

金属V溝テーパ導波路に結合した平行平板導波路のTHz 波透過率

Transmittance of THz waves in the parallel plate waveguides coupled with the tapered V-groove waveguides

福井大教育¹, 阪大レーザー研², 福井大遠赤セ³, 福井工大⁴, 海保大⁵ ○栗原 一嘉¹, 草間 究¹,

北原 英明², 谷 正彦³, 山本 晃司³, 桑島 史欣⁴, 森川 治⁵

Edu. Univ. Fukui¹, Osaka Univ.², FIR Univ. Fukui³, FUT⁴, JCGA⁵, °Kazuyoshi Kurihara¹, Kiwamu Kusama¹, Hideaki Kitahara², Masahiko Tani³, Kohji Yamamoto³, Fumiyoshi Kuwashima⁴, Osamu Morikawa⁵

E-mail: kuri@u-fukui.ac.jp

我々は、準変数分離法を用いて、金属V溝テーパ導波路（図1）におけるプラズモン超集束モードについて、テラヘルツ波領域の金属誘電率に対して近似解析解を求めた¹⁾。次の段階として、図2のような平行平板付き金属V溝テーパ導波路の透過率を計算し、電場増強度を計算した²⁾。しかし、今回、金属V溝テーパ導波路のインピーダンスの計算方法が不適切であったので報告する。

平行平板導波路のインピーダンスは、平行平板導波路の境界条件³⁾を使って屈折率から計算できる。時間依存性 $e^{-i\omega t}$ と金属誘電率 $-32,000 + i670,000$ を仮定すると、正方向への伝搬する平行平板導波路のプラズモンの透過屈折率は、実部と虚部とも正となる。金属V溝テーパ導波路の等価屈折率（インピーダンス）も同様に、実部と虚部とも正となるように求めなければならない。そのとき、出射波の動径関数 $R_{out}(\rho)$

$$(1) \quad R_{out}(\rho) = (\rho k_0 \sqrt{\epsilon_1})^{-1/2} H_{-1/2}^+ \left(-\frac{\kappa_1/k_0 \sqrt{\epsilon_1}}{2\alpha}, \rho k_0 \sqrt{\epsilon_1} \right)$$

に対して、インピーダンスを計算すると良い。ここで、入射波 $R_{in}(\rho)$

$$(2) \quad R_{in}(\rho) = (\rho k_0 \sqrt{\epsilon_1})^{-1/2} H_{-1/2}^- \left(-\frac{\kappa_1/k_0 \sqrt{\epsilon_1}}{2\alpha}, \rho k_0 \sqrt{\epsilon_1} \right)$$

に対して、インピーダンスを計算すると、等価屈折率（インピーダンス）の実部は正であるが、虚部は負となる。これが不適切な取扱いである。金属V溝テーパ導波路から平行平板導波路への透過率は、平行平板導波路から金属V溝テーパ導波路への透過率と同じなので、これを計算したのが図3である。非完全導体（金属誘電率 $-32,000 + i670,000$ ）の透過率（実線）が、表面プラズモン効果により、完全導体（破線）と比べて大きくなっていることがグラフから見て取れる。

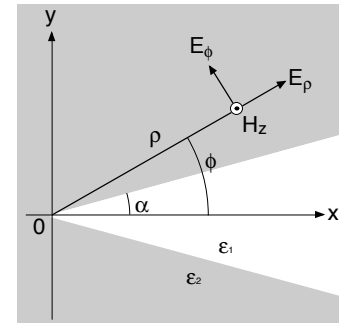


図1 金属V溝テーパ導波路の座標系。

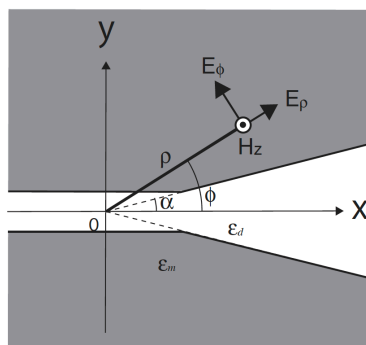


図2 平行平板付き金属V溝テーパ導波路

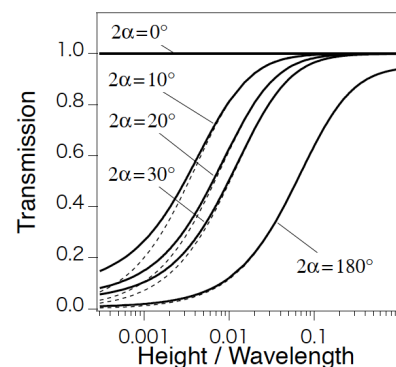


図3 平行平板付き金属V溝テーパ導波路の透過率。横軸は、波長で規格化した平行平板付きの高さ。破線が完全導体、実線が非完全導体の場合。

参考文献

- 1) 栗原一嘉他, レーザー研究 **45** (2017) pp.158-164.
- 2) 栗原一嘉他, 第65回応用物理学会春季学術講演会, 2018年3月、19a-P3-6.
- 3) アクティブ・プラズモニクス、梶川ら共著、コロナ社、p.66, (3.86b).