

北京邮电大学

# 物理实验报告

实验名称: 红外通信特性实验

学 院: 信息与通信工程学院

班 级: 2018211128

姓 名: 吴辉强

学 号: 2018213487

任课教师: 王鑫老师

实验日期: 2019. 11. 22

成 绩: A

## 实验目的

1. 了解红外通信的原理及基本特性
2. 测量红外发射管的伏安特性, 电光转换特性
3. 测量红外接收管的伏安特性
4. 测量部分材料的红外特性
5. 测量红外发射管的角度特性
6. 了解基带调制传输实验和副载波调制传输实验
7. 了解音频信号传输实验和数字信号传输实验.

实验仪器名称 [型号、主要参数]

红外发射装置、红外接收装置、测试平台(轨道)、测试镜、

实验原理和操作步骤 [基本物理思想、设计原理、主要公式及其意义、电路图或光路图等; 操作步骤]

## 实验原理:

1. 红外通信: 红外通信是用红外波作载波的通信方式。在现代通信技术中为了避免信号互相干扰, 提高通信质量和通信容量, 通常用信号对载波进行调制, 用载波传输信号, 在接收端再将需要的信号解调还原出来。红外波长比微波短得多, 用红外波作载波, 其潜在的通信容量是微波通信无法比拟的。红外传输的介质可以是光纤或空间, 本实验采用空间传输。

2. 红外材料: 光在光学介质中传播时, 由于材料的吸收, 散射, 会使光波在传播过程中逐渐衰减, 对于确定的介质厚度  $L$ , 光的衰减  $dI$  与材料的衰减系数  $\alpha$ , 光强  $I$ , 传播距离  $dx$  成正比:  $dI = -\alpha I dx$ . ①

积分得:  $I = I_0 e^{-\alpha L}$  ②

入射角为零或很小时反射率:  $R = \left( \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$  ③ 可见, 反射率取决于界面两边材料的折射率。

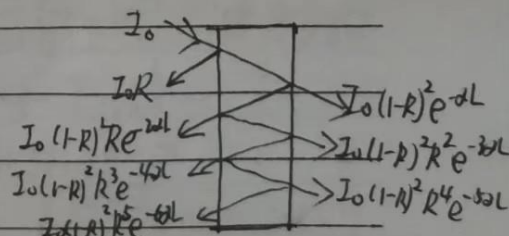
反射光强与入射光强之比:  $\frac{I_R}{I_0} = R \left[ 1 + \frac{(1-R)^2 e^{-2\alpha L}}{1-R^2 e^{-2\alpha L}} \right]$  ④

透射光强与入射光强之比:  $\frac{I_T}{I_0} = \frac{(1-R)^2 e^{-\alpha L}}{1-R^2 e^{-2\alpha L}}$  ⑤

若衰减可忽略不计,  $\alpha = 0$  由④  $\Rightarrow R = \frac{I_R/I_0}{2 - I_R/I_0}$  ⑥

若衰减较大:  $R = \frac{I_R}{I_0}$  ⑦  $\alpha = \frac{1}{L} \ln \frac{I_0(1-R)^2}{I_T}$  ⑧

$n = \frac{1 \pm \sqrt{R}}{1 - \sqrt{R}}$  ⑨



光在两界面间多次反射



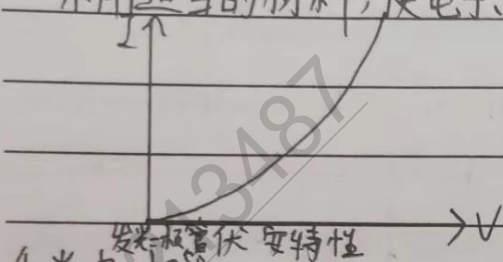
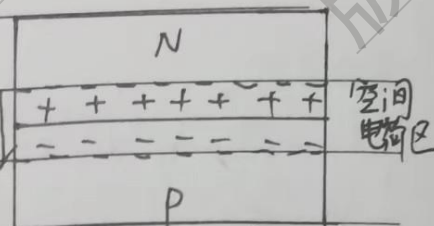
3. 发光二极管：红外通信的光源为半导体激光

