

300～430 GHz 二次高調波多周波数ガウスビーム出力 ジャイロトロンにおける基本波発振の観測

Observation of Fundamental Harmonic Oscillation in a 300 ~ 430 GHz Second Harmonic Multi-Frequency Gyrotron with Gaussian Beam Output

中川和輝, 伊藤慎悟, 横田拓海, 福成雅史, 山口裕資, 立松芳典
K. Nakagawa, S. Ito, T. Yokota, M. Fukunari, Y. Yamaguchi, and Y. Tatematsu

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

福井大学遠赤外領域開発研究センターでは、多周波数ガウスビーム出力ジャイロトロンの開発に取り組んでいる。その中で、二次高調波発振の Gyrotron FU CW GVII(以下、GVII)を開発し、300～430 GHz 帯で7つの周波数でのガウスビーム出力を観測した[1]。

一方、GVII では 130～200 GHz 帯でいくつかの基本波発振も観測した。GVII は複数のモードを1つのモード変換器でガウスビームに変換している。この時、共振器内部における電磁波の伝播角の違いによって、出力窓からの放射方向がモード毎に異なる。本研究は GVII の利用可能な周波数帯を低周波数側に広げるため、GVII で発振する基本波モードが正常にガウスビームとして出力され、利用可能であるか調べた。

共振器内の磁場強度を 4～8 T の間で調節し、電子ビームの入射径と速度ピッチ因子を最適化することで、16 の発振候補モードのうち、11 のモードの基本波発振を得た。各発振モードの信号強度の磁場強度依存性を測定し、信号強度が最大となる磁場強度で、ヘテロダイン受信による発振周波数測定及び、パワーメータによるパワー測定を行った。電子ビーム電圧・15 kV、電子ビーム電流 500 mA での測定結果を表 1 に示す。なお、実験はパルス発振で行ったため、記載のパワーは連続発振に換算した場合の値である。また、ガウスビーム出力を確認するため、出力をポリ塩化ビニル板に照射し、その温度上昇を観測した。共振器での発振モードが TE_{0,3} モードのときの熱画像を図 1 に示す。

GVII では、TE_{1,4} モードと TE_{6,2} モードは同時に発振しており、正常にガウスビームとして出力されなかった。したがって、表 1 に記載している TE_{1,4} モードと TE_{6,2} モード以外の 9 の基本波モードが十分な発振出力強度を持ち、ガウスビームとして出力される利用可能なモードであった。

表 1：基本波発振の測定結果

mode	磁場強度 [T]	周波数 [GHz]	パワー [W]
TE _{2,2}	4.1520	115.20	220
TE _{0,2}	4.3500	120.52	163
TE _{3,2}	4.9800	137.64	340
TE _{1,3}	-5.3000	146.55	286
TE _{4,2}	5.7700	159.33	363
TE _{2,3}	6.2000	171.13	248
TE _{0,3}	6.3300	174.63	170
TE _{5,2}	6.5340	180.52	220
TE _{3,3}	7.0500	194.71	310
TE _{1,4}	7.2900	200.88	70
TE _{6,2}	7.3250	201.35	※(60)

※TE_{6,2} モードのパワーは TE_{1,4} のパワーを含む。

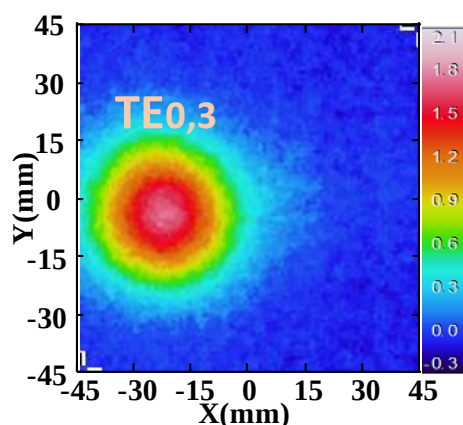


図 1：TE_{0,3} モードのガウスビームに変換後のビーム形状

参考文献

[1] Y. Tatematsu, et al. J. Infrared Milli. Terahz Waves 41, 576–589 (2020).