

기생 패치를 이용한 WLAN 용 마이크로스트립 소형 안테나 설계 및 구현

*이강혁, **정영준, *전병휘*오승엽

*충남대학교, **전자통신연구원

Design and implementation of the small microstrip Antenna using a Parastic patch for Wireless LAN application

*Kang-Hyok Lee, **Young-Jun Chong, *Byeong-Hwi Jeon, *Seung-Hyeun Oh

*Department of Electronic Engineering, Chungnam National University

**Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : futoon@cnu.ac.kr

Abstract

본 논문에서는 WLAN 용 광대역 마이크로스트립 안테나를 설계 및 제작하였다. 광대역 특성을 얻기 위하여 기생 패치를 이용한 이중 공진 구조를 적용하였으며, 안테나의 사이즈를 줄이기 위하여 단락면을 사용하였다. 제작 결과 return loss 가 -10dB 이하인 대역폭으로 $4.41\sim 6.15\text{GHz}$ 에 이르는 약 32.78%대의 광대역 특성을 얻을 수 있었다.

I. 서론

마이크로스트립 안테나는 제작이 간편하고 집적화가 가능하다는 장점 등으로 인하여 다방면에 걸쳐 연구 사용되고 있는 안테나이다. 그러나 1~5%대의 좁은 대역폭에 따른 광대역화와 이동통신등의 사용에 의한 사이즈의 소형화가 절실히 요구되고 있는 실정이다. 따라서 마이크로스트립 안테나의 대역폭 개선과 소형화를 위한 연구가 여러가지 방법으로 개발 적용되고 있다¹.

본 논문에서는 광대역화 및 소형화를 요구하는 5GHz 대역 무선 근거리 지역 통신망(WLAN: Wireless Local Area Network)용 마이크로스트립 패치 안테나를 설계 제작한다.

마이크로스트립 안테나의 대역폭을 개선하기 위해서 기생패치(parastic patch)를 사용한 적층구조를

사용하며, 안테나의 전체적인 사이즈를 줄이기 위하여 방사패치와 기생패치를 단락면으로 단락하여 설계한다.

마이크로스트립 안테나는 제작에 앞서 모멘텀법을 기반으로한 Ensemble ver. 8.0을 사용하여 설계하며, 제작 후 시뮬레이션으로 얻은 이론값과 실 제작으로 얻은 측정값을 비교 검토하여 전체적인 안테나의 특성을 고찰한다.

II. 마이크로스트립 안테나의 대역폭 개선

1. 대역폭(BW) 관계 요소의 조절

기본적인 마이크로스트립 패치 안테나의 공진 주파수는 방사패치의 전기적 길이에 의존한다. 또한 안테나의 대역폭은 유전체 기판의 두께와 비유전율에 의해 결정되며, 일반적인 경우 일정한 공진주파수에서

마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭은 패치 두께에 비례하는 반면, 비유전율에 반비례한 특성을 갖는다².

그러나 기판의 두께를 증가시키고 비유전율이 낮은 기판을 사용하면 제작 비용의 증가와 함께 방사 패치의 표면에 표면파가 발생하여 방사효율이 떨어지게 된다. 또한 프로브 급전의 경우 프로브 리액턴스의 증가로 인하여 임피던스 정합이 어려우며 마이크로스트립선로 급전의 경우 패치 안테나의 급전부에서 불연속에 의한 불요방사가 증가하여 전체적인 효율의 감소를 초래하게 된다. 따라서 무리한 기판의 두께 증가와 낮은 비유전율의 기판 사용은 대역폭의 증가와 함께 전체적인 효율의 감소를 초래하게되어 대역폭과 효율간의 상호 적절한 tradeoff가 필요하다. Fig.1은 이러한 안테나의 효율과 대역폭간의 기판 두께 및 비유전율에 따른 관계를 보이고 있다².

