

ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나 설계 및 제작

박성일* · 고영혁*

*동신대학교

Design and Fabrication of Microstrip slot Antenna for using ISM

Seong-II Park* · Young-Hyuk Ko*

*Dongshin University

E-mail : psi@dsu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 슬롯 안테나 구조를 변형하여 ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나를 제안했다. 제안된 안테나는 기존의 슬롯 안테나 급전 구조에 변형된 급전선로를 이용하여 이중대역에서 공진주파수가 나타나도록 설계 · 제작하였다. 설계된 안테나는 2.45 GHz, 5 GHz의 중심 주파수에서 각각 8.23%, 4.8%의 대역폭을 갖고, 변형된 급전선로의 길이변화에 따라 대역폭과 공진주파수가 변화하였다. 또한, 제작된 안테나의 방사 패턴 특성은 각각 주파수에서 E면과 H면의 특성이 비교적 양호하게 측정되었다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed a slot antenna for dual band ISM that was transformed from a slot antenna structure. Proposed antenna was designed and fabricated that transformed feed line was changed existing slot antenna feed line to appear resonances at dual band. Bandwidth of the designed and fabricated slot antenna for ISM dual band is 8.23%, 4.8% at the resonated frequency at 2.45 GHz, 5 GHz. And we observed the resonant frequency and bandwidth according to change of feed line and slot length. Also, the measured radiation pattern characteristic of fabricated antenna is compared and analyzed E-plane and H-plane at 2.45 GHz, 5GHz.

키워드

Slot antenna, Slot Ground, Feed-Line

1. 서 론

무선통신의 발전에 의한 산업 및 의용과학 분야에서 사용주파수 대역의 증가에 따라 ISM (Industrial Scientific Medical) 대역 중에서 향후 급격한 증가가 예상되는 2.45GHz, 5GHz의 주파수 대역에 사용가능한 안테나의 필요성이 증대되고 있다. 2.45GHz대역으로는 블루투스, 무선랜 (Wireless Lan) 등에서 이미 사용되고 있으며 선진국에서는 이미 수요의 한계를 예상하여 5GHz 주파수 대역에 대한 많은 연구와 개발이 진행되고 있다. 또한 지능형 교통체계, 초고속 무선 접속망 등 5GHz대역을 이용하는 장비의 수가 급격

하게 증가하고 있다. 안테나는 무선 통신 시스템 내의 많은 부품소자 중에서 양질의 통신품질을 결정하는 핵심 부품으로써 전체 시스템의 성능을 좌우하게 된다. 무선통신 시스템은 소형화에 따라 안테나도 더욱 소형 · 경량이며 저가의 제품이 요구되고 있다. 마이크로스트립 안테나는 이와 같은 요구를 만족할 수 있을 뿐 아니라 이동 통신 시스템에 내장시킬 수 있는 가장 적합한 안테나이다. 또한, 해석과 동작 예측을 단순화하는데 마이크로스트립 안테나가 가장 일반적인 구조이며 해석이 간단하므로 많이 활용되고 있다. 마이크로스트립 방사 패치는 가로 축 전계(transverse filed)변화가 없는 선로 공진 기로서 취급되며 전계는 방사 패치의 길이에 따라 변

하고 일반적으로 $\lambda_g/2$ 이다.

본 논문에서는 개구결합 급전방식을 이용하여 2.45 GHz 슬롯 안테나와 변형된 급전선로 구조에 따라 2.45 GHz, 5 GHz 이중대역 슬롯 안테나를 설계·제작하였다. 변형된 급전선로와 슬롯의 길이 변화에 따라 공진주파수와 대역폭을 비교하였고, 제작된 안테나의 방사패턴 특성을 측정하여 비교하였다.

II. 안테나 구조 해석

설계된 안테나의 구조는 그림 1과 같으며 폭 $W1$, 길이 $L1$ 의 크기이며 마이크로스트립 급전선로 위층에 2.45 GHz에 해당하는 $\lambda/2$ 슬롯의 길이를 구성시켰다. 슬롯의 길이가 그라운드 길이보다 길어져 양쪽 끝을 대칭적으로 접은 구조로 설계하였으며 안테나의 슬롯 그라운드면과 급전시키기 위하여 via를 뚫어 급전을 시켰다.

