

เอกสารอ้างอิง

1. Li, H. et al., "Recycle technology for recovering resources and products from waste printed circuit boards." Environmental Science & Technology. 41 (2007) : 1995-2000.
2. Guo, J., Guo, J., Xu, Z., "Recycling of non-metallic fractions from waste printed circuit boards: A review." Journal of Hazardous Materials. 168 (2009) : 567-590.
3. Terazono, A. et al., "Current status and research on E-waste issues in Asia." J Mater Cycles Waste Management. 8 (2006) : 1-12.
4. He, W. et al., "WEEE recovery strategies and the WEEE treatment status in China." Journal of Hazardous Materials. B136 (2006) : 502-512.
5. Huang, H., Guo, J. and Xu, Z. "Recycling of waste printed circuit boards: A review of current technologies and treatment status in China." Journal of Hazardous Materials. 164 (2009) : 399-408.
6. Coombs, C. F. and Jr. Printed circuits handbook. 6th ed. United States of America : McGraw-Hill, 2008.
7. Ladou, J. "Printed circuit board industry." International Journal of Hygiene and Environmental Health. 209 (2006) : 211-219.
8. Kang, H. Y. and Schoenung J. M. "Electric waste recycling : A review of U.S. infrastructure and technology options." Resources, Conservation and Recycling. 45 (2005) : 368-400.
9. Li, J., Xu, Z. and Zhou, Y. "Application of corona discharge and electrostatic force to separate metals and nonmetals from crushed particles of waste." Journal of Electrostat. 65 (2007) 233–238.

10. Guo, J., Rao, Q. and Xu, Z. ‘Application of glass-nonmetals of waste printed circuit boards to produce phenolic moulding compound.’ Journal of Hazardous Materials. 153 (2008) : 728–734.
11. Guo, J. et al., “Phenolic molding compound filled with nonmetallic materials of waste PCBs.” Environmental Science & Technology. 42 (2008):624–628.
12. Guo, J. et al., “A plate produced by nonmetallic materials of pulverized waste printed circuit boards.” Environmental Science & Technology. 42 (2008) : 5267–5271.
13. Dang, W. et al., “An approach to chemical recycling of epoxy resin cured with amine using nitric acid.” Polymer. 43 (2002) : 2953-2958.
14. Dang, W. et al., “Chemical recycling of glass fiber reinforced epoxy resin cured with amine using nitric acid.” Polymer. 46 (2005) : 1905-1912.
15. Ozaki, J. I., Djaja, S. K. I. and Oya A. “Chemical recycling of phenol resin by supercritical methanol.” Industrial & Engineering Chemistry Research. 39 (2000) : 245-249.
16. Tagaya, H. et al., “Reactions of model compounds of phenol resin in sub- and supercritical water under an argon atmosphere.” Journal of Material Cycles and Waste Management. 3 (2001) : 32-37.
17. Tagaya, H. et al., “Decomposition reactions of epoxy resin and polyetheretherketone resin in sub- and supercritical water.” Journal of Material Cycles and Waste Management. 6 (2004) : 1-5.
18. Sato, Y. et al., “Degradation behavior and recovery of bisphenol-A from epoxy resin and polycarbonate resin by liquid-phase chemical recycling.” Polymer Degradation and Stability. 89 (2005):317-326.
19. Goto, M. “Chemical recycling of plastic using sub- and supercritical fluids.” Journal of Supercritical Fluids. 47 (2009) : 500-507.
20. George, O. Principles of polymerization. 4th ed. United States of America : John Wiley & Sons, 2004.
21. Potter, W. G. Uses of epoxy resin. London : Newnes-Butterworths, 1975.
22. ปรีชา พหลเทพ. โพลีเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2540.
23. ธวัชชัย ศรีวิบูลย์. เทคนิคการแยก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2551.

24. Kumar, K. S. et al., "Deformation of electrodeposited nanocrystalline nickel." Acta materialia. 51 (2003) : 387-405.
25. Ferrer-Balas, D., Maspocho, M. L. and Mai, Y. W. "Fracture behavior of polypropylene films at different temperatures : fractography and deformation mechanisms studied by SEM." Polymer. 43 (2002) : 3083-3091.
26. Pasebani, S. and Toroghinejad M. R., "Nano-grained 70/30 brass strip produced by accumulative roll-bonding (ARB) process" Materials Science and Engineering. 527 (2010) : 491-497.
27. Callister, W. D. and Jr. Fundamental of materials science and engineering. 5th ed. New York : John Willey & Sons, 2001.
28. Dieter, G. E. Mechanical metallurgy. Singapore : McGraw-Hill, 1988.
29. Ewaxsm, H. L. and Wanhill, R. J. H. Fracture mechanics. 5th ed. [n.p.] : Edward Arnold, 1986.
30. แม้น อมรสิทธิ์ Principles and techniques of instrumental analysis. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์, 2535.
31. ปิ่นสุภา ปิติรักษ์สกุล การวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของพอลิเมอร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2545.
32. กอบวุฒิ รุจิณากุล. การวิเคราะห์ของแข็งเชิงฟิสิกส์. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.
33. แม้น อมรสิทธิ์ และ สมชัย อัครทิวา. วัสดุวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : ท้อป/แมคกรอ-ฮิล, 2549.
34. อรรถพล ตะระะ. คุณสมบัติและการทดสอบวัสดุ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2551.
35. บรรณ เลง ศรีนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.
36. จินตมัย สุวรรณประทีป. การทดสอบสมบัติทางกลของพลาสติก. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.
37. Bradon, D. and Kaplan, W. D. Microstructural characterization of materials. 2nd ed. United States of America : John Wiley & Sons, 2008.
38. Snyder L. R. Journal of Chromatography. 92 (1974) : 233.

ภาคผนวก ก

1. ASTM D 2240-00

Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness

1.1 This test method describes eight types of rubber hardness measurement devices known as durometers: types A, B, C, D, DO, O, OO and M. The procedure for determining indentation hardness of substances classified as thermoplastic elastomers, vulcanized (thermoset) rubber, elastomeric materials, cellular materials, and some plastics is also described.

1.2 This test method is not equivalent to other indentation hardness methods and instrument types, specifically those described in Test Method D 1415.

1.3 This test method is not applicable to the testing of coated fabrics.

1.4 The values stated in SI units are to be regarded as standard. The values given in parentheses are for information only. Many of the stated dimensions in SI are direct conversions from the U. S. Customary System to accommodate the instrumentation, practices and procedures that existed prior to the Metric Conversion Act of 1975.

1.5 All materials, instruments, or equipment used for the determination of mass, force or dimension shall have traceability to the National Institute for Standards and Technology, or other internationally recognized organization parallel in nature.

1.6 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

2. ASTM D 256-10

Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics

2.1 These test methods cover the determination of the resistance of plastics to “standardized” (see Note 1) pendulum-type hammers, mounted in “standardized” machines, in breaking standard specimens with one pendulum swing (see Note 2). The standard tests for these test methods require specimens made with a milled notch (see Note 3). In Test Methods A, C, and D, the notch produces a stress concentration that increases the probability of a brittle, rather than a ductile, fracture. In Test Method E, the impact resistance is obtained by reversing the notched specimen 180° in the clamping vise. The results of all test methods are reported in terms of

energy absorbed per unit of specimen width or per unit of cross-sectional area under the notch. (See Note 4.)

Note 1—The machines with their pendulum-type hammers have been “standardized” in that they must comply with certain requirements, including a fixed height of hammer fall that results in a substantially fixed velocity of the hammer at the moment of impact. However, hammers of different initial energies (produced by varying their effective weights) are recommended for use with specimens of different impact resistance. Moreover, manufacturers of the equipment are permitted to use different lengths and constructions of pendulums with possible differences in pendulum rigidities resulting. (See Section 5.) Be aware that other differences in machine design may exist. The specimens are “standardized” in that they are required to have one fixed length, one fixed depth, and one particular design of milled notch. The width of the specimens is permitted to vary between limits.

Note 2—Results generated using pendulums that utilize a load cell to record the impact force and thus impact energy, may not be equivalent to results that are generated using manually or digitally encoded testers that measure the energy remaining in the pendulum after impact.

Note 3—The notch in the Izod specimen serves to concentrate the stress, minimize plastic deformation, and direct the fracture to the part of the specimen behind the notch. Scatter in energy-to-break is thus reduced. However, because of differences in the elastic and viscoelastic properties of plastics, response to a given notch varies among materials. A measure of a plastic's “notch sensitivity” may be obtained with Test Method D by comparing the energies to break specimens having different radii at the base of the notch.

Note 4—Caution must be exercised in interpreting the results of these standard test methods. The following testing parameters may affect test results significantly:

3. ASTM D 638-10

Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics

3.1 This test method covers the determination of the tensile properties of unreinforced and reinforced plastics in the form of standard dumbbell-shaped test specimens when tested under defined conditions of pretreatment, temperature, humidity, and testing machine speed.

3.2 This test method can be used for testing materials of any thickness up to 14 mm (0.55 in.). However, for testing specimens in the form of thin sheeting, including film less than 1.0 mm (0.04 in.) in thickness, Test Methods D882 is the preferred test method. Materials with a thickness greater than 14 mm (0.55 in.) must be reduced by machining.

3.3 This test method includes the option of determining Poisson's ratio at room temperature.

Note 1—This test method and ISO 527-1 are technically equivalent.

Note 2—This test method is not intended to cover precise physical procedures. It is recognized that the constant rate of crosshead movement type of test leaves much to be desired from a theoretical standpoint, that wide differences may exist between rate of crosshead movement and rate of strain between gage marks on the specimen, and that the testing speeds specified disguise important effects characteristic of materials in the plastic state. Further, it is realized that variations in the thicknesses of test specimens, which are permitted by these procedures, produce variations in the surface-volume ratios of such specimens, and that these variations may influence the test results. Hence, where directly comparable results are desired, all samples should be of equal thickness. Special additional tests should be used where more precise physical data are needed.

Note 3—This test method may be used for testing phenolic molded resin or laminated materials. However, where these materials are used as electrical insulation, such materials should be tested in accordance with Test Methods D229 and Test Method .

Note 4—For tensile properties of resin-matrix composites reinforced with oriented continuous or discontinuous high modulus $>20\text{-GPa}$ [$>3.0 \times 10^6\text{-psi}$] fibers, tests shall be made in accordance with Test Method D3039/D3039M.

3.4 Test data obtained by this test method are relevant and appropriate for use in engineering design.

3.5 The values stated in SI units are to be regarded as standard. The values given in parentheses are for information only.

3.6 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

A3.1.1 This test method covers the determination of Poisson's ratio obtained from strains resulting from uniaxial stress only.

A3.1.2 Test data obtained by this test method are relevant and appropriate for use in engineering design.

A3.1.3 The values stated in SI units are regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

Note A3.1—This standard is not equivalent to ISO 527-1.

4. ASTM D 790-10

Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials

4.1 These test methods cover the determination of flexural properties of unreinforced and reinforced plastics, including high-modulus composites and electrical insulating materials in the form of rectangular bars molded directly or cut from sheets, plates, or molded shapes. These test methods are generally applicable to both rigid and semirigid materials. However, flexural strength cannot be determined for those materials that do not break or that do not fail in the outer surface of the test specimen within the 5.0 % strain limit of these test methods. These test methods utilize a three-point loading system applied to a simply supported beam. A four-point loading system method can be found in Test Method D6272.

4.1.1 Procedure A, designed principally for materials that break at comparatively small deflections.

4.1.2 Procedure B, designed particularly for those materials that undergo large deflections during testing.

4.1.3 Procedure A shall be used for measurement of flexural properties, particularly flexural modulus, unless the material specification states otherwise. Procedure B may be used for measurement of flexural strength only. Tangent modulus data obtained by Procedure A tends to exhibit lower standard deviations than comparable data obtained by means of Procedure B.

4.2 Comparative tests may be run in accordance with either procedure, provided that the procedure is found satisfactory for the material being tested.

4.3 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values provided in parentheses are for information only.

4.4 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

Note 1—These test methods are not technically equivalent to ISO 178.

