



사물인터넷(IoT)반도체 기술 표준화 동향



박승창 (주)유오씨 u-Media Lab. 수석연구위원

1. 머리말

인류에 의해 지구와 우주의 시공간에 설치된 발전기, 충전기, 축전기 외에도 전자/정보/통신/방송/제어/계측/감시/추적/관리/정보보호/보안의 ID Tag, 단말기, 중계기, Gap Filler, RF Shower, 기지국, 지구국 같은 각종 규격의 설비와 기계가 밀집도, 확장성, 관계성, 충실성, 안정성, 안전성, 신뢰성, 경제성을 고려해야 하는 기술이 차세대 신기술로 진화하고 있다. 또한, 표준시간에 따라 동기화되거나 동기화 될 수 있는 사람과 물체에 인터넷(IPv6) 주소를 주입하여 관계망에 연결하며 초고속정보처리의 지능을 추구하는 사물인터넷(IoT, Internet of Things)은 분자(양자) 단위의 나노반도체공정기술을 기반으로 통신노드(Node)를 사물인터넷(IoT)반도체로 수렴해 나아가고 있다.

한편, 사물인터넷(IoT) 서비스는 가치가 내재된 사물에서 감지된 상태/상황/정황 정보를 자동으로

인터넷을 통해서 전송하고, 그 정보와 데이터를 수집하는 계측기기·기계·장비·설비뿐만 아니라 특정 사물에 내장되거나 부착된 통신 노드가 정보를 자동 교환하면서 어떤 목표와 목적을 달성하는 업무에 직결된 콘텐츠의 공유·분배·활용을 실현하도록 사용자를 지원하는 기술이다. 다만, 유비토피아(Ubitopia)의 실현에 필수적인 지구, 환경, 자연, 인류, 자원, 식량, 건강, 위생, 영양, 보건, 복지, 의료, 교통, 물류, 유통, 교육, 금융, 안전, 범죄예방에 필요한 기술들만이 반드시 시장을 확보할 수 있기 때문에 사물인터넷(IoT) 기술은 최소 10년 후에 만물인터넷 기술로 진화하는 로드맵(Road-map)을 가진다.

사실, 사물인터넷(IoT) 기술은 인터넷 통신 프로토콜의 측면에서 1초당 수집된 데이터가 1Gbps로 전송될 때마다 센서네트워크의 센서 노드, 싱크 노드, 게이트웨이 노드의 계층 간 또는 계위 간에 기계와 기계(M2M, Machine-to-Machine)가 자동으로 데이터를 교환하고 전달하기 위해서 우회경로

배정 기능이 트래픽을 조절한다. 그래서 사물인터넷의 NMS(Network Management System)가 중요하고 사물의 보안과 정보의 보호가 필요하다. 왜냐하면 사물인터넷(IoT)을 공격하는 해킹, 도청, 감청, 약탈, 강탈, DDoS(Distributed Denial-Of-Service), 보이스 피싱, 스미싱, 파밍, 크래킹, 스팸메일, 악성코드, 컴 바이러스, 악성콘텐츠, 사이버 테러/마약/폭력/전쟁 같은 다양한 IT 역기능들이 위험하기 때문이다.

결국, 사물인터넷(IoT)반도체 기술은 집적도에 따라 하드웨어 측면에서는 여러 센서와 일체형 또는 분리/결합형의 반도체 칩(Chip)으로서 소프트웨어 측면에서는 검출된 신호를 변환, 인터넷 프로토콜에 의한 자동 인터넷에 접속, 빅데이터 분석 엔진에 의해 수집된 데이터로부터 종합적인 상태/상황/정황의 인지(인식), 콘텐츠 측면에서 디스플레이 또는 재생기에 의한 GUI(Graphic user Interface) 표현, 정보보호나 보안을 위해 필요한 암호화, 전기에너지 수확을 위한 발전/축전/충전/배전/변환을 지원하는 반도체를 설계, 제조, 시험, 평가, 인증하는 기술들로 구성된다. 본고에서는 사물인터넷(IoT)반도체 기술의 표준화 동향을 조사 분석한다.

