

一维位置敏感探测器信号检测电路 及 EWB 仿真*

毛少娟,刘秉琦,李刚

(军械工程学院 光学工程教研室,石家庄 050003)

摘要:介绍了一维位置敏感探测器(PSD)的结构及工作原理,分析了其位置信号检测电路,利用 EWB 软件对电路进行了仿真.仿真结果与理论计算结果相符,说明在不考虑暗电流、背景光、温度等的理想情况下,信号检测电路切实可行.

关键词:位置敏感探测器;PSD;EWB

中图分类号:TP212.14

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2009)07-0098-02

光电位置敏感探测器(PSD, Position Sensitive Detector)是一种基于光生伏特效应的横向光电效应器件,也是一种对入射在光敏面上的光点位置敏感的光电器件^[1].与其它位置探测器相比,PSD 器件有很多优点.首先,它是一种非分割型器件,能连续检测光点位置,消除象限探测器盲区的影响,克服阵列型探测器件分辨率受像元尺寸限制的缺陷^[2];同时,它还具有较高的位置分辨率、良好的瞬态响应特性,以及紧凑的结构和简单的后续处理电路.基于此,PSD 器件正日益受到人们的重视^[3].从结构上讲,PSD 可以分为一维和二维两种,本文中主要研究的是一维 PSD 的位置信号检测电路.

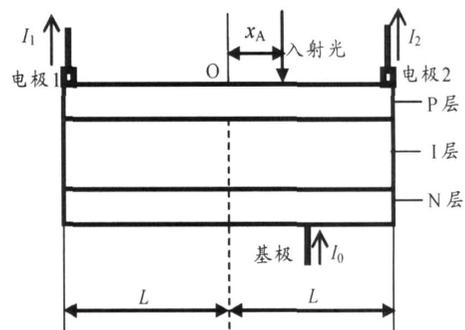


图1 一维 PSD 器件剖面结构

1 PSD 结构及工作原理

1.1 结构

一维 PSD 是一种 P-I-N 结构,如图 1 所示,其上表面为 P 型层,中间为高阻 I 型层,下面为 N 型层. P 型层上设置有两个电极,两电极间的 P 型层不但为光敏层,而且是一个均匀的电阻层.底层的公共基极可加反偏电压使 PSD 工作在反偏状态.

当入射光照射在 PSD 表面时,会发生光电效应,即在光斑位置处产生正比于光能量的电子-空穴对,流过 P 型电阻层,并分别从设置在 P 型层的两个电极上输出光电流 I_1 和 I_2 ^[4],此时可计算出流过 N 型层的基极电流为 $I_0 = I_1 + I_2$.由于 P 型层电阻是均匀的,因此光电流按照入射光点到电极 1、2 间距离成反比的关系进行分配,则根据电流值即可计算出入射光斑的位置.

1.2 工作原理

若光敏面总长度为 $2L$,中心 O 为原点,入射光束距中心点 O 的距离为 x_A ,则 I_1 、 I_2 可表示为

$$I_1 = I_0 \frac{L - x_A}{2L} \quad (1)$$

$$I_2 = I_0 \frac{L + x_A}{2L} \quad (2)$$

可以得到

$$x_A = \frac{I_2 - I_1}{I_2 + I_1} L \quad (3)$$

上式表明,入射光斑相对于器件中心的位置信息 x_A 只与电流 I_1 、 I_2 的和、差及比值有关,而与表面的光斑强度、分布、对称性和尺寸无关,故在测量中只要得到了 $\frac{I_2 - I_1}{I_2 + I_1}$ 的值,就可获得光斑的位置信息.

2 PSD 位置信号检测电路

根据式(3),PSD 位置信号检测电路应对 PSD 两端输出

* 收稿日期:2009-04-20

作者简介:毛少娟(1981—),女,河北安平人,硕士,主要从事物理光学和现代光学实验的教学.

的光电流分别进行加、减法运算,最后进行除法运算,才可得到反映光点位置的信号.但由于 PSD 输出的是微弱电流信号,不易直接进行检测,因此往往先把电流信号转换成电压信号,并进行放大,再送入后续电路处理,其电路框图如图 2 所示.

