



디스플레이 산업에서 중국은 얼마나 혁신적일까요?

스티븐 이젤(STEPHEN EZELL) | 2024년 9월

중국 기업은 세계 최대 생산업체가 되었을 뿐만 아니라, 디스플레이 기술 분야에서도 선도적인 혁신 기업이 되었습니다. 중국의 디스플레이 산업은 광범위한 보조금, 공공연한 지적 재산권 도용, 규모의 경제를 토대로 성장했습니다.

주요 내용

- 10년 전만 해도 1% 미만이었던 중국 기업의 글로벌 액정 디스플레이(LCD) 생산 점유율은 72%에 달했고, 유기 발광 다이오드(OLED) 생산 점유율은 현재 50%를 넘어섰습니다.
- 분석가들은 2020년부터 2027년까지 디스플레이 기술에 대한 중국의 글로벌 자본 지출(CapEx) 투자 점유율이 평균 약 85%에 이를 것이며, 중국 기업이 2027년까지 해당 부문 CapEx의 90% 이상 차지할 것으로 예상합니다.
- 오랫동안 선두였던 한국을 뒤쫓는 2인자였던 중국의 LCD 및 OLED 제조업체들이 새로운 디스플레이 제품으로 해당 분야에서 Innovation Award(혁신상)을 수상하는 사례가 늘고 있습니다.
- "기술 및 전기전자 하드웨어 및 장비" 분야에서 중국 상위 기업의 연구 개발 집약도(R&D Intensity)는 지난 10년간 646% 증가한 반면, 미국 기업은 67% 증가하는 데 그쳤습니다.
- 중국의 디스플레이 제조업체 BOE는 지난 12년 동안 중국 중앙 정부 및 지방 정부로부터 약 39억 달러의 보조금을 받았으며, 2022년만 보더라도 중국 정부 보조금을 세 번째로 많이 받은 회사입니다.

- 중국이 이 산업에 막대한 보조금을 지급함에 따라 해당 부문의 가격(및 수익성)이 하락했고, 다수의 해외 경쟁업체가 시장에서 철수하거나 잠재적인 경쟁업체가 시장에 진입하기 어렵게 되었습니다.
- 디스플레이 기술과 반도체 기술의 공정 유사성이 70%에 가깝기 때문에 중국 기업의 디스플레이 기술 역량이 반도체 분야로 확대될 가능성이 높습니다.

내용

주요 내용	1
소개	3
배경 및 방법론	6
디스플레이 혁신과 미국의 중요성 역할	6
중국의 디스플레이 산업	9
중국은 디스플레이 분야에서 얼마나 혁신적일까요?	13
중국 디스플레이 산업을 주도하는 혁신	17
연구 개발(R&D) 집약도	17
과학 출판물	20
특허	21
회사 사례 연구	22
BOE	22
TCL	23
중국 정부의 디스플레이 산업 지원 정책	25
미국은 무엇을 해야 할까요?	28
결론	29
각주	30

소개

전자 디스플레이는 경제에 있어 필수적인 분야가 되었으며, 텔레비전, 컴퓨터, 휴대전화, 태블릿, 차량부터 의료 기기, 냉장고에 이르기까지 다양한 가전제품에 사용되는 주요 시각적, 촉각적(터치스크린을 통해) 휴먼 인터페이스를 제공합니다. 디스플레이는 전투기 조종석의 헤드업 디스플레이부터 해군 함정의 전투 정보 센터까지 국가 방위 역량에서도 중요한 역할을 합니다. 따라서 전자 디스플레이 분야의 리더십은 소비자 전자 제품과 정보 통신 기술(ICT) 산업에서 경쟁력 있는 기업을 육성하는 국가의 역량뿐만 아니라 국가 방위 부문의 역량에도 중요한 부분을 차지하게 되었습니다.

실제로, 디스플레이 혁신은 글로벌 정보 기술 혁명을 이끄는 필수적인 원동력이었습니다. 음극선관(CRT)은 1920년대에 처음 상용화되었고, 컬러 CRT는 1950년대에 개발되었습니다. CRT 시대는 1980년대까지 이어졌습니다. 1990년대에는 편광판과 결합된 액정의 광 변조 특성을 활용한 액정 디스플레이(LCD)가 등장하면서 최초의 휴대용 노트북 컴퓨터가 탄생했고, 2000년대에는 LCD가 더욱 발전하여 평면 TV 제조가 가능해졌습니다. 2010년대에 들어서면서 디스플레이 기술은 다시 한 단계 발전하여, 스마트폰 화면을 떠올려 보면 알 수 있듯이 유기 발광 다이오드(OLED) 기술이 현재의 선도적인 기술로 자리 잡게 되었습니다. OLED 디스플레이는 주로 휴대전화에 적용되었지만, 평판 디스플레이(FPD) 시장(즉, 대형 평면 TV)에도 점차 더 널리 사용되고 있습니다. (OLED는 더 뛰어난 디스플레이 품질을 제공하지만 LCD에 비해 비용이 높고 수명이 짧기 때문에 향후에도 두 기술이 계속 공존할 가능성이 높습니다.)¹

디스플레이 혁신은 글로벌 정보 기술 혁명을 이끄는 필수적인 원동력이었습니다.

향후 LED 기술에서 일반 LED 백라이트의 약 1/40 크기로 훨씬 작은 LED를 사용하는 MiniLED 기술이 그 뒤를 이을 것이며, 픽셀당 3개의 무기질 LED(적색, 녹색, 청색)를 사용하여 선명도, 내구성, 에너지 효율 측면에서 최적의 조합을 제공할 수 있는 MicroLED 기술이 그 뒤를 따를 것으로 예상됩니다.² 그 밖에도 혁신적인 마이크로 디스플레이 기술이 자동화된 현실/가상 현실(AR/VR) 고글을 위해 시각적 인터페이스를 발전시키고 메타버스 경제를 활성화하는 데 도움을 줄 것입니다.

또한 디스플레이는 가격 측면에서 ICT 하드웨어에 투입되는 가장 중요한 요소 중 하나가 되었습니다. 실제로 디스플레이는 55인치 LCD 초고화질(UHD) TV 가격의 약 64%를 차지하는 것으로 추산됩니다(프로세서는 13%, 기타 구성 요소는 23%를 차지함). 마찬가지로,

디스플레이는 Apple MacBook Pro 컴퓨터나 iPhone의 가격의 약 20%를 차지하며, Apple의 Vision Pro VR 고글 가격의 절반에 달합니다. 전반적으로 분석가들은 디스플레이 장치가 최신 스마트폰 재료비의 약 22~37%를 차지하는 것으로 추정합니다(스마트폰에 사용되는 50~70가지의 기존 칩과 비교 시, 이 칩들이 재료 비용의 약 8~15%를 차지함).

분석가들은 글로벌 디스플레이 시장이 2024년에 1,820억 달러의 매출을 창출할 것으로 예상하고 있으며, 향후 10년 동안 규모가 두 배 이상 커져 2034년에는 3,720억 달러 시장이 될 것으로 보고 있습니다.³ (분석가들은 대화형 디스플레이 시장이 2023년 113억 달러에서 2031년 185억 달러로 성장할 것으로 예상합니다.)⁴ 그리고 중국 기업은 한때 한국 기업이 주도하던 산업에서 조연에 불과했지만, 현재 LCD와 OLED를 합친 유리 기판 디스플레이 시장에서 중국의 점유율은 70%를 넘어섰습니다.⁵ 이를 세분화하면, 중국의 글로벌 LCD 생산 점유율은 현재 72%에 달하며, OLED 생산 점유율은 50%를 넘어섰습니다. 2024년 1분기에 중국 기업이 처음으로 한국 기업을 제치고 OLED 패널 생산 1위를 차지했습니다.⁶ 게다가 중국의 뛰어난 디스플레이 분야 기술력이 TV 제조업체의 경쟁력을 더욱 끌어올리고 있습니다.

디스플레이 산업에서 중국의 급속한 성장은 주로 국가 및 지방 차원에서 이를 실현하기 위해 협력해온 중국 정부의 전략의 결과입니다. 중국 정부는 BOE와 TCL과 같은 국가적 챔피언을 육성하기 위해 이 분야에 많은 보조금을 지원했습니다. 실제로 중국의 디스플레이 제조업체 BOE는 2010년부터 2021년까지 중국 국가 및 지방 정부로부터 약 39억 달러의 보조금을 받았으며, 2022년에는 중국 정부 보조금을 세 번째로 많이 받는 회사가 되었습니다(2023년에는 7번째로 많이 받는 회사가 되었습니다). 현금 지원(즉, 대출이나 보조금) 외에도 이러한 보조금은 세금 감면, 자본금 할인, 무상 또는 토지 할인 및 공공 서비스, 외국 인재 고용을 위한 국가 지원금 제공 등의 형태로 이루어졌습니다. 중국 디스플레이 제조업체들도 광범위한 해외 IP 도용의 혜택을 누리고 있습니다.

LCD 생산에서 중국의 글로벌 점유율은 2004년 0%에서 2024년 72%로 증가했고, OLED 생산에서 중국의 점유율은 2014년 1%에서 현재 50% 이상으로 증가했습니다.

디스플레이 산업에 대한 중국의 공격적인 보조금 지원으로 가격이 하락하고 과잉 생산을 초래했으며, 이로 인해 업계에서 살아남기 위해 시장 기반 수익률을 확보해야 하는 외국 경쟁업체의 수익성이 저하되었습니다. LCD 분야에서 중국의 이러한 접근 방식은 대부분의 외국 경쟁업체를 업계에서 몰아내는 데 성공했습니다. 일본 기업들은 2010년을 전후로 이 분야에 대한 대규모 투자를 중단했으며, 일본의 대표 기업인 JOLED는 최근 파산 신청을 했습니다. 이 뿐

아니라, 다른 잠재적 경쟁업체가 이 업계에 진입하는 것을 막았습니다. 미국 상무부 보고서는 Foxconn LCD 생산 시설의 착공 실패 이유를 진단하면서 "위스콘신주에서 상당한 세금 감면, 보조금, 환경 면제를 제공했음에도 불구하고, 해당 지역 인근에 핵심 자재 공급업체(예: 유리 제조업체)가 부족하고, LCD 생산이 전 세계적으로 과잉 공급되고 있으며, 현지의 높은 인건비로 인해 생산 수익성이 떨어져 원래 계획대로 프로젝트가 실현되지 않았다"고 결론지었습니다.⁷

BOE, TCL, Tianma, Visionox 등 중국 디스플레이 제조업체들은 확실히 선두 주자(특히 일본의 Sharp와 한국의 LG 및 Samsung Display)보다 출발은 늦었지만, BOE와 TCL이 CES(소비자 가전 전시회)와 같은 행사에서 권위 있는 상을 점차 더 많이 수상하는 것에서 알 수 있듯이, 자신만의 혁신적인 제품을 개발하는 데 주력하고 있습니다. 예를 들어, 2023 CES에서 TCL-CSOT(TCL의 디스플레이 자회사인 China Star Optoelectronics Technology Co., Ltd.)는 "올해의 MiniLED 디스플레이 혁신상"을 수상했습니다. BOE는 혁신적인 플렉시블 OLED 스크린을 개발했으며, 출시 당시 세계 최대 크기인 95인치 8K OLED 스크린이라고 밝혔습니다. BOE의 디스플레이 제조 시설은 세계에서 가장 정교하고 광범위하게 자동화되어 있습니다.⁸ BOE는 또한 자사의 특허 포트폴리오를 개발하기 위해 부단히 노력해 왔으며, 지난 6년 동안 매년 세계 10대 특허 출원 기업(2023년에는 세계 5위를 기록함)으로 선정되었습니다.

요약하자면, 중국이 글로벌 LCD 산업에서 다른 업체로부터 주도권을 가져온 것은 분명합니다. 2004년 중국은 전 세계 LCD 생산의 0%를 차지했지만, 2024년에는 72%에 도달했습니다(산업 정책을 통해 인위적으로 '비교 우위'를 확보한 가장 두드러지는 사례 중 하나). 마찬가지로, OLED에서 중국의 시장 점유율은 2014년 1% 미만에서 현재 절반 이상으로 증가했습니다. 현재 추세가 지속된다면, 시장의 해당 분야 경쟁업체들은 자리를 지키기 어려울 것입니다. (실제로 한국과 일본 업체들이 택할 수 있는 유일한 길은 최첨단 기술을 혁신하여 차세대 MiniLED 및 MicroLED 솔루션을 개발하는 것입니다.)

중국이 글로벌 **LCD** 산업에서 다른 업체로부터 주도권을 가져온 것은 분명합니다.

게다가 디스플레이와 반도체 제조 공정의 유사성은 70%에 가까운 것으로 나타났습니다. 이는 중국 기업이 디스플레이 기술 역량을 발전시키면서 이러한 역량이 점차 반도체 기술로 확산되어 중국 반도체 기업들의 경쟁력을 더욱 강화할 수 있음을 의미합니다.⁹ 따라서 궁극적으로 디스플레이 제조 분야에서 중국의 역량이 향상되면 이는 인접 및 다운스트림 분야로 확산될 가능성이 높습니다.

배경 및 방법론

중국은 모방국, 미국은 혁신국라는 말을 흔히 합니다. 이러한 말은 미국의 기술력과 산업 정책에 대한 안이한 태도를 뒷받침합니다. 결국 미국은 혁신을 선도하고 있으므로 걱정할 것은 없다는 것입니다. 먼저, 이러한 가정은 잘못된 것입니다. 혁신국은 저비용 구조를 가진 모방자에게 주도권을 빼앗길 수 있기 때문입니다. 이는 가전제품, 반도체, 태양광 패널, 통신 장비, 공작기계 등 미국 다수의 산업에서 이미 나타난 사례입니다.¹⁰ 둘째, 중국이 게으른 모방국이며 항상 뒤에서 쫓기만 할 운명일지는 누구도 알 수 없습니다.

중국 기업과 산업의 혁신 수준을 평가하기 위해 스미스 리처드슨 재단은 정보기술 혁신재단(ITIF)을 지원하여 이 문제에 대한 연구를 진행했습니다. 이 연구의 일환으로 ITIF는 디스플레이 혁신을 포함한 특정 분야에 초점을 맞추고 있습니다.

