

ナノテクノロジー

# ミクロ相分離単分子膜の ポリマースタンプへの応用



## SATテクノロジー・ショーケース2022

#### ■ はじめに

近年、ナノスケールの構造体の作製とそこから生み出される新たな機能を探求するナノテクノロジーの研究が盛んに行われている。微細なスケールの構造体を作製する手法はトップダウンプロセスとボトムアッププロセスの2つの方向から検討されている。トップダウンプロセスは、大きな素材から目的の構造を切り出す手法で、光リソグラフィを駆使した半導体加工技術が代表例である。一方、ボトムアッププロセスは、原子、分子、微粒子を1つずつ組み上げる手法であり、構造の任意性や精度の点では劣るものの、一般的に特別な装置が必要ないため、構造制御することが出来れば、優れたナノ構造体の作製技術になり得る。

本研究室では、これまで3-aminopropyltriethoxysilane (APTES)を用いた自己組織化による垂直成長構造体 (Vertically Grown Structure: VGS)の作製と制御、並びに加熱処理によりシリカとしたVGSを含む表面に対するウェットエッチング処理に関する研究が行われてきた。そこで本研究では、VGSの応用展開として、シリカーVGSをマスクとしたエッチング表面を鋳型とするポリジメチルシロキサン (PDMS) スタンプの作製とPDMSスタンプを鋳型として用いた酸化チタン構造体の作製を試みた。

## ■ 活動内容

#### 1. 実験方法

シリコン(100)基板上に長鎖脂肪酸の円形ドメインと有機 シラン化合物の周囲相からなるミクロ相分離単分子膜を作 製した。 次に、APTES-VGSを、もともとドメインが存在した 領域に約80 nmの高さまで成長させた。200℃、4時間の加 熱処理により、APTES-VGSをシリカ-VGSとした後には、 VGSの高さは約50 nmになった。シリカ化の進行について は、斜入射X線回折法やX線光電子分光法による測定か ら確認した。その後、シリカーVGSをマスクとしたエッチング 処理を行った(Fig. 1(a))。エッチング後、シラン系化合物 またはポリビニルアルコール (PVA)を用いた表面処理を 行った。次に、PDMS反応溶液をスピンコートした後に減 圧乾燥させることで、PDMSを硬化させ、PDMSスタンプを 作製した(Fig. 1(b))。ここで、表面処理にPVAを用いたエ ッチング基板は80℃の温水に浸漬し、PVAを溶解させるこ とでPDMSスタンプを基板から離型した。最後に、作製し たPDMSスタンプを鋳型として、ヘキサフルオロチタン酸 アンモニウムとホウ酸の混合溶液を用いた液相析出法に よって50℃、1日浸漬することで酸化チタン構造体を作製

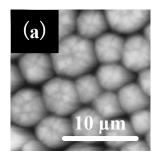
した(Fig. 1(c)) [1]。表面観察には原子間力顕微鏡(AFM)を用いた。

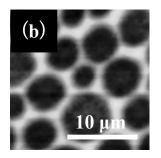
### 2. 結果と考察

Fig. 1(a)からは、APTES-VGSの形態的特徴を保ったままシリコン基板がエッチングされていることが確認された。エッチングが斜めに進行する原因は、エッチング速度が(100)面>(111)面であり(111)面に沿ってエッチングされたことが考えられる。(b)からは、PDMSスタンプにエッチング構造体の形状を転写可能なことが確認された。(c)からは、ポリマースタンプの形状に沿って酸化チタン前駆体ができていることがわかった。さらに(a)と(c)を比較すると、(a)の構造体上の小さな凹凸が(c)でも確認されることから、エッチング基板の細部まで転写可能であることを明らかにした。

## ■ 参考文献

[1] Y. Masuda, W. S. Seo, K. Koumoto, *Solid State Ionics*, **172**, (2004), pp. 283-288





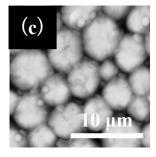


Fig. 1 各試料表面のAFM像

- (a) エッチング構造体
- (b) PDMS ポリマースタンプ
- (c) 酸化チタン構造体

代表発表者 我妻 樹(あがつま たつき)

所 属 宇都宮大学 地域創生科学研究科

工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム

問合せ先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

TEL:028-689-6158

e-mail: mc206601@cc.utsunomiya-u.ac.jp

**■キーワード**: (1)エッチング

(2)ポリマースタンプ

(3)液相析出法

■共同研究者: 飯村 兼一(宇都宮大学)