

研究快报

GaAs-Al_xGa_{1-x}As DH 发光管 的压力调频研究

赵学恕 李国华 汪兆平 韩和相 石志文 王丽明
(中国科学院半导体研究所)

唐 汝 明
(中国科学院物理研究所)

1986年2月3日收到

本文提出一种用压力调频半导体发光器的方法。用金刚石对顶压结构对 GaAs-Al_xGa_{1-x}As DH 发光管作了静压调频的测量(300K)。给出一种能实现电隔离的封垫结构,在 10kbar 范围内测得发光管的发光峰的压力系数为 9.8meV/kbar, 发光波长随压力连续移动近 500 Å (从 8300—7800 Å)

目前的半导体激光器和发光器大多采用 Al_xGa_{1-x}As 双异质结 (DH) 结构, 它不但具有良好的晶格匹配, 同时又对载流子加以限制, 从而大大地提高了发光效率。改变 Al_xGa_{1-x}As 的 X 值, 可以改变发光的波长, 从而满足各种实际需要。为保证有源区的 Al_xGa_{1-x}As 处于直接带, x 值的变化范围为 0 < x < 0.45。因此要求不同频率的发光器和激光器就要从研究制备不同禁带宽度的 Al_xGa_{1-x}As 材料作起, 而器件的频率也只能是分立的, 不可能实现连续可调的要求, 即使用外腔进行调频其可调范围也是十分有限的。这样就大大的限制了半导体激光器的应用范围。因此如何实现宽带可调频率的半导体激光器和发光器已成为当前国际上研究的重要课题。

半导体的压力光谱研究证实压力可以改变半导体的能带结构^[1]。其效应类似于合金组分变化的作用。例如静压使 GaAs 的 Γ 谷能量升高 10.5meV/kbar, L 谷的能量上升 4.5meV/kbar, 而 X 谷的能量下降 1.5meV/kbar^[2]。其效应用同 Al_xGa_{1-x}As 材料的能带结构随组分的变化相似。因此有可能用压力方法实现对半导体激光器和发光器进行调频的目的。通过改变压力可以用一种 GaAs-Al_xGa_{1-x}As DH 发光器(或激光器)代替所有组分的 Al_xGa_{1-x}As 器件, 并能实现连续, 重复可调的目的。

为使这种压力调频的 DH 发光器具有实用性, 我们采用金刚石对顶压结构, 它具有体积小, 压强高, 可逆性以及使用方便等优点。但最大的缺点是难以解决电隔离问题。目前尚未见到有关这方面的报道。通过反复的实验, 我们已初步找到在金刚石对顶压结构上实现电隔离的方法。图 1 是我们用金刚石对顶压结构实现压力调频 GaAs-Al_xGa_{1-x}As

DH 发光器的示意图。实验过程大体如下,先用油压机将软陶瓷片预压为厚 0.15mm 的薄片,用 epoxy 胶将此片粘在上下两个金属片之间,然后用金刚石对顶压机压至 40kbar,之后在压成的凹形坑中心打一个直径为 0.5mm 的孔用作压室,把压好上下电极的二极管芯结面朝上放入孔中,将装好的压垫原位放到下金刚石上,再轻压两个金刚石使上下两个

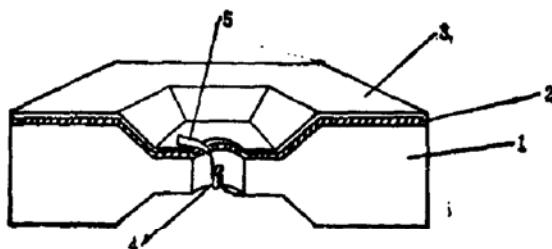


图 1 实验所用压力调频结构的示意图。1 是 0.5mm 厚的不锈钢压垫用作下电极, 2 是介质隔离层用氧化铝陶瓷, 3 是 0.1mm 厚的钢片作上电极, 4 是 GaAs-Al_xGa_{1-x}As DH 发光管, 5 为二极管的引线

