

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목분석보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

MICRO-LED

고효율, 장수명 성능을 기반으로 한 차세대 디스플레이

요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성 기관

(주)NICE디앤비

작 성 자

김민지 전문위원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용 평가기관에 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 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2122-1300)로 연락하여 주시기 바랍니다.



한국IR협의회



MICRO-LED

고효율, 장수명 성능을 기반으로 한 차세대 디스플레이

■ 우수한 성능을 기반으로 다양한 제품에 활용 가능한 MICRO-LED

MICRO-LED(Light Emitting Diode)는 칩 사이즈가 100 마이크로미터(μm) 이하인 초소형 LED를 의미한다. MICRO-LED 칩을 광원으로 사용하여 디스플레이로 구현하면 무기물 재료인 LED 칩이 휘어질 때 깨지는 특성을 극복할 수 있다. 따라서, 유연한 기판에 MICRO-LED 칩을 전사함으로써 플렉서블 디스플레이를 구현할 수 있다. MICRO-LED 디스플레이의 대표적인 디스플레이인 LCD(Liquid Crystal Display) 및 유기물 기반의 OLED(Organic LED) 대비 전력 효율이 높고, 응답시간이 짧고, 수명이 긴 장점이 있다. 따라서, 스마트워치, 증강현실 기기 등 대용량 배터리 탑재가 어려운 디바이스에 적합하다. 또한, 기존의 디스플레이가 갖는 대형화의 한계를 극복하여 디지털 사이니지, TV 등 초대형 디스플레이에 적용될 수 있을 것으로 주목을 받고 있다.

■ 기존의 디스플레이 시장을 대체할 차세대 디스플레이 기술

MarketandMarkets에 따르면, 세계 MICRO-LED 디스플레이 시장은 2019년 4.96억 달러를 기록하였으며 연평균 81.0%씩 증가하여 2025년 173억 1100만 달러 규모를 형성할 것으로 전망된다. MICRO-LED 디스플레이의 백라이트, 액정층, 편광층이 필요 없이 LED 칩이 자체적으로 발광하며 픽셀을 구성하므로 LCD 및 OLED 디스플레이보다 훨씬 얇다. 또한, 유기물을 사용하는 OLED의 대표적인 단점인 변인(Burn-in) 현상 없이 긴 수명을 가질 수 있으므로, 기존의 디스플레이 시장을 대체할 차세대 디스플레이 기술로 주목을 받고 있다. 다만, 고화질 대형 MICRO-LED 디스플레이를 구현하기 위해서는 크기가 매우 작은 MICRO-LED 칩을 대량으로 생산하고, 집적하는 고도의 정밀 공정기술이 필요하다. 따라서, 수율을 개선하고 비용을 절감할 수 있는 칩 생산 기술, 대량 전사기술 등이 요구된다.

■ MICRO-LED 관련 기술선점을 위한 치열한 경쟁

업체들은 MICRO-LED 디스플레이 산업의 주도권을 잡기 위해 서로 경쟁하고 있다. 애플은 MICRO-LED 디스플레이 제조 기술을 확보하기 위해 적극적인 업체 중 하나로, 2014년 럭스뷰(LuxVue)를 인수하면서 기술력을 확보하였다. 애플은 대만 타오위엔에 연구 및 생산 시설을 설립하여 투자를 계속하고 있으며 스마트워치에 MICRO-LED를 적용하는 것을 계획하고 있다. 세계 최대 OLED 디스플레이 제조사인 삼성도 플레이아이트라이드(PlayNitride)의 지분을 인수하고 MICRO-LED 관련 기술력을 확보하기 위한 연구개발을 지속하고 있다. 삼성은 2020년 12월 110인치 4K MICRO-LED TV를 공개하며 기술력을 선보였다. 관련 코스닥 기업으로는 루멘스, 서울반도체, 포인트엔지니어링 등이 시장 성장에 따른 수혜를 입을 것으로 예상된다.



I. 배경기술분석

저전력화, 경량화, 소형화 가능한 차세대 디스플레이

MICRO-LED 디스플레이는 기존의 LCD(Liquid Crystal Display)와 OLED(Organic LED)보다 저전력화, 경량화, 소형화 가능한 장점이 있다. 또한, 플렉서블 디스플레이로도 활용 가능하므로 다양한 제품과 연계될 수 있다.

■ LED(Light Emitting Diode)는 전류를 가해 빛을 내는 반도체

LED(Light Emitting Diode)는 전류를 가하면 빛을 발하는 특성을 나타내는 반도체 소자이다. LED의 주요 재료로는 갈륨질소(GaN), 갈륨비소(GaAs) 등이 있으며, 재료에 따라 구현되는 빛의 색(파장)이 다르다. 기본적으로 LED는 단색광원이며 GaN과 GaAs 등에 알루미늄(Al), 인듐(In), 인(P) 등의 재료를 첨가하여 화합물을 조성하여 빛의 색을 조절한다. 현재까지 개발된 LED는 붉은색부터 푸른색을 나타내는 가시광선 LED(Visible LED)에서부터 적외선 LED(IR LED), 자외선 LED (UV LED)까지 구현되고 있다. 단색광원의 LED의 경우, 주로 신호등, 전광판 등 정보 전달용 디스플레이로 사용되고, 조명으로 사용하기 위해선 별도의 추가 공정을 통해 백색 LED로 구현하여 사용한다. 백색 LED를 구현하기 위하여 보편적으로 청색 LED 상부에 다른 색상의 형광물질을 도포하거나, 적색, 녹색, 청색 LED를 조합하여 구현한다.

■ MICRO-LED 디스플레이의 차별화된 특징

MICRO-LED(Light Emitting Diode)는 가로, 세로 각각 100 마이크로미터(μm) 이하의 초소형 LED를 말한다. LED 칩을 수십 마이크로 수준으로 작게 만들면 무기물 재료의 특성상 휘어질 때 깨지는 단점을 극복할 수 있으며, 유연한 기판에 LED 칩을 전사함으로써 신축성 있는 소재로 구현할 수 있다. 따라서, MICRO-LED는 플렉서블 디스플레이, 스마트 센서(센서+LED), 인체부착 및 삽입형 의료기기, HMD(Head Mounted Display) 및 무선통신 분야에 이르기까지 다양한 산업에서 광원으로 활용될 수 있다. 특히, MICRO-LED는 디스플레이에 광원으로 사용되어 기존 디스플레이 패널들의 기술적 한계를 극복할 수 있을 것으로 주목받고 있다. MICRO-LED 디스플레이에는 컬러필터, 백라이트, 편광판 없이 자체적으로 발광하여 각 LED 칩이 화소를 구현하므로 저전력화, 경량화, 소형화 가능한 장점이 있다.

