

1. 2 / 2. 3 GHz 帯ディスクアレーアンテナの開発

荻窪 力也

株式会社 加藤電気工業所 〒334-0013 埼玉県川口市南鳩ヶ谷 7-2-1

E-mail: r-ogikubo@katoudenki.com

あらまし 近年の移動体通信（スマートフォン）の急激な増加及び技術の向上により、通信データ量が増えてきた。数年前より 700MHz 帯の FPU とラジオマイクは、1.2/2.3GHz 帯への周波数移行が行われるようになった。そのような中、当社では小型で軽量かつ高利得な特性を有する 1.2GHz 帯および 2.3GHz 帯アンテナの開発を行った。今回開発したディスクアレーアンテナについて報告する。

キーワード 700MHz 帯, 1.2GHz 帯, 2.3GHz 帯, ディスクアレーアンテナ

1.2/2.3GHz Band Development of a Disk Array Antenna

Rikiya OGIKUBO

Kato Electric Industry Co.,LTD. 7-2-1,Minamihatogaya,Kawaguchi-shi,Saitama 334-0013,Japan

E-mail: r-ogikubo@katoudenki.com

Abstract The communication amount of data was increasing by sudden increase and technological improvement of recent years' mobile communication (smart phone). So a frequency shift to 1.2/2.3GHz band started to be performed by FPU of 700MHz band and a radio microphone from several years before. 1.2GHz band and 2.3GHz band antenna with the special qualities of the profit small, light-weight and expensive in our company during such have been developed. I'll report on the disk Alley antenna developed this time.

Keyword 700MHz band, 1.2GHz band, 2.3GHz band , Disk Alley Antenna

1. はじめに

周波数移行前の 700MHz 帯での高利得アンテナは、主に八木宇田式アンテナを使用しているのが一般的であった。周波数移行により周波数が高域へ移った為、そのまま同じ方式で製作しても 700MHz 帯のアンテナより小型軽量にはなるが、伝搬経路の減衰やアンテナ利得の問題があるので、一様にはいかない。そこで当社では小型で軽量かつ高利得な特性を有する 1.2GHz 帯および 2.3GHz 帯アンテナの開発に取り組んだ。本アンテナの偏波特性は、垂直偏波と水平偏波を共用するアンテナとなっている。従来方式のアンテナでは垂直偏波と水平偏波を共有させるには、偏波ごとに部品が必要であったが、本アンテナでは内部部品の共通化、一体化を図り部品点数を少なくした。また部品の配置配列を考慮することにより、小型軽量化を目指した。

2. アンテナの構造

ディスクアレーアンテナの構造を図 1 に示す。形状は全体的には筒型である。反射板としてのベース板、給電部である各ポート（垂直偏波、水平偏波）、導波器の役目をしているエレメント、筒状の FRP 製カバーから構成されている。当初開発を進めるにあたり、給電

