

マイクロストリップアンテナを用いた間引き給電アレーアンテナの特性

The Characteristic of a Partially Driven Array Antenna with Micro Strip Antenna

田中伸明¹, 柴田国明², 三枝健二²Nobuaki Tanaka¹, Kuniaki Shibata², Kenji Saegusa²

Abstract: Composed from a dipole antenna, partially driven array antenna has been studied so far. In this paper, we study partially driven array antenna by using microstrip antenna and microstrip line. We design 3 elements array antenna having two direct fed elements. In order to compare the balanced driven array antenna and unbalanced driven array antenna, we analyzed partially driven array antenna with microstrip antenna. As a result, we can realize the partially driven array antenna, and obtain almost the same characteristics as a fully driven array antenna.

1. まえがき

大規模なアレーアンテナ(AA)を構成する場合、アンテナ素子数の増加に伴い、給電回路が増加する。その結果回路自体が煩雑となり、設計が困難になるだけでなく、総重量、コスト、サイズが増加する。そこで給電回路の削減方法として間引き給電法が提案された[1]。本研究は、全給電時と間引き給電時において、効率等が同等になることを目的としている。

これまで、間引き給電 AA は、平衡線路とダイポールアンテナで AA を構成し検討を行なった[2]。しかし、平面アンテナでよく利用されるマイクロストリップアンテナ(MSA)と不平衡線路で間引き給電 AA を構成した場合との比較検討が行われていない。そこでここでは、不平衡系間引き給電 AA の検討を行っている。

本稿ではMSAを用いた間引き給電AAの基礎検討を行う。3つの放射素子に対して2素子を直接給電したAAを設計し、特性を検討する。その結果、MSAとマイクロストリップライン(MSL)を用いた場合も間引き給電AAが実現でき、全給電型AAと同等な性能となることを示す。

2. 解析モデル

不平衡系間引き給電AAの基礎形として、MSAおよびMSLより構成したAAを図1(a)に示す。解析モデルは、同一のMSAの3素子と、素子間を結合するMSLで構成する。

MSAは素子間隔 d で配置し、周波数が2.45GHzとなるように w_a および l_a を調整する。このとき、素子Aおよび素子Cは、電源のインピーダンス 50Ω と整合するように給電位置 f_l の調整を行った。素子BはMSLを用いて素子Aと素子Cと結合し給電する。MSLの線路幅 w_r はMSA端の入力インピーダンスと整合させるように調整する。

図1(b)に側面図を示す。放射素子から1.6mm離れた位置に地板を配置する。今回は、解析時間の短縮および物理現象を単純にするために、基板にあたる部分の比誘電率を1とし、地板の大きさを無限大とする。

解析周波数を2.45GHzとし、素子Aおよび素子Cの給電点と地板間に対して、ギャップ給電を行う。図1に記載されているパラメータにおけるアンテナの各特性を、モーメント法に基づくWIPL-Dを使用し検討する。

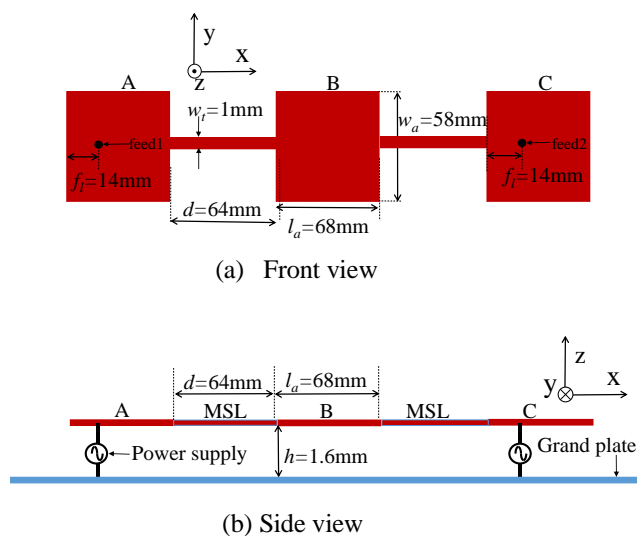


Fig. 1 Analysis model

3. 解析結果

素子AおよびCをそれぞれポート1, 2とし、図2に反射・透過係数特性を示す。2.45GHzで反射特性は最小となり、2つのポートで共に-30dB前後の値が得られた。しかし、反射特性はポート1と2でそれぞれ異なった値となる。これは、給電点の位置がAAの中心に対して左右対称ではないためである。-10dB比帯域幅は1.6%であり、単一素子の比帯域2%よりも0.4%低いことより、比帯域はやや低くなっていることがわか

る。

透過特性は 2.4GHz から増加し、2.43GHz で -10dB より大きい値をとる。2.45GHz では、-7.51dB であり、約 17% の電力がポート 1-2 間を透過している。本研究においてポート 1 から給電した場合、素子 A は素子 B にのみ電力を供給したいため、透過特性の値は悪いと言える。

図 3 に 2.45GHz における x-z 面の放射パターンを実線にて示す。最大放射方向は 90 度で利得は 14.8dBi である。第 1 サイドローブは 30 度方向であり、サイドローブレベルは -12.2dB である。比較として全素子を背面から給電したモデルの結果を点線にて示す。両者を比較すると利得及び最大放射方向は一致しているが、サイドローブのレベルと角度にずれが生じている。

