



研究ノート

衛星放送受信用マイクロストリップライン平面アンテナ

西村 貞彦*

1. はじめに

我が国における衛星放送は、1984年1月打上げの実用放送衛星 BS-2a により5月からNHKで試験放送が開始されており、本年(1986年)2月打上げの BS-2b により今秋本放送が開始される予定になっている。

赤道上空約3万6000キロメートルに静止する放送衛星からの電波を個別受信する家庭用アンテナとしては、一般にオフセットパラボラアンテナが市販されている。しかし、このアンテナは立体的で、雪や風による影響を受けやすいという問題点がある。これらの問題点を解決するアンテナとして平面アンテナが研究されている。現状ではまだ解決すべき課題も少なくないが、実用化に向けて研究開発が精力的に進められている。

平面アンテナは、プリント基板の表面にエッチング技術で平面配列のアレーアンテナを形成し、鋭い指向性を得るもので、同一基板上のマイクロストリップ線路により給電するため、アンテナ自体を薄型化、軽量化することができ、量産可能なアンテナである。

プリント基板を用いた平面アンテナは、(1)マイクロストリップ線路型、(2)マイクロストリップ共振器型、(3)スロット型に大別されるが¹⁾、以下、我々が提案している(1)のタイプである円偏波マイクロストリップライン平面アンテナ²⁾について述べる。

2. 円偏波マイクロストリップラインアンテナ

一般に伝送線路であるマイクロストリップ線

*西村貞彦 (Sadahiko NISHIMURA), 大阪大学, 基礎工学部, 電気工学科, 山本研究室, 助手, 電子工学

路に折曲げ部等の不連続部を設けると、放射が生じることは知られている。マイクロストリップラインアンテナは、この現象を積極的に利用したもので、図1に示すように、ストリップ導体を周期的に折曲げて円偏波アンテナを構成している。このアンテナは、線路インピーダンスが 50Ω であるマイクロストリップ線路のストリップ導体をクランク状に折曲げたものを2本、平行に並べ、一方を半周期長ずらせた形状をしており、図中点線で囲まれた部分、すなわち、一對の基本周期を素子アンテナとした進行波形成一次元アレーアンテナである。

図1において、縦辺と横辺との長さを適当に選ぶことにより、水平偏波を放射(受信)するアンテナとか、垂直偏波のアンテナとか、右旋円偏波あるいは左旋円偏波のアンテナを作ることができる。衛星放送は円偏波を使用すると決められており、この円偏波を任意の角度に放射(受信)させるアンテナの設計式が示されている³⁾。

次に、図1に示すアンテナが真正面方向にどのような円偏波を放射するのか、その動作原理を説明する。

ここでは説明を分かりやすくするために、特別の辺の長さの場合について述べる。いま、基本素子の下半分のクランク形素子について考える。図2(a)に示すようにクランクの各辺の長さを定める。全長 $2\lambda_g$ (λ_g :線路波長)のクランク形素子に、左端から進行波電流が進むものとする。電流は時刻 $t=0$ から $t=1/f$ (f :周波数)の間に図2(b)に示すように進んでいく。このときクランク形素子から放射される電波の合成電界ベクトルの向きが、どのように変化していくかを調べる。まず、 $t=0$ のときの電流分布で i_1 と i_4 は逆向きなので打ち消し合い電界への寄与はなくなる。 i_2 と i_3 の横成分

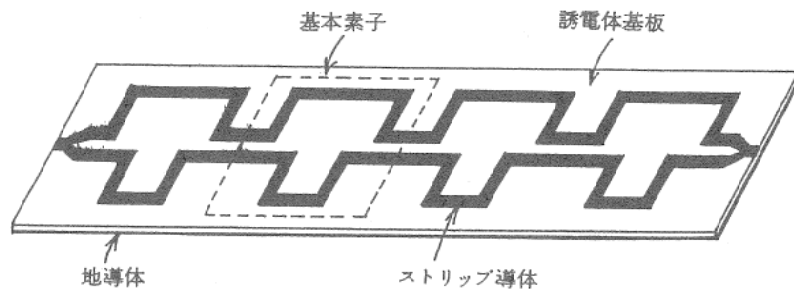


図1 アンテナの形状 (4素子)

についても同様である。 i_2 と i_3 の縦成分による寄与だけが残し、上向きの合成電界ができる。つぎに、 $t = 1/(4f)$ では i_3 だけの寄与が残し、合成電界は左を向く。以下、 $t = 1/(2f)$, $3/(4f)$, $1/f$ の場合も同様に考えると、合成電界の向きは順に下向き、右向き、上向きと反時計方向に一回転する。すなわち、紙面上方に右旋円偏波が放射されることになる。つぎに、図2(c)に示す基本素子の上半分のクランク形素子の場合も、図2(d)から理解されるように右旋円偏波が放射される。

図3(a)に右旋円偏波基本素子を示している。図2(a), (c)に示すクランク形素子は、それぞれ単独で円偏波放射素子であるが、両者を組み合わせた基本素子の方が円偏波指向特性の良いものが得られるためである。図3(b)に左旋円偏波放射基本素子を示しているが、この形状が左旋円偏波を放射することは容易に理解されよう。

3. 平面アンテナ

前章に示す円偏波マイクロストリップラインアンテナを同一基板上に多数本平行に並べることにより、平面アンテナを構成することができる。このとき、各ラインアンテナへ電力を供給するための給電回路を同一基板上に一体化して構成する。すなわち、プリント基板の片面のみにて構成できる点に大きな特長がある。

