

“ㄷ”자형 폴디드 마이크로스트립 패치 안테나 설계

⁰허희무*, 서정식*, 허진영*, 우종명*

*충남대학교 전파공학과

hmheo@cnu.ac.kr, sseo@cnu.ac.kr, hjy121@hotmail.net, jmwoo@cnu.ac.kr

Design of “ㄷ”-Shaped Folded Microstrip Patch Antenna

⁰Hee-Moo Heo*, Jeong-Sik Seo*, Jin-Young Heo*, Jong-Myung Woo*

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

Abstract

In this paper, to reduce the patch size of microstrip antenna, folded surface-type patch antenna is designed and fabricated. Size reduction could be achieved because of the downed resonant frequency by the extended current path passing along below the transformed patch surface. Comparison of the patch size at the 1.575 GHz between plane type(length 82 mm× width 90 mm) and “ㄷ”-shaped folded type is carried and comparison of frequency variation at the same patch size is carried. The result is like that the patch size was reduced than the plane type by 60 mm(73.17 %) at the same frequency. Therefore, it could be checked that “ㄷ”-shaped folded type antenna is advantageous than the plane type in size reduction.

Key words : “ㄷ”-shaped, folded, Miniaturization, 3-dimensional, Linear polarization, Microstrip Patch Antenna

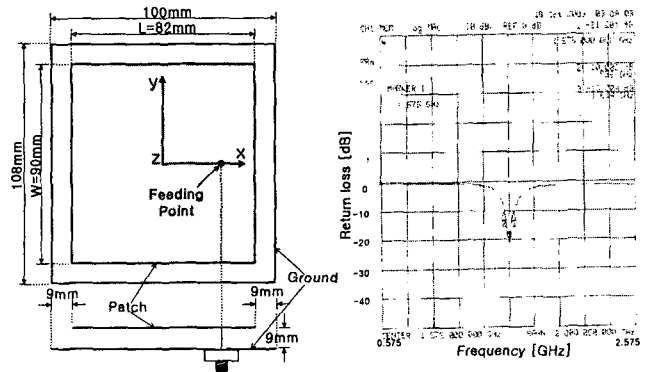
I. 서론

최근 무선 통신기술의 발달로 휴대무선전화, PDA 등의 휴대단말기를 비롯한 무선기기들의 소형화가 급속히 이루어지고 있으나, 안테나의 경우 크기 축소에 제한적인 요소가 많아 시스템의 소형화를 이루기 위해서는 반드시 안테나의 소형화가 요구된다. 이러한 요구를 충족시키기 위해서 여러 가지의 방법들이 사용되고 있다. 일반적으로 안테나의 방사효율 저하의 원인이 되는 세라믹과 같은 고비유전율의 유전체가 사용되고 있으므로, 시스템에서 요구하는 저충형, 경량화 등의 특성에 적합한 패치 안테나의 소형화를 위해서는 패치자체의 변형을 통한 소형화가 필요하다.

본 논문에서는 고유전율을 가지는 유전체 사용에 의한 패치의 소형화 방법이 아닌, 패치안테나의 3차원적인 변형 즉, 마이크로스트립 패치 안테나상의 평면 패치면 길이 방향 양 끝을 “ㄷ”자형으로 패치 안쪽으로 접음으로써 전류 분포 및 전류경로에 변화를 주어 동일 평면크기의 일반적인 반파장 패치 안테나보다 실제 공진 주파수를 더욱

낮추어 결과적으로는 패치안테나의 소형화를 이루는 방법을 연구하였다. 이 연구에 대한 결과들을 기술하고자 한다.

II. 본론



(a) 구조

(b) 반사손실(-21.2 dB)

그림 1. 1.575 GHz의 평면형 선형편파 마이크로스트립 패치 안테나의 구조 및 반사손실 특성

본 논문에서는 제안된 “ㄷ”자형 폴디드 마이크로스트립 안테나의 크기 비교를 위해 먼저 기준이 되는 일반적인 평면형 패치 안테나를 제작하였다. 그림 1에서 그 구조 및 반사손실을 나타내었다.

기준이 되는 평면형 패치 안테나는 중심 주파수를 1.575 GHz로 설계하였으며 3차원 구조로의 제작상 편의를 위해 높이 9 mm의 스티로폼($\epsilon_r=1.06$)을 사용하였다. 접지면의 크기는 패치면보다 각 방향으로 9 mm 길게 제작하였다. 이때 제작된 평면형 패치 안테나의 크기는 길이 82 mm × 폭 90 mm이다.

