

<<异质结原理与器件>>

图书基本信息

书名：<<异质结原理与器件>>

13位ISBN编号：9787121111365

10位ISBN编号：7121111365

出版时间：2010-6

出版时间：电子工业出版社

作者：江剑平，孙成城 编著

页数：389

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## &lt;&lt;异质结原理与器件&gt;&gt;

## 前言

基于异质结构的半导体光电子器件涉及信息、材料、能源领域，有着极强的应用背景，日益受到人们重视并获得快速发展。

早在1957年，H.Kroemer就预言异质结有着比同质结更高的注入效率，同时对异质结在太阳能电池中的应用提出了许多设想。

1960年R.L Anderson第一次制成高质量的异质结，并提出系统的理论模型和能带图。

1963年Z.I.Alferov和H.Kroemer各自独立地提出基于异质结的激光器的概念，指出利用异质结的超注入特性实现粒子数反转的可行性，并且特别指出同质结激光器不可能在室温下连续工作。

经过坚持不懈的努力，1969年异质结激光器终于实现室温连续工作，这项工作建立了现代光电子学的基础。

H.Kroemer和Z.I.Alferov因发明异质结晶体管和激光二极管所作出的奠基性贡献，获得了2000年的诺贝尔物理学奖。

作者长期从事半导体异质结光电子器件的理论和实验研究工作，近20年来在清华大学电子工程系先后讲授“固体物理”、“半导体物理”、“半导体光电子学”，积累了丰富的原始资料和宝贵经验。

本书是作者从事教学和科研工作成果的总结、提高和系统化，本书在编写过程中，参考、借鉴了B.L.Sharma, R.K.Purohit的《Semiconductor Heterojunctions》和虞丽生教授的《半导体异质结物理》等有关异质结的专著及相关文献。

本书侧重于光电子器件的工作原理、特性、异质结构材料及制备工艺方法。

作者在编著本书的过程中，试图反映这一领域的新材料、新技术和新器件的发展趋势和研究成果。

在介绍这些内容时，不是简单地罗列取得的最新进展，而是尽量讲述它们的物理内涵，使读者了解这些内容后有能力和自己去接受、理解和创造日新月异的新成果，为即将进入该领域的科研人员提供知识平台。

本书在内容编排上也利于普通读者概括性地了解该领域的发展历程。

在编著中作者力求深入浅出，图文并茂，内容翔实，在有限篇幅内，为读者铺垫必要的异质结的基础知识，尽量减少繁冗的公式推导。

全书共14章，其中第1~6章、第8~9章由孙成城编写，第7章、第10~14章由江剑平编写，邓颖参与了资料翻译和书稿校对工作，全书由孙成城统稿。

内容包括：异质结基本概念、异质结电学特性、异质结能带图、异质结光电特性、异质结制备、位错与弹性应变、宽带隙半导体材料、异质结激光器、超晶格与多量子阱、半导体发光二极管、半导体光检测器、族元素合金应变异质结、半导体太阳能电池和梯度带隙半导体。

本书对于从事半导体光电子器件的研究、开发和生产人员具有应用价值，同时也可作为高等院校本科生和研究生的教学参考书。

## <<异质结原理与器件>>

### 内容概要

本书简要介绍了异质结的基本概念和基础理论，系统论述了光电子器件的工作原理和模型、异质结构材料及制备工艺方法。

全书共14章，内容包括：异质结基本概念、异质结电学特性、异质结能带图、异质结光电特性、异质结制备、位错与弹性应变、宽带隙半导体材料、异质结激光器、超晶格与多量子阱、半导体发光二极管、半导体光检测器、族元素合金应变异质结、半导体太阳能电池和梯度带隙半导体。

