

ภาคผนวก ก

การศึกษาสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบเสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์/พอลิอีเทอร์
อีเทอร์คีโตน

ตารางที่ ก.1 ความแข็งของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
5	28.72	28.72	28.21	28.41	28.27	28.41	28.25	27.68	28.73	28.01	28.34
10	29.44	29.82	29.82	28.27	28.47	29.41	28.76	28.74	29.39	29.10	29.13
15	29.78	29.89	30.09	29.59	29.78	30.11	30.14	30.34	30.27	30.31	30.03
20	31.16	30.83	30.41	31.18	31.18	30.34	30.81	31.02	31.09	31.05	30.89

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
5	29.65	29.60	28.84	27.54	28.43	28.17	28.05	28.19	28.13	28.70	28.41
10	30.27	29.89	29.69	29.50	29.78	29.76	29.79	29.78	29.69	29.72	29.69
15	29.12	30.70	30.32	30.16	30.34	30.31	29.72	30.72	29.69	30.31	30.03
20	32.88	31.84	32.04	30.74	31.02	32.28	32.06	31.30	30.83	31.39	31.64

ตารางที่ ก.2 ค่าอิลาสติคโมดูลัสของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์ทีโตน

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	1205.09	1185.47	1223.51	1328.21	1221.50	1255.39
10	1332.71	1447.79	1475.41	1483.99	1362.70	1390.76
15	1372.57	1492.54	1508.05	1529.24	1500.37	1433.41
20	1740.24	1716.57	1521.99	1589.26	1710.50	1600.93

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	1404.64	1454.01	1427.06	1356.86	1444.29	1417.37
10	1276.13	1347.96	1328.74	1441.69	1342.96	1347.50
15	1528.01	1536.52	1565.11	1512.42	1536.45	1535.52
20	1498.08	1567.33	1540.63	1558.09	1508.29	1534.48

ตารางที่ ก.3 ความต้านทานแรงดึงของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	74.98	76.71	74.56	77.06	76.61	78.57
10	75.97	80.89	78.41	71.12	80.32	79.88
15	63.12	64.29	61.02	65.72	61.04	65.64
20	60.64	67.02	60.37	47.75	50.45	57.33

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	88.91	99.88	94.68	87.81	89.51	90.36
10	87.27	91.69	82.18	89.00	86.98	87.43
15	86.53	81.95	79.45	86.35	79.43	75.58
20	80.33	83.26	81.26	81.02	78.87	63.95

ตารางที่ ก.4 ร้อยละขีดตัว ณ จุดขาดของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์อีไคโตน

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	8.76	9.19	9.20	8.14	8.10	9.61
10	8.74	8.87	8.43	8.55	9.57	9.21
15	7.13	6.66	6.31	7.92	6.93	7.21
20	3.50	3.75	4.50	4.12	5.01	6.69

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	8.63	8.93	10.69	10.08	9.54	9.58
10	11.34	8.93	10.02	10.56	11.39	11.10
15	9.07	8.46	8.90	10.11	8.89	9.14
20	9.38	9.39	9.16	9.30	9.07	9.28

ตารางที่ ก.5 ค่ามอดูลัสการคั่งของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	2279.59	2295.06	2280.96	2078.35	2087.23	2207.76
10	2667.83	2701.35	2732.87	2700.42	2669.01	2700.35
15	2299.98	2333.49	2405.23	2295.26	2299.70	2333.49
20	2322.12	2311.61	2350.11	2402.19	2365.09	2350.75

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	2003.31	2195.53	2120.71	2190.06	2190.51	2127.40
10	2423.80	2390.55	2583.85	2588.49	2494.67	2408.27
15	2512.04	2618.36	2451.23	2491.80	2518.40	2518.36
20	2753.48	2708.57	2676.06	2696.17	2749.48	2708.57

ตารางที่ ก.6 ความต้านทานการคั่งของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	128.96	130.03	119.09	125.42	119.36	119.27
10	96.62	93.20	89.78	89.89	92.70	93.20
15	94.30	90.41	92.13	84.78	94.21	90.41
20	87.56	86.11	82.94	74.46	84.67	82.96

