

2015
September
no.13

융합 Weekly TIP

Technology | Industry | Policy

발행일_ 2015.09.21 | 발행처_ 융합연구정책센터

Technology

Industry

Policy

GaAs 디바이스 동향과 전망

김준혁 | 융합연구정책센터

GaAs란 갈륨(Ga)과 비소(As)를 함유한 다원소화합물. 실리콘을 대신할 반도체 재료 및 전력소자로 떠오르고 있는 신소재로 갈륨비소에 인 또는 알루미늄이 연결된 화합물

- 게르마늄이나 실리콘 등 단원소보다 전자 이동속도가 6배 빨라 연산 속도를 6배 높일 수 있으며 배선용량이 작고 트랜지스터 구조가 간단해 고속화고집적화에 적합
- 다양한 성질을 낼 수 있는 복잡한 구조의 디바이스 제작이 가능하여 주문형반도체(ASIC) 등 반도체 분야에서 광범위하게 응용가능

선정 배경

- GaAs는 실리콘보다 전하 이동성이 우수하고 빛의 흡수와 발산이 효율적이라는 장점 때문에 일찍이 차세대 소재로 주목
 - 전하가 실리콘보다 6배 빠르게 움직이는 등 GaAs는 실리콘에 비해 속도와 절연효과 우수
 - GaAs는 실리콘보다 발열성능이 우수하고 고주파에서 노이즈가 적음
- GaAs는 통신시스템에도 활용 가능하며, 최근에는 스마트폰 등의 발전으로 GaAs의 활용범위도 다양화 추세
- 실리콘 반도체의 성능발전의 한계로 이를 대체할 수 있는 신소재에 대한 관심 이 확대됨에 따라 가격이 비싼 GaAs에 대한 수요도 증가

개요

- GaAs를 이용한 마이크로프로세서는 1980년대 초반 RCA(Radio Corporation of America)에 의해 최초로 개발되었으며 이는 위성 프로그램과 슈퍼 컴퓨팅 등에 활용
- 그러나 Ga가 희귀원소로 가격 경쟁력에서 밀려 실리콘을 대체하지 못하고 일부 무선 통신, 태양광 소자, IC(Integrated circuit) 등에 제한적으로만 활용
 - Ga는 금보다 희귀할 정도로 구하기 어렵고 As는 유독물질이라는 특성 때문에 GaAs 생산에 많은 비용 소요

- 메모리와 마이크로프로세서는 대부분 CMOS(Complementary metal- oxide- semiconductor) 논리를 사용해서 집적회로를 구성하는데, GaAs는 CMOS 방식에 이용할 수 없고, 결과적으로 실리콘 기반 반도체와의 경쟁에서 크게 뒤쳐짐

