

원형 배열 다이폴 안테나의 방사 지향성 및 이득 특성

Characteristics of Radiation Pattern and Power Gain for Circular Array Dipole Antennas

이 종녕 · 양 규 식* · 김 기 채**

Joung-Nyung Lee · Gyu Sik Yang* · Ki-Chai Kim**

요 약

본 논문에서는 4개의 다이폴 소자를 원형으로 배열하고 중심 축에 급전용 다이폴 소자를 설치한 원형 배열 다이폴 안테나의 전류분포, 방사 지향성 및 이득에 관한 기본 특성을 검토하고 있다. 이론해석으로서는 원형으로 배열된 다이폴 소자에 흐르는 미지 전류분포에 관한 연립 적분방정식을 유도하고 적분방정식의 해를 구분적 정현함수를 사용한 Galerkin의 모멘트 법으로 구하고 있다. 이론해석의 결과, 원주상에 배열한 인접하는 2개의 소자를 단락하면 원주반경 $d=0.31\lambda$ 에서 7.8 dBi의 최대 전력이득이 얻어진다. 방사 지향성의 계산결과를 Preston 등의 결과와 비교하여 이론해석의 타당성도 확인하고 있다.

Key words : 원형 배열 다이폴 안테나, 섹터 안테나

Abstract

This paper presents the basic characteristics of a 5 element dipole array antenna which has a four parastic element and one driving element at the center of the circular array. The coupled integral equations for the unknown current distributions on dipole elements are derived and solved by applying Galerkin's method of moments. The numerical results show that the highest power gain of 7.8 dBi is obtained at radius of $d=0.31\lambda$ when two short circuited parastic element neighbors. In order to verify the theoretical analysis, the radiation pattern is compared with Preston's results.

Key words : Circular Array Dipole Antenna, Sector Antenna

I. 서 론

원형으로 배열한 다이폴 안테나는 무선 LAN용의 섹터 안테나 또는 방향 탐지용 안테나로 사용하기 위해 여러 연구자들에 의해 보고되어 있다^{[1]-[3]}. Sibille 등^[1]은 무선 LAN 용의 멀티섹터 안테나로 사용하기 위한 모노폴 원형 배열 안테나를 보고하였다. Preston 등^[2]은 코너 리플렉터 안테나의 효과를

얻기 위해 9~21개의 소자를 원주상으로 배열한 안테나의 특성을 검토하고 있으며 지향성을 전자적으로 주사하기 위해 스위칭 기능을 갖는 기생소자를 적극적으로 이용하고 있다. 또한 원형 배열 안테나를 이용하여 전파의 도래방향을 탐지하기 위한 방향 탐지용 안테나도 보고되어 있다^[3]. 특히 문헌[2]에서는 9~21개의 소자를 사용한 코너 리플렉터 안테나의 지향성 절환 특성 검토를 목적으로 5개의 소자를

영진전문대학 전자정보계열(Division of Electronic and Info-communication, Yeungjin Junior College)

*한국해양대학교 전자·정보통신공학부(Division of Radio and Information Communication Engineering, Korea Maritime University)

**영남대학교 전자정보공학부(School of Electrical Engineering and Computer Science, Yeungnam University)

· 논문 번호: 20021009-128

· 수정완료일자: 2002년 12월 24일

배열한 경우에 대한 지향성 절환 특성에 대해서 언급하고 있으나, 무급전 소자의 단락 및 개방의 조합에 따른 안테나 기본 특성은 검토되어 있지 않다.

따라서, 본 논문에서는 가능한 한 최소의 소자 수를 사용하여 이득 특성이 양호한 배열 안테나의 실현이 가능한지를 검토하기 위해 4 섹터의 지향성 절환 특성을 갖는 최소의 소자 수로서 5개의 소자를 선택하고 무급전 소자의 단락 및 개방의 조합에 따른 안테나 기본 특성의 변화를 검토하였다. 이론해석 방법은 각 다이폴 안테나 소자의 상호 결합을 고려하여 다이폴 소자에 흐르는 전류분포에 관한 연립 적분방정식을 유도하고 구분적 정현함수를 사용한 Galerkin의 모멘트법^[4]으로 해석하였다.

