<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.5.221>

JiIBC 2013-5-27

듀얼 대역 실내 중계기용 LHCP 안테나 개발

Development of Indoor Repeater LHCP antenna with Dual Bands

박성일*, 김선일**

Sung-il Park, Sun-il Kim

요약 본 논문에서는 모바일 서비스를 위한 실내 중계기용 위성 DMB/WiBro 대역 안테나 및 PCS/WiBro 대역 안테나를 설계 및 제작하였다. 제안한 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나 및 PCS/WiBro 대역 중계기 안테나는 좌선 편파를 산출할 수 있는 용량을 구성한 단순한 방사기로 제안되었다. 제안된 안테나는 위성 DMB/WiBro 대역과 PCS/WiBro 대역에서 동작하도록 동판거치형과 기판거치형으로 설계 및 제작하였다. 설계된 안테나는 1.816GHz ~ 1.886GHz, 2.247GHz ~ 2.354GHz 대역에서 70MHz, 107MHz의 대역폭을 갖으며, 방사패턴의 최대 이득이 5dBi 이상임을 확인하였다.

Abstract In this paper, Satellite DMB/WiBro antenna and PCS/WiBro antenna improving indoor coverage for mobile services are designed and fabricated. Satellite DMB/WiBro bands repeater antenna and PCS/WiBro bands repeater antenna are proposed as a simple radiator with loading capacitor to generate LHCP(Left Hand Circular Polarization). The proposed antenna for Satellite DMB/WiBro and PCS/WiBro bands communication are fabricated by copper plate uploader type and substrate uploader type. The designed and fabricated antenna has a bandwidth of 70MHz at 1.816GHz~1.886GHz and bandwidth of 107MHz at 2.247GHz~2.354GHz. Maximum gain of radiation pattern was up to 5dBi.

Key Word : Satellite DMB, WiBro, PCS, LHCP, MSA

1. 서론

무선통신 환경에서 기지국 내의 커버리지 내에 있으면서 건물이나 산악, 혹은 기타 지형지물 등의 여러 가지 방해 요인으로 인해 기지국에서 송신된 전파가 도달하지 못하는 음영지역과 건물의 지하나 지하철, 지하철도, 터널 등의 전파 차단지역이 발생한다. 중계기는 이러한 전파 음영지역이나 차단지역, 통화 품질이 미약한 장소, 또는 유선 링크를 구성하기 열악한 환경에 설치되어 고품질의 서비스를 제공하기 위해 사용된다. 현재까지 출시

되고 있는 대부분의 중계기 안테나는 특정 대역에서만 동작되는 안테나로 다중 대역의 안테나 연구가 활발하게 이루어지고 있지만, 음영지역을 커버할 수 있는 다중 대역 중계기 안테나 기술 개발은 미흡한 실정이다. 사용자들에게 장소에 구애받지 않도록 서비스를 제공하기 위해서는 전파의 특성과 인구의 유동 특성을 감안한 기지국 및 중계기 안테나의 개발이 필요하다.^{[1][2]}

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 위성 DMB/WiBro 중계기 안테나 및 PCS/WiBro 중계기 안테나 설계 및 고찰, 3장에서는 제작된 안테나의 특성 고찰,

*정회원, 광주과학기술교류협력센터 연구개발지원단

**정회원, (주)넥스트윈 기술연구소 연구원

접수일자 2013년 9월 30일, 수정완료 2013년 10월 10일

게재확정일자 2013년 10월 11일

Received: 30 September, 2013 / Revised: 10 October, 2013 /

Accepted: 11 October, 2013

*Corresponding Author: etoto@hanmail.net

GwangJu Science & Technology Cooperation Center, Korea

4장에서는 결론을 맺는다.