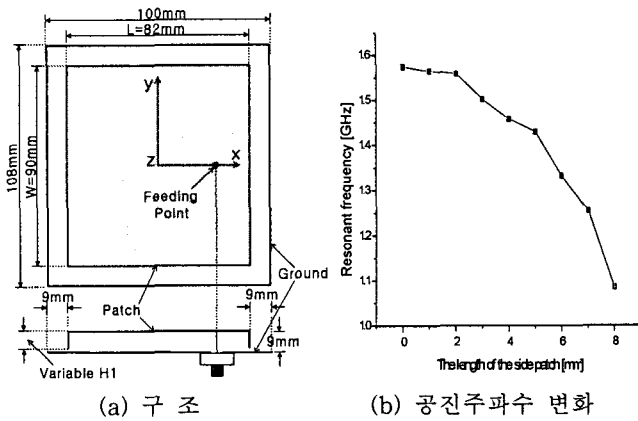


그림 2. 패치 안테나 옆면 길이를 증가 경우

다음으로 일반적인 평면형 패치 길이 양끝 단에 접지면과 수직인 도체벽을 “ㄱ”자 형태로 부착시킨 뒤 도체벽 길이의 변화에 따른 공진주파수의 변화 특성을 살펴보았다.

그림 2에서 나타난 바와 같이 도체벽의 길이를 1 mm에서 8 mm까지 1 mm간격으로 증가시키면서 공진주파수의 변화 특성을 측정한 결과 도체벽 길이가 8 mm였을 때의 공진주파수는 1.085 GHz로 평면형 안테나의 공진주파수 1.575 GHz에 비해 490 MHz (31.1 %)의 주파수 저하율을 보였으며, 이는 도체벽의 부착으로 인해 패치 밀면을 따라 흐르는 전류의 경로가 32 mm ($2 \times 8 \text{ mm} + 2 \times 8 \text{ mm}$)(39 %) 증가하여 이러한 현상이 나타난 것으로 사료된다.

그림 3에서 도체벽의 길이를 8 mm로 고정한 후 패치 윗면의 길이를 변화시켜 공진주파수 1.575 GHz에서 최적화시킨 안테나의 구조, 치수 및 반사손실 특성을 나타내고 있다.

최적화된 패치의 크기는 47 mm × 90 mm로 그림 1에서의 높이 9 mm 일반적인 평면형 패치 안테나(82 mm × 90 mm)비해 35 mm(42.7 %)의 길이 단축효과를 나타내었다. 이때 반사손실은 -27.7 dB, -10 dB 대역폭은 94 MHz로 양호한 마이크로스트립 패치 안테나의 특성을 유지하였다.

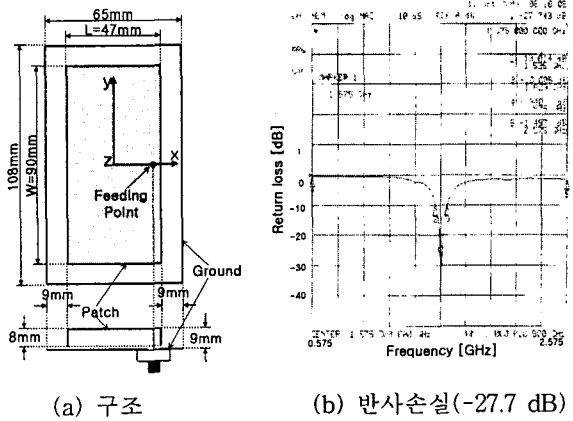


그림 3. 1.575 GHz에서 최적화된 “ㄱ”자형 도체벽 부착 마이크로스트립 패치 안테나

그림 4. (a)에 본 논문에서 최종적으로 제안한 “ㄷ”자형 폴디드 마이크로스트립 패치 안테나의 구조를 나타내었다. 패치의 길이방향에서 수직으로 내린 도체벽과의 교차점 즉, 접지면에서 1 mm 높이의 도체벽 밀단에서 패치 안쪽 방향으로 그림 4 (a)와 같이 패치 아래면 양쪽을 1 mm씩 증가시켜 23 mm까지 증가시켜보았다. 이때의 공진 주파수 변화를 그림 4. (b)에 나타내었다.

