WLAN용 광대역 H-모양 마이크로스트립 안테나

*이 진 우 , **이 문 수
경상대학교 전자공학과, *(주)에이스테크놀로지
전화 : (055) 751-5351 / 팩스 : (055) 759-7814 / H.P 번호 : 017-564-2781

Design of a wideband H-shaped Microstrip Antenna for WLAN

Chin Woo Lee*, Mun Soo Lee*
* Department of Electronic Engineering Gyeongsang National University
E-mail : munslee@nongae.gsnu.ac.kr

Abstract

In this paper, a wideband two-layer H-shaped microstrip antenna for WLAN is designed and studied experimentally. To increase the bandwidth of microstrip patch antenna, a configuration of stacked type using parastic element is used. Furthermore, to reduce the size of microstrip patch antenna, the first technique is H-shaped patch type. the second technique is that the main radiator and parastic patch are shorted to the ground plane using ten shorting posts.

The antenna bandwidth and radiation characteristics are calculated by ENSEMBLE ver. 5.0 simulation software, and compared with the experimental results. Experimental results show that the return loss is less than -10dB over the band of 5.086㎓ to 5.832㎓, which is quite good agreement with the calculations.

Ⅰ. 서 론

마이크로스트립 안테나의 단점을 개선하기 위해 기판 두께를 증가시키고 유전율이 낮은 기판을 사용하면 제작비용이 증가할 뿐만 아니라 표면파가 발생되어 방사효율이 나빠진다. 따라서 마이크로스트립 안테나의 대역폭을 개선하려는 연구가 여러 가지 방법으로 개발되고 있다.[1]

본 연구에서는 광대역이 요구되는 무선 근거리 지역 통신망(WLAN: Wireless Local Area Networks)용 마이크로스트립 패치 안테나를 설계 한다. 마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭을 개선하기 위해서 기생패치(parasitic patch)를 부가하여 다층배열한다. 그리고 안테나의 크기를 줄이기 위해, 기본 방사소자(radiating element) 와 기생패치는 단락봉(shorting-posts)으로 단락된 H-모양의 패치로 설계한다.[2,3]

마이크로스트립 안테나는 모멘트법으로 작성된 ENSEMBLE ver. 5.0의 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 설계한다. 그리고 실제 제작된 안테나의 측정결과와 비교·검토한다.

Ⅱ. 마이크로스트립 안테나의 대역폭 개선

1. 대역폭에 관계되는 요소를 조절하는 방법

패치를 지지하는 유전체 기판의 두께와 비유전율을 조절함으로써 안테나의 대역폭을 조절할 수 있다. 그림 1은 정사각형 패치에서 유전체기판의 두께와 유전율에 따른 대역폭과 효율을 나타낸 것으로 일반적으로 일정한 공진주파수에서 마이크로스트립 안테나의 대역폭은 패치 두께에 비례하고 유전율에 반비례한다.

그러나 두꺼운 기판일수록 프로브 급전을 할 경우 프로브 리액턴스가 증가하여 임피던스 정합이 어렵고 또한 마이크로스트립선로 급전인 경우 패치 안테나 급전부에서 불연속에 의한 불요방사가 증가할 뿐 아니라 유전율이 크고 두꺼운 기판은 표면파에 의한 불요방사

로 안테나 효율이 감소되고 원하지 않는 방사패턴을 가진다.

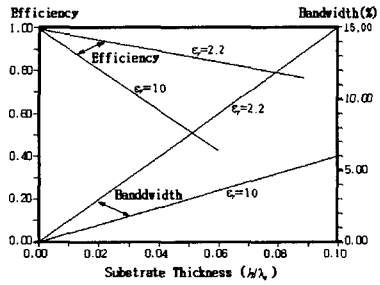


Fig. 1. Efficiency and bandwidth versus substrate height at constant resonant frequency for rectangular microstrip patch for two different substrates.

