

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K06040

研究課題名(和文) 深紫外励起の島状金属薄膜表面増強ラマン散乱による加工変質層の構造評価

研究課題名(英文) Structural characterization of the work-altered layer by surface-enhanced Raman scattering of an island-like metallic thin film with deep-ultraviolet excitation.

研究代表者

山口 誠 (Yamaguchi, Makoto)

秋田大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：90329863

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：精密加工など行う際の加工によって生じる残留応力、結晶性変化などの微小表面欠陥の評価が精密加工の高度化のために重要な課題となっている。表面層の評価方法としてラマン散乱分光法に着目した。侵入長さの短い深紫外を用いたラマン散乱分光法と、表面増強ラマン分光法(SERS)を組み合わせた深紫外表面増強ラマン散乱分光法の評価の試みを行った。シリコン基板上に約50 nmの熱酸化膜を形成した後、紫外領域にプラズモン共鳴をもつPt微粒子を数nmスパッタ法により蒸着し、励起波長266 nmのラマンスペクトルを測定し、Pt微粒子製膜領域においてSERS効果により熱酸化膜のスペクトルが観測することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、様々な分野において、ナノメートルサイズの微細化が試みられており、一例としてウェアラブル端末などの小型化に貢献し、日常生活を安全・安心性に役にたっている。このような精密加工など行う際の加工によって生じる残留応力、結晶性変化などの微小表面欠陥の評価が精密加工の高度化のために重要な課題となっている。侵入長さの短い深紫外を用いたラマン散乱分光法と、表面増強ラマン分光法(SERS)を組み合わせた深紫外表面増強ラマン散乱分光法の評価の試みを行った。これにより、極表面層の欠陥、結晶性などを評価することが可能となり、より高品質な加工法の開発に貢献できるものと考えている。

研究成果の概要(英文)：Evaluation of affected layer such as residual stress and crystallinity change caused by machining is an important issue for the advancement of precision machining. We focused on Raman scattering spectroscopy as a method for evaluating the surface layer. We attempted to combine using deep ultraviolet excitation short penetration length and surface enhanced Raman spectroscopy (SERS). Pt fine particles having plasmon resonance in the ultraviolet region are deposited by a few nm sputtering method on thermal oxide film of about 50 nm on a silicon substrate. Raman spectrum at an excitation wavelength of 266 nm is measured. Spectra of the thermal oxide film was able to observed by the SERS effect.

研究分野：分光分析

キーワード：加工変質層 材料評価 ラマン分光法 表面分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

精密加工を行う際の加工によって生じる残留応力、結晶性変化などのいわゆる加工変質の評価が精密加工の高度化のために重要な課題となっており、その微細構造評価の必要性が高まっている。顕微ラマン散乱分光法は、大気中で非破壊、非接触で応力、ひずみ、欠陥、結晶性などを評価できる手法として、加工変質層の評価として期待されている。しかし、一般的なラマン分光法は、励起光として可視光が用いられるため、吸収係数の小さな材料においては、光が固体試料内部にまで侵入する。このことから、表面近傍からの散乱光強度よりも内部からの散乱光強度が大きく支配的となり、固体表面層のみの情報を得ることができないという課題がある。表面層の評価に適用するには、試料内部への励起光の侵入を抑制し試料内部からの散乱光を小さくすること、または、試料表面近傍の励起光を増強し表面からの散乱光を強くすることが重要と考えた。

2. 研究の目的

試料内部からの散乱光強度を小さくするための試みの一つとして、可視光に比べて侵入長さの小さい深紫外励起ラマンによる光の侵入深さを小さくことがあげられる。しかしながら、次世代材料として注目を集めている SiC やダイヤモンドといった可視領域ではほぼ透明なバンドギャップの大きな試料においては、吸収係数の増大に伴う侵入長さの減少が期待できないため、試料内部からの信号が強く表れ、表面層のみの評価はむづかしい。試料内部からの散乱光強度を小さくすることと、試料表面近傍の散乱光を強くすることを同時に達成するために、深紫外光励起による島状金属薄膜による表面増強ラマン散乱による表面層評価法の確立を本研究の目的とした。