管或二极管，本实验采用发光二极管。发光二极管是由P型和N型半导体组成的二极管。两种

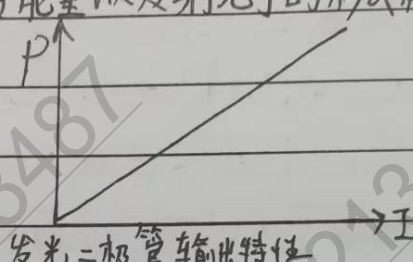
半导体结合在一起形成PN结时，N区的电子向P区扩散，P区的空穴向N区扩散，在PN结附近形成空间电荷区与势垒电场。

采用适当的材料，使电子、空穴复合能量以发射光子的形式释放，就构成发光二极管。

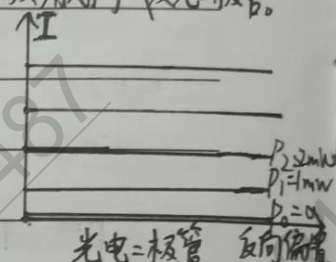
半导体P-N结示意图



发光二极管伏安特性



发光二极管输出特性



光电二极管反向偏置伏安特性

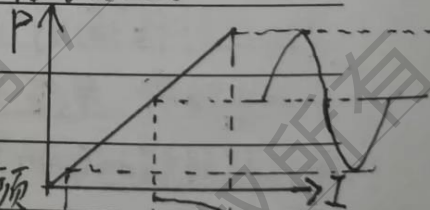
红外通信接收端由光电二极管完成光电转换。光电二极管是工作在无偏压或反向偏置状态下的PN结。如右上图为反向偏置电压下光电二极管的伏安特性，光电流仅取决于入射光功率，入射光功率与饱和光电流之间呈较好的线性关系。

5. 基带调制：由需要传输的信号直接对光源进行调制，称为基带调制。

直接用信号控制光源的电流，使光源的发光强度随外加信号变化。

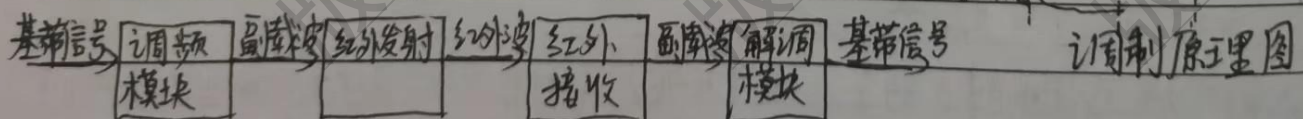
在适当的直流偏置下，随调制信号变化的电流变化由

发光二极管转换成了相应的光输出功率变化。



6. 副载波调制：对副载波的调制可以采用调幅、调频

和调相不同方法。调频具有抗干扰能力强、信号失真小的优点。



调制原理图

实验步骤：1. 发光管的角度特性测量 2. 发光二极管的伏安特性与输出特性测量。注意：小于25mA时，测量间隔减小 3. 光电二极管伏安特性的测量。4. 基带调制传输实验 5. 副载波调制传输实验 6. 各种红外材料的特性测量。

注意：红外发射器连接到发射装置发射管接口，接收器连接到接收装置接收管接口。实验进行中，不取下发射管和接收管。



## 实验数据处理与讨论 [实验数据计算、不确定度公式推导与计算、结果表示与讨论等]

## 1. 发光管的角度特性测量

背景光强 = 0

转动角度	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
光功率(mW)	0.02	0.07	0.22	2.33	2.88	3.42	4.20	0.26	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00

 $P_{\max} \times 60\% = 4.20 \times 60\% = 2.52 \text{ mW}$ , 由图可得方向半值角约为  $-13^\circ \sim 3^\circ$ .

## 2. 发光二极管的伏安特性与输出特性测量

正向偏压(V)	0	1.23	1.25	1.26	1.27	1.29	1.32	1.34	1.36	1.37	1.38	1.40	1.41	1.42
发射管电流(mA)	0	1	1.5	2	2.5	5	10	15	20	25	30	35	40	45
光功率(mW)	0	0.02	0.07	0.11	0.16	0.42	0.98	1.58	2.16	2.77	3.35	3.96	4.57	5.16

i) 伏安特性曲线如图, 可见, 发光二极管的伏安特性与一般的二极管较为类似。当正向电压较小时, 正向电流小, 几乎等于 0。

只有当二极管两端电压超过某一数值  $V_{ON}$  (开启电压) 时, 正向电流才随正向偏压增大而明显增大。由图可近似得出该发光二极管  $V_{ON}$  介于

