

# ‘L’자형 Plate를 이용한 마이크로스트립 안테나의 소형화

## Miniaturization of Microstrip Antenna Using ‘L’ Shaped Plate

장 연 정 · 우 종 명

Yon-Jeong Jang · Jong-Myung Woo

### 요 약

본 논문에서는 마이크로스트립 패치 안테나의 패치 밑면에 부착된 ‘L’자형 plate에 의해 패치 밑면의 전류 경로 길이 증가 효과 및 perturbation 효과를 이용하여 안테나의 소형화를 이루고자 하였다. 1.575 GHz 대에 있어서, 먼저 대각선 급전 선형 편파의 경우, 14개의 ‘L’자형 plate를 부착시켰을 시 패치의 크기가 47 mm×47 mm로, 높이 9 mm의 평면형 마이크로스트립 패치 안테나(패치 길이 83 mm×패치 폭 83 mm)보다 70.8 %의 면적 축소 효과를 나타내었고, 이득은 1.19 dBd, E-면 HPBW는 127°를 나타내었다. 또한 원형 편파의 경우, 13개의 ‘L’자형 plate를 부착시켰을 시 패치의 크기가 53 mm×54 mm로, 평면형보다 54.6 % 면적 축소 효과를 나타내었고, 이득은 1.36 dBd, 1.575 GHz에서 축비는 1.37 dB, 축비 2 dB 이하 대역폭은 14 MHz를 나타내었다. 이로써 본 논문에서 제안된 패치 밑면에 ‘L’자형 plate를 부착시킨 마이크로스트립 안테나가 선형 편파 및 원형 편파 안테나의 소형화에 적합함을 확인하였다.

### Abstract

In this paper, the miniaturized linear and circular polarization microstrip antennas are designed and fabricated at the resonant frequency of 1.575 GHz. To miniaturize the microstrip patch antenna(MPA), the ‘L’ type plates are attached under the rectangular microstrip patch. In case of the linear polarization, the size of the microstrip antenna attached the 14 plates is reduced to 67.9 %(47 mm×47 mm) compared with general MPA(83 mm×83 mm). The return loss and -10 dB bandwidth are -34.4 dB and 49 MHz(3.1 %). And the radiation pattern is broad through the size reduction of the patch. Also in case of the circular polarization, the size of the microstrip antenna with 13 plates is reduced to 54.6 %(53 mm×54 mm) compared with the general MPA(76 mm×83 mm). The axial ratio is 1.37 dB at 1.575 GHz, the 2 dB axial ratio bandwidth is 14 MHz(0.8 %). As that result, we could confirm that 3-dimensional structure with attached ‘L’ shaped plate is proper form for the miniaturization of linear and circular polarization microstrip antenna.

Key words : Microstrip Antenna, Plate, Circular Polarization, Miniaturization

### I. 서 론

마이크로스트립 패치 안테나(Microstrip Patch Antenna, MPA)는 경량, 저부피, 저충형이고 제작공정이

용이할 뿐만 아니라 제작 비용도 저렴하여 그 사용이 증가하고 있다<sup>[1]</sup>.

최근 휴대용 무선 통신 시스템의 발달로 시스템에 큰 비중을 차지하는 안테나 역시 소형화가 요구

「본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2003-000-10880-0) 지원과 대학 IT 연구 센터인 충남대학교 전자과환경기술연구센터의 지원으로 수행되었음.」

충남대학교 전자공학과(Department of Radio Science and Engineering, Chungnam National University)

· 논문 번호 : 20050302-028

· 수정완료일자 : 2005년 5월 16일

되는 실정이다. 그러나 안테나의 크기는 파장에 비례하기 때문에 사용함에 있어서 많은 제한이 따른다.

일반적으로 안테나의 소형화를 위해 고유전율의 유전체가 사용되지만, 유전 손실로 인한 이득의 저하 및 방사효율의 저하가 발생하므로 패치 구조의 변형을 통한 소형화 연구가 진행되어져 왔다.

패치 자체 변형을 통한 소형화 방법으로는 슬릿, 슬롯, 그리고 단락 핀 등을 사용하는 방법<sup>[1]</sup>과 3차원 구조 변형 방법<sup>[2]-[7]</sup>들이 있는데, 이 가운데 3차원 구조 변형 방법으로써 마이크로스트립 패치 안테나의 패치 밑면과 접지면상에 아이리스를 부착하여 안테나를 소형화하는 방법에 대해서 연구되어져 왔다<sup>[8]-[12]</sup>.

선행 연구인 'Iris 부착 3차원 선형 편파 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 관한 연구'<sup>[9]</sup>에서는 패치 밑면에 plate를 부착하여 공진 길이를 길게 하는 방법으로 소형화를 이루었다. 이때 패치의 크기는 plate가 12개일 때 40 mm×90 mm로 평면형 마이크로스트립 패치 안테나(81.5 mm×90 mm)에 비해 41.5 mm 줄어든 50.9%의 공진 길이 단축 효과를 얻었다.

본 논문에서는 길이 방향뿐만 아니라 폭 방향으로의 단축과 나아가 원형 편파로 확대하고자 구형 패치 밑면에 'L'자형 plate를 부착시켰고 대각선 급전을 시킨 3차원 구조에 대해 연구하였다.

