

0.1 THz 帯多重疑似プラズモンモードの電子ビームによる励起

Excitation of 0.1-THz Overmoded Spoof Plasmons with Electron Beam

新潟大学 ○安中 裕大, 小椋 一夫, (M1)青木 真生, (M1)加藤 翼, (M1)濱田 真吾

Yuta Annaka, Ogura Kazuo, Mao Aoki, Tsubasa Kato, and Shingo Hamada

E-mail: annaka@eng.niigata-u.ac.jp

疑似プラズモンと電子ビームの相互作用を利用した大強度テラヘルツ波源の表面波発振器が近年注目を集めている。表面波発振器で使われる円筒型コルゲート導波管は軌道角運動量を持った疑似プラズモンを形成でき、その電磁界は位相項 $\exp(im\theta)$ を持つ。ここで m はモード数、 θ は円柱座標系における方位角方向の座標である。これまでの実験で、0.1 THz 帯において、 $m > 30$ までのモードの同時励起によるテラヘルツ波放射が確認されている[1]。多重モードの同時励起はモード競合を引き起こし、動作効率を下げの一因となる。これを回避するため、単一のモードの選択的励起が求められている。

本研究では異なる径のコルゲート導波管に円環状電子ビームを入射し、発生する放射を検出する。Fig. 1 は半径 $R_0 = 14.85$ mm と 10.0 mm の 0.1 THz 帯コルゲート導波管の写真である。疑似プラズモンの軌道角運動量は、半径 R_0 に依存しており、 m/R_0 で決定される。電子ビームにより励起された疑似プラズモンは導波管内に体積波として引き出され、出力窓から放射される。この放射の特性に疑似プラズモンの軌道角運動量が反映される。Fig. 2 はモード数 m に対する疑似プラズモンのアップercutoff周波数をプロットしたものである。プロットはフィールドマッチング法で計算した[2]。赤い点線は式 $(\omega/c)^2 = (\omega_0/c)^2 + (m/R_0)^2$ を示している。ここで ω は疑似プラズモンの角周波数、 ω_0 はフィールドマッチング法により求めた $m = 0$ の角周波数、 c は光速である。青色の点線は実験で用いる検波器のカットオフ周波数である。実験では二つのコルゲート導波管による放射の周波数や放射角度を比較し、励起された疑似プラズモンのモードの変化を調べる。

[1] Y. Annaka et al., Plasma and Fusion Research Vol. 14, 2406015 (2019).

[2] K. Ogura et al., IEEE transactions on Plasma Science, Early Access (2020). DOI: 10.1109/TPS.2020.3011469.



Fig. 1. Corrugated waveguides with radius $R_0 = 14.85$ mm (left) and 10.0 mm (right).

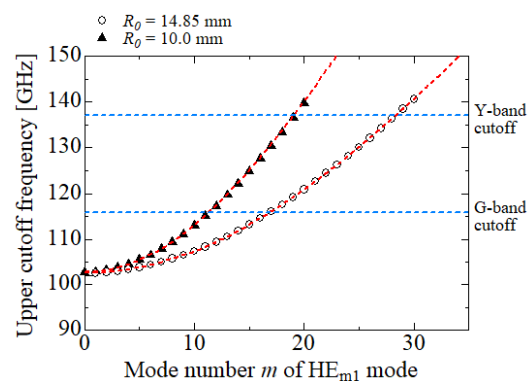


Fig. 2. Dependence of upper cutoff frequency of spoof plasmon on mode number.