0.8 ~ 1.2 V 之间

ii) 输出特性曲线如图, 光功率  $P$  随发射管电流  $I$  的增大而上升, 近似呈线性关系, 并接近于正比例关系。

## 3. 光电二极管伏安特性的测量

反向偏置电压(V)	0	0.5	1	2	3	4	5
$P=0$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$P=1 \text{ mW}$	3.03	3.03	3.03	3.08	3.08	3.08	3.08
$P=2 \text{ mW}$	5.94	5.96	5.96	6.01	6.01	6.01	6.01
$P=3 \text{ mW}$	9.03	9.08	9.08	9.08	9.13	9.13	9.13

光电二极管伏安特性如图, 光功率为 0 时, 光电流为 0 (仪器测得); 在特定的光功率  $P$  下, 光电流  $I$  几乎不受随反向偏置电压增大而变化, 而近似保持为一定值; 而当光功率成倍增长时, 光电流也可以相应倍数增大, 即光功率与饱和光电流之间呈较好的线性关系。

#### 4. 基带调制传输实验

由表可得, 采用基带调制传输方法, 输出信号频率与输入信号频率保持相等, 在输入电压  $V_{pp}$  为  $0 \sim 6.1V$  的范围内, 输出信号不失真; 而大于  $6.1V$  后, 输出信号出现饱和失真和截止失真; 衰减对输出信号的影响为使之幅度减小, 其它参数几乎不变。

#### 5. 副载波调制传输实验

由表可得, 采用副载波调制传输方法, 解调信号与基带信号频率保持相等, 在输入电压  $V_{pp}$  为  $0 \sim 9.6V$  的范围内, 输出信号不失真; 超出此范围则失真, 表现在解调信号的顶部出现多峰, 而衰减对输出无明显影响。

综合 4.5 实验, 采用副载波调制传输方法比采用基带调制传输方法的不失真对应输入电压范围更大, 衰减对输出的影响也 smaller。



## 回答问题与实验总结

1. 基带调制传输的特点：用信号直接控制光源的电流，使光源的发光强度随外加信号变化，该调制易于实现，一般用于中低速传输系统，除此之外，还有调制效率高的优点。缺点有包括有损耗，输出功率被降低；调制器带宽受到限制。

总结：通过本次实验，了解了红外通信的原理及基本特性，对红外通信相关仪器的原理特性及使用方法的掌握程度更进一层。其中调制传输实验展现了信号处理中防干扰等方法与特性，自己通过查阅资料也对红外线在各领域的重要作用进行了了解。在连接电路与调试仪器中锻炼了动手能力，对数据规范化表示与分析以及综合信息的能力更上一层楼。

