

工學碩士學位論文

5.8GHz 대역 마이크로스트립 배열 안테나
설계·제작 및 편파특성연구



2004年 2月

釜慶大學校 大學院

情報通信工學科

金 判 信

金判信의 工學碩士 學位論文을 認准함

2003年 12月 日

主審 工學博士 金 錫 泰 (印)

委員 工學博士 金 成 實 (印)

委員 工學博士 河 德 鎬 (印)

목 차

목 차	i
그림 목차	iii
Abstract	v
I. 서 론	1
II. 원형편파 마이크로스트립 안테나 소자	4
2.1 급전방법	4
2.2 마이크로 스트립 패치 안테나	5
2.2.1 원형편파 안테나의 진폭 및 위상	6
2.2.2 입력 어드미턴스	9
III. 배열 안테나 이론	11
3.1 지향성 적의 원리	11
3.2 모멘트 법(Method of moment)	14
IV. 안테나 설계 및 시뮬레이션 결과	16

4.1 설계된 안테나의 구성도	16
4.2 S11 및 임피던스 특성	17
4.3 축 비(Axial Ratio)	21
V. 안테나 제작 및 측정결과	22
5.1 설계된 안테나의 외형	22
5.2 S11 및 임피던스 특성	24
5.3 측정결과	27
5.3.1 방사패턴(Radiation Pattern)	27
5.3.2 이득(Gain)	30
VI. 실내 전파 측정을 통한 성능 평가	31
6.1 광대역 측정시스템	31
6.2 전파 측정 환경	32
6.3 광대역 측정결과 및 성능평가	33
VII. 결론 및 추후연구사항	36
참고 문헌	38

그림 목차

그림 2.1 원형편과 안테나의 일반적인 모양	5
그림 2.2 단일급전 사각 패치 안테나의 기본형태	6
그림 2.3 단일 급전된 원형편과 안테나의 진폭 및 위상도	7
그림 2.4 모서리가 절단된 원형편과 안테나의 등가회로	8
그림 2.5 좌선회 및 우선회 원형편파에 대한 급전위치	10
그림 3.1 등방성 안테나의 등 간격 선형배열	12
그림 3.2 Method of moment	15
그림 4.1 설계된 안테나의 구성도	17
그림 4.2 수직 및 수평편파 안테나	18
그림 4.3 좌선회 원형편파 안테나	19
그림 4.4 우선회 원형편파 안테나	20
그림 4.5 축 비(Axial Ratio)	21
그림 5.1 제작된 안테나의 외형	23
그림 5.2 수직/수평 안테나	24
그림 5.3 좌선회 원형편파 안테나	25
그림 5.4 우선회 원형편파 안테나	26
그림 5.5 측정장비 및 환경	28

그림 5.6 방 사 패 턴	30
그림 5.7 이득(Gain)	30
그림 6.1 광대역 측정	31
그림 6.2 가시거리환경(LOS)	32
그림 6.3 비가시거리 환경(NLOS)	33
그림 6.4 실내 가시거리(LOS) 전파환경에서 측정결과	34
그림 6.5 실내 비가시거리(NLOS) 전파환경에서 측정결과	35

Design and Fabrication of 5.8GHz Band Microstrip Array Antenna and Study the Characteristic of Polarization

Pan - Shin Kim

**Department of Telematics Engineering, Graduate School
Pukyung National University**

Abstract

In this paper, in order to fabricate the circularly polarized diversity system which will mitigate multipath fading, we designed and fabricated the 5.8GHz band microstrip array antenna. These antenna were designed by using Ensemble 6.1 program and the fabricated antenna were vertical and horizontal polarized antenna, left-handed circularly polarized antenna, and right handed circularly polarized antenna. The designed antenna parameters included S11 and impedance characteristics of fabricated antenna were measured by using Network Analyzer(8753ES).

These antenna were Series-fed arrays. The series-fed arrays are

formed by interconnecting all the elements by high-impedance transmission lines and feeding the power at the first element. Radiation patterns and impedance matching of the antenna are analyzed by Ensemble 6.1, which is a popular software package for designing printed antenna and arrays.

From the measurement results, the S11 for each polarization antenna at resonance frequency of 5.8GHz band was showed -38dB, -44dB, and -50dB respectively and the value of the S11 was very close to the simulation result, and also the impedance can be matched at 50Ω. The experimental results are very close to the specifications to be designed.

In order to compare the characteristic of polarization, we also conducted broadband measurement in this paper. As the result, We knew that the circularly polarized wave was superior to other polarized waves in multi-path circumstance.

I. 서 론

인터넷과 이동통신의 보급으로 급속하게 발전한 지금의 정보통신 사회는 무선멀티미디어 통신, 초고속무선통신, 인터넷 무선통신 등의 다양한 서비스 요구가 급증하면서 초고속 광대역 대용량 무선통신 시스템이 절실히 요구되고 있다.

이동통신시스템은 아날로그(1세대), 디지털(2세대, 2.5세대)이동통신에 이어서 2GHz 주파수대역을 사용하는 IMT-2000(3세대) 이동통신시스템이 이미 시작되었고 인터넷 사용의 급속한 증가로 데이터 사용 요구 량이 점점 증가하고 있을 뿐만 아니라 이동성이 보장되는 전파환경 어디에서든지 기존의 음성, 데이터서비스와 더불어 이미지, 동영상을 통합한 멀티미디어 서비스의 요구가 증가되고 있다.

방송분야에 있어서도 기존의 아날로그 전송방식에서 디지털 지상파 TV 방송, 디지털 위성방송, 인터넷 방송 등의 디지털 전송방식 시스템으로 변환하면서 광대역 대용량의 다양한 서비스를 동시에 공급할 수 있는 새로운 고속전송시스템이 또한 요구되고있다.

현재 무선 LAN시스템에서는 2.4GHz 대역에서 11Mbps의 전송율을 제공하는 IEEE 802. 11b의 표준과 5GHz 대역에서 최대 54Mbps까지 전송할 수 있는 IEEE 802. 11a 표준이 채택되어있으며, 100Mbps 이상의 데이터 전송에 대한 표준안 연구도 활발히 진행 중이다. 그리고 최근 부각되고있는 블루투스(Bluetooth), HomeRF 시스템에서도 2.4GHz 대역의 주파수대

를 사용하여 1Mbps의 전송속도의 서비스를 제공하고 있으며 2Mbps 이상의 전송율을 얻기 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 국제 전기통신연합 무선통신(ITU-R: International Telecommunication Union-Radio communication Sector)에서는 ISM(Industrial, Scientific and Medical)대역을 산업, 의료, 과학분야에서의 역무에 사용되도록 다양하게 분배되었지만 제한된 지역에서 사용된다는 단점과 주파수가 전 세계적으로 통일되어 있는 이점 때문에, 통신분야에서의 이용이 고려되기 시작하였다. ISM 대역 중에 최근 데이터 통신 용도로 가장 각광을 받고 있는 대역이 2.4GHz 대역과 5.8GHz대역이다. 이처럼 여러 무선통신 시스템 분야에서는 대용량 초고속의 다양한 서비스를 제공하기 위해 많은 관심과 연구가 활발히 진행 중이다.

또한, 최근 무선 통신의 발달로 기존의 무선 통신에 비해 설치 용이성, 보수유지 편리성 측면에서 유리한 무선을 이용한 고속 데이터 및 영상정보 전송기술의 채택이 활발하게 이루어지고 있다. 마이크로스트립 안테나는 제조가 용이하고, 경량이며, 소형·박형화, 대량생산이 가능하다. 이러한 여러 가지 장점을 이용하여 무선 LAN용 안테나를 개발하고자 한다. 그러나, 마이크로스트립 안테나는 일반적으로 대역폭이 좁고, 낮은 이득과 높은 손실을 갖는 단점이 있으므로, 이를 극복하기 위한 새로운 설계방법의 연구가 요구된다.

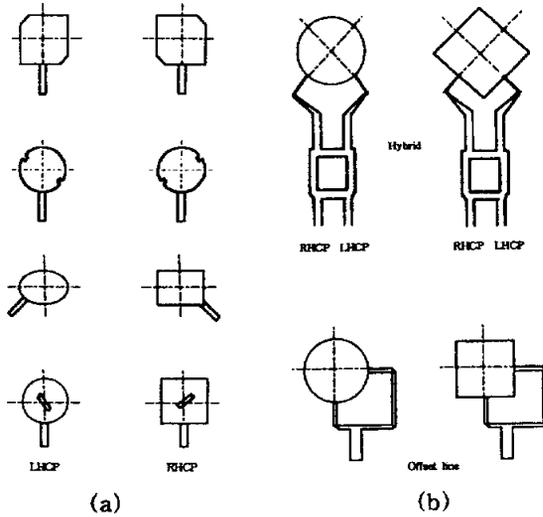
따라서, 본 논문에서는 5.8GHz 주파수 대역에서 사용할 수 있는 이득을 높이고 대역폭을 넓히는 마이크로스트립 패치 배열 안테나 형태의 평면형

안테나를 설계 및 제작하여 실내 가시거리, 비가시거리 환경에서 광대역
측정을 통한 편파 특성을 측정하였다[1][2].