그 결과, 원주상에 배열한 무급전 소자들의 적절한 단락 또는 개방에 의해 안테나의 방사 지향성 및 이득 특성이 개선되며, 원주상에 배열된 안테나 소자는 Preston 등이 문헌 [2]에서 제시한 것과는 달리 이웃하는 2개의 소자를 동시에 단락하는 것이 전력 이득 특성을 가장 양호하게 하는 섹터 안테나를 구성할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이 경우, 원주반경을 $d = 0.31\lambda$ 로 선택하면 7.8 dBi의 최대 전력이득이 얻어졌다. 또한, 이론해석의 타당성을 확인하기 위하여 방사 지향성의 계산결과를 Preston 등^[2]의 결과와도 비교 검토하였다. 서비스 반경이 10 m인 무선 LAN용의 기지국 안테나는 이득 7 dBi 이상이 요구되므로^[5] 본 안테나는 무선 LAN용의 기지국 안테나에 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 이론 해석

2-1 원형 배열 다이폴 안테나의 구조

그림 1은 5개의 다이폴 소자로 구성된 원형 배열 다이폴 안테나의 구조와 좌표계를 나타낸다. 다이폴 안테나 소자의 길이가 $2L$, 다이폴 소자의 반경이 a 인 5개의 다이폴 소자 중 급전용 소자 #0은 원의 중심 축에 위치하며, 무급전 소자 #1, #2, #3 및 #4는 원주반경 d 로 배치되어 있다. 원주상에 배열된 각 다이폴 안테나 소자의 단자 $p1 \sim p4$ 에는 단락 또는 개방 특성을 갖는 무급전 소자로 이용하기 위해 단락 또는 개방회로의 구성을 위한 스위칭 회로가 연결되어 있다.

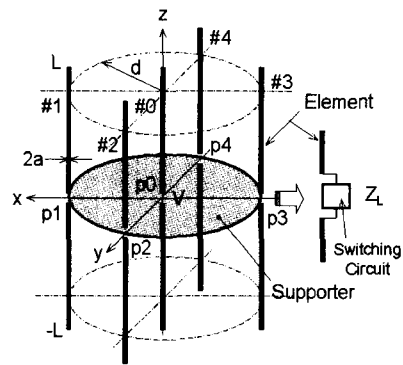


그림 1. 원형 배열 다이폴 안테나의 구조와 좌표계
Fig. 1. Geometry and coordinate system of circular dipole array antennas.

본 논문에서는 섹터 지향성 특성을 검토하기 위해 중심 축에 놓여진 안테나 소자 #0을 급전시키고, 안테나 소자 #3을 단락시킨 경우, 안테나 소자 #2, #3의 단자를 단락시킨 경우, 안테나 소자 #2, #3, #4의 단자를 단락시킨 경우 및 안테나 소자 #2, #4의 단자를 단락시킨 4가지 방식을 생각하고, 이들 각각을 다음과 같이 A형식, B형식, C형식 및 D형식이라 명명하였다.

- A 형식: #0소자에 급전, #3 소자를 단락
- B 형식: #0소자에 급전, #2, #3소자를 단락
- C 형식: #0소자에 급전, #2, #3, #4소자를 단락
- D 형식: #0소자에 급전, #2, #4소자를 단락

단, 위의 각 형식에서 단락하지 않은 소자는 임피던스 $Z_L = \infty \Omega$ 이 장하된 상태와 같다. 예를 들면, A형식의 경우는 단락하지 않은 #2, #4 소자에 임피던스 $Z_L = \infty \Omega$ 이 장하된 상태와 같고, B형식의 경우는 단락하지 않은 #1, #4 소자에, C형식의 경우는 단락하지 않은 #1소자에, D형식의 경우는 단락하지 않은 #1, #3소자에 각각 임피던스 $Z_L = \infty \Omega$ 이 장하된 상태와 같다. 그림 2는 이들 각 형식을 알기 쉽게 나타내기 위한 그림이며, 검정색 원은 단락 소자를 나타내고, 흰색 원은 개방소자를 나타내고 있다.

