

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06146

研究課題名(和文)革新的応力場制御による高秩序ナノ空間構造体の創製と展開

研究課題名(英文)Creation and development of high-order nano-space structures through innovative control of stress field

研究代表者

巨陽(JU, Yang)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：60312609

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 161,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、革新的な応力集中および酸化プロセス制御手法を構築することにより、高秩序・高品質・高密度な金属ナノワイヤアレイおよび半導体ナノ構造体配列の創製を実現した。また、応力場における原子の拡散及び表面酸化現象を解明することにより、ナノ空間構造体の生成メカニズムを系統的に解明した。さらに、高透過率かつ高導電性を有するフレキシブル透明導電膜、および低コストかつ高変換効率を有する太陽光水素製造デバイスの創製を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

Al単結晶ナノワイヤアレイの高密度成長は世界初の独創的な成果であり、ナノ材料の作製と応用分野に与えるインパクトは極めて大きい。また、応力場における原子の拡散及び環境中の表面酸化現象の系統的な解明は、応力場における原子拡散に関する革新的な理論を提案でき、学術的重要性は極めて高い。さらに、高透過率かつ高導電性を有するフレキシブル透明導電膜の実現は、太陽電池やタッチパネルなどへの省エネルギー応用が期待できる。加えて、低コストかつ高変換効率を有する太陽光水素製造デバイスの実現は、太陽光水素製造のコスト、変換効率の問題を一挙に解決し、大きな社会貢献をもたらすことができる。

研究成果の概要(英文)：The present study has realized the creation of highly ordered, high-quality, and dense metallic nanowire arrays and semiconductor nanostructured arrays by establishing innovative stress concentration and oxidation process control methods. We have also systematically elucidated the formation mechanism of the nanospace structures by explaining the atomic diffusion and surface oxidation phenomena in the stress field. Furthermore, flexible transparent conductive films with high transmittance and high conductivity and photovoltaic hydrogen production devices with low cost and high conversion efficiency were achieved.

研究分野：機械材料・材料力学、ナノ材料工学

キーワード：ナノ空間構造体 応力場制御 原子拡散 透明導電膜 太陽光水素製造

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、ナノテクノロジーの発展に伴い、ナノセンサ、ナノデバイスの開発が盛んに行われている。しかしながら、これらの実用化はそのニーズが非常に高いにもかかわらず未だ実現困難な状況にある。重要な原因の一つとして、ナノセンサ、ナノデバイスを構成するナノ構造体の高秩序・高品質の作製が困難であることが挙げられる。最近では、応力誘導法が提案され、高品質の単結晶ナノワイヤの作製が可能になったが、そのメカニズムは解明されていないため、高秩序かつ高密度のナノ構造体の作製は未だ実現されていない状況にある。

### 2. 研究の目的

本研究では、革新的な応力集中および酸化プロセス制御手法を構築することにより、高秩序・高品質・高密度なナノ空間構造体の作製手法を確立する。さらに、応力場における原子の拡散及び表面酸化現象を解明することにより、ナノ空間構造体の生成メカニズムを系統的に解明する。最終的に、応力集中および酸化制御手法を確立することにより、ナノ空間構造体の形状、寸法、空間位置の高度制御を実現し、高透過率かつ高導電性を有するフレキシブル透明導電膜、および低コストかつ高変換効率を有する太陽光水素製造デバイスの創製を実現する。

### 3. 研究の方法

本研究は、材料内の応力勾配、金属原子の拡散速度および表面酸化膜の生成速度の制御を実現することにより、高秩序・高品質・高密度のナノ空間構造体の創製及びその機構解明を実現する。さらに、創製したナノ空間構造体の形状、寸法、空間位置を制御し、新たなフレキシブル透明導電膜および太陽光水素製造デバイスの創製を実現する。5年継続により、(1) 高秩序・高品質・高密度、金属・半導体ナノ空間構造体の創製、(2) 応力場における原子の拡散及び表面酸化現象の解明、(3) 金属ナノワイヤアレイを利用した透明導電膜の創製、(4) 半導体ナノ構造体を利用した太陽光水素製造デバイスの構築、からなる4項目の研究を推進し、目標を達成する。

(1) では、金属原子の拡散速度および表面酸化膜の形成速度を統合的に制御し、構造体成長過程における原子配列および分子形成の制御を実現することにより、形状、寸法、位置の制御を可能にする高秩序、高品質、高密度、金属・半導体ナノ空間構造体の創製を実現する。(2) では、材料の熱膨張と酸化膜の体積膨張に起因する応力勾配や原子の密度が原子拡散速度に及ぼす影響、温度、湿度、触媒が材料の表面酸化膜の形成速度に及ぼす影響、そして材料表面の応力状態、結晶構造、原子密度がナノ構造体の形成に及ぼす影響を解明する。(3) では、独創的な応力集中誘導手法を確立し、ナノワイヤアレイの形状、寸法、密度の高度制御を実現し、最適な導電性ネットワークを有する大面積の単結晶金属ナノワイヤアレイを形成することにより、高透過率かつ高導電率を有するフレキシブル透明導電膜を創製する。(4) では、独創的な応力酸化誘導法を確立し、ナノフラワーの形状、寸法、空間位置の高度制御を実現し、最適な空間間隙を有する大面積の3次元半導体ナノフラワー配列を形成することにより、低コストかつ高変換効率を有する太陽光水素製造デバイスを構築する。

### 4. 研究成果

#### (1) 高秩序・高品質・高密度、金属・半導体ナノ空間構造体の創製

Si基板上に10~100nmのAl薄膜を形成し、大気中で試料を200~400°Cで2~4時間加熱し、成長領域での応力集中により誘起される高度な応力勾配を駆使した単結晶Alナノワイヤアレイの高密度生成を実現した。また、ナノワイヤの密度、直径、アスペクト比とAl薄膜の厚さ、昇温速度、加熱温度、加熱時間との関係を実験的に明らかにした。さらに、成長領域のAl薄膜厚さがナノワイヤの直径および長さ、密度に及ぼす影響を明らかにし、単結晶Alナノワイヤアレイの直径および長さ、密度の制御手法を確立した。図1にはAl薄膜100nm、成長領域薄膜厚さ80nm、昇温速度15°C、加熱温度300°C、加熱時間3時間で作製した単結晶Alナノワイヤアレイの走査型電子顕微鏡(SEM)写真を示す。ナノワイヤの平均直径は176nm、平均長さは120 $\mu$ m、密度は4319本/mm<sup>2</sup>であり、現在報告されている応力誘導型金属ナノワイヤの密度(F. Ye, et al., Phys. Status Solidi A, 212, 566-572, 2015)より100倍以上の高密度を実現した。