II. 원형편파 마이크로스트립 안테나 소자

2.1 급전방법

원형편파 마이크로스트립 안테나의 급전방식은 단일급전과 이중급전 형태가 있다. 그림 2.1은 원형편파를 발생시키는 일반적인 마이크로스트립 안테나의 일반적인 형태들이다. 그림 2.1(a)에서는 모서리가 잘린 정방형 패치, 홈을 낸 원형 패치, 타원형, 직사각형, 그리고 원형이나 정방형의 대각선상에 슬롯을 넣은 단일급전 방법을 나타내고 있다. 이중급전 방법은 진폭의 크기가 동일한 패치를 급전하고 외부의 장치를 이용하여 90° 위상차를 제공하는데 그림 2.1(b)와 같이 두 급전선 사이에 3 dB 하이브리드나 오프셋 선로를 이용한다[3][4]. 단일급전은 이중급전과는 달리 외부 위상이 및 합성기를 사용하지 않고 원형편파를 발생시키므로 급전선의 길이가 짧아 손실을 줄일 수 있으며, 급전회로를 간단하게 구성할 수 있다는 장점 때문에 더 유용한 방식이다.



(a) Singly fed AP patches. (b) Dual fed AP patches.

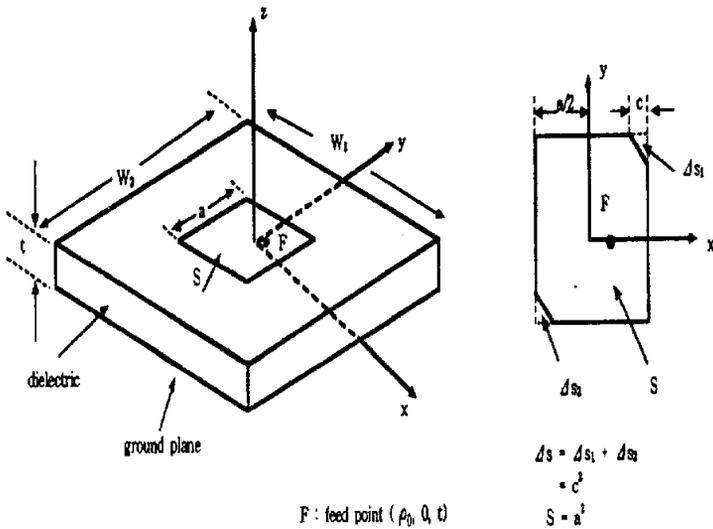
그림 2.1 원형편파 안테나의 일반적인 모양

2.2 마이크로 스트립 패치 안테나

그림 2.2(a)는 한 변의 길이가 a 인 정방형 마이크로스트립 패치 안테나이고, 그림 2.2(b)는 원형편파를 얻기 위해 모서리가 Δs 만큼 절단된 정방형 마이크로스트립 패치 안테나의 모양이다. 그림 2.2(b)의 원형편파 안테나의 급전점은 패치의 중앙선인 x 축 또는 y 축 상에 위치하며, x 축 상에 있을 때는 좌선회 원형편파, y 축 상에 있을 때는 우선회 원형편파가 된다. 모서리가 잘린 정방형 패치에서 두 개의 직교모드의 방사특성을 고려한 등가회로는 그림 5.8과 같다. 마이크로스트립 패치 공진기의 무부하 Q 를 Q_0

라 하고 정방형 패치의 면적을 S라 하면,

$$\frac{\Delta s}{S} Q_0 = \frac{1}{2}$$



(a) Standard patch.

(b) Singly fed CP patch.

그림 2.2 단일급전 사각 패치 안테나의 기본형태

2.2.1 원형편파 안테나의 진폭 및 위상

그림 2.3은 정방형 패치의 모서리를 절단하여 직교하는 Mode 1, 2로 분리된 단일급전 원형편파 안테나와 진폭 및 위상의 변화를 나타내고 있다. 그림 2.3에서 알 수 있듯이 원형편파는 -3dB의 전력감소와 직교하는 두 편파의 위상차가 90° 발생함을 잘 보여주고 있다.

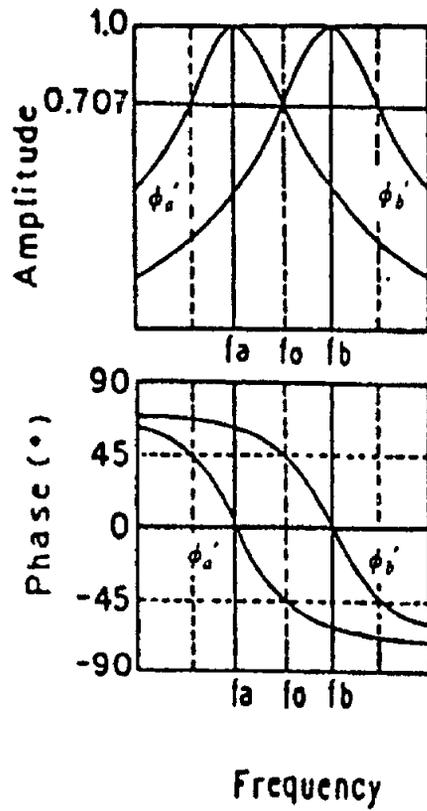
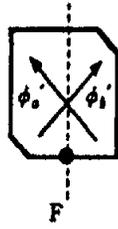


그림 2.3 단일 급전된 원형편파 안테나의 진폭 및 위상도

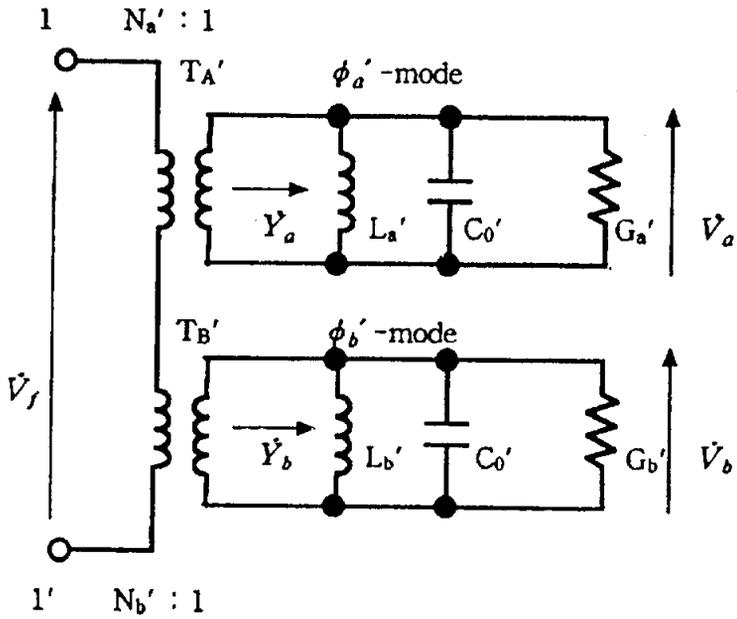


그림 2.4 모서리가 절단된 원형편과 안테나의 등가회로

정방형 마이크로스트립 패치의 모서리를 절단함에 따라 직교모드 $\phi_{a'}$ 와 $\phi_{b'}$ 이 발생된다. 여기서, \dot{V}_f 는 1-1' 단자에 인가된 입력전압, $T_{A'}$ 과 $T_{B'}$ 은 권선비 $N_{a'}$ 과 $N_{b'}$ 을 가지는 이상적인 변압기, \dot{Y}_a 와 \dot{Y}_b 는 각각 직교편과 $\phi_{a'}$ 와 $\phi_{b'}$ 모드에 대한 입력 어드미턴스, \dot{V}_a 와 \dot{V}_b 는 직교모드 $\phi_{a'}$ 와 $\phi_{b'}$ 에 의해 방사되는 전계에 대응하는(비례하는) 전압으로 각각 \dot{Y}_a 와 \dot{Y}_b 양단의 전압이다.

2.2.2 입력 어드미턴스

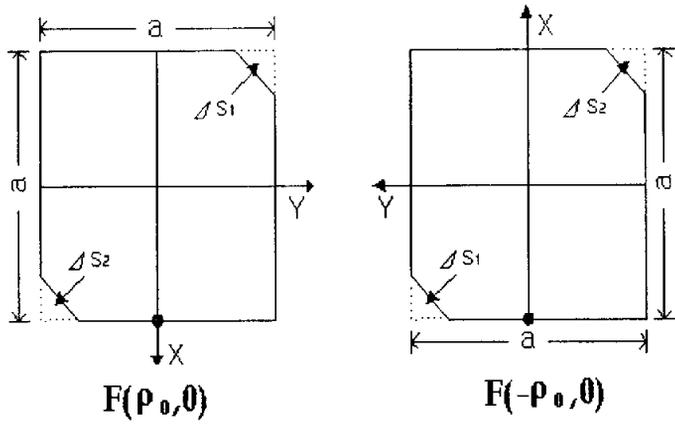
그림 2.4의 등가회로에서 두 직교모드의 복소진폭비 \dot{V}_b / \dot{V}_a 는 식 (2.1)과 같다.

$$\begin{aligned} (\dot{V}_b / \dot{V}_a) &= (N_b' / N_a') \times (\dot{Y}_a / \dot{Y}_b) \\ &= \left(\frac{N_b'}{N_a'} \right) \frac{\left\{ \frac{f_a}{Q_0} + j \left(f - \frac{f_a^2}{f} \right) \right\}}{\left\{ \frac{f_b}{Q_0} + j \left(f - \frac{f_b^2}{f} \right) \right\}} \end{aligned} \quad (2.1)$$