이러한 안테나 소자의 단락 방법을 순차적으로 구성하면 방사 지향성은 4 방향으로 구성되며 4 섹터로 지향성이 절환되는 지향성 절환 안테나를 구성할 수 있으며, 본 논문에서는 각 형식에 대한 이득특성, 전류분포 및 방사 지향성 특성을 검토하였다.

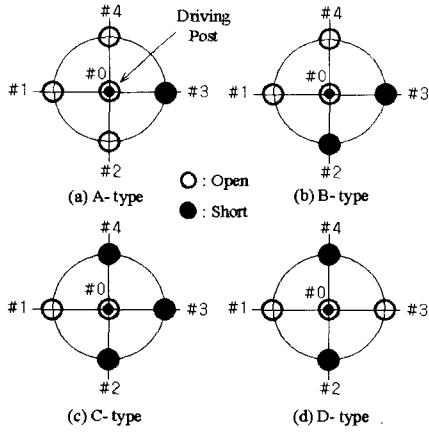


그림 2. 다이폴 소자의 단락 및 개방 형식
Fig. 2. Configurations of short and open circuited dipole elements.

2-2 적분 방정식과 모멘트 법 해석

그림 1과 같은 5개의 다이폴 안테나 소자로 구성된 원형 배열 다이폴 안테나에 대하여, 각 다이폴 안테나 소자에 흐르는 전류분포에 관한 연립 적분 방정식은 다음과 같다.

$$\sum_{n=0}^4 \frac{1}{j\omega\epsilon_0} \iint_{L_n} \bar{K}_{mn} \cdot J_n(z') dz' = -V_m \delta(z) \hat{z} \quad (1)$$

($m=0, 1, 2, 3, 4$)

여기서, J_n 은 # n 다이폴 안테나 소자의 전류분포를 나타내며, $\delta(\cdot)$ 는 디랙의 델타함수, \hat{z} 는 z 방향의 단위벡터이다. 그리고, ω 는 각주파수를 나타내며 ϵ_0 는 진공의 유전율이다.

안테나 소자 #0를 급전하고 나머지 소자를 무급전 소자로 사용하면 식 (1)의 우변에서 V_m 은 안테나 소자 #0를 제외한 무급전 소자에 대하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_m = -Z_L I_m(0) \quad (2)$$

여기서, Z_L 는 각 다이폴 안테나 소자의 중심 단자에 연결된 부하 임피던스이며 단자가 개방이면 ∞ Ω , 단락이면 0Ω 이다. 그리고, $I_m(0)$ 는 # m 안테나 소자의 장하점 전류값을 나타낸다.

식 (1)의 연립 적분방정식에서 적분핵 \bar{K}_{mn} 은 전류원이 전계를 생성하는 다이폴 그린함수이며 다음 식으로 주어진다.

원형 배열 다이폴 안테나의 방사 지향성 및 이득 특성

$$\bar{K}_{mn}(z, z') = \left(\bar{I} k^2 + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \cdot \bar{G}_{mn}(z, z') \quad (3)$$

여기서, $k = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$, \bar{I} 는 단위 다이폴이며 자유공간의 그린함수는 다음과 같다.

$$\bar{G}_{mn}(z, z') = \hat{z} \hat{z} \frac{e^{-jkR_{mn}}}{4\pi R_{mn}} \quad (4)$$

단, R_{mn} 는 안테나 소자 # m 과 안테나 소자 # n 사이의 거리를 나타낸다.

연립 적분방정식 (1)의 해를 모멘트 법^[4]으로 구하기 위해 각 다이폴 안테나 소자에 흐르는 전류분포를 다음과 같이 기지의 함수로 전개한다.

$$J_n(z') = \sum_{q=0}^Q I_{nq} F_{nq}(z'), \quad (n=0, 1, 2, 3, 4) \quad (5)$$

여기서, I_{nq} 는 미지의 복소 전개계수이며, 전개함수 F_{nq} 은 다음과 같은 구분적 정현함수를 사용한다.

$$F_{nq} = \begin{cases} \frac{\sin k(z' - z'_{q-1})}{\sin k\Delta z_q} \hat{z}, & z'_{q-1} \leq z' < z'_q \\ \frac{\sin k(z'_{q+1} - z')}{\sin k\Delta z_q} \hat{z}, & z'_q \leq z' < z'_{q+1} \end{cases} \quad (6)$$

여기서, $\Delta z_q = z'_q - z'_{q-1} = z'_q + 1 - z'_{q-1}$ 이다.

