

M-2

伝送路結合による間引き給電型アレーアンテナの検討
～伝送路形状の最適化～

The Study of an Array Antenna with Partial Drive Using Line Coupling
～ Optimization of the Transmission Shape～

○山本諒^{*1} 細野裕行^{*2} 三枝健二^{*2} 高野忠^{*2}
Ryo Yamamoto^{*1} Hiroyuki Hosono^{*2} Kenji Saegusa^{*2} Tadashi Takano^{*2}

Abstract: This study proposes the new design of an array antenna with partially driven elements. The objective is to reduce the number of driven elements by replacing with passive elements through using the line coupling. We have optimized the parameters of the transmission line shape to realize the best matching and radiation patterns.

1 まえがき

伝送路結合による間引き給電型アレーアンテナ (PD-AA) は、給電回路の部品数を減少し、低コスト化を実現する有効な技術である。また、伝送路をメアンダ状にすることにより、各アンテナ素子の間隔を狭め、グレーティングローブの減少とともに、アンテナのコンパクト化も図れる^{[1]-[3]}。本報告では、基板実装を視野に入れ、伝送路形状とアンテナ特性の関係について具体的検討を行った。

2 解析モデル

図 1 に提案する AA を示す。アンテナ素子 AB と EF を給電し、無給電素子 CD は伝送路で結合する。グレーティングローブを抑えるため、各アンテナ素子の間隔は $\lambda/2$ (λ :波長) とし、伝送路は 1 波長程度のメアンダ状とした。

誘電体基板は比誘電率 $\epsilon_r=2$ 、幅 $w=0.675\lambda$ 、長さ $l=1.35\lambda$ 、厚み $h=0.05\lambda$ とした。伝送路と素子長を変化させて S_{11} を検討した。反射板は基板の裏側に貼付している。アンテナ素子の給電電圧は全て 1V としてモーメント法を用いて解析した。

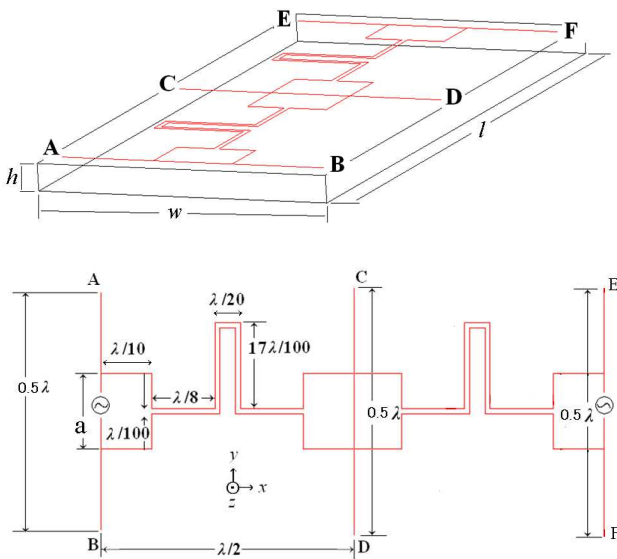


Fig.1 The configuration of PDAA using line coupling

3 結果

図 2 に間隔 a-最大電流値の関係を示す。 $a=0.05\lambda$ から $a=0.135\lambda$ でピークを迎えるまで給電素子及び無給電素子に流れる電流が大きくなり、それ以降は電流が小さくなっている。

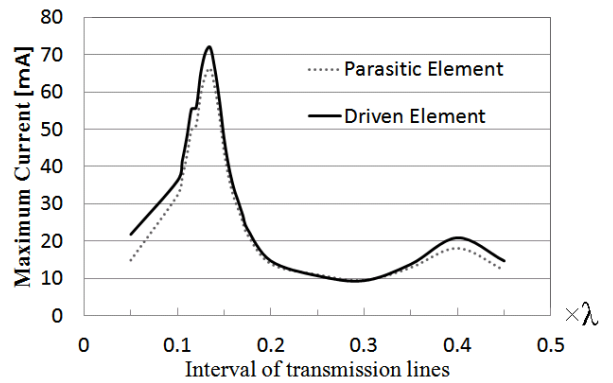


Fig.2 The relation between element current and interval of transmission lines (Radius of transmission line : $\lambda/2000$, Antenna element length : $\lambda/2$)

