

밀리미터파 자동차레이더의 개발동향 및 기술적 과제

손 홍 민

호남대학교 전파공학과

I. 서 론

오늘날 자동차에 의한 도로교통은 사회적, 경제적 발전에 크게 공헌하고 있음은 물론, 현 사회 시스템의 중추적 역할을 담당하고 있다. 반면 자동차의 급격한 보급에 비례하여 교통사고로 인한 인적, 물적 피해가 기하급수적으로 늘고 있으며, 극심한 도로정체에 의한 운송효율의 저하는 국가 산업경쟁력에 커다란 문제점으로 대두되고 있다. 따라서, 자동차 운행에 있어서 안전성 및 수송효율의 향상이 요구되고 있는 실정이다.

이와같은 사회적 요청에 의해 선진국을 중심으로 자동차의 안전운행의 지원 및 교통관리의 최적화를 위한 지능형 교통시스템(ITS: Intelligent Transport Systems)의 도입이 적극적으로 추진되고 있다. 특히, 교통사고의 증가 및 급속히 진행되고 있는 고령화 사회에 대응하기 위해 운전자의 시각을 보조하고 주변 상황을 통보함으로써 운전자의 육체적, 심리적 부담을 경감시키고 자동차의 주행 안전성을 향상시키는 고 신뢰성의 시스템 구축이 절실히 요망되고 있다.

이에 미국, 유럽, 일본 등의 선진 각국은 자동차의 안전주행 지원시스템으로 밀리미터파를 이용한 자동차 레이더의 개발을 90년대 초반부터 적극적으로 추진하여, 현재 실용화 단계에 들어와 있다. 각국 정부에서도 자동차 레이더의 실용화를 촉진시키기 위해 자동차 레이더 전용 주파수를 이미 할당해 놓았으며, 국가별 기술기준의 제정 및 국제 표준화에 박차를 가하고 있다.

본고에서는 먼저 자동차의 안정주행 지원시스템으로서의 밀리미터파 레이더의 유용성, 기능적 특징 및 기본구성 등에 대해 설명하고, 요구되는 기능을 충분히 만족시키기 위한 무선장치의 주요 기술적 조건에 관해 검토한 내용을 기술한다. 이어서 밀리미터파 자동차 레이더의 규격 통일을 둘러싼 표준화 및 국내의 업체의 개발동향을 소개하고, 끝으로 성공적인 시장도입을 위해 앞으로 해결해야 할 기술적 과제에 대하여 논한다.

II. 밀리미터파 자동차 레이더의 특징

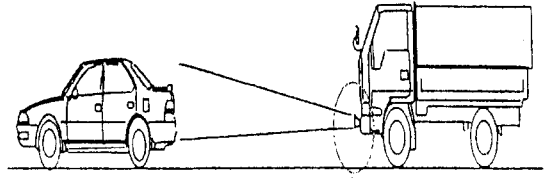
2-1 왜 밀리미터파 레이더인가?

자동차의 운행 중 시시각각으로 변하는 전후방 및 측방의 주변환경을 측정할 수 있는 센서로서, 현재까지 여러 가지 방식이 검토되었으며 실제로 상품화된 것도 있다. 주요한 검토대상으로서는 초음파, 적외선, 레이저, 전파레이더 및 화상센서 등이 있다. <표 1>은 이러한 센서들의 특징 및 장단점을 비교해 놓은 것이다.

<표 1>에서 알 수 있듯이 여러 가지 센서 중 밀리미터 파장대의 전파를 이용한 레이더는 고정밀도, 고기능을 갖추고 있으며, 특히 안개나 우천시에도 사용이 가능한 전천후 센서이다. 또한 밀리미터파는 전반손실이 크므로 원거리에 대한 전파방해를 최소화 할 수 있으며 동시에 자신도 전파방해를 받을 염려가 적다. 더욱이, 파장이 짧으므로 안테나 및 송수신 장치의 소형 경량화가 가능하여 자동차에 부착하기가 용이하다. 소자 기술면에서

〈표 1〉 주요 센서의 종류 및 특징

종 류	특징 및 장단점
초음파 센서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 수십 kHz의 음파를 사용, 단거리 정보장치로서 상품화. 2. 소형이며 저가격이나, 주변잡음 등 환경의 영향을 받기 쉬움.
레이저 센서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 근적외선 레이저를 이용, 장거리의 장애물 검출용으로 상품화. 2. 고품질, 고정밀도, 고기능화가 가능하지만, 안개, 비 등의 기상조건에 약함.
전파 레이더	<ol style="list-style-type: none"> 1. 밀리미터파 전파를 이용, 장거리 장애물 검출용으로 실용화 개발 중. 2. 고정밀도, 고기능화가 가능하며 기상조건에 관계없이 전천후로 사용 가능.
화상센서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 가시광, 적외선 등을 2차원적으로 검출하여 물체의 식별, 거리 측정 등에 이용 가능. 2. 최근 연구 개시 상태로 고정밀도, 고기능화가 기대되나 복잡한 화상 처리 기술이 관건.



