

Iris부착 3차원 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 관한 연구

°장연정*, 서정식*, 조중환*, 우종명*

*충남대학교 전파공학과

wkdduswj@hanmail.net, sseo@cnu.ac.kr, 97maroo@hanmail.net jmwoo@cnu.ac.kr

Study on the Miniaturization Method of a 3-dimensional Linear Polarization Microstrip Patch Antenna using the Irises

°Yon-Jeong Jang*, Jeong-Sik Seo*, Joung-Hwan Jo*, Jong-Myung Woo*

*Dept. of Radio Science & Engineering, Chungnam National University

Abstract

In this paper, the miniaturization of linear polarization microstrip patch antenna is studied by attached Irises near the square linear polarization microstrip patch antenna which are induced the increase of current path. Microstrip patch antenna having the Irises is designed and fabricated at the resonant frequency of 1.575 GHz. The result is like that the resonant length of patch is reduced 41.5 mm which correspond to 50.9 % of that of plane type(81.5mm). The return loss is -28.5 dBd and -10 dB bandwidth is 103 MHz(6.5 %). And as the radiation pattern is broad through the size reduction of patch, the gain is 5.9 dBd and -3 dB beamwidth of E-plane is 111.9°.

Key words : Iris, Miniaturization, 3-dimensional, Linear polarization, Microstrip Patch Antenna

I. 서론

마이크로스트립 패치 안테나가 가지는 경량, 저충, 쉬운 제작공정, MMIC 설계공정과 호환성, 공진 주파수, 편파, 방사패턴 및 임피던스 조절 특성이 좋아 오늘날 그 사용이 증가되고 있다. 하지만, 파장에 비례하여 증가하는 마이크로스트립 패치 안테나의 크기 때문에 그 사용에는 많은 제한이 따른다. 일반적으로 고유전체를 사용한 소형화 방법을 많이 사용되지만, 유전 손실로 인한 이득의 저하 및 방사효율의 저하가 발생하기 때문에 패치 자체의 변형을 통한 소형화 연구가 필요한 실정이다. 패치 자체 변형을 통한 소형화 방법에는 슬릿, 슬롯, 그리고

단락 핀 등을 사용하는 방법과^{[1],[2]} 3차원 구조 변형 방법들이 연구되어 왔으며^{[5],[6],[7]}, 이 가운데 3차원 구조 변형 방법을 사용하였다.

본 논문에서는 일반 사각 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나 패치 밑면에 Iris를 부착하여 패치 밑면의 전류경로를 증가시킴으로써 가시적인 공진 길이를 증가시키는 방법을 사용하였다^{[5],[6],[7]}. 먼저 패치 밑면의 부착된 하나의 Iris에 대한 Iris 부착 위치와 Iris 길이에 따른 공진 주파수 및 임피던스 변화 특성을 살펴보았으며, 또한 Iris 개수 증가에 따른 특성을 파악하였다. 그리고 이러한 특성을 이용하여 1.575 GHz로 최적화된 Iris 부착 3차원 선형편파 마이크로스트립 안테나를 소형으로 설계, 제작하였으며 제 특성에 대해 기술하였다.

II. 본론

본 논문에서 제시하고자 하는 Iris이용 3차원 선형편파 마이크로스트립 안테나의 축소 효과를 확인하고자, 먼저 축소 효과의 기준이 되는 일반적인 평면형 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나를 중심주파수 1.575GHz($\lambda=190$ mm)에서 제작하였다. 이 때 평면형의 패치 크기는 길이 81.5 mm \times 넓이 90 mm이며, 유전체로 3차원 구조의 제작을 용이하게 하기 위해 9 mm 높이의 Foam($\epsilon_r=1.06$)을 사용하였다. 그림 1에 제작된 평면형 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나의 구조 및 반사손실 특성을 나타내었다. 패치 크기 81.5 mm \times 90 mm에 대하여 반사손실 -37.4 dB, -10 dB 대역폭 6.2 %(99 MHz)의 특성을 나타내었다

