

单轴应变Si NMOS 热载流子效应研究



汇报人：

2024-01-18



目 录

- 引言
- 单轴应变Si NMOS器件制备与表征
- 热载流子效应理论基础与仿真分析
- 实验结果与讨论
- 可靠性问题探讨及优化措施建议
- 总结与展望

contents

01

引言





研究背景与意义

● 热载流子效应

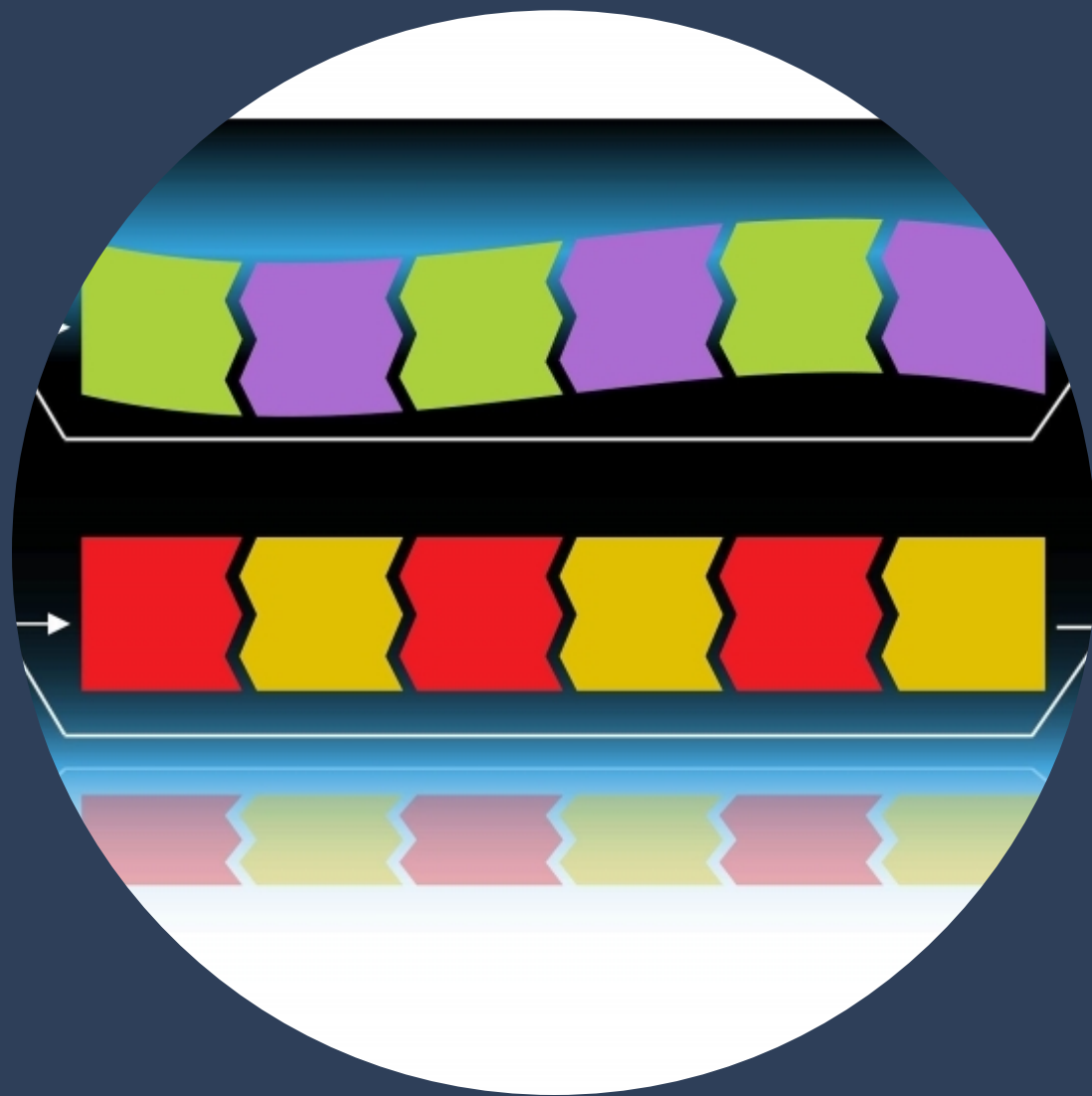
在集成电路中，随着器件尺寸的缩小，热载流子效应成为影响器件性能和可靠性的重要因素。

