

AlGaAsレーザ, InGaAsPレーザによる分光測定

および汚染ガス検出への応用

Spectroscopic Measurements by AlGaAs Lasers and InGaAsP Lasers,  
and Their Applications to Pollutant Gas Monitoring

大津 元一, 福岡 和雄\*, 小谷 浩樹, 田川 治男, 田幸 敏治\*

Motoichi OHTSU, Kazuo FUKUOKA\*, Hiroki KOTANI, Haruo TAGAWA,

and Toshiharu TAKO\*

東京工業大学 理工学国際交流センター, 精密工学研究所\*

International Cooperation Center for Science and Technology,

\* Research Laboratory of Precision Machinery and Electronics,

Tokyo Institute of Technology

§1 まえがき

0.8 $\mu\text{m}$  AlGaAsレーザ<sup>1,2)</sup>, 1.5 $\mu\text{m}$  InGaAsPレーザ<sup>3,4)</sup>のFM, AM雑音の低減化の実験やその理論限界の推定が行われ, またそのスペクトル幅が数MHz以内であること<sup>5,6)</sup>が明らかになって来た現在, これらを分光測定用波長可変光源として使用できることは明白である。波長1 $\mu\text{m}$ 付近にはH<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, HCN, CH<sub>4</sub>など多数の有機分子の結合調スペクトルが分布するためこれらの高分解能分光ができる。さらにこれらのレーザと低損失ファイバとを組合せて汚染ガスの遠隔計測も可能であり, Pb化合物半導体レーザの場合にくらべ光源に関して低価格, 高信頼性のシステムの実現可能性が高い。本稿ではこれらのレーザを用いた実験結果について述べる。

§2 AlGaAsレーザによる測定

0.8 $\mu\text{m}$ 帯にはH<sub>2</sub>Oの(2,1,1)帯の回転線が多数分布し(0,1,3)帯とのDarling-Dennison共鳴を生じているためその線強度は比較的つよく, すでに従来未測定であったものも含めAlGaAsレーザにより10本以上の吸収線が測定されている<sup>7)</sup>。そのうちの一線を図1に示す。今回はこれら結合調の回転構造定数決定のためにスペクトルの精密波長測定を行なった。Lamb dip安定化He-Neレーザ(633nm)を波長基準とし, 気圧掃引ファブリ・ペロD-干渉計を用いた合致法により表1に示すように $1 \times 10^{-7} \sim 6 \times 10^{-8}$

の精度で測定できた。これらは従来の結果より1~2ケタ高精度である。

§3 InGaAsPレーザによる測定

1.5 $\mu\text{m}$  InGaAsPレーザにより21本のNH<sub>3</sub>(2 $\nu_1$  or 2 $\nu_3$ ), および1本のH<sub>2</sub>O(2 $\nu_1 + \nu_2 + \nu_3$ )吸収線を測定した。それを図2, 図3に示す。汚染ガス検出の基礎データとするためにこれらのスペクトル波長を精密測定した。そのために精度0.35pmの可搬波長計を開発した。(図4(a))<sup>8)</sup> 得られた波長測定値を表2に示す。これらの結果をもとに汚染ガス検出の基礎実験として図4(a)に示すようにレーザ光を長さ50mのマルチモードファイバをとおしてNH<sub>3</sub>吸収線の測定を行なった。図5はNH<sub>3</sub>の気体圧力

