

## 同軸導波管における固有モードの曲率依存性の解析

◎山本 和正, 小針 佳大, 小椋 一夫, 山家 清之 (新潟大学)

### 1. はじめに

大電力マイクロ波源の一つに後進波発振器(Backward Wave Oscillator : BWO)がある。BWO は遅波構造を施した導波管の軸方向に電子ビームを入射し、マイクロ波を発生させる装置である。現在、本研究室では導波管に、遅波構造を施した内導体を装荷した同軸導波管を用いて、実験、解析を行っている。

一方で、平板状導波管による遅波構造がある。平板状導波管の分散関係は導体間距離とコルゲートパラメータで決まる。これに対して、同軸導波管では、曲率というパラメータが加わる。今まで、遅波導波管の曲率が分散関係に与える影響に関する研究は、ほとんど見られず、曲率がマイクロ波発振の高出力化に及ぼす影響もわかっていない。

本研究では、外導体および内導体の径を大きくする、すなわち、曲率を小さくすることで、導波管内の固有モードを解析することを目的としている。

### 2. 解析モデル

図 1 に解析モデルを示す。外導体、内導体ともに、同じコルゲート波長、コルゲート振幅の周期的矩形コルゲート遅波構造を持つものとする。なお、このモデルは軸方向に無限長であり、導波管は完全導体と仮定している。また、同軸導波管の特徴として、内導体、外導体の遅波構造の位相差 $\theta$ を変化させることができる。位相差 $\theta$ は 0 から $\pi$ までの範囲で変更することができ、図1のように内導体と外導体の遅波構造の位相差がないものを $\theta=0$  とする。なお、このモデルは軸方向に無限長であり、導波管は完全導体と仮定している。

本研究では内外導体間距離を固定したまま、外導体平均半径を基準に通常の解析で用いているパラメータの 10 倍まで大きくして解析を行った。

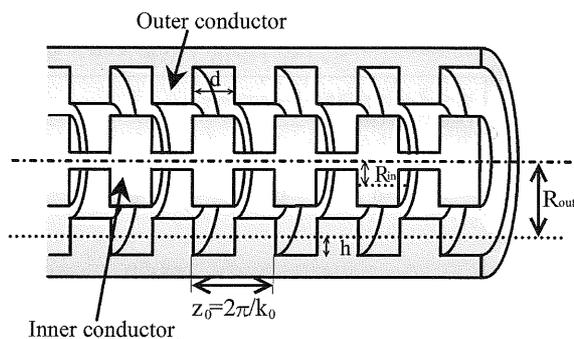


図 1 解析モデル

### 3. 解析結果

図 2 は  $R_{out}=15.1\text{cm}$ ,  $R_{in}=14.83\text{cm}$  ( $R_{out}$  曲率 0.0662) での分散関係の解析結果、図 3 は  $\pi$ モードでの導波管モードの周波数を曲率を変更してプロットしたものである。解析に用いたパラメータは表 1 に示す。導波管モードは、基本モードとして同軸導波管モードである Transverse Electromagnetic (TEM) モードが内導体の遅波構造による影響を受けて  $E_z$  成分を持つ Cylindrical Surface Wave (CSW)モードがあり、高次モードとして、Transverse Magnetic (TM)モードがある。図は、軸対称モードの場合での、 $CSW_0$ モードと  $TM_{01}$ モードを示す。

解析の結果、内外導体径を大きく、すなわち、曲率を小さくしていくと  $CSW_0$ モードと  $TM_{01}$ モードのカットオフ周波数が接近し、曲率が十分に小さい時はカットオフ周波数が一致することがわかった。また、非軸対称モードにおいても同様に解析を行い、内外導体間距離を広くした場合についても解析を行った。

表 1 解析に用いたパラメータ

外導体平均半径 $R_{out}$	1.51 cm ~ 15.1 cm
内導体平均半径 $R_{in}$	1.27 cm ~ 14.83 cm
内外導体間距離 $R_{out}-R_{in}$	0.27 cm,
コルゲート波長 $z_0$	0.30 cm
コルゲート振幅 $h$	0.11 cm
溝長・波長比 $d/z_0$	50 %
位相差 $\theta$	0

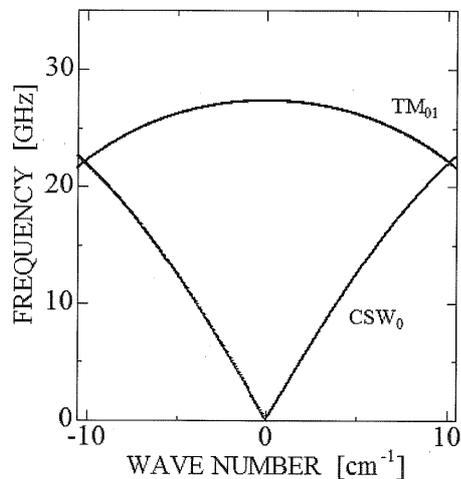


図 2 分散関係  
 $R_{out}=15.1\text{cm}$   $R_{in}=14.83\text{cm}$   
 曲率( $R_{out}$ )=0.0663

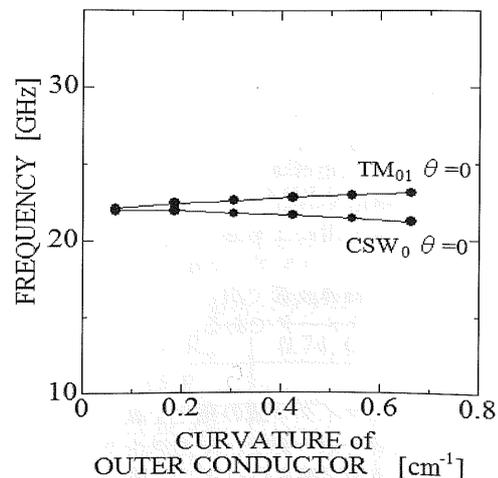


図 3 導波管モードの曲率依存性