

Three dimensional control of focus position with multi-rings metalens

H31海自46

派遣先 SPIE Optics + Photonics (アメリカ・カリフォルニア州サンディエゴ)

期 間 2019年8月11日～2019年8月15日 (5日間)

申請者 大阪大学 大学院工学研究科 博士前期課程2年 中 村 俊 介

海外における研究活動状況

研究目的

金属ナノ構造で構成されているメタサーフェスはナノサイズの光学素子であるため、エレクトロニクスの集積化、およびデバイスの超小型化に対して非常に魅力的な次世代材料である。その応用例であるメタレンズの実用性の向上に向けた研究の一つに、焦点位置可変性に関する研究がある。これまでメタレンズの光軸方向の一軸焦点位置可変性の研究は盛んに行われてきた。そこで本研究は全方位へ焦点位置をシフトさせることができるようにするために、メタレンズの焦点位置の3次元制御性を探るものである。

海外における研究活動報告

私は、2019年8月にサンディエゴで行われた、国際分光学会 (SPIE) による SPIE Optics+Photonics 2019に参加し、ポスター発表を行ってきた。本国際会議は、光学・フォトリソグラフィ分野において世界最大級の規模を誇る国際会議である。具体的な参加者数は把握できていないが、約4000人の研究者や技術者が参加し、約3000件の口頭発表と約1000件のポスター発表が行われたことが予想される。2019年の今年は8月11日から15日までの5日間行われた。

私は、本国際会議で “Three dimensional control of focus position with multi-rings metalens” という題目で自身の研究内容をポスター発表で行った。近年、金属ナノ構造で構成されるメタサーフェスは、ナノオーダーの超小型デバイスを作成できる光学素子として注目を集めている。メタサーフェスの多岐に渡る応用例の内の一つであるメタレンズは、超薄型という特性に加えて、近年可視域かつ広帯域で色収差が殆ど無いアクロマティックという特性の付加に成功した報告例が上がるなど研究が盛んに行われている。本研究は、そのようなメタレンズ更なる実用性の向上に向けて、メタレンズに焦点位置の3次元制御性を提案するものである。報告内容を以下の通り箇条書きで記す。

- ・金属ナノアレイを透過する光の屈折角は、そのアレイのギャップ間隔に依存していることをシミュレーション上で確認した。
- ・屈折角がギャップ間隔に依存する結果から、金ナノリングを同心円上に配置したマルチリング型メタレンズをシミュレーション上で作成し、集光を確認した。
- ・本メタレンズは全てのギャップ間隔を広げることにより、焦点位置が光軸上でシフトすることを観測し、最大で1350 nmシフトすることを示した。
- ・本メタレンズは各金ナノリングの中心座標をずらすことで、焦点位置が軸外方向にシフト

することを確認し、最大で100 nmシフトすることを示した。

- ・本メタレンズのギャップ間隔と各金ナノリングの中心座標という二つのパラメータを用いて、焦点位置制御可能範囲とナノ精度の焦点位置制御性を二次元マップに示した。

最も議論がなされたのは、本メタレンズの焦点位置シフトを動的にコントロールをするために今後どのようなアプローチを展開していくか、であった。本研究内容は、メタレンズの構造に依存した焦点位置シフトを明らかにしたものであり、1焦点と1メタレンズの対応が固定的であった。実用化を踏まえた場合、動的な焦点位置制御を可能にする必要がある。議論を深めていく中で、基板に伸縮性や電気応答性の付加によって動的なメタレンズにするという知見を得ることができた。これらは今後の研究に大いに活かされることは確かであり、本会議において発表することができたのは非常に意義が大きかった。また、多くの質問を頂けたことや活発な議論を展開させて頂いたことから、本研

究の独自性やインパクトの大きさを確信することもできた。

今回参加した本会議においてメタレンズのセッションが多く設けられていたが、聞いた限りでは3次元の焦点位置制御性に注目した研究発表はなく、本研究の新規性が伺えた。一方で、偏光依存のレンズ着目したユニークな研究内容や、超薄型を維持したまま、広範なアクロマティックレンズの実現などの研究発表が散見された。また学会全体としてみれば、メタサーフェス分野における全般の盛り上がりがあったように思う。

最後に、今回の国際会議への参加に対し多大なるご支援を頂きましたことで貴重な機会を得ることができました。公益財団法人村田学術振興財団に深く感謝申し上げます。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

“Three dimensional control of focus position with multi-rings metalens”