

Dispositivos Fotovoltaicos: Materiais e Tecnologia

PROGRAMA

PARTE 1

- 1. Materiais para aplicações fotovoltaicas**
 - 1.1 Interação da radiação com a matéria
 - Propriedades da luz, Energia dos fotões, Radiação espectral do sol
 - 1.2 Um gerador fotovoltaico generalizado
 - Como se transforma a luz em electricidade – criação de cargas
 - Como surge a tensão e a corrente - Separação de cargas
 - Como se extraem as cargas - Coleção de cargas

- 2. Propriedades dos semicondutores importantes para células fotovoltaicas**
 - 2.1 Estrutura atómica e cristalina
 - Átomo de hidrogénio, ligações atómicas, índices de Miller
 - 2.2 Geração de carga por absorção de fotões
 - Semicondutores de hiato directo ou indirecto, Propriedades ópticas dos semicondutores.
 - 2.3 Recombinação de carga
 - Processos de recombinação, Tempo de vida dos portadores de carga minoritários, Comprimento de difusão
 - 2.4 Transporte de carga
 - Mobilidade dos portadores de carga, Condutividade eléctrica
 - 2.5 Semicondutores intrínsecos e dopados

- 3. Outros materiais**
 - 3.1 Polímeros conjugados
 - 3.2 Sensibilização por pigmentos corados – mecanismo da fotosíntese
 - 3.3 Materiais para células foto-electroquímicas

- 4. Dispositivos fotovoltaicos baseados em silício**
 - 4.1 Tipos de junção
 - Junções homogéneas e heterogéneas. Junções p-i-n. Junções semiconductor-electrólito
 - 4.2 A junção p-n;
 - Equações básicas, Zona de depleção, Campo eléctrico na região da junção, Diferença de potencial associada à junção
 - 4.3 Junção p-n polarizada
 - Característica I-V

4.4 Junção p-n iluminada

Característica I-V, Corrente de curto circuito, Tensão de circuito aberto, Factor de preenchimento, Eficiência de conversão fotovoltaica

4.5 Modelo eléctrico equivalente de uma célula solar

Modelo de um diodo, Modelo de dois diodos, Resistência série, Resistência “shunt”

4.6 Resposta espectral de uma célula solar

Rendimento quântico interno e externo

4.7 Efeitos da temperatura nas propriedades eléctricas da célula solar

PARTE 2

5. Tecnologia dos dispositivos fotovoltaicos

5.1 Produção de silício metalúrgico e sua purificação

Forno de arco, Processo Siemens, Reactores em cama fluidizada

5.2 Técnicas de cristalização de silício em lingote

Método Czochralski, Método de Fusão de Zona, Método de vazamento em lingote “Casting”. “Wafering” e “kerf loss”

5.3 Novas técnicas de cristalização

Desvantagens das técnicas clássicas, método EFG, método Sting Ribbon, método RGS, Novas técnicas de cristalização em fita

5.4 Defeitos cristalográficos e qualidade electrónica

Visão comparativa global da tecnologia dominante; defeitos cristalográficos, impurezas, fronteiras de grão. Silício tipo-n.

5.5 Técnicas baseadas em filmes finos

Vantagens da tecnologia de filmes finos, células finas de silício, células de CdS, células CIGS, células CZTS

5.6 Processamento de células

Técnicas de dopagem, Difusão, implantação iónica, passivação da superfície, deposição de camadas anti-reflectoras e contactos metálicos. Células de alta eficiência

5.7 Tecnologias emergentes

OPV- células fotovoltaicas orgânicas; células DSC, aplicações à produção de hidrogénio

6. Actividades laboratoriais

Medida de resistividade em semicondutores

Diagnóstico de células solares por electroluminescência

Medida de resposta spectral em células solares

7. Simulação

Exercícios usando o PV Factory

Bibliografia

Crystalline Silicon Solar Cells, A Goetzberger, Ed. J. Wiley

Introduction to Materials Science and Engineering, W. Smith, Ed McGraw Hill

Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, A. Luque, Ed. J.Wiley

Solar Energy , Various authors, UIT

Photovoltaic Devices: materials and technology

PART 1

1. Materials for photovoltaic applications

1.1 Interaction of radiation with matter

Properties of light, the photon energy, the spectral radiation from the sun

1.2 A generalized PV generator

How light turns into electricity - creating charges

How does voltage and current appears – Charge Separation

How to collect charges - Collecting charges

2. Important properties of semiconductors for photovoltaic cells

2.1 Atomic structure

Hydrogen atom, atomic bonds, crystal structures, Miller indices

2.2 Charge generation by absorption of photons

Band gap formation, direct and indirect gap semiconductors, optical properties of semiconductors.

2.3 Charge recombination

Processes of recombination lifetime of minority charge carriers, diffusion length

2.4 Charge transport

Mobility of charge carriers, Electrical conductivity

2.5 Intrinsic and doped semiconductors

3. Other materials

3.1 Conjugated polymers

3.2 Sensitization by colored pigments - mechanism of photosynthesis

3.3 Materials for photo-electrochemical cells

4. Silicon-based photovoltaic devices

4.1 Junction types

Homogeneous and heterogeneous junctions. P-i-n junctions. Semiconductor-electrolyte junctions

4.2 The p-n junction;

Basic equations, depletion zone, electric field in the junction region, potential difference associated with the junction

4.3 biased p-n junction

I-V Characteristic

4.4 illuminated p-n junction

IV curve, Short circuit current, open circuit voltage, fill factor, efficiency of photovoltaic conversion

4.5 Equivalent electrical model of a solar cell

Model of a diode, two diodes model, series resistance series, shunt resistance

4.6 Spectral response of a solar cell

Internal and external quantum efficiency

4.7 Effects of temperature on the electrical properties of the solar cell

PART 2

5. Technology of photovoltaic devices

5.1 Production of metallurgical silicon and its purification

Arc furnace, Siemens process, fluidized bed reactors

5.2 Techniques for crystallization of silicon ingot

Czochralski method, Method of Fusion Zone, Method ingot casting in "Casting". "Wafering" and "kerf loss"

5.3 New techniques of crystallization

Disadvantages of classical techniques, EFG method, method Sting Ribbon, RGS method, new ribbon crystallization techniques

5.4 Crystallographic defects and electronic quality

Comparative view of the global dominant technology; crystallographic defects, impurities, grain boundaries

5.5 Techniques based on thin films

Advantages of thin film technology, thin cells silicon, CdS cells, CIGS cells, cells CZTS

5.6 Solar cell processing

Doping techniques, diffusion, ion implantation, oxidation, surface passivation, deposition of anti-reflecting layers and metal contacts. High efficiency cells

5.7 Emerging Technologies

OPV-organic photovoltaics; DSC cells, hydrogen production applications

6. Laboratory activities

Resistivity measurement in semiconductors

Solar cell diagnosis by electroluminescence

Spectral response of solar cells

7. Simulation

Assignment using PV Factory

References

Crystalline Silicon Solar Cells, A Goetzberger, Ed. J. Wiley

Introduction to Materials Science and Engineering, W. Smith, Ed McGraw Hill

Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, A. Luque, Ed. J.Wiley

Solar Energy , Various authors, UIT