

เอกสารอ้างอิง

1. H. Li, G. Sun, L. Cao, L. Jiang, Q. Xin, (2007), "Comparison of different promotion effect of PtRu/C and PtSn/C electrocatalysts for ethanol electro-oxidation", **Electrochimica Acta**, Vol.52, pp. 6622-6629.
2. Application note: Series 12D MEA for DMFC, **PEMEAS Fuel cell technologies E-TEK division**, In press.
3. S.Q. Song, W.J. Zhou, Z.H. Zhou, L.H. Jiang, G.Q. Sun, Q. Xin, V. Leontidis, S. Kontou, P. Tsiakaras, (2005), "Direct ethanol PEM fuel cell: The case of platinum based anodes", **International Journal of Hydrogen Energy**, Vol.30, pp.995-1001.
4. S. Song, G. Wang, W. Zhou, X. Zhao, G. Sun, Q. Xin, S. Kontou, P. Tsiakaras, (2005), "The effect of MEA preparation procedure on both ethanol crossover and DEFC performance", **Journal of Power Sources**, Vol.140, pp.103-110.
5. L. Jiang, G. Sun, S. Wang, G. Wang, Q. Xin, Z. Zhou, B. Zhou, (2005)' "Electrode catalysts behavior during direct ethanol fuel cell life-time test", **Electrochemistry Communications**, Vol.7, pp.663-668.
6. L. Jiang, G. Sun, S. Sun, J. Liu, S. Tang, H. Li, B. Zhou, Q. Xin, (2005), "Structure and chemical composition of supported Pt-Sn electrocatalyst for ethanol oxidation", **Electrochimica Acta**, Vol.50, pp.5384-5389.
7. Zhigang Qi and Arthur Kaufman, (2003), "Quick and effective activation of proton exchange membrane fuel cells", **Journal of Power Sources**, Vol.114, pp.21-31.
8. Zhiqiang Xu, Zhigang Qi and Arthur Kaufman, (2006), "Activation of proton exchange membrane fuel cells via CO oxidative stripping", **Journal of Power Sources**, Vol.156, pp.281-283.

9. Zhiqiang Xu, Zhigang Qi, Chunzhi He and Arthur Kaufman, (2006), "Combined activation methods for proton exchange membrane fuel cell", **Journal of Power Sources**, Vol.156, pp.315-320.
10. S.Q. Song, W.J. Zhou, Z.H. Zhou, L.H. Jiang, G.Q. Sun, Q. Xin, V. Leontidis, S. Kontou, P. Tsiakaras, (2005), "Direct ethanol PEM fuel cell: The case of platinum based anodes", **International Journal of Hydrogen Energy**, Vol.30, pp. 995-1001.
11. S. Song, G. Wang, W. Zhou, X. Zhao, G. Sun, Q. Xin, S. Kontou, P. Tsiakaras, (2005), "The effect of MEA preparation procedure on both ethanol crossover and DEFC performance", **Journal of Power Sources**, Vol.140, pp.103-110.
12. L. Jiang, G. Sun, S. Wang, G. Wang, Q. Xin, Z. Zhou, B. Zhou, (2005), "Electrode catalysts behavior during direct ethanol fuel cell lift-time test", **Electrochemistry Communications**, Vol.7, pp.663–668.
13. วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี, "ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง", [Online] Available: <http://th.wikipedia.org>. [2008].
14. Frano Barbir, (2005), "PEM Fuel cell: Theory and Practice", First edition, **Elsevier Inc**, Boston
15. S. Song, P. Tsiakaras, (2006), "Recent progress in direct ethanol proton exchange membrane fuel cell (DE-PEMFCs)", **Applied Catalysis B: Environmental**, Vol. 63, pp. 187–193
16. G.M. Andreadis, A.K.M. Podias, P.E. Tsiakaras, (2008), "The effect of parasitic current on direct ethanol PEM Fuel Cell Operation", **Journal of Power Sources**, Vol. 181, pp.214–227.
17. F. Vigier, C. Coutanceau, F. Hahn, E.M. Belgsir, C. Lamy, (2004), "On the mechanism of ethanol electro-oxidation on Pt and PtSn catalysts: electrochemical and in situ IR reflectance spectroscopy studies", **Journal of Electroanalytical Chemistry**, Vol 563, pp.81-89.

18. W. Zhou, Z. Zhou, S. Song, W. Li, G. Sun, P. Tsiakaras, Q. Xin, (2003), "Pt based anode catalysts for direct ethanol fuel cells", **Applied Catalysis B: Environmental**, Vol 46, pp.273-285.
19. L. Jiang, G. Sun, Z. Zhou, W. Zhou, Q. Xin, (2004), "Preparation and characterization of PtSn/C anode electrocatalysts for direct ethanol fuel cell", **Catalysis Today**, Vol 93-95, pp.665-670.
20. G. Liu, J. Xu, T. Wang, T. Zhao, M. Wang, Y. Wang, J Li, X. Wang, (2010), "The performance and mechanism of multi-step activation of MEA for DMFC", **International journal of hydrogen energy**, Vol 35, pp.12341-12345.
21. Zhigang Qi and Arthur Kaufman, (2002), "Activation of low temperature PEM fuel cells", **Journal of Power Sources**, Vol.111, pp.181-184.
22. S. Rousseau, C. Coutanceau, C. Lamy, J.-M. Leger, (2006), "Direct ethanol fuel cell (DEFC): Electrical performances and reaction products distribution under operating conditions with different platinum-based anodes", **Journal of Power Sources**, Vol.158, pp.18-24.

ภาคผนวก ก
วิธีการคำนวณ

ก.1 การคำนวณ

Basis	Pt loading	= 1.3 mg/cm ²
	Nafion loading	= 33 wt%
	Active area	= 5 cm ²

การหาปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา Pt₃Sn₁/C ที่ต้องใช้

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวน Pt ที่ต้องใช้} &= \text{Pt loading} \times \text{Active area} \\
 &= (1.3 \text{ mg/cm}^2) \times (5 \text{ cm}^2) \\
 &= 6.5 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

แต่	Pt	เตรียมได้จาก Pt ₃ Sn ₁ /C (50 wt% Pt) ดังนั้น
	Pt ปริมาณ 50 mg	เตรียมได้จาก Pt ₃ Sn ₁ /C = 100 mg
	Pt ปริมาณ 6.5 mg	เตรียมได้จาก Pt ₃ Sn ₁ /C = [(6.5) × (100)]/50
		= 13 mg

การหาปริมาณ Nafion ที่ต้องใช้

Nafion loading 33 wt% แสดงว่าในชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาประกอบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา Pt₃Sn₁/C 67 wt% แนนฟิออน 33 wt% ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{Pt}_3\text{Sn}_1/\text{C} \text{ ปริมาณ } 67 \text{ mg} &\text{ จะต้องใช้ nafion } 33 \text{ mg} \\
 \text{Pt}_3\text{Sn}_1/\text{C} \text{ ปริมาณ } 13 \text{ mg} &\text{ จะต้องใช้ nafion} = [(13) \times (33)]/67 \\
 &= 6.4 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

แต่แนฟิออนเตรียมได้จากสารละลายแนฟิออน 5 wt% ดังนั้นในสารละลายแนฟิออน 100 mg มีแนฟิออนอยู่ 5 mg

ต้องการแนฟิออน 1.4 mg จะต้องใช้สารละลายแนฟิออน = [(6.4) × (100)]/5 = 128 mg

การเตรียมสารในปริมาณเกินพอ 20 wt%

$$\text{จำนวน Pt}_3\text{Sn}_4/\text{C} \text{ ที่ต้องใช้} = 13 \text{ mg} \times 1.2 = 15.6 \text{ mg}$$

$$\text{จำนวนสารละลาย nafion 5 wt\% ที่ต้องใช้} = 128 \text{ mg} \times 1.2 = 153.6 \text{ mg}$$

หาปริมาตรสารละลายที่ต้องใช้

$$\text{อัตราส่วนระหว่าง} = \text{สารละลาย (2 ml) : ตัวเร่งปฏิกิริยา (15 mg)}$$

$$\text{แต่ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ต้องใช้มีปริมาณ} = 15.6 \text{ mg}$$

$$\text{ดังนั้นต้องใช้ สารละลายปริมาตร} = [(15.6) \times (2)]/15$$

$$= 2.08 \text{ ml}$$

ตามการคำนวณข้างต้น จะได้การคำนวณสำหรับเซลล์ทดสอบสมมติฐานดังนี้

ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา Pt/C (แอโนด) ที่ต้องใช้ : 32.5 mg, สำหรับปริมาณที่เกินพอ 20 wt% : 39 mg