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
5	136.40	144.41	143.14	144.67	142.15	142.16
10	128.95	129.20	127.57	129.53	130.76	127.52
15	114.18	116.39	107.59	115.39	115.45	113.39
20	94.23	104.27	100.88	104.14	104.20	100.88

ภาคผนวก ข

การศึกษาความต้านทานการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบเฮกซะโกนอลโบรอนไนไตรด์/
พอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน

ตารางที่ ข.1 อัตราการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์ทีโตนที่น้ำหนักกด 10 N ระยะทาง 1 กิโลเมตร ทดสอบอุณหภูมิห้อง

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	196.01	200.41	190.21	196.25	196
5	154.04	163.83	219.52	152.72	165
10	22.48	257.68	287.80	251.87	252
15	267.45	279.29	241.28	269.65	264
20	372.85	347.19	554.21	551.16	346

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	196.01	200.41	190.21	196.25	196
5	128.31	125.47	135.44	119.77	127
10	227.92	261.56	243.17	202.94	234
15	360.73	312.43	336.58	342.52	337
20	351.02	302.54	438.93	449.60	361

ตารางที่ ข.2 อัตราการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนที่น้ำหนักกด 20 N ระยะทาง 1 กิโลเมตร ทดสอบอุณหภูมิห้อง

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	256.05	260.77	250.11	265.12	256
5	919.56	884.24	871.38	1022.91	925
10	523.23	548.31	699.64	748.95	630
15	595.43	521.71	544.85	539.77	550
20	478.74	474.77	425.73	510.56	472

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	256.05	260.77	250.11	265.12	256
5	1119.31	1078.05	1079.07	1098.65	1094
10	771.87	850.07	810.87	850.11	811
15	573.02	570.57	761.13	621.62	701
20	544.13	474.40	614.69	495.44	544

ตารางที่ ข.3 อัตราการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนที่น้ำหนักกด 30 N ระยะทาง 1 กิโลเมตร ทดสอบอุณหภูมิห้อง

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 0.1 ไมโครเมตร

ปริมาณ h- BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	593.87	471.87	481.93	604.45	538
5	1586.10	1556.96	1615.07	1566.10	1586
10	1200.30	1233.16	936.23	1331.48	1200
15	1100.27	1214.17	962.94	1160.56	1100
20	702.95	884.74	993.39	846.37	857

- เสกชะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h- BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	593.87	471.87	481.93	604.45	538
5	1750.65	2141.22	1945.93	1860.65	1946
10	1126.61	1270.81	1184.33	1368.77	1213
15	932.03	962.42	981.62	892.01	961
20	837.61	954.21	720.98	756.21	838

ตารางที่ ข.4 อัตราการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนที่น้ำหนักกด 10 N ระยะทาง 2 กิโลเมตร ทดสอบอุณหภูมิห้องเสกซะโกนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	70.97	74.24	60.66	76.91	71.44
5	136.80	152.33	158.43	151.30	149.19
10	157.58	150.99	165.27	157.54	158
15	126.18	129.58	100.01	139.77	122
20	122.68	140.30	131.52	131.40	132

ตารางที่ ข.5 อัตราการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนที่น้ำหนักกด 30 N ระยะทาง 2 กิโลเมตร ทดสอบอุณหภูมิห้องเสกชะ โคนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

ปริมาณ h- BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	151.65	150.71	147.74	157.34	157
5	768.85	744.55	756.75	747.50	757
10	790.86	714.19	701.84	690.19	702
15	614.01	666.40	695.43	689.74	666
20	627.40	543.99	710.07	629.41	627

ตารางที่ ข.6 อัตราการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนที่น้ำหนักกด 10 N ระยะทาง 1 กิโลเมตร ทดสอบอุณหภูมิสูงเสกชะโคนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

- อุณหภูมิทดสอบ 100 องศาเซลเซียส

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	126.90	125.04	126.81	129.82	128
5	215.80	216.64	208.07	194.96	217
10	166.56	156.11	175.49	152.44	162
15	143.09	131.84	118.82	120.52	128
20	218.71	228.29	195.74	180.63	195