金属の種類、微粒子の粒径・密度、偏光特性、励起されるフォノンの種類、測定対象の固体のバンドギャップなどの光学的特性と深さ分解能との相関は明確になっておらず、また、通常のラマンスペクトルと深紫外ラマン、および表面増強ラマンスペクトルがしばしば異なることが報告されており、得られたスペクトルの解析においては解決すべき課題がある。本研究計画は、固体表面への、深紫外励起表面プラズモン増強ラマン散乱法の加工変質層評価に適用するため、各種パラメータの最適化、増強メカニズムの解明、およびスペクトル解析法するための基盤研究を行った。

3. 研究の方法

深紫外励起島状金属薄膜による増強効果の発現条件の解明

表面増強ラマン散乱は、1974 年に見出されて以来、その表面研究への応用に関して関心がもたれてきた[1]。島状金属薄膜による表面増強ラマン散乱は 1986 年に Ishida 等によって、固体表面に蒸着した銀の island film に特有な表面プラズモンを励起することにより、アルゴンイオンでエッチングしたダイヤモンドにおいて、エッチングにより生成したアモルファスカーボン層のラマンスペクトルを観測し、最表面のラマンスペクトルを高感度に測定できることが報告されている[2]。

真空蒸着を行う際に、膜厚が小さいときには島状成長をすることが良く知られている。電子顕微鏡観察のための導電性を確保するために広く使用されている抵抗加熱法により蒸着を行う。表面増強ラマン散乱の過去の報告のほとんどは可視領域で共鳴のあるため、銀や金の蒸着であり、金属種の探索から始める必要がある。これまでに深紫外領域における表面プラズモンに関する研究で、アルミニウムおよびインジウムの先行研究[3]を参考し、まずは、それらの金属種を検討したいと考えている。蒸着により表面に生成した金属微粒子は原子間力顕微鏡、電子顕微鏡にて観測し、粒径、密度などを求め、ラマン散乱測定による増強率と各種条件の依存性を明らかにし、増強効果発現の条件を解明する。

② 表面増強ラマンスペクトルの解析法の確立

表面プラズモン増強ラマン散乱においては、しばしば通常のラマン散乱に比較して、強度の増大だけでなく、ラマンピークのシフトが観察されることがある。これは、通常の光学配置でマクロに制御した偏光配置とプラズモンとの相互作用において試料表面が感じる偏光が異なることに依るという説明がなされている。しかし、それだけではピークの振る舞いを完全に説明できるものではなくそのメカニズムも解明すべき課題である。偏光解析が重要な因子であることを考慮し、ラマン励起光および信号光の偏光特性解析を行う。試料表面への集光の際に用いるレンズの絞込み角度を十分に考慮すること、また、使用する偏光素子の精度に注意する必要がある。また、このようなピークシフトの原因が、通常非増強ラマン散乱では観測できないモードが観測されることに依るものならば、加工変質層の評価で用いられる入射光と信号光を方向が固定されている後方散乱配置の顕微ラマン分光システムにおいても、より詳細な偏光解析が可能となることから、面内方向の応力の分離へ適用することも可能となる。

4. 研究成果

単結晶シリコン基板(111)を1100 °Cのドライ酸化させた膜厚52.8 nmのシリコン熱酸化膜(SiO₂)を試料として用いた。その基板の上に、深紫外領域にプラズモン共鳴をもつ金属を成膜した。成膜する金属は、紫外領域にプラズモン共鳴を持つIn(1.0 mm × 1.0 m, 純度99.99%, ニコラ(株)製), Bi(100 g Needle type grains, 純度99.999%, 高純度化学研究所(株)製), Al(1.0 mm × 10 m, 純度99.99%, ニコラ(株)製), Ag(3.0 mm × 1.0 m, 純度99.99%, ニコラ(株)製), Pt(49 × t0.5/4N, 純度99.99%, SANNYU ELECTRON(株)製)の5種類である。金属成膜を行う前に、アセトンによる超音波洗浄, エタノールにより試料表面の水分・汚れの除去を行った。金属の成膜には小型真空蒸着装置(SNC-06D SHOWA)と直流電流(DC)マグネトロンスパッタリング装置(サンヨー電子株式会社製, SC-701HMC)の二つの装置を用いて行った。融点・蒸発熱の低いIn, Bi, Al, Agは小型真空蒸着装置を, 融点・蒸発熱の高いPtはDCマグネトロンスパッタリング装置を用いた。金属薄膜の膜厚は, 水晶振動式膜厚計により製膜量をモニターし, 膜厚計の値で1, 2, 3, 5, 10 nmの5水準の成膜を行った。実際は島状粒子が形成されているが, 以下, この膜厚計にて計測した値を膜厚と称する。試料の模式図を図1に示す。ラマン散乱測定は, ミラー, フィルターなどを深紫外領域対応するように改良した顕微鏡ラマン分光装置を用いた。励起光源に波長266 nmの固体レーザー(株オキサイド), レーザ出力1.2 mW, 露光時間600 s, 測定範囲を100~2000 cm⁻¹にて測定した。また, 金属を成膜している領域と金属を成膜していない領域の二か所を各膜厚に対して測定を行いスペクトルを比較した。

