

实验还表明,采用氦为缓冲气体时,在最佳工作条件下,最大激光总功率 110 mW,其中波长 6.45 μm 激光约占 20% 份额;采用氩为缓冲气体时,在最佳工作条件下,最大激光总功率 273 mW,其中波长 6.45 μm 激光约占 65% 份额。

完成了对实验现象的初步分析和定性解释。

* 国家自然科学基金资助项目(批准号: 19974037)。

掺氢溴化亚铜激光器的研究 *

潘佰良 朱加民¹ 姚志欣 陈星 陈钢

(浙江大学物理系 杭州 310027, 1 丽水师专物理系 丽水 323009)

自 1985 年保加利亚学者 D.N.Astadjov 报道了掺氢能显著提高溴化亚铜激光输出功率和效率以来,国内外研究小组对这领域的研究工作持续不断,并获得 2.5% 稳定运转的激光效率,对掺氢的物理机制也提出了各种设想,迄今为止尚无定论。

已经报道的实验工作多数采用封离式器件进行,改变缓冲气体压强和掺氢比例等实验参数甚不方便,在实验室条件下难以保证两根以上的激光放电管充以完全相同的缓冲气体压强和氢比例,因此也难以对实验结果进行重复验证。我们在流动式溴化亚铜激光器的基础上,设计了能精确控制掺氢流量和氩气流量的真空管路系统,可以方便地改变缓冲气体压强和氢比例;激光管为隔环结构的石英放电管,电极间距 44 cm、隔环内径 1.8 cm,采用滑温倍压充电通过闸流管放电电路。激光平均功率用 LPE-1B 型激光功率计进行测量,放电电压用 Tektronix P6015A 高压探头跨接于激光放电管电极测量(阳极接地),放电电流用 Pearson Model 410 脉冲电流转换器套接在激光放电管阳极引线上探测,快响应光电二极管测光脉冲波形。测量时仔细估算并校正光电信号在光路和电路中的延时,将电压、电流和激光脉冲信号同时显示在 Tektronix TDS754C 四通道数字存储示波器上。实验时维持充电电压 4.5 kV,脉冲重复频率 19.7 kHz,氩压 7 kPa,氩气流量约为一个大气压下 12.5 l/h 并始终保持稳定,放电管外壁通过轴向温控装置维持在 404 $^{\circ}\text{C}$ 。首先在缓冲气体氩稳定流动的情况下,测量激光平均功率和电、光脉冲波形,然后调节高真空微调针阀进行掺氢实验,掺氢流量范围为一个大气压下 0~0.98 l/h,一般情况下每次改变 0.14 l/h 后待激光输出稳定再进行记录,得到的激光输出功率随氢流量改变关系数据。最后在掺氢状态下选择激光平均功率最大时记录电、光脉冲波形。

实验结果表明,当掺氢流量和缓冲气体氩流量的比例为 1/22 时,激光输出功率和效率提高了 50% 以上。比较掺氢前后同时测量的电、光脉冲特性曲线的差异表明,适量氢的掺入使放电激励的电压幅度增加了约 21%,而电流脉冲幅度却下降了约 18%,表明激励阶段激光放电管的等离子体阻抗增加;光脉冲持续时间增大并且出现了双峰,脉冲全宽度从无氢时约 70 ns 延长到约 90 ns,而半宽度由约 30 ns 延长到约 50 ns,由于脉冲重复频率不变,相应的激光平均功率在掺氢后增大约 50%。我们认为根据 Isaev 等最近提出关于氢在溴化亚铜激光器中作用的新见解可以圆满解释所观察到的实验现象,首先,由于一系列的电化学反应,溴化亚铜激光管中掺氢必然导致溴化氢的生成,鉴于掺氢量大体与工作状态下溴化亚铜蒸气的密度相当,所以更多的铜原子将因此而处于游离态,使激励脉冲开始时的基态铜原子有所增加,有利于激光上能级的抽运;其次,电子与溴化氢的离解粘附(dissociative attachment)反应造成电子密度的减少,使得激光放电管中等离子体阻抗增加。

* 激光技术青年科学基金和浙江省自然科学基金(698054)资助项目。

腔内倍频激光二极管泵浦 Nd:YVO₄ 红光激光器研究

张恒利¹ 竺乃宜¹ 杨乾锁¹ 侯纬² 许祖彦²

(1 LHD, 中国科学院力学研究所, 2 中国科学院物理研究所光物理实验室 北京 100080)

全固态大功率红光激光器在医疗、彩色显示等方面具有巨大的应用前景。目前红光激光二极管(LD)的功率虽有较大提高,但是相对于固体激光器来说其亮度小、光束质量差、线宽宽。通过光参量和和频过程,

Bosenberg 等利用周期性超晶格铌酸锂 (PPLN) 得到 2.5 W 红光激光输出, 但该系统技术复杂, 且 PPLN 难加工, 厚度小, 成品率低, 目前还难以实用化。

