

メタマテリアルによる負誘電率プラズマ内の異常体積波伝搬と非線形効果

Abnormal volume wave propagation in negative permittivity plasma
and nonlinear effect from metamaterial○岩井 亮憲¹, 中村 嘉浩¹, 酒井 道^{1,2} (1. 京都大院工、2. 滋賀県立大工)○Akinori Iwai¹ Yoshihiro Nakamura¹, Osamu Sakai^{1,2} (1. Kyoto Univ., 2. Univ. Shiga Pref.)

E-mail: iwai.akinori.83c@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

非線形光学素子としてのプラズマは、時空間双方において可変なプラズマパラメータによって非線形光学定数を動的に制御できる為、着目されてきた。しかし、負誘電率化 ($\epsilon < 0$) した”overdense”プラズマは電磁波を受付けない為、効率的な非線形相互作用が期待できない。そこで我々は、メタマテリアルの一種、負透磁率 ($\mu < 0$) を呈する二重分割リング共振器アレイ (DSRRs) を組み合わせ、負屈折率状態 ($\text{Re}(N) < 0$) で効率化された二次高調波生成[1, 2]について示してきた。本講演では、プラズマとDSRRsの複合体内での波動伝搬に特に着目して報告を行う。

2. 実験装置

矩形導波管内にDSRRs ($\mu_r: -2.6-0.3j$ (2.45 GHz)、1 (4.9 GHz)) を設置した(Fig. 1)。真空室内はArガス、100 Paの状態です。2.45 GHz波入射によりプラズマを生成し、方向性結合器によって進行波、後退波 (V_{fwd} 、 V_{ref}) を、モノポールアンテナによって2.45 GHz信号を測定した。プラズマ生成室内へ印可される電圧は $V_{\text{in}} = V_{\text{fwd}} + V_{\text{ref}}$ と計算した。

3. 実験結果

Figure 2は導波管内に1) 何も無し、2) プラズマ、3) DSRRs、4) プラズマ及びDSRRsがある場合のモノポールアンテナによる2.45 GHz検出信号強度 ($V_{2.45 \text{ GHz}}$) を示している。4)は1)と同様に V_{in} に対して $V_{2.45 \text{ GHz}}$ が増加しており、同程度の信号強度が検出された。しかし、2)の場合、 V_{in} の増加に伴って $V_{2.45 \text{ GHz}}$ は減少しているが、低い点で最大値を取っている。これは、 $\epsilon < 0$ による電磁波減衰とプラズマ周波数との共鳴[3]の為である。また、3)の場合は $\mu < 0$ による一定な減衰が見られる。以上は、プラズマとDSRRsの複合体内で電磁波が効率的に伝搬していることを示している。

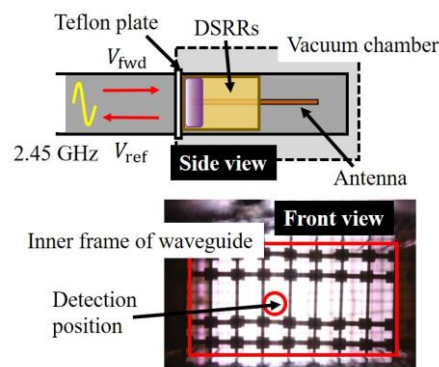


Fig. 1 Experimental setup.

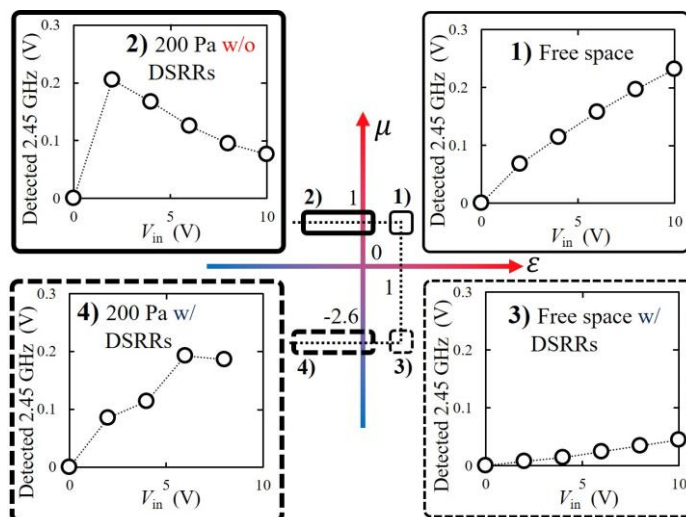


Fig. 2 Detected 2.45-GHz signals in four different states.

参考文献 [1] Akinori Iwai, Yoshihiro Nakamura, Alexandre Bambina, and Osamu Sakai, Appl. Phys.

Express, **8** (2015) 056201. [2] A. Iwai, Y. Nakamura and O. Sakai, Phys. Rev. E, **92** (2015) 033105. [3] H.Sugai, I. Ghanashev and M. Nagatsu, Plasma Sources Sci. Technol. **7** (1998) 192.