

2.4GHz 대역 코리니어 다이폴 배열 안테나 A Collinear Dipole Array Antenna Operating at 2.4 GHz Band

⁰ 김진영*, 방재훈*, 최치영**, 안병철*
*충북대학교 전자공학과 응용전자파 연구실
**주우성전기공업
Tel. 043-261-3194 / Fax. 043-271-4647

Jin-Young Kim*, Jai-Hoon Bang*, Chi-Young Choi**, Bierng-Chearl Ahn*
Dept. of Radio Engineering, Chungbuk national University

Jinyoung7854@hanmail.net, bjh2230@trut.chungbuk.ac.kr, bician@chungbuk.ac.kr

ABSTRACT

In this paper, we present the design and measurement of a collinear dipole array (CDA) operating in the 2.4 GHz ISM band. The array is consisted of six collinear dipoles joined by phasing coils. A commercial software is used to design the antenna with an optimum performance. The designed array is fabricated and is measured to confirm the design.

I. 서론

이동 통신용 기술의 발전에 따라 다양한 중계기용 안테나가 출현하고 있다. 중계기용으로 수평방향으로는 무지향성이며 수직방향으로 8-12 dBi의 이득을 가지는 안테나를 사용할 필요가 있다. 이 경우 마이크로스트립 어레이, 다이폴 어레이, 코리니어 다이폴 배열 안테나(CDA) 등이 흔히 사용된다.

CDA는 페이징 코일을 포함하고 있어 복잡한 급전선이 없이 다이폴등의 와이어 안테나를 일직

선상에 배열하여 이득을 높이는 수단으로서 매우 유용하다[1]. 단일 페이징 코일을 가지는 안테나의 경우 밀부분으로부터 1/4 파장의 코노플(하단소자), 중간의 위상조정용 코일 및 마지막의 1/4-5/8 파장 길이의 와이어(상단소자)로 구성되며, 무한히 큰 평면도체 위에 설치될 경우 이 안테나는 1/2 파장 다이폴 3 개가 일직선으로 배열된 것과 같은 효과를 낸다. 페이징 코일의 총 길이는 1파장 정도이며 급전된 전류가 하단소자를 지나면서 위상이 바뀌는 것을 방지하여 상단소자에 하단 소자에서와 동일한 위상의

전류가 흐르게 해준다.

본 논문에서는 중계기 안테나로 다단의 CDA를 설계, 제작 및 측정하였다. 1단 구조의 안테나를 초기 설계한 후 5단의 구조를 설계하였다. 설계 프로그램은 와이어 안테나 해석용 상용소프트웨어인 AWAS[2]를 이용하였다.

II. 본 론

1. 모멘트법에 의한 도선 안테나의 해석

많은 경우에 금속선 또는 봉으로 만들어진 안테나는 가는 도선(와이어)으로 근사할 수 있다. 이 경우 전류는 안테나 도선을 따라 흐르며 도선의 둘레상의 위치에 따라 변하지 않으며 둘레 방향으로 흐르는 전류 성분은 무시할 수 있다고 가정한다. 이러한 조건을 만족하는 도선 안테나는 모멘트법에 의해 효율적으로 해석할 수 있다. 도선상의 전류는

$$j\omega \int_{-L}^L G(R_a) dt + \frac{1}{k^2} \int_{-L}^L G(R_a) dt'' = -E_i \tag{1}$$

으로 주어지며, 여기서

$$G(R_a) = \frac{e^{-ikR_a}}{4\pi R_a} \tag{2}$$

$$R_a = \sqrt{r_0^2 + a^2} \tag{3}$$

식(3)에서 r_0 는 전원점과 시험점을 모두 도선의 중심축으로 이동시켰을 때 두 점간의 거리이며,

a 는 도선의 반경이다. 미지의 전류 I 를 전개함수와 이에 대응되는 전개계수의 선형조합으로 표현한 후 식(1)에 대입하여 얻어지는 식을 도선의 축을 따라 가면서 시험함수와 스칼라적을 취한 후 적분하면 전개계수 $i_1, i_2, i_3, \dots, i_N$ 에 관한 다음의 선형방정식을 얻을 수 있다.

$$[Z][I] = [V] \tag{4}$$

선형방정식의 해로부터 도선에 흐르는 전류를 얻을 수 있으며 이로부터 안테나의 여러 가지 특성을 계산할 수 있다.

