
900MHz 대각선 슬롯형 마이크로스트립 패치안테나 설계

박찬홍*, 박병호*, 박상주*, 최용석*, 성현경*

Design of 900MHz Diagonal Slotted Type Microstrip Patch Antenna

Byeong-Ho Park*, Chan-Hong Park*, Sang-Joo Park*, Yong-Seok Choi*

Hyeon-Kyeong Seong*

요 약

본 논문에서는 900MHz대역의 대각선 슬롯형 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하였다. 제안한 마이크로스트립 패치안테나는 안테나 크기, 절단 길이, 급전위치, 공기층의 높이 등과 같은 중요 파라미터를 고려하여 설계하였다. 설계한 마이크로스트립 패치안테나는 915MHz에서 최소의 반사손실을 가지며, 반사손실을 -16dB 이하에서 정재파비가 1.2이하일 경우, 약 26MHz의 대역폭을 확보함을 알 수 있다. 또한, 설계한 대각선 슬롯형 마이크로스트립 패치 안테나는 915MHz 중심주파수 대역에서 이득이 6dB이고, 축비가 2.8dB 되어 우수한 특성을 갖는다.

ABSTRACT

In this paper, microstrip patch antenna with diagonal slotted type using RFID is designed. This microstrip patch antenna is designed by considering the properties of critical parameter like the size, the truncating dimension, position of feed power and the height of airspace. the designed microstrip patch antenna has the lowest return loss in 915MHz, and in case of the voltage standing wave ratio(VSWR) is less than 1.2 under return loss -16dB, it has bandwidth of about 26MHz. Also, the microstrip patch antenna has the gain of 6dBi on the center frequency of 915MHz band and 2.8dB in the rate of reduction.

Key words

Microstrip patch antenna, RFID, return loss, VSWR, bandwidth

* 상지대학교 컴퓨터정보공학부

1. 서론

RFID(radio frequency identification)는 RF 신호를 이용하는 무선 인식 시스템으로 RFID기술 [1][2]은 비접속식이고 비가시선의 데이터를 수취하는 기술로써 초소형 IC칩에 식별정보를 입력하고 무선 주파수를 이용하여 이 칩을 지닌 물체, 동물, 사람 등을 판독, 추적 및 관리할 수 있기 때문에 M2M서 위치 추적 및 상황인식을 가능케 하는 역할을 하게 되므로, 이러한 새로운 개념의 비즈니스 개념을 실현시켜 줄 수 있는 핵심이 되며, 최근 기술동향은 RFID가 소형화, 지능화 되는 데 비하여 가격은 수 센트로 저가화가 실현되면서 물류, 유통뿐만 아니라 동물 관리, 환경, 재해예방, 의료관리, 식품관리 등 실생활에서의 활용이 확대될 전망이다. RFID 태그는 용도의 특성상 항상 특정 사물에 부착되어 사용되므로 태그의 부착 물체의 특성 및 동작 환경에 따른 최적화가 필요하다[3].

마이크로스트립 안테나의 주된 단점은 낮은 효율, 낮은 전력, 높은 Q(가끔 100을 초과)로 인하여 주파수 대역폭이 좁고, 편파특성이 저하되며, 빔 폭이 넓고, 급전선에서 원하지 않는 방사가 발생한다. 일반적으로 대역폭은 1%이거나 기껏해야 몇 %정도이다. 그러나 기판 두께를 크게 함으로서 효율(표면파가 포함되지 않을 경우 90%)과 대역폭(약 35%)을 확장할 수 있다[4]. 기판 두께가 증가하게 되면 일반적으로 바람직하지 않은 표면파가 발생한다. 왜냐하면 표면파는 직접 방사(공간파)로 이용 가능한 총 전력의 일부를 사용하기 때문이다. 표면파는 기판 내를 진행하며 벤드, 유전체와 접지판의 단면과 같은 불연속면에서 산란되어 안테나 패턴과 편파 특성을 저하시킨다[5]. 캐비티를 사용하여 넓은 대역폭을 유지하면서 표면파를 제거할 수 있다. 적층과 또 다른 방법으로 마이크로스트립 소자의 대역폭을 증가시키는데 이용될 수 있다[6]. 또한, 광대역 다중 편파 안테나들은 다수의 급전 단자가 밀집하게 되기 때문에 필연적으로 급전 단자간 격리도와 편파간 교차 편파가 나빠져서 이를 극복하기 위한 기법이 많이 연구되고 있으나 대부분의 연구가 대역별 단일 편파를 갖는 안테나나 단일 주파수대의 다중 편파 안테나에 관한 것이다[7][8][9]. 이 안테나는 격자구조를 이용한 두 패치를 적층한 구조로 하층 패치는 개구면 결합 급전 방식에 의하고, 상층 패치는 전자기 결합 급전 방식에 의해 급전 단자간 격리도를 향상시킴과 함께 각 대역에서 교차 편파특성이 우수한 두 개의 편파를 갖도록 하고 있다 [10][11].

