

지능형 순항제어 시스템용 24GHz 대역 배열 안테나 설계

채규수^{1*}

¹백석대학교 정보통신학부

Design of a K-band microstrip array antenna for an adaptive cruise control system

Gyoo-Soo Chae^{1*}

¹Division of Information Communication Eng., Baekseok University

요약 본 논문에서는 지능형 순항제어 시스템용 24GHz 대역 마이크로스트립 구형패치 배열 안테나의 설계 방법을 제안 하였다. 안테나는 송신안테나 1x2배열, 수신안테나 1x2배열로 각각 구성 하였다. 안테나는 CST MWS를 사용하여 시뮬레이션 하였고 RO-4003 기판($h=0.5\text{mm}$, $\epsilon_r=3.38$)을 사용하여 제작하였다. 제작된 안테나는 충돌방지용 센서회로 뒷면에 설치되어 측정 되었다. 시뮬레이션에서 안테나이득은 8.5dBi, 빔폭은 약 50°로 예측되었다. 실제 측정된 안테나 대역폭은 1GHz($VSWR \leq 2$) 정도로 목표 사양을 만족 하였다.

Abstract This paper describes a K-band microstrip patch antenna suitable for an adaptive cruise control(ACC) system. The presented transmitting and receiving patch antennas are designed with 1x2 array. The antennas are simulated using CST MWS and manufactured using RO-4003($h=0.5\text{mm}$, $\epsilon_r=3.38$). The antennas are installed on the backside of the sensor circuit and measured. The estimated gain and beamwidth are 8.5dBi and about 50° respectively. The measured bandwidth is about 1GHz($VSWR \leq 2$) which satisfies the desired specification.

Key Words : Array antenna, Patch antenna, Adaptive cruise control(ACC), Radar sensor, K-band

1. 서론

우리나라 교통사고 발생률이 OECD 26개국 중 26위로 가장 높은 것으로 나타났고 2006년 기준 통계에 의하면, 우리나라 교통사고 사망자는 연간 6,327명에 이르며 부상자 수는 340,229명에 이르는 것으로 조사되었다[1]. 국내의 교통 환경은 심한 교통체증 때문에 차량 이동성이 급격히 떨어지고 있으며 교통안전도 매우 위험한 상황이다. 이러한 차량 이동성의 증가를 위하여 지능형 교통시스템(ITS: Intelligent Transport Systems)의 도입이 절실히 필요한 실정이다. 그래서 선진 각국에서는 교통문제 해결을 위해 ITS 대표기구를 설치하고 많은 노력을 기울이고 있고 국내의 경우 전자 및 통신 기술 등 첨단기술을 활용, 첨단 교통체제로 전면 개편하는 「ITS 기본계획 21」을 2001년에 발표하였다. ITS 시스템에서 가장 중요한

부분은 자동차에 장착되는 첨단 지능형 부품이며 2010년 까지 전국에 지능형 교통 시스템을 구축하고 2020년까지 완전 주행이 가능한 첨단 도로 시스템을 구축할 예정이다. 지능형 자동차 부품들 중에서 차량 충돌방지용 레이더는 적응형 순항제어시스템(ACC)을 가능하게 하는 핵심기술이다.

유럽의 RadarNet, KOKON, 미국의 FLAR, Onstar 및 일본의 VICS 등 선진 외국에서는 도로안전에 대한 중요성을 인식하여 u-Safety 시스템 및 부품의 조기 상용화를 위한 산·학·연 간의 컨소시엄과 정부의 적극적인 지원으로 2013년 전 차종 장착을 목표로 표준화 및 연구 개발을 진행 중에 있다. Automotive IT 부품의 개발은 기술 난이도가 매우 높은 반면, 국내 기술은 아직 집약적이지 못하고 일부 분야의 원천기술이 취약하기는 하나 중장기적

*교신저자 : 채규수(gschae@bu.ac.kr)

