

高频光电导衰减法测少子寿命实验报告

姓名：杨博涵 学号：PB20000328 实验日期：2023 年 4 月 12 日

一、实验数据

每组样品共测三次 Si, GaAs

Si:

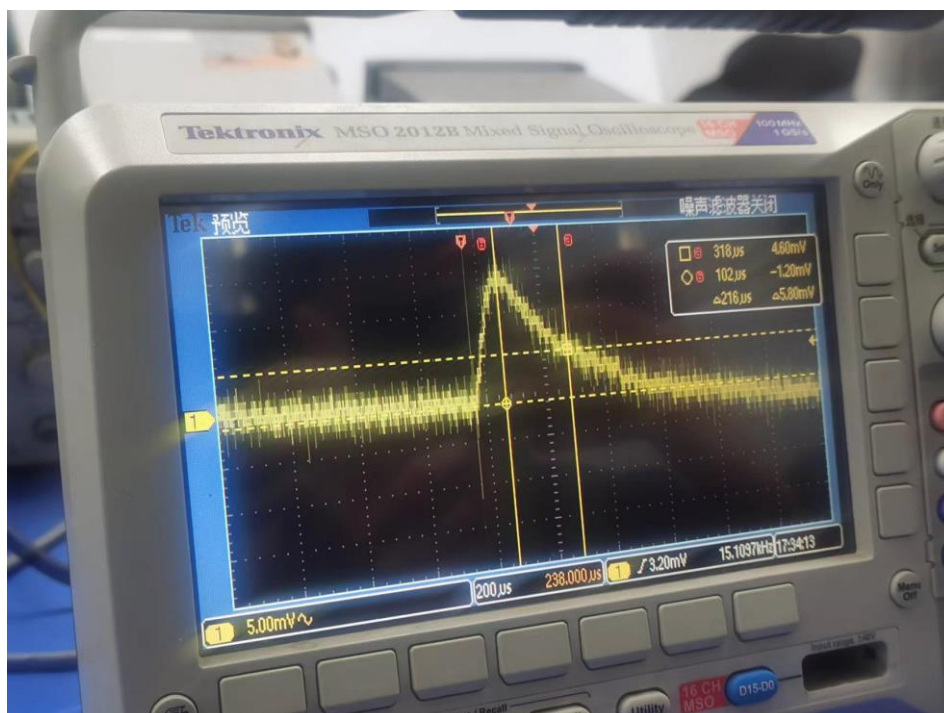


图 1 Si 第一次测量

