

# 法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2024-12-21

## 円偏波メタループアンテナのスタブ考察

吉田, 朋宏 / Yoshida, Tomohiro

---

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

58

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

2

(発行年 / Year)

2017-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00014200>

# 円偏波メタループアンテナのスタブ考察

## INVESTIGATION OF STUBS FOR A CP METAL LOOP ANTENNA

吉田 朋宏

Tomohiro YOSHIDA

指導教員 山内潤治

法政大学大学院理工学研究科電気電子工学専攻修士課程

The radiation from a metal loop antenna is circularly polarized within three frequency bands. This metal loop antenna uses stubs instead of chip inductors. The impedance and dispersion diagram for the stub structure are compared with those for the chip inductor structure. It is found that the same dispersion diagram is realized.

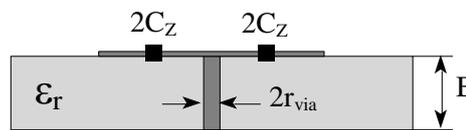
**Key Words** : metamaterial, dispersion diagram, stub.

### 1. まえがき

チップインダクタの代わりにスタブを用いたメタループアンテナについて検討してきた[1]. このアンテナは従来のアンテナと異なり 3 つの周波数帯で円偏波が放射される. 本稿では使用したスタブについて述べる. なお, 本論文は修士論文の一部記載している.

### 2. スタブのインピーダンス

ここでは, スタブがチップインダクタと同様に左手系特性を生成することを確認するために, スタブを持つインピーダンスについて検討する. 図 1 にユニットセルの構造を, 表 1 に構造パラメータをそれぞれ示す. 設計周波数は 3 GHz とし, 2 GHz から 5 GHz に渡って検討する.

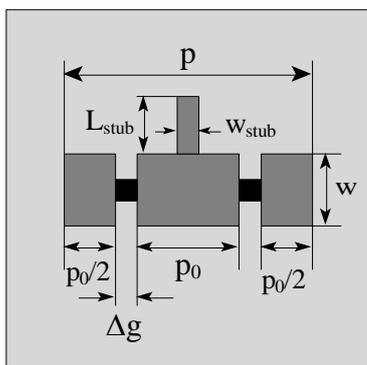


(b) 側面図

図 1 ユニットセル構造

表 1 構造パラメータ

Symbol	Value	Symbol	Value
w	6.6 mm	p	10 mm
ε <sub>r</sub>	2.6	p <sub>0</sub>	4.5 mm
B	3.2 mm	Z <sub>B</sub>	60 Ω
L <sub>stub</sub>	3.5 mm	2C <sub>z</sub>	1.2 pF
w <sub>stub</sub>	1.0 mm	2r <sub>via</sub>	1.0 mm



(a) 上面図

スタブの入カインピーダンスを  $Z_{stub}$  とすると式(1)のように表される. ただし, スタブの特性インピーダンスを  $Z_{0stub}$  で表している.

$$Z_{stub} = Z_{0stub} \frac{Z_L + jZ_{0stub} \tan \beta L_{stub}}{Z_{0stub} + jZ_L \tan \beta L_{stub}} \quad (1)$$

スタブはグラウンド板に接地されているので  $Z_L = 0$  となる. よって, 式(1)は式(2)と表すことができる.

$$Z_{stub} = jZ_{0stub} \tan \beta L_{stub} \quad (2)$$

この時、位相定数 $\beta$ は

$$\beta \approx \frac{2\pi}{\frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}}} \quad (3)$$

と表示できる．ここに、 $\lambda_0$  は自由空間における波長である．次に、スタブの特性インピーダンス  $Z_{0\text{stub}}$  の導出式を記述する[2]．

$\frac{w_{\text{stub}}}{B} \leq 1$  のとき

$$Z_{0\text{stub}} \cong \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} \ln \left( \frac{8B}{w_{\text{stub}}} + \frac{w_{\text{stub}}}{4B} \right) \quad (4)$$

$\frac{w_{\text{stub}}}{B} > 1$  のとき

$$Z_{0\text{stub}} \cong \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} \frac{1}{2.42 + \frac{w_{\text{stub}}}{B} - \frac{0.44d}{w_{\text{stub}}} + \left(1 - \frac{B}{w_{\text{stub}}}\right)^6} \quad (5)$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2\sqrt{1 + 10B/w_{\text{stub}}}} \quad (6)$$

