

AI 반도체 표준화 및 시험인증의 현황과 과제

안성덕 지능형반도체(PG417) 의장, 한국전자통신연구원 책임연구원

1. 머리말

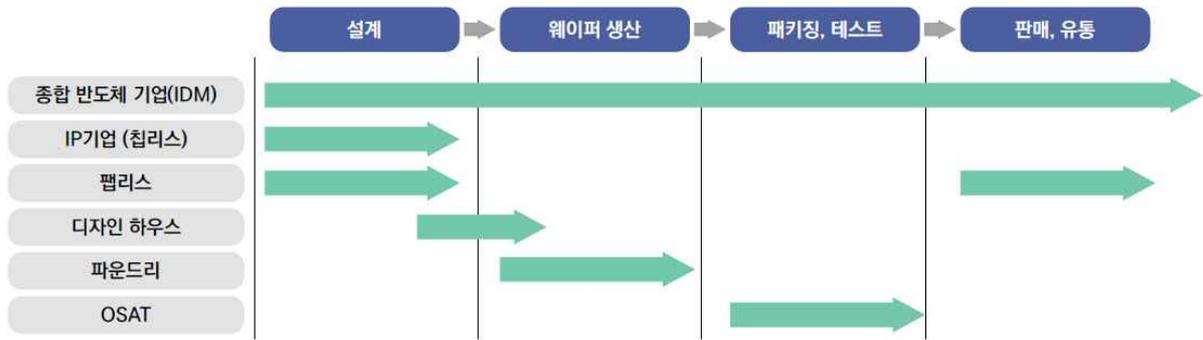
초지능, 초실감 및 초연결 기술의 융합 시대를 맞아 ICT 기술을 중심으로 여러 산업 분야와의 융합이 일어나고 있다. 이러한 ICT 기술 기반 다양한 융복합 산업의 중심에는 빠른 데이터 처리 속도와 방대한 데이터 처리량을 담당하는 반도체가 있고, 그 수요는 지난 수십 년간 기하급수적으로 증가하였다. 현재 범용으로 사용되는 반도체 칩의 산업 영역은 점차 감소하고 있고, 특정 영역에 사용되는 AI 반도체의 수요는 폭발적으로 증가하고 있다.

일반적으로 반도체는 정보 저장에 사용되는 메모리 반도체와 연산 수행에 사용되는 시스템 반도체 등 2가지로 구분할 수 있다. 메모리 반도체는 정보의 저장/수집/불러오기가 가능하나 전원을 종료하면 데이터가 사라지는 휘발성 메모리인 RAM과 기록된 정보를 읽거나 불러오는 것이 가능하며 전원을 종료하여도 데이터가 사라지지 않는 비휘발성 메모리인 ROM으로 나뉜다. 시스템 반도체는 디지털화된 전기적 데이터의 연산 및 제어·변환·가공 등의 처리 기능을 수행하는 전자소자로 마이크로컴포넌트(초소형 대집적회로), 아날로그 IC, 로직 IC(NOT·OR·AND 등 논리회로로 구성된 반도체), 광학 반도체(optical semiconductor)로 나뉜다.



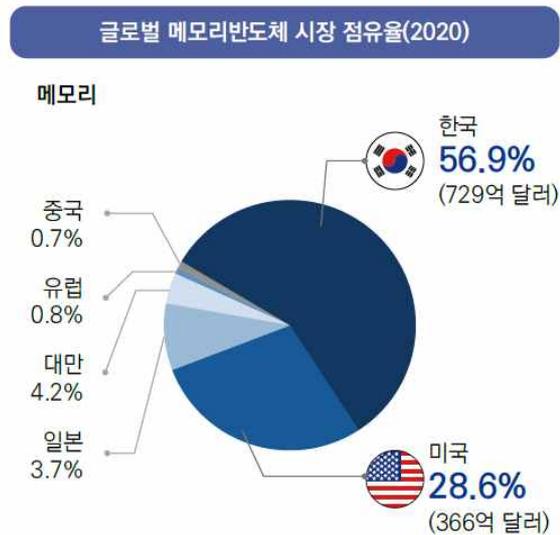
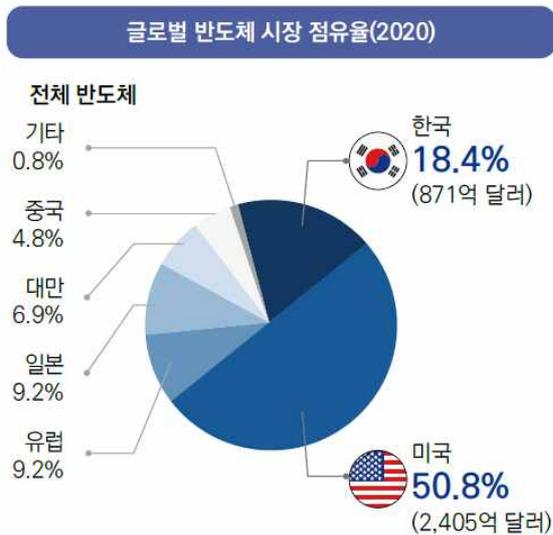
[그림 1] 반도체의 분류