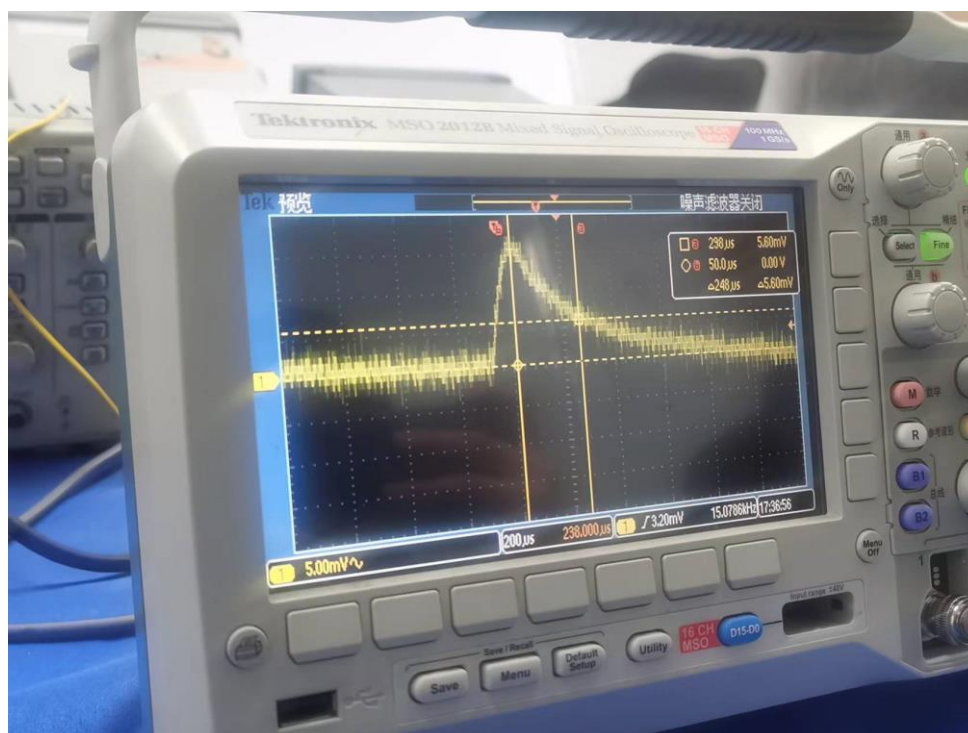


图 2 Si 第二次测量

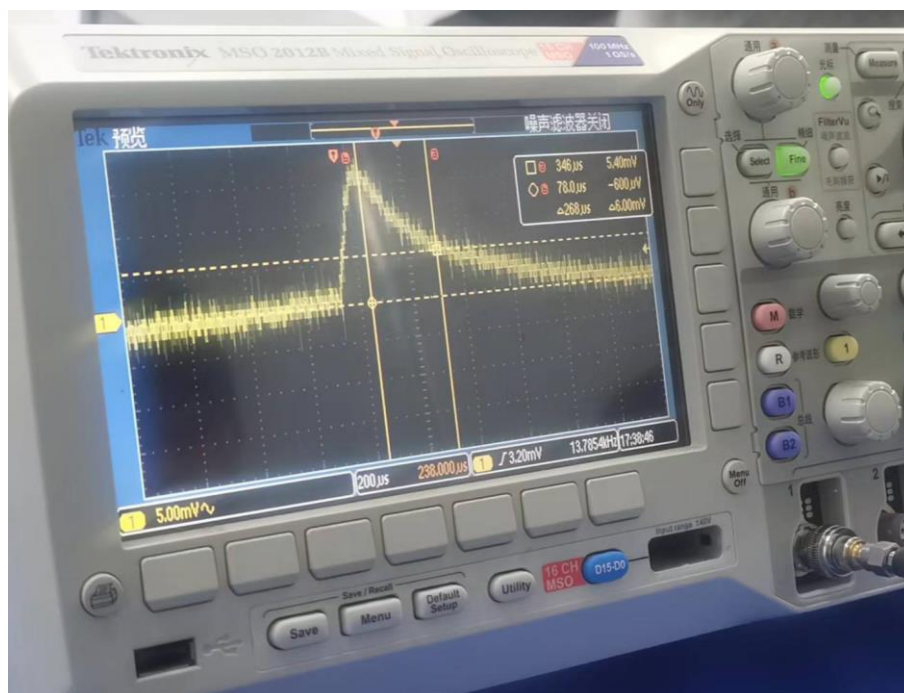


图3 Si 第三次测量

从三幅图中可以读出三次的测量值为 216us, 248us, 268us, 平均值为 244us。

GaAs:

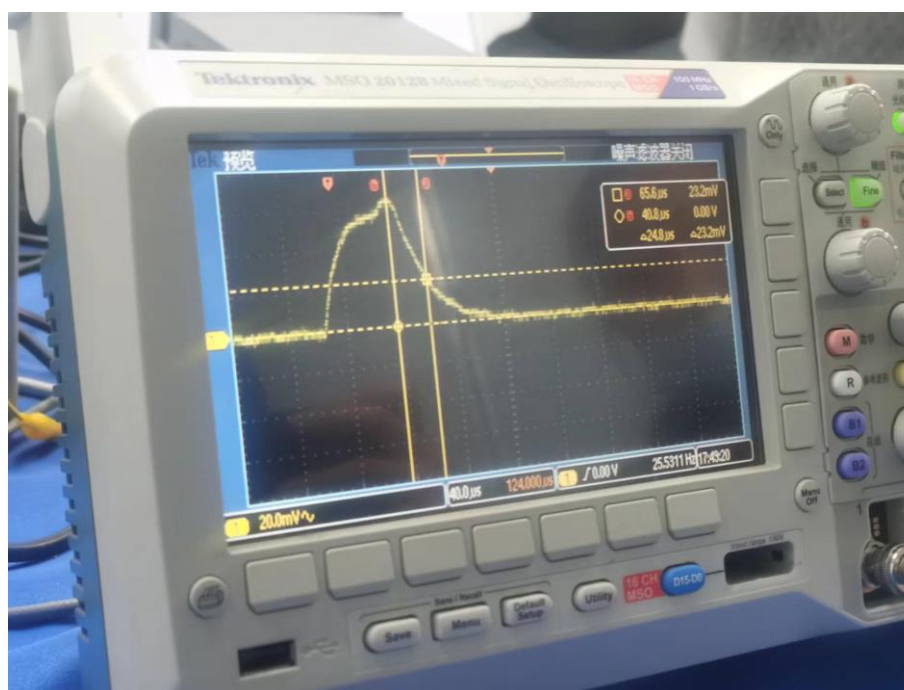


图4 GaAs 第一次测量

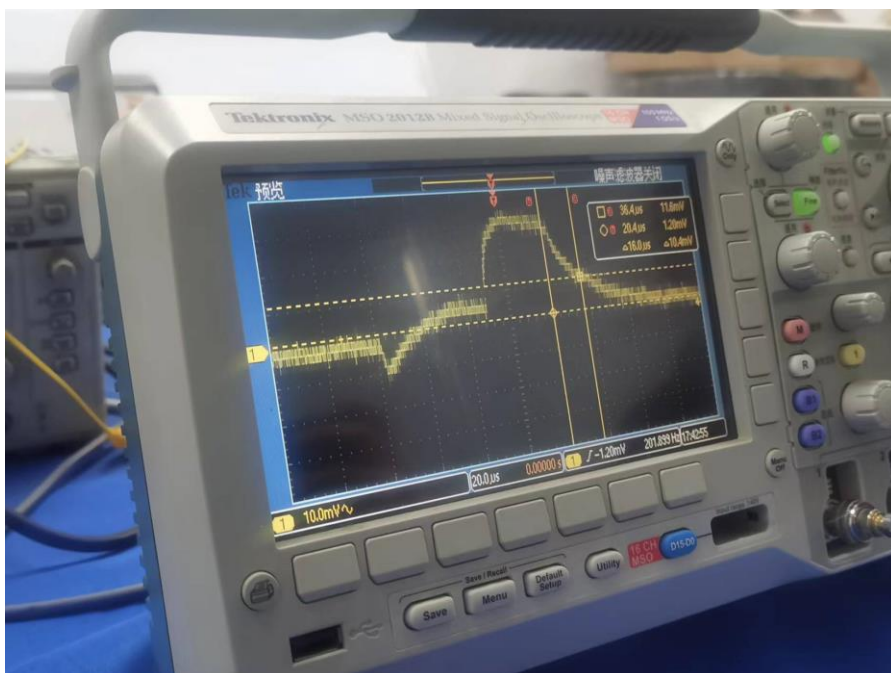


图 5 GaAs 第二次测量

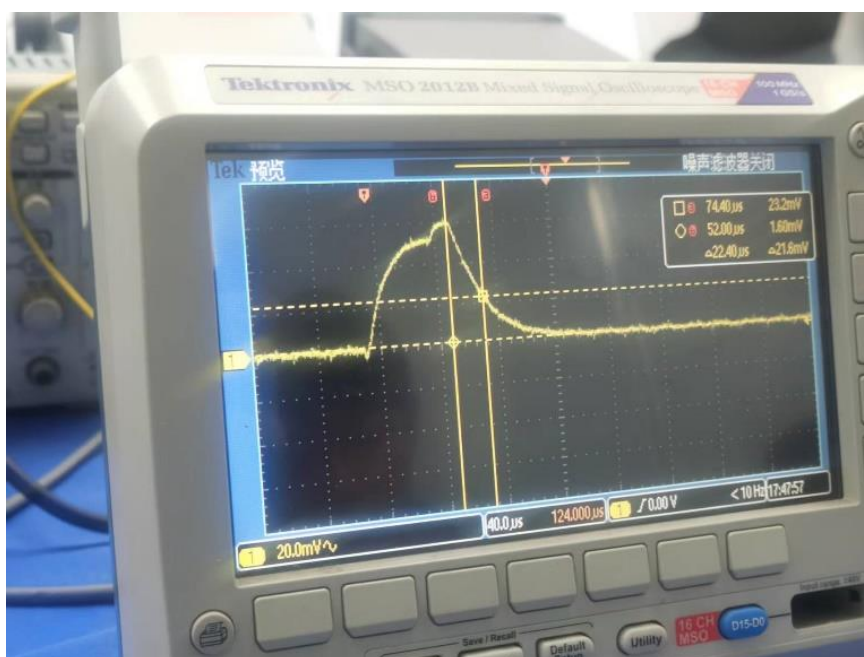


图 6 GaAs 第三次测量

从三幅图中可以读出三次的测量值为 16us, 22.4us, 24.8us, 平均值为 21.1us。

二、Bonding 技术简介

Bonding 技术是芯片制造过程中的一种关键技术，它是将芯片与封装基板（引线框架或印刷电路板）之间的电气互连和芯片间的信息互通的过程。Bonding 技术有多种类型，其中最常见的是 WireBonding（引线键合，一般是压焊）和 DieBonding（芯片键合）。本次实验主要是介绍了引线键合。

