

反応性イオンエッチング法によるポリマー表面のモフォロジー制御とその応用

加工技術課 鍋澤浩文

1. 緒言

マイクロ流体素子デバイスの素材として期待されているポリマーに、サブミクロンオーダーの微細構造を精密かつ局所的に構築できれば、吸着性や濡れ性を制御でき、複雑な流体制御や生体高分子を利用した高感度分析への展開が可能になる。本研究では、バイオチップの基材として利用されるアクリルプレート上に、微粒子の単層を配列する手法について検討した。また、微粒子を配列させた基材を反応性イオンエッチング法により微細加工を行い、可視光に対する光透過特性の測定を行った。

2. 実験方法

2.1 微粒子の単層配列について

微粒子の懸濁液を、平滑な基材上に滴下すると、ある条件下においては、溶媒の蒸発とともに、微粒子間に横毛管力が作用し、自己集積化が促進される。この現象を利用して、アクリル基材（厚さ2mm）に、直径 $3\mu\text{m}$ のポリスチレン微粒子（直径 $3\mu\text{m}$ ）を大面積で配列させる条件について検討した。直径3mmの貫通孔を持つPDMSダイアフラムを基材上に自己接着させ、0.1 wt.%から0.5 wt.%の範囲で濃度調整した微粒子懸濁液を $2\mu\text{l}$ 滴下させることにより、微粒子単層配列の最適条件を求めた。

2.2 ポリマー微細アレイ構造の光透過特性

直径2.5mmの範囲で単層に配列したポリスチレン微粒子をエッチングマスクとして用い、磁場支援型ドライエッチング装置にて、反応性イオンエッチングを行った。エッチング条件は、75mol% $\text{O}_2\text{-CF}_4$ （総流量10 sccm）、ステージ温度 0°C 、RF電力50Wで一定とし、エッチング時間が及ぼす微細アレイ構造の可視光に対する光透過特性を計測した。

3. 実験結果および考察

3.1 微粒子の単層配列について

Fig. 1は、濃度0.3 wt.%の懸濁液を用いたときの、微粒子配列写真を示している。円周部は多層になっているが、中央の直径2.5mm以上の領域については、単層で微粒子

を配列させることが可能になった。また、この濃度以下の場合、空隙率が大きくなり、この濃度を超える場合は、多層になる領域が大きくなることを確認した。

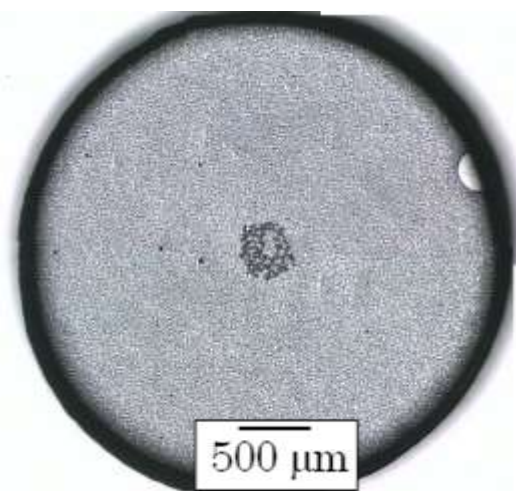


Fig.1 A hexagonally close-packed monolayer of polystyrene spheres on PMMA plate.

3.2 ポリマー微細アレイ構造の光透過特性

エッチング時間の増加に伴い、微細構造の透過率が減少することを確認した。エッチング時間3分以内（微細構造高さ $1.2\mu\text{m}$ ）では、全ての波長領域で80%以上の透過率であるが、15分を超えると20%以下にまで減少した。これは微細構造のサイズが、エッチング時間とともに増大し、表面での乱反射が大きくなるためと考えられる。

4. 結言

溶媒蒸発を利用した微粒子の配列手法について検討し、直径2.5mm程度の範囲で単層に微粒子を配列させ、エッチング試料として供することが可能になった。今後は、特定の局所に微粒子を配列する手法についても取り組んでいき、バイオデバイスの応用につなげていきたい。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究(C) 研究課題番号：22510132）の助成を得て実施されたことを記し、謝意を表する。