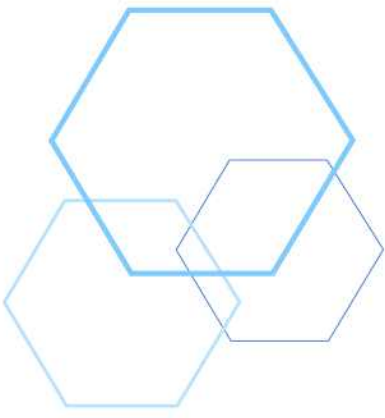




전략제품 현황분석

광계측 및 센서시스템



Contents

❖ 전략 제품

● 광계측 및 센서시스템

1. 개요	6
2. 산업 및 시장 분석	12
3. 기술 개발 동향	19
4. 특허 동향	30
5. 요소기술 도출	40
6. 전략제품 기술로드맵	45



광계측 및 센서시스템

정의 및 범위

- 빛을 생성하는 광원, 광을 송신/수신하는 광학계, 광학측정, 신호처리 기술, 평가기술 등의 융·복합 기술을 기반으로 피 측정물의 광학, 분광학, 물리, 화학 및 생물학적인 양을 추출하는 모듈 및 시스템 분야

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
(세계) 광계측 기기 세계 시장 규모는 2019년 902백만 달러로 연평균 약 5.4%의 성장률과 함께 2025년도에는 1,231백만 달러로 전망, 광센서기기는 2019년 5,480백만 달러의 규모로 연평균 약 13.2%의 성장률과 함께 2025년도에는 9,256백만 달러의 규모로 전망 (국내) 국내 광정밀기기 시장은 2019년 약 6.2조 원에서 2025년 약 9.55조원 규모로 성장할 것으로 전망	- 발전단계상 첨단기술 집약적 산업으로 핵심부품의 기술력이 IT 융합 완성제품의 기능과 성능을 좌우하는 절대적인 선진국 주도형 산업임 - 자동차산업, 전자산업, 로봇산업 등의 핵심부품으로서 차세대 성장산업이며, 전후방 효과가 큰 뿌리산업에 해당됨
정책 동향	기술 동향
- 산업부는 첨단 센서산업 육성을 위해 '15~'20년까지 총 1,508억 원을 지원 10대 핵심 센서소자를 개발·국산화하고, 센서 전문 중견기업 육성 등을 통해 글로벌 경쟁력을 확보 2025년까지 센서 4대 강국(현재 7위) 진입을 목표로 센서 산업계, 학계·연구계 전문가들이 뜻을 모아 긴밀한 네트워크를 구축	- 자동차, 모바일, 웨어러블 등에 활용되는 대표적인 핵심 8대 센서(레이더센서, 물체형상인식센서, 자기IC센서, 자이로센서, 압력센서, 영상센서, 광센서, 바이오메디컬센서)의 도약 - 기술소형화(MEMS 센서), 다기능화(복합 센서), 저전력화(나노 센서) 기술적용 연구
핵심 플레이어	핵심기술
(해외) Bosch, Novasensor, Honeywell, Areescale, Analog Device, AMS, OPGAL Optonics Industries, 아이나노바이오 등 (대기업) 삼성전자 (중소기업) Fiberpro, 아이세스, FBG코리아, SJ포토닉스, 시뮬레이션테크, 한국유지관리, 이제이텍 등	- 중적외선 감지시스템 적용을 위한 광원모듈기술 - 가시광 및 적외선 융합 광계측 영상모듈 기술 - 생체인식을 위한 조명광학계 및 카메라모듈 기술 - 웨이퍼 레벨 적용을 위한 광학센서 제조 및 패키징 기술 - 광계측기 적용을 위한 광섬유 센서 유닛 및 제조 기술

중소기업 기술개발 전략

- 광부품과 모듈, 광센서계측시스템 전·후방간 적합한 적용 연동으로 가치사슬 전체의 최적화 구조 확립
- 광센싱이 필요한 현장의 데이터 수집 최적화 방안 및 데이터 처리, 실시간 모니터링, 분석 최적화
- 센서 수요 산업의 엄격한 요구에 따른 더욱더 정밀화·소형화·저전력화가 가능한 기술개발
- 광계측 및 센서시스템 분야 원천 특허 확보 및 지속적인 투자로 심화된 해외 선진사와의 기술격차를 줄이고 중소기업 자체기술 확립이 필요함
- 융합기술(정밀계측기술+산업기술) 전개에 따른 다양한 종류의 광센싱 계측기 부문에 대한 기술개발 방향성 설정이 필요함

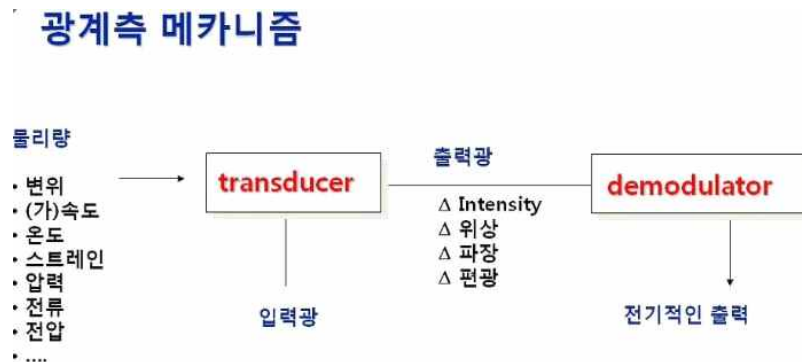
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 광계측 및 센서시스템 분야는 빛을 생성하는 광원, 광을 송신/수신하는 광학계, 광학측정, 신호처리 기술, 평가기술 등의 융·복합 기술을 기반으로 피 측정물의 광학, 분광학, 물리, 화학 및 생물학적인 양을 추출하는 모듈 및 시스템 분야임

[광계측 및 센서시스템 측정원리]



광센서 = transducer(modulator) + demodulator

* 출처 : Vorsprung Druch Technik

- 광계측 및 시험기기는 측정대상물의 측정 결과를 수량화하기 위해 광원을 이용한 각종 센서, 측정 결과를 수치적으로 변환하고 센서를 제어하기 위한 IT 기술, 전술한 기술과 결합한 기구물로 구성
 - 측정방법에 의한 3차원 측정기는 접촉식 측정기, 비접촉식 측정기, 멀티 센서 측정기로 분류
 - 계측 센서로는 레이저센서, 접촉식 변위센서, 비접촉식 변위센서, 압력센서, 온도센서 등이 포함
 - 광학측정기로는 투영기, 현미경, 확대경/루페, 검사거울, 카메라, 영상측정기, 툴프리 세트, 내시경, 변위측정기, 왜곡검사기, 레이저 스캐너 등
 - 파괴검사(destructive inspection)인 재료나 제품이 파괴되기까지 하중, 열, 전류, 전압 등을 가하여 그 특성을 구하는 검사로, 인장시험, 압축시험, 굽힘시험, 비틀림시험, 충격시험, 피로시험 등이 포함
 - 비파괴검사(NDT: Nondestructive Testing)인 재료나 제품을 원형과 기능에 변화를 주지 않고 실시하여 원하는 것을 알 수 있는 검사. 즉 재료나 제품을 물리적 현상을 이용한 특수방법으로 검사 대상물을 파괴, 분리 또는 손상을 입히지 않고 결함의 유무와 상태 또는 그것의 성질, 상태, 내부구조 등을 알아내는 모든 검사를 포함
- 탄소배출 모니터링 시스템은 온실가스인 탄소의 배출저감을 위해 가정, 공장 또는 사업체 경계 내외에서 탄소의 배출량을 모니터링, 측정, 수집, 분석 및 예측하는 시스템임

- 석탄·석유·가스·열전기 등의 에너지 사용량의 검침을 통한 탄소의 배출을 모니터링
- 가정, 공장 또는 사업체 경계 내외에서 배출되는 탄소량을 측정하고 수집하는 시스템
- 다양한 배출원으로부터 수집된 탄소 배출량 상황을 분석하여 기간별 사용자의 탄소배출량 비교 등 탄소 배출량 감축 및 관리가 가능하도록 통계 및 트렌드 분석을 지원하는 시스템
- 탄소의 배출량을 모니터링, 측정, 수집, 분석 및 예측하는 시스템의 구성을 위한 소프트웨어, 서버, 운영체제, 센싱 등 ICT 하드웨어 및 소프트웨어로 구성

[전기전자부품 전략분야 내 광계측 및 센서시스템 위치]

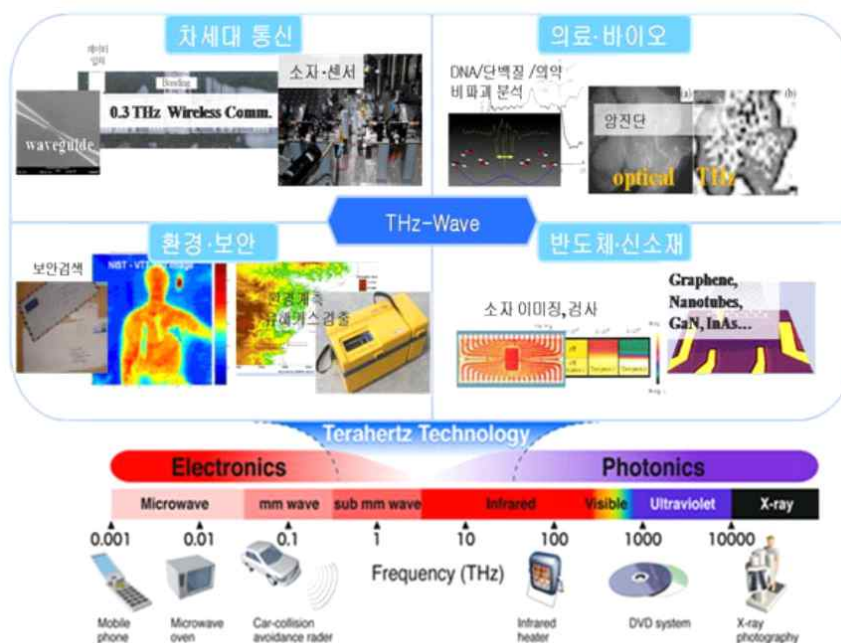


* 자체구성

(2) 필요성

- 광계측 및 센서용 광원은 사회 발전에 따라 다양한 용도의 다양한 물리, 화학, 생물학적 양을 측정하기 위해 다양한 파장을 필요로 하나, 가시광 및 근적외선 광원에 비해, UV 및 중적외선은 개발이 늦어 이를 기반으로 한 광계측/센서 시장은 협소함
- 중적외선 광원은 중적외선 대역의 고유한 특성으로 신기능 광계측/센서 기능을 제공하여 크게 주목받아왔으며 여타 광원에 비해 기술 난이도가 높아 개발이 늦었으나, 근자에 와서 상용화수준의 성능을 가지는 제품이 개발됨
 - 중적외선 광원으로 현재 사용되는 광원은 ceramic rod 또는 coiled wire를 전기적으로 가열하여 얻는 thermal emitter가 주로 사용되고 있으나, 약한 출력과 긴 광학길이 구성에 어려움이 있어 높은 SNR(signal to noise ratio)을 얻기가 힘들다, 현재 개발되고 있는 다른 광원들에 비해 가격 경쟁력을 보유
- THz파는 0.1~10 THz의 주파수를 가진 전자기파의 한 영역으로 적외선과 마이크로파 사이로 빛과 전파의 중간적 특성을 가지며 X선과 달리 인체유해성이 적으면서도 내부 관측이 가능하고 밀리미터파에 비해 파장이 짧아 고화소 카메라를 소형으로 제작 가능하며 유기물들의 결합 에너지에 따라 흡수가 달라져서 조성 분석도 가능함

[테라헤르츠파 기술의 주요 응용분야]



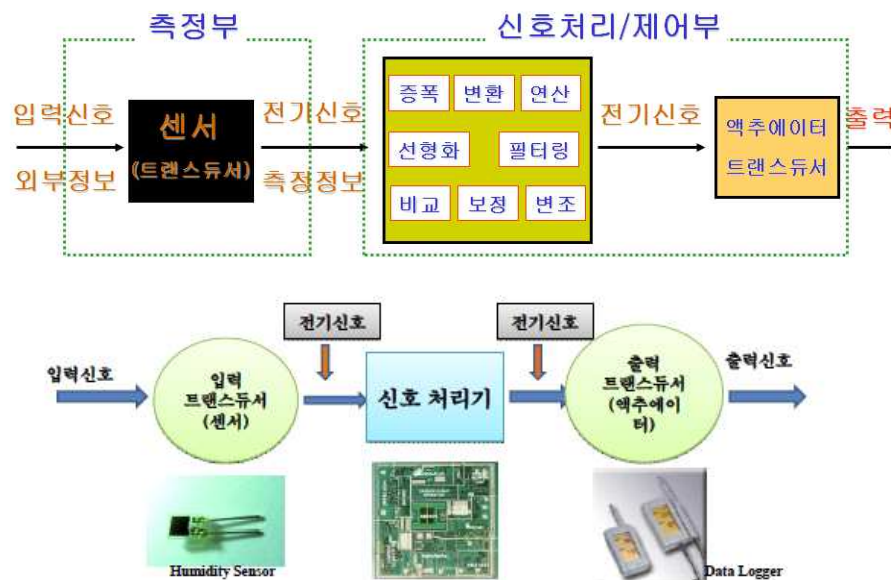
* 출처 : GIST-광주과학기술원 테라파 연구그룹

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 센서시스템은 광의 세기, 온도, 압력 등 목적하는 양을 효과적으로 검출하여 얻어진 신호를 전기적 신호로 변화하는 과정이 필요하기 때문에 변환기능을 가진 물질 또는 소자의 단독 혹은 복수의 조합으로 구성되어 분류됨
- 인간의 오감에 의해 주위의 상태와 모습을 알게 되는 것처럼 센서는 시스템에서 감각기관의 역할을 함

[센서시스템의 개념도]



* 출처 : <https://sites.google.com/site/tenseaelect/college/mechatronics/senseouigibonteugseong>

