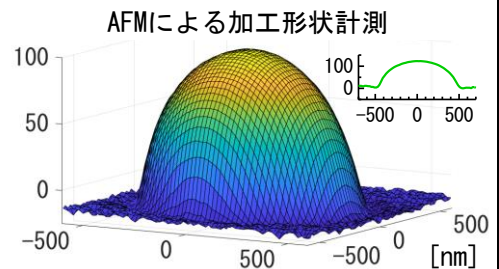
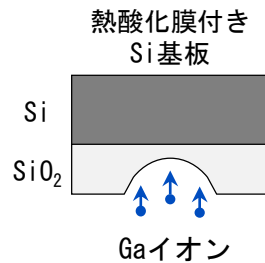


2021 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	長久保 白
研究機関名	大阪大学
所属部署名	大学院工学研究科
役職名	助教
研究課題名	nm/サブ THz 領域における極限超音波技術の創出
研究実施期間	2022 年 1 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

**研究成果の概要**

本年度はまずナノ超音波顕微鏡の開発に向けて熱酸化 Si 基板に対する音響ナノレンズの試作を行った。Ga イオンを用いた収束イオンビーム装置により 30 keV の加速電圧でビーム電流とドーズ時間を変更しながら半球形状のグレースケール加工を行い、加工形状を原子間力顕微鏡観察により評価した。加工モード図と取得した形状を図に示す。加工形状は設計通りの半球形状となっており、電流およびドーズ時間を変更することにより加工深さと表面粗さを制御することに成功した。今後は目標深さ・形状を達成しつつ滑らかな表面となる加工条件を見出し、実際のレンズ作製を進めていく。また有限要素法を用いた数値計算によってナノ超音波顕微鏡を介して水中の計測対象へ超音波が伝播する様子をシミュレーションすることで、適切なレンズ幅・形状・大きさを評価してレンズデザインも事前に進める。



また非同期ピコ秒超音波法計測法においては Pt 薄膜試料にポンプ・プローブ光を照射した際の過渡応答をトリガ信号として用いたシステムの応答速度や信号強度などを定量的に評価した。更にこのシステムを GHz リアルタイムバイオセンサとして応用するために、タンパク質を固定化したナノ薄膜の音響共振をリアルタイムで取得しつつ抗原溶液を含む溶液をフローした。溶液切替えに伴う共振周波数・Q 値・振幅の変化を検出することに成功したので、今後は再現性の評価と感度・検出限界・ダイナミックレンジなどバイオセンサとしての性能を評価する。

同期式ピコ秒超音波法を用いたシステムでは幅 1  $\mu\text{m}$  の金属細線中におけるエレクトロマイグレーションの音響検出と、高磁場・極低温におけるグラフェンのフォノン特性の解明に取り組んだ。構築した顕微観察ステージと超伝導ステージを用いることで音響パルスの励起検出および電流・磁場・温度によるパルス形状の変化を取得することに成功したので、今後は定量的な解析を進める。