2. 기생소자와 임피던스 정합회로를 이용하는 방법

동일 기판상에서 주 공진패치에 기생패치를 인접시켜 대역폭을 개선할 수 있다. 또한 다층구조를 사용하여 안테나 대역폭을 개선할 수도 있으며, 그림 2 (a), (b)와 같이 패치와 동일 평면상 또는 다른 면에 임피던스 정합회로를 두어 대역폭을 개선하는 방법이 있다. 그림 2 (b)와 같이, 임피던스 정합회로를 방사패치와 다른 면에 둘 경우 정합회로와 안테나간의 상호결합이 적어 안테나 방사특성 변화가 작고, 정합회로의 불요방사의 영향을 제거할 수 있는 이점이 있다.

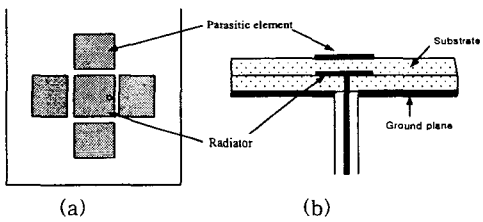


Fig. 2. Single feed microstrip patch antenna configurations for increase bandwidth ; (a) stacked type, (b) side-by-side type.

3. 파라미터 수정방정식

마이크로스트립 안테나의 임피던스 대역폭은 기준 전압정재파비가 2일 경우, 식 (1-1)로부터 대역폭

$$BW\,(\text{Bandwidth})\% = \frac{f_u - f_l}{f_c} \simeq \frac{\text{VSWR}-1}{Q_t\sqrt{(\text{VSWR})}} \quad (1)$$

$B = \frac{1}{\sqrt{2}Q}$ 이므로 Q에 의해 대역폭이 결정된다. 방사저항에 관계되는 Q_r은 $Q_r = 2\pi f_r W_l / P_r$ 이고, W_l는 공진시 안테나에 축적된 에너지로 패치의 폭 (W)과 길이 (L), 기판의 높이 (h)에 의해 결정되므로 이러한 파라메타를 조정하여 개선이 가능하다.

Ⅲ. 마이크로스트립 안테나의 소형화

1. 단락봉(shorting-post)을 사용한 H-모양 마이크로스트립 패치

마이크로스트립 안테나의 소형화 방법으로 단락봉을 사용하는 것 이외에 패치의 모양을 변화시켜 안테나 크기를 줄이기 위한 여러 가지 방법들이 연구되고 있으며, 그 중 한 방법으로서 V. Palanisamy가 제안한 그림 3과 같은 H-모양의 패치 안테나가 있다. H형 마이크로스트립 패치에 단락봉을 사용하면 안테나 크기를 최대 약 1/10정도로 줄일 수 있다.[2]

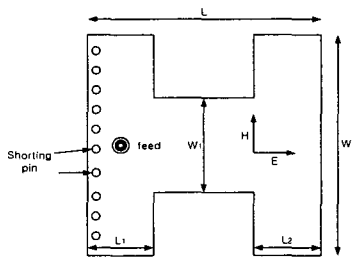
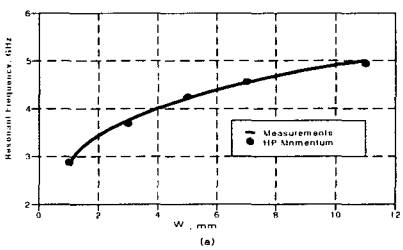


Fig. 3. The layout diagram of short circuit H-shaped antenna.

그림 4 (a)는 H형 안테나의 중간폭 W_1에 따른 공진주파수의 변화를 나타낸 것으로 공진주파수가 중간폭 W_1이 감소함에 따라 감소한다는 것을 알 수 있다. W_1=1 ㎜ 일 때 안테나의 공진 주파수는 2.86 ㎓이다. 이것을 통해 크기가 같은 안테나에서 중간폭 W_1을 조정하여 공진주파수가 46 %까지 감소하며, 같은 주파수(2.86 ㎓)에서 공진하는 반-파장 패치 안테나 크기의 1/10 정도로 작아진다. 그림 4 (b)는 H형 안테나의 중간폭 W_1의 변화에 따른 대역폭의 변화를 나타낸 것으로 중간폭 W_1이 감소함에 따라 대역폭이 작아진다는 것을 알 수 있다.