- (가치사슬) 공급구조는 크게 부품(중기업, 소기업)→완제품(대기업, 중기업)→최종 수요기업(대기업)의 3단계로 구분되며, 수요산업과의 협력과 수요자의 요구에 맞춘 제품개발이 산업성장에 중요한 요소임

[광계측 및 센서시스템 분야 산업구조]

후방산업	광계측 및 센서시스템	전방산업
광부품, 금속제품, 기계부품, 생산설비, IoT 통신연동 모듈, 고신뢰 모니터링 장치	측정기기, 시험기기 자동화기기, 센서 네트워크 시스템	헬스케어산업, 플랜트산업, 농수산물산업, 보안 산업, 자동차/조선 산업, 우주항공산업, 에너지 및 플랜트사업 등

(2) 용도별 분류

- ☐ 자동차, 모바일기기, 로봇, 환경, 국방/보안, 의료기기, 가전기기, 산업/계측기 등 다양한 분야에 적용되고 있음
- 최근 스마트폰에 고화질카메라, 모션센서, 지자기센서 등 10여개 이상 탑재되고 바이오, 지능형 물류, USN등 새로운 분야로 적용이 확대되어 가고 있음
 - 소형화·저가격화, 소재 다변화, 기능화·자동화 등의 기술이 접목 되면서 초소형, 고성능, 다기능(지능형) 센서시스템으로 발전하고 있음

[용도별 분류]

용도	세부 내용
헬스케어산업	광기술을 통한 생체정보 인식, 환자상태 실시간 센싱, 동작 센싱 등의 정보를 유무선 통신 기능을 통하여 전달하고 분석하여 서비스에 활용하는 데 사용되는 관련 센서
보안 산업	- 소형화된 스마트 광센서로 전문가가 아닌 개인도 쉽게 사용할 수 있는 진단·검사 기기의 개발이 가능 - 바이오·나노 기술과의 융합은 센서의 민감도 및 측정의 정확도를 향상시켰고, 반도체 및 MEMS 기술의 도입으로 초소형의, 독자적 판단력을 지닌 센서 및 계측기술이 등장
플랜트산업	- 다양한 광센서 및 디바이스 정보 수집, 분석을 통하여 이벤트를 처리하고, 가상시스템 설계를 통한 플랜트 시뮬레이션 환경 구축 - 고장 예지 보전, 실시간 모니터링이 가능한 플랜트산업 및 스마트공장 구축에 필요한 핵심 센서들과 광계측 시스템 관련 기술
자동차산업	- 거리 및 공간 스캔 기능을 갖는 센서를 융·복합화 하여 3차원 공간을 정밀 스캐닝하며, 높은 거리 분해 능력을 가지는 광학 시스템 설계 기술 - 장애물 검출을 위한 고속 영상처리 기술 등의 융합 기술이 집적된 첨단 광기능 센서

◎ 기술별 분류

[광계측 및 센서 분야 핵심기술]

인간의 기관	인간의 감각	센서의 종류	센서 소자의 일례
눈	시각(빛)	광센서	광도전 소자, 이미지센서, Photo-Diode
귀	청각(소리)	음향센서	마이크로폰, 압전소자, 진동자
피부	촉각(압력) (온도) (습도)	진동 센서 온도 센서 압력 센서	Strain Gauge, 반도체 압력 센서 백금/NTC 서미스터, Thermopile, T/C 저항형/용량형 습도센서
혀	미각(맛)	맛 센서	pH센서, 전기화학센서, 바이오센서
코	후각(냄새)	냄새 센서	가스센서, Zirconia 소자, 알코올센서
오감이 아닌 센서		중력 센서 자기 센서	자이로효과(진동자이로), 가속도 센서 Hall 소자, Radar, SQUID

□ (분류) 감지대상, 감지방식, 구현기술, 집적도 등에 따라 분류

- 감지대상 : 물리센서, 화학센서, 바이오센서 등
- 감지방식 : 광학식, 전기화학식, 압저항식, 정전용량식, RF식 등
- 구현기술 : 기계식, 반도체, MEMS, 나노, 바이오 등
- 집적도별 : 단순센서, 전자식센서, 집적센서, 디지털센서, 지능형센서 등
- 스케일별 : 센서소재, 센서소자, 센서모듈, 센서시스템 등

□ 측정 및 계측기기는 제품 분류 관점에서 실험용 분석기기, 전자 계측기기, 물성 측정기기로 분류

[활용 기기별 분류]

제품분류	상세 내용
실험용 분석기기	• 분리 분석 장치, 분자 분석 장치, 원소 분석 장치, 물리 또는 화학 분석용의 기기
전자 계측기기	• Multimeter, Power Pmeter, Frequency counter, Universal counter, 오실로스코프, 스펙트럼 분석기와 기타 전기적 양의 측정 또는 검사용의 기기
물성 측정기기	• 비파괴 검사장비, 기계적 특성 장치, 재료의 경도, 항장력, 압축성, 탄성 또는 기타 기계적 성질의 시험용 기기

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 타 산업에의 적용 및 융합을 통해 기존의 가치를 증대

- 광계측 및 센서시스템 산업은 가치 향상산업, 차세대 성장산업, 수출유망 부품산업, 선진국 주도형산업, 첨단지식산업 등의 특징을 지님
 - 타 산업에의 적용 및 융합을 통해 기존의 가치를 획기적으로 증대 시키는 가치 향상산업임
 - 자동차산업, 전자산업, 로봇산업 등의 핵심부품으로서 차세대 성장산업이며, 전후방 효과가 큰 뿌리 산업임
 - 발전단계상 첨단기술 집약적 산업으로 핵심부품의 기술력이 IT 융합 완성제품의 기능과 성능을 좌우하는 절대적인 선진국 주도형산업임
 - 기술집약적인 고부가가치산업이자 고용창출효과가 큰 첨단지식산업임

[광계측 및 센서시스템 산업의 범위]



* 출처 : 센서 산업의 범위(전자부품연구원) © 특허뉴스

- 세계 센서 시장은 IT융합의 진전으로 센서 사용이 급증하고 센서의 첨단화 추세에 따라 시장이 급성장하고 있으나, 국내 산업의 경쟁력은 선진국 대비 매우 취약한 상황
 - IT융합의 진전으로 센서가 대부분 기기의 핵심부품으로 대두되어 센서산업의 경쟁력 확보가 국가 산업경쟁력 강화의 필수 요소

- 고효율 고품질 스마트공장 센서 및 화상처리 기술의 경우, 선진국과의 기술 격차가 매우 커서 해외 제품에 대한 의존도가 높고, 그 결과 센서 적용 제품의 고가화가 발생하여 다양한 분야의 제품에 대한 가격 경쟁력 하락
 - 중소기업들의 원천 기술 개발에 대한 투자는 제품의 가격 상승이라는 부담으로 원천 기술 개발 진행이 어려우며, 시장 수요의 강한 Needs에 의해 개발 투자가 가능하지만, 정부 지원과 정책 과제를 통한 개발 환경 여건 조성이 절실히 필요함
 - 스마트공장 센서 및 화상처리 기술 산업은 장치 위주의 산업으로 고가의 제품이라도 품질의 신뢰도가 높고 시장에서 검증된 측면에서 선진국 제품을 구매하고자 하는 경향이 강함
 - 저가격 고효율 고성능 제품은 해외 수입 의존도가 높으므로 세계 최고수준의 제품 국산화와 원천 기술의 확보를 통한 다양한 분야에 파급력을 높여야 하며, 이를 통해 품질 경쟁력 확보 및 수출경쟁력 확보 가능

[스마트 센서 적용 도메인]



* 출처 : ZDNet, 미래부

◎ 글로벌 업체에 주도되는 센서기기 시장

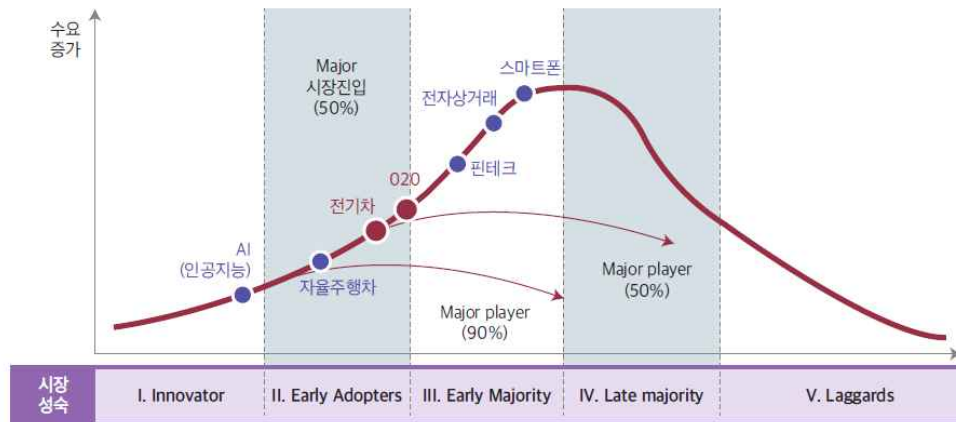
- 해외 센서기기 시장을 보면, 미국의 경우, 정부 주도하에 센서기술을 핵심기술로 선정하여 그 개발을 강력하게 추진하고 있으며, 이론적 고찰을 기반으로 국방 및 우주개발과 의학용 센서에 센서기술을 집중적으로 활용하고 있음
- 국내 계측기 시장은 세계 5위의 시장을 가지고 있으나 국내 수요의 70% 이상을 수입품이 점유하고 있는 실정이어서, 엄청난 무역적자를 기록하고 있음
 - 선진 외국 제품과의 경쟁에서 열위의 평가를 받고 있는 주요 원인은 계측기 핵심기술의 부재로 인한 제품의 성능 열세, 부품수입에 의한 부가가치 상실, 마케팅 전략의 부재 및 전문 마케팅 인력 부족으로 인한 시장 미확보 등임

[제품분류별 경쟁자]

공급망 단계	광계측 및 센서		
주요 내용	스마트 적외선 센서	테라헤르츠 광모듈	의료용 바이오센서
주요 제품/기술	단백질 칩, 보안감시 카메라, SPR센서, 면역칩, 보안검색, 야간경비, 특수조명, 에너지 절전용 동작감시모듈, 인체감시 모듈, 식품결함검사, 자동차 나이트비전, 온도감지모듈, 산업용 비전검사기기, 기타 등		
해외 기업	FLIR systems(미국), DRS(미국), NEC(일본), ULIS(프랑스), SCD(이스라엘), Raytheon(미국), Seek Thermal(미국)	Agiltron(미국), INO(캐나다), NEC(일본), Leti(프랑스), Terasense(미국), Longwave Photonics(미국)	존슨앤존슨(미국), 애보트(미국), 로슈(다국적), 마쓰시다(일본), 베링거인겔하임(독일)
국내 기업	아이쓰리시스템, 유우일렉트로닉스, 소모IR, 콕스, 토피스, 한화탈레스, 현대로템, 영풍전자, 옵트론텍	마인즈아이, 소모에너지, 팬옵틱스, 바텍, 고영, 원텍	LG화학, 네오딘, 바디텍메드, 바이오니아, 바이오메드포토닉스, 파나진, 바이오코아

- ☐ 광계측 및 센서 산업에 대한 영향력은 센서는 사물인터넷을 대표하고, 이를 이용한 광계측기기는 의료용, 산업용으로 급속히 침투할 것이라고 예측함. 이러한 센서기반 광계측기기 산업이 소비 패턴에 변화를 야기할 것이라고 함. 또한 창업 활성화 및 신제품·서비스 창출로 생산성이 증가될 것으로 예측
- ☐ 광계측 산업은 전자, 항공, 자동차, 의료, 군수 등 전통 산업에 IoT 산업의 신규시장을 창출할 것으로 기대하며, 기술 집약형 산업구조화에 기여
- ☐ 광계측 및 센서산업으로 인해 제조업과 정보통신기술(ICT)의 융합 등 새로운 산업 형태가 창출되고 있음. 또한 전자, 자동차, 의료 산업에 센서는 필수적으로 장착될 것이며, 이들 간의 통신서비스도 스마트폰과 접목될 것으로 예상
- ☐ 광계측은 정밀도가 매우 높아 고분해능의 온도센서, 보안감시를 위한 적외선 센서, 적외선보다 긴 파장을 감지하는 테라헤르츠파 센서, 의료용 광바이오 센서 등을 중심으로 기술이 발전될 것으로 전망함
- ☐ 광계측 및 센서산업의 영향으로 1) 4차 산업혁명의 전환점이 되는 IoT 연결 고리가 될 것이며, 2) 제조업과 정보통신기술(ICT) 융합 등 기존기술의 융복합의 산업 형태가 생기며, 3) 센서 기술플랫폼 기반으로 다양한 형태의 센서의 출현과 4차 산업혁명의 핵심기술로 대두될 것이며, 4) 자동차 및 전자산업의 굵직한 산업의 핵심에 자리매김할 것으로 예측
- ☐ 광통신, LED로 대변되었던 광산업의 키워드를 기술플랫폼이라는 새로운 기준점을 잡을 것으로 예상되며, 광원/적외선/테라헤르츠의 기술키워드로 이동하면서 새로운 기술혁신이 생길 것으로 예상

[광계측 및 센서의 활용에 대한 글로벌 스마트제품 사이클, Global Market]



* 출처 : Strategy(삼성증권)

- ☐ 독일은 현재 4차 산업혁명의 중심에 서 있는 국가로, 제조업의 혁신을 위해 ICT와의 융합으로 사이버물리시스템 기반의 인더스트리4.0을 가동하고 있음. 또한 사물인터넷 및 클라우드 등 초연결성에 기반을 둔 플랫폼기술의 발전으로 새로운 스마트비즈니스 모델이 등장할 것으로 예측됨
- ☐ 산업, 문화적으로 4차 산업혁명 시대를 맞고 있는 가운데, 센서의 필요성은 플랫폼기술을 바탕으로 발전할 것으로 예측되며, 새로운 시장 및 고용이 창출될 것으로 예상
- ☐ 4차 산업혁명 시대의 ICT 와 제조업의 융합, 빅데이터, 초연결성에 대한 기술적 근간이 바로 광계측 및 센서시스템이 될 것으로 전망

