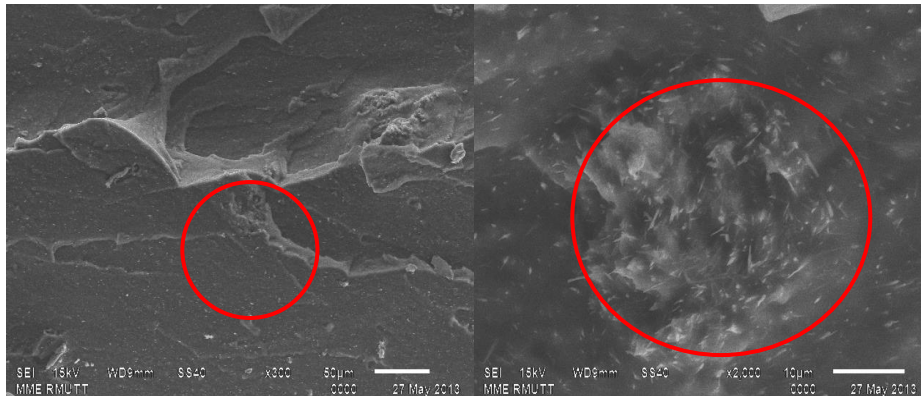


ภาคผนวก

ผลค้นฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสม พอลิไดเมทิลไซลอกเซน
(Polydimethylsiloxane)ผสมอนุภาคพอลาไลซ์ชนิดต่างๆ

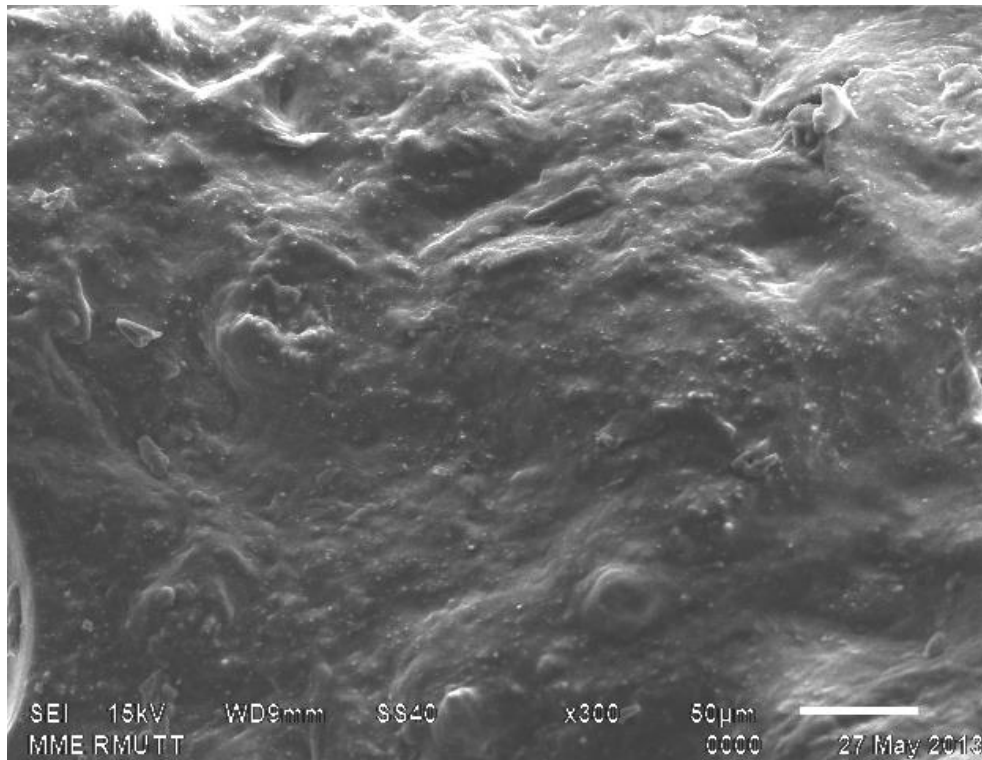


รูปที่ 1ก.

รูปที่ 2 ข.

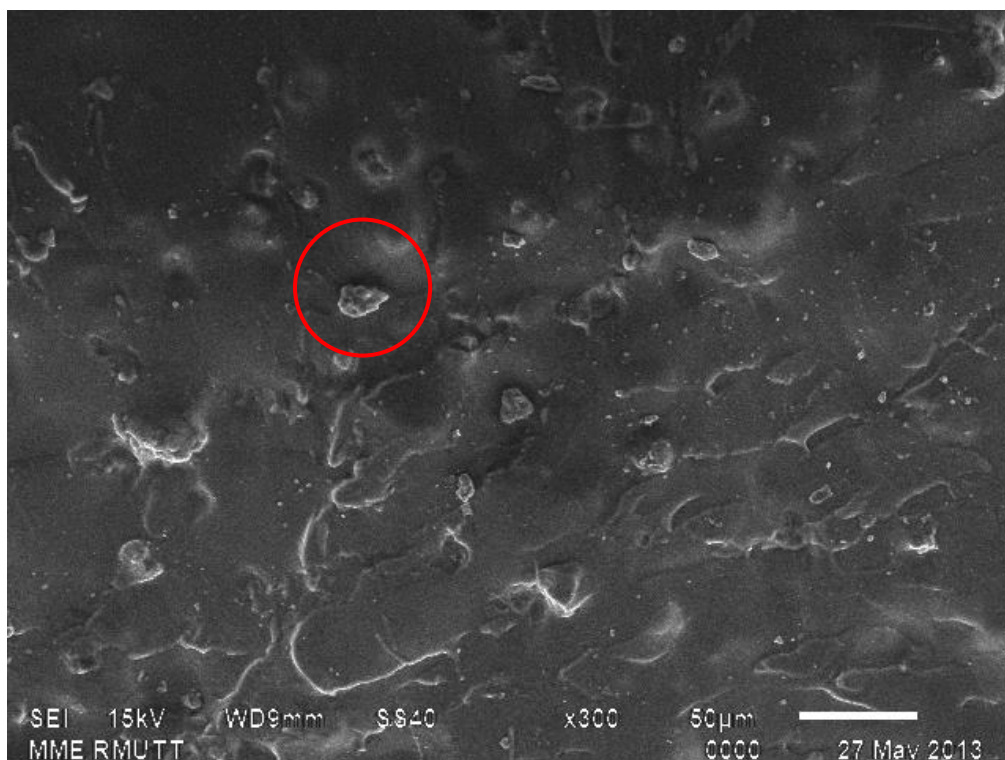
รูปที่ 1 ก,ข ลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสม Nanofiber from Ilmenite,PDMS

จากรูปพบว่าลักษณะทางกายภาพของพอลิเมอร์ผสมระหว่างNanofiber from Ilmenite ผสมกับพอลิไดเมทิลไซลอกเซน (Polydimethylsiloxane)ที่กำลังขยาย 300เท่าในรูปที่ 1ก มีการกระจายตัวได้ดีของNanofiber from Ilmeniteจะเห็นได้ว่าไม่มีฟองอากาศภายในโครงสร้าง แต่ยังมีเพียงบางส่วนที่Nanofiber from Ilmeniteยังจับกันเป็นก้อน ทำให้พอลิไดเมทิลไซลอกเซน (Polydimethylsiloxane)ไม่สามารถเข้ากันได้เป็นเนื้อเดียวกันในส่วนนั้นจะเห็นได้ชัดในรูปที่ 2 ข.



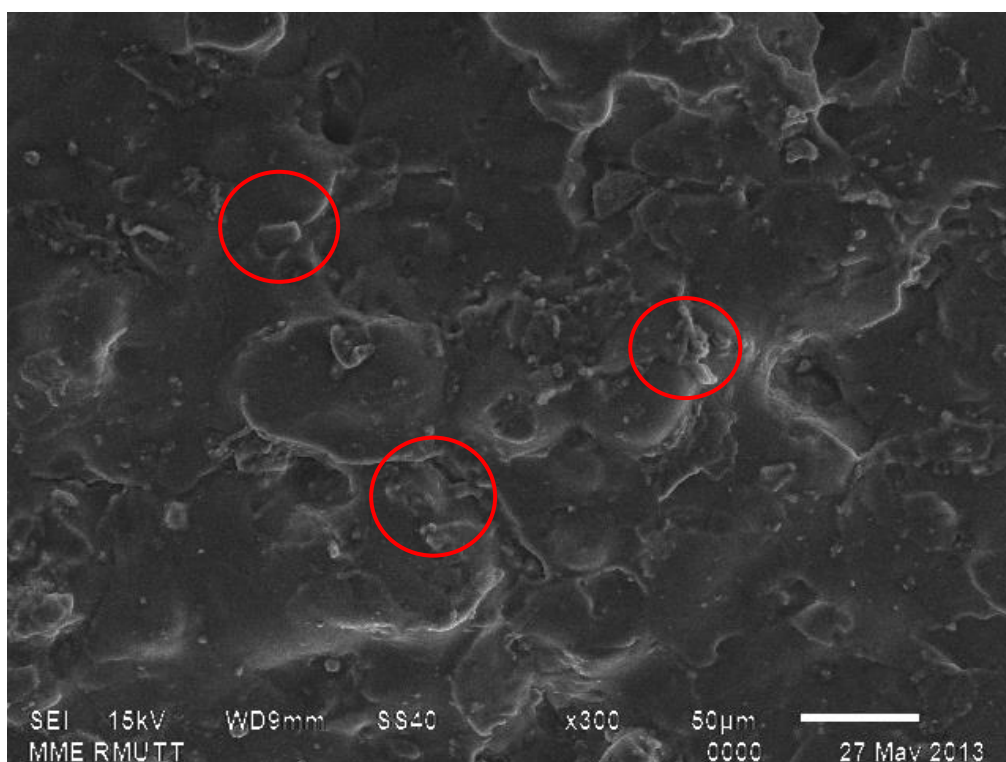
รูปที่ 3 ค.ลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสม Nanofiber from Leucoxene, PDMS

