

기생소자를 갖는 PDA 단말기용 PIFA 설계

김 용 호 · 이 흥 민

경기대학교 전자공학과

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

Design of PIFA with a parasitic element for PDA terminal

Yong-Ho Kim, Hong-Min Lee

Department of Electronics Engineering Kyonggi University

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

E-mail: korace@icitiro.com

Abstract

In this paper, describes the design of PIFA for PDA which has parasitic patch to expand the impedance bandwidth and miniaturization technique to consider the radiation pattern. To expand the impedance bandwidth, generated resonant frequency of parasitic patch is different from that of main patch. To miniaturize the physical dimension, using the folded edge and rectangular slot. The obtained impedance bandwidth is 9.4% (2.29GHz~2.515GHz) at $VSWR \leq 2$ and antenna gain is 2dBi within the operating frequency.

key word : PIFA, parasitic, bent, slot

I. 서 론

무선데이터 전송 서비스는 PDA와 PC에서 주로 사용되며, 기존의 무선 LAN은 Hot Spot을 기반으로 한 실내 환경에 적합하여 주로 노트북에 이용되고 있다. 휴대인터넷은 이러한 무선 LAN의 단점을 보완하여 이동 중 무선데이터 전송을 위해 개발되어졌다. 이러한 장점은 휴대가 간편한 PDA의 특성과 잘 부합되어, 앞으로 PDA의 서비스로써 각광을 받을 것으로 사료된다. 이동통신 서비스에 이용되는 개인 휴대 단말기는 소형화, 다기능화, 경량화 등의 목표로 발전되어 왔으며, 안테나 또한 사용자가 휴대하기 용이하고 견고성이 뛰어난 내장형 안테나의 연구가 활발히 진행 중이다. PDA의 안테나는 무선 LAN과 휴대인터넷 대역을 포함하여야 하고, 소형이어야 하며, 등방성 방사패턴을 가져야한다.

PIFA는 평면의 형태를 갖고 소형이며 두께가 얇은 특징이 있어 소형의 휴대 단말기의 내장형 안테

나로써 큰 장점을 갖지만, 대역폭이 협소한 단점이 있어 이를 극복하는 것이 PIFA의 과제이다. PIFA의 대역폭을 확장하는 방법은 여러 가지가 있으나 소형의 형태를 유지하고, 양호한 방사패턴을 보이며, 대역폭을 확장하기위해서, 본 논문에서는 방사패치 종단을 접고, 슬롯을 부설하여 방사패턴의 왜곡을 줄이며 소형화 시켰고, 기생패치를 이용하여 2.3GHz 휴대인터넷 주파수와 2.4GHz ISM 대역인 무선 LAN 주파수에서 이중 공진이 발생하도록 설계하였다. 안테나 설계는 CST사의 MWS 4.0을 사용하였으며, 양호한 방사패턴과 휴대인터넷 주파수(2.3~2.4GHz)와 무선 LAN 주파수(2.4~2.5GHz)에서 설계조건을 만족하였다.