반도체는 크게 설계, 생산, 조립·검사, 유통 과정을 거치게 되는데, 기업 중에는 이 모든 역할을 수행하는 삼성, SK 하이닉스, 인텔 등 종합 반도체 기업(IDM)이 있는가 하면, 특정 역할을 전문적으로 담당하는 기업도 있다. 반도체 칩을 만들지 않고 설계만 담당하는 칩리스(ARM 등), 생산은 하지 않지만 설계와 판매를 전문화한 팹리스(NVDA, 퀄컴, 애플, AMD 등), 반도체 설계 도면을 제조용 도면으로 디자인하는 역할을 하는 디자인하우스, 반도체의 제조를 전담으로 하는 생산 전문 기업인 파운드리(TSMC 등), 반도체의 후공정만 진행하는 OSAT 등이 있다.



출처: <https://www.samsungsemiconstory.com/kr/파운드리-팹리스-반도체-생태계-한눈에-보기/>
 [그림 2] 반도체의 생태계

우리나라 주력산업인 반도체 산업의 메모리 반도체 편중이 심화되는 가운데, 글로벌 반도체 시장의 큰 비중을 차지하는 시스템 반도체 기술 경쟁력 확보가 새로운 이슈로 부각되고 있다. 우리나라 반도체 시장의 경우 대기업 주도의 메모리 반도체 영역에 국한되어 있으며, 세계 반도체시장의 78%를 차지하는 시스템 반도체의 기술·시장 경쟁력은 미흡한 상태다. 2020년 기준 국내 반도체 업계의 메모리 반도체 시장 점유율은 60% 수준이나 시스템 반도체는 3%에 불과하다. 시장 조사업체 옴디아에 따르면, 2020년 반도체 시장에서 한국은 19.9%의 점유율로 49.8%의 미국에 이은 2위를 차지하였다. 삼성전자와 SK 하이닉스의 메모리 반도체 부문 세계 시장 점유율은 59.1%에 달했다. 반면 시스템반도체 점유율은 3.0%에 그쳤다. 퀄컴과 엔비디아를 필두로 한 미국의 시스템 반도체 시장 점유율은 69.1%에 달했고, 이어 대만(11.0%), 유럽(8.6%), 일본(4.8%), 중국(3.3%) 순이었다.