2. 안테나 설계 및 시뮬레이션결과

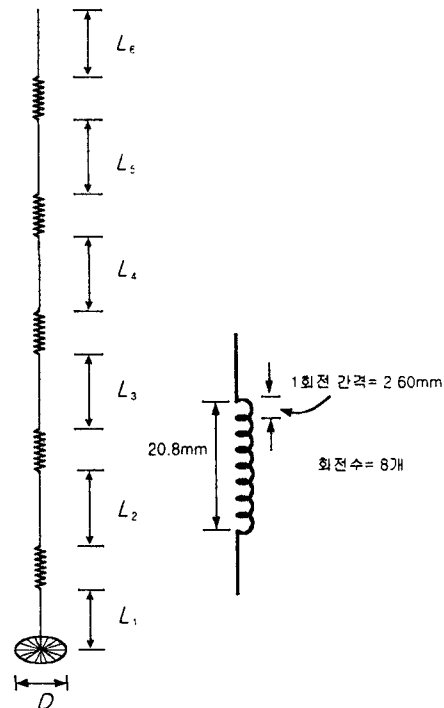


그림 1. 코리니어 다이폴 배열 안테나 (CDA)

그림 1은 본 논문에서 설계한 5단의 CDA이다. 이러한 CDA의 설계는 상단소자, 페이징 코일, 하단소자로 구성된 1단 구조로부터 시작하였다.

하단소자는 1/4의 길이로 하고 상단소자는 1/2로 하였다. 페이징 코일은 상단 소자와 하단소자에 동일한 전류가 흐를수 있도록 1의 길이로 하였다.

설계된 안테나의 최적화된 치수는 표 1과 같다.

표 1. 1단 CDA의 기본치수

구분		길 이	
		mm	파장
하단 소자		29.52	0.24
페이징 코일	코일 직경	4.58	117.0
	1회전당간격	2.60	
	회전수	8	
상단소자		59.04	0.48
도선반경		0.65	0.005

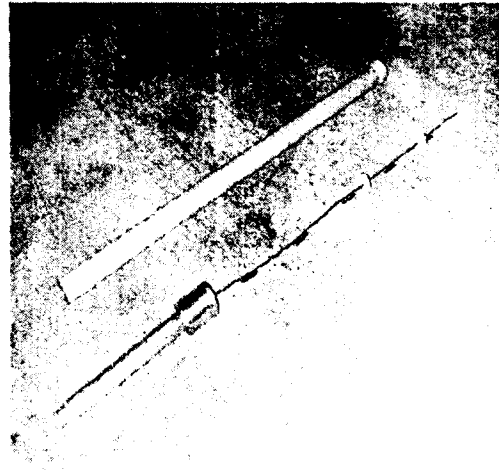
표 1과 같이 설계된 1단 구조의 CDA 그림 1에서와 같이 5단으로 구성하여 설계하였다. 페이징 코일은 일정하게 두고 다이폴의 길이를 조정하여 이득 측정 과정이 최적화 하였다. 최적화된 CDA의 각 치수는 표 2와 같다.

