

전략품목 현황분석

디스플레이 세정 시스템

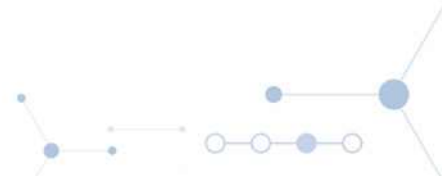


CONTENTS

전략품목

■ 디스플레이 세정 시스템

1. 개요	6
2. 동향 조사 분석	13
3. 특허 동향	27
4. 전략품목 기술로드맵	37



디스플레이 세정 시스템

전략품목 정의 및 범위

- 디스플레이 기판 생산 중에 발생하는 미세한 이물질(Dust)을 제거하기 위한 건식 세정 방식으로써, 레이저 광원에서 발생하는 강한 에너지에 의한 기판에 융착된 이물질을 기화 또는 이탈 가능하게 하는 레이저 시스템

전략품목 관련 동향

◎ 시장전망 및 제품 동향

- **(시장전망)** '21년 43억 달러였던 세계 레이저 가공 장비 시장 규모는 '26년 62억 5,800만 달러로 증가할 것으로 전망되며, 국내시장은 '21년 4541억 8,800만 원에서 '26년 6,490억 1,800만 원으로 증가할 것으로 전망됨
- **(제품동향)** 전방산업인 디스플레이 산업에 영향을 많이 받는 산업으로, 현재 디스플레이 중심축이 LCD에서 차세대 디스플레이인 OLED로 넘어감과 함께 해당 패널을 제조하는 장비에 대한 수요가 증가하면서 디스플레이 세정 시스템 산업 또한 고도화중

◎ 기술개발 및 플레이어 동향

- **(기술동향)** 디스플레이 산업에서 제품의 정밀화가 요구됨에 따라 이에 대응하기 위한 다양한 세정기술이 요구되고 있으며, 환경 규제 강화로 인한 친환경 세정 방법의 수요로 인해 습식 세정 공정을 대체할 수 있는 세정기술 필요함. 이에 맞춰 연구소 등에서 다양한 공정 연구가 수행되고 있으나, 실제 기술의 도입은 미미한 실정
- **(플레이어)** Trumpf(독일), Scanlab(독일), Clean laser system(독일), Advanced Laser Technology(미국), JEZ-laserclean(중국), Hitachi High-Tech(일본), LaserAX(미국), 디엠에스(한국)
- **(중소기업)** 디바이스이엔지, 아이엠티, 유니팩, 에이아이코리아, 씨티에스, 알파글로벌

◎ 핵심기술

- 클리닝 속도 고속화
- 표면 형태에 따른 레이저 조사 방향 조절 방법
- 레이저광 에너지 보정
- 레이저 펄스 조절 방법
- 건식 레이저 세정 시 손상 최소화 방법
- 플라즈마를 포함하는 레이저 세정 방법

중소기업 기술개발 전략

- ➔ 세정은 디스플레이 제조 과정에서 발생하는 파티클이나 이물질을 제거하여 제품의 품질과 수율을 높이는 핵심 역할을 수행함. 이에, 최근 디스플레이 대형화, 고정세화 기술방향 추세에 적합한 수급기업간 공동 기술개발의 세정장비 기술개발이 요구됨
- ➔ 습식 및 건식세정은 국내 국산화율이 높은 만큼 중소기업의 기술개발 저력이 있으므로 이에대한 정부지원을 바탕으로 고속의 초정밀 세정장비 개발 필요와 더불어 해당기술 확보를 통해 중국 등 해외수출 등 진출이 용이할 것으로 판단됨

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- ☐ 디스플레이 공정에서 세정 공정은 레이저 클리닝은 오염물질, 파티클을 제거하는 공정을 지칭함
- ☐ 디스플레이는 미세공정을 통해서 생산되기 때문에 아주 작은 먼지라도 패턴 결함, 절연막 불량 등 제품에 치명적인 영향을 미칠 수 있으며, 세정은 디스플레이 제조 과정에서 발생하는 파티클이나 이물질을 제거하여 제품의 품질과 수율을 높이는 역할을 함
- ☐ 레이저 세정은 빔의 조사 형태를 시간 공간적으로 자유롭게 변화시킬 수 있다는 점에서 매우 유연한 수단으로 물리적 세정공정의 대안으로 다양한 레이저를 이용한 여러 가지 세정 공정이 개발되고 있음
- ☐ Glass가 처음 Fab에 투입되어 진행되는 초기 세정을 비롯해 LTPS(Low-Temperature Polycrystalline Silicon), 증착, 봉지, 모듈 등 디스플레이 제조 공정 전후에는 오염 물질을 제거하기 위한 세정 작업이 진행됨

[포토공정 중 진행되는 세정 공정]

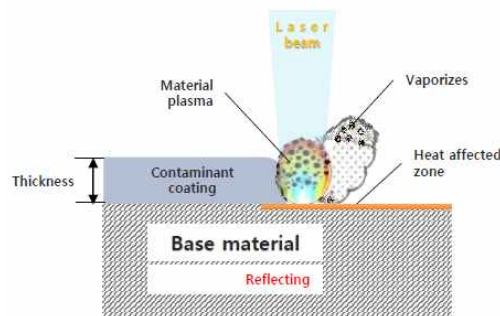


* 출처 : samsung newsroom, 2020

- ☐ 현재 가장 널리 쓰이는 화학적 세정은 환경 부담이 크고, 초음파 세정, 스프레이 세정과 같은 액상 세정 공정은 응용 범위 제약이 따르며, 모재 손상 및 부유 입자 재부착 등의 기술적 문제가 존재함
- ☐ 또한, CO₂, 아르곤 미세입자를 이용한 건식 세정은 효과적이지만 장치가 복잡하며 유지비가 비싸다는 문제점이 있음

- 레이저 세정은 빔의 조사 형태를 시간 공간적으로 자유롭게 변화시킬 수 있다는 점에서 매우 유연한 수단으로 물리적 세정공정의 대안으로 다양한 레이저를 이용한 여러 가지 세정 공정이 개발되고 있음
- 미세 입자를 제거하기 위해서는 입자의 부착력 보다 높은 충격을 순간적으로 인가해야 하므로, 레이저 세정에는 MW/cm^2 에서 TW/cm^2 수준의 순간 조사도를 지닌 나노초 ~ 펨토초 펄스레이저가 주로 사용

[레이저 세정 원리]



* 출처 : 유니팩(주) 2020

- 디스플레이 세정 시스템은 반도체·디스플레이 장비 분야에서 디스플레이 고도화 기술 확보를 위한 전략품목으로, 우수 설계기술 개발을 통해 초고속/대형화를 모토로 성장하는 디스플레이의 기술 발달을 촉진함으로써 반도체/디스플레이 분야에 있어서 차별화된 경쟁력 확보가 가능할 것으로 전망됨

[반도체·디스플레이 장비 품목로드맵 내 디스플레이 세정 시스템]



* 출처: 자체작성

(2) 필요성

- ☐ 디스플레이의 제조 공정은 기술의 발달로 초정밀 제조 공정에서 부산물로 생성되는 파티클 세정 요구 사이즈는 점점 감소하고 있으며, 기존 세정 기술의 유지비용, 환경문제, 공정 단계가 복잡한 등의 문제점을 극복하기 위해 다양한 세정 기술의 개발이 필요함
 - 레이저 세정 기술은 레이저 특성에 의해 모듈화를 통한 공간적 제약이 덜하며 기존 라인에 통합하기 용이하다는 장점이 있고, 건식 세정 공정으로 비교적 간편하다는 장점이 있음
- ☐ 레이저 건식 세정 기술은 나노미터 사이즈급의 미세 입자를 세정 가능하며, 건식 초음파 세정의 경우 약 0.5 μ m 미세입자 세정 가능
- ☐ 습식 공정의 경우 극소 부분의 파티클을 제거하기 위해서 전체 면적을 세정해야 하므로 공정 시간 증가하는 문제가 있음
- ☐ 또한 입자 제거를 위한 전통적인 물리적 세정 기술인 고압 제트 스프레이 분사(High-pressure jet spraying), 이중 유체 제트 세정(Dual-fluid jet cleaning), 극저온 세정(Cryogenic cleaning), 초음파 세정, 브러시 세정(Brush scrubbing) 등에서 패턴 손상 및 부유 입자의 재부착 등의 문제점이 있음
- ☐ 레이저 건식 세정 기술은 연구소 등에서 다양한 공정 연구가 수행되고 있지만 실제 기술의 도입은 미미한 실정

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- ☐ 일반적으로 레이저 세정 장비의 가치사슬은 디스플레이 완성 제품 업체, 시스템 등을 제조, 공급하는 소재 부품 공급업체와 레이저 소스 개발 업체 등으로 구성됨
- ☐ 현재까지 레이저 세정 분야는 반도체 & 디스플레이 정밀 산업에서 연구개발 및 침투율이 낮은 산업으로 전방 산업의 기술 도입을 위한 공정 연구가 필요
- ☐ 반도체&디스플레이 수율 이슈가 되는 미세입자 세정, 유기물 세정, OLED Mask 세정 등 레이저 세정이 대체 가능한 분야 발굴 및 대체 기술 개발 필요
- ☐ 레이저 산업의 경우 해외 주요 기업에서 원천 기술 및 노하우 확보하고 있음. 국내 레이저 산 장비 산업의 경우 국가 R&D 지원 사업으로 정밀 가공 분야 기술 개발이 많이 이루어졌지만 세정 기술의 경우 지원 사업 미흡
- ☐ 현재 주요 레이저 설비 기업에서 응용분야를 세정까지 확장하여 제품을 공급. 공급하는 응용분야는 현재 금속 세정, 페인트, 녹 제거로 한정되어 있지만 반도체 웨이퍼 세정 등 정밀 소재 부품의 세정 기술 개발 중

[디스플레이 세정 시스템 품목 산업구조]

후방산업	디스플레이 세정 시스템	전방산업
레이저 개발 산업, 시스템 제조 산업, 소재 부품 산업	디스플레이 제조 장비 산업	디스플레이 제조 장비 산업, LCD 및 OLED 디스플레이 산업

* 출처: 자체작성

(2) 용도별 분류

- ☐ 디스플레이는 TV 외에 PC, 스마트폰, 태블릿PC 등 세트형 모바일기기에 핵심 중간재로 투입되면서 해당 세트제품의 기능 및 부가가치 제고를 주도하는 중요한 역할을 담당함
- ☐ 디스플레이 산업 관점에서도, 수요산업의 경기변동이나 발전단계가 디스플레이의 생산 규모에 직접적인 영향을 미치기 때문에 최종 제품을 생산하는 전방산업, 즉 수요산업의 존재가 매우 중요함
- ☐ 2020년 전 모델에 OLED가 탑재된 5G 스마트폰인 아이폰 12가 폭발적 수요로 높은 판매량을 기록하면서 아이폰에 사용되는 OLED를 납품하는 삼성디스플레이와 LG디스플레이의 OLED 라인 증설 및 장비 투자로 디스플레이 장비 시장규모가 성장한 바 있음
- ☐ 2021년 이후에도 미국과 중국에서 5G 스마트폰 수요가 늘어날 것으로 전망되며, 다른 모바일 기기 등에서 OLED가 확대 적용될 가능성이 큼에 따라 응답 속도가 빠르고 전력 소모가 낮아 차세대 모바일 기기에 특화된 OLED 패널 출하량이 증가하면서 추가적인 장비 투자 수요도 존재할 것으로 전망됨
- ☐ 이밖에 스마트워치, 웨어러블 기기 등도 수요가 발생하고 있는 가운데, 4차 산업혁명으로 융합제품, 다기능 제품 등 모바일 기기의 다양화가 확산될수록 디스플레이에 대한 수요도 증감함에 따라 플렉시블, 웨어러블, 롤러블 등 차세대 디스플레이의 수요처도 증가할 전망임

