

出展題目:

共振器法によるマイクロ波・ミリ波基板材料の評価技術

ウィスパリングギャラリーモード誘電体円板共振器^[1]を用いた
ミリ波複素誘電率測定

特徴：一つの試料に対する複素誘電率を、
ミリ波帯の広い周波数範囲にわたり測定できる
試料の面方向と厚み方向に分離して測定できる

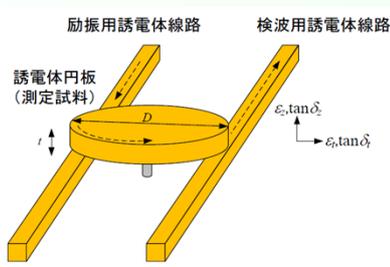


図1 WGモード誘電体円板共振器

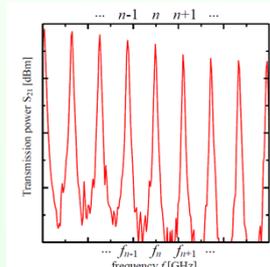


図2 WGモードの共振応答

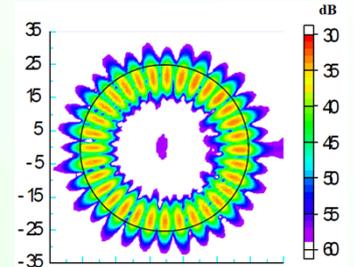


図3 WGモードの界強度分布

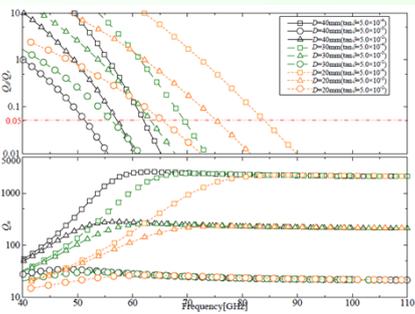


図4 WGモード誘電体円板共振器

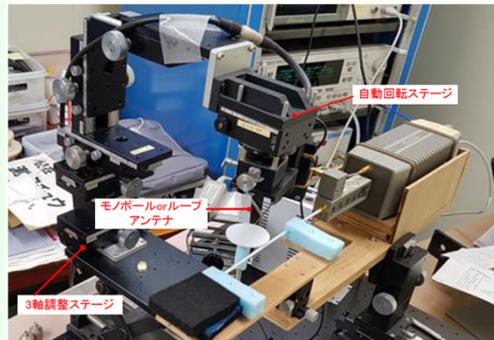


図5 WGモードの共振応答

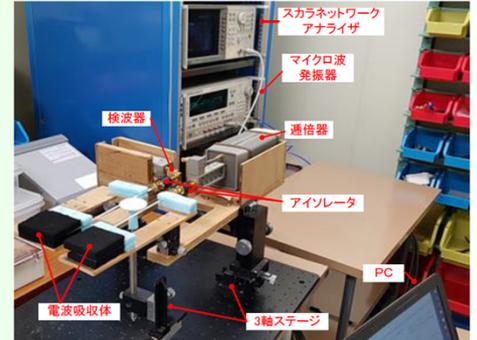
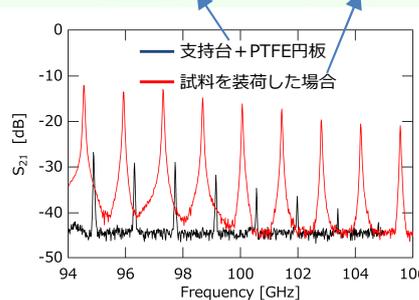
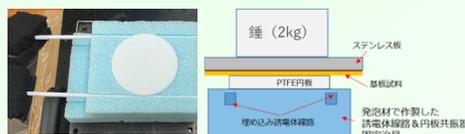
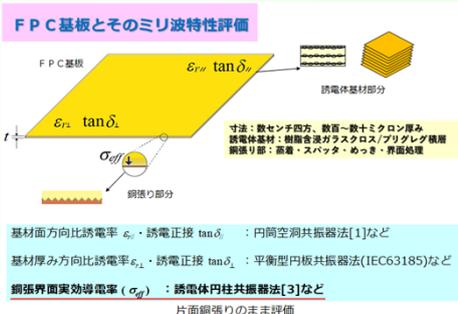
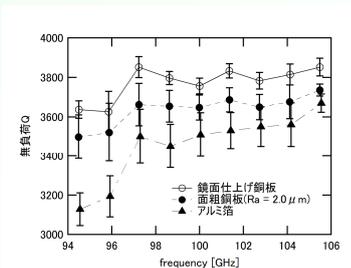


図6 WGモードの界強度分布

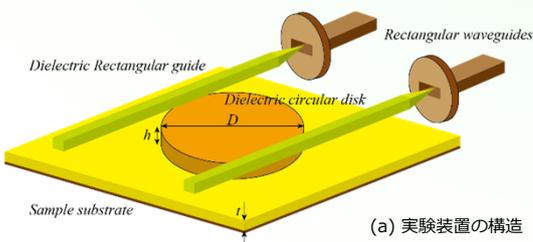
最近では、5G/6G次世代通信システム用ミリ波回路基板の性能評価に取り組んでいます。



(b) 試行実験結果 (共振応答)



(c) 試行実験結果 (Q値)