◎ 정책적 지원 강화

- ☐ 산업통상자원부는 「제조업혁신 3.0전략」 실행의 일환으로 센서산업을 미래 주력산업으로 육성하기 위해 산·학·연·관을 포함한 ‘첨단센서 2025포럼’을 발족함
 - 포럼은 운영위원회와 스마트기기, 자동차, 사물인터넷(IoT)·웨어러블, 산업용·스마트공장 등 4개 분과위원회로 구성되며, 각 위원회별로 센서 수요기업, 센서기업, 학계, 연구계 인사들로 구성
 - ‘2025년까지 센서 4대 강국(현재 7위) 진입’을 목표로 센서 산업계, 학계·연구계 전문가들이 뜻을 모아 긴밀한 네트워크를 구축하고, 협력의 장을 마련함
 - 산업부는 첨단 센서산업 육성을 위해 ’15~’20년까지 총 1,508억 원을 지원
 - 10대 핵심 센서소자를 개발·국산화하고, 센서 전문 중견기업 육성 등을 통해 글로벌 경쟁력을 확보한다는 계획
 - * 10대 핵심 센서소자 : 영상센서, 자기센서, 관성센서, 압력센서, 레이더센서, 환경 센서, 광학센서, 적외선센서, 음향센서, 바이오의료센서
 - 산업부가 추진 중인 ‘13대 산업엔진 프로젝트’ 중 자율주행 자동차, 웨어러블 디바이스 등 첨단 센서 산업과 관련성이 높은 사업들과 연계성을 높여 나간다는 계획임

- 이번 사업이 정부 차원에서 첨단 스마트센서를 본격 육성하기 위한 최초의 시도인 만큼, 향후 업계 및 학계의 의견을 적극 반영하여 사물인터넷(IoT) 시대를 대비한 미래 먹거리 산업으로 발전시켜 나갈 계획
- 센서산업 발전의 기반을 조성하기 위해 시험·신뢰성 평가, 시제품 제작 등을 지원 하는 「(가칭)센서 산업화 지원센터」 구축을 별도로 추진
- 나노종합기술원, 전자부품연구원, 한국전자통신연구원 등 센서 관련 장비를 보유한 기관을 지역 거점으로 지정·활용
- 스마트센서 전문기업이 수요(세부분야, 기술수준 등)를 제시하면 이를 바탕으로 국내 대학이 이에 맞는 인재를 양성하는 ‘기업 맞춤형 고급 센서 인력(연간 60여명) 양성’도 본격적으로 추진할 계획
- 센서산업 고도화 전문기술 개발사업
 - 산업기술 경쟁력 강화를 위해 산·학·연이 공동 활용 할 수 있는 핵심 산업기술 분야의 장비·시설 조성을 지원
 - 부품무역 및 제조창업 기반구축, 특수목적형 자동차 튜닝 클러스터, 스마트 제조혁신 기반구축
 - 제조 신기술의 시생산이 가능한 테스트베드를 구축하여 우리나라 대표 스마트공장 고도화를 위한 글로벌 종합지원 허브센터 운영

[13개 산업엔진 프로젝트]

시스템 산업		
• 웨어러블 스마트 디바이스 • 자율주행 자동차	• 극한환경용 해양플랜트 • 고속-수직이착륙 무인항공기	• 국민 안전·건강 로봇 • 첨단소재 가공시스템
소재·부품 산업	창의 산업	에너지 산업
• 탄소소재 • 첨단산업용 비철금속 소재	• 개인 맞춤형 건강관리시스템 • 생체 모사 디바이스 • 가상훈련 시스템	• 고효율 초소형화 발전시스템 • 직류 송배전시스템

* 출처 : 산업통상자원부

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 4차 산업혁명과 함께 스마트센서 산업이 성장하면서 나노/MEMS등 제조기술의 접목을 통해 외부환경 감지를 획기적으로 개선된 센서와 데이터처리, 자동보정, 자가진단, 의사 결정 등의 신호처리가 유기적으로 내장된 지능형 센서시장의 성장과 함께 광계측 및 센서시스템 시장도 성장하는 추세임
- 스마트 시대의 새로운 이슈로 IoT가 떠오르면서 인간과 사물, 서비스의 세 가지 분산된 환경요소에 대하여 인간의 명시적 개입 없이 상호 협력적으로 센싱, 네트워킹, 정보처리 등 지능적 관계를 형성하는 센서 시스템 분야 시장이 성장됨.
- 광계측기 세계시장은 2019년 902백만 달러의 규모를 나타냈으며, 연평균 약 5.4%의 성장률과 함께 2025년도에는 1,231백만 달러의 규모를 나타낼 것으로 전망
 - 기존 통신용 테스트, 반도체 검사장비와 같은 광학테스트 분야뿐만 아니라 군사, 우주항공, 오일/가스, 에너지 등의 분야에 광계측 기술이 접목됨에 따라 점차 시장이 확대되는 추세
 - 광계측기 시장은 광센서, 의료 진단기기, CAD/CAM 기반 생산기기 등의 수요증가와 맞물려 동반성장 하는 추세
 - 전통적인 광통신 분야 외에 생산 분야에서는 자동화 라인의 검사 및 유지보수를 위해서 고정밀 광계측기기를 요구하는 경우가 많아 시장성장을 견인하고 있음
 - 기존 미국, 유럽 등의 선진국은 생산라인을 아시아, 남미 등으로 이전하는 추세로 해당지역 성장률은 증가하고 있음
- 광섬유 센서시장은 2019년 5,480백만 달러의 규모를 나타냈으며 연평균 약 13.2%의 성장률과 함께 2025년도에는 9,256백만 달러의 규모를 나타낼 것으로 전망
 - 광센서는 광섬유센서분야가 전체시장을 견인하고 있으며, 광섬유센서시장은 종류에 따라 포인트 센서 (point sensor)와 분포형 센서(distributed sensor)로 구분되고 시장규모 측면에서 분포형 센서가 포인트 센서의 3배 정도임
 - 광센서 분포형 센서의 주요 응용 분야 중 건설, 토목, 에너지, 항공기 등을 대상으로 한 분야가 가장 큰 시장을 형성하고 있는 것으로 나타나며, 그 외에 군사, 보안, 의료분야도 꾸준히 성장하고 있음

[광계측 및 센서시스템 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	CAGR
광계측기기	902	947	998	1,052	1,108	1,168	1,231	5.4
광센서기기	5,480	5,969	6,521	7,129	8,072	8,177	9,256	13.2

* 출처 : 한국광산업진흥회, 2019

- ☐ 4차 산업혁명으로 인해 광센서 산업에서 빠른 기술변화와 함께 주요기업들은 생산단가 상승이 가장 큰 문제로 다가올 것으로 예상
- ☐ 세계 광센서 제품의 가장 큰 소비산업은 항공우주산업과 국방 산업으로 고신뢰, 고품질의 센서시스템과 높은 수준의 데이터를 수집하는 산업에서 소비될 것으로 전망

(2) 국내시장

- ☐ 국내 광정밀기기는 2019년 62,088억 원의 규모를 나타냈으며 연평균 약 8.8%의 성장률과 함께 2025년도에는 95,537억 원의 규모를 나타낼 것으로 전망

[국내 광정밀기기 시장]

(단위 : 억 원, %)

구분	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	CAGR
국내시장	62,088	67,560	73,514	79,994	87,044	87,810	95,537	8.8

* 출처 : 광산업진흥회 2019 광정밀기기품목별 기술시장동향보고서를 바탕으로 전망치 산정

- ☐ 국내 광계측 및 센서기기 시장은 일부 광 수동 부품을 제외하고 대부분 수입제품에 의존한 시장을 형성하고 있으며 중소기업 위주의 매출형태를 보이고 있음
 - 최근 선진국과 기술격차를 해소하기 위한 R&D의 결과물로 광계측기기 및 센서기기의 국산화가 빠르게 진행되는 추세이기에 수입의존도는 점차 낮아질 것으로 전망

3. 기술 개발 동향

☐ 기술경쟁력

- 광계측 및 센서시스템은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 74.7%의 기술 수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.0년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 63.5%, 기술격차는 2.6년으로 평가
- 일본(97.8%)>EU(87.2%)>한국>중국(66.7%)순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)¹⁾

- 광계측 및 센서시스템은 5.01의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 자동차, 모바일, 웨어러블 등에 활용되는 대표적인 핵심 8대 센서의 도약

- ☐ 최근 자동차, 모바일, 웨어러블 등에 활용되는 대표적인 핵심 8대 센서에 대한 관심이 집중되어 있고 국가적 차원의 지원과 산업화가 집중적으로 진행 중

[8대 핵심 스마트 센서 분야]

센서분야	중분류	주요기능 및 적용 제품(시스템)
레이더센서	2D 레이더 영상 레이더	• 전방충돌방지시스템 자동차, 군수, 보안
물체형상인식센서	PMD 라이더 FPA 라이더	• 3차원 거리 측정 첨단UI/UX 기술, 게임기, 로봇, 가전
자기IC센서	스마트 자기센서	• 회전속도, 각도측정 배터리 감시, 전력모니터링
자이로센서	MEMS 자이로센서	• 3축자이로센서, MEMS 패키징, 9축 모션 SoC 통합형
압력센서	MEMS 압력 반도체 압력	• 자동차용 압력센싱 나노센서 고압/고감도 반도체식 압력 트랜스듀서
영상센서	다파장 영상센서 초소형 영상센서 WDR 영상센서	• 적외선/가시광 WDR 영상센서 로봇비전용 초소형 영상센서 초광대역 이중접합 영상센서
광센서	적외선 Optics Fiber Optics 바이오 Optics	• 적외선 감지건축물 안전진단, 전력기기 진단 산업, 항공, 전력, 의료
바이오메디컬센서	암진단 센서 마이크로 유체칩 모바일용 진단칩 Digital X-ray	• 폐암진단 마이크로유체칩 휴대형 저전력 소모형 바이오센서 디지털 X-ray 바이오센서

* 출처 : IT 융·복합 산업 혁신을 위한 스마트센서 산업육성사업 예비타당성 조사보고서

1) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명 예측

- 우리나라의 스마트센서 기술수준은 영상 센서를 제외하고 선진기업과 큰 차이를 보이며, 대부분 저가의 단순 센서 위주의 생산 활동을 펼치고 있는 것으로 판단
- 주요 스마트 센서(대분류 8대 센서)의 시장 단계는 도입기 (레이더, 관성, Optics, 바이오메디컬), 성장기 (물체 형상 인식, 자기 IC, 압력, 영상)로 분류
 - 미래 융·복합 산업의 경쟁력 저하는 물론, 국내 주력 산업성장이 센서 수입을 부추기는 부작용으로 나타날 가능성이 높은 것으로 예상
 - 주력 산업의 지능화와 미래 신산업 수요에 필수적인 스마트 센서 시장 변화에 대응할 수 있는 체계 마련 및 R&D 투자 강화 필요

[8대 스마트 센서 분야별 국내 기술 개발 동향]

센서분야	동향
레이더센서	일부 센서소자 분야에서는 국내 연구개발 역량을 확보하고 있으나 아직 핵심 센서는 수입 중심으로 추진됨
물체형상인식 센서	아이폰 이후 모든 스마트폰에 사용될 만큼 많이 쓰임에도 불구하고 전량 수입되며, 국내에서 수년 간 개발을 시도했지만 상용화되지 못함
자기IC센서	ST 마이크로, Bosch, ADI, Murata 등이 시장을 주도하고 있으며, 국내 자기IC센서는 전량 수입에 의존하며, 대기업에서 연구를 진행하여 시작품을 제작한 바 있으나 양산에 성공하여 상용화된 사례는 없음
자이로센서	ST 마이크로, Bosch, ADI, Murata 등이 시장을 주도하고 있으며, 국내 자이로센서는 전량 수입에 의존하며, 대기업에서 연구를 진행하여 시작품을 제작한 바 있으나 양산에 성공하여 상용화된 사례는 없음
압력센서	국내 업체에서 일부 국산화를 진행하기는 하였으나, 집적화 및 모듈화를 진행하는 캐피코 등의 경우 센서는 수입에 의존함
영상센서	- 영상센서의 경우 삼성전자와 하이닉스의 기술수준이 해외 선두 업체인 Micron technology, Omni vision 등과 격차가 거의 없음 - 국내에서 화소의 크기 기준으로 1.4 micron까지 개발되고, BSI방식의 최신 기술 출시
광센서	- 국내 광섬유 센서 기술력은 학술적으로는 거의 선진국 수준에 근접해 있으나 상용화와 관련된 기술력은 많은 차이가 있음 - 국내 광섬유 센서 시장이 작아서 벤처기업에서 시작된 몇몇 중소기업에서만 광섬유 센서 개발에 참여
바이오메디컬센서	스마트 바이오메디컬 센서와 관련한 국내 연구개발 역량은 세계 최고의 선진국 연구개발 역량과 비교할 때 20% 수준(나노기술수준평가, KISTI)으로 조사되고 있음
기타	- 아날로그 회로설계는 전문 인력이 부족하고 주요 공정설계에 필요한 반도체 IP 기술을 보유하지 못해 대부분 해외 전문 업체에 용역을 의뢰함 - 생산 공정은 최근에 송도 등의 신규 설비에서 시험 생산은 가능하나, 대량 생산의 경우 해외 선진 업체의 국내 법인에 위탁 생산하는 실정임

* 출처 : IT 융·복합 산업 혁신을 위한 스마트센서 산업육성사업 예비타당성 조사보고서

◎ 기술소형화(MEMS 센서), 다기능화(복합 센서), 저전력화(나노 센서) 기술적용

- ☐ 센서 기술의 주요 이슈는 센서와 회로, 시스템 기술로 구분할 수 있고, 센서는 감지방식과 감지구조가 핵심으로, 주요 이슈로는 고성능화(기계/전기식, 광/전자 센서), 소형화(MEMS 센서), 다기능화(복합 센서), 저전력화(나노 센서) 등이 있음
 - 시스템 분야는 소형화와 대량생산화 등의 패키지 분야의 이슈가 크며, 벌크 시스템 형태에서 SiP(System in Package)로 발전하여 패키지를 층층이 쌓는 MCP(Multi-Chip Package)가 등장
 - 앞으로는 SoC 형태의 MEMS와 CMOS를 직접 집적하는 iMEMS가 등장할 것이며, 나노 기술이 접목되면서 소형화 및 멀티 센서로 진행될 것으로 전망

