

4세대 이동통신용 이중접지 내장형 광대역 안테나의 설계와 제작에 관한 연구

A Study on the Design and Fabrication of a Dual-Ground and Broad-band Internal Antenna for 4th-Generation Mobile Communications

박정률*, 최병하*, 공진우*, 윤현수*, 김규철*

Jung-Ryul Park*, Byoung-Ha Choi*, Jin-Woo Kong*, Hyun-Su Yun* and Gue-Chol Kim*

요 약

본 논문에서는 4세대 이동통신용 이중접지 내장형 고이득, 광대역 안테나를 설계 및 제작하였다. 최적으로 설계된 안테나는 공기층에 의해 분리되어진 방사패치와 접지면의 유동에 의한 안테나의 파손을 막기 위해서 foam($\epsilon_r \approx 1.03$)으로 고정하였으며, 방사패치는 0.05 [mm] 두께의 도체를 사용하였고, Ground는 FR4 기판을 사용하였다. 최적 설계된 안테나는 그 제작 방법이 간단하여 인쇄회로 기판은 사진 식각법으로 동 테이프는 수작업으로 제작하였다. 제작된 안테나의 입력 반사손실 -10 [dB]이하 ($VSWR \leq 2$)를 기준으로 3499 ~ 4743 [MHz] 까지 1244[MHz]라는 광대역 특성을 나타내었다. 3400, 3600, 3800, 4000, 4200[MHz]에 대하여 방사패턴을 측정된 결과 무지향성의 특성을 얻을 수 있었으며, E-plane에서 4.7 ~ 6.1 [dBi], H-plane에서 2.1 ~ 4.3 [dBi]라는 높은 이득 결과를 얻을 수 있었다.

Abstract

In this paper, the dual-ground, high-gain and broad-band internal antenna has been designed and fabricated for 4th-generation mobile communication applications. The optimized antenna was fabricated using photolithography method. The antenna consist of the patches, antenna and system ground, and a probe. The patch and ground plane were separated by air. In order to prevent the damage due to radiator swaying, the foams($\epsilon_r \approx 1.03$) were used to fix the patches and ground. The conductor for the radiators was 0.05 [mm] thick. The measured input return loss showed less than -10 [dB] at the broadband from 3499 to 4743 [MHz]. It's measured bandwidth was 1244 [MHz]. The radiation patterns measured at 3400, 3600, 3800, 4000 and 4200 [MHz] showed Omni-directional characteristics. The gain in the E-plane and H-plane was 4.7 ~ 6.1 and 2.1 ~ 4.3 [dBi], respectively.

Key words : Dual-ground, high-gain, broad-band, IMT

* 목포해양대학교 해양전자통신공학부(Div. of Marine Electro. & Comm. Eng., Mokpo National Maritime University)

· 제1저자 (First Author) : 박정률

· 접수일자 : 2008년 2월 29일

I. 서 론

지난 몇 년 동안 통신망 진화에 있어 가장 주목 할 만한 점은 음성 위주의 서비스에서 데이터 서비스로의 변화 및 고정된 네트워크에서 이동성이 보장되는 이동통신 시스템으로의 변화이다. 현재 이동전화 서비스의 대부분을 차지하는 음성서비스는 앞으로도 서비스의 주요 요소가 될 것이나, 수요자의 요구 충족을 위하여 더 질 높은 서비스를 제공하여야 한다. 이러한 서비스를 제공할 수 있는 4세대 이동통신은 1세대 아날로그에서 2세대 디지털, 3세대 동영상 이동통신, 3.5세대 고속이동통신에 이은 대용량 초고속 이동통신이다. 4세대 이동통신 서비스는 초당 100만 비트 전송속도의 서비스가 끊기지 않는 기지국간 통화 연동 '핸드오버' 기술을 적용하여 고속 이동 중에 100 [Mbps], 정지 및 저속 이동 중에 1 [Gbps]까지 대용량 초고속 데이터 통신이 가능하다. 세계전파통신회의(WRC-07)에서 4세대 이동통신용 주파수 분배를 논하는 연구의제(Agenda 1.4)를 다루고, 4세대 이동통신용 주파수 분배를 확정하기로 하였다. 450 ~ 470, 790 ~ 806/698 ~ 806, 2300 ~ 2400, 3400 ~ 3600[MHz]의 4개 대역이 후보대역으로 논의되었고 공유가능성 및 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 이 주파수 대역에 적용 가능한 시스템의 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 대응하여 이 주파수대역을 수용할 수 있는 안테나의 개발에 있어 휴대 단말기의 편리성과 소비자들의 디자인적인 욕구를 만족시키기 위한 내장형 안테나 개발이 진행되고 있는데, 이런 내장형 안테나의 개발을 통하여 외장형 안테나의 불편함을 해소하고 단말기의 디자인 개선효과를 극대화 할 수 있다.