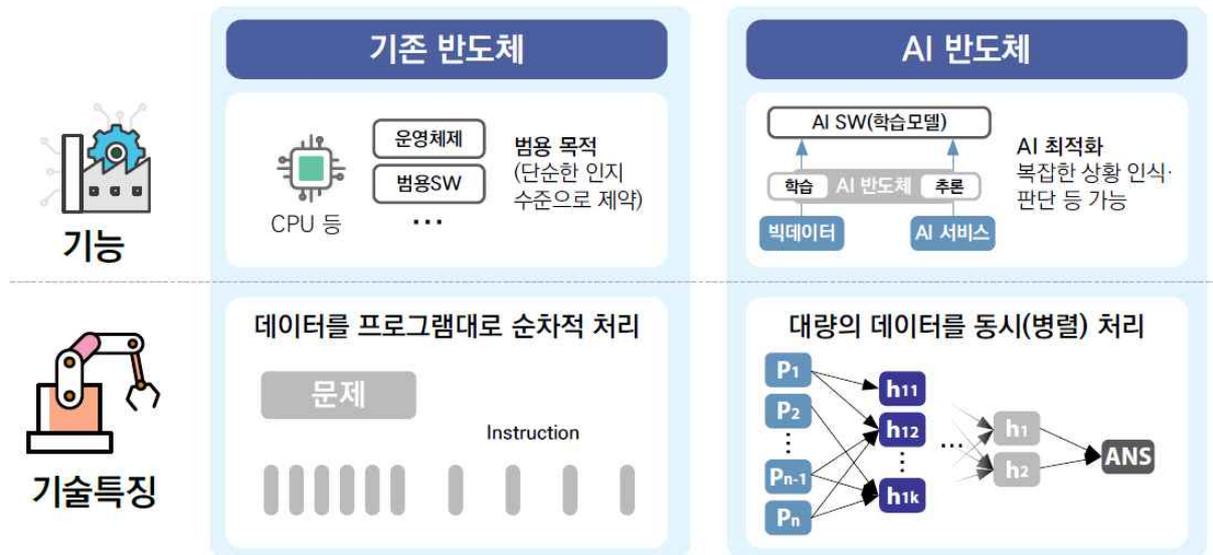


출처: <https://www.investkorea.org/ik-kr/cntnts/i-117/web.do>

[그림 3] 세계 반도체 및 메모리 반도체 시장 점유율

AI 반도체는 AI 서비스 구현에 필요한 데이터 및 알고리즘을 효율적으로 처리할 수 있는 반도체로 정의할 수 있다. AI의 핵심 기술 중 학습·추론을 구현하기 위한 데이터 연산 처리를 저전

력으로 고속 처리하는 효율성에 특화된 반도체를 의미한다. 빅데이터 분석, AI 서비스 등 AI 산업이 확대되면서 학습·추론의 인공지능망 알고리즘에 최적화된 AI 전용 반도체의 필요성이 증대되었다. 연산 성능 관점에서 볼 때, CPU를 활용한 초기 AI 컴퓨터는 GPU를 씌으로써 연산 성능이 개선되었으나, 대규모·대용량 연산 처리가 증대함에 따라 AI 반도체의 필요성이 대두되었다. 전력효율을 비교하여 볼 때, AI 반도체는 낮은 전력으로 대량의 데이터를 동시에 처리하여, 기존 반도체 대비 약 1,000배의 AI 연산 전력효율을 구현하였다.



출처 : 관계부처 합동(2020), 인공지능 반도체 산업 발전전략

[그림 4] 반도체와 AI 반도체의 기능비교

2. AI 반도체 정책 동향

AI 반도체가 인간의 두뇌처럼 스스로 생각하고 판단하고 행동(명령)하며 보다 더 두뇌를 닮아가기를 원하는 수요가 커지고 있다. 스마트폰, IoT·가전, 자동차, 의료, 산업용 등 AI 반도체의 활용도와 그 파급효과가 '황금알을 낳는 거위'에 비교해도 손색이 없을 정도이다. AI 반도체가 세계 반도체 시장의 큰 지각변동을 예고하고 있고, 기술과 시장의 패권을 가를 핵심 기술이기 때문에 대한민국을 포함하여 미국, 유럽, 중국, 일본 등 많은 국가들이 앞다투어 여러 가지 정책을 수립 및 이행하고 있다.

각국의 AI 반도체 정책은 크게 ①기술 개발 ②인프라 확보 ③인재 양성 등으로 좁혀지고 있다. 첫째, AI 반도체 기술 개발은 다양한 정보를 빠르고 정확하게 판단하기 위한 HW와 SW 기술 개발이다. HW적으로 AI 기술을 구현하기 위해 NPU나 뉴로모픽과 같은 전용 AI 반도체 개발에 정책과제를 포함한 대규모 투자를 진행되고 있으며, AI 반도체를 구동하기 위한 전용 SW에도 대규모 지원 정책이 실시되고 있다. 둘째, AI 반도체는 고속·고성능·저전력 반도체 특성이 요구되는 만큼 이를 제조하기 위한 인프라(제조 시설)에 대한 투자 유인책이 진행 중이다. 최근, 미국이 자국 내 반도체 기업을 유치하기 위해 약 100조 원을 지원하는 입법을 추진한 것이 대표적 사례다. 또한, AI 반도체를 자국 내에서 안정적으로 생산하기 위해 기업의 반도체 제조시설(Fab, 팹) 건설 투자에 대한 여러 가지 지원 정책을 추진하고 있다. 반도체 제조시설

