

おさらい。現在購入可能な、装置会社

TCL社の「2018 OLEDコリア」セミナー（2018年3月）資料を転載

①JOLED (Panasonic) ②TEL (東京エレクトロン) ③Kateeva

TCL社はKateeva社設備を使用している。⇒塗布ムラが重要と認識している？。

03: TCL OLED Technology Development

Technical Challenges

1. Printing OLED TV Panel Performance

2. G8.5/G11 Mura Free MP Printing Technology

塗布ムラ・フリーを訴求

インク会社

| DuPont • 2017 March Data | | | | Sumitomo Chemical • SID 2017, Target Data | | | |
|-----------------------------|-------------|------------|------------|--|-------------|------------|------------|
| Color | CIE (x,y) | EQE (cd/A) | LT95 (khr) | Color | CIE (x,y) | EQE (cd/A) | LT95 (khr) |
| Red | (0.65,0.35) | 20.2 | 1.8 | Red | (0.66,0.34) | 26 | 6.0 |
| Green | (0.28,0.68) | 71.2 | 0.7 | Green | (0.32,0.63) | 90 | 16.0 |
| Blue | (0.14,0.09) | 4.4 | 1.2 | Blue | (0.14,0.12) | 10 | 0.75 |

○ Printing Device Performance
C/L/T: R@3800cd/m², G@4200cd/m²

○ RGB Common & Simple Layer Structure
○ All Printing done in Air: HL/HTL/EML

Latest Breakthrough of Printing OLED Technology

Readiness of G11 Printing OLED MP Technology By 2019

装置会社

Panasonic
55"/65" 4K2K at CES/IFA 2013/14
MURA Free Panel

TEL
G8.5(2200x2500mm²)
Pilot Line in Korea

JOLED
○ 21.6" 4K,
○ Pilot Prod. Dec.2017

TCL/CSOT
○ 31" 4K,
○ Feb. 2018 Demo

DPNヘッド・循環ヘッド構成は高価である。だけど、画素欠陥・塗布ムラ欠陥が解決できず、ずっと不良パネルを作り続ける設備を選択するか。諸外国のインクジェット装置導入企業と既納入設備会社との駆け引き、あるいはパネル会社として自前技術を模索するか？

パナソニックIFA 2013 有機EL

【麻倉怜士IFA報告】パナソニックが明かした「有機ELは印刷方式で、こう作る」 抜粋

- ・2013年のこの時期に、パナソニックは、ヘッドのノズル間バラツキによる塗布ムラ課題を解決済み。
- ・パネル化した時の、ムラ課題の要因を述べている

- 1、「インクが下地にいかに定着するか。それは濡れ具合に掛かってきます。まず下地処理が大切。TFTには凹凸があるので、それを有機材料で覆ってフラットにして硬化します。ここに凹凸があると、有機ELとのなじみが悪くなるのです。電子とホールがうまく結合するためには、この部分の精度が高くなければなりません」
⇒ 下層の凹凸によるインク層厚ムラ
- 2、「いいえ、1回の工程で、RGBの全部を塗ってしまいます。 ⇒ 1Pass塗布
インクの粘度も重要です。ショット・サイズは大きくてはだめ。TFT部の硬化はほんわかな人肌温度がポイントです。「画素サイズが小さくなることもそうですが、より大変なのは、55(56)型に急に大きくなったこと。難しいのは、塗りムラが明白に分かる。正面はよいが、視野角をつけると、途端にもものすごく目立つようになる。」
- 3、「ムラというのは隣り合う画素で違いがあることで、隣り合う画素を均質にすること。それは、デバイス構造そのものを変えることになり、TFTの撥水の制御、ショット・サイズの変更、プリンタの制御ソフトウェアの新装など。」
- 4、その結果、ユニフォーミティ(均一性)が一定の高いレベルを超えた56型の試作機。
TFTの下地を変えるなどして、ムラを1/10まで激減した。

