

E-band를 이용한 Multi-Gbps 무선 전송 기술 동향

Multi-Gbps Wireless Transmission Technology Trends in the E-band

뉴 미디어 시대를 이끌어갈
방송통신융합기술 특집

김봉수 (B.S. Kim)	밀리미터파기술연구팀 선임연구원
김광선 (K.S. Kim)	밀리미터파기술연구팀 선임연구원
강민수 (M.S. Kang)	밀리미터파기술연구팀 선임연구원
변우진 (W.J. Byun)	밀리미터파기술연구팀 팀장
송명선 (M.S. Song)	인지무선연구팀 책임연구원

목 차

-
- I . 서론
 - II . Gbps급 고정통신 시스템 응용 예
 - III . Gbps급 고정통신 시스템 기술 동향
 - IV . 송수신 구성 부품 기술 동향
 - V . 결론

* 본 연구는 지식경제부 및 KEIT의 IT 핵심기술개발 사업의 일환으로 수행하였음.
[2008-F-013-03, 스펙트럼 공학 및 밀리미터파대 전파자원 이용 기술 개발]

최근에 3.5G, 4G 이동통신, WiMax 등 다양한 고속 무선 데이터 서비스의 발달이 급속도로 진행됨에 따라 기지국을 위한 무선 백홀의 전송속도가 현재 보다 급격히 높아질 것으로 예상되며, 광 백본망에 연결되지 않은 빌딩들을 위한 광통신망과 빌딩간 'Last Mile' 구간에 대한 경제적인 통신망 확보가 요구되고 있다. 본 고에서는 경제적으로 Gbps급 광 백본망과 가입자를 연결하거나, Gbps급 사설통신망 및 백홀에 이용할 수 있는 E-band 이용 Multi-Gbps급 고정 점대점 통신 시스템과 송수신기 핵심 구성 부품의 기술 개발 동향을 소개하고자 한다.

I. 서론

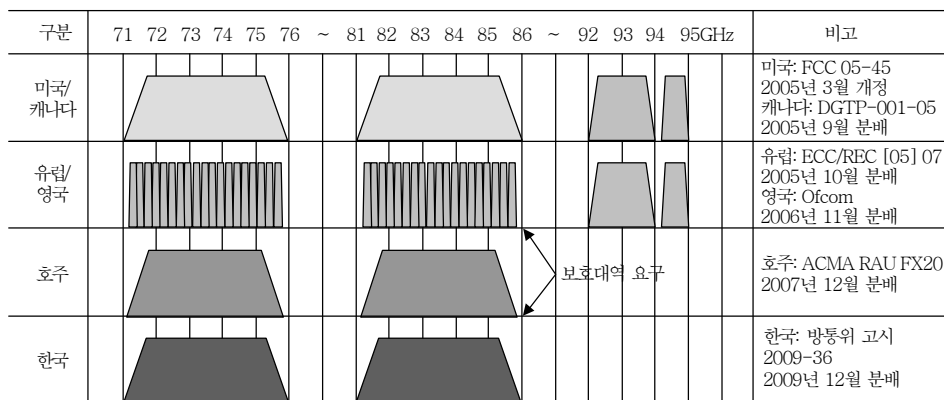
최근에 3.5G, 4G 이동통신, WiMax 등 다양한 고속 무선 데이터 서비스의 발달이 급속도로 진행되고 있으며, 이로 인해 대용량/고속 Ethernet 망에 대한 수요가 급속히 증대되어 가고 있다. 이런 대용량/고속 Ethernet 망을 구성하는 방법으로는 밀리미터파를 이용하는 방법, 무선 광통신(FSO)[1], 그리고 유선 광통신망을 이용하는 방법이 있다. FSO의 경우 무선 광통신이기 때문에 링크거리, 안개/눈/비 등의 자연 환경의 영향을 극복하기 어려운 단점이 있고, 유선 광통신의 경우 링크거리나 자연 환경의 영향을 받지 않는 장점이 있지만 설치하는 데 많은 시간과 비용이 드는 단점이 있다. 반면에, 밀리미터파를 이용하는 무선 통신은 1~2km 정도의 무선 링크를 구성하는 시스템에서 설치 시간이나 비용 측면에서 유선 광통신보다 큰 장점이 있고, 자연 환경 등의 영향 면에서는 FSO 보다 유리하다는 장점이 있다. 이런 이유로 최근 밀리미터파를 이용한 고정용 점대점 무선 통신에 대한 관심이 증가하고 있다.

고정 점대점(point-to-point) 무선 통신은 서로 떨어져 있는 두 고정된 위치에서 무선 링크를 이용하여 정보를 주고 받는 통신 방식을 말하는데, 이런 고정 점대점 무선 통신에 이용 가능한 주파수는 18GHz, 38GHz, 60GHz, 70/80GHz, 92GHz 대역 등이 있다[2]. 그러나, 18GHz나 38GHz 대역은 이용 가능한 주파수 대역폭이 수십 MHz 정도로 좁기

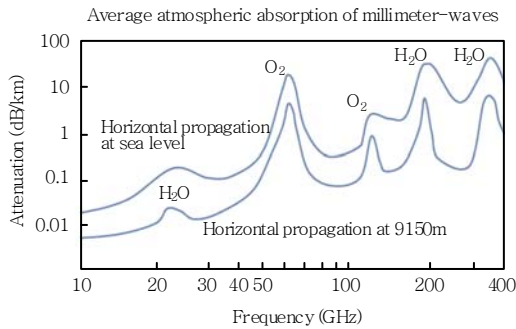
때문에 Gbps급 전송 속도를 충족시키는 데에는 한계가 있다[3]. 이로 인하여 주파수 활용도가 낮은 50GHz 이상의 대역에서 충분히 넓은 대역폭을 이용함으로써 비교적 간단한 송수신기 구현을 통해 Gbps급의 데이터를 전송할 수 있는 주파수 자원 활용 방안에 대한 관심이 증가하였다.