그러므로 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하는 마이크로 스트립안테나 크기, 잘려진 면

적, 급전 위치, 공기층의 높이 등 중요 파라미터들의 특성을 이용하여 대각선 슬롯형 마이크로 스트립 패치 안테나를 설계하였다.

II. 마이크로스트립 안테나 설계

RFID 리더 안테나는 평면구조를 가지면서 원형편파 특성을 갖는 것이 바람직하므로 그림 1에서와 같이 정사각형 패치에 가운데에 대각선 슬롯으로 인해 급전위치를 시작하여 패치 양쪽 끝까지 전기적 길이를 변화시키는 패치 안테나를 설계하였으며, 유전체 기판은 생산단가를 고려하여 유전율 4.4, 두께 3.2mm인 FR4 기판을 사용하여 설계하였다.

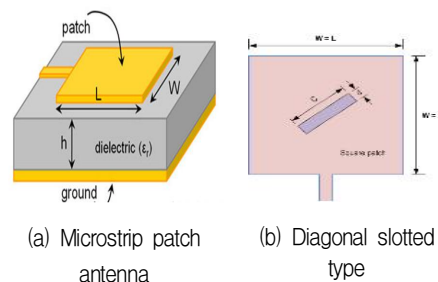


그림 1. 대각선 슬롯형 마이크로스트립 패치 안테나 구조

Fig. 1. Microstrip patch antenna structure with diagonal slotted type.

우선 패치 크기는 프린팅 필드에 의한 길이 연장 효과를 고려하여 식 (1)과 같이 계산한다.

$$L_p \cong 0.49 \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

식 (1)에서 L_p 는 패치 크기이고, λ 는 자유공간에서의 파장, ϵ_r 은 유전체 기판의 비유전율이 다. 이 식으로 구한 패치 크기를 초기값으로 하여 상용 시뮬레이터 HFSS를 이용하여 슬롯형 구조의 마이크로스트립 안테나의 설계변수를 다음의 항목들을 변화시켜 안테나의 최적 특성을 구하였다.

2.1 공기층에 의한 특성 변화

안테나의 대역폭을 개선하기 위하여 기판과 그라운드 사이에 공기층(air gap)을 주었고 이득을 높이기 위하여 수직 그라운드를 만들었으며, 그림 2는 대각선 슬롯형 구조에서 공기층을 0mm에서 5mm로 변화시켰을 때 반사손실의 변화를 시뮬레이션한 결과이다. 그림 2에서 보인

것처럼 910MHz대에서 공기층을 3mm로 하였을 경우 -14dB의 반사손실을 보였으며, 공기층을 5mm로 하였을 경우 -38dB의 반사손실을 갖는다. 이는 공기층을 넓게 할수록 공진주파수가 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

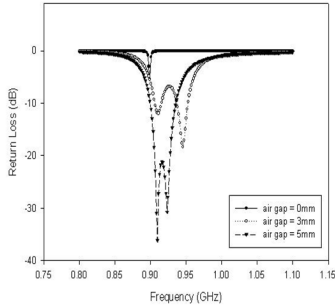


그림 2. 공기층 변화에 따른 반사손실 비교
Fig. 2. Comparison of return loss by air gap variation.

그림 3은 공기층 두께의 변화에 따른 안테나 입력 임피던스의 변화를 보인 것으로 공기층 두께를 3mm로 하였을 경우와 공기층 두께를 5mm로 하였을 경우 입력 임피던스의 변화는 5mm로 공기층에서 안테나 입력 임피던스가 작아짐을 알 수 있다.

2.2 급전 위치에 따른 특성 변화

마이크로스트립 패치 안테나는 급전 위치에 따라 입력 임피던스 특성이 달라진다.

특히 동측 급전일 경우, 급전 위치만으로 임피던스 정합을 하기 때문에 패치 상에서 급전 위치는 중요한 파라미터이다. 그림 4는 마이크로스트립 패치안테나에서 3개의 각기 다른 급전점을 보인 것이다.