塗布ムラ・フリー技術を訴求するKateeva社、東京エレクトロン社。

⇒ 画素欠陥に繋がる不吐出ノズル根絶、工法課題等いつ頃になるのでしょうか？

Kateeva 의 Ink-Jet Printing 장비



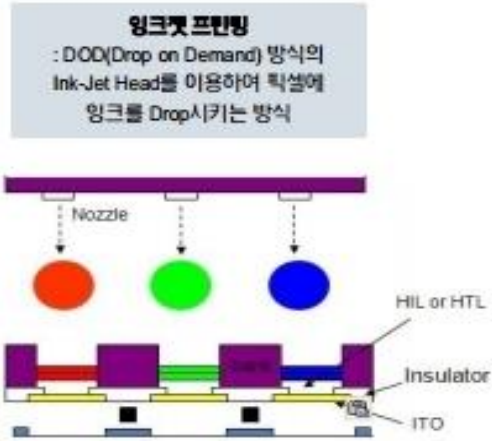
자료: Kateeva, NH투자증권 리서치센터

Kateeva 의 Ink-Jet Printing 장비



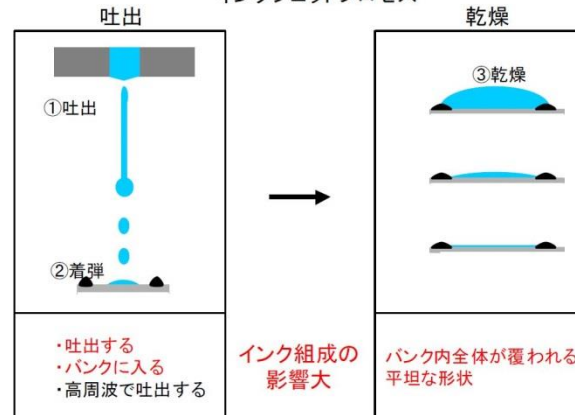
자료: Kateeva, NH투자증권 리서치센터

Soluble Printing 기술 비교



자료: Olednet.com, NH투자증권 리서치센터

잉크젯프로세스



TEL 과 Seiko Epson 의 합작 Ink-Jet Printing 장비

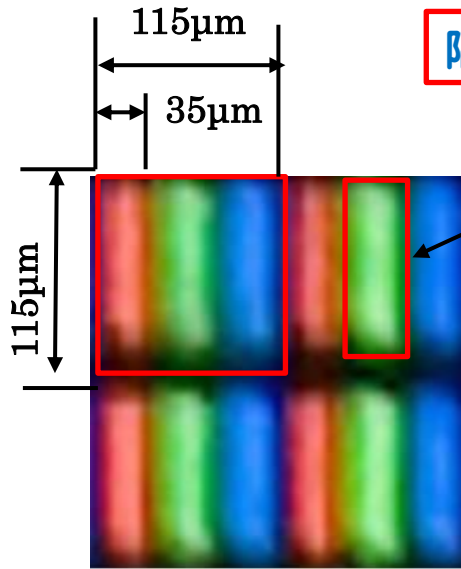


「Elius™1000」

자료: Tokyo Electron, NH투자증권 리서치센터

DPNヘッドの場合の塗布の考え方

40in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 55ppi ⇒ 462 μm
 20in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 110ppi ⇒ 230 μm
 10in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 220ppi ⇒ 115 μm
 20in・4k画素のドットピッチ ≒ 220ppi ⇒ 115 μm
 7in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 330ppi ⇒ 77 μm