이동통신 단말기용 내장형 안테나의 고이득 및 광대역에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그 중에서도 비교적 구조가 간단하고 제작이 용이하며 적용분야가 다양한 모노폴 타입에 슬롯을 삽입한 형태와 PIFA(Planar Inverted F Antenna)형태의 안테나가 많이 적용되고 있으나 대역폭이 좁다는 단점을 가지고 있다.

또한, 단말기의 소형화 추세로 인해 여러 접지 조건에 맞는 안테나와 PCB-Type의 Metal, Film PCB, 3차원적 형태의 다양한 내장형 안테나가 개발되고 있

으며, 점차 다양한 서비스를 제공하기 위해 멀티밴드(multi-band)화된 광대역 안테나로 발전하고 있다. 그러나 RF시스템과 내장형 안테나 간의 상호 간섭효과는 내장형 안테나의 이득을 감소시켜 수신효율을 나쁘게 할 뿐만 아니라, RF 부품에도 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 RF front-ends를 구성하는 시스템 전반에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 안테나 접지와 시스템 접지를 같이 구성하는 이중접지 구조를 제안하였다[1]-[4].

본 논문에서는 4세대 이동통신 대역인 3400 ~ 3600[MHz]을 포함하고 고이득 광대역 임피던스 대역폭을 만족시키기 위해서 휴대 단말기에 적용되는 모노폴 형태의 이중접지 구조와 사다리꼴 급전구조를 사용하여 내장형 안테나를 설계 및 제작하였다. 또한 안테나의 소형화를 위해서 방사소자에 간단한 구조의 슬롯을 삽입함으로써, 전류의 전기적인 길이를 증가시켜 안테나의 크기를 줄일 수 있었다.

II. 단말기 안테나 특성

이동통신 기술의 발달로 단말기의 크기는 점점 작아지고 기능의 다양성은 더욱 요구되고 있다. 특히, 단말기에서 크기를 제한하는 가장 큰 부분이 바로 안테나 부분이며 이는 또 외관상 부담이 되기 때문에 이를 줄이는 것이 과제로 대두되고 있다. 또한 단말기 휴대의 편리성과 외관상 부담이 되는 기존의 고정형 안테나를 단말기의 내부로 내장하는 내장 안테나 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 안테나를 소형화하면서 멀티밴드화 및 광대역화 하는 연구는 오래전부터 진행되어 왔으며, 그 결과 광대역화하면서 경량, 박형, 소형의 특성을 갖는 안테나가 개발되고 있다[5].

2-1 안테나 광대역화 기법

마이크로스트립 안테나는 원래 그 대역폭이 매우 협소하다는 큰 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 현재까지도 많은 연구가 진행되고 있으며, 단일 소자의 대역폭을 넓히고, 다중 주파수 동작을 실현하기 위해 새로운 설계 방법과 형태의 변형

에 대한 연구 또한 진행되고 있다. 마이크로스트립 안테나의 대역폭을 증가시키는 방법은 대략 3가지가 있다. 첫 번째는 단순히 기판의 두께를 증가시키는 것이다. 그러나 이러한 방법은 여러 가지 문제를 일으킨다. 두꺼운 기판은 표면파를 발생시켜 방사패턴의 질을 떨어뜨리고 방사효율을 떨어뜨리게 하며, 주위에 다른 초고주파 회로들이 구성되어 있을 경우 표면파의 영향으로 회로 자체의 특성도 왜곡되게 된다. 대역폭을 증가시키는 두 번째 방법은 비유전율을 낮추는 방법이 있다. 그러나 이 방법은 낮은 비유전율의 기판을 사용하면 크기가 증가하므로 크기에 의해 제한을 받는다. 세 번째 방법은 광대역 정합 회로망을 이용하는 방법이다. 이 방법은 정합회로를 복잡하게 만들어야 하는 문제점이 발생하게 되어 실제로 구현이 용이하지 않다[6]-[8].

2-2 안테나 소형화 기법

안테나를 소형화하면서 일반적으로 대역폭이 좁아지고 복사효율이 저하되며, 안테나의 이득이 작아진다. 또한 방사패턴의 왜곡도 일어나게 된다. 따라서 안테나의 성능을 어느 정도 유지하면서 소형화하고자 하는 노력은 지속적으로 연구되어왔다. 1948년 Chu 박사는 일반적인 형태의 소형 안테나를 둘러싸고 있는 최소반경의 작은 구면으로 구성된 가우시안 구면을 설정하고 그러한 가우시안 구면 외부의 field를 가우시안 구면에서의 multipolar field expansion 사용하여 설명하였다. 안테나의 구조가 파장에 비하여 작아질수록 Q값이 급격히 증대되기 때문에 소형 안테나 주위에 축적된 리액티브 에너지가 복사에 의하여 소모되는 에너지에 비하여 매우 크게 되어 복사체로서의 실용성을 기대할 수 없다는 한계성을 제시하였다. Wheeler와 Chu의 연구결과는 소형 안테나에서 얻을 수 있는 특성의 한계에 대한 조건들의 설명을 개념적으로 접근하였다. 안테나의 크기가 사용 파장에 비하여 작아지면 안테나의 Q값이 커지게 되므로 대역폭은 급격히 좁아진다.