[그림 1] 밀리미터파 자동차 레이더의 실용 예

상대속도를 측정하여 주차시 또는 차선변경시 운전자 시야의 사각지대의 상황을 알려주는 시스템 등 여러 가치를 생각할 수 있으나, 현재 가장 활발히 개발중인 것은 주행시 전방의 상황을 감시하여 위험을 운전자에게 경고하거나, 차량의 제동장치를 제어함으로써 전방의 차량 및 장애물과의 충돌에 의한 사고를 사전에 방지하고자 하는 시스템이다.

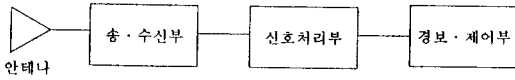
이와 같은 충돌방지용 자동차 레이더는 [그림 1]과 같이 자동차의 전면부에 부착된 레이더로부터 전파를 방사하여 전방에 주행하는 자동차로부터의 반사파를 수신, 송신파와 수신파와의 시간차 및 도플러효과에 의한 주파수차를 측정하여 전방 주행차와의 거리 및 속도차를 산출한다. 초기에는 산출된 측정치에 의해 운전자에게 위험을 알려주는 단순 경보기능이 주종을 이룰 것으로 보나, 자동차의 속도조정 장치 및 제동장치를 자동적으로 제어할 수 있는 기능의 실현을 위한 연구개발이 진행되고 있어 자동추적 및 자율주행 등의 고도한 시스템의 개발이 기대된다.

자동차 레이더의 기능은 위에서 기술한 바와 같이 전방의 상황에 대한 필요한 정보를 수집하는 기본기능과 측정된 데이터를 이용 안전주행을 위해 행하는 응용기능으로 나눌 수 있다. 기본기능에는 전방의 표적까지의 거리를 측정하는 거리측정기능과 표적의 절대속도 또는 상대속도를 측정하는 속도측정 기능이 있으나, 채용하는 레이더 방식

도 밀리미터 파장대의 안테나 설계 제작 및 MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit) 기술의 눈부신 발전으로 최근 100 GHz까지의 개발이 급속히 진행되고 있으며, DSP(Digital Signal Processor) 등의 고속연산소자의 개발도 자동차용 소형 밀리미터파 레이더의 실용화를 촉진시키고 있다.

2-2 기능 및 구성

레이더를 자동차에 탑재하여 주행시 안전성을 향상시키는 응용방법으로 진행방향이냐 횡방향에 있는 대지와의 상대속도를 측정하여 어떤 규정된 속도를 초과하면 자동적으로 제동장치를 제어하는 시스템이나 후방 및 측방의 장애물까지의 거리 및



[그림 2] 밀리미터파 자동차 레이더의 시스템 구성도

에 따라 두가지 기능을 다 갖추지 못하는 경우도 있다.

자동차 레이더의 기본적인 구성은 [그림 2]와 같이 안테나, 송수신부, 신호처리부 및 경보 또는 제어부로 구성된다. 안테나는 송수신 일체 또는 분리형, 단일 안테나 또는 복수개로 구성된 배열 안테나, 기계식 또는 전자식 빔주사 등 여러 가지 종류의 안테나 및 기술의 적용이 가능하며, 실제로 자동차 레이더용 안테나의 개발에 관한 연구개발 보고에서 여러 가지 방법이 시도되고 있음을 알 수 있다. 이에 대해서는 제Ⅲ장에 자세히 논하기로 한다.

송수신부는 송신 또는 수신신호의 증폭 및 변복조, 밀리미터파 또는 IF로의 주파수 변환 등을 행하며, 신호처리부는 DSP와 같은 고속연산소자로 구성되어 수신신호로부터 거리, 속도 등을 연산하는 부분으로, 측정치의 정밀도와 신뢰성 향상을 위한 간섭 및 표적외의 반사파(clutter)의 제거처리, 레이더시스템의 제어 등이 포함된다. 마지막으로 경보, 제어부는 정보 표시장치, 경보장치 및 제어장치 등으로 구성되며, 측정된 거리, 속도 등의 정보를 운전자에게 알리고, 위험시 경보를 발하며, 측정치에 의해 자동차의 속도 및 제동장치를 제어하는 응용부분에 해당된다.

