

เอกสารอ้างอิง

1. ASTM., E 1004 – 09 **Standard Test Method for Determining Electrical Conductivity Using the Electromagnetic (Eddy-Current) Method** [Online], Available : <http://www.astm.org> [2009, December 4].
2. Correia, J. B., Davies, H.A. and Sellars, C. M., 1997, Strengthening in Rapidly Solidified Age Hardened Cu–Cr and Cu–Cr–Zr Aalloys, **Acta Materialia**, Vol. 45, pp. 177–183.
3. Liu, P., Su, J., Dong, Q. and Li, H., 2005, Microstructure and Properties of Cu-Cr-Zr Alloy after Rapidly Solidified Aging and Solid Solution Aging, **Journal of Materials Sciences and Technology**, Vol. 21, pp. 475-478.
4. สิริพร โรจนนันต์, เกศราพร วัทธัญญ, บริบูรณ์ คงชู และปกรณ์ บุญรอด, 2551, การปรับส่วนผสมของโลหะสำหรับผลิตชิ้นส่วนหน้าสัมผัสสวิตช์ไฟฟ้า, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22, วันที่ 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, หน้า 169 – 172.
5. Wathanyu, K. and Rojananan, S., 2011, Microstructures and Hardness of Silver Alloys after Internal Oxidation Process, **Advanced Materials Research**, Vol. 194-196, pp. 1217-1220.
6. Joshi, P.B. and Ramakrishnan, P., 2004, “**Materials for Electrical and Electronic Contacts Processing, Properties and Applications**”, Science Publishers, Inc., Enfield, USA, pp.3-180.
7. Hamid, N.H., Vaziri, A. and Ziemer, K., 2008, Wear Resistance of Cu-18 vol%Nb (P/M) Composites, **Materials Science and Engineering**, Vol. A 478, pp. 390-396.
8. Zhu, J., Liu, L., Shen, B. and Hu, W., 2007, Machanical Properties of Cu/SiC_p Composites Fabricated by Composite Electroforming, **Materials Letters**, Vol. 61, pp. 2804-2809.

9. Zhu, J., Liu, L., Zhao, H., Shen, B. and Hu, W., 2007, Microstructure and Performance of Electroformed Cu/nano-SiC Composite, **Materials and Design**, Vol. 28, pp. 1958-1962.
10. Akther, F., Askari, S.J., Shah, K.A., Du, X. and Guo, S., 2009, Microstructure, Mechanical Properties, Electrical Conductivity and Wear Behavior of High Volume TiC Reinforced Cu-Matrix Composites, **Materials Characterization**, Vol. 60, pp. 327-336.
11. Findik, F. and Uzun, H., 2003, Microstructure, Hardness and Electrical Properties of Silver-Based Refractory Contact Material, **Material & Design**, Vol. 24, Issue 7, pp. 489 - 492.
12. ASTM., **B 663-94 (2006) Standard Specification for Silver - Tungsten Carbide Electrical Contact Materials** [Online], Available : [http:// www.astm.org](http://www.astm.org) [2009, December 9].
13. ASTM., **B 702-93 (2004) Standard Specification for Copper - Tungsten Electrical Contact Materials** [Online], Available : [http:// www.astm.org](http://www.astm.org) [2009,December 9].
14. ASTM., **B 277-95 (2006) Standard Test Method for Hardness of Electrical Contact Materials** [Online], Available : [http:// www.astm.org](http://www.astm.org) [2009,December 9].
15. Zhan, Y. and Zhang, G., 2003, The Effect of Interfacial Modify on the Mechanical and Wear Properties of SiC_p/Cu Composites, **Material Letter**, Volume 57, Issue 29, pp. 4583-4591.
16. Neikov, O.D., Naboychenko, S.S., Murashova, I.V., Gopienko, V.G., Frishberg, I.V. and Lotsko, D.V., 2009, "**Handbook of Non-Ferrous Metal Powders: Technologies and Applications**", Elsevier Ltd., Netherland, pp. 47-62, 251-254, 331-368, 452-454.
17. Romanova, N., Chekulaev, P., Dusev, V., Lifshitz, T. and Kurdov, M., 1972, "**Sinter Metal Carbide** ", Mir Publisher, Moscow, pp. 62-68.
18. Lindberg, R. A., 1990, "**Processes and Materials of Manufacture** ", 4th ed., A Division of Simon & Schuster, Inc., Massachusetts, pp. 521-537.

