

令和 2 年 5 月 25 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05759

研究課題名（和文）超高精度光ナノグリッド基準と光絶対スケールコムの新創出が拓く精密光計測フロンティア

研究課題名（英文）Frontier of the precision optical metrology created by the ultra-precision optical nano-grid reference artifact and the absolute optical scale comb

研究代表者

高 偉 (Gao, Wei)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：70270816

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 77,700,000 円

研究成果の概要（和文）：超精密光計測学のフロンティア開拓を目的として、2軸光ナノグリッドと光絶対周波数コムを融合した多軸光絶対スケールコムを開発した。干渉グリッド定在波生成光学系を構築し、100mm四方の大面積に渡るサブ μm ピッチのナノグリッドを一括露光するとともに、そのZ平面度、XYピッチ誤差の一括自律校正法を確立した。さらに、ナノグリッドの分光機能をもとに光コム光源を光絶対スケールコムに変換する新理論を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で提案する光絶対スケールコムは、「周波数」および「時間」の国家標準に直結した高安定・高精度な光学式計測を実現するもので、その学術的意義が大きい。ノーベル物理学賞を受賞した光周波数コムを基盤とする超精密光計測学のフロンティアを切り拓き、各種生産加工現場と国家標準とを直結して計測校正精度を現場での安定性限界まで向上するもので、関連分野を含む産業的科学的波及性が高いなど、社会的意義が大きい。

研究成果の概要（英文）：Aiming to create a Frontier of the precision optical metrology, the absolute optical scale comb that can be realized by a fusion of the two-axis optical nano-grid reference artifact and the optical frequency comb has been developed. A multi-beam interferometer has been developed to fabricate two-axis optical nano-grid reference artifact with a sub-micrometric grating pitch over a size of 100mm \times 100mm. In addition, the self-calibration method has been developed for the evaluation of the Z-out-of-flatness and the XY-directional pitch deviation of the optical nano-grid reference artifact. Furthermore, a method of generating the absolute optical scale comb with the enhancement of the dispersive function of the optical nano-grid reference artifact has been established.

研究分野：生産工学・加工学

キーワード：精密位置決め 加工計測 超精密計測

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 申請者らは次世代XYZ3軸超精密平面ステージなどの計測制御のために、XY方向に分布する正弦波微細グリッド基準面を用いた多軸計測の研究に取り組んできた^{①-③}。超精密機械加工でピッチ10 μm の大面积軟質金属正弦波グリッド基準面(100mm四方)を10nmの高精度で製作し^①、それを用いたサブnm級6自由度全軸精密光スケールを世界で初めて開発している^②。回折光学系の採用により、レーザ波長オーダーの超短ピッチグリッド基準面への対応が理論上可能となり、高価なレーザ干渉測長機を複数組み合わせる従来の煩雑な多軸計測系に取って代わる次世代多軸変位角度光計測技術を確立しつつある^③。

(2) さらに、グリッド基準面の多軸分光機能を利用して、全軸精密光スケールの回折光学系にフェムト秒レーザ光源を用い、光絶対周波数コムを多軸角度変位光スケールコムに変換する新理論を構築している^④。これまでの10 μm ピッチ軟質金属正弦波グリッド基準面を一桁以上短ピッチ化高精度化した高安定サブ μm ピッチ・サブnm精度光ナノグリッド基準の製作という課題が解決できれば、時間・周波数国家標準の光周波数コムに直結した超高精度・高安定多軸基準を各種製造現場に提供し、サブnm加工精度が求められる次世代生産工学に不可欠な精度保証基盤を確立できる見通しを得ている。

(3) 光ナノグリッド基準を創出し、次世代多軸光絶対スケールコムを実現させる方策について種々検討した結果、マルチビーム干渉と光偏光制御法による全く新しい2軸光干渉グリッド定在波一括転写法をひらめいた。さらに、従来の外部基準比較校正法では実現できないサブnm精度保証を短時間でできる独自の誤差分離型自律校正法も考案したので、光ナノグリッド基準多軸光絶対スケールコム(図1)の開発を合わせた今回の研究計画の立案に至った。

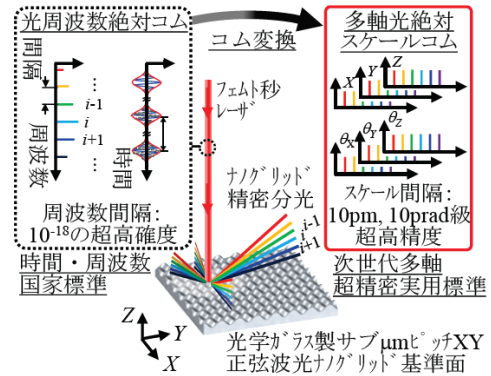


図1 多軸光絶対スケールコム

2. 研究の目的

(1) 独自のマルチビーム干渉法と偏光変調制御法の開発によって、サブ μm ピッチ高安定光ナノグリッド基準を従来より一桁高い精度と効率で製作できる斬新な2軸干渉グリッド定在波生成光学系を提案し、2軸光干渉グリッド定在波の一括転写を実現すること【目的1】。

(2) 光ナノグリッド基準のZ平面度とXYピッチ誤差を評価用レーザ干渉形状測定機の誤差から分離して短時間で超高精度に一括評価する独自の誤差分離型自律校正法を新たに提案し、短時間で大面积光ナノグリッド基準のサブnm精度保証を実現すること【目的2】。

(3) 光ナノグリッド基準と光絶対周波数コムを融合した革新的な多軸光絶対スケールコムの創出によって、超精密光計測学のフロンティアを拓くこと【目的3】。

3. 研究の方法

(1) 上記【目的1】の実現に向け、レーザ波面を三つに分割した後に重畳干渉させることでXYナノグリッド定在波を生成する波面分割光学系と、XYビーム干渉による定在波の歪成分を解消する偏光変調制御法とを組み合わせ、マルチビーム2軸光干渉グリッド定在波一括転写システムを開発する。レーザ波面三分割光学系では、目標のXYグリッド面積に合わせてサイズを決定した独立回転可能な2枚のミラーを用いて入射レーザ光を直接ビーム、Xビーム、Yビームに分割し、ガラス基板上でマルチビーム干渉によるXYグリッド定在波が生成されるようアライメントする。また、提案の偏光変調制御法実現に向けて構築する偏光制御ユニットでは、2枚の半波長板を用い、1枚は高速軸方位が45度となるようXビーム光路に設置してその偏光方位を90度回転させることで干渉グリッド定在波歪成分の原因となるXYビーム間の干渉を防ぐとともに、もう1枚は高速軸方位が22.5度となるよう直接ビーム光路に設置し、直接ビームの偏光方位がXYビームに対して対称になるようにすることで、歪成分がない高精度干渉XYグリッド定在波生成を実現する。さらに、HeCdレーザ光源から空間フィルタとコリメートレンズの組み合わせで径300mm超のレーザビームを生成する拡大ビーム生成光学系を構築し、これをレーザ波面三分割光学系と偏光制御ユニットと組み合わせることで2軸干渉グリッド定在波生成光学系を構築し、2軸光干渉グリッド定在波の一括転写を試みる。

(2) 上記【目的2】の実現に向け、恒温室に設置されるレーザ干渉形状測定機に対して、光ナノグリッド基準に測定ビームを入射した際に1次反射回折光が測定ビーム入射方向に回帰するようXY光ナノグリッド基準を配置(リロー配置)することを可能とするグリッド基準回転機構を付与することで、XY光ナノグリッド基準の自律校正システムを構築する。測定対象であるXYナノグリッド基準と同程度の平面度誤差を有するレーザ干渉形状測定機内の参照鏡の平面度誤差を取り除いた形での光ナノグリッド基準XYピッチ誤差、Z平面度誤差評価を実現するため、新たな演算アルゴリズムを構築し、計算機シミュレーション

ュレーションによりその妥当性を定量的に見積もる。さらに、構築した自律校正システムで得られた0次反射回折光, ± 1 次反射回折光の波面情報データをもとに、新たに確立したアルゴリズムを用いて演算処理を行い、レーザ干渉形状測定機の参照鏡平面度誤差, XY ナノグリッドの平面度誤差およびピッチ誤差一括評価(校正)を実現する。