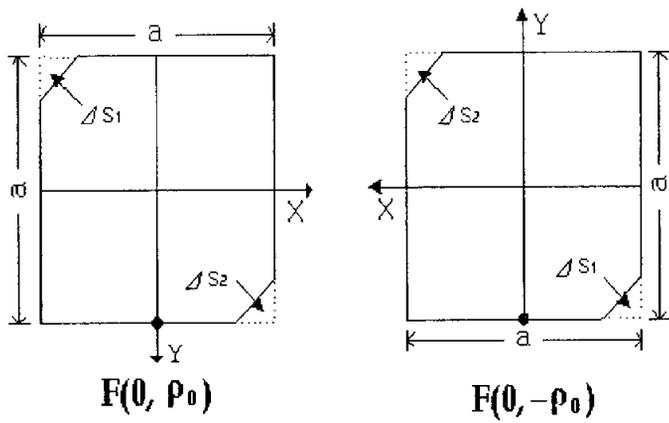
여기서, f_a 는 ϕ_a' 모드에 의한 공진 주파수이고, f_b 는 ϕ_b' 모드에 의한 공진 주파수이다. 식 (5.1)에서 원형편파 방사는 $(\dot{V}_b / \dot{V}_a) = \pm j$ 를 만족하면 얻을 수 있으므로, 두 직교모드 사이의 상대적인 진폭과 위상특성은 다음 식 (2.2)와 같아야 한다.

$$\begin{aligned} |\dot{V}_b / \dot{V}_a| &= 1 \\ \arg(\dot{V}_b / \dot{V}_a) &= \pm 90^\circ \end{aligned} \quad (2.2)$$

그림 2.5는 좌선회와 우선회 원형편파를 발생하기 위한 급전점의 위치를 나타낸다. 여기서 ρ_0 는 급전점의 위치이다[10][15][17][20].



(a) RHCP ($|\rho_0| \leq a/2$)



(b) LHCP ($|\rho_0| \leq a/2$)

그림 2.5 좌선회 및 우선회 원형편파에 대한 급전위치

Ⅲ. 배열 안테나 이론

3.1 지향성 적의 원리

마이크로스트립 패치 안테나는 지향성이 낮아 빔폭이 넓게 나타나고 이득이 낮은 단점이 있다. 그러므로 높은 이득을 요구하는 레이더의 경우와 점 대 점 통신과 같은 경우에는, 다수의 패치로 배열하여 매우 좁은 빔을 갖도록 해야 한다. 빔폭을 줄이고 이득을 증대시키기 위해서는 안테나의 실효면적을 크게 하여야 하므로, 동일하거나 유사한 안테나 소자를 규칙적으로 여러 개를 배열하는 배열이론을 적용한다[5][6]. 이 장에서는 소자 사이의 간격이 동일한 선형 안테나의 배열이론을 살펴본다. 배열안테나의 방사패턴은 사용될 각 소자의 형태, 방향, 공간상에서의 위치, 소자를 급전하는 전류의 진폭과 위상에 의해 결정된다. 그림 3.1과 같이 일직선상에 등간격 (d)으로 무지향성 안테나를 배열하였을 때, 배열계수(array factor, AF)는 식 3.1과 같다.

$$AF = I_0 + I_1 e^{j\beta d \cos \theta} + I_2 e^{j\beta 2d \cos \theta} + \dots = \sum_{n=0}^{P-1} I_n e^{j\beta nd \cos \theta} \quad (3.1)$$

여기서, I_n 은 (n+1)번째 안테나의 급전전류, β 는 위상정수, θ 는 방향각이다. 이웃 안테나간의 급전전류 위상차가 α 로 균일할 때 각 안테나의 급전전류는 식 3.2와 같다.

$$I_n = A_n e^{jn\alpha} \quad (3.2)$$

식 3.2를 식 3.1에 대입하면 식 3.3과 같다.

$$AF = \sum_{n=0}^{P-1} A_n e^{jn(\beta d \cos \theta + \alpha)} \quad (3.3)$$

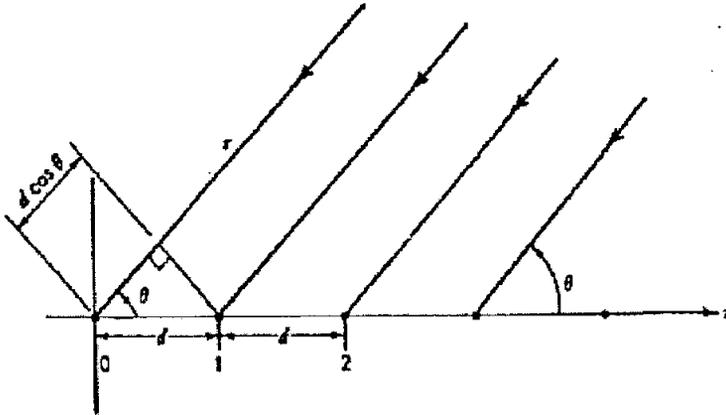


그림 3.1 등방성 안테나의 등 간격 선형배열

여기서,

$$\varphi = \beta d \cos \theta + \alpha \quad (3.4)$$

로 정의하면, 배열계수는

$$AF = \sum_{n=0}^{P-1} A_n e^{jn\varphi} \quad (3.5)$$

로 된다.

각 안테나의 급전전류의 크기가 A_0 로 같은 경우

$$AF = A_0 \sum_{n=0}^{P-1} e^{jn\varphi} = A_0 e^{j(P-1)\frac{\varphi}{2}} \frac{\sin(P\varphi/2)}{\sin(\varphi/2)} \quad (3.6)$$

이고, AF의 최대값 A_0P 으로 정규화한 배열계수는

$$AF = \frac{\sin(P\varphi/2)}{P \sin(\varphi/2)} = f(\varphi) \quad (3.7)$$

이다.

식 3.7로부터 다음과 같은 정규화 배열계수의 특징을 알 수 있다

- ① P가 증가할수록 주엽은 좁아진다.
- ② P가 증가할수록 $f(\varphi)$ 의 한 주기 내에 더 많은 부엽이 존재함 : 각 주기 내에는 P-2개의 부엽과 하나의 주엽이 존재하므로, $f(\varphi)$ 의 한 주기 내에 존재하는 전체 lobe 수는 P-1 개임
- ③ 부엽의 최대치는 P가 증가할수록 감소한다. 부엽의 최대치를 나타내는 값으로 SLL(Side Lobe Level)을 사용하며, SLL은 다음과 같이

정의된다.

$$SLL[dB] = 20 \log \frac{|\text{가장 큰 부엽의 최대치}|}{|\text{주엽의 최대치}|}$$

P개의 방사소자가 간격 d로 선형 배열된 안테나의 합성패턴은 정규화 배열계수(array factor, AF)와 소자 패턴 $g(\theta, \varphi)$ 를 곱함으로써 구할 수 있다. 이것을 지향성 적의 원리(principle of pattern multiplication)라고 한다.

$$F(\theta, \Phi) = g(\theta, \Phi) \times AF \quad (3.8)$$

3.2 모멘트 법(Method of moment)

그림 3.2는 마이크로스트립 패치 평면상에 단위 전류 분포로 가정하고, 표면의 미지의 전류밀도 $J(x, y)$ 를 N 개의 기저함수로 확장하면,

$J(x, y) = \sum I_n J_n(x, y)$ 는 piecewise-sinusoidal (PWS) 함수로서 Galerkin method를 사용하여 미지의 계수 I_n 을 구한다.

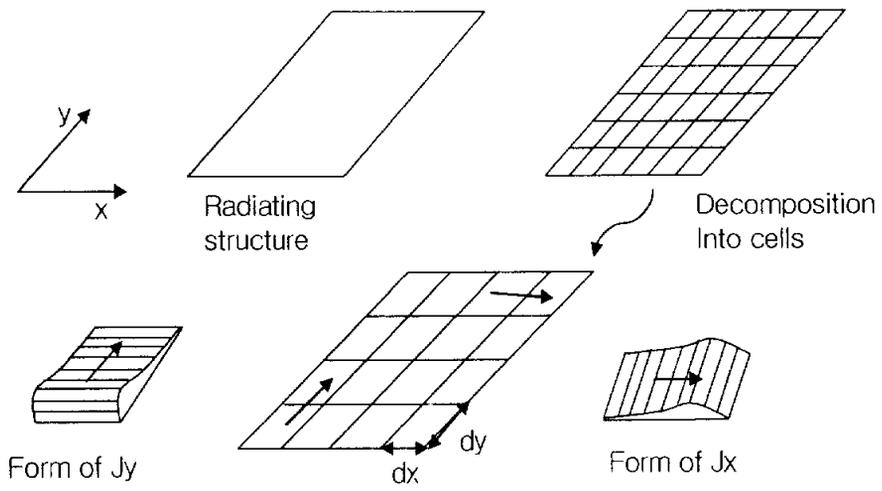
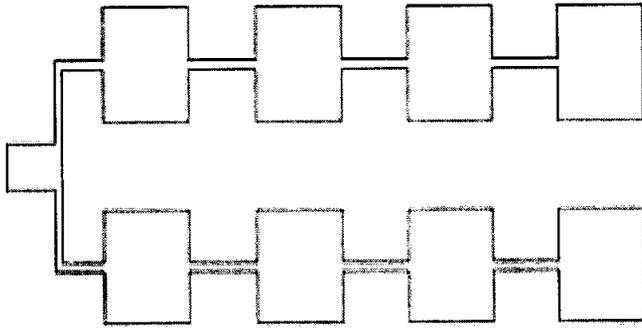


