

文章编号: 1001-3806(2002)01-0053-02

## 色散泵浦对受激布里渊散射反射率的影响\*

王晓慧 吕志伟 林殿阳 王超 赵晓彦 程永康

(哈尔滨工业大学光电子研究所, 哈尔滨, 150001)

**摘要:** 将宽带 KrF 激光通过棱镜进行色散, 在气压约为  $2 \times 10^6$  Pa 的 SF<sub>6</sub> 介质中进行受激布里渊散射的实验研究。通过与没有经过色散的 KrF 激光进行对比, 得到经过色散后的 KrF 激光作为泵浦光比没有经过棱镜色散的 KrF 激光作为泵浦光产生 SBS 的反射率高。

**关键词:** 色散 KrF 激光; 受激布里渊散射(SBS); 反射率

中图分类号: O437.2 文献标识码: A

## Effect of dispersive pump on reflectivity of stimulated Brillouin scattering

Wang Xiaohui, L Zhuwei, Lin Dianyang, Wang Chao, Zhao Xiaoyan, Cheng Yongkang

(Institute of Opto-Electronics, Harbin Institute of Technology, Harbin, 150001)

**Abstract:** Experimental investigation of stimulated Brillouin scattering(SBS) in SF<sub>6</sub> gas of  $2 \times 10^6$  Pa has been made with a broadband KrF laser dispersed by a prism. The results show that SBS reflectivity with dispersive KrF laser used as the pump laser is higher than that with KrF laser directly used as the pump laser.

**Key words:** dispersive KrF laser; stimulated Brillouin scattering(SBS); reflectivity

### 引言

受激布里渊散射(SBS)在近 20 年里得到广泛的研究<sup>[1~4]</sup>, 关于宽带泵浦对于 SBS 的影响也有所研究<sup>[5,6]</sup>, 作为惯性约束聚变驱动器主要候选者之一的卤素准分子 KrF 激光具有波长短、峰值功率高、宽频带、可重复频率和运行寿命长等优点, 因此, KrF 激光激励受激布里渊散射的研究和准分子激光的相位共轭腔的研究也得到了长足的发展<sup>[7,8]</sup>, 为了提高宽带泵浦 SBS 的反射率, 姚永邦等通过色散光栅研究 XeCl 激光光谱对 SBS 反射率的影响, 得到经过光栅泵浦法受激布里渊散射反射率高于直接泵浦法的反射率<sup>[9]</sup>。我们将 KrF 激光经过棱镜色散后作为 SBS 的泵浦光, 与不经过棱镜色散对比, 进行 KrF 激光在 SF<sub>6</sub> 介质中 SBS 的实验研究。

### 1 实验装置

实验装置如图 1 所示, 图 1a 为振荡器 KrF 激光没有经过棱镜作为 SBS 的泵浦光, 图 1b 振荡器 KrF

激光通过棱镜色散后作为 SBS 的泵浦光。振荡器使用 Lambda Physik 公司生产的商品准分子激光器 EMG102MSC, 振荡级谐振腔是由全反凹面镜、EMG102MSC 和 C<sub>1</sub> 组成。其中全反凹面镜曲率半径为 10m, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> 分别是激光器 CaF<sub>2</sub> 密封窗片, 这里直接用密封窗片作为输出片, 孔阑 A<sub>1</sub> 是为了抑制横模, A<sub>2</sub> 是为了滤去杂散光, 它们的孔径都是

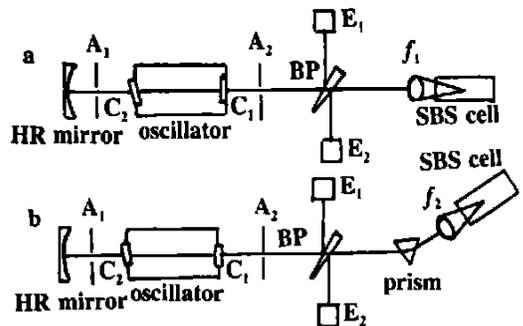


Fig. 1 Schematics of experimental arrangement

5mm, SBS 透镜焦距  $f_1$  与  $f_2$  为 3cm, SBS 的介质是 SF<sub>6</sub>, 气压约为  $2 \times 10^6$  Pa, 分束片采用的是石英裸楔片。激光波形测量采用滨松公司的 R1193U-02 型双平面光真空二极管, 它的峰值响应波长为 340nm, 响应波长范围为 180~ 650nm; 泵浦能量采用 Gentec 公司能量计; 示波器采用的是 TEK TDS380 型数字式实时(400MHz)示波器。

\* 八六三惯性约束聚变主题和国家自然科学基金、国防科技重点实验室资助项目。

作者简介: 王晓慧, 女, 1968 年 3 月出生。工程师, 博士研究生。研究方向为非线性光学。

收稿日期: 2000-12-08; 收到修改稿日期: 2001-09-13

## 2 实验结果

振荡级谐振腔是由全反凹面镜、EMG102MSC和CaF<sub>2</sub>密封输出窗片组成,谐振腔输出KrF激光经过小孔光阑A<sub>2</sub>输出能量为16mJ,激

