

# Al-Si 接触的快速热退火

陈存礼 彭 辉 李联珠

(南京大学物理系,南京)

1987年2月10日收到

本文报道了用常规管式炉 30 秒钟快速热退火代替常规热合金化做 Al-Si 欧姆接触的简捷方法。通过俄歇电子能谱、扫描电子显微镜、接触电阻率和 PN 结反向电流的研究证实该法能有效地抑制导致浅结器件失效的 Al-Si 互扩散现象,从而达到保持良好结特性的欧姆接触。

**主题词:** 欧姆接触,快速热退火,接触电阻率

## 一、引言

硅器件与集成电路中广泛采用 Al-Si 接触经合金化(例如在 N<sub>2</sub> 气氛下于 500℃ 加热 20 分钟)作为欧姆接触。这一工艺由于高温和长时间的热处理,硅被熔解并且穿透到铝层上来,在界面的某些缺陷处,因硅的择优熔解而形成蚀坑,于是铝沉淀到这些蚀坑中导致 PN 结的特性变坏甚至短路而出现尖峰效应<sup>[1]</sup>。这种现象对大规模集成电路和浅结器件尤为严重,常会引起器件失效<sup>[2]</sup>。已提出一些方法可以克服因 Al-Si 之间的严重互扩散而出现的尖峰效应<sup>[3-8]</sup>。

本文提出用常规的管式炉进行 30 秒钟的快速热加工代替常规的热合金化以解决大规模集成电路和浅结器件中由于合金化而导致的结的特性变坏甚至短路的问题。通过俄歇电子能谱、扫描电子显微镜,以及接触电阻率和 PN 结反向电流的检测,研究它们的接触性能。

## 二、实验

取 P 型(111)直拉 10Ω·cm 的硅单晶抛光片,经标准平面工艺做成用于测量接触电阻率的结构图形,并同时做上一批二极管。把样品分成两组,一组在管式炉中从 350℃ 到 500℃ 每隔 25 度进行 30 秒钟的快速热退火<sup>[9]</sup>;另一组则进行 500℃ 20 分钟的常规热合金化。

## 三、结果和讨论

用线性传输线模型<sup>[9,10]</sup>测得接触电阻率  $\rho_c$  的温度关系如图 1 所示。随着温度的升高,30 秒钟快速热退火的  $\rho_c$  值缓慢降低,经 425℃ 便急剧减小,然后从 475℃ 开始趋近于常

规热合金化的  $\rho_e$  值。

在反向电压为 1V 的条件下测得 475°C, 500°C 30 秒钟快速热退火的反向电流较常规热合金化的小半个量级, 仅比未退火的略大一点, 结合图 1 表明其结特性并未因热处理而变差, 仍然保持良好。

检测一下 Al-Si 接触的界面形貌图 2(见图版 I) 就可知道这是由于常规热合金化在高温长时间的热处理过程中, 接触界面某些局部不均匀的缺陷处 Al-Si 互扩散较为严重, 从而导致结的特性变坏。快速热退火特别是 475°C 的 30 秒钟快速热退火样品, 卓有成效地抑制了 Al-Si 互扩散现象。

俄歇电子能谱的研究证实 Al-Si 的界面因热处理向体内推移极小, 几乎与未退火的情况一样(图 3(a) 和 (b))。而常规热合金化的则推移较多(图 3(c)), 其 Al-Si 的互扩散较为严重。

