

LiF:F₂⁻ 心可调谐脉冲激光器

谷正大 朱卫祖 金德荣 黄木贞 戴杰 方韦淦 李胜华

已研制的室温运转LiF:F₂⁻心可调谐脉冲激光器,腔体由LiF:F₂⁻心晶体、平面输出镜和调谐闪耀光栅组成。晶体尺寸为10×10×90mm³,输出镜自1.12至1.25μm的反射率大于70%,闪耀光栅为600条/mm。色心激光器输出光束与入射至色心激光器的YAG:Nd³⁺+1.06μm泵浦光束具有表现同轴性质。色心激光的主要指标:输出激光调频范围自1.11~1.24μm;自动调频速率为100Å/min~200Å/min;波长读数精度为1Å;重复频率达5pps时,激光运转F₂⁻心稳定;输出调频激光线宽约为1Å;脉宽和输出能量与泵浦光特性有关,光-光转换效率约为2%;调频激光经LN晶体倍频后可获得相应频率的可见激光亮斑。

一、引言

可调谐色心激光器的研制至今已有十年的历史,由于各种晶体中的激光工作色心十分丰富,因此,在不长的时间里,已开发出20多种色心激光器[1],其调频色心激光波长范

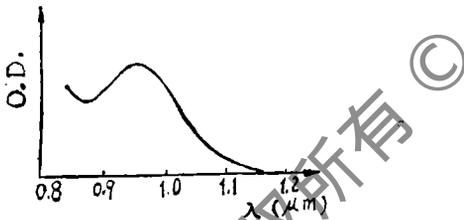


图1 LiF:F₂⁻心吸收光谱

围已从紫外0.35μm直到红外4.0μm,远远超过了染料调谐激光器和终端声子调谐激光器的激光调频范围。在上述20多种色心激光器中有的已趋成熟,并有定型商品出售[2]。LiF:F₂⁻色心激光晶体,具有室温激光运转激活工作色心十分稳定、转换效率高之特点。国外已用LiF:F₂⁻心激光器做内腔光谱学实验,研究大

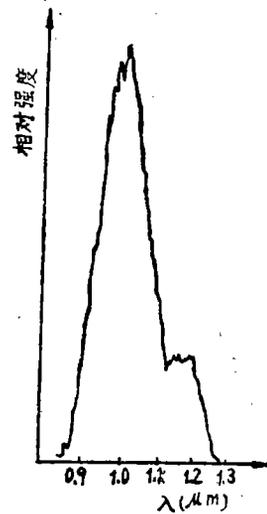


图2 1.15μm荧光的激发光谱

收稿日期:1985年11月27日。

原子、大分子的振动-转动光谱,灵敏度可达 $7 \times 10^{-8} \text{cm}^{-1}$ [3]。由于 LiF:F_2^- 心可调谐脉冲激光其调频激光波长均大于 $1.1 \mu\text{m}$,这种辐射通过眼房介质时得到迅速衰减[4],因此,可能导致在眼科学中得到重要应用。本文期望,通过报导,能为这种色心激光器的应用,开拓更为广泛的应用前景。

二、激光晶体的光谱特性

LiF:F_2^- 心可调谐脉冲激光晶体的研制,其工艺过程已趋成熟[5],其色心能级理论计算与实验结果对比,也已基本一致。本文采用的 LiF:F_2^- 色心晶体,其 F_2^- 心的吸收光谱、荧光激发光谱和荧光发射光谱如图1至图4。从图1中可以看到 LiF:F_2^- 心的吸收峰为 $0.96 \mu\text{m}$,半宽度约为 $0.17 \mu\text{m}$,从图2可以看出 LiF:F_2^- 心在荧光波长为 $1.15 \mu\text{m}$ 时的荧光激发峰为 $0.96 \mu\text{m}$,半宽度约为 $0.16 \mu\text{m}$,其性质与 $\text{OD} \sim \lambda$ 谱图1基本一致。图3和图4的激发光波长为

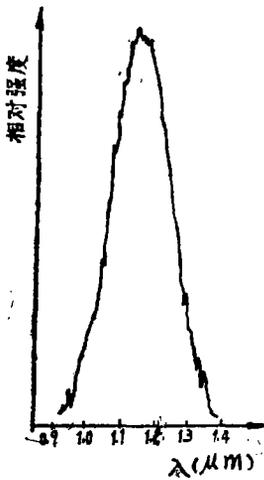


图3 LiF:F_2^- 心 $0.96 \mu\text{m}$ 激发的荧光发射光谱

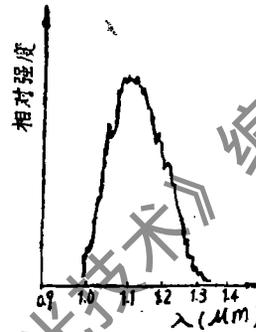


图4 LiF:F_2^- 心 $1.06 \mu\text{m}$ 激发的荧光发射光谱

$0.96 \mu\text{m}$ 和 $1.06 \mu\text{m}$ 时(其它条件均为相同),所得到的 LiF:F_2^- 心的表观荧光发射光谱。荧光发射峰值和半宽度分别为 $1.16 \mu\text{m}$, $0.21 \mu\text{m}$ 和 $1.15 \mu\text{m}$, $0.19 \mu\text{m}$,后者的荧光发射峰值相对强度仅约为 $0.96 \mu\text{m}$ 激发时的一半。由于考虑到 $\text{YAG:Nd}^{3+} 1.06 \mu\text{m}$ 激光器发射能量高,脉宽可以做得很窄,激光特性好并为一般激光实验室之常规设备等优点。所以,以其作为 LiF:F_2^- 心可调谐激光器的泵浦光源是较为理想的。

三、激光器的结构和参数

已研制的 LiF:F_2^- 心激光晶体,其宽带色心激光输出能量达 288mJ ,转换效率 17% [5]。在此基础上,制备出了 LiF:F_2^- 心可调谐脉冲激光器,其光路图如图5。图中 M_1 和 M_2 为 $1.06 \mu\text{m}$ 全反介质膜片, G 为 600 条/ mm 的闪耀光栅, M_3 为输出镜,在 $1.10 \sim 1.27 \mu\text{m}$ 范围内反射率大于 70% , LiF:F_2^- 色心晶体尺度为 $10 \times 10 \times 90 \text{mm}^3$,腔长为 250mm , θ 为泵浦光束入射角,约 5° ,入射至激光器的泵浦光束与调谐色心激光束表现同轴。

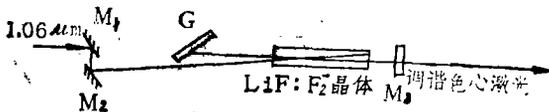


图5 LiF:F_2^- 心可调谐激光器光路图

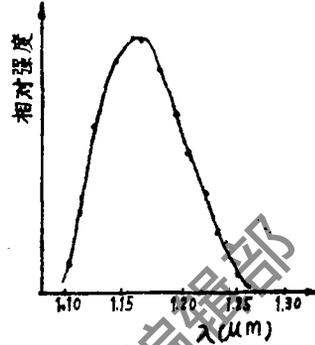
色心激光器的尺寸为 $50 \times 20 \times 16 \text{cm}^3$ ，其上有手动和自动转动光栅的装置和波长读数显示，读数精度为 1 \AA 。电源尺寸为 $30 \times 25 \times 20 \text{cm}^3$ ，用以自动控制光栅转动速度，转速范围为 $100 \text{ \AA/mim} \sim 2000 \text{ \AA/mim}$ ，并附有读数指示装置。

色心激光器的调频范围如图6。从图6看出，调频范围约自 $1.11 \sim 1.24 \mu\text{m}$ 。当 M_2 在两端的反射率大于95%时，可获得更宽的调频范围。调频色心激光的线宽约为 1 \AA 。

色心激光器输出的能量和脉宽与泵浦光的性质有关。当调Q泵浦光束能量 0.1J 时，在 $1.17 \mu\text{m}$ 附近，调频色心激光输出能量约 2mJ 。在泵浦光束脉宽为ns量级时，调频色心激光脉宽略为压窄。

采用LN晶体对调频色心激光进行倍频，在 $\lambda = 1.17 \mu\text{m}$ 时，经计算得LN晶体的匹配角为 71.73° ，以此对 $1.17 \mu\text{m}$ 色心光束进行倍频时，可得明亮的 585nm 黄色倍频光束。以匹配角为 75° 和 55° 的二种LN晶体，在实验上可将调频色心激光倍频成为由绿至红的可见激光。

图6 LiF:F_2^+ 色心激光器的可调谐光谱范围



由于实验条件的限制，尚未取得对线宽的进一步压窄。

已研制的色心调谐脉冲激光器，其应用正在开拓[4]进行。

本文工作得到苏州大学激光研究室、上海光学仪器研究所、上海华光电器厂的大力支持，谨表谢意。

参 考 文 献

- [1] 《レーザー研究》，1983, No.9, P.58.
- [2] Burleigh Instruments, Inc. Product Information.
- [3] В.А.Враций и др., Квантовая электроника, 1983, Vol.10, No.7, P.1464
- [4] Lasers & Applications, 1984, May.
- [5] “ LiF:F_2^+ 色心激光材料”鉴定会资料，上海交大10 (1984).

(上接第18页)

需要进一步考虑的问题是：改进晶体激光基质材料，使钨玻璃介质最优化，改进泵浦结构和泵浦方法，注意液体流动冷却和传导冷却问题以及研制较好的闪光灯和新型的二极管激光阵列。

理想的板状结构激光器的理论问题已经弄清。然而，对于端面效应和抑制自发辐射放大的方法还需要进一步研究。这些问题是不能简单地处理或解决的，并且有可能得不到唯一解。

参 考 文 献 (略)

摘译自《レーザー研究》，1985, Vol.13, No.3, P.25~35.

谢富能 译

曹三松 校