표 2. 최적설계된 CDA의 부분별 치수

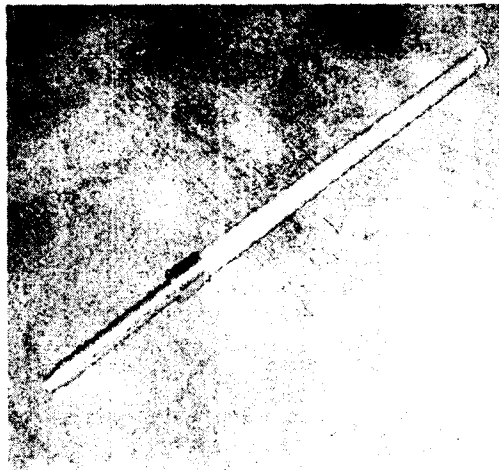
구분	길이(mm)	길이(파장)	
하단소자(L_1)	43	0.35	
페이징 코일	116.97	0.95	
섹션당 간격	L_2	59	0.48
	L_3	61	0.50
	L_4	50	0.41
	L_5	58	0.47
상단소자(L_6)	64	0.52	

표 2에서 제시된 수치를 이용하여 CDA를 그림 2와 같이 제작하였다. CDA를 급전을 위해 외부

직경이 23.5mm인 동축선과 0.25I sleeve 벌룬을 사용하였다. 실제 급전 구조를 그림 1에서와 같이 직경 $D = 23.5\text{mm}$ 인 원형 디스크상의 델타 갭 전원으로 근사화하여 해석하였다.



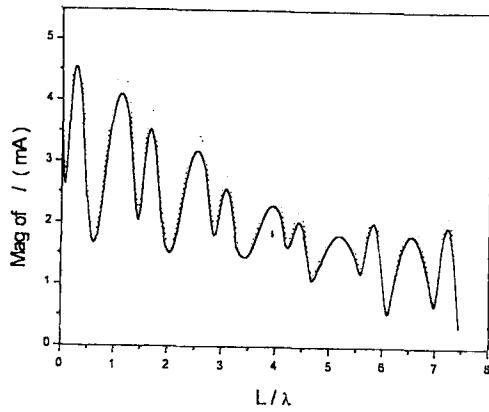
(a)



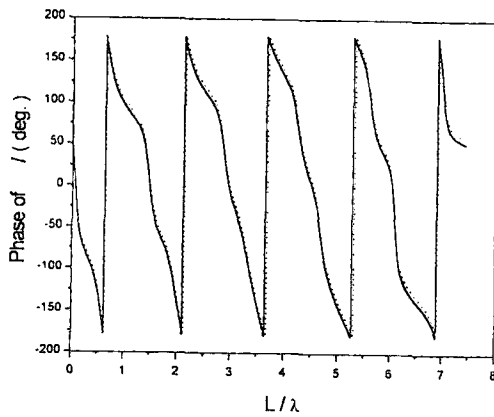
(b)

그림 2. 제작된 CDA

(a) 레이돔 분리시. (b) 레이돔 결합시



(a)



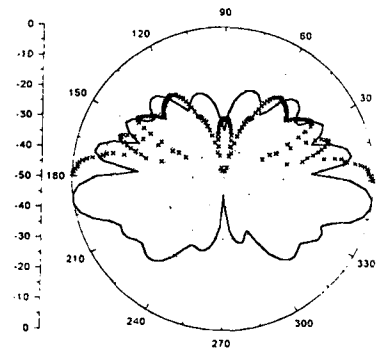
(b)

그림 3. CDA 축상의 전류분포

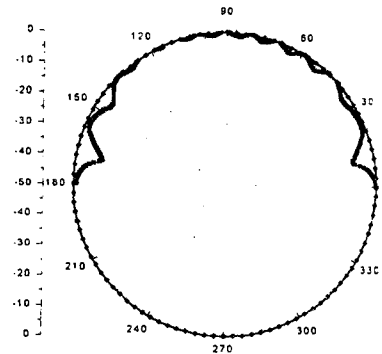
(a) 전류 크기, (b) 전류 위상

(—: 무한접지면, ---: 유한접지면 계산치)

그림 3은 계산된 전류분포를 도시한 것이다. 전류의 크기와 위상은 접지면 크기에 관계없이 유사한 형태를 유지하고 있으며 하단 소자에서 많은 방사현상이 일어남을 확인 할 수 있다.