ปริมาณ Nafion ที่ต้องใช้ : 320.1 mg, และสำหรับปริมาณที่เกินพอ 20 wt% : 384.12 mg

ปริมาตรสารละลายที่ต้องใช้ : 5.2 ml

ภาคผนวก ข
ข้อมูลผลการทดลอง

ข.1 การเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่รับการกระตุ้น
เซลล์ด้วยก๊าซไฮโดรเจนและกระตุ้นเซลล์ด้วยสารละลายเอทานอล

ตารางที่ ข.1.1 ผลการทดลองของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ด้วยก๊าซไฮโดรเจน
“เซลล์ 1”

ข้อมูลการทดลอง					
ความต่างศักย์ (V)	Current density (mA/cm ²)	Power density (mW/cm ²)	ความต่างศักย์ (V)	Current density (mA/cm ²)	Power density (mW/cm ²)
0.70	-	-	0.38	43.800	16.644
0.68	-	-	0.36	47.400	17.064
0.66	3.600	2.376	0.34	51.200	17.408
0.64	5.600	3.584	0.32	55.800	17.856
0.62	7.400	4.588	0.30	59.400	17.820
0.60	9.600	5.760	0.28	64.000	17.920
0.58	12.000	6.960	0.26	68.200	17.732
0.56	14.400	8.064	0.24	71.800	17.232
0.54	17.400	9.396	0.22	76.200	16.764
0.52	20.000	10.400	0.20	79.800	15.960
0.50	23.200	11.600	0.18	83.800	15.084
0.48	27.000	12.960	0.16	87.000	13.920
0.46	30.600	14.076	0.14	92.000	12.880
0.44	34.000	14.960	0.12	97.800	11.736
0.42	36.800	15.456	0.10	99.800	9.980
0.40	40.400	16.160			

ตารางที่ ข.1.2 ผลการทดลองของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ด้วยสารละลายเอทานอล “เซลล์ 2”

ข้อมูลการทดลอง					
ความต่างศักย์ (V)	Current density (mA/cm ²)	Power density (mW/cm ²)	ความต่างศักย์ (V)	Current density (mA/cm ²)	Power density (mW/cm ²)
0.70	-	-	0.38	23.000	8.740
0.68	-	-	0.36	24.800	8.928
0.66	-	-	0.34	26.600	9.044
0.64	-	-	0.32	28.600	9.152
0.62	4.000	2.480	0.30	31.200	9.360
0.60	5.200	3.120	0.28	34.800	9.744
0.58	6.000	3.480	0.26	38.400	9.984
0.56	7.000	3.920	0.24	40.400	9.696
0.54	8.200	4.428	0.22	41.600	9.152
0.52	9.600	4.992	0.20	43.600	8.720
0.50	10.800	5.400	0.18	48.000	8.640
0.48	12.600	6.048	0.16	50.400	8.064
0.46	14.200	6.532	0.14	53.400	7.476
0.44	16.200	7.128	0.12	55.000	6.600
0.42	18.600	7.812	0.10	63.000	6.300
0.40	20.600	8.240			

ข.2 อิทธิพลของสภาวะการกระตุ้นเซลล์ที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

ข.2.1 เซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 3” แอโนด (Pt₃Sn₁/C) ป้อนก๊าซไฮโดรเจน ความดัน 1 บรรยากาศ, แคโทด (Pt/C) ป้อนก๊าซออกซิเจน ความดัน 1 บรรยากาศ, ความต่างศักย์ 0.3 V

ตารางที่ ข.2.1 ผลการทดลองของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 3”

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.70	Current density (mA/cm ²)	-	3.600	4.400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	-	2.520	3.080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.68	Current density (mA/cm ²)	4.600	4.800	5.600	5.600	5.400	5.400	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	3.128	3.264	3.808	3.808	3.672	3.672	-	-	-	-	-	-	-	-
0.66	Current density (mA/cm ²)	6.400	6.400	7.000	7.200	6.600	6.400	6.000	6.000	6.200	5.200	5.400	5.600	5.600	5.200
	Power density (mW/cm ²)	4.224	4.224	4.620	4.752	4.356	4.224	3.960	3.960	4.092	3.432	3.564	3.696	3.696	3.432
0.64	Current density (mA/cm ²)	8.400	8.000	8.800	8.400	7.800	7.600	6.600	6.800	7.000	6.600	6.800	6.400	6.400	6.600
	Power density (mW/cm ²)	5.376	5.120	5.632	5.376	4.992	4.864	4.224	4.352	4.480	4.224	4.352	4.096	4.096	4.224

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.62	Current density (mA/cm ²)	10.400	10.000	10.800	10.200	9.800	9.000	8.000	8.000	8.200	7.800	7.600	7.600	7.400	7.400
	Power density (mW/cm ²)	6.448	6.200	6.696	6.324	6.076	5.580	4.960	4.960	5.084	4.836	4.712	4.712	4.588	4.588
	Current density (mA/cm ²)	13.000	12.600	13.400	12.400	11.600	10.800	9.600	9.600	9.600	9.000	9.200	8.800	8.600	8.600
0.60	Power density (mW/cm ²)	7.800	7.560	8.040	7.440	6.960	6.480	5.760	5.760	5.760	5.400	5.520	5.280	5.160	5.160
	Current density (mA/cm ²)	15.200	15.400	15.600	15.000	14.200	13.000	11.400	11.600	11.400	10.600	10.600	10.200	10.000	10.000
0.58	Power density (mW/cm ²)	8.816	8.932	9.048	8.700	8.236	7.540	6.612	6.728	6.612	6.148	6.148	5.916	5.800	5.800
	Current density (mA/cm ²)	16.600	18.600	18.800	17.400	16.600	15.400	13.800	13.800	13.400	12.200	12.600	12.000	11.600	11.800
0.56	Power density (mW/cm ²)	9.296	10.416	10.528	9.744	9.296	8.624	7.728	7.728	7.504	6.832	7.056	6.720	6.496	6.608
	Current density (mA/cm ²)	19.400	21.600	21.600	20.600	19.400	17.600	16.200	16.200	15.800	14.000	14.600	14.000	13.600	13.600
0.54	Power density (mW/cm ²)	10.476	11.664	11.664	11.124	10.476	9.504	8.748	8.748	8.532	7.560	7.884	7.560	7.344	7.344
	Current density (mA/cm ²)	21.600	25.000	24.800	23.400	22.000	20.600	18.800	18.800	18.200	17.200	16.600	15.800	15.600	15.400
0.52	Power density (mW/cm ²)	11.232	13.000	12.896	12.168	11.440	10.712	9.776	9.776	9.464	8.944	8.632	8.216	8.112	8.008
	Current density (mA/cm ²)	23.400	28.000	27.600	26.800	25.000	22.800	21.200	21.600	20.600	19.800	19.200	18.200	17.800	17.800
0.50	Power density (mW/cm ²)	11.700	14.000	13.800	13.400	12.500	11.400	10.600	10.800	10.300	9.900	9.600	9.100	8.900	8.900

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.48	Current density (mA/cm ²)	25.000	31.400	30.200	30.000	27.400	25.200	23.600	24.400	23.200	22.600	22.000	20.600	19.800	20.000
	Power density (mW/cm ²)	12.000	15.072	14.496	14.400	13.152	12.096	11.328	11.712	11.136	10.848	10.560	9.888	9.504	9.600
0.46	Current density (mA/cm ²)	27.600	34.400	34.000	33.000	30.400	28.200	26.400	27.400	26.600	25.200	24.200	23.000	22.400	22.400
	Power density (mW/cm ²)	12.696	15.824	15.640	15.180	13.984	12.972	12.144	12.604	12.236	11.592	11.132	10.580	10.304	10.304
0.44	Current density (mA/cm ²)	29.600	37.800	36.800	36.600	33.400	31.000	29.400	30.600	29.600	27.800	27.200	25.200	24.600	24.400
	Power density (mW/cm ²)	13.024	16.632	16.192	16.104	14.696	13.640	12.936	13.464	13.024	12.232	11.968	11.088	10.824	10.736
0.42	Current density (mA/cm ²)	33.000	41.000	40.200	38.800	36.400	34.200	32.600	33.600	32.200	30.600	30.400	28.400	27.200	27.400
	Power density (mW/cm ²)	13.860	17.220	16.884	16.296	15.288	14.364	13.692	14.112	13.524	12.852	12.768	11.928	11.424	11.508
0.40	Current density (mA/cm ²)	35.200	45.200	44.000	43.000	38.800	36.800	34.800	36.800	34.400	33.400	32.800	31.000	30.000	29.800
	Power density (mW/cm ²)	14.080	18.080	17.600	17.200	15.520	14.720	13.920	14.720	13.760	13.360	13.120	12.400	12.000	11.920
0.38	Current density (mA/cm ²)	39.600	48.000	47.000	46.000	42.200	39.400	38.000	40.200	37.400	36.600	35.800	33.800	32.000	32.400
	Power density (mW/cm ²)	15.048	18.240	17.860	17.480	16.036	14.972	14.440	15.276	14.212	13.908	13.604	12.844	12.160	12.312
0.36	Current density (mA/cm ²)	43.000	51.600	50.000	48.600	45.200	42.000	41.000	43.400	41.000	39.800	38.600	36.600	35.000	36.400
	Power density (mW/cm ²)	15.480	18.576	18.000	17.496	16.272	15.120	14.760	15.624	14.760	14.328	13.896	13.176	12.600	13.104