2-3 성능 및 기술적 조건

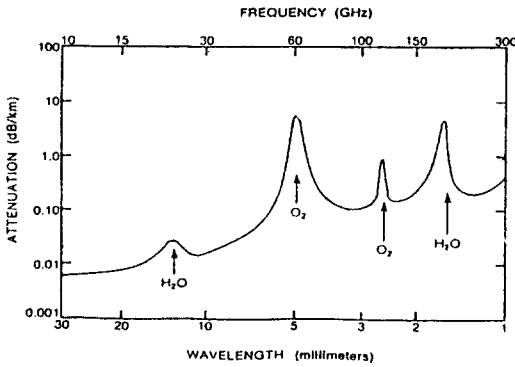
자동차 레이더를 어떤 용도로 사용할 것인가에

따라 요구되는 레이더 시스템의 기능, 성능 및 그 성능을 실현하기 위한 기술적 조건에는 다소의 차이가 있으나, 고속주행 또는 야간, 악천후시 차간거리의 확보에 의한 충돌방지를 목적으로할 경우, 전방 표적과의 거리측정과 속도측정의 두 가지 기본기능에 대한 성능은 차량의 크기 및 성능을 비롯하여 도로폭, 주행속도 등의 교통환경 등을 감안할 때 <표 2>와 같은 목표성능이 요구되어진다.

요구된 성능의 실현을 위해 레이더의 무선장치에 대한 기본적인 기술조건을 생각하면, 먼저 사용 주파수의 선택이 중요하다. 자동차 레이더는 기본적으로 전파를 발사하므로 전파법상 무선국에 해당된다. 전파는 유한한 자원으로 공간에 퍼져 나가는 특성을 가지고 있으므로 통신, 방송, 우주탐사 등 다른 업무에 사용하는 타무선국에 전파방해를 주지 않는 주파수를 선택하여야 한다. 또한 자동차의 안전운행에 필요한 정보를 주야간이나 기상조건에 관계없이 확보할 수 있어야 하며, 레이더간의 상호간섭 및 긴 전방거리로 인한 원방의 물체로부터의 불필요한 반사파가 발생할 가능성이 적은 주파수를 찾는 것이 대단히 중요하다. 밀리미터파의 대기에 대한 감쇄특성[그림 3] 및 현재의 기술적 구현 가능성 등을 고려할 때, 60~70 GHz 근방이 적절함을 알 수 있다.

<표 2> 충돌 방지를 위한 밀리미터파 자동차 레이더의 목표성능

최대 탐지거리	100 m 이상
최근접 탐지거리	3 m 이하
탐지 상대속도	±200 km/h
거리 분해능	1 m
속도 분해능	±1 km/h



[그림 3] 밀리미터파의 감쇄 특성

주파수와 더불어 주요한 기술조건 중의 하나는 레이더의 송신출력이다. 다른 차량에 탑재된 레이더를 비롯 여타의 무선국에 전파간섭을 초래하지 않으면서 시스템의 성능을 만족시키는 범위내에서 결정된다. 레이더의 송신전력은 식 (1)의 레이더 방정식으로부터 구할 수 있다.

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4 L} \quad (1)$$

여기서,

P_r : 레이더의 수신전력,

P_t : 레이더의 송신전력,

G_t : 송신 안테나의 이득,

G_r : 수신 안테나의 이득,

λ : 파장,

σ : 표적의 산란단면적,

R : 탐지거리,

L : 전파손실 등

최대 탐지거리 R_{max} [m]에 있는 산란단면적이 σ_{min} 인 최소 목표표적을 탐지하는 데 필요한 레이

더의 최소 수신전력을 P_{min} 이라 하면, 이 때 필요한 송신전력은 식 (1)로부터 다음식과 같이 구해진다.

$$P_t = \frac{(4\pi)^3 P_{min} R_{max}^4 L}{G_t G_r \lambda^2 \sigma_{min}} \quad (2)$$

최소 수신전력 P_{min} 은 레이더의 방식에 따라 다소 차이가 있으므로, 필요 송신전력 P_t 도 어떤 레이더 방식을 사용하는가에 따라 달라지나, P_{min} 을 결정짓는 주요 인자는 레이더 수신부의 SNR이므로 저잡음화를 위한 신호처리 및 하드웨어 구성 기술이 중요하다.

이외에도 측정치의 정밀도 및 분해능의 성능을 좌우하는 주파수 대역폭, 스퓨리어스 발사강도의 허용치 등이 무선설비로서 규정되어야 할 기술적 조건이다.