안테나의 소형화를 위해 일반적인 선형 편파 마이크로스트립 패치 안테나의 패치 밑면에 'L'자형 plate를 부착시켜 패치 밑면의 전류 경로를 증가시킴으로써 가시적인 공진 길이가 증가되어 공진주파수의 하향을 유도하였다. 먼저 패치 밑면에 부착된 plate 위치와 개수 증가에 따른 특성을 파악하였고 이러한 특성을 이용하여 1.575 GHz로 최적화된 'L'자형 plate를 부착 선형 편파 마이크로스트립 안테나를 설계·제작하였다. 더 나아가 이러한 결과를 토대로 원형 편파 안테나로 확장하여 설계·제작하였으며 그 특성들에 대해 기술하고자 한다.

## II. 본 론

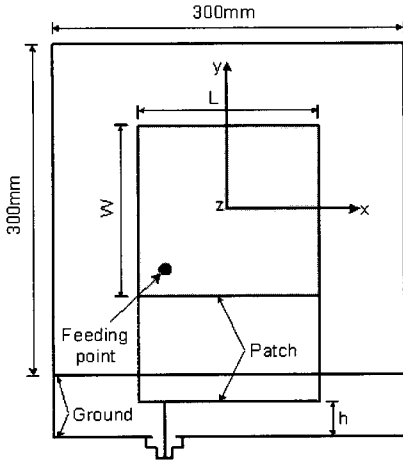
### 2-1 평면형 마이크로스트립 패치 안테나

본 논문에서 제안된 'L'자형 plate 부착 3차원 구조

의 마이크로스트립 안테나 소형화 특성에 대해 기술 하기에 앞서, 먼저 기준이 되는 평면형 마이크로스트립 패치 안테나에 대한 특성에 대해 기술하고자 한다. 그림 1에 설계 주파수 1.575 GHz(파장  $\lambda=190$  mm)에서 제작된 평면형 마이크로스트립 패치 안테나의 구조 및 반사 손실 특성을 나타내었다. 선형 편파의 경우 평면형 패치의 크기는 길이(L) 83 mm×폭(W) 83 mm×높이(h) 9 mm로 길이와 폭을 서로 같게 하였고 대각선상에 급전을 시켰다. 또한 유전체로는 3차원 구조의 제작을 용이하게 하기 위해 9 mm 높이의 foam( $\epsilon_r=1.06$ )을 사용하였다. 이러한 크기의 안테나에 대한 특성으로 반사손실 -27.8 dB, -10 dB 대역폭 97 MHz(6.2%), 이득 6 dBd의 특성을 나타내었다. 또한 원형 편파의 경우, 평면형 패치의 크기는 길이(L) 76 mm×폭(W) 83 mm×높이(h) 8.5 mm로 하였을 시 이러한 크기의 안테나에 대한 특성으로 반사손실 -10.1 dB, 이득 4.2 dBd의 특성을 나타내었다.

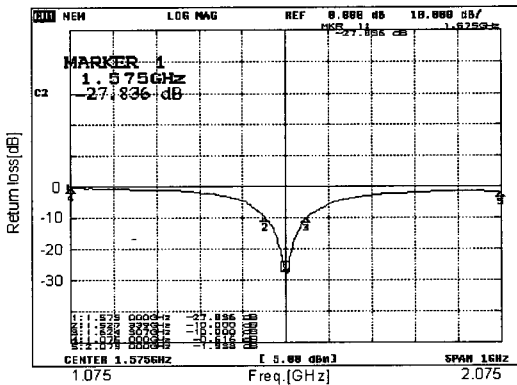
### 2-2 'L'자형 Plate 부착 선형 편파 마이크로스트립 안테나

그림 2에서는 그림 1에 나타낸 마이크로스트립 패치 안테나의 패치 밑면에 하나의 'L'자형 plate를 부착시킬 위치 및 이에 따른 공진주파수 변화 특성을 나타내었다. 높이가 9 mm인 'L'자형 plate를 급전점에서 가장 가까운 가장자리(그림 2(a)의 ①번 위치)부터 급전점에서 가장 먼 쪽의 가장자리(그림 2(a)의 ⑨번 위치)까지 이동시켜가면서 공진주파수의 변화를 살펴보았다. 그림 2(b)에 나타낸 바와 같이 ①번 위치에서 주파수 하향이 가장 크며 중앙 ⑤번 위치 부근에서 작게 나타났다. 이는 plate에 의한 패치 밑면의 대각선 방향 전류 경로 증가는 위치에 따라 불변하지만, perturbation 효과<sup>[5]</sup>로 plate가 안테나 중앙에 위치될 때 자계적 에너지 체적 변화가 가장 크게 됨에 따라 공진주파수가 상향되거나 plate가 가장자리(①번 위치)에 위치할 때는 전계적 에너지 체적 변화가 가장 크게 되어 공진주파수가 크게 하향된다. 따라서 공진주파수 하향 특성은 plate 표면 전류 경로 증가로 인한 공진주파수 하향 특성과 perturbation 효과에 의한 공진주파수 변화 특성의 중첩으로 나타난 결과라 할 수 있다. 여기서 plate가 ⑨



(선형 편파:  $L$  83 mm  $\times$   $W$  83 mm  $\times$   $h$  9 mm)  
 (원형 편파:  $L$  76 mm  $\times$   $W$  83 mm  $\times$   $h$  8.5 mm)