식 (5)를 연립 적분방정식 (1)에 대입하고 Galerkin의 방법을 적용하면 연립 적분방정식 (1)은 다음과 같은 연립 일차방정식으로 귀착된다.

$$\sum_{n=0}^4 \sum_{q=1}^Q I_{nq} \tilde{Z}_{mn}^{pq} = V_m \quad (7)$$

($m=0, 1, 2, 3, 4, p, q=1, 2, \dots, Q$)

여기서, 대각행렬 요소는 $\tilde{Z}_{mn}^{pq} = Z_{mn}^{pp} - Z_L$ 이고, 그 외의 행렬요소는 $\tilde{Z}_{mn}^{pq} = Z_{mn}^{pp} (p \neq q)$ 이다.

식 (7)로부터 미지의 전개계수 I_{nq} 를 구하면 식 (5)로부터 각 다이폴 안테나 소자에 흐르는 전류분포를 구할 수 있으며 이로부터 안테나의 전력이득 및 방사 지향성 특성을 계산할 수 있다. 본 논문에서는 전류분포가 충분히 수렴하는 $Q=39$ 를 선택하였다.

2-3 방사 지향성

그림 1의 원형 배열 다이폴 안테나에 관한 방사 지향성을 계산하면 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$E_{\theta} = \frac{j\omega\mu_0 e^{-jkr}}{4\pi r} \sin\theta \sum_{n=0}^Q \sum_{q=1}^Q \frac{I_{nq} e^{jkz'_{nq}}}{\sin k\Delta z_{nq}} (S_{nq}^L + S_{nq}^U) \quad (8)$$

여기서,

$$S_{nq}^L = \int_{z'_{nq-1}}^{z'_{nq}} \sin k(z'_{nq} - z'_{nq-1}) e^{jkz'_{nq} \cos\theta} dz'_{nq} \quad (9)$$

$$S_{nq}^U = \int_{z'_{nq}}^{z'_{nq+1}} \sin k(z'_{nq+1} - z'_{nq}) e^{jkz'_{nq} \cos\theta} dz'_{nq} \quad (10)$$

$$T_{nq} = x'_{nq} \sin\theta \cos\phi + y'_{nq} \sin\theta \sin\phi \quad (11)$$

이다. 또한, 전력이득은 다음 식으로부터 구할 수 있다.

$$G(\theta, \phi) = \frac{4\pi r^2 |E_{\theta}(r, \theta, \phi)|^2}{120\pi |I_0(0)|^2 R_{in}} \quad (12)$$

여기서, R_{in} 은 원형 배열 다이폴 안테나의 입력 저항이며 $I_0(0)$ 는 중심 축에 놓여진 급전소자의 급전점 전류치이다.

III. 수치해석 결과 및 검토

II 장의 이론식을 사용하여 5개의 소자로 구성된 원형 배열 다이폴 안테나의 방사 지향성, 전류분포 및 이득 특성을 검토한다. 본 논문에서는 다이폴 안테나 소자의 길이를 $2L = 0.5\lambda$, 안테나 소자의 반경을 $a = 0.001\lambda$ 로 고정하고, II장에서 언급한 4가지의 형식에 대하여 방사 지향성 등의 안테나 기본 특성을 검토하기로 한다. 계산에 사용한 전류분포의 분할 수는 $Q=39$ 를 선택하였다. 이해를 돕기 위해 앞장에서 언급한 4가지 형식을 다시 쓰면 다음과 같다.

