

赤外域 NH₃ レーザの高出力化

High Power Infrared NH₃ Laser
(for Pumping InSb SFR Laser)

宮崎和彦、笠田洋文、小椋剛、吉岡秀朗

Kazuhiko Miyazaki, Hirofumi Kasada, Takeshi Ogura, Hideaki Yoshioka
鳥取大学 工学部

Faculty of Engineering, Tottori University

Abstract

High power infrared NH₃ laser(aP(10,9),13.83 μm) pumped with very high power (about 60J/pulse) 9R(30)9.22 μm line of CO₂ laser has been being developed as a pumping source for InSb SFR(Spin-Flip Raman) laser tunable in the infrared region of 16 μm by using one of the units of Lekko VIII at the Institute of Laser Engineering, Osaka University.

本研究室では、レーザによる同位体分離や化学反応の制御が考えられる赤外域同調可能(波長可変) SFR (Spin-Flip Raman) レーザの研究を行ってきた。これまでに分子法によるウラン濃縮用のレーザとして16 μm域で同調可能なNH₃レーザ励起 InSb SFRレーザを開発した。InSb SFRレーザを励起するためのレーザとして、13~14 μm域 NH₃レーザの高出力化についての報告を行う。

我々は従来の実験より、赤外域 NH₃レーザのレーザ管を大型化し、レーザ共振器の構成と励起法を工夫することにより、高出力な aP(10,9), 13.83 μm 発振線を確認した。実験によって得た aP(10,9) 発振線の発振出力、NH₃分子ガスの濃度(分圧, NH₃/NH₃+N₂,%)、ガス圧力(全圧)、関係は(Fig. 1)のようになる。

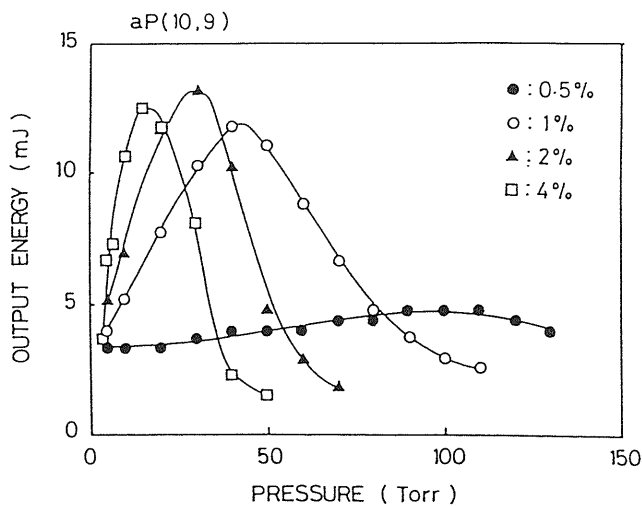


Fig.1 The pressure dependence of aP(10,9)13.83 μm output power

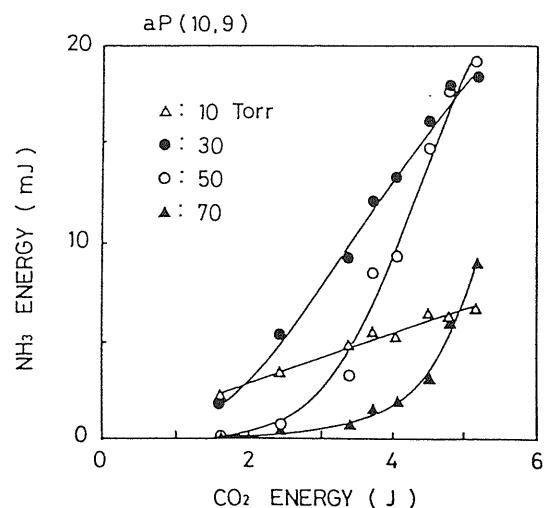


Fig.2 aP(10,9)13.83 μm output power as a function of 9R(30)9.22 μm pumping power

(1) 励起用CO₂レーザーの高出力化

(Fig. 2) に示すように、励起用CO₂レーザーの強度を5.5 J程度まで増加させてもNH₃レーザーの出力は飽和せずに増加している。そこで本研究室で使用してきたCO₂レーザー(9R(30)の発振線において最高出力(5.5 J/pulse))の代わりにより高出力なCO₂レーザーを使用すればNH₃レーザーの出力をさらに増加させることができると考えられる。

(2) NH₃レーザーの高効率化

NH₃レーザー管を冷却することでNH₃レーザーの出力が増大する。これは、NH₃分子の各エネルギー準位での分子の分布量は室温ではボルツマン分布によっているが、レーザー管を冷却することによってレーザー発振の始準位と終準位との分布差が改善されるので出力が増大する。

またNH₃ガスにN₂ガスを混入することによっても出力が増大する。これはNH₃分子とN₂分子との衝突により、NH₃分子の回転準位間遷移が速まりν₂準位以外の回転準位の分布量が減少してν₂準位との反転分布が促進されるためである。

今後は、「烈光Ⅷ号」(Fig. 3) システムを利用した大出力CO₂レーザー(～60 J/pulse)励起NH₃レーザーの実験(Fig. 4)を行う。これにより、NH₃レーザーのさらなる高出力化が期待される。

また16 μm域で考えた場合、大出力CO₂レーザーの発振光によって励起されたNH₃レーザー光 a P(10, 9), 13.83 μmを励起光としたInSb SFRレーザーで16 μm域で強い発振が期待でき、そのうえ同調範囲が広がり、発振出力が高出力で安定すると思われる。

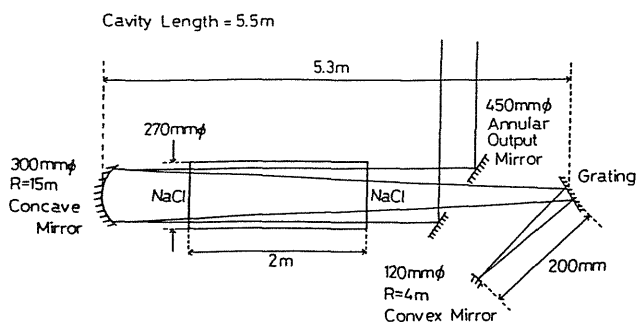


Fig.3 Experimental setup of very high power CO₂ laser

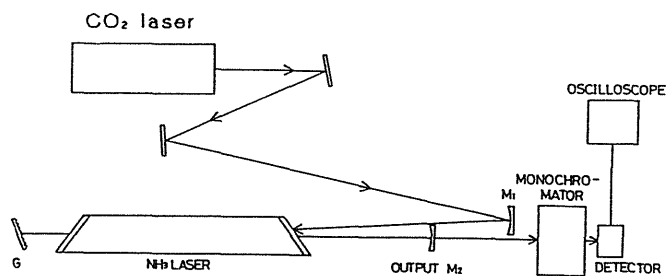


Fig.4 Experimental setup of NH₃ laser pumped with very high power CO₂ laser

【謝辞】

本研究の一部は、大阪大学レーザー核融合研究センターの共同研究(装置利用研究)として行ったものである。本研究を進めるにあたり御助力して頂いた研究センターの北川米喜助教授、沢井清信技官に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 草野浩幸 鳥取大学大学院工学研究科修士学位論文
- 森上浩 鳥取大学工学部卒業研究報告書