

的分解。

因此,在用 CS_2 做非线性光学实验时,要注意控制光强,以免出现光分解。

参 考 文 献

[1] S. L. Shapiro; "Ultrashort Light Pulses Picose-

cond Techniques and Applications" Springer-Verlag, 1977, 142~145.

[2] M. T. Colles; *Opt. Commun.*, 1969, 1, 169.

[3] C. 西伯斯马; 《生物物理学引论》, 1979, 110.

(中国科学院上海光机所 孟绍贤 张伟清

康玉英 1981年4月27日收稿)

用超声振动镜调制 YAG 激光尖峰的实验

Abstract: Experiments and results of YAG laser spikes modulation by means of an ultrasonic vibration mirror are given in the paper. Also presented is the selection of related parameters in laser spike modulation.

一、引言

激光在热加工上的应用已为大家所熟悉,但是由于激光器的稳定性问题未能彻底解决,影响了激光在许多方面的应用。激光器输出不稳定的原因可归结为外部和内部两个方面。外部因素主要是电源和机械的稳定性、光泵的均匀性、光学元件的加工精度和腔结构等;内部因素主要是模式的驻波结构导致反转粒子空间分布的不均匀,或叫做反转粒子的空间空穴效应。本文介绍了在消除驻波效应上的实验结果。

众所周知,在激光器运转过程中,必定会出现驻波效应。光子密度的驻波分布造成了反转粒子的不均匀分布,使激光输出在时间上为一杂乱无章的尖峰,空间分布不规则。

驻波效应影响激光性能,已为大家公认。国外学者采用多种方法来消除驻波效应。我们采用超声振动全反射镜,通过改变腔的长度来消除驻波效应。

二、实验装置和结果

(1) 我们采用的超声振动镜调制 YAG 激光尖峰的装置如图 1 所示。当氙灯 4 以 30 次/秒重复频率开始泵浦后,由半反膜 3、YAG 棒 5 和带全反射镜调制器 7 组成的激光器开始自由振荡,输出一无规则的尖峰序列见图 2(a)。然后开启调制电源 8,带有全反射镜的压电超声振动调制器 7 开始以一个确定的频率作活塞式的轴向振动。随着调制器的振动,激光尖峰在调制后发生了变化。用光电管 2 接收,示波器 10 显示,照相机 9 摄下激光的调制尖峰波形,见图 2(b)。调制后的尖峰变成了有规则的排

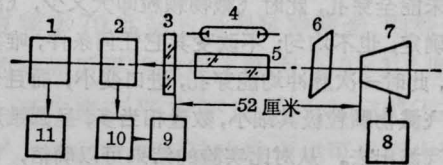
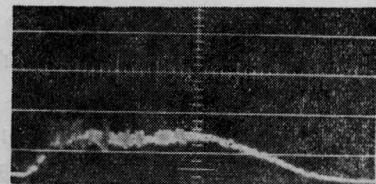
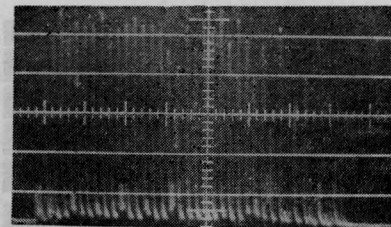


图 1



(a)



(b)

图 2

列,尖峰的幅度提高了二倍以上。照片的时标为 30 微秒/厘米,谐振腔长为 52 厘米。

(2) 调制后单个尖峰的半宽度,在 165 千周调制频率时测得为 160 毫微秒。在我们的实验中发现,当调制频率从 23 千周、92 千周、150 千周、165 千周、193 千周、250 千周、310 千周、440 千周变化时,随着调制频率的提高,尖峰周期缩短,半宽度变窄。

(3) 为了测量单个脉冲的输出能量, 在腔内加入电磁同步快门 6, 并移去光电管 2, 用热释电探头 1 接收单个脉冲能量, 电热释电能量计 11 显示脉冲能量值。调制后单个脉冲的能量比未调制时有所增长, 而且与泵浦能量有关。随着泵浦能量增加, 调制后输出能量增加率将下降 (调制频率为 165 千周)。

