

遮断円筒導波管法の不要共振モード抑制に関する検討

Some discussions on the suppression of the unwanted resonance modes for the cut-off waveguide method

清水隆志

Takashi Shimizu

小林禧夫

Yoshio Kobayashi

埼玉大学工学部電気電子システム工学科

Dept. of Electrical and Electronic Systems, Saitama University

1. はじめに

遮断円筒導波管法に用いる従来の共振器構造には、不要な共振モードが存在し、測定に悪影響を及ぼすことが実験により明らかとなった^[1]。この度、不要な共振モードの抑制に有効な新しい共振器構造を提案し、実験によりその有効性を検討する。

2. 新しい共振器構造の検討

測定に使用する共振器の断面図を図1に示す。比誘電率 ϵ_r は TE_{0m1} ($m=1,2,\dots$)モードの共振周波数 f_0 の測定値より、誘電正接 $\tan\delta$ は無負荷 Q_c の測定値より、縁端効果まで考慮した値が求められる^[1]。

2.1. 長さ方向の不要TEモードの抑制方法

図2に従来形および新構造の電波吸収体部の断面図を示す。2枚のサファイア平板(A: 厚さ $t=0.298\text{mm}$, B: $t=0.506\text{mm}$)の複素誘電率測定を3つの共振器(I: 直径 $D=6.991\text{mm}$, 長さ $H=30.917\text{mm}$, 比導電率 $\sigma_r=84.8\%$, II: $D=6.985\text{mm}$, $H=26.117\text{mm}$, $\sigma_r=76.2\%$, III: $D=6.480\text{mm}$, $H=24.289\text{mm}$, $\sigma_r=75.0\%$)を用いて行った。その結果を図3に示す。共振器Iを用いたとき、サファイアAの $\tan\delta$ の値が他の共振器を用いたときに比べ、高いことが分かる。これは、長さ方向の不要なTEモードの影響によるものであることが共振波形の測定によりわかった。

そこで、図2(b)に示す電波吸収体を用いて、サファイアAの測定を行った。その結果を図3に三角印で示す。図より、 $\tan\delta$ の値が他の共振器を用いた時の値とほぼ一致していることが分かる。これより、新構造の電波吸収体部が長さ方向のTEモードの抑制に有効であることが実証された。

2.2. 半径方向の不要TMモードの抑制方法

図4に従来形および新構造の試料挿入部の写真を示す。図4(a)に示す構造を用いて、MPO平板の周波数応答の測定した結果、モードチャートに存在しない共振モードが12, 16, 30, 38, 41GHz付近に存在していることがわかった。これらの共振モードの電磁界分布をAnsoft HFSSにて計算した。一例として、12GHzでの電磁界分布を図5に示す。これより、試料挿入部で共振する半径方向のTMモードであることがわかった。

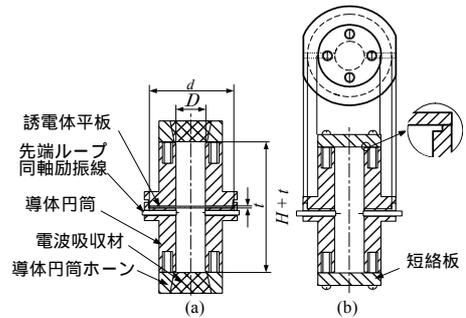
一方、図4(b)に示す構造を用いて、測定を行った結果、これらの共振モードは存在しないことがわかった。これより、新構造の試料挿入部が半径方向のTMモードの抑制に有効であることが実証された。

3. まとめ

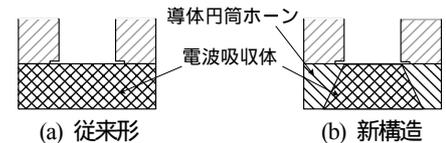
提案した共振器構造が不要共振モードの抑制に有効であることを計算および実験により実証した。この結果、新しい共振器構造は、遮断円筒導波管法の測定精度および安定性の向上に有効であるといえる。

<参考文献>

[1] T. Shimizu and Y. Kobayashi, "50GHz measurements of temperature dependence of complex permittivity of dielectric plates by a cut-off circular waveguide method," 2001 Topical Symposium on Millimeter Waves, Digest, P-10, Mar. 2001.



(a) 誘電体を装荷した共振器 (b) 空洞共振器
図1 測定に使用する共振器の断面図



(a) 従来形 (b) 新構造
図2 電波吸収体部の構造

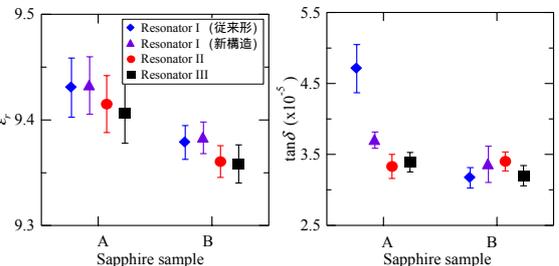
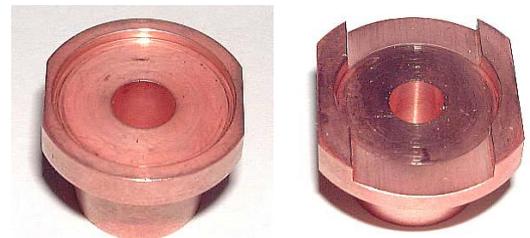


図3 サファイア平板の測定結果



(a) 従来形 (b) 新構造
図4 共振器の試料挿入部の写真

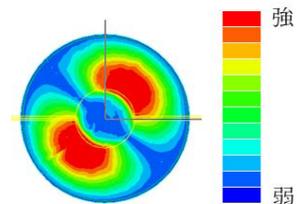


図5 従来形共振器の12GHzでの電磁界分布