

氏 名	ご とう やす ひと 後 藤 康 仁
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3651 号
学位授与の日付	平 成 14 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Development of Novel Metal Ion Beam Systems with Liquid-Metal Ion Sources (液体金属イオン源を用いた新奇金属イオンビーム装置の開発)
論文調査委員	(主 査) 教 授 石 川 順 三 教 授 松 波 弘 之 教 授 今 西 信 嗣

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は液体金属イオン源の利点を生かして新しい金属イオンビームプロセスを可能とするための金属イオンビーム装置の開発に関わる研究成果をまとめたものであり、3部8章からなっている。

第一章では、液体金属イオン源のもつ特長とそれを用いた従来技術に関して概説し、液体金属イオン源を利用して大電流の金属イオンビームを発生することができれば、新しい金属イオンビームプロセスが可能となることを示している。またこの章では、このような大電流金属イオンビーム装置開発上の問題点として、大電流動作時の液体金属イオン源の動作機構の解明、大きな発散角を持つビーム集束技術の開発、液体金属イオン源を多数並べることによる大電流化の三つが必要であることを示している。これら三つの問題点に対する解決法について以降の3部のそれぞれにおいて記述している。

第一部は第二章、第三章、第四章からなり、液体金属イオン源の動作機構解明について述べている。第二章では、液体金属イオン源から引き出されるイオンビームの特性について、電流電圧特性、エネルギー幅、質量分析スペクトル、エミッタンス・輝度、の測定結果について記述し、これらの特性が従来の理論で説明できないことを示している。その上で、従来より考えられていた理論式の一部にある限定を加えることで、実験結果を説明することができることを示した。第三章では、上記の結果を踏まえて、液体金属イオン源の動作機構として新しい高温モデルを提案し、このモデルの妥当性について様々な角度から検討している。さらに第四章では合金のイオン源の動作解析を行い、基本的な動作機構が第三章で提唱した高温モデルで説明できること、また合金イオン源特有の特性について解析を行っている。

第二部は第五章、第六章よりなり、強発散ビームの集束技術とその応用例について述べている。第五章では、強発散ビームを集束するレンズの開発について、その考え方と計算機シミュレーションを利用したレンズの設計、また実験によるレンズの特性の評価を行い、強発散ビームが有効に輸送できることを示している。第六章では、このレンズを利用して新しい金属イオンビームプロセス、すなわち金属イオンビーム自己スパッタ法の提案と実際の装置の開発、成膜特性、膜物性の評価について述べている。

第三部は第七章よりなり、液体金属イオン源の大電流化について述べている。イオン放出点を多数形成することでシート状のイオンビームの引き出しを行うイオン源の開発において問題となる電界一様性の確保、一様なイオン源の加熱方法などの問題について解決を与え、10 mA 近い金属イオンビームを得ることに成功している。また、引き出されたイオンビームをシート状に集束するためのレンズについても開発し、実際にビームがシート状になっていることを示している。

第八章は以上の研究の結果得られた結論について要約して述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、新しい金属イオンビームプロセスのための液体金属イオン源を利用した大電流金属イオンビーム装置開発の研究成果をまとめたものであり、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 液体金属イオン源から引き出されるイオンビームの持つ特性を測定し、その結果が従来の理論では説明できないが、理

論式に新たに制約を設けることで説明できることを示した。

2. 液体金属イオン源の動作機構として高温電界蒸発理論を提案し、その理論が実験結果と整合することを理論的に示した。
3. 提案した高温電界蒸発理論が合金の液体金属イオン源についても適用できることを示した。
4. 液体金属イオン源から引き出される強発散ビームの集束を可能とするレンズの開発を行い、実際にその特性を計算機シミュレーション、実験により検証した。
5. 新しい金属イオンビーム技術として金属イオンビーム自己スパッタ法を提案し、高純度金属薄膜形成法としての可能性を示唆した。
6. 液体金属イオン源の大電流化に取り組み、イオン放出点を複数形成することで、10mA 近い金属イオンビームを引き出すことが可能であること、また引き出したイオンビームを集束することでシート状のビームが形成できることを示した。

以上、要するに本論文は、液体金属イオン源の持つ特長を生かして、効果的なイオンビームプロセスを実現するための金属イオンビーム装置の開発を行い、その動作特性といくつかの新しい応用例を示したものであり、その成果は学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成14年1月24日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。