2. 사물인터넷(IoT)반도체 기술개발

2.1 소재

2.1.1 무기화합물

무기화합물반도체는 결정이 두 종류 이상의 원소 화합물로 구성되어 있는 반도체로서 갈륨-비소(GaAs), 인듐-인(InP), 갈륨-인(GaP) 등의 III-V 족

화합물(주기표의 III족과 V족의 화합물) 반도체, 황화카드뮴(CdS), 텔루르화 아연(ZnTe) 등의 II-VI족, 황화연(PbS) 등의 IV-VI족 화합물 반도체가 있다. 실리콘이나 게르마늄 같은 단일소재의 반도체와 다르게 화합물 반도체는 LED 같은 발광 소자를 만들 수 있고, 레이저도 만들 수 있다. 또한, 제품 속에서 전자의 이동도가 크기 때문에 무기화합물반도체의 트랜지스터는 실리콘의 트랜지스터보다 몇 배나 신속히 동작한다. 무기화합물반도체는 LED 램프, 카메라, 계측기, 레이저, 수광소자, 태양전지, 마이크로파 소자, Hall소자, 고속IC에 사용되고 있다[1].

한편 GaN, GaAs, InP계의 RF(Radio Frequency) 전력소자는 Normally-on 특성을 나타내는 HEMT(High Electron Mobility Transistor)소자로서 넓은 주파수 대역을 가질 수 있도록 T자형 게이트 구조를 가진다. 현재 RF전력소자는 무선통신, 위성통신, 군사방어용 기기 등에 응용되고 있다. 또한, SiC에 비교되는 무기화합물반도체의 전자소자는 물질별 특유의 광(光) 및 전기적 특성을 이용하여 전력소자, 고주파소자, 고속소자, 광소자, 태양전지로 개발되어 사용되고 있고, 실리콘 반도체 전자소자에 비교해서 넓은 Band Gap 에너지, 빠른 전자이동속도 같은 특성을 가지고 있으므로 고주파, 고전력, 고온도의 전자소자에 많이 채용되고 있다[2].

최근, 삼성그룹이 확정된 미래기술육성사업의 2015년도 상반기 지원과제 중에서 사물인터넷(IoT)반도체 기술과 관련이 깊은 과제로서 ‘광주과학기술원(GIST)의 친환경적인 알켄(Alkene)¹⁾ 탄소화합물 합성의 연구가 있고, ‘한국전자부품연구원(KETI)’의 새로운 에너지 저장 화학물질의 개발이

1) 알켄은 이중 결합(C=C)을 갖는 지방족 사슬 모양의 탄화수소로, 치환 반응보다는 첨가 반응을 잘한다. 알켄의 분자식은 C_nH_{2n}이며, 이름 끝에 엔(-ene)을 바꾸어 붙인다[4].

있다. 한편, 한국과학기술연구원(KIST)의 차세대 반도체연구소는 미세공정 한계를 넘어설 반도체로서 실리콘(Si)이 아닌 주기율표상 3족과 5족 원소들의 화합물로 반도체를 개발한다. 실리콘보다 물리적 특성이 우수한 새로운 물질을 이용하여 정보처리 속도를 10배 빠르게 하고, 전력 소모를 10분의 1로 줄여서 현재의 반도체보다 약 100배 우수한 성능의 차세대 반도체를 개발하고 있다[3].

2.1.2 유기화합물

유기화합물반도체는 무기화합물반도체와 달리 어떤 사용자의 편의성 측면에서 가볍고, 휘어지고, 구부러지고, 접힐 수 있으며 생산자의 생산성 측면에서 저온공정의 제조와 저비용의 양산화, 시장 가격의 측면에서 대표적인 OLED(Organic Light Emitting Diode)와 OTFT(Organic Thin Film Transistor)는 기존의 LCD, LED TV를 대체할 UHD(Ultra High Definition)급 Curved TV 소재로 각광받고 있다. 또한, 유기화합물반도체는 Smartphone을 포함한 각종 Display소자, Notebook/TV/Smart Watch, Digital Signage, e-Newspaper, e-Paper, Wearable Devices, Smart 감성조명, RFID Tag, 유기박막태양전지 같은 제품들에 채용되기 때문에 사물인터넷(IoT)반도체의 소재로 인정받고 있다[5].

2014년 10월, 미래창조과학부가 추진하는 글로벌프런티어사업 나노기반소프트일렉트로닉스 연구단의 지원을 받은 공동연구기관의 경상대학교와 동국대학교는 기존의 반도체와 비교해서 전하이동도²⁾가 높고 열안정성도 향상된 n-형 유기화합물

(플라스틱)반도체를 개발했다. 일반적으로 반도체는 n-형 반도체와 p-형 반도체로 구분되며, 현재까지 유기화합물반도체 분야에서는 성능이 우수한 p-형 반도체에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔지만, 반도체가 다이오드나 트랜지스터 같은 기본 전자소자로 동작하기 위해서 두 반도체의 조합(p-n 접합)이 필요했기 때문에 유기화합물반도체 기술에서는 p-형 반도체 성능에 적합한 n-형 반도체의 개발이 필수적으로 요구되어 왔다[6].