안테나에 있어서의 소형화 기술이라는 것은 평가 파라메타의 적절한 타협 기술이라고도 말할 수 있다. 특히 이동통신 기기에 적용되는 소형안테나의 경우 방사효율을 높이기 어렵지만 안테나 및 정합회로

의 손실 보상만큼 효율을 높이기 위한 여지가 남겨져 있다고 할 수 있다.

소형 안테나에서 소형의 의미를 정확히 알기 위하여 소형 안테나를 분류하게 되는데 K. Fujimoto는 소형 안테나를 그의 저서 "Small Antenna"에서 다음과 같이 4가지로 분류하고 있다[9].

- ① 전기적 소형(electrically small)
- ② 물리적 제한을 받는 소형(physically constrained small)
- ③ 기능적 소형(functionally small)
- ④ 물리적 소형(physically small)

III. 이중접지 내장형 안테나

3-1 이중접지 내장형 안테나 설계

마이크로스트립 패치를 이용하여 3400 ~ 4200 [MHz]에서 사용할 수 있는 고이득 및 광대역 내장형 평판 안테나를 설계 및 제작하였다. 본 논문에서 제안한 안테나의 설계 목표인 설계 사양을 표 3.1에 나타내었다. 주파수 소요 대역이 넓은 대역폭을 만족시키기 위하여 사다리꼴형 급전구조와 이중접지 구조를 사용하였으며, 방사소자에 슬롯을 삽입하여 소형화를 하였다. 이때, 이중접지 구조를 사용함으로써 시스템과 결합을 용이하게 할 수 있다는 장점이 있다. 먼저 일반형 급전구조와 사다리꼴형 급전구조를 비교하였으며, 단일접지 구조와 이중접지 구조를 비교하였다. 비교 데이터를 기초하여 가장 이상적인 사다리꼴형 급전구조와 이중접지 구조를 적용시킨 후에 슬롯의 삽입으로 전류의 이동경로를 길어지게 하여 더욱 광대역화와 소형화를 할 수 있었다. 마지막으로 슬롯의 각 파라메타들의 변화에 따른 입력 반사손실을 비교, 분석하여 최종적으로 가장 이상적인 안테나를 설계할 수 있었다.

표 1 안테나의 사양

Table. 1 Specification of antenna.

	Antenna
Frequency Range	3400 ~ 4200[MHz]
V · S · W · R	≤ 2
Bandwidth	≥ 800 [MHz]
Input - Impedance	50 [Ω]
Radiation Pattern	Omni-Directional
Average Gain	≥ 3 [dBi]

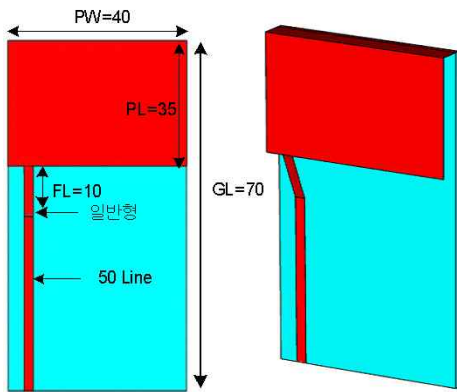


그림 1. 일반 급전 구조

Fig. 1. Antenna with a general feeding structure.

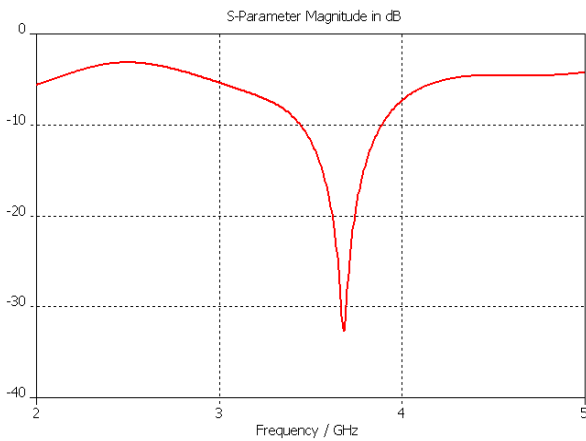


그림 2. 안테나의 입력 반사손실

Fig. 2. Input return loss of an antenna.

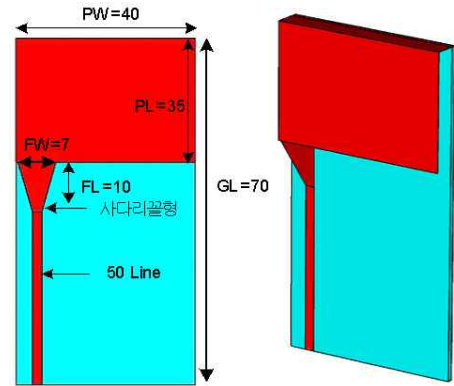


그림 3. 사다리꼴 급전 구조

Fig. 3. Antenna with a trapezoid feeding structure.

