

Title	KTNおよびSBN単結晶のフォトリフラクティブ効果と光情報処理デバイス応用に関する研究
Author(s)	今井, 欽之
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/42826">http://hdl.handle.net/11094/42826</a>
DOI	
rights	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	今井 欽之
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15807 号
学位授与年月日	平成12年12月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	KTNおよびSBN単結晶のフォトリフラクティブ効果と光情報処理デバイス応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 奥山 雅則
	(副査) 教授 小林 哲郎    教授 岡本 博明    助教授 野田 実

#### 論文内容の要旨

光波長フィルタは、波長多重光通信システムにおいて重要なデバイスである。本研究は、小型化・低コスト化に有利なフォトリフラクティブ(PR)単結晶フィルタに着目し、単結晶材料として単純なフィルタ機能のみならずスイッチ機能を付加することができるKTNを選択、デバイス応用に不可欠となる定着技術を確立することを一つの目的とする。一方、やはり情報通信に関連し、次世代の可換型の記憶装置として有望なものにホログラムメモリがある。その記録媒体にもPR結晶が用いられ、本研究では高い感度で有望なSBN単結晶の特性制御法の確立を第2の目的とした。

波長フィルタに関して、単結晶ファイバを含むKTN単結晶の育成から行った。定着には不可欠なイオンとして、水素イオンを単結晶に導入するため、結晶が水素イオンを取り込むメカニズムを調べた。その結果水素イオンは、結晶中の酸素空孔に水分子が入り込む時、酸素と同時に結晶に取り込まれることが判明した。これより、単結晶に酸素空孔を発生させることで有効に水素イオンを導入することが出来た。次に、水素イオンを含むKTN単結晶のPR特性を調べ、この単結晶が定着に必要なイオンを含むことを確認した。このイオンは、ほぼ水素イオンであると断定できた。さらに、この単結晶で実際に定着に成功し、目的を達成した。

ホログラムメモリについても、SBN単結晶の育成から行った。育成した単結晶につき、熱処理によるメモリ特性変化を調べたところ、容量・転送速度・信頼性を含む総合的な性能は、低温で熱処理することが効果的であることが判明した。例えば、多重度は低温での熱処理で増加するため、大容量化につながる。SBN単結晶中の酸素空孔は、熱力学での予想通りに濃度変化し、熱処理によるメモリ特性変化は、この酸素空孔濃度変化で良く説明できた。従って熱力学よりSBN媒体の特性制御が出来ることが分かった。得られた媒体にデジタル記録し、読み出すことが出来た。

#### 論文審査の結果の要旨

今日そして将来へと発展する情報技術の進展に伴い、大容量の情報を高速に処理する高度情報通信処理技術が切望されている。光情報処理はこれらの要求を満足させる大容量処理・高速伝送の特長を有しており、その優れた素子、

装置、機器の開発が非常に重要である。光情報処理分野において、波長多重光通信システムや大容量情報蓄積装置が重要な装置であり、これを実現する上での重要なキーデバイスが光波長フィルタとホログラムメモリである。本論文は、これらのデバイスを単結晶のフォトリフラクティブ効果を利用したデバイスとして実現するための問題点を調べて解決し、その応用を可能にした結果について述べたものである。具体的には、タンタル酸ニオブ酸カリウム ( $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ , KTN) 単結晶による屈折率グレーティングフィルタとニオブ酸ストロンチウムバリウム ( $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$ , SBN) によるホログラムメモリである。

まず、レーザ溶融ペDESTAL法による KTN の単結晶ファイバの育成、徐冷法と TSSG 法によるバルク単結晶の育成をした。次に、プロトン取り込みに酸素空孔が有効であることを見出し、添加物の Li、Cu と同時にプロトンを KTN 単結晶に導入することに成功した。続いて、この KTN 単結晶を用いてフォトリフラクティブ屈折率グレーティングの熱定着を行い、波長フィルタとして機能し、光照射にも強いことを示した。これは、KTN について始めて熱定着の方法を提供するもので、電気制御ができる屈折率グレーティングの実用化への道を開く重要な成果である。

さらに、Czochralski 法によって数 cm の大型の SBN 単結晶の育成に成功した。続いて、低温熱処理により多重度が高く、保存寿命が長くなることを見出した。さらに、酸素空孔の生成と消滅の機構を解明し、酸素空孔の濃度変化によりメモリ特性の変化を説明した。これは、装置性能に合わせた媒体特性設計への道を開くもので、SBN を用いたホログラムメモリ装置を実用化する上で重要な成果である。

以上述べたように、本論文は、KTN のフォトリフラクティブ効果についてプロトン導入という材料改質と熱定着の機構解明を行い、波長フィルタの作製技術を確立し、また、感度の飛躍的に高い SBN を用いた大容量ホログラムメモリの実用化に導く重要な成果を得ており、学位（工学）論文として価値のあるものと認められる。