

B-WLL용 광대역 마이크로스트립 안테나

오창열*, 서성호*, 오순수*, 윤미경*, 김영식*
*고려대학교 전파공학과 전파기술연구실
**ETRI 광대역 무선 멀티미디어팀

Broad-band Microstrip Patch Antenna with Application in the B-WLL System

Chang-Youl Oh, Seong-Ho Seo, Soon-soo Oh, Mi-Kyoung Yoon, Young-Sik Kim
*Dept. of Radio Engineering, Korea University, Seoul, Korea
**ETRI Broad-band Wireless Multimedia Team

ABSTRACT

A microstrip patch antenna with B-WLL applications is designed at 26.8GHz. A broad band is obtained by two additional parasitic elements which are closely located to the main patch. Bandwidth of the designed and manufactured antenna is 15% at the center frequency of 26.8GHz. Radiation pattern is measured over wide bandwidth.

I. 서론

B-WLL은 하나의 작은 셀 지역을 대상으로 다양한 멀티미디어서비스를 제공하는 통신시스템으로서, 현재 음성·영상전화와 양방향 데이터서비스, 대화형 비디오서비스를 제공할 수 있는 기술로 정의되고 있다. 따라서 가장 유력한 초고속정보통신망 구축대안으로 자리잡을 수 있을 것으로 보인다.

B-WLL은 준밀리미터파대의 높은 주파수를 사용하므로 안테나 설계 시 많은 변수가 존재한다. 그리고 앞으로 출현하는 무선 망 서비스는 밀리미터파대의 주파수를 사용할 것이며 현재보다 더 높은 수준의 기술이 요구될 것이다. 따라서 높은 주파수대의 안테나를 설계하는 기술에 대한 연구가 필요하다.

마이크로스트립 패치 안테나는 평면형이기 때문에 안테나 소자로 널리 사용되고 있으나 공진 타입이므로 대역폭이 5%정도로 좁은 단점이 있다. 패치의 가장 긴 면은 전형적으로 자유공간에서의 파장의 $1/2-1/3$ 이고 유전체 기판의 두께는 대개 $0.003\lambda -$

0.05λ 이다[1].

또한, 마이크로스트립 안테나는 얇은 기판에 대해서 100을 넘는 Q를 가진 high-Q소자이다. High-Q소자는 작은 대역폭을 가지면 소자의 Q가 커질수록 효율은 점점 떨어진다. 유전체 기판의 두께를 증가시킴으로써 마이크로스트립 소자의 Q를 줄일 수 있고 그럼으로써 대역폭과 효율을 높일 수 있다. 그러나 여기에도 한계가 있다. 두께가 증가할수록 전원에 의해 전달되는 전체 전력의 상당한 부분이 표면파가 되고 이 표면파는 결국 불연속지점에서 산란되므로 원하지 않는 전력 손실의 원인인 된다[2].

본 논문에서는 두께가 20mil, 비유전율이 2.2인 RT/duroid 5880 기판을 사용해서 전력 손실을 최소화 하면서 B-WLL시스템에서 원하는 주파수대역을 얻기 위해서 급전되는 패치와 같은 층에 기생소자를 가깝게 위치시킴으로써 대역폭을 증가시키는 방법을 제시하였다. 한편, 배열 구조를 만족시키기 위해 소형의 안테나를 구현하고자 한다[3], [4].

II. 안테나 설계

안테나의 구조를 그림 1에 나타내었다. 그림 1은 두 개의 부가적인 기생소자를 급전되는 패치에 가까이 위치시킨 구조를 나타낸다.

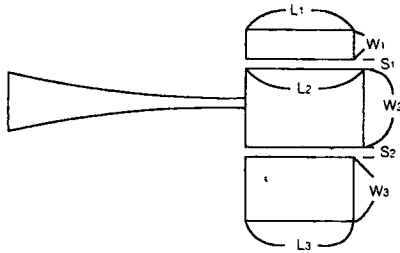


그림 1. 안테나 구조

급전되는 메인 패치와 기생소자들의 길이는 $L_1=L_3=3.6\text{mm}$ 이고, $L_2=3.7\text{mm}$ 이다. 안테나의 길이는 중심 주파수에 의해 결정되며 기생소자들은 W_2 를 정한 후 W_1 과 W_3 를 비대칭의 형태로 시뮬레이션을 한 후 결정한다. 안테나의 크기를 줄이기 위해 급전되는 메인 패치의 크기가 일반적인 단일 소자 패치 안테나보다 작음을 알 수 있다.

안테나의 입력 임피던스와 전원사이의 임피던스 매칭은 광대역의 특성을 갖기 위해 지수 함수적 테이퍼가 사용되었다. 그림 2는 지수 함수적 테이퍼의 반사계수와 투과계수를 나타낸다. 테이퍼의 길이는 사용 주파수대가 26.8GHz근방임을 고려하여 10mm로 하였다[5].