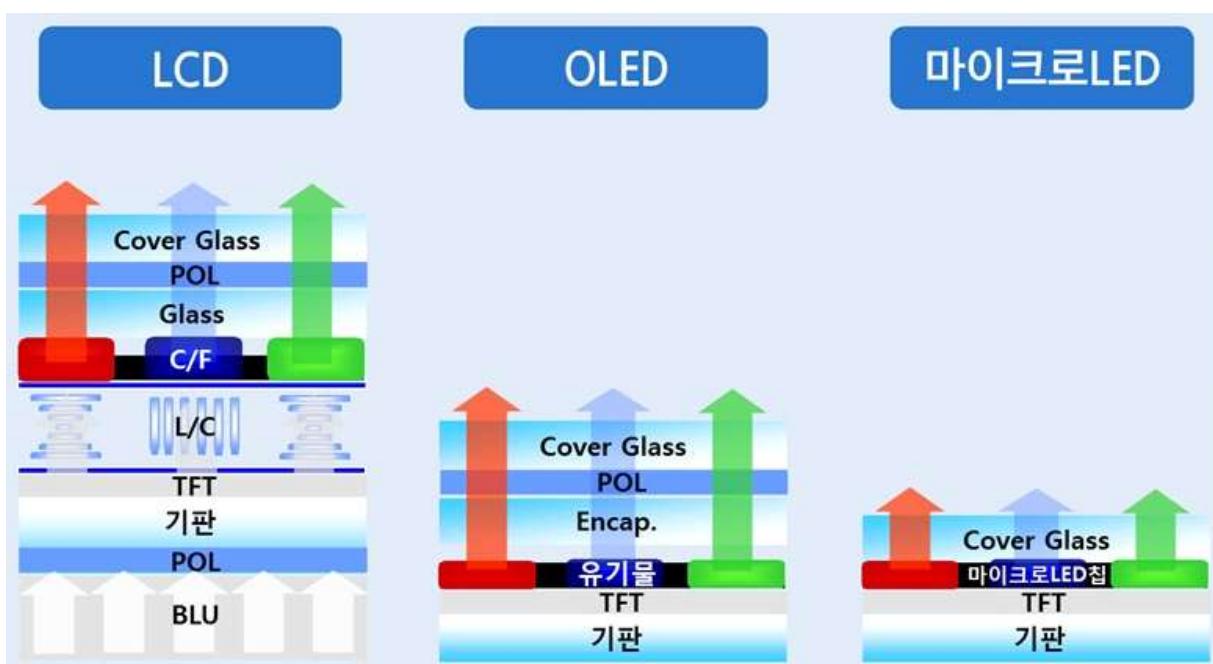
기존의 대표적인 디스플레이로는 LCD(Liquid Crystal Display)와 LCD보다 얇게 구현되고 휘도가 높은 OLED(Organic LED) 디스플레이가 있다.

LCD(Liquid Crystal Display)는 액정을 사이에 두고 평행하게 정렬된 편광판을 이중 층으로 형성하고, 백라이트를 광원으로 사용한 디스플레이이다. 백라이트는 항상 켜져 있고 액정에 의해 빛이 통과/차단되는 원리로 작동되며, 컬러필터를 통해 RGB 색을 표현하므로 전력 손실이 크고 두께가 두꺼운 단점이 있다.



LCD의 한계를 극복하기 위하여 최근 디스플레이에서 많이 사용되는 OLED(Organic LED)는 전기를 가하여 스스로 발광하는 유기물을 사용하여 별도의 백라이트 없이 얇게 구현할 수 있다. OLED는 픽셀 하나하나가 스스로 빛을 내며 색상을 표현하고 이미지를 표시할 때 필요한 픽셀만 발광하며, 검정색은 픽셀을 켜지 않기 때문에 전력 소모를 줄일 수 있다. 또한, OLED 디스플레이에는 LCD보다 높은 색 재현율과 응답속도를 가지므로 TV, 스마트폰 분야에서 LCD를 대체하며 시장이 성장하고 있다. 다만, OLED는 유기물의 특성상 수명이 제한적이고 유기물의 보호를 위한 추가 공정이 필요하며 발광효율이나 전기적 특성이 MICRO-LED 디스플레이보다 좋지 않다.

[그림 1] LCD, OLED 및 MICRO-LED 디스플레이의 구조 비교



*출처: 삼성디스플레이 뉴스룸

MICRO-LED 디스플레이에는 MICRO-LED를 디스플레이 기판에 이송/전사하여 LED 칩 자체를 화소로 사용함으로써 컬러필터, 백라이트, 편광판 없이 적녹청(RGB: Red, Green, Blue) 색을 표현할 수 있다. 따라서, LCD와 OLED 디스플레이 패널보다 얇게 구현 가능하며 섬세한 색 표현과 대형화에 유리하고 소비전력이 절감되는 장점이 있다. 또한, 유기물을 사용하는 OLED의 대표적인 단점인 번인(Burn-in) 현상 없이 긴 수명을 가지며, 전력 효율이 높으므로 저전력화, 소형화, 경량화가 필요한 디바이스에 사용하기 적합하다. 또한, MICRO-LED는 OLED와 달리 직물과 같이 다양한 종류의 소재를 기판으로 사용할 수 있다는 점에서 현재 플렉서블 디스플레이의 최종 진화 단계인 신축성 있는 디스플레이 구현에 더욱 적합하다는 의견도 존재한다. 한편, LCD, OLED는 200인치 이상의 초대형 디스플레이 양산이 곤란하였으나 삼성에서 MICRO-LED를 활용하여 대형 디스플레이 구현이 가능함을 보였다.



MICRO-LED 디스플레이의 전력 효율은 기존의 디스플레이보다 높기 때문에 웨어러블 기기, 스마트워치, VR/AR과 같이 대용량 배터리 탑재가 어려운 소형 디바이스에서 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 기대된다.

[표 1] MICRO-LED 주요 특징 및 기존 디스플레이와의 비교표

	MICRO-LED	OLED	LCD
매커니즘	자체발광	자체발광	백라이트(LED)
시감도	높음	낮음	보통
명암비	>10,000:1	>10,000:1	200:1
응답시간	nanosecond	microsecond	milisecond
관리온도	-100~120°C	-50~70°C	0~60°C, 히터 필요
내충격성	보통	높음	보통
수명	길다	보통	보통
비용	높음	낮음	낮음

*출처: KIPOST, NICE디앤비 재가공



II. 심층기술분석

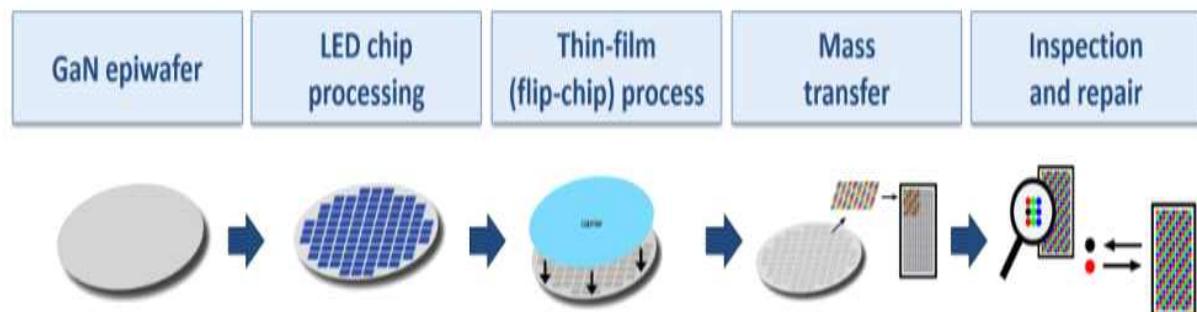
MICRO-LED 디스플레이 상용화를 위한 기술 개발

MICRO-LED는 차세대 디스플레이 기술로 성능과 활용도를 인정받고 있으나, 상용화를 위해서는 고도의 정밀성이 요구되는 공정기술이 필요하다. 고수율을 위한 에피 성장, 칩 제조 기술, 대량 전사기술 등에 관한 활발한 연구가 이루어지고 있다.

