

2 周波数帯-200, 400 GHz-周波数連続可変ジャイロトロンの開発 Development of frequency tunable gyrotrons with two frequency bands of 200 and 400 GHz

立松芳典、山口裕資、小寺政輝、斉藤輝雄
Y. Tatematsu, Y. Yamaguchi, M. Kotera, T. Saito

福井大遠赤セ
FIR, Univ. of Fukui

福井大学遠赤外領域開発研究センターでは、サブテラヘルツジャイロトロンの先進的研究を進めている。発振周波数の連続可変は主課題の一つである。基本波発振の周波数連続可変ジャイロトロンは実現化した[1,2]。続いて2次高調波発振で実現することを目的に、Gyrotron FU CW Xを開発し[3]、さらに Gyrotron FU CW GIV を製作した。Gyrotron FU CW GIV はFU CW X とほとんど同じ仕様で、新たにモード変換器が内蔵されている。

Gyrotron FU CW GIVの初期実験では、設計運転条件において、設計モードである2次高調波 TE_{85} モードの発振は観測されず、代わりに基本波モードが発振した。そこで、アノード-カソード間電圧 V_{AK} を増加させたところ、2次高調波発振を観測できた。2次高調波発振に対して、磁場強度 B を変化させたときの測定周波数を図1に示す。カソード電圧 $V_K = -15$ kV、 $V_{AK} = 8.6$ kV ビーム電流 $I_b = 500$ mA の条件で392.7 GHzから395.6 GHzまで3 GHzに及ぶ連続的な周波数変化が得られた。

2次高調波発振による周波数の連続変化は得られたが、設計条件で期待した2次高調波モードは発振せず、基本波モードが発振した問題が残る。設計運転条件で $B = 7.19$ T で得られた基本波モードの測定周波数は190 GHzである。この値はサイクロトロン周波数 f_c より低い。このことは、観測された発振はジャイロトロン発振ではないことを示している。そこで、基本波モードの発振機構を明らかにするために広い範囲の B で周波数測定を行った。その結果を図2に示す。 $B = 6.75$ T ~ 7.26 T で、186 GHz から 191 GHz にわたって5 GHzもの周波数幅で連続的に周波数が変化した。 $B < 6.83$ T では $f > f_c$ であり、ジャイロトロン発振であるが、 $B > 6.83$ T では、 $f < f_c$ で、ジャイロ後進波管の発振である。 $f = f_c$ となる周波数の値から、発振モード

は TE_{14} モードと推定した。 TE_{14} モードがジャイロトロン発振する磁場領域は TE_{85} モードのそれに比べて十分離れているので、設計の段階では、 TE_{14} モードは TE_{85} モードとのモード競合に寄与しないと考えていた。そこで、改めて TE_{14} モードを取り入れ、測定周波数を与えてモード競合計算を行ったところ、 TE_{14} モードが発振し、実験結果を再現した。結果として、200 GHz帯と400 GHz帯の2つの周波数帯で周波数の連続変化を達成した。

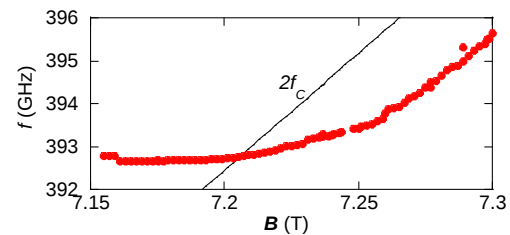


図1 Gyrotron FU CW GIV における $V_K = -15$ kV, $V_{AK} = 8.6$ kV の測定周波数。直線は各磁場強度に対する2倍サイクロトロン周波数。

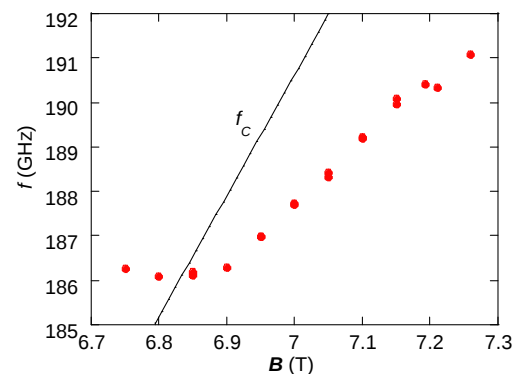


図2 Gyrotron FU CW GIV における $V_K = -15$ kV, $V_{AK} = 7.1$ kV の測定周波数。直線は各磁場強度に対するサイクロトロン周波数。

- [1] T. Idehara et al., J. Infrared Milli Terahz Waves 31, 775-790 (2010).
- [2] R. Ikeda et al., Plasma Fus. Res. 9 1206058 (2014).
- [3] Y. Yamaguchi et al., IRMMW-THz 2013 Mo P1-53 (2013).