

발간등록번호

11-1411095-000009-08

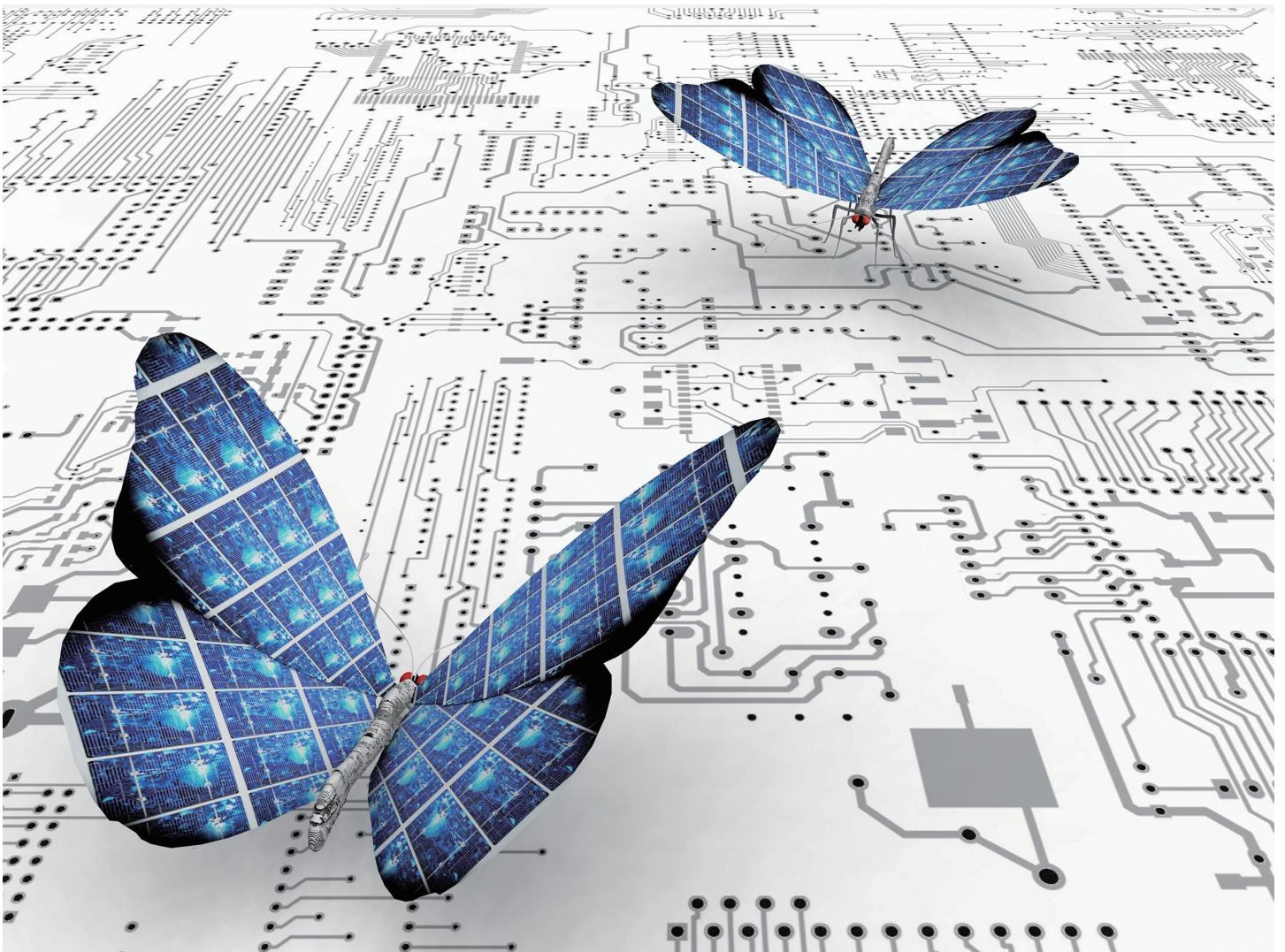


국가기술표준원

2018.01.VOL.106

KATS'

기술보고서



차세대 반도체 산업현황과 표준화 동향

작성 | 서울과학기술대학교 좌성훈 교수

(010-4379-7810, shchoa@seoutech.ac.kr)

감수 | 국가기술표준원 전기전자표준과 신명철 공업연구사

(043-870-5369, mcshin0126@korea.kr)

CONTENTS

04	1. 개론
04	가. 정의
05	나. 산업의 범위
06	2. 산업 현황
06	가. 세계시장 동향 및 전망
10	나. 국내시장 동향 및 전망
13	다. 국내외 주요기업 기술 및 제품 현황
14	3. 표준 동향
14	가. 국제 표준화 동향
15	나. IEC TC 47 SC 및 WG별 주요 활동 현황
20	다. 우리나라의 국제 표준화 활동 동향
23	4. 시사점 및 제언

치열해진 세계 반도체 시장에서 미래경쟁력을 확보하기 위한 전략

차세대 반도체 산업현황과 표준화 동향

다가오는 '4차 산업혁명 시대'에는 사물인터넷(IoT), 자율주행차, 인공지능(AI) 등의 융·복합 산업이 크게 발전할 것으로 전망됨에 따라 세계 반도체 시장 역시 급격한 성장이 예상된다. 반도체 시장의 성장과 함께 글로벌 IT 그룹간의 경쟁도 날이 갈수록 더욱 치열해지고 있다. 우리나라가 반도체 산업 세계 1위 자리를 지키기 위해서는 차별화된 기술력을 계속해서 선보여야만 한다.

2018년 1월호에서는 세계 반도체 시장에서 미래경쟁력을 확보하기 위해 알아야 할 '차세대 반도체 산업현황과 표준화 동향'에 대해 살펴본다.

1. 개론

가. 정의

- 차세대 반도체 산업이란 차세대 IT융합 제품(스마트 자동차, 사물인터넷, 착용형 스마트 디바이스 등)에서 연산, 제어, 전송, 변환, 저장 기능 등 지능형서비스를 수행하는 차세대 전자소자·공정의 소재·부품·장비·설계기술 관련 고부가가치 산업을 통칭한다. 한편 지능형서비스는 IT기술을 기반으로 제품의 자율성, 기능성을 개선하여 인간 삶의 질, 사회 안전성 등을 향상시키는 고부가 서비스(예, 스마트자동차의 안전주행 및 자율주행 기능)이다.
- 시스템반도체는 컴퓨터, 모바일기기, 가전, 자동차, 산업용 전장기기 등에서 연산, 제어, 전송, 변환을 수행하는 전자소자를 통칭한다. 시스템반도체는 전기전자시스템의 신호·정보·에너지 프로세싱(연산/제어/전송/변환 등) 기능을 단일 칩에 통합한 통합 SoC(Convergence System on a Chip)로 발전함으로써 경제성, 편의성, 생산성을 극대화하는 '다가능 융복합 반도체'로 진화하고 있다. 즉 다가능 융복합 반도체는 다양한 기능을 가지는 시스템을 하나의 반도체에 집적하고, 소프트웨어와 융합하여 시스템의 고성능화, 소형화, 저전력화 및 스마트화를 주도하는 기술인 셈이다.

그림 1 | 차세대 반도체 개요



나. 산업의 범위

차세대 반도체는 각종 전자기기에서 영상·음성 등 신호처리, 중앙제어 등 정보를 제어·처리·저장하는 데 필요한 디지털·아날로그 반도체, 전력제어 반도체, 센서를 포함한 다기능 집적반도체를 생산하기 위한 소재·부품·장비·설계기술을 말한다.

특히 시스템반도체는 컴퓨터, 모바일기기, 가전, 자동차 등에서 정보처리를 수행하는 전자소자를 통칭하며 전기전자기기의 핵심 부품으로 IT 융합기술의 초석이 되고 있다. 또한 스마트자동차, 모바일, IoT, 웨어러블, 로봇 등 인류가 사용하는 전자전기기에 응용되고 있다. 이처럼 시스템반도체는 첨단 IT 수요에 연동된 고기술, 고성장, 고부가가치의 미래 유망 산업으로 자동차용 반도체, 그린 반도체, 정보통신·가전용 반도체 등으로 발전하며 우리 주변의 일상생활에서 다양하게 사용되고 있다.