(3) 上記【目的 3】の実現に向け, XY ナノグリッド基準に対してモード同期フェムト秒レーザ(光周波数コム)を入射して角度スケールコムに変換する光学系を構築する。コリメートした光周波数コムを等間隔ピッチを有するXY ナノグリッド基準に対して垂直に入射するよう配置することで, 周波数領域において等間隔に並んだ光周波数コムのモード群から各々のコムモードが異なる反射回折角度情報を有する反射1次回折光群(角度スケールコム)を生成する光学系を構築する。また, 角度スケールコム生成光学系に対してレーザオートコリメーション法をベースとする受光光学系を組み合わせることでフェムト秒レーザオートコリメータを構成し, 角度変位検出の高精度化を図る。受光光学系に対して分光器(光スペクトラムアナライザ)を導入し, 捕捉した光コムを周波数領域で分析する新たな角度検出手法を導入して角度検出信号の品質向上を図るとともに, 構築した光学系をベースとした絶対角度位置検出手法を新たに提案する。さらに, XY ナノグリッド基準を複数枚マトリクス状に並べてモザイクスケール格子を構成し, これを用いた多軸変位検出を実現するとともに, 新たに不等ピッチナノグリッドを導入した多軸絶対位置計測原理を創出し, その実現可能性を理論的・実験的に検証する。

4. 研究成果

(1) 【目的 1】の実現に向けて, レーザ波面三分割光学系, 偏光制御ユニットおよび拡大ビーム生成光学系を設計・試作し, これらを組み合わせてマルチビーム生成定在波一括転写システム(図 2)を開発した。開発当初は直交型 2 軸ロイドミラー干渉計をベースとしたマルチビーム一括転写システムを構築していたが, その検討過程において, 露光生成パターンにミリメートル級の縞模様が発現することが実験的に明らかになった。これに対して理論計算による検討を行ったところ, ミラーのごく僅かなミスアライメントが縞模様発現につながっており, 原理的に不可避であることを突き止めた。そこで, 直交型干渉計に替えて新たに非直交型 2 軸ロイドミラー干渉計を導入した。波動光学に基づいた数値解析シミュレーションをベースとする検討により, 縞模様の発現が原理的に回避可能であることを確認するとともに, 100mm 四方サイズのグリッド基準露光の際にもこの縞模様が発現しないことを実証し, 【目的 1】2 軸干渉グリッド定在波の一括転写を達成した。本成果をまとめた国際学術誌論文[論文③]は精密工学会沼田記念論文賞を受賞するなど, 学術的に高い評価を得ている。

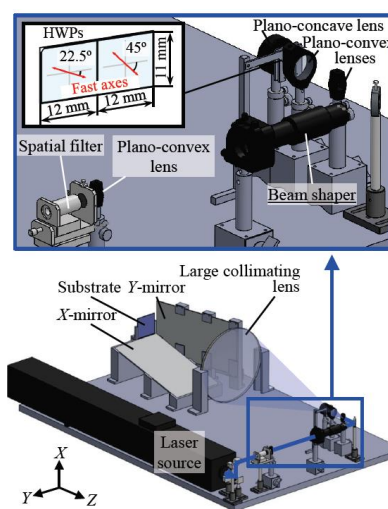


図 2 定在波一括転写システム

(2) また, 【目的 1】に関連して, 構築した非直交型 2 軸ロイドミラー干渉計で 100 mm 四方サイズのグリッド基準露光を試みたところ, 拡大ビーム内の光強度分布の影響が大きいことが明らかとなった。そこで, 拡大ビーム内の光強度分布をなるべく一様にする改良型光学系を導入することで, 光強度分布を改善するとともに, 拡大前のビームにおける小型の高精度偏光素子による高精度な偏光制御が可能となった。さらに, XY ナノグリッド基準露光プロセス・現像プロセスのモデル化を試みてその最適化を図るとともに, ビームシェイパの導入による更なる拡大ビーム内光強度分布の一様化を図り, 2 軸干渉グリッド定在波の一括転写により生成するXY ナノグリッド基準の更なるパターン均一化, 高精度化を達成した(図 3)[論文②]。これは, 光絶対スケールコム実現に不可欠な高精度光グリッドの生成手法実用化に向けての重要な成果である。

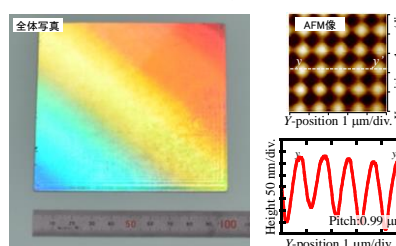


図 3 試作したナノグリッド

(3) 【目的 2】の実現に向けて, 光ナノグリッド基準に傾斜角を与えてリトロー配置を実現するグリッド基準回転機構を有するナノグリッド評価装置を構築するとともに(図 4), 干渉計の参照面誤差を分離評価する自律校正アルゴリズムを構築し, 計算機上で数値計算シミュレーションを行い, その妥当性を検証した。レーザ干渉形状測定機上で回折光波面情報取得のため光ナノグリッド基準を傾斜させると, その波面情報測定範囲は0次光取得時の測定範囲と一致せず, そのままでは評価が原理的に困難となることが原理検討の過程で判明した。この問題に対して, フーリエ級数展開をベースとする計算アルゴリズムを新たに導入した。これにより, 100mm 四方サイズの大型光ナノグリッド基準のZ平面度とXYピッチ誤差, および干渉形状測定機の参照鏡誤差を原理的に分離して求められるようになった。構築したグリッド基準回転機構を用いてリトロー配置を実現して0次反射回折光, ± 1 次反射回折光の波面情報データを得るとともに, 得られたデータに対して新たに構築した計算アルゴリズムを適用することで, レーザ干渉形状測定機の参照鏡平面度誤差, XY ナノグリッドの平面度誤差およびピッチ誤差一括評価(校正)を実現し(図 5), 【目的 2】短時間での100mm × 100mm 大面積XY

光ナノグリッド基準のサブnm級格子ピッチ精度保証が可能であることを実証した[論文⑱,⑳]. これは従来にない新たな手法による迅速高精度なXY光ナノグリッドの精度保証を実現するもので、学術的価値が高いとともに、工作機械等で多用されるリニアスケールの校正にも有効であることから、工業的意義が大きい。

(4) また、【目的 2】に関連して、光コムをベースとしたトレーサブルな格子ピッチ絶対校正手法を開発した。測定対象である反射型回折格子を高精度回転ステージに搭載し、回折格子に光コムレーザを入射して得られる1次回折光群に含まれる各モードについて個別に成立するリトロー配置を利用することで、ピコメートル級の測定不確かさが実現できる可能性を不確かさ解析による理論的検討、およびプロトタイプ光学系を用いた実験により明らかにした[論文㉑]. 得られた成果に関する学会講演が生産技術関係の国際会議(LEM21)で Young Researcher Award を受賞し、投稿論文推薦を受けるなど、その取り組みは国内外で高い評価を得ている。

(5) 【目的3】の実現に向けて、XYナノグリッド基準と光周波数コムから角度スケールコムを創出する方法論の確立に向けて数値計算シミュレーションを含む原理検討を行うとともに、プロトタイプ光学系を設計・構築した。市販の光周波数コムレーザ光源と1 μmピッチの反射型回折格子を用いた光学系により、角度測定レンジの飛躍的拡大(4.2°)を実現するとともに、ファブリペローエタロン導入によるコム間隔調整手法を確立し、高安定の光学式角度基準の創出に成功した[論文⑤]. さらに、このプロトタイプ光学系にレーザオートコリメーションの原理を融合し、サブ角度秒級の高分解能と広測定レンジ(6°超)を両立した角度スケールコムを実現した(図6). さらに、シングルモードファイバと光スペクトラムアナライザからなる受光ユニットを導入し、捕捉光コムを周波数領域で分析する新たな角度検出手法を用いて、角度検出信号の品質向上を図る[論文④]とともに絶対角度検出を実現した(図7)[論文㉒]. なお、[論文⑤]は当該分野で一流学術誌とされる Precision Engineering 誌に掲載されるとともに、精密工学会論文賞を受賞し、学会講演が優秀研究奨励賞を受賞するなど学術的に高い評価を得るとともに、解説記事の執筆依頼を受けるなど、当該研究分野に高いインパクトを与えている。