Ⅲ. 표준화 및 개발동향

선진각국에서는 1990년을 전후로 밀리미터파 자동차레이더의 기술개발을 국가차원으로 활발히 추진해 오고 있으며, 각국 정부는 서로 경쟁적으로 밀리미터파 자동차 레이더용 주파수의 할당 및 기술조건을 발표하였다(표 3). 세계적인 자동차 보급의 증가와 더불어 주행에 있어서 안전성에 관한 소비자들의 관심이 해마다 고조되고 있는 가운데 향후 자동차 레이더의 시장규모는 2000년에는 5조, 2005년에는 8조, 2010년에는 11조원으로 비약적으로 증가할 것으로 예측되고 있다. 선진각국은 이 분야에서의 세계시장 선점 및 기술적 우위를 확보하기 위해 연구개발은 물론, 각 지역별 및 국제표준화에도 박차를 가하고 있다.

3-1 표준화 동향

〈표 3〉 주요각국의 밀리미터파 자동차레이더의 기술기준

지역	할당주파수 (GHz)	송신전력 (mw)	스푸리어스 발사강도	최대점유 주파수대역폭	송신안테나 절대이득
일본	60.0~61.0 76.0~77.0	10	100 μ w	500 MHz	40 db
미국	46.7~46.9	(측정거리 3 m) 전방감시용 ┌ 정지시:200 mw/cm ² └ 운행시:60 mw/cm ² 측후방감시용:30 mw/cm ²	(측정거리 3 m) 2 pw/cm ²	규정없음	규정없음
	76.0~77.0		전방감시용: 600 pw/cm ² 측후방감시용: 300 pw/cm ²		
유럽	76.0~77.0	검토중	검토중		

1) 미국의 동향

미국은 이미 마이크로파대 주파수를 이용한 자동차 레이더의 실용화에 많은 실적을 가지고 있다. 대표적으로 Vorad사는 ISM(Industrial, Scientific and Medical)밴드의 24 GHz대의 주파수를 사용하는 차간경보용 자동차 레이더를 개발 Gray Hound 버스에 탑재하여 일년만에 약 20 %의 충돌사고를 감소시켰다는 보고가 있다. 그러나 24 GHz 자동차 레이더는 승용차용으로는 안테나를 비롯 장치의 부피가 크므로 실용성이 낮아 밀리미터파의 이용이 절실히 필요하게 되었다. 이에 업체의 요망을 받아 연방통신위원회(FCC:Federal Communications Commission)에서는 1994년 11월에 40 GHz 이상의 밀리미터파 대역 주파수의 이용에 관한 NPRM (Notice of Proposal Rule Making)을 발표, 자동차 레이더용 주파수로 47.2~47.4 GHz, 76.0~77.0 GHz, 94.7~95.7 GHz, 139.0~140.0 GHz의 4밴드의 총 3.2 GHz대역의 할당을 제안했으며, 약 2년동안 각계의 의견을 수렴하여 1996년 6월, 46.7~46.9 GHz 및 76~77 GHz의 두대역의 주파수 할당 및 기술기준을 발표하였다.

상기의 발표 직후, 미국은 NTIA(National Telecommunications and Information Administration)와 FCC가 협력, IEEE내에 VRSS(Vehicular Radar Standard Subcommittee)라는 작업반을 조직하여 밀리미터파 자동차 레이더의 표준규격 개발을 진행하고 있으며, 이 규격의 세계표준화를 목표로 국제적인 조정작업도 활발히 추진하고 있다.

2) 유럽의 동향

밀리미터파 자동차 레이더용 주파수 할당은 유럽이 세계의 선두를 꿰었다. 1992년 10월 ERC(European Radiocommunication Committee)가 자동차 레이더 전용으로 76~77 GHz의 주파수 할당을 권고하였으며, 유럽내의 27국이 이 권고안의 수용을 표명하였다. 이에 1994년 4월 영국의 Philips 연구소 등 레이더 및 자동차업체가 중심이 되어 EARS(G(European Automotive Radar Specifications Group))을 결성, 밀리미터파 자동차 레이더의 기술 표준을 추진하고 있다.

3) 일본의 동향

1988년부터 3년간 밀리미터파 센싱위원회에서 밀리미터파 자동차 레이더에 대한 기초실험이 실시되어 사용주파수로서 60 GHz대가 적절하다고 보고되었다. 92년부터 93년까지 전파시스템 개발센터(현 전파산업회) 내에 자동차 레이더 개발부회가 설치되어 표준규격안이 작성되었으며, 95년 3월 전기통신기술심의회는 60~61 GHz를 이용하는 자동차 레이더의 기술조건에 대해 검토한 보고서를 우정성에 제출하였다. 최종 검토작업을 거쳐 1995년 10월 밀리미터파 자동차 레이더용 특정소출력 무선국으로 그 사용주파수 및 기술조건이 고시되었다. 또한 일본은 미국과 유럽의 주파수할당 및 표준화동향에 주목 1996년부터 76 GHz대의 자동차 레이더의 기술조건에 관해서도 검토를 진행하여 1997년 12월 확정 고시하였다.

