

## 400MHz대 소형 미앤더 마이크로스트립 안테나

서용근\* · 윤천수 · 박동국

한국해양대학교 전자통신공학과

E-mail: dear.seo@gmail.com

## 400MHz Band Small Meander Microstrip Antenna

Yong Gun Seo\* · Chun Su Yoon · Dong Kook Park

\* Dept. of Electronic and Communication Eng. Korea Maritime University

**Abstract** : In this paper, a novel 400MHz band small meander microstrip antenna is proposed. The shape of the proposed antenna is a waved meander microstrip with a pair of short pins on the edge. The length of waved meander microstrip is  $\lambda_g/4$ , but it bends to half its size. Therefore, the total size of the proposed antenna is reduced to about 1/20 which is compared with a square patch antenna. The simulated antenna gain is about 3dBi at 424MHz. The proposed antenna of -10dB impedance bandwidth is measured about 1.4%

**key words** : Meander, Inverted-F Antenna, Short Pin, Microstrip Antenna.

### I. 서 론

전파 법규에 따르면 특정 소출력 무선기기의 허용 주파수는 219MHz, 424MHz 와 2.4GHz의 ISM band를 허용하고 있으며, 이들 주파수의 점유주파수 대역폭은 각각 16KHz, 8.5KHz, 16MHz 이하이다. 이러한 허용 주파수대에서 현재 사용되는 무선기기는 차량, 선박, 상하수도 계량 원격검침 시스템과 무선 랜 등의 소출력 무선기기가 상용화되고 있다. 특히 2.4GHz대에서 상용화되고 있는 무선 랜의 안테나는 마이크로스트립 패치 안테나, 야기 안테나, 다이폴 및 모노폴 안테나 등 여러 종류의 안테나가 사용되고 있으며, 219MHz, 424MHz대는 차량, 선박, 상하수도 계량 원격검침 시스템의 무선기기에서 외부 돌출형인 모노폴 안테나가 대부분 사용되고 있다. 본 논문에서는 이러한 400MHz대의 외부 돌출형 모노폴 안테나를 가볍고, 부피가 작으며, 유연하여 무선기기에 부착

하기 쉬운 마이크로스트립 안테나로 설계해 보았다. 또한, 마이크로스트립 안테나를 일정한 크기의 무선기기에 부착하기 위해서는 안테나의 크기를 소형화하여야 한다. 마이크로스트립 안테나의 소형화 기법으로 고유전체를 사용하는 방법<sup>[1]</sup>, PBG 구조를 이용하는 방법<sup>[2]</sup>, 프렉탈 이론을 사용하는 방법<sup>[3]</sup>, 그라운드 모양을 변형하는 방법<sup>[4]</sup>, 단락 핀을 이용하는 방법<sup>[5]</sup>, 그리고 패치에 슬롯을 삽입하는 방법<sup>[6],[7]</sup> 등이 소개되었다. 위의 소형화 기법을 근거로, 본 논문에서 제안된 마이크로스트립 안테나는 단락 핀을 사용하여, IFA (Inverted-F Antenna)형 마이크로스트립 안테나로 설계하였으며<sup>[5]</sup>, 안테나의 불연속 및 커플링 방지를 위해 곡면 형태의 미앤더링 안테나 구조로 소형화시켰다. 이러한 방법으로 소형화된 안테나의 소형화 정도를 비교하기 위하여 424MHz대를 중심 주파수로 갖는 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나와 제한된 안테나의 면적을 비교해 보았다.

## II. 제안된 안테나 설계 및 비교

본 논문에서 제안한 안테나 구조를 그림 1에 나타내었다. 안테나의 기판은 FR4( $\epsilon_r=4.4$ ,  $h=1.6\text{mm}$ )기판을 사용하였으며, 안테나의 공진 주파수는  $f_0=424\text{MHz}$ 이다.

