

이동통신 단말기용 MMIC의 시장동향 및 국내기술동향

오재응

(*한양대 공대 전자 및 컴퓨터공학부 교수, 전자재료 및 부품연구센터)

요약문

현대의 이동통신 시장은 제 3 세대를 맞이하여 cellular 에서 PCS (Personal Communication System) 그리고 IMT-2000 으로 점차 광대역 서비스를 위한 하드웨어 및 소프트웨어 가 발전하고 있다. 이러한 시스템을 구성하는 부품 중에서 신호를 송수신하는 부품은 전력소모와 소형화를 위한 노력이 지속적으로 진행되어 왔으며 hybrid 상태에서 점차적으로 one chip 형태의 집적회로, 즉 MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit) 에 대한 요구가 급격히 증가되고 있다. 특히 이동통신단말기의 가장 고가의 RF 부품인 전력증폭기의 요구사항이 우수한 선형성 및 전력효율이라는 측면에서 GaAs MMIC 기술이 주도적으로 쓰일 것이라는 면과 또한 여러형태의 이동통신이 더욱 높은 주파수대역으로 이동함에 따라 관련시장의 폭발적인 발전이 예상되고 있다. 전략 분석가인 Stephen Entwistle 은 1999 년의 GaAs IC 시장의 규모를 22.5 억불로 평가하였으며, CIBC World Market 의 Earl Lum 은 24 억불수준으로 평가하였다. 2004 년에는 110 억불 수준에 이를 것으로 예상되고 있다. 본 논문의 전반부에서는 최근의 MMIC 시장의 동향을 최신 article 을 참고로 하여 정리하였으며, 후반에서는 최근의 관련 워크샵의 내용 중 국내의 MMIC 기술현황을 간추려 요약하였다.

1. GaAs MMIC 의 시장동향

1.1 무선통신 단말기용 RFIC 의 시장 동향

무선이동통신시장이 급격한 발전속도를 보이는 이유는 WAP (Wireless Application Protocol) 이라는 새로운 표준이 무선이동전화기를 이용한 인터넷서비스를 가능케하고 있는 까닭이며, 이러한

요소로 인하여 기존의 전화기를 대체하는 것뿐만 아니라, data 통신을 가능케하는 3 세대 통신시장의 도래가 눈앞에 와있다. 따라서 음성, data, 그리고 영상의 전송을 가능케하기 위하여 2 Mbps 의 data rate를 위한 모든 표준화 작업이 진행되고 있다.

일본에서는 3 세대 무선이동통신이 2001년 초에 실현될 것으로 예상하고 있으나, 유럽과 북미에서는 현재 투자된 기존의 무선통신 기반의 투자회수문제로 기인하여 이보다 늦은 4년내지 5년정도가 소요될 것으로 예상하고 있다. GSM 이나 CDMA 와 같은 제 2 세대 이동통신시스템에 3 세대급 data 통신서비스를 제공하는 2.5 세대 이동통신을 중간단계로서 사용하고자 하는 시도도 진행되고 있다. 그림 1은 이러한 무선이동통신 시장의 시대별 그리고 국가별 발전동향을 간추려 나타낸 그림이다.

그림 2는 Qualcomm 의 3100 series chipsets 를 block diagram 으로 나타낸 그림으로서 세대별로 유사한 block diagram 을 구성할 것으로 생각된다. 그림에서 대부분의