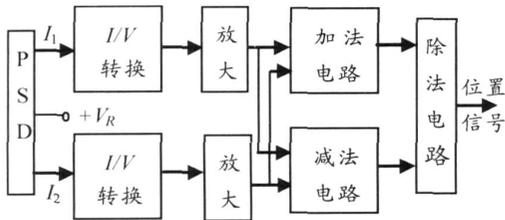


图 2 PSD 信号处理过程

当入射光较强时,一维 PSD 信号检测电路原理如图 3 所示.反向输入运算放大器 A_1 和 A_2 实现了电流电压转换且将转换后的电压信号进行了放大,当运算放大器的输入基极电流很小时,输出电压与输入电流之间满足线性关系

$$U_1 = - I_1 \cdot R_f \quad (4)$$

$$U_2 = - I_2 \cdot R_f \quad (5)$$

放大器 A_3 、 A_4 分别实现加法运算和减法运算, A_5 用来调整加法运算后信号的相位,因此有

$$U_3 = - \frac{R_5}{R_1} (U_1 + U_2) \quad (6)$$

$$U_4 = - \frac{R_6}{R_3} (U_2 - U_1) \quad (7)$$

除法电路较为复杂,且需要一定量的计算才能得出光斑的位置信息,因此一般用单片机来实现.将式(6)、式(7)相除,得到

$$\frac{U_4}{U_3} = \frac{R_1 R_6}{R_3 R_5} \cdot \frac{U_2 - U_1}{U_2 + U_1} \quad (8)$$

同时将式(4)、式(5)分别代入式(8),得

$$\frac{I_2 - I_1}{I_2 + I_1} = \frac{R_3 R_5}{R_1 R_6} \cdot \frac{U_4}{U_3} \quad (9)$$

PSD 光电流 I_1 、 I_2 经过图 3 所示电路处理后,得到了 $\frac{I_2 - I_1}{I_2 + I_1}$ 的值,再依据式(3),从而也就得到了入射光斑的位置信息.

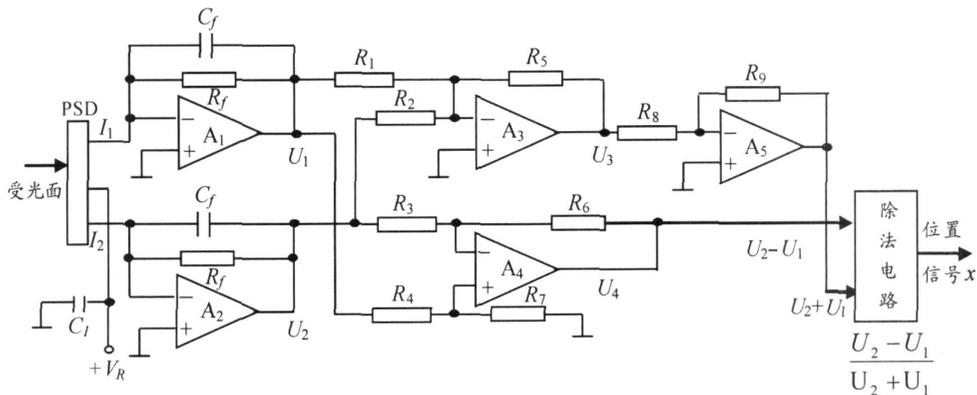


图 3 一维 PSD 位置信号检测电路原理

3 PSD 位置信号检测电路的 EWB 仿真

PSD 位置信号检测电路的 EWB 仿真如图 4 所示.测试中用两个电流信号源的输出分别代替 PSD 两个电极的输出电流 I_1 和 I_2 ,其中 I_1 为 2 mA, I_2 为 8 mA.则依据式(3),理论上可计算出光斑位置 $x_A = 0.6L$.

为了尽可能提高电路系统的性能,仿真时应选取适当的电阻、电容值.由于 C_f 可以减少信号中的高频噪声, R_f 值则取决于输入光电流的大小和系统所要求的响应速度,因此,此处取 $C_f = 50$ pF, $R_f = 1$ k;同时由于 $R_1 \sim R_7$ 决定着输出电压的大小及位移与电流差的比例,一般应满足 $R_1 = R_2$, $R_3/R_6 = R_4/R_7$,因此,此处取 $R_1 = R_2 = R_5 = 1$ k, $R_3 = R_6 = 4$ k, $R_4 = R_7 = 2$ k.经 EWB 仿真后得到 $U_1 = -2$ V, $U_2 = -8$ V, $U_3 = 10$ V, $U_4 = 6$ V,除法运算后结果为 600 mV,与理论计算结果相同.当改变 $R_1 \sim R_7$ 的阻值,但使它们仍满足 $R_1 = R_2$, $R_3/R_6 = R_4/R_7$ 关系,依然可得到相同的结果.

