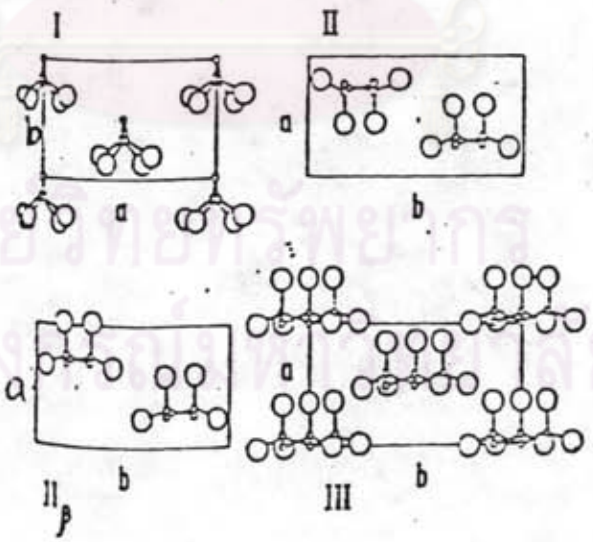
บทที่ 3

โครงสร้างของ PVDF

PVDF หรือโพลิไวนิลีดีนฟลูออร์ไรด์ (Polyvinylidenefluoride) เป็นสารโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งซึ่งสามารถแสดงสภาพพิซโซอิเลคตริกได้อย่างชัดเจน และเป็นสารโพลิเมอร์ที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน PVDF เป็นสารโพลิเมอร์กึ่งผลึกประกอบด้วยโมโนเมอร์ CF_2CH_2 ต่อกันเป็นโซ่ยาว

PVDF มีโครงผลึกอยู่ 4 แบบ คือ แบบ I หรือเฟสเบตา, แบบ II หรือเฟสแอลฟา, แบบ III หรือเฟสแกมมา และ II_β หรือเฟสแอลฟา-เบตา ลักษณะของโครงสร้างผลึกแบบต่างๆ เมื่อฉายลงบนระนาบที่ตั้งฉากกับแกน c ดังแสดงในรูปที่ 3.1 โครงสร้างผลึกแต่ละแบบสามารถเปลี่ยนแปลงไปมาระหว่างกันได้ ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต [3]



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของ PVDF

I แบบเบตา II แบบแอลฟา

III แบบแกมมา II_β แบบแอลฟา-เบตา

1. โครงผลึกแบบ II หรือแบบแอลฟา

ได้จากการตกผลึกของ PVDF ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 150 °c มีลักษณะโครงสร้างแบบโมโนคลีนิก (monoclinic)ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และมีโมเมนต์ขั้วคู่ที่มีองค์ประกอบทั้งในแนวตั้งฉากและขนานกับแกนของโซ่โมเลกุล แต่โมเมนต์ขั้วคู่ของโซ่ 2 สายมีทิศตรงข้ามกัน ทำให้ผลึกแบบนี้ไม่มีสปอนเตเนียสโพลาไรเซชัน

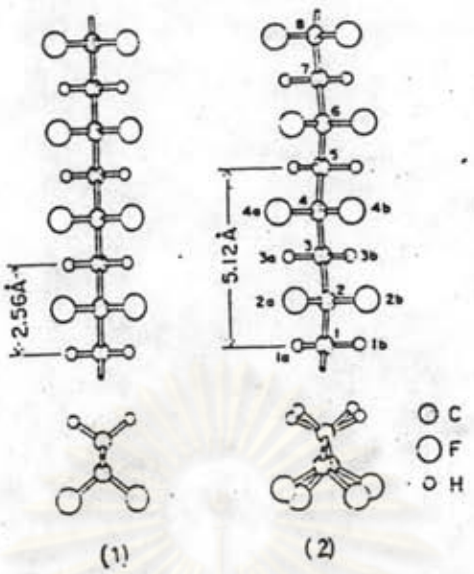
2. โครงผลึกแบบ I หรือแบบเบตา

ได้จากการยืดฟิล์ม PVDF ที่มีโครงผลึกแบบแอลฟา ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิทรานซิชัน ลักษณะโครงผลึกเป็นแบบ ออร์ธอรอมบิค (Orthorhombic) ดังแสดงในรูปที่ 3.3 แต่ละหน่วยผลึกมีขั้วคู่สุทธิ (net dipole) และมีสภาพพิซโซอิเลคตริก แต่การจัดเรียงตัวของแต่ละผลึกนั้นเป็นแบบสุ่ม (random) จึงทำให้แผ่นฟิล์ม PVDF ไม่มีโพลาไรเซชัน

(TGTḠ)Model

รูปที่ 3.2 แบบจำลองโมเลกุลของโครงผลึกแบบแอลฟา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 แบบจำลองโมเลกุลของโครงผลึกแบบเบตา
1) สายโซ่แบบพลานาร์ซิกแซก
2) สายโซ่แบบซิแซกที่มีการเบนไป