그림 2 | 시스템 반도체 개념도 및 제품

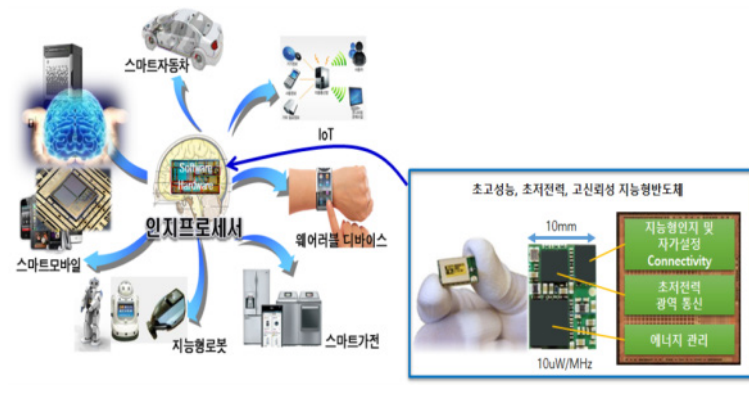
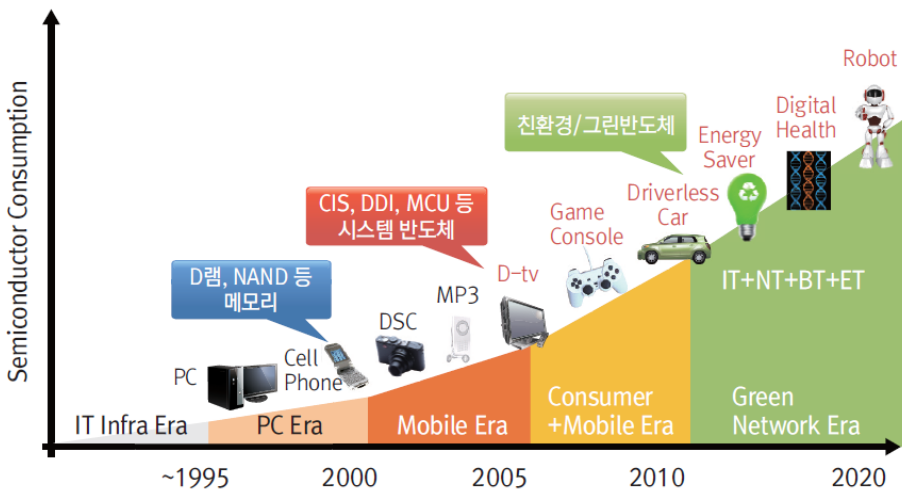


그림 3 | 반도체기술 발전 및 관련 서비스 창출



2. 산업 현황

가. 세계시장 동향 및 전망

지능형 서비스 기반 시스템 반도체(이하 차세대 반도체) 세계시장은 2015년 3,041억 달러 규모를 형성하고 있다. 이중 통신·방송 SoC 시장이 2015년 1,401억 달러로 가장 큰 시장을 형성하고 있으며, 그 뒤로 프로세스 반도체 971억 달러, 자동차 SoC 303억 달러, 전력·에너지 반도체 164억 달러, 고주파반도체 126억 달러, 스토리지 SoC 75억 달러 순으로 시장을 형성하고 있다.

한편 세계 시스템 반도체 시장은 2013년 2634억 달러에서 2018년 3876억 달러로 연평균 8.3% 성장할 것으로 전망하고 있다. 시장의 연평균 성장률은 통신·방송 SoC(13.7%), 스토리지 SoC(11.6%), 전력·에너지 반도체(8.9%), 자동차 SoC(6.3%), 고주파 반도체(6.0%), 마이크로 프로세서(2.1%) 순으로 성장할 전망이다.

표 1 | 세계 시스템 반도체 시장 현황 및 전망 (단위 : 백만달러)

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR(%)
세계시장 합계	263,466	282,734	304,079	328,602	355,474	387,616	8.3%
마이크로 프로세서	93,263	95,197	97,172	99,188	101,246	103,372	2.1%
자동차 SoC	26,898	28,566	30,337	32,218	34,215	36,371	6.3%
스토리지 SoC	6,358	7,032	7,491	8,602	9,514	10,618	11.6%
전력/에너지 반도체	14,070	14,990	16,410	18,360	20,640	22,477	8.9%
고주파 반도체	11,221	11,894	12,608	13,365	14,166	15,016	6.0%
통신/방송 SoC	111,656	125,055	140,061	156,869	175,693	199,763	13.7%

○ 시스템 반도체 시장의 특성

시스템 반도체 시장의 가장 큰 특성은 고도의 기술력과 창의적 아이디어를 보유한 핵심기술 인력이 기업의 경쟁력을 좌우하는 대표적인 융·복합 기술집약적 산업이다.

특히 분야의 특성상 시스템 반도체 설계를 위한 고도의 공학적 전문지식과 더불어 고효율 SW 탑재를 위한 임베디드 SW기술의 화학적 융합이 필요하다. 동일한 성능을 지닌 제품이라도 설계 능력에 따라 완전히 다른 설계로 구현할 수 있으며, 설계 능력에 따라 제조원가 또한 크게 차이가 날 수 있는 것이 지능형 반도체 산업의 특성이라고 볼 수 있다.

○ 시스템 반도체 세계시장의 구조

시스템 반도체 세계시장은 Intel, Qualcomm 등 글로벌 대기업이 약 65%의 시장을 차지하고 있으며, 한국기업의 시장 점유율은 2.8% 수준에 불과하다.

즉 PC 및 스마트폰 등 구간 지능형 반도체 시장을 주도해온 Intel, Qualcomm, Broadcom 등이 시장을 지배하고 있는 구조이다. 한국 반도체산업의 경우 구간 메모리 반도체 중심의 성장구조에 따라 지능형 반도체 시장점유율은 삼성전자 2.2%, SK 하이닉스 0.6% 수준에 불과하다.

표 2 | 2014년 세계 주요 시스템 반도체 기업 현황 (Top 10)

순위	국가	기업명	角년 매출액 (백만 달러)	시장점유율(%)	비고
1	미국	Intel	53,134	21.3	IDM
2	미국	Qualcomm	19,291	7.7	팹리스
3	미국	Broadcom	11,642	4.7	팹리스
4	미국	Texas Instruments	11,538	4.6	IDM
5	유럽 · 미국	NXP Semiconductors	9,922	4.0	IDM
6	일본	Renesas Electronics	7,148	2.9	IDM
7	유럽	STMicroelectronics	7,137	2.9	IDM
8	대만	MediaTek	7,033	2.8	팹리스
9	독일	Infineon Technologies	5,561	2.2	IDM
10	한국	Samsung Electronics	5,535	2.2	IDM

*출처: 시스템반도체 산업 동향(한국수출입은행, 2016)

세계 반도체 업계의 큰 화두는 인수합병 활동으로 인텔은 알테라와의 인수합병을 통해 2014년에 이어 2015년에도 1위 자리를 유지했고, NXP는 프리스케일 인수합병으로 2014년 15위에서 2015년 7위로 급등했다.

