

400 GHz帯二次高調波ジャイロトロンにおけるTE_{8,4}/TE_{8,5}モード複合共振器の実験的検証

Experimental Verification of a TE_{8,4}/TE_{8,5} Mode Complex Cavity in a 400 GHz Band Second Harmonic Gyrotron

小椋大聖¹, 福成雅史¹, 前田悠斗¹, 上山達也¹, 高山京也¹, 峠正範², 山口裕資¹,
立松芳典¹, 齊藤輝雄¹

T. Ogura¹, M. Fukunari¹, Y. Maeda¹, T. Ueyama¹, K. Takayama¹, M. Tao², Y. Yamaguchi¹,
Y. Tatematsu¹, T. Saito¹

福井大学 遠赤外領域開発研究センター¹, 福井大学 工学部技術部²
FIR Center, University of Fukui (FIR-UF)¹, Technical Division, University of Fukui²

1. はじめに

ジャイロトロンはミリ波・サブミリ波帯の大出力光源である。福井大学遠赤外領域開発研究センターでは、400 GHz帯の高周波を発振可能なジャイロトロンの開発を進めている。発振周波数は磁場強度に比例するため、高周波を発振させるためには強磁場を発生させる必要がある。そのため、高周波を発振する際、磁場強度を抑えることができる二次高調波が利用される。しかし、二次高調波は発振効率が低いため、設計モード以外とのモード競合を起こしやすい。この問題の解決策として数値計算より400 GHz帯二次高調波TE_{8,4}/TE_{8,5}モードの複合共振器形状が提案されている[1]。概略図を図1に示す。複合共振器とは半径の異なる共振器を接続したもので、寄生モード発振の抑制が可能であると考えられている[2]。本研究では、この共振器を製作し、発振試験を行った。

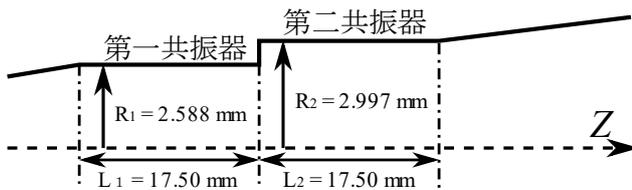


図1. 複合共振器の概略図

2. 測定方法

ジャイロトロンの発振出力は焦電型検出器を用いて測定した。また、周波数測定にはヘテロダイン方式を用いた。共振器磁場強度を設計モードの磁場強度の計算値 ($B = 7.196$ T) 近傍に設定して周波数測定を行い、設計モードの観測を試みた。

3. 発振周波数の測定結果

発振周波数の測定結果を図2に示す。ここで、 f_c はサイクロトロン周波数である。また、設計モードの共振器周波数は391.5 GHzである。測定周波数からモード同定した結果、基本波TE_{0,3}、TE_{5,2}モー

ドが第一共振器から発振し、基本波TE_{4,3}モードが第二共振器から発振していることが判った。結果として、設計モードの発振は観測できなかった。数値計算では、仮定したモードの電磁界分布を与えて発振開始電流を計算しており、モード競合については考慮されていない。実際、発振モードを決定する第一共振器で基本波が発振したことが二次高調波発振を阻害した主要因と考えられる。

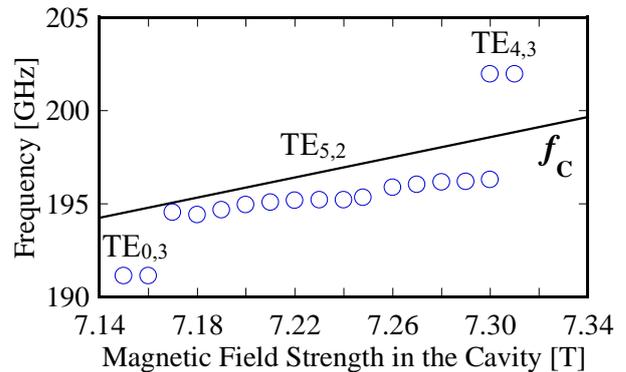


図2. 周波数測定の結果

4. 結論

本実験では複合共振器を用いる400 GHz帯発振周波数連続可変ジャイロトロンの実現に向け、発振試験を行ったが設計モードの発振は観測できなかった。第二共振器の競合モードであるTE_{1,4}モードの発振は抑制されたが、代わりに第一共振器でTE_{5,2}モードが発振したことで、二次高調波TE_{8,4}モードが競合に負けて発振しなかったと考えられる。二次高調波を発振させる複合共振器を設計する際、基本波との競合を考慮し、設計モードを選択する必要があると判った。

[1] Maria M. Melnikova, Andrey G. Rozhnev, Nikita M. Ryskin et al., IEEE Trans ED **64**, 5141, (2017).

[2] Tianzhong Zhang, Qixiang Zhao, Sheng Yu et al., Vacuum **125**, 85-92, (2016).