

# Iris를 이용한 마이크로스트립 안테나의 소형화

## Miniaturization of Microstrip Antenna using Iris

서 정 식 · 우 증 명

Jeong-Sik Seo · Jong-Myung Woo

### 요 약

본 논문에서는 보다 소형화된 마이크로스트립 패치 안테나를 제작하기 위해 패치 밀면과 접지면 상에 Iris를 수직으로 부착한 3차원 구조의 마이크로스트립 안테나를 설계·제작하였다. 부착된 Iris에 의해 패치 밀면에 흐르는 전류의 경로 증가 및 패치 내부의 유전율이 증가되는 효과를 얻고자 하였으며, 제작결과 중심주파수 1.575 GHz에서 높이 9 mm의 평면형 마이크로스트립 패치 안테나(패치 길이 81.5 mm×패치 폭 90 mm)와 비교하여, 지그재그형으로 Iris를 부착한 경우 최대 79.1%(17 mm×90 mm)의 안테나 길이 단축 효과가 나타났다. 이때 측정된 이득 -1.15 dBd, -10 dB 대역폭 6.2%(98 MHz), E-면 HPBW 154°를 나타내어 본 논문에서 제안된 Iris를 부착한 마이크로스트립 안테나가 소형화에 유효함을 확인하였다.

### Abstract

In this paper, the 3-dimensional microstrip antenna, where the Iris is attached near the patch, on the ground and both patch and ground in zigzag, is designed and fabricated to miniaturize size of antenna. The path of surface current and permittivity in patch are increased because of attached Iris near the patch, on the ground and patch and ground. In particular, the maximum size reduction effect among the three-type of 79.1%(17 mm×90 mm) was presented in zigzag-type compared with the rectangular microstrip patch antenna(MPA) with a height of 9 mm at the resonant frequency of 1.575 GHz. The gain showed -1.15 dBd, -10 dB bandwidth showed 6.2%(98 MHz), and HPBW of E-plane showed 154°. As that result, we could confirm that the 3-dimensional structure with attached Irises is the proper form for the miniaturization of microstrip antenna.

Key words : Iris, Microstrip Patch Antenna, Microstrip Antenna, 3-Dimensional

### I. 서 론

저자세, 작은 부피, 경량의 특성을 가지고 있는 마이크로스트립 패치 안테나(Microstrip Patch Antenna, MPA)<sup>[1],[2]</sup>는 군사용에서부터 민간 통신용까지 그 사용이 크게 증가하고 있으며, 특히 오늘날 휴대용 무선통신의 발달로 인해 크기의 소형화가 날로 중요시되고 있다. 그러므로 전체 시스템에서 큰 부분을 차지하는 안테나의 소형화는 반드시 필요한 실정이다.

그러나 마이크로스트립 패치 안테나의 경우, 그 크기가 중심 주파수의 파장과 비례적인 관계를 갖기 때문에 동일 주파수에서 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 대한 연구가 활발히 진행해 왔다<sup>[3]~[8]</sup>. 일반적으로 소형화에는 마이크로스트립 안테나의 패치 길이가 패치와 접지면 사이 유전체의 고 비유전율에 의한 소형화 방법이 사용되고 있으며, 최근 비유전율을 100에 가깝게 채택하여 1 cm×1 cm 정도 크기로 소형화한 경우가 있으나 이러한 방법은

「본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2003-000-10880-0) 지원으로 수행되었음.」

충남대학교 공과대학 전파공학과(Department of Radio Sciences and Engineering, College of Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea)

· 논문 번호 : 20040421-051

· 수정완료일자 : 2004년 9월 23일

대역폭과 복사효율 등 안테나 특성을 저하시키기 때문에, Iris를 부착하여 패치 자체를 3차원 구조로 변형을 시킨 변형 방법<sup>[9]~[11]</sup>을 선택하였다.

따라서, 본 논문에서는 기준이 되는 높이 9 mm의 평면 구조 마이크로스트립 안테나의 패치 밀면에 하나의 Iris를 부착하여, Iris의 부착 위치 및 Iris의 높이 변화 그리고 Iris 개수 증가에 따른 공진 주파수 변화 특성을 살펴보고, 이러한 결과를 이용하여 1.575 GHz에서 최적화된 Iris 부착 마이크로스트립 안테나를 설계 제작하여 측정된 제특성들에 대해 기술하였다. 또한 동일한 방법으로 접지면상에 Iris를 부착하여 측정된 특성들에 대해 비교하였으며, 나아가 최대의 소형화 특성을 나타내는 지그재그(zigzag) 형으로 Iris가 부착된 마이크로스트립 안테나를 설계·제작하였으며 이들 특성에 대해 기술하였다.

## II. 본 론

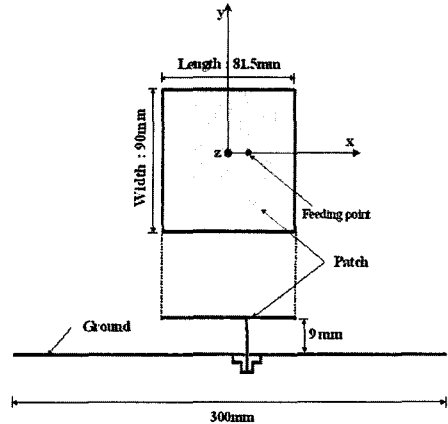
본 논문에서 제안된 Iris 부착 3차원 마이크로스트립 안테나의 특성을 알아보기에 앞서, 먼저 기준이 되는 높이 9 mm의 평면형 마이크로스트립 패치 안테나에 대한 특성에 대해 기술한 후, Iris가 패치 밀면에 부착된 경우와 접지면상에 부착된 경우 그리고 패치 밀면과 접지면상에 지그재그형으로 부착된 경우에 대한 특성을 비교 기술하고자 한다.

### 2-1 평면형 마이크로스트립 패치 안테나

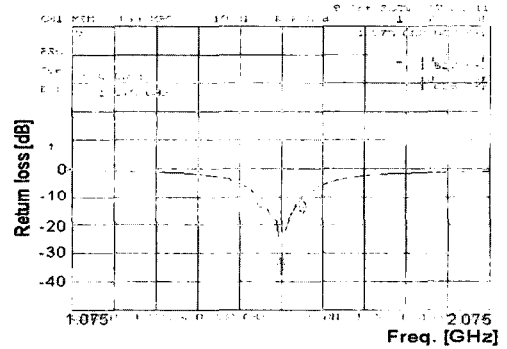
제안된 구조가 3차원 구조인 관계로 제작의 용이함을 위해 유전체로 foam( $\epsilon_r=1.06$ )을 채택하였으며, 중심 주파수는 1.575 GHz로 임의로 설정하였다. 그리고 패치 밀면과 접지면 상에 수직으로 부착될 Iris의 높이에 대한 영향을 확인하고자 패치의 높이는 9 mm로 설정하였다.

중심 주파수 1.575 GHz에서 제작된 높이 9 mm의 평면형 마이크로스트립 패치 안테나의 구조 및 치수 그리고 반사손실 특성을 그림 1에 나타내었다. 패치의 크기는 길이 81.5 mm, 폭 90 mm이며, 중심 주파수에서 반사손실  $-37.3$  dB,  $-10$  dB 대역폭 6.3%(99 MHz)으로 일반적인 마이크로스트립 패치 안테나의 특징을 나타내고 있다.

### 2-2 Iris가 부착된 마이크로스트립 안테나



(a) 구조  
(a) Structure



(b) 반사손실( $f_0=1.575$  GHz, B.W=99 MHz, 6.3 %)  
(b) Return loss( $f_0=1.575$  GHz, B.W=99 MHz, 6.3 %)

그림 1. 높이 9 mm의 마이크로스트립 패치 안테나 구조 및 반사손실 특성

Fig. 1. Structure and return loss characteristics of MPA with 9 mm height.

이에 마이크로스트립 패치 안테나에 있어서 패치의 평면구조를 요철형으로 3차원적인 마이크로스트립 안테나를 설계, 제작한 결과 요철 비율에 따라 공진주파수 변화 특성<sup>[4]~[6]</sup>이 있기 때문에 이를 토대로 “요”부분을 최소화한 Iris를 채택하여 3차원적 구조의 마이크로스트립 안테나로 소형화하고자 하였다.

Iris를 높이 8 mm, 폭 80 mm의 얇은 도체판 형태로 패치 밀면 또는 접지면상에 수직으로 부착시켰다. 본 논문에서는 Iris를 패치 밀면, 접지면 위 그리고 패치 밀면과 접지면상에 지그재그 형태로 부착시킨 세 가지 경우로 구분하여 각각의 여러 특성에 대해 비교 기술하고자 한다.

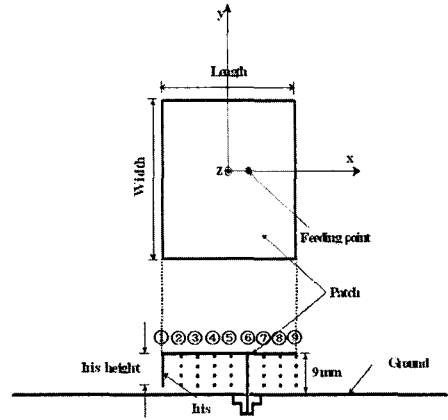
2-2-1 패치 밀면에 Iris를 부착한 마이크로스트립 패치 안테나

본 절에서는 1.575 GHz에서 설계된 마이크로스트립 안테나의 평면형 패치 밀면에 Iris가 부착된 경우에 대해 기술하고자 한다. 그 구조를 그림 2(a)에 나타내었다.

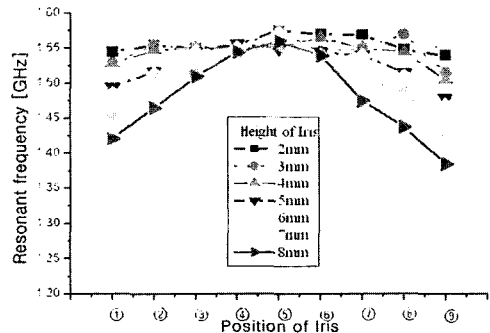
먼저 하나의 Iris를 패치 밀면에 부착시켰으며, 부착 위치 및 Iris 높이 변화에 따른 공진 주파수 변화 특성을 살펴보았다. Iris 부착 위치는 기준 패치의 급전점에서 먼 쪽 가장자리(그림 2(a)의 ①번 위치)를 기준으로 하여 급전점과 가까운 패치 가장자리(그림 2(a)의 ⑨번 위치)까지 10.2 mm(0.05 λ)씩 8 등분하여 이동시켰으며, 각각의 위치에서 Iris의 높이를 2 mm에서 8 mm까지 1 mm씩 변화시켰다. 공진주파수 변화에 대한 측정 결과를 그림 2(b)에, 시뮬레이션 결과를(HFSS 9.0) 그림 2(c)에 나타내었다.