[레이저 세정 응용 분야]

용도	세부 내용
반도체/디스플레이	• 부품의 고급화, 소형화, 정밀화로 인해 제조공정이 미세화 됨
반도체 패키징	• 생산 공정 중 주기적인 세정 필요
정밀 부품 조립	• 각종 정밀 부품 제조 및 조립 분야에 적용
정밀 부품 검사	• 카메라 CMOS등 디스플레이 분야에 적용
자동차 분야	• 자동차 내외장 부품의 도장 전에 먼지 제거

* 출처 : 유니팩(주) NewsRoom(2020)

- ☐ 부품의 고급화, 소형화, 정밀화로 인해 제조공정에서 미세 파티클 관리 포인트가 증가
 - 기존 에어 블로잉으로 제거하기 어려운 미세 마이크로 파티클을 제거 할 수 있는 새로운 솔루션
 - 기존 제조 공정의 증설이나 큰 변경 없이 적용이 가능하고 건조 공정이나 추가 세척 공정이 필요하지 않음
- ☐ 반도체 패키징 분야에서 금형은 매우 정밀하고 관리가 어려움
 - 금형을 분리하거나 온도를 떨어트리지 않고 생산 중간에 바로 세척이 가능하고 소모품 또한 필요 없으며 소음 및 2차 오염물이 발생하지 않음

- ☐ 각종 정밀 부품 제조 및 조립 분야에서 제조 공정 중 미세 파티클로 인한 수율 하락 이슈
 - 휴대폰 카메라 모듈이나 CMOS 제조 공정 중 미세 파티클로 인한 검사 오류 및 조립 불량으로 인한 수율 개선에 있어 레이저 세정 장치 적용
- ☐ 카메라 CMOS등 디스플레이 분야에서 검사 후 불량으로 처리되는 부품이 단순 부유성 미세 파티클로 인한 경우가 빈번하게 발생
 - 검사 전 단계에 적용하게 되면 오류를 최소화하여 수율을 상승 시킬 수 있음
- ☐ 자동차 내·외장 부품의 도장 전에 먼지를 제거하여 도장 불량을 최소화하고 수율을 상승
 - 유럽 등 선진국 제조사에서 이미 검증된 방식으로 기존 도장라인에 큰 변경 및 추가 없이 바로 적용 가능

◎ 공정별 분류

- ☐ 레이저 세정 기술은 물질 제거 메커니즘을 크게 3가지로 분류 할 수 있음
- ☐ 광화학적 효과
 - 레이저의 광자에너지를 이용하여 제거 물질의 결합을 파괴하는 비열반응
- ☐ 광열적 효과
 - 모재와 반응을 하지 않거나 투과하는 특정 파장을 디자인하여 제거 물질과 레이저를 반응 시켜 세정하는 방법
- ☐ 광기계적 효과
 - 파티클의 에너지 흡수에 의한 elastic force에 의한 제거 반응, plasma pressure에 의한 충격파 전파로 파티클을 제거하는 반응

◎ 시스템별 분류

- ☐ 레이저 건식 세정 시스템은 레이저 광원과 조사 모듈인 광학계, 공정 부산물을 흡입할 수 있는 흡입장치, 정렬 및 공정 모니터링을 위한 비전시스템, 세정 결과를 측정할 수 있는 정밀 측정 시스템 등으로 구성
- ☐ 오염원에 대해 적절한 레이저 선별
 - 세정이 필요한 오염원에 대해 광열, 광화학, 광기계적 공정 중 적절한 방법을 선택
- ☐ 오염원 및 세정방법의 선택 후 레이저 광원의 파장에 따른 레이저 조사 광학계 구성
 - 레이저 광원으로부터 조사 대상물까지 레이저를 이송하는 이송광학계와 레이저 광을 조사하는 집속광학계로 구성
- ☐ 조사된 레이저에 의해 생성되는 공정 부산물 가스, 미세입자 등을 흡입하여 재흡착 방지
- ☐ 모재의 오염 부위 감별과 레이저 조사 위치 정렬 등 공정 모니터링
- ☐ 레이저 세정 전후 측정
 - 마이크미터 또는 나노미터 파티클 측정이 가능한 시스템 도입

[레이저 세정 시스템의 용도별 분류]

용도	세부 내용
레이저	• 세정원인 레이저 빔 제공
광학모듈	• 빔 전달부 및 조사부
흡입모듈	• 재흡착 방지
비전시스템	• 공정 모니터링
측정시스템	• 세정력 측정

2. 동향 조사 분석

가. 시장 분석

◎ 디스플레이 제조 장비 시장 전망

- ☐ 디스플레이 중심축이 LCD에서 차세대 디스플레이인 OLED로 넘어가면서 해당 패널을 제조하는 장비에 대한 수요가 증가
 - 중소형 OLED 시장은 스마트폰용 패널을 중심으로 뚜렷한 시장 성장을 보이고 있음
 - OLED의 특성을 활용한 폴더블폰의 시장 확대도 주요 수요 증가 요인이며, 태블릿 PC, 휴대용 게임기 등 다른 애플리케이션도 주요 수요로 대두됨
 - 대형 OLED 시장은 TV를 중심으로 연평균 7.1%대의 성장 전망
 - OLED 제품의 수명과 연관된 새로운 공정 방식이 등장하고, 관련 기술을 접목시킨 기술 혁신 제품을 개발하여 OLED 관련 제조 장비 경쟁 구도에서 국내기업들이 신속하게 대응하고 있음
- ☐ 그러나 코로나19가 빠르게 안정된 중국은 생산 차질이 크지 않았던 반면, 오히려 유럽과 미국 등으로 급속히 확산되면서 2020년 상반기 중 TV를 중심으로 글로벌 전방산업 수요가 크게 위축
 - 코로나19가 전세계로 확산됨에 따라 TV 유통매장 및 생산공장이 셧다운되고 대형 스포츠 이벤트가 연기되어 프리미엄 판매 비중이 높은 북미/유럽지역을 중심으로 TV 패널 출하량이 크게 감소
 - 중장기적으로 글로벌 디스플레이 시장은 성장 정체가 전망되나, OLED는 지속해서 성장할 것으로 예상됨

◎ 디지털·비대면 경제로의 전환 - 전방산업 수요구조 변화

- ☐ 2020년 2분기부터 재택근무 및 온라인 교육 등 비대면 문화 확산에 따라 노트북과 모니터, 태블릿 제품을 포함하는 IT 제품용 패널의 판매가 증가
 - 외부활동 제한에 따른 소비 이전효과, 재택시간 확대에 따른 홈 엔터테인먼트 및 원격교육 수요 등으로 글로벌 TV 판매가 증가함에 따라 전후방 산업 모두 엄청난 성장 수혜를 누리는 중
 - 코로나19 지속과 비대면 문화 확산에 따른 반도체 업황 개선, 그리고 중국 패널 업체의 투자 확대가 맞물려 2020년 기준 국내 주요 반도체·디스플레이 장비 업체 40곳의 매출과 영업이익이 큰 폭으로 상승하였음
- ☐ 한편, IT 제품에서도 OLED, 미니LED 등의 탑재가 확대되는 추세
 - 애플은 아이폰에 OLED를 전면 적용하였고, 중국 3사도 프리미엄 제품을 중심으로 OLED 적용을 확대할 것으로 전망

□ 코로나19 이후 디스플레이 시장은 주로 대형 및 프리미엄 TV를 중심으로 회복되는 모습

- 2020년중 65인치 이상 TV 출하량은 23.4%, 70인치 이상은 47.8% 늘어나면서 전체 TV 시장의 정세 상황에서도 대형 TV 판매는 증가
- 2022년은 금리 인상과 경기 침체 등의 영향으로 TV 전체 수요가 늘지 않고 있는 가운데 70인치 이상 초대형 OLED TV 시장은 홀로 성장 중
- 국내 TV 세트업체들은 롤러블TV, 110인치 마이크로 LED TV등 초고가 신제품을 출시하는 등 프리미엄 브랜드 입지를 강화하기 위해 노력

◎ 전방산업인 디스플레이 산업에 영향을 받는 디스플레이 장비 산업

□ 세계 디스플레이 장비 시장은 축소될 것으로 전망

- 한국반도체디스플레이기술학회의 글로벌 반도체 및 디스플레이 장비 시장 동향 및 전망자료(2020)에 따르면, 세계 디스플레이 장비 시장은 삼성디스플레이와 중화권 패널 업체 중심으로 전체 설비 투자가 확대되면서, 2018년 141억 달러 규모에서 2020년 169억 달러 규모로 성장할 것으로 전망됨
- 하지만, 2020년을 기점으로, 국내 및 중국의 패널 업체들의 중소형 플렉시블 OLED 투자를 지속하고, LCD 투자를 축소할 것으로 예상되어, LCD 비중이 높았던 전체 디스플레이 장비 시장 규모가 서서히 축소되어 2024년에는 87억 달러 규모를 형성할 것으로 전망됨
- 또한, 디스플레이 산업은 LCD의 공급과잉 속에 투자 경쟁을 벌였던 중국 업체들이 최근 선별 투자에 나서면서 시장 규모가 급격히 축소하는 추세로 추가적인 설비투자가 지연
- 국내 디스플레이 제조사는 보수적인 입장을 취하면서 장비 투자가 제자리 걸음을 걸어 디스플레이 장비 시장의 축소가 전망됨
- 시장조사업체 디스플레이 서플라이체인 컨설턴츠(DSCC)는 2022년 글로벌 LCD와 OLED 장비 투자 규모가 올해보다 64% 감소한 44억 달러로 예측
- 세계 디스플레이 장비 시장은 2023년이 디스플레이 장비투자의 저점이 될 것으로 예측되며, 2024년 및 2025년에는 다시 재성장 할 것으로 예측됨
- 실제로 다양한 디스플레이 장비 업체가 반도체 장비까지 함께 개발하는 등 다양한 활로를 모색 중

◎ 정책적 지원 요구

- ☐ 중국의 디스플레이 산업은 LCD 패널 생산을 중심으로 급격히 발전해왔는데 OLED 패널 생산에서도 유사한 방식으로 발전을 가속화하고 있어 향후 한·중 간 디스플레이산업 주도권 경쟁은 심화될 전망
 - 연구개발 확대, 원천기술 확보, 인재확보 등을 통해 중국과의 경쟁에서 기술격차를 유지하고 차세대 디스플레이 시장선점을 위해 선제적으로 대응하는 가운데 정부의 장기적이고 지속 가능한 지원이 중요
- ☐ 한국
 - 정부는 2020년 디스플레이 기업들이 주력 산업을 차세대 OLED로 전환할 수 있도록 삼성디스플레이와 LG디스플레이 및 협력사 총 9곳을 '기업활력제고법'(기활법) 대상으로 선정
 - 올해 들어 정책의 중심이 탄소중립으로 이동하면서 친환경차와 신재생에너지 기업으로 초점이 옮겨감으로 인하여 기활법 대상 선정을 위해 열린 세 차례 사업재편계획심의위원회에서 디스플레이 관련 기업은 단 두 곳 뿐임
 - 디스플레이 산업의 주력인 OLED 산업은 LCD 산업과 달리 초기 생태계가 국내에서 조성되어 핵심 장비/소재 국산화 비중 높음
 - 또한 독점적 위치를 누리고 있는 OLED 기술의 초격차를 위해서 OLED 전문인력을 양성하고 산업경쟁력 확보로 이어질 수 있도록 기반 마련이 필요
- ☐ 중국
 - 2010년 이후 중국 정부의 디스플레이산업 육성정책, 중국 내 TV, 휴대폰 등 전방산업 발전으로 중국 기업의 LCD 패널 생산능력이 크게 확대
 - 2021년 이후 한국의 디스플레이 점유율을 추월하였으며, LCD 산업을 지배중
 - 산업육성정책 이외에도 중앙 및 지방정부, 금융기관의 막대한 보조금 지급 등 다양한 방식을 통해 디스플레이산업 발전을 지원
 - 중국은 국가발전계획에 따라 OLED 등 차세대 디스플레이 육성지원을 확대하면서 현재 양산을 목표로 건설 중이거나 계획 중인 중국 내 OLED 생산라인이 18개에 이름
- ☐ '중국제조 2025', '정보 소비 확대 및 고도화 3년 행동계획', '제조업 제품과 서비스 품질 제고 촉진 실시 의견' 등 신형 디스플레이 기술 발전과 산업 발전을 위한 지원 방안을 구축하고 매년 갱신하며 디스플레이 산업에 대한 꾸준한 지원을 시행중
 - 세계 1위의 탄탄한 수요시장과 정부 지원, 주요 수요기업과의 연계는 중국 디스플레이 산업을 세계 1위로 올려놓을 수 있는 중요한 요소가 되었음
 - 2020년 10월 중국 공산당 제19기 중앙위원회 제5차 전체 회의에서 통과된 '국민경제와 사회발전 제14차 5개년 계획 및 2035년 장기 목표 제정에 관한 중국 공산당 중앙위원회의 건의'에서 차세대 정보기술과 신소재 등 전략성 신형 산업 중점 분야 발전 가속화를 제시
 - 2019년 3월 공업정보화부 등이 발표한 '초고화질 영상산업 발전 행동 계획(2019~2022년)'에서는 2022년까지 4K TV를 전면 보급하고 8K TV의 판매량 비중이 전체 TV 판매량의 5%가 넘는 것을 목표로 설정

◎ 레이저 건식 세정 장비 산업 발전

- ☐ 레이저 세정 장비 산업은 해외 주요 기업에서 세정 기술 개발 및 제품 공급을 통해 주요 세정분야를 대체하며 성장 중
 - 자동화, 이동형 등의 건식 세정 장비를 제공
 - 주요 응용분야로 금속, 기계, 금형, 석재 등의 산화막, 페인트 제거 등
- ☐ 반도체&디스플레이 분야 레이저 건식 세정 기술 및 장비 등은 전체 레이저 가공 장비 시장 대비 낮으며, 기존 전통적인 세정 방법대비 효율성 부족으로 공정 최적화 및 신규 공정 개발 등의 기술 개발이 필요함
- ☐ 국내 레이저 장비 시장은 정부 지원 및 민간 투자로 국내 시장이 성공적으로 성장하고 있음
 - 레이저 가공 분야와 함께 세정 기술 분야도 레이저 장비 핵심기술로 정부의 정책적 지원이 필요

(1) 세계시장

- ☐ 2021년 5억 8,718만 달러였던 레이저 세정 장비 세계시장 규모는 2026년 7억 1,784만 달러로 증가할 것으로 전망됨
 - 2020년부터 2026년까지의 연평균 성장률은 4.10%로 전망
 - 레이저 세정시장의 경우, 디스플레이뿐만 아니라 자동차, 항공 등 다양한 산업에서 적용이 가능하며, 응용 산업에서의 수요 증가는 시장 성장을 촉진하고 있음

[레이저 세정 장비 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR (`20~`26)
세계시장	564.05	587.18	611.25	636.32	662.40	689.56	717.84	4.10

* 출처 : Globler laser cleaning market size, Verified Market Research, 2022.7

- ☐ 2021년 43억 달러였던 레이저 가공 장비 세계시장 규모는 2026년 62억 5,800만 달러로 증가할 것으로 전망됨
 - 디스플레이 및 반도체 등의 디바이스 소형화에 대한 수요 확대, 고품질의 최종 제품에 대한 수요 확대 등으로 인해 레이저 가공 시장의 성장을 촉진하고 있음
 - 나노 제조 기술의 급속한 성장은 글로벌 시장의 성장에 기여할 것으로 예상
 - 레이저 가공이 가지는 기존 재료 가공에 비해 많은 이점으로 인해 재료 가공을 위한 레이저 기술의 채택이 증가

[레이저 가공 장비 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR (`20~`26)
세계시장	4,000	4,309	4,641	4,999	5,385	5,805	6,258	7.80

* 출처 : Laser Processing Market Size, marketandmarket, 2020

- 전세계 디스플레이 장비 투자는 2020년 158억달러에서 2021년 132억달러로 떨어진 뒤, 2022년 120억달러, 2023년 44억달러 등으로 3년 연속 하락이 예상되며, 2024년 83억달러 규모로 반등이 예측됨
 - 22년 3분기에는 전세계 디스플레이 장비투자가 올해 119억달러에서 내년 61억달러로 떨어진 뒤 2024년 117억달러, 2025년 126억달러로 점차 회복할 것이라고 전망하였으나, 삼성디스플레이가 계획했던 신규 공장 투자 프로젝트 1건이 지연됐고, 또 1건의 프로젝트는 규모가 축소되는 등 다양한 악재로 인해 장비 투자 규모 저점이 더 낮아질 것으로 예상됨

(2) 국내시장

- 국내 레이저 가공 장비 시장은 2021년 약 4,229억 원에서 2026년 6,490억 원으로 연평균 성장률 7.40%로 성장할 것으로 전망

[레이저 가공 장비 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR (`20~`26)
국내시장	3,937.56	4,228.94	4,541.88	4,877.98	5,626.63	6,043.00	6,490.18	7.40

* 출처 : MarketsandMarkets, Laser Processing Market(2020), CAGR기반 2026년 추산

* 주 : 환율 1,207.84원/달러('20.6 기준)

나. 기술개발 동향 분석

☐ 기술경쟁력

- 디스플레이 세정 시스템은 일본이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 83.0%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.3년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 69.1%, 기술격차는 2.2년으로 평가
- 미국(90.2%)>한국(83.0%)>EU(80.8%)>중국(63.7%)의 순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)¹⁾

- 디스플레이 세정 시스템은 6.25의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

(1) 기술개발 이슈

◎ 제품의 정밀화 요구

- ☐ 반도체 및 디스플레이 산업의 기술 발전으로 제품의 정밀화가 요구되고 있으며, 기술 요구에 대응하기 위한 다양한 세정 공정의 발전과 함께 기존 기술을 대체 할 새로운 세정기술이 요구 되고 있음
- ☐ 레이저 클리닝 기술의 경우 1990년대 후반에서 2010년 초반까지 공정연구와 기술개발이 활발히 이루어졌지만 기존의 세정 방법인 물리, 화학적 세정 방식보다 낮은 세정 효율과 초기 높은 투자비용으로 연구 단계의 공정 기술 개발이 주를 이룸
- ☐ 레이저 건식 클리닝 분야는 현재 타 레이저 장비 산업에 비해 미개척된 분야로 전방 산업의 기술 수준을 기반으로 현재 전통적인 세정 기술의 세정력을 돌파하는 기술 개발로 향후 기술 트렌드를 만들어 가야하는 입장에 놓여 있음
 - 현재 레이저 세정은 산업체와 많은 연구소에서 활발히 연구가 진행되고 있는 분야이며, 특히 서브 마이크로 이하의 초미세 입자의 제거에 응용 중
- ☐ 금형, 녹, 페인트 제거 등 금속 산업에서의 건식 레이저 클리닝 기술 개발은 현재 진행형이며, 다수의 업체에서 기술을 개발하여 장비를 제공하고 있지만 정밀산업 분야의 레이저 세정 분야는 기술 개발이 미미함

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

◎ 친환경

- ☐ 환경 규제 강화로 인한 친환경 세정 방법의 요구 최근 반도체 업계에서 이슈화 되었던 자연 재해로 인한 물 부족 등의 이유로 습식 세정 공정을 대체할 수 있는 세정 기술이 필요
 - 텍사스 지역 한파에 의해 하천이 얼고 수도관 동파, 대만 가뭄으로 물 부족 등 습식 기술에는 환경에 의한 다양한 변수가 작용할 수도 있음
- ☐ 레이저 건식 세정 기술은 습식에 비해 설치 용이하고, 친환경적임
 - 세정 후 후속 처리가 필요 없으며, 레이저 발진 장치 및 빔 전송/조사 장치가 간단하여 기존 장비 내에 쉽게 설치할 수 있음
 - 기존 제조 공정에서 세정이 필요할 경우 쉽게 장착, 적용할 수 있으며 절단·천공·용접·마킹 등과 같은 가공 공정 후 가공 중 발생하는 잔사를 바로 제거해야 할 필요성이 있을 때, 용이하게 장착할 수 있음

◎ 미세 공정

- ☐ 미세 공정에 의한 국부적 세정이 가능한 레이저 건식 세정 기술
 - 검사 장비에서 제품 및 원부자재를 검사 후 특정 부위만의 국부적 세정이 필요한 경우, 기존 장비에 레이저 세정 모듈을 탑재하여 손쉽게 세정작업을 수행할 수 있음
 - 미세한 패턴에 대한 정밀 세정 가능

(2) 생태계 기술동향

◎ 해외 플레이어 동향

☐ Trumpf (독일)

- 레이저 가공 장비의 전반적인 제품을 제공하는 글로벌 주요 기업으로, 건식 레이저 클리닝 제품을 판매하고 있으며, 응용분야로 CFRP 부품의 섬유 복합 소재의 세정, 트라이포드 클리닝, 녹 제거, 타이어 주형 레이저 클리닝 등이 있음
- 디스크, 다이오드, 파이버, 쇼트, 마킹, CO₂, 펄스 등 다양한 소재의 레이저 시리즈를 보유 중
- 자동차, 제조, 건설, 전력 및 에너지, 항공우주 및 방위, 엔지니어링, 의료 및 의료용 장비(기계 & 시스템, 레이저, 전력 전자 제품, 스마트 팩토리 솔루션, 소프트웨어 및 서비스 포함)를 제조
- 직접 조사 방식의 세정 공정으로 반도체 & 디스플레이의 정밀성과 damage-free가 요구되는 공정에 부적합

☐ Scanlab (독일)

- 1990년 설립 후 연간 35,000여 대의 시스템을 생산하고 있는 레이저 빔의 3차원 편향, 포지셔닝 및 유도용 스캔 솔루션을 공급하는 세계 최대의 독립 OEM 제조업체
- 레이저 응용 모듈을 주력으로 하며, 기계 및 금속의 녹 제거, 용접선 세정, 기름 제거, 페인트 제거 등의 어플리케이션에 사용
- 오염 물질을 직접 태워 제거하는 방식으로 base material의 손상 발생 가능
- 선택적 파장 흡수에 의한 제거 방식으로 오염원과 모재가 서로 다른 이종으로 디자인

☐ Clean laser system (독일)

- 1997년 설립되었으며, 레이저 빔 표면 기술 개발로 산업용 건식 레이저 장비를 주력
- 주요 응용분야로 페인트 및 코팅 제거, 금형 세정, 용접 전처리, 마킹 및 라벨링, 기능성 표면 구조화, 복원 및 보존 등
- 금속산업 위주의 세정 제품군을 보유하고 있으며, 12W에서 1000W 이상까지 저/중/고출력 레이저 클리닝 시스템을 모두 공급

☐ Advanced Laser Technology (미국)

- 레이저 클리닝 시스템, 레이저 적층 제조 시스템, 레이저 클래딩 시스템, 레이저 표면 경화 시스템 등이 중점인 기업
- 파이버, CO₂, Yag 등 다양한 레이저 제품군을 보유 중
- 레이저 클리닝 응용분야로 유물 복원, 표면 전처리, 유기 페인트 제거, 마이크로 전자 부품의 표면 세정 등을 지원하며, ALT-LC-NP Series 로 나노초 레이저를 탑재한 레이저 클리닝 시스템을 공급

☐ JEZ-laserclean (중국)

- 200W, 500W, 1500W 등의 레이저 클리닝 장비 공급
- 주요 응용분야로 알루미늄 휠 금형 세정, 타이어 금형 세정, 녹 제거, 사출 금형 세정, 용접 비드 세정, 항공기 날개 금형 세정, 리튬 배터리 양극 탭 세정 등
- 반도체 레이저 세정 장비로 웨이퍼 생산의 흑연 세정, PVD 코팅 세정 등에 응용할 수 있는 장비 공급. 200W, 300W 의 1064nm 파장의 나노초 파이버레이저로 구성

☐ Hitachi High-Tech (일본)

- 2021년 3월, 반도체 제조 장비의 생산 능력 확대 및 다양한 제품 라인업 개발 환경을 마련하기 위해 이바라키 현 히타치나카에 ‘나카 지구 마린 사이트’ 공장 준공
- OLED 증착 마스크 클리닝에 있어서 레이저광을 이용하는 방법에 관한 특허 다수 보유
- 2022년 기준 필름, OLED 절단, 마킹, 글래스, 그린 레이저부터 LED 및 웨이퍼 기판 세정까지 다양한 레이저 가공 서비스를 지원

☐ LaserAX (미국)

- 2010년 설립 레이저 솔루션 신생기업
- 레이저 클리닝, 레이저 마킹 시스템 및 장비에 딸린 청소용 장비 등 다양한 워크스테이션 기기 등을 판매
- 클리닝 머신 또한 여러 생산라인에 활용할 수 있는 로봇 레이저, 도어 레이저, 컨베이어, 배터리 등 다양한 제품을 지원

◎ 국내 플레이어 동향

☐ 디엠에스

- 세정 부문 글로벌 1위 기업으로 TFT 공정과정 중 디스플레이 세정, 현상, 식각, 박리 장비를 납품하는 기업
- 2022년 기준 고집적 세정장비(HDC)는 전 세계 습식 세정 장비의 시장점유율 70% 내외를 차지하며 18년 연속 세계 시장 점유율 1위를 기록한 독보적인 업체
- 국내 장비 업체 중 유일하게 중국 공장을 운영하고 있으며, 이로 인해 인력 및 인프라 비용 절감 효과를 얻어 영업이익을 상승시키고 디스플레이 시장을 장악한 중국 시장에도 효과적으로 대응
- 주요 고객사는 LG 디스플레이, 중국 BOE, CSOT, HKC, 티엔마, 비전옥스, 대만 AUO, 폭스콘, 일본 샤프 등 삼성디스플레이를 제외한 거의 대부분의 디스플레이 기업에 세정장비를 보급

◎ 국내 중소·중견기업

☐ 디바이스이엔지

- 2002년에 설립된 고부가가치의 반도체(Auto FOUP Cleaner, POD Cleaner, Wet Station 등), Display (Mask Cleaner, PFC Cleaner, Spin Coater 등), 소재부품 (Filter, Film 등)의 자동제어 시스템 구축 및 생산 자동화 설비 기업
- 디스플레이와 반도체 공정장비에서 세정장비라는 니치마켓을 공략한 강력한 기업으로 디스플레이 분야에서는 독점적 상황이며, 반도체 세정장비에서는 신규 진출로 점유율을 높이고 있는 기업
- 2020년 5월 OLED 파인메탈마스크 세정장비 기술을 통해 IR52 장영실상 수상하였으며, 이 장비를 삼성디스플레이에 공급 중
- 그 외 중국 BOE를 비롯한 대형 디스플레이 업체에 세정장비 공급망 구축

☐ 아이엠티

- 반도체와 디스플레이 생산에 적용되는 건식 세정 장비를 개발하고 공급하는 업체로 레이저 세정과 CO₂ 세정을 주력으로 사업
- 디스플레이용 레이저 세정기의 경우 OLED Encap 공정에서 사용하는 메탈 마스크와 전 공정에서 활용되는 FMM 마스크를 세정함
- 레이저 세정 분야로 반도체 소켓 및 Burn in Board Pin 세정, 반도체 Probe Card 세정 기술을 보유중이며, 레이저를 이용한 방사노즐 건식세정 장치 특허를 한국기계연구원과 공동으로 보유 중

☐ 유니팩

- CO₂ 세정기, 레이저 세정기, 하이브리드 세정기 장비를 공급하는 업체로, 미세한 부유성 이물부터 강력한 고착성 이물까지 별도의 공정 추가 없이 한번에 제거가 가능한 레이저와 CO₂ 세정기술을 결합한 하이브리드 세정 시스템 개발
- 주요 응용분야로 금속, 플라스틱, 세라믹, 유리 등의 녹, 먼지, 산화물, 오일 등의 오염 제거

☐ 에이아이코리아

- 이차전지 전해액 및 반도체 장비에 필요한 정밀 특수 부품을 가공하고 반도체 & 디스플레이 건식 비접촉 세정 장비를 제조하는 기업
- 기존 반도체나 LCD, OLED에 화학약품을 통한 습식 세정 공정이 주를 이루는데 OLED의 경우 수분과 고온에 취약해 불량화소나 접합 불량 발생 등의 문제를 저온 바람을 불어 불순물을 날리는 건식 세정 공정 개발을 통해 성장
- 대기압 플라즈마 건식세정 방식 및 초음파 건식세정 기술을 보유 중
- 2022년 2월 건식 초음파 세정기 기술을 통해 IR52 장영실상 수상

☐ 씨티에스

- LCD, OLED, FILM 등 디스플레이 세정을 위한 비접촉 건식 초음파 세정기 연구, 개발, 생산하는 기업으로, 대형 및 소형 건식 초음파 세정기 주력
- 패널 크기 별로 다양한 초음파 세정기를 지원하며, 이 세정기는 OLED, LCD, 태양광 발전 패널, 특수철강, 이차전지용 필름 등 다양한 산업군에 활용 될 수 있음
- 주요거래처로 삼성디스플레이, 삼성전기, LG디스플레이, BOE, CSOT, HKC, TIANMA, EDO, VISIONOX 등

☐ 알파글로벌

- 2011년 8월 설립된 전자/반도체/산업기기 제조 및 무역업 기업
- CO2 Jet 세정 기술과 pellet 세정, 비접촉 건식 laser cleaning 세정 제품군을 보유중

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[디스플레이 세정 시스템 주요 연구조직 현황]

기관	소속	연구분야
한국기계연구원	나노융합장비연구부	- 초미세 구조 가공 및 장비 기술 - 광기반 미세 패터닝 기술 및 유연전자소자 응용 기술 개발
	광응용 장비연구실	- 고출력 레이저 핵심 모듈 및 장비 - 레이저/전자빔 응용 공정 및 시스템 - 광기반 융복합 측정/진단 공정 및 장비 기술
포항공대	LPMHT	- 건식/습식 레이저 세정, 레이저 충격파 세정, 유기 스프레이 제트 세정 등 다양한 레이저 기술 개발 - UV 및 고분자 화합물 반응을 이용한 가공 프로젝션 연구
한국산업기술대학교 산학협력단	기계공학과	몰드 표면의 높이에 따른 레이저 조사부 높이 조절
포항산업과학연구원	소재이용연구그룹	- 소재 표면 세정 장치 - 요철 형태의 표면을 갖는 부품 세정

(2) 기관 기술개발 동향

☐ 한국기계연구원

- 펄스 레이저를 사용하여 플라즈마 충격파를 발생 시켜 실리콘 웨이퍼의 100nm 크기의 형광 입자를 제거
- 레이저를 이용한 방사노즐 건식세정 장치 및 방법 개발

☐ 포항공과대학교

- 다양한 재료와 레이저에 대해 열영향, 마이크로 크랙 등의 결함이 없는 미세가공을 위해 공정 변수와 가공의 관계성을 찾고, 공정을 최적화하여 MEMS, 미세유체, 반도체, 디스플레이 산업 등의 응용분야에 적용하기 위한 연구가 진행
- 광굴절 방식과 레이저 섬광 사진법을 이용하여 레이저 충격파 속도를 측정하고 충격파 진행 형상을 가시화
- 액체 제트 또는 액적의 광학적 절연파괴(LIB) 연구를 통해 LSJC라는 신규 레이저 세정 기술 개발
- 레이저 유기 스프레이 제트를 이용한 표면 세정
- 엑시머 레이저를 이용한 실용적 레이저 세정 기술(SLC) 개발

☐ 한양대학교

- 실리콘 웨이퍼 상에 오염입자 $1\mu\text{m}$ (Al_2O_3)를 레이저 충격파를 통해 제거
- 트렌치 구조에서 레이저 충격파 세정 방향에 따른 입자 제거 효과
- 고 에너지 레이저 유기 충격파 특성 평가와 세정 효과

☐ 한국생산기술연구원

- KrF excimer laser를 사용하여 실리콘 웨이퍼 상의 오염원(지문) 제거

☐ 한국산업기술대학교 산학협력단

- 몰드 표면의 높이를 검출하여 레이저 조사부에서 조사된 레이저가 몰드 표면 산에 접촉되게 할 수 있는 레이저 세정 장치 개발

☐ 포항산업과학연구원

- 반도체 및 디스플레이 공정의 증착장비에 사용되는 세정장비로서, 피코초 이하의 초단 펄스 레이저를 조사하여 소재의 열변형을 방지하면서 오염물질에 열적 응력을 가해 소재 표면에 묻은 오염물질을 효과적으로 제거
- 반도체 및 디스플레이 공정의 증착장비에 사용되는 세정장비로서, 요철형 부품 세정장치로, 오염물질이 묻은 부품의 요철형 표면에 국부적으로 피코초 이하의 초단 펄스를 가지는 레이저를 조사하여 부품 표면에 초단 펄스의 피크 에너지를 가해 오염물질을 세정

◎ 국내 디스플레이 세정 시스템 관련 선행연구 사례

[국내 선행연구(정부/민간)]

수행기관	연구명(과제명)	연도	주요내용 및 성과
(주)원익큐엔씨 세라믹사업부	OLED 세정 장비용 엑시머 램프 및 광원 장치 개발	2020 ~ 2023	• OLED 패널제조용 세정 장비에 사용되는 엑시머 진공 자외선 램프 개발 • 각종 센서류를 활용하여 지속해서 램프의 점등상태를 모니터링하고 조절할 수 있는 컨트롤러 및 프로그램을 개발
에이피에스 머티리얼즈	AMOLED용 FMM 양산기술 개발	2020 ~ 2023	• AMOLED의 핵심 부품인 FMM stick의 국산화를 목적으로 함 • USPL(Ultra-Short Pulse Laser)의 적용과 레이저 빔의 강도분포 최적화뿐만 아니라 고유한 열누적 억제 기술 개발
(주)티티에스	극초단 레이저 pulse를 광원으로 이용한 레이저 세정기의 시작품 설계 및 제작과 공정기술 개발	2022	• 친환경적인 세정공정을 실현할 수 있는 새로운 레이저 세정공정 기술 개발을 위하여 예비연구 • 레이저 관련 분야의 기본적인 연구를 통하여 레이저 세정기의 열원으로 사용할 레이저를 결정
(주)우성초음파	디스플레이 제조 공정용 동시 다주파 방식의 초음파 세정기술 개발	2022 ~ 2024	• 동시 다주파 방식 초음파용 진동자 실리콘 코팅 장치 개발 • 이차전지, 디스플레이, 차폐 등 다양한 분야에서 초음파 핵심 기술을 응용
아레텍주식회사	반도체용 ArF Blank/Photo Mask Haze Free 스펀 세정 장비 개발	2020 ~ 2022	• UV/O3 Lamp 조사와 Mask 기판과의 최적화된 거리 설계가 반영된 스펀 세정 장비 기술 개발
(주)프로텍	고해상도 디스플레이 구현을 위한 MicroLED 초소형 칩 다중빔 광기반 고속 선택적 전사 및 접속 공정 장비 기술 개발	2020 ~ 2022	• Micro-LED 광기반 선택적 전사 공정 및 광원/광학계 장치 평가/최적화 • 고속 병렬 전사를 위한 DRL 구조최적화 및 공정 변수 최적화 • 고속 전사 및 대량 접속에 유리한 30μm급 초소형 Micro-LED 개발
한국재료연구원	Roll to Roll OLED용 연속 크리닝 장비 및 공정 개발	2020 ~ 2021	• Roll to Roll OLED 세정 공정 불량 분석 • Roll to Roll OLED Cleaning Process 개발

* 출처: 자체작성

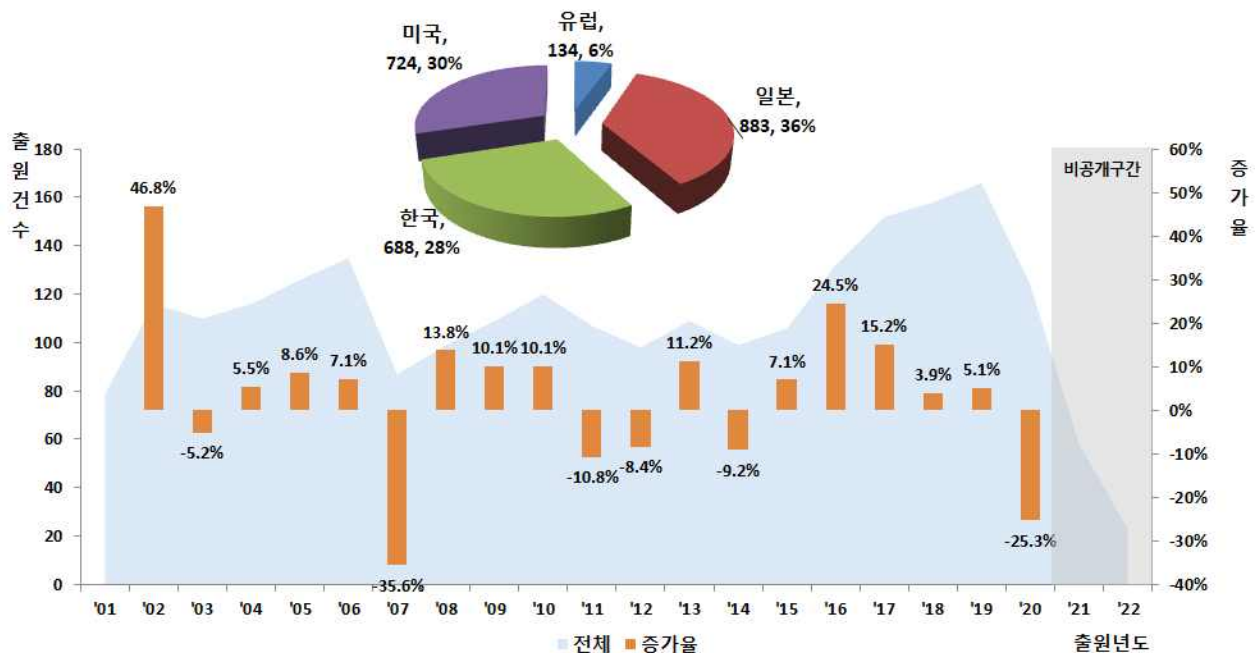
3. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 특허 증가율

- ☐ 과거부터 최근까지 해당품목에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 해당품목의 기술개발 동향 파악²⁾
- ☐ 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 특허기술 출원 점유율 분석을 통해 해당품목을 선도하는 국가 파악

연도별 출원증가율

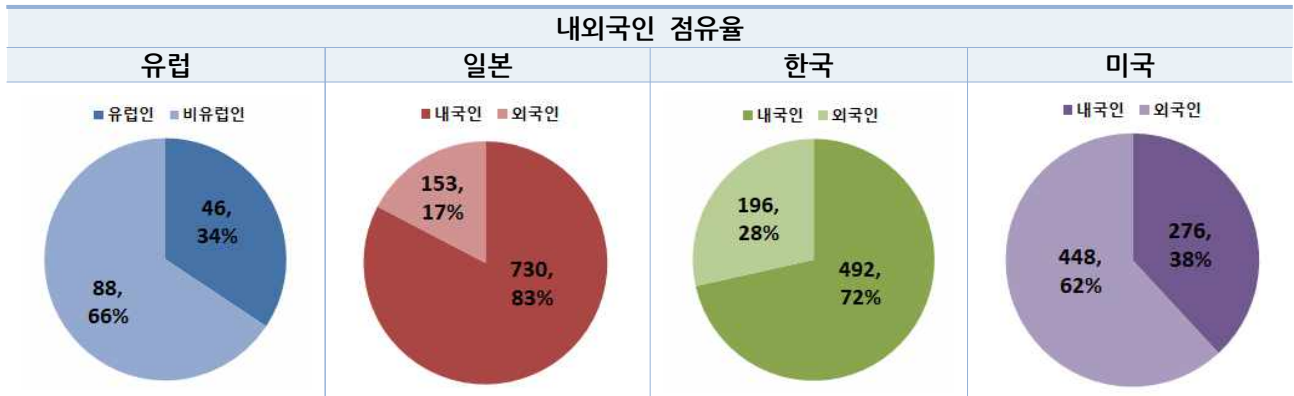


- 디스플레이 세정 시스템은 지난 20년(2001년~2020년)간 꾸준히 출원활동이 진행된 것으로 나타남
- 전년대비 증가율을 보았을 때 최근 2020년에는 -25.3%의 감소율을 보이고 있는 것으로 나타나며, 이는 삼성전자의 LCD 사업 축소 등과 같은 디스플레이 산업 전반의 투자 위축과 반도체 장비의 소형화에 따른 디스플레이 세정 장비에서도 고도의 기술력을 요함에 따른 것으로 판단됨
- 국가별 특허출원 점유율을 분석 시 디스플레이 세정 시스템 품목은 일본이 기술개발을 선도하는 것으로 판단됨

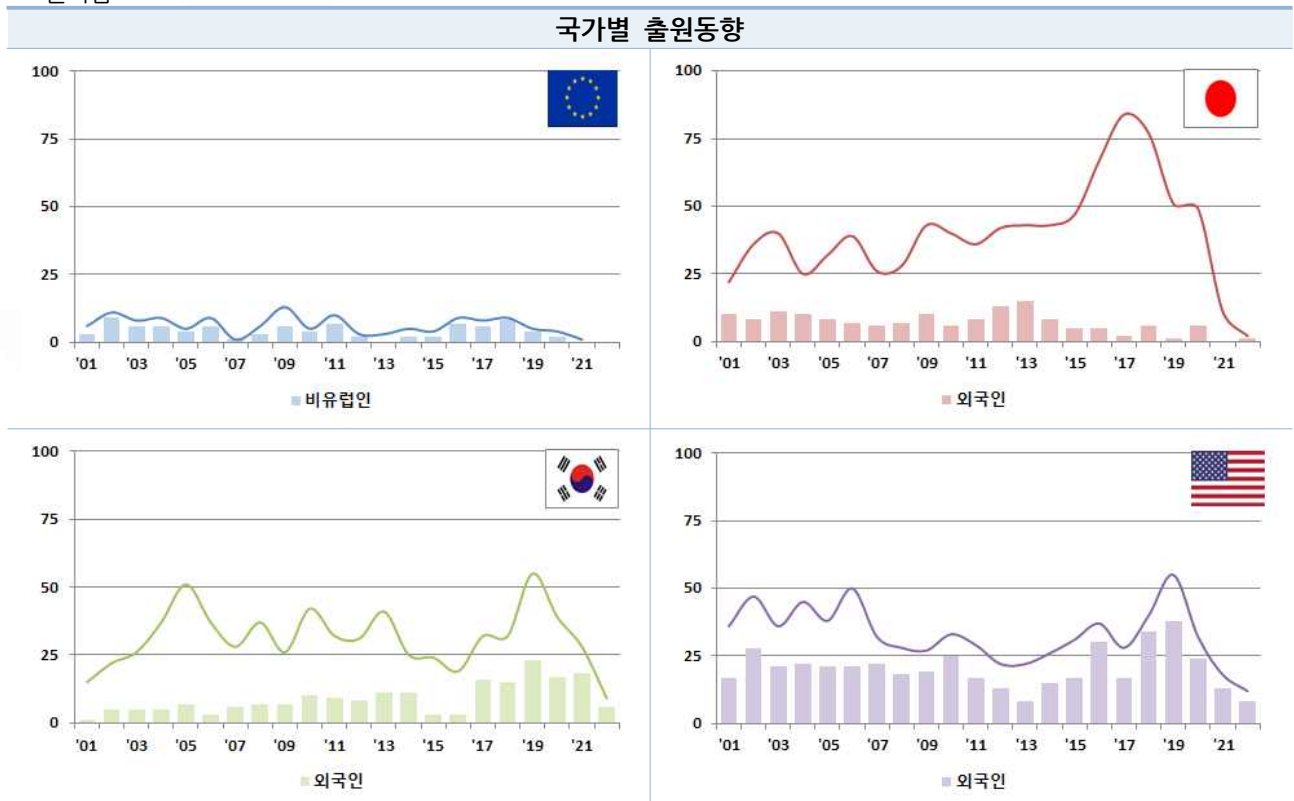
2) 특허출원 후 1년 6개월 경과 후 데이터가 공개되는 특허제도의 특성상, 2021년과 2022년에는 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터의 존재로 유효데이터가 적게 나타날 수 있음에 유의해야 함

(2) 특허 점유율

- 과거부터 최근까지의 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 타 국가 대비 국내의 기술적 위치 파악
- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 내·외국인의 출원분포를 파악하여 해당 국가 내 국외기술의 유입상황 및 국외기술에 대한 의존도 여부, 자국 기술력 등을 유추



- 디스플레이 세정 시스템 품목에 있어, 한국과 일본은 각각 내·외국인 비중이 72%대 28%, 83%대 17%로 내국인의 출원점유율이 높은 수준으로 나타났으며, 미국은 외국인의 출원점유율이 더 높은 것으로 나타남
- 디스플레이 세정 시스템 품목에 있어 일본의 기술자립도가 가장 높은 것으로 평가됨. 한국의 경우 전체 출원건수가 많지 않고, 외국인의 진입도 활발하지는 않은 것으로 나타나 해당 국가시장에 대한 평가는 높은 수준은 아닌 것으로 분석됨



- 지난 20년간 일본의 출원활동이 가장 활발히 진행된 것으로 나타나며, 유럽의 출원 활동은 대부분 외국인에 의해 진행된 것으로 나타남

(3) 특허 영향력

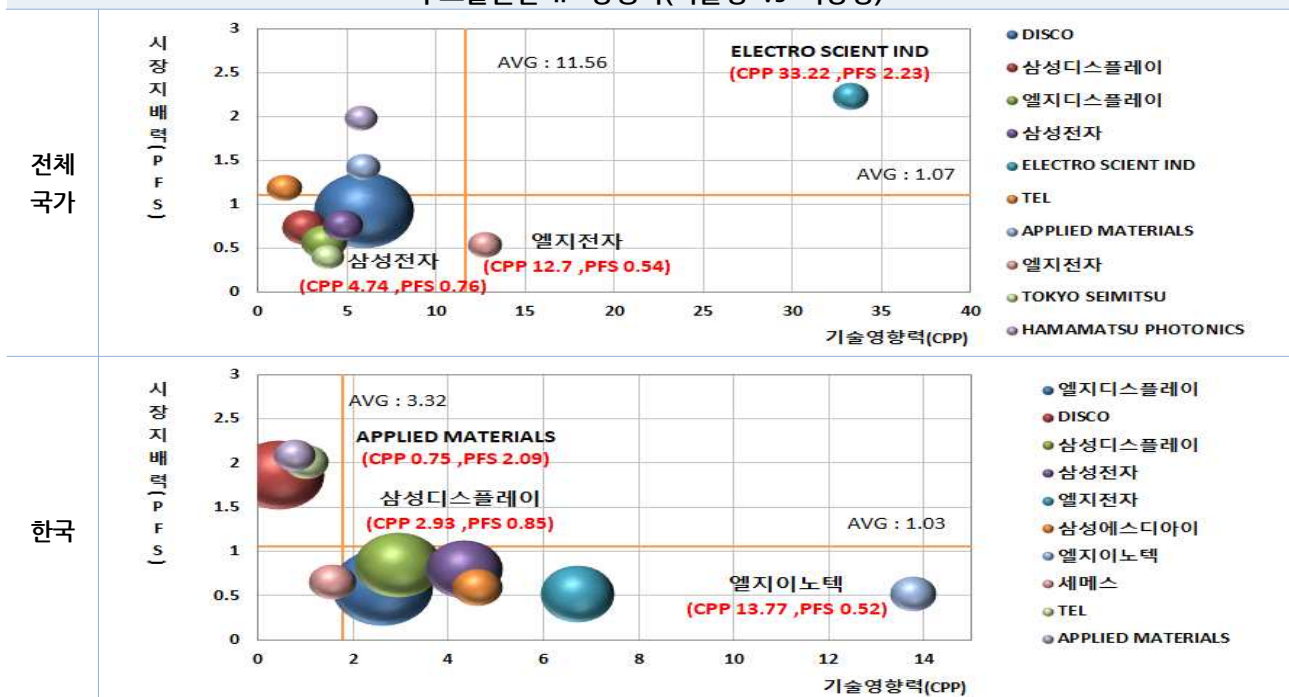
- 기술영향력(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 특허권자의 입장에서 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 핵심특허 또는 원천특허를 많이 보유하고 있을 가능성이 높다고 판단

* CPP = 특정 주체의 등록특허의 피인용 횟수 / 해당 주체의 등록특허 수

- 시장지배력(PFS) 지수는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당품목에서 글로벌 시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능

* PFS = 특정 주체의 평균 패밀리 국가수 / 전체평균 패밀리 국가수

주요출원인 IP 경쟁력(기술성 vs 시장성)



- 디스플레이 세정 시스템 품목에 대한 주요출원인들의 IP 경쟁력 분석결과, 전체 국가에서는 ELECTRO SCIENTIFICS가 기술영향력 및 시장확보력이 가장 높은 것으로 나타났으며, 한국에서는 엘지이노텍과 APPLIED MATERIALS가 각각 기술영향력과 시장확보력이 가장 높은 것으로 나타남. 전체 시장에서는 ELECTRO SCIENTIFICS의 특허가, 한국시장에서는 엘지이노텍, APPLIED MATERIALS의 특허가 시장확보력 및 질적 수준이 높아 기술적 파급력과 상업적 가치가 큰 것으로 평가됨

(전체) ELECTRO SCIENTIFICS : 기술영향력(CPP) 33.22 / 시장확보력(PFS) 2.23

(한국) 엘지이노텍 : 기술영향력(CPP) 13.77 / 시장확보력(PFS) 0.52

APPLIED MATERIALS : 기술영향력(CPP) 0.75 / 시장확보력(PFS) 2.09

- 한국출원인 중에는 전체 국가에서 엘지전자, 삼성전자가 각각 기술영향력, 시장확보력이 가장 높은 것으로 나타났으며, 한국에서는 엘지이노텍, 삼성디스플레이가 각각 기술영향력, 시장확보력이 가장 높은 것으로 분석됨

(전체) 엘지전자 : 기술영향력(CPP) 12.7 / 시장확보력(PFS) 0.54

삼성전자 : 기술영향력(CPP) 4.74 / 시장확보력(PFS) 0.76

(한국) 엘지이노텍 : 기술영향력(CPP) 13.77 / 시장확보력(PFS) 0.52

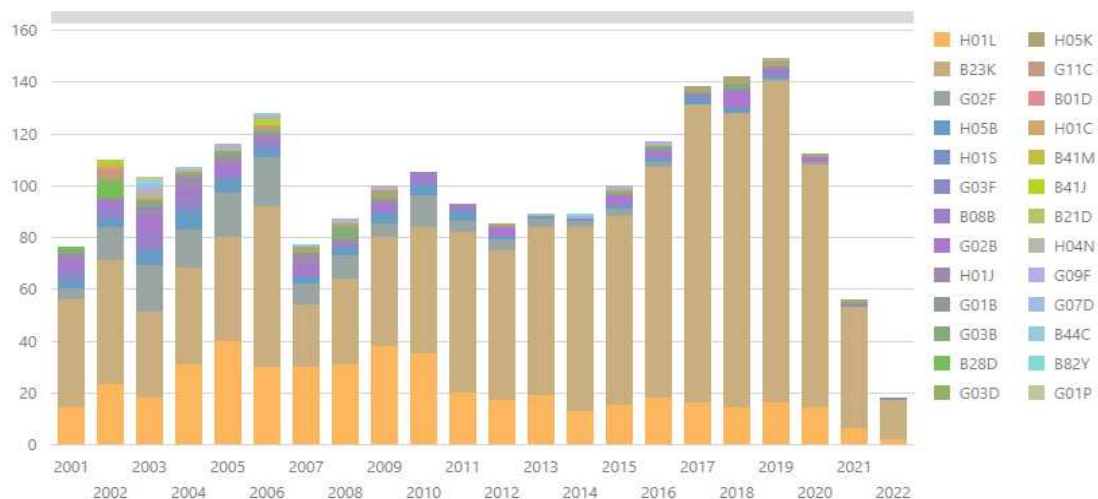
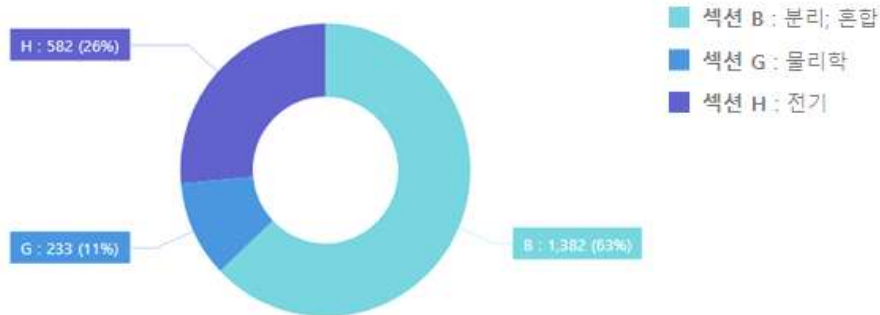
삼성디스플레이 : 기술영향력(CPP) 2.93 / 시장확보력(PFS) 0.85

(2) 기술 현황 분석

- 전 세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류를 통해 해당품목의 기술현황 및 집중기술 분야를 확인할 수 있으며, 연도별 기술현황 변화추이를 확인함으로써 해당품목에 대한 기술변화 트렌드 변화를 유추

* IPC(International Patent Classification) : 국제특허분류

IPC 특허분류별 출원건수



- 디스플레이 세정 시스템 품목은 섹션 B 분리, 혼합 기술분야의 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 납땜(Soldering) 또는 비납땜(Unsoldering); 용접; 납땜 또는 용접에 의하여 클래딩(cladding) 또는 피복; 국부 가열에 의한 절단, 예. 화염 절단; 레이저 빔에 의한 가공(B23K) 기술분야에서 집중 연구가 되고 있는 것으로 분석됨
- 연도별 기술현황 변화추이를 보았을 때, 최근에는 (B23K) 기술분야인 '납땜(Soldering) 또는 비납땜(Unsoldering); 용접; 납땜 또는 용접에 의하여 클래딩(cladding) 또는 피복; 국부 가열에 의한 절단, 예. 화염 절단; 레이저 빔에 의한 가공' 관련 분야와 (H01L) 기술분야인 '반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치' 관련 분야에서 출원이 진행된 것으로 나타남

IPC - Sub Class	출원건수
• (B23K) 납땜(Soldering) 또는 비납땜(Unsoldering); 용접; 납땜 또는 용접에 의하여 클래딩(cladding) 또는 피복; 국부 가열에 의한 절단, 예. 화염 절단; 레이저 빔에 의한 가공	1337
• (H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	460
• (G02F) 광의 강도, 색, 위상, 편광 또는 방향의 제어를 위한 장치 또는 배치, 예. 스위칭, 게이팅, 변조 또는 복조, 의 매체의 광학적성질이 변화에 의하여 광학적 작용이 변화하는 장치 또는 배치; 그와 같은 동작을 위한 기술 또는 처리; 주파수변환, 비선형 광학, 광학적 논리소자; 광학적 아날로그/디지털 변환기	140
• (G02B) 광학요소, 광학계 또는 광학장치	47
• (H05B) 전기 가열; 달리 제공되지 않는 전기 광원; 일반적인 전기 광원을 위한 회로 장치	43

(3) 기술 집중력 분석

- 주요출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단하는 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)

주요출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	DISCO	429	45.9%	46	
	삼성디스플레이	84	9.0%	55	
	엘지디스플레이	83	8.9%	64	
	삼성전자	65	7.0%	71	4
	TEL	51	5.5%	76	
	APPLIED MATERIALS	49	5.2%	81	
	엘지전자	47	5.0%	86	
	ELECTRO SCIENTIFIC INDUSTRIES	43	4.6%	91	
	TOKYO SEIMITSU	42	4.5%	96	
	HAMAMATSU PHOTONICS	42	4.5%	100	
	전체	935	100%	CR4 = 71	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	188	27.3%	27.33	중소기업
	대기업	258	37.5%		
	연구기관/대학	46	6.7%		
	기타(외국인)	196	28.5%		
	전체	688	100.0%	CR중소기업 = 27.33	

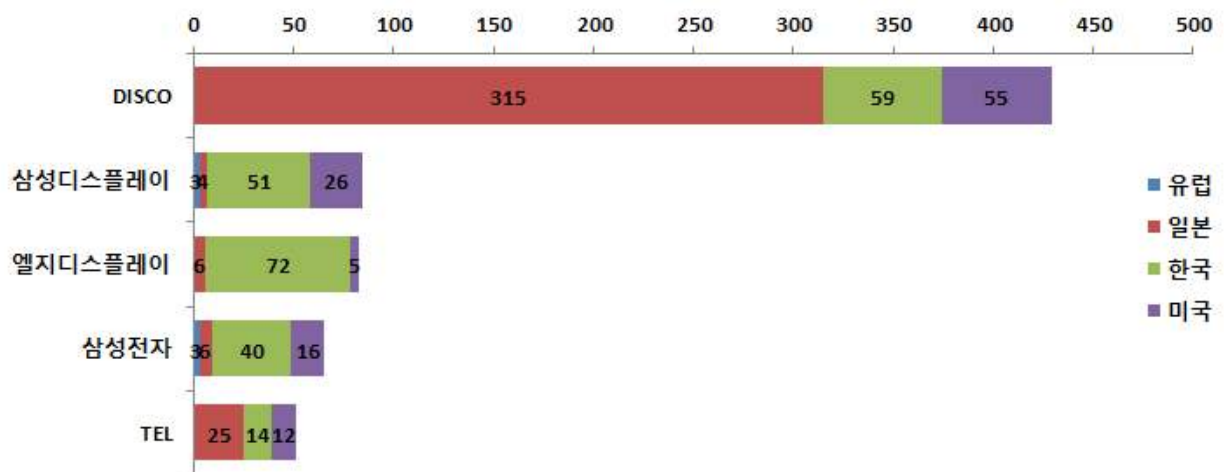
- 디스플레이 세정 시스템 품목에 대한 시장관점의 기술독점 집중률 지수(CRn) 분석결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 71로, 주요출원인에 의한 독과점 정도는 높은 것으로 분석됨
- 국내시장에 있어서 중소기업의 특허점유율은 27.33으로, 디스플레이 세정 시스템 품목에서 중소기업의 점유율은 높지 않은 것으로 분석되고, 대기업에 의한 출원점유율이 높게 나타나지만, 독과점 수준이 높지 않아 국내시장에서 중소기업의 진입장벽은 높지 않을 것으로 판단됨

다. 주요 출원인 분석

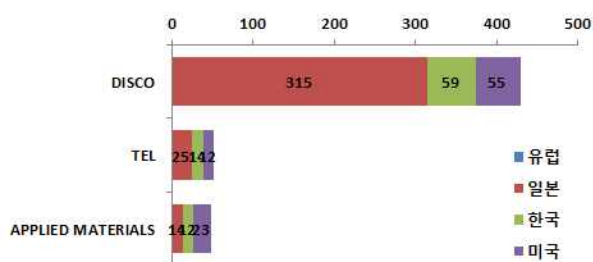
(1) 주요 출원인 동향

- 주요출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 출원현황 분석을 통해 주요출원인들이 고려하고 있는 주요시장국이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망
- 타 국가 대비 국내 기관 및 기업의 출원 활동 현황 및 수준을 파악하여 연구개발에 있어 비중 있는 사전 파악이 필요한 기관 및 기업 제시

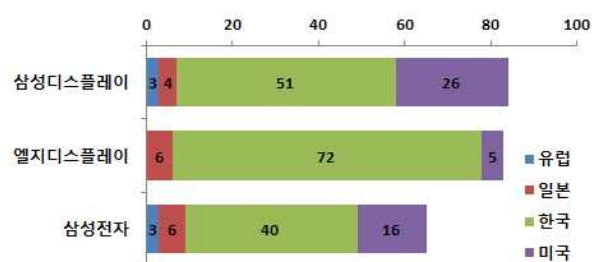
전체 주요출원인 동향



해외 주요 출원인



국내 주요 출원인



- 디스플레이 세정 시스템 품목의 주요출원인 Top 5를 살펴보면, 한국, 일본 국적의 출원인이 포함되어 있는 것으로 나타나며, 특히 일본 출원인에 의해 기술개발이 주도되고 있는 것으로 나타남
- 한국국적의 출원인으로는 삼성디스플레이, 엘지디스플레이, 삼성전자가 주요출원인에 포함되었으며, 일본의 DISCO, TEL도 주요출원인으로 나타남
- 국내 주요출원인은 삼성디스플레이, 엘지디스플레이, 삼성전자로 도출되어, 기업에 의해 기술개발이 진행되고 있는 것으로 분석됨

(2) 주요 출원인 기술 키워드 및 주요특허 분석

- 주요출원인이 출원한 해당품목의 특허 기술 키워드 확인을 통해 출원인별 집중연구 분야를 파악할 수 있으며, 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 주요특허를 사전검토 함으로써 주요출원인의 주력기술 분야를 예측

* 기술 키워드 분석범위 : 요약, * 키워드 구성 : 구문, * 키워드 출력 수 : 50개

* 주요특허 도출 기준 : 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ DISCO

주요 키워드 및 주요특허 분석



- 반도체 식각 장치, 반도체 기판, Semiconductor Substrate, Semiconductor Device, Etch Stop Layer, 반응 가스, 식각 공정, 식각 장치, 공정 챔버, Interlayer Dielectric Layer

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 7129150 (2004.03.08.)	Method of dividing a semiconductor wafer	전면에 형성된 복수의 스트리트를 격자 형태로 분할하는 방법과 상기 복수의 스트리트에 의해 구획된 복수의 영역에 형성된 회로를 개별 반도체 칩으로 분할하는 방법	137	8
US 7179723 (2004.11.12.)	Wafer processing method	반도체 웨이퍼 또는 광학 디바이스 웨이퍼와 같은 웨이퍼의 소정 영역에 레이저 빔을 적용하여 소정의 처리를 실시하기 위한 레이저 가공 방법	133	5
US 7265033 (2004.06.28.)	Laser beam processing method for a semiconductor wafer	전면에 저유전성 절연막이 형성된 반도체 웨이퍼용 레이저 빔 가공 방법	131	5

- DISCO는 디스플레이 세정 시스템 품목과 관련하여 Top 1 출원인으로, 일본을 위주로 출원을 진행하였으며, 웨이퍼의 소정 영역에 레이저 빔을 적용하여 소정의 처리를 실시하기 위한 레이저 가공 기술 및 복수의 스트리트에 의해 구획된 복수의 영역에 형성된 회로를 개별 반도체 칩으로 분할하는 기술에 대한 기술력이 높은 것으로 조사됨

주요 키워드 및 주요특허 분석



- 함불소 화합물, 금속막 산화제, 아졸 화합물, 고리형 아민 화합물, 불소 화합물, 아즐게 화합물, 수용성 화합물, 구리계 금속막, 일괄 식각, 인산염 화합물

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
KR 10-1460653 (2008.07.23.)	유기발광 표시장치 및 이의 제조 방법	표시품질이 향상된 유기발광 표시장치 및 이의 제조 방법	17	2
KR 10-1097331 (2010.01.28.)	박막 증착용 마스크의 제조 방법	패턴이 침예한 단부를 갖는 경사부들을 구비하므로 새도우 효과가 잘 발생하지 않는 박막 증착용 마스크의 제조 방법	10	2
US 8969106 (2013.03.14.)	Laser irradiation apparatus and method of manufacturing organic light-emitting display apparatus using the same	기판 상에 유기 층을 포함하는 패널을 수용하도록 구성된 챔버를 포함하는 레이저 조사 장치	9	2

- 삼성디스플레이는 디스플레이 세정 시스템 품목과 관련하여 Top 2 출원인으로, 한국을 위주로 출원을 진행하였으며, 표시품질이 향상된 유기발광 표시장치 및 제조 기술 및 기판 상에 유기층을 포함하는 패널을 수용하도록 구성된 챔버를 포함하는 레이저 조사 장치 기술에 있어서 기술력이 높은 것으로 조사됨

◎ 엘지디스플레이

주요 키워드 및 주요특허 분석



- 처리 가스, 처리 용기, Processing Chamber, Gaseous Mixture, 실리콘 산화막, 식각 공정, Etching Process, Processing Container, 기판 처리 장치, Plasma Etching

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 9280007 (2012.07.17.)	Method of manufacturing flexible display device	베이스 기판 상에 버퍼층을 형성하는 단계를 포함하며, 여기에서 상기 버퍼층은 투명하고 약 3.0 eV 내지 약 4.0 eV의 광학 밴드 갭을 가지고, 상기 버퍼층 상에 가요성 기판을 형성하는 것 가요성 기판 상에 디스플레이 요소를 형성하는 것 상기 버퍼층에 레이저를 조사하여 상기 베이스 기판으로부터 상기 가요성 기판을 분리시키는 가요성 디스플레이 장치 제조 방법	20	3
KR 10-0689314 (2003.11.29.)	액정표시패널의 절단방법	레이저를 이용하여 스크라이브라인과 실라인이 겹쳐지는 부분의 상기 실라인을 미리 제거함으로써 절단 휠의 진행을 원활하게 하여 액정표시패널의 절단공정에서의 패널 불량률 감소시킨 액정표시패널의 절단 방법	12	4
JP 4495643 (2005.06.27)	박막식각방법 및 이것을 이용한 액정 표시 장치 제조 방법	액정 표시 장치와 관련되어 특히 공정 단순화 및 제조비용을 절감하는데 적합한 박막식각방법 및 이것을 이용한 액정 표시 장치 제조 방법	11	6

- 엘지디스플레이는 디스플레이 세정 시스템 품목과 관련하여 Top 3 출원인으로, 한국을 위주로 출원을 진행하였으며, 레이저를 이용해 스크라이브라인과 실라인이 겹쳐지는 부분의 실라인을 제거하여 액정표시패널의 절단공정에서 패널 불량률 감소시킨 액정표시패널 절단 기술 및 공정 단순화 및 제조비용 절감에 적합한 박막식각방법과 이를 이용한 액정 표시 장치 제조 기술에 있어서 기술력이 높은 것으로 조사됨

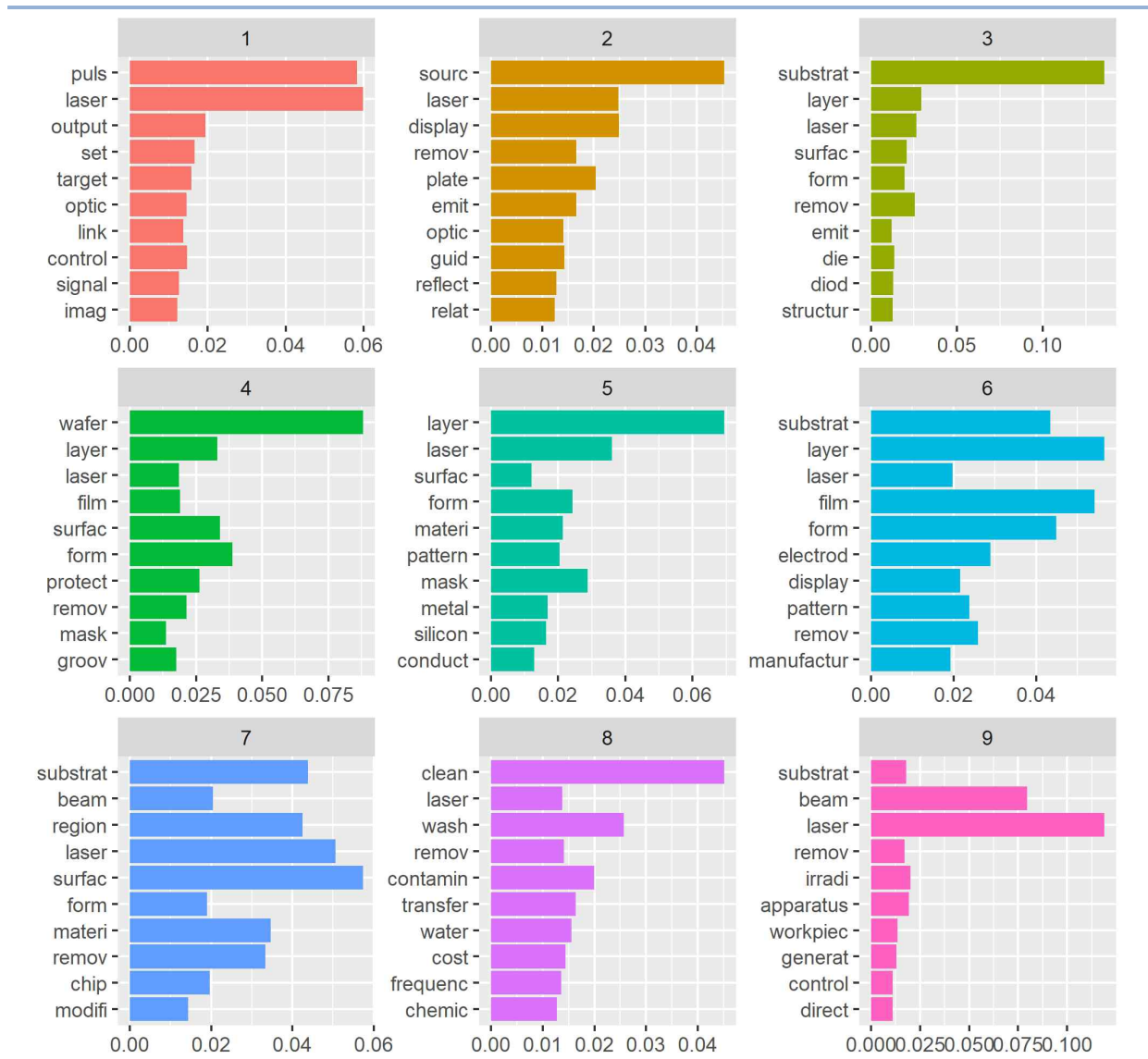
4. 전략품목 기술로드맵

가. 핵심기술

(1) 요소기술 도출

◎ 특허 키워드 클러스터링 기반 요소기술 후보도출

[디스플레이 세정 시스템 토픽 클러스터링 결과]



* 출처: 자체작성

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 후보도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	pulse laser output target control	- Dry cleaning method of wafer by plasma formation induced by femtosecond laser - METHOD AND APPARATUS OF CLEANING A SUBSTRATE - DEVICE AND METHOD FOR CLEANING SURFACE OF MATERIAL	레이저 펄스 조절 방법
클러스터 02	laser display remove plate reflect	- Laser cleaner - cleaning device - Apparatus of cleaning using laser beam	반사판을 이용하는 레이저 세정 시스템
클러스터 03	layer laser surface form substrate	- Method And Apparatus For Cleaning Pattern Masks Using Laser - APPARATUS AND METHOD FOR DRY SURFACE-CLEANING OF MATERIALS	표면 형태에 따른 레이저 조사 방향 조절 방법
클러스터 04	layer laser surface protect remove	- Local vectorial particle cleaning - Apparatus and method for irradiating laser beam - PROCESSING METHOD OF WAFER	건식 레이저 세정 시 손상 최소화 방법
클러스터 05	layer laser surface form mask	- Method And Apparatus For Cleaning Pattern Masks Using Laser - MASK CLENNING METHOD FOR ORGANIC EL, MASK CLENNING APPARATUS FOR ORGANIC EL, AND DISPLAY MANUFACTURING DEVICE FOR ORGANIC EL	대면적 디스플레이 마스크 세정 시스템
클러스터 06	layer laser film display remove	- Method cleaning Plasma Display Panel using Laser and Vapor Phase - METHOD FOR CLEANING SEMICONDUCTOR DEVICE USING LASER - Method cleaning Electro Luminescence Display using Laser and Vapor Phase	가스를 포함하는 레이저 세정 방법
클러스터 07	beam laser region modify remove	- APPARATUS AND METHOD FOR DRY CLEANING OF WAFER BACKSIDE USING LASER BEAM - DEVICE AND METHOD FOR CLEANING SURFACE OF MATERIAL	레이저 빔 조사 위치 조정 방법
클러스터 08	clean laser wash water chemical	- Method cleaning Electro Luminescence Display using Laser and Ar ECR Plasma - LASER MACHINING METHOD - Method and apparatus for cleaning surfaces	유체를 포함하는 레이저 세정 방법
클러스터 09	beam laser workpiece control direct	- Substrate cleaning apparatus using laser - METHOD FOR CLEANING SEMICONDUCTOR DEVICE USING LASER - METHOD AND APPARATUS OF CLEANING A SUBSTRATE	레이저 세정용 챔버

* 출처: 자체작성

◎ 특허 분류체계 기반 요소기술 후보도출

[IPC 분류체계에 기반 요소기술 후보도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(B23) 레이저 빔에 의한 가공, 예. 용접, 절단, 천공(boring)	(B23K-026/16) 부차물의 제거	-
	(B23K-026/062) 레이저 빔의 직접 제어에 의한 것	레이저 빔 제어 방법
	(B23K-026/57) 다른 가공물 면상에서 작업하기 위해 가공물 재료를 통하여 전송되는 것으로 부터 가공물의 면에 도입하는 레이저 빔	-
(G02F) 광의 강도, 색, 위상, 편광 또는 방향의 제어를 위한 장치 또는 배치	(G02F-001/13) 액정에 기초한 것	유해물질 최소화 세정 방법
(H01L) 반도체 장치	(H01L-021/00) 반도체 장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비	-
	(H01L-021/02) 반도체 장치 또는 그 부품의 제조 또는 처리	레이저 충격파를 이용한 세정방법
(H01J) 방전관 또는 방전램프	(H01J-009/00) 방전관, 방전 램프 또는 그 일부의 제조{설치, 제거, 유지}에 특히 적합한 장치 또는 공정	플라즈마를 포함하는 레이저 세정 방법

* 출처: 자체작성

◎ 최종 요소기술 도출

- ☐ 기술·시장 분석, 기술수요, 기술(특허)분석, 전문가 추천을 바탕으로 요소기술 후보 도출
- ☐ 요소기술 후보를 대상으로, 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을
조정·검토하여 최종 요소기술 확정

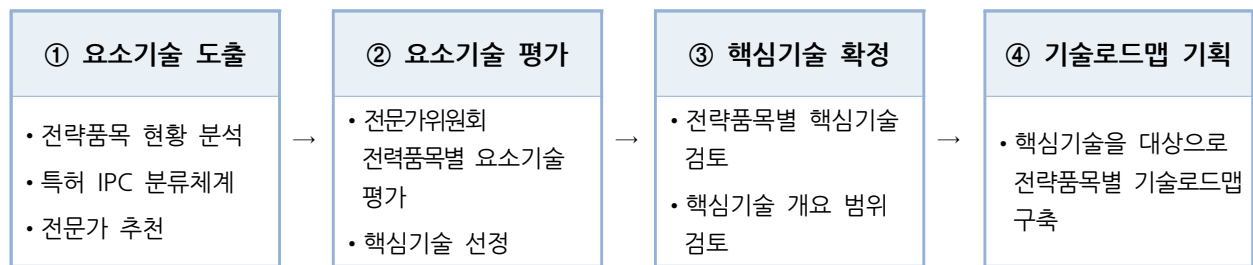
[디스플레이 세정 시스템 요소기술 도출]

요소기술	출처
클리닝 속도 고속화	특허 클러스터링, 전문가추천
표면 형태에 따른 레이저 조사 방향 조절 방법	특허 클러스터링, 전문가추천
레이저광 에너지 보정	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
레이저 펄스 조절 방법	특허 클러스터링, 전문가추천
건식 레이저 세정 시 손상 최소화 방법	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
플라즈마를 포함하는 레이저 세정 방법	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
디스플레이 세정시스템	특허 클러스터링
대면적 디스플레이 마스크 세정 시스템	특허 클러스터링

(2) 핵심기술 선정 및 기술로드맵 기획 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 기술시장분석을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술 등을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 전문가위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성

[핵심기술 선정 및 기술로드맵 기획 프로세스]



(3) 핵심기술 리스트

[디스플레이 세정 시스템 핵심기술]

핵심기술	개요
클리닝 속도 고속화	세정시간 단축을 위한 클리닝 속도를 고속화하기위한 시스템 제어기술
표면 형태에 따른 레이저 조사 방향 조절 방법	모재의 표면형태에 따라 레이저를 조사하는 각을 설정하는 제어기술
레이저광 에너지 보정	레이저 광의 에너지 밀도를 최적화 및 모니터링하는 기술
레이저 펄스 조절 방법	레이저 펄스의 세기를 조절하여 모재의 손상을 최소화하는 제어기술
건식 레이저 세정 시 손상 최소화 방법	레이저의 에너지 밀도를 최적화하여 모재의 손상의 최소화하는 제어기술
플라즈마를 포함하는 레이저 세정 방법	건식 세정방법으로 플라즈마 세정을 포함하여 세정하는 시스템 제어기술

나. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[디스플레이 세정 시스템 기술개발 로드맵]

핵심기술	디스플레이 제조공정에서 발생하는 파티클이나 이물질을 제거하여 세정기술 핵심 IP 확보					
	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	최종 목표
클리닝 속도 고속화						세정시간 속도 향상을 통한 시간절감
표면 형태에 따른 레이저 조사 방향 조절 방법						모재 표면 형태에 따른 레이저 제어 시스템 개발
레이저광 에너지 보정						레이저광 보정을 통한 밀도 최적화
레이저 펄스 조절 방법						레이저 파장 조절 시스템 개발
건식 레이저 세정 시 손상 최소화 방법						건식 레이저 에너지 밀도 최적화를 통한 디스플레이 손상 최소화
플라즈마를 포함하는 레이저 세정 방법						건식 플라즈마 세정기술 개발

* 출처: 자체작성

(2) 기술개발 목표

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

[디스플레이 세정 시스템 핵심기술 연구목표]

핵심기술	기술 요구사항	연차별 개발목표					최종목표	연계 R&D 유형
		1년차	2년차	3년차	4년차	5년차		
클리닝 속도 고속화	세정시간 단축 시스템 제어기술 개발	40min 이내	30min 이내	30min 이내	20min 이내	15min 이내	세정시간 속도 향상을 통한 시간절감	산학연
표면 형태에 따른 레이저 조사 방향 조절 방법	모재 표면 형태에 따른 레이저 모니터링 시스템 개발	20%이 상	40%이 상	70%이 상	90%이 상	95%이 상	모재 표면 형태에 따른 레이저 제어 시스템 개발	산학연
레이저광 에너지 보정	레이저 밀도 최적화 기술	20%이 상	40%이 상	70%이 상	90%이 상	95%이 상	레이저광 보정을 통한 밀도 최적화	산학연
레이저 펄스 조절 방법	레이저 파장 조절에 따른 시스템 개발	단일파장 (1064nm)	단일파장 (1064nm)	단일파장 (532nm)	하이브리 드 파장 최적화	하이브리 드파장 (1064nm+532nm)	레이저 파장 조절 시스템 개발	산학연
건식 레이저 세정 시 손상 최소화 방법	레이저 에너지 밀도 최적화 방법	레이저 발진기 최적화 설계기술	레이저 빔 조사 광학계 설계	레이저 빔 조사 광학계 제작	레이저 빔 전송 광학계 최적화도 출	레이저 빔 전송 광학계 최적화	건식 레이저 에너지 밀도 최적화를 통한 디스플레이 손상 최소화	산학연
플라즈마를 포함하는 레이저 세정 방법	플라즈마 건식 세정기술	플라즈마 반응성 가스 최적화	플라즈마 노출방식 최적화	플라즈마 여기방식 최적화	모재 손상을 최적화 플라즈마 기술도출	모재 손상을 최적화 플라즈마 기술적용	건식 플라즈마 세정기술 개발	산학연

다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ 세정은 디스플레이 제조 과정에서 발생하는 파티클이나 이물질을 제거하여 제품의 품질과 수율을 높이는 핵심 역할을 수행함. 이에, 최근 디스플레이 대형화, 고정세화 기술방향 추세에 적합한 수급기업간 공동 기술개발의 세정장비 기술개발이 요구됨
- ☐ 습식 및 건식세정은 국내 국산화율이 높은 만큼 중소기업의 기술개발 저력이 있으므로 이에대한 정부지원을 바탕으로 고속의 초정밀 세정장비 개발 필요와 더불어 해당기술 확보를 통해 중국 등 해외수출 등 진출이 용이할 것으로 판단됨