

然后沿[011]方向光刻腐蚀10微米宽的沟槽,槽深必须大于 $p$ -GaAs扩散层。腐蚀液用乙二醇+磷酸+ $H_2O_2$ ,用这种腐蚀液能得到平整光滑的槽底面,对生长好的外延层很有利。接着进行外延生长,生长回层: $n$ - $Al_{0.3}Ga_{0.7}As \sim 1.5$ 微米, $p$ -GaAs $\sim 0.3$ 微米, $p$ - $Al_{0.3}Ga_{0.7}As \sim 1$ 微米, $p$ -GaAs $\sim 1.5$ 微米。欧姆接触, $p$ 边面Cr-Au, $n$ 边面Au-Ge-Ni。单个管芯用解理法获得, $L \sim 300$ 微米,宽约300~400微米。

测量了这种激光器的阈值电流。其典型的脉冲阈值为160~300毫安,直流阈值为200~320毫安。观测了这种激光器的远场、近场及其随注入电流变化的情况,在阈值以上,直到阈值的2倍,其远场和近场的形状保持不变。说明这种激光器横模比较稳定。用 $x$ - $y$ 记录器记录了 $L$ - $I$ 特性曲线,所记激光器到20毫瓦/每端面未出现扭曲。光谱测试表明, $\Delta\lambda \sim 4$ 埃,在阈值以上随电流增加,模式变得单纯,谱线变得更窄。由于温度效应,受激波长向长波移动。

直接测量了沟槽区外 $p$ - $n$ - $p$ - $n$ 结构限制电流的能力,表明漏过 $p$ - $n$ - $p$ - $n$ 结构的电流完全可以忽略。指出近场向两侧延伸和阈电流大是由于电流的横向扩展引起的。主要原因是第一外延层 $n$ - $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ 掺杂浓度太高(约 $10^{18}$ 厘米 $^{-3}$ ),薄层电阻太小之故。所以降低第一层的掺杂可望大大降低阈值电流。

为了得到圆弧形的作用区,必须很好地控制外延的填平效应。文中指出了填平效应与沟槽宽度、沟槽边的陡度以及沟槽底面的形貌有关。

## 选择腐蚀技术与化学腐蚀腔面激光器

中国科学院上海光机所 朱筱春 王海龙

近年来,在半导体激光领域中,对单块集成光路中光源的研究成为一个很重要的课题。为了制作集成器件,将有源元件——如激光光源集成到回路中去,就不能采用通常的解理方法,而需寻找其他方法制作谐振腔。如采用光栅的分布反馈、分布Bragg反射器、集成干涉反射器等代替解理镜面的光反馈,或采用VPE、LPE选择生长技术等直接生长高质量的光学镜面,或利用干湿法腐蚀技术制作反射镜面,提供光反馈。

本文对选择腐蚀进行了实验研究,并采用光刻技术制成了腐蚀腔面激光器。

腐蚀实验选取(100)取向的 $n$ -GaAs样品,表面沉积Au-Cr合金或溅射 $SiO_2$ ,分别沿[011]和[0 $\bar{1}$ 1]方向光刻50微米宽的条形掩膜,采用表1中十种溶液进行了选择腐蚀。

通过实验我们发现:

1. 十种溶液腐蚀的轮廓都与晶向有关;
2. [011]解理截面的腐蚀轮廓,十种溶液腐蚀的结果都相似,成梯形结构;
3. [0 $\bar{1}$ 1]解理截面的腐蚀轮廓与(011)解理截面不同,呈杯形。

溶液 $N_{04}$ 在(011)解理截面的腐蚀轮廓,靠台顶比较直。而溶液 $N_{03}$ 、 $N_{09}$ 、 $N_{010}$ 则得到更加平直的腐蚀侧面,对台面取向与解理面成 $45^\circ$ 。用溶液 $N_{06}$ 也得到平直的腐蚀侧面。

4. 溶液 $N_{03}$ 、 $N_{09}$ 、 $N_{010}$ 不能用光刻胶作腐蚀掩膜,只能用金属或 $SiO_2$ ,其余各溶液则都可用光刻胶作腐蚀掩膜。

腐蚀实验结果表明,在制作各种集成光学元件中,可以根据腐蚀轮廓、腐蚀速率及所用掩膜,选择适当的腐蚀溶液,例如采用溶液 $N_{01}$ 、 $N_{03}$ 、 $N_{04}$ 、 $N_{010}$ 可获得较平直、光亮的腐蚀侧面,因此用作腔面腐蚀比较合适。选择腐蚀还可广泛用于有源、无源元件的制作方面,如在GaAs上制作各种齿形的衍射光栅、三维波导、集成器件及其它单个DH激光器。