19. นภิสพร มีมงคล, 2548, “**โลหกรรมวัสดุผง (Powder Metallurgical)**”, ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 151-195.
20. Rusinoff, S. E., 1964, “**Forging and Forming Metal**”, American Technology Society,
Chicago, pp. 65-135.
21. Altan, T., Ngalié, G., Shen G., 2005, “**Cold and Hot Forging : Fundamentals and
Application**”, Materials Park, Ohio, pp. 1-15.
22. Kasap, S.O., 2006, “**Principles of Electronics Materials and Devices**”, 3rd ed., McGraw-
Hill, New York, pp. 114-122.
23. ชำรง เมชาศิริ, 2540, “**ฟิสิกส์แผ่นใหม่ : ความรู้พื้นฐานสำหรับนักฟิสิกส์**”, สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ, 2540, หน้า 191-202.
24. สมนึก บุญพาไสว, 2551, กระแสไหลวน [online], Available :[www.ipst.ac.th/design/documen
t/addy%20current.pdf](http://www.ipst.ac.th/design/document/addy%20current.pdf) , [2010, January 15].
25. Smith, W. F., 1996, “**Principle of Material Science and Engineering**”, 3rd ed., McGraw-
Hill, New York, pp. 135-149, 295-302.
26. Dieter, G.E., 1988, “**Mechanical Metallurgy**”, SI Metric Ed., McGraw-Hill Book Company
(UK) Ltd., London, pp. 529-530.
27. อิทธิพล เคี้ยววนิชย์, 2550, “**การทดสอบความแข็งและการทดสอบการกระแทก**”, โรงพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, หน้า 1-19.
28. Steve, F. K., Arthur, R. G. and Peter, S., 2006, “**Technology of Machine Tools**”, 6th ed.,
McGraw-Hill, New York, pp. 831-839.

29. Abdurrahman, C.S., 2007, Surface Roughness Investigation in the Electrical Discharge Machining of Powder Metal Material, **Journal of Applied Sciences**, Vol. 7, Issue 12, pp.1608-1613.
30. Fuling, Z., Zhouzhu, L. and Baorang, Z., 2004, Study on the Technological Characteristics of Powder-Mixed Electrical Discharge Machining, **International Conference and Exhibition on Design and Production of Dies and Molds**, Bursa Turkey, pp. 240-244.
31. Simao, J., Lee, H.G., Aspinwall, D.K., Dewas, R.C. and Aspinwall, E.M., 2003, Work Pieces Surface Modification Using Electrical Discharge Machining, **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, Vol. 43, pp. 121-128.
32. Kiyak, M. and Cakir, O., 2007, Examination of Machining Parameters on Surface Roughness in EDM of Tool Steel, **Journal of Materials Processing Technology**, Vol. 191, pp. 141-144.
33. Wang, J. B., and Saka N., 1996, Spark Erosion Behavior of Silver-based Particulate Composites, **Wear**, Vol. 195, pp. 133-147.
34. ปันดดา นิรนาทล้ำพงศ์, Pearce, J. T.H., วารุณี เปรมานนท์, ชาวสวน กาญจโนมัย, Sheppard, G. J., ผกามาศ แซ่หว่าง, ดวงดาว อาจงค์, สุรพล ราษฎร์นุ้ย และสิทธิชัย วิโรจน์อุปถัมภ์, 2547, “การสึกหรอในงานอุตสาหกรรม : ความรู้เบื้องต้นและการป้องกัน”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ, หน้า 12-14.
35. Rajkovic, V., Bozic, D., Popovic, M. and Jovanovic, M.T., 2009, The Influence of Powder Particle Size on Properties of Cu-Al₂O₃ Composites, **Science of Sintering**, Vol. 41, pp. 185-192.
36. Venugopal, T., Prasad, R.K. and Murty, B.S., 2007, Mechanical and Electrical Properties of Cu-Ta Nanocomposites Prepared by High – Energy Ball Milling, **Acta Materialia**, Vol. 55, pp. 4439-4445.