## 任课教师指导意见



# 1. 发光管角度特性测量

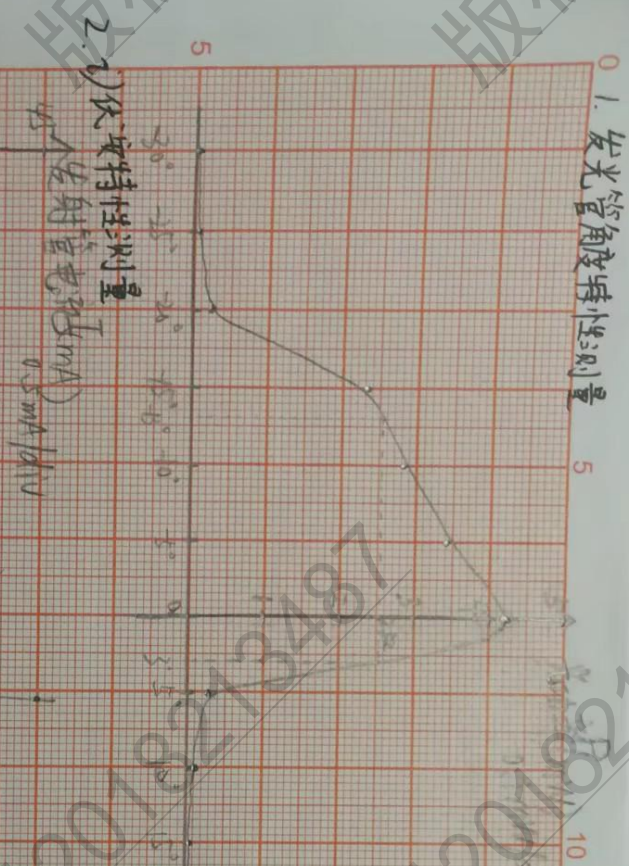
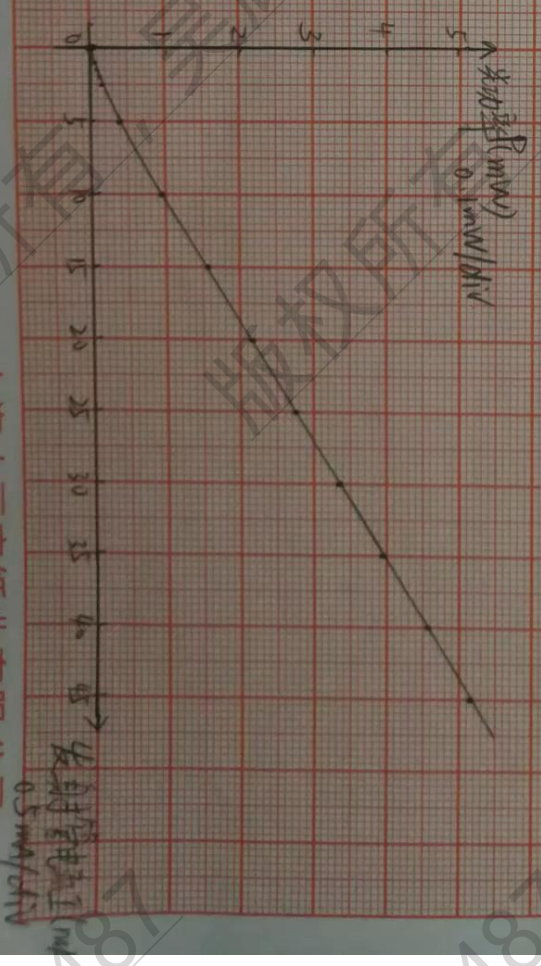


