

氮化镓

百科名片

这是一种具有较大禁带宽度的半导体，属于所谓宽禁带半导体之列。它是微波功率晶体管的优良材料，也是蓝色光发光器件中的一种具有重要应用价值的半导体。

简介

GaN材料的研究与应用是目前全球半导体研究的前沿和热点，是研制微电子器件、光电子器件的新型半导体材料，并与SiC、金刚石等半导体材料一起，被誉为是继第一代Ge、Si半导体材料、第二代GaAs、InP化合物半导体材料之后的第三代半导体材料。它具有宽的直接带隙、强的原子键、高的热导率、化学稳定性好（几乎不被任何酸腐蚀）等性质和强的抗辐照能力，在光电子、高温大功率器件和高频微波器件应用方面有着广阔的前景。

缺点和问题

一方面，在理论上由于其能带结构的关系，其中载流子的有效质量较大，输运性质较差，则低电场迁移率低，高频性能差。

另一方面，现在用异质外延（以蓝宝石和SiC作为衬底）技术生长出的GaN单晶，还不太令人满意（这有碍于GaN器件的发展），例如位错密度达到了 $10^8\sim 10^{10}/\text{cm}^2$ （虽然蓝宝石和SiC与GaN的晶体结构相似，但仍然有比较大的晶格失配和热失配）；未掺杂GaN的室温背景载流子（电子）浓度高达 $10^{17}/\text{cm}^3$ （可能与N空位、替位式Si、替位式O等有关），并呈现出n型导电；虽然容易实现n型掺杂（掺Si可得到电子浓度 $10^{15}\sim 10^{20}/\text{cm}^3$ 、室温迁移率 $>300\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 的n型GaN），但p型掺杂水平太低（主要是掺Mg），所得空穴浓度只有 $10^{17}\sim 10^{18}/\text{cm}^3$ ，迁移率 $<10\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，掺杂效率只有0.1%~1%（可能是H的补偿和Mg的自身电离能较高所致）。

优点与长处

禁带宽度大（3.4eV），热导率高（1.3W/cm-K），则工作温度高，击穿电压高，抗辐射能力强；

导带底在点，而且与导带的其他能谷之间能量差大，则不易产生谷间散射，从而能得到很高的强场漂移速度（电子漂移速度不易饱和）；

GaN易与AlN、InN等构成混晶，能制成各种异质结构，已经得到了低温下迁移率达到 $10^5\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 的2-DEG（因为2-DEG面密度较高，有效地屏蔽了光学声子散射、电离杂质散射和压电散射等因素）；

晶格对称性比较低（为六方纤锌矿结构或四方亚稳的闪锌矿结构），具有很强的压电性（非中心对称所致）和铁电性（沿六方c轴自发极化）：在异质结界面附近产生很强的压电极化（极化电场达2MV/cm）和自发极化（极化电场达3MV/cm），感生出极高密度的界面电荷，强烈调制了异质结的能带结构，加强了对2-DEG的二维空间限制，从而提高了2-DEG的面密度（在AlGaIn/GaN异质结中可达到 $10^{13}/\text{cm}^2$ ，这比AlGaAs/GaAs异质结中的高一个数量级），这对器件工作很有意义。

总之，从整体来看，GaN的优点弥补了其缺点，特别是通过异质结的作用，其有效输运性能并不亚于GaAs，而制作微波功率器件的效果（微波输出功率密度上）还往往要远优于现有的一切半导体材料。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/baike/2832.html>