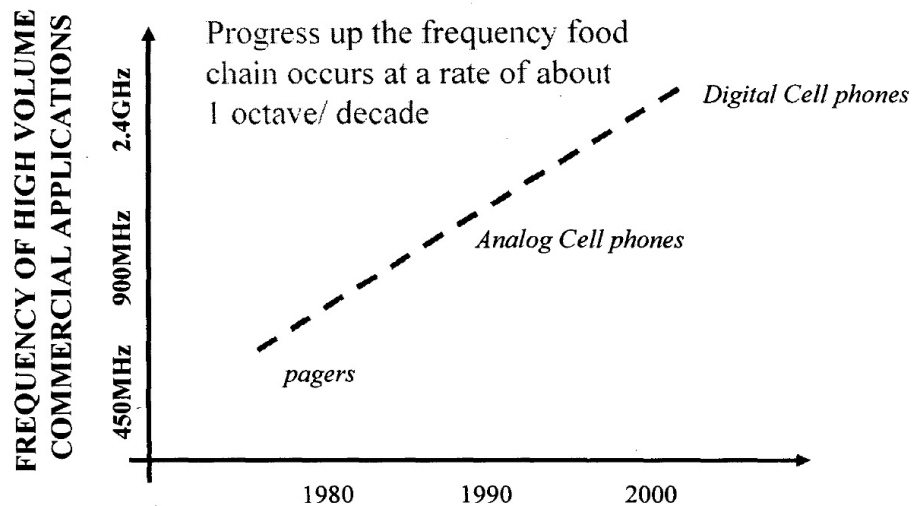


그림 1. 디지털 기술의 발전과 고주파 GaAs 장치 실용화

- 2000년대 초반부터 실리콘보다 고주파에서 더욱 안정적으로 작동하는 장점으로 인해 GaAs 디바이스는 p-HEMT와 HBT 등 무선통신용 부품에 광범위하게 활용
 - 스마트폰이나 GPS 등에 사용되고 있으며, 위성통신에도 GaAs로 만든 부품을 활용
- GaAs는 고효율 태양광 패널용 소자에도 활용
 - 1970년대 소련에서 최초로 GaAs 태양광 패널이 개발되었고, 위성과 우주탐사선 등에 GaAs 태양광 패널 적극 활용
 - GaAs로 태양광 발전 최고 효율 신기록(28.8%) 수립
- 그외에도 GaAs 디바이스는 근적외선 레이저, 광섬유 온도측정장치 등에 활용

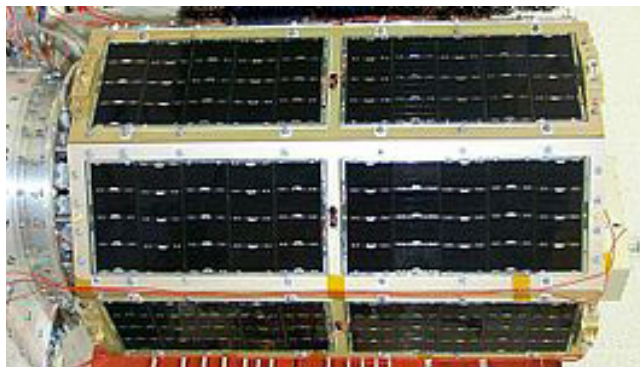


그림 2. 우주선 태양광 패널에 활용된 GaAs

시장현황

- (전체) GaAs 디바이스 시장규모는 약 52억 달러('11년 기준)이며, 상위 3개 기업 (Skyworks, TriQuint, RFMD)가 GaAs 디바이스 매출의 약 50% 차지

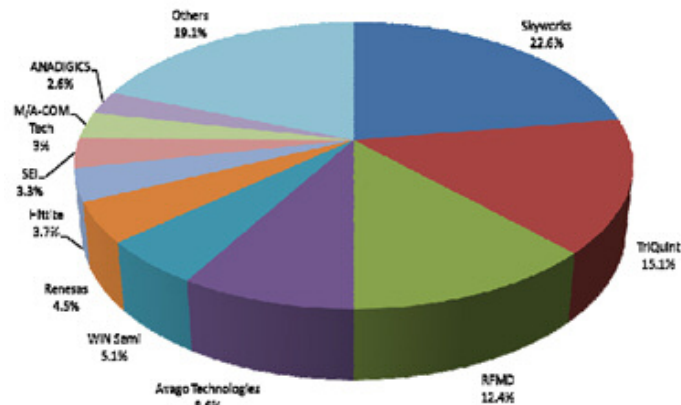


그림 3. GaAs 산업 기업별 시장점유율

- (연도별) GaAs 디바이스 산업의 매출은 살펴보면 2000년에 시장이 확대되었다가 이후 하락·정체되었으나, 스마트폰 등의 영향으로 2010년 이후부터 다시 급성장

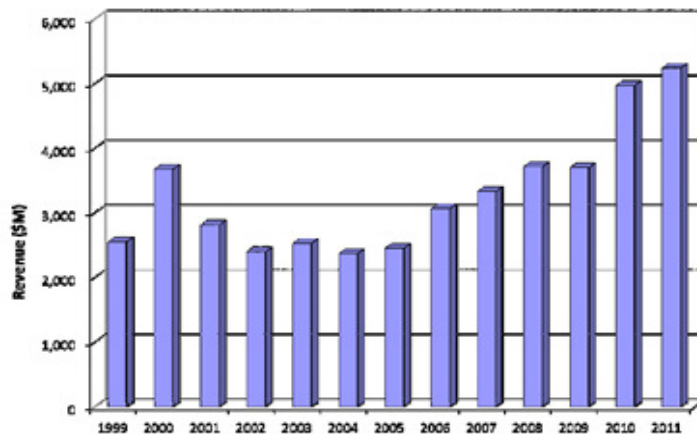


그림 4. 연도별 GaAs 산업 매출

- (기술분야별) GaAs 디바이스 시장에서 발생하는 매출 중 휴대폰(55%)과 무선통신 장치(20.4%)가 대부분을 차지('11년 기준)
 - 무선통신분야에서 전체 매출의 75%가 발생