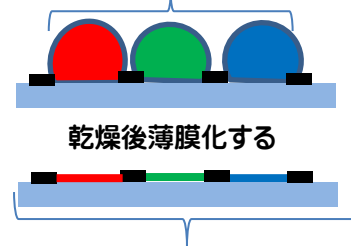


隔壁の中に高精度に塗布

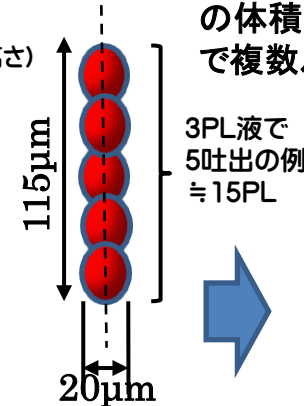
1色の塗布体積
 $100 \mu\text{m} \times 25 \mu\text{m} \times 13 \mu\text{m}$ (液滴高さ)
 $= 3.25 \times 10^{-15} \text{立方m} \approx 33\text{PL}$
 \therefore 3PL液滴では 10~12吐出
 3PLのおおよその外径 $13 \mu\text{m}$



隔壁が薄いので、てんこ盛り状態になる。



乾燥後膜厚50nmの計測
 乾燥後体積は3%以内か？



隔壁寸法などを考えると
 位置裕度は $\pm 5 \mu\text{m}$ 以下
 ※複数ノズル化困難

仮に33PL $\pm 3\%$ の体積
 精度を要求した場合 $\pm 1\text{PL}$
 の体積精度が必要
 で複数ノズル平均化では困難。

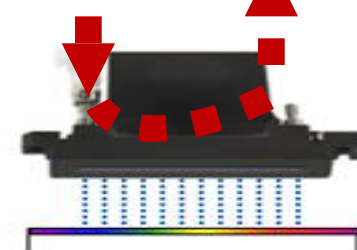
数PL液滴を10吐
 出程度、安定に塗
 布する困難さを考
 慮するとDPN化が
 現実解では？