一方、厚さ300 $\mu$ mのCu基板の表面上に、応力酸化誘導法により3次元Cu<sub>2</sub>Oナノフラワーの作製を実現した。加熱温度および環境湿度を調整することにより、Cu原子の拡散速度および表面酸化速度の制御を実現し、Cu<sub>2</sub>Oナノフラワー成長に最適なプロセスを確立した。また、厚さ300 $\mu$ mのCu基板を用いて化学酸化法によりCuOナノフラワーを作製し、その後、加熱還元法により高密度Cu<sub>2</sub>Oナノ構造体の作製に成功した。また、ナノフラワーの作製において、酸化剤の濃度や反応温度、反応時間の最適化により、CuOナノフラワーの形状、大きさ、密度の制御を実現した(図2)。さらに、Ar雰囲気中にて加熱温度を300°Cから900°Cまで変化させ、Cu<sub>2</sub>Oナノ構造体の結晶性や純度などの品質制御を実現した。

加えて、応力場の制御により、世界で初めて高密度単結晶Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ナノガラスの創製に成功し(図

3)、太陽光水分解水素製造への応用を実現した (Y. Xie, et. al., R. Soc. Open Sci., 5, 172126, 2018)。そして、応力誘導法により作製した高密度、高品質CuOナノワイヤアレイを用いて、電荷を蓄えるスーパーキャパシタ電極を構築した (細井厚志ら特開2021-143094)。CuOナノワイヤアレイの高密度化により電解質水溶液に対して超親水性を発現し、751F/gの比静電容量を取得することに成功し、CuOを電極としたスーパーキャパシタとして世界トップレベルの値を達成した。

以上のように、目標としている異なる材料の高秩序、高品質、高密度の金属・半導体ナノ構造体の創製を実現し、さらにその作製手法を確立した。

## (2) 応力場における原子の拡散及び表面酸化現象の解明

Alナノワイヤの成長機構の解明については、Si基板上のAl薄膜の厚さや、加熱温度によってAl薄膜中の応力および応力勾配が変化するため、Al原子の拡散およびナノワイヤの形成に左右する応力場の解析を分子動力学シミュレーションにより行い、ナノワイヤの形成および成長に及ぼす原子拡散経路および速度の影響を明らかにした (図4)。また、金属薄膜の原子配列の密度は応力および応力勾配の大きさとともに原子の拡散速度に影響を及ぼす。また、金属薄膜の表面酸化膜における原子配列の密度も金属ナノワイヤの成長に重要な役割を果たす。本研究では、根元から押し出すように成長する金属ナノワイヤの形成を決定するメカニズムは駆動応力による金属原子のバルク遷移であることを、原子配列の密度の観点で解析することにより明らかにした。さらに、全てのAlナノワイヤが<110>方向に優先的に成長していることを突き止めた (図5)。これはAlの結晶構造に起因するもので、Al [220] 面の原子面間隔が一番小さく、<110>方向に原子間に力 (原子拡散の駆動力) が伝わりやすく、原子の押し出しによりナノワイヤの成長が促進されたためである。これにより、本研究で数値解析により明らかにした金属ナノワイヤの成長メカニズムは実験においても検証された。

一方、Cu<sub>2</sub>OナノフラワースtructureやFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ナノグラスという半導体ナノ構造体の形状や寸法、密度は、基板となる金属材料の表面酸化膜の性状に影響を受けるため、ナノ空間構造体の形成過程における昇温速度、加熱温度、加熱時間が表面酸化膜の形成速度、厚さに及ぼす影響をシミュレーション解析により明らかにした。さらに、酸化膜の性状が金属原子の拡散に及ぼす影響を明らかにし、先端から伸びるように成長する半導体ナノ構造体の酸化生成を決定するメカニズムは、駆動応力による金属原子の表面遷移であることを示した (図6)。

さらに、一般的に金属ナノワイヤが低密度で成長する機構は、金属薄膜の表面において圧縮応力が働いていることによって、金属原子の拡散に対して阻害する効果があり、遷移できる原子の個数が比較的少ないことに起因していると突き止めた。一方、金属酸化物ナノ構造体の高密度成長の原因は、金属薄膜の表面において引張応力が働いており、これによって金属原子の拡散が促進され、より多くの原子が拡散可能になったことであると突き止めた。これらに対し、本研究ではナノワイヤ成長領域のAl薄膜の厚さが集束イオンビーム (FIB) エッチングにより制御され、成長領域

