

반도체 종합연구기관 I M E C

Interuniversity Microelectronics Center

전황수 · 김성민

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 **기본사업인**
“글로벌 R&D 경쟁력 제고를 위한 기술정책 연구”를 통해 작성된
결과물입니다.



목 차

C O N T E N T S

핵심 요약	i
I. 개 관	1
1. 연구 배경	1
2. 왜 IMEC인가?	2
II. 인력/조직 및 특성	9
1. 인력	9
2. 조직	11
3. 특징 및 성공요인	12
III. 연구 활동 및 분야	15
1. R&D 활동 영역	15
2. 연구분야	16
3. 특허현황	18
IV. 최근 연구동향	20
V. 시사점	22
참고문헌	24



핵심 요약

📄 개관

📌 개요

- IMEC(Interuniversity Microelectronics Center)은 세계 최고 수준의 반도체 연구소로 반도체의 설계부터 공정, 소자, 시험, 제작 등 모든 공정의 R&D를 지원하는 반도체 종합 연구기관
 - 95개국 4,500여 과학자들과 협업하고 삼성전자, TSMC, 인텔 등 800여 반도체기업들 및 200여 대학/연구소들과 글로벌 연구개발 네트워크를 형성하면서 차세대 반도체를 연구
- 1984년 IMEC은 벨기에 플랑드르(Flandre) 지방 정부의 지원으로 루벵시(Leuven)에 위치한 가톨릭루뱅대(KUL: Katholieke Universiteit Leuven) 전자공학과 교수들이 주축이 되어 70명의 인원으로 캠퍼스 내에 비영리 반도체연구소로 설립
- 초기에 IMEC은 벨기에, 프랑스, 네덜란드 등 서유럽 대학 간 공동연구를 위한 기관으로 출범하였으나, 현재는 대학 간 공동연구 비중은 감소하고, 국제 공동연구가 주요 기능이며, 대학 및 기업 간 협력 연구와 반도체 교육기능을 수행하는 세계 최대의 비영리연구소로 발전
- 비전은 CMOS 컴퓨터 칩을 더욱 작고 강력하며 에너지 효율적으로 만드는 것으로 IC의 성능을 24개월마다 두 배로 늘어난다는 인텔 창업자 고든 무어의 법칙을 모델로 함
- 목표는 R&D의 세계적인 리더로 글로벌 우수성을 갖추고 현지 시민의식을 결합하는 것

📌 매출 및 예산

- 매출(예산)은 2018년 5억3,500만 유로, 2020년 6억 8,800만 유로, 2021년 7억 3,200만 유로로 IMEC은 정부 지원, 연구개발 계약과 시제품 제조, 설계 서비스 등에서 매출을 올림
- 재정중립성을 유지하고 있는데 어떤 단일 기업이나 국가도 IMEC 예산의 절대적 지분을 가질 수 없으며, 2021년 예산 구성은 플랑드르 지방정부 18%, 벨기에 정부 프로그램 3%, EU 프로젝트 6%, 기업 수탁 및 서비스 73%이고 기업들의 지원도 각 4%를 넘는 경우가 없음
- 협력기업들과 함께 연구개발에 나서 반도체기술 범위를 확대하고 매출원을 다각화하면서, 표준 연구계약기간을 3~5년으로 제한해 특정 기업에 휘둘리는 상황을 방지함으로써, 반도체업계 전반의 제조기술 발전에 도움이 되는 아이디어나 노하우 개발에 집중하는 것이 가능

인력/조직 및 특성

인력

- 95개국에서 온 4,500여명의 고급인력이 상주하고 있는데, 해외 인재를 유치하기 위해 IMEC은 외국인 연구원에 세제 혜택, 이주비용 지원, 입사 후 고국방문 지원 등의 혜택을 부여
- IMEC에는 전 세계 다양한 사람들이 같이 일하고 있으며, 의사소통, 문서작성, 내부강의 등이 모두 영어로 이루어짐

조직

- IMEC의 연구 조직은 실리콘 공정 및 소자(SPDT: Silicon Process Device Technology), 설계 및 통신 시스템(DESICS: DESign technology for Integrated Information and Communications Systems), 패키지 MEMS와 유기 반도체 등 MCP(Microsystems, Components and Packaging)을 연구하는 연구부서와 교육, 훈련 및 벤처 인큐베이터(INVOMECE)를 위한 조직, 연계 대학의 협동연구소로 구성
- 연구과제는 IIAP(International Industrial Affiliation Program)을 통하여 대부분 해외기업의 공동연구로 진행되며, 일부 과제는 참여 대학의 연구소와의 공동연구로 진행되어 대학 간 공동연구소의 역할을 수행하는 등 다양한 성격을 가지고 있음
- IMEC의 R&D 프로그램은 IDM, 파운드리, 팹리스 및 팹라이트 업체, 장비 및 재료공급업체, 시스템 파트너, 주요 학계 및 지식 센터와 같은 반도체 산업의 주요 업체를 포함함
- 대학에서 출발한 독립된 연구소로서 그 조직뿐만 아니라, 연구인력도 저비용으로 우수인력을 확보하고 있는데, 교육기관이 아니면서도, KU루벤대 등 대학과 연계된 학위과정을 운영

특성

- IMEC은 미국의 켈컴처럼 반도체를 설계하지도, TSMC나 삼성전자처럼 반도체를 제조하지도 않으며, 네덜란드의 ASML처럼 정교한 반도체 장비를 제작하지 않음
- IMEC은 지역을 넘어 국가 간 협력으로 설립된 네덜란드, 벨기에, 프랑스 합작 반도체 연구소로 R&D 및 교육기관이자 관련 최신정보를 교류하는 글로벌 허브 역할을 수행
- 성공요인으로 ① 세계 최고 수준의 산학연 협력, ② '기업이 원하는 기술을 개발한다'라는 독특한 프로젝트 운영방식, ③ 적극적으로 대답을 찾아 주려는 개방형 시스템

📄 연구 활동 및 분야

🔍 연구활동

- 연구활동으로는 IMEC 산업 제휴 프로그램(IIAPs), 양자공동연구, 수요 개발, 라이선스 및 기술이전, R&D 수행, EU R&D 프로젝트 등이 있음
 - IMEC 연구과제는 IIAP(International Industrial Affiliation Program)을 통하여 대부분 해외 기업과 공동연구로 진행
 - Optical Lithography 프로그램은 가장 최신의 stepper를 ASML사로부터 지원 받아 IMEC의 fab에 설치하여 최신 lithography 공정과 재료개발을 진행

🔍 연구분야

- 반도체: 첨단반도체 및 CMOS(금속산화물 반도체)
 - 첨단반도체: 컴퓨팅 및 메모리 성능을 향상시키기 위해 회로를 축소하고 새로운 산업에 나노 기술을 적용해 세계에서 가장 작고 정교한 칩을 생산하는 기술을 개척하는데 도움
 - CMOS: IMEC은 센서 및 액추에이터, 네트워크 구성 요소 및 인공 지능과 같은 요소로 칩 기술을 확장함으로써 세계의 중요한 문제를 해결하는 파괴적인 통합 시스템을 가능하게 함
- 에너지: IMEC은 스마트 길드 네트워크를 적극적이고 비용 효율적으로 계획, 배포 및 관리하는 방법 개발로부터 태양에너지의 효율성, 생산 및 저장 비용 개선에 이르기까지 스마트 에너지 연구를 수행해 태양전지 및 솔리드 스테이트 배터리 기술에서 상당한 진전
- 인공지능(AI): IMEC은 인공지능에 대한 고급연구를 수행하고 2019년 기계학습(머신러닝) 대회에서 DARPA로부터 2번 750,000 달러를 수상
- 스마트시티/스마트헬스
 - 스마트시티: 2017년에 플랑드르 정부는 IMEC에 13개의 주요 플랑드르 도시와 브뤼셀 플랑드르 커뮤니티가 스마트 도시로 전환하는 과정을 지원하도록 위임했으며, 플랑드르 정부와 앤트워프시로부터 사물인터넷 애플리케이션 위한 유럽 최대 연구소 설립하도록 위임받음
 - 스마트헬스: Neuropixel 프로브의 성능과 변형 신경과학 실험에 대한 잠재력은 'Nature'에 발표된 2017년 11월 9일 논문에 설명되어 있으며, 2019년 뉴욕타임스는 IMEC의 Neuropixels 기술이 뇌 세포에서 데이터를 수집하는 가장 진보된 방법으로 인정받고 있다고 평가

④ 최신 연구동향

○ 극자외선 리소그래피(EUV)장비 개발

- EUV 장비는 고출력 레이저와 용융 아연, 극도로 부드러운 거울들을 다뤄야 하는 매우 세심한 과정을 포함하는데, 극자외선을 발생시키는 버스 크기의 모든 장비들은 네덜란드 ASML이 제작하고, TSMC와 삼성전자가 사용
- IMEC은 필요한 모든 장비를 한 곳에 모은 뒤 제조업체들이 다른 기업들과 보조를 맞춰 기술을 개발할 수 있도록 장을 마련했고, 기업들은 IMEC에서 창출한 지적재산권에 대한 지분 공유
 - 이같은 협업모델은 더 많은 기업들을 끌어모았는데, 스타트업에서부터 반도체 장비 기업인 ASML, 파운드리 TSMC에 이르기까지 현재 수백개의 반도체기업들이 IMEC에서 협업

○ 3D 이미지 및 뉴로모픽칩

- IMEC과 협업하는 독일 반도체기업 '쥬스 마이크로텍(SUSS MicroTec)'은 3D 이미지를 통해 수많은 프로세서를 나란히 삽입할 수 있도록 반도체를 스캔하는 장비를 개발
- IMEC은 2017년 5월 사람의 뇌를 모방해 스스로 음악을 학습하고 작곡까지 할 수 있는 뉴로모픽칩(neuromorphic chip)을 개발했는데, 인체착용형 의료센서, 개인의 행동 유형을 이해할 수 있는 개인용 전자제품 등 범용의 학습가속기(learning accelerators)를 개발하려는 프로젝트의 일환으로 연구

○ 반도체 미세공정

- IMEC은 전세계 다수의 반도체 업체와 기술협력을 진행 중인데, 반도체 미세화 공정이 고도화에 비례해 어려워지고 있어, EUV 리소그래피 도입은 발전이자 또 다른 도전이며, 어려움을 해결하기 위해 주요 업체와 협력해 EUV 리소그래피 제조에 노력
 - EUV(Extreme Ultraviolet) 리소그래피는 13.5nm의 짧은 파장을 지닌 극자외선을 이용한 반도체 가공기술로 고온·고밀도의 플라즈마에서 채취할 수 있고, 기존 광 리소그래피기술로 공정하기 어려운 20nm이하의 미세공정을 가능하게 함
- ASML과 IMEC은 기존 극자외선(EUV) 노광기로도 3나노 '싱글 패터닝'을 구현할 수 있는 반도체 공정 기술을 개발했는데, 싱글 패터닝은 노광기에서 웨이퍼 위에 반도체 회로 모양을 한 번에 찍어내는 것으로 여러 번 회로를 찍는 '멀티 패터닝'을 할 때보다 생산비용 절감

시사점

○ 연구개발 국제협력의 롤 모델(Role Model)