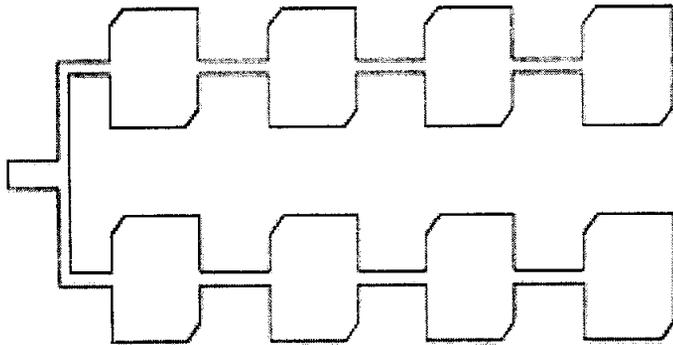
그림 3.2 Method of moment

IV. 안테나 설계 및 시뮬레이션 결과

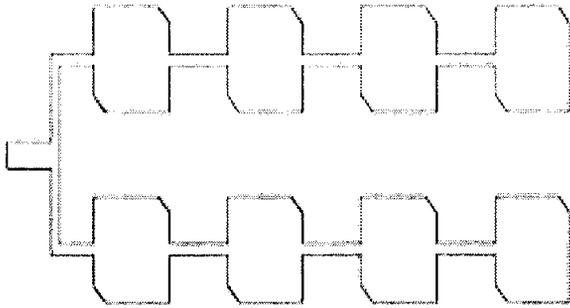
4.1 설계된 안테나의 구성도



(a) 수직/수평 안테나



(b) 우선회 원형편파 안테나



* 시뮬레이션 환경 조건

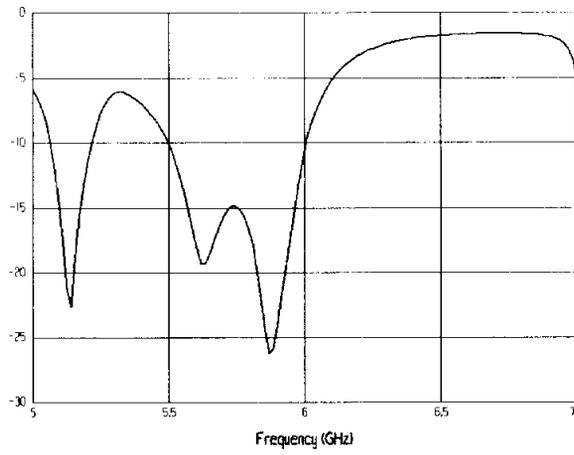
- Windows XP
- Ensemble 6.1
- 유전율 : 2.2
- 두께 : 1.57mm
- 기판 : 테프론

(c) 좌선회 원형편파 안테나

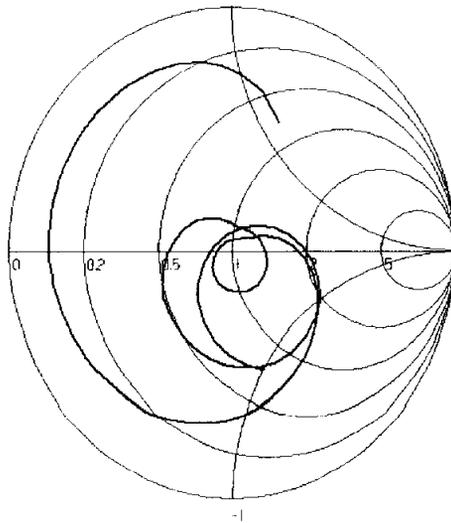
그림 4.1 설계된 안테나의 구성도

4.2 S11 및 임피던스 특성

그림 4.1(a)는 패치를 정방형으로 구성하여 수직/수평안테나를 제작함
 그림 4.1(b), (c)는 각각 모서리를 절단함으로써 우선회, 좌선회, 원형편파
 안테나를 제작함 그림 4.2는 그림 4.1(a) 수직 및 수평편파 안테나의 S11
 과 임피던스 특성에 대한 시뮬레이션 결과임 그림 4.2에서 알 수 있듯이
 수직 및 수평편파 안테나의 S11은 중심주파수 약 5.81 GHz에서 약 -23dB
 임 그림 4.3은 좌선회 원형편파 안테나로서 S11은 중심주파수 약
 5.8GHz에서 약 -35dB임 그림 4.4는 우선회 원형편파 안테나로서 S11은
 중심주파수 약 5.8GHz에서 약 -40dB로서 특성이 양호함을 알 수 있고,
 임피던스도 50Ω에 양호하게 매칭이 됨을 볼 수 있다. 그림 4.5는 축비
 시뮬레이션 결과로서 중심주파수에서 약 3dB 이하로 양호한 특성을
 보였다.