- A 형식: #0소자에 급전, #3 소자를 단락
- B 형식: #0소자에 급전, #2, #3소자를 단락
- C 형식: #0소자에 급전, #2, #3, #4소자를 단락
- D 형식: #0소자에 급전, #2, #4소자를 단락

위의 A~D형식에 대하여, 원형 배열의 원주반경에 대한 전력이득 특성을 계산한 결과가 그림 3이다. 그림 3에서 알 수 있는 것처럼, 원형 배열의 반경이 0.8λ 이하에서 전력이득의 최대점이 2곳에서 나타나며 전력이득을 높이기 위해서는 #0소자에 급전하고 #2, #3소자를 단락한 B형식을 선택하여야

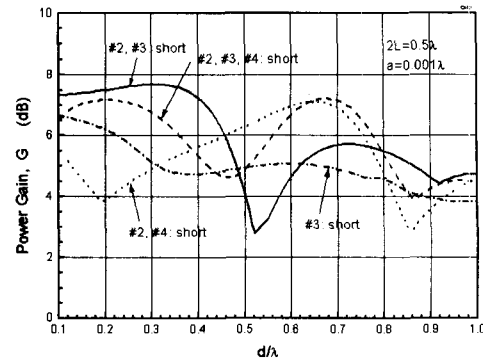
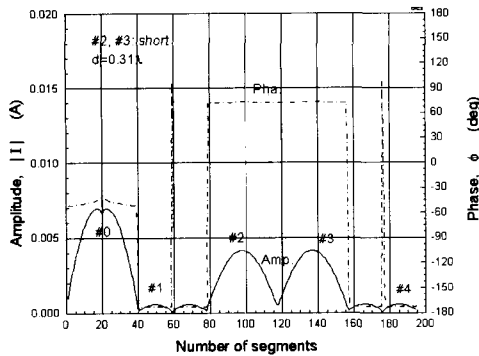


그림 3. 원형 배열의 반경에 대한 전력이득 특성
Fig. 3. Characteristics of power gain for the radius of circular array.

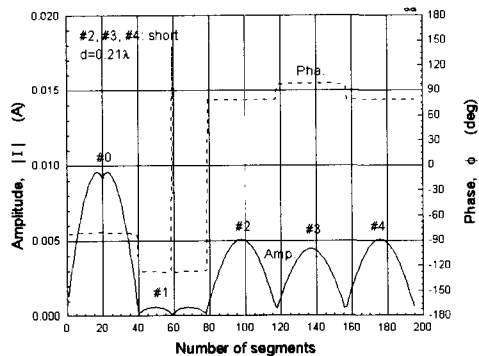
한다. 중심 축에 소자가 없는 4 소자 원형 배열 안테나의 구조(문헌 [6] 참조)는 원형 배열의 반경이 반파장 이하에서 전력이득의 최대점이 2곳에서 나타나며 전력이득의 계산치도 본 논문의 구조와 거의 동일하므로 소형화의 관점에서는 문헌 [6]의 구조가 유리하다. 그러나, 문헌 [6]의 구조는 원주상에 배열된 소자에 순차적으로 급전하기 위한 동축 케이블이 연결되므로 급전 구조가 본 논문의 구조에 비교하여 복잡하다는 단점이 있다. 일례로서 무선 LAN용의 기지국 안테나로 사용할 경우 서비스 반경이 10 m 이면 7 dBi 이상이 적절한데^[5], 그림 3에서 알 수 있는 것처럼 B 형식은 7.8 dBi의 전력이득이 얻어지고 있다. 따라서, 문헌 [2]에서 제시하고 있는 것과는 달리 이웃하는 2개의 소자를 단락하는 구조가 가장 양호한 이득 특성이 얻어진다는 것을 알 수 있다.

그림 4는 원형 배열의 반경 $d = 0.5\lambda$ 이하에서 전력이득이 최대가 되는 반경, 즉 B형식인 경우는 $d = 0.31\lambda$, C형식의 경우는 $d = 0.21\lambda$, D형식의 경우는 $d = 0.65\lambda$ 각각에 대하여, 각 다이폴 안테나 소자에 흐르는 전류분포를 계산한 결과이다. 전류분포로부터 알 수 있는 것처럼, 급전 다이폴 안테나 소자(#0)에 최대의 전류가 흐르며 단락 소자에는 방사 지향성에 기여하는 전류가 유기되지만 개방 소자에는 전류가 거의 유기되지 않는다는 것을 알 수 있다. D형식인 경우의 전류분포를 나타내는 그림 4(c)로부터는 다음의 사실을 알 수 있다. 즉, 전류가 흐르는 소자가 급전 소자를 포함하여 일직선상으로 배열되기 때문에 그림 5(c)의 방사 지향성으로부터

