

Die miniLED-Hintergrundbeleuchtung des iPad Pro von Apple: Wie das Unternehmen Kosten und Leistung ausbalanciert hat¹

System Plus Consulting verrät die Geheimnisse der miniLED des iPad Pro von Apple ...

ÜBERBLICK:

- MiniLED und ihre Montage in der Hintergrundbeleuchtungseinheit des von Apple entwickelten iPad-Pro-Displays von 2021
- Das neue Hintergrundbeleuchtungssystem:
Es besteht aus 10 384 miniLED, die in 2 596 lokale Dimmzonen aufgeteilt sind.
MiniLED sind GaN²-basierte Dies auf einem gemusterten Saphirsubstrat mit dielektrischen Reflektoren oben und hinten für die Formregulierung der Lichtemission.
Eine COB³-Baugruppe umfasst mehr als 10 000 miniLED.
Die miniLED werden von 9 Antrieben von STMicroelectronics angetrieben.
Den Großteil der Kosten für die Hintergrundbeleuchtungseinheit machen die miniLED mit 37 % aus ...
- Lieferkette:
Epistar, STMicroelectronics, Zhen Ding Tech (China) und TSMT gehören zur Lieferkette von Apple.

*„Nach mehr als drei Jahren Hype, Aufregung und unerfüllten Versprechungen ist die miniLED-Hintergrundbeleuchtung endlich bereit für die große Bühne“, so **Taha Ayari, Technologie- und Kostenanalyst bei System Plus Consulting, das Teil von Yole Développement (Yole)** ist. Er erklärt: „MiniLED-Monitore und -Laptops sind seit Ende 2020 verfügbar. Die meisten führenden TV-Marken verwenden in Ihren Vorzeigemodellen für 2021 die miniLED-Hintergrundbeleuchtung. Das sehnlichst erwartete iPad Pro von Apple mit miniLED wurde im April 2021 offiziell angekündigt.“*

¹ Aus:

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

² GaN: Galliumnitrid

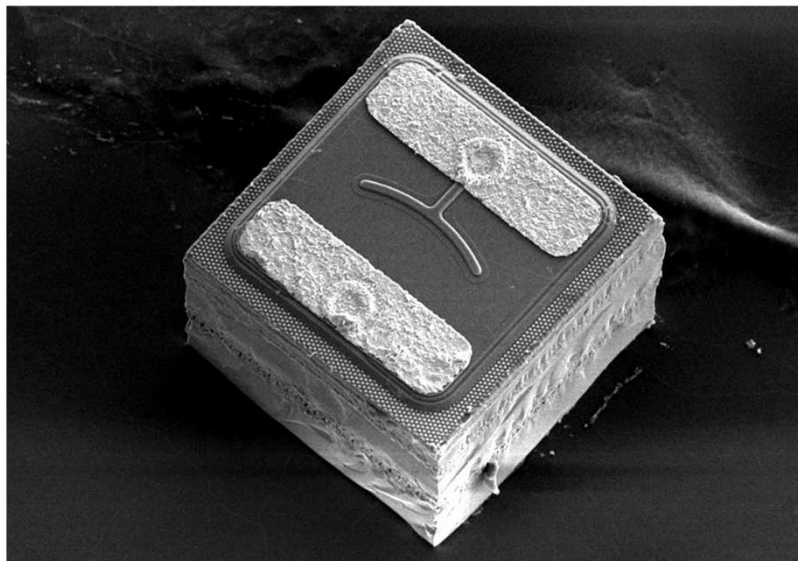
³ COB: Chip-on-Board

In diesem Zusammenhang kündigt das Unternehmen für Zurückentwicklung und Kostenberechnung System Plus Consulting heute eine fundierte Analyse zu miniLED und ihrer Montage in der Hintergrundbeleuchtungseinheit des Displays des 12,9"-iPad-Pro in der Edition von 2021 an. Das Unternehmen legt eine vollständige Zurückentwicklungs-Kostenstudie der miniLED und ihrer Montage in der Hintergrundbeleuchtungseinheit des Displays vor.

Dieser Bericht bietet wertvolle Einblicke hinsichtlich der technischen Entscheidungen von Apple und der Lieferkette dahinter. Er umfasst Technologiedaten, Fertigungskosten und den BLU-Verkaufspreis mit einem Fokus auf den miniLED und ihren Antrieben. Diese Analyse behandelt auch die geschätzten Fertigungskosten aller BLU-Komponenten und eine Verkaufspreisanalyse.

LED die – Front side – SEM view

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



Mit einer ordnungsgemäß designten miniLED-Hintergrundbeleuchtung können LCD⁴-Displays eine Kontrastleistung erreichen, die jener von OLED⁵ unter Beibehaltung der Helligkeitsmerkmale von LCD nahekommt. Gleichzeitig bieten sie einen geringeren Stromverbrauch, einen sehr dünnen Formfaktor (Dicke) und eine Kosten-Preis-Wettbewerbsfähigkeit mit OLED.