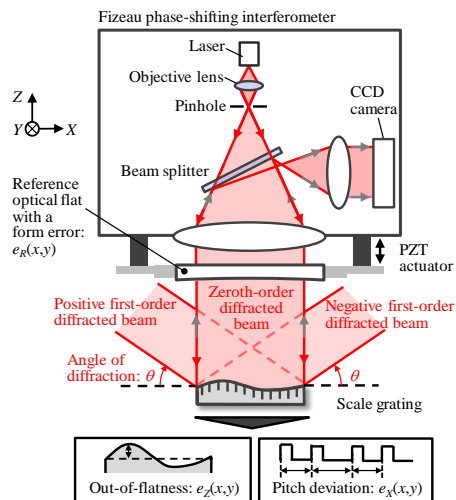


図4 ナノグリッド評価装置

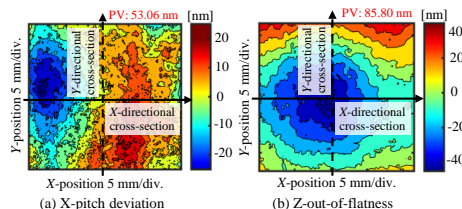


図5 XYピッチ誤差, Z平面度評価結果

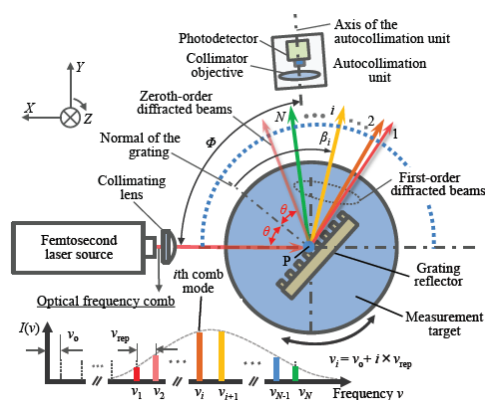


図6 角度スケールコム光学系

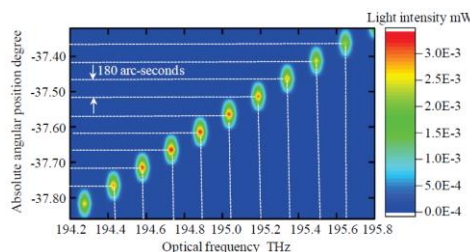


図7 絶対角度検出結果

(6) また、【目的 3】の実現に向け、XYグリッド基準をマトリクス状に並べたモザイク格子を構成してこれをスケールとして用いるとともに、マルチビーム読み取りヘッド光学系を構成してXYZ3軸変位検出実験を試み、マルチビームで得られた読み取り信号をつなぎ合わせる(スティッチング)することでXYグリッド基準のつなぎ目に影響を受けずに変位検出が実現できることを実証した。また、読み取り光学ヘッドの最適化設計により並進変位検出系-角度変位検出系間のクロストーク低減に成功した。

さらに、変位検出の絶対化のために、2軸可変ピッチ回折格子(VLS格子)と光コムレーザを融合した多軸絶対位置計測の原理を創出し、プロトタイプ光学系による実験的検証によりその有効性を明らかにして、多軸絶対位置・角度の同時計測を実現する多軸光絶対スケールコム創出を実現した(図8)[出願特許]. これは、本研究が目指す精密光計測フロンティアの更なる開拓実現に向けた重要な成果である。

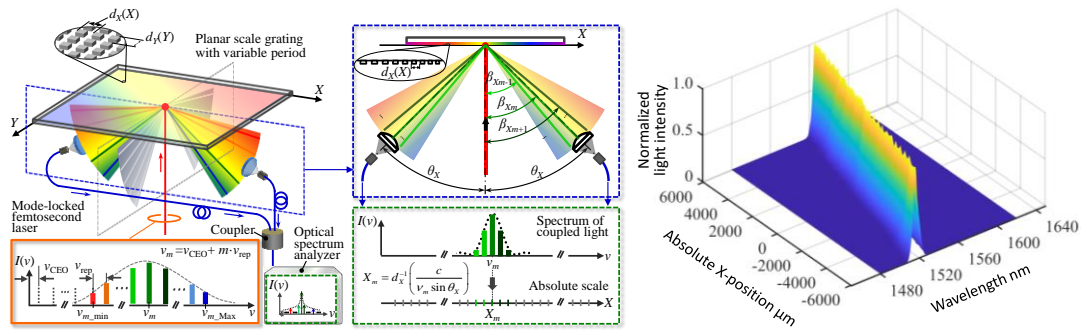


図 8 多軸絶対位置スケールコム光学系と、得られた検出光周波数-絶対位置マップ

(7) また、【目的 3】に関連して、XY グリッド基準を浮体に載せ、3 軸オートコリメータの原理で 3 軸傾斜を一括取得する、液面基準型の 3 軸傾斜センサの原理を構築し、センサプロトタイプによる実験的検証でその有効性を明らかにしている[論文⑳]。さらに、Er ドープファイバを用いたフェムト秒レーザー光源光学系の構築に取り組み、波長帯域幅 1000nm 超のフェムト秒レーザー光源の開発に成功している。これは、精密光計測フロンティア開拓の基礎を固める重要な成果である。

(8) さらに、超精密計測学のフロンティア拡大に向け、光周波数コム共焦点プローブの原理を新たに開発したデュアルピンホール光学系で得られた応答スペクトルを用いた正規化手法を新たに導入することで急峻な共焦点応答スペクトルを得ることに成功し、測定レンジ $40 \mu\text{m}$ に渡る高分解能 (30nm) の高さ計測を実現している(図 9)。光周波数コムは一般的に平坦ではなく、共焦点プローブ光源に適用した場合、質の良い共焦点応答スペクトルを得るのが困難で、高精度計測実現の妨げとなっていた。本研究では、共焦点セットアップをずらして設定したデュアルピンホール光学系中の各々のピンホールで得られた応答スペクトルを用いた正規化手法を新たに導入することで、半値幅 3nm の急峻な共焦点応答スペクトルを得ることに成功した。これにより、測定レンジ $40 \mu\text{m}$ に渡り高品質の共焦点応答スペクトルによる変位計測を実現した[論文⑨, ㉑]。

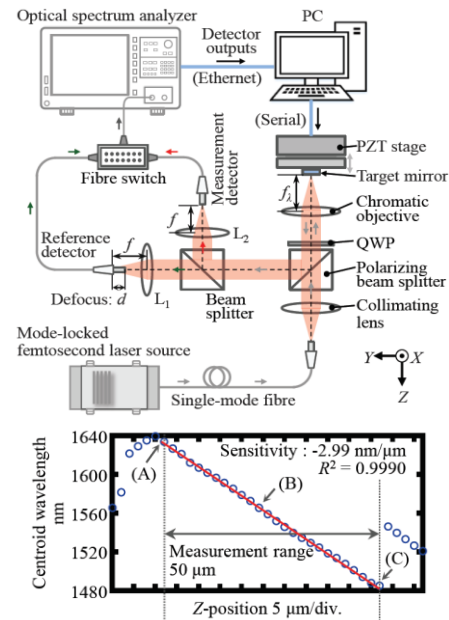


図 9 新提案のデュアルピンホール光学系共焦点プローブと変位検出結果

(9) 一連の研究は当該研究分野に大きなインパクトを与えており、多軸光スケールコムに関連して発表した学術論文が Precision Engineering 誌において、Highly cited paper in 2016 (引用数トップ 5 論文の 1 つ) に選ばれている。さらに、世界的に認知されている国際生産工学アカデミー (CIRP) の学術誌に掲載の関連論文が、SCI の高被引用文献 (Engineering の Academic field の上位 1% にランクされている) に選ばれるなど、世界および日本において学術的に高いインパクトを示している。これら研究業績に関連して 文部科学大臣表彰科学技術賞 (高, H31)、若手科学者賞 (清水, H28) を受章、精密工学会論文賞・沼田記念論文賞 など国内外の賞を複数受賞 (16 件) し、国際会議で計 14 件の基調講演を行う など (H27:2, H28:3, H29:3, H30:4, H31:2)、その学術水準が高く評価されている。特に、生産工学分野で国際的に最も権威ある国際生産工学アカデミー (CIRP) の精密工学セッション (STC-P) の Chairman に就任 (高, H27-30) し、総会で 2 度 Keynote speech を行うなど (H27, H31, 引用文献③, 論文①)、当該分野を先導する役割を果たしている。また、これら成果に関連して産総研、民間企業との共同研究を開始するなど、「学」のみならず「産・官」からも高い注目を集めており、関連分野を含む産業的科学的波及性が非常に高い。

