

Micro-LED显示技术及应用

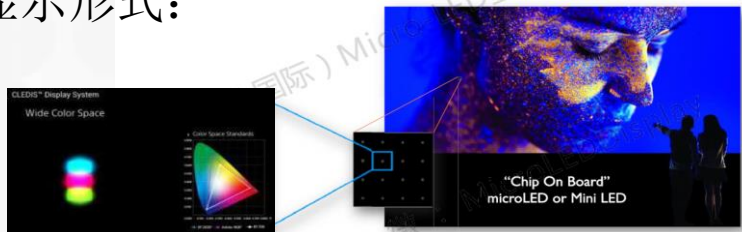
青岛海信电器股份有限公司

2019-6

目 录

- Micro-LED 显示的优势及划分
- Micro-LED技术挑战
- Micro-LED彩色化及其优势
- 色彩转换材料对比、光学设计
- 量子点色彩转换层制备工艺对比
- 结论

显示形式:



大尺寸显示

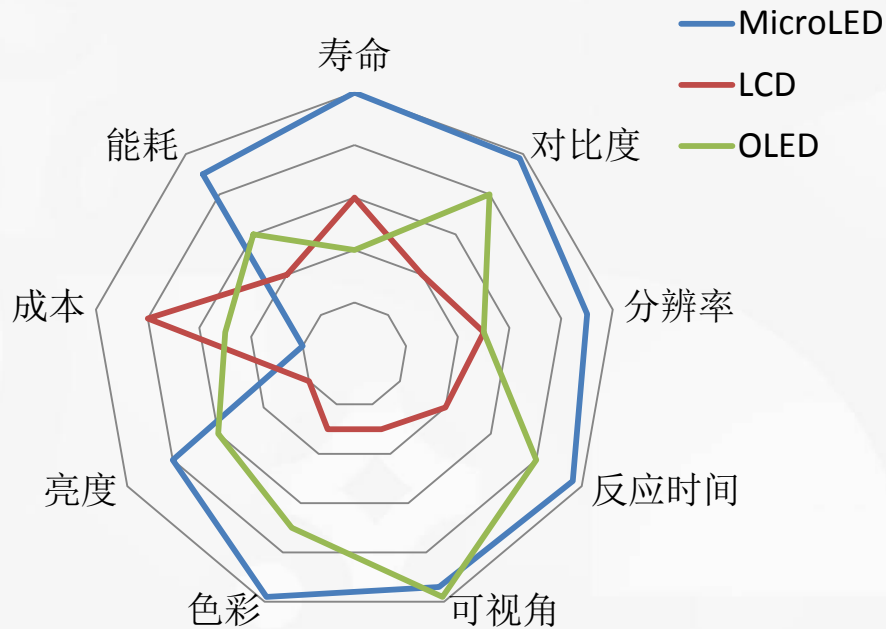
透明显示



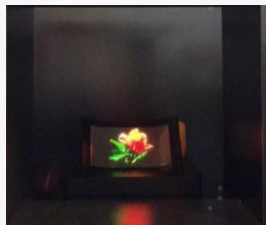
微显示



Micro-LED显示的优势与劣势



Mini-LED (50~500um) Display



8"全彩柔性主动式 Mini LED
-华星光电 (2019)



4k 75" Mini-LED显示屏
-三星 (2019)

RGB LED

应用: Mini-LED背光

PM驱动, AM驱动

LED显示墙 (商用)

Micro-LED (<50um) Display



透过率超过60%的7.56英寸
AM Micro LED显示屏
--天马 (2019)



IGZO-driven 3.3" AM Micro-LED
--华星光电 (2019)