■ MICRO-LED 디스플레이 제조 공정

MICRO-LED 디스플레이의 제조 공정은 크게 에피 성장 → 칩 제조 → 칩 전사(픽셀 조립) 공정으로 나눌 수 있다. MICRO-LED 디스플레이의 MICRO-LED 칩이 자체적으로 발광하여 RGB(Red, Green, Blue) 화소를 내도록 제조되며, 디스플레이 패널은 회로와 연결되어 디바이스에 실장 된다. MICRO-LED 칩은 100 마이크로미터(μm) 이하의 초소형이므로 종래의 LED 칩 제조 공정보다 정밀한 공정기술이 필요하다. 이에 따라, MICRO-LED 칩 제조 및 MICRO-LED 디스플레이 제조 공정에 관한 기술 개발이 활발히 이루어지고 있다.

[그림 2] MICRO-LED 디스플레이 제조 공정 개략도



*출처: Allos Semiconductors 홈페이지

1. 에피 성장

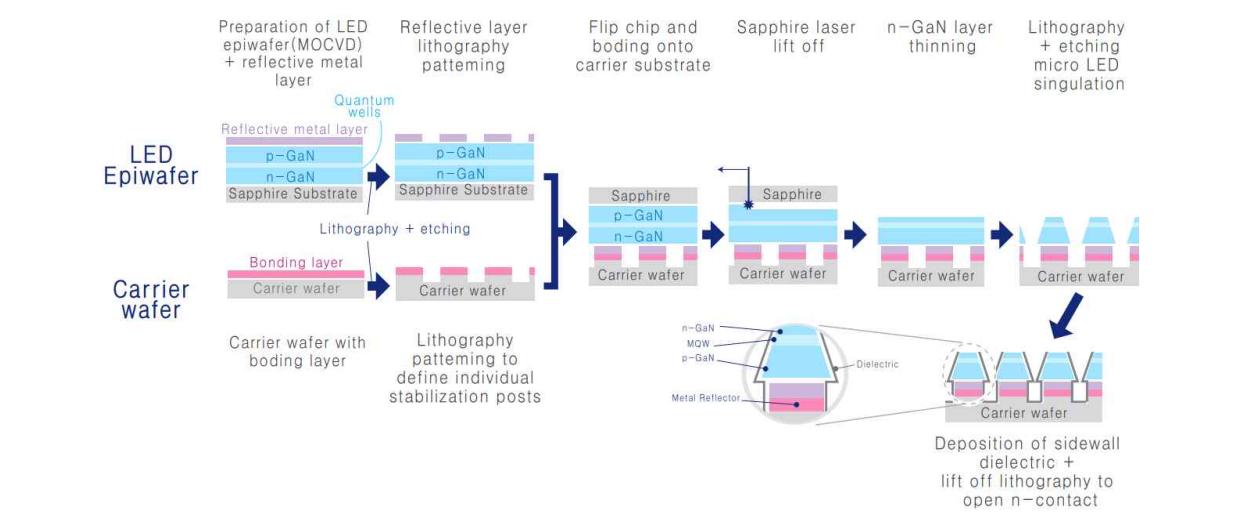
에피 성장이란 기판 위에서 LED 칩 재료의 결정을 특정 방향으로 성장시키는 것을 의미한다. 주로 실리콘이나 사파이어 기판에 GaN LED 에피를 성장시키는 기술이 사용되고 있으며, 이처럼 기판과 에피가 이종일 경우 다양한 점 결함(Point Defect) 및 선결함 등의 결함이 유발된다. 이러한 결함들은 작게는 수십~수백 나노부터 크게는 수~수십 마이크로의 크기를 가지므로 MICRO-LED 디스플레이 불량 픽셀의 원인이 된다. MICRO-LED 디스플레이 기술의 최대 난관은 비싼 생산가격이므로, 이를 극복하기 위해서는 기판의 크기를 키워 한번에 제작되는 LED 칩의 개수를 증가시켜 원가를 절감하는 것이 필요하다. 또한, 대형 기판을 사용할 경우 LED 칩 가격뿐만 아니라 칩을 기판으로부터 분리하고 전사하는 공정의 비용과 횟수를 크게 줄일 수 있다. 따라서, 대형화 가능한 실리콘 기판을 이용하여 고품질의 GaN 에피를 성장시키는 기술 개발이 요구되고 있다.



2. MICRO-LED 칩 제조

MICRO-LED 칩은 기존 LED에 비하여 미세한 파티클도 큰 결함이 될 수 있으므로 100 Class¹⁾ 이하의 클린룸 환경에서 제조 과정이 이루어진다. MICRO-LED 칩 제조를 위해서는 칩 내부로 전류 주입 시 효율을 높일 수 있는 설계 기술, 좁은 전극 영역으로 전류 주입 효율을 높일 수 있는 저항 접촉(Ohmic contact) 기술, 복잡한 칩 제조 공정 중에 에피층으로부터 전극이 펠링(Peeling) 되지 않도록 하기 위한 접착력 향상 기술 등이 필요하다.

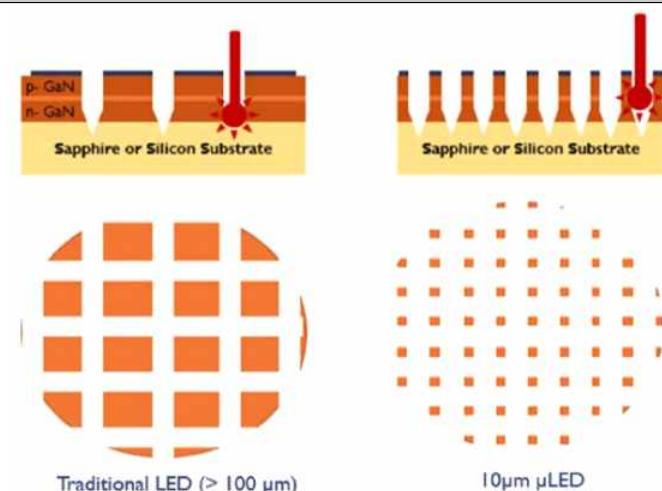
[그림 3] MICRO-LED 칩 제조 공정



*출처: Yole Development(2018)

MICRO-LED 칩은 기존 LED처럼 칩 제작 후에 레이저 빔을 조사하여 칩을 개별화(다이싱, Dicing)하게 되면 칩의 손실이 많아진다. 따라서, 건식 식각(Dry etching)을 통해 칩과 칩 사이를 분리하면서 기판을 분리함으로써 칩의 손실을 최소화할 수 있으며, 더욱 얇은 MICRO-LED 칩을 제조할 수 있다.