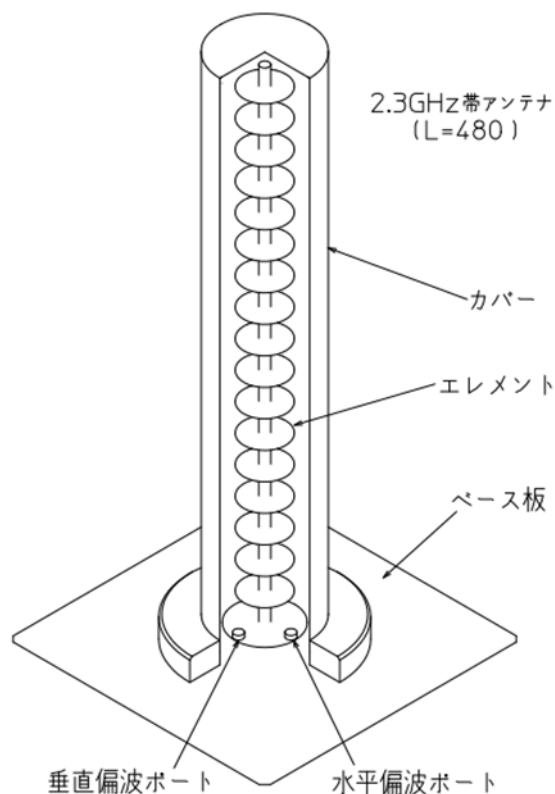


図 1. 2.3GHz 帯ディスクアレーアンテナ内部構造

部分の構造が小さいためアンテナの整合が難しくなっていました。この問題を解決するために調整用の整合回路基板を各ポートの裏に設け、アンテナの整合を可能にした。給電部自体は真鍮製のディスクであり、垂直偏波ポートと水平偏波ポートに分かれている。給電部分を1枚のディスクにしたことにより部品点数を減らしています。エレメントはアルミ製のディスクで、利得特性改善のため各々のサイズと間隔を調整している。調整として1.2GHz帯ではディスクサイズ(直径)を $\phi 0.4 \sim \phi 0.5\lambda$ にし、ディスク間隔を $0.2 \sim 0.25\lambda$ の間にしている。2.3GHz帯ではディスクサイズを $\phi 0.4 \sim \phi 0.5\lambda$ にし、ディスク間隔を $0.2 \sim 0.3\lambda$ にしている。ディスクは1.2/2.3GHz帯どちらも11枚使用し、中心にアルミ丸棒を通すことにより接続している。カバーは1.2GHz帯で外径 $\phi 148\text{mm}$ 、2.3GHz帯で $\phi 84\text{mm}$ 厚さ1.5mmのFRP製となっている。ベース部分は本来であれば2.3GHz帯の方が小さく出来るのだが、取付時を考慮し1.2GHz帯、2.3GHz帯同一の大きさにすることにした。そのことにより取付金具も同じものを使用出来る構造となった。

3. 指向特性

開発設計の際に、アンテナ指向特性についてシミュレーションソフト[1]を使用した。シミュレーションにより、ディスクのサイズと間隔を最適値にして製品化を行った。図2、3は1.2GHz帯のシミュレーションによる指向性と製品実測指向性を示している。図4、5は2.3GHz帯のシミュレーション指向性と製品実測指向性を示している。尚測定ポートは垂直ポートである。データを比べると、ほぼシミュレーションと同じ指向性の結果となった。

