

PDA용 4소자 배열 MIMO 안테나

이윤복^o, 김정표, 성원모
(주) 이엠파블유안테나
yblee@emwantenna.com

Four-element Array MIMO Antenna for PDA

Yunbok Lee^o, Jeongpyo Kim, Wonmo Seong
EMW Antenna Co. Ltd

Abstract

In this paper, four-element MIMO(Multi-Input Multi-Output) antenna operating at 5.2GHz and 5.8GHz is proposed. Each antenna element is fabricated by using inverted-L type and the isolation characteristic among antenna elements is adjusted by the distance between radiation element and ground. The designed array antenna has the impedance bandwidth at 5.15~5.35 and 5.725~5.825GHz for VSWR \leq 3 and the isolation characteristic less than -20dB at same frequency.

Key words : MIMO, IEEE 802.11a WLAN, array, isolation

I. 서론

무선 이동통신 시스템의 급격한 발전으로 멀티미디어 서비스와 같은 대용량의 데이터 전송을 가능하게 하였다. 하지만 보다 많은 데이터를 무선으로 전송하기 위해서는 필연적으로 신호의 대역폭을 증가시켜야 하나 채널상의 잡음 및 간섭은 대역폭에 따라 비례하므로 신호의 신뢰성을 감소시키게 된다. 따라서 신호의 대역폭을 증가시키지 않고도 대용량, 신뢰성 높은 데이터 전송을 가능하도록 하는 연구가 요구된다.

MIMO(Multi-Input Multi-Output)안테나 시스템은 송신기와 수신기 사이에 다수의 안테나로 서로 다른 데이터를 전송함으로써 시스템의 대역폭을 증가시키지 않고 안테나 수만큼 데이터 전송률을 높

일 수 있는 기법이다. 이는 다수의 안테나를 사용하는 점은 같지만, 같은 데이터를 전송하는 다이버시티와는 구별되는 기법으로 각 안테나에서 서로 다른 신호를 송수신 하므로 전송률을 그만큼 높일 수 있다[1]. 따라서 MIMO시스템에서는 각 안테나에서 송수신하는 신호간의 상관성이 성능을 가능하는 가장 중요한 지표가 된다.

서로 다른 데이터를 수신하면서도 간섭을 받지 않기 위해서는 안테나간의 간격이 반파장 이상 이격되어 있어야 한다. 하지만 단말기의 경우 공간이 협소하여 인접한 안테나간의 간섭이 발생하게 되고, 이러한 간섭효과로 인하여 각 안테나에서 수신된 데이터간의 신호상관도가 높아지게 되므로 데이터 전송률이 저하되게 된다.

단말기와 같은 제한된 공간 내에서 안테나간의 격리도를 높이기 위한 방법에는 주로 편파 다이버

시티 기법이 주로 사용된다. 이때 접지면으로 유기 되는 케환전류에 의한 간섭을 줄이기 위해 평형 급전 구조를 갖는 다이폴 안테나를 이용하거나[2] 안테나 사이의 접지면에 1/4파장 길이의 슬릿을 부설함으로써 실효적으로 안테나간의 거리가 멀어보이도록 하는 기법이 있다.[3-4]

평형급전 구조는 그 구조의 복잡성으로 인하여 전체적인 안테나의 부피가 커지게 되는 단점이 있다. 소형이므로 내장형 안테나에 널리 쓰이는 역 F 구조는 한쪽이 단락되어 있으므로 접지면으로의 케환전류가 강하다. 이러한 전류에 의하여 방사되는 의해 인접한 안테나에 영향을 미치므로 신호상관도는 저하되게 된다. 따라서 근접한 안테나소자들 간의 실효거리를 늘리기 위하여 접지면에 1/4파장의 슬릿을 부설하여 격리도를 확보하도록 하는 기법이 있으나 접지면의 슬릿의 부설로 인하여 다른 소자들이 위치할 공간이 부족해지는 단점이 있다.

이에 본 논문에서는 접지면으로의 케환전류에 의한 영향이 비교적 적은 역 L형 구조의 안테나를 이용하였다. 또한 사용자의 손에 의한 영향을 피하고 격리도를 확보하기 위하여 기판의 상단에 대칭으로 배열된 안테나 구조를 제안하였다. 제안된 안테나는 5.15~5.35GHz의 IEEE 802.11a WLAN과 5.725~5.825 GHz의 ISM 대역을 만족하였으며, -20dB 이하의 격리 특성을 나타내었다.