건설에 필요한 대규모 전기, 용수, 도로, 부지 등의 인프라 구축도 지원한다. 셋째, AI 반도체 시장 경쟁력을 확보하기 위해서는 AI 반도체 시장에서 필요한 인력을 미리 양성하고 산업계에 유입하는 정책이 필수적이다. AI 반도체는 다양한 융합 전공을 습득한 고급 전문 인력이 필요한 만큼 각국 정부는 '핵심 인력=국가기술경쟁력'이라는 비전하에 정책적 지원을 아끼지 않고 있다. 국내의 경우, 메모리 중심의 반도체 산업 구조를 탈피하고 종합반도체 강국 실현을 목표로 AI 반도체 생태계를 강화할 수 있는 대대적인 R&D 지원 정책을 발표하고 AI 반도체 시장 선점 및 강국 도약을 위해 초격차 기술력 확보, 초기 시장수요 창출, 산·학·연 협력 생태계 조성, 전문 인력 양성 추진을 실행 중이다. R&D 투자의 경우, 개별 과제 기준 최근 3년('18년~'20년) 간 반도체 분야 R&D 총 투자액은 약 2조 1000억 원 규모이며, 과학기술정보통신부 중심(55% 비중)으로 투자를 진행 중이다.

미국은 실리콘밸리를 중심으로 세계 반도체 산업 트렌드를 주도하며, 꾸준한 정부투자와 상대국에 대한 견제를 통해 반도체 패권을 유지하고 있다. 유럽은 세계 최대 반도체 종합연구소인 IMEC을 운영하면서 기술경쟁 우위 확보를 위한 범유럽 공동연구 프로젝트를 추진하고 있다. 일본은 2000년대 이후 침체한 자국 반도체 산업의 부흥을 위해 2021년 「반도체·디지털 산업 전략」을 발표하였다. 중국은 정부의 대규모 지원을 통해 기술개발·인력양성·기업지원 등 산업 전반의 육성에 나섰고, 자국 반도체 제품(소자, 장비, SW 등) 사용을 적극 장려하고 있다. 대만은 1970년대 경공업 위주 산업구조를 가졌으나 1980년대 신주 산업단지와 공업기술원(ITRI) 등을 설립해 첨단기술 진흥에 성공하는 등 꾸준히 인재 및 기업육성을 도모하고 있다.

3. AI 반도체 산업 동향 및 기술 현황

3.1 AI 반도체 산업 동향

AI 반도체는 스마트폰과 컴퓨터 관련 응용 분야에서 빠르게 적용 및 활용이 예상된다. 특히 스마트폰의 경우 AI 반도체를 활용한 응용 분야가 다양하게 확대되면서 2021년 기준 AI 반도체 시장의 60% 이상을 차지하고 있다. 시장 조사 회사 Gartner에 따르면 2021년 AI 반도체 시장 규모는 약 347억 달러 규모이며, 2026년에는 860억달러 규모로 연평균 20% 가까이 성장할 전망이다. AI 반도체는 스마트폰과 컴퓨터 및 서버를 중심으로 한 응용 분야가 전체 시장의 약 80%를 차지할 것으로 내다봤다. 다양한 응용 분야와 접목되면서 미래 IT산업의 패러다임을 바꿀 핵심기술로 주목받으면서 시장 및 산업 내에서 큰 주목을 받고 있다. AI 반도체 시장을 선점하기 위해 인텔, 퀄컴, 엔비디아, 삼성전자, SK하이닉스 등 토종 반도체 기업뿐만 아니라 Google, 아마존, 테슬라 등 빅테크 기업까지 경쟁에 참여하면서 AI 반도체 시장의 경쟁이 고조되고 있다. 현재 미국기업이 시장을 주도하고 있으나, 국내에서도 다수의 기업이 도전장을 내고 있어 기대가 크다. 향후 통신, 컴퓨터 및 서버, 자동차를 중심으로 시장이 성장할 것으로 예상된다.

3.2 AI 반도체 기술 현황

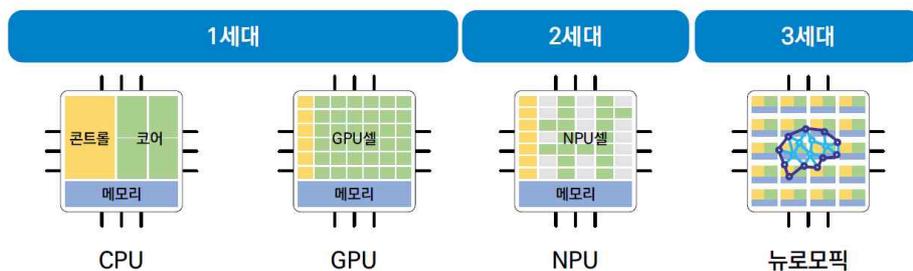
1세대 AI 반도체는 일반적인 범용 컴퓨터를 그대로 이용, 컴퓨터의 두뇌에 해당하는 CPU와 GPU를 활용하여 동시 병렬 처리가 가능하도록 설계된 것이다. 2세대 AI 반도체는 특정 목적을

위해 맞춤형으로 설계된 ASIC을 AI 알고리즘에 최적화하여 빠르게 가속화한 NPU(Neural Processing Unit)를 말한다. 3세대 AI 반도체는 인간 두뇌와 같은 생물학적 신경계 구조를 전자 소자로 모방하여 저장과 연산을 동시에 수행하는 뉴로모픽 소자 기술의 반도체이다.