모든 국가의 산업 혁신 역량을 평가하기는 어렵지만, 특히 중국 산업의 혁신 역량을 평가하기는 더욱 어렵습니다. 한 가지 이유로는 시진핑 주석 체제에서 중국이 전 세계에 공개하는 정보, 특히 산업 및 기술 역량에 대한 정보가 예전보다 훨씬 줄었기 때문입니다. 이러한 사실에도 불구하고 ITIF는 여러 가지 방법을 활용하여 중국의 디스플레이 혁신을 평가했습니다. 먼저, "2023 EU 산업 R&D 투자 스코어보드"에 나열된 회사 중에서 무작위로 선정된 두 개의 중국 가전/디스플레이 혁신 기업을 대상으로 심층적인 사례 연구 평가를 수행했습니다. 두 번째로, 중국 디스플레이 혁신 산업의 글로벌 전문가들과 인터뷰를 진행했습니다. 세 번째로, 과학 논문과 특허를 포함한 디스플레이 혁신에 대한 글로벌 데이터를 평가했습니다.

디스플레이 혁신과 미국의 중요성 역할

독일의 물리학자 페르디난트 브라운이 1897년 최초의 CRT를 발명한 것으로 알려져 있지만, 1922년 최초로 음극을 발명하고 CRT를 상용화한 것은 Western Electric의 존 버트랜드 존슨(John Bertrand Johnson)과 해리 와이너 와인하트(Harry Weiner Weinhart)였습니다.¹¹ 스코틀랜드의 엔지니어 존 베어드(John Baird), 러시아 엔지니어 블라디미르 즈워리킨(Vladimir Zworykin), 그리고 미국인 필로 판즈워스(Philo Farnsworth)는 텔레비전 기술의 선구자로 평가받고 있습니다(필로 판즈워스는 RCA와의 오랜 분쟁 끝에 미국 특허를 획득했습니다). 하지만 기술을 상용화하고 이 업계에서 미국의 선두 지위를 자리매김하는 데 앞장선 것은 데이비드 사노프(David Sarnoff, 블라디미르 즈워리킨을 고용한 사람이기도 함)의 리더십 아래 있던 RCA였습니다.¹²

2차 세계 대전 무렵 RCA는 중요한 레이더, 소나, 전자 항법 시스템용 디스플레이 분야에서 미국 내 선두 제조업체가 되었습니다. 1946년에는 제2차 세계대전 중 개발된 혁신 기술로 인해 텔레비전이 크게 개선되었습니다.¹³ 1948년에는 약 80만 대의 텔레비전 수신기가 판매되었지만, 1950년에는 이 수치가 750만 대로 급증했습니다. (앞서 언급했듯이 디스플레이와 TV는 별개이지만, 디스플레이가 TV의 주요 입력 장치이기 때문에 서로 밀접하게 관련되어 있습니다.) 전후 시대는 미국의 텔레비전 제조 및 프로그래밍이 눈에 띄게 성장한 시기였으며 RCA는 특허와 제조를 통해 상당한 수익을 창출했습니다.¹⁴

1950년대에 RCA가 미국을 대표하는 컬러 TV 생산업체가 되었음에도 불구하고, 미국 법무부(DOJ)는 RCA에 대한 강력한 반독점 조치를 시행했습니다. 법무부는 RCA에 획득한 특허를 국내 경쟁업체와 자유롭게 공유하고, 해외 경쟁업체에게만 로열티를 부과하도록 요구했습니다. 라이선스 수익에 의존하던 RCA는 주로 일본 기업을 비롯한 외국 기업에 기술 라이선스를 판매할 수 밖에 없었습니다. 그 결과는 치명적이었습니다. 경제학자 스티븐 클레퍼(Steven Klepper)는 그의 저서 *실험적 자본주의: 미국 첨단 산업의 나노 경제학*에서, 이러한 조치는 결국 미국 컬러 TV 산업의 몰락을 초래한 계기 중 하나였다고 주장했습니다.¹⁵ 또는 역사학자 존 스틸 고든(John Steele Gordon)은 "한 회사의 지배로부터 미국 산업을 보호하기 위한 조치였던 반독점법이 전체 산업을 파괴했다. 이는 두통을 치료하기 위해 단두대를 사용하는 것과 비슷하다."라고 썼습니다.¹⁶

미국에는 **LCD** 생산에 관여하는 주요 기업이 없으며, 상당한 규모를 갖춘 **LCD** 제조업체도 없습니다.

1960년대에는 일본에서 생산한 텔레비전이 미국 시장을 장악했고 미국산 텔레비전보다 저렴한 가격으로 판매되었습니다. 이는 낮은 인건비와 기술 이전, 그리고 미국에서는 원가 이하로 가격을 책정하고 일본에서는 높은 가격을 책정하는 "덤핑" 관행이 있었기 때문에 가능했습니다. 일본에서는 해당 산업이 외국 경쟁업체로부터 보호를 받았습니다.¹⁷ 안타깝게도 제니스(Zenith)에서 반덤핑을 이유로 일본 업체를 상대로 소송을 제기했을 때, 미국 대법원은 주로 일본의 산업 정책 체계와 특정 산업 분야의 주요 일본 기업들의 가격 정책을 포함한 해외 시장을 조정하는 일본 국제무역산업성(MITI)이 제공하는 "행정 지침"의 역할을 이해하는 데 충분히 시간을 들이지 않고 이에 반대하는 판결을 내렸습니다.¹⁸ 이러한 결정은 중국 정부가 대규모 산업 보조금을 지원하는 것과 같이 오늘날 중국의 디스플레이 산업을 발전시키기 위해 맡아온 근본적인 역할을 인정하지 않는 것과 비슷합니다.

1990년대 후반, 미국의 마지막 유명 텔레비전 제조업체인 제니스가 한국의 LG전자에 인수되면서 미국 산업에 종말을 알렸고, 안일한 반독점 및 무역 정책이 어떻게 미국 산업을 몰락시킬 수 있는지에 대한 명확한 사례 연구를 제공했습니다.

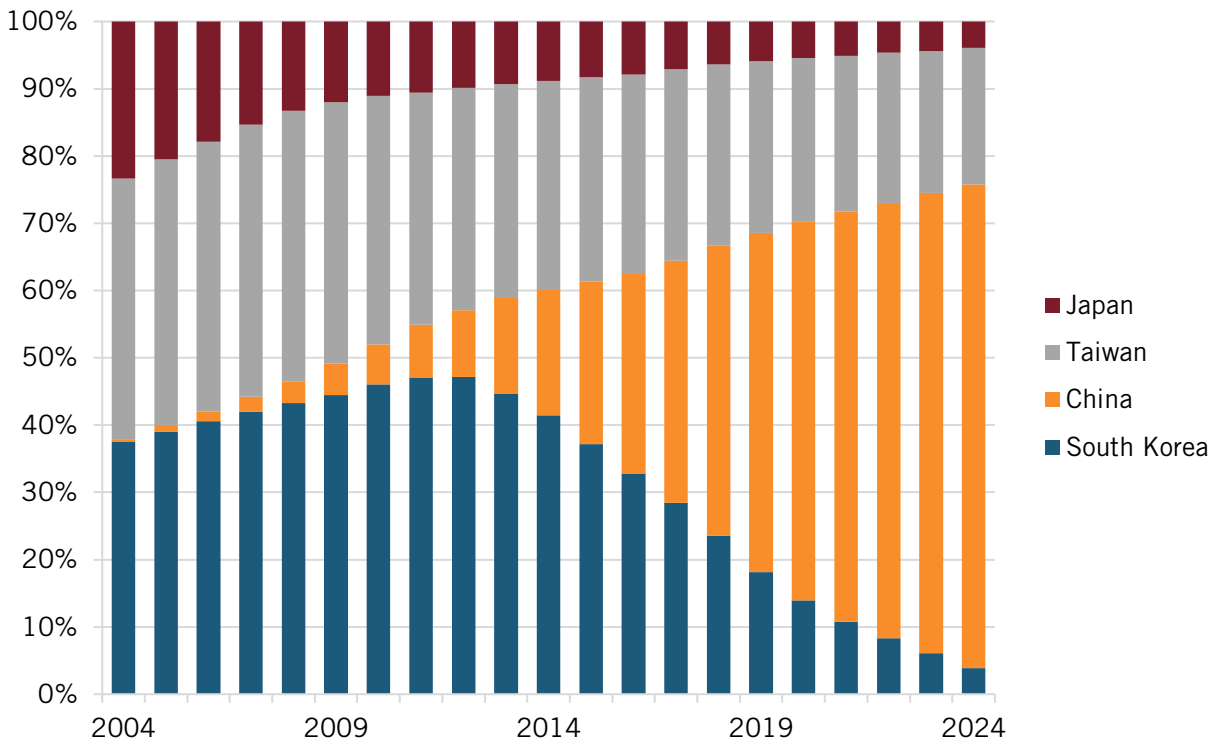
오늘날 미국의 텔레비전 제조업체는 단 두 곳만 남아 있습니다. 2002년에 설립되어 고품질, 저가형 평면 TV를 공급하기 위해 설립되었지만 주로 중국, 멕시코, 대만 등의 국가에서 생산하고 있는 비지오(VIZIO)와 2006년에 설립되어 저가의 LCD 및 LED TV를 제조하는 사우스캐롤라이나주에 본사를 둔 Element Electronics입니다.¹⁹ 그러나 LCD 생산에 참여하는 미국 내 주요 기업은 없으며, 미국 내에서는 상용 제품에 있어 대규모의 LCD 또는 OLED 제조가 이루어지지 않습니다.²⁰

중국이 디스플레이 산업에서 지속적으로 시장 점유율을 확대함에 따라 미국은 핵심 디스플레이 부품에 있어 중국 공급업체에 대한 의존도가 높아질 위험에 처해 있습니다. 이는 미국이 핵심 ICT 공급망에서 복원력과 자립성을 높이기 위한 조치를 취한 시점에서 우려되는 부분입니다. 게다가 디스플레이는 수많은 무기 체계 플랫폼에 필수적인 요소이기 때문에, 미국은 방위 목적의 디스플레이 기능만이라도 유지할 필요가 있습니다.

중국의 디스플레이 산업

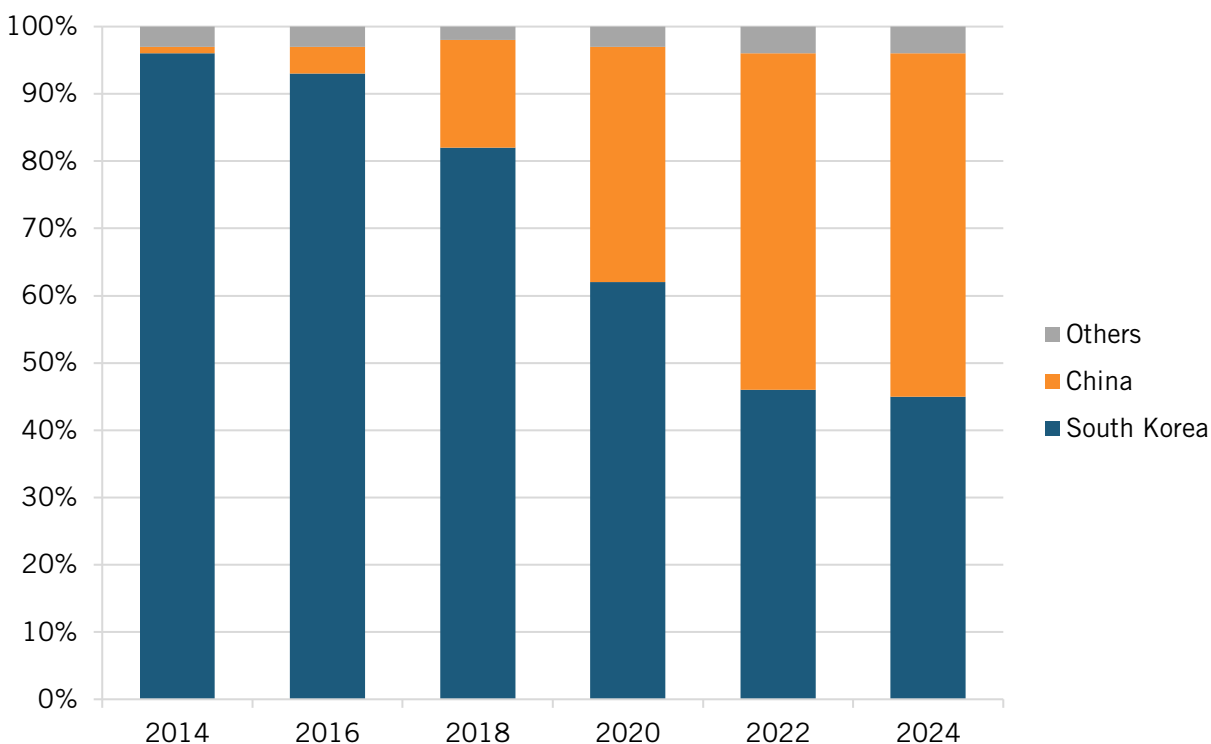
앞서 언급했듯이, 지난 20년 동안 중국의 LCD 시장 점유율은 2004년 거의 0%에서 현재 72%로 증가했습니다. (figure 1 참조) 반면, 한국 기업의 LCD 시장 점유율은 36%에서 4%로 급락했고, 일본 기업의 점유율도 22%에서 4%로, 대만 기업의 점유율은 38%에서 22%로 거의 절반 가까이 감소했습니다. 중국의 전체 디스플레이 산업 규모는 계속해서 성장하고 있으며, 2012년부터 2022년까지 연평균 21.6%의 성장률을 기록하고 있습니다.²¹