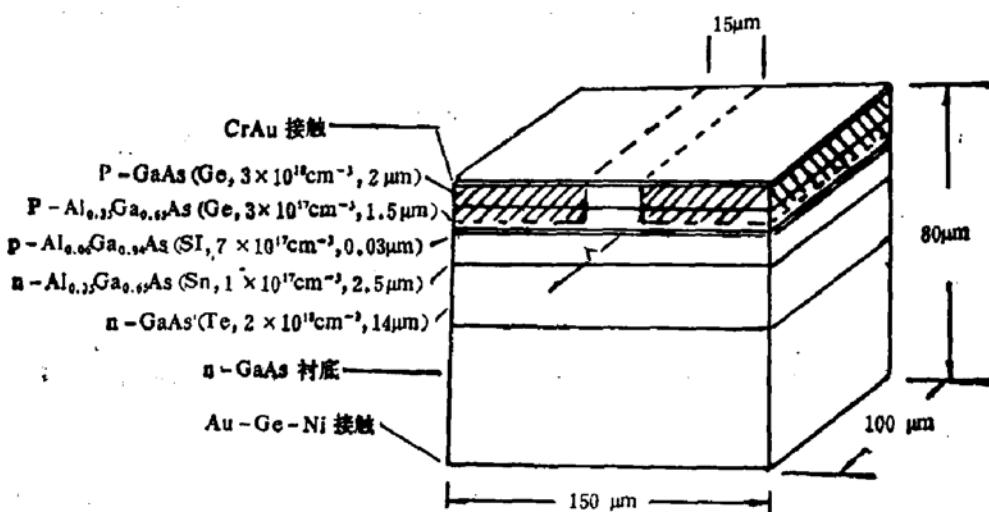


图 2 实验所用 GaAs-Al_xGa_{1-x}As DH 发光管结构的示意图

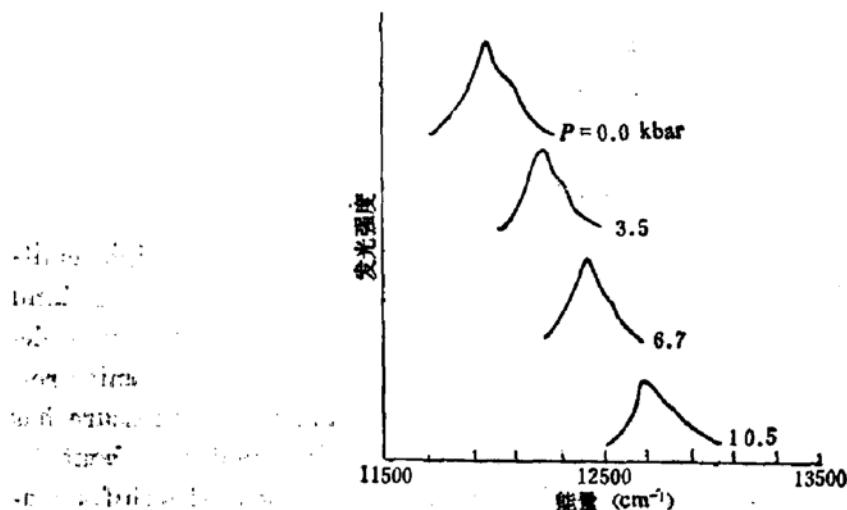


图 3 发光管的发光峰随压力的移动(室温, 注入电流为 25mA)

金丝引线成薄片并压合在压垫的上下电极上，最后在孔中注入甘油式甲醇和乙醇的混合溶液（体积比 4:1）用此种方法制备的电隔离封垫可达 30kbar。

图 2 是实验所用 $\text{GaAs}-\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ DH 发光管芯的结构和尺寸，由本所激光器研究组制备。有源区的 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 的 x 值为 0.06，常压下的发光波长为 $8200\text{~}8300\text{ \AA}$ 。图 3 是用上述方法在 10kbar 范围内测量发光管的频率随压力的变化行为。测量温度为室温，注入电流为 25mA。随压力增加发光峰的能量向高能移动，其压力系数近似为 9.8meV/kbar，在此压力范围未见发光强度明显下降。其发光波长连续变化近 500 \AA （从 $8300\text{~}7800\text{ \AA}$ ），预计用此种 DH 发光管其有效的调频范围可达 1200 \AA 。目前尚未实现压力调频的半导体激光器的实验。

上面的初步研究结果说明完全有可能用金刚石对顶压结构实现对发光管的宽带压力调频并作到连续，重复，稳定。但目前的主要问题是电隔离封垫的可靠性差，压力过高陶瓷介质将挤入孔中导致电极短路。另外二极管的引线在加压过程中受有应力往往脱落。这都是些有待进一步解决的问题。

本课题的提出受到王启明所长，黄昆和何寿安教授的热情支持，对此表示诚挚的感谢。

参 考 文 献

- [1] Zhao Xueshu, et al., *Chinese Physics Letter*, 1 19 (1984).
- [2] Wolford, D. J and Bidley, J. A, *Solid State Commun.*, 53 1069, (1985).

Study of Modulating Frequency on $\text{GaAs}-\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ DH Light Emitting Diodes

Zhao Xueshu, Li Guohua, Han Hexiang, Wang Zhaoping, Shi Zhiwen,
Wang Liming

(Institute of Semiconductors, Academia Sinica)

Tang Ruming

(Institute of Physics, Academia Sinica)

Abstract

Hydrostatic pressure measurements (10 kbar) on $\text{GaAs}-\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ DH light emitting diodes have been studied with the diamond anvil cell at room temperature. A kind of composite gasket has been developed which serves the dual purpose of providing electrical insulation for the leads and a sample which allows the diamonds to transmit pressure to the sample via a pressurizing fluid. The emission spectrum versus pressure has been monitored. The pressure coefficient of the DH light emitting diodes is about 9.8 meV/kbar. In 10 kbar region the wavelength of the DH light emitting diodes shifts continuously about 500 \AA from 8300 \AA to 7800 \AA .