

GPS 및 위성 라디오용 이중 대역 안테나

Dual Band Antenna for GPS and Satellite Radio System

공기현 · 이학용 · 강기조 · 김종규* · 김종현 · 이종철 · 김남영 · 박면주 · 이병재

Ki-Hyun Kong · Hak-Yong Lee · Ki-Cho Kang · Jong-Ku Kim* ·

Jong-Heun Kim · Jong-Chul Lee · Nam-Young Kim · Myun-Joo Park · Byungje Lee

요 약

본 논문은 부분적인 유전체 삽입을 이용하여서 원형편파를 구현한 안테나로 GPS(Global Positioning System) 및 위성라디오 겸용 수신 안테나에 대해 연구하였다. 유전체(FR4, $\epsilon_r = 4.7$)를 부분적으로 삽입하여 패치의 전기적 길이를 변화시키면서 원형편파를 구현하고 패치의 크기도 줄일 수 있다. 또한 프루브 급전의 좁은 대역폭도 두꺼운 유전체를 부분적으로 사용함으로써 극복할 수 있고 안테나의 높이가 높아지면서 생기는 표면파에 의한 손실을 최소화할 수 있다. 이동하는 선박이나 차량에 적용하기 위하여 5개의 안테나를 입체적인 구조로 스위칭 할 수 있는 형태로 안테나 구조를 제안하였다.

Abstract

Circularly polarized-dual band antenna for GPS(Global Positioning System) and satellite radio system is developed and measured. Both circular polarization and overall antenna dimension reduction are achieved by placing a partially filled high-permittivity substrate under radiating edges. The bandwidth is also improved by choosing an optimal geometric configuration with a partially filled high permittivity substrate. The proposed antenna can be installed on moving vehicles or ships.

Key words : Circular, Polarization, Dual Band, GPS, Satellite Radio

I. 서 론

최근 들어서 이동 통신 및 위성을 이용한 서비스에 대한 관심이 고조되고 있다. 이미 World Space, XM, Sirius 등의 방송사에 의해 디지털 위성라디오 서비스가 상용화가 되어 있다. 국내에서도 2002년 1월부터 시범서비스를 시작하고 있는 단계이다. 여러 형태의 GPS안테나들이 상업적으로 나와 있고, 계속해서 다양한 형태의 안테나들이 제안되고 있다. GPS 서비스는 1575.42 MHz의 주파수에 RHCP를 사용하고 있고 L밴드에서 사용되는 World Space사

의 디지털 위성라디오 방송은 1452~1492 MHz의 주파수 대역에 LHCP(Left Hand Circular Polarization)를 사용하고 있다. 두 개의 신호를 동시에 수신할 수 있는 시스템을 개발하기 위해서 이중 원형편파 안테나에 대해서 고찰해 본다. 기존에는 원형편파안테나를 만들기 위해서 패치의 양쪽 모서리 부분을 잘라 내거나 가운데 슬랏을 주는 구조를 많이 이용하였다^{[1]~[3]}. 본 논문에서는 패치에 변형을 가하지 않고 부분적으로 유전체를 삽입하여 대역폭도 확보를 하고 안테나의 크기도 줄이면서 이중 원형편파를 구현할 수 있는 새로운 안테나 구조에 대해

광운대학교 RFIC 연구 및 교육센터/미선테크놀로지 연구센터(RFIC Research and Education Center, Kwangwoon Univ.)

*전자부품연구원 무선회로연구센터(Wireless Communication Center, KETI)

· 논문 번호 : 20021111-151

· 수정완료일자 : 2003년 2월 3일

서 연구하였다. 그리고 본 논문에서 제안하는 안테나는 이동하는 물체 즉 선박이나 차량에 장착할 형태의 안테나이다. 이동 중에는 안테나 빔의 방향이 지형에 따라서 변하게 된다. 따라서 한정된 수의 위성을 이용하는 디지털 위성라디오의 신호를 수신하는데 있어서 어려움이 있다. 그래서 5개의 안테나를 서로 다른 방향으로 위치시켜서 최적의 수신상태를 유지할 수 있도록 공간 다이버시티를 이용한 섹터형의 안테나 구조를 제안하였다.

