

型工作偏流引起的焦耳热(10毫瓦)仅引起1.5°K的温升。p-n结温度升高10°K可以引起其反向V-I特性的退化。初步认为:整个HgCdTe片子在激光辐照下光伏探测器光电响应的退化,主要原因是接触热阻引起的p-n结的温升。

热敏电阻红外探测器的激光损伤

中国科学院上海光机所 刘玉璞

激光出现不久,人们就注意到这种高亮度光源可能对半导体和光辐射探测器造成的损伤。随着激光及其在光电子技术中应用的发展,强激光对辐射探测器的作用机理和损伤规律的研究日益活跃起来。

工作中,我们用1.06微米和10.6微米激光辐射对固体衬底和锑浸没型两种热敏电阻进行了辐照实验,并用集中参数热模型对探测器的破坏机理进行了理论分析。

1.06微米辐照固体衬底元件实验是用18瓦连续YAG:Nd激光器加转盘时间开关(辐照时间 $\tau=0.2$ 、1、5、26秒)、钷玻璃大能量激光器($\tau=200$ 微秒、2毫秒)和电光调Q钷玻璃激光器($\tau=50$ 毫微秒)进行的。在整个实验过程中,辐照脉宽改变9~10个数量级(从50毫微秒到几十秒)。元件上辐照功率密度是用改变脉宽、改变元件到聚焦透镜距离、改变透镜焦距和加玻璃衰减片堆的方法改变11~12个数量级(10^{-4} ~ 10^8 瓦/厘米²)。辐照光斑上能量密度事先用光斑对中套孔法作了测量。元件接收面用与辐照光束同轴的He-Ne激光仔细对准。用炭斗卡计监视激光器的输出,通过测量元件在激光辐照前、辐照后以及辐照过程中的信号、噪声和阻抗,便可评价元件的损伤程度。根据热敏电阻的使用要求,认为噪声信号大于2微伏就算开始损伤,噪声大于几百微伏或开路作为完全损坏。信号下降常不是其主要损坏原因,也用显微镜观察热敏片的损伤形态,对其损伤机理进行定性的分析。

实验发现,在辐照时间 τ 小于元件热时间常数 τ_0 (几毫秒量级)时,热传导不重要。元件主要由于吸收激光能量造成热烧蚀,所以能量阈值 E_{th} 在 $\tau=10^{-3}$ ~ 10^{-2} 秒以内随 τ 变化不大。脉宽大于几毫秒时,热传导损耗逐渐增加,使 E_{th} 随 τ 增加很快。相应地,功率阈值 P_{th} 在 $\tau \ll \tau_0$ 时与 τ 成反比而增加,在 $\tau \gg \tau_0$ 范围内渐近一常数,与理论分析所预示的规律一致。

显微观察表明,在长时间辐照下,损坏元件的形式多为焊点熔脱和引线烧断,短时间(毫秒级)辐照,主要是热烧蚀,毫微秒脉冲辐照下的热冲击效应显著,热敏片都一断为二,烧蚀不严重。

我们也用8微秒近10焦耳的电子束预电离横向电激励CO₂激光器和连续放电型100瓦左右的CO₂激光器的10.6微米辐射,对二种元件作了辐照实验,脉宽为 $\tau=5$ 、1、0.2、 2×10^{-3} 、 8×10^{-6} 秒,实验程序与1.06微米相同。由于热敏片经过黑化,对1.06微米和10.6微米吸收系数相差不大,故所得结果亦相近。由于Ge浸没透镜的聚光作用,使损坏阈值降低4~5倍或更多。

1.06微米辐射对热敏电阻的破坏阈值

τ (秒)	E_{th} (焦耳/厘米 ²)	P_{th} (瓦/厘米 ²)
5	19.1	3.8
1	5.3	5.3
0.2	3.7	13
2×10^{-3}	7×10^{-2}	34
2×10^{-4}	3.5×10^{-2}	180
5×10^{-5}	1.1×10^{-2}	2.2×10^5

结果表明,这种元件适于作短脉冲探测,在长时间辐照下 $P < 10^{-3}$ 瓦/厘米²均为线性区。欲破坏这种元件最适合的脉宽为毫秒级,所需功率与能量都较小, τ 再小, P_{th} 渐近线性增加; τ 再大, E_{th} 渐近线性增加。