RGB LED

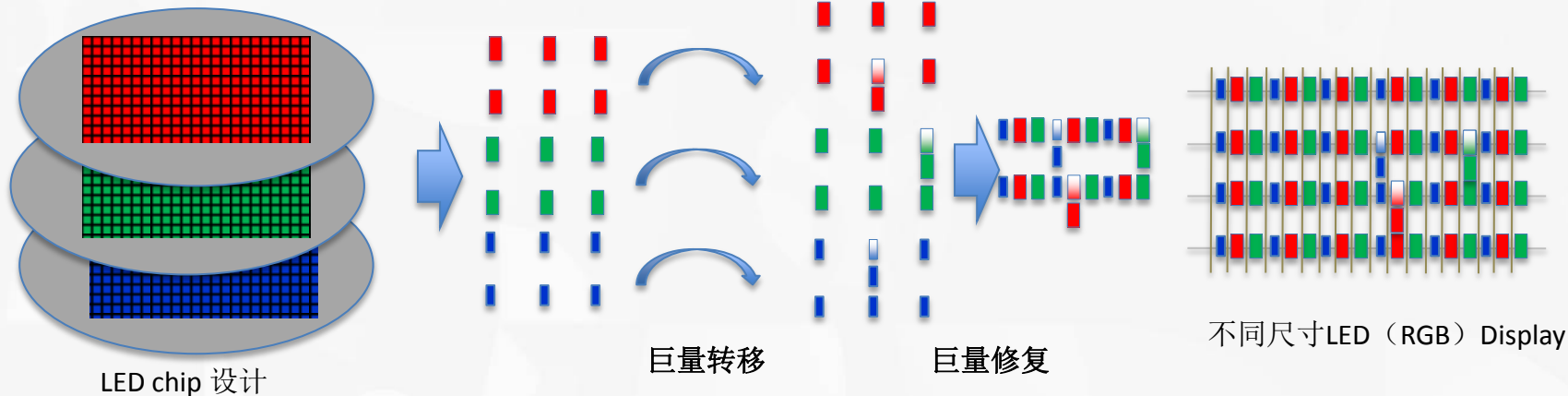
单色+ 色彩转换

PM驱动, TFT驱动,

CMOS驱动

应用: 中大尺寸TFT-LED显示

微型显示、透明显示



面对多种挑战:

LED外延片与芯片

色彩化

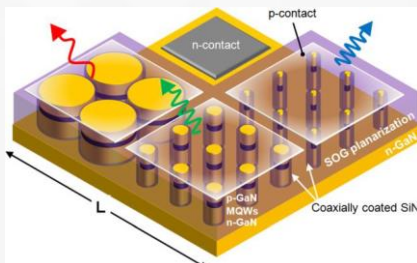
光提取效率

缺陷检测与修复

基板键合

高准确率巨量转移

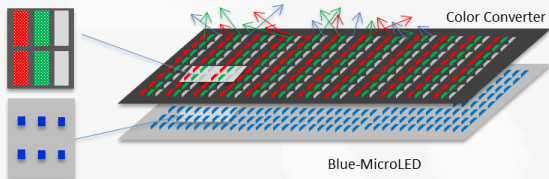
不同的Chip设计，对应不同的色彩化实施方案，对巨量转移及修复的难度及成本有着根本的影响。



独立寻址单色LED的像素集成
(RGB LED+ Micro IC)

适用于
Mini-LED Display
Pixels < 80PPI

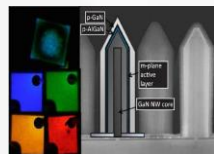
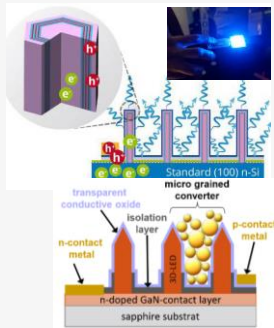
依托于Micro IC的发展及贴片固晶



单色Micro-LED与色彩转换材料的集成
(B LED+ 色彩转换材料)

适用于
Micro-LED Display
80ppi < Pixels < 400PPI

有效降低巨量转移难度及工艺成本



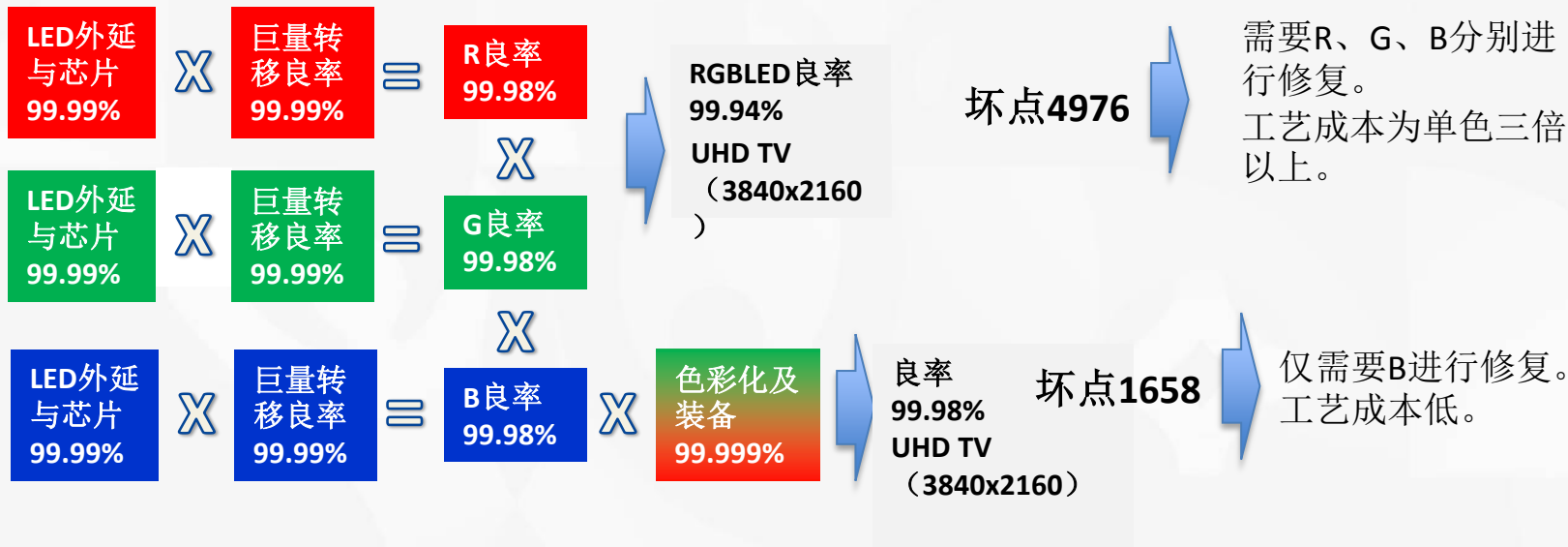
单色Micro-LED与色彩转换微结构的集成
(LED+ 维纳结构)

