

RGB 配色

学号: PB22511902 姓名: 王冬雪

实验目的

- 1、了解 LED 原理与特性。
- 2、掌握 RGB 三基色原理。

实验原理

自然界中人眼所能观察到的绝大多数颜色，都可以由三种相互独立的基本颜色按一定的比例混合得到；相反，自然界中的任意一种颜色又可以被分解为不同比例的相互独立的三种基色。所谓“相互独立”的三基色，是指三基色中的任意一种颜色都不能由其他两种颜色混合产生。国际照明委员会 CIE 建立一套界定和测量色彩的技术标准。CIE 规定了红基色（R）的波长为 700 nm，绿基色（G）的波长为 546.1 nm，蓝基色的波长为 435.8 nm；它们的相对视敏函数分别为 0.0041、0.975、0.0173。在 RGB 颜色模型中，红绿蓝三基色按照不同的比例相加合成混色称为相加混色。三基色之间的比例，直接决定混合色的色调和色饱和度，混合比例相同时，色调是相同的。

红色+绿色=黄色

绿色+蓝色=青色

蓝色+红色=紫色

红色+绿色+蓝色=白色

LED（Light Emitting Diode）是一种半导体发光二极管，通电 LED 发出红、绿、蓝光，采用红、绿、蓝 LED 作为全彩光源的三基色，然后混合成全彩色的可见光，这种方法得到的白光有良好的显色性能、较宽的色温范围。LED 的伏安特性具有非线性 and 单向导电性，即外加正偏压时表现为低电阻，反之为高电阻，包括正向死区、工作区、反向死区和击穿区。LED 的发光波长与其材料的禁带宽度 E_g 有关， $\lambda = \frac{1240}{E_g}(\text{nm})$ ，式中 E_g 的单位为电子伏特（eV），由于不同材料的禁带宽度不同，所以由不同材料制成的发光二极管可发出不同波长的光，即产生不同颜色的光。

实验仪器

直流电源（取 3.0V）、三色 LED（负极管脚公用）、毫安表、数字万用表（只用电压档、欧姆档、二极管检测档）、硅光电池、电阻箱、白板、开关、导线、分压盒。

测量记录

表1 LED灯的伏安特性测量														
红色	I/mA	97.2	84.9	80.1	78.1	72.3	69.6	64.2	61.2	58.0	53.1	49.0	46.2	41.2
	U/V	1.9404	1.9216	1.9144	1.9111	1.9003	1.8977	1.8886	1.8829	1.8777	1.8691	1.8606	1.8555	1.8456
	I/mA	38.0	34.9	31.9	26.1	21.2	16.2	10.9	8.4	6.8	4.4	2.0	1.0	
	U/V	1.8383	1.8309	1.8220	1.8098	1.7967	1.7812	1.7598	1.7483	1.7373	1.7173	1.6833	1.6497	
绿色	I/mA	0.2	0.8	1.9	3.0	4.8	10.0	11.0	20.3	25.2	35.1	37.8	43.1	48.5
	U/V	2.045	2.121	2.163	2.185	2.211	2.259	2.293	2.315	2.338	2.376	2.389	2.405	2.423
	I/mA	53.2	61.7	67.8	70.6	73.4	79.1	81.2	87.8	92.2	95.3	96.2	99.2	
	U/V	2.453	2.463	2.481	2.488	2.496	2.511	2.516	2.533	2.545	2.552	2.554	2.559	
蓝色	I/mA	97.9	93.3	86.2	81.9	79.0	70.3	62.2	55.7	51.4	45.2	37.2	34.1	30.7
	U/V	2.778	2.770	2.755	2.747	2.742	2.724	2.708	2.694	2.685	2.668	2.649	2.641	2.632
	I/mA	26.8	22.9	15.6	14.5	13.1	11.9	10.5	9.4	7.6	6.4	5.4	3.7	
	U/V	2.620	2.609	2.585	2.581	2.575	2.571	2.564	2.557	2.547	2.540	2.531	2.516	