จากรูปพบว่าลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสม nanofiber from leucoxeneผสมกับพอลิไดเมทิลไซลอกเซน (Polydimethylsiloxane)ที่กำลังขยาย 300เท่า มีการกระจายตัวได้ดีของอนุภาคพอลาไลซ์จะเห็นว่าไม่มีฟองอากาศภายใน โครงชิ้นงานและNanofiber from Leucoxeneมีการกระจายตัวได้ดีไม่จับกันเป็นกลุ่มก้อนจะสังเกตได้จากจุดขาวเล็กๆ ในรูปที่ 2



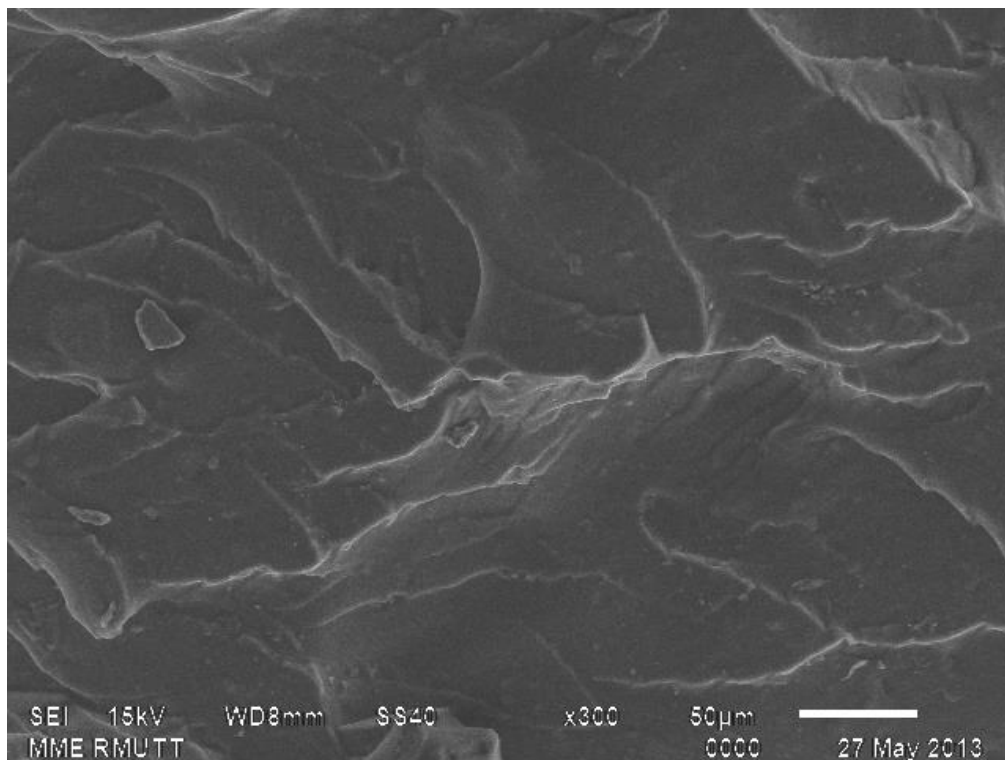
รูปที่ 4 จ.ลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสม Nanotubes from Ilmenite, PDMS

จากรูปพบว่าลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสมระหว่าง Nanotubes from Ilmenite ผสมกับพอลิไดเมทิลไซลอกเซน (Polydimethylsiloxane) ที่กำลังขยาย 300 เท่าในรูปที่ 3 มีการกระจายตัวได้ดีของอนุภาคพอลาไลซ์จะเห็นได้ว่าไม่มีฟองอากาศเกิดขึ้นภายในชิ้นงานทดสอบแต่จะมีบางส่วนที่ Nanotubes from Ilmenite ยังจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนจะเห็นได้ชัดในวงกลมสีแดงในรูปที่ 3 ทำให้การกระจายตัวและการเข้ากันของ Nanotubes from Ilmenite ที่ผสมกับพอลิไดเมทิลไซลอกเซน (Polydimethylsiloxane) ยังกระจายตัวได้ไม่ดีนัก



รูปที่ 5 จ.ลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสม Nanotubes from Leucosene, PDMS

จากรูปพบว่าลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสมระหว่าง Nanotubes from Leucosene ผสมกับพอลิไดเมทิลไซลอกเซน (Polydimethylsiloxane) ที่กำลังขยาย 300 เท่า ในรูปที่ 4 มีการกระจายตัวได้ดีของ Nanotubes from Leucosene แต่ยังมีเพียงบางส่วนที่มีช่องว่างของฟองอากาศซึ่งในส่วนนั้น Nanotubes from Leucosene ไม่เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จะเห็นได้ชัดในวงกลมสีแดงในรูปที่ 4



