核辐射探测器 CdZnTe 晶界电场分布研究

一.成果完成人及所在单位： 陈伟龙，光电与通信工程学院 指导教师：郭榕榕

二.成果简介：

高阻的 CdZnTe 优异性能，在核安全、环境监测、天体物理学和医学成像等领域的潜在应用而受到广泛关注。然而，由于晶体生长和电极接触特性中固有的结晶复杂性，载流子传输特性和探测器的性能不太令人满意。扩展缺陷，如晶界、位错和 Te 夹杂物，是不可避免的，这限制了大尺寸探测器的应用。如何在含有晶界的 CdZnTe 晶体中尽可能避免晶界带来的不利影响，是值得探索的一个问题。因此，系统掌握晶界对内电场分布和空间电荷分布特性的影响规律对提高器件的性能有着重要的意义。本文以 CdZnTe 为研究对象，通过 Silvaco TCAD 从理论上研究了含晶界 CdZnTe 探测器内电场分布。

三. 主要研究内容及创新点：

针对含晶界的 CdZnTe 晶体为研究对象，采用 Silvaco TCAD 建立了 Au 电极与含晶界的 CdZnTe 晶体接触形成的 Au/CdZnTe/Au 核辐射探测器仿真模型，探究含晶界的 CdZnTe 探测器的空间电荷分布与内电场分布及亚禁带光照对其影响（见图 1）。

晶界的存在使得在晶界附近形成两个空间电荷区，晶界处的能带向上弯曲。亚禁带光照能够降低能带势垒，因此减小对载流子传输的阻碍作用（见图 2）。在 100V 偏压下，亚禁带光照通过改变载流子占据深能级的概率，减小了高晶界缺陷浓度的电场死区和电场畸变。采用不同亚禁带光照照射 CdZnTe 晶体，当亚禁带光照光强为 $1\times10^{-7}W/cm^2$ 时，可以进一步改善电场分布，这大大降低了载流子在电荷传输过程中被缺陷俘获或复合的概率，从而显著提高了探测器的电荷收集效率。但当光强小于 $1\times10^{-9}W/cm^2$ 的时候，亚禁带光照不能改善电场分布。

总结提出了亚禁带光照对晶体内电场分布调节的内在机制，以及有无亚禁带光照条件下含晶界 CdZnTe 晶体的能带模型。这项研究对为调节晶界电场分布提供了理论指导。

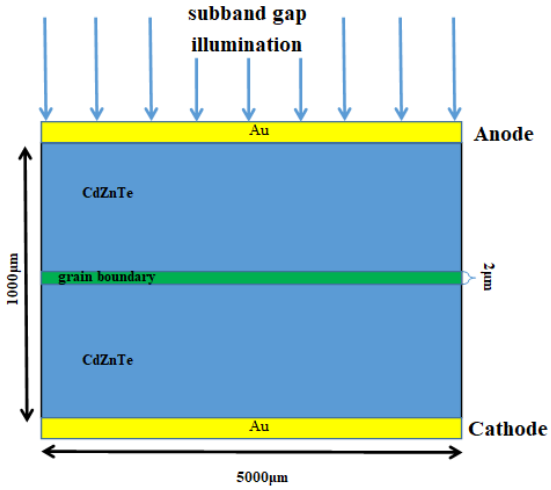


图 1 CdZnTe 结构图

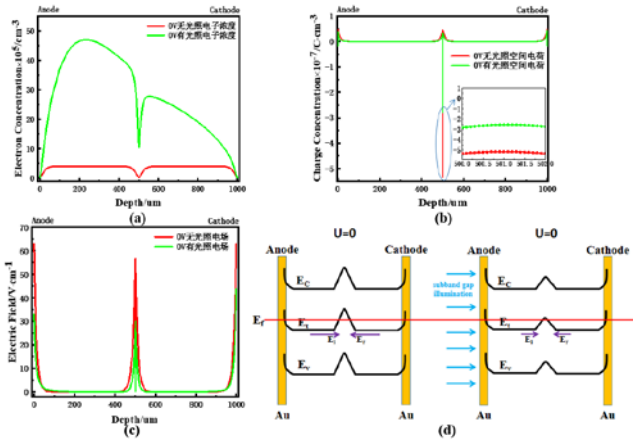


图 2 CdZnTe 电场等分布

四. 主要研究成果及应用情况

在 SCI 期刊《物理学报》已录用论文 1 篇（第一作者）
在 Ei 会议 OMTA2022 已录用论文 1 篇（第一作者）

联系人：陈伟龙， 电 话：13554908108 Email:1070206232@qq.com