

宮崎和彦、笠田洋文、佐々木義道

K.Miyazaki, Y.Kasada, Y.Sasaki

鳥取大学 工学部

Faculty of Engineering, Tottori University

大気の計測の場合等と異なり、燃焼計測の場合、ガスの組成・濃度や温度は、比較的狭い空間の中で、時間的にも、空間的にも、急激に変化している場合が多い。このため、各種の原理に基づく、瞬時・空間分解計測法が研究されている。^{1)~5)} 我々は、同調可能レーザを用いた、赤外吸収法による、瞬時・空間分解計測法の開発に関する研究をすすめてきた。

吸収法は、散乱法、発光法、干渉法等に比べて、原理的にも、データの解析処理においても、単純であり、高速(瞬時)・高感度計測に適した方法と考えられ、したがって、時間的分解能や感度についても、比較的問題が少ない。しかし、吸収法による場合、一般には、光路全体にわたる吸収が計測されるので、空間的分解能を得るためには、特別の工夫が必要である。

このため、いくつかの方法が提案されているが、^{2)~5)}このうち、2本のレーザ光を交差させ、一方のレーザ光で励起し、もう一方のレーザ光をプローブとして用いる方法が、原理的に単純であり、測定系の構成も比較的簡単なので、実際的であろうと考えられる。我々は、この2レーザ光交差法について、(a)2段階励起法と(b)飽和吸収法に関する研究をおこなっている。

(a) 2段階励起法

2段階励起過程によれば、各過程は通常の1光子の共鳴吸収であるから、高感度の空間分解計測が期待できる。Fig.1に示すように、一方のレーザを励起レーザとし、励起レーザ光の波長を λ_{12} とする。この場合、もう一方のレーザはプローブレザである。プローブレザ光の波長を λ_{23} とする。NH₃分子ガスを用いて、この2段階励起法の予備の実験をおこなった。Fig.2は関連するエネルギーダイアグラムを、また、Fig.3は、実験結果の一例を模式的(Schematic)に示したものである。 λ_{12} として、TEA CO₂レーザの10.4 μ m帯、P(34) 931cm⁻¹を、 λ_{23} として、TE CO₂レーザの10.4 μ m帯、P(18) 946cm⁻¹を使用し2段階励起法による吸収を観測した。 λ_{23} の吸収がおこり、その強さは、NH₃分子ガス濃度に依存する。なお、この吸収の緩和の過程には、温度が関与するものと考えられる。この実験では、吸収波長に近い(しかし、まったくは一致していない)離散的に同調可能なCO₂レーザの発振線を用いているため、感度は充分でなかったが、これは、連続的に同調可能な赤外レーザを用いれば、解決できる問題である。

(b) 飽和吸収法

Fig.4に示すように、励起用のTEA CO₂レーザ発振線を用いて、予め、分子ガス(今の場合NH₃)の吸収を飽和させておけば、吸収が飽和している空間の部分では、プローブレザ光の吸収はなくなる。したがって、この場合に観測されるプローブレザ光の赤外吸収は2本のレーザ光の交差する部分に存在する分子ガス(NH₃)の濃度に依存する。すなわち、濃度の空間分解計測が可能になる。被測定空間の前方に、棒状の障害物を置いた場合、励起用(飽和用)レーザ光の、被測定空間における、光強度分布(Power Dip)の様子を調べると、この種の方法でも、約1mm程度の空間分解能の得られることがわかった。Fig.5の結果をもとに、TEA CO₂レーザの9.4 μ m帯、R(30) 1085cm⁻¹(9.220 μ m)発振線を用いて、NH₃分子ガスの飽和吸収特性を調べた結果の一例がFig.6である。すなわち、励起用レーザ光を用いることで、被測定空間以外の部分のガスの赤外吸収を飽和させ、プローブレザ光の吸収される部分の光路長を変化させることがわかった。