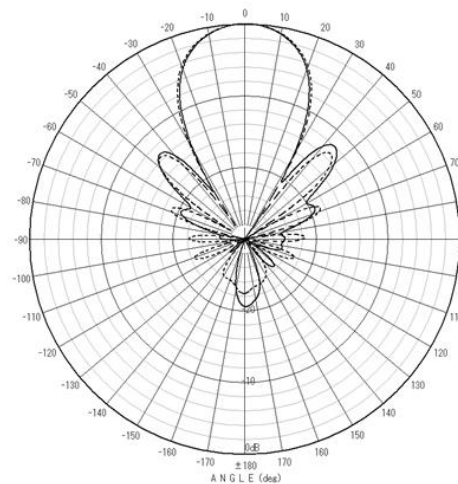


図3．1.2GHz帯指向特性（製品実測値）
（実線：垂直面指向性、破線：水平面指向性）

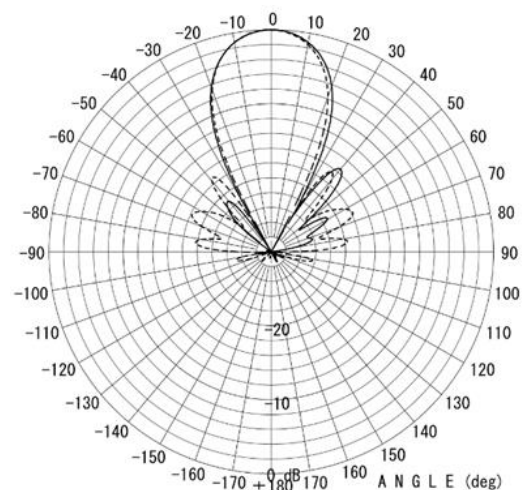


図4．2.3GHz帯指向特性（シミュレーション）
（実線：垂直面指向性、破線：水平面指向性）

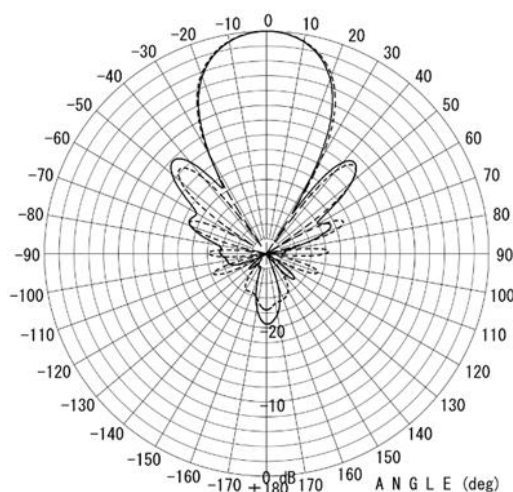


図2．1.2GHz帯指向特性（シミュレーション）
（実線：垂直面指向性、破線：水平面指向性）

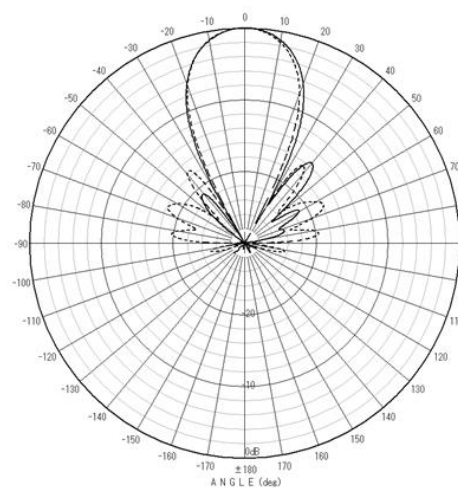


図5．2.3GHz帯指向特性（製品実測値）
（実線：垂直面指向性、破線：水平面指向性）

4. 仕様概要と特徴

表 1 に 1.2GHz 帯および 2.3GHz 帯アンテナの仕様を示す。

表 1. ディスクアレーアンテナ仕様

項 目	1.2GHz帯DAアンテナ L=600	2.3GHz帯DAアンテナ L=480
周波数	1.24～1.30GHz	2.33～2.37GHz
VSWR	1.5以下	1.5以下
利 得	約14dBi	約15dBi
偏 波	垂直・水平共用	垂直・水平共用
質 量	約2.7Kg	約1.6Kg
寸 法	W240mm× D240mm× L600mm カハ一部:φ 148mm	W240mm× D240mm× L480mm カハ一部:φ 84mm

注：W240mm と D240mm の寸法はベース板サイズ

今回開発したディスクアレーアンテナは、垂直・水平偏波共用になっているので、垂直偏波・水平偏波を利用した MIMO 用アンテナとしても使用可能である。アンテナ単体の交差偏波識別度は約 18dB である。ポート間の結合度は約 20dB である。また送信用アンテナとしても使用できるように給電部分を単純化している。空中線電力 1.2GHz 帯は 25W、2.3GHz 帯は 40W も問題無く使用可能となっている。ただし 100W を超えるような大電力には対応していない。

5. 更に高利得

上記のディスクアレーアンテナ開発をふまえて、更に高利得のアンテナも開発した。基本的に給電部分は変わらないが、ディスクの直径、間隔および数量を増やすことにより利得が上がった。表 2 に高利得アンテナの仕様を示す。

表 2. ディスクアレーアンテナ（高利得）仕様

項 目	1.2GHz帯DAアンテナ L=1200	2.3GHz帯DAアンテナ L=750
周波数	1.24～1.30GHz	2.33～2.37GHz
VSWR	1.5以下	1.5以下
利 得	約16dBi	約17dBi
偏 波	垂直・水平共用	垂直・水平共用
質 量	約3.5Kg	約2.5Kg
寸 法	W240mm× D240mm× L1200mm カハ一部:φ 148mm	W240mm× D240mm× L750mm カハ一部:φ 84mm