◎ 생산자 중심에서 사용자 중심으로 변화 및 융합기술의 전개

- ☐ 분석 및 측정기기는 생산자 중심에서 사용자 중심으로 변화 중
 - 생산자, 장치, 기능 중심에서 사용자, 콘텐츠, 감성중심으로 변화하고 있는데, 이는 개성과 감성을 중시하는 소비자를 만족시키기 위해 대량 생산에서 대량 맞춤체제로 전환되고 있다는 것이며, 과거 공업계량 중심의 계측기기가 냄새, 슬픔 등 감성지수형 계측기기로 변모, 산업의 미래가치 창출과 잠재적인 경쟁력을 선점하기 위한 방향으로 바뀌고 있다는 것을 보여주고 있음
- ☐ 새로운 형태의 가상 계측가치 상품의 등장
 - 가상 계측기, 계측 데이터 거래소, 계측 콘텐츠와 GE사의 네트워크를 이용한 전 세계 발전소 감시 및 제어 시스템과 같은 글로벌 계측 데이터 네트워크 시스템 체제 출범으로 인한 나노, 정보, 네트워크 중심의 Open&Global 기술경쟁력 시대에 진입하였음
- ☐ 융합기술(정밀계측기술+산업기술) 전개
 - 국가경쟁력이 양극화되어가고 있는데, 미국 농무성의 'Precision Agriculture Program'과 같이 인공위성을 이용한 자연농업의 플랜트 화와 정밀계측기술 기반 확보를 통한 제조기술 부가가치의 원천장악이라는 신산업체제 확보로, 새로운 부를 선점하기 위해 세계 우수기업들이 노력하고 있음

◎ 개별센서별 특화된 기술의 증대

- ☐ 센서들은 기계 조작과 창고 관리, 공정 제어 등 제조업에 중요한 역할을 담당하고, 기계 조작 및 창고 관리에 있어서 충돌사고와 위험 지역 예방용으로 센서 기술의 수요가 높음
 - 비 접촉식 감지 센서는 센서를 오염에 노출시키지 않고 측정하는 데 사용됨
 - 수동 적외선(Passive Infrared Rays, PIR)센서는 목표물로부터 방출된 적외선과 움직임을 감지하는 비 접촉식 센서

- 신크라(Synkera)의 전자 코(Electronic Nose, E-nose) 나노센서는 식품 안정성 및 산업 가스 누출 감지를 위해 사용되는 8x8 어레이로 64개의 센서가 하나의 어레이 형태로 종합적인 가스 정보를 감지하는 제품
 - 다양한 산업 부문에서 위험한 가스 누출 감지를 위해 가스 센서가 필요함
- 센시리온(Sensirion)의 온습도 센서는 온도 센서 기능을 하는 CMOS 위에 폴리머로 된 습도 센서 구조체를 함께 통합해 온도와 습도를 동시에 측정하는 제품
- 신기능 터치 센서는 기존 멀티 터치에서 더 나아가 여러 신호를 필터하고 RISC(Reduced Instruction Set Computer)로 소프트웨어를 처리해 기능을 구현
- 최근에는 플렉서블과 웨어러블이란 기술적 화두로 섬유 형이나 인쇄형 센서 기술이 결합되고 있음

☐ 적외선 센서 기술

- 적외선 센서는 주변 환경의 물체를 감지하는 데 사용되는 전자 감지 기기로 적외선을 발사하거나 물체로부터 적외선을 감지함
- 장애물 감지, 가스측정 및 감지, 온도 및 습도 측정에 활용되기도 하고, 지게차 같은 운송 수단에 적외선 센서를 활용해 창고 내부에서의 충돌을 방지
- 가공업에서 온도 모니터링 및 조절을 위해 주로 사용되며, 움직이는 물체의 열을 측정하는 등 광범위하게 활용됨
- 적외선 분광광도계(FTIR)는 매우 민감해 윤활유의 낮은 습도도 감지 가능

☐ 나노센서 기술

- 나노센서는 나노 크기(10억 분의 1미터)의 구조물을 이용해 제작됨
- 나노센서는 ppb(미량 함유 물질 농도 단위)범위에서 화학/가스 물질의 미세 입자를 감지할 수 있을 만큼 민감도가 매우 높음
- 나노센서 기술은 화학 산업에서 오일 및 가스, 화학물질 누출 감지에 상당한 잠재력을 보유
- 민감도가 매우 높은 초소형의 나노센서는 더 높은 휴대성과 신뢰성을 제공하고, 대규모 모니터링 네트워크 환경에 설정되어 산업 안전에 상당히 큰 기여를 할 것임

☐ 광전센서 기술

- 광전센서는 리시버로부터 반사되거나 난반사되는 빛을 감지하는 LED와 포토다이오드가 내는 빛을 보유
- 물체의 근접 정도(거리) 및 존재 유무, 색깔 등 다양한 감지 모드를 보유하고 있음
- 장거리에서도 감지할 수 있어 생산중인 제품들의 움직임도 효과적으로 제어할 수 있음

□ 라이다(LIDAR) 센서 기술

- 원격 광학 감지기술인 라이다는 목표 물체를 비추기 위해 레이저 진동을 이용하고 광검출기를 활용해 물체에서 되돌아오는 시간을 측정함
- 물체의 거리와 위치, 모양, 높이, 너비를 정확하게 측정하고 이렇게 얻은 데이터들을 바탕으로 주변 환경을 고해상도로 상세하게 보여줌
- 수차 흡수형 라이다(Differential Absorption LIDAR, DIAL)기술은 탄화수소가 매우 높은 지역의 오일 및 가스 분자 함량을 감지하는 데 사용됨
- 라이다 기술은 산업 계획과 감시용 3D 표면 지도를 만드는 데 사용되어 표면 지도화가 가능하게 함
- 고해상도 이미지로 광석의 존재를 감지하는 채광조사와 터널을 자세히 분석하고 모델링 하는 데 사용됨

□ 웨어러블 센서 기술

- 웨어러블 센서 기술은 감지, 통신, 컴퓨팅 활동과 같은 다양한 기능들을 수행하는 인체 착용형 전자기기로 센서와 초소형전자공학(Microelectronics), ICT가 융합된 기술
- 센서 및 통신 기술 융합은 산업 분야에서 실시간 개인 모니터링을 가능하게 함

□ 가스센서 기술

- 가스센서 기술은 산업보건 및 안전성, 산업공정 제어용으로 사용됨
- 산업용 가스감지 기술의 주요 방식에는 전기화학 센서, 금속산화물 반도체 센서, 적외선 센서, 촉매비드 센서, 광이온화 센서가 있음
- 자동차 배기가스, 보일러 자동제어, 채광, 소방/감지, 실내 외 대기오염 모니터링 등 광범위하게 사용됨

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- ☐ Bosch, Novasensor, Honeywell, Areescale, Analog Device 등 글로벌 기업들이 센서 및 스마트 센서 R&D를 주도
 - 자동차용 센서의 경우, Bosch, Freescale, Analoge Device, BEI Tech 등 현재 약 40개 이상의 글로벌 기업이 경쟁하고 있으며, 가격, 신뢰성, 크기, 정밀도 등이 주요 경쟁요소
 - 의료용 센서의 경우, Novasensor, Honeywell, Measurement Specialities 등의 기업이 전 세계 시장의 50% 이상을 차지하고 있으며, 안전성인, 장수명, 신뢰성, 정밀도, 가격 등이 주요 경쟁요소
 - 항공/군수용의 경우, Honeywell, BEI Tech, Colibrys 등 현재 약 15개 이상이 R&D 및 생산에 참여하고 있으며, 검출범위, 충격 방지, 저전력, 장기 안전성 등이 주요 경쟁요소
 - 민수용 센서의 경우, Analog Device, ST Micro, Freescale, Hitachi, Bosch 등 현재 약 15개 이상의 글로벌 기업이 경쟁하고 있으며, 가격, 정밀도, 크기 등이 주요 경쟁요소
- ☐ AMS AG(독일)
 - 스마트폰과 같은 각종 모바일 기기에서부터 스마트 홈 및 빌딩, 산업 자동화, 의료 기기에 이르기까지 다양한 분야에 사용되는 광센서를 생산하는 기업임
 - 휴대폰, TV, 태블릿, 컴퓨터 모니터와 같은 디스플레이 기반 제품에 사용되는 광센서를 제조 및 판매 중임
- ☐ 옴갈 옵트로닉스 인더스트리(OPGAL Optronics Industries Ltd.)(이스라엘)
 - 1983년에 설립된 옴갈 옵트로닉스 인더스트리는 산업용 적외선 카메라와 열 이미지 안정성 시스템을 개발하고, 오일 및 가스 산업의 열악한 환경에서 일시적인 유독 가스 방출 및 누출을 감지하기 위한 'EyeCGAs' 라는 소형 광학가스 이미징 카메라를 개발 중임
 - EyeCGAs는 가스 누출 위치를 확인하기 위해 이미지에 GPS 데이터가 포함되며, 오일 및 가스 산업에서 정유공장, 채광, 지하저장탱크, 전송파이프, 해양석유 굴착장치를 모니터링하는 데 사용됨
- ☐ Fedex(미국)
 - 물류기업 Fedex는 기온, 습도 등에 취약한 물품을 안전하게 배송하는 노하우를 결집하고 'Senseaware'라는 기기를 개발
 - 환경 및 위치센서로 구성된 Senseaware는 배송하는 물품에 부착되어 실시간으로 정보를 수집하고 이상 징후 발견 시에 즉각적으로 조치할 수 있는 솔루션 비즈니스와 연동
- ☐ 아이나노바이오(INanoBio Inc.)(미국)
 - 2007년에 설립된 아이나노바이오는 가스 누출 감지용 나노와이어 센서를 기반으로 한 전계효과 트랜지스터(Field Effective Transistor, FET) 센서를 개발
 - 이 나노센서 기기는 외부기준 전극과 재측정이 필요한 기존의 pH 감지기기를 대체할 수 있음

- 산업 연료와 공정제어 시스템에서 낮은 농도의 수소와 산소를 감지할 수 있음
- 산업 연기와 배기가스 감지를 위해 높은 온도를 견딜 수 있는 나노센서 개발을 계획 중

☐ 나노 엔지니어드 애플리케이션(Nano Engineered Applications Inc.)(미국)

- 2010년에 설립된 나노 엔지니어드 애플리케이션은 고체상태의 전기 감지와 나노물질의 결합시킨 칩으로 가스를 감지할 수 있는 '누마(Nuuma)'를 개발
- 누마 통합 칩 플랫폼은 비행 중 실시간으로 가스를 ppb농도로 감지할 수 있고, 누마 칩 기기는 차세대 나노기술 기기로, 가스를 감지하기 위한 단일 벽 탄소 나노튜브를 포함하고 있음
- 누마 칩은 실시간으로 대기오염 수준을 감지하기 위해 스마트 워치와 같은 스마트 웨어러블에 통합될 수 있고, 칩 기반의 가스 감지는 위험 지역 산업 근로자들에게 가스 누출 또는 방출을 실시간으로 감지할 수 있게 하는 웨어러블 시스템을 강화시킴

☐ 레이 시스템(RaE Systems Inc.)(미국)

- 레이 시스템은 Honeywell 계열사로서 산업 가스 누출의 위험 및 보안용 가스감지 솔루션 시스템에 있어 선두기업임
- 레이 시스템은 광이온화 탐지기와 무선 방사선 탐지 기술을 개발하고 있고, 독성의 산업가스와 휘발성 유기화합물(VOCs)을 감지하는 무선 휴대용 모니터 및 다중 위험 감지 시스템인 에이리어레이 플러스(AreaRAE Plus)를 개발함
- 이 제품은 1미터 범위 내에서 108dB의 다중 신호를 보내며, 위험 모니터링 알고리즘인 알로하(ALOHA)로 구성된 실시간 모니터링 시스템을 통해 무선으로 결과 데이터를 지속적으로 기록함

☐ 스마트캡 테크놀로지(SmartCap Technologies Pty Ltd)(오스트레일리아)

- 2009년에 설립된 스마트캡 테크놀로지는 근로자의 피로상태를 측정해 알려주는 스마트 웨어러블 기술인 스마트캡을 개발하였고, 여기에는 사용자 피로도를 측정하기 위해 향상된 센서 알고리즘과 통합 이동식 스마트 프로세서가 장착됨
- 이 제품은 데이터가 동기화되지 않아도 실시간으로 데이터를 저장시킴

☐ 세계 센서시장은 IT융합의 진전으로 센서사용이 급증하고 센서의 첨단화 추세에 따라 시장이 급성장하고 있으나, 국내 산업의 경쟁력은 매우 취약한 상황

- 국내 기업은 첨단 센서에 대한 기술력 부족과 일반 센서의 가격경쟁력 취약으로 인해 선진기술 보유국과 가격경쟁력을 앞세운 중국의 중간에 위치한 샌드위치 상태
- 센서기술은 미국, 독일 등 일부 선진국을 중심으로 스마트 센서에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 첨단센서의 경쟁력을 타 산업 분야 경쟁력의 핵심으로 인식하여 집중 지원하고 있음

☐ 온실가스 배출 모니터링 시스템은 다양한 배출가스를 계측하는 Emission Monitoring System(EMS)라 통칭되는 시장에 포함될 수 있으며 관련 시장은 아직까지 확실한 독과점 플레이어는 없으나 글로벌 대기업 등 많은 참가자로 경쟁이 가속화 되고 있음

- ABB, AMETEK, Emerson Electroc Co, General Electric Co, Siemens AG 등이 주요 플레이어로 활동