그림 1: 국가별 글로벌 LCD 산업 시장 점유율²²



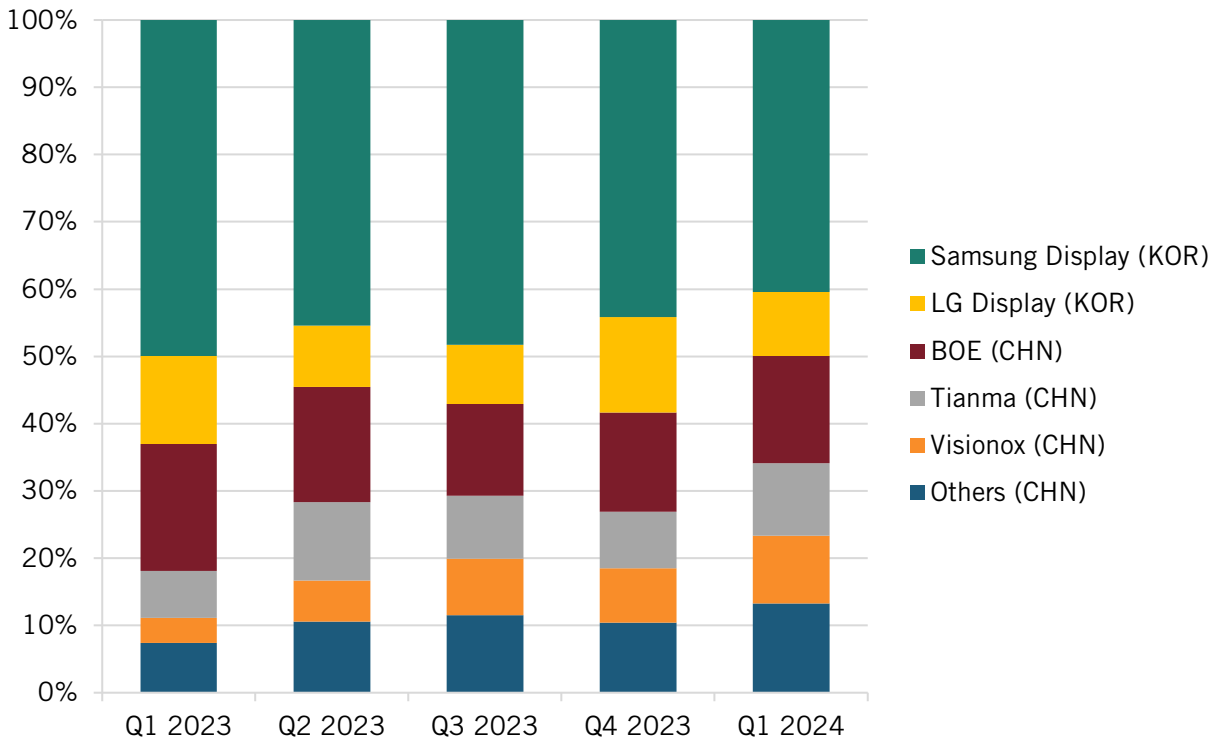
마찬가지로 글로벌 OLED 시장에서 중국의 점유율은 2004년 1%에 불과했던 수준에서 오늘날 50% 이상으로 성장한 반면, 한국의 시장 점유율은 같은 기간 동안 96%에서 45%로 감소했습니다. (figure 2 참조)

그림 2: 국가별 글로벌 OLED 산업 시장 점유율²³



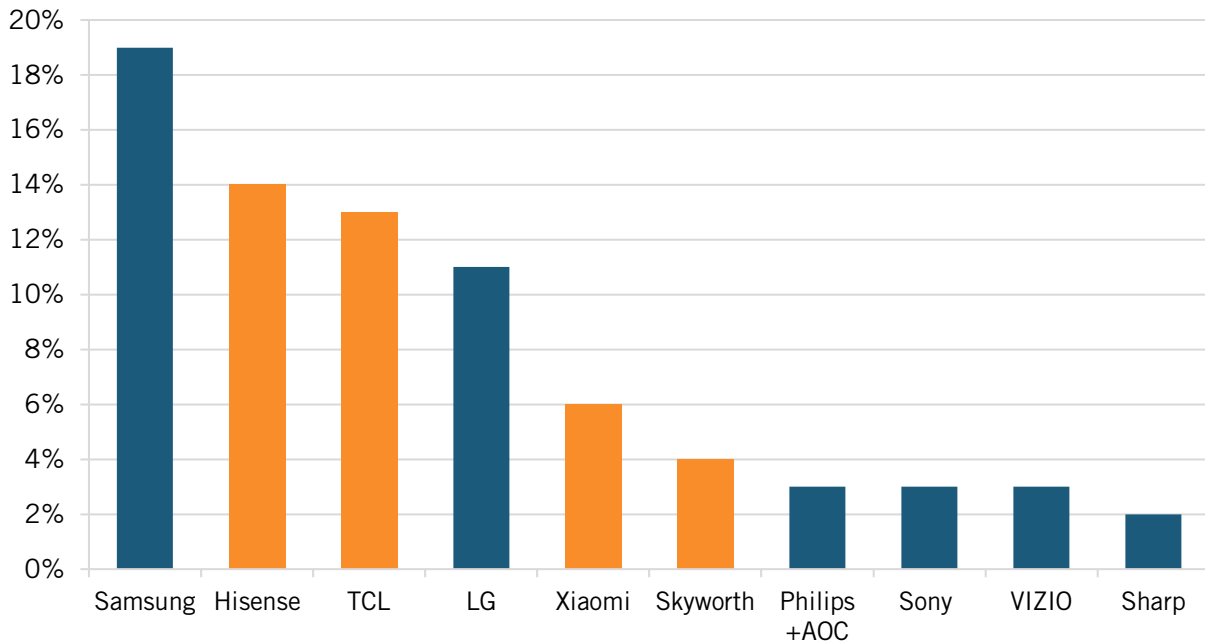
OLED 시장에서 삼성디스플레이는 2024년 1분기 기준 49%의 시장 점유율로 여전히 선두를 유지하고 있지만, BOE가 시장 점유율 16%로 2위로 올라섰고, 현재 중국의 티안마(Tianma)와 비전옥스(Visionox)(각각 시장 점유율 10.8%와 10.1%)가 그 뒤를 잇고 있으며, LG디스플레이는 현재 9.5%의 시장 점유율로 5위를 기록하고 있습니다. (figure 3 참조) 차량용 디스플레이 화면과 같은 중소형 OLED 시장에서 한국 기업은 2023년에 62.3%의 시장 점유율을 기록한 반면, 중국 기업은 36.6%를 기록했습니다. 하지만 2024년 1분기까지 중국 기업은 50.5%의 시장 점유율을 기록한 반면 한국 기업은 48.2%를 기록해 이 분야에서 중국은 단 1년 만에 20% 포인트 이상 격차를 좁혔습니다. 2015년부터 2022년까지 중국 제조업체는 총 생산량을 월 100만 장의 유리 기판(8.5세대로 전환한 규모로 추정)에서 월 400만 장으로 늘렸습니다.²⁴

그림 3: 전체 OLED 출하량 시장 점유율²⁵



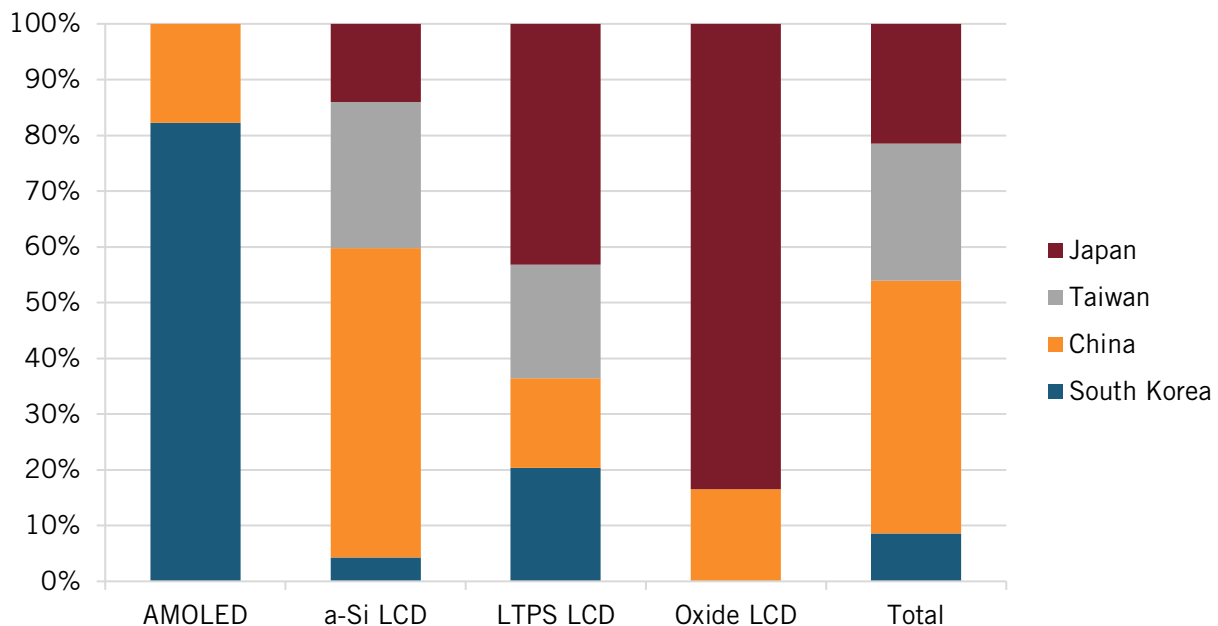
앞서 언급했듯이 디스플레이 혁신에 있어 중국의 우위는 TV 산업에서 중국 기업의 다운스트림 경쟁력을 강화하고 있습니다. BOE, 차이나스타(TCL-CSOT), HKC 디스플레이 등 중국 기업은 65/75/85인치 LCD 패널 시장의 70~85%, 초대형 LCD TV(90~115인치) 시장의 거의 100%를 차지하고 있습니다.²⁶ 시장조사 기관 Omdia에 따르면, 중국 TV 제조업체인 TCL과 하이센스(Hisense)가 "중국 패널 제조업체의 초대형 패널(98인치 및 100인치)을 조기에 채택하고 소싱한 것은 특히 주목할 만하다. 이 전략은 패널 제조업체가 디스플레이 생산 능력을 효율적으로 활용하는 데 도움이 될 뿐만 아니라 중국 TV 브랜드가 초대형 LCD TV 시장에서 글로벌 리더가 되는 데에도 기여한다."라고 분석했습니다.²⁷ 2023년 말 기준, 중국의 하이센스(Hisense)는 글로벌 TV 산업에서 14%의 점유율을 차지했고 TCL은 13%를 차지했지만, 삼성은 여전히 19%의 시장 점유율로 선두를 달리고 있습니다. (figure 4 참조)

그림 4: 2023년 글로벌 TV 산업의 기업 시장 점유율(주황색은 중국 기업)²⁸



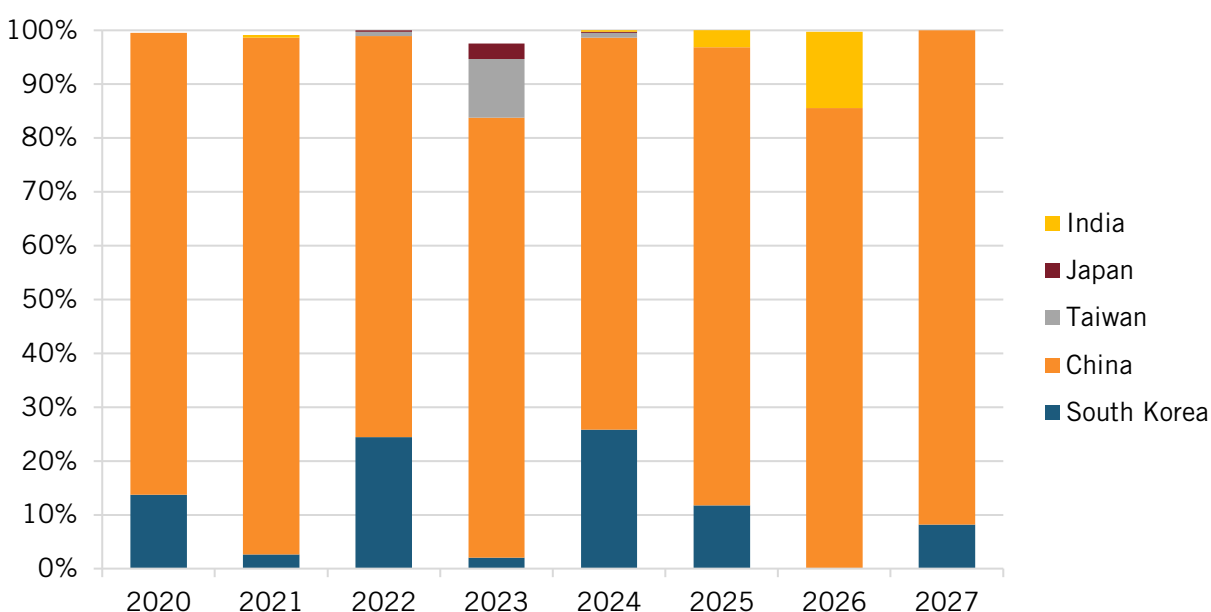
중국 기업 또한 차량 디스플레이 산업에서 주요 업체로 부상했으며, 전체 시장 점유율은 2016년 12.9%에서 현재 45.3%로 증가했습니다. (마지막 막대, figure 5 참조) (참고: figure 5에는 다양한 유형의 차량용 디스플레이가 나와 있으며, AMOLED는 능동 매트릭스 OLED를 의미합니다. 중국 차량 부문에서 두 대형 기업인 BOE와 Tianma는 현재 글로벌 시장의 30.7%를 차지하고 있습니다.²⁹

그림 5: 2023년 상반기 지역별 차량 대수 기준 출하량 점유율³⁰



마지막으로, 중국 기업이 디스플레이 산업에서 이렇게 강세를 보이는 주요 이유 중 하나는 이 산업에 대한 투자를 주도하고 있기 때문입니다. 그리고 이러한 프로젝트는 자본 집약적입니다. 새로운 디스플레이 제조 공장을 짓는 데는 최대 70억 달러가 들고, 완공까지 3~4년이 걸립니다.³¹ 2015년부터 2022년까지 중국은 이미 수십억 달러 규모의 디스플레이 제조 공장을 7곳에서 16곳으로 늘렸습니다.³² 분석가들은 2020년부터 2027년까지 디스플레이 기술에 대한 중국의 글로벌 자본 지출(CapEx) 투자 점유율이 평균 약 85%에 이를 것으로 예상하고 있으며, 2027년까지 중국 기업이 해당 부문 CapEx의 90% 이상을 차지할 것으로 예상합니다. (figure 6 참조)

그림 6: 국가별 디스플레이 장비 자본 지출(CapEx)의 글로벌 점유율, 2020-2027(예측)³³



중국은 디스플레이 분야에서 얼마나 혁신적일까요?

중국 기업들은 제조 공정 혁신과 제품 혁신 모두에서 디스플레이 혁신에 진전을 보이고 있습니다. 중요한 점은 디스플레이 제품 혁신을 가능하게 하기 위해서는 디스플레이 제조 공정의 혁신이 필수적이라는 것입니다. 실제로 디스플레이 제조 공장은 세계에서 가장 비용이 많이 들고 복잡하며, 최소 7~10나노미터(nm) 반도체 제조 공장에 필적하는 비용과 복잡성을 가집니다(가장 정교한 2~3nm 반도체 제조 공장은 건설 비용이 300억 달러가 넘을 수 있음). BOE가 2018년에 69억 5천만 달러를 들여 중국 허페이에 "Fab 9"이라 불리는 Gen 10.5 LCD 공장을 건설하기 시작했을 때, 당시에는 "세계에서 가장 진보한 디스플레이 제조 공장"으로 평가받았습니다.³⁴ (LCD 제조 공정에 대한 설명은 상자 A 참조) 특히, 대부분의 디스플레이 제조는 클린룸에서 이루어져야 하고, 유리를 다루는 데 고도의 정밀성이 요구되기 때문에,

디스플레이 공장은 대부분 자동화되고 로봇화되어 있으며, 공장 현장에 근무하는 엔지니어는 거의 없습니다.

