

ミリ波帯・サブ THz 帯における材料測定技術の研究動向 —低損失基板材料の複素誘電率と実効導電率測定について—

Research Trends in Material Measurement Techniques for Millimeter-Wave and Sub-THz Bands —Measurement of Complex Permittivity and Effective Conductivity of Low-Loss Substrate Materials—

平山 直樹[†] 吉川 博道[†] 中山 明[‡] 清水 隆志[§]

Naoki HIRAYAMA[†] Hiromichi YOSHIKAWA[†] Akira NAKAYAMA[‡] and Takashi SHIMIZU[§]

[†]京セラ株式会社 [‡]無所属 [§]宇都宮大学

[†]KYOCERA Corporation [‡]Unaffiliated [§]Utsunomiya University

概要

マイクロ波帯・ミリ波帯は、無線通信、レーダ、センシングなど幅広い分野で利用されている。特に、5G では、高速かつ大容量の通信を実現するため、使用周波数をミリ波帯まで拡張している。さらに、6G 以降では 100~300GHz のサブ THz 帯の利用が検討されている。一方、周波数が高くなるほど回路基板の伝送損失が増加し電力損失が大きくなってしまいうため、材料開発や部品設計を行うためには、このような広範な周波数帯に対して、低損失材料の電気特性（誘電率、誘電正接、導電率）の測定が重要である。本稿では、分割方形導波管共振器や、方形誘電体共振器を用いたミリ波帯・サブ THz 帯の低損失材料の最新の電気特性の測定技術について紹介する。下図はそれぞれ、誘電体基板の複素誘電率測定に用いた分割方形導波管共振器と、銅張り基板の誘電体/導体界面における実効導電率測定に用いた方形誘電体共振器の模式図を示している。共振電磁界の選択的な励振・検波を行うことで、おおよそ 20~330GHz までの複素誘電率と、50~330GHz の実効導電率の周波数依存性の測定を行った。

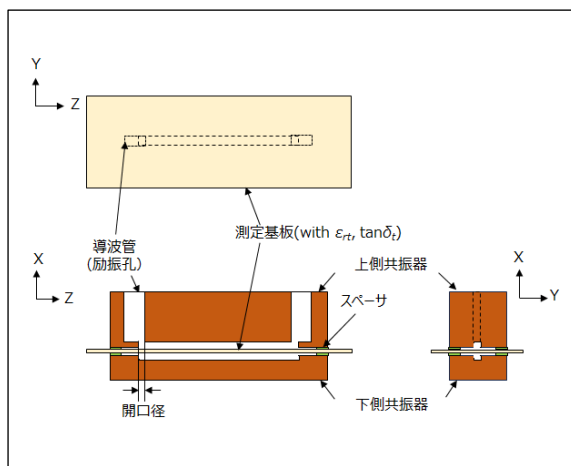


図 複素誘電率測定用の分割方形導波管共振器

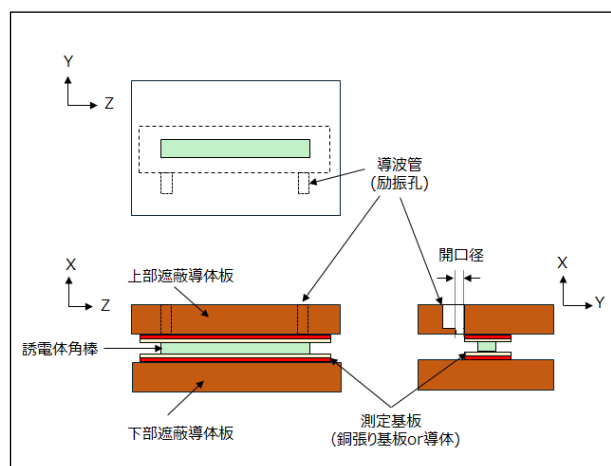


図 実効導電率測定用の方形誘電体共振器

Abstract

Wireless communication, radar, and sensing require a wide range of frequency bands, from microwaves to sub-THz bands. However, as the frequency increases, the transmission loss in the circuit board increases, leading to increased power loss. Therefore, in material development and component design, it is extremely important to measure the electrical properties of low-loss materials over such a wide bandwidth. This paper presents advanced techniques for measuring electrical properties in the millimeter wave and sub-THz bands using novel resonator structures.