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.34	Current density (mA/cm ²)	47.400	55.400	53.600	51.600	48.800	45.200	44.000	46.800	43.400	41.800	41.400	39.000	38.400	38.400
	Power density (mW/cm ²)	16.116	18.836	18.224	17.544	16.592	15.368	14.960	15.912	14.756	14.212	14.076	13.260	13.056	13.056
0.32	Current density (mA/cm ²)	50.000	60.000	56.600	55.200	52.000	48.600	47.600	49.800	46.400	44.600	44.400	42.000	40.600	40.200
	Power density (mW/cm ²)	16.000	19.200	18.112	17.544	16.640	15.552	15.232	15.936	14.848	14.272	14.208	13.440	12.992	12.864
0.30	Current density (mA/cm ²)	54.400	62.800	60.400	58.800	54.600	51.800	49.800	53.200	45.400	48.000	47.400	44.000	42.800	44.000
	Power density (mW/cm ²)	16.320	18.840	18.120	17.640	16.380	15.540	14.940	15.960	13.620	14.400	14.220	13.200	12.840	13.200
0.28	Current density (mA/cm ²)	57.000	65.200	65.000	62.000	58.600	55.600	53.200	55.600	49.000	50.200	50.400	47.000	46.200	46.600
	Power density (mW/cm ²)	15.960	18.256	18.200	17.360	16.408	15.568	14.896	15.568	13.720	14.056	14.112	13.160	12.936	13.048
0.26	Current density (mA/cm ²)	61.600	68.600	69.600	63.200	61.600	57.800	57.200	58.800	52.800	53.600	53.400	47.600	49.600	50.000
	Power density (mW/cm ²)	16.016	17.836	18.096	16.432	16.016	15.028	14.872	15.288	13.728	13.936	13.884	12.376	12.896	13.000
0.24	Current density (mA/cm ²)	65.000	74.400	71.600	67.600	65.600	60.400	58.800	61.000	54.600	55.000	55.200	51.000	52.200	52.800
	Power density (mW/cm ²)	15.600	17.856	17.184	16.224	15.744	14.496	14.112	14.640	13.104	13.200	13.248	12.240	12.528	12.672
0.22	Current density (mA/cm ²)	66.400	76.200	77.600	68.400	69.200	63.800	61.200	65.200	58.400	57.800	57.800	55.000	56.400	55.800
	Power density (mW/cm ²)	14.608	16.764	17.072	15.048	15.224	14.036	13.464	14.344	12.848	12.716	12.716	12.100	12.408	12.276

ข้อมูลการทดลอง

Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.20	Current density (mA/cm ²)	70.000	79.600	80.400	72.400	73.800	68.000	66.200	68.600	62.400	62.800	61.000	57.000	60.200	57.400
	Power density (mW/cm ²)	14.000	15.920	16.080	14.480	14.760	13.600	13.240	13.720	12.480	12.560	12.200	11.400	12.040	11.480
0.18	Current density (mA/cm ²)	74.400	83.400	83.200	76.400	79.200	73.000	67.000	72.200	66.800	66.200	66.000	61.200	63.200	59.600
	Power density (mW/cm ²)	13.392	15.012	14.976	13.752	14.256	13.140	12.060	12.996	12.024	11.916	11.880	11.016	11.376	10.728
0.16	Current density (mA/cm ²)	76.400	86.800	87.000	79.400	82.800	74.600	68.800	76.200	70.400	68.600	66.800	63.600	65.400	63.400
	Power density (mW/cm ²)	12.224	13.888	13.920	12.704	13.248	11.936	11.008	12.192	11.264	10.976	10.688	10.176	10.464	10.144
0.14	Current density (mA/cm ²)	81.400	91.800	89.000	83.800	85.800	76.000	72.400	78.800	74.000	70.600	69.800	67.000	66.600	65.800
	Power density (mW/cm ²)	11.396	12.852	12.460	11.732	12.012	10.640	10.136	11.032	10.360	9.884	9.772	9.380	9.324	9.212
0.12	Current density (mA/cm ²)	84.800	97.000	94.800	90.400	89.600	80.200	79.200	80.000	78.200	73.200	73.400	70.200	72.800	69.200
	Power density (mW/cm ²)	10.176	11.640	11.376	10.848	10.752	9.624	9.504	9.600	9.384	8.784	8.808	8.424	8.736	8.304
0.10	Current density (mA/cm ²)	93.200	99.600	99.400	92.600	90.000	85.600	82.200	84.800	81.600	77.800	77.400	75.600	77.000	75.400
	Power density (mW/cm ²)	9.320	9.960	9.940	9.260	9.000	8.560	8.220	8.480	8.160	7.780	7.740	7.560	7.700	7.540



ข.2.2 เซลล์เชื้อเพลิงที่¹ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 4” แอโนด (PtSn₄/C) ป้อนก๊าซไฮโดรเจน ความดัน 1 บรรยากาศ, แคโทด (Pt/C) ป้อนก๊าซออกซิเจน ความดัน 1 บรรยากาศ, ความต่างศักย์ 0.6 V

ตารางที่ ข.2.2 ผลการทดลองของเซลล์เชื้อเพลิงที่¹ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 4”

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.70	Current density (mA/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.68	Current density (mA/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.66	Current density (mA/cm ²)	-	-	3.400	3.400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	-	-	2.244	2.244	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.64	Current density (mA/cm ²)	-	3.200	5.000	4.800	4.400	4.000	4.000	3.600	3.600	3.400	3.600	3.400	3.200	3.200
	Power density (mW/cm ²)	-	2.048	3.200	3.072	2.816	2.560	2.560	2.304	2.304	2.176	2.304	2.176	2.048	2.048

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.62	Current density (mA/cm ²)	-	4.600	6.600	6.400	6.000	5.600	5.400	5.000	5.000	4.600	4.600	4.600	3.800	4.000
	Power density (mW/cm ²)	-	2.852	4.092	3.968	3.720	3.472	3.348	3.100	3.100	2.852	2.852	2.852	2.356	2.480
0.60	Current density (mA/cm ²)	-	6.000	8.600	8.200	7.400	7.200	6.600	6.400	6.000	5.800	5.600	5.600	5.200	4.400
	Power density (mW/cm ²)	-	3.600	5.160	4.920	4.440	4.320	3.960	3.840	3.600	3.480	3.360	3.360	3.120	2.640
0.58	Current density (mA/cm ²)	-	8.000	10.600	10.600	9.400	8.800	8.200	7.800	7.200	7.000	7.000	6.600	6.400	6.200
	Power density (mW/cm ²)	-	4.640	6.148	6.148	5.452	5.104	4.756	4.524	4.176	4.060	4.060	3.828	3.712	3.596
0.56	Current density (mA/cm ²)	-	10.400	13.400	12.200	11.600	10.800	10.200	9.800	9.000	8.400	8.600	8.000	7.800	7.400
	Power density (mW/cm ²)	-	5.824	7.504	6.832	6.496	6.048	5.712	5.488	5.040	4.704	4.816	4.480	4.368	4.144
0.54	Current density (mA/cm ²)	-	12.200	16.400	15.200	14.200	13.200	12.200	11.800	10.800	10.400	10.000	9.800	9.400	8.800
	Power density (mW/cm ²)	-	6.588	8.856	8.208	7.668	7.128	6.588	6.372	5.832	5.616	5.400	5.292	5.076	4.752
0.52	Current density (mA/cm ²)	3.400	15.200	19.800	18.200	16.600	15.800	14.600	14.000	13.000	12.400	12.000	11.200	10.800	10.800
	Power density (mW/cm ²)	1.768	7.904	10.296	9.464	8.632	8.216	7.592	7.280	6.760	6.448	6.240	5.824	5.616	5.616
0.50	Current density (mA/cm ²)	4.800	18.400	23.200	21.600	20.000	18.600	16.600	16.400	15.200	14.400	14.200	13.400	13.000	12.800
	Power density (mW/cm ²)	2.400	9.200	11.600	10.800	10.000	9.300	8.300	8.200	7.600	7.200	7.100	6.700	6.500	6.400