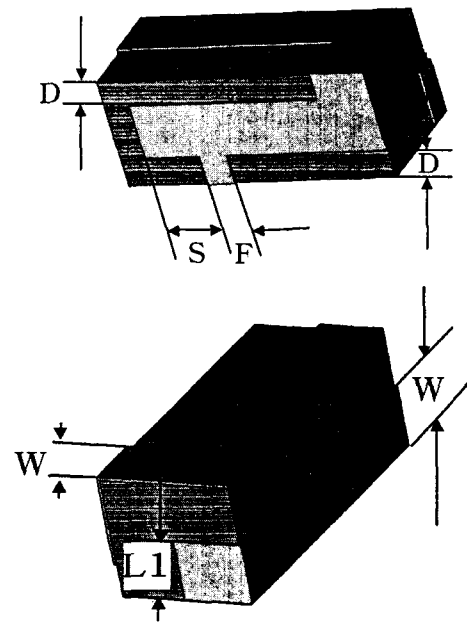


그림 1. 단일 안테나 소자의 구조

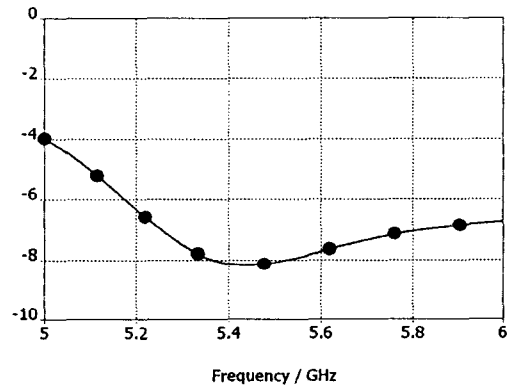


그림 2. 단일 안테나의 반사손실

II. MIMO 안테나의 설계 및 모의실험

위의 내용을 바탕으로 비유전율 3.8의 유전체 재료를 이용하여 설계한 안테나의 규격을 표 1에 나타내었다.

표 1. MIMO 안테나의 설계 규격

주파수	5.15~5.35GHz, 5.725~5.825GHz
VSWR	3:1 이하
isolation	-20dB 이하
접지면 크기	66×126×1mm ²
안테나 크기	10×4×4mm ³

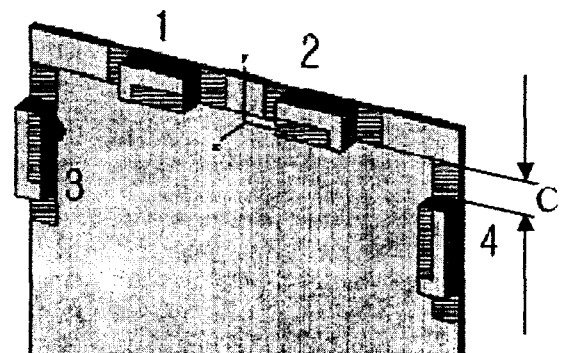
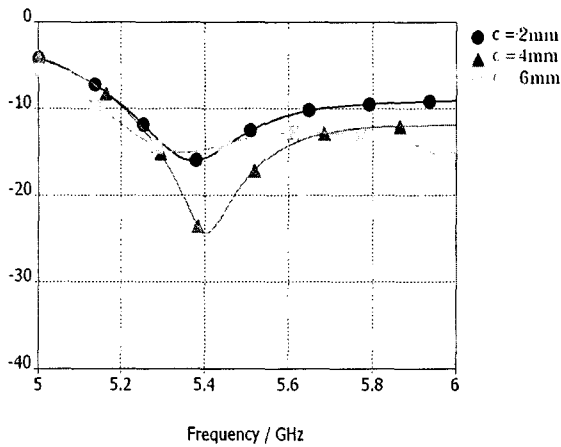
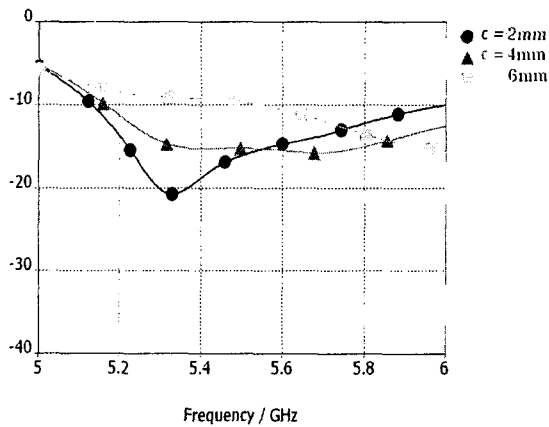


그림 3. 배열된 안테나의 구조



(a) 안테나1, 안테나2



(b)안테나 3, 안테나 4

그림 4. 접지면과 안테나 사이의 거리 C에 의한 반사손실의 변화

단일 안테나 소자의 구조를 그림 1에 나타내었다. 제작을 용이하게 하기 위하여 선폭 W는 2mm로 고정하였으며 급전부에서 꺾이는 부분으로 최대 에너지가 전달되도록 스테브의 길이 S를 조정하여 최적화 하였다. 안테나와 접지면이 단락되지 않도록 D를 1mm로 설정하여 주었으며 급전부의 선폭 F는 1mm로 설정하였다.