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-1 ร้อยละผลิตภัณฑ์จากการรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยตัวทำละลาย 5 ชนิด

ตัวทำละลาย	ร้อยละผลิตภัณฑ์				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
เฮกเซน	2.50	2.33	2.16	2.33	0.17
เมทิลคลอไรด์	24.23	22.10	24.22	23.52	1.23
เอทิลอะซิเตท	25.29	25.77	24.47	25.18	0.66
อะซีโตน	22.47	21.33	22.03	21.94	0.57
เมทานอล	17.00	15.26	16.80	16.35	0.95

ตารางที่ ข-2 ร้อยละผลิตภัณฑ์จากการรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สับคียบาและบดละเอียด

ขนาดอนุภาคของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (มิลลิเมตร)	ร้อยละผลิตภัณฑ์				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
3-4	20.44	19.41	20.76	20.20	0.71
0.075-0.097	25.29	25.77	24.47	25.18	0.66

ตารางที่ ข-3 ร้อยละผลิตภัณฑ์จากการรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เวลาในการรีไซเคิลต่าง ๆ

เวลาที่ใช้ในการรีไซเคิล (ชั่วโมง)	ร้อยละผลิตภัณฑ์				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
4	9.71	9.86	10.37	9.98	0.35
6	25.22	25.77	24.47	25.15	0.65
12	25.05	25.87	26.69	25.87	0.82
24	25.29	25.77	24.47	25.18	0.66

ตารางที่ ข-4 ร้อยละผลิตภัณฑ์การรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 4 เทคนิค

เทคนิคการรีไซเคิล	ร้อยละผลิตภัณฑ์				ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
รีฟลักซ์	25.22	25.77	24.47	25.15	0.65
ชอกเลต	29.67	28.59	29.33	29.20	0.55
เทคนิครีฟลักซ์กับชอกเลต	38.29	38.11	37.64	38.01	0.34
ถึงความดัน	51.26	50.03	50.10	50.46	0.69

ตารางที่ ข-5 ความแข็งแรงของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซิน อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินและอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงจอร์อีเล็กทริกสับค ขนาด 60-80 mesh 80-160 mesh และ 160-200 mesh ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก

ชิ้นงานทดสอบ	ความแข็งแรง											ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	ค่าเฉลี่ย	
E0	78.00	78.00	78.00	78.00	77.00	78.00	77.50	78.00	78.00	78.00	77.88	0.32
E1	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	75.00	77.00	77.00	78.00	77.00	76.97	0.54
E2	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	76.00	77.00	77.50	77.00	77.00	0.28
E3	76.50	77.50	75.00	77.50	77.50	78.00	77.50	78.00	78.00	78.00	76.90	1.01
E4	77.50	77.00	77.50	77.00	77.00	77.50	77.50	77.50	77.50	77.00	77.18	0.37
E5	78.00	79.00	78.00	78.00	79.00	78.00	78.00	78.00	78.00	79.00	78.13	0.48
E6	77.00	77.00	78.00	75.00	79.00	78.00	78.00	76.00	78.00	78.50	77.65	1.03
E7	77.50	78.00	76.50	77.00	78.00	78.00	76.50	77.00	78.00	78.00	77.50	0.56
E8	78.00	78.00	78.50	78.00	78.00	77.50	78.00	77.00	78.00	78.00	77.90	0.55
E9	78.00	76.00	79.00	78.50	78.50	78.50	78.00	78.00	76.00	78.00	77.93	0.96
E10	78.00	78.00	78.50	78.00	78.00	78.50	76.00	78.00	77.00	78.50	78.03	0.2
E11	79.00	79.50	79.50	79.50	78.00	79.00	78.50	79.00	78.50	79.00	78.78	0.64
E12	79.00	78.00	79.00	80.00	79.50	79.00	80.00	79.00	80.00	79.00	79.00	0.96

ตารางที่ ข-6 ความต้านทานแรงกระแทกของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซิน อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินและอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจร
อีเล็กทรอนิกส์ขนาด ขนาด 60-80 mesh 80-160 mesh และ 160-200 mesh ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก

ชิ้นงานทดสอบ	ความต้านทานแรงกระแทก (kJ/m ²)											ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	ค่าเฉลี่ย	
E0	4.29	4.62	4.50	4.40	4.31	4.21	4.37	4.07	4.07	4.12	4.30	0.18
E1	4.78	4.38	3.71	4.74	3.82	3.72	3.77	4.75	3.69	4.13	4.36	0.24
E2	4.44	4.43	4.24	4.11	4.46	4.22	4.16	4.14	4.47	4.39	4.30	0.15
E3	4.45	4.39	4.04	4.00	4.34	4.70	3.87	4.70	4.31	4.30	4.15	0.47
E4	4.20	4.09	4.12	4.25	4.07	4.04	3.74	4.00	3.94	4.05	4.05	0.14
E5	3.82	4.18	3.47	3.99	3.45	4.09	3.83	4.17	3.67	3.97	3.86	0.27
E6	3.81	3.94	3.87	4.08	3.71	3.81	3.70	3.70	3.66	4.01	3.83	0.09
E7	3.89	4.06	4.21	4.15	4.15	3.66	4.13	4.71	4.10	3.76	4.08	0.29
E8	4.02	3.71	3.84	3.65	4.11	3.59	3.68	3.75	3.61	3.63	3.76	0.18
E9	3.82	3.88	3.87	3.77	3.64	3.77	3.90	3.82	3.84	3.97	3.83	0.09
E10	4.46	4.44	3.87	4.30	4.17	3.63	4.55	4.33	4.34	4.29	4.24	0.28
E11	4.23	4.45	4.22	4.20	3.84	4.37	4.18	3.92	4.41	3.94	4.18	0.21
E12	4.24	4.01	3.95	3.99	3.88	3.89	3.89	4.05	3.99	3.78	3.97	0.12

ตารางที่ ข-7 ความต้านทานแรงดึงของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซิน อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสม
รีไซเคิลเรซินและอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 60-80
mesh 80-160 mesh และ 160-200 mesh ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 20 และ 30 โดย
น้ำหนัก

ชิ้นงาน ทดสอบ	ความต้านทานแรงดึง (MPa)						ค่าเบี่ยงเบน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐาน
E0	72.83	77.50	77.42	75.92	76.42	76.02	1.90
E1	75.33	76.42	76.17	74.58	73.33	75.15	1.25
E2	71.67	72.08	72.58	73.17	72.08	72.32	0.58
E3	65.53	66.47	65.21	57.24	65.67	64.02	3.82
E4	45.59	40.93	37.94	43.85	38.50	41.36	3.32
E5	42.75	41.97	43.17	37.52	40.24	41.13	2.31
E6	42.86	40.70	39.41	32.26	40.09	39.06	4.02
E7	55.40	50.36	53.30	56.05	50.94	53.21	2.56
E8	51.44	52.57	49.56	46.81	51.36	50.35	2.25
E9	43.18	40.70	44.84	46.33	48.30	44.67	2.91
E10	66.76	63.44	62.90	66.27	66.01	65.08	1.77
E11	61.61	60.98	61.49	60.18	62.35	61.32	0.80
E12	60.90	60.45	58.41	61.80	59.09	60.16	1.38

ตารางที่ ข-8 เปอร์เซ็นต์การยึดติดของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซิน อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสม
ริโซเคลเรซินและอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บด ขนาด 60-80
mesh 80-160 mesh และ 160-200 mesh ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 20 และ 30 โดย
น้ำหนัก

ชิ้นงาน ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์การยึดติด (เปอร์เซ็นต์)						ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	
E0	5.19	5.89	5.91	5.85	5.30	5.63	0.35
E1	5.19	5.16	5.17	5.30	5.28	5.22	0.06
E2	5.76	3.81	5.10	6.32	4.98	5.20	0.23
E3	5.12	5.09	5.52	5.58	5.20	5.30	0.54
E4	2.69	2.59	2.92	2.61	2.65	2.69	0.13
E5	2.93	2.70	2.50	2.92	2.45	2.70	0.23
E6	2.85	2.69	2.62	2.57	2.69	2.68	0.11
E7	3.04	3.05	3.28	3.18	3.24	3.16	0.11
E8	3.30	3.28	3.24	2.93	3.29	3.21	0.16
E9	2.72	2.40	6.13	2.73	2.92	3.38	0.22
E10	3.67	3.84	3.39	3.65	3.31	3.57	0.22
E11	3.67	3.39	3.65	3.31	3.90	3.58	0.24
E12	3.91	4.27	3.39	3.66	3.55	3.76	0.36

ตารางที่ ข-9 มอดูลัสยืดดึงของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซิน อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน และอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บด ขนาด 60-80 mesh 80-160 mesh และ 160-200 mesh ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก

ชิ้นงาน ทดสอบ	มอดูลัสยืดดึง (MPa)						ค่าเบี่ยงเบน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐาน
E0	1849.60	1803.20	1817.60	1803.80	1899.30	1834.70	40.73
E1	1809.80	1886.00	1789.50	1828.50	1855.20	1833.80	37.91
E2	1724.90	1845.50	1866.80	1861.60	1797.90	1815.77	53.82
E3	1764.50	1723.60	1740.50	1725.70	1822.40	1747.89	32.36
E4	1690.40	1539.70	1570.40	1654.00	1624.60	1615.82	61.14
E5	1655.90	1494.90	1542.90	1585.40	1631.60	1582.14	65.28
E6	1519.60	11587.10	1575.70	1513.00	1477.40	1529.86	44.17
E7	1681.50	1673.10	1762.90	1609.60	1745.60	1694.54	61.49
E8	1557.20	1572.70	1643.10	1670.50	1635.40	1615.78	48.51
E9	1566.70	1605.50	1592.50	1597.90	1660.00	1604.52	34.27
E10	1768.00	1802.00	1754.50	1705.90	1790.20	1764.12	37.46
E11	1606.60	1669.10	1698.00	1686.20	1671.50	1664.48	33.52
E12	1606.40	1633.00	1602.50	1607.40	1613.80	1612.62	12.09

ตารางที่ ข-10 ความต้านทานแรงดึงของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซิน อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสม
รีไซเคิลเรซินและอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 60-80
mesh 80-160 mesh และ 160-200 mesh ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 20 และ 30 โดย
น้ำหนัก

ชิ้นงาน ทดสอบ	ความต้านทานแรงดึง (MPa)						ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	
E0	115.33	118.85	115.58	118.3	119.72	117.56	1.99
E1	131.65	128.39	125.26	129.93	128.21	128.69	2.37
E2	131.47	132.22	131.29	131.85	130.02	131.47	0.84
E3	139.66	133.9	133.5	139.19	135.25	136.3	2.93
E4	76.33	70.65	78.43	75.11	72.87	76.33	3.02
E5	78.18	76.67	74.7	74.54	70.31	74.88	2.96
E6	71.36	70.2	73.81	71.09	74.53	72.2	1.87
E7	80.01	84.74	86.34	89.6	88.56	85.85	3.77
E8	82.25	86.94	84.67	84.12	81.99	83.99	2.01
E9	82.04	83.7	84.56	80.78	83.89	82.99	1.55
E10	95	96.49	86.39	89.19	96.68	9275	4.68
E11	84.73	85.95	90.17	89.89	88.17	87.78	2.4
E12	86.11	84.18	86.65	88.91	84.8	86.13	1.84

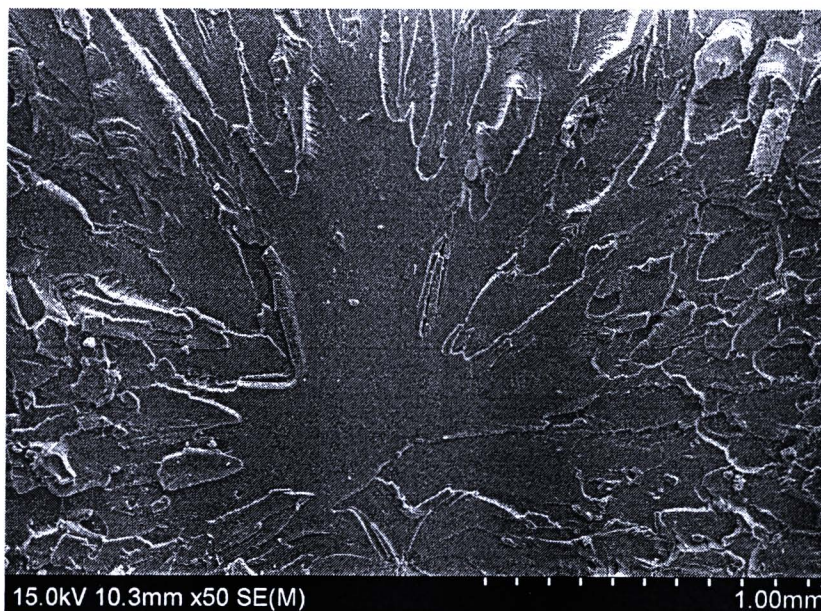
ตารางที่ ข-11 มอดูลัสค้ดคองของซ้ันงานทดสอบอีพ้อกซีเรซิน อีพ้อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน
และอีพ้อกซีเรซินใหม่ผสมแผลงวงจรอี้เล้กทรอนิกส้บค ขนาด 60-80 mesh 80-160
mesh และ 160-200 mesh ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้้าหนัก