[그림 4] 기존 LED와 MICRO-LED 칩 절단 공정 비교



*출처: 한국광기술원

1) 공기 28.4L에 포함된 입경 0.5μm 이상의 미립자가 100개 이하, 세균은 0.1개 이하인 상태

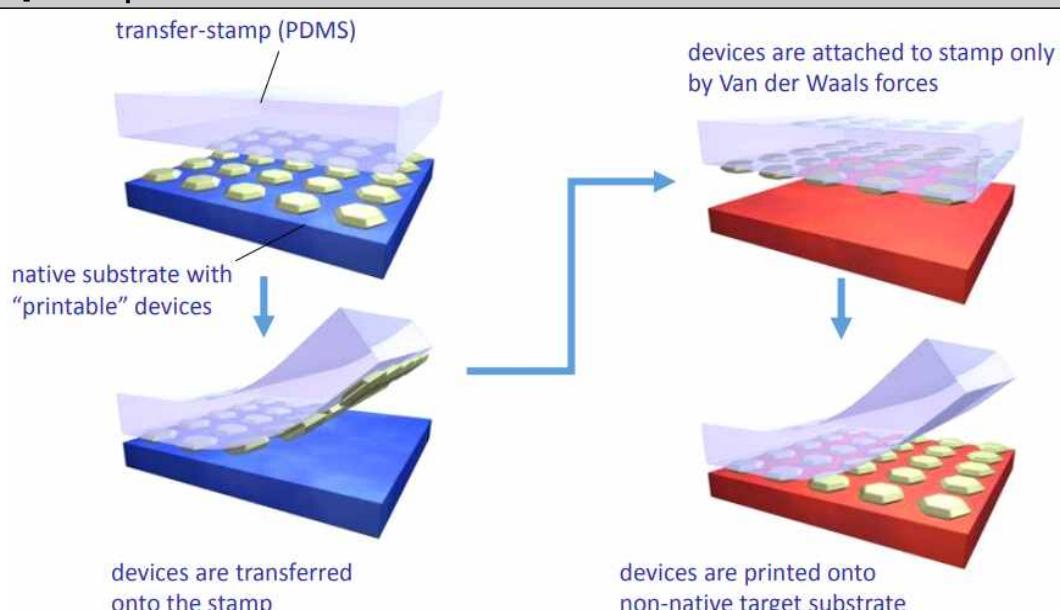


3. MICRO-LED 칩 전사

제조된 MICRO-LED 칩은 분리, 이송, 전사(Mass Transfer)를 통해 팩셀로 조립되며, 전사는 LED 칩을 디스플레이 기판에 옮겨 심는 과정을 의미한다. MICRO-LED 디스플레이의 칩의 크기가 매우 작고 팩셀 수가 많으므로 대량 전사 공정의 신기술 개발을 통해 비용을 절감하고 수율을 개선하는 것이 요구된다. 전사기술은 크게 칩을 직접 이동시키는 직접 전사기술과 중간 매개체를 이용해서 이동시키는 인쇄 전사기술로 구분된다. 기존의 LED는 최소 $200\mu\text{m}$ 이상의 크기이므로, 진공 훌($80\mu\text{m}$)을 통한 다이 본딩 공정을 수행하여 LED 칩을 팩업하고 원하는 위치에 실장하는 것이 용이하였다. 그러나 MICRO-LED 칩은 크기가 매우 작아 진공홀을 이용한 기존 방식으로 실장하는 것이 어려우며, 높은 해상도를 갖는 디스플레이의 경우에는 수백만 개 이상의 MICRO-LED 칩 전사가 필요하여 공정 시간이 매우 증가하게 된다.

MICRO-LED를 위해 연구된 전사기술 중 하나는 미국 일리노이 대학교가 제안한 접착력이 있는 고무와 같은 탄성중합체(Elastomer)를 이용하는 X-Celeprint 방식이 있다. 탄성이 있는 고분자 물질(PDMS)은 정전기적 접착력을 발생시켜 MICRO-LED 칩을 부착시킬 수 있다. 또한, 유연성이 있는 PDMS를 떼어낼 때 속도에 의한 힘으로 MICRO-LED 칩의 손상이 적게 분리할 수 있는 기술이다.

[그림 5] X-Celeprint 전사 과정

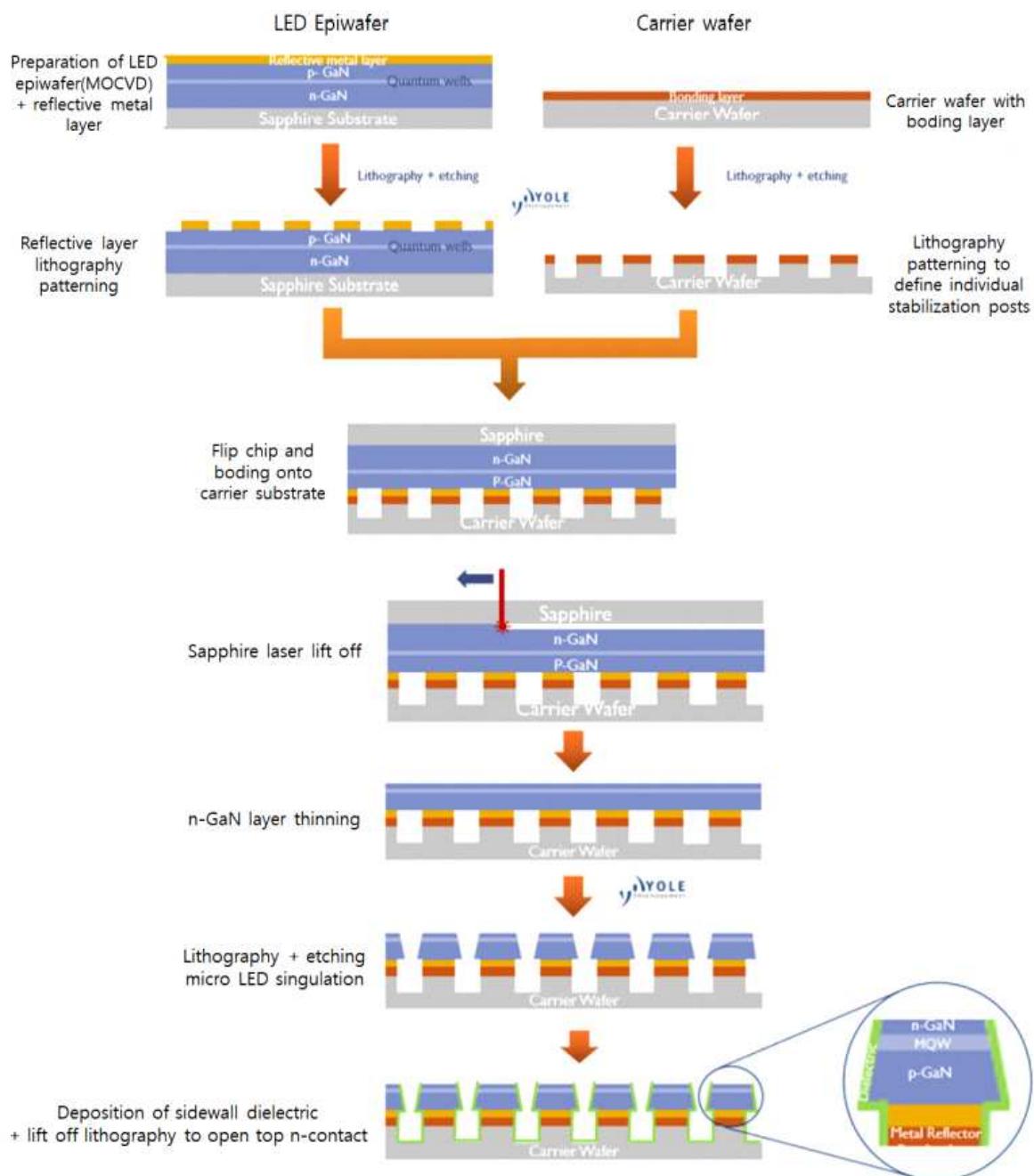


Nature Mater. 5 33-38 (2006)

