



บทที่ 1

บทนำ

ในปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 ได้มีการค้นพบว่า ผลึกบางชนิดมีสมบัติเป็นสารเพียโซอิเล็กทริก (piezoelectric) กล่าวคือ ในสภาพปกติจะมีไดโพลทางไฟฟ้าถาวร และเมื่อมีแรงมากระทำกับสารนี้ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไดโพลถาวรในเนื้อสาร ทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้น [Burfoot ,1976] ตัวอย่างของสารพวกนี้ ได้แก่ ลิเทียมแทนทาลेट (lithium tantanate) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นผลึกเดี่ยว หรือพวก polycrystalline ceramic เช่นเลด-ไทตาเนตเซอร์โคเนต (lead titanate zirconate , PZT) เป็นต้น

ในช่วงแรก ๆ นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาสารเพียโซอิเล็กทริกจำกัดอยู่แต่ในผลึกสารอนินทรีย์เท่านั้น แต่ต่อมาในปี ค.ศ 1969 คาวาอิ (Kawai) ได้พบว่า [Kawai , 1969] เมื่อนำพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ไปยืด แล้วนำไป evapolated ด้วยตัวนำไฟฟ้าที่ผิวทั้งสองด้านของพอลิเมอร์ หลังจากนั้น จึงนำไปจัดชั้นโดยการนำไปวางไว้ในสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มสูงพร้อมกับค้อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง หลังจากนั้นปล่อยให้อุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำเอาพอลิเมอร์นี้ออกจากสนามไฟฟ้า ก็จะได้พอลิเมอร์ที่มีสภาพเพียโซอิเล็กทริกสูงขึ้น ซึ่งพอลิเมอร์ที่คาวาอิสนใจศึกษานี้ก็คือ พิล์มพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (polyvinylidene fluoride หรือเรียกชื่อย่อว่า PVDF) และเนื่องจากฟิล์มนี้มีราคาถูกสามารถเตรียมเป็นแผ่นใหญ่และดัดแปลงรูปร่างได้ง่าย อีกทั้งยังมีสภาพเพียโซอิเล็กทริกสูง (ตารางที่ 1.1) จึงนิยมไปประยุกต์ทำเป็นอุปกรณ์หลายประเภทด้วยกัน [Wang, 1988] ได้แก่

1. เป็นตัวรับ-ส่ง สัญญาณความถี่เสียง เช่น ไมโครโฟน , หูฟังและลำโพงทวิตเตอร์ เป็นต้น ซึ่งพบว่าสามารถตอบสนองของความถี่ในย่านความถี่สูงได้ดี และมีความผิดเพี้ยนน้อย
2. เป็นตัวรับ-ส่ง สัญญาณความถี่เหนือเสียงในการประยุกต์ใช้ได้น้ำ เช่น ไฮโดรโฟน และในทางการแพทย์ใช้ในการถ่ายภาพของอวัยวะภายใน

3. เป็นตัวรับ-ส่ง สัญญาณไฟฟ้าเชิงกล เช่น แผ่นกดของคอมพิวเตอรฺ์และโทรศัพท์

4. ทำเป็นเกจ (gauges) สำหรับวัดค่าต่าง ๆ เช่น strain gauges เป็นเกจสำหรับวัดค่าความเครียด และ stress gauges เป็นเกจสำหรับวัดค่าความเค้น เป็นต้น

Material	Density (g.cm^{-3})	Dielectric constant	Piezoelectric constant d (10^{-12} C/N)
PVDF	1.76	11-12	20 (d_{31}) 30 (d_{33})
PVF	1.38	5	1 (d_{31})
$\text{VF}_2\text{-VF}_3$	1.9	15 - 20	15 - 30 (d_{31})
Nylon 11(γ phase)	1.1	4	3 (d_{31})
PZT-5	7.75	1700	171 (d_{31})
BaTiO_3	5.7	1700	78 (d_{31})
Quartz	2.66	4.5	2 (d_{31})

ตารางที่ 1.1 แสดงสมบัติของสารเพียโซอิเล็กตริกชนิดต่าง ๆ [Wang, 1988]

ในงานวิจัยนี้ จะสร้างและประยุกต์เครื่องมือ เพื่อที่จะวัดค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กตริกของแผ่นเพียโซอิเล็กตริกพอลิเมอร์พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (PVDF) ในแนว 31 หรือเรียกว่า d_{31} (เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่หาได้โดยให้แรงกระทำในแนวแกน 1 (แกน X) แล้ววัดค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นในแนวแกน 3 (แกน Z) แล้วนำค่าที่ได้นี้ไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เพียโซ-

อิเล็กตริก) โดยในการวัดค่า d_{31} นี้ จะทำการวัดแบบกระแสลับที่ความถี่ต่ำ กล่าวคือจะให้แรงกระทำในรูปแบบของฟังก์ชันไซน์ที่มีความถี่ 10 Hz แล้วหาค่า d_{31} ออกมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้กับค่า d_{31} ที่วัดแบบกระแสตรง (ให้แรงคงที่กระทำกับแผ่น PVDF) จริง ๆ แล้วค่า d_{31} แบบกระแสสลับนี้จะเป็นจำนวนเชิงซ้อน คือมีทั้งส่วนจริงและส่วนจินตภาพ แต่ในงานวิจัยนี้จะวัดค่าเฉพาะส่วนที่เป็นส่วนจริงเท่านั้น เนื่องจากว่าในงานวิจัยนี้จะวัดค่า d_{31} ที่ความถี่ต่ำ (10 Hz) ซึ่งค่า ส่วนที่เป็นส่วนจินตภาพจะมีค่าน้อยมาก [Yasaka Wada and Hayakawa, 1976]

เนื่องจากค่า d_{31} นี้จะเป็นค่าที่แสดงสภาพเพียสโซอิเล็กตริกของสารเพียสโซอิเล็กตริก กล่าวคือถ้าสารเพียสโซอิเล็กตริกใดมีค่า d_{31} มาก ก็แสดงว่าสารนั้นมีสภาพเพียสโซอิเล็กตริกสูง ดังนั้นเครื่องมือที่ทำขึ้นมาี้ จึงสามารถเป็นตัวบอกได้ว่า สารใดมีสภาพเพียสโซอิเล็กตริกสูงกว่ากัน แต่เครื่องมือที่สร้างขึ้นมานี้ก็มีข้อจำกัดคือ จะใช้วัดได้เฉพาะสารเพียสโซอิเล็กตริกพอลิเมอร์ที่ทำให้เป็นแผ่นได้เท่านั้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย