

般胶剂粘结的 He-Ne 激光管, 而接近于美国休斯公司的水平, 这是由于“全密封” He-Ne 激光管的腔体可调, 精度可达到最佳。而一般胶粘激光管受到加工精度与贴片精度的限制, 使其不易达到最佳精度。

2. “全密封” He-Ne 激光管的功率稳定度远远超过一般胶粘激光管, 与美国休斯公司生产的 He-Ne 激光管相当, 我们认为这是由于不用钨杆电极而使得管壳温度分布均匀的原因。

3. 其它的光电参数基本上相差不大, 达到一般 He-Ne 激光管要求的技术标准。

4. 可靠性我们做了下述几项例行试验:

项 目	规 范
振动试验	4g、50 Hz、30'
振动稳定性	4g、30 Hz、15'
高温试验	+70°C±2°C 2小时
低温试验	-50°C±3°C 2小时
潮湿试验	40°C 93~97% 48小时
跑车试验	3级路面 300公里
热冲击试验	135°C 半小时重复 12次

经上述例试后, 激光管光电参数无明显变化。

(国营七四〇厂 肖开亮 鲁国洪 郭良敬
吴宝林 蒋伯荣 1980年11月6日收稿)

采用复合技术提高 Nd:YAG 激光器的效率

Abstract: This paper describes the feature of higher energy conversion efficiency when a Nd:YAG laser medium is used for amplification. The energy conversion efficiency is higher. In general single rod Nd:YAG laser oscillators, the same laser rod is used both as oscillator and amplifier, thus the conversion efficiency is raised. It is especially obvious at low pumping energy. This is known as “the Composite technology”.

所研究的单灯、单棒、单椭圆柱聚光器等构成的普通 Nd:YAG 激光器示意图如图 1。

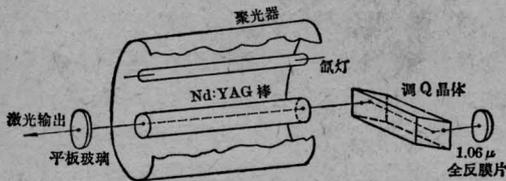


图 1 普通 Nd:YAG 激光器示意图

如图 2 所示, 将 YAG 棒的体积 V 划分为两个部分(不是将 V 切开成两块), 分别令为 V_1 、 V_2 。且

$$V_1 = V_2 = S'L$$

其中

$$S' = \frac{S}{2}$$

式中 S 为介质横截面积; L 为介质长度。并使 V_1 作振荡运转, V_2 作放大运转, V_1 之输出即作为 V_2 之输入。于是得到了一种新的器件结构形式, 这里称之为“复合”激光器。

图中氙灯、Nd:YAG 棒分别置于聚光器的两条焦线上; ABCD 为设想中的 Nd:YAG 棒等分面。

器件主要元、部件参数为:

Nd:YAG 棒——实验中选用了两根圆柱形介

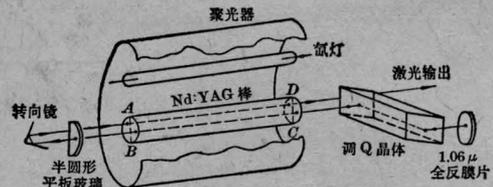


图 2 “复合”激光器示意图

质棒。一根为 $\phi 6 \times 64$ 毫米; 一根为 $\phi 7.69 \times 102$ 毫米, 棒两端面皆镀 1.06 微米增透膜。

氙灯——直管氙灯, $\phi 6_{\text{内}} \times 80$ 毫米。

聚光器——单椭圆柱形, 长轴 $2a = 40$ 毫米, 短轴 $2b = 36.66$ 毫米, 偏心率 $e = 0.4$, 焦距 $2c = 16$ 毫米, 柱高 $H = 90$ 毫米。

转向镜——直向棱镜, 斜面镀 1.06 微米增透膜层。

调 Q 晶体——平行四边形, 双 45° LiNO_3 晶体, 边长 $9 \times 9 \times 18.8$ 毫米。

首先将两根 Nd:YAG 棒分别与氙灯、聚光器等构成图 1 所示之普通激光器进行实验。再将同样的两根 Nd:YAG 棒分别与氙灯、聚光器等构成图 2 所示之“复合”激光器进行实验, 然后比较它们的实验结果。为此设:

表1 静态情况

泵浦能量 [焦耳]		19.2	24.3	30.0	36.3	43.2	50.7	58.8	67.5	76.8
器件效率 [%]	普通激光器			0.235	0.678	1.30	2.09	2.53	3.02	3.11
	“复合”激光器	0.367	0.580	0.940	1.55	2.12	2.50	2.99	3.23	3.31
效率比 K				4.01	2.29	1.63	1.20	1.18	1.07	1.06

表2 动态情况

泵浦能量 [焦耳]		19.2	24.3	30.0	36.3	43.2	50.7	58.8	67.5	76.8
器件效率 [%]	普通激光器			0.353	0.777	1.30	1.80	2.28	2.50	2.66
	“复合”激光器	0.367	0.580	1.06	1.55	1.96	2.50	2.82	2.98	3.11
效率比 K				3.00	2.00	1.51	1.39	1.24	1.19	1.17

表3 静态情况

泵浦能量 [焦耳]		12.7	14.7	19.2	24.3	30.0	36.3	43.2	50.7	58.8
器件效率 [%]	普通激光器			0.734	2.32	4.23	5.62	7.18	8.34	9.10
	“复合”激光器	0.554	1.92	3.85	6.10	7.50	8.54	8.96	9.56	9.95
效率比 K				5.25	2.63	1.77	1.52	1.25	1.15	1.09

表4 动态情况

泵浦能量 [焦耳]		12.7	14.7	19.2	24.3	30.0	36.3	43.2	50.7	58.8
器件效率 [%]	普通激光器			1.10	3.20	4.70	5.62	6.85	7.50	8.86
	“复合”激光器	0.554	1.44	3.30	4.94	6.80	7.58	7.99	8.90	9.10
效率比 K				3.00	1.54	1.45	1.35	1.17	1.19	1.03

$$K = \frac{\text{“复合”激光器效率}}{\text{普通激光器效率}}$$

K 为效率比。

实验结果:

对 $\phi 6 \times 64$ 毫米 Nd:YAG 棒, 实验数据如表 1、表 2。

对 $\phi 7.69 \times 102$ 毫米 Nd:YAG 棒, 实验数据如表 3、表 4。

由实验结果看出: 在保持 Nd:YAG 棒、泵浦灯、聚光器及其空间配置不变的情况下, “复合”激光器与普通激光器相比, 效率确实得到了提高。尤其是在低泵浦能量情况下, K 值可达数倍。

对于两根参数不同的 Nd:YAG 棒, 当将它们分别构成“复合”激光器时, 都得到了效率提高的结果。诚然, 因棒参数不同, 其效率提高值也不相同。

另外, 对“复合”激光器输出激光的发散度进行了初步测量和计算, 得出: 其发散角大约为 $3 \sim 5$ 毫弧度左右。

由于本文主要为了验证“复合”激光器方案的可行性, 且由于实验条件所限, 故未追求最高效率化及其它参数。

另外, 从实验结果中看出: 效率比 K 值随泵浦能量提高反而下降了。这一现象的可能解释如下:

(1) 增益饱和效应的影响

低泵浦能量时, V_1 之输出即 V_2 之输入讯号较小, V_2 之增益系数较大, 故 K 值较高。大泵浦能量时, 则近于大讯号情形, V_2 之增益系数趋于饱和, 这就导致了 K 值的下降。

(2) 非轴向振荡的影响

在“复合”激光器中, 由于激光振荡、放大两部分实际上为一个整体, V_1 之非轴向振荡必然会使 V_2 之储能降低。显然, 随着泵浦能量的提高, 这一影响亦愈大, 于是, K 值就降低。

对此, 若事先将激光介质棒切开成两个半圆柱体, 在切面上镀以部分透射膜层, 该膜层只让波长为 $0.4 \sim 0.9$ 微米的泵浦光通过, 而对 1.06 微米波长的光波加以阻隔, 然后, 再将它们合在一起。这样, 有可能部分解决 K 值随泵浦能量升高而下降的问题。

本工作得到工程师刘玉岩等同志的帮助, 借此表示感谢。

(西安应用光学研究所胡传国

1980年8月29日收稿)