II. 안테나 설계 및 분석

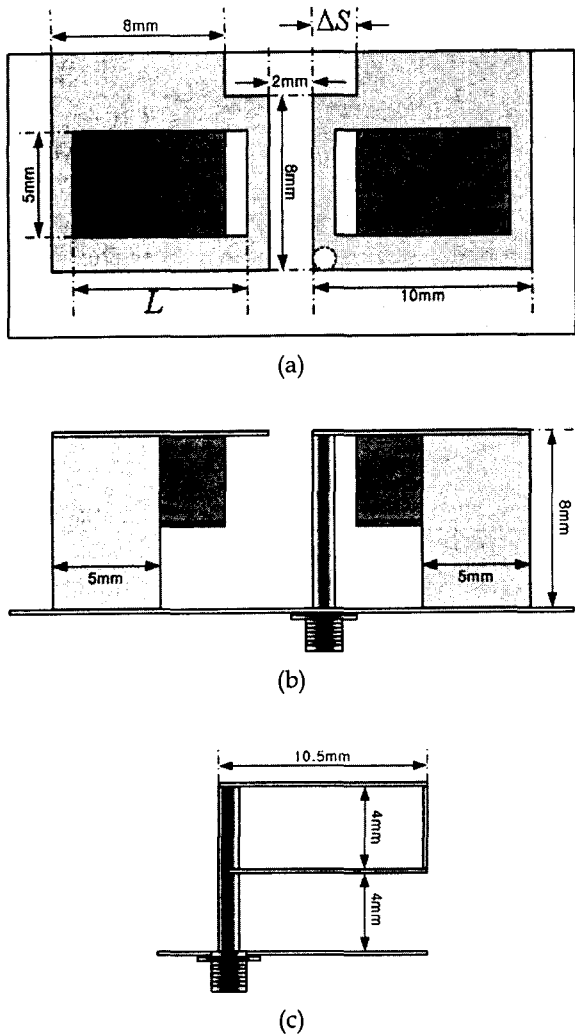


그림 1. 제안된 안테나의 구조
(a)x-y평면 (b)x-z평면 (c)y-z평면

최근 이동통신 단말기용 PIFA의 구조는 단일 패치에 슬릿을 내어 서로 다른 표면전류경로(current path)를 만들거나 고차모드를 발생시켜, 이중 혹은 삼중 공진을 발생시키는 구조에 대하여 논의 되어 지고 있다.^{[1][2][3][4]} 이러한 구조는 크기가 작은 장점을 가지고 있으나 방사패턴의 왜곡을 심화시키는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위해서 주패치 한 쪽에 기생패치를 추가하여 대역폭을 넓히고 패치의 종단을 아래로 접어 넣은 형태에 사각 슬릿을 부설하여 크기를 줄였다.^{[5][6]}

서로 다른 2개의 주파수에서 동작하도록 일반적인 PIFA의 설계공식인 $L + W + h = \lambda/4$ 을 이용하

여 각 패치의 길이를 조절하여 주패치와 기생패치를 각각 무선 LAN과 휴대인터넷 주파수로 결정하였다.

설계된 안테나는 그림 1에 나타내었다. 안테나의 높이는 8mm로 고정하여 설계되었고, 접지면의 크기는 $40 \times 20 \text{mm}^2$ 로 한 쪽 가장자리에 방사패치를 두고 시뮬레이션 되었다.

추가된 기생패치는 주패치와 비교하여 동일한 폭의 패치와 동일한 크기의 단락판을 갖고, 보다 짧은 길이의 패치를 갖는다. 주패치는 무선 LAN 주파수 대역에서 설계되었고 기생패치는 휴대인터넷 주파수 대역에서 설계되어 이중공진 특성을 갖는다.

