

審査の結果の要旨

氏名 李永芳

本論文は「高スループットと高解像度を両立する局所陽極酸化型側壁電極ナノリソグラフィ」(Local Anodic Oxidation based Thin-Film Edge Electrode Nano Lithography) と題し、半導体表面マイクロマシニング技術による走査型プローブおよびインプリント・ナノリソグラフィ用の鋳型を局所陽極酸化技術と組み合わせることで、次世代の半導体微細加工パタニングに応用可能であることを理論的、実験的に示したものであり、研究分野の背景、本論文独自のリソグラフィ方法、描画ツールの製作方法、パタニング結果の評価、考察および結論に関して全5章の日本語記述で構成されている。

第1章は「序論」であり、本研究の背景技術について述べている。特に、近年技術的要求が高まっている10ナノメートル以下の超微細半導体回路パターン形成技術に関する技術動向を調査し、それらの問題点を抽出するとともに本研究で取り組むべき課題の設定とそれに対する解決方策、本研究の意義、特色、独自性、論文構成について説明している。

第2章は「研究開発向けフレキシブル描画TEEL」であり、MEMS型 μ プローブ先端側壁に金属電極を設けて、それを半導体シリコン基板に接触させることで局所陽極酸化により微細パターンを形成する側壁電極ナノリソグラフィ技術(Thin-film Edge Electrode Nano Lithography, TEEL)を提案している。また、実際に同技術によるパタニング実験を行い、プローブの耐摩耗性、描画総延長距離、スループット等の特性を評価している。

第3章は「大量生産向け一括転写TEEL」であり、前章で導入した側壁電極ナノリソグラフィ技術をモールドベースのパタニングに適用し、ナノインプリ

ント・リソグラフィ（Nano Imprint Lithography, NIL）により微細パターンの形成スループットを改善する手法を提案している。また、実際に同技術による一括転写パタニング実験を行い、局所陽極酸化現象に必要な雰囲気中の水分メンスカスの影響やパターン形状、微細化限界等の特性について述べている。

第4章は「考察」であり、パタニングの解像力とコストを両立する次世代リソグラフィ技術を確立するために、比較的 low コストで後部戒能を実現する走査型プローブリソグラフィと、同じく low コストで高スループットを実現するナノ電極リソグラフィ技術を比較して有効性を検証し、それぞれについて実用上の最適なリソグラフィ条件について考察している。

第5章は「結論」であり、本論文で示した研究成果を総括している。

以上これを要するに、本論文は low コストで高分解能な次世代半導体リソグラフィ技術として、MEMS 技術によるマイクロプローブの側壁に形成した厚さ 10 ナノメートル程度の金属電極端面を用いて半導体基板上で局所陽極酸化を行い、線幅 50 ナノメートル程度の微細パターンを形成する側壁電極ナノリソグラフィ技術と、同技術を線幅 25 ナノメートル程度のパターンを形成するナノインプリント・リソグラフィに応用する手法を提案し、その微細化限界について考察するとともに、実際にシリコン基板表面でパタニングを行って、微細化、低コスト化、高スループット化の効果を実験により検証したものであり、半導体工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。