50GHz대 이상의 주파수 대역 주파수 분배의 경우, 미국 FCC는 1998년 57~64GHz 대역을 분배하였으며, 일본은 59~66GHz 대역을 분배하였다[4]. 한국도 2006년에 용도 미지정으로 57~64GHz 대역을 분배하였다. 또한, 미국, 캐나다, 유럽은 2005년에 71~76GHz, 81~86GHz, 그리고 92~95GHz 대역을 고정 점대점 통신용으로 분배하였으며, 호주는 2007년에, 그리고 한국은 2009년에 71~76GHz, 81~86GHz 대역을 고정 점대점 통신용으로 분배하였다[5]. (그림 1)은 주요 국가들의 70/80/90GHz 대역 주파수 분배 현황을 보여준다.

57~64GHz 대역은 비면허 주파수 용도로 분배 되었으므로 대부분의 국가에서 주파수 이용에 따른 비용 부담이 없기 때문에 무선 고정 점대점 통신용으로 활용되기도 하였다. 하지만 60GHz 대역은 대기 중의 산소에 의한 감쇠가 매우 크기 때문에 실외 장거리 통신용에는 적합하지 않고 WPAN과 같은 10m 이내의 통신용으로 활용되고 있다. 한편, 71~76GHz, 81~86GHz 대역은 산소에 의한 감쇠가 1km 당 0.5dB 이하로 매우 작아서 장거리 무선 링크에 적합하다. (그림 2)는 밀리미터파 대역에서의



(그림 1) 주요 국가의 70/80/90GHz 주파수 분배 현황



(그림 2) 밀리미터파 대역의 대기 감쇠 특성

대기 감쇠 특성을 보여준다[6]. E-band는 60~90GHz 대역을 의미하는데, 특히 70/80GHz 대역을 이용한 고정 무선 통신의 경우 시장 자료 전문 조사기관인 Visant Strategic사는 2014년까지 연평균 성장률이 125% 정도 될 것으로 예측하고 있다.

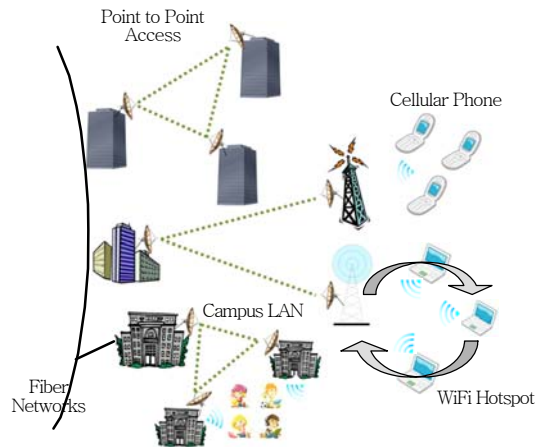
본 고에서는 현재 특히 관심이 증대되고 있는 70/80GHz 대역을 이용한 Multi-Gbps급 고정 점대점 통신 시스템의 응용 분야와 시스템 및 MMIC, 안테나 등과 같은 송수신 핵심 구성 부품의 기술 개발 동향을 소개하고자 한다.

II. Gbps급 고정통신 시스템 응용 예

70/80GHz 대역 고정 점대점 통신 시스템은 다음과 같이 초고속 데이터 전송이 필요한 다양한 응용 분야에 적용 가능하다.

1. 기업 및 학교의 건물간 고속통신망

오늘날 기업이나 대학 내에는 비디오, 그래픽, 데이터 파일 등 각종 많은 용량의 데이터의 전송을 필요로 하고 있다. (그림 3)에서 보여지는 것처럼, 하나의 건물을 이용하는 경우에는 상대적으로 자가 통신망을 형성하는 것이 용이하지만 여러 건물을 이용하는 경우에는 각 건물 사이에 유선망으로 형성하면 설치 비용이 크게 증가한다. 특히, 망을 임대하는 경우 매달 많은 임대 비용을 지불해야 하는 문제점도 발생하게 된다. 70/80GHz 주파수대역의 경우 이용



(그림 3) 기업 및 학교의 고속통신망

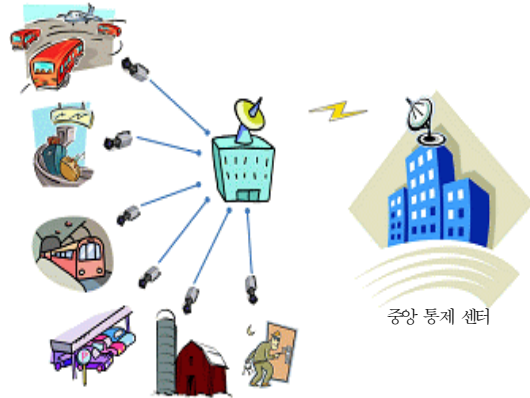
가능한 주파수 대역폭이 10GHz 정도이므로 수 Gbps 급의 전송 시스템 구현이 가능하고, 간단한 안테나 설치만으로 망을 형성할 수 있기 때문에 설치 비용이 저렴하며, 안테나 빔 폭이 매우 좁아서(2feet 안테나의 경우 3dB 빔 폭이 1도 이내임) 높은 보안성을 유지할 수 있는 장점이 있다.

