

機関番号：82110

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007 ~ 2010

課題番号：19510122

研究課題名 (和文) 合金ナノチューブの創成

研究課題名 (英文) Fabrication of Alloy Nanotubes

研究代表者

北澤 真一 (Kitazawa Sin-iti)

独立行政法人日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門・研究職

研究者番号：10373234

研究成果の概要 (和文)：レーザーアブレーション法と熱処理により生成した Ni_2In_3 合金ナノチューブの形状を生成条件により解析し生成機構のモデルを組み立てた。

研究成果の概要 (英文)：A model for fabrication of Ni_2In_3 alloy nanotube by pulsed laser deposition and post annealing was established by analysis of its preparing conditions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ナノ・マイクロ科学 ナノ材料・ナノバイオサイエンス

キーワード：合金ナノチューブ、結晶成長、原子・分子物理、自己組織化、ナノ材料

1. 研究開始当初の背景

近年、ナノテクノロジー研究として、ナノチューブの研究は広く行われてきているが、その多くは、炭素の単体のカーボン・ナノチューブとその応用によるもので、合金ナノチューブの研究は、ほとんど行われていなかった。合金ナノチューブの生成機構を解明し、任意の組み合わせの合金で、任意の形状のナノチューブを創成することが出来るようになれば、ナノサイエンスの基礎科学的にも、新機能素材の産業的にも、非常に有意義なことであり、その基礎研究が期待されていた。

2. 研究の目的

合金ナノチューブの生成機構を解明し、意図する組成や形状をもつ合金ナノチューブを創成することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 合金ナノチューブの創成と観察

レーザーアブレーションと熱処理によって作成した合金ナノチューブを、電子顕微鏡等で観察した。

(2) 創成機構のモデル化と成果の公表

様々なパラメーターの元で生成の可否や、生成したナノチューブの形状の違いを系統的にまとめることにより定性的に生成機構のモデルを組み立てた。

4. 研究成果

レーザー (Nd:YAG レーザーの基本波 1064nm) を用いて、 $10^9\text{W}/\text{cm}^2$ 程度のパワーで、グラファイト、ニッケル、インジウムを、アブレーションして基板に蒸着させ混合薄膜を生成した。(図 1)

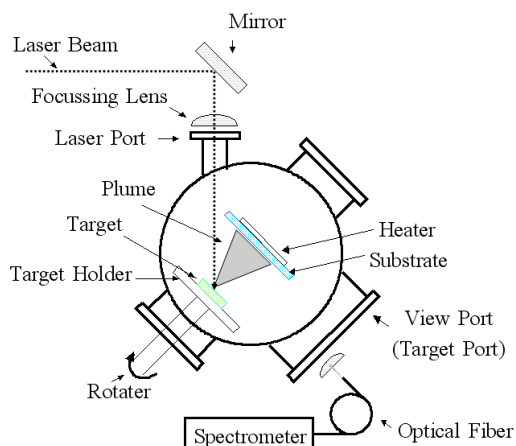


図1 混合薄膜生成装置

作成した混合薄膜をインジウムの融点 (448°C) より低い 400°C で 1 時間熱処理した後に、走査型電子顕微鏡等で Ni_2In_3 ナノチューブの生成を観察した。(図 2)

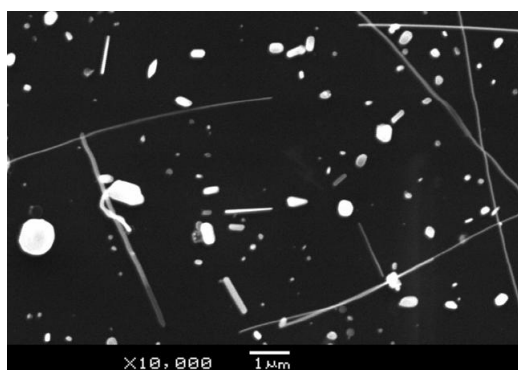


図2 生成した Ni_2In_3 ナノチューブ

生成した Ni_2In_3 ナノチューブを透過型電子顕微鏡で観察した。(図 3)