文 献

- 1) B. T. Zinn(ed): Experimental Diagnostics in Gas Phase Combustion Systems (Am. Inst. Aeronautics and Astronautics, 1977) 652
- 2) 平尾(編): 自動車エンジンの排気浄化 — 燃料・燃焼・触媒 — (丸善, 1980) 255
- 3) 宮崎: 自動車技術 35 (1981) 397.
- 4) J. Y. Wang: Applied Optics 15 (1976) 768.
- 5) R. M. Measure: Applied Spectroscopy (1978) 381.
- 6) R. R. Jacobs et. al.: Applied Physics Letters 29 (1976) 710.

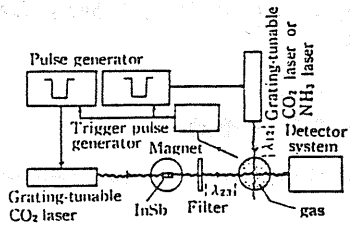


Fig.1. Two-step Excitation Method.

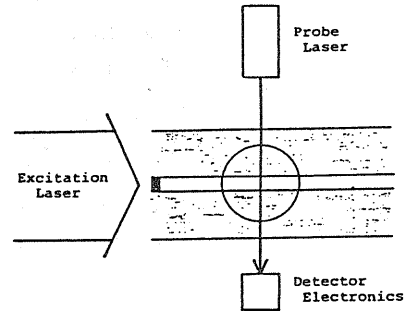


Fig.4. Saturation Absorption Method.

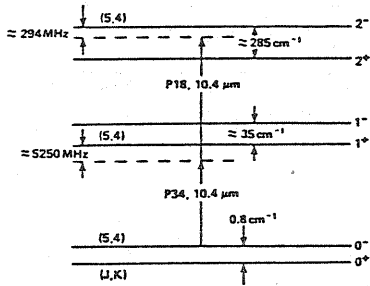


Fig.2. Partial Energy Diagram (NH₃).

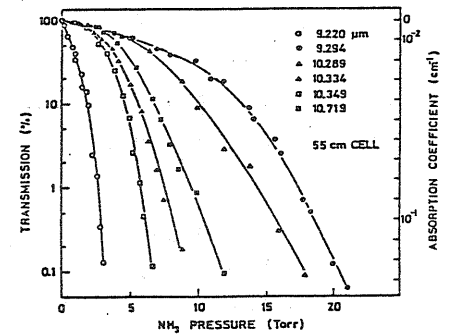


Fig.5. Absorption of CO₂ Laser Lines by NH₃ Gas.

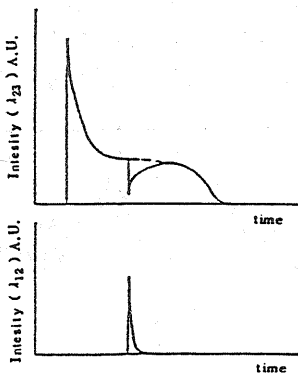


Fig.3. Observed Waveform of Absorption.

(NH₃ , Two-step Excitation Method)

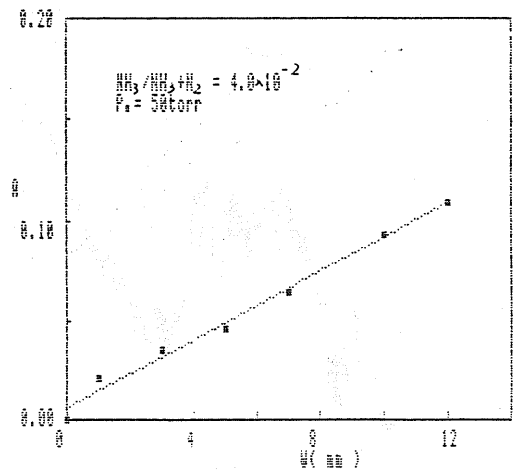


Fig.6. Infrared Absorption as a Function of Width w .