

논문·특허 데이터 기반 연구전략 수립 연구 : 차세대 반도체 제조공정 사례를 중심으로

Study of formulation of research strategy based on paper/patent data
: Case Study of Next Generation Semiconductor Manufacturing Process

조기환(Ki-hwan Cho)*, 윤정식(Jung-sik, Yoon)**, 송중호(Jung-ho, Song)***,
임진호(Jin-ho, Lim)****

목 차	
I. 서설	IV. 특허전략 수립
II. 기술융합 동향 분석	V. 결론
III. 특허동향 분석	

논문 요약

기술집약적 산업의 급격한 기술혁신 속도 및 환경변화에 따른 기술수명 주기의 단축, 기술간 경쟁을 통한 시장지배력의 우위를 선점하기 위해 기술융합을 통한 연구전략 수립은 중요한 이슈가 되고 있다. 최근 4차 산업혁명 기반의 반도체산업이 이러한 예이며, 이와 같은 기술집약적 산업의 기술융합이 매우 중요해짐에 따라, 관련 전략수립을 위한 다양한 방법이 시도되고 있다. 본 논문에서는 데이터 기반의 논문·특허 분석을 통해 반도체산업의 플라즈마 기술이슈의 기술융합 동향 및 특허 동향 분석과 이를 통한 특허 전략 수립 사례를 제시하고자 한다.

Keyword : 기술융합, 논문·특허 분석, 플라즈마, 반도체, 전략수립

이 논문은 2017년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 국가과학기술연구회 선행융합연구사업 (No. PCS-17-05-NFRI)의 지원을 받아 수행된 연구임.

* 국가핵융합연구소 플라즈마기술연구센터 선임기술원, khcho@nfri.re.kr, 063-440-4004
** 국가핵융합연구소 플라즈마기술연구센터 책임연구원, jsyoon@nfri.re.kr, 063-440-4030
*** 국가핵융합연구소 플라즈마기술연구센터 선임기술원, junggho@nfri.re.kr, 063-440-4143
**** 국가핵융합연구소 플라즈마기술연구센터 책임기술원, jhlim@nfri.re.kr, 063-440-4006

I. 서론

기술집약적 산업의 급격한 기술혁신 속도 및 환경변화에 따른 기술수명 주기의 단축, 기술간 경쟁을 통한 시장지배력의 우위를 선점하기 위해 기술융합을 통한 연구전략 수립은 중요한 이슈가 되고 있다. 이러한 예로 최근 4차 산업혁명 기반의 스마트 기기들의 기술적 진보와 수요 증가에 따라 생산성과 성능의 향상을 위해 반도체 제조공정 기술은 3차원 구조로 진화하고 있다. 그러나 이를 뒷받침해야 하는 제조공정 기술은 아직 진행되고 있으며, 이에 따라 반도체 미세화 공정 기술의 확보는 반도체 산업을 영위하는 국가 간의 주요 경쟁요소로 작용하고 있다. 국내의 경우, 전통적 반도체 강국인 미국, 일본과 반도체굴기를 내세우며 신흥 강국으로 등장한 중국 간에 새로운 넛크래커(nut-cracker) 위기에 처해 있으며, 세계 주요 업체들도 M&A를 통한 반도체 장비산업 경쟁력 및 시장지배력을 지속적으로 강화함에 따라 국내 기업도 많은 어려움에 직면해 있다.

이러한 현실적 상황을 배경으로 IoT, 빅데이터, 스마트자동차, 지능형로봇 등 차세대 산업과 신시장 창출을 주도할 4차 산업혁명의 주요 핵심 기반인 반도체 산업의 지속가능성 확보와 활성화 지원을 위해 필요한 핵심기술인 플라즈마 기술을 기반으로 한 공정 및 장비 기술 개발과 관련한 데이터 기반의 논문·특허 분석을 통한 기술이슈의 기술융합 동향 및 특허 동향을 분석하고 이와 연계한 특허 전략 수립에 적용하고자 한다.

II. 선행연구

데이터 기반의 네트워크 분석 기법을 이용한 동향 분석은 사회, 과학기술 분야를 비롯한 다양한 분야에서 적용되고 있다. 이러한 분석의 예로 과학기술분야의 미래 예측을 위한 논문, 특허 등 다양한 소스를 어떻게 객관화할 것인지에 대한 방법과 연구(정근하, 2011), 이슈 변화를 파악하기 위해 문헌에 키워드 분석 및 이의 추출을 통한, 키워드 간의 연관성 파악(양현채, 2017), 특허인용 네트워크 분석기법을 활용하여 기업 간 기술지식의 흡수와 전수의 맥락에서 분석함으로써, 기술관점의 네트워크 연구를 기업관점으로 확장하여 연구(조용래 외, 2014) 등의 다양한 분석결과 의 활용적 관점에서 그 역할의 중요성이 증가하고 있다고 판단된다.

이에, 논문 데이터를 활용한 기술융합 동향 분석을 통해 특허동향을 분석을 위한 기준을 수립하고 이를 바탕으로 한 특허 분석을 통해 연구개발 방향 및 특허전략을 수립하는 연구를 반도체 제조공정에서 사용되고 있는 플라즈마 장비/공정 기술로

한정하여 연구를 진행하였다. 그러나 데이터 분석을 통한 기술융합에 있어 활용성 및 효용성의 확대를 위해서는 더욱 다양한 기술융합 사례에 대한 많은 연구 분석이 수행되어야 할 것이다.

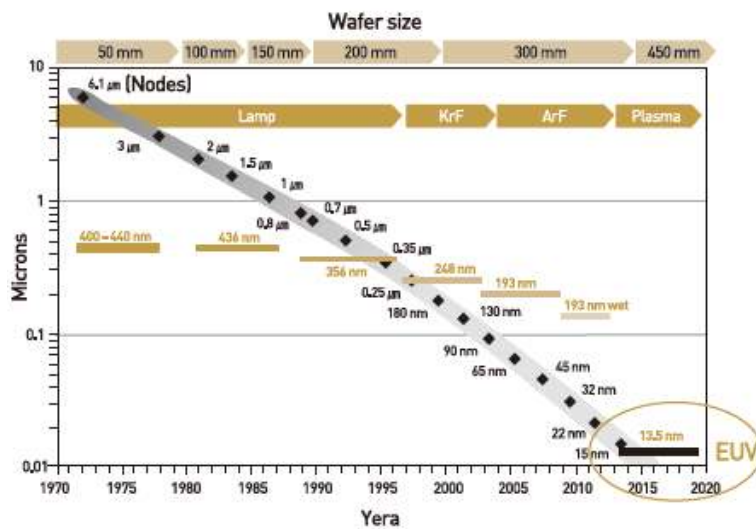
Ⅲ. 기술융합 동향 분석

1. 기술 변화 분석

반도체 제조공정의 발전은 아래 [그림 1]과 같이 웨이퍼 크기 변화와 함께 집적도를 높이기 위한 선폭의 변화로 대변할 수 있다. 제조공정의 변화는 '04 ~ '05 년을 기준으로 웨이퍼 300 mm 이상, 선폭 100 nm 이하로 확대·축소되었으며 이에 따른 생산성 향상과 원가절감을 위한 본격적인 미세화 공정이 진행되고 있으나, 공정 수의 증가 및 공정 난이도 증가로 인한 많은 기술적 한계들이 발생되고 있다.

기술 한계 발생의 근본적인 문제는 집적도 향상에 따른 선폭 미세화로 인하여 발생된 공정 수의 증가와 공정 난이도의 증가였다. 그러나 미세화로의 제조공정 전환이 이루어지기 시작했던 '04 ~ '05 년을 기점으로 하여 [그림 2]에 나타난 바와 같이 그간 장비 개발 속도에 비해 뒤쳐져 있던 반도체 개발 속도가 이를 추월하기 시작함에 따라 미세화 공정이라는 기술 이슈를 뒷받침해야하는 장비 개발 부분에서도 새로운 기술 이슈가 발생되고 있다.

이에 차세대 반도체 제조공정과 관련한 기술융합 동향 분석을 위한 기술 이슈에 대해 정리해 보기로 한다.



* 자료 출처 : KEIT, PD 이슈리포트 AUGUST 2015 VOL 15-8

(그림 1) 반도체 제조공정의 미세화 역사

3차원 구조로의 진화와 선풍 축소로 촉발된 반도체 제조공정의 공정 수 증가와 공정 난이도 증가의 기술 한계를 성공적으로 극복하기 위해 핵심이 되는 플라즈마 공정 및 장비 기술의 기술 이슈는 아래와 같다.

- ① 미세화 공정의 핵심 기술인 플라즈마 식각 및 증착 공정의 기술 한계
- ② 미세화 공정에 따른 검사/측정 기술 구현을 위한 공정진단 및 공정제어 기술 개발 필요

2. 데이터 수집 및 분석

(1) 데이터 수집

플라즈마 공정 및 장비 기술 개발의 기술 이슈인 식각 및 증착 공정 기술 연구, 공정제어 및 공정진단에 대한 연구는 반도체 선진국(미국, 일본, 한국, 중국, 독일 등)을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 기술 이슈에 대한 글로벌 반도체 기술융합 동향 분석 결과와 연계한 특허동향을 분석하기 위해 이의 기준을 수립할 수 있는 연구동향 데이터를 수집하였다. 검색 조건은 반도체 공정 및 장비와 관련된 다양한 플라즈마 연구 논문의 경우 기술 이슈인 미세화 공정 기술 개발과는 관련성이 다소 낮음에 데이터의 분석 초점을 미세화 공정 기술 한계 극복을 위한 연구논문에 집중되도록 키워드를 설정하였으며 이에 대한 내용은 아래 [표 1]에 나타내었다.