접수일 09년 07월 14일

수정일 09년 08월 03일

재제확정일 09년 08월 19일

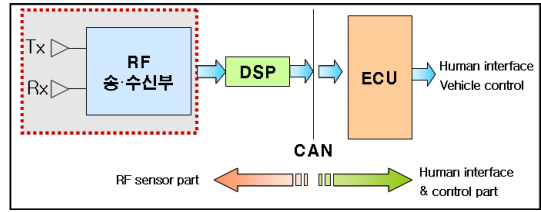
차원에서 새로운 IT응용 영역으로 기술 확보가 요구되는 분야이다. ACC 시스템의 핵심 기술은 레이더 센서로서 전자파를 이용한 레이더는 1970년대 초부터 개발이 시작되어 1980년대 초에 일본에서 레이저 레이더가 먼저 상용화 되었으나 레이저의 특성상 비, 눈, 안개 등의 환경에서 성능이 저하되며 흙, 먼지 등의 오염에 대해 취약하여 1980년대 후반부터 미국과 유럽 및 일본을 중심으로 밀리미터파를 이용한 시스템 개발이 야간 장애물 감시 및 ACC 시스템을 중심으로 연구되고 있다[2-3].

본 논문에서는 이러한 자동차충돌 방지시스템에 사용될 안테나를 설계하고자 한다.

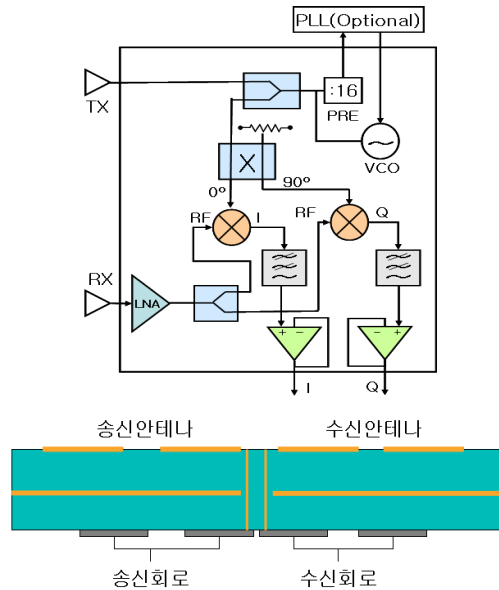
2. 안테나 설계 및 측정

구형 마이크로스트립 안테나의 설계방법은 여러 문헌에 소개되었다[4-8]. 그리고 차량 충돌 방지용 시스템에 사용되는 패치 안테나에 대한 연구도 이미 소개된 바 있다[4-5]. 안테나를 설계하기 전에 차량 충돌 방지레이더의 구조를 알아 볼 필요가 있다. 그림 1에서 지능형 순항 제어 시스템의 구성도가 나타나 있고 그림 2에서는 송수신기 회로의 구성과 안테나 배치도가 나타나 있다[2]. 기본적인 동작 구조는 송수신 부가 따로 동작 하도록 설계되는 것이다. 이에 따라 안테나 디자인 시 송수신 안테나의 특성과 배치가 결정된다. 본 논문에서는 지능형 순항 제어시스템의 RF 송·수신 안테나를 1x2배열 안테나를 설계하고자한다. 안테나는 그림 2에서와 같이 송수신기 회로와 분리된 다른 기판을 사용하여 회로 뒷면에 장착될 것이다.

표 1에서는 제안된 안테나의 설계 사양이 나타나 있다. 중심 주파수가 24.125GHz이고 선형 편파이며, 안테나 이득이 8dBi이상인 평면 패치 안테나이다. 패치안테나의 크기는 일반적인 마이크로스트립 구형패치안테나의 설계 방법에 따라 정하였다[6-8]. 그림 3은 안테나의 모양과 사용된 치수를 보여주고 있으며 안테나 구조에서 급전라인(wf)을 0.1mm로 정했는데, 제안된 구형 안테나의 입력 임피던스가 약 160Ω정도 이므로 제작상의 치수 한계를 고려하여 0.1mm(144Ω)로 결정 하였다. 실제 상용으로 판매된 몇 가지 안테나의 설계에서는 안테나의 입력 임피던스를 고려하지 않고 급전라인을 설계한 경우가 있었다. 그림 4에서 안테나의 급전라인의 폭에 따른 S파라미터 특성이 나타나 있다. 안테나의 입력임피던스와 급전라인의 임피던스가 일치하는 0.1mm 근처에서 매칭이 잘됨을 보여주고 있다.