ซ้ันงาน ทดสอบ	มอดูลัสค้ดคอง (MPa)						ค้าเบ้ียงเบน มาตรฐาน
	คร้ังที่ 1	คร้ังที่ 2	คร้ังที่ 3	คร้ังที่ 4	คร้ังที่ 5	ค้าเฉล้ีย	
E0	3929.86	3997.23	4382.2	4256.27	4221.04	4157.32	188.27
E1	3991.06	4087.38	4116.7	3941.62	4044.29	4036.21	70.97
E2	3947.03	3952.82	3889.43	3962.93	3619.37	3874.31	145.37
E3	3652.71	3649.38	3891.1	3964.57	3836.81	3798.91	142.40
E4	3646.18	3671.12	3313.78	3389.58	3752.89	3554.71	191.38
E5	3503.7	3545.79	3817.13	3579.97	3345.87	3558.49	170.09
E6	3380.7	3308.33	3245.82	3349.51	3121.31	3281.13	102.61
E7	3498.49	3410.54	3633.29	3817.91	3681.12	3608.27	158.93
E8	3578.62	3583.91	3591.21	3687.03	3558.2	3599.79	50.29
E9	3598.98	3592.13	3499.18	3378.46	3459.07	3505.56	92.98
E10	3830.1	3867.61	3553.88	3806.29	3990.19	3809.61	159.53
E11	3484.49	3760.36	3851.18	3848.56	3709.38	3730.79	150.3
E12	3565.2	3383.73	3387.78	3185.09	3390.67	3382.49	134.58

ตารางที่ ข-12 อุณหภูมิคล้อยแก้วของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินและอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสม
รีไซเคิลเรซิน ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก

ชิ้นงานทดสอบ	อุณหภูมิคล้อยแก้ว (องศาเซลเซียส)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E0	81.00	83.89	83.53	82.81	1.57
E1	80.59	79.62	79.49	79.90	0.60
E2	68.96	68.33	67.15	68.15	0.92
E3	65.79	65.33	63.96	65.03	0.95

ภาคผนวก ค



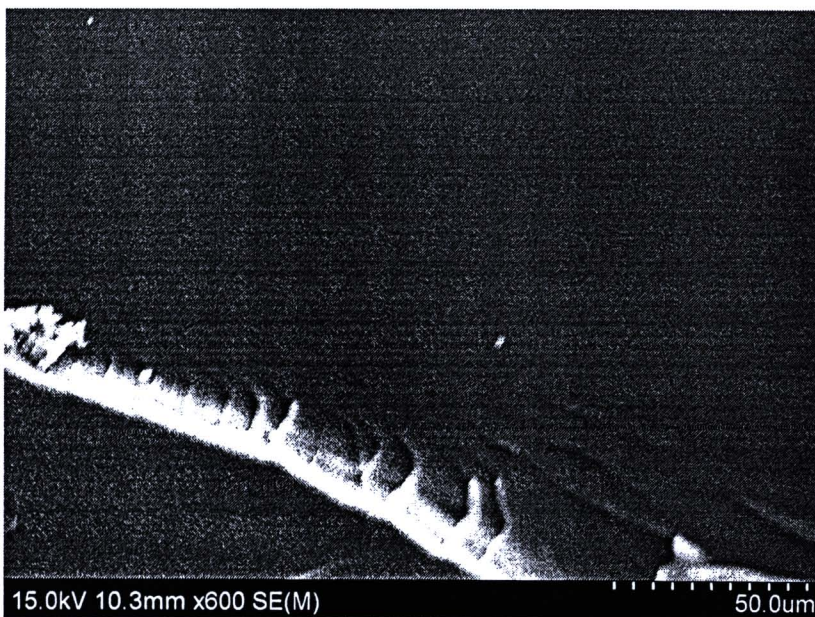
ค-1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินจากกัลลิ่งจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ
ส่องกราด กำลังขยาย 120 เท่า



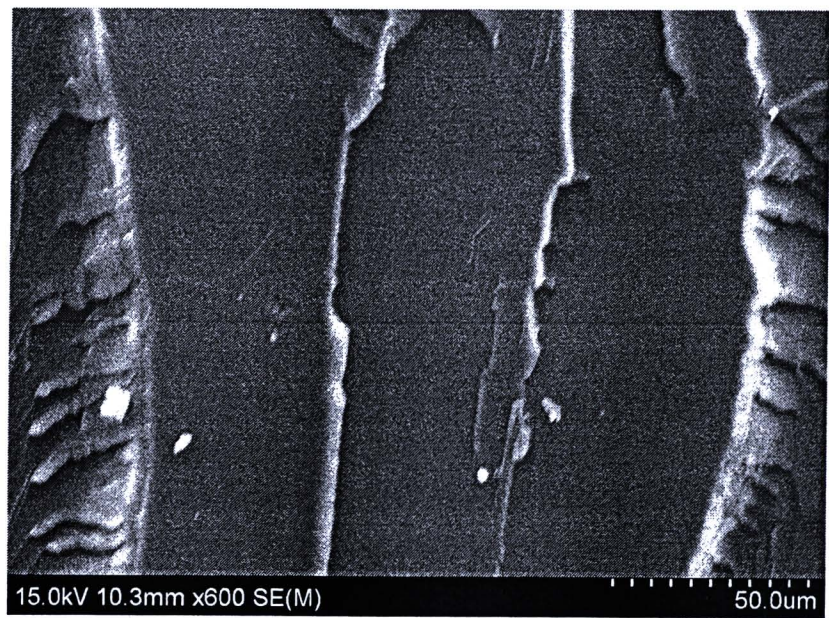
ค-2 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินจากกัลลิ่งจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ
ส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า



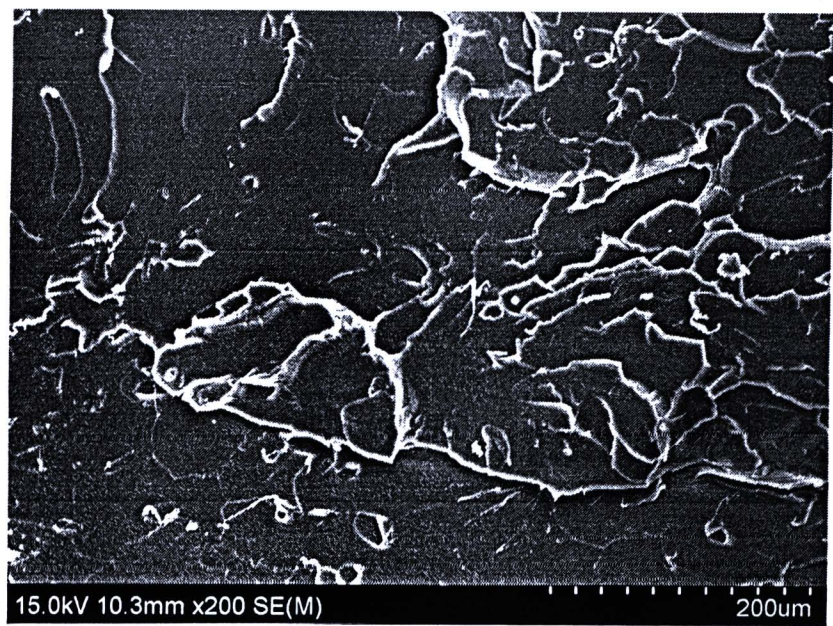
ค-3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินจากกัลีองจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ
ส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า



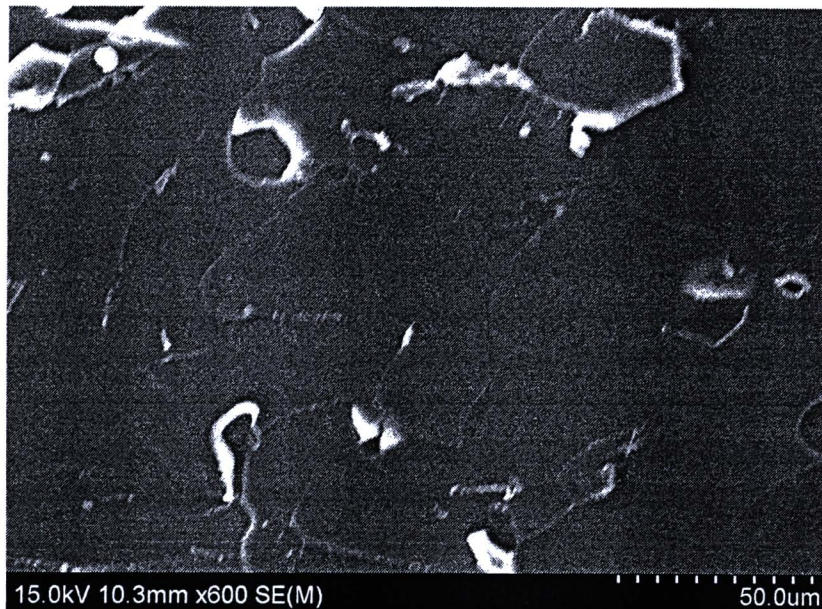
ค-4 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินจากกัลีองจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ
ส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



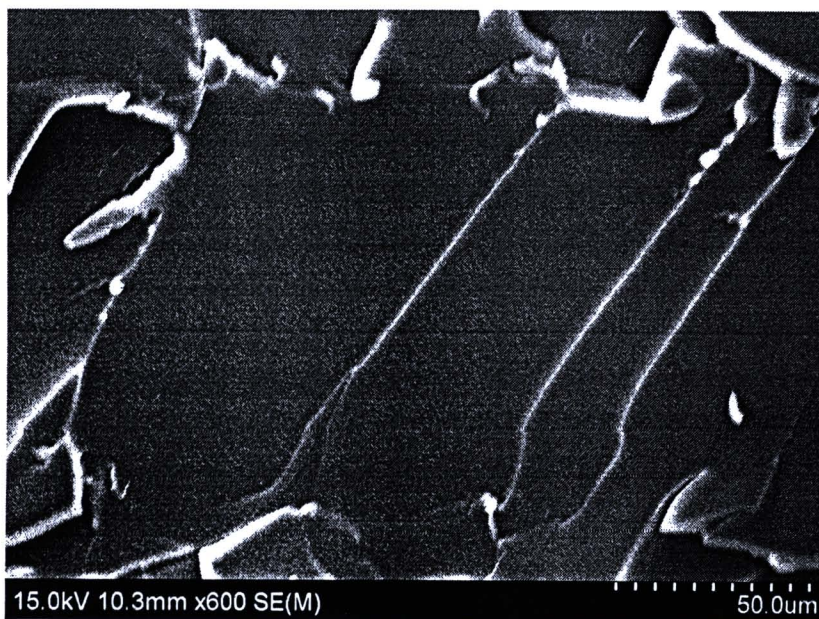
ค-5 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