全体に  
応力集中が  
形成されたことより、金属原子の拡散が促進され、Alナノワイヤの高密度

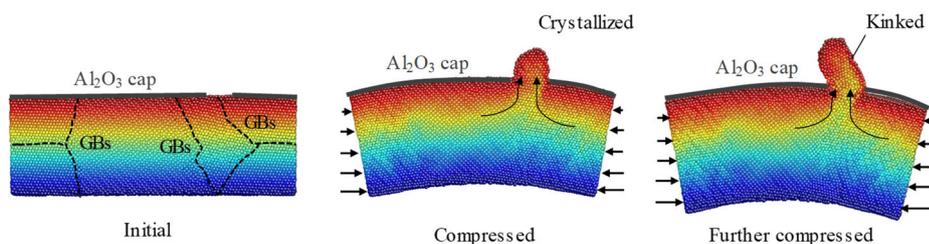


図4 圧縮応力勾配下における多結晶Al薄膜の分子動力学シミュレーション

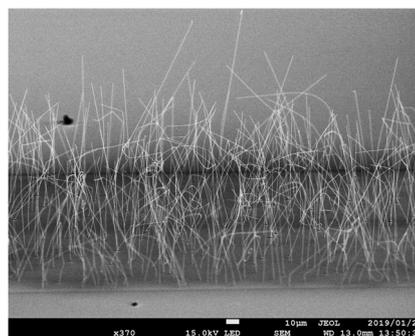


図1 高密度単結晶AlナノワイヤアレイのSEM写真

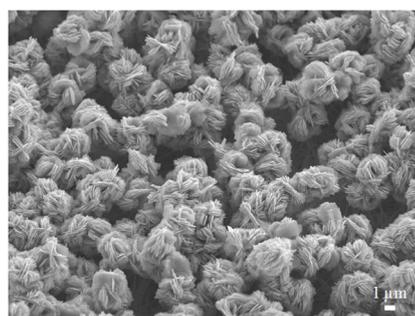


図2 高密度CuOナノフラワースtructureのSEM写真

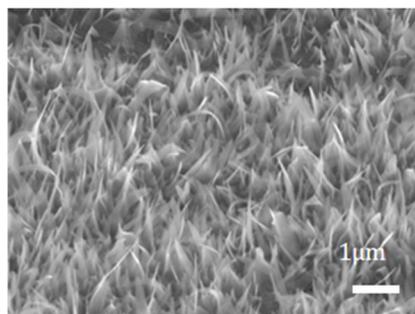


図3 高密度単結晶Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ナノグラスのSEM写真

度成長を実現した。

以上のように、目標としている応力場における原子の拡散及び表面酸化現象の解明を実現し、金属・半導体ナノ空間構造体の成長機構を系統的に明らかにした。

(3) 金属ナノワイヤアレイを利用した透明導電膜の創製

フレキシブル基板上に粘着性薄膜をコーティングし、Al/Si基板上に作製した高密度単結晶Alナノワイヤアレイをフレキシブル基板上に転写し、保護薄膜を蒸着することにより、高強度、高導電性のフレキシブル透明導電膜を実現した。また、ナノワイヤの直径、長さ、密度が透明導電膜の強度、導電性、透光性に及ぼす影響を実験的に明らかにした。さらに、ナノワイヤの直径、長さ、密度を最適化したナノワイヤアレイにより、電気抵抗率：396 Ω/sq、光透過率：87.0%の金属ナノワイヤフレキシブル透明導電膜の創製を実現した。

加えて、新たに高秩序なカーボンナノチューブ(CNT)シートを開発し、抵抗率：369 Ω/sq、透過率：85.4%の、タッチパネルの応用基準を満たすフレキシブル透明導電膜の作製にも成功した(図7)。

(4) 半導体ナノ構造体を利用した太陽光水素製造デバイスの構築

項目(1)で実現した高密度Cu<sub>2</sub>Oナノ構造体を用いて太陽光分解水素製造デバイスの構築に成功した。いままで報告されている代表的な太陽光水素変換効率(STH: 5.9% (J: 4.8 mA/cm<sup>2</sup>), Z. Jin, et al., J. Mater. Chem. A, 4, 13736-13741, 2016)をはるかに上回る値(STH: 11.7% (J: 9.7 mA/cm<sup>2</sup>))を実現し、世界最高水準を達成した(理論値STH: 16%)。また、応力場制御により作製した高密度単結晶Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ナノワイヤ、ナノグラスを用いて高変換効率な太陽光分解水素製造デバイスの開発にも成功した(S. Arumugam, et al., Sci. Rep., 10, 5407, 2020)。

さらに、図8に示すように、酸化プロセスの制御によりFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ナノワイヤのα相の高純度化を実現し、いままで報告されている太陽光水素変換効率(STH:1.97%, S. C. Warren, et al., Nature mater., 12, 842-849, 2013)より約2.6倍(STH:5.08%)の高い値かつ高い耐久性を有する太陽光分解水素製造デバイスを実現した。

以上のように、本研究で計画していた金属・半導体ナノ空間構造体の創製と生成機序の解明、高透過率かつ高導電性を有するフレキシブル透明導電膜および低コストかつ高変換効率を有する太陽光水素製造デバイスの創製を実現し、研究の目的を達成した。

