

Homework # 3 : Polymer physics

Due date: 2008/11/29

2006-11395 윤아람

1. Describe and compare a disclination and a dislocation in detail.

Defects in liquid crystal.

The local translational and orientational order of atoms or molecules in a sample may be destroyed by singular points, lines, or walls.

***Dislocation** : discontinuities associated with the **translational** order

***Disclination**: the defect associated with the **orientational** order

***Dispiration** : singularities of chiral symmetry of a medium.

Dislocation은 위치 질서와 관련되어 있고, 주로 solid crystal에 존재한다. Disclination은 방향질서의 결함으로 인해 나타나며 liquid crystal의 optical texture를 관찰했을 때 Schlieren texture가 나타나는 원인을 제공한다. Nematic에서는 orientation order 만 존재하기 때문에 disclination 만 나타나고 dislocation 은 나타나지 않는다.

1)종류

Dislocation의 종류

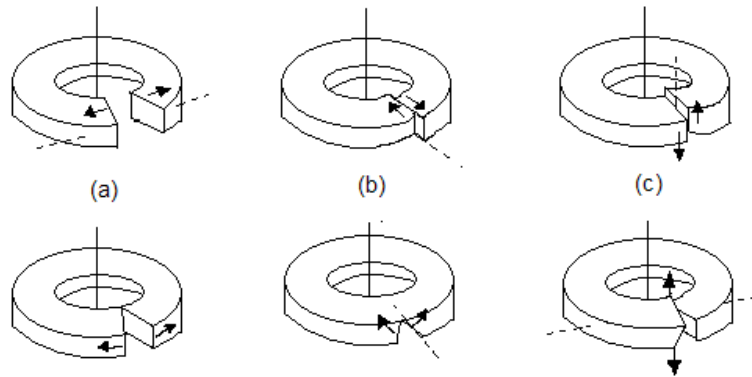
- (a) $\mathbf{b} \perp \mathbf{L}$ $\mathbf{b} \parallel \boldsymbol{\sigma}$: L edge dislocation
- (b) $\mathbf{b} \perp \mathbf{L}$ $\mathbf{b} \perp \boldsymbol{\sigma}$: L edge dislocation
- (c) $\mathbf{b} \parallel \mathbf{L}$: L screw dislocation

Disclination의 종류

- (a) $\mathbf{w} \parallel \mathbf{L}$: L wedge dislocation
- (b) $\mathbf{w} \perp \mathbf{L}$ $\mathbf{w} \parallel \boldsymbol{\sigma}$: L twist dislocation
- (c) $\mathbf{w} \perp \mathbf{L}$ $\mathbf{w} \perp \boldsymbol{\sigma}$: L twist dislocation

<p>\mathbf{L} : singular line vector $\boldsymbol{\sigma}$: normal to the cut plane \mathbf{b}: burger's (translation) vector</p>
--

dislocation



disclination

그림 1. The volterra process(1)

2) 근본적 차이

disclination : The passage of disclination adds an additional orientation distortion to the field, say, twist of 180, but this distortion represent an increased energy density in the liquid crystals and thus will tend to be as diffuse as possible. The motion of disclinations through liquid crystals will therefore result in major increases or reductions in the elastic distortion.

dislocation : the passage of dislocation through a crystal imposes a shear of exactly a lattice vector which is confined to one lattice plane. This process is a completely self healing operation, and the crystal structure after passage of a (unit) dislocation is not changed.(2)

아래 그림은 외부 힘이 가해졌을 때 disclination과 dislocation이 어떻게 움직이는가를 보여준다. Disclination의 경우 distortion이 압축되어 하나의 영역을 이루고 나머지 부분은 단일한 영역(monodomain)을 이룬다. Disclination이 움직임에 따라서 distortion 영역이 넓어지기도 하고 좁아지기도 하는데, 이에 따라 내부에 저장된 탄성에너지가 변하게 된다. 반면, dislocation의 경우에는 그것이 움직임에 따라, defect를 공유하는 부분과 공유하지 않는 부분의 상대적 양이 변하기는 하지만, 내부 뒤틀림의 정도에 영향을 주지 않는다.

