

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목분석보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

고해상도 이미지센서

고품질 영상신호 수집과 데이터 변환을 위한 필수요소

요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성기관

NICE평가정보(주)

작성자

정원호 전문연구원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술 신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미 게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2124-6822)으로 연락주시기 바랍니다.



한국IR협회



고해상도 이미지센서

고품질 영상신호 수집과 데이터 변환을 위한 필수요소

디지털 뉴딜	테마명	센서 · 측정	분야명	감각센서	산업분류	H37004
	【정책 및 투자 동향】					
	정책동향	○ 고해상도 이미지센서 관련 비메모리 반도체 산업 육성을 위해 시스템반도체 비전과 전략 발표 ○ 스마트센서 육성 사업 추진				
	투자동향	○ (정부) 시스템반도체 육성을 위해 '29년까지 총 사업비 1조원 R&D 투자, 팹리스 전용펀드 1,000억 원 조성 ○ (기업) 삼성전자, SK하이닉스, LG 이노텍 등 대기업 중심으로 이미지센서 시장 공략, 중소기업은 연구 품목별 시장 공략				

■ 세계 이미지센서 시장은 초기 일본 주도, 한국은 반도체 노하우를 기반으로 맹추격

한국은 반도체 기술력과 스마트폰 시장 점유율을 바탕으로 세계 이미지센서 시장에서 일본과 함께 주도적인 역할을 담당해 오고 있으며, 이미지센서와 연관된 스마트 시티, 스마트 팩토리, 스마트 홈 등은 미래 산업을 견인할 신 성장 동력 산업으로 부상 중이다.

세계 이미지센서 시장은 2021년을 기점으로 회복세를 보일 것으로 예상되고, 새로운 5G 스마트폰 및 비전 애플리케이션이 적용된 시스템에 더 많은 디지털 카메라가 적용될 것으로 예측됨에 따라 CMOS 이미지센서 시장은 지속적인 성장을 통해 2025년에 330억 달러 규모에 이를 것으로 예측된다. 이미지센서의 최대 시장인 스마트폰 시장이 꾸준히 성장하고, 자동차 및 산업용 수요도 지속적으로 증가하여 향후 시장 확대가 예상된다.

■ 센서 구조설계, 반도체 공정, ISP 알고리즘을 중심으로 다양한 기술 개발 중

고해상도 이미지센서는 화소 수를 늘려 공간 해상도를 높이는 것 이외에 BSI(Back Side Illumination, 후면조사형) 방식을 채택하여 수광 특성을 향상시키거나, DTI(Deep Trench Isolation), VTG(Vertical Transfer Gate) 구조를 적용함으로써 픽셀간의 간섭현상을 최소화시키고 있다. 웨이퍼레벨 패키징, SOI(Silicon on Insulator) 기판 사용과 같은 최근 반도체 공정에서 사용되고 있는 기술을 이미지센서에 적용함으로써 고해상도를 추구할 수 있게 되었다.

또한, 실리콘 기반 포토다이오드를 유기박막으로 대체하여 이미지 품질향상, 모듈 소형화를 위한 연구가 진행되고 있으며, 렌즈의 다양한 배치를 통해 위상차를 발생시키는 자동초점 기능과 ISP(Image Signal Processor) 알고리즘 개발을 통한 해상도 향상에 대한 연구도 이루어지고 있다. 최근에는 기업별로 고해상도, 고품질, 고기능 등 차별성 향상에 초점을 맞춘 기술 개발이 이루어지고 있다.

I. 배경기술분석

고용량 영상 정보전송, 스마트 산업의 확대로 인한 동반 성장

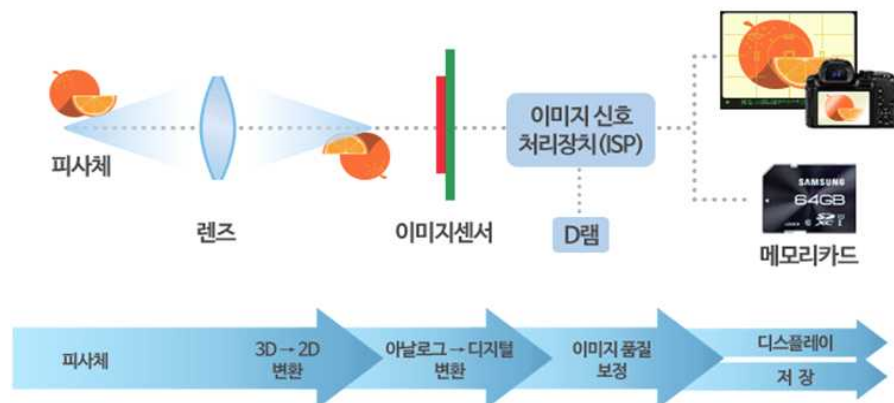
이미지센서는 카메라 렌즈를 통해 들어온 빛을 디지털 신호로 변환하는 반도체로 스마트폰을 비롯해 차량, 의료, 보안 등 다양한 분야에 활용되며 수요가 급증하고 있다.

1. 산업 생태계 분석(정의, 구조 및 특징)

■ 영상이미지 구현의 필수요소, 이미지센서

이미지센서는 반도체 공정을 활용하여 제작된 센서 중 하나로, 광자를 전자로 전환하여 디스플레이에 표시하거나 저장장치에 저장할 수 있게 하는 반도체로서 수광 신호를 전기 신호로 변환시키는 수광 소자, 변환된 전기 신호를 증폭 및 압축하는 픽셀 회로 부분, 이렇게 전처리된 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 이미지 신호를 처리하는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 부분으로 구성된다. 적용 분야로는 디지털 카메라, 스마트폰 등 가정용 제품만이 아니라 병원에서 사용하는 내시경, 지구를 돌고 있는 인공위성의 망원경에 이르기까지 광범위하게 활용되고 있다.

[그림 1] 이미지센서 구조



*출처: 삼성반도체이야기, <https://www.samsungsemicondstory.com>

이미지센서는 크게 CCD(Charge Coupled Device), CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor), Contact Image Sensor 등이 있는데, 초소형화, 초절전형 영상 이미지센서의 기술은 CCD와 CMOS를 중심으로 개발이 집중되고 있다.

CCD와 CMOS 이미지센서는 동일한 수광 소자를 사용하고 있는데, CCD 이미지센서의 경우 수광부에서 발생된 전하가 일렬로 연결된 MOS(Metal-Oxide-Semiconductor) Capacitor를 거쳐 순차적으로 이동하여 최종 출력단에서 전압으로 변환된다. 반면에 CMOS 이미지센서는 각각의 화소(Pixel) 내부에 내장된 Source Follower에서 전하가 전압으로 바뀌어 외부로 출력된다.

즉, 빛에 의해 발생한 전자를 그대로 게이트 펄스를 이용해서 출력부까지 이동시키는 것이 CCD 이미지센서이며, 빛에 의해 발생한 전자를 각 화소 내에서 전압으로 변환한 후에 여러 CMOS 스위치를 통해 출력하는 것이 CMOS 이미지센서이다.

■ 반도체 센서 생태계는 이미지센서가 포함되는 센서 제작의 H/W와 이를 활용하는 S/W로 구성

이미지센서는 반도체공정을 활용하는 반도체 센서 중 하나인데, 반도체 센서란 반도체 기술과 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기술을 도입하여 소형화, 집적화에 용이하도록 개발된 센서를 의미한다. 반도체 기술이 발전함에 따라 단일센서 모듈에서 복합센서 모듈로, 최근에는 하나의 칩으로 구성된 one-chip 복합센서로 기술이 발전되고 있다.

스마트폰의 보급률이 증가함에 따라 반도체 센서의 수요와 요구가 증가하고 있는 추세이며, 스마트폰에는 이미지센서, 터치센서, 마이크로폰, GPS(Global Positioning System), 모션센서, 지자기센서, 조도센서, 근접센서, 지문센서 등 10종 이상 20여 개의 센서가 탑재되고 있고, 차세대 이미지센서가 가장 많이 적용될 자동차에는 30종 이상 160여 개의 다양한 센서가 탑재되고 있는 상황이다.

반도체 센서 산업은 유·무선 네트워크 통신을 기반으로 센서들과 홈 서버간의 통신을 통해 상황에 맞는 동작을 수행하는 스마트 커넥티드 시스템을 가능하게 하는 산업으로, RFID(Radio-Frequency IDentification), Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee 등의 통신기술, 센서의 보상과 데이터 처리기술, 사용자 알람기술, 상황인지를 통해 알맞은 대처를 수행하는 인공지능 기술 산업이 포함되고 있다.

[그림 2] 반도체 센서 생태계 구조



*출처: 센서산업 현황 및 경쟁력, 한국수출입은행(2019), NICE평가정보(주) 재구성

반도체 센서 산업은 센서 제조를 위한 소재 산업, 소재를 이용하여 고유 기능이 구현된 소자 산업, 여러 개의 소자를 사용하여 조립한 모듈 및 시스템 산업을 포함하는 융복합 산업으로, 칩, 패키지, 모듈, 시스템의 단계를 거쳐 대부분의 산업에 활용되고 있으며, IoT(Internet of Things) 기술의 발전에 따라 산업적 활용도는 대폭 증가하고 있다.

반도체 센서는 전자기기, 자동차 등의 핵심부품으로 전후방 연관효과가 큰 기술집약적 산업으로, 전방산업은 스마트폰, 가전, 자동차 등 제조업 중심에서 헬스케어 등 서비스 분야로 확대되고 있으며, 후방산업은 소재, 장비 산업 등으로 구성된다. 공정기술 발전 등으로 센서가 소형화, 대량 생산되면서 가격이 하락하고 센서를 탑재하는 전방산업이 확대되고 있는 추세이다. 반도체 센서는 IT 기기 등의 성능과 차별화 요인으로 작용하며 센서의 성능은 소재, 설계, 생산 능력이 좌우하고 있다.

2. 주요 산업 이슈

■ 국내 반도체 산업의 패러다임 전환으로 이미지센서 포함된 비메모리 사업 확대

국내 주요 대기업들이 4차산업혁명 시대의 ‘비즈니스 패러다임 전환(Paradigm shift)’을 위해 기존의 제조업 기반 반도체를 고도화시키는 한편 인공지능(AI), 플랫폼비즈니스(Platform Business), 모빌리티(Mobility), 시스템반도체 등에 집중하고 있다.

이미지센서는 비메모리 반도체의 한 종류로 렌즈와 짝을 이루어 디지털카메라가 반드시 필요로 하는 부품 중 하나이다. 이 때문에 이미지센서는 스마트폰과 드론 등 디지털카메라를 입력 수단으로 사용하는 IT 제품의 수요를 따라 모바일 시장뿐만 아니라 디지털카메라와 자동차, 보안장비, 태블릿 시장 등에 확대 적용되고 있다.

이미지센서는 향후 반도체 산업의 신 성장 동력으로 평가받고 있는데, 최근 출시되는 스마트폰의 형태만 보더라도 과거 전면 1개, 후면 1개 등 총 2개의 카메라 모듈이 적용되었지만, 최근에는 뒷면에 2개 이상의 카메라를 장착하는 추세로 전환되고 있다. 채용되는 카메라 개수가 늘어나는 만큼 이미지센서 수량이 같이 증가하게 된다. 스마트폰뿐 아니라 향후 인공지능을 기반으로 한 자율주행차, 드론, 로봇 등의 산업이 발전함에 따라 이미지센서 산업 또한 성장할 것으로 보인다.

