

UHF RFID 리더기용 passive printed QSA

손왕익, 임원규, 유종원

한국과학기술원 전자전산학과 전기및전자공학과

E-mail : wangik@kaist.ac.kr, limwongyu@kaist.ac.kr, drjwyu@ee.kaist.ac.kr

Passive printed Quadrifilar Spiral Antenna for UHF RFID Reader

Wang Ik Son, Won Gyu Lim, Jong Won Yu

Division of Electrical Engineering Department of Electrical Engineering & Computer Science

Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

Abstract

In this paper, we proposed the printed square quadrifilar spiral antenna (QSA) for mobile RFID reader. The proposed antenna has a good peak gain, high front-back ratio operation respectively, 1.5dBi, 2.5:1. To increase the input impedance of QSA, we used the folded inverted-F antenna as a spiral. Also, the radiation efficiency is increased.

I. 서론

RFID (Radio Frequency Identification)는 지난 수년 동안 다수의 물체에 대한 자동 인식을 위해서 사용되어 왔다. 특히, 특정 환경에서는 RFID의 모바일 적용의 필요성이 대두되고 있으며, 모바일 RFID 리더기 기술의 급격한 발전이 이루어지고 있다. 이에 따라, 모바일 RFID에 적용할 수 있는 안테나 기술도 새로이 요구되고 있다. 무엇보다 모바일 기기에 집적되기 위해서 안테나의 소형화가 이루어져야 하며, 높은 안테나 이득도 유지할 수 있어야 한다. 그리고 모바일 환경의 특성 상 유동적으로 변화하는 신호의 방향에 대비하기 위하여 원형편파의 특성을 가져야 한다. 또한, 모바일 기기에 집적되었을 때, 안테나의 특성이 기기의 영향을 적게 받기 위해서 높은 전후전계비 (Front-Back Ratio)도 가져야 한다.

나선 안테나는 원형 편파의 전자기파를 생성하기 위해서 제안된 간단한 구조의 방사체이다. 그 형태는 높이를 가지지 않는 헬리컬 안테나라고도 볼 수 있으며,

간단한 구조와 좋은 축비 성능을 통해서 오랜 시간 동안 그 적용 분야를 넓혀왔다. 하지만 이와 같은 구조는 그라운드의 크기가 작아질 경우 축비 성능이 현저하게 저하되는 단점을 가진다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해서 네 개의 나선 안테나를 사용하는 quadrifilar spiral antenna (QSA)가 제안되었다. 각각의 나선 안테나를 서로 나선형으로 꼬아서 만든 QSA는 그라운드의 크기에 축비 성능이 영향을 받지 않는다.

QSA의 경우 네 개의 나선 안테나를 사용하기 때문에 각각의 나선 안테나에 신호를 인가해 주어야 한다. 초창기의 QSA는 신호 인가 지점이 안쪽에 모여 있는 구조라서 안테나 간에 간섭 문제가 발생한다. 간섭이 발생하면 입력 임피던스가 낮아져 안테나의 방사 효율이 떨어지기 때문에 신호 인가 지점 간의 거리를 최대한 크게 해야 하며, 이를 위해 바깥에서 신호를 인가하는 구조가 제안되었다. 보다 긴 거리를 위해서 본 연구에서는 사각형의 형태를 사용하였다.

그런데 이처럼 신호 인가 구조에 변화를 주어도 안테나의 소형화로 인한 간섭 문제는 여전히 존재하기 때문에 inverted-F 구조를 통해서 임피던스를 증가시켰다.

