

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：82626

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15138

研究課題名（和文）水熱法による高結晶性ナノ粒子を用いた透明導電膜の開発

研究課題名（英文）Fabrication of transparent conductive films consisting of highly crystalline nanoparticles synthesized by hydrothermal method

研究代表者

高田 瑶子 (Takada, Yoko)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・材料・化学領域・主任研究員

研究者番号：00805640

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：スズドーピング酸化インジウム（ITO）は代表的な透明導電膜であるが、ITOの原料となるインジウムの価格高騰や資源枯渇が懸念されている。近年、新規透明導電材料として、ランタンドープスズ酸バリウムが注目されている。本研究では、水熱法を用いたスズ酸バリウム粒子の合成手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

液晶ディスプレイやタッチパネル等に应用されているスズドーピング酸化インジウム（ITO）は代表的な透明導電膜であるが、ITOの原料となるインジウムの価格高騰や資源枯渇が懸念されている。本研究では、ITO代替となりうるランタンドープスズ酸バリウム粒子の開発に関する知見が得られ、電子ディスプレイ分野における大きなブレイクスルーが期待される。

研究成果の概要（英文）：Tin-doped indium oxide (ITO) is one of the most widely used transparent conductive materials. However, there are concerns about the rising price and depletion of indium. Lanthanum-doped barium tin oxide has attracted much attention as a novel transparent conductive material. In this study, barium tin oxide particles were synthesized by hydrothermal method.

研究分野：無機材料化学

キーワード：水熱合成 表面修飾 形態制御 サイズ制御 金属酸化物

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

透明導電膜は、透明かつ電気を通すことができる膜であり、具体的には、可視光領域の透過率が80%以上で比抵抗が $10^{-3} \Omega\text{cm}$ 以下の導電性を有する膜と定義され、その特徴を活かして様々な分野で応用されている^[1, 2]。その主な用途としては、液晶ディスプレイなどのフラットパネルディスプレイや太陽電池用の透明電極、各種ディスプレイ用の帯電防止膜が挙げられ、赤外線(熱線)反射性能を併せもつため、住宅やオフィスなどの熱線反射窓ガラスとしても利用されている^[2]。そのなかでも、スズドープ酸化インジウム(ITO)は液晶ディスプレイやタッチパネル等の透明電極として最もよく利用される代表的な透明導電膜であり、テレビの画面サイズの大型化やスマートフォンあるいはタブレット端末などのタッチパネル搭載製品の拡大により、その需要はさらに高まっている^[3, 4]。しかし、ITOの原料となるインジウムの価格高騰や資源枯渇が懸念されているため、ITOに代わる新規導電材料の開発が求められている。

一方、ITOなどの透明導電膜は真空蒸着法で作製されるのが主流であるが、蒸着装置のコストが高いことや蒸着用ターゲットの使用ロスが約70%と高いため、従来の製膜手法に代わる膜形成技術が求められている^[3]。また、その使用ロスである約70%は一旦回収された後、インジウムメタルに精製して再びITOターゲットとして再供給されるが、その再利用コストが高いことも新規導電材料の開発が必要とされている理由である。近年では、ITOに代わる透明導電膜として材料資源が豊富かつ安価である酸化亜鉛系あるいは酸化スズ系などの材料開発も行われており、特に、酸化亜鉛に不純物ドーピングを施したアルミニウムドープ酸化亜鉛(AZO)やガリウムドープ酸化亜鉛(GZO)などに注目が集まっているが、いまだ実用化には至っていない^[5, 6]。

2. 研究の目的

本研究は、水熱法を用いてサイズや形状を制御した高結晶性ランタンドープスズ酸バリウム(Ba,La)SnO₃ナノ粒子を合成し、緻密な(Ba,La)SnO₃ナノ粒子構造膜を形成することが目的である。透明導電膜として主流であるITOにはレアメタルであるインジウムが含まれており、価格高騰や資源枯渇の観点からITOに代わる新規透明導電材料の開発が進められている。現在までに、AZOあるいはGZOなどの酸化亜鉛系材料に関する研究が盛んに行われているが、透過率や比抵抗の点で未だITOに匹敵あるいはそれ以上の特性は得られていない。また、ITO膜は、通常、真空蒸着法により製膜されるが、蒸着装置は維持費や製膜コストが高く、さらに蒸着用ターゲットの使用ロスは約70%と高いことも問題視されている。

近年、フラックス法により作製された単結晶(Ba,La)SnO₃バルク体において、高い導電率が報告されており、その注目は高まっている^[7]。本研究では、真空蒸着法と比較して低コストかつ簡便な液相合成に着目し、水熱法により高い導電率を有する単結晶(Ba,La)SnO₃ナノ粒子を合成する。

3. 研究の方法

本研究では、まず初めにノンドープのBaSnO₃粒子の合成を試みた。反応溶媒となるイオン交換水にバリウム原料及びスズ原料を加えて水溶液を調整した後、オートクレーブで密閉加熱した。反応液を自然冷却した後、得られた沈殿物を有機溶媒で複数回洗浄し、X線回折測定や微構造観察を行った。

4. 研究成果

反応液から得られた沈殿物のX線回折パターンを図1に示す。沈殿物のX線回折パターンからは、スズ酸バリウムの水和物に起因するような回折ピークは得られたが、目的とするBaSnO₃結晶に起因する回折ピークは得られなかった。しかし、この沈殿物を高温で熱処理を行った後、再度X線回折を行ったところ、BaSnO₃に起因する回折ピークが確認できた。

引用文献

- [1] 尾山卓司, 表面技術 60, 616-621 (2009).
- [2] 高木 悟, J. Vac. Soc. Jpn. 50, 105-110 (2007).
- [3] 鉱物資源マテリアルフロー, 136-142 (2014).
- [4] 遠藤小太郎ら, J. MMIJ, 123, 123-129 (2007).
- [5] 南 内嗣, 光学, 34, 326-334 (2005).
- [6] 佐藤泰史ら, NEW GLASS, 26, 11-15 (2011).
- [7] Kim et al., Phys. Rev. B 86, 165205 (2012).

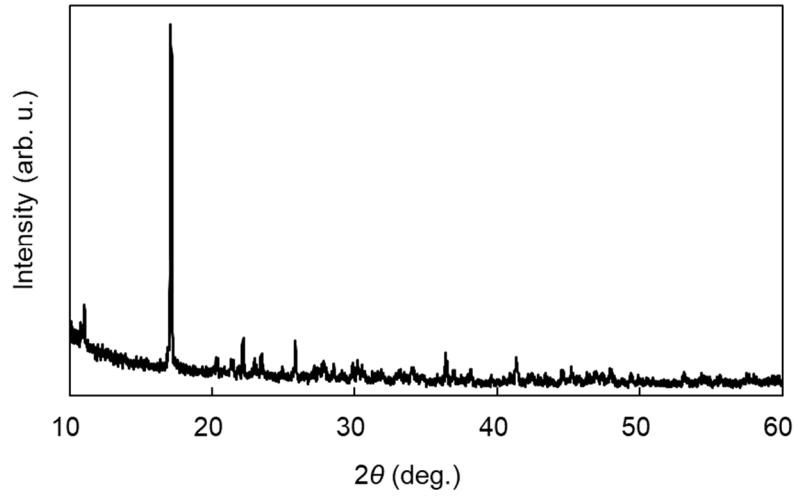


図1 沈殿物のX線回折パターン

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------