[표 1] 스마트폰 카메라수 변화 (단위 : 대)

출시년도	제품	카메라 수
2021	▪ 삼성 갤럭시S21	▪ 5(전면 + 후면쿼트)
2020	▪ 삼성 갤럭시S20울트라 ▪ 애플 아이폰 12플러스	▪ 5(전면 + 후면쿼트) ▪ 4(전면 + 후면트리플)
2019	▪ 삼성 갤럭시S10	▪ 4(전면 + 후면트리플)
2018	▪ 화웨이 P20프로 ▪ LG V40씽큐	▪ 4(전면 + 후면트리플) ▪ 5(전면듀얼 + 후면트리플)
2017	▪ 삼성 갤럭시노트8	▪ 3(전면 + 후면듀얼)
2016	▪ 애플 아이폰7플러스	▪ 3(전면 + 후면듀얼)
2015	▪ LG V10	▪ 3(전면 + 후면듀얼)
2010	▪ 애플 아이폰4 ▪ 삼성 갤럭시S	▪ 2(전면 + 후면) ▪ 2(전면 + 후면)
2007	▪ 애플 아이폰	▪ 1(후면)

*출처: NICE평가정보(주)

COVID-19로 재택근무와 원격수업 등 비대면 경제가 활성화되면서, PC 등 스마트기기에 탑재되는 반도체와 서버용 반도체 수요가 폭발적으로 증가하며 메모리 반도체가 호황을 맞이하고 있고, 파운드리(반도체 위탁생산)를 중심으로 한 비메모리 반도체의 성장도 동반하고 있다. 최근 미국 정부가 블랙리스트(Entity List)에 중국 파운드리 업체인 중신궈지(SMIC)를 추가함에 따라 향후 SMIC 수주물량이 대만 TSMC, 삼성전자 등으로 이전될 것으로 예측되어, 국내 기업의 이미지센서 시장 점유율 상승이 예측된다.

■ 자동차용 이미지센서의 급격한 증가에 대비한 메모리 반도체 라인 전환 추진

자동차의 첨단 운전자 지원 체계(ADAS, Advanced Driver Assistance Systems)에 쓰이는 전장향(자동차용) 이미지센서 세계시장은 소니와 삼성전자가 양강 구도를 보이는 모바일 이미지센서 시장과 달리 미국 기업들이 주도하고 있다. 한국수출입은행의 보고서에 따르면, 한국기업의 이미지센서 기술 경쟁력은 선도국가 대비 83% 수준으로 세계 수준의 경쟁력을 확보했으나 자동차 센서는 선도국가 대비 65% 수준으로 다소 부족한 편이다.

이에 삼성전자는 이미지센서 사업 강화를 위해 경기 화성 공장의 D램 11라인을 CMOS 이미지센서 라인으로 전환하는 작업을 진행 중이다. 이를 통해 자동차용 이미지센서 세계 시장 점유율을 더욱 확대할 수 있을 것으로 예상된다.

차량용 이미지센서는 특성상 다른 이미지센서에 비해 높은 성능을 요구하고 제품 하나에 필요한 센서 개수도 많다. 자율주행차 운행 시 모든 상황을 감시해야 하고 그 영상을 실시간으로 촬영·분석해야 하기 때문이다. 또 오작동이 발생하면 탑승자 생명과 직결되는 사례가 많아 높은 수준의 신뢰성이 요구되며 사용 환경과 수명 등에서도 까다로운 조건을 충족해야 한다. 자율주행차의 이미지센서를 포함하는 카메라모듈, 레이더, 라이다 센서의 성장성이 높는데, 이중 카메라 모듈 시장이 가장 크게 성장할 것으로 예측되고 있다.

[표 2] 이미지센서와 자동차용 센서 경쟁력 (가장 높은 수준 100, 그 외 상대점수)

국가	이미지센서 및 계측				자동차 센서 및 알고리즘
	기초	응용	사업화	기술격차 (년)	
미국	100	100	100	0.0	90
유럽	92	92	93	0.7	100
일본	87	88	89	1.0	95
한국	81	83	81	1.7	65
중국	79	79	80	2.2	60

*출처: 센서산업 현황 및 경쟁력, 한국수출입은행(2019)

■ 정부의 시스템반도체 생태계 조성을 위한 투자 추진

국내 기업의 시스템반도체 시장 점유율은 10년간 0.2% 늘어나 3.1%에 불과하고 대기업을 제외하면 1%까지 내려가는 상황이다. 시스템반도체 산업의 성장이 정체되는 이유는 삼성전자나 SK하이닉스 등 대기업만이 대규모 투자를 필요로 하는 웨퍼(설계)와 파운드리를 모두 감당할 수 있기 때문이다. 규모가 작은 업체들은 투자금을 모으기도, 수요처를 찾기도 쉽지 않은 상황이다.

정부는 2019년 4월 대기업과 중소기업의 상생협력을 통해 시스템반도체 산업 생태계를 새로 조성하기 위한 정책을 발표하였다. 2029년까지 예산 1조원을 투입하여 연구개발(R&D) 확대, 수요 창출, 세제 혜택, 시설투자 지원, 인력 양성 등을 추진할 예정이다. 삼성전자도 ‘반도체 비전 2030’ 전략에서 향후 10년간 133조원을 투자해 시스템반도체 분야 파운드리(생산) 및 시스템LSI(Large Scale Integration, 설계) 연구개발을 진행하고 전문 인력 1만 5,000명 채용을 추진하고 있다.

[표 3] 정부 시스템반도체 2030 육성전략

분야		과거 정책	추진 정책
웨퍼 & D	R	▪ 15년간 6,300억 원	▪ 10년간 1조원 (2020 ~ 2029)
	D	▪ IP 개발 R&D: 1개(38억원) 불과	▪ IP R&D 확대, 반도체 IP 플랫폼 구축
	수요	▪ 전자분야 일부 대기업에 한정	▪ 5대 전략분야(자동차, 바이오 등), 공공수요 등 전방위 수요 창출
	자금	▪ 웨퍼 전용 금융지원 無	▪ 웨퍼 전용펀드 1,000억 원 조성 등
파운드리		▪ 지원 無	▪ 시설·R&D 투자 세제지원, 시설투자 금융지원
상생협력		▪ 웨퍼-파운드리 상생협력 無	▪ 파운드리 공정·기술·인프라 상생 ▪ 디자인하우스 지원(S/W, IP 등)
인력		▪ R&D를 통한 간접적 인력양성 위주	▪ (학부) 반도체 계약학과, 전공트랙 ▪ (석박사) 기업수요기반 R&D사업 등 ▪ (실무인력) IDEC, 폴리텍대학(안성) 등

*출처: 반도체디스플레이과 보도자료, 산업통상자원부(2020)

II. 심층기술분석

신공정, 신소재, 구조설계, 신호처리 개선을 통한 고품질, 고기능으로 확대

고해상도 이미지센서 구현을 위한 기술은 픽셀 크기를 줄이고 개수를 확대하는 기술에서 광량 증대 및 픽셀 간섭 배제, ISP 알고리즘 개선 등으로 변화하고 있다.

1. 핵심기술 및 개발동향

가. 핵심 요소기술

■ CMOS 이미지센서의 주요 세부기술

이미지센서에서 빛을 받아들이는 화소의 크기는 얇고 작고 가벼우면서 많은 빛 신호를 노이즈 없이 선명하게 담아내느냐가 기술의 가장 큰 핵심이다. 이미지를 획득하는 기술과 얻어진 이미지를 처리하는 기술로 구분되고, 그 중 이미지 획득은 주로 개별화소의 크기를 줄여 동일면적 내 상대적으로 화소수를 늘려 고해상도를 추구하는 방향으로 진행되고 있다.

이미지 획득 기술로는 수광 특성을 향상시키는 BSI 방식, 픽셀 간 장벽을 만들어 색상 혼합 문제를 해결한 ISOCELL 기술, 빠르고 정확하게 초점을 맞출 수 있는 AF(Auto Focus) 기술, 간섭현상을 줄이는 DTI 구조기술로 구분된다. 이미지처리 기술은 영상 처리, 컴퓨터 비전, 인공지능과 같은 알고리즘이 포함되며, 고해상도 신호처리를 위해 고도화 되고 있다.

[표 4] 이미지센서 요소기술

구분	기술명	주요내용
이미지 획득	BSI	빛의 손실이 없도록 웨이퍼를 뒤집어 얇게 가공하여 센서를 뒤집은 형태로 만들어 빛을 받음
	ISOCELL	BSI 응용기술로서 픽셀과 픽셀사이에 절연부를 형성해 인접한 픽셀들을 서로 격리시키는 구조
	AF	특정 물체에 초점을 자동으로 맞추는 광학시스템 기능
	DTI	픽셀사이에 벽을 효과적으로 구축하여 픽셀회로가 좀 더 효과적으로 서로 분리되고 더 선명한 이미지를 생성
이미지 처리	ISP	센서로부터 들어온 정지영상을 휘도와 색처리를 통해 가공

*출처: 시스템반도체, GBSA Review, 경기정책연구실(2020)

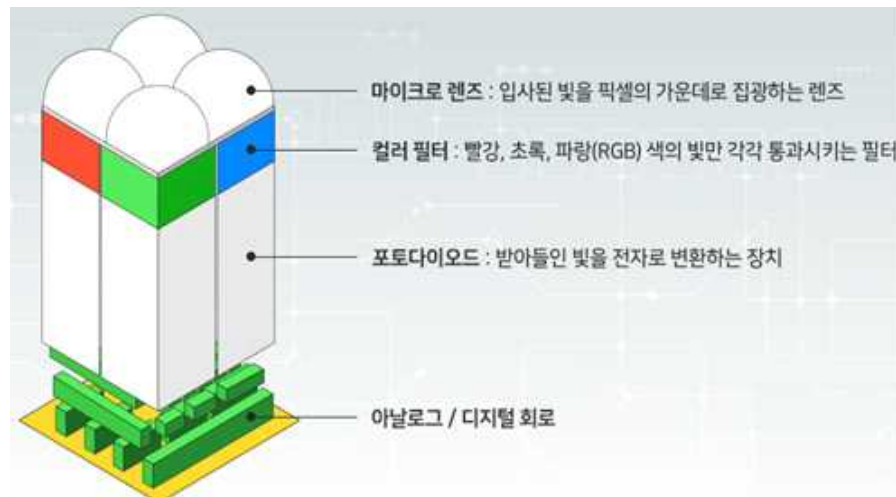
■ CMOS 이미지센서는 포토다이오드, 컬러필터, 아날로그/디지털 회로, ISP로 구성

스마트폰 카메라는 소형화의 요구에 따라 CMOS 이미지센서를 주로 사용하고 있는데, 카메라는 렌즈(Lens), 적외선 차단 필터(Infrared Cut-off Filter), 자동 초점 장치(Auto Focusing Actuator), CMOS 이미지센서 등으로 구성되어 있다. 이중 CMOS 이미지센서는 사람 눈의 망



막 역할을 하는 핵심 부품으로서 빛을 전자로 변환하는 포토다이오드(Photodiode), 특정 파장의 빛만 통과시키는 컬러 필터(Color Filter), 전자를 디지털 신호로 변환하는 아날로그/디지털 회로, 보정과 영상 처리를 담당하는 ISP로 구성되어 있다.