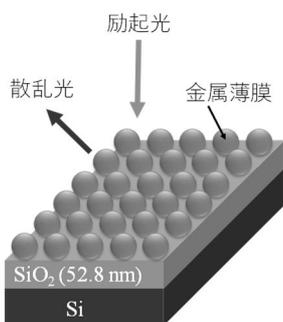


図1 試料模式図

金属薄膜成膜後, 顕微鏡ラマン散乱分光装置を用いて金属薄膜の成膜されている領域と成膜されていない領域をそれぞれの領域を測定した。図2~図6にPt, In, Bi, Al, Agを成膜した箇所のラマンスペクトルを示す。各金属種において, 膜厚の2種類の膜厚のスペクトルを比較として示した。図2~図6のそれぞれのスペクトルにおいて, 521 cm⁻¹の鋭いピーク, 1000 cm⁻¹付近のピークは基板のSiのピークである。増強効果によって, Si基板の熱酸化膜SiO₂膜のピークが強く観察されることを期待したが, 熱酸化膜SiO₂からの200 - 400 cm⁻¹, 600 cm⁻¹周りのピークからPt薄膜において増強効果を観察できたのではと推察している。

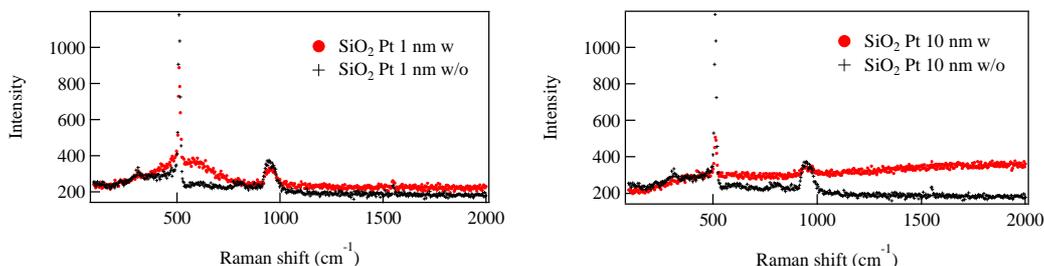


図2 Pt成膜箇所のラマンスペクトル(右)1 nm, (左)10 nm

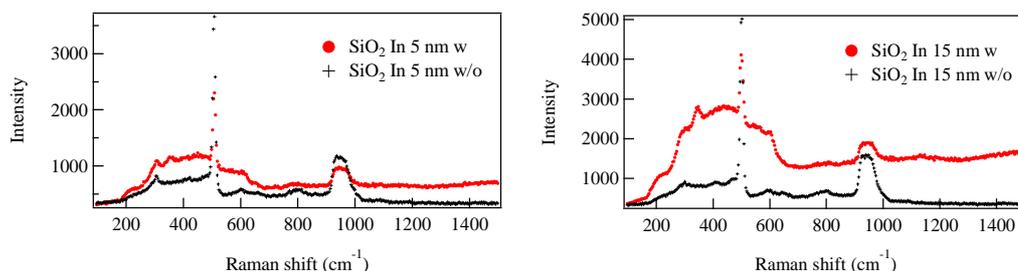


図3 In 成膜箇所のラマンスペクトル(右) 1 nm, (左) 10 nm

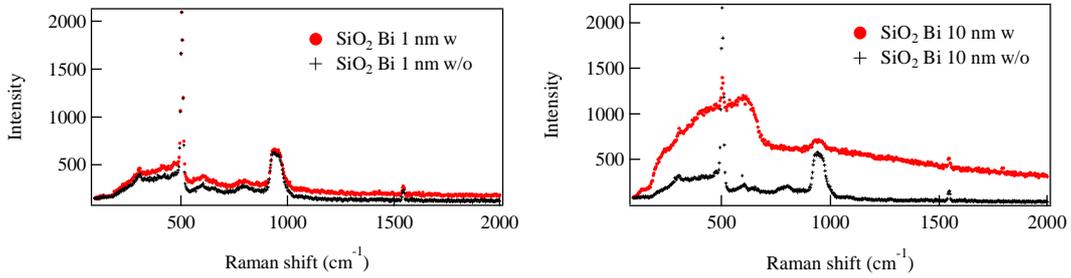


図4 Bi 成膜箇所のラマンスペクトル(右) 1 nm, (左) 10 nm

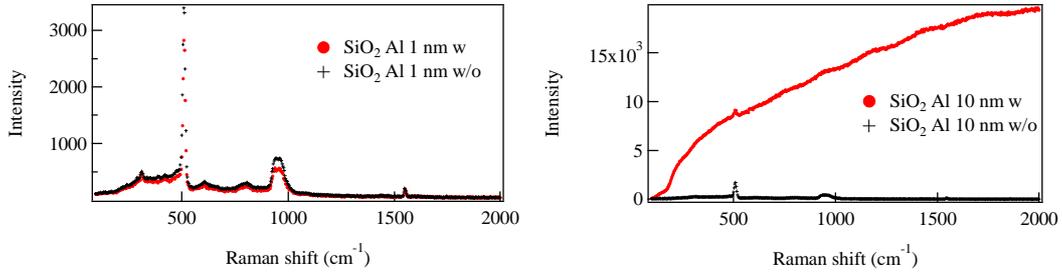


