WCDMA 대역에서의 안테나간 격리도를 향상시키기 위한 일체형 중계기 안테나 설계

Design a single body type repeater antenna for enhancing isolation between antennas at WCDMA-BAND (ITFE)

김 원 규, 유 민 균, 고 현 정, 이 학 용, 신 재 철, 정 용 식, 천 창 율*
(Won-Kyu Kim, Min-Kyun Yoo , Hyun-Jung Ko, Hak-Yong Lee, Jae-Cheol Shin, Young-Seek Chung and Chang-Yul Cheon)

Abstract : This paper describes the design of single body type repeater antenna for isolation enhancement between donor and receptor antennas. The antenna system consists of cavity, triangular patch antenna and cavity reflector. The antenna satisfies return-loss and isolation specifications in the desired band while the broadside gain is a little bit short from the spec.

Keywords: repeater, antenna, isolation, WCDMA

I. 서론

본 논문은 일체형 중계기 안테나의 설계와 S-Parameter의 측정에 대해 다루어 질것이다. 기존의 사용되고 있는 중계기는 도너안테나와 서비스안테나가 분리되어 있어 도너안테나를 실외에, 서비스안테나를 실내에 각각 설치해야 하는 번거로움이 있었고, 그로 인해 설치비용이 증가하고, 건물 미관을 해친다는 단점이 있었다.[1] 그렇기 때문에 도너안테나와 서비스안테나의 일체형 중계기 안테나가 가지는 의미는 크다고 하겠다. 본 논문에서는 캐비티 반사판을 이용해서 Rectangular Waveguide Cavity 효과에 의해 안테나간 간섭을 최소화 시켜 중계기 안테나의 격리도를 80 dB이상 확보시켰다.

II. 안테나 설계

본 논문에서는 WCDMA 대역에서 캐비티의 양면에 Tx(송신 안테나)와 Rx(수신안테나)가 부착된 일체형 중계기 안테나를 설계 및 제작하였다. VSWR(Voltage Standing Wave Ration) 2를 기준으로 1940 MHz ~ 1960 MHz 대역을 만족하는 송신안테나와 2130 MHz ~ 2150 MHz 대역을 만족하는 수신안테나가 부착된 일체형 중계기 안테나를 설계하였다. 이 일체형 중계기 안테나는 캐비티로 구성되어 있고 이 캐비티의 내부에는 송신안테나와 수신안테나 사이의 증폭을 위한 파워 앰프(Power Amp)가 위치하게 되어서 송수신안테나 사이에서 일어날 수 있는 발진 현상을 막기 위해 두 안테나 간의 격리도를 80 dB이상으로 확보시키는 것이 핵심이다.

본 논문에서는 도너안테나와 서비스안테나를 이중 대역을 가지는 삼각형 패치 안테나[2]로 제작하였다. 안테나는 정삼각형이며 밑부분에 좁은 슬릿이 존재한다. 안테나 제작에 사용된 기판은 유전율 4.6 , 높이는 1.6 mm 이며, 튜닝을 여러 번 시도해서 원하는 대역에서의 반사손실을 만족시킬 수 있었다. 안테나 규격은 그림 1, 안테나 이득은 표 1. 에 나타내었다. 안테나의 급전은 Grounded coplanar waveguide 로 하였으며, 캐비티의 윗면에 안테나를 부착시키기 위해 안테나 가장자리 4곳에 직경 2 mm의 나사를 이용하여 고정시켰다.

* 책임저자(Corresponding Author)
천창율 : 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수
(changyul@uos.ac.kr)

표 1. 안테나 이득.
Table 1. Antenna Gain.

