

# 蘋果 iPad Pro 的 miniLED 背光：公司如何平衡成本和性能<sup>1</sup>

**System Plus Consulting 揭示了 Apple iPad Pro 的 MiniLED 秘密.....**

大綱:

- MiniLED 及其組裝在 iPad Pro 2021 的顯示器背光單元中，由 Apple 開發。
- 新的背光系統：  
它由 10,384 個 mini-LED 組成，分為 2,596 個局部調光區。  
MiniLED 是基于 GaN 的芯片，位于图案化的蓝宝石衬底上，带有顶部和背面介电反射器，用于控制光发射形状。  
COB 组件包括 10,000 多个 miniLED  
miniLED 由 STMicroelectronics 的 9 个驱动器驱动。  
背光单元成本的主要部分是由于 mini-LED 占 37%。
- 供应链  
Epistar、STMicroelectronics、振鼎科技(中国)和 TSMT 是苹果供应链的一部分。

**Yole Développement (Yole). System Plus Consulting** 門的技术与成本分析师 Taha Ayari 表示：“经过三年多的炒作、兴奋和未兑现的承诺，miniLED 背光终于准备好迎接黄金时段。”他解释说：“MiniLED 显示器和笔记本电脑自 2020 年末开始上市。大多数领先的电视品牌都在其 2021 年的旗舰机型中采用了 miniLED 背光。备受期待的 miniLED Apple iPad Pro 于 2021 年 4 月正式发布。”

在此背景下，逆向工程和成本计算公司 System Plus Consulting 今天宣布对 2021 年版 12.9 英寸 iPad Pro 显示器背光单元中的 [the miniLEDs and their assembly in the display's backlight unit of the 12.9-inch iPad Pro, 2021 edition](#)。该公司对 miniLED 及其在显示器背光单元中的组装进行了全面的反向成本研究。

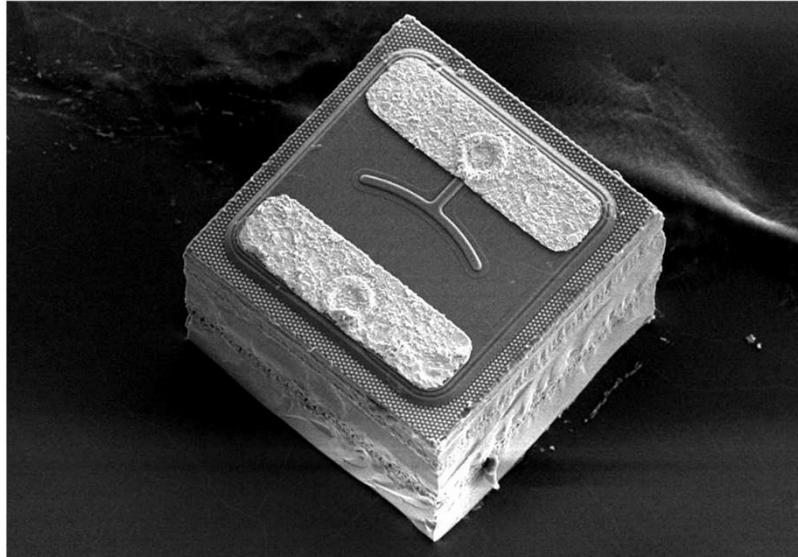
这份报告提供了有关 Apple 及其背后供应链的技术选择的宝贵见解。它包括 BLU 的技术数据、制造成本和销售价格，重点介绍 miniLED 及其驱动程序。该分析还强调了所有 BLU 组件的估计制造成本和销售价格分析。

---

<sup>1</sup> Extracted from  
[MiniLED Backlight Unit in the 2021 Apple iPad Pro report](#), System Plus Consulting 2021

## LED die – Front side – SEM view

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



© 2021 | www.systemplus.fr - www.reverse-costing.com

正确设计的 miniLED 背光可以让 LCD<sup>2</sup> 显示器达到接近 OLED<sup>3</sup> 的对比度性能，同时保持 LCD 的高亮度特性。所有这些同时提供更低的功耗、非常薄的外形（厚度）以及与 OLED 的成本/价格竞争力。