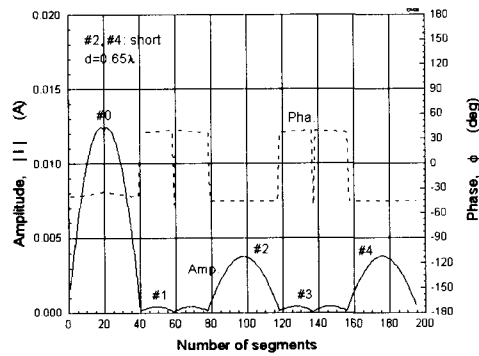
원형 배열 다이폴 안테나의 방사 지향성 및 이득 특성



(a)



(b)



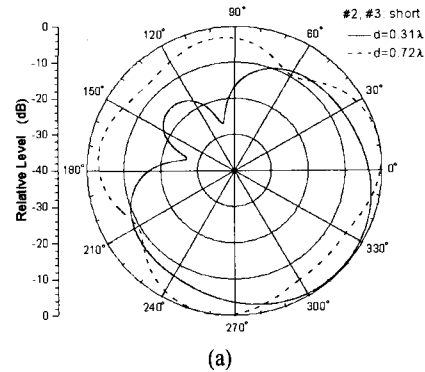
(c)

그림 4. 각 안테나 소자상의 전류분포
(a) B형식, (b) C형식, (c) D형식
Fig. 4. Current distributions on dipole antenna elements.

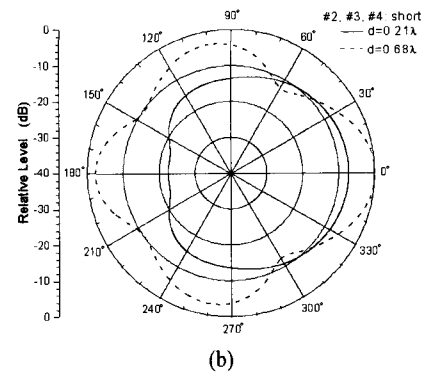
(a) B-type, (b) C-type, (c) D-type

알 수 있는 것처럼, 방사 지향성은 양쪽 방향으로 나누어진다.

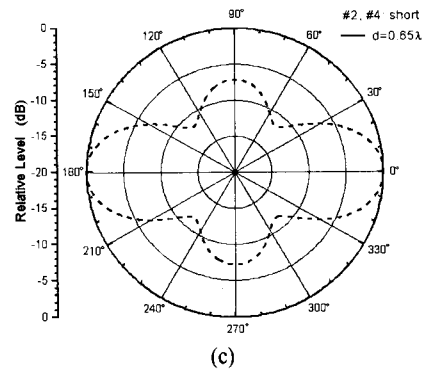
그림 5는 원형 배열의 반경이 $d=0.8\lambda$ 이하에서 전력이득이 최대가 되는 곳에 대하여 최대치를 기준으로 정규화 한 H면 방사 지향성을 계산한 결과



(a)



(b)



(c)

그림 5. 방사 지향성 특성(H-면)
(a) B형식, (b) C형식, (c) D형식

Fig. 5. H-plane radiation patterns.
(a) B-type, (b) C-type, (c) D-type

이다. 그림 5에서 보는 것처럼, B형식(#2, #3 소자를 단락)의 경우, 원형 배열의 반경이 $d=0.31\lambda$ 에서는 방사 지향성이 $\phi=315^\circ$ 방향으로 형성되지만, $d=0.72\lambda$ 에서는 전방향성 특성에 가까운 방사 지향성을 형성한다. C형식(#2, #3, #4 소자를 단락)의 경우에는 $d=0.68\lambda$ 에서 주엽이 분할되며 부엽이 강하게 나타나고, $d=0.21\lambda$ 에서는 $\phi=0^\circ$ 방향으로 주엽이 형성된다는 것을 알 수 있다. 마찬가지로 D형식(#2,