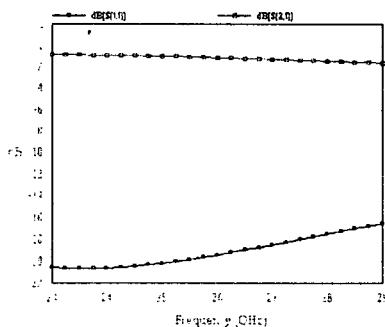


그림 2 지수 함수적 테이퍼 특성

S_{21} 의 경우 -1dB 정도로 전 대역폭에 걸쳐 거의 평탄함을 알 수 있고, S_{11} 의 경우 24GHz에서부터

서서히 증가하여 28.5GHz에서 -17dB 가 됨을 알 수 있다.

그림 3은 급전되는 패치와 기생소자와의 간격 S_1 과 S_2 를 공히 0mm에서 0.5mm까지 변화시키면서 그에 따른 S_{11} 의 특성을 나타낸다.

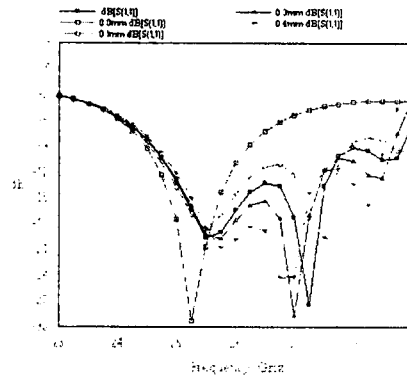


그림 3. 간격 변화에 따른 S_{11} 특성 비교

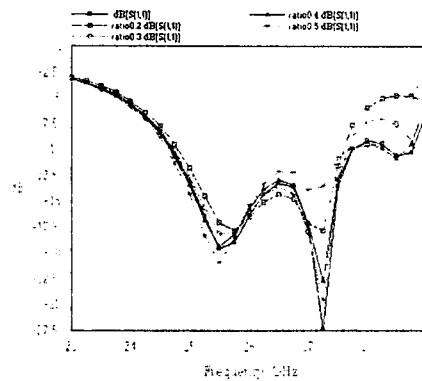


그림 4. W_1/W_2 의 변화에 따른 특성 비교

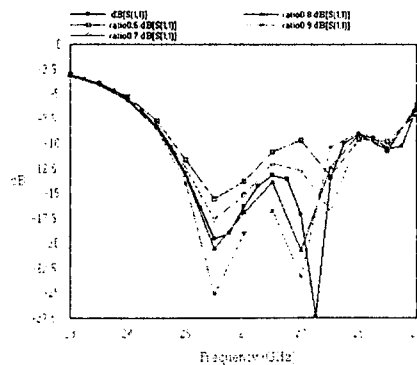


그림 5. W_3/W_2 변화에 따른 특성 비교

그림 3에서 간격이 0mm(급전되는 패치와 기생소자가 붙어있는 경우)를 제외하고는 모두가 광대역특성을 나타낸다. 안테나의 크기와 원하는 대역폭 둘 다를 고려할 때 간격이 0.2mm일 때가 최적임을 알 수 있다. 그림 4는 급전되는 패치, W_2 에 대한 W_1 의 기생소자의 크기에 대한 비의 변화에 따른 S_{11} 의 특성을 나타낸다. 기생소자 크기가 1mm에서 최적화된다. 그림 5는 급전되는 패치에 대한 W_3 의 기생소자의 크기에 대한 비의 변화에 따른 S_{11} 의 특성을 나타낸다.

기생소자의 크기가 커지면서 특성이 향상됨을 알 수 있다. 하지만 기생소자가 커지면 전체 안테나도 커지고, 비대칭이 심해지면서 방사 패턴의 모양도 나빠진다. 그림 6과 그림 7은 그림 1의 모델을 시뮬레이션을 한 결과이다.

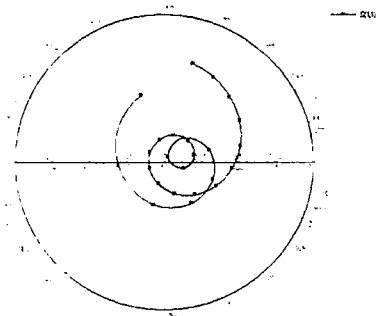


그림 6. 설계한 안테나의 입력 임피던스 궤적

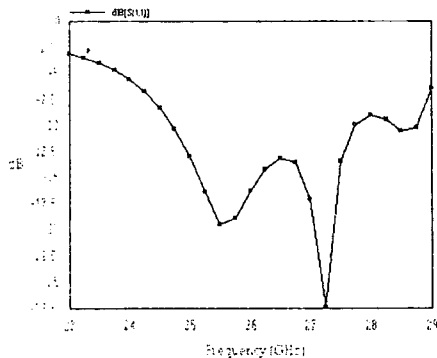


그림 7. 설계한 안테나의 S_{11} 특성

25.5GHz와 27.2GHz에서 두 번의 공진이 일어나면서 대역폭이 넓어진다. VSWR=2를 기준으로 대역

폭은 24.5GHz에서 27.7GHz까지 약 12% 정도가 된다.