II. Printed QSA의 설계

그림 1은 제작된 소형 QSA의 구조를 보여준다. 안테나는 FR4 기판으로 제작된 그라운드 위에 올려져 있으며, 기판의 두께는 0.7mm이고 크기는 60×60mm²

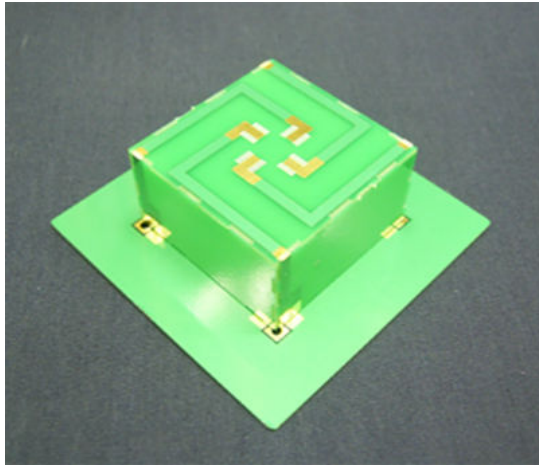
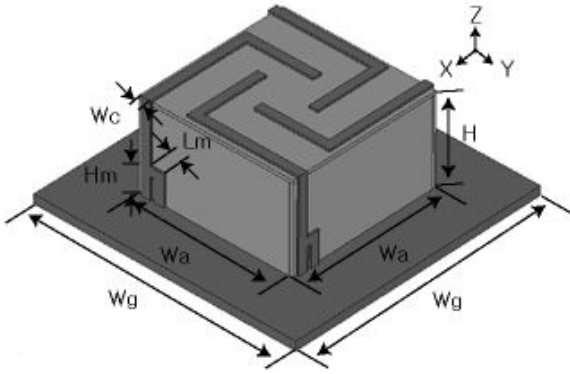


Fig. 1 Geometry of the proposed compact printed QSA

그림. 1 제안된 printed QSA 의 구조

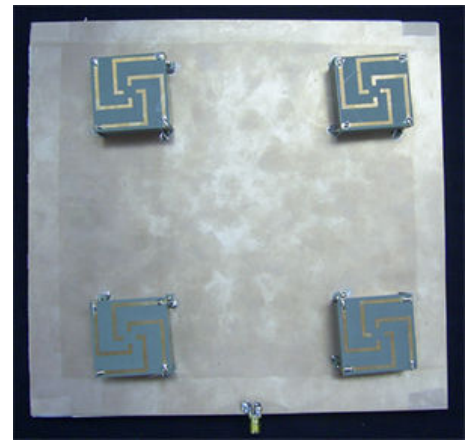
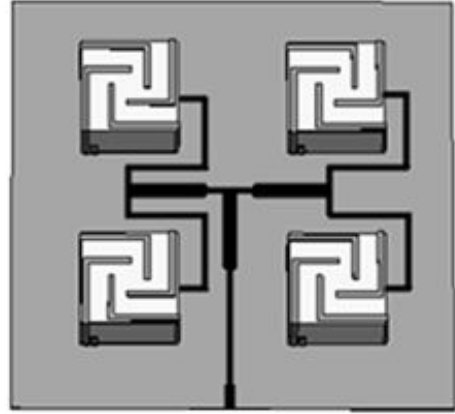


Fig. 2 Geometry of the proposed array QSA

그림. 2 제안된 배열 QSA 의 구조

($W_g = 60mm$)이다. 기판의 반대 면에는 신호 인가를 위한 마이크로 스트립 네트워크가 구현되어 있으며, 이는 같은 크기를 가지며 서로 다른 위상 ($0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$)을 가지는 네 신호를 생성한다. QSA 의 네 개의 inverted-F 나선은 역시 동일한 FR4 기판 위에 집적되어 있으며, 그림 1 과 같이 윗면에서 서로 감겨 있다. 안테나의 폭 (W_a)은 $35mm$ 이고, 높이 (H)는 $18mm$ 이다. 각 안테나 나선의 총 길이와 두께(W_c)는 각각 $62mm$, $2mm$ 로 선택되어 주어진 밴드에서 공진한다. 안테나의 입력 임피던스를 증가시키기 위해서, 각 안테나 나선에 매칭 라인이 연결되어 있으며, 매칭 라인은 inverted-F 형식으로 그라운드에 연결되어 있다. 안테나 나선과 매칭 라인 간의 거리 (L_m)과 매칭 라인의 높이 (H_m)은 각각 $3mm$ 와 $7mm$ 이다. 매칭 라인의 두께는 마찬가지로 $2mm$ 이다. 그리고 제작된 QSA 가 작다는 장점을 활용하여, QSA 를 단위로 한 배열 안테나에 대한 연구도 진행되었다. 그림. 2 에서 제안된 2×2 배열 안