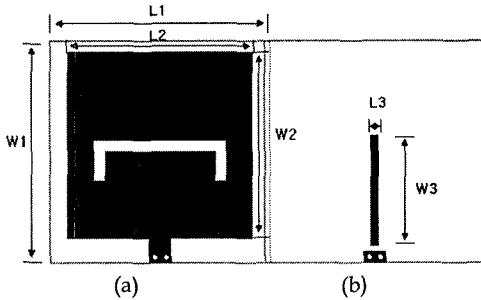


그림 1. 2.45 GHz 슬롯 안테나의 구조
(a) 접지면 (b) 급전선로

ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나의 구조는 그림 2와 같으며 2.45 GHz 슬롯 안테나와 같은 크기로 구성하였다. 이중대역에서 공진주파수가 일어나도록 기존의 급전선로와 달리 변형된 급전선로 구조를 이용하여 설계하였다.

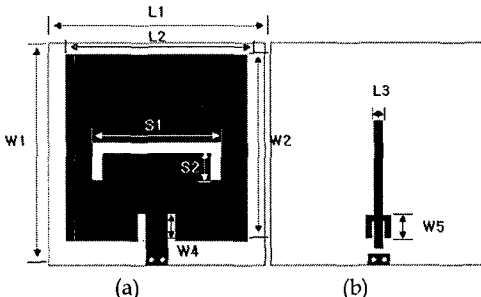


그림 2. 이중대역 ISM용 슬롯 안테나의 구조
(a) 접지면 (b) 급전선로

III. 실험 및 결과

2.45 GHz 슬롯 안테나 구조의 특성을 고찰하기 위해서 사용된 기판의 유전율은 $\epsilon_r=4.6$, 동판의

두께(H)가 1mm인 FR-4 기판을 사용하였다. 안테나의 전체 길이는 40mm×40mm이며, $W2=33.5$ mm, $W3=21$ mm, $L3=1.6$ mm로 설계하였다. 설계된 2.45 GHz 슬롯 안테나의 공진주파수는 2.45 GHz에서 -29.9dB이며 VSWR 2 이하기준으로 대역폭은 약 9.79%임을 그림 3과 같이 얻을 수 있었다.

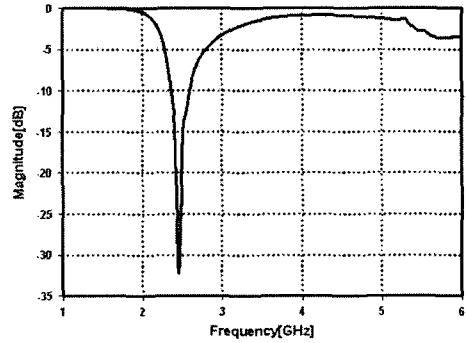


그림 3. 2.45GHz 슬롯 안테나의 S11

본 논문에서 목적으로 하는 ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나의 특성을 고찰하여 제작하기 위해서 급전선로 양쪽에 개방선로를 연결해주었다. 2.45 GHz 주파수 대역은 변화 없이 5GHz 주파수대만 정합시켜 주었으며, 슬롯의 길이 S1의 변화에 따라 주파수의 공진특성을 비교하였다. 제안한 안테나는 이중대역에서 공진하기 위하여 변형된 급전선로의 길이(W5)를 2mm~5mm까지 변화하여 공진주파수의 특성을 그림 4에서 고찰하였다.

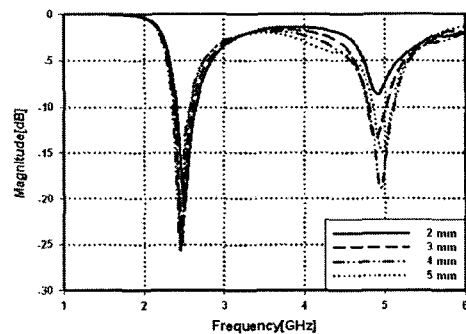


그림 4. W5의 길이변화에 따른 공진주파수의 변화

슬롯(S1)의 변화에 따른 공진주파수의 변화는 그림 5에서 고찰하였다. S1의 길이를 14mm~24mm까지 변화시켜 공진특성을 비교하였다. 슬롯의 길이가 짧아질수록 5 GHz에서의 공진특성이 좋아졌으나 2.45 GHz의 공진특성은 나빠짐을 알 수 있었다.

