

# 多量子阱结构不均匀性的 TEM 观察

范 熨 文

(中国科学院半导体研究所,中国科学院北京电子显微镜实验室,北京)

1987年1月19日收到

用横断面透射电子显微镜 (XTEM) 技术对分子束外延 GaAs-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 多量子阱结构进行了观察,实验结果表明光荧光发射谱的宽化可能和阱宽的不均匀性有关。

**主题词:** GaAs-AlGaAs, 多量子阱, 分子束外延, 横断面透射电子显微镜, 光荧光

近年来,随着超薄层半导体材料的发展,横断面透射电子显微镜 (XTEM) 和高分辨电子显微镜 (HREM) 技术由于被认为是观察分析异质结界面和多量子阱合金层中毫微米数量级的结构和成份不均匀性及原子尺寸的过渡层厚度的唯一直观可靠的方法而受到关注。在很短的时间内就报道了许多可喜的研究成果<sup>[1-4]</sup>,证明了电子显微术在研究超薄层结构方面的极大威力。本文介绍了利用电子显微镜开展多量子阱结构分析的初步结果。

用分子束外延方法在 GaAs 衬底上先生长了成份为 Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 的缓冲层,然后再生长具有五个周期的 GaAs-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 的多量子阱,其中  $x_1 \approx 0.4$ ,  $x_2 \approx 0.2$ 。图 1 为其能带示意图。经测量大部分样品均能给出尖锐的荧光谱,但从其中的 No. 86057 样品上得到的荧光谱半高宽较大 (见图 2)。为研究其原因,选定该样品进行横断面透射电子显微镜 (XTEM) 观察。

首先,沿垂直生长界面的方向将样品切成小条,再用环氧树脂将小条面对面地粘起来,待树脂完全固化后用机械抛磨使样品的厚度低于 40 μm,然后放入氩离子减薄机中进行轰击。离子减薄过程中使用的电压通常低于 3kV,离子束入射角低于 20°,整个过程中保持样品电流尽可能地小。这种条件下样品的减薄速度大约为 1 μm/小时。应用中国科学院北京电子显微镜实验室的飞利浦 EM420 型透射电子显微镜对所制得的电子透明试样进行显微观察。

图 3\* 为该样品在 (002) 衍射条件下摄取的中心暗场像,暗条纹为 GaAs,亮条纹为 Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As,这种明、暗条纹衬度的形成是由于 Ga 和 Al 的结构因子不同从而对于 (002) 衍射斑点强度的贡献不同所致。从该图可见各层的厚度不十分均匀。另外,个别部位的厚度变化相当明显,如图 4 中箭头处表明由于 Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 缓冲层不平整造成的第一、二个量子阱变窄。所以, No.86057 样品的荧光发射谱宽化可能和量子阱厚度的不均匀性有关。

\* 图 3,图 4 见图版 I。

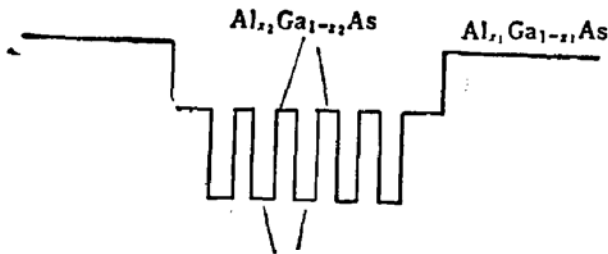


图1 多量子阱结构的能带示意图

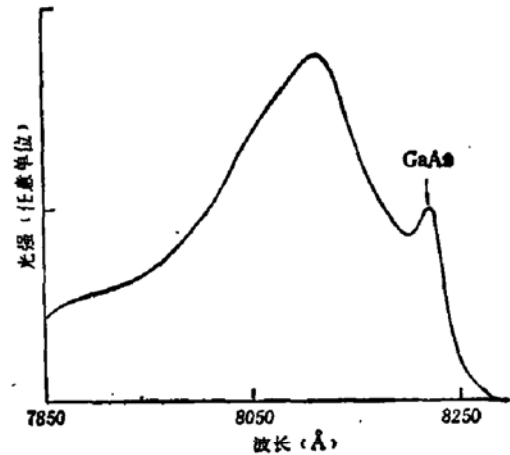


图2 多量子阱光致发光发射谱 (77K)

本工作得到孙殿照、梁基本、曾一平和张永航等同志的热情帮助和支持，在此一一致谢。

## 参 考 文 献

- [1] K. Kajiwara, H. Kawai, K. Kaneko and N. Watanabe, *Jpn. Appl. Phys.*, 21, L85(1985).
- [2] K. Kifune, S. Kajii, Y. Komura, N. Sano and H. Terauchi, Proc. XIth International Congress on Electron Microscopy, Kyoto (1986), p. 1475.
- [3] H. Kakibayashi and F. Nagata, Proc. XIth International Congress on Electron Microscopy, Kyoto (1986) p1495.
- [4] H. Ichinose, T. Furuta, H. Sakaki and Y. Ichida, Proc. XIth International Congress on Electron Microscopy, Kyoto (1986) p1483.

## Cross-Sectional TEM Observation of Non-Uniformity in Multiple Quantum Well Structures

Fan Tiwen

(Institute of Semiconductors, Academia Sinica, Beijing Laboratory of Electron Microscopy, Academia Sinica, Beijing)

### Abstract

Cross-sectional TEM observation of GaAs-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As multiple quantum well structure grown by molecular beam epitaxy has been carried out. The results show that broadened emission band of photoluminescence is probably due to non-uniform size of the wells.

**KEY WORDS:** GaAs-AlGaAs, Multiple quantum well, MBE, Cross-sectional TEM, Photoluminescence