

半導体レーザーによる0.8 $\mu\text{m}$ 帯水蒸気吸収スペクトルの高分解能分光  
High Resolution Spectroscopy of the Absorption Lines of Water  
Vapor at 0.81 - 0.83 $\mu\text{m}$  by Using Semiconductor Lasers

田 幸 敏 治      土 田 英 実      大 津 元 一\*  
Toshiharu TAKO    Hidemi TSUCHIDA    Motoichi OHTSU\*

東京工業大学    精密工学研究所    理工学国際交流センター\*  
Research Laboratory of Precision Machinery & Electronics,  
International Cooperation Center for Science & Technology,\*  
Tokyo Institute of Technology

半導体レーザーを用いた高分解能分光は、赤外域(2.7~30 $\mu\text{m}$ )では盛んに行われているが<sup>1)</sup>、近赤外域ではCs<sup>2)</sup>、Rb<sup>3)</sup>のほかあまり行われていない。0.8 $\mu\text{m}$ 帯AlGaAs半導体レーザーは光通信光源として開発され、現在、縦・横単一モード発振、スペクトル幅1MHz程度<sup>4)</sup>のものが、比較的低価格(~10万円)で入手できるようになっている。ここでは、近赤外域(8100~8400 $\text{\AA}$ )に振動回転スペクトルを持つ水分子の吸収スペクトルをAlGaAsレーザーを使って測定した結果について報告する。

水分子の(0,0,0)-(2,1,1)バンドの振動回転スペクトルは、Bauman, Mecke<sup>5)</sup>により観測され、線の帰属が決定されている。図1は、それらの中で特に強い吸収強度を持つ吸収線の位置を示したものである。

測定に使用したレーザーは、波長 $\lambda = 0.82\mu\text{m}$ 、閾値 $I_{th} = 80\text{mA}$ で、ペルチェ素子により温度制御されている。レーザー周波数の注入電流、及び温度による変化は、それぞれ、 $-2.75\text{GHz}/\text{mA}$ 、 $-20\text{GHz}/^\circ\text{C}$ である。レーザーがマウントされているヒートシンク温度を $17.0^\circ\text{C} \leq T_{hs} \leq 23.0^\circ\text{C}$ で変更することにより、 $8225\text{\AA} \leq \lambda \leq 8245\text{\AA}$ で波長同調できた。ただし、この範囲内には縦モードジャンプによるギャップが存在する。

吸収セルは内径4cm、長さ10cmで、純水が封入されている。吸収セルは室温(~21 $^\circ\text{C}$ )で使用した。このときの水の飽和蒸気圧は約20Torr、 $\lambda = 0.82\mu\text{m}$ におけるドップラー幅は約1GHzである。

吸収セルの透過光はAPDで受光される。吸収スペクトルの微分曲線を得るため、レーザー周波数を注入電流で直接変調し、APDの出力をロックインアンプで同期検波した。

測定された吸収スペクトルを図2(a)~(c)に示す。上が1次、下が2次微分曲線で、これらはレーザーの注入電流を掃引することにより

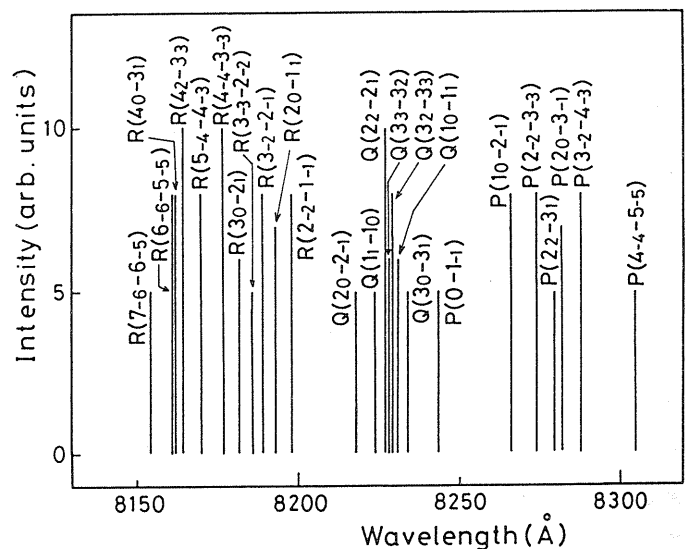


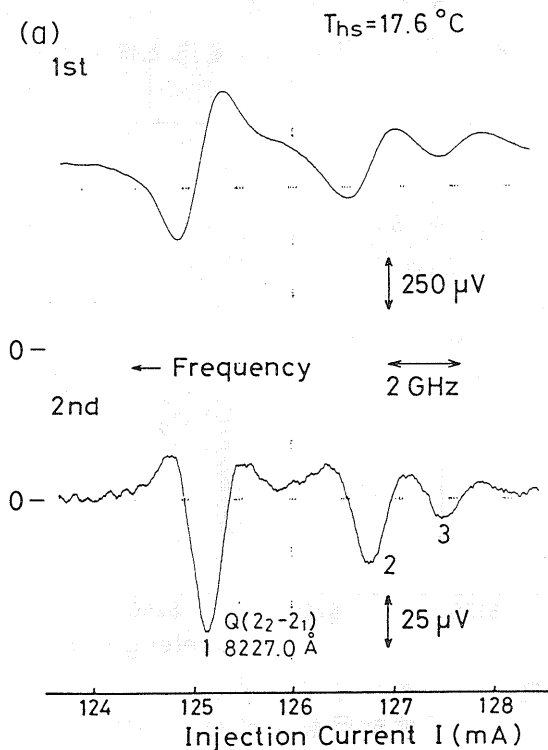
図1 水分子の(2,1,1)バンドの振動回転スペクトル<sup>5)</sup>

より得られたものである。レーザの変調条件は、周波数  $f_m = 8 \text{ kHz}$ 、幅  $i_m = 0.22 \text{ mA}_{p-p}$  である。1次微分曲線では、スペクトルの中心が零点にならない。これは、レーザの電流-光出力特性のバックグラウンドが存在するためである。

測定された吸収線は、図2に示すように全部で10本である。各線の帰属は、回折格子分光器で測定したレーザの波長と、Baumann, Meckeの結果<sup>5)</sup>から決定した。10本の吸収線の中で、1, 5, 6 (図2)の3本については帰属を決定できた。残りの7本の吸収線は、本研究で初めて測定されたもので、帰属は不明である。

以上のように、近赤外域のAlGaAs半導体レーザを使って、水分子の吸収スペクトルを簡単な装置で測定することができた。このような水分子の吸収線を基準として使えば、半導体レーザの周波数を安定化することができる<sup>6)</sup>。現在、よう素安定化He-Neレーザを基準として、合致法によりこれらの吸収線の波長を精密に測定する実験を進めている。

図2 測定された水分子の吸収スペクトル



[参考文献]

1. 高見：レーザ-研究 9 (1981) 396.
2. T.Yabuzaki et al : Jpn. J. Appl. Phys. 20 (1981) L451.
3. 土田他：第29回応物講演会 3aF9.
4. T.Takakura et al : Jpn. J. Appl. Phys. 19 (1980) L725.
5. W.Baumann and R.Mecke : Z. Phys. 81 (1933) 445.
6. H.Tsuchida et al : Jpn. J. Appl. Phys. 21 (1982) L1.