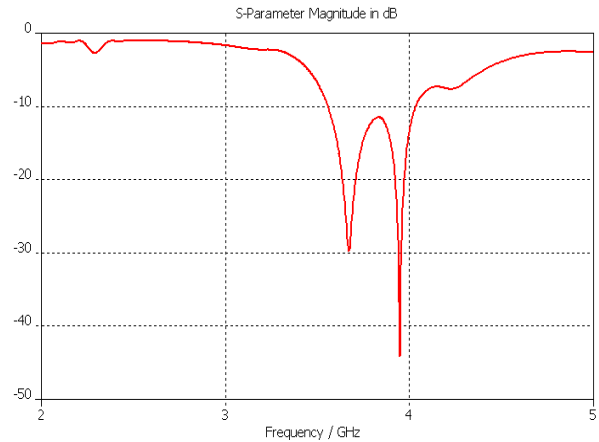


그림 4 안테나의 입력 반사손실

Fig. 4 Input return loss of an antenna

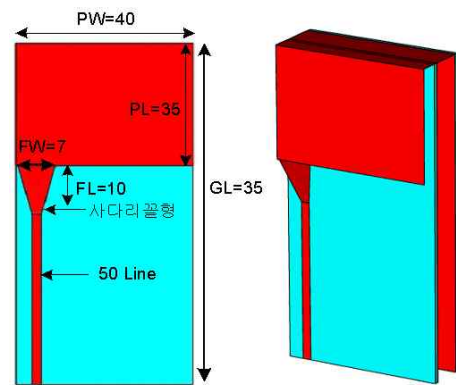


그림 5 이중접지 안테나

Fig. 5 Dual ground antenna.

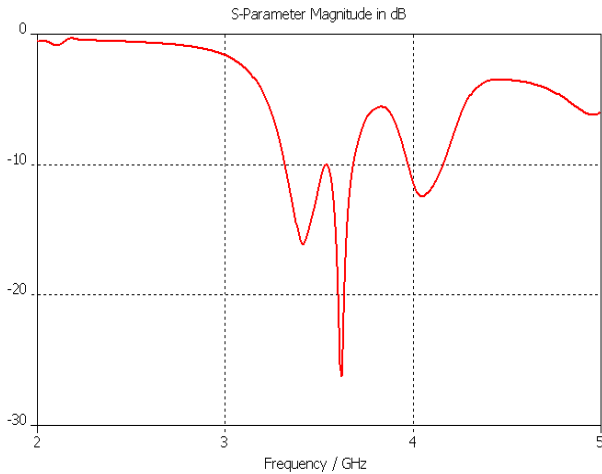


그림 6 안테나의 입력 반사손실
Fig. 6 Input return loss of an antenna

시뮬레이션에 의해서 사다리꼴형 급전구조가 일반형 급전구조보다 대역폭 특성이 좋으며 단일접지 구조보다 이중접지 구조가 대역폭 특성이 좋다는 것을 확인 하였다. 하지만 사다리꼴형 급전구조를 적용한 후에 이중접지 구조로 하였을 경우 원래의 공진 주파수 대역이 약 250 [MHz]정도 하향하였으며 일부대역에서는 $VSWR \leq 2$ 를 만족하지 못하는 대역을 포함하고 있었다. 이를 해결하여 4세대 이동통신용으로 사용할 수 있는 안테나를 설계하기 위해서 방사체에 슬롯을 삽입하였다. 슬롯을 삽입한 결과 전류의 이동 경로를 길게하여 길이 연장효과를 가져와 방사체의 크기를 줄일 수 있게 되었으며 대역을 만족할 수 있었다. 하지만 방사체에 많은 슬롯이 삽입되는 경우 이득이 감소하여 안테나의 방사효율이 저하되게 되므로 슬롯의 위치 및 개수를 적절히 선택하여 삽입하여야 한다.

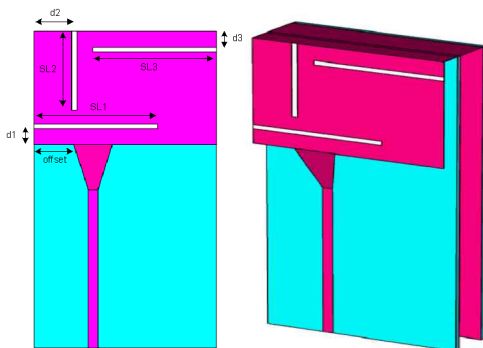


그림 7 제안된 안테나
Fig. 7 Proposed antenna.