着弾位置精度は、
 $\pm 5 \mu\text{m}$ 以下か？
 ノズル加工精度
 & 飛翔曲がりは
 OKか？

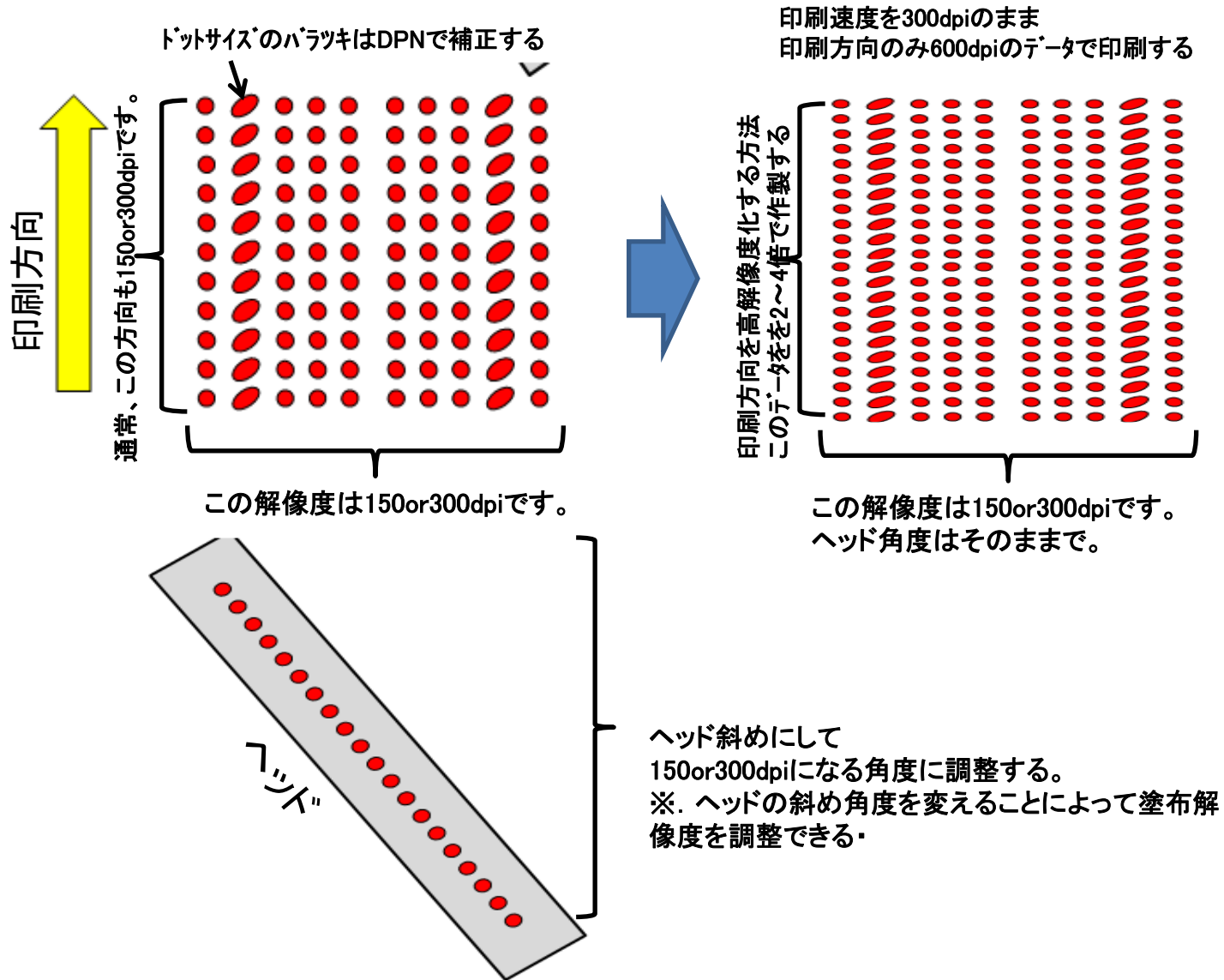
各ノズル間の液滴体積
 は1%以内か？



ヘッド吐出を常時掃除する
 ■ インク循環システム



印刷方向の解像度を、300dpiより大きくする方法—1



DPNヘッドでの塗布方向の最適化

- 47in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 47ppi ⇒ 540 μm
- 44in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 50ppi ⇒ 508 μm **SX3**
- 40in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 55ppi ⇒ 462 μm
- 25in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 88ppi ⇒ 285 μm **KM256**
- 20in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 110ppi ⇒ 230 μm
- 10in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 220ppi ⇒ 115 μm
- 7in・FullHD画素のドットピッチ ≒ 330ppi ⇒ 77 μm
- 5in・FULLHD画素のドットピッチ ≒ 440ppi ⇒ 58 μm

図4 横方向塗布で47インチを考える

- SX3: 50dpi (508μm) → 100dpi解像度で斜め60°
- KM256: 90dpi (282μm) → 150dpi解像度で斜め53°
180dpiで60°

・「大面積・高解像度構成」
大型印刷機（G6～G8マザーガラス等）用途でOLEDパネルの様な高密度・高解像度印刷が要求される用途では多数個ヘッドを斜め配置する方法が多用されるが、現状ヘッドの限界がある。画素に対し塗布方向を2種類選択できるが、どちらの場合でも55インチ4Kより大きいパネル製作に対し有効である様である。JOLED社が実現している21インチ4Kパネルと言うのは、ヘッド解像度が600dpi程度必要と思われる。