2. HDTV 방송용 통신망

현재 전 세계적으로 HDTV에 대한 보급이 활발히 이루어지고 있으며, 이에 맞추어 HDTV 관련 망 기반 시설 구축 사업도 활발히 이루어지고 있다. HDTV의 경우 실시간 비압축으로 영상을 전송하는 경우 최소 1.485Gbps의 속도가 요구된다. 기존 유선망을 이용하여 비압축으로 영상을 전송하는 경우 망에서 발생하는 용량이 너무 커서 전용선을 이용하지 못하면 영상을 압축하여 전송해야 하는데, 이와 같은 경우 영상 압축에 따른 화질 열화와 전달 지연이 발생하기 때문에 운동 경기 중계와 같은 실시간 방송의 경우 수 초의 지연시간이 발생할 수 있다. 이와 같은 상황에서 (그림 4)와 같이 70/80GHz 대역의 점대점 무선통신을 이용하여 카메라와 고속 전용망이 있는 곳과의 무선 연결이 가능하다면 이런 단점을 보완할 수 있어 영상의 지연을 줄일 수 있다.



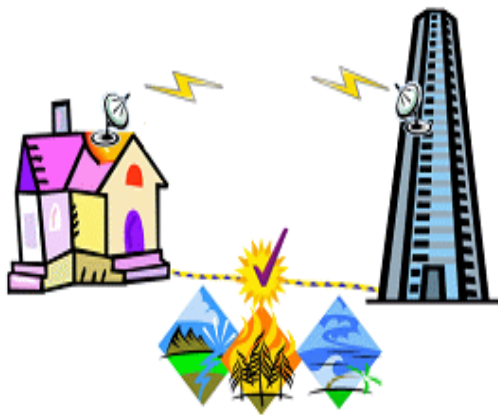
(그림 4) HDTV 방송용 통신망



(그림 6) 비디오 감시용 통신망

3. 재난 극복용 통신망

기존 유선망은 자연재해(불, 홍수, 지진, 태풍 등) 또는 인재로 인하여 기간망의 기능을 상실하는 사고가 발생하는 경우 망을 복구하는 데 많은 시간과 비용이 소요된다. 특히, 자연 재해 등으로 재난이 발생한 경우 상황 극복을 위한 통신망의 유무는 재난 극복이나 피해자 구호 등에 있어서 매우 중요한 요소가 된다. 이런 재난사항에서 이용 가능한 통신방법이 (그림 5)에서 보여지는 것처럼 송수신장비를 원하는 위치에 바로 설치하여 고속 통신을 가능하게 하는 밀리미터파 점대점 무선통신이다.



(그림 5) 재난 극복용 통신망

4. 비디오 감시용 통신망

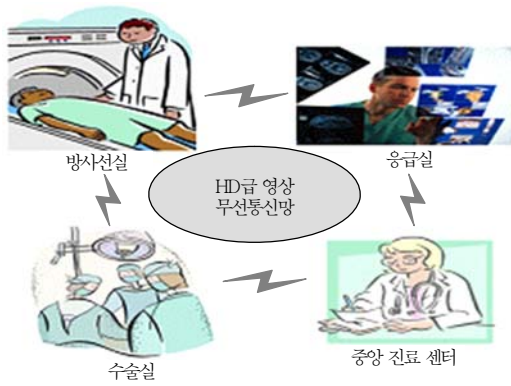
최근 사회안전망 구축을 위해 방법용 영상 카메라의 역할이 증대되고 있다. 최근에 빌딩 입/출구, 주차

장, 건설 부지, 고속도로, 철도, 공항, 창고 등 다양한 장소에서 방법용 영상 카메라가 쓰이고 있다. 현재 비디오 기술은 기존 아날로그에서 초고화질 디지털 영상기술로 발전하고 있으며, 이로 인해 비디오 영상을 효율적으로 관리하는 방법이 요구되고 있다.

비디오 영상 또한 보다 선명한 영상을 요구하며 효율적인 비디오 감시용 통신망의 관리를 위해서 여러 비디오 영상을 동시에 관리하는 방향으로 진화하고 있다. 고정 점대점 통신 시스템은 (그림 6)에서 보이는 것처럼 이런 요구를 효과적으로 수용하면서 비디오 감시용 통신망을 형성할 수 있다. 고속 전송이 가능하기 때문에 많은 비디오 영상을 하나로 통합하여 통신이 가능하고, 빠른 설치 및 저렴한 비용, 그리고 밀리미터파의 직진성을 이용하여 높은 보안성을 갖는 장점이 있다.

5. 의료용 통신망

70/80GHz에서 이용 가능한 수 GHz의 대역폭은 비압축 실시간 HD급 영상의 통신을 가능하게 하여 병원에 적용될 경우 (그림 7)에서 보이는 것처럼 건물이 분리되어 있는 응급실, 집중 치료실, 수술실, 방사선실 등으로 고화질 디지털 x-ray 영상이나, 긴급 환자의 고해상도의 MRI 영상 등의 전송이 가능하다. 이로써 긴급 상황에서 보다 빠른 응급조치가 가능해져 환자의 보다 효과적인 치료가 가능해진다.