표 3 | 2015년 세계 반도체 기업 현황 (Top 10)

순위	국가	기업명	'15년 매출액(십억 달러)	시장점유율(%)
1	미국	Intel	54.42	14.8
2	한국	Samsung Electronics	40.16	11.6
3	한국	SK Hynix	16.50	4.8
4	미국	Qualcomm	16.50	4.8
5	미국	Micron Technology	14.08	4.1
6	미국	Texas Instruments	12.26	3.5
7	미국	NXP	9.72	2.8
8	일본	Toshiba	8.83	2.5
9	미국	Broadcom	8.41	2.4
10	유럽	STMicroelectronics	6.90	2.0

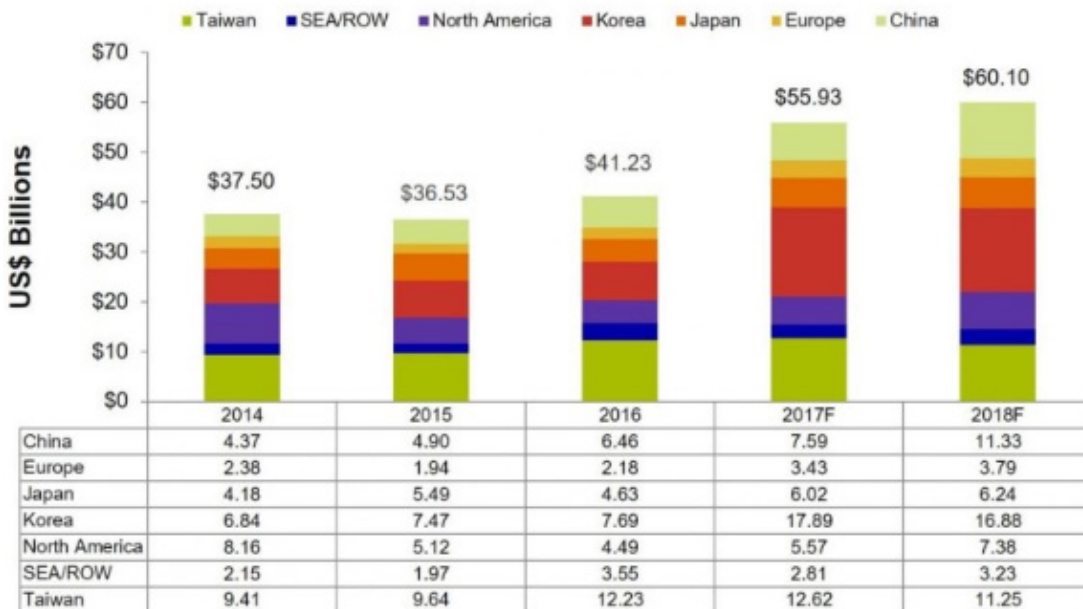
*출처: IHS 2016

○ 반도체 공정장비 세계시장 규모 및 성장률

반도체 공정장비 분야의 2015년 세계시장 규모는 342.1억 달러 규모이며, 연평균 6.8% 성장하여 2018년에는 416.3억 달러 규모를 형성할 전망이다. 2017년의 경우 반도체 장비 세계시장은 559억 달러로, 지난해 대비 35.6%가 오를 것으로 예상하고 있다.

2017년 한국은 5년 연속 1위를 기록한 대만을 제치고 처음으로 지역별 연간 매출이 가장 클 것으로 예상되었다. 한국 시장은 지난해 대비 132.6% 성장하여 가장 큰 폭의 성장률을 보였고, 그 다음은 유럽 57.2%, 일본이 29.9%이다.

표 4 | 2017년 세계 반도체장비 출하량



*출처: 국제반도체장비재료협회(SEMI)

2015년 기준 전공정장비가 288,6억 달러로 가장 큰 시장을 형성하고 있으며, 후공정 장비 25,5억 달러, 테스트장비 27.9억 달러 규모로 시장을 형성했다. 성장을 또한 전공정장비 시장이 연평균 7.1% 성장하여 전체 공정/장비 시장 성장을 견인하는 가운데 후공정장비 6.9%, 테스트장비 3.1% 순으로 조사되었다.

표 5 | 반도체공정/장비 분야 세계 시장 현황 및 전망 (단위: 백만 달러)

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR(%)
세계시장 합계	30,031	32,051	34,211	36,521	38,990	41,631	6.8%
전공정 장비	25,165	26,952	28,865	30,915	33,110	35,460	7.1%
후공정 장비	2,236	2,389	2,553	2,728	2,914	3,114	6.9%
테스트 장비	2,630	2,711	2,793	2,879	2,966	3,057	3.1%

*출처: Market for Power Semiconductors (2014, Frost & Sullivan) 등

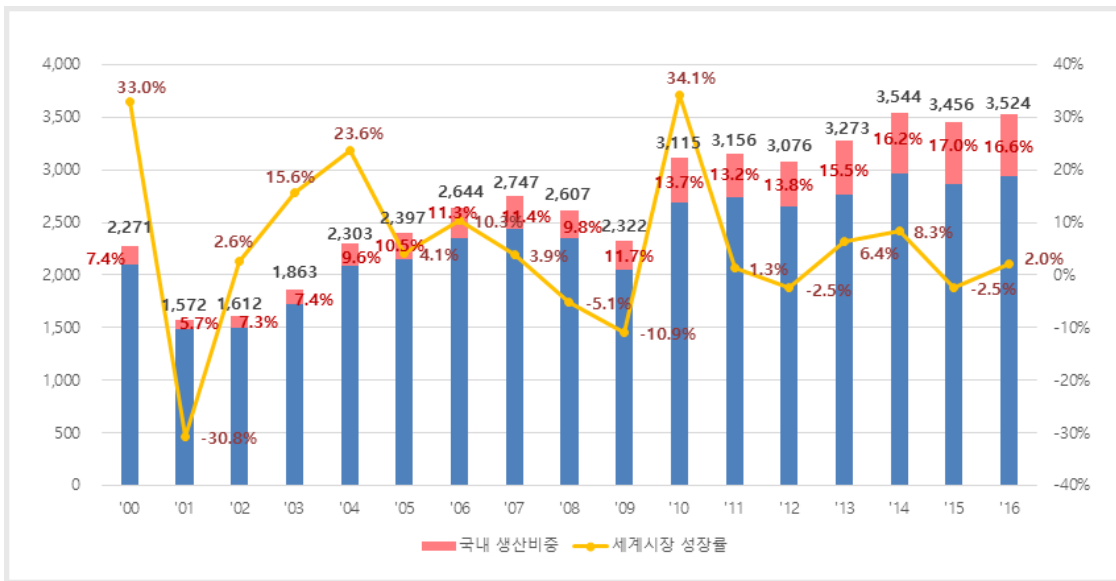
세계 반도체 장비 시장은 미국, 일본, EU 등의 선진기업이 전체 시장의 60% 이상을 점유하고 있는 독과점 구조로, Top 10 기업에 일본이 4개, 미국이 4개, EU가 2개의 기업이 들어가 있다. 현재 한국을 비롯한 아시아 기업의 시장점유율이 상승하고는 있으나, 아직까지는 미진한 수준에 머물러있는 상황이다.

반도체 장비산업은 수명주기가 짧은 기술집약적 고부가가치 산업으로 적기 시장진입이 매우 중요하고, 한 세대 장비 기술이 완전히 성숙되기 전에 다음 세대의 장비기술로 전환되는 시기가 매우 중요하다.

나. 국내시장 동향 및 전망

2017년의 경우 전 세계 반도체 매출 총액이 전년 대비 22.2% 증가한 4,197억 달러였다. 이는 2017년 전체 반도체 시장의 31%를 차지한 메모리 시장이 64% 증가하면서 성장세를 이끈 것으로 분석되고 있다. 반면 2016년 국내 반도체 생산액은 584억 달러로 세계시장의 46.6%를 점유하고 있다.

표 6 | 세계 및 국내 반도체 시장 현황 및 전망



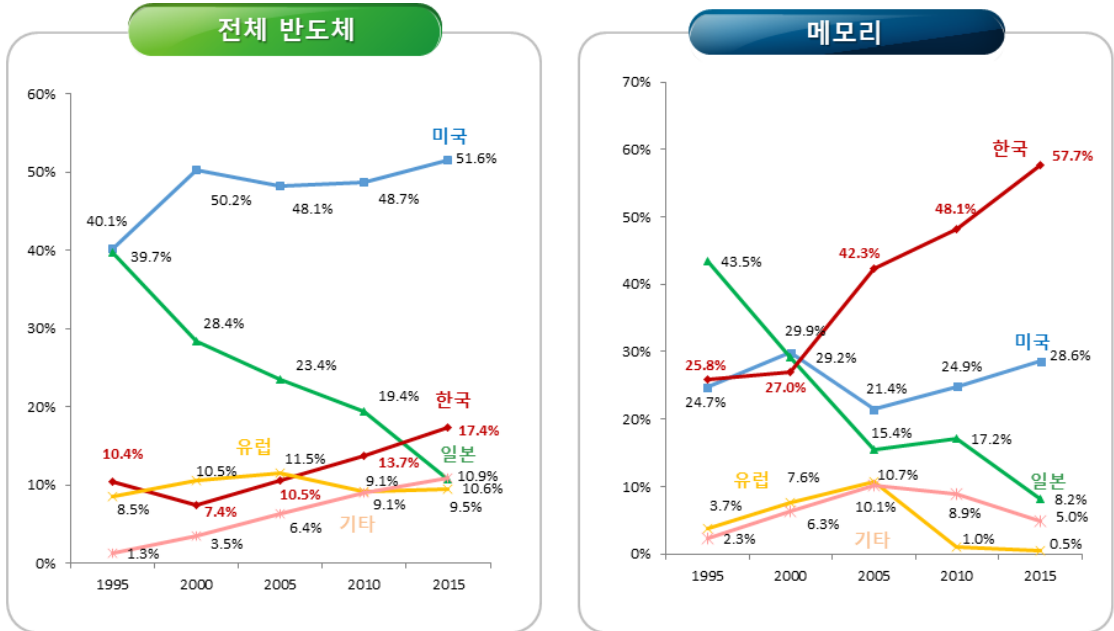
*출처: IHS 2017

○ 우리나라 반도체 수출 규모

2016년 우리나라 반도체 수출액 규모는 622억 달러로 총 수출액의 12.6%를 차지했다.

2000년대 이후 국내 총수출에서 반도체가 차지하는 비중은 10% 내외 규모를 유지해왔다. 2017년에는 전체 수출에서 차지하는 반도체 수출의 비중이 16%를 넘어선 것으로 나타났다. 2017년 9월까지 반도체 수출은 704억 1천400만 달러로, 지난해 같은 기간에 비해 56.5%나 증가했으며, 전체 수출 품목 가운데 단연 최고 비중을 차지한 것이다.

표 7 | 국가별 반도체 시장점유율 변화



○ 국내 시스템 반도체 시장 현황

또한 국내 시스템 반도체 분야 중 자동차 SoC 품목이 2015년 1.4조원 규모로 가장 큰 시장을 형성하고 있으며, 마이크로 프로세서(1.0조원), 스토리지 SoC(0.53조원), 전력/에너지반도체(0.32조원) 등의 순으로 조사되었다.

표 8 | 국내 시스템 반도체 시장 현황 및 전망 (단위: 억 원)

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR(%)
국내시장 합계	32,856	34,664	36,603	38,685	40,919	43,320	5.6%
마이크로 프로세서	9,578	9,836	10,102	10,375	10,655	10,943	2.7%
자동차 SoC	11,993	13,096	14,301	15,617	17,054	18,623	9.2%
스토리지 SoC	4,812	5,033	5,265	5,507	5,760	6,025	4.6%
전력/에너지 반도체	3,161	3,199	3,237	3,276	3,315	3,355	1.2%
고주파 반도체	1,945	2,023	2,103	2,188	2,275	2,366	4.0%
통신/방송 SoC	1,367	1,477	1,595	1,722	1,860	2,009	8.0%

*출처: Market for Power Semiconductors (2014, Frost & Sullivan) 등

2. 산업 현황

국내 시스템 반도체 시장은 휴대폰, 디스플레이 등을 제외하면 자동차 SoC, 전력/에너지 반도체 등 대부분을 수입에 의존하고 있다. 시스템 반도체를 구성하는 핵심 SW 및 SoC 원천 기술이 부족해 핵심기술일수록 국산화율이 저조한 것. 지속적 R&D 투자 등을 통해 모바일 AP, 모뎀, RFIC 등 일부 지능형 반도체를 국산화하는 데에 성공했지만, 마이크로 프로세서·자동차 SoC, 전력/에너지 반도체 등은 대부분 수입에 의존하는 실정이다. 특히 시스템 반도체 개발에 필수적인 SW 환경에 대한 국산화는 거의 0% 수준으로 국내 자립기반이 극히 취약하다.

국내 시스템 반도체 시장은 핵심기술 개발보다는 설비투자에 집중해 경제를 획득하려는 성장모델을 답습하는 경향이 있으며, 특히 SW 및 SoC기업의 규모가 영세하여 산업생태계 또한 아직까지 미흡한 수준이다. 업계 1위인 삼성전자의 경우도 2012년 시스템 반도체 투자금액 10조 원 중 7.3조 원을 시설 및 설비투자에 활용했고, 국내 팹리스 기업의 R&D투자규모는 기업 당 평균 48억 원 수준에 불과하다.

○ 반도체 공장정비 시장 동향

국내 반도체공정/장비 산업의 2015년 시장규모는 6.6조 원 규모이며, 연평균 9.9% 성장하여 2018년에는 8.8조원 규모로 성장할 전망이다. 품목별로는 전공정장비가 2015년 기준 6.2조원 규모로 가장 큰 시장을 형성하고 있으며, 후공정장비는 0.13조원, 테스트장비는 0.2조원 규모의 시장을 형성하고 있는 것으로 조사되었다.

표 9 | 반도체공정/장비 분야 국내 시장 현황 및 전망

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR(%)
국내시장 합계	5,483	5,728	6,623	7,660	8,212	8,803	9.9%
전공정 장비	5,167	5,398	6,276	7,296	7,829	8,401	10.2%
후공정 장비	121	129	139	149	160	171	72%
테스트 장비	195	201	208	215	223	231	3.5%

*출처: Market for Power Semiconductors 등

국내 반도체 공정/장비산업은 글로벌 시장에서의 낮은 인지도 등으로 해외 주요기업 대비 약 60% 수준의 가격에 거래되고 있다. 국내 장비기업들은 장비 설계 및 제조 관련 기초·원천기술 부재와 더불어 이에 따른 개발역량 미흡으로 최신 장비의 연구개발이 미흡하다. 이는 장비개발 지연 및 완성도 미흡 등에 따른 글로벌 시장 내 낮은 인지도로 연계되어 장비 판매 부진 및 저가 판매로 연결되는 원인으로 작용하고 있다.

또한 장비 개발 등 경쟁력 강화를 위해서는 고급 인력이 필요하나, 국내 반도체산업 관련 배출인력이 적고, 우수 인력 또한 대기업인 반도체 소자기업과 외국계 장비기업에 근무하는 것이 국내 반도체 장비산업의 현주소이다.

다. 국내외 주요기업 기술 및 제품 현황

○ 차량용 반도체

넥스트칩, 아이에이, 실리콘웍스, 텔레칩스 등 국내기업들이 영상기반의 ADAS 및 인포테인먼트를 위한 기술 개발과 샤시(Chassis, 브레이크 제어기 등)용 자동차반도체 개발을 진행 중이며, 샤시 등 기능안전성과 밀접한 관련을 가지는 부품에서는 ISO 26262를 적용한 기능안전성 기술 개발을 진행하고 있다.

유럽은 MEC, 인피니온, STMicro 등을 중심으로 자동차, 통신 등의 전통적 주력분야 뿐 아니라 신규 응용분야에서 활발한 연구개발을 진행 중이다. 일본은 르네사스 및 도요타의 자동차 반도체 그룹을 중심으로 ISO 26262 준수 반도체 설계 기술, 자동차용 MCU, 광학기반 이미지 처리기술, 전력반도체 등에서 우수 원천기술 보유하고 있다.

○ IoT/웨어러블 반도체

삼성전자는 IoT용 개방형 칩셋인 '아틱(Artik)'을 발표하였으며, 향후 IoT 기기의 다양성에 대응하여 3가지 버전으로 출시했다. 미국 아마존은 자회사인 안나푸르나를 통해 홈 네트워크에 사용되는 알파인(Aloha) 칩을 개발 중이며, 인텔은 IoT 반도체 모듈인 '큐리(Intel Curie)'를 자체 개발하여 2016년에 출시했고, Curie는 6축 콤포센서를 내장하여 저전력으로 걸음 수, 이동거리, 가속도 등의 측정이 가능하다.

○ 전력/에너지 반도체

Infineon은 전력반도체 분야 세계 최고 수준이며, 최초로 300mm 웨어퍼에서 전력 반도체를 생산하고 있으며, 차세대 SiC, 및 GaN 전력 반도체 연구에 진행하고 있다. LS산전은 Infineon과의 합작법인인 LS Power Semitech를 통해 IGBT 지능형 파워모듈 공급하고 있다.

○ 인공지능 반도체

삼성전자는 연산기능의 프로세서와 기억에 해당하는 메모리기능 합쳐진 인공지능형반도체 개발 추진하고, 뉴로모픽 시스템에 대한 연구를 진행 중이다. 넥스트칩은 CCTV, DVR 등으로 구성되는 영상보안시스템 기술력을 바탕으로 차량용 카메라 시장에 진출하였으며, 자동차 비전 인식 하드웨어 개발 및 뉴럴넷 구조의 가속기 개발 중이다.

IBM은 현재 컴퓨터 동작 기술인 폰 노이만(von Neumann)구조와 다른 SNN(Spiking Neural Net) 구조의 뉴로모픽 칩을 개발하여 뉴로시냅틱 컴퓨팅 기술, 시각, 청각 및 복합감각과 같은 인지 컴퓨팅 기술을 개발했다. HP는 기억과 스위칭을 기능을 가진 '멤리스터(Memristor)' 소자를 이용한 초고용량의 SSD 및 시냅스 모사 기능의 시냅틱 소자 개발을 진행하고 있다.

○ 반도체 장비

반도체장비의 고성능화 요구에 따라 차세대 장비 개발에 천문학적 규모의 투자가 요구되고 있으며, 제품의 고부가가치와 산업경쟁력을 유지 할 수 있는 신소자 개발 필요성이 증대되고 있어 이에 따른 공정 장비의 개발의 필요성 역시 증대되었다.

10nm급 미세화를 위한 EUV Litho는 많은 기술적 진보를 이루었으나 레이저 소스의 파워 부족 등으로 양산성 확보를 위해서는 기술 개발이 더 필요한 상황이며, 450 mm 웨이퍼 대구경화는 장비 및 펌의 전면 교체 등의 비용상 문제와 소자 업체의 수요가 아직까지는 미흡한 상황으로 다소 지연될 것으로 예상된다.

차세대반도체 소자기술로 추진되고 있는 Monolithic 3D 기술의 개발 및 생산을 위한 저온용 공정장비의 개발 필요성이 대두되고 있다. 고성능 이종 반도체 패키지 구현을 위해 이종칩을 재구성한 fan-in/fan-out 웨이퍼 레벨 패키지 또는 대면적 패널 레벨 패키지를 생산하기 위한 middle end 공정 장비(칩 재구성, 조립, 테스트, 대면적 필름 몰딩 등) 시장이 새롭게 급부상했다.

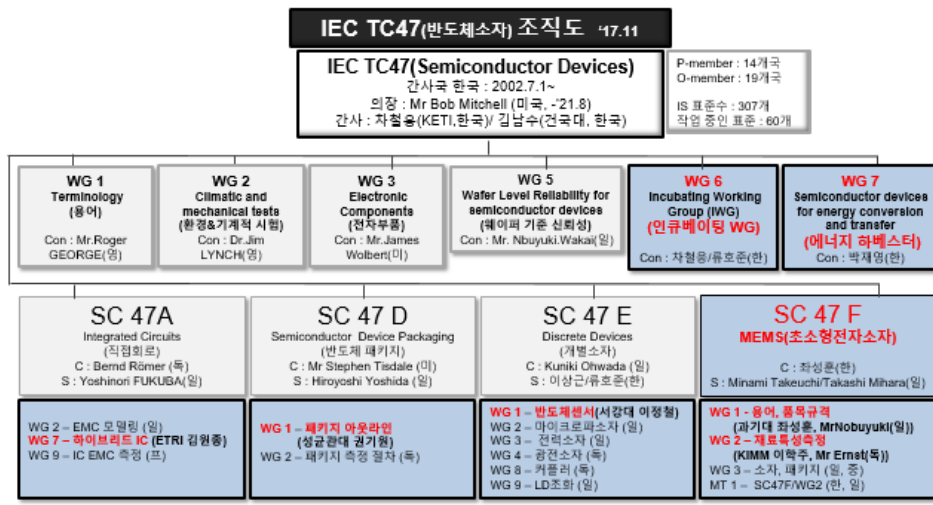
3. 표준 동향

가. 국제 표준화 동향

○ 반도체 소자의 국제표준화를 추진하는 IEC의 TC47

IEC(International Electrotechnical Commission, 국제전기기술위원회)는 국가를 초월한 비영리 단체로서 1906년에 설립된 이래로, 현재 104개의 TC(Technical Committees)와 100개의 Subcommittees(SC)로 구성되어 있으며, 약 20,000명의 표준전문가들이 활동하고 있다. 그 중에서 반도체 소자의 국제표준화는 IEC의 TC47(Semiconductor devices, 반도체 소자)에서 추진되고 있다. TC47에는 4개의 SC가 있으며, SC 47A(Integrated circuits, 집적회로), SC 47D(Semiconductor devices packaging, 반도체패키지), SC 47E(Discrete semiconductor devices, 개별반도체소자), SC 47F(Micro-electromechanical systems, MEMS) 등 4개 SC 및 총 22개 Working Group (WG)으로 구성되어 있다. 현재 TC 47의 의장은 미국의 Bob Mitchell이며, Secretary(간사)는 한국의 전자부품연구원의 차철웅 박사가 맡고 있다. TC47은 IEC내에서도 매우 활발한 활동을 하고 있는 TC로서 현재 250건 이상의 표준 문서를 출간하였다. 회원국은 P 멤버 14개국, O 멤버 19개국으로 총 33개국이다.

그림 4 | IEC TC110 조직도

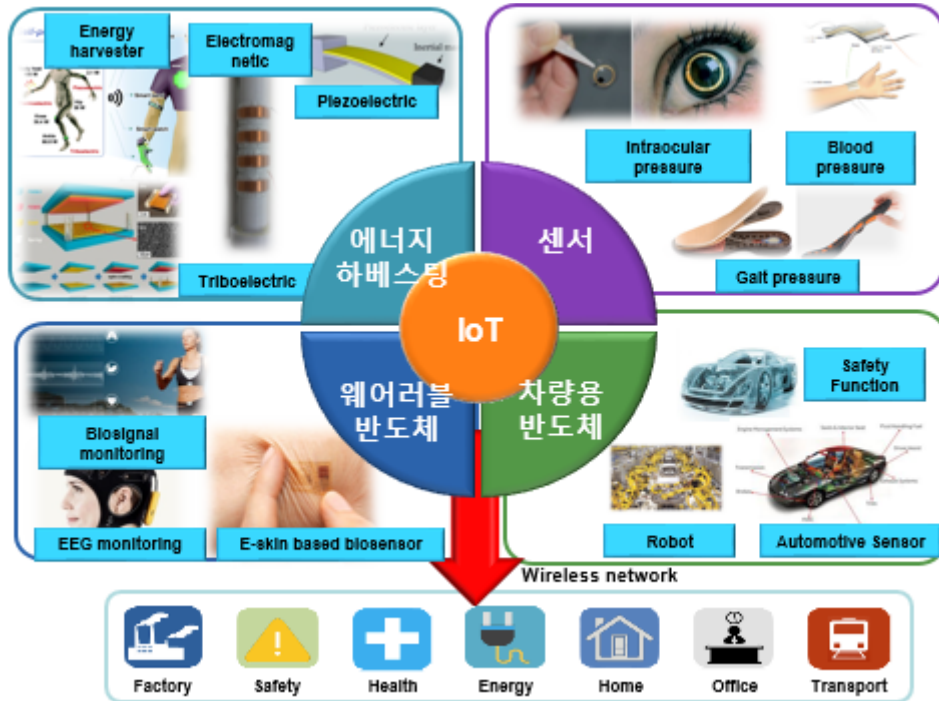


○ 새로운 분야에 대한 표준화 수용 위한 TC47의 노력

IEC TC 47은 최근 새로운 분야에 대한 표준화 수용에 대응하기 위하여 노력하고 있다. 유연반도체, 자동차용 반도체, 에너지 하베스팅, 인체통신, IoT 등 첨단융합분야의 표준 활동과 신규 표준 제안이 지속적으로 이루어지고 있으며, 인피니언, TI, 도시바, Renesas 등 독일, 미국, 일본 주요 기업이 전자기파 성능 및 신뢰성 평가에 대한 표준화도 추진되고 있다.