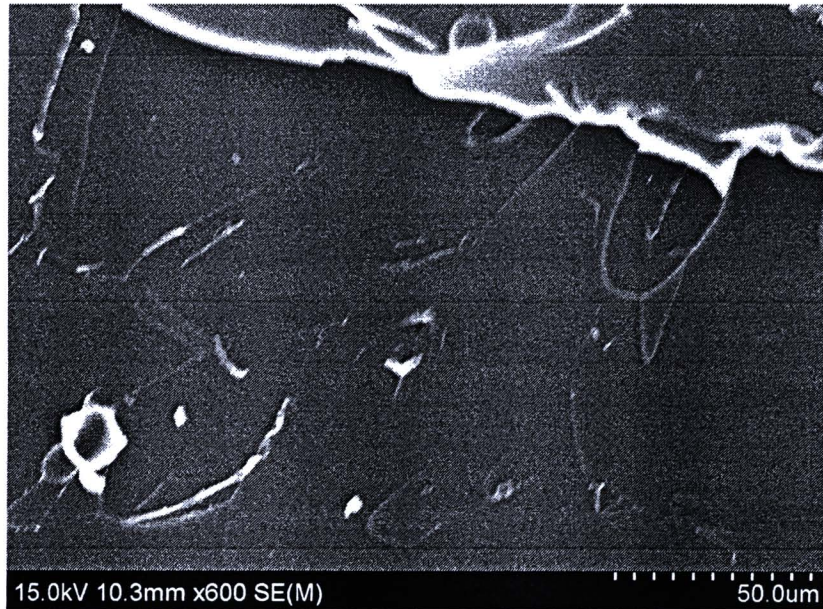
ค-6 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า



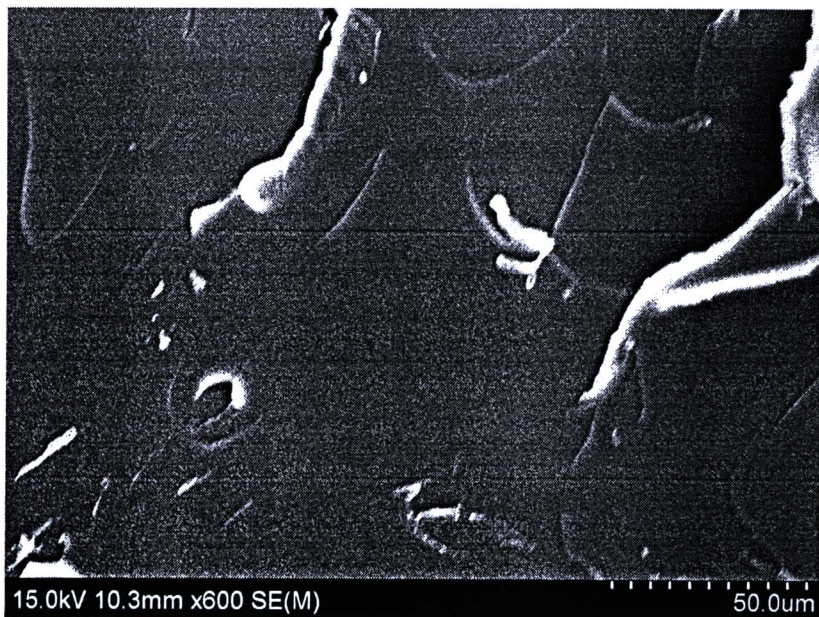
ค-7 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



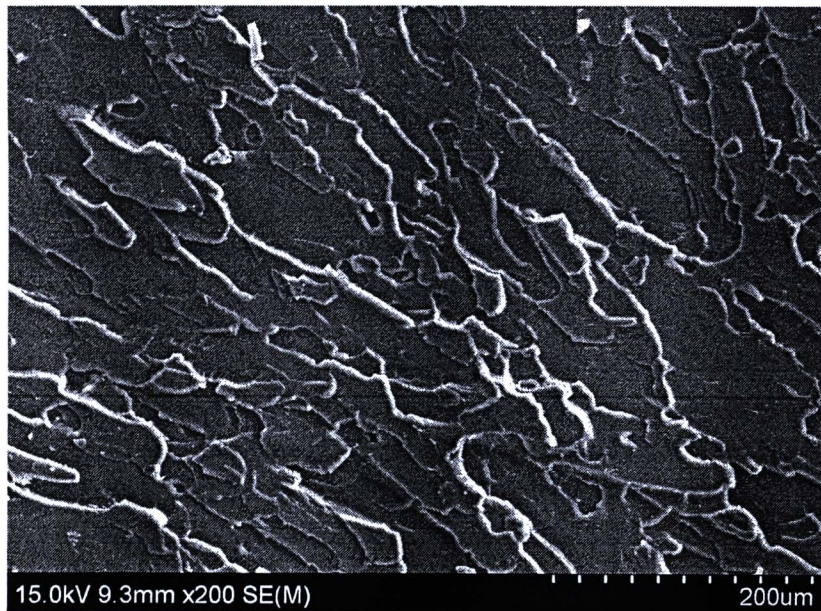
ค-8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



ค-9 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



ค-10 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



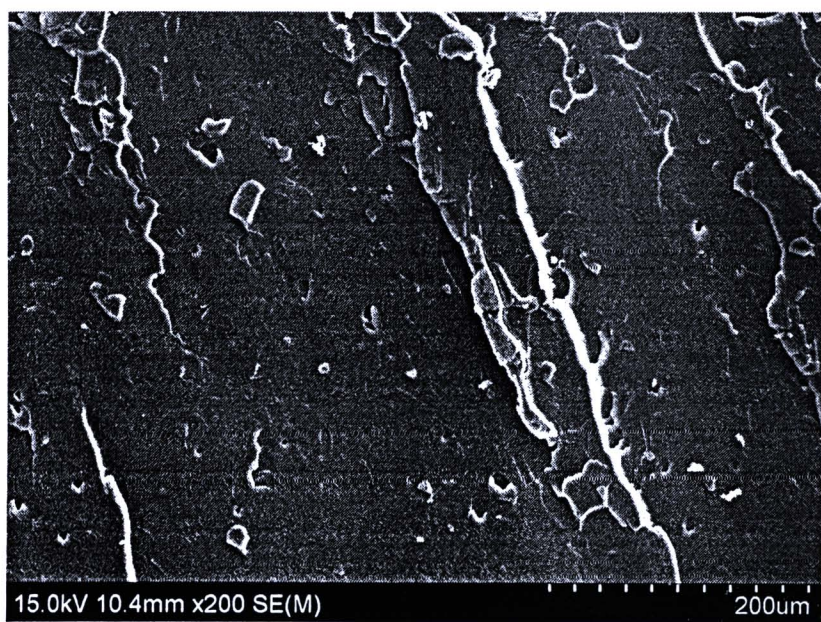
ค-11 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 20 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า



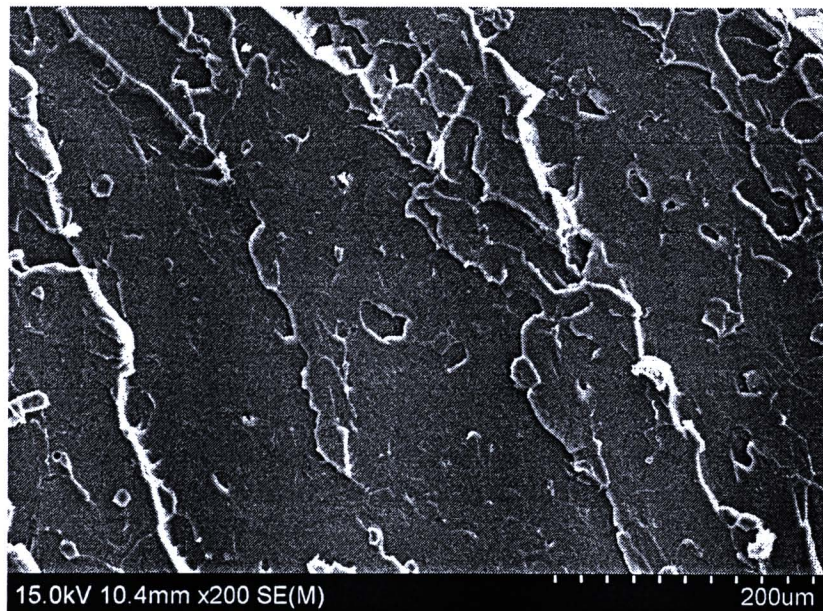
ค-12 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 20 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า



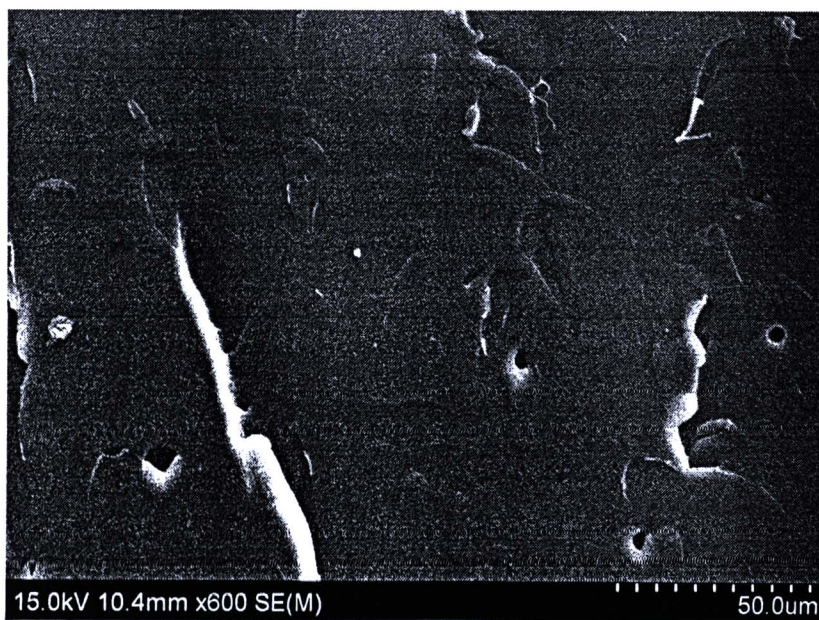
ค-13 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 20 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



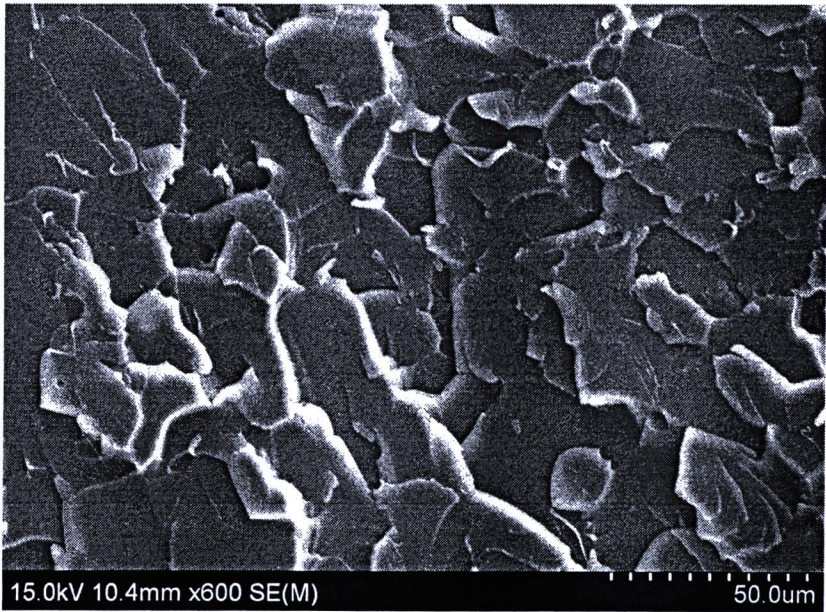
ค-14 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 30 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า



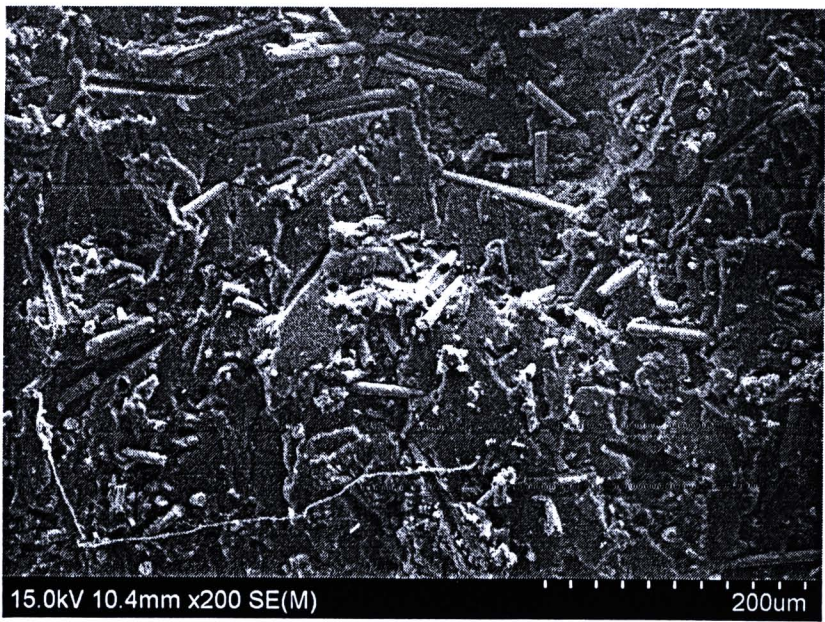
ค-15 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 30 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า