본론에서 원형편파 안테나의 기본적인 이론과 함께 본 논문에서 제안하는 부분적 유전체 삽입을 이용한 원형편파 안테나에 대해서 고찰해 보고 설계 및 시뮬레이션을 바탕으로 제작된 안테나의 특성을 나타내고 검토하였다. 그리고 5개의 안테나를 서로 다른 방향으로 배치시킨 형태의 안테나를 설계 및 측정하였다.

II. 본 론

2-1 유전체를 이용한 원형편파 안테나

일반적으로 마이크로 스트립안테나에서 원형편파를 만들기 위해서는 두 개의 수직인 모드가 존재하여야 한다. 두개의 모드에서 방사된 전계는 서로 수직이고 브로드 사이드 방향에서 원형편파를 만든다. 두 개의 모드는 서로 90°의 위상차가 형성되고 동일한 크기를 갖는다^{[2],[3]}.

일반적인 마이크로스트립 패치 안테나에서 대각선의 모서리 끝 부분을 잘라냄으로서 급전위치에서 양쪽으로 전기적인 길이가 변함으로서 두 개의 모드가 형성되고 두 개의 모드가 위상이 90° 차이가 나면서 같은 크기로 즉 서로 진행속도가 차이가 나게 되고 한쪽 방향으로 회전을 하는 원형편파가 발생하게 된다. 이와 반대로 양쪽 모서리부분에 높은 유전율을 갖는 유전체를 삽입을 하게 되면 모서리 부분의 전기적인 길이가 변화하게 된다. 즉 모서리 부분을 잘라서 길이를 줄이는 대신에 부분적으로 유전체를 삽입함으로써 전기적인 길이를 늘여서 위상차이가 90°가 되도록 만들게 된다. 그림 2에 보듯이 패치의 양쪽 모서리 밑에 유전율이 높은 유전체를 삽입하여 원형편파를 구현할 수 있게 된다.

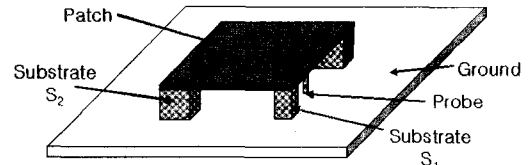


그림 1. 부분적 유전체를 이용한 CP안테나
Fig. 1. Circularly polarized antenna using partially filled substrate.

이런 구조로 부분적으로 고 유전율의 유전체 FR4 ($\epsilon_r = 4.7$)를 이용하여 마이크로스트립 패치 안테나를 구현을 하게 되면 공기로 된 유전층을 사용할 때보다 패치의 사이즈가 약 30 % 줄어들게 된다^[4].

그림 1에 보는 것처럼 안테나의 모서리부분에 유전체를 부분적으로 S_1 과 S_2 의 크기가 다른 유전체를 삽입하게 된다. 한쪽 모서리에만 삽입을 하여도 원형편파를 구현할 수는 있지만 주파수를 맞추기 위해서 S_1 쪽에 다른 크기의 유전체를 삽입하게 된다. 그림 2는 유전체의 면적의 비에 따른 주파수 변화를 시뮬레이션 한 결과로 S_{11} 의 반사손실을 나타내었다. 패치의 사이즈는 $70 \times 70 \text{ mm}$, 접지면은 $100 \times 100 \text{ mm}$ 이고 유전체는 높이 10 mm의 FR4($\epsilon_r = 4.7$)를 사용했다. 그리고 S_2 의 면적을 $15 \times 15 \text{ mm}$ 로 고정시키고 S_1 의 변화에 따른 결과 값이다.

그림 2에서 보면 S_1 의 면적이 작아질수록 공진 주파수도 올라감을 볼 수가 있다. 유전체의 크기가 1 mm 정도의 크기 변화에도 안테나의 공진 주파수에 많은 영향을 주고 있다. 즉 E-filed의 세기가 집중된 패치의 끝 부분에 부분적으로 삽입된 유전체에 의해서 전체 공진 주파수에 많은 영향을 주는 것을

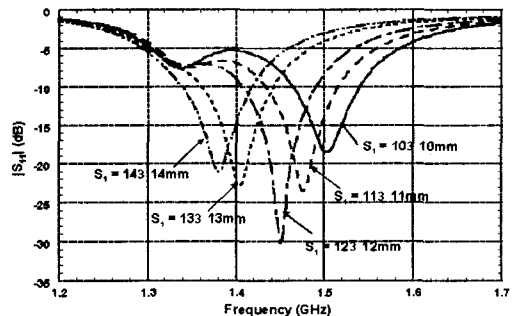


그림 2. 유전체의 면적에 따른 반사계수 변화
Fig. 2. Return loss variation for the size of S_1 .