図5 Al 成膜箇所のラマンスペクトル(右) 1 nm, (左) 10 nm

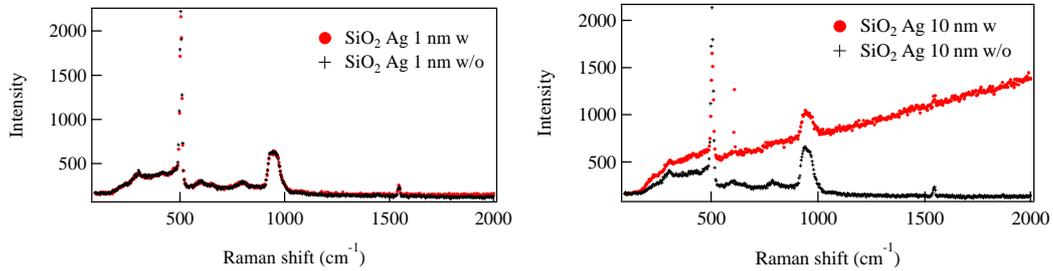


図6 Ag 成膜箇所のラマンスペクトル(右) 1 nm, (左) 10 nm

Pt 薄膜において、表面増強効果が観測できたと考え、Pt 薄膜の膜厚依存性について検討を行った。各膜厚のラマンスペクトルの形状を比較するため、 $200\text{ cm}^{-1} \sim 2000\text{ cm}^{-1}$ の範囲でスペクトル強度の平均値を 0、標準偏差を 1 にする標準正規化 (SNV, Standard Normal Variate) を行ったラマンスペクトルをグラフにまとめた。結果を図 7 に示す。600 cm^{-1} 付近のピークに着目するため拡大したものが図 7 (b) である。図 7 (b) からわかるように、Pt 薄膜の膜厚が 1~5 nm までは 600 cm^{-1} 周りの山形のピーク形状は同じに見える。一方、Pt 薄膜の膜厚が 10 nm の時、600 cm^{-1} 周辺の山形のピークは消えてしまっていることが確認できる。しかし、Pt 薄膜を成膜したものの試料のラマンスペクトルも Pt 薄膜を成膜していない領域のラマンスペクトルの形状と異なる形状を形成することが確認できた。これは、図 3 の結果と合わせて考えても表面増強効果によるものであると推察している。

