

# 100 ~ 200 GHz 帯超多周波数発振ジャイロトロンにおける空洞共振器の三段化 Three-Stage Cavity Resonator for a 100 – 200 GHz Band Super-Multifrequency Gyrotron

渡邊将翔、山口裕資、伊藤慎悟、東出昌己、川村詩織、  
岡本瞭太郎、福成雅史、立松芳典、斉藤輝雄

M. Watanabe, Y. Yamaguchi, S. Ito, M. Higashide, S. Kawamura,  
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

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包含率27%を実現している[3]。この結果を受け、周波数の更なる増加を目指し、共振器の三段化設計を行った。

二段共振器の発振実験と対比する為、第一段、第二段の共振器の形状を変えずに第三段の共振器の設計を考えた。第三段の共振器は二段共振器と同様の後進波発振を期待し、前段と同じ共振器長とし、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、共振器径を決定した。

本研究では、設計した三段共振器を搭載したジャイロトロンを用い、発振実験を行い、基本波の発振周波数を測定した。第三段の共振器内の磁場分布を二段共振器実験と同程度にするため磁場中心位置を第二段と第三段の接続部とした(図1)。

その結果を図2に示す。横軸は励磁磁場、縦軸は測定周波数を示す。第一段(C1)と第二段(C2)と第三段(C3)の共振器で発振が得られた周波数を、それぞれ△と□と○印で表示している。110~220 GHzの周波数範囲において合計28個(C1で11, C2で8, C3で9)の共振器モードの発振が得られ、第三段の共振器を新たに導入したことによって周波数包含率は約3%上昇した。

また、C3で発振が得られたモードで、同じ磁場強度範囲において各共振器で発振が得られたモードと同時発振するモードに関して、モードを選択的に励起できないか確認した。調節可能な運転パラメータの中でも発振の選択に強く影響する

アノード・カソード間電圧を調節し、モードごとの発振可能な領域を調べた。C3で得られた9つのモードの内、5つのモードで単独発振が得られ、電子ビーム電流を400 mA, 電子ビーム電圧を-15 kVに設定し、各モードにおける発振出力を測定したところ最低でも2 W以上の出力が得られた。

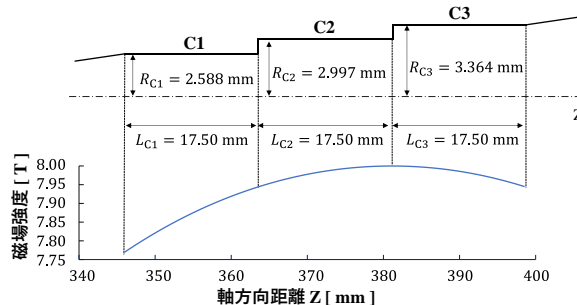


図1 三段共振器の構造, 軸上の磁場分布

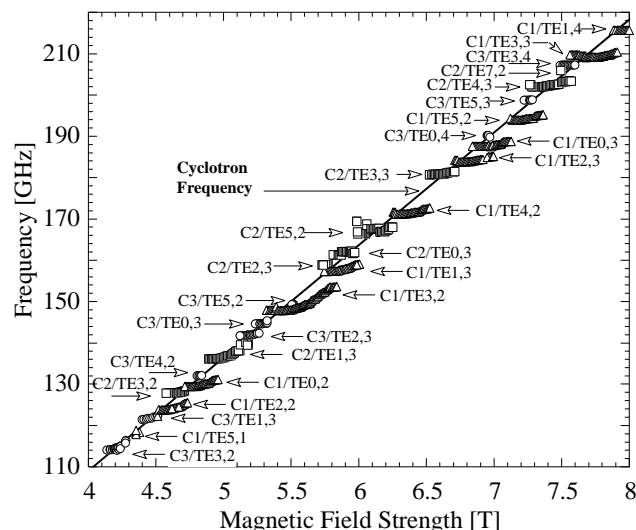


図2 基本波の周波数測定結果

## 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)