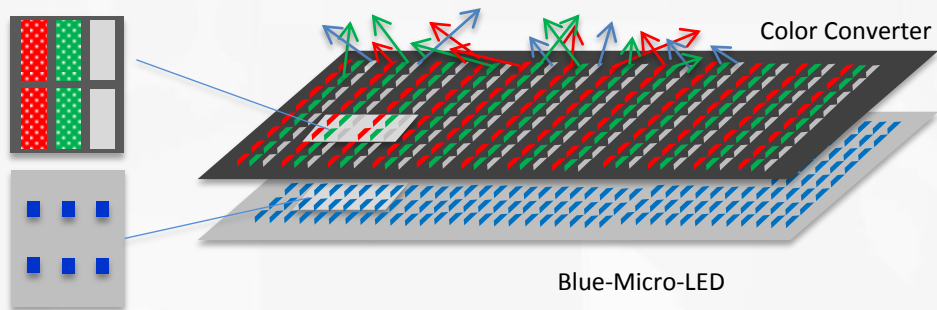
适用于
Micro-LED Display
400ppi < Pixels

制备工艺为半导体微加工工艺

Micro-LED的巨量转移的缺陷控制、成本为主要制约其应用的两大突出问题。

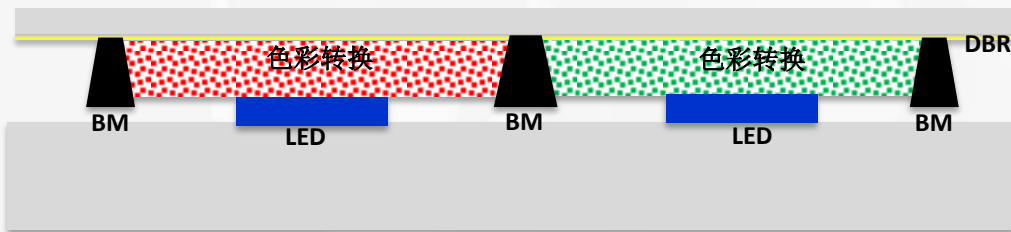
单色Micro-LED生产效率





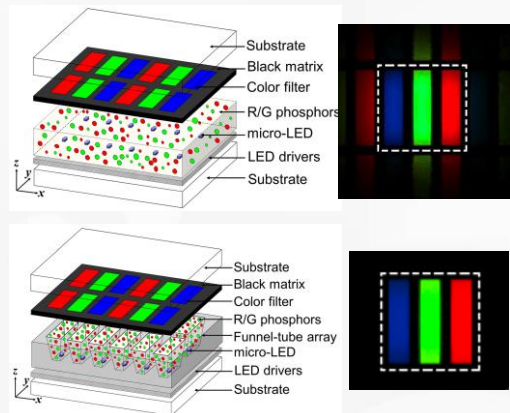
主要研究集中于：
色彩转换像素光学设计、材料选择，
色彩转换的制备工艺及应用效果。

像素对位与BM的重要性：
解决像素串色的问题，尤其是量子点
像素的相互激发串扰。



根据单颗LED芯片形状、光型确认对标的色彩转换像素结构尺寸。

对于DBR层，由于目前色彩转换层存在透蓝光现象，DBR层是需要的。

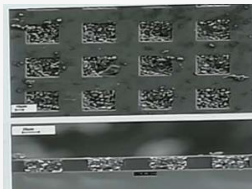


荧光粉

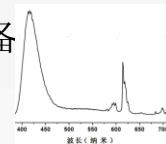


粒径 $2\sim 200\mu\text{m}$
半峰宽 $> 35\text{nm}$
Qys 60~90%

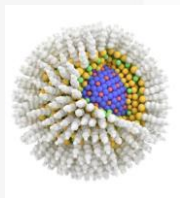
- 1、原料成本低，需要高精度粉碎设备
- 2、粒径不均一，随着粒径的减小，光学转换效率降低



- 3、采用PR工艺进行制备
- 4、均一性差
- 5、色纯度低

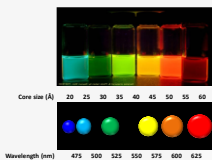
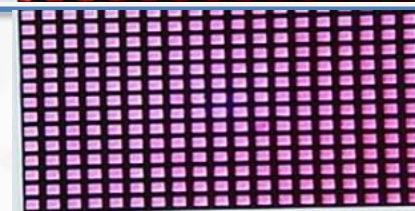
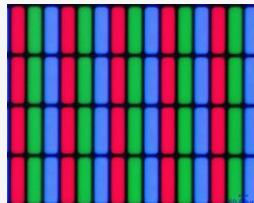


量子点

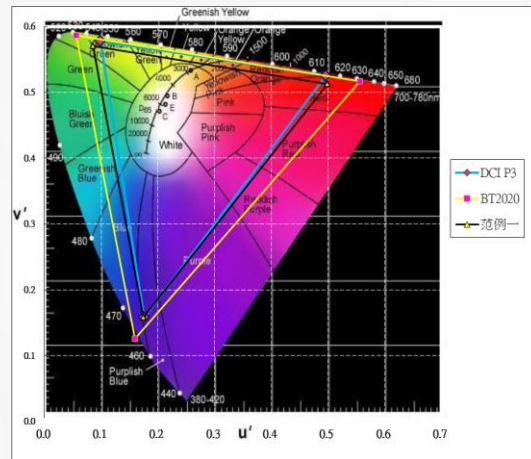
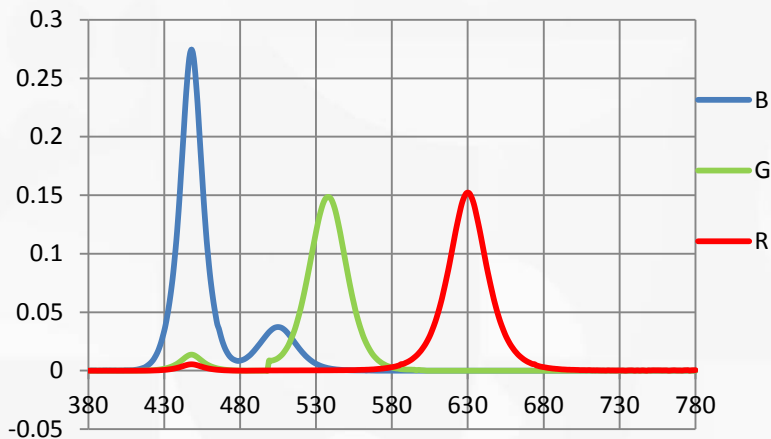