사물인터넷(IoT) 서비스와 콘텐츠, 디바이스가 요구하는 반도체 소자의 사용성과 물리적 특성 중에서 박막/탄성 외에도 반도체 내부의 초고속전하이동, 반도체 칩의 극저소모전력, 광원의 고선명 표현, 인터넷패킷의 초고속 송수신, 경제적 제품 가격, 전주기적 작동 수명, 무공해 물질의 토양분해, 기기/네트워크 해킹(사이버 공격) 방어 및 정보보호의 수용여부가 주목된다. 따라서 사물인터넷(IoT)반도체는 기기, 서비스, 콘텐츠의 핵심기술로서 신속하고 정확하고 정밀한 신호 검출, 검출된 신호를 정보로 변환, 변환된 정보의 전송, 전송된 정보의 수집, 수집된 정보의 데이터베이스 구축, 구축된 빅데이터의 분석/활용, 방송(정보)통신의 호환과 상호운용의 표준에 연계된다.

2.2 공정

2.2.1 NEMS 제조 공정

사물인터넷(IoT)용 NEMS 센서는 화산폭발/지진, 지구환경오염, 기후변화, 음식물 오염, 자외선/자기장/방사선의 폭격, 각종 병원균/세균의 전염병,

2) 전하이동도는 반도체 속 하전입자(전기적으로 양성이나 음성 전하를 가진 이온입자)의 이동 속도를 의미하며, 반도체 성능을 결정하는 주요 특성이다.

각종 범죄/재해/재난/재앙/사건/사고/문제/악성 중후군의 신호를 검출하는 기기나 장치에 탑재된다. 특히 사물 ID Tag를 포함하여 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 구성하는 센서노드, 싱크노드, 게이트웨이노드처럼 초고속인터넷과 접속된 전기/전자/통신/방송/정보/제어/계측/감시/보안/보호/LED조명의 기기나 장치에서 작동되는 MPU(Micro-Processor Unit), MCU(Micro-Computer or Controller Unit), DSP(Digital Signal Processor), GPU(Graphic Processor Unit) 같은 VLSI/ULSI 칩과 태양전지/압력전지/바이오전지, OLED 광원칩이 반도체 공정에서 제조된다.

특히, NEMS/MEMS(Nano/Micro-Electro Mechanical Systems)의 제조공정에서 'KAIST나노종합기술원'은 상보형 금속 산화막 반도체, 초미세 기계 가공, 바이오, 나노 신소재, 칩 특성 평가같이 국내 최고급의 나노공정 서비스를 제공하고 있다. 나노종합기술원은 나노기술 기초연구부터 응용연구, 시제품 생산, 제품화까지 모든 연구단계를 지원하기 위한 플랫폼을 구축했고, 연구개발과 상용화, 소량 생산의 요구에 유연하게 대응할 수 있는 공정기술을 표준화, 모듈화, 공용화했으며, 품질/환경/경영 시스템의 구축을 위한 국제표준화기구(ISO)의 표준 인증도 확보했다. 이에, 나노종합기술원은 생산추적시스템을 통하여 Fab.서비스 진행정보를 실시간으로 제공하고 있다[7].

2.2.2 박막반도체 제조공정

사물인터넷(IoT)반도체는 물리적으로 작은 크기, 가벼운 무게, 저렴한 가격의 사물이나 형태의 굴곡이 심한 사물에 부착하거나 내장할 수 있는 아주 작은 mm크기의 박막 하드웨어 칩(Chip)에만 국한되지 않는다. 다만, 박막반도체 제조 공정으로써 회로선

폭이 줄어들수록 전자기동이 쉬워져 전력소비가 줄어들고 같은 면적에 더 많은 회로를 넣을 수 있어 저장용량도 커진다. 현재 DRAM의 경우에 회로선폭이 20나노미터(1nm=10억분의 1m)인 제품을 양산하고 있고, NAND Flash RAM의 경우에는 16나노미터 제품을 생산하고 있다. 다만, 회로선폭이 14나노미터 미만이 되면 전기적 간섭현상 때문에 전류제어가 어렵고 데이터 오류가 있을 수 있다.