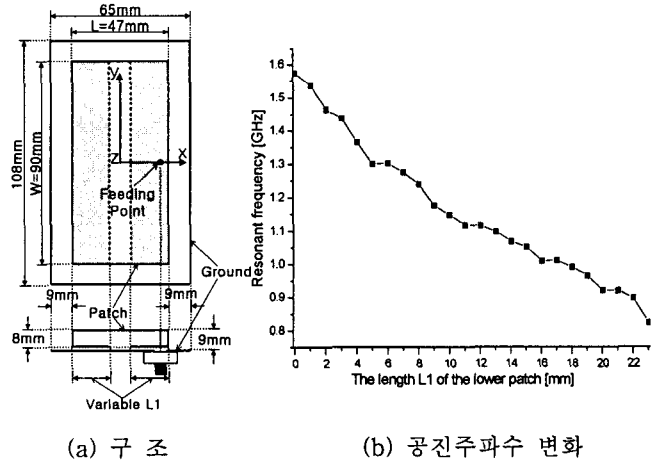


그림 4. 패치 안테나 밀면 길이를 증가 경우

패치 길이방향 양끝 밀면의 길이가 23 mm일 때 공진주파수는 825 MHz로 750 MHz(47.6 %)의 주파수 저하율을 나타내었다. 이 또한 패치 밀면의 전류경로 증가로 인한 공진주파수 저하가 그 원인이라 할 수 있다. 이로 인해 패치를 “ㄷ”자 형태로 구성함으로써 패치 길이 양단의 수직 도체벽 부착시에 더욱 소형화됨을 예상할 수 있다.

다음은 그림 4. (a)의 구조로 제작된 공진주파수 1.575 GHz의 “ㄷ”자형 마이크로스트립 패치 안테나의 구조 및 반사손실 특성을 그림 5에 나타내었다.

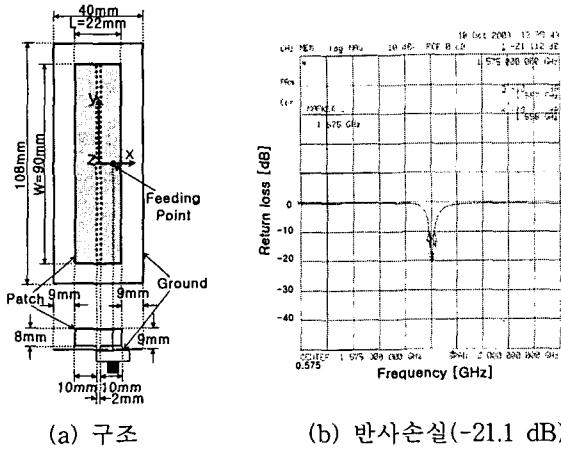


그림 5. 공진주파수 1.575 GHz에서 최적화된 “ㄷ”자형 폴디드 구조

평면형 마이크로스트립 패치안테나와 패치길이를 비교해 보면 길이 방향으로 60 mm(73.2%)의 감소효과를 볼 수 있었다.

다음으로 그림 1과 그림 3, 그리고 그림 5의 구조를 가진 안테나의 E-Plane과 H-Plane의 방사패턴을 비교하였다.

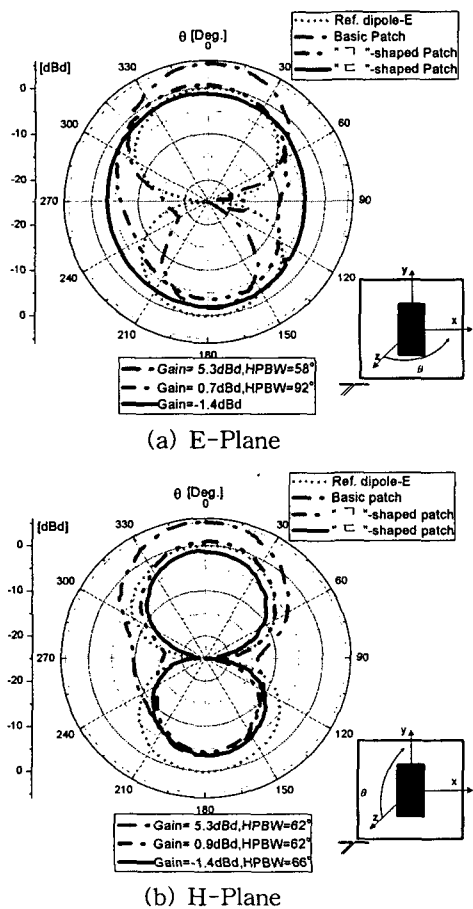


그림 6. 일반형, “ㄱ”자형, “ㄷ”자형 안테나의 패턴비교

그림 6 에서 일반형, “ㄱ”자형, “ㄷ”자형 안테나의 이득은 5.3 dBd, 0.9 dBd, -1.4 dBd로 나타났으며 이러한 이득저하 현상은 패치면 축소에 기인된 접지면의 축소로 인한 빔의 전방향 지향 특성변화 때문에 발생하였다고 생각된다.