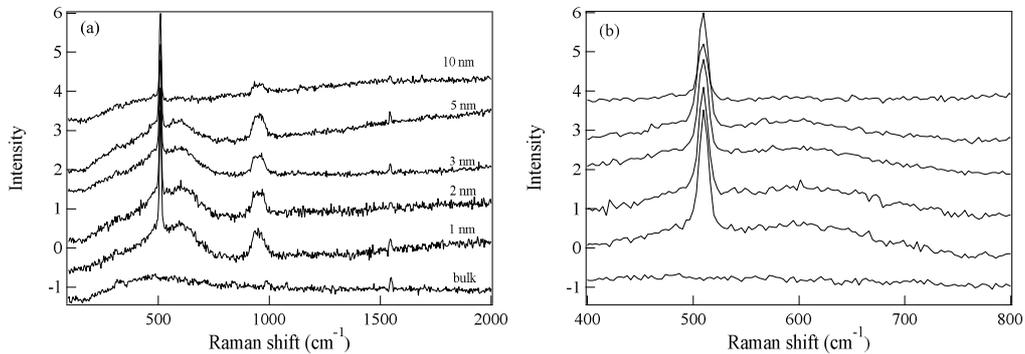


図7 標準化ラマンスペクトル (b)は 600 cm^{-1} 付近の拡大したスペクトル

Pt 成膜試料の各膜厚の SEM 画像 (×300,000) を図 8 に示す。やや不明瞭ではあるが, 1, 3, 5 nm においては, 一様な厚みに成膜されるのではなく, 不連続な島状に成膜されていることがわかる。膜厚 10 nm では, 不連続な膜から連続的に一様な膜成長をしている。この観察像は, 膜厚が増加すると増強効果が減少することに対応しているものと考えている。以上のことから, Pt 薄膜の膜厚 1~5 nm の結果より, 深紫外表面増強ラマン散乱が表面層の評価法として期待できると考える。

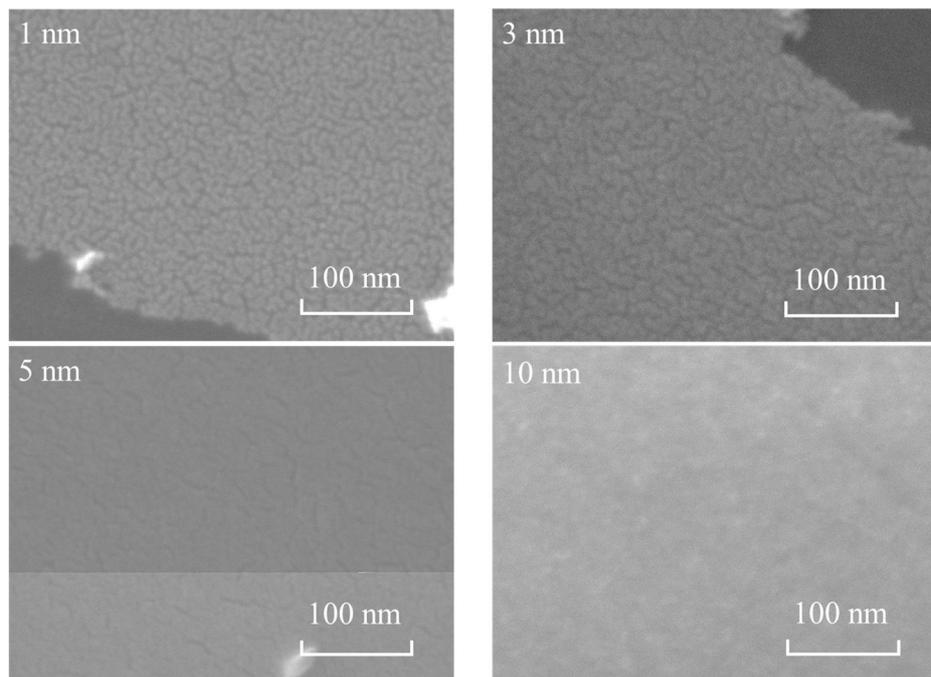


図 8 電子顕微鏡像

金属薄膜の成膜による深紫外表面増強ラマン散乱による表面層の評価について検証するため, SiO_2 に様々な膜厚の Pt 薄膜を成膜し, ラマン散乱分光法を用いて測定を行った。Pt 薄膜を成膜することでラマンスペクトルに変化が生じることを確認することができた。この変化は Pt 由来ではなく SiO_2 からのシグナルであると判断する。また, Pt 薄膜の膜厚が 10 nm となると, 連続的な膜の形成が行われ, ラマンスペクトルの形状変化の割合が小さくなることが明らかとなった。

