

キャビティ付き低姿勢ヘリカルアンテナ

栗山, 浩一 / KURIYAMA, Koichi

(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)

55

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

2

(発行年 / Year)

2014-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010475>

キャビティ付き低姿勢ヘリカルアンテナ

LOW-PROFILE HELICAL ANTENNA WITH A CAVITY

栗山浩一

Koichi KURIYAMA

指導教員 中野久松

法政大学大学院工学研究科情報電子工学専攻修士課程

This paper presents a low-profile cavity-backed helical element. The effects of the cavity diameter and height on the antenna characteristics are discussed. The frequency response of the antenna characteristics is also revealed using frequencies within the Ku band. The low-profile cavity-backed helical antenna is a candidate for use as a feed antenna for a parabolic reflector.

Key Words: low-profile helical antenna, cavity

1. まえがき

低姿勢ヘリカルアンテナの放射特性を検討してきた。本稿では、このアンテナにキャビティを付加した場合の放射特性を検討する。

2. 本論

図 1 はヘリカル素子を示す。構造値は次のように定義されている。ワイヤー半径 ρ 、軸長 h 、直径 D_{HLX} 、ピッチ角 α 、ヘリカルターン数 n 、グラウンド板の直径 D_{GP} 。円偏波放射のためには、ヘリカル素子の円周 C_{HLX} を約 1 波長とし、次の関係を成立させる。 $C_{GP}/C_{HLX} > 1$ 。 C_{HLX} より大きい円周 C_{GP} のグラウンド板。

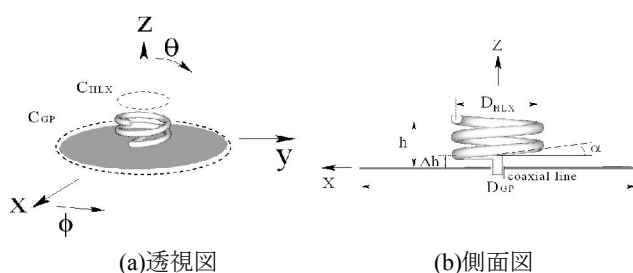


図 1 ヘリカル素子

ヘリカル素子は円周約 1 波長のループのアレイとして考えられる。主偏波は、グラウンド板の効果により $+z$ 軸に集中する。ここで注意するのは、ヘリカル素子のターン数が増えるにつれて、ビーム放射はアレイの影響で鋭くなることである。

円偏波給電アンテナとして、少数巻きヘリカルが推奨される。なぜなら広いビーム幅が得られるためである。図 2 は、 $n=2$ ターンのヘリカル素子である。ここでは、グ

ランド板としての役目をもつキャビティを付加している。 D_{cav} 、 H_{cav} 、 Δt は、それぞれキャビティの直径、高さ、厚みを示している。

図 3 は、成分強度が i -dB 減少した場合のビーム幅を示している。ただし、キャビティ直径 D_{cav} を変数としている。このときキャビティ高と動作周波数を、それぞれ $H_{cav} = 10$ mm、 $f = 12.25$ GHz (波長 $\lambda = 24.49$ mm) に固定している。使用パラメータを表 1 に要約する。キャビティ直径 D_{cav} が減少するにつれて、ビーム幅は広くなることがわかる。これはキャビティ開口面における同位相面が小さくなることによる。

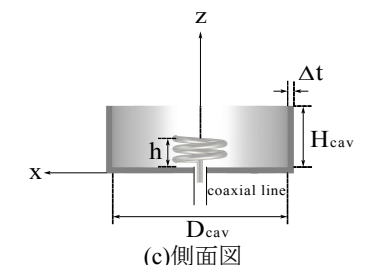
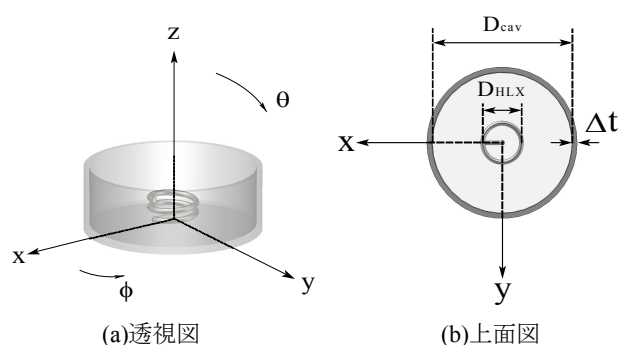