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.48	Current density (mA/cm ²)	6.400	20.600	26.400	24.800	23.000	21.200	19.600	18.800	18.200	17.400	16.600	15.200	14.800	14.400
	Power density (mW/cm ²)	3.072	9.888	12.672	11.904	11.040	10.176	9.408	9.024	8.736	8.352	7.968	7.296	7.104	6.912
0.46	Current density (mA/cm ²)	9.000	24.200	29.800	27.600	26.000	24.600	23.000	21.800	20.000	19.800	18.800	17.400	17.200	17.000
	Power density (mW/cm ²)	4.140	11.132	13.708	12.696	11.960	11.316	10.580	10.028	9.200	9.108	8.648	8.004	7.912	7.820
0.44	Current density (mA/cm ²)	11.400	28.000	33.000	30.800	28.600	28.200	24.600	25.000	22.800	22.400	21.200	20.000	19.800	18.600
	Power density (mW/cm ²)	5.016	12.320	14.520	13.552	12.584	12.408	10.824	11.000	10.032	9.856	9.328	8.800	8.712	8.184
0.42	Current density (mA/cm ²)	15.600	30.400	36.800	34.400	33.200	31.800	28.400	27.800	26.200	25.000	23.800	23.000	20.800	20.600
	Power density (mW/cm ²)	6.552	12.768	15.456	14.448	13.944	13.356	11.928	11.676	11.004	10.500	9.996	9.660	8.736	8.652
0.40	Current density (mA/cm ²)	20.000	34.400	41.200	37.400	35.800	35.600	32.000	30.200	29.400	27.600	26.800	26.000	24.400	24.400
	Power density (mW/cm ²)	8.000	13.760	16.480	14.960	14.320	14.240	12.800	12.080	11.760	11.040	10.720	10.400	9.760	9.760
0.38	Current density (mA/cm ²)	24.600	39.800	45.400	40.600	37.800	37.600	36.000	33.200	32.600	30.600	29.200	28.400	27.600	26.600
	Power density (mW/cm ²)	6.348	15.124	17.252	15.428	14.364	14.288	13.680	12.616	12.388	11.628	11.096	10.792	10.488	10.108
0.36	Current density (mA/cm ²)	30.200	44.400	47.200	44.400	42.600	41.200	36.600	36.200	33.800	33.200	32.600	30.600	29.600	29.200
	Power density (mW/cm ²)	10.872	15.984	16.992	15.984	15.336	14.832	13.176	13.032	12.168	11.952	11.736	11.016	10.656	10.512

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.34	Current density (mA/cm ²)	35.000	49.600	50.800	48.400	47.000	45.000	40.400	40.000	36.800	36.400	34.600	33.000	31.200	30.800
	Power density (mW/cm ²)	11.900	16.864	17.272	16.456	15.980	15.300	13.736	13.600	12.512	12.376	11.764	11.220	10.608	10.472
0.32	Current density (mA/cm ²)	40.800	52.400	55.600	54.600	49.600	47.600	43.200	43.600	40.200	39.000	37.800	36.800	34.600	34.600
	Power density (mW/cm ²)	13.056	16.768	17.792	17.472	15.872	15.232	13.824	13.952	12.864	12.480	12.096	11.776	11.072	11.072
0.30	Current density (mA/cm ²)	46.400	57.800	56.600	54.200	52.800	52.200	45.400	45.800	44.600	41.000	40.400	37.600	36.400	37.800
	Power density (mW/cm ²)	13.920	17.340	16.980	16.260	15.840	15.660	13.620	13.740	13.380	12.300	12.120	11.280	10.920	11.340
0.28	Current density (mA/cm ²)	52.600	62.200	62.400	59.400	57.400	55.000	51.600	50.600	45.600	43.600	44.200	41.200	38.000	40.000
	Power density (mW/cm ²)	14.728	17.416	17.472	16.632	16.072	15.400	14.448	14.168	12.768	12.208	12.376	11.536	10.640	11.200
0.26	Current density (mA/cm ²)	56.000	64.400	64.200	61.400	60.000	56.800	51.800	52.400	49.800	47.200	45.200	43.400	43.200	43.600
	Power density (mW/cm ²)	14.560	16.744	16.692	15.964	15.600	14.768	13.468	13.624	12.948	12.272	11.752	11.284	11.232	11.336
0.24	Current density (mA/cm ²)	60.000	69.000	68.600	64.800	61.800	60.000	55.400	54.000	51.400	50.200	49.000	43.800	46.400	46.400
	Power density (mW/cm ²)	14.400	16.560	16.464	15.552	14.832	14.400	13.296	12.960	12.336	12.048	11.760	10.512	11.136	11.136
0.22	Current density (mA/cm ²)	67.200	71.000	72.400	66.800	66.600	63.600	58.800	58.000	55.200	54.800	53.800	49.800	48.600	48.400
	Power density (mW/cm ²)	14.784	15.620	15.928	14.696	14.652	13.992	12.936	12.760	12.144	12.056	11.836	10.956	10.692	10.648

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.20	Current density (mA/cm ²)	68.200	75.000	78.600	71.200	69.800	69.600	62.200	62.200	58.800	57.000	58.800	52.600	51.400	51.600
	Power density (mW/cm ²)	13.640	15.000	15.720	14.240	13.960	13.920	12.440	12.440	11.760	11.400	11.760	10.520	10.280	10.320
0.18	Current density (mA/cm ²)	72.000	80.200	80.200	72.800	72.600	68.000	66.200	63.600	63.400	61.800	59.400	53.600	55.600	54.800
	Power density (mW/cm ²)	12.960	14.436	14.436	13.104	13.068	12.240	11.916	11.448	11.412	11.124	10.692	9.648	10.008	9.864
0.16	Current density (mA/cm ²)	76.000	85.400	85.400	78.600	78.200	72.400	72.000	66.400	64.000	66.800	62.400	59.000	60.000	59.600
	Power density (mW/cm ²)	12.160	13.664	13.664	12.576	12.512	11.584	11.520	10.624	10.240	10.688	9.984	9.440	9.600	9.536
0.14	Current density (mA/cm ²)	80.600	91.200	88.000	83.000	81.600	76.400	75.800	68.200	70.000	67.800	68.400	63.600	60.200	59.600
	Power density (mW/cm ²)	11.284	12.768	12.320	11.620	11.424	10.696	10.612	9.548	9.800	9.492	9.576	8.904	8.428	8.344
0.12	Current density (mA/cm ²)	85.600	98.200	92.600	87.400	82.600	81.000	79.000	74.000	70.800	71.400	70.400	66.400	65.600	65.400
	Power density (mW/cm ²)	10.272	11.784	11.112	10.488	9.912	9.720	9.480	8.880	8.496	8.568	8.448	7.968	7.872	7.848
0.10	Current density (mA/cm ²)	93.200	101.200	97.600	91.400	91.000	85.000	84.600	80.200	77.200	75.200	73.800	70.200	67.200	69.200
	Power density (mW/cm ²)	9.320	10.120	9.760	9.140	9.100	8.500	8.460	8.020	7.720	7.520	7.380	7.020	6.720	6.920

ข.2.3 เซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 5” แอโนด (Pt₃Sn₁/C) ป้อนก๊าซไฮโดรเจน ความดันสัมบูรณ์ 2 บรรยากาศ, แคโทด (Pt/C) ป้อนก๊าซออกซิเจน ความดันสัมบูรณ์ 2 บรรยากาศ, ดึงกระแสที่ความต่างศักย์คงที่ที่ 0.6 V

ตารางที่ ข.2.3 ผลการทดลองของเซลล์เชื้อเพลิงที่^{ซึ่ง}ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 5”

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.70	Current density (mA/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.68	Current density (mA/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.66	Current density (mA/cm ²)	-	3.600	4.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	-	2.376	2.640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.64	Current density (mA/cm ²)	-	5.200	5.600	5.200	5.200	5.000	4.400	4.400	4.400	4.000	3.800	3.600	3.800	3.800
	Power density (mW/cm ²)	-	3.328	3.584	3.328	3.328	3.200	2.816	2.816	2.816	2.560	2.432	2.304	2.432	2.432

