

## 富勒烯衍生物的激发态吸收与光限幅特性研究\*

宋瑛林 王玉晓 李俊庆 方光宇 董鉴奇

(哈尔滨工业大学应用物理系, 哈尔滨, 150001)

唐光诗

(北京化工大学应用化学系, 北京, 100029)

姚建铨 乔金元

(天津大学精密仪器系, 天津, 300072)

**摘要:** 研究了新型富勒烯叠氮乙酰氨基衍生物 (N-acetamide 1,2-dihydro-1,2-aza-fullerene [60]) 的激发态光物理性质与激发态吸收光限幅效应。结果表明,同富勒烯相比,富勒烯叠氮乙酰氨基衍生物在红光波段范围内光限幅效果比较好。

**关键词:** 富勒烯衍生物 激发态吸收 光限幅

## Excited state absorption and optical limiting properties of fullerene derivatives in red range

Song Yinglin, Wang Yuxiao, Li Junqing, Fang Guangyu, Dong Jianqi

(Department of Applied Physics, Harbin Institute of Technology, Harbin, 150001)

Tang Guangshi

(Department of Applied Chemistry, Beijing Institute of Chemical Engineering, Beijing, 100029)

Yao Jianquan, Qiao Jinyuan

(Department of Precision Instruments, Tianjin University, Tianjin, 300072)

**Abstract:** Photophysics of excited state and optical limiting in new N-acetamide C<sub>60</sub> nitride (N-acetamide 1,2-dihydro-1,2-aza-fullerene[60]) are experimentally studied. Comparing with the optical limiting properties of fullerene, these new materials have better optical limiting characteristics in red light range.

**Key words:** fullerene derivative excited state absorption optical limiting

## 引 言

随着激光技术的应用日益广泛,激光对人眼及光学探测系统的威胁日益严重,研究激光防护技术日益迫切。光限幅技术对于研制实用的激光防护器件具有重要意义。在一系列的富勒烯潜在应用研究中,富勒烯的激发态吸收光限幅占据重要地位,已研究了富勒烯溶液、富勒烯掺杂高聚物以及富勒烯溶胶等材料的激发态吸收光限幅特性<sup>[1~5]</sup>。最近研究人员发现,富勒烯衍生物可以改进其溶解性以及光限幅特性等<sup>[6~8]</sup>。在富勒烯衍生物中,富勒烯的大部分电子保存下来,附加的链结构又破坏了富勒烯分子的对称性,预计它也将有大的非线性响应。在本文中,作者研究了新型富勒烯叠氮乙酰氨基衍生物 (N-acetamide 1,2-dihydro-1,2-aza-

\* 国家自然科学基金、国防基金、黑龙江省自然科学基金资助。

fullerene[60],简称为 N-acetamide C<sub>60</sub> nitride)在红光波段的激发态吸收与光限幅特性。

## 1 激发态光物理特性研究

富勒烯叠氮乙酰氨基衍生物的分子式为 C<sub>60</sub>NCH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>,分子量为 792,分子结构式见图 1。其基态吸收光谱示于图 2 中,在波长为 400nm 处存在一吸收峰,在 450nm~800nm 的波段范围内,基态吸收为非共振区。下面将应用泵浦-探测技术研究其在红光波段的激发态光物理特性。

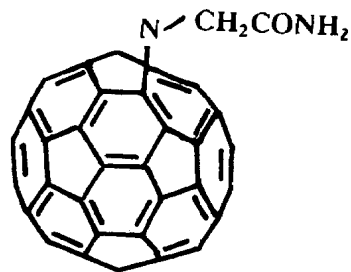


Fig. 1 The molecular structure of N-acetamide C<sub>60</sub> nitride

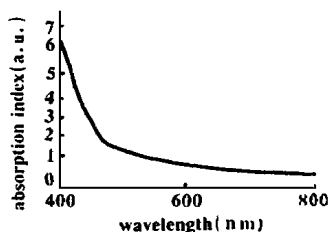


Fig. 2 Absorption spectrum of N-acetamide C<sub>60</sub> nitride

测试样品富勒烯叠氮

乙酰氨基生物溶于苯甲醚溶剂中,浓度为  $4.5 \times 10^{-4}$  M。泵浦光源为倍频 Nd:YAG 脉冲激光,脉冲宽度约为 15ns,探测光为 He-Ne 连续激光,功率为 15mW。泵浦光和探测光共线聚焦在富勒烯衍生物样品上。富勒烯衍生物溶液的线性透射率在 532nm 和 632.8nm 波段处分别为 56% 和 84%。探测光由 BOXCAR 记录,延迟时间为 150ns,相邻两点的时间间隔为 12ns,测量结果示于图 3。由图 3 可见,在 0~150ns 的时