[그림 3] CMOS 이미지센서 구성도



*출처: SK 하이닉스 뉴스룸, <http://news.skhynix.com>

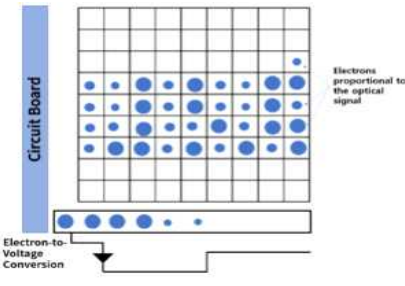
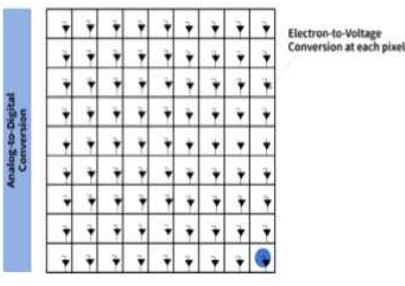
CMOS 이미지센서 성능에 의해 영상의 해상도, 감도, SNR(Signal-to-Noise Ratio) 등이 결정되므로 스마트폰 카메라의 화질은 CMOS 이미지센서에 의해 결정된다고 할 수 있다. CMOS 이미지센서는 화소를 높이고 기능을 강화하는 방향으로 발전하고 있다. 스마트폰 카메라가 등장한 이후 지금까지는 화소 경쟁이 치열하게 진행되었는데, 이는 화소 숫자가 증가할수록 세밀하고 선명한 화질을 얻을 수 있기 때문이다.

■ 최근 CMOS가 CCD의 주력 시장까지 빠르게 잠식

이미지센서는 영상을 디지털 신호로 생성해 내는 영상 촬영 소자로 제작공정과 응용 방식에 따라 크게 CCD와 CMOS 두 종류로 구분된다. CCD는 화상 품질을 극대화시킬 수 있는 방향으로 제조 공정을 채택하여 고가의 디지털 카메라 등에 주로 사용되고 있으며, CMOS는 비교적 단순한 제조 공정으로 원가가 상대적으로 저렴하고 크기가 작아 휴대폰 카메라에 주로 많이 사용되고 있었다. 그러나 최근에는 IT 기기의 소형화 추세, 상대적 가격 우위, 기술 격차 감소 등으로 CMOS가 CCD의 주력 시장까지 빠르게 잠식하고 있다.

CCD 공정은 일반적인 CMOS 공정과는 차이가 있어서 CMOS 회로와 단일 칩만으로 만드는 것이 어렵다. 따라서 CCD 이미지센서만으로는 카메라를 구성할 수 없고 반드시 2~3개의 다른 IC와 같이 카메라를 만들어야 한다. 이런 경우 카메라의 크기와 전력 소모가 늘어나 휴대 기기 적용이 어렵게 된다. 또한, CCD는 읽고 있지 않은 행까지 포함해서 모든 행을 무조건 계속 구동하기 때문에 전력 소모가 CMOS에 비해 수십 배 크게 된다. 이러한 특징은 소형, 경량, 저전력을 추구하는 휴대기기에 적용하기에는 매우 불리한 단점으로 작용한다.

[표 5] CCD와 CMOS의 상대적 비교

구분	CCD	CMOS
구조		
원리	전자 형태의 정보를 직접 전송	각 픽셀에서 바로 전기 신호로 변환
장점	화질 및 감도가 우수	크기가 작아 웨이퍼 1장에 많은 센서를 집적할 수 있어 상대적으로 가격이 저렴
단점	전력 소모량이 높음	화질 및 감도가 상대적으로 열세

*출처: CCD 이미지 센서 vs CMOS 이미지 센서, 발루프코리아(유)

■ 고해상도화를 위한 3D Stacking Sensor 공정 기술과 ISP

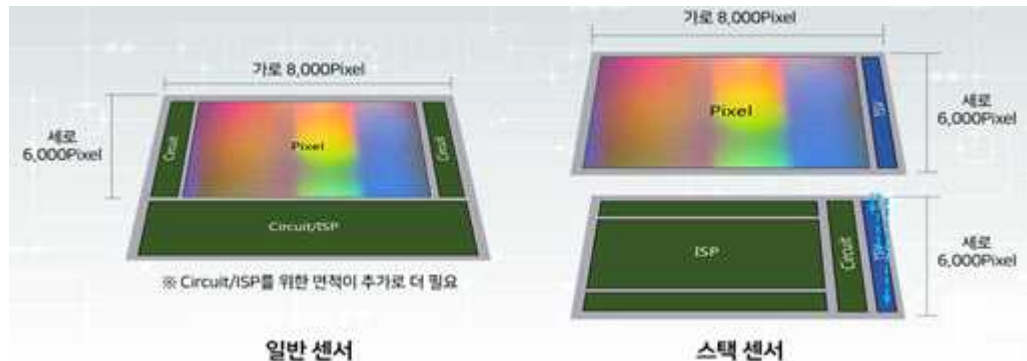
2000년대 후반부터 이미지센서 기술의 고해상도화가 진행됨에 따라 BSI 및 DTI 공정 기술 등 반도체 미세공정의 혁신을 통해 동일한 면적에 더 많은 화소를 집적할 수 있게 되었고, 이를 통해 일반적인 스마트폰으로도 수천만 화소의 영상을 쉽게 찍을 수 있게 되어 고해상도 구현이 가능해졌다. 고해상도를 구현하기 위한 반도체 미세공정 외 다른 기술로는 3D Stacking Sensor 공정 기술이 대두되고 있다.

재래식 센서는 화소와 회로를 동일한 기판에서 구현하는 구조로, CMOS 이미지센서를 작게 제작하기 위해서는 비수광부의 면적을 줄여야 했다. 이로 인해 아날로그/디지털 회로의 필수적인 기능만 구현할 수 있었고, 부가 기능을 위한 회로를 추가하는 것도 매우 제한적이었다.

반면, 스택 센서는 화소와 회로를 별도의 기판에서 구현한 다음, 2개 이상의 웨이퍼를 관통하는 전극을 형성하는 공정기술인 TSV(Through Silicon Via) 또는 웨이퍼를 관통하는 전극 대신, 두 개 웨이퍼의 상단 표면에 금속 전극을 미리 형성한 후 이를 맞붙여서 두 웨이퍼를 전기적으로 연결하는 공정 기술인 Hybrid Bonding 기술로 두 개의 기판을 전기적으로 연결하는 구조를 가진다.

화소와 회로가 포개어져 상판 화소가 차지하는 면적만큼 하판 회로를 사용할 수 있어 그만큼 활용할 수 있는 면적이 넓어지게 되었다. 또한, 스택 센서는 상판 화소와 하판 회로에 독립적인 공정을 적용할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 하판 회로에 상판 화소 공정 대비 초미세 로직 공정을 적용하면, 복잡한 ISP 알고리즘도 저전력·고집적 디지털 회로로 구현할 수 있다. 재래식 센서의 ISP는 회로 면적 제한으로 인해 렌즈 보정, 결합 보정과 같은 단순 기능만을 지원했지만, 스택 센서의 ISP는 초미세 로직 공정을 활용해 영상 처리, 컴퓨터 비전, 인공지능과 같은 혁신적인 알고리즘을 구현할 수 있게 되었다.

[그림 4] 일반 센서와 스택 센서 비교

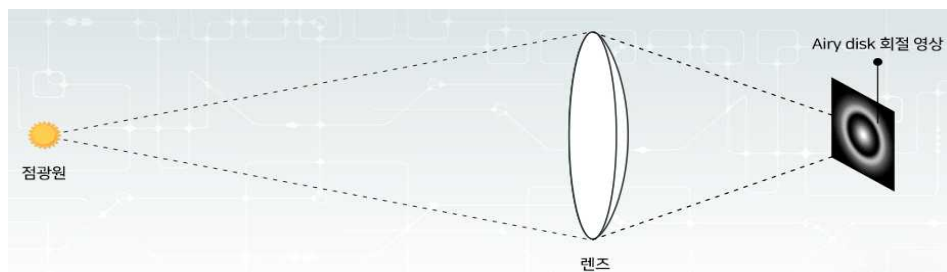
*출처: SK 하이닉스 뉴스룸, <http://news.skhynix.com>

■ 회절한계로 인한 기술적 어려움, ISP 기능 강화로 돌파구 마련

고해상도 CMOS 이미지센서의 제작을 위해 화소 수를 높이는 방식은 조만간 기술적 어려움에 직면할 것으로 예상되며, 이로 인해 앞으로는 ISP를 중심으로 기능을 강화하는 방향으로 경향 양상이 바뀔 것으로 전망된다. CMOS 이미지센서 화소 미세화는 육안으로 회절이 일어난 것인지, 아닌지를 판별하기 힘든 한계인 ‘회절한계’로 인해 미세화 한계가 존재하기 때문이다. CMOS 이미지센서는 마이크로렌즈와 같은 광학 기술이 소자나 회로와 같은 반도체 기술과 결합된 복합적인 부품인 것도 이와 같은 내용을 뒷받침한다.

현재의 반도체 기술로도 전자 회로의 선폭을 nm 단위까지 줄이는 것은 가능하지만 화소의 크기가 작아질수록 수광량이 감소해 감도가 저하되고, 신호의 크기가 줄어 SNR이 저하되기 때문에 화질 열화가 발생한다. 또한, 카메라의 광학계는 회절 효과에 의해 성능이 제한되는 물리적 한계가 존재하며, 하나의 점광원을 찍더라도 렌즈를 통해 CMOS 이미지센서에 맺히는 화상영상은 퍼져 보이게 된다. 이것을 ‘Airy disk’라고 부르는데, 빛의 파장(λ), 초점 거리(f), 렌즈 직경(d)이 주어졌을 때, 두 점을 분리할 수 있는 거리(x)는 $x = 1.22(\lambda * f)/d$ 식으로 결정된다.

[그림 5] Airy disk 회절 영상

*출처: SK 하이닉스 뉴스룸, <http://news.skhynix.com>

■ BSI를 통한 수광률 증가로 이미지 특성 개선

선명한 영상을 요구하는 소비자의 요구에 따라 화소수를 늘려 공간 해상도를 높이는 노력이 계속되었고, 이에 따라 화소 크기를 줄일 수밖에 없었다. 단순히 화소 면적만 줄일 경우, 빛을 받는 면적이 줄어들어서, 광량 감소에 따른 신호 감소로 SNR이 낮아진다. 따라서 화소 면적의 감소와 함께 잡음의 감소를 해결하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

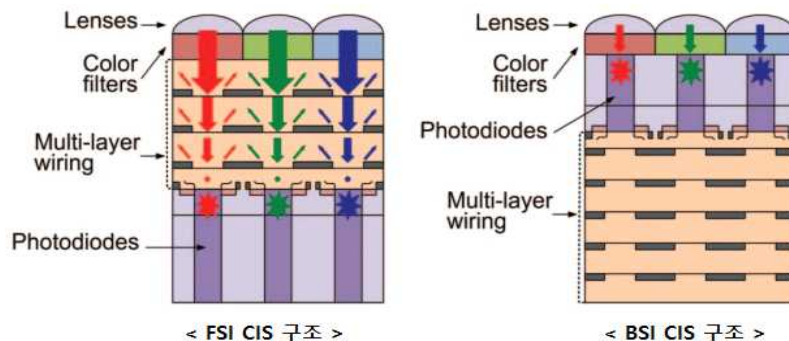
화소 크기가 $1.4 \times 1.4 \mu\text{m}^2$ 이하로 작아지면 금속 배선층의 크기를 한없이 줄일 수도 없고, 그 높이를 줄이는 데도 한계가 있어서 라이트 가이드를 형성해도 광 경로 확보가 어렵게 된다. 특히 화소 크기가 줄어들면 광전 변환 효율을 높이기 위해 실리콘 수광부를 깊게 형성시키는데, 기울어진 빛이 들어올 경우 인접 화소로 넘어가는 빛이 많아져서 간섭현상(Crosstalk) 특성이 급격히 나빠진다. 따라서 화소 크기가 작아지면 FSI(Front Side Illumination, 전면조사형) 방식을 더 이상 쓸 수 없게 되어 이를 해결하기 위해 BSI 방식이 도입되었다.

