

メタマテリアル効果を用いたマイクロ波プラズマでの高調波生成の効率化

Efficient second-harmonic generation by microwave plasma with metamaterial effect

京都大院工 ○岩井 亮憲, 中村 嘉浩, 酒井 道

Kyoto Univ., ○Akinori Iwai, Yoshihiro Nakamura, Osamu Sakai

E-mail: a_iwai@plasma1.kuee.kyoto-u.ac.jp

1 はじめに

プラズマの誘電率は電界のべき級数で表現され、強電界になれば非線形分極の発現に伴う高調波が発生する。レーザーの発明以降、高強度レーザーを用いた高調波発生の研究が盛んに行われてきた[1]。一方で、プラズマの誘電率は周波数依存性をも有しており、特定の周波数領域で誘電率が負となって電磁波の伝搬を妨げる性質がある。これに関して、周期配列された円筒プラズマ群が持つ特異な電磁波の伝搬性質等も研究されてきた[2]。また、二重分割リング共振器アレイ(DSRR)はメタマテリアルの一種で、特定の周波数において負の透磁率を実現することが示されており[3]、これまでに我々はメタマテリアルとプラズマ複合体の種々の特異な性質を調べてきた[4]。本発表ではこの複合体での二次高調波生成に着目した実験検証について述べる。

2 実験

DSRR アレイ(2.45 GHz : $\mu_r = -2.6-0.3j$, 4.9 GHz : $\mu_r = 1$, μ_r は比透磁率)を方形導波管内に設置した(Fig. 1)。2.45 GHz マイクロ波を 0.05 Hz、デューティ比 0.5% のパルスで変調し、入射電力 P_{in} に対するスペクトルをモノポールアンテナを用いて測定した。

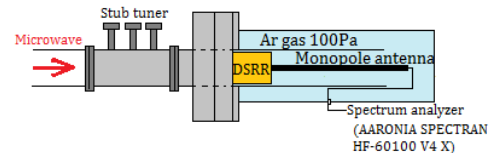


Fig.1 Experimental systems.

3 結果

入射電力に対する 2.45 GHz、4.9 GHz を測定し、2.45 GHz 測定値に対する 4.9 GHz と 2.45 GHz の測定値の比(4.9 GHz の測定値(dBm)と 2.45 GHz の測定値(dBm)の差分)のグラフを Fig. 2 に示す。入射電力を増加させるにつれて図中の矢印の方向に測定値は変化している。両グラフともプラズマが生成されるまでは一定の直線上を推移しているが(黒点)、プラズマ生成後の推移には大きな差異が見られる(赤点)。プラズマのみの場合(Fig. 2(a))、プラズマ生成直後は一定の直線上に位置し、入射電力の増加とともに強度比が増加するが、DSRR を含めた場合(Fig. 2(b))はプラズマ生成直後に 100 倍以上の強度比となる状態に推移する。これは、メタマテリアル効果によってプラズマ生成に伴う二次高調波生成が効率化されたことを示している。

参考文献 [1] P. Gibbon, IEEE J. Quantum Electron. **33** (1997) 1915. [2] T. Naito *et al.*, Appl. Phys. Express **1** (2008) 066003. [3] J. B. Pendry *et al.*, IEEE Trans. Microw. Theory Tech. **47** (1999) 2075. [4] O. Sakai *et al.*, Plasma Sources Sci. Technol., **21** (2012) 013001.

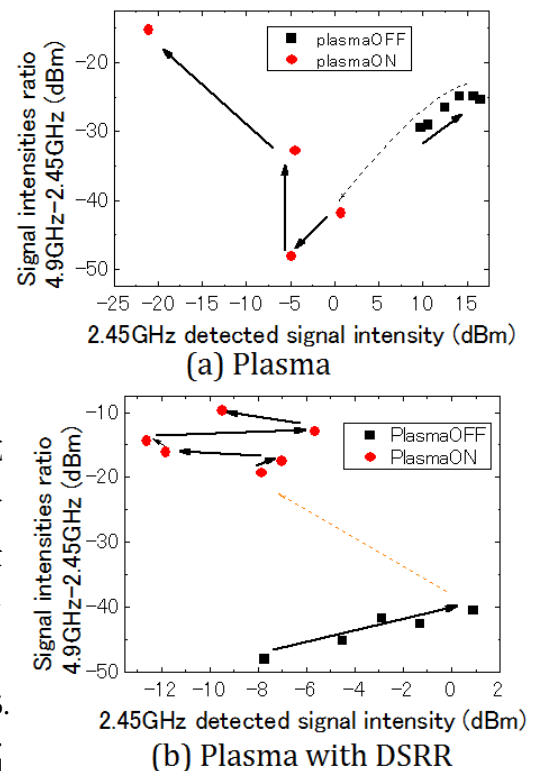


Fig.2 2.45GHz signals vs. signals ratio.