Cellular /PCS Market

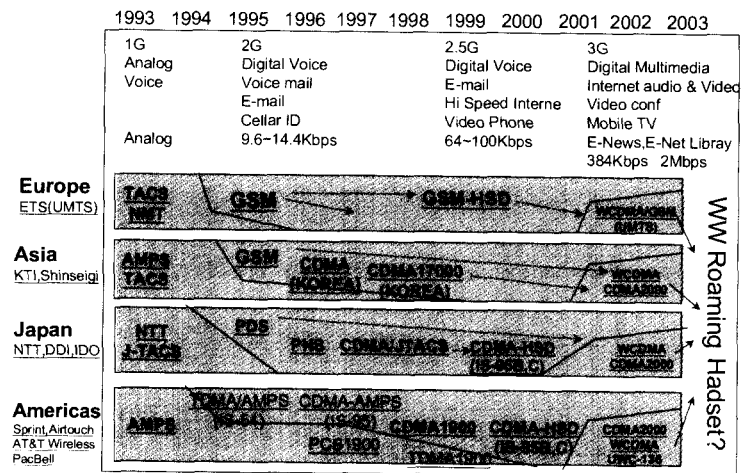


그림 1. 무선이동통신 시장의 시대별, 국가별 발전동향

RF chip set 은 Si CMOS 및 Bi CMOS을 이용한 RFIC 형태를 취하고 있으며, 전력증폭기 및 일부 switch 를 GaAs MMIC 로서 구성하는 것이 일반적인 경향이다. 그러나 모든 chipset 중 전력증폭기의 가격상 또한 성능상 차지하는 비율이 현저히 높다. 또한 현재 GaAs 6 process 가 지속적으로 또한 폭발적으로 늘어남에 따라 전력증폭기를 제외한 다른 chip set 의 경우에도 Si 기술과 GaAs 기술간의 가격 및 성능에 대한 치열한 경쟁이 예상되고 있다. 그러나 그림 3의 Qualcomm 의 milestone 에서 볼 수 있듯이 대부분의 관련 chip 을 one chip 화 하고자하는 노력이 계속되고 있으며 이러한 방향으로 보아 전력증폭기 및 switch 를 제외한 대부분의 chip 의 Si process 를 채택될 것으로 예상되는 것이 올바른 것으로 판단된다.

기술개발 및 시장이 형성되어 왔으나, 서비스의 다양화로 인하여 그 폭을 점차 넓혀가고 있다. 또한 cellular band 의 base station 의 high power amplifier (HPA) 의 경우 Si laterally diffused MOS (LDMOS) 가 주도하고 있으나 GaAs 를 사용한 전력증폭기 및 다른 chip set 에서도 역시 시장형성의 가능성이 열려져 있다.

Line amplifier 와 set-top box 와 cable modem 을 이용한 CATV (cable TV) 와 같은 consumer 분야도 매우 중요한 분야로서 떠오르고 있다. 특히 set top box 의 경우 GaAs chip set 의 필요성이 크게 대두되고 있는데, GaAs 의 초기 시장인 위성통신과 관련된 모든 응용영역에서 이러한 현상이 나타날 것으로 예상된다. 현재 Fujitsu 와 Anadigics 에서 이 분야에 관한 많은 진전이 있는 것으로 알려져 있다.

2.4 GHz 대역의 Bluetooth 표준을 이용한 응용분야의 시장이 폭발적으로 증가할 것이라는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 현재로서는 이 주파수 대역에서는 Si based RFIC 가 주도할 것이 거의 확실시 되고 있으나, 이러한 응용분야에서 과생되는 wireless local area network (WLAN) 과 같은 분야에서 GaAs MMIC 의 수요가 크게 증가될 것으로 판단되어지고 있다.

Millimeter wave와 같은 보다 높은 주파수 대역에서는 많은 회사들이 cellular 기반의 기업에 point-to-point link 를 성공적으로 제공하고 있다. 이러한 부품의 경우 대부분이 PHEMT (Pseudomorphic HEMT) 의 형태로서 매우 빠른 발진속도를 보이고 있다. LMDS 로 지칭되는 local multi-point distribution service 나 point-to-multi point 분야의 경우 GaAs MMIC 의 차세대주요시장이 될 것이 확실시 되고 있다. 그러나 국내의 경우와 마찬가지로 LMDS 는