● 单轴应变Si技术

通过引入单轴应变，可以改善Si材料的电子性能，提高器件的工作速度和效率。

● 研究意义

研究单轴应变Si NMOS热载流子效应对于优化器件设计、提高器件性能和可靠性具有重要意义。





国内外研究现状及发展趋势

1

国内研究现状

国内在热载流子效应研究方面取得了一定进展，但针对单轴应变Si NMOS热载流子效应的研究相对较少。

2

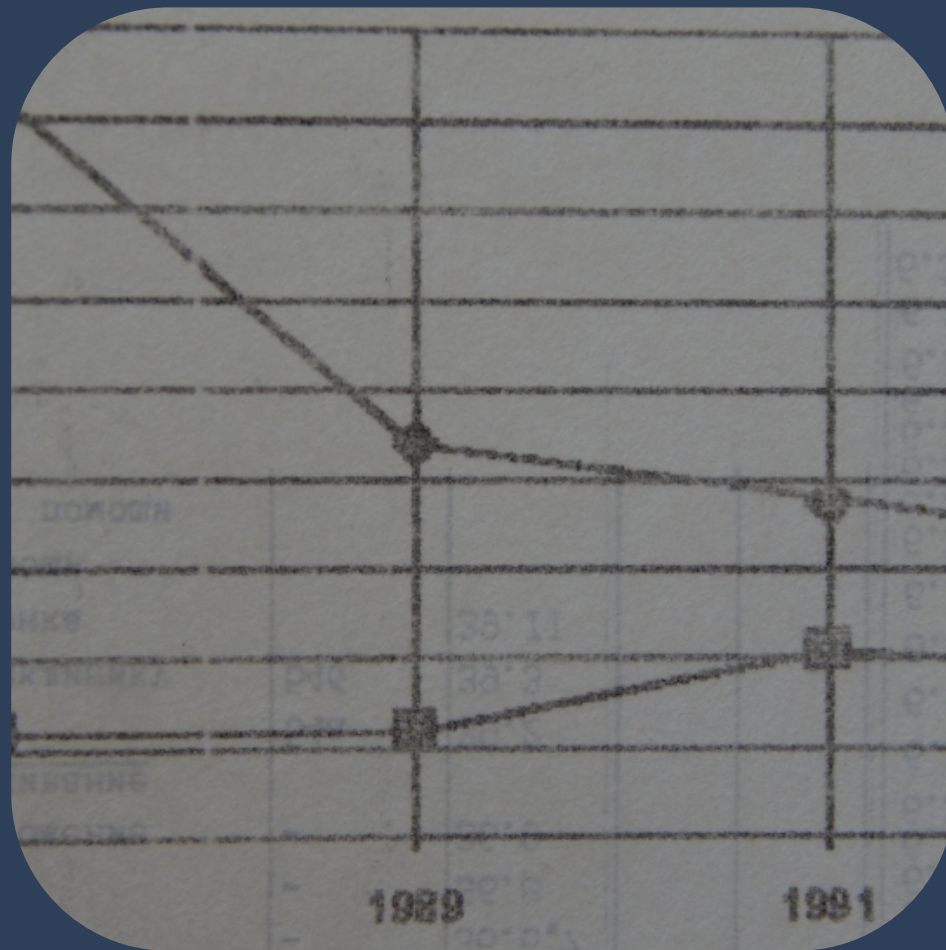
国外研究现状

国外在单轴应变Si技术及其热载流子效应方面开展了广泛研究，取得了一系列重要成果。

3

发展趋势

随着集成电路技术的不断发展，单轴应变Si NMOS热载流子效应研究将成为未来研究的热点和难点。



研究内容、目的和方法

01

研究内容

本研究旨在通过实验和理论分析，深入研究单轴应变Si NMOS热载流子效应的物理机制及其对器件性能的影响。

02