รูปที่ 6 จ.ลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสม TiO_2 ,PDMS

จากรูปพบว่าลักษณะทางกายภาพพอลิเมอร์ผสมระหว่าง TiO_2 และพอลิไดเมทิลไฮดรอกเซน (Polydimethylsiloxane) ที่กำลังขยาย 300 เท่า จากรูปที่ 5 มีการกระจายตัวได้ดีมากจะเห็นได้ว่าไม่มีการจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนของ TiO_2 และผิวของพอลิเมอร์ผสมไม่มีฟองอากาศอยู่ในชิ้นงาน

ตารางที่ 1 ก. ผลการวัดแกนบิดงอของชิ้นงานทดสอบตามแนวแกน X แนวแกน Y และตามความยาวของชิ้นงานทดสอบ (length) จากการถ่ายภาพวิดีโอ เพื่อนำค่าที่ได้นั้น
เปรียบเทียบกับสเกล เพื่อทราบค่าที่แท้จริงของความยาวตามแนวแกน X แนวแกน Y และตามความยาวของชิ้นงานทดสอบ (length)

PDMS+Polarized Particle																			
Sample		0V/mm			500V/mm			700V/mm			1000V/mm			1500V/mm			2000V/mm		
		X	Y	length	X	Y	length	X	Y	length	X	Y	length	X	Y	length	X	Y	length
7x0.6 (cm), 0.42g	Lucoxenenonafiber	2	5	89	2	384	384	21	332	332.7	21	325	325.7	24	306	306.9	39	361	363.1
		8	8	142	2	95	95	1	90	90	1	89	89	3	95	95	2	95	95
6x0.6 (cm), 0.51g	Lucoxenenonatube	6	6	156	1	399	399	23	337	337.8	5	282	282	19	339	339.5	36	310	312.1
		18	7	98	3	95	95	3	90	90	6	90	90.2	4	89	89.1	5	90	90.1
7x1.0 (cm), 0.69g	Ilmenitenanofiber	14	2	200	30	355	356.3	29	332	333.3	34	368	369.6	32	347	348.5	31	260	261.8
		10	5	159	2	91	91	2	90	90	1	89	89	3	89	89.1	1	90	90
6x0.6 (cm), 0.42g	Ilmenite nanotube	3	4	86	15	274	274.4	18	232	232.7	10	117	117.4	23	248	249.1	35	288	290.1
		7	9	156	2	92	92	1	90	90	2	35	35.1	1	90	90	2	88	88

ตารางที่ 2 ข. ค่าที่แท้จริงของความยาวตามแนวแกน X แนวแกน Y และตามความยาวของชิ้นงานทดสอบ (length) จากการเทียบกับสเกลของวิดีโอ

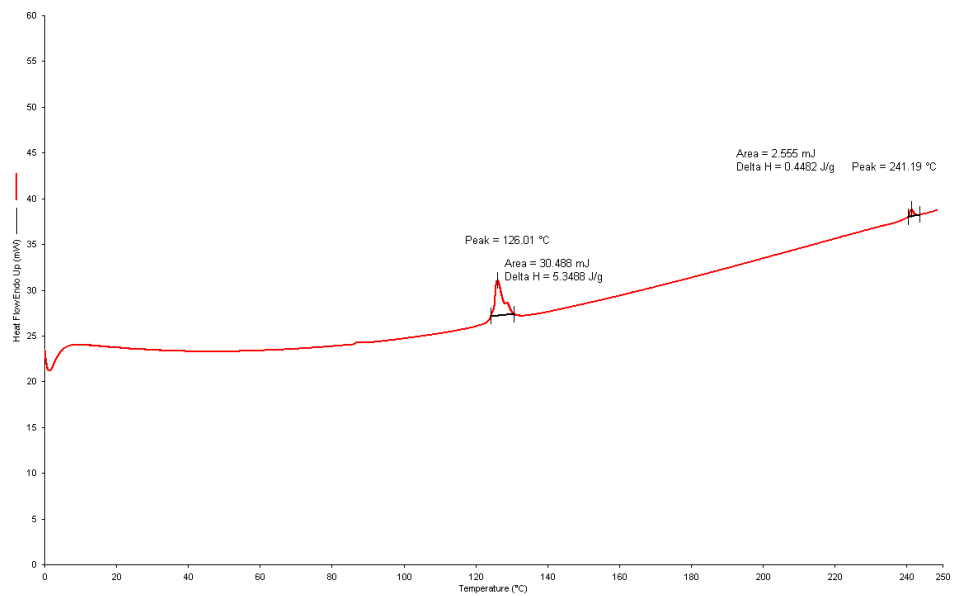
PDMS																		
Sample	0V/mm			500V/mm			700V/mm			1000V/mm			1500V/mm			2000V/mm		
	X	Y	length	X	Y	length	X	Y	length	X	Y	length	X	Y	length	X	Y	length
Luecoxenonafiber	0.25	0.54	3.5	0.02	4.04	4.04	0.23	3.69	3.70	0.24	3.65	3.66	0.25	3.22	3.23	0.41	3.80	3.82
Luecoxenonatube	0.36	0.94	2.6	0.01	4.20	4.20	0.26	3.74	3.75	0.06	3.13	3.13	0.21	3.81	3.81	0.40	3.44	3.47
Ilmenitenanofiber	0.09	0.45	4.5	0.33	3.90	3.92	0.32	3.69	3.70	0.38	4.13	4.15	0.36	3.90	3.92	0.34	2.89	2.91
Ilmenite nanotube	0.92	0.56	4.4	0.16	2.98	2.98	0.20	2.58	2.59	0.29	3.34	3.35	0.26	2.76	2.77	0.40	3.27	3.30

