

热释电探测器的应用

马述侃

(中国科学院上海技术物理研究所)

本文总结了我所研制的 LATGS 和 LiTaO_3 两种热释电探测器在国内的使用情况。

1. 作为红外分光光度计的接收器件

热释电探测器,特别是 GAT 系列探测器(用 LATGS 晶体制成)有很高的探测率和良好的光谱特性,可以与高莱管和真空辐射热电偶媲美,是光谱测量理想的接收器件。

我们设计的 GAT500 型热释电探测器可以直接安装到红外分光光度计上,代替热电偶做接收器件。经多次试验证明,GAT500 型热释电探测器不仅在性能上超过了热电偶,而且在 WFD-7G 型红外分光光度计上取得的使用效果也达到了热电偶的水平。经批量试用和长时间工作证明,热释电探测器性能稳定可靠,使用比热电偶方便,为我国红外光谱仪器提供了一种新的接收器件,受到红外分光光度计生产厂和用户的欢迎和重视。

我们把 GAT500 型探测器直接用于 IR-27 型红外分光光度计(日本)和 PE-577 型红外分光光度计(美国),代替原来的热电偶探测器,使搁置多年不用的仪器重新运转起来,并投入使用,效果良好。我们还把 GAT300 型热释电探测器代替高莱管用于日本生产的 FIS-21 型红外光谱仪,也取得了满意的结果。

2. 用于红外分光测量系统

利用热释电探测器做接收器,建立用于不同目的红外分光测量系统,是目前热释电探测器用途最广的一个方面。

我所利用 Monospek-1000 光栅自动扫描单色仪,配用我们自行设计的,包括热释电探测器组合件,调制器和 HYF-1 型锁相放大器在内的弱信号检测系统,可以检测 10^{-12}W 的辐射功率,器件稳定度达到 $\pm 0.57\%$,时漂达到 $0.28\%/h$ 。利用该系统可以进行辐射光谱定标,测量大气和各种材料的精细和超精细光谱结构,对红外系统光谱响应进行定标。其他例子有:上海光机所研制成功的 $10.6\ \mu\text{m}$ CO_2 激光高反射率测量仪,测量各种材料反射率,其重复测量精度和绝对测量精度都优于 0.05% ;苏州大学研制成功的 JSH-1 型双波段光栅光谱仪;上海天文台等单位对太阳远红外光谱的研究。许多单位利用热释电探测器建立了比辐射率测量系统,为我国红外加热技术和辐射涂料的研究提供了可靠的数据。

3. 作为傅里叶光谱仪的接收器件

早期的傅里叶变换光谱仪多使用高莱管做接收器。热释电探测器的高频响应比高莱管或其他热探测器要好得多。我们研制的 GAT200 型探测器已成功地应用于西德 Bruker 公司生产的 IFS-115 型和 IFS-113 V 型傅里叶变换光谱仪。仪器长期运行,效果良好。据 Bruker 公司的专家验证,该器件的性能优于美国 Barnes 公司的产品,引起了他们极大的兴趣。

4. 用于远红外激光测量

LATGS 晶体对于波长大于 $3\mu\text{m}$ 直到 $1000\mu\text{m}$ 的红外辐射有均匀的吸收, 所以 LATGS 热释电探测器适宜用于对远红外辐射源、特别是远红外激光的研究。国内几乎所有研究远红外激光的单位, 都使用了我们研制的热释电探测器。

中山大学等单位利用 GAT 300 型热释电探测器监测 HCN 气体激光 $337\mu\text{m}$ 的输出功率, 长期工作, 性能稳定。上海技术物理所等单位把热释电探测器用于甲醇和氟化甲烷光泵气体激光系统上, 成功地测量了 $118.8\mu\text{m}$, $170.6\mu\text{m}$, $202.4\mu\text{m}$, $392.8\mu\text{m}$, $570.5\mu\text{m}$ 和 $496\mu\text{m}$ 等各个谱线的输出功率。安徽等离子体物理所利用 $337\mu\text{m}$ HCN 激光做泵源, GAT 400 型热释电探测器做接收器, 研制成功远红外 HCN 激光干涉仪, 成功地测量了 HT-6 托卡马克装置产生的等离子体的电子密度。

5. 对辐射功率定标

通过电学定标, 用热释电探测器测量辐射源的辐射功率和能量, 是热释电器件应用的一个重要发展。我们研制成功的电定标热释电探测器, 其最小的噪声等效功率达到 $1 \times 10^{-8} \text{ W/Hz}^{1/2}$ 。研制的电定标功率计, 测量功率范围为 10^{-2} W 到 10^{-7} W , 为我国小功率辐射测量提供了一个新手段。上海光机所利用电定标探测器设计了激光脉冲能量计, 可以测量能量为 $0.5\mu\text{J}$ 到 $50\mu\text{J}$ 的激光脉冲, 是目前国内最灵敏的能量计之一。

6. 作为激光通讯中的接收器件

成都电讯工程学院采用 $10.6\mu\text{m}$ CO_2 激光器做光源, GAT 100 型探测器做接收器, 试制成功三路激光通讯机, 当能见度为 800m 到 1500m 时, 通讯距离达 15km 。该系统还可以用于大气传输特性的研究。

青岛市邮电局研制成功我国第一部可供实际使用的 CO_2 激光通讯机, 并在山东青岛至黄岛间开通了我国第一条可纳入邮电通讯网使用的跨海激光通讯试验电路。该系统使用 GLT 100 型 LiTaO_3 热释电探测器, 工作频率 10kHz 。目前他们正在设计实用产品, 供使用单位试用。

7. 用于红外辐射测温

考虑到使用条件和使用环境, 辐射测温可选用 LiTaO_3 热释电探测器。我所利用 GLT 300 型探测器研制成功高精度的 HD-400 型红外辐射温度计, 已能小批量提供使用。该仪器测温范围为 $50^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$, 20°C 时满刻度测温精度为 $\pm 2\%$ 。

有十多个单位利用我们生产的 LiTaO_3 探测器试制用于测温的红外仪器。上钢一厂试制的钢坯长度自动测量系统已投入使用, 大连劳卫所的红外功率指示仪将投入批量生产, 预计不久, 热释电探测器在辐射测温方面的应用, 将迅速推广开来。

总之, 热释电探测器的应用已经取得了明显的经济效益。仅以光谱仪器为例, 我们提供的热释电探测器代替进口热电偶(每只 1000 多美元)和高莱管(每只 3000 多美元), 已直接为国家节约了三十多万美元。至于每恢复一台进口的红外光谱仪器, 使价值为数十万美元乃至数十万美元的仪器重新运转工作, 其经济效益是难于直接计算的。对于国产红外光谱仪器, 在配用热释电探测器后, 仪器的成本亦将降低 $1500 \sim 2000$ 元, 并且使仪器便于维修, 提高了仪器的使用效率, 效果也是明显的。

以上所用资料均摘自我所和有关部门的内部报告。

(本文 1983 年 1 月 18 日收到)