รายการอ้างอิง

กุลจิรา สุจิโรจน์ และเบญญา เชิดหิรัญกร, รายงานการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรมฉบับสมบูรณ์ เรื่องการผลิตและหาลักษณะเฉพาะของ Reaction-bonded Silicon Nitride, (2541).

กันยาทิพย์ ตันติคมน์, วิทยานิพนธ์, เรื่องการขึ้นรูปและวิเคราะห์คุณลักษณะของรีแอกชันบอนด์ซิลิคอนไนไตรด์, (2543).

กิตติมา ศิลปษา, วิทยานิพนธ์, เรื่องผลของขนาดซิลิคอนต่อกระบวนการขึ้นรูปรีแอกชันบอนด์ซิลิคอนไนไตรด์และการเกิดออกซิเดชันของรีแอกชันบอนด์ซิลิคอนไนไตรด์, (2545).

ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, งานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการเลือกความเร็วตัดในการกลึงและเจาะ, (2547).

ไพโรจน์ สุยสุวรรณ, เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องเครื่องเจาะและดอกสว่าน, (2543).

Atkinson A., Moulson A.J. and Roberts E.W., J. Amer. Ceram. Soc., 59 (1976).

Birch J.M. and Wilshire B., The growth of α and β Si_3N_4 accompany the nitriding of silicon powder compact, J. Mater. Sci., 13 (1978).

Bengisu M., Engineering Ceramics, (2001).

Dalgleish B.J. and Pratt P.L., Proc. Brit. Ceram. Soc., 25 (1975).

Furath R.M. and Pask J.A., Ceramic microstructures Int. Materials Symposium, University of Berkeley, (1976).

Heinrich J., Thesis, TU Berlin (1979).

Heinrich J. and Munz D., Am. Ceram. Soc. Bull., 59 (1980).

Grathwoht G. and Thummler F., J. Mater. Sci., 13 (1978).

Grathwohl G. and Thummmler F., Ceramurg., 43 (1980).

Jennings H.M., Review on Reactions Between Si & N_2 Part 1 Mechanism, J. Mater. Sci., 18 (1983).

Jenning H.M., Dalgleish B.J. and Pratt P.L., Reactions between Si & N_2 Part 2 Microstructure, J. Mater. Sci., 23 (1988).

Jacobson S.N., Corrosion of Silicon-Based Ceramics in Combustion Environments, J. Am.Ceam. Soc., 1 (1993).

Lee B.T., Yoo J.H. and Kim H. D., J. Mater. Sci., (2001).

Moulson A.J., Review Reaction-bonded silicon nitride: its formation and properties, J. Mater. Sci., 14 (1979).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Metcalfe B. AWRE/44/86/96, AWRE. Adermaston. (1974).

Ziegler G., Heinrich J. and Wotting G., Review Relationships between processing microstructure and properties of dense and reaction-bonded silicon nitride, J. Mater. Sci., 22 (1987).

Ziegler G. and Heinrich J., Sci. Ceram., 11 (1981).

Ziegler G. and Hinrich J., Ceramurg., 6 (1980).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 ความหนาแน่นของชิ้นงานภายหลังการเผาผนึกขั้นต้นที่มีขนาดเฉลี่ย ∅ x h = 56.80 x 30.08 มิลลิเมตร

sample	Pre-sintering/Machining				
	∅ (mm)	h (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)
1	56.85	30.08	114.53	76.35	1.50
2	56.81	30.07	116.62	76.22	1.53
3	56.78	30.06	114.17	76.11	1.50
4	56.82	30.10	116.77	76.32	1.53
5	56.79	30.08	118.86	76.19	1.56
6	56.80	30.05	118.02	76.14	1.55
7	56.78	30.07	119.54	76.14	1.57
8	56.77	30.10	120.38	76.19	1.58
9	56.76	30.09	120.30	76.14	1.58
avg	56.80	30.08	117.69	76.20	1.54
STDV	0.03	0.02	2.33	0.08	0.03