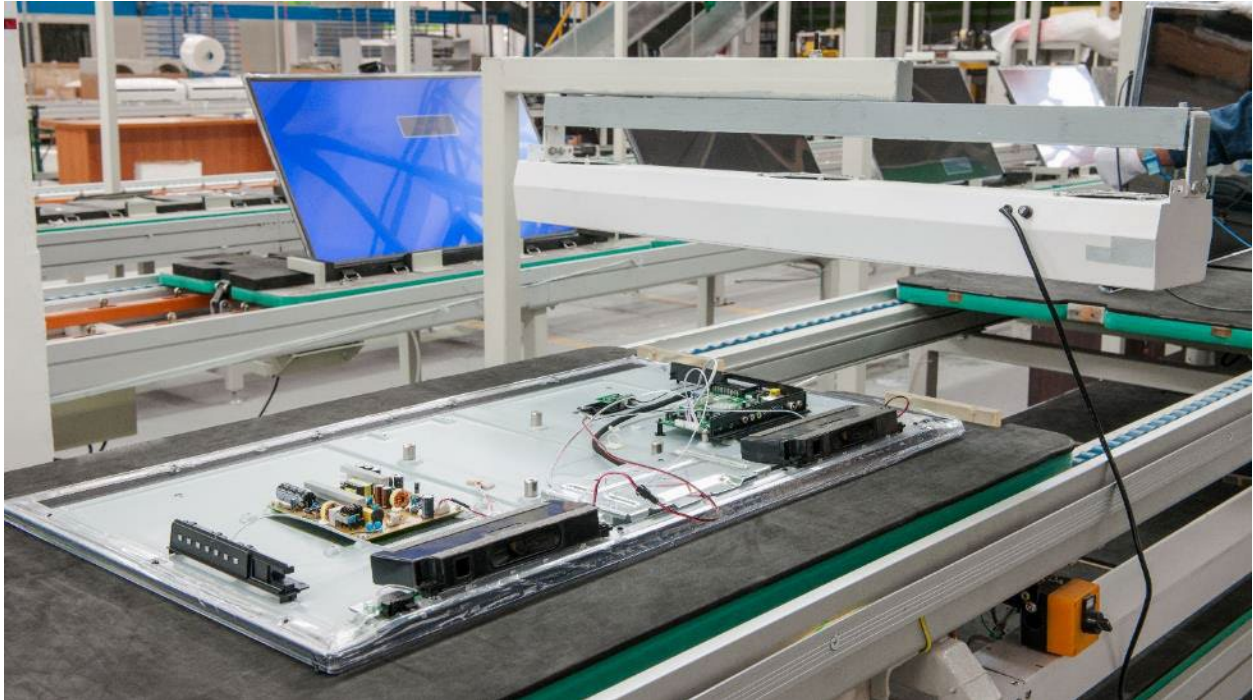
최근인 2022년 4월, BOE는 노트북 및 태블릿 시장을 공략하기 위해 중국 청두에 88억 달러 규모의 8.5세대 IT AMOLED 라인(B16으로 알려짐)을 건설할 것이라고 발표했습니다.³⁵ BOE의 B16 공장의 장비 비용은 경쟁업체 IT AMOLED 제품을 생산하는 삼성 A6 공장보다 약 18% 높을 것으로 예상된다. 하지만 한 분석가는 "B16에 삼성이 계획 중인 산화물 박막 트랜지스터(TFT) 방식보다 장비 집약적인 저온 다결정산화물(LTPO) 어레이 공정을 채택할 것"이라고 설명했습니다.³⁶ BOE가 B16에 사용하는 장비는 비용이 더 높지만 완전 플렉서블 디스플레이를 생산할 수 있는 역량을 제공할 것입니다(아마도 더 많은 모듈 공정 장비도 포함할 것으로 예상됨). BOE는 B16 공장을 통해 향후 3년 동안 OLED 생산량을 50% 이상 늘릴 수 있을 것이라고 자신합니다.³⁷

상자 A: LCD 화면은 어떻게 제조될까요

하버드 대학교의 윌리 시(Willy Shih) 교수는 *포브스*에 기고한 글에서 LCD 디스플레이 패널을 제조하는 복잡한 공정을 포괄적으로 설명했습니다.³⁸ 다음은 해당 글에서 글에서 허락을 받아 발췌한 내용입니다.

액정 디스플레이 화면은 두 장의 얇은 유리 기판을 샌드위치 형태로 조립하여 제조합니다. 유리 기판 중 하나에는 투명하고 독특한 금속 합금인 인듐 주석 산화물(ITO) 층을 먼저 증착하여 형성된 트랜지스터 "셀"이 있습니다. 이는 전기 신호를 화면 중앙으로 전달합니다. 그런 다음 실리콘 층을 증착한 후, 정밀한 형상을 가진 수백만 개의 트랜지스터 부품을 제작하는 공정을 거칩니다. 이러한 패터닝 단계를 반복하여 화면의 각 점(픽셀이라고 함)마다 작은 셀을 하나씩 만듭니다. 각 단계는 몇 마이크로미터 이내에서 이전 단계와 정확하게 정렬되어야 합니다.

다른 유리 기판에서는 검정색 매트릭스 형태로 수백만 개의 빨간색, 녹색, 파란색 점을 배열하는 과정이 필요한데, 이를 컬러 필터 어레이(CFA)이라고 합니다. 여기에 빛이 통과할 때 색이 만들어지는 방식입니다. 그런 다음 소량의 액정 물질을 첫 번째 기판의 셀에 떨어뜨리고 두 시트를 서로 붙입니다. 제조 공정에서는 두 기판을 정렬하여 컬러 도트가 셀 바로 위에 위치하도록 합니다. 시트의 어느 방향에서든 수 마이크로미터 이상 벗어나서는 안 됩니다. 그런 다음, 샌드위치로 접착된 기판을 특수 편광 필름 시트로 덮고 시트를 개별 "패널"(실제로 TV에 들어가는 하위 어셈블리를 설명하는 데 사용되는 용어)로 절단합니다.



제품 혁신 측면에서 중국 디스플레이 제품은 최근 몇 년 동안 큰 진전을 이루었지만, 전체적으로는 여전히 선도 지위에 있는 한국 제품보다 어느 정도(시간적으로 최대 18개월 정도) 뒤쳐져 있습니다. 특히, 애플은 2021년 중국 BOE를 아이폰 디스플레이 공급업체로 승인했으며, BOE는 최신 아이폰 15 시리즈 기본 모델에 OLED 패널을 공급하고 있는 것으로 알려졌습니다.⁴⁰ 그러나 한 분석가가 지적했듯이, 중국산 OLED는 한국산 OLED에 비해 품질과 수율이 낮아 주로 국내 제품이나 애플의 저가형 모델에 사용됩니다. 이 분석가는 "중국 기업들은 아직 소비 전력, 무게, 화질 등의 측면에서 한국의 기술력을 따라잡지 못했기 때문에 애플의 아이패드와 같은 프리미엄 제품을 공급하지 못하고 있다."라고 설명했습니다.⁴¹ 그러나 분석가는 "중국 기업들은 내수 시장에서 얻은 수익을 대규모로 투자하여 기술 격차를 빠르게 좁히려는 목표를 가지고 있다"고 강조했습니다.⁴²

그럼에도 불구하고 중국의 디스플레이 및 TV 제품은 점점 더 많은 혁신을 보여주고 있으며 권위 있는 상을 수상하기 시작했습니다. 2024년 1월 라스베이거스에서 열린 CES에서 TCL은 115인치 크기의 "세계 최대 MiniLED TV"를 선보였습니다. TCL은 또한 잉크젯(IJP) OLED 기술을 강조하면서 화질, 소비 전력 및 제품 수명 측면에서 "중요한 돌파구"를 찾았다고 밝혔습니다.⁴³ TCL 톰슨 리(Tomson Li) 회장은 이번 전시회에서 TCL이 처음 CES에 등장했을 때 "우리는 9제곱미터에 불과한 작은 부스를 운영했습니다."라고 언급했습니다. 2024년에 TCL 부스는 1,700제곱미터의 공간을 차지했습니다.⁴⁴ TCL의 2024년 1월 CES 포트폴리오는

로스앤젤레스에서 열린 2023년 5월 디스플레이 워크 엑스포에서의 전시를 기반으로 구축되었으며, 회사는 "세계 최초로 10개 이상의 제품을 포함하여 30가지 이상의 최신 제품과 첨단 기술을 공개"했다고 밝혔습니다.⁴⁵ 이 컨퍼런스에서 혁신 및 성장 전략 컨설팅 회사인 Newry Corp의 수석 컨설턴트인 루이스 라자르(Louis Lazar)는 "중국은 디스플레이 산업에서 혁신을 추진해 왔고 이를 선도하고 있다는 점에서 매우 인상적이다"고 언급했습니다.⁴⁶

제품 혁신 측면에서 중국 디스플레이 제품은 최근 몇 년 동안 큰 진전을 이루었지만, 전체적으로는 여전히 선도 지위에 있는 한국 제품보다 어느 정도(시간적으로 최대 **18개월 정도**) 뒤쳐져 있습니다.

BOE는 2024년 CES에서 "플렉시블 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이, 투명 디스플레이 패널, 4K 미니 LED 곡면 디스플레이, 자동차 제조업체 지리(Geely)의 새로운 전기 자동차인 Galaxy E8에 장착된 45인치 8K 테두리 없는 계기판 화면 등 다양한 신제품을 출시했습니다."⁴⁷ 2023년 LA 디스플레이 워크 엑스포에서 BOE는 50가지 이상의 신제품을 선보였는데, 그 중 하나는 세계 최초의 110인치 16K 무안경 3D 디스플레이였습니다.⁴⁸ (이 제품은 새로운 유리 기반 액티브 LED 디스플레이 시스템인 α -MLED입니다.) 이 엑스포에서 BOE는 풀스크린, 폴딩, 컬링 등 다양하고 새로운 형태를 구현할 수 있을 뿐만 아니라 지문 인식, 언더스크린 카메라, 생체 인식 등 다기능 지능형 통합도 실현할 수 있는 고급형 플렉시블 OLED 기술 솔루션인 f-OLED도 소개했습니다.

BOE는 주목할 만한 혁신상을 다수 수상했습니다. 예를 들어, 초차원 필드 기술 기반 고주사율 디스플레이 기술의 연구 개발 및 산업화 프로젝트는 2021년 베이징 과학 및 기술 진보 어워드(Beijing Science and Technology Progress Award)에서 1등을 수상했습니다.⁴⁹ 이 회사의 산업디자인 센터는 레드닷 디자인 어워드(Red Dot) 2차례를 포함해 13개의 디자인상을 수상하였고, 베이징의 우수 디자인 기관 및 디자인 혁신 센터로 지정되었습니다. 그리고 BOE는 2019년에 자체 개발한 명암 조절 장치로 *MIT Technology Review*의 "가장 스마트한 50대 기업(50 Smartest Companies)" 중 하나로 선정되었습니다.⁵⁰

그 밖에도 중국의 OLED 제조업체 비전옥스(Visionox)가 혁신적인 자체 어레이 픽셀화 기술, 휴대형 및 롤러블 노트북, 투명 자동차 디스플레이로 인정받고 있습니다.⁵¹ 그리고 하이센스(Hisense)는 2024년 CES에서 LED보다 더 높은 컬러 성능을 제공하고 기존 제품보다 80% 더 작은 차량용 레이저 디스플레이를 선보이며 주목을 받았고 이로 인해 CES 혁신상을 수상했습니다. 하이센스(Hisense)는 또한 2024년 CES에서 선보인 110UX MiniLED TV로 CES

2024 혁신상을 수상했습니다.⁵² 마지막으로, 중국의 대표적인 전기차 제조업체 중 하나인 샤오미는 16.1인치 3K 해상도 미니 LED 센터 디스플레이를 포함한 첨단 디스플레이 기술을 최신 자동차 모델에 채택하고 있습니다.

접을 수 있는 플렉시블 화면을 탑재한 **Huawei Mate Xs** 휴대전화⁵³



중국 디스플레이 산업을 주도하는 혁신

이 섹션에서는 연구 개발(R&D) 집약도, 과학 출판물, 특허 수준과 같은 요소를 고려하여 중국의 디스플레이 산업 혁신성을 평가하는 지표를 살펴보겠습니다.

연구 개발(R&D) 집약도

디스플레이 분야에서 경쟁하는 중국 기업의 연구 개발(R&D) 집약도는 혼합되어 있습니다.

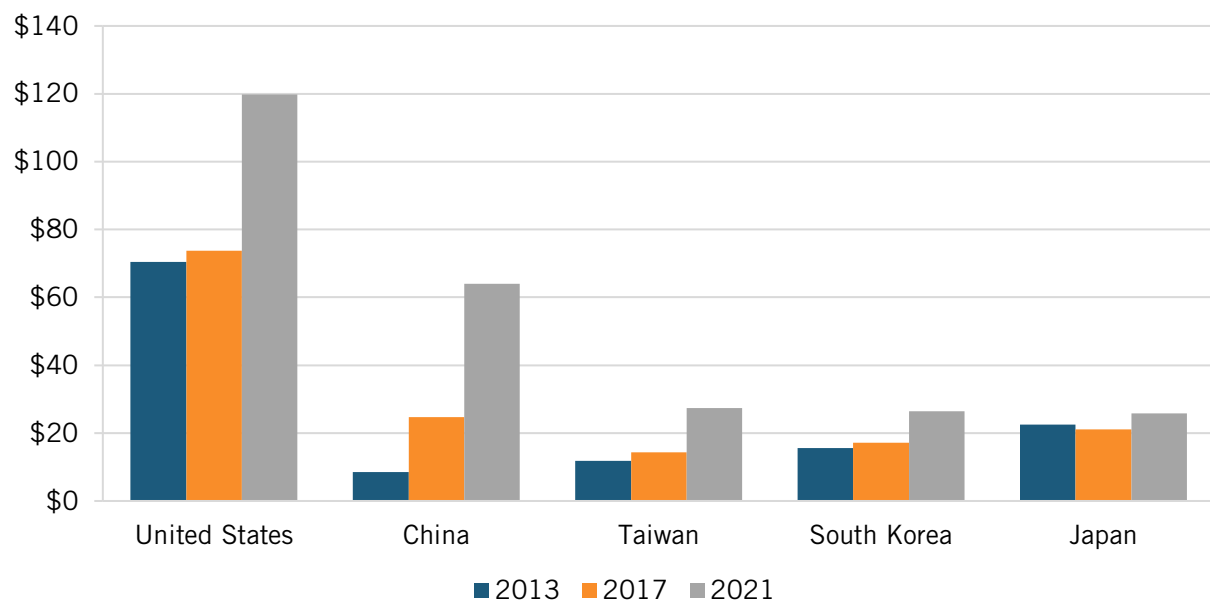
“2023 EU 산업 R&D 투자 스코어보드”(실제로는 2021년 기업의 R&D 투자 보고)에 따르면 BOE와 TCL 전자는 그 해에 각각 4.9%와 4.0%의 R&D 집약도를 기록했습니다. 이는 삼성의 8.1% 연구 개발(R&D) 집약도보다 낮지만 샤프의 3.5%보다 높은 수치입니다. (table 1 참조) 미국 OLED 제조업체인 유니버설 디스플레이(Universal Display)는 18%의 연구 개발(R&D) 집약도를 기록했습니다.