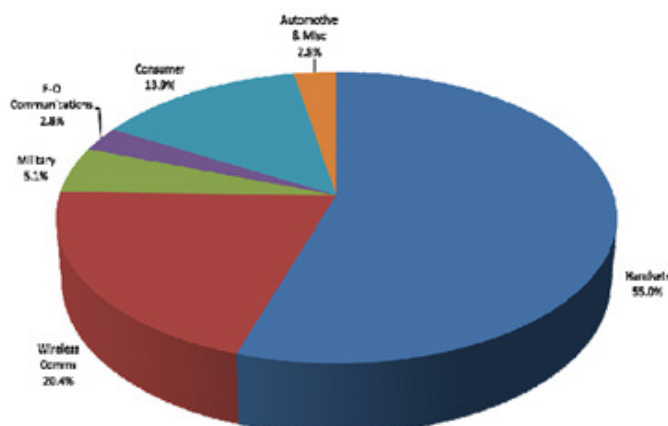


그림 5. 기술 분야별 GaAs 디바이스 산업 매출

❖ GaAs 기반 개발제품은 다양한 분야에서 활용가능 할 것으로 기대

- PC 등 전자기기에 전력을 전달하는 SMPC(Switched-Mode Power Supply)의 소재로 GaAs를 활용
- 실리콘 다이오드의 역회복(reverse recovery behavior)에 비해 GaAs의 역작용이 훨씬 작기 때문에 고성능 다이오드에도 활용 가능
- GaAs는 청색, 백색, 녹색 등 LED의 소자로 활용되어 왔으며, 차세대 LED 개발에도 활용 추세



❖ (다이오드) GaAs Flip-Chip 쇼트키 다이오드

- (기술설명) 쇼트키 다이오드는 스위칭이 빠르고 순방향 전압 강하가 낮은 반도체 다이오드. 실리콘 다이오드에 비해 전압 강하가 낮아 시스템 효율이 더 높으며 역 회복 시간이 훨씬 짧다는 장점 확보
- (강점) Skywork의 쇼트키 다이오드는 높은 진동수 (20GHz~100GHz)에서도 작동가능하고, 빔 장치에서 활발히 활용되며, 모든 PCB(Printed circuit board)에도 적용 가능
- (주요기업) Skyworks Solutions은 쇼트키 다이오드를 개발하는 회사로 2011년 기준으로 GaAs 디바이스 산업 매출의 22.7%를 차지하는 대기업
- (주요 제품) Skyworks는 DMK2790과 DMK2308 등 두 가지 제품군의 다이오드를 개발 중이며, DMK2790은 연결 지점이 하나인데 DMK2308는 역 평행한 연결 지점이 여러 곳이라는 특징을 보유
- (적용시장) 개인 간 통신, 충돌 회피용 자동차 레이더, 밀리미터파 라디오, 정속 주행 장치, 저 전력 회로 등