ตารางที่ ก.2 ความหนาแน่นของชิ้นงานภายหลังการเผาผนึกขั้นต้นที่มีขนาดเฉลี่ย ∅ x h = 46.08 x 17.40 มิลลิเมตร

sample	Pre-sintering/Machining				
	∅ (mm)	h (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)
1	46.08	17.46	46.59	29.12	1.60
2	46.10	17.40	46.46	29.04	1.60
3	46.09	17.42	46.50	29.06	1.60
4	46.06	17.35	47.70	28.91	1.65
5	46.08	17.35	48.31	28.93	1.67
6	46.11	17.48	48.16	29.19	1.65
7	46.09	17.43	49.44	29.08	1.70
8	46.07	17.43	49.40	29.06	1.70
9	46.08	17.32	49.10	28.88	1.70
avg	46.08	17.40	47.96	29.03	1.65
STDV	0.02	0.05	1.23	0.10	0.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 ความยาวรอยแตกทั้งสองแนวในการทดสอบความเหนียวต่อการแตกหักของชิ้นงานซิลิคอนที่ผ่านการเผาผนึกขั้นต้นเป็นเวลาต่าง ๆ

เวลาแช่ (ชม.) / ครั้งที่	$2C_1$(mm)	$2a_1$(mm)	$2C_2$ (mm)	$2a_2$ (mm)	K_{Ic} (MPa.$m^{1/2}$)
10,1	3.767	1.482	3.931	1.455	0.5287
10,2	4.717	1.494	4.402	1.475	0.4141
10,3	5.138	1.494	4.742	1.520	0.3732
10,4	4.746	1.612	4.986	1.526	0.3974
10,5	5.251	1.579	5.004	1.536	0.3647
10,6	5.248	1.572	5.003	1.531	0.3635
10,7	4.738	1.611	4.985	1.522	0.3973
10,8	4.732	1.505	4.409	1.479	0.4151
10,9	3.756	1.469	3.929	1.452	0.5272
10,10	5.145	1.501	4.739	1.528	0.3748
avg.	**4.7238**	**1.5316**	**4.6130**	**1.5204**	**0.4156 ± 0.0621**
12,1	3.455	1.093	3.177	1.061	0.6972
12,2	3.035	1.048	2.953	1.088	0.8059
12,3	2.929	1.011	2.938	1.024	0.7916
12,4	3.234	1.069	2.928	1.064	0.7709
12,5	3.049	1.084	3.016	1.074	0.7987
12,6	2.931	1.013	2.939	1.025	0.7922
12,7	3.451	1.091	3.174	1.059	0.697
12,8	3.036	1.049	2.955	1.084	0.8041
12,9	3.045	1.080	3.013	1.075	0.799
12,10	3.239	1.072	2.931	1.068	0.7719
avg.	**3.1404**	**1.0610**	**3.0024**	**1.0622**	**0.7723 ± 0.0417**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

เวลาแช่ (ชม.) / ครั้งที่	$2C_1$(mm)	$2a_1$(mm)	$2C_2$ (mm)	$2a_2$ (mm)	K_{Ic} (MPa.m$^{1/2}$)
14,1	2.938	0.995	2.757	0.970	0.8983
14,2	2.739	1.013	2.757	1.004	0.9726
14,3	3.044	0.957	3.059	0.913	0.7706
14,4	3.115	1.052	3.163	1.048	0.8294
14,5	3.021	1.008	3.095	0.978	0.8158
14,6	2.741	1.015	2.763	1.006	0.9723
14,7	3.027	1.007	3.092	0.974	0.8131
14,8	3.043	0.957	3.057	0.907	0.7687
14,9	2.938	0.998	2.762	0.985	0.9053
14,10	3.108	1.048	3.157	1.041	0.8276
avg.	**2.9714**	**1.0050**	**2.9662**	**0.9826**	**0.8574 ± 0.0754**
16,1	2.758	0.816	2.621	0.802	0.8536
16,2	2.719	0.814	2.559	0.826	0.8902
16,3	2.631	0.795	2.657	0.837	0.8834
16,4	2.561	0.817	2.473	0.847	0.9697
16,5	2.726	0.834	2.754	0.868	0.8733
16,6	2.514	0.998	2.560	0.984	1.1414
16,7	2.747	0.980	2.778	1.022	1.0147
16,8	2.914	1.027	2.958	0.999	0.9372
16,9	2.451	0.934	2.569	0.941	1.0972
16,10	2.739	1.013	2.757	1.004	1.0304
avg.	**2.676**	**0.9028**	**2.6686**	**0.913**	**0.9691± 0.0995**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

QUANTACHROME CORPORATION
Ultrapycnometer 1000 Version 2.12
Analysis Report

Sample & User Parameters

Sample ID: SI1
Weight: 1.0205 grams
Analysis Temperature: 24.1 degC

Date: 01-14-05
Time: 13:32:43
User ID: NARIN

Analysis Parameters

Cell Size: Small
V added - Small: 13.2320 cc
V cell: 14.1752 cc
Target Pressure: 17.0 psi
Equilibrium Time: Auto
Flow Purge: 1:00 min.
Maximum Runs: 5
Number of Runs Averaged: 5

