プラズマ・メタマテリアル構造でのマイクロ波迂回による回折損補償の一様化

Uniform compensation for diffraction loss by detouring microwaves around plasma-metamaterial structure

○(B4)井波 柱偉 [1]，嘉部 祐樹 [1]，岩井 亮憲 [2]，Alexandre Bambina[1]，榎本 洸一郎 [1]，宮城 茂幸 [1]，酒井 道 [1]
(1. 滋賀県立大工，2. 京都大院工)
Chui Inami[1], Yuki Kabe[1], Akinori Iwai[2], Alexandre Bambina[1], Koichiro Enomoto[1], Shigeyuki Miyagi[1], Osamu Sakai[1]
(1.Univ. of Shiga Pref. , 2.Kyoto Univ.)　E-mail: oi23cinami@ec.usp.ac.jp

1. はじめに

今日、負の屈折率を実現可能なメタマテリアルを用いて、クローキング現象（電磁波迂回による無散乱状態）の実現が報告されている[1]。しかし、設計されたメタマテリアル構造と動作する電磁波の周波数帯は一対一で対応しており、周波数別に再設計する必要がある。我々はこれまで、透磁率を制御するメタマテリアルにプラズマを付加させ誘電率を可変にすることでクローキング現象の実現を目指し、電磁波迂回による回折損補償法を理論的に提唱した[2]。本研究ではプラズマ・メタマテリアル層の誘電率と透磁率を制御して、マイクロ波伝搬の影の部分での受信強度補償と空間分布均一化の実証実験を行った。

2. 実験方法

Fig. 1 のようにガラス容器中の金属棒の周囲にメタマテリアルを配置し、Ar ガスを気圧 100 Pa で満たす。周波数 13.56 MHz の生成用電力を最大約 300 W 導入してプラズマを生成し、対象を挟んで設置した送受信アンテナ（半波長ダイポールアンテナ）で周波数 2.38-2.41 GHz のマイクロ波受信強度を測定した。

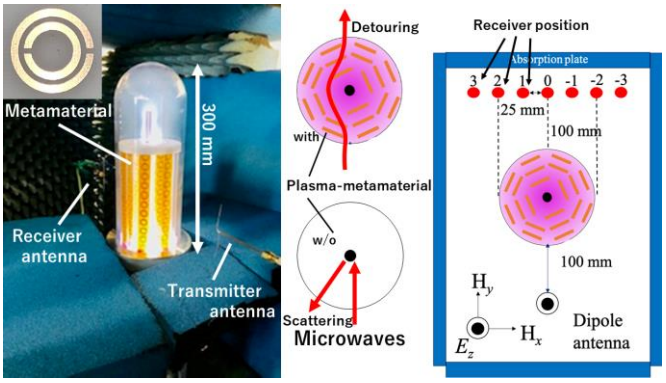

Fig. 1. Cloaking structure when plasma is present, with image of detouring microwaves and measurement positions.

3. 実験結果

Fig. 2 にクローキング層後方の 7 点で 2.40 GHz のマイクロ波信号の測定結果を示す。低電力時には回折損領域が明確に存在するが、生成電力増加により誘電率を変化させると各ポジションの受信強度が矢印の向きに均一化された。Fig. 3 に不均一性（最大／最小信号比）についてのマイクロ波周波数と生成電力の依存性を示す。周波数によりメタマテリアルによる透磁率値が変化することを考慮すると、2.40 GHz が最適な比透磁率値（0-0.5 と推定）を与え、生成電力最大のときに最適な誘電率値に近づいていると推測される。

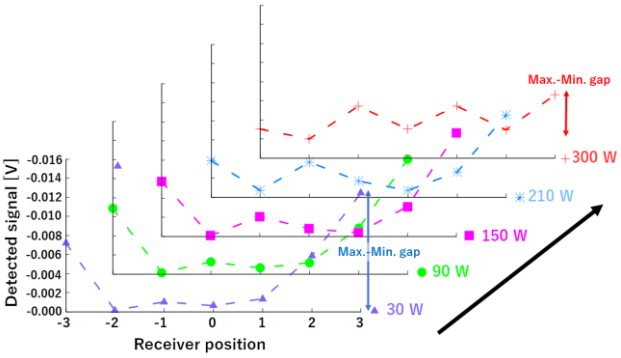

Fig. 2. Detected signal of microwaves at each position when power for plasma generation changes from 30 W to 300 W.

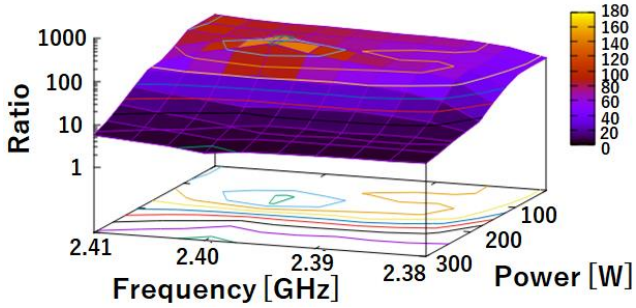

Fig. 3. Ratio of max. and min. detected signals when power for plasma generation and microwave frequency change.

Reference

[1] D.Schuring, J.J.Mock, B.J.Justice, S.A.Cummer, J.B. Pendry, A.F.Starr, D.R.Smith, Science, **314**, 977, 2006
[2]O Sakai , S Yamaguchi , A Bambina , A Iwai , Y Nakamura , Y Tamayama , and S Miyagi, Plasma Physics and Controlled Fusion, **59**, 014042, 2017

© 2019年 応用物理学会