- อุณหภูมิทดสอบ 200 องศาเซลเซียส

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	343.48	431.80	537.86	576.91	432
5	884.42	892.07	1085.27	966.31	957
10	1267.99	1195.55	1221.72	1251.47	1234
15	1660.61	1592.41	1522.18	1661.12	1591
20	1686.44	1886.29	2086.09	1780.41	1886

- อุณหภูมิทดสอบ 300 องศาเซลเซียส

ปริมาณ h- BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	486.36	612.37	572.79	660.15	582
5	2210.87	1638.35	1315.84	1517.71	1672
10	1961.45	2074.12	2503.76	2196.40	2183
15	3287.73	3036.85	2791.63	3546.01	3165
20	3047.76	3201.21	4300.97	3712.29	3565

ตารางที่ ข.7 อัตราการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนที่น้ำหนักกด 30 N ระยะทาง 1 กิโลเมตร ทดสอบอุณหภูมิสูงเสกชะโคนอลโบรอนไนไตรด์ขนาด 1.5 ไมโครเมตร

- อุณหภูมิทดสอบ 100 องศาเซลเซียส

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	281.71	283.41	285.10	281.60	284
5	480.39	522.89	427.59	457.92	472
10	1105.34	1141.77	1153.10	1133.25	1133
15	1048.32	1072.23	878.61	952.82	952
20	470.60	465.11	467.90	470.10	467

- อุณหภูมิทดสอบ 200 องศาเซลเซียส

ปริมาณ h-BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	2266.33	2301.93	2251.73	2273.44	2289
5	3141.18	3185.72	3155.18	3066.52	3137
10	4211.24	3992.90	3004.34	3813.19	4118
15	7159.90	7136.06	7033.36	7483.41	7420
20	9420	9043.20	9683.76	9533.04	9426

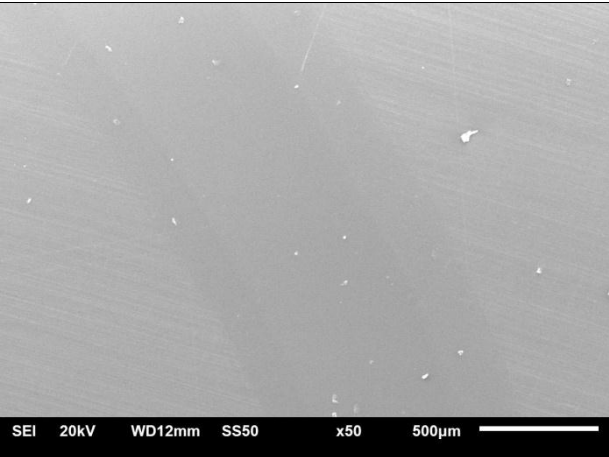
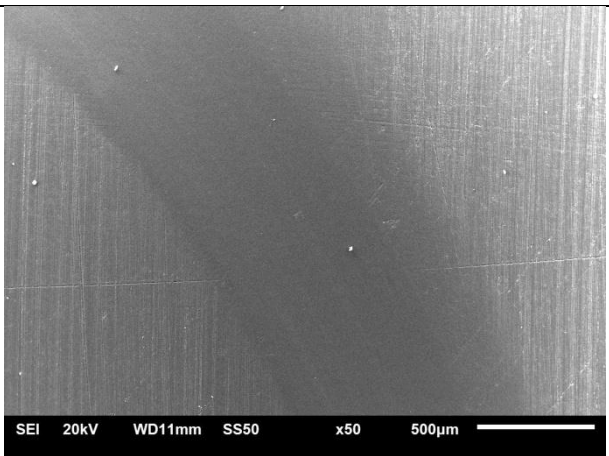
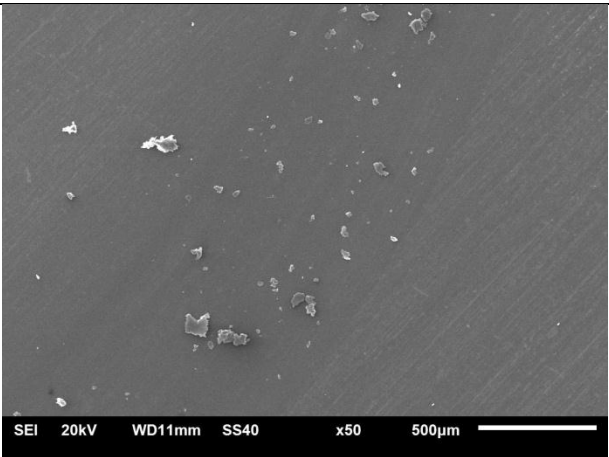
- อุณหภูมิทดสอบ 300 องศาเซลเซียส