本书深入浅出，图文并茂，内容翔实，对于从事半导体光电子器件的研究、开发和生产人员有很高的应用价值，同时也可作为高等院校本科生和研究生的教学参考书。

## &lt;&lt;异质结原理与器件&gt;&gt;

## 书籍目录

- 第1章 异质结基本概念 1.1 异质结基本概念 1.2 异质结基本关系式 1.3 能带带阶的交换性和传递性  
 1.4 反型异质结的主要公式 1.5 同型异质结的主要公式 第2章 异质结电学特性 2.1 突变反型异质结  
 2.1.1 影响尖峰势垒高度的因素 2.1.2 扩散模型 2.1.3 发射模型 2.1.4 简单隧道模型 2.1.5 界面复合模型 2.1.6 隧道复合模型 2.2 反型异质结的注入特性 2.2.1 高注入特性 2.2.2 超注入特性 2.3  
 突变同型异质结 2.3.1 发射模型 2.3.2 扩散模型 2.3.3 双Schottky二极管模型 2.4 突变异质结电容  
 和电压特性 2.4.1 突变反型异质结 2.4.2 突变同型异质结 第3章 异质结能带图 3.1 突变反型异质结  
 能带图 3.1.1 pN异质结能带图 3.1.2 nP异质结能带图 3.2 突变同型异质结能带图 3.2.1 nN异质结  
 能带图 3.2.2 pP异质结能带图 3.3 受界面态影响的能带图 3.3.1 pN异质结能带图 3.3.2 nP异质结  
 能带图 3.3.3 nN异质结能带图 3.3.4 pP异质结能带图 3.4 缓变异质结能带图 3.4.1 pN异质结能带  
 图 3.4.2 nP异质结能带图 3.4.3 nN异质结能带图 3.4.4 pP异质结能带图 第4章 异质结光电特性  
 4.1 反型异质结光电特性 4.1.1 垂直入射异质结 4.1.2 平行入射异质结 4.2 同型异质结光电特性  
 4.2.1 垂直入射异质结 4.2.2 平行入射异质结 4.3 发光辐射跃迁 第5章 异质结制备 5.1 晶体结构  
 5.1.1 金刚石结构 5.1.2 闪锌矿结构 5.1.3 纤锌矿结构 5.1.4 氯化钠结构 5.2 基本考虑 5.2.1 晶  
 格失配 5.2.2 热失配 5.2.3 内扩散 5.3 制备方法 5.3.1 液相外延(LPE) 5.3.2 金属有机化学气相  
 淀积(MOCVD) 5.3.3 分子束外延(MBE) 5.3.4 化学束外延(CBE) 第6章 位错与弹性应变  
 6.1 位错的概念 6.1.1 位错概念的提出 6.1.2 刃型位错 6.1.3 Burgers矢量 6.1.4 螺型位错 6.1.5  
 混合型位错 6.1.6 位错密度 6.2 位错的运动 6.2.1 位错的滑移 6.2.2 位错的攀移 6.3 位错的弹性  
 应变和应力 6.3.1 应力和应变分量 6.3.2 位错的应力场 6.3.3 位错的弹性应变能 6.3.4 作用在位错  
 上的力 6.3.5 位错的线张力 6.3.6 两平行位错间的相互作用 6.4 实际晶体结构的位错 6.4.1 实际晶  
 体结构的单位位错 6.4.2 堆垛层错 6.4.3 不全位错 6.4.4 位错反应及扩展位错 6.4.5 Thompson四  
 面体及记号 6.5 位错的实验观测 第7章 宽带隙半导体材料 7.1 SiC半导体 7.1.1 SiC的同质多型结构  
