

平面共振器を用いたテラヘルツ帯誘電特性の評価

Evaluation of dielectric properties in terahertz band using planar resonators

阪大基礎工¹, ダイセル²

寺井 将貴¹, Julian Webber¹, 伊豫田 圭¹, 芳我 基治², 富士田 誠之¹, 永妻 忠夫¹

Osaka Univ.¹, Daicel Corp.²

◦Masataka Terai¹, Julian Webber¹, Kei Iyoda¹, Motoharu Haga², Masayuki Fujita¹, Tadao Nagatsuma¹

E-mail: u732775c@ecs.osaka-u.ac.jp, fujita@ee.es.osaka-u.ac.jp

次世代の移動体通信システム 6G では、従来のマイクロ波・ミリ波と比較して、広い帯域が利用可能な 100 GHz を超える周波数帯（テラヘルツ帯: 100 GHz~10 THz）の電波の利用が期待されている。しかしながら、周波数が高くなるにつれ、伝送回路の損失が大きくなるという課題があり、回路基板となる誘電体材料の正確な評価が必要である。マイクロ波帯の誘電体材料の評価手法としては空洞共振器法が一般的であるが、周波数が 170 GHz を超える周波数帯には適用が難しい[1]。一方、テラヘルツ帯の材料評価法として、テラヘルツパルスを用いた時間領域分光法(Time Domain Spectroscopy: TDS)[2]が一般に用いられているが、周波数が低い 100~300 GHz 帯では信号対雑音比が低下し、特に薄膜材料では高精度な評価が難しいという課題がある。本研究では、サブテラヘルツ帯の誘電特性の新たな評価法として、評価対象の薄膜誘電体材料そのものを平面共振器に加工し、その透過特性から比誘電率と誘電正接を算出する平面共振回路法を考案したので報告する。

Fig.1 に本手法で用いる平面共振器構造の模式図を示す。入出力用の導波路、リング共振器と導波路を保持するためのフレームから構成される。ここで、リング共振器は高い Q 値が得られ、多モード動作するよう波長よりも十分に大きな径に設計する。また、フレーム部分には波長よりも十分に小さな孔を多数形成して、誘電体材料よりも低誘電率な有効媒質[3]として働かせ、フレーム部分へのテラヘルツ波の漏れを抑制する。入出力導波路は中空導波管と低損失に接続可能であり、入力導波路を伝搬したテラヘルツ波の一部がリング共振器に結合し、出力導波路から出力される。その結果、透過スペクトルとして、Fig.2 に示すような多モードの共振スペクトルが得られる。共振スペクトルの共振周波数間隔(Free Spectral Range: FSR)は比誘電率に、共振 Q 値は誘電正接に依存することから、FSR と比誘電率の関係、並びに Q 値と誘電正接の関係について、電磁界シミュレーション結果と実験値とを比較することで比誘電率と誘電正接を求めることができる。本手法では、薄膜誘電体材料に対して、伝搬距離を長くできる平面共振器を形成するため、テラヘルツ波と誘電体材料の相互作用長を大きくすることが可能となり、従来手法(TDS)よりも高精度な誘電特性の評価が期待される。

本研究の一部は、NEDO ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業先導研究および JST CREST(JPMJCR21C4)の支援を受けた。

参考文献

- [1] 加藤, 電子情報通信学会ソサエティ大会, (2021) CI-5-5.
- [2] M. Naftaly and R. E. Miles, Proc. IEEE, 95 (2007) 1658.
- [3] W. Gao *et al.*, Opt. Express, 27 (2019) 38721.

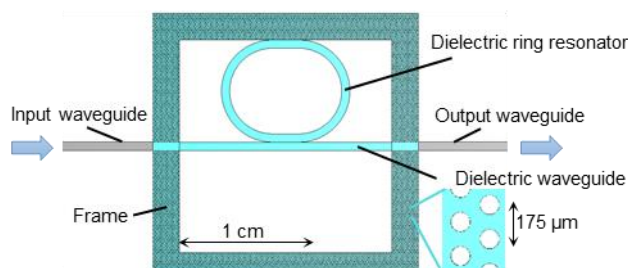


Fig.1 Schematic of proposed planar resonator circuit composed of a dielectric ring resonator, input/output waveguides, and frame.

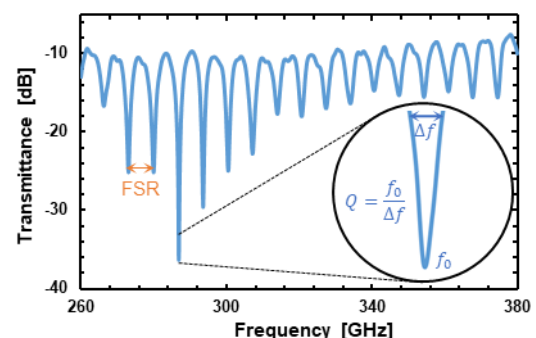


Fig.2 Transmission spectrum.