

三段共振器搭載ジャイロトロンによる 100 ~ 200 GHz 帯の超多周波数発振 Super-Multi-Frequency Oscillation in the 100-200 GHz Band Using a Gyrotron with Three-Stage Cavity Resonator

山口裕資, 南方一輝, 越戸義貴, 福成雅史, 立松芳典
Y. Yamaguchi, K. Minakata, Y. Koshido, M. Fukunari and Y. Tatematsu

福井大学 遠赤外領域開発研究センター
FIR Center, University of Fukui

研究背景

近年, 高周波ジャイロトロンを光源とした生体関連物質へのテラヘルツ照射研究において, 新たな知見が複数報告されている [1-3]. これらの研究の進展に伴い, 光源の性能を向上させるべく, 我々は多周波数発振ジャイロトロンの開発を進めている [4, 5].

多周波数発振を狙った空胴共振器の多段化

ジャイロトロンでは, 空胴共振器へ入射する電子のサイクロトロン周波数を調節して結合モードを選ぶことで, 離散的な周波数の変更が可能である. また後進波発振を利用することで, 周波数の連続可変性も得られる.

本研究では, 従来単一だった空胴共振器の数を増やすことで, より広範囲の周波数で発振可能な管の実現を目的とした. はじめに異径の空胴を二つ連結した共振器を導入し (図 a), 110 ~ 220 GHzにおける発振可能な周波数範囲の拡大に成功した [4]. 続いて, 更なる多周波数化を狙い共振器を三段化した (図 b) [5].

三段共振器を用いた発振実験

共振器の多段化に伴い, 共振器内の磁場の不均一性が問題となる. 共振器内の軸方向の磁場変化が大きいと, 電子ビームと共振器モードの結合度が下がり, 多周波数化に支障をきたす. そこで, 磁場コイルに対する管の配置を軸方向に変え (図 b, c), 共振器内の磁場分布を調節して発振実験を行った.

実験結果

図 (b) は, 第二 (C2) と第三共振器 (C3) での発振を狙った磁場配位である. この場合, C2 と C3 では予測したモードでの発振が得られたが, 第一共振器 (C1) では二段共振器 (図a) の場合に比して周波数包含率が低下した. 一方, 図 c の場合, C1 と C2 では二段共振器 (図 a) と同様の発振が得られ, C3 では図 b の場合に比して周波数包含率が低下した. 各々の配位における周波数包含率の違いを, 右の表にまとめ

た. この表から, 共振器内の磁場の均一性が高い程, 周波数の可変域が広がることわかる.

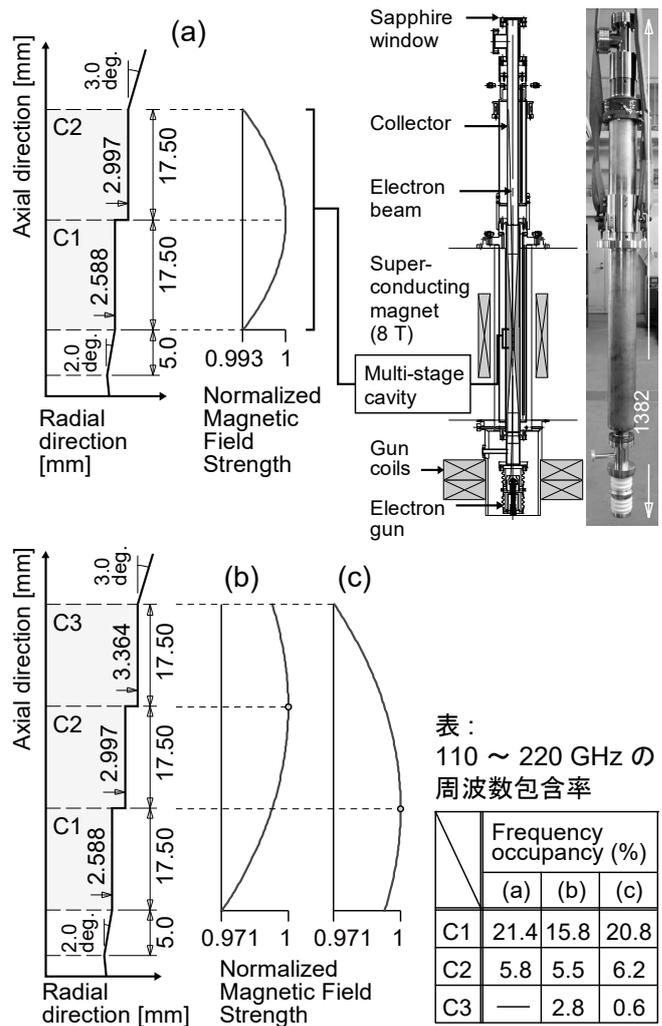


図: 実験装置, 共振器内の磁場配位

参考文献

[1] T. Kawasaki *et al.*, *Biomolecules* **12**, 1326 (2022)
 [2] S. Yamazaki *et al.*, *PLoS ONE* **16**, e0248381 (2021)
 [3] Y. Tsunawaki *et al.*, *Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves* **42**, 409 (2021)
 [4] Y. Yamaguchi *et al.*, *IEEE Electron Device Letters* **41**, 1241 (2020)
 [5] Y. Yamaguchi *et al.*, 47th Int. Conf. on IRMMW-THz, 2022, Th-P-45