# マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書
# ARIM User's Report

【Release：2025.06.10】　【Update：2025.05.26】

## 課題データ / Project Data

| | |
|---|---|
| 課題番号<br>Project Issue Number | 24UT1194 |
| 利用課題名<br>Title | ダイヤモンド工具のための高能率微細精密レーザ加工 |
| 利用した実施機関<br>Support Institute | 東京大学 / Tokyo Univ. |
| 機関外・機関内の利用<br>External or Internal Use | 内部利用（ARIM事業参画者以外）/Internal Use (by non ARIM members) |
| ARIM半導体基盤PF<br>関連課題<br>Related to ARIM-SETI | 指定なし / No Designation |
| 横断技術領域<br>Cross-Technology Area | 加工・デバイスプロセス/Nanofabrication<br>計測・分析/Advanced Characterization |
| 重要技術領域<br>Important Technology Area | 高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed |
| キーワード<br>Keywords | 熱処理、アニール,光学顕微鏡/ Optical microscope,高品質プロセス材料/技術/High quality process materials/technique,走査プローブ顕微鏡/ Scanning probe microscope |

## 利用者と利用形態 / User and Support Type

| | |
|---|---|
| 利用者名（課題申請者）<br>User Name (Project Applicant) | 杉田 直彦 |
| 所属名<br>Affiliation | 東京大学工学系研究科機械工学専攻 |
| 共同利用者氏名<br>Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes | 手嶋勇太,北村章吾,張艶明 |
| ARIM実施機関支援担当者<br>Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes | 太田悦子,肥後昭夫 |
| 利用形態<br>Support Type | 機器利用/Equipment Utilization,技術補助/Technical Assistance |

## 利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

| | |
|---|---|
| 利用した主な設備<br>Equipment ID & Name | UT-859：小型原子間力顕微鏡<br>UT-802：高速ランプアニール装置<br>UT-850：形状・膜厚・電気特性評価装置群 |

## 報告書データ / Report

| | |
|---|---|
| 概要（目的・用途・実施内容）<br>Abstract (Aim, Use Applications and Contents) | ダイヤモンド工具及びその他の工具の研削加工に代わる高効率かつ高精度なレーザによる除去成形加工技術の開発を目的とする。超短パルスレーザによるダイヤモンド加工の特性を解明し、高効率と高精度を両立するレーザ加工技術を開発するため、レーザをダイヤモンドに照射後の三次元プロファイルを計測した。 |
| 実験<br>Experimental | 波長1030nm、パルス幅190fsの超短パルスレーザを照射後の材料除去をレーザー顕微鏡やAFMにより評価した。特にAFMを用いて、超短パルスレーザ照射後変質層を、超短パルスレーザで除去することができているかを検討するために、ナノメートルレベルでのプロファイル計測を試みた。パルスエネルギ80 μJの超短パルスレーザをトップハット型に変調し、それを等速移動するダイヤモンド表面に10 kHzで連続照射することで、溝を加工した。この溝の表面には超短パルスレーザ照射による変質が生じている。この変質に対して、0.3J/cm$^2$の超短パルスレーザを線上に照射したサンプルの三次元プロファイルを測定した。 |
| 結果と考察<br>Results and Discussion | 三次元プロファイルからは、明確な超短パルスレーザ照射の位置を特定することができなかった。透過像からは変質層が数十nm程度除去されているという推定がされていたが、溝の底の凹凸が想定以上に大きく、変質除去の位置を特定することができなかった。今後変質前後の計測を改めて行い、線上に照射した位置でプロファイルの変化がみられるかを正確に評価していく。 |
| 図・表・数式<br>Figures, Tables and Equations | |
| その他・特記事項（参考文献・謝辞等）<br>Remarks(References and Acknowledgements) | 【口頭発表予定】<br>・Shogo Kitamura, Reina Yoshizaki, Hikita Toshihisa, Hiroshi Kitamura, Kohei Hirota, Naohiko Sugita, "Removal of laser-induced modification layer on diamond by repetitive scanning of ultrashort laser pulses", The 9th International Congress on Laser Advanced Materials Processing Ise-city, Mie-prefecture, Japan June 10 to June 13, 2025<br>・Sota Kumano, Reina Yoshizaki, Ryota Kobayashi, Naohiko Sugita, "High-efficiency precision processing of diamond through three-dimensional beam shaping", The 9th International Congress on Laser Advanced Materials Processing Ise-city, Mie-prefecture, Japan June 10 to June 13, 2025<br>・Yuta Teshima, Reina Yoshizaki, Yuya Kuroda, Naohiko Sugita, "High-speed observation of ultrashort pulse laser processing of diamond edge with MHz burst pulses", 25th International Conference & Exhibition 9th – 13th June 2025, Zaragoza, Spain<br>【投稿論文】<br>・Reina Yoshizaki, Shogo Kitamura, Yuta Teshima, Masayuki Nakao, "Efficient processing with removal of modification in ultrashort pulse laser processing of diamond", CIRP Annals, 2025. Accepted. |

## 成果発表・成果利用 / Publication and Patents

| | |
|---|---|
| DOI（論文・プロシーディング）<br>DOI (Publication and Proceedings) | |
| 口頭発表、ポスター発表および、その他の論文<br>Oral Presentations etc. | |

| | |
|---|---|
| 特許出願件数<br>Number of Patent Applications | 1件 |
| 特許登録件数<br>Number of Registered Patents | 0件 |