

100 ~ 200 GHz 帯超多周波数発振の実現を目指した三段共振器ジャイロトロンの設計

Design of a Gyrotron with Three Cavities Aiming for Super Multi Frequency Oscillations in 100 - 200 GHz

渡邊将翔、山口裕資、可児怜也、神谷亮汰、中川和輝、伊藤慎悟、岡本瞭太郎、
福成雅史、立松芳典、斉藤輝雄

M. Watanabe, Y. Yamaguchi, R. Kani, R. Kamiya, K. Nakagawa, S. Ito, R. Okamoto,
M. Fukunari, Y. Tatematsu and T. Saito

福井大学 遠赤外領域開発研究センター

Research Center for Development of Far-Infrared Region, University of Fukui

1. はじめに

近年、テラヘルツ帯ジャイロトロンの応用研究が進み [1, 2], より多くの周波数で発振可能な管の実現が求められている. 我々は, 従来単一であったジャイロトロンの空洞共振器を増やし, 発振可能な周波数の増加を狙って発振実験を進めている. これまで, 径の異なる2つの共振器を軸方向に連結した二段共振器を導入し, 110~220 GHz の基本波発振において, 単一共振器では得られない合計22個 (第一段目の共振器で13, 二段目で9) の共振器モードの発振を得た. これらのモードに対し, 後進波発振による周波数の連続可変領域を調べたところ, 同周波数帯の周波数占有率 ~ 30% を実現している [3]. この結果を受け, 本研究では共振器を三段化し, 更なる発振周波数の増加を目指す.

2. 共振器の三段化の検討

二段共振器の発振実験では, 電子ビームが最初に入射する第一段目の共振器が広い磁場領域で強く発振し, 二段目の発振域が制限される傾向がみられた. そのため, 三段目の共振器の挿入にあたっては, これまでに得られている発振を阻害しない様, 既存の形状を維持しつつ最後尾への追加を仮定した (図1). そして, 二段共振器では発振しなかった周波数領域を埋める様に, 電子ビームと結合可能なモード群を選択し, 三段目の共振器径を決定した.

図2に, 共振器内の磁場強度に対する発振周波数の依存性を示す. 第一段 (C1) と第二段 (C2) の共振器で既に発振が得られている周波数を, それぞれ ○ と ● 印で表示している. そして, 三

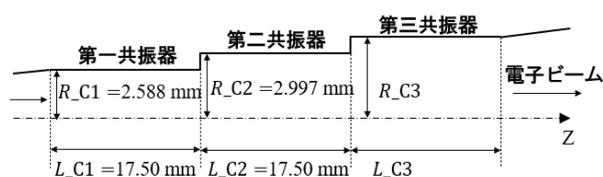


図1 三段共振器の概略図

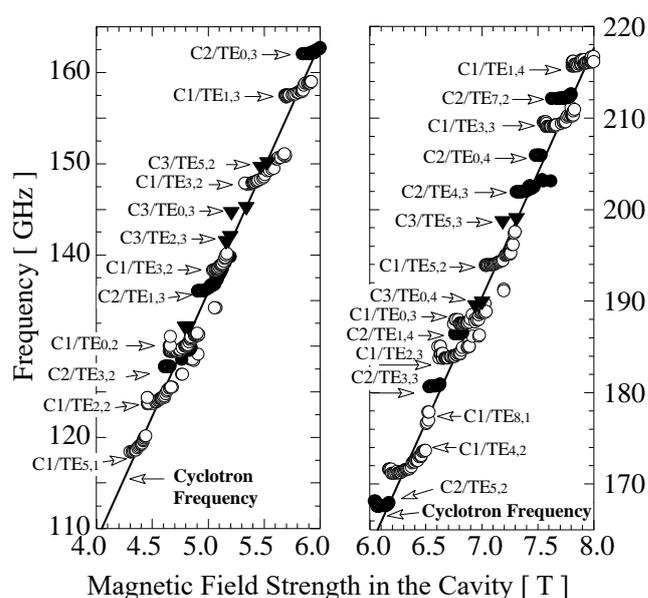


図2 発振周波数の磁場依存性

段目の共振器で発振が期待される6つのモードの周波数および発振磁場を, ▼ 印で追加表示した.

一段目と二段目の共振器では, 後進波発振による周波数可変性が得られており, 三段目でも同様の可変性を狙う. ただし, 磁場に対し共振器の配置を固定する場合, 三段目の共振器内にて前二段と同程度の磁場の均一性を維持する為に, 共振器の一部または全体を短くする必要があります. そのため本研究では, 三段目の発振の際に管配置を軸方向に調節して共振器内で均一磁場を確保する, あるいは共振器長を短縮することについて検討した.

参考文献

- [1] S. Yamazaki *et al.*, Sci Rep **8**, 9990 (2018)
- [2] T. Kawasaki *et al.*, Biomed. Opt. Express **11**, 5341-5351 (2020)
- [3] Y. Yamaguchi *et al.*, IEEE Electron Device Letters, **41**, 1241-1244 (2020)