

電気光学プローブによるミリ波帯電場ベクトル空間分布の可視化とフレキシブル導波管漏出波評価への展開

Electro-Optic Probe-Based Vector Electric-Field Mapping at Millimeter-Wave Frequencies and Its Application to Leakage Visualization of Flexible Waveguides

久武 信太郎†

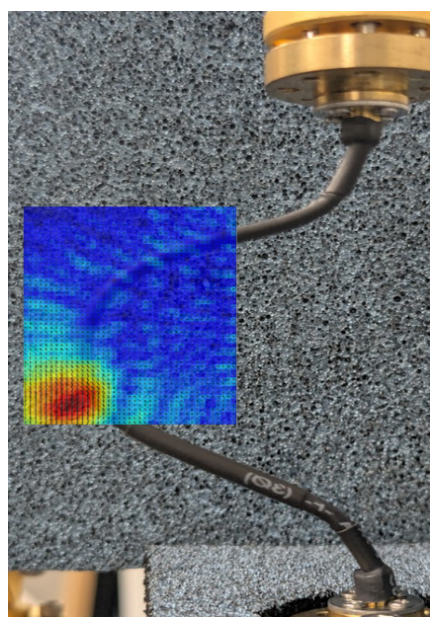
Shintaro HISATAKE †

† 岐阜大学工学部 (Faculty of Engineering, Gifu University)

概要

ミリ波・テラヘルツ帯のアンテナや伝送線路の評価では、電場を振幅・位相・偏波状態を含むベクトル量として捉え、その空間分布を実測することが求められる。従来の開放端導波管プローブは金属散乱体として電場を乱し、クロス偏波分離も限られる。電気光学 (EO) プローブは全誘電体かつ軽量で、光ファイバを介した非侵襲・広帯域・高分解能の近傍界計測ができる。

一方、EO 結晶 DAST は電気光学テンソルの非対角成分により直交する電場成分が混入するため、偏波消光比はテンソル比で決まる物性限界 (約 19.5 dB) に律速される。本講演では、EO プローブを局部



発振光の光軸まわりに 180° 回転させた 2 回の測定の差分で混入成分を相殺し、原理的に無限大の偏波分離度を得る手法を紹介する。セルフヘテロダイン検波により、286 GHz 帯で偏波消光比を 19.4 dB から測定 SNR 限界の 33.3 dB へ約 14 dB 改善し、75 GHz 帯でも 41.5 dB を得た。さらに 288 GHz 帯の偏波が空間的に変化するビームでも各成分を分離し、振幅・相対位相・偏波状態の空間分布を再構成できた。

偏波状態が未知の電場を成分ごとに分離できる本手法は、漏出電場の評価に直接応用できる。ミリ波帯フレキシブル導波管 (FWG) はシステムの組み立てを簡便にし、アンテナ計測の給電線やビーム制御にも使えるが、曲げて使うことが本質であるため曲げ部や外導体の損傷部から電場が漏出しうる。S パラメータ測定では損失増加は検出できても漏出箇所を特定できず、システム化時には隣接 FWG との結合や EMI/EMC の観点からも周辺電場分布の実測が求められる。図は EO プローブで FWG 曲げ部から漏出した電場の偏波状態を可視化した例である。

図 FWG 曲げ部から漏出した電場の偏波状態の空間分布 (W 帯)

Abstract

Vector-field mapping of amplitude, phase, and polarization is essential for evaluating millimeter-wave and terahertz devices. In a DAST-crystal electro-optic probe, off-diagonal tensor components mix orthogonal field components and limit the polarization extinction ratio to about 19.5 dB. We introduce a 180-degree probe-rotation scheme that cancels this mixing, yielding theoretically infinite polarization isolation and SNR-limited extinction ratios of 33.3 dB at 286 GHz and 41.5 dB at 75 GHz. We also show electro-optic visualization of field leakage from flexible waveguide bends.

本研究の一部は、JST ASPIRE (JPMJAP2324) および NICT 委託研究 (08901) の支援を受けた。