

GPS/PCS 이중편파 소형 마이크로스트립 패치 안테나

김 호 용^o · 조 정 용 · 원 충 호 · 이 흥 민

경기대학교 전자공학과

경기도 수원시 팔달구 이의동 산 94-6번지 (우) 442-760

전화 : (031) 246-8746 / 팩스 : (031) 249-9796

E-mail : hyounran@hotmail.com

GPS/PCS Dual Polarization Compact Microstrip patch Antenna

Ho-Yong Kim^o · Jung-Yong Cho · Chung-ho-won · Hong-Min Lee

Department of Electronic Engineering, Kyonggi University

San 94-6, Yiui-Dong, Paldal-Gu, Suwon-Si, kyonggi-do, Korea

E-mail: hyounran@hotmail.com

Abstract

In this paper, a integrated structure of a two-element microstrip patch antenna with two feeds for GPS/PCS dual-band operation is proposed. The radiating element for PCS operation is a novel broad band low-profile cylindrical monopole top-loaded with a shorted meander patch, which gives linearly polarized conical radiation pattern and size reduction of patch due to meander line. The radiating element for GPS operation is a novel square-ring microstrip patch with truncated corners and slits. which provide circularly polarized broadside radiation patterns and size reduction due to slots. using dielectric substrate in GPS antenna of proposed antenna provide to improve isolation between two feeds and reduce size of patch. The proposed antenna achieves the bandwidth and polarization requirements of GPS and PCS systems.

I. 서론

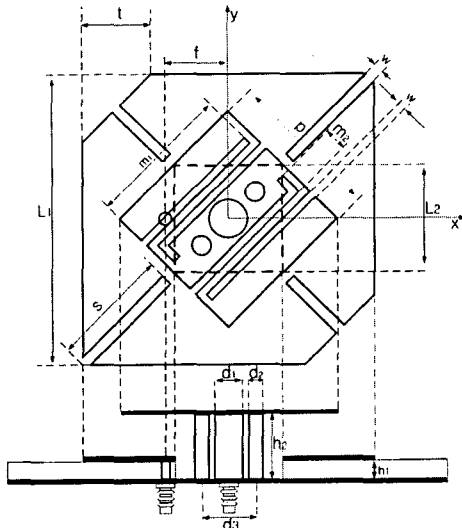
최근 무선통신 시장이 폭발적으로 증가함에 따라 이동성이 요구되는 여러 분야에서 서로 다른 주파수 대역을 가지는 다양한 시스템을 하나로 통합하는 추세이다. 이에 본 논문에서는 PCS (Personal Communication System)와 GPS (Global Positioning System) 시스템에 필요한 안테나를 통합하고자 하였다. 기존에 연구되어진 서로 다른 시스템을 구현 하기위한 설계 방법으로 첫 번째 방법은 GPS와 PCS를 각각 분리된 시스템으로 안테나를 구현하는 방법, 둘째는 각각의 시스템에서 요구하는 편파를 무시하여 이중 공진 형태를 취하거나 대역폭을 확

장하여 두개의 시스템이 요구하는 대역을 안테나가 확보하는 방법이다. 첫 번째 방법은 두 시스템이 각각 별개이므로 요구되어지는 시스템 면적이 큰 단점이 있다. 두 번째 방법은 적은 면적을 소요하는 장점이 있으나 시스템이 요구하는 편파의 불일치에 따른 수신 전력의 감소를 야기 시킨다. 예를 들어 GPS 시스템은 우수편파를 사용하나 이를 수신기가 직선편파로 수신할 경우 편파효율은 전력의 1/2, 즉 3dB의 손실을 야기 시킨다.^[1]

본 연구에서는 GPS와 PCS 시스템에서 각각의 시스템이 요구하는 편파를 일치시켜 편파효율을 높이고 시스템이 차지하는 면적을 줄이고자 두 개의 급전부를 갖는 안테나를 제안하였다. 각각의 안테나에

사용되어진 소형화 방법과 적층 통합함에 따른 격리도 및 축비 특성의 악영향을 완화하는 방법을 기술 하였다.

