# QNED技術完成度分析

Chief Analyst
Dr. Choong Hoon YI

# 目次


概要 8
2. QNED特許分析の結果 10
2.1 構造別分類
2.2 目的別分類
3. QNEDは何？ 13
3.1 Nano-rod LEDの基本構造
3.2 QNED構造
3.3 QNED発光原理
3.4 Nano-rod LED整列原理
3.5 マザーガラス構成
4. Nano-rod LED製造工程 27
5. Nano-rod LEDインク 30
5.1 Nano-rod LED溶媒
5.2 分散剤
5.3 光分解性官能基
6. QNED製造工程 35
6.1 TFT製造工程
6.2 Pixel構造と製造工程
6.3 QD-CF構造と製造工程
6.4 Panel構造とAssembly工程
7. Bankと隔壁構造 46
7.1 Bank構造と役割
7.2 Color Bank
7.3 隔壁の構造と機能
8. 絶縁層と絶縁パターンの構造 53
8.1 絶縁層の種類と役割
8.2 整列機能絶縁層の形
8.3 絶縁性支持体
8.4 絶縁パターンの厚さ
8.5 絶縁パターンの製造方法
9. 電極の種類と構造 62
9.1 電極の種類
9.2 画素電極
9.3 整列電極
9.4 Contact電極
9.5 Floating電極
9.6 反射電極
10. 回路構造 82
10.1 QNED用回路
10.2 2T1C構造
10.3 7T1C構造
10.4 3T1C構造
10.5 配線回路
11. 駆動技術 90
11.1 低階調駆動法
11.2 Gamma Correction
11.3 消費電力の改善と輝度Uniformity
11.4 発光効率の改善
12. Nano-rod LED整列技術 112
12.1 Nano-rod LED整列要素
12.2 Nano-rod LEDインクと整列過程
12.3 Nano-rod LED整列波形
12.4 Nano-rod LED整列回路
12.5 Nano-rod LED整列回路工程
12.6 Nano-rod LED整列回路と素子構造
13. Nano-rod LED整列向上技術 128
13.1 円形の非対称電極整列構造
13.2 シールド電極
13.3 Floating電極
13.4 突出電極
13.5 効率的な電極配置構造
13.6 異なる電極幅
13.7 整列配線連結
13.8 整列機能絶縁層
13.9 外部磁界による整列
13.10 表面エネルギーを利用した整列



© 2021. UBI Research. All rights reserved.

# 目次


14. Nano-rod LED整列用駆動技術 147
14.1 整列用駆動技術
14.2 整列状態確認用センシングトランジスタ
14.3 センシング配線
15. Nano-rod LEDの特性向上 164
15.1 出光効率改善
15.2 Nano-rod LED 配向基
15.3 Nano-rod LED 結合基
15.4 突出パターンNano-rod LED
15.5 円錐Nano-rod LED
15.6 非対称Nano-rod LED
15.7 波長変換材料のコーティング
15.8 Nano-rod LEDの損傷防止
15.9 ショート防止
16. 光特性向上技術 181
16.1 出光効率
16.2 入光効率
16.3 輝度均一性
16.4 視認性
16.5 視野角
16.6 色再現性
16.7 高解像度
17. Defect解決技術 211
17.1 ショート欠陥防止
17.2 リペアトランジスタ
17.3 レーザーリペア
17.4 リペア用導電パターン
17.5 リペア用接続パターン
17.6 整列度検査とリワーク
18. インクジェット装置 226
18.1 インクジェット装置の構成
18.2 インクジェットプリンタユニット
18.3 センシングユニット
18.4 電界印加モジュール
18.5 電界生成ユニット
18.6 RGB QNED用装置
18.7 配向用インクジェット装置
19. 7T2C TFT構造とプロセス 249
19.1 7T2C TFTとpixel回路構造
19.2 7T2C TFTとpixel平面構造
19.3 7T2C TFTとpixel断面構造
19.4 7T2C TFTとpixelの製造工程
20. その他の技術 257
20.1 RGB QNED
20.2 スリムなQNED
20.3 ブリッジパターン
20.4 コンタクト不良最小限
20.5 Nano-rod垂直配列方法
20.6 Quantum Rod配列
20.7 Rubbing技術
20.8 Touch Sensor内蔵QNED
21. まとめ 268
21.1 QNED成功要因
21.2 技術完成度
21.3 不良の原因と解決策



© 2021. UBI Research. All rights reserved.