〈표 1〉 연구 동향 데이터 검색식

구분	내용
검색기간	1977년 ~ 2017년
검색 DB	SCOUPUS
키워드	Plasma, Advanced Process Control, Virtual Metrology, Fault Detection & Classification, Fault detection, Endpoint detection, Process monitoring, Semiconductor manufacturing
검색건수	830건

(2) 데이터 분석

데이터 분석은 [표 1]에 나타난 검색 DB와 검색식을 활용하여 수집된 데이터를 바탕으로 연구 논문 키워드를 중심으로 매핑 분석을 수행하였으며, 분석의 기준 시기는 반도체 기술과 장비 기술의 개발 속도의 교차 시기인 '06 년을 기준으로 구간을 구분하고 비교·분석하였다. 또한, 수집된 데이터 분석을 위해 사용한 데이터 마이닝 Tool과 매핑 Tool은 [표 2]에 설명하였다.

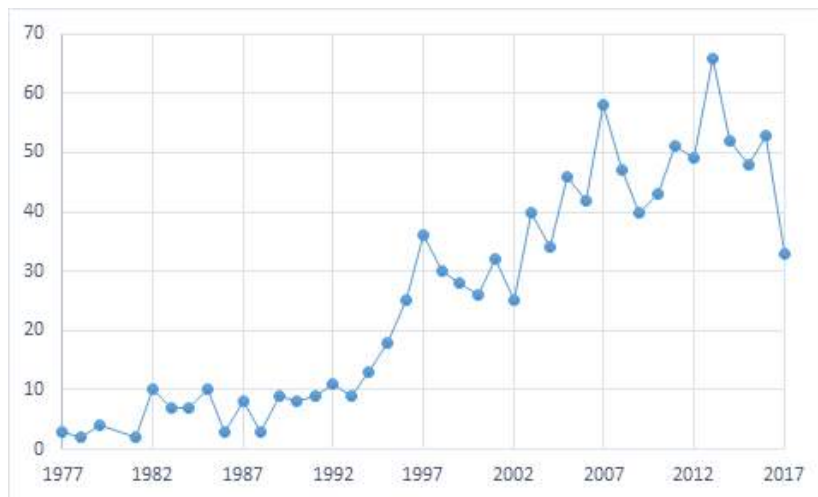
<표 2> 데이터 분석 Tool

분석 Tool	기능 설명
KnowledgeMatrix Plus	논문 데이터를 추출하여, 1) 데이터 축소 및 확장, 한글 및 영문 명사 추출, stemming, 시소러스 등을 통해 데이터 전처리를 지원, 2) 다양한 형태의 1-mode matrix와 2-mode matrix 생성, 3) 처리데이터의 네트워크분석 및 가시화 분석에 활용
VOSviewer	서지계량학적 네트워크(bibliometric network)를 구성 및 시각화 분석에 활용

4. 분석 결과

(1) 연도별 연구논문 추이

반도체-플라즈마 공정 및 장비 기술 개발을 위한 연도별 연구논문 추이는 [그림 2]에 나타난 바와 같이 분석 초기인 '77 년부터 현재에 이르기까지 지속적으로 증가하고 있으며 분석의 기준 시점인 '06 년을 전후로 살펴보면 '77 년 ~ '05 년 까지 약 30 년간은 연구논문 보다 '06 년 ~ '17년 까지 약 10 년간의 관련 연구에 대한 연구논문이 증가함을 알 수 있다. 이러한 구간별 연구 논문의 기간 대비 증가폭의 차이는 아래에서 설명할 4차 산업혁명 기반의 인공지능, 머신러닝, 빅데이터 등의 패러다임 등장으로 인한 새로운 연구 주제의 진입과 주제 간 관계성이 고려된 클러스터 형성과도 관계가 있다.

