大口径波形導波管の電磁波発生実験～電磁波発生の導波管長依存性～

◎吉田涼　櫻井陽介　山寄星往　渡邉理（新潟大学大学院自然科学研究科）
小宮山清文　桜井忠　酒井将和　小椋一夫（新潟大学工学部）

1. はじめに

後進波発振器では、波形導波管中で電子ビームを伝搬させることにより大電力マイクロ波を発生させる。大電力電子ビームを収束させるために軸方向の強磁界やプラズマを使用する。

本研究では大口径の波形導波管を使用し、マイクロ波の発振スタート電圧、放射パターンの波形導波管長依存性を調べた。

2. 実験器具

マルクス・ジェネレータから発生された 100kV 程度の高電圧パルスによりパルス形成線路（PFL）を充電し、PFL の出力部の自爆型気中ギャップスイッチを閉じることにより 50～60kV 程度の短パルスを得る。このパルスを真空容器中に収められた電子ビームダイオードに印加することにより、カソードから大電力電子ビームが放出される。この電子ビームが大口径波形導波管中を伝搬することによってマイクロ波が発生する。発生したマイクロ波は、出力窓から 800mm 離れたホーンアンテナで検波する。

実験で用いた大口径波形導波管の内壁は正弦波状に加工してあり、パラメータは、平均半径 15.7mm、コルゲート波長 3.4mm、コルゲート振幅 1.7mm である。カソードは先端にベルベットを貼った ϕ24 の Hollow Cathode を使用した。また、ガイド磁界発生装置として空芯磁界コイルを 10 個使用し、カソードの先端から大口径波形導波管の終端付近までほぼ均一な磁界がかかるように配置した。

これにより最高で約 0.89T のガイド磁界を発生させることができる。

実験は全てガイド磁界約 0.80T、0.03mtorr 以下の真空中で行い、波形導波管の周期長は 20 及び 50 周期とした。

3. 実験結果と考察

Fig.1 にマイクロ波出力のビーム電圧依存性を示す。

マイクロ波の発振スタート電圧は、周期長 20 周期では約 40kV であるのに対し 50 周期では約 30kV であった。

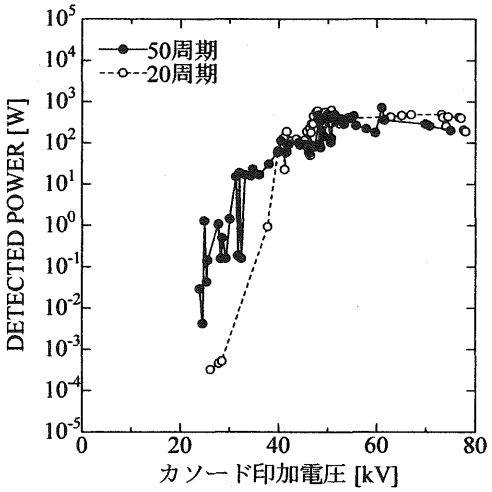

Fig.1　発振マイクロ波出力のビーム電圧依存性

Fig.2 は周期長 20 周期で放射パターンを測定した結果である。TM モードがドミナントであり、理論値と比較して TM_{11}、TE_{11} モードに近い指向性が得られた。50 周期の時は TM、TE 成分がほぼ同レベルで混在する結果となった。したがって 50 周期より 20 周期の方がモード判別が容易であり、さらに 20 周期の時は m=1 に近い非軸対称ハイブリッドモードでの発振であると考えられる。

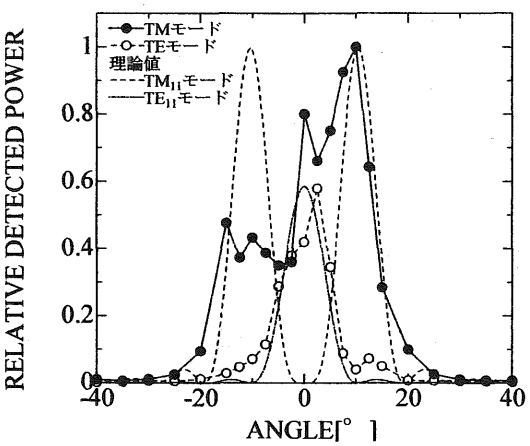

Fig.2　発振マイクロ波の放射パターン