이에, 2015년 4월 KAIST 생명화학공학과는 산소(Oxygen)의 확산 특성을 이용해 3차원 형상을 구현할 수 있는 포토리소그래피 공정 기술을 개발했다. 포토리소그래피는 반도체 웨이퍼 위에 감광 성질이 있는 포토레지스트를 얇게 바른 후 원하는 마스크 패턴을 올려놓고 빛을 가해 집적회로나 부품, 박막 회로 등을 만들어 넣는 기법이다. 그러나 기존 포토리소그래피 공정은 자외선이 항상 수직 방향으로 내리쬐어서 빛의 노출 방향에 따라 형성되는 미세패턴이 2차원으로만 제조되는 한계가 있었기 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위해 산소를 이용함으로써 3차원 패턴을 제조하는 목표를 달성했다[8].

3. 사물인터넷(IoT)반도체 기술표준화

3.1 OneM2M

2015년 5월, 사물인터넷(IoT) 표준을 이끌고 있는 oneM2M 그룹이 SK텔레콤의 제품상용화로 시장 확대에 탄력을 받을 전망이다. 전체 IoT 관련 표준안의 마련을 위해서 활동하고 있는 TTA를 비롯하여 미국·유럽·아시아의 표준개발기관 및 기업들로 구성된 'oneM2M' 기구에서 논의되고 있는 사물인터넷(IoT) 표준을 SK텔레콤은 Home에 특화시킨 '모비우스'의 20여 개 제품들으로써 B2C 시장을 적극 공략하고 있다[9].

3.2 OIC

2015년 5월, 삼성전자가 주도하고 있는 ‘OIC (Open Interconnect Consortium)’에 참여한 인텔, 시스코와 함께 사물인터넷(IoT) 플랫폼을 공개했다. 삼성전자가 파트너십을 구축하고 있는 ‘ARTIK’은 프로세서와 소프트웨어를 패키지로 제공하여 Smart Things의 Open Cloud와 연결되도록 개발했고, 사용자는 ‘ARTIK1, ARTIK5, ARTIK10’이라는 3개의 칩셋들 중에서 사물인터넷(IoT) 기기의 용도/성능에 따라 서로 다른 칩셋을 선택할 수 있다[10].

3.3 AllSeen Alliance and Thread Group

2014년 6월 미국의 켈컴이 주도하여 설립한 ‘AllSeen Alliance’에 금년 4월 MicroSoft가 합류했고, 구글의 ‘Thread Group’이 Non-Medical 분야에서 선도적인 역할을 하고 있는데, AllSeen Alliance에는 이미 140여 개가 넘는 업체들이 모였으며 IoT 제품의 출시에 노력하고 있다. 다만, 웨어러블 및 IoT 관련 기기의 호환성 및 데이터 공유 등을 고려하면 특정 분야 중심의 표준 플랫폼보다 더 확대된 개념이 필요하다. 의료기기나 차량의 사물인터넷(IoT)을 Smart Home 기기와 연계할 수 있는 표준이 필요하다. 켈컴의 ‘Snapdragon’ 칩셋은 Smart Watch와 웨어러블 기기에 다양하게 적용되고 있고, 인텔은 2014년과 2015년 각각 Edison과 Curie라는 웨어러블 기기 및 사물인터넷(IoT) 전용 칩셋을 발표하였다[11].

3.4 IoT 보안 Alliance

미래창조과학부 주최로 2015년 6월 19일, ‘IoT

보안 Alliance’의 정책간담회에 참석한 보안·소프트웨어 업계 관계자들은 쏟아지는 IoT 기기에 대한 표준화 작업이 시급하다고 지적했다. IoT의 공통보안 원칙들로서 정보보호와 프라이버시 강화를 고려한 IoT 제품·서비스 설계, 안전한 소프트웨어 및 하드웨어 개발기술 적용 및 검증, 안전한 초기 보안 설정 방안 제공, 보안 프로토콜 준수 및 안전한 파라미터 설정, IoT 제품·서비스의 취약점 보안패치 및 업데이트 지속 이행, 안전한 운영·관리를 위한 정보 보호 및 프라이버시 관리체계 마련, IoT 침해사고 대응체계 및 책임 추적성 확보 방안 마련, 등을 제시했다[12].