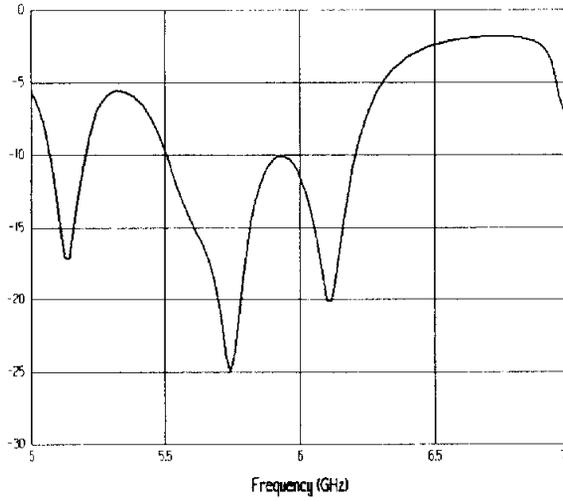


(a) S11 특성

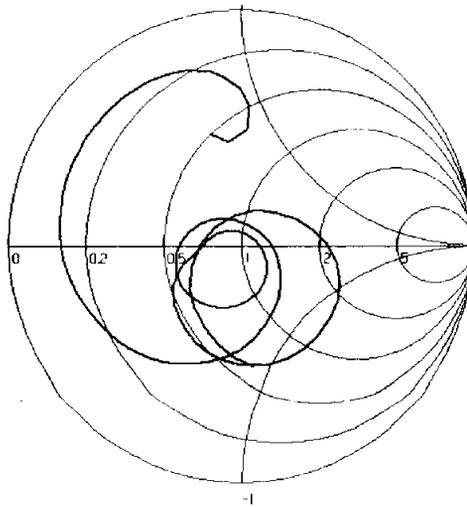


(b) 임피던스 특성

그림 4.2 수직 및 수평편파 안테나

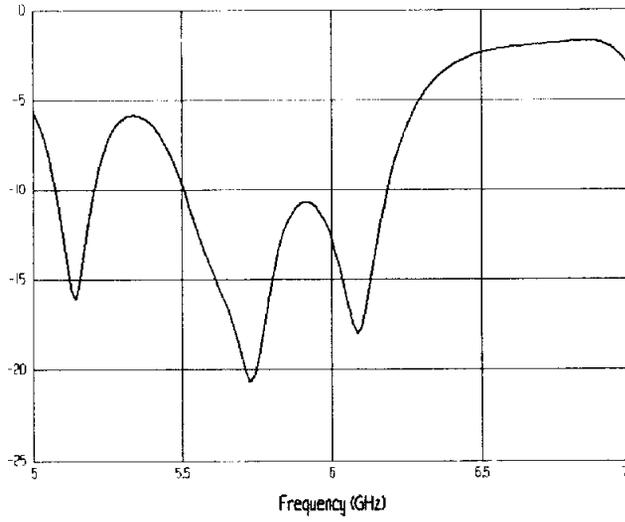


(a) S11 특성

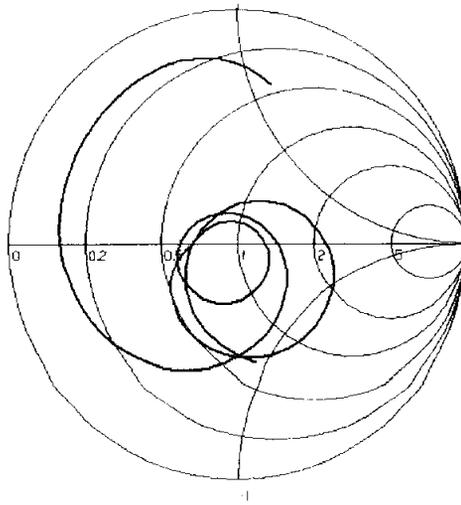


(b) 임피던스 특성

그림 4.3 좌선회 원형편파 안테나



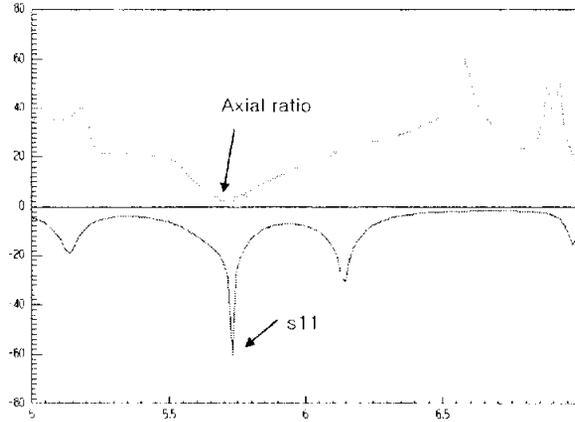
(a) S11 특성



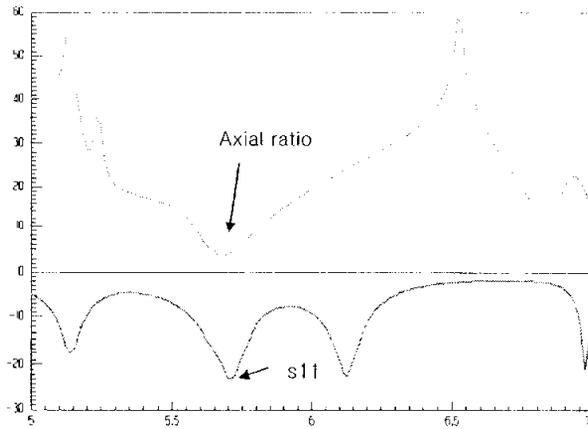
(b) 임피던스 특성

그림 4.4 우선회 원형편파 안테나

4.3 축 비(Axial Ratio)



(a) 좌선회 원형편파 안테나



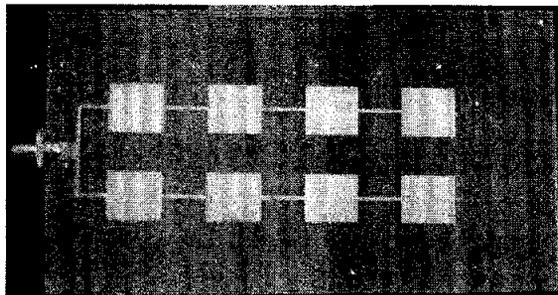
(b) 우선회 원형편파 안테나

그림 4.5 축 비(Axial Ratio)

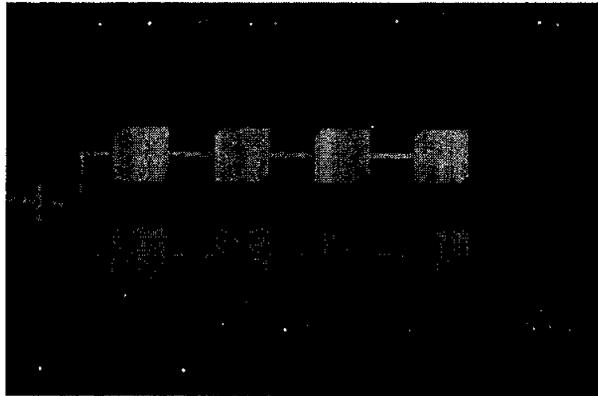
V. 안테나 제작 및 측정결과

그림 5.1은 앙상블 6.1 프로그램을 이용하여 설계한 안테나의 제작된 외형이다. 그림 5.1 (a), (b), (c)는 각각 수직/수평 안테나, 좌선회 원형편파 안테나, 우선회 원형편파 안테나로 제작되었다. 수직/수평 편파 안테나와 원형편파 안테나는 모서리 절단 유무로서 차이점을 들 수 있다. 실제 안테나의 크기는 $13\text{cm} \times 5\text{cm}$ 이고, 그림 5.2, 5.3, 5.4는 제작된 안테나를 이용한 파라미터 S11 및 임피던스 특성 측정 결과이다. 각각 중심주파수에서 약 -38dB , -44dB , -50dB 를 나타내고 있다. 통상 S11 특성이 -10dB 이하면 양호하다고 판단하는데 이 정도 수치면 아주 양호한 특성이라 할 수 있다. 또한, 임피던스 측정결과도 마찬가지로 약 50Ω 에 정합이 됨을 확인할 수 있다.