알 수 있다^[4]. 즉 안테나의 소형화를 위해서 두꺼운 유전체를 사용할 경우 전계의 세기가 가장 강한 부분에만 유전체를 삽입함으로써 효율적인 소형화가 가능해진다. 또한 대역폭을 넓히기 위해서 유전체의 높이를 높일 경우 표면파가 생길 수 있는데 부분적인 유전체 삽입방법으로 표면파의 영향을 줄일 수 있다^[5]. 결국 패치안테나의 모서리 부분에 부분적인 유전체를 삽입함으로써 즉 S_1 과 S_2 의 크기를 다르게 함으로써 원형편파를 구현할 수 있게 된다.

2-2 이중급전 이중원형편파 안테나

위성라디오와 GPS 겸용 수신안테나에 적용시키기 위해서 LHCP와 RHCP 두 개의 원형편파를 수신해야 한다. 두 개의 서로 다른 주파수 대역을 만족시키기 위해서 그림 3과 같은 형태의 이중 원형편파 안테나를 설계하였다.

Probe 1은 위성라디오 신호를 수신하기 위해 LHCP가 형성되고 Probe 2는 RHCP가 형성된다. Probe 1에서 보면 오른쪽의 유전체가 왼쪽의 유전체보다 면적이 넓다. 즉 전기적인 길이가 오른쪽이 더 길어지므로 시계 방향으로 회전하는 편파 즉 LHCP가 발생하게 된다. 그리고 probe 2에서 보면 반대로 오른쪽에 유전체가 있어서 전기적인 길이가 더 길어지게 된다^{[8],[9]}. 즉 probe에서 반 시계방향으로 회전하는 RHCP가 생기게 된다. probe 1과 probe 2의 위치를 보면 서로 양쪽으로 유전체의 면적들이 틀리므로 중심점에서 probe까지의 거리도 조금 다르게 된다. HFSS를 이용하여 패치가 70×70 mm, 접지면이 100×100 mm이고 두 개의 프루브 급전을 하였고 FR4 유전체를 19×19 mm 2개, 13×13 mm 1

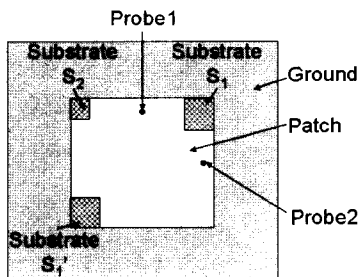


그림 3. 위성라디오 및 GPS 겸용 수신 안테나의 구조
Fig. 3. Configuration of dual band antenna for GPS and satellite radio.

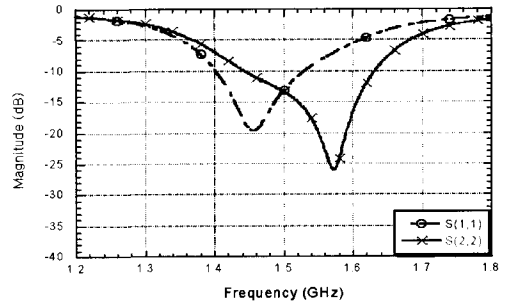


그림 4. 시뮬레이션 결과(반사계수)
Fig. 4. Simulation result(Return loss).

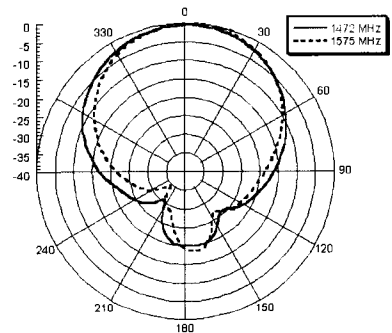


그림 5. 시뮬레이션 결과(방사패턴)
Fig. 5. Simulation result(Radiation pattern).

