

KTN 偏波無依存光スキャナの実現に向けた歪シミュレーション

Strain Simulation for Polarization-independent KTN Optical Scanner

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, 豊田 誠治, 川村 宗範, 小林 潤也

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

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

KTN($\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$)結晶は常誘電相において非常に大きな 2 次の電気光学効果（カー効果）を持つことが知られており、光スキャナ（光偏向器）や可変焦点レンズなどの光デバイスが実現されている。KTN 結晶への電圧印加に伴う屈折率変化は、前述の電気光学効果に加えて、電歪の結果、光弾性効果によって発生する屈折率変化があるが、後者により、光スキャナや可変焦点レンズにおいて、特異的な偏波依存性が発生することがわかっている[1]。今回、光スキャナタイプの KTN 結晶において、結晶の変形のシミュレーションを行い、光弾性効果に起因する屈折率変化の定性的評価を行ったので報告する。

変形のシミュレーションは、電圧印加により結晶中のトラップに一樣に電子が充填されたあと、電圧を off したときの電界分布を仮定[2]し、自由エネルギーが最少となるような歪分布を平面応力モデルを用いて有限要素法で求めた（図 1）。 e_{xx} は印加電界に平行な歪で、 e_{yy} は印加電界に直交する歪である。求めた歪分布から光弾性効果による屈折率変化を求めた結果、電界に直交する偏波においては、図 2 に示すように、電気光学効果による屈折率変化を打ち消す方向の屈折率変化が発生することがわかった。この効果の検証のため、電圧印加後の残留屈折率分布の偏波依存性の評価を行った（図 3）。電界と平行な偏波の光の屈折率変化量が Δn_x 、電界に直交する偏波の光の屈折率変化量が Δn_y であり、それぞれに対応する実効的な電気光学係数 g_{11} 、 g_{12} の比 g_{11}/g_{12} の絶対値を求めると、約 20 となった。既報の値は約 3.6 である[3]ことから、シミュレーションで予想されたように、 g_{12} に対応する偏波成分の屈折率変化が、変形に伴う光弾性効果により打ち消された結果、比率が増加したと考えられる。本結果から、さらに、チップ構造、電極構造を最適化し、歪分布を制御することで実効的な電気光学係数の比率を増加させ、より効率的な偏波無依存光スキャナを実現することも可能であると考えられる。

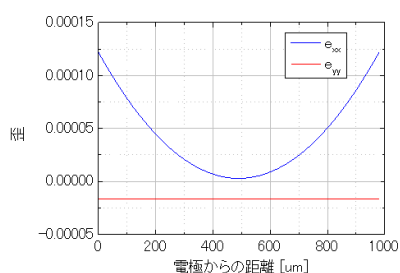


図1 歪分布のシミュレーション結果

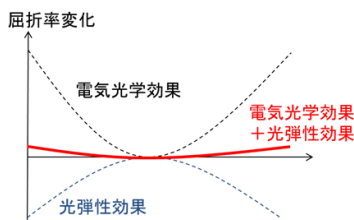
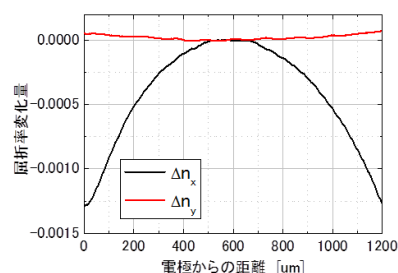
図2 各効果による屈折率変化
(印加電界に直交する偏波)

図3 屈折率分布の偏波依存性

[1] T. Imai et al., Appl. Opt. **51**, 1532 (2012), [2] J. Miyazu et al. Appl. Phys. Express, **4**, 111501 (2011), [3] F. S. Chen et al., J. Appl. Phys. **37**, 388 (1966)