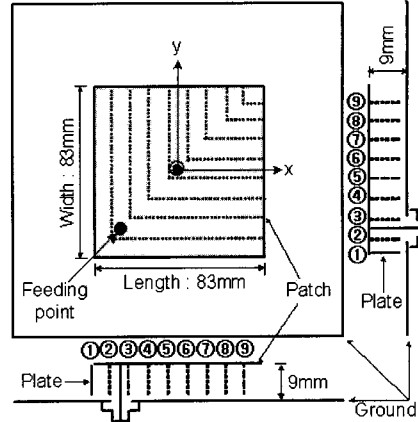
(a) 구조  
 (a) Structure



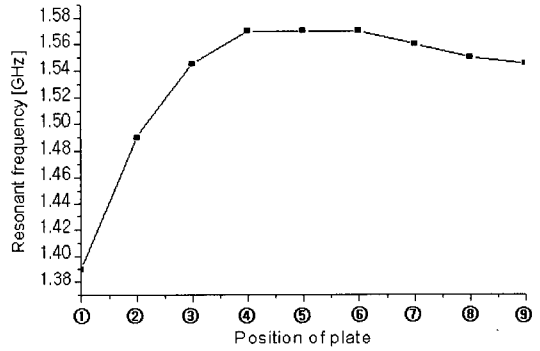
(b) 반사손실(상: 선형 편파, 하: 원형 편파)  
 (b) Return loss(up: linear, down: circular)

그림 1. 평면형 마이크로스트립 패치 안테나 구조 및 반사 손실(1.575 GHz)

Fig. 1. Structure and return loss characteristics of the planar MPA(1.575 GHz).



(a) 구조  
 (a) Structure



(b) 공진주파수 변화  
 (b) Variation of resonant frequency

그림 2. 패치 밑면에 한 개의 'L'자형 plate 부착 위치에 따른 공진주파수 변화

Fig. 2. Variation of resonant frequency for various value of attached one 'L' shaped plate near the patch.

번 위치로 감에 따라 주파수 하향 특성이 작게 나타난 것은 패치면 크기에 비해 plate 길이가 상대적으로 짧게 되어 급전된 대각선 벡터로부터 분리된 가로, 세로의 벡터의 패치 공진 길이가 plate를 제외한 나머지 패치면 만으로 공진 특성을 얻게 되며, 따라서 공진주파수 변화에 영향을 크게 미치지 못하기 때문이다. 여기에서 안테나 제작 과정은 foam과 금속판을 재료로 하여 foam을 치수에 맞게 자른 후 그 사이에 금속 plate를 끼운 후, 위에 patch에 붙이고 접지판에 올려놓은 후 probe 급전을 시켰다.

다음은 평면형 마이크로스트립 패치 안테나를 기준으로, 그림 3에서는 'L'자형 plate의 개수 증가에 따

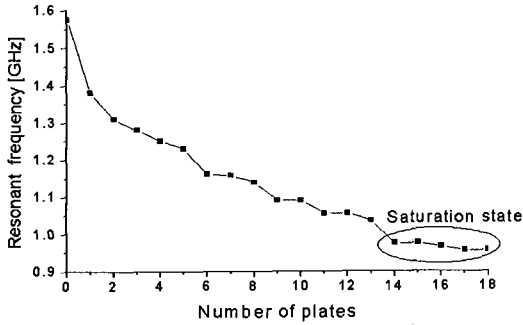


그림 3. 'L'자형 plate의 개수 증가에 따른 선형 편파 마이크로스트립 안테나의 공진주파수 변화  
 Fig. 3. Variation of resonant frequency for various values of number of plates beneath the patch.

른 공진주파수 변화 특성을 나타내었다. 'L'자형 plate의 개수에 따라 서로 등간격으로 plate를 패치 밑면에 부착시켰다. 이때 주파수 하향율이 가장 큰 급전점 쪽의 패치 끝에 plate를 부착시켰으며, plate의 부착 개수가 증가하더라도 이 부분의 plate는 모두 포함하도록 하였다.

그림 3에 나타낸 바와 같이 'L'자형 plate의 개수가 증가할수록 공진주파수가 하향되었고 'L'자형 plate의 개수가 18개인 경우 955 MHz(측정값)로 39.4%의 공진주파수 하향율을 얻었다. 이는 패치 밑면에 등간격으로 부착된 'L'자형 plate에 의해 전류의 경로가 증가됨에 따른 변화와 전술된 바와 같이 perturbation 효과의 중첩에 의한 결과이다. 그러나 'L'자형 plate의 개수가 14개부터 공진주파수 하향 곡선이 둔화되어 하향율이 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 plate 사이의 간격이  $0.03\lambda$  ('L'자형 plate 14개의 경우)보다 좁을 때는 plate 사이 도체 표면으로 전류가 흘러 들어가지 못하고 plate 끝단에서 이웃 끝단으로 넘는 전류 드래프트 현상이 나타나기 때문이다<sup>[10],[11]</sup>. 따라서 본 안테나에서 plate의 숫자는 plate의 간격이  $0.03\lambda$  이하가 되도록 설계하는 것이 소형화 효과 및 제작상에 유리하다고 판단된다.

일반적인 마이크로스트립 안테나는 안테나 폭의 중심선 상에 급전을 시키지만 본 논문에서는 차후 연구 단계인 원형 편파와의 연관성을 위해 대각선상에 급전시켰다. 그러나 보다 효과적인 소형화 특성을 얻기 위해 급전점이 plate가 짧은 쪽과 긴 쪽의 위치에 따른 공진주파수 변화 특성을 알아볼 필요가

있다.

