

5mol% MgO 添加 LiNbO₃ 結晶における常光線の屈折率温度分散式

Thermo-optic dispersion formulas for the ordinary ray of 5mol% MgO doped LiNbO₃

応用化学生物学科 梅村信弘 (Nobuhiro UMEMURA)

The Sellmeier and thermo-optic dispersion formulas for the ordinary ray of 5mol% MgO doped congruent LiNbO₃ are reported. A set of our formulas for the ordinary and extraordinary Sellmeier and thermo-optic dispersion formulas reproduces well our new experimental data for the temperature-dependent quasi-phase-matching properties of the MgO:PPLN with the oo-e and oo-o interactions.

近年、レーザ用波長変換素子として、分極反転型波長変換デバイスが注目されており、その中でも 5mol%MgO ドープのニオブ酸リチウム結晶を用いた波長変換素子(MgO:PPLN)が市販されている。MgO:PPLN については、2011 年より研究を進めており、擬似位相整合特性を正確に計算するための、異常光線のセルマイヤー方程式及び屈折率温度分散式を既に発表している^{1,2)}。一方、利用できる非線形光学定数が小さく、通常の擬似位相整合では用いない常光線との組み合わせによる擬似位相整合において、その温度安定性については殆どデータがないのが現状である。そのため、常光線の正確な屈折率温度分散式はあまり報告されておらず、2008 年に Gayer らが発表した温度依存型セルマイヤー方程式³⁾が、現在用いられている常光線の方程式である。しかし、彼らの方程式では oo-e (o : 常光線, e : 異常光線) 偏光による位相整合温度同調を正確に再現できない³⁾。そこで今回、MgO:PPLN (反転周期長 $\Lambda=29.0\mu\text{m}$)を用いて oo-e、oo-o 及び oe-o 相互作用の擬似位相整合第 2 高調波発生(SHG)における温度許容幅 $\Delta T \cdot \ell$ (FWHM)の実験データを取得した。基本波長 λ_1 に対する実験結果を Fig. 1 に示す。

図中の理論曲線は、既に発表している異常光線のセルマイヤー方程式及び屈折率温度分散式(dn_e/dT)¹⁾と本研究で新たに導出した以下の常光線のセルマイヤー方程式及び屈折率温度分散式(dn_o/dT)を元に計算したものである。

$$n_o^2 = 19.5542 + \frac{0.11745}{\lambda^2 - 0.04557} + \frac{8132.45}{\lambda^2 - 554.57}$$

$$\Delta n_o = \left(\frac{0.4519}{\lambda^4} - \frac{2.1143}{\lambda^3} + \frac{4.0283}{\lambda^2} - \frac{2.9264}{\lambda} + 1.0908 \right) \times 10^{-5} \times \{ (\Delta T) + 0.00108(\Delta T)^2 \},$$

$$(0.424\mu\text{m} \leq \lambda \leq 3.8\mu\text{m})$$

ここで λ の単位は μm である。図を見ればわかるように、oo-o 及び oe-o 相互作用の擬似位相整合においては、SHG 波長により温度許容幅が大きく異なり、 $\Delta T \cdot \ell$ が理論値で $100^\circ\text{C} \cdot \text{cm}$ を超える温度安定点が存在することが判明した。また、今回導出した常光線の屈折率温度分散式により計算された擬似位相整合における $\Delta T \cdot \ell$ は、我々の実験データと一致している。

参考文献

1. N. Umemura *et al.*, Appl. Opt. **53**, 111-115 (2014).
2. D. Matsuda *et al.*, SPIE Proc. **9347**, 93471S (2015).
3. O. Gayer *et al.*, Appl. Phys. B **91**, 343-348 (2008).

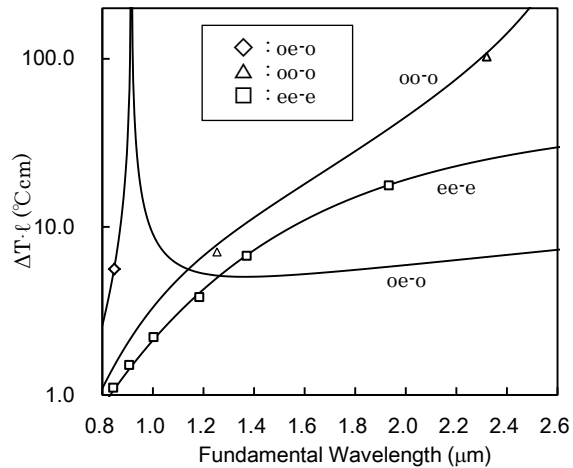


Fig. 1. Temperature phase-matching bandwidths (FWHM) at 20 °C as a function of fundamental wavelengths for QPM/SHG.