

研究简报

用连续 CO₂ 激光在 n-InP 上制备欧姆接触

朱 兵 鲍希茂 李和生 潘 茂 洪

(南京大学物理系)

(南京无线电元件十九厂)

茅保华 盛永喜

(南京固体器件研究所)

1983年12月29日收到

利用 CW-CO₂ 激光辐照代替热合金化,制成了良好的 AuGeNi/n-InP 和 Au/AuGeNi/n-InP 欧姆接触。由激光合金化获得的接触电阻率可与热合金化的最佳值相比。俄歇电子能谱分析表明,合金的组份得到了较好的混合,而且在界面附近形成了 Ge 的分布峰,因而导致良好的欧姆接触。

一、引 言

欧姆接触的制备是化合物半导体器件制作中的重要环节之一。近年来用激光辐照制备欧姆接触取得了某些良好的结果^[1]。特别是 CW-CO₂ 激光,由于其波长较长(10.6 μ m),对半导体材料穿透较深,因而既可以从正面辐照,也可以作背面辐照,用以制备欧姆接触具有某些明显的优点^[2]。然而,有关用激光在 InP 材料上制备欧姆接触的报道还不多。

本文着重讨论用 CW-CO₂ 激光辐照,在 n-InP 上形成欧姆接触的实验结果。

二、实验方法

样品材料为掺 S 的 n 型 InP 单晶,浓度分别为 $1.52 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 和 $2.96 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。真空蒸发合金层有二种:一种是 AuGeNi 合金层,厚 2000 Å,组分为 88wt% Au, 12wt% Ge + 7wt% Ni;第二种是在第一种合金层上再增加一层金,即 Au/AuGeNi 合金层,厚 5000 Å/2000 Å。合金层光刻成直径为 10 μ m 的圆形接触点,接触点间距为 500 μ m。为测试方便采用了延伸电极。

合金化使用 36W 的 CW-CO₂ 激光,经聚焦后对样品作正面和反面扫描辐照。固定扫描速率为 0.9mm/s,用离焦改变激光功率密度 $\bar{P}(\text{W}/\text{cm}^2)$,变化范围为 10—100W/cm²。

用 E. Kuphal^[3] 改进的四触点法测量了接触电阻率 $\rho_c(\Omega \cdot \text{cm}^2)$ 及其随激光辐照功率密度 $\bar{P}$ 的变化。对用最佳激光功率密度辐照的样品作了俄歇电子能谱分析。此外,还用扫描电镜观察了样品的表面形貌。

三、实验结果及讨论

图 1 给出几种样品接触电阻率随激光功率密度的变化。在 40—60 W/cm² 的范围内, 可以获得最低的接触电阻。在低功率密度端, 合金化不充分, 尚未形成良好的欧姆接触, 所以接触电阻率高。激光功率密度过高时, InP 表面遭到破坏乃至分解, 接触电阻率又升高。激光合金化 $\rho_c - \bar{P}$ 变化类似于热合金化时 $\rho_c - T$ (温度) 的变化。

对于 AuGeNi/n-InP 样品, 衬底掺杂浓度 N 为 1.52×10^{17} 和 $2.96 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 时, 最低接触电阻率 ρ_c 为 $4.49 \times 10^{-6} \Omega \text{ cm}^2$ 和 $4.77 \times 10^{-7} \Omega \text{ cm}^2$ 。Au/AuGeNi/n-InP 样品, N 为 $2.96 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 的最低 ρ_c 为 $3.18 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{cm}^2$ 。衬底掺杂浓度提高一个数量级, 接触电阻率大约可以降低一个数量级。以 Au/AuGeNi 代替 AuGeNi, 不仅得到同样好的欧姆接触, 而且 Au/AuGeNi 合金与 InP 更便于键合并具有更好的机械性能。