ตารางที่ 3 ค. ค่า**Tan θ** องศาการบิดงอของการตอบสนองทางไฟฟ้าของยางผสมแต่ละชนิดที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลตารางที่.....

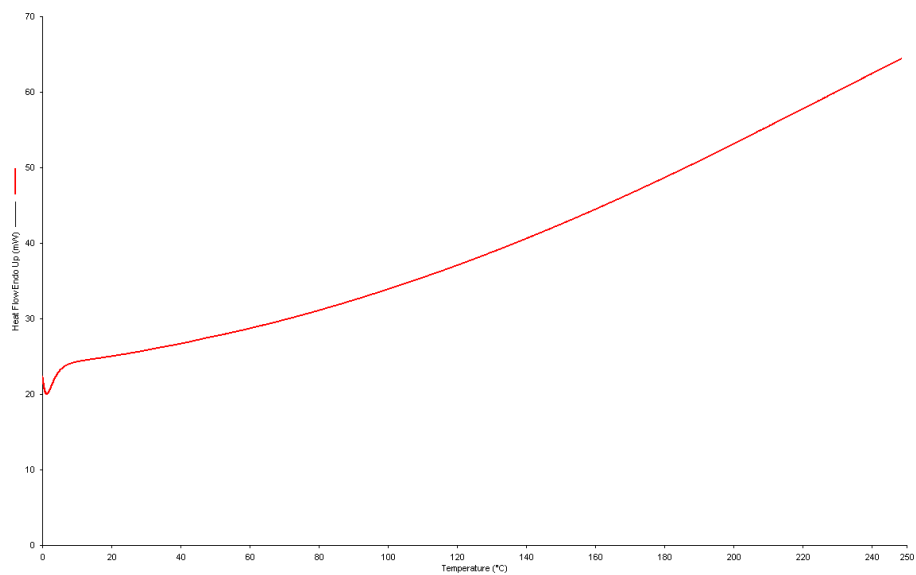
Tanθ						
	0V/mm	500V/mm	500V/mm	700V/mm	1000V/mm	2000V/mm
Lucoxenenonafiber	0	0.005208333	0.063253012	0.064615385	0.0784314	0.108033241
Lucoxenenonatube	0	0.002506266	0.068249258	0.017730496	0.0560472	0.116129032
Ilmenitenanofiber	0	0.084507042	0.087349398	0.092391304	0.092219	0.119230769
Ilmenite nanotube	0	0.054744526	0.077586207	0.085470085	0.0927419	0.121527778

ตารางที่ 4 ง. ค่า **θ** องศาการบิดงอของการตอบสนองทางไฟฟ้าของยางผสมแต่ละชนิดที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลตารางที่.....

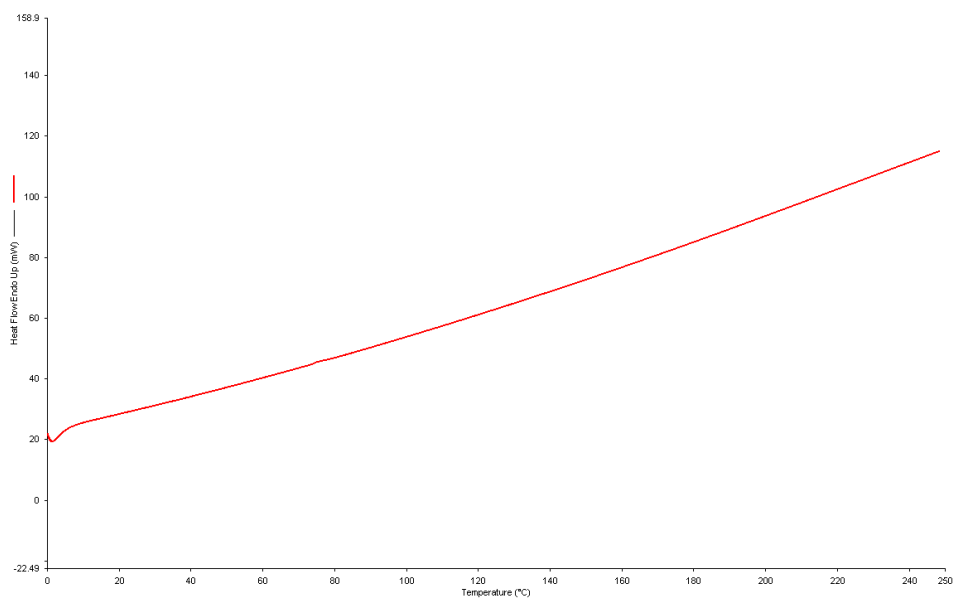
θ						
	0V/mm	500V/mm	500V/mm	700V/mm	1000V/mm	2000V/mm
Lucoxenenonafiber	0	0.298	3.619	3.697	4.485	6.166
Lucoxenenonatube	0	0.144	3.904	1.016	3.208	6.624
Ilmenitenanofiber	0	4.830	4.992	5.279	5.269	6.799
Ilmenite nanotube	0	3.134	4.436	4.885	5.299	6.929