3-2 기술개발 동향

밀리미터파 자동차 레이더의 실현을 위한 요소 기술로는 안테나, 밀리미터파 회로, 신호처리 기술 등을 들 수 있다. 최근 10년동안 보고된 자료에서 상기의 요소기술들을 중심으로 개발 동향을 소개하고자 한다.

1) 레이더 방식

레이더의 방식으로 펄스, FMCW, 2주파 CW 및 스펙트럼 확산방식의 4방식이 제안되었다. 자동차 레이더의 경우, 고주파 및 신호처리부의 구성이 비교적 간단하고, 상대거리 및 속도에 대한 응답성이 양호하며, 직접계측이 가능해야 하며, 저가격 등이 요구되어진다. 또한 이제까지의 개발 및 사용실적에 의한 축적된 경험과 기술에 대한 확신도 방식의 선택에 있어서 중요한 요소라 하겠다.

이와같은 요건에 현 단계로서는 FMCW 방식이 상대적으로 가장 적합성이 우수하다고 볼 수 있다. FMCW 방식의 경우, 거리 및 속도가 비트신호의 주파수정보로서 얻어지므로 주파수해석에 의해 상대거리 및 상대속도를 쉽게 산출할 수 있으며 신호처리부에 고속 DSP소자를 사용함으로써 다중표적의 식별도 가능하다. <표 4>의 개발현황에서 초기에는 펄스방식을 사용하였으나 점점 FMCW 방식이 주종을 이루고 있음을 알 수 있다. 스펙트럼 확산 및 2주파 CW 방식을 채용한 연구보고도 있으나 아직 연구단계로 실용화까지는 다소 시간이 필요할 것으로 예상된다.

2) 안테나 기술

자동차 레이더용 안테나는 주행시 레이더의 탐지범위를 확보함과 동시에 마주오는 차량으로부터의 전파간섭 및 가드레일 등과 같은 도로주변의 구조물에 의한 반사파의 영향을 가능한 받지 않아야 하며, 전방의 주행차를 곡선 커브에서도 레이더 시야에서 계속 추적할 수 있는 능력이 필요하다. 자동차 레이더용 안테나는 이러한 과제 해결에 중요한 역할을 하면서, 소형, 경량으로 높은 신뢰성과 저가격이 요구된다.

이러한 과제의 해결을 위해 편파를 이용하는 방법, 복수개의 수신안테나를 스위치에 의해 선택함으로써 수신 빔방향을 전환하는 방법 및 예리한 빔폭의 단일빔을 주사하는 방법 등 여러 가지 기술이 적용되고 있으며, 초기의 도파관 안테나 대신에 유전체 렌즈 및 평면 안테나의 사용이 증가하고 있다.

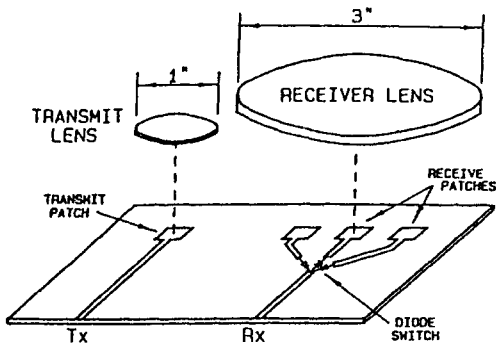
[그림 4]는 자동차 레이더용으로 개발된 렌즈 안테나의 구성 예이다. 패치 안테나를 급전 안테나로 사용하고 그 앞면에 고밀도 폴리에틸렌의 유전체 렌즈를 배치한 구조로 되어있다. 송신용 렌즈의

〈표 4〉 밀리미터 자동차레이더의 개발 현황

연도	개발기관	주파수(GHz)	송신출력(mw)	방식	특징
1990	Lille 대학	94	-	펄스	렌즈 안테나
	SMA	38.5	-	펄스	incoherent
1991	Philips 연구소	76	10	FMCW	카세그린안테나
1992	GEC-Plessey	76	20	FMCW	렌즈-멀티빔안테나
	Fujitsu	60	3	FMCW	V형도파관안테나
	TRW	94	10	FMCW	lchip MMIC
	TEMIC DASA	76	-	펄스	coherent
	뮌헨대학	61	-	SS	PN coding
1993	Millitech	76	-	펄스 FMCW	렌즈-멀티빔안테나
	DASA	76	-	FMCW	
1994	Celsius Tech.	76	10	FMCW	카세그린안테나
	Hino	60	-	FMCW	NRD Guide
	Philips 연구소	76	-		주파수 scan
1995	Toyota	60	3	FMCW	평면안테나
	Nissan	60	-	펄스 FMCW	NRD Guide
	Voard	47, 76	-	2주파 CW	mono 펄스
	Raytheon	76	-		전자식 scan
	Delco	76	10	FMCW	기계식 scan
1998	LG 정밀	77	-	FMCW	멀티빔 안테나

