

Hg_{1-x}Cd_xTe 平面型 In 扩散及 Hg 扩散 PN 结的交流特性

林 和 陈泉森 杨秀珍

(中国科学院上海技术物理研究所)

Hg_{1-x}Cd_xTe 材料是一种缺陷半导体, 它既可通过控制缺陷成结, 也可用掺杂方法成结。掺杂的方法又有扩散及离子注入两种。对不同形式的 Hg_{1-x}Cd_xTe PN 结的性能进行研究, 将有助于对 Hg_{1-x}Cd_xTe PN 结的物理过程的理解。另一方面, 平面工艺又是研制红外焦平面器件的基础。因此, 本文着重研究了平面 In 扩散, 平面 Hg 扩散和平面 In-Hg 扩散 Hg_{1-x}Cd_xTe PN 结的交流特性。

Hg_{1-x}Cd_xTe 平面 In 掺杂器件是用 ZnS 掩蔽进行 In 扩散制成的。铟在 HgCdTe 中是施主杂质, 为便于分析问题, 有必要先对 In 扩散 PN 结的表面浓度作一估算。Helmit-F. Wolf 推得杂质原子在半导体中的最大固溶度为: $C_{Bmax} = C_L \exp(-E_a^*/kT)$, 式中 C_L 为点阵密度, E_a^* 为杂质原子激活能。由 M. B. Reine 的实验结果, 取 $C_L = 10^{23} \text{ cm}^{-3}$, $E_a^* = 0.37 \text{ eV}$, $T = 500 \text{ K}$ 时, 可得 $C_{Bmax} \approx 1.9 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, 施主浓度 N_D 也应接近这一数字。本文测量了 $x = 0.205$ Hg_{1-x}Cd_xTe 平面 In 扩散 PN 结的微分电压和电导特性, 从微分电导-电压曲线上得出 PN 结内建势 V_D 为 50 mV, 其 $1/C^2-V$ 曲线在零偏压附近存在一个转折点, 该器件 P 型衬底的空穴浓度为 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, 铟扩散 N 型区施主浓度为 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, 这是一个 N 区强简并的 N⁺P 结, 因此, 其 $1/C^2$ 曲线与正常曲线的偏离是 N 区强简并所产生的带一带隧道效应引起的。本文还测量了 $x = 0.265$ In 扩散 PN 结的电容-电压特性。

Hg_{1-x}Cd_xTe 平面 Hg 扩散元件是以 ZnS 为掩蔽膜, 液态汞为源在 P 型衬底上扩散制成的。P 型衬底浓度为 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 左右, 由 $1/C^2-V$ 曲线可以算出 Hg 扩散 N 型区施主浓度。本文测量了 $x = 0.205$ 平面 Hg 扩散 PN 结的电容电压特性, 其 $1/C^2-V$ 曲线为直线, 表明 Hg 扩散 PN 结是突变结。由 $1/C^2-V$ 曲线可算出 N 型区施主浓度, 对于所测元件, P 型衬底浓度为 $6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, 算得 $N_D = 1.1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 。

平面 In-Hg 扩散 PN 结是先在 P 型衬底表面淀积一层铟, 然后在 Hg 气氛中扩散形成的。本文测量了 $x = 0.26$ 平面 In-Hg 扩散 HgCdTe PN 结的 $C-V$ 和 $G-V$ 特性。测量结果表明, In-Hg 扩散较易形成 N-N⁺-P 结。

对 HgCdTe 平面型光伏器件交流特性的研究还表明, 测量 PN 结的高频微分电容和电导是研究红外光伏探测器特性的简易而有效的方法。由 PN 结微分电容和电导测量可得到 PN 结掺杂浓度, 内建电势, 击穿电压等基本参量, 测量 PN 结正向电容可判断其复合特性, 而这一点对于红外光电探测器是十分重要的, 从微分电导的测量还可判断 PN 结表面有无反型层以及是否存在夹层结构等等。另外, 对于平面型多元探测器而言, 微分电导的测量还是研究串音机制的一种手段。