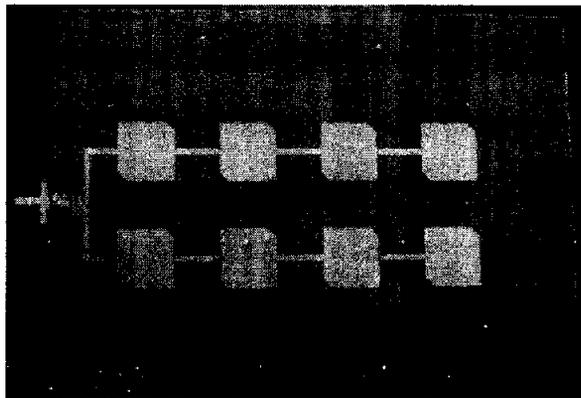
5.1 설계된 안테나의 외형



(a) 수직/수평 안테나



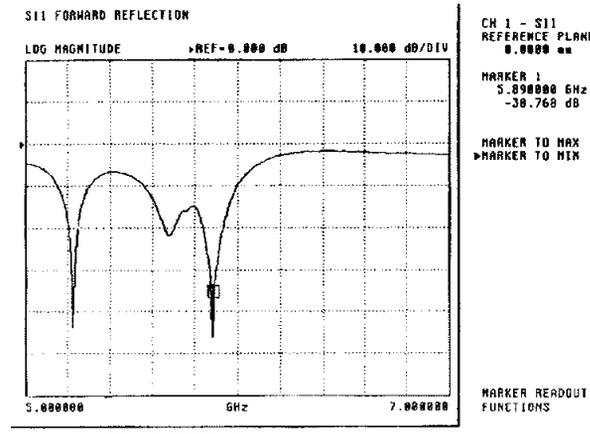
(b) 좌선회 원형편파 안테나



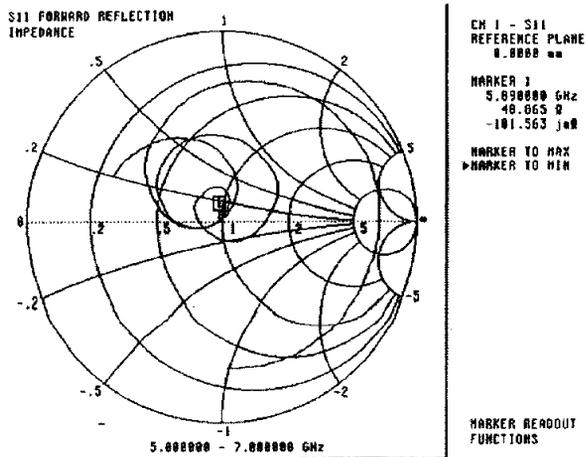
(c) 우선회 안테나

그림 5.1 제작된 안테나의 외형

5.2 S11 및 임피던스 특성

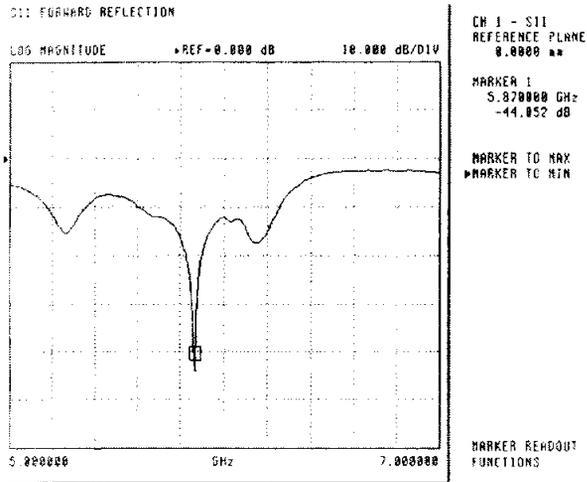


(a) S11 특성

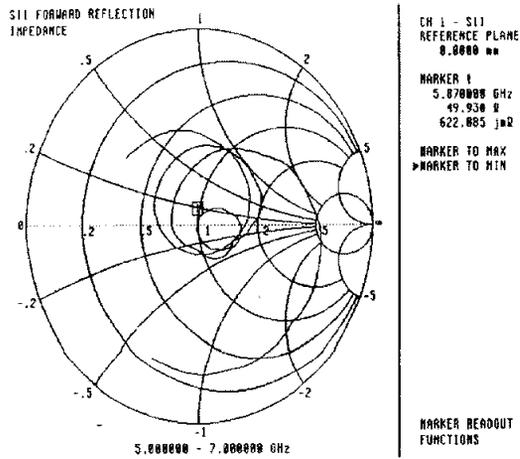


(b) 임피던스 특성

그림 5.2 수직/수평 안테나

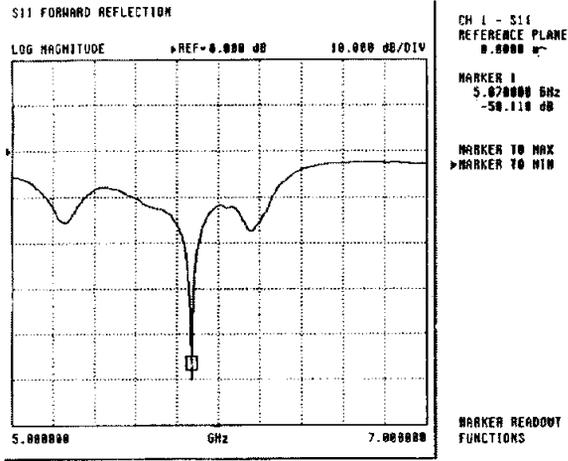


(a) S11 특성

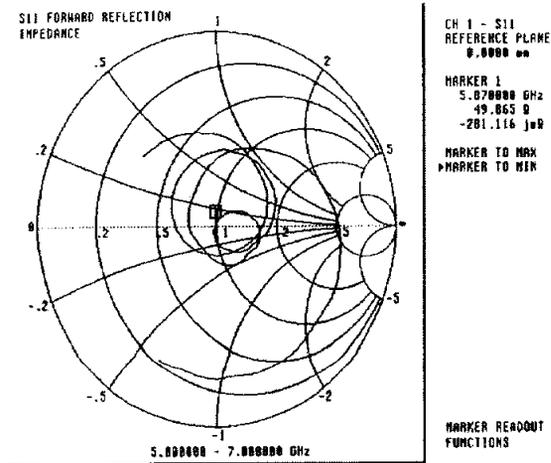


(b) 임피던스 특성

그림 5.3 좌선회 원형편파 안테나



(a) S11 특성



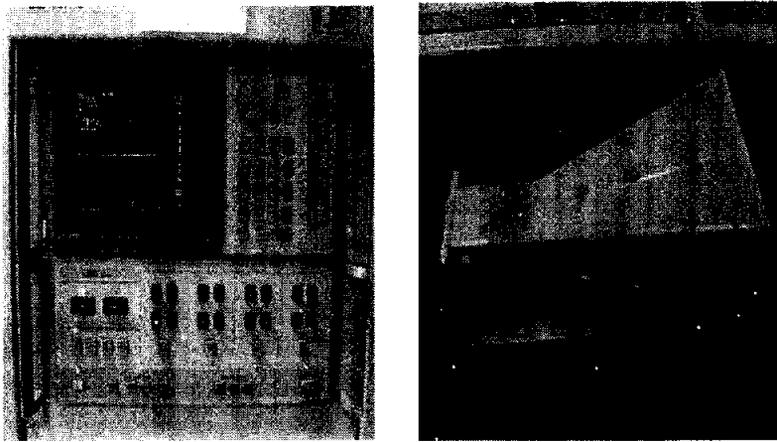
(b) 임피던스 특성

그림 5.4 우선회 원형편파 안테나

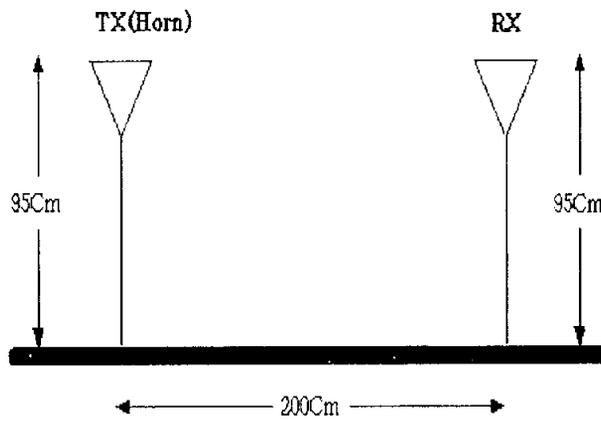
5.3 측정결과

5.3.1 방사패턴(Radiation Pattern)

그림 5.5는 측정장비와 환경을 보여 주고 있다. 측정은 충남대학교 전파 암실에서 행해졌다. 그림 5.6은 방사패턴을 보여 주고 있고 1.44도씩 360도를 회전하면서 측정한 결과이다. 단위는 각 원(circle) 당 20dB/ref 이다. 그림 5.7은 이득(Gain)을 보여 주고 있는데, 기준 안테나는 그림 5.5에 있는 혼 안테나이고 5.9GHz에서 이득이 10dBi 이다. 이득은 기준안테나 이득과 수신레벨차의 차로 정의 되는데 이렇게 해서 측정한 결과 수직/수평 안테나, 좌선회 원형편파 안테나, 우선회 원형편파 안테나의 이득은 각각 15dBi, 10dBi, 10dBi를 나타내었다. 이득이 차이가 나는 이유는 좌선회와 우선회 원형편파 안테나의 모서리 부분을 절단함으로써 면적이 줄어들기 때문에 발생하는 차이로 사료된다.

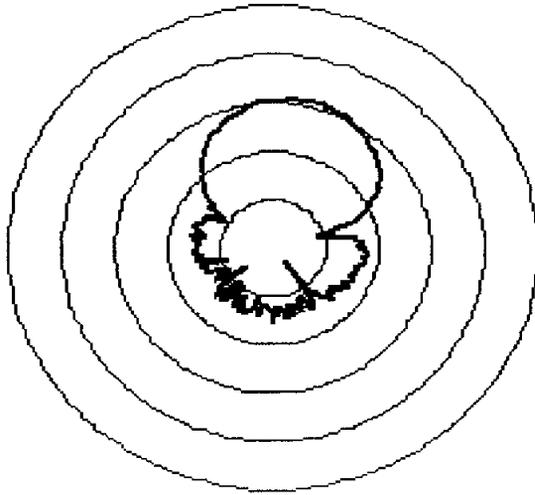


(a) Network Analyzer (8510C)/기준안테나

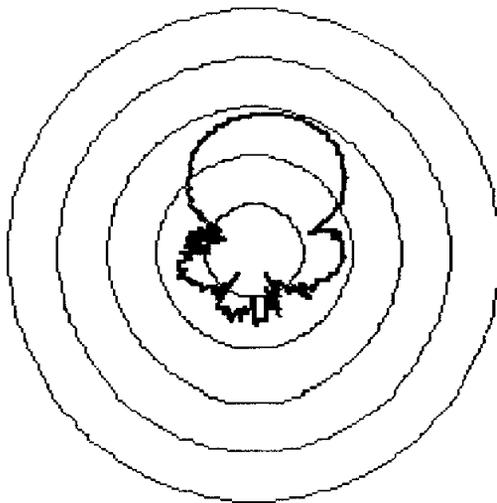


(b) 측정 환경

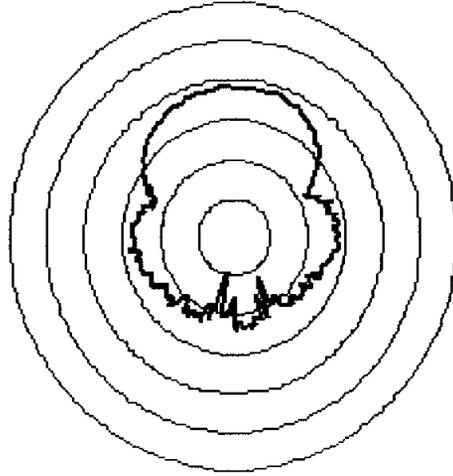
그림 5.5 측정장비 및 환경



(a) 수직/수평 안테나



(b) 좌선회 원형편파 안테나



(c) 우선회 원형편과 안테나

그림 5.6 방 사 패 턴

5.3.2 이 득(Gain)

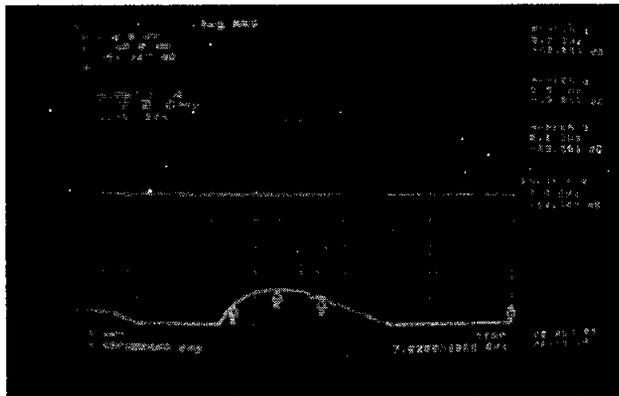


그림 5.7 이득(Gain)

VI. 실내 전파 측정을 통한 성능 평가

6.1 광대역 측정시스템

광대역측정은 그림 6.1에서와 같이 주파수 스펙트럼 분석기의 Tracking Generator를 이용하여 0 dBm의 무변조 반송파를 주파수 소인하였고 수신단에서는 스펙트럼 분석기로 신호강도를 수신하여 그 데이터를 기록하였다. 이때 송신주파수는 5.7GHz에서 6.0GHz까지 소인 하였다[18]-[20].