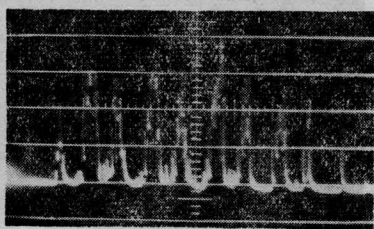
(4) 用 165 千周调制频率调制尖峰后, 光斑均匀性有明显的改善, 用光楔法测量发散角, 以 I/e 的强度为准, 在输入 48 焦耳时, 发散角从未调制时的 2.3 毫弧度变化到 1.8 毫弧度。

(5) 用调制的激光尖峰波形对刀片、不锈钢、红宝石、金刚石等材料作打靶和切割试验, 取得了令人满意的效果。以刀片加工过程为例作简单介绍, 我们用 23 千周、165 千周和 193 千周及其它频率作对比试验。未调制时一次脉冲不能穿孔, 甚至二次脉冲也未能全穿孔, 此时飞溅物颗粒即大又多, 飞溅方向不确定, 也不均匀; 不改变其它任何条件, 唯加调制, 此时一次脉冲均能穿孔, 进口变小, 而且也圆整。飞溅物颗粒极其细小, 数量相当多, 呈圆锥形向四周飞溅出去。从对比实验的结果可以确信, 调制后的序列尖峰对热加工是有利的。

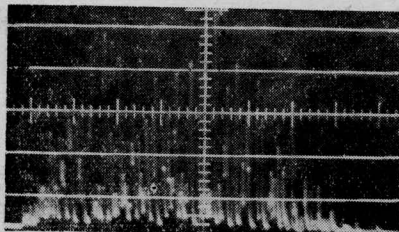
三、超声振动镜的调制机理及其讨论

我们在实验中发现调制频率和调制器的振幅以及泵浦功率三者对尖峰调制度有密切关系:

(1) 在 23 千周调制器上做实验时, 由于振幅大, 频率低, 得到一组尖峰序列, 自由振荡因有尖峰没有完全抑制 (见图 3(a))。



(a)



(b)

图 3

(2) 当调制器为 193 千周频率时, 由于所加的驱动功率较小, 振幅较小, 只有 0.1~0.2 微米。尽管频率提高, 但对激光尖峰的调制度还是不够理想 (见图 3(b))。当调制频率偏离调制器的谐振频率时, 造成振幅减小, 同样要影响调制度, 甚至不能达到调制的目的。

(3) 光泵功率和激光器阈值之比 ($A = \frac{W_{\text{泵}}}{W_{\text{阈}}}$) 对激光尖峰的调制度有密切关系。我们是在激光输出能量 200 毫焦耳左右时进行调制的, 此时 A 值通常在 7 以上, 大大地高于国外报导的 1.2~3 这个值, 就一定有较大的振幅。当输入从 35 焦耳增加到 74 焦耳时, 23 千周调制器的调制度没有明显变化, 而 193 千周的调制器的调制度明显变差。

(4) 调制后尖峰的强度 $I_{\text{调}}$ 和自由振荡时尖峰的强度 $I_{\text{自}}$ 之比 $\beta = \frac{I_{\text{调}}}{I_{\text{自}}}$, 随 A 增大而下降。我们实验中的 β 在 3 以上。

(5) 在振幅不大时, 增加调制频率, 实际上增加了速度, 也能使调制度变好, β 值变大。因此选择适当的调制频率, 提高振幅, 控制 A 值, 对调制激光尖峰是相当重要的。

我们采用压电陶瓷片作为超声振动调制器的振子, 加上一个增幅器, 既作散热器又提高振幅, 可连续工作数小时。调制器特点是元件较少, 通用性大, 能对各种波长进行调制, 也不受压电元件尺寸限制。其优点是无任何插入损耗, 而且能量还有所提高。几百千周大功率超声换能器和驱动源的设计和制作还缺乏经验, 有待于进一步提高和改进。

借此向沈湛群、吕建华、薛正源、章锦鸿、李海沧、沈冠群、唐武等同志及超声波仪器厂潘玉玺同志和同济大学魏墨鑫教授表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 固体激光导论编写组;《固体激光导论》, p. 365.
- [2] М. М. Маколов; *Опт. и спектр.*, 1975, **38**, № 4 ~6, 1025.
- [3] В. С. Идиямушн; *ЖЭТФ*, 1978, **75**, № 6, 2054.
- [4] Г. Н. Белова; *Кван. электр.*, 1979, **6**, № 8, 1740.

(上海市激光技术研究所 龚学清等*)

1981 年 1 月 19 日收稿

* 还有俞三程、王行亚、吴东风、张招娣、郑庭康、宋仁义。