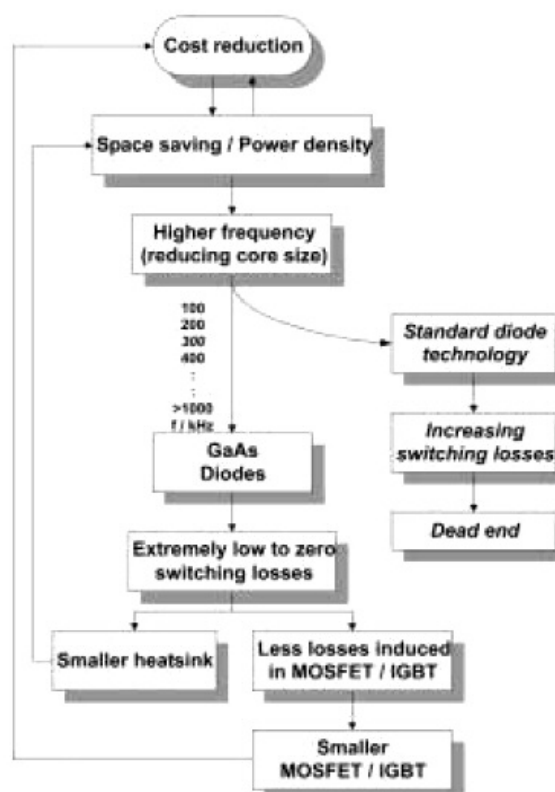


그림 6. GaAs 쇼트키 다이오드 개발의 특징점

❖ (트랜지스터) GaAs 기반 Discrete Transistors

- (기술설명) Discrete transistor는 개별적으로 패키징된 트랜지스터를 의미하고, 각 패키지 전력 소요량과 주파수 특성을 결정. through-hole과 surface-mount 등이 주로 제작되었으나 최근에는 대부분 surface-mounted 기술을 이용
- (강점) 전력부가효율(PAE: power added efficiency) 향상, 노이즈 감소, 신뢰성 향상 및 가변적 디자인 등
- (주요기업) Qorvo가 주요기업으로 GaAs 디바이스 시장 기존 매출의 27.5%를 점유
※ TriQuint와 RFMD가 2015년에 합병하여 만든 회사
- (주요 제품) Qorvo는 GaAs HFET(Heterojunction Field-Effect Transistors), GaAs MEFSETS(Metal-Semiconductor field-effect transistors), GaAs pHEMT(pseudo-morphic high-electron mobility transistors) 등을 주로 생산
- (적용시장) 군용 통신, 우주기술, 고성능 핸드셋, 측정기구 등

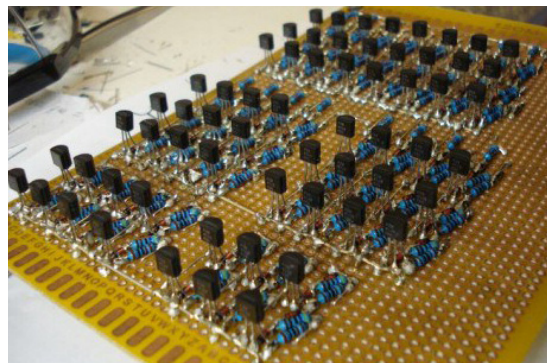


그림 7. GaAs Discrete transistor

❖ (집적회로) GaAs pHEMT-based 100GHz MMIC*

* Monolithic Microwave Integrated Circuit : 단일기 내의 고주파부(R/F)를 구성하고 있는 각종 개별 소자를 고집적화한 단일칩 고주파 집적회로로, 밀리미터 수준의 주파수에서 작동하여 전력증폭, 저잡음 증폭, 고주파 스위칭 등을 수행

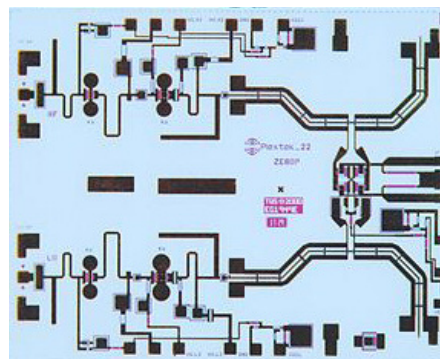


그림 8. pHEMT MMIC IC의 예

- (기술설명) HEMT(High Electron Mobility Transistor)는 밴드 갭이 다른 두 물질을 통신로로 연결하는 전계효과 트랜지스터. 일반적인 트랜지스터보다 높은 진동수에서 구동하기 때문에 스마트폰, 위성통신안테나, 레이더 등에서 사용
- (강점) 98~100GHz라는 높은 진동수에서 구동되고 소음은 5dB에 불과

- (주요기업) 아일랜드의 Arralis limited는 라디오 주파수부터 밀리미터 주파수에 이르는 IC 기술을 보유하여 우주산업, 방위산업 등에 자신들이 개발한 칩을 적극 판매
- (주요제품) Arralis는 최근 TU-W1320302라는 4-stage MMIC 디바이스를 출시했는데, GaAs 위에 pHEMT를 양각한 제품
- (적용시장) 고해상도 레이더, 일대일 통신, 보안

시장전망

- GaAs 디바이스 매출의 상당부분(75%)를 차지하는 모바일기기 시장의 확대에 GaAs 시장은 지속적으로 확대할 것으로 예상
- 2016년에는 60억 달러로 성장할 전망

