

非対称 2 層金属グレーティングによる全反射 THz 波の高効率取り出し

High efficiency extraction of totally reflected THz waves using asymmetric double layer metal gratings

広島大学 工学部¹⁾, 先進理工系科学研究科²⁾

○小田 京華¹⁾, 竹安 隼哉²⁾, 宮田 滉平¹⁾, 西田 宗弘²⁾, 角屋 豊²⁾

Fac. Eng.¹⁾, Grad. School of Adv. Sci. Eng.²⁾, Hiroshima Univ.

○Keika Oda¹⁾, Shunya Takeyasu²⁾, Kohei Miyata¹⁾, Munehiro Nishida²⁾, Yutaka Kadoya²⁾

E-mail: b185361@hiroshima-u.ac.jp

1. 背景と目的

我々は、高屈折率基板上的のメタ表面、特に全反射が生じている状況での高効率THz波取り出しグレーティングを検討している[1, 2]. 前回の発表では、ファブリペロー (FP) 共鳴を内包する 2 層金属グレーティングによって、半導体基板から50%以上の効率で全反射光を取り出せることを示した[2]. 本発表では、1) 基板材料を半導体ではなく、パラメトリックテラヘルツ波発振器[3]で用いられるニオブ酸リチウムとし、2) さらに効率を上げるアプローチとして2層の相対位置をずらして非対称にした系でのシミュレーション結果を報告する.

2. シミュレーションモデル

市販のソフトウェア (COMSOL) を用いて、シミュレーションを行った. 入射波長を 1 mm (0.3 THz), 入射角を 80°に設定した. グレーティングの周期としては、-1 次回折波が基板表面に対して垂直になる $p = 0.205$ mmと、垂直にはならないが基板側-2 次回折波がエバネッセントになる $p = 0.2$ mmを検討した. 層間膜にはベンゾシクロブテン (BCB) を想定し、 $n_2 = 1.57$, $\tan\delta = 1.0 \times 10^{-2}$ とした. 金属は金 ($n = 1080 - 1140i$) とした. シミュレーションモデルを図 1 に示す.

3. 結果及び考察

2層グレーティングの横方向相対位置を変化させた場合の回折効率を図2 ($p = 0.205$ mm) 及び図3 ($p = 0.2$ mm) に示す. BCBの厚さ L は0 次FP共鳴に合わせた(約30 μm). また上部および下部グレーティングにおける金属割合は、金属の中心を揃えた対称構造で空気側取り出し効率が最高値となる場合の値を使用した. 取り出し効率の最大値は $p = 0.205$ mmの時に 40% ($W_u/p = 0.98$, $W_l/p = 0.66$), $p = 0.2$ mmの時に 71% ($W_u/p = 0.98$, $W_l/p = 0.74$) となった. この様に、1) 半導体よりも屈折率が高い LiNbO_3 の場合でも前回の報告と同様の性能が得られること、また、2) 金属の相対位置を変えて、構造を非対称にすることでTHz波の取り出し効率が向上すること、等が明らかになった.

参考文献

[1] Y. Kadoya and Y. Hashiuchi, SPIE Defense + Commercial Sensing 2021, DOI:10.1117/12.2588972.

[2] 竹安, 他, 応用物理学会 2021 年秋, 11a-S203-4. [3] K. Nawata, *et al.*, Sci. Rep., 9, 726 (2019).

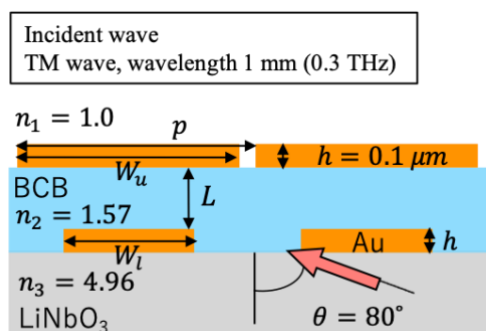


図 1: シミュレーションモデル

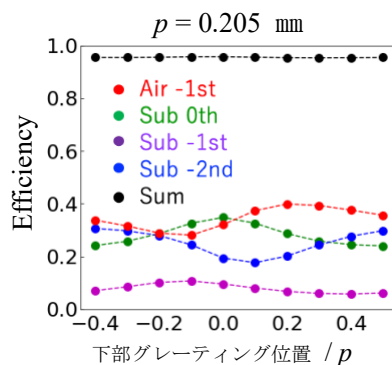


図 2: 回折効率の非対称性依存性

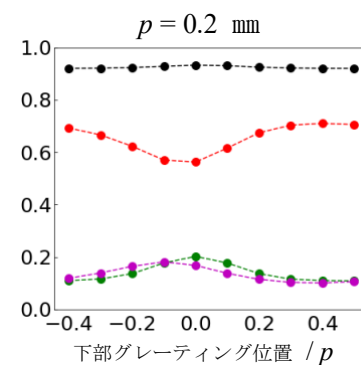


図 3: 回折効率の非対称性依存性