<引用文献>

- ① A. Kimura, W. Gao et al., Design and construction of a two-degree-of-freedom linear encoder for nanometric measurement of stage position and straightness, *Precis. Eng.*, Vol. 34, 2010, pp. 145-155.
- ② X. Li, W. Gao, H. Muto, Y. Shimizu, S. Ito, S. Dian, A six-degree-of-freedom surface encoder for precision positioning of a planar motion stage, *Precis. Eng.*, Vol. 37, 2013, pp. 771-781.
- ③ W. Gao et al., Measurement technologies for precision positioning, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, Vol. 64, No. 2, 2015, pp. 773-796.
- ④ 清水裕樹, 高偉, 伊東聡, 工藤幸利, 特許第 6391155 号, 絶対角測定装置及び絶対角測定装置.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計53件（うち査読付論文 53件 / うち国際共著 19件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 W. Gao, H. Haitjema, F.Z. Fang, R.K. Leach, C.F. Cheung, E. Savio, J.M. Linares	4. 巻 68-2
2. 論文標題 On-machine and in-process surface metrology for precision manufacturing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 CIRP Annals-Manufacturing Technology	6. 最初と最後の頁 843-866
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cirp.2019.05.005	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 Yuki Shimizu, Wei Gao, Hiraku Matsukuma, K?roly Szipka, Andreas Archenti	4. 巻 69-1
2. 論文標題 On-machine angle measurement of a precision V-groove on a ceramic workpiece	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CIRP Annals-Manufacturing Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Bo Wen, Yuki Shimizu, Yu Watanabe, Hiraku Matsukuma, Wei Gao	4. 巻 -
2. 論文標題 On-machine profile measurement of a micro cutting edge by using a contact-type compact probe unit	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precisioneng.2020.03.014	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 Ryo Sato, Yuki Shimizu, Chong Chen, Hiraku Matsukuma, Wei Gao	4. 巻 9-19
2. 論文標題 Investigation and Improvement of Thermal Stability of a Chromatic Confocal Probe with a Mode-Locked Femtosecond Laser Source	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 4084
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app9194084	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 Bo Wen, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma, Keisuke Tohyama, Haruki Kurita, Yuan-Liu Chen, Wei Gao	4. 巻 -
2. 論文標題 A differential strategy for measurement of a static force in a single point diamond cutting by a force controlled fast tool servo	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6501/ab7d6f	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 Hiraku Matsukuma, Shuhei Madokoro, Wijayanti Dwi Astuti, Yuki Shimizu, Wei Gao	4. 巻 2
2. 論文標題 A New Optical Angle Measurement Method Based on Second Harmonic Generation with a Mode-Locked Femtosecond Laser	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanomanufacturing and Metrology	6. 最初と最後の頁 187-198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41871-019-00052-4	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 Hiraku Matsukuma, Ryo Ishizuka, Masaya Furuta, Xinghui Li, Yuki Shimizu, Wei Gao	4. 巻 2-2
2. 論文標題 Reduction in Cross Talk Errors in a Six Degree of Freedom Surface Encoder	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanomanufacturing and Metrology	6. 最初と最後の頁 111-123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41871-019-00039-1	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 -