- IMEC은 95개국 4,500여 과학자들과 협업하고 삼성전자, TSMC, 인텔 등 800여 반도체기업들 및 200여 대학/연구소들과 글로벌 네트워크를 형성하면서 차세대 반도체를 연구하고, 반도체 설계부터 공정, 소자, 시험, 제작 등의 R&D를 지원
 - 해외 인재를 유치하기 위해 IMEC은 외국인 연구원에 이주 비용 지원, 입사 후 고국방문 지원 등의 혜택을 부여하고 연구활동에서 공용어로 영어를 사용
- 연구과제는 IIAP(International Industrial Affiliation Program)을 통하여 대부분 해외 기업의 협동연구 또는 공동연구로 진행되며, 일부 과제는 참여 대학의 연구소와의 공동연구로 진행되어 대학 간 공동연구소의 역할을 수행
 - IMEC의 R&D 프로그램은 장비 및 재료공급업체, 종합반도체기업(IDM), 파운드리, 팹리스 및 팹라이트 업체, 시스템 파트너, 학계 및 지식센터 등 반도체산업의 주요 구성원을 통합
- 기업과 협력 연구로 자금을 조달하고 플랑드르 지방 정부 보조금은 18%로 제한해 재정 중립성을 확보
 - 협력기업들과 함께 연구개발에 나서 반도체기술 범위를 확대하고 매출원을 다각화하면서 표준연구계약기간을 3-5년으로 제한해 특정 기업에 휘둘리는 상황을 방지

○ IMEC을 벤치마킹한 반도체산업 생태계 조성 필요

- 국내 반도체산업 생태계에도 IMEC 같은 기능의 기관에 대한 니즈가 높음
- 정부는 2022년 7월 21일 발표한 ‘반도체 초강대국 달성 전략’에서 삼성전자 등 기업들이 중고 장비를 교육기관에 기증하면 장비 시가의 10% 만큼 기업들 세금을 감면해주는 장비 및 교육 중심의 ‘한국형 IMEC 운영모델’을 발표
- 장비 테스트 뿐만 아니라 반도체 관련 R&D 협력 연구의 중심이자 반도체 관련 정보까지 교류하는 ‘반도체 R&D 협력 허브’기능의 강화 등 생태계 구축 노력 필요함
 - 우리나라 반도체산업 경쟁력을 향상시키기 위해서는 IMEC과 같이 R&D, 교육, 장비 테스트 등의 전반을 구비해 관련 기업을 종합적으로 지원하는 한국형 IMEC 필요¹⁾

1) 전자신문, “반도체산업에서 골넣은 벨기에”, 2018.7.19.

I 개 관

1 연구 배경 - 반도체 시장에서 우리의 위상

- 한국은 메모리반도체는 세계 1위이나 글로벌 반도체 시장의 70%를 차지하는 시스템반도체 분야는 팹리스 분야의 점유율이 1%에 불과할 정도로 매우 취약하고 장비 및 부품 소재도 해외로부터의 수입에 거의 의존하는 등 반도체 생태계 구축이 절실
 - SIA와 시장조사업체 IC 인사이트에 따르면 2021년 국가별 글로벌 반도체 시장점유율은 미국이 54%로 1위, 한국은 22%로 2위이며, 세계 파운드리 시장 점유율은 TSMC가 53%로 1위, 삼성전자가 18%로 2위, UMC가 7%로 3위, GF가 6%로 4위, SMIC가 5%로 5위²⁾
 - 2021년 글로벌 팹리스 시장 점유율을 보면 미국 68%, 대만 21%, 중국 9%, 일본 1%, 한국 1%에 불과하며, 국내 팹리스 기업은 2009년 200개 사에서 2021년 70개사로 급감³⁾
 - 2020년 세계 반도체 장비 시장은 어플라이드 머티리얼스(AMAT), ASML, 램리서치, 도쿄일렉트론 등 4개사가 70%를 차지하고 세계 10대 장비업체는 미, 일, 유럽이 석권⁴⁾

표 1 분야별 글로벌 반도체기업 순위

순위	반도체 시장 점유율 (2021년 매출)		파운드리 시장 점유율 (2022년 1/4분기)		팹리스 시장 점유율 (2022년 1/4분기)		반도체장비 시장 점유율 (2020년)	
1	삼성전자	12.3%	TSMC	53.6%	퀄컴	8.7%	어플라이드 머티리얼스	17.7%
2	인텔	12.2%	삼성전자	16.3%	엔비디아	7.2%	ASML	16.7%
3	SK하이닉스	6.1%	UMC	6.9%	브로드컴	5.6%	Lam Research	12.9%
4	마이크론	4.8%	글로벌 파운드리	5.9%	AMD	5.4%	도쿄일렉트론	12.3%
5	퀄컴	4.6%	SMIC	5.6%	미디어텍	4.6%	KLA	5.9%
6	브로드컴	3.2%	화흥그룹	3.2%	마벨	1.3%	Advantest	2.7%
7	미디어텍	3.0%	PSMC	2.0%	노바텍	1.2%	SCREEN	2.5%
8	TI	2.9%	VIS	1.5%	리얼텍	0.9%	Teradyne	2.4%
9	엔비디아	2.8%	넥스칩	1.4%	웨이얼	0.7%	히다치	1.9%
10	AMD	2.7%	타워	1.3%	다이얼로그	0.5%	ASM	1.6%

* 출처: 세계 반도체시장(Gartner/중앙일보, 2022.5.20.), 팹리스 시장(트렌드포스/중앙일보, 2022.6.20.), 파운드리 시장(트렌드포스/전자신문, 2022.6.21.), 반도체장비 시장(VLSIresearch, 2021.3.)

2) 중앙일보, “K반도체, 호황에도 시총 90조 증발...칩 동맹이 초격차 기회다”, 2022.5.20.
 3) 중앙일보, “중국과 첫 무역적자 중국 반도체 기업 7만곳 인해전술”, 2022.6.20.
 4) 유진투자증권, “해외기업소개”, 2022.1.19.

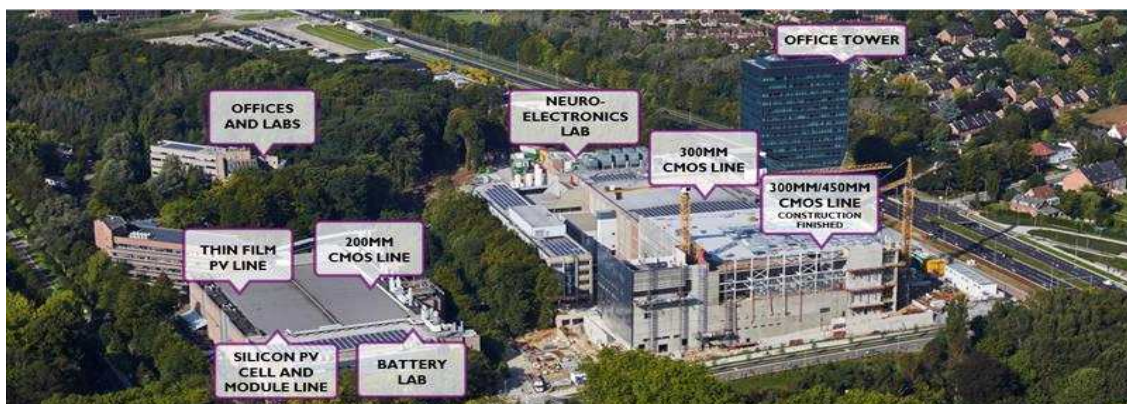
- 국내 반도체 기업들 및 전문가들은 국내 반도체 생태계의 지속적인 성장을 위해, 반도체 모든 공정의 R&D를 지원하고, 필요한 장비 테스트를 가능하게 하는 반도체 종합 연구기관 IMEC에 관심을 갖고, 국내에서도 이러한 기능을 담당하는 한국형 IMEC이 필요한 주장이 대두되고 있어, IMEC에 대한 분석 보고서를 발간하게 됨

2 왜 IMEC 인가?

가. 반도체 연구의 ‘글로벌 허브’, IMEC

- IMEC(Interuniversity Microelectronics Center)은 나노-디지털 분야의 R&D 허브로 반도체의 설계부터 공정, 소자, 시험, 제작 등 모든 공정의 R&D를 지원하는 세계 최대 반도체 종합 연구기관으로 벨기에 루벵에 소재
 - 95개국 4,500여 과학자들과 협업하고 삼성전자, TSMC, 인텔 등 800개 이상의 반도체기업들 및 200여 대학/연구소들과 글로벌 네트워크를 형성하면서 차세대 반도체 기술 개발⁵⁾
 - 국내에서는 삼성전자, SK하이닉스, 동진세미캠 등에서 파견자 20여명이 근무중
- IMEC 본사가 벨기에에 자리 잡은 이유
 - 벨기에에는 경상도 정도의 면적에 인구가 1,100만명의 작은 나라로, EU본부와 의회가 브뤼셀에 위치한 것과 같이 영국·프랑스·독일 등에 연구소가 있으면 기술과 정보가 편중될 가능성이 높은 반면 벨기에처럼 ‘중립지대’에 있으면 가능성이 적어 IMEC이 위치하게 됨⁶⁾

그림 1 벨기에 루벵에 자리잡은 IMEC 본부 전경



* 출처: KOTRA, “유럽의 반도체 연구 중심 IMEC”, 2014.12.10.

5) <https://www.imec-int.com>

6) 월간조선, “차세대 반도체 개발에 우리 명운이 달렸다”, 2016.8.

- 미국, 네덜란드, 일본, 대만, 중국, 인도에 지사 및 사무소를 설치한 글로벌 연구소
 - 올랜도, 샌프란시스코, 아인트호벤, 도쿄, 오사카, 신추과학단지, 상하이, 방갈로르 등에 지사 설치
 - IMEC은 성공 모델을 전 세계로 확산함으로써, 지역 시민의 철학을 채택하고 활동을 수립한 지역의 지역 파트너십 및 지역 영향 프로젝트로 전체 R&D 로드맵을 보완
 - 2005년 IMEC과 TNO는 네덜란드 정부의 지원을 받아 아인트호벤에 홀스트 센터를 설립
 - 2019년 IMEC은 네덜란드에 OnePlanet Research Center를 공동 설립했는데, Wageningen 대& Research(WUR), Radboud 대학, Radboudumc 및 IMEC 간의 다학제적 협력 계약
 - 2016년 Osceola County의 지원을 받아 미 플로리다주 NeoCity에 디자인 센터를 설립
 - 2019년 미 UC 버클리대와 협력하여 연구 전초 기지를 설립⁷⁾

그림 2 IMEC 본부 및 해외 지사



* 출처: <https://www.imec-int.com/sites>

- IMEC의 주요 파트너 기업으로 팹리스/팹라이트로는 삼성전자, 인텔, SK하이닉스, 마이크론, TSMC, 글로벌 파운드리, 도시바, 웨스턴디지털, HLMC가 있고, 일반 공급자로 ARM, 구글, 하이실리콘, 화웨이, MS, 파나소닉, 퀄컴, 소니, 자일링스 등 (그림 3 참조)
- 협력 대학/연구소로는 ETH 취리히, 델프트공대, 프라운호퍼, 글래스고대, 에콜 플리테크, 칼텍, 텍사스대, 노스캐롤라이나주립대, UC샌디에고, 위스콘신대, 플로리다대, 애리조나주립대, 오사카대, KIAIST, 한양대 등 200개 대학 및 연구소⁸⁾ (그림 4 참조)

