

Apple 사 제품 iPad Pro 의 miniLED 백라이트: 회사가 비용과 성능¹의 균형을 유지하는 방법

System Plus Consulting 는 Apple 의 iPad Pro MiniLED 의 비밀을 밝힙니다.

개요:

- Apple 에서 개발한 iPad Pro 2021 의 디스플레이 백라이트 유닛에 있는 MiniLED 및 어셈블리
- 새로운 백라이트 시스템:
10,384 개의 mini-LED 로 구성되어 있으며 2,596 개의 로컬 디밍 영역으로 나뉩니다. MiniLED 는 발광 모양 제어를 위한 상단 및 후면의 유전체 반사기가 있는 패턴화된 사파이어 기판의 GaN²-기반 다이입니다.
COB³ 어셈블리에는 10,000 개 이상의 miniLED 가 포함됩니다.
miniLEDs 는 STMicroelectronics 의 9 개 드라이버에 의해 구동됩니다.
백라이트 유닛 비용의 주요 부분은 37%의 mini-LED 이 차지하고 있습니다..
- 공급망
Epistar, STMicroelectronics, Zhen Ding Tech (China) 그리고 TSMT 이 Apple 의 공급망입니다.

Yole Développement (Yole)에서 **System Plus Consulting** 부서의 기술 & 가격분석가로서 재직하고 있는 **Taha Aya** 는 “3 년이 넘는 과대 광고, 흥분 및 이행되지 않은 약속 끝에 miniLED 백라이트가 마침내 황금기를 맞이할 준비가 되었다.” 라고 합니다. 그리고, “MiniLED 모니터와 노트북은 2020 년 말부터 출시되었다. 대부분의 주요 TV 브랜드는 2021 년 주력 모델에 miniLED 백라이트를 채택하고 있다. 대망의 miniLED Apple iPad Pro 가 2021 년 4 월에 공식 발표되었다.”라고 설명하였습니다.

¹ Extracted from
MiniLED Backlight Unit in the 2021 Apple iPad Pro report, System Plus Consulting 2021

² GaN: Gallium Nitride

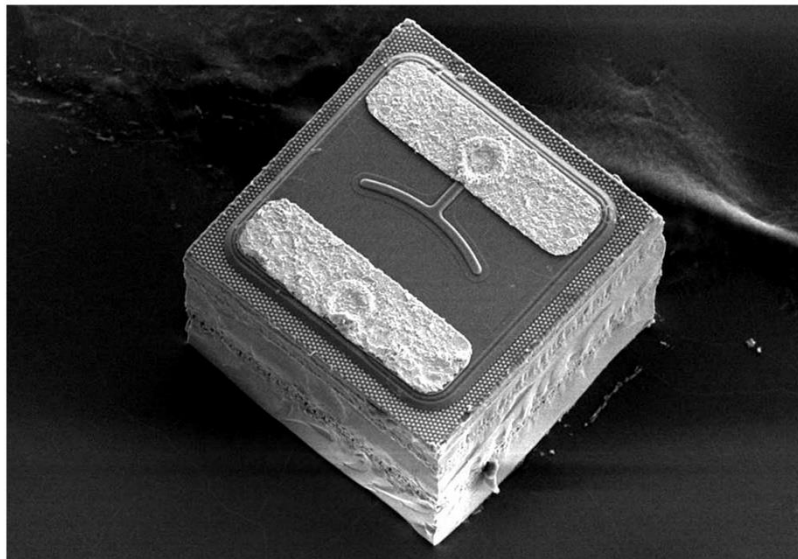
³ COB: Chip-on-Board

이러한 상황에서 리버스 엔지니어링 및 원가 계산 회사인 **System Plus Consulting** 은 오늘 12.9 인치 iPad Pro, 2021 판의 디스플레이 백라이트 유닛에 있는 miniLED 및 어셈블리(the miniLEDs and their assembly in the display's backlight unit of the 12.9-inch iPad Pro, 2021 edition)에 대한 심층 분석을 발표했습니다. 이 회사는 디스플레이의 백라이트 장치에서 miniLED 및 어셈블리에 대한 전체 역 원가 계산 연구를 제공하고 있습니다

이 보고서는 **Apple** 과 그 뒤에 있는 공급망이 선택한 기술적 선택에 관한 귀중한 통찰력을 제공합니다. 여기에는 miniLED 및 해당 드라이버에 중점을 둔 **BLU** 의 기술 데이터, 제조 비용 및 판매 가격이 포함됩니다. 이 분석은 또한 모든 **BLU** 구성 요소의 예상 제조 비용과 판매 가격 분석을 강조합니다.