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.62	Current density (mA/cm ²)	3.800	6.600	7.200	6.800	6.800	6.400	6.200	5.800	5.400	5.400	5.400	5.200	5.200	5.000
	Power density (mW/cm ²)	2.356	4.092	4.464	4.216	4.216	3.968	3.844	3.596	3.348	3.348	3.348	3.224	3.224	3.100
0.60	Current density (mA/cm ²)	5.200	8.600	9.000	8.600	8.200	7.800	7.600	7.000	6.800	6.600	6.200	6.200	6.000	6.200
	Power density (mW/cm ²)	3.120	5.160	5.400	5.160	4.920	4.680	4.560	4.200	4.080	3.960	3.720	3.720	3.600	3.720
0.58	Current density (mA/cm ²)	6.800	11.200	11.200	10.400	10.000	10.000	9.200	8.800	8.200	8.200	7.600	7.600	7.600	7.200
	Power density (mW/cm ²)	3.944	6.496	6.496	6.032	5.800	5.800	5.336	5.104	4.756	4.756	4.408	4.408	4.408	4.176
0.56	Current density (mA/cm ²)	8.800	13.800	13.800	12.600	12.400	12.000	11.200	10.400	10.200	10.000	9.400	9.200	9.000	9.000
	Power density (mW/cm ²)	4.928	7.728	7.728	7.056	6.944	6.720	6.272	5.824	5.712	5.600	5.264	5.152	5.040	5.040
0.54	Current density (mA/cm ²)	11.400	16.600	16.600	15.400	14.800	14.400	13.600	12.800	12.000	11.800	11.200	10.800	10.800	10.600
	Power density (mW/cm ²)	6.156	8.964	8.964	8.316	7.992	7.776	7.344	6.912	6.480	6.372	6.048	5.832	5.832	5.724
0.52	Current density (mA/cm ²)	13.600	19.800	19.600	18.400	17.200	17.000	15.800	15.400	14.600	14.000	13.400	13.200	12.800	12.600
	Power density (mW/cm ²)	7.072	10.296	10.192	9.568	8.944	8.840	8.216	8.008	7.592	7.280	6.968	6.864	6.656	6.552
0.50	Current density (mA/cm ²)	16.600	23.000	22.800	20.800	20.400	19.800	18.400	18.000	16.800	16.400	15.600	15.200	15.200	14.600
	Power density (mW/cm ²)	8.300	11.500	11.400	10.400	10.200	9.900	9.200	9.000	8.400	8.200	7.800	7.600	7.600	7.300

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.48	Current density (mA/cm ²)	19.800	26.600	26.400	24.200	23.200	23.000	21.400	20.400	19.600	18.600	18.000	17.400	17.200	16.800
	Power density (mW/cm ²)	9.504	12.768	12.672	11.616	11.136	11.040	10.272	9.792	9.408	8.928	8.640	8.352	8.256	8.064
0.46	Current density (mA/cm ²)	23.400	29.600	29.600	27.200	26.600	26.200	24.200	23.200	22.400	21.400	20.200	20.000	19.600	19.200
	Power density (mW/cm ²)	10.764	13.616	13.616	12.512	12.236	12.052	11.132	10.672	10.304	9.844	9.292	9.200	9.016	8.832
0.44	Current density (mA/cm ²)	26.800	33.400	33.200	30.600	29.800	29.200	27.200	26.400	25.200	24.400	23.400	22.800	22.200	21.600
	Power density (mW/cm ²)	11.792	14.696	14.608	13.464	13.112	12.848	11.968	11.616	11.088	10.736	10.296	10.032	9.768	9.504
0.42	Current density (mA/cm ²)	31.400	36.400	36.200	33.400	33.400	31.800	30.200	28.400	27.800	26.800	26.200	25.400	24.400	24.000
	Power density (mW/cm ²)	13.188	15.288	15.204	14.028	14.028	13.356	12.684	11.928	11.676	11.256	11.004	10.668	10.248	10.080
0.40	Current density (mA/cm ²)	35.200	40.400	39.600	36.200	36.800	34.400	33.800	32.000	31.200	30.400	29.200	28.000	27.200	27.200
	Power density (mW/cm ²)	14.080	16.160	15.840	14.480	14.720	13.760	13.520	12.800	12.480	12.160	11.680	11.200	10.880	10.880
0.38	Current density (mA/cm ²)	40.000	43.000	41.200	40.000	39.800	37.800	36.600	35.000	33.800	33.000	31.600	31.000	30.200	30.200
	Power density (mW/cm ²)	15.200	16.340	15.656	15.200	15.124	14.364	13.908	13.300	12.844	12.540	12.008	11.780	11.476	11.476
0.36	Current density (mA/cm ²)	44.200	47.200	46.000	43.200	42.600	41.400	39.600	38.200	36.800	36.000	34.400	33.400	32.600	33.200
	Power density (mW/cm ²)	15.912	16.992	16.560	15.552	15.336	14.904	14.256	13.752	13.248	12.960	12.384	12.024	11.736	11.952

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.34	Current density (mA/cm ²)	48.600	50.600	49.800	46.200	46.600	44.200	43.800	41.200	39.600	39.800	37.600	36.600	34.800	36.000
	Power density (mW/cm ²)	16.524	17.204	16.932	15.708	15.844	15.028	14.892	14.008	13.464	13.532	12.784	12.444	11.832	12.240
0.32	Current density (mA/cm ²)	52.400	55.400	51.400	50.200	49.400	47.400	46.200	44.000	43.200	42.600	40.400	39.200	37.400	39.000
	Power density (mW/cm ²)	16.768	17.728	16.448	16.064	15.808	15.168	14.784	14.080	13.824	13.632	12.928	12.544	11.968	12.480
0.30	Current density (mA/cm ²)	56.600	57.400	55.200	52.400	52.400	51.200	50.400	46.800	45.800	45.200	42.800	41.400	40.600	41.800
	Power density (mW/cm ²)	16.980	17.220	16.560	15.720	15.720	15.360	15.120	14.040	13.740	13.560	12.840	12.420	12.180	12.540
0.28	Current density (mA/cm ²)	60.400	61.200	59.000	56.600	56.400	54.000	53.200	49.600	48.000	46.000	45.200	44.400	43.600	44.600
	Power density (mW/cm ²)	16.912	17.136	16.520	15.848	15.792	15.120	14.896	13.888	13.440	12.880	12.656	12.432	12.208	12.488
0.26	Current density (mA/cm ²)	65.000	66.200	61.200	61.400	59.600	57.600	56.200	52.400	50.800	51.200	48.000	47.200	46.200	46.800
	Power density (mW/cm ²)	16.900	17.212	15.912	15.964	15.496	14.976	14.612	13.624	13.208	13.312	12.480	12.272	12.012	12.168
0.24	Current density (mA/cm ²)	68.400	68.400	66.800	62.800	62.600	62.600	60.000	56.400	54.200	52.200	51.000	51.400	48.600	49.600
	Power density (mW/cm ²)	16.416	16.416	16.032	15.072	15.024	15.024	14.400	13.536	13.008	12.528	12.240	12.336	11.664	11.904
0.22	Current density (mA/cm ²)	72.200	71.400	70.200	66.000	66.800	65.000	62.800	60.000	58.400	57.200	53.800	53.200	52.000	52.200
	Power density (mW/cm ²)	15.884	15.708	15.444	14.520	14.696	14.300	13.816	13.200	12.848	12.584	11.836	11.704	11.440	11.484

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.20	Current density (mA/cm ²)	76.200	75.200	73.800	70.200	71.000	68.800	66.400	63.800	62.800	61.200	57.000	57.000	56.400	56.000
	Power density (mW/cm ²)	15.240	15.040	14.760	14.040	14.200	13.760	13.280	12.760	12.560	12.240	11.400	11.400	11.280	11.200
0.18	Current density (mA/cm ²)	80.000	80.000	77.400	74.000	73.200	72.800	68.600	68.000	67.600	63.200	58.600	59.200	57.800	58.400
	Power density (mW/cm ²)	14.400	14.400	13.932	13.320	13.176	13.104	12.348	12.240	12.168	11.376	10.548	10.656	10.404	10.512
0.16	Current density (mA/cm ²)	84.200	85.000	82.400	78.000	77.600	75.200	72.200	70.600	70.200	65.800	64.000	63.800	61.200	62.000
	Power density (mW/cm ²)	13.472	13.600	13.184	12.480	12.416	12.032	11.552	11.296	11.232	10.528	10.240	10.208	9.792	9.920
0.14	Current density (mA/cm ²)	89.400	90.200	87.400	83.200	81.000	80.600	76.400	74.200	75.200	71.800	68.400	67.400	65.200	66.800
	Power density (mW/cm ²)	12.516	12.628	12.236	11.648	11.340	11.284	10.696	10.388	10.528	10.052	9.576	9.436	9.128	9.352
0.12	Current density (mA/cm ²)	95.400	92.000	89.800	88.600	86.200	85.000	80.600	79.400	76.800	73.800	69.600	73.400	68.000	70.000
	Power density (mW/cm ²)	11.448	11.040	10.776	10.632	10.344	10.200	9.672	9.528	9.216	8.856	8.352	8.808	8.160	8.400
0.10	Current density (mA/cm ²)	97.400	97.800	96.600	91.800	88.000	90.600	85.000	83.600	79.000	77.000	73.600	77.000	72.600	76.000
	Power density (mW/cm ²)	9.740	9.780	9.660	9.180	8.800	9.060	8.500	8.360	7.900	7.700	7.360	7.700	7.260	7.600

ข.2.4 เซลล์เชื้อเพลิงที่^{ซึ่ง}ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 6” แอโนด (Pt₃Sn₁/C) ป้อนก๊าซออกซิเจน ความดัน 1 บรรยากาศ, แคโทด (Pt/C) ป้อนก๊าซไฮโดรเจน ความดัน 1 บรรยากาศ, ดึงกระแสที่ความต่างศักย์ที่^{ซึ่ง} 0.3 V

ตารางที่ ข.2.4 ผลการทดลองของเซลล์เชื้อเพลิงที่^{ซึ่ง}ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 6”

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.70	Current density (mA/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.68	Current density (mA/cm ²)	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Power density (mW/cm ²)	3.400	4.080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.66	Current density (mA/cm ²)	7.000	7.000	6.600	5.600	5.400	5.000	4.800	4.800	4.800	4.600	4.400	4.400	4.400	4.400
	Power density (mW/cm ²)	4.620	4.620	4.356	3.696	3.564	3.300	3.168	3.168	3.168	3.036	2.904	2.904	2.904	2.904
0.64	Current density (mA/cm ²)	9.600	8.600	7.400	6.800	6.400	6.200	6.000	5.800	5.800	5.800	5.600	5.600	5.400	5.600
	Power density (mW/cm ²)	6.144	5.504	4.736	4.352	4.096	3.968	3.840	3.712	3.584	3.712	3.584	3.584	3.456	3.584

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.62	Current density (mA/cm ²)	12.600	10.200	9.000	8.000	7.600	7.200	7.200	6.800	6.800	6.800	6.800	6.600	6.400	6.800
	Power density (mW/cm ²)	7.812	6.324	5.580	4.960	4.712	4.464	4.464	4.216	4.216	4.216	4.216	4.092	3.968	4.216
0.60	Current density (mA/cm ²)	16.600	12.600	10.600	9.800	9.200	8.600	8.400	8.400	8.000	8.000	8.000	7.800	7.600	7.800
	Power density (mW/cm ²)	9.960	7.560	6.360	5.880	5.520	5.160	5.040	5.040	4.800	4.800	4.800	4.680	4.560	4.680
0.58	Current density (mA/cm ²)	20.200	15.200	13.000	11.400	10.600	10.200	10.000	10.000	9.600	9.400	9.400	9.200	8.800	9.200
	Power density (mW/cm ²)	11.716	8.816	7.540	6.612	6.148	5.916	5.800	5.800	5.568	5.452	5.452	5.336	5.104	5.336
0.56	Current density (mA/cm ²)	24.800	18.400	15.400	13.600	13.000	12.200	11.800	11.600	11.000	11.000	10.600	10.400	10.400	10.400
	Power density (mW/cm ²)	13.888	10.304	8.624	7.616	7.280	6.832	6.608	6.496	6.160	6.160	5.936	5.824	5.824	5.824
0.54	Current density (mA/cm ²)	29.400	21.800	18.400	16.200	15.200	14.400	13.600	13.400	13.000	12.800	12.600	12.400	12.000	12.000
	Power density (mW/cm ²)	15.876	11.772	9.936	8.748	8.208	7.776	7.344	7.236	7.020	6.912	6.804	6.696	6.480	6.480
0.52	Current density (mA/cm ²)	33.600	25.400	21.600	19.000	17.400	16.600	16.000	15.400	15.200	14.600	14.200	14.400	14.200	14.000
	Power density (mW/cm ²)	17.472	13.208	11.232	9.880	9.048	8.632	8.320	8.008	7.904	7.592	7.384	7.488	7.384	7.280
0.50	Current density (mA/cm ²)	38.000	29.400	25.000	22.200	20.200	19.200	18.200	17.800	17.000	17.000	16.600	16.600	16.200	16.000
	Power density (mW/cm ²)	19.000	14.700	12.500	11.100	10.100	9.600	9.100	8.900	8.500	8.500	8.300	8.300	8.100	8.000

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.48	Current density (mA/cm ²)	42.000	33.600	28.200	25.000	23.200	21.800	20.800	20.000	19.800	19.200	18.600	18.800	18.000	18.000
	Power density (mW/cm ²)	20.160	16.128	13.536	12.000	11.136	10.464	9.984	9.600	9.504	9.216	8.928	9.024	8.640	8.640
0.46	Current density (mA/cm ²)	45.600	37.200	31.800	28.200	26.400	24.800	23.800	23.200	21.800	21.600	21.200	21.200	20.600	20.000
	Power density (mW/cm ²)	20.976	17.112	14.628	12.972	12.144	11.408	10.948	10.672	10.028	9.936	9.752	9.752	9.476	9.200
0.44	Current density (mA/cm ²)	49.800	41.400	35.600	32.000	29.200	27.800	26.200	25.600	25.200	24.000	23.600	23.600	23.200	22.400
	Power density (mW/cm ²)	21.912	18.216	15.664	14.080	12.848	12.232	11.528	11.264	11.088	10.560	10.384	10.384	10.208	9.856
0.42	Current density (mA/cm ²)	53.600	45.800	39.600	35.200	32.800	31.000	29.600	28.400	27.400	27.000	26.400	26.200	25.600	24.600
	Power density (mW/cm ²)	22.512	19.236	16.632	14.784	13.776	13.020	12.432	11.928	11.508	11.340	11.088	11.004	10.752	10.332
0.40	Current density (mA/cm ²)	58.000	50.400	42.800	39.400	36.000	33.800	32.600	31.600	30.000	29.400	28.800	29.000	28.200	27.000
	Power density (mW/cm ²)	23.200	20.160	17.120	15.760	14.400	13.520	13.040	12.640	12.000	11.760	11.520	11.600	11.280	10.800
0.38	Current density (mA/cm ²)	61.200	54.000	46.600	42.800	39.200	36.800	35.200	34.400	33.000	32.200	32.000	31.400	30.400	29.800
	Power density (mW/cm ²)	23.256	20.520	17.708	16.264	14.896	13.984	13.376	13.072	12.540	12.236	12.160	11.932	11.552	11.324
0.36	Current density (mA/cm ²)	65.600	59.200	51.800	47.000	42.000	40.600	38.600	37.200	36.400	35.400	34.600	34.400	33.400	32.000
	Power density (mW/cm ²)	23.616	21.312	18.648	16.920	15.120	14.616	13.896	13.392	13.104	12.744	12.456	12.384	12.024	11.520

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.34	Current density (mA/cm ²)	70.400	62.800	55.800	50.200	46.000	43.000	42.600	40.000	39.800	38.000	37.400	37.400	36.600	34.800
	Power density (mW/cm ²)	23.936	21.352	18.972	17.068	15.640	14.620	14.484	13.600	13.532	12.920	12.716	12.716	12.444	11.832
0.32	Current density (mA/cm ²)	75.800	67.000	57.800	53.800	48.400	45.600	44.800	43.400	42.400	40.600	40.800	39.800	38.400	37.200
	Power density (mW/cm ²)	24.256	21.440	18.496	17.216	15.488	14.592	14.336	13.888	13.568	12.992	13.056	12.736	12.288	11.904
0.30	Current density (mA/cm ²)	80.200	72.200	60.600	58.200	52.800	48.400	48.600	47.400	45.200	43.400	43.200	42.400	40.800	40.200
	Power density (mW/cm ²)	24.060	21.660	18.180	17.460	15.840	14.520	14.580	14.220	13.560	13.020	12.960	12.720	12.240	12.060
0.28	Current density (mA/cm ²)	82.400	76.600	65.200	61.400	56.000	52.200	51.000	50.200	48.400	46.600	46.000	44.800	43.600	42.400
	Power density (mW/cm ²)	23.072	21.448	18.256	17.192	15.680	14.616	14.280	14.056	13.552	13.048	12.880	12.544	12.208	11.872
0.26	Current density (mA/cm ²)	86.200	79.000	68.600	63.400	59.000	55.000	54.400	53.800	51.600	49.600	49.600	47.400	46.400	45.000
	Power density (mW/cm ²)	22.412	20.540	17.836	16.484	15.340	14.300	14.144	13.988	13.416	12.896	12.896	12.324	12.064	11.700
0.24	Current density (mA/cm ²)	88.400	81.200	73.000	66.800	62.400	58.600	59.000	56.600	54.600	52.800	51.400	49.600	48.000	48.200
	Power density (mW/cm ²)	21.216	19.488	17.520	16.032	14.976	14.064	14.160	13.584	13.104	12.672	12.336	11.904	11.520	11.568
0.22	Current density (mA/cm ²)	92.400	85.200	75.400	69.600	66.000	61.800	61.600	61.200	57.800	56.800	54.000	52.800	52.000	51.600
	Power density (mW/cm ²)	20.328	18.744	16.588	15.312	14.520	13.596	13.552	13.464	12.716	12.496	11.880	11.616	11.440	11.352

