

고주파 집적회로 기술

장낙원 교수 (한국해양대학교 전기전자공학부)

최근 스마트폰 출시 경쟁과 태블릿 PC 등장 등으로 국내 이동통신 서비스 가입자 수가 5천만 명을 넘어서며 이동통신 서비스 보급률은 100%를 넘어 1인 다수 휴대용 통신기기 보유 시대가 될 만큼 무선통신 시장은 지속적으로 성장하고 있다. 휴대폰으로 활성화된 무선통신은 Wi Fi (무선랜), WiBro, 지상파 및 위성 DMB, GPS, RFID 등 우리의 일상생활에서 없어서는 안 될 수단이 되었다. 이러한 무선통신 시장의 급속한 발전은 통신 기술뿐만 아니라 1980년대 이후 크게 발전한 반도체 제작 기술에 의해 가능하였다. 특히 무선통신 시스템을 구현하는 송수신 칩과 관련된 아날로그 반도체 회로 설계 기술의 비약적인 발전에 의해 가능하였다.

중앙처리장치 (CPU), 디지털신호프로세서 (DSP) 등 디지털화된 정보를 처리하는 디지털 반도체와 달리 빛, 소리, 압력, 동작, 온도, 고주파 등의 각종 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸는 역할을 하는 것이 아날로그 반도체이다. 아날로그 반도체는 휴대폰·가전·자동차 등 여러 대형 시스템에 응용되고 있으나, 이동통신 기술의 발달로 전파 이용이 확산되면서 무선통신 기기의 핵심부품인 고주파 아날로그 반도체의 이용이 급속도로 넓어지고 있다. 고주파 아날로그 반도체는 과거에 고성능의 군사장비용으로 개발되었으나 근래에는 개인용 이동통신 기기의 핵심 부품으로 사용되고 있다. 무선 통신용 송수신기의 핵심부품인 고주파 아날로그 IC는 능동소자와 수동소자를 사용하여 하나의 반도체칩 위에 고주파회로를 구현한 것이다. 최근 고주파 아날로그 IC

에 대한 연구는 더 높은 주파수 대역에서 동작하며, 멀티칩 시스템내의 근거리 초고속 무선통신이 가능하도록 하는 방향으로 연구가 이루어지고 있다.

IT 산업의 발달에 따라 대용량의 데이터를 초고속으로 송수신하기 위해서 기존의 마이크로파 대역을 대신하여 매우 넓은 대역폭을 제공할 수 있는 밀리미터파 대역에 관한 연구들이 진행되고 있다. 또한 새로운 무선 통신 서비스 및 차량 충돌 방지 시스템, 이미징 시스템 등의 응용을 위한 주파수 대역은 점차로 밀리미터파 대역으로 확장됨으로써, 밀리미터파 이상의 고주파에서 사용 가능한 시스템의 개발이 이루어지고 있다. 밀리미터파 응용 시스템 개발을 위해 MIMIC (Millimeter-wave Monolithic Integrated Circuits)의 개발이 필수적이다. 트랜지스터 등의 능동소자와 인덕터, 저항, 커패시터 등의 수동소자가 반도체 제작공법에 의해 반도체 기판 상에

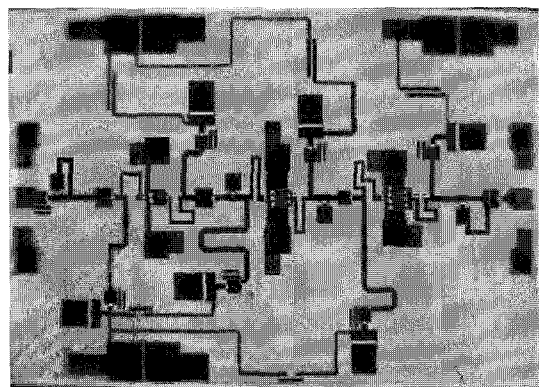


그림 1. 증폭기 MMIC의 예.

일괄적으로 제작된 고주파 아날로그 집적회로가 MMIC이다. MMIC는 모든 무선통신 시스템에 포함되는 RF 송수신 블록을 구성하는 핵심소자로 현재의 무선통신 하드웨어 기술의 근간을 이루고 있는 밀리미터파 대역에서 사용 가능한 MMIC에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그림 1은 실제로 구현된 MMIC를 보였다.

또한 차세대 무선통신단말기는 주파수 범위가 높아지고 복잡성까지 증가하여 다수의 부품이 단일 반도체로 집약된 시스템 온 칩 (SoC) 기술이나 여러 개의 칩을 단일 패키지로 통합하는 멀티칩 기술을 요구하고 있다. 여러 칩으로 구성된 크고, 복잡한 멀티칩 시스템은 수십 Gb/s 이상의 내부 데이터 전송속도를 요구하여 원활한 통신을 위해서 RF/무선 데이터 링크 시스템에 대한 연구가 이루어지고 있다. RF/무선 데이터 링크 시스템에서는 칩과 칩 사이의 통신을

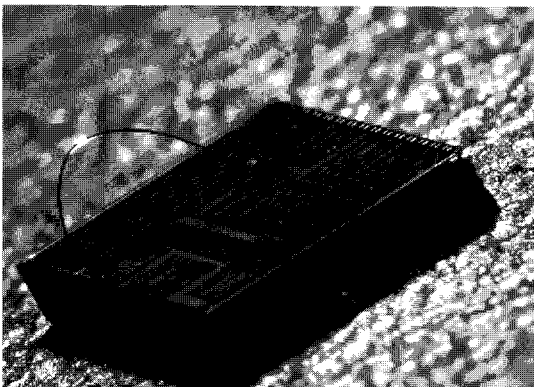
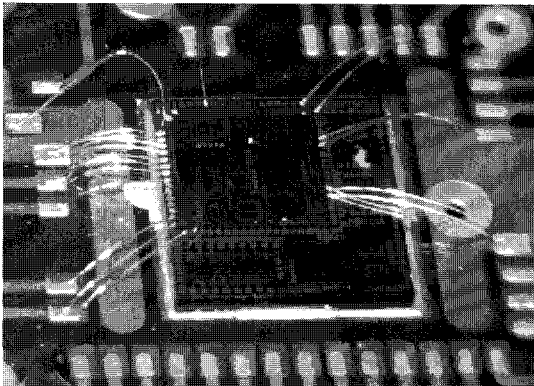


그림 2. 본드-와이어 안테나를 이용한 무선 네트워크 시스템.

위해서는 필수적인 요소인 무선 안테나는 실리콘 기판위에 안테나를 집적한 온-칩 (On-chip) 안테나가 대표적이다. 그러나 온-칩 안테나는 효율이 낮고 IC 면적의 상당 부분을 차지하고 있어 칩 사이의 통신에 응용하기에는 많은 제약이 따른다. RF/무선 데이터 링크 시스템의 무선 안테나의 문제를 해결하기 위해 기판 또는 칩에 부착된 본드-와이어를 무선 안테나로 사용하여 칩과 칩 사이의 무선 통신을 하는 기술이 연구되어 최근 그림 2와 같이 본드-와이어 안테나와 트랜시버가 결합된 시스템으로 구현되었다.

본 호의 테마 기획에서는 이와 같이 최근 무선통신 시장의 급속한 발전으로 크게 각광 받고 있는 고주파 아날로그 IC에 대해 다루고 있다. 무선통신 시스템에 포함되는 RF 송수신 블록을 구성하는 핵심소자인 MMIC와 본드-와이어를 이용한 칩과 칩 사이의 근거리 초고속 무선 통신을 구현한 최신 기술에 대해 소개하였다. 해당 분야의 학계 전문가가 “마이크로파 대역 모놀리식 집적회로 기술의 개요”, “K/Ka밴드 광대역 증폭기 MMIC와 Ku 밴드 다운 컨버터 MMIC”, 그리고 “본드-와이어 안테나를 이용한 칩과 칩 사이의 RF 무선 데이터 통신”에 대한 주제로 원고를 작성해 주었다. 어렵게 시간을 내어 원고를 작성해주신 전문가에게 감사의 말씀을 전하며, 본 테마 기획이 해당 분야를 공부하는 학생과 종사하고 있는 분들에게 도움이 되기를 바란다.

저자|약력|



성 명 : 장낙원

◆ 학 력

- 1990년 연세대학교 공과대학 전기공학과 공학사
- 1992년 연세대학교 대학원 전기공학과 공학석사
- 1999년 연세대학교 대학원 전기컴퓨터공학과 공학박사

◆ 경 력

- 1992년 - 1995년 삼성전자 AMLCD 사업부 전임연구원
- 1999년 - 2003년 삼성전자 반도체연구소 책임연구원
- 2003년 - 현재 한국해양대학교 전기전자공학부 부교수