

このPDFは、CQ出版社発売の「実用マイクロ波技術講座 -アクティブアンテナ- 第7巻」の一部分の見本です。内容・購入方法などにつきましては是非以下のホームページをご覧ください。
<http://www.cqpub.co.jp/hanbai/books/79/79771.htm>

第5章 アクティブフェイズドアレイ

5.1 フェイズドアレイの基本

5.1.1 2素子アレイ

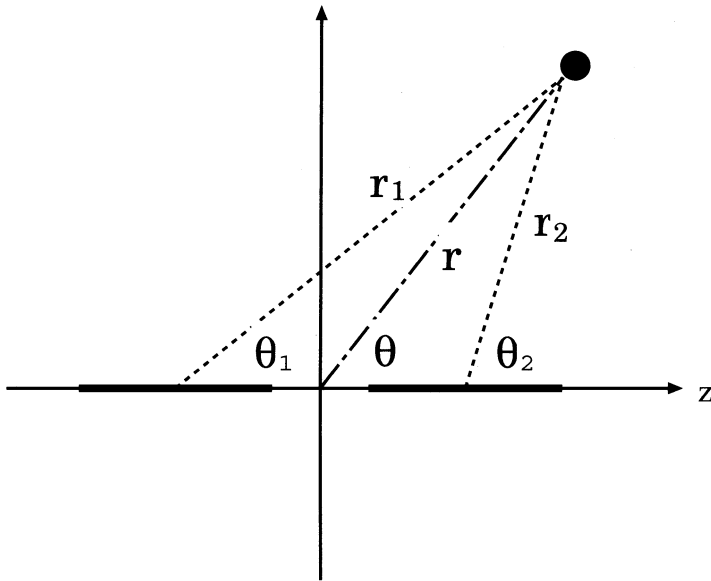


図 5.1: 2 素子ダイポールアレイ

まず最初に図 5.1 に示すように二つのダイポールアンテナを z 軸沿いに置く。素子間隔を d とする。二つのアンテナによって合成される電界は

$$\begin{aligned}
 \mathbf{E}_t &= \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 \\
 &= \hat{\mathbf{a}}_\theta j\eta \frac{kI_0l}{4\pi} \left(\frac{e^{-j(kr_1-\beta/2)}}{r_1} |\sin(\theta_1)| + \frac{e^{-j(kr_2+\beta/2)}}{r_2} |\sin(\theta_2)| \right)
 \end{aligned}
 \tag{5.1}$$

で、与えられる。但し、 β は二つの励起位相の差である。ファーフィールドでは、次のような仮

定が可能である。

$$\theta_1 \sim \theta_2 \sim \theta_3 \quad (5.2)$$

$$r_1 \sim r - \frac{d}{2} \cos \theta \quad (5.3)$$

$$r_2 \sim r + \frac{d}{2} \cos \theta \quad (5.4)$$

$$r_1 \sim r_2 \sim r_3 \quad (5.5)$$

したがって、ファーフールドでの電界は

$$\mathbf{E}_t = \hat{\mathbf{a}}_\theta j\eta \frac{kI_0 l e^{-jkr}}{4\pi} |\sin \theta| 2 \cos\left[\frac{1}{2}(kd \cos \theta + \beta)\right] \quad (5.6)$$

と、簡単化される。

ここで、ここで使われたのと同じダイポールアンテナをひとつ z 軸沿いの原点においた場合、このアンテナによる電界は

$$\mathbf{E}_t = \hat{\mathbf{a}}_\theta j\eta \frac{kI_0 l e^{-jkr}}{4\pi} |\sin \theta| \quad (5.7)$$

である。これをアレイのケースと比較することで、アンテナを並べることでえられる効果を知ることができる。これは、アレイファクタと呼ばれ、

$$AF = 2 \cos\left[\frac{1}{2}(kd \cos \theta + \beta)\right] \quad (5.8)$$

で、表される。また、規定化して

$$(AF)_n = \cos\left[\frac{1}{2}(kd \cos \theta + \beta)\right] \quad (5.9)$$

とも、あらわされる。

5.1.2 N 素子アレイ

2 素子アレイのケースと同じように、任意の素子数のアレイのアレイファクタを計算してみよう。まず、各素子が同じように励起されていて、素子間隔は均等で d だという仮定の下に計算を行う。その場合の任意の素子数 N をもったアレイのアレイファクタは。

$$\begin{aligned} AF &= 1 + e^{j(kd \cos \theta)} + e^{j2(kd \cos \theta)} + \dots + e^{j(N-1)(kd \cos \theta)} \\ &= \sum_{n=1}^N e^{j(n-1)(kd \cos \theta)} \\ &= \sum_{n=1}^N e^{j(n-1)\psi} \end{aligned} \quad (5.10)$$

