

審査の結果の要旨

氏名 中窪 亨

本論文は「無極性溶媒中での帯電微小液滴の形成および電界を用いた自己組織的アセンブリ」と題し、5章から構成される。

微小液滴を基板などの表面の決められた場所に配置したいという需要がある。インクジェットプリンタではノズルから吐出した微小液滴を紙上に着弾させるインクジェット方式が従来採用されているが、液滴の寸法、吐出可能な液体などに制約があった。本研究では、無極性溶媒中に帯電した微小液滴を吐出することによって、インクジェット方式より寸法が小さい液滴を形成し、基板上に形成した静電潜像によって規定されたエリアに微小液滴を自己組織的に配置することを目的としている。

第1章「序論」では、研究背景、従来研究とその課題、本研究の目的と意義が述べられている。

第2章「帯電液滴の形成」では、微小液滴を形成するための二重管の構造と、二重管を利用して微小液滴が形成されるメカニズムの理論および実験による検証が述べられている。二重管の内管からは滴化したい液体が、外管からは液滴を搬送するための無極性液体が供給され、二重管外部に置かれた帯電電極と内管との間に電圧を印加することによって、帯電した微小液滴が二重管から引き出される。印加電圧を大きくし、また、内管への液体の供給量を小さくするにつれて、微小液滴の寸法が小さくなることを確認した。また、吐出する微小液滴に働く力や帯電量について論じている。

第3章「帯電潜像を用いたパターンニング」では、無極性溶媒中に吐出され、分散している帯電微小液滴を、帯電潜像を利用して基板上に配置するための理論と、実験による検証が述べられている。微小液滴が数百 μm 幅の帯電潜像に分散配置できること、潜像の形成電圧を大きくするほど液滴の集積密度が上がること、液滴間の平均距離と液滴直径の比を1.5~3の値にできることが実験的に確かめられている。また、シミュレーションで、無極性溶媒中の静電場を計算し、基板上の帯電潜像が帯電微小液体に及ぼす影響について論じている。

第4章「導体配線を用いたパターンニング」では、第3章の帯電潜像とは異なる潜像の形成方法、すなわち、基板上に導体を配線し、電圧を印加して電極とする方法を提案し、その効果を検証している。液滴を配置したい導体電極のみに電圧をかけることによって、選択的に帯電微小液滴を集積できるとしている。

第5章「結論」では、本論文で得られた理論的計算結果と実験結果をもとに結論が述べられている。

以上要するに、本論文では、基板上に液滴を配置する方法として、従来のインクジェット方式とは異なる、無極性溶媒中の帯電微小液体と潜像を用いる方法を示し、理論および実験的に有効性を示している。すなわち、二重管から無極性溶媒中に微小液滴を電極によって引き出し、基板上の帯電潜像あるいは導体電極潜像上に微小液滴を配置している。これは、本論文で扱った液体のみならず、多種の液体やナノ粒子が分散した液体を基板上に配置するための基盤研究でもあり、この点から本論文は、知能機械情報学の発展に貢献したものであって、本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。