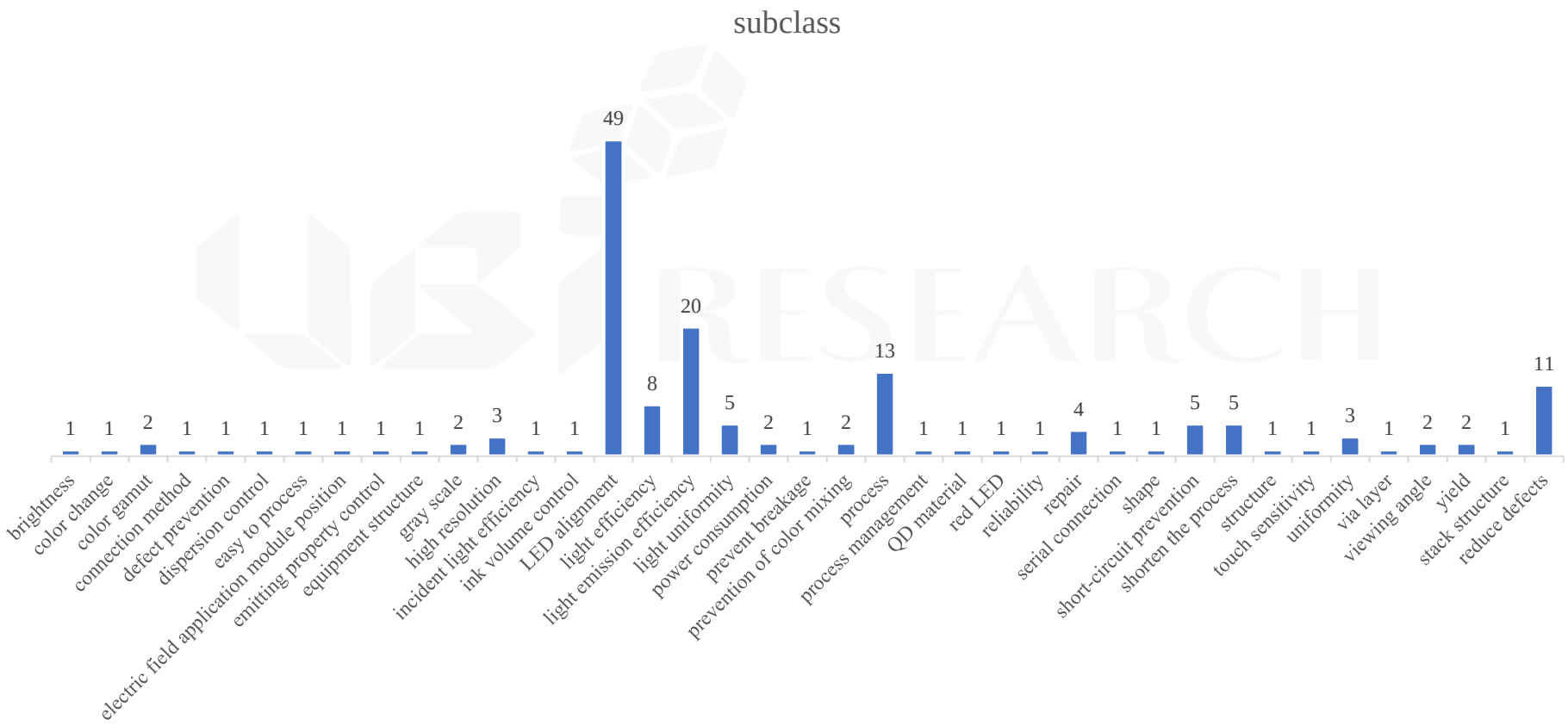
# 1. 概要

- 昨年発刊したQNED（quantum dot nano-rod LED）技術の分析レポートは、2020年10月15日までに公開された特許94件を分析した内容を分析し、技術別に整理した。 QNEDは電流駆動のディスプレイであるため、大型OLEDパネルに使用される3T1CのTFT構造を持つことが期待したが、この時までに発見された特許には、2T1Cと7T1Cでのみ言及されていた。
- しかし、今回の特許分析の過程で3T1Cに関する特許と駆動方式が詳しく説明された特許が発見された。また、QDCF層を構成している各種の要素が記述されている特許が公開された。
- 今回の報告書では、過去2回のレポートの作業に使用された特許94件と今回追加された66件を含む計160件の特許を分析した内容である。
- 160件の特許の分析を通しQNEDの構造がより明確に明らかになった。 QNED製造の核心技術であるnano-rod LED整列技術を含む製造技術と駆動方式の完成度が非常に高いと思われる。
- 本報告書は、160件の特許を定量分析して導出されたキーワードをもとに、目次を構成した。


© 2021. UBI Research. All rights reserved.