图 2.1

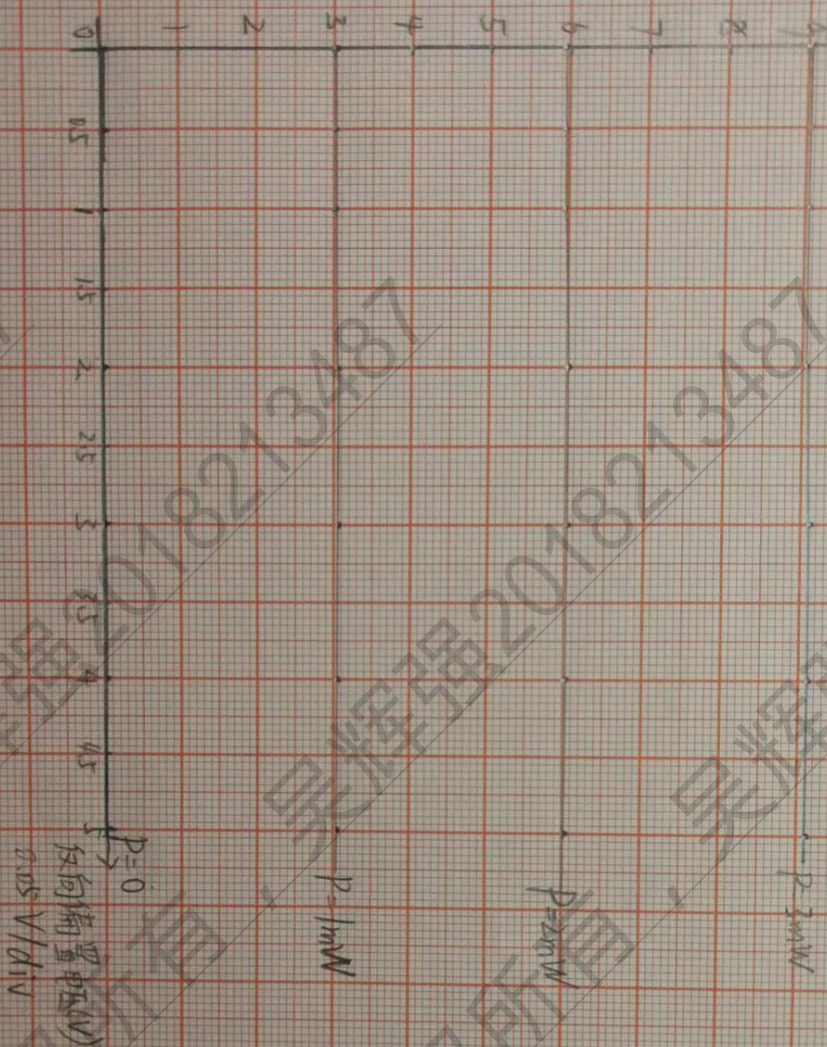
## ii) 传输特性测量





### 3. 光电二极管伏安特性测量

光强  $I = 1.5 \text{ mW/cm}^2$





## 实验 3.12 红外通信特性实验

姓名 吴辉强 合作者 \_\_\_\_\_ 班级 201821 教师 王鑫老师 实验时间 2019 年 11 月 22 日 实验组号 89  
 一、预习要点: 1128

1. 了解红外通信的原理及基本特性。
2. 掌握发光二极管的伏安特性与输出特性的测量方法。
3. 掌握光电二极管的伏安特性测量方法。
4. 了解基带调制传输和副载波调制传输。
5. 了解测量红外材料折射率与反射率的方法。

## 二、实验注意事项

红外发射器已经连接到发射装置的“发射管”接口，接收器连接到接收装置的“接收管”接口，实验过程中都不取下发射管和接收管。

## 三、实验内容及要求

## 1. 发光管的角度特性测量。

背景光强= 0

转动角度	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
光功率 (mW)	0.02	0.07	0.22	2.33	2.88	3.42	4.20	0.26	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00

## 2. 发光二极管的伏安特性与输出特性测量。注意电流小于 2.5 mA 时，测量间隔减小。

正向偏压(V)	0	1.23	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.32	1.34	1.36	1.37	1.38	1.40	1.41	1.42
发射管电流(mA)	0	1	1.5	2	2.5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
光功率(mW)	0	0.02	0.07	0.11	0.16	0.42	0.98	1.58	2.16	2.77	3.35	3.96	4.57	5.16	

## 3. 光电二极管伏安特性的测量。

反向偏置电压 (伏)		0	0.5	1	2	3	4	5
P=0	光电流( $\mu$ A)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P=1mW		3.03	3.03	3.03	3.08	3.08	3.08	3.08
P=2mW		5.94	5.96	5.96	6.01	6.01	6.01	6.01
P=3mW		9.03	9.08	9.08	9.08	9.13	9.13	9.13

## 4. 基带调制传输实验。

发光二极管调制电路输入信号		光电二极管光电转换电路输出信号		
频率(kHz)	接收信号不失真对应的输入电压范围	频率(kHz)	信号失真情况描述	衰减对输出的影响



0.5	0~6.1	0.5	波形上下截止饱和 幅度减小
1	0~6.1	1	波形上下截止饱和 幅度减小
2	0~6.1	2	波形上下截止饱和 幅度减小
3	0~6.1	3	波形上下截止饱和 幅度减小

## 5. 副载波调制传输实验 (选做)。

改变输入基带信号的频率 (400~5KHz) 和幅度, 观测 F-V 变换模块输出的波形, 并对结果作定性讨论。

基带信号		红外传输后解调的基带信号		
频率(kHz)	解调信号不失真对应的输入电压范围	频率(kHz)	信号失真情况描述	衰减对输出的影响
0.5	0~9.6	0.5	顶部出现杂峰	无明显影响
1	0~9.7	1	顶部出现杂峰	无明显影响
2	0~9.6	2	顶部出现杂峰	无明显影响
3	0~9.6	3	顶部出现杂峰	无明显影响

## 6. 几种红外材料的特性如反射率、折射率的测量 (选做)。

背景光强 = (mW)

初始光强  $I_0 =$  (mW)

材料	样品厚度(mm)	透射光强 $I_t$ (mW)	反射光强 $I_r$ (mW)	反射率 R	折射率 n
测试镜 01	2				
测试镜 02	2				
测试镜 03	2				

教师签字

## 五、数据处理要求

- 1、作红外发光二极管发射光强和角度之间的关系曲线, 并得出方向半值角。
- 2、作红外发光二极管的伏安特性曲线和光功率曲线, 并分析。
- 3、作光电二极管的伏安特性曲线, 并分析。
- 4、对输入信号频率及强度和信号衰减对发光二极管和光电二极管的影响进行定量测量和定性讨论。
- 5、列表计算不同材料的反射率、折射率 (选做)。

## 六、思考题

1. 基带调制传输的特点有哪些?