Qualcomm 3100 Series Chipsets

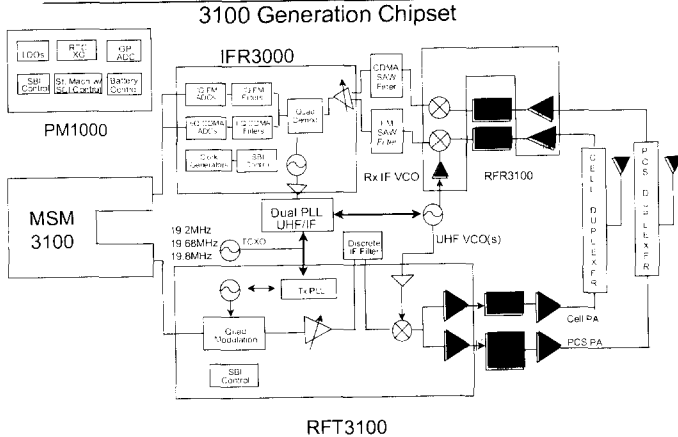


그림 2. Qualcomm 3100 series chipsets

현재 GaAs MMIC 증폭기 및 switch 의 1999 년도 관련 시장규모는 7.5 억불 정도이며 2003 년도에는 15 억불에 이를 것으로 예상되고 있다. 이러한 급격한 시장증가는 1.8/1.9 GHz 의 주파수 대역이 채택되면서 dual-band 전화기와 이를 위한 고효율증폭기가 필요로 하게 되었다. 특히 선형성과 전력효율의 극대화가 필요한 무선전화기용 전력증폭기의 경우에는 GaAs 를 기반으로한 전력증폭기가 주류를 이룰 것으로 예상된다. 특히 CDMA 가 채택됨에 따라 전력증폭기의 선형성과 DC to RF 변환효율에 관한 특성이 더욱 중요시되게 되며 이러한 모든 기술적 요구사항이 GaAs MMIC 부품의 채택을 필요 불가결하게 하고 있는 실정이다.

1.2 GaAs MMIC 의 미래시장

이동통신 단말기 시장에서 GaAs MMIC 는 전력증폭기 및 저손실 switch 를 주요 부품으로

Qualcomm Milestone

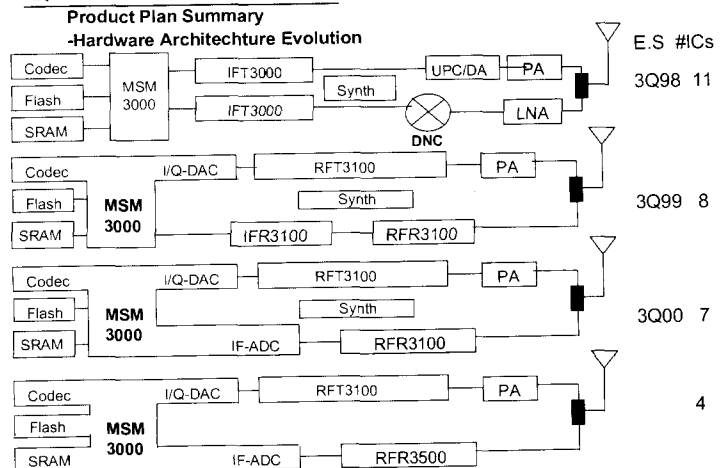


그림 3. Qualcomm milestone

asynchronous digital subscriber loop(ADSL)이나 cable modem 그리고 위성 및 다른 무선서비스 시스템과의 경쟁이 치열하게 진행되고 있는데, 해당 국가의 정보통신 기반 시설이나 지역분포 등의 여러 요인에 의하여 결정될 것으로 판단된다.

자동차 산업의 경우도 차량전장화라는 측면에서 GaAs MMIC 에 관련된 많은 연구 및 사업화에 대한 노력이 진행되고 있다. Mercedes Benz S-Class 로 대변되는 고급차량에서는 현재 77 GHz 의 차량충돌방지장치에 대한 시제품 개발이 완료된 상태이다. 그러나 이 시장의 경우에는 고급 차량이 아닌 일반차량에도 적용할 수 있는 저가의 장치 개발 즉 집적화를 통한 대량생산이 선행될 때 시장이 적절한 규모로 형성될 수 있을 것으로 보인다. 그러나 자동차 산업의 수량과 잠재성으로 미루어 보아 대규모의 시장이 형성될 것으로 예상하고 있으며, 충돌방지장치와 ITS (Intelligent Transportation System) 의 결합될 때 GaAs

MMIC 의 시장의 또 다른 Quantum Leap 을 할 것으로 예상된다.