표 1: “2023년 EU 산업 R&D 투자 스코어보드”에 선정된 주요 디스플레이 기업 R&D 투자자⁵⁴

회사	본사	R&D 투자(단위: 십억)	연구 개발(R&D) 집약도
유니버설 디스플레이(Universal Display)	미국	\$0.1	18.0%
삼성	대한민국	\$20.7	8.1%
BOE	중국	\$1.8	4.9%
TE 커넥티비티(TE Connectivity)	스위스	\$0.7	4.1%
TCL 전자	중국	\$0.4	4.0%
샤오미	중국	\$2.0	3.6%
샤프	일본	\$0.8	3.5%

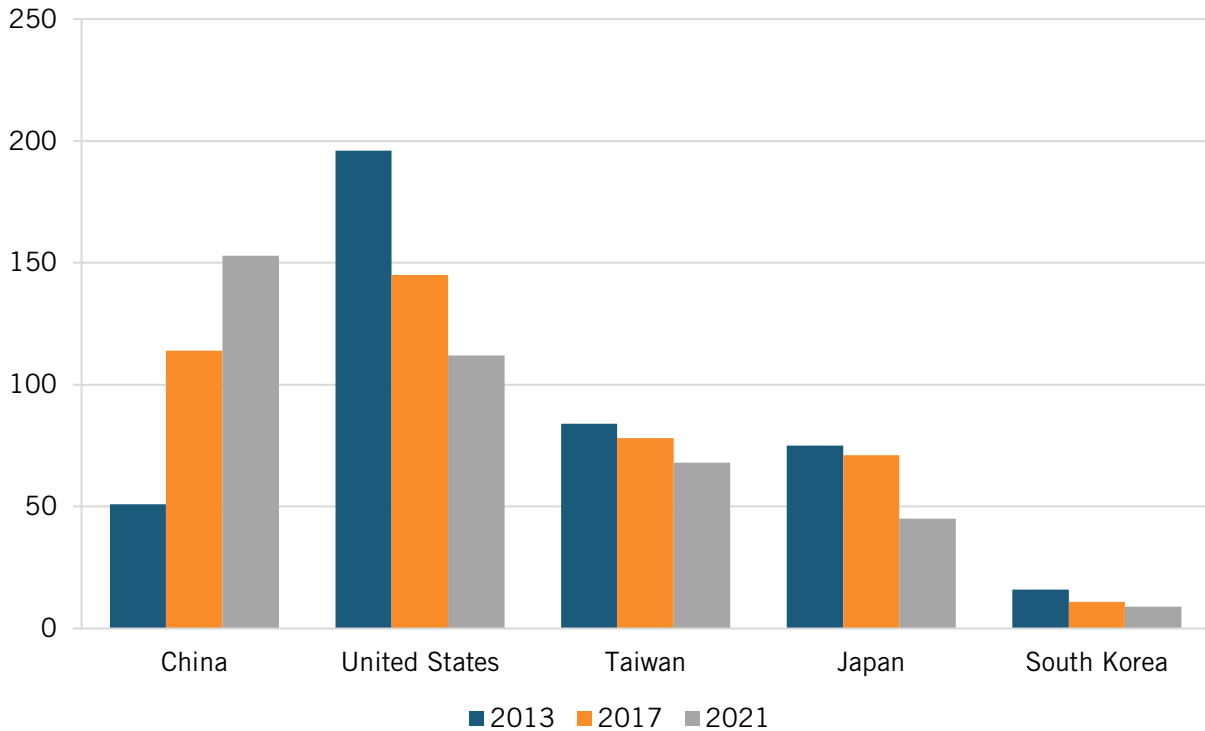
아쉽게도 디스플레이는 "EU 산업 R&D 투자 스코어보드"의 하위 범주에 속하지 않지만, 이 연구는 디스플레이 회사를 포함한 기업들을 더 넓은 범주인 "기술 및 전기전자 하드웨어 및 장비"(여기에는 컴퓨터에서 반도체에 이르는 다른 기술 하드웨어 기업들도 포함)에 넣습니다. 그럼에도 불구하고, 이러한 점을 고려할 때 미국과 중국은 다른 국가에 비해 기술 및 전기전자 하드웨어 기업의 연구 개발(R&D) 비용 지출이 가장 큰 폭으로 증가했습니다. 미국 기업의 R&D 투자는 2013년부터 2021년 사이에 70% 증가한 반면 이 분야의 중국 기업에 대한 총 투자 수준은 646% 증가했습니다. (figure 7 참조.)

그림 7: 기술 및 전기전자 하드웨어 및 장비 분야 선도적 기업의 R&D 투자 금액(10억 달러)⁵⁵



"EU 산업 R&D 투자 스코어보드"(전 세계 상위 2,500개 R&D 투자 기업에 대한 데이터 제공)의 "기술 및 전기전자 하드웨어 및 장비" 범주에 속한 기업 수를 고려하면, 이 목록에 포함된 중국 기업 수는 2013년에서 2021년 사이 세 배(51곳에서 153곳)로 늘었고, 반면 미국 기업 수는 40% 감소했으며, 대만, 일본, 독일, 한국 등 다른 경쟁 국가들도 모두 감소세(규모는 작았지만)를 보였습니다. (figure 8 참조.)

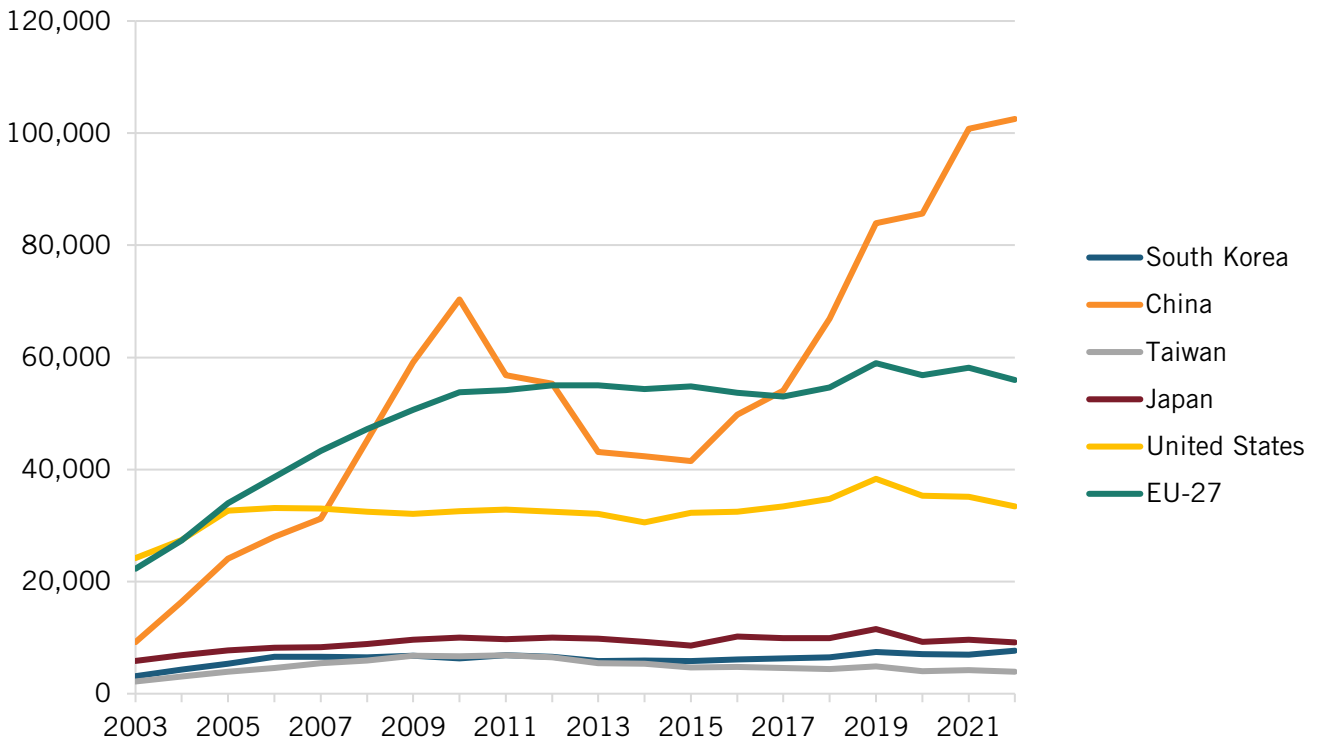
그림 8: 국가별 기술 및 전기전자 하드웨어 및 장비 분야 상위 R&D 투자 기업 수⁵⁶



과학 출판물

안타깝게도 디스플레이 산업에서 경쟁하는 기업에 대한 과학적 출판물 데이터는 제공되지 않습니다. 그러나 비교 가능한 데이터가 있는 가장 가까운 산업인 컴퓨터 및 정보 과학 분야에서 중국 출판사가 발표한 과학 논문은 2003년 9,200편에서 2022년 약 102,500편으로 증가한 반면, 미국 출판물은 38% 증가에 그쳤습니다. (figure 9 참조.)

그림 9: 컴퓨터 및 정보 과학 분야의 과학 출판물⁵⁷



특허

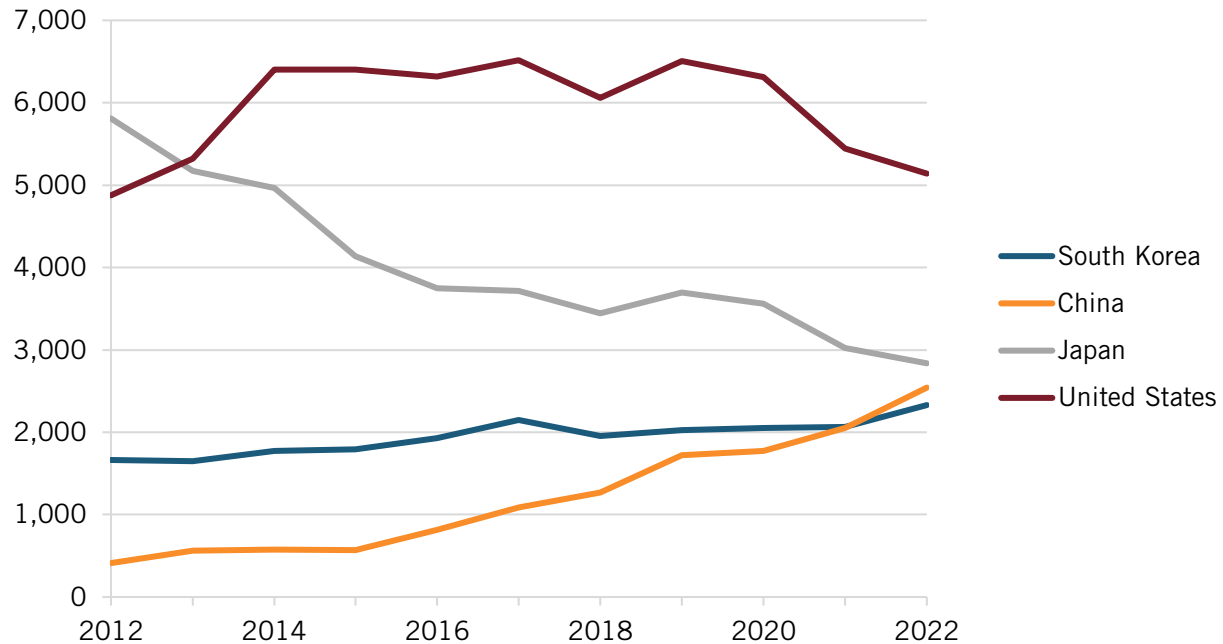
물론 특허 출원은 문제가 되는 지표일 수 있지만(반드시 품질을 반영하는 것은 아니며 출원 인센티브를 통해 그 수가 인위적으로 부풀려질 수 있음), 중국 기업들은 디스플레이 분야에서 특허 보유량을 대폭으로 늘리려고 노력해 왔습니다. 이를 상징적으로 보여주는 것은 BOE가 2023년에 특허협력조약(PCT) 시스템에 5번째로 많은 특허를 출원한 기업했으며, 약 2,000건의 특허를 출원했다는 것입니다. (table 2 참조.) BOE는 지난 6년 연속으로 상위 10위의 PCT 출원 기관에 들었습니다. BOE의 누적 독립 특허 출원 건수는 2022년 말까지 8만 건을 넘어섰습니다.

표 2: 2023년 주요 글로벌 기업 PCT 특허 출원 건수⁵⁸

회사	PCT 특허 출원 건수
화웨이 테크놀로지(Huawei Technologies)	6,494
삼성전자	3,924
퀄컴	3,410
미쓰비시 전기(Mitsubishi Electric)	2,152
BOE 테크놀로지 그룹	1,988
LG전자	1,887
에릭슨(Telefonaktiebolaget LM Ericsson)	1,863
컨템포러리 암페렉스 테크놀로지(Contemporary Amperex Technology)	1,799
오포(OPPO Mobile Telecommunications)	1,766
일본전신전화공사(Nippon Telegraph and Telephone)	1,760

안타깝지만 디스플레이 기술에 대한 특허 출원 신청은 이제 불가능합니다. 가장 밀접하게 관련된 분야는 시청각 기술 특허입니다. 2012년부터 2022년까지 중국 기업이 획득한 시청각 기술 특허는 412건에서 2,542건으로 6배 증가했지만, 2022년에는 미국 기업이 그 두 배에 달하는 특허를 받은 것으로 나타났습니다. (figure 10 참조.)

그림 10: 전 세계 시청각 기술 특허 수⁵⁹



회사 사례 연구

이 섹션에서는 중국의 디스플레이 혁신 기업인 BOE와 TCL을 살펴보겠습니다.

BOE

BOE 테크놀로지 그룹 주식회사는 전자 디스플레이와 지능형 인터페이스 제품을 생산하는 선도적 제조업체입니다. 디스플레이는 BOE 영업 수익의 88%를 차지합니다. 1993년 4월 창립 이래 유럽, 미주, 아시아, 아프리카 등 20개 국가와 지역으로 네트워크를 확장했습니다. 동시에 베이징, 허페이, 청두, 충칭, 푸저우, 미옌양, 우한, 쿤밍, 쑤저우, 어얼뉘쓰, 구안 등 중국 국내에 제조 공장 소유권을 집중적으로 확보했습니다.⁶⁰ 이렇게 균형 잡힌 '해외 인수 및 국내 시장 안착' 전략을 통해 BOE는 글로벌 디스플레이 산업의 선도 기업으로 자리매김하게 되었습니다.

BOE의 조직 구조는 '1+4+N 에코시스템'이라는 모델을 채택하고 있습니다. "1"은 BOE의 자원 및 자산의 주요 역량인 반도체 디스플레이 사업을, "4"는 사물 인터넷(IoT) 운영의 기둥인 IoT 혁신 사업, 센서 사업, 미니 LED 사업, 스마트 의료 및 엔지니어링 사업을 상징합니다. "N"은 이러한

IoT 애플리케이션의 지속을 의미하며, "에코시스템"은 BOE의 협력 파트너십과 회사의 혁신적 자원 관리를 상징합니다.⁶¹

세계 지적 재산권기구(WIPO)가 발표한 2021년 순위에 따르면, BOE는 1,980건의 국제 특허 출원으로 7위를 차지했으며, 6년 연속으로 상위 10대 특허 출원 기업에 포함되었습니다. 최근 출원된 특허 중 90%는 국내 발명품이었고 35% 이상은 인접 국가인 일본과 한국을 비롯해 미국, 유럽 전역에서 출원되었습니다. 최근 몇 년 동안 BOE는 R&D 투자, 비용, 인력을 늘려왔습니다. 2022년에 BOE는 R&D 투자에 약 126억 위안(18억 달러)을 투자했으며, 이는 전년 대비 1.28% 증가한 수치입니다.⁶² 이는 OLED 기술에 더욱 중점을 둔 33개의 R&D 프로젝트로 이루어졌습니다. 특히 BOE는 "OLED와 동등한 화질과 OLED보다 저렴한" LCD를 생산한다는 목표로 타이산 프로젝트(Taishan Project)를 시작했습니다.⁶³

반도체 산업에서의 성공 외에도, BOE는 자동차 업체들과 수많은 글로벌 및 국내 파트너십을 맺었습니다. 가장 주목할 만한 성과 중 하나는 2023년 4월 제20회 상하이 국제 자동차 산업 박람회에서 두드러지게 드러났습니다. 이 박람회에서 Yang Wang U8, U9, Denza N7, 그리고 새로 출시된 Dolphin과 Seagull 시리즈 모델이 출시되었으며, 모든 모델에 BOE의 새로운 차량용 디스플레이 솔루션을 장착했습니다.⁶⁴ 구체적으로 12.8인치 대형 플렉시블 OLED 곡면 디스플레이 중앙 제어 화면은 몰입형 주행 경험을 한층 향상시켰습니다. 180도의 초광시야각은 안전 기능과 대화형 디스플레이를 개선하는 데 도움이 되었으며, 기존의 LCD 계기판 디스플레이와 차별화되었습니다.

BOE는 새로운 디스플레이 기술 분야에서 지속적인 성공을 거두며 수많은 상을 수상했습니다. 또한 국가 엔지니어링 연구 센터는 중국 국가 발전 개혁 위원회로부터 신형 디스플레이 산업 분야에서 이룬 성과에 대해 수상을 받는 영예를 누렸습니다. 또한, 초차원 필드 기술 기반 고주사율 디스플레이 기술의 연구 개발 및 산업화 프로젝트가 2021년 베이징 과학 기술 진보 1등상을 수상했습니다.⁶⁵ 이 회사는 학계에서도 상당한 인정을 받았습니다. 또한 BOE는 자체 개발한 명암 소자로 2019년 *MIT Technology Review*의 "세계에서 가장 스마트한 50대 기업"에 선정되기도 했습니다.⁶⁶

TCL

광둥성 후이저우에 본사를 둔 Creative Life (TCL) Industrial Holdings Co., Ltd.는 전신인 TTK Home Appliances (Huizhou) Co., Ltd.에서 분리되어 2019년 4월에 운영을 시작했습니다. 후자는 오디오 테이프, 전화, TV, 휴대폰 및 이와 유사한 기술의 생산과 제조에 집중하는 반면, TCL은 스마트 스크린, 모바일 통신 기기를 포함한 제품의 연구 개발(R&D), 제조 및 판매에 주력하고

있으며, 홈 인터넷 서비스를 독립적으로 개발하고 있습니다. TCL은 28개의 연구 개발 센터, 10개 이상의 공동 연구소, 22개의 제조 시설을 갖추고 있으며, 전 세계 160개 국가와 지역에서 효과적으로 사업을 운영하고 있습니다.⁶⁷ 이는 "상대적 비용 우위를 갖춘 브랜드 주도적 가치"로 알려진 혁신 전략에 기인합니다.⁶⁸

최근 몇 년 동안 TCL은 MiniLED 산업의 선구자로 자리매김했으며, 혁신적인 공헌과 수상 경력에 빛나는 제품을 통해 시장 경쟁력을 유지해 왔습니다. 이 스마트 스크린 기술을 개발하면서 TCL은 경쟁력 있는 가격으로 편리하고 고품질의 제품을 제공하여 사용자의 시청 경험을 개선하는 것을 목표로 했습니다. 그 결과, 2022년 말까지 글로벌 TV 출하량 시장 점유율에서 TCL이 두 번째로 높은 수치를 기록했습니다.⁶⁹ 지난 몇 년 동안 받은 수많은 찬사 속에 TCL의 MiniLED 4K 스마트 스크린 65C835는 전문가 영상 음향 협회(EISA) 어워드에서 "2022-2023년 최고 제품, Premium MiniLED TV"를 수상했습니다.⁷⁰ 또한 TCL MiniLED 4K 스마트 스크린 75C935와 75C835는 함께 2023년 CES 혁신상을 수상하여 소비자 기술 제품 분야에서 뛰어난 디자인과 엔지니어링을 선보였습니다.⁷¹

중국 후이저우에 위치한 **TCL 본사**⁷²



지난 7년 동안 TCL은 OLED 기술과 패널 제조 분야에서도 상당한 발전을 이루었으며, 여기에는 일본 패널 회사인 JOLED의 기여가 컸습니다. 기존의 LED TV는 가격이 저렴하고 명도도 더 높지만, OLED는 깊은 검은색으로 뛰어난 화질과 대비를 보여줍니다. 주목해야 할 핵심 용어는 "발광"입니다. 따라서 LED는 백라이트 역할을 하여 컬러를 생성하고 LCD 화면을 통해 이미지를

전송하므로 완전히 꺼지지 않습니다. 이와 대조적으로 OLED 기술은 마이크로 픽셀을 사용하여 빛을 방출하므로 일반 사용자가 이미지를 더 또렷하게 볼 수 있으며 픽셀을 개별적으로 제어하므로 컬러를 빠르게 바꿀 수 있습니다.⁷³ TCL은 TV 수상기 외에도 가벼운 태블릿 컴퓨터 솔루션의 형태로 OLED 기술을 구현했습니다. 2023년 3월, TLC는 기존의 중형 모델에서 고정밀 터치 기술, 더 빠른 화면 재생률, 향상된 이미지 품질을 갖춘 초박형 모델로 업그레이드된 태블릿을 출시했습니다.⁷⁴

GreyB의 인사이트에 따르면 TCL은 현재 전 세계적으로 7,963건의 특허를 보유하고 있으며, 그 중 60%가 심사 중입니다.⁷⁵ 다른 글로벌 기업의 R&D 투자 외에도 TCL은 학술 기관에서도 유사한 이니셔티브를 구현해 왔습니다. TCL은 2018년 TCL Research Europe라는 대규모 R&D 센터를 설립한 후 폴란드 바르샤바 기술대학교와 인공지능(AI) 관련 연구와 혁신에 대한 협력을 시작했습니다.⁷⁶ 또한, AI에 대한 지속적인 투자와 새로운 응용 분야 개발과 관련하여 홍콩 대학교와 홍콩 중문 대학교와 파트너십을 체결했습니다.⁷⁷

중국 정부의 디스플레이 산업 지원 정책

중국 정부는 2000년대 초반부터 디스플레이 분야를 목표로 삼았지만, 이 산업에 대한 첫 번째 핵심 산업 정책은 2012년에 발표된 제12차 5개년 신형 디스플레이 기술 개발 계획이었습니다. 그 후 2014~2016년 신형 디스플레이 산업 혁신 발전 행동 계획과 최근의 2018~2020년 신형 디스플레이 산업 혁신 발전 행동 계획이 그 뒤를 이었으며, 이는 OLED 마이크로 디스플레이와 프린팅 마이크로 디스플레이 패널에 대한 중국의 연구 개발(R&D)을 가속화하는 데 초점을 맞췄습니다.⁷⁸ 중국의 “Made in China 2025” 전략에도 디스플레이 산업을 포함시켰으며, 2025년까지 100인치급 8K 및 4K 프린팅 AMOLED 디스플레이와 유사한 플렉서블 디스플레이를 개발할 것을 요구하고 있습니다. 특히, 2019년 중국 공업 정보화부(MIIT)는 "제조업 및 서비스 품질 관리에 대한 시행 의견"을 발표하여 플렉서블 디스플레이 혁신 센터를 설립하고 디스플레이 기술의 추가 개발 및 상용화를 촉진하기 위한 방향성 및 자금을 제공했습니다.⁷⁹

2010년부터 2021년까지 BOE는 정부로부터 총 39억 달러의 보조금을 받았으며, 이는 연평균 3억 2,500만 달러에 해당하는 금액입니다.

중국의 각 지방 정부도 자체적인 장기 경제 개발 계획을 가지고 있으며, 그 중 디스플레이, TV, 가전제품이 공통적인 중점 분야입니다. 예를 들어, "광둥성 국민경제 사회발전 제13차 5개년

계획 개요"에서 "TFT-LCD 패널, AMOLED 패널 등 핵심 평판 디스플레이 산업화 프로젝트 추진"을 발표했습니다.⁸⁰ 중형 OLED 제조 시설이 집중되어 있는 쓰촨성도 2016년에 발표한 제13차 5개년 계획에서 이 분야를 목표로 삼았습니다. 2017년, 우한시 인민정부는 우한 동호 신기술 개발구 제13차 5개년 계획을 발표하여 광통신, 레이저 및 집적회로 산업과 신형 디스플레이 산업의 발전을 주창했습니다. (우한은 BOE, TFT-LCD, Tianma의 주요 생산 기지임.)⁸¹ 그 밖에도, 2019년 10월 상하이시는 진산구에 디스플레이 산업의 새로운 기지를 구축하여 업스트림 및 다운스트림 산업과 클러스터형 개발을 촉진하고, 상하이의 혁신 플랫폼 중 하나로 상하이 신디스플레이 공정 연구 센터를 설립할 것이라고 발표했습니다.

중국에는 정부 보조금 지급이 매우 보편적이며, 2022년 중국 상장 기업의 99% 이상이 정부로부터 직접 보조금을 받았습니다. 실제로, 2019년 중국의 산업 보조금은 약 2,450억 달러에 달했으며 이는 중국 국내총생산(GDP)의 1.73%에 해당합니다.⁸²

그리고 디스플레이 산업은 중국에서 정부 보조금을 가장 많이 받는 산업 중 하나였습니다. 한 저자는 "중국 정부가 디스플레이 산업에 지원하는 보조금 규모가 막대하다"고 지적했습니다.⁸³ 실제로 중국은 막대한 정부 보조금과 국내 디스플레이 제조업체에 대한 세금 감면 혜택을 통해 LCD 및 OLED 산업의 성장을 지원해 왔습니다.⁸⁴ 2010년부터 2021년까지 BOE는 정부로부터 총 39억 달러의 보조금을 받았으며, 이는 연 평균 3억 2,500만 달러에 달합니다. 2023년 BOE는 38억 위안(5억 3,200만 달러)의 보조금을 받았는데, 이는 회사의 연간 수익 25억 위안(3억 5,000만 달러)을 넘어서는 금액입니다.⁸⁵ BOE는 매년 중국 정부 보조금 수혜 기업 순위에서 상위 10위 내에 포함되며, 2021년에는 7위를 차지했습니다.⁸⁶ 한편 BOE의 최대 주주는 베이징 시정부가 소유한 펀드입니다.

지방 차원(또는 지역 차원)의 보조금은 중요한 역할을 하며 중국 디스플레이 제조업체의 신규 공장 건설 역량에 직접적인 영향을 미칩니다. 예를 들어, 앞서 언급한 BOE의 청두 소재 신규 B16 공장은 BOE가 53%의 지분을 소유하고 나머지는 국유 기업이 소유한 합작 투자로 운영될 예정입니다. 청두 지방 정부는 공장 건설에 드는 자금의 약 30%를 지원했습니다.⁸⁷ 전반적으로, 중국 지방 정부가 디스플레이 시설 건설에 지원하는 보조금은 총 비용의 최대 85%에 달합니다.⁸⁸ 재정 보조금(및 중국 은행이 제공하는 저렴한 자금 조달)이 중요한 한 가지 이유는 감가상각 비용이 LCD 패널 생산 비용의 30~40%를 차지하기 때문입니다. 윌리 시 교수는 다음과 같이 설명했습니다.

스마트폰에 사용되는 6.7인치 고화질 OLED 디스플레이의 경우, 한국에서의 추정 생산 비용은 \$62이며, 이 중 재료비는 \$28, 인건비 및 간접비는 감가상각비를

포함하여 \$34입니다. 중국 공급업체는 이 디스플레이의 가격을 \$20-\$23으로 책정했는데, 이는 자본 비용을 고려할 필요가 없는 경우에만 가능합니다.⁸⁹

전반적으로, 중국 지방정부가 디스플레이 시설 건설에 지원하는 보조금은 비용의 최대 **85%**에 달합니다.