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.20	Current density (mA/cm ²)	96.600	89.000	79.200	73.800	70.000	66.200	65.800	64.200	60.800	60.200	57.400	55.600	54.000	54.200
	Power density (mW/cm ²)	19.320	17.800	15.840	14.760	14.000	13.240	13.160	12.840	12.160	12.040	11.480	11.120	10.800	10.840
0.18	Current density (mA/cm ²)	101.40	91.600	83.600	78.200	73.600	70.400	68.000	68.600	65.600	63.400	61.600	58.600	56.000	56.600
	Power density (mW/cm ²)	18.252	16.488	15.048	14.076	13.248	12.672	12.240	12.348	11.808	11.412	11.088	10.548	10.080	10.188
0.16	Current density (mA/cm ²)	102.80	93.800	88.000	82.200	78.800	74.000	71.400	71.600	67.800	67.400	65.400	64.200	60.000	61.000
	Power density (mW/cm ²)	16.448	15.008	14.080	13.152	12.608	11.840	11.424	11.456	10.848	10.784	10.464	10.272	9.600	9.760
0.14	Current density (mA/cm ²)	110.80	98.200	93.400	88.800	83.000	76.600	75.200	74.800	71.400	72.800	68.600	66.800	64.400	63.800
	Power density (mW/cm ²)	15.512	13.748	13.076	12.432	11.620	10.724	10.528	10.472	9.996	10.192	9.604	9.352	9.016	8.932
0.12	Current density (mA/cm ²)	113.40	105.40	98.000	91.800	87.800	80.000	79.600	79.200	74.800	74.800	69.600	69.600	68.000	68.400
	Power density (mW/cm ²)	13.608	12.648	11.760	11.016	10.536	9.600	9.552	9.504	8.976	8.976	8.352	8.352	8.160	8.208
0.10	Current density (mA/cm ²)	120.00	111.00	104.00	97.000	92.000	84.200	84.600	82.600	78.000	80.200	74.000	74.600	73.800	70.400
	Power density (mW/cm ²)	12.000	11.100	10.400	9.700	9.200	8.420	8.460	8.260	7.800	8.020	7.400	7.460	7.380	7.040

ข.3 การเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าต่อเวลาที่ความต่างศักย์คงที่

ตารางที่ ข.3.1 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อเวลาเมื่อความต่างศักย์คงที่ที่ 0.3 V และ 0.5 V ของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์แบบหลายขั้นตอน

ข้อมูลการทดลอง					
เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)		เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)	
	0.5 V	0.3 V		0.5 V	0.3 V
0	28.600	96.200	80	46.400	10.800
1	24.400	58.800	100	44.200	10.500
2	23.800	56.200	120	43.600	10.700
3	24.200	52.800	150	43.000	10.700
4	25.000	54.000	180	44.000	9.900
5	24.200	53.400	210	41.200	9.500
6	25.000	52.200	240	42.600	9.300
7	24.000	52.800	270	40.600	9.300
8	23.800	52.000	300	41.800	9.100
9	24.200	51.800			
10	23.800	50.200			
20	23.600	49.600			
30	23.600	48.600			
40	23.200	46.800			
50	22.400	46.600			
60	22.600	46.000			

ตารางที่ ข.3.2 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อเวลาเมื่อความต่างศักย์คงที่ที่ 0.3 V และ 0.5 V ของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 3”

ข้อมูลการทดลอง					
เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)		เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)	
	0.5 V	0.3 V		0.5 V	0.3 V
0	24.600	59.400	80	13.400	29.800
1	18.600	40.800	100	13.200	30.200
2	16.800	39.200	120	13.200	28.600
3	16.400	36.600	150	12.800	29.600
4	16.400	36.600	180	12.800	29.600
5	16.200	35.600	210	12.800	28.800
6	16.000	34.800	240	13.200	29.200
7	14.800	35.600	270	13.000	28.200
8	14.800	35.200	300	12.600	28.000
9	14.400	34.600			
10	15.400	32.600			
20	14.400	31.800			
30	14.400	30.200			
40	14.000	32.000			
50	13.400	32.400			
60	13.800	30.600			

ตารางที่ ข.3.3 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อเวลาเมื่อความต่างศักย์คงที่ที่ 0.3 V และ 0.5 V ของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 4”

ข้อมูลการทดลอง					
เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)		เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)	
	0.5 V	0.3 V		0.5 V	0.3 V
0	14.400	48.200	80	10.600	23.200
1	12.000	31.600	100	11.600	23.600
2	11.800	28.000	120	11.000	22.600
3	11.800	27.000	150	11.000	22.800
4	10.800	27.600	180	11.200	23.600
5	11.400	26.400	210	11.000	22.800
6	11.800	26.600	240	10.600	22.600
7	11.800	27.400	270	11.200	22.000
8	11.800	26.200	300	11.200	22.400
9	11.400	26.000			
10	11.600	26.000			
20	11.400	24.800			
30	11.400	24.200			
40	11.200	23.600			
50	11.200	23.400			
60	11.200	23.000			

ตารางที่ ข.3.4 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อเวลาเมื่อความต่างศักย์คงที่ที่ 0.3 V และ 0.5 V ของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 5”

ข้อมูลการทดลอง					
เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)		เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)	
	0.5 V	0.3 V		0.5 V	0.3 V
0	16.000	63.000	80	11.000	30.200
1	13.200	39.200	100	10.800	30.000
2	12.400	35.800	120	11.000	29.200
3	12.000	34.800	150	11.200	29.400
4	11.800	34.200	180	11.200	28.800
5	12.000	32.600	210	11.000	28.800
6	11.600	33.200	240	10.800	28.000
7	12.000	32.400	270	10.600	28.600
8	11.400	32.000	300	10.600	28.600
9	11.600	31.600			
10	12.000	32.200			
20	11.600	31.400			
30	11.400	30.400			
40	11.000	29.600			
50	10.400	30.200			
60	11.200	30.200			

ตารางที่ ข.3.5 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อเวลาเมื่อความต่างศักย์คงที่ที่ 0.3 V และ 0.5 V ของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการกระตุ้นเซลล์ตามการทดลอง “เซลล์ 6”

ข้อมูลการทดลอง					
เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)		เวลา (min)	ความหนาแน่นกระแส (mA/cm ²)	
	0.5 V	0.3 V		0.5 V	0.3 V
0	18.000	61.400	80	12.600	29.000
1	15.000	42.000	100	13.000	29.000
2	14.200	37.400	120	12.800	28.800
3	13.400	36.400	150	13.000	28.000
4	13.600	34.800	180	13.400	27.600
5	13.200	34.000	210	12.800	26.600
6	13.200	34.400	240	13.400	28.000
7	13.200	33.200	270	12.800	27.600
8	13.200	34.000	300	13.000	27.800
9	13.000	33.200			
10	12.800	33.600			
20	12.400	31.600			
30	12.200	30.400			
40	13.000	29.600			
50	13.000	29.400			
60	12.800	30.000			

ข.4 ข้อมูลการทดลองของเซลล์ทดสอบสมมติฐาน แอนโนด (Pt/C) ป้อนก๊าซไฮโดรเจน ความดันสัมบูรณ์ 1 บรรยากาศ, แคโทด (Pt/C) ป้อนก๊าซออกซิเจน ความดันสัมบูรณ์ 1 บรรยากาศ, ดึงกระแสที่ความต่างศักย์คงที่ที่ 0.6 V

ตารางที่ ข.4.1 ผลการทดลองของเซลล์เชื้อเพลิงทดสอบสมมติฐาน

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.46	Current density (mA/cm ²)	3.800	6.400	5.200	-	4.000	4.600	4.400	4.200	4.200	4.400	3.400	3.600	3.600	3.800
	Power density (mW/cm ²)	1.748	2.944	2.392	-	1.840	2.116	2.024	1.932	1.932	2.024	1.564	1.656	1.656	1.748
0.44	Current density (mA/cm ²)	4.800	6.600	5.400	5.000	4.800	5.000	5.000	4.800	4.600	4.800	4.000	4.200	4.000	4.400
	Power density (mW/cm ²)	2.112	2.904	2.376	2.200	2.112	2.200	2.200	2.112	2.024	2.112	1.760	1.848	1.760	1.936
0.42	Current density (mA/cm ²)	6.400	7.000	6.400	5.800	5.600	5.600	5.600	5.600	5.400	5.400	5.000	5.000	5.000	5.200
	Power density (mW/cm ²)	2.688	2.940	2.688	2.436	2.352	2.352	2.352	2.352	2.268	2.268	2.100	2.100	2.100	2.184
0.40	Current density (mA/cm ²)	8.000	8.600	7.200	6.800	6.600	6.600	6.600	6.600	6.400	6.400	6.000	6.000	5.800	6.000
	Power density (mW/cm ²)	3.200	3.440	2.880	2.720	2.640	2.640	2.640	2.640	2.560	2.560	2.400	2.400	2.320	2.400

