

親水ラインを有する撥水基板上での微粒子分散液滴による薄膜の形成

1. 緒言

インクジェット技術では、基板上の任意の位置に必要な量の液滴を吐出し、溶媒を乾燥させることにより配線パターンに沿って機能性薄膜を形成させることを目的としているが、液滴よりも微小な配線形成が課題として挙げられる。そこで、撥水面と親水面を有するパターニング基板上に液滴を着液し、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、パターニング基板上における液滴乾燥挙動および薄膜形成は十分に検討されていない。そこで本研究では、ライン状親水面を施したパターニング基板上において微粒子分散液滴を乾燥させ、微粒子径と微粒子濃度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. 実験装置および方法

液滴乾燥実験装置を Fig. 1 に示す。パターニング基板の親水ライン中央にシリンジを用いて液滴を着液させた。本研究では、撥水処理を施したガラス基板に 0.1mm 幅のライン状親水面を作成したパターニング基板を使用した。液滴には純水にポリスチレン微粒子を分散させ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 0.1 μm と 1.0 μm の 2 種類を使用した。初期液滴体積は 2 μl 、微粒子分散液滴の溶質濃度は 0.0, 0.01, 0.1 および 1.0wt.% とした。実験中は周囲温度を 24 - 26 $^{\circ}\text{C}$ 、湿度を 45 - 55% に保った。着液した液滴の濡れ長さが親水ラインに対して直交する方向または平行する方向から側面の CCD カメラにより、液滴の上面からはマイクروسコープにより液滴の乾燥過程を撮影した。側面から撮影した画像から液滴の濡れ長さ L_w および接触角 θ_c を測定した。上面から撮影した画像から微粒子分散液滴による薄膜の形成過程を観察した。

3. 実験結果および考察

Fig. 2 にポリスチレン粒子濃度 0.1wt.% の液滴乾燥挙動を示す。乾燥開始からの経過時間 t は乾燥時間 t_{dry} により規格化している。液滴を滴下した直後より親水ラインに沿った突起が形成され、親水ライン上の接触線が固定されたまま微粒子は突起部へ輸送されて基板に堆積した。粒子径が 1.0 μm の場合、着液直後の液滴形状を保ったまま、親水ライン上と疎水面上に微粒子は堆積した。一方、粒子径が 0.1 μm の場合、親水ラインに沿って微粒子は堆積し、疎水面上に堆積した微粒子は僅かであった。

Fig. 3 に液滴側面から観察した液滴乾燥時における接触角および濡れ長さの経時変化を示す。ここで濡れ長さは着液量 V に等しい体積の球の直径 d_0 により規格化している。粒子径が 1.0 μm の場合、疎水面上の接触線は固定されたまま乾燥が終了している。一方、粒子径が 0.1 μm の場合、 $t/t_{dry}=0.35$ 以降において疎水面上の接触線は後退していることを示している。これらのことから、微粒子の粒子径が大きい場合は疎水面上

の接触線付近に堆積した際に疎水面上における接触線の後退を抑制していると考えられる。対して、粒子径が小さい場合は一つ一つの微粒子が軽いため、接触線の後退を抑制しにくいと考えられる。

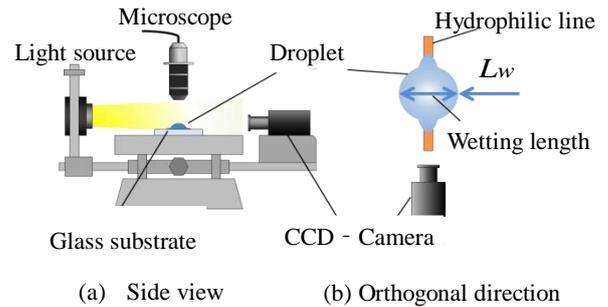


Fig. 1 Schematic diagram of experimental setup

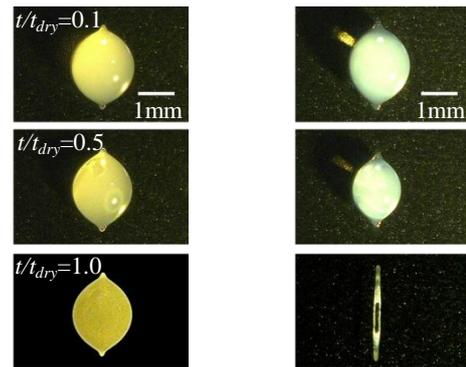


Fig. 2 Drying behavior of a droplet on a patterned substrate (0.1wt%)

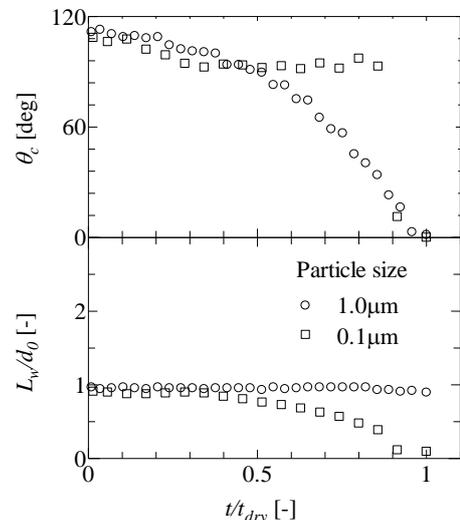


Fig. 3 Contact line behavior of a drying droplet (0.1wt%)