Frequency(MHz)	1940	1950	1960	2130	2140	2150
Peak Gain(dBi)	0.19	0.67	0.82	1.11	1.65	2.03

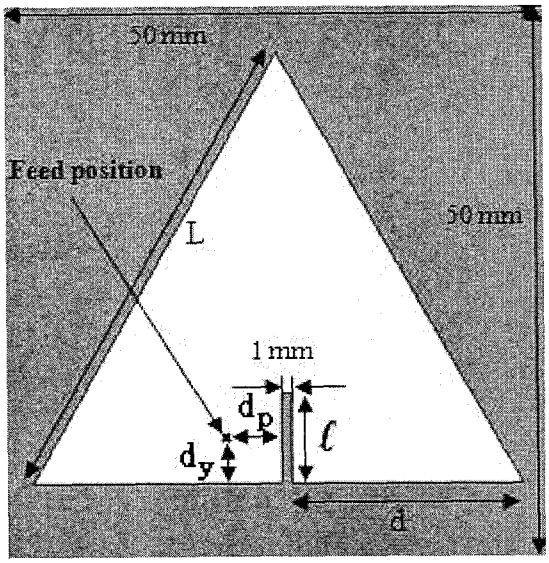


그림 1. 안테나 구조.
Fig. 1. Geometry of Antenna.

III. 안테나의 반사손실과 격리도 측정

안테나를 측정하기에 앞서 캐비티 안테나의 모델을 ANSOFT 사의 HFSS 를 이용하여 수치해석을 하였다. 격리도 측정모델은 2가지로 나뉘어서 이루어지는데, 첫번째는 캐비티에 안테나만 부착되어있는 기본 모델, 두번째는 캐비티에 캐비티 반사판[4,5]이 부착되어있는 모델이다. 기본 모델에 비해 캐비티 반사판이 있는 캐비티 모델이 Rectangular Waveguide Cavity로 인해 반대편안테나로 가는 전계를 막아줌으로써 격리도를 향상시키는 효과가 있다. 캐비티의 규격은 170 mm x 170 mm이며, 안테나 배치는 서비스안테나가 90도 회전되어 있는 Cross-Polarization이다. 앞에서 설계한 안테나를 토대로 캐비티 양쪽에 도너안테나와 서비스안테나를 부착시켜 격리도를 측정하였다. 안테나의 반사손실과 격리도는 HP8753으

로 측정하였다. 격리도측정은 서울대 무반향실에서 하였다. 그림 2에 캐비티 기본모델의 반사손실과 격리도의 측정데이타가 나타나 있다.

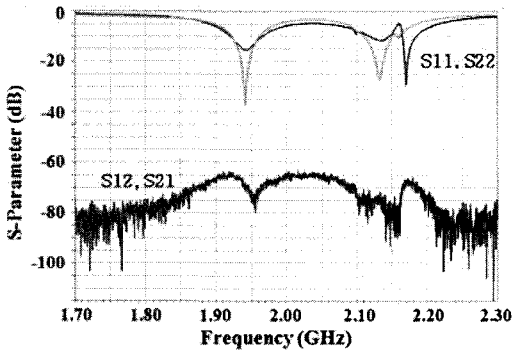


그림 2. 기본 모델 캐비티 안테나의 반사손실과 격리도.
Fig. 2. Return-loss and isolation of a basic model cavity antenna

캐비티의 재질은 알루미늄이며, 안테나는 1940 MHz ~ 1960 MHz, 2130 MHz ~ 2150 MHz 대역에서 반사손실이 10dB 이상으로 만족시킨다. 캐비티의 기본모델은 격리도가 1940 MHz ~ 1960 MHz 대역에서 70 dB ~ 72 dB, 2130 MHz ~ 2150 MHz 대역에서 72 dB ~ 74 dB 로 측정되었다.

두번째 모델을 측정하기에 앞서 HFSS를 이용해 수치분석을 하였다. 캐비티 반사판안에서의 전계분포를 그림 3.에 나타내었다. 캐비티 반사판이 전계를 가둬놓은 것을 볼수가 있다. 물론 Rectangular Waveguide Cavity 효과외에 반사판이 전계를 반사시킴으로 인해 격리도에 주는 영향도 있을 것이다. 캐비티 반사판이 있는 캐비티 모델의 규격은 그림 4. 에 나타내었다. 반사판은 안쪽 반사판과 바깥쪽 반사판, 그리고 테두리 반사판으로 구성되어있다. 안쪽 반사판은 캐비티 윗면으로부터 9mm를 띄워서 테플론 재질의 지지대를 이용해서 캐비티의 윗면에 고정시켰다. 캐비티 반사판의 재질은 주석이다. 캐비티 반사판이 부착되어 있는 캐비티 모델의 반사손실과 격리도 데이터를 그림 5, 무반향실에서의 측정 모습을 그림 6. 에 나타내었다. 캐비티 반사판이 있는 캐비티 모델의 격리도는 1940 MHz ~ 1960 MHz 대역에서 80 dB ~ 83 dB, 2130 MHz ~ 2150 MHz 대역에서 83 dB ~ 100 dB 로 측정되어 기본모델에 비해 10dB이상 증가했다. 원하는 대역에서의 안테나 이득은 표 2. 에 나타내었다.

