

# 広帯域二重方形ループプリントアンテナ

田中 敏司      堀 俊和      藤元 美俊  
福井大学 工学部 〒910-8507 福井市文京 3-9-1  
E-mail:tanaka@wireless.fuis.fukui-u.ac.jp

**あらまし** UWB (Ultra Wide Band) システムの実現のためには、広帯域な VSWR 特性を有するアンテナの実現が不可欠である。本報告では、広帯域な VSWR 特性を有するアンテナとして、サイズの異なる2つの方形ループアンテナを用いたプリントアンテナを提案し、モーメント法を用い、パラメータの最適化を図った結果について述べている。シミュレーションおよび実験的検討の結果、比帯域幅 76%を有する簡易な構成のアンテナを実現できることが明らかになった。

**キーワード** プリントアンテナ, 方形ループ, 広帯域, UWB

## Broadband Printed Antenna with Double Rectangular Loops

Satoshi TANAKA    Toshikazu HORI    Mitoshi FUJIMOTO

Faculty of Engineering, University of Fukui, 3-9-1, Bunkyo, Fukui, 910-8507 Japan

E-mail:tanaka@wireless.fuis.fukui-u.ac.jp

**Abstract** Broadband printed antennas are required for realizing UWB (Ultra Wide Band) systems. This paper proposes a double rectangular loop printed antenna with wideband VSWR characteristics and describes the optimum design method of this antenna by using the moment method. Based on the simulation and experimental results, it is verified that the simple broadband printed antenna with 76% relative bandwidth is realized.

**Keyword** Printed Antenna, Rectangular Loop, Broadband, UWB

### 1. まえがき

近年、無線伝送システムにおける高速化の要求が高く、例えば、数百 Mbit/秒の高速通信を実現する UWB (Ultra Wideband) 無線システム[1]やマイクロ波・ミリ波帯を利用した百 Mbit/秒の高速通信を目指す次世代移動通信システム等の検討が進められている。UWB 無線システムでは、パルスを用いる伝送方式および OFDM 技術を基盤とした伝送方式が検討されているが、いずれにせよ従来の伝送方式に比べ、非常に広い伝送帯域を使用することから、空間との整合の役割を果たすアンテナについても、従来に比べ広い周波数帯域で動作するアンテナが必要である。これまで、計測用として超広帯域な特性を

有するアンテナが提案されているが、実用性を考慮すると、小型、低コストでかつ広帯域な特性をもつアンテナの開発が望まれている。そこで、著者らは、簡易な構成で広帯域な VSWR 特性を有するアンテナとして、従来の1波長方形ループを二重に用いたプリントアンテナを提案し、その動作特性を報告している[2], [3]。本報告では、広帯域特性を有する二重方形ループプリントアンテナの最適構造を明らかにする。

以下、2章で二重ループプリントアンテナの基本構造、3章で広帯域な VSWR 特性を有するアンテナの構造と特性を示すとともに、実験値との比較を通して超広帯域アンテナの実現性について検証する。

## 2. 二重方形ループプリントアンテナの基本構造

図1に、二重方形ループプリントアンテナの構造を示す。図1に示すように、本アンテナは、1波長方形ループアンテナをプリント基板上に二重に構成したものである。二重ループの結合部分を給電点とし、外側のループ導体の一边の長さを $l_o$ 、内側のループ導体の一边の長さを $l_i$ 、平行導体の長さを $h$ 、平行導体の幅を $d$ 、導体幅は $r$ としている。