이에 따라서 새로운 차세대 반도체 소자의 표준을 개발 및 제정하는 Incubating WG을 신설하였으며 WG6로 명명하였으며, WG6의 활동이 증대되고 있다.

그림 5 | TC47 WG6의 차세대 반도체 및 응용 분야



나. IEC TC47 SC 및 WG별 주요 활동 현황

○ TC47

TC47 밑에는 아래와 같이 6 개의 WG이 있다.

- WG1 : Terminology(용어)
- WG2 : Climatic and mechanical tests(환경 및 기계적 시험)
- WG3 : Electronic components – Long duration storage of electronic components guide for implementation
(전자부품 장기보관에 관한 가이드)
- WG5 : Wafer level reliability for semiconductor devices (반도체 소자의 웨이퍼 레벨 신뢰성)
- WG6 : Incubating Working Group(인큐베이팅 워킹 그룹)
- WG7 : Semiconductor devices for energy conversion and transfer(에너지 변환 반도체 소자)

차세대 반도체에 대응하기 위한 WG6

WG6는 Incubating WG으로써 기술 발전이 빠르게 진행됨에 따라, 차세대 반도체 혹은 새로운 신기술 및 신제품에 대응하기 위하여 조직되었으며, 반도체 소자의 설계 및 성능평가 등 기존의 표준화 틀을 넘어 '차세대 반도체와 응용분야'의 표준을 개발하기 위해 신설한 조직이다. 최근 이슈가 되고 있는 '유연반도체 표준화', '인체 통신', '웨어러블 반도체의 표준화', '자동차용 반도체', '바이오 반도체 센서 및 소자'관련 차세대 반도체 기술의 광범위한 표준화 등을 다루고 있다. WG6는 2010년 IEC 한국에 의해 신설이 제안되어, 설립된 것으로 의장인 컨비너(전자부품연구원 차철웅 박사와 전자통신연구원 류호준 박사)를 한국이 수임하게 되어 표준화 진행에 유리한 위치를 확보하였다.

유연메모리 반도체 소자

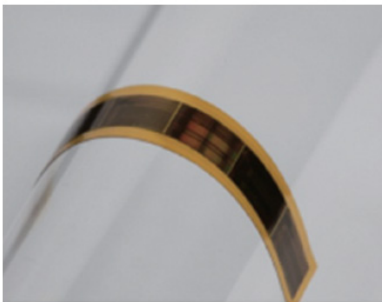
유연반도체는 휴대폰, MP3, 디지털카메라 등에 쓰이는 기존 메모리 소자를 유연화시켜 상용화하는 기술로써, 자유자재로 접거나 두루마리처럼 말 수 있는 형태로 만드는 메모리/반도체를 의미함. 유연반도체는 향후 플렉서블 스마트폰, 플렉서블 디스플레이, 웨어러블 PC 등의 핵심 부품으로 사용될 것으로 전망된다. 궁극적으로는 자유자재로 휘어지고 구부러지는 유연반도체를 기능을 통하여 디자인과 사용성에 혁신을 가져올 제품을 개발하는 것이 목적이다.

현재 유연반도체/메모리의 시험 방법, 성능 평가 방법, 설계 방법 등 표준화되지 않은 부분이 매우 많아 이에 대한 기업의 요구가 많아질 것으로 예상되며, 따라서 국제표준과 표준 특허 등에 대한 선점이 필요한 실정이다.

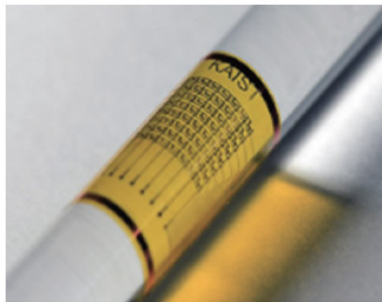
현재 한국이 제안한 유연 반도체 관련 표준은 다음과 같다.

- IEC 62951-2 : Acceleration test for electron mobility, sub-threshold swing, and threshold voltage of flexible devices(프로젝트 리더 : 전자통신연구원 류호준 박사, 단계: CD)
- IEC 62951-3 : Evaluation of thin film transistor characteristics on flexible substrates under bulging(프로젝트 리더 : 세종대 김덕기 교수, 단계: CD)
- IEC 62951-4 : Fatigue evaluation for films and substrates for flexible semiconductor devices (프로젝트 리더 : 서울과기대 좌성훈 교수, 단계: CD)
- IEC 62951-5 : Test method for thermal characteristics of flexible materials (프로젝트 리더 : 서강대 이정철 교수, 단계: CD)
- IEC 62951-6 : Test method for sheet resistance of flexible conducting films(프로젝트 리더 : 전자통신연구원 류호준 박사, 단계: CD)
- IEC 62951-7 : Test method for characterizing the barrier performance of thin film encapsulation for flexible organic semiconductor(프로젝트 리더 : 건국대 김남수 교수, 단계: CD)

그림 6 | 유연메모리 반도체 소자



출처: 하나마이크론사

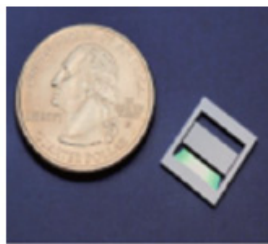


출처: KAIST

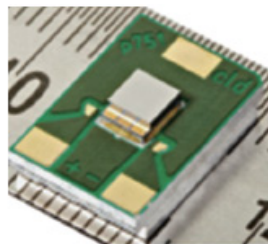
WG6에서 분리되어 최근에 설립된 WG7

WG7은 WG6에서 분리되어 최근에 설립된 WG으로서 에너지 변환 반도체 소자, 에너지 하베스트 소자 및 무선 에너지 전송 기술 등을 다루고 있다. 에너지 하베스팅(Energy Harvesting) 기술은 주변 환경에서 사용되지 않고 버려지는 열, 진동, 마찰력, 태양광 등을 이용하여 사용 가능한 전기 에너지로 변환시키는 기술을 의미한다. 또한 에너지 전달 기술은 자기공진, 자기유도, 전자기파를 이용하여 무선으로 에너지를 전송하는 기술(Wireless Energy Transfer)을 의미한다.

최근 에너지 하베스팅 소자 및 기술에 대한 관심이 크게 증가하면서 WG7의 표준도 증가하고 있는 추세이다. 특히 일본 및 한국의 표준이 증대되고 있다.



①압전(Microgen)



②열전(Micropelt)



③무선스위치(EnOcean)



④무선충전기(Zensar)

에너지 하베스팅 기술의 활용처와 에너지 전달 기술

에너지 하베스팅 기술의 주요 활용처로는 전기 공급이 원활하지 못한 개발도상국에서 태양광을 이용한 laptop 컴퓨터, 손가락의 압력에 의해 전원을 공급하는 무선 스위치 그리고 진동에 의해 전기를 발생시켜 시설물, 지하배관, 하천수질, 지반 등의 모니터링이 가능하도록 한 무선 센서들이 있다.

에너지 전달 기술로는 휴대전화나 텔레비전 등의 전파로부터 에너지를 변환시킬 수 있는 RF 에너지 하베스팅 제품이 미국의 파워캐스트사에서 상용화가 되었고, 근거리 무선기술과 RF 에너지 하베스팅을 조합해 자립형 센서 노드를 구현하는 기술이 개발되었다. 미국 볼트리파워사는 나무뿌리와 주변 토양 사이에서 생기는 전압차를 이용하여 산불 조기발견 시스템용 무선 센서 네트워크의 전원으로 활용한 사례도 있다.

에너지 변환 및 전달 반도체 기술에 있어서 표준화가 시급한 분야로는 하베스팅 소자의 하우징 또는 패키징, 시험 방법(환경 시험, 성능 인증, 신뢰성 등), 배터리처럼 규격에 따른 크기와 전력 발생량 주파수, 인체영향, 인체보호기준, 인체안전평가, 전송거리 및 효율성 등이 있다.

현재 한국이 제안한 에너지 하베스팅 관련 표준은 다음과 같다.

