

# 이동통신용 부품의 국산화 현황 및 21세기 기술전망

박종철

(\*전자부품연구원 소자통신부품연구센터장)

## 1. 서론

20세기를 거쳐 21세기에 이르기까지 산업계의 가장 중요한 화두가 정보통신이라고 하는 것에는 아무도 부인하지 못하고 있다. 이를 이끄는 쌍두마차는 이미 대중 속으로 급히 침투하고 있는 인터넷과 함께 눈부시게 발전하고 있는 이동통신기술이다.

산업사회의 급속한 정보화사회로의 이행에 따라 정보량의 비약적 증가와 함께 빠르고 정확한 다량의 정보 전달이 필요하게 되어, 음성뿐만이 아니라 Data 전송, 화상전송, 인터넷 통신 등의 다양한 서비스기능이 필요하게 되고 있다. 이에 따라 이동 통신 시스템은 수 GHz 대역 이하의 셀룰러, PCS에서 IMT-2000, ITS-DSRC, GPS, WLL, 초단거리 근거리 무선통신망으로 서비스가 전개되고 있으며 향후 B-WLL, 무선 ATM-LAN, MBS 등 수십 GHz 대역으로 발전이 예상된다. 이에 따라 이동통신기기 및 통신시스템의 고기능/다기능화, 저전력화, 저가격화, 소형/경량화 등이 요구

되며, 통신시스템을 구성하는 통신부품의 개발은 필연적으로 중요한 요소가 되고 있다. 그러나 우리나라의 경우, 서비스의 조속개통을 위한 망 및 시스템 구축, 단말기 확보 등에 중점적으로 정책이 치우쳐 온 결과, 이동통신용 핵심 부품의 개발은 간과해 온 점이 없지 않다. 본고에서는 이동통신단말기용 핵심부품의 국내의 기술동향 및 산업현황을 소개한다.

## 2. 이동통신 단말기 구성도

그림 1은 현재 사용되고 있는 이동 통신 단말기의 내부 구성도이다. 그림 1의 왼쪽으로부터 크게 RF부, IF부 및 Baseband부로 나뉘어진다.

RF부는 원하는 주파수대역에서의 송수신을 담당하는 부분으로, 전파를 수집 또는 전파하는 안테나, 원하는 송수신 주파수대역만을 걸러주는 듀플렉서 및 RF 필터, 그리고 송신 및 수신신호를 증폭하는 증폭기(PA, LNA) 그리고 IF 주파