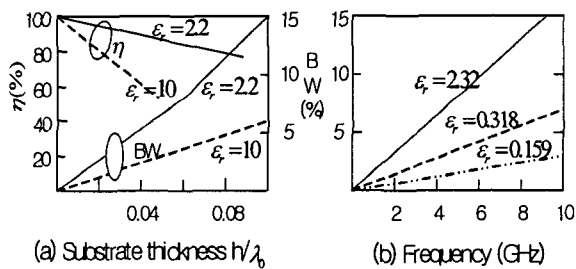


Fig. 1 (a) Variation of percentage BW and efficiency of a square MSA versus h/λ_0 (b) Variation of percentage BW with frequency for three values of h and ϵ_r

2. 기생소자의 사용 및 대역폭 확장

마이크로스트립 안테나의 대역폭을 개선하는 여러 방법들이 연구 응용되고 있으며 동일 기판상에서 주 공진패치를 인접하게 배열하는 방법 또한 널리 사용되고 있는 방법이다. 이때 기생 패치의 평면적 배열 뿐만 아니라 다층 구조를 사용하여 안테나의 대역폭을 개선할 수 있다.

본 논문에서는 기생패치를 이용한 다층구조를 사용하여 설계하였으며, Fig.2와 같이 이러한

다층구조를 사용할 경우 동일면에 배열하는 구조의 경우와 비교하여 정합회로와 안테나간의 상호결합이 적어 안테나의 방사 특성 변화가 작고, 정합회로의 불요방사의 영향을 제거할 수 있는 이점이 있다³.

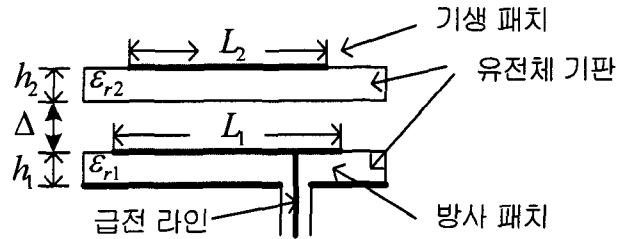


Fig.2 Stacked type of single feed microstrip patch antenna configuration

이때 L_2 값의 변화에 따라 입력 임피던스 및 공진주파수의 변화를 얻을 수 있으며 L_2 값의 증가에 대해 기생패치에 의한 공진주파수는 감소한다. 또한 기생패치와 방사패치간의 간격 Δ 의 증가에 대하여는 공진주파수는 감소하며 안테나의 입력 임피던스 대역폭의 증가를 얻을 수 있다. 따라서 적층구조를 사용한 마이크로스트립 안테나의 경우 L_2 와 Δ 의 값을 적절히 조절하여 방사패치와 기생패치간의 공진주파수 조정을 통한 대역폭의 확장을 얻을 수 있다^{2,3,4}.

III. 마이크로스트립 안테나의 소형화

일반적으로 TM_{10} 모드를 사용하는 사각 마이크로스트립 안테나의 동작은 $\lambda/2$ 의 공진 길이를 갖으며, 그 공진 길이를 따라 분포하는 전압은 Fig.3의 (a)에 보인바와 같다. 이때 공진 길이의 중심에 해당하는 OO 라인을 따라 0준위의 전압이 분포하게 된다.

단락면을 사용한 마이크로스트립 안테나는 이러한 OO 라인을 따라 접지면에 단락 면이나 편을 사용하여 접지시킴으로써 $\lambda/4$ 의 공진길이를 갖는 안테나를

언게 된다.

이러한 단락핀 또는 단락면을 사용한 안테나는 반파장 안테나에 비교하여 매우 근접한 공진주파수를 갖는 반면 면적에 있어 절반에 이르는 소형화를 이룰수 있다는 장점이 있다. 그러나 이러한 소형화된 안테나의 경우 안테나의 효율은 감소하며 제작상에 어려움이 있다는 단점도 함께 지니고 있다^{2,3,4}.