(5) 当初に予見していなかった新たな展開等によって得られた研究成果

本研究では、金属・半導体ナノ材料創製およびその応用展開を目指している。開発した金属・半導体ナノワイヤのナノセンサ、ナノデバイスへの応用を実現するため、これらの

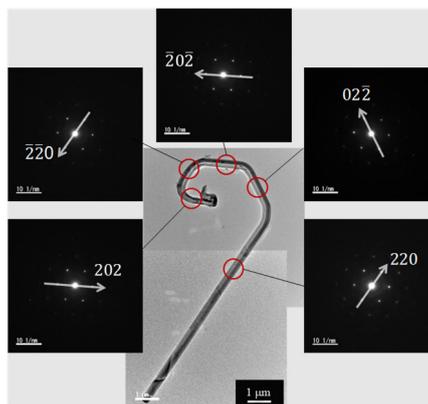


図5 Al ナノワイヤ<110>方向への優先的成長

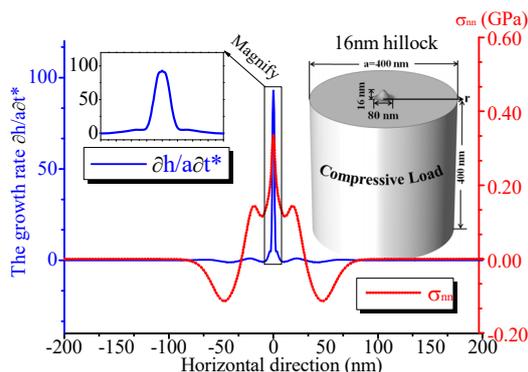


図6 表面遷移による核成長型CuO ナノワイヤ成長のシミュレーション

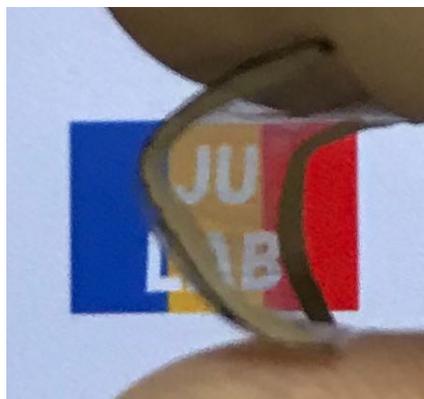


図7 作製したフレキシブル透明導電膜の写真

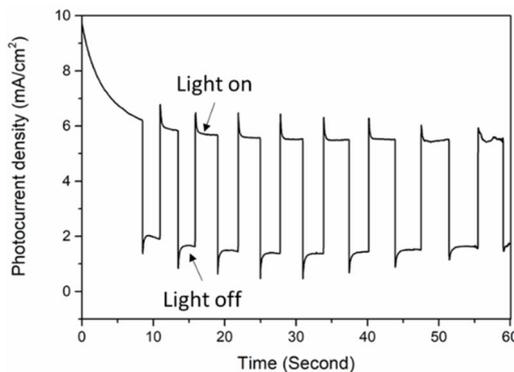


図8 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ナノワイヤ太陽光分解水素製造素子の耐久性評価結果

ナノ材料物性評価が必要不可欠である。ここで、本研究の新たな展開として、独自に開発したマイクロ波頭微鏡を用いて金属ナノワイヤの導電率 (図 9、B. Tong, et. al., Appl. Phys. Express, 14, 066501, 2021)、そして半導体ナノワイヤ誘電率 (図 10、M. Zhao, et. al., Appl. Phys. Lett., 118, 193103, 2021) を定量的に評価する技術を世界に先駆けて確立した。

一方、本研究では、半導体ナノ空間構造体を用いた低コストかつ高変換効率な太陽光水素製造デバイスの創製を目指している。開発した水素製造デバイスの実用化を実現するため、高感度な水素検出センサが必要不可欠である。本研究では、研究内容の新たな展開として、高密度CNTアレイの作製技術、そしてCNTシート紡績技術を確立し (図 11)、CNTシートを用いた高感度な水素検出センサを実現した (K. Yan, et. al., Int. J. Hydrogen Energy, 44, 6344-6352, 2019)。

本研究では、独創的な応力勾配形成および酸化プロセス制御手法を新たに提案することにより、高秩序・高品質かつ高密度なナノ構造体の創製を実現した。特に Al 単結晶ナノワイヤアレイの高密度成長は世界初の独創的な成果で、応力誘導による金属ナノワイヤの高密度成長は困難というこれまでの常識を覆す画期的なものであり、ナノ材料の作製と応用分野に与えるインパクトは極めて大きい。また、これまで軽視されてきた金属ナノワイヤや金属酸化物ナノ構造体の生成原理や成長形態が異なることに注目し、材料の熱膨張係数の違いにより、あるいは表面酸化膜の体積膨張により発生する応力の勾配、応力場における原子の拡散及び環境中の表面酸化現象を、原子の動力平衡の観点から系統的に解明し、応力場における原子拡散に関する革新的な理論が提案でき、学術的重要性が極めて高い。今後、大面積な低コストかつ高強度なフレキシブル透明導電膜を実現することにより、インジウム供給の不安定性、酸化インジウムスズ (ITO) 膜の脆弱性、Ag ナノワイヤ作製の高コスト化などの問題を解消し、太陽電池や有機 EL ディスプレイなどへの省エネルギー応用が期待できる。また、Cu<sub>2</sub>O ナノ構造体を用いて構築した太陽光水分解水素製造デバイスの変換効率は既に現在報告されている最大値を大きく超えており、世界をリードしている状況にある。また、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 太陽光水分解水素製造素子も新境地に入って、高い耐久性を有しながら、いままでにないような世界最高水準の変換効率を達成した。今後、本研究のさらなる推進により、現在の太陽光水素製造のコスト、変換効率の問題を一挙に解決し、大きな社会貢献をもたらすことができる。これらに加え、本研究の更なる展開として既にナノ材料の評価技術や、CNTシートを利用した水素発生を検知技術を実現しており、今後、ナノセンサ、ナノデバイスの実用化が困難である現状をブレイクスルーし、低炭素、持続可能な社会の実現に大きく貢献することが期待できる。