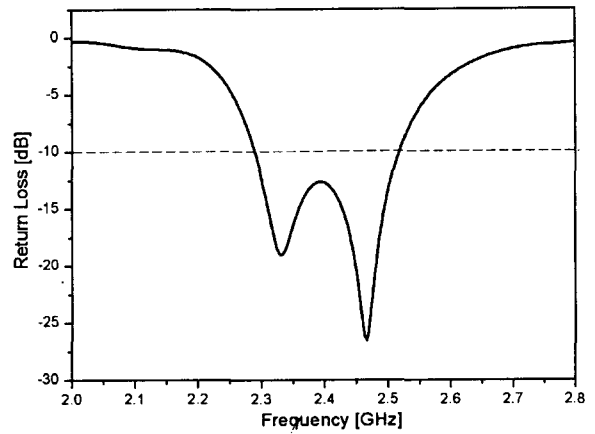


그림 2 반사손실

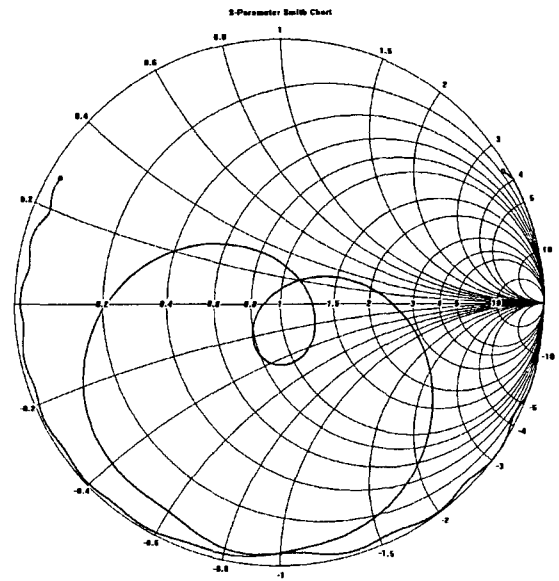


그림 3 Smith Chart

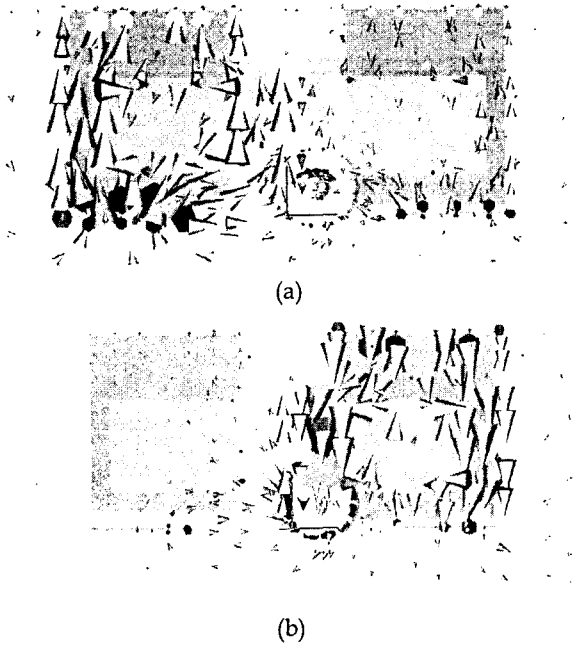


그림 4. 각 주파수별 방사패치의 표면전류
(a) $f=2.33\text{GHz}$ (b) $f=2.47\text{GHz}$

본 논문에서 제안된 구조에 대한 반사손실과 Smith Chart를 각각 그림 2과 그림 3에서 나타내었으며, 2.33GHz와 2.47GHz 두 주파수에서 공진특성을 얻었다. 제안된 안테나의 표면전류 분포를 그림 4에 나타내었다.

안테나의 급전은 임피던스 정합과 커플링을 고려하여 설계되었고, 주패치와 기생패치 사이에 일어나는 커플링을 조절하기위해 두 패치 사이의 폭을 2mm로 고정하고 ΔS 를 조절하였다.

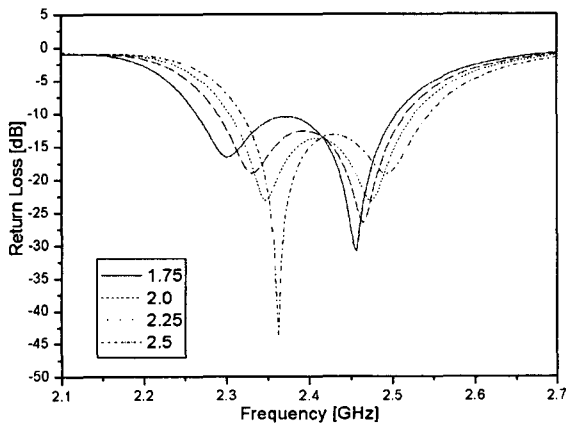


그림 5. ΔS 의 변화에 따른 반사손실

그림 5는 슬롯의 길이 L 을 8mm로 고정하고 ΔS 의 변화에 따른 반사손실을 나타낸 것이다. ΔS 가 작아질수록 공진주파수가 내려가고 대역폭이 늘어나지만, 반사손실이 점점 더 커짐을 알 수 있다.

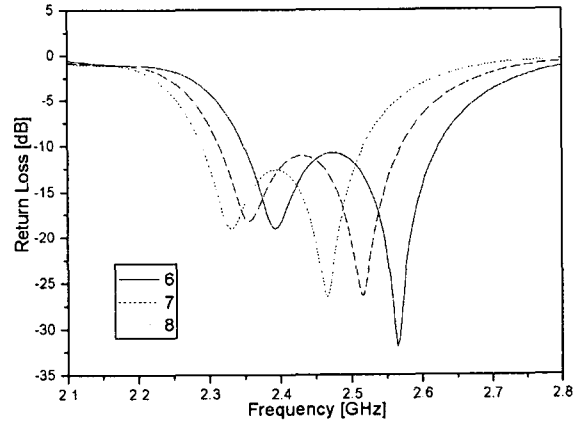


그림 6. 슬롯의 길이에 따른 공진주파수의 변화

그림 6에서는 ΔS 를 2mm로 고정하고 슬롯의 길이 L 에 따른 공진주파수의 변화를 나타내었다. 슬롯의 길이 L 이 클수록 낮은 공진주파수로의 천이를 보이고, 상대적으로 줄어드는 대역폭이 미미한 것을 볼 수 있다.

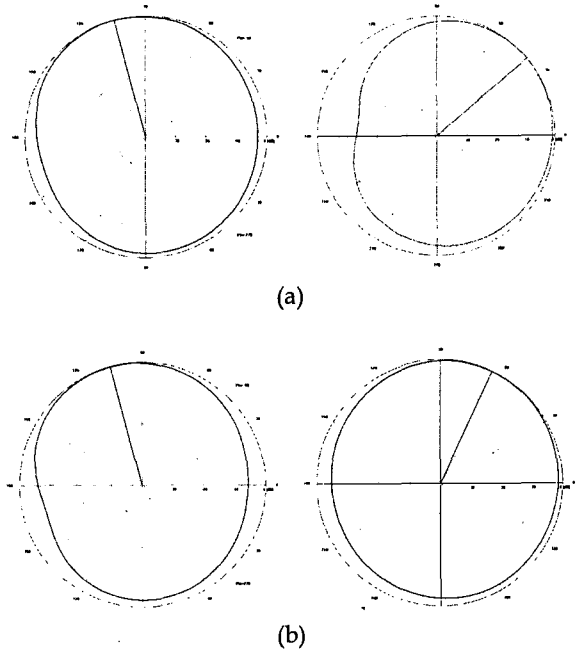


그림 7. 각 주파수별 수직, 수평패턴
(a) 2.33GHz (b) 2.47GHz

그림 7은 두 주파수에서의 수직과 수평 방사패턴을 나타내었다. 제안된 안테나의 수평 방사패턴은 급전이 가해지는 주파치 방향으로 강한 패턴이 형성되는 현상이 있으나 대체적으로 양호한 특성을 나타내고 있다.