그림 4에서는 plate 수가 너무 많으면 plate와 급전선이 가까워 임피던스 정합이 어려우므로 먼저 제작하기 쉬운 plate 수를 임의로 7개로 정하여 급전 위치에 따른 공진주파수 변화 특성을 확인하고자 하였다. 이때 패치의 크기 및 높이는 그림 1과 동일하다.

급전점이 ①번 위치인 경우 공진주파수가 1.157 GHz이고, ②번 위치인 경우 1.28 GHz로 급전점 ①번 위치일 때 123 MHz의 하향 특성이 나타났다. 이는 그림 5에 나타낸 바와 같이 급전점 주변의 plate가 더 길기 때문에 전류 경로 증가 효과가 더욱 유효하게 작용되어 주파수 하향율이 더 크게 나타났다고 판단되며, 따라서 원형 편파로 발전시 급전위치는

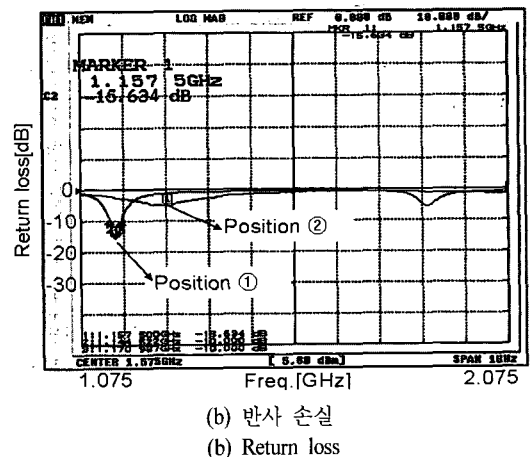
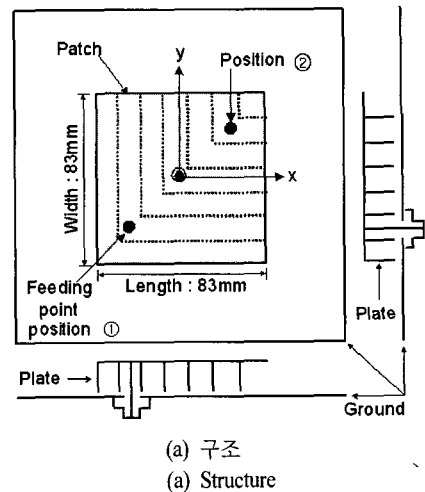


그림 4. 급전점 위치에 따른 공진주파수 변화  
 Fig. 4. Variation of resonant frequency for feeding point position.

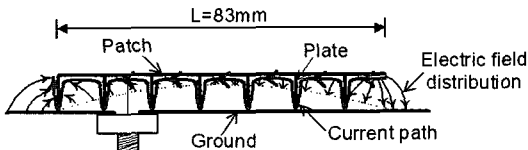


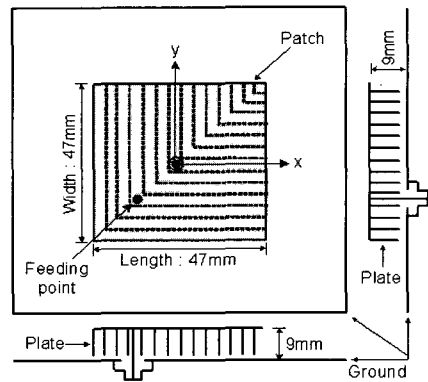
그림 5. 패치 밑면에 'L'자형 plate 7개 부착된 경우 전류 분포 및 전류 경로  
 Fig. 5. Electric field distribution and current path of attached 7 plates beneath the patch.

①번 위치를 선택하는 것이 소형화에 유리하다고 판단된다.

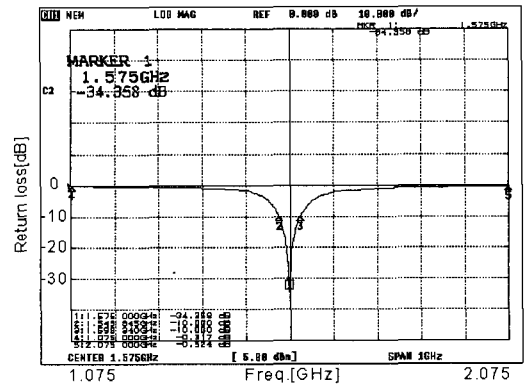
그림 6에서는 plate 부착 개수에 따른 공진주파수 하향 곡선이 포화된다고 생각되는 'L'자형 plate 14개 부착 시 1.575 GHz에서 최적화된 안테나의 치수 및 반사 손실, 방사 패턴을 나타내었다. 이때 안테나의 크기는 47 mm×47 mm로 평면형 선형 편파 대각선 급전 마이크로스트립 패치 안테나(83 mm×83 mm)에 비해 폭과 길이가 각각 36 mm씩 줄어든 70.8%의 면적 축소 효과를 얻었으며 반사 손실 -34.4 dB, -10 dB 대역폭 49 MHz(3.1%)를 나타내었다. 그림 6(c)에서 나타낸 바와 같이 z-x면에서 x-축 편파 방사 패턴 측정 결과, 이득은 1.19 dBd, HPBW는 127°로 나타났고 320° 부근에서의 방사 레벨이 증가되었으며, 이는 급전점쪽 패치 끝 plate의 외부 표면 전류에 의한 프린징 증대 효과에 기인된 것이다. z-y면에서 x-축 편파 방사 패턴도 측정 결과, HPBW는 93°로 전형적인 마이크로스트립 안테나 특성을 얻었다.