II. 제안된 안테나의 구조



$L_1 = 40mm$, $L_2 = 50mm$, $S = 135mm$, $t = 57.4mm$, $w = 1mm$, $f = 6.15mm$, $p = 2mm$, $m_1 = 20mm$, $m_2 = 3.5mm$, $d_1 = 6mm$, $d_2 = 2.2mm$, $d_3 = 9.3mm$, $h_1 = 1.6mm$, $h_2 = 10.7mm$

그림 1. 제안된 안테나의 구조

그림 1 에 제안된 안테나의 구조를 나타내었다. GPS 와 PCS 안테나는 공통된 그라운드와 두개의 급전으로 이루어져 있다. GPS 수신 안테나는 새롭게 제안되어진 슬롯을 부설한 사각링 마이크로스트립 패치 안테나로 유전율 4.4를 갖는 FR-4 기판을 사용하였다. PCS 안테나는 새롭게 제안되어진 단락 미엔더 패치를 가지는 저자세 원통형 모노폴 안테나로 설계하여 두 개의 안테나를 적층하여 통합하였다.

2.1 GPS 수신 안테나의 설계

GPS 수신 안테나는 사각링 슬롯 안테나를 사용하여 안테나의 소형화를 위하여 각각의 패치 모서리에 슬롯(S)와 사각형 슬롯(L2)을 부설하였다. 슬롯 부설에 인한 인덕턴스 성분이 패치에 인가되어 전류의 실효 길이를 늘려 공진 주파수를 낮추었다.^[2,3] 그림 2는 슬롯의 길이에 따른 반사손실의 변화를

나타내었다.

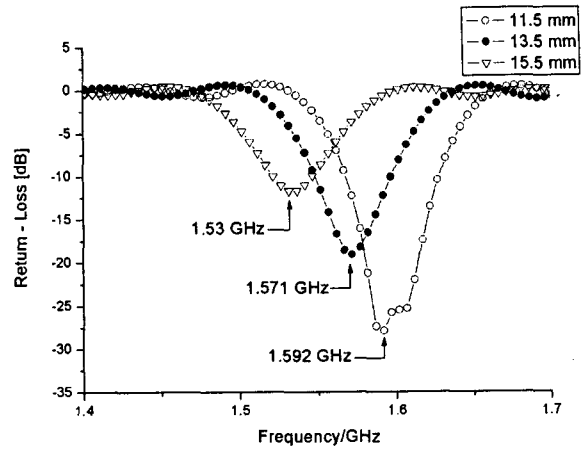


그림 2. S의 길이에 따른 반사손실 변화

GPS 수신기 시스템은 우수편파를 사용한다. 패치의 모서리를 잘라내어(truncated) 방사소자의 TM_{10} 과 TM_{01} 의 두 개의 독립적인 직교모드중 하나는 공진 모드를 다른 하나는 크기는 갖고 90° 의 위상차를 갖는 미세한 저차 모드를 발생시켜 우수편파로 동작하도록 하였다.

2.2 PCS 수신 안테나의 설계

PCS 수신 안테나는 모노폴 안테나 윗면에 단락 패치를 부설하고 단락핀을 모노폴 양 옆에 부설하였다. 접지면과 모노폴 윗면에 인가된 패치면은 캐패시턴스 성분을 형성한다. 양옆에 부설된 단락핀은 단락회로를 형성하고 인덕턴스 성분을 나타낸다. 접지면과 모노폴 윗면에 인가된 패치에 기인한 캐패시턴스와 단락핀의 인덕턴스 성분이 병렬로 인가되어 병렬공진 현상을 일으킨다.^[4]

병렬 공진의 제어소자는 모노폴 윗면에 인가된 패치의 크기, 안테나의 높이, 단락핀의 갯수, 접지면과 패치면 사이의 기판의 유전율 특성이다. 이중 병렬 공진 현상의 주된 제어 소자는 단락핀이다. 단락핀의 특성에 따라 쉽게 입력 임피던스의 실수값과 허수값을 제어하여 병렬 공진에 알맞게 정합할 수 있다. 그러나 본 논문에서 제안된 안테나는 단락핀에 의한 정합이 GPS 안테나와 PCS 안테나의 통합을 고려할 때 단락핀의 특성 변화에 제한을 준다. 단락핀에 인가된 인덕턴스 성분 이외에 추가적인 인덕턴스 성분을 인가 하기위하여 윗면의 패치에 미엔

더 슬롯(m_1, m_2)을 부설 하였다.^[6] 그림 3은 미앤더 슬롯의 길이 변화에 따른 PCS 안테나의 반사손실의 변화를 나타내었다.