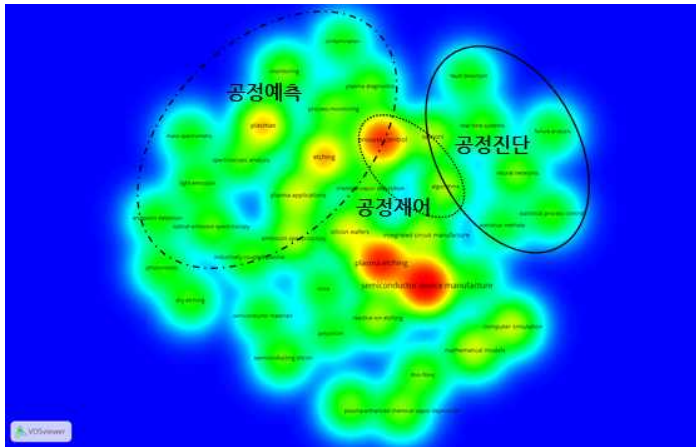


(그림 2) 연도별 연구논문 추이 분석

(2) 기간별 기술융합 지형 분석

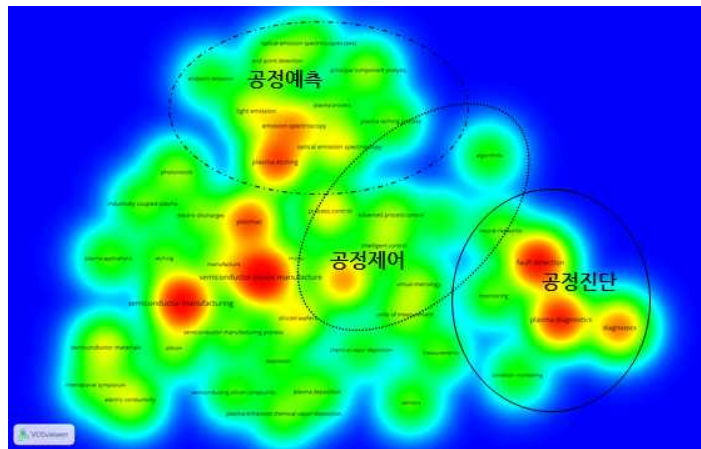
매핑 분석을 통해 기술융합 지형을 분석한 결과로부터 전체 조사·분석 기간 동안

의 주요 핵심 연구그룹은 반도체 식각 공정을 중심으로 1) 플라즈마 공정진단, 2) 플라즈마 공정예측, 3) 플라즈마 공정제어 임을 [그림 3]로부터 확인 할 수 있다.



(A) '77 년 ~ '05
년

(B) '06 년 ~ '17
년



(그림 3) 기술융합 지형 분석

기술융합 지형 분석을 구체적으로 살펴보면 '77 년 ~ '05 년 구간은 주요 연구그룹을 통해 다양한 연구가 진행되고 있으나 아직은 무정형의 형태로 특정한 핵심 중심점이 없이 다각적인 연구들이 이루어지고 있음을 알 수 있으며. 이러한 다각적인 연구의 이유는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ① 반도체 개발 수준 대비 앞서 있는 장비 기술 개발 수준
- ② 상기 사유에 따른 연구 주제 간의 관계성을 고려한 기술융합 불필요

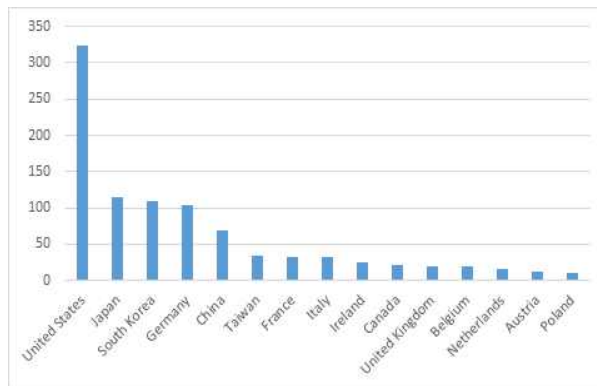
반면 '06 년 ~ '17 년 구간은 공정예측과 공정진단은 앞선 구간과 비교하여 뚜렷한 핵심 연구주제를 중심으로 영역의 구분을 보이기 시작하고 있다. 공정제어의 경우 앞선 구간보다 더 많은 연구주제가 나타나고 있으며, 서서히 하나의 연구그룹으로 발전하고 있는 상황임을 확인할 수 있다. 이는 미세화 공정의 등장과 함께 기술한계 극복을 위한 공정진단 및 공정제어의 필요성 증대와 더불어 4차 산업혁명 기반의 인공지능, 머신러닝, 빅데이터 등의 새로운 연구 주제가 공정 및 장비 기술 개발을 위한 연구 주제로 등장함에 따른 것이라 해석할 수 있으며, 대표적인 연구 키

워드로 Advanced process control, Virtual metrology, neural network 등이 있다.

그러나 이 구간에서도 공정 및 장비 개발의 핵심 주제는 플라즈마 공정진단으로 이는 이상감지(fault detection)라는 주제와 강한 연구 클러스터를 형성하며 플라즈마 상태를 파악에서 공정 상태의 이상감지로 주제가 확대되고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 플라즈마 공정진단과 같은 기반·원천 기술의 지속적인 확보를 통한 기술 개발의 진보가 필요함을 또한 알 수 있다.

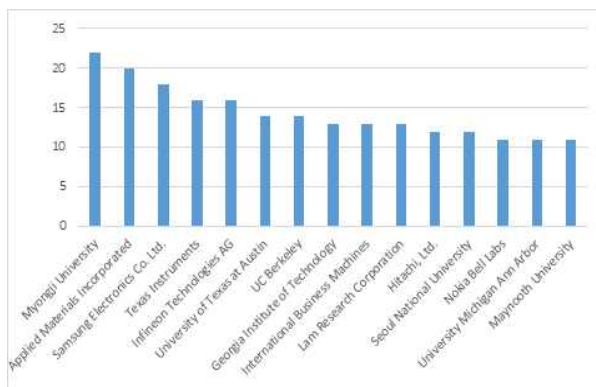
(3) 국가별 기관별 연구논문 추이 분석

국가별 연구논문 추이는 반도체 강국인 미국, 일본, 한국, 독일(유럽), 중국의 순으로 많은 연구가 수행되는 것으로 나타났으며, 기관별로는 국가별 대표기업으로 Applied Material(미국), Lam Research(미국), 삼성전자(한국), Hitachi(일본) 등으로 [그림 4]와 같이 분석되었다.