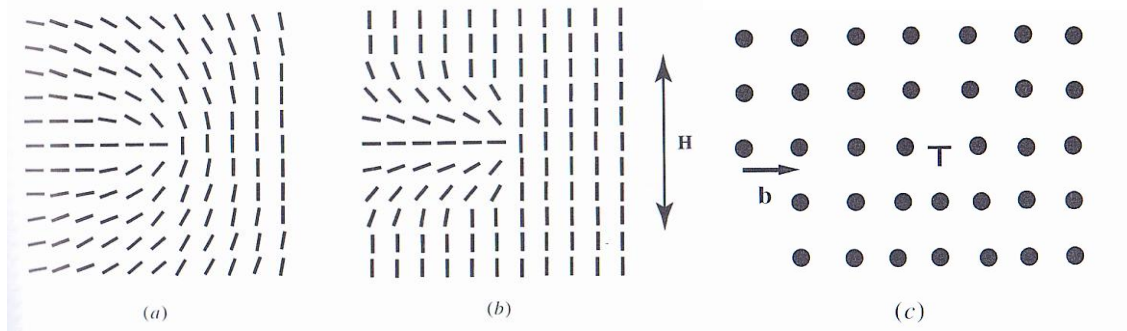


그림 2 (a) director field around +1/2 wedge disclination. (b) The distortion is compressed into a wall by the application of an external field which tends to align the directors along the vertical axis. (c) An edge dislocation for comparison. The dislocation can be viewed as having moved from left to right, leaving in its wake slip on a horizontal plane and exactly equal to the lattice vector in magnitude.(2)

3) three parameter defining disclination.

① **S** : strength

the strength of a disclination can be determined from its director field by making a complete circuit around the core and determining the magnitude and sign of the rotation of the director around the circuit.

$$|s| = \text{number of brushes meeting} / 4$$

e.g.) $|s| = 1/2$: a complete circuit is made around the center. Director rotates by π .

$|s| = 1$: a similar circuit yields a total director rotation of 2π .

+ : center를 중심으로 원을 형성할 때

- : opposite direction to +

② **L**: line vector (the local orientation of line)

③ **Ω** : the axis about which the director is seen to rotate

$$(\varphi_0 = L - \Omega)$$

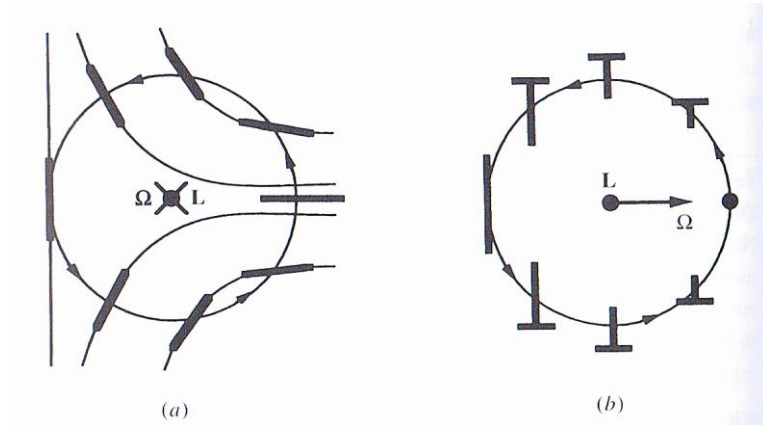


그림 3. (a) The director field around a strength $-1/2$ disclination, in which L and Ω are collinear, in fact antiparallel ($\Phi=180^\circ$). Wedge type. (b) The director field around a strength $-1/2$ disclination in which L and Ω are at right angles to each other ($\Phi=90^\circ$), with L remaining normal to the page. Twist type. (2)