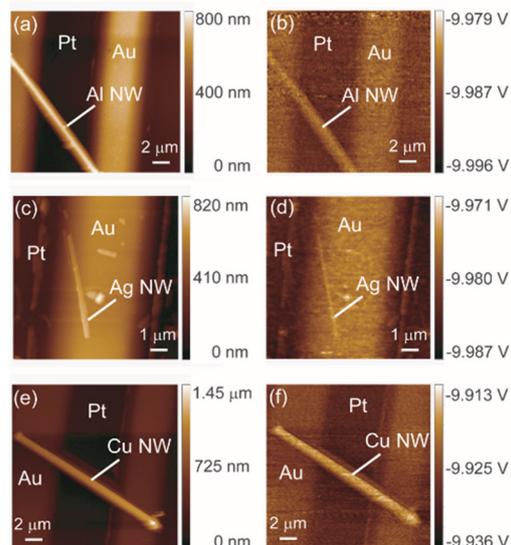


図 9 金属ナノワイヤ形状と導電特性分布の計測結果

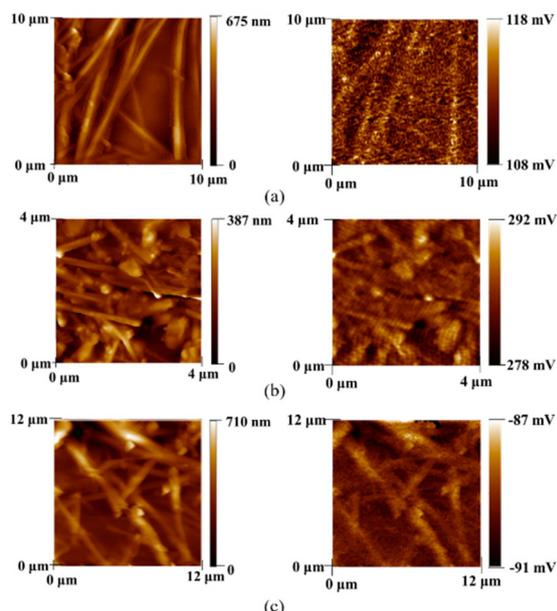


図 10 半導体ナノワイヤの形状と誘電特性分布の計測結果

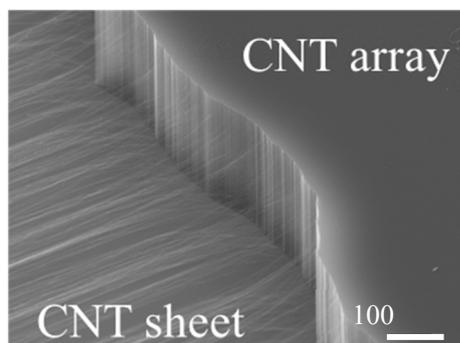


図 11 CNT シート紡績

図 11 CNT シート紡績

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計32件（うち査読付論文 32件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Y.Cui, Y.Toku, Y.Kimura and Y.Ju	4. 巻 188
2. 論文標題 The deformation mechanism in cold-welded gold nanowires due to dislocation emission	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computational Materials Science	6. 最初と最後の頁 110214(1)-(12)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.commatsci.2020.110214	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.Zhao, B.Tong, Y.Kimura, Y.Toku, Y.Morita and Y.Ju	4. 巻 118
2. 論文標題 Quantitative evaluation of local permittivity of semiconductor nanomaterials using microwave atomic force microscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 193103(1)-(6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0049619	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 B.Tong, T.Hirabayashi, Y.Toku, Y.Morita and Y.Ju	4. 巻 14
2. 論文標題 Non-contact local conductivity measurement of metallic nanowires based on semi-near-field reflection of microwave atomic force microscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 066501(1)-(6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/abf444	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 Y.Cui, Y.Toku and Y.Ju	4. 巻 32
2. 論文標題 Nanotwinning and tensile behavior in cold-welded high-entropy-alloy nanowires	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 315716(1)-(20)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6528/abf7eb	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 Y.Kimura and Y.Ju	4. 巻 39
2. 論文標題 Intermetallic compound formation inhibiting electromigration-based micro/nanowire growth	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Vacuum Science & Technology B	6. 最初と最後の頁 062803(1)-(7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1116/6.0001271	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 L.Liu, X.Li, K.Zou, Z.Huang, C.Wang, L.Zhang, D.Guo and Y.Ju	4. 巻 31
2. 論文標題 Morphology evolution of BaTi5011 nanocrystals prepared by hydrothermal method and their permittivity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 6883-6889
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-020-03250-9	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 該当する

1. 著者名 X.Li, J.Yue, Z.Huang, L.Zhang, D.Guo and Y.Ju	4. 巻 31
2. 論文標題 Efficient synthesis of dendritic PbTiO3 nanorods by hydrothermal method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 12345-12354
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-020-03781-1	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 該当する

1. 著者名 Y.Kimura and Y.Ju	4. 巻 10
2. 論文標題 Equilibrium current density balancing two atomic flows in coupled problems of electromigration and thermomigration in unpassivated gold film	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 085125(1)-(9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0011417	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Y.Cui, Z.Chen and Y.Ju	4. 巻 12
2. 論文標題 Fracture of void-embedded high-entropy-alloy films: A comprehensive atomistic study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materialia	6. 最初と最後の頁 100790(1)-(16)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtla.2020.100790	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 該当する

1. 著者名 Y.Cui, Y.Toku, Y.Kimura and Y.Ju	4. 巻 185
2. 論文標題 High-strain-rate void growth in high entropy alloys: Suppressed dislocation emission = suppressed void growth	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scripta Materialia	6. 最初と最後の頁 12-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scriptamat.2020.03.056	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 S. Arumugam and Y. Ju	4. 巻 20
2. 論文標題 Carbon nanotubes reinforced with natural/synthetic polymers to mimic the extracellular matrices of bone	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Today Chemistry	6. 最初と最後の頁 100420(1)-(19)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtchem.2020.100420	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 Y.Cui, Y.Toku, Y.Kimura and Y.Ju	4. 巻 187
2. 論文標題 True origin of the size effect in cold-welded metallic nanocrystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Mechanical Sciences	6. 最初と最後の頁 106102(1)-(13)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijmecsci.2020.106102	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 Y.Cui, Y.Toku, Y.Kimura and Y.Ju	4. 巻 188
2. 論文標題 The deformation mechanism in cold-welded gold nanowires due to dislocation emission	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computational Materials Science	6. 最初と最後の頁 110214(1)-(12)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.commatsci.2020.110214	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 Y.Toku, Y.Togawa, Y.Morita and Y.Ju	4. 巻 285
2. 論文標題 Preferential growth of specific crystal planes based on the dimension control of single crystal SnO <sub>2</sub> nanobelts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 129121(1)-(4)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2020.129121	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 S. Arumugam, Y. Toku and Y. Ju	4. 巻 10
2. 論文標題 Fabrication of $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> nanowires from abundant and low-cost Fe plate for highly effective electrocatalytic water splitting.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 5407(1)-(11)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-62259-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Y. Kimura and Y. Ju	4. 巻 116
2. 論文標題 Residual stress effect governing electromigration-based free-standing metallic micro/nanowire growth behavior.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 024102(1)-(5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5131710	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 Y. Cui, Y. Ju and S.A. Meguid	4. 巻 31
2. 論文標題 Atomistic treatment of periodic gold nanowire array nanofasteners under shear loading.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 105704(1)-(11)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6528/ab5a0a	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 該当する