(A) 국가별

(B) 기관별



(그림 4) 연구개발 논문 추이 분석

상기에서 분석된 기술융합 동향 분석 결과를 바탕으로 특허동향 분석을 위한 기준을 수립하고 이를 통해 분석을 수행하였다.

IV. 특허동향 분석

1. 분석 개요

(1) 공정진단 및 공정예측

반도체 제조공정 중 플라즈마를 이용한 공정의 난이도가 계속 증가함에 따라, 공정 진행 중 플라즈마의 상태 변화 양상에 대한 정확한 파악이 중요해졌으며, 또한 공정의 재현성 확보 및 공정조건의 안전성 확보에 대한 필요성이 커지고 있다. 이러한 요구들을 달성하기 위해서는 제조공정에 직접적으로 영향을 주는 플라즈마의 특성을 파악하는 것이 필수적이며, 이를 위해 여러 종류의 방법들이 사용되고 있다.

(2) 공정제어

반도체 제조공정 기술은 제품의 생산성과 성능의 향상을 위하여 미세화와 동시에 3차원 구조화를 통해 이전보다 더욱 가혹한 공정 조건을 요구하고 있으며 이에, 기술적 한계를 극복하기 위한 장비/공정기술의 병행이 시급한 상태로 특히, 여러 공정 중 플라즈마를 이용한 식각 및 증착 공정을 얼마나 정확하게 제어하느냐가 가장 중요한 핵심 요소 기술로 공정진단과 공정예측을 통한 생산 효율의 극대화를 위해 APC(Advanced Process Control)를 통한 공정제어의 필요성이 크게 증가되고 있다.

2. 데이터 수집 및 분석

(1) 데이터 수집

연구동향 분석을 통해 도출된 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국의 공개/등록특허를 분석 대상으로 하여, 각 기술트리에 부합하는 유효특허를 추출하였고, '17년까지 출원 공개 또는 특허 등록된 유효특허 총 1758 건을 분석 대상으로 하였다.[표 3]

<표 3> 특허분석 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국, 미국, 일본, 유럽, 중국	WIPSON	~ 2017	공개특허공보 및 등록특허공보 전체문서

(2) 분석대상 기술 및 검색식

연구동향 분석 결과를 바탕으로 한 기획위원 회의를 거쳐 도출된 기술을 기초로

하여 분석대상 기술 분류를 확립하였으며, 플라즈마 공정 예측 제어모듈 기술 분야에서 OES 기술, 오염입자 감지 기술, 플라즈마 정보인자 측정 기술, 및 공정 제어 및 데이터베이스 관리 기술에 대하여 조사하였으며, 각각의 분류에 따른 검색개요는 [표 4]에 나타내었다.

<표 4> 분석대상 기술 분류 기준

대분류	중분류	소분류	기술정의	검색개요 (기술범위)
공정진단	OES 기술 (AA)	OES 및 SP-OES 장비 기술 (AAA)	광방출 스펙트럼을 분석하는 물리적 장치에 관한 기술	OES 및 SP-OES 장치에 관한 기술내용이 구체적으로 기재
		OES를 이용한 플라즈마 공정 기술 (AAB)	광방출 스펙트럼의 분석 결과에 기반한 플라즈마 공정 관련 기술	전반적인 플라즈마 공정의 사항에 OES 장치가 이용되는 기술내용이 기재
		광방출 스펙트럼 분석 알고리즘 기술 (AAC)	광방출 스펙트럼을 분석하는 알고리즘 관련 기술	PCA, PLS 등의 OES 분석 알고리즘 관련 기술내용이 구체적으로 기재
	오염입자 감지 기술 (AB)	레이저 산란 방식 기술 (ABA)	레이저 산란 방식을 이용한 실시간 입자 모니터링(In Situ Particle Monitoring) 기술	플라즈마 공정에서 ISPM(In-situ Particle Measurement)에 관한 기재 혹은 기타 반도체 공정에서 레이저 산란을 이용한 오염입자 감지 기술내용이 기재
		잔류 가스 분석 기술 (ABB)	잔류 가스 분석(RGA ; Residual Gas Analyze)을 이용한 실시간 입자 모니터링 기술	플라즈마 공정에서 RGA(Residual Gas Analyzer) 관한 기재 혹은 RGA 장치에 관한 기술내용이 기재
공정예측	플라즈마 정보인자 측정 기술 (AC)	VI-Probe 기술 (ACA)	전압, 전류, 임피던스, 주파수, 고조파(harmonics)의 등을 검출하는 기술	전압, 전류, 임피던스 등의 플라즈마 정보인자를 측정하여 플라즈마 공정을 제어하는 기술내용이 기재
	Ion Flux Probe 및 SEERS 기술 (ACB)	반응 챔버 내 이온 플럭스, 전자 밀도 등을 측정하는 기술	측정된 전압, 전류로부터 이온 플럭스 등을 도출하는 방법 혹은 이를 획득하기 위한 장치에 관한 기술내용이 기재	
공정제어	공정 제어 및 관리 기술 (AD)	플라즈마 분야 공정 예측 기술 (ADA)	각종 분석 결과를 기반으로 한 플라즈마 공정 제어 및 플라즈마 공정 시뮬레이션 기술	측정된 데이터에 기반한 공정 제어 및 플라즈마 공정을 예측하는 기술내용이 기재
		비플라즈마 분야 공정 예측 및 데이터베이스 관리 기술 (ADB)	플라즈마 분야에 해당하지 않는 타 기술분야의 공정을 제어하는 기술 및 데이터베이스 관리 기술	플라즈마 분야에 해당하지 않는 타 기술분야의 공정을 제어하는 기술 및 데이터베이스 관리 기술내용이 기재

