

溶液プロセスによる誘電体酸化物ナノシートの作製

大学院自然科学研究科 講師 鯉沼陸央

” 前期課程 岡澤祐輝

” 教授 松本泰道

1. 目的

ソフト溶液プロセスは、簡便で安価な装置で実施できるだけでなく、一般的な手法（蒸着やスパッタ、MBE）などの方法では、合成できない無機材料を合成できる方法として利用されている。ペロブスカイト構造を有するチタン酸バリウム(BaTiO_3)やチタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)は強誘電性に基づく大きな誘電率や圧電定数を示すのみでなく、微量のドナー元素の導入によって、半導体的性質も示す。このような性質を利用して、高容量セラミックコンデンサなどのエレクトロニクス分野で幅広く応用されているが、更なる性能や効率の向上のためには、小型化が重要になってくる。ナノシートは、非常に高い2次元異方性を有するため、誘電体膜を極限まで薄くすることが可能であり、さらにそのナノシート自身が単結晶で存在するため、誘電効率も非常に高いものと期待される。そこで本研究では、高誘電率を有する BaTiO_3 および SrTiO_3 のナノシートを溶液反応によって作製した。

2. 方法

BaTiO_3 および SrTiO_3 ナノシートは、層間にフェニルホスホン酸あるいはドデシル硫酸ナトリウム (SDS) を有する層状酸化物を作製した後、界面活性剤によって剥離して作製した。フェニルホスホン酸を有する層状酸化物は、チタン酸バリウム粉体にフェニルホスホン酸を加え 150°C で水熱処理を行って作製した。層間にドデシル硫酸ナトリウムを有する層状酸化物は、塩化バリウムとシュウ酸チタニルアンモニウムの混合溶液に SDS を加え、塩基性にした後、室温で攪拌し作製した。一方、作製した層状酸化物およびナノシートは、LCR メータを用いて誘電測定を行った。

3. 結果および検討

図1は、フェニルホスホン酸を用いて作製した層状 BaTiO_3 (Fig.1a) および SrTiO_3 (Fig.1c)の XRD パターンを示している。低角側に等間隔の回折ピークが観察されたことから、この物質は層状構造を有していることが分かった。層状 BaTiO_3 や SrTiO_3 を SDS で処理すると、その層間隔が 1.6 nm から 3.6 nm (BaTiO_3 , Fig.1b)または 3.9 nm (SrTiO_3 , Fig.1d)に増加した。これは層間に SDS 分子がインターカレーションしたことを示唆している。これらの SDS が層間にインターカレーションしたものを超音

波処理したところ、チンダル現象を示すコロイド溶液が生成した。そのコロイド溶液をマイカ上に滴下し、AFM 測定を行ったところ、図2に示すような層の厚さが 2 nm 程度のナノシートを観察することができた。

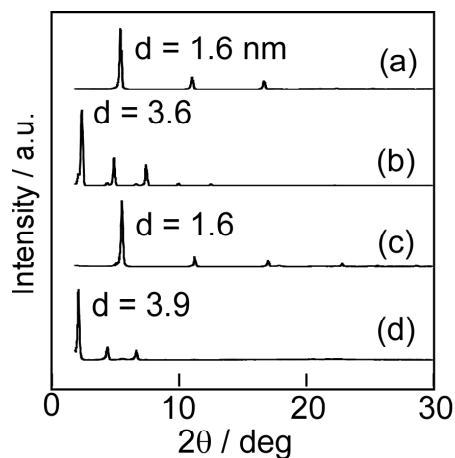


Fig.1 フェニルホスホン酸で作製した BaTiO_3 と SrTiO_3 の XRD パターン

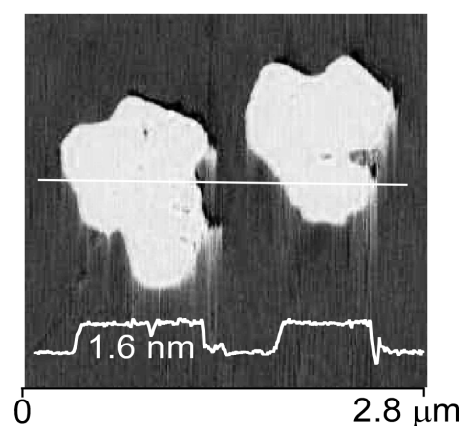


Fig.2 BaTiO_3 ナノシートの AFM 像