ค-16 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 30 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



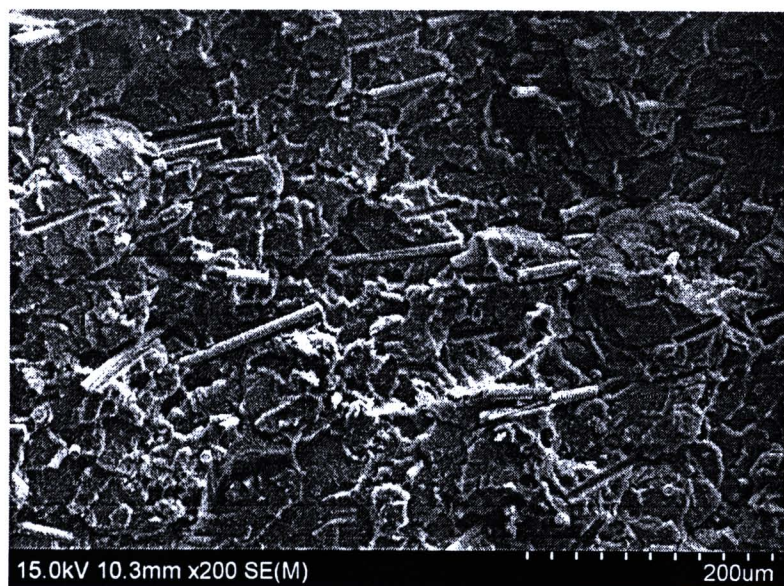
ค-17 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน อัตราส่วนผสม ร้อยละ 30 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 600 เท่า



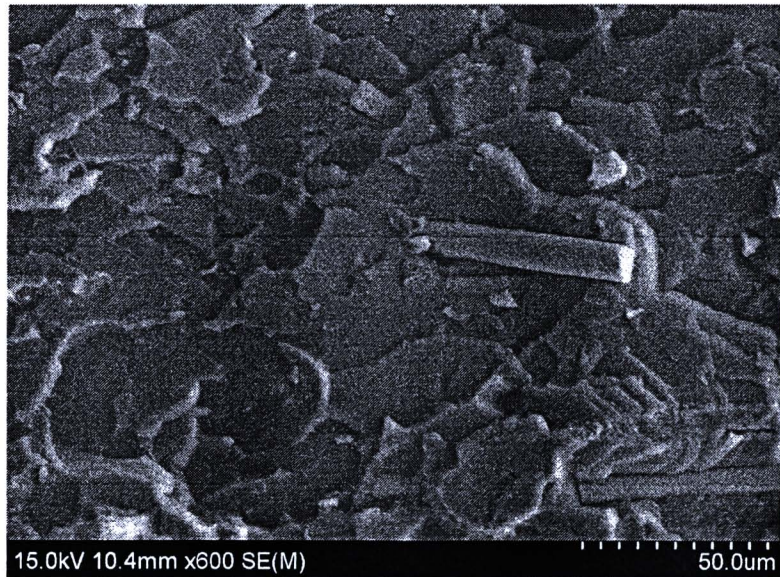
ค-18 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บด ขนาด 160-200 mesh อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า



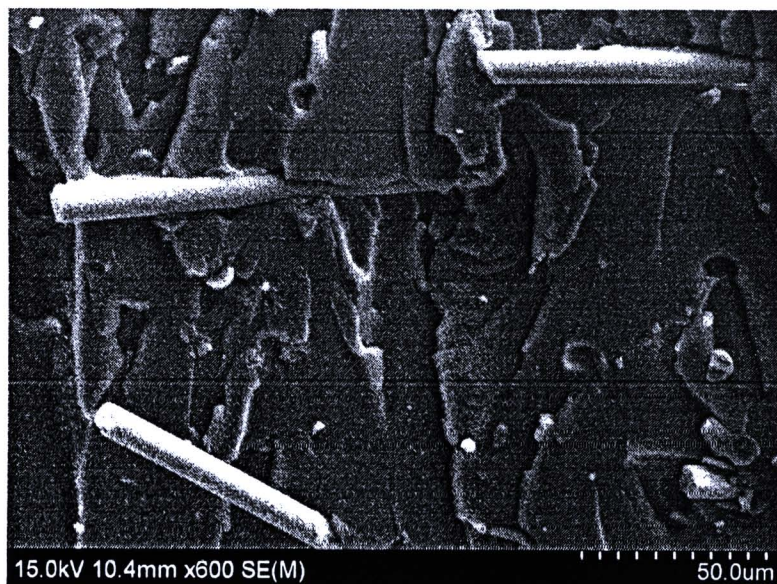
ค-19 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บัด
ขนาด 160-200 mesh อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
กำลังขยาย 200 เท่า



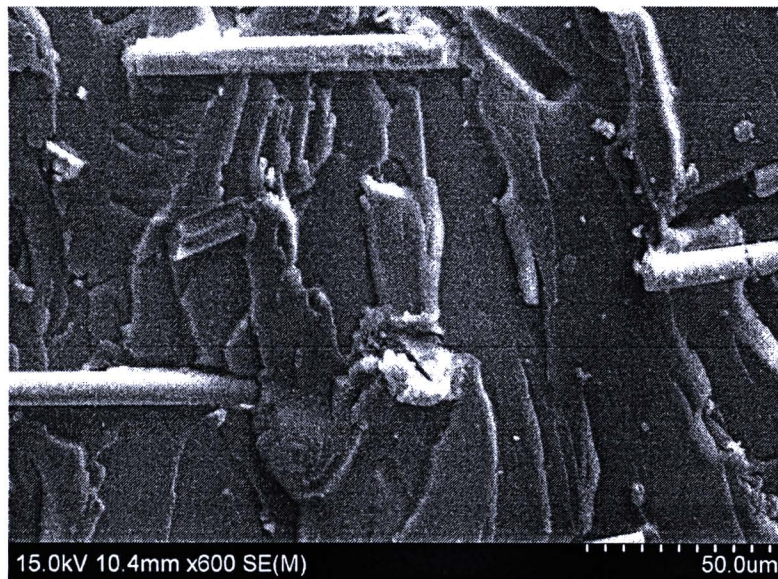
ค-20 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บัด
ขนาด 160-200 mesh อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
กำลังขยาย 200 เท่า



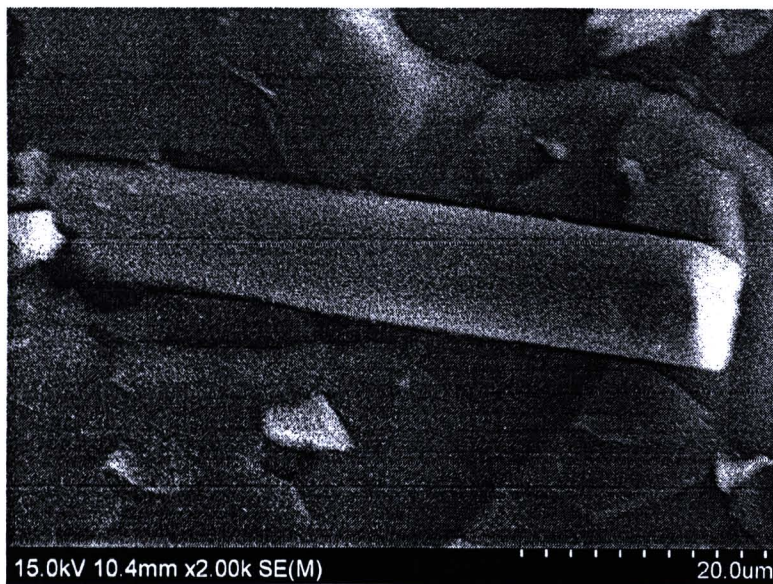
ค-21 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บัด
ขนาด 160-200 mesh อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
กำลังขยาย 600 เท่า



ค-22 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บัด
ขนาด 160-200 mesh อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
กำลังขยาย 600 เท่า



ค-23 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บัด
ขนาด 160-200 mesh อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
กำลังขยาย 600 เท่า



ค-24 ลักษณะสัณฐานวิทยาของชิ้นงานทดสอบอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมผงวงจรีเล็กทรอนิกส์บัด
ขนาด 160-200 mesh อัตราส่วนผสมร้อยละ 10 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
กำลังขยาย 2000 เท่า

ภาคผนวก ง

1. ใบประกาศนียบัตรการนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ ม.อ. ภูเก็ตวิจัย ครั้งที่ 2 (2552) ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ระหว่างวันที่ 18 -20 พฤศจิกายน 2552



ม.อ. ภูเก็ตวิจัย ครั้งที่ 2 (2552) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

ขอรับรองว่าผลงานวิจัย

เรื่อง

การวิจัยเชิงสถิติเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ในแผนวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ของ

ศักดิ์ชัย สมเชื้อ

ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ สาขาวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์
และได้นำเสนอในการประชุมวิชาการ ม.อ. ภูเก็ตวิจัย ครั้งที่ 2 (2552) ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
ระหว่างวันที่ 18-20 พฤศจิกายน 2552

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธี สรรพพานิช)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดการประชุมวิชาการ ม.อ. ภูเก็ตวิจัย ครั้งที่ 2 (2552)

(อาจารย์ศุภชัย แสงปัญญา)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ประธานคณะกรรมการฝ่ายวิชาการ

2. สำเนาคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เรื่อง วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน



คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☒ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้
ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535
และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	18 ต.ค. 2554	เลขที่คำขอ	1103000289
วันยื่นคำขอ			
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ			
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์			
ประเภทผลิตภัณฑ์			
วันประกาศโฆษณา		เลขที่ประกาศโฆษณา	
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร		เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่			

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างใดตัวหนึ่งและเป็นคำขอลำดับที่

ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพหลุองสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

3.1 สัญชาติ ไทย
3.2 โทรศัพท์ 0-2913-2500 ต่อ 1516, 1520
3.3 โทรสาร 0-2912-2015
3.4 อีเมล

4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร

☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. ตัวแทน(ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)

5.1 ตัวแทนเลขที่
5.2 โทรศัพท์
5.3 โทรสาร
5.4 อีเมล

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)

นายระพีพันธ์ แดงตันกิ อยู่บ้านเลขที่ 95/63 หมู่ 4 ตำบลบางศรีเมือง อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
นายศักดิ์ชัย สมเชื้อ อยู่บ้านเลขที่ 48/1 หมู่ 12 ตำบลบ้านพระ อำเภอเมืองปรางจินบุรี จังหวัดปรางจินบุรี

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม

ผู้ขอรับสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร

เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ

คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่สำนักงานคณะกรรมการสิทธิบัตรฯ ไม่สามารถดำเนินการได้ กรุณาแจ้งให้ทราบโดยเร็วที่สุด
เพิ่มเติมดังกล่าว

8.การยื่นคำขออนุญาตราชอาณาจักร				
วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการ ประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				
8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรก โดย ☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้				
9.การแสดงผลการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ได้แสดงผลการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด				
10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ				
10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ		10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ	
11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอขึ้นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำ เป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอขึ้นเป็นภาษา ☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ				
12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ. ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา				
13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย ก. แบบพิมพ์คำขอ 2 หน้า ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ 7 หน้า ค. ข้อถ้อยสิทธิ 1 หน้า ง. รูปเขียน 5 รูป 5 หน้า จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์ รูปเขียน รูป หน้า ภาพถ่าย รูป หน้า ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ 1 หน้า			14.เอกสารประกอบคำขอ ☐ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ หนังสือรับรองการแสดงผลการประดิษฐ์/การออกแบบ ผลิตภัณฑ์ ☐ หนังสือมอบอำนาจ ☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ ☐ เอกสารการขอรับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่น คำขอในประเทศไทย ☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ ☐ เอกสารอื่นๆ	
15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ☒ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน ☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....				
16.ลายมือชื่อ (☒ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน) (ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุญยโสภณ) อธิการบดี				

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้
ได้ไปแจ้งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

