บทที่ 7

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

7.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการสร้างตัวตรวจจับ โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้สำหรับตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติก เนื่องจากการปล่อยคลื่นอะคูสติกเป็นวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายวิธีหนึ่งที่มีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ คือ สามารถตรวจสอบได้ ณ เวลาที่เกิดขึ้นจริง รวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ทั่วทั้งโครงสร้าง ซึ่งตัวตรวจจับที่สร้างขึ้นนี้อาศัยคุณสมบัติทางเพียโซอิเล็กทริก กล่าวคือ เป็นคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถเปลี่ยนพลังงานกลไปอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า โดยได้สร้างตัวตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติกจากวัสดุ 2 ชนิดด้วยกัน คือ ฟิล์ม PVDF ที่เป็นโพลิเมอร์ และสาร PZT ที่เป็นเซรามิก

โครงสร้างของตัวตรวจจับที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนหลักๆ 5 ส่วนด้วยกัน คือ ชั้นป้องกัน วัสดุเสริมหลัง กล่องอะลูมิเนียม หัวต่อ BNC และวัสดุเพียโซอิเล็กทริกที่ใช้ทั้งฟิล์ม PVDF และสาร PZT ทั้งนี้เนื่องจาก ฟิล์ม PVDF และสาร PZT มีข้อดีที่แตกต่างกัน คือ ฟิล์ม PVDF เป็นโพลิเมอร์ ซึ่งมีความยืดหยุ่น สามารถโค้งงอได้ จึงสามารถสร้างเป็นตัวตรวจจับในลักษณะรูปแบบที่ซับซ้อนได้ อีกทั้งยังมีค่าความต้านทานทางเสียงที่ต่ำ คือ ประมาณ 3.91 Mrayl เมื่อนำมาประกอบเป็นตัวตรวจจับแล้ว ง่ายต่อการเพิ่มค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงวัสดุเสริมหลังเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับฟิล์ม ในขณะที่สาร PZT มีค่า electromechanical coupling factor ที่สูงกว่า ฟิล์ม PVDF ซึ่งทำให้สาร PZT สามารถเปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า แต่สาร PZT มีค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงที่สูง คือ ประมาณ 37 Mrayl ดังนั้นในการนำสาร PZT มาประกอบเป็นตัวตรวจจับ จะมีความยากสำหรับการทำให้วัสดุเสริมหลังกับสาร PZT มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งส่งผลถึงลักษณะของสัญญาณรับได้จากตัวตรวจจับ ในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการการผสมผงทังสเตนกับกาวอีพอกซี เพื่อเพิ่มค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียง

ในการทดสอบผลของค่าความหนาของวัสดุเพียโซอิเล็กทริกและค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงของวัสดุเสริมหลัง ที่มีผลต่อค่าความถี่ต่อการตอบสนองของตัวตรวจจับ ได้สร้างตัวตรวจจับขึ้นจากฟิล์ม PVDF และสาร PZT ขึ้นอย่างละ 3 ตัว โดยตัวตรวจจับที่สร้างจากฟิล์ม PVDF ตัวที่ T1 และ T2 มีค่าความหนาของฟิล์ม PVDF เท่ากันคือ 28 ไมโครเมตร แต่มีค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงไม่เท่ากัน คือ 3.669 และ 2.971 Mrayl ตามลำดับ ในขณะที่ตัวตรวจจับตัวที่ T3 มีค่าความหนาของ

ฟิล์ม PVDF เท่ากับ 52 ไมโครเมตร และค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงของวัสดุเสริมหลัง เท่ากับ 2.971 Mrayl ส่วนตัวตรวจจับที่สร้างจากสาร PZT ตัวที่ T4 T5 และ T6 มีค่าความหนาของสาร PZT เท่ากับ 1.0 0.8 และ 0.5 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงของวัสดุเสริมหลังมีค่าไม่เท่ากัน คือ ตัวตรวจจับตัวที่ T4 และ T5 มีค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงของวัสดุเสริมหลังเท่ากับ 3.669 Mrayl ส่วนตัวตรวจจับตัวที่ T6 มีค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงของวัสดุเสริมหลังเท่ากับ 2.971 Mrayl หลังจากนั้นนำตัวตรวจจับที่สร้างขึ้นไปทดสอบการทำงานจากการตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติกด้วยแหล่งกำเนิด AE artificial source