 7.1.2 SiC的薄层外延 7.1.3 SiC的掺杂 7.1.4 SiC的氧化 7.1.5 SiC的刻蚀 7.1.6 SiC的欧姆接触  
 7.2 族氮化物半导体 7.2.1 GaN、AlN和InN的基本性质 7.2.2 族氮化物的能带结构 7.2.3 族  
 氮化物的三元、四元合金 7.2.4 族氮化物半导体的极化效应 7.2.5 族氮化物薄层的外延生长  
 7.2.6 外延生长 族氮化物所用的衬底 7.2.7 族氮化物的MOCVD生长 7.2.8 族氮化物的MBE  
 生长 7.2.9 缓冲层的生长 7.2.10 族氮化物的缺陷与掺杂 7.2.11 族氮化物的欧姆接触 7.2.12  
 族氮化物半导体异质结 7.3 - 族化合物半导体 7.3.1 ZnSe化合物半导体 7.3.2 - 族化合物  
 的点缺陷与自补偿现象 第8章 异质结激光器 8.1 异质结在激光器中的主要作用 8.1.1 异质结的超注  
 入效应 8.1.2 异质结对载流子的限制作用 8.1.3 异质结对光场的限制作用 8.1.4 异质结的布拉格反  
 射作用 8.1.5 异质结的窗口效应 8.2 激光器的材料 8.2.1 化合物半导体的波长范围 8.2.2 - 族  
 二元化合物 8.2.3 - 族三元化合物 8.2.4 - 族四元化合物 8.2.5 - 族化合物 8.3 激光器的  
 模式和波导 8.3.1 对称三层介质平板波导 8.3.2 非对称三层介质平板波导 8.3.3 光强分布和限制  
 因子 8.3.4 波导机理分类 8.3.5 在损耗(增益)介质中的传播 8.3.6 纵向模式 8.3.7 模式在端面上的  
 反射率 8.4 激光器的结构 8.4.1 激光器条形结构 8.4.2 增益波导激光器 8.4.3 折射率波导激光器  
 8.4.4 红光半导体激光器 8.4.5 蓝绿光半导体激光器 8.4.6 红外半导体激光器 8.4.7 垂直腔面发射  
 激光器 8.5 激光器的可靠性 8.5.1 晶体缺陷的影响 8.5.2 腔面损伤退化 8.5.3 欧姆接触退化和焊料  
 变质 8.5.4 InGaAsP/InP与GaAlAs/GaAs激光器退化因素的差别 8.5.5 可靠性保证和加速寿命试验 第9  
 章 超晶格与多量子阱 9.1 基本概念 9.1.1 组分超晶格 9.1.2 掺杂超晶格 9.1.3 应变超晶格 9.2 量  
 子阱和超晶格的电子状态 9.2.1 单量子阱中的电子状态 9.2.2 二维电子气的态密度 9.2.3 量子阱中  
 载流子浓度的能量分布 9.2.4 超晶格中的电子状态 9.2.5 超晶格中电子的态密度 9.2.6 超晶格中布  
 里渊区的折叠 9.3 量子阱和超晶格的光学特性 9.3.1 量子阱中的跃迁选择定则 9.3.2 量子阱中的激  
 子效应 9.3.3 超晶格的吸收光谱特性 9.3.4 超晶格结构的折射率谱 9.3.5 单原子层超晶格的光学特  
 性 9.4 量子阱激光器 9.4.1 量子阱激光器的结构 9.4.2 量子阱中载流子的收集与复合 9.4.3 注入电  
 流与增益 9.4.4 增益与量子阱宽度的关系 9.4.5 量子阱激光器的基本特性 9.5 应变量子阱激光器  
 9.5.1 应变量子阱的能带结构 9.5.2 应变量子阱激光器的增益特性 9.5.3 应变量子阱激光器 9.6 新

