

表面微細構造による濡れ性制御に関する研究技術の開発

製品・機能評価課 升方康智、奈須野雅明、室 慧悟
若い研究者を育てる会 北陸電気工業株式会社 杉田涼輔
企画管理部 小幡 勤

1. 緒言

材料の表面濡れ性を制御する技術は、建設資材、エネルギーデバイスなどの様々な分野で注目を集めている。濡れ性は表面材質のみならず、表面微細構造によっても変化し、コーティングだけでは実現できない超撥水表面を作製できる可能性などが期待されている¹⁾。

本研究では、微細構造を高い自由度で作製可能な半導体微細加工技術を用いて、Si 表面に円柱状の微細構造を作製し、濡れ性への影響を確認した。理論モデルとの比較を行い、濡れ性制御の手法を確立することを目指した。

2. 実験方法

Si 基板上への表面微細構造の作製工程を説明する。基板洗浄、HMDS(ヘキサメチルジシラザン)処理後にポジ型フォトリソを塗布し、プリバーク(90°C、90sec ホットプレート)を行い、露光、現像、ポストバーク(120°C、90sec ホットプレート)によりレジストマスクを形成し、Bosch プロセス(Deep-RIE)により表面微細構造を形成した。

本研究では、円柱の直径D、ピッチP、エッチング深さH、隣り合う円柱の間隔スペースsを変化させた。試作1ではピッチPがP=2Dとなる。試作2ではピラーサイズDを固定し、スペースsを変化させることで、ピッチPがP=D+sとなる。撥水性の評価は、Si 表面のフッ酸処理後直ちに接触角測定装置を用いて、液滴が静的な状態でSi 表面微細構造との接触角を測定することで行った。液滴は純水を使用し、滴下量は2.85 μL とした。

3. 実験結果

Fig.1(a)に試作1の測定結果を示す。微細構造がない平坦部に液滴を滴下した接触角については約 70°付近であり、この結果は省略する。撥水性となる領域では、液滴下部に空隙存在する空隙により接触角が大きくなったものと推察される。また、液滴下部に空隙の存在しない領域では、接触角は平坦面と同等な値となったと推察される。

Fig.2(b)に試作2の測定結果を示す。液滴の接地面における界面張力のつり合いによるピン止め効果による接触角の理論モデル⁽⁴⁾を円柱状の微細構造に適用し、接地面の形状により接触角 θ が変化することを考慮して接触角 θ の取りうる範囲を求めた結果の比較を示す。

D=86 μm における測定において、高い撥水性が得られた領域においてシミュレーションによる θ のとりうる範囲は、測定結果と比較的良く一致することが分かる。

以上から、Si 表面に円柱状の微細構造を形成した今回の測定における接触角の決定要因としては、液滴下部に空隙が存在しない領域では接触角は平坦面と同等な値となり、撥水性($\theta > 90^\circ$)が得られる領域においては液滴下部に空隙が存在することが推察された。さらにその場合では、ピン止め効果が支配的であり、ピン止め効果によるモデルを円柱状の微細構造に適応したところ、円柱状の微細構造における接触角が予想できる可能性を示した。

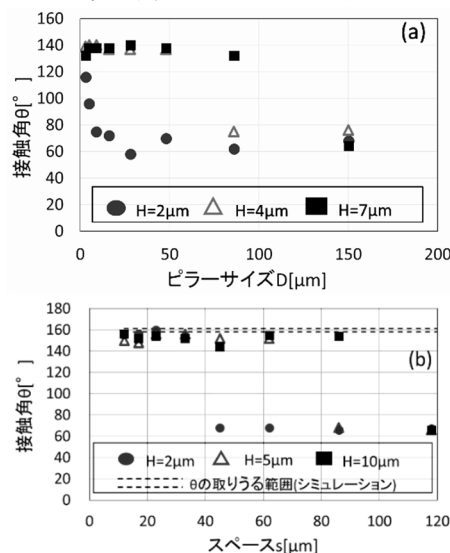


Fig. 1 Contact angle on the Si cylindrical micro structure
(a) Prototype 1 (b) Prototype 2(D=86 μm)

4. 結言

半導体微細加工技術を用いて Si ウエハー上に表面微細構造を作製し、その形状と濡れ性を評価した。また、表面微細構造のパラメータの濡れ性への影響を考察し、撥水性の理論モデルと比較を行った。その結果、液滴下部に空隙が生じた場合、ピン止め効果により高い撥水性が得られると推察された。理論モデルとの比較により、円柱状の微細構造における接触角を予想できる可能性を示した。(詳細は、令和4年度 若い研究者を育てる会「研究論文集」pp.7-13を参照)

参考文献

- 1) 日本機械学会論文集(B編) 70 巻 693号(2004-5)
- 2) S.Suzuki and K.Ueno, *Langmuir*33,138-143(2016)