3.5 OCEAN

2014년 12월, 국제표준기반의 사물인터넷(IoT) 산업 생태계를 조성하기 위해서 한국전자부품연구원(KETI) 주도하고 한국전력공사, SK텔레콤, LG CNS, 포스코ICT, 네이버, 시스코, 엔텔스 같은 50여 개 회사들이 참여함으로써 ‘오픈소스연합체’ OCEAN(Open allianCE for iot stANdard)가 발족했다. 연합체는 회원사들에게 oneM2M³⁾ 표준 기반 사물인터넷 오픈소스를 다운로드해 다양한 서비스 및 플랫폼 상용화에 활용할 수 있도록 했다[13].


3.6 ITU의 사물인터넷 및 스마트시티 연구반(SG20)

2015년 6월 26일, 한국전자통신연구원은 김형준 표준연구센터 센터장이 국제전기통신연합(ITU)에서 사물인터넷(IoT) 분야 국제표준화 작업을 주도하는 총괄작업반 의장에 선임되었다. 국내외 사물인터넷(IoT) 분야의 산업체 협력은 물론 사물인터넷(IoT)

3) oneM2M은 북미, 유럽, 한중일 표준화 기관이 사물인터넷 분야 공동 국제표준 추진을 위해 2012년 7월 설립한 협의체다.

기반의 스마트시티 사업 결과 등이 국제 표준으로 유도될 수 있도록 경쟁력 있는 기업 주도형 국제표준 개발에 노력할 계획이다. 연구반 부의장 진출과 함께 연구반 산하 IoT 기술표준화 총괄작업반 의장으로 선출되어 ITU의 사물인터넷(IoT) 기술 표준화 총괄책임자 역할을 맡게 되었다[14].

4. 맺음말

본고는 지금까지 사물인터넷(IoT)반도체 기술에 관련된 연구개발 및 정책, 표준화의 동향을 조사 분석하였다. 무기화합물반도체 또는 유기화합물반도체가 사물인터넷(IoT)반도체로서 각종 전기/전자/통신/방송/정보/제어/계측/감시/보안/보호/조명 기기나 물체, 장치에서 작동하는 MPU, MCU, DSP, GPU, RAM, ROM, RF HEMT, 암호화기 같은 소자가 대표적이다. 초고속인터넷 기반의 RFID/USN은 물론, 삼성전자의 ARTIK, 인텔의 Edison, Curie 외에도 퀄컴의 'Snapdragon' 같은 사물인터넷소자들이 개발되고 있다. 또한, 사물인터넷반도체 기술은 나노 바이오반도체의 제조 공정이나 유기박막반도체의 제조 공정에서도 시험, 평가, 인증의 부문이 표준화되고 있다. 지금은 국내외에서 활발하게 활동하고 있는 표준화단체로서 OneM2M, OIC, AllSeen Alliance, Thread Group, IoT 보안 Alliance, OCEAN 및 국제기구 ITU의 '사물인터넷 및 스마트 시티 연구반(SG20)'이 대표적인데, 향후 사물인터넷반도체 기술이 만물인터넷반도체 기술로 발전할 것이므로 표준화의 지속이 기대된다. 

[참고문헌]

- [1] 첨단산업기술사전, 화합물 반도체[compound semiconductor], 경지사, 1992.5.1.
- [2] 한국광전자학회 <http://ksoe.org/optoelec/division/elec.do>
- [3] 한국과학기술연구원 차세대반도체연구소, <http://www.kist.re.kr>
- [4] Basic 고교생을 위한 화학 용어사전, 알켄[alkene], 신원문화사, 2002.9.30.
- [5] 네이버 지식iN, 유기반도체 소자, 2004년 8월 24일
- [6] NEWS1, '국내 연구진, 고성능 n-형 유기화학물 반도체 개발 성공', 2014-10-24.
- [7] 나노종합기술원, <http://www.nnfc.com>
- [8] 전자신문, '3차원 형상 제조 포토리소그래피 공정 기술 개발', 2015-03-25.
- [9] 미디어잇, 'SKT의 홈 IoT 대중화로 'oneM2M' 진영 힘 받는다', 2015-05-20.
- [10] 매일경제TV, '[기술돌풍]삼성전자, 플랫폼 '아틱' 첫 선', 2016-06-02.
- [11] 아이뉴스, 'MS, 우군 확보로 사물인터넷시장 실세로 성장', 2015-04-07.
- [12] NEWS1, '쏟아지는 IoT기기, 보안인증 표준화작업 시급', 2015-06-19.
- [13] 머니투데이뉴스, '국제표준기반 사물인터넷오픈소스연합체 OCEAN발족', 2014-12-16.
- [14] ZDNet Korea, 'ETRI 김형준 센터장, IoT 국제표준화 총괄의장', 2015-06-26.