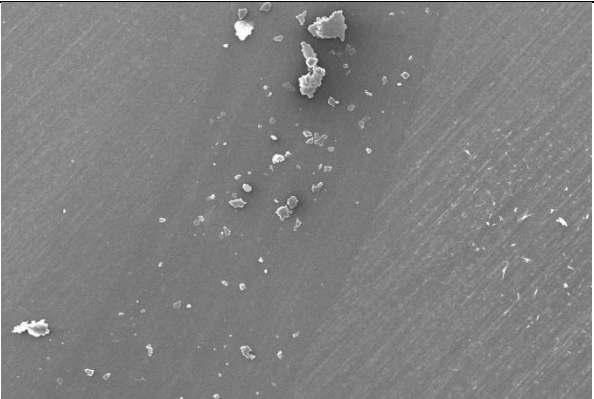
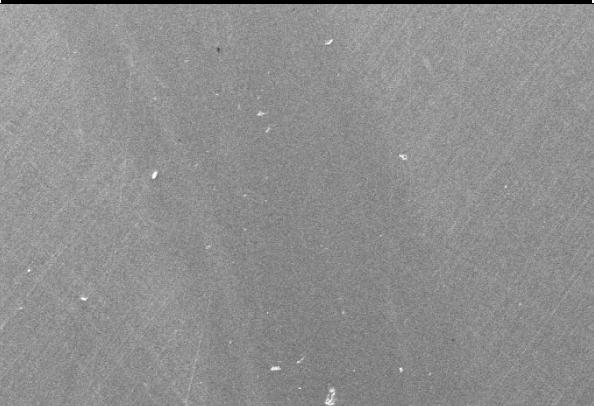
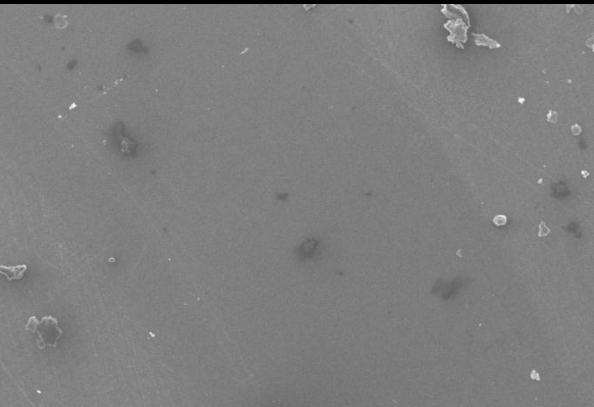
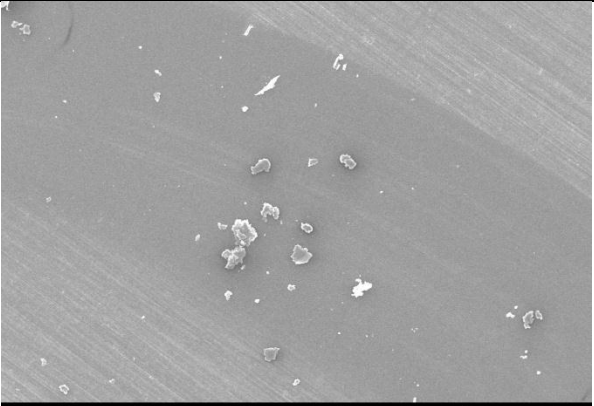
ปริมาณ h- BN (wt%)	จำนวนครั้งทดสอบ				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	2532.66	2603.87	2503.47	2546.65	2546
5	3906.14	3774.51	3586.60	3859.56	3781
10	4319.80	4272.12	4066.73	4966.83	4406
15	8422.48	7985.80	7626.39	8022.15	8011
20	9739.44	10021.09	10120.05	10090.12	10965

