

一种应用于探测器上的抗激光致盲新方法*

李家旭** 叶玉堂 洪永和 李忠东 叶婧

(电子科技大学, 成都 610054)

赵举廉 程进

(昆明物理研究所, 昆明 650223)

提要 基于 Franz-Keldysh 效应, 提出了一种新型的提高(HgCd)Te 探测器抗激光致盲能力的新方法, 同时给出了利用这种新方法实现自动保护功能的简单方案, 并通过实验加以验证, 证明这一方法能够大幅度提高(HgCd)Te 探测器的抗激光致盲能力。

关键词 Franz-Keldysh 效应, (HgCd)Te 探测器, 抗激光致盲, 光电对抗, 探测器保护, 10.6 μm CO₂ 激光

面对日趋复杂的光电对抗环境, 提高(HgCd)Te 探测器抗激光致盲的能力已成为保障激光雷达、激光测距仪、热成像仪等重要军事光电装备安全、正常运行的迫切要求。对此, 国内外已有广泛的研究和报道^[1~6]。

对弱光探测器而言, 目前常用的抗激光致盲方法有三种: (1) 用机械快门挡住强激光, 但是这种方法响应速度很慢; (2) 用抗饱和电路或断偏压电路保护光电探测系统的放大电路, 但是这种方法不能保护光电探测器本身; (3) 利用液晶膜在强激光下的自聚焦效应进行保护, 其缺点是增加了插入损耗, 降低了系统的灵敏度^[6]。

本文提出了一种应用 Franz-Keldysh 效应保护光电探测器的抗激光致盲新方法。这种新方法可以将致盲强激光的有效强度大大衰减, 从而使探测器受到强激光损伤的可能性大大降低, 与其他方法相比, 这种新方法的突出特点是保护功能启动快, 没有插入损耗。

1 Franz-Keldysh 效应及其抗激光致盲原理

Franz-Keldysh 效应早在 1958 年即由 Franz、Keldysh 二位学者进行了理论分析^[7,8]。根据 Franz-Keldysh 效应, 在探测器上加上强电场之后, 其吸收谱线向长波方向移动。图 1 为 Franz-Keldysh 效应示意图。图中曲线 I、II 分别表示零电场、强电场作用下晶体的吸收光谱曲线。由图 1 可见, 在零电场下晶体对 λ_0 光截止, 而当加上适当强电场之后, 晶体的吸收谱线向长波方向移动, 此时, λ_0 光被晶体充分吸收, 我们提出的用 Franz-Keldysh 效应保护探测器的抗激光致盲新方法即是依据这一有趣的现象。

* 国防科工委资助项目。

** 现在通信地址: 华为技术有限公司, 深圳 518057。

收稿日期: 1995 年 11 月 20 日; 收到修改稿日期: 1996 年 3 月 12 日

设我们要探测的光波长为 λ_0 , 对 (HgCd)Te 探测器, 我们可以控制其组份系数 x , 使其峰值波长在 $\lambda_0 - \Delta\lambda$ 处。未加强电场时, 探测器对 λ_0 光截止, 呈“透明”状态。当加上强电场以后, 探测器吸收谱线向长波方向移动 $\Delta\lambda$, 则此时峰值波长在 λ_0 处, 对 λ_0 光呈充分吸收状态。

这样, 在探测器正常工作时, 加上强电场, 探测器对 λ_0 光呈充分吸收的探测状态; 当遇到强激光时, 通过控制电路, 立即撤去强电场, 使探测器对 λ_0 光截止而呈“透明”状态, 这样, 强激光仅仅是穿过探测器, 其大量的能量不被探测器吸收, 或者很少被探测器吸收, 从而大大减少了探测器受到伤害的可能性, 使其得到保护。

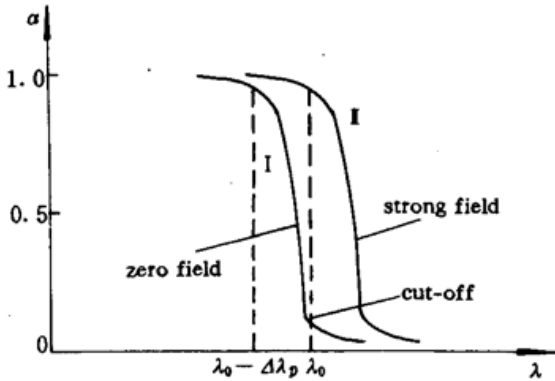


Fig. 1 Schematic view of Franz-Keldysh effect

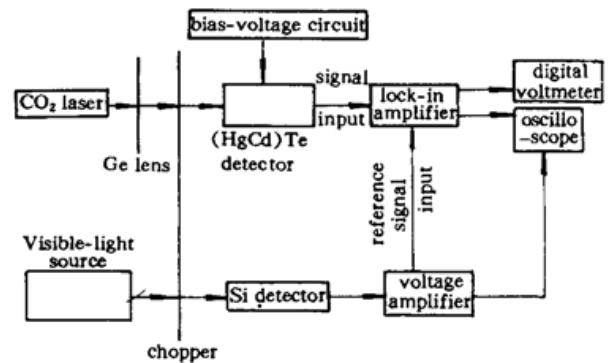


Fig. 2 Measurement system

2 抗激光致盲能力分析

我们对选定的部分 (HgCd)Te 探测器进行了测试, 测试系统如图 2 所示。CO₂ 激光器辐射的 10.6 μm 激光由 Ge 透镜发散后通过调制盘调制, 再经反射镜反射到 (HgCd)Te 探测器上, (HgCd)Te 探测器将入射光信号转化为电信号并将其送入锁相放大器的输入端。

可见光源所发出的光经同一调制盘调制后, 由 Si 探测器探测, Si 探测器产生的电信号经电压放大器放大到适当幅度, 作为参考频率信号引入锁相放大器。

分别用数字电压表测出强电场和零电场下被测信号经测试系统放大后的输出电压 V 和 V_0 。由于 V 和 V_0 是系统在相同入射光功率、不同外加电场条件下的电压输出, 因此我们这里以 V , V_0 代表相应的电压响应率。在测出 V , V_0 之后, 可用下面的公式求出 (HgCd)Te 探测器由于 Franz-Keldysh 效应对强激光吸收率的衰减系数

$$\alpha = [(V - V_0)/V] \times 100\% \quad (1)$$

典型的测试结果是: 3[#] 探测器吸收率变化 68%, 7[#] 探测器吸收率变化 40%。其中, 3[#] 探测器测试结果列于表 1。

Table 1 Results of 3[#] detector's absorptance variation

No.	Volt-output $V_{(V)}$ (strong field)	Volt-output $V_{0(V)}$ (zero field)	Absorptance fading factor α
1	9.5	3.0	68.42%
2	8.6	2.7	68.60%
3	8.2	2.6	69.29%
Average			68.44%

从测试结果可以看出, (HgCd)Te 探测器对强激光的吸收率在去掉强电场之后, 衰减系数 α 很大。这表明, 按照 Franz-Keldysh 效应, 在 (HgCd)Te 探测器上加上强电场后, 峰值波长偏移