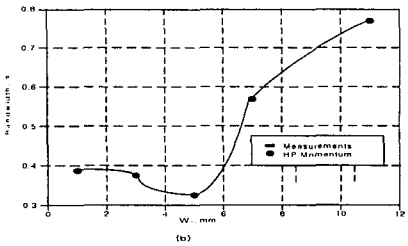


Fig. 4. (a)Measured and simulated resonance frequency of the H-antennas as a function of W1. The numbers indicate the return loss in decibels at resonance frequency.
(b) Measured -10 dB impedance bandwidth.

Ⅳ. 설계 및 실험

1. 안테나 설계

표 1에 주어진 성능을 만족하는 WLAN용 마이크로스트립 패치 안테나를 설계한다.

Table 1. Antenna Specification for WLAN Application

Properties	Specifications
Bandwidth	5.150-5.875㎓
Return loss	-10dB below
Polarization	Linear pol.

마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭을 개선하기 위해서 Ⅱ장의 이론을 바탕으로 주 방사소자의 공진주파수에 인접한 주파수에서 공진하는 기생패치를 부가하여 다층배열 하였고, Ⅲ장에 설명한 안테나 소형화 기술을 이용하여 H형 마이크로스트립 패치에 단락봉을 두었다. 안테나에 사용되는 하층 및 상층 기판은 표2의 규격을 가지는 Tanonics사의 TLX-9 기판을 사용하였다. 최적설계를 위해 모멘트 법(MOM : method of moments)을 이용한 ENSEMBLE ver. 5.0의 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하였다.

Table 2. Substrate Specification

Properties	Specifications
Metal thickness	0.017mm(1/2 oz. copper)
Substrate thickness	0.508mm
Dielectric constant	2.5mm
Loss tangent	0.002

그림 5은 설계된 안테나의 설계치를 나타낸 것이다. 하층의 방사소자와 상층의 기생 패치의 크기는 같으며, 단 하층의 방사소자는 50×50 ㎜의 접지면을 가진다. 단락봉의 개수는 10개이고, 각 단락봉의 간격은 1㎜이며 프로브의 지름은 0.8 ㎜이다. 그리고 임피던스 정합이 최적으로 되는 하층의 방사소자와 상층 기생소자의 간격은 2.6 ㎜이다.

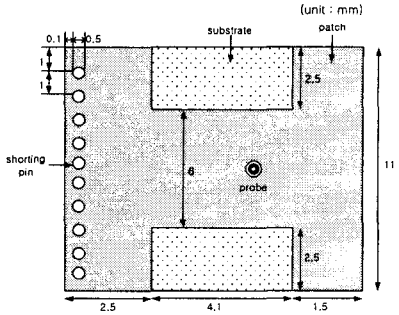


Fig. 5. Dimension of the H-shaped microstrip antenna for WLAN

그림 6은 설계된 안테나의 반사손실을 나타낸 것이다. 반사손실이 -10dB 이하인 주파수 범위는 5.151GHz에서 5.922GHz까지이며 대역폭은 771MHz이다.

그림 14는 기생 소자가 없는 H-모양 안테나와 기생소자가 있는 H-모양 마이크로스트립 안테나의 입력 임피던스와 반사손실을 비교한 것이다. 대역폭이 13% 증가한 것을 알 수 있다

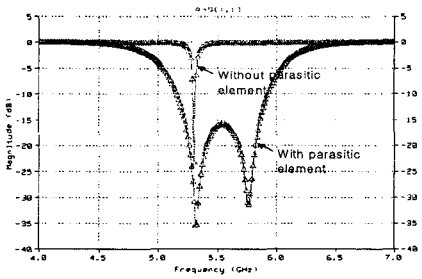


Fig. 6. Calculated return loss of the H-shaped microstrip antenna with parasitic element and without parasitic element.