테나의 구조를 볼 수 있다. 배열 안테나의 경우는 개별 안테나에 비해 빔폭이 작고, 이득이 좋기 때문에 고정형 RFID 리더기에 사용하기 적합하다.

III. 실험적 결과

제안된 안테나는 CST Microwave Studio 를 통해서 시뮬레이션 되었고, 시뮬레이션 정보를 바탕으로 제작되었다. 그림. 3 은 제안된 QSA 와 배열 안테나의 반사계수를 보여주고 있다. 중심 주파수인 $910MHz$ 에서 공진하는 것을 볼 수 있으며, 대역폭이 $300MHz$ 이상으로 상당한 광대역 특성을 보여주고 있는데, 이는 그라운드 반대 면에 집적되어 있는 마이크로 스트립 네트워크로 인한 것이다. 그림. 4 는 제안된 안테나의 측정된 입력저항의 그래프를 보여준다. 매칭 라인을 연결하지 않은 안테나의 경우 측정 결과 입력 임피던스가 $(8.75-j8.42\Omega)$

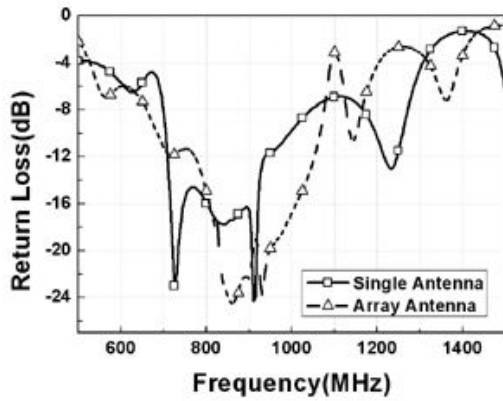


Fig. 3 Measured return loss of the proposed antennas

그림. 3 제안된 안테나의 측정된 반사 계수

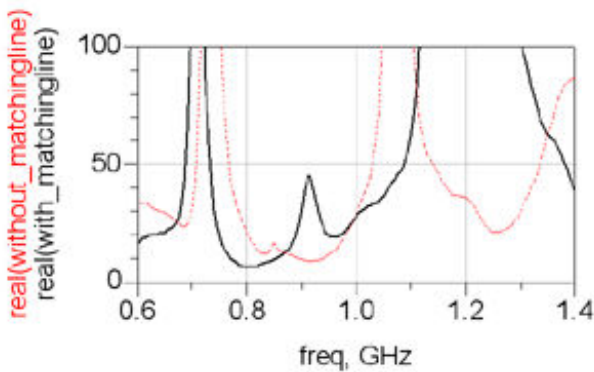


Fig. 4 Measured input resistance of the proposed antenna

그림. 4 제안된 안테나의 측정된 입력 저항

으로 50Ω 에 비해서 작다는 것을 알 수 있다. 그라운드에 연결된 매칭 라인을 도입한 결과 그림. 4에서도 볼 수 있듯이 입력 임피던스가 $(45.72 + j18.94\Omega)$ 로 50Ω 에 가깝게 증가했음을 알 수 있으며, 이로써 안테나가 충분히 효율적으로 동작할 수 있게 되었다.

그림. 5는 중심 주파수 910MHz에서 제안된 안테나의 방사 패턴을 보여 준다. X-Z와 Y-Z에서 0° 방향에서 RHCP와 LHCP 간에 20dB 이상의 차이를 볼 수 있으며, 이는 곧 좋은 축비 성능을 의미한다. 또한 전후전계비가 2.5:1로 높다는 것을 알 수 있다.