*출처: Micro-Transfer-Printing Technology Overview(2017)

애플사에 인수된 럭스뷰(LuxVue)에서는 MICRO-LED 칩의 전사 공정에 팩업 헤드(Pick up Heads) 방식의 기술을 사용하는 것을 개발하였다. 이 방법은 MICRO-LED 칩을 $80\sim160^\circ\text{C}$ 의 온도로 용해(Melting)시켜 기판과의 결합력을 약하게 만들고, 실리콘 소재의 헤드 부분에 전극을 증착하고 전압을 가해 정전기력으로 LED 칩을 들어 올린다. 분리된 MICRO-LED 칩은 이송 후 리플로우 솔더링(Reflow Soldering) 기법을 통해 본딩된다.

[그림 6] Luxvue의 MICRO-LED 디스플레이 제조 기술



*출처: Yole development, MicroLED Display Report(2017)

한국광기술원에서는 주변 환경에 따라 접착력이 변하는 환경 가변 탄성중합체를 이용하여 MICRO-LED 전사를 100%의 수율로 성공하였다. 한국광기술원에서는 해당 기술이 모든 종류의 MICRO-LED 칩에 적용할 수 있고, 럭스뷰(LuxVue)의 정전기를 이용한 전사기술보다 더 강한 접착력으로 안정적인 전사가 가능하다고 발표했다.



■ MICRO-LED 디스플레이 발전 방향

MICRO-LED 디스플레이의 상용화를 위해서는 여러 가지 기술적 장벽을 넘어 비용을 줄이는 것이 필요하다. 에피 성장 기술에 있어서 파장 및 두께 균일성의 개선을 통해 수율을 높이고 불량 픽셀을 방지하는 결함 제어 기술이 요구된다. 예를 들어, MICRO-LED 칩을 디스플레이 기판에 옮겨 심는 전사 공정에서는 고속, 대량 전사기술이 요구된다. 디스플레이 기판에 MICRO-LED 칩을 배치하는데 사용되는 전송 장비는 $1.5\mu\text{m}$ 이내의 높은 정밀도가 필요한 것으로 파악되며, 정밀도뿐만 아니라 한 번에 여러 개의 칩을 이송할 수 있어야 생산 속도를 만족시킬 수 있다.

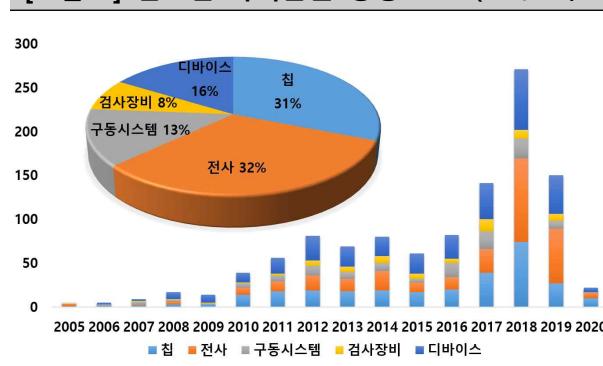
또한, MICRO-LED 디스플레이의 전체적으로 볼 때 눈에 띠는 밝기 손실이 없기 위해서 각 픽셀이 균일한 휘도를 가져야 한다. MICRO-LED 칩의 드라이브 전류가 매우 작으므로 칩 자체의 회로 설계와 함께 픽셀이 연결되는 구동 회로의 기술 개발도 필요하다. MICRO-LED 디스플레이의 검사 및 시험 기술도 하나의 과제이며, 제조 공정 중 신속 정확하게 불량을 감지하여 대량 시험 방법을 수행하는 방법도 함께 연구되고 있다.

■ MICRO-LED 디스플레이 기술 관련 특허 동향

[그림 7]은 MICRO-LED 디스플레이 관련 특허출원 동향을 연도별, 기술별로 나타내었다. 조사된 전체 특허출원 건수는 총 1,101건으로, MICRO-LED 디스플레이 상용화를 위한 기술적 장벽에 따라 칩 제조 기술, 전사 및 픽셀 조립 기술, 픽셀 구동 시스템 관련 기술, MICRO-LED 검사 장비, MICRO-LED 디스플레이가 실장된 디바이스로 구분하였다. 칩 제조 기술 31%, 전사 기술 32%, 구동시스템 기술 13%, 검사장비 기술 8%, 디바이스 16%로 확인되었다. 연도별 특허출원 동향을 살펴보면, 2018년도부터 관련 분야의 특허출원이 급증하였다. 2017년도부터 디스플레이 산업이 공급 과잉기에 들어서면서 차세대 기술을 중심으로 새로운 성장 국면에 진입하였는데, 이에 따라 MICRO-LED 디스플레이에 관한 특허출원이 급증한 것으로 판단된다. [그림 8]은 MICRO-LED 디스플레이 기술 관련 특허를 분석하여 기술시장 성장단계를 나타내었다. 그래프의 가로축은 출원인 수, 세로축은 출원 건수를 나타낸다. 1구간(~05~10)은 신기술 출현단계인 태동기, 2구간(~11~16)부터 3구간(~17~18)은 출원인 수와 출원 건수가 급격히 증가하는 성장기에 있으며, ~19~20 특허 미공개 구간을 감안 시, 해당 연구개발의 급격한 증가와 경쟁의 격화 단계인 성장기 기술로 확인된다.

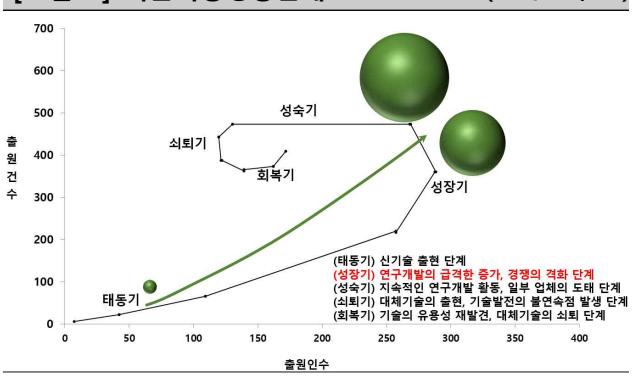
[그림 7] 연도별 특허출원 동향

(단위: 건, %)



[그림 8] 기술시장성장단계

(단위: 건, 인)