シミュレーションにはモーメント法を用い、ループ導体は直径 $r/l_o=0.04$ の導線と仮定している。また、プリント基板の誘電体の影響は無視している。

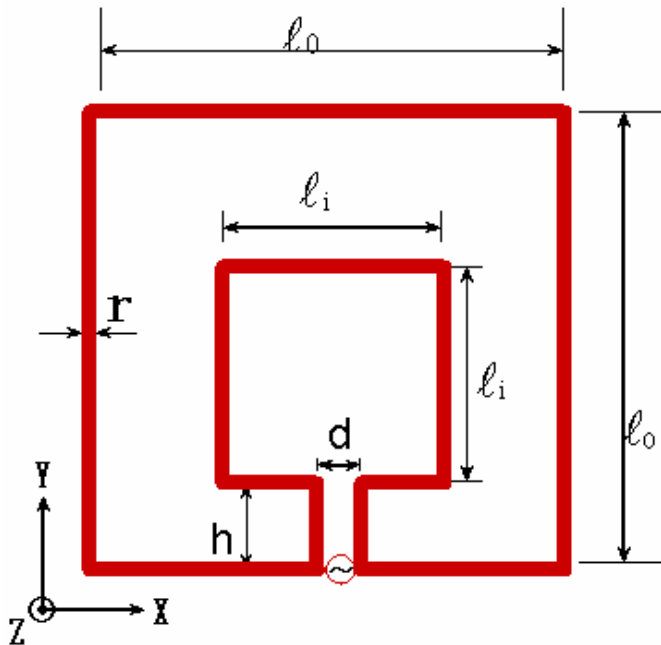


図1 二重方形ループプリントアンテナ

## 3. 広帯域な VSWR 特性を有するアンテナの構造と特性

### 3.1 構造パラメータの最適化

図2に、内側のループの1辺の長さ $l_i$ と給電線の長さ $h$ を変化させたときの $VSWR=2$ 以下となる比帯域(%)を示す。図2において横軸 $l_i$ 、および縦軸 $h$ の値は $l_o$ で規格化している。ここで、 $d/l_o=0.125$ である。図2から、給電線の長さに関わらず内側ループの1辺の長さ $l_i/l_o$ が0.58以上となると、比帯域が40%以下となり、広帯域特性は得られない。ここで帯域幅が最大値を持つのは●付近( $l_i/l_o=0.46$ ,  $h/l_o=0.2$ )であり、比帯域幅は74%

である。

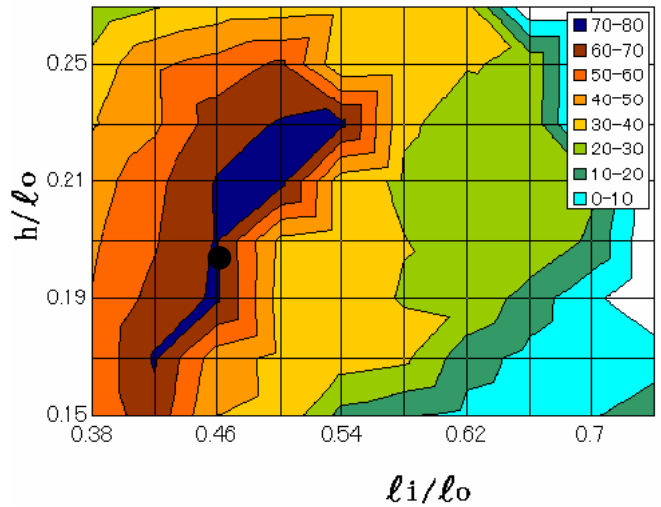


図2 ループ一辺の長さおよび給電線の長さに対する比帯域幅

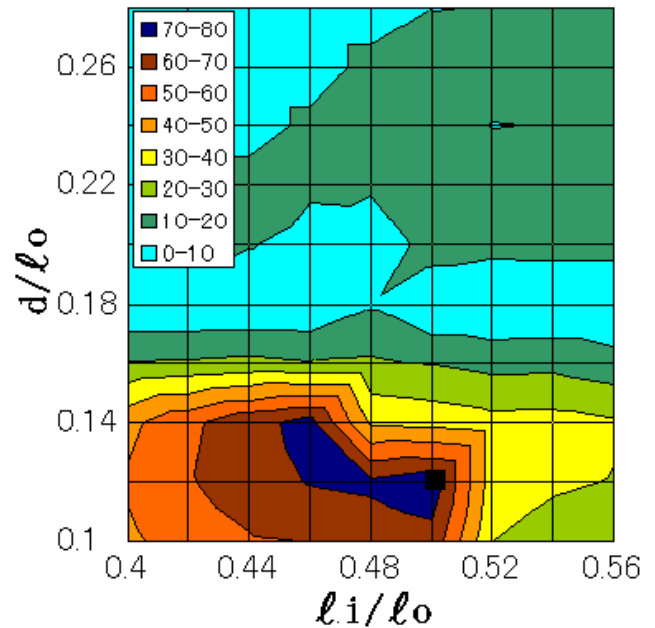


図3 ループ一辺の長さおよび給電線の幅に対する比帯域幅

次に図3に、内側ループの1辺の長さ $l_i$ と給電線の幅 $d$ を変化させたときの $VSWR=2$ 以下となる比帯域(%)を示す。ここで、 $h/l_o$ は図2で最大値を持った0.2としている。図3から、内側ループの1辺の長さに関わらず給電線の幅 $d/l_o$ が0.16以上となると、比帯域が30%以下となり、広帯域にならないことがわかる。ここで帯域幅が最大値を持つのは■付近( $l_i/l_o=0.5$ ,  $d/l_o=0.12$ )で、比帯域幅は76%である。

図4に $l_i/l_o=0.5$ ,  $d/l_o=0.12$ において導線半径 $r/l_o$ を変化させた場合の比帯域幅の変化を示す。図4

からわかるように最も広帯域となるのは導線半径  $r/l_0=0.04$  の場合である。

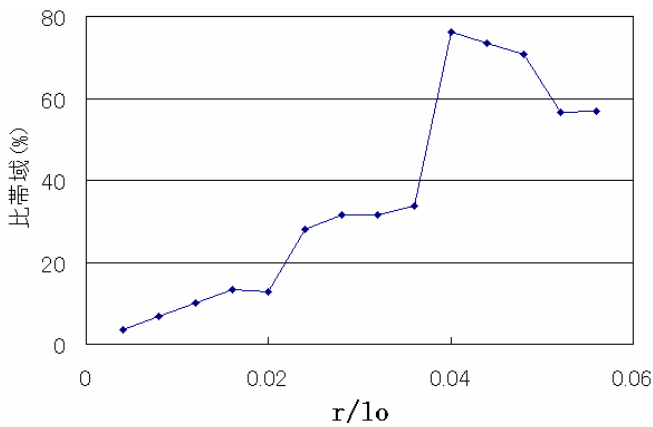


図4 導線半径の変化における比帯域

### 3.2 最適構造を有するアンテナの特性

3.1より、■地点である内側ループの一辺の長さ  $l_i/l_0=0.5$ ，平行導体の長さ  $h/l_0=0.2$ ，平行導体の内幅  $d/l_0=0.12$ ，そして，導線半径  $r/l_0$  が 0.04 のとき，帯域幅が最大となることが明らかである。

上記の最適構造を有するアンテナの VSWR 特性を図5に示す。ここで  $l_0=50\text{mm}$  としている。図5より，3～6.7GHz (比帯域 76%) において，VSWR=2 (反射電力 -9.6dB) 以下となっていることがわかる。

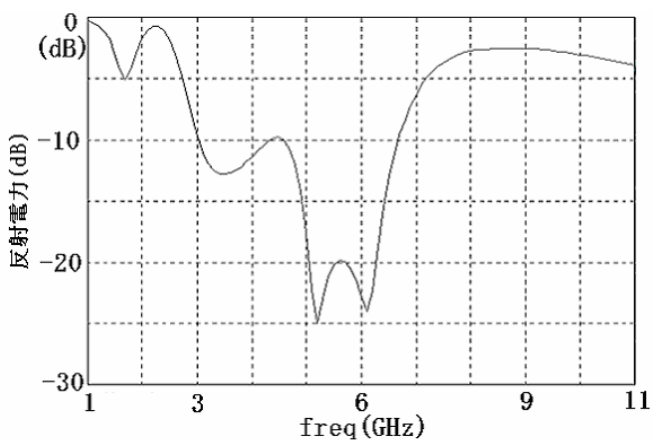


図5 最適構造のアンテナの VSWR 特性

次に周波数 5.3GHz での Y-Z 面, X-Z 面, X-Y 面の放射指向性を図6, 図7, 図8に示す。最大放射方向は Y-Z 面内にあり, Z 軸から  $15^\circ$  程度 Y 軸方向に傾いている。

### 3.3 実験による確認

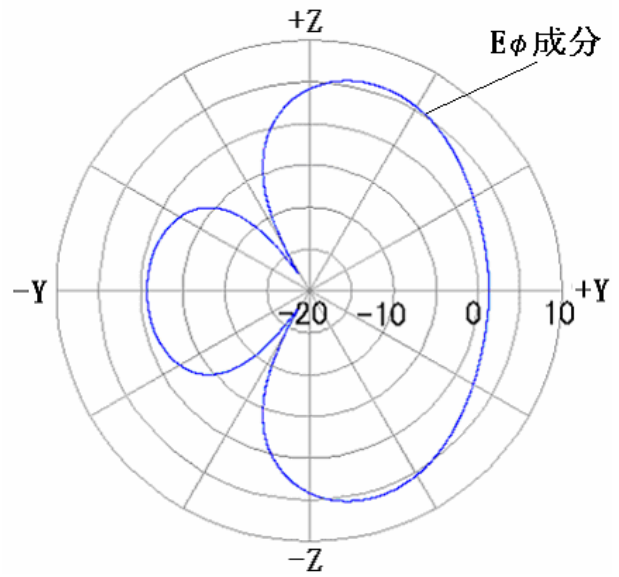


図6 Y-Z 面の指向性

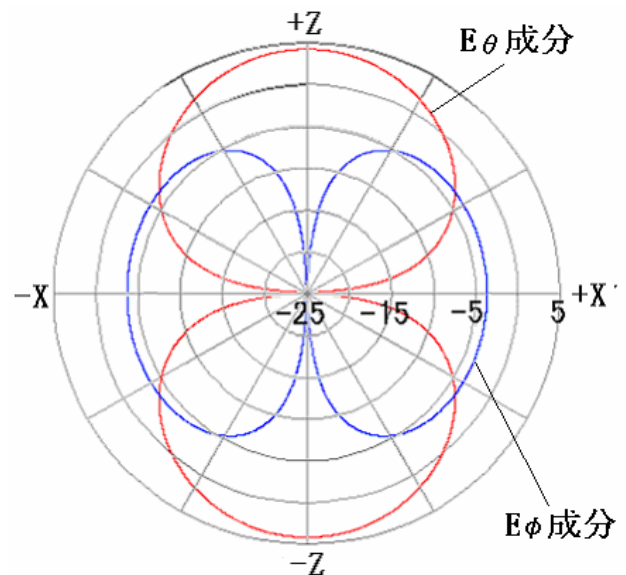


図7 X-Z 面の指向性

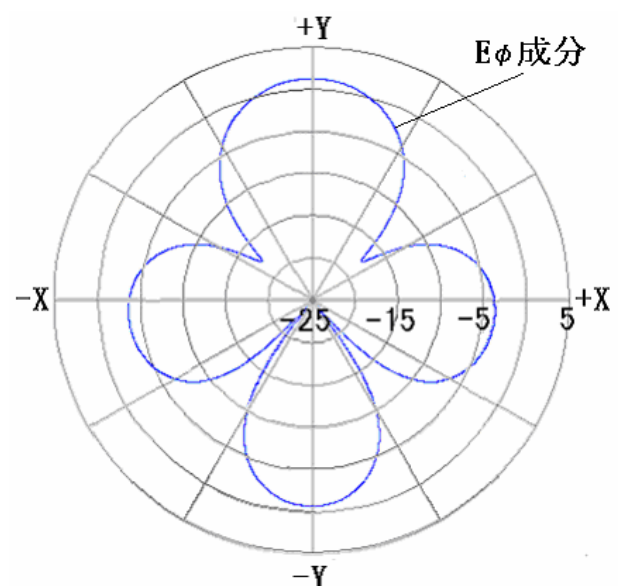


図8 X-Y 面の指向性

計算結果の妥当性を確認するために、アンテナを試作し、VSWR 特性を測定した。試作したアンテナを、図9に示す。試作したアンテナは  $l_i=23\text{mm}$ ,  $d=6.2\text{mm}$ ,  $h=10.5\text{mm}$ ,  $r=2\text{mm}$  である。実験では二重ループそのままの形で入力インピーダンスを測定する事は困難なので、アンテナを半分に切り、金属板上において虚像を作るという方法を用いて、入力インピーダンスを測定した。試作したアンテナの VSWR 特性の実測値を図10(a)に示す。また、図10(b)に計算値を示す。両方とも 1.5GHz 付近でいったん低下し、3GHz 付近から再び大きく低下している状況がよく一致している。これより、前節のシミュレーション結果が妥当であることがわかる。