37. สุทธิพงษ์ โสกา, สันติรัฐ นันสะอาจ และอนุชา วัฒนาภา, 2551, การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิการทอบขึ้นรูปและสมบัติทางกลของวัสดุอลูมิเนียมผสม, การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี 2551, วันที่ 20-22 ตุลาคม 2551 โรงแรมบีพี สมิลา บีช โฮเทล แอนด์ รีสอร์ท, หน้า 676-679.

38. Maneshian, M.H. and Simchi, A., 2008, Solid State and Liquid Phase Sintering of Mechanically Activated W-20Wt.%Cu Powder Mixture, **Journal of Alloys and Compounds**, Vol. 463, pp. 153-159.

39. Lee, H.T., Hsu F.C. and Tai, T.Y., 2004, Study of Surface Integrity Using the Small Area EDM Process with a Copper Tungsten Electrode, **Material Science & Engineering**, Vol. A 364, pp. 346-356.

40. สุรศิษฐ์ โรจนนันต์, 2550, การศึกษาความเรียบผิวการเปรียบเทียบระหว่างอิเล็กโตรดทองแดงจากกระบวนการรีดและอิเล็กโตรดทองแดงจากกระบวนการอิเล็กโตรฟอรม์ในการสปาร์คด้วยอีดีเอ็ม, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 21, วันที่ 17-19 ตุลาคม 2550 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช ชลบุรี, หน้า 546 – 550.

ภาคผนวก ก
ผลการทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบค่าการนำไฟฟ้าของชิ้นงานหลังอบผนึก

ครั้งที่ ทดสอบ	ค่าการนำไฟฟ้า (%IACS)					
	Cu-20WC	Cu-35WC	Cu-50WC	Cu- 20(WC12Co)	Cu- 35(WC12Co)	Cu- 50(WC12Co)
1	44.87	17.59	6.17	12.85	5.21	2.12
2	44.36	17.73	6.19	13.33	5.73	2.07
3	44.51	17.76	6.27	13.28	5.15	2.16
4	44.82	17.48	6.10	13.48	5.79	2.10
5	44.24	17.37	6.06	13.57	5.06	2.03
6	44.16	17.52	6.10	13.78	5.33	2.04
7	44.23	17.67	6.08	12.57	5.27	2.10
8	44.74	17.73	6.02	12.53	5.42	2.02
9	44.80	17.44	6.12	13.48	5.37	2.05
10	44.26	17.76	6.05	12.55	5.27	2.10
ค่าเฉลี่ย	44.51	17.68	6.14	13.14	5.36	2.08
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.28	0.17	0.07	0.47	0.24	0.04

ตารางที่ ก.2 ผลการทดสอบค่าการนำไฟฟ้าของชิ้นงานส่วนผสม Cu-20WC ที่ผ่านการชุบขึ้นรูป