ここでアンテナを周波数 1.5GHz ($\lambda=200$ mm) の場合の寸法に固定した。伝送路半径を 0.1 mm ~ 0.9 mm として S_{11} を解析した結果を図 3 に示す。このとき $a=27$ mm (0.135λ) である。また、1.5GHz 中心になるように素子長を調整した。伝送路径を大きくすることにより S_{11} を減少することが出来る。

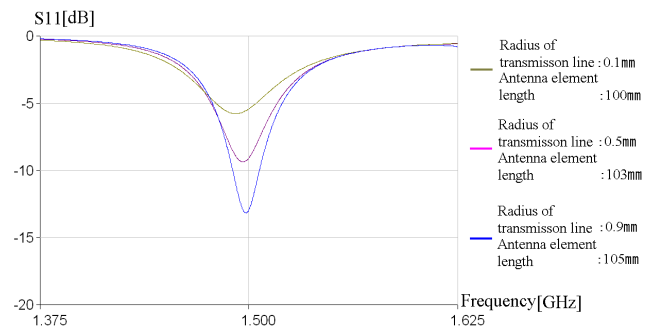
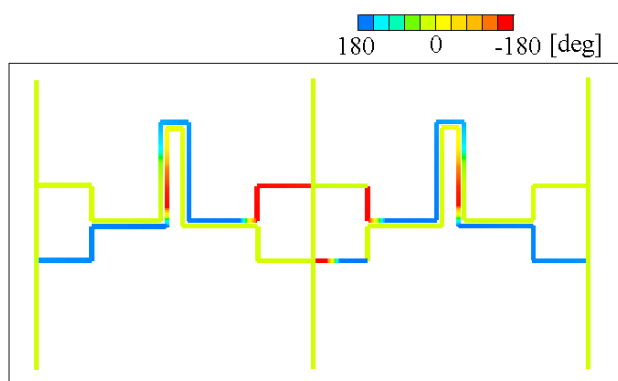


Fig.3 The frequency characteristic of S_{11}

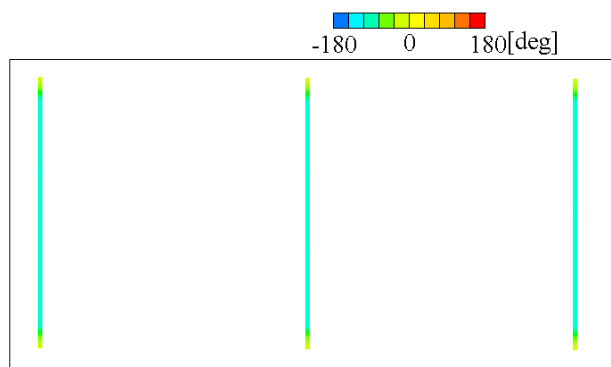
図 4 に PD-AA (1.5GHz, 伝送路半径 0.9mm) と全給電型アレーアンテナ (FD-AA) の電流位相を示す. PD-AA は伝送路を 1 波長程度とすることにより, アンテナ素子は同位相になっている. また伝送路は上下ペア線が逆位相になっている.

図 5 に電流振幅を示す. 無給電素子及び給電素子がほぼ同等の電流振幅を得られている. また FD-AA と違い, アンテナ素子と伝送路の接続部が電流値のピークになっている.

図 6 に放射パターンを示す. 最大放射方向の最大値は 8.1dBi である.



