

调 Q Nd YAG 脉冲激光在 LiIO₃ 中 倍频的应力波

曾传相 周业为 刘训章

(四川联合大学光电科学技术系,成都, 610064)

摘要: 当调 Q Nd YAG 脉冲激光通过 LiIO₃ 晶体时, 由于晶体弱吸收激光而在其内激起应力波。在激光倍频时这种波得到增强, 并随倍频的位相失配角变化。研究表明, 这是因为激光倍频时部分 1.064 μ m 的基频激光转换成 0.532 μ m 的倍频光, 并且 LiIO₃ 晶体吸收倍频光比吸收基频光更强。

关键词: 调 Q 脉冲激光 倍频 应力波

Stress wave in LiIO₃ crystal induced by Q-switched Nd: YAG laser pulse radiation

Zeng Chuanxiang, Zhou Yewei, Liu Xunzhang

(Department of Optoelectric Science and Technology, Sichuan United University, Chengdu, 610064)

Abstract: When Q-switched Nd YAG laser radiation goes through a LiIO₃ crystal, the stress wave will be induced for the laser radiation weak absorption of the crystal. In SHG of 1064nm laser radiation, the stress wave are enhanced and vary with the variation of phase mismatching angle. In this process, there exist the 1064nm fundamental laser radiation and 532nm SHG radiation in LiIO₃ crystal, and the absorption to 532nm laser radiation is more serious than to 1064nm laser radiation.

Key words: Q-switched pulse laser radiation second-harmonic generation(SHG) stress waves

综上所述, 激光系统与设备的测量与检验工作, 是光电子专业的薄弱环节, 需要花大力气开展研究工作。经过我们的努力探索, 在某项工程中发挥了重要作用, 获得好评。在本设备系统测量中, 采用了北京光电所生产的阵列式激光光束光强分布测试仪, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 周晨波. 光学工程, 1988; (1): 48~ 57
- 2 张纯玉, 王廷福. 中国激光, 1992; 19(1): 43~ 45

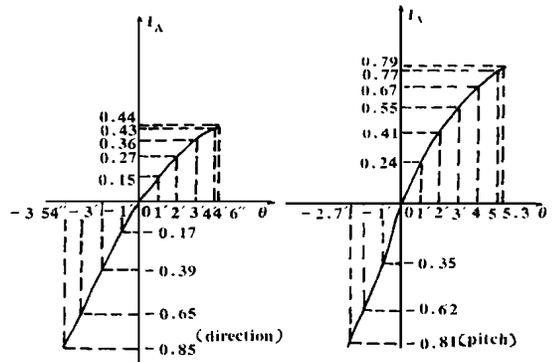


Fig. 10 Measuring error slop curve

作者简介: 汤正兴, 男, 1950 年 2 月出生。工程师。长期从事光电接收方面的工作。

收稿日期: 1996-03-18 收到修改稿日期: 1996-11-05

一、引言

激光倍频是最基本、最广泛研究和使用的非线性光学现象。倍频晶体对基频光和倍频光是透明的,只存在弱吸收。由于这两种光均很强,晶体少量吸收它们也会在其内激起较强应力波。在倍频过程中,部分基频光转换成频率高一倍的倍频光,而且在高效率的倍频中这种转换是很强的。为了研究激光倍频过程中晶体内应力变化情况,我们作了 LiIO_3 晶体在位相匹配时与非位相匹配时激光产生应力波的对比实验。研究表明,由于倍频过程产生了有效的频率转换,倍频晶体中调 Q YAG 激光产生的应力波也相应地变化。固体中的光声现象人们已作了广泛研究,但关于非线性晶体在非线性过程中的光声现象还是一个空白点。有关调 Q YAG 脉冲激光在 LiIO_3 晶体中倍频时的光声现象的文献,我们尚未查到。

二、实验装置与结果

实验装置如图 1 所示。图中,QL 为 Q 开关 YAG 泵浦激光器, LiIO_3 晶体倍频是角位相匹配,为了避免调晶体角度时对基频光的影响,采用腔外倍频方案。倍频的基频光源为 BDN 调 Q Nd YAG 脉冲激光器(QL),它产生脉宽 10ns, 峰值功率 10MW 以上的激光脉冲。对

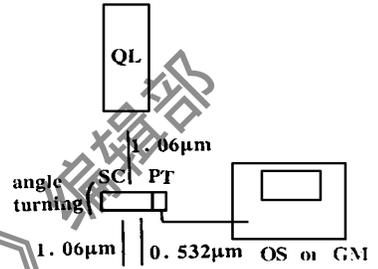


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental arrangement

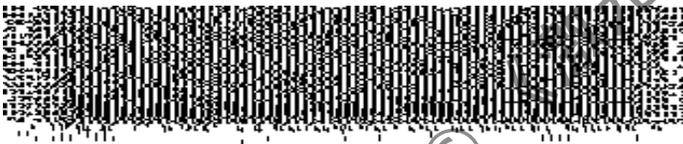


Fig. 2 Oscillogram of the stress waves in a LiIO_3 crystal induced by a Q-switched Nd:YAG pulse laser radiation (time scale: 0.1ms/div, amplitude scale: 0.5V/div)