ครั้งที่ ทดสอบ	ค่าการนำไฟฟ้า (%IACS)						
	หลัง อบผนึก	ชุบขึ้นรูปร้อน (ร้อยละ)			ชุบขึ้นรูปเย็น (ร้อยละ)		
		25	50	75	25	50	75
1	44.87	47.67	57.17	64.25	46.15	53.76	62.65
2	44.36	47.71	56.65	65.78	46.05	53.44	63.29
3	44.51	47.74	56.95	65.55	46.31	53.74	62.47
4	44.82	47.72	56.24	64.42	43.67	53.55	62.30
5	44.24	47.91	57.10	65.88	46.03	53.68	62.79
6	44.16	47.87	57.06	64.93	46.08	53.70	62.02
7	44.23	47.72	55.83	67.89	46.26	53.53	62.74
8	44.74	47.64	58.56	66.83	46.08	53.65	62.97
9	44.80	47.74	58.08	67.05	46.34	53.72	63.45
10	44.26	47.90	57.37	65.61	46.02	53.56	62.41
ค่าเฉลี่ย	44.50	47.76	57.01	65.82	46.17	53.63	62.71
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.28	0.10	0.90	1.16	0.14	0.11	0.44

ภาคผนวก ข
ผลการทดสอบค่าความแข็ง

ตารางที่ ข.1 ผลการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานหลังอบพ่น

ครั้งที่ทดสอบ	ค่าความแข็ง (รอกเวลล์สเกลบี)					
	Cu-20WC	Cu-35WC	Cu-50WC	Cu-20(WC12Co)	Cu-35(WC12Co)	Cu-50(WC12Co)
1	43.50	61.50	70.50	54.50	65.00	79.50
2	43.00	57.00	69.50	53.50	64.50	76.50
3	43.50	56.50	75.50	54.50	67.50	76.00
4	41.50	62.50	75.00	52.00	68.00	79.50
5	40.50	56.50	70.50	56.50	65.50	80.50
6	45.00	54.50	68.00	52.00	67.00	75.50
7	46.50	63.50	67.50	51.50	65.00	82.50
8	44.50	55.00	72.50	54.50	63.50	78.50
9	43.00	56.00	65.50	53.50	62.50	78.00
10	43.00	58.50	70.50	53.50	65.50	78.50
ค่าเฉลี่ย	43.40	58.15	70.50	53.60	65.40	78.50
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.79	3.42	3.36	1.60	1.83	2.28

ตารางที่ ข.2 ผลการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานส่วนผสม Cu-20WC ที่ผ่านการชุบขึ้นรูป

ครั้งที่ทดสอบ	ค่าความแข็ง (รอกเวลล์สเกลบี)						
	หลังอบพ่น	ชุบขึ้นรูปร้อน (ร้อยละ)			ชุบขึ้นรูปเย็น (ร้อยละ)		
		25	50	75	25	50	75
1	43.50	67.00	77.00	83.50	74.50	82.00	89.00
2	43.00	64.50	76.50	79.50	76.50	83.50	86.50
3	43.50	68.50	74.00	81.50	70.00	77.50	90.50
4	41.50	67.50	71.50	80.50	74.50	85.00	88.50
5	40.50	66.50	72.00	83.00	71.50	78.00	85.00
6	45.00	65.50	72.50	83.50	73.50	76.50	84.50
7	46.50	62.50	76.00	79.50	75.50	80.50	89.50
8	44.50	66.00	75.50	82.50	73.50	79.50	85.50
9	43.00	63.50	75.00	81.50	70.50	74.50	87.50
10	43.00	66.50	74.50	81.50	74.50	79.50	87.50
ค่าเฉลี่ย	43.40	65.80	74.40	81.65	73.45	79.70	87.40
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.79	1.94	2.04	1.58	2.23	3.42	2.13



ภาคผนวก ค
ผลการทดสอบค่าความหนาแน่น

ตารางที่ ค.1 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของชิ้นงานหลังอบผนึก

