

Title	微細加工用電界電離型ヘリウムイオン源と集束技術に関する研究
Author(s)	堀内, 敬
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37380
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ほり 堀	うち 内	けい 敬
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 4 4 0	号
学位授与の日付	平成 2 年 12 月 19 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
学位論文題目	微細加工用電界電離型ヘリウムイオン源と集束技術に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進	(副査) 教授 浜川 圭弘	教授 蒲生 健次 教授 冷水 佐壽 助教授 高井 幹夫

論文内容の要旨

電界電離型イオン源は光源径が小さく(数 nm)、また、放出イオンのエネルギー幅が小さいために($\sim 1\text{eV}$)色収差も小さく、微細な集束イオンビームを得るのに最も適したイオン源である。しかし、従来の水素イオン源は動作が不安定であり、更にイオンビームを集束光学系へ入射させる軸合わせに十分な手段を講じなかったため、微細な集束ビームを実際に得た例はほとんどなかった。

本研究では、イオン源の動作が安定になるヘリウムに着目し、ヘリウムイオン源を開発した。イオン源開発の中心課題は電界電界の高いヘリウムに対応できる高い放電耐圧の実現であったが、40KVまで耐えるイオン源が開発できた。動作安定性を確保するため、イオン源と導入ガス配管系は超高真空に耐えるものにした。イオン源を極低温冷凍機の上に組み立て、また、差動排気構造にしてガス圧力を上げられるようにしてイオン電流の増大を図った。

タングステンエミッターの結晶面の内、輝度の高い(111)面について印加電圧、ガス圧力およびエミッター温度と放出イオン電流の関係を明らかにした。ヘリウムで最も高い $2\ \mu\text{A}/\text{sr}$ の角電流密度と60分で $\pm 10\%$ 以内のイオン電流安定性を確認した。エミッター表面でのヘリウム原子の振舞いをホッピングモデルを使って考察し、実測した電流電圧特性を理論的に解析した。その結果、実験結果を良く説明できる理論特性を求めることができ、(111)面における放出の全体像が明らかになった。

電界電離型ガスイオン源はイオンを離散的な方向に、小さな立体角で放出する。このイオンを集束光学系の中心軸に入射させるためにジンバル機構を開発した。その結果、直径 $0.2\ \mu\text{m}$ の集束ヘリウムイオンビ

ームが形成でき、金属試料の走査イオン顕微鏡観察とレジスト露光に成功した。これにより、電界電離型イオン源の実用的な適用可能性を初めて実証することができた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、走査型イオン顕微鏡やイオンビームリソグラフィへの応用を目的として、電界電離型ヘリウムイオン源の開発研究を行った結果をまとめたものである。

電界電離型イオン源は放出源が数 nm と小さく、また放出イオンのエネルギー幅が、 $\sim 1\text{eV}$ と小さく、色収差を小さくできるため、微細な集束イオンビームを得るのに最も適したイオン源であるが、従来研究されてきた水素イオン源は動作が不安定であり、実用しうる集束イオンビームを得るに至っていない。

本研究では、動作が安定なヘリウムイオン源について、タングステンエミッターの結晶面の内輝度の高い(111)面からのイオン放出特性を明らかにし、角電流密度 $2\mu\text{A}/\text{sr}$ 、イオン電流の安定性10%以内という画期的イオン源の開発に成功した。更にエミッター表面でのヘリウム原子の振舞いをホッピングモデルにより解析することにより電流電圧特性に関する実験結果の説明に成功し、(111)面における電界電離イオン放出の全体像を明らかにした。

電界電離型ガスイオン源はイオンを離散的な方向に放出するため、イオンを集束光学系の中心軸に入射させることが困難であったが、ジンバル機構を開発することにより、直径 $0.2\mu\text{m}$ の集束ヘリウムイオンビームの形成に成功し、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の分解能をもつ走査型イオン顕微鏡観察やレジスト露光を実現することができた。

これらの研究は電界電離型ガスイオン源の実用化の可能性を初めて実証したものであり、ビーム工学の発展に寄与するところ大である。よって工学博士論文として価値あるものと認める。