

基于的模型

摘要

本文

针对问题一，

针对问题二，

针对问题三，

针对问题四，

关键词： 'xx' 'xx'

一、问题重述

1.1 问题背景

碳化硅作为第三代半导体材料的代表，因其优异的综合性能备受关注。碳化硅外延层厚度是外延材料的关键参数，直接影响器件性能。因此，建立科学、准确、可靠的厚度测试标准至关重要。红外干涉法是一种无损测量方法，其原理基于外延层与衬底因掺杂载流子浓度不同而具有不同的折射率。红外光入射外延层后，部分光从外延层表面反射，部分光从衬底表面反射回来，两束光在特定条件下产生干涉条纹。通过红外光谱的波长、外延层折射率及入射角等参数，可确定外延层厚度。需要注意的是，外延层折射率通常不是常数，与掺杂载流子浓度及红外光波长等因素相关。

1.2 问题提出

问题 1：在考虑外延层和衬底界面只有一次反射、透射所产生的干涉条纹的情况下，建立确定外延层厚度的数学模型。

问题 2：根据问题一建立的确定的外延层厚度数学模型，设计其对应的算法，根据提供的碳化硅晶圆片的光谱实测数据求出计算结果，并分析计算结果的可靠性。

问题 3：光波在外延层和衬底界面可能发生多次反射和透射，形成多光束干涉。推导多光束干涉的必要条件及其对外延层厚度计算精度的潜在影响。基于多光束干涉的条件，分析提供的硅晶圆片测试结果是否出现多光束干涉，建立硅外延层厚度计算的数学模型和算法，并给出计算结果。若碳化硅晶圆片测试结果中也存在多光束干涉，影响厚度计算精度，提出消除多光束干涉影响的方法，并给出消除影响后的计算结果。

二、问题分析

2.1 问题一分析

2.2 问题二分析

2.3 问题三分析

三、模型假设

- 1.
- 2.
- 3.

四、符号说明

表 1 符号说明详表

符号	说明	单位
A, B, C, \dots		-
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	入射角、折射角、反射角的角度	rad
c	光速，取 299,792,458m/s	m/s
$\tilde{\nu}$	波数	m^{-1}
ν	波长	m

注：其他文章内使用但未在表内详细说明的符号将在使用时给出说明。

五、模型建立与求解

5.1 问题一

5.1.1 模型建立

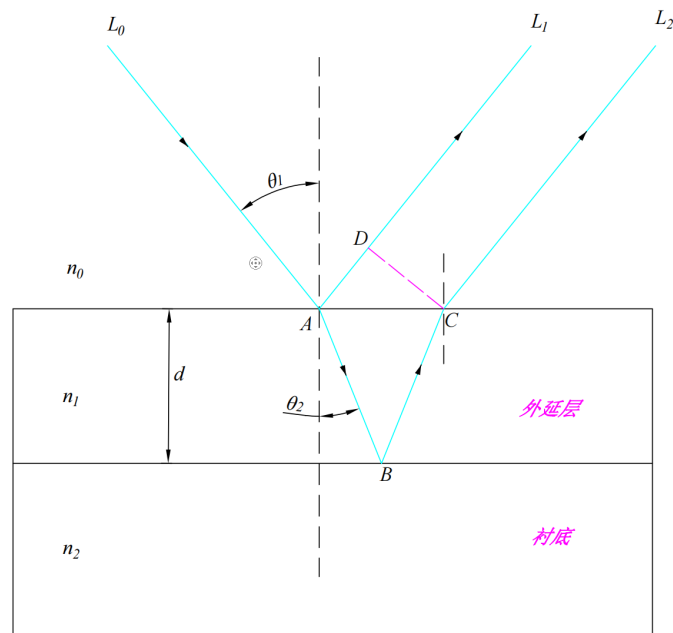


图 1 外延层红外反射示意图

图1为外延层红外反射示意图。

由于外延层上下表面反射的两束相干光 L_1 和 L_2 存在相位差，其光程差导致了干涉条纹的形成。

光程差分析

$$\Delta X = n_1(AB + BC) - n_0AD = 2n_1d \cos \theta_2 \quad (1)$$

如果 $n_1 > n_2$, 图1中, L_1 在 A 点会发生 π 的反射相变, L_2 在 B 点的反射相变为 0, L_2 在 C 点的折射线和反射线的相位均与 BC 入射线相同, 则有干涉条件方程组

$$\begin{cases} \text{相长干涉} & \Delta X = m\lambda_m, m = 0, 1, 2, \dots \\ \text{相消干涉} & \Delta X = (m + \frac{1}{2})\lambda_m, m = 0, 1, 2, \dots \end{cases} \quad (2)$$

5.1.2 问题求解

5.1.3 求解结果

5.2 问题二

5.2.1 模型建立

5.2.2 问题求解

5.2.3 求解结果

5.3 问题三

5.3.1 模型建立

5.3.2 问题求解

5.3.3 求解结果

六、模型的分析与检验

6.1 误差分析

6.2 灵敏度分析

七、模型的评价

7.1 模型优点

- 1.
- 2.
- 3.

7.2 模型缺点

- 1.
- 2.

7.3 改进方向

- 1.
- 2.

参考文献

[1] 卓金武. MATLAB 在数学建模中的应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2011.

[2] 司守奎, 孙玺菁. 数学建模算法与应用[M]. 2 版. 北京: 国防工业出版社, 2015.

附录 A 运行结果

附录 B 文件列表

表 2 程序文件列表

文件名	功能描述
code2.py	问题二程序代码
code3.py	问题三程序代码

附录 C 代码

3.1 问题 2 代码

```
print("Hello World")
```

3.2 问题 3 代码

```
print("Hello World")
```