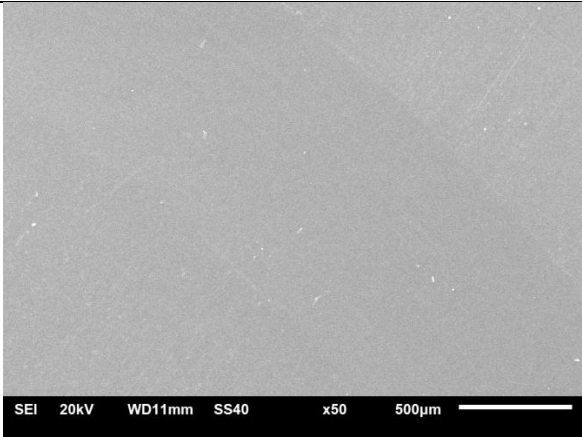
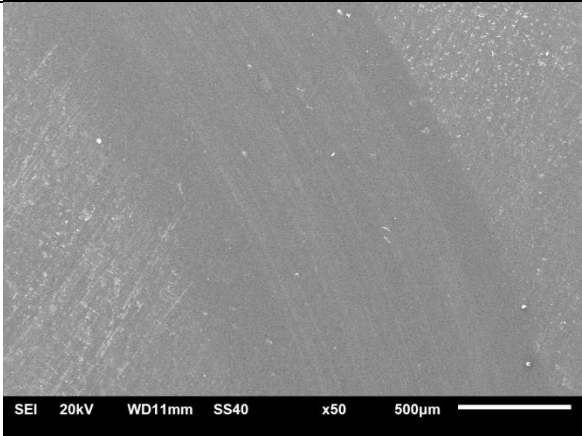
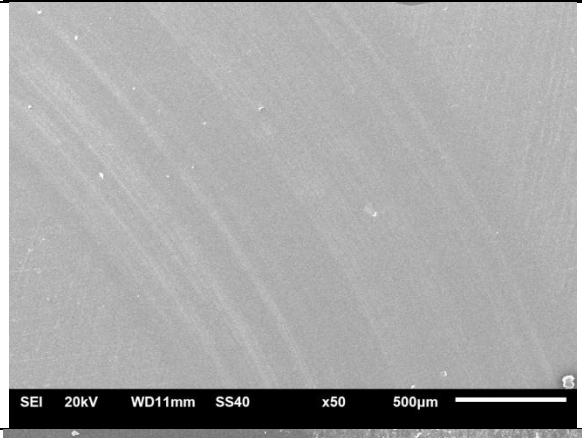
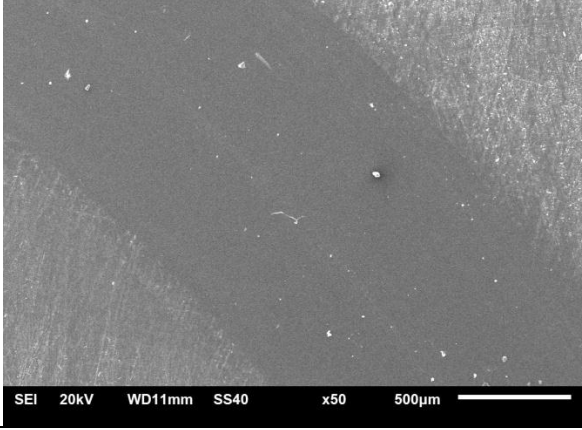
ภาคผนวก ค