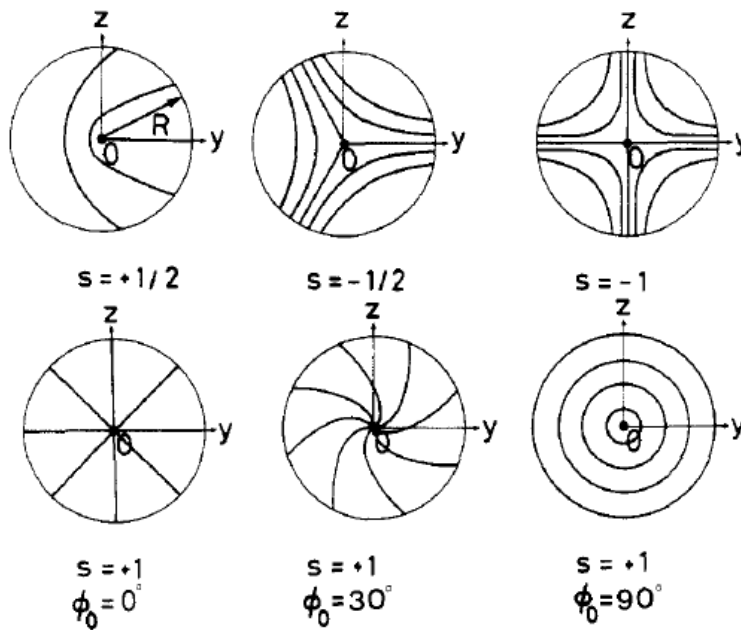
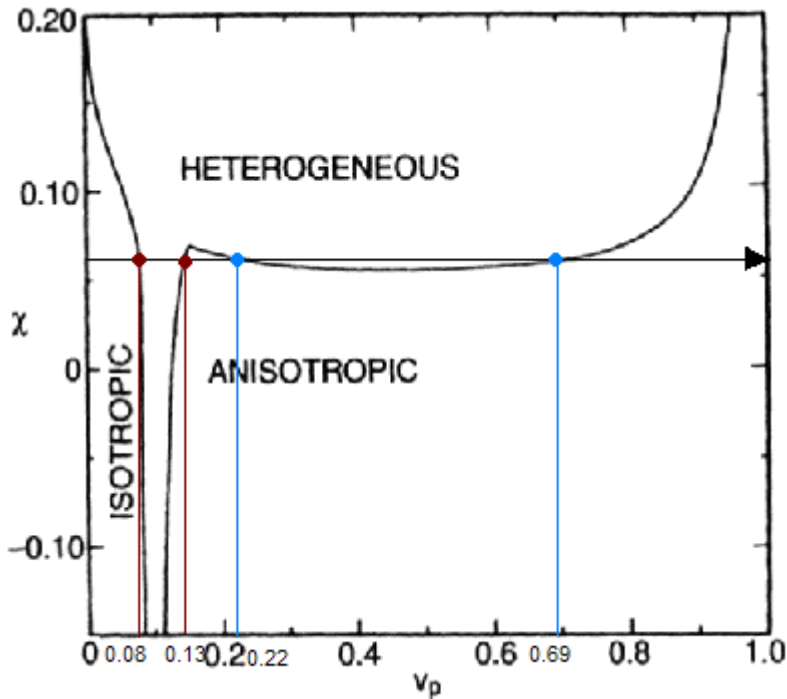


그림 4 various type of disclinations in nematic liquid crystals(3).

2. Fig 1 is a phase diagram for rods of axial ratio $x = 100$. If $\chi = 0.0625$, describe the phase transition of the system as v_p increases.



χ 가 음의 값을 가질 때, heterogenous(two) phase는 기본적으로 χ 에 무관하여, 좁은 농도 구간에 걸쳐 길쭉한 굴뚝모양을 보인다.

χ 가 양의 값을 가지면, χ 는 상태도에 큰 영향을 주게 되며, 상태도는 세가지 영역으로 나뉘는데, single isotropic phase, liquid crystal phase, 그리고 heterogenous phase (liquid crystal과 isotropic phase가 공존)로 각각 구성된다.

특히, χ 가 약 0.6에서 0.7사이의 값을 갖는 영역에서는 두개의 anisotropic 영역이 공존한다. χ 가 0.625일때,

$0.00 < v_p < 0.08$ isotropic 영역으로서, one phase이다.

$0.08 < v_p < 0.13$ hetero 영역으로서, two phase 이고 isotropic과 anisotropic의 조성은 각각 0.08과 0.13을 갖는다.

$0.13 < v_p < 0.22$ anisotropic 영역으로서, one phase 이다.

$0.22 < v_p < 0.69$ hetero 영역으로서, two phase 이고 앞선 two phas와의 다른 점은 anisotropic의 조성이 높은 것과 낮은 것 두개로 나누어 진다는 것이다. anisotropic의 조성은 0.22와 0.69 두가지 이다.

$0.69 < v_p < 1.00$ anisotropic 영역으로서, one phase 이다.

Reference

- (1) Xin-Jiu Wang, Qi-Feng Zhou, *Liquid crystalline polymers*, World Scientific Pub. Co., **2006**.
- (2) A.Donald, A.Windle, S.Hanna, *Liquid Crystalline Polymers*, Cambridge University Press, **2006**.
- (3) T. Hashimoto, A. Nakai, T. Shiwaku, H. Hasegawa, S. Rojstaczer, and R. S. Stein. *Macromolecules*, **1989**, 22 ,