粒径 $10\text{-}30\text{nm}$
半峰宽 $< 35\text{nm}$
Qys 60~80%

- 1、原料成本高
- 2、粒径均一，可适用于多种工艺
- 3、均一性好
- 4、色纯度高



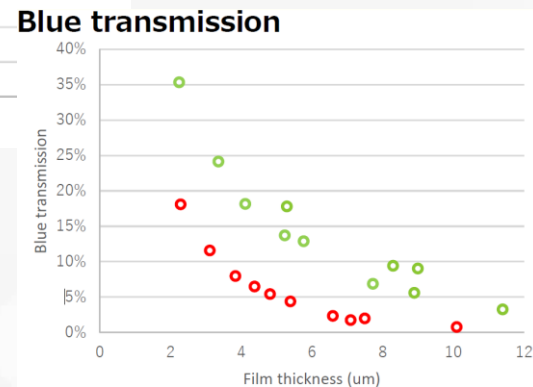
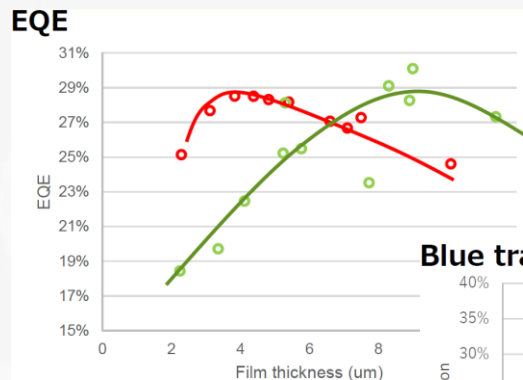
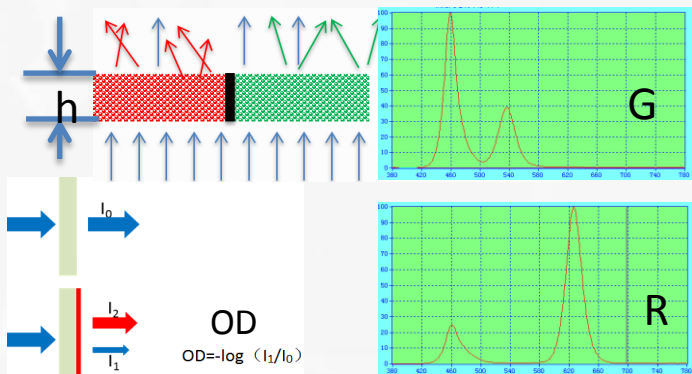
色彩转换显示色域



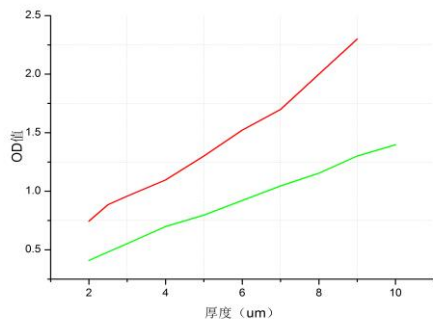
色域		绿色		红色	
覆盖率	NTSC (面积比) 1931	波长	漏蓝光比 (G:B光谱峰值 比)	波长	漏蓝光比 (R:B光谱峰值 比)
DCI P3 (1976) 95%	93%	538nm	10.82:1	630nm	27.72:1
BT 2020 90%	121.1%	533nm	无蓝光	645nm	无蓝光

