

石英光纤受辐照后的透过率研究

刘锐 殷宗敏 李荣玉

(上海交通大学光纤技术研究所区域光纤通信网与新型光通信系统国家重点实验室, 上海, 200030)

摘要: 阐述了石英光纤的白光及几种单色光的辐照实验, 发现了在中低剂量时光纤的透过率在辐照后有升高的迹象, 另发现光纤近红外波段透过率对辐照产生响应的一些特点。对光纤的受辐照结果进行了分析, 得到了一些有益的结论。

关键词: 光纤 辐照 透过率

Research of the transitivity of optical fiber under radiation

Liu Rui, Yin Zongmin, Li Rongyu

(National Laboratory on Local Fiber-Optic Communication Networks & Advanced Optical Communication Systems, Institute of Optical Fiber Technology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200030)

Abstract: This paper describes the experiments about optical fiber under white light and some homogenous light radiation. Experiments show that the transitivity of optical fiber rises under low radiation. At the same time some characteristics about the fiber's response to radiation in near infrared band are discovered. The experiment results are analyzed and some valuable conclusions are obtained.

Key words: optical fiber radiation transitivity

引 言

在当今的通信技术中, 光纤技术的发展一日千里, 它对国民经济的发展起着越来越重要的促进作用。如今, 国外已成功地将光纤应用在航天领域, 而我国也正在实施把光纤应用到卫星上的工程, 但太空环境是一个辐照环境, 光纤在太空不可避免地要遭受辐照, 另外, 在核反应堆等另外一些辐照环境中的光纤也要受到辐照的影响。因此, 很有必要进行光纤的辐照实验来研究光纤在辐照条件下的特性, 以便为光纤在太空及其它辐照环境中的应用和形成光纤在辐照环境下的辐照损耗理论打下良好的基础。在现实中, 石英光纤使用的可能性较大, 而太空中的辐射源主要为 γ 射线, 因此, 我们对石英光纤进行了 γ 射线的辐照实验。

1 实 验

实验分两次进行, 第1次实验时, 将4根有机包层的石英光纤放入辐照室中进行辐照, 受辐照剂量分别为 10Gy , $1.6 \times 10^2\text{Gy}$, $9.81 \times 10^3\text{Gy}$ 和 $9.81 \times 10^4\text{Gy}$ 。在辐照后, 我们测量了光纤白光的透过率变化。第2次, 放6根石英包层的石英光纤进行辐照, 受辐照剂量分别为: 50Gy , 100Gy , 500Gy , 750Gy , 1000Gy 和 5000Gy 。随后, 测量了光纤的白光和几种单色光的辐照后的透过率变化。

我们采用图1所示的设备进行测量。其中, 1为固定下来的参考光纤, 2为可换的待测光

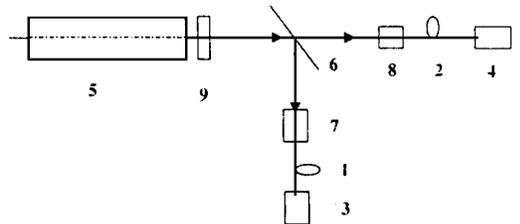


Fig. 1 Empirical installation diagram

纤, 3, 4 为光电二极管, 5 是平行光管, 6 是分光片, 7, 8 为接口设备, 9 为滤光片。在进行辐照实验前, 我们把各根光纤放在 2 位置上, 接通电源, 测从光电二极管 3 和 4 上的电流值, 把光电二极管 4 上测得的电流值除以光电二极管 3 上测得的电流值作为实验数据, 即 I/I_0 。这样做的原因是可以消除由于电压的起伏造成进入光纤的光强的变化而给实验带来的误差。从测出的 I/I_0 随时间变化的一系列值, 可以看出辐照对光纤透过率的影响。透过率的测量在实验中是采用辐照停止后立即测量的方法。

