テラヘルツ領域におけるシリコンナノ粒子を用いた 屈折率制御と広帯域反射防止膜への応用

Refractive index control using Si nanoparticles and

application for wide-range anti-reflection coating in terahertz range

帝人¹, 浜松ホトニクス² 添田 淳史¹, 河田 陽一²,

里園 浩², 高橋 宏典², 池田 吉紀¹

Teijin¹, Hamamatsu Photonics², Junshi Soeda¹, Yoichi Kawada²,

Hiroshi Satozono², Hironori Takahashi², Yoshinori Ikeda¹

E-mail: ju.soeda@teijin.co.jp

近年,テラヘルツ光源や検出器技術の技術革新に伴い,テラ ヘルツ波の基礎研究,産業用検査装置,次世代通信等への応 用に急速な進展が見られている.テラヘルツ波向け光学素子^[1] では,基材としてシリコンが広く用いられているが,空気-シ リコン界面での屈折率差に起因する反射のため光強度が著し く低下する課題がある.シリコンナノ粒子(SiNP)^[2]は,シリコ ンと同じ屈折率を有すること,高抵抗でありテラヘルツ波吸 収が小さいこと,さらにテラヘルツ波波長に比べ 4~5 桁小さ い1次粒径(~30 nm)を有し散乱の影響が低い利点を有し,テラ ヘルツ領域の屈折率制御材料として有望である.本研究では, SiNP を用いて,テラヘルツ領域における屈折率制御と広帯域 反射防止膜への応用を検討した.

まず, SiNP/樹脂複合膜層での屈折率変化を図1に示す. SiNP の体積割合により,複合膜の屈折率が任意に制御できること が分かる.単層膜による透過物性を,高抵抗シリコンウエハ 上の片面に形成した SiNP 膜を用いて評価した.得られた透過 スペクトルは,シリコンの膜中体積分率から算出したスペク トルと 0.5~2.5 THz の広帯域で合致した(図2).本結果により, SiNP の低損失性が分かり,テラヘルツ領域での屈折率制御材 料として有用であることが示された.

SiNP による屈折率制御を行った複合膜を用いて、2 層型反 財防止増な訊表し、反射防止性能な評価した(図つ)、反射防止



射防止膜を設計し、反射防止性能を評価した(図 3). 反射防止 図3: 2層型テラヘルツ波反射防止膜の模式図 膜として、SiNP/樹脂複合膜、および樹脂膜の2層を高抵抗シリコン基板の両面に形成した. 作製 した反射防止膜は、広帯域での反射防止性能を示し、特に、~1.5 THz 帯域で 90%を超える振幅透 過率を示した. SiNP を用いた複合膜により広帯域のテラヘルツ波領域で屈折率制御が可能であり、低損失かつ広帯域な反射防止膜など、幅広いテラヘルツ波光学素子への応用が期待できる. [1] Y. Kawada *et al.*, Opt. Lett. **39**, 2794 (2014). [2] J. Soeda *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 070310 (2017).

03-586