<参考文献>

- [1] M.Fleischmann et al, Chem.Phys.Lett.,26 (1974)163-166.
- [2] H. Ishida et al, Appl. Spectrosc. 40, 322 (1986)
- [3] Y. Kumamoto et.al, ACS Photonics 1(7): 598-603 (2014)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Xu Zhao, Kensuke Sakuma, Makoto Yamaguchi, Mikio Muraoka	4. 巻 300
2. 論文標題 Anisotropic surface-enhanced Raman scattering in shape-controlled Ag microcoils	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 130178
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.matlet.2021.130178	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 M. Yamaguchi, S. Kobayashi, T. Numata, N. Kamihara, T. Shimada, M. Jikei, M. Muraoka, Jonathan Barnsley, Sara Fraser-Miller, Keith Gordon	4. 巻 139
2. 論文標題 Evaluation of crystallinity in carbon fiber-reinforced (CFR) PEEK poly (ether ether ketone) by using infrared low frequency Raman spectroscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Applied Polymer Science	6. 最初と最後の頁 51677
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/app.51677	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 K. Takabayashi, K. Bin Khamaron, T. Tomita, T. Takahashi, Y. Kobayashi, M. Yamaguchi	4. 巻 17
2. 論文標題 Raman Studies of Structural Changes in Diamond-like Carbon Films on Si Induced by Ultrafast Laser Ablation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Laser Micro/Nanoengineering	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2961/jlmn.2022.01.2001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hirai Haruna, Hidai Hirofumi, Matsusaka Souta, Chiba Akira, Mokuno Yoshiaki, Yamaguchi Makoto, Morita Noboru	4. 巻 96
2. 論文標題 Diamond slicing using ultrashort laser-induced graphitization and additional nanosecond laser illumination	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Diamond and Related Materials	6. 最初と最後の頁 126 ~ 133
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.diamond.2019.04.037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Noritaka Kawasegi, Takumi Kawashima, Noboru Takano, Noboru Morita, Makoto Yamaguchi, Kazuhito Nishimura	4. 巻 60
2. 論文標題 Effect of texture shape on machining performance of textured diamond cutting tool	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 21-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precisioneng.2019.07.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wei Liua, Nobuhiro Iwasa, Shinichiro Fujita, Hitoshi Koizumi, Makoto Yamaguchi, Toshihiro Shimada	4. 巻 499
2. 論文標題 Porous graphitic carbon nitride nanoplates obtained by a combined exfoliation strategy for enhanced visible light photocatalytic activity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 143901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2019.143901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計37件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 三村一暉, 高橋孝, 山口誠, 小林洋平, 富田卓朗
2. 発表標題 粗面化したSiにおけるレーザ加工痕のパルス幅依存性
3. 学会等名 2020年度 応用物理・物理系学会中国四国支部 合同学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本健, 高橋孝, 内海慶春, 柴田明宣, 山口誠, 小林洋平, 富田卓朗
2. 発表標題 ピコ秒レーザー照射による4H-SiC上DLCの改質
3. 学会等名 2020年度 応用物理・物理系学会中国四国支部 合同学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口誠, 高林圭祐, ルクマンハムバリ ピンザイニ, 富田卓郎
2. 発表標題 SiC表面の短パルスレーザー照射による表面改質層のラマン散乱分光法評価
3. 学会等名 2020年度砥粒加工学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口誠, アザル ハフジ - ビン モハド ジャマル, 神津知己, 川堰宣隆, 森田昇, 西村一仁
2. 発表標題 集束イオンビーム照射誘起ダイヤモンド変質層における紫外線エッチングの酸素濃度依存性
3. 学会等名 2020年度砥粒加工学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 カイディール ピン マカロン, 高林 圭祐, 山口 誠, 高橋 考, 富田 卓郎, 小林 洋平
