

논문 2004-41TC-3-3

# WLAN용 소형 광대역 H-모양 마이크로스트립 안테나

## (Design of a Miniature Wideband H-shaped Microstrip Antenna for WLAN)

이진우\*, 이종철\*\*, 윤서용\*\*\*, 이문수\*\*\*\*

(Chin Woo Lee, Jong Chul Lee, Seo Yong Yun, and Mun Soo Lee)

### 요약

본 논문에서는 무선 근거리 지역 통신망(WLAN: Wireless Local Area Networks)용 광대역 2층 H-형 마이크로스트립 패치 안테나를 설계 한다. 마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭을 개선하기 위해서 기생패치를 부가하여 다층배열한다. 그리고 안테나의 크기를 줄이기 위해, 기본 방사소자와 기생패치는 10개의 단락봉으로 단락된 H-모양의 패치로 설계한다. 마이크로스트립 안테나는 모멘트법으로 작성된 ENSEMBLE ver. 5.0의 소프트웨어를 사용하여 설계하고 실험치와 비교한다. 제작된 안테나의 대역폭은 5.46GHz에서 740MHz(13.5%)이며, 이것은 계산치 770MHz(13%)와 거의 근사하다. 또한 동일 주파수에서 동일 기판에 설계된 안테나 크기는 반파장 구형 마이크로스트립 패치 안테나에 비해 71.5%로 축소되었다.

### Abstract

In this paper, a wideband two-layer H-shaped microstrip antenna for WLAN is designed. To increase the bandwidth of microstrip patch antenna, a configuration of stacked type using parasitic element is used. Furthermore, to reduce the size of microstrip patch antenna, two techniques are employed : the first one is H-shaped patch type and the second one is that the main radiator and parasitic 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. Experiment results show that the bandwidth of antenna in 740MHz centered at 5.46GHz(13.5%), which is close agreement with the calculations, 770MHz(13%). Also, the antenna size can be reduced by 71.5% compared with the half wavelength rectangular microstrip antenna using the same substrate at the same frequency.

**Keywords :** WLAN용, H-모양, 마이크로스트립 안테나

### I. 서론

마이크로스트립 안테나의 대표적인 단점은 저 방사 효율, 저 전력, 협대역, 저 이득이며, 급전선에서 원하지 않는 방사가 발생한다. 일반적으로 마이크로스트립 안테나의 대역폭은 5%이다. 이것을 개선하기 위해 기판두께를 증가시키고 유전율이 낮은 기판을 사용하면 제작비용이 증가할 뿐만 아니라 표면파가 발생되어 방사효율이 나빠진다. 따라서 마이크로스트립 안테나의

대역폭을 개선하려는 연구가 여러 가지 방법으로 개발되고 있다.<sup>[1,2,3]</sup>

그리고, 과거의 이동 통신 서비스는 주로 음성을 주고 받는 것이었으나, 앞으로는 음성과 함께 데이터와 영상을 주고 받는 멀티미디어 서비스가 요구된다. 이러한 다중매체를 서비스하려면 전송해야 할 정보량이 증가하게 되고 이에 따라 이동 통신 시스템의 대역폭도 넓어야 한다. 따라서 안테나도 광대역 안테나의 설계가 요구된다. 또한 초고집적 반도체 기술과 고주파 소자 및 회로 기술의 발달로 단말기의 크기와 중량이 크게 줄어들었고, 이러한 단말기 시스템의 소형화 및 경량화에 따라 안테나도 소형화 경량화 되는 추세이다.<sup>[4]</sup>

본 연구에서는 광대역이 요구되는 무선 근거리 지역 통신망(WLAN: Wireless Local Area Networks)용 마이크로스트립 패치 안테나를 설계 한다. 마이크로스트

\* 정회원, (주)에이스테크놀로지(ACE TECHNOLOGY)

\*\* 정회원, 세기스타(SEGISTAR)

\*\*\* 정회원, 텔슨정보통신(TELSON I&C)

\*\*\*\* 정회원, 경상대학교 컴퓨터정보통신연구소

(Research Institute of Computer and Information Communication (RICIC))

접수일자: 2003년9월1일, 수정완료일: 2004년3월1일

립 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.<sup>[5,6]</sup>

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 불요방사로 안테나 효율이 감소되고 원하지 않는 방사패턴을 가진다.