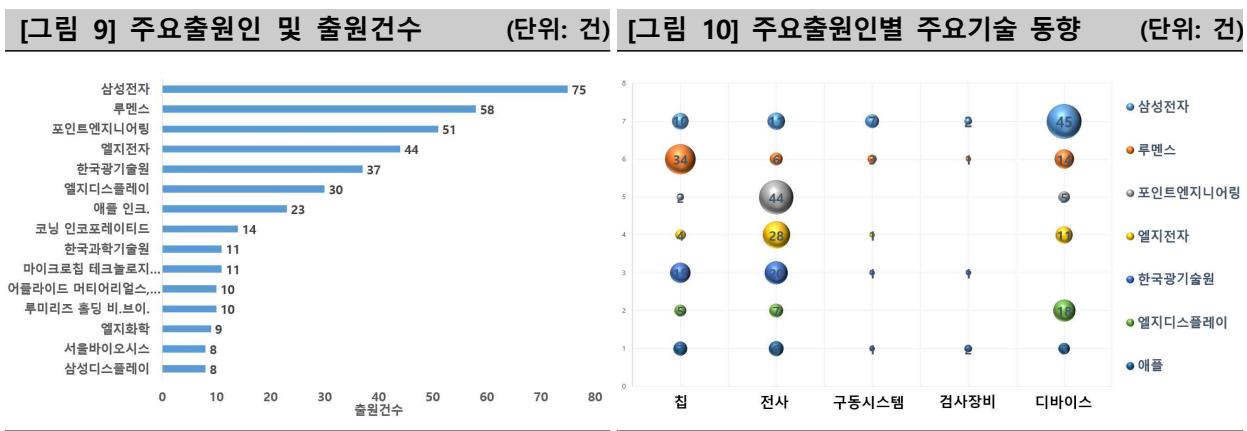


*출처: 월스 DB, NICE디앤비 재가공



[그림 9]는 MICRO-LED 디스플레이 기술 관련 특허출원을 검색하여 확인된 주요출원인을 나타내었다. 주요출원인은 삼성전자, 루멘스, 포인트엔지니어링, 엘지전자, 한국광기술원, 엘지디스플레이, 애플 순이었으며, 코스닥 기업으로는 루멘스, 포인트엔지니어링, 서울바이오시스(서울반도체의 자회사)가 조사되었다.

[그림 10]은 주요출원인별 주요기술 동향을 나타내었다. 삼성전자, 루멘스 등 주요 기업들은 MICRO-LED 칩의 제조 기술 및 디스플레이 기술 관련 특허를 다수 보유하고 있었다. 포인트엔지니어링, 한국광기술원은 MICRO-LED 칩의 제조 및 전사 공정에 관한 특허출원이 활발하였으며, 엘지전자, 엘지디스플레이는 MICRO-LED 디스플레이를 탑재한 디바이스에 관한 특허출원이 활발하였다.



*출처: 월스 DB, NICE디앤비 재가공



III. 산업동향분석

OLED의 시장을 대체하며 가파른 성장세 전망

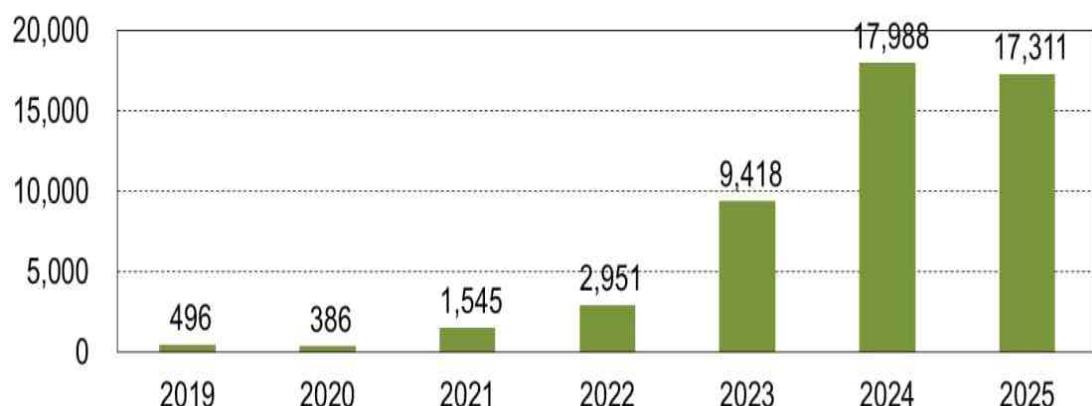
MICRO-LED 디스플레이는 전사 등의 기술적 난제가 있지만, 색감, 휘도, 발광효율, 수명, 응답시간 등에서 종래의 디스플레이 패널 대비 우위에 있으므로 중장기 성장이 기대된다. 업체들은 MICRO-LED 디스플레이 산업의 주도권을 잡기 위해 서로 경쟁하고 있다.

■ MICRO-LED 디스플레이는 OLED의 한계를 극복하며 시장을 대체할 전망

현재 디스플레이 시장은 LCD(Liquid Crystal Display) 디스플레이와 OLED(Organic LED) 디스플레이로 나뉜다. 글로벌 시장조사업체 MarketandMarkets의 2020년 자료에 따르면 2019년 세계 MICRO LED 시장규모는 4.96억 달러이며, 연평균 81.0%씩 증가하여 2025년 173.11억 달러 규모를 형성할 것으로 예상된다.

[그림 11] 세계 MICRO-LED 시장 규모

(단위: 백만 달러)



*출처: MarketsandMarkets(2020), 한국신용정보원

Yole Development 2017년 자료에 따르면 2025년까지 OLED의 대부분 시장은 MICRO-LED로 90% 이상 대체될 예정이며, 시장도 기하급수적으로 성장할 것으로 예측하고 있다.

디스플레이 크기에 따른 시장규모를 살펴보면, 눈 가까이에서 기능을 수행하는 초소형 디스플레이는 중장 혼합현실 분야 등에 적용될 것으로 예상되며, 2025년에 약 2.8억 달러 규모의 시장이 형성될 것으로 예측된다. 초소형 디스플레이 시장에서 MICRO-LED 디스플레이가 OLED 디스플레이보다 시장진출이 늦으나, 야외에서 활용이 가능한 고휘도, 소형 배터리 탑재를 요구하는 저전력 제품에 효과적으로 적용되면서 시장이 확대될 것으로 예상된다.

스마트워치, 스마트폰 등을 포함하는 중소형 디스플레이 시장에서 MICRO-LED 디스플레이의 기준의 LCD, OLED 디스플레이를 대체하여 2021년에 본격적으로 적용될 것으로 기대되며, 연평균 115.9%로 성장하여 2025년에는 159억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 예상된다.



광고판, 비디오월 등의 퍼블릭 디스플레이로 명명되는 대형 디스플레이는 삼성전자, 소니, 크리스티, Leyard Optoelectronics, Deepsky 등에서 시장을 주도하여 2017년 2.53억 달러에서 2025년 8.7억 달러 규모의 시장이 형성될 것으로 예상된다. 또한, 2019년 기준 전체 TV 매출 중 약 40%를 차지하는 프리미엄 TV의 판매 비중은 점점 확대될 것으로 예상되며, 프리미엄 제품에 고품질의 MICRO-LED 디스플레이가 적용되면서 시장이 점점 확대될 것으로 전망된다.