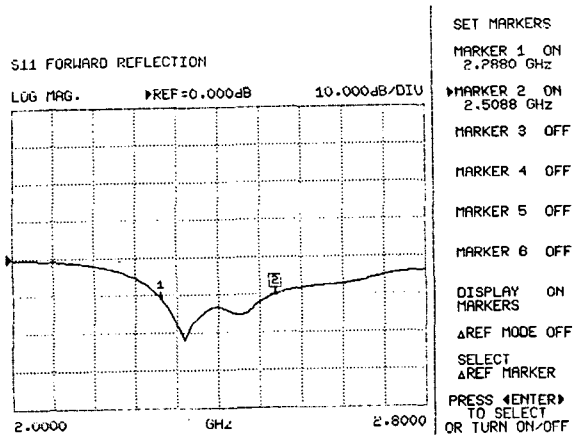


그림 8. Measured Return Loss

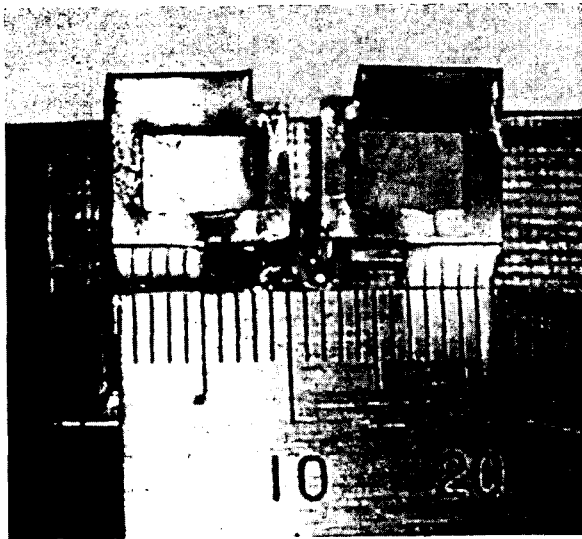


그림 9. 제작된 안테나

제작된 안테나와 측정된 반사손실을 각각 그림 8과 그림 9에 나타내었다.

본 논문에서 제안된 안테나는 무선 LAN과 휴대 인터넷 대역인 2.3~2.5GHz 대역을 가지며, 소형화된 PIFA를 설계 제작하였다.

제안된 안테나는 2.29~2.515GHz의 넓은 대역특성과 양호한 방사패턴을 가지며 소형화되었다. 제안된 안테나는 방사패치 종단을 접은 구조와 사각 슬롯을 부설한 형태로서 양호한 방사패턴을 유지한 채 크기를 반으로 감소시켰다. 또한 설계된 안테나는 단말기 내부에 실장을 고려하여, 소형의 접지면 크기에서도 양호한 성능을 보임을 알 수 있다.

안테나의 크기는 $22 \times 10.5 \times 8 \text{mm}^3$ 이고, 대역폭은 9.4%를 가지며, 이득은 최대 2.2dBi를 나타내었다.

참 고 문 헌

- [1] Kin-Lu Wong, Planar Antennas for Wireless Communications, Wiley-Interscience, 2003
- [2] Z. Chen, Acep D. Ganjara and X. Chen, "A Dual-L Antenna With a Novel Tuning Technique for Dual Frequency Applications", *IEEE Tran. Antennas and Propagat.*, vol. 50, pp. 402-403, Mar. 2002
- [3] Wei Ping Dou and Y. W. M. Chia, " Novel Meandered Planar Inverted-F Antenna for Triple-frequency Operation", *Microwave and Optical Tech. Letters.*, Vol. 27, Oct. 2000
- [4] Zi Dong Liu, Peter S. Hall, and David Wake, "Dual-Frequency Planar Inverted-F Antenna", *IEEE Tran. Antennas and Propagat.*, Vol. 45, pp. 1451-1458 Oct. 1997
- [5] Girish Humar and K. P. Ray, Broadband Microstrip Antennas, Artech House, 2003
- [6] S. Maci and G. Biffi Gentili, "Dual-Frequency Patch Antennas", *IEEE Tran. Antennas Propagat. Magazine.*, vol. 39, pp. 13-20, Dec. 1997

Ⅲ. 결 론