为达到高的色域要求，

对于色彩转换层的蓝光透
过率要求非常低，无蓝光透
过色域最高



根据量子点像素层厚度与OD值



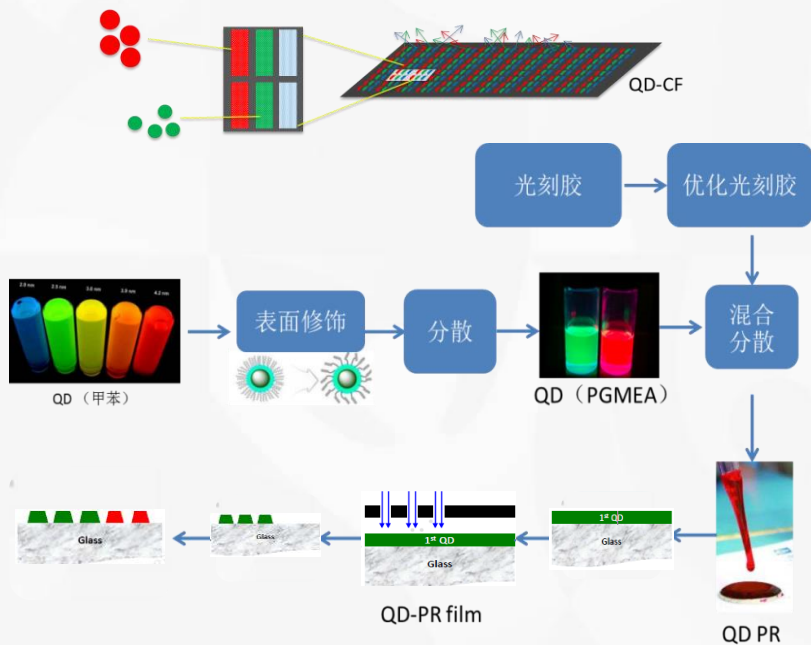
量子点像素层厚度越厚越好，
制约的因素：

BM的光刻加工工艺、材料成本

根据目前情况，OD值初步**1.5-2.0**

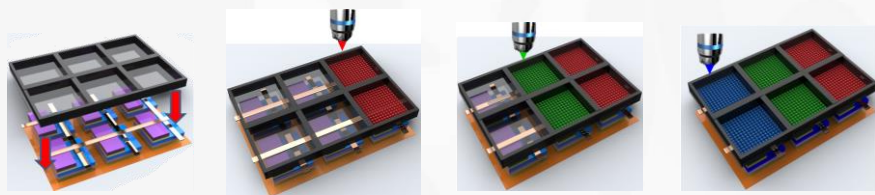
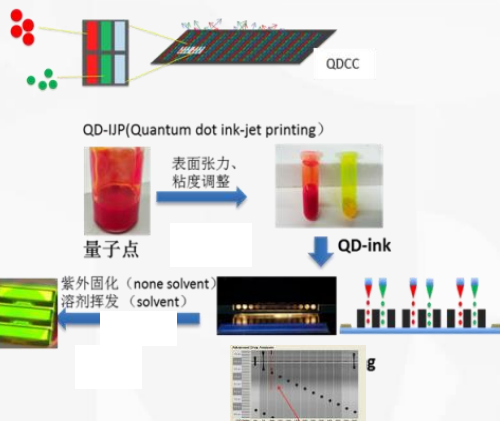
Source: DIC Co,

像素PR制备工艺

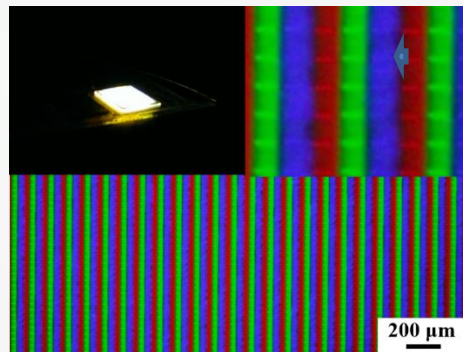
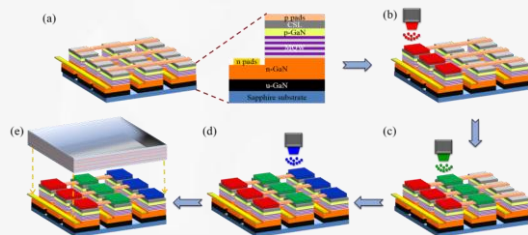


在PR制备工艺中：
量子转换效率降低至R 60%左右
G 50%左右
材料利用率低，30%左右

湿法IJP (溶液)