LED die – Front side – SEM view

(Source : MiniLED Backlight Unit in the 2021 Apple iPad Pro report, System Plus Consulting, 2021)



적절하게 설계된 miniLED 백라이트를 통해 LCD⁴ 디스플레이는 LCD의 고휘도 특성을 유지하면서 OLED⁵에 가까운 명암비 성능에 도달할 수 있습니다. 이러한 이유로 OLED는 전력 소비 감소, 매우 얇은 폼 팩터(두께) 및 비용/가격 경쟁력을 이룰 수 있게 되었습니다..

⁴ LCD: Liquid Crystal Display

⁵ OLED: Organic LED

System Plus Consulting의 연구소에서 디렉터로 재직하고 있는 **Youssef El Gmili, PhD.**는 “이 최신 iPad Pro 를 통해 Apple 은 이 새로운 디스플레이 기술을 소비자에게 실제로 제공하고 있다.” 또한, 그는 “다양한 공급망 및 기술 선택이 아직 해결되지 않았기 때문에 이 System Plus Consulting 의 분석 보고서는 Apple 이 테이블에 제공하는 선택에 대한 훌륭한 통찰력을 제공한다.”라고 하였습니다.

새로운 백라이트 시스템은 2,596 개의 로컬 디밍 영역으로 분할된 10,384 개의 미니 LED 로 구성됩니다. 패턴화된 사파이어 기관의 GaN 기반 다이인 miniLED 는 전용 상단 및 후면 유전체 반사기를 사용하여 설계된 발광 패턴을 가지고 있습니다. Taha Ayari 는 “System Plus Consulting 에서는 대만의 Epistar 에서 만들고 있다고 생각한다.”, 라고 합니다... 이 파운드리 는 2017 년 대만에서 만들어졌습니다. 용량은 주로 100mm 웨이퍼 크기의 개별 LED 에 중점을 둡니다. System Plus Consulting 보고서는 miniLED 의 자세한 프로세스 흐름을 제시하고 주요 비용 분석을 설명하고 있습니다. 이 프론트 엔드 분석은 웨이퍼, 장비, 소모품, 노동, 클리어 룸 및 수율 손실과 같은 비용을 합제한 것입니다. 다이 비용 분석은 프론트 엔드 비용, 프로브 테스트 및 다이싱 비용 및 수율 손실의 조합입니다.

10,000 개 이상으로 구성된 miniLEDs 의 COB 조립은 대만의 TSMT 에서 수행되는 것으로 생각합니다. miniLED 는 플립 칩 구성으로 장착됩니다.

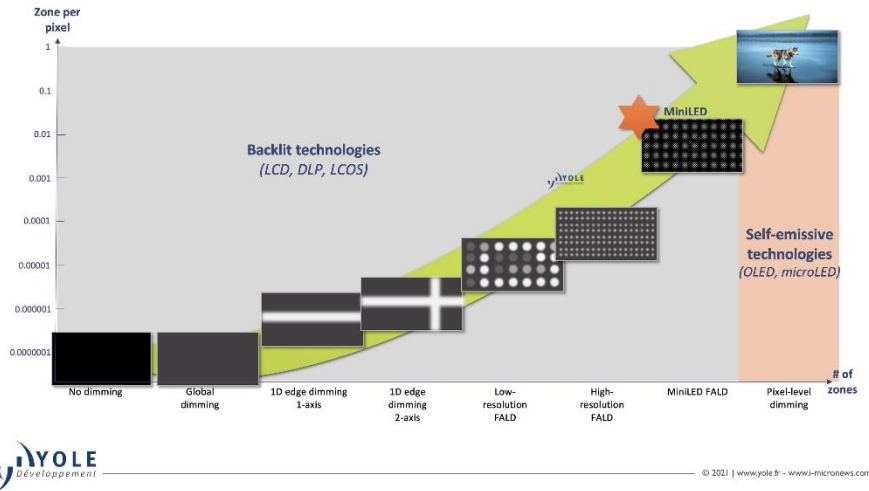
miniLEDs 는 STMicroelectronics 의 9 개 드라이버에 의해 구동되는데, 이 드라이버는 웨이퍼 수준의 칩 스케일 패키지입니다. System Plus Consulting 보고서는 드라이버의 상세한 비용 분석도 제공합니다. Youssef El Gmili 은 “백라이트 유닛 비용의 주요 부분은 37%의 mini-LED 때문입니다...” 이라고 합니다.