CMOS 이미지센서에 적용되는 픽셀 기술은 FSI, BSI으로 구분되는데, BSI는 웨이퍼를 뒤집어 얇게 가공, 후면에서 빛을 받아들이도록 한 방식이다. BSI 이미지센서는 전면과 후면을 갖는 기판으로 구성되며, 상기 기판 전면에서 형성된 레드픽셀, 그린픽셀 및 블루픽셀을 포함하는 픽셀영역 및 상기 기판 후면에 픽셀별로 서로 다른 두께 갖도록 형성된 반사방지막을 포함하는 BSI 이미지센서를 포함한다. 이 기술은 양자효율 증대 및 크로스토크 열화 문제를 해결함으로써 이미지 특성의 개선을 가져올 수 있는 효과가 있다.

CMOS 이미지센서의 경쟁력은 많은 빛을 얼마나 제대로 받아들일 수광 능력에 좌우된다. 빛을 많이 받아들일 수 있는 방법은 화소 크기를 키우면 되지만, 칩 면적은 한정되어 있어 화소수를 늘리면서 크기까지 키울 순 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해 화소수를 늘리면서도 빛을 보다 많이 받아들일 수 있는 기술이 지속적으로 개발되고 있는데, 소니가 첫 상용화에 성공한 BSI 방식이 대표적이다. BSI는 금속 배선층이 포토다이오드(PD) 아래에 위치한다.

BSI는 PD가 금속 배선층 아래에 있는 기존 FSI 방식 대비 빛 손실이 현저하게 적다. FSI 방식은 마이크로렌즈와 RGB 컬러필터를 거친 빛이 금속 배선층에 가려 PD에 제대로 도달하지 않는 문제가 있었는데 BSI는 이를 해결한 것이다. 소니 이후 다양한 업체들이 BSI 방식 CMOS 이미지센서를 출시하고 있다. 그러나, 금속 배선층을 PD층 아래로 두는 것은 제조 공정 측면에선 쉽지 않은 일이다. FSI CMOS 이미지센서는 실리콘 기판 위에 PD를 형성하고, 그 위로 금속 배선층을 배치해 회로를 만든다. 그 다음 배선층 위로 RGB 컬러필터와 마이크로 렌즈가 위치되면 공정이 끝나게 된다. 반면, BSI는 먼저 기판 위에 PD와 배선층을 형성한 뒤 웨이퍼를 거꾸로 뒤집어 새로운 보강 기판 위로 올린다. 뒤집혀진 웨이퍼는 PD 층이 나타날 때까지 약 $1 \mu\text{m}$ 두께로 슬리밍 한다. 마지막으로 PD 층 위로 RGB 컬러필터와 마이크로 렌즈가 위치한다. BSI 방식 CMOS 이미지센서가 FSI 방식보다 비싸고 만들기 어려운 이유는 이처럼 공정 과정이 추가되기 때문이다.

[그림 6] FSI와 BSI CMOS 이미지센서 구조 차이



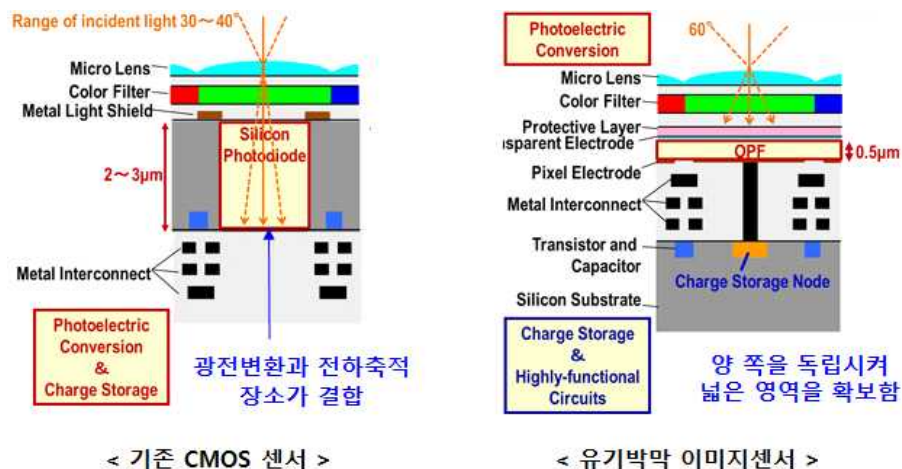
*출처: CMOS Image Sensor의 설계기술 현황 및 전망, 전자공학회지(2013), NICE평가정보(주) 재구성

나. 발전 방향 및 개발 트렌드

■ 모듈 소형화를 위한 유기박막 이미지센서 개발 추진

최근 이미지센서 제조 기업들은 주력 제품으로 고감도의 유기박막 이미지센서(Organic CMOS) 개발을 추진하고 있다. 유기박막 이미지센서는 실리콘 기반 포토다이오드를 빛 흡수 능력이 높은 유기 박막으로 대체하는 것으로, 이미지 품질 향상, 모듈 소형화가 가능하나 생산단가는 높은 편이다. 유기박막 이미지센서는 특정 파장 또는 전체 가시광선을 모두 수광하는 유기물질로 컬러필터 아래 수광층을 형성하고, 광 경로상에 장애물이 전혀 없어서 자유로운 설계가 가능하고, 유기물질의 조성을 조절해서 수광 파장이나 감도 등을 조절할 수 있는 장점이 있다. 기업들은 2010년부터 유기박막 제품을 개발에 착수했으며 파나소닉이 2018년 2월 유기 박막을 활용한 CMOS 이미지센서 설계기술을 공개한 이후부터 상용화 가능성이 높아지고 있다.

[그림 7] 기존 이미지센서와 유기박막 이미지센서 비교



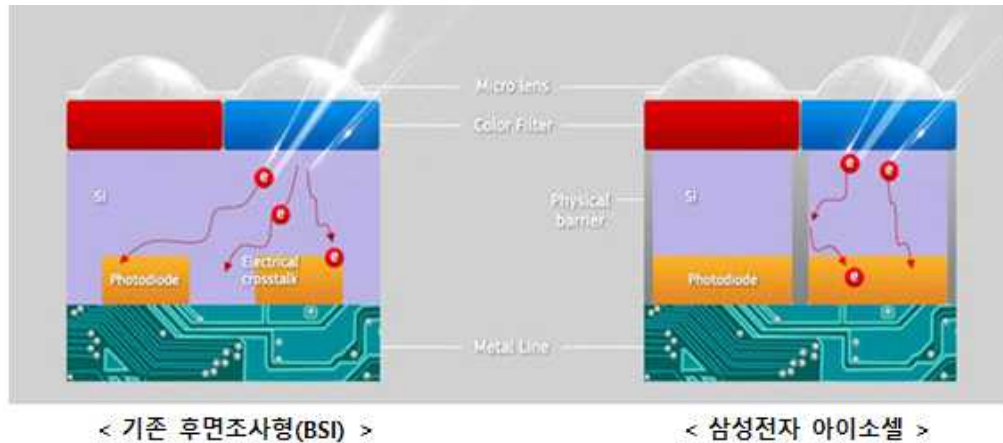
*출처: 파나소닉, 기존 대비 100배의 다이내믹 레인지를 갖는 유기박막 CMOS 이미지센서 기술 개발, DicaHub 보도자료(2018), NICE평가정보(주) 재구성

■ 삼성전자는 아이소셀(ISOCELL) 신 공정 확보

삼성전자는 이미지센서 제작을 위해 2013년에 ‘아이소셀’이라는 신 공정을 개발하였다. 아이소셀은 여러 개의 픽셀로 이뤄진 센서 내에서 각각의 픽셀 사이에 격벽을 만드는 기술을 말하는데, 제조 공정이 D램과 유사해 노후 D램 제조 시설도 이미지센서 공장으로 재활용할 수 있다. 아이소셀 기술이 카메라에 적용되면 색상 재현력을 높이고 어두운 곳에서 사진이 잘 찍히도록 하는 효과를 얻는다. 특히 간섭 현상이나 감도 저하 등의 약점을 감소시켜 고해상도 이미지센서 구현이 가능하다.

BSI 방식은 빛이 들어오는 경로가 짧고 많은 양의 빛을 받아들일 수 있어 FSI 방식보다 40% 이상 감도를 높여 영상의 품질을 개선할 수 있는 장점이 있다. 반면, 많은 빛과 색상을 흡수해 이웃한 픽셀 사이에서 색상이 혼합될 수 있다는 단점도 가지고 있는데, 픽셀 간 장벽을 만들어 색상 혼합 문제를 해결한 것이 아이소셀 기술이다.

[그림 8] 삼성전자 이미지센서 '아이소셀' 기술 모식도



*출처: 삼성반도체이야기, <https://www.samsungsemicondstory.com>

삼성전자의 아이소셀 CMOS 이미지센서에는 격리공정을 통해 픽셀간의 간섭현상을 줄이기 위해 BSI 방식에 F-DTI(Frontside-Deep Trench Isolation) 및 VTG 기술을 접목하였다. 픽셀 사이에 벽을 형성하면 PD의 면적이 좁아지게 되고 PD 표면적이 감소하면 담을 수 있는 빛의 양이 줄어들게 되는데 이러한 단점을 없애기 위해 데이터를 전송하는 게이트의 구조를 수직으로 바꾸는 VTG 기술을 적용하였다. PD 아래로 게이트가 위치하는 것이 VTG의 구조인데, 수평 구조였던 게이트를 수직으로 바꾸면서 기존 대비 PD의 용량을 오히려 늘릴 수 있는 장점이 있다. 모듈 렌즈와 CMOS 이미지센서의 거리를 좁히는 방법으로 빛이 들어오는 각도를 20% 확대할 수 있는 것도 아이소셀 기술의 우수성이다.

또한 삼성전자는 구조설계를 개선하고 후지필름의 신소재를 적용함으로써 광 손실을 최소화해 성능을 높일 수 있는 '아이소셀 플러스'를 2018년 개발하였다. 2021년에는 업계 최초로 픽셀을 대각선으로 분할하는 '듀얼 픽셀 프로' 기술이 적용된 '아이소셀 GN2'를 발표하고 최대 1억 화소의 정교하면서도 초고해상도의 이미지를 연출할 수 있는 이미지센서를 출시하였다.

