

KTN 単結晶の誘電率温度依存性の電子注入による変化

Changes in temperature dependence of permittivity for KTN single crystals

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

NTT Photonics Labs., NTT Corporation, ○Tadayuki Imai, Jun Miyazu, Seiji Toyoda and Junya Kobayashi

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

[はじめに] $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ (KTN)は、非常に大きな 2 次の電気光学効果(Kerr 効果)で知られ、この Kerr 効果を利用した高速光ビーム偏向器が開発されている[1]。このデバイスは、KTN 結晶に電子を注入し、トラップに捕獲させて使用する。高密度の電子トラップと高い誘電率がデバイスの高効率化に必須である。一方われわれは、この電子捕獲により、KTN の誘電率が劇的に増加するという現象を確認している。そこで今回、電子注入と誘電率の温度依存性との関係を調べた。電子注入によってキュリーワイス則からのずれが抑えられる傾向が観測されている。

[実験と結果] 用いた試料は、TSSG (Top Seeded Solution Growth) 法で育成した KTN 単結晶から切り出した 1.5 mm 厚のブロックで、上下面に Ti 電極膜を蒸着した。電子は、電圧をかけることにより、このオーミック電極から結晶へ注入される。電子密度は、単純な関数ではないが、印加電圧とともに増加する。注入されて結晶中で捕獲された電子の密度は、Kerr 効果を利用して評価した [2]。

図 1 に、結晶中への電子注入による誘電率の増加の様子を示す。横軸は注入後に結晶中に捕獲された電子の密度を示し、縦軸は比誘電率 ϵ_r である。最大の電子密度は、700 V で得られたものである。相転移温度から 5°C 高い立方晶での測定で、注入前の ϵ_r は 15,100 であった。注入電子が約 $1 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ までは、 ϵ_r はほとんど変化しないが、そこから右側では直線的に大きく増加している。

図 2 は、誘電率温度依存性を示している。何れも、加熱時のグラフである。電子注入は 700 V で行った。相転移温度付近で、電子注入によって誘電率が大幅に増加している点は図 1 と同様であるが、40°C 以上では、逆にわずかに減少した。KTN には polar nanoregion (PNR) が存在し、 ϵ_r がキュリーワイス則からずれるという報告があるが [3]、図 2 の注入なしのデータは、この報告と比較してもずれが大きい。今回の単結晶は、Li を添加して育成していて、A サイトの 5% を占めて

いる。このため、PNR の影響が大きい可能性が考えられ、実際に Li 添加のない結晶よりも ϵ_r の最大値が小さい。図 2 は、このキュリーワイス則からのずれを、電子注入が抑制している可能性を示している。

[まとめ] KTN の誘電率は、電子の注入量が一定のしきい値を超えると、直線的に増加した。誘電率の温度依存性は、電子注入によってキュリーワイス則に近づいた。

[参考文献]

- [1] K. Nakamura et al., J. Appl. Phys. **104**, 013105, (2008).
 [2] 今井他, 第 73 回応用物理学会秋季講演会.
 [3] J. Toulouse et al, J. Phys. Chem. Solids **57**, p. 1473, (1996).

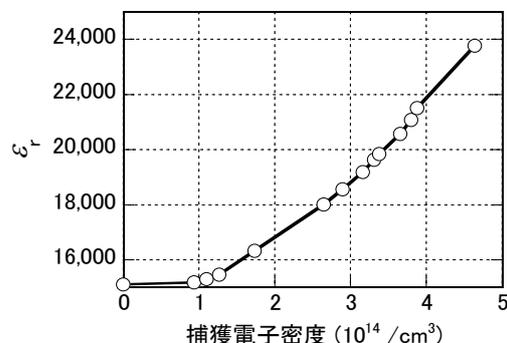
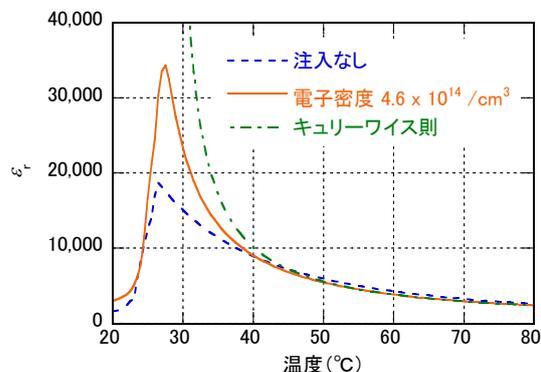


図 1 KTN 単結晶の比誘電率の注入電子による変化

図 2 比誘電率 ϵ_r の温度依存性