측정 결과, 먼저 고정된 각 위치에서는 Iris의 높이가 높을수록 공진 주파수가 전반적으로 계속 저하되는 특성을 나타내었다. 이는 패치 밀면에 부착된 Iris의 높이만큼 패치 밀면에 흐르는 전류의 경로가 증가되어 나타난 현상이라 생각된다. 하지만 Iris의 높이가 고정된 경우, 부착된 위치에 상관없이 증가된 패치 밀면의 전류 길이가 동일하므로 공진 주파수의 저하가 동일하여야 함에도 불구하고, Iris가 부착된 위치에 따라 공진 주파수 저하율이 서로 다르게 나타남을 알 수 있다. 예로 Iris 높이가 8 mm일 때, 패치의 가장자리인 ①번 위치(측정값 1.421 GHz, 시뮬레이션 1.335 GHz)와 ⑨번 위치(측정값 1.385 GHz, 시뮬레이션 1.241 GHz)에서는 큰 폭의 공진 주파수 저하 특성을 나타내고 있으며, 패치 중심인 ⑤번 위치(측정값 1.56 GHz, 시뮬레이션 1.574 GHz)에서는 상대적으로 작은 공진주파수 저하 특성을 나타내고 있다.

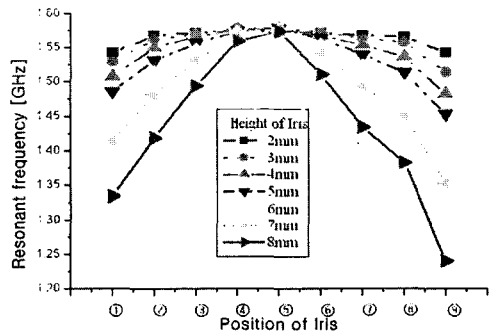
이러한 특성은 섭동법<sup>[10]~[12]</sup>으로 해석이 가능하다. 전계가 강한 패치 가장자리 ①, ⑨번 위치에서는 Iris의 높이가 높아질수록 패치에 내부 변형이 크게 가해져 공진 주파수가 크게 저하되며, 또한 급전점 부근인 ③(1.385 GHz) 위치가 ①(1.421 GHz)의 위치보다 강한 전계 급전효과에 의해 더 큰 폭의 공진 주파수 저하 특성을 나타낸 것으로 확인할 수 있다. 그



(a) 구조  
(a) Structure



(b) 측정값  
(b) Measurement



(c) 시뮬레이션  
(c) Simulation

그림 2. 패치 밀면에 부착된 Iris 부착 위치 및 높이 변화에 따른 공진 주파수 변화 특성

Fig. 2. Variation of resonant frequency for various value of attached position(①~⑨) and height of Iris near the patch.

리고 자계가 강한 패치 중심인 ⑤(1.56 GHz)의 위치

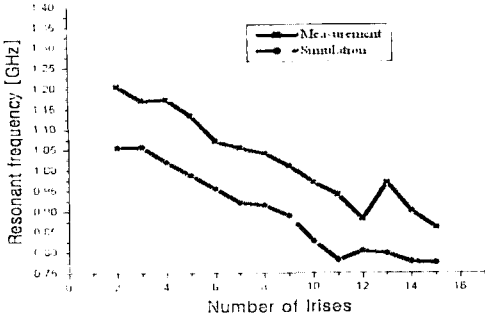


그림 3. 패치 밑면에 부착된 Iris 개수 증가에 따른 공진 주파수 변화 특성  
 Fig. 3. Variation of resonant frequency for various values of number of Irises near the patch.

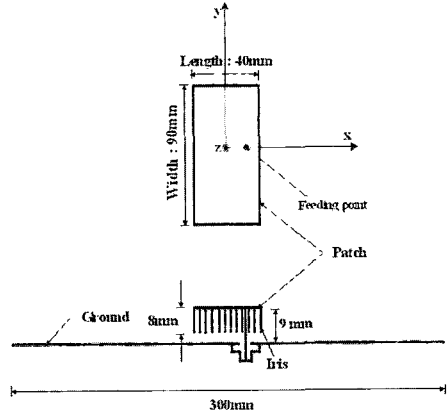
에서는 반대로 Iris의 높이가 높아질수록 자계의 내부 변형을 통한 공진주파수의 상승으로, Iris에 의한 전류길이 증가 효과로부터 기인된 주파수 감소 특성과 더하여져 상대적으로 작은 폭의 공진 주파수의 감소율을 나타내었다.