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.38	Current density (mA/cm ²)	10.600	10.200	8.800	8.000	8.000	7.600	7.800	7.800	7.400	7.200	7.000	7.000	7.000	7.000
	Power density (mW/cm ²)	4.028	3.876	3.344	3.040	3.040	2.888	2.964	2.964	2.812	2.736	2.660	2.660	2.660	2.660
0.36	Current density (mA/cm ²)	13.600	12.200	10.400	9.800	9.600	9.600	9.600	9.200	9.000	9.000	8.600	8.600	8.200	8.400
	Power density (mW/cm ²)	4.896	4.392	3.744	3.528	3.456	3.456	3.456	3.312	3.240	3.240	3.096	3.096	2.952	3.024
0.34	Current density (mA/cm ²)	17.000	14.200	12.600	11.800	10.800	11.200	11.200	10.800	10.600	10.600	10.400	10.400	9.800	10.200
	Power density (mW/cm ²)	5.780	4.828	4.284	4.012	3.672	3.808	3.808	3.672	3.604	3.604	3.536	3.536	3.332	3.468
0.32	Current density (mA/cm ²)	20.600	17.200	15.000	14.000	13.200	13.800	14.000	13.200	13.000	12.800	12.400	12.400	12.200	12.200
	Power density (mW/cm ²)	6.592	5.504	4.800	4.480	4.224	4.416	4.480	4.224	4.160	4.096	3.968	3.968	3.904	3.904
0.30	Current density (mA/cm ²)	25.400	20.200	17.800	16.200	15.800	16.400	16.200	16.000	15.200	15.600	15.000	15.200	14.600	14.800
	Power density (mW/cm ²)	7.620	6.060	5.340	4.860	4.740	4.920	4.860	4.800	4.560	4.680	4.500	4.560	4.380	4.440
0.28	Current density (mA/cm ²)	29.400	24.400	21.600	19.600	19.200	19.400	19.000	19.200	18.600	18.400	18.200	18.200	17.800	17.800
	Power density (mW/cm ²)	8.232	6.832	6.048	5.488	5.376	5.432	5.320	5.376	5.208	5.152	5.096	5.096	4.984	4.984
0.26	Current density (mA/cm ²)	33.800	28.800	25.400	23.600	23.000	23.200	22.800	22.800	21.400	22.400	22.200	22.000	21.200	21.400
	Power density (mW/cm ²)	8.788	7.488	6.604	6.136	5.980	6.032	5.928	5.928	5.564	5.824	5.772	5.720	5.512	5.564

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.24	Current density (mA/cm ²)	38.800	34.600	30.400	28.600	27.000	27.000	26.600	27.600	26.000	26.400	25.800	26.200	25.800	26.000
	Power density (mW/cm ²)	9.312	8.304	7.296	6.864	6.480	6.480	6.384	6.624	6.240	6.336	6.192	6.288	6.192	6.240
0.22	Current density (mA/cm ²)	44.200	40.000	35.200	31.400	32.400	32.200	31.000	31.800	31.200	31.600	30.800	31.400	30.000	30.200
	Power density (mW/cm ²)	9.724	8.800	7.744	6.908	7.128	7.084	6.820	6.996	6.864	6.952	6.776	6.908	6.600	6.644
0.20	Current density (mA/cm ²)	50.600	45.400	40.200	40.600	37.600	38.000	34.600	37.600	36.800	36.800	36.800	36.800	35.400	35.000
	Power density (mW/cm ²)	10.120	9.080	8.040	8.120	7.520	7.600	6.920	7.520	7.360	7.360	7.360	7.360	7.080	7.000
0.18	Current density (mA/cm ²)	56.800	51.600	45.800	45.200	42.800	43.400	40.000	44.200	42.200	42.400	41.000	42.600	40.800	39.400
	Power density (mW/cm ²)	10.224	9.288	8.244	8.136	7.704	7.812	7.200	7.956	7.596	7.632	7.380	7.668	7.344	7.092
0.16	Current density (mA/cm ²)	62.400	57.800	51.600	49.000	48.600	48.400	44.600	49.600	47.000	47.800	47.000	47.800	46.400	44.400
	Power density (mW/cm ²)	9.984	9.248	8.256	7.840	7.776	7.744	7.136	7.936	7.520	7.648	7.520	7.648	7.424	7.104
0.14	Current density (mA/cm ²)	70.600	63.400	56.800	56.600	55.400	54.000	50.800	57.000	53.000	53.800	53.800	53.800	51.600	47.800
	Power density (mW/cm ²)	9.884	8.876	7.952	7.924	7.756	7.560	7.112	7.980	7.420	7.532	7.532	7.532	7.224	6.692
0.12	Current density (mA/cm ²)	77.800	70.600	63.000	62.600	60.400	59.800	58.000	60.600	58.600	59.000	59.000	59.600	56.600	55.000
	Power density (mW/cm ²)	9.336	8.472	7.560	7.512	7.248	7.176	6.960	7.272	7.032	7.080	7.080	7.152	6.792	6.600

ข้อมูลการทดลอง															
Volt (V)	ค่าที่ได้จากการทดลอง	รอบที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.10	Current density (mA/cm ²)	83.800	77.000	69.200	68.600	67.000	66.400	63.600	69.000	63.600	65.600	63.400	64.400	63.200	61.200
	Power density (mW/cm ²)	8.380	7.700	6.920	6.860	6.700	6.640	6.360	6.900	6.360	6.560	6.340	6.440	6.320	6.120

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายภิษา จันทรอนันต์
วัน เดือน ปีเกิด	10 พฤศจิกายน 2526
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิสุทธิรังษี พ.ศ. 2544
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2549
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2553
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	ภิษา จันทรอนันต์, อภิชัย เทอดเทียนวงษ์ และสุภาภรณ์ เทอดเทียนวงษ์, 2552, “การศึกษาสภาวะการกระตุ้นเซลล์เชื้อเพลิง แบบเอธานอลโดยตรง”, งานประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมี ประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 22-23 พฤศจิกายน 2553, ศูนย์ ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ ...๖... เดือน ...มิถุนายน... พ.ศ. ๒๕๕๔

ข้าพเจ้า(นาย/นาง/นางสาว).....ศึกษา.....ชั้น.....รหัสนักศึกษา.....50400024.....
เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับ ☐ ประกาศนียบัตรบัณฑิต ☒ ปริญญาโท
☐ ปริญญาเอก หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี คณะ วิศวกรรมศาสตร์
อยู่บ้านเลขที่348..... หมู่3..... ตรอก/ซอย-..... ถนน-..... ตำบล/แขวง
.....พนมทวน..... อำเภอ/เขตพนมทวน..... จังหวัดกาญจนบุรี..... รหัสไปรษณีย์
.....71140..... เป็น “ผู้โอน” ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี โดยมี รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
เป็นตัวแทน “ผู้รับโอน” สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่อง เรื่องการศึกษาสภาวะการกระตุ้นเซลล์เชื้อเพลิง
แบบเอธานอลโดยตรง.....ซึ่งอยู่ในความควบคุมของรศ.ดร.อภิชัย.....เทอดเทียนวงษ์.....และ/หรือ
.....รศ.ดร.สุภาภรณ์.....เทอดเทียนวงษ์..... ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในการศึกษา
โครงการเฉพาะเรื่องให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตาม
พระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงการการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องจากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม
ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องเป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ทุกครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือ
ดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมี
ค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อ
ออกเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปี นับจากวันลงนามใน
ข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับ
ชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วน
หนึ่งหรือทั้งหมดของการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มิมีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องหรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....*อิชา จันทร์อนันต์*.....ผู้โอนสิทธิ
(นายกิตา จันทร์อนันต์)

ลงชื่อ.....*จ.ป.*.....ผู้รับโอนสิทธิ
(รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทนคณบดี

ลงชื่อ.....*อ.อ.*.....พยาน
(รศ.ดร.อภิชัย เทอดเทียนวงษ์)

ลงชื่อ.....*อ.อ.*.....พยาน
(รศ.ดร.อนวัช สังข์เพชร)



