



บทที่ 1

บทนำ

นับตั้งแต่ คิวรี (Curie) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ค้นพบสมบัติพิเศษของโซลิตอนในผลึกควอตซ์ในปี ค.ศ. 1880 ก็ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้กันมากขึ้น และได้ค้นพบว่านอกจากผลึกควอตซ์แล้วยังมีผลึกอื่นอีกที่มีสภาพพิเศษโซลิตอน เช่น โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chlorate) โบราไซต์ (Boracite) แบเรียมไทตาเนต (Barium-titanate) และผลึกอื่นอีกมาก และยังได้นำเอาผลึกเหล่านี้ไปประยุกต์เป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย เช่น เป็นตัวรับ-ส่งคลื่นเสียง ตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียง ไอโครโฟน ไมโครโฟน สวิตช์แบบสัมผัส เป็นต้น [1]

ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสภาพพิเศษโซลิตอนในผลึกกันมากขึ้นทั้งทางทฤษฎีและการทดลอง เช่น ลิปป์แมน (Lippman) ได้ใช้หลักการทางอุณหพลศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์พิเศษโซลิตอนแบบย้อนกลับ พบว่าสารพิเศษโซลิตอนสามารถให้สนามไฟฟ้าออกมาได้เมื่อได้รับความเค้นหรือความเครียด โวลต์มาร์วอยท์ (Woldemar Voigt) ได้ศึกษาถึงผลของโครงสร้างผลึกต่อสภาพพิเศษโซลิตอน ทำให้ทราบว่าโครงสร้างผลึกอยู่ 18 แบบในโครงสร้างผลึกทั้งหมด 32 แบบ ที่มีสภาพพิเศษโซลิตอน นอกจากนี้ยังมีนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนที่ศึกษาเกี่ยวกับสารพิเศษโซลิตอน เช่น เบอร์ทออลด์ (Bert Auld) นอร์แมนฟรอสเตอร์ (Norman Froster) เป็นต้น ดังปรากฏในรายงานของเซลเลอร์ [2]

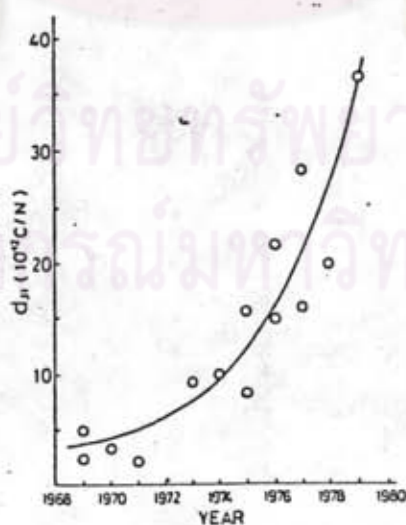
ต่อมาในปี ค.ศ. 1924 ก็ได้พบสภาพพิเศษโซลิตอนในสารโพลีเมอร์บางชนิด ส่วนมากเป็นสารโพลีเมอร์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ แต่การค้นพบนี้ไม่ได้รับความสนใจมากนักเนื่องจากมีสภาพพิเศษโซลิตอนน้อยมาก ต่อมาฟูกะดะ (Fukada) และเกอร์ฮาร์ด เซสเลอร์ (Gerhard Sessler) ได้เสนอทฤษฎีพิเศษโซลิตอนสำหรับสารโพลีเมอร์ ทำให้มีการค้นคว้าเกี่ยวกับสภาพพิเศษโซลิตอนในโพลีเมอร์กันมากขึ้น จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1969 นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นชื่อ คาวาอิ (Kawai) ได้พบสภาพพิเศษโซลิตอนสูงมากในสารโพลีเมอร์ที่เขาสังเคราะห์ขึ้น สารโพลีเมอร์นี้คือโพลีไวนิลิดีนฟลูออไรด์ หรือชื่อย่อ PVDF หลัง

จากนั้น PVDF ก็ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ได้มีการวิจัยเพื่อพัฒนา PVDF ให้มีสภาพพิซโซอิเล็กตริกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังได้ค้นพบสภาพพิซโซอิเล็กตริกในโพลิเมอร์ร่วมของ PVDF ในรูปที่ 1.1 เป็นกราฟแสดงความก้าวหน้าในการพัฒนาแผ่นฟิล์มและในตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบสภาพพิซโซอิเล็กตริกของ PVDF กับผลึกพิซโซอิเล็กตริกอื่นๆ [3]

