

Sub-THz 電磁波集光の誘電体アパーチャによる評価と 超収束用の金属構造の設計

Characterization of focusing of sub-THz wave using a dielectric aperture and design of metal structures for superfocusing

海保大¹、福井大²、福井工大³ °森川 治¹、山本 晃司²、栗原 一嘉²、乗島 史欣³、谷 正彦²

Japan Coast Guard Acad.¹, Univ. Fukui², FUT³, °Osamu Morikawa¹, Kohji Yamamoto²,

Kazuyoshi Kurihara², Fumiyoshi Kuwashima³, Masahiko Tani²

E-mail: morikawa@jcg.ac.jp

テーパ付きの伝送線路(以下、V溝と呼ぶ)に沿って THz 電磁波を伝播させると回折限界以下に集光できることが散乱プローブ測定や EO 測定により確認されている[1]。しかし時間遅延を固定して測定した電磁波分布像には複雑な構造が生じる[2]。そこで著者らは、アパーチャ透過測定による評価を行ってきた。つまり小孔(アパーチャ)透過が大きければ電磁波はよく集光されていると解釈できる。ここで V 溝を用いて集光補助をした場合に金属アパーチャを用いると、金属部品が近接するため導波路形成等、複雑な現象が生じることが予想される。そこで誘電体アパーチャの使用を提案し[3]、塩化ビニル(PVC)製のアパーチャを用いて V 溝による集光向上を確認した[4]。しかし、ビーム全体、アパーチャの孔部分を透過する部分、枠部分を透過する部分による信号の周波数成分の振幅 $a_0(\omega)$ 、 $a_h(\omega)$ 、 $a_f(\omega)$ について $\{a_h(\omega)/a_0(\omega)\} + \{a_f(\omega)/a_0(\omega)\} \neq 1$ 、つまり孔部分の信号 $a_h(\omega)$ と枠部分の $a_f(\omega)$ の和がビーム全体の信号 $a_0(\omega)$ とならないという問題があった。

今回、信号の位相も含めた解析を行うことにより、上述の問題を解消することができた。また、金属アパーチャと PVC アパーチャで集光評価をすると、V 溝がない場合には両者は一致するのに対し[図 1(a)]、V 溝がある場合には不一致が生じることが分かった[図 1(b)]。これは上述の導波路形成のような効果が原因と推測される。この手法はアパーチャの孔部分と枠部分を透過する電磁波の、同じ周波数の成分を比較するため、PVC の屈折率の周波数依存の影響は受けない。

またこれらに加え、sub-THz 電磁波の集光に適した V 溝の設計に関する検討も行う。様々なテーパ角・開き角の V 溝の TEM モードを計算し、入射してくる自由空間電磁波との重なり積分による結合効率を用いて集光補助のための最適形状について検討し、当日報告する。

[1] H. Zhan *et al.*, J. Opt. Soc. Am. B28, 558 (2011) ; K. Iwaszczuk *et al.*, Opt. Express **20**, 8344 (2012).

[2] 森川他、第 63 回応用物理学会春季学術講演会(2016) 21a-P6-3。

[3] 森川他、第 61 回応用物理学会春季学術講演会(2014) 17a-PA2-9。

[4] 森川他、第 62 回応用物理学会春季学術講演会(2015) 13a-A14-6。

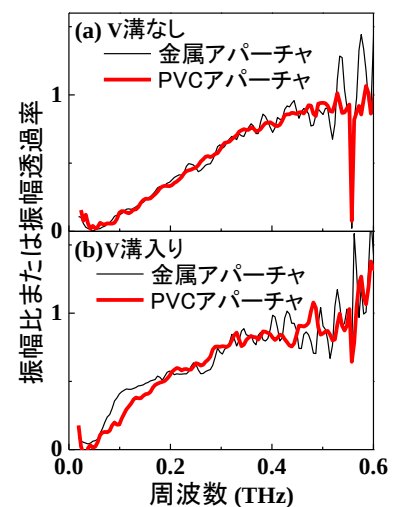


図 1 金属アパーチャ、PVC アパーチャによる集光評価(電磁波透過の様子): (a) V 溝なし (b) V 溝入りの場合。