

Characteristics of Near Infrared Tunable Solid-State Color Center Lasers

岩越 学, 西川 善栄, 平等 拓範, 小林 喬郎
 M.Iwagoshi, Y.Nishikawa, T.Taira, T.Kobayashi
 福井大学工学部
 Faculty of Engineering, Fukui University

The F_2^- color centers in LiF alkali-halides crystals are used for near infrared tunable solid-state lasers at room temperature pumped by the Nd:YAG lasers. A narrow line width oscillation was achieved with a tuning range of 1100-1240 nm. High gain and low threshold characteristics are obtained.

1. はじめに 微量分子計測用レーザーの光源として重要な $1 \mu\text{m}$ 以上の波長可変レーザーとして、従来色素レーザーが主に用いられてきたが、安定性が低く、色素の劣化が速いなどの問題点があった。これに代わるレーザーとして、アルカリハライド系結晶を母体とする色中心を持ったカラーセンタ固体レーザー (Color Center Laser : CCL) がある¹⁾。このレーザーは高安定、長寿命であり、色素では発振困難な波長域 ($0.8 \sim 4.0 \mu\text{m}$) の発振が可能であり、近赤外域の新たな波長可変固体レーザーとして注目される。

2. カラーセンタレーザーの概要 カラーセンタレーザーの媒質として、LiF, NaF, KF, NaCl などのアルカリハライド系結晶を母体とした色中心固体結晶が用いられるが、これらのほとんどが光退色や量子効率の低下、温度による劣化により寿命が短く、液体窒素温度 (77K) 状態でのレーザー発振に限定される。しかし、LiF イオン結晶を母体とし、色中心 F_2^- をもつ媒質は室温においてレーザー発振が可能で、光退色、量子効率の低下が少なく、結晶の寿命は連続使用で数年とされており、他の結晶ではみられない優れた特徴を持っている。

Fig.1に LiF: F_2^- の吸収量および蛍光スペクトル強度特性を示す。Table 1 にスペクトル特性を示す。蛍光は中心波長が $1.14 \mu\text{m}$ 付近であり $1.1 \sim 1.3 \mu\text{m}$ まで波長域が広がっている。

Table 1 Characteristics of LiF: F_2^-

ABSORPTION		FLUORESCENCE				
CENTER	HALF WIDTH	CENTER	HALF WIDTH	LIFE TIME	EFFICIENCY	CROSS SECTION
λ_c	$\Delta\lambda$	λ_c	$\Delta\lambda$	τ	η	σ_e
(nm)	(nm)	(nm)	(nm)	(ns)	(%)	(cm^2)
975	160	1150	180	55	30-50	1.7×10^{-17}

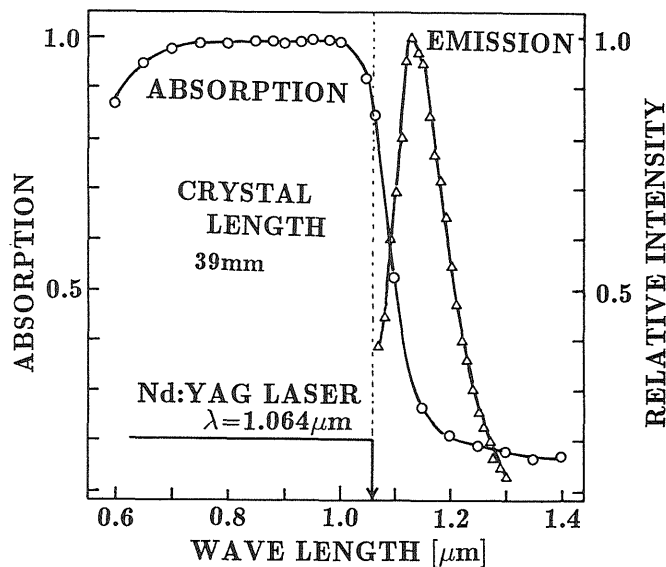
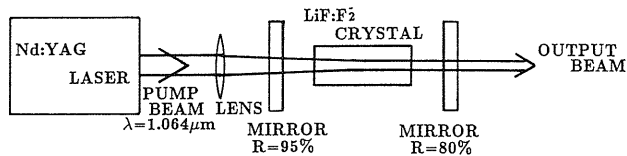


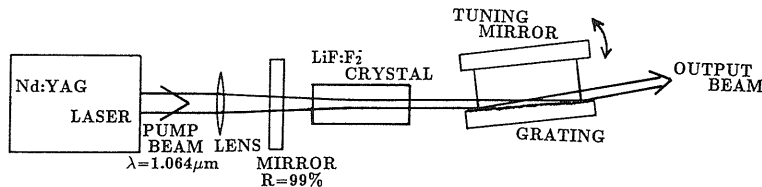
Fig.1 Absorption and fluorescence spectra of LiF: F_2^-