### 2.3 'L'자형 Plate 부착 원형 편파 마이크로스트립 안테나

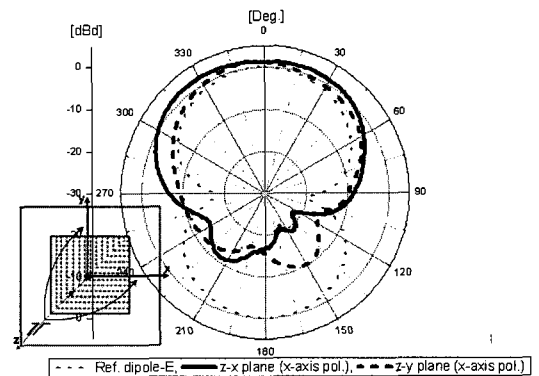
'L'자형 plate가 14개인 그림 6(a)의 구조에서 안테나의 폭과 길이를 달리하여 원형 편파를 얻고자 하였으나 편파의 분리가 잘 되지 않아 편파 분리를 위해, 먼저 그림 7에 나타낸 바와 같이 임의로 'L'자형 plate의 개수를 4개로 줄인 다음 코너 부분을 개방시켜 1.575 GHz의 원형 편파 안테나를 설계해 보았다. 이때 원형 편파 마이크로스트립 안테나의 크기는 60 mm×68 mm로 평면형 원형 편파 마이크로스트립 패치 안테나(길이 76 mm×폭 83 mm×높이 8.5 mm)보다 35.3%의 면적 감소 효과를 나타내었다. -10 dB 대역폭은 145 MHz(9.2%)으로 나타났고, 방사 패



(a) 구조  
 (a) Structure

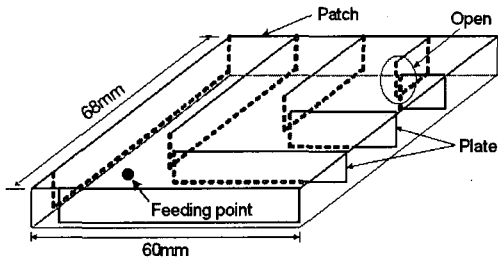


(b) 반사 손실  
 (b) Return loss

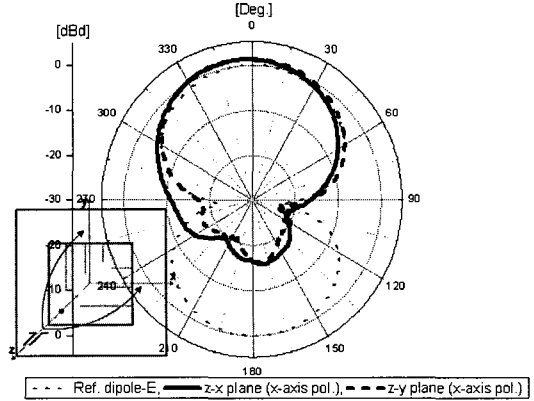


(c) 방사 패턴  
 (c) Radiation pattern

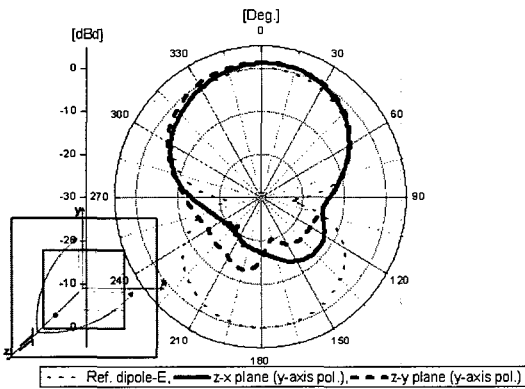
그림 6. 1.575 GHz에서 최적화된 'L'자형 plate 14개를 부착시킨 마이크로스트립 안테나의 구조 및 여러 특성  
 Fig. 6. Structure, return loss and radiation pattern of the optimized microstrip antenna attached 14 plates beneath the patch at 1.575 GHz.



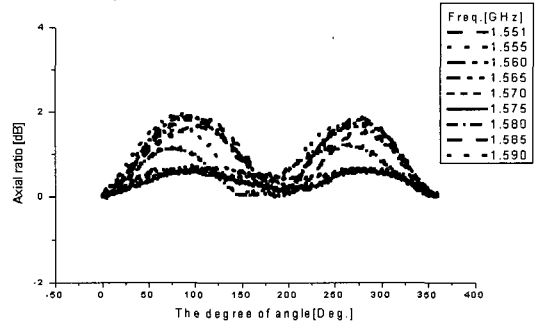
(a) 구조  
(a) Structure



(b) x-축 평행 편파 방사 패턴  
(b) x-axis pol. radiation pattern



(c) y-축 평행 편파 방사 패턴  
(c) y-axis pol. radiation pattern



(d) 2 dB 이하 축비 대역폭  
(d) ARBW within 2 dB

그림 7. 1.575 GHz에서 최적화된 'L'자형 plate 4개 부착시킨 마이크로스트립 안테나의 구조 및 여러 특성  
Fig. 7. Structure, return loss and radiation pattern of the optimized microstrip antenna attached 4 plates beneath the patch at 1.575 GHz.