(a) PD-AA (Radius of transmission line :0.9mm, Antenna element length :105mm)



(b) FD-AA (Antenna element length :100mm)

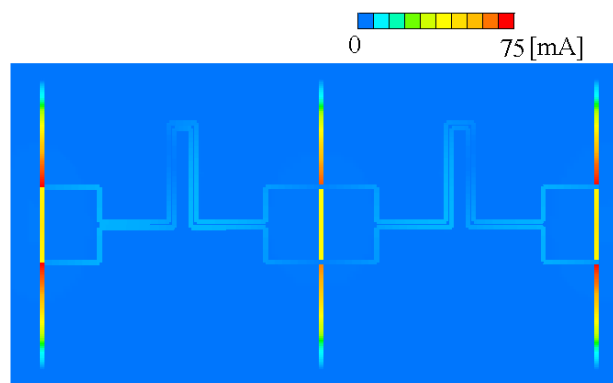
Fig.4 The phase of the current with finite reflective plate

4 まとめ

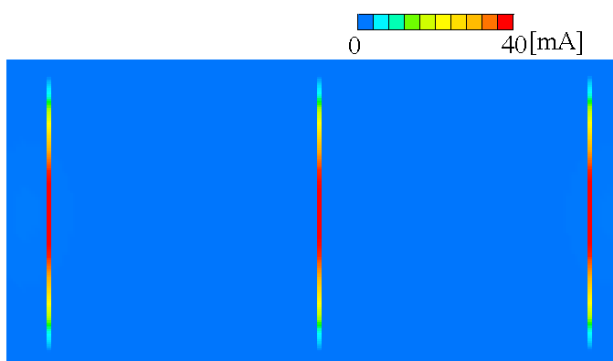
本報告では, 伝送路結合による間引き給電型AAを誘電体基板に平面状に装荷し, 伝送路形状とアンテナ特性の関係について基礎的検討を行った. アンテナ素子に結合する部分の伝送路の間隔を変えると電流値のピークが得られ, 伝送路径と素子長を考慮すると S_{11} を減少出来ることを示した.

今後は実際にアンテナを製作し, 測定値と数値実験値の比較検討を行う予定である.

謝辞 この研究の一部は日大理工シンボリックプロジェクトの資金で行われている.



(a) PD-AA (Radius of transmission line :0.9mm, Antenna element length :105mm)



(b) FD-AA (Antenna element length :100mm)

Fig.5 The current distribution with finite reflective plate

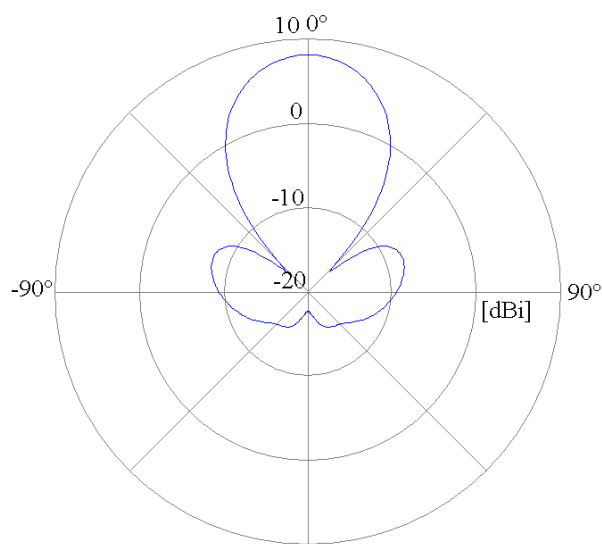


Fig.6 The radiation pattern (Radius of transmission line :0.9mm, Antenna element length :105mm)

[参考文献]

- [1]細野, 三枝, 高野, 信学ソ大(通信), B-1-115, 2009.
- [2]細野, 三枝, 高野, 信学総大, B-1-145, 2010.
- [3]H. Hosono, K. Saegusa, T. Takano, 229, ISAP2010.