

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 朱正明

本論文は「A Study on Electrostatic Deposition Method using Nanoparticles Generated by Atomizer」、(霧化器により形成されたナノ粒子を用いた静電成膜法の研究)と題し、有機ディスプレイ、半導体デバイスなど様々な分野で応用するための高品質な薄膜をナノ粒子と静電気力を用いたパターンニング方法を利用し達成することを目的として、新たな霧化器の開発やデポジション法の開発に取り組んだ研究成果を纏めたものである。

本論文は、次の8章から構成されている。

第1章は「序論」であり、本研究の背景と目的を記述し、本論文の構成について述べている。有機・生体高分子の薄膜形成のためにはスピコーティング、インクジェット、スクリーンプリントなどのウェットプロセスとエレクトロスプレー・デポジション (ESD) や弾性表面波霧化器と静電気力を利用した方法 (SAW-ED) などのドライプロセスがあるが、従来のドライプロセスはピンホールの発生や膜形成スピードが遅という問題のため、ディスプレイなどに応用するのは困難であった。そこで、この問題を解決するために薄膜形成時間を短縮しながら品質を上げてドライプロセスの応用分野を広げることを本博士論文の目的とすることを述べている。

第2章「霧化器の性能比較」では、液滴サイズ、霧化スピード、捕集効率などの薄膜形成に関係するパラメーターを三種類の霧化器 (エレクトロスプレー、弾性表面波霧化器、メッシュ型ネブライザー) について、それぞれの霧化の原理に基づき、理論的考察により比較している。その結果、10nm程度の粒子を利用して100nmの膜厚を形成する時、従来の霧化器ではパターンニングに要する時間が1000時間以上かかることが推定できることを明らかにしている。

第3章「静電場でのデポジション特性に関する検討」では、静電成膜法で形成された膜の微細構造を研究し、デポジションされたナノ粒子の間に微細な空間あるいはピンホールが発生することを記述している。

第4章「定在波型弾性表面波霧化器」では、従来の進行波型のSAW振動子で形成されたパーティクルの粒径が理論値と大きく離れている問題を解決するために、新たに、定在波型SAW振動子を提案している。この新しい定在波型振動子を用いた霧化器は、従来の進行波型SAW振動子を用いたものに比べて、高能率に、より微細なパーティクルが形成できることを示している。

第5章「高周波波型弾性表面波霧化器」では、従来のSAW霧化器での駆動

周波数は 10MHz 程度であったが、周波数を大きくすると粒径の微細化が期待できることから、50MHz、75MHz、95MHz を駆動周波数とする高周波型弾性表面波霧化器を製作した。その結果、予想に反して、10MHz に比べて、霧化特性を改善できることを示す実験結果は得られなかったことを述べ、過度に高い駆動周波数を用いる必要のないことを明らかにしている。

第 6 章「コロナ放電と SAW-ED を利用した薄膜形成法」では、コロナ放電を利用し非導電性表面にチャージをパターン化する手法を利用し、導電性の基板が必要だった既存の静電成膜法の問題を解決した新たな薄膜形成方法を提案して、その有効性を実証している。

第 7 章「エレクトロスプレー・デポジション法を利用した有機薄膜形成」では、静電成膜法には根本的にピンホールが発生しやすいということと膜形成スピードが遅い問題点があり、有機半導体材料の薄膜形成の実現が困難されていたが、2 種類の異なる蒸発速度を持つ溶媒を適切な割合で混合しながら ESD 法を実施する手法を考案し、ピンホールの生成を抑え、高品質な有機 EL 薄膜を早いスピードで形成することに成功している。

第 8 章「結論」では本研究で得られた成果を纏めるとともに、開発した新しい技術の今後の研究課題と将来展望を述べている。

このように、本論文では新しいドライパターニング技術として注目されている SAW-ED と ESD の諸性能の向上に取り組み、コロナ放電を利用する SAW-ED 法を考案するとともに、2 種の蒸発速度の異なる溶媒を混合する ESD の新手法を開発している。そして、ピンホールのない有機薄膜を形成し、有機 EL 膜の発光に成功している。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。