ส่วนผสม (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความหนา (มิลลิเมตร)	น้ำหนักชั่ง ในอากาศ (กรัม)	น้ำหนักชั่ง ในน้ำ (กรัม)	ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)
Cu-20WC	25	2.97	4.20	3.65	7.59
Cu-35WC	25	2.80	4.21	3.79	9.60
Cu-50WC	25	2.70	4.20	3.79	10.20
Cu-20(WC12Co)	25	3.18	10.02	8.87	8.69
Cu-35(WC12Co)	25	3.05	9.63	8.55	8.92
Cu-50(WC12Co)	25	3.26	10.23	9.13	9.27

ตารางที่ ค.2 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน Cu-20WC หลังผ่านการชุบชั้นรูปร้อน

ชุบชั้นรูปร้อน (ร้อยละ)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความหนา (มิลลิเมตร)	น้ำหนักชั่ง ในอากาศ (กรัม)	น้ำหนักชั่ง ในน้ำ (กรัม)	ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)
0	4.99	3.48	0.51	0.44	7.63
25	4.99	4.69	0.80	0.71	8.32
50	4.99	2.85	0.47	0.41	8.44
75	4.99	1.70	0.26	0.23	8.64

ตารางที่ ค.3 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน Cu-20WC หลังผ่านการชุบชั้นรูปเย็น

ชุบชั้นรูปเย็น (ร้อยละ)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความหนา (มิลลิเมตร)	น้ำหนักชั่ง ในอากาศ (กรัม)	น้ำหนักชั่ง ในน้ำ (กรัม)	ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)
0	4.99	3.48	0.51	0.44	7.63
25	4.99	5.15	0.85	0.75	8.42
50	4.99	3.55	0.61	0.54	8.67
75	4.99	2.20	0.39	0.35	8.78

ภาคผนวก ง
ผลการทดสอบการสีกกร่อนจากการสปาร์ค

ตารางที่ ง.1 ผลการทดสอบอัตราการสึกกร่อนของชิ้นงาน Cu-50WC และ Cu-20WC หลังผ่านการสปาร์คหยาบและสปาร์คละเอียด

ส่วน ผสม	สปาร์คหยาบ				สปาร์คละเอียด			
	มวล (กรัม)		เวลา (นาทึ่)	อัตรา การสึกกร่อน (กรัมต่อนาที)	มวล (กรัม)		เวลา (นาทึ่)	อัตรา การสึกกร่อน (กรัมต่อนาที)
	ก่อน สปาร์ค	หลัง สปาร์ค			ก่อน สปาร์ค	หลัง สปาร์ค		
Cu-50WC	1.9439	1.8757	0.77	0.0886	1.5434	1.5247	1.08	0.0173
Cu-20WC	0.4992	0.4232	1.34	0.0567	0.4201	0.3561	4.51	0.0142

ตารางที่ ง.2 ผลการทดสอบอัตราการสึกกร่อนของชิ้นงาน Cu-20WC ทูบขึ้นรูปเย็นหลังผ่านการสปาร์คหยาบและสปาร์คละเอียด

ปริมาณ การทูบ ขึ้นรูป (ร้อยละ)	สปาร์คหยาบ				สปาร์คละเอียด			
	มวล (กรัม)		เวลา (นาทึ่)	อัตรา การสึกกร่อน (กรัมต่อนาที)	มวล (กรัม)		เวลา (นาทึ่)	อัตรา การสึกกร่อน (กรัมต่อนาที)
	ก่อน สปาร์ค	หลัง สปาร์ค			ก่อน สปาร์ค	หลัง สปาร์ค		
15	1.1536	1.0815	1.55	0.0465	1.3166	1.1967	8.54	0.0140
20	1.0864	1.0096	2.09	0.0366	1.0876	1.0216	8.32	0.0079
25	1.0997	1.0243	2.23	0.0338	1.1588	1.0997	9.54	0.0062
50	0.5246	0.4514	2.67	0.0262	0.5874	0.5436	9.22	0.0048
75	0.3972	0.3216	2.99	0.0253	0.407	0.356	10.970	0.0046