我们采用LPE生长的四层DHGaAs-GaAlAs片子,质子轰击30微米宽的条形,用溶液 $N_{04}$ , $52^\circ C$ 下,腐蚀3分钟,再经 $H_2O_2$ - $NH_4OH \rightarrow pH \approx 7$ ,对GaAs选择腐蚀2分钟,以及用溶液 $N_{03}$ 、 $20^\circ C$ 腐蚀10分钟形成台面结构,用这种结构获得了室温脉冲受激发射,100千周/秒脉冲下,最低阈值电流密度为3.8千安/厘米 $^2$ 。光谱峰值波长为8815埃,半宽14埃。观察了激光远场、近场辐射图样及测量了光束分布轮廓。

表 1 几种腐蚀溶液的成分和选择腐蚀特性

溶 液 NO	腐 蚀 剂 成 分	腐 蚀 膜	台面取向	腐蚀温度 (°C)	腐蚀速率 (微米/分)
1	$\text{CH}_3\text{OH}:\text{H}_3\text{PO}_4:\text{H}_2\text{O}=3:1:1$	光刻胶	[011] [011]	35 35	2 2
2	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH}_3)\cdot\text{H}_2\text{O}:\text{H}_2\text{O}:\text{H}_2\text{O}_2=1.5\text{g}:3\text{ml}:1.5\text{ml}$	光刻胶	[011] [011]	42 42	1.6 1.6
3	1 克分子 $\text{NaOH}:30\%\text{H}_2\text{O}_2:30\%\text{NH}_4\text{OH}=5:1:1$	$\text{SiO}_2$ 金 属	[011] [011]	23 23	1 1
4	$\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=3:1:1$	光刻胶	[011] [011]	50 50	3 3
5	$\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=1:1:8$	光刻胶	[011] [011]	23 23	1.5 1.4
6	$\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=1:8:1$	光刻胶	[011] 与 [011] 成 45°	25 25 19	9 8 6
7	$\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=1:8:8$	光刻胶	[011] [011]	24 24	4.5 4.5
8	$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}:\text{H}_3\text{PO}_4:\text{H}_2\text{O}_2=20:5:1$	光刻胶	[011] [011]	35 20	0.4 0.2
9	5% $\text{NaOH}:\text{H}_2\text{O}_2=5:1$	$\text{SiO}_2$	[011] [011]	23 23	1.2 1.5
10	$\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2=1:2$	$\text{SiO}_2$	[011] [011]	23 23	5 4

用同样方法,也制成了衬底沟槽腐蚀腔面激光器。并曾采用一端解理、一端腐蚀腔面制作激光器,阈值电流降低,这表明这种腐蚀腔面质量尚比解理腔面差些。

这种化学腐蚀腔面激光器,如进一步选取适当厚度的  $\text{SiO}_2$  作为掩膜及介质匹配层,并用 VPE 生长波导技术,就可实现光源与波导耦合组成的单块集成结构。

## PIM-IM 光纤传输电视的实验

中国科学院吉林物理研究所 范俊清 赵鲁光 刘洪举 战振庆 刘 林

以半导体激光器作光源的 PIM-IM 光纤通讯系统具有脉冲占空比小的优点,适用于近距离传输电视或频分多路电话。本实验是利用我所二室研制的室温连续双异质结激光器及上海硅酸盐研究所研制的光纤进行的。

这一实验系统的主要性能如下:光脉冲宽度(1/2 高度处的宽度)是 6 毫微秒,平均取样频率 22.2 兆赫,信号基带宽度 6 兆赫,调制指数 0.30,接收机前置放大器带宽 200 兆赫,增益  $\geq 60$  分贝,激光器输出峰值光功率  $\sim 10$  毫瓦,光纤总损耗 13 分贝,最低接收光功率(PIN)  $-23$  分贝毫瓦,解调电视信号信噪比  $\geq 50$  分贝。

进行这一实验时采取的主要措施是:

(1) 为了克服毫微秒脉冲调制半导体激光器时出现的拖尾和弛豫振荡,对半导体激光器施以 90 毫安的预偏电流。

(2) 为保证无失真放大 6 毫微秒脉宽的光脉冲,在接收端研制了 200 兆赫带宽、增益  $\geq 60$  分贝的前置放大器。利用 PIM 探测器,此放大器对 6 毫微秒脉宽光脉冲( $-23$  分贝毫瓦)放大后波形基本未变,脉宽