(2) 국내 플레이어 동향

- ☐ 국내 센서 산업의 경우 삼성전자 등 일부 대기업을 제외하고는 대부분의 기업이 영세
 - 상당수의 기업이 수입된 센서를 기반으로 제품의 후가공, 조립, 패키징에 의한 모듈 생산에 의존
 - 일부 품목을 중심으로 칩과 프로토 타입이 개발되고 있지만, 기술 격차도 상당한 수준인 것으로 나타남
- ☐ 국내 센서 산업은 기반기술 부족으로 센서 칩을 수입한 뒤 모듈화해서 공급하는 수준에 그치고 있음
 - 직접 칩을 개발해도 시험·평가할 수 있는 생산 시설이나 테스트 기관이 없는 상황이며, 기술 특허는 양적·질적 모두 글로벌 평균 이하인 상황임
 - 휴대폰용 이미지센서가 세계 센서시장 생산량의 1.7%를 차지했지만 이후 새로운 성장동력이 없는 실정
- ☐ 광센서 분야 국산화 현황
 - 현재까지 국내 기술개발은 대학 및 기초연구기관 위주로 학제적 연구 기반으로 발전
 - 광섬유센서의 경우 GIST, 한양대, 부산대, 한국광기술원, KIST 등 대학 및 연구기관에서 광섬유 격자형 (FBG: Fiber Bragg Grating) 광센서에 대한 연구를 진행
 - 광섬유격자형 광센서에 대한 상용화는 이제이텍, 바이텍 등 국내의 토목 및 구조물 계측 시장에 서 일부 적용하고 있는 실정이나, 핵심부품을 수입하여 패키징 하여 판매하는 기술 종속 형태
 - 그 밖의 광센서 업체들은 포화된 시장에서 신규 기술개발 및 상용화에 대한 대처 어려움으로 저가격화에 의한 기존 시장의 점유율 확대로 고전
 - 광섬유 브릴루앙 센서, 광섬유 라만 센서, 평탄형 광회로 기판 센서 등 고부가가치형 지능형 광센서에 대한 연구는 지속 진행 중임
 - 광센서 시스템에서 센서 헤드의 일부 국산화는 이루어졌지만, 전적으로 수입에 의존하고 있는 광센서 계측분석기에 대한 국내 기술개발을 이용한 국산화 및 산업화가 시급한 실정
 - 광센서 분야 기술 개발은 센서 모듈 및 시스템 일부에 국한되고 있으며, 대학 및 연구소에서 개발된 기술의 상용화에 대한 지원 필요 및 핵심 광학부품에 대한 고려를 해야 함
 - 국내 광계측 및 센서기기 분야 산업은 원천기술, 자본, 설비, 인력 등 모든 측면에서 선진국에 비해 뒤쳐져 있으며, 그 정도는 평균 2~3년 정도인 것으로 인식되고 있음
- ☐ 광계측기
 - 광산업 분야별의 10%~15% 정도의 수요가 광학장치 및 광계측기이고, 특히 광정밀기기의 경우는 광계측기가 85~90%정도를 차지하고 있음
 - 국내 계측기 산업은 선진국의 기술격차를 극복하지 못하고 있으며 중국 등 후발산업국의 저가격 화 공세에 노출되어 경쟁력 약화가 가속화되고 있는 실정

- 특히, 고성능 및 고부가 가치 분야인 계측산업에 있어서는 미국, 일본, 독일 등 선진국에 기술적 종속이 심화되고 있으며, 센서 분야에서도 기술 독점 현상이 개선되지 않고 있음
- 현재 센서 산업의 필요성, 중요성은 날로 증가하는데 반해, 국내 기술경쟁력은 국내 대학 및 연구소 일부에 국한되고 있어 산업화 기술 완성도 부족 및 제반 여건 미흡 등으로 산업화에 어려움이 있음
- 부품 조립, 패키징 기술은 선진국 수준이나 핵심 부품 기술이 해외 기술의 절반 수준에 불과함. 시스템 운용 및 집적화 기술은 선진국 대비 3년 이상 격차가 있음

[최근 광섬유센서 및 계측기 관련 국내업체 동향]

기업체명	최근동향	분야
Fiberpro	• FBG 센서 신호처리 시스템 상용화 • 다양한 광부품 기술 보유	광부품/ 계측기/ 광센서/ 광계측응용
아이세스	• FBG 계측시스템 및 센서 모듈 기술보유	
FBG코리아	• FBG 센서 모듈 특허 다수 보유	
SJ포토닉스	• FBG 센서 모듈 및 FBG 계측시스템기술보유	
시물레이션테크	• 선박용 FBG 계측시스템, BOTDR 계측시스템 개발	
한국유지관리	• FBG 센서 모니터링 시스템의 현장적용을 위한 상용화 기술 개발에 주력	
이제이텍	• 안전진단용 광계측시스템 사업화 • Smartec과 같은 외국회사와 협력관계	
일신테크	• 광융착 접속기/광섬유 절단기 특허 다수보유	
이노인스트루먼트	• 광융착 계측기 관련 기술 다수 보유	

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[광계측 및 센서시스템 분야 주요 연구조직 현황]

기관	소속	연구 분야
부산대학교	전자공학과 포토닉스연구실	• 전류 센서, 튜너블 레이저, 광통신 디바이스 등
한국과학기술원	전기 및 전자공학부	• 반도체 광소자/전자소자 • Infrared Detectors • Advanced Sensors and Optical Network 등
한국광기술원	광분포센서연구센터, 지능형광센서연구센터	• 배열형/분포형 광센서 부품/시스템 • 레이저 센서 및 광반도체 기반 광센서 • 광학센서 부품/시스템
한국전자기술연구원	나노융합기술연구센터	• LED, 마이크로 LED, 광소자 기술 및 광응용 등

(2) 기관 기술개발 동향

☐ 부산대학교

- 건축물 구조 모니터링에 대한 수요 증가에 대응하여 기술적 해결책을 제시하기 위한 광섬유센서를 개발

☐ 한국과학기술원

- 펄스 레이저 기반 계측의 근본적인 성능을 개선하기 위하여 신호원의 타이밍 지터 원인 및 억제에 대한 연구와 계측 분해능을 개선하는 연구를 진행

☐ 한국광기술원

- 광섬유 기반의 비접촉 레이저 초음파 시스템 개발을 통해 국소 생체조직에서의 광음향 신호발생과 생체조직의 물리적/광학적 특성과의 연관성을 규명하고, 이를 바탕으로 생체조직의 탄성도 및 광흡수 분포 영상화 방법을 연구
- 온도, 진동, 변형 검출을 위한 광섬유 신경망 센서 모듈 및 시스템의 개발 요구사항을 분석하고, 이에 따라 구성 모듈 설계 및 시스템 기초 성능 검증을 진행함

☐ 한국전자기술연구원

- RF 신호 발생/수신 모듈의 문제점 및 개선점 평가하고, RF 신호 발생/수신 모듈 기구의 구조를 최적화하여 RF 신호 Phase Noise 및 수신 감도 특성을 개선함. 또한, 전도사 및 폴리머 기반의 생체신호 센서를 개발하고 송신 안테나의 배치 및 flexible 수신 안테나의 최적화 연구를 진행

◎ 국내 광계측 및 센서시스템 관련 선행연구 사례

[국내 선행연구(정부/민간)]

수행기관	연구명(과제명)	연도	주요내용 및 성과
부산대학교	공진 주파수 다중화 기술을 이용한 광섬유 레이저 센서 : 건축물 구조 모니터링 기술의 보편화를 통한 안전도시 건설	2018 ~ 2021	- 공진 주파수 다중화 기술을 통한 광섬유 레이저 센서 기술 개발 - 저반사 동일 파장 광섬유 격자를 감지하기 위한 레이저+센서 구성 - 전-광(electro-optic) 기반 센서 메커니즘
한국과학기술원	펄스 레이저 기반 초고분해능 계측을 위한 전광섬유 타이밍 지터 안정화 기술 개발	2018 ~ 2021	- 펄스 레이저의 타이밍 지터 원인 분석 및 억제 - 전광섬유 기반 초고분해능 물리량 계측 기술 개발
한국 광기술원	광섬유 기반 비접촉 레이저 초음파 기술을 통한 국소 생체 조직의 탄성도 및 광흡수 특성에 대한 연구	2017 ~ 2020	- 광섬유 기반의 다파장/펄스폭 가변 펄스 광원 개발 및 비접촉 광섬유 기반 초음파 측정 센서 개발 - 펄스 광원 특성과 시료의 물리적/광학적 특성에 따른 레이저 초음파 발생의 이론적 및 실험적 연구 - 열팽창(thermal expansion)에 의해 발생된 광음향 신호의 진동주파수, 감쇄, 전파속도 측정을 통한 생체조직의 탄성도에 대한 연구 - 파장별 레이저 초음파 신호 발생 및 측정을 통한 국소 생체조직의 광흡수 특성 연구 및 국소 생체조직의 탄성도 및 광흡수 분포 영상화
한국 광기술원	광섬유 복합 물리량 검출용 핵심 모듈 및 시스템 개발	2020 ~ 2023	- 복합 물리량(온도, 진동, 변형) 검출용 광섬유 신경망 센서 핵심 모듈 및 시스템 개발 - 장거리/고분해능 통합 검출용 광섬유 신경망 시스템 플랫폼 현장 실증
한국 전자기술 연구원	사물인터넷/스마트공장/안전 산업 수요대응 첨단센서 활성화를 위한 고신뢰/지능화/공정 기술 개발	2015 ~ 2021	- IoT 센서 양산 테스트용 RF 신호 발생/수신 모듈 개발 - 생체신호 및 IoT 적용 센서 전원기술 - 광섬유 온도센서, 광음향 점도센서, 광전류 센서 제품화기술 개발 - 대면적 MEMS센서 설계·공정 기술개발 - 웨이퍼레벨 패키징·테스팅 기술 개발
경북대학교	고분자/고분자 거대이종접합 기반 근적외선 센싱 플렉시블 유기 광트랜지스터 기술 개발	2018 ~ 2021	- 착체화가 가능한 전자주계형 단량체 합성 및 착체화를 통한 장파장화 기술 개발 - 근적외선 흡수 착체형 고분자 합성 및 고분자/고분자 거대이종접합 나노층 개발 - 플렉시블 수평구조 근적외선 센싱 유기 광트랜지스터 제작 및 고분자 분자량 최적화
(주)전원테크	분포형 광섬유 온도감지센서를 이용한 자동화재탐지시스템 개발	2020 ~ 2022	지하 공동구, 터널, 지하 주차장 등 지하 공간에서 자동으로 화재탐지를 위해 장거리의 광섬유를 설치하여 신호를 측정하고 분석하여 조기에 화재 발생 여부를 감지할 수 있는 시스템을 개발
(주)에스제이 시스템	산소포화도 센서용 광소자의 생산성 향상을 위한 측정 공정 자동화 시스템 구축	2019 ~ 2020	- 자동화 장비를 통한 공정 개선 - 자동 측정 공정 시, 작동 오류가 없는 측정 메커니즘 구축

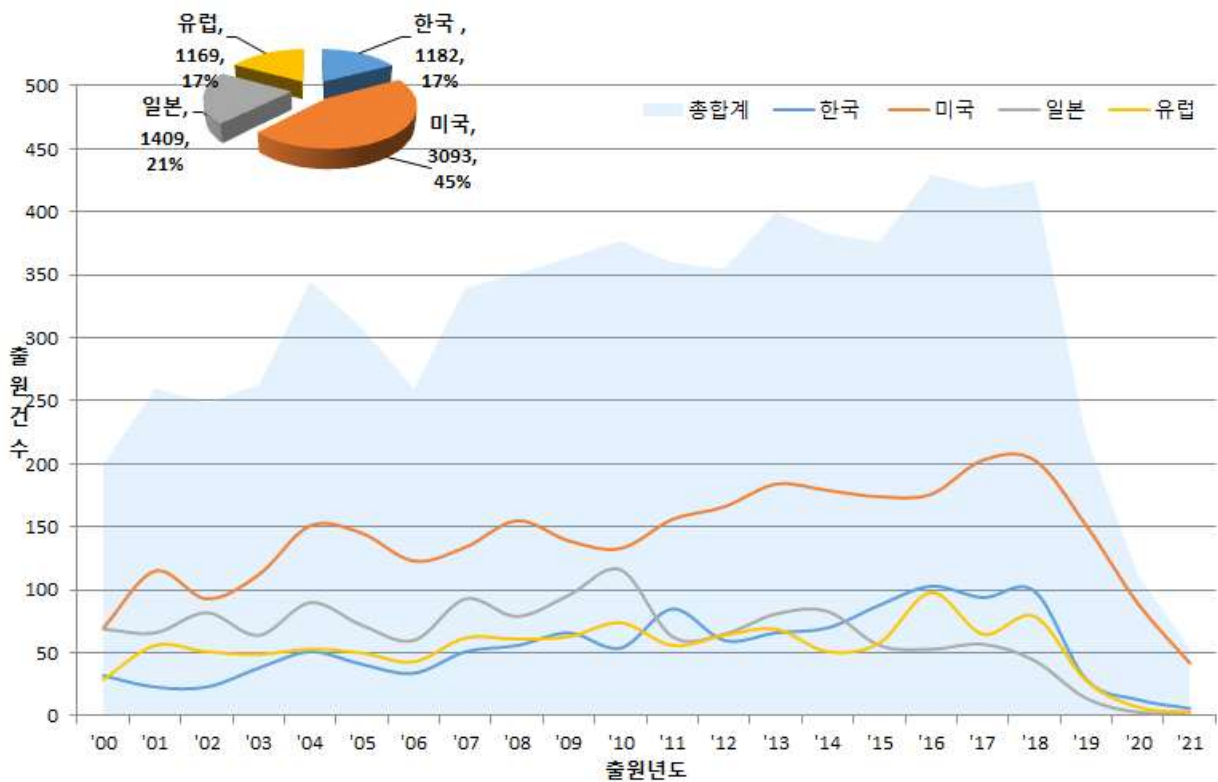
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 광계측 및 센서시스템의 지난 22년(2000년~2021년)간 출원동향²⁾을 살펴보면 '05~'06년 구간을 제외하면 전반적으로 꾸준한 증가세를 보이고 있음
 - 각 국가별로 살펴보면 미국이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있으며, 일본은 2010년 이후 출원규모가 감소한 것으로 나타나고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 전체의 45%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 광계측 및 센서시스템 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 일본은 21%, 한국과 유럽은 17% 순으로 나타남

[연도별 출원동향]

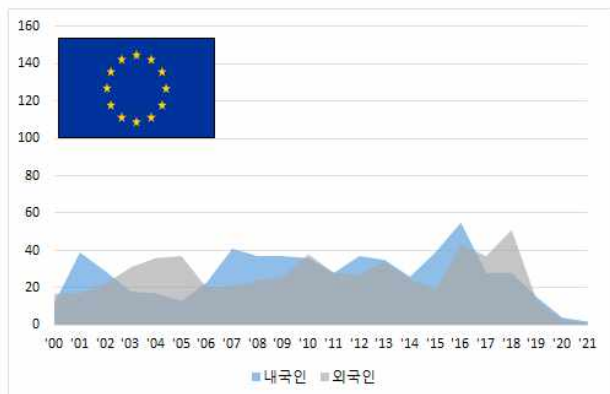
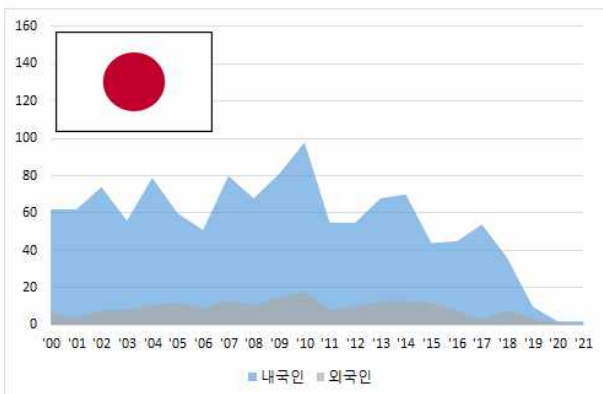
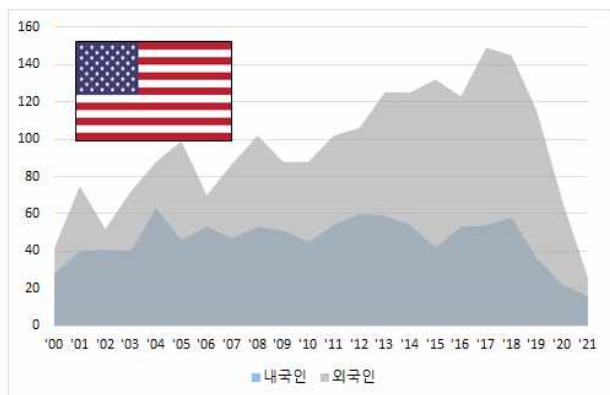
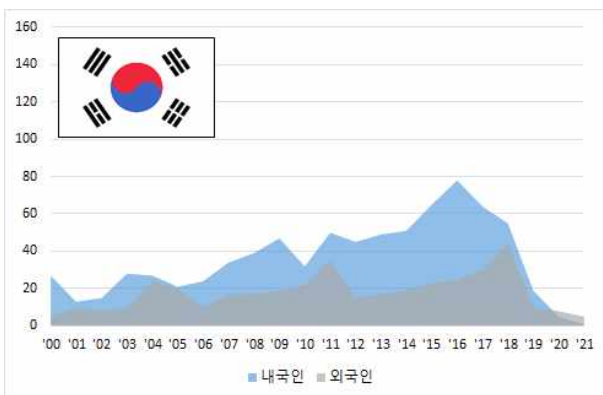


2) 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터가 존재하여 2020, 2021년 데이터가 적게 나타나는 것에 대하여 유의해야 함

(2) 국가별 내·외국인 출원현황

- ☐ 한국의 출원현황을 살펴보면 2000년대 초반까지 연간 30건 내외의 출원이 이어지다가 2003년 이후 출원이 꾸준히 증가하는 추세
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 미국의 출원 수에 비해 40% 정도의 수준을 보임
- ☐ 미국의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 미국의 경우, 한국에 비해 외국인의 출원 비중이 큰 것으로 나타남
- ☐ 유럽의 출원현황을 살펴보면 연간 출원건수에 있어서는 한국과 유사하나 전체적인 흐름은 눈에 띄는 증가세 없이 일정 수준이 유지되고 있음
- ☐ 일본의 출원현황은 2010년까지 연간 60건 이상의 출원건수를 유지하였으나 그 이후 출원건수가 다소 감소한 것으로 나타나 향후 추이를 좀 더 지켜볼 필요가 있음

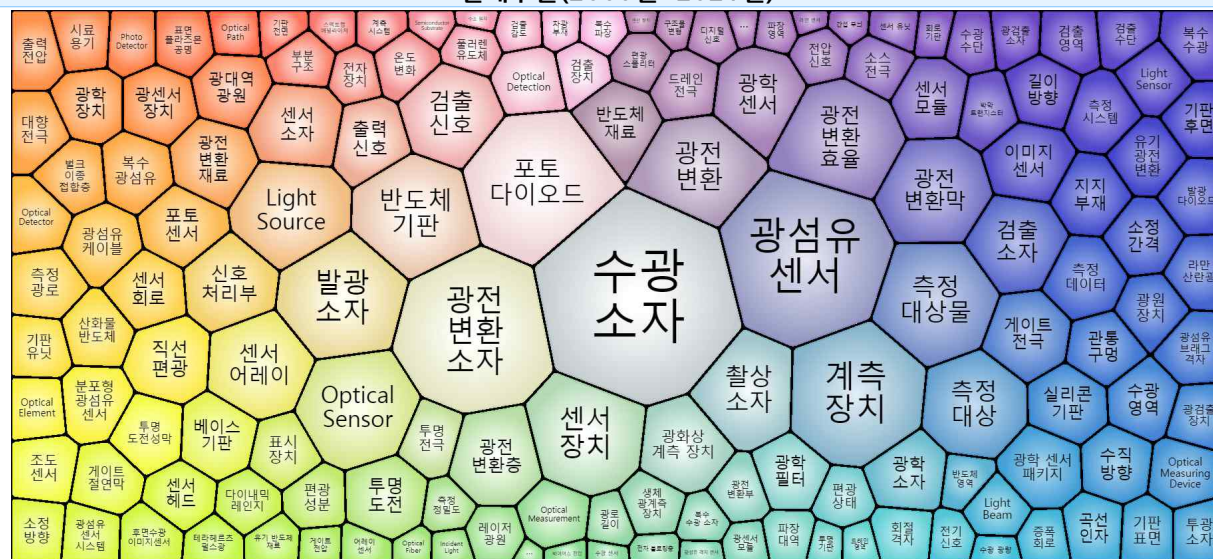
[국가별 출원현황]



☐ 광계측 및 센서시스템 기술에 대한 구간별 기술 키워드 분석을 진행하였으며, 전체 분석구간에서 수광 소자, 광섬유 센서, 광전 변환 소자, 포토다이오드, 계측 장치, 등 광계측 및 센서시스템 관련 기술 키워드들이 다수 도출됨

- 최근 분석구간에 대한 기술 키워드 분석 결과, 최근 1구간에는 Optical Sensor, Light Source, Optical Measurement, 수광 소자, 광전 변환 효율, 광전 변환 소자, 등의 키워드가 도출되었으며, 2구간에서는 Optical Sensor, Light Source, 수광 소자, Optical Measurement, Optical Detection, Light Sensor, 등 1구간의 주요키워드와 유사한 키워드가 도출됨

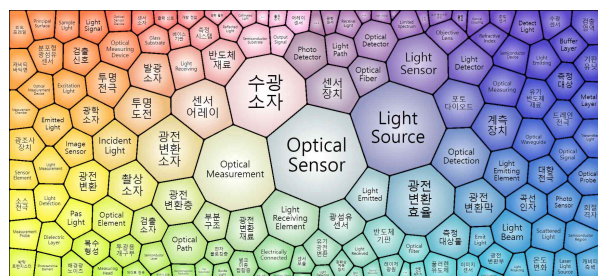
전체구간(2000년~2021년)



- 수광 소자, 광섬유 센서, 광전 변환 소자, 포토다이오드, 계측 장치, 발광 소자, 광전 변환 효율, 센서 장치, 반도체 기판 측정 대상물

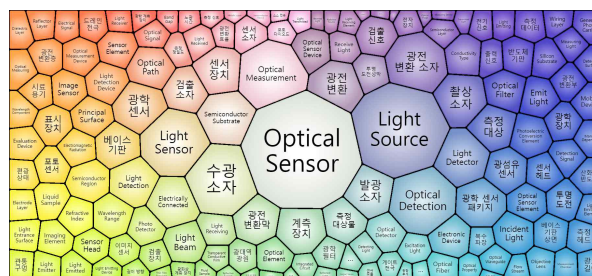
최근구간(2013년~2021년)

1구간(2013년~2016년)



- Optical Sensor, Light Source, Optical Measurement, 수광 소자, 광전 변환 효율, 광전 변환 소자, Light Sensor, Light Receiving Element, 센서 어레이, Optical Detection

2구간(2017년~2021년)



- Optical Sensor, Light Source, 수광 소자, Optical Measurement, Optical Detection, Light Sensor, 광전 변환 소자, 계측 장치, Semiconductor Substrate, Light Detector

(2) 기술-산업 현황 분석³⁾

- ☐ 광계측 및 센서시스템 기술에 대한 Subclass 기준 IPC 분류결과, 재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료 조사 분석(G01N), 전기적 고체 장치 관련 반도체 장치(H01L) 등 다수의 특허가 분류되는 것으로 조사됨
- ☐ KSIC 산업분류 결과, 다수의 특허가 물질검사, 측정 및 분석 기구 제조업(C27213) 및 전자 감지장치 제조업(C26295) 해당산업으로 분류되는 것으로 조사됨

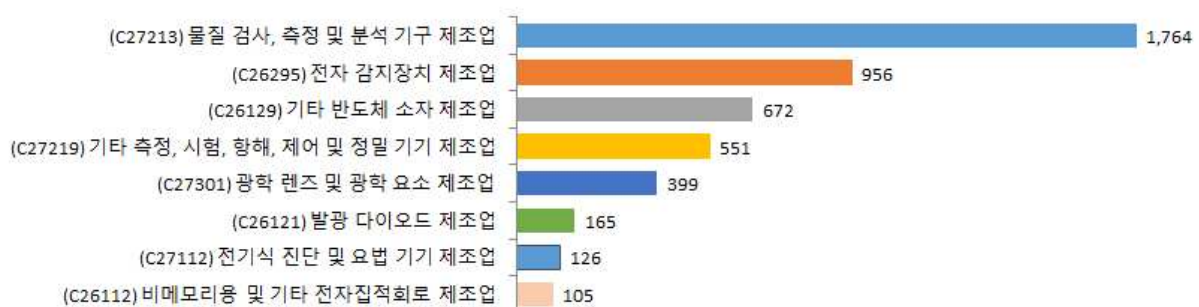
[기술-산업 분류 분석]

IPC 특허분류별 출원건수



▪ (G01N) 재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석(면역분석 이외의 효소 또는 미생물을 포함하는 측정 또는 시험 방법 C12M , C12Q)	2,073
▪ (H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	1,724
▪ (G01J) 적외선, 가시광선 또는 자외선의 강도, 속도, 스펙트럼, 편광 또는 위상 또는 펄스의 측정; 색의 측정; 방사온도측정 [2]	1,291
▪ (G01B) 길이, 두께 또는 유사한 직선치의 측정; 각도의 측정; 면적의 측정; 표면 또는 윤곽의 불규칙성 측정	814
▪ (G02B) 광학요소, 광학계 또는 광학장치	525

KSIC 산업분류별 출원건수



▪ (C27213) 물질 검사, 측정 및 분석 기구 제조업	1,764
▪ (C26295) 전자 감지장치 제조업	956
▪ (C26129) 기타 반도체 소자 제조업	672
▪ (C27219) 기타 측정, 시험, 항해, 제어 및 정밀 기기 제조업	551
▪ (C27301) 광학 렌즈 및 광학 요소 제조업	399

3) 해당제품 특허데이터를 대상으로 위스 보유 기술·산업·시장 동향 분석 플랫폼 'Build' 활용

다. 주요 출원인 분석

- 광계측 및 센서시스템의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 일본 및 한국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 일본의 Hamamatsu Photonics인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 Hamamatsu Photonics와 제 2 출원인인 삼성전자가 주도적인 출원 수를 보임
- 광계측 및 센서시스템 관련 기술로 광학 분야를 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서도 대기업 및 연구기관에서 활발한 출원이 이루어짐

[주요출원인 동향]



(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석⁴⁾☐ Hamamatsu Photonics

- 일본 기업으로, 광계측 및 센서시스템과 관련하여, 분광 특성이 향상된 반도체 광 검출 소자에 특화된 204건의 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 7170143 (2004.04.22)	Semiconductor photo-detection device and radiation apparatus	크로스토크 발생을 양호하게 억제할 수 있는 반도체 광검출 소자 및 방사선 검출 장치	13	13
US8916945 (2010.02.15)	Semiconductor light-detecting element	근적외 파장 대역에 충분한 분광 감도 특성을 가지고 있는 반도체 광검출 소자	45	55
US9419159 (2013.11.06)	Semiconductor light-detecting element	근적외 파장 대역에 충분한 분광 감도 특성을 가지고 있는 반도체 광검출 소자	15	55

☐ FUJIFILM

- 일본 기업으로, 광계측 및 센서시스템과 관련하여, 130건의 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP5520560 (2009.09.29)	광전 변환 소자, 광전 변환 소자 재료, 광센서 및 촬상 소자	유기 광전 변환막을 이용한 광전 변환 소자로서, 특히 광전 변환 효율이 우수한 광전 변환 소자 및 고체 촬상 소자	22	7
JP5557663 (2010.09.13)	광전 변환 소자 및 그 제조 방법, 광센서 및 촬상 소자 및 이들의 구동 방법	소자를 가열 처리했을 경우에도 암전류의 증가폭을 작게 할 수 있는 광전 변환 소자 및 이를 구비한 촬상 소자	65	31
US9140652 (2013.03.05)	Light measurement method and measurement apparatus using an optical field enhancement device	광증강 효과를 이용해 미약한 광을 증강해 검출하는 측정 방법 및 장치	6	5