■ 2025년 기준 약 12조원 규모로 성장할 국내 MICRO-LED 디스플레이 시장

시장조사업체 옴디아(Omdia)의 2020년 보고서에 따르면, MICRO-LED 디스플레이 출하량은 오는 2027년에 스마트워치용 1천만대, TV용은 330만대를 넘어설 것으로 예측된다. MarketandMarkets의 2018년 시장 보고서에 따라 국내 시장을 세계 시장의 3.9%로 산정하면 국내 MICRO-LED 디스플레이의 시장규모는 2025년 기준 약 12조 원 규모로 성장할 것으로 예측된다.

중대형 디스플레이용 FHD 패널을 위한 100마이크로미터 이하의 광원 및 소자 집적화 기술 개발은 연구개발 4년, 사업화 2년이 경과 한 후, 시장에 진입하는 시기는 2024년으로 예측되며 2028년까지 중/대화면 국내 시장 점유율은 40%, 국외 시장 점유율은 18.7%로 예상된다.

[표 2] 국내 MICRO LED 디스플레이 예상 시장 점유율

구분	2025년	2026년	2027년	2028년
내수시장	20%	40%	60%	70%

*출처: 중소기업 기술로드맵 전략보고서 디스플레이(2017)



IV. 주요기업분석

글로벌 대기업부터 국내 기업까지 MICRO-LED 시장진출 가속화

국내외 대기업, 벤처 기업들의 MICRO-LED 디스플레이에 관한 기술 개발 경쟁이 점점 치열해지고 있고, 그에 따라 기술 개발에 대한 투자 또한 가속화되고 있다.

■ MICRO-LED 디스플레이 글로벌 기업 동향

애플, 삼성 등의 글로벌 기업들은 MICRO-LED 디스플레이의 상용화를 위한 기술적 한계를 극복하기 위해 에피 성장, LED 칩 분리 등과 기판에 LED 칩을 옮기는 전사기술을 빠르게 연구하는 한편, 인수 합병을 통한 기술 확보도 활발하게 하고 있다.

[삼성전자/한국] 삼성전자는 2018 베를린 국제 가전 박람회(IFA)에서 대만 플레이 니트라이드(PlayNitride)의 칩을 탑재한 가정용 75인치 MICRO-LED TV를 공개했으며, LED 칩 사이즈는 가로세로 각각 30 μ m, 50 μ m인 것으로 추정된다. 이후, MICRO-LED 디스플레이를 적용한 대형화 TV ‘The Wall’의 75인치, 88인치, 93인치, 110인치, 150인치, 292인치 신제품 라인업을 공개하며 적극적으로 프리미엄 TV에 MICRO-LED 디스플레이를 적용하고 있다.

삼성전자는 프리미엄 라인 TV를 기반으로 하여 2020년 3분기 매출액을 기준으로 전세계 TV 시장 점유율이 33.1%에 달하여 역대 최고 기록을 갱신했다. 이에 따라, 초대형 프리미엄 TV로 기술 경쟁에서 우위를 점하며 TV 주도권을 이어가고자 하는 것으로 보이며, 삼성전자의 반도체 사업으로 축적된 실장 기술을 접목하여 소비자용 MICRO-LED TV를 출시하고 주도권을 잡으려는 전략으로 해석된다.

[그림 12] CES 2020에서 공개된 삼성전자의 ‘The Wall’



*출처: 동아일보, 2020



[애플/미국] 세계 최대 디스플레이 수요 기업 중 하나인 애플은 스마트워치 등의 중소형 디바이스에 MICRO-LED 디스플레이가 탑재된 제품을 출시하기 위한 개발을 진행 중으로 파악된다. 애플은 MICRO-LED 디스플레이 기술에 적극적으로 관심을 보이며, 2014년 벤처 기업 럭스뷰(LuxVue)를 인수하였다. 이어서 2015년 맥심(Maxim)으로부터 미세전자기계시스템(MEMS, Micro-Electromechanical Systems) 생산공장을 인수하였다.

애플은 스마트워치, 스마트글래스 등에 적용할 MICRO LED 디스플레이 개발을 주목적으로 하며, AR 기반 웨어러블 기기인 스마트글래스(가칭 iGlass)를 개발 중이다. 2017년에 열린 세계 개발자 컨퍼런스(WWDC)에서는 개발자들이 아이폰 및 아이패드용 AR과 VR 애플리케이션을 개발할 수 있는 AR 키트(KIT)가 공개되었으며, 애플이 독자적으로 설계한 디스플레이와 프로세서 칩, 운영체제를 탑재할 것으로 알려졌다.

애플은 디스플레이 관련해서는 삼성전자와 LG전자에 의존하는 상황으로 전개되고 있어, 한국에 대한 디스플레이 의존도를 탈피하기 위한 전략으로 MICRO-LED 디스플레이 개발에 적극적인 것으로 해석되기도 한다.

[폭스콘/대만] 폭스콘은 2016년 샤프(Sharp)를 인수한 후, 현재 대형 LCD 및 MICRO-LED 분야의 사업을 확대하고 있다. 폭스콘은 2017년 MICRO-LED 디스플레이 기술을 보유한 벤처 기업인 이렉스(eLux)를 인수하고 LED 칩 제조사 에필레즈(Epileds)의 지분을 인수하며, MICRO-LED 기술력 확보를 통해 상용화를 앞당기고 이를 통해 기존 LCD 패널을 대체한다는 목표를 수립하였다. 이렉스(eLux)의 MICRO-LED 기술은 AR과 VR 기기 적용에 초점을 두고 있는 것으로 분석되며, 에필레즈(Epileds)는 2018년 9월 MICRO-LED 칩 양산을 위한 MOCVD²⁾ 12대를 추가 구매하였다.

[소니/일본] 소니는 MICRO-LED가 OLED 보다 대형화에 유리한 장점을 활용하여 TV, 사이니지 등의 대형 제품에 집중하고 있다. 소니는 상업용 디스플레이 시장을 주요 목표로하여 CLEDIS라는 이름으로 대형스크린 개발을 추진하고 있으며 2016년 5월 시제품을 공개한 바 있다. CLEDIS는 RGB MICRO-LED를 이용하여 각 화소를 독립적으로 구동시키는 자발광 디스플레이 기술이다. ZRD-1(디스플레이 유닛)과 ZRCT-100(컨트롤러)으로 구성되며, ZRD-1의 크기는 $403 \times 453\text{mm}$ (화소 수 320×360)로, 필요한 화면 크기에 따라 ZRD-1의 매수를 추가하여 구성된다. 각 화소 내에서 광원의 크기가 0.003mm^2 에 불과하여 화면에서 블랙이 차지하는 비율을 99% 이상으로 높일 수 있어 높은 명암비 구현이 가능하다.

글로벌 기업들은 MICRO LED 디스플레이 개발을 위해 관련 분야 전문 기업들의 인수 합병을 통해 기술 확보 속도를 높이고 있으며, 신생/창업 기업들은 기술 개발, 혁신을 위한 연구를 지속하고 있다.

