

# KAT, KLT 系列热释电探测器

张毓荣

(昆明物理研究所)

利用热释电材料的热释电效应做成的光电接收器件称作热释电探测器。目前广泛用于制作热释电探测器的热释电单晶主要有两种：一种是硫酸三甘肽晶体 (TGS) 及其同类晶体 (LATGS 和 DLATGS 等)；另一种是钽酸锂晶体 ( $\text{LiTaO}_3$ )。相应地,我们单位研制的热释电探测器有两个系列: KAT 系列(由 DLATGS

晶体制成)和 KLT 系列(由  $\text{LiTaO}_3$  晶体制成)。这两个系列各分为 A 型、B 型和 C 型。A 型为单元探测器, B 型为带有阻抗变换器的探测器, C 型为带有前置放大器的探测器。最近我们又研制出一种 TO-5 管壳封装的小型 KLTB 器件和双元补偿器件,具有体积小、价格低等优点。

KAT 系列和 KLT 系列探测器的典型性能

表 1

种 类	KAT 系列	KLT 系列
工作温度(°C)	-10—+45	-40—+70
器件尺寸(mm)	$\phi 0.3, \phi 1, \phi 2, 0.4 \times 3$ 等	$\phi 0.3, \phi 1, \phi 2, \text{双元 } 2 \times 1$ 等
电压响应率(500, 12.5, $\phi 1$ )(V/W)	>4000	>1000
探测率 $D^*(500, 12.5, 1)$ ( $\text{cm} \sqrt{\text{Hz}}/\text{W}$ )	$2-10 \times 10^8$ 以上	$1-8 \times 10^8$ 以上

见表 1。

## 一、前置级电路

热释电探测器是具有特别高源阻抗的电容性器件,使用时必须配以高输入阻抗低噪声前置放大器。目前大都使用结型场效应晶体管 (JFET) 作为该前置放大器的第一级,一般可得到较满意的效果。图 1 示出几种常用的前置

级电路。

图 1(a) 所示源极输出器线路简单,稳定可靠。JFET 的栅源结电容得到补偿。输出阻抗低。放大倍数小于 1。

在图 1(b) 电容补偿源极输出器中,选择  $T_2$ , 使它的夹断电压近似等于  $T_1$  的漏源电压,可以稳定  $T_1$  的工作电压,该电路除具备图 1(a) 电路特点外,还可使 JFET 的栅漏结电容得到补偿,因而进一步减小了输入电容,提高了前置

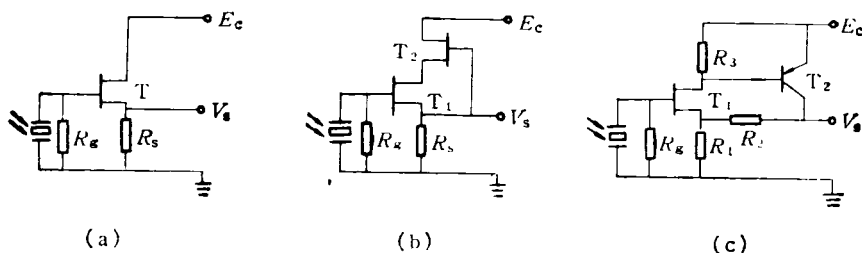


图 1 前置级电路

(a) 源极输出器; (b) 电容补偿级输出器; (c) FET 晶体管直接耦合放大器

级的输入阻抗。

图 1(c) 电路的特点是电压噪声小, 栅源电容得到补偿。在深度负反馈条件下, 闭环放大倍数为  $K_F = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1}$ 。一般情况下, 取  $K_F \approx 5$  时, 电路工作稳定。它的输出阻抗很低, 在小信号工作条件下, 其输出阻抗可做到几十欧姆。

## 二、频率特性

图 2 给出了热释电探测器的探测率  $D^*$ 、响应率  $R$  和噪声  $V_n$  的频谱曲线。在所测频率

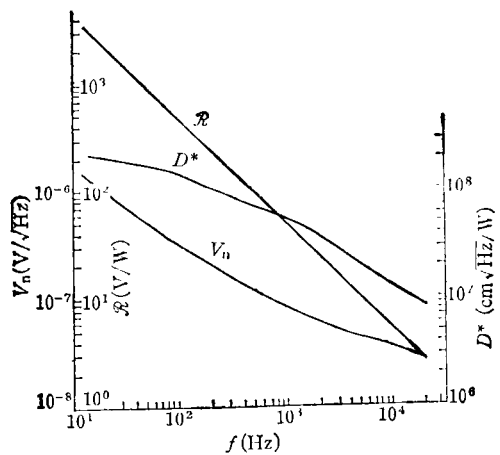


图 2 热释电探测器的  $D^*$ 、 $R$  和  $V_n$  的频谱曲线

范围内,  $R \propto f^{-1}$ ,  $V_n \propto f^{-\frac{1}{2}}$ ,  $D^* \propto f^{-\frac{1}{2}}$ 。热释电探测器在低频 (例如  $f = 1 \sim 100\text{Hz}$ ) 范围内性能是很不错的。频率再高, 性能降低, 在 1MHz 频率时, 其探测率比理想极限差 3—5 个数量级。在某些要求响应速度快的应用场合, 可通过改变器件电参数来改变探测器的频谱响应, 以适应高响应速度的要求。例如与  $50 \Omega$  电阻相匹配的锑钨铋边电极探测器, 可得到 30 ps 的响应时间。这时付出的代价是探测率的降低。在既需要高的探测速度又需要高灵敏度的场合, 热释电探测器还不能令人满意。