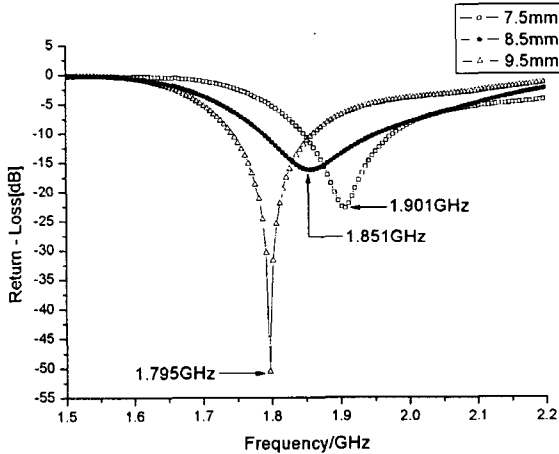


그림 3. m_1 의 길이에 따른 반사손실의 변화

모노폴 안테나는 보통 $\lambda/4$ 길이를 가져야 하나 본 논문의 안테나는 모노폴 윗면의 단락 미앤더 패치와 단락핀에 의하여 모노폴의 길이가 약 $\lambda/16$ 로 감소하여 일반 모노폴 안테나 보다 저자세를 갖는 특성을 나타내었다. 또한, 모노폴 윗면에 부설된 패치의 크기는 기존의 패치를 가지는 원통형 모노폴 안테나보다 약 33%의 크기로 감소하였다.

2.3 GPS/PCS 수신 안테나 통합 설계

제안되어진 안테나는 GPS와 PCS 두 개의 안테나를 적층하여 통합 하였다. 이에 따라 고려해야 할 사항은 첫 번째는 급전간의 격리도 특성 악화 두 번째는 GPS 안테나의 축비특성 악화이다. 첫 번째 이유는 각각의 안테나를 소형화함에 따라 급전간의 이격거리가 줄고 결합(Coupling)현상이 심화되기 때문이다. 두 번째 이유는 PCS 안테나가 GPS 안테나를 간섭하여 원거리장에서 GPS 안테나의 축비 특성을 악화시키기 때문이다. 본 논문에서는 격리도의 특성을 높이고자 GPS 안테나의 기판을 유전율 4.4인 FR4 기판을 사용하여 접지면과 패치사이의 Q값을 높여 누설효과(fringe effect)와 결합(coupling) 현상을 완화하여 무유전 기판(foam)을 사용할 때보다 격리도 특성이 향상 되었고 패치의 크기가 감소하였다. 그림 4와 그림 5는 GPS와 PCS 안테나의

반사 손실과 격리도 특성을 나타내었다.

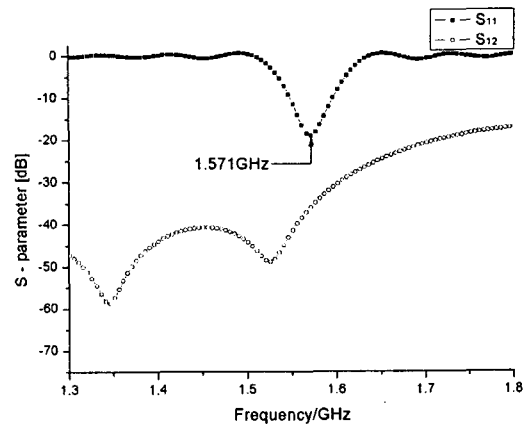


그림 4. 제안된 GPS 안테나의 반사손실과 격리도

제안된 GPS 안테나는 1.571GHz에서 공진하고 있으며 약 3.12%(49MHz)의 대역폭을 나타내었다. 격리도 특성은 임피던스 대역폭 내에 -31dB이하 즉 99.9%의 격리도를 나타내고 있다.