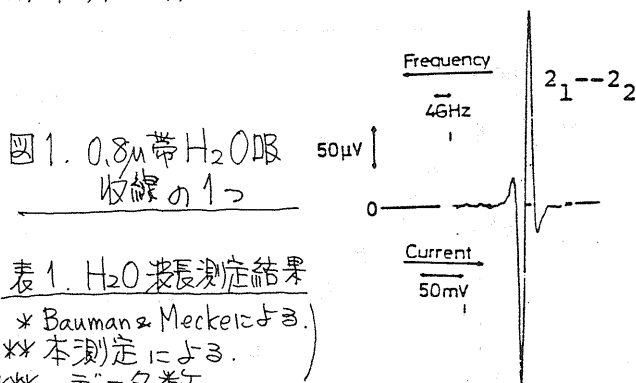


図1. 0.8 $\mu\text{m}$ 帯H<sub>2</sub>O吸収線の1つ

表1. H<sub>2</sub>O波長測定結果

(\* Baumann & Meckeによる)  
\*\* 本測定による。  
\*\*\* データ数

J <sub>i</sub> -J <sub>k</sub>	$\lambda$ (Å) <sup>*</sup>	$\lambda$ (Å) <sup>**</sup>	$\sigma_{ij}$ (Å)	n <sup>***</sup>
2 <sub>1</sub> -2 <sub>2</sub>	8228.760	8228.75517	0.00087	15
4 <sub>2</sub> -4 <sub>1</sub>	8229.753	8229.7479	0.0014	10
3 <sub>0</sub> -3 <sub>1</sub>	8233.907	8233.9347	0.0010	7
1 <sub>1</sub> -2 <sub>0</sub>	8263.445	8263.46408	0.00057	12
3 <sub>-3</sub> -3 <sub>0</sub>	8278.708	8278.70814	0.00046	6
2 <sub>0</sub> -3 <sub>-1</sub>	8282.027	8282.027	0.001	3

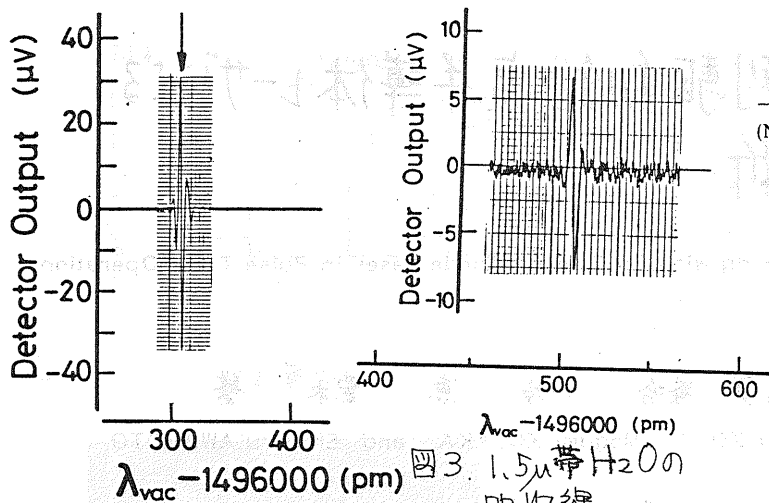


図2. 1.5μ帯NH<sub>3</sub>の吸収線の一つ。

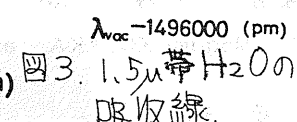
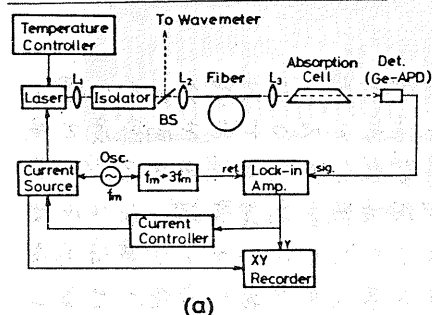