図 2 キャビティ付きヘリカル素子

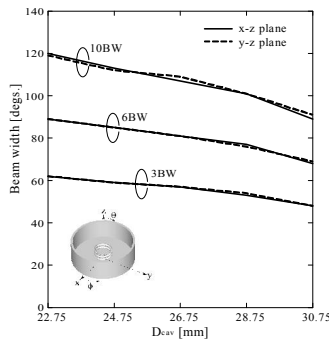


図3 キャビティ直径 D_{cav} のビーム幅への影響

表1 ヘリカル素子のパラメータ

Symbol	Value
ρ	0.50 mm $\approx 0.02\lambda_{12.25}$
h	4.70 mm $\approx 0.19\lambda_{12.25}$
Δh	1.25 mm $\approx 0.05\lambda_{12.25}$
D_{HLX}	7.96 mm $\approx 0.33\lambda_{12.25}$
C_{HLX}	25.0 mm $\approx 1.02\lambda_{12.25}$
α	4°
n	2 turns
Δt	1.00 mm $\approx 0.04\lambda_{12.25}$
* $\lambda_{12.25} \approx 24.49$ mm	

図4は、図3と同様に、ビーム幅を示している。ただし、キャビティ高 H_{cav} を変数としている。このとき、キャビティ直径と動作周波数をそれぞれ $D_{cav} = 28.75$ mm, $f = 12.25$ GHzに固定している。表1に使用パラメータを示す。キャビティ高 H_{cav} が5 mm(0.2波長)から減少するにつれて、ビーム幅は広くなることが分かる。

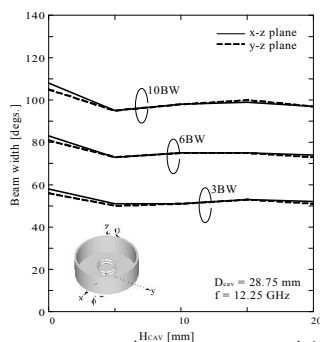


図4 キャビティ高 H_{cav} のビーム幅への影響

次に、パラメータ(D_{cav}, H_{cav}) = (28.75 mm, 10 mm)に固定して、円偏波ヘリカルアンテナの周波数特性を検討する。ただし、使用パラメータは表1の通りである。

図5はx-z面およびy-z面での放射パターンを表している。円偏波放射が広い周波数にわたって得られ、右旋円偏波電界成分 E_R は左旋円偏波電界成分 E_L に対して優勢である。ここで注意するのは、ヘリカル素子はz軸に関して対称でないことから、放射パターンはz軸に関して完全な対称形ではないことである。しかし、この非対称性は極めて小さい。

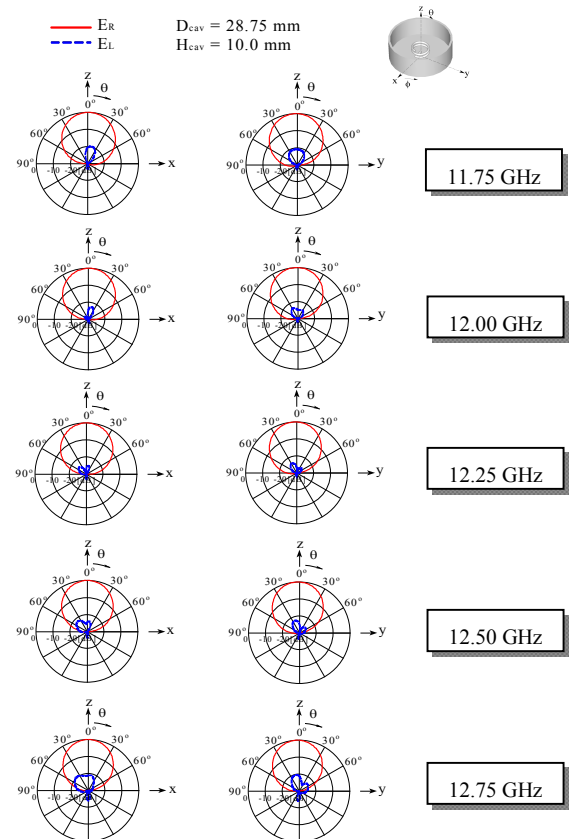


図5 放射パターンの周波数特性

+z 軸($\theta = 0^\circ$)における軸比の周波数特性を図6に示す。3 dB 軸比帯域は広く、約 14.8% (周波数 11.3 GHz から 13.1 GHz)である。

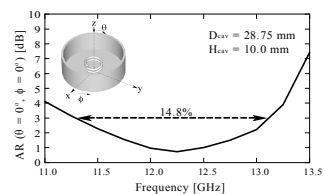


図6 z 軸方向の軸比の周波数特性

3. まとめ

キャビティを付加した場合の2ターンヘリカル素子の、Kuバンドにおける放射特性を明らかにした。

参考文献

- [1] H. Nakano, H. Takeda, T. Honma, H. Mimaki, and J. Yamauchi, "Extremely low-profile helix radiating a circularly polarized wave," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol.39, no.6, pp. 754-757, June 1991.
- [2] H. Nakano, K. Kuriyama, Chapter. 7-5, "End-fire helical CP feed antenna," in *Reflector Antenna Handbook*, Ed. L.Shafai, 2013.