

# ドライエッチングによるポリマー 3次元ナノ構造形成技術の開発

加工技術課 鍋澤浩文

## 1. 緒言

ポリマー基板にナノ構造を形成する技術としては、ナノインプリンティングやホットエンボスなどの成形が主流である。しかし、この手法では、型の抜き勾配に起因して高アスペクト比構造の加工が困難であり、微細構造に対して間隔が狭いアレイ構造では、型の機械強度により転写される構造に制限がある。ナノ構造を形成する手法として、電子線リソグラフィもあるが、設備が高額になり生産性にも劣る。これらの背景から、ポリマー基材をドライエッチングで直接加工する技術と微粒子を配列させるコロイダルリソグラフィを併用することにより、所望の領域にナノ構造を形成する技術について検討を行った。

## 2. 実験方法

直径 500nm から 3 $\mu\text{m}$  のポリスチレン(PS)微粒子含む懸濁液を滴下し、微粒子を自己配列させたアクリル基板をエッチング試料とした。エッチングは、磁場支援型の反応性イオンエッチング装置を用い、エッチング条件は、反応ガス 75mol% $\text{O}_2$ - $\text{CF}_4$  (総流量 10sccm)、ステージ冷媒温度 0 $^\circ\text{C}$ 、RF 電力 50W(自己バイアス-250V)であった。PS 微粒子の寸法及びエッチング時間が微細構造の形状に及ぼす影響について調査した。

## 3. 実験結果

図 1 は、PS 微粒子をマスクに用いたときの、アクリル微細構造高さのエッチング時間依存性を示す。微細構造は PS 微粒子が除去されるまでは、時間に比例して高くなるが、除去された後は一定の高さとなる。また、このときの微細構造のベース直径は、時間とともに細くなる傾向にあり、微細構造の形状が、時間の増加により、円柱、錐台、円錐と推移していることがわかった。この実験から PS 微粒子のエッチングマスクが形状制御に適していることを見出した。図 2 は、0.5 $\mu\text{m}$  の PS 微粒子をマスクに用いたときの円錐アレイ構造(エッチング時間 3 分)の SEM 写真である。円錐の高さは 1.2 $\mu\text{m}$

であり、円錐間の間隔は、200nm 以下であった。また、加工底面はもとの基材と同程度の表面粗さ( $R_a < 10\text{nm}$ )であった。

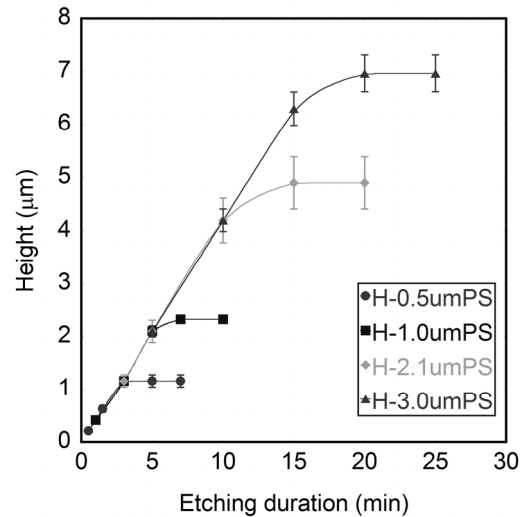


図 1 PS 微粒子をマスクに用いたときの微細構造高さのエッチング時間依存性

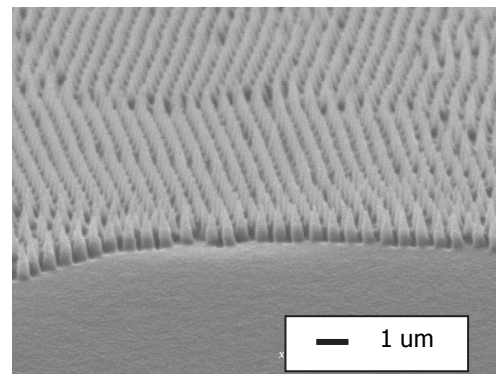


図 2 アクリルの円錐アレイ構造

## 4. 結言

高額な設備や煩雑な行程を伴わない、微粒子をエッチングマスクに用いたナノ構造形成技術について検討した。この技術は、微細構造の設計自由度が高く、微粒子や基材のプラスチックを変えることにより、プラスチック表面の機能性付与に貢献できる可能性がある。今後は、この技術をマイクロ流体チップに応用し、生体高分子相互の結合や反応を高感度に検出するバイオチップの開発に取り組んでいきたい。