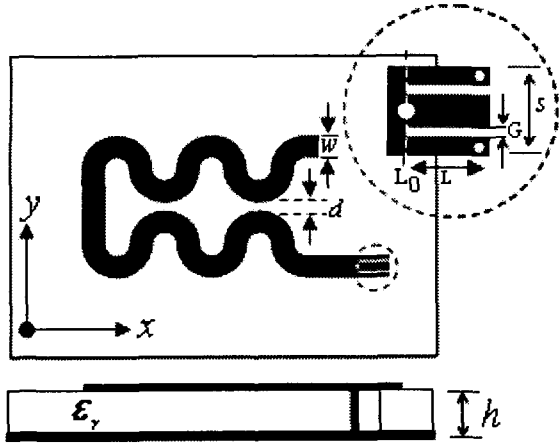


그림 1. 제안된 안테나의 구조  
Fig. 1. Geometry of proposed antenna

본 논문에서는 안테나의 크기를 줄이기 위한 방법으로 안테나의 불연속면이 적은 곡면의 미앤더링과 단락 핀을 사용한 IFA형 안테나로 설계하였으며, 단락 핀 2개는 안테나의 끝단에서 단락시켰다. 안테나의 전체 길이는  $\lambda_g/4$  ( $\lambda_g$ : 관내 파장)이고, 전체 안테나의 크기를 더 줄이기 위해 안테나를 대칭적으로  $\lambda_g/8$ 로 접었다. 또한 안테나 간의 간격은  $d$ 로 두었으며, 안테나의 임피던스 매칭은 급전부에서 삽입된 슬롯(L)의 길이와 동축선 급전 중심의 위치( $L_0$ )를 동시에 변화시킴으로써 임피던스 매칭을 하였다. 표 1은 이러한 제안된 안테나의 설계 치수를 나타내었다.

표.1 안테나의 설계 치수  
Table.1. Design parameter of antenna

	치수 (mm)		치수 (mm)
전체 안테나의 길이 ( $\lambda_g/4$ )	100.43	선로간의 간격 ( $d$ )	1
안테나의 폭 ( $w=S$ )	3	슬롯의 길이 ( $L$ )	6
단락핀 직경	$0.3\phi$	슬롯의 폭 ( $G$ )	0.4

제안된 안테나의 실제 제작에 앞서 안테나의 소형화 정도를 비교하기 위해 공진 주파수( $f_0=424\text{MHz}$ )가 동일한 동축선 급전의 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나와 제안된 안테나의 크기를 모의 실험상에서 설계해 보았다. 그림 2에 각 안테나의 반사손실을 모의 실험하여 나타내었으며, 표 2에 모의 실험상에서 설계된 안테나의 면적을 비교하여 나타내었다.

모의실험을 위해 사용된 모의실험 툴(Tool)은 유한 요소법(Finite Element Method)의 HFSS를 사용하였다.

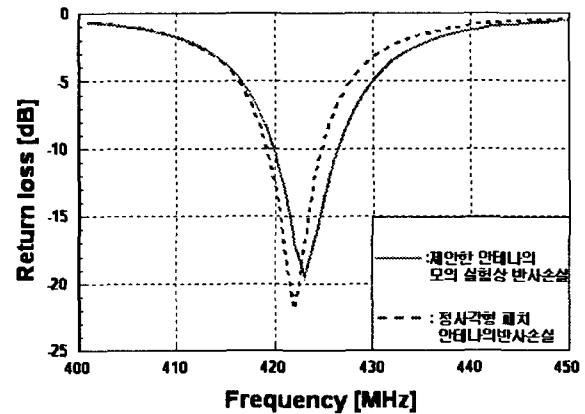


그림 2. 정사각형 패치와 제안된 안테나의 모의 실험상의 반사손실

Fig. 2. Simulated return loss of square microstrip patch antenna and proposed antenna

그림 2에서 제안된 안테나와 정사각형 패치 안테나가 동일 주파수에서 공진이 일어남을 확인할 수 있고, 표2에서 보듯이 제안된 안테나는 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나보다 약 1/20 정도로 소형화되었으며, 공진 주파수와 임피던스 대역폭 및 이득의 비율은 동일하게 얻을 수 있었다.