직경은 약 25 mm로서 빔폭은 약 10°이다. 수신용 렌즈의 직경은 약 75 mm이며 수신용 급전 안테나는 패치 안테나를 유전체 렌즈의 집점에 3개

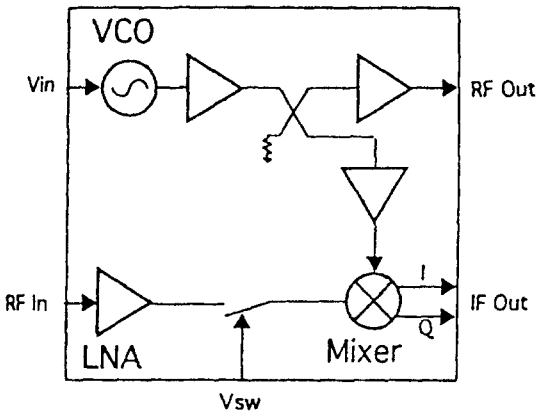
배열하여 다이오드 스위치로 선택함으로써 수신빔의 방향을 바꿀 수 있도록 되어 있다.



[그림 4] 렌즈 안테나의 구성도

3) 밀리미터파 회로

밀리미터파 자동차 레이더는 소형, 경량화, 고신뢰성이 요구되므로 밀리미터파 송수신부는 MMIC로 구성된다. MMIC는 GaAs계의 단일 반도체 기판 위에 복수개의 능동 및 수동소자를 집적화시킨 것으로 밀리미터파 영역의 MMIC의 경우, 수 mm 크기로 증폭기, 발진기, 주파수변환기 등의 기능을 가진 소자를 만들 수 있다. 밀리미터파 영역의 MMIC제작에 있어서 능동소자층의 형성에 특성이 서로 다른 반도체의 접합에 의해 전자의 이동도를



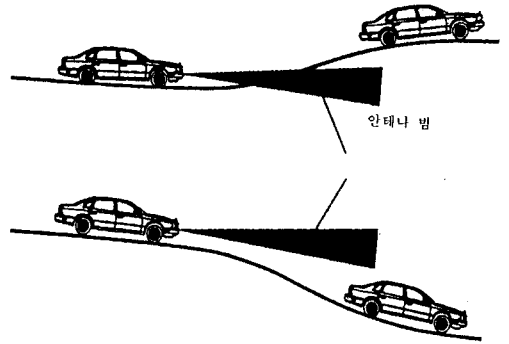
[그림 5] 고집적 MMIC의 회로 구성도

높게 하고 게이트 길이를 극히 짧게한 HEMT (High Electron Mobility Transistor)가 기본이었으나 최근에는 HEMT의 전하이동도를 더욱 개선한 PH-EMT(Pseudomorphic HEMT)가 주류를 이루고 있다.

밀리미터파 송수신 회로로 PHEMT를 이용한 저잡음증폭기, 고출력증폭기, 발진기, 주파수변환기 등의 MMIC가 이미 개발되었으며, 최근에는 FM-CW 레이더의 전단부를 단일칩으로 고 집적한 MMIC의 개발진행도 보고되고 있다. 이 MMIC는 0.1 μm PHEMT 프로세서를 사용하여 6.5 mm \times 3 mm의 칩사이즈에 이득이 4 dB, isolation이 10~20 dB인 저잡음증폭기와 90~94 GHz에서 10 dBm의 출력특성을 갖는 VCO, 18 dB의 영상제거비를 갖는 영상제거믹서 등의 회로를 집적화 하였다. [그림 5]는 이 고집적 MMIC의 회로 구성도이다.

4) 신호처리부

A/D (D/A) 변환기 및 DSP, VCO 구동 파형발생회로 등으로 구성되어 수신신호를 처리하여 표적까지의 거리 및 상대속도를 산출한다. 반도체 기



[그림 6] 도로기복에 의한 레이저 시야에서의 표적 상실 예

술의 발전에 의해 고속 DSP가 등장함에 따라 고도의 알고리즘 처리도 가능하게 되어, 다중표적의 식별, 목표표적 이외로부터의 반사파(clutter)의 제거, 굴곡도로에서의 표적의 추적 등에 효과적인 대응이 기대된다.

