

Hg_{1-x}Cd_xGa₂S₄ 結晶の位相整合特性

Phase-matching properties of Hg_{1-x}Cd_xGa₂S₄.

応用化学生物学科 梅村信弘 (Nobuhiro UMEMURA)

The accuracy Sellmeier equations for HgGa₂S₄ and CdGa₂S₄ which provide an excellent reproduction of the phase-matching conditions for Hg_{1-x}Cd_xGa₂S₄ are presented. These index formulas are useful for predicting the phase-matching conditions of this mixed crystal in the mid-IR.

HgGa₂S₄ 結晶は 1 μm レーザによる直接励起により、LiNbO₃ や LiTaO₃ などの酸化物結晶ではフォノンの吸収により使用できない 5~8 μm 帯の中赤外光を発生させることができる数少ない結晶である。また、類似の AgGaS₂ 結晶よりも非線形光学定数が大きく、かつダメージ閾値も大きいことから 2000 年以降注目されている[1]。

さらに、この結晶の Hg を Cd に置き換えた混晶 Hg_{1-x}Cd_xGa₂S₄ は、その比率を調整することで複屈折の制御が可能となるうえ、結晶の可視領域の吸収端が短波長側にシフトするため、2 光子吸収が低減するというメリットもある。本研究では、この混晶について、透過率とともに詳細な位相整合特性を明らかにした。はじめに、最近育成された黄色の HgGa₂S₄ 結晶の位相整合特性のデータを元にセルマイヤー方程式を構築した[2]。次に、 $x = 0.65$ の Hg_{1-x}Cd_xGa₂S₄ の位相整合特性を測定し、その実験データを元に CdGa₂S₄ のセルマイヤー方程式を類推した。その結果、任意の混晶比 x を有する Hg_{1-x}Cd_xGa₂S₄ の屈折率 (n_o , n_e) を以下の式から計算し、その屈折率の値から位相整合条件を正確に予測することができる。

$$n^2(\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Ga}_2\text{S}_4) = (1-x)n^2(\text{HgGa}_2\text{S}_4) + xn^2(\text{CdGa}_2\text{S}_4) \quad (1)$$

一例として、別の混晶比を有する Hg_{0.51}Cd_{0.49}Ga₂S₄ 結晶のタイプ 1 SHG 位相整合角を Fig.1 に示す。混晶比の異なる場合においても本研究で得られた HgGa₂S₄ 及び CdGa₂S₄ のセルマイヤー方程式による屈折率を(1)式で計算した理論値と一致していることがわかる。

また、Petrov らが発表している Hg_{0.348}Cd_{0.652}Ga₂S₄ 結晶によるチタンサファイアレーザ励起光パラメトリック発振の 90° 位相整合波長の実験値[3]についても、本研究で得られた方程式による理論値と一致した。本研究の成果は、比較的発生が困難な 5~8 μm 帯の中赤外線光発生に大きく寄与するものと考えられる。

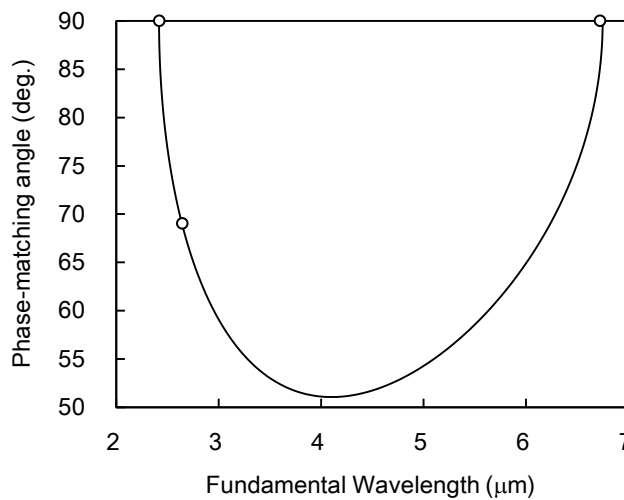


Fig.1 Phase-matching curve for type-1 SHG in Hg_{0.51}Cd_{0.49}Ga₂S₄ at 20°C. The solid line is the theoretical curve calculated with our Sellmeier equations for HgGa₂S₄ and CdGa₂S₄ combined with Eq. (1).

○ : our experimental points.

- [1] A. Tyazhev *et al.* Laser and Photonics Rev. 7, L21-L24 (2013).
- [2] K. Kato *et al.*, Appl. Opt. 55, 3145-3148 (2016).
- [3] V. Petrov, *et al.*, Opt. Commun. 235, 219-226 (2004).