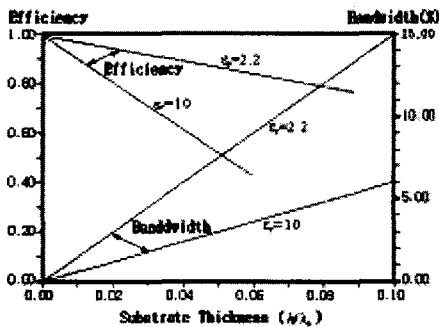


그림 1. 정사각형 패치에서의 유전체 기판의 두께와 대역폭 관계

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.

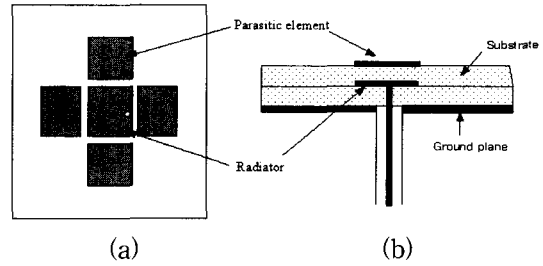


그림 2. 대역폭 향상을 위한 단일 급전 마이크로스트립 패치 안테나의 구조  
(a) 기생소자 이용, (b) 다층 구조

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

### 3. 파라메타 수정방식

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

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

$B = \frac{1}{\sqrt{2}Q}$  이므로  $Q$ 에 의해 대역폭이 결정된다.

방사저항에 관계되는  $Q_r$ 은  $Q_r = 2\pi f_r W_t / P_r$  이고,  $W_t$ 는 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<sup>5</sup> 그림 3과 같은 H-모양의 패치 안테나가 있다. H형 마이크로스트립 패치에 단락봉을 사용하면 안테나 크기를 최대 약 1/10정도로 줄일 수 있다.

IV. 설계 및 실험

1. 안테나 설계

표 1에 주어진 성능을 만족하는 WLAN용 마이크로 스트립 패치 안테나를 설계한다.

표 1. WLAN용 안테나의 규격  
Table 1. Antenna Specification for WLAN Application.

Bandwidth	5.150-5.875GHz
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 표 2의 규격을 가지는 Tanonics사의 TLX-9 기판을 사용하였다. 최적 설계를 위해 모멘트법(MOM : method of moments)으로 작성된 ENSEMBLE ver. 5.0 소프트웨어를 사용하였다.

표 2. 유전체 기판의 특성  
Table 2. Substrate Specification.

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

설계된 안테나의 외형은 그림 5와 같다.

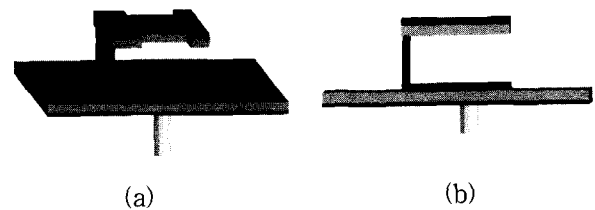


그림 5. WLAN용 H-모양 마이크로스트립 안테나의 구조 (a) 윗 면 ( $\theta = 45^\circ$ ), (b) 옆면  
Fig. 5. Structure of the H-shaped microstrip antenna for WLAN (a) top view ( $\theta = 45^\circ$ ), (b) side view

그림 6은 설계된 안테나의 설계치를 나타낸 것이다. 하층의 방사소자와 상층의 기생 패치의 크기는 같으며, 단 하층의 방사소자는 50×50mm의 접지면을 가진다. 단

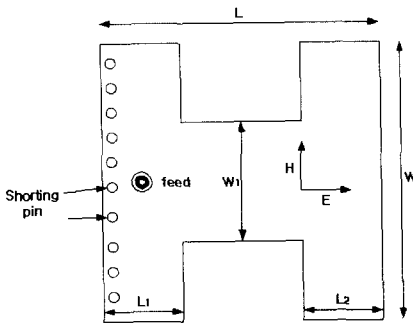


그림 3. 단락된 H-모양 안테나 구조  
Fig. 3. The layout diagram of short circuit H-shaped antenna.

그림 4 (a)는 H형 안테나의 중간폭 W1에 따른 공진 주파수의 변화를 나타낸 것으로 공진주파수가 중간폭 W1이 감소함에 따라 감소한다는 것을 알 수 있다. 그림 4 (b)는 H형 안테나의 중간폭 W1의 변화에 따른 대역폭의 변화를 나타낸 것으로 중간폭 W1이 감소함에 따라 대역폭이 작아진다는 것을 알 수 있다. 따라서 W1의 조절에 따른 안테나 크기 축소와 대역폭 개선에는 절충이 필요하다.<sup>[5]</sup>