표2. 정사각형 안테나와 제안된 안테나의 크기 비교  
Table.2. Size comparison of square microstrip patch antenna and proposed antenna

	정사각형 패치	제안된 안테나
공진주파수 (MHz)	422	424
대역폭 (%)	1.4	1.4
이득 (dBi)	3	3
안테나 면적의 소형화 정도 (%)	256cm <sup>2</sup> (100%) (가로:16cm, 세로:16cm)	12cm <sup>2</sup> (5%) (가로:3cm, 세로:4cm)

### III. 안테나의 측정 및 분석

그림 3은 실제 제작한 안테나이며, 그림 4에서 모의 실험치와 제작한 안테나의 반사손실 측정치를 비교하였다. 측정은 HP사의 8722ES Network Analyzer로 측정하였다.

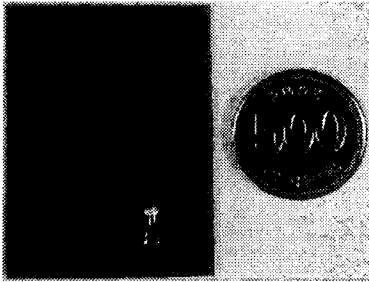


그림 3. 제작한 안테나  
Fig.3. Fabricated antenna

그림 4의 모의 실험치와 측정치의 반사손실에서 측정치의  $-10\text{dB}$  임피던스 대역폭은  $1.4\%$  ( $422\sim 428\text{MHz}$ )이고, 또한 실험치와 측정치를 비교하면 약  $3\text{MHz}$  정도 공진 주파수가 이동되어 있는 것을 확인할 수 있는데, 이는 제작 공정상의 오차로 판단된다. 그리고 정확한 안테나의 특성 변화를 확인하기 위하여 동일한 설계 치수에서 제안된 안테나의 접힌 부분을 펼치, 그림 5와 같은 펼친  $\lambda_g/4$  IFA형 안테나를 제작하였다. 제작된 펼친  $\lambda_g/4$  IFA형 안테나에서 반사손실을 측정하여 그림 6에 나타내었고, 또한 그림 1에서 안테나의 간격 ( $d=1$ )을  $d=0.5, 1.5, 2\text{mm}$ 로 변화시킨 안테나들을 제작하여 측정한 반사손실들을 그림 6에서 나타내었다.

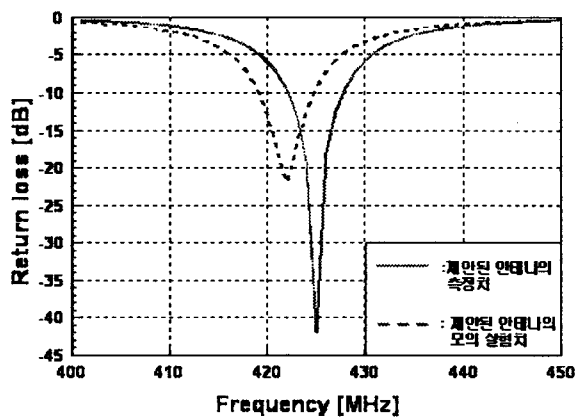


그림 4. 모의 실험치와 측정치의 반사손실  
Fig.4. Return loss of simulation and measurement

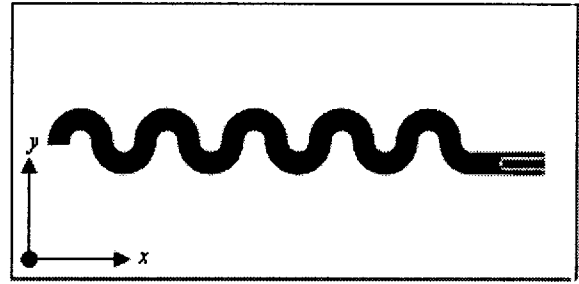


그림 5. 펼친  $\lambda_g/4$  IFA형 안테나  
Fig.5. stretched  $\lambda_g/4$  IFA-type antenna

그림 6의 실험 결과에서 펼친  $\lambda_g/4$  안테나보다 본 논문에서 제시한 안테나가 높은 공진 주파수를 갖고 있으며, 또한 본 논문에서 제시된 안테나에서도 간격  $d$ 를 점차 줄일 경우 공진 주파수 ( $f_0$ )가 높게 나타남을 확인할 수 있다. 이는 안테나에 인가된 신호 성분의 전류가  $\lambda_g/8$ 로 접힌 부분에서 서로 반대 방향으로 흘러 안테나간의 상호 인덕턴스 (mutual inductance)가 감소되고, 이로 인해 안테나의 유효길이가 짧아지는 효과가 발생되어 공진 주파수 ( $f_0$ )가 높아지는 것으로 판단된다.