1. 著者名 A.R. Alian, Y. Ju and S.A. Meguid	4. 巻 175
2. 論文標題 Comprehensive atomistic modeling of copper nanowires-based surface connectors.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials and Design	6. 最初と最後の頁 107812(1)-(12)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matdes.2019.107812	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Zou, L. Liu, X. Li, S. Li, Z. Huang, L. Zhang, D. Guo and Y. Ju	4. 巻 255
2. 論文標題 Effect of NaOH concentration on formation of Ba4Ti13030 and BaTi5011 nanocrystals prepared by hydrothermal method.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 126584(1)-(4)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2019.126584	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 該当する

1. 著者名 X. Li, Q. Ma, Z. Huang, L. Zhang, D. Guo and Y. Ju	4. 巻 30
2. 論文標題 Poly (vinyl pyrrolidone)-assisted hydrothermal synthesis of Pb(Zr0.52Ti0.48)O3 nanocrystals.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 17164-17169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-019-02063-9	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 該当する

1. 著者名 Y. Toku, K. Uchida, Y. Morita and Y. Ju	4. 巻 29
2. 論文標題 Nanowire surface fastener fabrication on flexible substrate	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 305702(1)-(8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6528/aac284.	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. Yan, Y. Toku, Y. Morita and Y. Ju	4. 巻 29
2. 論文標題 Fabrication of multiwall carbon nanotube sheet based hydrogen sensor on a stacking multi-layer structure	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 375503(1)-(12)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6528/aace96.	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 Z. Zhang, X. Li, Z. Huang, L. Zhang, J. Han, X. Zhou, D. Guo and Y. Ju	4. 巻 29
2. 論文標題 Low-temperature synthesis of Bi4Ti3O12 nanocrystals by hydrothermal method	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 7453-7457
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-018-8736-6	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 該当する

1. 著者名 Y. Cui, Z. Chen and Y. Ju	4. 巻 155
2. 論文標題 New mechanisms of helical dislocation formation via the pinch-off process near a nano-inhomogeneity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computational Materials Science	6. 最初と最後の頁 400-409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.commatsci.2018.08.063	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 該当する

1. 著者名 Y. Toku, K. Ichioka, Y. Morita and Y. Ju	4. 巻 9
2. 論文標題 A 64-pin Nanowire Surface Fastener Like a Ball Grid Array Applied for Room-temperature Electrical Bonding	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1095(1)-(10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-37693-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 B. Tong, M. Zhao, Y. Toku, Y. Morita and Y. Ju	4. 巻 90
2. 論文標題 Local permittivity measurement of dielectric materials based on the non-contact force curve of microwave atomic force microscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 033706(1)-(5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5066599.	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. Yan, Y. Toku and Y. Ju	4. 巻 44
2. 論文標題 Highly sensitive hydrogen sensor based on a new suspended structure of cross-stacked multiwall carbon nanotube sheet	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Hydrogen Energy	6. 最初と最後の頁 6344-6352
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijhydene.2019.01.055	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 Y. Morita, R. Sakurai, T. Wakimoto, K. Kobayashi, B. Xu, Y. Toku, G. Song, Q. Luo and Y. Ju	4. 巻 474
2. 論文標題 tLyP-1-conjugated core-shell nanoparticles, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> NPs@mSiO <sub>2</sub> , for tumortargeted drug delivery	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 17-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2018.09.205	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 S. Li, X. Li, K. Zou, Z. Huang, L. Zhang, X. Zhou, D. Guo and Y. Ju	4. 巻 245
2. 論文標題 Preparation of single-crystalline BaTi5O11 nanocrystals by hydrothermal method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 215-217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2019.02.122	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 該当する

1. 著者名 Y. Xie, Y. Ju, Y. Toku and Y. Morita	4. 巻 5
2. 論文標題 Synthesis of a single-crystal Fe2O3 nanowire array based on stress-induced atomic diffusion used for solar water splitting	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Royal Society Open Science	6. 最初と最後の頁 172126(1)-(10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsos.172126	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Z. Zhang, X. Li, Z. Huang, L. Zhang, J. Han, X. Zhou, D. Guo and Y. Ju	4. 巻 29
2. 論文標題 Low-temperature synthesis of Bi4Ti3O12 nanocrystals by hydrothermal method	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 7453 ~ 7457
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-018-8736-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Y. Xie, Y. Ju, Y. Toku and Y. Morita	4. 巻 7
2. 論文標題 Fabrication of Fe2O3 nanowire arrays based on oxidation-assisted stress-induced atomic-diffusion and their photovoltaic properties for solar water splitting	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 30548 ~ 30553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7RA03298F	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54件（うち招待講演 10件 / うち国際学会 26件）

