

NIMS における元素戦略電子材料への取り組み

017

Developments of Electronic Materials under Element Strategy Project in NIMS

大橋 直樹 Ohashi.naoki@nims.go.jp

国立研究開発法人物質・材料研究機構 (NIMS) / 東工大元素戦略研究センター

○ 背景

近年、モバイル端末の普及や家電の電子化など、小型電子部品の需要が高まってきている。また、自動車の電子化などの理由から、安全性能や安定性への要請が高まってきた。その典型であるセラミックス系の電子部品では、特に、モバイル機器の小型・多機能化等に対応するため、小型化が進められてきており、薄い誘電体層や磁性体層と電極層が小さなチップの中に積層された積層チップ素子の開発競争が進んでいる。それらを背景として、より高性能、より安心な電子部品の開発、また、より省資源な電子部品産業の実現に向けた取り組みを進めている。

特に、セラミックスの性能にはその微細組織が強く影響し、かつ、積層チップ素子では薄層化の要請から微細な粉体原料が求められる。一方、セラミックス素子には、内部電極を含め希少元素が用いられることがあり、その再資源化も興味を持たれるところである。しかし、一般にセラミックスは硬く、熱的、化学的に安定であり、再資源化は必ずしも容易ではない。そこで、セラミックスの微粉体製造や再資源化のための新しい技術として、熱化学破碎法の開発を進めている。

○ 熱化学破碎現象を用いたセラミックスの破碎

熱化学破碎現象は、「粉体を加熱すると表面エネルギーを減少させるための凝集や粒成長が起こる」という一般的に考えられる反応とは、全く逆の反応である。熱化学破碎現象は、地表に現れた岩石が風雨や生物の活動によって変成して破碎されて砂や土になってゆく風化現象を、人工的に加速したかのような現象である。具体的には、焼結体、単結晶などの様々な形態をもった酸化物を反応性のガス中で熱処理することで、微粉化にしてしまう反応である。

図1には、熱化学破碎現象の典型例が示されている。ここでは、試料として、高温で焼成することで粒子径が数十ミクロン程度まで成長し、かつ緻密化したチタン酸バリウム (BaTiO_3) セラミックスを用意した。 BaTiO_3 セラミックスをアンモニアと酸素を含む反応性のガス中で熱処理することによって、熱化学破碎現象が発現し、100~200ナノメートル程度の粒径をもった微細な BaTiO_3 粉体へとその形状が変化している様子が示されている。

一般に、酸化物粉体を高温で熱処理した場合、凝集と粒成長がみられる。試料として用いた緻密な BaTiO_3 焼結体を作製したプロセスがそれにあたる。しかし、熱化学破碎現象では、熱処理による破碎、という想定外の結果が得られる。

現在、高機能なセラミックス製造のための粉体原料の製造や、希少金属を含むセラミックスを再資源化するためのセラミックスの破壊への熱化学破碎現象の原理解明と産業応用を目指した検討を企業と連携して進めている。

○ セラミックス製造プロセスのデータ化

高温の炉内で起こる現象をモニタリングする方法は限られ、入力(投入原料・設定熱処理条件)と出力(製造物の形状や特性)との間の炉内の反応はブラックボックスともいえる状況にある。そのため、炉内の反応を詳細にモニタリングし、熱化学破碎現象のメカニズム解明を含めた高温現象の詳細な理解と効率的な製造プロセス提案をめざした検討を進めている。炉内反応をデータ化するための設備の充実と空を用いたデータの蓄積とが進行中である。

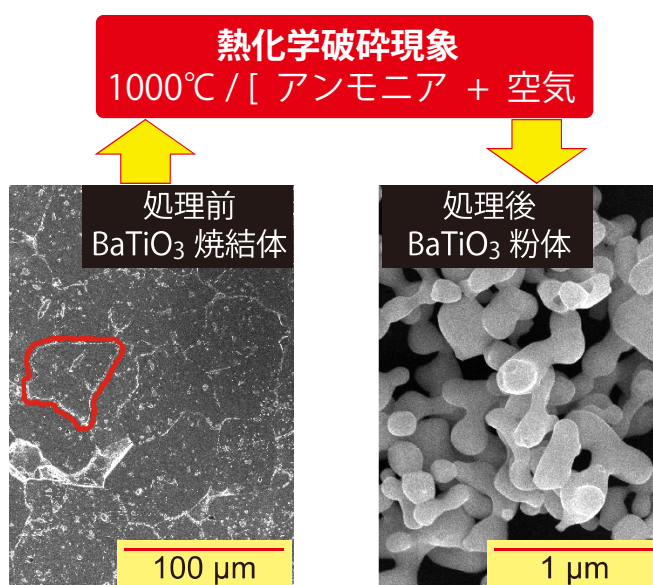


図1 熱化学破碎現象による BaTiO_3 セラミックスの破碎

[共著者(所属)]

瀬川浩代(NIMS)・西村聡之(NIMS)・大沢祐太(NIMS)・松井良夫(NIMS)・アルフィアン ノピヤント(元・NIMS)

[関連プロジェクト]

元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>電子材料拠点

[参考文献]

- [1] A. Noviyanto et al., J. Euro. Ceram. Soc. 36 (2016) 4083-4088
- [2] 「微粒子の製造方法、焼結体の破碎方法」日本国特許 第6610929号(2019)