## 2.2 目的別分類

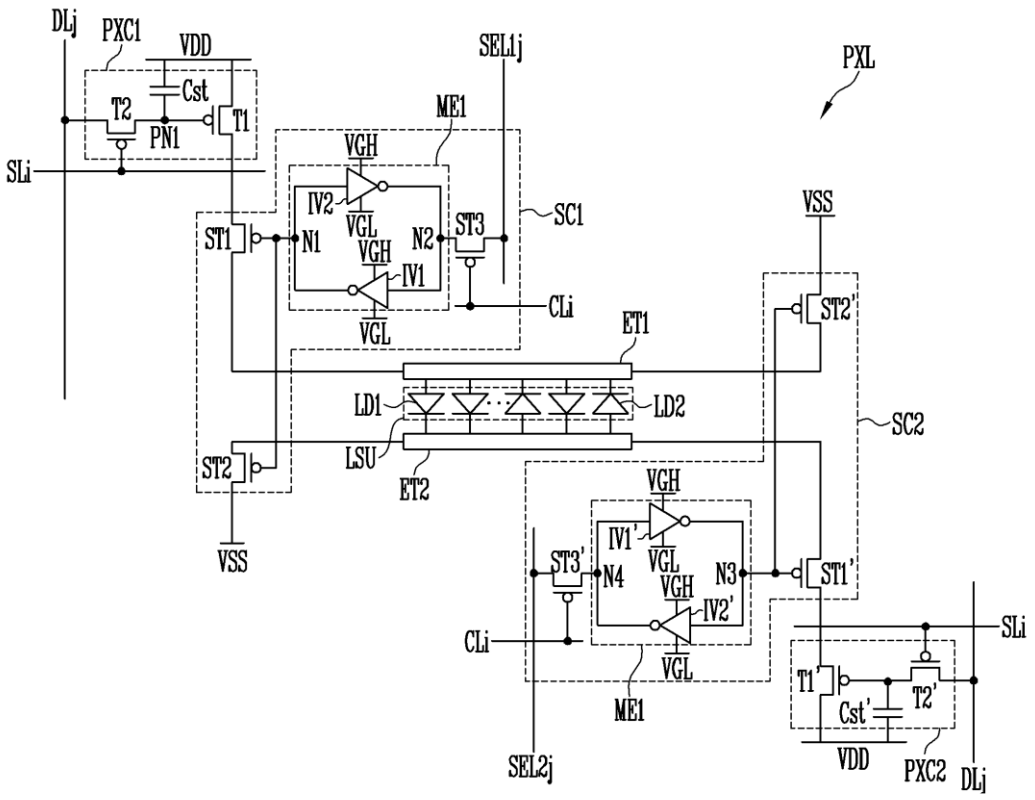
✓ 各特許の内容を出願の目的に応じて分類した結果、合計39種類が出ており、nano-rod LED整列に関連した内容が49件で最も多かった。次は光効率を向上させるための内容が20件だった。




@2021 UBI Research


© 2021. UBI Research. All rights reserved.

