

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	永島 壮
研究機関名	名古屋大学
所属部署名	大学院工学研究科
役職名	准教授
研究課題名	シングルナノ機械要素を作る Ruga リソグラフィの開発
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究の目的は、薄膜と基板から成る構造体の表面不安定現象を活用した新規ナノ加工技術の開発である。具体的には、構造体の表面不安定現象により自律形成する Ruga パターンを援用したボトムアップナノ加工技術「Ruga リソグラフィ」を開発し、シングルナノメートルスケールの主要寸法を有した「シングルナノ機械要素」の創製とその工学応用に挑戦することを目的とする。

今年度は、本研究課題の根幹となる Ruga パターンの作製および評価を進めた。具体的には、汎用エラストマーであるポリジメチルシロキサン (polydimethylsiloxane, PDMS) を基板とし、その表面に金やチタン、二酸化ケイ素、非晶質炭素などの硬質ナノ薄膜をイオンスパッタ法や化学気相蒸着法により形成して薄膜基板構造体を作製した。そして、構造体の応力状態を制御することにより、Ruga パターンの幾何形状および寸法を制御した。特に、ジグザグ型シングルナノ機械要素の創製に活用する Ruga パターン「ヘリンボーン」の作製に注力した結果、ヘリンボーンの生成条件や、寸法の制御機構を明らかにした。作製したヘリンボーンを用い、DNA 溶液の毛管架橋形成および溶媒の蒸発を制御することにより、ジグザグ状の DNA ナノワイヤアレイを創製できる可能性を確認できた。さらに、スパッタ成膜において基板の設置方法や成膜条件を調節することにより、生成する Ruga パターンがラビリンスからヘリンボーンへと変化する現象を明らかにした。

今年度の研究成果は、ヘリンボーンの寸法制御機構を解明し、ジグザグ状 DNA ナノワイヤアレイの生成技術を確立することを目的とする次年度の研究計画の基盤となる。また、作製した DNA ナノワイヤアレイの機械特性評価に結びつく。さらに、作製した DNA ナノワイヤアレイをエッチングマスクとして利用し、グラフェンをはじめとした二次元材料のジグザグ状ナノリボンの作製と物性評価に向けた研究に繋がる。