หน้าที่ 1 จากจำนวน 7 หน้า

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

- 5 วิศวกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการนำอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กลับมาใช้ใหม่ด้วยเทคนิคการสกัดแยกด้วยสารละลายร้อน

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับวิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ นำกลับมาใช้ใหม่ด้วยเทคนิคการสกัดแยกด้วยสารละลายร้อน

- 10 ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

การกำจัดแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยวิธีการเผาหรือการฝังกลบ จะทำให้เกิดมลพิษแบบถาวรปะปนอยู่ในอากาศ ดิน แหล่งน้ำใต้ดิน และแหล่งน้ำใกล้เคียง มลพิษที่เกิดจากการเผาหรือฝังแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เช่น พอลิโบรมิเนตไดฟีนิลอีเทอร์ (Polybrominated diphenyl ether) ไดออกซิน (Dioxins) เฟอริน (Furans) พอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbons) พอลิคลอไรเนตไบฟีนิล (Polychlorinated biphenyls) และไอของโลหะหนักต่าง ๆ

- ได้มีการศึกษากระบวนการรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินด้วยการใช้สารละลายกรด จากวารสาร Polymer, 43, 2002 หน้า 2953-2958 โดยทดสอบสมบัติทางความร้อนและสมบัติเชิงกลของอีพ็อกซีผสมรีไซเคิลเรซิน ในการทดลองใช้เรซินชนิดบิสฟีนอล เอฟ (Bisphenol F) 100 กรัมและหนึ่งแปด พารา เมนเทนไดเอมีน (1,8-*p*-Menthanediamine) 22 กรัม เป็นสารเชื่อมขวาง อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ขึ้นรูปชิ้นงานขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 60 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตรรีไซเคิลในสารละลายกรดไนตริกความเข้มข้น 4 โมลา ปริมาตร 70 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สกัดรีไซเคิลเรซินด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เท่ากับ 7 แยกชิ้นตัวทำละลายและระเหยตัวทำละลายเป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน หลังจากนั้นใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ผสมกับ

พาทาลิกแอนไฮไดรด์ (Phthalic anhydride) อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ขึ้นรูปชิ้นงานความหนา 2 มิลลิเมตร อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส 10 ชั่วโมง จากผลการทดลอง ร้อยละผลิตภัณฑ์สูงสุดใช้เวลา 150 ชั่วโมง อุณหภูมิคล้ายแก้วของเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินสูงกว่าอุณหภูมิ คล้ายแก้วของเรซินใหม่ และสูงสุดที่อัตราส่วนผสมเรซินใหม่ต่อรีไซเคิลเรซิน 90:10 ค่าความแข็งแรงจากแรง

5 คึง (Tensile strength) และค่าความแข็งแรงจากการคดงอ (Flexural strength) ของเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินสูง กว่าเรซินใหม่ และสูงสุดที่อัตราส่วนผสมเรซินใหม่ต่อรีไซเคิลเรซินเท่ากับ 75:25

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษากระบวนการรีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินด้วยการใช้สารละลายกรด จากวารสาร Polymer, 46, 2005 หน้า 1905-1912 โดยทดสอบสมบัติทางความร้อนและสมบัติเชิงกลของอีพ็อกซีผสม รวมทั้ง ทดสอบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเส้นใยแก้วที่ผสมในอีพ็อกซีเรซินเปรียบเทียบกับเส้นใยแก้วเปล่า ในการ

10 ทดลองใช้เรซินชนิดบิสฟีนอลเอฟ 100 กรัมและอีดีไอโอมิโนไดฟีนิลมีเทน(4,4'-Diamino diphenyl methane) 27 กรัม เป็นสารเชื่อมขวาง อัตราส่วนผสมระหว่างอีพ็อกซีเรซินกับแผ่นเส้นใยแก้วชนิดอีกลาส (E-glass) คือ 64.5:35.5 และแผ่นเส้นใยแก้วชนิดทีกลาส (T-glass) คือ 68:32 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง และ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง ขึ้นรูปชิ้นงานขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 60 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร รีไซเคิลในสารละลายกรดไนตริกความเข้มข้น 4 โมลา ปริมาตร 70 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศา

15 เซลเซียส สกัดรีไซเคิลเรซินด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เท่ากับ 7 แยกชั้นตัวทำ ละลายและระเหยตัวทำละลาย และใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ผสมกับพาทาลิกแอนไฮไดรด์ อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงทำการขึ้นรูปชิ้นงานความหนา 2 มิลลิเมตร อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส 10 ชั่วโมง ในส่วนของแผ่นเส้นใยแก้ว ดำด้วยน้ำปราศจาก ไอออน (Ion-exchange water) และทำให้แห้งด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากผลการทดลอง ร้อยละ

20 ผลิตภัณฑ์สูงสุดใช้เวลา 400 ชั่วโมง อุณหภูมิคล้ายแก้วของเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินสูงกว่าอุณหภูมิลคล้าย แก้วของเรซินใหม่ และสูงสุดที่อัตราส่วนผสมเรซินใหม่ต่อรีไซเคิลเรซินเท่ากับ 80:20 ค่าความแข็งแรงจากการ คัดงอของเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินสูงกว่าเรซินใหม่ และสูงสุดที่อัตราส่วนผสมเรซินใหม่ต่อรีไซเคิลเรซิน 95:5 และโมดูลัสคดงอ (Flexural modulus) ของเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินสูงกว่าเรซินใหม่ และสูงสุดที่อัตรา ส่วนผสมเรซินใหม่ต่อรีไซเคิลเรซิน 70:30 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของแผ่นเส้นใยแก้วชนิดอีกลาสเกิดการ

25 เปลี่ยนแปลงน้ำหนักมากที่สุด ในขณะที่แผ่นเส้นใยแก้วชนิดทีกลาสไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง



หน้าที่ 3 จากจำนวน 7 หน้า

ในสิทธิบัตรสหภาพยุโรป เลขที่ EP 1 085 044 B1 ได้ศึกษากระบวนการรีไซเคิลพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมเซตติง พอลิเมอร์จากการรีไซเคิลต้องสามารถนำกลับใช้และผสมกับพอลิเมอร์ใหม่ได้โดยการใช้ส่วนผสมบิสฟีนอลเอ (Bisphenol A) ซึ่งใช้แอนไฮไดรด์ (Anhydride) เป็นสารเชื่อมขวางและเบนซิลไดเมทิลเอมีน (Benzyltrimethylamine) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผสมที่อุณหภูมิ 120-150 องศาเซลเซียส เวลา 10-15 ชั่วโมง ขึ้นรูป

5 ชิ้นงานที่มีอุณหภูมิคล้ายแก้ว 104-130 องศาเซลเซียส จากนั้นบดชิ้นงานให้มีขนาดเล็กกว่า 80 เมช (Mesh) ผสมเรซินบดกับไดเอมีน (Diamine) กวนสารผสมด้วยอุณหภูมิ 117-150 องศาเซลเซียส เวลา 5-7 ชั่วโมง ได้ผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวใส ผสมของเหลวใสกับบิสฟีนอลเอ ที่อุณหภูมิ 25-80 องศาเซลเซียส เวลา 20-60 นาที พบว่า เรซินใหม่เริ่มแข็งตัวและมีอุณหภูมิคล้ายแก้ว 90-120 องศาเซลเซียส

สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา เลขที่ US 6,465,531 B1 ได้ทำการศึกษากระบวนการรีไซเคิลพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมเซตติง พอลิเมอร์จากการรีไซเคิลต้องมีหมู่ฟังก์ชันอย่างน้อย 1 หมู่ฟังก์ชันที่สามารถเกิดพันธะเชื่อมขวางใหม่ได้ และการรีไซเคิลสารเชื่อมขวาง สารเชื่อมขวางจากการรีไซเคิลต้องมีหมู่ฟังก์ชันอย่างน้อย 2 หมู่ฟังก์ชันที่สามารถเกิดพันธะเชื่อมขวางใหม่ได้ ซึ่งใช้บิสฟีนอลเอ เป็นเรซินใหม่ แอนไฮไดรด์ เป็นสารเชื่อมขวางและเบนซิลไดเมทิลเอมีน (Benzyltrimethylamine) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผสมที่อุณหภูมิ 120-150 องศาเซลเซียส เวลา 10-15 ชั่วโมง ขึ้นรูปชิ้นงานที่มีอุณหภูมิคล้ายแก้ว 104-130 องศาเซลเซียส บดชิ้นงานให้มีขนาดเล็กกว่า 80

15 เมช (Mesh) ผสมเรซินบดกับไดเอมีน กวนสารผสมด้วยอุณหภูมิ 117-170 องศาเซลเซียส เวลา 5-45 ชั่วโมง ได้ผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวใส ผสมของเหลวใสกับบิสฟีนอลเอ ที่อุณหภูมิ 25-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-300 นาที พบว่า เรซินใหม่เริ่มแข็งตัวและมีอุณหภูมิคล้ายแก้ว -5-115 องศาเซลเซียส

การประดิษฐ์นี้จึงมุ่งเน้นวิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อนทำปฏิกิริยาและสกัดแยกจนได้เป็นรีไซเคิลเรซินพร้อมใช้งาน

20 การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

การสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ชนิด เอฟอาร์-4 (FR-4) หรือชนิดอื่นที่มีส่วนผสมของอีพ็อกซีเรซินที่เป็นเศษแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เหลือจากการผลิตและยังไม่ผ่านการกัดลายทองแดงหรือเศษแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่แยกโลหะออกแล้ว บดให้มีขนาดอนุภาคระหว่าง 0.075-5 มิลลิเมตร ลักษณะการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด คือ ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์บดที่มีขนาดอนุภาค 0.075-0.097 มิลลิเมตร ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน เมทิลลีนคลอไรด์

25 เอทิลอะซิเตต อะซีโตน และเมทานอล อุณหภูมิ 75-90 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัดแยก 6-24 ชั่วโมง

- ลักษณะการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด คือ ใช้ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท ด้วยชุดรีฟลักซ์ ชุดชอกเลตและชุดถึงความดัน
- ลักษณะการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด คือ ชุดถึงความดัน สามารถสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้
- ร้อยละผลิตภัณฑ์ 25.18-50.46 ลักษณะการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด ได้ร้อยละผลิตภัณฑ์สูงสุดที่ 50.46 การสกัดแยก
- อีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อนตามวิถีทางของการประดิษฐ์เวลาที่ใช้ผลิต
- 5 ที่ได้ผลิตภัณฑ์สูงสุด คือ 6 ชั่วโมง การสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลาย
- ร้อนตามวิถีทางของการประดิษฐ์ ความดันที่ใช้ตั้งแต่ 0-15 บาร์ ลักษณะการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด คือ ความดัน 15
- บาร์ การสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อนตามวิถีทางของการ
- ประดิษฐ์ อุณหภูมิที่ใช้ตั้งแต่ 75-90 องศาเซลเซียส ลักษณะการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด คือ ใช้อุณหภูมิเท่ากับ 80 องศา
- เซลเซียส รีไซเคิลเรซินที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีเหลือง-ส้ม สีนํ้าตาล สีนํ้าตาลเข้ม และสีอื่น ๆ ซึ่ง
- 10 ส่วนใหญ่ได้สีของรีไซเคิลเรซินเป็นของเหลวหนืด สีเหลืองส้ม

คำอธิบายรูปภาพโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงกรรมวิธีการสกัดอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

- แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ชนิด เอฟอาร์-4 ที่ยังไม่ผ่านการกัดลายทองแดงหรือแยกโลหะออกแล้ว
- บดหยาบให้มีขนาดอนุภาคระหว่าง 3-5 มิลลิเมตร และบดละเอียดให้มีขนาดอนุภาคระหว่าง 0.075-0.097
- 15 มิลลิเมตร ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน เมทิลลีนคลอไรด์ เอทิลอะซิเตท อะซิโตน และเมทานอล อุณหภูมิ 75-90
- องศาเซลเซียส เวลาในการสกัดแยก 6-24 ชั่วโมง ด้วยชุดรีฟลักซ์ ชุดชอกเลตและชุดถึงความดัน

