

高屈折率無反射メタサーフェスの高機能化

佐藤 建都¹ 中尾 春映² 鈴木 健仁^{1,2,3*}

東京農工大学 工学部 電気電子工学科¹ 東京農工大学 工学府 電気電子工学専攻² 国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ³



背景と目的

目的：無偏光な超高屈折率・無反射材料の実現

高屈折率材料の探索

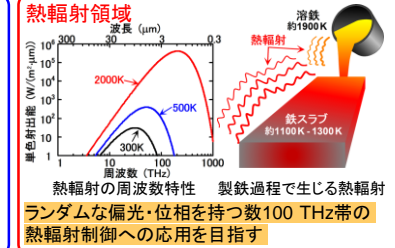
周波数	0.31 THz	2.92 THz	0.3 THz	50 THz	200 THz
高屈折率材料					
屈折率	6.67 + j0.12	7.94 + j0.42	11.5 + j1.20	10.1 + j2.23	5.74 + j1.03
反射	1.16 %	1.22 %	2.45 %	12.7 %	15.6 %
偏光特性	一方向	一方向	全方向	全方向	全方向
産業応用	次世代高速無線通信・イメージング			熱放射の制御による熱マネジメント	

テラヘルツ波領域

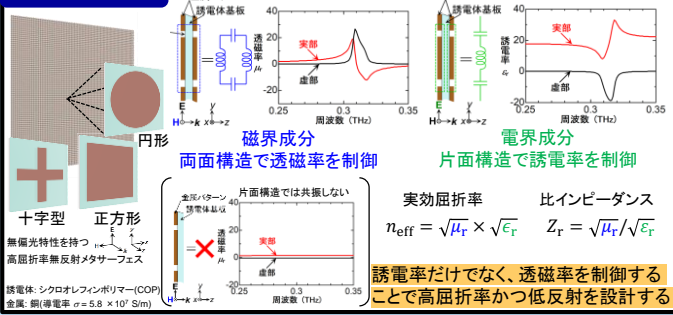
高速無線通信
T. Nagatsuma et al., Nat. Photonics 10(6), 371-379 (2016).

イメージング
D. M. Mittleman, Opt. Express 26(8), 9417-9431 (2018).