1세대 AI 반도체 기술은 CPU 외에도 그래픽 영상 처리 및 고사양 3D 게임 등에 활용되는 그래픽 처리 장치 GPU를 활용한다. 연산을 수행할 수 있는 코어 부분을 세분화시켜 명령어를 동시에 병렬적으로 처리할 수 있도록 설계되었다.

동일한 실리콘 반도체 소자를 이용하지만, AI 기술에 특화된 칩을 만들기 위해 반도체 회로 구성과 배치를 최적화한 2세대 AI 반도체가 보급되고 있다. 특정 응용 분야에 맞춰 제작된 반도체는 기업별로 추구하는 방향성에 맞게 다양하게 설계되고 있다. FPGA는 연산을 수행하도록 구분된 반도체 회로 영역들이 다양한 조합으로 연결할 수 있도록 배선이 프로그래밍 되어 있어 고객 요구에 따라 반도체 칩을 다양하게 설계할 수 있는연성이 높다. 반면 ASIC은 한번 설계된 내부 반도체 구조의 변경이 불가능하여 자유도가 낮지만, 특정 성능을 맞춤형으로 극대화할 수 있어 기업 자체의 전용 칩으로 많이 쓰이고 있다. 그 중, AI 알고리즘을 빠르게 가속할 수 있도록 특정 목적을 위해 개발된 ASIC을 뉴럴 프로세싱 유닛(NPU)이라 하며, 이를 2세대 AI 반도체 기술로 정의할 수 있다. 미국 Google이 개발한 텐서 프로세싱 유닛(TPU), 테슬라의 자율주행 칩, 노트북 발열을 획기적으로 제어한 애플 M1 칩이 이에 해당한다.

3세대 AI 반도체 기술은 인간 두뇌의 정보 처리 과정에서 영감을 받은 뉴로모픽 방식이다. 오늘날의 컴퓨터가 채택하고 있는 폰 노이만 구조를 대체한다는 목표다. 정보가 저장된 생물학적 시냅스에서 연산이 동시에 수행되기 때문에 인 고도의 작업을 수행하면서도 약 20와트(Watt) 정도의 전력만을 사용한다. 에너지 효율적인 구조와 기능을 전자소자로 모사하기 위하여 저장과 연산을 동시에 수행하는 메모리 반도체 소자 기술이 중요하다. 전통적 실리콘 반도체 소자 대신 두뇌 모사 구조에 적합한 신개념 비휘발성 메모리 소자 도입이 연구되며 가장 진보된 형태의 AI 반도체 기술로 발전할 것으로 기대된다.



[그림 5] 반도체 발전방향

4. AI 표준화 현황

4.1 국내 표준화 현황

4.1.1 TTA 지능형 반도체 프로젝트 그룹(PG417)

AI 반도체 분야 표준 개발과 아울러 표준의 적합성 및 상호운용성 표준에 관한 연구 활동을 하고 있다. AI 반도체 분야에서는 2019년도부터 스파이킹 신경망 기반 인터페이스 표준, AI 프

로세서 메모리 인터페이스 표준 및 차량용 반도체 관련 표준 등에 대한 연구가 진행되었다. 스파이킹 신경망 HW 인터페이스 표준은 AI 분야 서비스 개발에 필요한 스파이킹 신경망 HW의 여러 기능 요소와 이들의 인터페이스를 정의한다. 응용 분야별 다양한 제품들이 회사에 따라 여러 가지 인터페이스를 제공하는데 대응, 플랫폼 기반의 SoC를 설계할 때 표준 인터페이스를 제공한다. 향후 확장을 위한 논의를 하고 있으며, 스파이킹 신경망 HW 인코딩 기술 표준을 진행할 예정이다.