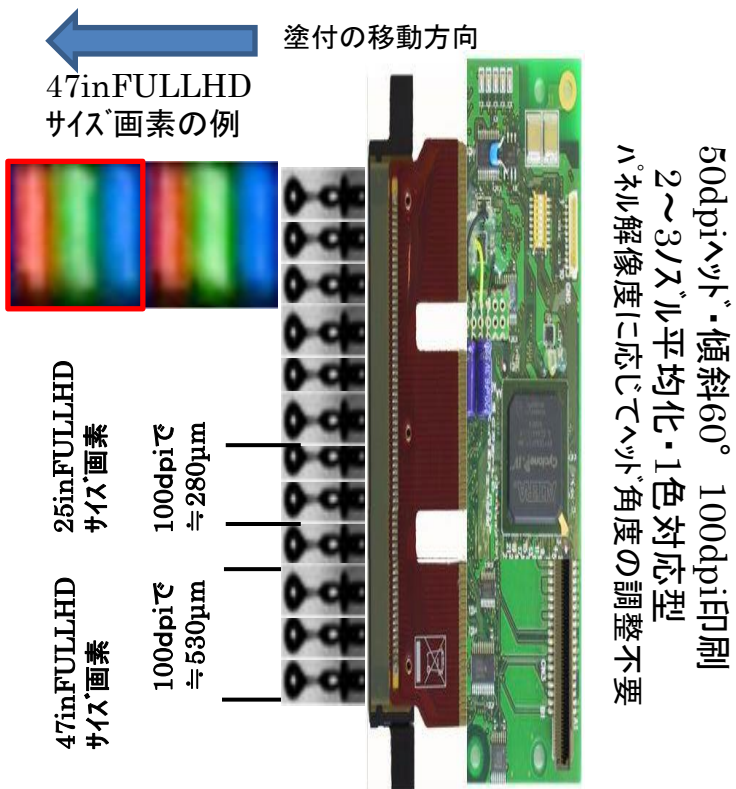
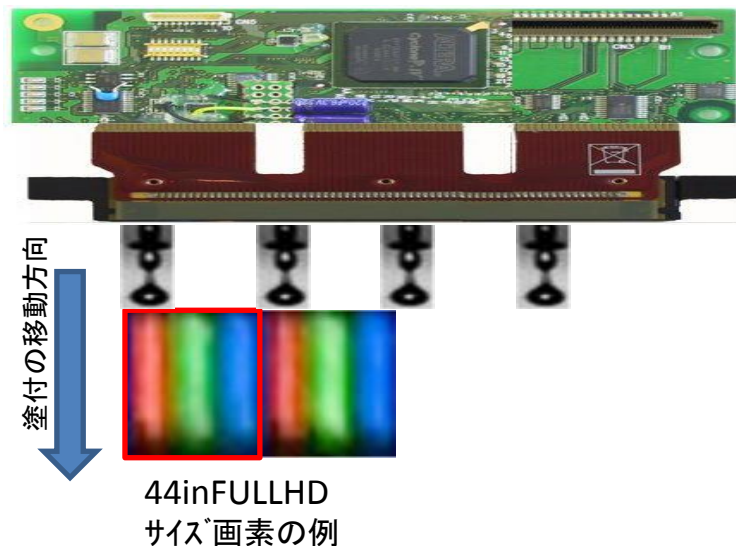


図5 縦方向塗布で44インチを考える

50dpiヘッド・縦方向印刷・1ノズル1色対応型
パネル解像度に応じてヘッド角度を調整する



インク循環ヘッド — 不吐出低減効果

- ・2007年頃にXaar社が「インク循環ヘッド」を発売
- ・現在、販売されている インク循環ヘッド
Xaar、東芝テック、Dimatix、Sii、京セラ、コニカミノルタ、リコー 等

インクがノズル近傍まで循環し、ノズル近傍に気泡やインクが滞留しないため、インク粒子の沈降などを防ぎ、沈降性の高いインク(顔料インク/固形物含有など)でも吐出信頼性が向上し、またノズル面のインク乾燥を防ぐ。

(1) 自己回復機能

印字抜けの要因にインク液中の空気成分による気泡発生等があります、ノズル近傍のインク循環により気泡を除去し一度発生した印字抜けも瞬時に回復する“自己回復機能”があります。

(2) 印字品質の安定化

- ・ノズル面近傍までインク循環があるので、ノズル穴の乾燥を防ぐ機能がある。
- ・ヘッドのPZT発熱によりインク温度も影響されるが、インク循環による冷却機能で温度上昇が低減されインク温度の安定化につながる

(3) インク充填が容易

(4) 生産性向上

インク循環は、ノズル面清掃等のメンテナンス回数を低減し生産性向上が図れる

(5) ランニングコスト低減

インク循環はインクパーシ等によるインク廃棄を低減し、材料利用効率を90%程度にUPすることが可能です。