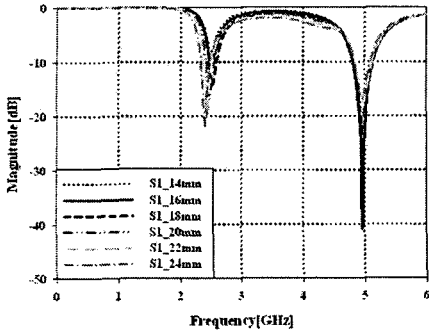


그림 5. S1의 길이변화에 따른 공진주파수의 변화

설계된 ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나의 실험적 고찰을 토대로 슬롯의 전체길이가 S1=24mm, 변형된 급전선의 길이가 W5=4mm일 경우 원하고자 하는 주파수를 얻을 수 있었다. 설계된 이중대역 ISM용 슬롯 안테나의 공진주파수는 2.45 GHz에서 -25.4dB이며 대역폭은 약 9.38%이었으며 4.95 GHz에서 -18.9dB, 대역폭은 6.26%임을 그림 6을 통해 얻을 수 있었다. ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나의 전류분포는 그림 7과 같으며, 2.45 GHz대역은 안테나 슬롯의 가장자리에서 전류분포가 가장 높게 나타났고, 5 GHz대역은 변형된 급전선에서 전류분포가 가장 높게 나타났다.

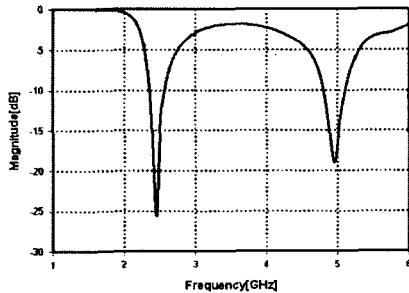
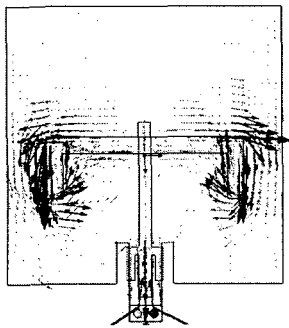
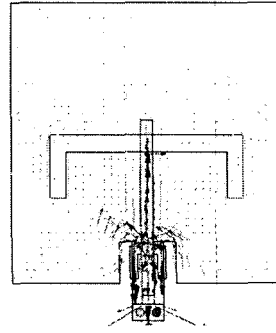


그림 6. 이중대역 ISM용 슬롯 안테나의 S11



(a) 2.45GHz대역의 전류분포



(b) 5GHz대역의 전류분포

그림 7. 이중대역 ISM용 슬롯 안테나의 전류분포

중심 주파수를 2.45 GHz, 5 GHz로 설정하고 각부의 척도를 다음과 같이 결정했다. 폭 W4는 입력 임피던스와 이득에 관계되고 제작된 안테나는 이득이 최대가 되도록 4mm를 선택했다. 설계·제작된 안테나의 제원은 표 1과 같다.

표 1. ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나의 제원

ISM용 마이크로스트립 슬롯안테나의 구조[mm]			
W1	40	L1	40
W2	33.5	L2	33.5
W4	5	L3	1.5
W5	4	S1	24

실제 설계·제작된 안테나를 VNA를 이용하여 측정된 값과 계산값을 통하여 얻은 리턴로스의 값은 그림 8과 같다. ISM대역용 마이크로스트립 슬롯 안테나의 측정된 값은 2.43GHz에서 -35.9dB이며 대역폭은 8.23%이고 5.04GHz에서 -14.31dB이며 대역폭은 4.76%로 측정되었다. 측정된 값 중에서 5GHz에서 주파수의 편향은 있었으나, 계산된 값과 측정된 값이 거의 일치함을 알 수 있었다.