AI 프로세서의 기능 안전성을 위한 안전성 플랜 및 거대 인공지능망 구축을 위해 다중 칩 구조로 구성된 AI 프로세서를 위한 인터페이스에 대한 기술보고서는 AI 반도체의 보안성을 높일 수 있는 기능 안전 설계를 적용하여 그 성능을 입증함에 따라, 필요한 안전 계획을 설정하고 이를 구성하는 예를 통하여 성능 입증 방법을 제시하는 것이 목적이다. 향후 AI 프로세서의 대용량 데이터 병목현상을 해결하기 위한 고대역폭 AI 프로세서 메모리 인터페이스 표준을 개발할 예정이다.

차량용 반도체의 직렬 주변기기 인터페이스 버스를 위한 순환 중복 검사 방법 표준은 차량용 반도체의 직렬 주변기기 인터페이스 버스에서 순환중복 검사의 구조, 전송 및 검증을 정의한 것이다. 차량용 반도체의 집적회로간 버스를 위한 순환중복 검사 표준은 차량용 반도체의 집적회로간 버스에서 순환 중복 검사의 구조, 전송 및 검증을 정의한 것이다. 향후 차량용 반도체를 이용한 AI 서비스 분야에 대한 표준을 개발 예정이다.

4.1.2 인공지능 반도체 포럼

4차 산업혁명 도래에 따른 미래 반도체 시장 변화에 대응하여 글로벌 경쟁 우위를 확보하기 위해 AI 반도체에 대한 주요 분야별 표준화 기술의 도출과 로드맵 확보, 표준 선점을 위해 설립되었다. 인공지능망, 딥러닝, 머신러닝에 관련된 단체 표준을 개발하였다.

<표 5> 인공지능 반도체 포럼의 표준현황

표준번호	표준명	완료년도
ISFS-2020-0001	인공 신경망 압축기술에서 균등 양자화 기법	2020
ISFS-2020-0002	인공 신경망 압축기술에서 낮은 계수 근사화 기법	2020
ISFS-2020-0003	딥러닝 네트워크 양자화를 위한 비트스트림 포맷	2020
ISFS-2020-0004	딥러닝 커널 및 활성화 데이터의 압축을 위한 엔트로피 코딩 및 비트스트림 포맷	2020
AIFS-2021-0001	컴퓨터 비전을 위한 비디오 코딩 요구사항	2021
AIFS-2021-0002	인공 신경망 데이터 압축에서 특징맵 재배열 방법	2021
AIFS-2021-0003	머신러닝 부호화기술에서 물체 검출/분할 부호화 방법	2021

4.2 국제 표준화 현황

4.2.1 IEC TC 47

IEC TC47는 반도체의 전반적 표준을 주도하고 있으며, WG6에서 저항 메모리 관련 성능 측정 표준 1개와 자동차용 신뢰성 테스트의 표준화로드맵 보고서 1건이 AI 반도체 관련 표준의 일환으로 진행되고 있다.

IEC 62951-9 ED1은 단극형 1트랜지스터 1저항(1T1R) 저항성 메모리 셀의 성능을 평가하기 위한 테스트 방법에 대한 표준이다. 이 표준의 성능 테스트 방법에는 읽기, 형성, SET, RESET, 내구성 및 유지가 포함되어 있으며, 유연한 장치 및 경질 저항성 메모리 장치에 적용할 수 있다. IEC TR 63357:2022(E)는 2022년 10월 제정되었으며, 자동차에 사용되는 집적 회로에 대한 결함 테스트 방법의 표준화 로드맵에 대한 문서이다. 자동차는 매우 낮거나 높은 온도, 진동, 고주파 신호 등과 같은 가혹한 환경에 노출되기 때문에 열악한 환경으로 인해 발생할 수 있는 결함에 대한 테스트 방법이 필요하다. 가혹한 환경으로 인해 발생할 수 있는 반도체 고장 가능성을 검사하고, 이러한 고장 검사 방법에 따른 평가 결과를 설명한다.

<표 6> IEC TC47의 표준현황

표준번호	표준명	완료연도
IEC TR 63357 ED1	Semiconductor devices – Standardization roadmap of fault test method for automotive vehicles	2022.10
IEC 62951-9 ED1	Semiconductor devices – Flexible and stretchable semiconductor devices – Part 9: Performance testing methods of one transistor and one resistor (1T1R) resistive memory cells	2023.02

4.2.2 ISO TC22 SC32 WG8(Electrical and electronic components and general system aspects)
ISO TC22 SC32 WG8은 자동차 기능안전 WG으로 자동차 전자제어장치의 고장으로 인한 위험을 제거/방지/완화하기 위한 설계/분석/시험방법 등 최신 기술의 표준화를 하고 있다. 개발경쟁이 본격화되는 자율주행차의 향후 보급 및 확산을 위해서는 자율주행 기능에 대한 안전이 선행되어야 하고, 이로 인해 기능 안전설계를 바탕으로 한 국가와 기업의 기술경쟁 및 국제표준선점이 치열해지고 있다.