2. 안테나 제작

그림 7은 제작된 안테나의 사진이다. 안테나의 급전부는 동축 심선의 직경이 0.8mm인 SMA 커넥터를 사용하였다. 그림 7 (a)는 하층기판의 주 방사소자이고 (b)는 상층기판의 기생소자 이다. (c)와 (d)는 완성된 안테나의 윗면과 측면의 사진이다.

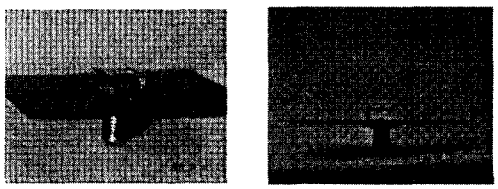


Fig. 7. Pictures of he H-shaped microstrip antenna for WLAN ; (a) top view, (b) side wiew.

3. 안테나의 특성 측정

그림 8은 회로망분석기(network analyzer, Anritsu 37369A)를 이용하여 안테나의 반사손실을 측정한 결과이다.

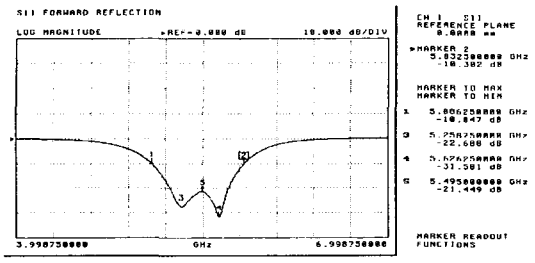


Fig. 8. Measured return loss of the H-shaped microstrip antenna for WLAN.

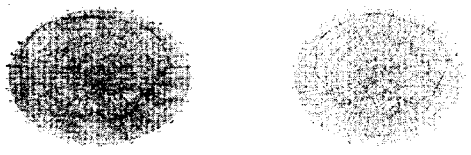
그림 9, 10, 11는 안테나의 중심 주파수 5.5GHz와 두 단락 패치의 공진 주파수 5.3㎓와 5.7㎓에서 측정된 E면과 H면 방사패턴이다.

(a) (b)

Fig. 9. Measured radiation pattern at 5.5GHz.
(a) E-plane, (b) H-plane

(a) (b)

Fig. 10. Measured radiation pattern at 5.3GHz.
(a) E-plane, (b) H-plane



(a) (b)

Fig. 11. Measured radiation pattern at 5.7GHz.
(a) E-plane, (b) H-plane

Ⅵ. 결 론

본 논문에서는 WLAN용 광대역 소형 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. 안테나의 크기를 줄이기 위해 단락핀을 사용하였고, 패치를 H-모양으로 하였다. 그리고 대역폭을 넓히기 위해 기생 소자를 이용한 다층 패치 구조로 설계하였다.

시뮬레이션을 통한 안테나의 중심 주파수는 5.54 ㎓이며, 주파수 범위는 5.15 ㎓에서 5.92㎓ 까지로 대역폭은 771㎒ 이다. 그러나 측정결과 안테나 반사손실이 -10dB 이하인 주파수 범위는 5.09 ㎓에서 5.83 ㎓까지로 대역폭은 740 ㎒로 시뮬레이션에 비해 주파수가 90 ㎒정도 떨어졌다. 이것은 실제 제작된 안테나의 접지면이 유한하고 제작상의 오차에 기인한다고 생각된다.

앞으로의 과제는 단락 패치를 이용한 다중 적층구조의 안테나를 이용하여 WLAN뿐만 아니라 ITS, Bluetooth용 멀티밴드 안테나를 설계하는 것이다.

참 고 문 헌

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. D. Singh, C. Kalialakis, P. Gardner, P. S. Hall, "Small H-Shaped Antennas for MMIC Applications," IEEE Transaction on Antenna and Propagation, vol. 48, pp. 1134-1140, July 2000.
3. Rebekka Porath, "Theory of Miniaturized Shorting-Post Microstrip Antenna," IEEE Transaction on Antennas and Propagation, vol. 48, pp. 41-47, January 2000.