그림 3에는 가장 낮은 공진 주파수 특성을 나타내는 길이 8 mm의 Iris 부착 개수 증가에 따른 공진 주파수 변화 특성을 나타내었다. 최대한의 공진 주파수 저하 효과를 얻기 위하여 패치 양 끝 가장자리에 두개의 Iris를 고정한 후, Iris 개수를 패치 밑면에 등간격으로 최대 15개까지 배열시켰다.

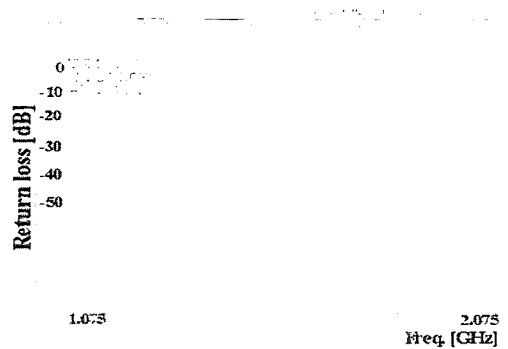
그림 3에 나타난 바와 같이, 부착된 Iris의 개수가 증가할수록 공진 주파수는 저하되는 특성을 나타내고 있으며, 부착된 Iris의 개수가 15개일 때 최대의 주파수 저하(측정결과: 0.860 GHz, 시뮬레이션 결과: 0.775 GHz) 특성을 나타내었다.

시뮬레이션 결과와 측정된 결과 사이에 다소 공진주파수의 차이가 있는 것은 패치 밑면과 Iris 접합 부분의 전류 코너 효과 감소에 의한 것으로 사료된다. 전류 코너 효과 감소란 Iris 개수가 어느 이상으로 증가되면 Iris 사이의 간격이 줄어들어 Iris 사이를 흐르는 전류가 덜 굴곡되는 특성을 뜻하며, 실제 제작시 이러한 전류 코너 효과 감소 특성이 시뮬레이션의 결과보다 크게 작용되어 그림 3의 결과와 같은 공진주파수 차가 나타난 것으로 사료된다.

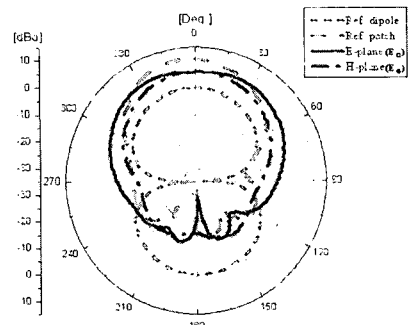
또한 전류 길이 단축 효과 감소로 인해 시뮬레이션 결과와 측정 결과 모두 Iris의 개수가 10개 이상 부착된 경우 공진 주파수 감소율이 크게 둔화되는



(a) 구조  
 (a) Structure



(b) 반사손실( $f_0=1.575$  GHz, B.W=103 MHz, 6.5 %)  
 (b) Return loss( $f_0=1.575$  GHz, B.W=103 MHz, 6.5 %)



(c) 방사패턴  
 (c) Radiation pattern

그림 4. 1.575 GHz에서 최적화된 패치 밑면 Iris 부착 마이크로스트립 안테나 구조 및 제 특성  
 Fig. 4. Structure, return loss and radiation pattern of the optimized microstrip antenna attached Irises near the patch at 1.575 GHz.

특성을 나타내고 있다. 이는 Iris 개수 증가에 의한

소형화에는 그 한계가 있음을 나타내며 전류 코너 효과 감소로 인한 전류 드래프트 효과가 증대됨을 의미한다.

그림 4(a)에서는 그림 3으로부터 공진 주파수 저하가 둔화되는 Iris 12개일 때 중심 주파수 1.575 GHz에서 제작한 안테나의 구조 및 치수를 나타내었다. 제작된 안테나는 패치 길이 40 mm×패치 폭 90 mm로 동일 높이의 평면형 마이크로스트립 패치 안테나에 비해 패치 길이가 41.5 mm 줄어든 50.9%의 공진 길이 단축 효과를 얻었다.

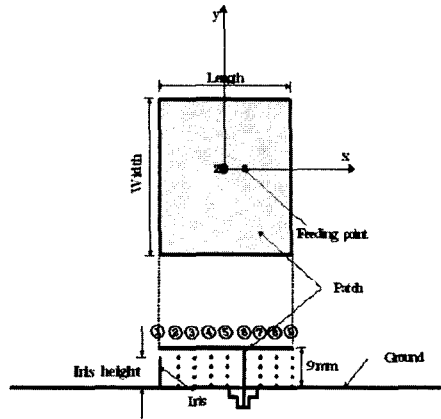
이때 반사손실 -28.5 dB, -10 dB 대역폭 6.5% (103 MHz)로 그 특성을 그림 4(b)에 나타내었으며, 그림 4(c)에는 제작된 안테나의 방사패턴 측정 결과를 나타내었다. 이때 측정된 이득은 5.9 dBd로 높이 9 mm인 일반 평면형 마이크로스트립 패치 안테나의 이득(10.5 dBd)보다 4.6 dB 감소된 특성을 얻었다. 측정된 E-면의 -3 dB 빔폭은 111.94°로 평면형 마이크로스트립 패치 안테나의 -3 dB 빔폭보다 54.34° 넓게 측정되었으며, 이는 공진 길이 방향으로의 길이 단축으로 인해 두 개의 방사 개구면이 가까워져 생긴 빔의 광각화 때문으로 사료되며 이득 저하의 원인이 되기도 한다.

