モスアイ反射防止構造の透過スペクトルの格子構造依存性

Lattice Structure Dependence of Transmittance Spectrum in Moth-eye Antireflective Structures

東大院理

○(M1) 小池 陸生，川野 将太郎，櫻井 治之，小西 邦昭，三尾 典克

Graduate School of Science, The Univ. of Tokyo,

°Rikuo Koike, Shotaro Kawano, Haruyuki Sakurai, Kuniaki Konishi, Norikatsu Mio

E-mail: r-koike@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

電波と可視光の間の周波数帯に位置するテラヘルツ(THz)波は、宇宙マイクロ波背景放射偏光観測や、Beyond 5G などの次世代無線通信技術で用いられる周波数帯に相当する。これらの応用においては、テラヘルツ波を制御するために用いられるレンズやフィルターといった光学素子の表面で生じるフレネル反射による信号ロスの低減が必要とされている。このような表面反射を抑制するための反射防止技術の一つとして、突起状の構造が材料表面に多数並んだモスアイ構造が知られている[1]。モスアイ構造が反射防止特性を示す周波数の下限はモスアイ構造の高さで決まり、高さが高くなるほど低周波にシフトする。一方その上限は、回折が生じ始める格子構造の周期によって決まり、周期が小さくなるほど高周波にシフトする。すなわち、モスアイ構造の帯域幅はアスペクト比（構造高さと構造周期の比率）により決まり、アスペクト比の高い構造ほど広帯域な反射防止を実現できる。

このようなテラヘルツ帯におけるモスアイ構造の作製に有効な手法の一つとして、超短パルスレーザー加工が挙げられる[2,3]。しかしながら、さらなる高アスペクト比加工の実現には、傾斜構造の形成による加工効率の低下や入射エネルギーの増加に伴うモスアイ構造の損傷などの様々な課題が存在する。レーザー加工により作製されたモスアイ構造の多くは正方格子[2,3]であるが、六角格子の場合には周期構造における回折はより高周波側で現れることが報告されている[4]。そこで我々は、本手法をレーザー加工モスアイ構造に適用し、アスペクト比を変えずに、反射防止の周波数を制御することを試みた。

本研究では、正多角形によって構成されるモスアイ構造として、底面の形状が三角、四角、六角形となるものを検討した(Fig. 1)。構造高さを 120 μm、隣り合うモスアイ構造の間隔(p)を 32 μm に統一した各モスアイ構造に対して、平面波を垂直に入射した場合のゼロ次光の透過率スペクトルのシミュレーション結果を Fig. 2 に示す。高周波側で観測される鋭いディップが回折の影響を示しているが、それぞれのモスアイ構造で回折が生じ始める周波数は、三角では 1.8 THz、四角では 2.7 THz、六角では 3.2 THz である。この結果は回折理論から予測される最低次の回折周波数（Fig. 2 破線）とよく一致している。これらの結果は、モスアイ構造を六角格子にすることによって、広帯域な反射防止を実現可能であることを示すものである。

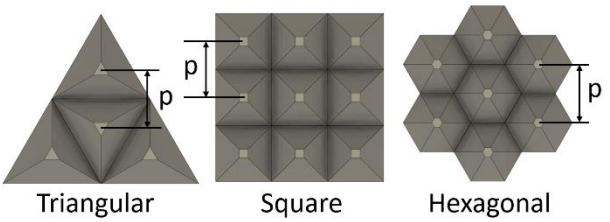

Fig. 1 Schematic of moth-eye structure for each lattice (top view). p is the distance between tops of adjacent structures.

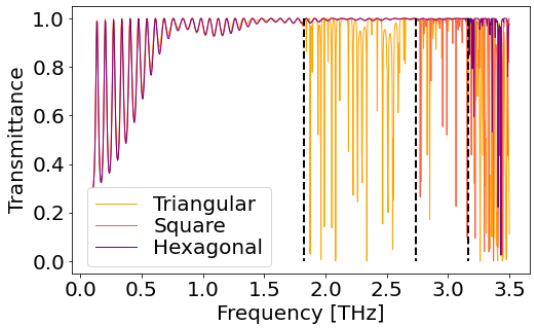

Fig. 2 The calculated transmission spectrum of each structure. The black dashed lines represent the theoretically-expected lowest order diffraction frequencies for each structure.

[1] S. Chattopadhyay *et al.*, Mater. Sci. Eng. R Rep. **69**, 1 (2010).
[2] H. Sakurai *et al.*, OSA continuum **2**, 2764 (2019).
[3] R. Takaku *et al.*, Opt. Express **29**, 41745 (2021).
[4] C. Brückner *et al.*, Opt. Express **17**, 3063 (2009).

© 2023年 応用物理学会