[그림 9] 삼성전자 이미지센서 '아이소셀 플러스' 기술 모식도



*출처: 삼성전자 뉴스룸, <http://news.samsung.com>

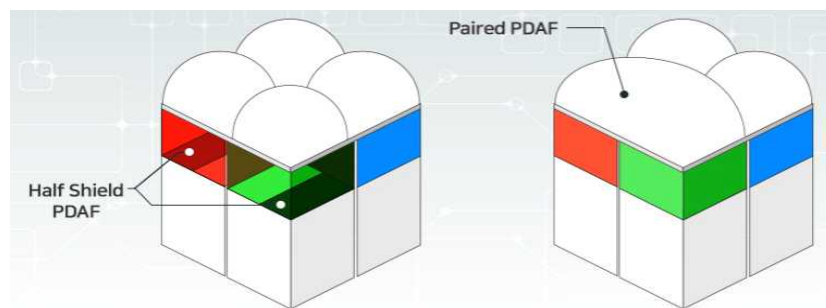
■ SK하이닉스는 영상처리 기능을 내장한 이미지센서 기술 확보

SK하이닉스 이미지센서는 PDAF(Phase Detection Auto Focus), Quad 화소 처리, HDR(High Dynamic Range) 처리와 같은 영상처리 기능을 내장시키고 있다. PDAF는 사람의 양쪽 눈을 이용해 피사체까지 거리를 예측하는 원리를 응용한 기능으로, CMOS 이미지센서의 일부 화소에 대해 좌우를 가려 위상차(Phase Difference)를 발생시키거나, 하나의 큰 마이크로 렌즈 하부에 좌우 화소를 배치해 위상차를 발생시키는 방식이다. 이때 ISP 알고리즘은 좌우 이미지로부터 위상차를 계산하여 이를 피사체까지 거리로 변환해, 빠르고 정확하게 초점을 맞출 수 있는 장점이 있다.

Quad 화소 처리는 동일한 색상의 컬러 필터 네 개를 인접하게 배치해 함께 처리하는 기능을 말하는데 어두운 곳에서는 네 개의 화소를 합쳐 더 많은 빛을 받아들이도록 처리하고, 밝은 곳에서는 ISP 알고리즘으로 개별 화소를 따로 처리해 해상도를 향상시키는 기술이다.

HDR 처리는 감도와 노출시간이 다른 여러 개의 화소를 합성해, 영상의 밝은 부분과 어두운 부분을 더욱 선명하게 대비하는 기능을 지원한다. SK하이닉스 CMOS 이미지센서는 내장 ISP에서 영상처리가 이루어지기 때문에 실시간 처리가 가능하고 움직이는 물체가 있더라도 선명한 화질을 얻을 수 있다. SK하이닉스는 고해상도 이미지센서 개발을 위해 신호처리에 집중하고 있다.

[그림 10] SK하이닉스 PDAF 구조



*출처: SK 하이닉스 뉴스룸, <http://news.skhynix.com>

■ SOI 기판, 박막 Active 광 채널을 이용해 이미지센서 노이즈 감소

CMOS 이미지센서는 포토다이오드와 함께 증폭소자가 각각의 단위픽셀에 위치하면서 전체적인 픽셀크기의 증가를 가져올 뿐만 아니라 증폭소자에 의하여 노이즈가 증가하는 특성이 있어 이미지센서의 특성을 저하시키는 원인이 되고 있다. 또한, 진성반도체 부분의 공핍 영역이 실리콘 기판쪽으로 많이 형성되어서 생기는 누설전류 성분인 암전류는 광전류의 잡음 성분으로 작용하게 되어 감도를 낮추는 특성이 나타난다. 이러한 문제는 SOI 기판 또는 박막의 Active 광채널을 이용한 이미지센서를 제조함과 동시에 광전변환의 동작원리 자체를 달리하여 높은 양자효율(Quantum Efficiency)을 얻을 수 있도록 하는 방법으로 해결할 수 있다.

기존의 CMOS 공정 방식과는 달리 SOI 기판을 사용함으로써 암전류를 낮추고 고감도 특성을 갖게 할 수 있으며, 픽셀 내의 광전류 증폭용 MOS의 중앙에 포토다이오드에서의 광전변환을 통해 남겨진 소수 캐리어가 일정량 이상 축적되면 MOS의 Source에서 Drain 방향으로 광전변환에 의한 트랜지스터가 형성되어 구동하게 되고 동시에 MOS 중앙의 절연막 하부에 축적되어

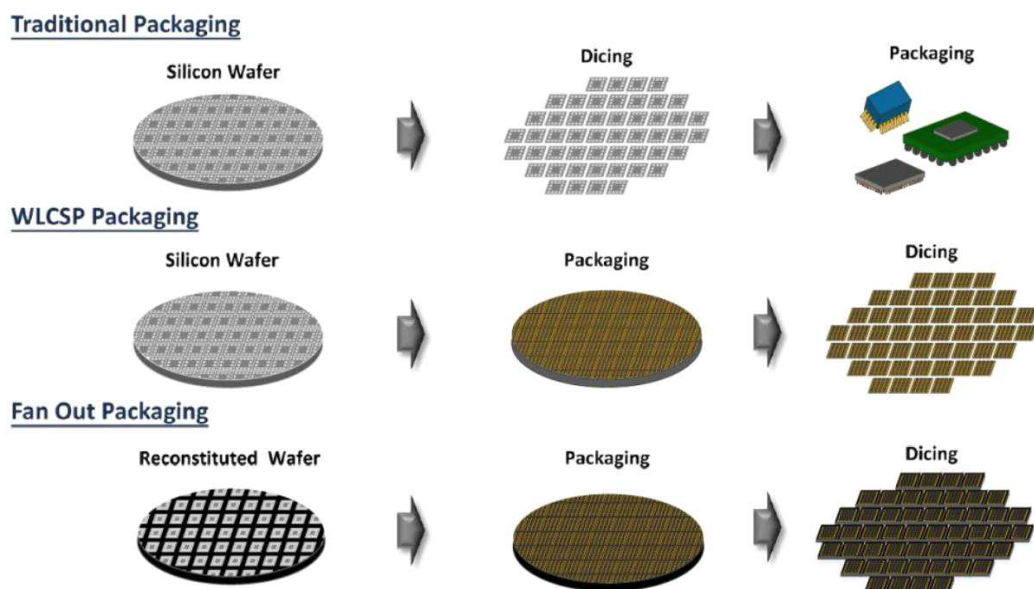
진 소수 캐리어는 기판 바이어스(Bias) 역할을 하게 되면서 문턱전압을 변화시켜 트랜지스터의 신호 증폭률을 향상시키게 되는 것을 이용한다.

■ 화소의 증가로 인해 웨이퍼레벨 패키징이 두각

반도체 패키징은 전통적으로 웨이퍼 형태의 IC를 각각의 칩 상태로 분리한 후 여러 가지 패키지의 형태로 완성시킨다. WLP(Wafer Level Packaging)는 패키징과 전기적 테스트 등 필요에 따라 burn-in까지 웨이퍼 상태에서 진행한 후에 마지막으로 개개의 패키지로 분리하는 공정방법을 말한다. 가장 큰 차이점은 패키지와 Dicing 공정이 서로 바뀌어서 진행 된다는 점이다. IC 칩 크기와 동일한 크기의 패키지 형태인 WLCSP(Wafer Level Chip Scale Packaging)는 기판 등의 인터포저(Interposer)를 사용하지 않고 WLP 공정을 사용한다는 점에서 전통적인 CSP(Chip Scale Packaging)와는 다르다.

패키지 기술의 발달로 칩의 크기는 점점 줄어들고 성능의 향상을 위해 입출력 패드 수는 점점 늘어나고 있기 때문에, 칩 내부에만 솔더볼을 형성시키는 기존의 WLCSP 형태의 적용이 어려워지고 있다. 현재는 칩의 영역을 실리콘 영역 밖까지 확장시켜 솔더볼을 형성시키는 새로운 형태의 WLCSP가 소개되었다. 지금까지의 WLCSP는 솔더볼이 실리콘 칩 안쪽으로만 배치를 시킨다고 해서 ‘Fan In 형태’ 라고 칭했다면, WLCSP는 솔더볼이 실리콘 칩 바깥쪽까지 배치를 시킨다고 해서 ‘Fan Out 형태’ 라고 불리고 있다. 고해상도 이미지센서 구현을 위해 웨이퍼 상태의 칩들을 분리하여 일정 거리만큼 칩 사이를 떨어뜨려 재배치한 후, 몰드 수지를 통해 웨이퍼 형태로 만든 후에 WLP공정을 진행한다.

[그림 11] 반도체 센서 패키징 비교



*출처: 비메모리 반도체 산업전망, 키움증권(2019)

Ⅲ. 산업동향분석

세계 이미지센서 시장은 초기 일본 주도, 한국은 반도체 노하우를 기반으로 맹추격

우리나라는 반도체 기술력과 스마트폰 시장 점유율을 바탕으로 세계 이미지센서 시장에서 일본과 함께 주도적인 역할을 담당하고 있다. 또한 이미지센서 산업은 스마트 시티, 스마트 팩토리, 스마트 홈 등 신 성장 동력 산업을 견인할 미래 산업으로 부상 중이다.

1. 산업동향 전망

가. 산업트렌드 및 성장전망

■ 센서는 IoT 시대의 핵심 부품으로 대두

센서는 산업 전반에 걸쳐 향후 다가올 IoT시대를 실현하기 위한 핵심 부품이다. 다양한 센서의 발달로 물리적 세계에 대한 정보 수집이 가능해지고, 네트워크 기술의 발전으로 모든 사물이 연결되어 데이터 수집·분석·활용 등을 통해 다양한 응용서비스를 창출할 수 있게 되었다.

국내에서는 이미지센서의 기술력, 생산능력을 제고하며 선도사업자로 도약하기 위한 투자를 확대하고 있으며 자동차용 센서는 투자, 합작 등을 통해 기술력 확보를 추진하는 단계이다. 그러나 중소기업 중심의 한국의 센서 산업의 구조 상 기술격차, 마케팅 역량 부족, 취약한 소재 및 생산 인프라로 인해 가격경쟁력이 낮다는 문제점은 반드시 해결해야 할 점이다. 일본은 50년 전부터 소재 산업 연구개발에 지속적으로 투자하여 지금의 경쟁력을 갖추은 만큼, 후발주자인 한국 기업은 주요 경쟁제조사와의 기술 격차를 줄이고 마케팅 역량을 늘리기 위한 노력을 지속해야 할 것이며, 고부가가치 센서 개발에 집중할 필요가 있다.

■ 일본 초기시장 주도, 한국은 반도체 노하우를 기반으로 추격

반도체 센서 시장은 미국, 일본, 독일 3개국이 선제적으로 투자한 시장으로, 일본이 약 40%, 독일이 15~20%, 미국이 15~20%의 시장점유율을 차지하고 있다. 특히, 일본은 대기업과 특정 분야 센서를 생산하는 다수의 중소기업이 참여하고 있으며, 온도 센싱 기술은 세계 표준으로 인정받으며 센서 시장 전반적으로 경쟁우위를 확보하고 있다.

