

## 審査の結果の要旨

氏名 横山 吉典

本論文は「ミストジェットを用いた Si 微粒子吐出に関する研究」と題し、6章から構成される。

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について述べている。サブミクロンサイズのシリコン微粒子を大気中でフレキシブル基板上にパターニング吐出する技術の確立を目的とし、従来のインクジェット等の液滴吐出の代わりに、ノズルの開口部に存在する表面張力波から出るミスト状の微小液滴を利用して、開口寸法より小さな、シリコン微粒子を含む液滴を吐出する方法を扱うとしている。

第2章「原理・設計・製作」では、ミストジェットが吐出する原理と、効率よくミストジェットを吐出できる構造について述べている。加振子である圧電素子で発生した超音波でノズルエッジにピン止めされた液体表面を加振することによって、液体表面に表面張力波を発生させている。表面張力波の固有振動数と、加振子による超音波の振動数が一致したときに、表面張力波の振幅が大きくなり小さな液滴が吐出するとしている。圧電素子による超音波のエネルギーを効率よく表面張力波とするために、超音波を放物面で集束している。また、液滴中に含まれるシリコン微粒子が液滴とともに吐出し、微粒子膜を形成し、単結晶並みのキャリア移動度をもつためには、シリコン微粒子がサブミクロンから1ミクロン程度の寸法をもつことが適しているとしている。

第3章「ミスト吐出の基礎特性」では、ミストの液滴径分布を、レーザー光散乱方式粒度分布測定装置を用いて計測し、加振振動数が大きくなるとともに吐出液滴径が小さくなることを示している。また、液滴の体表面積平均径が表面張力波の波長と同程度であることを実験で示している。さらに、ノズル吐出面での表面張力波が固有振動するときに、液滴が吐出しているとし、運動エネルギーと表面自由エネルギーの関係からこの現象を考察している。

第4章「Si 微粒子吐出」では、石英製のミルを用いて単結晶シリコンを純水中で粉碎しシリコン微粒子を作成する方法と、この微粒子をミストジェットの液滴とともに吐出して堆積する方法を述べている。さらに、吐出した微粒子の不純物がおおむね1 ppm程度であることを検証し、近赤外光を受光し、結晶の特徴を生かすことができる可能性を示している。微粒子の堆積した膜を FTIR で評価し、堆積厚に応じて自然酸化膜が形成されていること、微粒子同士は水素結合で結合していることを示している。

第5章「Si 微粒子膜の特性評価」では、吐出してできた微粒子膜の、光伝導度を計測し、近赤外領域でシリコン微粒子が機能していることを示している。さらに、p型シリコン基板上にn型シリコン微粒子膜を堆積したときの光電流について計測し、照度に比例していることを示し、光センサとして使用できる可能性を示している。

第6章「結論」では、本論文で得られた実験結果をもとに結論を述べている。本論文で提案したミストジェットによって、シリコン微粒子を基板上に形成し、結晶シリコンの光吸収を利用した近赤外光のセンサが実現できるとしている。

以上要するに、本論文では、圧電素子で加振した水の表面に現れる表面張力波の共振を利用してミスト状のシリコン微粒子を含む微小液滴を吐出し、シリコン微粒子を基板上に堆積して、この堆積膜が光応答することを示している。これにより、フレキシブルな基板上に、光センサをパターニングにより形成することができる可能性を示した。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。