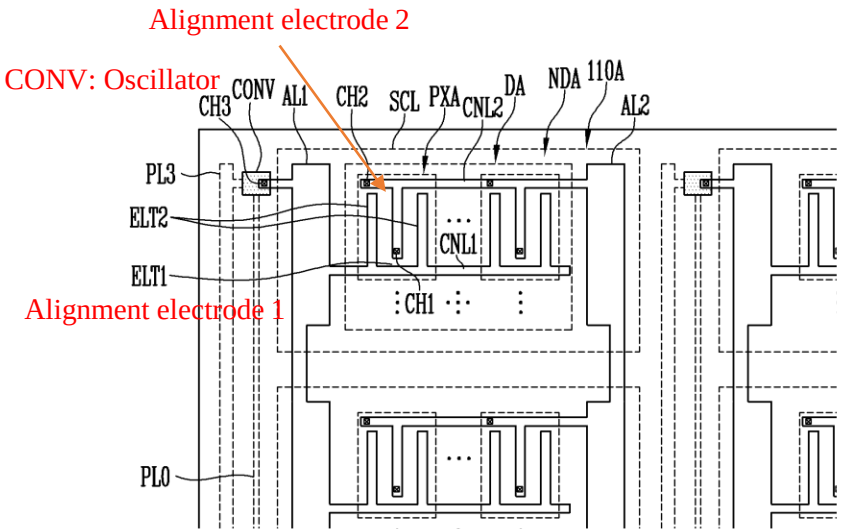
## 11.3 消費電力の改善と輝度Uniformity



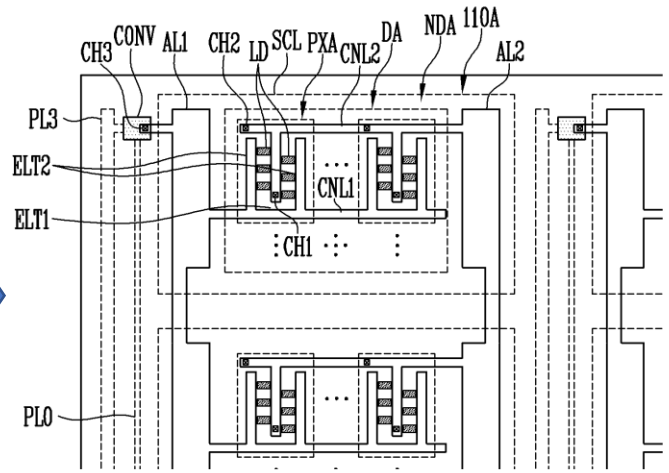

- 左側図面で第1画素回路（PXC1）と第2画素回路（PXC2）は一つの光源ユニット（LSU）に接続されるように形成され、実質的に同じ構造を持つことができる。また、光源ユニット（LSU）には第1画素回路（PXC1）及び第2画素回路（PXC2）のいずれかが電気的に接続することができる。
- 第1および第2の電源（VDD、VSS）は発光素子（LD）が発光するように、異なる電位を持つことができる。
- 第1および第2の画素回路（PXC1、PXC2）は画素（PXL）のスキャンライン（SLi）とデータライン（DLj）に接続されることができる。
- 第1画素回路（PXC1）は、第1および第2のトランジスタ（T1、T2）とストレージキャパシタ（Cst）を含むことができる。
- 第1のトランジスタ（「駆動トランジスタ」とも呼ばれる、T1）は第1電源（VDD）と光源ユニット（LSU）の間に接続することができる。第1トランジスタ（T1）のゲート電極は第1画素ノード（PN1）に接続することができる。第1トランジスタ（T1）は第1画素ノード（PN1）の電圧に対応して光源ユニット（LSU）に供給される駆動電流を制御する。
- 第1トランジスタ（T1）の一電極（例えば、ソース電極）は第1の選択回路（SC1）に接続することができる。
- 第2のトランジスタ（「スイッチングトランジスタ」とも呼ばれる、T2）はデータライン（DLj）と第1画素ノード（PN1）の間に接続することができる。第2トランジスタ（T2）のゲート電極は走査線（SLi）に接続することができる。第2トランジスタ（T2）はスキャン信号が供給されると、ターン - オンされて、データライン（DLj）と第1画素ノード（PN1）を電気的に接続する。


© 2021. UBI Research. All rights reserved.

