# KTN 結晶の電界誘起相転移を用いた光制御

## Optical control by electric-field-induced phase transition of KTN crystal

NTT 物性研 [1]，NTT デバイスイノベーションセンタ [2]
○稲垣卓弘 [1]，今井欽之 [2]，宮津純 [2]，武居弘樹 [1]，小林潤也 [2]
NTT BRL[1], NTT Device Innovation Center[2]
○Takahiro Inagaki[1], Tadayuki Imai[2], Jun Miyazu[2], Hiroki Takesue[1], and Junya Kobayashi[2]
E-mail: inagaki.takahiro@lab.ntt.co.jp

$KTa_{1-x}Nb_xO_3$ (KTN)結晶は、大きな電気光学効果をもつ光学材料として、高速動作する可変焦点レンズや光偏向器に利用されてきた[1, 2]。一方で、これらのデバイスには数百 $V_{p-p}$ を超える駆動電圧が必要であり、今後の高速化に向けた課題の一つとなっている。本研究では、より効率的な電気光学効果の発生を目指して、KTN 結晶の電界誘起相転移を応用することで、非常に低い駆動電圧での光位相変調を実現した。

誘電体の結晶温度がキュリー温度 $T_c$ に近いとき、ある一定の電圧（臨界電圧）を印加すると、常誘電相から強誘電相へと相転移する電界誘起相転移現象が発生する[3]。電界誘起相転移の際には、図 1 に示すように印加電界 E の変化に対して結晶の分極 P が急峻に変化し、それに伴って屈折率も大きく変化する。つまり、臨界電圧付近で印加電圧を変調することで、小さな駆動電圧で大きな屈折率変化を生み出すことが可能になる。ここで、動作点である臨界電圧を一定に保つためには結晶温度の調整が必要となる。KTN 結晶は、結晶組成比 $x$ によってキュリー温度 $T_c$ を制御可能であり、室温付近に設定できる。このため、比較的容易に 0.02℃の精度での温度調整が可能になり、電界誘起相転移を再現性よく発生させることが可能となった。

本研究では、電界誘起相転移による屈折率変化を利用した光位相変調器を構築し、位相変調によって生じる透過光の偏光変化を光強度として測定した。KTN 結晶の光路長は約 3.4 mm で、電極間隔は 1 mm とした。キュリー温度 $T_c$ が約 19°C の KTN 結晶を、結晶温度 21°C に温度調整したとき、電界誘起相転移の臨界電圧は 225 V であった。この臨界電圧を中心として、周波数 770 kHz の高周波電圧を印加したときの光位相変調量は図 2 のようになり、5 $V_{p-p}$ の駆動電圧に対して 4π を越える光位相変調が観測された。本発表では、この光位相変調器の動作特性に加えて、電界誘起相転移の光制御への応用可能性について述べる。

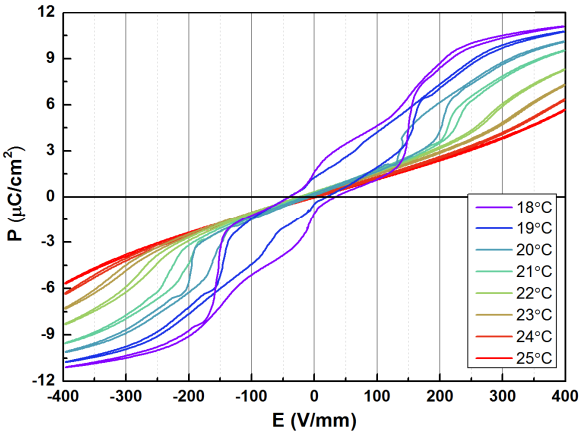


図 1　KTN 結晶の電界誘起相転移の際の P-E 曲線

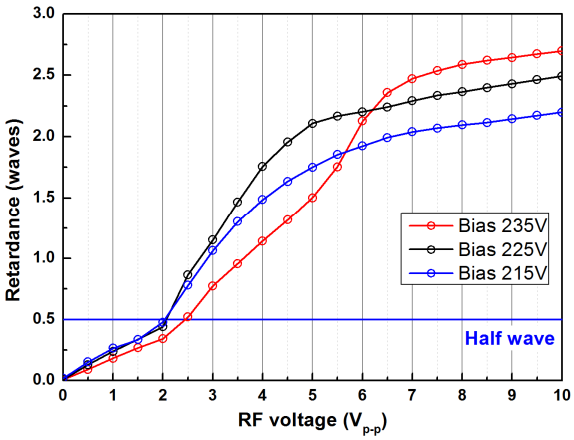


図 2　電界誘起相転移による光位相変調の駆動電圧依存性

[1] T. Imai *et al*., Appl. Opt. **51**, 1532-1539 (2012).　[2] K. Nakamura *et al*., J. Appl. Phys. **104**, 013105 (2008).
[3] W. J. Merz, Phys. Rev. **91**, 3, 513-517 (1953).

© 2015年 応用物理学会