

金属枠付きマイクロストリップアンテナ

日大生産工(院) ○水野 誓也 日大生産工 関 智弘
NTT ドコモ 岡崎 浩司, 鈴木 恭宣

1. まえがき

広い帯域を使用できる準ミリ波帯以上のアプリケーションに合わせて利得を変化させることが可能なアンテナを実現できれば、電波の有効利用が可能となる。現在までに、アンテナの利得向上のために立体金属を平面アンテナ周囲に配置するアンテナ構成の検討が行われている[1]。本構成は、構造が困難で、体積が大きくなるといった課題がため、積層金属枠付きアンテナが検討されている。しかし、多層基板構成時に高いアライメント精度が必要になるという新たな課題が生じる[2]。そこで、マイクロストリップアンテナ(MSA: Micro strip antenna)と四角形の金属枠から構成される、単層の利得制御の可能なMSAを提案する。金属枠はマイクロストリップライン(MSL: Micro strip line)で構成され、この金属枠をMSAの周囲に配置する。この金属枠を配置することによって利得の改善を行う。さらに、基板厚を変更することによって段階的に利得制御を行うことが可能である。当アンテナをモーメントを用いた電磁界解析によりアンテナ特性を明らかにした。本稿ではアンテナ利得制御の可能な金属枠付きMSAの構成法について報告する。

2. 金属枠付きMSA構成

筆者らが提案した積層金属枠付きMSAの課題解決のため、アンテナの構成が簡単な利得調整可能アンテナを提案する。本稿で提案するアンテナ構成をFig. 2(a), (b)に示す。当アンテナは、積層金属枠付きMSA同様、MSLで構成される金属枠をMSAの周囲に配置したアンテナ構成である。アンテナの使用周波数帯は24 GHz帯とした。使用基板は、比誘電率 $\epsilon_r = 2.17$, $\text{loss tan} \delta = 0.0007$, 基板厚さ h_x のPTFEを用いる。このとき、アンテナの大きさを w_1 、アンテナとメタルリングの距離を w_2 、金属壁の幅は w_3 として設計を行った。また、アンテナへの給電はピン給電で行い、金属枠には給電を行わない。本解析に用いた金属枠を除いた単一アンテナ素子は、基板厚 $h_x = 0.254 \text{ mm}$ の際に6.7 dBiの絶対利得を持つアンテナである。当アンテナと積層金属枠付きMSAとの異なる点は、単

層のみで金属枠付きMSAを構成している点である。また、金属枠の層数を変化させることによって利得の制御を行っていたが、当アンテナは、基板の厚さ h_x を変化させることによって利得の制御を行っている。注意点として、基板厚 h_x を変化させることによってアンテナの共振周波数にずれが生じることが分かっているが、この場合には、適宜アンテナの大きさ w_1 の最適化を行い、常に24 GHz帯でアンテナが動作するように調整を行う。本解析では、 h_x , w_1 , w_2 , w_3 の各パラメータを変化させた場合のアンテナ特性を明らかにする。

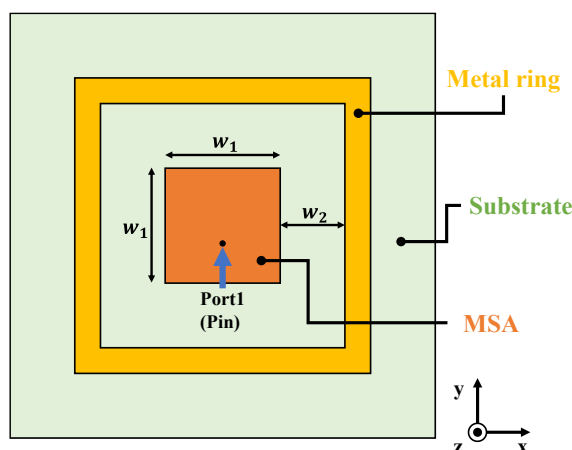


Fig. 2 (a) Antenna top view

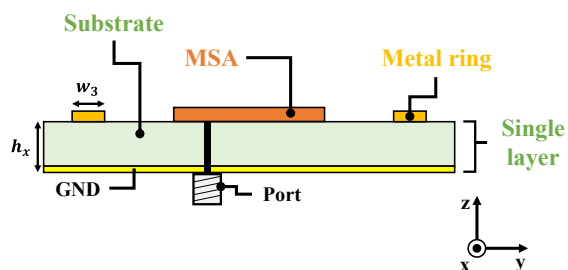


Fig. 2 (b) Proposed antenna cross-sectional view (single layer)