見本

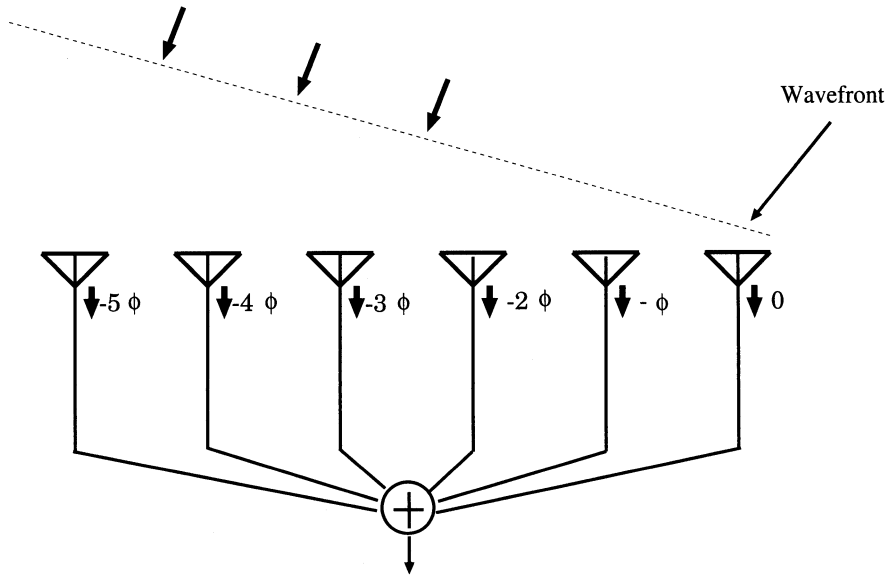


図 5.2: 典型的な 1 次元アレイ

となる。但し、 $\psi = kd \cos \theta$ である。式 (5.10) は、

$$AF = \left[\frac{e^{jN\psi} - 1}{e^{j\psi} - 1} \right] = e^{j[(N-1)/2]\psi} \left[\frac{\sin(\frac{N}{2}\psi)}{\sin(\frac{1}{2}\psi)} \right] \quad (5.11)$$

の形でも表される。アンテナ励起の位相は、アンテナの中心を基準に設定されている場合、式 (5.11) は

$$AF = \left[\frac{\sin(\frac{N}{2}\psi)}{\sin(\frac{1}{2}\psi)} \right] \quad (5.12)$$

と、簡単化される。図 5.3 と 5.4 は、4 素子アレイと 8 素子アレイの放射のアレイファクタパターンである。素子間隔は、 $3/4\lambda$ である。アレイのメインローブは $\psi = 0^\circ, 180^\circ$ 、つまり、 $\theta = 90^\circ, 270^\circ$ に向いている。素子数を増やすことで、アレイの志向性を向上させることができることがわかれると思う。

5.2 フェイズドアレイ

アンテナの励起位相 β を変えることで、アレイのメインローブの方向を変化させることができる [1-3]。励起位相を

$$\psi = kd \cos \theta + \beta \quad (5.13)$$

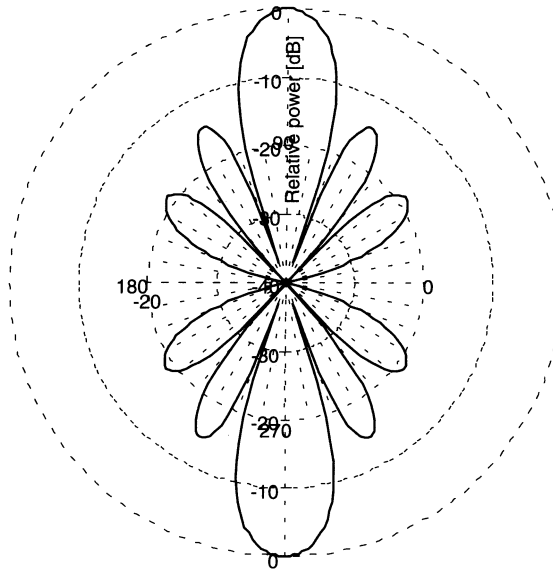


図 5.3: 4 素子アレイのアレイファクタパターン ($\beta = 0^\circ, d = 3/4\lambda$)

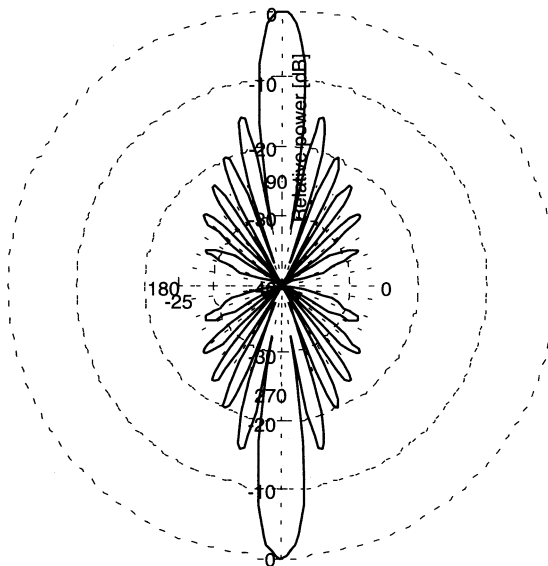


図 5.4: 8 素子アレイのアレイファクタパターン ($\beta = 0^\circ, d = 3/4\lambda$)