개를 삽입하여 시뮬레이션을 하였다. 그림 4에서 각 포트별 반사계수를 나타내었고, 그림 5에 probe 1에서 1.472 GHz, probe 2에서 1.575 GHz의 방사패턴을 나타내었다. 반사계수 결과를 보면 프루브 급전의 좁은 대역폭을 유전체의 높이를 높임으로서 극복을 할 수 있고 전 대역에서 8 dBi 이상의 이득 특성을 나타내었다.

2-3 입체적 구조의 이동체용 안테나

선박이나 차량 등의 이동체에 위성라디오와 GPS 겸용 수신안테나에 적용시키기 위해서 이동시 지형의 심한 경사각에 의한 고정된 안테나의 빔의 방향을 고려하여야 한다. GPS 신호의 경우 여러 개의 위성 중 4개의 위성 신호만 수신이 되면 위치 추적 가능한 시스템이므로 방향에 큰 영향을 받지 않는다. 그러나 위성라디오의 경우 제한된 수의 위성으로 서비스를 하기 때문에 그림 6에서처럼 지형의 기울기가 심해지면 즉 경사가 심한 산간 지역이나

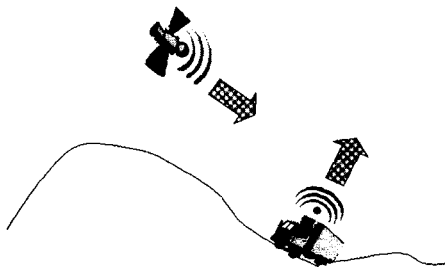


그림 6. 심한 경사지역에서의 방송수신
Fig. 6. Reception of broadcasting service at large slope.

심한 파도가 칠 경우의 바다 위에서의 위성라디오 서비스를 수신할 경우 위성의 빔 방향과 수신안테나의 빔 방향이 다르게 된다. 그럴 경우 수신 레벨이 낮아지면서 디지털 방송의 특성상 방송이 끊어지게 되고 그 순간 완전 수신불가가 된다⁶⁾.

이러한 이동중의 수신이 어려움을 고려하여 그림 7과 같은 공간 다이버시티를 이용한 입체적인 안테나 구조를 제안하였다.

가운데 안테나 ①에 이중대역 원형편파 안테나가 위치하고 옆면에 45° 기울어진 형태로 4개의 안테나 ②에 위성라디오 대역을 수신할 수 있도록 위치한다. GPS는 상부에 하나의 수신안테나만으로도 이동 중 수신이 가능하기 때문에 상부에 이중대역 안테나 하나를 사용하고, 위성라디오의 경우에는 제한된 수의 위성을 이용하기 때문에 가능한 넓은 수신각 범위를 가져야 한다. 이러한 형태의 안테나를 포함하여 수신 모듈의 블록도를 그림 8에 나타내었다.

가장 상부에 위치한 이중밴드 안테나에서 GPS신

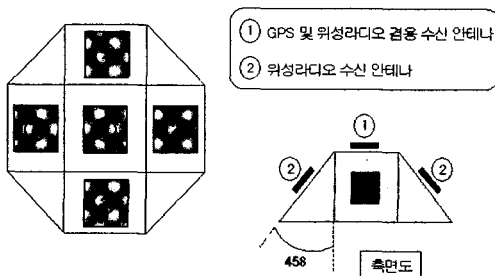


그림 7. 공간 다이버시티를 위성라디오 및 GPS 겸용 수신용 안테나
Fig. 7. Dual band antenna for satellite radio and GPS services using space diversity.

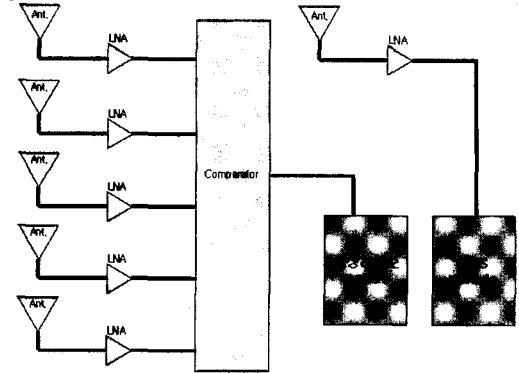


그림 8. 수신단 전체 블록도
Fig. 8. Block diagram of receiver.

