

トリプレート形直線偏波用平面アンテナの一構成法

正員 羽石 操<sup>†</sup> 正員 松井 章典<sup>†</sup>  
 正員 齊藤 作義<sup>†</sup> 正員 長谷川孝明<sup>†</sup>

A Construction of Triplate-Type Linearly Polarized Planar Antenna  
 Misao HANEISHI<sup>†</sup>, Akinori MATSUI<sup>†</sup>, Sakuyoshi SAITO<sup>†</sup> and  
 Takaaki HASEGAWA<sup>†</sup>, Members

<sup>†</sup> 埼玉大学工学部電気工学科, 浦和市  
 Faculty of Engineering, Saitama University, Urawa-shi, 338 Japan

あらまし トリプレート線路による新しいタイプのEM-結合形直線偏波用平面アンテナ素子の基本構成法および基本特性につき検討を加え, その設計基礎資料を得た。

1. まえがき

アンテナ系への制御回路用結電系モジュールの集積化<sup>(1),(2)</sup>に伴い, 最近, 電磁結合形(Electro-magnetical Coupling, 以後EM-結合形)平面アンテナ素子に関する研究が盛んに行われている<sup>(3)-(5)</sup>。

本論文では, この種のEM-結合形平面アンテナ用素子の一形式として, 図1に示す新しいタイプのトリプレート形直線偏波用平面アンテナ(以後LP-TPA)に着目し, この種のアンテナ系の基本構成法および, 基本放射特性につき主として実験的検討を加え, その設計基礎資料を得たので, ここに述べる。

本供試アンテナは, その給電系が遮へい構造のトリプレート形線路により構成されているため, 表面波および給電系からの不要放射の抑制等, 種々の利点を有するものと考えられる。

2. 供試アンテナの基本構成

本LP-TPAは, 図1のごとく Annular スロット部, EM-結合用給電線路よりなり, その代表的素子形状と

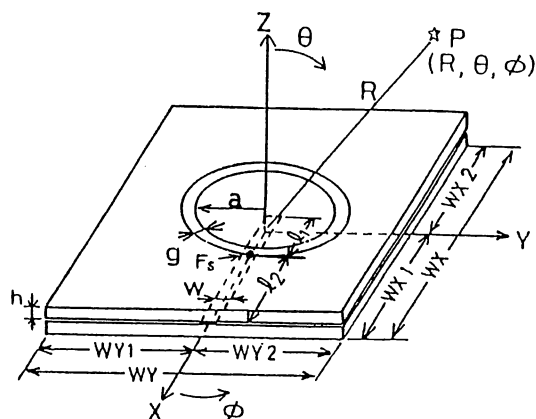


図1 供試アンテナとその座標系  
 Fig. 1 Test antenna and its coordinate system.

しては, 図2に示す円形および, 方形素子が考えられる。一方, 本供試LP-TPAの整合法としては, 結合用給電線路のスタブ長 $l_1$ を制御し, トリプレート線路との整合をとる手法を用いた。また, 図2に示す短絡スタブ $s$ は, 低 $Q$ 化に伴うモードの非対称性を補償するものであり, MSAの短絡ピンと等価な作用をするものと考えている。

また, 供試TPA試料としては, 素子半径 $a=13.2$  mm,  $2h/\lambda_0=0.016$ , ギャップ幅 $g=1$  mmおよび, その近傍の諸元を有するTPAを主として実験に供した。

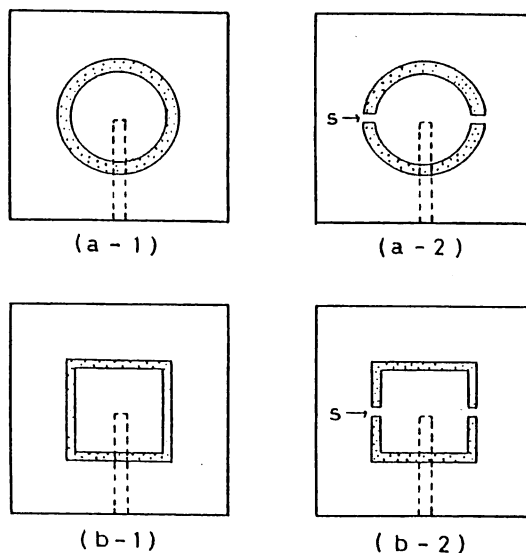


図2 基本直線偏波用素子  
 Fig. 2 Basic linearly polarized elements.

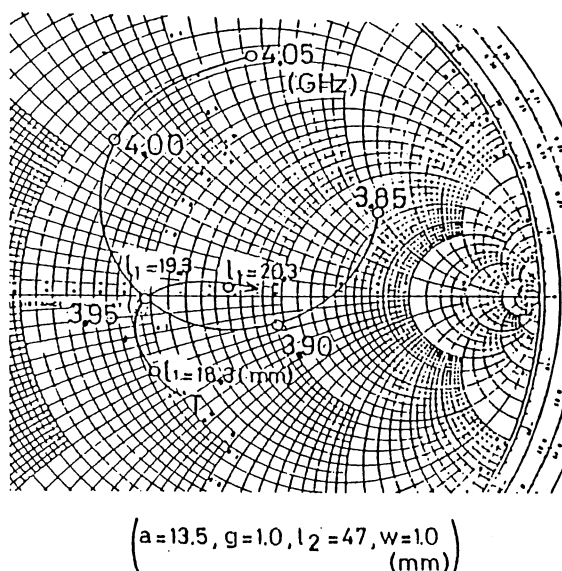


図3 インピーダンス特性の一例  
 Fig. 3 Typical input impedance of test antennas.

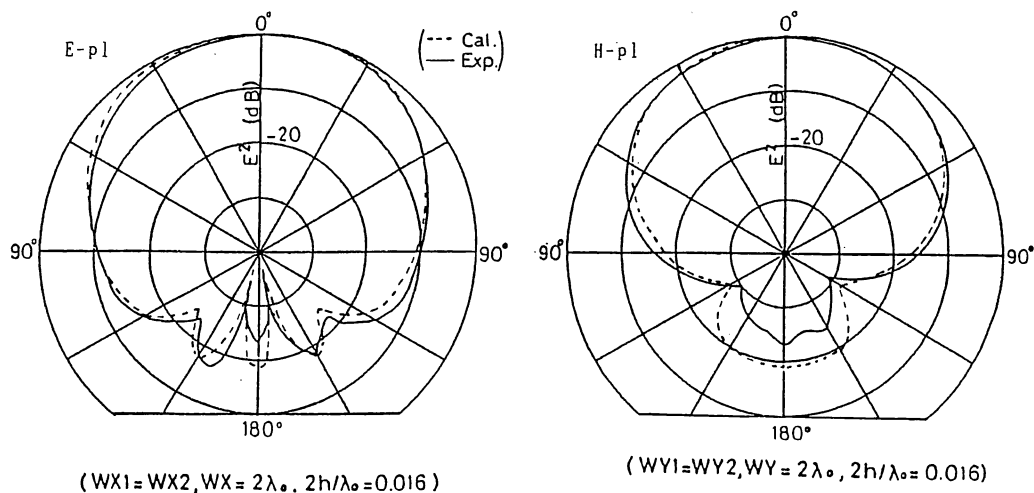


図4 放射パターン  
Fig. 4 Typical patterns of test antenna.

なお、ここでは厚さ 0.6 mm、比誘電率  $\epsilon_r=2.55$  のテフロンファイバ基板により、トリプレート形線路を構成し、Sバンドにて各種測定を行った。

### 3. 放射特性および検討

LP-TPA 素子 (図 2 (a-1)) のインピーダンス特性の一例を図 3 に示す。給電用スタブ長  $l_1$  を制御すると、共振点および、その近傍の周波数領域におけるインピーダンス軌跡は、図 3 の曲線  $T$  のごとく変化し、本供試 LP-TPA については、特定のスタブ長、すなわち、 $l_1 \approx \lambda_0/4$  ( $\lambda_0$ : 自由空間波長) 近傍の線路長において整合可能であった。また、本供試 LP-TPA のパターンとしては、E 面、H 面ともに、通常の MSA と等価な特性が得られた。

すなわち、Annular スロット部の周方向 ( $\phi$ -方向) に MSA の主モードに対応する磁流分布を仮定し、放射パターンの表示式を求め、次いで、UTD (改良された幾何光学的回折理論) により放射背面方向をも含めパターンを算定したところ、図 4 のごとく、設計上有意な範囲で計算値は実験値と良く一致した。また、利得については、同一共振周波数を有する MSA を利得標準に用い、比較法により実測したところ、共振点およびその近傍の周波数領域においては、MSA とほぼ同程度の値が得られた。

これより、この種の TPA は、アレーアンテナの素子として有用な一形式になりうるということが明らかにされた。

また、この種のアンテナの  $Q$  値は、基板の低誘電率化および、基板厚の増加に伴い低下する傾向にあった。

この低  $Q$  化 TPA 素子における交差偏波成分につ

いては、短絡スタブ  $s$  により抑制可能であり、この短絡スタブ装荷 TPA (図 2 (a-2)) については、最悪値で -20 dB 以下まで交差偏波成分を抑制することが可能であった。

なお、円形および、方形 TPA 素子の共振周波数については、フリッジング効果を考慮すれば、通常の MSA による設計式により算定可能であり、その計算値は、設計上有意な範囲で実測値と良い一致を見た。

### 4. むすび

本論文では、遮へい構造を有するトリプレート線路による新しいタイプの EM-結合形直線偏波用平面アンテナ素子の基本構成法および基本放射特性につき検討を加え、この種のアンテナ系を構成する際重要な設計基礎資料を得た。

なお、今後の課題としては、この種の平面アンテナ用素子の最適設計化、素子間相互結合量および、温度特性等に関するより厳密な検討が必要とされる。

### 文 献

- (1) R. J. Mailloux: "Phased array architecture for mm-wave active array", *Microwave J.*, **29**, 7, p. 117 (July 1986).
- (2) E. Brookner: "Array radars", *Microwave J.*, **30**, 3, p. 167 (March 1987).
- (3) D. M. Pozar: "Five novel feeding techniques for microstrip antennas", *IEEE/APS 87*, p. 920 (June 1987).
- (4) D. M. Pozar: "A monolithic phased array architecture using an aperture coupled microstrip antennas", *IEEE/APS 85*, p. 701 (June 1985).
- (5) 羽石 操, 松井章典, 羽倉幸雄: "トリプレート型平面アンテナ", *信学技報*, **A-P87-60** (1987-08).

(昭和 63 年 4 月 4 日受付)