Material	Dielectric Constant ϵ/ϵ_0	Piezo-electric Constant ^a (10^{-12} C/N)	Electro-mechanical Coupling Constant (%)	Acoustic Impedance (10^9 kg/m ² s)	Pyro-electric Constant ^a (10^{-5} C/m ² K)
Quartz (0°X)	4.5	2.3	10	14.3	
Rochele salt (45°X)	350	275	73	5.7	
Triglycine sulfate	45	25			30
BaTiO ₃ ceramic	1700	78	21	25	20
PZT ceramic	1200	110	30	25	27
PVDF	12	20	11	2.3	4
Polymer-ceramic composite	118	30	5	4	10
PBLG (45°Z)	3.8	2	2	2	

^aAbsolute value.

ตารางที่ 1.1 ตารางสภาพพิซโซอิเล็กตริกของสารต่างๆ [2]



รูปที่ 1.1 กราฟแสดงพัฒนาการของสภาพพิซโซอิเล็กตริกของ PVDF [3]

ได้มีการนำแผ่น PVDF ไปประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์ต่างๆมากมายเช่น ไมโครโฟน หูฟัง ลำโพง มาตรการความเร่ง เครื่องรับรู้ทางการแพทย์ (Medical sensor) อุปกรณ์รับส่งคลื่นอัลตราโซนิก เป็นทรานสดิวเซอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Nondestructive testing transducers) มอสเฟต (Mosfet) ไอโคโรโฟน สวิตช์ชนิดที่ไม่มีรอยต่อ (Contactless switches) พัดลม แบนพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์และพิมพ์ดีด หม้อแปลงเชิงกล (Mechanical transformer) และอุปกรณ์อื่นๆ จะเห็นได้ว่าโพลิเมอร์พีโซอิเล็กทริกได้มีบทบาทอย่างสูงและเข้ามาแทนที่ผลึกพีโซอิเล็กทริกในอดีต เนื่องจากมีข้อดีหลายประการคือ [3,4]

1. PVDF มีสภาพพีโซอิเล็กทริกสูง
2. สามารถตัดให้แผ่นฟิล์มมีรูปร่างต่างๆได้ตามต้องการ
3. การผลิตแผ่นโพลิเมอร์พีโซอิเล็กทริกไม่ต้องใช้เทคโนโลยีสูง
4. มีราคาถูก
5. ทำให้มีขนาดบางๆได้ถึง $5 \mu\text{m}$.

ถึงแม้ว่าจะมีการค้นพบสารโพลิเมอร์พีโซอิเล็กทริกเป็นเวลากว่า 10 ปีแล้วแต่ในประเทศไทยยังไม่เคยมีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อนเลย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ให้มากขึ้นภายในประเทศ เพราะต่อไปสิ่งประดิษฐ์จาก PVDF และโพลิเมอร์พีโซอิเล็กทริกจะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนไทยมากขึ้น วิทยานิพนธ์นี้ นับได้ว่าเป็นก้าวแรกของการวิจัยเกี่ยวกับโพลิเมอร์พีโซอิเล็กทริกในประเทศไทย และคาดว่าจะในอนาคตคงจะมีการวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับเรื่องนี้มากขึ้น จนกระทั่งไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงเนื่องจากการสร้างโพลิเมอร์พีโซอิเล็กทริก และการประยุกต์นี้ไม่ได้ใช้เทคโนโลยีสูงเกินไป ประเทศไทยมีศักยภาพทางเทคโนโลยีเพียงพอที่จะพัฒนาต่อไปได้ ถ้าหากมีการวิจัยและพัฒนาอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

การวิจัยนี้ได้นำแผ่น PVDF ซึ่งได้มาจากประเทศญี่ปุ่น มาพัฒนาให้มีสภาพพีโซอิเล็กทริก โดยวิธีการยึด อบ และจัดขั้วด้วยสนามไฟฟ้า ตามลำดับ โดยได้ตัดแปลงวิธีการให้ใช้ได้กับเครื่องมือที่มีอยู่แล้วในห้องทดลอง แล้วนำแผ่นฟิล์ม PVDF ที่มีสภาพพีโซอิเล็กทริกที่ได้มาประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์ต่างๆคือ ลำโพง ไมโครโฟน และหูฟัง พยายามตัดแปลงรูปแบบให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับอุปกรณ์ชนิดเดียวกันที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน อาศัยหลักการอย่างง่ายและใช้ได้กับเครื่องมือที่มีอยู่ ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป