

ループ素子で励振したフレームアンテナの基礎特性
— 第4報 —

元日大生産工 ○坂口 浩一

1. はじめに

先に、半波長ダイポール素子を正方形に折り曲げ、これを内側に配置したループ素子で励振するフレームアンテナを提案し、このアンテナが多偏波（水平・垂直・右旋・左旋円偏波）放射することを報告した[1]。またアンテナ寸法と特性との関係 [2]、アンテナ寸法の最適化[3]についても報告した。一方、単一偏波のアンテナの需要も多いことから本アンテナの特長を用いた単一偏波特性をもつアンテナの構成について検討を行った。

2. アンテナ形状

図1にアンテナの基本形状を示す。ギャップ W_1 を有する一周半波長の正方形形状無給電ループ（フレーム部）は内部ループ素子で給電をしている。なお給電はループ素子のみだが、その一端はフレーム部と接続してある。給電ループ寸法 D_2 は入力インピーダンスを、フレーム寸法は動作周波数を主に決める。本稿では偏波の確認が目的のため $H=W=126[\text{mm}]$, $D_2=60[\text{mm}]$ 一定とした。なお本稿では、このためリターンロスは約 $-14[\text{dB}]$ となった。

3. 多偏波放射原理

水平部電流 I_H による放射界 E_ϕ は

$$E_{\phi} \propto I_H \sin \phi$$

垂直部電流 I_v による放射界 E_θ は互いに逆方向に流れる素子間隔 W の 2 素子アレーとして

$$E_{\theta} \propto j2I_V \sin\left(\frac{\pi W}{\lambda} \cos\phi\right)$$

となり、 E_ϕ と E_θ には $\pi/2$ の位相差がある。水平および垂直の放射振幅が等しいとき、図 2 に示すように、アンテナ正面では水平偏波(H)，側面では垂直偏波(V)，45 度方向には右旋円偏波(RHC)，135 度方向には左旋円偏波(LHC)の放射が得られ、以後 225 度に RHC，315 度に LHC が得られる。

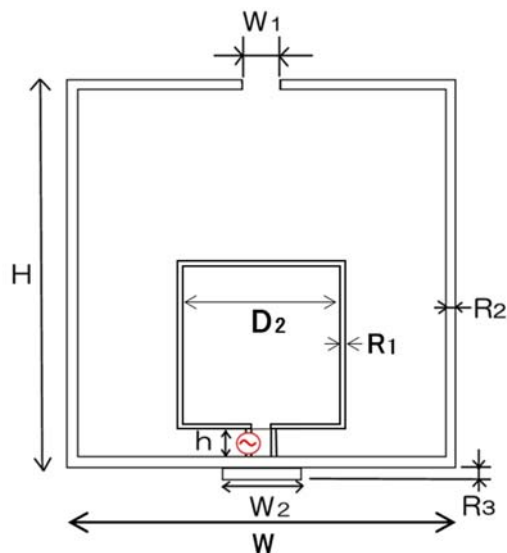


図1 アンテナ形状図

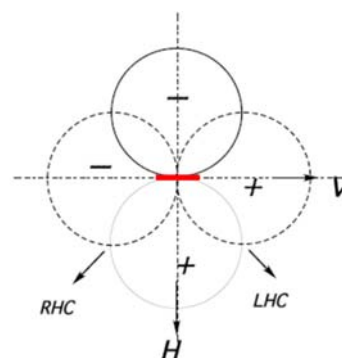


图2 多偏波放射原理图

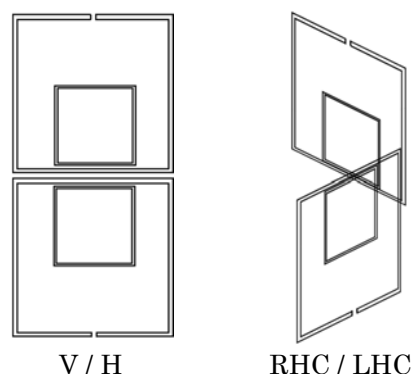


図3 単一偏波放射のアンテナ構成図

4. 単一偏波構成

単一偏波を得るためには目的の偏波は強め合い、それ以外の偏波は打ち消せば良い。このため図3に示す配置を提案する。給電を調整し、フレーム上の電流を制御することで単一偏波が得られる。

結果を図4に示す。どの配置でも下側フレーム部はxz面にあり、上部フレーム部の向きを変化している。上下フレーム部を同一面に配置し、(a)の電流分布とすることにより、水平電流成分は足し合わされ強い放射が得られるが、垂直成分は上下で打ち消し、水平偏波が得られる。(b)の電流分布とすると、水平成分が打ち消しあい、垂直成分が足し合わされ、垂直偏波が得られる。上下フレーム部を直交させ(c)の配置とすることにより、右旋成分を足し合わせ、左旋成分を打ち消せ、右旋円偏波のみを放射する単一偏波アンテナとなる。なお図1とは逆向きの構成となる。(d)とすること左旋円偏波アンテナとなる。また、(a)と(b)、(c)と(d)は給電の切り替えで実現でき、偏波切り替えアンテナの構成も可能である。

5. まとめ

多偏波放射アンテナを組み合わせることで、単一偏波放射のアンテナが構成できることを示した。本アンテナは2素子の組合せであるが、アンテナ高さ1/4波長と比較的小型なアンテナであり、かつ簡単な構成となる特長がある。

参考文献

- [1] 坂口浩一，長谷部望，“ループ素子で励振したフレームアンテナ”，2013 信学総大，B-1-97
- [2] 坂口浩一，長谷部望，“ループ素子で励振したフレームアンテナの基礎検討”，2014 信学総大 B-1-119
- [3] 坂口浩一，関 智弘，“ループ素子で励振したフレームアンテナの特性解析”，日本大学生産工学部第48回学術講演会，2-17，2014

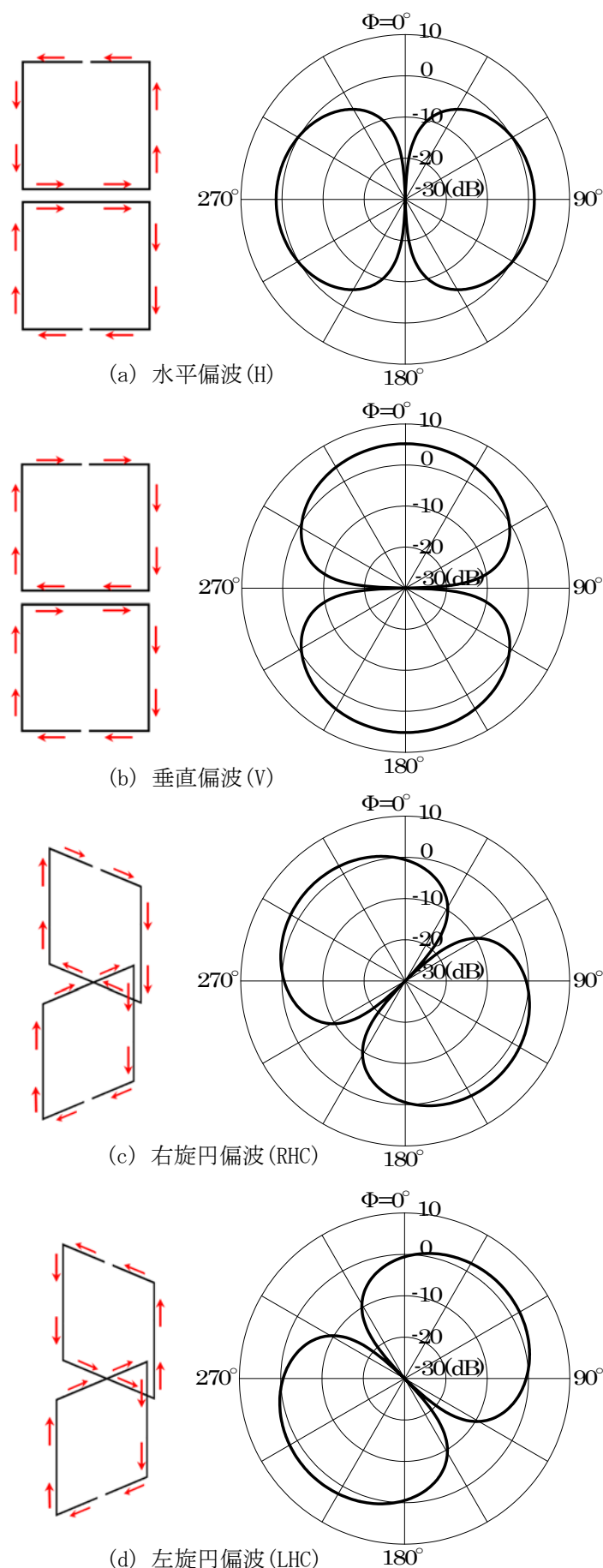


図4 フレーム部電流と単一偏波放射特性