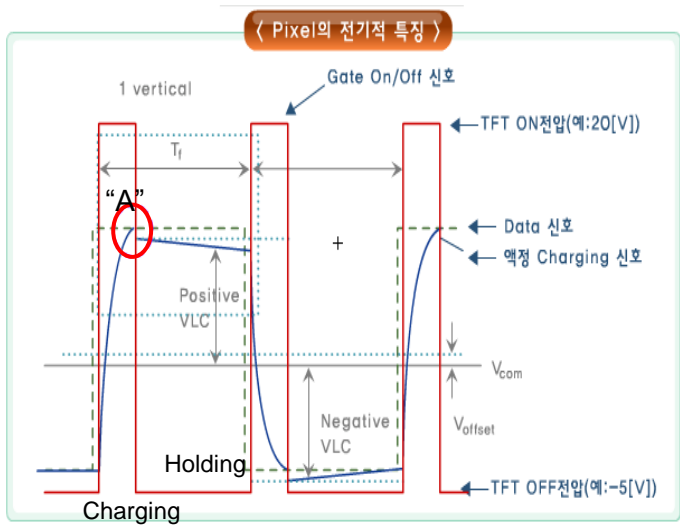


1. 아래 그림은 TFT-LCD 의 charging 특성을 도식화한 것이다. 아래 물음에 답하시오.



1) Gate off 시점에 픽셀전압 drop 현상이 발생하고 이를  $\Delta V_p$  라 한다 정의한다.  
 $\Delta V_p$  를 수식으로 표현하시오. (그림에서 “A” 영역)

$$\Delta V_p = \frac{C_{gs}}{C_{LC} + C_{st} + C_{gs}} \Delta V_g$$

$$\Delta V_g = V_{gh} - V_{gl}$$

2) Gray별  $\Delta V_p$ 가 일정하지 않고 변동하는데 이유를 설명하고,  $\Omega$ 치를 표현하고 이에 따라 나타나는 현상은?

- 액정층의 Effective (유효) 유전율이 전압에 따라 달라  $C_{LC}$  변동이 발생하고 Gray별  $\Delta V_p$  가 변동
- $\Omega$ 치 =  $\Delta V_p(\max) - \Delta V_p(\min)$
- $\Omega$ 치 발생에 의해 계조 별 최적  $V_{com}$  변동함 (각 3점. 이유에 Kick-back voltage → 1.5점. 모두 정답 → 10점)

2. 최근 출시된 G3 phone은 5.5” Q-HD AH-IPS LCD를 탑재하고 있다. Pixel size 가 47.25um일 경우 PPI (Pixel Per Inch)를 계산하시오. 소수점 첫째 자리에서 반올림 하시오. (1inch = 25.4mm)

답,

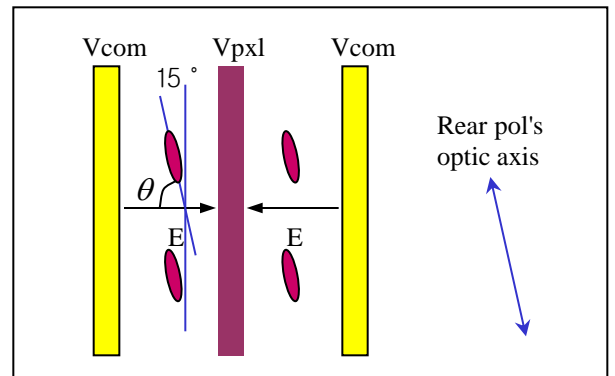
$$25,400\mu m(1inch)/47.25\mu m = 538 PPI$$

3. IPS의 응답속도에 대한 수식이다. 수식을 참고하여 응답속도를 빠르게 하기 위한 방안으로 알맞지 않은 것은? (④) 5점

Rising time	Falling time
$T_{on} = \frac{rd^2}{\epsilon_0 \Delta \epsilon (V^2 - V_0^2)}$	$T_{off} = \frac{rd^2}{K_{22} \pi^2}$

- ① 회전점도 감소
- ② 탄성계수 증가
- ③ 셀갭(Cell Gap)의 감소
- ④ 인가전압 감소

4. 아래 그림은 IPS Cell 구조를 개략적으로 표현한 것이다. 배향막과 액정 사이의 Anchoring Energy를 무시하고 액정층 전체가 전계에 의해서 회전할 경우 Green 파장 ( $\lambda=540nm$ )에서 최대 투과율을 나타내기 위한 조건을 찾으시오.



- 1) Maximum 투과를 위한 Cell의  $\Delta nd=(270)nm$
- 2) Maximum 투과를 위한 액정 director 회전 후 도달 각  $\theta=(30)^{\circ}$

10점 (각 5점 배점)

5. 액정 배향의 Mechanism에 대한 2가지 이론을 적으시오.

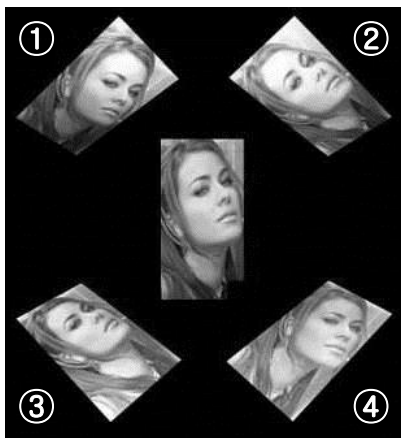
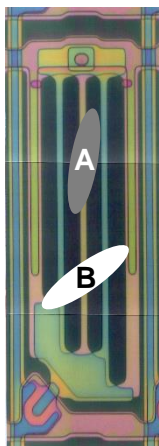
답,

Physical morphology, Chemical interaction

5점

5점

6. 아래 좌측 그림은 single domain IPS 의 sub pixel 구조를 보여주고 있다. A 는 전압 무인가 조건에서 액정 director 배열 방향, B 는 white 조건에서 액정 director 배열 방향을 표현하고 있다. 우측 그림의 ①~④ 방향에서 화면을 봤을 때 정면 대비 발생하는 color shift 방향에 대해서 기술하시오.



