

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Ion-Beam Lithography for Fabricating Devices with Nanometer Structures          |
| Author(s)    | 森脇, 和幸  |
| Citation     |   |
| Issue Date   |   |
| Text Version | ETD   |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/11094/1480">http://hdl.handle.net/11094/1480</a> |
| DOI          |   |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

|         |                                |         |         |          |
|---------|--------------------------------|---------|---------|----------|
| 氏名・(本籍) | もり<br>森                        | わき<br>脇 | かず<br>和 | ゆき<br>幸  |
| 学位の種類   | 工                              | 学       | 博       | 士        |
| 学位記番号   | 第                              | 5682    | 号       |          |
| 学位授与の日付 | 昭和57年3月25日                     |         |         |          |
| 学位授与の要件 | 基礎工学研究科 物理系専攻<br>学位規則第5条第1項該当  |         |         |          |
| 学位論文題目  | 「ナノメートル構造素子作製のためのイオンビームリソグラフィ」 |         |         |          |
| 論文審査委員  | (主査)<br>教授                     | 難波      | 進       |          |
|         | (副査)<br>教授                     | 末田      | 正       | 教授 浜川 圭弘 |

### 論文内容の要旨

本論文は著者が大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻電気工学分野博士課程在学中に行った研究のうちイオンビームによる微細加工についてまとめたものである。

本文は大きく2つに分類できて、1つはイオンビームによるレジストの露光特性について、もう1つは、イオン照射によって物質の化学エッチングレートが変化することを利用したイオンビーム増速エッチングについてである。

レジストの露光に関しては、H<sup>+</sup>ビームを用い、主にPMMAレジストについて、加工特性に重要な影響を与えるレジスト中蓄積エネルギー分布を計算した。その場合、簡便な計算プロセスを新たに考案し、この計算によって、実験で得られるPMMAの露光特性を、30nm程度の精度で予測できることを示した。またAuの完全透過マスクを製作し、そのマスクを転写することにより、イオンビーム露光が、PMMAで50nm以下FPMで80nmと、微細なパターンを実際に形成できることを示した。また、このAuの完全透過マスクは、軟X線分光用の回折格子として有用であり、X線用透過回折格子として応用されることを示した。

一方イオンビーム増速エッチングに関しては、Siのエッチングをナノメートル精度で詳しく検討した。その結果、深さ方向だけでなく、マスク下の横方向のエッチング量が10nm精度で制御できることがわかった。このエッチング量については、Si中の蓄積エネルギー分布を計算し、あるしきい値を定めることによって、10nm精度で計算できた。また実際に0.2 $\mu$ m幅のパターンが十分に作製できることを実証した。

以上のように今後の10nm前後のサイズをもつ新デバイスの実現のため上記イオンビームリソグラ

フィが非常に重要であることを示した。

## 論文の審査結果の要旨

イオンビームリングラフィはナノメートル構造素子作製のための最も重要な技術として注目されているが、本研究の目的はまさにイオンビームによる二次元パターンの精密印写技術の確立にある。まずプロトンビームを用いたPMMAの露光特性の研究により、分解能約20nmでパターンの転写が可能であることを明確にするとともに、PMMA中でのプロトンの蓄積エネルギー分布の計算により、加工プロファイルを30nm程度の精度で予測しうることを示した。次にイオンビーム増速エッチングの研究において、アルゴンイオン照射によりエッチングプロファイルを深さ方向および横方向ともに10nmの精度で制御しうることを実証するとともに、イオンのシリコン中での蓄積エネルギー分布の計算により、加工プロファイルを10nm程度の精度で予測できることを明確にし、0.2 $\mu$ m幅のパターンを各種固体中に制御性よく製作できることを実証した。

これらの研究成果はナノメートル領域での加工技術を大きく前進させるものであり、博士論文として価値あるものと認める。