## &lt;&lt;异质结原理与器件&gt;&gt;

型量子阱激光器 9.6.1 低维超晶格-量子线、量子点激光器 9.6.2 量子级联激光器 第10章 半导体发光二极管 10.1 半导体LED的工作原理 10.1.1 电子-空穴对的辐射复合 10.1.2 半导体内的非辐射复合 10.1.3 半导体表面的非辐射复合 10.2 半导体LED的基本结构 10.2.1 同质结构 10.2.2 异质结构 10.3 LED的电学特性 10.3.1 电流-电压特性 10.3.2 异质结构对LED的电学特性的影响 10.3.3 二极管电压及温度对电学特性的影响 10.3.4 LED的调制特性 10.4 半导体LED的光学性质 10.4.1 LED中的辐射跃迁(复合) 10.4.2 P-I特性和不同定义下的光发射效率 10.4.3 温度对P-I特性的影响 10.4.4 LED的发射光谱 10.4.5 LED发射光的逸出锥 10.4.6 朗伯特(Lambertian)发射图 10.5 提高LED内量子效率的措施 10.5.1 采用晶格匹配的双异质结构 10.5.2 选取适当的有源区掺杂浓度 10.5.3 选取适当的限制层掺杂浓度 10.5.4 控制pn结偏移的影响 10.5.5 降低非辐射复合的影响 10.6 提高LED光逸出效率的措施 10.6.1 采用双异质结构 10.6.2 LED管芯形状的选择 10.6.3 采用电流扩展层 10.6.4 采用电流阻挡(blocking)层 10.6.5 接触电极形状和尺寸的选择 10.6.6 采用透明衬底工艺 10.6.7 采用抗反射光学膜 10.6.8 反射接触和透明接触 10.6.9 倒装结构 10.6.10 采用环氧树脂圆拱封装 10.6.11 采用分布布拉格反射器(DBR) 10.7 不同材料系的LED 10.7.1 GaAsP、GaAsP:N材料系LED 10.7.2 AlGaInP/GaAs材料系LED 10.7.3 GaInN/GaN材料系LED 10.7.4 AlGaAs/GaAs材料系LED 10.8 高亮度LED 10.8.1 高亮度LED的光学性能 10.8.2 高亮度LED的电学性能 10.9 白光LED 10.9.1 利用LED产生白光的方法 10.9.2 产生白光用的波长转换材料 10.9.3 几种不同材料和结构的白光LED 10.10 有谐振腔的发光二极管(RCLED) 10.10.1 概述 10.10.2 RCLED的设计考虑 10.10.3 发射波长为930nm的RCLED 10.10.4 发射波长为650nm的RCLED 10.10.5 大面积光子再利用LED 10.11 光通信用的LED 10.11.1 自由空间光通信用的LED 10.11.2 光纤通信用的LED 10.12 边发射超辐射LED 第11章 半导体光检测器 11.1 半导体光检测器的基本参数 11.1.1 量子效率 和响应度R 11.1.2 暗电流和噪声 11.1.3 响应速度 11.2 半导体光电导型光检测器 11.2.1 光电导型光检测器的工作原理 11.2.2 光电导型光检测器的内部增益 11.2.3 光电导型光检测器的增益和带宽 11.2.4 光电导型光检测器中的噪声 11.2.5 n-i-p-i超晶格光电导型光检测器 11.3 pn结光电二极管 11.4 pin光电二极管 11.4.1 pin结构和i层 11.4.2 pin光电二极管的电流-电压特性 11.4.3 外量子效率和内量子效率 11.4.4 频率响应 11.4.5 噪声和信噪比 11.4.6 异质结和波导型pin光电二极管 11.5 雪崩光电二极管(APD) 11.5.1 APD的工作原理与结构 11.5.2 碰撞离化和离子化系数 11.5.3 雪崩倍增因子 