(그림 7) 의료용 통신망

5GHz 이상의 대역폭이 할당되어 있다. 또한 다른 허가 대역과 달리 라이선스를 받기 쉬우면서도 주파수 사용료가 저렴하면서 기본적인 통신 품질에 대한 보호를 받을 수 있어서 여러 나라에서 Gbps급 이상의 무선 전송 시스템에 적용하기 위한 기술 개발이 활발히 이루어져 왔다[7]. 이를 살펴보기 위하여 현재 상용 제품의 기술 수준과 보다 빠른 전송을 위해 연구되고 있는 기술 동향을 설명하고자 한다.

Ⅲ. Gbps급 고정통신 시스템 기술 동향

70/80GHz 대역은 60GHz 대역에 비해서 대기감쇠도 적고 강우 감쇠는 비슷하며 고정 통신용으로

1. 상용 Gbps급 밀리미터파 시스템 동향

70/80GHz를 이용한 1.25Gbps급 밀리미터파 송수신 시스템은 몇 년 전부터 Gigabeam, Bridgewave 등 여러 회사에서 상용제품으로 출시하고 있다. 최근에는 기존의 넓은 주파수 대역을 활용하는 ASK나 FSK와 같은 아날로그 방식의 변조 방식에서 점차적으로 BPSK나 QPSK 등의 디지털 변조 방식을

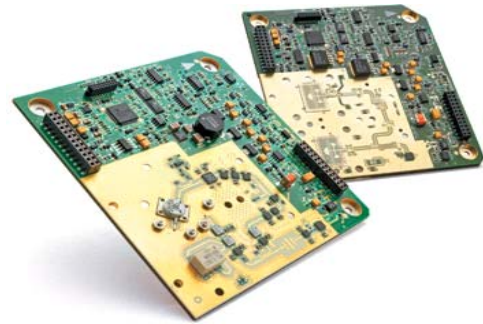
〈표 1〉 고정통신용 70/80GHz 상용 송수신 시스템

업체명 모델명 인터넷주소	Comotech TE1000C www.comotech.com	LOEA L2710 www.loecom.com	Bridgewave AR80X www.bridgewave.com	Rayawave Airebeam 70~1250 www.rayawave.com
사진				
전송속도	1.25Gbps Full duplex	1.5Gbps Full duplex	1.0Gbps Full duplex	1.25Gbps Full duplex
사용주파수	71~76GHz	71~76 & 81~86GHz	72.5 & 82.5GHz	71.125~75.875GHz
출력전력	+ 17dBm(50mW)	+ 17dBm(50mW)	-	+ 17dBm(50mW)
변조방식	ASK	OOK	OOK	ASK
안테나	카세크레인	카세크레인	카세크레인	카세크레인
업체명 모델명 인터넷주소	ELVA-LINK PPC-1000 www.elva-1.com	ADC Flexwave MMW www.adc.com	Gigabeam G1.25/24 www.gigabeam.com	G4 Networks MMW-70-GE www.G4.co.uk
사진				
전송속도	1.25Gbps Full duplex	1.25Gbps Full duplex	1.25Gbps Full duplex	1.25Gbps Full duplex
사용주파수	71~76/81~86GHz	71~76/81~86GHz	71~76/81~86GHz	71~76GHz
출력전력	+ 10dBm(10mW)	-	20dBm	+ 17dBm(50mW)
변조방식	DQPSK	DBPSK	BPSK	ASK
안테나	카세크레인	파라볼라	파라볼라	카세크레인

사용하고 에러 정정 알고리즘이나 1Gbps/100Mbps로 환경에 따라 전송속도 변경이 가능하게 하는 등 다양한 디지털 신호 처리 기술이 접목된 제품들이 나타나고 있다. 장거리 전송을 위한 고이득 안테나는 접시형 안테나를 주로 사용하고 있으며 출력이나 전달거리는 유사한 특성을 보인다. 국내에서도 코모텍에서 71~76GHz 대역을 사용한 ASK 방식의 1.25 Gbps급 전송 시스템을 개발하여 판매하고 있다. 여러 가지 상용 시스템의 특성을 <표 1>에 정리하여 비교하였다.

backhaul용으로 적용하기 위하여 수 Gbps급 전송이 가능한 시스템의 개발이 여러 가지 형태로 이루어지고 있다.