7) <https://www.imec-int.com>

그림 3 IMEC의 주요 파트너 기업

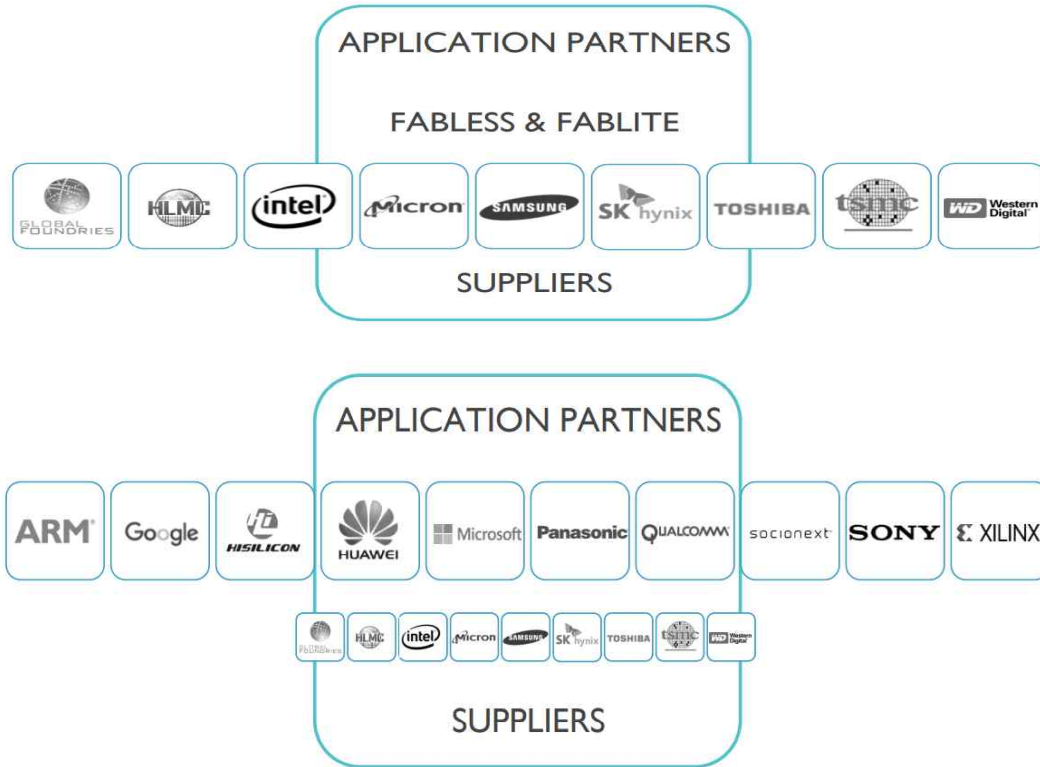
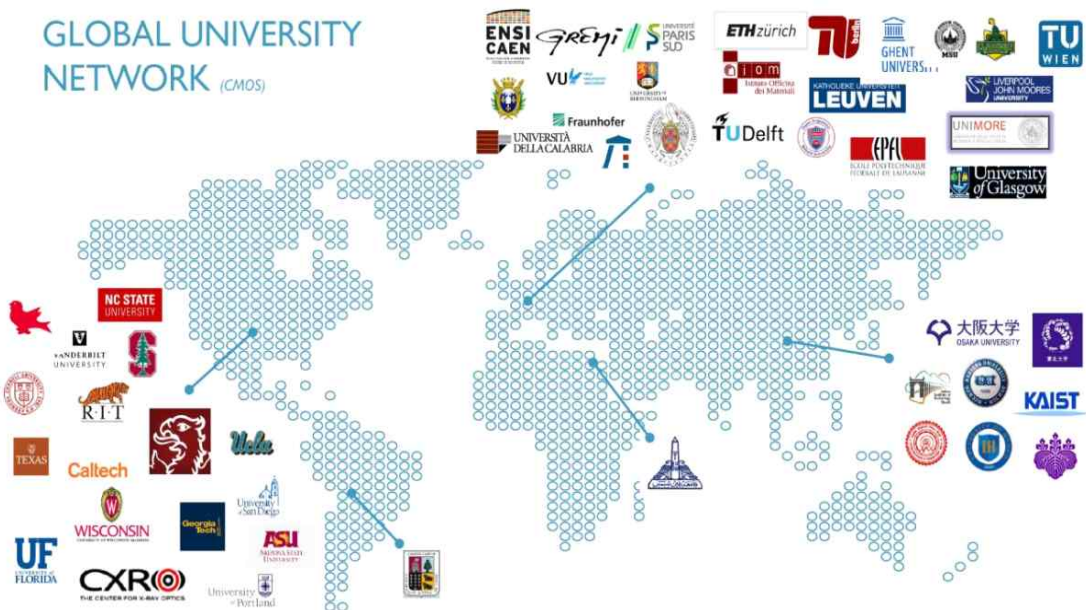


그림 4 IMEC의 주요 협력 대학



8) <https://www.imec-int.com>

나. 연혁 및 성장 과정

- 1984년 3월 16일 벨기에 플랑드르(Flandre) 지방 정부의 지원으로 루벵시(Leuven)에 위치한 가톨릭루벵대(KUL: Katholieke Universiteit Leuven) 전자공학과 Roger Van Overstraeten 교수 등이 캠퍼스 내에 비영리 반도체연구소로 IMEC 설립
 - 설립자들은 선견지명이 있는 젊은 연구자들로 일부는 실리콘밸리에서 공부하고 근무했으며, 그곳에서 목격한 IBM의 PC 출시, 애플의 매킨토시 PC 시판, 플로피 디스크의 도입 등 ICT 혁명의 물결 속에서 영감을 얻음
 - 플랑드르에 70명의 인력이 참여해 전자 슈퍼랩을 설립하고 새로운 산업혁명을 주도하려는 그들의 노력은 플랑드르 지방 정부의 자금지원으로 뒷받침⁹⁾
- 초기에 IMEC은 벨기에, 네덜란드, 프랑스 등 서북부 유럽 대학 간 공동연구 기관으로 출범했으나, 대학 간 공동연구는 감소하고, 국제 공동연구가 주요 기능이며 대학 및 기업 간 협력연구와 반도체 교육기능을 수행하는 비영리연구소로 발전
 - 현재 300mm 웨이퍼 연구라인과 200mm 웨이퍼 연구라인 및 태양전지 제조라인, 배터리 연구라인 등 최첨단 연구라인을 바탕으로 우수한 연구원들이 성과를 내고 있음
 - 연구원들의 수가 증가하자 2015년 IMEC Tower를 추가로 건립
- IMEC은 설립 초기부터 반도체 기술 R&D 뿐만 아니라 잠재적인 응용분야도 추구
 - 에너지 연구는 처음부터 전략적 연구분야로 실리콘 광전지 R&D에서 에너지 생성, 변환 및 저장의 전체 범위를 포괄하는 것으로 수년간에 걸쳐 발전했는데, 특히 두 가지 협업 이니셔티브인 Solliance(NL) 및 EnergyVille(B)에 IMEC이 참여한 덕분
- IMEC 연구원들은 반도체 기술과 지식을 지속가능한 에너지, 건강 및 생명과학, 이동성, 인터스트리 4.0을 포함하는 더 다양한 스마트 응용분야에 적용하는 것을 목표로 CMOS 기술 개선을 넘어 농식품, 스마트시티, 교육 등으로 포트폴리오를 확대
 - 애플리케이션 중심전략을 지원하기 위해 여러 전용 시설과 파트너십을 구축했는데, NERF(Neuro-Electronics Research Flanders)는 2011년 VIB 및 KU Leuven과 함께 학제간 연구센터로 설립되어 신경 회로를 연구하고 회로 활동을 뇌 기능과 연결하는 신기술 개발
 - 뇌와 관련된 미션 루시디티(Mission Lucidity)는 VIB, KU Leuven 및 UZ Leuven과 협력하여 세계 정상급 생물의학, 임상 및 나노기술 R&D 허브로 2018년에 치매 및 기타 신경퇴행성 질환을 해독하고 궁극적으로 치료 또는 예방하는 미션에 착수

9) en.wikipedia.org/wiki/IMEC

- ExaScience 연구실은 2013년에 설립되어 제약, 의료 또는 인더스트리 4.0의 약물 발견 또는 기타 애플리케이션을 위한 분자 테스트에서 가져온 엄청난 양의 데이터를 처리하고 마이닝하는 고성능 컴퓨팅 소프트웨어 솔루션을 개발
- 2016년 9월 IMEC은 디지털 기술 관련 플랑드르 R&D 센터인 iMinds와 합병해 첨단 기술연구소로 발돋움
 - 합병을 통해 스마트 애플리케이션의 핵심 기술 퍼즐인 스마트 하이웨이와 스마트 소프트웨어가 결합하고, IMEC은 디지털 시스템 혁신에서 독특한 솔루션을 위해 노력하면서 하드웨어와 소프트웨어를 함께 개발하고 최적화하기 시작¹⁰⁾

다. IMEC의 핵심역량 : 시설 및 인프라

- IMEC R&D는 세 가지 핵심 자원에 의해 지원
 - 25억 유로 규모의 300mm 반도체 파일럿 라인 및 총 7,200m² 규모의 클린룸
 - 95개 국에서 온 4,500여명의 전문 과학자
 - 800개 이상의 세계 최고의 산업 파트너와 글로벌 학술 네트워크의 세계¹¹⁾

그림 5 IMEC의 300mm Clean Room



* 출처: <https://www.imec-int.com/en/infrastructure>

10) <https://www.imec-int.com>

11) en.wikipedia.org/wiki/IMEC

○ 인프라 확충

- 200mm 클린룸

- 실리콘 파일럿 라인: 200mm 웨이퍼에 130nm TLM CMOS 베이스라인 프로세스
- Si(실리콘) 및 대체 화합물 III-V 물질, Si-Ge
- 3D-IC 및 3D-WLP 스택킹, GaN-on-Si 케이파

- 300mm 클린룸

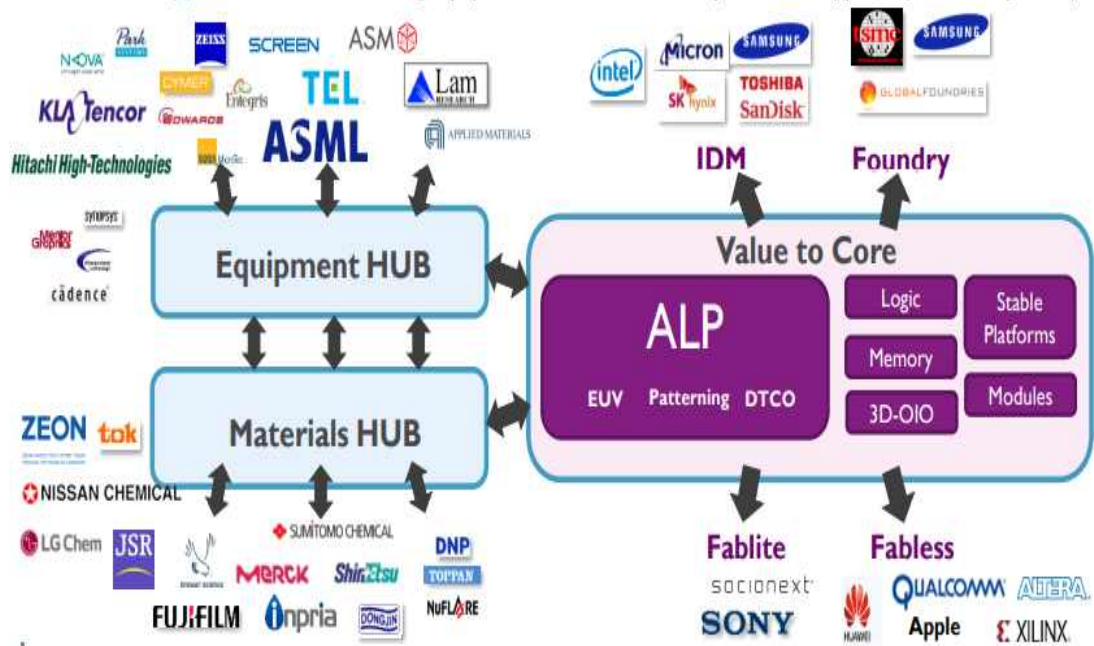
- 첨단 리소그래피 ASML 스캐너 장비
- EUV(Extreme Ultraviolet Lithography)
- DSA(Directed Self Assembly)
- Class 1,000, Operational 24/7, 프로세스 제어, 사이클 시간 개선, 품질관리(QC)

- 첨단 실험장비는 모두 개발사들이 기증한 것인데, 이 장비를 테스트한 뒤 인정을 받으면 반도체회사들이 구매해 가는 방식으로 ASML이 독점으로 생산하는 극자외선(EUV) 노광장비도 테스트를 IMEC에서 거친 후 사용자 반응을 보면서 출시¹²⁾

그림 6 IMEC의 패터닝(Patterning) 전략

▶ Two primary components:

- Continued focus on **fundamentals in IIAP** (ALP, other programs support, platforms & modules)
- Grow **supplier hub** with all leading equipment, materials, and computational suppliers (tools + expertise)



* 출처: <https://www.imec-int.com>

12) 내일신문, “반도체 중립기관 IMEC 미증갈등에 곤혹”, 2021.9.19.

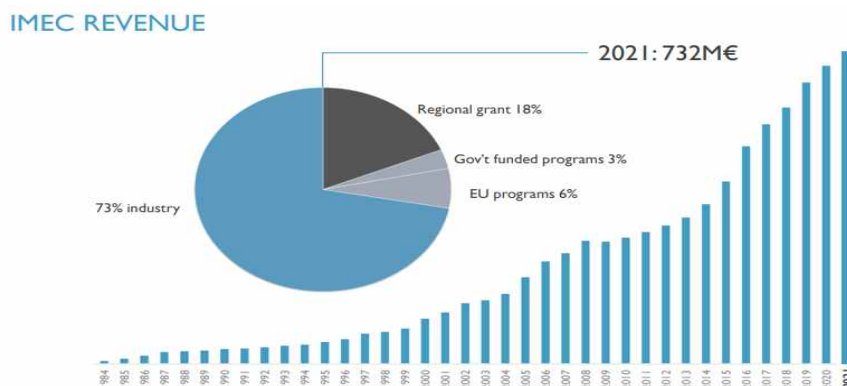
라. 비전 및 목표

- 비전: CMOS 컴퓨터 칩을 더욱 작고 강력하며 에너지 효율적으로 만드는 것으로 IC의 성능을 24개월마다 두 배로 늘어난다는 인텔(Intel) 창업자 고든 무어(Gorden Moore)의 법칙을 모델로 함
- 목표: R&D의 세계적인 리더일 뿐만 아니라 글로벌 우수성과 현지 시민의식을 결합하는 것
 - 건강 및 활력, 에너지 및 기후, 이동성 및 산업 분야의 전자 및 센서 기술 솔루션 5.0
 - 나노 전자공학 분야에서 세계 최고의 연구를 수행하고 의료, 스마트 도시 및 이동성, 물류 및 제조, 에너지와 같은 응용분야에서 획기적인 혁신을 창출¹³⁾

마. 매출(예산) : 10년간 2배 증가

- 매출: 2018년 5억3,500만 유로, 2019년 6억 4,000만 유로, 2020년 6억 8,800만 유로, 2021년 7억 3,200만 유로로 연구개발 계약과 시제품 제조, 설계 등에서 매출
- 2021년 예산 구성은 플랑드르주 지원 18%, 정부 펀드 프로그램 3%, EU 프로그램 6%, 기업 수탁 및 서비스가 73% 차지하며 기업들의 지원도 각 4% 이내로 제한
 - 벨기에 정부 및 플랑드르주 보조금은 원천연구를 수행하고 가치있는 지적재산(IP)을 구축해 새로운 업체의 토대가 될 수 있거나 이전에 탐색되지 않은 새로운 옵션을 업체에 제공
- 협력기업들의 표준연구계약기간을 3~5년으로 제한해 특정 기업에 휘둘리는 상황 방지해, 반도체업계 전반 제조기술 발전에 도움되는 아이디어나 노하우에 집중¹⁴⁾

그림 7 IMEC 매출액(예산) 증가 추이



* 출처: <https://www.imec-int.com>

13) <https://www.imec-int.com>

14) 내일신문, "반도체 중립기관 IMEC 미중갈등에 곤혹", 2019.9.29

II 인력/조직 및 특성

1 인력 - 전세계 전문인력이 협업

- 95개국에서 온 4,500명의 고급인력이 상주
 - 벨기에는 1,100만 인구로 IMEC의 경쟁력 유지하기 위해 해외 인력을 적극적으로 유치
 - 중국, 인도 등 전 세계적으로 많은 기술 인력이 활동하는 국가 외에 이탈리아, 프랑스, 루마니아 등 EU 국가 출신의 연구원도 근무하고 있음
 - 국적별로는 벨기에 55.8%, 네덜란드 6.5%, 인도 4%, 프랑스 3.7%, 중국 3.6%, 이탈리아 3.1%, 일본 2.1%, 독일 1.9%, 스페인 1.5%, 미국 1.5%, 기타 16.4%의 순(한국 50명)
 - 구성: 정규직 51%, 임시직 49%(파견, 교환, 인턴, 학생 등)
 - 성별: 남성 74%, 여성 26%
 - 연령: 20대 13%, 30-40대 70%, 50대 이상 17%
 - 2020년 신규입사 319명(남성 72%, 여성 28%), 퇴직 198명(남성 70%, 여성 30%)
 - 근무지: 벨기에 2,179명, 네덜란드 154명, 미국 33명, 중국 9명, 대만 22명, 인도 1명¹⁵⁾
- 해외 인재를 유치하기 위해 IMEC은 외국인 연구원에 이주 비용 지원, 입사 후 고국 방문 지원 등의 혜택을 부여
 - 벨기에는 세율이 40%로 높고, 이 중에서 상당 부분이 세금과 같은 개념으로 납부되는 공공 연금인데, 외국인 연구원에게는 이 연금에 해당하는 부분을 면제해 계약 연봉이 같아도 외국인 연구원이 더 많은 세후 월급을 받을 수 있도록 해주는 특별세금제도를 적용
- 채용할 때 연봉 협상에서 만족하지 못하면 대안으로 뛰어난 '삶의 질'을 제시
 - 벨기에도 유럽국과 마찬가지로 물가가 비싸고 IMEC은 벨기에에서 임금이 적은 편
 - 벨기에의 법정 노동시간은 주당 38시간으로 주 5일 8시간 근무로 생긴 초과 근무 시간을 모아서 휴가로 더하기 때문에 합하면 휴가 일수는 상당히 많은 편인데, 여름휴가는 2주 일을 한 번에 쉬고, 개인적 용무로 휴가를 내는데 미리 알리지 않아도 됨¹⁶⁾

15) imec, Sustainability Report 2020(<https://www.imec-int.com>)

16) KOTRA, "벨기에 반도체 연구소 IMEC", 2014.12.10.

- IMEC에는 전 세계 다양한 사람들이 같이 일하고 있어 영어로 의사소통을 진행하고 있으며, 문서작성 및 내부강의 등이 모두 영어로 이루어짐

표 2 IMEC 현황

구분	내용
설립연도	1984년 3월 16일 70명으로 개시(2016년 iMinds와 합병)
소재	본부(벨기에 루벵), 네덜란드(아인트호벤), 미국(올랜도, 샌프란시스코), 일본(도쿄, 오사카), 대만(신추과학단지), 중국(상하이), 인도(방갈로르)
인원	4,500여명(정규직 51%, 임시직 49%/남성 74%, 여성 26%/20대 13%, 30-40대 70%, 50대 이상 17%)
국적	95국(벨기에 55.8%, 네덜란드 6.5%, 인도 4%, 프랑스 3.7%, 중국 3.6%, 이탈리아 3.1%, 일본 2.1%, 독일 1.9%, 스페인 1.5%, 미국 1.5%, 기타 16.4%)
언어	공용어는 프랑스어와 네덜란드어이나 실제로는 영어로 소통
비전	CMOS 칩을 더 작고, 강력하게 에너지 효율적으로 만들(고든 무어 법칙을 모델)
목표	R&D의 세계적인 리더일 뿐만 아니라 글로벌 우수성과 현지 시민의식을 결합
예산	2021년 7억3,200만 유로(2020년 6억 8,800만 유로, 2019년 6억 4,000만 유로) 구성: 플랑드르주 정부 지원 18%, 벨기에 정부 펀드 프로그램 3%, EU 프로그램 6%, 기업 수탁 및 서비스 73%
특징	모든 연구가 국제산학연구로 진행
연구활동	IMEC 산업 제휴 프로그램(IIAPs), 양자공동연구, 수요 개발, 라이선스 및 기술이전, R&D 수행, EU R&D 프로젝트 수행
연구분야	반도체(CMOS), 인공지능, 생명과학, 에너지, 스마트시티
연구성과	극자외선 리소그래피(EUV) 장비 개발, 3D 이미지 센서, 뉴로모픽칩 개발, 반도체 미세공정, MRI 및 CD스캐너용 칩 개발
벤처지원	imec.istart(선도적인 스타트업 액셀러레이터 프로그램), imec.xpand(벤처펀드)
시설	200mm 클린룸, 300mm 클린룸
공헌	고용 5,619명, 투자대비 성과(ROI) 19:1, 업체지원 1,617개, 파급효과 4억 5050만 달러
Spin-Off	220개(2020년 현재 분사)
특허	161개(2020년 출원, 유럽특허청(EPO) 기준)
논문	1,866편(2020년, IMEC 연구원이 제1저자나 공동저자)
파트너	800여 기업, 200여 대학/연구소

* 출처: imec, Sustainability Report 2020 (<https://www.imec-int.com>), imec, 2021 Client-Reported Impacts (<https://www.imec.org>)

2 조직 - 협동연구소, 교육센터, 벤처 투자펀드 운영

가. 연구조직 - 연구부서, 교육센터, 대학간 협동연구소 중심

- IMEC의 연구 조직은 각기 실리콘 공정 및 소자(SPDT: Silicon Process Device Technology), 설계 및 통신 시스템(DESICS: DESign technology for Integrated Information and Communications Systems), 패키지 MEMS와 유기 반도체 등 MCP(Microsystems, Components and Packaging)을 연구하는 연구부서와 교육, 훈련 및 벤처 인큐베이터(INVOMECE)을 위한 조직, 연계 대학의 협동연구소로 구성
 - INVOMECE 산하에는 교육센터인 ITC(IMEC Training Center), MPC(Multiproject Chip) 지 원기관인 Europractice와 Industrial Incubation Center가 있음¹⁷⁾
 - IMEC의 연구조직에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 SPDT로써 현재 연구용 0.18 μ m급의 8인치 제조라인을 운영하고 있으며, CMOS, BiCMOS, SiGe, MEMS, Flash memory, FeRAM, Organic semiconductor 등의 소자를 제조하기 위한 연구시설을 유지
- IMEC의 R&D 프로그램은 IDM, 파운드리, 팹리스 및 팹라이트 업체, 장비 및 재료공급업체, 시스템 파트너, 주요 학계 및 지식 센터와 같은 반도체 산업의 주요 업체를 포함
 - 공유 목표는 모바일 장치 및 서버의 데이터 용량 및 트래픽 증가에 대한 요구 사항을 해결하는 것으로 ① 더욱 발전된 포토리소그래피, ② 신소재 및 트랜지스터 아키텍처 탐색, ③ 설계-기술 공동 최적화(DTCO), ④ BEOL(back-end-of-line) 혁신
 - 3D 통합 등을 활용해 시스템 온칩 수준에서 혁신하고 메모리 용량을 늘리기 위해 기존 메모리를 극한까지 밀어붙이고 메모리 밀도, 속도, 전력 소비를 향상시키기 위한 새로운 메모리 기술 탐색