호는 따로 나가고 위성 라디오 신호는 상부에 위치한 안테나와 나머지 옆에 위치한 안테나 4개에서 들어오는 수신 신호의 레벨을 비교하여 가장 수신 레벨이 큰 안테나로 수신할 수 있도록 스위칭형태의 구조를 갖는다. 옆면의 안테나가 45°로 기울어져 있어서 이동체가 경사면에서 기울어져도 안테나 옆면에 위치한 안테나들이 방송위성의 빔의 방향을 커버할 수 있게 된다^{6),7)}. 이러한 3차원 구조의 모형을 3D 시뮬레이터인 HFSS를 이용하여 시뮬레이션 한 방사패턴을 그림 9에 나타내었다.

상부에 위치한 안테나와 옆면에 위치한 안테나들이 서로 45°의 각을 유지하고 있어서 azimuth 방향으로 봤을 때 3 dB을 기준으로 단일 안테나는 약 60° 정도의 빔폭을 가지지만 전체적으로 약 150° 정도의 넓은 범위의 수신 범위를 갖게 된다.

2-4 제작 및 측정 결과

위성라디오 수신용 원형편파 안테나는 프루브 급전방법을 사용하여 70 mm×70 mm의 패치를 만들고 각 모서리에 두께가 10 mm인 유전율 4.7의 FR4를 15×15 mm 2개와 14×14 mm 1개를 삽입하였다. 프루브 급전의 좁은 대역폭을 극복하기 위해서 유전체의 높이를 높게 되었다.

같은 방법으로 위성라디오와 GPS 수신용 이중대역 원형편파 안테나를 설계하여 패치의 사이즈가 70 mm×70 mm이고 두 개의 프루브 급전을 하였고 FR4 유전체를 19×19 mm 2개, 13×13 mm 1개를 각 패치의 모서리에 삽입하였다. 그림 10에 위성라디오

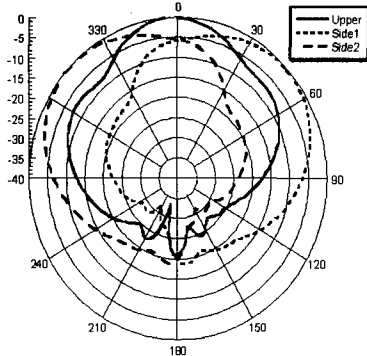


그림 9. 위성라디오 대역에서 수신안테나의 방사패턴 시뮬레이션 결과
 Fig. 9. Simulation result of radiation pattern for satellite radio frequency.

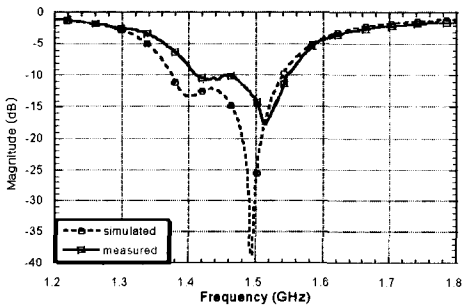


그림 10. 위성라디오 단일 안테나 측정결과
 Fig. 10. Measured return loss of satellite radio receiving antenna.

오 단일 안테나의 반사계수 측정결과를 시뮬레이션 결과와 비교하여 나타내었다.

이중대역 원형편파 안테나의 측정결과는 그림 11에 나타내었다. 위성라디오 단일 안테나의 경우 VSWR 2:1을 기준으로 1452 MHz~1492 MHz의 대역폭을 만족하였고 위성라디오 및 GPS 안테나의 경우 port 1에서 위성라디오 주파수인 1452~1492 MHz 대역폭을 만족하였고 Port 2에서 1575.42 MHz를 만족하였다. 두 경우 다 시뮬레이션과 비슷한 결과를 보였다.

Anechoic Chamber에서 far-field 패턴을 측정을 하였다. 위성라디오 대역에서 양끝주파수와 중심주파수인 1452 MHz, 1492 MHz와 1472 MHz를 선정하였고 GPS 대역에서 1575 MHz를 측정하였다.

그림 12에 위성라디오 단일 안테나의 방사패턴을 측정한 결과를 나타내었다. 3 dB 빔폭이 약 80이다.