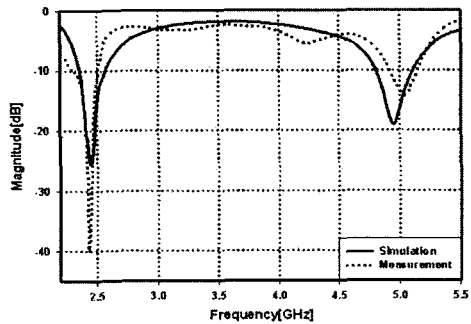


그림 8. 이중대역 ISM용 슬롯 안테나의 측정값과 계산값 비교

그림 9와 그림 10은 2.45 GHz와 5 GHz대 각각의 주파수대에서 E-plane과 H-plane의 측정 방사 패턴으로써 실선의 H-plane과 점선의 E-plane패턴에서 볼 수 있듯이 전형적인 무지향성의 방사 패턴을 보이고 있음을 알 수 있었고 패턴특성 또한 양호함을 볼 수 있다. 실제 제작된 ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나의 모형은 그림11과 같다.

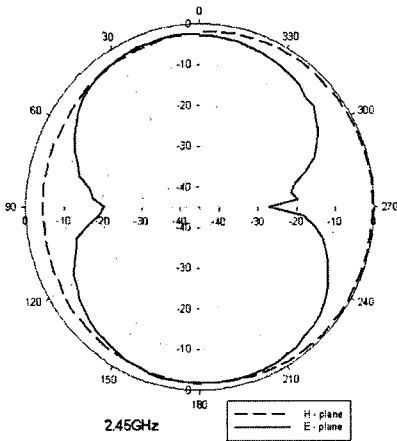


그림 9. 2.45GHz에서 측정된 안테나의 방사패턴

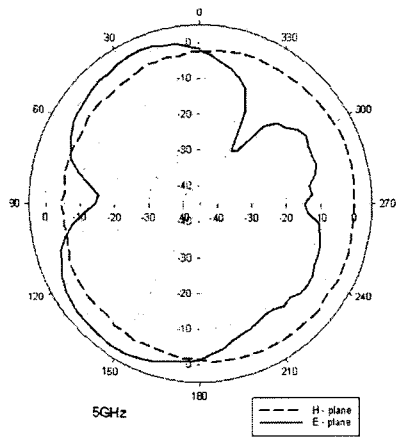


그림 10. 5GHz에서 측정된 안테나의 방사패턴

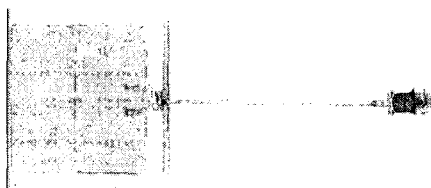


그림 11. 제작된 ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나

V. 결 론

본 논문에서는 슬롯 안테나 구조를 변형하여 ISM용 마이크로스트립 슬롯 안테나를 제안했다. 제안된 안테나는 기존의 슬롯 안테나 급전 구조에 변형된 급전선로를 이용하여 이중대역에서 공진주파수가 나타나도록 설계 · 제작하였다. 설계된 안테나는 2.45 GHz, 5 GHz의 중심 주파수에서 각각 8.23%, 4.8%의 대역폭을 갖고, 변형된 급전선로의 길이변화에 따라 대역폭과 공진주파수가 변화하였다. 또한 제작된 안테나의 방사 패턴 특성은 각각 주파수에서 E면과 H면의 특성이 비교적 양호하게 측정되어서 3 차원 공간에서 수신 위치의 변화에 따라 수신 감도의 열화를 해결할 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] Rao, J.S. and B.N. Das, "Impedance of Off-Centered Stripline Fed Series Slot," *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*, Vol. AP-26, 1978, pp. 893-895
- [2] Peter L. Sullivan, "Analysis of an Aperture Coupled Microstrip Antenna" *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-34, No. 8, August 1986.
- [3] Mariani, E.A., et al., "Slotline Characteristics" *ibid.*, pp. 1091-1096.
- [4] Garg, R. and K.C. Gupta, "Expressions for Wavelength and Impedance of a Slotline," *IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques*, Vol. MTT-24, 1976, p. 532.
- [5] Fubini, E.G., J.A. McDonough and R. Malech, "Stripline Radiators," *ibid.*, pp. 51-55.

본 연구는 산업자원부 및 한국산업기술평가원의 지역혁신센터사업의 지원으로 수행되었음.