注：W240mm と D240mm の寸法はベース板サイズ

1.2GHz 帯（高利得）ではディスクサイズ（直径）を $\phi 0.4 \sim \phi 0.5 \lambda$ にし、ディスク間隔は $0.2 \sim 0.4 \lambda$ の間にしている。また特筆すべきはディスクの数が同じ 11 枚ということである。ディスクのサイズと間隔の違いで利得が 2dB あがった。2.3GHz（高利得）も同様に試みてみたが同じ結果にはならず、ディスクサイズ $\phi 0.4 \sim 0.5 \lambda$ 、ディスク間隔 $0.2 \sim 0.3 \lambda$ 、ディスク枚数 18 枚で最適値となった。1.2GHz 帯、2.3GHz 帯共、現在の最適値よりディスクのサイズ、間隔、数量を変化させることにより更に高利得な組合せがあるのか、今後解析し試していく。図 6 に 1.2GHz 帯アンテナの L=600 と L=1200 の指向特性、図 7 に 2.3GHz 帯アンテナの L=480 と L=750 の指向特性の違いを示す。

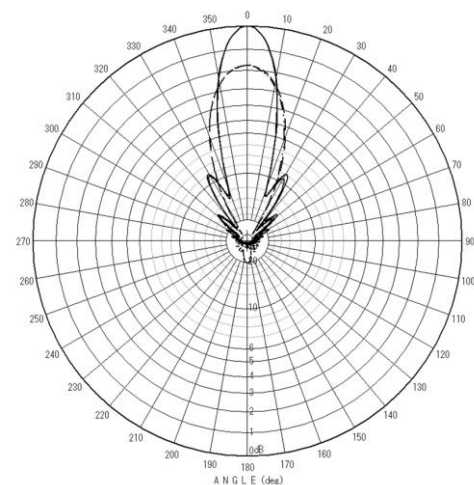


図 6. 1.2GHz 帯指向特性
(実線：L=1200、破線：L=600)

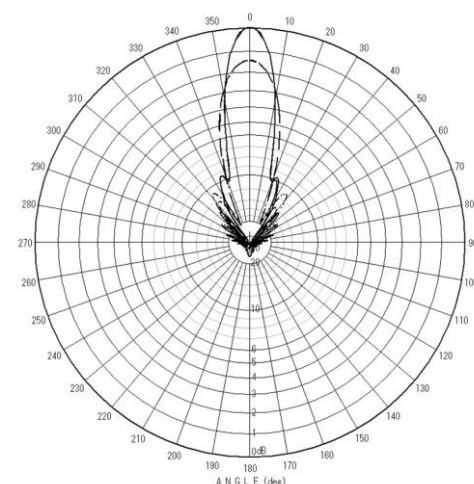


図 7. 2.3GHz 帯指向特性
(実線：L=750、破線：L=480)

6. まとめ

シミュレーション結果を元に製品を製作し、実測もほぼ同じに結果となった。部品点数も少なく軽量になり、同じゲインの八木宇田式アンテナに比べて、小さく（短く）できたので、良いアンテナが出来たと自負している。実際に某放送事業者様にご協力を頂き、今回開発したアンテナのフィールド実験をおこなっている。実験ではディスクアレーアンテナをスタックにして設置している。結果は良好との報告を受けている。写真1、2に取付例を、写真3に今回製作したディスクアレーアンテナを示す。

写真1．三脚取付タイプ（専用金具使用）



写真2．ポール取付タイプ



写真3．今回製作したディスクアレーアンテナ



左から 1.2GHz(L=1200)、(L=600)、
2.3GHz(L=750)、(L=480)

今後はディスク組合せによる利得の向上、垂直偏波ポートと水平偏波ポートに 90° 位相差を設けて円偏波としても使えるアンテナを検討していく。

文 献

- [1] 3次元電磁界解析ソフトウェア「CST STUDIO SUITE 2015」(SP4)
- [2] 後藤尚久・中川正雄・伊藤精彦[共編]:“アンテナ・無線ハンドブック” Ohmsha