나. 운영 - 국제 산학협동연구 중심 & 스타트업 육성

- IMEC은 석박사 학위를 수여할 수 있는 교육기관이 아니면서도, KU루빙대 등 대학과 연계된 학위과정을 운영하여 저렴한 비용으로 우수한 연구인력을 확보
- 가장 큰 특징은 모든 연구 프로젝트가 국제 산학협동 연구로 진행되거나 추진
 - IIAP(Industrial Affiliation Program; 산업제휴프로그램)는 수천만 달러 이상의 막대한 연구비가 필요한 분야에 여러 기업이 공동으로 연구비를 부담하고 각 기업이 연구원을 IMEC에 파견해 연구과제를 국제 기업 간 공동연구로 진행하는 프로그램

17) <https://www.imec-int.com>

- IIAP는 대규모 투자가 필요하나 연구성과의 실용화가 보장되지 않는 불확실한 분야의 투자의 위험성을 분산하고, 경쟁국 기업 간에 자연스러운 인적교류 및 기술교류를 통한 정보수집이 가능하며 특히 등 산업 재산을 포함하는 연구성과는 참여자들이 공동으로 소유하는 방법으로 연구를 진행하므로 큰 호응을 받고 있음
- IMEC의 거의 모든 연구과제는 IIAP와 유기적으로 연결되어 있으며, IIAP 참여기업에서 파견한 연구원을 객원연구원의 자격으로 IMEC에서 연구에 참여

● 반도체 스타트업 및 벤처 투자 펀드 운영

- 스타트업 및 벤처 기업들을 후원하고 있는데, 초기부터 아이디어에서 프로토타입 및 대량 생산까지 설계 및 개발 지원을 제공하는 imec.start(선도적인 스타트업 액셀러레이터 프로그램) 및 imec.xpand(딥 테크 스케일업을 위한 벤처펀드)를 통해 벤처 활동을 확장
- 자체 스핀오프(분사)를 후원해 1984년 설립 이후 200개사가 분사되었고, 2017년 이후 추가 전용 리소스를 사용하여 새로운 접근 방식을 채택했으며, 그 결과 총 시장 가치가 2억 유로에 가까운 22개의 새로운 분사가 이루어짐¹⁸⁾
- IMEC은 2017년 네덜란드 정부와 글로벌 반도체기업, 투자사와 함께 '아이멕 익스팬드 1기 (Imec.xpand I)' 펀드 1억1,700만 유로를 조성했는데 △양자 컴퓨팅 'Psi퀀텀' △이미지 센서 성능을 높이는 분광 필터 기술 '스펙트리스티' △AI 컴퓨팅을 위한 광전자 플랫폼 '셀레스티얼 AI' △3D 금속 적층 프린팅 기술 '패브릭8랩스' △AI 반도체 '악셀렐라 AI' 등 첨단 기술 스타트업을 발굴해 미래 성장 가능성 높은 분야의 기술 수준을 한층 높임
- IMEC은 2022년 3월 반도체 첨단 기술 스타트업·벤처 투자를 위해 펀드를 모집해 차세대 반도체 기술기업을 육성할 생태계를 조성하는데, 1억5,000만 유로(약 2000억원) 규모 '아이멕 익스팬드 2기(Imec.xpand II)' 펀딩을 1차 마감했고, 총 2억5000만 유로를 모금할 계획인데 투자 대상이 되면 IMEC의 기술 협력 네트워크와 인프라를 활용해 R&D 속도를 높일 수 있으며, 미래 유니콘을 위한 성장 환경을 조성¹⁹⁾

3 특징 및 성공요인

가. 특징

- IMEC이 세계 유수의 반도체 연구소로 성장할 수 있게 된 이유는 산업 수준에 맞는 인프라 구축과 활용을 통해 차세대 반도체 기술을 선도하고 있기 때문

18) <https://www.imec-int.com>

19) 전자신문, “벨기에 아이멕 2기 펀딩 완료...차세대 반도체 투자 대상 주목”, 2022.3.28.

- 세계 주요 IDM, 파운드리, 팹리스 및 팹라이트 회사, 재료 및 장비업체, EDA 회사 및 애플리케이션 개발자를 포함한 전체 가치 사슬과의 협력, 모든 최신 기술과 발명품 결합하고 공동 최적화 협업²⁰⁾
- IMEC은 정부 등의 지원금이 아닌, 이윤을 내는 파트너 기업에서 받은 펀딩으로 운영되기 때문에 연구의 방향이나 결과물도 기업이 원하는 쪽으로 정해짐
- IMEC은 지역을 넘어 국가 간 협력으로 설립된 네덜란드, 벨기에, 프랑스 합작 반도체 연구소로 R&D 및 교육기관이자 관련 최신정보를 교류하는 허브 역할 수행
 - IMEC은 나노 및 디지털 기술을 위한 R&D 허브로 모두를 위해 번영하고 지속 가능한 미래를 가능하게 하는 매우 재능 있는 사람들과 세계적 수준의 인프라의 결합을 믿으며, 공정 단계 및 모듈 개발의 초기 단계에서 공급자를 깊이 참여시키는 중립적이고 개방적인 혁신 R&D 플랫폼을 제공
- IMEC은 지구상 모든 산업 연구개발센터 중 가장 핵심적인 위치를 차지하고 있는데, CEO인 퓌 반 덴 호브는 IMEC을 '반도체 업계의 스위스'라고 부름
 - IMEC에서 창출된 IP는 그 프로젝트에 참가한 기업이라면 누구나 이용할 수 있는데, 반도체 업계가 발전해 온 배경에는 IMEC가 온 세계의 아이디어를 '한곳에 집약'해, 그것을 서로 자유롭게 공유, 교환해 왔기 때문
 - IMEC은 고급 CMOS 스케일링을 위한 선도적인 연구 허브로 성장했고, 앞으로도 계속해서 반도체 산업의 로드맵을 제시하며, 심층 기술 노하우를 활용해 이를 소프트웨어 및 시스템 지식과 결합해 고급 기술의 탁월한 포트폴리오를 구축
- 정부 지원으로 설립되었고, 지금도 지방 정부 및 벨기에 정부로부터 일부 운영예산을 지원받는 등 우리나라의 국책연구소와 비슷한 성격을 갖고 있으나, 연구소의 조직과 운영방법은 다르며 세계의 어떤 연구소와도 다른 독특한 저비용 구조

나. 성공요인

- 세계 최고 수준의 산학연 협력
 - IMEC 매출중 지방 정부 보조금은 18% 내로 제한되며, 매출은 계속 증가했지만 정부 지원 금액은 비슷하고, 나머지는 공동연구를 수행하는 기업들이 부담
 - 의사소통 도구로 영어를 사용하고, 대학도시인 루벵에 위치해 산학연 가교 역할을 수행
- IMEC만의 독특한 프로젝트 운영방식

20) <https://www.imec-int.com>

- ‘기업이 원하는 기술을 개발한다’는 캐치프레이즈
- IMEC이 3~10년 앞선 기술을 기업과 함께 개발할 수 있었던 데에는 강한 기초기술력이 기반이 되었는데, 연구자 1인이 하나의 실험실로 해당분야에서 연구원 한명이 해당기술을 처음부터 끝까지 숙지할 수 있도록 하고, 프로젝트마다 한명 한명의 실험실이 모여 복합적인 연구를 진행해 한 분야 최고 전문가가 될 수 있는 환경이 큰 동기부여가 됨

○ 가성비가 뛰어난 공동연구 잇점

- IMEC 고유의 최첨단 인프라에 접근하고, 대규모 국제 전문 네트워크 이용
- 경쟁 전 협업을 통해 연구 비용과 위험을 감소
- 깊이 있는 기술 지식으로 경쟁력 강화
- 제품 로드맵 가속화 및 시장 출시 기간(TTM) 단축²¹⁾

○ 개방형 혁신(Open Innovation) 모델

- 반도체 제조업체, 팹리스, 장비업체, 부품소재업체 등의 협업으로 이뤄지는 개방형 혁신시스템을 통해 IMEC은 세계에서 가장 선진적인 반도체공정 연구소로 발전
- 반도체 노광장비 시장에서 70% 이상 시장점유율을 기록하는 네덜란드 ASML 첨단 리소그래피 기술 및 차세대 극자외선(EUV) 장비는 대부분 IMEC과 협력을 통해 개발

그림 8 ASML의 차세대 극자외선(EUV) 장비



* 출처: <https://www.asml.com>

21) en.wikipedia.org/wiki/IMEC

Ⅲ 연구 활동 및 분야

1 R&D 활동 영역

- 주요 R&D 활동으로는 해외기업과의 공동연구인 IMEC 산업 제휴 프로그램(IIAPs), 해외 연구기관과의 양자공동연구, 수요 개발, 라이선스 및 기술이전, R&D 수행, EU R&D 프로젝트 수행 등이 있음

표 3 IMEC의 주요 R&D 활동 영역

분류	내용
IMEC 산업 제휴 프로그램 (IIAPs)	<ul style="list-style-type: none"> - IMEC 연구과제는 IIAP(International Industrial Affiliation Program)을 통하여 대부분 해외기업의 협동연구 또는 공동연구로 진행²²⁾ - IIAP에서 가장 성공적인 프로젝트는 Optical Lithography 프로그램인데, 가장 최신의 stepper를 ASML사로부터 지원받아서 IMEC의 fab에 설치하여 최신 lithography 공정과 재료개발을 위한 프로그램을 진행 - ASML은 최신 장비의 시험과 고객의 교육지원에 필요 비용을 투자할 필요가 없고, 참여기업들은 고가 장비를 구입하지 않고 필요한 실험을 수행해 이득 - IIAP를 통해 IMEC은 stepper 제공자의 참여업체 모두가 만족하는 연구환경을 구축할 수 있고, IMEC은 IIAP를 통하여 8인치 제조라인에 필요한 고가장비 초기투자자와 주기적 교체에 따른 투자 부담과 재료비에 대한 경제적 부담 없음 - IIAP 통해 IMEC이 글로벌기업들 간 공동연구 진행해 연구 중심역할 수행²³⁾ - 기술분야 관련 네트워크 구축 및 확대 - 최첨단 300mm 클린룸(Clean room), 세계 최고의 리소그래피 툴 접근 가능 - 개발 초기과정에서 공급 및 제조업체 가 기술발전 가속화 촉진
양자공동연구	<ul style="list-style-type: none"> - 해외 연구기관과의 공동연구
수요 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 기술적 문제의 해결 또는 고객 개발 고찰 - 컨셉 디자인 - 시제품화(주문 디자인, 프로세스 개발, 테스트 등) - IMEC 자체 제조 - 주문 생산공장(파운드리) 전달
라이선스 및 기술이전	<ul style="list-style-type: none"> - IP 공정기술 - IP MPSOC(Multiprocessor System-On-chip) - IP 아날로그 프론트 엔드(호스트컴퓨터와 사용자 사이에서의 제어) - IP 변형이 가능한 무선 디지털 베이스밴드
R&D 수행	<ul style="list-style-type: none"> - CMOS 스케일링 - 의료 및 생명과학을 위한 전자기기 기술 연구개발 - 무선통신 기술 연구개발 - 이미지센서 및 시각시스템 연구개발 - 대면적 플렉서블 전자회로 기술 연구개발 - 에너지(태양에너지 생성, 에너지 전환, 에너지 저장, 에너지 절약) 연구개발 - 산업 애플리케이션을 위한 센서시스템(초저전력 디지털신호 처리, 초저전력 무선 통신 등) 연구개발 등
EU R&D 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> - EU의 연구개발 프로젝트 참여(Horizon Europe 등)