대체로 중국은 중국 디스플레이 제조업체에 주식 투자, 현금 혜택, 대출, 토지, 인프라 할인 등을 통해 투자 비용의 50~70%를 지원합니다. 중국은 또한 패널 제조업체가 OEM 업체(즉, TV 제조업체)에 제품을 판매할 때 일반적으로 5~15%의 판매 가격 보조금을 제공합니다. 중국은 또한 최대 100%의 인재 채용 보조금을 제공하고 디스플레이 제조업체가 해외에서 석사/박사 학위를 취득한 인력을 채용할 경우 그 연봉을 지원합니다. 중국 정부는 또한 무이자 또는 낮은 이자로 자금을 제공하여 이 분야에 있어 유리한 자금 조달을 보장합니다. 이 분야의 회사들은 최대 15%로 낮아진 법인세율 혜택을 받을 수 있습니다.⁹⁰ 디스플레이 제조업체는 8억 5,720만 달러의 수익을 올릴 경우 8,570만 달러의 일회성 보상을 추가로 받을 수 있습니다.⁹¹

중국의 디스플레이 산업에 대한 막대한 보조금은 해당 분야의 과잉 생산을 초래했으며, 이러한 막대한 보조금을 받지 못하고 시장 기반 수익률을 확보해야 하는 기업들에게 피해를 줄 정도로 가격을 하락시켰습니다. 미국 상무부는 다음과 같이 설명합니다.

요약하자면, 중국 기업들은 전 세계 LCD 생산에서 상당한 비중을 차지하고 있습니다. 중국 정부의 비시장 정책 및 관행에 힘입어 중국 기업들이 업계를 장악하는 반면, 경쟁업체들은 인위적으로 낮은 가격으로 판매되는 제품과 경쟁하기 위해 고군분투하고 있습니다. 디스플레이는 다른 분야에서도 중요하기 때문에 제조 다양성이 부족할 경우 ICT 외의 다른 제품 영역에서 공급망 위험이 증가할 수 있습니다.⁹²

중국의 과잉 생산으로 인해 경쟁업체가 사업에서 철수하거나 새로운 경쟁업체가 시장에 진입하기가 불가능해졌습니다. 일본 기업들은 2010년부터 8세대 이상의 LCD에 대한 모든 투자를 중단했습니다. 2024년 3월, 샤프는 10세대 LCD 공장을 폐쇄하겠다고 발표했는데, 한 업계 분석가는 이를 두고 "FPD 디스플레이 산업의 통합을 앞당기고 중국의 TC 패널 공급업체에 더욱 힘을 실어줄 것"이라고 말했습니다.⁹³

디스플레이 산업에서 중국의 해외 지식재산권 도용이 만연하게 일어나고 있습니다. 2023년 7월, 한국 대법원은 디스플레이 산업의 핵심 자재 공급업체인 톱텍(Toptec)의 임직원 12명에게

BOE에 핵심 기술 자산을 유출한 혐의로 유죄를 선고했습니다. 2024년 7월, 삼성전자 전직 연구원이 중국에 3,400억 원(2,450만 달러) 이상의 가치를 지닌 OLED 기술을 유출한 혐의로 징역 6년형을 선고받았습니다.⁹⁴ 2023년 10월, 미국 국제무역 위원회(USITC)는 여러 중국 전자업체들이 삼성디스플레이로부터 OLED 디스플레이 기술과 관련된 영업 비밀을 훔쳤다는 의혹에 대한 조사에 착수하겠다고 발표했습니다.⁹⁵ USITC는 이 사건에서 지금까지 주요 디스플레이 제조업체 BOE Technology Group과 여러 BOE 자회사를 포함해 8곳의 중국 업체를 확인했습니다. 간단히 말해, 중국의 디스플레이 산업은 혁신 중상주의로부터 큰 이익을 얻었습니다.

미국은 무엇을 해야 할까요?

앞서 언급했듯이 미국은 더 이상 소가전 업계에서 상업적 규모의 국내 LCD 또는 OLED 생산 능력을 보유하고 있지 않습니다. (방위산업 등 틈새 시장을 대상으로 하는 소규모 업체도 있음.) 이를 재현하려면 미국이 중국과 같은 규모의 산업 정책을 도입해야 하지만, 실현 가능성은 낮습니다. 그럼에도 불구하고, 미국이 정책적으로 취할 수 있는 조치들이 있습니다.

NetFlex는 미국의 18개 제조 혁신 연구소 중 하나로, 미국의 하이브리드 전자 기술 기반을 발전시키는 데 중점을 두고 있습니다.⁹⁶ 디스플레이는 기술 실무진들 사이에서 지속적으로 업데이트하는 11가지 제조 기술 로드맵 중 하나에 들지는 않지만, 자동차와 같은 분야에 대한 기술 플랫폼 시연 기능을 담당합니다. 미국에는 틈새 시장 OLED 제조 커뮤니티가 존재합니다(예: 방위 전자 제품 등). NetFlex는 해당 국가의 혁신 및 기술 개발 요구를 지원하는 데 적합할 수 있습니다. 의회는 마이크로 디스플레이와 같은 차세대 디스플레이 전자 제품에 보다 특화된 새로운 **Manufacturing USA** 연구소를 설립하는 것도 고려할 수 있습니다.

중국 정부 정책은 중국 디스플레이 산업 성장에 기초가 되었고 없어서는 안 될 요소였습니다. 이 경험은 산업 정책이 실제로 국가의 첨단 기술 산업에 대한 "비교 우위"를 인위적으로 만들어낼 수 있음을 보여줍니다.

미국 정부 기관은 동맹국 기업들이 해당 분야에서 중국의 지적 재산권 도용에 맞설 수 있도록 지원 수준을 높일 수 있습니다. 예를 들어, 2023년에 삼성은 스마트폰용 엣지 패널 기술 침해를 이유로 BOE를 상대로 텍사스 동부 지방법원에 소송을 제기했습니다. 또한 앞서 언급한 바와 같이 삼성은 2023년 11월 USITC에 영업 비밀 부정 이용 행위로 BOE를 고소했습니다.⁹⁷ 적절한 경우, 미국 기관은 이러한 사건에서 삼성을 대신하여 법정조언자 의견서를 제출할 수 있습니다.

더욱이 미국 정부 기관은 중국의 산업 스파이 활동에 대한 정보를 보다 효과적으로 교환하고 이에 대응하기 위해 동맹국의 해당 기관과 협력해야 합니다.⁹⁸

BOE와 같은 중국 디스플레이 회사가 **IP** 도용 및 보조금 지급을 포함한 중국 혁신 중상주의 관행으로부터 이익을 얻고 있다는 것은 분명한 사실이므로 **USITC**가 미국 시장에 진출하는 중국 디스플레이 제품이 도용된 **IP** 또는 과도한 정부 보조금과 같은 불공정 무역 관행으로부터 이익을 얻고 있는지 조사하는 것은 적절한 조치입니다. 이를 위해 2023년 11월 USITC가 관세법 "제337조 특정 유기발광다이오드(OLED) 디스플레이 모듈과 그 구성요소에 대한 조사"에 착수한 것은 칭찬할 만한 일입니다.⁹⁹

2023년 한국과 미국 정부는 "한미 차세대 핵심·신흥기술 대화"를 시작하여 "경제적 번영을 강화하고, 공급망 중단에 대한 회복력을 높이며, 양국 및 동일한 입장을 가진 동맹국이 경쟁 우위 확보하는 데 가장 큰 영향을 미칠 전략적 기술 분야에서 협력"하기로 약속했습니다.¹⁰⁰ 이 프레임워크 내에서 디스플레이 산업의 공급망 추세와 비시장 관행에 대한 정보 공유, 디스플레이 산업을 불공정 경쟁으로부터 보호하는 가능성 있는 방안, 디스플레이 기술에 대한 미국과 한국의 협력과 투자 촉진을 의제로 포함하는 실무진 그룹을 조직할 수 있습니다. 이를 위한 수단은 한미 공급망·산업대화와 같은 양국 협력 체계거나 한미일 비즈니스 대화와 같은 3자 협력 체계일 수 있습니다.¹⁰¹

결론

요약하자면, 중국은 글로벌 디스플레이 산업에 있어 핵심 국가로 거듭났습니다. 2004년에는 전무했던 세계 LCD 생산 점유율을 2024년 72%까지 늘리며, 다른 국가들로부터 글로벌 LCD 분야의 주도권을 확실히 가져왔습니다. 마찬가지로, 중국 기업은 2024년 처음으로 한국 기업을 제치고 선두 OLED 제조업체로 부상하여 시장의 절반 이상을 점유할 것으로 예상됩니다. 한국 기업이 최첨단 LED 기술, 특히 MiniLED 및 MicroLED 기술 분야에서 선두를 유지하고 있는 가운데, 중국 경쟁업체들도 이 시장 분야에서 점차 혁신을 거듭하며 빠르게 뒤를 쫓고 있습니다.

중국 정부 정책은 중국 디스플레이 산업 성장에 기초가 되었고 없어서는 안 될 요소였습니다. 이 경험은 산업 정책이 실제로 국가의 첨단 기술 산업에 대한 "비교 우위"를 인위적으로 만들어낼 수 있음을 보여줍니다. 중국의 막대한 산업 보조금 지급, 만연한 지적재산권 도용, 대규모 내수 시장 활용을 통한 생산 효율성 극대화 전략은 명백히 글로벌 디스플레이 산업의 역학 관계를 재편했습니다. 중국은 첨단 기술 산업의 후발주자에서 글로벌 혁신의 선두주자로 변모하고 있습니다.

감사의 말씀

ITIF는 "중국이 혁신할 수 있는가?"라는 질문에 대한 연구를 지원해 준 스미스 리처드슨 재단에 감사드리고 싶습니다. 이 시리즈의 다른 보고서에는 인공지능, 바이오 제약, 화학, 전기 자동차 및 배터리, 원자력, 양자 컴퓨팅, 로봇공학, 반도체 등에 대해 다루고 있습니다. (itif.org에서 [#ChinaInnovationSeries](#)를 검색하십시오)

이 보고서를 작성하는 데 도움을 주신 Rob Atkinson, Leah Kann, Meghan Ostertag, 그리고 Victor Vernick에게 감사의 말씀을 전합니다. 모든 오류나 누락은 저자의 책임입니다.

저자 소개

스티븐 에젤(Stephen Ezell)은 ITIF의 글로벌 혁신 정책 담당 부사장이자 ITIF의 생명과학 혁신 센터 소장입니다. 그는 또한 글로벌 무역 및 혁신 정책 연합을 이끌고 있습니다. 그의 전문 분야로는 과학 기술 정책, 국제 경쟁력, 무역, 제조업 등이 있습니다.

ITIF 소개

정보기술 혁신재단(ITIF)은 과학 기술 정책 분야에서 세계를 선도하는 싱크탱크로써 여러 차례 인정받아 온 독립적인 501(c)(3) 비영리 비당파적인 연구 및 교육 기관입니다. 이 기관은 혁신을 가속화하고 생산성을 높여 성장, 기회, 성장을 촉진하는 정책 솔루션을 수립, 평가, 홍보하는 것을 사명으로 삼고 있습니다. 자세한 내용은 itif.org/about을 참고하십시오.

각주

1. Kin Eun-Jin, "China's "Big 2" Expected to Dominate Global LCD Market with Combined 52% Share by 2027," *Business Korea*, August 20, 2024, <https://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=223348>.
2. Becky Roberts and Joe Svetlik, "Mini LED TV: everything you need to know about OLED TV's premium rival," *What Hi-Fi*, April 18, 2024, <https://www.whathifi.com/advice/mini-led-tv-everything-you-need-to-know-about-the-oled-rival>; Lewis Empson, "I've seen Samsung's conventional-sized Micro LED TV and I'm convinced it could kill OLED," *What Hi-Fi*, September 5, 2024, <https://www.whathifi.com/features/ive-seen-samsungs-conventional-sized-micro-led-tv-and-im-convinced-it-could-kill-oled>. To be sure, MicroLED technology is expensive: a 110-inch Micro LED TV currently costs about \$190,000, but as with these other technologies, costs will come down over time as manufacturing processes are refined and the products are produced at scale.
3. "Display Market Size | Share and Trends 2024 to 2034," Precedence Research, August 2024, <https://www.precedenceresearch.com/displays-market>.
4. "Interactive Display Market Worth \$18.51 Billion, Globally, by 2031 - Exclusive Report by The Insight Partners," The Insight Partners, September 3, 2024, <https://www.globenewswire.com/news->

- release/2024/09/03/2939460/0/en/Interactive-Display-Market-Worth-18-51-Billion-Globally-by-2031-Exclusive-Report-by-The-Insight-Partners.html.
5. Dave Haynes, “Chinese Manufacturers Now Have Almost 3/4s Of Flat Panel Display Market: DSCC,” *Sixteen:Nine*, February 26, 2024, <https://www.sixteen-nine.net/2024/02/26/chinese-manufacturers-now-have-almost-3-4s-of-flat-panel-display-market-dscc/>.
 6. Yoo Ji-han, Lee Hae-in, and Kim Seo-young, “China overtakes S. Korea in OLED market for 1st time,” *The Chosun Daily*, August 12, 2024, <https://www.chosun.com/english/industry-en/2024/08/12/KRTDINCQIBCF3LZIYV7VP55QXI/>.
 7. U.S. Department of Commerce and U.S. Department of Homeland Security, “Assessment of the Critical Supply Chains Supporting the U.S. Information and Communications Technology Industry,” February 2022, <https://www.dhs.gov/publication/assessment-critical-supply-chains-supporting-us-ict-industry>.
 8. Willy Shih, “How Did They Make My Big-Screen TV? A Peek Inside China’s Massive BOE Gen 10.5 Factory,” *Forbes*, May 15, 2018, <https://www.forbes.com/sites/willyshih/2018/05/15/how-did-they-make-my-big-screen-tv/>.
 9. Stephen Ezell, “How Innovative Is China in Semiconductors?” (ITIF, August 2024), <https://itif.org/publications/2024/08/19/how-innovative-is-china-in-semiconductors/>.
 10. Sandra Barbosu, “Not Again: Why the United States Can’t Afford to Lose Its Biopharma Industry” (ITIF, February 2024), <https://itif.org/publications/2024/02/29/not-again-why-united-states-cant-afford-to-lose-biopharma-industry/>.
 11. J. B. Johnson, “A Low Voltage Cathode Ray Oscillograph” *Journal of the Optical Society of America* Vol. 6, Issue 7 (1922): 701–712, <https://doi.org/10.1364/JOSA.6.000701>.
 12. Sarah Pruitt, “Who Invented Television?” *History*, March 12, 2024, <https://www.history.com/news/who-invented-television>.
 13. Ibid., 18.
 14. Gary Hoover, “Tech Wars: RCA and the Television Industry,” American Business History Center, February 5, 2021, <https://americanbusinesshistory.org/tech-wars-rca-and-the-television-industry/>.
 15. Steven Klepper, *Experimental Capitalism: The Nanoeconomics of American High-Tech Industries* (Princeton University Press: 2015); Serguey Braguinsky et al., “Mega Firms and Recent Trends in the US Innovation: Empirical Evidence from the US Patent Data” (working paper, no. w31460, National Bureau of Economic Research, 2023), <https://www.nber.org/papers/w31460>.
 16. Robert D. Atkinson and Michael Lind, *Big Is Beautiful: Debunking The Myth Of Small Business* (MIT Press, 2018).
 17. Douglas Frantz and Catherine Collins, *Selling Out: How We Are Letting Japan Buy Our Land, Our Industries, Our Financial Institutions, And Our Future* (Contemporary Books, 1990), 90–91.
 18. Barbosu, “Not Again: Why the United States Can’t Afford to Lose Its Biopharma Industry.”
 19. “VIZIO: About Us,” <https://www.vizio.com/en/about-vizio>; “Element Electronics: Our Company,” <https://elementelectronics.com/our-company>.
 20. U.S. Department of Commerce and U.S. Department of Homeland Security, “Assessment of the Critical Supply Chains Supporting the U.S. Information and Communications Technology Industry.”
 21. “The output value of China’s new display industry exceeds 490 billion yuan,” Retop Led Display Co., Ltd., <https://www.szretop.com/industry/outputvalue.html>.
 22. 데이터 수집 출처: Omdia, “OLED and LCD Supply Demand & Equipment Tracker,” July 22, 2024, <https://omdia.tech.informa.com/collections/afccd062/oled-and-lcd-supply-demand--equipment-tracker>.