11.5.4 雪崩倍增和光电流-电压特性 11.5.5 器件的雪崩击穿 11.5.6 频率响应 11.5.7 APD的噪声和信噪比 11.5.8 几种APD的实例 11.5.9 新型、高性能APD 11.6 特殊光电检测器 11.6.1 光晶体管 11.6.2 调制势垒光电二极管 11.6.3 具有波长选择性的检测器 11.6.4 谐振腔增强型光探测器 11.7 量子结构红外光探测器 11.7.1 - 族化合物半导体量子阱内的子带间跃迁的长波长红外探测器 11.7.2 量子阱光电探测器的性能 11.7.3 InAs/Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>Sb离隙型应变超晶格红外探测器 11.7.4 Si/Si<sub>1-x</sub>Gex量子阱红外探测器 11.7.5 量子点红外探测器 第12章 族元素合金应变异质结 12.1 引言 12.2 应变Si<sub>1-x</sub>Gex/Si的基本性质 12.2.1 应变Si<sub>1-x</sub>Gex层内的应力 12.2.2 Si<sub>1-x</sub>Gex应变层的临界厚度 12.2.3 Si<sub>1-x</sub>Gex/Si应变超晶格的应变特性 12.3 Si<sub>1-x</sub>Gex/Si异质结的电子学性质 12.3.1 Si<sub>1-x</sub>Gex应变层的带隙和能带结构 12.3.2 Si<sub>1-x</sub>Gex/Si异质结的能带排列和能带带阶 12.3.3 SiGe的散射机制和载流子迁移率 12.4 Si<sub>1-x</sub>Gex应变层的外延生长 12.4.1 Si<sub>1-x</sub>Gex薄层生长 12.4.2 Ge的掺入和陡峭性 12.4.3 含C的Si<sub>1-x</sub>Gex的生长 12.5 Si<sub>1-x</sub>Gex薄层生长技术 12.5.1 分子束外延(MBE) 12.5.2 化学气相沉积(CVD) 12.5.3 固相外延(SPE) 12.6 SiGe合金层的掺杂 12.6.1 MBE生长中的掺杂 12.6.2 CVD生长时的掺杂 12.7 Si<sub>1-x</sub>Gex的金属欧姆接触 12.7.1 SiGe合金的欧姆接触 12.7.2 Al-SiGe、Ti-SiGe欧姆接触 12.7.3 SiGeC、GeC和SiC的金属接触 12.8 族元素二元、三元合金的生长 12.8.1 Si<sub>1-x</sub>Gex合金的生长 12.8.2 Si<sub>1-y</sub>Cy合金层生长 12.8.3 Si<sub>1-x-y</sub>GexCy三元合金的生长 12.8.4 弛豫SiGe上应变Si的生长 12.8.5 -SiGe:H的生长 12.8.6 Ge<sub>1-y</sub>Cy和有关合金生长 12.8.7 多晶SiGe薄膜的生长 12.9 Si<sub>1-x</sub>Gex/Si异质结的光电子学应用 12.9.1 基本原理 12.9.2 Si<sub>1-x</sub>Gex的折射率 12.9.3 Si<sub>1-x</sub>Gex合金光电探测器 12.9.4 量子阱光电二极管 12.9.5 Si<sub>1-x</sub>Gex发光二极管 12.9.6 Si<sub>1-x</sub>Gex合金的无源光子器件 第13章 半导体太阳能电池 13.1 前言 13.2 太阳光谱与太阳常数 13.2.1 太阳光谱 13.2.2 太阳常数(大气质量数) 13.3 同质结太阳能电池 13.3.1 同质结太阳能电池的基本原理 13.3.2 n/p型和p/n型两种结构的比较 13.3.3 太阳能电池的伏安特性 13.4 太阳能电池