[그림 1] 지능형 순항제어 시스템의 구성도[1]



[그림 2] 차량충돌 방지용 송수신기 회로 및 안테나 배치도[2]

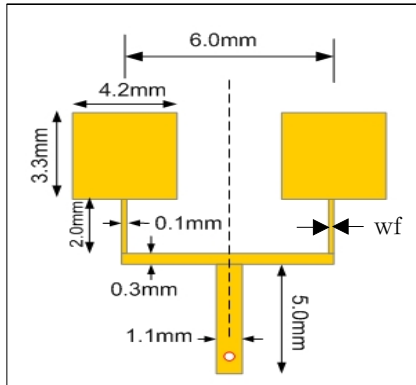
본 논문에서 제안하는 안테나는 구형패치 안테나의 설계방법은 일반적인 방법을 사용하였으나 급전 라인 설계에서는 안테나 특성을 보다 효과적으로 설계하였다. 배열 안테나의 방사 특성을 고려하여 안테나 간의 이격거리(d)는 중심주파수(@24GHz)의 반 파장 길이(~6mm)로 정하였다. CST MWS를 사용하여 시뮬레이션 한 방사패턴이 그림 5에 나타나 있다. 안테나 이득은 8.56dBi이고 빔 폭은 49.7°로 안테나의 목표사양을 만족 하는 것을 볼 수 있다.

[표 1] 제안된 안테나의 설계 사양

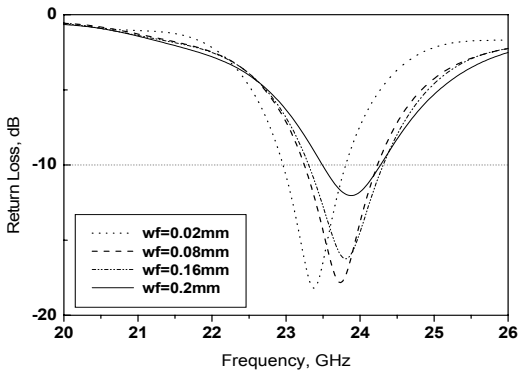
구 분	사 양
레이더 방식	FMCW
중심주파수	24.12GHz
대역폭	500MHz
안테나 이득	≥ 8dBi
안테나 빔폭	±30° El./±15° Az.

[표 2] 안테나 급전라인 폭(wf)에 따른 임피던스 변화

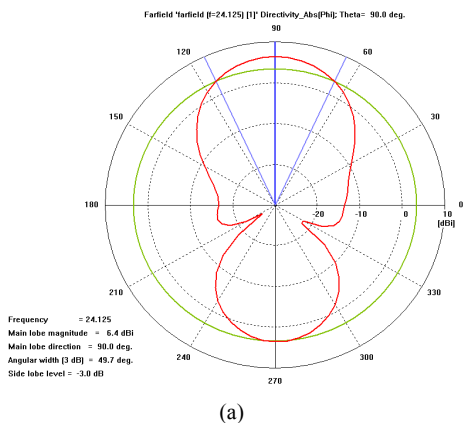
급전라인 폭(mm)	입력임피던스(Z_0)
0.04	182.4
0.10	144.0
0.16	124.8
0.40	87.9
1.10	50.0



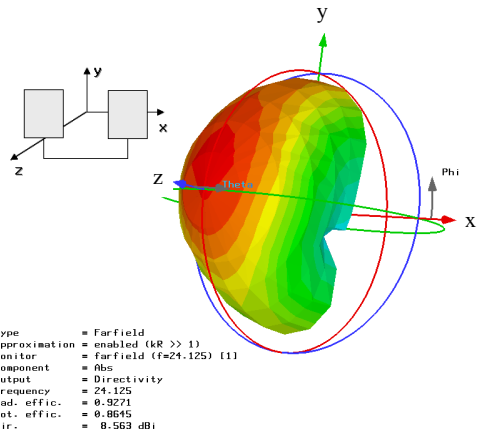
[그림 3] 제작된 안테나 모양 및 치수



[그림 4] 안테나 시뮬레이션 결과

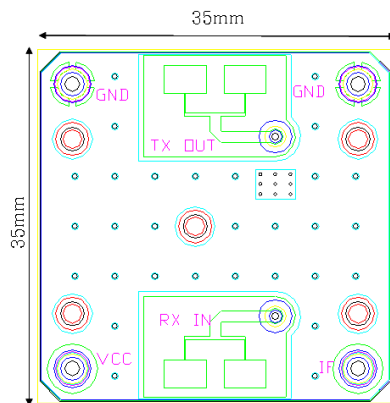


(a)

