

1. はじめに

近年、インクジェット技術を電子デバイスの製造プロセスに応用する試みが行われている。このプロセスでは、基板上における任意の位置に必要な量の液滴を吐出し、蒸発させることにより画素や配線パターンに沿って薄膜を形成させるが、形成される機能性材料の薄膜の平坦化および吐出される液滴よりも微小な配線形成が課題として挙げられる。液滴乾燥時の薄膜形状の制御を行う方法として、着液する基板上に疎水面および親水面のパターンを施すことで親水面のみに薄膜を形成する方法が提案されている。しかしながら、基板の濡れ性が液滴乾燥挙動および薄膜形成に及ぼす影響は検討されていない。そこで本研究では、親水面をライン状にパターンを施した疎水性基板上において微粒子分散液滴を乾燥させ、着液量が液滴乾燥挙動と薄膜形成に及ぼす影響について実験的に検討を行う。

2. 実験方法

基板にはシリコンウェハを使用した。表面を洗浄処理した基板に、撥水剤（パラックコート）をスピンコート法にて塗布し、疎水性の均質基板を作成した。均質基板上にフォトマスクを介して低圧水銀ランプによるUVオゾン洗浄による親水処理を行い、親水ラインを形成した。親水ライン幅は0.5mmとした。

液滴乾燥実験装置を図1に示す。作成したパターンニング基板の親水面中央にシリンジを用いて液滴を着液した。液滴にはエタノール溶媒にポリスチレン微粒子を分散した微粒子分散液を用いた。ポリスチレン微粒子の平均粒子径は1 μ mである。着液量は4 μ l または 2 μ l とした。実験中は周囲温度を26 $^{\circ}$ C前後に保った。液滴の蒸発過程を側面のCCDカメラおよび上面のマイクروسコープで同時に撮影した。側面から撮影した画像から液滴の濡れ径 d および液滴高さ h を測定し、 $\theta/2$ 法により接触角 θ_c を算出した。基板の親水ラインが液滴接触線挙動に与える影響を評価する為、観察している液滴の濡れ径が親水ラインに対して直交および並行方向より CCDカメラで撮影した。

3. 実験結果

図2にパターンニング基板上での接触角および濡れ径の時間変化を示す。着液量の違いにより乾燥時間が異なるため、経過時間 t を乾燥終了時間 t_{max} で規格化した。着液量4 μ lの場合、乾燥挙動は濡れ径が固定されたまま接触線が減少するpinningならびに濡れ径および接触角が減少するmixtureという2段階のプロセスを経て液滴の乾燥が進行している。また、直交および並行配置でほとんど差は見られなかった。一方、2 μ lの場合、乾燥挙動は接触線が固定しているpinning、接触線が後退するde-pinningおよびmixtureという3段階のプロセスを経て乾燥が行われた。また、直交配置と並行配置において接触角、濡れ径に違いは見られたが乾燥過程に差異は見られない。

図3に液滴乾燥挙動および形成された薄膜の上面観察を示す。4 μ lでは着液直後から乾燥直前まで接触線が固定され、着液直後の液滴とほぼ同形状に薄膜が形成されている。また、接触線付近に溶質が運ばれて堆積するコーヒーステイン現象が見られた。これは、接触線付近の蒸発速度が大きいことでpinning時に接触線方向に流れが発生し、溶質が接触線付近に堆積したためである。一方、2 μ lでは乾燥過程で接触線

が後退し、着液直後の濡れ径より小さい薄膜が形成された。しかし、薄膜は液滴の右側のみ親水ライン内に形成され左側は疎水面上にしている。これは基板の疎水面の不均質性によって左側の接触線後退時にpinningが生じているためである。

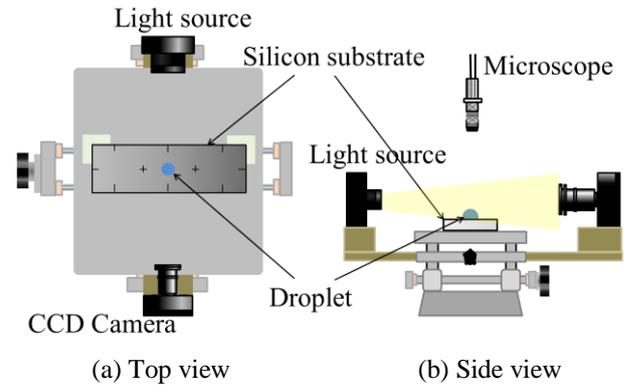


Fig. 1 Schematic diagram of drying experimental setup

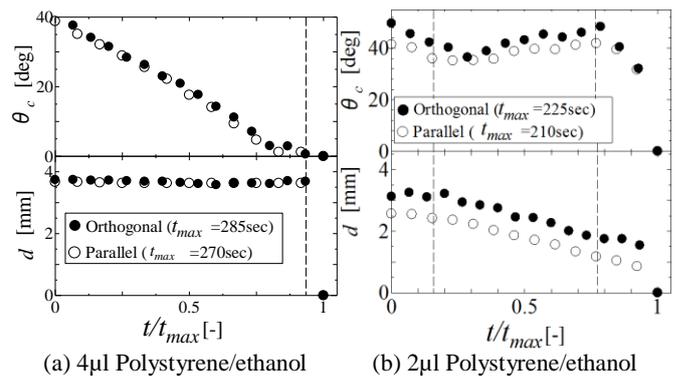


Fig. 2 Time variation of polystyrene/ethanol droplet drying on patterning substrate

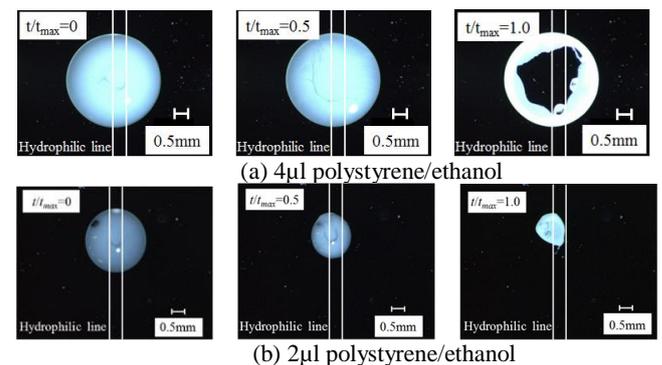


Fig. 3 Top views of polystyrene/ethanol droplet drying on patterning substrate