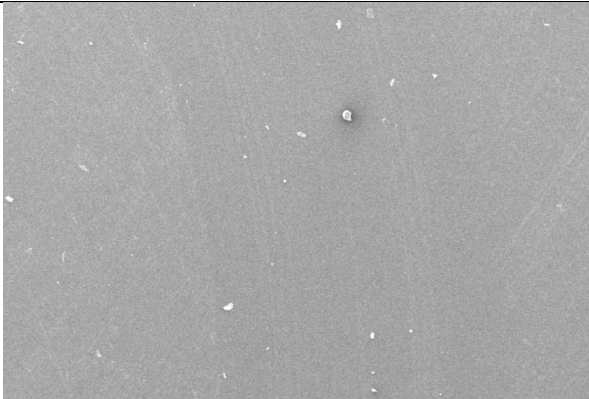
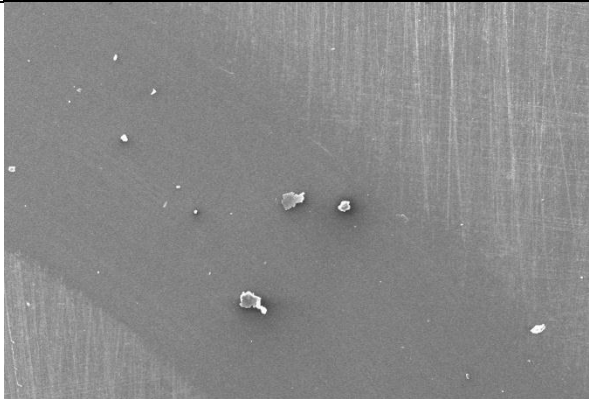
การศึกษารอยสักหรือจาก SEM

ตารางที่ ค.1 รอยสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบโดยภาพรวม

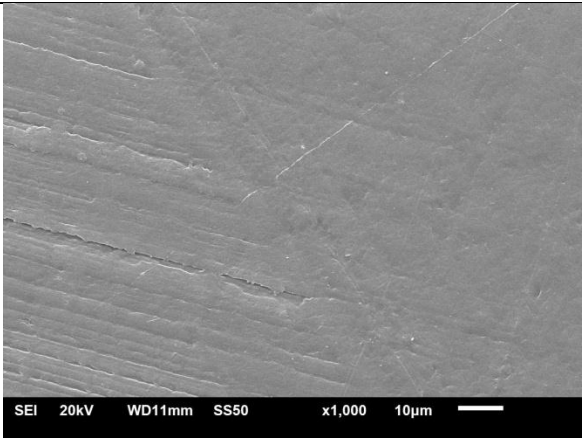
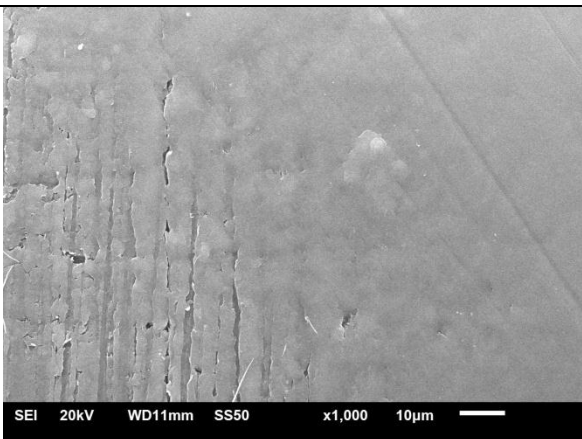
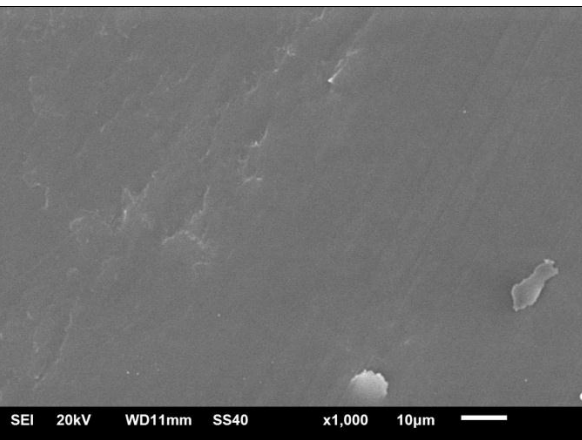
ปริมาณ h-BN/ขนาด (ไมโครเมตร)/ น้ำหนักกด (N) /ระยะทางทดสอบ (km) / อุณหภูมิทดสอบ (C)	ภาพ SEM
Neat PEEK/1.5/10/1/Room temperature	
10/1.5/10/1/Room temperature	
15/1.5/10/1/Room temperature	