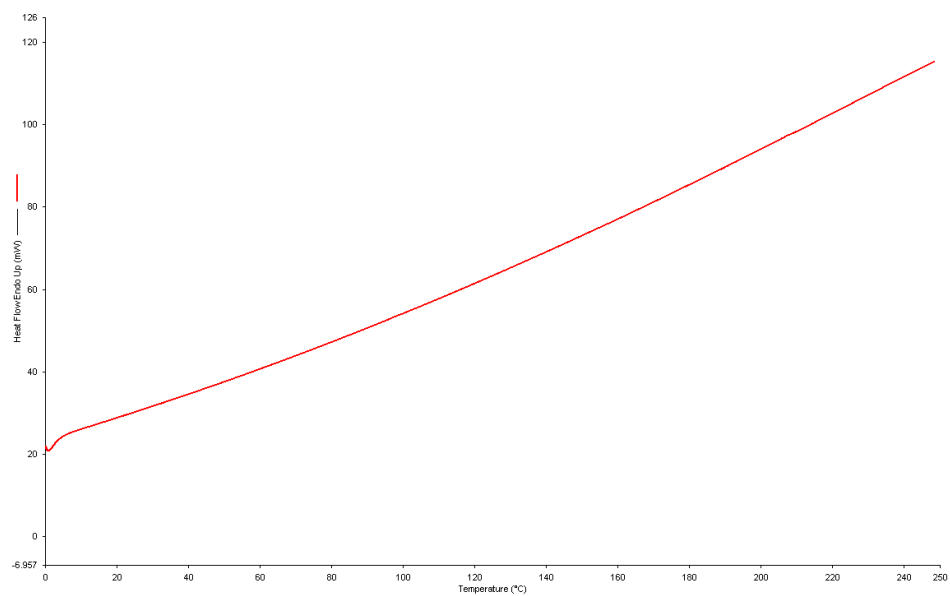
รูปที่ 5 วิเคราะห์ด้วยเครื่องDifferential scanning calorimetry, DSC ของ PDMS 1



