

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.3.171>

JIIBC 2013-3-23

# LTE용 L형 슬롯 마이크로스트립 패치 안테나 설계

## L-Slot Microstrip Patch Antenna Design for LTE

권진용\*, 김갑기\*\*

Jin-young Kwon, Gab-gi Kim

**요약** 본 논문에서 안테나는 유전율 4.4 두께는 0.6mm인 FR-4 기판위에 L형 슬롯을 포함한 마이크로스트립 패치를 삽입하였으며, LTE용 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하였다. 제안된 안테나는 기존의 마이크로스트립 안테나의 180x180에 비해 46x36으로 소형, 경량화 하였으며 송신용 안테로서 사용이 가능한 전방향성 특성을 가진 전파가 가능한 방사패턴을 보였으며 입력대비 반사손실이 -10dB (VSWR 2:1)이하로 공진 주파수 대역에서 통신을 가능케 하였다.

**Abstract** In this paper was The dielectric constant of 4.4 and thickness of 0.6mm FR-4 substrate were implanted including the L-Slot in microstrip patch antenna to design a microstrip patch antenna for LTE. The proposed antenna is 180x180 compact and 46x36 lightweight compared to existing antenna and This antenna can be used as transmission omnidirectional radiation pattern of propagation was compared to the input return loss than -10dB (VSWR 2:1) to allow communication from the resonant frequency band.

**Key Words** : Microstrip patch antenna, LTE, VSWR

### 1. 서론

현재 기술의 발달은 통신, 방송, 교통, 특히 개인 휴대 통신 분야에 많은 변화를 주고 있다.

이러한 변화는 다양한 무선 통신 환경에 적응하기 위해 다중 주파수 대역에서 동작할 수 있어야 하며, 휴대용 컴퓨터, 휴대폰, PDA(Personal Digital Assistant) 등의 보급이 확산됨에 따라 어느 장소와 상관없이 통신이 가능한 이동 통신 단말기용 안테나의 필요성이 증대되고 있다. 이동 통신 단말기용 안테나는 소형화와 다중 대역 동작이 요구된다.

안테나의 소형화는 이득 및 효율의 감소, 협대역 특성

으로 인하여 다중 대역 동작을 어렵게 한다.<sup>[1]</sup>

이에 따라 소형화, 경량화가 용이한 마이크로스트립 패치 안테나를 사용한다. 마이크로스트립 패치 안테나는 얇고 가벼우며 소형으로 제작이 용이한 특성을 가지고 있다. 마이크로스트립 안테나의 소형화기법으로는 유전율이 큰 유전체 기판을 사용하거나, 패치면에 슬릿을 삽입하여 등가적으로 전기적인 길이를 증가하거나, 접지도체의 형상을 변형하거나, 단란핀 혹은 단락면을 사입하는 방법, loading을 이용하여 안테나의 실효길이를 짧게 하는 방법, 완전 도체 접지면을 이용하여 전기영상을 만들어 소형화 하는 방법으로 구현할 수 있다<sup>[2-3]</sup>.

\*정회원, 한국방송통신전파진흥원

\*\*정회원, 목포해양대학교 해양전자통신공학부

접수일자 : 2013년 5월 12일, 수정완료 : 2013년 6월 11일

게재확정일자 : 2013년 6월 14일

Received: 12 May 2013 / Revised: 11 June 2013 /

Accepted: 14 June 2013

\*\*Corresponding Author: microkim@mmu.ac.kr

Div. of Marine Electronics and Communication Engineering,  
Mokpo National Maritime University, Korea

본 논문에서는 기판위에 슬롯을 이용한 마이크로 스트립 패치 안테나를 설계함으로써 안테나를 공진시켜 대역폭의 문제점을 개선하고 기존의 패치안테나에 비해 소형, 경량화를 통해 LTE 주파수 대역을 만족하는 안테나를 설계하고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 안테나의 설계 이론

#### 가. 패치의 폭과 길이

공진 주파수  $f_r$ 에서 동작하도록 유전율이  $\epsilon_r$ 이고 두께가  $h$ 인 기판위에 구형 마이크로 스트립 패치 안테나를 설계하는 경우 실제 폭  $W$ 는

$$W = \frac{c}{2f_r} \left( \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{-1/2} \quad (1)$$

