

氏名(本籍)	GUO Xiaowei (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第268号
学位授与年月日	平成27年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	低照射量のイオンビームによってシリコン結晶表面に生じる ナノメートルサイズの形状及び機械的特性の変化 Modification of morphologies and mechanical properties of Si crystal by low fluence ion beam irradiation in sub-micrometer scale

論文審査	(主査)	高知工科大学	教授	百田	佐多生
		元高知工科大学	教授	谷脇	雅文
		高知工科大学	教授	古田	守
		高知工科大学	教授	八田	章光
		高知工科大学	准教授	古田	寛

審査結果の要旨

1. 論文の評価

(重要性)

MEMSやNEMSに代表される機械要素や光学要素など複数の機能を合わせもつ高機能な小型デバイスを製造する基盤技術として、マイクロ・ナノメートルサイズの3次元構造体を加工する技術の重要性が高まっている。イオンビーム照射による結晶材料の膨張現象は比較的少ない照射量で起こるため、このような加工技術として利用可能な有望な現象である。しかし、膨張効果による表面形状の変化、特に表面方向の変形に関する研究は不十分であった。

形状制御のために照射するイオンビームは比較的少ない照射量であるが、硬度や弾性率など機械的特性の変化を避けることができない。この機械的特性の変化の理解や評価する方法の開発も重要である。

(新規性)

本研究の新規な点は、以下の通りである。

- (1) イオンビーム照射による結晶材料の膨張効果を応用し、Si結晶表面に形成したナノメートルサイズの構造体の表面方向への変形を実現させ、その制御性を検証したこと。
- (2) ラマン分光や透過型電子顕微鏡を使用して試料の結晶構造の変化を測定し、(1)の結果とともに議論をすることによって、膨張効果のメカニズムを説明する新たなモデルを提言したこと。
- (3) 機械的特性の深さ方向への連続測定の結果に基づいて、イオンビーム照射が結晶材料の機械的特性におよぼす影響に関して新しい知見を得たこと。
- (4) 硬度の深さ分布中に観測された不連続性に注目し、インデンテーション測定時に被測定試料中に起こる現象を解明したこと。

(発展性)

本研究の成果を利用すれば、微細で複雑な3次元構造を必要とする多機能なデバイスの加工や、形状修正等への応用が期待できる。また、他の加工技術との親和性が高いため、従来の微細加工技術と組み合わせて、新しい加工プロセスの開発に資することが期待できる。また、インデンテーション測定が、材料の表面近傍の結晶構造やその深さ分布を研究するより強力な指標となる可能性がある。本研究で表面形状や機械的特性の変化を理解するために実施した議論は、基礎科学（重イオンビームと物質との相互作用）にも大きなインパクトを与えるものと期待できる。

以上より、この論文は博士論文として十分価値のあるものと言える。

2.審査の経過と結果

- (1) 平成27年1月14日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成27年2月12日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成27年2月18日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。