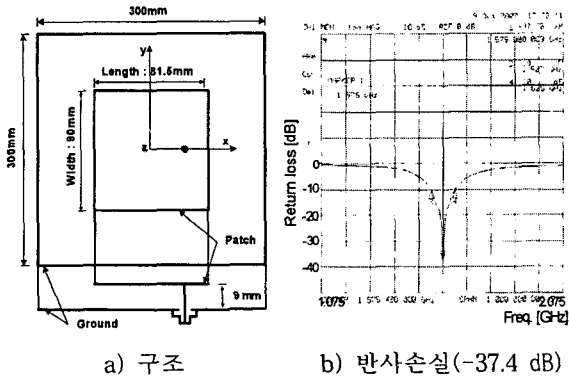


그림 1. 평면형 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나 구조 및 반사손실(1.575 GHz)

그림 2에서는 한 개의 Iris가 부착된 사각 평면형 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나의 구조 및 치수와 패치 밑면에 부착된 Iris의 위치를 나타내었다. 부착된 Iris는 급전점에서 먼 쪽의 가장자리(그림 2의 ①번위치)를 기준으로 하여 급전점과 가까운 가장자리(그림 2의 ⑩번위치)까지 10.2 mm (0.05λ) 씩 등간격으로 이동 하였으며, 각각의 위치에서 Iris의 길이를 2 mm에서 8 mm까지 1 mm씩 변화 시키면서 공진 주파수 변화 특성을 살펴보았다. 그리고 Ansoft 社의 HFSS 8.5 시뮬레이션툴을 통한 시뮬레이션 결과값과 비교하여 그림 3에 나타내었다.

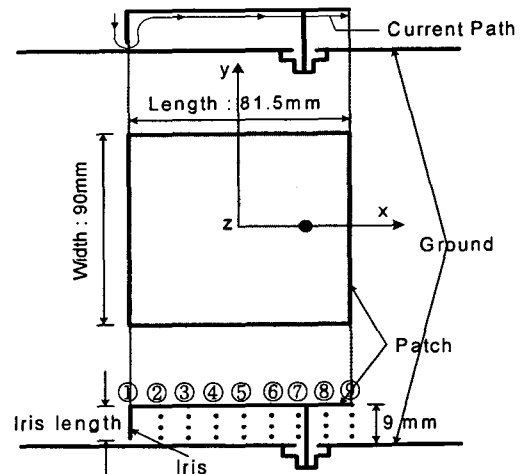
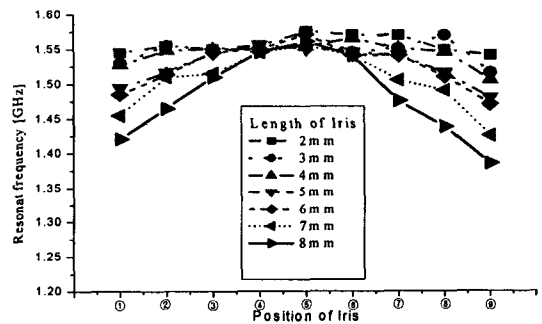
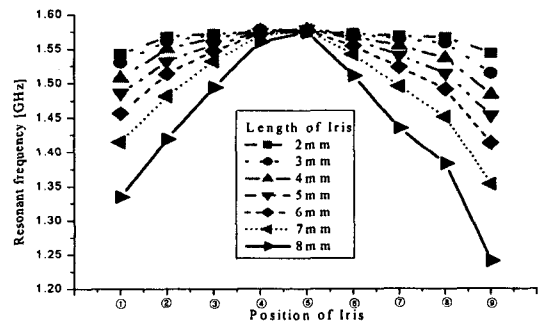


그림 2. 한 개의 Iris가 부착된 사각 평면형 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나의 구조 및 Iris 부착 위치



a) 측정값



b) 시뮬레이션

그림 3. Iris 위치에 따른 공진 주파수 변화

그림 3에 나타낸 바와 같이 먼저 고정된 위치에서는 Iris의 길이가 길어질수록 공진 주파수가 계속 하향되는 특성을 나타냈으며, 이는 Iris의 길이가 길어질수록 패치 밑면에 흐르는 전류의 경로 또한 상

대적으로 길어지기 때문으로 생각된다. 또한 고정된 길이에서 Iris가 부착된 위치에 따라 공진 주파수 변화를 살펴보면, 패치의 가장자리 부근인 ①과 ⑨번 위치에서 가장 큰 폭의 공진 주파수 하향 특성을 나타내며, 패치 중심 부근인 ⑤번 위치에서는 상대적으로 적은 공진주파수 하향 특성을 나타내었다. 이는 Perturbation 효과로^{[3],[4]} 인해 패치 가장자리인 ①, ⑨에서는 공진주파수의 하향을 그리고 패치 중심인 ⑤부근에서는 공진주파수의 상승의 특성을 가지기 때문으로 사료된다.