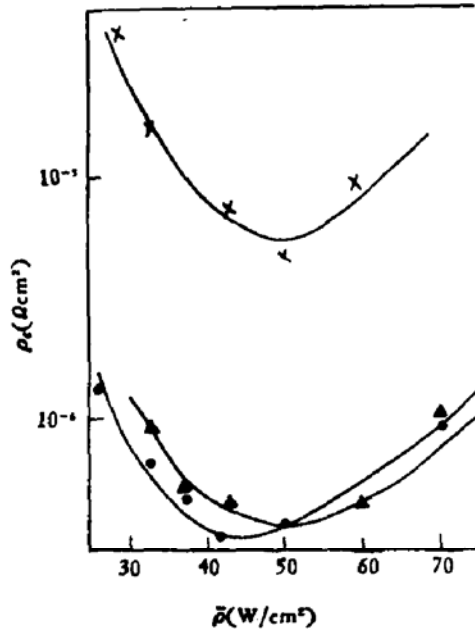


图 1 接触电阻率随激光功率密度的变化
 × AuGeNi/n-InP $N = 1.52 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$
 △ AuGeNi/n-InP $N = 2.96 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$
 ● Au/AuGeNi/n-InP $N = 2.96 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

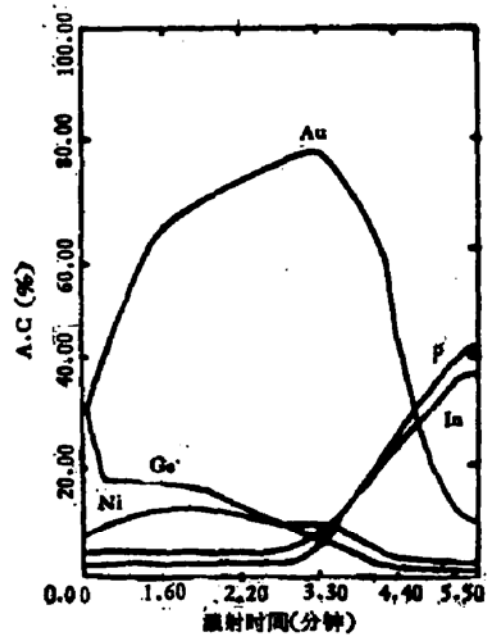


图 2(a) 未合金化时样品俄歇谱
 AuGeNi/n-InP $N = 2.96 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

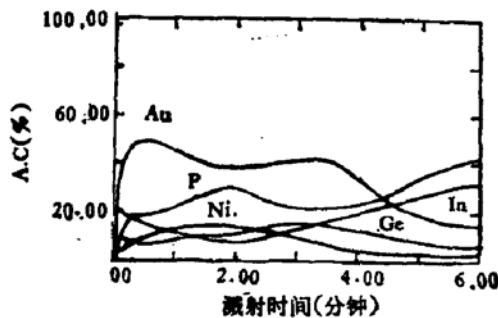


图 2(b) CW-CO₂ 激光合金化俄歇谱
 AuGeNi/n-InP $N = 2.96 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

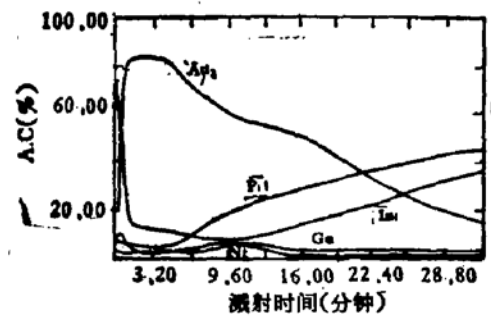


图 2(c) CW-CO₂ 激光合金化俄歇谱
 Au/AuGeNi/n-InP $N = 2.96 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

E. Kuphal 用热合金化所作 Ni/AuGe/n-InP 欧姆接触, 衬底掺杂浓度为 $8 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 时, 最低接触电阻率 $\rho_c = 1.2 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}^2$. L. P. Erickson 等人所作 Ni/Au/Ge/n-InP

接触, 在 $N = 3 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 时, 最低 $\rho_c = 3 \times 10^{-3} \Omega \text{cm}^{1/2}$. 将衬底掺杂浓度的影响估计在内, 我们用 CW- CO_2 激光辐照可以获得与热合金化大致相当的接触电阻率.

