

文章编号 : 0253-2239(2002)10-1279-02

飞秒激光诱导玻璃内析出 $BaTiO_3$ 晶体*

姜雄伟 邱建荣 曾惠丹 朱从善

(中日合作“Photon Craft Project”实验室,中国科学院上海光学精密机械研究所,上海 201800)

摘要: 使用 800 nm、120 fs、200 kHz 的高重复频率超短脉冲激光照射 $BaO-TiO_2-SiO_2$ 系玻璃,玻璃经飞秒激光照射数秒钟后,激光会聚点的发光由 800 nm 波长的红色突然转变为非常强的 400 nm 的蓝色,对激光辐照点的发光光谱和 X 射线衍射分析表明,具有倍频效应的 $BaTiO_3$ 晶体已经产生。

关键词: 玻璃;晶体;飞秒激光

中图分类号: O794 文献标识码: A

本文作者邱建荣等^[1]曾报道用飞秒激光,在类似 BBO 组成的玻璃中诱导析出了微米级直径的 β -BBO 倍频晶体束。这种在各向同性玻璃材料内部诱导产生具有倍频效应的功能微结构,在集成光学中具有诱人的应用价值。最近我们使用飞秒激光在无机玻璃中成功诱导出了具有倍频效应的 $BaTiO_3$ 晶体。

所采用的玻璃组成是 $BaO-TiO_2-SiO_2$ 为主的系统。用铂坩埚在大气气氛下融制成透明的玻璃。玻璃切割抛光成方块体待用。

所使用的激光系统的参量是:波长为 800 nm,脉冲宽度为 120 fs,重复频率为 200 kHz,平均功率为 420 mW。将飞秒激光引入显微镜系统中,通过 50 倍显微物镜的会聚作用,激光束在焦点处的光斑尺寸为几微米到十几微米。焦点位置处于玻璃内部,本实验选取表面下 100 μm 处。

实验中观察到,当玻璃经会聚的飞秒激光照射数秒钟后,激光照射点区的发光由原来的 800 nm 波长红光突然转变为蓝色。这个转变过程非常迅速,从开始转变到转变结束不到 1 s。

图 1 是玻璃被飞秒激光辐照期间记录的照射点区的发光光谱,显示了典型的倍频效应。

图 2 是玻璃在飞秒激光照射后的照射点区显微 X 射线衍射图。照射点区呈现 $BaTiO_3$ 和 $Ba_2TiSi_2O_8$ 两种晶相结构,但从衍射峰相对强度看, $BaTiO_3$ 占主导。由此证实,具有倍频效应的 $BaTiO_3$ 晶体结构已

经在各向同性的玻璃态中形成。同时发现,从飞秒激光开始照射到玻璃开始转变的这段时间,随照射点激光强度的变化而变化。激光强度越强,所需要的时间越短。在前述激光条件下,这一时间约为 4 s。若激光平均功率降为 300 mW,则需约 25 s。无机玻璃在超快激光作用下其内部设定微区由非晶态向晶态的转变,与激光作用的热效应和场效应密切相关,并非一般的脉冲激光甚至连续激光都能实现的。

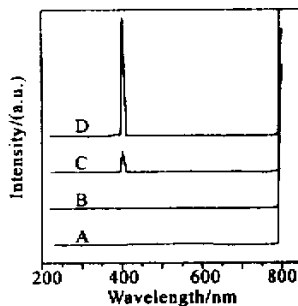


Fig. 1 Luminescence spectra of femtosecond laser irradiated area during the irradiation by the fs laser with 300 mW irradiation time: A 3 s; B: 15 s; C: 19 s; D: 25 s