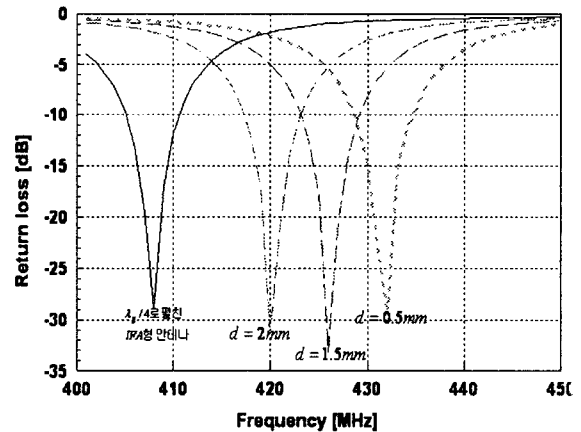


그림 6. 제작한 안테나의 치수 변화에 따른 반사손실  
Fig.6. Return loss according to parameter of fabricated antenna

### IV. 결 론

본 논문에서 소형화된 미앤더 마이크로스트립 안테나를 제작해 보았으며, 안테나를 소형화시키기 위해 미앤더링과 단락 핀의 방법을 사용하여 IFA형 안테나로 설계하였다. 이러한 소형화 기법을 사용하여 제안

된 안테나는 모의 실험상에서 동일한 공진 주파수( $f_0 = 424\text{MHz}$ )의 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나에 비해서 약 1/20 정도로 면적이 감소되었으며, 안테나 이득은 3dBi로 나타났다. 그리고 실제 제작하여 측정한 안테나의 임피던스 대역폭은 6MHz(1.4%)로 424MHz대 특정 소출력 무선기기의 점유주파수 8.5 KHz를 충분히 만족시켜, 현재 상용화되고 있는 무선 소출력 안테나로 사용 가능할 것으로 판단된다.

## 참고 문헌

- [1] D. H. Schaubert, D. M. Pozar, A. Adrian, "Effect of Microstrip Antenna Substrate Thickness and Permittivity", *IEEE Trans. Antenna and propagat.*, vol. 37, no. 6, pp. 677-682, June 1989.
- [2] <http://mayaweb.upr.clu.edu/~iap/conf2001/>
- [3] J. P. Gianvittorio, T. Rahmat-Sammi, "Fractal Antenna", *IEEE Antenna and propagation Magazine*, vol. 44, no.1, pp. 20-36, Feb. 2002.
- [4] 高永赫, 長谷部望, "容量裝荷小型マイクロストリップ アンテナ" *日本人學理工學部 學術講論文集*, no.1, pp.193-194, 1994.
- [5] R. Waterhouse, "Small microstrip patch antenna", *Electron. lett.*, vol. 31, pp. 604-605, 1995.
- [6] K. L. Wong. and J. Y. Wu, "Single-feed small circularly polarised square microstrip antenna", *Electron. lett.*, vol. 33, pp. 1833-1834. Otc., 1977.
- [7] Hosung Choo and Hao Ling, "Design og planar, Electrically Small Antennas with Inductively Coupled Feed Using a Genetic Algorithm".
- [8] 장순범, 박동국, "소형 마이크로스트립 패치 안테나", *한국전자과학회논문지*, 제 14권 제 4호, pp. 353-357, 2003.
- [9] 박정호, 김남, "이중 주파수에서 동작하는 PIFA의 설계 및 분석", *한국전자과학회논문지*, 제 12권, 1호, pp. 107-116, 2001.