

ポスト 5G/6G 対応の材料設計に向けた 100 GHz 超での誘電率・導電率計測技術

Complex Permittivity and Conductivity Measurement Techniques at Millimeter-Wave Bands Over 100 GHz for Beyond-5G/6G Applications

加藤 悠人[†]Yuto KATO[†][†]産業技術総合研究所

概要

近年、高速大容量の無線通信を可能にするミリ波帯電磁波の利用が急速に拡大している。5G（第5世代移動通信システム）では28 GHz帯や39 GHz帯などが利用される一方で、次世代の6G（第6世代移動通信システム）では通信性能をさらに大幅に向上するために、100 GHz超の周波数帯の利用が見込まれる。一方で、回路の伝送損失は一般に周波数が高くなるほど増大するため、低損失化に向けた先端材料開発が6G実現のために強く求められる。その中で、誘電率や導電率の高精度な計測は、基板材料の性能評価として、材料開発や材料の選定を進めるうえで重要性を増している。また、アンテナやメタマテリアルなど基板材料を利用した部材の設計にも、材料パラメータの高精度な計測が必須となる。

産業技術総合研究所では、マイクロ波帯からミリ波帯での超広帯域な誘電率・導電率計測技術を研究開発してきた。平衡型円板共振器を利用した測定方法により、基底モードだけでなく高次の共振モードも利用することで、10 GHzから100 GHz超までの超広帯域にわたる材料計測を実現している。本技術は、平衡型円板共振器では構造の対称性により特定の電磁界モードのみが選択的に励振されることを利用している。これまでに、極細の0.8 mm同軸線路で給電する共振器と、誘電率や導電率を厳密に決定できる電磁界解析アルゴリズムを開発することで、170 GHzまでの超広帯域での材料計測を実証するとともに、計測システムの技術移転や国際標準化も進めてきた。

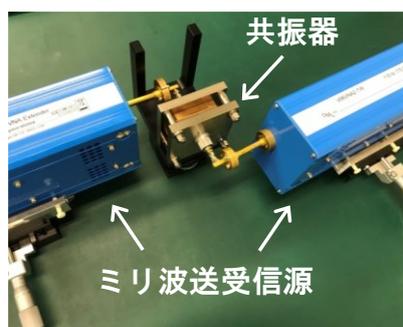


図 広帯域材料計測に用いる
平衡型円板共振器

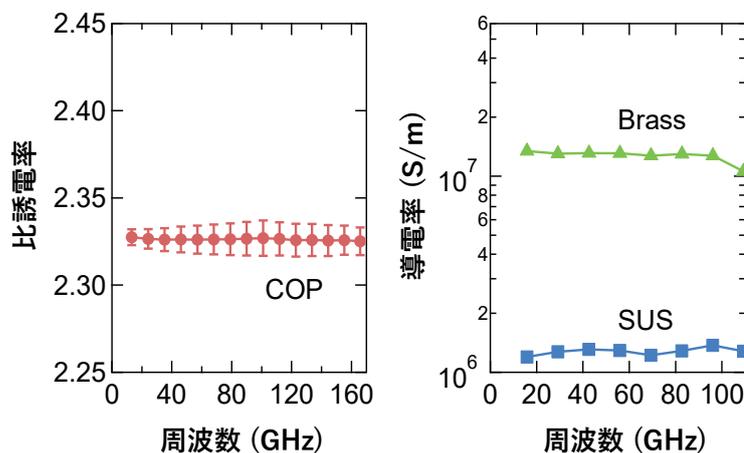


図 超広帯域にわたる誘電率と導電率の測定結果例

Abstract

We have developed an ultra-wideband permittivity and conductivity measurement technique at millimeter frequencies using a balanced-type circular disk resonator (BCDR). Owing to the mode-selective behavior of the BCDR over a wide band, the BCDR method can provide broadband measurements from less than 20 GHz up to over 100 GHz with a single system by utilizing higher-order mode resonances. By developing a BCDR excited by ultra-fine 0.8 mm coaxial lines, we have realized permittivity and conductivity measurements up to 170 GHz.