III. 제작 및 측정

그림 8은 위에서 설계한 안테나의 양화필름을 나타낸다.

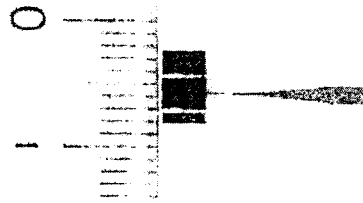


그림 8. 안테나의 양화필름

그림 9의 그래프는 제작된 안테나의 반사계수 특성을 나타내고 있다.

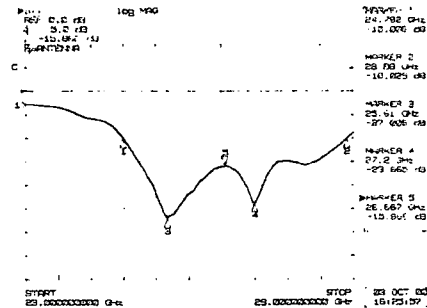
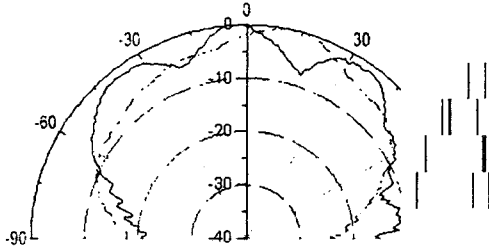


그림 9. 제작된 안테나의 S_{11} 특성

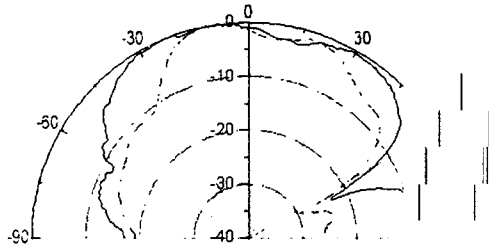
25.6GHz와 27.2GHz에서 두 번의 공진이 일어난다. 또한 VSWR=2를 기준으로 24.8GHz에서 28.9GHz까지의 15%의 넓은 대역폭을 가진다. 시뮬레이션 값이 실험값보다 대역폭이 3% 정도 넓다. 그것은 유전체, 전도체, 표면파에 의한 손실 때문에 실험치의 대역폭이 커지게 됐다. 또한 필름의 해상도 때문에 0.2mm의 간격이 정확히 기판상에 식각되지 않아 대역폭이 커지게 됐다.

그림 9, 10, 11은 제작된 안테나의 24, 26, 28 GHz에서의 E-평면과 H-평면에서의 방사패턴을 나타낸다.



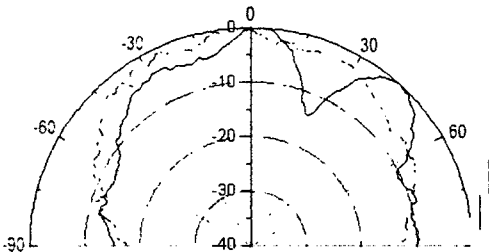
(실선:E-평면 패턴 점선:H-평면 패턴)

그림 9. 24GHz에서 방사패턴



(실선:E-평면 , 점선:H-평면)

그림 10. 26GHz에서의 방사패턴



(실선:E-평면, 점선:H-평면)

그림 11. 28GHz에서의 방사패턴

안테나의 모양이 비대칭이므로 방사패턴 또한 좌우가 다른 모양을 하고 있다. 24GHz에서 높은 주파수쪽으로 갈수록 방사패턴모양의 찌그러짐이 많이 발생하게 된다. 하지만 전 주파수대에 걸쳐 0°부근에서 최대 방사가 일어난다.

IV. 결론

본 논문에서는 B-WLL용 평판형 안테나로 원하는 대역폭을 얻기 위해 급전되는 메인 패치와 같은 층에 기생소자를 가까이 위치시킴으로써 대역폭을

증가시키는 안테나를 구현하였다. 보통 마이크로스트립 패치 안테나는 공진 타입이므로 대역폭이 5% 정도로 좁은 단점이 있는데, 제작된 안테나는 26.8GHz중심주파수에서 VSWR=2를 기준으로 15% 정도의 대역폭을 가짐을 확인하였고, 넓은 대역폭에 걸친 안테나의 방사패턴을 측정하였다.

참고문헌

- [1] H. F. Lee and W. Chen, *Advances in Microstrip and Printed Antennas*, Wiley & Sons, 1997.
- [2] D. M. Pozer, "Considerations for Millimeter Wave Printed Antennas," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol., AP-31, pp 740-747, Sep. 1983.
- [3] G. Kumar and K. C. Gupta, "Broad-band microstrip antennas using additional resonators gap-coupled to the radiating edges," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-32, pp. 1375-1379, Dec. 1984.
- [4] G. Kumar and K. C. Gupta, "Nonradiating edges gap-coupled multiple resonator broad-band microstrip antennas," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-33, pp 173-178, Feb. 1985.
- [5] D. M. Pozer, *Microwave Engineering*, Wiley & Sons, 1998.