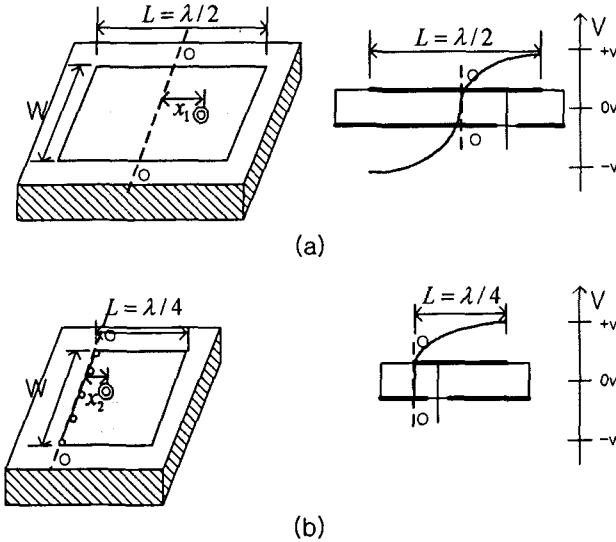


Fig.3 (a) Rectangular microstrip antenna and Field distribution of the fundamental TM₁₀ mode
(b) Shorted microstrip antenna and Field distribution of the fundamental TM₁₀ mode

IV. 안테나의 설계 및 제작

마이크로스트립 안테나의 전체적인 사이즈를 줄이면서 대역폭을 개선하기 위하여 앞서 살펴본 이론을 바탕으로 다음과 같은 안테나를 설계한다.

Table 1. Antenna Specification for WLAN Application

Property	Specification
Bandwidth for WLAN	5.725-5.825 GHz
Bandwidth for design	10% @ 5.775GHz
Return loss	-10dB below
Polarization	Linear pol.

Fig.4에 II장에서 다른 기생패치를 이용한 대역폭

개선 방법과 III장에서 다른 단락면을 적용하여 설계 제작된 마이크로스트립 안테나를 보이고 있다.

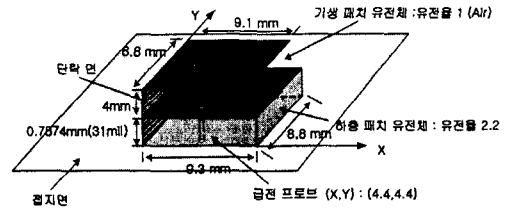
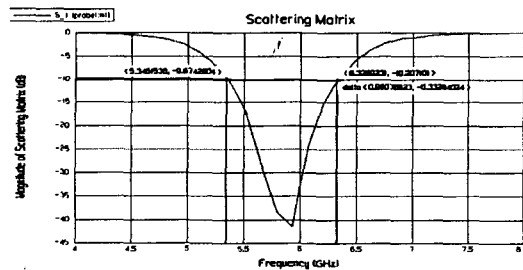
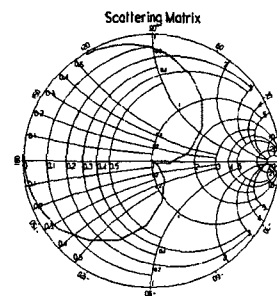


Fig. 4 Geometry and dimension of a stacked shorted microstrip antenna for WLAN.

제작에 사용된 기판은 상층 기생패치의 경우 유전율이 1인 Air를 사용하였으며 하층 방사패치의 경우 비유전율이 2.2이며 31mil의 유전체 두께를 갖는 Rogers RT/duroid 5880 기판을 사용하였다. 최적화된 설계를 돕기 위해 모멘트 기법(MoM: Method of Moments)을 기반한 Ensemble ver. 8.0의 시뮬레이션 프로그램을 사용하였다.



(a)

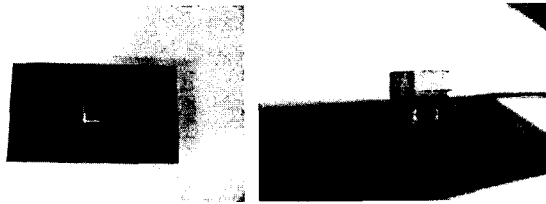


(b)

Fig. 5 Calculated (a) return loss and (b) input impedance of a stacked shorted microstrip antenna for WLAN

Fig. 5는 Ensemble ver.8.0을 사용하여 계산한 안테나의 반사손실과 입력 임피던스이다. 반사손실이 -10dB 이하인 주파수 범위는 5.29~5.38GHz로 대역폭은 1.09GHz이다.

