

宮崎和彦、笠田洋文、藤原英機、古川英俊、大島 昇  
 K. Miyazaki, H. Kasada, E. Fujiwara, H. Furukawa, N. Oshima  
 畠山 淳、吉田茂幸  
 A. Hatakeyama, S. Yoshida

鳥取大学 工学部

Faculty of Engineering, Tottori University

レーザーウラン濃縮の実用化のためには、分子法による場合、

- (1) 必要な性能を備えた赤外レーザーの開発 (Table 1)<sup>1)</sup>
- (2) UF<sub>6</sub> 分子ガスのガスダイナミック・エクスパンション (Fig.1)<sup>2)</sup>
- (3) 赤外レーザー光と UF<sub>6</sub> 分子ガスの相互作用

に関する研究が不可欠であるとされている。

上記(1)(2)(3)の中でも、とくに早急に開発の目途をつけることが要請されているのが、十分な出力と波長分解能を有する赤外レーザーである。このため、我々は、16 μm 赤外域における高性能同調可能レーザーに関する研究をすすめてきた。分子法によるレーザーウラン濃縮の研究において、16 μm 波長域で十分な性能を有する赤外レーザーの得られていないことが、現在、分子法による場合の最大のネックになっていると思われるからである<sup>3-5)</sup>。すなわち、原子法によるレーザーウラン濃縮の場合における色素レーザーに対応して、分子法の場合には、中赤外域の同調可能レーザーが必要であると考えられる。

したがって、我々は、分子法によるウラン濃縮用赤外レーザーの開発を念頭において、赤外域 NH<sub>3</sub> レーザ励起 InSb SFR (Spin-Flip Raman) レーザの研究をすすめてきた<sup>5-11)</sup> (Fig.2)。

現在、我々は、赤外域 NH<sub>3</sub> レーザ励起用に、最高出力 10 J/pulse、1 pps. の TEA CO<sub>2</sub> レーザ (加国、Lumonics 社 TEA-103-2 型) を使用して、赤外域 NH<sub>3</sub> レーザの高出力化と長波長化の研究をおこなっており、すでに高出力 12.97 μm 発振線を得ることができた。また、最近では、12.97 μm よりさらに長い波長域の 13.27 μm 発振線の高出力化をも達成した (Table 2)。

これら 12.97 μm ないし 13.27 μm 赤外域 NH<sub>3</sub> レーザ発振線で、InSb SFR レーザを励起すると、15.9 μm InSb SFR レーザを発振させるに必要な磁界の大きさは、それぞれ約 7.9 T (Tesla)、約 6.9 T で、8 T 以下となり (Fig.3)、15.9 μm 発振線の高出力化が可能である。

最高磁界 8 T の超電導電磁石装置 (古河電気工業株 FSM-8050 M66、スプリット・コイル型) を使用して、上記の赤外域 NH<sub>3</sub> レーザ励起による InSb SFR レーザに関する研究を、我々は現在おこなっている。

- 文献
- 1) 山中 (監著) : レーザ工学 (コロナ社、昭58年) p.205.
  - 2) V. S. Letokhov : Nonlinear Laser Chemistry (Springer-Verlag, 1983) p.59.
  - 3) 米国科学アカデミー (編) : これからの科学・技術 (日経サイエンス、昭59年) p.227.
  - 4) H. Walther (ed.) : Laser Spectroscopy of Atoms and Molecules (Springer-Verlag, 1976) p.140.
  - 5) K. J. Button (ed.) : Infrared and Millimeter Waves (Academic Press, 1983) p.79.
  - 6) 吉田、藤井、山林、安東、宮崎、藤澤 : 電気学会レーザー工学研究会資料 LEG-78-6 (1978).
  - 7) 山林、吉田、宮崎、藤澤 : レーザー研究 7 (1979) 161-168.
  - 8) N. Yamabayashi, T. Yoshida, K. Miyazaki and K. Fujisawa : Optics Comm. 30 (1979) 245-248.
  - 9) N. Yamabayashi, K. Fukai, K. Miyazaki and K. Fujisawa : Appl. Phys. B-26 (1981) 33-36.
  - 10) 宮崎 : 赤外線技術研究会資料 No.156 (1985).
  - 11) 宮崎 : レーザー研究 14 (1986) 516-523.

Table 1 Specifications of the infrared laser for molecular laser isotope separation of UF<sub>6</sub> (Ref. 1).

	近い将来	遠い将来
ライン幅	< 0.03 cm <sup>-1</sup>	< 0.03 cm <sup>-1</sup>
繰返し速度	1pps	200pps
想定される周波数		
628 ± 1 cm <sup>-1</sup> (~15.9 μm)	0.1 mJ	1 mJ
823 ± 1 cm <sup>-1</sup> (~12.2 μm)	25 mJ	1 J
1160 ± 1 cm <sup>-1</sup> (~8.6 μm)	8 mJ	0.5 J
1294 ± 1 cm <sup>-1</sup> (~7.7 μm)	10 mJ	0.5 J

必要とする  
ガスの  
レベル  
エネルギー

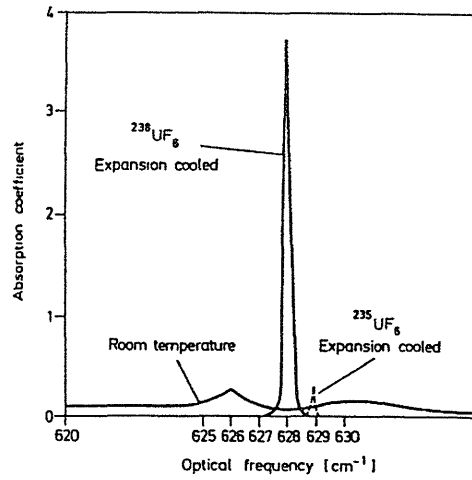


Fig. 1 Absorption spectrum of UF<sub>6</sub> cooled by jet expansion (Ref. 2).