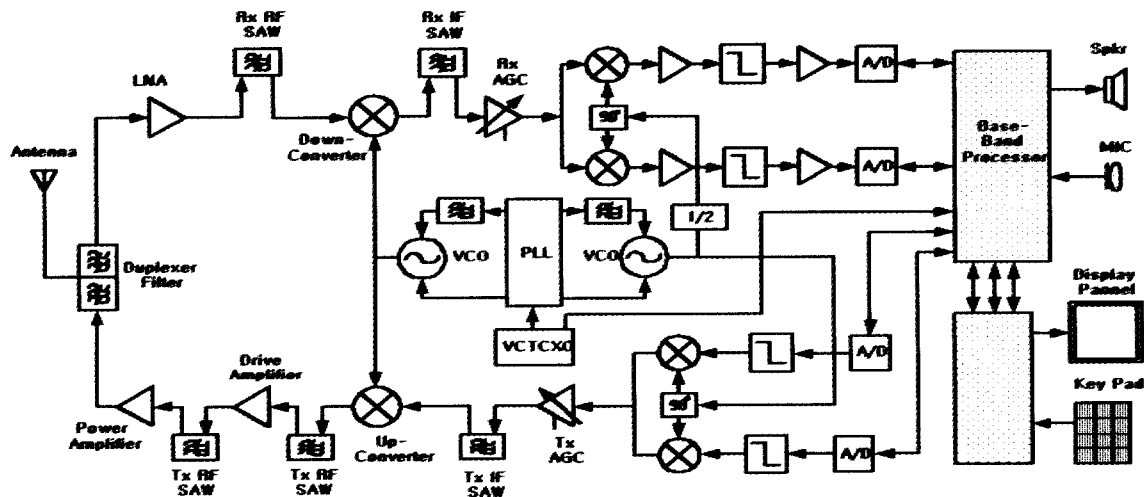


그림 1. 이동통신 단말기의 구성도

수를 만들어주기 위한 Mixer 및 Synthesizer 등으로 구성 되어 있다. IF부는 수신 IF와 송신 IF부로 다시 나눌 수 있으며 수신 IF부는 RF부에서 Mixer를 거쳐 변환된 IF주파수를 기저대역 신호로 변조하기 위해 고조파제거용 IF 필터 및 IF 증폭기를 거쳐 변복조하는 부분이고, 송신 IF부는 그 반대의 역할을 한다. Baseband부는 아날로그 신호 처리부 및 디지털 신호처리부로 나눌 수 있으며 현재의 CDMA 휴대전화기에서는 BBA(Base Band Analog) chip과 MSM(Mobile Station Modem) chip이 그 핵심이다. 기타 여기서는 자세히 언급 않겠지만 소형 전지, 디스플레이, 키 패드, 송수신용 마이크 및 스피커 등이 man-machine interface를 위한 부품들이다.

이동통신 단말기 부품 개발 동향의 주된 흐름은 단말기 소형화의 관점에서 부품 소형화 및 저전력 구동화, RF 부품 집적화(RF-IC) 등이다. 또한, 최근 이동통신 시스템의 다양화에 따라 소위 멀티 모드/멀티 밴드 단말기용의 부품 개발도 시급한 실정이다.

### 3. 이동통신 단말기용 각 부품의 개발동향

#### 3.1 단말기용 안테나

안테나는 단말기와 기지국 또는 중계기간의 RF 신호를 수집 또는 방사하는 RF 최전단 소자로서 단말기부품 중 비교적 부피가 크고, 외부에 돌출되어 있어 단말기 설계자에 있어서는 항상 부담이 되어 왔다. 안테나는 여러 종류가 있으나 주로 이동통신용 단말기에 사용되는 것들은 다음과 같다.

현재 단말기에 대부분 사용되고 있는 안테나는 Whip 안테나 또는 Helical 안테나 등의 monopole 안테나로서 삽입형(retractable)의 셀룰러 단말기에 주로 사용되고 있고 역 F형의 안테나도 일부 쓰인다. 페이지에는 loop안테나가 주로 많이 사용되며 마이크로 스트립 안테나는 단말기의 내장형 안테나로서 이동위성통신수신기, GPS 수신기, 무선 LAN 수신기 등에 이용될 전망이다. 또한 최근에는 단말기의 안테나 돌출부를 없애면서도 종래의 Whip 안테나와 거의 동등한 특성을 보이는 칩 세라믹 안테나도 일본의 무라타에서 소형 SMD 형으로 개발되었다.

안테나는 스웨덴의 Allgon사, 이스라엘의 Galtronics사, 미국의 Motorola, 일본의 Yokowo등이 주개발/생산업체로 feeding 방식에 대한 특허를 보유하고 있다.

국내의 경우는 하이게인 안테나, 에이스 테크놀로지, 한국 안테나 등에서 주로 기지국/중계기용 및 위성용 안테나를 개발하여 왔고 생산중이나, 단말기용의 경우는 그 실적이 미미하다가 최근야 셀룰러 및 PCS 단말기용 등을 개발하였으나 아직은 외국 선진업체에 비해서는 매출액, 기술력 등 모든 분야에서 많이 뒤쳐져 있는 형편이다. 안테나의 성능 및 기능은 안테나 단품의 성능뿐만 아니라 단말기의 형태 및 크기에 의해서도 좌우되므로 단말기업체와 단말기 모델 설계 초기부터 동참하여 개발하는 것이 안테나 기술 및 산업 진흥을 위해서는 바람직한 일이다.

단말기용 안테나의 앞으로의 개발방향은 외부돌출이 없는 기관 실장형 안테나, 듀얼 밴드용 안테나 개발, 단말기의 외관 디자인에 따른 방사패턴 최적화 및 인체효과를 고려한 설계 등이다.

#### 3.2. 유전체 듀플렉서 필터

유전체 필터는 유전체 재료를 이용한 공진기 및 개를 조합하여 필터 역할을 하게 만든 것으로이동통신 단말기에 이용되는 유전체 필터는 수신부와 송신부 분리역할의 안테나 듀플렉서와 앰프의 앞·뒤 단에서 입력과 출력 신호를 검출하는 단간용 대역통과필터 등이 있다. 그러나 최근에는 단간용으로서의 대부분 SAW 필터(일부 LC 적층필터)가 쓰이고 있기 때문에 유전체 필터는 듀플렉서 필터로만 사용되고 있다. 이러한 유전체는 전파의 파장이 유전체 내부에서 유전율의 계급근에 반비례하는 성질이 있어 고주파화할수록 소형화할 수 있는 특징을 갖고 있다. 소형화를 위해서는 유전율 80 이상의 고유전율 유전체가 요구되어지며, 계속되는 요구에 따라 유전율 100이상의 유전체 개발연구가 가속화되고 있다.

유전체 필터는 제조공정 및 형태상 개별공진기조합형과 단일(Monoblock)형으로 나눌 수 있다. 개별공진기조합형은 단일형에 비해 제조원가는 약간 비싸나 손실특성이 우수하고 주파수 튜닝 작업이 쉬워 초기 단말기에 주로 사용되다가 최근에는 대량생산에 유리한 단일형으로 많이 바뀌어졌다.

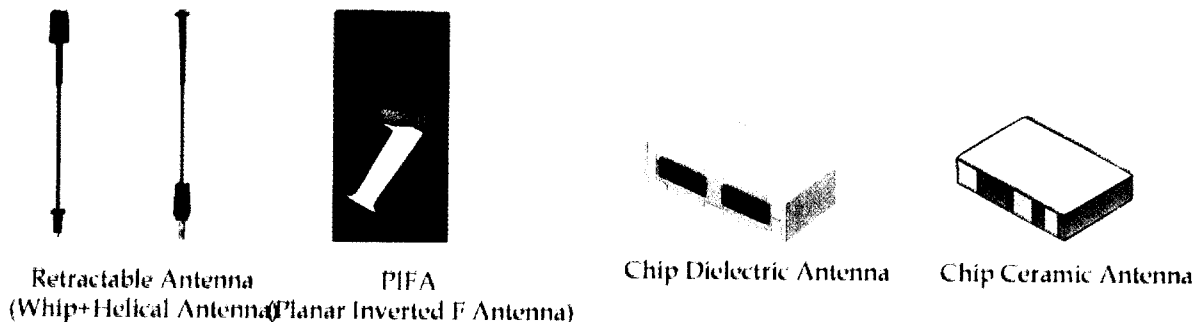


그림 2. 각종단말기용 안테나

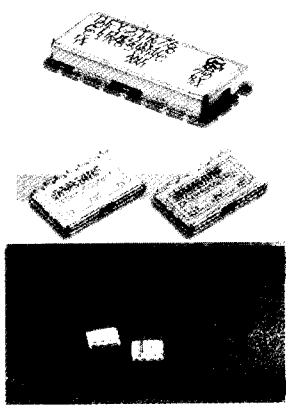


그림 3. Murata, 삼성전기, Toko 사의 듀플렉서

단일형은 Motorola, Murata, Matsushita 등의 주로 미국 및 일본업체가 많이 생산하고 있다. 국내의 경우는 삼성전기, 쌍신, 한원, LG정밀 등에서 셀룰러 및 PCS 용으로 개별공진기 조합형 또는 단일형으로 상품화를 완료했으나 유전체 조성 및 대부분의 설계 가능한 회로 구조에 대한 특허가 일본의 업체에 종속되어 있고 아직 기술력 미비로 일본업체에 비해 가격경쟁력에서 뒤처지고 있다. 유전체를 이용한 Duplexer는 송신출력 및 삽

입손실 특성면에서 볼 때 높은 주파수대역 시스템에까지도 계속적으로 사용이 예상된다. 하지만 주파수가 높아짐에 따라 주변회로에서 발생하는 기생성분의 영향이 예상되며, 파장이 짧아짐에 따라 부수적으로 발생하는 소자 크기의 축소로 공진기 생산, 제작시 발생하는 dimension의 오차에 따른 주파수 정밀조절의 문제가 예상된다. 또한 기존의 TEM mode 공진기도 높은 주파수에서는 다른 mode 발생등 어려움이 예상된다. 따라서 주파수 대역의 증가에 따른 새로운 type의 공진기 구조와 유전체 개발 및 이에 적당한 주변회로 개발이 필요하다. 외국 선진 기업에서는 이러한 추세에 따라 혼합 공진 모드의 공진기 개발과 적층형 유전체 필터 개발이 진행중이지만 아직까지는 기존의 방법을 대체할 만한 기술은 이루어지지 않고 있다.

최근에는 적층세라믹 기술을 활용하여 듀플렉서 필터를 제작하여 소형화를 도모하려는 시도가 있고, 최근 개발이 완료되어 시장에 나오기 시작한 SAW Duplexer 와의 경쟁도 늘어거 볼 만 하다. 마지막으로, 압전박막을 이용한 FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator)을 사용하여 듀플렉서화하려는 연구가 HP등을 중심으로 시도되고 있으나 아직은 단품으로 상업화되기에는 시간이 좀더 걸릴 것 같고 다만, RF-IC에 필터를 내장시키고자 할 때, 유망한 기술로 보인다.

3.3 표면탄성파(SAW) 필터

SAW 필터는 표면탄성파를 이용하여 신호주파수 성분과 위상성분을 제어하여 인접채널신호를 제거하고 수신채널신호를 정형하는 대역통과필터이다. 진폭특성과 위상특성을 거의 독립적으로 설계가능하고 또, 회로의 간략화, 무조정화가 가능한 등의 설계상의 장점 및, 제조에 반도체 공정을 이용하므로 대량생산이 가능하고 소형화가 가능한 등의 제조 및 응용상의 장점으로, 현재 이동통신용으로는 Pager (160MHz, 320 MHz 및 900MHz 대역)용, 그리고 셀룰러 및 PCS 기지국 및 단말기의 IF 단 필터(70 80 MHz 및 200 MHz 대역), 그리고 단말기 RF 필터 (800 900 MHz 및 1.8

GHz 대역)로 사용되고 있다.

단말기 RF 단간 필터(셀룰러 및 PCS)는 일본의 후지쯔를 선두로 도시바, 마쯔시타(지멘스-마쯔시타 합작회사), 무라타, 오키 등의 일본업체가 주류를 이루고 IF 필터는 일본, 유럽, 미국 등 여러 업체가 생산하고 있다. 국내의 CDMA 셀룰러용으로는 RF SAW 필터는 주로 후지쯔 제품이 사용되고 있고, IF SAW 필터는 프랑스 톰슨, 일본의 킨세키, 미국의 Sawtek 등 여러 제품이 사용되고 있다. 최근 후지쯔 및 히타치, 지멘스 등은 유전체 듀플렉서 대신에 사용할 수 있는 SAW 듀플렉서 개발을 완료하고 가격 저감화에 노력중이다.

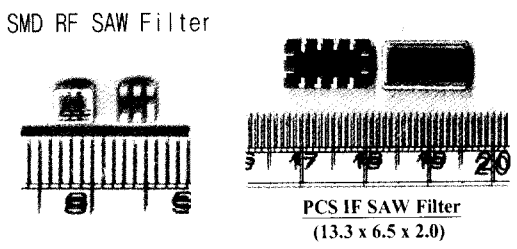


그림 4. RF 및 IF SAW 필터

국내의 SAW 필터 현황을 보면, LG정밀이 1-2년전부터 대규모의 설비투자를 통하여 주로 CDMA, PCS, WLL 등의 단말기용 IF 필터를 개발하여 상품화하고 있고, 삼성전기는 페이지용 및 가정용 무선전화기용 필터 및 듀플렉서용 SAW 필터를 주력 생산하다가, 작년부터 800MHz 대역 RF 필터에 치중하여 생산중이다. TV용 필터 및 일부 이동통신용 필터를 생산해오던 대우전자부품은 1999년 중반 이 사업을 고니정밀로 넘겼고 한국전자도 일부 페이지 및 가정용 900MHz 무선전화기용을 필터를 생산중이다.

SAW 필터의 향후 개발방향은 (1)고주파화, (2)저손실화, (3)고내전력화 및 (4)멀티밴드용 및 복합화 등이다. 즉, 고주파화를 위해서 Submicron 반도체 식각기술의 도입이 불가피해졌고, 다이아몬드 기판 등 SAW 전달속도가 큰 기판의 활용도 검토중이다. 또한 전력손실의 감소화를 위해서 저손실 전극구조 및 기판에 대한 연구는 계속될 것이며, SAW를 RF단 최전단인 듀플렉서에 사용하기 위해서 내전력성이 큰 전극물질, 구조 및 기판에 대한 연구도 계속 진행될 것이다. 마지막으로 진술한 멀티모드/멀티밴드 이동통신 단말기에 대응한 SAW 필터로서, 한 기판에 여러 모드의 SAW를 설계하거나 필터 Bank등의 연구가 계속될 것이고, 장기적으로는 부품집적화를 실현하기 위한 Si 또는 GaAs 기판상에서의 SAW 필터 또는 벌크파 필터(FBAR) 구현을 위한 압전박막에 대한 연구도 학계 및 연구소를 중심으로 병행되어 나갈 것이다.