รูปที่ 2 แสดงไออาร์สเปกตรัม (IR spectra) ของไดไกลิซิลอีเทอร์ออบิสฟีนอลเอ (Diglycidylether of bisphenol A) และรีไซเคิลเรซิน

- เปรียบเทียบหมู่ฟังก์ชันหลักของ ไดไกลิซิลอีเทอร์ออบิสฟีนอลเอ กับรีไซเคิลเรซิน รีไซเคิล
- 20 อีพ็อกซีเรซินในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิครีฟลักซ์ ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท 200 มิลลิลิตร แผงวงจร
- อิเล็กทรอนิกส์ขนาดอนุภาค 0.075-0.097 มิลลิเมตร 20 กรัม อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง ใช้รี
- ไซเคิลเรซินในการทดสอบ 0.01 มิลลิลิตร บนโพแทสเซียมโบรไมด์ (KBr cell) ความยาวคลื่น 1480-1540 ซม.⁻¹
- (cm⁻¹) แสดงพีคของหมู่ฟังก์ชันอะโรมาติก และความยาวคลื่น 1020-1040 ซม.⁻¹ แสดงพีคของหมู่ฟังก์ชันฟีนิล
- (Phenyl)

- 25 รูปที่ 3 แสดงไออาร์สเปกตรัมของรีไซเคิลเรซินจากชุดชอกเลตและชุดถึงความดัน

เปรียบเทียบหุ้ฟงักัันหลักของไค้ไกลจีดิลอีเทอร์ออฟบิสฟีนอลเอกับรีไซเคิลเรซิน รีไซเคิลอีพ็อกซีเรซินในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิครีฟลักซ์ ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท 200 มิลลิลิตร แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดอนุภาค 0.075-0.097 มิลลิเมตร 20 กรัม อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง ใช้รีไซเคิลเรซินในการทดสอบ 0.01 มิลลิลิตร บนโพแทสเซียมโบรไมด์ ความยาวคลื่น 1480-1540 ซม.⁻¹ แสดงฟีกของหุ้ฟงักัันอะโรมาติก และความยาวคลื่น 1020-1040 ซม.⁻¹ แสดงฟีกของหุ้ฟงักัันฟีนิล

รูปที่ 4 ค่าความแข็งแรงจากแรงคึงของอีพ็อกซีเรซินใหม่กับอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมกับรีไซเคิลเรซิน E0 คืออีพ็อกซีเรซินใหม่ E1 คือ เรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินร้อยละ 10 E2 คือ เรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินร้อยละ 20 E3 คือ เรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินร้อยละ 30

อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินสามารถต้านทานแรงคึงได้มากกว่าอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และอีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซิน 10%สามารถต้านทานแรงคึงได้สูงสุดและมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณรีไซเคิลเรซินเพิ่มขึ้น

รูปที่ 5 ลักษณะสัณฐานวิทยาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 200 เท่า 1.อีพ็อกซีเรซินใหม่ 2. อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินร้อยละ 10 3.อีพ็อกซีเรซินใหม่ผสมรีไซเคิลเรซินร้อยละ 30

รีไซเคิลเรซินสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีกับอีพ็อกซีเรซินใหม่

15 ตัวอย่างที่ 1

รายละเอียดการเลือกใช้ตัวทำละลายร้อนที่เหมาะสม

ตัวทำละลาย	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	เทคนิค	ผลึกภักั (%)
เฮกเซน	80	24	รีฟลักซ์	2.16
เมทิลลีนครอไรด์	80	24	รีฟลักซ์	24.22
เอทิลอะซิเตท	80	24	รีฟลักซ์	24.47
อะซิโตน	80	24	รีฟลักซ์	22.03
เมทานอล	80	24	รีฟลักซ์	16.8

การสัักแบกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน เพื่อเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดอนุภาค 0.075-0.097 มิลลิเมตร ปริมาณ 20 กรัม ใช้ตัวทำ

ละลายเฮกเซน เมทิลคลอไรด์ เอทิลอะซิเตท อะซีโตน และเมทานอล ปริมาตร 200 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัดแยก 24 ชั่วโมง ด้วยชุดรีฟลักซ์

ตัวอย่างที่ 2

รายละเอียดการเลือกใช้นาขนาดของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสม

ขนาดของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (มิลลิเมตร)	ตัวทำละลาย	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	เทคนิค	ผลิตภัณฑ์ (%)
3-4	เอทิลอะซิเตท	80	24	รีฟลักซ์	20.20
0.075-0.097	เอทิลอะซิเตท	80	24	รีฟลักซ์	25.18

- 5 การสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน เพื่อเลือกใช้นาขนาดของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสม ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดอนุภาค 3-4 มิลลิเมตร และ 0.075-0.097 มิลลิเมตร ปริมาณ 20 กรัม ใช้ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท ปริมาตร 200 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัดแยก 24 ชั่วโมง ด้วยชุดรีฟลักซ์

ตัวอย่างที่ 3

- 10 รายละเอียดการเลือกใช้เวลาในการสกัดแยกที่เหมาะสม

ขนาดของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (มิลลิเมตร)	ตัวทำละลาย	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	เทคนิค	ผลิตภัณฑ์ (%)
0.075-0.097	เอทิลอะซิเตท	80	4	รีฟลักซ์	9.98
0.075-0.097	เอทิลอะซิเตท	80	6	รีฟลักซ์	25.15
0.075-0.097	เอทิลอะซิเตท	80	12	รีฟลักซ์	25.87
0.075-0.097	เอทิลอะซิเตท	80	24	รีฟลักซ์	25.18

การสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน เพื่อเลือกใช้เวลาในการสกัดแยกที่เหมาะสม ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดอนุภาค 0.075-0.097 มิลลิเมตร ปริมาณ 20 กรัม ใช้ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท ปริมาตร 200 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัดแยก 4 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ด้วยชุดรีฟลักซ์

ตัวอย่างที่ 4

รายละเอียดการเลือกใช้เทคนิคในการสกัดแยกที่เหมาะสม

ขนาดของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (มิลลิเมตร)	ตัวทำละลาย	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	เทคนิค	ผลได้กัณฑ์ (%)
0.075-0.097	เอทิลอะซิเตท	80	6	รีฟลักซ์	25.15
0.075-0.097	เอทิลอะซิเตท	80	6	ชอกเลต	29.20
0.075-0.097	เอทิลอะซิเตท	80	6	ดึงความดัน	50.46

- การสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน เพื่อเลือกใช้เทคนิคในการสกัดแยกที่เหมาะสม ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดอนุภาค 0.075-0.097 มิลลิเมตร ปริมาณ 20 กรัม ใช้ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท ปริมาตร 200 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัดแยก 6 ชั่วโมง ด้วยชุดรีฟลักซ์ ชุดชอกเลต และชุดดึงความดัน

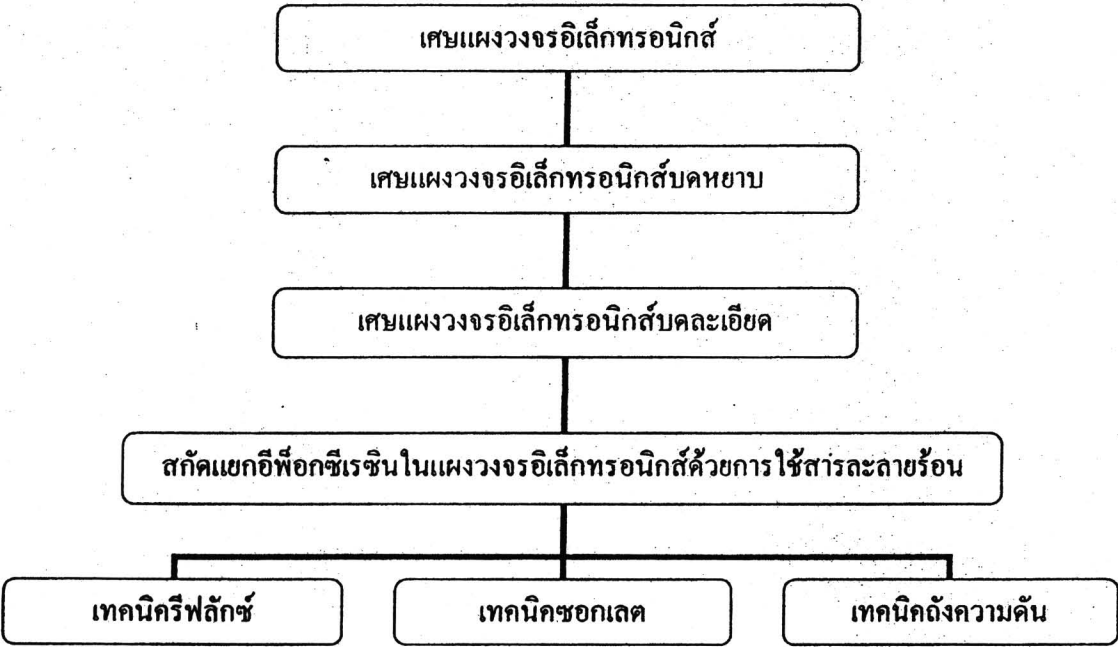
วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ได้เปิดเผยไว้ในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

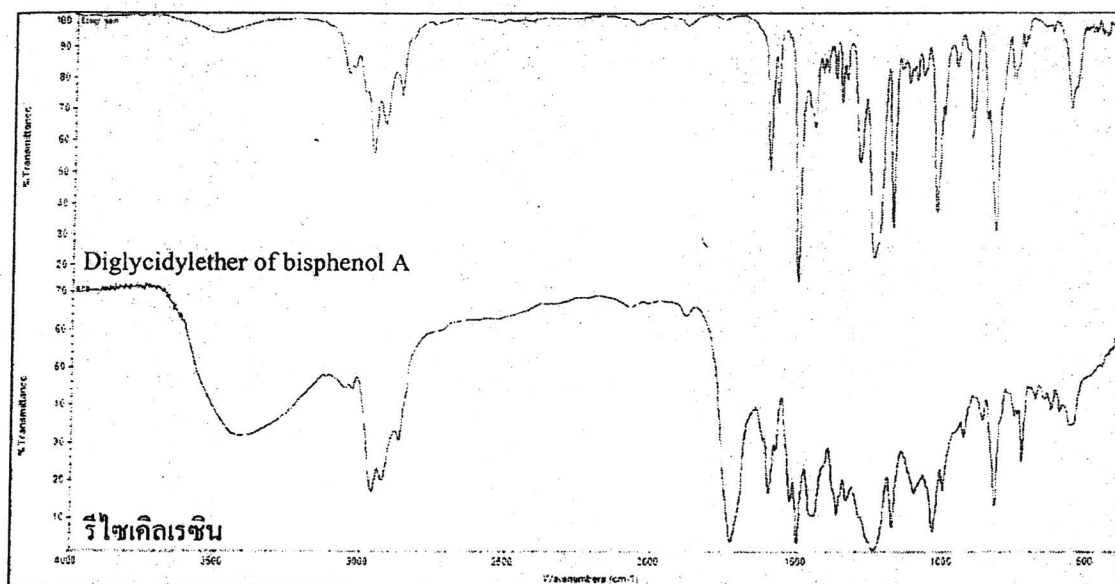
1. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อนประกอบด้วย การบดแผงวงจรให้มีอนุภาคขนาดเล็กและใช้ตัวทำละลายร้อนสกัดแยกออก ทำให้ได้รีไซเคิลเรซินเป็นของเหลวหนืด
- 5 2. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ในข้อถือสิทธิที่ 1. แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ เป็นเศษแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เหลือจากการผลิตแผงวงจรที่ยังไม่ผ่านการกัดลายทองแดง หรือเศษแผงวงจรที่แยกโลหะออกแล้ว
3. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ในข้อถือสิทธิที่ 1. ขนาดอนุภาคของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์บด มีขนาด 0.075-5 มิลลิเมตร
- 10 4. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ตามข้อถือสิทธิที่ 1. เทคนิคในการสกัดแยก คือ เทคนิครีฟลักซ์ เทคนิคชอกเลต และเทคนิคถังความดัน
5. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ตามข้อถือสิทธิที่ 1. อุณหภูมิที่ใช้ทำการสกัดแยก คือ 75-90 องศาเซลเซียส
- 15 6. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ตามข้อถือสิทธิที่ 1. เวลาในการสกัดแยกที่เหมาะสม ตั้งแต่ 6-24 ชั่วโมง
7. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ตามข้อถือสิทธิที่ 1. ความดันที่ใช้ในการสกัดแยก ตั้งแต่ 1-25 บาร์
8. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ตามข้อถือสิทธิที่ 1. ตัวทำละลายที่ใช้ คือ เฮกเซน เมทิลคลอไรด์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน เมทานอล หรือส่วนผสมดังกล่าว
- 20 9. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ตามข้อถือสิทธิที่ 1. การสกัดแยกใช้เทคนิครีฟลักซ์ เทคนิคชอกเลต และเทคนิคถังความดัน หรือเทคนิคที่ดัดแปลงมาจากเทคนิคดังกล่าว
10. วิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้สารละลายร้อน ตามข้อถือสิทธิที่ 1. รีไซเคิลเรซินที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีเหลืองส้ม สีนํ้าตาล สีนํ้าตาลเข้ม สีเขียว และสีอื่น ๆ