WireBonding 是一种常见的芯片封装技术，它是通过金属线将芯片引脚与 PCB 基板连接起来，利用热、压力、超声波能量为使金属引线与基板焊盘紧密焊合，来实现芯片与基板间的电气互连。其原理是利用金属线的弹性变形和塑性变形来实现金属线与芯片引脚之间的连接。在这个过程中，需要控制好温度、压力和时间等参数，以确保焊接质量。在理想控制条件下，引线和基板间会发生电子共享或原子的相互扩散，从而使两种金属间实现原子量级上的键合。

将金属引线连接到焊盘的方法主要有三种：热压法（thermo-compression method），将焊盘和毛细管劈刀（类似毛细管状的移动金属引线的工具）通过加热、压缩进行连接的方法；超声波法（Ultrasonic），不加热，将超声波施加到毛细管劈刀上进行连接的方法；热超声波法（Thermosonic），同时使用加热和超声波的综合式方法。

热压键合法是提前将芯片焊盘的温度加热到 200℃左右，再提高毛细管劈刀尖端的温度，使其变成球状，通过毛细管劈刀向焊盘施加压力，从而将金属引线连接到焊盘上。

超声波法（Ultrasonic）是在楔形劈刀（Wedge，与毛细管劈刀类似，是移动金属引线的工具，但不形成球状）上施加超声波，实现金属引线与焊盘连接的方法。这种方法的优点是工艺和材料成本低；但由于超声波法用易操作的超声波代替了加热和加压的过程，因此键合拉伸强度（bonded tensile strength，连线后拽拉引线时的承受能力）则相对较弱。

半导体工艺中最常用的方法是热超声波法。它结合了热压法和超声波法的优点。热超声波法将热、压力和超声波施加于毛细管劈刀，使其在最佳状态下进行连接。在半导体的后端工艺中，相比成本，键合的强度更加重要，因此尽管这一方法的成本相对较高，但金丝热超声波法是最经常采用的键合方法。

Wire Bonding 技术主要有两种焊点类型：平焊、球焊。其中，平焊（也叫楔焊）是将金属线的末端用某种方式压扁后形成楔形焊点；球焊是将金属线的末端伸出部分熔化，并在表面张力作用下成球形，然后通过夹具将球压焊到芯片的电极上，压下后即为球形焊点。

典型的金属引线材质有金（Au）、铝（Al）和铜（Cu）。

金丝（Gold Wire）的导电性好，且化学性很稳定，耐腐蚀能力也很强。然而，早期多使用的铝丝的最大缺点就是易腐蚀。而且金丝的硬度强，因此，在一次键合中可以很好地形成球状，并能在二次键合中恰到好处地形成半圆形引线环（Loop，从一次键合到二次键合金丝形成的形状）。

铝丝（Aluminum Wire）比金丝直径更大，间距（pitch）也更大。因此，即使使用高纯度的金丝形成引线环也不会断裂，但纯铝丝则很容易断裂，所以会掺和一些硅或镁等制成合金后使用。铝丝主要用于高温封装（如 Hermetic）或超声波法等无法使用金丝的地方。

铜丝（Copper Wire）虽价格便宜，但硬度太高。如果硬度过高，不容易形成球状，且形成引线环时也有很多限制。而且，在球键合过程中要向芯片焊盘施加压力，如果硬度过高，此时，焊盘底部的薄膜会出现裂纹。此外，还会出现牢固连接的焊盘层脱落的“剥落（Peeling）”现象。尽管如此，由于芯片的金属布线都是由铜制成的，所以如今越来越倾向于使用铜丝。当然，为了克服铜丝的缺点，通常会掺和少量的其他材质形成合金后使用。

三、思考题

1. 简述少子寿命概念。

答：少子寿命指半导体中非平衡少数载流子数目在无外界作用下从初始时刻到浓度减少到原值的 $1/e$ 的时间。

2. 当样品含有重金属且存在缺陷时，它们对寿命有影响吗？

答：当样品含有重金属且存在缺陷时，它们会减少少子寿命。重金属的存在和缺陷会引入杂质能级，从而生成大量新的复合中心，从而增加电子和空穴的复合速率。所以在掺杂物半导体中，非平衡少子寿命比本征半导体中的短，其寿命与杂质浓度成反比。

3. 什么是小注入的条件？

答：小注入条件是指注入非平衡少子浓度远小于该区原来的平衡多子浓度，因此该区总的多子浓度中的非平衡多子浓度可以忽略。

4. 是否可选择可见光做光源？

答：不能用可见光源，因为可见光对于本实验用到的材料穿透弱，在表面就会被大量共价键共振吸收，不会在内部产生很多光生少数载流子，影响实验结果和精度。