국내 반도체 센서 산업은 기존에 축적된 반도체 노하우를 적용할 수 있는 신 성장 산업으로 주목받고 있으며, 설계, 생산 및 유통기업을 포함하여 약 300개 기업이 시장에 진출해 있는데, 중소중견기업의 비중이 96.4%에 달해 정부에서도 다양한 방법과 정책을 통해 이를 지원하고 있다.

반도체 센서 산업 중 이미지센서 시장 점유율은 일본 소니 51.1%, 한국 삼성전자 17.8%, 미국 옵티비전 13.5%, 미국 온세미컨덕터 5.7%, 한국 SK하이닉스 2.7%, 기타 9.2% 순이다. 디지털 카메라 시장을 선도하였던 니콘, 캐논, 소니 등의 일본기업이 고품질 이미지센서를 개발하고 시장을 선도했으나, 한국기업이 선제적으로 투자한 CMOS 공정이 확산되면서 한일 양국이 양강구도를 형성하고 있다. 또한, 최근에는 이미지센서 제조 기업의 설비 증설, M&A 등이 활발하여

규모의 경제 효과로 기존 시장 내 상위 기업에게 시장 점유율이 집중되는 경향을 보이고 있다.

나. 국내·외 시장규모

■ 세계 스마트센서 시장은 2020년 366억 5,000만 달러에서 연평균 19.0% 성장

스마트센서는 SoC(System on Chip) 기술을 접목하여 대상을 감지하는 센서 기본 역할 외 데이터 처리, 저장, 자동보정, 자가진단, 통신 등의 기능이 추가된다. 또한, 기계·제조 분야에 속하는 기술로써, 저준위 신호를 감지·처리하여 측정 가능한 형태로 증폭하는 장치이며, 센서와 신호 조절, 내장 알고리즘 및 디지털 인터페이스의 조합으로 구성되어 있다. 센서 제조에 필요한 구리, 형상기억합금, 압전소재, 전기 활성 고분자 등의 소재를 전문 공급업체를 통해 조달하고 있으며, 시장에는 비슷한 가격과 품질의 원료를 제공하는 공급업체가 다수 존재하여 경쟁이 치열하게 이루어지고 있다. 시장에는 비슷한 가격과 품질의 원료를 제공하는 공급업체가 다수 존재하여 경쟁이 치열하게 이루어지고 있다.

세계 스마트센서 시장은 2020년 366.5억 달러에서 연평균 성장률 19.0% 증가하여, 2025년에는 875.8억 달러에 이를 것으로 전망된다. 가전제품에서의 스마트 기기에 대한 수요 증가, 기기 측정 및 제어의 중요성 증가, 보안 및 감시에 대한 제품 수요 증가는 스마트센서 시장 성장의 주요 요인으로 분석된다. 신뢰성이 높고 성능이 우수하며 저렴한 센서에 대한 수요가 증가함에 따라 소형화, 저전력, 대량 생산 등의 이점을 제공하는 마이크로 및 나노기술과 같은 신기술 개발이 추진되고 있다.

[그림 12] 세계 스마트센서 시장 규모 및 전망

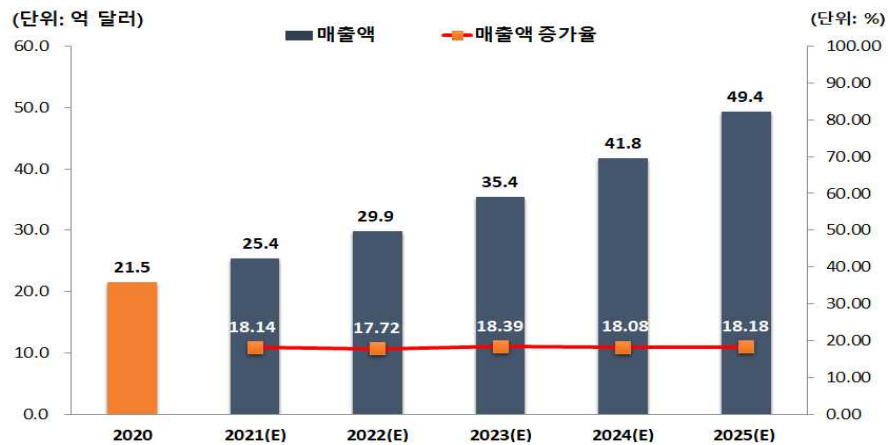


*출처: Smart Sensor Market, Markets and Markets(2020), NICE평가정보(주) 재구성

■ 국내 스마트센서 시장은 2020년 21억 5,000만 달러에서 연평균 18.1% 성장

전 세계 스마트센서 시장은 지역별로 살펴보면, 아메리카 지역이 36.2%로 가장 높은 점유율을 보였으며, 아시아-태평양 지역은 32.8%로 두 번째로 높은 점유율을 보였다. 국내 스마트센서 시장은 2020년 21.5억 달러에서 연평균 성장률 18.1 % 증가하여, 2025년에는 49.4억 달러에 이를 것으로 전망된다.

[그림 13] 국내 스마트센서 시장 규모 및 전망

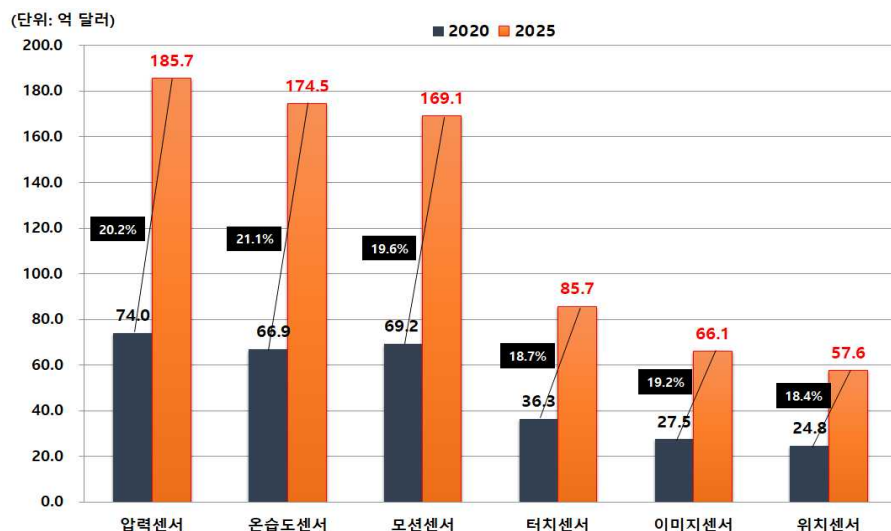


*출처: Smart Sensor Market, Markets and Markets(2020), NICE평가정보(주) 재구성

■ 세계 스마트 이미지센서 시장은 2020년 27억 5,000만 달러에서 연평균 19.2% 성장

스마트센서 중 주요 부분은 온도센서, 압력센서, 터치센서 및 이미지센서로 구성되며 헬스케어, 자동차 및 가전산업에서 주로 사용되고 있다. 센서 어플리케이션의 증가는 시장 성장을 주도하고 있으며 MEMS, CMOS와 같은 차세대 기술을 기반으로 한 센서가 개발되어 효율성과 성능을 향상시키고 있다. 고해상도 이미지센서가 포함된 스마트 이미지센서는 세계 시장은 2020년 27.5억 달러에서 연평균 19.2% 증가하여 2025년에는 66.1억 달러에 이를 것으로 예측된다.

[그림 14] 세계 스마트센서 시장의 유형별 시장 규모 및 전망



*출처: Smart Sensor Market, Markets and Markets(2020), NICE평가정보(주) 재구성

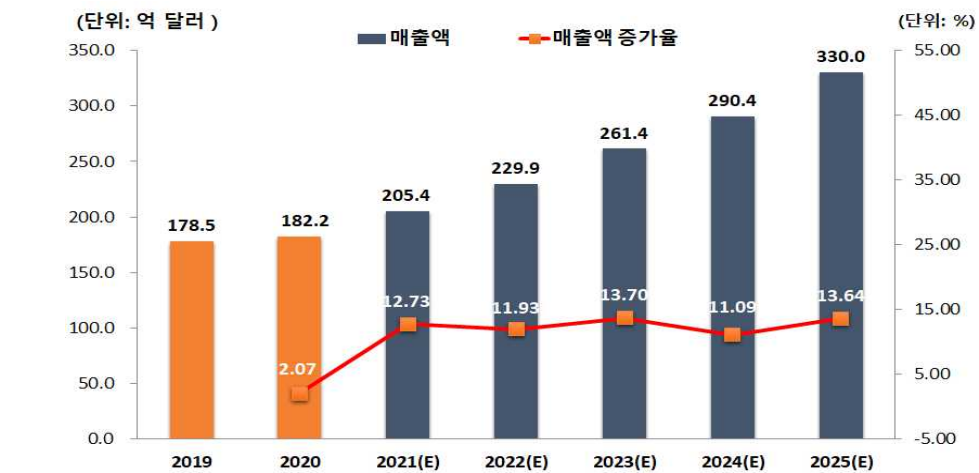
■ COVID-19 팬데믹 영향으로 5G 스마트 폰, 머신 비전 시장 재도약 전망

자체적인 처리 기능을 수행하는 스마트센서가 포함된 CMOS 이미지센서 전체 시장은 2020년에 COVID-19 위기가 세계적으로 확산되면서 매출 성장률이 전년 16% 대비 3%로 크게 감소하였다. IC Insights 보고서에 따르면 CMOS 이미지센서 시장은 2021년에 강력한 고성장 모멘텀을 되찾아 19% 증가한 228억 달러를 기록 할 것으로 예측하고 있으며, 이는 2010년 이후 전 세계 매출에서 10년 연속 사상 최고 수준이 될 것으로 전망된다.

COVID-19 대유행이 가속되자 기업, 학교, 여행 및 대부분의 공공 활동이 전 세계적으로 중단되어 스마트 폰, 자동차 및 광범위한 임베디드를 포함한 CMOS 이미지센서 애플리케이션이 급증하였다. 이미지센서 시장의 선두기업인 소니도 2020년 세계 스마트 폰 출하량 감소로 매출이 줄어들었지만 2020년 하반기부터 수요가 개선되기 시작하였고, 2020년 말에는 전년도 매출보다 0.3% 증가한 83억 달러를 기록하였다.

세계 경제가 2021년에 다시 모멘텀을 회복 할 것으로 예상되고 새로운 5G 스마트폰 및 비전 애플리케이션을 적용된 시스템에 더 많은 디지털 카메라가 사용됨에 따라 CMOS 이미지센서의 판매는 연평균 12.0% 증가할 것으로 예상되며, 자동차용 CMOS 이미지센서의 매출이 급격히 증가하면서 전체 이미지센서 시장은 2025년 330억 달러에 이를 것으로 예측되고 있다.