2 주요 연구분야

- IMEC의 연구분야로는 반도체, 에너지, AI, 생명과학, 스마트시티가 대표적

대분류	소분류	내용
반도체	첨단반도체	- 컴퓨팅 및 메모리 성능을 향상시키기 위해 회로를 축소하고 새로운 산업에 나노 기술을 적용해 세계에서 가장 작고 정교한 칩을 생산하는 기술을 개척하는데 도움이 되며, 나노전자공학 연구의 세계적인 리더로 부상
	CMOS (Complementary metal-oxide-semiconductor)	- IMEC은 센서 및 액추에이터, 네트워크 구성 요소 및 인공 지능과 같은 요소로 칩 기술을 확장함으로써 세계의 중요 문제를 해결하는 파괴적인 통합 시스템을 가능케 함 - 목표는 ① 휴대용 DNA 시퀀서와 같이 분산 의료를 가능하게 하는 경제적이고 컴팩트한 시스템, ② 재생 에너지를 수소와 같은 가치 있는 분자로 변환하는 기술, ③ 인간과 인공지능 로봇이 함께 일하는 스마트 팩토리의 실내 측위 시스템 - IMEC은 차세대 컴퓨팅, 스토리지 및 상호 연결을 가능하게 하여 파트너에게 미래 제품을 만드는 데 필요한 파괴적인 혁신을 제공
에너지	스마트 에너지	- 스마트 길드 네트워크를 비용 효율적으로 계획, 배포 및 관리하는 방법 개발로부터 태양에너지의 효율성, 생산 및 저장 비용 개선에 이르기까지 스마트 에너지 연구 수행해 태양전지 및 솔리드 스테이트 배터리 기술 진전 - KU Leuven, VITO 및 UHasselt와 함께 지속 가능한 에너지 및 지능형 에너지 시스템에 대한 연구를 수행하기 위해 별도 R&D 허브를 설정했는데, 태양광, 전기 및 열 저장, 전력 제어 및 전환, 전기 및 열 네트워크, 건물 및 지역, 전력 및 시장의 6개 학제간 영역 중심으로 400명 연구원 고용
인공지능(AI)		- 센서 데이터 융합: 다양한 센서의 데이터를 스마트하게 융합하여 보다 안전하고 빠르고 정밀한 자동화된 비전 및 인식 가능하게 하며, IMEC은 AI 기반 협력 알고리즘과 전용 뉴로모픽 하드웨어 통해 차세대 센서 융합을 개발 - IMEC은 인공지능에 대한 고급연구를 수행하고 2019년 기계학습(머신러닝) 대회에서 DARPA로부터 750,000 달러 수상
생명과학	스마트헬스	- Brain-on-a-chip: 2018년 IMEC은 KU Leuven, UZ Leuven 및 VIB와 함께 Mission Lucidity 연구벤처를 설립했는데, 치매를 해독하는 것으로 인간 줄기 세포 조작을 자동화 및 소형화하는 'brains-on-chips' 인간 고유의 살아있는 뇌 모델을 만들고 단일 세포 정밀도로 프로그래밍 가능하고 예측된 3D 뇌 모델을 생성하는 기술을 개발중 - Point of care blood test devices: IMEC의 생명 과학 기술 프로그램 책임자인 Peter Peumans는 miDiagnostics의 설립을 도왔고 CTO로 임명되었으며 2019년 NASA는 우주 건강 진단을 발전시키기 위해 무중력 상태에서 우주비행사 건강상태 모니터링 기술 테스트 위해 miDiagnostics 자금 지원 - 웨어러블: IMEC 웨어러블 장치 개발은 FDA 및 PMDA의 승인을 받았고, 분사된 Bloomlife를 통해 임산부와 의사가 태아 발달에 대한 주요 세부 사항에 접근할 수 있도록 태아 건강 및 태아 이동성 추적 임신 모니터링 기술을 개발했고, 장 센서 개발 ²⁴⁾
스마트시티		- 2017년 플랑드르 정부는 IMEC에 13개 플랑드르 도시와 브뤼셀 플랑드르 커뮤니티가 스마트시티로 전환하는 과정을 지원하도록 위임했으며, 플랑드르 정부와 앤트워프시로부터 IoT 애플리케이션용 연구소 설립을 위임 받음

22) KOTRA, “벨기에 반도체 연구소 IMEC”, 2014.12.10.

23) <https://www.imec-int.com>

24) en.wikipedia.org/wiki/IMEC

표 5 IMEC 연구의 응용분야

주제	내용
반도체 기술	- IMEC의 300mm 클린룸 등을 이용해 글로벌 장비업체 및 소재업체는 기기와 기술을 가져와 패터닝 도구, 화학물질 저장, 반도체 재료, 분석 소프트웨어, 반도체 공정 기술 도구, 프로세스 단계 등에 적용
생명과학 및 건강 솔루션	- IMEC의 R&D 및 혁신 서비스를 이용해 진단 및 치료의 혁명을 가능하게 하는 첨단 정밀 의학 및 계능 솔루션의 혁신 - IMEC에서 정밀 의학 및 유전체학과 같은 스마트 건강 개념을 모든 사람이 이용할 수 있는 미래, 더 나은 결과와 저렴한 비용으로 개인화된 치료를 제공하는데 이용
데이터 및 통신	- IMEC은 장기적 산업 로드맵을 고려하여 솔루션을 개발하고 있으며, 새로운 기술이 새로운 재료와 구성 요소를 포함함에 따라 통합, 프로토타이핑, 소량 생산 및 파트너를 통해 대량 생산을 위한 역량을 제공
자율주행 기술	- IMEC은 자동차 나노기술과 디지털 기술을 통합하여 자사 제품을 보다 친환경적이고 안전하며 공유 경제에 더 잘 적응할 수 있도록 하는데, 자동차업체는 모든 상황에서 안정적이고 안전한 연결을 보장하는 통신 기술을 통합하는 것으로 ADAS를 개발하는데 이를 위해 보안 근접성에 대한 IMEC의 전문성을 기반으로 구축할 수 있음
Industry 4.0을 위한 로봇기술	- 제조업은 인더스트리 4.0으로 알려진 보다 자율적이고 스마트한 생산을 향한 빠른 길을 가고 있는데, IMEC은 소형화되고 저전력이며 대량 생산이 가능하고 저렴한 다양한 극도로 민감한 기술을 개발 - 유연하면서도 성숙한 프로세스 덕분에 IMEC은 이러한 다양한 기술을 표준 팹에서 만들기 어려운 센서 프로토타입에 통합
농식품기술	- 건강하고 지속 가능하며 효율적인 방식으로 증가하는 세계 인구를 먹여 살리기 위해서는 혁신적인 솔루션을 탐색하고 검증하는 것이 핵심이 되고, 하드웨어, 데이터 과학 및 인공지능(AI)과의 혁신의 결합을 통해 주요 혁신이 예상 - IMEC 엔지니어들은 농업 및 식품 연구 분야에서 세계 최고의 대학 중 하나인 Wageningen University & Research, 보건 및 AI 분야에서 인정받는 리더십을 보유한 Radboud University 및 Radboud University Medical Center와 협력
우주탐험용 나노전자	- IMEC은 DARE 플랫폼(Design Against Radiation Effects)을 개발했는데, DARE는 디지털 셀 라이브러리, 아날로그 설계를 위한 방법론 지원 및 사전 설계된 아날로그 IP 블록 재사용의 조합으로 ESA(European Space Agency)의 지원으로 개발 및 유지 관리 - IMEC은 DARE 기반 구성 요소의 비행 모델 제조, 테스트, 평가 및 로트 검증에 대한 액세스 및 지원을 제공
지속가능한 에너지/ 전력기술	- 세계는 온실가스 배출을 줄이고 탄소중립 국가가 되기 위한 경쟁을 하고 있는데, 파괴적인 기술을 개발하고 배포하는 것이 필수적이며, 특히 에너지 생성 및 사용을 탈탄소화하고 녹색 에너지를 저장 및 변환하는 기술이 중요 - IMEC은 나노기술을 활용하여 대체 생산 공정을 개발하고 있는데, 물과 녹색 전기를 사용하고 CO2를 생성하지 않는 저비용 전해 공정
스마트 가전	- IMEC은 스마트가전에 사용되는 동작 인식에서 미세한 제스처 인식을 위한 140GHz 레이더, 어둠 속에서 제스처를 인식하는 박막 적외선 센서, OLED 디스플레이에 센서의 고해상도 통합, 터치 스크린과 통신하는 유연한 스마트 태그, 제스처 인식 및 햅틱 피드백을 위한 PMUT(대면적 초음파 활성화) 표면에 대한 탐색적 연구를 수행
홈(Home) 오토메이션	- 홈 오토메이션과 스마트빌딩에서 IMEC은 작은 제스처 인식을 위한 통합형 소형 140GHz 레이더, 블루투스 및 초광대역(UWB)을 통한 보안 근접 서비스, 센서 융합 및 지식 추출을 위한 인공지능, 파사드 패널에 통합된 태양전지(BIPV: 건물 통합 태양광 발전)를 개발중

출처: <https://www.imec-int.com/en/applications>

3 특허 현황

- IMEC의 주요 연구산출물인 특허를 보면 최근 5년간(2017년~2021년) 출원 건수는 총 1,901건으로 연 평균 380여건씩 특허를 산출해옴
 - 수집 대상 : 미국, 중국, 대만, 일본, 유럽, 국제특허(PCT)
 - 수집 기간 : 출원일 기준 2017.01.01. ~ 2021.12.31.
- IMEC의 특허를 대표 IPC 기준으로 구분하면 아래와 같이 ‘반도체 장치’에 관한 부분이 가장 높은 비중을 차지하고 있음
 - IPC의 중복 카운팅을 고려할 경우 H01L ‘반도체 장치’의 비중이 25% 수준으로 1위이며, 나머지 상위 2~10위의 IPC 코드 비중은 각각 유사한 수준으로 나타남

표 6 IMEC 특허 대표 IPC 상위 10위

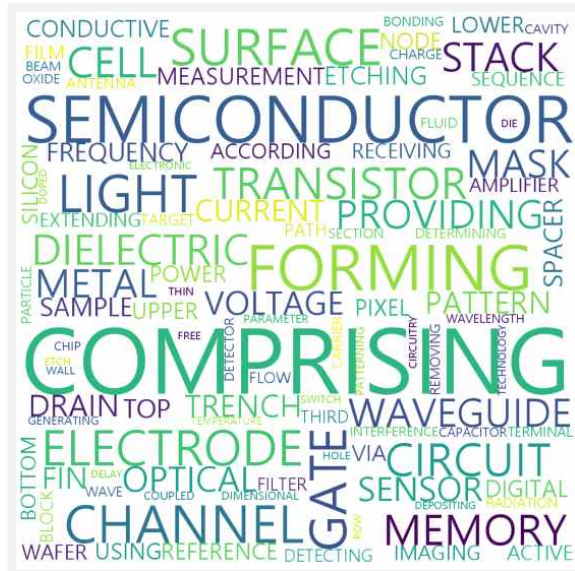
순위	IPC	건수	비율	IPC 코드 정의
1	H01L	733	25%	반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치
2	G01N	186	6%	재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석
3	A61B	118	4%	진단; 수술; 개인 식별
4	G02B	90	3%	광학 요소, 시스템 또는 장치
5	G03F	89	3%	사진제판법에 의한 요철화 또는 패턴화 표면의 제조
6	G11C	81	3%	정적기억
7	G01S	80	3%	무선에 의한 방위결정; 무선행행; 무선전파의 사용에 의한 거리 또는 속도의 결정; 무선전파의 반사 또는 재방사의 사용에 의한 위치 또는 유무의 탐지; 기타의 파류를 사용하는 유사한 방식
8	G06F	71	2%	전기에 의한 디지털 데이터처리
9	G06N	68	2%	특정 컴퓨터 모델에 기반한 컴퓨팅 장치
10	B01L	63	2%	일반적으로 사용되는 화학 또는 물리 실험장치
그 외		1304	45%	
합계		2883	100%	