ตารางที่ ง.3 ผลการทดสอบอัตราการสึกกร่อนของชิ้นงาน Cu-20WC ทูบขึ้นรูปร้อนหลังผ่านการสปาร์คหยาบและสปาร์คละเอียด

ปริมาณ การทูบ ขึ้นรูป (ร้อยละ)	สปาร์คหยาบ				สปาร์คละเอียด			
	มวล (กรัม)		เวลา (นาทึ)	อัตรา การสึกกร่อน (กรัมต่อนาที)	มวล (กรัม)		เวลา (นาทึ)	อัตรา การสึกกร่อน (กรัมต่อนาที)
	ก่อน สปาร์ค	หลัง สปาร์ค			ก่อน สปาร์ค	หลัง สปาร์ค		
25	0.784	0.731	2.17	0.0244	0.802	0.765	7.24	0.0051
50	0.480	0.405	3.17	0.0237	0.475	0.448	6.20	0.0044
75	0.270	0.110	5.12	0.0313	0.270	0.237	8.57	0.0039

ภาคผนวก จ
ผลการทดสอบการคำนวณหาบฟิว

ตารางที่ จ.1 ผลการทดสอบค่าความหยาบผิวของชั้นงาน Cu-20WC และ Cu-50WC ที่ผ่าน
การสปาร์คหยาบและสปาร์คละเอียด

ครั้งที่วัด	ค่าความหยาบผิว (ไมโครเมตร)							
	Cu-20WC				Cu-50WC			
	สปาร์คหยาบ		สปาร์คละเอียด		สปาร์คหยาบ		สปาร์คละเอียด	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0.25	8.40	0.35	5.94	1.43	13.53	0.21	10.13
2	0.14	5.28	0.31	6.62	1.39	11.92	0.24	10.52
3	0.26	8.97	0.32	6.03	1.41	12.19	0.26	11.91
4	0.25	6.52	0.44	6.26	1.40	12.46	0.31	11.90
5	0.18	10.16	0.37	6.67	1.38	12.88	0.35	12.87
ค่าเฉลี่ย	0.22	7.87	0.36	6.30	1.40	12.60	0.27	11.47
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.05	1.95	0.05	0.33	0.02	0.63	0.06	1.12

ตารางที่ จ.2 ผลการทดสอบค่าความหยาบผิวของชั้นงานทบขึ้นรูปเย็น Cu-20WC ที่ผ่าน
การสปาร์คละเอียด

ครั้งที่วัด	ค่าความหยาบผิว (ไมโครเมตร)									
	15%		20%		25%		50%		75%	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0.12	6.58	0.36	4.72	0.15	3.75	0.71	3.34	0.80	3.23
2	0.16	5.52	0.28	4.66	0.16	4.16	0.68	3.29	0.79	2.85
3	0.22	5.19	0.32	4.87	0.13	3.89	0.65	3.31	0.78	2.96
4	0.18	6.28	0.51	5.21	0.18	3.83	0.70	3.34	0.77	2.93
5	0.16	6.57	0.44	4.94	0.14	3.73	0.73	3.31	0.79	3.13
ค่าเฉลี่ย	0.17	6.03	0.38	4.88	0.15	3.87	0.69	3.32	0.79	3.02
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.04	0.64	0.09	0.22	0.02	0.17	0.03	0.02	0.01	0.16

ตารางที่ จ.3 ผลการทดสอบค่าความหยาบผิวของชิ้นงานทุบขึ้นรูปเย็น Cu-20WC ที่ผ่าน
การสปาร์คหยาบ