图 2 所示为用 CW- CO_2 激光辐照合金化前后, 相同掺杂浓度 ($N = 2.96 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) 样品的俄歇电子能谱分析结果. 给出了 AuGeNi/n-InP 和 Au/AuGeNi/n-InP 两种合金接触各组份的纵向分布. 由图 2(b)、(c) 与图 2(a) 相比较可见, 激光辐照后各种组份都得到较好的混合, 同时在界面附近出现一个 Ge 的分布峰, 即在界面附近形成高浓度的 Ge 掺杂层, 而 Ni 的分布则更靠近表面. 对于 AuGeNi/n-InP 接触 [图 2(b)], Ge 与 Ni 的缔合较少. 对 Au/AuGeNi/n-InP 接触 [图 2(c)], 虽然 Ni 与 Ge 缔合较多, 但各种组份混合得更好, 仍然导致了较好的接触特性.

图 3 所示为扫描电镜拍摄的 CW- CO_2 激光辐照后合金化表面的形貌. 可以看出, 激光合金化得到的表面形貌是比较好的.

综上所述, 用 CW- CO_2 激光辐照在 n-InP 上制备欧姆接触, 与热合金化相比, 接触电阻率大致相当, 表面形貌良好. 由于 CO_2 激光对 InP 的高穿透率, 可作正、反两面的选择辐照, 在大规模集成电路和浅结器件制作中, 希望避免高温炉热合金化时, CW- CO_2 激光辐照合金化可能有其独特的长处.

参 考 文 献

- [1] Gisela Eckhardt, *Laser and Electron Beam Processing of Materials*, ed. C. W. White and P. S. Percy, (1980) p. 467.
- [2] 邹世昌, 林成鲁, *物理学报*, **31**, 38(1982).
- [3] E. Kuphal, *Solid-State Electronics*, **24**, 69 (1981).
- [4] L. P. Erickson, A. Waseem and G. Y. Robinson, *Thin Solid Films*, **64**, 421 (1979).

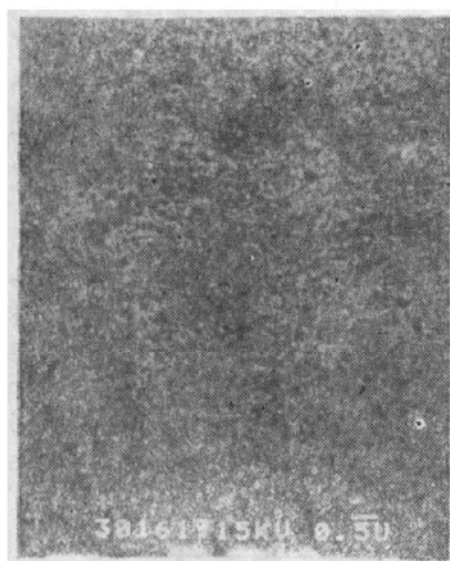


图 3 CW- CO_2 激光辐照合金化
表面形貌 $\times 10000$

AuGeNi/n-InP $N = 2.96 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$,
 $P = 43 \text{W/cm}^2$

Fabrication of Ohmic Contact on n-InP by CW-CO₂ Laser

Zhu Bing, Bao Ximao, Li Hesheng

(Department of Physics, Nanjing University)

Pan Maohong

(Nanjing Radio Devices 19 Factory)

Mao Baohua and Sheng Yongxi

(Nanjing Solid State Devices Research Institute)

Abstract

A good Ohmic contact of AuGeNi/n-InP and Au/AuGeNi/n-InP has been prepared by CW-CO₂ laser irradiation instead of thermal alloying. The specific contact resistances achieved by laser irradiation can be compared with the best results obtained by thermal alloying. AES analysis shows that a good intermixing of various constituents has been obtained. A peak of Ge distribution near the interface is formed, which makes the contact excellent.