感谢参加工作的各位教授、专家、老师与参加翻译、编辑和出版的同志们。各位专家认真负责、严谨细致、不辞辛劳、不怕琐碎和精益求精的态度,充分体现了中国教育工作者和出版工作者的良好美德。

随着我国经济建设的发展和科学技术的不断进步,对高校教学工作会不断提出新的要求和希望。我想,无论如何,要做好引进国外教材的工作,一定要联系我国的实际。教材和学术专著不同,既要注意科学性、学术性,也要重视可读性,要深入浅出,便于读者自学;引进的教材要适应高校教学改革的需要,针对目前一些教材内容较为陈旧的问题,有目的地引进一些先进的和正在发展中的交叉学科的参考书;要与国内出版的教材相配套,安排好出版英文原版教材和翻译教材的比例。我们努力使这套教材能尽量满足上述要求,希望它们能放在学生们的课桌上,发挥一定的作用。

最后,预祝“国外电子与通信教材系列”项目取得成功,为我国电子与通信教学和通信产业的发展培土施肥。也恳切希望读者能对这些书籍的不足之处、特别是翻译中存在的问题,提出意见和建议,以便再版时更正。



中国工程院院士、清华大学教授  
“国外电子与通信教材系列”出版委员会主任

# 出版说明

进入21世纪以来,我国信息产业在生产和科研方面都大大加快了发展速度,并已成为国民经济发展的支柱产业之一。但是,与世界上其他信息产业发达的国家相比,我国在技术开发、教育培训等方面都还存在着较大的差距。特别是在加入WTO后的今天,我国信息产业面临着国外竞争对手的严峻挑战。

作为我国信息产业的专业科技出版社,我们始终关注着全球电子信息技术的发展方向,始终把引进国外优秀电子与通信信息技术教材和专业书籍放在我们工作的重要位置上。在2000年至2001年间,我社先后从世界著名出版公司引进出版了40余种教材,形成了一套“国外计算机科学教材系列”,在全国高校以及科研部门中受到了欢迎和好评,得到了计算机领域的广大教师与科研工作者的充分肯定。

引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,将有助于我国信息产业培养具有国际竞争能力的技术人才,也将有助于我国国内在电子与通信教学工作中掌握和跟踪国际发展水平。根据国内信息产业的现状、教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的指示精神以及高等院校老师们反映的各种意见,我们决定引进“国外电子与通信教材系列”,并随后开展了大量准备工作。此次引进的国外电子与通信教材均来自国际著名出版商,其中影印教材约占一半。教材内容涉及的学科方向包括电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等,其中既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择和自由组合使用。我们还将与国外出版商一起,陆续推出一些教材的教学支持资料,为授课教师提供帮助。

此外,“国外电子与通信教材系列”的引进和出版工作得到了教育部高等教育司的大力支持和帮助,其中的部分引进教材已通过“教育部高等学校电子信息科学与工程类专业教学指导委员会”的审核,并得到教育部高等教育司的批准,纳入了“教育部高等教育司推荐——国外优秀信息科学与技术系列教学用书”。

为做好该系列教材的翻译工作,我们聘请了清华大学、北京大学、北京邮电大学、南京邮电大学、东南大学、西安交通大学、天津大学、西安电子科技大学、电子科技大学、中山大学、哈尔滨工业大学、西南交通大学等著名高校的教授和骨干教师参与教材的翻译和审校工作。许多教授在国内电子与通信专业领域享有较高的声望,具有丰富的教学经验,他们的渊博学识从根本上保证了教材的翻译质量和专业学术方面的严格与准确。我们在此对他们的辛勤工作与贡献表示衷心的感谢。此外,对于编辑的选择,我们达到了专业对口;对于从英文原书中发现的错误,我们通过与作者联络、从网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订;同时,我们对审校、排版、印制质量进行了严格把关。

今后,我们将进一步加强同各高校教师的密切关系,努力引进更多的国外优秀教材和教学参考书,为我国电子与通信教材达到世界先进水平而努力。由于我们对国内外电子与通信教育的发展仍存在一些认识上的不足,在选题、翻译、出版等方面的工作中还有许多需要改进的地方,恳请广大师生和读者提出批评及建议。



# 教材出版委员会

- |     |            |  |
|-----|------------|--|
| 主任  | 吴佑寿        | 中国工程院院士、清华大学教授   |
| 副主任 | 林金桐<br>杨千里 | 北京邮电大学校长、教授、博士生导师<br>总参通信部副部长，中国电子学会会士、副理事长<br>中国通信学会常务理事、博士生导师                |
| 委员  | 林孝康        | 清华大学教授、博士生导师、电子工程系副主任、通信与微波研究所所长<br>教育部电子信息科学与工程类专业教学指导分委员会委员<br>清华大学深圳研究生院副院长 |
|     | 徐安士        | 北京大学教授、博士生导师、电子学系主任  |
|     | 樊昌信        | 西安电子科技大学教授、博士生导师<br>中国通信学会理事、IEEE 会士   |
|     | 程时昕        | 东南大学教授、博士生导师   |
|     | 郁道银        | 天津大学副校长、教授、博士生导师<br>教育部电子信息科学与工程类专业教学指导分委员会委员                                  |
|     | 阮秋琦        | 北京交通大学教授、博士生导师<br>计算机与信息技术学院院长、信息科学研究所所长<br>国务院学位委员会学科评议组成员                    |
|     | 张晓林        | 北京航空航天大学教授、博士生导师、电子信息工程学院院长<br>教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会副主任委员<br>中国电子学会常务理事  |
|     | 郑宝玉        | 南京邮电大学副校长、教授、博士生导师<br>教育部电子信息科学与工程类专业教学指导分委员会副主任委员                             |
|     | 朱世华        | 西安交通大学副校长、教授、博士生导师<br>教育部电子信息科学与工程类专业教学指导分委员会副主任委员                             |
|     | 彭启琮        | 电子科技大学教授、博士生导师   |
|     | 毛军发        | 上海交通大学教授、博士生导师、电子信息与电气工程学院副院长<br>教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员                         |
|     | 赵尔沅        | 北京邮电大学教授、《中国邮电高校学报（英文版）》编委会主任  |
|     | 钟允若        | 原邮电科学研究院副院长、总工程师   |
|     | 刘 彩        | 中国通信学会副理事长兼秘书长，教授级高工<br>信息产业部通信科技委副主任  |
|     | 杜振民        | 电子工业出版社原副社长  |
|     | 王志功        | 东南大学教授、博士生导师、射频与光电集成电路研究所所长<br>教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会主任委员                     |
|     | 张中兆        | 哈尔滨工业大学教授、博士生导师、电子与信息技术研究院院长   |
|     | 范平志        | 西南交通大学教授、博士生导师、信息科学与技术学院院长   |