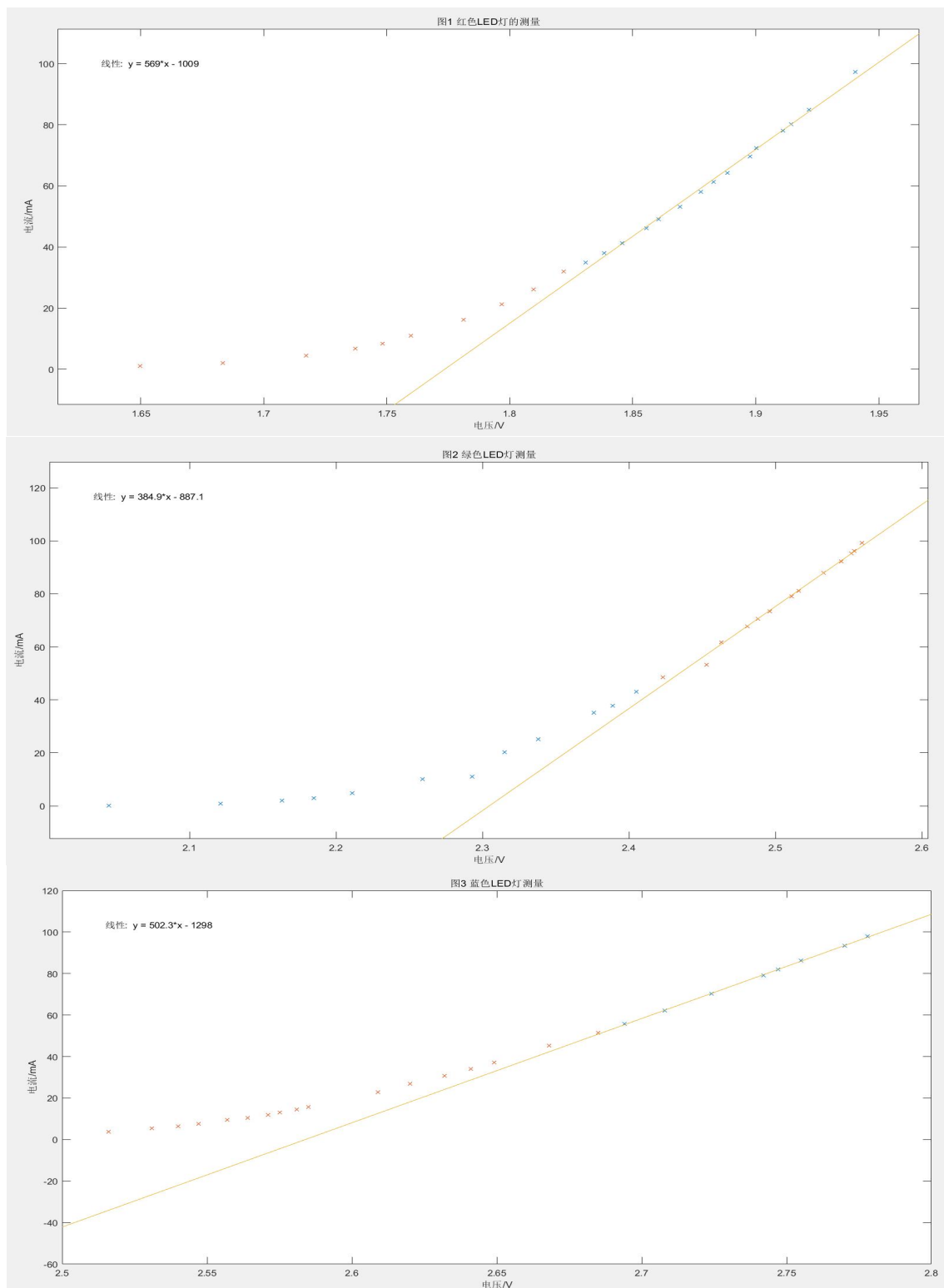
表2 绿色LED灯发光强度特性测量													
I/mA	95.2	87.2	81.6	79.1	71.9	68.2	62.8	58.0	52.1	48.2	42.2	38.8	36.2
L/nW	51.14	47.55	44.80	43.54	40.06	38.38	35.51	33.09	29.95	27.30	24.72	22.55	20.79
I/mA	32.2	25.2	18.3	17.3	15.2	13.4	11.8	7.8	6.7	4.8	3.1	2.3	
L/nW	18.85	15.02	11.10	10.45	9.10	8.00	6.94	4.35	3.65	2.45	1.46	1.00	

表 3 RGB 配色实验					
配色		黄色	品红色	紫色	白色
基色光强 (V)	红	0.0884	0.0884		0.0884
	绿	0.0942		0.0942	0.0942
	蓝		0.0999	0.0999	0.0999
背景光强 (mV)		0.05			
配色光强 (V)		0.1804	0.1862	0.1930	0.2578
基色比		R:G=0.94:1	R:B=0.88:1	G:B=0.94:1	R:G:B=0.88:0.94:1

