

審査の結果の要旨

氏名 角嶋邦之

本論文は、「ナノ構造の製作と評価に用いるマイクロマシンツールに関する研究」と題し、11章からなっている。

第1章は序論であり、研究の目的と背景、および論文の構成が述べられている。

第2章では、半導体微細加工によるナノ構造の製作技術が述べられている。従来のナノ構造製作法について検討した後、通常の光リソグラフィーに基づく半導体プロセスを用いるのみで、ナノ構造を正確に作るばかりでなく、マイクロアクチュエータなど他のデバイスと一体集積加工する方法について述べている。

第3章では、ナノ構造の電気伝導測定とその操作が可能なツールであるツインナノプローブについて述べられている。製作プロセスを詳細に記述するとともに、ツインナノプローブとマイクロアクチュエータを一体化したデバイスを実際に作り、その駆動特性を計測した結果を示している。

第4章は、マイクロ加工で作製した原子間力顕微鏡プローブのアレイと、それを用いた並列ナノリソグラフィーの結果が示されている。リソグラフィーの条件最適化、単電子トランジスタ作製への応用、最大50本に及ぶ並列ナノリソグラフィーについて詳細に述べている。

第5章ではナノ計測を行うマイクロマシンツールの評価に関して、超高真空透過電子顕微鏡中でツールを働かせ、電氣的計測等を行うと同時に可視化観測でその有効性を確認する方法について述べている。

第6章では透過電子顕微鏡中でのツインナノプローブの特性評価について、動作特性、プローブ先端間隔のナノメートルレベルでの制御、安定性などについて詳しく述べている。

第7章では、金粒子を表面に持つシリコンの電界電子放出デバイスに透過電子顕微鏡中で電圧を加え、電流電圧測定と形状の可視化を同時に観測した結果を述べている。極めて高い電界の印加で、金粒子が移動し針先から電界蒸発することで電子銃が破壊する様子を観察した。

第8章では、マルチナノプローブの先端からカーボンナノチューブを成長させることにより、二つのプローブ間にナノチューブを固定する方法と実験結果について述べている。

第9章では、ツインナノプローブの間に水中のDNA分子を、誘電力によって捕獲する方法を述べている。実際に複数のDNA分子からなる分子束を捕獲し、透過電子顕微鏡中で観察した。

第10章では、透過電子顕微鏡中でツインナノプローブのギャップ間隔を1ナノメートル程度に縮めることにより、その間に流れる真空トンネル電流を計測した結果について述べている。微小な駆動電圧の変化によるトンネル電流対電圧特性の違いを詳細に検討している。

第11章は結論で、本論文の成果を総括している。

以上これを要するに、本論文は汎用の半導体微細加工技術を利用して、ナノメートル程度の最小寸法をもつ可動立体構造を作る技術を確立し、それをナノ領域の構造の評価と操作に適用する可能性を実験的に示したもので、電気工学に貢献するところが大きい。

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。