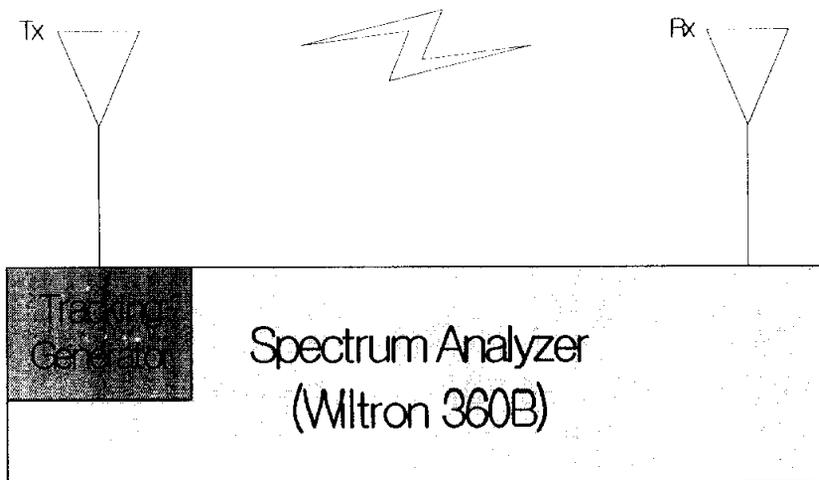


그림 6.1 광대역 측정

6.2 전파 측정 환경

본 연구에서는 일반적인 크기의 강의실에서 가시거리 전파환경과 송수신 안테나 사이에 장애물을 이용한 비가시거리 전파환경을 구성하여 이동 측정을 행하였다. 그림 6.2와 6.3은 가시거리와 비가시거리 전파환경에 대한 측정장소의 입체도를 나타내고 있다. 송수신 안테나 높이는 각각 1.5m로 하여 가시거리와 비가시거리 전파환경에 대하여 측정을 하였다. 이때, 가시거리 환경에서는 송수신안테나의 이격거리를 3m로 하여 측정하였고 비가시거리 환경에서는 중간에 $1\text{m} \times 2\text{m}$ 의 장애물을 설치하여 측정하였다.

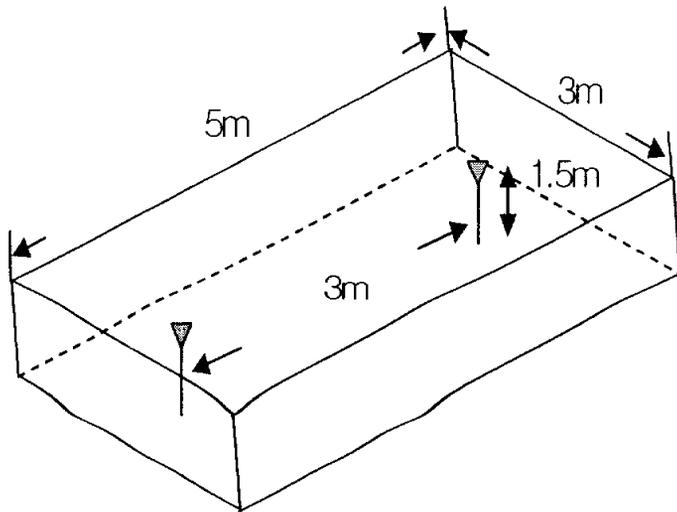


그림 6.2 가시거리환경(LOS)

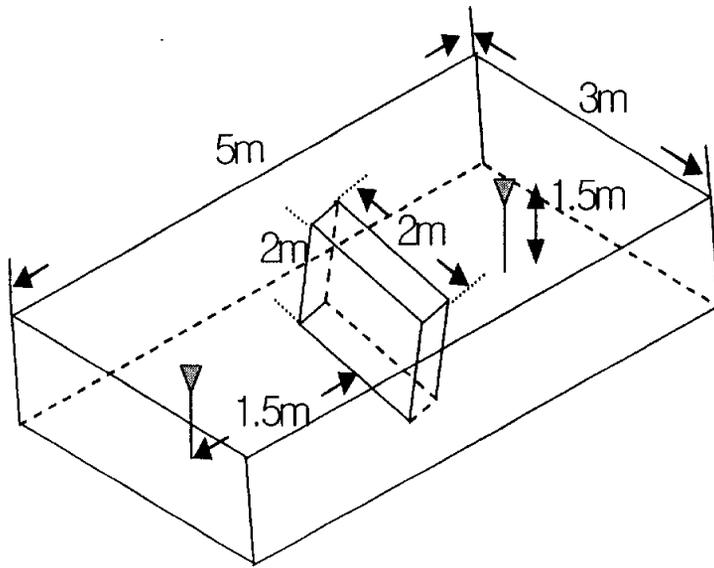


그림 6.3 비가시거리 환경(NLOS)

6.3 광대역 측정결과 및 성능평가

그림 6.4는 실내 가시거리(LOS) 전파환경에서 송수신 안테나를 정선회 원형편파(RR or LL), 역선회 원형편파(RL or LR), 수직편파(VV), 수평편파(HH)로 한 경우의 이동측정에 대한 신호강도특성곡선을 보이고 있다. 그림 6.4에서 알 수 있듯이 가시거리 전파환경에서 정선회 원편파를 사용하는 경우 다른 편파를 사용했을 경우보다 기수회 반사파의 억제효과로 상당한 페이딩 경감효과를 얻을 수 있었고, 그림 6.5는 실내 비 가시거리 전파환경에서 그림 6.4와 같은 송수신 안테나를 이용하여 전파 측정된 결과 가시거리 환경에 비해 전체적인 페이딩 특성은

비슷하지만 신호강도크기가 약 10dB 정도 떨어짐을 볼 수 있다. 여기서 신호강도크기 면에서 볼 때 수직/수평 편파 안테나의 경우 원형편파 안테나 보다 약 5dB 정도 떨어짐을 볼 수 있는데 이것은 수직/수평 편파 안테나가 원형편파 안테나 보다 이득이 약 5dB 정도 높기 때문에 발생한 결과로 사료된다.

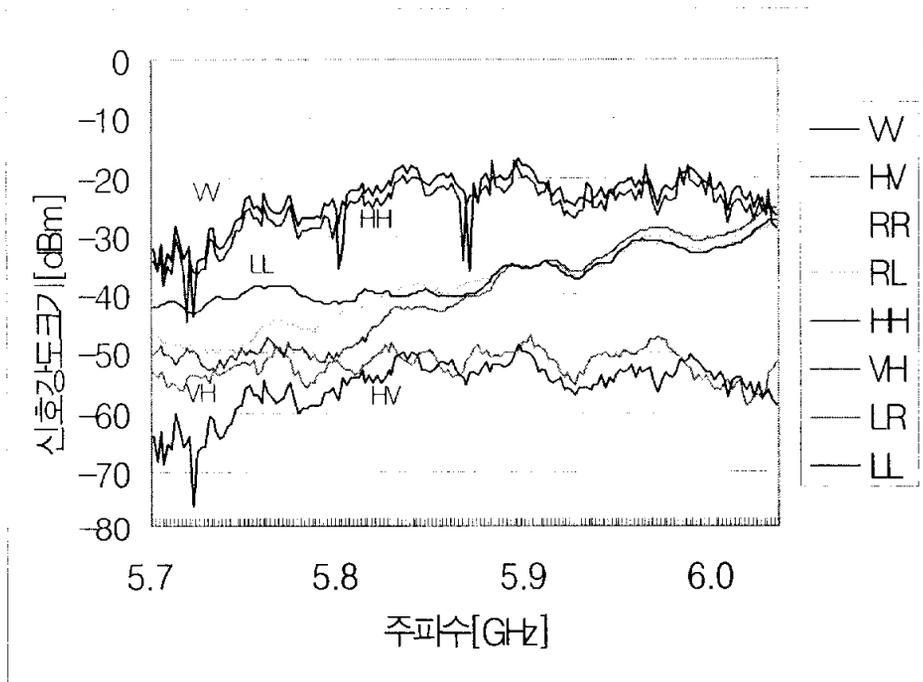


그림 6.4 실내 가시거리(LOS) 전파환경에서 측정결과

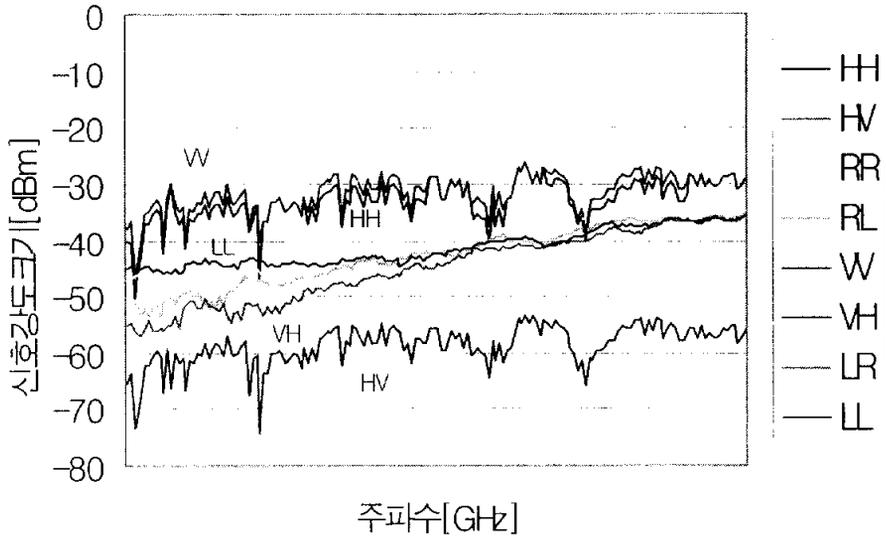


그림 6.5 실내 비가시거리(NLOS) 전파환경에서 측정결과

VII. 결론 및 추후연구사항

본 논문에서는 중심주파수 5.8GHz 대역에서 동작하는 무선 LAN용 마이크로 스트립 배열 안테나를 설계·제작하였다. 실제 제작된 안테나의 공진 주파수가 다소 높게 나타난 것은 정사각형 패치의 양쪽 대각선 모서리를 절단함으로써 패치의 크기가 감소하였기 때문이다. 또한, 신호 발생기의 최고 출력이 0 dBm인 특성과 단일 패치 안테나의 낮은 이득 때문에 전파 측정이 어려운 점을 보완하여 4×2 배열 안테나로 이득을 높게 함으로써 가시거리 또는 비가시거리 전파환경에서도 전파 측정이 가능하고 페이딩을 경감시킬 수 있는 배열안테나를 설계 및 제작하였다. 제작된 안테나는 Network Analyzer(Agilent, 8753ES)로 측정했으며 시뮬레이션 결과와 상당히 일치함을 확인했으며 수직·수평 및 원형편파 안테나의 파라미터 S11 및 임피던스 특성이 양호함을 확인할 수 있었다.