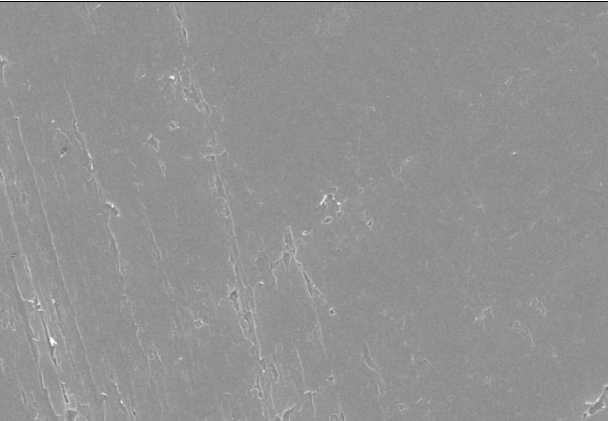
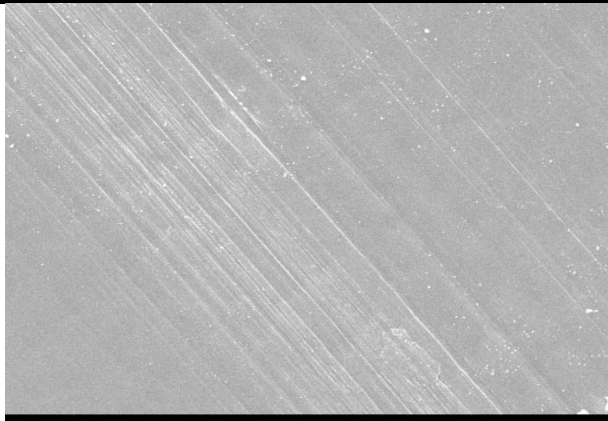
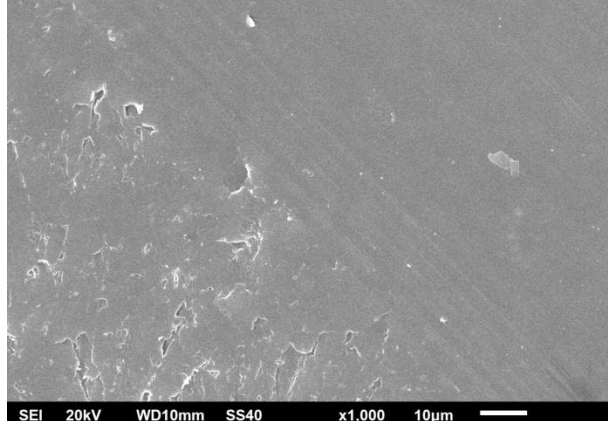
20/1.5/10/1/Room temperature	 SEI 20kV WD11mm SS40 x50 500μm
Neat PEEK /1.5/20/1/Room temperature	 SEI 20kV WD11mm SS40 x50 500μm
5 /1.5/20/1/Room temperature	 SEI 20kV WD10mm SS40 x50 500μm
10 /1.5/20/1/Room temperature	 SEI 20kV WD11mm SS40 x50 500μm

15 /1.5/20/1/Room temperature	
20 /1.5/20/1/Room temperature	
5 /1.5/30/1/Room temperature	
10 /1.5/30/1/Room temperature	

15 /1.5/30/1/Room temperature	 SEI 20kV WD11mm SS40 x50 500μm
20 /1.5/30/1/Room temperature	 SEI 20kV WD11mm SS40 x50 500μm

ตารางที่ ค.2 รอยสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบบริเวณขอบรอยสึกหรอ

ปริมาณ h-BN/ขนาด (ไมโครเมตร)/ น้ำหนักกด (N) /ระยะทางทดสอบ (km) /อุณหภูมิทดสอบ (C)	ภาพ SEM
Neat PEEK/1.5/10/1/Room temperature	
10/1.5/10/1/Room temperature	
20/1.5/10/1/Room temperature	

5 /1.5/20/1/Room temperature	 SEI 20kV WD11mm SS40 x1,000 10µm
20 /1.5/20/1/Room temperature	 SEI 20kV WD11mm SS40 x1,000 10µm
5 /1.5/30/1/Room temperature	 SEI 20kV WD11mm SS40 x1,000 10µm
10 /1.5/30/1/Room temperature	 SEI 20kV WD10mm SS40 x1,000 10µm