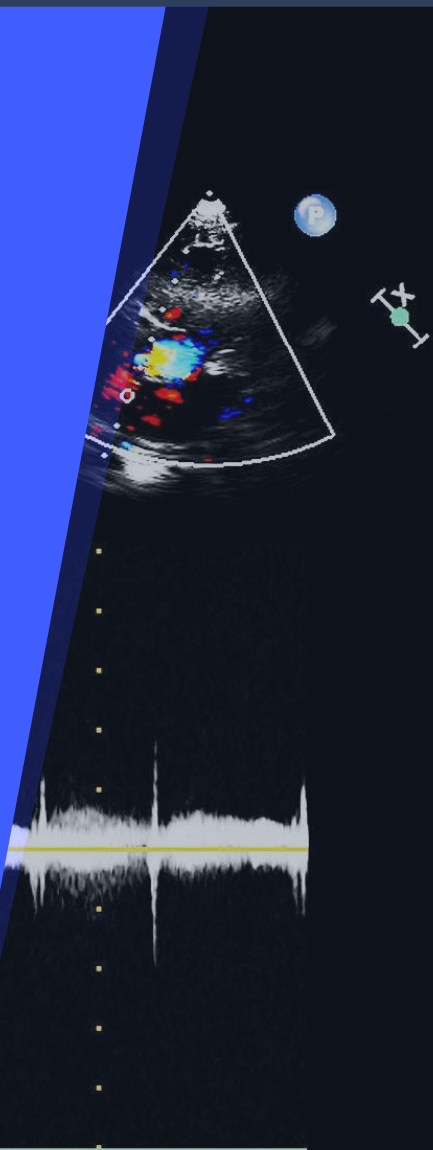
研究目的

揭示单轴应变Si NMOS热载流子效应的内在规律，为优化器件设计、提高器件性能和可靠性提供理论支撑。

03

研究方法

采用实验测量、理论分析和数值模拟相结合的方法，对单轴应变Si NMOS热载流子效应进行深入研究。具体包括器件制备、性能测试、理论分析和数值模拟等步骤。



02

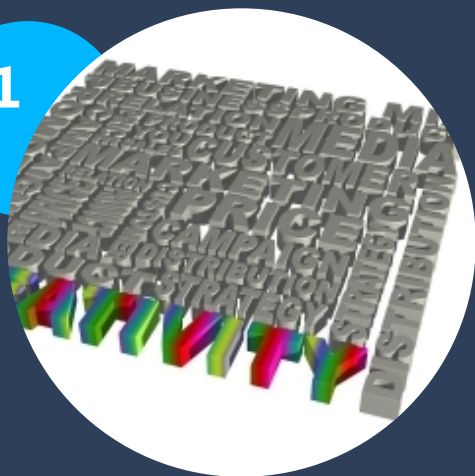
单轴应变Si NMOS器 件制备与表征





材料选择与准备

01

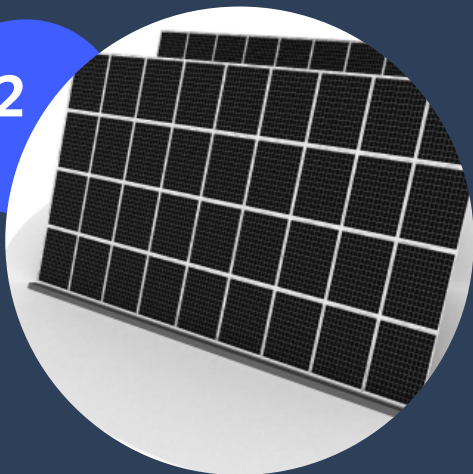


衬底材料



选择高纯度、低缺陷密度的单晶硅作为衬底材料，以保证器件的电学性能和可靠性。

02



应变材料



选用具有合适晶格常数和良好机械性能的单晶硅作为应变材料，以实现器件沟道的单轴应变。

03



金属栅极材料