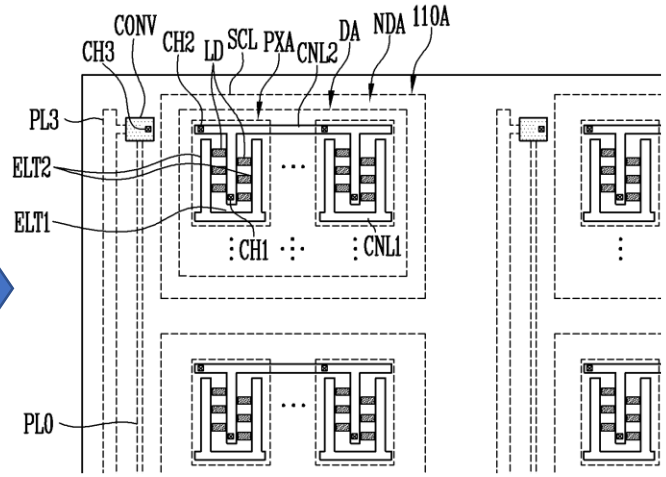
## 12.5 Nano-rod LED整列回路工程




整列電極2に接続された発振器（oscillator、CONV）を含む基板を準備




画素領域にnano-rod LEDを供給し、発振器に直流電圧を印加して素子を配置。発振器は直流電圧を交流に変換して素子に電界が発生



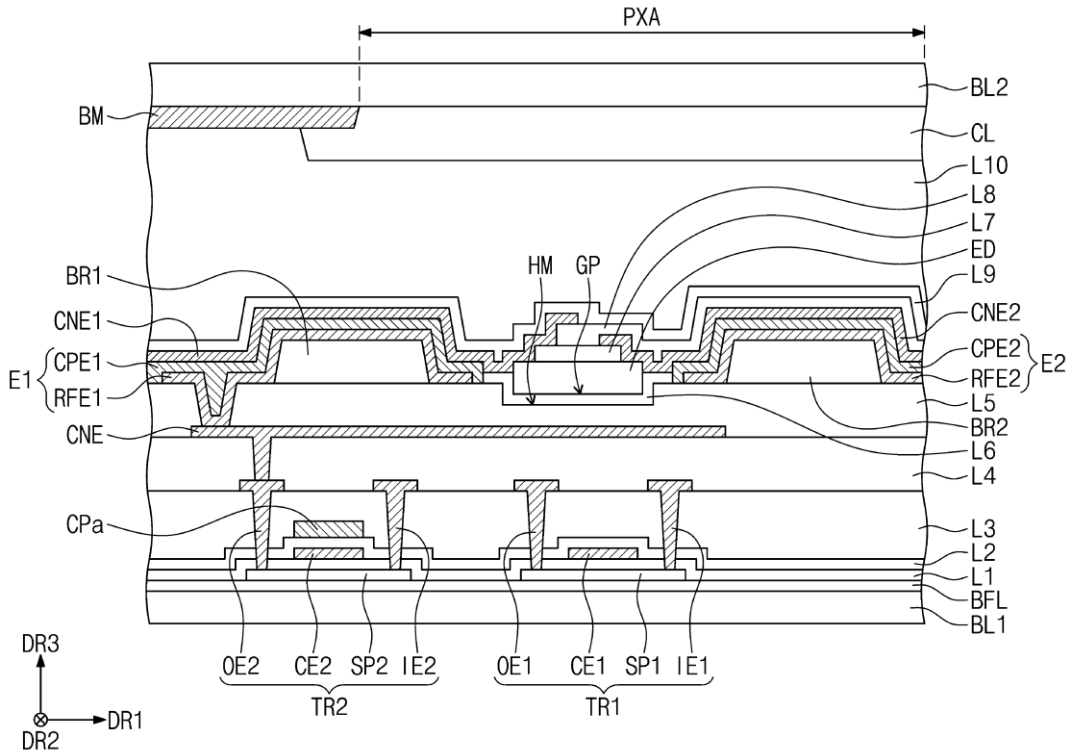

整列電極1を分離して、nano-rod LEDにcontact電極を成膜し、画素電極と接続。次にoscillator線を断線

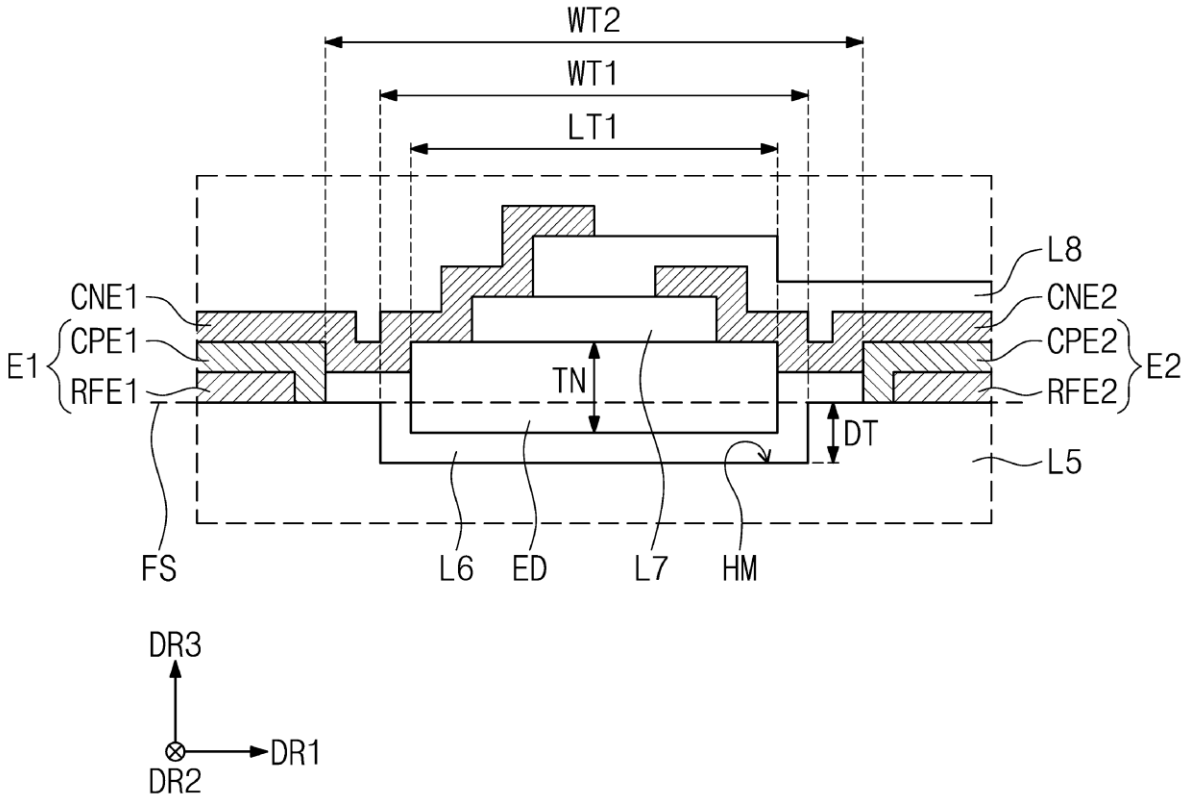

© 2021. UBI Research. All rights reserved.

