

掺富勒烯光学玻璃的吸收光谱*

茅 森 林福成 孟志葱 曾和平

(中国科学院上海精密光学机械研究所, 上海 201800)

摘 要 成功地将富勒烯掺入两种不同的高温光学玻璃. 发现在可见光波段有较强的附加吸收带, 同时, 掺杂玻璃的本征吸收边均发生明显蓝移.

关键词 C_{60}/C_{70} , 光学玻璃, 吸收光谱.

富勒烯分子 C_{60} 自 1990 年被大量合成并提纯以来, 以其独特的结构和性质引起了世界各国科学家的极大兴趣, 目前已成为物理学、化学、材料科学等许多领域所共同关心的研究热点. 它具有类似于芳香族有机分子的结构特征, 可溶于甲苯、苯、己烷等有机溶剂而保持其基本结构. Sheng Dai 等通过 sol-gel 过程成功地制备出掺 C_{70} 的二氧化硅凝胶, 但 C_{60} 的掺入十分困难^[1]. 本文报道凝聚相富勒烯的另一种重要形式—— C_{60}/C_{70} 掺杂光学玻璃的研究进展, 目前尚未看到国内外有类似的研究报道. C_{60}/C_{70} 用通常碳弧放电产生, 经化学提取, 比例约为 4:1. 其制备是文中使用的两种光学玻璃分别为含 Nd、Er 和 Yb 的氟磷酸盐激光玻璃和磷酸盐激光玻璃. 将玻璃熟料粉碎、筛选, 与 C_{60}/C_{70} 粉末均匀混合后, 在一定的真空条件下(或在封闭容器中), 控制适当的加热温度和冷却时间, 烧结, 得到掺 C_{60}/C_{70} 的光学玻璃^[2]. 然后制成直径为 10mm, 两面抛光的薄片状样品. 实际测得了 200 nm~1600 nm 间, 厚度约为 1.56mm, C_{60}/C_{70} 浓度约 0.01wt% 的氟磷酸盐激光玻璃的吸收光谱如图 1 所示. 与普通激光玻璃的光学透过曲线相比, 掺富勒烯的样品有一附加吸收带叠加于稀土离子吸收峰上, 同时, 本征吸收

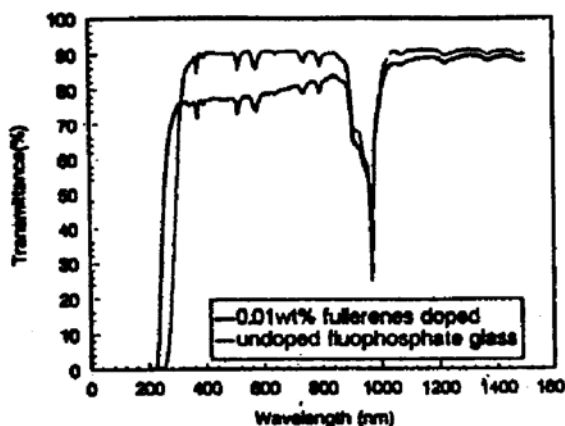


Fig. 1 Transmission spectrum of 1.56mm thick fluophosphate glass doped with fullerenes.

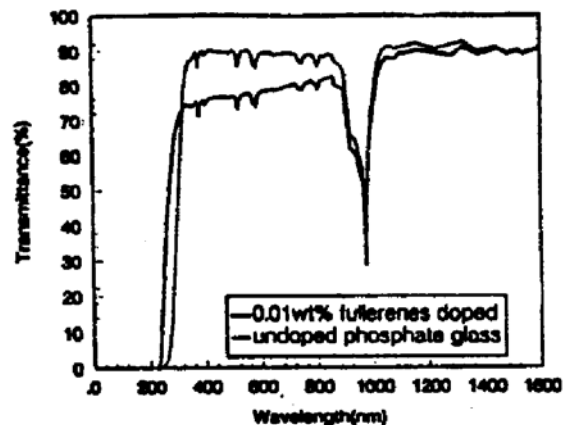


Fig. 2 Transmission spectrum of 1 mm thick phosphate glass doped with fullerenes.

* 国家自然科学基金和中国科学院上海光机所所长基金资助的课题.

收稿日期: 1994年2月1日

边有 40nm 的兰移. 图 2 为样品厚度 1 mm、 C_{60}/C_{70} 以 0.01 wt% 掺入磷酸盐激光玻璃样品的透光曲线. 与图 1 相类似同样存在附加吸收带, 其本征吸收边兰移约 15nm. 实验发现, 将这两种样品插入 Nd:YAG 激光器的谐振腔内, 能够成功地抑制自由运转和调 Q 工作时的自锁模效应. 利用 C_{60} 的甲苯溶液或 C_{60} 掺杂的有机玻璃样品也均可产生同样效果.

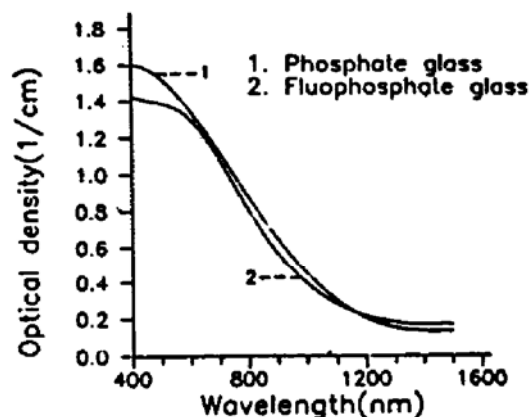


Fig. 3 Additional absorption of optical glasses doped with fullerenes

众所周知, 氧化物玻璃的本征吸收边是由玻璃中非桥氧的键轨道和反键轨道之间的能隙确定的^[3,4]. 因此可以推断, C_{60}/C_{70} 的掺入使得非桥氧能带的中心间距增大, 从而导致玻璃的紫外吸收边兰移. 兰移量与不同光学玻璃的化学组分及样品厚度有关. 考虑了表面菲涅尔反射后, 掺富勒烯样品的附加吸收如图 3 所示. 显然, 在可见光区域, 掺富勒烯激光玻璃的附加吸收较强. 它除了在紫端因兰移引起的测不准量较大之外, 在其它波段两条曲线也极端相似性, 说明附加吸收是由同一因素引起的.

实验结果显示了富勒烯与玻璃中非桥氧成键的可能结构. 值得注意的是, 将石墨粉与光学玻璃原料混和, 却无法以同样方法制成掺杂玻璃. 然而, 如此微小的掺杂量(0.01wt%)就使得光学玻璃的吸收特性显著改变, 对此目前尚不能完全解释. 一种可能的结构是, 在掺杂玻璃中大量原子以富勒烯为中心形成许多“微晶”, 从而有效地改变了玻璃的宏观吸收特性.

中国科学院上海原子核研究所的林森浩研究员和上海光机所吴正亮副研究员分别为实验提供了 C_{60}/C_{70} 原料, 在此深表感谢!

参 考 文 献

- [1] Sheng Dai, R. N. Compton, J. P. Young *et al.*, Preparation of C_{70} -doped solid silica gel via sol-gel process. *J. Am. Ceram. Soc.*, 1992, 75(10): 2865
- [2] 茅森, 林福成, 中国专利, 1993. 申请号: 93112519, 7
- [3] N. F. Nott, *Electronic processes in non-crystalline materials second*. Oxford clarendon press, 1979
- [4] 干福熹, *玻璃的光学与光谱性质*. 上海科学技术出版社, 1992.

Absorption Spectrum of Optical Glasses Doped with Fullerenes

Mao Sen Meng Zhicong Zeng heping Lin fucheng

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

(Received 1 February 1994)

Abstract Fullerenes have been successfully doped into two kinds of high temperature optical glasses. We found a spectacular additional absorption band in visible region and the eigen absorption edge of the optical glasses doped with fullerenes showed a significant blue-shift.

Key words C_{60}/C_{70} , optical glasses, absorption spectrum.