Table 2

Observed lines and their relative intensities of the line-tunable infrared NH<sub>3</sub> laser pumped with 9R(30) TEA CO<sub>2</sub> laser line.

OBSERVED		TRANSITION		
Wavelength (μm)	Frequency (cm <sup>-1</sup> )	Relative Intensity*	Assignment	Frequency (cm <sup>-1</sup> )
10.714	933.358	M	aQ( )	931
10.734	931.619	M	aQ(2,2)	931.334
10.744	930.752	M	aQ(3,3)	930.757
10.768	928.678	M	aQ(5,5)	928.755
10.818	924.385	W	aQ(6,6)	927.32
10.994	909.587	M	sp(3,0)	909.199
11.198	893.012	S	aP(2,0)	892.157
11.244	889.363	S	sP(4,1)	887.99
11.456	872.905	M	aP(3,1)	872.567
11.518	868.206	S	sP(5,0)	868.000
11.522	867.905	M	sP(5,3)	867.719
11.712	853.825	S	aP(4,0)	853.819
11.790	848.176	S	sP(6,1)	847.78
11.792	848.033	M	sP(6,4)	847.338
11.980	834.725	S	aP(5,1)	834.823
12.008	832.778	S	aP(5,3)	832.634
12.080	827.815	S	sP(7,0)	827.875
12.246	816.593	S	aP(6,0)	816.646
12.386	807.363	S	sP(8,3)	807.477
12.542	797.321	S	aP(7,2)	797.449
12.570	795.545	S	aP(7,3)	796.135
12.636	791.390	S	aP(7,5)	791.726
12.688	788.146	S	aP(7,6)	788.511
12.826	779.666	S	aP(8,0)	780.552
			aP(8,1)	780.316
			aP(8,2)	779.566
12.868	777.122	S	aP(8,3)	778.293
			aP(8,4)	776.464
12.894	775.555	M	aP(8,5)	774.026
12.986	770.060	S	aP(8,6)	770.913
13.160	759.878	M	aP(9,3)	760.692
13.286	752.672	S	aP(9,6)	753.592
13.412	745.601	W	aP(9,8)	745.7

\* W : Weak (less than 1 mJ/pulse)  
M : Medium (1 mJ/pulse-10 mJ/pulse)  
S : Strong (more than 10 mJ/pulse)

Temp. ~290K

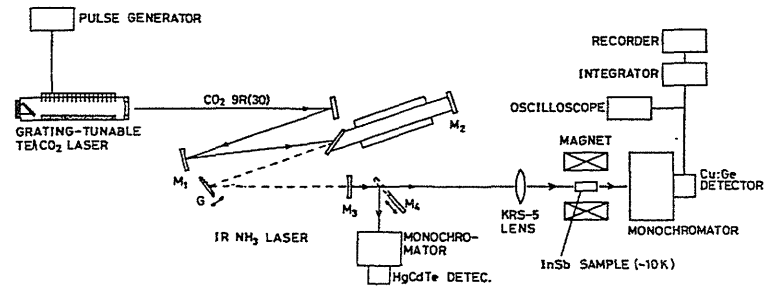
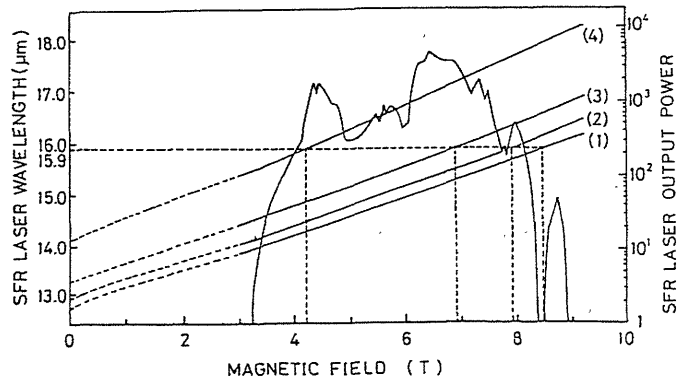


Fig. 2 Experimental setup for InSb SFR laser pumped with the line-tunable infrared NH<sub>3</sub> laser.



(1): 12.81 μm PUMP, (2): 12.97 μm PUMP  
(3): 13.27 μm PUMP, (4): 14.1 μm PUMP

Fig. 3 InSb SFR laser wavelength (μm) and output power (relative intensity \*) as a function of magnetic field (Tesla).

(\* Appl. Phys. Lett. 25 (1976) 603.)