## 13.8 整列機能絶縁層

### 電極間の溝

- 整列電極間にnano-rod LEDの長さよりも長い溝（HM）を作り、溝上部に絶縁層を挿入する。
- Nano-rod LEDをこの溝に入って行くように、整列を容易にする。



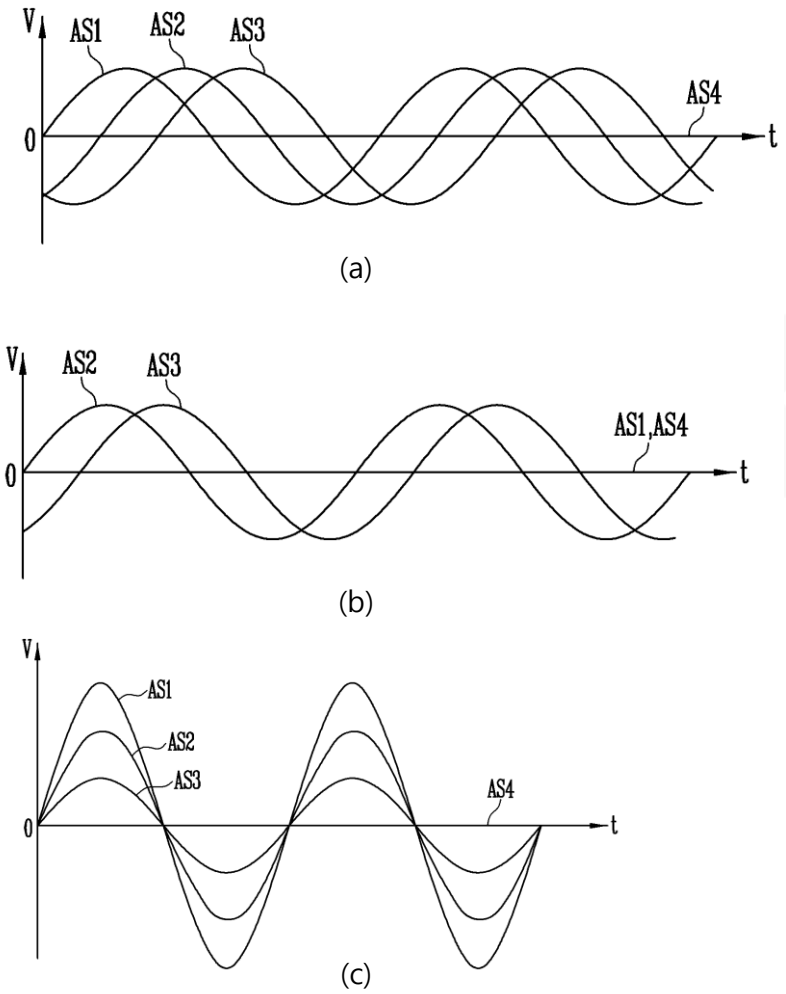





© 2021. UBI Research. All rights reserved.

## 14.1 整列用駆動技術

＜整列信号の実施例＞



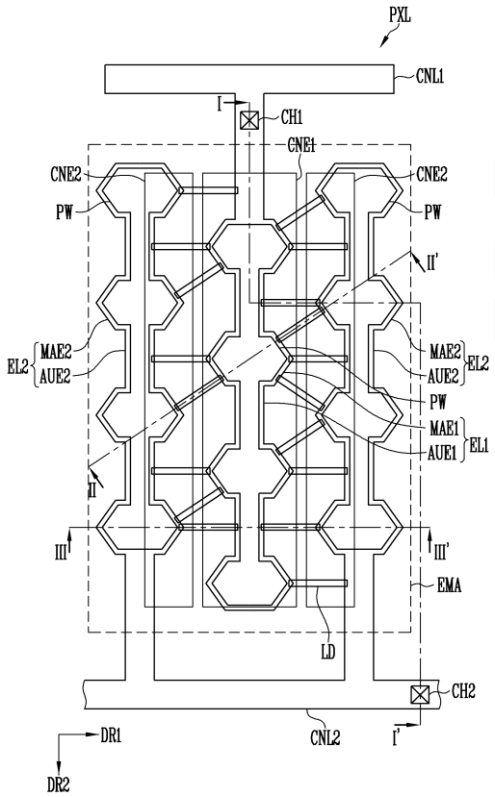

- 図（a）を参照すると、光源ユニット（LSU）の第2電極（ET2）、第4電極（ET4）、第3電極（ET3）及び第1電極（ET1）それぞれに異なる第1～第4整列信号（AS1～AS4）を供給することができる。これにより、それぞれのシリアル団を構成する電極の間に電界が形成されて、前記電極の間に発光素子（LD）が配置されることができる。
- 第1～第3整列信号（AS1～AS3）は、互いに同じ振幅を持ち、位相差持つ信号である。一例として、第2および第3の整列信号（AS2、AS3）は、フェイズシフター（phase shifter）を用いて、第1の整列信号（AS1）を位相変調して（順次位相遅延して）生成された信号である。そして、第4の整列信号（AS4）は所定電位、一例として、接地電位（GND）を持つ直流信号であることができる。この場合には、第1～第4の整列信号（AS1～AS4）により、第1～第4電極（ET1～ET4）の間に電圧差が発生し、第1～第4電極（ET1～ ET4）の間に電界が形成されることができる。
- 図（b）を参照すると、第2および第3の整列信号（AS2、AS3）は互いに同じ振幅を持ち、位相差を持つ信号である。そして、第1及び第4整列信号（AS1、AS4）それぞれは所定の電位を持つ直流信号であることができる。
- 図（c）を参照すると、第1～第3整列信号（AS1～AS3）は異なる振幅を有する信号である。
- 一例として、第2の整列信号（AS2）と第1整列信号（AS1）はレベルシフター（level shifter）を用いて、第3の整列信号（AS3）を振幅変調して（順次振幅を拡大して）生成された信号である。
- そして、第4の整列信号（AS4）は所定電位、一例として、接地電位（GND）を持つ直流信号であることができる。

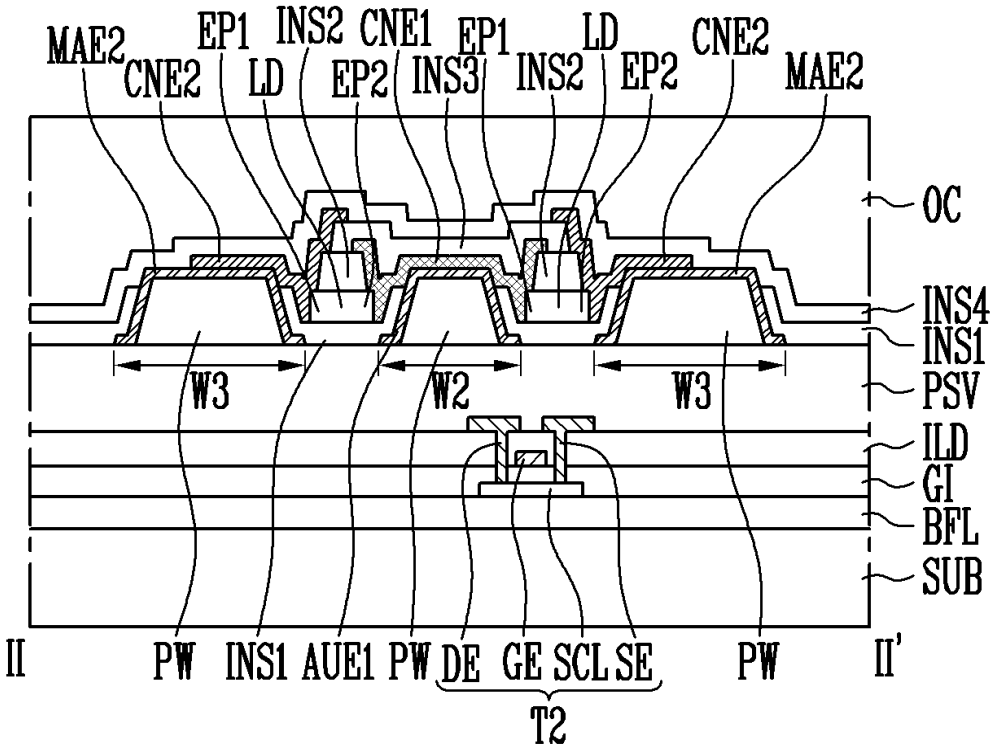

© 2021. UBI Research. All rights reserved.

## 16.3 輝度均一性

### 出光分布

- 整列電極の形状変更により、発光領域内で発光素子を様々な方向に整列し、全領域に渡って均一な出光分布を有する表示装置を提供する。



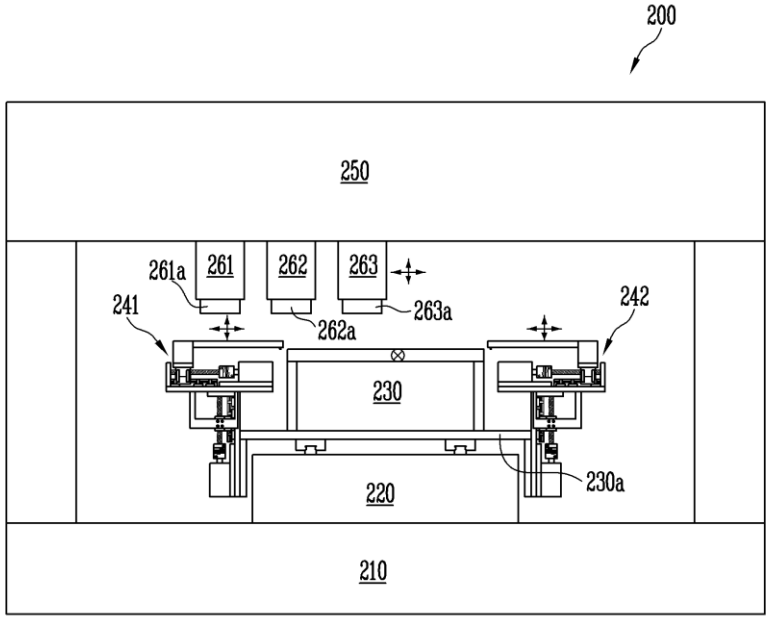





© 2021. UBI Research. All rights reserved.