IV. 기술적 과제

4-1 안테나

레이더용 안테나가 부착되는 자동차의 앞범퍼 주변은 라이트, 램프, 라디에이터 등 주요한 부품이 설치되어 있으며 면적의 확보도 쉽지 않으므로, 크기, 중량 및 모양의 제약은 받는다. 그러므로 가능한 소형, 경량으로 두께가 얇은 것이 유리하다. 평면 안테나는 이러한 문제점의 유력한 해결방법의 하나로 기대된다.

굴곡도로에서 전방의 표적을 확실히 포착 추적하기 위해서는 안테나의 주사가 효과적이다.

현재까지의 개발예에서도 주사 안테나를 채용한 레이더는 많으나, 대부분 횡방향의 주사이다.

그러나, 실제의 도로사정은 [그림 6]과 같이 기복에 의해 전방의 표적을 잃어버리는 경우도 발생

하기 쉽다. 특히, 산이 많은 우리나라의 도로사정에서는 그 심각성이 더 할 것이다 따라서, 좌우뿐만 아니라 상하 방향으로도 빔의 제어가 필요하다. 또한, 주사방법으로는 현재는 가격상 기계식을 채용하고 있으나, 저가격의 위상배열 안테나의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

4-2 간섭과 편파

향후 자동차 레이더의 보급증가와 더불어 레이더간의 간섭이 큰 문제로 대두될 가능성이 있다. 그 대책으로 편파를 통일하는 것이 하나의 유효한 방법일 것이다. 즉, 편파의 방향을 오른쪽 또는 왼쪽으로 45° 기울인 직선편파 또는 원편파를 사용하면, 마주오는 차량으로부터의 전파는 90° 직교 혹은 서로 반대방향으로 도는 편파로 되어 간섭을 감쇄시키는 효과를 기대할 수 있다. 그러나, 자동차 레이더에 대하여 아직 그 효과의 정량적 평가가 이루어진 예가 없으므로 어떤 편파로 통일시키는 것이 효과적인가에 대한 기초실험이 필요하다.

4-3 목표물 이외의 물체에 의한 반사파(clutter)에 대한 대처

자동차 레이더에서는 탐재된 차량의 진행방향의 탐지거리내에 있는 차량이나 건축물 등이 목표물로서, 그 이외의 물체로부터의 반사파는 오탐지의 원인이 된다. 이러한 clutter의 대표적인 예로 고속도로에서는 커브주행시 옆 차선의 차량 또는 가드레일, 교통안내판 등 도로측면에 있는 물체로부터의 반사파가 있다. 이것을 어떻게 효과적으로 제거할 것인가가 중요하다.

clutter 대처방법으로서

- ① 커브주행시에 빔의 방향을 변화시키는 빔 편

향 방식

- ② 빔을 항상 주사하여 방위와 거리의 정보에서부터 clutter를 식별하여 제거하는 주사방식
- ③ 복수의 안테나 빔을 형성시켜 이것을 절환하는 다중 빔방식
- ④ 커브주행시에 최대 탐지거리를 짧게하는 레이지 카트방식

등을 생각할 수가 있으나, 구성이나 신호처리의 복잡성, clutter 제거성능 등의 점에서 일장일단이 있으므로, 비용대 효과의 측면에서 어떤 방식을 어떻게 구성, 개량할 것이며, 혹은 서로 혼합할 것인가에 대한 연구가 필요하다.

4-4 신뢰성

레이더가 장착되는 자동차의 전면부는 열, 진동, 물, 먼지 등의 환경에 노출되어 있으므로, 이러한 환경 속에서도 견딜수 있도록 소자와 회로의 신뢰성 및 레이더 장치의 방열구조, 방수성 등이 충분히 고려되어야 할 것이다.

또한, 레이더 장치가 정상적으로 동작하고 있는지를 자체적으로 점검할 수 있는 기능을 갖추는 것이 필요하다. 특히, 레이더에 의한 측정치로 속도조절 및 제동장치를 제어하는 시스템인 경우, 레이더 장치의 오동작은 인명에 치명적인 사고를 유발할 수도 있다. 따라서, 레이더와 경보장치 또는 차량의 제어장치와의 연결부위의 접속상태 및 회로자체의 동작상태 등을 자체진단하여 이상유무를 운전자에게 알려주는 기능은 레이더의 신뢰성을 확보하는 데 있어서 필요불가결하다고 하겠다.