(3) 검색식 도출

연구동향 분석 결과에서 분석된 반도체 장비 제조 기업 중, 시장점유율이 높은 Applied Materials, Inc., LAM Research, Hitachi Ltd을 우선 주요출원인으로 선정하였다. 주요출원인이 출원한 특허 중, 플라즈마 공정진단, 공정예측 및 공정제어 기술과 관련된 특허와 그 특허의 인용 및 피인용 특허를 도출하였으며, 특허 분석을 통해 각 기술 분류별 핵심키워드를 도출하였다. 최종 검색식은 [표 5]와 같다.

〈표 5〉 기술 분류 체계에 따른 검색식

대분류	중분류	검색식
공정진단	(AA)	plasma, process, PECVD, OES, spectrum, wavelength, intensity, PCA, PLS, SVM, endpoint, algorithm, detect, sensor, diagnosis
	(AB)	in-situ, real time, laser, particle, detect, monitor, sensor, diagnosis, contaminant, impurity, reactor, plasma, residual gas, quadrupole mass spectroscopy
공정예측	(AC)	plasma, process, advance process control, detect, monitor, sensor, diagnosis, probe, electron, ion, charged particle, density, flux, temperature, ion-flux, ion-density, electron-flux, electron-density, ion-temperature, flux density, flux-density, impedance, voltage, bias, current, I-V, radio frequency, langmuir
공정제어	(AD)	plasma, etch, deposit, PECVD, simulation, simulator, virtual, model, algorithm, program, predict, data, control, maintain, repair, diagnosis, monitoring

(4) 유효특허 선별

플라즈마 공정 예측 제어모듈 기술 분야에 대한 유효특허 선별 기준을 마련하여 적용하였으며, 최종적으로 선별된 유효특허를 [표 6]에 나타내었다.

〈표 6〉 유효특허 선별 결과

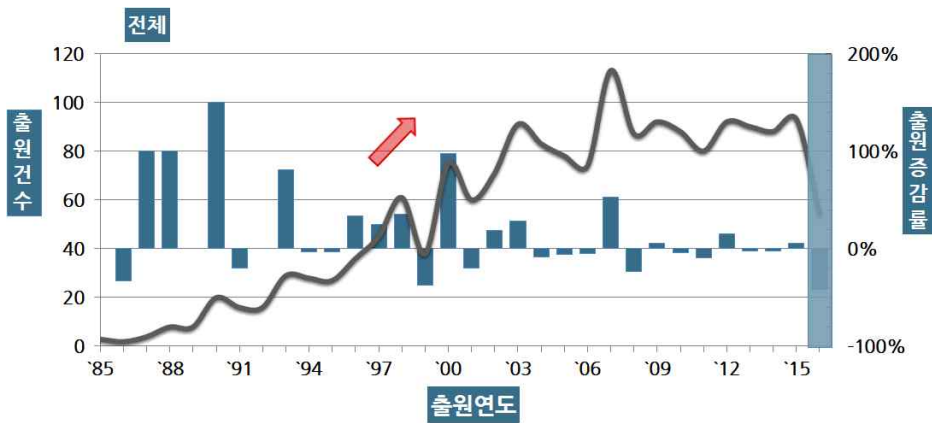
대분류	중분류	소분류	유효데이터 건수					총합
			KIPO	USPTO	JPO	EPO	SIPO	
공정진단	(AA)	(AAA)	54	31	30	6	8	129
		(AAB)	62	77	110	9	42	300
		(AAC)	33	52	41	3	9	138
	(AB)	(ABA)	23	46	52	14	31	166
		(ABB)	8	141	42	36	21	248
공정예측	(AC)	(ACA)	56	106	117	10	80	369
		(ACB)	18	10	25	4	19	76
공정제어	(AD)	(ADA)	47	95	65	6	21	234
		(ADB)	18	50	18	4	8	98
총합			319	608	500	92	239	1758

4. 분석 결과

(1) 연도별 특허 추이

기술 분야 전체의 연도별 특허동향을 살펴보면, '85년 이후 '15년에 이르기까지 꾸준하게 출원건수가 증가하는 경향을 보이고 있다.[그림 5]