- IEC 62830-4 : Test and evaluation methods for flexible piezoelectric energy harvesting devices(프로젝트 리더 : 아주대 박재영 교수, 단계: CD)
- IEC 62830-5 : Test method for measuring generated power from flexible thermoelectric devices(프로젝트 리더 : 서강대 이정철 교수, 단계: CD)
- IEC 62830-6 : Test and evaluation methods for vertical contact mode triboelectric energy harvesting devices(프로젝트 리더 : 아주대 박재영 교수, 단계: CD)
- IEC PNW-47 : linear sliding mode triboelectric energy harvesting(프로젝트 리더 : 아주대 박재영 교수, 단계: PM)

차량용 반도체에 관한 관심 급증

최근 차량용 반도체 혹은 자동차 전장 모듈 기술에 관한 관심이 급증하고 있다. 자동차용 반도체에 관한 국제표준은 ISO TC22, IEC TC47, IEC TC65, IEC TC69 등에서 제정하고 있으며, 시장에 있어서의 사실상 표준은 AEC, AutoSAR, OEM 등이 주도한다. 자동차전자부품협회(AEC, Automotive Electronic Council)의 AEC-Q100, AEC-Q101, AEC-Q200 등은 시장의 사실상 표준으로 차량용 반도체 소자 및 집적회로의 신뢰성 시험에 대한 표준을 규정하고 있다. 자동차용 반도체의 대부분은 AEC-Q100 인증을 요구하고 있어 다수의 자동차 전장 회사들은 AEC 표준을 활용한다.

ISO TC22(도로 자동차)는 자동차 전반에 대한 표준화를 추진하고 있으며, 최근에는 자동차용 반도체 개발 프로세스에 대한 표준화 추진을 준비 중이다. ISO TC22의 SC3/WG16에서는 10개국의 27개 자동차 제조사 및 부품 공급사의 참여하에 ISO 26262(도로 자동차-기능 안전성) 국제표준을 2011년 11월 15일 제정했다.

IEC TC47의 SC47A/WG9에서는 반도체 EMC 측정 방법에 관한 표준화를 추진 중이며, 이것은 자동차용 반도체의 EMC 관련 표준과 연관되어 있다. WG6(Incubating WG)에서는 최근에 자동차용 반도체의 전원 기술, 센서 기술, 인터페이스 기술 등에 관한 표준 제정을 추진하고 있으며 향후 표준화 범위를 확대할 예정이다.

현재 한국이 제안한 자동차용 반도체 관련 표준은 다음과 같다.

- IEC 62969-4 : Evaluation method of data interface for automotive vehicle sensors (프로젝트 리더 : 자동차연구원 연구봉 박사, 단계: FDIS)

- SC47A(Integrated circuits)

- 의장 : Frank Klotz (독일)
- 간사 : Yoshinori FUKUBA (일본)

SC 47A(Integrated circuits)는 전자기기 및 시스템의 반도체와 하이브리드 집적회로용 국제규격을 작성하며 디지털 집적회로, 인터페이스 집적회로, 응용 하이브리드 IC, 그리고, 집적회로에서의 EMC에 대한 절차 및 측정 방법을 다루고 있다.

3개의 WG로 이루어진 SC47A

SC47A는 3개의 WG으로 이루어져있다. WG2는 Modelling of integrated circuits for behavioural simulation related to electromagnetic compatibility(컨비너: Naoshi Doi(일본)), WG7은 Advanced Hybrid ICs(컨비너: 김원중 박사), WG9는 Test procedures and measurement methods for EMC in integrated circuits(컨비너: Andre Durier 및 Christian Marot(프랑스))으로 구성되어 있다.

WG7의 컨비너는 전자통신연구원의 김원중 박사가 맡고 있다. WG9는 주로 반도체 패키지에서 발생하는 EMC(electromagnetic emissions, 전자기파 간섭)의 측정 방법에 대한 표준을 다루고 있다.

- SC47F(Micro-electromechanical systems)

- 의장 : 좌성훈 교수(한국)
- 간사 : Takashi Mihara(일본), 부간사: Minami Takeuchi(일본)

SC47F는 MEMS(초소형전자소자) 관련 SC로서 MEMS 소자의 설계, 제작, 측정 방법, 신뢰성 시험 방법, 소재의 시험 방법에 대한 표준을 다루고 있다.

SC 47F는 3개의 WG와 1개의 MT(Maintenance team)으로 구성되어 있다. WG1은 Terminologies and generic specification for micro-electromechanical systems, WG2는 Characterizations and testing methods of materials and structures for microelectromechanical systems, WG3은 Micro-electromechanical devices and packaging로 구성되어 있다. 각 WG의 컨비너는 WG1(좌성훈 및 Nobuyuki Moronuki), WG2(이학주 및 Ernst Johann Singer), WG3는 Kuniki Ohwada(일) 및 Wei Zhang(중국)이 수임하고 있다.

SC47F에서의 한국 표준 전문가들의 활동은 매우 활발하며, 특히 SC47F의 의장을 서울과학기술대학교의 좌성훈 교수가 맡고 있다. SC 47F의 설립 초기 한국은 8종의 IEC 국제규격 출판을 하였으며, 4종의 센서 및 MEMS 분야 표준화를 제안하였다. 1996년 한국의 최초 국제규격 제안인 '반도체 센서의 일반 및 분류'에 대하여 경북대 박세광 교수가 제안하여 2000년 10월에 국제규격으로 출판되었다. 한국은 2004년 6월에 '초소형 전자소자(MEMS)의 품목규격'을 제안하여 채택되었다

최근에는 중국의 MEMS 분야에 대한 투자가 증가됨에 따라, 중국의 대학 및 기업의 참여가 증가하고 있는 추세이며, 현재 중국에서 제안한 4건의 표준이 진행 중에 있다.

최근 SC 47F에서 한국이 제안한 표준은 다음과 같다.

- IEC 62047-31 : Four-point bending test method for interfacial adhesion energy of layered MEMS materials(프로젝트 리더 : 기계연구원 김재현 박사, 단계: CD)

다. 우리나라의 국제 표준화 활동 동향

한국은 2002년부터 간사국을 수입하여 반도체소자의 표준화활동을 주도하고 있으며 미국, 일본, 독일 등이 적극적으로 국제표준화 활동을 하고 있다. 특히 IEC TC47 대응 국내 표준 위원회(Mirror Committee)가 구성되어 국제 표준 제안 및 대응에 대하여 조직적인 활동을 전개하고 있다.

최근에는 중소기업에서도 표준에 대한 관심이 크게 증가하여 중소기업의 참여가 활발히 진행되고 있다. 단지 아직 대기업의 참여가 미흡하다. 삼성전기, LG 전자, Amkor 등이 IEC에서 일부 활동하고 있으나 국내반도체 관련 기업의 적극적이고 주도적인 활동참여가 필요한 상황이다.

현재 한국은 간사 1명, SC의 의장 1명, 간사 2명 및 8개의 WG에서의 컨비너직을 수입하고 있다. TC 47에서 한국이 맡고 있는 임원 현황은 아래의 <표10>과 같다.

표 10 | IEC TC 47에서 한국이 맡고 있는 임원 현황

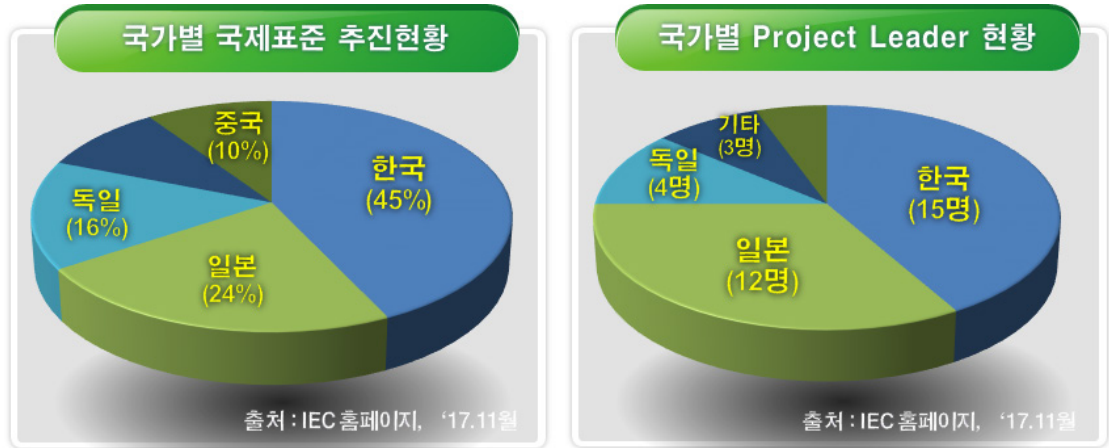
IEC TC 47 조직	수입 활동	성명	소속
TC 47	간사	차철웅	전자부품연구원
TC 47 WG6	컨비너	차철웅/류호준	전자부품연구원/전자통신연구원
TC 47 WG7	컨비너	박재영	광운대학교
SC 47A WG6	컨비너	김원중	전자통신연구원
SC 47D WG1	컨비너	권기원	성균관대학교
SC 47E	간사	류호준/이상근	전자통신연구원/성균관대학교
SC 47E WG1	컨비너	이정철	서강대학교
SC 47F	의장	좌성훈	서울과학기술대학교
SC 47F WG1	컨비너	좌성훈	서울과학기술대학교
SC 47F WG2	컨비너	이학주	기계연구원
SC 47F MT1	컨비너	박준식	전자부품연구원