II. 안테나 설계 및 고찰

1. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나(동판)

위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나의 구조는 그림 1(a)와 같이 유전체의 하단에 직사각형의 패치 부분과 이를 지탱하는 거치대의 역할을 할 수 있도록 그라운드와의 좌·우측 부분을 접어 올려서 직사각형 패치가 용량을 장하하도록 하는 역할을 수용하는 그림 1(b)의 거치대 부분으로 분리된 구조이다.^{[3][6]}

그림 1. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나 구조
Fig. 1. Repetier antenna structure for Satellite DMB/WiBro bands

패치 안테나는 안테나는 $\epsilon_r = 4.4$, 두께(t)는 1.6mm인 에폭시(FR4-epoxy) 기판을 활용하고, 거치대는 0.3mm 두께의 동판을 활용하여, WiBro대역(2.3GHz ~ 2.4GHz)과 위성 DMB대역(2.605GHz ~ 2.655GHz)에서 동작하도록 설계하였다. 설계·제작된 안테나의 제원은 표 1과 같으며 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나의 전체 크기는 그라운드의 역할까지 수용하는 거치대를 포함하여 100mm × 80mm × 8.2mm로 설계하였다. 상용화된 HFSS를 이용한 리턴로스의 특성은 그림 2와 같다.

표 1. 안테나 제원

Table 1. Antenna Parameters

위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나 제원(동판 거치대)			
W1(mm)	100	L1(mm)	80
W2(mm)	48	L2(mm)	43.2
W3(mm)	20	L3(mm)	12.6
W4(mm)	32	H(mm)	8.2
W5(mm)	2	ϵ_r	4.4

그림 2. 제안된 안테나 리턴로스 특성

Fig. 2. Return-loss characteristics of proposed antenna

위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나의 방사패턴 특성은 그림 3과 같이 LHCP가 7.431dBi, RHCP가 -6.531dBi로 LHCP와 RHCP의 차이가 13.962dBi의 우수한 LHCP 특성을 나타내었다.

그림 3. 안테나 방사패턴 특성

Fig. 3. Radiation pattern characteristics of antenna

2. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나(기판)

위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나의 구조는 그림 4(a)와 같이 유전체의 하단에 직사각형의 패치 부분과 좌·우 그라운드 패치부분이 용량을 형성하도록 하였고, 그림 4(b)는 그림 4(a)의 구조를 지탱하는 거치대 역할과 그라운드판의 좌·우측을 접어 올린 부분이 용량을 장하할 수 있도록 일체형 구조로 설계하였다.

설계된 중계기 안테나는 위성 DMB대역(2.605GHz ~ 2.655GHz)와 WiBro 대역(2.3GHz ~ 2.4GHz) 대역에서 동작하도록 설계하였다. 설계·제작된 안테나의 제원은 표 4-2와 같으며 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나의 전체 크기는 그라운드의 역할까지 수용하는 거치대를 포함하여 105.2mm × 80mm × 10.7mm로 설계·제작하였다.

(a) 패치 구조

(b) 거치대 구조

그림 4. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나 구조

Fig. 4. Repetier antenna structure for Satellite DMB/WiBro bands

표 2. 안테나 제원

Table 2. Antenna Parameters

위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나 제원(기판 거치형)			
W1(mm)	105.2	L1(mm)	80
W2(mm)	48	L2(mm)	41
W3(mm)	22.6	L3(mm)	19.5
W4(mm)	34.6	L4(mm)	19.5
W5(mm)	7	L5(mm)	12.5
W6(mm)	14	H(mm)	10.7
W7(mm)	4	ϵ_r	4.4

그림 5. 제안된 안테나 리턴로스 특성

Fig. 5. Return-loss characteristics of proposed antenna

위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나의 방사패턴 특성은 그림 6과 같이 LHCP가 8.335dBi, RHCP가 -4.966dBi로 LHCP와 RHCP의 차이가 13.301dBi의 우수한 LHCP 특성을 나타내었다.

