

テラヘルツ偏光計測装置による黒色フッ素ゴム内部異方性検査

Assessment of the internal optical anisotropy in fluoroelastomer
revealed by terahertz polarization spectroscopy

○岡野 真人¹, 渡邊 紳一¹ (1. 慶大理工)

○M. Okano¹ and S. Watanabe¹

(1. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Keio Univ.)

E-mail: okano@phys.keio.ac.jp

フッ素ゴムは高い耐熱性や耐油性などを有しているため、自動車などの燃料機関や化学プラントなどで利用されており、産業上非常に重要な高分子材料のひとつである。このような実用的な高分子材料において、劣化も含めた内部状態を調べることは安全上の観点から重要である。高分子材料の内部状態を調べる方法の一つとして光学的手法が利用されてきた [1, 2]。しかし、フッ素ゴムは耐久性を増すために充填剤であるカーボンブラックを配合した黒色のものが一般に用いられており、これらは可視光及び近赤外光領域では不透明である。そのため、実用ゴム材料内部の状態を測定する際には試料を薄くする、充填剤を減らすなどの工夫が必要となる。今回、我々は可視光などに比べて高分子材料に対して高い透過性を有するテラヘルツ光を用いて黒色フッ素ゴムの内部状態の計測を試みた。具体的には、テラヘルツ時間領域分光法を用いた偏光測定によってゴム材料内部の異方性を評価したのでその結果について報告する。

テラヘルツ光の発生及び検出は市販のテラヘルツ波発生・検出ユニットを使用した。検出器の前に回転モーターに固定したワイヤーグリッド偏光子を挿入し、40 Hz で偏光子を回転させることによって偏光計測を行った [3]。試料は厚み 1 mm の十川ゴム製フッ素ゴム (V-100) を用いた。本試料の透過率を 0.1–1000 THz の範囲で測定したところ、0.5 THz 以上では透過率がほぼ 0 であることがわかった。これは、テラヘルツ光を用いることで初めてゴムの内部状態を調べることが可能になることを示している。無延伸状態のフッ素ゴム試料に対して偏光計測を行ったところ、内部異方性に起因した大きな複屈折 ($\Delta n \sim 1$) を観測した。この巨大な複屈折の起源を調べるためにテラヘルツ時間波形から複素屈折率を解析したところ、カーボンブラック粒子の凝集体が光学異方性の支配的な要因であることが示唆された [4]。これらの結果から、不透明な高分子材料の内部異方性をテラヘルツ偏光計測によって評価できることが明らかになった。この手法を利用することで非破壊・非接触での内部状態検査が可能になると期待される。

本研究は、(独) 科学技術振興機構 (JST) による産学共創基礎基盤研究プログラム「テラヘルツ波」の支援を受けて行われたものである。

[1] L. R. G. Treloar, The Physics of Rubber Elasticity, 3rd ed. (Oxford University, 2005).

[2] M. Tanaka and R. J. Young, J. Mater. Sci. **41**, 963 (2006).

[3] 岡野真人、渡邊紳一、2016 年 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 22a-H135-10.

[4] M. Okano and S. Watanabe (submitted).