“借助这款最新的 iPad Pro，Apple 真正将这种更新的显示技术带给了消费者”，System Plus Consulting 实验室部主任 Youssef El Gmili 博士评论道。“由于许多不同的供应链和技术选择尚未确定，这份 System Plus Consulting 拆解报告提供了对 Apple 提出的选择的深刻见解。”

新的背光系统由 10,384 个 miniLED 组成，分为 2,596 个局部调光区。miniLED 是图案化蓝宝石衬底上的 GaN 基芯片，具有使用专用顶部和背面介电反射器的工程发光图案。

“在 System Plus Consulting，我们认为它们是由台湾晶电制造”，Taha Ayari 宣布.....这家代工厂于 2017 年在台湾创建。其产能主要集中于 100 毫米晶圆尺寸的分立 LED。

<sup>2</sup> LCD: Liquid Crystal Display

<sup>3</sup> OLED: Organic LED

System Plus Consulting 报告介绍了 miniLED 的详细工艺流程，并提出了关键成本分析。这种前端分析结合了以下成本：晶圆、设备、耗材、劳动力、净空间和良率损失。芯片成本分析综合了前端成本、探针测试和切割成本以及良率损失。

超过 10,000 个 miniLED 的 COB 组装据信由台湾的 TSMT 完成。miniLED 安装在倒装芯片配置中。

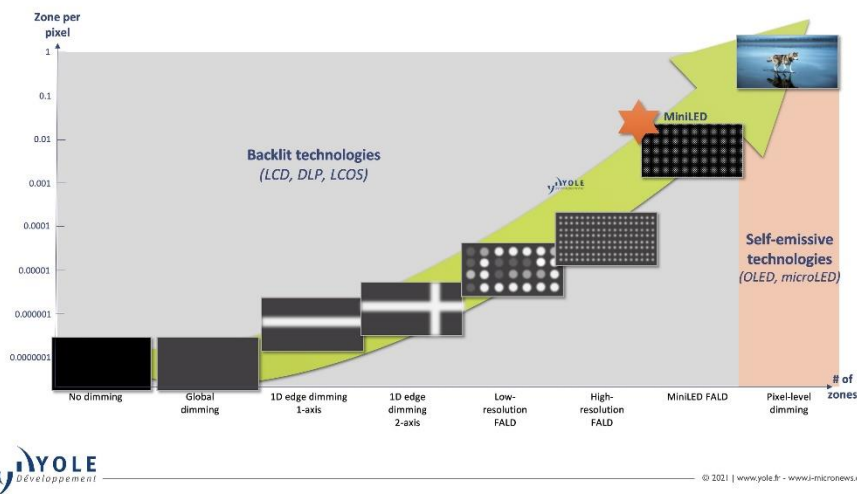
miniLED 由 STMicroelectronics 的九个驱动器驱动。这些驱动器采用晶圆级芯片级封装。System Plus Consulting 报告还提供了对驱动程序的详细成本分析。Youssef El Gmili 证实：“背光单元成本的主要部分是由于 mini-LED 占 37%.....”

背光单元也是 System Plus Consulting 成本分析的一部分。

Eric Virey 和 Zine Bouhamri 博士。Yole 的分析师在 System Plus Consulting 的团队调查期间提供了支持。两位分析师都在 2020 年发布了专门的技术和市场报告《下一代电视面板技术与市场趋势》。今天，他们评论了 Apple 的技术选择，并首次对这种背光系统进行了分析，其中包括 miniLED 技术。阅读他们的文章：深入了解 Apple iPad Pro 的 miniLED 背光：公司如何平衡成本和性能

### LCD local dimming evolution

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



整年, 包括 [System Plus Consulting](#) 和 [Yole Développement](#) 在内的 Yole 集团公司都会发布大量报告和监测器。此外, 专家实现各种重点演讲, 组织重点会议。确保了解来自行业的最新消息并了解我们的活动概况, 包括对领先公司的采访以及 [i-Micronews](#) 上的更多信息。敬请关注!

### Press contacts

**Sandrine Leroy**, Director, Public Relations, [leroy@yole.fr](mailto:leroy@yole.fr)

**Marion Barrier**, Officer, Public Relations, [marion.barrier@yole.fr](mailto:marion.barrier@yole.fr)

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

[www.yole.fr](http://www.yole.fr) – [www.systemplus.fr](http://www.systemplus.fr) - [www.i-micronews.com](http://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](#)**

###