

为何控制结温？

来源： 工程部

日期： 2022.7.12

在所有半导体器件的参数中都会给出器件的结温范围，由于结温下限极少遇到，所以通常在应用中非常关注结温上限。这是因为：

1、半导体器件的工作机理都基于PN结两侧差别巨大的载流子(电子和空穴)浓度。正是由于PN结两侧的主要载流子不同且浓度差别巨大才使其有了正向和反向不对称的电特性(例如正向的低阻特性和反向的高阻特性)。而载流子来源于杂质电离和本征激发，前者取决于掺杂浓度；后者取决于结的温度，且由结温产生的两种载流子(电子和空穴)是等量的，这也叫本征激发。本征激发的那部分载流子浓度随着温度升高而快速增加(硅：温度每升高12℃增加一倍)。当该载流子浓度接近杂质电离的载流子浓度时，PN结将失去正反向不对称特性，此时该器件就不能工作了。由此可知PN结低掺杂一侧的杂质浓度越低所能耐受的结温也越低。通常对硅来说理论上的最高结温为250℃。而实用中一般规定整流器件的结温不超过150℃。

2、PN结的所有电特性均与结温有关：对可靠性影响最大的是反向特性：反向电流随结温的升高而快速增大，大约每6℃增加一倍。它在芯片内的分布并不均匀且差别巨大。当结温较低时，芯片中反向电流密度最高的点会在某一温度下取得热平衡；当温度高到某一温度(例如接近上限)，该点会形成结温升高→反向电流增大→结温升高.....的正反馈，直至最后将材料熔融烧毁，留下热斑或熔点。这也是绝大部分失效的整流芯片的失效特征。

3、PN结表面漏电流及钝化材料的漏电流亦随结温的升高而快速增大。这会使芯片失效起源于结表面。实际上失效芯片的PN结表面的热斑占了不小的比例。