1. 著者名 Hiraku Matsukuma, Masanori Matsunaga, Kai Zhang, Yuki Shimizu and Wei Gao	4. 巻 -
2. 論文標題 Fabrication of a Two-dimensional Diffraction Grating with Isolated Photoresist Pattern Structures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Automation Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Keisuke Adachi, Hiraku Matsukuma, Takuma Sugawara, Yuki Shimizu, Wei Gao	4. 巻 2-3
2. 論文標題 Integration of a CrN Thin Film Displacement Sensor into an XY Micro stage for Closed?Loop Nano positioning	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanomanufacturing and Metrology	6. 最初と最後の頁 131-139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41871-019-00040-8	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 Yuki Shimizu, Kazuki Mano, Hiroki Murakami, Shunsuke Hirota, Hiraku Matsukuma, Wei Gao	4. 巻 60
2. 論文標題 Design optimization of a non-orthogonal two-axis Lloyd's mirror interferometer for fabrication of large-area two-dimensional scale gratings	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 280-290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precisioneng.2019.07.022	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 Yuki Shimizu, Kazuki Mano, Kai Zhang, Hiraku Matsukuma, Wei Gao	4. 巻 58-9
2. 論文標題 Accurate polarization control in nanorthogonal two-axis Lloyd's mirror interferometer for fabrication of two-dimensional scale gratings	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Optical Engineering	6. 最初と最後の頁 92611
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/1.OE.58.9.092611	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 Ryo Sato, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma and Wei Gao	4. 巻 1
2. 論文標題 Analysis of temperature influence on a chromatic confocal probe with a mode-locked femtosecond laser	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTII2019)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) -	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 Ryo Sato, Yuki Shimizu, Hiraku Marsukuma, Wei Gao	4. 巻 -
2. 論文標題 PROFILE MEASUREMENT BY USING A FEMTOSECOND LASER CHROMATIC CONFOCAL PROBE	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the JSME 2020 Conference on Leading Edge Manufacturing/Materials and Processing LEMP2020	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) -	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 Ryo Sato, Chong Chen, Hiraku Matsukuma, Yuki Shimizu, Wei Gao	4. 巻 -
2. 論文標題 A new signal processing method for a differential chromatic confocal probe with a modelocked femtosecond laser	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6501/ab8905	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 Xin Xiong, Hiraku Matsukuma, Yuki Shimizu, Wei Gao	4. 巻 -
2. 論文標題 Evaluation of the pitch deviation of a linear scale based on a self-calibration method with a Fizeau interferometer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6501/ab8b83	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 Keisuke Adachi, Hiraku Matsukuma, Takuma Sugawara, Yuki Shimizu, Wei Gao, Eiji Niwa, Yoshihiro Sasaki	4. 巻 In press
2. 論文標題 Integration of a Cr-N Thin Film Displacement Sensor into an XY Micro-stage for Closed-loop Nano-Positioning	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanomanufacturing and Metrology	6. 最初と最後の頁 In press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41871-019-00040-8	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 J.M. Linares, G. Goch, A.Forbes, J.M. Sprauel, A. Clement, F.Haertig, W. Gao	4. 巻 67(2)
2. 論文標題 Modelling and traceability for computationally-intensive precision engineering and metrology	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 CIRP Annals-Manufacturing Technology	6. 最初と最後の頁 815-838
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cirp.2018.05.003	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 Yuan-Liu Chen, Yuki Machida, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma, Wei Gao	4. 巻 67(1)
2. 論文標題 A stitching linear-scan method for roundness measurement of small cylinders	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 CIRP Annals-Manufacturing Technology	6. 最初と最後の頁 535-538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cirp.2018.04.009	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 Yuan-Liu Chen, Yanhao Xu, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma, Wei Gao	4. 巻 29
2. 論文標題 High quality-factor quartz tuning fork glass probe used in tapping mode atomic force microscopy for surface profile measurement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 065014 (13pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6501/aab998	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 Chong Chen, Ryo Sato, Yuki Shimizu, Taku Nakamura, Hiraku Matsukuma, Wei Gao	4. 巻 9
2. 論文標題 A Method for Expansion of Z-Directional Measurement Range in a Mode-Locked Femtosecond Laser Chromatic Confocal Probe	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 454 (14pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app9030454	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 Xin Xiong, Yuki Shimizu, Xiuguo Chen, Hiraku Matsukuma and Wei Gao	4. 巻 9
2. 論文標題 Uncertainty Evaluation for Measurements of Pitch Deviation and Out-of-Flatness of Planar Scale Gratings by a Fizeau Interferometer in Littrow Configuration	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 2539 (19pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app8122539	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 Yuki Shimizu, Taiji Maruyama, Shota Nakagawa, Yuan-Liu Chen, Hiraku Matsukuma and Wei Gao	4. 巻 29
2. 論文標題 A PD-edge method associated with the laser autocollimation for measurement of a focused laser beam diameter	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 074006 (12pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6501/aac0a6	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 Yuki SHIMIZU, Kentaro UEHARA, Hiraku MATSUKUMA and Wei GAO	4. 巻 12(5)
2. 論文標題 Evaluation of the grating period based on laser diffraction by using a mode-locked femtosecond laser beam	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 18-00173(10pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jamdsm.2018jamdsm0097	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 Yuki SHIMIZU, Shuhei MADOKORO, Hiraku MATSUKUMA and Wei GAO	4. 巻 12(5)
2. 論文標題 An optical angle sensor based on chromatic dispersion with a mode-locked laser source	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 18-00154(10pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jamdsm.2018jamdsm0096	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 Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu, Jun Tamada, Kazuki Nakamura, Hiraku Matsukuma, Xiuguo Chen, and WeiGao	4. 巻 54
2. 論文標題 Laser autocollimation based on an optical frequency comb for absolute angular position measurement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 284-293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precisioneng.2018.06.005	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 高 偉	4. 巻 84(8)
2. 論文標題 光周波数コムを用いた角度計測	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 精密工学会誌	6. 最初と最後の頁 696-700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2493/jjspe.84.696	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 Yuki Shimizu, Ryo Aihara, Kazuki Mano, Chong Chen, Yuanliu Chen, Xiuguo Chen, Wei Gao	4. 巻 in press
2. 論文標題 Design and testing of a compact non-orthogonal two-axis Lloyd's mirror interferometer for fabrication of large-area two-dimensional scale gratings	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2017.12.004	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 Yindi Cai, Yuan-Liu Chen, Malu Xu, Yuki Shimizu, So Ito, Hiraku Matsukuma and Wei Gao	4. 巻 29
2. 論文標題 An ultra-precision tool nanoindentation instrument for replication of single point diamond tool cutting edges	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 054004 (12 pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1088/1361-6501/aaa913	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 Xiuguo Chen, Taku Nakamura, Yuki Shimizu, Chong Chen, Yuan-Liu Chen, Hiraku Matsukuma, Wei Gao	4. 巻 103
2. 論文標題 A chromatic confocal probe with a mode-locked femtosecond laser source	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Optics and Laser Technology	6. 最初と最後の頁 359-366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2018.01.051	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 Xiuguo Chen, Yuki Shimizu, Chong Chen, Yuan-Liu Chen, Wei Gao	4. 巻 36
2. 論文標題 Generalized method for probing ideal initial polarization states in multibeam Lloyd's mirror interference lithography of 2D scale gratings	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Vacuum Science & Technology B	6. 最初と最後の頁 021601 (10 pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1116/1.5016505	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 Yuki Shimizu, Satoshi Kataoka, Tatsuya Ishikawa, Yuan-Liu Chen, Xiuguo Chen, Hiraku Matsukuma and Wei Gao	4. 巻 18
2. 論文標題 A Liquid-Surface-Based Three-Axis Inclination Sensor for Measurement of Stage Tilt Motions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 398 (22 pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3390/s18020398	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 Zengyuan Niu, Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma, and Wei Gao	4. 巻 2
2. 論文標題 Error separation method for precision measurement of the Run-Out of a microdrill bit by using a laser scan micrometer measurement system	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Manufacturing and Materials Processing	6. 最初と最後の頁 4 (12 pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3390/jmmp2010004	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 Yuan-Liu Chen, Zengyuan Niu, Daiki Matsuura, Jung Chul Lee, Yuki Shimizu, Wei Gao, Jeong Seok Oh and Chun Hong Park	4. 巻 28
2. 論文標題 Implementation and verification of a four-probe motion error measurement system for a large-scale roll lathe used in hybrid manufacturing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 105004 (16 pp)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1088/1361-6501/aa7d33	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 Xiuguo Chen, Yuki Shimizu, Xin Xiong, Yuan-Liu Chen AND Wei Gao	4. 巻 25
2. 論文標題 Self-calibration of Fizeau interferometer and planar scale gratings in Littrow setup	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 21567-21582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1364/OE.25.021567	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 Xiuguo Chen, Zongwei Ren, Yuki Shimizu, Yuan-Liu Chen, and Wei Gao	4. 巻 25
2. 論文標題 Optimal polarization modulation for orthogonal two-axis Lloyd's mirror interference lithography	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 22237-22252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1364/OE.25.022237	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 Yuan-Liu Chen, Yindi Cai, Malu Xu, Yuki Shimizu, So Ito and Wei Gao	4. 巻 50
2. 論文標題 An edge reversal method for precision measurement of cutting edge radius of single point diamond tools	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 380-387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2017.06.012	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 Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu, Jun Tamada, Yukitoshi Kudo, Shuhei Madokoro, Kazuki Nakamura and Wei Gao	4. 巻 25
2. 論文標題 Optical frequency domain angle measurement in a femtosecond laser autocollimator	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 16725-16738
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1364/OE.25.016725	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 Zengyuan Niu, Yuan-Liu Chen, Daiki Matsuura, Jung Chul Lee, Ryo Kobayashi, Yuki Shimizu, So Ito, Wei Gao, Jeong Seok Oh and Chun Hong Park	4. 巻 18
2. 論文標題 Precision Measurement of Z -Slide Vertical Error Motion of an Ultra-Precision Lathe by Using Three-probe Method	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Precision Engineering and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 651-660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s12541-017-0078-4	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 F.Z. Fang, X.D. Zhang, W. Gao, Y.B. Guo, G. Byrne, H.N. Hansen	4. 巻 66
2. 論文標題 Nanomanufacturing; Perspective and applications	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 CIRP Annals-Manufacturing Technology	6. 最初と最後の頁 683-705
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.05.004	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 Yuan-Liu Chen, Yindi Cai, Keisuke Tohyama, Yuki Shimizu, So Ito, Wei Gao	4. 巻 In press
2. 論文標題 Auto-tracking single point diamond cutting on non-planar brittle material substrates by a high-rigidity force controlled fast tool servo	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 In press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precisioneng.2017.02.014.	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 Yangkun Zhang, Tien-Fu Lu, Wei Gao	4. 巻 -
2. 論文標題 Equivalent homogeneous model of D31-mode longitudinal piezoelectric transducers	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Intelligent Material Systems and Structures	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/1045389X17692054.	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 Yuki Shimizu, Yukitoshi Kudo, Yuan-Liu Chen, So Ito, Wei Gao	4. 巻 47
2. 論文標題 An optical lever by using a mode-locked laser for angle measurement	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 72-80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precisioneng.2016.07.006	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 YUKI SHIMIZU, RYO AIHARA, ZONGWEI REN, YUAN-LIU CHEN, SO ITO, AND WEI GAO	4. 巻 24
2. 論文標題 Influences of misalignment errors of optical components in an orthogonal two-axis Lloyd's mirror interferometer	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Optics EXPRESS	6. 最初と最後の頁 27521-27535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.24.027521	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 Yindi Cai, Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu, So Ito and Wei Gao	4. 巻 -
2. 論文標題 Molecular dynamics simulation of elastic?plastic deformation associated with tool?workpiece contact in force sensor?integrated fast tool servo	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Engineering Manufacture, Proc IMechE Part B.	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0954405416673116	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 Shigeaki GOTO, Minglei LI, So ITO, Yuki SHIMIZU and Wei GAO	4. 巻 10
2. 論文標題 A highly stable noncontact SPM for surface profile measurement and its application to insulating samples	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jamdsm.2016jamdsm0081	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 Yindi CAI, Xinghui LI, Ryo AIHARA, Ren ZONGWEI, Yuki SHIMIZU, So ITO and Wei GAO	4. 巻 10
2. 論文標題 Investigation on the three-dimensional light intensity distribution of the fringe patterns generated by a modified two-axis Lloyd's mirror interferometer	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jamdsm.2016jamdsm0080	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 Jun TAMADA, Yukitoshi KUDO, Yuan-Liu CHEN, Yuki SHIMIZU and Wei GAO	4. 巻 10
2. 論文標題 Determination of the zero-position for an optical angle sensor	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jamdsm.2016jamdsm0072	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 Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu, Yukitoshi Kudo, So Ito and Wei Gao	4. 巻 24
2. 論文標題 Mode-locked laser autocollimator with an expanded measurement range	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Optics EXPRESS	6. 最初と最後の頁 15554-15569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.24.015554	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 W. Gao, S.W. Kim, H. Bosse, H. Haitjema, Y.L. Chen, X.D. Lu, W. Knapp, A. Weckenmann, W.T. Estler, H. Kunzmann	4. 巻 64
2. 論文標題 Measurement technologies for precision positioning	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 CIRP Annals-Manufacturing Technology	6. 最初と最後の頁 773-796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cirp.2015.05.009	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 Yuan-Liu Chen, Yindi Cai, Yuki Shimizu, So Ito, Wei Gao, Bing-Feng Ju	4. 巻 26
2. 論文標題 Ductile cutting of silicon microstructures with surface inclination measurement and compensation by using a force sensor integrated single point diamond tool	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Micromechanics and Microengineering	6. 最初と最後の頁 25002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0960-1317/26/2/025002	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 Yuki Shimizu, Siew Leng Tan, Dai Murata, Taiji Maruyama, So Ito, Yuan-Liu Chen, Wei Gao	4. 巻 24
2. 論文標題 Ultra-sensitive angle sensor based on laser autocollimation for measurement of stage tilt motions	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 2788-2805
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.24.002788	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. L. Chen, Y. Cai, Y. Shimizu, S. Ito, W. Gao, B. F. Ju	4. 巻 43
2. 論文標題 On-machine measurement of microtool wear and cutting edge chipping by using a diamond edge artifact	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 462-467
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precisioneng.2015.09.011	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. Cai, Y. L. Chen, Y. Shimizu, S. Ito, W. Gao	4. 巻 369
2. 論文標題 Molecular dynamics simulation of subnanometric tool-workpiece contact on a force sensor-integrated fast tool servo for ultra-precision microcutting	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 354-365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2016.02.046	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96件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 49件)