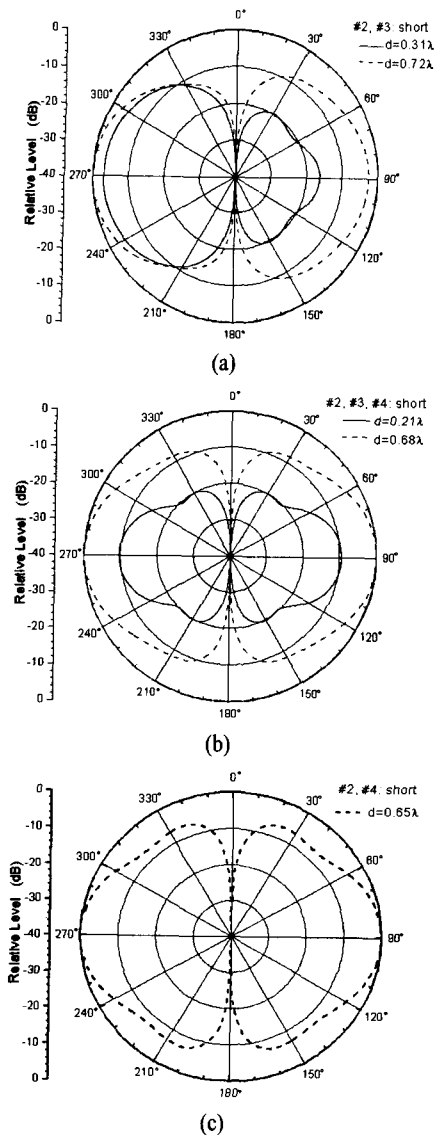


그림 6. 방사 지향성 특성(E-면)
 (a) B형식, (b) C형식, (c) D형식
 Fig. 6. E-plane radiation patterns.
 (a) B-type, (b) C-type, (c) D-type

#4 소자를 단락)의 경우에도 원형 배열의 반경이 $d = 0.65\lambda$ 에서 방사 지향성이 $\phi=0$ 도 방향으로 형성되지만, 그림 4(c)에서 보는 것처럼 전류가 유기되는 소자가 일직선상으로 배열되는 구조이기 때문에 좌우 대칭의 방사 지향성을 갖는다는 것을 알 수 있다. 그림 3의 이득 특성으로부터 알 수 있는 것처럼, A형식은 이득 특성이 좋지 않으므로 방사지향성은 논의하지 않았다.

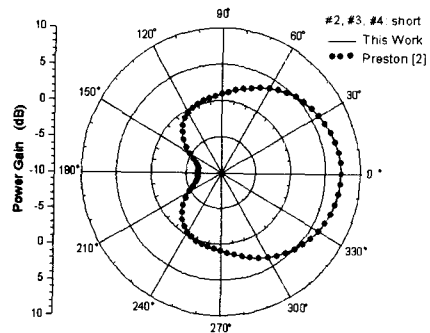


그림 7. 방사 지향성 이론치의 비교
 Fig. 7. Comparison of theoretical radiation patterns.

그림 6은 원형 배열의 반경이 $d=0.68\lambda$ 이하에서 전력이득이 최대가 되는 곳에 대하여 최대치를 기준으로 정규화 한 E면 방사 지향성을 계산한 결과이다. 그림 6에서 알 수 있는 것처럼, E 면의 방사 지향성은 B형식, C형식, D형식 모두 비슷한 ∞ 형상의 지향성이 형성되어 다이폴 안테나의 지향성 특성과 유사하다는 것을 알 수 있다.

이상으로부터, 5개의 다이폴 소자를 사용하여 주엽이 분할되지 않고 최적의 섹터 안테나를 실현하기 위해서는, B형식을 사용하면 안테나의 반경을 $d=0.31\lambda$ 로 선택하고, C형식을 사용하면 안테나의 반경을 $d=0.21\lambda$ 로 선택하면 된다는 것을 알 수 있다.