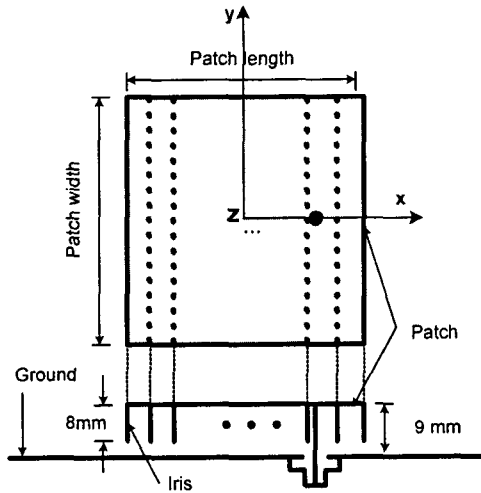


그림 4. Iris 개수 증가에 따른 사각 평면형 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나 구조

다음은 그림 3의 결과를 통해 가장 낮은 공진 주파수 특성을 나타낸 길이 8 mm Iris의 개수를 증가시키면서 공진 주파수 특성을 살펴보았다. 그 구조 및 특성을 그림 4에 나타내었다. Iris 개수는 중심에 한 개를 부착한 것을 기준으로 패치 밀면(81.5 mm)에 등간격으로 최대 15개까지 배열하였다.

그림 5에서 개수 증가에 따른 공진 주파수 변화 특성을 나타내고 있다. Iris의 개수가 증가할수록 공진 주파수는 하향하며, Iris 개수가 15개인 경우 공진 주파수가 0.86 GHz(측정값)로 45.4 %의 최대 공진 주파수 하향 특성을 나타내었다. 그러나 Iris의 개수가 12개부터 그 하향율이 감소하여 한계가 있음을 알 수 있으며 시뮬레이션 결과 또한 비슷한 결과를 보여주고 있다. 이는 Iris개수가 어느정도 이상으로 증가되면서 Iris사이의 간격이 줄어들어 Iris 사이의 전류가 덜 굴곡되고, 패치 가장자리의

Perturbation 효과에 의한 주파수 하향 보다 패치 중심의 Iris 증가로 인한 주파수 상승효과 때문에 주파수 하향의 폭이 상대적으로 감소되었기 때문으로 사료된다.

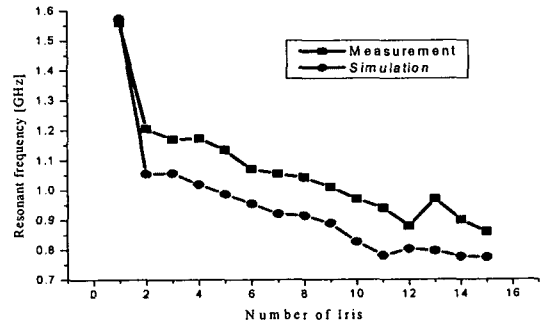


그림 5. Iris 개수 증가에 따른 공진 주파수 특성

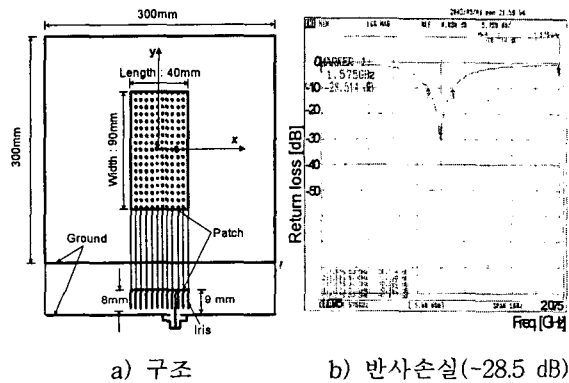
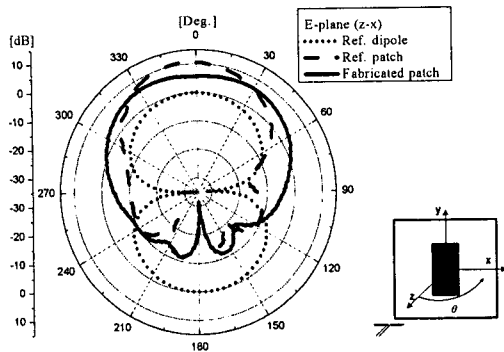