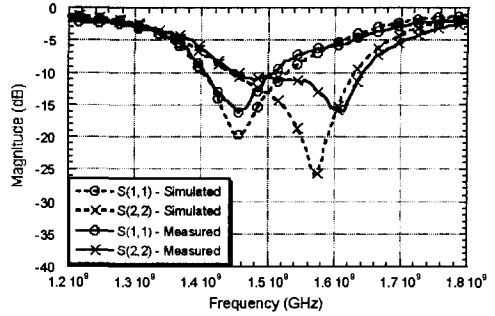


그림 11. 위성라디오 및 GPS 겸용 수신안테나 반사 손실 측정결과
 Fig. 11. Measured return loss of dual band antenna for satellite radio & GPS service.

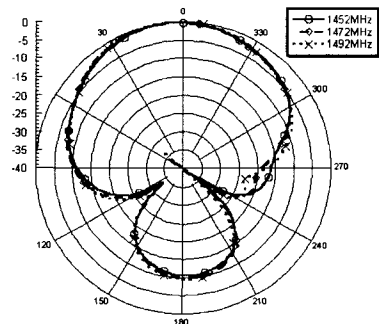


그림 12. 위성라디오 단일 안테나 방사패턴 측정결과
 Fig. 12. Measured radiation pattern of satellite radio receiving antenna element.

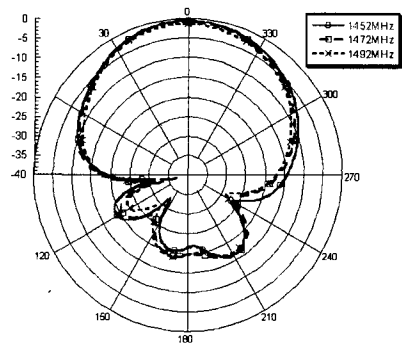


그림 13. 이중대역 안테나 방사패턴 측정결과 (위성라디오 대역)
 Fig. 13. Measured E-plane radiation pattern at satellite radio frequency.

그림 13에 위성라디오 및 GPS 겸용 수신안테나의 port 1에서 위성라디오 대역의 방사패턴 측정 결과를 나타내었고 그림 14에 port 2에서 GPS 대역의

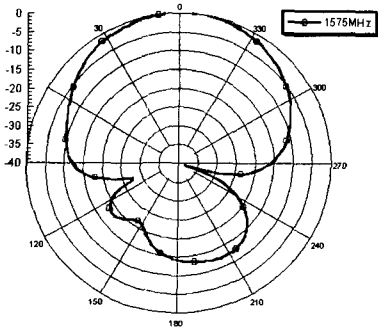


그림 14. 이중대역 안테나 방사패턴 측정결과 (GPS 대역)

Fig. 14. Measured E-plane radiation pattern at GPS frequency.

표 1. 주파수별 이득 및 축비

Table 1. Measured gain and axial ratio.

구분	주파수	이득	축비
단일 위성라디오	1452 MHz	7.03 dBi	2.7 dB
	1472 MHz	7.05 dBi	0.8 dB
	1492 MHz	7.12 dBi	2.2 dB
위성라디오	1452 MHz	7.12 dBi	3.1 dB
	1472 MHz	7.19 dBi	2.5 dB
	1492 MHz	7.22 dBi	2.3 dB
GPS	1575 MHz	7.59 dBi	2.2 dB

방사패턴 측정 결과를 나타내었다. 전 대역에서 7 dBi 이상의 이득특성을 보였고 전 대역에서의 축비가 약 3 dB 이하의 양호한 값을 얻었다.

위성라디오 단일 안테나와 위성라디오 및 GPS 겸용수신 단일 안테나의 각 주파수별 이득 및 축비를 표 1에 정리하였다. 위성 라디오 단일 안테나와 위성라디오 GPS 이중대역 안테나가 7 dBi 이상의 이득 특성을 보였으며, 두 안테나 다 양호한 축비를 얻을 수 있었다.

위에 설계 측정되어진 안테나들을 그림 15와 같이 상부에 이중대역 안테나 그리고 옆면에 위성라디오 수신안테나들을 45° 기울어지게 부착하여서 섹터형 안테나를 설계 제작하였다.