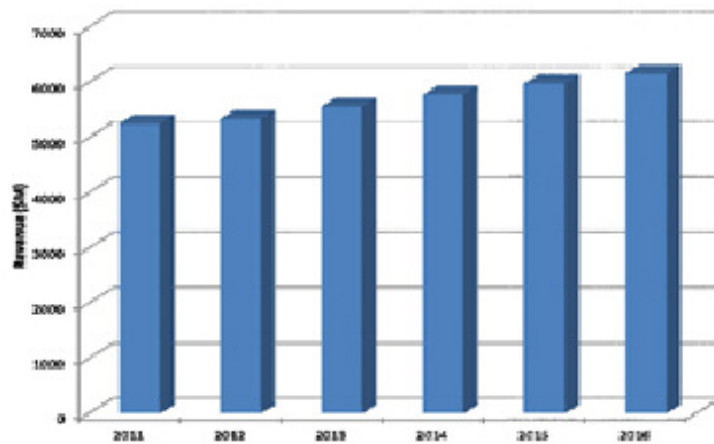


그림 9. GaAs 시장 전망

- 국방기술과 우주기술 등 고성능의 반도체가 필요한 곳에서도 GaAs의 우수한 성능을 지속적으로 활용할 것으로 예상
- 다수의 기업들이 GaAs의 우수한 소자특성을 이용하여 신기술 개발에 적극적으로 참여할 것으로 기대

국내 R&D 동향

- (발전방향) GaAs를 활용한 틈새시장 창출과 반도체 공정혁신에 더 많은 관심 필요
- 현재 GaAs 시장은 틈새시장(niche-market)으로, 인텔, 삼성, 하이닉스와 같은 반도체 대기업들이 GaAs 시장에 본격적으로 진출하지 않은 상황
- 2015년 초, 시장순위 2순위인 Triquint와 3위인 RFMD가 합병한 Qorvo가 세계 1위로 올라서는 사례 등을 감안할 때 M&A를 활용하여 시장 환경변화에 대응해 나갈 필요가 있음
- 현재 우리나라는 D램의 경우 20nm 제품을, 낸드플래시의 경우 16nm 제품을 양산하고 있으며, 전기적 간섭현상에 의한 이론적 한계에 근접해 있어, 이를 돌파할 차별화된 소재 활용 필요
- KIST 차세대반도체연구소 등의 출연(연)이 GaAs 등 신소재 반도체 기술 개발에 적극 나서는 상황



시사점

❖ GaAs 연구를 통해 반도체산업의 포트폴리오 다각화, 실리콘 기반 반도체를 한계를 뛰어넘는 차세대 소재 개발이 가능할 것으로 예상

- 전 세계적으로 그래핀, 탄소나노튜브, GaAs, GaN 등의 차세대 반도체 소자 연구가 진행 중이며, 국내에서도 세계 최고 입지를 선점하기 위해 다양한 소재의 개발을 모색 중
- GaAs는 국내의 통신 산업과 시너지 도출이 가능하며, 다른 대안 소재에 비하여 이미 큰 시장이 형성되어 있음

❖ 반도체 산업의 특성상 민간주도형 R&D 모델*을 활용하여 GaAs 소재 산업의 발전이 가능

* 정부가 R&D 자금의 일부 지원하되, 시장에 민감한 민간이 연구기획과 사업평가에 참여하는 형태

- 공공연구기관과 민간의 R&D 협력을 통해 반도체 기술 공정의 한계를 극복하기 위해 적극적으로 나설 필요

참고자료

- 'Gallium Arsenide Solar Panel Breaks Efficiency Record' 2012, IEEE Spectrum
- 'GaAs based high-frequency and high-speed devices' 2003, ISAP International,
- 'Semiconductor Devices Physics and Technology' 1985, John Wiley & Sons
- '17. Power Semiconductor Devices' 2003, Electrical engineer's reference book
- 'Practical MMIC Design published by Artech House' 2006, I. D. Robertson and S. Lucyszyn
- 'GaAs IC market to grow to \$8bn in 2017' 2015.8.19, Semiconductor Today
- 'Handbook of Semiconductor Electronics' 1956, McGraw Hill
- 'The Processor architecture: from dataflow to superscalar and beyond' 1999, Springer