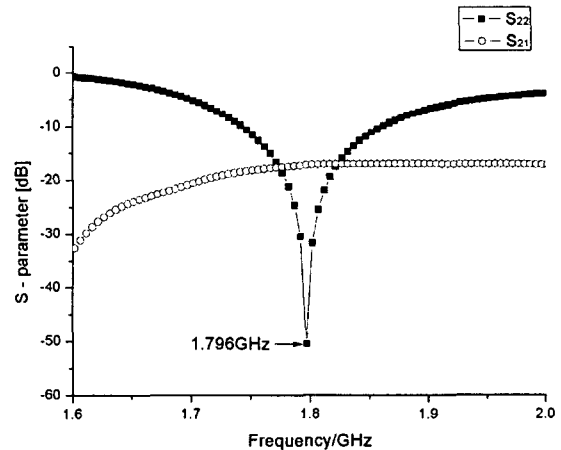


그림 5. 제안된 PCS 안테나의 반사손실과 격리도

제안된 PCS 안테나는 1.796GHz에서 공진하고 있으며 약 6.9%(124MHz)의 대역폭을 나타내었다 격리도 특성은 임피던스 대역폭 내에 -17dB이하 즉 98%이상의 격리도를 나타내었다. 그림4. 와 그림 5. 에 나타난 제안된 안테나의 임피던스 대역폭은 PCS와 GPS의 임피던스 대역폭을 만족하였다. 그림 6.은 GPS 안테나의 공진 주파수(1.571GHz)에서 안테나의 축비패턴을 θ 축을 기준으로 -90° 에서 $+90^\circ$ 의 범위에서 나타내었다.

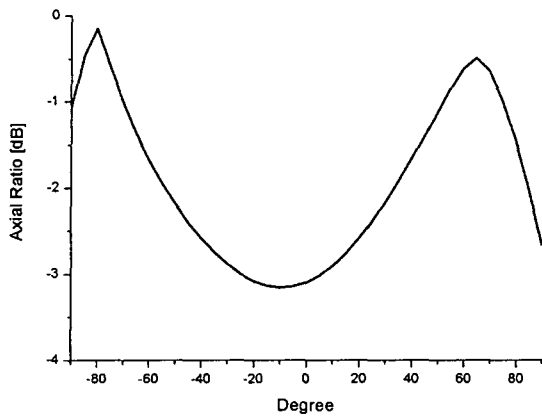


그림 6. GPS 안테나의 축비패턴

그림 6에 나타낸 GPS 안테나 축비특성에서 θ 축을 기준으로 -30° 부터 $+30^\circ$ 내의 축비패턴 이내에 -3dB 이하의 축비특성을 만족함을 알 수 있다. 축비패턴에서 볼 수 있듯이 0° 에서 축비 특성이 약하고 0° 에서 멀어질수록 축비특성이 좋아지는 것을 알 수 있다. 이 현상은 PCS 안테나가 GPS 안테나에 간섭을 일으켜 축비특성에 악영향을 주는 것을 알 수 있다. 이러한 악영향을 줄이기 위하여 GPS 안테나 패치의 크기가 커져야 하므로 GPS 안테나의 소형화에 한계를 갖는다. 본 논문에서 제안되어진 구조에서 GPS 안테나의 패치 크기는 PCS 안테나의 미엔더 패치보다 약 2배 이상일 때 -3dB 이하의 축비특성을 만족함을 알 수 있었다. 그림7은 GPS 안테나의 축비 대역폭을 나타내었다.

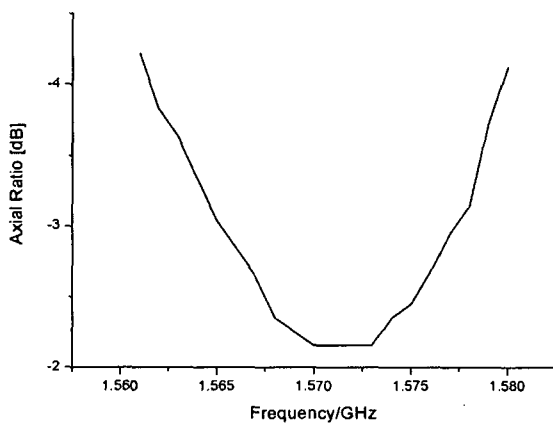
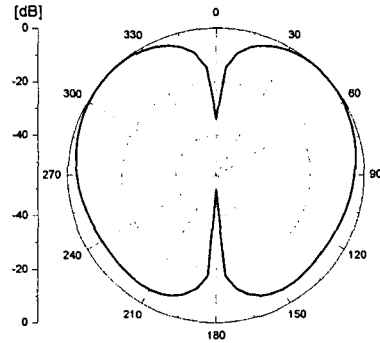