选择高功函数、良好稳定性和与硅工艺兼容的金属作为栅极材料，如铝、钨等。

器件结构设计及优化

沟道设计

通过调整沟道宽度、长度和掺杂浓度等参数，优化器件的阈值电压、跨导和漏电流等性能。

应变工程

利用应变技术改善载流子迁移率，提高器件驱动能力。可通过改变应变材料的厚度、晶格常数等参数实现不同应变程度的调控。

栅极结构优化

采用先进的栅极工程技术，如高K栅介质、金属栅极等，降低栅极漏电流，提高器件可靠性。



制备工艺流程及关键技术

表面清洗与预处理

对衬底进行化学清洗和表面预处理，去除表面污染物和氧化层，为后续工艺提供洁净的表面环境。

应变层生长

利用外延生长或化学气相沉积等方法在衬底上生长应变层，实现对应变程度的精确控制。

栅极制备

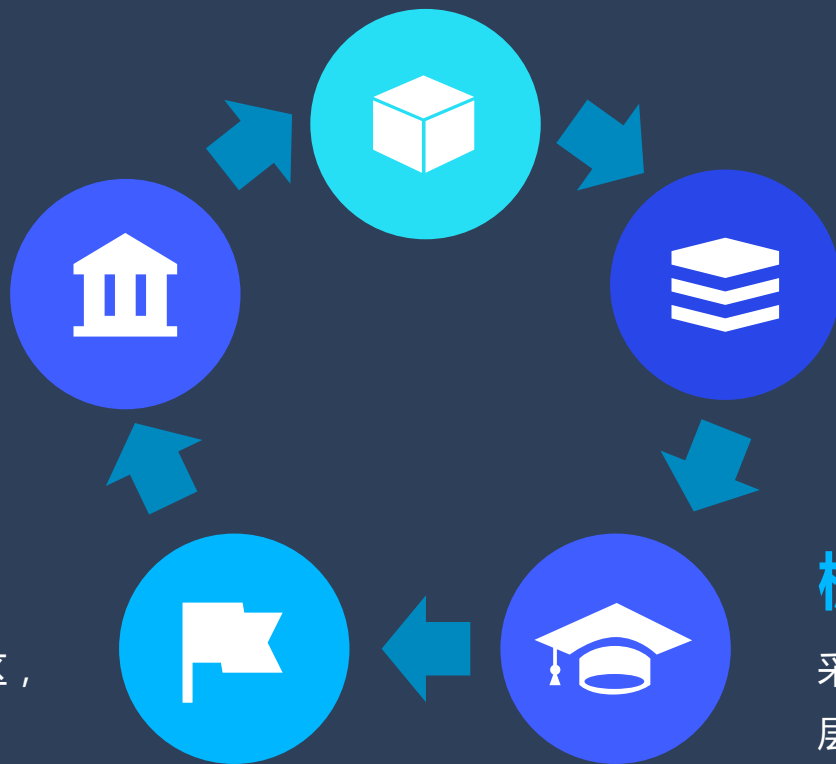
采用物理气相沉积、化学气相沉积或原子层沉积等方法制备栅极介质和金属栅极，形成高质量的栅极结构。