1. 発表者名 W. Gao
2. 発表標題 On-machine and in-process surface metrology for precision manufacturing
3. 学会等名 The 69th General Assembly of CIRP, the International Academy for Production Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo Sato, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma and Wei Gao
2. 発表標題 Analysis of temperature influence on a chromatic confocal probe with a mode-locked femtosecond laser
3. 学会等名 The 14th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTII2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張凱, XuMalu, CaiYindi, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 A nano-indentation system for precision measurement of a single point diamond tool
3. 学会等名 2019年度砥粒加工学会学術講演会 (ABTEC2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李橋林, 齋藤俊樹, 町田裕貴, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 Uncertainty analysis of roundness measurement of a small cylinder based on the stitching linear-scan method
3. 学会等名 2019年度砥粒加工学会学術講演会 (ABTEC2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chong CHEN , Ryo SATO , Hiraku MATSUKUMA , Yuki SHIMIZU , Wei GAO
2. 発表標題 Theoretical investigation of the lateral resolution of a chromatic confocal microscopy with a mode-locked femtosecond laser source
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 Bo WEN , Yu WATANABE , Hiraku MATSUKUMA , Yuki SHIMIZU , Wei GAO
2. 発表標題 Design and verification of a measurement system for a micro tool cutting edge with a low measuring force
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 栗田悠生, 文博, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 切削力制御加工のための高安定な切削力検出に関する研究
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 佐藤遼, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 フェムト秒レーザを用いた共焦点顕微鏡における光軸変位計測高安定化に関する研究
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 廣田駿介, 安達圭祐, 石塚稜, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 光周波数コムを用いた絶対変位測定に関する研究
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 村上裕記, 石塚稜, 松永 雅教, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 非直交型2 軸ロイドミラー干渉計の高精度化に関する研究 -ビームシェイパによるコリメート光強度分布の平坦化-
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 Wei Gao
2. 発表標題 In-process metrology for smart manufacturing
3. 学会等名 The 18th International Manufacturing Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wei Gao
2. 発表標題 FS-FTS: an innovation of fast tool servo for nano-fabrication and in-process measurement of large-area micro optics
3. 学会等名 The 14th China-Japan International Conference on Ultra-Precision Machining Process (CJUMP2018) 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wei Gao
2. 発表標題 On-machine and in-process metrology for large-area microoptics by using FS-FTS
3. 学会等名 4th CIRP Conference on Surface Integrity (CIRP CSI 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wei Gao
2. 発表標題 In-situ dimensional metrology of precision parts for smart manufacturing
3. 学会等名 IEEE International conference on advanced manufacturing, ICAM 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chong Chen, Hiraku Matsukuma, Ryo Sato, Xiuguo Chen, Yuki Shimizu and Wei Gao
2. 発表標題 Theoretical investigation on measurement range of a femtosecond laser chromatic confocal probe by utilizing side-lobe of axial response
3. 学会等名 IEEE International conference on advanced manufacturing, ICAM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xin Xiong, Hiraku Matsukuma, Xiuguo Chen, Yuki Shimizu and Wei Gao
2. 発表標題 Fast evaluation of a linear scale by using a Fizeau interferometer and stitching technique
3. 学会等名 IEEE International conference on advanced manufacturing, ICAM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Lue Quan, Hiraku Matsukuma, Xiuguo Chen, Yuki Shimizu and Wei Gao
2. 発表標題 An Ultra-Sensitive Optical Angle Sensor for Pitch Deviations Measurement of Diffraction Gratings
3. 学会等名 IEEE International conference on advanced manufacturing, ICAM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yun Asumi, Hiraku Matsukuma, Yuki Shimizu, Wei Gao
2. 発表標題 An optical frequency comb operating in the mid-infrared region for wide-range and high-precision optical sensor
3. 学会等名 IEEE International conference on advanced manufacturing, ICAM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuri KANDA, Hiraku MATSUKUMA, Shaoqing YANG, Yuki SHIMIZU, Hajime INABA, and Wei GAO
2. 発表標題 Development of a fiber-laser-based frequency comb for precision dimensional metrology
3. 学会等名 IEEE International conference on advanced manufacturing, ICAM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryo Ishizuka, Hiraku Matsukuma, Yuki Shimizu, Wei Gao
2. 発表標題 Crosstalk error analysis of a multi-degree-of-freedom surface encoder for a planar motion stage
3. 学会等名 IEEE International conference on advanced manufacturing, ICAM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 CHONG CHEN, Xiuguo CHEN, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma, Wei Gao
2. 発表標題 Theoretical investigation of a femtosecond laser chromatic confocal probe with fiber illumination and pinhole illumination
3. 学会等名 The 17th International Conference on Precision Engineering, ICPE2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xin XIONG, Xiuguo CHEN, Yuki SHIMIZU, Hiraku MATSUKUMA, and Wei GAO
2. 発表標題 Fast evaluation of variable line spacing gratings by using a Fizeau Interferometer
3. 学会等名 The 17th International Conference on Precision Engineering, ICPE2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuan-Liu Chen, Keisuke Tohyama, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma and Wei Gao
2. 発表標題 A differential compensation strategy based piezoelectric force sensor system for force controlled ultra-precision diamond cutting
3. 学会等名 The 6th International Conference on Nanomanufacturing, nanoMan20188 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗田 悠生, 松隈 啓, 遠山 佳祐, 清水 裕樹, 高 偉
2. 発表標題 力センサを組み込んだ高速工具サーボによる切削力制御加工
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤 遼, 松隈 啓, 陳 衝, 清水 裕樹, 高 偉
2. 発表標題 フェムト秒レーザを用いた共焦点顕微鏡の温度安定性に関する研究
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長岡 将史, 松隈 啓, 清水 裕樹, 高 偉
2. 発表標題 微細光学素子形状測定のための走査型プローブ顕微鏡に関する研究
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿隅 結夢, 松隈 啓, 清水 裕樹, 高 偉
2. 発表標題 広帯域光周波数コムのための中赤外超短パルスレーザの開発
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石塚 稜, 松隈 啓, 清水 裕樹, 高 偉
2. 発表標題 平面ステージ精密制御用多軸サーフェスエンコーダの高精度化に関する研究
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 権 略, 松隈 啓, 清水 裕樹, 高 偉
2. 発表標題 A new method to evaluate pitch deviations of diffraction gratings by using optical angle sensor
3. 学会等名 2018年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神田悠利, 松隈啓, 清水裕樹, 稲場肇, 高偉
2. 発表標題 精密測定のためのファイバ型光周波数コムの開発
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第54期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松永雅教, 真野和樹, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 2軸微細格子製作のための小型露光装置の開発
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第54期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村一貴, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 光周波数コムを用いた角度センサの研究
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第54期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 文博, 余建平, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 On-machine Surface Metrology by a Force-Sensor Integrated Fast Tool Servo
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第54期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 陳衝, 松隈啓, 佐藤遼, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 Experimental research on measurement range of a chromatic pinhole illumination confocal probe by utilizing side-lobes of axial response
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第54期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 熊昕, 松隈啓, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 Study on the stitching technique for fast evaluation of the linear scale using a Fizeau interferometer
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第54期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wei Gao
2. 発表標題 Precision Manufacturing Metrology Based on Scanning Probe Systems
3. 学会等名 The 13th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTII 2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wei Gao
2. 発表標題 Measurement Technologies for Precision Manufacturing of Large-area Microoptics
3. 学会等名 International Symposium on Green Manufacturing and Applications (ISGMA2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Shimizu, Yuan-Liu Chen, Wei Gao
2. 発表標題 Optical Instruments for Measurement of the next-generation Stage Systems for Dimensional Metrology
3. 学会等名 Optical Society of Korea Summer Meeting 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wei Gao
2. 発表標題 In situ, in-line, on-machine and in-process surface metrology of precision parts
3. 学会等名 39th International MATADOR Conference on Advanced Manufacturing (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Bo Wen, Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu and Wei Gao
2. 発表標題 Force-controlled Diamond Cutting on Brittle Materials by Utilizing a Force Sensor Integrated Fast Tool Servo
3. 学会等名 The 13th China-Japan International Conference on Ultra-Precision Machining Process(CJUMP2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Bo Wen, Yuan-Liu Chen, Shu Wang, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma, Wei Gao
2. 発表標題 On-machine Measurement of Workpiece Inclination for Double-face Turning
3. 学会等名 The 7th International Conference of Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology (ASPEN2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Xiuguo Chen, Zongwei Ren, Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu and Wei Gao
2. 発表標題 Polarization ray-tracing model for orthogonal two-axis Lloyd's mirror interference lithography
3. 学会等名 The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keisuke Adachi, Takuma Sugawara, Yuki Shimizu, Yuan-Liu Chen, Wei Gao, Eiji Niwa and Yoshihiro Sasaki
2. 発表標題 Design and Verification of an XYZ Three-axis Micro Stage
3. 学会等名 The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kentaro Uehara, Yuki Shimizu, Yuan-Liu Chen, Wei Gao
2. 発表標題 Evaluation of grating periods by using pulsed laser source
3. 学会等名 The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshiki Saito, Yuki Machida, Yuki Shimizu, Yuan-Liu Chen and Wei Gao
2. 発表標題 Surface form measurement of a small roll workpiece
3. 学会等名 The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shuheii Madokoro, Yuki Shimizu, Yuan-Liu Chen and Wei Gao
2. 発表標題 Ultra-precision Angle Sensor with a Mode-locked Laser Source
