

# End-Fire 방사특성을 가지는 2.4GHz ISM 밴드용 Open End 슬롯 안테나의 설계

† 조윤기 · 권기환 · 윤정호 · 임성균 · 이영순

† 금오공과대학교 전자공학부

**요약** : 본 논문에서는 end-fire 방사패턴 특성을 가지는 2.4GHz ISM 밴드용 소형 open-end slot 안테나를 설계하였다. 안테나 설계 공간은 23mm×15mm의 좁은 영역으로 한정된 공간 내에 안테나를 설계하기 위하여 한번의 Bent된 slot을 도입하였고, End-Fire 방사특성을 내기위해 안테나 수평면상의 위쪽 방향으로 slot을 open시킨 구조이다. Bent된 slot을 이용해 전체 slot의 길이를 변화시키지 않고 주파수의 조절이 가능하고, Feeding Line의 길이와 폭을 조절하여 보다 광대역의 특성을 얻을 수 있었다. 제작된 안테나의 공진 주파수는 2.46GHz이고 대역폭은 2.4GHz~2.61GHz 까지 약 210MHz(VSWR<2)이다. 방사패턴은 동작 주파수 내에서 slot이 open된 방향으로 end-fire특성을 가지고, 안테나의 이득과 효율은 각각 1dBi, 70% 이상의 성능을 가진다. 설계 결과의 검증용 위해 모의실험 결과와 측정 결과를 비교하여 제시하였다.

**핵심용어** : open-end slot 안테나, end-fire 방사패턴, ISM 밴드

## 1. 서론

본 논문에서는 open-end 형태의 slot 구조를 가지는 2.4GHz ISM 밴드용 소형 PCB 안테나의 설계 결과를 제시하고자 한다.

일반적인 PCB 안테나에서 이용되는 도체 패치 대신 slot을 방사체로 이용하는 slot안테나의 경우, 안테나의 크기를 소형화하거나 대역폭을 확보하기에 용이하기 때문에 최근 많은 연구자들에게 관심의 대상이 되고 있다[1-3]. 이러한 slot안테나의 변형 구조로 끝이 open된 open-end slot 안테나 구조를 이용하면 end-fire특성의 방사패턴을 얻을 수 있다. 안테나의 설계를 위해서 모의실험 소프트웨어인 CST MWS(Microwave studio)가 이용되었고[4], 제작된 안테나의 반사손실 및 방사패턴 측정 결과를 모의실험 결과와 비교하여 제시하였다.

## 2. 안테나의 구조

그림 1에서 제안된 안테나의 구조를 제시하였다. 안테나 Top면에 급전선이 위치하고 Bottom면에 한번 Bent된 slot이 위치하고 있다. slot이 차지하는 부분까지가 안테나 설계 공간이고, 그 아래 부분은 무선기기 동작에 필요한 부품들이 실장 될 공간이다. Top면의 급전선과 Bottom면의 slot으로 이격된 도체 부분이 직접 via로 연결되어있다. 이 via를 통해 급전선을 통해 입력된 신호가 slot 내부 도체로 전달되고, slot 루프를 여기(excitation)하여 공간상으로 전파되도록 한다.

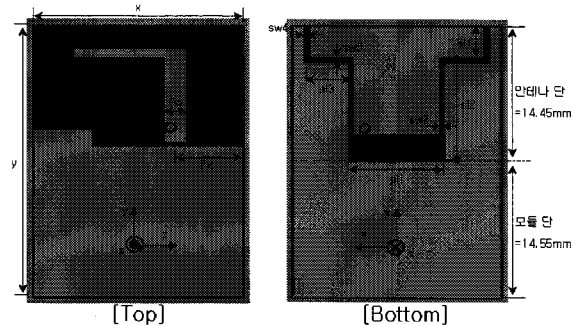


Fig. 1 Basic geometry of the proposed antenna

## 3. 안테나의 설계

안테나의 설계에는 비유전율이 4.3이고 두께가 1.2mm인 FR-4기판이 이용되었다. 안테나의 설계는 동작 주파수와 대역폭을 고려하여 급전선과 via위치, slot을 조절함으로써 가능하게 된다. 그림 2는 bent된 slot 부분의 폭 변수인 sw3 변수의 변화에 따른 반사손실변화의 모의실험 결과이다. 그림에서 보 인바와 같이 폭이 줄어들수록 공진주파수가 낮아지는 모습이 다. 별도의 slot길이 변화 없이 bent된 부분의 폭 조절만으로도 주파수를 크게 변화시킬 수 있음을 확인할 수 있다. 그림 3은 Feed 수직 길이 변수인 F1 변수 변화에 따른 반사손실변화의 모의실험 결과이다. 길이가 길어지면서 꺾인 Feed 부분이 slot 위쪽에 위치하면서 이중 공진이 형성되고 광대역의 가능성을 제공한다.

