

2 段共振器ジャイロトロン用モード変換器の開発 Development of a mode converter for a two-step cavity gyrotron

立松芳典、伊藤慎悟、山口裕資、福成雅史
Y. Tatematsu, S. Ito, Y. Yamaguchi, M. Fukunari

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

1. はじめに

福井大学では、1 台でより多くの周波数でガウスビームを出力できるモード変換器内蔵ジャイロトロンを開発している[1, 2]。一方で、さらに発振周波数域を広げる研究を行っており、2 段共振器を搭載した直線型ジャイロトロンにより、120~220 GHzの間で27%の周波数占有率の発振を確認した[3]。次の目標は、2 段共振器ジャイロトロンでガウスビーム出力することである。そのためのモード変換器を開発する。

2. モード変換器

モード変換器はブラゾフアンテナと複数枚のミラーで構成する。ブラゾフアンテナの原理は、導波管を伝搬する電磁波の特性に基づいている。共振器で発振した電磁波は図1に示すように、準光学近似では導波管断面で、ある半径 R_{cau} の円筒に接し、壁で反射しながら進む光線であらわされる。このとき、導波管断面内において光線の射影と壁の接線のなす角 θ は、発振モードごとによって異なる値を持つ。 θ の値が近いと電磁波の導波管内での振る舞いが同じであるため、 θ が近い値を持つモードを同じ変換器でガウスビームに変換できる。一方、導波管軸 (z 軸) と光線のなす角 τ は同一共振器で発振したモードに対しては等しい値をもつ。そのため、ビームは z 方向にほとんど同一軌道を取り、多くの発振モードに対して同じ変換器でガウスビームに変換できた。

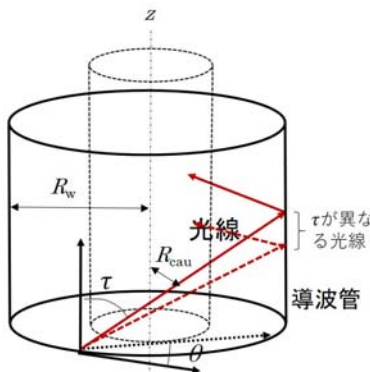


図1 導波管内の電磁波の伝搬の様子

3. 2 段共振器用モード変換器設計

2 段共振器では τ の値が異なるため、導波管内を軸方向に進むにつれて、ビームが2つの群に分かれる(図1の実線、破線の光線)。2つのビーム群を同時にガウスビームに変換し、窓を通して出射するモード変換器設計の方針として、(A) 2つのビーム群が十分離れてから整形ミラーを置く、(B) 2つのビーム群が大きく離れる前に整形ミラーを置くことが考えられる。今回は(B)の方針でモード変換器を設計した。2つの共振器C1, C2の半径をそれぞれ2.835 mm、2.977 mmと選んだ。120~220 GHz の周波数で20の異なる周波数でガウスビームに変換できると期待できる。図2にそのうちの4つの発振モードに対して計算で得られたビーム断面を示す。20のビームの中で図2c, dが最も中心から離れてビームが出射されるモードである。

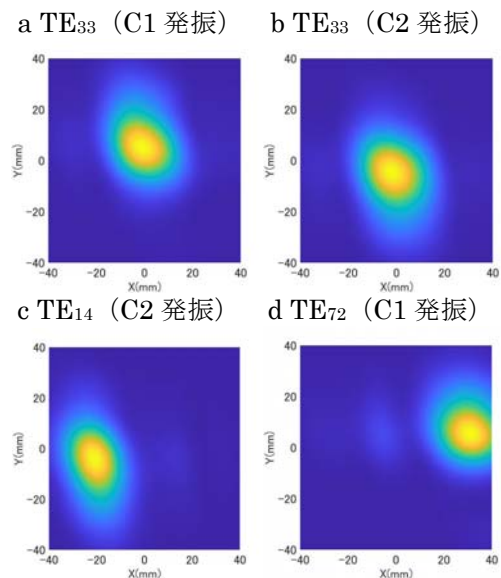


図2 変換されたビームパターンの例(L=500 mm)
原点は出力窓中心の水平延長線上

- [1] Y. Tatematsu et al., J. Infrared, Milli, Terahz Waves 36, 697, 2015.
[2] Y. Tatematsu et al., J. Infrared, Milli, Terahz Waves 41, 576, 2020.
[3] Y. Yamaguchi et al., IEEE Electron Device Letters 41, 1241, 2020.