ThEP-59-PAP-CMU5

โครงการวิจัย
การพัฒนาระบบเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นสำหรับการวัลคาไนซ์ยางธรรมชาติ

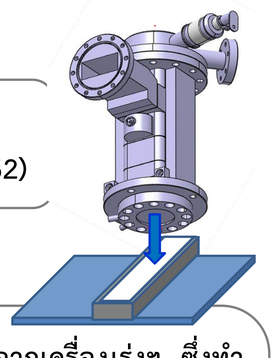
รศ.ดร.จิตรลดา ทองใบ[1,4], ผศ.ดร. สาคร ริมแจ่ม[1,4], ผศ.ดร.จตุพร สายสุด[1,4], รศ.ดร. ปิยรัตน์ นิมมานพิภักดิ์[2],
ดร. ภาสรี เล้ากิจเจริญ[3], ดร. ศิขริน ศุภกุล[4], Mr. Michael Rhodes[4]
[1]ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, [2]ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยชียงใหม่
[3]ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, [4]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์

เป้าหมายของโครงการ (ระยะเวลา 3 ปี)

1. เพื่อพัฒนาระบบเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น (Electron Linear Accelerator) ที่ปรับค่าพลังงานได้ในช่วง 0.5 ถึง 4 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ และประยุกต์ใช้ลำอิเล็กตรอนสำหรับการวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติระดับห้องปฏิบัติการ
2. สร้างความสามารถของประเทศในการสร้างระบบเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการวิจัยและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

งบประมาณและช่วงเวลาดำเนินโครงการ

งบประมาณทั้งสิ้น 2,284,000 บาท
ช่วงเวลาดำเนินงาน 3 ปี พ.ค. 2559 ถึง มิ.ย. 2562 (ขยายเวลาดำเนินการ ถึง พ.ย. 2562)



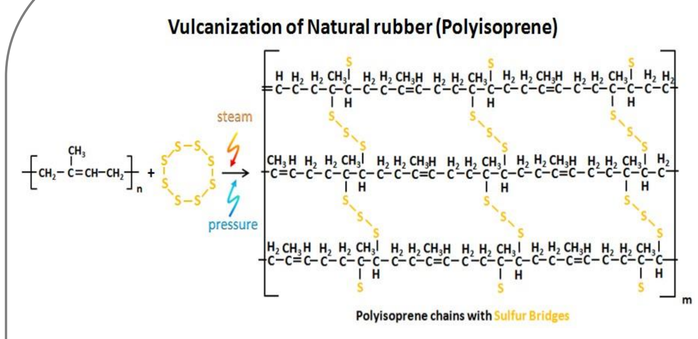
ประโยชน์ของงานวิจัย

- ได้ทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติโดยใช้ลำอิเล็กตรอนจากเครื่องเร่งฯ ซึ่งทำได้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นกระบวนการที่ลดการใช้สารเคมี การวัลคาไนซ์เกิดอย่างสม่ำเสมอ และลดการแพ้โปรตีนในยางพาราธรรมชาติ
- สร้างความสามารถของประเทศในการสร้างระบบเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการวิจัยและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

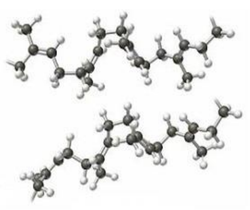
การวัลคาไนซ์ด้วยลำอิเล็กตรอน มีเป้าหมายที่จะนำไปผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์และผลิตภัณฑ์ที่สัมผัสกับร่างกายของมนุษย์ เช่น ถุงมือแพทย์ จุกนม สายสวนปัสสาวะ แผ่นยางทันตกรรม เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการใช้สารเคมีในผลิตภัณฑ์น้อยมากและไม่ก่อให้เกิดการแพ้โปรตีนในผู้ใช้

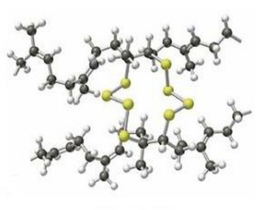
การแปรรูปน้ำยางพารา

การวัลคาไนซ์ (vulcanization)



การวัลคาไนซ์ หรือกระบวนการทำให้ยางคงรูป เป็นการทำให้สายโซ่โมเลกุลของยาง มีการเชื่อมโยงกันเป็นร่างแห 3 มิติ ส่งผลให้ยางมีความยืดหยุ่นและมีสภาพคงตัวในอุณหภูมิต่างๆ เพิ่มขึ้นจากเดิม ทำได้โดยการเติมกำมะถันหรือสารเทียบเท่าอื่น หรือการใช้ลำอิเล็กตรอนจากเครื่องเร่งฯ


Before vulcanization


After vulcanization

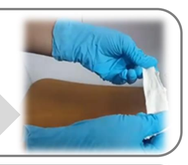
<u>ข้อดีของการวัลคาไนซ์ด้วยลำอิเล็กตรอน</u>

- ไม่ใช้สารเคมีมากเมื่อเทียบกับระบบกำมะถัน
- สามารถทำลายหรือลดโปรตีนที่อาจทำให้เกิดการแพ้ได้
- เป็นกระบวนการที่อุณหภูมิห้องส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้งานนาน
- ควบคุมได้ เกิดการวัลคาไนซ์เกิดอย่างสม่ำเสมอ

ประสิทธิผล

➢ ทดสอบการวัลคาไนซ์เบื้องต้นด้วยลำอิเล็กตรอนจากระบบเครื่องเร่งฯ ที่มีอยู่

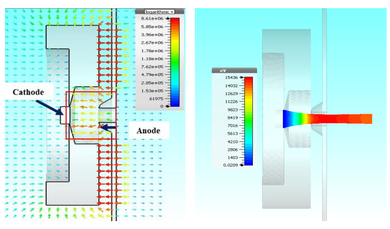
การวัลคาไนซ์เบื้องต้นด้วยอิเล็กตรอนโดส 126 kGy



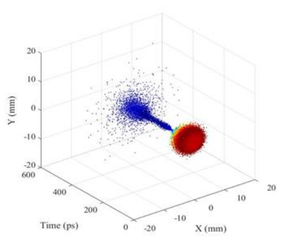
➢ พัฒนาระบบเครื่องเร่งฯ สำหรับการวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติ โดยใช้อุปกรณ์บางส่วนจากระบบเครื่องเร่งฯ ที่ได้รับบริจาค จากโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ และอุปกรณ์หลายส่วนที่ได้พัฒนาขึ้น

ประสิทธิผล

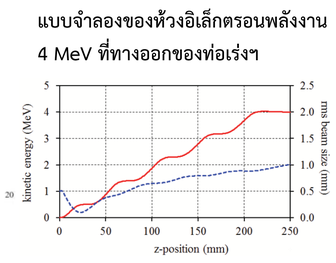
➢ การศึกษาพลศาสตร์ของลำอิเล็กตรอนด้วยการจำลองทางคอมพิวเตอร์



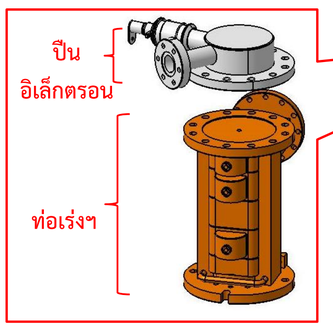
การศึกษาลำอิเล็กตรอนในปืนอิเล็กตรอน โดยการใช้โปรแกรม CST EM Studio และ CST Particle Studio (Student version)

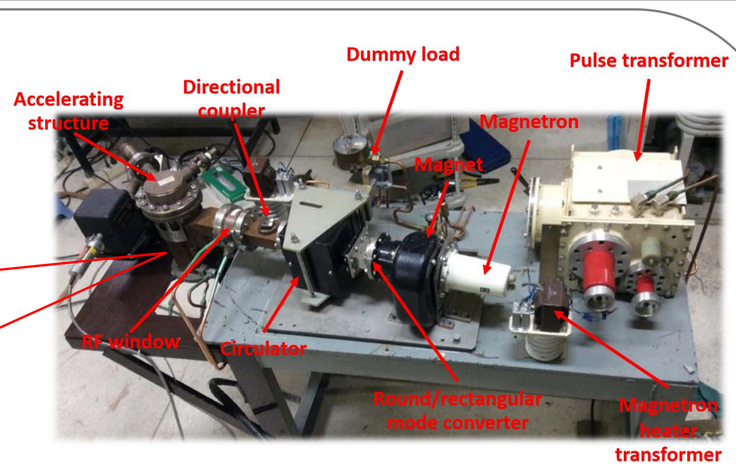


แบบจำลองของห้วงอิเล็กตรอนพลังงาน 4 MeV ที่ทางออกของท่อเร่งฯ

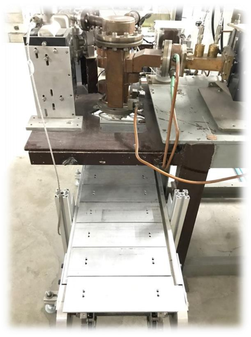


➢ รายละเอียดส่วนประกอบของระบบเครื่องเร่งฯ สำหรับการวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติ

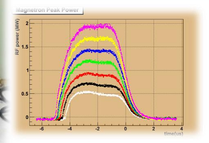




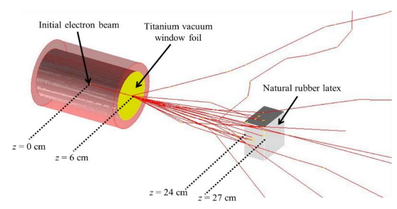
แผงควบคุมเครื่องเร่งฯ

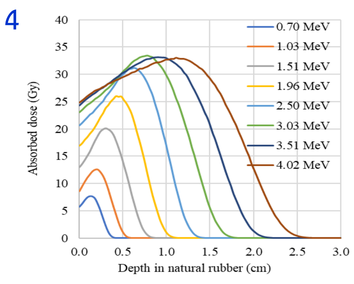

สายพานลำเลียงถาดบรรจุน้ำยาง

- กำลังคลื่นอาร์เอฟสูงสุดที่ผลิตได้คือ 2.0 MW ที่ HV 6.6 kV
- ปรับพลังงานอิเล็กตรอนโดยการปรับกำลังของคลื่นอาร์เอฟ (ดังภาพ)


Modulator สำหรับระบบผลิตคลื่นอาร์เอฟ

➢ การจำลองการฉายน้ำยางโดยโปรแกรม GEANT 4

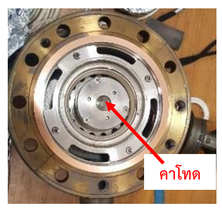


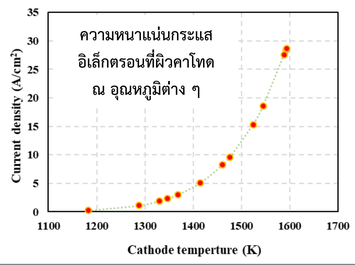


ความลึกของลำอิเล็กตรอนในน้ำยาง โดยอิเล็กตรอนพลังงานสูงจะเข้าไปในน้ำยางได้ลึกกว่าและให้โดสที่สูงกว่า

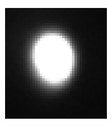
ประมาณการวัลคาไนซ์น้ำยางด้วยลำอิเล็กตรอนพลังงาน 4 MeV ได้อัตราการผลิตสูงสุดประมาณ 48 kg/hr

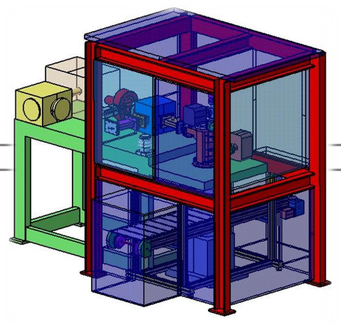
➢ ติดตั้ง ทดสอบคาโทด และทดสอบปืนอิเล็กตรอน





ลำอิเล็กตรอนพลังงาน 12 keV จากปืนอิเล็กตรอนกระทบฉากวัดเรืองแสง

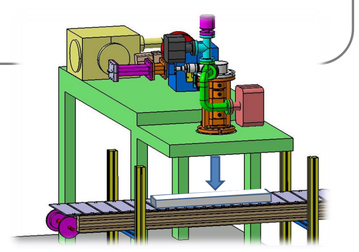




➢ ขณะนี้อยู่ระหว่างการทดสอบการเร่งอิเล็กตรอน และสร้างประกอบผนังเหล็กครอบระบบเครื่องเร่งฯ เพื่อป้องกันรังสี

➢ การพัฒนากำลังคนและผลงานตีพิมพ์

- ผู้ช่วยวิจัยระดับปริญญาโท 2 คน, ผู้ช่วยวิจัยระดับหลังปริญญาเอก 1 คน
- ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ 6 ผลงาน



โปสเตอร์สรุปปิดโครงการวิจัย (2559-2562)
การประชุมศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ประจำปี 2562
ณ Hansa JB Hotel อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 5 - 6 มิถุนายน พ.ศ. 2562