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 METALOOP 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 metaloop antenna is circularly polarized within three frequency bands. This metaloop 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, 本論文は修士論文に一部記載している.

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、スタブが持つイ 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.







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	р	10 mm
ε _r	2.6	po	4.5 mm
В	3.2 mm	Z_B	60Ω
L _{stub}	3.5 mm	2C _z	1.2 pF
w _{stub}	1.0 mm	$2r_{via}$	1.0 mm

スタブの入力インピーダンスを 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.

$$Z_{s t} = Z_{0s t} \frac{Z_{L} + jZ_{0s t}}{z_{0s t}^{b} + jZ_{L} t} \frac{Z_{L} + jZ_{0s t}}{z_{0s t}^{b} + jZ_{L} t}$$
(1)

スタブはグラ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.

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

この時, 位相定数βは

 $Z_{stub} = jZ_{0stub} \tan\beta L_{stub} \equiv j\omega L$

$$\beta \approx \frac{2\pi}{\frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_r}}} \tag{3}$$

と表示できる. ここに、λω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 Z0stub の導出式を 記述する[2].

$$\frac{\mathbf{w}_{\text{stub}}}{B} \le 1 \text{ O } \succeq \stackrel{*}{\ge}$$

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

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

<u>w_{stub} >1のとき</u> В

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

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

本論では式(4)を適用し、特性インピーダンス Z0stub を算 出すると139Ωとなる. 位相定数βと特性インピーダンス Z0stub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_{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_{stub}

この周波数範囲においては Z_{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.

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.



図より、スタブは2GHzから5GHz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.



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 Wiely & Sons, Inc., 2011.