[그림 15] CMOS 이미지센서 세계 시장 동향



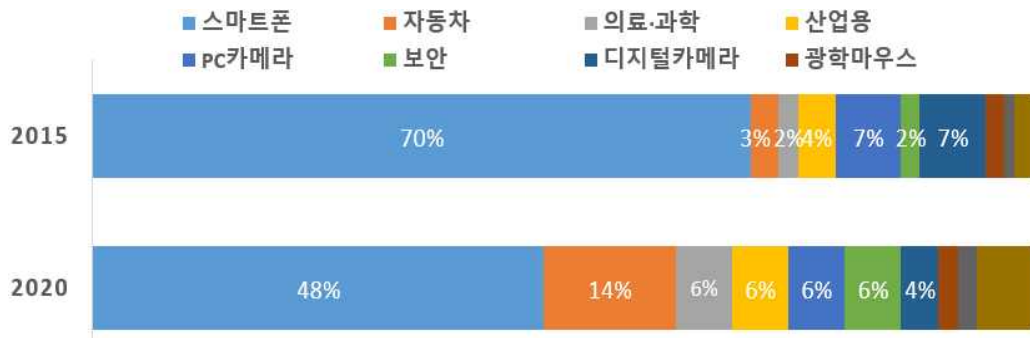
*출처: A Market Analysis and Forecast for the Optoelectronics, Sensors/Actuators, and Discretes, IC Insights(2021), NICE평가정보(주) 재구성

■ 스마트폰 산업의 비중 축소, 자동차 및 산업용의 비중 증가

CMOS 이미지센서의 최대 수요 시장인 스마트폰 시장은 2015년 전체 시장의 약 70%의 점유율을 보였지만, 자동차 및 산업용 CMOS 이미지센서 수요의 증가로 2020년에는 스마트폰 산업이 차지하는 비중은 48%로 축소되었다. 이미지센서 산업은 이미지센서, 렌즈, 액츄에이터 등을 패키징한 카메라 모듈을 포함하는데, 카메라 모듈의 원가비중은 이미지센서 50%, 렌즈 16%, FPCB/PCB 16% 순이며 카메라 모듈은 사람이 직접 작업해야 하는 조립 공정이 많이 인건비 비중이 높은 편이다.

또한, 최근 중국기업의 성장으로 인한 저가 공세와 주요 기업의 공격적인 투자로 카메라 모듈 기업의 수익성이 이미지센서 기업 대비 낮아져 부품을 자체 생산하거나 해외생산을 통해 원가 절감을 추진하고 있다.

[그림 16] CMOS 이미지센서 수요 산업별 비중

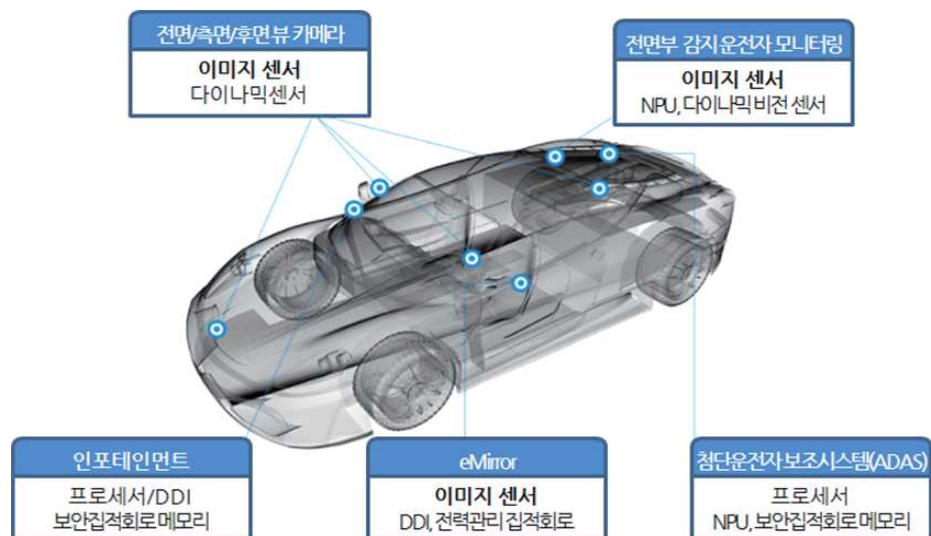


*출처: 센서산업 현황 및 경쟁력, 한국수출입은행(2019), NICE평가정보(주) 재구성

■ CMOS 이미지센서는 스마트시티와 자율주행차에 가장 중요한 역할 수행

현재 CMOS 이미지센서는 화상처리분야에서 널리 사용되고 있으며 스마트폰, 태블릿 PC, CCTV, 블랙박스 카메라에 적용되어 고화질 이미지 획득 역할을 주로 수행하고 있다. 향후에는 자율주행차, 산업용 로봇, 스마트시티, 실감미디어(AR, VR, XR) 등 이미지가 중요한 많은 미래 산업의 핵심 부품으로 활용될 것이며, 인공지능과 결합한 이미지센서가 각광을 받을 것으로 전망된다. 현재 지능형 차량용 첨단센서(레이더 및 라이다)의 발달로 자율주행에 있어 일정 수준의 안전성을 확보하고 있고, 지능형 영상처리는 자동 이미지 디텍션을 통해 현상 확인이 가능해져 고해상도 이미지센서의 수요는 점차 증가하고 있다.

[그림 17] 자동차에 적용되고 있는 이미지센서



*출처: 시스템반도체, GBSA Review, 경기정책연구실(2020)

IV. 주요기업분석

국내 대기업은 최신 제품 개발로 세계시장 선도, 중소기업은 틈새시장용 개발 추진

국내·외 주요 대기업이 이미지센서 시장을 리드하고 있으며, 중소기업들도 내수시장 일부를 선점하고 성장 중이다.

1. 주요업체 동향

- 해외: SONY, 옵티비전, 온세미컨덕터,
- 국내: 삼성전자, LG이노텍, SK 하이닉스

고해상도 이미지센서 산업은 세계 트렌드에 대응하여 기술혁신이 계속되는 가운데 산업범위가 확대되고, 타 산업과의 연관성이 더욱 강화될 전망이다. 이미지센서 시장은 SONY의 독주를 삼성전자가 빠르게 추격하고 있는 상황이다. TSR(Techno Systems Research)에 따르면, 2020년 기준 세계 이미지센서 시장점유율은 SONY(45.1%), 삼성전자(19.8%), 옵티비전(12.2%), 온세미컨덕터(3.8%), 기타(15.5%) 등으로 조사되었다.

[표 6] 이미지센서 세계 주요 업체 동향

기업명	개발/사업화 현황
SONY(일본)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 적층형의 고성능 센서 중심으로 높은 가격대의 센서를 생산하고 있음. 고기능성 센서를 요구하는 애플, 화웨이의 요구에 대응하고 있음. ◇ 2대 핵심고객 중 하나인 화웨이에 대한 공급이 어려워지면서 수익성과 점유율에서 다소 타격을 받는 상황이었으나, 최근 미국 상무부로부터 대 화웨이 이미지센서 수출을 승인받음으로써 큰 고비를 넘긴 상황임. ◇ 신제품 'IMX990 SWIR 이미지센서'와 'IMX500'을 발표함. IMX500은 인공지능 기능이 적용된 것으로 1,230만 화소를 지원함.
옵티비전(중국)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 2019년 스마트폰 카메라용 4,800만 화소 이미지센서 OV48B를 출시함. ◇ '퓨어셀 플러스S'라는 기술을 통해 빛을 모으는 효율을 높이고, 화소 사이에 금속 격벽을 만들어 빛이 새거나 색깔이 섞이는 것을 막는 기술로 삼성전자 아이소셀 기술과 유사함. ◇ 미국회사에서 중국 월세미에 인수됨.
온세미컨덕터(중국)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 최신 셔터 기술을 지원하는 'AR0234CS' 이미지센서를 공개함. 초당 120프레임의 성능으로 1080p 해상도의 비디오와 단일 프레임 캡처할 수 있음. ◇ ADAS 용 이미지센서 'AR0132AT'의 출하량이 1억 개를 돌파하며, ADAS 애플리케이션 시장을 선도하고 있음.
Goodix(중국)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 인-디스플레이 지문 인식칩 부문에서 점유율 70%를 차지하고 있음. ◇ 2019년 초박판 광학 이미지센서 제품을 출시함.

*출처: 미래전략산업 브리프, 신산업별 동향, KIET(2020), NICE평가정보(주) 재구성



이미지센서 산업 이슈의 큰 특징은 공급망(supply-chain) 및 산업 생태계와의 연계성이 증대되고, 스마트화 및 융합화가 가속화되며, 다양한 응용분야로의 진출이 예상된다는 점이다. 인공지능 소프트웨어, 비전 및 3D 센싱 기술을 적용된 멀티 카메라, 3D 카메라 등의 확산으로 기술력과 고객을 확보한 상위기업의 집중도가 심화될 전망이다. 국내에서 이미지센서 시장에 진출한 기업은 삼성전자, LG 이노텍, SK 하이닉스 등이 있다.

[표 7] 이미지센서 국내 주요 업체 동향

기업명	개발/사업화 현황
삼성전자	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 2021년 업계 최초로 픽셀을 대각선으로 분할하는 ‘듀얼 픽셀 프로’ 기술이 적용된 아이소셀 GN2를 출시하였음. ◇ 기존 제품 대비 픽셀 크기가 0.2 μm 커짐에 따라 빛을 받아들이는 면적이 약 36 % 증가하여 고선명 이미지 구현 가능함. ◇ 2030년 이미지센서의 점유율 1위로 올라선다는 목표를 설정하고 대규모 투자를 전개 중임. ◇ 소니와 달리 화웨이 의존도가 낮고 중국의 샤오미, 비보 등 하위 메이커가 주요 고객이라 화웨이 리스크에서 유리할 것임.
LG 이노텍	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 2019년 피사체의 3D Depth Sensing이 가능한 초소형 모바일 전면인식용 카메라 모듈을 개발하여 기존 터치 방식을 대신해 디지털 기기의 편의성을 획기적으로 개선한 ‘이노센싱’ 을 출시함.
SK 하이닉스	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 2014년에 실리콘화일을 완전히 인수하고, 2017년 고화소 시장 진출을 위해 300 mm 공정을 set-up 하고, 2018년 1,300만 화소 제품을 출시함. ◇ 비메모리 사업 강화 전략의 일환으로 일본에 이미지센서 기술개발 센터를 개설하고 본격적인 기술개발에 참여함. ◇ TOF(Time of Flight) 이미지센서를 ‘반도체 대전 2020’ 에서 국내 최초 공개하고 시장진출을 선포함.

*출처: 스마트 디바이스용 센서, KISTEP(2021), NICE평가정보(주) 재구성

대기업은 시장규모가 큰 이미지센서, 카메라모듈, 자동차용 센서 중심으로 사업을 영위하고 있으며 국내 기업은 소자를 수입하여 모듈, 시스템으로 생산하는 비중이 높아 그 비중이 약 77%를 차지하고 있다. 휴대폰용 카메라 도입 초기에는 해외 의존도가 높았으나 현재 이미지센서와 카메라모듈은 국산화에 성공하였으며, 이를 기반으로 세계 기업들과의 기술 격차를 빠르게 추격하고 있다. 다만 중소기업들은 센서 기술개발에 성공하더라도 생산 인프라가 부족하여 해외 파운드리를 이용할 수 밖에 없어 가격경쟁력 확보가 어려운 실정이다. 이에 정부는 센서 산업 클러스터 조성, 기술개발 및 창업지원, 해외 진출 지원 등의 방법을 통해 수요기업 맞춤형 제품 생산, 제품 개발기간 단축, 생산단가 하락 등을 유도하여 국내 중소기업이 성장할 수 있는 환경을 조성할 필요가 있다.