4) 최근 출원특허 중, 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

□ Seiko Epson

- 일본 기업으로, 광계측 및 센서시스템과 관련하여, 검출 정밀도를 향상시킬 수 있는 광센서에 특화된 81건의 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP4127243 (2004.05.24)	광센서, 광센서의 판독 방법, 매트릭스형 광센서 회로 및 전자기기	기생 용량의 영향을 적게 하여 수광 소자의 출력을 반영한 값을 정확하게 얻을 수 있는 광센서	7	7
JP6291897 (2014.02.21)	광 측정 장치, 인쇄 장치 및 화상 표시 장치	다른 장소에서 유도된 복수의 광을 1개소에서 측정할 수 있는 광 측정 장치, 인쇄 장치 및 화상 표시 장치	8	4
US7256383 (2005.04.12)	Optical sensor circuit, method of processing output signal of the same, and electronic apparatus	수광 소자 자신에 의한 노이즈나 암전류에 의해 검출 정밀도의 악화를 방지한 광센서 회로, 광센서 회로의 출력 신호 처리 방법	9	4

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석⁵⁾

□ 삼성전자

- 광센서 및 표시장치, 광검출 소자 등과 관련하여 한국과 미국을 위주로 164건의 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
KR0997977 (2004.01.12)	광센서 및 이를 이용한 표시 장치	노이즈에 강하며 그레이 레벨을 안정되게 출력할 수 있는 광센서	5	5
KR0601964 (2004.09.07)	다채널 다중 컬러 측정을 위한 광검출장치 및 이를 채용한 다채널 시료 분석기	한 개의 광검출 소자를 사용하여 다채널 시료를 고속으로 여러 가지 파장에 대해 측정이 가능한 광검출장치	7	5
KR1906974 (2011.04.25)	광센싱 장치 및 그 구동 방법	광센싱 화소 내의 광센서 트랜지스터와 스위치 트랜지스터가 각각 동일한 구조의 산화물 반도체 트랜지스터로 이루어지는 광센싱 장치	6	5

5) 최근 출원특허 중, 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

☐ 삼성디스플레이

- 광계측 및 센서시스템 기술과 관련된 특허 32건을 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US8497461 (2011.03.07)	Light sensor circuit and driving method thereof	광 감지를 수행하는 프레임 기간을 복수의 서브 프레임으로 분할하여 구동함으로써, 감지 가능한 주변광의 범위를 확장하고 낮은 조도에서의 분해능을 향상시키는 광 감지회로	4	6
US9520510 (2014.11.21)	Embedded optical sensors using transverse Fabry-Perot resonator as detectors	파장과 방향에 특정하게 반응하여 렌즈 없는 이미지 처리를 가능하게 한 감지기, 높은 정도의 각도 선택성을 가지는 광학 광센서	8	7
US10079326 (2016.03.04)	Optical sensor and method of manufacture	적외선 영역 파장의 빛만이 통과할 수 있도록 하는 광 감지 센서	3	3

☐ 한국전자통신연구원

- 광계측 및 센서시스템 기술과 관련된 특허 28건을 출원하고 있는 것으로 조사됨

[주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
KR0670828 (2005.12.12)	적외선 레이저 레이더의 영상 신호를 검출하기 위한 광검출기 및 그 제조방법	금속 배선을 평탄화된 표면에 배치하여 배열을 단순화시킬 수 있는 광검출기	2	4
US7244923 (2005.09.21)	Surface emitting laser device including optical sensor and optical waveguide device employing the same	표면방출레이저의 광 출력 성능에 영향을 주지 않고 넓은 파장 대역 응답이 가능한 양질의 광 감지기를 독립적으로 구동할 수 있는 광감지기	5	6
US9171996 (2013.07.23.)	Low-voltage high-gain high-speed germanium photo detector and method of fabricating the same	저전압, 고이득, 및 고속의 광검출	14	5

라. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석⁶⁾

- ☐ 광계측 및 센서시스템에 대한 시장관점의 기술독점 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 8로 독과점 정도가 매우 낮은 것으로 분석되며, 주요출원인에 의한 출원점유율이 높지 않아 초기 시장형성 단계로 판단되어 기술개발을 통한 시장진입이 필요할 것으로 전망됨
- ☐ 국내시장에 있어서 중소기업의 특허점유율은 29.02으로, 광계측 및 센서시스템에서 중소기업이 어느 정도 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타나나, 전체 출원건수가 많지 않은 초기 시장으로, 중소기업은 자체기술 개발 또는 연구기관과의 공동 개발을 통한 시장진입 준비가 필요할 것으로 판단됨

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요출원인 집중력	주요출원인 출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	Hamamatsu Photonics(일본)	204	3.0	3	
	삼성전자(한국)	164	2.4	5	
	FUJIFILM(일본)	130	1.9	7	
	Seiko Epson(일본)	81	1.2	8	4
	Omron(일본)	76	1.1	10	
	Denso(일본)	73	1.1	11	
	SONY(일본)	67	1.0	12	
	Konica Minolta(일본)	66	1.0	13	
	SHARP(일본)	62	0.9	13	
	한국전자통신연구원(한국)	49	0.7	14	
	전체	6,853	100%	CR4=8	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	343	29.0	29.02	중소기업
	대기업	152	12.9		
	연구기관/대학	293	24.8		
	기타(외국인)	394	33.3		
	전체	1,182	100%	CR중소기업=29.02	

6) 상위 몇 개 기업의 특허점유율을 합한 것으로, 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우(CR1 지수는 50 이상일 경우, CR2 또는 CR3 지수는 75 이상일 경우) 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

CRn(집중률지수, Concentration Ratio n) = (1위 출원인의 특허점유율) + ... + (n위 출원인의 특허점유율)

(2) IP 경쟁력 분석7)

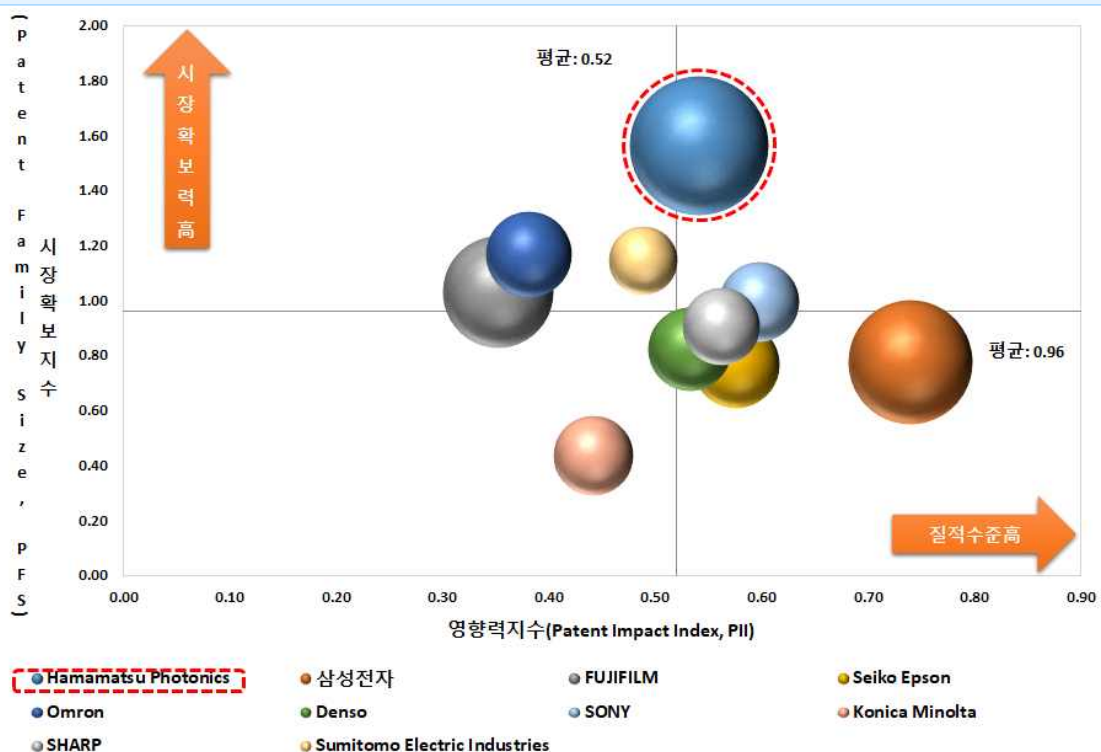
- 광계측 및 센서시스템의 주요출원인들의 IP 경쟁력 분석결과, Hamamatsu Photonics의 기술영향력 및 시장확보력이 높은 것으로 분석됨

■ Hamamatsu Photonics : 영향력지수(PII) 0.54 / 시장확보력(PFS) 1.57

- 1사분면으로 도출된 Hamamatsu Photonics의 특허가 시장확보력 및 질적 수준이 높은 특허, 즉 기술적 파급력과 상업적 가치가 큰 것으로 해석됨

[주요출원인 IP 경쟁력 분석]

IP 경쟁력(기술성 v. 시장성)



Hamamatsu Photonics

- (US 7170143) Semiconductor photo-detection device and radiation apparatus
- (US 8916945) Semiconductor light-detecting element
- (US 9419159) Semiconductor light-detecting element

- * 영향력지수(Patent Impact Index, PII): 다른 경쟁주체의 기술수준이 고려된 특정한 주체의 '상대적인' 기술적 중요도 또는 혁신성과의 가치 정보가 포함된 기술수준으로, 특허의 피인용 횟수를 특정 기술분야 내에서의 상대적인 값으로 전환시킨 지수임
- * 시장확보지수(Patent Family Size, PFS): 특정 주체가 특정 기술분야에서 소수의 특정 국가에서만 시장확보를 하고자 하는지 아니면 다수의 세계 주요 국가들에서 시장확보를 하고자 하는지에 대한 분석으로, PFS가 높은 특허는 그만큼 상업적 가치가 큰 기술에 대한 특허인 것으로 해석될 수 있으며, PFS가 높은 출원인은 세계 여러 국가에서 사업을 하고 있는 출원인인 것으로 해석될 수 있음(2020 공공 R&D 특허기술동향조사 가이드라인, 한국특허전략개발원)
- * 버블크기 : 출원 특허 건 수 비례

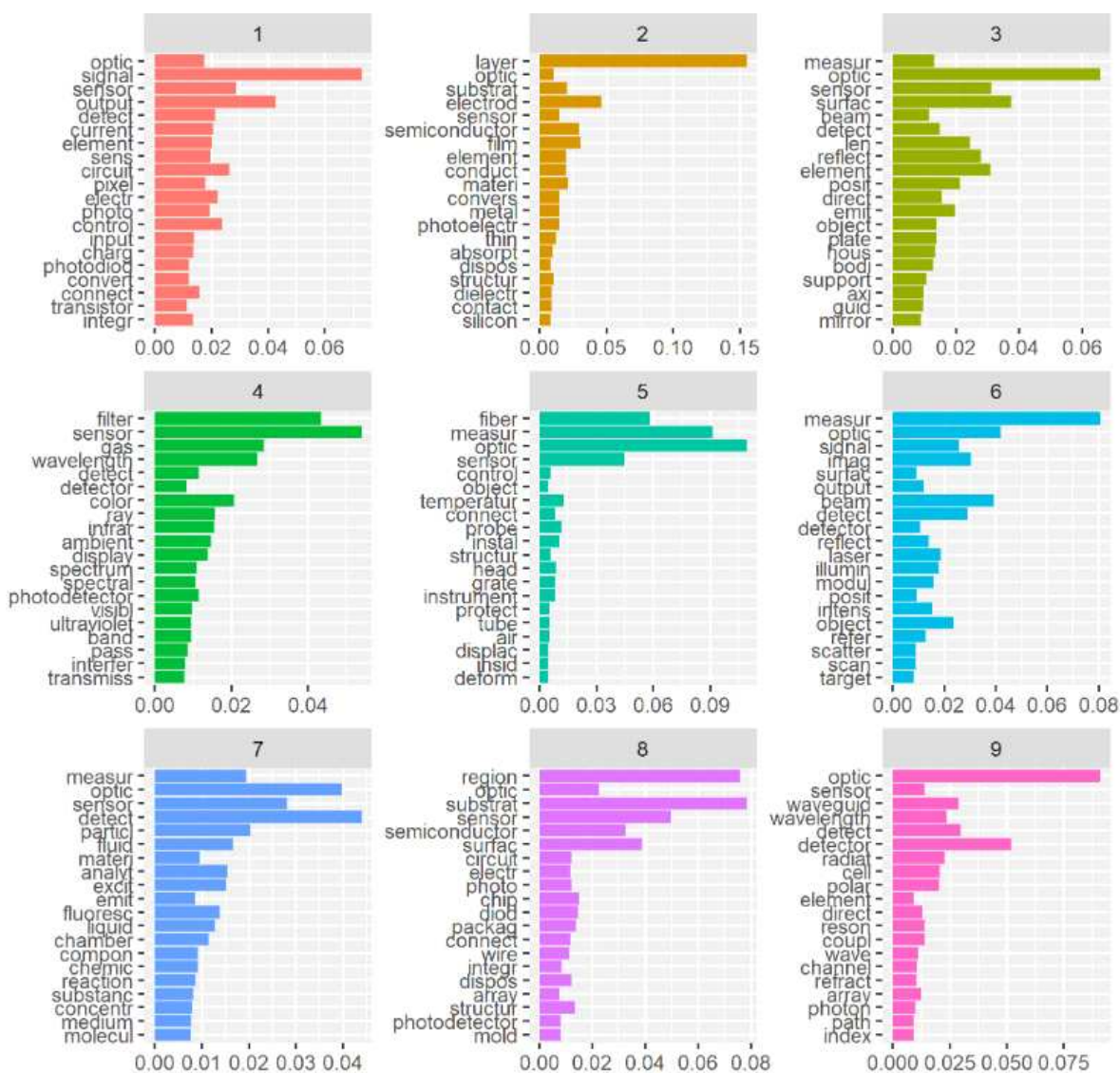
7) PFS = 특정 주체의 평균 패밀리 국가 수 / 전체 평균 패밀리 국가 수
PII = 특정 주체 보유특허의 피인용도[CPP] / 전체 유효특허의 피인용도