Fig. 6은 실제 제작된 안테나의 사진이며 안테나의 급전에 사용된 동축 케이블의 심선의 직경은 0.8mm인 SMA 커넥터를 사용하였다.

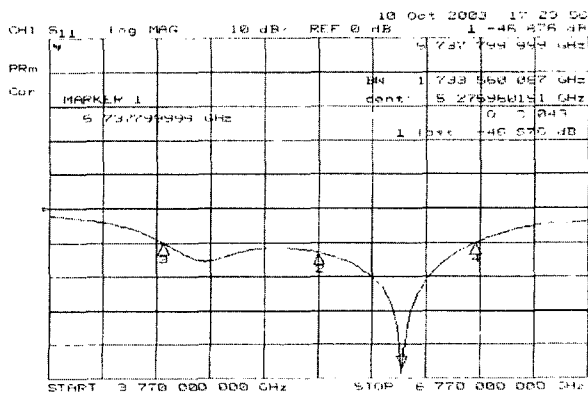


(a) (b)

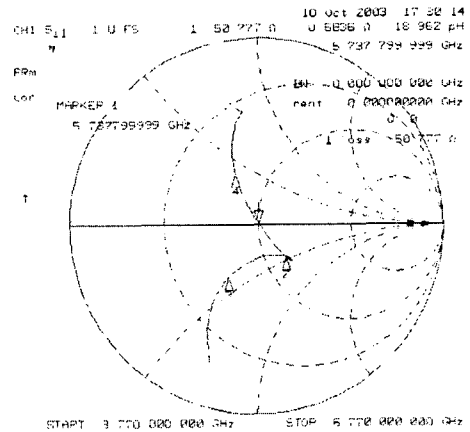
Fig.6 Picture of a stacted shorted microstrip antenna for WLAN ; (a) Top View (b) Side View

방사 패치의 크기는 9.3*0.8mm로 전기적 길이는 $0.18\lambda_0 * 0.17\lambda_0$ 에 해당하는 길이이다.

제작한 안테나에 대한 측정 결과를 다음 Fig.7에 나타내었다. Fig.7은 network analyzer를 이용하여 측정한 안테나의 반사손실과 입력 임피던스 결과로서 반사손실이 -10dB 이하인 주파수 범위는 대역 중심주파수 5.276GHz에서 약 1.733GHz로 약 32.78% 대의 앞선 계산에 의해 예측한 값보다도 넓은 광대역의 특성을 얻을 수 있었다. 또한 WLAN 서비스 대역인 5.725~5.825GHz에서의 반사손실로 약 -30dB 이상을 얻을 수 있었다.



(a)



안테나의 이득은 최대 1.4dBi를 얻었다.

본 논문과 관련한 향후 연구 과제로는 안테나의 대역폭 개선과 사이즈의 소형화와 함께 안테나 이득의 개선 및 다중 적층 구조를 사용한 멀티밴드 안테나의 설계이다.

References

- [1] Mohamed Sanad, " A small size microstrip antenna having a partial short circuit," IEEE Transaction on Antennas and Propagation, vol.4, pp.282-285, April 1995.
- [2] Girish Kumar, K.P. Ray, " Broadband Microstrip Antennas," Artech House 2003
- [3] Gwo-Yun Lee, Tzung-Wern Chiou, and Kin-Lu Wong, " Broadband stacted shorted Patch Antenna for Mobile Communication Handsets," IEEE APMC2001, Taipei, Taiwan,R.O.C. pp232-235, 2001
- [4] D. Singh, C. Kalialakis, P. Gardner, P.S. Hall, " Small H-Shaped Antennas for MMIC Applications," IEEE Transaction on Antennas and Propagation, vol. 48, pp. 1134-1140, July 2000.