บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม คือ ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในระบบการผลิต มีสาเหตุจากหลายประการ เช่น การเสื่อมสภาพจากใช้งานเป็นเวลานาน สภาวะแวดล้อม อาทิ ความชื้นสูง สภาวะการเกิดกรดด่าง การกัดกร่อนเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีของโลหะ การสึกหรอเนื่องจากการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรกลหมุนที่ไม่ได้ศูนย์เกิดการเสียดสีกัน เป็นต้น ดังนั้นการตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นก่อนที่วัสดุจะเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Nondestructive testing) ด้วยวิธีการตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติก (Acoustic emission) ซึ่งเป็นการตรวจสอบที่สามารถพบรอยบกพร่องที่กำลังเกิดหรือกำลังขยายตัวภายในเนื้อของวัสดุทั้งในระดับจุลภาค (Microscopic) และระดับมหภาค (Macroscopic) [1] ได้ การตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติกนี้มีข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับการตรวจสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธีอื่นๆ คือ เป็นการตรวจสอบ ณ เวลาจริง (Real Time) ซึ่งสามารถใช้เตือนภัยได้ล่วงหน้าก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้นและยังสามารถตรวจสอบได้เป็นบริเวณกว้าง รวมทั้งในบริเวณที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ [2]

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีรายงานการสร้างตัวตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติกไว้หลายฉบับด้วยกัน ได้แก่ Inacio และคณะ [3] ได้เสนอการสร้างตัวตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติกจากสาร PTCa:P(VDF-TrFE) โดยมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 15 มิลลิเมตร ใช้ความหนาของสาร 0.55 มิลลิเมตร เมื่อวัดค่าความถี่ต่อการตอบสนองมีค่าเท่ากับ 2.3 MHz ในขณะที่ Or และคณะ [4] ได้เสนอการสร้างตัวตรวจจับจากสาร P(VDF-TrFE) ซึ่งมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกเช่นเดียวกัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 6 มิลลิเมตร ใช้ความหนาของสาร 0.8 มิลลิเมตร เมื่อทำการวัดค่าความถี่ต่อการตอบสนองมีค่าอยู่ในช่วง 250 – 400 kHz

ในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการสร้างอุปกรณ์สำหรับตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติก ซึ่งเรียกว่าตัวตรวจจับคลื่นอะคูสติก (Acoustic emission transducer) ซึ่งตัวตรวจจับที่สร้างขึ้นนี้เป็นสารประเภทเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric) ที่จะทำหน้าที่รับพลังงานกลที่อยู่ในรูปของคลื่นอะคูสติกแล้วเปลี่ยนรูปพลังงานเป็นไฟฟ้าโดยสร้างจากวัสดุที่มีคุณสมบัติทางเพียโซอิเล็กทริก 2 ชนิดด้วยกันคือ สารเลดเซอร์โคเนตไททาเนต (Lead Zirconate Titanate) หรือ PZT ซึ่งเป็นวัสดุ

เซรามิกส์ และโพลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์ (Polyvinylidene Fluoride) หรือ PVDF ซึ่งเป็นวัสดุโพลิเมอร์ จากนั้นนำไปตรวจจับสัญญาณคลื่นอะคูสติก แล้ววิเคราะห์สัญญาณที่ได้ต่อไป

ปัจจุบันวัสดุทั้งสองชนิดนี้กำลังเป็นที่สนใจและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย จากงานวิทยานิพนธ์ของ เรือโทอนุชา เรืองสวัสดิ์ [5] ซึ่งได้ทำการเตรียมสาร PZT ให้มีคุณสมบัติทางเพียโซอิเล็กทริกและสามารถนำมาสร้างเป็นตัวตรวจจับคลื่นอุลตราโซนิกได้ ซึ่งตัวตรวจจับที่ใช้งานในทางอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ผลิตจากวัสดุเซรามิกส์ คือ PZT ต่อมาเมื่อได้มีการค้นพบวัสดุโพลิเมอร์ที่มีสมบัติเพียโซอิเล็กทริก เช่น ฟิล์ม PVDF ได้มีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายเพราะฟิล์ม PVDF มีลักษณะที่ยืดหยุ่น สามารถโค้งงอได้ รวมทั้งมีค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงต่ำ (Acoustic impedance) จึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้สร้างเป็นตัวตรวจจับคลื่นอะคูสติก จากงานวิทยานิพนธ์ของ ชัชชัย พุฒซ้อน [6] ได้ทำสร้างและพัฒนาแผ่นฟิล์มโพลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์เพื่อใช้เป็นตัวตรวจจับ ซึ่งในงานวิทยานิพนธ์จะทำการสร้างตัวตรวจจับและนำตัวตรวจจับที่สร้างไปประยุกต์ใช้งานเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติและประสิทธิภาพของสัญญาณอะคูสติกที่ตรวจจับได้จากแหล่งกำเนิดต่างตามที่ต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติกมีราคาที่ค่อนข้างสูง อีกทั้งยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นจึงได้ทำการสร้างตัวตรวจจับขึ้นเองเพื่อลดต้นทุนในการตรวจสอบ โดยใช้ฟิล์ม PVDF และสาร PZT หลังจากนั้นทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับที่สร้างขึ้นในการใช้งานจริงสำหรับการตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติกจากการเฝ้าระวังสภาพหล่อลื่นของตลับลูกปืนและการเฝ้าระวังการรั่วของท่อ

1.3 ขั้นตอนการวิจัย

1) ศึกษาสมบัติทางเพียโซอิเล็กทริกของฟิล์ม PVDF และสาร PZT
2) ออกแบบและสร้างวงจรขยายสัญญาณคลื่นอะคูสติก
3) สร้างตัวตรวจจับด้วยฟิล์ม PVDF และทำการทดลองวัดสัญญาณคลื่นอะคูสติก
4) สร้างตัวตรวจจับด้วยสาร PZT และทำการทดลองวัดสัญญาณคลื่นอะคูสติก
5) วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลอง

1.4 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้มีเนื้อหาทั้งหมด 7 บท โดยบทแรกจะพูดถึงความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของงานวิทยานิพนธ์นี้ หลังจากนั้นจะเป็นทฤษฎีพื้นฐานของการตรวจสอบแบบไม่ทำลายด้วยการตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติก ซึ่งกล่าวในบทที่ 2 ส่วนเนื้อหาในบทที่ 3 จะกล่าวถึงทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพเพียโซอิเล็กทริก และสมบัติทางเพียโซอิเล็กทริกของฟิล์ม PVDF และสาร PZT ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างตัวตรวจจับ วงจรขยายสัญญาณคลื่นอะคูสติก ส่วนเนื้อหาในบทที่ 5 จะเป็นการหาความสัมพันธ์ต่างๆ ที่มีผลต่อค่าความถี่ต่อการตอบสนองของตัวตรวจจับ บทที่ 6 จะเป็นการประยุกต์นำตัวตรวจจับที่สร้างขึ้นไปใช้ในงานตรวจสอบจริง และบทที่ 7 ซึ่งเป็นบทสุดท้ายได้สรุป วิจารณ์ผลการทดลองและเสนองานวิจัยที่ควรจะทำต่อเพื่อปรับปรุงผลการตรวจจับให้ดีขึ้นในอนาคต