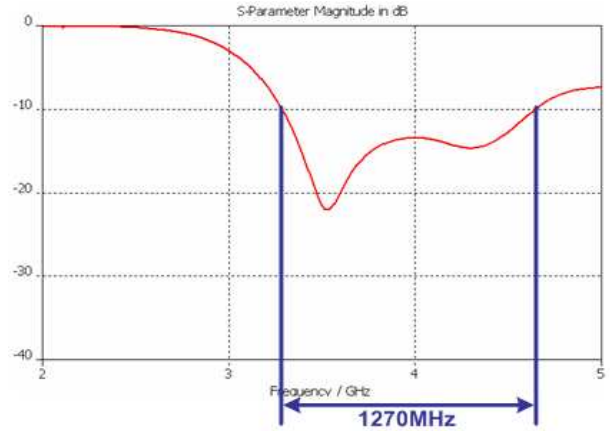


그림 8 제안된 안테나의 입력 반사손실
Fig. 8 Input return loss of the proposed antenna.

표 2 안테나의 최적 설계변수

Table. 2 Optimization parameter of an antenna.
(단위 : [mm])

설계변수	PW	PL	GL	FW	FL
Length	40	25	73	7	10
설계변수	SL1	SL2	SL3	h1	H2
Length	23	17	23	4	7
설계변수	d1	d2	d3	offset	
Length	5	9	4	12	

각 설계변수가 공진주파수의 변화에 미치는 영향을 분석하기 위하여 설계변수의 변화에 따른 입력 반사손실의 변화를 실험하였고 그 결과를 그림 4.9에 나타내었다.

그 결과 공진주파수에 가장 큰 영향을 미치는 설계변수는 방사체의 길이(PL)임을 알 수 있었으며, 방사체의 폭(PW)은 공진주파수에 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있었다. 세 개의 슬롯으로부터 방사체의 끝단까지의 거리(d1, d2, d3) 변화에 따른 입력 반사손실을 살펴보면, d1은 이중공진 중에서 높은 쪽 공진주파수를 결정하는 중요한 변수이고, d2는 공진주파수에 큰 영향을 주지 않으며, d3는 이중공진 중에서 낮은 쪽 공진주파수를 결정하는 중요한 변수임을 알 수 있었다. 세 개의 슬롯의 길이(SL1, SL2, SL3) 변화에 따른 입력 반사손실을 살펴보면, SL1의 길이가 증가할수록 공진주파수가 높아지는 것을 확인 할 수 있었고, SL2

의 길이가 증가하면 대역폭이 차츰 넓어지다가 일정 길이(SL2 = 17 [mm]) 이상이 되면 공진특성이 불명확해 지는 것을 확인 할 수 있었으며, SL3의 길이가 증가할수록 이중공진 중에서 높은 쪽 공진주파수의 특성을 좋게 할 수 있음을 확인 할 수 있었다. 이를 통하여 앞서 설명한 각 슬롯의 끝단에 표면전류분포가 증가하여 슬롯의 길이가 공진주파수를 결정하는데 큰 영향을 준다는 것을 확인하였다.

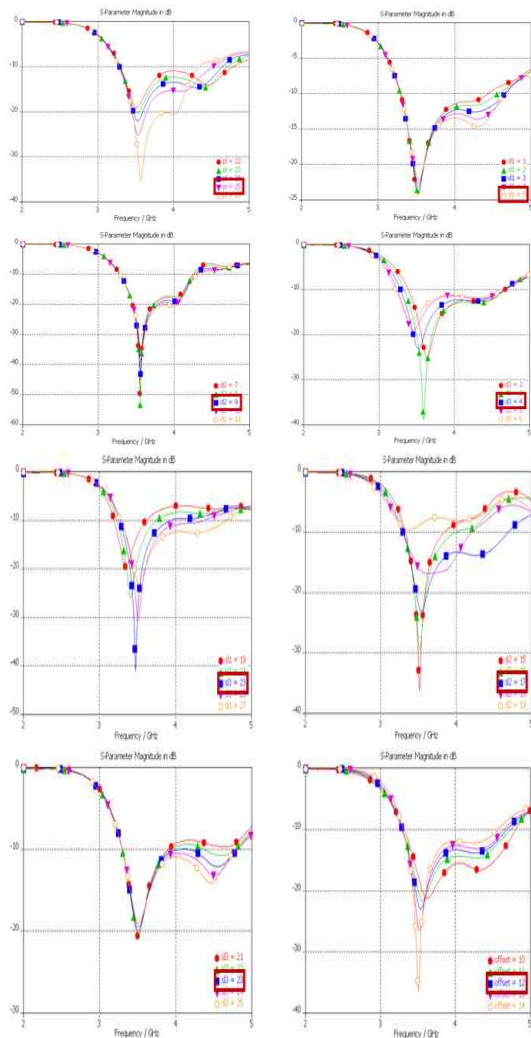


그림 9 설계변수에 따른 입력 반사손실 변화
Fig. 9 Variation of input return losses as a function of design parameters.