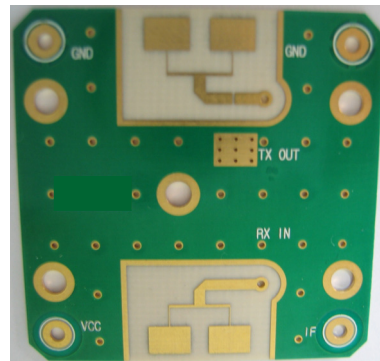


(b)

[그림 5] 안테나 방사패턴 시뮬레이션 결과 (a) 2차원 방사 패턴 (b) 3차원 방사 패턴

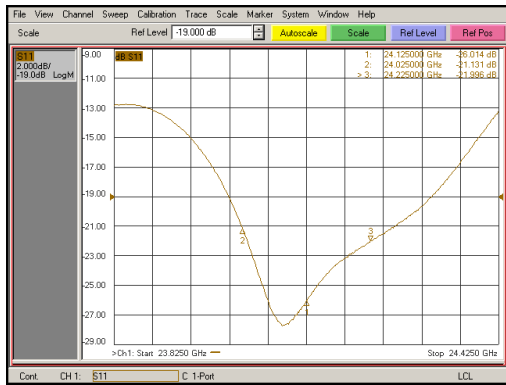


(a)



(b)

[그림 6] 제작된 안테나 모양 (a) 안테나 설계도 (b) 제작된 안테나 RO-4003기판 ($h=0.5\text{mm}$, $\epsilon_r=3.38$)



[그림 7] 안테나 S11 측정 결과

그림 6에서는 안테나 제작을 위한 CAD 설계도와 실제 제작된 안테나의 사진을 보여 주고 있다. 송수신 안테나의 이격거리를 최대로 하면서 편파특성을 고려하여 안테나를 배치하였다. 그림 7에서는 제작된 안테나의 반사손실을 측정한 결과이다. 동작 주파수 대역에서 대역폭이 충분히 확보 되고 있음을 보여주고 있다. 안테나의 방사패턴은 직접 밀리미터파 무반사실에서 측정하지 못했으나 제안된 안테나를 센서 시스템에 장착하여 출력전력을 측정한 결과 양호한 특성을 얻었다.

3. 결론

본 논문에서는 지능형 순항제어 시스템용 24GHz 대역 마이크로스트립 구형패치 배열 안테나의 설계 방법을 제안 하였다. 안테나 구성은 송수신안테나가 각각 1x2배열로 구성되었으며, 안테나의 이득은 8dBi이상이며 대역폭은 약 1GHz(VSWR≤2)로 설계되었다. 그리고 안테나의 급전라인을 기존에 제시된 안테나보다 효율적인 방법으로 설계하여 이득과 대역폭을 충분히 확보 하였다. 제안된 안테나는 1x2배열이지만 향후 더 세밀한 탐지센서에 사용되기 위해서는 더 많은 수의 배열을 사용한 안테나가 설계되어야 한다.

참고문헌

[1] 홍주연 외, “전방감지용 밀리미터파 레이더 기술동향,” 전자통신동향분석, 22권, 5호, pp. 35-45, 2007.
 [2] F. Placentino, et al., “Measurements of length and velocity of vehicles with a low cost sensor radar Doppler operating at 24GHz,” 2nd International

Workshop on Advances in Sensors and Interface (IWASI), pp. 1-5, June 2007.

[3] Chuang Wang, et al., “A low cost 24-GHz FMCW radar for automobile application,” 2005 European Radar Conference(EURAD), pp. 359-362, Oct. 2005.
 [4] 최홍문, “FMCW방식의 근거리 차량용 레이더 안테나에 관한 연구,” 서울대학교 공학박사학위논문, 2006.
 [5] 박상오, 정천석, “차량충돌방지용 레이더를 위한 76-77GHz대의 마이크로스트립 패치 배열안테나 설계,” 울산대학교 공학연구논문, 제33권, 2호, pp. 63-86, 2002.
 [6] R. James and P. S. Hall, *Handbook of Microstrip Antennas*, vol. 1&2, IEEE-Series, Peter Peregrinus Ltd., 1989.
 [7] Garg, Ramesh, *Microstrip antenna design handbook*, Artech House, 2001.
 [8] C. A. Balanis, *Antenna theory*, 3rd edition, Wiley, 2005.

채 규 수(Gyoo-Soo Chae)

[종신회원]



- 1995년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2000년 12월 : Virginia Tech (공학박사)
- 2001년 1월 ~ 2003년 2월 : Amphenol Mobile (RF manager)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수

<관심분야>

안테나 설계, 초고주파 이론