反射型テラヘルツ偏光分光装置を用いた黒色ゴム複合材料の内部フィラー配向状態の観測

Observation of internal carbon-black filler alignment in visibly-opaque black rubbers by using polarization-sensitive terahertz reflection spectroscopy

慶大理工　○岡野 真人，渡邉 紳一

Keio Univ., ○Makoto Okano, Shinichi Watanabe

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

ゴムも含めた高分子材料は耐久性の向上などの技術的な進歩にともなって、近年ますます需要が高まっている。特に、高分子材料に機能性材料を添加した高分子複合材料は、高分子単体では得られない優れた特性を示すようになることから盛んに研究され、実用化が進められている。代表的なものの一つがカーボンブラック粒子（フィラー）をゴム材料に添加した黒色ゴム複合材料であり、タイヤや防振ゴムなどに幅広く用いられている。そのため、実用上の観点から故障や破損の原因となる黒色ゴム内部の状態を非破壊・非接触で診断する手法が求められている。高分子を非破壊・非接触で測定する方法の一つとして光学的な手法が古くから利用されてきたが、黒色ゴムは可視光に対して不透明であるために既存の手法では内部を調べることはできなかった。

最近、我々のグループは、テラヘルツ光が黒色ゴムに対して高い透過性を有していることを利用し、テラヘルツ偏光計測を用いた黒色ゴム内部状態の研究を行ってきた[1–4]。その結果、カーボンブラックフィラーがテラヘルツ周波数帯の光学応答に強い影響を与えることを見出し[1]、その知見を活かして内部歪み検査法の開発[2]や内部フィラーネットワーク構造の推定[3]に成功した。これらの研究成果は全て透過型テラヘルツ偏光計測装置を用いて得られたものであるが、より幅広い応用を考える上では反射測定系で測定ゴム試料の内部状態を測定できることが望ましい。しかし、今までに提案されている反射測定系は透過測定系に比べて複雑な実験配置になることが多く[5]、そのまま応用することは困難であった。今回、我々は市販のテラヘルツ時間領域分光装置をベースとした可搬な反射型テラヘルツ偏光計測装置を開発し、黒色ゴム内部のフィラーの配向状態を観測することに成功した[6]。本講演では、開発した装置および解析方法の詳細について発表する。

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」及び JSPS 科研費（JP18H02040, JP18H01190）の支援を受けて行われたものである。

[1] M. Okano and S. Watanabe, *Sci. Rep.* **6**, 39079 (2016).

[2] A. Moriwaki, M. Okano, and S. Watanabe, *APL Photon.* **2**, 106101, (2017).

[3] M. Okano, M. Fujii, and S. Watanabe, *Appl. Phys. Lett.* **111**, 221902 (2017).

[4] M. Okano and S. Watanabe, *Polymers* **11**, 9 (2019).

[5] S. Katletz *et al.*, *Opt. Express* **20**, 23025 (2012).

[6] M. Okano and S. Watanabe, *Polym. Test.* **72**, 196 (2018).

© 2019年 応用物理学会