分析与讨论

数据处理

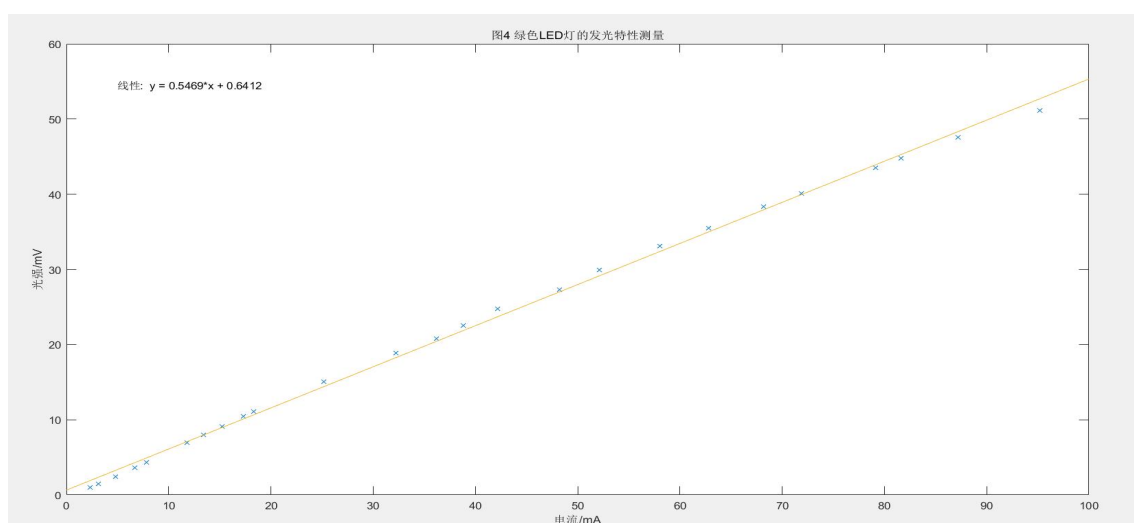
由表一，利用 Matlab，经过选取拟合得



即，

表 4 LED 灯的发光波长			
颜色	红色	绿色	蓝色
线性区域拟合方程	$I = (569U - 1009)\text{mA}$	$I = (384.9U - 887.1)\text{mA}$	$I = (502.3U - 1298)\text{mA}$
导通阈值电压	1.77V	2.30V	2.58V
禁带宽度	1.77eV	2.30eV	2.58V
峰值波长	699.27nm	538.02nm	479.86nm
标准波长	700nm	546.1nm	435.8nm

由表 2，经 Matlab 处理，得绿色 LED 灯的光强-电流曲线如下：



图中函数关系为

$$L = (0.5469I + 0.6412)\text{mV}$$

LED 的发光强度与电流成正比。

误差分析

在测量 LED 的发光波长实验中，蓝色 LED 的测量值明显偏离理论值，由于线性区拟合良好，推测误差可能来源于仪器，红色和绿色 LED 的测量值与理论值的误差则可以接受。

在 LED 的发光特性测量中，所得函数的截距不为零，误差来源于背景强度，在误差允许范围内正比关系成立。

在 RGB 配色实验中，基色比与理论值略有差异，是因为在黑暗环境中，由于只有目标颜色的光源，人眼对色彩感知有一定偏差。

思考题

1, LED 的发光原理是什么？LED 发光强度及颜色与哪些因素有关？

LED 由半导体材料制成，核心为 P-N 结。在正向电压下，电子由 N 区注入 P 区，空穴由 P 区注入 N 区，从而结区出现不平衡状态，这些注入的电子与空穴在 PN 结区发生复合，发射光子。

LED 的发光强度与流经的电流大小有关，导通后成正比。

发光颜色与制成 LED 的半导体材料有关。不同的材料拥有不同的禁带宽度，从而有不同的峰值波长。

2, 甲光 R:G:B 为 1:2:3；乙光 R:G:B 为 2:4:6，甲光和乙光有什么区别？

三基色之间的比例直接决定混合色的色调和色饱和度，因此甲乙光具有相同的色调和色饱和度。

根据配色方程，乙光的光强大于甲光，即乙光的亮度更大。

3, 色光混合及色料混合的基本规律？色料三原色的补色分别是什么颜色？

色光混合遵循加法混色规律：一种基色光中加入另一种基色光，可以合成第三种色彩；色光越多，色彩越亮。

色料混合遵循减法混色规律：一种颜料中加入另一种颜料可以合成第三种色彩；色彩愈多，颜色越暗。

色料三原色为黄色、品红色、青色，对应补光为蓝色、绿色、红色。