# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Print Circuit Board) เป็นชิ้นส่วนสำคัญของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีหน้าที่หลักในการยึดชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยการบัดกรีด้วยตะกั่วและมีลายทองแดงเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าระหว่างชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แทนการต่อวงจรด้วยสายไฟ แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณการผลิตทั่วโลก 20–50 ล้านตันต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 8.7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี [1-2] ขยะอิเล็กทรอนิกส์ถูกนำมาทิ้งในทวีปเอเชียประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยนำเข้ามาในรูปแบบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มือสอง ถึงแม้จะมีข้อกฎหมายหรือข้อบังคับที่เกี่ยวกับการนำเข้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มือสอง โดยสินค้าอิเล็กทรอนิกส์มือสองจะต้องมีอายุการใช้งานมาแล้วไม่เกิน 3 ปี [3] แต่ก็ไม่สามารถแยกความแตกต่างของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มือสองกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างชัดเจน องค์ประกอบหลักของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยส่วนที่ไม่ใช่โลหะประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนที่ไม่ใช่โลหะนี้ประกอบด้วยพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมเซตติ้ง (Thermosetting) เช่น อีพ็อกซีเรซิน (Epoxy Resin) หรือฟีนอลิกเรซิน (Phenolic Resin) และเส้นใยแก้ว (Glass Fiber) หรือกระดาษใยฝ้าย (Cotton Paper) ที่เหลืออีกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนที่เป็นโลหะ ชนิดของโลหะที่ใช้ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอัตราส่วนที่ใช้โดยประมาณ คือ ทองแดง (Copper) 20 เปอร์เซ็นต์ เหล็ก (Iron) 8 เปอร์เซ็นต์ ดีบุก (Tin) 4 เปอร์เซ็นต์ นิกเกิล (Nickel) 2 เปอร์เซ็นต์ ตะกั่ว (Lead) 2 เปอร์เซ็นต์ สังกะสี (Zinc) 1 เปอร์เซ็นต์ เงิน (Silver) 0.2 เปอร์เซ็นต์ ทอง (Gold) 0.1 เปอร์เซ็นต์ และแพลเลเดียม (Palladium) 0.005 เปอร์เซ็นต์ [4] เนื่องจากโลหะในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีส่วนประกอบของโลหะที่มีค่า จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะทำการแยกโลหะออกจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การแยกโลหะออกจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไป จะใช้ความร้อนในการหลอมละลายโลหะหรือใช้สารละลายกรดที่มีความเข้มข้นค่อนข้างสูง ละลายโลหะออกมา ซึ่งเป็นวิธีการแยกที่อันตรายและยังส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

หลังจากแยกโลหะออกจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์แล้ว ส่วนของพอลิเมอร์ที่เหลือ จะถูกกำจัดด้วยวิธีการเผาหรือการฝังกลบ การกำจัดพอลิเมอร์จากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยวิธีการเผาในพื้นที่เปิดหรือการฝังกลบ จะทำให้เกิดมลพิษแบบถาวรปะปนอยู่ในอากาศ ดิน แหล่งน้ำใต้ดิน และแหล่งน้ำใกล้เคียง มลพิษถาวรที่เกิดขึ้นจากการกำจัดแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ยกตัวอย่างเช่น

พอลิโบรมิเนตไดฟีนิลอีเทอร์ (Polybrominated diphenyl ether) พอลิคลอโรริเนตไบฟีนิล (Polychlorinated biphenyls) ไดออกซิน (Dioxins) เฟอเรน (Furans) และไอของโลหะหนักต่างๆ [5]

สำหรับประเทศไทย แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะถูกรวบรวมและแยกชิ้นส่วนด้วยวิธีการที่ผิด ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การทิ้งซากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปะปนไปกับขยะมูลฝอย การฝังกลบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในพื้นที่ซึ่งไม่ได้ออกแบบไว้เพื่อรองรับของเสียอันตรายและการลักลอบทิ้งในพื้นที่สาธารณะ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อมตามมา สิ่งสำคัญสำหรับการจัดการกับขยะจากแผงวงอิเล็กทรอนิกส์ คือ ระบบการจัดการของเสียอันตรายที่เหมาะสม เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีระบบการเก็บรวบรวม การคัดแยก การรีไซเคิล การกำจัดและองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีการจัดการที่เหมาะสม ทำให้ร้อยละ 90 ของปริมาณขยะจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดถูกทิ้งรวมไปกับขยะมูลฝอยของชุมชน ดั้งนั้น การกำหนดมาตรการจัดเก็บ การกำจัดและการรีไซเคิลที่ถูกต้องจึงเป็นทางออกที่เหมาะสม สำหรับการกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์และทำให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุด

การนำเทคโนโลยีการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ จึงมีความจำเป็นอย่างมาก เพราะสามารถลดปริมาณการใช้สารตั้งต้นสำหรับการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ลดปริมาณขยะจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ลดต้นทุนในการผลิต ลดการใช้พลังงานในการผลิตและการกำจัด รวมทั้งลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากการกำจัดแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แต่เทคโนโลยีสำหรับการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมากและเป็นเทคนิคเฉพาะของแต่ละโรงงาน ซึ่งไม่สามารถเปิดเผยได้ ทำให้ไม่สามารถรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ การรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นการใช้แรงงานคนในการคัดแยกชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ยังสามารถใช้งานได้ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนที่เป็นแผ่นแผงวงจรจะถูกนำไปตัดและบดให้เป็นผงละเอียด เพื่อแยกส่วนที่เป็นโลหะและไม่ใช่โลหะออกจากกัน แล้วคัดแยกโลหะแต่ละชนิดออกจากกัน เพื่อนำกลับไปหลอมและใช้ใหม่อีกครั้ง ในส่วนที่ไม่ใช่โลหะมักจะถูกทำลายโดยการเผาหรือการฝังกลบ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาเทคนิคการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิด FR-4 ด้วยตัวทำละลายร้อน การศึกษาและพัฒนาแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ การศึกษาประสิทธิภาพของตัวทำละลายร้อนที่มีผลต่อแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การศึกษาและพัฒนาเทคนิคการรีไซเคิล การพิสูจน์โครงสร้างทางเคมีของเรซินที่ได้จากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การศึกษาและพัฒนาเทคนิคการผสมเพื่อหาอัตราส่วนผสมของเรซินที่ได้จากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ต่อเรซินใหม่ การศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติเชิงกลของเรซินผสมระหว่างเรซินที่ได้จากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเรซินใหม่

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาและทดลองเทคนิคการรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิด FR-4

1.2.2 ทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของเรซินผสมระหว่างเรซินจากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเรซินใหม่

1.2.3 ทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของเรซินผสมระหว่างเรซินจากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเรซินใหม่

## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิด FR-4 ด้วยตัวทำละลายร้อน

1.3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.3.3 ศึกษาเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.3.4 ศึกษาเทคนิคการผสมเรซินที่ได้จากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเรซินใหม่เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงาน

1.3.5 เปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนและสมบัติเชิงกลของเรซินผสมระหว่างเรซินจากการ รีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเรซินใหม่

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ได้เทคนิคใหม่สำหรับการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิด FR-4

1.4.2 พัฒนาเทคนิคสำหรับการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิด FR-4

1.4.3 ลดปริมาณขยะ พลังงานและมลพิษจากการกำจัดแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิด FR-4

1.4.4 สามารถประยุกต์ใช้ผลการทดลองจากงานวิจัยกับแผงวงจรประเภทอื่น

## 1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.5.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับเทคนิคการรีไซเคิลพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมเซตติ้ง

1.5.2 ออกแบบและวางแผนการทดลองสำหรับงานวิจัย

1.5.3 ทดสอบสมบัติการละลายของตัวทำละลายร้อน เพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิด FR-4

1.5.4 ทดลองหาเทคนิคที่เหมาะสมในการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิด FR-4

1.5.5 ทดลองผสมเรซินที่ได้จากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเรซินใหม่ เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงาน

1.5.6 ทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของเรซินผสมระหว่างเรซินจากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเรซินใหม่

1.5.7 ทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของเรซินผสมระหว่างเรซินที่ได้จากการรีไซเคิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเรซินใหม่