

鍾介文教授 / 電子物理系

拓樸缺陷, 對稱破缺, 自組裝行為,
軟物質中自發性形成微結構之動力學

拓樸缺陷是連續性分佈中不連續的奇異點。一旦物質排列的秩序被破壞(對稱破缺), 就會產生拓樸缺陷。拓樸缺陷通常在物質相變的時候會自然生成, 也可以透過人為設定適當的邊界條件, 故意讓物質中的對稱性被破壞, 產生特定形狀的點、線、或面缺陷。雖然缺陷生成表示物質中舊有的秩序被破壞了, 但透過拓樸缺陷作為媒介, 物質中會自發性形成新的秩序。軟物質中的拓樸缺陷會讓密度、黏度、介電系數、彈性能產生梯度, 吸引周圍的分子和顆粒往缺陷聚集。拓樸缺陷也會產生有極性的指向場, 缺陷與缺陷之間會互相吸引(或排斥), 形成如晶體般的結構。研究拓樸缺陷自發性聚集、組裝的動力學, 將可以回答為什麼自然界中的膠體、纖維、生物組織、晶體會自發性地形成有週期性、穩定、有彈性的結構。

本實驗室使用液晶做實驗的媒材, 設計透明電極的圖案, 用電場操控液晶, 製造出拓樸缺陷。拓樸缺陷的捲繞數、形狀、位置可以指定, 可以用施加電場與否讓拓樸缺陷隨心所欲地生成或消失, 且可以製造出大範圍穩定的拓樸缺陷網路, 讓拓樸缺陷排列成二維晶體的結構。研究的重點如下:

- 如何設置邊界條件, 製造出擁有特定拓樸荷與形狀的拓樸缺陷?
- 推導出形成穩態拓樸缺陷網路的選擇定則與守恆定律
- 用光學方法分析拓樸缺陷的結構
- 以拓樸缺陷為媒介, 製作自組裝微結構。

這些拓樸缺陷元件可以用來製造光學渦旋調變光子的自旋與角動量, 可以當作自組裝結構的鷹架, 也可以用來製造起霧、水氣氫氫、印象派畫作般質感的智慧型窗戶或紙面質感的電子海報。

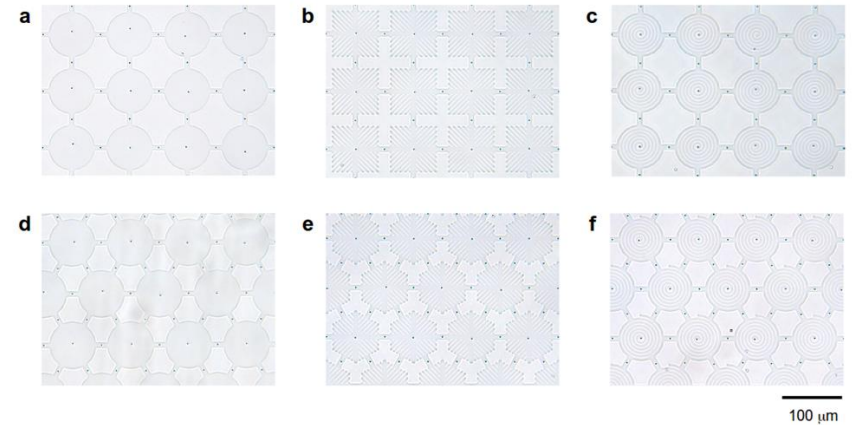


Figure 1 Array of point defects under optical microscope. Point defects (the black spots) in liquid crystal were generated by patterned ITO. (a) Pad pixel in square lattice. (b) Fishbone pixel in square lattice. (c) Coil pixels in square lattice. (d) Pad pixel in hexagonal lattice. (e) Fishbone pixel in hexagonal lattice. (f) Coil in hexagonal lattice.

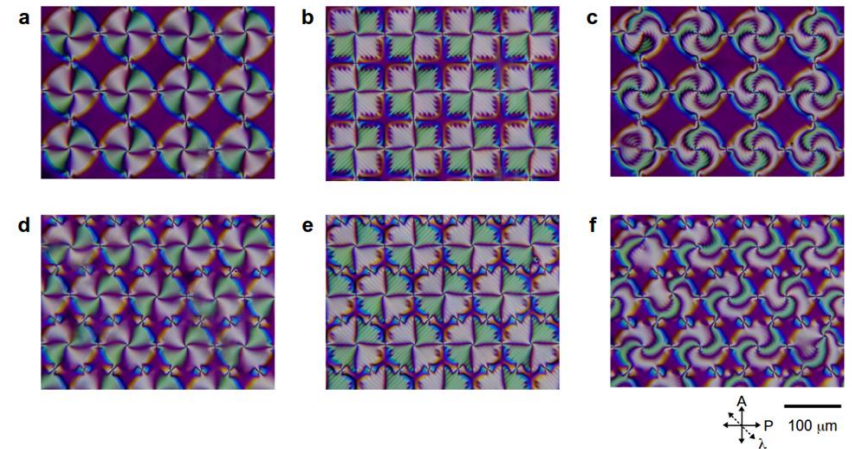


Figure 2 Array of point defects under polarized optical microscope. Crossed polarizers on 0° and 90° . A λ -wave plate was placed on 135° , so the directors lying in 45° and 135° show lime and pink, respectively. (a) Pad pixel in square lattice. (b) Fishbone pixel in square lattice. (c) Coil pixels in square lattice. (d) Pad pixel in hexagonal lattice. (e) Fishbone pixel in hexagonal lattice. (f) Coil in hexagonal lattice.