„Mit diesem neuesten iPad Pro bringt Apple diese neue Displaytechnologie wirklich zu den Konsumenten“, so **Youssef El Gmili, PhD., Leiter der Laborabteilung bei**

⁴ LCD: Liquid Crystal Display, Flüssigkristallbildschirm

⁵ OLED: Organic LED, organische Leuchtdiode

System Plus Consulting. *„Da sich viele unterschiedliche Lieferketten- und Technologieentscheidungen noch nicht gefestigt haben, bietet dieser Teardownbericht von System Plus Consulting einen großartigen Einblick in jene Entscheidungen, die Apple auf den Tisch bringt.“*

Das neue Hintergrundbeleuchtungssystem besteht aus 10 384 miniLED, die in 2 596 lokale Dimmzonen aufgeteilt sind. Die miniLED, die aus GaN-basierten Dies auf einem gemusterten Saphirsubstrat bestehen, verfügen über ein ausgereiftes Lichtemissionsmuster über spezielle dielektrische Reflektoren oben und hinten.

„Wir bei System Plus Consulting denken, dass sie von Epistar in Taiwan gefertigt werden“, kündigt Taha Ayari an ... Diese Foundry wurde 2017 in Taiwan gegründet. Ihre Kapazität konzentriert sich hauptsächlich auf diskrete LED auf einer 100-mm-Wafergröße. Der Bericht von System Plus Consulting präsentiert den detaillierten Prozessablauf für miniLED und bietet eine wichtige Kostenanalyse. Diese Front-end-Analyse vereint die folgenden Kosten: Wafer, Ausstattung, Verschleißteile, Arbeit, Reinraum und Ausbeuteverluste. Die Kostenanalyse der Dies ist eine Kombination aus Front-end-Kosten, Sondentest und Vereinzelungskosten sowie Ausbeuteverlusten.

Die COB-Montage der mehr als 10 000 miniLEDs erfolgt vermutlich bei TSMT in Taiwan. Die miniLED werden in einer Flip-Chip-Konfiguration montiert.

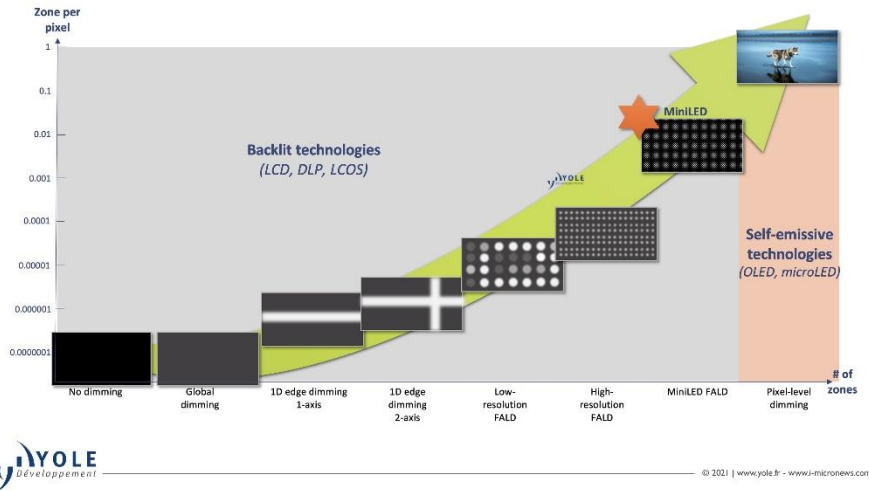
Die miniLED werden von 9 Antrieben von STMicroelectronics angetrieben. Diese Antriebe verfügen auf Waferenebene über ein Chip Scale Package. Der Bericht von System Plus Consulting bietet auch eine wichtige Kostenanalyse der Antriebe. Youssef El Gmili bestätigt: *„Den Großteil der Kosten für die Hintergrundbeleuchtungseinheit machen die miniLED mit 37 % aus.“*

Auch die Hintergrundbeleuchtungseinheit ist Teil der Kostenanalyse von System Plus Consulting.

Eric Virey und Zine Bouhamri, PhD. und Analysten bei Yole, haben das Team von System Plus Consulting bei der Untersuchung unterstützt. Beide Analysten haben im Jahr 2020 einen speziellen Technologie- und Marktbericht, [Next Generation TV Panel Technology & Market Trends](#), veröffentlicht. Heute kommentieren sie die technischen Entscheidungen von Apple und analysieren dieses erste Hintergrundbeleuchtungssystem mit miniLED-Technologie. Entdecken Sie ihren Artikel: [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)



Das ganze Jahr über veröffentlicht die Yole-Unternehmensgruppe mit System Plus Consulting und Yole Développement zahlreiche Berichte und Überblicke. Außerdem halten unsere Experten unterschiedliche wichtige Präsentationen und organisieren zahlreiche Konferenzen. Holen Sie sich die neuesten Informationen der Branche und machen Sie sich ein Bild von unseren Aktivitäten, lesen Sie Interviews mit führenden Unternehmen und vieles mehr auf i-Micronews. Bleiben Sie dran!

Pressekontakte

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

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

Le Quartz, 75 Cours Emile Zola – 69100 Villeurbanne – Lyon – Frankreich – +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](#)

###