답,

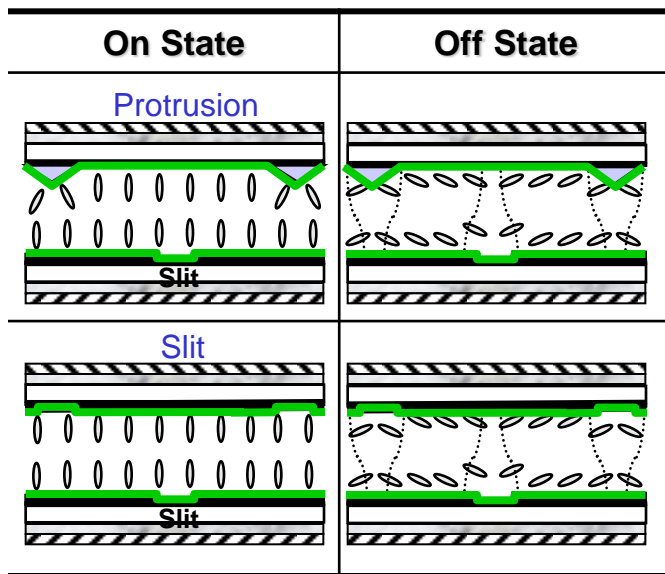
- ① Yellow shift or Yellowish
- ② Blue shift or Bluish
- ③ Blue shift or Bluish
- ④ Yellow shift or Yellowish

10점

(각 2.5점 배점)

7. 아래 그림은 VA(Vertical Alignment) mode 중 상판에 protrusion 을 사용하는 구조와 slit 을 사용하는 구조에 대한 On & Off 상태의 액정 director 분포를 도식화하였다. Protrusion 을 사용하는 경우의 장점과 왜 Slit 을 적용하는 구조로 변환이 되었는지 이유를 설명하시오.

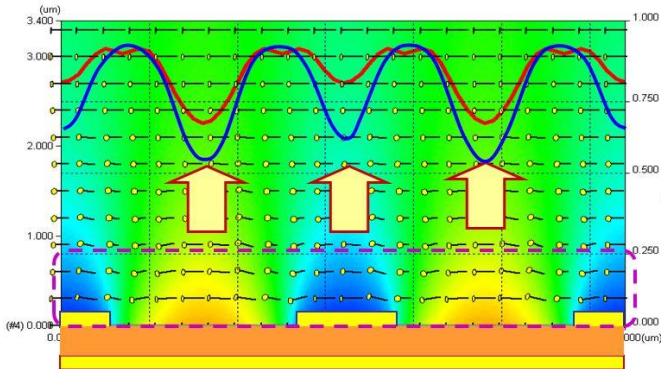
10점



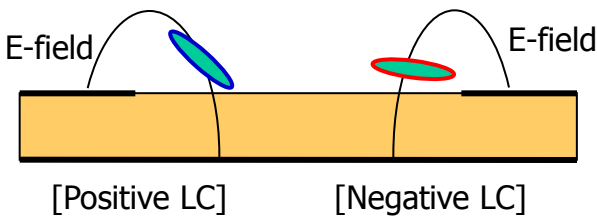
답,

- 상판에 Protrusion 을 적용하는 경우 전압 인가 시 액정 director 가 눕는 방향을 미리 지정해주는 역할을 하여 응답시간 (rising time) 이 Slit 을 적용한 구조 대비 우수하다. 구동 전압, 소비 전력이 낮다. (5점)
- 초기 protrusion 에서 경사방향으로 배향된 액정 director 들을 제거하여 CR 을 상승시키기 때문 (5점)

8. 아래 그림은 AH-IPS 에서 투과율을 개선할 수 있는 negative 액정을 적용하였을 경우 전극 위치 별 투과율 상승이 나타나는 영역을 simulation 한 결과이다. 아래 투과율 수식에서 negative 액정 적용 시 투과율 상승을 유도하는 parameter 를 선택하고 그 이유를 설명하시오.



High tilt & Low Twist      Low tilt & High Twist



$$T = \frac{1}{2} \sin^2(2\phi) \cdot \sin^2\left(\frac{\pi \Delta n_{eff} d}{\lambda}\right)$$

답,

-.  $\Delta n_{eff}$  또는  $\Delta n_{eff} d$

5점

-. Negative 액정의 경우 전계 방향에 수직하게 배열을 하기 때문에 effective  $\Delta n$  ( $\Delta n_d$ ) 값을 유지하기 때문에 투과율이 상승한다.

10점

9. 전반사의 원리를 이용하여 측면의 광원에서 입사된 빛을 Backlight 정면으로 전달하는 역할을 하는 부품은 무엇인가?

답,

-. LGP 또는 Light Guide Plate

또는 도광판

5점

10. 광원의 위치에 따른 Backlight 의 종류에 대해서 나열하시오.

답,

-. Direct type, Edge type

또는

배면광원 배치구조, 측면광원 배치구조

5점