

# 富勒烯分子的光学双稳性

罗挺 赵继然 吴正亮 谢燕燕 江敏华 林福成  
(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

## 提 要

本文采用非线性法布里-珀罗腔的全光光学方法, 在  $C_{60}/C_{70}$  薄膜中首次观测到双稳开关现象, 其开关时间为 10 ns.

**关键词** 富勒烯, 光学双稳态, 非线性法布里-珀罗腔.

## 1 引 言

近年来, 富勒烯分子的研究引起了人们广泛兴趣, 它的非线性光学性质已有较多的报道<sup>[1~2]</sup>, Tutt 和 Kost<sup>[3]</sup> 曾报道了  $C_{60}$  和  $C_{70}$  溶液的光限制特性的研究. 本文利用富勒烯分子的非线性效应, 采用法布里-珀罗腔本征型全光结构, 对富勒烯分子的光学双稳性进行了研究, 实验所用的光源是调 Q 的 Nd:YAG 激光器波长为 1064 nm, 样品为掺  $C_{60}/C_{70}$  的聚苯乙烯薄膜 (80%  $C_{60}$ , 20%  $C_{70}$ ), 将样品镀在一高反镜上, 与另一高反镜就组成一非线性法布里-珀罗腔, 利用富勒烯分子的非线性效应即可产生光学双稳态.

## 2 实 验

所用的  $C_{60}/C_{70}$  混合物是采用液相色谱分离法制备, 然后溶于甲苯中, 甲苯溶液的浓度为  $3 \times 10^{-3}$  M. 实验所用的激光光源是用色心晶体 (LiF) 调 Q 的 Nd:YAG 激光器, 激光输出波长为 1064 nm, 脉冲宽度为 25 ns, 能量为 15 mJ, 实验光路如图 1 所示, 输出激光经过空间滤波后, 然后经分光板分成两束, 一束光被光电探测器  $D_1$  接收后作为触发信号, 另一束光经  $F=250$  mm 透镜聚焦后进入法布里-珀罗腔, 腔后用光电探测器  $D_2$  接收后经延时输入示波器, 即可直接观察到波形变化情况.

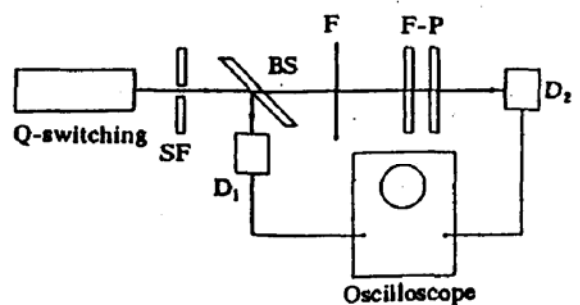


Fig. 1 Experimental setup

为观察光学双稳性, 将掺  $C_{60}/C_{70}$  的聚苯乙烯薄膜镀在一反射率为 97.8% 的反射镜上, 样品的制备方法是: 一定量的聚苯乙烯掺入  $C_{60}/C_{70}$  甲苯溶液中 (浓度为  $3 \times 10^{-3}$  M,  $C_{60} : C_{70} = 4 : 1$ ), 旋转去气形成一种胶状体, 然后将此胶状体滴在一光学镜片上, 高速旋转后即可在镜片

收稿日期: 1993年3月10日; 收到修改稿日期: 1993年4月23日

\* 本项目得到 863 高技术基金的部分资助.

形成一薄膜,膜厚大约  $5 \mu\text{m}$ ,将另一反射率为  $97.8\%$ 的镜片放在上面即形成一非线性的法布里-珀罗腔.

### 3 结果及讨论

利用图 1 的实验装置,仔细调节进入法布里-珀罗腔的入射光的方向以及法布里-珀罗腔的平行度,可得到光压缩情况如图 2 所示,图(a)左边的波形是输入信号,右边为经过法布里-珀罗腔后的输出信号,从图 2 可看出波形从  $25 \text{ ns}$  压缩到  $15 \text{ ns}$ ,为避免两探测器接收带来的测量误差,将两探测器交换后同样观察到波形压缩现象(图 2(b)),为进一步证实这是由  $C_{60}/C_{70}$  造成的,我们同时测量了将法布里-珀罗腔内放入纯聚苯乙烯薄膜的情况,实验中未观察到光压缩情况,图 2 的波形表示成  $I_i \sim I_o$  关系如图 3 所示,可明显看出其双稳特性.另外,从图 2 可算出双稳开关时间低于  $10 \text{ ns}$ .