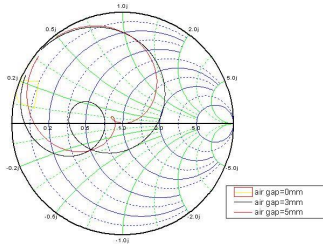


그림 3. 공기층 변화에 따른 입력 임피던스 비교
Fig. 3. Comparison of input impedance by air gap variation.

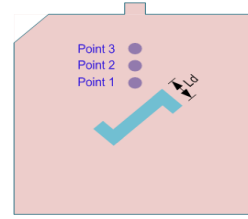


그림 4. 마이크로스트립 패치상의 급전 위치 변화
Fig. 4. Variation of feed power position on microstrip patch.

그림 5는 급전점의 급전 위치에 따른 반사손실을 비교하여 보인 것이며, 910MHz에서 급전점1인 경우 -35dB, 급전점2인 경우 -38dB, 급전점3인 경우는 -31dB의 반사손실을 보였으며, 급전 위치 F_d 의 길이가 패치 중앙으로부터 밖으로 점차적으로 나갈 경우, 공진주파수가 낮아지고, $F_d=19\text{mm}$ 에서 최적의 공진주파수를 확인할 수 있다.

급전 위치 F_d 의 길이가 패치 중앙으로부터 밖으로 점차적으로 나갈 경우, 공진주파수가 낮아지고, $F_d=19\text{mm}$ 에서 최소 반사손실 값을 갖는다.

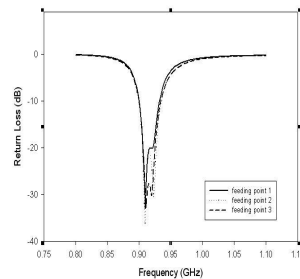


그림 5. 급전 위치에 따른 반사손실 비교
Fig. 5. Comparison of return loss by feed power position.

2.3 슬롯 길이 L_d 변화에 따른 특성

그림 6은 슬롯길이를 변형시킨 마이크로스트립 패치 안테나의 구조를 보인 것이며, 그림 7은 마이크로스트립 패치의 슬롯 길이 L_d 를 0mm에서 5mm로 변화시켜 시뮬레이션 한 결과이다.

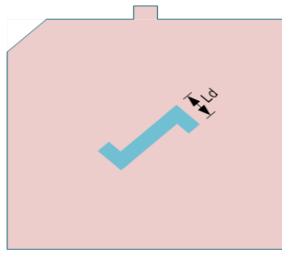


그림 6. 변형된 슬롯 구조
Fig. 6. Modified slot structure

그림 7에서 L_d 가 5mm에서 916MHz에서 최소의 축비를 가짐을 확인할 수 있다.

III. 시뮬레이션 결과

마이크로스트립 안테나 크기 L , 절단모서리 길이 ΔL , 슬롯길이 L_d , 급전 위치 F_d , 공기층의 높이 등 중요 파라미터들의 특성을 이용하여 본 논문에서 설계한 대각선 슬롯형 구조의 마이크로스트립 패치 안테나를 상용 시뮬레이터 HFSS를 이용하여 시뮬레이션 하였으며, 표 1은 본 논문에서 설계한 안테나의 치수를 보인 것이다.

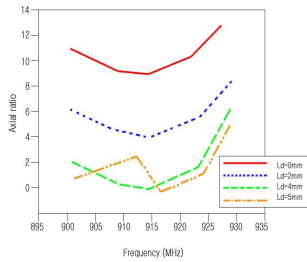


그림 7. 슬롯 길이 L_d 변화에 따른 축비
Fig. 7. Axial ratio by slot length L_d variation.

표 1. 설계한 안테나 치수

Table 1. Dimension of reference antenna

항 목	규 격
패치 크기(L)	77mm x 77mm
접지면 크기	85mm x 85mm
슬롯 길이(L_d)	5mm
공기층 높이	5mm
절단 모서리 길이(ΔL)	9 mm
급전 위치(F_d)	19 mm

그림 8은 대각선 슬롯과 공기층에 따른 반사손실을 보인 것으로, 대각선 슬롯과 공기층을 갖

는 마이크로스트립 패치 안테나의 반사손실은 915MHz대역에서 가장 손실이 적게 나타남을 보였으며, 반사손실을 -16dB 이하에서 정재파비(VSWR)가 1.2이하일 경우, 약 26MHz의 대역폭을 확보함을 알 수 있다.

