

LS Band용 원형 루프 배열 안테나의 제작 및 측정

°전중창*, 김태수*

*위덕대학교, 정보통신공학부

icchun@uiduk.ac.kr

Development of Circular Loop Array Antenna for LS Band Operation

Joong-Chang Chun* and Tae-Soo Kim*

*Division of Computer & Comm. Eng., Uiduk University

ABSTRACT

In this paper, we present a simple design method and measurement results for circular loop antenna arrays, which can be used for LS band operation, such as access point antennas in the wireless LAN system. It has been shown that the input impedance of a circular loop can be adjusted near 100Ω using a short stub. The length of the stub can be immediately determined in the work place through the measurement of S11 with a network analyzer. Fabricated arrays show high antenna gains as much as 12.4 dBi and 15.1 dBi at the center frequency of 2.45 GHz for 4×1 and 4×2 array, respectively. These types of loop arrays can be fabricated at a low cost.

Key words: circular loop antenna, array antenna, stub, impedance matching

I. 서론

대형 산업 현장에서 무선 LAN은 크레인-지상 통신, 로봇 제어, 공업 감시용 계측 텔레미터 등과 같은 무선 자동화 분야에서 광범위하게 적용되고 있다 [1], [2]. 무선 LAN의 이용은 복잡한 유선 선로의 설치 및 유지보수에 드는 비용을 절감뿐만 아니라 이동성 확보에 의한 작업 능률 향상과 유해 환경에서의 안전성 제고 등을 기할 수 있다. 본 연구에서는 공장 자동화용 무선 네트워크 Access Point에 사용될 수 있는 선형 배열 안테나를 설계 제작하였다.

선형 안테나는 제작 공정이 간단하고, 제조 원가

가 낮으며, 배열화에 의하여 고이득 구현이 용이하다. 선형 안테나에는 다이폴 안테나, 야기-우다 안테나, 루프(loop) 안테나 등이 있으며 [3], [4], 본 연구에서는 평면 배열 구조에 적합한 원형 루프 안테나 배열을 제작 실험하였다. 루프 안테나는 도체 길이에 따라, 대형 루프인 경우 루프면(loop plane)과 수직인 복사 패턴을, 소형 루프인 경우에는 루프면에 평행한 복사 패턴을 가지게 된다 [3]. 고이득을 실현하기 위해서는 원주 길이가 한 파장인 대형 루프 구조가 적합하며, 건물 벽면에 설치 할 경우 Access Point용으로 적합한 복사 패턴을 얻을 수 있다.

본 연구에서는 한 파장 원형 루프를 기본 복사 소자로 하여, 4×1 배열과 4×2 배열 안테나가 제작

되었다. 참고문헌 [3]과 [5]에 제시되어 있는 단일 루프 안테나에 관한 입력 임피던스 설계 자료를 토대로, 단락 스텝(short stub)을 사용하여 배열 제작에 필요한 임피던스 정합을 구현하였다. 원형 루프 안테나 배열의 기본 구조에 관한 아이디어는 참고문헌 [6]과 [7]에서 볼 수 있으며, 본 연구에서는 무선 LAN 주파수 대역에서 실제적 사용이 가능한 안테나를 제작 실험하였다. 제작된 안테나의 이득은, 2.45 GHz의 주파수에서, 12.4 dBi (4×1 배열) 및 15.1 dBi (4×2 배열)로 측정되었다.