## &lt;&lt;异质结原理与器件&gt;&gt;

的性能参数 13.5 太阳能电池的材料选择和设计考虑 13.5.1 太阳能电池的材料选择 13.5.2 太阳能电池的设计考虑 13.5.3 实际效率的损失及补救措施 13.6 异质结太阳能电池 13.7 级联(多带隙结)太阳能电池 13.7.1 级联太阳能电池的基本原理 13.7.2 级联太阳能电池的连接结构 13.7.3 级联太阳能电池的效率 13.7.4 级联太阳能电池的材料 13.8 量子阱太阳能电池 13.8.1 量子阱太阳能电池的设计、材料和工艺 13.8.2 量子阱太阳能电池的性能 13.8.3 量子阱太阳能电池的电流-电压特性 13.9 - 族化合物半导体和无定型Si薄膜太阳能电池 13.9.1 概述 13.9.2 - 族半导体薄膜太阳能电池 13.9.3 黄Cu矿半导体薄膜太阳能电池 13.9.4 无定型Si薄膜太阳能电池 13.10 带聚光器的太阳能电池 13.10.1 太阳光聚光器 13.10.2 太阳光聚光器的类型 第14章 梯度带隙半导体 14.1 引言 14.2 梯度带隙半导体中的准电场和准磁场 14.2.1 梯度带隙半导体中的准电场 14.2.2 梯度带隙半导体中的准磁场 14.3 梯度带隙半导体的物理特征 14.3.1 梯度带隙半导体的能带图 14.3.2 梯度带隙半导体的等效态密度和载流子浓度 14.3.3 梯度带隙半导体中载流子的扩散与漂移 14.3.4 梯度带隙半导体中非平衡载流子的输运 14.3.5 梯度带隙半导体中的杂质态 14.4 梯度带隙半导体的光学性质 14.4.1 梯度带隙对吸收光谱的影响 14.4.2 梯度带隙半导体的光荧光特性 14.4.3 梯度带隙半导体中的再辐射和载流子输运 14.4.4 梯度带隙半导体的阴极荧光 14.4.5 梯度带隙半导体中  $E_g$ 对光电导特性的影响 14.4.6 梯度带隙半导体pn结中的光电现象 14.4.7 梯度带隙半导体中的光电动势 14.4.8 梯度带隙半导体中的光电磁效应 14.5 梯度带隙半导体中载流子注入的特点 14.6 化合物半导体中不同能谷间的跃迁 14.7 梯度带隙半导体中的碰撞离化 14.8 梯度带隙半导体pn结的频率特性 14.9 梯度带隙半导体器件举例 14.9.1 梯度带隙半导体太阳能电池 14.9.2 梯度带隙雪崩光电二极管 14.9.3 多层梯度带隙结构的碰撞雪崩离化光电二极管 14.9.4 梯度带隙半导体光发射器件 14.9.5 梯度带隙半导体像接收器 14.9.6 梯度带隙半导体晶体管 14.9.7 梯度带隙发射极的HBT 附录A 基本物理常数表 附录B 各种能量表达变换表 附录C 惯用单位换算表 附录D 英文缩略词英汉对照表

## &lt;&lt;异质结原理与器件&gt;&gt;

## 章节摘录

2. 波长可调谐激光器半导体激光器的有源区也可以采用变带隙半导体材料, 这时采用改变泵浦 (激励) 水平的办法就可能控制波长。随着激励水平增加, 非平衡载流子位移的等效长度增加, 这就导致有源区厚度增加, 辐射谱往长波方向扩展, 使得新的长波长模式能满足增益阈值条件而形成振荡。在足够大的附加电场作用下, 有源区充满整个厚度, 这就使轴向模数和泵浦阈值增加。随着激励水平增加到超过阈值, 则可能发生不同模式辐射功率的再分配, 这是由于在有源区窄带隙部分的辐射复合增加了。这种激光器与众不同的特点是在不均匀光学介质中, 模的光场仅被限制在折射率更低的一侧, 在折射率高的一侧光被吸收, 结果产生附加载流子浓度, 这些载流子在有源层的窄带隙区复合, 导致低频模的效率增加。

上述调谐激光器改变辐射波长的方法不是唯一的。利用变带隙半导体在用电子束激励或光泵浦的激光器中, 将激光器的VE。方向垂直于激励束也可以实现具有不同组分晶体的激励区的调谐。

3. 高效率变带隙发光二极管变带隙半导体中的再辐射能使这种发光二极管的外量子输出效率和电荧光弛豫时间增加, 同时发光光谱向长波段扩展。

<<异质结原理与器件>>

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>