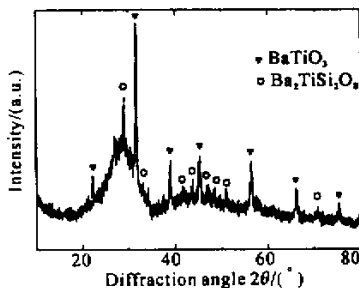


Fig. 2 X-ray diffraction spectra of femtosecond laser irradiated area

* 国家杰出青年基金(50125258)国家自然科学基金(50072037)资助课题。

E-mail: jcszhu@mail.sh.cn.ac.cn

收稿日期 2002-07-08;收到修改稿日期 2002-07-23

我们认为,玻璃在飞秒激光照射下产生的这种变化,是由于激光照射点的光强非常大,引起了玻璃的多光子吸收,玻璃吸收光子的能量后,温度急剧升高,并由于激光脉冲重复频率高,玻璃中激光聚焦的焦点附近形成一个亚稳态的温度压力场。在温度超过玻璃的析晶温度区域,玻璃由于热的作用析出BaTiO₃晶体。

这一研究结果的意义在于,可以用超短脉冲激

光在透明体相玻璃材料中制作易于光集成的微结构型倍频晶体束阵列。

参 考 文 献

[1] Miura K , Qiu J , Mitsuyu T *et al.* . Space-selective growth of frequency-conversion crystals in glasses with ultrashort infrared laser pulses. *Opt. Lett.* ,2002 , **25** :408~410

Femtosecond Laser Induced BaTiO₃ Crystal Precipitation in Glass

Jiang Xiongwei Qiu Jianrong Zeng Huidan Zhu Congshan

(*Photon Craft Project Lab. , Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics , The Chinese Academy of Sciences , and Japan Science and Technology Corporation , Shanghai 201800*)

(Received 8 July 2002 ; revised 23 July 2002)

Abstract : BaTiO₃ crystal was precipitated in BaO-TiO₂-SiO₂ based glass irradiated by femtosecond laser with 800 nm wavelength , 120 fs pulse duration and 200 kHz repetition. During the irradiation , the luminescence color of irradiated point can be changed from 800 nm wavelength characterized red color to blue color. Luminescence spectra and X-ray diffraction of the irradiated point illustrate the formation of double frequency BaTiO₃ crystal in the glass.

Key words : glass ; crystal ; femtosecond laser

(上接封四)

3.8 资助来源 所投文章项目受到资助的,应标明资助名称及编号。在审稿结论相同的情况下,符合以下条件的予以优先发表:1)属省、部級以上的重大科技成果、获奖项目和具有明显经济效益的项目(均请在来稿中注明);2)有国家级或省部级基金资助项目的论文。

3.9 投寄要求 所投稿件需一式三份,注明稿件责任联系人姓名、地址、邮政编码、联系电话和电子信箱(用于编辑部通知作者收到稿件),以便联系,以及标明“稿件内容不涉及国家机密”、“此稿无一稿两投”、“作者排名不再随意更改”的证明文件(盖章),一并挂号寄往 201800 上海 800-211 信箱 光学学报编辑部(请不要寄交个人,以免延误稿件的受理时间)。

3.10 本刊现已进入《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》和《万方数据数字化期刊网》,不再另行通知作者,对版权有特殊要求者,请事先声明。

4 审稿程序 论文类稿件收到评审费后分送两位同行评议(必要时需作者修改及复审,作者对于审稿意见应当逐一给出书面回答),主编终审、择优录用,编辑部自收稿日起4个月内将初审意见函告作者,逾期,作者可另行处理原稿,但需告知编辑部。

5 录用与否 编辑部有权对录用稿件作编辑意义的增删加工。录用稿作者应遵照中国科协有关文件精神,支付适量版面费以聊补期刊的高额亏损。录用稿一经本刊刊登,本刊享有版权,并向作者酌付稿酬,该期期刊一册和抽印本20份。作者如不同意本刊录用刊登稿件由本刊供它刊转载、译载、引摘,务请在投稿时声明。编辑部负责向作者退回不录用稿件及先期收到的版面费。