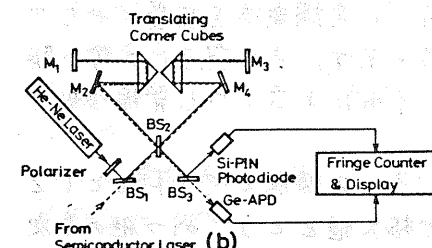
図3. 1.5μ帯H<sub>2</sub>Oの吸収線。

表2 NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>Oの波長測定値

No.	Wavelength in the air (pm)	Wavelength in vacuum (pm)
(NH <sub>3</sub> ) 1.	1496315.8 ± 0.8	1496311.1 ± 0.8
2.	1498610.7 ± 0.7	1498605.9 ± 0.7
3.	1498713.4 ± 0.4	1498708.6 ± 0.4
4.	1498743.3 ± 0.4	1498738.5 ± 0.4
5.	1498802.8 ± 0.8	1498798.0 ± 0.8
6.	1503013.7 ± 0.6	1503008.9 ± 0.6
7.	1503032.6 ± 1.0	1503027.8 ± 1.0
8.	1503051.9 ± 1.2	1503047.1 ± 1.2
9.	1503084.9 ± 0.9	1503080.1 ± 0.9
10.	1503097.1 ± 0.8	1503092.3 ± 0.8
11.	1503125.1 ± 0.8	1503120.3 ± 0.8
12.	1503137.3 ± 0.5	1503132.5 ± 0.5
13.	1503195.6 ± 1.3	1503190.8 ± 1.3
14.	1503200.5 ± 1.6	1503195.7 ± 1.6
15.	1503207.1 ± 0.9	1503202.3 ± 0.9
16.	1503226.7 ± 1.0	1503221.9 ± 1.0
17.	1503232.6 ± 0.5	1503227.8 ± 0.5
18.	1503342.6 ± 0.9	1503337.8 ± 0.9
19.	1503354.0 ± 1.0	1503349.2 ± 1.0
20.	1503431.7 ± 0.7	1503426.9 ± 0.7
21.	1503506.6 ± 1.1	1503501.8 ± 1.1
(H <sub>2</sub> O)	1496508.9 ± 0.9	1496504.2 ± 0.9



(a)



(b)

図4 (a)測定装置 (b)波長計

と測定のス/N値との関係を示す。S/N = 1となる気体圧力値より検出感度限界値として  $2.3 \times 10^{-3}$  Torr·m が得られこの測定の高感度性が確認された。

§4 あとがき

AlGaAs, InGaAsP レーザを用いたH<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>の分光測定により汚染ガス検出のための基礎データを得た。現在、シングルモードファイバの使用, 信号処理システムの開発による高感度化をめざしている。

文献

- 1) M. Ohtsu et. al. : Jpn. J. Appl. Phys., 22 (1983) 1157
- 2) 大津, 大塚 : 通信学会光量工研資料 OQE83-61 1983年9月
- 3) M. Ohtsu, H. Kotani and H. Tagawa : Jpn. J. Appl. Phys. 22 (1983) 1501
- 4) 大津, 大塚, 古田島, 田幸 : 電気学会光応用, 視覚, 計測, 光量子デバイス合同研究会 発表予定 昭和58年12月
- 5) T. Takakura, K. Iga and T. Tako : Jpn. J. Appl. Phys., 19 (1980) L725
- 6) M. Ohtsu and S. Kotajima : submitted to Jpn. J. Appl. Phys.
- 7) H. Tsuchida, M. Ohtsu and T. Tako : Jpn. J. Appl. Phys., 21 (1982) L1
- 8) M. Ohtsu, H. Tagawa and H. Kotani : to be published in Jpn. J. Appl. Phys., 22 (1983) No. 12

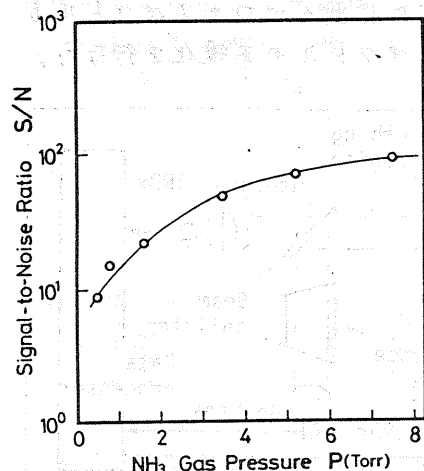


図5 ファイバ使用時のス/N値の測定