2. 発表標題 ピコ秒レーザー 照射による Si 上 DLC 膜の構造変化におけるパルス幅・フルエンス依存性
3. 学会等名 精密工学会東北支部
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高林 圭祐, カイディール カマロン, 山口 誠, 富田 卓朗, 高橋 孝, 小林 洋平
2. 発表標題 ピコ秒レーザー照射によるSi上DLC膜の構造変化
3. 学会等名 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三村 一暉、高橋 孝、山口 誠、小林 洋平、富田 卓朗
2. 発表標題 Si におけるレーザー加工痕のパルス時間幅依存性
3. 学会等名 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 健、高橋 孝、内海 慶春、柴田 明宣、山口 誠、小林 洋平、富田 卓朗
2. 発表標題 ピコ秒レーザー照射を用いたSiC上DLCにおけるレーザー誘起ナノ周期構造の形成
3. 学会等名 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Kozu, M. Yamaguchi, M. Kawaguchi, M. Yoshimura
2. 発表標題 Observation of dependence of ta-C surface graphitization on Deep ultraviolet laser intensity
3. 学会等名 The 8th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Yamaguchi, N. Kamihara, N. Ishikawa, J. I. Mapley, J. E. Barnsley, Sara J. Fraser-Miller, M. Jikei, M. Muraoka, K. C. Gordon
2. 発表標題 Determination of crystallinity on poly (ether ether ketone) by using visible Raman spectroscopy
3. 学会等名 10th International Conference on Advanced Vibrational Spectroscopy (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 アフザル ハフィジー ピン モハマド ジャマル, 神津知己, 山口誠, 川堰宣隆, 森田昇, 西村一仁
2. 発表標題 集束イオンビーム (FIB) により形成されたダイヤモンド加工変質層における深紫外光照射効果のO ₂ , Ar雰囲気の影響
3. 学会等名 2019年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ルクマンハムバリピンザイニ, 山野太久, 山口 誠, 富田卓郎, 岡田達也
2. 発表標題 SiCにおけるフェムト秒レーザー誘起表面改質の可視・紫外ラマン散乱分光
3. 学会等名 2019年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林祥子, 野上太郎, 山口誠, 村岡幹夫
2. 発表標題 炭素繊維複合材料の結晶化度のハンディラマン分光器による評価の検討
3. 学会等名 2019年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 望月康竹, 山口誠
2. 発表標題 ラマン散乱分光法による爪試料評価のための基礎的検討
3. 学会等名 2019年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 アフザルハフィジー，神津知己，山口誠，川堰宣隆，森田昇，西村一仁
2. 発表標題 集束イオンビーム照射により形成された単結晶ダイヤモンド変質層の深紫外ラマン散乱（第4報）-深紫外光照射によるラマン散乱スペクトルの変化の酸素濃度依存性-
3. 学会等名 2020年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hannis Syazwani binti Zulkarnain，山野太久，山本良之，山口誠，野老山貴行
2. 発表標題 炭素系硬質薄膜におけるしゅう動誘起構造変化の表面増強ラマン散乱
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 MUHAMMAD AZRUL HAMZI BIN AZHARRI，山口誠，富田卓郎，岡田達也
2. 発表標題 SiCにおけるフェムト秒レーザー誘起表面改質層の深紫外光ラマン
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ホアンロンミン，神津知己，山口 誠，梅本好日古，川堰宣隆，森田昇，西村一仁
2. 発表標題 集束イオンビームにより形成されたダイヤモンド加工変質層おける紫外光照射効果の酸素雰囲気の影響
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山野太久, 山本良之, 山口誠, 梅本好日古
2. 発表標題 固体試料における島状金属粒子形成による深紫外表面増強ラマン散乱
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 望月康竹, 神津知己, 山口誠, 川口雅弘
2. 発表標題 ta-C薄膜における深紫外照射効果の酸素濃度依存性
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tokoroyama, Takayuki, Nishino, Takahiro, Yamaguchi, Makoto, Amzar Mohd Kassim, Khairul, Noritsugu Umehara
2. 発表標題 The wear of Diamond-Like Carbon by Molybdenum based particles under boundary lubrication
3. 学会等名 6th Integrity-Reliability-Failure (IRF2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kozu, R. Hori, M. Yamaguchi, M. Kawaguchi, M. Yoshimura
2. 発表標題 Temperature dependence of damage on ta-C observed by deep ultraviolet Raman spectroscopy
3. 学会等名 29th International Conference on Diamond and Carbon Materials(DCM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 L. M. Hoang, Y. Umemoto, Y. Konno, T. Yamano, T. Kozu, M. Yamaguchi, N. Kawasegi, N. Morita, K. Nishimura
2 . 発表標題 Study of oxidation and graphitization by ultraviolet irradiation at damaged layer on single crystal diamond induced by FIB
