

# 電気光学結晶 $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ を用いた高速光偏向器による 波長掃引光源に関する研究と光コヒーレンストモグラフィーへの応用

佐々木 雄三\*, 岡部 勇一\*, 上野 雅浩\*, 坂本 尊\*,  
豊田 誠治\*, 小林 潤也\*, 福田 明広\*\*, 近江 雅人\*\*

## Wavelength Swept Light Source Based on $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ High-Speed Optical Beam Electro-optic Deflector Crystal and its Application to the Optical Coherence Tomography

Yuzo SASAKI\*, Yuichi OKABE\*, Masahiro UENO\*, Takashi SAKAMOTO\*, Seiji TOYODA\*,  
Junya KOBAYASHI\*, Akihiro FUKUDA\*\*, and Masato OHMI\*\*

\* 日本電信電話株式会社 NTT フォトニクス研究所 (〒243-0198 厚木市森の里若宮 3-1)

\*\* 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-7)

\*NTT Photonics Laboratories, NTT Corporation (3-1 Morinosato, Wakamiya, Atsugi, Kanagawa 243-0198)

\*\*Course of Allied Health Science, Graduate School of Medicine, Osaka University (1-7 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871)

**概要** 電気光学結晶 KTN ( $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ ) を用いた光偏向器の高速動作と光コヒーレンストモグラフィー (OCT) 用波長掃引光源への応用について報告する。KTN 結晶内への電子注入、捕獲に伴う電極間の電界傾斜、EO 効果による屈折率分布による偏向現象のメカニズムを明らかにし、高速偏向動作を実現した。さらに、OCT 用の波長掃引光源内へ KTN 光偏向器を波長選択素子として適用し、波長帯域 100 nm 超、繰り返し周波数 200 kHz 動作を実現した。本光源は OCT にて重要なコヒーレンス長に関する検討に基づき設計されており、コヒーレンス長 7 mm を達成し、OCT イメージとして人間の爪の断層画像取得に成功した。

### Abstract

This article describes the development of an electro-optic (EO) optical beam deflector using  $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$  (KTN) crystal. The combination of the substantial second-order EO (Kerr) effect of the KTN crystal and control of the electron injection into the crystal makes the deflection angle appreciable. The operation principle of this fast and significant deflection is described.

Wavelength-swept light sources for optical coherence tomography (OCT) have been built equipped with a KTN deflector. An external cavity laser diode (ECLD) configuration that incorporates such a KTN deflector was used. In this ECLD, the output wavelength was swept by the deflection angle of the KTN deflector. A 200-kHz scan rate was obtained with a 20 mW average output power at a scan range of over 100 nm. The measured coherence length was 7 mm. Tomographic images of some biological tissue were successfully obtained using the swept-light-source OCT system.

**Key Words:** KTN, Electro-optic effect, Optical beam deflector, Optical coherence tomography