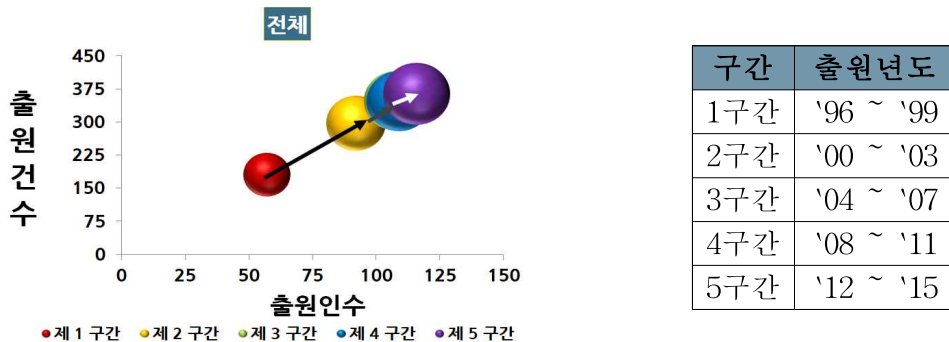
'07년까지 출원건수가 증가하는 경향을 보이나, '07년 이후 출원건수가 감소하였으며, 이는 미국부터 시작된 전 세계적인 금융위기로 인한 영향에 기인한 것으로 판단되며 '11년 이후, 본 기술 분야와 관련된 특허가 90건 내외로 출원되고 있다.



(그림 5) 반도체 공정제어 관련 연도별 특허 추이

(2) 기술시장 성장분석

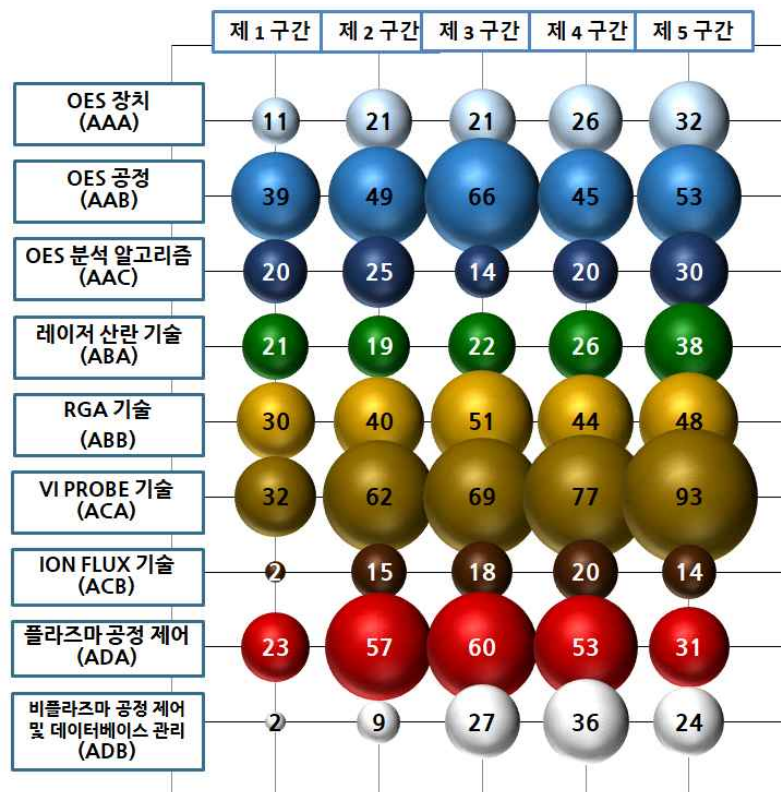
[그림 6]은 기술 분야의 전체 특허 및 국가별 기술시장 성장단계를 나타낸 것으로, 버블의 크기는 출원인의 수의 크기를 나타낸다. 전체 특허의 기술시장 성장단계는 제 1 구간부터 제 5 구간까지 출원건수와 출원인수가 계속 증가하는 성장기의 단계로 파악되었다.



(그림 6) 전체 기술시장 성장단계

(3) 특허 집중도

[그림 7]의 세부기술 분류별 특허 집중도를 살펴보면, (AAA) 기술의 경우 제 5 구간까지 다소 증감은 존재하지만, 출원건수가 증가하는 추세를 보이며, (AAC) 기술의 경우 다변량 분석 기법을 최초로 적용한 특허가 출원된 이후 현재까지 꾸준히 개량되어 발전하고 있다. (ABA) 기술의 경우, 제 1 구간에서 제 4 구간까지 20건 내외로 출원건수가 유지되었으나, 제 5 구간에 들어서 출원건수가 38건으로 증가하였다. 그러나 (ABB) 기술은 제 1 구간부터 제 5 구간까지 다소 증감을 가지며 소정의 출원건수를 유지하는 양상을 보였다. (ACA) 기술은 제 5 구간에 이르기까지 출원 건수가 점차 증가하는 경향을 보였다. (ACB) 기술은 제 1 구간 이후 18건 내외로 출원건수가 유지되고 있으며, (ACA) 기술을 이용하여 플라즈마를 진단하고, 공정을 모니터링 하는 기술의 중요도가 높아지는 것으로 판단된다. 최근 (ACA) 기술을 이용하여 획득한 데이터에 다변량 분석 기법을 적용하여 플라즈마 공정 모니터링의 정확도 향상 및 연산량 감소에 기여하는 바, 분석 알고리즘에 관한 연구의 필요성 또한 증가할 것으로 판단되며, 또한 (ACB) 기술 또한 꾸준한 출원이 이루어지고 있다. (ADA, ADB) 기술의 경우, 제 1 구간부터 꾸준히 출원 건수가 증가하나, 제 5 구간 이전부터 출원 건수가 감소하는 것으로 분석되었다.