(a)



(b)

그림 4. 안테나의 패턴

(a) 수직면패턴, (b) 수평면패턴

(—:계산치, x: 측정치)

그림 4는 안테나의 수직면 패턴과 수평면 패턴의 결과이다. 안테나 패턴 측정은 근접전계 시스템(NSI)를 사용하여 측정하였으며, 측정결과는 계산 결과와 유사함을 알 수 있다. 그림 5는 제작된 CDA의 VSWR을 보인 것이다. 그림 6은 CDA로부터 2Cm 떨어진 위치에서 다이폴 프로

브를 이용하여 측정된 근접전계 측정 결과이다.

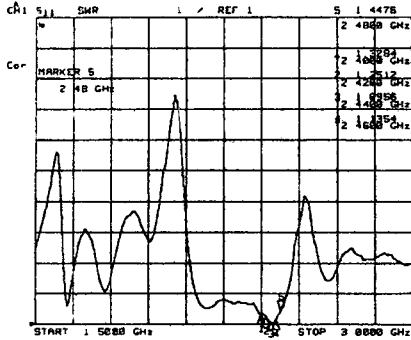
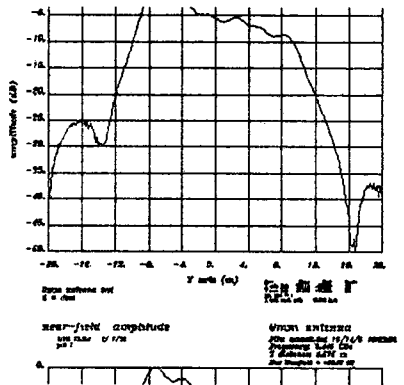
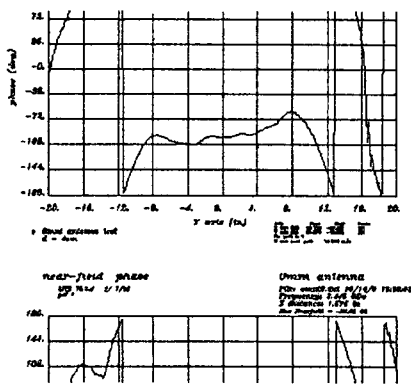


그림 5. CDA의 VSWR



(a)



(b)

그림 6. CDA의 근접전계
(a) 크기, (b) 위상

그림 7은 안테나의 이득 결과로 측정 결과와 유한 접지면에서의 결과가 잘 일치함을 알 수 있

다. 계산된 이득이 8.45dBi 이었고, 측정치는 8.5 dBi 였다.

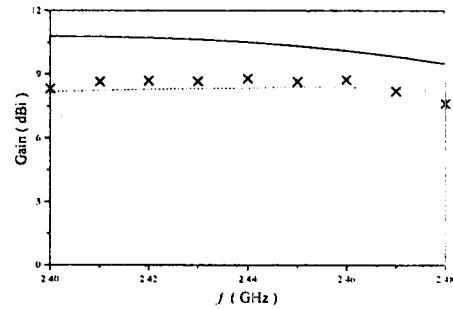


그림 7. CDA의 이득

(— : 무한접지면, -- : 유한접지면 계산치,
x : 측정치)

II. 결론

5단 코리너 다이폴 배열 안테나(CDA)를 설계, 제작 및 측정하였다. CDA 설계시 상용프로그램을 이용하여 이득이 최대가 되도록 다이폴 길이와 페이징 코일의 회전수를 결정하였다. 설계된 안테나를 제작하여 그 특성을 측정한 결과 설계치와 잘 일치함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] R.F. Harrington, *Field Computation by Moment Methods*, New York: Macmillan, 1968.
- [2] A. Djordjevic et al., *AWS for Windows: Analysis of Wire Antennas and Scatterers*, Boston: Arech House, 1995.
- [3] W.L. Stutzman and G.A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, New York: John Wiley 1981.