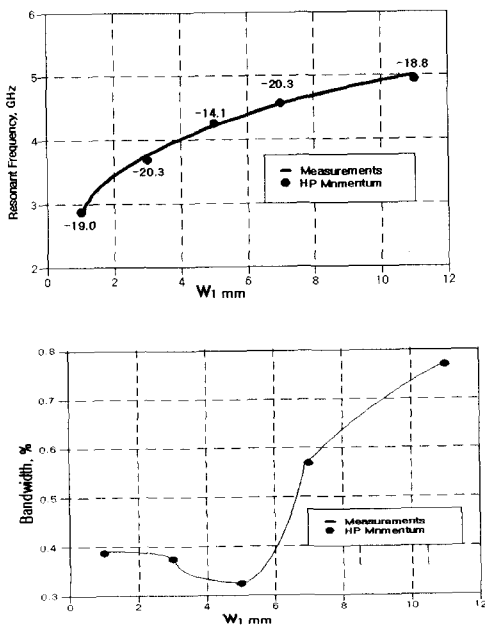


그림 4. (a) W1에 따른 공진 주파수 변화 (b) W1에 따른 대역폭 변화  
Fig. 4. (a) Measured and simulated resonance frequency variations of the H-antennas as a function of W1. The numbers indicate the return loss in decibels at resonance frequency. (b) Measured bandwidth variation of the H-antennas as a function of W1.

락봉의 개수는 10개이고, 각 단락봉의 간격은 1mm이며 프로브의 지름은 0.8mm이다. 그리고 임피던스 정합이 최적으로 되는 하층의 방사소자와 상층 기생소자의 간격은 2.6mm이다. 같은 주파수에서 동일 기판에 설계된 구형 마이크로스트립 반파장 패치 안테나의 크기(27mm)에 비하면 H형 단락봉 안테나의 크기(8.1mm)는 71.5%로 축소됨을 알 수 있다.

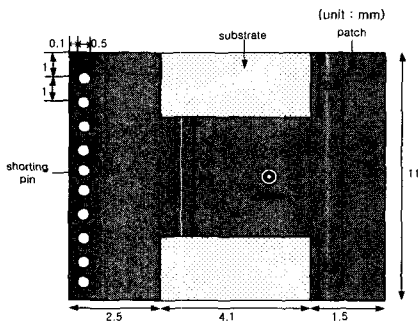


그림 6. WLAN용 H-형 마이크로스트립 안테나의 크기  
Fig. 6. Dimension of the H-shaped microstrip antenna for WLAN.

그림 7은 설계된 안테나의 반사손실을 나타낸 것이다. 반사손실이 -10dB 이하인 주파수 범위는 5.15GHz에서 5.92GHz까지이며 대역폭은 770MHz이다.

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

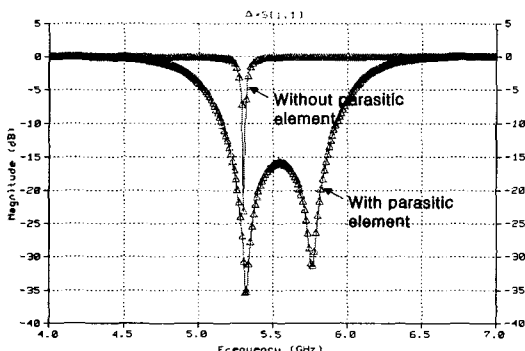


그림 7. 기생소자 사용여부에 따른 H-형 마이크로스트립 안테나의 계산된 반사손실  
Fig. 7. Calculated return loss of the H-shaped microstrip antenna with parasitic element and without parasitic element.

그림 8, 9, 10은 안테나의 중심주파수와 두 패치의 공

진 주파수에서 설계된 안테나의 E면( $\phi = 0^\circ$ ) 패턴과 H면( $\phi = 90^\circ$ ) 방사패턴을 나타낸 것이다.

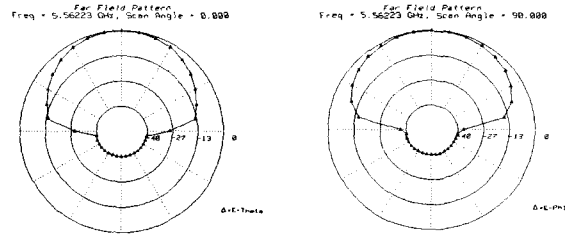


그림 8. 5.56GHz에서 WLAN용 H-형 마이크로스트립 안테나의 계산된 방사패턴  
Fig. 8. Calculated radiation pattern of the H-shaped microstrip antenna for WLAN at 5.56GHz.

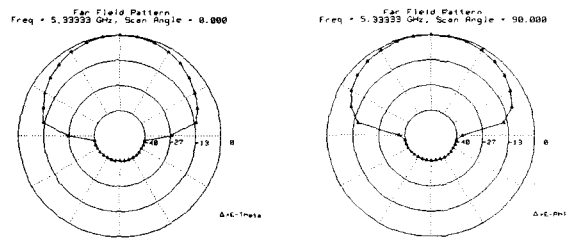


그림 9. 5.33 GHz에서 WLAN용 H-형 마이크로스트립 안테나의 계산된 방사패턴  
Fig. 9. Calculated radiation pattern of the H-shaped microstrip antenna for WLAN at 5.33 GHz.

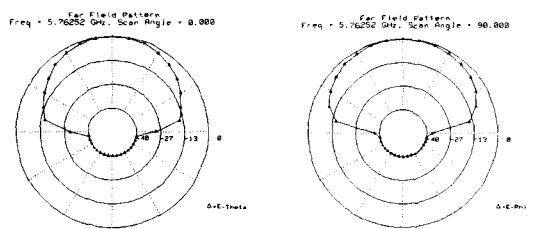


그림 10. 5.76 GHz에서 WLAN용 H-형 마이크로스트립 안테나의 계산된 방사패턴  
Fig. 10. Calculated radiation pattern of the H-shaped microstrip antenna for WLAN at 5.76 GHz.

## 2. 안테나 제작

그림 11은 제작된 안테나의 사진이다. 안테나의 급전부는 동축 심선의 직경이 0.8mm인 SMA 커넥터를 사용하였다. 그림 11 (a)는 하층기판의 주 방사소자이고 (b)는 상층기판의 기생소자이다. (c)와 (d)는 완성된 안테나의 윗면과 측면의 사진이다.

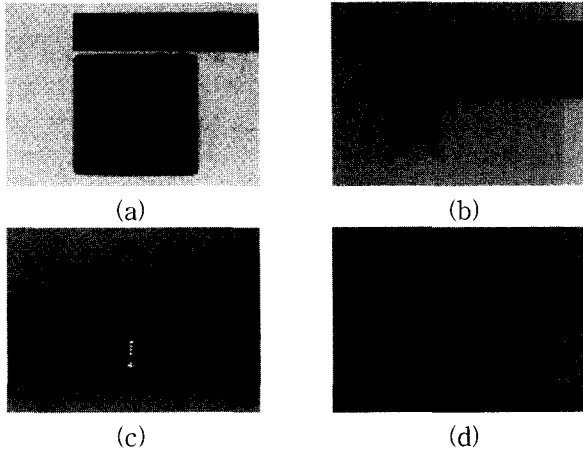


그림 11. WLAN용 H-형 마이크로스트립 안테나의 사진  
 (a) 기본 소자 (b) 기생 소자  
 (c) 윗 면 (d) 옆 면  
 Fig. 11. Pictures of the H-shaped microstrip antenna for WLAN ;  
 (a) basic elements, (b) parasitic  
 (c) top view, (d) side view.

3. 안테나의 특성 측정

그림 12는 회로망분석기(network analyzer, Anritsu 37369A)를 이용하여 안테나의 반사손실을 측정된 결과이다.

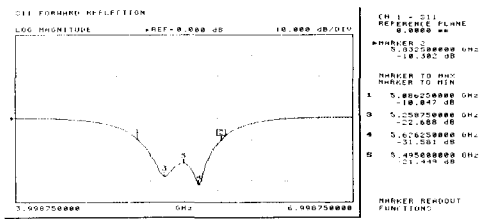


그림 12. WLAN용 H-형 마이크로스트립 안테나의 측정된 반사손실  
 Fig. 12. Measured return loss of the H-shaped microstrip antenna for WLAN.

그림 13, 14, 15는 안테나의 중심 주파수 5.5GHz와 두 단락 패치의 공진 주파수 5.3GHz와 5.7GHz서 측정된 E면과 H면 방사패턴이다.

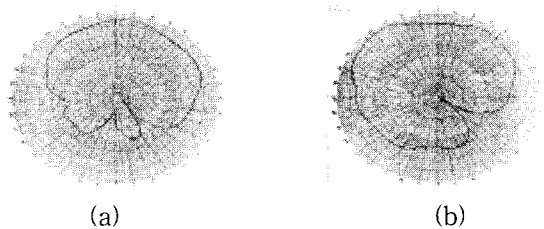


그림 13. 5.5GHz에서 측정된 방사패턴  
 (a) E면 패턴, (b) H면 패턴  
 Fig. 13. Measured radiation pattern at 5.5GHz.  
 (a) E-plane, (b) H-plane

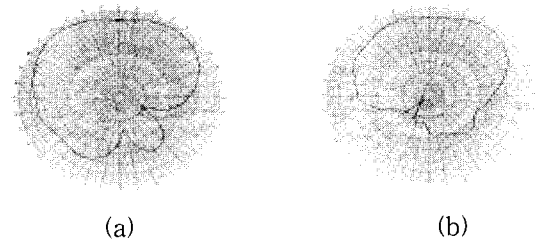


그림 14. 5.3GHz에서 측정된 방사패턴  
 (a) E면 패턴, (b) H면 패턴  
 Fig. 14. Measured radiation pattern at 5.3GHz.  
 (a) E-plane, (b) H-plane

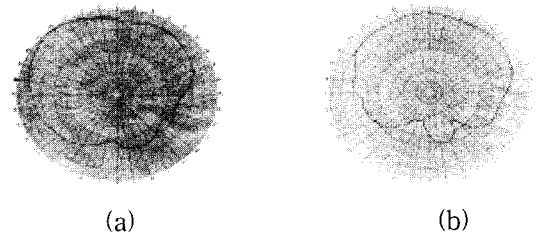


그림 15. 5.7GHz에서 측정된 방사패턴  
 (a) E면 패턴 (b) H면 패턴  
 Fig. 15. Measured radiation pattern at 5.7GHz.  
 (a) E-plane, (b) H-plane

V. 결 론

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

시뮬레이션을 통한 안테나의 중심 주파수는 5.54GHz이며, 주파수 범위는 5.15GHz서 5.92GHz 까지로 대역폭은 770MHz(13%) 이다. 그러나 측정결과 안테나 반사손실이 -10dB 이하인 주파수 범위는 5.09GHz에서 5.83GHz까지로 대역폭은 740MHz(13.5%)로 시뮬레이션에 비해 주파수가 90MHz정도 떨어졌다. 이것은 실제 제작된 안테나의 접지면이 유한하고 제작상의 오차에 기인한다고 생각된다. 동일 주파수에서 동일 기판에 설계된 구형 마이크로스트립 반파장 패치 안테나에 비해, 대역폭을 13.5%이다.

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] J. R. James, P. S. Hall, "Handbook of Microstrip Antennas," Peter Peregrinus Ltd., London, U. K. 1989.

[3] David M. Pozar, "A Review of Bandwidth Enhancement Technique for Microstrip Antennas," IEEE Press. Microstrip Antennas, pp. 157-165.

[4] D. Singh, P. Gardner, P. S. Hall, "Miniaturised microstrip antenna for MMIC applications," Electronics Letters, vol. 33, pp. 1830-1831, October 1997.

[5] 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.

[6] Rebekka Porath, "Theory of Miniaturized Shorting-Post Microstrip Antenna," IEEE Transaction on Antennas and Propagation, vol. 48, pp. 41-47, January 2000.

저 자 소 개



**이진우**(정회원)  
 2001년 경상대학교 전자공학과 학사 졸업  
 2003년 경상대학교 전자공학과 석사 졸업  
 2004년 현재 (주)에이스테크놀로지 근무

<주관심분야: 이동통신, 안테나 등>



**윤서용**(정회원)  
 숭실대학교 전자공학과 학사 졸업  
 숭실대학교 전자공학과 석사 졸업  
 텔슨전자주식회사 입사, 연구소장  
 텔슨정보통신주식회사 상무이사  
 텔슨정보통신주식회사 대표이사  
 2004년 현재 텔슨정보통신(주) 부

회장 재직 중

<주관심분야: VDSL/무선인터넷체>



**이종철**(정회원)  
 1980년 한양대학교 전자통신과 학사 졸업  
 1983년 영남대학교 전자공학과 석사 졸업  
 1991년 3월 ~ 1992년 8월 영진전문대 조교수

2004년 현재 경상대학교 대학원 전자공학과(박사과정 재학), 세기스타(주) 근무

<주관심분야: 이동통신용 안테나 수치해석>



**이문수**(정회원)  
 1970년 한국항공대학교 항공통신과 학사 졸업  
 1980년 한양대학교 전자통신공학과 석사 졸업  
 1984년 한양대학교 전자통신공학과 박사 졸업

1981년 3월 ~ 1986년 2월 제주대학교 통신공학과 부교수

1986년 3월 ~ 현재 경상대학교 공과대학 전자공학과 교수

1997년 9월 ~ 200년 8월 경상대학교 부설 정보통신 연구센터 소장

<주관심분야: 이동통신, 마이크로파, 안테나 등>