また、吸収が可視光域で大きいことが特徴である。この結晶の蛍光寿命は 55ns と短い、誘導放出断面積が $1.7 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ と他の媒質と比べて 100倍程度大きくレーザ発振が実現し易い。



(a) Broad-band oscillation

3. 実験構成 Fig.2に LiF:F₂⁻ カラーセンタレーザの構成として (a)に広帯域発振構成, (b)に回折格子による狭帯域化の構成を示す。結晶サイズは 12×12×39mm であり、励起源にパルス幅 20 ns の Nd:YAG レーザを用いた。



(b) Narrow-band oscillation

Fig.2 Diagrams of color center lasers

4. 測定結果及び考察 Fig.3 に上図 (a) の広帯域発振構成による入出力特性を示す。これより発振しきい値が 0.2~1.0mJ と極めて低いことが分り、高利得特性が示された。また、発振出力の効率は 2.4% であったが、さらに出力鏡反射率の最適化により高効率を得られるものと考えられる。Fig.4 に波長同調特性を示す。これより同調域が 1.10~1.24μm まで得られた。この出力波長は H₂O 分子等の差分吸収レーザレーダに利用できる。また、KTP 等の非線形結晶を用いた第二高調波発生 (SHG) により、波長 589nm の Na 原子 D₂ 線に高効率変換が可能であり、共鳴散乱レーザレーダにも利用可能である。

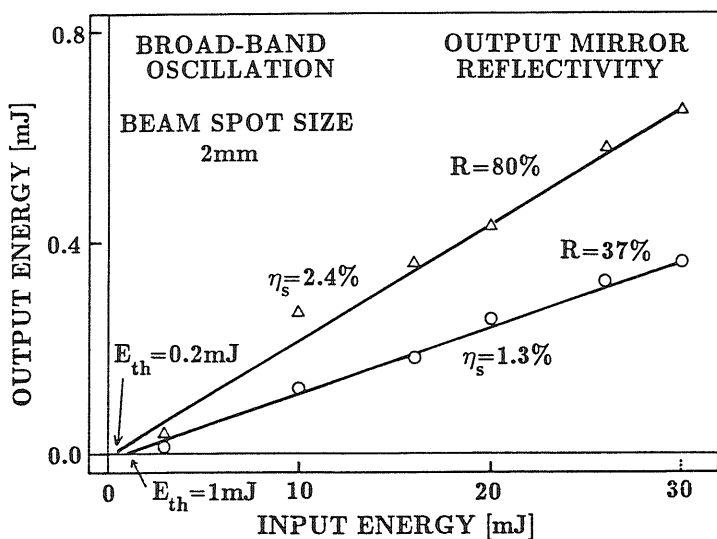


Fig.3 Characteristics of input-output

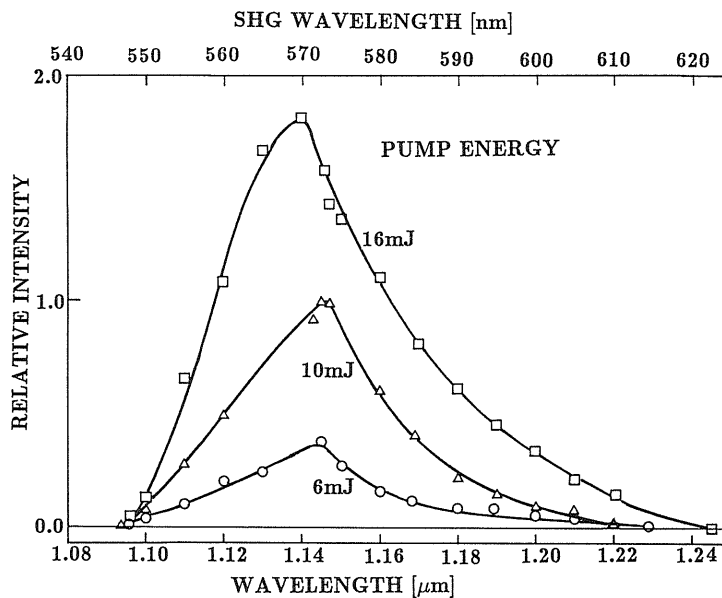


Fig.4 Tuning curve

5. まとめ 室温において LiF:F₂⁻ 色中心結晶を Nd:YAG基本波で励起し、広い発振波長域が得られた。しかし、レーザレーダに応用するにはまだ変換効率が低く、この改善が今後の課題である。

参考文献

1) T.T.Basiev et al: "Room-Temperature Color Center Lasers", IEEE J. Quantum Electron. vol. 24, No. 6, pp. 1052-1069 (1988)