3. โครงผลึกแบบ III หรือแบบแกมมา

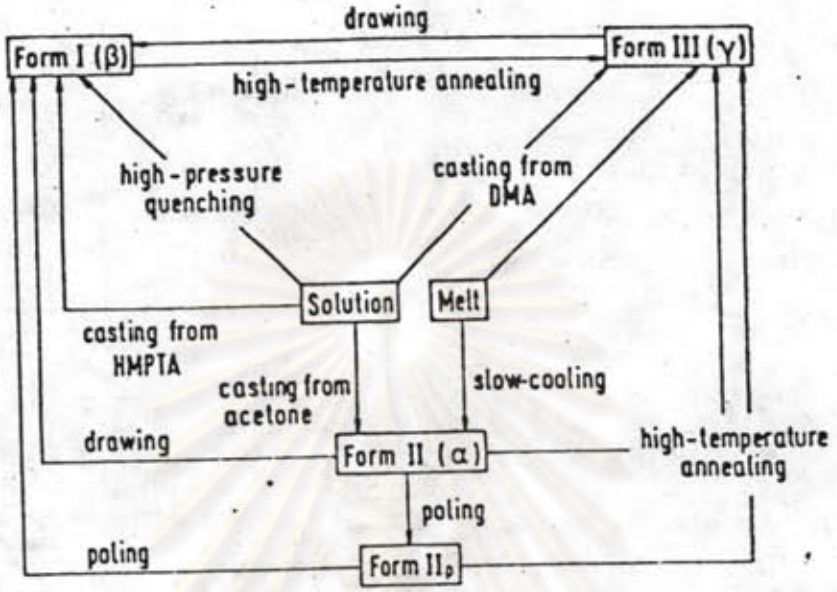
ได้จากการตกผลึกของ PVDF เหลว ภายใต้ความดันบรรยากาศ และที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลว ผลึกมีขั้วคู่สุทธิ

4. โครงผลึกแบบ II_{β} หรือแบบแอลฟา-เบตา

ได้จากการจัดขั้วด้วยสนามไฟฟ้าของฟิล์ม PVDF ที่มีโครงผลึกแบบแอลฟา ผลึกแต่ละหน่วยจะมีขั้วคู่สุทธิ และมีโพลาไรเซชัน 4/7 เท่าของโครงผลึกแบบ I

แผ่นฟิล์ม PVDF ที่ผลิตขึ้นในขั้นแรก จะมีผลึกแบบไม่มีขั้วปนอยู่ในส่วนอสัณฐานมาก ทำให้แผ่นฟิล์ม PVDF ไม่มีสภาพพิซโซอิเลคตริก การที่จะทำให้แผ่นฟิล์มมีสภาพพิซโซอิเลคตริกนั้น ต้องผ่านขั้นตอนบางอย่างเพื่อเปลี่ยนโครงสร้างผลึกจากแบบไม่มีขั้ว เป็นผลึกแบบมีขั้ว ในโครงผลึกทั้ง 4 แบบของ PVDF นี้ โครงผลึกแบบเบตาจะมีสภาพขั้วสูงสุด ดังนั้นแผ่นฟิล์ม PVDF ที่แสดงสภาพพิซโซอิเลคตริกได้ดี จะต้องมีโครงผลึกแบบเบตาปนอยู่มาก ซึ่งสามารถทำได้หลาย

วิธี เช่น การยืด การอบ การจัดขั้ว เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างผลึกแต่ละแบบสามารถเปลี่ยนแปลงไปมาระหว่างกันได้ ในรูปที่ 3.4 เป็นแผนผังแสดงขั้นตอนในการเปลี่ยนโครงผลึกแบบต่าง ๆ ของ PVDF



รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนโครงสร้างผลึกแบบต่างๆ ของ PVDF [2]

จากทฤษฎีที่ล่าวมาแล้วในบทที่ 2 นั้น จะเห็นว่าการที่ฟิล์มโพลิเมอร์มีสภาพพิซโซอิเลคตริกได้นั้น นอกจากเกิดจากการที่โพลิเมอร์มีลักษณะโครงผลึกแบบมีขั้วแล้ว การที่โพลิเมอร์นั้นมีประจุไฟฟ้าอิสระตกค้างอยู่ภายใน ก็จะมีผลต่อสภาพพิซโซอิเลคตริกของโพลิเมอร์นั้นด้วย และวิธีการที่จะทำให้ประจุไฟฟ้าเข้าไปอยู่ในโพลิเมอร์ได้นั้น ทำได้ด้วยการประจุด้วยสนามไฟฟ้า ในบทที่ 4 ที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะเกี่ยวข้องกับการเก็บประจุของสารโพลิเมอร์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแผ่นโพลิเมอร์ให้มีสภาพพิซโซอิเลคตริกต่อไป