倍频铍离子的 1.3 μm 谱线是得到红光的一种有效途径。Lincoln 等利用 I 类临界相位匹配 LBO 在 LD 泵浦 Nd:YLF 激光器中得到 300 mW 的 659 nm 激光 (声光调 Q) 输出作为 Cr:LiSAF 自锁模飞秒激光器的泵浦源。Huo 等在 LD 泵浦 Nd:YAP 激光器中, 获得 95 mW 红光输出, 然后泵浦 Cr:LiSAF 得到连续近红外输出。Nd:YVO₄ 晶体在 1.3 μm 谱线上具有较大的发射截面和较高的分支比。王等人用 LD 泵浦 Nd:YVO₄ 激光器中, 在吸收泵浦功率 515 mW 时获得 3.6 mW 的 671 nm 激光输出。Conroy 等在 LD 泵浦 Nd:YVO₄ 微片激光器时, 利用 LBO 腔内倍频得到 10 mW 稳定的 671 nm 激光输出。在大功率 LD 泵浦下, Agnesi 等获得了 430 mW 的 671 nm 激光输出。

我们对大功率 LD 泵浦 Nd:YVO₄ 晶体全固态红光激光器进行了研究, 并利用 II 类临界相位匹配的 KTP 晶体和 I 类及 II 类非临界相位匹配的 LBO 晶体分别进行了腔内倍频实验。实验中, 采用同一块 Nd:YVO₄ 晶体, 尺寸 3 mm \times 3 mm \times 5 mm, 铍离子掺杂浓度 0.7 at.%, 泵浦源同为型号 SDL3450-P5 光纤耦合输出的激光二极管, 最大输出 10 W。腔型亦皆为三镜折叠腔。采用 II 类相位匹配的 KTP 晶体和 I 类及 II 类非临界相位匹配的 LBO 晶体腔内倍频, 最大分别获得 273 mW、440 mW 和 404 mW 的 671 nm 激光输出。从实验结果和实验条件看, 这三种倍频方法各有优缺点: 利用 KTP 晶体倍频, 虽然效率较低, 但该晶体不需要进行精确的温度控制, 装置比较简单; I 类非临界相位匹配的 LBO 倍频输出虽然最大, 但是匹配温度在 10 $^{\circ}\text{C}$ 附近, 室温下要求环境比较干燥, 否则晶体表面容易结露而影响器件正常工作; II 类非临界相位匹配的 LBO 倍频的效率略低于 I 类非临界相位匹配的 LBO 倍频输出, 匹配温度在 40 $^{\circ}\text{C}$ 左右, 比较容易实现和维持, 也不存在结露的情况。因此我们认为, 在大功率二极管泵浦以获得大功率红光输出方面, 采用 II 非临界相位匹配的 LBO 晶体进行腔内倍频是一个较好的选择。

聚合物链中光致极化反转的动力学研究

傅柔励 褚君浩

(中国科学院上海技术物理研究所红外物理国家重点实验室 上海 200083)

近年来超快过程研究进展迅速, 现分辨率已达到 1 fs, 激发态的寿命是纳秒, 因此有可能用超快过程方法研究激发态的响应过程和动力学演化。激发态具有基态所不具有的新的物理性质, 因此近年来光激发引起的新现象研究已成为物理、化学和材料等交叉学科领域中的一个新的生长点。

本工作用含时薛定谔方程和分子动力学方法研究了在外加电场作用下, 具有一个额外电子和空穴的聚合物链 (即自陷束缚单激子态) 在吸收一个光子, 变成具有两个额外电子和空穴的聚合物链 (即自陷束缚双激子态) 时, 聚合物链中键结构和电荷密度分布的动力学演化过程。发现聚合物链中自陷束缚单激子态表现为正向极化 (即正电荷沿电场方向转移, 负电荷逆电场方向转移); 值得注意的是自陷束缚双激子态表现为明显的反向极化, 即正电荷逆电场方向转移, 负电荷沿电场方向转移。

反向极化似乎与库伦定律相违背, 但这是经典的观点, 在量子情况下就不一定。量子情况下还要求波函数的正交性。因此微观态的极化不能仅依赖于外加电场, 波函数的正交性暗含了在外加电场作用下不可能所有的波函数都是正向极化。在外电场和波函数正交性的共同作用下, 正交性将迫使某些微观态反向极化。用极化的量子力学理论能说明微观态可以反向极化。而微观态的反向极化在一定的激发态条件下会导致宏观上的反向极化。聚合物链中自陷束缚双激子态的反向极化就是起因于微观态的反向极化。

利用聚合物链中激子态的这种极化特点, 吸收一个光子可使聚合物链中激子态从单激子变成双激子, 从而使极化反转。由此可得到一种新的物理现象 — 光致极化反转 photo-induced phenomenon。

光致极化反转是个新的物理现象, 动力学研究表明光致极化反转是个超快 (150 fs) 过程, 因此有可能用这种新的物理现象制造快速量子开关器件。