2. 코스닥기업 현황

■ 이미지센서 관련 코스닥기업은 주로 설계, 패키징, 장비 사업 영위

[표 8] 고해상도 이미지센서 주요 코스닥 기업 현황 요약

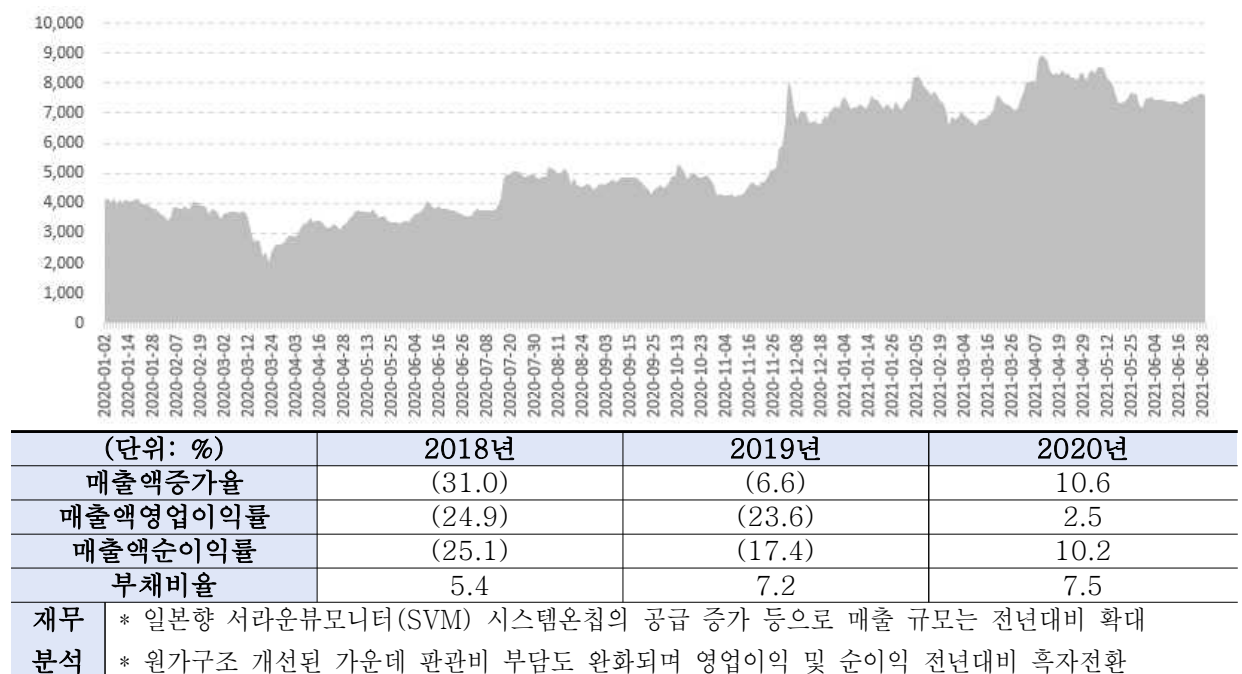
기업명	개발/사업화 현황
픽셀플러스	◇ CMOS 이미지센서의 설계를 전문으로 하는 Fabless 회사
폴라리스웍스	◇ 유포팩으로, 이미지센서용 CSP(Chip Scale Package) 회사
테스나	◇ 이미지센서 테스트, 검사장비 제조회사

*출처: 각사 홈페이지 조사, NICE평가정보(주)

[픽셀플러스]

픽셀플러스는 2000년 설립된 업체로, 초기부터 휴대폰용 30만 화소 single chip 이미지센서를 개발, 양산하기 시작하여 지속적으로 HD급 CMOS 이미지센서 개발을 진행하고 있다. CMOS 이미지센서가 내장된 원 칩 및 이미지센서를 이용한 카메라 모듈이 주요 사업 내용으로 이에 대한 특허를 보유하고 있어 기술 장벽을 구축하고 있다. 2020년 9월에는 대만 자동차 부품업체에 SVM(Surround View Monitor)과 후방카메라를 지원하는 이미지센서 등을 공급하여 영업이익 흑자전환에 성공하였다. 주력 사업이었던 보안카메라(CCTV), 자동차(블랙박스, 후방카메라, SVM)에서 최근 안면인식용 이미지센서 시장으로 사업을 확대해 매출 구조를 다각화하고 있다.

[그림 18] 픽셀플러스 주가추이(2020년~2021년 6월) 및 주요 재무현황/분석(개별기준)

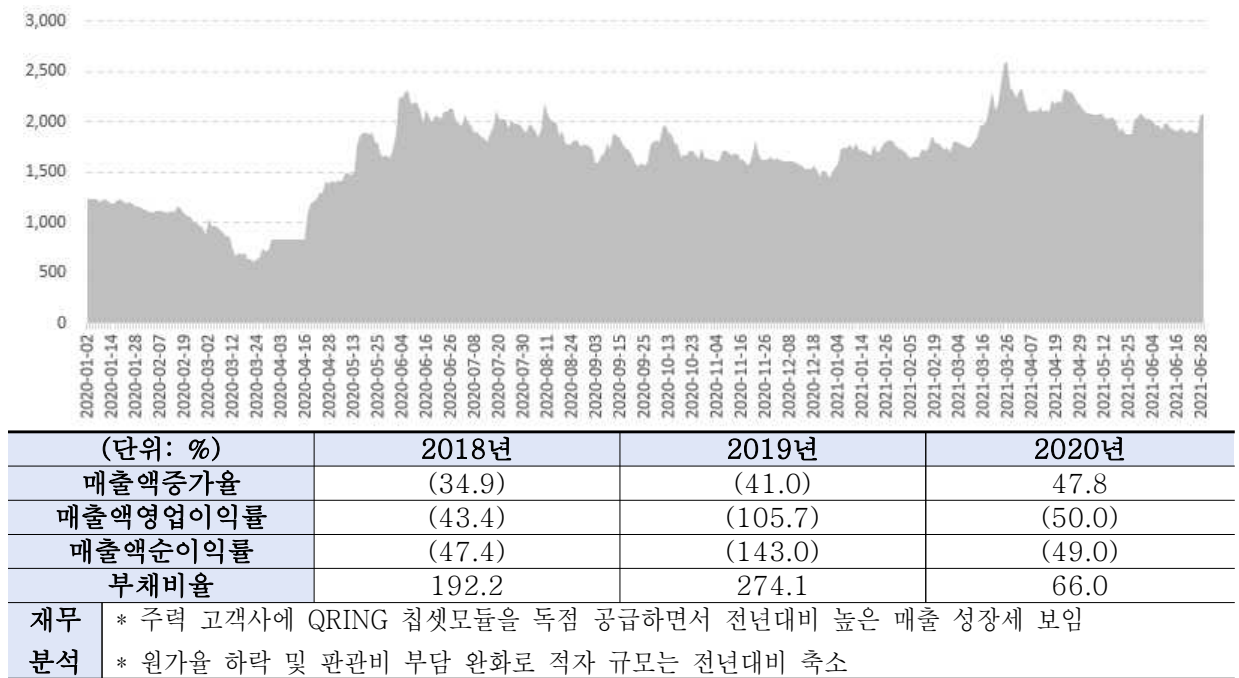


*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성

[폴라리스웍스]

폴라리스웍스는 옵토팩이 회사명을 바꾼 기업으로 카메라모듈의 핵심 소재인 이미지센서의 CSP 패키지 기술을 보유한 국내 유일의 기업이다. 2003년 ‘네오팩(NeoPAC)’이라는 원천특허 기술을 바탕으로 2006년 대량생산에 성공해 지난 10년간 중국 모바일 시장에서 검증된 표준 솔루션으로 자리 잡았다. 현재 소니, SK하이닉스, G-Smatt Global 등 세계 이미지센서 업체들과의 탄탄한 고객 네트워크를 확보하고 있으며, 모바일 시장뿐 아니라 노트북용, 차량용, 보안용 등 적용 시장을 확대하였다. 8인치 glass wafer를 이용한 이미지 센서용 WLCSP 기술을 보유하고 있으며 생산수율, 가격, 크기, 신뢰성 측면에서 경쟁력을 보유하고 있다.

[그림 19] 폴라리스웍스 주가추이(2020년~2021년 6월) 및 주요 재무현황/분석 (개별 기준)

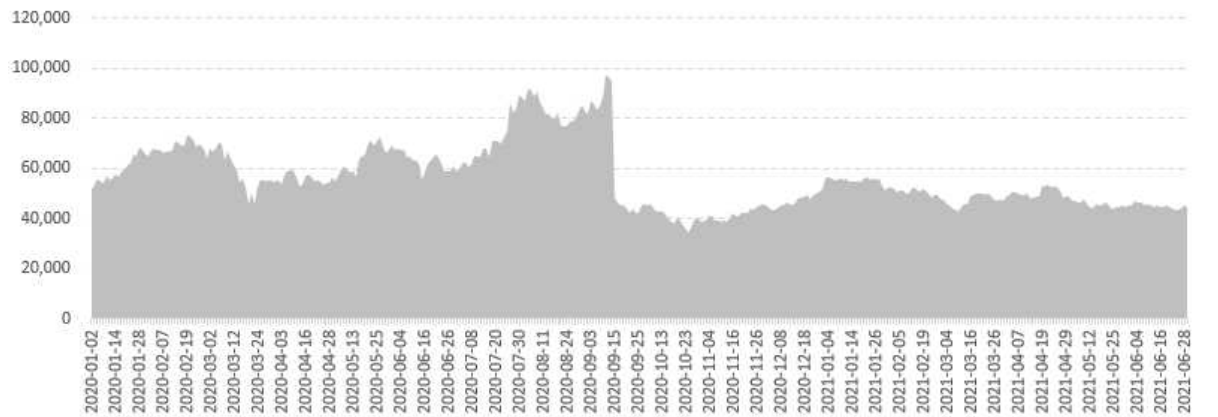


*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성

[테스나]

테스나는 2002년 설립되어 반도체 테스트 서비스를 주요 사업으로 하고 있다. CMOS 이미지센서 테스트를 국내 최초로 Set-up하고 SoC 테스트 분야도 국내 최초로 개발하여 지원하고 있다. 국내 대부분 반도체 후공정 업체들이 메모리 중심의 테스트 및 패키징 사업을 하고 있는 것과 달리 시스템반도체 테스트에만 주력함으로써 경쟁 후공정 업체 대비 높은 영업이익률을 보이고 있다. 주력서비스는 로직, 시스템온칩(SoC), CMOS 이미지센서(CIS), 스마트카드 IC, 마이크로컨트롤러(MCU), 모바일 애플리케이션 프로세서(AP) 등의 테스트이다.

[그림 20] 테스나 주가추이(2020년~2021년 6월) 및 주요 재무현황/분석 (개별 기준)



(단위: %)	2018년	2019년	2020년
매출액증가율	38.3	48.4	36.9
매출액영업이익률	28.7	25.0	23.1
매출액순이익률	24.9	22.1	28.1
부채비율	37.0	109.8	103.8
재무 분석	* 신규장비의 가동률 상승으로 CIS 부문 판매 증가하며 전년대비 양호한 매출 성장 * SoC 테스트 수요 증가, CIS 테스트 장비의 추가 취득으로 생산능력 확충되며 매출 성장 전망		

*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성