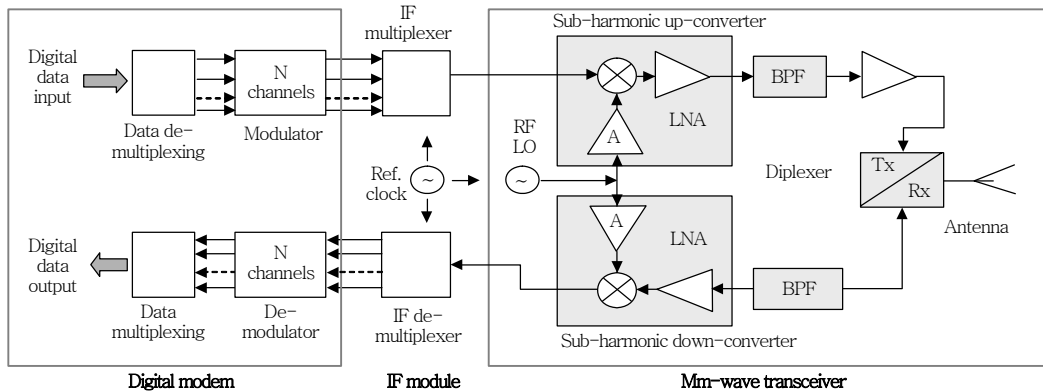
밀리미터파 송수신기 모듈 제작으로 잘 알려진 미국의 Endwave사는 고차 변조 방식을 지원하기



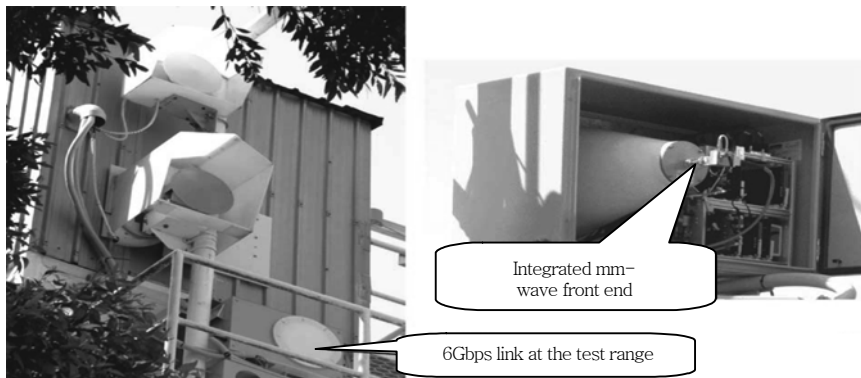
(그림 8) Endwave사의 Smart T/R 모듈[8]

2. Multi-Gbps급 시스템 개발 동향

10Gbps급 유선 광 네트워크의 보급이 늘어나고 무선 통신 서비스의 속도가 증가함에 따라 무선망



(a) 전송 시스템 구조



(b) 전송 시스템 옥외 시험

(그림 9) 호주 CSIRO의 멀티기가비트 전송 시스템

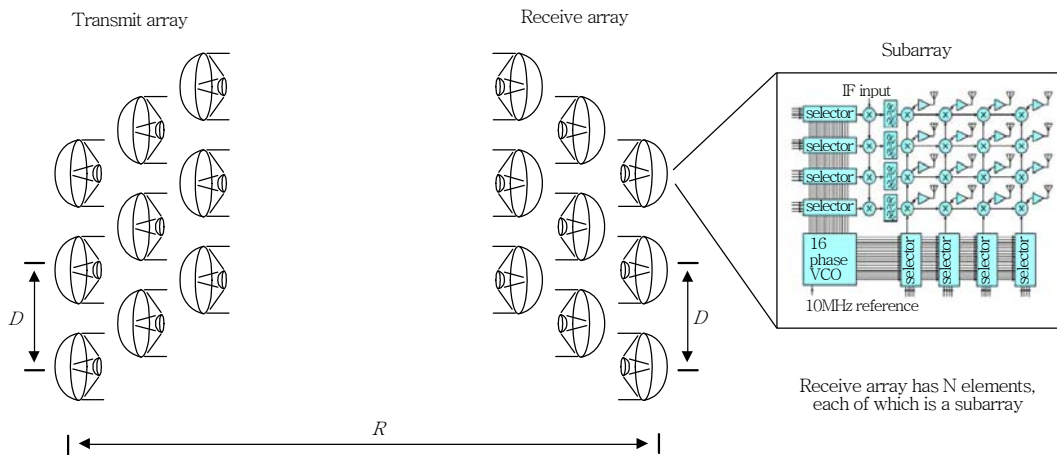
위해 디지털 마이크로 컨트롤러가 내장된 Smart T/R 모듈이라고 명명된 밀리미터파 송수신기 모듈을 개발하였는데 이 모듈은 100GHz 대역까지 적용 가능하고 바이어스 및 주요 소자의 특성을 검출하는 기능을 이용하여 RF 소자의 변동을 보상하는 기술을 개발하였다[8]. (그림 8)은 Endwave사의 Smart T/R 모듈의 예를 보여주고 있다.

호주의 CSIRO는 80GHz 대역에서 다중채널 방식을 이용한 6Gbps급 단방향 전송시험을 실시하고, 양방향 시스템을 개발중이다[9]. 2.5GHz의 대역을 4개의 채널로 나누고 주파수 효율을 높이기 위해 8PSK 변조방식을 사용하였으며 RF 송수신 경로의 비선형성을 보상하기 위한 송신에서의 디지털 채널 보상 기법을 적용하였다. (그림 9)는 호주 CSIRO의 송수신 시스템의 구조 및 실제 옥외 측정 장면을 나