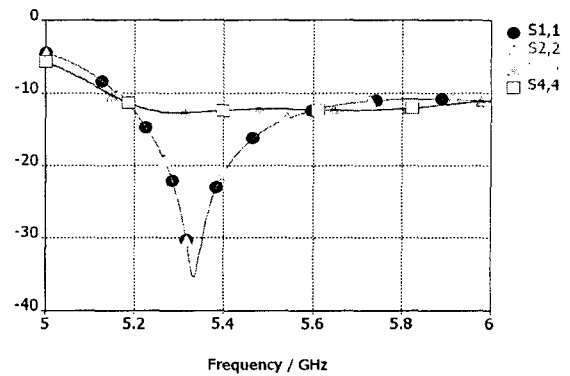
그림 2에 단일 안테나의 반사손실을 나타내었으며 5.15GHz부터 $VSWR \leq 3$ 을 만족함을 알 수 있다.

그림 3에 배열된 안테나 구조를 나타내었다. 방사소자와 접지면 사이의 거리 C에 의한 반사손실의 변화를 그림 4에 나타내었다. 방사소자는 인덕턴스 성분이 큰 구조이므로 안테나와 접지면 사이의 거

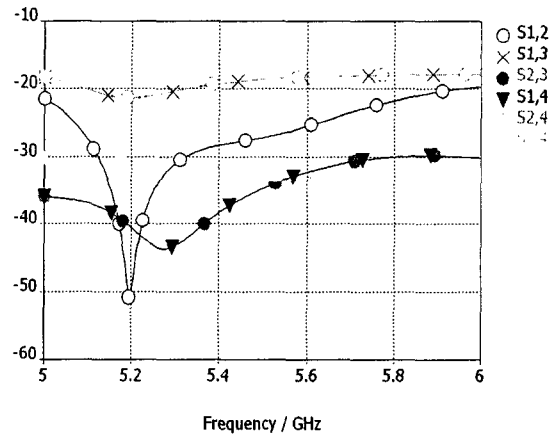
리에 의한 용량 성분은 공진주파수 및 반사손실에 영향을 미치게 된다. 따라서 거리 C를 4mm로 조정함으로써 최적화 하였다.

안테나의 배치는 4개의 안테나 소자가 모두 동일한 구조를 가지므로 단일 소자에서의 방사패턴의 형상이 유사하며 같은 편파 특성을 갖는다.

따라서 전체적으로 중심축에 대해 대칭이 되며 대칭되는 각 소자는 직각으로 교차하는 방향으로 배열함으로써 격리도를 확보하였다.



(a) 반사손실



(b) 격리도

그림 5. 설계된 안테나의 특성

그림 5에 설계된 안테나의 특성을 나타내었다. 그림 5(a)의 반사손실은 5.15~5.35GHz 와 5.725~5.825GHz 대역에서 $VSWR \leq 3$ 을 만족하고 있음을 알 수 있다. 대칭으로 배열된 구조로 인하여 안테나 1과 2, 3과 4의 특성이 동일함을 확인할 수 있다.

그림 5(b)의 격리도 특성은 전반적으로 설계규격인 -20dB이하를 만족하고 있으나 안테나 1과 2 사이에서 규격을 벗어나는 구간이 발생한다. 이는 다른 소자들에 비해 거리가 가장 가깝게 위치하고 있으며 안테나 사이에 놓여진 접지면의 면적이 작다. 따라서 인접한 안테나간의 상호 결합효과가 다른 안테나에 비해 크므로 격리도가 다소 감소하는 것을 알 수 있다.

III. MIMO 안테나의 제작 및 측정

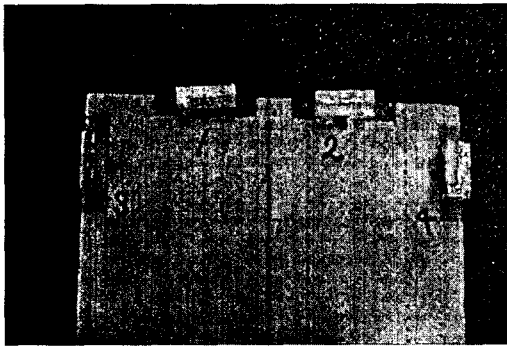
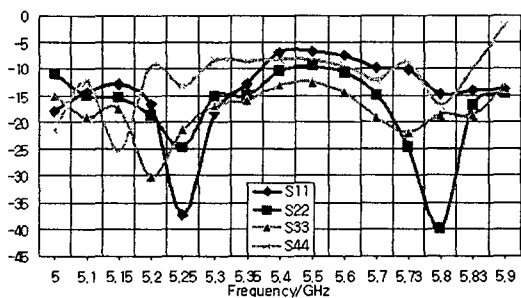
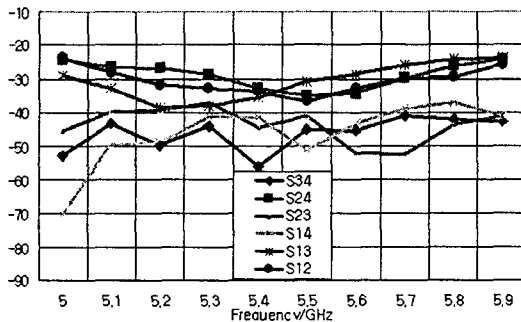