退火处理

对器件进行高温退火处理，消除注入损伤，激活掺杂元素，提高器件性能。

源漏区制备

通过离子注入或扩散等方法形成源漏区，实现对器件性能的调控。





器件性能表征与测试方法

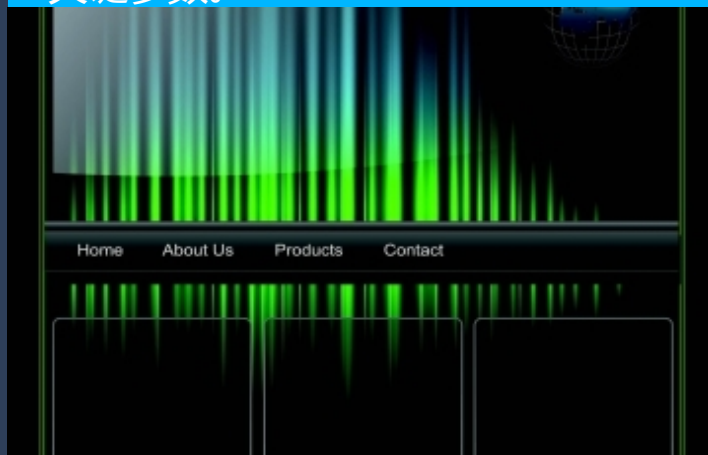
电学性能测试

利用半导体参数分析仪测试器件的I-V特性、C-V特性等电学性能，评估器件的驱动能力、漏电流和阈值电压等关键参数。



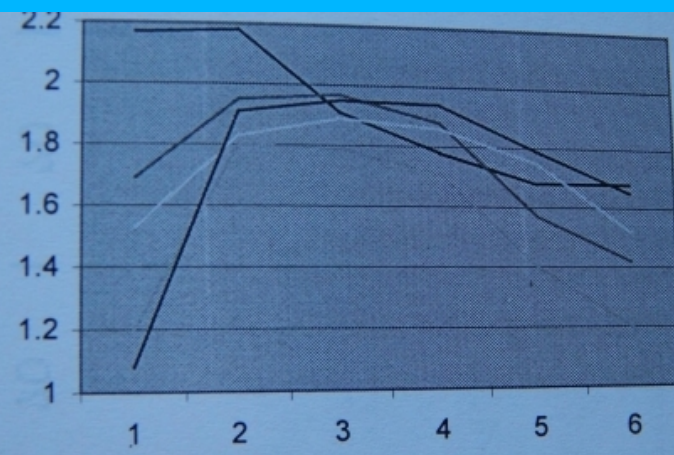
可靠性测试

对器件进行高温、低温、湿热等环境条件下的可靠性测试，评估器件在不同应用场景下的稳定性和可靠性。



应变效应表征

通过拉曼光谱、X射线衍射等技术表征应变层的应变程度和分布，分析应变对器件性能的影响。



03

热载流子效应理论基 础与仿真分析





热载流子效应产生机理及影响因素

热载流子产生

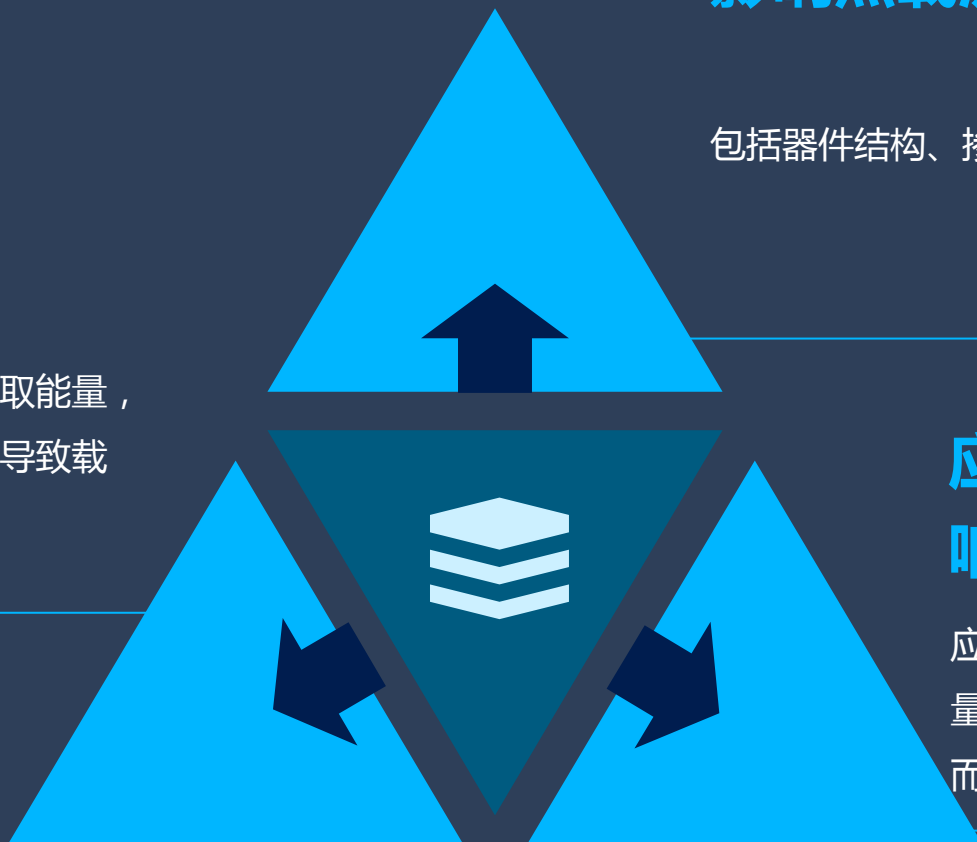
在强电场作用下，载流子从电场中获取能量，通过散射和碰撞将能量转移给晶格，导致载流子温度升高。