### 2-2-2 접지면 상에 Iris를 부착한 마이크로스트립 안테나

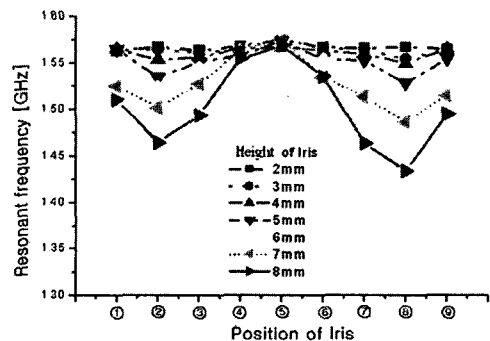
본 절에서는 접지면 상에 Iris를 부착하여 패치 밑면에 부착한 경우와 동일한 방법으로 공진 주파수 변화 특성에 대해 기술하였다.

그림 5에서는 접지면상에 부착된 하나의 Iris의 부착 위치 및 높이 변화에 따른 공진 주파수 변화를 나타내었다. 부착 위치는 2-2-1절에서 패치 밑면에 부착된 경우와 동일한 조건에서 특성을 비교하기 위하여 동일한 위치에 접지면 상에 수직으로 부착하였다. 또한 각각의 부착된 위치에서 Iris의 높이 또한 2 mm에서 8 mm까지 증가시켜가면서 공진 주파수 변화 특성을 고찰하였다.

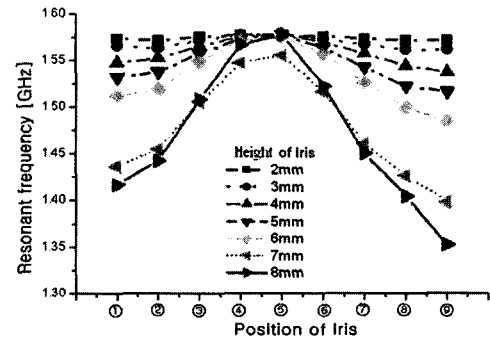
그림 5(b)의 측정치와 (c)의 시뮬레이션 결과를 살펴보면, 동일한 부착 위치에서 Iris 높이 변화에 따른 공진 주파수의 변화는 Iris의 높이가 증가할수록 측정값과 시뮬레이션 모두 공진주파수가 저하되는 특



(a) 구조  
(a) Structure



(b) 측정값  
(b) Measurement



(c) 시뮬레이션  
(c) Simulation

그림 5. 접지면 상에 부착된 Iris 부착 위치 및 높이 변화에 따른 공진 주파수 변화 특성

Fig. 5. Variation of resonant frequency for various values of attached position(①~⑨) and height of Iris on the ground.

성을 나타내고 있다. 이는 패치 밑면에 Iris를 부착한

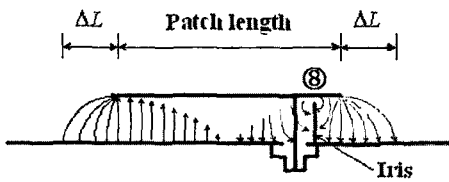
경우와 동일하게 접지면상에 부착된 Iris 높이의 증가만큼 공진 길이의 증가로 인한 것으로 사료된다.

동일한 높이에서 부착 위치에 따른 공진 주파수 변화 특성은 전체적으로는 측정 결과와 시뮬레이션 결과 모두 패치 중심인 ⑤번 위치에서는 소폭의 공진 주파수 변화특성을 나타내며, 패치 가장자리로 이동할수록 큰 폭의 공진 주파수 저하 특성을 나타내고 있다.

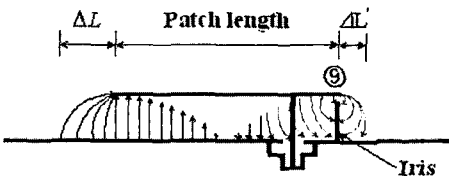
시뮬레이션 결과는 패치 밑면에 부착한 경우와 동일하게 패치 가장자리인 ①, ⑨ 위치에서 가장 낮은 공진 주파수 저하 특성을 나타내고 있다.

그러나 측정 결과의 경우 패치 가장자리 바로 안쪽인 ②, ⑧ 위치에서 가장 낮은 공진 주파수 저하 (② : 1.467 GHz, ⑧ : 1.434 GHz) 특성을 나타내고 있으며, 패치 가장자리인 ①, ⑨에서는 공진 주파수가 약간 상승(①: 1.511 GHz, ⑨: 1.495 GHz)된 특성을 나타내고 있다. 이는 패치 가장자리 위치에서의 접지면 상에 부착된 Iris와 패치 사이의 전계 집중 현상에 의한 것이다.