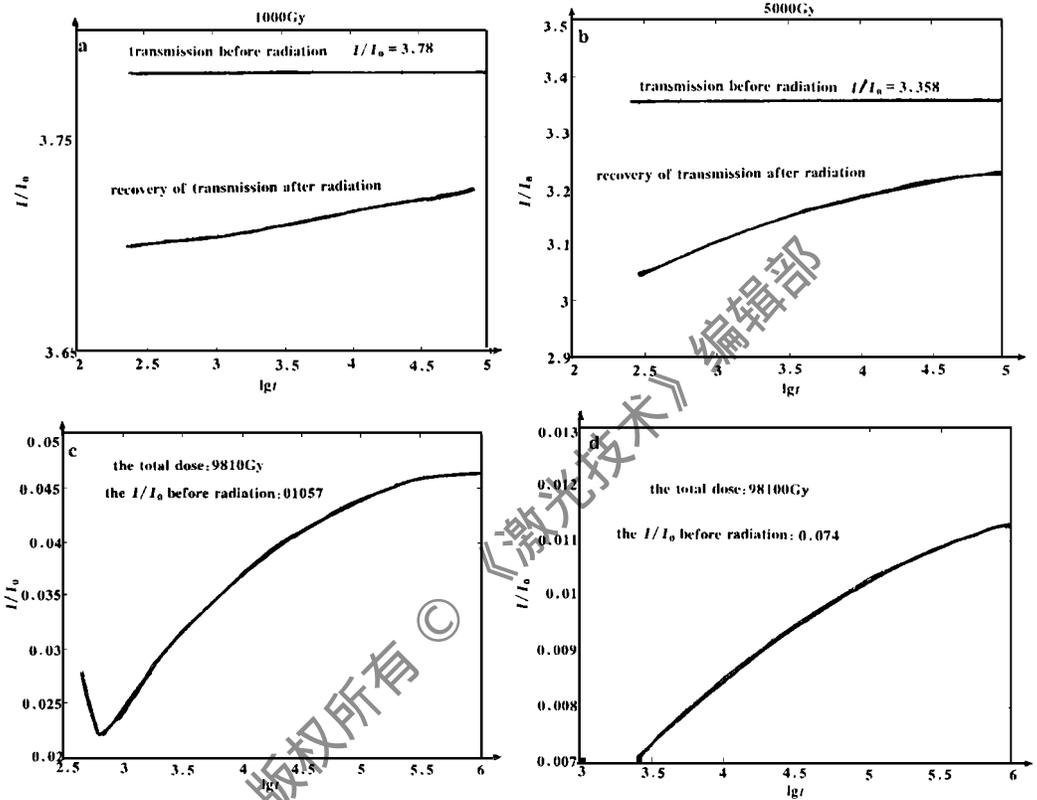


Fig. 2 Recovery of transitivity after radiation

先讨论光纤内白光在辐照后透过率的变化, 在我们选择的光纤中, 受辐照剂量在 750Gy 时透过率变化不大, 在这辐照剂量以上的光纤均出现了不同程度的透过率下降, 其中剂量越大下降越明显, 现给出 4 根受辐照光纤的恢复图(见图 2), 其中, 图 2a 这根光纤受辐照剂量为 1000Gy, 它的透过率下降得不多, 随着剂量的增大, 光纤透过率的下降越来越明显, 9.81×10^3 Gy(图 2c) 这根光纤在经辐照后出现了明显的染色, 透过率下降了 70% 以上, 经长时间放置后, 透过率有大幅上升, 其中, 在辐照后 214h 的测量显示, 光纤透过率已接近恢复到原光纤透过率的 50%。而受辐照剂量为 9.81×10^4 Gy(图 2d) 时, 透过率下降了 90%, 光纤已明显发黑、发脆。

实验中, 发现有部分光纤受辐照后透过率不但没有下降, 反而有所提高, 对于 10Gy, 50Gy, 100Gy, 1.6×10^2 Gy, 500Gy 剂量辐照后的 5 根光纤, 透过率有较明显的提高, 其中, 受 10Gy 辐照的光纤相对透过, 上升得最多, 当然, 对于已抛光得很好、透过率已很高的光纤的增长是不可能很大的, 由于各根曲线的形状都差不多, 我们仅给出 100Gy 的受辐照后的透过率曲线(如图 3 所示) 作为代表。从图中可以看出, 光纤在辐照后透过率有了明显的上升, 即便在

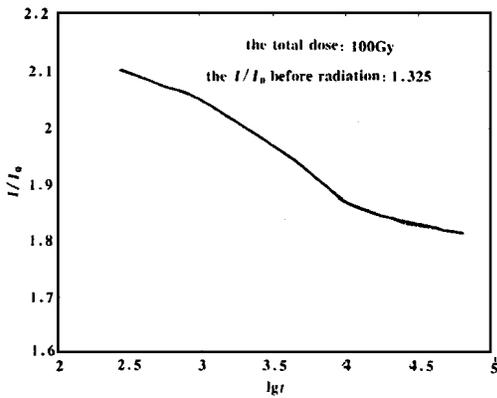


Fig. 3 The relative transitivity of optical fiber after radiation

长中我们可以优先考虑用 662nm 作为信号传输波长。

实验中, 由于是辐照后立即测量, 所以, 我们发现了一个有趣的现象, 有根光纤 ($9.81 \times 10^3 \text{ Gy}$) 在停止辐照后 10min 左右, 透过率没有出现原先所预计的恢复, 其透过率仍在下降, 这种现象在遭受更大剂量 ($9.81 \times 10^4 \text{ Gy}$) 辐照后的光纤中并未出现。