PZT 压电陶瓷片用石腊作粘结过渡剂固定在晶体的 $9.5\text{mm} \times 21\text{mm}$ 的侧面上,此压电换能器 (PT) 输出的电信号接到示波器 SBM 14(OS) 上显示信号波形,也可接到光点检流计(GM) 上指示应力波的峰值电信号幅度。在与压电片相对的侧面上固定一反射镜,用测角仪监视倍频晶体的转角变化。晶体放在一个精密旋转调节的工作台上,并加屏蔽罩以防激光器泵浦时的电干扰。

激光所产生的应力波形由倍频晶体及激光脉冲功率、波形所决定。图 2 示出了调 Q Nd:YAG 脉冲激光在 LiIO_3 晶体中产生应力波的典型波形。从图可看出,它由一些高频振荡迭加在低频振荡上构成。图 2a 为倍频晶体处于非位相匹配

YAG 激光而言, LiIO_3 晶体 (SC) 的倍频位相匹配角与光轴成 $29^\circ 30'$, 所用晶体尺寸为通光面 $21\text{mm} \times 20\text{mm}$ 、厚 9.5mm, 匹配角方向垂直于通光面,通光面上镀宽带透膜并防潮。为检测晶体中产生的应力波,一块

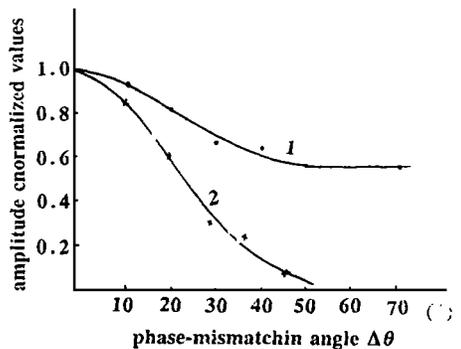


Fig. 3 Amplitudes of the stress wave and SHG (normalized values) in the LiIO_3 crystal produced by the laser radiation as functions of SHG phase-mismatching angle $\Delta\theta$ (the laser power: 10MW)

角即未产生倍频光时激光脉冲所产生的应力波;图 2b 为晶体处于位相匹配角时即产生了倍频时,由基频光和倍频光共同产生的应力波。两种情况的应力波形相似,但后者振幅增大。

将压电换能器的输出连结到光点检流计时,则其读数指示 LiIO₃ 晶体中激光所产生应力波的峰值幅度(相对值)。图 3 中曲线 1 为激光所产生应力波峰值幅度(归一化值)与倍频晶体位相失配角的关系曲线,而曲线 2 为激光所产生倍频光强度(归一化值)与倍频晶体失配角的关系曲线。在实验中所用的调 Q YAG 脉冲激光功率为 10MW,光束未聚焦。从图中可看出,倍频晶体处于位相匹配角时及位相失配不大时,即部分基频光转换成倍频光时,激光所产生的应力波有所增强。而倍频晶体处于远偏离位相匹配角即未产生倍频光时,激光所产生的应力波幅度不随晶体转角变化。应力波及倍频光随位相失配角变化的趋势是一致的。

三、讨 论

从上可看出,倍频晶体 LiIO₃ 处于位相匹配角及失配角不大时,激光所产生应力波的增强同部分基频光转换成倍频光密切相关。在产生倍频过程中,倍频晶体内的光有两种变化:一是倍频光的频率比基频光频率高一倍;另一是倍频光的偏振方向与基频光偏振方向相差 90°。在我们的实验中有近 30% 的基频光转换成倍频光。我们测量了倍频晶体对 1.064μm 的基频光和 0.532μm 的倍频光的透过率,后者比前者低 10%。因而,晶体对倍频光比对基频光吸收大,是造成倍频过程中激光产生应力波增强的原因之一。此外,在非线形光学过程中,通过强光在非线形介质中产生非线形极化的耦合作用,光波间或光波与声波间产生能量交换。具体而言,在倍频中光波频率、偏振面的转换作用,也可能在倍频晶体中产生应力。

四、结 束 语

由于在非线形光学过程中,总是强光先造成非线形介质的非线形极化,产生光波间或光波与声波间的耦合作用,在相互间出现能量交换。由于光波、声波的频率、振幅、偏振等性质发生较大变化,因而有关的光声现象必然会有相应的变化。例如,光在介质中的普通喇曼散射、布里渊散射向强光下的受激喇曼散射、受激布里渊散射转换时,其有关光声现象必然有较大变化。因此,在其他非线形光学现象中,原则上会有与本工作类似的现象出现。

参 考 文 献

- 1 罗森威格 A 著,王耀俊等译. 光声学和光声学. 北京: 科学出版社, 1986: 126~ 132
- 2 袁振明, 马羽宽, 何泽云编著. 声发射技术及其应用. 北京: 机械工业出版社, 1985: 5~ 34
- 3 Ready J F. Effects of high-power laser radiation. New York: Academic Press, 1971: 116~ 124
- 4 Zernike F, Midwinter J E. Applid nonlinear optics. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1973: 98~ 99

* * *

作者简介: 曾传相, 男, 1939 年 7 月出生。副教授。主要致力于强激光效应及激光生物医学领域研究工作。

收稿日期: 1997-01-21