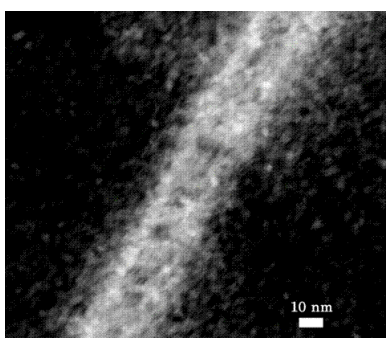
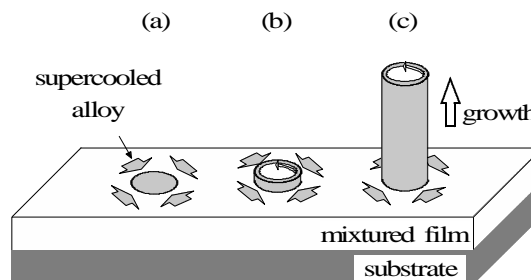


図3 合金ナノチューブの透過型電子顕微鏡像

観測した Ni_2In_3 ナノチューブの生成パラメータから、以下のようなナノチューブ生成機構を案出した。熱処理により、混合薄膜中のインジウムが熔融し、内部応力により表面に押し出される (a)。その間に、一部がニッケルを取り込み、薄膜表面でインジウムの島に環状に過飽和状態の液体合金を生成する (b)。冷却することにより、環状の合金が結晶化し、ナノチューブとして成長する (c)。



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① Sin-iti Kitazawa, Shunya Yamamoto, Masaharu Asano, Yuichi Saitoh, Shintaro Ishiyama, "Radiation-induced luminescence from TiO_2 by 10, 20 and 30 keV oxygen ion irradiations" Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 256, 233-237 (2007), 査読有
- ② Sin-iti Kitazawa, "Fabrication of Ni_2In_3 alloy nanotubes" Vacuum, 83, 649-652 (2008), 査読有
- ③ Sin-iti Kitazawa, Shunya Yamamoto, Masaharu Asano, Yuichi Saitoh and Shintaro Ishiyama, "Radiation-induced luminescence from TiO_2 by 10-keV N^+ ion irradiation", Radiation Physics and Chemistry, 77, 1333-1336 (2008), 査読有
- ④ K Motohashi, Y Saitoh and S Kitazawa, "Optical emission spectroscopy of excited atoms sputtered on a Ti surface under irradiation with multicharged Ar ions," Journal of Physics: Conference Series 163, 012079-82 (2009), 査読有
- ⑤ Sin-iti Kitazawa, Yuichi Saitoh, Shunya Yamamoto, Masaharu Asano and Shintaro Ishiyama, "Radiation-induced luminescence from TiO_2 by 10 keV O^+ , N^+ and Ar^+ ion irradiations", Thin Solid Films 517, 3735-3737 (2009), 査読有
- ⑥ Kenji Motohashi, Yuichi Saitoh, Sin-iti Kitazawa, "Optical emission spectroscopy by Ar^{3+} ion sputtering of Ti surface under O_2 environment", Applied Surface Science 257, 5789-5792 (2011), 査読有

[学会発表] (計 3 件)

- ① Sin-iti Kitazawa, "Fabrication of Ni_2In_3 alloy nanotubes" The seventh international symposium on sputtering & plasma processes (ISSP2007), Kanazawa (2007. 6. 6)

② Sin-iti Kitazawa, Shintaro Ishiyama, Yuichi Saitoh, Shunya Yamamoto, Masaharu Asano, “Radiation-induced luminescence from TiO₂ by 10 keV O⁺, N⁺ and Ar⁺ irradiations”, The seventh international symposium on sputtering & plasma processes (ISSP2007), Kanazawa (2007.6.7)

③ Sin-iti Kitazawa, Shunya Yamamoto, Yuichi Saitoh, Masaharu Asano and Shintaro Ishiyama, “Radiation-Induced Luminescence from TiO₂ by 10 keV N⁺ Irradiations” International symposium on “Charged Particle and Photon Interactions with Matter” (ASR2007), Tokai (2007.11.6-9)

[図書] (計 1 件)

① Sin-iti Kitazawa and Shunya Yamamoto, “Preparation of Functional TiO₂ Films by Pulsed Laser Deposition on Proper Substrates” in “Photocatalysts: Preparation, Structure and Applications” Chapter 2, pp. 53-107. (Ed.: Geri K. Castello) Nova Science Publishers, Inc. NY. (2010)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

北澤 真一 (KITAZAWA SIN-ITI)

独立行政法人日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門・研究職

研究者番号：10373234

(2) 研究分担者

斎藤 勇一 (SAITOH YUICHI)

独立行政法人日本原子力研究開発機構・放射線高度利用施設部・研究主幹

研究者番号：40360424