3.4 전력 증폭기

이동단말기 송신부의 중단을에서 듀플렉서로 공급된 신호를 증폭하여 주는 능동소자로 고이득, 고효율, 넓은 동작 영

역, 고출력 등이 요구된다. 효율을 높이기 위해서는 내부손실이 적은 소자로 구현해야 하기 때문에 주로 GaAs MESFET가 사용되고 있으나 선형성 요구사항이 까다롭지 않은 GSM용으로는 일부 Si Bipolar 소자도 사용되고 있다. 최근에는 FET에 비해 전력밀도가 높고 선형성이 우수한 GaAs HBT(Heterojunction Bipolar Transister)가 사용되기 시작하였고 GaAs HEMT(High Electron Energy Mobility Transistor)도 내부손실이 적고 적전압소자로 유망한 절층으로 많은 연구가 진행중이다. 또한 가격면에서 유리한 Si MOSFET도 성능향상을 위해서 TI, Motorola 등을 중심으로 연구되고 있으며 성능면에서도 광범위한 발전을 이루고 있다. 또한 SiGe 기술도 기존의 Si 기술의 응용이 가능하다는 점 때문에 최근에는 각광을 받고 있다.

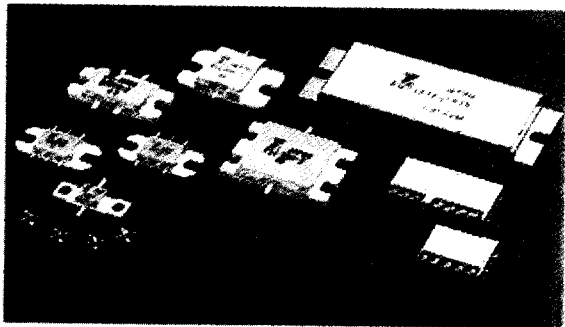


그림 5. 각종 전력증폭기

국내에서는 삼성전자 등 일부 기업체에서 GaAs MESFET를 개발하다가 최근 거의 양산을 포기한 상태이다. ETRI의 소자기술을 이용하여 광전자 반도체가 최근 일부 생산계획중이고 셀룰러용으로는 최근 LG정밀이 HIC형태로 개발을 완료하여 국산화에 성공한 바 있다.

현재 단말기에서는 반도체소자와 회로를 조합한 Hybrid Module 형태로 고출력 증폭기가 사용되고 있으나 앞으로 IC화된 것이다. 다만 아직까지는 전력증폭기의 경우는 IC화하여도 비교적 칩이 크고 회로손실이 증가되는 문제점이 있어 IC화에 걸림돌이 되고 있으나, 최근 미국의 키넥션트(구 Rockwell), Anadigics사 등에서 전력증폭 MMIC를 개발하여 판매하고 있다. 또한 송신단이나 수신단의 다른 능동부품들은 MMIC 화하여 동작전압을 저전압(3.6V 이하)로 동작화 하고 있으나 전력증폭기만은 아직 저전압구동용이 개발되어 있지 않아 휴대전화기의 전원전압을 저하시키지 못하는 원인으로 되고 있다.

### 3.5 저잡음 증폭기 (LNA)

저잡음 증폭기는 RF수신단에서 수신신호를 증폭하는 소자로 저잡음지수, 고이득, 선형성, 고감도 등이 요구된다. 화학물반도체소자기술이 요구되며, Bipolar 기술과 Non Bipolar 기술(MOSFET, MESFET, HEMT)이 경쟁되고 있으며 주로 1 GHz 이하의 낮은 주파수에서는 Bipolar가 높은 주파수에서는 Non Bipolar 기술이 많이 쓰인다. 최근에는 수신단

RF MMIC로서 다음에 설명할 Mixer와 함께 묶어 LNA/Mixer 또는 LNA/Mixer/IF Amp. 등으로 집적화, RF MMIC화 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다.