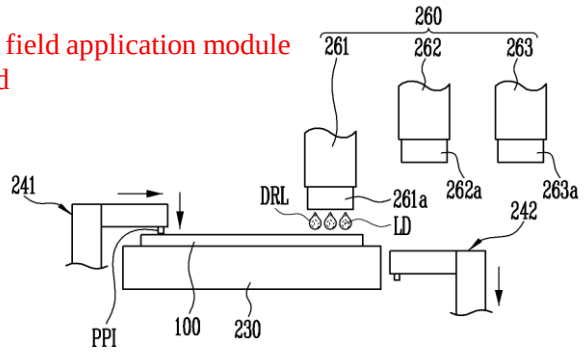
## 18.6 RGB QNED用装置

- 印刷ヘッドごとに色が異なるLEDが分散された溶液を投下するための印刷ヘッド（右図）
- 動作中の印刷ヘッド（260）の位置に基づいて、第1および/または第2の電界印加モジュール（241、242）を選択的に駆動することにより、印刷ヘッドと電界印加モジュール間の干渉および/または衝突を防止する。（下の図3）




210: main plate
220: auxiliary plate
230: stage
240 (241, 242): electric field application module
260 (261, 262, 263): R, G, B printing head

100: mother glass
230: stage
241, 242: electric field application module
260: printing head
PHD: probe head

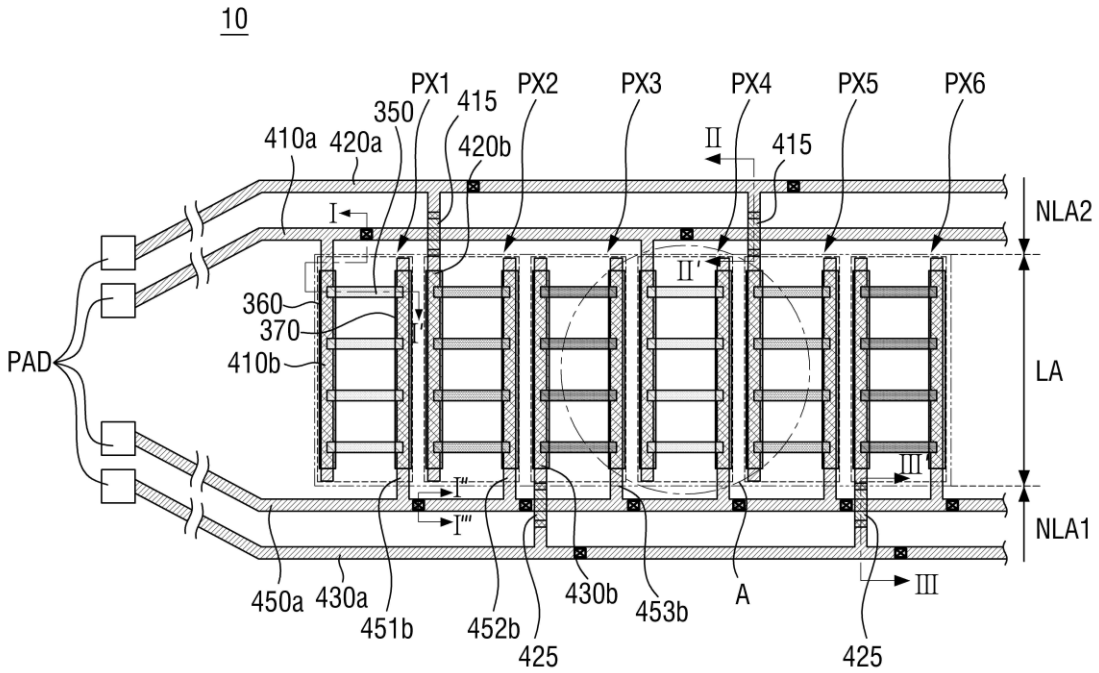




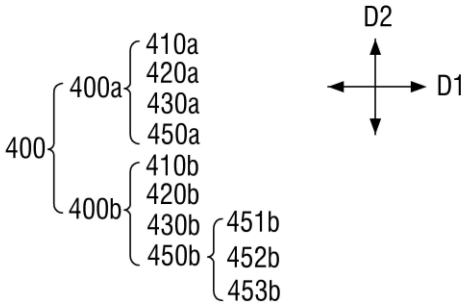
© 2021. UBI Research. All rights reserved.

## 20.1 RGB QNED

- 赤と緑、青を出すnano-rod LEDを各画素に配置させて作ったQNED




410: red pixel wiring
420: green pixel wiring
430: blue pixel wiring
450: common wiring





© 2021. UBI Research. All rights reserved.