

低温高阻红外光子探测器用的 光耦合前置放大器*

孙风桐

(南开大学电子科学系)

张延炘

(南开大学现代光学研究所)

为减小光子型红外探测器的热噪声, 通常采用降低探测器工作温度和提高其自身阻值的办法。例如, 用于低背景辐射条件下的高灵敏 InSb(PV) 探测器, 工作温度低至 4.2K, 零偏电阻高达 $10^8 \sim 10^{10} \Omega$, 从而使器件的 NEP 值达到 $10^{-16} \text{ W/Hz}^{1/2}$ 的水平。在这种条件下, 前置放大器常常成为限制灵敏度及系统性能的主要障碍。常用的互阻型前置放大器 (TIA) 在这种条件下往往遇到以下问题:

1. 由于电源电压及反馈电阻(与探测器零偏电阻为同一量级或稍大)的限制, TIA 的动态范围太小;

2. 由于引线电容及反馈电阻所形成的 RC 时间常数过大, 限制了系统的响应速度。

为解决这些困难, 曾作过许多尝试, 例如 Rieke 等人及 Barros 的工作, 但都不能完满地解决问题。这里, 我们提出一种光耦合放大器, 以解决高阻时前放的动态范围和响应速度问题。我们利用发光二极管(LED)和光敏三极管或 PIN 光二极管之间的光耦合来代替反馈电阻实现负反馈。调节 LED 的偏置, 可改变电路的增益。在信号源内阻为 $5 \times 10^8 \Omega$ 的情况下, 实测表明: 电路互导增益为 5 V/nA 时, 带宽可达 300 Hz 。电路同时具有直流反馈作用, 能抑制共模信号, 输出不失真动态范围可达 $\pm 10 \text{ V}$ 。反馈器件及电路结构皆有改进余地。

* 科学基金资助的课题