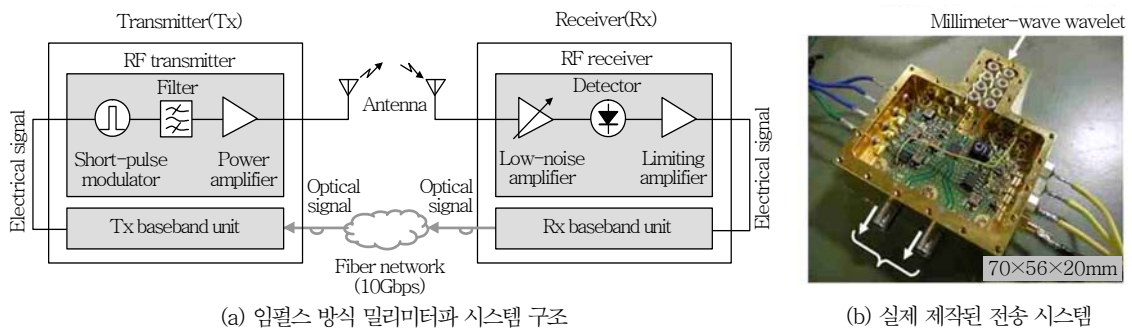
타낸다.

미국의 Univ. of California Santa Barbara에서는 MIMO 기술을 적용하여 최대 40Gbps의 전송이 가능한 시스템 구조를 연구하였다[10]. LOS 환경에서도 전송거리에 연관된 적절한 안테나 사이의 거리를 유지시켜 공간적인 다중화 이득이 생기도록 하는 기술을 적용하였다. (그림 10)은 상기 연구 기관에서 제안한 전체적인 밀리미터파 MIMO 구조를 보여준다.

일본의 후지쓰 연구소에서도 70~95GHz 대역에서 임펄스 전송방식을 사용하여 10Gbps를 전송하는 시스템을 개발하여 발표하였다[11]. (그림 11)은 임펄스 전송 방식의 송수신기 구조를 나타내는데 송신부는 임펄스 변조기, 필터, 고출력 증폭기로 구성되어 있고 수신부는 저잡음 증폭기, 검출기, lim-



(그림 10) MIMO 기술을 이용한 40Gbps급 전송 시스템



(a) 임펄스 방식 밀리미터파 시스템 구조

(b) 실제 제작된 전송 시스템

(그림 11) 임펄스 전송방식을 이용한 10Gbps급 전송시스템

iting 증폭기로 구성되어 있다. 또한 고속처리를 위해 GaAs HEMT 보다 속도와 노이즈 특성이 좋은 InP HEMT를 사용하여 소자를 개발하였다.

지금까지 살펴본 바와 같이 세계적으로 데이터 전송 속도를 높이기 위한 기술 경쟁이 치열하게 전개되고 있다. 국내의 경우 ETRI는 16QAM 변조방식을 사용한 다중 채널 전송 방식을 채택하여 70/80GHz 대에 각각의 5GHz 가용 대역을 이용하여 10Gbps 급 데이터를 완전 이중화 방식으로 전송하는 시스템과 안테나, RF, IF 모듈 및 MMIC 기술을 개발하고 있다.

IV. 송수신 구성 부품 기술 동향

RF 송수신 시스템 핵심 구성부품으로는 저잡음 증폭기(LNA), 전력증폭기(PA), 믹서(Mixer), 안테나 등이 있다. 본 장에서는 현재 선진 각국에서 개발하고 있는 InP, GaAs, GaN 등 능동소자를 이용한 RF 송수신 MMIC들과 시스템의 최종단에 위치하는 안테나의 기술 개발 현황 및 성능을 조사 분석하였다.

1. 저잡음 증폭기(LNA MMIC)

수신 감도와 밀접한 관련이 있는 LNA는 현재 InP HEMT 공정이나 GaAs HEMT 공정을 이용한

〈표 2〉 MMIC LNA

모델명	BW (GHz)	NF (dB)	Gain (dB)	P1dB (dBm)	공정	제조사
ANZ 080A01	70~83	5	13	-	GaAs HEMT	Gotmic
ANZ 080A02	75~89	5	24	8.2	GaAs HEMT	Gotmic
HMC-ALH508	71~86	4.5	13	7	GaAs HEMT	Hittite
HMC-ALH509	71~86	5	14	7	GaAs HEMT	Hittite
LN5-100	70~100	3	29	-	InP HEMT	HRL
-	75~110	3.8	25	-	GaN HEMT	Fujitsu

제품들이 주류를 이루고 있으며 Hittite(구 Velocium)사, Gotmic사에서는 GaAs HEMT 공정을 이용하여 NF가 5dB 정도인 부품들을 개발하였으며, HRL사에서는 InP HEMT 공정을 이용하여 NF 특성이 3dB인 제품을 개발하였다[12]-[14]. 또한 Fujitsu 사에서는 2009년 European Microwave Integrated Circuits Conference에서 GaN HEMT 공정을 이용하여 잡음지수(NF) 3.8dB의 LNA를 발표하였다 [15]. <표 2>는 상용 저잡음 증폭기의 성능을 제조사별로 비교한 것이다.

2. 전력증폭기(PA MMIC)

PA는 옥외 점대점(PTP) 무선링크에서 통신 거리를 결정하는 중요한 구성 부품 중의 하나이다. 현재 Hittite(구 Velocium)사, Gotmic사에서는 GaAs HEMT를 이용하여 P1dB가 최대 20dBm의 정도인 제품들을 개발하였고, HRL사에서는 GaN HFET 공정을 이용하여 P1dB 24dBm의 제품을 개발하였으며[16], Fujitsu사에서는 2009년 EuMIC에서 GaN HEMT 공정을 이용한 P1dB 25.4dBm의 PA를 발표하였다. <표 3>은 상용 전력 증폭기의 성능을 제조사별로 비교한 것이다.