3. 解析結果

金属枠付き MSA の特性を明らかにするため、モーメント法を用いた電磁界解析を行った。本解析ではアンテナの大きさ w_1 、アンテナから金属枠までの距離 w_2 、金属枠の幅 w_3 、基板厚 h_x 、それぞれのパラメータを変化させて解析を行った。解析結果を Fig. 3 に示す。同図から分かるように、 $w_3 = 3 \text{ mm}$ 、 $h_x = 0.5 \text{ mm}$ 以上となるときに緩やかに利得が上昇し始め、 $h_x = 1.1 \text{ mm}$ の時に最も利得が向上していることが分かる。この時の最大絶対利得は9.51 dBiであり、金属枠を配置していない場合に比較して 49 %の利得改善を得ることが出来た。次に最も利得の向上が見られた $w_3 = 3 \text{ mm}$ を一定、 h_x を変化させた場合の放射パターンを Fig. 4(a), (b)に示す。同図から分かるように H-Plane の場合は、 $h_x = 0.95 \text{ mm}$ 以下となる場合までは放射パターンのピーク値が0 degree 方向を向いているが、 $h_x = 1.1 \text{ mm}$ となった時には、ピーク値が0 degree 方向からずれてしまっていることが分かる。E-Plane の場合は、すべての場合について放射パターンのピーク値は0 degree 方向を向いていた。次に、ピーク値が0 degree 方向を向いている $h_x = 0.95 \text{ mm}$ の場合について、 w_2 を変化させた場合の特性を明らかにした。解析結果を Fig. 5 に示す。同図から分かるように $w_2 \approx 17 \text{ mm}$ で最大利得を得ることができ、この時の絶対利得は 9.31 dBiであった。

4. まとめ

本稿では、多層金属枠を構成する際に生じるアライメント課題を解決するための単層金属枠付きアンテナを提案した。当アンテナは、MSAの周囲に金属枠を配置することによって利得を改善し、基板厚 h_x を変化させることによって段階的に利得制御を可能にすることを示した。また、放射パターンのピーク値を0 degree方向からずらさずに得られる最大絶対利得は9.31 dBiであり、金属枠を配置していない場合に比較して49 %の利得改善を得ることが分かった。

「参考文献」

- 1) Jae-Hwan Jeong, Kyeong-Sik Min, In-Hwan Kim, Sung-Min Kim, "Multiband spiral antenna with high gain by conical wall," IEEE APMC 2013, pp. 143-145, November 2013.
- 2) S. Misuno, R. Kashimura, T. Seki, Y. Suzuki, H. Okazaki, "MSA with Stacked Metal Rings for Rectenna System using Narrow Beam," IEEE WPTC 2019, June 2019.

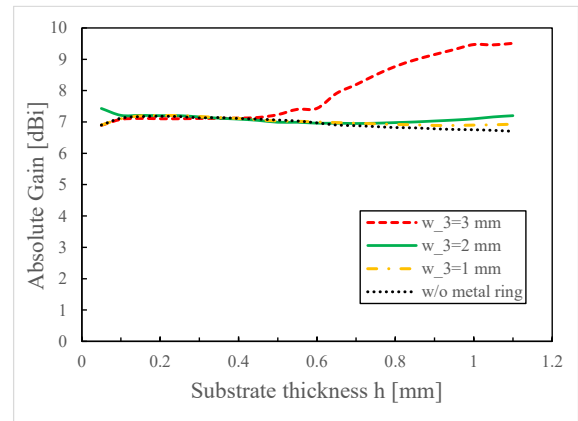


Fig. 3 Gain vs. substrate thickness

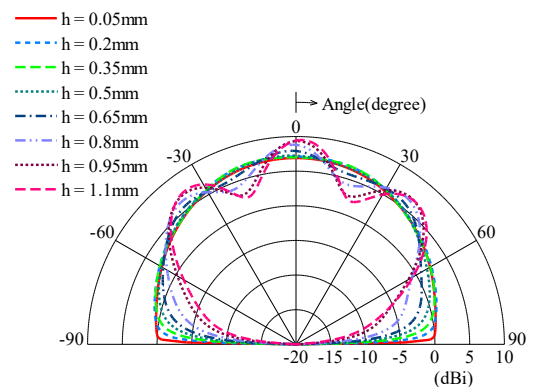


Fig. 4(a) Radiation pattern (H-Plane, Theta = -90. 0 to 90)

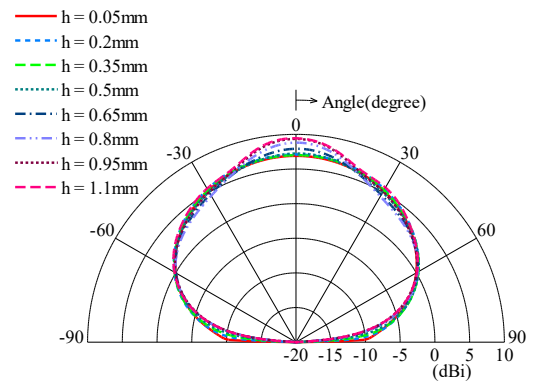


Fig. 4(b) Radiation pattern (E-Plane, Theta = -90. 0 to 90)

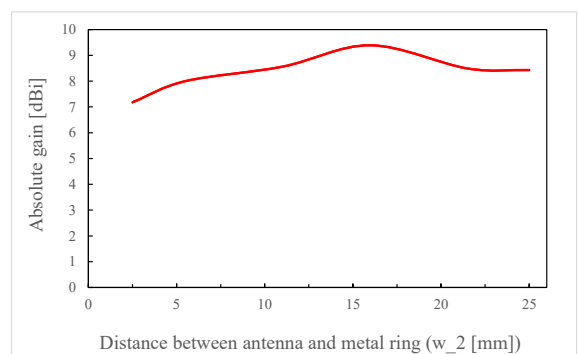


Fig. 5 Absolute gain vs. distance w_2