이 된다. 여기서  $C$ 는 광속도,  $f_r$ 은 안테나의 공진주파수이다. 공진패치의 길이와 폭이 유한하기 때문에 공진패치 Edge에서의 계와 폭에 대해서 프린징이 발생하게 된다. 총 프린징 효과는 공진패치의 크기와 기판높이의 함수로서 안테나의 공진주파수에 영향을 주기 때문에 고려해야 한다. 마이크로스트립 선로에서 대부분의 전기력선은 기판에 존재하고 그 일부는 공기에 존재한다. [5-6]

즉, 파의 일부는 기판에, 다른 일부는 공기로 진행하기 때문에 선로에서 프린징과 전파 전파를 제한하기 위하여 실효 유전율을 도입한다. 실효 유전율  $\epsilon_{re}$ 은  $W/h > 1$  인 경우.

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + \frac{12h}{W} \right)^{-1/2} \quad (2)$$

으로 나타낼 수 있다. 프린징 효과 때문에 마이크로 스트립 안테나의 공진패치는 물리적인 크기보다 전기적으로 더 큰 것처럼 보인다.

기본 E-평면(x-y편면)에서 길이에 대한 공진패치 크기는 각 종단에서  $\Delta l$ 만큼 확장되었다.  $\Delta l$ 은 Hammerstad 실험식으로 프린징 필드에 의한 확장효과

이며 식 (3)과 같다.

$$\Delta l = 0.412 \frac{(\epsilon_{re} + 0.3) (W/h + 0.264)}{(\epsilon_{re} - 0.258) (W/h + 0.8)} \quad (3)$$

실효유전율  $\epsilon_{re}$ 와 선로확장  $\Delta l$ 에 의해 방사체 길이  $L$ 은

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{re}}} - 2\Delta l \quad (4)$$

이 된다. 사각형 공진패치의 경우 길이  $L$ 은 일반적으로  $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$ 이다.

#### 나. 공진 주파수의 결정

마이크로스트립 패치 안테나의 공진주파수  $f_r$ 은 식 (4)에 의해

$$f_r = \frac{c}{2(L + 2\Delta l) \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad (5)$$

과 같이 나타낼 수 있다. 공진주파수는 안테나 소자의 전지적인 길이  $(L + \Delta l)$ , 실효유전율과 기판의 두께에 관계가 있지만 주로 길이에 의해 결정된다.[4]

### 2. 안테나의 제원

그림 1은 제안된 슬롯을 이용한 LTE용 안테나의 구조를 최적 변수로 설계한 것을 보여주고 있다. 안테나는 사각형 패치와 슬롯과 전송 라인으로 구성한다.

사각형 패치의 두께는 0.6mm, 유전율 4.4인 FR-4 기판위에 0.1mm인 사각형 패치를 설계 하였다.

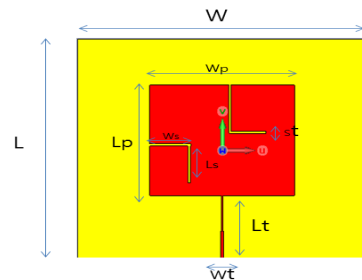


그림 1. 설계된 안테나의 layout  
Fig. 1. Layout of the designed antenna

표 1. 제안된 안테나의 파라미터

Table 1. The parameter of the proposed antenna

W	L	Wp	Lp
46mm	36mm	23mm	18mm
Ws	Ls	Wt	Lt
16mm	6mm	1mm	24mm

표 2. 제안된 안테나의 두께

Table 2. The thickness of the proposed antenna

St	Subt	Gndt	Patcht
0.8mm	0.6mm	0.1mm	0.1mm

### 3. 제안된 안테나의 시뮬레이션 결과

그림 2는 제안된 안테나의 입력 대비 반사손실로서 1.82GHz에서 -10dB이하로 나타나지며, 대역폭은 1.5GHz로 협대역이지만 이 주파수는 LTE용 주파수로서 충분히 사용할 수 있는 결과를 보이게 되었다.