〈표 3〉 MMIC PA

모델명	BW (GHz)	Gain (dB)	P1dB (dBm)	공정	제조사
HMC-APH633	71~76	13	20	GaAs HEMT	Hittite
HMC-APH634	81~86	12	19	GaAs HEMT	Hittite
-	71~82	15	24	GaN HFET	HRL
-	76~86	11	24	GaN HFET	HRL
-	70~100	-	25.4	GaN HEMT	Fujitsu

3. Mixer MMIC

IF 신호를 RF 신호로 변환하는 기능을 하는 Mixer는 GaAs HEMT 공정을 이용한 제품이 주류를 이루

〈표 4〉 MMIC Mixer

모델명	RF/LO (GHz)	IF (GHz)	C.L. (dB)	공정	제조사
HMC-MDB277	70~90	DC-18	12	GaAs HEMT	Hittite
MDR080 A01	70~95	DC-12	11	GaAs HEMT	Gotmic
MDR080 A01	60~95	DC-12	8	GaN HEMT	Gotmic
EWM76 01ZZ	71~76/ 20~40	DC-15	11	-	Endwave
EWM86 01ZZ	81~86/ 25~45	DC-15	11	-	Endwave

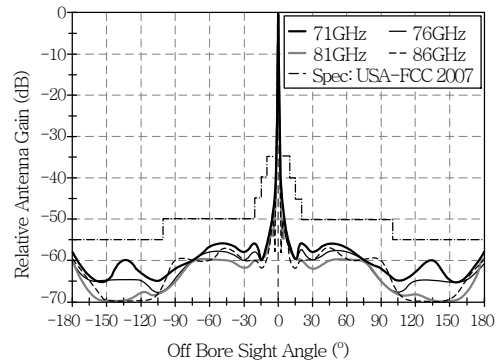
고 있으며 구조는 single/double balanced 형태로 Hittite사와 Gotmic사에서 개발되었으며, 최근 End-wave사에서 Sub-harmonic Mixer 구조의 믹서가 개발되었다[17]. <표 4>는 상용 믹서의 성능을 제조사별로 비교한 것이다.

4. Antenna

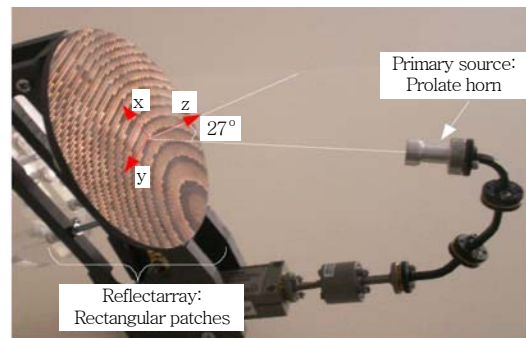
일반적으로 안테나가 물리적으로 큰 경우 또는 주파수가 높아지는 경우 복사 패턴의 빔 폭은 매우 작아진다. 따라서 E-band 시스템은 직경 60cm의 안테나만 사용하더라도 3dB 빔 폭이 0.5도로 매우 좁은 방사 패턴을 얻을 수 있다. 이로 인하여 시스템 간의 간섭이 거의 없어 허가 절차를 간단하게 할 수 있다. 이와 같은 장점을 얻기 위하여 (그림 12)에서 보여지는 것처럼 FCC는 안테나의 최소 이득 43dBi, 최대 빔 폭 1.2도의 제한을 두었다.

높은 안테나 이득과 좁은 빔 폭 특성을 가지는 안테나에 적합한 구조는 카세그레인 반사판 안테나이며, 현재 상용 제품의 경우 모두 카세그레인 반사판 안테나를 사용하고 있다.

그러나 카세그레인 반사판 안테나는 주반사판이 곡면이므로 제작 비용이 비싸고 부피가 여전히 큰 단점이 있다. 이를 극복하기 위하여 많은 안테나 연구자들은 주반사판을 평면형 반사판 구조로 대체하기 위한 연구를 수행하고 있다. (그림 13)은 94GHz 대역에서 동작하는 평면형 반사판 안테나를 보여준다.



(그림 12) 70/80GHz 반사판 안테나의 E-plane 복사 패턴과 FCC 규격[18]



(그림 13) 94GHz 평면형 반사판 안테나[19]

평면형 반사판은 유전체 기판에 다수의 크기가 다른 금속 패치로 구성되었다. 각 금속 패치의 역할은 급전 혼으로부터 급전된 신호가 금속 패치에서 반사되는데 반사된 모든 신호의 위상이 정합되도록 형성되었다. 비록 유전체 손실에 의한 안테나의 효율 감소가 존재하지만 제작 가격과 안테나의 부피를 고려하면 매우 큰 장점이 있음을 알 수 있다.

V. 결론

본 고에서는 현재 특히 관심이 증대되고 있는 70/80GHz 대역을 이용한 Multi-Gbps급 고정 점대점 통신 시스템의 응용 분야와 시스템 및 MMIC, 안테나 등과 같은 송수신 핵심 구성 부품의 기술 개발 동향에 대하여 살펴보았다.