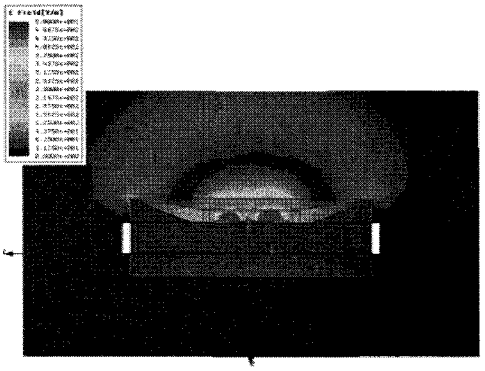


그림 3. 캐비티 반사판에서의 전계 분포.
Fig. 3. E-field distribution of cavity reflector.

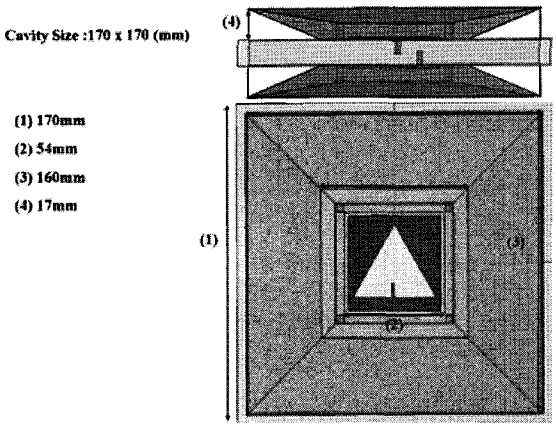


그림 4. 캐비티 반사판의 구조와 규격.
Fig. 4. Geometry and size of cavity reflector.

표 2. 캐비티 반사판이 있는 캐비티모델에서의 안테나 이득
Table2. Antenna gain at cavity model with cavity reflector

Frequency(MHz)	1940	1950	1960	2130	2140	2150
Peak gain(dBi)	-1.72	-1.77	-2.03	-0.03	-0.16	-1.13

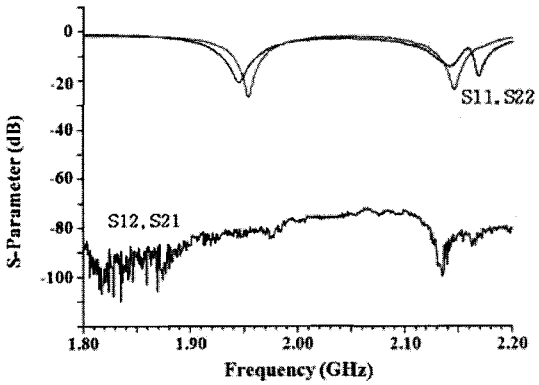


그림 5. 캐비티 반사판이 있는 캐비티 모델의 반사손실과 격리도.
Fig. 5. Return-loss and isolation of cavity with cavity reflector

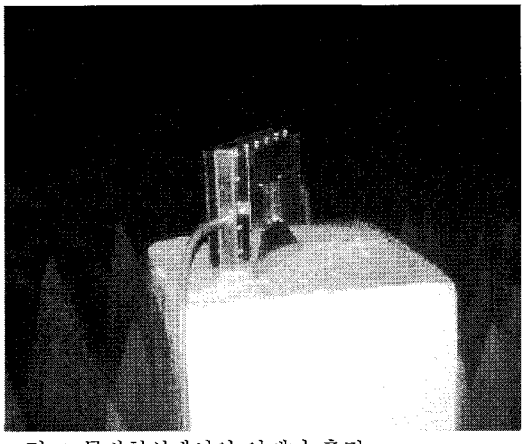


그림 6. 무반향실에서의 안테나 측정.
Fig. 6. Measurement antenna at anechoic chamber.