전기·전자시스템의 기능 안정성을 위한 국제 표준은 ISO TC22 SC32 WG8에서 기존에 도출되어 있는 기능 안전성 표준 내용을 망라하여 자동차 전장시스템에 적용하기 위해 2011년 ISO 26262 표준을 제정하였다. 2018년 제안된 ISO 26262 2nd 표준에서는 반도체의 기능 안정성을 규정하기 위한 표준이 추가 제안되어 자동차용 AI 반도체 모두에 적용될 예정이다.

2019년 ISO 26262에서 다루지 않았던 의도된 기능의 설계 자체의 성능 한계에 대한 안전을 확보하기 위해 SAE 자율주행 레벨 1~2의 ADAS 및 자율주행을 위한 의도된 기능에 대한 기능 안정성에 대한 별도의 표준 ISO/PAS 21448을 제정하였다.

2020년 ISO/PAS 21448 표준에서 SAE 자율주행 레벨 3~5에 필요한 SOTIF의 기술적 내용을 다루기 위해 ISO 21448 표준화 작업이 진행 중이다.

4.2.3 JEDEC JC-42(Solid State Memories)

JC-42에서는 제조 기술이나 응용 프로그램에 관계없이 정적 및 동적 모든 memory integrated circuit과 programmable logic device(예를 들면 SRAM, DRAM, ROM, EEPROM 및 PLD)의 핀아웃, 읽기 및 쓰기 알고리즘을 포함한 작동 특성, 테스트 매개변수, 특성화 및 등록 형식과 관련된 기술 정보 및 표준 개발을 하고 있다.

HBM 관련 표준은 2013년 128GB/s 메모리 대역폭의 JESD235 HBM 표준이 최초 확정되었고, HBM2/2E의 JESD235A, JESD235B, JESD235C로 업데이트되면서 메모리 대역폭이 410GB/s로 증가했다. 최대 819GB/s의 대역폭을 지원하고, 저전압 신호송수신을 통해 데이터전송 에너지효율이 향상된 HBM3 표준화 작업이 마무리 단계에 있다.

<표 7> JEDEC JC_42의 표준현황

표준번호	표준명	완료연도
JESD235D	High Bandwidth Memory DRAM(HBM1, HBM2)	2021
JESD238	High Bandwidth Memory DRAM(HBM3)	2022

5. 맺음말

AI 반도체는 세계 반도체 시장을 재편할 기회를 제공하고 있으며, 체계적이고 전략적인 기술 및 산업 육성을 통해 우리나라 미래 핵심 성장동력이 될 수 있으리라 기대된다. AI 반도체는 현재 스마트폰과 일부 가전에 주로 도입되고 있지만, 조만간 자율주행차와 지능형 로봇 등 다양한 산업분야로 빠르게 확산되어 우리나라 반도체 산업의 새로운 성장 기회를 제공할 것으로 예상된다.

AI 반도체는 아직 초기 단계의 시장으로, 메모리 반도체 중심의 우리나라 반도체 산업의 영역을 확장할 기회가 될 수 있다. 이와 관련, 정책과 기술, 표준의 측면에서 다음과 같은 시사점을 생각해볼 수 있다.

정책적인 측면에서는 AI 반도체 시장 선점을 위해 국가 주도의 체계적이고 전략적인 산·학·연 협력 R&D와 수요기업-팹리스-파운드리 가치사슬 구축, AI 반도체의 핵심 경쟁력인 설계 역량 확보를 위한 고급인재 유치 및 육성이 필요하다. 미국, 중국, 대만 등 AI 반도체 선도국은 차세대 AI 반도체 R&D에 적극 투자하고 있다. 우리나라도 차세대 AI 반도체 개발을 위해 체계적으로 투자하고 자동차, 가전, 클라우드 등 국내 수요기업의 제품/서비스에 최적화된 AI 반도체를 설계/개발 및 제조하는 가치사슬 및 생태계를 구축할 필요가 있다. AI 반도체는 고도의 기술력과 창의적인 아이디어를 보유한 핵심 기술인력이 기업의 경쟁력을 좌우하는 대표적 기술집약적 산업이므로, AI 반도체와 관련한 대학 교육을 강화하고, 산·학·연협력을 통해 실무역량을 제고하며, 글로벌 AI 석학을 유치하는 등 다각적인 고급인재 확보가 필요하다.