(그림 7) 세부기술 분류별 특허 집중도 현황

IV. 특허전략 수립

특허동향 분석에 따른 특허전략 수립을 위하여 수행한 OS Matrix 분석에서는, 분석의 대상이 되는 복수 개의 특허기술들을 해결과제(목적, 행)와 해결수단(구성, 열)을 기준으로 2차원 행렬형태로 분류하고, 각 행렬의 요소에 매핑하여 분석하였다 [표 7].

〈표 7〉 OS Matrix 분석

목적 수단	공정진단			공정예측	공정제어	합계
	EPD 정밀도 향상	SNR 개선	EPD 검출 속도 향상 및 실시간 모니터링	플라즈마 정보인자 획득	이상 감지 공정 제어	
OES	8	2	6		7	23
VI	5			1	9	15
Ion Flux Probe				5	4	9
OES + VI			3			3
OES + Ion Flux Probe						0
VI + Ion Flux Probe						0
합계	13	2	9	6	20	50

결과적으로 광 방출 스펙트럼의 분석과, 이온 밀도 프로브 분석을 복합적으로 병행하여 EPD의 검출과 플라즈마 공정 모니터링 및 공정 제어 목적을 달성할 수 있을 것으로 판단되며, 이온 밀도 프로브로 더 많은 플라즈마 정보인자를 획득함으로써, 플라즈마 공정 예측 및 공정 제어 기술 개발과 관련한 특허전략으로의 활용이 가능할 것으로 분석되었다.

IV. 결론

1. 기술융합과 전략수립

4차 산업혁명에 기반한 스마트 기기의 기술적 진보와 이에 따른 수요증가는 반도체 미세화 공정이라는 패러다임의 변화를 가져오게 했으며, 이로 인해 많은 기술 한계에 직면하게 되었다. 본 연구는 이러한 기술 한계 극복을 위해 논문·특허 데이터를 활용한 플라즈마 식각 및 증착 공정에 대한 공정진단과, 공정 장비의 실시간 신뢰성 평가를 구현에 필요한 기술융합 동향 및 특허동향을 분석하였으며 이를 통해 실시간 공정 이상 판단(FDC, Fault Detection & Classification) 및 공정 제어를 실현하기 위한 연구의 기반이 되는 핵심기술인 OES 기술, 오염입자 감시 기술, 플라즈마 정보인자 측정 기술 및 공정 제어 및 관리 기술로 최종 분석하였다. 중국이 반도체 시장 진입을 시도하고 있으며, 선진국들은 인수합병을 중심으로 시장을 점차 장악하고 있다. 이러한 상황에서 한국 기업이 기존 반도체 및 반도체 장비 시장에 대한 점유율 유지 및 확대하기 위해서는, 공정/장비 개발 및 이를 통한 수율관리 및 공정관리가 중요한 과제로 대두될 것으로 예상된다. 따라서 반도체 장비를 개발하는 국내 업체의 경쟁력은 선진국 기업들에 비교하여 그 기술적 수준이 낮은 상황임을 고려하여, 플라즈마 공정/장비 개발을 통한 제품 생산으로의 연계를 위한 플라즈마 공정 예측 및 제어 기반의 플랫폼 기술 구현은 대학과 국책 연구소를 중심으로 지속적인 연구 개발이 필요하다고 생각된다.

2. 분석방법

논문·특허를 활용한 분석 연구 방법론은 다양한 정보를 활용하여 기술적 트렌드를 반영할 수 있는 효율적 수단이며, 기술융합 분석에 있어 이러한 연구를 빠른 속도로 진화하고 있다. 그러나 인적 의존성에 대해서는 완전히 독립적일 수 없다는 점은 지속적으로 개선되어야 하는 점이나, 다양한 분야 간의 동태적 관점에서의 동향 분석에는 효과적인 방법이 될 수 있을 것이라 생각한다.

참 고 문 헌

- 과학기술정책연구원 (2017), 「키워드 네트워크 분석을 이용한 산업혁명 논의 동향」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 산업정책분석원 (2016), 「차세대 반도체/디스플레이산업의 기술동향과 발전 전략」, 서울: 산업정책분석원.
- 안기현, 양지운, 배근식 (2015), 「반도체 제조공정의 신기술」 대구: 한국산업기술평가관리원.
- 한국과학기술평가원 (2011), 「텍스트마이닝과 네트워크 분석을 활용한 미래예측 방법 연구」, 서울: 한국과학기술평가원.
- 한국지식재산연구원 (2014), 「특허 네트워크와 전략지표 분석을 통한 기업 기술융합 전략 연구」, 서울: 한국지식재산연구원.