核辐射探测器 CdZnTe 晶体中深能级缺陷对空间电荷分布特性的影响及调控

一. 成果完成人及所在单位：林金海，刘莉莉，李世韦　光电与通信工程学院

指导教师：郭榕榕、林海军

二. 成果简介：

CdZnTe 晶体是近年发展起来的一种最具商业潜力的室温核辐射探测材料，被广泛应用于制作高能物理、医学成像、工业探伤、核安全防护等领域的探测器和谱仪。然而，生长态 CdZnTe 晶体中不可避免地存在大量的杂质和缺陷，诸如 Cd 空位、Te 反位原子、Te 间隙原子以及它们和杂质原子形成的缺陷复合体等。这些结构缺陷容易形成载流子的陷阱，在探测器工作时容易造成空间电荷积累，引起电场畸变进而产生极化效应。如何在引入深能级缺陷使晶体实现高阻的同时，尽可能避免深能级缺陷带来的不利影响，是值得探索的一个问题。

三. 主要研究内容及创新点：

由于晶体生长的复杂性且周期性长，为了节约人力成本，避免不必要的浪费，本文采用 Silvaco TCAD 软件对 CdZnTe 晶体空间电荷分布等性质进行仿真，探究深能级缺陷对空间电荷的分布特性的影响规律，以及利用亚禁带光照对晶体空间电荷进行调控。

在保证 CdZnTe 晶体电阻率高阻为前提下，位于 E_V+0.86 eV 的深能级缺陷，其浓度降低为 5×10^{11} cm^{-3} 时，阴极附近区域的空间电荷浓度降低，死区减小，晶体内部电场更加平坦，进而有助于提升载流子的收集效率。与此同时，当深能级位置为 E_V+0.80 eV 时，内部电场较平坦，且无死区存在。

同时，还采用亚禁带光照对晶体内空间电荷浓度进行调控。使用波长 850 nm，光照强度 1×10^{-7} W/cm^2 亚禁带光照下可以进一步降低晶体内空间电荷浓度，使得电场分布更加平坦，从而更加有效地提升器件对载流子的收集效率。

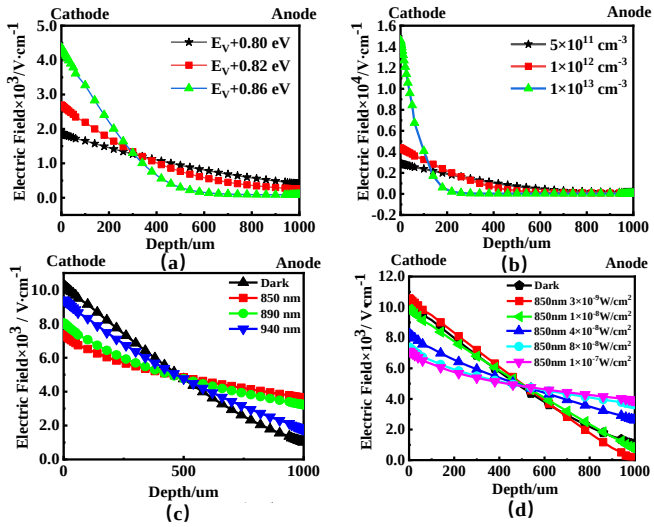


图 1 CdZnTe 晶体内的内部电场

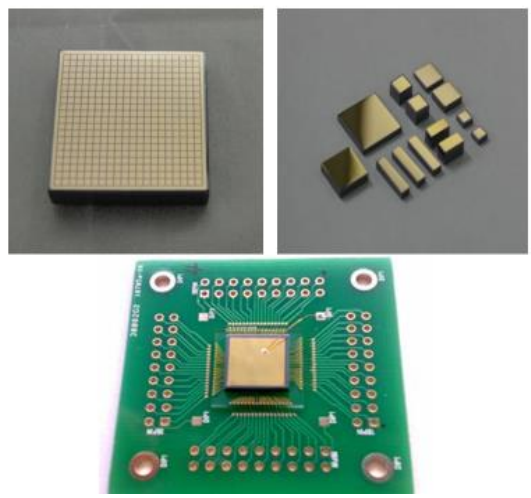


图 2 Au/CdZnTe/ Au 器件结构

四. 主要研究成果及应用情况

发表 SCI 期刊两篇：物理学报: CdZnTe 晶体中深能级缺陷对空间电荷分布特性的影响--已录用

Chinese physics B：　Influence of sub-bandgap illumination on space charge distribution in CdZnTe detector—已录用

联系人：林金海　　电　话：18850995928　　Email:729646658@qq.com