이론해석의 타당성을 확인하기 위하여 방사 지향성의 계산결과를 Preston 등의 결과와 비교하였다. 그림 7은 C형식의 안테나에 대한 방사 지향성의 계산결과를 Preston 등^[2]의 결과와 비교한 것이다. 그림으로부터 알 수 있는 것처럼, 본 논문의 계산치는 상용해석 툴인 NEC로 계산한 Preston 등의 결과와 아주 잘 일치하고 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 최소의 소자 수를 사용하여 이득 특성이 양호한 배열 안테나의 실현이 가능한지를 검토하기 위해 4 섹터의 지향성 전환 특성을 갖는 최소의 소자 수로서 5개의 소자를 선택하고 무급전 소자의 단락 및 개방의 조합에 따른 안테나 기본 특성의 변화를 검토하였다.

이론해석으로서는 원형 배열 다이폴 안테나 소자에 흐르는 미지 전류분포에 관한 연립 적분방정식

을 유도하고 적분방정식의 해를 구분적 정현함수를 사용한 Galerkin의 모멘트 법으로 구하여 제반 특성을 계산하였다. 이론해석의 결과, 2개의 이웃하는 무급전 소자를 단락하였을 때 원주반경을 $d=0.31\lambda$ 로 선택하면 7.8 dBi의 최대 전력이득이 얻어졌으며, Preston 등이 제시한 것과는 달리 이웃하는 2개의 소자를 동시에 단락하는 것이 전력이득 특성을 가장 양호하게 한다는 것을 알 수 있었다. 이웃하는 2개의 소자를 단락한 B형식의 구조를 사용하면 무선 LAN용의 기지국 안테나를 구성할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] A. Sibille, C. Robin and G. Poncelet, "Circular switched monopole arrays for beam steering wireless communications", *IEE Electronics letters*, vol. 33, no. 7, pp. 551-52, 1997.
 [2] S. Preston, D. Thiel, J. Lu, "A multibeam an-

원형 배열 다이폴 안테나의 방사 지향성 및 이득 특성

tenna using switched parasitic and switched active elements for space-division multiple access applications", *IEICE Trans. Electron.*, vol. E82-C, no. 7, pp. 1202-1210, July 1999.
 [3] S. L. Preston, D. V. Thiel, T. A. Smith, S. G. O'Keefe and J. W. Lu, "Base-station tracking in mobile communications using a switched parasitic antenna array", *IEEE Trans. Antenna Propag.*, AP-46, no. 6, pp. 841-844, 1998.
 [4] R. F. Harrington, *Field Computation by Moment Methods*, New York: IEEE Press, 1993.
 [5] Y. Murakami, H. Iwasaki, T. Kijima, A. Kato, T. Manabe, T. Ihara and M. Fujise, "A four-sector shaped-beam antenna for 60-GHz wireless LANs", *IEICE Trans.*, vol. E82-C, no. 7, pp. 1293-1298, 1999.
 [6] 이종녕, 양규식, 김기채, "지향성 절환 4소자 원형 배열 다이폴 안테나", *한국전자과학회논문지*, 13(4), pp. 386-392, 2002년 4월.

이 종 념



1996년 2월: 영남대학교 전자공학과 (공학사)
 1982년 8월: 영남대학교 전자공학과 (공학석사)
 1999년 2월: 한국해양대학교 전자통신공학과 (박사학위수료)
 1987년~현재: 영진전문대학 전자

정보계열 부교수

[주 관심분야] 안테나 및 마이크로파 능·수동 소자 설계

양 규 식



1974년 2월: 한국항공대학교 통신공학과 (공학사)
 1984년 2월: 건국대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1991년 8월: 건국대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
 1986년 9월~현재: 한국해양대학

교 전자통신공학과 교수

[주 관심분야] 마이크로파 능·수동 소자 설계, 프린트형 안테나

김 기 채



1984년: 영남대학교 전자공학과 (공학사)
 1986년: Keio Univ. 대학원 (공학석사)
 1989년: Keio Univ. 대학원 (공학박사)
 1989년 4월~1993년 3월: 한국표

준과학연구원 전자파연구실 선임연구원

1993년 4월~1995년 8월: 일본 후쿠오카공업대학 정보공학과 조교수

1995년 9월~현재: 영남대학교 전기전자공학부 부교수, 한국전자과학회 편집상임이사, 일본 IEICE Young Engineer Award(1988), 일본 전기학회 논문발표상 수상 (1994)

[주 관심분야] EMC/EMI관련 안테나 및 측정시설, 소형 안테나, 전자파 이론 및 응용