

新型金属团簇化合物光限幅特性实验研究

杨 昆 曲士良 张 驰* 赵秀丽 方光宇 宋瑛林 忻新泉*
(哈尔滨工业大学应用物理系, 哈尔滨, 150001)
(* 南京大学配位化学国家重点实验室, 南京, 210093)

摘要: 研究了平面开式五核金属团簇化合物 $[WOS_4Cu_4I_2(py)_6]$ 对 532nm 激光的光限幅特性, 并与同等条件下的富勒烯比较, 其光限幅特性优于富勒烯。利用 Z-scan 技术研究表明, 该团簇化合物光限幅的主要非线性光学机制为激发态吸收。

关键词: 金属团簇化合物 光限幅 激发态吸收

Study on the optical limiting properties of the novel pentanuclear 'open' planar shaped metal cluster compound

Yang Kun, Qu Shiliang, Zhang Chi*, Zhao Xiuli, Fang Guanyu
Song Yinglin, Xin Xinquan*

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

(* State Key Laboratory of Coordination Chemistry,
Coordination Chemistry Institute, Nanjing University, Nanjing, 210093)

Abstract: The optical limiting properties of the novel pentanuclear 'open' planar shaped metal cluster compound $WOS_4Cu_4I_2(py)_6$ for 532nm laser pulse was studied. The optical limiting performance is better than that of fullerene under the same condition. The results measured with Z-scan technique show that the excited state absorption is the main mechanism of the optical limiting in the metal cluster solution.

Key words: metal cluster compound optical limiting excited state absorption

引 言

随着激光技术的广泛应用, 激光防护的需求越来越迫切。目前, 大多数激光防护器件是基于非线性光学原理, 如: 双光子吸收、激发态吸收、非线性散射、非线性折射等。富勒烯及其衍生物由于具有较好的光限幅特性, 在光限幅研究领域占据了主导地位, 但随着金属团簇材料的发展, 其优异的光限幅性能以及在激光防护中的潜在应用, 引起了研究人员的日益关注^[1~4]。

作者对一种新型金属团簇化合物 $[WOS_4Cu_4I_2(py)_6]$ 的光限幅特性进行了研究, 并利用 Z-scan 方法研究了这种材料产生光限幅的非线性吸收特性。

1 光限幅

我们研究的新型金属团簇化合物分子式为 $[WOS_4Cu_4I_2(py)_6]$, 具有平面开式五核结构, 其分子结构式示于图 1。样品溶于 DMF 溶液中, 图 2 为其基态吸收光谱。基态吸收峰在紫外, 在波长 520nm 附近有一弱吸收峰。

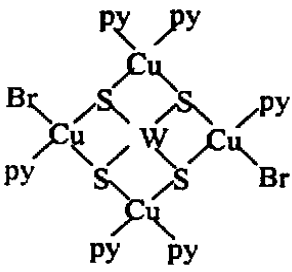


Fig. 1 Molecular structure diagram for $WOS_4Cu_4I_2(py)_6$

光限幅实验光源为 Continuum 公司的调 Q 倍频 ns/ps Nd:YAG 脉冲激光系统, 输出光波长为 532nm, 脉宽为 10ns, 重复频率为 1Hz, 以降低热效应的影响。入射激光经过衰减器后, 由分束片分成两束, 一束作为参考光, 监测入射激光的能量变化, 另一束经聚焦后入射到样品上, 出射光经透镜汇聚后由能量计接收, 参考光和透射光由双通道的美国 Laser Precision 的 Rm6000 能量/功率计接收。通过调整衰减器改变入射光能量大小, 测量透射激光能量以及透射率的变化。金属团簇溶于 DMF 溶液中, 盛于厚度为 5mm 的样品池中, 其在 532nm 波长处的线性透射率为 76%。作为比较, 在同样试验条件下, 测量了具有相同透射率的富勒烯甲苯溶液的光限幅特性。实验结果见图 3。从图 3 的光限幅实验结果可以看出, 金属团簇 $[WOS_4Cu_4I_2(py)_6]$ 的限幅特性优于富勒烯。金属团簇材料的光限幅起源一般认为是激发态吸收^[2,3], 也有人认为是热致非线性散射^[4]。为了分析金属团簇化合物 $[WOS_4Cu_4I_2(py)_6]$ 的非线性光学机制, 作者应用 Z-scan 技术研究了该金属团簇化合物的光学非线性。

