

テラヘルツ時間領域分光法による液体の誘電率決定における 液体セルの透過率解析解

Analytical Solution of Transmittance of a Liquid Cell for Determination of Liquid Permittivity by Terahertz Time-Domain Spectroscopy

福井大遠赤センター¹ °北原 英明¹, 古屋 岳¹, 谷 正彦¹

Fukui Univ. FIR¹, °Hideaki Kitahara¹, Takashi Furuya¹, Masahiko Tani¹

E-mail: kitahara@fir.u-fukui.ac.jp

テラヘルツ (THz) 時間領域分光法で液体の物性を計測するときには一般的に窓付の液体セルが用いられる。このような場合、解析を簡便にするために厚い窓を用いて窓内部における多重反射の影響を排除している。厚い窓の損失を考慮すると低損失な窓材を用いる必要があり、価格と入手性から一般的には高抵抗シリコンが使用される。一方、内部の気泡の有無を確認したり外部から励起光等を照射したりする場合などには透明な窓材を用いる必要がある。光学領域と THz 領域の双方で低損失な材料は安価でないため、透過損失の観点から損失を持つ薄い窓材を用いることになる。この場合、窓内部の多重反射を考慮すると 2 枚の窓を含んだ解析関数を使用しなければならない。通常はトランスファマトリックス法や反射干渉による多重散乱を計算する方法により、シミュレーション的に多層構造の透過率が求められているが、計算過程を纏めて物性解析するための透過関数を求めた報告は少ない。そこで、本研究では五つの異なる屈折率を持つ領域(図 1 参照)を透過する電磁波の透過関数として、境界条件を定め Maxwell 方程式を解くことによって厳密解析解を求める。更に液体セルを用いて蒸留水を実測し、その誘電率決定を試みる。

直径 10 mm の THz 波平行光系を持つ THz 時間領域分光器を用いて熔融石英製の液体セル中に封入した蒸留水の測定を行った。液体セルの窓が持つ厚さは～1.2 mm であり、サンプル部の厚さは 0.25 mm である。窓も含めた液体セルの解析関数とその導関数を求め、ニュートン法によるフィッティングを行い蒸留水の複素誘電率を求めた。図 2 に求められた蒸留水の複素誘電率を示す。標準的な水の誘電率スペクトルを示している。講演に於いては解析解の導出過程と得られた関数の詳細を報告する。

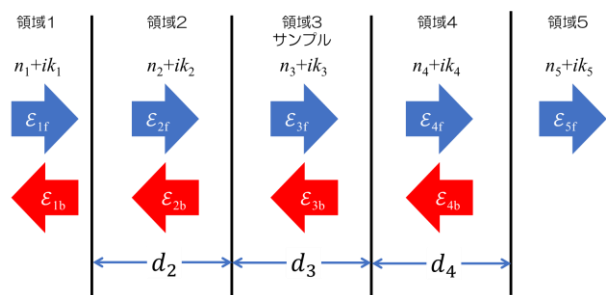


図 1. 五つの異なる屈折率を持つ解析モデル

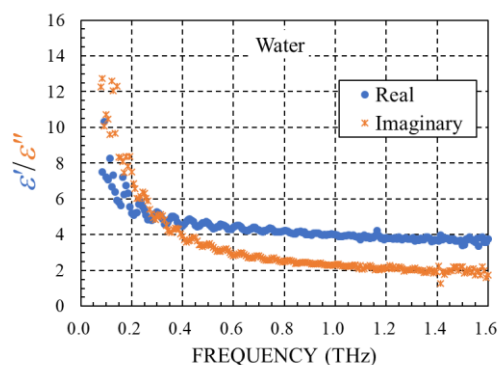


図 2. 求められた蒸留水の複素誘電率