Results

Deviation Requested: 0.010 %
Average Volume: 0.4400 cc
Average Density: 2.3196 g/cc
Coefficient of Variation: 0.6347 %

Deviation Achieved: +/- 0.2743 %
Std. Dev. : 0.0028 cc
Std. Dev. : 0.0147 g/cc

Tabular Data

RUN	VOLUME (cc)	DENSITY (g/cc)
1	0.4357	2.3420
2	0.4382	2.3287
3	0.4399	2.3200
4	0.4430	2.3035
5	0.4429	2.3040

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ข.1 ความหนาแน่นจริง (True density) ของซิลิคอนที่ใช้ในการทดลอง

QUANTACHROME CORPORATION
Ultrapycnometer 1000 Version 2.12
Analysis Report

Sample & User Parameters

Sample ID: SI3N4
Weight: 1.0050 grams
Analysis Temperature: 24.3 degC

Date: 01-14-05
Time: 14:39:22
User ID: NARIN

Analysis Parameters

Cell Size: Small
V added - Small: 13.2320 cc
V cell: 14.1752 cc
Target Pressure: 17.0 psi
Equilibrium Time: Auto
Flow Purge: 1:00 min.
Maximum Runs: 5
Number of Runs Averaged: 5

Results

Deviation Requested: 0.010 %
Average Volume: 0.3183 cc
Average Density: 3.1574 g/cc
Coefficient of Variation: 0.3241 %

Deviation Achieved: +/- 0.1431 %
Std. Dev. : 0.0024 cc
Std. Dev. : 0.0023 g/cc

Tabular Data

RUN	VOLUME (cc)	DENSITY (g/cc)
1	0.3182	3.1586
2	0.3187	3.1538
3	0.3181	3.1598
4	0.3184	3.1565
5	0.3182	3.1583

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ข.2 ความหนาแน่นจริง (True density) ของชิ้นงาน RBSN รูปทรงสี่เหลี่ยม (bar) ที่ผ่านการไนไตรเดชันเป็นเวลา 14 ชั่วโมง

QUANTACHROME CORPORATION
Ultrapycnometer 1000 Version 2.12
Analysis Report

Sample & User Parameters

Sample ID: SI3N4
Weight: 1.0049 grams
Analysis Temperature: 24.2 degC

Date: 01-14-05
Time: 14:06:48
User ID: NARIN

Analysis Parameters

Cell Size: Small
V added - Small: 13.2320 cc
V cell: 14.1752 cc
Target Pressure: 17.0 psi
Equilibrium Time: Auto
Flow Purge: 1:00 min.
Maximum Runs: 5
Number of Runs Averaged: 5

Results

Deviation Requested: 0.010 %
Average Volume: 0.3216 cc
Average Density: 3.1247 g/cc
Coefficient of Variation: 0.3429 %

Deviation Achieved: +/- 0.1428 %
Std. Dev. : 0.0070 cc
Std. Dev. : 0.0044 g/cc

Tabular Data

RUN	VOLUME (cc)	DENSITY (g/cc)
1	0.3217	3.1241
2	0.3215	3.1253
3	0.3216	3.1246
4	0.3216	3.1246
5	0.3216	3.1249

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ข.3 ความหนาแน่นจริง (True density) ของชิ้นงาน RBSN รูปทรงสี่เหลี่ยม (bar) ที่ผ่านการไนไตรเดชันเป็นเวลา 20 ชั่วโมง

QUANTACHROME CORPORATION
Ultrapycnometer 1000 Version 2.12
Analysis Report

Sample & User Parameters

Sample ID: SI3N4
Weight: 1.0051 grams
Analysis Temperature: 24.3 degC

Date: 01-14-05
Time: 14:24:41
User ID: NARIN

Analysis Parameters

Cell Size: Small
V added - Small: 13.2320 cc
V cell: 14.1752 cc
Target Pressure: 17.0 psi
Equilibrium Time: Auto
Flow Purge: 1:00 min.
Maximum Runs: 5
Number of Runs Averaged: 5

Results

Deviation Requested: 0.010 %
Average Volume: 0.3194 cc
Average Density: 3.1472 g/cc
Coefficient of Variation: 0.3577 %