1. 発表者名 杉浦圭, 巨陽, 徳悠葵, 木村康裕
2. 発表標題 銅ナノワイヤ面ファスナー 接合強度の向上
3. 学会等名 日本機械学会M & M2021材料力学カンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田秀幸, 巨陽, 徳悠葵, 木村康裕
2. 発表標題 AI薄膜の結晶方位および下地材料が応力誘導ナノワイヤ成長に及ぼす影響
3. 学会等名 日本機械学会M & M2021材料力学カンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安田和弘, 木村康裕, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 高周波高密度電流が銅薄膜の密着強度に及ぼす影響
3. 学会等名 2020年度日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤佑太, 木村康裕, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 エレクトロマイグレーションによる金属マイクロ・ナノワイヤ創製のための機構開発
3. 学会等名 2020年度日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Ito, Y. Kimura, Y. Toku and Y. Ju
2. 発表標題 A System for the Fabrication of Metallic Micro/Nanowire Based on Electromigration
3. 学会等名 33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松永光広, 土肥優希, 柳澤一星, 木村文哉, 細井厚志, 巨陽, 川田宏之
2. 発表標題 熱酸化法によるCu <sub>0</sub> ナノワイヤ生成及びスーパーキャパシタ電極性能に及ぼす生成条件の影響
3. 学会等名 日本機械学会関東支部第26期総会・講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Izumi, Y. Kimura, Y. Toku and Y. Ju
2. 発表標題 High Efficiency Solar Water Splitting Based on Morphology Optimization of Cu <sub>2</sub> O Nanostructures.
3. 学会等名 ANEM2019 Advanced Nano and Energy Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Cui, Z. Chen and Y. Ju
2. 発表標題 Dislocation-induced mass transfer mechanism in nanostructured metallic materials.
3. 学会等名 The 10th IFAMST & The 1st Materials Conference in Greater Bay Area (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Ju, R. Iwase, Y. Kimura and Y. Toku
2 . 発表標題 Effect of High-Density Pulsed Electric-Current on the Mechanical Properties of Titanium Alloy.
3 . 学会等名 The 10th IFAMST & The 1st Materials Conference in Greater Bay Area ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Yoon, R. Iwase, S. Gu, Y. Toku and Y. Ju
2 . 発表標題 Influence of high-density electric current on quasistatic crack growth of SUS316.
3 . 学会等名 8th International Conference Mechanics and Materials in Design (M2D) 2019 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Kobayashi, Y. Morita, Y. Toku and Y. Ju
2 . 発表標題 Development of controllable release DDS based on temperature-responsive-polymer capped magnetic mesoporous silica.
3 . 学会等名 Euro Cancer Research Conference ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 P. Pei, Y. Xie, Y. Toku and Y. Ju
2 . 発表標題 Enhancement of the performance of solar water splitting based on high- density single-crystal Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> nanowire-array fabricated by stress-induced atomic-diffusion method.
3 . 学会等名 Advances in Functional Materials Conference 2019 ( 招待講演 ) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Iwase, J. Jung, Y. Tang, T. Kishi, A. Hosoi and Y. Ju
2. 発表標題 Damage recovery and property enhancement of metallic materials based on high-density pulsed electric-current.
3. 学会等名 The 10th IFAMST & The 1st Materials Conference in Greater Bay Area (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Toku and Y. Ju
2. 発表標題 Adhesion properties of nanowire surface fastener.
3. 学会等名 The 30th 2019 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Iwase, Y. Toku and Y. Ju
2. 発表標題 Mechanical properties of titanium alloy by high-density pulsed electric current.
3. 学会等名 8th International Conference Mechanics and Materials in Design (M2D) 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林耕大, 森田康之, 木村康裕, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 温度応答性高分子を応用した機能性DDSの開発
3. 学会等名 日本機械学会 第32回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口託土, 木村康裕, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 カーボンナノチューブシートを用いたフレキシブル透明導電膜の開発
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2019材料力学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林耕大, 森田康之, 脇本卓摩, 木村康裕, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 温度応答性高分子を利用した放出制御型DDSキャリアの開発
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2019材料力学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木澤蔵馬, 木村康裕, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 高周波高密度電流を利用したAu薄膜の密着強度の向上
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2019材料力学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 泉友里, 木村康裕, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 Cu <sub>20</sub> ナノ構造体の形状最適化および表面修飾による太陽光水分解変化効率の向上
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2019材料力学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩瀬 累, 木村康裕, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 高密度パルス電流を利用したチタン合金の機械的特性の向上
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2019材料力学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤篤志, 巨陽, 徳悠葵
2. 発表標題 マイクロ波を用いたステンレス合金の非接触ひずみ計測
3. 学会等名 日本機械学会 2019年度年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 フレキシブルナノワイヤ面ファスナーの開発
3. 学会等名 日本機械学会材料力学部門M&M若手シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村康裕, 巨陽
2. 発表標題 高密度電子流による原子集積を利用した金属マイクロ・ナノワイヤの成長挙動解明
3. 学会等名 日本機械学会材料力学部門M&M若手シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柳澤一星, 松永光広, 土肥優希, 木村文哉, 細井厚志, 巨陽, 川田宏之
2. 発表標題 熱酸化法により生成したSi基板上的Cu <sub>2</sub> Oナノワイヤの成長及び界面剥離メカニズム
3. 学会等名 第27回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村文哉, 細井厚志, 川田宏之, 巨陽
2. 発表標題 応力誘導法によるアルミニウムナノワイヤの創製及びその性状評価
3. 学会等名 日本機械学会関東学生会第58回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Izumi, Y. Toku and Y. Ju
2. 発表標題 Development of Cu <sub>2</sub> O 3D nanostructure used for photo electrode of solar water splitting
3. 学会等名 The 5th Asian Symposium on Material and Processing 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Togawa, Y. Toku, Y. Morita and Y. Ju
2. 発表標題 Control of shape and density of oxidized nanobelts
3. 学会等名 The 5th Asian Symposium on Material and Processing 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T.Taguchi, Y. Toku and Y. Ju
2. 発表標題 Improving spinnability of carbon nanotube sheet by controlling the density and alignment of carbon nanotubes array
3. 学会等名 The 5th Asian Symposium on Material and Processing 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 B.Tong ,M.Zhao,Y.Toku,Y. Morita and Y.Ju
2. 発表標題 Evaluation of DielectricConstant of Biomaterial Based on the Force-distancecurve Measured by Microwave Atomic-force Microscope
3. 学会等名 29th 2018 International Symposium on Micro-Nano Mechatronics and Human Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 泉友里，徳悠葵，森田康之，巨陽
2. 発表標題 Cu20 三次元ナノ構造体の創製と水分解光電極への応用
3. 学会等名 日本機械学会 2018年度年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 張亦琦，徳悠葵，森田康之，巨陽
2. 発表標題 熱酸化および還元プロセスによるCu20ナノワイヤアレイの創製と水分解への応用
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2018材料力学カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中悠貴, 徳悠葵, 森田康之, 巨陽
2. 発表標題 透明導電膜作製に向けた応力原子拡散単結晶Alナノワイヤアレイの創製
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2018材料力学カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 戸川陽介, 徳悠葵, 森田康之, 巨陽
2. 発表標題 SnO <sub>2</sub> ナノベルトの形状・密度制御に関する研究
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2018材料力学カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田口託土, 徳悠葵, 森田康之, 巨陽
2. 発表標題 カーボンナノチューブアレイの密度および配向性 制御によるカーボンナノチューブシート紡績性の向上
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2018材料力学カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤大博, 徳悠葵, 森田康之, 巨陽
2. 発表標題 銅ナノワイヤ面ファスナーの接着強度向上に向けた影響因子の最適化
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2018材料力学カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河合航大, 徳悠葵, 森田康之, 巨陽
2. 発表標題 酸化亜鉛薄膜を利用した多点型微小圧力検出センサの開発
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2018材料力学カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林耕大, 森田康之, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 放出制御型 DDS を目指したコアシェル型ナノ粒子 への温度応答性高分子の利用
3. 学会等名 日本機械学会 2018年度年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M.Kato, Y. Toku, Y. Morita and Y. Ju
2. 発表標題 Development of Nanowire Surface Fastener Used for Room Temperature Bonding
3. 学会等名 The 5th International Conference on Nanomechanics and Nanocomposites (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Ju
2. 発表標題 Enhancement of Fatigue Life and Elongation of Aluminum Alloy by High-Density Pulsed Electric-Current
3. 学会等名 6th International Conference on Integrity - Reliability - Failure (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Ju
2 . 発表標題 Conductivity measurement of metallic nanowires by Microwave Atomic Force Microscopy
3 . 学会等名 International Conference on Manipulation, Automation and Robotics at Small Scales 2018 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y.Cui and Y. Ju
2 . 発表標題 Mechanical bonding between metallic nanowires and films: an atomistic simulation
3 . 学会等名 The 5th International Conference on Nanomechanics and Nanocomposites (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y.Ueda, Y.Toku, Y.Morita and Y.Ju
2 . 発表標題 Electromagnetic Performance of Spirally Deformed Coated Nanowires
3 . 学会等名 6th International Conference on Integrity - Reliability - Failure (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Toku, K. Kizawa, K. Sugiura, Y. Morita and Y. Ju
2 . 発表標題 Improvement of Thin Film Adhesion Strength via Current Application
3 . 学会等名 Asia-Pacific Conference on Fracture and Strength 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 M.Kato,Y. Toku,Y. Morita and Y. Ju
2 . 発表標題 Improvement of adhesion strength of the copper nanowire surface fastener by investigating the diameter ratio of nanowires
3 . 学会等名 6th International Conference on Integrity - Reliability - Failure (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Ju, M. Kato and Y.Toku
2 . 発表標題 Enhancement of Adhesive Strength of Nanowire Surface Fastener Used for Room Temperature Bonding
3 . 学会等名 The 14th International Conference on Nanostructured Materials (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Ju
2 . 発表標題 Quantitative Evaluation of Permittivity at the Nanoscale Based on the Force-Distance-Curve Measurement of Microwave AFM
3 . 学会等名 International Conference on Manipulation, Automation and Robotics at Small Scales (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Y. Morita, R. Sakurai, T. Wakimoto, B. Xu, Y. Toku, G. Song, Q. Luo, and Y. Ju
2 . 発表標題 tLyP-1-conjugated Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> @mSiO <sub>2</sub> core-shell nanoparticles for tumor-targeted drug delivery
3 . 学会等名 Advanced Energy Materials 2017 (AEM2017) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 B. Tong, M. J. Zhao, Y. Toku, Y. Morita and Y. Ju
2. 発表標題 Establishment of theoretic model for force curve analysis with microwave of dielectric materials on microwave atomic force microscopy
3. 学会等名 19th International Conference on Electronics Materials and Packaging (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Ju, M. Kato, R. Nonomura, Y.Toku, and Y. Morita
2. 発表標題 Enhancement of Adhesive Strength of Nanowire Surface Fastener Used for Room Temperature Bonding
3. 学会等名 19th International Conference on Electronics Materials and Packaging (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 笠原龍太郎, 徳悠葵, 森田康之, 巨陽
2. 発表標題 Cu <sub>20</sub> /Cuコアシェルナノワイヤアレイによる太陽光水分解光電極の作製
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2017 材料力学カンファレンス
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上田祐志, 徳悠葵, 森田康之, 巨陽
2. 発表標題 自己変形発現により作製した金属被覆微小コイルの電磁気特性評価に関する研究
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2017 材料力学カンファレンス
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野々村陸, 徳悠葵, 森田康之, 巨陽
2. 発表標題 機能性ナノワイヤ面ファスナーの接着強度および熱伝導特性の向上
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2017 材料力学カンファレンス
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 脇本卓磨, 森田康之, 徳悠葵, 巨陽
2. 発表標題 温度刺激に対する高分子の相転移特性を用いたナノ粒子の薬剤放出制御
3. 学会等名 日本機械学会 第30回 バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計5件