3-2 이중접지 내장형 안테나 제작

시뮬레이션에 의해 최적으로 설계되어진 이중접지 내장형 안테나는 제작이 간편하여 직접 수작업으로 제작하였으며, 방사체와 접지면의 유동에 의한 안테

나 파손을 막기 위해서 유전율이 매우 낮은 foam($\epsilon_r = 1.03$)으로 고정하여 제작하였다. 제작된 안테나를 그림 10에 나타내었다.

제작된 안테나는 Hewlett-Packard사의 8753ES VNA (Vector Network Analyzer)를 사용하여 입력 반사손실과 입력 임피던스를 측정하였으며, 안테나의 방사패턴을 측정하기 위해 far-field 측정이 가능한 anechoic chamber에서 측정하였다.



그림 10 제작된 안테나와 측정 장비의 사진
Fig. 10 Photographs of the fabricated antenna and test equipments.

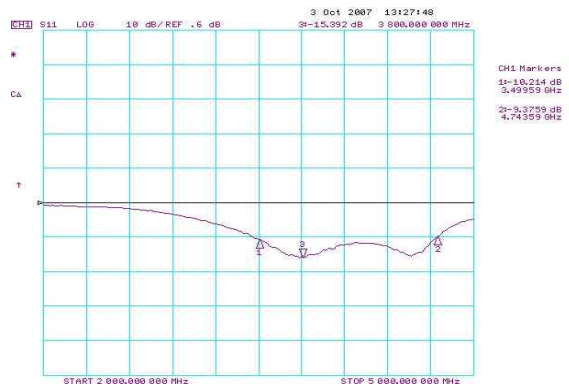


그림 11 제작된 안테나의 입력 반사손실
Fig. 11 Input return loss of the fabricated antenna.

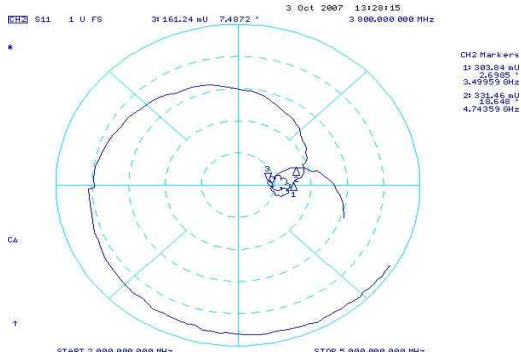


그림 12 제작된 안테나의 입력 임피던스
Fig. 12 Input impedance of fabricated antenna.

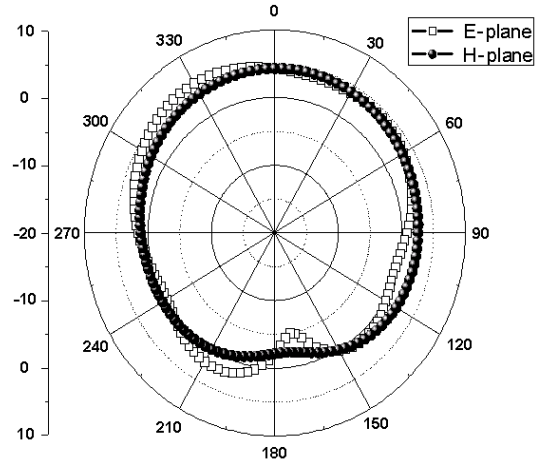


그림 15 3800[MHz] E-plane 과 H-plane의 방사패턴
Fig. 15 Radiation patterns of E-plane and H-plane at 3800[MHz].

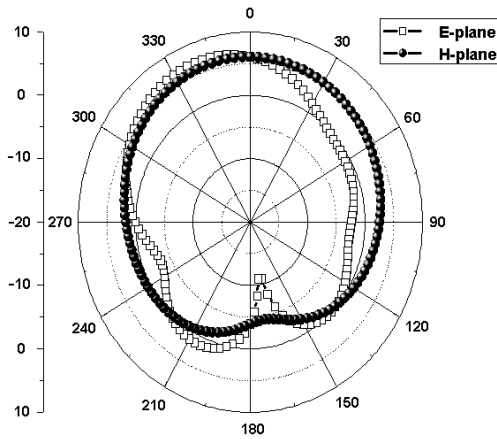


그림 13 3400[MHz] E-plane 과 H-plane의 방사패턴
Fig. 13 Radiation patterns of E-plane and H-plane at 3400[MHz].

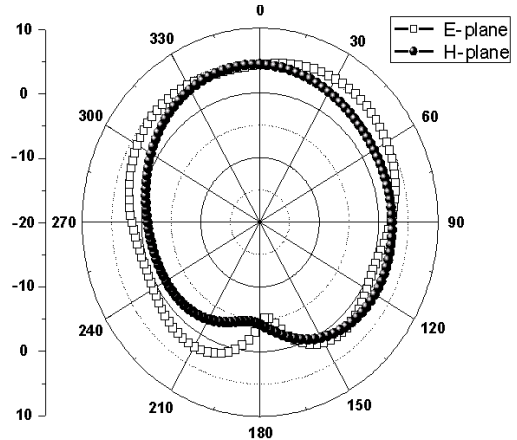


그림 16 4000[MHz] E-plane 과 H-plane의 방사패턴
Fig. 16 Radiation patterns of E-plane and H-plane at 4000[MHz].