또한, 그림. 6에서는 제안된 배열 안테나의 방사 패턴을 볼 수 있다. 그림. 6 (a)에서 볼 수 있듯이, 배열 안테나는 RHCP와 LHCP 간의 차이가 30dB에 가까워 단일 안테나에 비해서 축비 성능이 개선됨을 알 수 있다. 또한, 그림. 6 (b)에서는 배열 안테나가 단일 안테나에 비해서 3dB 빔폭이 40° 좁다는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과로 인해서 배열 안테나가 물류 시스템과 같

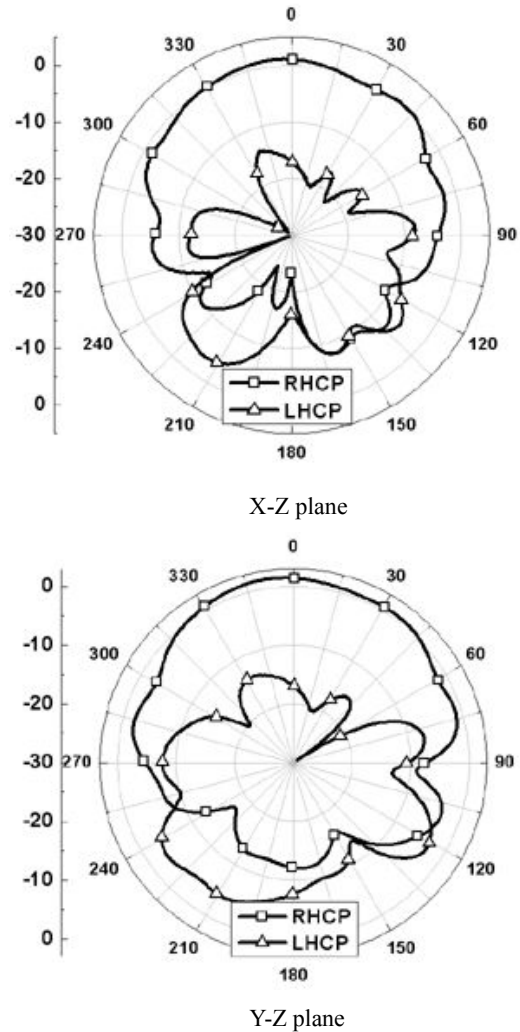


Fig. 5 Measured radiation patterns of proposed QSA at 910MHz

그림. 5 제안된 QSA의 측정된 방사 패턴 (910MHz)

은 고정형 RFID에 사용하기 적합하다는 것을 알 수 있다. 그림. 7은 제안된 QSA와 배열 QSA의 최대 이득과 축비를 주파수 별로 정렬한 그래프를 보여 준다. 단일 안테나의 경우 1.5dBi의 이득을 보여 주며, 축비는 3dB 이하를 보이고 있다. 배열 안테나의 경우는 2.5dBi의 이득과 1.0dB 이하의 축비 성능을 보여 주고 있다.

V. 결론

모바일 UHF RFID 리더기에 적용할 수 있는 소형 printed QSA가 제안되었다. 측정된 결과는 제안된 QSA가 높은 이득, 작은 축비, 높은 전후전계비 특성을 가짐

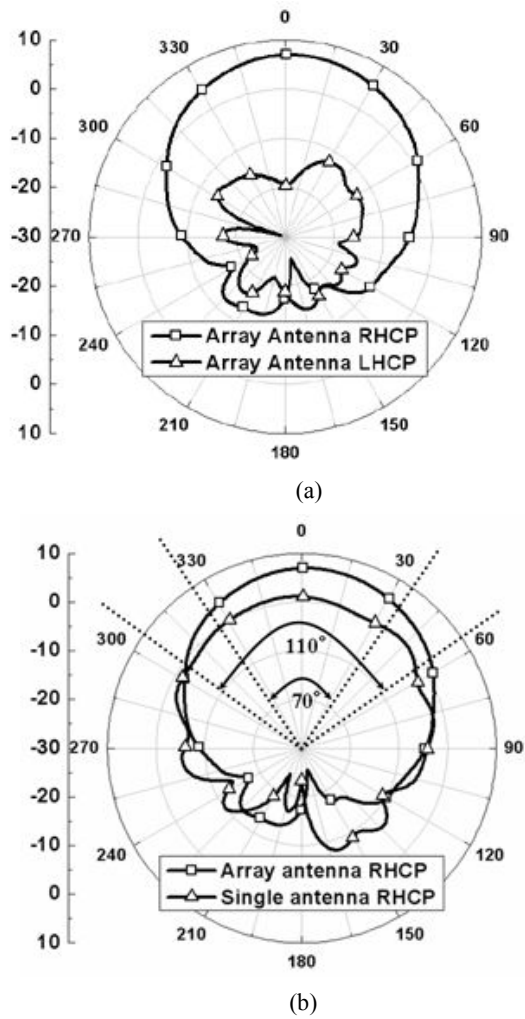


Fig. 6 Measured radiation patterns of 2×2 array QSA at 910MHz

그림. 6 2×2 배열 안테나의 측정된 방사 패턴 (910MHz)

을 보여 주고 있다. 또한, 배열 QSA 도 역시 제안되었으며, 좁은 3dB 빔폭 특성을 가진다. 또한 높은 이득, 작은 축비 특성을 얻을 수 있다.

참고문헌

- [1] H. Nakano, S.Okuzawa, K. Ohishi, H. Mimaki and J.Yamauchi, 'A Curl Antenna', *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 1993.
- [2] J. S. Colburn and Y. Rahmat-Samii, 'Quadrifilar-Curl Antenna for the "Big-LEO" mobile satellite service system', *IEEE Antennas and Propagation*

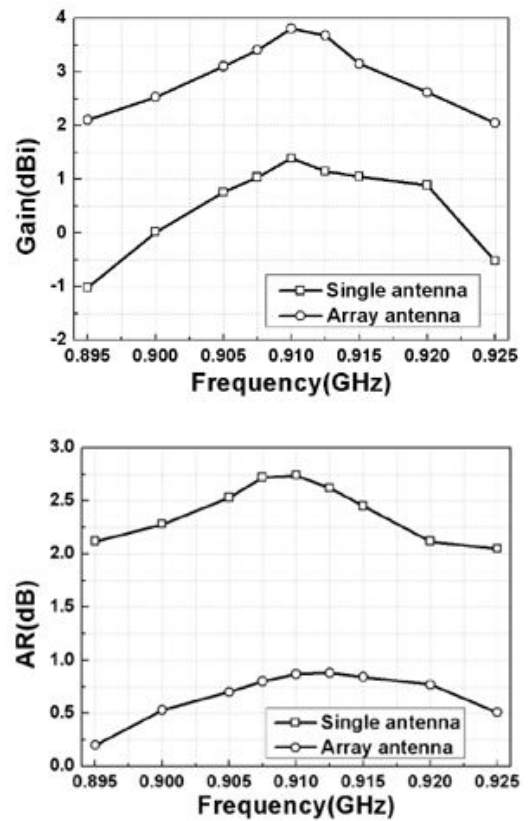


Fig. 7 Measured peak gains and axial ratios of the proposed antennas

그림. 7 제안된 안테나들의 측정된 최대 이득과 축비

Society, AP-S International Symposium, Baltimore, 1996.

- [3] K. Alazhari, R.A. Abd-Alhameed, P.S. Excell and K. Khalil, 'New designs for single and dual band quadrifilar spiral antennas (QSA) for satellite-mobile handsets', *IEEE International Conference in Antennas and Propagation*, 2001
- [4] M. Ali and G. J. Hayes, 'Analysis of integrated inverted-F antennas for Bluetooth applications', *IEEE AP-S Conf. Antennas Propagation For wireless Communication*, 2000