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 6,853개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[광계측 및 센서시스템에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA⁸⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	optic signal sensor output detect	- Circuit of optic sensor - Photo-sensor circuit with shutter function and operating method - Photodetector including photodiodes having improved dynamic range, s/n ratio and speed of light detection - OPTICAL SENSOR - LIGHT SENSOR HAVING ADAPTIVELY CONTROLLED GAIN	감지범위, 감지 속도, 이득 제어 등이 개선된 기능을 포함하는 광센서 회로기술
클러스터 02	layer electrode semiconductor film substrate	- Germanium photo detector having planar surface through germanium epitaxial overgrowth - Method of making PIN-type photo detecting element with a controlled thickness of window semiconductor layer - LIGHT-RECEIVING ELEMENT AND NEAR INFRARED LIGHT DETECTOR - Photo sensor and portable electronic apparatus - PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT, METHOD OF USING SAME, IMAGE CAPTURE ELEMENT, AND OPTICAL SENSOR	수광요소 및 근적외선 감지기를 활용한 광센서 시스템기술
클러스터 03	optic surface sensor element reflect	- Optical measuring system - Photoelectric sensor - A BODY MODULE FOR AN OPTICAL MEASUREMENT INSTRUMENT - Communication light detector - OPTICAL SENSOR ENCLOSURE WITH INTEGRAL WINDOW AND OPTICAL ALIGNMENT FEATURES	광전센서 및 광학측정 시스템기술
클러스터 04	filter sensor wavelength color ray	- Light sensors with infrared suppression - Photosensitive sensor and its applications on the automotive field - OPTICAL SENSOR FOR DETERMINING QUATERNARY AMMONIUM COMPOUND CONCENTRATION - Ultraviolet light sensors changing color brightness as ultraviolet intensity - Optical sensor device	화합물 농도 측정을 위한 적외선 광학 센서 장치기술
클러스터 05	fiber measure optic sensor probe	- optical fiber sensor unit - MULTI-PARAMETER OPTICAL SENSOR AND METHOD FOR OPTICAL SENSOR MANUFACTURING - TEMPERATURE COMPENSATION METHOD OF FIBER OPTIC SENSOR - Probe for optical measurement and method of producing the same - Fiber Optic Sensor embedded reinforcing bar	온도 보상이 가능한 광섬유 센서 유닛 및 제조 기술

8) Latent Dirichlet Allocation

클러스터 06	measure optic beam image detect	- Optical measurement method and system for determining 3D coordinates of a surface of a measurement object - Method and device for three dimensional optical measurement of objects with a topometric measuring method and computer programme for same - HYBRID LIGHT MEASUREMENT METHOD FOR MEASURING THREE-DIMENSIONAL PROFILE - OPTICAL MEASURING DEVICE, METHOD, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM - Defect inspection method, low light detecting method, and low light detector	3차원 광학 측정방법 및 장치를 통한 결함검출 기술
클러스터 07	optic detect sensor measure particle	- Optical sensor for sensing multiple analytes - Method for detection of presence or absence of analytes in fluids and an optical detection system for carrying out the method - Optical-chemical sensor - Optical sensor containing particles for in situ measurement of analytes - A METHOD OF DETECTING A DEFECT LIGHT SENSOR - METHOD OF PRODUCING AN OPTICAL SENSOR AT WAFER-LEVEL AND OPTICAL SENSOR - OPTICAL SENSOR PACKAGING SYSTEM - PHOTO DETECTOR SYSTEMS AND METHODS OF OPERATING SAME - Light detection device - LIGHT DETECTION APPARATUS AND LIGHT DETECTION SYSTEM	광화학 센서를 활용한 다양한 분석물의 검출 방법 및 광학 검출 시스템기술
클러스터 08	region substrate sensor surface semiconductor	- Optical sensor apparatus to detect light based on the refractive index of a sample - Vertically coupled wavelength tunable photo-detector/optoelectronic devices and systems - Polarimetric optical detector - Reduced multicubic database interpolation method for optical measurement of diffractive microstructures - Waveguide grating structure and optical measurement arrangement	웨이퍼 레벨 광학센서 제조방법 및 광학센서 패키징 기술
클러스터 09	optic detector waveguide detect radiate		미세 구조 광학 측정을 위한 광학 측정 배열 구조 및 광학 센서 장치기술

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

☐ 광계측 및 센서시스템 관련 유효특허의 메인 IPC 분석을 통한 요소기술 후보 도출

[IPC 분류체계에 기반 한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
	(G01B-009/02) 간섭계	-
(G01B) 길이, 두께 또는 유사한 직선치의 측정; 각도의 측정; 면적의 측정; 표면 또는 윤곽의 불규칙성 측정	(G01B-011/00) 광학적 수단의 사용에 의해서 특징 지워진 측정장치	광센서를 활용한 물리적 성질의 측정장치 기술
	(G01B-011/02) 길이, 너비 또는 두께 측정용	-
	(G01B-011/16) 고체의 변형측정용, 예. 광학적 변형 게이지(strain gauge)	-
	(G01B-011/24) 윤곽 또는 곡률 측정용	-
(G01J) 적외선, 가시광선 또는 자외선의 강도, 속도, 스펙트럼, 편광 또는 위상 또는 펄스의 측정; 색의 측정; 방사온도측정	(G01J-001/02) 광측정, 예. 사진의 노출계의 세부	광학적 특징을 이용한 측정 장치 및 시스템기술
	(G01J-001/42) 전기적인 방사선 검출기에 의한 것	-
(G01N) 재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석	(G01N-021/00) 광학적 수단, 즉 적외선, 가시광선, 또는 자외선을 이용하여 재료의 조사 또는 분석	광학센서를 활용한 재료의 조사방법 및 이를 위한 센싱 장치기술
	(G01N-021/01) 광학적 조사를 쉽게 하기 위한 배치 또는 장치	-
	(G01N-021/17) 조사될 재료의 특성에 따라 입사광이 변조되는 시스템	-
(G02B) 광학요소, 광학계 또는 광학장치	(G02B-003/00) 단렌즈 또는 복합렌즈	광센서 시스템의 광학요소 세부 구성 및 어셈블리 기술
	(G02B-005/00) 렌즈 이외 광학요소	
	(G02B-006/00) 라이트 가이드; 라이트 가이드와 다른 광학요소를 포함하는 배치의 구조적 세부, 예. 커플링	
(H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	(H01L-027/00) 하나의 공통기판내 또는 기판상에 형성된 복수의 반도체구성부품 또는 기타 고체구성부품으로 구성된 장치	-
	(H01L-027/14) 적외선, 가시광, 단파장의 전자파 또는 입자선 복사에 감응하는 반도체구성부품으로서 이들의 복사선 에너지를 전기적 에너지로 변환하거나 이들의 복사선에 의해 전기적 에너지를 제어하는 것에 특별히 사용되는 것	광계측 시스템에 사용되는 광전변환소자 및 제조 기술
	(H01L-031/00) 적외선 복사, 가시광, 단파장의 전자파, 또는 입자 복사에 감응하는 반도체 장치로, 이들 복사에 의한 에너지를 전기적 에너지로 변환하거나 이들 복사에 의해 전기적 에너지를 제어하는 것에 특별히 적용되는 것; 그들 장치 또는 그 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장치; 그들 세부	
	(H01L-031/12) 하나 이상의 전기광원 예. 발광 (electroluminescent)광원과 구조적으로 결합. 예. 하나의 공통 기판내 또는 기판상에 형성 되어 있으면서 그의 전기광원과 전기적 또는 광학적으로 결합되어 있는 것	-
	(H01L-051/00) 능동 부분으로서 유기 재료를 이용하거나 능동 부분으로서 유기 재료와 다른 재료와의 조합을 이용하는 고체 장치; 그들 장치 또는 그 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장치	-
	(H01L-051/42) 적외선, 가시광, 단파장의 전자파, 또는 입자선 복사에 감응에 특별히 적용되는 것; 복사선 에너지를 전기적 에너지로 변환하든지, 또는 이들 복사선에 의해 전기적 에너지를 제어하는 것에 특별히 적용되는 것	광계측 시스템에 사용되는 광전변환소자 제조 기술

라. 최종 요소기술 도출

- ☐ 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 타 부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- ☐ 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[광계측 및 센서시스템 분야 요소기술 도출]

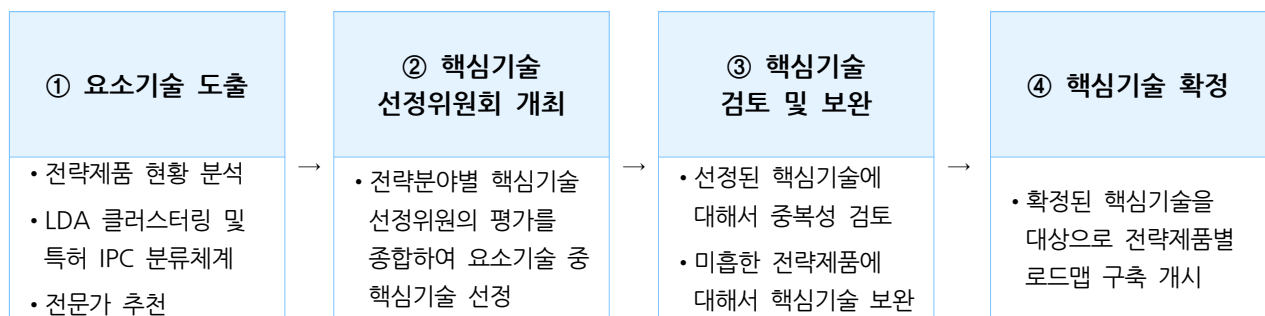
요소기술	출처
중적외선 감지시스템 적용을 위한 광원모듈 설계 및 제작 기술	특허 클러스터링, 전문가추천
가시광 및 적외선 융합 광계측 영상모듈 구현 기술	특허 클러스터링, 전문가추천
생체인식을 위한 조명광학계 및 카메라모듈 기술	전문가추천
웨이퍼 레벨 광학센서 제조방법 및 광학센서 패키징 기술	특허 클러스터링
광섬유 센서 유닛 및 제조 기술	특허 클러스터링
광계측 시스템에 사용되는 광전변환소자 제조 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계
광센서 시스템의 광학요소 세부 구성 및 어셈블리 기술	IPC 기술체계
미세 구조 광학 측정을 위한 광학 측정 배열 구조 및 광학 센서 장치기술	특허 클러스터링

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[광계측 및 센서시스템 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
중적외선 감지시스템 적용을 위한 광원모듈 설계 및 제작 기술	근중적외선 영역 감지를 위한 광계측용 광원 설계 및 제작 기술
가시광 및 적외선 융합 광계측 영상모듈 구현 기술	인체 또는 사물 감지용 근적외선 광원 및 융합영상 알고리즘 구현 기술
생체인식을 위한 조명광학계 및 카메라모듈 기술	생체조직의 영상을 획득하기 위한 융합카메라의 광원 및 센서모듈 기술
웨이퍼 레벨 적용을 위한 광학센서 제조 및 패키징 기술	웨이퍼레벨 공정 최적화 검사를 위한 광학센서모듈 제조 및 패키징 기술
광계측기 적용을 위한 광섬유 센서 유닛 및 제조 기술	다양한 물리적 광계측 시스템에 적용하기위한 광섬유센서 유닛의 제조기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ 광부품과 모듈, 광센서계측시스템 전·후방간 적합한 적용 연동으로 가치사슬 전체의 최적화 구조 확립
- ☐ 광센싱이 필요한 현장의 데이터 수집 최적화 방안 및 데이터 처리, 실시간 모니터링, 분석 최적화
- ☐ 센서 수요 산업의 엄격한 요구에 따른 고정밀화·소형화·저전력화가 가능한 기술개발
- ☐ 광계측 및 센서시스템 분야 원천 특허 확보 및 지속적인 투자로 심화된 해외 선진사와의 기술격차를 줄이고 중소기업 자체기술 확립이 필요함
- ☐ 융합기술(정밀계측기술+산업기술) 전개에 따른 다양한 종류의 광센싱 계측기 부분에 대한 기술개발 방향성 설정이 필요함

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[광계측 및 센서시스템 기술개발 로드맵]

광계측 및 센서시스템	융합 광계측 및 다양한 측정을 위한 센서 모듈 및 알고리즘의 개발			
	2022년	2023년	2024년	최종 목표
중적외선 감지시스템 적용을 위한 광원모듈 설계 및 제작 기술*				중적외선 영역 계측을 위한 광원파장대역 증대
가시광 및 적외선 융합 광계측 영상모듈 구현기술				융합영상모듈의 인체감지온도 정확도 향상
생체인식을 위한 조명광학계 및 카메라모듈 기술				생체의 고유 패턴에 대한 이미지획득 알고리즘 개선
웨이퍼 레벨 적용을 위한 광학센서 제조 및 패키징 기술				고감도를 필요로 하는 다수의 효율적인 첨단 애플리케이션
광계측기 적용을 위한 광섬유센서 유닛 및 제조 기술				온도, 가속, 스트레인, 경사 등 다양한 측정에 적용 가능한 센서 유닛

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[광계측 및 센서시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
중적외선 감지시스템 적용을 위한 광원모듈 설계 및 제작기술	광원 파장대역 (μm)	0.8~1.1 μm	0.8~3.0 μm	0.8~4.0 μm	중적외선 영역 계측을 위한 광원파장대역 증대	기술혁신
가시광 및 적외선 융합 광계측 영상모듈 구현기술	온도정확도 (℃)	±0.5℃	±0.3℃	±0.2℃	융합영상모듈의 인체감지온도 정확도향상	상용화
생체인식을 위한 조명광학계 및 카메라모듈 기술	패턴인식율 (%)	90% 이상	95% 이상	98% 이상	생체의 고유 패턴에 대한 이미지획득 알고리즘 개선	상용화
웨이퍼 레벨 적용을 위한 광학센서 제조 및 패키징 기술	전체 표면 웨이퍼 결함 검사 (웨이퍼패키징 타입)	2.5D/3D 통합image	웨이퍼수준 칩 규모 패키징 (WLCSP)	팬아웃 웨이퍼수준 패키징 (FOWLP)	고감도를 필요로 하는 다수의 효율적인 첨단 애플리케이션	기술혁신
광계측기 적용을 위한 광섬유센서 유닛 및 제조 기술	적용 파장범위 (nm)	1540~1560nm	1530~1570nm	1510 ~ 1590 nm	온도, 가속, 스트레인, 경사 등 다양한 측정에 적용 가능한 센서유닛	창업성장