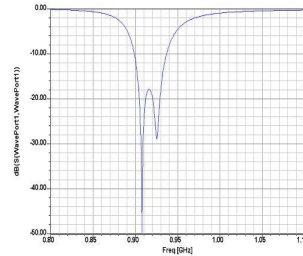


그림 8. 대각선 슬롯과 공기층에 따른 반사손실
Fig. 8. Return loss by diagonal slot and air gap.

그림 9에서 보인 것처럼, 설계한 대각선 슬롯형 마이크로스트립 패치 안테나는 915MHz 중심 주파수 대역에서 이득이 6dBi이고, 축비가 2.8dB 가 됨을 알 수 있다.

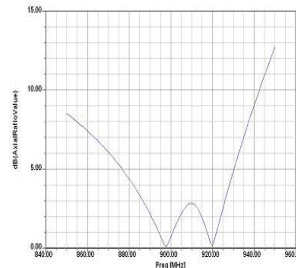


그림 9. 대각선 슬롯과 공기층에 따른 축비 특성
Fig. 9. Axial ratio characteristic by diagonal slot and air gap.

IV. 결론

본 논문에서는 마이크로 스트립안테나 크기 L , 잘려진 면적 ΔL , 급전 위치 F_d , 공기층의 높이 등 중요 파라미터들의 특성을 이용하여 대각선 슬롯형 마이크로스트립 패치 안테나를 설계 하였다. 설계한 마이크로스트립 패치 안테나의 반사손실은 915MHz대역에서 가장 손실이 적게 나타남을 보였다. 또한, 반사손실을 -16dB 이하에서 정재파비가 1.2이하일 경우, 약 26MHz의 대역폭을 확보함을 알 수 있다. 또한, 설계한 대각선 슬롯형 마이크로스트립 패치 안테나는 915MHz 중심주파수 대역에서 이득이 6dBi이고, 축비가 2.8dB 되어 우수한 특성을 갖는다.

그러므로 본 논문에서 설계한 대각선 슬롯형 구조를 갖는 마이크로스트립 패치 안테나는 향후 RFID에 적용 될 것으로 예측되는 MIMO나 스마트 안테나에 응용 될 것으로 생각되며, RFID 안테나 소자 제작에 활용 가능할 것이며, 낮은 단가, 제조상의 편리, 광대역 특성, 적합한 이득과 원형편파 특성을 가지므로 RFID 애플리케이션에 적합할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 서환수, 실무자를 위한 RFID 이해와 활용, 한빛 미디어, 서울, 2007년 2월.
- [2] 유승화, 유비쿼터스 사회의 RFID, 전자신문사, 2005년 2월.
- [3] <http://www.accenture.com>
- [4] D. M. Pozar, "Microstrip Antennas," Proc. IEEE, Vol. 80, No. 1, pp.79-81, January 1992.
- [5] I. Lier and K. R. Jakobsen, "Rectangular Microstrip Patch Antennas with Infinite and Finite Ground-Plane Dimension," IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. AP-31, No.6, pp.978-984, November 1983.
- [6] R. J. Mailoux, "On the Use of Metallized Cavities in Printed Slot Arrays with Dielectric Substrates," IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. AP-35, No.5, pp.477-487, May 1987.
- [7] Y.Murekami, W. Chujo, I. Chiba, and M. Fujise, "Dual slot-coupled microstrip antenna for dual frequency operation", Electronics Letters, Vol. 29, No. 22, pp.1906-1907, October 1993.
- [8] Tzung-Wern Chiou, Kin-Lu Wong, "Broad-band dual-polarized single microstrip Patch antenna with high isolation and low cross polarization", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 50, No. 30, pp. 399-401, March 2002.
- [9] Misao Haneishi, Megumi Konno, "Dual-polarized planar antenna fed by dog-bone slots", in IEE 11th Int, Conf, of Antenna and Propagation, pp. 45-48, April 2001.
- [10] S. D. Targonski, D. M. Pozar, "Dual-band dual polarised printed antenna element", Electronics Letter 12th, Vol. 34, No. 23, pp. 2193-2194, November 1998.
- [11] D. M. Pozar, S. D. Targonski, "A shared-aperture dual-band dual-polarized microstrip array", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 49, No. 2, pp.150-157, February 2001.