

金属回折格子一体型楔形平行平板テラヘルツ導波路の特性

Characteristics of metal-grating-integrated tapered parallel-plate terahertz waveguides

高木遼平¹, Dejun Liu¹, Borwen You¹, Ja-Yu Lu², 服部利明¹

¹筑波大学数理物質科学研究科 ²Department of Photonics, National Cheng Kung University, Taiwan

E-mail: mame6531.takaki@gmail.com

1. 序論

金属表面に励起されるテラヘルツ(THz)表面プラズモンは、金属表面から空気側に電場が分布している。そのため、この THz 表面プラズモンを用いたガスセンシング分野への応用が見込まれている。ところで、自由空間を伝搬する THz 波を金属または誘電体表面上の THz 表面プラズモンと結合するには、回折格子構造が有効である。また、誘電体回折格子を内部に設置した平行平板導波路(PPWG)の THz 透過波を測定すると、透過スペクトルに Q 値の高いディップが観察される^[1]。しかし、このような誘電体回折格子にはエアスペースが存在せず電場は誘電体内部に多く存在するため、この電場をセンシングに利用することはできない。本研究では、新たに金属回折格子と楔形 PPWG を一体化した導波路を構成し、この導波路における THz 波透過スペクトルの測定および電場分布のシミュレーションを行った。本発表ではそれらの結果と導波路特性について論じる。

2. 導波路構造・結果・考察

Fig.1 に本研究で構成した導波路を示す。楔形 PPWG は 40 mm 長であり、周期(Λ)、スリット幅(W)、厚さ(T)の金属回折格子を中央に設置した。

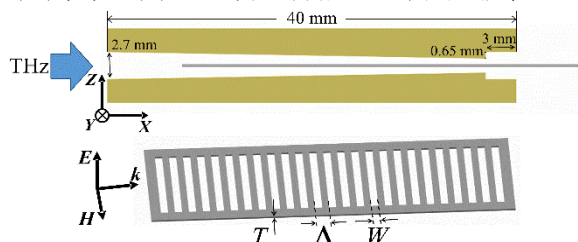


Fig.1 The waveguide in which a metal diffraction grating is installed at the center of a tapered parallel plate waveguides (top). Schematic diagram of the metal grating (bottom).

Fig.2(a)に Λ : 1.5 mm, W : 0.77 mm, T : 0.1 mm の金属回折格子の実験と、FDTD シミュレーションによる透過スペクトルを示す。双方の透過スペクトルにおいて、周波数 0.3, 0.5, 0.7 THz でディップが確認できた。導波路内の実効屈折率が1の時、周波数 $f_{\text{Bragg}} = mc/2\Lambda$ の THz 波は回折格子によるブラッグ反射が起こるが、 $m=3, 5, 7$ のときの周波数がそれぞれの周波数と一致した。Fig.2(b)は $Y=0$ (中央) 平面におけるそれぞれの周波数での電場分布である。THz 波は $X=0$ 面から入射した。

それぞれ次の位置 (0.3 THz: $X=18.2$ mm, 0.5 THz: $X=8.5$ mm および 26.5 mm, 0.7 THz: $X=19.1$ mm) において導波路内に強い電場が確認できた。この局在した電場は、そこで THz 波が金属回折格子と強く結合し、反射されていることを示している。

本導波路は、透過スペクトルに明瞭なディップが確認された。導波路内にガスを充填すると導波路内の屈折率が変わるがブラッグ反射が起こる周波数は屈折率に比例して変動するため、その変化はディップのシフトによって観察することができる。よって、本研究で確認されたブラッグ反射によるディップはガスセンシングへの応用が可能であると考えられる。今後はガスセンシングへ向けて導波路の最適化を行う予定である。

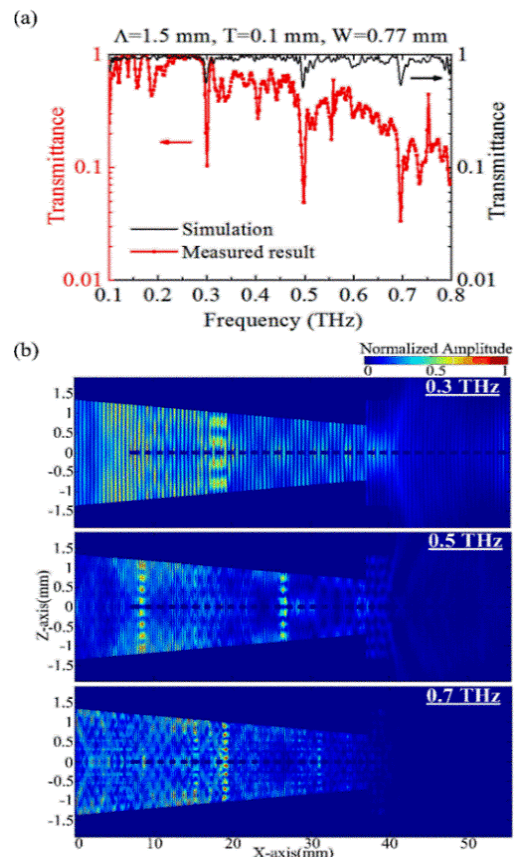


Fig.2 (a) Transmittance spectra (measurement and FDTD simulation), (b) electric field distribution at $Y=0$ (center), at 0.3, 0.5, and 0.7 THz.

References

- [1] A. L. Bingham and D. Grischkowsky, "High Q, one-dimensional terahertz photonic waveguides," Appl. Phys. Lett. **90**, 091105 (2007).