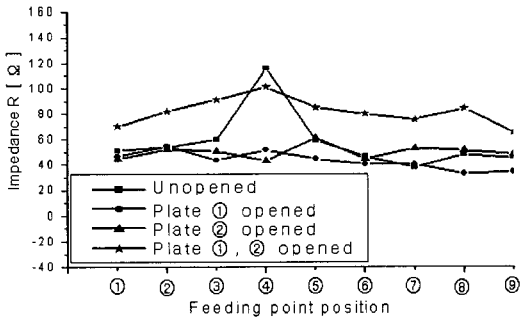
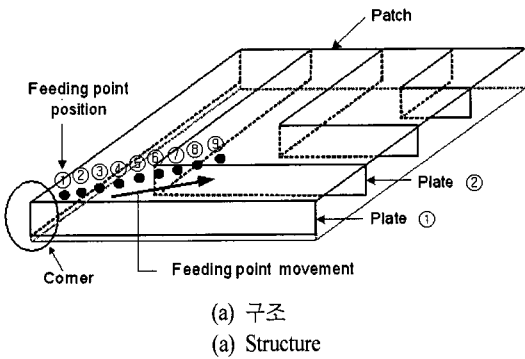
턴은 그림 7(b)의 x-축 평행 편파의 경우, 이득은 1.26 dBd, HPBW는 z-x면에서 82°, z-y면에서 86°로 나타내었고 (c)의 y-축 평행 편파의 경우, HPBW는 z-x면에서 82°, z-y면에서 92°로 나타내었다. 또한 그림 7(d)의 축비는 z-축상에서 측정된 결과이며, 중심 주파수 1.575 GHz에서 0.68 dB이고 축비 2 dB 이하 대역폭은 39 MHz(2.5 %)로 양호한 원형 편파 안테나의 특성을 얻었다.

코너 부분의 개방 및 비 개방에 따라 안테나의 원형 편파 축비 특성이 큰 차이를 보이는데 이를 확인하기 위해 그림 8의 구조에서 코너 부분의 개방, 비 개방에서 각각 급전점 위치에 따른 임피던스 변화를 살펴보았다. 특히, 급전점 비 개방시 급전점 위치가

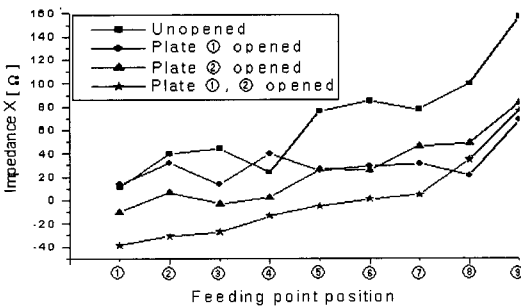
④번 위치 근처에서는 R값이 갑자기 116 Ω으로 크게 될 뿐만 아니라 급전점 위치가 중심 쪽으로 이동할수록 X값이 크게, 지수적 증가 특성이 크게 나타났으며, 이로 인해 임피던스 매칭이 어려울 뿐만 아니라 대역폭 감소 효과도 초래된다고 할 수 있다. 따라서 중심주파수 1.575 GHz에서 plate ①과 plate ②의 코너 부분을 개방 및 비 개방시키면서 임피던스의 R(resistance)값과 X(reactance)값의 변화를 측정하였다.

그림 8(b)에서 나타난 바와 같이 plate ②를 개방했을 때 급전점 ①위치부터 ⑨위치까지의 R값의 변화량이 16.3 Ω으로 가장 적고, 또한 plate ①만을, 또는 ①, ② 모두 개방했을 때도 R값은 모두 안정적인 변

화를 보였으나 ①, ② 모두 개방시 90 Ω 정도로 다소 높게 되었다. 이는 plate가 제거됨에 따라 상대적으로 급전점의 개방 쪽 편향 효과에 기인된 것으로 사료된다. 그림 8(c)에서는 plate ①을 개방했을 때 X값의 변화량이 54.8 Ω으로 가장 작게 나타났다. 한편 plate ①, ②가 개방되었을 시 X값은 콘덴서 성분이 증가되었으며 이는 상대적으로 안테나가 짧아지는 효과에 기인된 것이라 판단된다.



(b) R값의 변화  
(b) Variation of resistance



(c) X값의 변화  
(c) Variation of reactance

그림 8. 급전점 이동에 따른 임피던스 변화  
Fig. 8. Variation of impedance for feeding point movement.

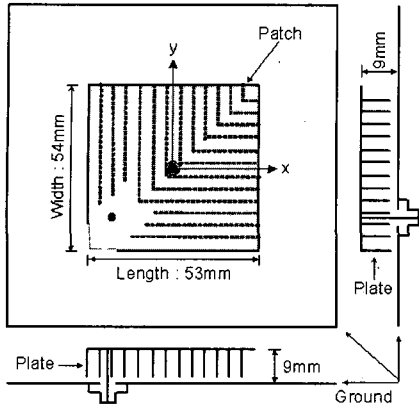
따라서, 본 논문에서는 'L'자형 plate의 개수를 증가시켜 최적화할 때 급전점 부근의 plate 코너 부분을 개방시켜 'L'자형 plate 간의 좁은 간격으로 급전점 위치에 따른 임피던스의 변화율을 억제시키고자 하였다.

