

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 酸化物ナノキューブ集積体セラミックスによる新規高性能誘電材料の開発
プロジェクトリーダー	: 日本化学機械製造(株)
所属機関	: 日本化学機械製造(株)
研究責任者	: 和田智志(山梨大学)

1. 研究開発の目的

現在、携帯電話やTVなど家電製品をはじめあらゆる電子機器にキャパシタとして用いられている受動素子である積層セラミックスコンデンサ(MLCC)などの誘電材料として、室温で高い比誘電率(約1,500~3,000)を持つチタン酸バリウムが用いられている。しかしながら、MLCCの応用範囲の急速な進展に伴い、従来の室温、低電界下での使用から100°C以上の高温や10kV/m以上の高電界下での使用が求められているが、チタン酸バリウムをはじめとする現状の誘電材料は、このような条件下では誘電性能が大幅に低下するため対応できない。そこで、本研究では、このような過酷な条件下でも良好な誘電性能を発揮、維持することができる、新たな誘電材料を開発する。

2. 研究開発の概要

①成果

立方体形状を有するチタン酸バリウムおよびチタン酸ストロンチウム両ナノキューブを、3次元チェッカーボード構造に集積したセラミックスは、両者の格子ミスマッチに伴う新たな電気分極が界面に導入されることで、高温、高電界下でも良好な誘電性能を発揮することが期待される。そこで、本研究では、粒径の揃った高品質のナノキューブの獲得を目指し、マイクロ波加熱法による高速合成を検討した。その結果、シーズ技術である通常加熱法では12h以上を要した反応が、ほんの0.1h程度で完結する新たな合成法を構築した。

一方、ナノキューブの集積化に関しては、操作因子の影響についての検討を開始した段階に留まり、大規模集積化までには至らなかった。

研究開発目標	達成度
①粒子径 20nm 程度で粒子径の揃った($\sigma \leq 5\%$)チタン酸バリウムおよびチタン酸ストロンチウムナノキューブを高速(反応時間 0.5h 以下)で合成する手法を開発する。	①従来法では 12h 以上を要した合成時間が、マイクロ波加熱を用いた本研究では劇的に短縮され、0.1h 程度でほぼ目標とする粒子径のナノキューブの合成を達成した(90%)。
②チタン酸バリウムおよびチタン酸ストロンチウムナノキューブを用いて、1 μ m 以上の大きさを持つ3次元チェッカーボード型ナノキューブ集積体セラミックスを作製する。	②ナノキューブ集積化に関しては、原料濃度等の各種操作因子の影響検討を開始した段階で有り、1 μ m 以上の大規模集積体作製までには至らなかった(達成度 50%)。
③チタン酸バリウムおよびチタン酸ストロンチウムナノキューブ合成のための 0.1t/d 規模のマイクロ波加熱装置の概念設計を行う。	③項目①で得られたナノキューブ合成反応条件をもとに、装置の主要諸元を決定した(達成度 100%)。

②今後の展開

今回得られた成果をベースに、今後はナノキューブ大規模集積体作製法の確立に注力する。そして、ここで一定の成果が得られた場合には、大型マイクロ波連続装置を用いたナノキューブ合成等に関するスケールアップ検討を行い、本プロセス実用化の可能性を判断する。

3. 総合所見

一定の成果は得られており、イノベーション創出が期待される。初期の狙いであった集積体作製技術の確立を期待したい。