

楕円形電極を用いた反射三極管型仮想陰極発振器における 発振マイクロ波の放射角度分布特性

深田 悠晴, 伊藤 弘昭, 竹崎 太智 (富山大学)

1. はじめに

高出力マイクロ波源は、マイクロ波送電、加速器、プラズマ加熱、通信などの様々な工業・産業分野で応用が期待されている。仮想陰極発振器は高出力マイクロ波源を生成する装置の1つである。仮想陰極発振器は他のマイクロ波源と比較し、外部磁場が不要であることから単純な構造であり、GW級のマイクロ波が発振可能で、周波数の選択性をもつ。その反面、低いマイクロ波変換効率、発振周波数が広帯域という欠点がある。そのため、電力変換効率および発振強度の向上、周波数の制御に関する研究が行われてきた。

先行研究では楕円形電極を用いると従来の円形電極より、高い発振マイクロ波強度を達成した。本研究では反射三極管型仮想陰極発振器の出力改善に向け、導波管軸に対し回転させた楕円形電極と円形電極による発振マイクロ波の放射角度分布特性を調べた。

2. 仮想陰極発振器の動作原理

仮想陰極発振器は陰極とメッシュ陽極による単純な構造で構成される。メッシュ陽極に正の高電圧パルスを印加すると高電界により陰極表面から電子が放出される。メッシュ陽極を通過した電子ビームがドリフト空間に入り、空間電荷制限電流を超えると仮想陰極が形成され、後続電子は仮想陰極と実陰極間で往復運動し、マイクロ波が発振される。また、仮想陰極自身が時間的・空間的に振動することによってマイクロ波が発振される。

3. 実験装置

図1に仮想陰極発振器の実験装置を示す。本研究ではマルクス発生器を使用し、陽極に+200 kVの高電圧パルスを印加する。ダイオード電圧は容量分圧器、ダイオード電流はログスキューコイルで測定した。図2に電極とアンテナの位置を示す。マイクロ波は出力窓から120 cmの円周上に0度から90度まで10度おきに設置されたアンテナで測定した。電極面積は等しく設計されており、円形電極と楕円形電極の扁平率はそれぞれ $f = 0, 0.33$ である。陽極材料は開口率64.5%のステンレス製メッシュ、陰極材料はベルベットを用いた。陽極と陰極の電極間距離 (d_{AK}) は7 mmとした。楕円形電極においては、導波管長軸と電極長軸が一致する場所を0度として、 $\theta = 0$ 度、45度、90度回転させて実験を行った。

4. 実験結果

図3に各電極形状における発振マイクロ波電力の放射角度分布を示す。楕円形電極を用いた場合、ほとんどの角度で出力が大きいことがわかる。放射角度分布特性は電極形状に強い依存性はなく、発振周波数は電極形状や回転位置によらず全ての角度において4.5 - 4.7 GHzで

安定していた。これより導波管軸と軸対称な電極形状であればモードや指向性に影響はなく、楕円形電極にすることでマイクロ波の総出力が向上したと考えられる。

5. まとめ

反射三極管型仮想陰極発振器において円形電極と楕円形電極による発振マイクロ波の放射角度分布特性を調べた。実験結果より、楕円形状電極は反射三極管型仮想陰極発振器の発振マイクロ波特性を向上できることが示された。

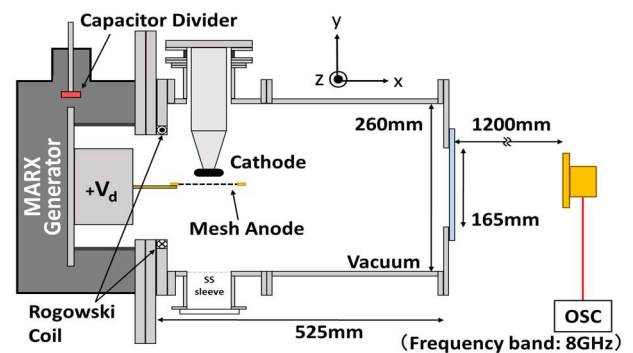


図1 実験装置図

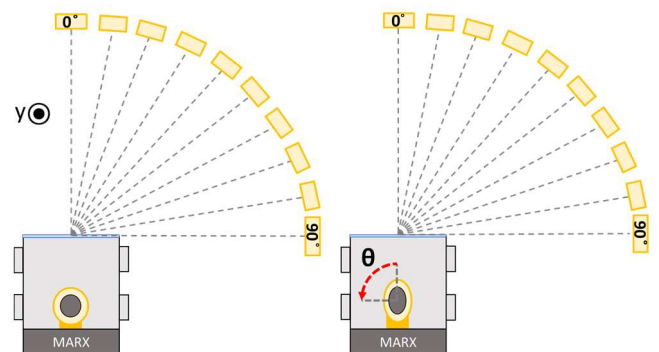


図2 電極とアンテナ位置

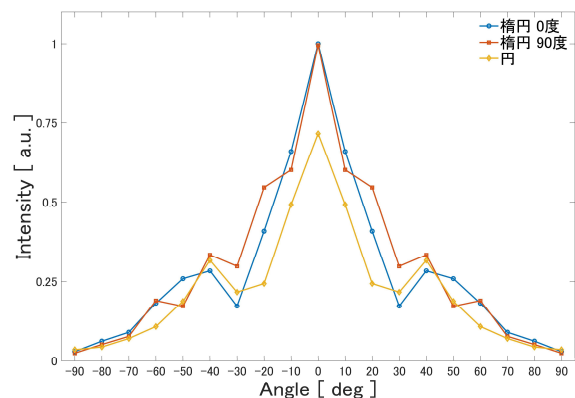


図3 放射角度分布特性