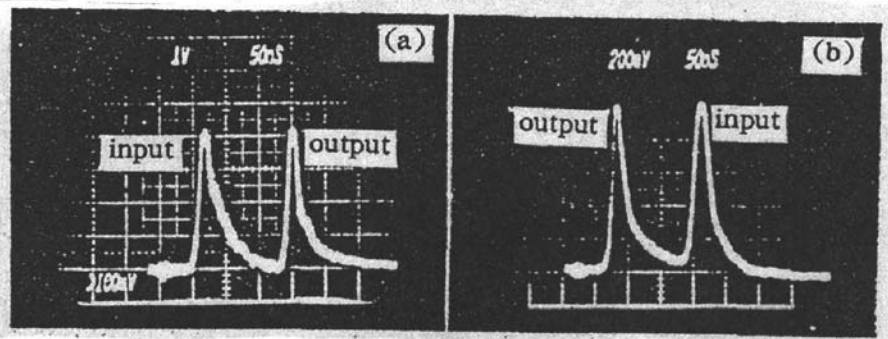


Fig. 2 Optical pulse compression of a nonlinear Fabry-Perot cavity

非线性法布里-珀罗腔双稳特性的产生,一般说来是由法布里-珀罗腔中的非线性介质的变化引起的.这些非线性介质在光场作用下会产生非线性吸收、非线性折射、以及扩散等效应.对于本文研究的  $C_{60}/C_{70}$  薄膜,双稳的产生主要是非线性吸收和非线性折射两种情况.从目前对  $C_{60}/C_{70}$  的非线性折射率的测量结果来看,双稳不大可能是由非线性折射引起.由于实验采用调 Q、脉宽为 ns 量级、频率为  $1 \text{ Hz}$  的脉冲激光,这也排除了热效应引起折射率的变化.由此看来,双稳的产生是由于非线性吸收引起的,初步的分析得出是反饱和和吸收引起的,具体解释这种结果看来需要一种考虑含有反饱和吸收材料的非线性法布里-珀罗腔更为详尽的理论.

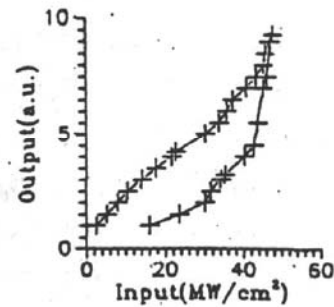


Fig. 3 Bistability curve derived from Fig. 2

### 4 结 论

作者采用非线性法布里-珀罗腔的全光学方法研究了  $C_{60}/C_{70}$  薄膜的双稳特性,并得出双稳曲线和开关时间,双稳的产生是由于  $C_{60}/C_{70}$  的反饱和吸收效应引起的,关于此问题的进一步理论分析正在研究,有关工作将另文发表.

## 参 考 文 献

- [1] Z. H. Kafafi, F. J. Bartoli, J. R. Lindle *et al.*, Comment on large infrared nonlinear optical response of  $C_{60}$ . *Phys. Rev. Lett.*, 1992, **68**(17):2705
- [2] X. K. Wang, T. G. Zhang, W. P. Lin *et al.*, Large second-harmonic response of  $C_{60}$  thin films. *Appl. Phys. Lett.*, 1992, **60**(7):810~812
- [3] L. W. Tutt, Alan Kost, Optical limiting performance of  $C_{60}$  and  $C_{70}$  solutions. *Nature*. 1992, 356, 255~256

## The optical bistability in fullerenes

LUO Ting      ZHAO Jiran      WU Zhengliang      XIE Yanyan  
JIANG Minhua      LIN Fucheng

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica Shanghai 201800)

(Received 10 March 1993; revised 23 April 1993)

## Abstract

We have observed for the first time the phenomena of optical bistability-switching for the film of  $C_{60}/C_{70}$  with all-optical method of the nonlinear F-P cavity. The on-off time of optical switching is about 10 ns.

**Key words** fullerenes, optical bistability, nonlinear F-P cavity.