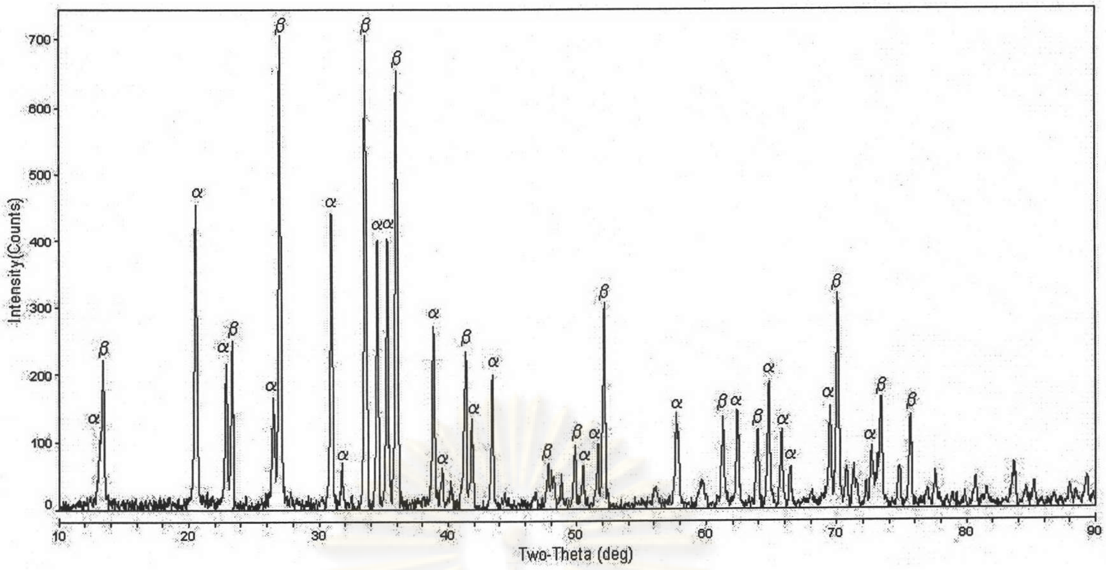
Deviation Achieved: +/- 0.1425 %
Std. Dev. : 0.0011 cc
Std. Dev. : 0.0112 g/cc

Tabular Data

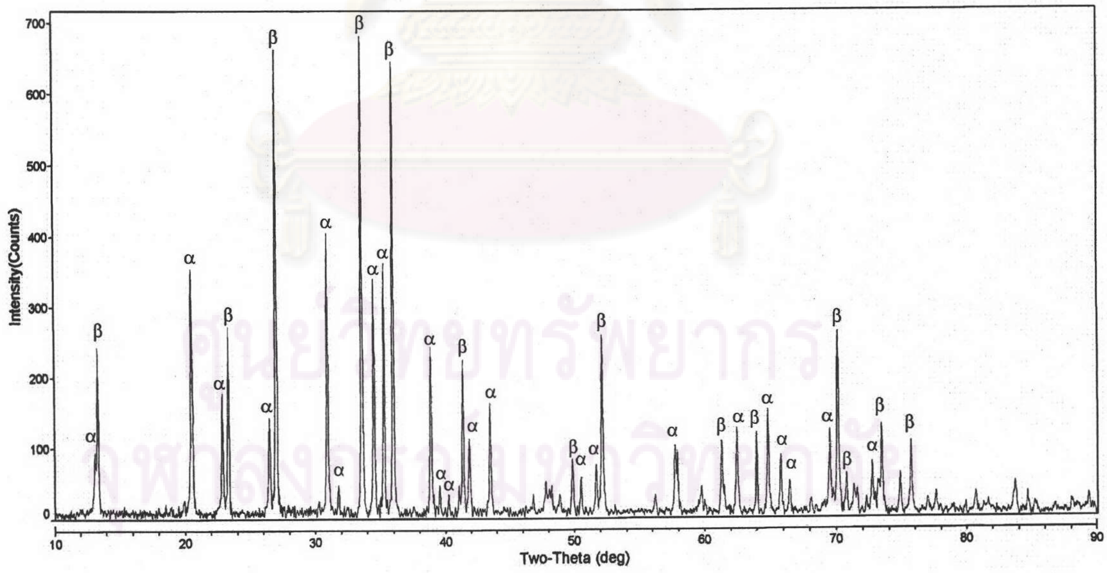
RUN	VOLUME (cc)	DENSITY (g/cc)
1	0.3193	3.1482
2	0.3183	3.1574
3	0.3182	3.1585
4	0.3196	3.1447
5	0.3214	3.1274

