

利用課題番号 : F-19-KT-0146
利用形態 : 技術代行、技術補助、技術相談
利用課題名(日本語) : 二次元ナノ材料に対する局所機械的特性評価方法の開発
Program Title (English) : Development of a method for evaluating local mechanical properties of 2-dimensional materials
利用者名(日本語) : 大野けやき、平方寛之
Username (English) : K. Ohno, H. Hirakata
所属名(日本語) : 京都大学工学研究科機械理工学専攻
Affiliation (English) : Dep. Mechanical Engineering and Science, Grad. School Engineering, Kyoto University
キーワード/Keyword : 二次元ナノ材料、機械計測、応力解析

1. 概要(Summary):

グラフェンや硫化モリブデンなどの二次元ナノ材料は究極に薄い材料であり、面内方向に高い強度を有する。本研究では、二次元ナノ材料の機械的特性評価法を開発することを目的とする。適切に欠陥を排除した二次元材料に対して局所的な負荷を与えることで、マクロな三次元材料では達成できない高いひずみを許容することが可能である。そこで、所望の孔パターンを有するシリコン基板を作製して、その上に単層もしくは数層のナノ厚さの二次元材料を保持する。保持した二次元材料に硬質圧子を用いた局所負荷を行うことにより、荷重－変位関係を取得する。さらに、実験を模した応力解析を実施して、実験結果と対照することで二次元材料の機械的特性を推定する。

このため、ナノテクノロジーハブ拠点の深堀りドライエッチング装置を利用して、シリコン基板に対する孔パターンの加工を行った。

2. 実験(Experimental):

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置、露光装置(ステッパー)、深堀りドライエッチング装置、熱酸化炉

【実験方法】

まず、レーザー直接描画装置を用いて石英レチクル上のクロムレジストにマイクロメートルサイズの様々な孔パターンを描画した、エッチング後このレチクルをマスクとし、露光装置(ステッパー)を用いてシリコンウェハ上のレジストにパターンを露光した、一度石英レチクルにパターンを作製することで、多数のシリコンウェハに比較的短時間でパターンを作製することができる、次に深堀りドライエッチング装置を用いてシリコンウェハを1 μm エッチングした、微小な材料に対して力学試験を行い荷重－変位関係を取

得する目的から、シリコン基板の孔パターンは幾何学的形状を精度良く、かつ負荷試験に影響を及ぼさないように深く加工する必要があった、このため深堀りエッチングを採用した。

また、シリコン基板の二次元結晶の視認には適切な厚さの表面酸化層が有効であるため、熱酸化炉を用いて加工したシリコンウェハに約150 nmの酸化層を成膜した、最後にレーザーダイシングによりシリコンウェハを1 cm角に分割し、力学試験用のシリコン基板とした(Fig. 1)。

3. 結果と考察(Results and Discussion):

深堀りドライエッチングにより、孔パターンに依らず一定深さの孔を加工することができた、このシリコン基板に二次元結晶を載せると、孔を塞いだ部分はその孔パターン形状で保持された試験片となり、力学試験を行うことができた。

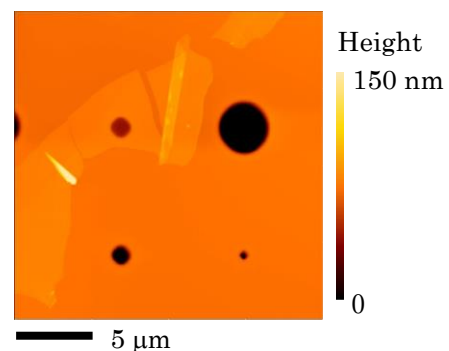


Fig. 1 AFM image of a 2D-material on Si substrate.

4. その他・特記事項(Others): なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation):
なし

6. 関連特許(Patent): なし