

超高屈折率・無反射な新材料のレンズで電磁波を操る

東京農工大学大学院工学研究院先端電気電子部門の鈴木健仁准教授、同大学院工学府電気電子工学専攻の遠藤孝太氏(修士課程 2 年)、近藤諭氏(2018 年 3 月修士課程修了)は、超高屈折率・無反射な新材料によるテラヘルツメタレンズの設計指針を構築しました。

研究グループが独自に開発した人工構造材料(メタサーフェス)の特許を応用し、電磁波を変形、操作しています。平面で薄型なメタサーフェスは幅広いテラヘルツ波帯光源に集積化できることから、6G(Beyond 5G)以降も見据えた未来の通信への応用が期待されます。さらに本設計指針を数 10 テラヘルツ以上の赤外域へ適用することで、製鋼スラブなどから排出される熱放射を特定方向に集中させるなどの熱マネジメントへの応用が期待されます。

研究背景

現在、ミリ波よりも周波数が高く、可視光よりも周波数の低いテラヘルツ波帯の電磁波を利用した 6G(Beyond 5G)通信が期待されています。また、高温の熱源から排出される熱放射(赤外域の電磁波)を再利用した熱マネジメントが待ち望まれています。これらのテラヘルツ波帯や赤外域の電磁波の制御にはドーム状の厚みを持ったレンズがよく用いられます。しかしながら、テラヘルツ波帯光源への集積化や製鋼スラブなどから排出される熱放射の制御に向けて、光源への集積化や既存の構造物・空間に後から導入するために、平面で薄型なレンズが求められています。

研究成果

本研究成果では、超高屈折率・無反射な人工構造材料のメタサーフェス(特許第 6596748 号)を応用したテラヘルツメタレンズ(図 1)の設計指針を 1 テラヘルツ($\text{THz} = 10^{12}\text{Hz}$)以上の電磁波領域で構築しました。このメタレンズは、誘電体基板の表裏に対称に配置したカット金属ワイヤーによって作られた波長より小さな構造であるメタアトムで構成され、材料の誘電性だけでなく磁性も人工的に制御しています。また、周波数が高くなると金属の導電率の実部と虚部の両方を考慮する必要があるので、カット金属ワイヤーの導電率はドルーデモデルによる値を用いています。このような人工的な複合材料でできたメタレンズは非

常に薄いことも特長です。一例として設計した厚さ約 2 マイクロメートル(・マイクロメートル = 1000 分の 1 ミリメートル)のメタレンズによって、3THz でパワー密度 4.6 倍の高指向性を実現できると見積もっています(図 2)。

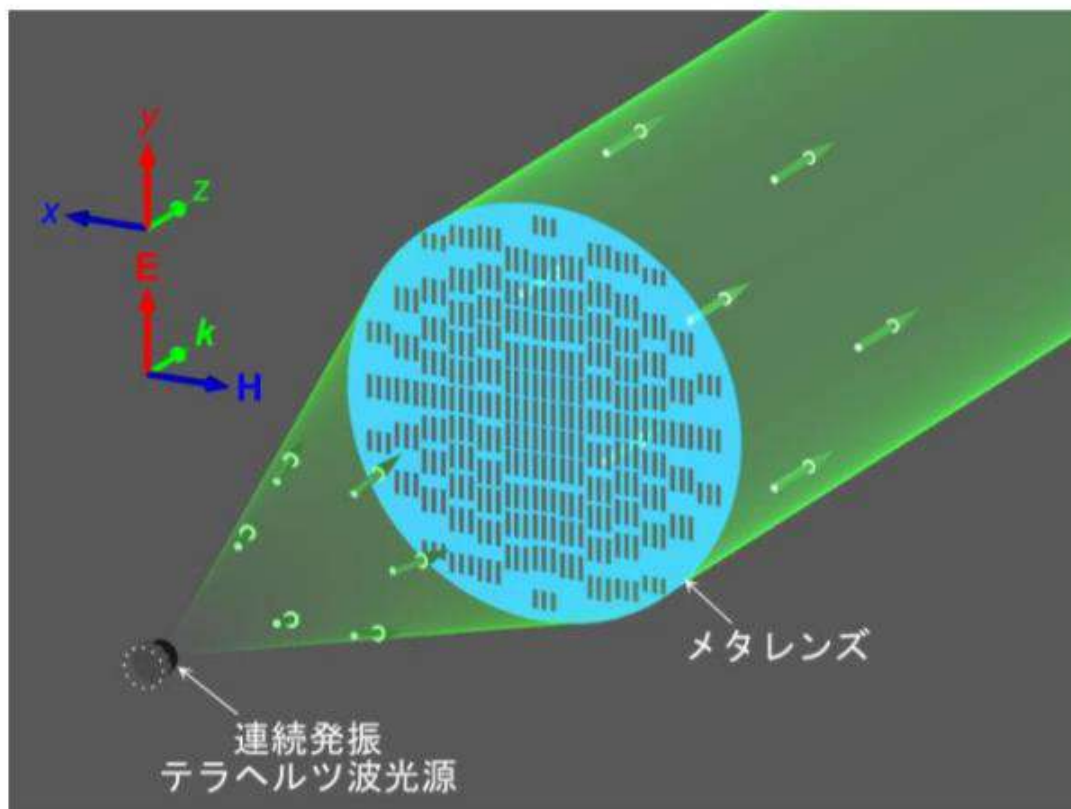


図 1 超高屈折率・無反射な人工構造材料のメタサーフェスによるテラヘルツメタレンズ

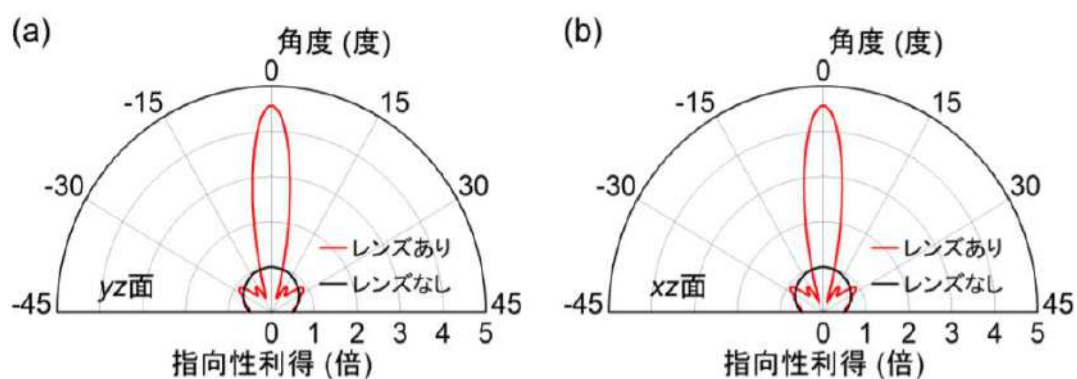


図 2 (a) yz 面、(b) xz 面のテラヘルツメタレンズがある場合とない場合の指

向性利得

今後の展開

超高屈折率・無反射なメタサーフェスによるメタレンズをテラヘルツ波帯光源に集積化することで、6G (Beyond 5G) 以降も見据えた無線通信でのビームフォーミング技術に貢献できます。さらに、本設計指針を数 10THz 以上の赤外域へ適用することで、製鋼スラブなどから排出される熱放射を特定方向に集中させるなど熱マネジメントへの応用が期待できます。

論文情報

タイトル Terahertz metasurface ultra-thin collimator for power enhancement

雑誌 Optics Express

URL <https://www.osapublishing.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-28-15-22165&id=433418>

日本語原文

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20200714-2/index.html>

文 JST 客観日本編集部