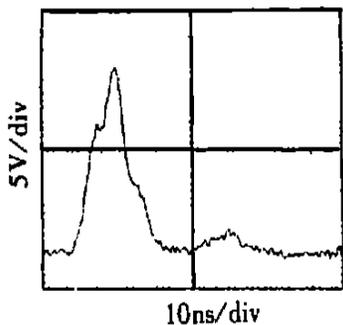


Fig. 2 Pump laser shape

光波形如图2所示,脉宽约14ns。此激光分别经过棱镜与没有经过棱镜时作为SBS的泵浦光,得到这两种情况下的能量反射率如图3所示。图3中的点是实验测量值,曲线是拟合曲线。从图3中可以看到,这两种情况下的SBS反射率都较低,这主要是泵浦功率密度较低,刚好在阈值附近的缘故。但就这两种情况比较来看,还是有一定差别的,表1与表2分别为这两种情况下反射率的稳定性与拟合曲线数值的比较。

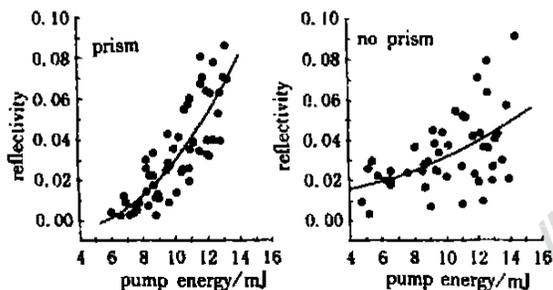


Fig. 3 SBS reflectivity versus pump energy with 3cm focal lens

从表1中可以明显的看到,经过色散比不经过色散的泵浦光产生的SBS反射率的平均波动值和最大波动值都低,这说明经过色散比不经过色散的泵浦光产生SBS的反射率的稳定度高,随着泵浦功率密度的提高,无色散情况越不稳定,这是因为无色散情况由于泵浦带宽比较宽,在焦点处各个谱线之间的竞争造成稳定性比较差;而色散后在焦点处不再是一个点而是一条线,产生SBS的竞争弱一些,因此,稳定性较好。

从表2可以看到,在泵浦能量很低的情况下经过色散比不经过色散的泵浦光产生的SBS反射率低,但当泵浦能量提高到14mJ时,经过色散后SBS

Table 1 Comparison of stability

pump laser	average fluctuant values	maximum fluctuant values
dispersive	±0.998%	±2.5%
non dispersive	±1.135%	±4%

Table 2 Comparison of polynomial fit curve values

pump energy/mJ	6	8	10	12	14
dispersive	$3 \times 10^{-4}$	0.011	0.0284	0.0514	0.0812
non dispersive	0.0196	0.023	0.0308	0.0384	0.0479

反射率是无色散情况SBS反射率的170%,即经过棱镜色散比不经过色散时SBS反射率随泵浦能量上升速度快得多,这种趋势从拟合曲线可以看到,随着泵浦功率密度的提高将会更明显。这说明宽带泵浦光经过棱镜色散后相当于“纯化”<sup>[9]</sup>,所以,反射率有所提高。

## 3 结论

我们利用输出能量16mJ、脉宽14ns的宽频带KrF激光通过棱镜色散后,在约 $2 \times 10^6$  Pa的SF<sub>6</sub>介质中进行SBS反射率的实验研究,得到在透镜焦距3cm的情况下,泵浦经过色散比没有经过色散产生反射率的稳定性好,并且随着泵浦能量的提高经过色散与不经过色散的泵浦光产生SBS反射率提高速度快,这说明色散后对于宽带KrF激光SBS反射率有很大改善,对以后在高功率密度泵浦下,进行宽带KrF激光SBS反射率的研究提供了实验依据。

### 参 考 文 献

- [1] Zel'dovich B Ya, Popovidev V I, Ragul'skii V V *et al.* JETP Lett, 1972, 15: 109~ 113.
- [2] Boyd R W. Nonlinear Optics. Academic Press, Inc, 1992, 325~ 349.
- [3] Valley G C. IEEE J Q E, 1986, QE( 22): 704~ 712.
- [4] Fillippo A A , Perrone M R. Optics Commun, 1992, 91: 395~ 400.
- [5] Kumit N A, Thomas S J. IEEE J Q E, 1989, 25( 3): 421~ 429.
- [6] 宋影松, 刘丰香, 吕传信 *et al.* 强激光与粒子束, 1995, 7(2): 199~ 203.
- [7] Penone M R, Yao Y B. A P L, 1994, 64(1): 19~ 21.
- [8] Penone M R, Yao Y B. IEEE J Q E, 1994, 30(5): 1327~ 1331.
- [9] 姚永邦, Perrone M R. 光学学报, 1995, 15(8): 1010~ 1011.