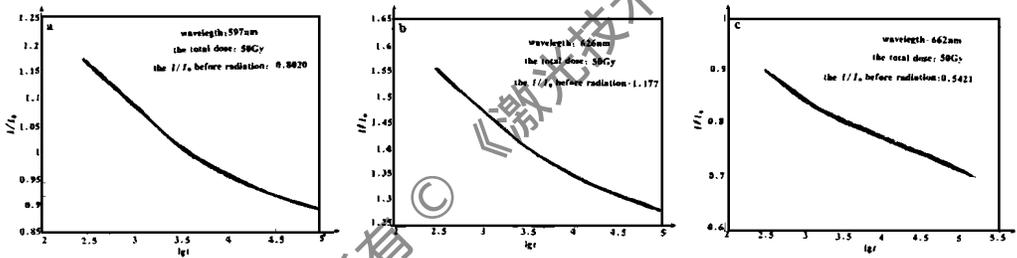


Fig. 4 The relative transitivity for homogenous light after radiation

2 结 论

由以上的实验现象及所列出的示意图, 可以得出以下结论:

(1) 辐照对石英光纤产生的并非全是负面影响, 中小剂量的辐照可能对石英光纤的增透很有好处, 尤其是近红外的单色光的辐照增透作用特别明显。但大剂量的辐照对石英光纤的透过率肯定是有害的。

(2) 石英光纤在受较大的、但在一定剂量范围内的辐照时 (本实验为 $9.81 \times 10^3 \text{ Gy}$), 停止辐照后初期, 透过率继续下降, 但机理尚待研究, 希望这个现象的发现对形成有关光纤抗辐照理论能有所裨益。

(3) 由于我们的辐照实验是在较短时间内做完的, 对于太空这样一个长时间、低剂量率的辐照环境, 因为恢复的原因, 光纤能耐的总辐照剂量要比 750 Gy 大许多, 这就可能会使光纤能耐的总辐照剂量比太空卫星中光纤实际所受的辐照总剂量还大, 而在这种情况下, 由于靠近红外波段的单色光的辐照增透作用特别明显, 因此, 卫星中的信号通道放在近红外波段是很有好处的。波长越靠近红外效果越好。

由以上分析, 我们可以得到以下启示: 对于在长时间、低剂量率环境下的耐辐照光纤的制

长时间后, 仍旧稳定在未辐照前的透过率之上。

对于光纤受辐照后单色光的透过率变化情况。在图 4 中给出了各个波长的单色光在 50 Gy 辐照后的透过率的变化, 从图中可以看出, 3 个波长的透过率均升高, 也都有同样的向稳定值靠近的趋势, 597 nm 的靠近速度最快, 626 nm , 662 nm 两个波长的靠近速度依次降低, 从图中可以看出, 在较长时间稳定后, 随着波长的增长, 稳定值比初值高出的百分比和辐度均在增大, 其中, 662 nm 波长高出 I/I_0 初值的百分比和绝对值最多, 因此, 在这 3 个波

强激光等离子体有关物理量的声学测量

邹 彪

陈建平 倪晓武

(蚌埠坦克学院基础部, 蚌埠, 233013) (南京理工大学应用物理系, 南京, 210094)

摘要: 利用强激光与材料(铝靶)相互作用过程中产生的激光等离子体声波对激光等离子体的有关物理量进行了测量。其结果与采用其它方法得到的结果基本吻合。

关键词: 高功率激光 激光等离子体 声学测量

Acoustic measurement of parameters of laser induced plasma on the target

Zou Biao

(Department of Teaching Research, Bengbu Tank College, the Chinese People's Liberation Army, Bengbu, 233013)

Chen Jianping, Ni Xiaowu

(Department of Applied Physics, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, 210094)

Abstract: In this paper some parameters of the plasma are measured by means of the acoustic waves produced by the interaction between high power laser and target materials. The test results are largely in accord with those from other methods.

Key words: high power laser laser plasma acoustic measurement

备,只要 1 根光纤的恢复特性足够好,能够迅速地消除由辐照所带来的影响,这根光纤就可以耐辐照,特别是太空辐照环境,不会立即给光纤造成永久性的辐照伤害,光纤的恢复特性直接决定了它的可耐辐照性。这样,我们不仅要从光纤辐照防护着手,还要从光纤本身的恢复特性着手来研制耐辐照光纤,这也就拓宽了我们研制耐辐照光纤的思路。

实验中使用的光源是白炽光源,波段范围很宽,因此,我们考虑的透过率是整个波段范围的整体效应,单色光辐照后透过率的研究,我们只进行了偏红外波段有限的几个波长,其它如紫光、红外光的实验正在筹划中。

本实验得到中国科学院上海原子核所辐射技术中试研究基地和上海嘉定原子核物理所辐照实验室的大力协助,两次实验是分别在这两处完成的,在此,特表谢意。

参 考 文 献

- 1 Friebele E J, Gingerich M E, Long K J. Appl Opt, 1982; 21: 547
- 2 Griscom D L. J A P, 1995; 77: 5008~ 5013
- 3 Leskovar B. IEEE Trans Nucl Sci, 1989; 36(1): 543~ 547
- 4 Nagasawa K, Tanabe M, Yahagi K. Japan J A P, 1984; 23: 1608~ 1613

* * *

作者简介: 刘 锐,男,1975 年出生。硕士研究生。从事光纤技术方面的研究。

殷宗敏,男,1939 年出生。教授,博导。现从事光纤技术等方面的研究。