최다 표준 제안국인 한국

현재 한국은 IEC TC 47에서 진행 중인 표준화 프로젝트 60건 중 26건 추진 중이며, 진행 중인 문건의 45% 이상을 차지하고 있는 최다 표준 제안국이다.

또한 한국반도체협회에서는 반도체분야 IEC규격을 KS규격화하는 작업을 계속 수행 중에 있으며 향후 IEC 국제규격을 KS 국가규격으로 도입을 확대할 예정이다. 필요한 경우 반도체 관련 단체표준을 제정하여 표준 확산에 노력하고 있다. 반도체소자분야 국가표준(KS)은 17.7 기준 106종이 존재하며, 이중 국내에서 개발된 국가표준 22종, IEC 국제표준을 부합화한 표준이 84종이 있다

그림 8 | IEC TC47에서 한국에 진행 중인 표준 문건 및 프로젝트 리더



3. 표준 동향

현재 우리나라에서 제안하여 프로젝트 리더로 추진 중인 국제표준은 아래 <표11>과 같다.

표 11 | IEC TC 110 한국 제안 추진 표준 : 총 26종

분야	IEC 표준번호	국제표준명	프로젝트리더
유연소자	IEC 62830-4	에너지하베스팅용 반도체소자-제4부:유연 압전 소자의 에너지하베스팅 평가 방법	박재영(광운대)
	IEC 62830-5	유연 열전 소자의 테스트방법	김남수(건국대)/차철웅(KETI)
	IEC 62951-2	유연 반도체 소자의 가속테스트방법	류호준(ETRI)
	IEC 62951-3	유연 반도체 소자의 바이엑셀 스트레스 테스트방법	김덕기(세종대)
	IEC 62951-4	유연 반도체 소자의 밴딩 피로 테스트	좌성훈(서울과기대)
	IEC 62951-5	유연 열전 소자의 열적 특성 평가방법	이정철(서강대)
	IEC 62951-6	유연/투명 전도성 필름의 전기적 테스트방법	류호준(ETRI)
3D IC	IEC 63011-1	3차원 집적회로 -제1부: 일반조건 및 정의	권기원(성균관대)
	IEC 63011-2	하이브리드 집적회로 - 파인피치 연결의 열라인먼트 스택 평가	권기원(성균관대)
반도체 센서	IEC 60747-14-10	반도체센서-이식형 혈당센서의 테스트 및 평가 방법	박재영(광운대)
	IEC 60747-18-1	반도체센서-렌즈프리 CMOS 광어레이센서의 테스트 및 보정 방법	이종묵(솔)/이상근(성균관대)
	IEC 60747-14-11	반도체센서-자외선, 조광, 온도 측정을 위한 SAW 센서의 평가 방법	김건년(KETI)
	IEC 60747-18-2	반도체바이오센서-렌즈프리 CMOS 광어레이센서 패키지의 평가 과정	이종묵(솔)/이상근(성균관대)
MEMS	IEC 62047-29	MEMS 소자-제29부: 상온에서 프리스탠딩 MEMS 소재의 전기기계적 이완 테스트 방법	김재현, 이학주 (한국기계연구원)
	IEC 62047-31	MEMS 소자-제31부: 총 MEMS 소재의 접합본딩의 4점 휨 평가방법	김재현, 이학주 (한국기계연구원)
인체통신	IEC 62779-4	인체통신용 인터페이스-캡슐내시경의 특성평가	이병남(ETRI)
에너지 하베스팅	IEC 62830-4	압전 에너지 하베스터 소자의 특성 평가	박재영(광운대)
	IEC 62830-5	유연 열전소자의 전력 측정 방법	박재영(광운대)
	IEC 62830-6	마찰전기를 적용한 에너지 하베스터	박재영(광운대)
자동차 반도체	IEC 62969-1	차량센서용 인터페이스 1. 일반요건	차철웅(KETI)/김남수(건국대)
	IEC 62969-2	차량센서용 인터페이스 2. 자기공진기반 무선충전효율 측정 방법	차철웅(KETI)/김남수(건국대)
	IEC 62969-3	차량센서용 인터페이스 3. Shock driven 기반 압전에너지	박재영(광운대)
	IEC 62969-4	차량센서용 인터페이스 4. 데이터 측정 방법	연규봉(자부연)/김원종(ETRI)
LED 소자	IEC 60747-5-61	LED의 광효율 측정 방법	심종인(한양대학교)
	IEC 60747-5-62	LED의 온도기반 내부양자 효율 측정 방법	신동수(한양대학교)
	IEC 60747-5-63	상온기준의 내부양자 효율 측정 방법	심종인(한양대학교)

4. 시사점 및 제언

- 우리의 강점인 자동차, 스마트폰, 메모리 기술을 활용하여 미래 유망시장에 필요한 저전력, 초고속 반도체 개발을 통한 경쟁력 확보가 중요하며, 이러한 신기술에 대한 표준을 선점할 수 있는 전략이 필요하다.
- 현재 IoT 및 웨어러블 소자 시장은 주로 Intel, Qualcomm, Annapurna 등의 미국 기업이 주도하고 있으나 해외 선도기업의 국제표준 개발 활동은 미비한 상황이다. 이에 따라 IoT 및 웨어러블 기기의 핵심 부품인 반도체 및 센서의 성능·신뢰성 평가 국제표준을 개발하여 시장을 선 점할 필요가 있다.
- 자동차 반도체의 경우 ISO 26262 차량용 전자 시스템의 기능 안전성 표준의 2차 개정 표준이 제정되고 있는 상황으로 자율 주행 차량 시대를 대비하기 위한 기술개발, 표준화 및 사업화에 대한 수요에 대해 국내 산업의 빠른 대응이 필요하다.
- 선진국의 주요 기업에서는 반도체 측정 장비 및 평가 방법의 표준화를 통해 측정 장비시장에서의 지배력을 확대하고 있으며, 또한 자국에서 개발하는 반도체 관련 부품의 적합성 및 신뢰성 기준에 맞는 부품 공급을 요구함으로써 해외업체의 자국 진입에 대한 장벽으로 작용 할 수 있음을 의미한다.
- 치열해지는 국제표준 전쟁 속에서 우리나라가 반도체 산업 세계 1위 자리를 지키기 위해서 차별화된 기술을 바탕으로 국제표준을 추진하여야 한다. 따라서 과거의 제품경쟁, 기술경쟁에서 현재의 표준경쟁으로 변화한 만큼 세계시장을 선도할 수 있도록 표준화에 대한 지속적인 정부지원과 차별화된 국제 표준화 전략이 필요한 상황이다.
- 산업계는 기술 표준의 확보가 무한 경쟁시대의 경쟁력이라는 인식을 가지고 국제 표준화에 적극 참여해야 한다

발간 | 국가기술표준원 표준정책과

연락처 | 043-870-5341~49

KATS 기술보고서의 저작권은 국가기술표준원에 있습니다.

본 기술보고서를 인용하거나 발췌하실려면 위 연락처로 연락 주십시오.