-3 dB 빔폭의 경우, 일반형 마이크로스트립 패치 안테나에서는 E-면이 58°를, H-면이 62°를 나타내었으며, “ㄱ”자형은 E-면이 92°를, H-면이 62°를, “ㄷ”자형 안테나의 경우에는 E-면은 omni-direction한 특성으로 나타나지 않았으며 H-면이 66°를 각각 나타내었다. E-면 방향의 패치면의 크기가 작아질수록 같은 방향의 접지면의 크기가 작아져 전방 지향적인 특성이 감소하고, 이에 전후방비가 작아지며 -3 dB 빔폭이 넓어지는 결과가 초래된다. 이는 접지면의 크기 조정을 통해 면 지향성 이득을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

위의 결과들로부터 “ㄷ”자형 마이크로스트립 패치 안테나가 일반적인 마이크로스트립 패치 안테나의 특성 보이는 것으로 확인되었으며, 따라서 패치 안테나의 여러 요소들 가운데 공진주파수와 밀접한 관련이 있는 패치 밀면의 실효면적을 증가시켜 동일한 면적의 패치 안테나에 비해 공진주파수를 저하시키고자하는 연구 목적의 타당성을 확인하였다.

표 1. 주파수 1.575 GHz의 평면형, “ㄱ”자형, “ㄷ”자형 마이크로스트립 패치 안테나의 제 특성 비교

구 분	평면형	“ㄱ”자형	“ㄷ”자형
패치 크기[mm ²]	82 × 90	47 × 90	22 × 90
안테나 이득[dBd]	5.3	0.7	-1.4
-10 dB 대역폭[MHz]	78	94	41
H-면 -3 dB 빔폭	62°	62°	66°
E-면 -3 dB 빔폭	58°	92°	무지향성

III. 결 론

본 논문에서는 최근 무선 시스템의 소형화 추세에 따른 안테나의 소형화를 목적으로 평면형 마이크로스트립 패치 안테나의 패치면 길이방향 양 끝에 “ㄷ”자형의 변화를 주어 이를 실현하였다.

먼저 “ㄷ”자형 마이크로스트립 패치안테나의 제작에 앞서 “ㄱ”자형 구조의 안테나를 제작하여 그 특성을 측정 한 결과 수직 도체벽 길이가 8 mm인 경우 490 MHz (31.1 %)의 주파수 저하율을 나타내었으며, 동일한 공진주파수 (1.575 GHz)에서 평면형의 82 mm에 비해 47 mm로 35 mm(42.7 %)의 길이 축소효과를 나타내었다.

위의 구조에 패치의 밑면을 추가하여 “ㄷ”자형 패치 안테나를 설계, 제작한 결과 그 길이가 23 mm일 때 “ㄱ”자형 보다 750 MHz(47.6 %)의 주파수 저하율을 나타내었으며, 그 크기는 평면형의 82 mm보다 60 mm 작은 22 mm로 축소되어 60 mm(73.17 %)의 길이단축 효과를 나타내었다.

제한적인 접지면의 크기로 인해 E-면의 지향 특성은 나타나지 않았으나 이동통신 단말기와 같이 방향에 구애가 없는 전방향성 패턴이 요구되는 시스템에 활용가능 할 것으로 사료된다.

금후, “ㄷ”자 형태의 패치 안테나 특성에 영향을 미치는 여러 변수들에 대한 연구를 통해 마이크로스트립 패치 안테나의 소형화 및 광대역화에 대해 연구하고자 한다.

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] D. M. Pozar, *Microwave Engineering 2nd edition*, John Wiley, 1998.
- [4] 송무하, 문상만, 우종명, “소형화를 위한 주름형 선형 편파 패치안테나”, 한국통신학회 하계종합학술발표회, pp. 803~806, Vol. 23, No. 1, 2001.
- [5] 이성민, 신현철, 류미라, 우종명, “Corrugated circular microstrip patch antennas for miniaturization”, *IEE Electronics Letter*, pp. 262~263, Vol. 38, No. 6, 2002.
- [6] 송무하, 우종명, “Miniaturization of microstrip patch antenna using perturbation of radiating slot”, *IEE Electronics Letter*, pp. 417~419, Vol. 39, No. 5, 2003.