マイクロストリップライン平面アンテナの一試作例を写真1に示している。写真において、基板中央部に給電回路部があり、給電線は給電部中央の給電点より左右に各16分岐されて、それぞれラインアンテナに接続されている。ここで用いたラインアンテナは、16素子の一次元アレーアンテナで、したがって、256 (16×16)

素子の平面アンテナを2枚中央給電型で構成した512素子の平面アンテナになっている。このとき、ランイアンテナの終端からの反射波を無くすために、終端にチップ抵抗 (整合負荷) を接続している。

試作に使用したプリント基板は架橋ポリエチレンガラスファイバー基板 (誘電率 $\epsilon_r = 2.5$, 減衰定数 $\alpha = 4.5 \text{ dB/m}$, 基板厚さ $h = 0.8 \text{ mm}$) である。得られた測定結果は、周波数11.95 GHzで動作利得33.6 dBiなる良好な値を示している⁴⁾。

実験室段階では、上述の平面アンテナで衛星放送の受信は成功している。しかしながら、同程度の大きさのパラボラアンテナと比べて利得

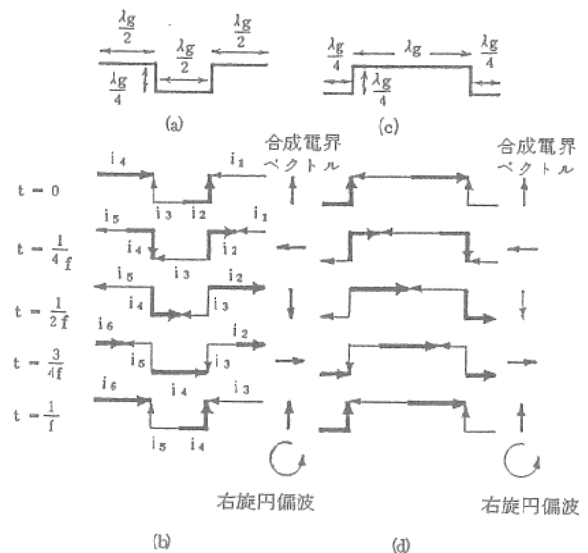
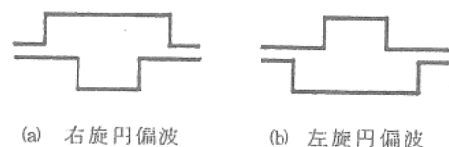
図2 クランク形素子の電流分布時間変化と合成電界ベクトルの向き (λ_g : 線路波長)

図3 円偏波放射基本素子

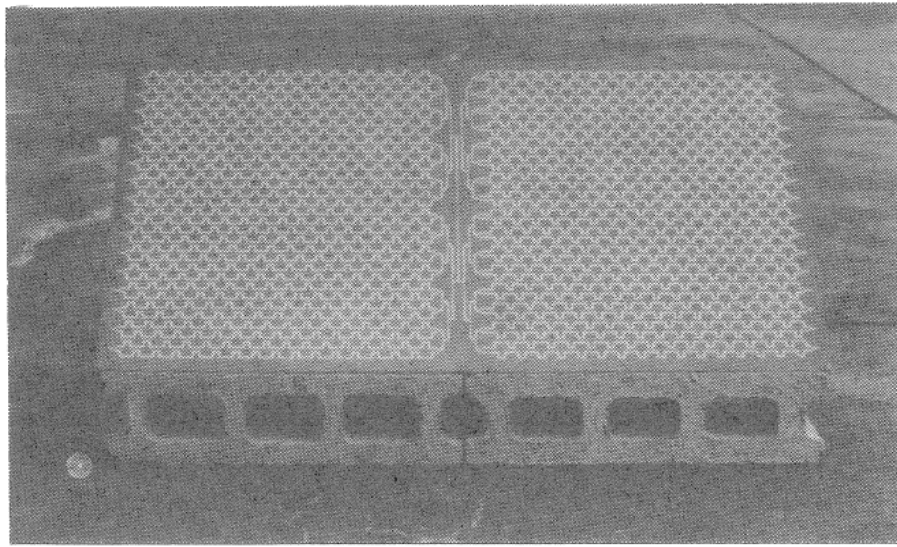


写真1 マイクロストリップライン平面アンテナ (素子数512)

は低い。今後、アンテナ部の改良および給電回路部の改善などの特性改善を行ない、500素子程度で利得35 dBi 程度の平面アンテナを実現させる予定である。

4. おわりに

衛星放送受信用マイクロストリップライン平面アンテナの研究、開発状況について述べたが、現在の時点では実用化の見通しがついたという段階である。電気的な特性改善の問題、プリント基板の耐候性テストの問題等、解決すべき課題が少なからずあるが、パラボラアンテナで課題となっている雪の問題、風圧の問題は、平面アンテナで解決できる可能性がある。

衛星放送は仄々の声を上げたばかりであるが、将来高電力衛星放送の時代には、小型アン

テナで受信可能となり、薄型で軽量のマイクロストリップライン平面アンテナが大いに普及するものと確信している。

終りに、本稿執筆をお勧め下さいました大阪大学基礎工学部山本錠彦教授に感謝します。また、平面アンテナの製作に協力して頂いた関西電子工業振興センター・マイクロ波システム研究会の諸氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 西村, ほか: 信学誌, Vol. 69, 3, pp 218-225, (昭61-03).
- 2) 西村, ほか: 昭57信学光・電波全大, S 2-14.
- 3) 西村, ほか: 信学技報, AP 85-100, (1986-01)
- 4) 西村, ほか: 信学技報, AP 86-31, (1986-05).