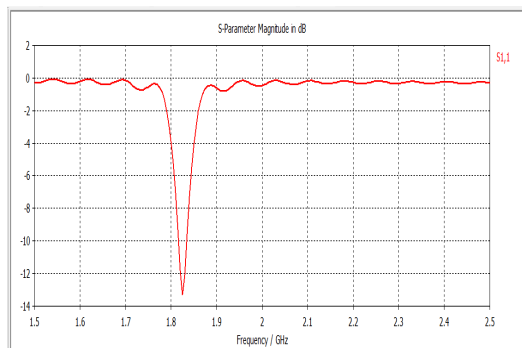


그림 2. 입력 대비 반사손실 |S11|  
Fig. 2. Input return loss |S11|

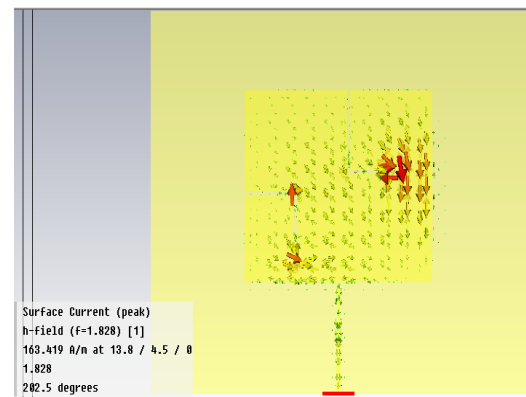


그림 3. 안테나 표면상 전류흐름  
Fig. 3. Antenna of the surface of the current

그림 3은 안테나 표면상 전류흐름을 나타내고 있으며 그림에서 보는 것과 같이 슬롯은 안테나 표면의 흐르는 전류를 분산시켜 주파수 공진에 도움을 주는 것으로 보여진다.

그림 4~7은 CST microwave studio를 통해 얻어진 1D 및 3D E평면과 H평면의 방사패턴을 보여주고 있다. 입력 대비 반사손실에서 보여준 것처럼 공진주파수 1.8[GHz]에 대한 방사패턴은 E평면에 비해 H평면에서의 무지향성 특성은 약하지만 전방향성을 보여주고 있으며 안테나의 소형화에 비하면 좋은 방사패턴을 보여주고 있다.

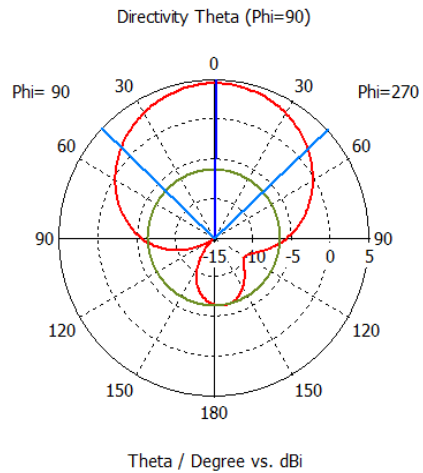


그림 4. 1.8GHz E-평면 1D 방사패턴  
Fig. 4. 1D E-field radiation pattern in 1.8GHz

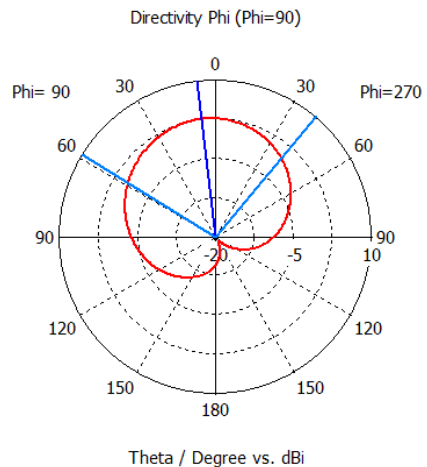


그림 5. 1.8GHz H-평면 1D 방사패턴  
Fig. 5. 1D H-field radiation pattern in 1.8GHz

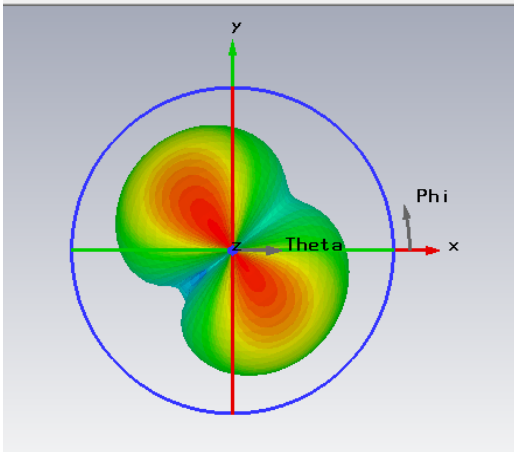


그림 6. 1.8GHz E-평면 3D 방사패턴  
Fig. 6. 3D E-field radiation pattern in 1.8GHz

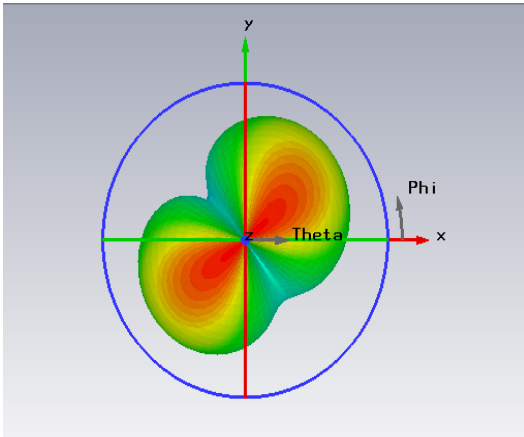


그림 7. 1.8GHz H-평면 3D 방사패턴  
Fig. 7. 3D H-field radiation pattern in 1.8GHz

### III. 결 론

논문에서는 L자형 슬릿을 이용하여 안테나의 소형, 경량화를 통해 LTE용 마이크로스트립 패치 안테나를 CST microwave studio를 사용하여 제안하여 설계하였다. 안테나는 유전율 4.4, 두께 0.6mm인 FR-4의 기판에 사각형 패치와 L자형 슬릿을 통해 기존의 안테나에 비해 소형, 경량화 되어 설계되었다.

시뮬레이션 결과 1.8[GHz]에서 -10dB이하의 결과값이 나오며 1.5[GHz]의 대역폭 특성을 보여주며 E평면과 H평면 방사패턴 결과 안테나의 소형화와 높은 이득과

공진주파수를 얻었다. 또한 안테나의 소형화에 비해 좋은 방사패턴 결과를 보여주었다.

추후에 지속적으로 시뮬레이션 하여 최소의 사이즈와 최적의 데이터를 가지고 제작을 할 것이며, 안테나는 LTE 통신에서 충분히 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

### References

- [1] Sang-Won Kim, Hak-Geun Choe, Jae-Hyun Park, "Coupled with inverted-F antenna feed structure design", Korea Institute of propagation, 27(7), pp. 726-733, 2010year July.
- [2] Kin-Lu Wong, Compact and Broadband Microstrip Antennas, John Wiley & Sons, 2002.
- [3] Kin-Lu Wong, Compact and Broadband Microstrip Antennas, John Wiley & Sons, 2002.
- [4] Pyeong-guk Kim, "Broadband Wireless LAN with laminated 2x1 antenna array Study on the Design and Fabrication" Proceedings of the master's degree, pp. 38-40, 2004year
- [5] Cohn, S. B., "Slotline Field Components," IEEE Trans, vol. MTT-17, 1972, pp. 172-174.
- [6] J. P. Kim, and W. S. Park, "Network Modeling of an Inclined and OFF\_Center Microstrip-Fed Slot Antenna," IEEE Trans. Antennas and propagation, vol. AP-46, No. 8, pp. 1182-1188, August 1998.

저자 소개

권진용(정회원)



- 1981년 : 광운대학교 전자통신공학과 (공학사)
- 2006년 : 목포해양대학교 대학원 전자통신공학과(공학석사)
- 2011년 ~ 현재 : 목포해양대학교 대학원 전자통신공학과(공학박사과정)
- 2009년 : 한국방송통신전파진흥원 전

파자원충조사사업단 단장

- 2010년 : 한국방송통신전파진흥원 전남본부장
  - 2011년 : 한국방송통신전파진흥원 경영기획본부장
  - 2012년 ~ 현재 : 한국방송통신전파진흥원 경북본부장
- <관심분야: 초고주파회로설계, 해상무선통신, 이동통신, 위성통신>

김갑기(정회원)



- 1980년 : 광운대학교 통신공학과(공학사)
- 1984년 : 건국대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1998년 : 건국대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 2001년 ~ 2002년 : 뉴욕시립대학 전

자공학과 연구교수

- 2004년 ~ 현재 : 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수
- <관심분야: 마이크로파 통신, 초고주파 회로설계, 해상무선통신, 이동통신, 위성통신>