70/80GHz 고정 점대점 통신 시스템은 광 케이블 설치 비용 또는 시설 임대 비용에 비해 훨씬 싼

가격으로 유선 광 통신에 버금가는 성능을 제공할 수 있다. 따라서 4세대 또는 그 다음 세대 무선 통신망의 기지국간 중계를 위한 backhaul 망 등에 활용 될 것으로 예상되며, 향후 시장 전망에 있어서 높은 성장률을 보일 것으로 예측된다.

또한, 고정 점대점 통신 시스템의 데이터 전송 속도는 현재 1.25Gbps급 수준이지만 앞으로 2.5Gbps 및 10Gbps급으로 증가할 것이기 때문에 이와 관련된 핵심 기술 확보는 매우 중요하다고 할 수 있다.

그러므로 세계 시장에서 제품의 시장 지배력을 높이기 위하여 Multi-Gbps급 데이터 전송 기술, 시스템 구성 모듈 설계 및 제작 기술, 송수신 모듈의 구성 부품인 MMIC 설계 및 제작 기술 등의 경쟁력 확보가 시급히 요구되고 있다.

이를 위하여 산·학·연 등의 기관이 긴밀하게 협조하고 기술 로드맵을 공유하며 이를 기반으로 핵심 기술 확보를 위한 전략을 수립하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

● 용어해설 ●

밀리미터파: 30~300GHz 대역의 주파수를 말하며, 파장의 길이가 짧아 회로 등의 소형화가 가능하나 대기나 수분에 의해 감소되는 특성으로 전송거리가 짧음

백홀(backhaul): 데이터를 더 빠르게 전달하거나 또는 값싸게 보내기 위해 통상적인 루트가 아닌 곳을 통해 네트워크 데이터를 보내는 것을 말함

고정 점대점(PTP: Point-To-Point) 통신: 서로 떨어져 있는 두 고정된 위치에서 무선 링크를 이용하여 정보를 주고 받는 통신 방식

약어 정리

ASK	Amplitude Shift Keying
BPSK	Binary Phase Shift Keying
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
FCC	Federal Communication Committee
FSK	Frequency Shift Keying
FSO	Free Space Optic

GaAs	Gallium Arsenide
GaN	Gallium Nitride
HDTV	High Definition TV
HEMT	High Electron Mobility Transistor
InP	Indium Phosphide
LOS	Line-Of-Sight
MIMO	Multi-Input Multi-Output
MMIC	Microwave Monolithic Integrated Circuit
MRI	Magnetic Resonance Imaging
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
WPAN	Wireless Personal Area Network

참고 문헌

- [1] T. Kamalakis et al., "Hybrid Free Space Optical/Millimeter Wave Outdoor Links for Broadband Wireless Access Networks," *The 18th Annual IEEE Symp. on PIMRC*, 2007.
- [2] H. Izadpanah, "A Millimeter-wave Broadband Wireless Access Technology Demonstrator for the Next-Generation Internet Network Reach Extension," *IEEE Commun. Magazine*, Sep. 2001, pp.140-145.
- [3] W.J. Byun et al., "A 40GHz Vertical Transition Having a Dual Mode Cavity for a Low Temperature Co-Fired Ceramic Transceiver Module," *ETRI Journal*, Vol.32, No.4, Apr. 2010., pp.195-203.
- [4] C. Doan et al., "Millimeter-wave CMOS Design," *IEEE Journal of SSC*, Vol.40, Jan. 2005, pp.144-155.
- [5] M.S. Kang et al., "Wireless PtP System in E-band for Gigabit Ethernet," *ICACT2010*, Feb. 2010.
- [6] ITU-R P.676-7, "Attenuation by Atmospheric Gases," 2007.
- [7] Jonathan Wells, "Multigigabit Wireless Technology at 70GHz, 80GHz and 90GHz," *RF Design*, May 2006.
- [8] <http://www.endwave.com/smart-tr-modules.cfm>
- [9] Val Dyadyuk, John D. Bunton, Joseph Pathikulangara, Rodney Kendall, Oya Sevimli, Leigh Stokes, and David A. Abbott, "A Multigigabit

- Millimeter-Wave Communication System with Improved Spectral Efficiency," *IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques*, Vol.55, No. 12, Dec. 2007.
- [10] E. Torkildson, B. Ananthasubramaniam, U. Madhoo, and M. Rodwell, "Millimeter-wave MIMO: Wireless Links at Optical Speeds," (*Invited Paper*) *Proc. of 44th Allerton Conf. on Commun., Contr. and Comput.*, Monticello, Illinois, Sep. 2006.
- [11] <http://www.fujitsu.com/global/news/pr/archives/month/2009/20090611-02.html>
- [12] <http://www.hittite.com>
- [13] <http://www.gotmic.se>
- [14] <http://www.hrl.com>
- [15] S. Masuda et al., "GaN MMIC Amplifiers for W-band Transceivers," *Proc. of the 4th EuMiC*, Sep. 2009, pp.443-446.
- [16] www.kiss.caltech.edu/workshops/mmic2008/presentation/micovic.pdf
- [17] www.endwave.com
- [18] D. Lockie and D. Peck, "High-data-rate Millimeter-wave Radios," *IEEE Microwave Magazine*, Vol.10, Issue 5, Aug. 2009, pp.75-83.
- [19] J. Lanteri et al., "Reflectarray Using an Off-set Prolate Feed at 94Hz," *IEEE Antenna and Propag. Symp.*, July 2008.