

(別紙様式2)

## テフロン薄膜の成長と微細加工に関する研究

### A study on microfabrication and growth of Teflon thin films

郭 其新  
Qixin GUO

国立大学法人佐賀大学シンクロトロン光応用研究センター  
Synchrotron Light Application Center, Saga University

#### 1. 概要

テフロン(Polytetrafluoroethylene: PTFE)は、電気絶縁性、低誘電率などのユニークな性質を有することから、有望な材料として注目を集めている。本研究では、シンクロトロン光を用いて、テフロンの三次元構造の作製方法を提案した。今回の室温での実験結果から、提案された方法により、テフロンの三次元ナノ構造やナノピラの作製が可能であることが分かった。

Polytetrafluoroethylene (PTFE) is a promising material in various kinds of applications, because it has outstanding combination of chemical and physical properties such as low dielectric constant and excellent electrical properties with good insulation and high breakdown voltage. In this article, we propose a simple fabrication method to obtain PTFE three-dimensional (3D) structures by using synchrotron radiation ablation. The preliminary experimental results obtained at room temperature suggest that the proposed method is promising to fabricate 3D PTFE nanostructures and nano-pillar.

#### 2. 背景と研究目的：

半導体デバイスの高集積化に伴い、半導体素子及び配線の極微細加工が必要である。しかし、次世代 ULSI では、従来の絶縁膜材料 (SiO<sub>2</sub>) を用いては、信号が配線を伝わる時間 (配線遅延時間) がゲートの応答時間 (ゲート遅延時間) を上回ってしまうため、低誘電率 (Low-k) 絶縁膜材料に関する研究が盛んに行われている。テフロン (Polytetrafluoroethylene: PTFE) は、電気絶縁性、低誘電率などのユニークな性質を有することから、我々は、テフロンを研究材料とし、シンクロトロン光を用いて薄膜の成長、エッチング形状の制御や、プロセスのメカニズムの解明を目的として研究を行ってきた。その結果、硬 X 線波長域のシンクロトロン光を利用することにより、高品質なテフロン薄膜の作成に成功した [1]。本研究の研究対象であるテフロンは、優れた耐化学薬品性や絶縁性、低摩擦などの特徴から、プラズマ放電、ウェットエッチングなどの従来方法では微細加工が困難とされてきた。我々の研究等で、シンクロトロン光を用いることにより、二次元での微細加工が可能であることが明らかになった [2-4]。そこで、本研究では、シンクロトロン光を用いて、テフロンのナノピラ (Nano-pillar) 及びテフロンの三次

元微細加工を試み、作成プロセスに必要な基礎的なパラメータを得ることを目的としている。

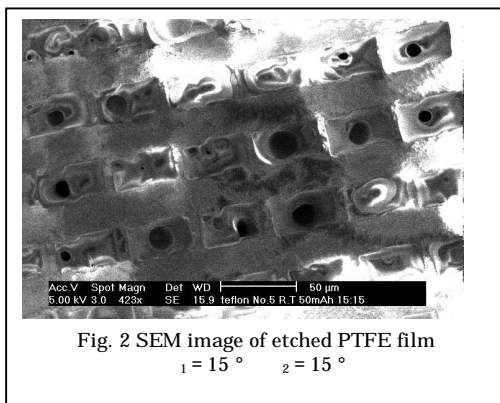
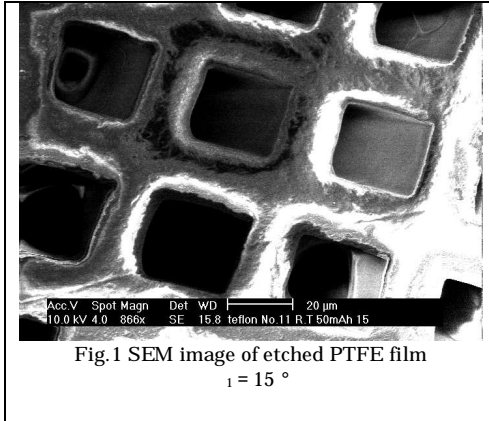
#### 3. 実験内容：

実験は SAGA Light Source の県有ビームライン BL09 の白色ラインで実施した。ターゲットとなる PTFE にメッシュを置き、シンクロトロン光を照射し、PTFE のエッチングを行う。その際、PTFE をセットするホルダの角度を変化させることにより、エッチングによる立体構造作製に取り組む。変化させる角度はシンクロトロン光に対して垂直方向にセットした PTFE を時計回りに回転させた角度を  $\theta_1$ 、反時計回りに回転させた角度を  $\theta_2$  と定義する。作製時の条件として今回は室温でのエッチングを目指している。評価は走査型電子顕微鏡 (SEM) により行った。

#### 4. 結果および考察：

Fig.1 はシンクロトロン光に対して  $\theta_1$  を  $15^\circ$  に傾けてエッチングを行った PTFE 表面の SEM 画像である。図より基板を傾けることにより斜め方向にエッチング出来ていることが分かる。Fig.2 に  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  とともに  $15^\circ$  に傾けてエッチングした基板を示す。斜め方向から 2 度エッチングを行っているためにメッシュの下もエッチングされ、本来正方形になるべきエッチング領域が

長方形になっている。しかし、エッチングの深さがそれほど深くなく、また PTFE に気泡のようなものが発生しているために上部からの観察では構造が確認しがたくなっている。



## 5 . 今後の課題 :

今回の実験結果を元にターゲット温度の影響を詳細に評価するために、ターゲット温度からの影響のプロセス依存性について実験を行う予定である。

## 6 . 論文発表状況・特許状況

- (1) 釘野貴史他、シンクロトロン光による PTFE 微細加工、平成 20 年度九州支部学術講演会 (予定) 2008 年 11 月 29-30 日、宮崎

## 7 . 参考文献

- (1) Growth Properties of Polytetrafluoroethylene Films by Synchrotron Radiation Ablation, Qixin GUO, Takashi KUGINO, Yusuke KUME, Yoshiaki MITSUISHI, Tooru

TANAKA, Mitsuhiro NISHIO, and Hiroshi OGAWA, Japanese Journal of Applied Physics, 46, 6782-6785 (2007).

- (2) Microfabrication of ZnO on PTFE Template Patterned by Synchrotron Radiation, Q.X. GUO, Y. MITSUISHI, T. TANAKA, M. NISHIO, H. OGAWA, and Y.Z. HUANG, Journal of Korean Physical Society. (in press).
- (3) Fabrication and Characteristics of Nanostructured Materials Using Anodic Porous Alumina, Qixin Guo, Hiroshi Ogawa, and Harry Ruda, Handbook of Semiconductor Nanostructures and Nanodevices, Vol. 2, Chapter 13, pp.407-435, American Scientific Publishers ISBN: 1-58883-075-6 (2006).
- (4) X-ray absorption near-edge fine structure study of AlInN semiconductors, Q.X. Guo, J. Ding, T. Tanaka, M. Nishio, and H. Ogawa, Applied Physics letters. 86, 111911-(1-3) (2005).

## 8 . キーワード

・ナノピラ

ナノメートルサイズのアスペクト比の大きい柱状構造体をナノピラといい、主に電気泳動や液体クロマトグラフなどの分離分析技術に応用されている。