그리고, 백라이트 유닛도 System Plus Consulting 비용 분석의 일부입니다.

Yole 에서 분석가로서 재직하며 조사를 하고 있는 **Eric Virey** 과 **Zine Bouhamri, PhD.** 두 분석가 모두 2020 년 전용 기술 및 시장 보고서인 차세대 TV 패널 기술 및 시장 동향을 발표했습니다. 그들은 Apple 의 기술적 선택에 대해 논평하고 처음으로 miniLED 기술을 포함하여 이 백라이트 시스템에 대한 분석을 설명하고 있습니다. 여기에서 두 분석가의 기사를 확인 바랍니다: [Deep dive into Apple's iPad Pro's miniLED backlight: how the company balanced cost and performance](#)

LCD local dimming evolution

(Source: Next Generation TV Panel Technology and Market Trends report, Yole Développement, 2020)



일년 내내 System Plus Consulting 및 Yole Développement 를 포함한 Yole 그룹은 다양하고 수많은 보고서와 모니터를 발행하고 있습니다. 또한, 전문가들은 다양한 핵심 프레젠테이션을 준비하고 주요한 컨퍼런스를 주최하고 있습니다.

업계의 최신 뉴스를 확인하고 i-Micronews 에서 주요 기업과의 인터뷰 및 기타 정보를 포함하여 당사의 활동에 대한 개요를 확인하십시오. 계속 지켜봐 주세요!

Press contacts

Sandrine Leroy, Director, Public Relations, leroy@yole.fr

Marion Barrier, Officer, Public Relations, marion.barrier@yole.fr

Le Quartz, 75 Cours Emile Zola – 69100 Villeurbanne – Lyon – France – +33472830189

www.yole.fr – www.systemplus.fr - www.i-micronews.com– [LinkedIn](#) – [Twitter](#)

About our analysts

Taha Ayari, Technology & Cost Analyst at System Plus Consulting part of Yole Développement, is engaged in the development of compound semiconductor reverse engineering & costing reports. Prior to System Plus Consulting, Taha was a researcher at Georgia Tech Lorraine (Metz, France). He published numerous papers with a special focus on III-N materials. For this work, he received the EMRS Young Scientist award (Spring 2018).

Taha holds a PhD. in Electrical and Computer Engineering from the Georgia Institute of Technology (Atlanta, USA).

Dr. Youssef El Gmili has joined System Plus Consulting's team in 2019 after ten years passed on high level research and development on microelectronics. He has a deep knowledge in the study and analysis of semiconductors Materials. He holds a master's degree in Microelectronics, and a Phd in Physics/Materials Science.

About the reports

MiniLED Backlight Unit in the 2021 Apple iPad Pro report

In-depth technical and cost analysis of the first consumer miniLED backlight unit and its assembly. - Performed by System Plus Consulting.

Next Generation TV Panel Technology & Market Trends

China has won the LCD war. Now, LG, Samsung and others are readying complex and expensive technology investments to fight the battle for the next generation of TVs. - Performed by Yole Développement.

Related reports

- [APPLE iPad Pro 12.9-inch \(5th Generation\)](#)
- [APPLE Ipad pro 11" 2nd gen](#)
- [LG Display Medianav ECU Available in the Dacia Duster](#)
- [LG Electronics Cluster and Infotainment Display Module in the Mercedes-Benz A-Class](#)

About System Plus Consulting

System Plus Consulting specializes in the cost analysis of electronics, from semiconductor devices to electronic systems. Created more than 20 years ago, System Plus Consulting has developed a complete range of services, costing tools and reports to deliver in-depth production cost studies and estimate the objective selling price of a product... [More](#)

About Yole Développement

Founded in 1998, Yole Développement (Yole) has grown to become a group of companies providing marketing, technology and strategy consulting, media and corporate finance services, reverse engineering and reverse costing services and well as IP and patent analysis. With a strong focus on emerging applications using silicon and/or micro manufacturing, the Yole group of companies has expanded to include more than 80 collaborators worldwide... [More](#)

For more information and images, please visit our website [i-Micronews](#)

###