출처: Wisdomain DB 기반으로 ETRI 작성

- IMEC의 출원 특허의 키워드를 분석한 결과 아래와 같이 대부분 반도체 생산 관련 기술 키워드의 출현횟수가 높게 나타나고 있음

표 7 IMEC 특허 키워드 분석

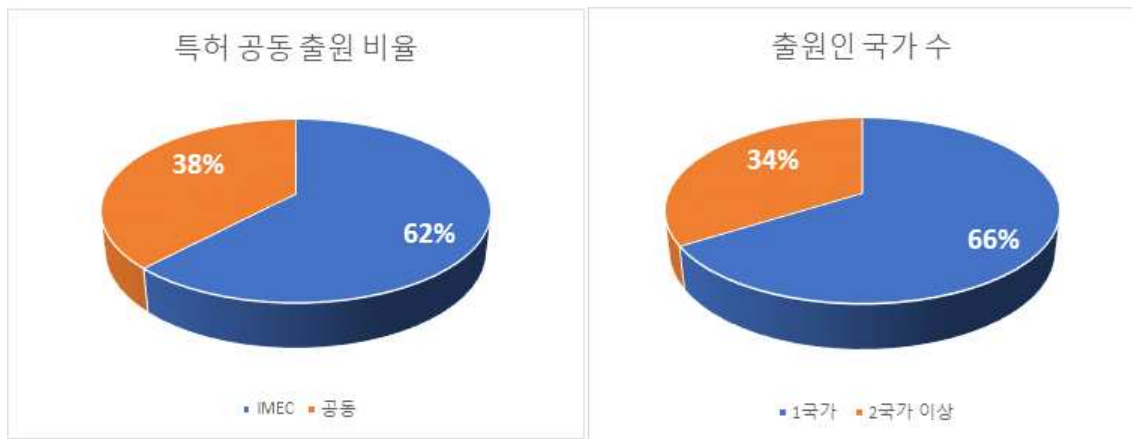
순위	키워드	출현횟수	특허 수
1	COMPRISING	1549	877
2	SEMICONDUCTOR	1425	443
3	FORMING	1335	474
4	CHANNEL	884	257
5	LIGHT	867	212
6	GATE	831	216
7	SURFACE	824	332
8	ELECTRODE	769	210
9	CIRCUIT	645	193
10	TRANSISTOR	591	179
	그 외	22461	8498
	합계	32181	11891



출처: Wisdomain DB 기반으로 ETRI 작성

- IMEC 출원 특허의 공동 출원 및 단독 출원의 비율을 보면 아래의 그림과 같이 공동 출원 비율은 38%, 단독출원은 62% 수준으로 나타났으며, 출원인 국가가 1개는 66%, 2개 이상인 비율은 34%로 나타남

그림 9 IMEC 특허 공동 출원 여부 분석



출처: Wisdomain DB 기반으로 ETRI 작성

IV 최근 연구동향

- IMEC의 최근 연구활동으로는 극자외선 리소그래피(EUV) 장비 개발, 3D 이미지 센서, 뉴로모픽칩 개발, 반도체 미세공정 등이 대표적임

표 8 IMEC의 최근 연구활동

주제	내용
극자외선 리소그래피(EUV) 장비 개발	<ul style="list-style-type: none"> - EUV 장비는 고출력 레이저와 용융 아연, 극도로 부드러운 거울들을 다뤄야 하는 매우 세심한 과정을 포함하는데, 극자외선을 발생시키는 버스 크기의 모든 장비들은 네덜란드 ASML이 제작하고, TSMC와 삼성전자가 사용 - 선진 장비제조사들은 자사의 지적재산권이 반도체 거대 기업들의 지배력에 묶이지 않고 순환되길 원하고, 거대 기업들은 참신하고 혁신적이지만 고비용의 개발과정을 거쳐야하며 조만간 구식이 될지도 모를 아이디어에 거액을 투자하려고 하지 않음 - 중립적인 IMEC은 필요한 모든 장비를 한 곳에 모은 뒤 제조업체들이 타 기업들과 보조를 맞춰 기술 개발할 수 있도록 장을 마련했고, 기업들은 IMEC에서 창출한 IP 지분 얻음 - 이같은 협업모델은 더 많은 기업들을 끌어모았는데, 스타트업에서부터 반도체제조 스타기업인 ASML, TSMC에 이르기까지 현재 수백개 반도체기업들이 IMEC에서 협업
3D 이미지	<ul style="list-style-type: none"> - IMEC과 협업하는 독일 반도체기업 'SUSS MicroTec'은 3D 이미지를 통해 수많은 프로세서를 나란히 삽입할 수 있도록 반도체를 스캔하는 장비를 개발했는데, 작업은 매우 성가시고 까다로운 일이었지만, 'SUSS MicroTec'의 장비 개발로 효율성이 높아짐 - IMEC의 의료기술 부문을 담당하는 피터 퓨만스는 코로나19 팬데믹 동안 DNA 염기서열 분석을 수시간에서 수분으로 단축하는 맞춤형 실리콘칩 시제품을 개발 - IMEC 수석과학자인 자비에 로텐버그는 반도체 기반 초음파 센서를 개발중인데, 현재 포켓용 스캐너와 달리 단 한번 스캔으로 인체 모든 곳을 고화질 필름으로 인화²⁵⁾
뉴로모픽칩	<ul style="list-style-type: none"> - IMEC은 2017년 5월 사람의 뇌를 모방해 스스로 음악을 학습하고 작곡까지 할 수 있는 뉴로모픽칩(neuromorphic chip)을 개발했는데, 음악에 노출되면 일정한 패턴을 파악하는 방식으로 작곡의 원리 이해하며 스스로 유사한 패턴의 음악을 만들어내며, 인체착용형 의료센서, 개인의 행동 유형을 이해할 수 있는 개인용 전자제품 등 범용의 학습가속기(learning accelerators)를 개발하려는 프로젝트의 일환으로 제조 - IMEC에서 뉴로모픽칩을 연구하고 있는 '프라빈 래그하반(Praveen Raghavan)'은 오늘날의 커넥티드 디바이스는 데이터를 클라우드에 전송해 스마트 기능을 구현하는 경우가 많지만 IMEC는 소형 칩안에 스마트 기능을 넣는 데 주력했으며, 사용자 가장 가까운 곳에서 인공지능과 스마트 기능을 실현 - 뉴로모픽칩 기술 활용해 30초 분량의 음악을 작곡하고 관련 동영상을 공개했는데, 이 칩은 1 Mb뱅크의 Re램(저항변화메모리·Resistive RAM)을 프로세서 상단에 탑재²⁶⁾

25) 내일신문, “반도체 중립기관 IMEC 미중갈등에 곤혹”, 2021.9.19.

반도체 미세공정	<p>o IMEC의 1나노 미세공정 로드맵</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2019년 10월 도쿄에서 개최된 'IMEC 테크놀로지 포럼 재팬 2019'에서 나명희 IMEC 부 사장은 '1나노(nm) 반도체 공정 실현 로드맵'을 설명하고, 반도체 공정 로드맵 제시 - 반도체 칩이 미세화, 집적화할수록 공정의 복잡성 때문에 제조비용이 올라가기 때문에 트랜 지스터 1개당 제조비용을 기대한 만큼 줄이기 힘들다, IMEC은 트랜지스터 구조와 재료를 지속적으로 개선하고, 공정 최적화 통해 1나노 기술 로드맵을 제시 - 28나노 공정은 HKMG(하이K메탈게이트) 공정을 적용하며, 14~16나노 부터는 전통적인 평면 구조에서 핀펫(Fin-FET) 구조 공정으로 생산하는데, 핀펫 공정은 평면 구조 한계를 넘 기 위해 도입된 기술로, 위·좌·우 3면만을 게이트로 쓰는 3차원 방식 - 5~7나노 공정부터는 노광·식각·증착 공정(MOL)에서 일산화탄소(Co)를 배선재료로 채택하 고 극자외선(EUV) 리소그래피(노광) 장비를 통해 핀펫 구조를 더욱 세밀화 - 3~4 나노 공정부터는 핀펫이 게이트올어라운드(GAA, Gate-All-Around) 구조로 대체됐고, 위·좌·우 3면만을 게이트로 쓰는 핀펫과 달리 아랫면까지 모두 쓰는 4차원 방식으로 1세대 GAA는 실리콘 나노시트를 적용 - 2나노 공정부터는 핀펫 구조의 물리적 한계를 극복하기 위해 한층 업그레이드 된 포크 시 트(Forksheet) 구조를 기반으로 하는데, 포크시트란 N형 FET(전계효과트랜지스터)과 P형 FET의 나노시트가 긴밀히 붙어있고, 이 가운데 '절연벽'이 존재 - 1나노 공정에서는 CFET(The Complementary FET) 공정을 채택하는데, P형 FET 위에 N 형 FET을 쌓는 방식으로 즉 서로 다른 전도 유형의 트랜지스터를 교대로 3차원적으로 쌓 아 셀 면적을 크게 감소시며, 여기에 '하이(High)-NA'EUV 노광 공정을 통해 트랜지스터 구조를 한층 더 축소할 수 있음 - IMEC은 2차원적 재료와 스핀트로닉스(전자 자전학), 그리고 양자 컴퓨팅을 도입하는 방안 도 검토 중인데, 고도의 미세 공정을 위해 설계와 공정의 동시 최적화(DTCO) 이외에도 시 스템과 공정의 동시 최적화(STCO)도 중요 - IMEC은 현재 수직적 적층과 수평적 미세 공정을 동시에 연구해 시스템 집적도 높이기 위 해 노력하고 있으며, 이를 위해 공정기술, 설계기술, 시스템 기술 최적화에도 주력²⁷⁾ <p>o ASML-IMEC "기존 EUV 노광기로 3나노 '싱글 패터닝' 구현"</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 극자외선(EUV) 노광기로도 3나노 '싱글 패터닝'을 구현할 수 있는 반도체 공정 기술 이 개발됐는데, 싱글 패터닝은 노광기에서 웨이퍼 위에 반도체 회로 모양을 한 번에 찍어 내는 것으로 여러 번 회로를 찍는 '멀티 패터닝'보다 생산 비용 크게 절감 - 2020년 3월 IMEC은 ASML 1세대 EUV 노광기 'NXE:3400B'로 3나노 싱글 패터닝 기술 구현했는데, ASML과 IMEC은 EUV 광원의 입사각을 조율하면서 기존 장비로도 3나노 공 정을 활용한 24nm 길이 피치 라인을 한 번에 찍어내는데, EUV 광원의 입사각이 높아 회로 모양이 그려진 마스크를 통과하면서 왜곡된 회로 이미지가 생기게 되며, 이 각도를 최적화 해서 이미지 왜곡을 최소화하는 방안을 찾아냄 - 상용화되면 EUV 공정 도입을 가속화하는 반도체 업계에 호재인데, 이전 EUV 1세대 장비 로도 3나노 기술을 도입할 수 있게 되어 장비 지속성이 늘고, 장비투자 예산 절감 - ASML은 차세대 High-NA 노광 장비인 'EXE:5000' 개발해 반도체 EUV 시대에 대응²⁸⁾
-------------	--

26) 로봇신문, “벨기에 반도체 연구소 IMEC 스스로 작곡하는 인공지능 칩 개발”, 2017.5.30.