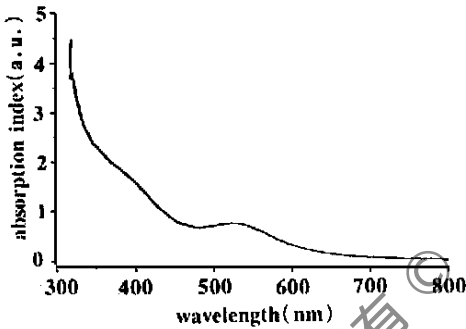


Fig. 2 The absorption spectrum in the ground state

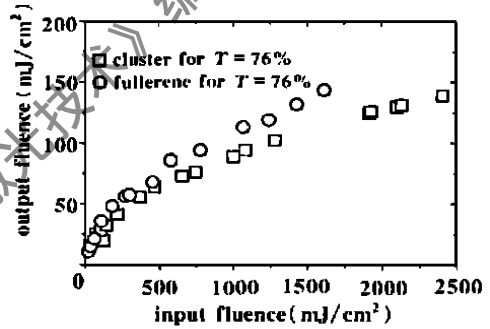


Fig. 3 Experimental curves of optical limiting

2 Z-scan 实验

样品盛在厚度为 2mm 的比色皿里, 它的弱光透过率为 90% (在 532nm 波长处)。光源仍为 Continuum 公司的调 Q 倍频 ns/ps Nd:YAG 脉冲激光系统。入射激光经焦距 $f = 30\text{cm}$ 的透镜聚焦, 在焦点后方 40cm 处接收。透过样品的光束用分束片分成两束, 一束直接进入探测器, 用来检测总的吸收情况的变化; 另一束由小孔进入第 2 个探测器。它的强度变化是非线性吸收和折射的综合效应的结果。我们进行了 (直径为 2mm 的小孔) Z-scan 测量 (应用直径为 2mm 的小孔)。图 4 给出了归一化后的有孔 Z-scan 实验结果。从图 Z-scan 实验结果可以得到, 在闭孔条件下, 非线性折射的符号为正, 说明样品具有自聚焦性质。一般条件下非线性溶液的热致非线性为负, 具有自散焦性质。从以上的分析可以得出, 该金属团簇化合物光限幅的非线性光学机制主要起源于激发态吸收吸收, 热致非线性不是主要的。

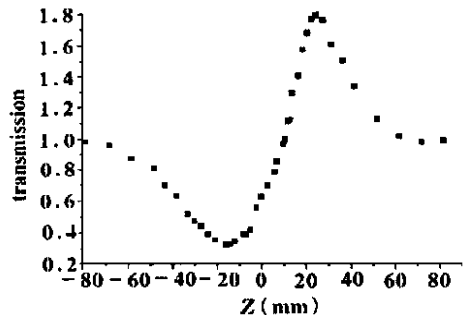


Fig. 4 Experimental data using Z-scan

激光 Z 扫描测量技术*

杨恢东 瑞钦 王 浩

(五邑大学薄膜与纳米材料研究所, 江门, 529020)

摘要: 激光 Z 扫描测量技术因装置简单、灵敏度高已成为材料光学非线性研究的一种重要手段,并随着其广泛应用而取得了较大的发展。作者采用分类综述的方法,对近年来激光 Z 扫描测量技术在实验与理论领域取得的进展进行了全面的论述与评价。

关键词: 激光 Z 扫描 光学非线性 时间分辨 傅里叶分析

Measurement techniques of the laser beam Z-scan

Yang Huidong, Ding Ruiqin, Wang Hao

(Institute of Thin Film & Nanometer Material, Wuyi University, Jiangmen, 529020)

Abstract: Laser beam Z-scan technique, with its simple installation and high sensitivity, has been an important method to measure the material's optical nonlinear coefficients. A review on the present research situation of laser beam Z-scan technique has been reported in this paper from experiment to theory, respectively.

Key words: laser beam Z-scan optical nonlinear time-resolved Fourier analysis

引 言

随着光通讯,光学信息处理及光学计算机的研究越来越受到人们的重视,对光双稳开关、光限幅器等全光学非线性器件的研制提出了更为迫切的要求,相应的材料光学非线性系数的测量技术也得以不断发展与完善。目前,测量材料的光学非线性系数的方法主要有非线性干

* 国家自然科学基金和广东省自然科学基金资助。

3 结 论

作者研究了新型金属团簇 $[WOS_4Cu_4I_2(py)_6]$ 的光限幅特性与光学非线性,其光限幅特性优于富勒烯甲苯溶液;Z-scan 实验结果表明,其光限幅主要起源于激发态吸收。

参 考 文 献

- 1 Hou H W, Liang B, Xin X Q *et al.* J Chem Soc, Faraday Trans, 1996; 92(13): 2343~ 2346
- 2 Chen Z R, Hou H W, Xin X Q. J Phys Chem, 1995; 99: 8717~ 8721
- 3 Hou H W, Xin X Q, Liu J *et al.* J Chem Soc Dalton Trans, 1994; 3211~ 3214
- 4 Xia T, Dogariu A, Mansour K *et al.* J O S A, 1998; B15(5): 1497~ 1501

作者简介: 杨 昆,男,1966 年出生。助研。现主要从事非线性光学研究工作。