23. Ibid.
24. Willy Shih, "Supply Chain Disruptions Should Remind Leaders to Keep Up With Allies," *Forbes*, May 1, 2023, <https://www.forbes.com/sites/willyshih/2023/05/01/friend-shoring-means-you-have-to-worry-about-the-health-of-your-friends/>.
25. Ji-han, Hae-in, and Seo-young, "China overtakes S. Korea in OLED market for 1st time."
26. Omdia, "Chinese panel makers dominate 98-/100-inch TVs panel market boosting China's TV sector," news release, July 9, 2024, <https://omdia.tech.informa.com/pr/2024/jul/omdia-chinese-panel-makers-dominate-98-100-inch-tvs-panel-market-boosting-chinas-tv-sector>.
27. Ibid.
28. ADC에서 제공한 데이터. (참고: (총합이 100%가 되지는 않음.)
29. Stacy Wu, "Chinese manufacturers have risen to dominate the auto display market, holding a 45% market share in 1H23," Omdia, <https://omdia.tech.informa.com/blogs/2023/oct/chinese-manufacturers-have-risen-to-dominate-the-auto-display-market-holding-a-45-market-share-in-1h23>.
30. Ibid.
31. Shih, "How Did They Make My Big-Screen TV? A Peek Inside China's Massive BOE Gen 10.5 Factory."
32. Shih, "Supply Chain Disruptions Should Remind Leaders to Keep Up With Allies."
33. DSCC, "DSCC Raises Capex Outlook as OLED Manufacturers Respond to Rising Demand with More Capacity," news release, August 5, 2024, <https://www.displaysupplychain.com/press-release/dsc-raises-capex-outlook-as-oled-manufacturers-respond-to-rising-demand-with-more-capacity>.
34. Shih, "How Did They Make My Big-Screen TV? A Peek Inside China's Massive BOE Gen 10.5 Factory."
35. "BOE to build a \$8.8 billion flexible IT AMOLED production line in Chengdu," *OLED-Info*, November 29, 2023, <https://www.oled-info.com/boe-announces-plan-build-88-billion-flexible-it-amoled-production-line-chengdu>.
36. Omdia, "Gen 8.6 OLED factories for IT applications drive a flat panel display equipment recovery of 154% in 2024 and stabilize the market in future years," February 5, 2024, <https://omdia.tech.informa.com/pr/2024/feb/omdia-gen-86-oled-factories-for-it-applications-drive-a-flat-panel-display-equipment-recovery-of-154-in-2024-and-stabilize-the-market-in-future-years>.
37. Shunsuke Tabeta, "China's BOE chases South Korean rivals in OLEDs with new factory," *Nikkei Asia*, May 28, 2024, <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/China-s-BOE-chases-South-Korean-rivals-in-OLEDs-with-new-factory>.
38. Shih, "How Did They Make My Big-Screen TV? A Peek Inside China's Massive BOE Gen 10.5 Factory."
39. iStock의 라이선스를 받은 Stock 사진: "Line conveyor assembly televisions stock photo," Stock photo ID:849897082, <https://www.istockphoto.com/photo/line-conveyor-assembly-televisions-gm849897082-139541861>.
40. Jin Eun-Soo, "Can Korea fend off China in display race?" *KoreaJoongAng Daily*, February 15, 2024, <https://koreajoongangdaily.joins.com/news/2024-02-15/business/industry/Can-Korea-fend-off-China-in-display-race/1980411>.
41. Ji-han, Hae-in, and Seo-young, "China overtakes S. Korea in OLED market for 1st time."
42. Ibid.
43. "Chinese companies attend world's leading display show in US," *Xinhua*, May 15, 2024, <https://www.chinadaily.com.cn/a/202405/15/WS6645663fa31082fc043c766a.html>.

44. Li Yan, “Chinese innovation leads global display market,” *China Daily*, January 12, 2024, <https://www.chinadaily.com.cn/a/202405/15/WS6645663fa31082fc043c766a.html>.
45. Tian Shenyoudia, “Chinese innovations shine at world’s leading display show,” *Belt and Portal News*, May 25, 2023, <https://eng.yidaiyilu.gov.cn/p/320246.html>.
46. “Chinese innovations shine at world’s leading display show,” *Xinhua News Agency*, May 25, 2023, <https://eng.yidaiyilu.gov.cn/p/320246.html>.
47. Li Mingmei and Fan Feifei “China firms grab spotlight at CES,” *China Daily*, January 19, 2024, <https://www.chinadailyhk.com/hk/article/372443>.
48. Lia Zhu, “Chinese display makers shine at global show,” May 16, 2024, *China Daily*, <https://www.chinadaily.com.cn/a/202405/16/WS664570bfa31082fc043c76c7.html>.
49. BOE, “BOE Annual Report 2022,” 15–17.
50. Argam Artashyan, “The 50 Smartest Companies In The World (2019): MIT,” *BizChina*, July 1, 2019, <https://www.gizchina.com/2019/07/01/the-50-smartest-companies-in-the-world-2019-mit/>.
51. Shenyoudia, “Chinese innovations shine at world’s leading display show.”
52. Yan, “Chinese innovation leads global display market.”
53. 이미지 출처: Jonas Leupe, via UnSplash, <https://unsplash.com/photos/person-holding-black-android-smartphone-Wmauj-uL1c8>.
54. European Commission (EC), “The 2023 EU Industrial R&D Investment Scoreboard” (EC, 2023), <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC135576>.
55. Economics of Industrial Research and Innovation, “EU Industrial R&D Investment Scoreboard (World 2500),” European Union, <https://iri.jrc.ec.europa.eu/data>.
56. Ibid.
57. National Science Foundation, “Publications Output: U.S. Trends and International Comparisons,” October 2021, <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20214/technical-appendix>.
58. World Intellectual Property Organization (WIPO), “IP Facts and Figures,” March 2024, <https://www.wipo.int/en/ipfactsandfigures/patents>.
59. World Intellectual Property Organization, “Intellectual Property Statistics,” 2022, <https://www.wipo.int/web/ip-statistics>.
60. BOE, “About Us,” <https://boe.com/en/about/index>.
61. BOE, “BOE Annual Report 2022,” March 31, 2023, 14–15, <https://convergencemedia.boe.com.cn/pdf/3MguhIZeRmyDAS18EWPpsSB3FPfYJr/ANNUAL%20REPORT%202022.pdf>.
62. Ibid., 22–28.
63. Ibid., 17–18.
64. “BOE joins hands with its partners to make a big debut at the Shanghai Auto Show with “screen power” leading the smart cockpit vane,” *DoNews*, April 19, 2023.
65. BOE, “BOE Annual Report 2022,” 15–17.
66. Ibid.
67. TCL, “China’s power in the wave of globalization”, 2023, <http://www.tcl.cn/group/companyInfo/slipPath?type=1>.
68. TCL, “Annual Report 2021,” December 31, 2021, 3, <https://doc.irasia.com/listco/hk/tclelectronics/annual/2021/ar2021.pdf>.

69. TCL, “2022 Annual Results,” March 2023, <https://doc.irasia.com/listco/hk/tclelectronics/cpresent/pre230310.pdf>.
70. “TCL Wins Four Prestigious 2022-2023 EISA Awards Including Premium Mini LED TV Award,” TCL, news release, August 19, 2022, <https://www.tcl.com/global/en/news/tcl-wins-four-eisa-awards>.
71. Consumer Technology Association (CTA), “CES 2023 Innovation Awards,” (CTA, 2023), <https://www.ces.tech/innovation-awards/honorees.aspx>.
72. 이 사진은 크리에이티브 커먼즈 저작자 표시-동일 조건 변경 허락 4.0 국제 라이선스에 따라 라이선스를 획득했습니다. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TCL_2.jpg.
73. Joe Lindsey, “What’s the Difference Between OLED and QLED TVs?” *Popular Mechanics*, March, 3, 2020, <https://www.popularmechanics.com/technology/gadgets/a27719487/oled-vs-qled/>.
74. Wit OLED, “Ultra thin and light! TCL Huaxing launches the first tablet OLED,” March 2, 2023, https://mp.weixin.qq.com/s/w_DbORvLkAFJ9vGysqDNaw.
75. Insights by GreyB, “TCL Patents – Key Insights and Stats,” March 22, 2024, <https://insights.greyb.com/tcl-patents/>.
76. TCL, “TCL Announces New Research & Development Center in Poland,” September 3, 2018, <https://www.tcl.com/global/en/news/tcl-announces-news-research-development-center-in-poland>.
77. Ibid.
78. Park Sohee, “Display Industry Promotion Policies in China,” Korea Institute for Industrial Economics and Trade Research Paper No. 21/IER/26/1-4, Vol. 26 No. 1 (2003), https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4190924.
79. Ibid.
80. Ibid.
81. Ibid.
82. Frank Bickenbach et al., “Foul Play? On the Scale and Scope of Industrial Subsidies in China” (KIEL Institute for the World Economy, April 2024), https://www.ifw-kiel.de/fileadmin/Dateiverwaltung/IfW-Publications/fis-import/bc6aff38-abfc-424a-b631-6d789e992cf9-KPB173_en.pdf.
83. Brian J. Cavanaugh, “What China’s Dominance in Electronics Manufacturing Means for U.S. National Security,” *The National Interest*, August 12, 2024, <https://nationalinterest.org/feature/what-chinas-dominance-electronics-manufacturing-means-us-national-security-212290>.
84. Shuhei Ochiai, “Subsidized Chinese Makers Squeeze Asia’s LCD Industry,” *Nikkei Asia*, April 21, 2019, <https://asia.nikkei.com/Business/Business-trends/Subsidized-Chinese-makers-squeeze-Asia-s-LCD-industry>
85. Shunsuke Tabeta, “China’s BOE chases South Korean rivals in OLEDs with new factory,” *Nikkei Asia*, May 28, 2024, <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/China-s-BOE-chases-South-Korean-rivals-in-OLEDs-with-new-factory>.
86. Kenji Kawase, “‘Made in China 2025’ thrives with subsidies for tech, EV makers,” *Nikkei Asia*, July 22, 2022, <https://asia.nikkei.com/Business/Business-Spotlight/Made-in-China-2025-thrives-with-subsidies-for-tech-EV-makers>.
87. Eun-Soo, “Can Korea fend off China in display race?”
88. Shih, “Supply Chain Disruptions Should Remind Leaders to Keep Up With Allies.”
89. Ibid.
90. BOE, “Interim Annual Report 2024,” <https://convergencemedia.boe.com.cn/pdf/53jDm6awOgm6xA8luBHVOxG4yBOLdC/INTERIM%20REPORT%202024.pdf>.

91. Eun-Soo, “Can Korea fend off China in display race?”
92. U.S. Department of Commerce and U.S. Department of Homeland Security, “Assessment of the Critical Supply Chains Supporting the U.S. Information and Communications Technology Industry.”
93. Linda Lin, “Display Dynamics – May 2024: Sharp will restructure its display fabs in Japan in September 2024,” Omdia, May 30, 2024, <https://omdia.tech.informa.com/om122137/display-dynamics--may-2024-sharp-will-restructure-its-display-fabs-in-japan-in-september-2024>.
94. Charlotte Trueman, “Former Samsung engineer receives six year prison sentence for leaking tech giant’s secrets to China,” *Data Center Daily*, July 22, 2024, <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/former-samsung-engineer-receives-six-year-prison-sentence-for-leaking-tech-giants-secrets-to-china/>.
95. Emory Kale, “USITC Launches Investigation Into OLED Display Technology Theft,” *Display Daily*, December 1, 2023, <https://displaydaily.com/usitc-launches-investigation-into-oled-display-technology-theft/>.
96. NetFlex, “About Us,” <https://www.nextflex.us/about/>.
97. Eun-Soo, “Can Korea fend off China in display race?”
98. Stephen Ezell, “An Allied Approach to Semiconductor Leadership” (IITF, September 2020), <https://itif.org/publications/2020/09/17/allied-approach-semiconductor-leadership/>.
99. United States International Trade Commission, “Section 337 Investigation of Certain Organic Light-Emitting Diode Display Modules and Components Thereof,” news release, November 30, 2023, https://www.usitc.gov/press_room/news_release/2023/er1130_64620.htm.
100. The White House, “JOINT FACT SHEET: Launching the U.S.-ROK Next Generation Critical and Emerging Technologies Dialogue,” December 8, 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/12/08/joint-fact-sheet-launching-the-u-s-rok-next-generation-critical-and-emerging-technologies-dialogue/>.
101. U.S. Department of Commerce, “Joint Readout: United States-Korea Supply Chain and Commercial Dialogue Ministerial Meeting,” June 27, 2024, <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/06/joint-readout-united-states-korea-supply-chain-and-commercial-dialogue>.