그림 6. 제작된 4소자 배열 MIMO 안테나



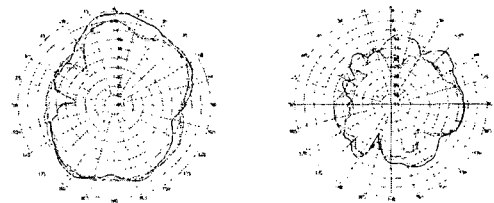
(a) 반사손실



(b) 격리도

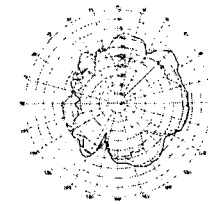
그림 7. 측정된 안테나의 특성

제작된 안테나의 모습을 그림 6에 나타내었으며 반사손실과 격리도 특성을 그림 7에 나타내었다. 그림 7(a)의 반사손실은 1번과 3번, 2번과 4번 안테나의 특성이 모두 동일해야 한다. 그러나 제작시의 오차로 인하여 모의실험의 결과에 비하여 다소 특성이 변화 하였으나 공진극점의 위치가 유사함을 알 수 있다. 그림 7(b)의 격리도 특성은 안테나 이격거리가 먼 안테나일수록 격리도 특성이 우수해지는 모의실험과 유사한 경향이 나타났다.



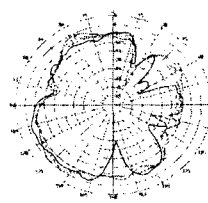
(a) 안테나 1 H-H

(b) 안테나 1 H-V



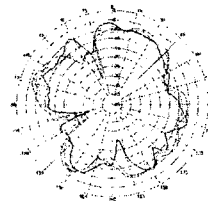
(c) 안테나 2 H-H

(d) 안테나 2 H-V



(e) 안테나 3 H-H

(f) 안테나 3 H-V



(g) 안테나 4 H-H

(h) 안테나 4 H-V

그림 8. 측정된 방사패턴

전파 암실에서 측정된 방사패턴을 그림 8에 나타내었다. 다중으로 꺾인 구조로 인하여 기본적인 모노폴 형태에서 관찰 가능한 null은 발생하지 않지

만 접지면의 끝부분에 안테나가 위치하게 되므로 접지면 방향으로 방사패턴이 다소 기울어지는 패턴 다이버시티 효과가 발생함을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 PDA용 4소자 배열 MIMO안테나를 소개하였다. 안테나의 설계에는 접지면으로의 변환전류에 의한 영향을 감소시키기 위하여 단락핀이 없는 역L 구조를 이용하였다. 배열구조는 손에 의한 영향 및 격리도를 고려하여 중심에 대해 대칭으로 기판의 위쪽에 배열하였다.

각 안테나의 VSWR과 안테나 사이의 격리도 접지면의 슬릿이 없이도 만족함이 확인되었다. 그러나 채널특성을 최대화하기 위한 개별 안테나의 수평면 내 무지향성 특성이 부족하며 전체 안테나 동작시의 방사패턴 역시 무지향성으로 확인이 되어야 하나 이에 관한 실험이 이루어지지 못하였다.

추후 접지면의 영향을 거의 받지 않으면서도 급전 구조가 간단한 새로운 안테나 구조와 전체 안테나가 동작할 경우의 방사패턴 측정과 같은 측정 기법에 대한 연구가 병행하여 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 황근철, 박창순, 이광복, "Diversity와 MIMO기술", *텔레콤* 제 18권 제2호 pp. 3-15, 2002. 12
- [2] C. C. Chiau, "A Compact Four element Diversity Antenna in MIMO", *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 44, No. 5, pp.408~412, Mar. 2005
- [3] M. Karaboikis, "Compact Dual-Printed Inverted-F Antenna Diversity Systems for Portable Wireless Devices", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol.3, pp.9~14, 2004
- [4] 민경식, 김동진, 박세현, "PDA단말기용 소형 MIMO Array 안테나 설계", *2005년도 추계 마이크로파 및 전파학술 발표대회 논문집*, Vol.28, No.3, pp221-224, 2005. 9

M E M O

Session E

안테나 공학 II

형남공학관 102호