(a) 実験装置の構造

図7 WGモード共振器によるFPC基板評価

誘電体円柱共振器法^{[2][3]}による導体膜付き誘電体基板の実効導電率の測定

特徴：2誘電体共振器法などを用いて、マイクロ波帯における導体膜表面および界面の実効導電率を測定できる

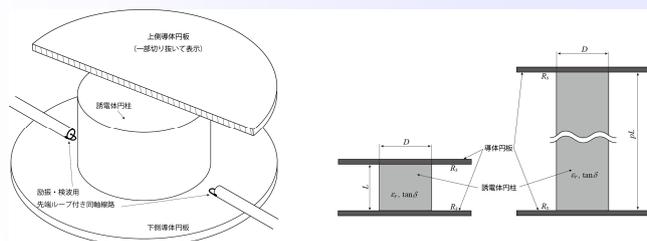


図8 2誘電体共振器法で使用する両端短絡形共振器

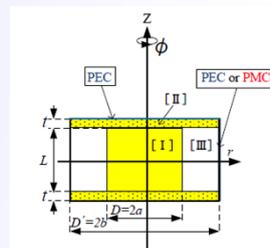


図9 導体付き誘電体基板で挟んだ誘電体円柱共振器(解析図)

円筒空洞共振器法^{[4][5]}による薄形誘電体シートの複素誘電率測定

特徴：50 μm 程度の薄形誘電体シートの面方向の複素誘電率を測定できる。
TE₁₁₁モードを用いることにより、面内異方性の有無を確認できる。

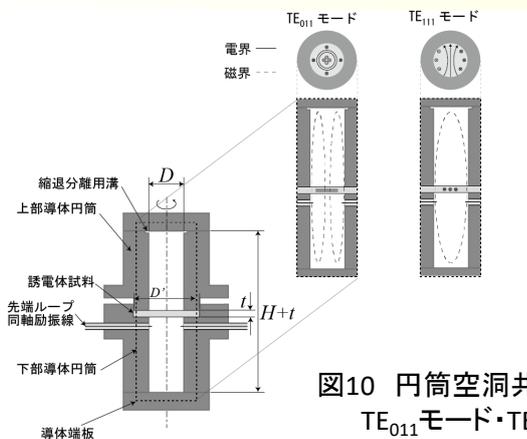


図10 円筒空洞共振器の構造
TE₀₁₁モード・TE₁₁₁モード

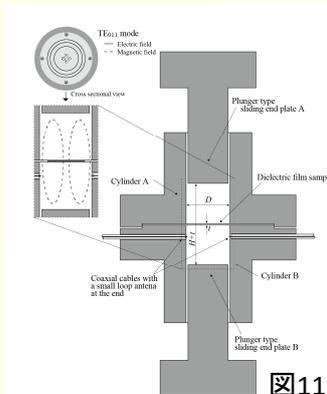


図11 TM₁₁₁モードとの縮退を防ぐための空洞長可変共振器

平衡型円板共振器法^{[6][7]}による誘電体シート材の厚み方向複素誘電率測定

特徴：TM_{0m0}モードを用いて、一つの試料に対してマイクロ波からミリ波帯に亘る周波数帯で、複素誘電率を測定できる

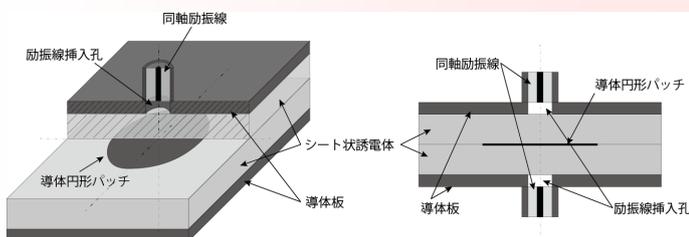


図12 平衡型円板共振器の構造



図13 平衡型円板共振器の測定システム

参考文献(代表的なもののみ引用させて頂いています)

- [1] 古神, 松村, “ウィスパーリングギャラリモード共振器法を用いた低誘電率材料のミリ波複素誘電率測定 信学論 (C), vol. J75 C I, No.11, pp. 687-693, Nov. 1992.
- [2] Y. Kobayashi and M. Katoh, “Microwave measurement of dielectric properties of low-loss materials by the dielectric rod resonator method”, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. MTT-33, pp. 586-592, July 1985.
- [3] 清水, 二階堂, 古神, “銅張誘電体基板に挟まれた誘電体円柱共振器の共振特性解析”, 信学技報, vol.115, no.141, MW2015-86, pp.233-238, July 2015.
- [4] 小林, 畑口, “ミリ波帯における誘電体円板共振器法による複素誘電率測定”, 電子情報通信学会, 技術研究報告マイクロ波, MW84-73, pp. 15-22, 1984.
- [5] 清水, 古神, “空洞共振器法による薄形誘電体材料のミリ波複素誘電率測定”, 2013電子情報通信学会総合大会, C-2-93, p.124, Mar. 2013.
- [6] 川端, 小林, “同軸励振平衡形円板共振器を用いた誘電体平板の複素誘電率測定”, 電子情報通信学会技術研究報告マイクロ波 100(528), 43-50, 2000.
- [7] Y. Kato and M. Horibe, “Broadband Permittivity Measurements up to 170-GHz Using Balanced-Type Circular-Disk Resonator Excited by 0.8-mm Coaxial Line,” IEEE Trans. IM, Vol. 68, No. 6, pp. 1796-1805, June 2019.