

研究課題 (テーマ)	非鉛系新規巨大圧電性材料の創生及びアクチュエータへの応用		
研究者	所属学科等	職	氏名
代表者	知能デザイン工学科	准教授	唐木 智明
	知能デザイン工学科	准教授	藤井 正
	知能デザイン工学科	准教授	小柳 健一
	知能デザイン工学科	准教授	神谷 和秀
研究結果の概要			
<p>圧電セラミックスは、各種のアクチュエータやセンサなどに幅広く使用され、エレクトロニクス産業発展の一翼を担っている材料の一つである。現在使われている圧電セラミックスの殆どは、有害性の問題視されている酸化鉛を含む強誘電体である。代替できる高性能な非鉛系圧電材料の研究開発は急務となっている。非鉛系材料の研究開発において、主に下記3つの重要なポイントがあると思われる：①ナノドメイン構造；②粒子配向；③MPB（菱面晶系と正方晶系の相境界）組成である。本研究では、ニオブ酸カリウム系圧電セラミックスをベースに、a) MPB 組成と b) 粒子配向の両面から高性能な非鉛系圧電セラミックスの作製とアクチュエータへの応用を目指した。</p> <p>まず$(1-x-y)\text{BaZrO}_3-x(\text{K,Na,Li})\text{NbO}_3-y(\text{Bi,Na})\text{TiO}_3$ ($0.86 \leq x \leq 0.96$, $0 \leq y \leq 0.02$) 試料の結晶構造を室温から 300°C まで調べ、MPB 組成とそれらの温度依存性の相図を決めた。相図から、非鉛系圧電材料では初めて温度安定性に優れた、いわば垂直な MPB の組成を発見した。この組成の圧電セラミックスは、圧電定数 d_{33} が約 350 pC/N で、キュリー温度の 270°C まで安定である。また、当該セラミックスの焼結性を改善するため、Ni などを添加し、焼結できる温度範囲を広げた。さらに、約 $25\mu\text{m}$ の空孔を導入したポーラス圧電セラミックスは、音響インピーダンスの改善と hidroホン感度の性能指数の向上が実現でき、高効率な水中音響送受波器への応用に有望である。鉛系圧電材料と類似し、この垂直な MPB の特徴を生かせば、高性能な非鉛系圧電セラミックス開発に大に役立つ基本材料になると思われる。</p> <p>次に、粒子配向セラミックスに必要な NaNbO_3 板状粉末テンプレートを、自ら開発した水熱合成法で作製できた。得られた c 軸向きのペロブスカイト構造の板状 NaNbO_3 粉末は幅が約 $15\mu\text{m}$、厚みが約 $1\mu\text{m}$ であり、テープキャスト法で粒子配向セラミックス作製に適している。</p> <p>ER 流体にこの粉末を $5 \text{ wt}\%$ 程度混合することで、高周波の入力に対する応答性が高まる可能性が見出せた。高周波の方が ER 流体に用いる高電圧アンプは製造しやすいため、ロボットへの応用の可能性が高まる。</p>			
今後の展開			
<p>本研究の結果により、非鉛系圧電セラミックスがすでに応用できるレベルに達したが、コストと性能の面ではまだ鉛系材料に遜色している。本研究で得られた主な成果、垂直な MPB 組成と NaNbO_3 テンプレートの製造技術を合わせて、垂直な MPB を有する配向セラミックスの作製が成功できれば、現在使用中の鉛系圧電セラミックスインジェクタを置き換えでき、その他の圧電応用も期待できる。</p> <p>また、圧電セラミックス粉末調合の ER 流体もロボットの伝達機構への応用が期待される。</p>			