그림 6에는 ⑧의 위치에 Iris가 부착된 경우와 ⑨ 위치에 부착된 경우의 전계 분포를 그림으로 나타내었다. 그림 6에 나타난 바와 같이 Iris를 접지면 상에서 ⑨ 위치에 부착시켰을 경우, ⑧ 위치에서와는 달리 패치 가장자리에서 패치면과 접지면과의 거리가 상대적으로 좁아지게 되고 누설 전계가 좁은 공간에



(a) ⑧ 위치에 Iris가 부착된 경우 전계 분포  
(a) Electric field distribution for attached Iris at ⑧ position



(b) ⑨ 위치에 Iris가 부착된 경우 전계 분포  
(b) Electric field distribution for attached Iris at ⑨ position

그림 6. ⑧, ⑨ 위치에서의 전계 분포  
Fig. 6. Electric field distribution at ⑧, ⑨ position.

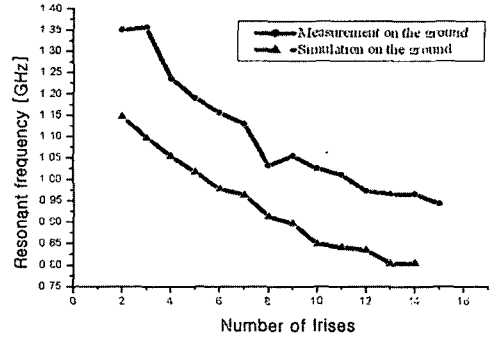


그림 7. 접지면 상에 부착된 Iris 개수 증가에 따른 공진 주파수 변화 특성  
Fig. 7. Variation of resonant frequency for various values of number of Irises on the ground.

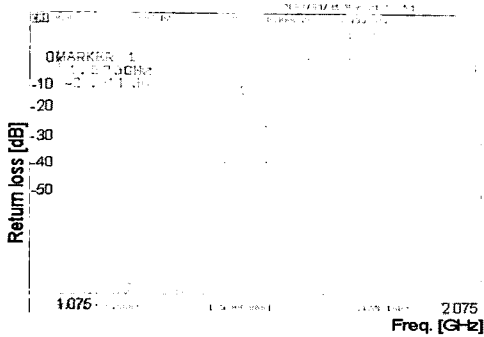
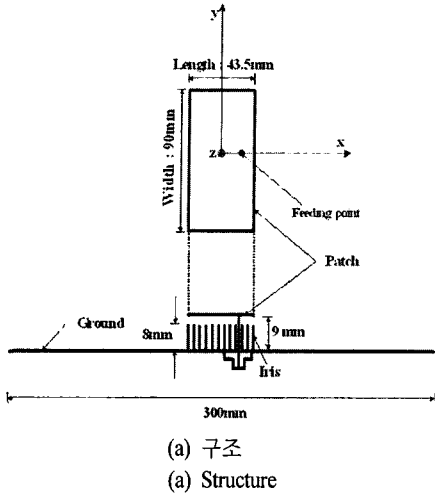
집중되는 누설전계 집중현상으로 상대적인 전기적 공진길이의 변화  $\Delta L$ 이  $\Delta L'$ 로 줄어들기 때문에 나타난 특성으로 해석된다.

그림 7에서는 부착된 Iris의 개수 증가에 따른 공진 주파수 변화 특성을 나타내었다. Iris 개수 증가시키는 방법과 조건은 그림 3의 패치 밑면에 부착시킨 경우와 동일하다. 측정 결과 Iris 개수가 증가될수록 공진 주파수의 저하 현상이 나타남을 알 수 있다. 이는 이미 전술된 그림 3의 현상과 같은 접지면 상에 주기적으로 배열된 Iris로 인해 접지면상의 전류 경로 증가 및 공진기 내부의 유전율이 변화하여 나타난 현상<sup>[11]</sup>으로 사료된다.

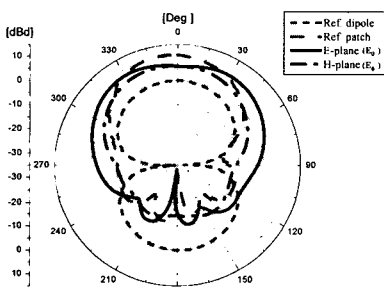
하지만 이러한 공진 주파수 저하 현상은 부착된 Iris의 개수에 비례하여 나타나는 것이 아니라 패치 밑면에 부착된 경우와 마찬가지로 그 한계를 가지고 있으며, 실험 결과 부착된 Iris 사이의 간격이 0.02 파장(Iris 개수 12개)보다 좁을 시에는 공진 주파수 저하율 둔화를 나타내었다.

그림 8에는 중심 주파수 1.575 GHz에서 접지면 상에 12개의 Iris가 부착된 안테나의 구조 및 치수, 반사손실과 방사패턴 특성을 나타내고 있다. 최적화된 안테나에 있어서 반사손실 -28.5 dB, -10 dB 대역폭 6.3%(99 MHz)가 측정되어 소형화와 관계없이 양호한 마이크로스트립 안테나의 특성을 나타내고 있으며, 패치 크기는 길이 43.5 mm×폭 90 mm로 동일 높이 마이크로스트립 패치 안테나에 비해 38 mm(46.7%)의 길이 단축 효과를 나타내었다.