2) 트리메틸 갈륨 등의 유기금속 원료가스를 GaAs 기판상에 흘려 GaAlAs와 GaAs의 에피택셜 성장에 사용되는 장비



[표 3] MICRO LED 관련 업체 현황

구분	업체	내용
MICRO-LED 디스플레이	AUO (대만)	2018년 12.1인치 세계 최대 TFT- 구동 풀컬러 MICRO-LED 디스플레이 프로토타입을 시연
	JBD (중국)	독점적인 하이브리드 모놀리식 통합 기술을 기반으로 근시 및 이미지 프로젝션 애플리케이션을 위한 MICRO LED 기반 마이크로 디스플레이를 개발
	Lumiode (미국)	헤드 장착형 디스플레이 애플리케이션에 중점을 두고 MICRO LED 디스플레이를 개발
	PlayNitride (대만)	Pixel LED 디스플레이와 같은 기술을 브랜딩하는 GaN 기반 MICRO LED에 주력
LED 개발	Aledia (프랑스)	실리콘 웨이퍼에서 3D GaN LED 성장기술 개발
	GLO (미국)	디스플레이 애플리케이션용 GaN 나노와이어 기반 MICRO LED를 개발, 2019년 초 최초의 프로토타입을 공개
	Micro Nitride (일본)	MICRO LED 디스플레이용 마이크로 UV LED 칩 개발
	Nichia (일본)	MICRO LED 칩, 전송기술 및 관련 장비를 개발
MICRO-LED 장비 제조	3D-Micromac (독일)	MICRO LED 생산을 위해 3D-Micromac은 웨이퍼 및 패널 기판용 레이저 리프트 오프 장비를 제공
	Aixtron (독일)	AIX G5+는 MICRO LED 생성에 사용되는 MOCVD 시스템으로, 웨이퍼상의 균일성 제어, 낮은 입자 수준 및 까다로운 MICRO LED 요구사항을 위한 독보적인 고급 기능을 제공
	ALLOS Semiconductors (독일)	GaN-on-Si 기술에 중점을 둔 회사로, Veeco와 함께 MICRO LED 생산을 위해 200mm GaN-on-Si 웨이퍼를 시연
	Coherent (미국)	레이저 툴은 MICRO LED를 수리하고 LED 어레이를 절단하는 데 사용

*출처: MICRO LED 기술동향과 시장전망, NDSL

기존의 LED 제조 업체들은 MICRO-LED 디스플레이 분야의 연구개발을 위해 투자하고 있으며, 관련된 연구소인 한국기계연구원, 한국광기술원, 중견 기업인 루멘스 등에서 연구 성과를 공개한 바 있다.

■ MICRO-LED 코스닥 기업: 서울반도체, 루멘스, 포인트엔지니어링

[서울반도체] 서울반도체는 1987년 3월에 설립되어 2002년 1월 코스닥 시장에 상장된 국내 최대 LED 제조 업체이다. 동사는 세계 LED 시장에서 패키지 매출 기준 4위에 오른 글로벌 기업으로 LED 칩부터 패키지까지 수직계열화 구조를 갖추었으며, 자회사 서울바이오시스를 통해 LED 칩을 조달한다. 동사는 2020년 소비자 가전 전시회(CES)에서 서울바이오시스에서 개발한 칩을 사용하여 전사한 “One-Pixel” RGB MICRO-LED 디스플레이를 공개했다. 동사는 매출액의 10% 이상을 연구·개발에 투자하고 있으며 향후 사이니지 시장과 TV 시장에서 의미 있는 매출을 기대한다고 밝혔다.



[표 4] 서울반도체 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance		Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
(단위: %)		매출액(억 원)	11,104.1	11,941.8	11,299.0
(단위: %)		증감률 YoY(%)	16.4	7.5	-5.4
(단위: %)		영업이익(억 원)	982.5	948.9	495.4
(단위: %)		영업이익률(%)	8.8	7.9	4.4
(단위: %)		순이익(억 원)	463.8	626.0	358.4
(단위: %)		EPS(원)	692	1,077	592
(단위: %)		EPS 증감률(%)	11.4	55.6	-45.0
(단위: %)		P/E (x)	40.3	18.0	27.5
(단위: %)		EV/EBITDA(x)	8.1	6.6	8.5
(단위: %)		ROE(%)	6.7	10.1	5.3
(단위: %)		P/B(x)	2.7	1.7	1.4

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

[루멘스] 루멘스는 1996년 6월에 설립되어 LED 사업을 영위하여 2006년 8월 코스닥 시장에 상장된 업체이다. 동사는 삼성전자 LED 공급 1위 업체로 약 30%의 점유율을 차지하고 있으며, 국내 최초로 연구 단계를 뛰어넘는 MICRO-LED 디스플레이 제품을 양산한 업체이다. 0.75인치의 HD MICRO-LED 디스플레이 모듈개발, 롤 전사 공정을 이용한 MICRO-LED 디스플레이 모듈개발에 성공하였고, 2018년 세계 최초 0.8mm 미세 피치(Fine Pixel Pitch) 초대형 디스플레이를 출시하였다.

[표 5] 루멘스 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance		Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
(단위: %)		매출액(억 원)	3,615.7	3,258.3	3,235.9
(단위: %)		증감률 YoY(%)	-10.2	-9.9	-0.7
(단위: %)		영업이익(억 원)	-92.1	-203.8	-392.2
(단위: %)		영업이익률(%)	-2.5	-6.3	-12.1
(단위: %)		순이익(억 원)	11.7	-314.8	-611.1
(단위: %)		EPS(원)	66	-672	-1,310
(단위: %)		EPS 증감률(%)	흑전	적전	적지
(단위: %)		P/E (x)	63.5	—	—
(단위: %)		EV/EBITDA(x)	20.7	176.3	-9.7
(단위: %)		ROE(%)	1.5	-16.3	-41.8
(단위: %)		P/B(x)	0.9	0.7	1.2

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

[포인트엔지니어링] 포인트엔지니어링은 1998년 설립되어 2019년 7월 SPAC 합병을 통해 상장한 디스플레이, 반도체 공정장비 부품 전문업체이다. 동사는 디스플레이 패널을 제조할 때 사용되는 건식 식각 장비(Dry Etcher)의 핵심 부품을 제공하며, 표면처리 전문기술을 활용하여 LED 금속기판을 시장에 선보임으로써 LED 시장에 진출하게 되었다. 양극 산화기술을 기반으로 진보된 형태의 소재인 AAO(Anodic Aluminum Oxide) 기술은 MICRO-LED 디스플레이 제조 공정에 적용되어 대량 전사기술을 구현할 수 있을 것으로 기대된다.



[표 6] 포인트엔지니어링 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance		Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
매출액(억 원)	(단위: %)	495.1	609.4	466.6	
증감률 YoY(%)	—	23.1	-23.4		
영업이익(억 원)	97.2	137.8	46.6		
영업이익률(%)	19.6	22.6	10.0		
순이익(억 원)	69.4	108.9	11.3		
EPS(원)	132	204	21		
EPS 증감률(%)	116.4	54.5	-89.7		
P/E (x)	—	—	96.4		
EV/EBITDA(x)	—	—	10.1		
ROE(%)	—	25.0	2.0		
P/B(x)	—	—	1.7		

(포트폴리오 분석기준)

- (1) 분석기간: 3년, (2) 구성방법: 동일비중,
(3) 리밸런싱: 없음, (4) 거래비용: 없음

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공