

高規則性ポーラスアルミナを用いた光インプリントによるナノ規則表面の形成と機能化

首都大学東京 柳下 崇

【はじめに】

光ナノインプリントプロセスは、微細な凹凸構造を効率的に基板表面に形成可能なことから、近年、撥水表面や反射防止表面など様々な機能性表面を作製するための手法として注目されている。ナノインプリントプロセスによって得られる凹凸パターンは、用いるモールドの表面構造に対応したものとなるため、様々な応用に適した表面幾何学構造を有するナノインプリント用モールドの作製が重要となる。我々は、これまでに、Alを酸性浴中で陽極酸化することによって形成される陽極酸化ポーラスアルミナをモールドとしたナノインプリントプロセスについて検討を進めてきた。陽極酸化ポーラスアルミナは、高アスペクト比構造の形成が可能であり、また、大面積化も容易であることから、ナノインプリント用モールドとして適した材料である。本発表では、高規則性ポーラスアルミナを用いた光インプリントによる規則パターンの形成とその機能的応用に関して報告する。

【高規則性ポーラスアルミナモールドの形成とナノインプリント】

Alの陽極酸化によって得られるポーラスアルミナは、円柱状の細孔が配列したナノホールアレー構造を有しており、陽極酸化条件を変化させることにより、細孔周期や細孔径、細孔深さの制御を行うことができる[1-3]。加えて、適切な条件下で陽極酸化を行うと、図1に示したような細孔が自己組織化的に規則配列したホールアレー構造の形成を行うことが可能である[4]。作製プロセスがシンプルなことから、装置のスケールアップによって容易に大面積化を行うことも可能であるといった特徴を有する。このようにして得られた高規則性ポーラスアルミナをモールドとして用いれば、ナノインプリントによって図2に示したような規則的なピラーアレーパターンの形成が可能となる[5]。また、作製した高規則性ポーラスアルミナを鋳型としてNi電鍍を行えば、ホールアレーパターンを形成するためのナノインプリント用モールドを得ることもできる[6,7]。陽極酸化プロセスによれば、平面だけでなく、曲面上においても継ぎ目なく高規則性ポーラスアルミナの形成が可能であることから、曲率を有する表面に微細パターンを形成するためのインプリント用モールドの作製を行う事もできる[8]。

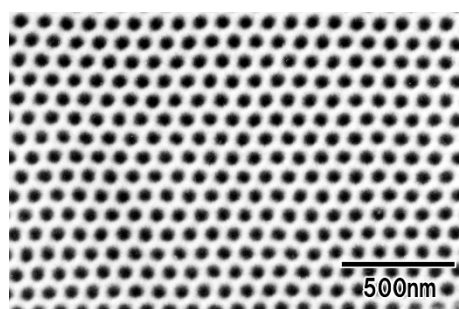


図1 高規則性ポーラスアルミナ

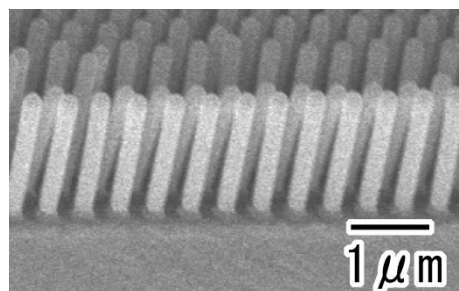


図2 ポリマーナノピラーアレー

【ナノインプリントによって形成されたナノ規則表面の応用】

これまでの検討において、高規則性ポーラスアルミナを用いたナノインプリントによって形成されたナノ規則表面が、撥水表面や反射防止表面として機能することを明らかにしてきた[9-11]。微細構造に基づく撥水表面や反射防止表面では、表面微細構造に基づいてその特性が変化することが知られているが、陽極酸化プロセスによれば、作製条件を変化することによって、細孔周期や細孔径だけでなく、細孔形状の制御も可能であるため、ナノインプリントによって得られる機能性表面の特性最適化が可能である[12]。表面微細構造に基づく機能性表面では、殺傷性や耐久性が問題となるが、ナノ構造形成層の積層化を行うことで解決することもできる。ナノ構造形成層が積層した試料では、表面構造の崩壊によって特性劣化が生じた場合でも、劣化した表面を剥離し新たな機能性表面を露出させることで表面特性の再生を行う事も可能であることがこれまでに確かめられてる[13]。

【おわりに】

陽極酸化プロセスにもとづけば、比較的容易に大面積の規則パターンを得るためのナノインプリント用モールドの形成を行うことが可能となる。本手法では、得られるパターンがナノピラーアレーパターンか、ナノホールアレーパターンに制限されるが、陽極酸化条件を変化させることにより、得られるピラーやホールの幾何学形状を高度に制御することが可能であることから、陽極酸化ポーラスアルミナは、各種機能性デバイスを作製するためのナノインプリント用モールドとして適していると考えられる。今後、本手法に基づいて様々な機能性デバイスの作製が行われることが期待される。

【参考文献】

- [1] 益田, 柳下, 近藤, 西尾, 触媒, 52, 190 (2010).
- [2] 益田, 柳下, 近藤, 西尾, 表面技術, 63, 82 (2012).
- [3] 益田, 柳下, 近藤, Electrochemistry, 83, 1006 (2015).
- [4] H. Masuda and K. Fukuda, Science, 268, 1466 (1995).
- [5] T. Yanagishita, K. Nishio, and H. Masuda, J. Vac. Sci. Technol. B, 28, 398 (2010).
- [6] T. Yanagishita, K. Nishio, and H. Masuda, Jpn. J. Appl. Phys., 45, L804 (2006).
- [7] T. Yanagishita, K. Nishio, and H. Masuda, Appl. Phys. Express, 1, 067004 (2008).
- [8] T. Yanagishita, K. Nishio, and H. Masuda, Appl. Phys. Express, 2, 022001 (2009).
- [9] T. Yanagishita, T. Endo, K. Nishio, and H. Masuda, Jpn. J. Appl. Phys., 49, 06202 (2010).
- [10] T. Yanagishita, T. Hidaka, M. Suzuki, and H. Masuda, J. Vac. Sci. Technol. B, 34, 021804 (2016).
- [11] T. Yanagishita, K. Murakoshi, T. Kondo, and H. Masuda, RSC. Adv., 8, 36697 (2018).
- [12] T. Yanagishita, K. Nishio, and H. Masuda, J. Vac. Sci. Technol. B, 26, 1856 (2008).
- [13] T. Yanagishita, T. Kondo, and H. Masuda, J. Vac. Sci. Technol. B, 36, 031802 (2018).