방사패턴의 측정 결과를 그림 16에 나타내었다. 안테나를 고정시키고 각 단일 안테나에 대해서 위성라디오의 중심주파수인 1472 MHz에서 측정한 결과이다. 상부에 위치한 안테나의 방사패턴과 옆면에 위치한 방사패턴이 넓게 분포하게 되어서 azimuth 방향으로 약 180°의 수신범위가 생기게 된다.



그림 15. 제작된 GPS 및 위성라디오 수신안테나

Fig. 15. Actual antenna for GPS and satellite radio system.

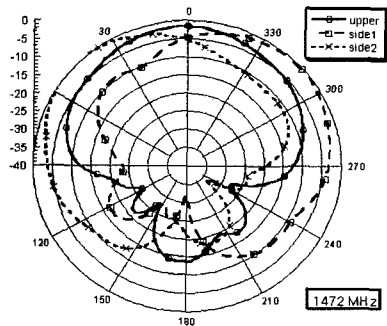


그림 16. 스위치형 GPS 및 위성라디오 수신안테나의 측정된 방사패턴

Fig. 16. Measured radiation pattern of GPS and satellite radio receiving antenna.

III. 결 론

본 논문에서 부분적인 유전체 삽입을 이용한 원형편파 안테나 및 위성라디오 및 GPS 겸용 수신안테나에 대해서 설계 및 측정해 보았다. 각 단일 안테나는 고유전율의 유전체(FR4, $\epsilon_r = 4.7$)를 사용하여 패치의 모서리에 삽입함으로써 이중 원형편파 안테나를 구현하였다. 패치 안테나 아래에 전체적으로 유전체를 삽입할 경우 유전층의 재료비가 비싸지고 무게도 무거워지게 되며 이득도 떨어지게 된다. 공기 층으로 할 경우에는 패치의 사이즈가 유전체를 사용했을 때보다 커지게 되는 단점이 있다. 본 논문에서 제시한 유전체를 부분적으로 삽입을 함으로서 표면파에 의한 손실을 최소화함으로써 효율적으로 안테나의 사이즈를 줄이면서 이득이나 프루브 급전의 좁은 대역폭 문제를 해결할 수가 있었다. 본 논문에서 제시한 입체적인 구조의 안테나를 선택이

나 차량 등의 이동체에 부착했을 경우 여러 개의 안테나의 방사패턴이 단일 안테나의 음영지역을 극복하면서 안테나 전체적으로 수신할 수 있는 각의 범위가 넓어져서 GPS 서비스뿐만 아니라 효율적인 디지털 위성 라디오의 수신이 가능해질 수 있다. 이러한 안테나를 바탕으로 안테나 바로 뒷 단의 스위칭 비교 및 스위칭 회로의 구현에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] D. M. Pozar, *Microstrip Antennas*, *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, pp. 105-153, 1985.
 [2] J. R. James, P. S. Hall, *Handbook of Microstrip Antennas*, Peter Peregrinus Ltd., pp. 219-253, 1989.
 [3] R. Garg, P. Bhartial, I. Bahl and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, pp. 493-532, 2001.
 [4] 이병제, 이호준, 강기조, 김남영, 이종철, 김종현, "마이크로스트립 패치 안테나의 효율적 소형화 기법", *한국전자과학회논문지*, 11(6), pp. 920-

928, 2000년.
 [5] N. G. Alexopoulos, D. R. Jackson, "Fundamental Superstrate (Cover) Effect on Printed Circuit Antennas", *IEEE Trans. Antennas Propaga.*, vol. AP-32, no. 8, pp. 807-816, Aug. 1984.
 [6] K. Fujimoto, J. R. James, *Mobile Antenna Systems Handbook*, Artech House, pp. 468-611, 2000.
 [7] L. C. Godara, *Handbook of Antennas In Wireless Communications*, CRC, pp. 14.23-14.26, 2002.
 [8] Nirun Kumprasert, "Theoretical Study of Dual-Resonant Frequency and Circular Polarization of Elliptical Microstrip Antennas", *IEEE Antennas Propaga. Symposium Digest.*, vol. 2, pp. 1015-1020, 2000.
 [9] Rainee N. Simons, "Suspended Rectangular/ Circular Patch Antennas with Electromagnetically Coupled Inverted Microstrip Feed for Dual Polarization/Frequency", *IEEE Antennas Propaga. Symposium Digest.*, vol. 4, pp. 2204-2207, 2000.