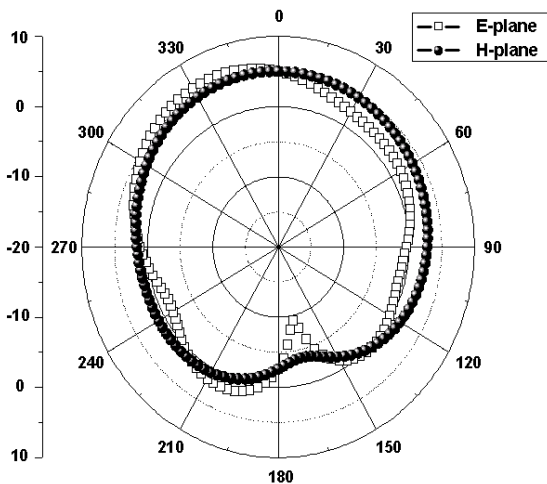


그림 14 3600[MHz] E-plane 과 H-plane의 방사패턴
Fig. 14 Radiation patterns of E-plane and H-plane at 3600[MHz].

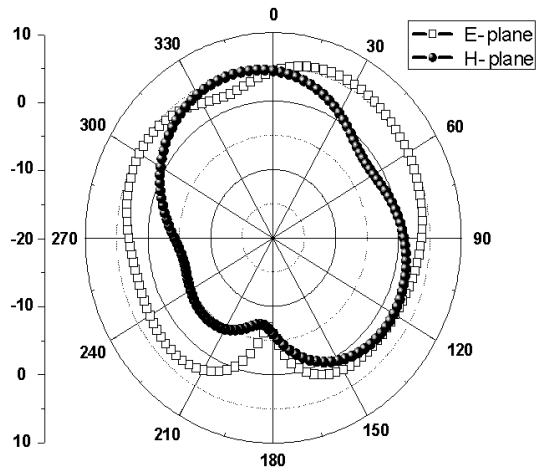


그림 17 4200[MHz] E-plane 과 H-plane의 방사패턴
Fig. 17 Radiation patterns of E-plane and H-plane at 4200[MHz].

표 3 측정된 안테나의 이득

Table. 3 Measured gain of the fabricated antenna.

	Frequency [MHz]	Simulation Gain [dBi]	Measurement Gain [dBi]
Radiation Pattern of E-plane	3400	5.9	6.1
	3600	4.9	5.2
	3800	3.9	4.7
	4000	4.1	5.0
	4200	4.6	5.0
Radiation Pattern of H-plane	3400	4.7	4.3
	3600	3.3	2.7
	3800	2.4	3.0
	4000	2.5	2.9
	4200	3.0	2.1

V. 결 론

본 논문에서는 4세대 이동통신용 이중접지 내장형 고이득, 광대역 안테나를 설계 및 제작하였다.

주파수 소요 대역이 넓은 대역폭을 만족시키기 위하여 Trapezoid형 급전구조와 이중접지 구조를 사용하였으며, 방사소자에 슬롯을 삽입하였다. 이때, 이중접지 구조를 사용함으로써 이득이 향상하여 RF front-ends를 구성하는 시스템 전반에 미치는 영향을 최소화하고 수신효율을 증가시킬 수 있었으며, 시스템과의 결합을 용이하게 할 수 있었다.

안테나의 설계는 상용 시뮬레이터인 CST사의 Microwave Studio를 사용하였다. 설계된 내장형 평판 안테나의 동작 특성을 살펴보면, 입력 반사손실 -10 [dB] (VSWR 2:1)를 기준으로 3340 ~ 4610 [MHz] (BW = 1270 [MHz] (33.4%))라는 광대역 특성을 나타내었다. 방사패턴 특성을 확인한 결과 E-plane과 H-plane 모두 전 주파수대역 내에서 거의 무지향성의 특성을 나타내었으며, E-plane에서 3.9 ~ 5.9 [dBi], H-plane에서 2.4 ~ 4.7 [dBi]라는 높은 이득 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있었다.

최적으로 설계된 안테나는 공기층에 의해 분리되어진 방사패치와 접지면의 유동에 의한 안테나의 파손을 막기 위해서 foam($\epsilon_r \approx 1.03$)으로 고정하였으며,

방사패치는 0.05 [mm] 두께의 도체를 사용하였고, Ground는 FR4 기판을 사용하였다. 최적 설계된 안테나는 그 제작 방법이 간단하여 인쇄회로 기판은 사진 식각법으로 동 테이프는 수작업으로 제작하였다.

