

AgGaSe<sub>2</sub> によるCO<sub>2</sub> レーザの第2, 第3高調波発生  
 Second and Third-Harmonic  
 Generation of CO<sub>2</sub> Laser in AgGaSe<sub>2</sub>

加藤 洸

Kiyoshi Kato

防衛庁第2研究所

Second Research Center, Japan

Defense Agency

Abstract

Stable generation of the tunable mid-IR pulses in the 3~5 μm range have been obtained by second-harmonic and sum-frequency generation of the CO<sub>2</sub> laser frequencies in AgGaSe<sub>2</sub> at room temperature. The overall energy conversion efficiency of 3% was realized without noticeable damage to the harmonic generator crystals, thus demonstrating the attractiveness of AgGaSe<sub>2</sub> for mid-IR harmonic generators.

AgGaSe<sub>2</sub> 結晶は、0.7~18 μmの範囲で透明な半導体の非線形光学結晶で<sup>1)</sup>、既に1970年初期にCO<sub>2</sub> レーザの第2高調波発生<sup>2, 3)</sup>や差周波発生<sup>2)</sup>が行なわれている。しかし、その後この種の結晶は一部の研究者<sup>4, 5)</sup>により遠赤外線領域での波長変換材料として用いられていたほかはほとんど顧られなかったが、1980年後半になって、再び3~5 μm帯の非線形光学結晶として脚光を浴び<sup>6)</sup>、2.6~9 μm光パラメトリック発振実験等も報告されるようになった<sup>7)</sup>

ただし、AgGaSe<sub>2</sub> で光パラメトリック発振を行うためには高品質の結晶、特殊で高価なダイクロック反射鏡と広帯域反射防止膜の加工が必要であるので、より実用的で安定した3~5 μm帯のコヒーレント光を得るため、CO<sub>2</sub> レーザの第2, 第3高調波発生(SHG, THG)を行った。

実験に用いたAgGaSe<sub>2</sub> は1×1×1 cm<sup>3</sup>, 1×1×1.5 cm<sup>3</sup> のもので、SHG用はθ=51.8°, φ=0° にカットしてあり、SHG用は入射面に9~11 μm及び出射面に4~6 μm、THG用は入射面に4~6 μm及び出射面に3~4 μmの広帯域反射防止膜をそれぞれコートしてある。

まず、10 Hz, 50 mJ, 200 nsのCO<sub>2</sub> レーザの10.63, 10.25, 9.57及び9.20 μmを用いてタイプ-1 SHG及びタイプ-2 THGの実験を行い<sup>1)</sup>正確な位相整合角と屈折率を求めた<sup>8)</sup>。

次にCO<sub>2</sub> レーザの波長を9.57 μmに固定して、タイプ-1 SHG及びタイプ-2 THGの位相整合許容幅(FWHM)を測定したところ、SHGでΔθ<sub>ext</sub>・l=2.0 deg・cm、THGでΔθ<sub>ext</sub>・l=2.1 deg・cmとなり、位相整合条件から求めた屈折率で計算した理論値と一致することが分かった。

したがって、ビームの拡がり角3 mrad程度の市販のCO<sub>2</sub> レーザを励起光源として用いても位相整合許容角が大きいいため、ほぼ完全な位相整合が得られる。また定性的ではあるが、複屈折率

の温度依存性は殆ど無視できるので、熱伝導率が良ければ高平均出力のCO<sub>2</sub>レーザの波長変換用結晶としてはきわめて有効である。

ただし、この結晶はダメージしきい値がパルス繰り返し数により大幅に異なるため、励起レーザの繰り返し数を変えて測定する必要がある。しかし、今回の実験では簡単のため、パルス繰り返し数を10Hzに固定して、励起エネルギー密度2 J/cm<sup>2</sup>、ピークパワー密度10 MW/cm<sup>2</sup>のところでは10.63 μmから第2、第3高調波へのエネルギー変換効率を求めてみた。

公表されているダメージしきい値の近辺でのSHGへのエネルギー変換効率は14%、ピーク値で22%、THGへの全エネルギー変換効率は約3%、ピーク値で9%に達した。

今後の問題としては、特にレーザ・レーダへの応用を考えた場合より高速繰り返し運転を行ってダメージしきい値の温度依存性を解明する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 加藤 洵: 応用物理50, 763 (1981)
- 2) H. Kildal and J. C. Mikkelsen: Opt. Commun, 9, 315 (1973)
- 3) R. L. Byer, M. M. Choy, R. L. Herbst, D. S. Chemla, and R. S. Feigelson: Appl. Phys. Lett., 24, 65 (1974)
- 4) K. Kato: IEEE J. Quantum Electron., QE-20, 698 (1984)
- 5) T. Elsaesser, A. Seilmeier, W. Kaiser, P. Kidal, and G. Branat: Appl. Phys. Lett., 44, 383 (1984)
- 6) R. C. Eckharat, Y. X. Fan, R. L. Ryer, R. K. Route, R. S. Feigelson, and J. Van der Laan: Appl. Phys. Lett., 47, 786 (1985)
- 7) R. C. Eckharat, Y. X. Fan, R. L. Byer, C. L. Marquarat, M. E. Storm, and L. Esterowitz: Appl. Phys. Lett., 49, 608 (1986)
- 8) K. Kato: to be published