공 기 현



설계

2001년 2월: 광운대학교 전자공학부 (공학사)
 2001년 3월~2003년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)
 2003년 3월~현재: 광운대학교 전파공학과 박사과정
 [주 관심분야] 안테나 및 RF 소자

강 기 조



1999년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학사)
 2001년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)
 2001년 3월~현재: 광운대학교 전파공학과 박사과정
 [주 관심분야] 안테나 및 RF 회로

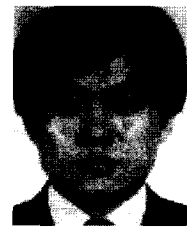
이 학 용



테나

1999년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학사)
 2001년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)
 2001년 3월~현재: 광운대학교 전파공학과 박사과정
 [주 관심분야] 마이크로스트립 안

김 종 규



1983년 11월~1990년 2월: 모토라 코리아 (주)
 1989년 2월: 건국대학교 전파공학과 (공학석사)
 2002년 2월: 건국대학교 전파공학과 (공학박사)
 1992년 3월~현재: 전자부품연구원 무선회로연구센터 책임연구원
 [주 관심분야] Antenna, Coupler, VCO, Amp, RF Device

김 중 헌



1984년 2월: 광운대학교 전자통신 공학과 (공학사)
1990년 6월: 독일 Ruhr Univ. Bochum 전자공학과 (공학석사)
1994년 8월: 독일 Dortmund Univ. 전자공학과 (공학박사)
1995년 4월~현재 : 광운대학교 전

파공학과 부교수

1996년~현재: 전자과학회 편집위원

[주 관심분야] 초고주파 및 광집적회로, 초고주파 측정 및 센서, EMI/EMC

박 먼 주



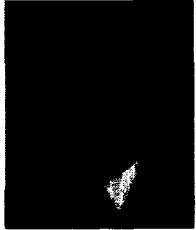
1991년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
1993년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
1998년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학박사)
1998년 12월~2002년 8월: 삼성전

자(주) 책임연구원

2002년 9월~현재: 광운대학교 전자공학과 조교수

[주 관심분야] 초고주파 수동회로 및 안테나, 전자파, 초고주파 수치해석, High speed digital system noise, signal integrity and interconnections, EMI/EMC

이 중 철



1983년 2월: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
1985년 2월: 한양대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
1989년 12월: 미국 Arizona State University 전자공학과 (공학석사)
1994년 5월: 미국 Texas A&M Uni-

versity 전자공학과 (공학박사)

1994년 6월~1996년 2월: 현대전자(주) 시스템 IC 연구소 광소자개발실 선임연구원

1996년 3월~현재: 광운대학교 전파공학과 부교수

2000년 8월~현재: 광운대학교 RFIC센터 과제수행 책임자

2001년 12월~현재: 중국 Harbin Institute of Technology (HIT) 방문교수

2003년 1월~현재: 미국 Univ. of California, San Diego, ECE Dept., Visiting Scholar

[주 관심분야] 초고주파 및 광전자공학, RF MEMS, 밀리미터파 능동 및 수동 소자

이 병 제



1988년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
1993년 12월: 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학석사)
1997년 5월: 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학박사)
1997년 6월~1998년 2월: 삼성전자

정보통신연구원 선임연구원

1998년 4월~현재: 광운대학교 전파공학과 조교수

[주 관심분야] 초고주파 및 밀리미터파 안테나해석 및 설계, 전기자기파 해석, 레이더 및 위성통신, 초고주파 응용

김 남 영



1987년 2월: 광운대학교 전자공학과 (공학사)
1991년 2월: New York 주립대 전자공학과 (공학석사)
1994년 2월: New York 주립대 전자공학과 (공학박사)
1994년 2월~1994년 9월: New York

주립대 연구원

1994년 9월~현재: 광운대학교 전자공학과 부교수

1998년 2월~현재: 광운대학교 RFIC센터 센터장

[주 관심분야] 초고주파 집적회로(MMIC) 및 무선통신용 ASIC