그림 9에서는 중심주파수 1.575 GHz에서 최적화된 'L'자형 plate 13개 부착 원형 편파 마이크로스트립 안테나의 구조, 반사 손실, 방사 패턴 및 축비를 나타내었다. 이때 원형 편파 마이크로스트립 안테나의 크기는 53 mm×54 mm로 평면형 원형 편파 마이크로스트립 패치 안테나(길이 76 mm×폭 83 mm×높이 8.5 mm)보다 54.6 %의 면적 감소율을 나타내었다. 반사 손실은 -15.9 dB, -10 dB 대역폭은 99 MHz(6.3 %), 방사 패턴은 그림 9(c) x-축 평행 편파의 경우, 이득은 1.36 dBd, HPBW는 z-x면에서 109°, z-y면에서 98°로 나타내었고, 그림 9(d) y-축 평행 편파의 경우, 이득은 0.7 dBd, HPBW는 z-x면에서 92°, z-y면에서 116°로 나타내었다. 또한 그림 9(e) 축비는 중심 주파수 1.575 GHz에서 1.37 dB이고 축비 2 dB 이하 대역폭은 14 MHz(0.8 %)로 양호한 원형 편파 안테나의 특성을 얻었다. 위의 결과들을 표 1에 나타낸 바와 같이 기존 발표되었던 코너 음각부 안테나와 격자 요철형 안테나의 선형 편파와 원형 편파의 이득이 다소 차이나는 것을 확인할 수 있고, 'L'자형 안테나의 이득은 선형 편파와 원형 편파가 비슷한 것을 확인할 수 있다. 이는 'L'자형 선형 편파 안테나의 대각선 급전으로 인하여 파가 두 개로 나눠짐에 따른 듀얼 편파 발생 결과라 할 수 있다.

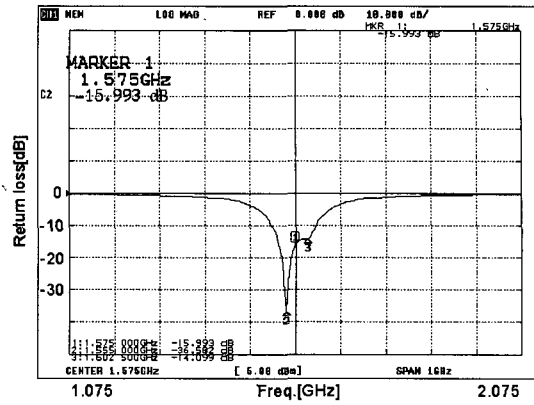
### III. 결론

본 논문의 목적은 'L'자형 plate를 패치 밀면에 부착시켜 선형 편파 및 원형 편파 마이크로스트립 안테나를 소형화하는 것이다. Plate의 개수 증가를 통해 부착된 'L'자형 plate의 길이만큼의 전류 경로가 증가되었고 이로 인해 공진주파수가 하향되었다.

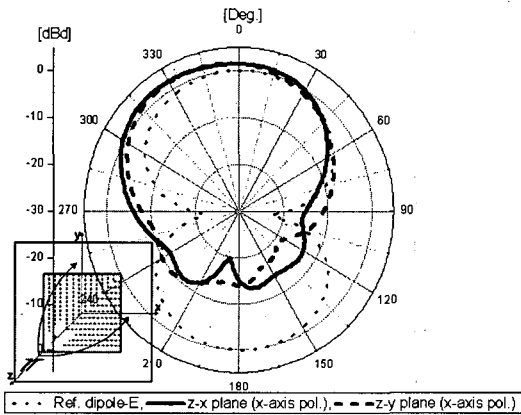
그 결과 선형 편파 안테나는 'L'자형 plate 14개로 최적화 시켰을 때 70.8 %의 면적 단축효과를 얻었으며, 원형 편파 안테나는 'L'자형 plate 13개로 최적화 시켰을 때 54.6 % 면적 감소율과 축비 1.37 dB 및 축비 2 dB 이하의 대역폭 14 MHz로 양호한 원형 편파



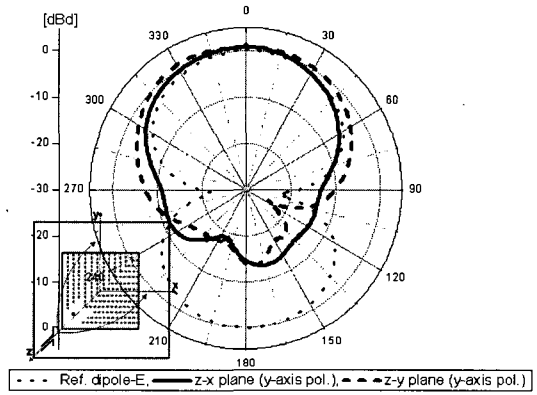
(a) 구조  
(a) Structure



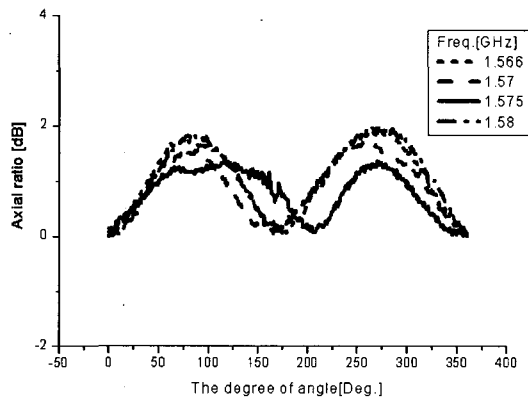
(b) 반사 손실  
(b) Return loss



(c) x-축 평행 편파 방사 패턴  
(c) x-axis pol. radiation pattern



(d) y-축 평행 편파 방사 패턴  
(d) y-axis pol. radiation pattern



(e) 2 dB 이하 축비 대역폭  
(e) ARBW within 2 dB

그림 9. 1.575 GHz에서 최적화된 'L'자형 plate 13개 부착시킨 마이크로스트립 안테나의 구조 및 여러 특성  
Fig. 9. Structure, return loss and radiation pattern of the optimized microstrip antenna attached 13 plates beneath the patch at 1.575 GHz.