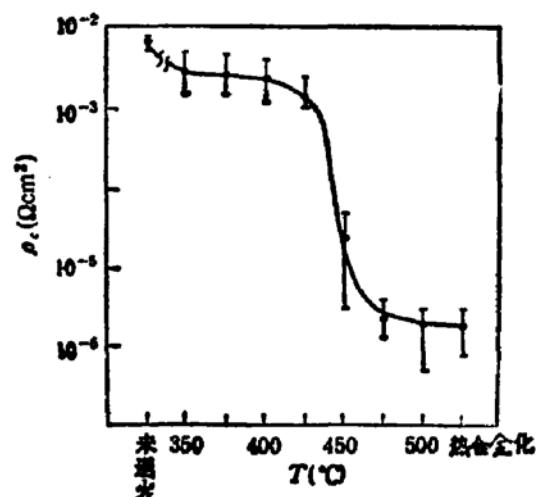


图 1 管式炉 30'' 快速热退火的  $\rho_e$  与  $T$  的关系曲线

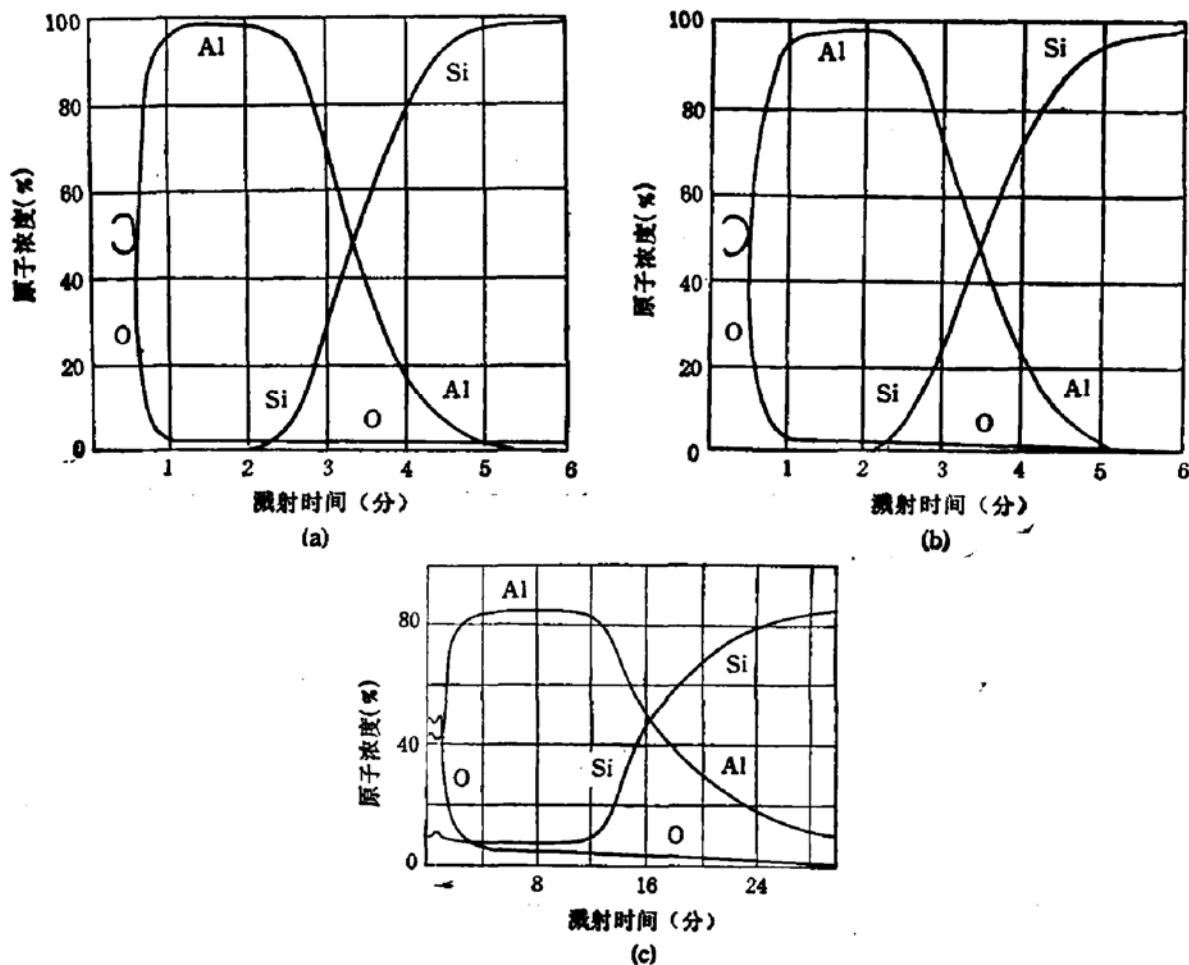


图 3 Al-Si 接触不同热处理的俄歇深度分析  
(a) 未退火 (b) 475°C 30'' 快速热退火 (c) 常规热合金化

## 四、结语

本方法在生产工艺上无需增添什么设备,工艺简单,效果良好,时间大大缩短,能有效地抑制 Al-Si 互扩散,性能比常规热合金化的优越。这在提高生产效率方面为发展电子工业提供了一个途径,利于在生产上推广应用。

本工作中的样品制备得到南京特种器件厂的大力支持,特此表示感谢!

## 参 考 文 献

- [1] P. A. Tatta and R. P. Sepher, *IBM J. Res. Dev.*, 13 226(1969).
- [2] L. A. Berthoud, *Microelectronics and Reliability*, 16 165 (1977).
- [3] H. H. Hosack, *J. Appl. Phys.*, 44 3476 (1973).
- [4] C. J. Kircher, *J. Appl. Phys.*, 47 5394 (1976).
- [5] L. S. Hung, J. W. Mayer, M. Zhang and E. D. Wolf, *Appl. Phys. Lett.*, 43 1123 (1983).
- [6] 陈存礼, 范仁永, 半导体学报, 4, 502(1983).
- [7] 陈存礼, 电子学报, 12, 105(1984).
- [8] T. J. Faith and C. P. Wu, *Appl. Phys. Lett.*, 45, 470(1984).
- [9] 陈存礼、彭辉、李联珠, 半导体技术, No.3(1987).
- [10] H. H. Berger, *Solid-state Electronics*, 15, 145 (1972).
- [11] 陈存礼, 半导体杂志 No. 11, 32(1986).

## **Rapid Thermal Annealing of Al-Si Contacts**

Chen Cunli Peng Hui and Li Lianzhu

*(Department of Physics, Nanjing University)*

### Abstract

A simple and direct method, Al-Si ohmic contact achieved by utilizing rapid thermal annealing for 30 sec of conventional furnace instead of conventional sintering, is reported. AES, SEM, specific contact resistance and PN junction reverse current investigations show that Al-Si interdiffusion phenomenon which causes the failure for shallow junction device can be restricted effectively, therefore ohmic contact with good junction property can be achieved.

**KEY WORDS :** Ohmic contact, Rapid thermal Annealing, Specific contact resistance