ครั้งที่วัด	ค่าความหยาบผิว (ไมโครเมตร)									
	15%		20%		25%		50%		75%	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0.10	7.87	0.18	9.74	0.19	9.53	0.45	12.49	0.26	15.26
2	0.14	8.68	0.21	8.72	0.22	9.63	0.42	11.03	0.28	13.84
3	0.11	7.15	0.25	9.76	0.20	10.73	0.49	11.29	0.27	11.58
4	0.12	6.46	0.17	9.31	0.24	10.25	0.41	11.43	0.27	16.34
5	0.11	7.96	0.18	8.61	0.18	11.04	0.53	11.15	0.27	14.21
ค่าเฉลี่ย	0.12	7.62	0.20	9.23	0.21	10.24	0.46	11.48	0.27	14.25
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.02	0.85	0.03	0.55	0.02	0.66	0.05	0.59	0.01	1.78

ตารางที่ จ.4 ผลการทดสอบค่าความหยาบผิวของชิ้นงานทุบขึ้นรูปร้อน Cu-20WC ที่ผ่าน
การสปาร์คหยาบและสปาร์คละเอียด

ครั้งที่วัด	ค่าความหยาบผิว (ไมโครเมตร)											
	สปาร์คหยาบ						สปาร์คละเอียด					
	25%		50%		75%		25%		50%		75%	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0.16	7.21	0.41	9.77	0.18	10.20	0.19	3.59	0.48	3.55	0.32	3.18
2	0.17	8.72	0.39	8.87	0.12	11.71	0.20	3.67	0.44	3.47	0.27	3.27
3	0.20	8.11	0.42	9.64	0.16	9.04	0.18	3.78	0.44	3.51	0.31	3.36
4	0.18	7.72	0.44	9.67	0.17	10.58	0.16	3.98	0.42	3.65	0.30	3.32
5	0.17	8.58	0.42	9.48	0.14	10.63	0.21	3.61	0.43	3.72	0.34	3.35
ค่าเฉลี่ย	0.18	8.07	0.42	9.49	0.15	10.43	0.19	3.73	0.44	3.58	0.31	3.30
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.02	0.62	0.02	0.36	0.02	0.96	0.02	0.16	0.02	0.10	0.03	0.07

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล

นางสาวจุฑามาส บำรุงกุล

วัน เดือน ปีเกิด

10 มกราคม 2529

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พ.ศ. 2547

ระดับปริญญาตรี

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2551

ระดับปริญญาโท

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ
คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2554

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

จุฑามาส บำรุงกุล, สิริพร โรจนนันต์, เกศราพร วัทธัญญ,
สุรศิษฐ์ โรจนนันต์ และเรืองเดช ธงศรี, 2554, อิทธิพลของทั้งสแตน
คาร์ไบด์ที่มีผลต่อการนำไฟฟ้าของทองแดงสำหรับทำวัสดุ
หน้าสัมผัสไฟฟ้า, การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 49, วันที่ 1-4
กุมภาพันธ์ 2554 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 253-260.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 28 ตุลาคม 2554

ข้าพเจ้า นางสาวจุฑามาส บำรุงกุล

รหัสประจำตัว 51401003

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญา ☒ โท ☐ ปร.ศ

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

อยู่บ้านเลขที่ 189 ตรอก/ซอย ถนน

ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต จังหวัด

รหัสไปรษณีย์ 41000 เป็น "ผู้โอน" ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้กับมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ดร. พัฒนะ รักความสุข ตำแหน่ง คณบดีคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

เป็นตัวแทน "ผู้รับโอน" สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลง ดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "อิทธิพลของทั้งสเดนคาร์ไบด์ที่มีผลต่อการนำไฟฟ้าและความแข็งแรงของวัสดุหน้าสัมผัสกลุ่มทองแดงเป็นส่วนผสมหลัก"

ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ ผศ. ดร. สิริพร โรจนนันท, ผศ. ดร. สุรศิษฐ์ โรจนนันท

ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์

(นางสาวจันทามุส บำรุงกุล)

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์

(ดร. พัฒนะ รักความสุข)

ลงชื่อ.....พยาน

(ผศ. ดร. สิริพร โรจนนันท)

ลงชื่อ.....พยาน

(ผศ. ดร. สุรศิษฐ์ โรจนนันท)