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ข.4 ความหนาแน่นจริง (True density) ของชิ้นงาน RBSN รูปทรงสี่เหลี่ยม (bar) ที่ผ่านการไนไตรเดชันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

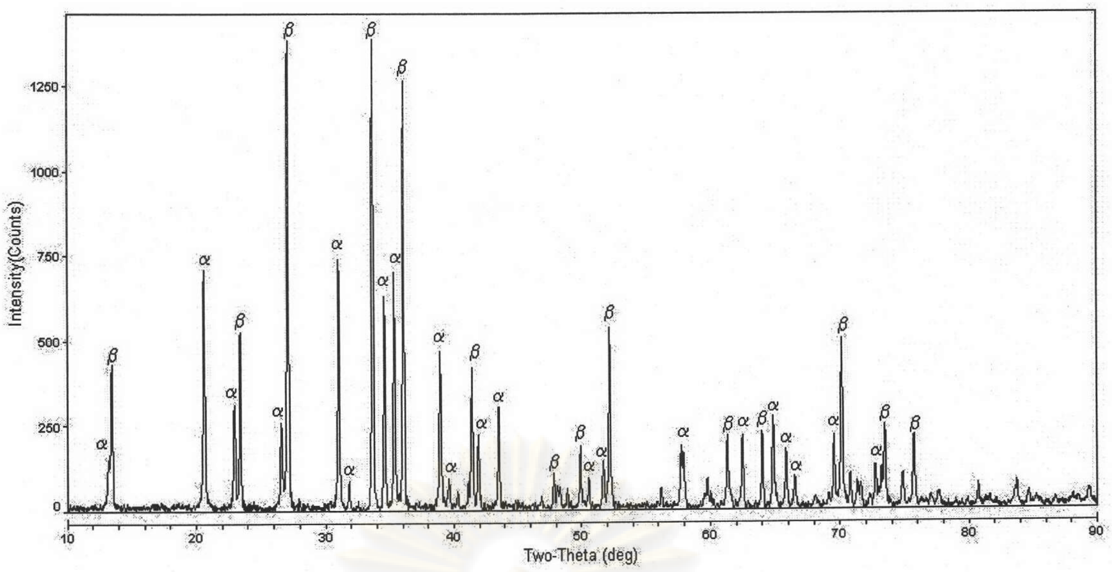


รูปที่ ข.5 ข้อมูล XRD บริเวณกลางชิ้นงานที่ผ่านการไนไตรเดชันที่อุณหภูมิ 1500°C เป็นเวลา 14 ชั่วโมง



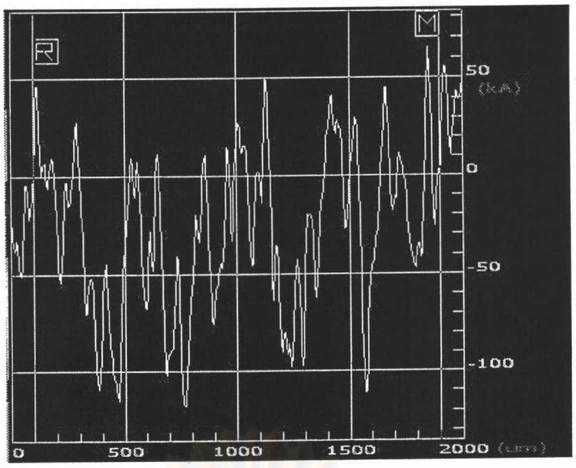
รูปที่ ข.6 ข้อมูล XRD บริเวณกลางชิ้นงานที่ผ่านการไนไตรเดชันที่อุณหภูมิ 1500°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

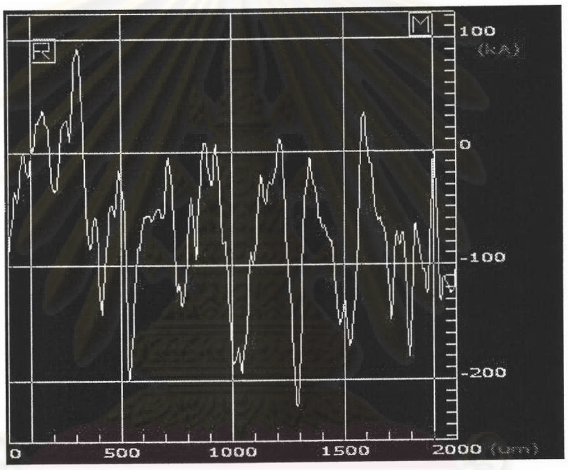


รูปที่ ข.7 ข้อมูล XRD บริเวณกลางชิ้นงานที่ผ่านการไนไตรเดชันที่อุณหภูมิ 1500°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