### 3.6 혼합기 (Mixer)

Mixer는 두 개의 입력신호를 혼합하여 출력해 주는 여러 회로로 구성되어 있는 복합부품으로 RF대역에서는 Diode Switch 구성이 많이 쓰인다. Mixer는 주로 직접 단말기 또는 모듈 제작업체가 discrete하게 PCB에 실게하여 사용하는 경우가 많고 단품생산은 일본의 Murata가 대표적이다. 그러나 최근 진출하였듯이 Mixer는 LNA 등과 MMIC화하여 생산되는 경향이다.

### 3.7 전압제어 발진기 (VCO)

VCO(Voltage Controlled Oscillator)는 직류제어전압을 변환하여 발진주파수를 변화시키는 소자로서 이동통신기기의 수신주파수를 IF 주파수로(또는 IF주파수를 송신주파수로) 변환하기 위한 국부공진용 발진기로 주로 사용된다. VCO의 경우도 위의 Mixer와 같이 자사에서 설계, 내장하는 경우와 외부에서 구입하여 사용하는 경우가 많으나 주파수가 높아짐에 따라 외부 단품으로 구입하는 경우가 많다. 주로 일본의 무라타, 마쓰시타, 코세라, 태양유전 등에서 생산하며, SMD형으로 점차 소형화되고 있다. VCO의 경우도 MMIC 속에 포함시키려는 움직임이 많아 특히 낮은 주파수대에서는 IC 화가 두드러지고 있다. 다만 마이크로파대역의 높은 주파수에서는 아직 IC화되고 있지 않은 실정이다.

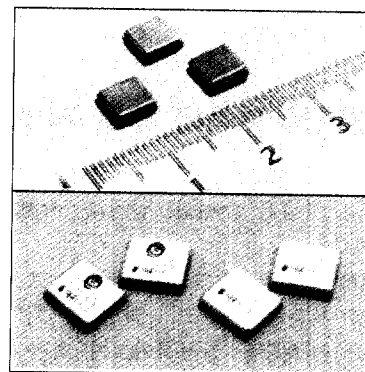


그림 6. VCO 및 TCXO

### 3.8 온도보상형 수정발진기 (TCXO)

TCXO(Temperature Compensated X-tal Oscillator)는 안정된 주파수를 발생시키는 수정진동자와 서미스터 등의 온도센서 등으로 이루어진 온도보상회로를 조합하여, 국부발진회로단에서 기준주파수를 발생시키는 역할을 한다. TCXO는 단말기 부품중 비교적 큰 디바이스로 소형, 박형화에 대한 요구가 특히 강하다. 최근에는 0.25 cc이하의 제품이 주류이

며 제품의 높이도 2.5 mm이하의 것이 요구되고 있다. 또한 주파수의 미세조정을 트리머로 하지 않고 외부전압에 의해 조정하는 VC-TCXO가 많이 사용된다. 주요생산업체는 주로 일본의 Toyocom, Kyocera, Matsushita, Kinseki 등이고 국내에서는 삼성전기, 싸니전기, 고니정밀 등에서 개발중 또는 개발완료했다.

### 3.9 기타 단말기용 수동부품류

기타 단말기용 수동부품류로서는 일반 전자부품에서도 많이 쓰이는 칩저항기, 칩컨덴서(MLCC) 및 칩 인덕터 등이다. 이들 칩 전자제품은 그동안 소형화가 꾸준히 진전되어 왔고 국내에서도 일부 중소 저항기제조업체 및 삼성전기, 삼화전자, 세라텍, 필코전자 등에서 생산하고 있거나 개발중이다. 현재 저항기 및 MLCC는 1005 또는 0603의 크기 까지 나오고 있고 칩인덕터는 2012 또는 1608이 주종을 이루고 있으나 앞으로 소형화 경쟁은 계속될 것이며 기능의 복합화(R-C, R L-C 등), Array화 등 고기능화에도 연구가 지속될 것이다.

### 3.10 Baseband 용 부품류

Baseband 용 부품은 주로 MSM chip으로 대표되는 Modem chip과 기타 Codec 칩, BBA chip 등이 있고, 국내 이동통신 시스템 적용 초기부터 전량 Qualcomm 등 외국에서 수입하여 와서 단말기 로열티 지급의 주범이 되어 왔으나 ETRI, 삼성 전자 등이 꾸준히 국산화 개발에 노력을 기울여 온 결과 최근 삼성전자에서 일부 개발을 완료, 단말기에의 채택을 고려중이나 아직도 기술적으로는 외국에 비해 뒤지고 있는 것이 사실이다.

## 4. 단말기용 부품의 추후 개발 전망

현재 단말기용 부품은 소형화, 집적화, 저전력화, 저가격화가 그 방향이다.

따라서 부품의 복합화, 집적화가 대부분 그 Key issue로 되어 있어 능동 부품의 경우 가능하면 한 개의 작은 칩내에 여러 기능의 부품들을 집적시키고자 하는 연구들이 진행되고 있고 수동부품의 경우도 개별소자의 소형화 이외에도 몇 개의 기능들을 복합화 하려는 시도가 되고 있다. 이중 능동부품의 경우 추진되어 왔던 MMIC(Monolithic

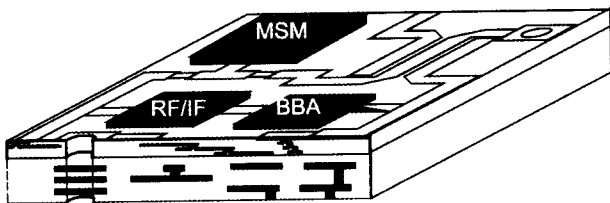


그림 7. 단말기 모듈의 MMIC 및 MCM 복합화

Microwave Integrated Circuit)에 대응하여, 수동소자들도 가능한 한 칩형 제품을 쓰지 않고 3차원 모듈의 내부에 포함시킴으로써 집적화시키려는 소위 MCM(Multi-Chip Module) 기술을 단말기 RF모듈에 적용시키고자 하는 연구가 일본, 미국 등의 선진국에서 연구중이다. MCM기술은 기존 PCB를 사용하는 MCM-L, 세라믹 기판을 사용하는 MCM-C 및 박막 기술을 이용하는 MCM-D 기술 등이 있고, 이들을 적절히 조합하여 RF 또는 단말기 내부 전체를 single 모듈화하는 시도가 계속되고 있어 추후 단말기 소형화의 급진전이 기대되고 있다.

## 4. 결 언

시스템에 활용되는 부품의 개발에는 개발초기부터 항상 시스템 개발자와 요구사항, 규격 등에 대해 부단히 토론하며 진행해 나가지 않으면 실패하기 쉽다. 이와 마찬가지로 이동통신용 부품도 단말기용부품은 단말기 제조업체와, 기지국용 부품은 망운용업자와 개발초기부터 공동으로 참여하여 개발하는 것이 부품개발 선진국에의 만성적인 종속탈피를 위한 지름길이다. 또한 이동통신 부품의 고주파 부품, 특히 수동부품의 경우에는 재료의 중요성이 강조되어야 한다. 일본이 전자부품, 특히 통신용 수동부품에서 세계 최우위를 점하고 있는 배경에는 학/연/산 연구를 통하여 끊임없이 이어져 온 원천 재료 기술의 바탕이 있다고 하겠다. 국내에서도 단기적이고 가시적인 부품제조기술에만 연구개발 지원을 집중할 것이 아니라, 이러한 원천기술에도 연구자원을 투자하는 장기적인 안목을 가질 필요가 있다. 그러나 재료, 부품산업의 경우 단기간에 그 실적이 눈에 띄게 발전하지 않는다. 투자효율이 적다고 무시해 버릴 것이 아니라, 10년 후를 내다보는 장기적 차원에서의 꾸준한 정부지원 및 기업의 안목이 절실한 현실이다. 최근 산업자원부 및 정보통신부 등에서 부품소재 산업의 중요성을 깨닫고 부품일류 기업을 육성하기 위한 다양한 지원책을 마련하는 점은 매우 고무적이나, 이러한 흐름이 일파성으로 그치지 않고 지속적 분석을 통한 장기적 지원책으로 이루어져야 할 것이다.

## 저 자 소개

### 박종철 (朴鍾徹)

1980년 서울대 공대 금속공학과 졸업.  
1991년 서울대 공대 공학박사(금속공학).  
1982년-1991년 한국과학기술연구원 선임연구원.  
1991년-현재 전자부품연구원 수석연구원, 소자통신부품연구센터장. 주관심분야

: 이동통신용 고주파부품, SAW 필터, 세라믹 적층 부품