제작된 안테나의 입력 반사손실과 입력 임피던스는 Hewlett-Packard사의 3753ES VNA(Vector Network Analyzer)를 사용하여 측정하였으며, 그 결과 입력 반사손실(Return loss) ≤ -10 dB (VSWR ≤ 2)를 기준으로 3499 ~ 4743 [MHz], (BW = 1244 [MHz] (32.7%))라는 광대역 특성을 나타내었다.

방사패턴의 측정은 far-field 측정이 가능한 anechoic chamber에서 이루어졌으며, 데이터는 Orbit사의 Midas 3.0프로그램을 사용하여 검출하였다. 3400, 3600, 3800, 4000, 4200 [MHz]에 대하여 방사특성을 측정한 결과 무지향성의 특성을 얻을 수 있었으며, E-plane에서 4.7 ~ 6.1 [dBi], H-plane에서 2.1 ~ 4.3 [dBi]라는 높은 이득 결과를 얻을 수 있었다.

따라서 본 논문에서 사용한 설계방식이 기존의 내장형 평판 안테나의 이득과 대역폭을 개선하는데 효과가 있음을 확인하였으며, 제작된 안테나는 4세대 이동통신용 시스템에서 충분히 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] T. Sugiyama, H. Horita, Y. Shirakawa, M. Ikegata, S. Takaba and H. Tate, "Triple-band internal antenna for clamshell type mobilephone", *Hitachi Cable Review*, no. 22, 2003.
- [2] S. H. Hwang, W. I. Kwak, J. I. Moon and S. O. Park, "An internal dual-band printed antenna for CDMA/PCS handsets", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 45, pp. 537-540, 2005.
- [3] S. H. Hwang, Y. J. Cho and S. O. Park, "An internal dual band antenna for Bluetooth / DMB applications", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 2B, pp. 535-538, 2005.
- [4] Y. J. Cho, Y. S. Shin, S. H. Hwang and S. O. Park, "A Wideband Internal Antenna with Dual Monopole

Radiation Elements", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 4, pp. 381-384, 2005.

- [5] Z. D. Liu and P. S. Hall, "Dual-frequency planar inverted-F antenna", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 45, no. 10, pp. 1451-1448, Oct, 1997.
- [6] E. Chang, S. A. Long and W. F. Richards, "An experimental investigation of electrically thick rectangular microstrip antennas" *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 34, no. 6, pp. 766-772, June, 1986.
- [7] G. A. Deschamps, "Microstrip Microwave Antennas" presented at the 3rd USAR Symposium on Antennas, 1953.
- [8] H. An et al., "Broadband Microstrip Antenna Design with The Simplified Real Frequency Technique" *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 42, no. 2, pp. 129-136, 1994.
- [9] K. Fujimoto, A. Henderson, K. Hirasa and J.R. James, "Small Antennas", Chapter 1, RSP LTD, 1987.

박 정 릉(朴貞律)



2003년 8월 : 국립 목포해양대학교
해양전자통신공학부 공학석사
2008년 3월 ~ 현재 : 목포해양대학교
해양전자통신공학부 박사과정
관심분야 : 송수신용 안테나, 이동
통신 및 위성통신

최 병 하(崔炳夏)



1969년 2월 : 한국항공대학교 항공
전자공학과 공학사
1981년 3월 ~ 1983년 2월 : 건국대
학교 대학원 전자공학과 공학석사
1987년 : 통신 기술사
1988년 3월 ~ 1993년 2월 : 한국 항
공대학교 대학원 전자공학과 공
학 박사

1972년 ~ 현재 : 국립 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수
관심분야 : 안테나, 해상 이동통신 및 위성통신

공 진 우(孔鎭宇)



2006년 2월 : 국립 목포해양대학
교해양전자통신공학부 공학사
2006년 3월 ~ 현재 : 목포해양대
학교 해양전자통신공학부 석사
과정
관심분야 : 송수신용 안테나, 이
동통신 및 위성통신,

윤 현 수(尹賢洙)



2006년 2월 : 국립 목포해양대학교
해양전자통신공학부 공학사
2008년 2월 : 목포해양대학교 해양
전자통신공학부 공학석사
2008년 2월 ~ 현재 : CST KOREA
관심분야 : 송수신용 안테나, 이동
통신 및 위성통신

김 규 철(金奎喆)



2002년 2월 : 국립 목포해양대학
교 해양전자통신공학부 공학
사
2003년 8월 : 목포해양대학교 해양
전자통신공학부 공학석사
2007년 3월 : 오사카대학 전자정보
에너지공학과 공학박사
2006년 11월 ~ 2008년 2월 :
Matsushita Electric Works 중앙연구소 연구원
2008년 3월 ~ 현재 : 국립 목포해양대학교 해양전자통신
공학부 전임강사
관심분야 : 고주파용CMOS소자 모델링,
아날로그 집적회로설계