หน้าที 1 จากจำนวน 5 หน้า



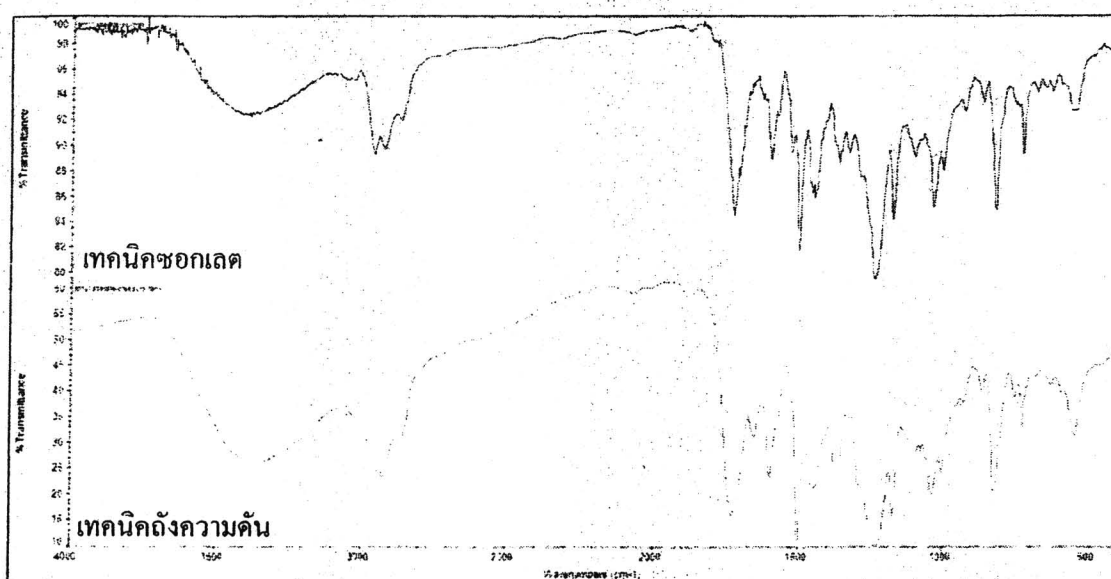
รูปที่ 1

หน้าที่ 2 จากจำนวน 5 หน้า

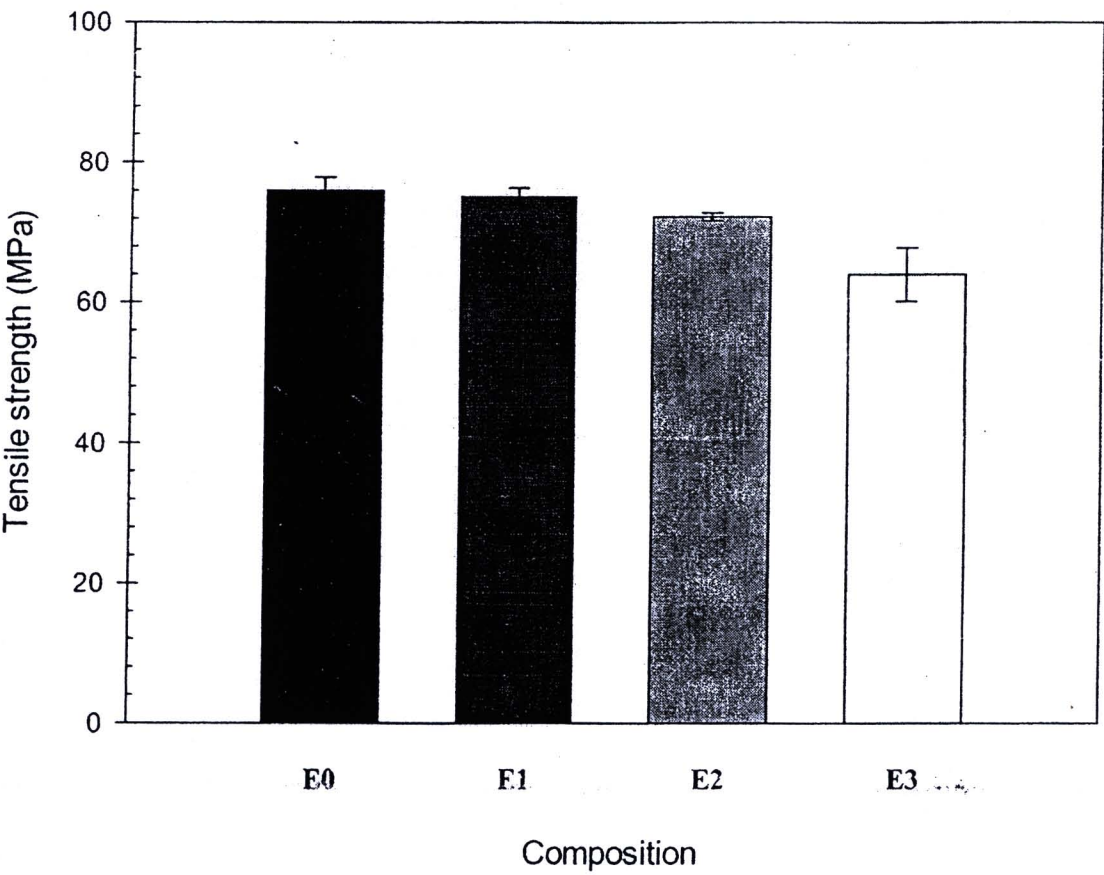


รูปที่ 2

หน้าที่ 3 จากจำนวน 5 หน้า

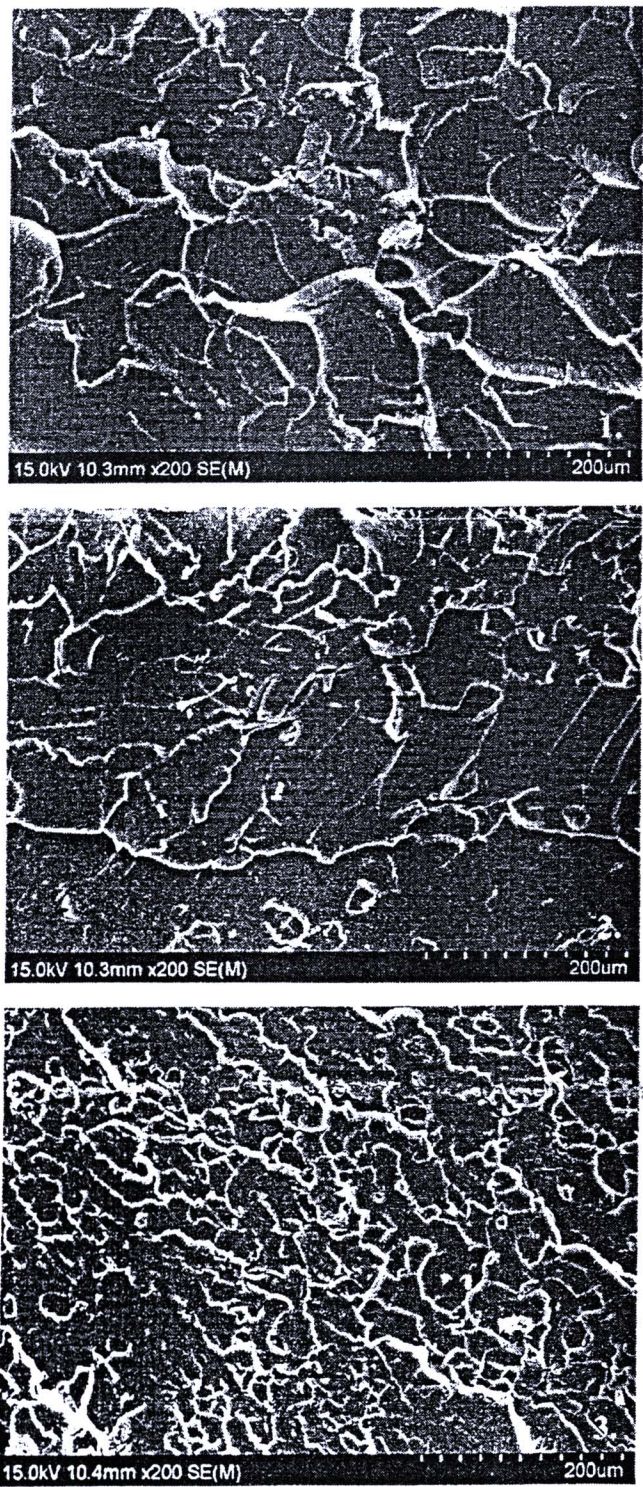


รูปที่ 3



รูปที่ 4

หน้าที่ 5 จากจำนวน 5 หน้า



รูปที่ 5

หน้าที่ 1 จากจำนวน 1 หน้า

บทสรุปการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้เป็นวิธีการสกัดแยกอีพ็อกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์นำกลับมาใช้ใหม่ด้วยเทคนิคการสกัดแยกด้วยสารละลายร้อน ทำปฏิกิริยาในชุดรีฟลักซ์ ชุดชอกเลต และชุดถึงความดัน โดยใช้เอทิลอะซิเตท เมทิลลีนคลอไรด์ เฮกเซน เมทานอล เป็นตัวทำละลาย ที่อุณหภูมิ 75-90 องศาเซลเซียส เวลา 6-24 ชั่วโมง สามารถได้ผลิตภัณฑ์สูงสุด 50.46 เปอร์เซ็นต์ รีไซเคิลเรซินที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีเหลืองส้ม

หนังสือสัญญาโอนสิทธิการขอรับอนุสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

วันที่ 17 มีนาคม 2554

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ นายระพีพันธ์ แดงตันกี อยู่บ้านเลขที่ 95/63 หมู่ 4 ตำบลบางศรีเมือง อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี และนายศักดิ์ชัย สมเชื้อ อยู่บ้านเลขที่ 48/1 หมู่ 12 ตำบลบ้านพระ อำเภอเมืองปราชินบุรี จังหวัดปราชินบุรี และผู้รับโอน คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุญยโสภณ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อยู่บ้านเลขที่ 308/1 ซอยวัดมัมฉันตการาม ถนนวงศ์สว่าง บางซื่อ กรุงเทพมหานคร

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ วิธีการสกัดแยกอีพอกซีเรซินจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการใช้สารละลายร้อน โอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าวรวมถึงสิทธิขอรับอนุสิทธิบัตรและสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอนและผู้รับโอนได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ).....ผู้โอน
(นายระพีพันธ์ แดงตันกี)

(ลงชื่อ).....ผู้โอน
(นายศักดิ์ชัย สมเชื้อ)

(ลงชื่อ).....ผู้รับโอน
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุญยโสภณ)

(ลงชื่อ).....พยาน
(นางสาวอัปสร แยมสรวล)

(ลงชื่อ).....พยาน
(นางสาวมิ่งขวัญ มากทอง)



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายศักดิ์ชัย สมเชื้อ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การรีไซเคิลอิพ็อกซีเรซินในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์
สาขาวิชา : วัสดุศาสตร์

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว

เกิดเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2529

ที่อยู่ 48/1 หมู่ 12 ตำบลบ้านพระ อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี 25230

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2544 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปราจิณราษฎร์อำรุง จังหวัดปราจีนบุรี

พ.ศ. 2547 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปราจิณราษฎร์อำรุง จังหวัดปราจีนบุรี

พ.ศ. 2551 ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