影响热载流子效应的因素

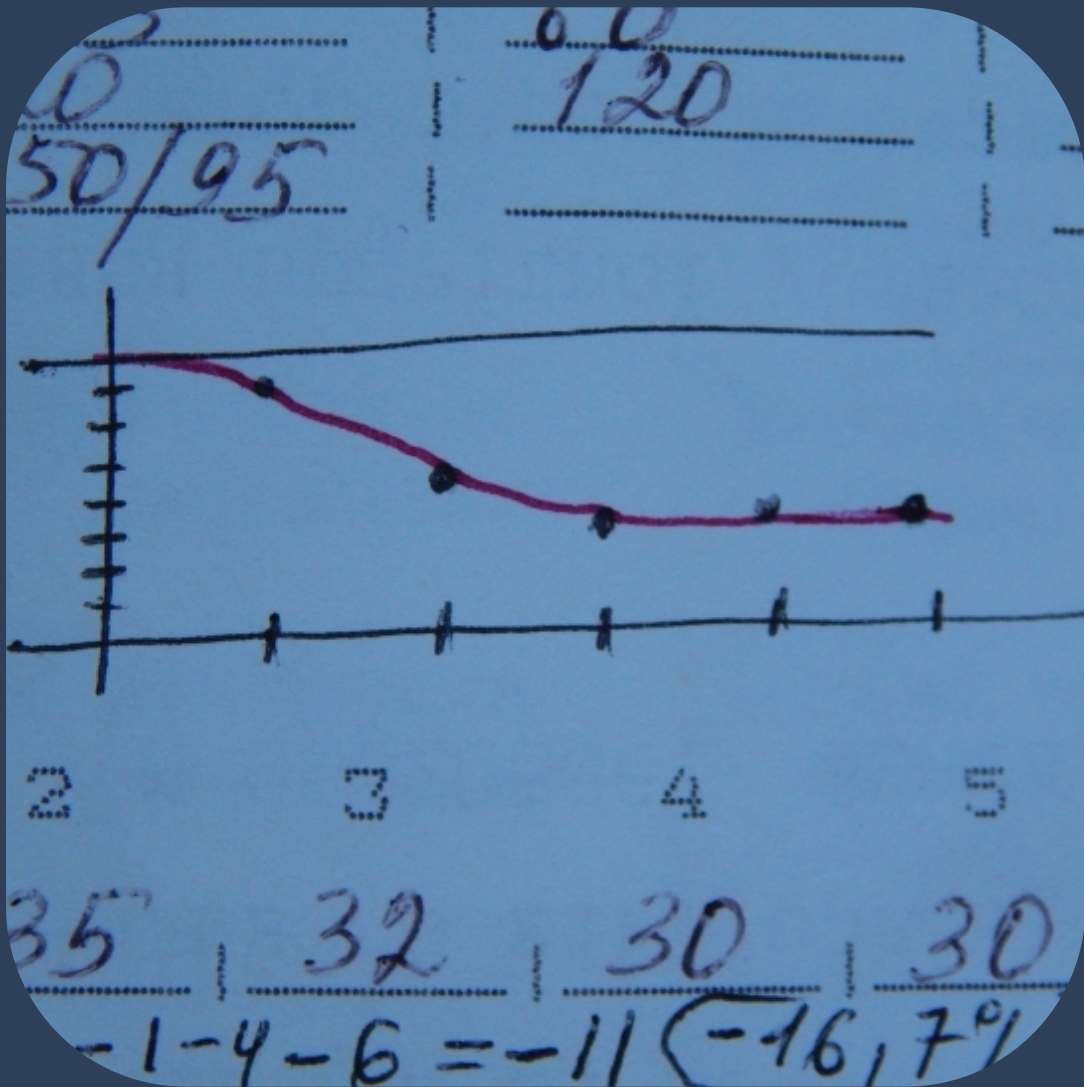
包括器件结构、掺杂浓度、电场强度、温度等。

应变对热载流子效应的影响

应变可以改变Si的能带结构和载流子有效质量，从而影响载流子的运输和散射过程，进而改变热载流子效应。



理论模型建立与数值仿真方法



理论模型

基于量子力学和固体物理理论，建立描述热载流子效应的理论模型，包括载流子输运方程、能量平衡方程等。

数值仿真方法

采用有限元法、有限差分法等数值计算方法，对理论模型进行离散化和求解，得到器件内部电势、电流、温度等物理量的分布。

应变条件下的模型修正

针对应变条件下的Si NMOS器件，需要对理论模型进行修正，引入应变相关的物理参数和效应。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/688115140143006075>