本論では式(4)を適用し、特性インピーダンス  $Z_{0\text{stub}}$  を算出すると  $139 \Omega$  となる．位相定数 $\beta$ と特性インピーダンス  $Z_{0\text{stub}}$  の計算結果を式(2)に代入する．これにより、スタブのインピーダンス  $Z_{\text{stub}}$  を求める．その計算結果を図 2 に示す．

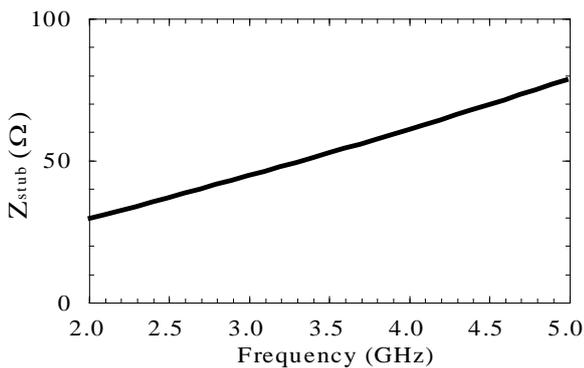


図 2 スタブのインピーダンス  $Z_{\text{stub}}$

この周波数範囲においては  $Z_{\text{stub}}$  の虚部は正値をとる．換言すれば、スタブはインダクタンス成分を持つ．式(2)は式(7)と表現する．

$$Z_{\text{stub}} = jZ_{0\text{stub}} \tan \beta L_{\text{stub}} \cong j\omega L \quad (7)$$

この式よりインダクタンス成分  $L$  が求めると図 3 のようになる．

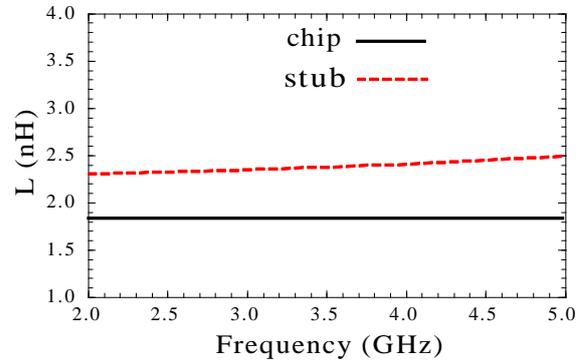


図 3 スタブが持つインダクタンス成分  $L$

図より、スタブは 2 GHz から 5 GHz の周波数範囲において、チップインダクタに近いインダクタンス成分を持つ．ここで、スタブを用いた時のユニットセルとチップインダクタを用いた時のユニットセルの分散特性を図 4 に示す．ただし、キャパシタンスは両者とも同じ値を持つ．

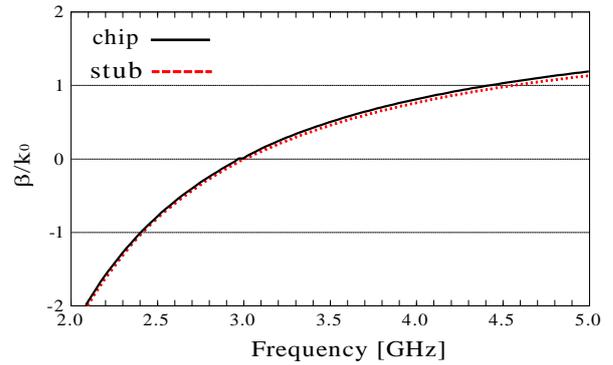


図 4 分散特性

分散特性には大きな差がないことが図 4 から確認できる．

### 3. まとめ

メタループアンテナに用いられるスタブについて考察した．チップインダクタを用いた時のユニットセルとほぼ同じ分散特性を持つことを示した．

### 参考文献

- [1] H. Nakano, T. Yoshida, and J. Yamauchi, “Tri-band circularly polarized metaloop antennas,” European Conference on Antennas and Propagation, pp. 1- 3, 2016.
- [2] David. M. Pozar, “Microwave Engineering, 4th Edition,” John Wiley & Sons, Inc., 2011.