IV. 결론 및 과제

본 논문에서는 일체형 중계기 안테나를 제작하여, 캐비티 반사판을 부착시켰을 때, 원하는 대역에서 반사손실을 10 dB 이상, 격리도를 80 dB 이상으로 만족시켰다. 이러한 일체형 중계기로 인해 중계기의 설치비를 절감할 수 있고, 건물 및 도시의 미관을 해치는 것을 막을 수 있다.

하지만, 본 논문에 나와있는 일체형 중계기 안테나에 아직 해결해야 할 문제점이 있다. 그것은 바로 캐비티 반사판이 부착되어 있는 캐비티 모델에서의 안테나 이득이 기본 모델의 안테나 이득보다 떨어진다는 것이다. 그리하여 본 논문에서의 일체형 중계기 안테나의 완성도를 높이기 위해서는 격리도를 원하는 대역에서 80 dB 를 만족시키면서 동시에 안테나 이득도 스펙을 만족시켜야 할 것이다.

참고문헌

[1] 최순욱, "실내용 WCDMA, 와이브로 중계기 개발," ET-NEWS, Korea, 2007.10.22.

[2] K. L.. Wong, "*Compact and Broadband Microstrip Antennas*," WILEY,, United States of America, pp.146-149, 2002.

[3] D. M. Pozar, "Microwave Engineering,3rd" WILEY, United States of America, pp.278~282, 2005.

[4] H. Jasik, "Antenna Engineering Handbook,3rd,", Johnson, United States of America, pp17-1~17-30.

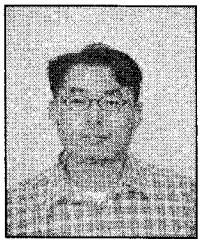
[5] A. Balanis, "Antenna Theory,", WILEY, United States of America, pp.785~788.

김 원 규

2008년 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부(공학사) 졸업.
2008년~현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 석사과정 재학중. 관심분야는 안테나, RF 수동소자 설계.

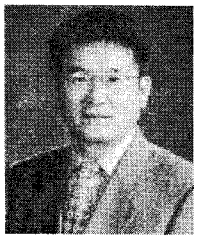
고 현 정

2008년 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부(공학사) 졸업.
2008년~현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 석사과정 재학중. 관심분야는 안테나, RF 수동소자 설계.



신 재 철

인천 시립대학교 전자공학 학사
서울 시립대학교 전자공학 석사
C&S Microwave 연구개발실장

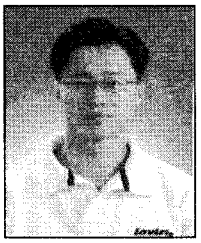


천 창 율

1983 년 서울대학교 전기공학과(공학사)
1985 년 서울대학교 전기공학과(공학석사)
1992 년 미국 University of Michigan, Ann arbor(공학박사)
1992 년~ 1995 년 강원대학교 전기공학과 조교수
1995 년~ 현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수. 관심분야는 RF, RF Power Amplifier, EMC 등

유 민 균

2008년~현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 학부과정 재학중
관심분야는 안테나, RF 수동소자 설계.



이 학 용

서울대학교 전기공학 학사
서울대학교 전기공학 석사
서울대학교 전기공학 박사
현재 C&S Microwave 연구소장

정 용 식

1989 년 서울대학교 전기공학과 (공학사)
1991 년 서울대학교 전기공학과 (공학석사)
2000 년 서울대학교 전기공학과 (공학박사)
2003 년~ 2006 년 명지대학교 통신공학과 조교수
2006 년 ~ 현재 광운대학교 전파공학과 조교수. 관심분야는 전자파수치해석 및 EMI/EMC