V 시사점

1 연구개발 국제협력의 롤 모델(Role Model)

- IMEC은 95개국 4,500여 과학자들과 협업하고 삼성전자, TSMC, 인텔 등 800개 이상의 반도체기업들 및 200여 대학들과 글로벌 연구개발 네트워크를 형성하면서 차세대 반도체를 연구하고, 반도체 설계부터 공정, 소자, 시험, 제작 등의 R&D를 지원²⁷⁾
 - 해외 인재를 유치하기 위해 IMEC은 외국인 연구원에 이주 비용 지원, 입사 후 고국방문 지원 등의 혜택을 부여하고, 뛰어난 삶의 질을 보장하며, 영어를 공용어로사용
- 연구과제는 IIAP(International Industrial Affiliation Program)를 통하여 대부분 해외기업의 협동연구 또는 공동연구로 진행되며, 일부 과제는 참여 대학의 연구소와의 공동연구로 진행되어 대학 간 공동연구소의 역할을 수행
 - IMEC의 R&D 프로그램은 장비 및 재료공급업체, 종합반도체기업(IDM), 파운드리, 팹리스 및 팹라이트 업체, 시스템 파트너, 주요 학계 및 지식 센터와 같은 반도체 산업의 주요 업체를 통합
- 2021년 예산 구성은 플랑드르주 보조금 18%, 정부 프로그램 3%, EU 프로그램 6%, 기업수탁 및 서비스 73%로 재정 중립성 및 연구 독립성 확보
 - 협력기업들과 함께 연구개발에 나서 반도체기술 범위를 확대하고 매출원을 다각화하면서, 표준연구계약기간을 3~5년으로 제한해 특정 기업에 휘둘리는 상황을 방지
- 저비용으로 우수인력을 확보하고, 최첨단 장비의 가용성을 보장하는 선도 장비 제조업체와 전략적 파트너십 체결
 - 연구인력을 저비용으로 우수인력을 확보하고, 교육기관이 아니면서도, KU루벵대 등 대학과 연계된 학위과정을 운영하며, 첨단 실험장비는 ASML 등 모두 장비 개발사들이 기증한 것인데, 이 장비를 테스트한뒤 인정을 받으면 반도체회사들이 구매해 가는 방식 채택

2 IMEC을 벤치마킹한 반도체산업 생태계 조성 필요

- 국내 반도체산업 생태계에도 IMEC 같은 기능의 기관에 대한 니즈가 높음

27) 아주경제, "IMEC 1나노미터(nm) 반도체 기술 공정 로드맵 제시", 2020.6.22.

28) 전자신문, "ASML-IMEC "기존 EUV 노광기로 3나노 '싱글 패터닝' 구현"...반도체 업계 주목", 2020.3.2.

29) <https://www.imec-int.com>

- 반도체 연구 및 테스트를 수행하는데 1대당 가격이 수십억~수천억 원에 달하는 장비가 필요하나, 열악한 대학 및 중소기업이 구매하기는 현실적으로 불가능하며, 이를 지원하는 IMEC같은 반도체 연구개발 지원 기관이 부재³⁰⁾
- 12인치 웨이퍼 베타 테스트를 할 곳이 없어 중소기업들은 IMEC에 가서 테스트하고 있는데, IMEC에는 삼성전자, SK하이닉스 등의 국내 칩 제조업체뿐만 아니라 암코 등의 반도체 패키징 회사, 파크시스템과 같은 장비 제조업체, 동진썬미켄과 같은 화학업체도 이용³¹⁾
- 정부는 2022년 7월 21일 발표한 ‘반도체 초강대국 달성 전략’에서 삼성전자 등 기업들이 중고 장비를 교육기관에 기증하면 장비 시가의 10% 만큼 기업들 세금을 감면해주는 장비 및 교육 중심의 ‘한국형 IMEC 운영모델’을 발표
 - 장비가 없어 연구개발에 어려움을 겪어 산업현장이 바라는 실무형 고급인재 양성이 잘 이뤄지지 않는 현실을 타개하기 위해 한국반도체산업협회, 삼성전자·SK하이닉스(파운드리/메모리), 동진썬미켄(소재), FST·PSK(장비), 실리콘마이터스(설계) 등이 협약에 서명
 - 산업통상자원부는 반도체기업의 유휴중고 장비를 모아 양산 현장과 같은 비슷한 환경에서 실무형 인력 양성 및 연구개발을 추진하기 위해 기업이 장비를 기증하면 정부는 장비 시가(감정가)의 10%를 세액을 공제하는 것으로 정부와 기업이 자금과 인프라를 지원하는 ‘벨기에 IMEC 운영모델’을 가져옴
 - 한국형 IMEC 구상은 새로운 연구기관을 설립하기 보다는 기본 교육기관 등을 통해 지원하는 방식으로 반도체 소자소재·장비 등 관련 기업의 모임인 한국반도체산업협회는 판교 제2테크노밸리에 ‘반도체아카데미’를 설립
 - 회원사들은 강사와 교과과정, 장비 등을 지원하고 정부는 운영비를 부담하여 업계 주도로 반도체 현장에 필요한 인력을 신속히 양성해 대학 인력양성에 대한 시간적 한계를 보완³²⁾
- 장비 테스트 뿐만 아니라 반도체 관련 R&D 협력 연구의 중심이자 반도체 관련 정보까지 교류하는 ‘반도체 R&D 협력 허브’기능의 강화 등 생태계 구축 노력이 필요함
 - 대만 TSMC는 중소 반도체 설계 지적재산권(IP)을 만드는 회사들을 끌어안는 각종 연합체(IP 얼라이언스·EDA얼라이언스·디자인 센터 얼라이언스·클라우드 얼라이언스·가치사슬 생태계)를 구축한 덕분에 고객사에게 제공할 수 있는 반도체 설계 포트폴리오가 방대³³⁾
 - 우리나라 반도체산업 경쟁력을 향상시키기 위해서는 IMEC과 같이 R&D, 교육, 장비 테스트 등의 전반을 구비해 관련 기업을 종합적으로 지원하는 한국형 IMEC 필요 ³⁴⁾

30) 디지털데일리, “나노중기원, 한국형 IMEC 꿈꾼다”, 2021.5.2.

31) 톱스타뉴스, “12인치 웨이퍼 베타 테스트를 할 곳이 없어 벨기에 IMEC에 가서 테스트”, 2018.11.20.

32) 경향신문, “한국형 IMEC 모델 만든다...삼성·SK는 반도체 장비 기증, 정부는 세액공제”, 2022.7.21.

33) 조선일보, “한국에 미디어텍같은 대형 팹리스 나오려면, 2022.5.26.

34) 전자신문, “반도체산업에서 골넣은 벨기에”, 2018.7.19.

참고문헌

○ 국내자료

월간조선(2016.8.), 차세대 반도체 개발에 우리 명운이 걸렸다

유진투자증권(2022.1.19.), 해외기업 소개 .

KIPOST(2019.7.10.), 벨기에 IMEC 센터, 중국 우시에 새 등지

KOTRA(2014.12.10.), 유럽의 반도체 연구 중심 IMEC

○ 해외자료

imec, Sustainability Report 2020, 2021.6(<https://www.imec-int.com>)

imec, The 10 things you need to know about imec in 2019(<https://www.imec-int.com>)

imec, 2021 Client-Reported Impacts(<https://www.imec.org>)

○ 웹사이트

<https://www.imec-int.com>

<en.wikipedia.org/wiki/IMEC>

○ 신문기사

경향신문(2022.7.21.), 한국형 IMEC' 모델 만든다...삼성·SK는 반도체 장비 기증, 정부는 세액공제

내일신문(2021.9.29.), 반도체 중립기관 IMEC 미중갈등에 곤혹

뉴스타운경제(21.10.19.), 흔들리는 '반도체 연구의 중립기관 IMEC

디지털데일리(2021.5.2.), 나노중기원, 한국형 IMEC 꿈꾼다

디지털타임스(2019.11.5.), 한국판 IMEC 만들어 ICT 부품소재 경쟁력 키워야

로봇신문(2017.5.30.), 벨기에 반도체 연구소 IMEC 스스로 작곡하는 인공지능 칩 개발

아주경제(2020.6.22.), IMEC 1나노미터(nm) 반도체 기술 공정 로드맵 제시

이코노미스트(2021.12.02.), 시장 점유율 1%, 인재난·자금난까지 겪는 팹리스 성장하려면... "시스
템반도체 생태계 강화해야

전자신문(2011.10.13.), 반도체 기술의 보고 IMEC을 가다

전자신문(2018.7.19.), 반도체산업에서 골넣은 벨기에

전자신문(2022.3.28.), 벨기에 아이팩 2기 펀딩 완료...차세대 반도체 투자 대상 주목

전자신문(2020.3.2.), ASML-IMEC "기존 EUV 노광기로 3나노 '싱글 패터닝' 구현"...반도체 업계 주목

조선일보(2022.5.26.), 한국에 미디어텍같은 대형 팹리스 나오려면

조선일보(2021.2.4.), IMEC CEO, 반도체 미세공정·의료산업 미래 조망

중앙일보(2022.6.20.) 중국과 첫 무역적자 중국 반도체 기업 7만곳 인해전술

중앙일보(2022.5.20.), K반도체, 호황에도 시총 90조 증발...'칩 동맹'이 초격차 기회다

투스타뉴스(2018.11.20.), 12인치 웨이퍼 베타 테스트를 할 곳이 없어 벨기에 IMEC에 가서 테스트

한국경제신문(2022.6.10.), 한국 반도체는 모래 위의 성

저자소개

전황수 ETRI 지능융합연구소 기술정책연구본부 기술경영연구실 연구전문위원
e-mail: chun21@etri.re.kr Tel. 042-860-5115

김성민 ETRI 지능융합연구소 기술정책연구본부 기술경영연구실장 책임연구원
e-mail: songmin516@etri.re.kr Tel. 042-860-6172

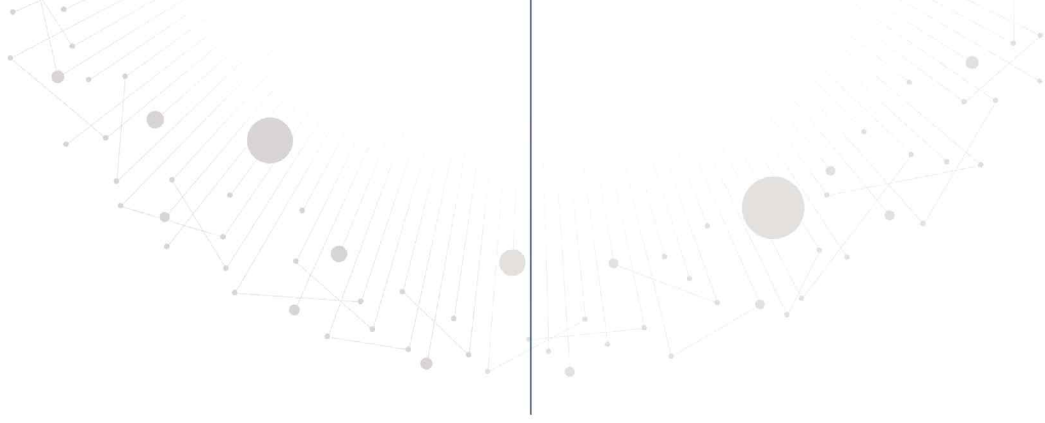
기술정책연구본부 기술정책 트렌드

발행인 이 지 형

발행처 한국전자통신연구원 지능융합연구소 기술정책연구본부

발행일 2022년 7월 31일





www.etri.re.kr

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL.(042) 860-5115 FAX.(042) 860-6504