3. 学会等名 The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuki Mano, Yuki Shimizu, Yuan-Liu Chen and Wei Gao
2. 発表標題 Fabrication of a two-dimensional diffraction grating by a two-axis Lloyd's mirror interferometer
3. 学会等名 The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Zengyuan Niu, Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu and Wei Gao
2 . 発表標題 Evaluation of relative vertical error motions of a bench center by using an optical micrometer
3 . 学会等名 The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Yuki Shimizu, Taku Nakamura, Yuan-Liu Chen and Wei Gao
2 . 発表標題 A confocal microscope with a mode-locked laser source
3 . 学会等名 The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Yuan-Liu Chen, Bo Wen, Minglei Li, Yuki Shimizu and Wei Gao
2 . 発表標題 Precision measurement of microoptics with double steep sidewalls by an atomic force microscopy with a linear-rotary scanning strategy
3 . 学会等名 The 13th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTII 2017)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Xiuguo Chen, Yuki Shimizu, Yuan-Liu Chen and Wei Gao
2 . 発表標題 Uncertainty analysis in the evaluation of pitch deviation and out-of-flatness of planar scale gratings by Fizeau interferometry
3 . 学会等名 The 13th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTII 2017)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 石塚 稜, 古田 雅也, 清水 裕樹, 陳 遠流, 陳 修国, 松隈 啓, 高 偉
2. 発表標題 平面ステージ精密制御用多自由度光センサのクロストーク誤差低減に関する研究
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 光周波数コム of 安定性評価に関する研究
2. 発表標題 神田 悠利, 楊 紹青, 陳 遠流, 清水 裕樹, 松隈 啓, 高 偉
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 安達 圭祐, 菅原 拓馬, 清水 裕樹, 陳 遠流, 高 偉, 丹羽 英二, 佐々木 祥弘
2. 発表標題 XYZ3軸マイクロステージに関する研究
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 上原 健太郎, 陳 遠流, 清水 裕樹, 陳 修国, 松隈 啓, 高 偉
2. 発表標題 回折格子の校正に関する研究
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 齋藤 俊樹, 町田 祐貴, 清水 裕樹, 陳 遠流, 松隈 啓, 高 偉
2. 発表標題 小型円筒ワークの精密表面形状測定に関する研究
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 間所 周平, 陳 遠流, 清水 裕樹, 松隈 啓, 高 偉
2. 発表標題 超精密角度センサに関する研究
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 真野 和樹, 相原 涼, 李 星輝, 清水 裕樹, 陳 遠流, 陳 修国, 松隈 啓, 高 偉
2. 発表標題 2軸ロイドミラー干渉計による回折格子製作に関する研究 コリメート光強度分布の評価
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 徐 馬祿, 陳 遠流, 蔡 引 (は女偏に弟), 清水 裕樹, 松隈 啓, 高 偉
2. 発表標題 エッジ反転法によるダイヤモンド工具刃先丸み半径の精密測定に関する研究
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 Bo Wen, Yuan-Liu Chen, Shu Wang, Yuki Shimizu, Hiraku Matsukuma, Wei Gao
2. 発表標題 Measurement of Workpiece Inclination by Using FS-FTS on a Diamond Turning Machine
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 Wei Gao
2. 発表標題 Nano-manufacturing and metrology of scale gratings for ultra-precision positioning
3. 学会等名 The 5th International Conference on Nanomanufacturing (nanoMan2016) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Wei Gao
2. 発表標題 Recent Advances in Sensor Technologies for Precision Positioning
3. 学会等名 The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT2016) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yuki SHIMIZU, Taiji MARUYAMA, Yuan-Liu CHEN, So ITO and Wei GAO
2. 発表標題 Investigation on the sensitivity of an optical angle sensor based on laser autocollimation
3. 学会等名 Optical Measurement Technology and Instrument (OTA2016) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yuki SHIMIZU, Takuma SUGAWARA, Keisuke ADACHI, So ITO, Wei GAO
2. 発表標題 A Design Study of an XYZ Micro-stage
3. 学会等名 The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 So ITO, Minglei LI, Yuanliu CHEN, Yanhao XU, Zengyuan NIU, Masaya FURUTA, Yuki SHIMIZU, Wei GAO
2. 発表標題 A Long Stroke Atomic Force Microscope for Surface Profile Measurement of Micro-optics
3. 学会等名 The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Zengyuan NIU, Yuan-LIU CHEN, Daiki MATSUURA, Yuki SHIMIZU, So ITO, Wei GAO, Jeongseok OH, Chunhong Park
2. 発表標題 Precision On-machine Measurement of Error Motion of Carriage Slide on a Drum Roll Lathe
3. 学会等名 The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shaoqing YANG, Yuan-liu CHEN, So ITO, Yuki SHIMIZU, Wei GAO
2. 発表標題 Measurement of the Optical Frequency Stability of a Mode-Locked Laser
3. 学会等名 The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yu WATANABE, Sho SEKINE, So ITO, Yuki SHIMIZU, Wei GAO, Taiga YAMAMOTO, Toshihiko KANAYAMA
2. 発表標題 Profile Measurement of a Micro Cutting Edge by using a Contact-type Stylus Probe with Low Measuring Force
3. 学会等名 The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Keisuke TOHYAMA, Yuan-liu CHEN, So ITO, Yuki SHIMIZU, Wei GAO
2. 発表標題 In-process Tilt Measurement of a Brittle Material Workpiece by using a Force-sensor Integrated Diamond Cutting Tool
3. 学会等名 The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Taku NAKAMURA, Yuki SHIMIZU, So ITO, Yuan-liu CHEN, Wei GAO
2. 発表標題 Optical Analysis of a Confocal Microscope
3. 学会等名 The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yindi Cai, Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu, So Ito, and Wei Gao
2. 発表標題 Molecular dynamics simulation of form measurement process of soft materials using atomic force microscope
3. 学会等名 IEEE 11th Annual International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (NEMS2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Zongwei Ren, Yuki Shimizu, Ryo Aihara, Yuan-Liu Chen, So Ito, Wei Gao
2. 発表標題 Development of an orthogonal two-axis Lloyd's mirror interferometer for fabrication of two-axis scale grating
3. 学会等名 The 12th China-Japan International Conferences on Ultra-Precision Machining Processes (CJUMP2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Zongwei REN, Ryo AIHARA, Yuki SHIMIZU, So ITO, Yuan-Liu Chen, Wei GAO
2. 発表標題 Analysis of a Lloyd's Mirror Interferometer for Fabrication of Gratings
3. 学会等名 IEEE 16th International Conference on Nanotechnology (IEEE NANO 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yuan-Liu Chen, K. Tohyama, Yuki Shimizu, So Ito, Wei Gao
2. 発表標題 Diamond cutting of brittle materials on inclined surfaces based on a thrust force controlled cutting strategy
3. 学会等名 The 5th International Conference on Nanomanufacturing (nanoMan2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Y.D. Cai, Y.L. Chen, Yuki Shimizu, So Ito and W. Gao
2. 発表標題 Molecular dynamics simulation of scanning process in Atomic Force Microscope form measurement
3. 学会等名 The 5th International Conference on Nanomanufacturing (nanoMan2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 上原健太郎, 工藤幸利, 陳遠流, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉
2. 発表標題 光周波数コム光源を用いた光学式センサに関する研究
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 楊紹青, 陳遠流, 伊東聡, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 Measurement of the Repetition Rate Stability of a Mode-Locked Laser
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 任宗偉, 相原涼, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉
2. 発表標題 An optical configuration for the Lloyd's mirror interferometer for fabrication of gratings having symmetrical profiles
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 遠山佳祐, 陳遠流, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉
2. 発表標題 カセンサ搭載型ダイヤモンド切削工具を用いた脆性材料ワークのインプロセスチルト測定
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 渡邊佑, 高偉, 清水裕樹, 伊東聡, 山本泰河, 金山利彦
2. 発表標題 低測定力測定機を用いた工具刃先の形状測定に関する研究
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 徐延昊, 陳遠流, 伊東聡, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 Profile measurement of a steep slope surface by using a long stroke scanning probe microscope
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 安達圭祐, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉, 丹羽英二, 佐々木祥弘
2. 発表標題 XYZマイクロステージに関する研究
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 真野和樹, 相原涼, 李星輝, 伊東聡, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 2軸口イドミラー干渉計による回折格子製作に関する研究
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 仲村拓, 清水裕樹, 伊東聡, 陳遠流, 高偉
2. 発表標題 白色共焦点顕微鏡の光学系設計に関する研究
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 間所周平, 丸山泰司, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉
2. 発表標題 シングルセル受光素子を用いた光学式角度センサの高感度化に関する研究
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 齋藤俊樹, 町田裕貴, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉, 山崎宏, 柴本裕輔, 花岡浩毅
2. 発表標題 水平走査型測定法による小型円筒試料の精密形状測定
3. 学会等名 2016年度精密工学会東北支部学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 W. Gao, S.W. Kim, H. Bosse, H. Haitjema, Y.L. Chen, X.D. Lu, W. Knapp, A. Weckenmann, W.T. Estler, H. Kunzmann
2. 発表標題 Measurement technologies for precision positioning
3. 学会等名 The 65th General Assembly of CIRP, the International Academy for Production Engineering (CIRP 2015) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Jun Tamada, Yukitoshi Kudo, Yuan-Liu Chen, Yuki Shimizu, So Ito, Wei Gao
2. 発表標題 Determination of the origin position for an angle sensor with a femtosecond laser
3. 学会等名 The 8th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21 2015) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Yindi Cai, Xinghui Li, Ryo Aihara, Yuki Shimizu, So Ito, Wei Gao
2. 発表標題 Laser interference lithography with a modified two-axis Lloyd's mirror interferometer for fabrication of two-dimensional micro patterns
3. 学会等名 The 8th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21 2015) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Yuki Shimizu, Taiji Maruyama, So Ito, Wei Gao
2. 発表標題 A three-axis angle sensor with a linear encoder scale reflector
3. 学会等名 12th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTII 2015) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Minglei Li, So Ito, Zhigang Jia, Yuki Shimizu, Wei Gao
2. 発表標題 Surface Profile Measurement of Micro-optics by Using a Long Stroke AFM
3. 学会等名 12th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments (ISMTII 2015) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 大野敦子, 金于載, Yindi Cai, 陳遠流, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉
2. 発表標題 2次元格子とフィゾー干渉計の一括自律校正に関する研究-自律校正法の提案-
3. 学会等名 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 丸山泰司, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉
2. 発表標題 超高感度角度センサに関する研究
3. 学会等名 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 清水裕樹, 玉田純, 工藤幸利, 陳遠流, 伊東聡, 高偉
2. 発表標題 光周波数コムを用いた角度スケールコムに関する研究
3. 学会等名 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 相原涼, 李星輝, Yindi Cai, 伊東聡, 清水裕樹, 高偉
2. 発表標題 3ビームロイドミラー干渉計による2軸回折格子加工に関する研究
3. 学会等名 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 古田雅也, 李星輝, Yindi Cai, 清水裕樹, 伊東聡, 高偉
2. 発表標題 平面ステージ精密制御用多自由度光センサに関する研究
3. 学会等名 2015年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計12件

