The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	極低エネルギーイオンビームの高輝度化に関する研究
Author(s)	吉川, 貴文
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40163
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　吉川貴文（よしかわ たかふみ）
博士の専攻分野の名称　博士（工学）
学位記番号　第 13150 号
学位授与年月日　平成9年3月25日
学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当
工学研究科生産加工工学専攻
学位論文名　**極低エネルギーイオンビームの高輝度化に関する研究**

論文審査委員　（主査）
教授 後藤 誠一
教授 黄地 尚義　教授 宮本 勇　教授 牛尾 誠夫

論文内容の要旨

本論文は，数百eV以下の極低エネルギーイオンビームに関して，イオンビーム引き出しとその輸送という観点から，高輝度化を図るために有効な方法を実験的に明らかにした結果について述べられている。

本論文は序論，総括を含めて6章から構成されている。

第1章では，研究の背景と目的を述べている。

第2章では，イオンビーム生成法についてその要点を説明している。また，低エネルギー化で顕著に現れる問題点を述べ，本研究で行った極低エネルギー高輝度イオンビーム引き出し方法を概説している。

第3章では，単孔電極から引き出したイオンビームにおいて，エネルギーが低くなるとイオン源プラズマの有限イオン温度がイオンビームの発散特性に及ぼす影響が大きくなること，および，バイアス電圧印加によるシース電位制御がイオンビーム発散の抑制に効果のあることを示している。また，ビームエネルギー500eV程度の領域で，減速電圧高圧化とシース電位制御によるイオンビーム高輝度化が可能となる方法について述べている。

第4章では，単孔電極を用いてエネルギー150eVのイオンビームを，正電極孔形状，減速電圧，および，バアイス電圧を変化させて引き出すことにより，電極の開口率を最も大きくとれるストレート孔を正電極孔形状とした高減速電圧，低バイアス電圧条件下で最も輝度の高いイオンビームが得られた結果について述べている。また，一般に輸送空間ガス圧を増加させると空間電荷効果によって生じるイオンビームの輸送領域中での広がりを抑制できるとされているが，しかし，極低エネルギー領域においてはその空間電荷はビームプラズマの生成機構上，十分には中和できないことについて述べている。

第5章では，第4章の結果をもとに製作した多孔電極で極低エネルギーイオンビームを引き出す実験について記し，イオンビームがもつ空間電荷を輸送空間中で中和するためにイオンビーム中に熱電子を供給し，イオンビームの空間電荷が十分に中和され，ビームの広がりやエネルギー幅の拡大を防いだ研究結果を示している。さらに，エネルギーが100eV以下でイオンビームを生成し，減速電圧を高圧化することが極低エネルギー高輝度イオンビームの生成に有効であることを確認した結果について述べている。

第6章では，研究結果を総括し，結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

種々の薄膜堆積技術において，益々重要となってきている数百eV以下の極低エネルギーイオンビームでは，イオンのもつ空間電荷の効果やイオン源プラズマの有限イオン温度効果のために大きな断面積で，高電流密度（高輝度）のイオンビームを生成することが困難となる。本研究は大面積・大電流イオンビーム生成に有効な技術を，単孔電極，あるいは小面積の多孔電極を用いた実験により確立することを目的として行われたものである。具体的には，ビーム引き出しに関して，3枚電極を用いた減速電圧高圧化，正電極孔形状，バイアス電圧印加によるシース電位制御法という3つの方法により高輝度イオンビームの引き出しを実験している。また，ビーム輸送に関して，輸送空間雰囲気ガス圧の増加，並びにビーム中への熱電子供給によりビーム空間電荷を中和することを試みている。これらの研究により数多くの新しい知見を得ており，その主な成果を要約すると以下のようである。

(1) イオンビームの低エネルギー化にともなって顕著に現れる，イオン源プラズマの有限イオン温度に起因するビーム広がりの増大は，バイアス電圧を高くすることで軽減できることを初めて明らかにしている。

(2) イオンビーム高輝度化へのシース電位制御法の効果について，各減速電圧値でビーム輝度が最も高くなる最適なバイアス電圧値の存在を示し，さらに，減速電圧値の増加にともなってその最適なバイアス電圧値は減少することを明らかにしている。

(3) 正電極孔形状の電極の開口率が最も大きいストレート孔として，減速電圧の高圧化を図ることが，大面積多孔電極を用いた極低エネルギーイオンビーム引き出しを行うのに効果的であることを示している。

(4) 極低エネルギーイオンビームの場合，その輸送領域にできるビームプラズマは，輸送空間中の衝突電離から中和電子が生成されうるとしても，その電子だけではイオンビームのもつ空間電荷を十分に中和できないことを明らにしている。

(5) 極低エネルギーイオンビームを強制的に中和させ，その発散を抑制する方法として，熱電子供給が極めて有効であることを定量的に示している。

(6) 連続流体で近似できるようなイオンビームに対して，その輸送領域におけるビームのもつ空間電荷の影響は，ビーム広がりだけではなく，ビームエネルギーの値にも影響することを実験により初めて明らかにしている。

以上のように，本論文は極低エネルギー高輝度イオンビーム生成について，ビーム引き出しの観点からは初めて総合的研究を行うことによりその最適条件を探り当て，また，ビーム輸送の観点からはビーム空間電荷の中和のために積極的な低エネルギー電子供給の必要性とその方法を明らかにしており，材料プロセス技術並びに生産加工工学に寄与するところが大きい。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。