표 1. MPA, 'L'자형 plate 부착형, 코너 음각부형, 격자 요철형 안테나의 여러 특성 비교

Table 1. Comparison with MPA, 'L' shaped plate, corner depressed and lattice-likely corrugated microstrip antenna.

	MPA		Corner Depressed <sup>[5]</sup>		Lattice-likely corrugated <sup>[6]</sup>		'L' shaped plate	
	Linear pol.	Circular pol.	Linear pol.	Circular pol.	Linear pol.	Circular pol.	Linear pol.	Circular pol.
Center frequency [GHz]	1.575							
Size of patch [mm <sup>2</sup> ]	83×83	76×83	53×63.6	54.2×61.5	65×66	62.3×65.3	47×47	53×54
Return loss [dB]	-27.8	-10.1	-28.1	-10.5	-22.7	12.4	-34.4	-15.9
-10 dB Bandwidth [MHz]	97 (6.3 %)	85 (5.4 %)	58 (3.7 %)	163 (10.3 %)	70 (4.4 %)	119 (7.6 %)	49 (3.1 %)	99 (6.3 %)
Gain [dBd]	6	4.2	4.3	2.5	4.4	1.7	1.19	1.36
z-x plane HPBW [°]	57.6 (E-plane)	x-axis pol.	120 (E-plane)	x-axis pol.	80	x-axis pol.	127	x-axis pol.
		56.2		108		86.5		109
z-y plane HPBW [°]	67.7 (H-plane)	x-axis pol.	78 (H-plane)	x-axis pol.	72	x-axis pol.	93	x-axis pol.
		66.2		93		86.3		98
Axial ratio [dB]		2.8		1.5		0.8		1.37

특성을 얻었다. 원형 편파 안테나의 최적화 시 plate의 코너 부분을 개방시켰을 때가 급전점 위치에 따른 임피던스 변화가 둔감함을 실험을 통해 확인하였으며 이를 임피던스 정합에 적용시켰다. 이로써 'L'자형 plate를 이용한 마이크로스트립 안테나가 선형 편파 및 원형 편파일 때 모두 소형화에 적합한 구조임이 확인되었다.

### 참 고 문 헌

[1] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, 2001.

[2] 송무하, 문상만, 우종명, "소형화를 위한 주름형 선형 편파 패치안테나", 한국통신학회 하계 종합 학술발표회, 23(1), pp. 803-806, 2001년.

[3] 이성민, 신현철, 류미라, 우종명, "소형화를 위한 주름형 선형 편파 원형 패치 마이크로스트립 안테나", 춘계 마이크로파 및 전파 학술대회, 24(2), pp. 367-370, 2001년.

[4] S. Lee, J. Woo, M. Ryu, and H. Shin, "Corrugated circular microstrip patch antennas for miniaturisation", *IEE Electronics Letter*, vol. 38, no. 6, pp. 262-263, 2002.

[5] 송무하, 우종명, "소형화를 위한 3차원 구조 마이크로스트립 패치 안테나", 한국전자과학회논문지, 14(2), pp. 157-167, 2003년 2월.

[6] 송무하, 우종명, "주름 구조를 이용한 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 대한 연구", 한국전자과학회논문지, 14(2), pp. 192-201, 2003년 2월.

[7] Moo-Ha Song, Jong-Myung Woo, "Miniaturisation of microstrip patch antenna using perturbation of radiating slot", *IEE Electronics Letter*, vol. 39, no. 5, pp. 417-419, 2003.

[8] 서정식, 우종명, "Iris를 이용한 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 관한 연구", 춘계 마이크로파 및 전파 학술대회, 26(1), pp. 523-526, 2003년.

[9] 장연정, 서정식, 조중환, 우종명, "Iris 부착 3차원 선형 편파 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 관한 연구", 한국전자과학회 종합학술발표회, 13(1), pp. 450-453, 2003년.

[10] 장연정, 서정식, 우종명, "소형화된 3차원 구조의 마이크로스트립 안테나", 춘계 마이크로파 및 전파 통신학술대회, 27(1), pp. 435-438, 2004년.

[11] J. -S. Seo, J. -M. Woo, "Miniaturisation of micro-

strip antenna using Irises", *IEE Electronics Letter*,  
vol. 40, no. 12, pp. 718-719, 2004년.

[12] 서정식, 우종명, "Iris를 이용한 마이크로스트립

안테나의 소형화", 한국전자과학회논문지, 15  
(10), pp. 922-930, 2004년 10월.

장 연 정

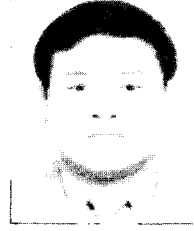


2004년 8월: 충남대학교 정보통신  
공학부 (공학사)

2004년 9월~현재: 충남대학교 전  
파공학과 석사과정

[주 관심분야] 안테나

우 종 명



1985년 2월: 건국대학교 전자공학  
과 (공학사)

1990년 2월: 건국대학교 전자공학  
과 (공학석사)

1993년 3월: 일본, 니혼대학 전자공  
학과 (공학석사)

1996년 3월: 일본, 니혼대학 전자공  
학과 (공학박사)

1996년 9월~현재: 충남대학교 전파공학과 부교수

[주 관심분야] 안테나