産業財産権の名称 金属の機械特性向上方法	発明者 巨陽, 丸本裕貴, 顧少杰, 尹盛文, 岩瀬累	権利者 国立大学法人東海国立大学機構
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-049181	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ナノ粒子の製造方法	発明者 巨陽, 小林耕大, 森田康之	権利者 国立大学法人東海国立大学機構
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-133041	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ナノワイヤ製造装置およびナノワイヤ製造方法	発明者 木村康裕, 巨陽	権利者 国立大学法人名古屋大学
産業財産権の種類、番号 特許、特開2022-041761	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 酸化銅ナノワイヤおよびその製造方法	発明者 細井厚志, 川田宏之, 柳澤一星, 松永光広, 土肥優希, 巨	権利者 学校法人早稲田大学、国立大学法人名古屋大学
産業財産権の種類、番号 特許、特開2021-143094	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 金属膜の製造方法	発明者 徳悠葵, 巨陽, 杉浦弘太郎	権利者 国立大学法人名古屋大学
産業財産権の種類、番号 特許、特開2019-196509	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

科学研究費 基盤研究(S)  
<http://www.mech.nagoya-u.ac.jp/ju/kakenhikibans.html>

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
研究分担者	細井 厚志 (HOSOI Atsushi) (60424800)	早稲田大学・理工学術院・教授  (32689)	
研究分担者	徳 悠葵 (TOKU Yuhki) (60750180)	名古屋大学・工学研究科・講師  (13901)	
研究分担者	木村 康裕 (KIMURA Yasuhiro) (70803740)	名古屋大学・工学研究科・助教  (13901)	
研究分担者	森田 康之 (MORITA Yasuyuki) (90380534)	熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・教授  (17401)	

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
---------	---------