1. 著者名 高 偉	4. 発行年 2019年
2. 出版社 精密工学会	5. 総ページ数 5
3. 書名 (Book chapter) 精密工学会誌「多機能高速工具サーボFS-FTSを用いた超精密微細加工と計測」	

1. 著者名 Yuki Shimizu, So Ito, Jungchul Lee, Shigeaki Goto, Hiraku Matsukuma, and Wei Gao	4. 発行年 2019年
2. 出版社 World Scientific	5. 総ページ数 28
3. 書名 (Book chapter) Handbook of Manufacturing, "Chapter 10"	

1. 著者名 松隈 啓, 清水裕樹, 高 偉	4. 発行年 2019年
2. 出版社 一般社団法人日本オプトメカトロニクス協会	5. 総ページ数 5
3. 書名 光技術コンタクト(Book chapter) 微細光学表面計測用プローブ顕微鏡技術	

1. 著者名 佐藤 遼, 清水 裕樹, 仲村 拓, 松隈 啓, 高 偉	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日本工業出版	5. 総ページ数 5
3. 書名 (Book chapter) モード同期レーザを用いた共焦点プローブ - 非走査測定と高分解能の両立 -	

1. 著者名 Wei Gao	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Singapore	5. 総ページ数 in press
3. 書名 Metrology	

1. 著者名 清水 裕樹, 松隈 啓, 高 偉	4. 発行年 2018年
2. 出版社 先端加工機械技術振興協会	5. 総ページ数 3
3. 書名 高精度走査プローブ顕微鏡技術	

1. 著者名 清水裕樹, 陳遠流, 盧泳辰, 伊東聡, 高偉	4. 発行年 2016年
2. 出版社 日刊工業新聞社	5. 総ページ数 5
3. 書名 (Book chapter) 機械技術「高機能高速工具サーボによる3次元微細形状加工技術のイノベーション」	

1. 著者名 東北大学精密ナノ計測研究室	4. 発行年 2016年
2. 出版社 新樹社	5. 総ページ数 1
3. 書名 (Book chapter) 月刊トライボロジー「三次元超精密AFM」	

1. 著者名 伊東聡, 清水裕樹, 高偉	4. 発行年 2016年
2. 出版社 日刊工業新聞社	5. 総ページ数 6
3. 書名 (Book chapter) 機械設計「精密位置決めにおける多軸センサの活用」	

1. 著者名 清水裕樹, 石川龍弥, 片岡智史, 陳遠流, 伊東聡, 高偉	4. 発行年 2016年
2. 出版社 養賢堂	5. 総ページ数 7
3. 書名 (Book chapter) 機械の研究「長ストロークステージ向けの精密姿勢角センサの開発」	

1. 著者名 高偉, 清水裕樹, 伊東聡, 陳遠流	4. 発行年 2015年
2. 出版社 JAAA自動化推進協会	5. 総ページ数 24(2-5)
3. 書名 (Book chapter) 自動化推進「光学式超精密多軸位置決めセンサ」	

1. 著者名 李星輝, 清水裕樹, 高偉	4. 発行年 2015年
2. 出版社 日本光学会	5. 総ページ数 34(22-28)
3. 書名 (Book chapter) 光学「精密測定機・加工機向け光学式エンコーダ 技術」	

〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 回折格子ピッチ偏差測定装置	発明者 清水裕樹, 高偉, 松隈啓, 権略, 木村彰秀, 青木敏彦	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-036006	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 絶対位置測定装置および絶対位置測定方法	発明者 清水 裕樹, 高 偉, 松隈 啓, 石塚 稜	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-057305	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 変位測定装置および変位測定方法	発明者 清水裕樹, 高偉, 仲村拓	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2016-067247	出願年 2016年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 ワーク円筒部の形状測定方法および形状測定装置	発明者 横沢志郎, 花岡浩毅, 山崎宏, 柴本裕輔, 高偉, 他3名	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、(特許査定)	取得年 2019年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

高・清水・松隈研究室 / 精密ナノシステム研究センター http://www.nano.mech.tohoku.ac.jp 高・清水・松隈研究室 / 精密ナノシステム研究センター http://web.tohoku.ac.jp/nanometrology/
--

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	清水 裕樹 (Shimizu Yuki) (70606384)	東北大学・工学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	松隈 啓 (Matsukuma Hiraku) (90728370)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	陳 遠流 (Chen Yuan-Liu) (90794058)	東北大学・工学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	伊東 聡 (Ito So) (00624818)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	