2. 국내의 MMIC 기술현황

국내의 이동통신 단말기용 RFIC 혹은 GaAs MMIC 기술은 지난 10 여년간 여러가지 요인에 의하여 극도로 뒤쳐져 있는 상태이다. 80년대말 국제상사 (현 EonCom) 의 3 GaAs process line을 시작으로 하여 전자통신연구원 (ETRI) 에서 몇 가지 회로들이 개발되어 왔으나 상용화에 이르지 못한 상황이다. 삼성전사에서 Harris Microwave Systems을 인수하여 GaAs MESFET 전력증폭기를 연구개발하였으나 현재 문을 닫을 상태이며, 그외 LG 종합기술원, LG 정밀, 그리고 현대전자에서 소규모의 연구개발을 진행하여 왔으나 상용화와 거리가 먼 연구개발단계에 그친 안타까운 실정이었다. 그러나 이동통신 시장이 폭발적으로 커지면서 새로운 국면에 접어들어 이제는 각 기업과 더불어 소규모의 design house 등이 생겨나고 있으며 나뉠대로의 힘이 모아지고 있어 늦었지만 다행한 일이라고 생각된다.

표 1에서는 현재의 국내 RFIC 및 GaAs MMIC 관련 연구개발 동향을 간추려 놓았다. 이 표의 내용은 1999년 10월 열린 이동통신용 MMIC 및 Module 워크샵 의 내용을 간추린 것으로 실지의 내용과 약간의 차이가 있을 수 있음을 밝혀둔다. 현재 삼성전사에서 Bi-CMOS 와 CMOS 를 이용하여 전력증폭기의 회로 즉 저잡음증폭기와 Mixer 에 대한 연구개발을 하고 있으며, 현대전자 역시 이러한 개발을 ETRI 와 함께 추진하고 있다. GaAs MMIC 의 경우에는 EonCom의 4 GaAs MESFET, PHEMT, HBT 공정라인이 완성되어 있으며, Knowledge On 에서도 6 process 라인에 대한 투자를 공표하였다. 이외에 LG 정밀 (현 이노테크) 에서 HBT 전력증폭기 생산에 대하여 검토중인 것으로 알려져 있다.

3. 결론

현대의 이동통신 시장은 제 3 세대를 맞이하여 cellular 에서 PCS (Personal Communication System)

표 1. 국내의 GaAs MMIC 및 Si RFIC 관련 연구기관의 연구개발 현황

구분	기관명	연구개발현황
기업	EonCom	<ul style="list-style-type: none"> 4 GaAs MMIC Line 확보: MESFET, PHEMT, HBT
	Knowledge On	<ul style="list-style-type: none"> 6 GaAs MMIC Line 투자예정
	전자통신연구원	<ul style="list-style-type: none"> 4 GaAs MMIC Line 재구성 : MESFET, PHEMT, HBT Si CMOS Line Rx MMIC for WLL, HHP, PCS(TQS) Tx MMIC for WLL, HHP, PCS (TQS)
	LG 전자기술원	<ul style="list-style-type: none"> 4 GaAs MMIC Line 확보 : MESFET, PHEMT, HBT X-band LNA, PA Broad Band Amplifier, PIN Switch C-band HEMT LNA Ka-band HEMT Mixer, PA, LNA 77 GHz HEMT Mixer PCS HBT PAM
	ASB	<ul style="list-style-type: none"> SiGe HBT
	삼성전자	<ul style="list-style-type: none"> Si Bi-CMOS, CMOS PCS LNA, Mixer
	현대전자	<ul style="list-style-type: none"> Si CMOS 연구개발중
대학	서울대학교	<ul style="list-style-type: none"> 27, 38 GHz 0.5 W MMIC 및 Module 3 GaAs MMIC Line : PHEMT CPW MMIC Broadband amplifier (1~60 GHz)
	포항공대	<ul style="list-style-type: none"> X-band T/R Module Ka band VCO
	한양대학교	<ul style="list-style-type: none"> Cellular, PCS, IMT-2000 Mixer PCS LNA+Mixer+VCO X band Broadband PA 27, 38 GHz 0.5 W MMIC 및 Module
	KAIST	<ul style="list-style-type: none"> Feedback Amp., Wideband Amp., VCO, FECFET Mixer VCO using Active Inductor, FET/FET VCO



그리고 IMT-2000 으로 점차 광대역 서비스를 위한 하드웨어 및 소프트웨어가 발전하고 있다. 이러한 시스템을 구성하는 부품 중에서 신호를 송수신하는 부품은 전력소모와 소형화를 위한 노력이 지속적으로 진행되어 왔으며 hybrid 상태에서 점차적으로 one chip형태의 집적회로, 즉 MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit) 에 대한 요구가 급격히 증가되고 있다. 특히 이동통신단말기의 가장 고가의 RF 부품인 전력증폭기의 요구사항이 우수한 선형성 및 전력효율이라는 측면에서 GaAs MMIC 기술이 주도적으로 쓰일 것이라는 면과 또한 여러형태의 이동통신이 더욱 높은 주파수대역으로 이동함에 따라 관련시장의 폭발적인 발전이 예상되고 있다. 현재의 시장 규모는 약 24 억불 정도이며, 2004 년에는 110 억불 수준에 이를 것으로 예상되고 있다.

그러나 국내에서도 활발한 진척이 GaAs MMIC 및 Si RFIC 에서 일어나고 있으나, 아직 상용화에 대한 부담을 덜지 못한 상태이다. 또한 대만의 경우 이미 2~3 개의 본격적인 GaAs MMIC 및 Si RFIC 공정라인이 생겨지고 있다는 점에서 국내의 현재 상황과 극명한 비교가 되고 있다. 이 분야의 경우 지난 90 년대에 오직 일부의 연구팀에 의하여 연구개발 및 인력배출이 있어왔으며 이로 인하여 본격적인 산업화가 필요한 시점에서 전문 인력이 너무도 모자라고 또한 인력배출에 대한 대책이 전무한 실정이다. 이러한 문제점 및 대책에 대한 산학연 그리고 정부의 토의가 필요한 시점이며, 이는 단순하게 부품 제조업체만의 문제가 아니라 system 업체, service provider 그리고 나아가서 국내의 정보통신산업의 근간에 대한 문제가 아닐 수 없다.

감사의 글

본 특집논문의 내용은 1999 년 10월 동국대 밀리미터파 신기술 연구센터, 서울대 3차원 밀리미터파 창의 연구단, 서울대 밀리미터파 국가지정 연구소, KAIST 광전자 연구센터, 포항공대 전자파 특화센터, 한양대 전자재료 및 부품 연구센터가 주관하고 광전자반도체, LG 정밀, LG 종합기술원, 우진반도체에서 후원한 무선통신용 MMIC 및 Module Workshop 의 내용을 간추린 것으로 이 워크샵에서 많은 내용을 발표해주신 연사들에게 감사의 뜻을 표하며, 보다 자세한 내용은 한양대 전자재료 및 부품 연구센터 (031-400-5836) 을 통하여 워크샵의 proceeding 을 구할 수 있음을 알려드립니다.

저자 소개



오재응 (吳在應)

1959년생. 1981년 한양대 공대 전자공학과 졸업. 1984년 University of Nebraska 전자공학과 졸업(석사), 1984년 University of Nebraska 전자공학과 졸업(공학박). 현재 한양대 공대 전자 및 컴퓨터공학부 교수.

주관심분야: 화합물 반도체 소자, RF 통신용 소자부품.