เมื่อพิจารณาลักษณะของสัญญาณอะคูสติกที่ตรวจจับได้จากตัวตรวจจับที่สร้างจากฟิล์ม PVDF แต่ละตัวพบว่า ตัวตรวจจับตัวที่ T1 ซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงของวัสดุเสริมหลังใกล้เคียงกับฟิล์ม PVDF มากที่สุด จึงทำให้สัมประสิทธิ์การส่งผ่านของคลื่นอะคูสติกมีค่ามาก ดังนั้นค่าพลังงาน RMS จึงมีค่ามากที่สุด อีกทั้งยังใช้ความหนาของแผ่นฟิล์ม PVDF น้อยกว่า จึงทำให้ค่าความถี่ต่อการตอบสนอง มีค่าสูงที่สุด ส่วนลักษณะของสัญญาณอะคูสติกที่ตรวจจับได้จากตัวตรวจจับที่สร้างจากสาร PZT แต่ละตัวมีลักษณะเช่นเดียวกับฟิล์ม PVDF กล่าวคือ ตัวตรวจจับตัวที่ T4 และ T5 ซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงของวัสดุเสริมหลังมากที่สุด มีค่าพลังงาน RMS จึงมีค่ามากที่สุด ส่วนตัวตรวจจับตัวที่ T6 ใช้แผ่นสาร PZT ที่มีความหนาน้อยที่สุด จึงมีค่าความถี่ต่อการตอบสนองสูงที่สุดเช่นกัน ดังนั้นในการสร้างตัวตรวจจับเพื่อให้สามารถรับสัญญาณได้ดี มีค่าพลังงาน RMS สูง จึงต้องทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงมีค่าใกล้เคียงกับวัสดุเพียโซอิเล็กทริก และสำหรับการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบด้วยวิธีการปล่อยคลื่นอะคูสติกในช่วงความถี่สูงๆ จะต้องใช้วัสดุเพียโซอิเล็กทริกที่มีความหนาน้อยๆ จะสามารถใช้งานได้เหมาะสมที่สุด

ในการประยุกต์ใช้งานจริงของตัวตรวจจับ ซึ่งได้นำไปใช้ในการตรวจสอบความผิดปกติของตลับลูกปืน พบว่าตัวตรวจจับที่สร้างขึ้นจากฟิล์ม PVDF สามารถตรวจสอบความผิดปกติและระบุได้ว่าตลับลูกปืนตัวไหนมีความเสียหาย โดยการวัดสัญญาณอะคูสติกที่ปลดปล่อยออกมาซึ่งพิจารณาในรูปของค่าพลังงาน RMS รวมทั้งการนำตัวตรวจจับที่สร้างจากฟิล์ม PVDF และ สาร PZT ไปใช้งานสำหรับการตรวจสอบการรั่วของท่ออากาศอัดความดัน ซึ่งตัวตรวจจับทั้งสองชนิดที่สร้างขึ้นก็สามารถตรวจจับความผิดปกติของรูรั่วที่ปรากฏบนท่ออัดความดันได้ จึงถือได้ว่าตัวตรวจจับที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจจับการปล่อยคลื่นอะคูสติกได้

7.2 งานวิจัยที่สามารถดำเนินการต่อได้ในอนาคต

1) สร้างตัวตรวจจับโดยใช้วัสดุเพียโซอิเล็กทริกที่มีขนาดความหนาหลายค่าเพื่อหาความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการระหว่างค่าความหนากับค่าความถี่ต่อการตอบสนอง
2) สร้างตัวตรวจจับโดยใช้วัสดุเพียโซอิเล็กทริกที่มีพื้นที่หน้าตัดหลายค่า เพื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ต่อค่าความถี่ต่อการตอบสนอง
3) เพิ่มค่าอิมพีแดนซ์ทางเสียงของวัสดุเสริมหลังให้มีค่าใกล้เคียงกับสาร PZT
4) ใช้ตัวตรวจจับหลายตัวเพื่อระบุตำแหน่งของความเสียหายที่เกิดขึ้นบนวัสดุได้อย่างแน่นอน