II. 안테나 배열의 설계 및 측정 결과

2. 1 4×1 루프 배열 안테나

기본적인 원형 루프 안테나는 그림 1과 같이 원형 도선에 전류를 인가함으로써 만들어진다. 단일 루프의 경우 원주길이는 한 파장으로 설정하면, 이론적 입력임피던스는 $100-j100\Omega$ 으로 계산된다 [3]. 그림 1에 표시한 것과 같이 원거리장 복사에 기여하는 전류는 급전부 주변과 맞은편 도선에 흐르는 전류가 된다. 입력 임피던스는 도선 굵기에 따라 변하며, 본 연구에서는 반경 0.75mm 동선을 사용하였다. 중심 주파수는 2.45 GHz로 설정되었으며, 파장은 $\lambda=122.4$ mm이다. 이 경우, HP8510 회로망분석기를 사용한 입력임피던스 측정치는 $Z_{in}=130-j55\Omega$ 이며, 선형 배열을 제작하기 위해서는 Z_{in} 의 허수부를 제거하여야 한다. 허수부는 단락 스텝(short stub)을 사용하여 제거하도록 하였다. 일반적으로 안테나 배열에서 개별 소자 간격은 그레이팅 로브를 피하기

위해서 $0.6\lambda\sim 0.7\lambda$ 로 설정하지만, 여기서는 전류분포를 고려하여 루프 입력단 간격을 0.5λ 로 하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이, 입력단 간격을 0.5λ 로 배열함으로써, 전류가 통과한 도선 길이는 2λ 가 된다. 따라서, 배열 후에도 이 선로 양단에서 동일 분포의 전압, 전류를 얻을 수 있게 되어, 배열에 의한 임피던스 변화를 피할 수 있다. 그리고, 4×1 배열의 중앙에서 급전함으로써, 130Ω 부하의 병렬 연결에 의하여 입력임피던스 65Ω 을 얻을 수 있다. 50Ω 급전에 대한 이것의 반사계수는 -17.7dB 로서 양호한 임피던스 정합이 이루어진다. 안테나 이득 개선과 단일 방향의 복사 패턴을 얻도록 반사판을 부착하였다.

입력 반사계수와 안테나 이득에 관한 측정결과를 표 1에 제시하였다. 제작된 안테나는 2.4~2.5GHz 대역에서 11dBi 이상의 이득을 가짐을 볼 수 있다.

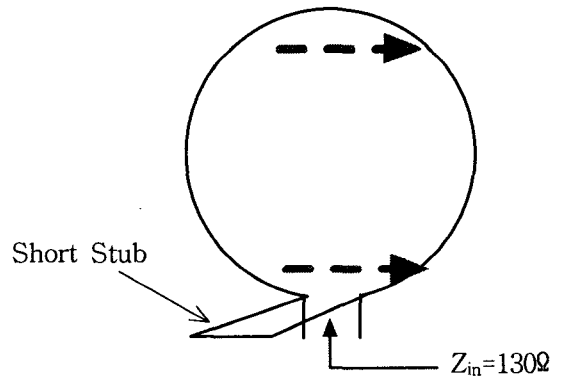
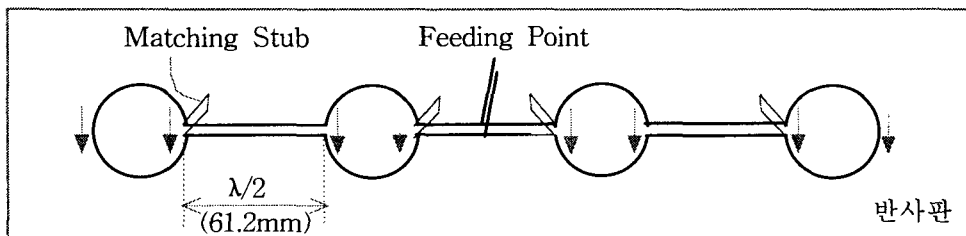


그림 1. 한 파장 원형 루프
(도선 직경: 1.5 mm, 원주길이: 122.4mm)



↓ : 전류방향

그림 2. 반사판이 부착된 4×1 배열 원형 루프 안테나 (도선 직경: 1.5 mm, 루프 길이: 122.4mm, 안테나와 반사판 간격: 1.56mm)

표 1. 4×1 배열 원형 루프 안테나 측정결과

주파수 (GHz)	입력 반사계수 (dB)	안테나 이득 (dBi)
2.4	-38	11.9
2.45	-23	12.4
2.5	-32	11.8

표 2. 4×2 배열 원형 루프 안테나 측정결과

주파수 (GHz)	입력 반사계수 (dB)	안테나 이득 (dBi)
2.4	-12.0	15.4
2.45	-21.0	15.1
2.5	-10.4	14.8

2.2 4×2 루프 배열 안테나

4×2 루프 배열 안테나는 그림 3과 같이 4×1 배열을 0.6~0.7λ 간격으로 2개를 병렬시킴으로써 구현할 수 있다. 여기서는 간격을 0.7λ=85.68mm로 설정하였다. 이득 개선과 후엽을 줄이기 위해 도체 반사판을 1.42mm거리에 설치하였다.

입력 반사계수와 안테나 이득에 관한 측정결과를 표 2에 제시하였다. 2.4~2.45GHz 대역에서 15dBi 이상의 이득을 가진다.

III. 결론

본 연구에서는 공장 자동화용 무선 LAN에 사용될 수 있는 원형 루프 배열 안테나를 제작 실험하였다. 단일 원형 루프 안테나는 입력 임피던스가 실수가 되도록 단락 스텝 매칭을 적용하면, 입력 저항이 100 Ω 근처가 되므로 배열 안테나 제작에 매우 적합함을 보였다. 제작된 안테나는 4×1과 4×2 배열

에서 각각 12.4 dBi 및 15.1 dBi의 높은 이득을 구현할 수 있었다. 루프 배열 안테나는 반사판을 사용하여 이득 개선 및 복사 패턴 조절이 가능하며, 제작 단가가 낮으므로 무선 LAN 시스템의 Access Point 안테나로 매우 적합하다.

참고문헌

- [1] 조성준 역, 알기쉬운 무선 LAN, Ohm사, 1996.
- [2] K. Feher, Wireless Digital Communications, Prentice-Hall, 1995.
- [3] C. A. Ballanis, Antenna Theory, John Wiley and Sons, 1997.
- [4] R. Johnson, Antenna Engineering Handbook, Mc-Graw Hill, 1993.
- [5] J. E. Storer, "Impedance of thin-wire loop antennas," AIEE Trans., Part I. Comm. and Electronics, vol. 75, Nov. 1956.
- [6] 강정진, 최신 안테나 공학, 기한재, 1997.
- [7] 전자공학 핸드북, 이정환, 기다리, 1984.

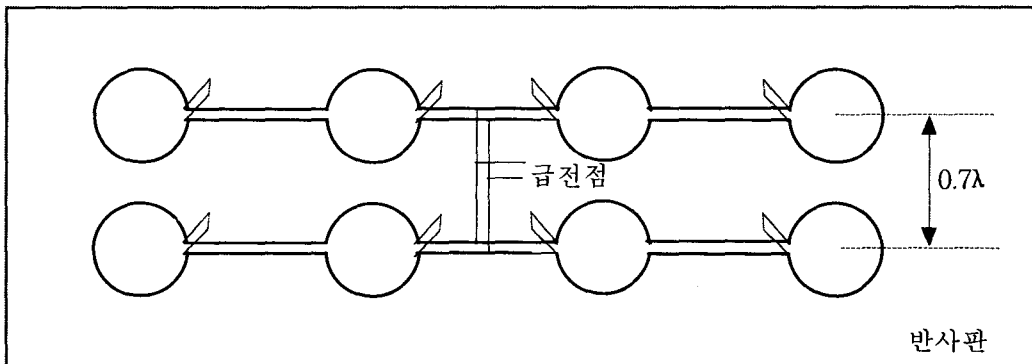


그림 3. 2×4 루프 배열 안테나

(도선 직경: 1.5 mm, 루프 길이: 122.4mm, 안테나와 반사판 간격: 1.42mm)