干法IJP (气流)



Optics Express (2015)

在喷墨制备工艺中

量子转换效率降低变化小: R 80%左右

G 60%-80%

可以直接在MicoLED像素上直接打印。

量子点色彩转换层的喷墨打印制备

MicroLED基板

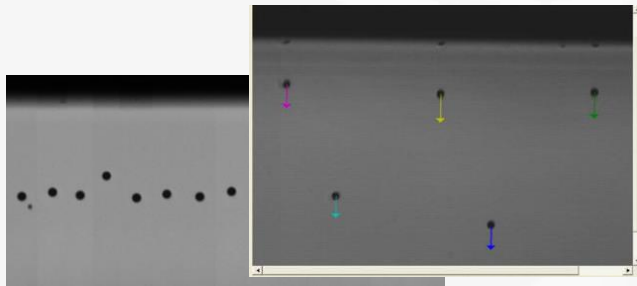


大厚度疏液BM制备

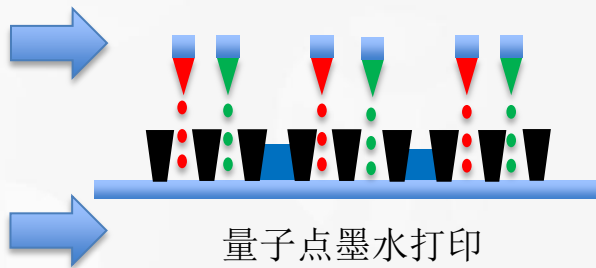


BM基板

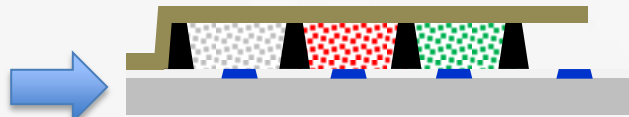
量子点墨水材料与
喷墨打印头匹配



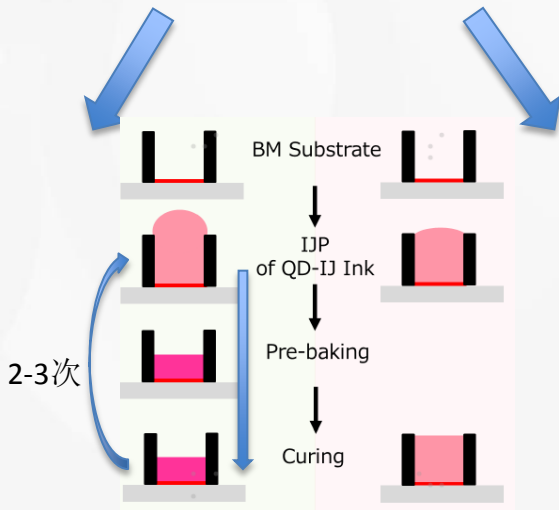
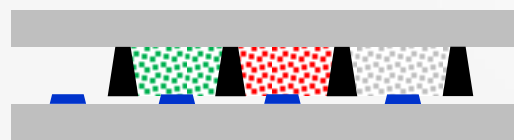
喷墨打印技术逐渐完善



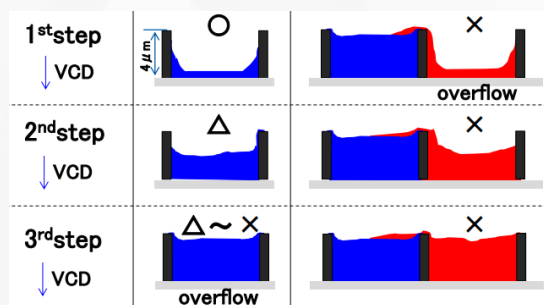
水氧阻隔封装



Cell



高精度、对位机台及打印精度



结 论

- 1、公认的Micro-LED显示作为一种新型显示在实施过程中存在一些挑战；
- 2、量子点色彩转换是有效解决Micro-LED的解决方案，适用于 $<400\text{ppi}$ 非RGB的Micro-LED色彩转换；
- 3、喷墨打印制备量子点像素层是一种材料利用率高的制备工艺，需要进一步验证。

THANKS