또한 광대역 측정을 통한 편파특성을 확인한 결과를 그림 6.3, 6.4에 나타내었다. 그림 6.3은 가시거리 환경에서, 6.4는 비가시거리 환경에서 각각 측정한 결과이다. 그림에서 보면 알 수 있듯이 정선회 원형편파(RR or LL)로 송수신한 결과가 수직편파(VV), 수평편파(HH)로 송수신한 결과 보다 다중경로 환경에서 페이딩 특성이 보다 우수함을 알 수 있다. 그림에서 수신 신호강도크기를 비교해 보면, 수직편파와 수평편파가 원형편파 보다 큰 것을 볼 수 있는데 이유는 이득이 원형편파에 비해 수직/수평 편파가 5dBi 정도 크기 설계되었기 때문이다.

향후 연구 과제로는 제작된 안테나를 이용하여 5.8GHz 대역의 원형편파 다이버시티 시스템을 구성·제작하여 실내 이동무선전파환경에서 전파 측정을 통해 그 성능을 확인하고, 페이딩 경감 방안도 보이고자 한다.

참고 문헌

- [1] William C. Y. Lee, "*Mobile Communications Design Fundamentals*," John Wiley & Sons, INC, New York, 1996.
- [2] James K. Cavers, "*Mobile Channel Characteristics*," Kluwer Academic Publishers, Canada, 2000.
- [3] F. Ikegami, S. Yoshida, T. Takeuchi, M. Umehira, "Propagation
- [4] Factors Controlling Mean Field Strength on Urban Streets," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. AP-32, no.8, pp. 822-829, August 1984.
- [5]. 정민길, 신현철, 강치운, 이진선, 김우수, 이문수. 1995. 직렬급전형 마이크로스트립 배열 안테나 설계. 한국전자과학회 종합학술 발표회. : 135-141
- [6]. 박철병, 신현철, 김우수, 강치운, 이진선, 이문수. 1996. 기울어진 빔을 얻기 위한 직렬급전형 마이크로스트립 배열안테나 설계. 대한전자공학회 · 한국통신학회 부산 · 경남지부 춘계 합동 학술 논문발표회 논문집. : 43-47
- [7] Hee-Chang Jung, Jin-Dam Mok, Deock-Ho Ha, "Analysis of Wideband Propagation Characteristics for The High Transmission Rate in Indoor Radio Channels," IEEE Proceedings of The VTC'98, pp.298~302, May 1998, Ottawa, Canada
- [8] J. S. Lamminmaki, J. J. A. Lempiainen, "Radio propagation

- characteristics in curved tunnels," IEE Proc. Microw. Antennas Propag., vol. 145, no. 4, August 1998.
- [9] D. S. Polydorou, P.G. Bbalis, C. N. Capsalis, " Statistical Characterization of fading in LOS wireless channels with a finite number of dominant paths application in millimeter frequencies," International Journal of Infrared and Millimeter waves, vol. 20, no. March, 1999.
- [10] 김태현, "디지털 移動無線通信을 위한 多值레벨 直交 振幅 變複調 方式의 性能 改選에 관한 研究," 부경대학교 박사학위논문, Feb. 1999.
- [11] 김병옥, " 逆旋回 圓偏波를 利用한 새로운 XCP OFDM 시스템에 관한 研究," 부경대학교 박사학위논문, August 2002.
- [12] M.R.Chaaban, Y.H. Chung, A.M.D. Turkmani," Diversity reception at the base station of a GSM/DCS1800 system," IEEE Vehicular Technology Conference, vol.1, pp. 709-713, Stockholm, Sweden, Jun 1994.
- [13] A. M. D Turkmani, A.A. Arwojolu, P. A. Jefford, C. J. Kellett, " An Exerimental Evaluation of the Performance of Two-Branch Space and Polarization Diversity Schemes at 1800 MHz," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 44, no.2, May 1995.
- [14] 하덕호, "실내무선 전파환경에서의 페이딩 경감대책과 수신전계강도 예측기법", 한국전자과학회, 한국전자과학회지, Vol 10, pp 51-68,

1999.3

- [15] 김병욱, 이주현, 윤영석, 하덕호, “실내무선 환경에서의 편파 다이버시티 최적구성에 관한 연구,” ‘98 춘계 마이크로파 및 전파 학술대회 논문집, pp.473~476, 1998. 5, 서울대학교.
- [16] 이주현, 윤영석, 하덕호, “실내무선환경에서 최적편파 다이버시티 구성을 위한 XPD보상방법에 관한 연구,” 1998년도 한국전자과학회 종합 학술발표회, pp.83~86, 1998. 9, 경희대학교.
- [17] B. O. Kim, J. H. Lee, D. H. Ha, F. Ikegami, “A Study on the Composition of an Optimum Polarization Diversity in Indoor Radio Environment”, KJJC-AP/EMC/EMT '98 Proceedings, pp.21~25, September 1998, Pusan, Korea
- [18] 하덕호, 전성우, 이재호, “실내 다중경로 전파환경에서의 원형편파 안테나에 의한 다이버시티 효과 측정”, 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, pp.208~211, July 1996
- [19] 이주현, 전성우, 하덕호, “실내전파 환경에서의 원편파와 45도 편파 특성 해석,” ‘97 추계 합동 학술 논문발표회 논문집, pp.227~231, December 1997, 경남대학교.
- [20] 이주현, 하덕호, “실내 전파환경에서의 원형편파와 직선편파의 편파손실 계수 해석”, ‘98추계 합동 학술논문 발표회 논문집, pp.226~230, December 1998, 경상대학교
- [21] 전성우, 이주현, 윤영석, “실내 이동무선 전파환경에서의 공간 다이버

시티 수신에 관한 연구”, ‘97 전자과학회 영남지부 학술발표회 논문집,
pp.19~23, June 1997, 한국전기연구소

[22] Deock-Ho Ha, Sung-Woo Jeon, "A Study of Polarization Diversity Reception in Indoor Wireless Environment", 전파통신 논문지 제3권

[23] Deock-Ho Ha, Sung-Woo Jeon, Jae-Ho Lee, "A Study on Optimum Condition of Polarization Diversity Reception in Indoor Wireless Environments", Proceedings of The 2nd CDMA International Conference (CIC'97), pp.496~500, October 1997, Seoul, Korea

[24] Deock-Ho Ha, Sung-Woo Jeon, Jae-Ho Lee, Fumio Ikegami, "A Study of Polarization Diversity in Indoor Mobile Radio Propagation Environments", Proceedings of The 3rd ASIA-PACIFIC Conference on Communication (APCC'97), pp.563~567, December 1997, Sydney, Australia

감사의 글

이 학위 논문이 있기까지 모든 면에서 자상한 지도와 보살핌을 주신 하덕호 교수님의 은혜에 진심으로 감사 드립니다. 또한 본 논문이 책으로 출판되기까지 아낌없는 충고와 조언을 해 주신 심사위원 김석태 교수님과 김성운 교수님께 감사 드리며, 또한 안테나의 특성을 측정할 수 있도록 도움을 주신 해양대학교 김동일 교수님과 충남대학교 박동철 교수님께 감사 드립니다.

그 동안 연구실 생활을 하면서 많이 느끼고 배웠습니다. 지금까지 이렇게 학위 논문을 무사히 완성할 수 있도록 도움과 충고를 해 주신 김병옥 교수님과 선배님들께 또한 감사의 말씀드리고 아울러 지금까지 동고동락한 연구실 동료인 이주현 선생님, 고연화 선생님, 재성, 태홍이 이하 여러 후배들에게도 진심으로 감사 드립니다.

그리고 2년 동안 힘들게 뒷바라지 해 준 우리 가족 모두에게 감사 드리고, 아쉽고 부족했던 2년의 석사과정을 뒤로 보내며, 저를 지켜봐 주시는 모든 분들께 누가 되지 않는 삶을 살기 위해 최선을 다하겠습니다.

2004년 새해가 며칠 남지 않았습니다. 다가오는 새해 모두 복 많이 받으시고 하시고자 하는 일 다 성취하는 한 해가 되시길 바랍니다. 감사합니다.