그림 6. 최적화된 Iris 12개 부착 3차원 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나 구조(1.575 GHz)

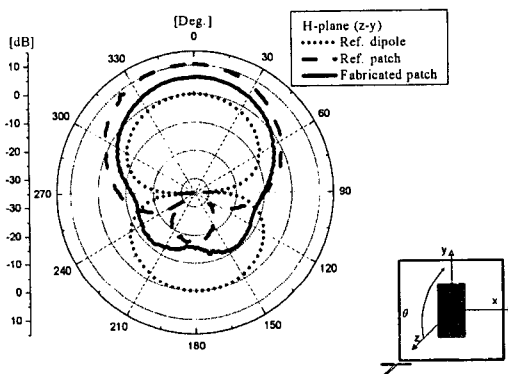
그림 6에서는 공진주파수 하향이 포화가 된다고 생각되는 12개의 Iris가 부착된 경우를 1.575 GHz에서 최적화한 구조 및 치수를 나타내고 있다. 이때 패치 크기는 40 mm × 90 mm로 평면형 사각 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나(81.5 mm × 90 mm)에 비해 41.5 mm 줄어든 50.9 %의 길이 단축 효과를 나타내었다. 반사손실 -28.5 dB, -10 dB 대역폭 6.5 %(103 MHz)로 양호한 특성을 나타내었다.

그림 7에서는 측정된 방사패턴을 나타내었다. 측정된 이득은 5.9 dBd로 높이 9 mm, 일반 평면형 사각 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나의 이득(10.5 dBd) 보다 4.6 dB 감소된 5.9 dBd이며, 측정된 E-면의 -3 dB 빔폭 111.94°로 58.78° 넓게 측정

되었다. 이는 길이 방향으로의 단축으로 인한 빔의 광각화 때문으로 사료된다.



a) E-면 방사패턴 (z-x plane)



b) H-면 방사패턴 (z-y plane)

그림 7. 최적화된 Iris 12개 부착 3차원 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나 방사패턴(1.575 GHz)

III. 결론

본 논문에서는 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화를 목적으로 Iris를 이용한 소형화 구조를 제안하였다. 부착된 Iris의 길이만큼의 전류 경로 증가를 통한 공진 주파수의 하향을 유도하였으며, Iris의 개수나 길이의 변화를 통해 최대 주파수 하향을 구현하였다.

그 결과 9 mm 높이의 평면형 사각 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나 보다 50.9 %의 길이 축소 효과를 얻었으며, 이득은 5.9 dB로 길이 축소에 의해 다소 감소되었지만, E-면의 -3 dB 빔 폭은 넓어짐으로써 소형화된 GPS용 원편파 안테나로의 확장이 가능함을 확인할 수 있었다.

향후, 본 논문에서 제시한 Iris를 그라운드 또는

패치와 그라운드에 함께 적용시켜 패치를 더욱 소형화 시키는 방향에 대한 연구를 진행할 계획이며, 적층형 칩 형태로 발전시키고자 한다.

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

참고문헌

- [1] C. A. Balanis, *Antenna theory analysis and design*, 2nd edition, John Wiley & Sons, INC. 1982
- [2] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, 2001.
- [3] David M. Pozar, *Microwave Engineering*, 2nd edition, John Wiley, 1998.
- [4] Roger F. Harrington, *Time-Harmonic Electromagnetic fields*, 2nd edition, Wiley-Interscience, 2001.
- [5] 송무하, 문상만, 우종명 "소형화를 위한 주름형 선형 편파 패치안테나", 한국통신학회 하계종합학술 발표회, pp.803~806, Vol. 23, No.1, 2001.
- [5] 류미라, 신현철, 우종명 "소형화를 위한 주름형 선형편파 언형 패치 마이크로스트립 안테나," 추계 마이크로파 및 전파학술대회, pp. 367~370, Vol. 24, No. 2, 2001.
- [6] 송무하, 우종명, "소형화를 위한 3차원 구조 마이크로스트립 패치 안테나," 한국전자파학회논문지, pp. 157~167, Vol. 14, No. 2, 2003.
- [7] 서정식, 우종명, "Iris를 이용한 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화에 관한 연구," 마이크로파 및 전파학술대회 논문집, pp. 523~526, Vol. 26, No. 1, 2003.