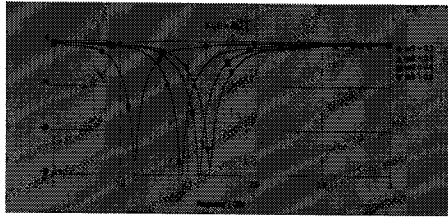


Fig. 2 The return losses as a function of frequency for SW3

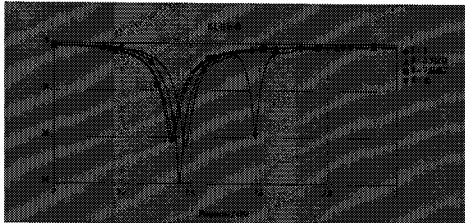


Fig. 3 The return losses as a function of frequency for Fl

그림 2~3에서 보인 모의실험 결과들과 다른 변수들의 최적화 과정을 통해 결정된 결과 파라미터들을 표 1에 제시하였다.

Table. 1 The optimized parameters of the antenna design.

파라미터	값 [mm]	파라미터	값 [mm]
x	23	Sl1	10.36
y	29	Sl2	11.05
Fx	7.46	Sl3	4.67
Fl	11.75	Sl4	3.4
Fl2	8.95	Sw1	2.8
Fw	1.5	Sw2	0.36
Fw1	1.15	Sw3	0.51
V	1.9	Sw4	0.63

#### 4. 측정 결과

그림 4에서는 제작된 안테나의 반사손실 측정 결과를 모의실험과 비교하여 제시하였다. 제작된 안테나 측정 결과 동작 대역폭(VSWR<2)은 210MHz(2.4~2.61GHz)로 2.4GHz ISM 밴드(2.4~2.5GHz)전 대역을 포함하는 것을 확인할 수 있었다.

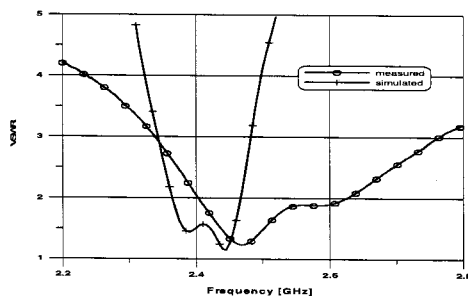


Fig. 4 simulated and measured VSWR of the antenna

그림 5에서는 2.4GHz x-y 평면에서의 방사패턴을 모의실험과 측정결과를 비교하여 제시하였다. 그림에서 알 수 있듯이

Slot이 open된 방향으로 end-fire특성을 가지는 것을 확인할 수 있다.

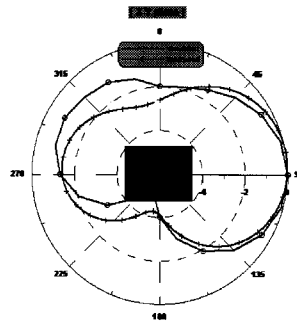


Fig. 5 The radiation patterns of the simulated and measurement on the x-y plane at 2.4GHz

각 주파수에서의 방사패턴 측정 결과들은 표 2에 제시하였다.

Table. 2 Summary of the measured radiation pattern results.

Frequency [GHz]	Directivity [dBi]	Gain [dBi]	Efficiency [%]
2.40	2.1	1.00	77
2.45	2.4	0.24	65
2.48	2.6	0.08	50

#### 5. 결론

본 논문에서는 2.4GHz 대역용 ISM 밴드에서 동작하는 open-end slot안테나를 설계하였다. 설계 결과 동작주파수는 2.4~2.61GHz로 ISM 밴드를 모두 포함하였고, end-fire 방사패턴이 동작주파수내에서 일정하게 유지되므로 end-fire 방사패턴이 요구되는 무선기기들에 적용하기 적합할 것으로 생각된다.

#### 감사의 글

본 논문은 2009년도 교육과학기술부의 KIT 가족연구실 지원 사업으로 연구되었습니다.

#### 참고 문헌

- [1] J.D. Kraus, R.J. Marhefka, "Antennas For All Applications", Mc Graw Hill, pp. 304-320, 2002
- [2] Emson, C. Lancaster, M. J., Wang, J. S. H. Y. (2000), "compact meander slot antennas," *Microwave and Optical Technology letters*, vol. 24, no. 6, pp. 377-380
- [3] K. Jung-Min and Y. Jong-Gwan, "A parallel-plate-mode suppressed meander slot antenna with plated-through-holes," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE*, vol 4, pp. 118-120, 2005
- [4] Trade mark of CST corp.