(a) LHCP

(b) RHCP

그림 6. 안테나 방사패턴 특성

Fig. 6. Radiation pattern characteristics of antenna

3. PCS/WiBro 대역 중계기 안테나

PCB/WiBro 대역 중계기 안테나의 구조는 그림 7(a)와 같이 유전체의 상단에 직사각형의 패치 부분과 이를 지탱하는 거치대의 역할을 할 수 있도록 그라운드와 좌·우측 부분을 접어 올려서 직사각형 패치가 용량을 장하도록 하는 역할을 동시에 수행하는 그림 7(b)의 거치대 부분으로 분리된 구조이다.

(a) 패치 구조

(b) 거치대 구조

그림 7. PCS/WiBro 대역 중계기 안테나 구조

Fig. 7. Repetier antenna structure for PCS/WiBro bands

설계된 중계기 안테나는 PCS대역(2.605GHz ~ 2.655GHz)와 WiBro 대역(2.3GHz ~ 2.4GHz)에서 동작하도록 설계하였다. 설계·제작된 PCS/WiBro 대역 중계기 안테나의 제원은 표 4-3과 같으며 PCS/WiBro 대역 중계기 안테나의 전체 크기는 그라운드 역할까지 수행하는 거치대를 포함하여 89.2mm × 82mm × 13.8mm로 설계·제작하였다.

표 3. 안테나 제원

Table 3. Antenna Parameters

제안된 PCS/WiBro 대역 중계기 안테나 제원			
W1(mm)	89	L1(mm)	82
W2(mm)	62	L2(mm)	58
W3(mm)	13.5	L3(mm)	5
W4(mm)	13.5	H(mm)	13.8
W5(mm)	4	ϵ_r	4.4

그림 8. 제안된 안테나 리턴로스 특성

Fig. 8. Return-loss characteristics of proposed antenna

PCS/WiBro 대역 중계기 안테나의 방사패턴 특성은 그림 4-7과 같고 LHCP가 4.115dBi, RHCP가 1.388dBi로 나타났다.

그림 9. 안테나 방사패턴 특성

Fig. 9. Radiation pattern characteristics of antenna

III. 안테나 제작 및 고찰

1. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나(동판)

제작된 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나는 그림

10과 같이 거치대 부분을 동판으로 제작하고, FR4-Epoxy 기판을 이용하여 마이크로스트립 패치 부분을 제작하여 거치대 부분과 일체형으로 제작하였다.

또한 Anritsu VNA 37347C를 통하여 리턴로스를 측정 한 결과는 그림 11과 같으며 VSWR 2.0:1에서 동작하도록 제작되었다. 측정된 안테나의 방사패턴은 그림 12와 같다.

(a) Top View

(b) Bottom View

그림 10. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나

Fig. 10. Repeater antenna for Satellite DMB/WiBro bands

그림 11. 측정된 리턴로스 특성

Fig. 11. Measured return-loss characteristics

(a) E1 plane

(b) E2 plane

(c) H plane

그림 12. 측정된 방사패턴 특성

Fig. 12. Measured radiation pattern characteristics

2. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나(기판)

제작된 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나는 그림 13과 같이 거치대 및 마이크로스트립 패치 부분을 FR4-Epoxy 기판을 이용하여 제작하였다.

또한 Anritsu VNA 37347C를 통하여 리턴로스를 측정 한 결과는 그림 14와 같으며 VSWR 2.0:1에서 동작하도록 제작되었다. 측정된 안테나의 방사패턴은 그림 15와 같다.

(a) Top View

(b) Bottom View

그림 13. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나

Fig. 13. Repeter antenna for Satellite DMB/WiBro bands

그림 14. 측정된 리턴로스 특성

Fig. 14. Measured return-loss characteristics

(a) E1 plane

(b) E2 plane

(c) H plane

그림 15. 측정된 방사패턴 특성

Fig. 15. Measured radiation pattern characteristics

3. PCB/WiBro 대역 중계기 안테나

제작된 PCB/WiBro 대역 중계기 안테나는 그림 16과 같이 마이크로스트립 패치 부분과 거치대의 역할을 할 수 있도록 그라운드의 좌·우측 부분을 접어 올려서 직사각형 패치가 용량을 장하 하도록 하는 역할을 동시에 수행할 수 있도록 일체형으로 제작하였다.