기술적인 측면에서는 AI 반도체 후발국인 우리나라로서는 혁신적인 창의적이고 선도적인 AI 반도체 기술을 개발하여 미래 신시장을 선점하는 전략이 필요하다. AI 반도체는 딥러닝 등 AI 기술혁신을 통해 1세대(CPU, GPU)로 시작되어 2세대(NPU)로 발전하고 있으며, 향후 3세대는 뉴로모픽이 될 것으로 전망된다. 우리나라의 경우 단기적으로는 2세대 NPU 설계기술 확보, 장기적으로는 3세대 뉴로모픽 기술에 선제적 투자가 필요하다. 또한 CMOS 기반 AI 기술에서는 기존의 DRAM과 NAND 이외에 3세대 메모리 반도체 기술 개발로 초격차를 계속 유지하고, 연산 기능을 메모리에 부여하는 로직 반도체에 대한 선도적 연구개발이 필요하다. 또한 새로운 물질/소자를 이용한 뉴런/시냅스 소자 개발을 통해 조금 더 뇌에 가까운 성능을 구현할 수 있

는 창의적 AI 반도체 연구개발이 진행되어야 할 것이다.

표준적인 측면에서는 차세대 AI 반도체 R&D, 제품 및 서비스에 필요한 표준 구축에 대한 장기 로드맵 확보 및 이에 따른 표준 제정 전략이 필요하다. 단기적으로는 2세대 AI 반도체인 AI 프로세스를 위한 인메모리 관련 선도 표준 주도권을 확보하고, 중장기적으로는 3세대 AI 반도체인 뉴로모픽 소자 관련 선행 표준 개발 전략 및 이에 따른 로드맵 및 표준화 기획을 준비해야 한다. 2세대 AI 반도체인 AI 프로세스를 위한 인메모리 관련 선도 표준에서는 PIM 관련 표준을 중심으로 표준 전략을 수립하는 것이 적절하다고 판단된다. PIM은 기존 규격화된 DRAM에 비해 전체 시스템 구조가 바뀌어야 하고 표준화되기 어려운 소비자 중심의 메모리라는 특성을 갖고 있어, 제품 상용화 및 신시장 창출까지 넘어야 할 고비가 많다. 삼성전자와 SK hynix 등과의 긴밀한 협력도 필수다. 따라서 산업체 중심으로 선도 표준을 추진하는 로드맵을 구축하고 이를 실천하는 전략이 필요하다. 3세대 AI 반도체인 뉴로모픽 관련 선행 표준에서는 뉴로모픽 소자 기술이 사용되는 SRAM, MRAM, PRAM, RRAM 소자 등의 특성 측정 방법 및 신뢰성 측정 방법에 대한 표준 전략을 수립하는 것이 적절하다고 판단된다. 그러므로 TC4 PG417 중심으로 신규 뉴로모픽 소자의 특성 및 신뢰성 측정 방법에 대한 표준을 진행하고 이를 더욱 성숙시켜 IEC TC47 WG6에서 뉴로모픽 선행 표준을 준비하는 것이 적절할 것이다. 이 분야는 대기업만이 중심이 되는 표준영역이 아니므로 산학연이 함께 선행 표준을 추진하는 로드맵을 구축하고 이를 실천하는 전략이 필요하다.

앞에서 살펴본 바와 같이 AI 반도체는 미래 성장의 동력이 될 전략 산업 분야이며, 산업적 파급 효과가 큰 핵심 부품이자 기반 요소로 향후 다양한 주력 산업과 융합하여 시너지를 창출하고 다양한 AI 서비스를 현실화시켜 새로운 제품과 서비스를 창출할 수 있다. 다양한 산학연 기관들이 함께 협력과 공유를 통한 기술 개발 및 표준화 활동을 해나간다면 AI 반도체는 미래 사회를 이끌어가는 구심점이 될 것이다.

※ 본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행되었음. [21ZB1200, ICT 소재·부품·장비자립 및 도전기술 개발]

[참고문헌]

[1] <https://www.samsungsemiconstory.com/kr/파운드리-팹리스-반도체-생태계-한눈에-보기/>

[2] <https://www.investkorea.org/ik-kr/cntnts/i-117/web.do>

[3] 관계부처 합동(2020), 인공지능 반도체 산업 발전전략; 시스템반도체 비전과 전략 2.0, 2020

※ 출처: TTA 저널 제205호