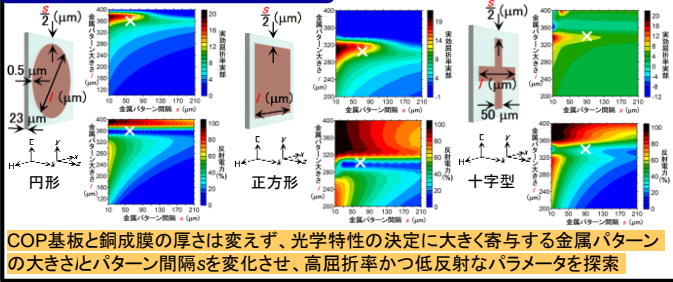
薄型な波面整形素子などテラヘルツコンポーネントへの応用を目指す



動作原理

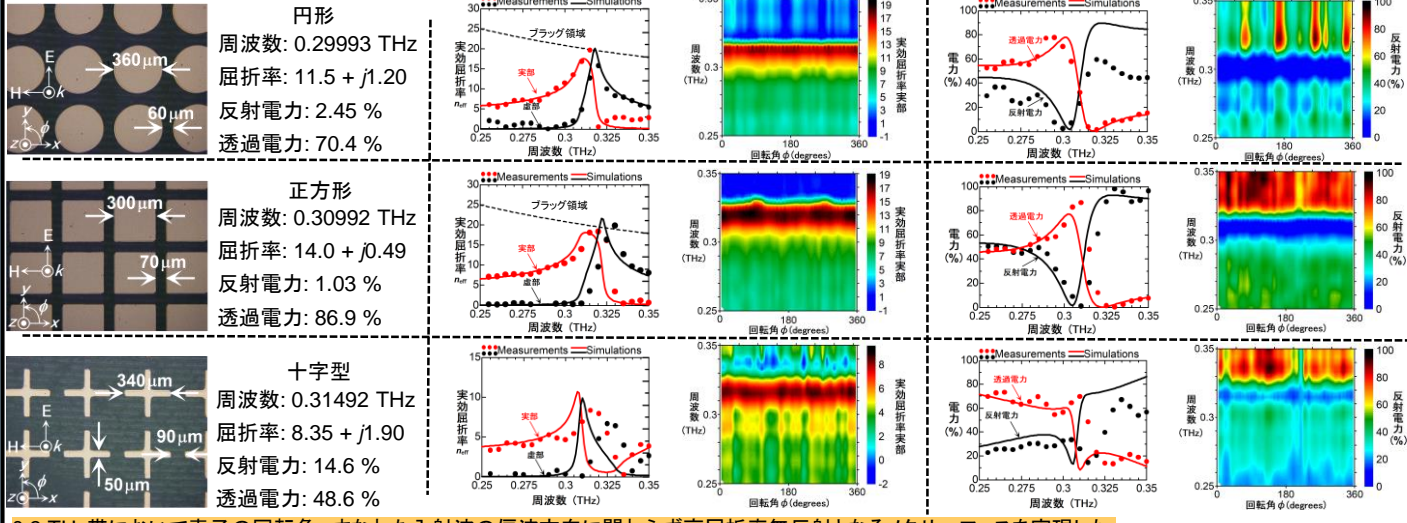


屈折率・反射率の設計

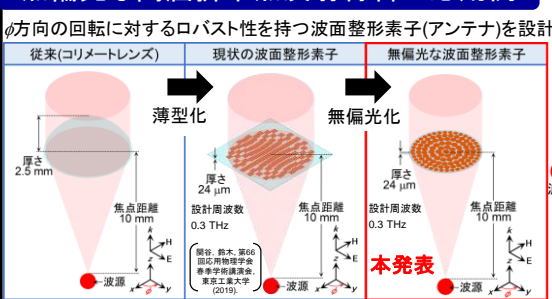


偏光特性の実験

メタサーフェスをφ方向に一回転させながら光学特性を導出することで、0.3 THz帯におけるメタサーフェスの偏波特性を検証した



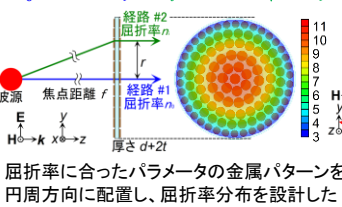
無偏光な高屈折率無反射材料の応用例



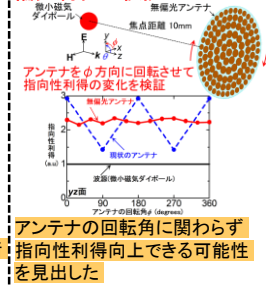
無偏光特性な波面整形素子(アンテナ)の設計

経路に依らず光路長が等しくなるよう、屈折率を分布させる

$$n_0(d + 2t) + f = n_1(d + 2t) + \sqrt{r^2 + f^2}$$



偏光特性の検証



まとめ

- 円形、正方形、十字型のメタアトムで構成されるメタサーフェスを0.3 THz帯で設計、試作、実験し、無偏光特性な高屈折率・低反射材料を実現した。
- 実現した独自な材料を応用し、テラヘルツ連続発振光源の指向性利得を2.5倍向上する無偏光特性な波面整形素子の可能性を見出した。
- 今後、さらに実現した無偏光な超高屈折率・無反射材料の応用を進める。

謝辞

本研究の一部は、JSTさきがけ(JPMJPR18I5)、文部科学省科研費基盤(C)(18K04970)、公益財団法人稲盛財団、公益財団法人東電記念財団の助成を受けたものである。