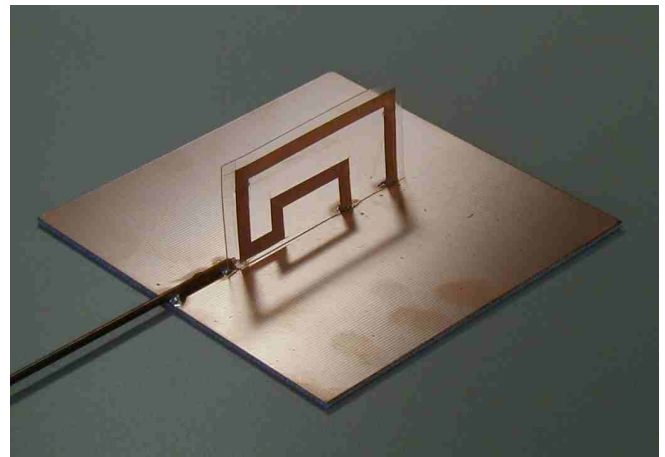


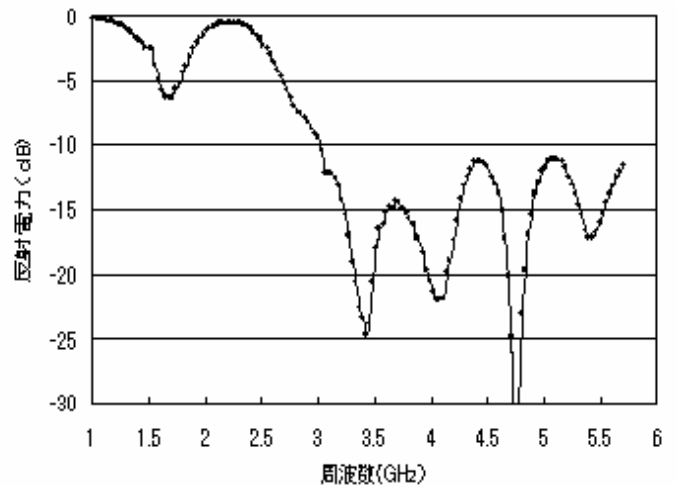
図9 実験に使用したアンテナ

#### 4. むすび

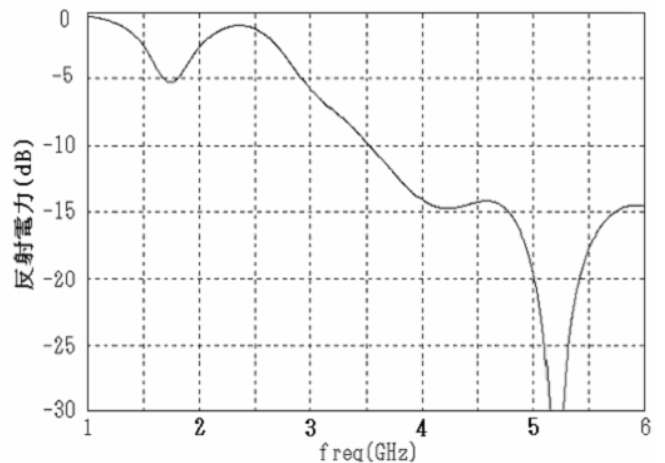
長方形ループを二重に用いた簡単な構成で広帯域な特性を有する二重方形ループプリントアンテナを提案した。この二重ループのパラメータ(内ループの1辺の長さ  $l_i$ , 給電線の長さ  $h$ , 給電線の幅  $d$ , 導線半径  $r$ )の最適構造を明らかにし、最大比帯域 76%の広帯域な VSWR 特性を持つアンテナを設計した。そして、その妥当性を確認するために、実際にこの二重方形ループプリントアンテナを作り、そのシミュレーション結果が実験結果によく一致することを確認した。

#### 参考文献

- [1] Federal Communications Commission (FCC), "Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Ultra Wideband Transmission Systems," First Report and Order, ET Docket 98-153, FCC 02-48; Adopted: February 14, 2002; Released: April 22, 2002.
- [2] 田中敏司, 堀俊和, 藤元美俊, 2003 信学ソ大, B-1-145, 2003.9.
- [3] 田中敏司, 堀俊和, 藤元美俊, 2003 北陸支部連合大会, C-23, 2003.9.



(a) 実測値



(b) 計算値

図10 シミュレーションと実験との比較 (VSWR 特性)