

光電界センサの高感度化のためのアンテナ設計に関する検討

THE STUDY OF THE ANTENNA DESIGN FOR E/O SENSORS OF HIGH SENSITIVITY

阿部寛人¹
Hiroto Abe

陳強¹
Qiang Chen

東北大学大学院工学研究科 通信工学専攻¹
Department of Communication Engineering, Tohoku University

1 まえがき

高い位置分解能かつ高精度の電磁界測定を行うために、被測定電磁界分布への干渉が小さい小形な電磁界プローブが求められている。電気光学効果を利用した光電界センサはこのような測定に適しているが、感度が低いという問題点がある [1]。そこで、本研究では、光電界センサを用いた電界測定の高感度化のためのアンテナの設計法を検討している。さらに、設計したアンテナを用いることで、感度特性が改善可能であることを実験的に示している。

2 光電界センサの高感度化のためのアンテナ設計

光電界センサを用いた測定システムの構成とその等価回路を図1に示す。光変調器、光ファイバ及びO/E変換器を2ポートの等価回路とし、散乱行列のSパラメータを用いてシステムの電気特性を評価する。V₀はアンテナの受信開放電圧で、Z_aはアンテナの入力インピーダンス、Γ_aはアンテナと伝送線路の反射係数、Γ_{in}はport 1の反射係数である。Z_lは電気測定器の内部インピーダンスであり、無反射終端(50Ω)とする。この場合のZ_lで消費される電力P_lは

$$P_l = \frac{1 - |\Gamma_a|^2}{|1 - \Gamma_a \Gamma_{in}|^2} |S_{21}|^2 \frac{V_0^2}{4R_a} \quad (1)$$

P_lが最大になる条件は

$$\Gamma_a = \Gamma_{in}^* \quad (2)$$

である。P_lを大きくするためには、Z_aを式(2)を満たすものに近づける必要がある。

今回の測定結果ではZ_{in}はキャパシタンス性であり、Z_aはインダクタンス性である必要がある。一方、電界測定プローブに用いられる図2(a)のような小形ダイポールアンテナはキャパシタンス性である。そこで、線状ダイポールアンテナの給電点に方形ループをつけた図2(b)の構造を提案する。この構造は電界測定が可能であると共に、入力インピーダンスはインダクタンス性になることが期待できる。l₁, l₂, l₃を調節し、所望のインピーダンスを持つアンテナを設計することができる。

3 実験

前節で提案したアンテナの受信感度を実験的に評価する。実験はモノポールを用いた。1 GHzにおけるSパラメータの測定結果を元に式(2)を満たす入力インピーダンスを持つアンテナの設計を試みた。図3に提案アンテナ

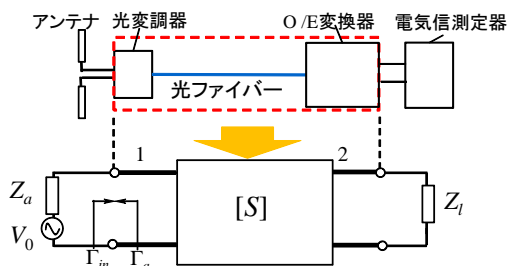


図1 光電界センサを用いた測定システムの等価回路。

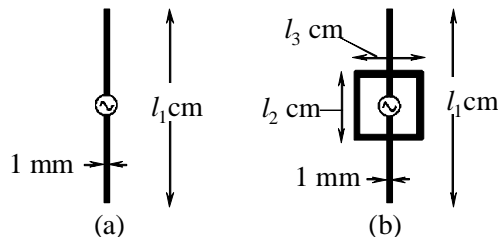


図2 (a)線状ダイポールアンテナと(b)提案アンテナ。同じ長さの一般的なモノポールアンテナの受信電力の測定結果を示す。1 GHzにおいて、提案アンテナは17 dB 受信電力が増加している。

4 むすび

本研究では光電界センサを用いた電界測定の高感度化のためのアンテナの設計法を検討した。設計したアンテナを用いることにより、感度特性が改善可能であることを実験的に示した。設計したアンテナは同じ長さの線状モノポールアンテナより、受信電力が17 dB 向上した。

参考文献

[1] J. C. Wyss and S. T. Sheeran, " A practical optical modulator and link for antennas ", IEEE Journal of Lightwave Tech., Vol. LT-3, No.2, pp. 316-321, 1985

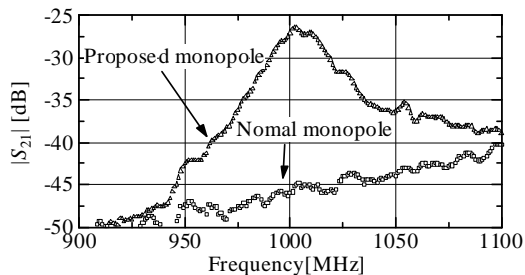


図3 モノポールモデルの受信電力。