间范围内,没有 532nm 脉冲激光作用,He-Ne 连续激光线性通过样品;当脉冲激光泵浦样品后,探测光功率急剧下降,这是由于样品吸收泵浦光后,三重态激发态粒子布居迅速增加,处于三重态激发态布居的粒子对探测光的吸收较强,从而导致探测光强急剧下降。由于激发态寿命有限,激发态粒子布居逐渐减少,探测光强开始逐步上升,最后稳定。这一稳定值略低于探测光的初始光强,这是由于热非线性作用的结果。泵浦-探测实验结果表明在红光波段样品具有较强的激发态吸收。同时由实验结果可以得到样品的三重态激发态寿命约为 450ns。

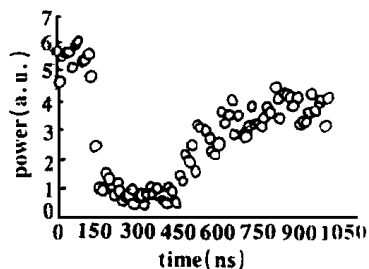


Fig. 3 Pump-probe experiment

## 2 光限幅研究

泵浦-探测技术研究表明在红光波段样品具有较强的激发态吸收。下面,作者测量富勒烯衍生物在红光波段的激发态吸收光限幅效应。测试光源为钛宝石可调谐脉冲激光器,脉冲宽度约为 10ns,样品在 707nm 波长处的线性透射率为 88%。在 707nm 波长处,作者分别测量了线性透射率均为 88% 的富勒烯衍生物及富勒烯甲苯溶液的光限幅特性曲线,实验结果示于图 4。图中符号  $\square$ 、 $\circ$  分别表示富勒烯衍生物、富勒烯的光限幅实验测试结果。图 4 的结果表明,在红光波段,其光限幅效果优于富勒烯。

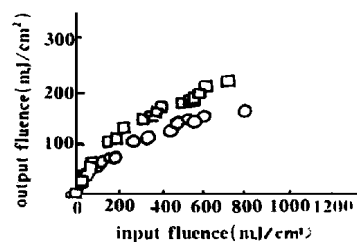


Fig. 4 Curve of optical limiting at red range

## 3 结 论

我们研究了新型富勒烯衍生物的光物理特性和红光光限幅特性,同富勒烯相比,富勒烯叠

## 百瓦级横流 CO<sub>2</sub> 激光器的放电实验研究

卢 宏 陈清明 陈培锋 李晓平

(华中理工大学激光技术国家重点实验室,武汉,430074)

**摘要:** 采用独创的约束放电激励方法,研制了一台百瓦级横流 CO<sub>2</sub> 激光器,激光器总体技术方案为气体横向流动,纵向约束放电。并进行了激光器伏安特性实验,注入放电功率达 2440W。

**关键词:** 约束放电 CO<sub>2</sub> 激光器 放电系统 伏-安特性

### Experimental study on discharge for hundred watts transverse-flow CO<sub>2</sub> laser

*Lu Hong, Chen Qingming, Chen Peifeng, Li Xiaoping*

(National Laboratory of Laser Technology, HUST, Wuhan, 430074)

**Abstract:** The hundred-watt transverse-flow CO<sub>2</sub> laser is designed. The laser utilized the technique of gas transverse flow and longitudinal confined discharge to obtain the maximum discharge area and the uniform discharge property. V-A characteristic of the laser has been detected, and the V-A curve is a slow variation. In our system, the maximum discharge power is high up to 2440W, the quantum efficiency is 40%, the electron-photo transfer efficiency is 10% ~ 20%.

**Key words:** confined discharge CO<sub>2</sub> laser discharge system V-A characteristics

## 引 言

近年来,激光加工业增长幅度最快的是中小功率(250W 以下)CO<sub>2</sub> 激光器<sup>[1]</sup>。国外主导

氮乙酰胺衍生物更适用于红光及近红外波段的光限幅。在今后的富勒烯光限幅研究中,富勒烯衍生物的可调谐光限幅特性研究将成为光限幅研究的一个重要研究领域。

### 参 考 文 献

- 1 Tutt L, Kost A. Nature, 1992; 356: 255 ~ 256
- 2 Bentivegna F, Canva M, Georges P *et al.* A P L, 1993; 62(15): 1721 ~ 1723
- 3 Joshi M P, Mishra S R, Rawat H S *et al.* A P L, 1993; 62(15): 1763 ~ 1765
- 4 Kost A, Tutt L, Klein M B *et al.* Opt Lett, 1993; 18(5): 334 ~ 336
- 5 宋瑛林, 杨 淼, 王瑞波. 中国激光, 1994; A21(8): 653 ~ 656
- 6 Signorini R. Chem Commun, 1996; 1891 ~ 1892
- 7 Smilowitz L, McBranch D, Klimov V *et al.* Opt Lett, 1996; 21(13): 922 ~ 924
- 8 Menghetti M, Signorini R, Zerbetto M *et al.* Synthetic Metals, 1997; 86: 2353 ~ 2354
- 9 Ebbesen T W, Tanigaki K, Kuroshima S. Chem Phys Lett, 1994; 181(6): 501 ~ 504

作者简介: 宋瑛林, 男, 1966 年 12 月出生。副研究员。主要从事非线性光学及光限幅等研究工作。