

28/35 GHz 2周波数ジャイロトロンの性能評価試験と
プラズマ加熱に向けたRF伝送試験

**Performance Test of the 28/35 GHz Dual-Frequency Gyrotron and
the RF Transmission Test for Plasma Heating**

岡田麻希, 假家強, 今井剛, 南龍太郎, 沼倉友晴, 本吉郁哉, 姫野奈緒, 中嶋洋輔
OKADA Maki, KARIYA Tsuyoshi, IMAI Tsuyoshi, MINAMI Ryutarou, NUMAKURA Tomoharu,
MOTOYOSHI Fumiya, HIMENO Nao, NAKASHIMA Yousuke

筑波大学プラズマ研究センター
Plasma Research Center, University of Tsukuba

筑波大学プラズマ研究センターでは、主に電子サイクロトロン共鳴加熱(ECH)の電磁波源として用いられるジャイロトロンの開発が行われている。ジャイロトロンは、サイクロトロン共鳴メーザーの原理により電子ビームのエネルギーを電磁波のエネルギーへ変換することで、MWレベルの高出力の電磁波を発振することが可能である。現在、筑波大学GAMMA 10/PDX及びプリンストン大学NSTX-Uにおいて28 GHz-1.5~2 MW-数秒、九州大学QUESTにおいて28 GHz-0.4 MW-定常(CW)、京都大学Heliotron Jにおいて35 GHz-1 MW-数秒のジャイロトロンが求められている。これらの性能を満たす、28 GHz及び35 GHzの両周波数発振可能なジャイロトロンの開発を開始し、2016年度の初期試験において28 GHzで1.25 MW、35 GHzで0.48 MWの最大出力が得られた。また、CPD (Collector Potential Depression)電圧 $V_{CPD} = 30$ kV印加時に、28 GHzで総合効率 $\eta_t = 50.6$ %を達成した[1]。2017年度は、ダブルディスク窓温度の時間変化の測定値と計算値を比較することにより、熱伝達率を評価し、0.4 MW-CW動作が可能であることを示した[2]。

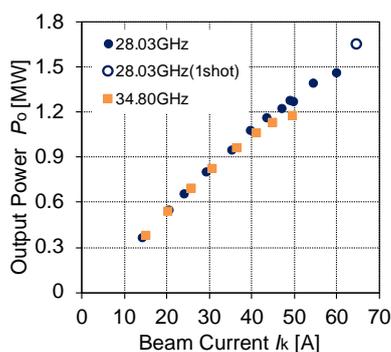


図1. 発振出力のビーム電流特性

今回、出力の増強を目指し、電子銃の改良と電源系の整備を行い、性能評価試験を行った。電子ビーム電流量 I_k に対する発振出力 P_o の特性を図1に示す。28 GHzにおいて、 $I_k = 64.8$ Aのとき最大出力 $P_o = 1.65$ MW、35 GHzにおいて、 $I_k = 49.8$ Aのとき $P_o = 1.17$ MWが得られ、設計目標を達成した。CPD電圧特性試験では $V_{CPD} = 30$ kVのとき、28 GHzにおいて $\eta_t = 46.3$ %、35 GHzにおいて $\eta_t = 45.5$ %であった。このとき両周波数において、CPD電圧の増加に伴い、空洞共振器を含むボディ部及びアノード電極に流入する電流量の増加がみられた。 η_t が設計目標の50 %を下回った要因は、戻り電子に起因すると考えられる発振効率の低下と、リスク回避のため $V_{CPD} > 30$ kVの試験を行わなかったことが考えられる。

本ジャイロトロンをGAMMA 10/PDXにおけるプラズマ実験に適用するために伝送路を整備し、28 GHzにおける伝送効率の評価を行った。伝送路は、全長25.6 mのコレクター導波管と5つのマイターバンドからなっている。GAMMA 10/PDXの真空窓の直下までの4箇所において、伝送電力を測定した。全伝送効率は63.6 %であった。測定結果を用いた各コンポーネントの性能評価結果についても報告する。

(本研究はNIFSと筑波大学における双方向型共同研究NIFS16KUGM106、COD29746及び文科省科研費補助金26249141、15H05770Bの助成を受けたものである。)

- [1] T. Kariya *et al.*, Nucl. Fusion **57** (2017) 066001
[2] M. Okada *et al.*, Plasma Conference 2017, Nov. 20-24 (2017), Himeji, 23P-39