

環境・生命 工学専攻	学籍番号	029404
申請者氏名	与 儀 修	

指導教員氏名	水野 彰 教授 桂 進司 助教授
--------	---------------------

論 文 要 旨(博士)

論文題目	静電力による極微量液滴形成技術の開発
------	--------------------

(要旨 1,200字程度)

本論文は、静電噴霧技術の Cone-Jet mode を利用した液滴形成法 (Cone-Jet Spotting : CJS) により、これまでより更に微量な pL~fL オーダーの極微量液滴を、基板表面上に on-demand に形成する技術およびその応用についての研究の成果である。CJS 法および CJS 法を利用した on-demand 液滴形成配列装置 (On-Demand Droplet Spotter : ODS) は、DNA チップ、高密度パターンニング、コンビナトリアルケミストリー等の液滴ベースの技術の産業化を大きく進展させる重要な技術である。

CJS の動作を確認するため、パルス電圧およびパルス幅に対する液滴体積の特性について評価した。その結果、CJS 法が on-demand 液滴形成に適した技術であることが確認された。基板表面上に高密度に試料物質を配列するため、CJS による pL~fL オーダーの液滴形成と基板の移動を連動して実行する液滴形成配列装置(ODS)を開発した。ODS の性能を評価した結果、蛍光性色素の極微量液滴 30 fL を 20 μm 間隔で配列した高密度マイクロアレイの作製が可能であることを確認した。ODS は、本研究全体を通して基本的なツールとなる装置である。CJS は、on-demand 液滴形成に適した技術であるが、ジェット軌道の不安定性により、ジェット流が基板に到達する位置がわずかながら不安定になるという問題がある。この問題を解決し、高精細なパターンニングを実現するため、外部電極付キャピラリーを開発した。この改良されたキャピラリーにより、CJS 液滴形成の液滴形成位置精度が向上し、ジェット流を更に細くすることが可能であることが確認された。この外部電極付キャピラリーを備えた on-demand 液滴形成配列装置 (ODS-HD) は、高精度かつ高精細なパターン形成に対して効果的である。

CJS 法による液滴形成は、キャピラリー近傍の電界状態に敏感である。この性質を最大限利用した、全く新しい液滴形成法を提案する。コンビナトリアルケミストリーの分野では、試薬コストや廃棄物を抑制するため、基板上の極微量液滴を超小型の反応容器として用いることが期待される。そのためには、液滴外部から溶液を注入し、混合する技術が必要不可欠である。そこで、静電吸引力を利用し、液滴内部で混合操作を実現する装置、On-Demand Mixing Droplet Spotter (OMDS)を開発した。混合液的形成過程の特性、良好な混合操作に必要な複数キャピラリーおよび基板の間の位置関係、混合液滴体積の安定性、および混合液滴の均一性について評価した。