

KTN 結晶における光弾性効果の温度依存性評価

Temperature Dependence of Elasto-Optic Effect in KTN Crystals

日本電信電話株式会社 NTT フォトニクス研究所 ○宮津 純, 今井 欽之, 川村 宗範, 小林 潤也

NTT Photonics Labs, NTT Corporation ○Jun Miyazu, Tadayuki Imai, Sohan Kawamura, Junya Kobayashi

E-mail: miyazu.jun@lab.ntt.co.jp

KTN($\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$)結晶を用いた可変焦点レンズは、高速で焦点距離を変化させることが可能であるため、レーザー加工や高速イメージングなど様々なアプリケーションへの適用が期待されている。KTN 可変焦点レンズにおいては、電圧印加に伴い KTN 結晶中に発生する電界分布による屈折率分布（電気光学効果）と、結晶の変形により発生する屈折率分布（光弾性効果）が、電圧の大きさに応じて変化することにより焦点距離の移動が実現されるが[1]、変形のシミュレーションを行うには、電歪係数、弾性係数、光弾性係数の温度依存性の定性化が不可欠である。本発表では、KTN 結晶における光弾性効果の温度依存性の評価を行ったので報告する。

マッハツェンダー干渉計を用いて、KTN 結晶 ($T_0=42.9^\circ\text{C}$ 、 T_0 はキュリー温度) に常誘電相 ($T>T_0$) で応力を加えた場合の、応力の方向に平行な偏波の光に対する屈折率の変化量 (Δn_x) と、垂直な偏波の光に対する屈折率の変化量 (Δn_y) を測定した (図 1)。屈折率変化は応力によく比例しており、この比例係数と、弾性率の温度依存性を用いることで、光弾性係数 p_{11} 、 p_{12} の温度依存性が求められる (図 2)。理論的には、光弾性係数の温度依存性は分極ゆらぎに起因し、その効果を考慮すると光弾性係数が $T/(T-T_0)^2$ に比例するとされているが[2]、本実験結果とは 50°C 以下で差異が大きくなっていることがわかる。[2]の理論式の導出において、歪みが誘電率へ与える影響は T_0 のシフトとして取り入れられているが、我々の評価では、歪みによりキュリーワイス則からのずれが変化する傾向が見られており、その効果を考慮することで、本実験結果をより正確に説明することが可能となると考えられる。実験データと一致する理論式の導出は未達成だが、本検討により KTN 可変焦点レンズの設計パラメータである光弾性係数の温度依存性が求められた。

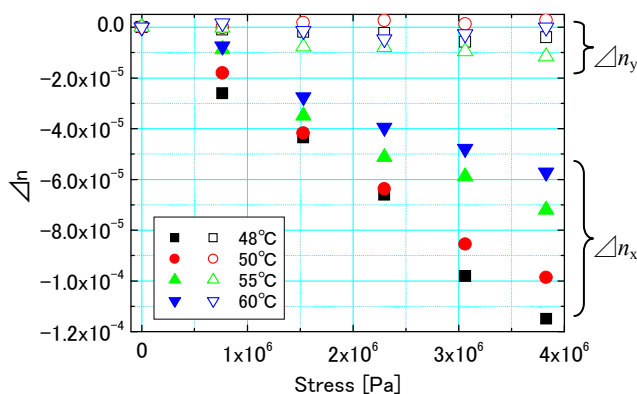


図 1. 屈折率変化量の応力依存性

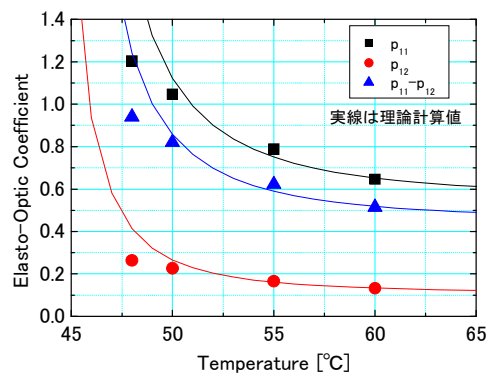


図 2. 光弾性係数の温度依存性

[1] T. Imai et al., Appl. Opt. **51**, 1532 (2012), [2] S. H. Wemple et al., Phys. Rev. B **1**, 193(1970)