

KTa_{1-x}Nb_xO₃ 単結晶を用いた光ビームステアリングデバイス

Optical beam steering devices using KTa_{1-x}Nb_xO₃ single crystals

NTT フォトニクス研究所 ○今井 欽之

NTT Photonics Labs, NTT Corporation ○Tadayuki Imai

E-mail: imai.tadayuki@lab.ntt.co.jp

KTa_{1-x}Nb_xO₃(KTN)は、ペロブスカイト型の結晶構造を持ち、BaTiO₃などの他の強誘電体と同様に、立方晶・正方晶・斜方晶・菱面体晶と逐次相転移する。相転移温度は組成 x に依存し、 $x = 0.4$ 付近の組成では、立方晶と正方晶、すなわち常誘電相と強誘電相との間の相転移温度が室温近傍となる。常誘電相においては、相転移温度付近での大きな誘電率のため、2 次の電気光学効果(EO 効果)、いわゆる Kerr 効果が非常に大きく、電気光学結晶の代表例としても知られる。しかし、この EO 効果を利用した光学デバイスを作製するには、大型で光学均質性の高い単結晶が要求されるものの、一致溶解しない性質などのため、大型単結晶育成が困難であった。

近年、NTT では 30 mm 角以上の光学均質性に優れる KTN 単結晶の育成に成功し¹⁾、光学デバイスの開発を進めてきた。また、KTN 結晶に電子を注入することにより、入射した光ビームが大きく曲がる(偏向する)、という現象(空間電荷制御型 EO 効果)が発見された²⁾。NTT では、この現象を応用した光偏向素子の開発を進めると同時に、KTN の可変焦点レンズの開発も進めている。

KTN 光偏向素子は、図 1 に示すように、KTN 単結晶ブロックと、向かい合う 2 面に形成された電極膜からなる、非常にシンプルな構造を取る。構造としては、一般的な光位相変調器と変わらないが、KTN 光偏向器では、電圧印加によって結晶内に電子を注入し、空間電荷を形成させる。この空間電荷によって、結晶内で空間分布を持つ電界が生成されるため、KTN の強い EO 効果により、大きな屈折率分布が発生する。入射した光線は、屈折率の高い方へ引き寄せられ、偏向される。一方の可変焦点レンズは、図 2 に示すような 4 つの電極を KTN 結晶に設置した構造を取る。白金の電極を用いることにより、光偏向器とは異なって電子注入を行わず、電極間に染み出す電界分布を用いて光線を曲げる。本講演では、これらのデバイスについて、関連する誘電体物性を交えて紹介する。

[参考文献]

- 1) T. Imai et al, NTT Tech. Rev. **5**, No. 9, 1, (2007). 2) K. Nakamura et al, J. Appl. Phys. **104**, 013105 (2008).

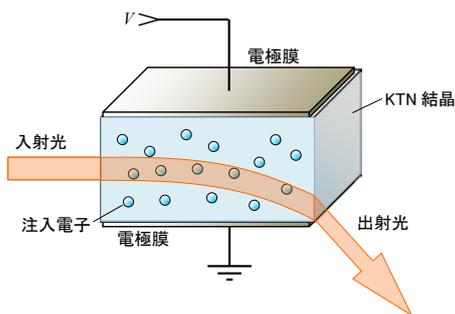


図 1 KTN 光偏向器

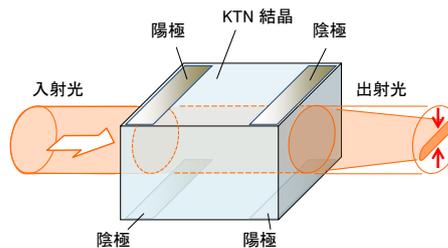


図 2 KTN 可変焦点レンズ