또한 Anritsu VNA 37347C를 통하여 리턴로스를 측정 한 결과는 그림 15과 같으며 VSWR 2.0:1에서 동작하도록 제작되었다.

측정된 안테나의 방사패턴은 그림 18과 같다.

그림 16. PCB/WiBro 대역 중계기 안테나
Fig. 16. Repeter antenna for PCB/WiBro bands

그림 17. 측정된 리턴로스 특성
Fig. 17. Measured return-loss characteristics

(a) E1 plane

(b) E2 plane

(c) H plane

그림 18. 측정된 방사패턴 특성
Fig. 18. Measured radiation pattern characteristics

IV. 결 론

본 논문에서는 원편파를 가진 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나 및 PCS/WiBro 대역 중계기 안테나를 설계 및 제작하고 측정을 통하여 우수성을 확인하였다.

위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나(동편)는 2.246GHz ~ 2.657GHz 대역에서 411MHz 대역폭을 갖고, LHCP와 RHCP의 편파차가 13.962dB로 우수한 LHCP 특성을 보였다. 위성 DMB/WiBro 대역 중계기 안테나(기판)는 2.323GHz ~ 2.689GHz 주파수 범위에서 366MHz 대역폭을 갖고, LHCP와 RHCP의 편파차가 13.301dB의 LHCP 특성을 확인하였다. 안테나의 크기는 각각 100x80x8.2mm, 105.2x80x10.7mm이며, 무게는 각각 54g, 58g으로 소형화 및 경량화 하였다.

또한 PCB/WiBro 대역 중계기 안테나는 1.816GHz ~ 1.886GHz, 2.247GHz ~ 2.354GHz 대역에서 70MHz, 107MHz의 대역폭을 갖고, 방사패턴의 최대 이득이

5dBi 이상임을 확인하였다. 안테나의 크기는 89.2x82x13.8mm이며, 무게는 54g으로 확인하였다.

References

- [1] I. J. Bahl and P. Bhartia. "Microstrip Antennas" Artech House, 1980
- [2] M. S. Cho, T. H. Seo, I. L. Kim, J. G. Yook, H. K. Park, "Modified Slot-Loaded Triple-Band Microstrip Patch Antenna" 2002 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, Vol. 3, pp. 500~503, June 2002.
- [3] Ramesh Garg, P. Bhartia, I. Bahl, and A. "microstrip antenna design handbook", pp. 570~573, 2001.
- [4] R.E. Munson, "Conformal microstrip antenna and propagation," vol. Ap-22, pp. 74~78, Jan. 1974.
- [5] I. G. Lee, I. P. Hong, "Design of Uniplanar Antenna of 2.45GHz Band for Wireless LAN Using Dipole Structures", Journal of Korean Institute of Information Technology, vol. 9. issue 10, pp. 29~34, Oct 2011.
- [6] Sika Shrestha, Y. G. Kim, D. Y. Choi, "Miniaturized Fractal Patch Antenna on Various Substrate", Journal of Korean Institute of Information Technology, vol. 11. issue 8, pp. 199~209, Aug 2013.

김 선 일(정회원)

- 2008년 : 동신대학교 정보통신공학과 학사
- 2011년 : 동신대학교 정보통신공학과 석사
- 2011년 ~ 현재 : (주)넥스트윈 기술연구소 연구원

<관심분야 : RF 부품설계, 이동체 안테나 설계>

저자 소개

박 성 일(정회원)

- 2010년 : 전남대학교 전자정보통신공학과박사
- 2006년~2010년 : 동신대학교 정보통신공학과 전임강사
- 2012년~현재 : 광주과학기술교류협력센터 연구개발지원단 책임연구원

<관심분야 : RF 부품설계, 소형안테나 설계, 초고주파 회로 설계, EMI/EMC>