物理

## 三、光谱特性

实际热释电探测器的光谱响应与晶体、电极和窗口有关。DLATGS 晶体对大于  $2.5 \mu\text{m}$  直到几百微米的红外辐射都有良好的吸收, 在这个波长范围内使用, 采用半透明电极, 其光谱响应曲线见图 3。LiTaO<sub>3</sub> 晶体对于 6—12  $\mu\text{m}$  的辐射功率吸收很好, 在入侵报警应用中, 可采用半透明电极, 其光谱响应曲线见图 4。如果

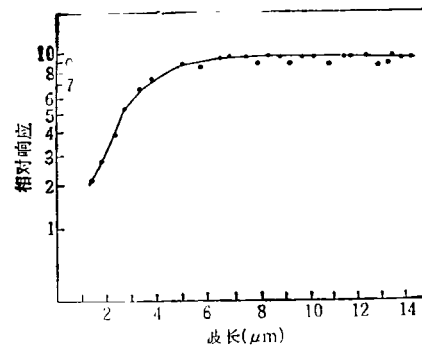


图 3 DLATGS 探测器的光谱响应曲线 (半透明电极)

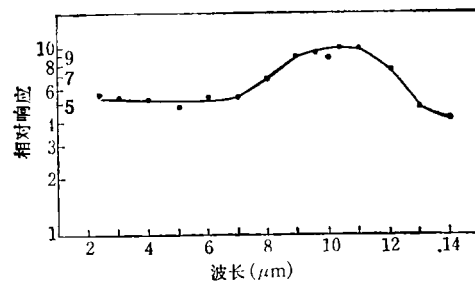


图 4 LiTaO<sub>3</sub> 探测器的光谱响应曲线 (半透明电极)

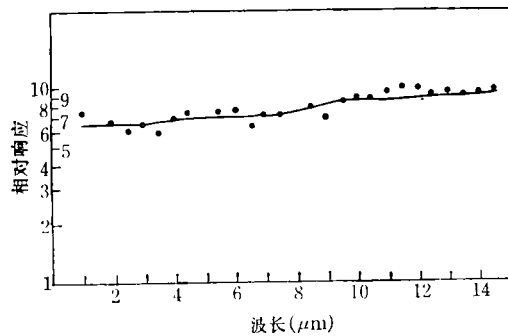


图 5 LiTaO<sub>3</sub> 探测器的光谱响应曲线 (金透明电极)

用于更宽的光谱范围,则可采用金黑上电极,得到平坦的光谱响应曲线,见图5。

具体应用时可选择不同的窗口,以使热释电探测器满足从紫外到毫米波的各个波长范围内的不同要求。

#### 四、温度特性

图6给出了KAT系列探测器信号 $V_s$ 和噪声 $V_n$ 随温度的变化曲线。DLATGS晶体的

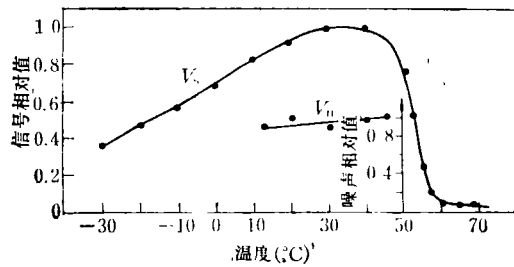


图6 DLATGS 探测器的温度特性曲线

居里温度 $T_c$ 为 $52^\circ\text{C}$ ,在室温范围,它的各种热释电参数随温度变化较大,用该种材料做成的

探测器,其工作温区较狭窄。在 $25^\circ\text{C}$ 时, $V_s$ 的温度变化为 $0.4\%/^\circ\text{C}$ ,最佳工作温区为 $20-40^\circ\text{C}$ 。在此温区内,可得到最大的信号,同时噪声稳定,且变化不大。

图7是KLT系列探测器的 $V_s, V_n$ 随温度的变化曲线。由于 $\text{LiTaO}_3$ 晶体的居里温度很高, $T_c = 618^\circ\text{C}$ ,在 $-30-+75^\circ\text{C}$ 范围内,其材

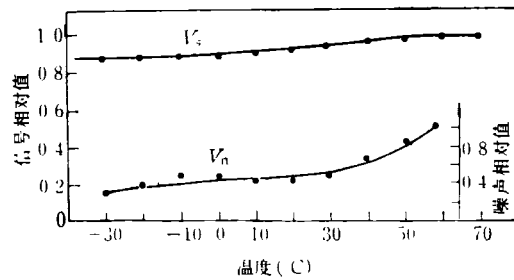


图7  $\text{LiTaO}_3$  探测器的温度特性曲线

料参数随温度变化甚小,用该材料做成的探测器具有很好的环境温度稳定性。它的工作温区为 $-40-+70^\circ\text{C}$ , $V_s$ 的温度变化为 $0.12\%/^\circ\text{C}$ ,并且在很宽的温度范围内保持线性。

(上接第634页)

体辐射能量分布时,提出的“量子”假设中的普适常数,利用它可以粗略地判断一个物理体系是否需要用量子力学进行描述,因而是近代物理中一个很重要的常数。对该常数的测定(比较正确的测定)早已成为国外许多高等学校学生的实验课内容。目前,国内条件较好的高等学校,如中国科学技术大学、浙江大学、复旦大学等也采用GD-27型光电管开设了这一实验课,

收到较好的效果。

#### 参 考 文 献

- [1] A. H. Sommer, *Photoemissive Materials*, John Wiley & Sons, Inc. (1968).
- [2] E. G. Burrough, *Applied Optics*, 8-2(1969), 291-265.
- [3] Т. Рейхель, М. Иелличке, *Энергия*, с. сил, (1968), 159.