



QNED 구조와 제조 기술 분석 보고서

Chief Analyst
Dr. Choong Hoon Yi

Researcher
Seong Sil Im

요약	3	8. Nanorod LED 정렬 기술	34
1. QNED 개요	4	8.1 정렬 원리	
1.1 차세대 대형 디스플레이 구조 비교		8.2 Nanorod LED 정렬 순서	
1.2 QNED 구조		8.3 Nanorod LED 정렬 파형	
2. Nanorod LED 구조와 제조 공정	7	8.4 Dipole 강화 기술	
2.1 Nanorod LED란		9. Nanorod LED 개수 제어 기술	45
2.2 Nanorod LED 제조 공정		9.1 Ink량 조절용 댐 구조	
3. TFT 구조와 제조 공정	12	9.2 댐 구조별 특성	
3.1 TFT 예상 구조		9.3 Nanorod LED 정렬을 위한 댐 구조	
3.2 TFT 제조 공정		10. 광추출 구조와 반사막	49
4. Pixel 구조와 제조 공정	16	10.1 광추출 구조	
4.1 Pixel 단면 구조		10.2 렌즈 방식	
4.2 Pixel 제조 공정		10.3 반사막	
5. QD/CF 구조와 제조 공정	20	11. QNED 개발 히스토리 분석	53
5.1 Color Change(Quantum Dot) 구조		11.1 Nanorod LED 분리 기술 변화	
5.2 QD/CF 제조 공정		11.2 Nanorod LED 절연 구조 변화	
6. Assembly	24	11.3 전극 구조 변화	
6.1 Panel Assembly		11.4 Pixel 구조 변화	
6.2 Panel Assembly 제조 공정		12. QNED 개발 의미와 디스플레이 산업에 미치는 영향	60
7. Pixel 전극 구조 분석	27		
7.1 전극 구조			
7.2 전극 구조별 특징			
7.3 정렬 전극 간극 조절			

1. QNED 개요

1.1 차세대 대형 디스플레이 구조 비교

- 현재 상용중인 TV용 디스플레이는 a-Si TFT를 사용하는 일반형 LCD와 a-Si TFT-LCD 기반에 QD(quantum dot) 재료를 사용하는 고급형 LCD, white OLED와 CF(color filter)를 사용한 WRGB OLED, 수십 마이크로미터 크기의 LED로서 제작한 micro LED가 있음.
- 차세대 디스플레이로서 개발중인 디스플레이로서는 mini LED를 BLU(back light unit)의 광원으로 사용하여 명암비를 높인 LCD와 청색 OLED의 광을 QD로서 색 변환 시키는 QD-OLED(삼성디스플레이는 QD Display라고 함), nano 크기의 청색광 LED와 QD를 사용하는 QNED(quantum dot nanorod LED)가 있음.

대형 디스플레이 별 특징 비교

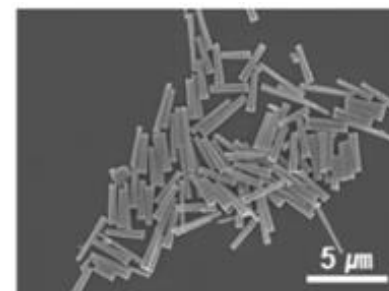
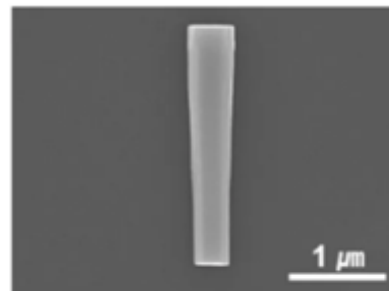
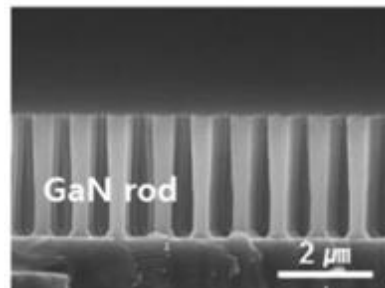
Technology	LCD			OLED		LED	
	TFT-LCD	TFT-LCD + QD	TFT-LCD + mini LED	WRGB OLED	QD-OLED	Micro LED	QNED
Technology property	BLU + CF	청색광 BLU + QDEF + CF	Mini-LED BLU + CF	White OLED + CF	청색광 OLED + QD CF	LED	Nanorod LED + QD + CF
Back Plane	a-Si TFT	Oxide TFT					
Emission	Non self-emission			Self-emission			
Emission Material	white LED	청색광 LED	Mini-LED	WOLED	청색광 OLED	RGB LED	청색광 LED
Driving	Voltage driving			Current driving			

Source: UBI Research DB

2. Nanorod LED 구조와 제조 공정

2.1 Nanorod LED란

- Nanorod LED는 길이가 10 μm 이하이며, rod의 직경이 1 μm 미만인 LED임.
- QNED에 사용되는 nanorod LED는 청색광만 내는 GaN으로 만들어짐.
- Nanorod LED의 양단에 전계를 인가하게 되면, 활성층에서 전자-정공 쌍이 결합하면서 nanorod LED가 발광하게 됨.
- Nanorod LED는 p-type과 n-type 도전성 반도체층 사이에 활성층(MQW, multi-quantum wall)으로 구성되어 있으며, p-type 도전성 반도체 상층에 컨택용 금속 전극이 형성되어 있음.
- Nanorod LED 외부는 절연층이 형성되어 있어, 측면부는 전기적으로 절연되어 있음.



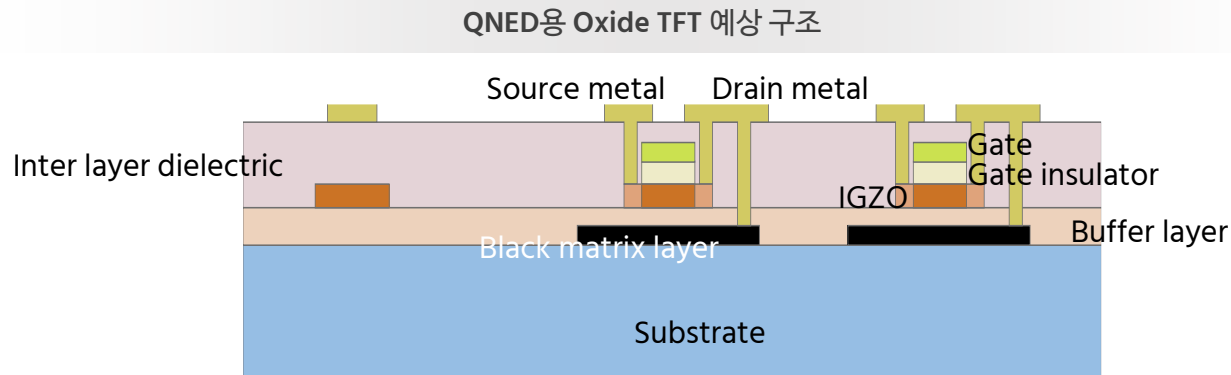
Park HK, Yoon SW, Eo YJ, et al. Horizontally assembled green InGaN nanorod LEDs: scalable polarized surface emitting LEDs using electric-field assisted assembly. Sci Rep. 2016;6:28312. doi:10.1038/srep28312

3. TFT 구조와 제조 공정

3.1 TFT 예상 구조

■ QNED용 Oxide TFT 예상 구조

- 전류 구동 방식의 디스플레이는 최소한 화소당 2 Transistor / 1 Capacitor의 구조(스위칭, 구동 transistor)가 필요함.
- 모바일 기기용 OLED는 세트의 공간 한정 때문에 외부 보상 회로를 사용하기 어려워 내부 보상용 회로를 모두 기판에 집적하기 때문에 7 Transistor / 1 Capacitor의 구조가 사용되고 있음.
- TV 등의 대형 세트 제품은 드라이브 IC를 넣을 수 있는 공간이 많이 있어, 제조가 어려운 내부 보상 방식 보다는 외부 보상 방식을 채택하고 있음.
- 삼성디스플레이가 출원한 QNED 특허의 단면 구조에는 모두 2Tr1C 구조가 나타나 있지만 3Tr1C 구조일 것으로 예상됨.(스위칭, 구동, 신호 보상 transistor)



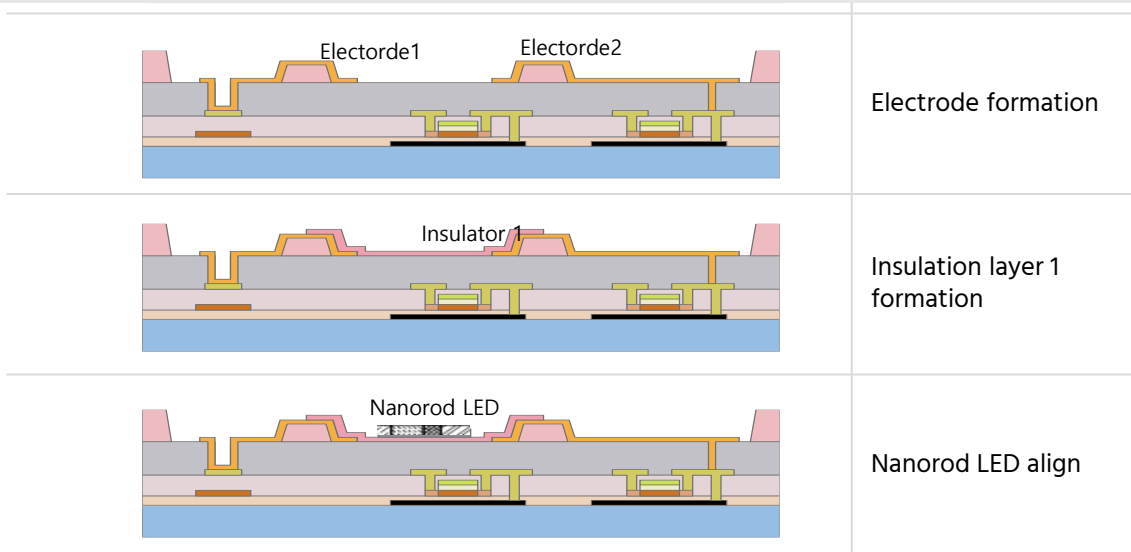
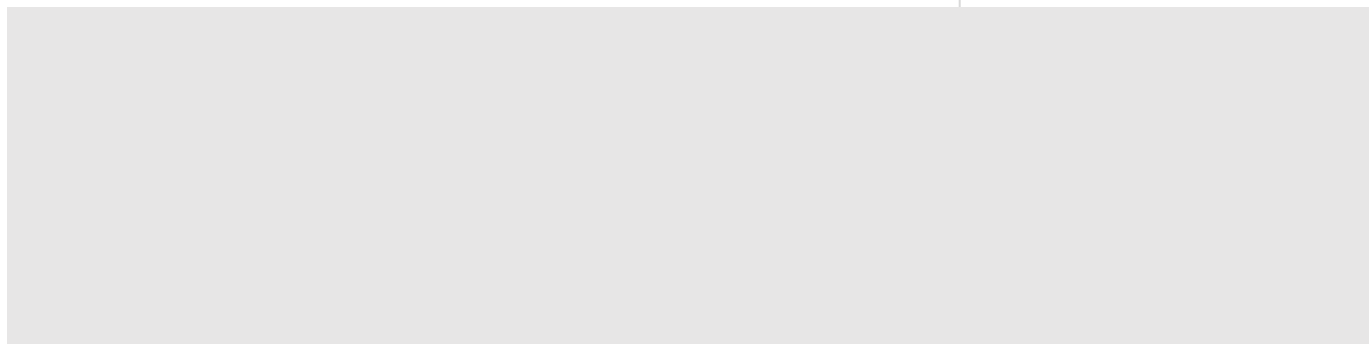
Source: UBI Research DB

4. Pixel 구조와 제조 공정

4.2 Pixel 제조 공정

Pixel 제조 공정

Process



Source: UBI Research DB

5. QD/CF 구조와 제조 공정

5.2 QD/CF 제조 공정



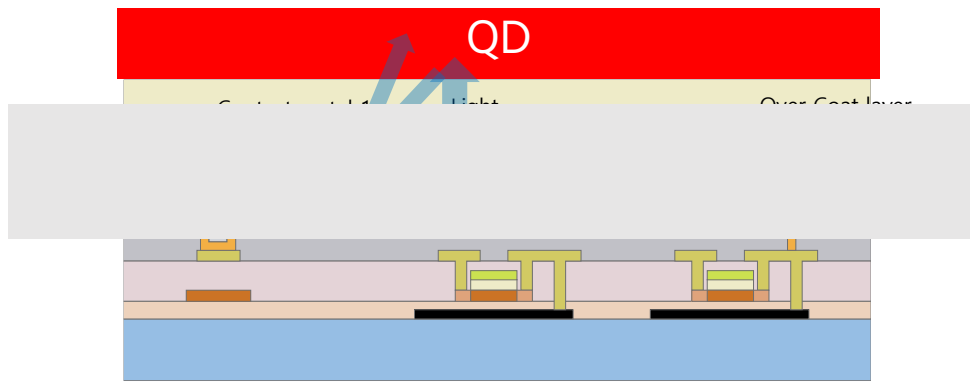
Source: UBI Research DB

10. 광추출 구조와 반사막

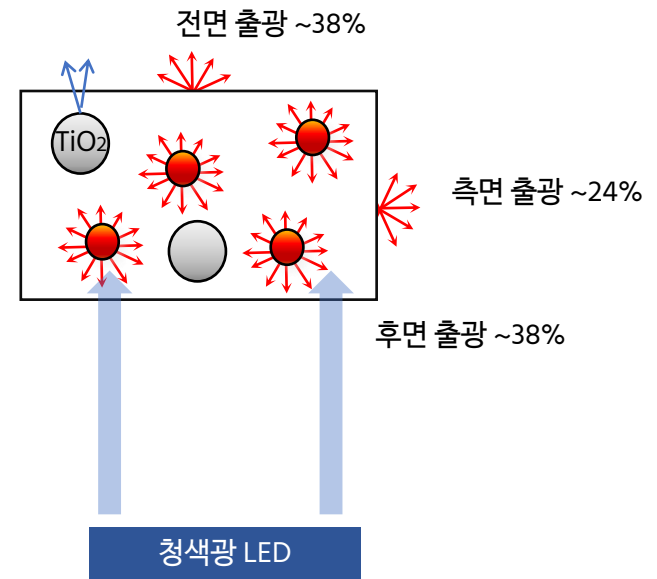
10.3 반사막

- Nanorod LED에서 나온 빛이 QD층에 도달하여 방출되는 빛은 방사형이므로, 이론적으로는 전면으로 나가는 빛은 38%에 불과함.
- 측면이나 후면으로 나간 빛을 다시 전면으로 리사이클링 시켜 광 효율을 증대 시키기 위해서 신호 전극 상층은 금속 전극(contact metal 1, contact metal 2)으로 형성하여 반사막으로 활용.

QD의 출광 방향 간략도



<금속 전극을 활용한 반사막>



<Quantum dot 빛 방사 방향에 따른 출광 비율>

Source: UBI Research DB