次に放射素子が同位相で給電ができているかを確認するために 2.45GHz における電流振幅および電流位相を検討する。ここでは導体表面における磁界分布を導体上の電流分布とみなし、図 4(a) に示す。また伝送線路の電流分布を見えやすくするために大きく表示する。

背面から給電した素子と MSL により給電した素子に正弦状の電流分布がみられ、3 素子に同振幅で給電が行っている。MSL 上の電流振幅は線路が細いため、素子よりも大きく見えているが、電流はほぼ一様であるので、伝送線路からの放射は抑制できていると考えられる。

図 4(b) に電流位相を示す。素子 A の位相は -119 度、素子 B の位相は -121 度、素子 C の位相は -118 度であり、3 素子が約 3 度以内で励振することが確認できる。MSL 上の電流位相は放射素子の逆位相となる分布である。

4. むすび

本報告では MSA にて構成した 3 素子 2 給電の間引き給電 AA について検討した。その結果、全給電型 AA と同等な性能を得ることができ、MSA を用いても間引き給電 AA が実現可能であることを示した。今後は透過特性の改善と平衡給電 AA との比較を行う。

参考文献

- [1] M. Okumura, T. Imura, N. Kamo, A. Sugawara and T. Takano, 「Theoretical and experimental study on a partially driven array antenna with simplified dipole elements」 IET Microwaves, Antennas & Propagation, Vol.2, no.7, pp.696-703, March 2008.
- [2] 岩本雄太, 柴田国明, 細野裕行, 三枝健二, 高野忠 「間隙を設けた伝送路結合による間引き給電アレーア

「アンテナの検討」 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, 通信(1), 116, 2014 年 9 月

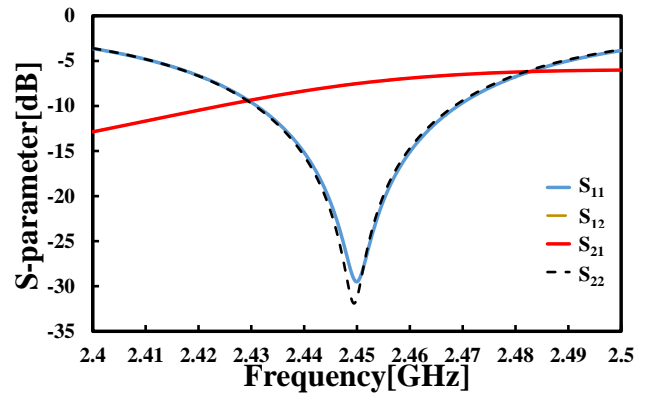


Fig. 2 Frequency response of S-parameter

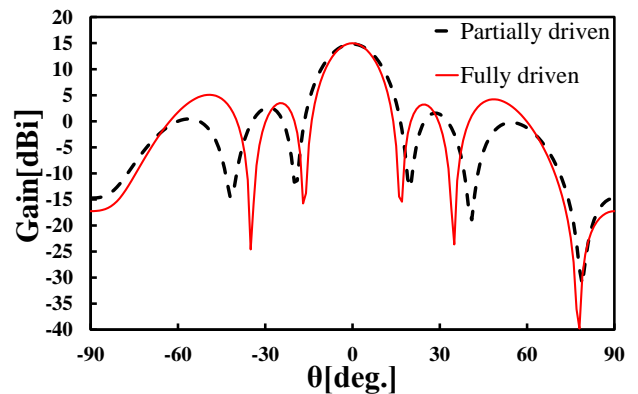


Fig. 3 Radiation pattern

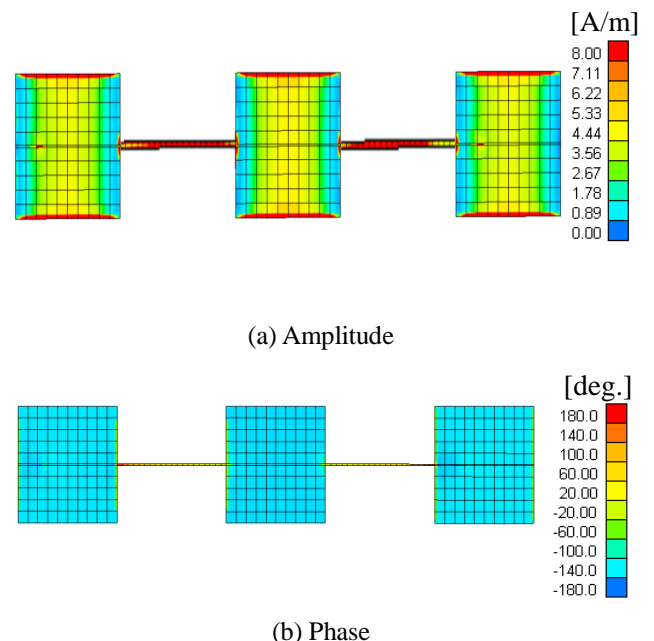


Fig. 4 Current distribution