V. 결 론

자동차에 레이더를 도입함으로써 안전성과 편리

성을 향상시키고 궁극적으로는 자동차 스스로가 주위의 상황을 판단하여 속도조절, 제동제어 및 핸들의 조작까지 수행할 수 있는 자동차의 실현에 대한 꿈을 안고 많은 연구자 및 기술자가 도전한 지도 어언 20년 이상이 지났다. 급증하는 교통사고의 대처 방법으로 자동차 레이더에 대한 관심의 고조와 더불어 밀리미터파 기술의 진보 및 90년대 들어 본격적인 개발에 의해 자동차 레이더는 밀리미터파를 이용하는 시스템 중 상용화가 가장 먼저 예상되는 분야 중의 하나이다. 국내에서도 최근 밀리미터파 자동차 레이더 및 레이더용 안테나, 회로 등의 개발 성과가 보고된 바 있어 앞으로 이 분야의 활발한 연구개발과 더불어 큰 성과가 기대된다.

밀리미터파 자동차 레이더가 자동차에 장착되는 다른 여러 전자장치와 같이 대중적인 상품으로 접하기 위해서는 clutter에 의한 오경보에 대한 효과적 대처기술의 개발 등 기술적 과제에 대한 해결 및 고신뢰성, 저가격화 등이 필요하다고 생각된다. 이는 실제 고속도로 및 일반도로에서의 많은 야외 실험에 의한 경험과 데이터의 축적 및 면밀한 실험데이터 분석에서 찾을 수 있을 것이다.

앞에서 소개한 바와 같이 선진각국은 전과행정에서도 주파수할당 및 기술조건을 발표하였으며 밀리미터파 자동차 레이더를 허가나 신고가 필요 없는 비허가무선국로 확정하여 조기 상품화 및 시장도입을 위한 법제도를 이미 정비하였으며, 향후 세계 시장에서의 우위를 점하기 위해 국제표준화도 활발히 진행하고 있다. 국내에서도 조속히 환경이 정비되어 밀리미터파 자동차 레이더의 연구개발에 많은 기업이나 연구기관의 참가를 기대한다. 아울러, 개발된 우리의 기술을 국제표준화에 반영시키기 위한 적극적인 노력도 필요하다.

참고문헌

- [1] P. Bhartia and I. J. Bahl, *Millimeter Wave Engineering and Applications*, John Wiley & Son, 1984.
- [2] M. I. Skolnik, *Introduction to Radar Systems*, McGraw-Hill, 1981.
- [3] FCC, "FCC95-499, ET Docket No. 94-124 RM-8308 2nd NPRM", Dec. 1995.
- [4] FCC, "FCC 47CFR Part 15-Radio Frequency Devices", Oct. 1997.
- [5] 財團法人 電氣通信振興會, 電波法令集 I, II, 1998. 3.
- [6] 財團法人 電波産業會, 特定小電力無線局ミリ波レーダ-用無線設備 標準規格, 1995. 12.
- [7] 大藏省印刷局, 1997년 12월 16일 官報 号外 第250号.
- [8] CEPT/REC, "CEPT/ERC Recommendation 70-03", June 1998.
- [9] K. Fujimura, "自動車用ミリ波レーダ-の開發動向", 電子情報通信學會誌, vol. 79, no. 10, pp. 977-981, 1996. 10.
- [10] L. H. Eriksson, S. Broden, "High Performance Automotive Radar", *Microwave Journal*, vol. 39, no. 10, pp. 24-38, Oct. 1996.
- [11] Hiroyuki Abe, "マイクロ波・ミリ波デバイス", 電子情報通信學會誌, vol. 78, no. 5, pp. 496-500, 1996. 5.
- [12] D. A. Williams, "Millimeter Wave Radars for Automotive Applications", *IEEE MTT-S Digest*, pp. 721-724, 1992.
- [13] D. C. W. Lo, et al., "A Single-Chip W-Band Transceiver with Front-End Switching

Receiver for FMCW Radar Application”,
IEEE MMWMC Symposium Digest, pp.
225-228, 1995.

- [14] 윤양훈, 정진홍 외, “Finline을 이용한 75-90 GHz 도파관-마이크로스트립 변환구조 최적설계 및 제작”, 1998년도 추계 마이크

로파 및 전파학술대회 논문집, pp. 101-103,
1998. 9.

- [15] 박공만, 김기식 외, “차간거리 경보시스템의 Millimeter Wave 레이더 개발”, 1998년도 추계 마이크로파 및 전파학술대회 논문집, pp. 397-400, 1998. 9.

≡필자소개≡

손 흥 민

1985년 2월 : 울산공과대학 전자공학과(공학사)

1991년 3월 : 일본 국립전기통신대학 대학원 전자공학전공(공학석사)

1994년 7월 : 일본 국립전기통신대학 대학원 전자공학전공(공학박사)

1984년 11월~1986년 9월 : (주)신도리코 기술연구소

1995년 9월~1997년 2월 : 삼성전자(주) 정보통신연구소
선임연구원

1997년 3월~현재 : 호남대학교 전파공학과 조교수

[주 관심분야] 마이크로파 원격탐사시스템, 레이더,
전파전파 등