여기서, Iris를 패치 밑면에 부착된 경우(패치 길이



(b) 반사손실( $f_0=1.575$  GHz, B.W.=99 MHz, 6.3 %)  
(b) Return loss( $f_0=1.575$  GHz, B.W.=99 MHz, 6.3 %)



(c) 방사패턴  
(c) Radiation pattern

그림 8. 1.575 GHz에서 최적화된 접지면 상에 Iris 부착 마이크로스트립 안테나 구조 및 제 특성  
Fig. 8. Structure, return loss and radiation pattern of the optimized microstrip antenna attached Irises on the ground at 1.575 GHz.

40 mm)보다 패치의 길이가 3.5 mm 더 길게 나타난

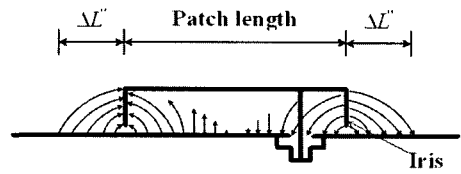


그림 9. 패치 밑면에 Iris가 부착된 경우 전계 분포  
Fig. 9. Electric field distribution for attached Iris near the patch.

것은 그림 9에 나타난 바와 같이 Iris를 패치 밑면에 부착하였을 시 패치 가장자리의 Iris와 접지면과의 누설 전계분포에 의한 전기적 공진 길이가 Iris 외측 표면까지 분포되는 클리핑 전류로부터  $\Delta L''$ 이 그림 6(b)의  $\Delta L'$  보다 길어지기 때문이다.

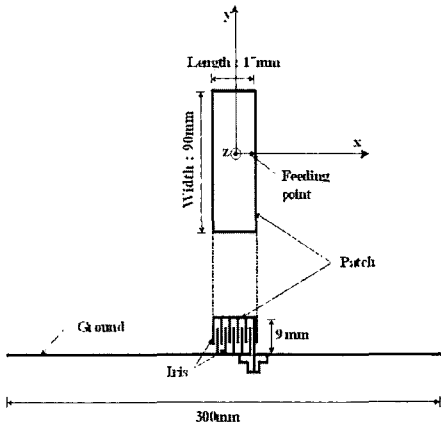
측정된 이득은 마이크로스트립 패치 안테나의 이득(10.5 dBd)보다 4.6 dB 감소된 5.9 dBd의 특성을 나타내었으며, E-면의  $-3$  dB 빔폭  $133.92^\circ$ 로 기준 마이크로스트립 패치 안테나의 빔폭보다  $76.32^\circ$  넓게 측정되어 패치 밑면의 부착된 경우와 비슷한 특성을 나타내었다. 이 역시 소형화로 인한 이득 저하 및 빔의 광각화 현상 때문이라 사료된다.

### 2-2-3 패치 밑면과 접지면 상에 Iris를 지그재그 형으로 부착한 마이크로스트립 안테나

본 절에서는 안테나 길이의 최대 단축을 위해 패치 밑면과 접지면 상에 지그재그형으로 Iris를 부착하였다.

패치 밑면에 부착한 Iris는 가장 큰 폭의 공진 주파수 저하 특성을 나타내는 패치 양 가장자리를 기준으로 6개의 Iris를 등 간격으로 배열시켰으며, 접지면상에 부착된 Iris는 누설전계의 집중현상을 제거하기 위해 그림 8(a)와 같이 패치 밑면에 부착된 Iris 사이에 등간격으로 5개를 배열시켰으며 그 구조 및 특성을 그림 10에 나타내었다.

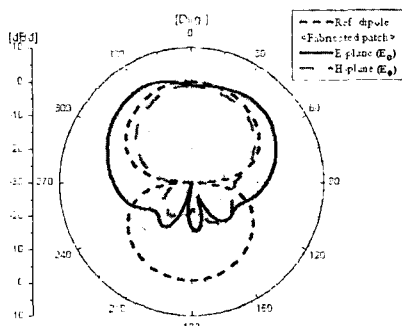
1.575 GHz에서 최적화시켜 제작된 지그재그형 마이크로스트립 안테나의 경우 반사손실  $-27.8$  dB,  $-10$  dB 대역폭 6.2%(98 MHz), 제작된 안테나 길이 17 mm×폭 90 mm로 동일 높이 기준 마이크로스트립 패치 안테나(81.5 mm×90 mm)에 비해 64.5 mm(79.1%)의 공진 길이 단축 효과를 나타내었으며, 이때 측정된 이득은  $-1.15$  dBd, E-면의  $-3$  dB 빔폭



(a) 구조  
(a) Structure



(b) 반사손실( $f_0=1.575$  GHz, B.W=98 MHz, 6.2 %)  
(b) Return loss( $f_0=1.575$  GHz, B.W=98 MHz, 6.2 %)



(c) 방사패턴  
(c) Radiation pattern

그림 10. 1.575 GHz에서 지그재그형 Iris 부착 마이크로스트립 패치 안테나 구조 및 제 특성  
Fig. 10. Structure, return loss and radiation pattern of the optimized microstrip antenna of zigzag-type at 1.575 GHz.

154°의 특성을 얻었다. 한편 기본패치 안테나에 비

표 1. MPA와 Iris 부착 안테나의 제 특성 비교

Table 1. Comparison with microstrip antenna attached Irises and MPA.

	MPA	Iris 부착 상태		
		패치 밀면	접지면상	지그재그
패치 크기 [mm <sup>2</sup> ](단축율)	81.5×90 (Ref.)	40×90 (50.9 %)	43.5×90 (46.7 %)	17×90 (79.1 %)
안테나 이득[dBd]	10.5	5.9	5.9	-1.15
반사손실[dB]	-37.3	-28.5	-28.5	-27.8
-10 dB 대역폭[MHz]	99 (6.3 %)	103 (6.5 %)	99 (6.3 %)	98 (6.2 %)
E-면 -3 dB 빔폭[°]	57	111.94	133.92	154
H-면 -3 dB 빔폭[°]	69.1	67.68	82.08	74

해 E-면 패턴 방사효율은 62.5 %로 나타났다.

이러한 특성은 지그재그형 Iris 부착형태가 전계의 경계조건 특성을 최대한으로 적용 가능하므로 패치 길이방향으로 극단적으로 소형화되었기 때문이며, 이들 결과로부터 지그재그형으로 Iris를 부착한 구조가 소형화에 더욱 효과적임을 확인할 수 있었다.

위의 결과들을 표 1에 정리하였다.

### III. 결 론

본 논문에서는 마이크로스트립 안테나의 소형화를 위해 기준이 되는 평면형 사각 마이크로스트립 패치 안테나의 평면형 패치의 밀면 또는 접지면상에 그리고 패치 밀면과 접지면상에 지그재그형으로 Iris를 부착하였다.

그 결과 지그재그형으로 Iris를 부착했을 경우 패치 길이 방향으로 최대 79.1 %의 길이 단축 효과를 얻었다. 이는 부착된 Iris에 의해 패치 밀면 또는 접지면상의 표면 전류경로 증대 효과와 패치 내부의 유전율 상승 효과에 의한 것이며, 특히 표면 전류 경로의 최대 증가 효과를 위해서는 패치 밀면과 접지면상에 지그재그로 부착하는 것이 바람직하다.

이러한 결과를 통해 Iris를 부착한 본 구조가 마이크로스트립 안테나의 특성을 유지하면서 소형화에 효과적인 구조임을 확인할 수 있었다.



참 고 문 헌

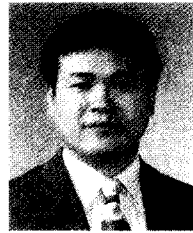
- [1] I. J. Bahl, P. Bhartia, *Microstrip Antennas*, Artech House, 1982.
- [2] Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, Second Edition, Wiley, 1997.
- [3] 송무하, 문상만, 우종명, "소형화를 위한 주름형 선형편파 패치 안테나", 한국통신학회 하계종합 학술발표회, 23(1), pp. 803-806, 2001년.
- [4] 송무하, 우종명, 이호선, "소형화를 위한 격자 구조의 요철형 원편파 마이크로스트립 패치 안테나의 설계", 한국전자과학회 추계 마이크로파 및 전파학술대회, 24(2), pp. 351-354, 2001년.
- [5] 류미라, 우종명, 신현철, "소형화를 위한 주름형 선형편파 원형 패치 마이크로스트립 안테나", 한국전자과학회 추계 마이크로파 및 전파학술대회, 24(2), pp. 367-370, 2001년.
- [6] S. Lee, J. Woo, Ryu and H. Shin, "Corrugated circular microstrip patch antennas for miniaturization", *IEE. Electronics Letters*, vol. 38, no. 6, pp. 262-263, Mar. 2002.
- [7] M. Song, J. Woo, "Miniaturization of microstrip patch antenna using perturbation of radiating slot", *IEE. Electronics Letters*, vol. 39, no. 5, pp. 417-419, Mar. 2003.
- [8] S.-M. Lee, J.-M. Woo, "Radially corrugated circular microstrip patch antenna", *APMC 2002*, vol. 3, pp. 1621-1624, Nov. 2002.
- [9] 서정식, 우종명, "Iris를 이용한 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 관한 연구", 한국전자과학회 춘계 마이크로파 및 전파학술대회, 26(1), pp. 523-526, 2003년.
- [10] 장연정, 서정식, 조중환, 우종명, "Iris 부착 3차원 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 관한 연구", 한국전자과학회 종합학술 발표회, 13(1), pp. 450-453, 2003년.
- [11] Jeong-Sik Seo, Jong-Myung Woo, "A study on the microstrip patch antenna miniaturization using the effect of perturbation and Iris", *APMC'03.*, vol. 2, pp. 1233-1236, Nov. 2003.
- [12] Roger F. Harrington, *Time-Harmonic Electromagnetic Fields*, Wiley- Interscience, 2001.

서 정 식



2002년 2월: 충남대학교 전파공학과 (공학사)  
 2004년 2월: 충남대학교 전파공학과 (공학석사)  
 2004년 3월~현재: (주)삼성 전기 연구원  
 [주 관심분야] 안테나

우 종 명



1985년 2월: 건국대학교 전자공학과 (공학사)  
 1990년 2월: 건국대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1993년 3월: 일본, 니혼대학 전자공학과 (공학석사)  
 1996년 3월: 일본, 니혼대학 전자공학과 (공학박사)

1996년 9월~현재: 충남대학교 전파공학과 부교수  
 [주 관심분야] 안테나