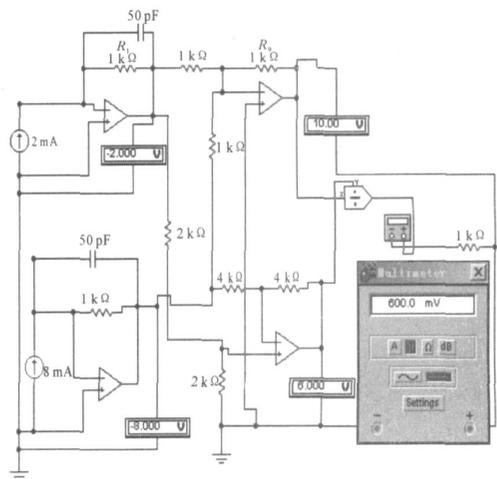


图 4 一维 PSD 位置信号检测电路仿真结果

(下转第 119 页)

转业后适应竞争的社会环境打下基础。再次,军校教育中需要加强激励策略。相关教育者要关注军校生的成长,调动他们的学习生活积极性。心理激励是一种有效的激发军校大学生生活热情和个体潜能的激励方法。正如教育的本质是希望大学一如既往地为学生营造一个让身心充分自由发展的环境一样,军校要结合其特殊性,为军校大学生的成才成长提供有利环境。

另一方面,要结合在校大学生的年龄和心理特点,加强对地方高校大学生的引导式管理。地方大学生的自我规划、自我开发、自我管理、自我约束能力有限,且其管理相对散漫,这对地方高校大学生的成长是不利的。军校大学生成就动机的得分相对集中,而地方高校大学生成就动机的得分则相对分散这个调查结果也说明了这一问题。大学生自我管理是指引青年大学生了解社会和接触社会的重要方式,能有力地促进大学生成长成才,为大学生的就业和创业奠定基础,因此,它是实践理论知识、增强社会意识的重要平台^[11]。现在许多用人单位普遍感到大学生社会实践基础差,动手能力不强,且大学生从学校毕业到适应社会工作的过渡时期较长,这是高校常规管理必须面对的事实^[11]。因此,加强对地方高校大学生的引导式管理,注意培养其自我管理能力就显得非常必要。

综上,笔者认为军校教育和地方高校教育可以相互取长补短、借鉴完善,以期为大学生更好地成才创造条件。

5 结论

总之,在本研究条件下,军校大学生与地方高校大学生的成就动机有一定的差异,表现出军校优秀大学生避免失败的动机显著高于地方院校的优秀大学生。

参考文献:

- [1] 余安邦,杨国枢. 社会取向成就动机与自我取向成就动机:概念分析与实证研究[J]. 中央研究院民族学研究所集刊,1987(64):51-98.
- [2] 吴舒丹. 让成功心理激励学生成才[J]. 中国高等教育,2008(3-4):75-76.
- [3] 陶新华,王椿阳. 大学生自信与成就动机的现况与干预[J]. 心理科学,2008,31(1):245-247.
- [4] Gail D Heyman. Talking about success: Implications for achievement motivation[J]. Journal of Applied Developmental Psychology,2008(29):361-371.
- [5] 车丽萍. 大学生自信与成就动机、综合测评成绩的相关研究[J]. 心理科学,2004,27(1):51-54.
- [6] 陈俊,张积家. 中学生成就动机与成功恐惧的研究[J]. 心理科学,2003,26(1):107-110.
- [7] 张小远,肖蓉. 军校大学生自尊及其影响因素分析[J]. 第四军医大学学报,2006,27(4):305-306.
- [8] 张焰,黄希庭. 试论低自我价值感者成就动机的特点[J]. 西南师范大学学报:哲学社会科学版,1997,25(4):77-81.
- [9] 张德,赫文彦. 关于成就动机的几个问题[J]. 心理科学,2001,24(1):94-95.
- [10] 曹顺霞,田杨群. 高校实施思想政治理论课“05方案”的问题与对策[J]. 四川兵工学报,2008(4):128-131.
- [11] 付云. 关于高校大学生自我管理的几点思考[J]. 阳工学院学报,2008(04):126-128.

(上接第99页)

4 结束语

PSD作为一种新型的光电位置敏感探测器件,已广泛应用于工业检测中。本文中提出的PSD位置信号检测电路及其仿真是在理想情况下(不计暗电流、背景光、温度等的影响)进行的,而实际应用中这些因素不可避免地存在。同时,当所需信号微弱到微伏级或更低时,会被噪声电流淹没,此时还必须考虑消除背景光电流和暗电流的电路^[2]。

参考文献:

- [1] 王庆有. 光电技术[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [2] 侯金龙. PSD激光三角测量系统的研制[D]. 武汉:华中科技大学,2005.
- [3] 吴赛燕. PSD的性能分析及其应用[J]. 机械工程与自动化,2007(2):109-111.
- [4] 曾超,李锋,徐向东. 光电位置传感器PSD特性及其应用[J]. 光学仪器,2002,24(4):30-33.