

プラズマメタマテリアル層によるマイクロ波の吸収・散乱・迂回制御 (II)

Microwave absorption, scattering and detouring by plasma-metamaterial layer (II)

井波 柱偉¹, 野寄 陽太¹, Alexandre Bambina¹, 宮城 茂幸¹, 酒井道¹ (1. 滋賀県立大工)

Chui Inami¹, Yota Noyori¹, Alexandre Bambina¹, Shigeyuki Miyagi¹, Osamu Sakai¹ (1. Univ. Shiga Pref.)

E-mail: ov23ynoyori@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限られており、その周波数帯は非常に狭い。この対応周波数帯域幅の制限から、一つのデバイスでマイクロ波伝搬制御を多機能化させた例はほとんど報告されていない。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・メタマテリアル層を透過するマイクロ波の周波数を変化させ、クローキング・吸収・集光・散乱現象を一つのデバイスで実現を検証した。

2.実験方法

用いたプラズマ・メタマテリアル混成体は、参考文献[2]に示すような円筒形プラズマ(中心導体軸への高周波(27.12 MHz)電力印加により生成)の内部に、プリント基板上の2重分割リング共振器アレイで実現したメタマテリアル層を設置している。メタマテリアルは、約 2.4 GHz で共振周波数を持ち、そこから周波数が上がるにつれて比透磁率が負の状態から正の状態(最終的には+1)まで徐々に変化する。一方で、生成プラズマの中心密度は、最大で 10^{11} cm^{-3} 程度であり、比透磁率は 2.7 GHz 以上の領域で正の値である。プラズマ生成用高周波の振幅は三角波状に変調しており、その上り下りにおける特性から、電力依存性を抽出できる。そして、送信アンテナを固定し、受信アンテナ(両アンテナとも、3.00 GHz における半波長ダイポールアンテナ)を空間的に掃引し、伝搬マイクロ波の2次元分布を測定した。

3.実験結果

本研究ではプラズマ・メタマテリアル層を透過するマイクロ波の周波数を変化させ、クローキング、吸収、集光、散乱それぞれの現象を観測した。Fig. 2 に集光現象が起きると推測したマイクロ波周波数 3.00 GHz での測定結果の一例を示す。プラズマ電力を増加させると線形的にプラズマ・メタマテリアル層後方(影領域)の受信強度が増強されたことが分かる。後方の受信強度変化とともに外側の受信強度は反対に電力増加につれて減少していることから、3.00 GHz では集光現象が観測できたと推測される。

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]Alexandre Bambina, Shuhei Yamaguchi, Akinori Iwai, Shigeyuki Miyagi and Osamu Sakai, *AIP Advances*, **8**, 1, 015309, 2018

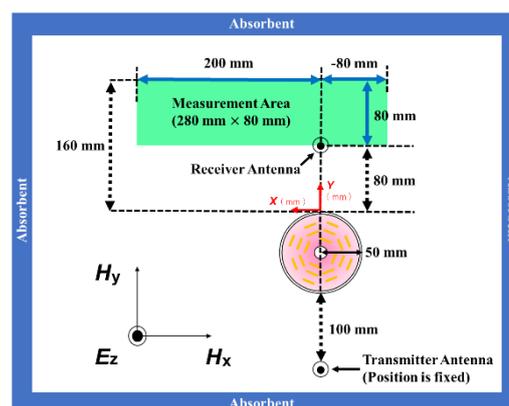


Fig. 1. Cross-sectional view of experimental setup.

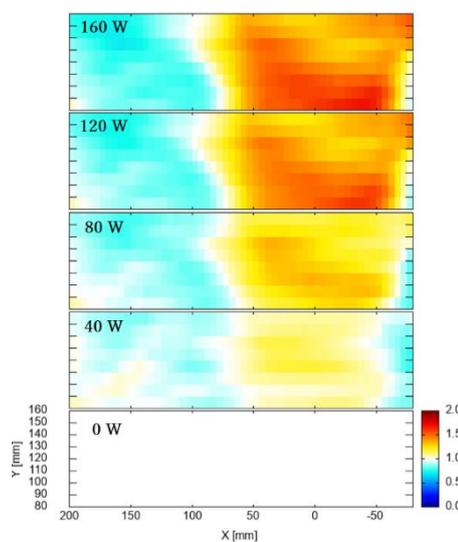


Fig. 2. The result of dividing the microwave profile of the plasma-metamaterial layer by the microwave profile of the only metamaterial layer at each generated power.