3 . 学会等名 26th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM26) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 M. A. H. Bin Azharri, T. Yamano, T. Tomita, T. Okada and M. Yamaguchi
2 . 発表標題 Deep-ultraviolet Raman scattering of structural change on SiC caused by femtosecond laser irradiation with fluence near the processing threshold
3 . 学会等名 26th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM26) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Mochizuki, R. Hori, T. Yamano, T. Kozu, M. Kawaguchi, M. Yamaguchi
2 . 発表標題 Influence of oxygen in atmosphere on deep ultraviolet Raman spectra change in tetrahedral amorphous Carbon
3 . 学会等名 26th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM26) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Kozu, M. Yamaguchi, M. Kawaguchi, M. Yoshimura
2 . 発表標題 AFM Observation of Damage Area by deep ultraviolet irradiation on Tetrahedral amorphous Carbon on Argon gas
3 . 学会等名 26th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM26) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 梅本好日古, 斎藤圭祐, 古谷龍嗣, 山野太久, 山口誠, 山本 良之
2. 発表標題 表面増強ラマン散乱による固体試料表面評価のための膜厚傾斜銀薄膜の作製
3. 学会等名 2017 年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山野太久, 梅本好日古, 古谷龍嗣, 山口誠, 山本 良之
2. 発表標題 鳥状In薄膜を用いた深紫外表面増強ラマン散乱分光法によるSi酸化膜の評価表面層評価のための鳥状の銀薄膜による固体表面における表面増強ラマン散乱
3. 学会等名 2017 年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 梅本好日古, 近野佑太, 陳 宇, 神津知己, 山口 誠, 川堰宣隆, 森田 昇, 西村一仁
2. 発表標題 単結晶ダイヤモンドへの集束イオンビーム照射誘起変質層における深紫外顕微ラマン散乱による照射条件依存性の評価
3. 学会等名 第31回 ダイヤモンドシンポジウムプログラム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 梅本好日古, 近野佑太, 陳宇, 神津知己, 山口誠, 川堰宣隆, 森田昇, 西村一仁
2. 発表標題 深紫外顕微ラマン散乱分光法を用いた単結晶ダイヤモンドへの集束イオンビーム照射誘起変質層観察
3. 学会等名 2017年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梅本好日古, 近野佑太, 山口誠, 川堰宣隆, 神津知己, 森田昇, 西村一仁
2. 発表標題 集束イオンビームにより形成された単結晶ダイヤモンド変質層の深紫外ラマン散乱 (第3報) 深紫外光照射によるラマン散乱スペクトルの変化
3. 学会等名 2018年度精密工学会春季大会学術講演会講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神津知己, 堀諒子, 山口誠, 川口雅弘, 吉村雅満
2. 発表標題 ta-C薄膜における深紫外ラマンスペクトル変化の照射温度依存性
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口誠
2. 発表標題 ラマン散乱分光法による固体材料の表面像構造評価
3. 学会等名 日本機械学会IIP部門 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kozu, M. Yamaguchi, M. Kawaguchi, M. Yoshimura, T. Minamoto
2. 発表標題 Observation of DUV irradiation damage on ta-C film in various gas atmosphere
3. 学会等名 11th Conference on New Diamond and Nano Carbons (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Kozu, M. Yamaguchi, M. Kawaguchi, M. Yoshimura, T. Minamoto
2 . 発表標題 The change of DUV Raman spectra of Tetrahedral Amorphous Carbon (ta-C) in various atmosphere
3 . 学会等名 International Conference on Advanced Vibrational Spectroscopy (ICAVS) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Y. Umemoto, K. Saito, R. Furuya, M. Yamaguchi and Y. Yamamoto
2 . 発表標題 Preparation of thickness-gradient Ag islands film on diamond like carbon for surface layer characterization by SERS
3 . 学会等名 The 8th International Symposium on Surface Science (ISSS-8) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Yamano, Y. Umemoto, R. Furuya, M. Yamaguchi and Y. Yamamoto
2 . 発表標題 Deep-Ultraviolet Surface Enhanced Raman Scattering in solid surface by evaporation of indium island thin film
3 . 学会等名 The 8th International Symposium on Surface Science (ISSS-8) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>秋田大学研究者総覧 http://akitauiinfo.akita-u.ac.jp/html/100000262_ja.html http://www.gipc.akita-u.ac.jp/~yamaguci/index.html</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------