บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

แสง (Light) มีสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค เมื่อกล่าวถึงแสงในความเป็นคลื่นจะเรียกว่า "คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า" (Electromagnetic waves) หากกล่าวถึงแสงในความเป็นอนุภาคจะเรียกว่า "โฟตอน" (Photon) ซึ่งเป็นอนุภาคที่ไม่มีมวลแต่เป็นพลังงาน โดยแสงเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานของอิเล็กตรอนเมื่อมีการเปลี่ยนระดับชั้นพลังงานจากชั้นพลังงานสูงมายังชั้นพลังงานต่ำ สามารถแบ่งการเปล่งแสงตามอุณหภูมิขณะเกิดการปลดปล่อยแสงได้ 2 ประเภท คือ การเปล่งแสงจากวัตถุร้อน (Incandescence) เป็นพฤติกรรมของวัสดุที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้อยู่ในรูปของแสงที่มองเห็นได้ (Visible light) และการเปล่งแสง (Luminescence) เป็นพฤติกรรมของวัสดุที่สามารถเปลี่ยนพลังงานที่มากระตุ้นให้อยู่ในรูปของแสงที่มองเห็นได้ ณ อุณหภูมิห้อง หรือต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง (Hurht, 2010) ซึ่งการเปล่งแสงสามารถแบ่งประเภทได้ตามพลังงานที่มากระตุ้น ตัวอย่างเช่น การเปล่งแสงของวัสดุโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี (Chemiluminescence) การเปล่งแสงของวัสดุโดยใช้การกระตุ้นทางกล (Mechanoluminescence) การเปล่งแสงของวัสดุเมื่อดูดซับแสง (Photoluminescence) และการเปล่งแสงของวัสดุโดยใช้กระแสไฟฟ้า (Electroluminescence) เป็นต้น (Kitai, 2008)

ในปัจจุบันการเปล่งแสงของวัสดุเมื่อดูดซับแสงเป็นวิธีการหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นวัสดุที่ง่ายต่อการกระตุ้นจึงมีการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อย่างแพร่หลาย โดยวัสดุจะถูกกระตุ้นด้วยแสงแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับชั้นพลังงานของอิเล็กตรอนจากสถานะพื้นขึ้นไปอยู่ในสถานะกระตุ้น อิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นจะไม่เสถียรจึงต้องลดระดับชั้นพลังงานลงมาให้เท่าเดิมโดยการคายพลังงานออกมาเพื่อกลับคืนสู่สถานะพื้น (Excitation-deexcitation process) ซึ่งพลังงานที่คายออกมา (Relaxed emission) จะปรากฏเป็นแสงในช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ หรือเกิดการเปล่งแสง โดยการเปล่งแสงของวัสดุเมื่อดูดซับแสงที่เกิดขึ้นนี้สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท ตามกระบวนการการกลับคืนสู่สภาวะพื้นของอิเล็กตรอน คือ ฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence) หรือ "การวาวแสง" เป็นการเปล่งแสงของวัสดุที่ปลดปล่อยแสงออกมาทันทีทันใดภายหลังได้รับการกระตุ้นด้วยแสงในระยะเวลาประมาณ 10^{-9}-10^{-7} วินาที โดยการวาวแสงนั้นจะหยุดทันทีเมื่อหยุดการกระตุ้น ส่วนการเปล่งแสงอีกประเภท คือ ฟอสฟอเรสเซนซ์ (Phosphorescence) หรือ "การเรืองแสง" เป็นการเปล่งแสงของวัสดุที่ปลดปล่อยแสงออกมาภายหลังได้รับการกระตุ้นด้วยแสงไปแล้วในระยะเวลาประมาณ 10^{-3}-10 วินาที (แม้น และ อมร, 2534) ระยะเวลาการคงอยู่ของการเรืองแสงหลังหยุดกระตุ้นจะเรียกว่า decay time ซึ่งสมบัติดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น โครงสร้าง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ผลึก สารเจือ (Dope) สารเจือร่วม (Co-dope) และความยาวคลื่นที่มากระตุ้น เป็นต้น (Clabau *et al.*, 2005; Shin *et al.*, 2012) โดยในปัจจุบันพบว่าวัสดุเรืองแสงมีขอบเขตการใช้งานที่กว้างกว่าวัสดุวาวแสง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เรืองแสงในท้องตลาด ได้แก่ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนซ์ สวิสเปิดปิดไฟ ป้ายเรืองแสงสำหรับเส้นทางหนีไฟ และจอพลาสมา เป็นต้น

สารฟอสฟอร์ชนิดสตรอนเทียมอะลูมิเนตเจืออิออนยูโรเปียม (Divalent europium ions (Eu^{2+}) doped strontium aluminate ($SrAl_2O_4$); $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่ได้รับความสนใจในการวิจัยสมบัติทางแสงอย่างแพร่หลายเนื่องจากสารชนิดนี้สามารถปลดปล่อยแสงด้วยกลไกแบบฟอสฟอเรสเซนซ์ที่มีประสิทธิภาพในการเรืองแสงสูง และยังพบว่าเป็นสารที่มีเสถียรภาพทางความร้อน อย่างไรก็ตามมีข้อด้อยคือ เสื่อมสภาพได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับความชื้น ก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Bem *et al.*, 2009) นอกจากนี้ไม่สามารถขึ้นรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยใช้สารฟอสฟอร์เพียงอย่างเดียวได้ จึงจำเป็นต้องอาศัยวัสดุตัวกลางเพื่อป้องกันสารฟอสฟอร์จากสภาวะเสื่อมต่างๆ และเพื่อช่วยในการผสมสารฟอสฟอร์ขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์

ยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic natural rubbers, TPNRs) เป็นวัสดุที่ได้จากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติและเทอร์โมพลาสติกด้วยเทคนิคการเบลนด์ปกติ (Simple blend) และเทคนิคการวัลคาไนเซชันแบบไดนามิกส์ (Dynamic vulcanization) วัสดุที่ได้มีสมบัติการใช้งานคล้ายยางและสามารถแปรรูปด้วยเครื่องแปรรูปเทอร์โมพลาสติกทั่วไปได้ รวมถึงสามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ ดังจะเห็นได้ว่ากระบวนการเตรียมวัสดุยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกเป็นการปรับปรุงวัสดุให้มีสมบัติเด่นร่วมของยางธรรมชาติและเทอร์โมพลาสติก อีกทั้งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการแปรรูปยางแบบดั้งเดิม (Coran *et al.*, 1978)

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีแนวคิดที่จะเตรียมวัสดุเรืองแสงโดยใช้สารฟอสฟอร์ชนิด $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$ ผสมในยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีน โดยจะศึกษาอิทธิพลของวิธีการผสม เทคนิคการเบลนด์ อัตราส่วนการเบลนด์ ปริมาณสารฟอสฟอร์ ปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์ และการปรับปรุงสภาพผิวของสารฟอสฟอร์ต่อสมบัติของยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกที่ผสมสารฟอสฟอร์ โดยมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นการศึกษาความเป็นไปได้ของการทำผลิตภัณฑ์เรืองแสง อาทิเช่น แผ่นยางปูทางเท้า ป้ายเรืองแสงเพื่อความปลอดภัยในตัวอาคาร และอุปกรณ์ประดับตกแต่ง เป็นต้น ที่มียางธรรมชาติเป็นองค์ประกอบ

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1. เพื่อเตรียมยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกที่เรืองแสงได้สำหรับการประยุกต์ใช้งานยานยนต์ที่ต้องการสมบัติเรืองแสง

1.2.2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ เทคนิคการเบลนด์และวิธีการผสม อิทธิพลของอัตราส่วนการเบลนด์ ปริมาณสารฟอสฟอร์ และปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์ ต่อสมบัติของยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกเรืองแสง

1.3. ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1. การศึกษาสมบัติทางกายภาพพื้นฐาน สมบัติทางแสงและความทนทานต่อน้ำของสารฟอสฟอร์

1.3.2. การศึกษาอิทธิพลของเทคนิคการเบลนด์แบบปกติ (Simple blend) และเทคนิคการวัลคาไนเซชันแบบไดนามิกส์ (Dynamic vulcanization) ต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติเชิงกล และสมบัติทางแสงของยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนที่ผสมสารฟอสฟอร์

1.3.3. การศึกษาอิทธิพลของวิธีการผสมต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติเชิงกล และสมบัติทางแสงของยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนที่ผสมสารฟอสฟอร์ โดยแปรวิธีการผสม 4 วิธี ที่ต่างกันคือ วิธีที่ 1 Step mixing – E วิธีที่ 2 Step mixing – I วิธีที่ 3 Precompound mixing – E และ วิธีที่ 4 Precompound mixing - I

1.3.4. การศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนการเบลนด์ต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติเชิงกลและสมบัติทางแสงของยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนที่ผสมสารฟอสฟอร์

1.3.5. การศึกษาอิทธิพลของปริมาณสารฟอสฟอร์ (0-24 wt% of the mixture) ต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติเชิงกล ความแข็ง การผิดรูปถาวรแบบดึง สมบัติทางแสง สมบัติทางความร้อน สมบัติการไหล และการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงกลและสมบัติทางแสงภายหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนที่ผสมสารฟอสฟอร์

1.3.6. การศึกษาอิทธิพลของปริมาณสารไทเทเนียมไดออกไซด์ (0-25 phr) ต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติเชิงกล ความแข็ง การผิดรูปถาวรแบบดึง สมบัติทางแสง สมบัติเชิงความร้อน สมบัติการไหลและการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงกลและสมบัติทางแสงภายหลังการบ่มเร่งของยาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนที่ผสมสารฟอสฟอร์

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. เพื่อเตรียมยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนที่ผสมสารฟอสฟอร์ได้

1.4.2. ทราบถึงอิทธิพลของเทคนิคการเบลนด์และวิธีการผสมต่อสมบัติของยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนที่ผสมสารฟอสฟอร์

1.4.3. ทราบถึงอิทธิพลอัตราส่วนการเบลนด์ ปริมาณสารฟอสฟอร์ และปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์ ต่อสมบัติของยางธรรมชาติเทอร์โมพลาสติกจากการเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ พอลิโพรพิลีนและโคพอลิเมอร์ของโพรพิลีนเอทิลีนที่ผสมสารฟอสฟอร์

Prince of Songkla University
Pattani Campus