รูปที่ ... วิเคราะห์ด้วยเครื่องDifferential scanning calorimetry, DSC ของ PDMS 3

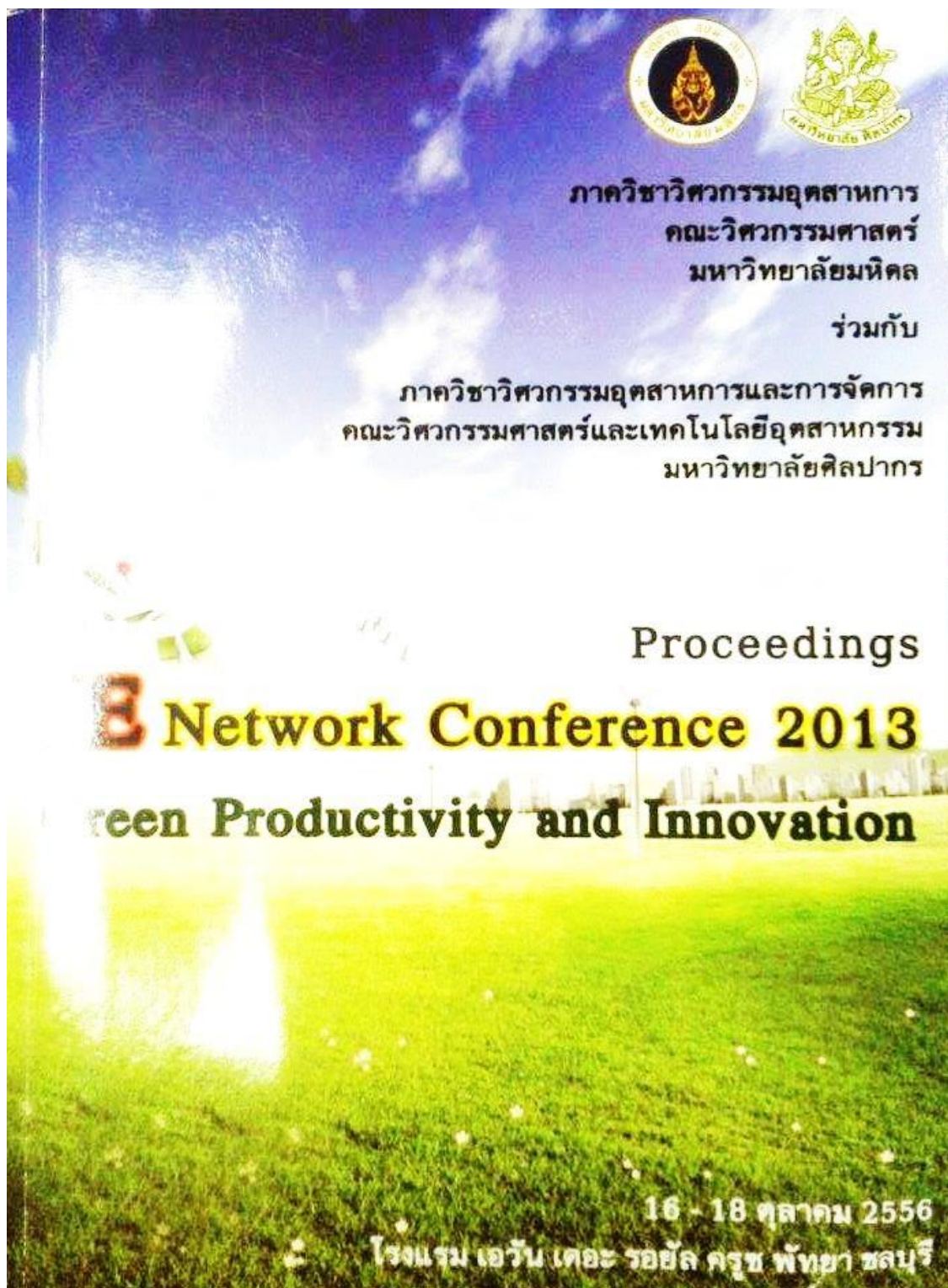


รูป.....วิเคราะห์ด้วยเครื่องDifferential scanning calorimetry, DSC ของ PDMS 4



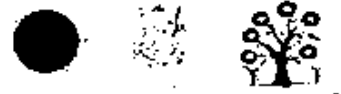
รูปที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องDifferential scanning calorimetry, DSC ของ PDMS 5

โครงการวิจัยนี้ได้เข้าร่วมการประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2556
ระหว่างวันที่ 16-18 ตุลาคม 2556 ณ โรงแรม เอ-วัน เดอะรอยัลครุฑ พัทยา





MAT027	อิทธิพลของไนโอเบียมที่มีผลต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของโลหะผสมไทเทเนียม ลิบดัมม	-โม	105
	อติพรดา กาญจนะสิงห์ สิริพร โรจนนันต์ และ สุรศิษฐ์ โรจนนันต์		
MAT028	สมบัติเชิงกลที่ตอบสนองต่อไฟฟ้าของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไดเมทิลไซลอกเซนและ ไททานเนียมไดออกไซด์		106
	สุนมมาลย์ เนียมพลาญ วิเชียร ขาวดาช และ จตุรนต์ กิตติศักดิ์		
MAT029	การผลิตและการศึกษาสมบัติโฟโตแคตตาไลติกของเส้นใยนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์		107
	โชติรส ประสานแสง เทียบทอง ยวงแก้ว นภัสต์ ไตรโรจน์ และ ปาพจน์ เจริญอภิบาล		
MAT030	การเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิดกับพอลิโพรพิลีนโดยใช้พีพีกราฟามาไลอิด แอนไฮไดรเป็นตัวเชื่อมประสาน		108
	รัชนิกร วงษ์พระจันทร์ และ สมหมาย ผิวสะอาด		
MAT031	พฤติกรรมการณ์เปลี่ยนรูปที่อุณหภูมิสูงของโลหะผสม Ti-6Al-4V		109
	จิราวุธวัฒน์ พรธาดาวิทย์ วิหุร อุทัยแสงสุข และ ไพบุลย์ ช่วงทอง		
MAT032	การผลิตชิ้นงานมาตรฐานสำหรับการทดสอบแรงดึงตามแนวทาง ISO GUIDE 34		110
	นิวัตร คุณาวงศ์ อุตติภรณ์ จอนมา พชรวิยา แก้วสังข์ วัสน์ ไซยศิริ และ สมพร เพียรสุขมณี		
MAT033	อิทธิพลของอะลูมิเนียมต่อการเกิดออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูงของเหล็กกล้า SiMo		111
	ธรรมกรณ์ ทับละออ จิรเดช พงษ์พันธ์เกษม และ สมฤกษ์ จันทอัมพร		
MAT034	การปรับปรุงโครงสร้างกระดูกของแท่งเทียมด้านการใช้งาน		112
	ศิรดา รอดทุกข์ และ นิวิธ เจริญใจ		
MAT035	การศึกษาคุณสมบัติความต้านทานของแลคเกอร์ และการยึดติดของแลคเกอร์ที่เคลือบบน เหล็กและอลูมิเนียม ด้วยเทคนิคเคมีไฟฟ้า		113
	นพรัตน์ กาญจนประยูร ศิริพ ดาวพิเศษ คณาชัย ท้าวหาญ ภาณุพัฒน์ มวลโค และ ทศพล คงกระพันธ์		
MAT036	ผลกระทบของอุณหภูมิต่อโครงสร้างจุลภาค และความต้านทานการกัดกร่อนของเหล็กกล้า ไร้สนิมมาร์เทนซิก		114
	นพรัตน์ กาญจนประยูร ศิริพ ดาวพิเศษ ศิวะพล เลิศฤทธิ์ สรชา มั่นจิตไทย และ อติสร ระดังหิน		



**สมบัติเชิงกลที่ตอบสนองต่อไฟฟ้า
ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไดเมทิลซิลอกเซนและไททาเนียมไดออกไซด์
The Electromechanical Properties of Titanium dioxide/ Polydimethylsiloxane
Composite**

สมณมานย์ นียมผ่อง¹ วิเชียร ขาวดาส¹ และ จตุรงค์ กิตติศักดิ์¹
¹สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี
12110
E-mail: sumonman.n@en.mut.ac.th

Sumonman Niamphang¹ Wisian Kowdas¹ and Jaturon Kittisak¹
¹Department of Material and Metallurgical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University
of Technology Thanyaburi, Pathumthani, 12110
E-mail: sumonman.n@en.mut.ac.th

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาผลของชนิดอนุภาคพอลาไลซ์ และความเข้มข้นไฟฟ้าของสมบัติเชิงกลไฟฟ้าของยางคอมพอสิต คือ พอลิไดเมทิลซิลอกเซนผสมกับ อนุภาคพอลาไลซ์ (เส้นใยนาโนลูโคซิน, เส้นใยนาโนอีไมด์, ท่อนาโนลูโคซิน และท่อนาโนอีไมด์) ซึ่งยางคอมพอสิตที่เตรียมนั้นจะเตรียมที่ปริมาณสารตัวเติมต่าง ๆ โดยสมบัติเชิงกลไฟฟ้านั้นจะเปลี่ยนไปเมื่อความแตกต่างระหว่างความสามารถในการนำไฟฟ้าของอนุภาคพอลาไลซ์และยางนั้น เปลี่ยนแปลงไป ยางคอมพอสิตที่ขึ้นรูปได้มาทดสอบสมบัติการตอบสนองเชิงกลไฟฟ้าภายใต้การกระตุ้นด้วยสนามไฟฟ้าภายนอกที่ความเข้ม 0 – 1.5 kV/mm โดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบขนาน (Parallel plates melt rheometer) ทุกการทดลองถูกควบคุมการทดสอบในช่วงของลิเนียร์วิสโคอีลาสติค (Linear viscoelastic regime) คือ ความถี่ในช่วงการวัด 0.1-100 รอบต่อวินาที และความเครียด 1% เมื่อมีการกระตุ้นจากสนามไฟฟ้าภายนอกอนุภาคต่าง ๆ เกิดการพอลาไลซ์เกิดไดโพลโมเมนต์ขึ้นและพยายามที่จะดึงดูดกันด้วยแรงทางไฟฟ้าแต่เนื่องจากอนุภาคเหล่านั้นถูกจำกัดอยู่ในเนื้อวัสดุของแข็งนี้ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้จึงส่งผลต่อยางที่ล้อมรอบอนุภาคเหล่านั้นให้มีการบีบอัดเกิดขึ้นทำให้ค่ามอดูลัสสะสมที่วัดได้สูงกว่ายางคอมพอสิตที่ไม่มีการเหนี่ยวนำจากสนามไฟฟ้าภายนอกและจากผลการทดลองพบว่าค่ามอดูลัสสะสมเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มของสนามไฟฟ้า เนื่องจากเมื่อเพิ่มความเข้มของสนามไฟฟ้าก็จะก่อให้เกิดไดโพลโมเมนต์ที่แรงขึ้นทำให้เกิดความพยายามที่จะเกิดพันธะทางไฟฟ้าของอนุภาคพอลาไลซ์มากขึ้น ทำให้ต้องใช้แรงมากขึ้นในการที่จะบิดยางคอมพอสิตความเครียด 1% นอกจากนี้ยังได้มีการคำนวณพลังงานที่ใช้ตอบสนองทางไฟฟ้าสำหรับประยุกต์ใช้เป็นแอคทูเอเตอร์ที่สามารถขึ้นรูปง่ายและใช้พลังงานน้อยอีกด้วยคำสำคัญ อนุภาคพอลาไลซ์ สมบัติเชิงกลไฟฟ้า พอลิไดเมทิลซิลอกเซน