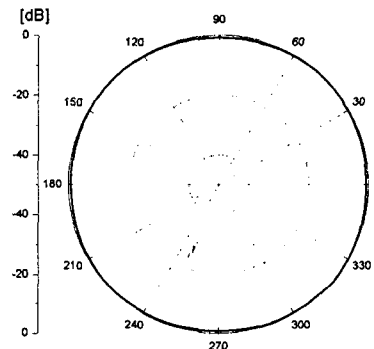
그림 7. GPS 안테나의 축비 대역폭

PCS 안테나는 원거리장에서 GPS 안테나의 축비특성에 악영향을 완화하고자 θ 축을 기준으로 0° 에

서 영점(null point)이 형성되는 모노폴 형태의 패턴이 적합하다. 제안된 구조에서 미엔더 패치와 접지면 사이에 부설한 단락핀에 의하여 영점(null point)이 형성된다. 그림 8에 PCS 안테나의 방사패턴을 나타내었다.



(a) X-Z 평면



(b) X-Y 평면

그림 8. PCS 안테나의 방사패턴

PCS 안테나의 X-Y 방사패턴을 보면 이동통신용으로 사용하기 적합한 준등방성 패턴을 나타내고 있는 것을 볼 수 있다.

Acknowledgements

This work was supported by grant NO.(R05-2002-000-00883-0) from Basic Research Program of the Korea Science & Engineering Foundation

III. 결론

본 논문에서 제안된 안테나는 GPS 안테나와 PCS 안테나를 각기 소형화 및 통합 하기 위하여 새롭게

제안되어진 단락 미엔더 패치를 가지는 저자세 원통형 모노폴 안테나와 4개의 슬롯을 가진 사각 링 슬롯 안테나로 소형화 하였고 통합하였다. 통합에 따른 격리특성과 우수편파의 축비특성의 악영향을 유전율을 가지는 기판과 GPS 안테나의 패치 크기를 알맞게 선정하여 완화하였다. GPS 대역에서 1.571GHz에서 공진하고 있으며 약 3.12%(49MHz)의 대역폭을 나타내었고 격리도 특성은 임피던스 대역폭 내에 -17dB이하로 98%의 격리도를 나타내고 있으며 GPS 임피던스 대역폭 내에 -3dB 이하의 축비특성을 만족하여 편파를 일치 시켰다. PCS 대역에서 1.796GHz에서 공진하고 있으며 6.9%(124MHz)의 임피던스 대역폭을 나타내었다 격리도 특성은 임피던스 대역폭 내에 -17dB이하로 98%이상의 격리도를 나타내고 있으며 이동통신에 적합한 준등방성 방사패턴인 모노폴 형태의 방사패턴을 나타내고 있다. 제안되어진 안테나는 GPS와 PCS 시스템에 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

operations, Micro wave Opt. Technol.Lett.,Vol.30, July 20,2001

참고 문헌

- [1] WARREN L. STUTZMAN, GARY A. THILE, "ANTENNA THEORY AND DESIGN", WILEY, 1998
- [2] Wen-Shyang Chen, Chun-Kun Wu, and Kin-Lu Wong, "Novel Compact Circularly Polarized Square Microstrip Antenna", IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 49, NO. 3, MARCH 2001
- [3] We-Shyang Chen, Chun-Kun Wu and Kin-Lu Wong, "Single-feed square-ring microstrip antenna with truncated corners for compact circular polarisation operation", Electron Lett. 28th May 1998 Vol.34 NO. 11
- [4] Ch.Delaveaud, Ph. Leveque and B. Jecko, "New kind of microstrip antenna: the monopolar wire-patch antenna", Electron Lett. Vol.30, January. 6th, 1994
- [5] S.Reed, L. Desclos, C. Terret, and S. Toutain, "Patch antenna size reduction by Means of inductive slots", Microwave and optical Technology Lett, Vol 29, No. 2, April 20, 2001
- [6] J.Y. Wu and K. L. Wong, "Two integrated stacked shorted patch antennas for DCS/GPS