

# 小视场、低背景下 HgCdTe 光导器件的性能

刘兆鹏

徐国森

(山东大学光学系)

(中国科学院上海技术物理研究所)

工作于 77 K 的  $8\sim 14\ \mu\text{m}$  的 HgCdTe 光导器件, 在  $2\pi$  视场 300 K 背景下, 器件的性能受背景限制。采用冷屏蔽以减小视场, 可以使  $D_\lambda^*$  显著提高。本文利用我们导出的更为严格的光导器件探测率公式, 选取合适的材料参数, 计算和分析了在小视场情况下 HgCdTe 光导器件的探测率。

在计算背景辐射时, 我们假定器件为一朗伯面, 且视场具有圆对称性, 孔径对器件所张立体角以半角为  $\theta$  的圆锥表示, 因而孔径内落到探测器上的总光子数与  $\sin^2\theta$  成正比。取视场外冷屏温度为 90 K, 视场内背景温度为 300 K 计算背景光子流。计算结果表明, 随视场角  $2\theta$  的减小, 开始时  $D_\lambda^*$  增大较慢, 而当  $2\theta$  减小到  $60^\circ$  以后,  $D_\lambda^*$  迅速增大, 至  $2\theta=6^\circ$  时, 已趋近于无背景时的  $D_\lambda^*$  值。这表明在小视场情况下, 器件的  $D_\lambda^*$  已不受背景的限制, 而主要受热激发的产生-复合噪声限制, 这是由材料本身的参数决定的。因此, 欲进一步提高小视场下的  $D_\lambda^*$ , 应提高材料的性能。

在小视场(如  $2\theta=45^\circ$ )下, 前、后表面的反射率和表面复合速度对  $D_\lambda^*$  均有影响, 应予综合考虑。计算结果表明, 后表面反射率  $r_2$  只在器件厚度较小时才对  $D_\lambda^*$  有明显的影响, 而在通常的器件厚度(约  $10\ \mu\text{m}$ )下,  $r_2$  的影响就很小了。前、后表面的表面复合速度  $S_1$ 、 $S_2$  不仅使  $D_\lambda^*$  明显下降, 而且使最佳厚度  $d_M$  迅速变大, 尤以  $S_2$  为甚。如  $S_1$  增大到 500 cm/s 时, 最佳厚度  $d_M=30\ \mu\text{m}$ , 而  $S_2$  增大到 500 cm/s 时,  $d_M$  就增大到  $60\ \mu\text{m}$ 。在最佳厚度的两侧,  $d < d_M$  时,  $D_\lambda^*$  下降很快, 而在  $d > d_M$  时,  $D_\lambda^*$  的下降较慢。由此可以得出这样的启示: 在器件工艺中采用某些措施, 可以使前、后表面的表面复合速度降到 500 cm/s 以下, 则通常的  $10\ \mu\text{m}$  左右的器件厚度可获得较高的  $D_\lambda^*$ ; 若不能保证表面复合速度很小, 则应取器件厚度大一些(20~30  $\mu\text{m}$ ), 这样不致使  $D_\lambda^*$  因高的表面复合速度而下降太多。

此外, 我们还计算了一组背景温度为 90 K 的数据。在这种低背景情况下,  $D_\lambda^*$  只受材料本身的性能的限制, 比前述的 300 K 背景的小视场情况下的  $D_\lambda^*$  提高约两个数量级。前、后表面的表面复合速度达 500 cm/s 时, 器件的最佳厚度均在  $10\ \mu\text{m}$  左右, 而且在最佳厚度的两侧,  $D_\lambda^*$  下降的趋势近乎相同, 因此更应该注意降低表面复合速度, 否则  $D_\lambda^*$  将明显下降。