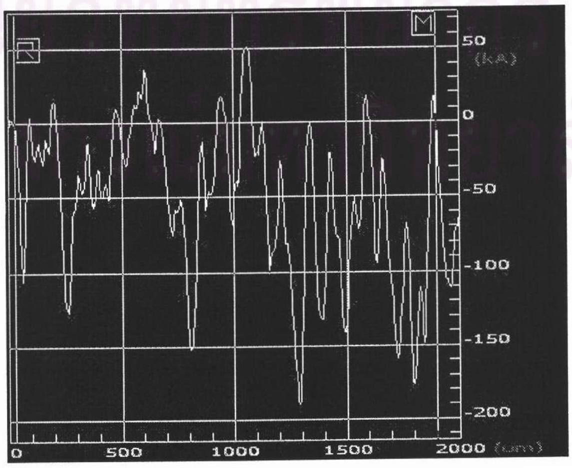
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



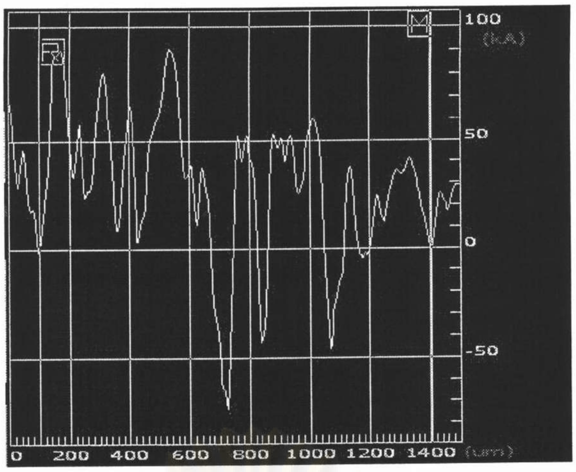
รูปที่ ข.8 Profile ความขรุขระผิว (Ra) ของงานเจาะที่ขนาด ∅ 3.5 mm ซึ่งมีค่า 3.34 μm เมื่อเจาะด้วย Speed/Feed 1200/100 (Dwell time 10 hr)



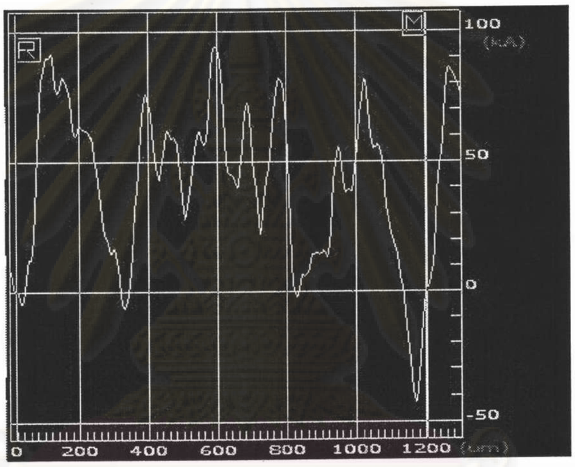
รูปที่ ข.9 Profile ความขรุขระผิว (Ra) ของงานเจาะที่ขนาด ∅ 3.8 mm ซึ่งมีค่า 4.66 μm เมื่อเจาะด้วย Speed/Feed 1000/100 (Dwell time 10 hr)



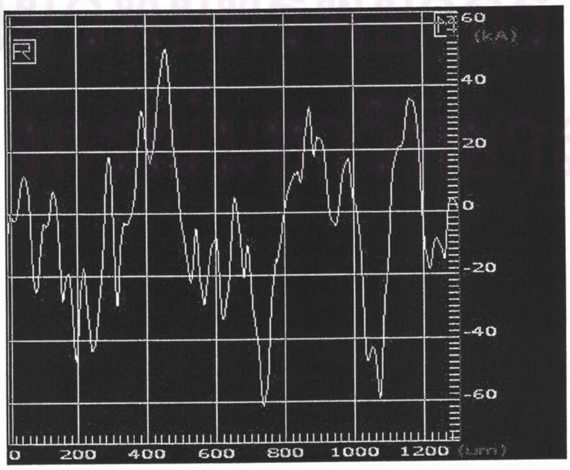
รูปที่ ข.10 Profile ความขรุขระผิว (Ra) ของงานเจาะที่ขนาด ∅ 5.1 mm ซึ่งมีค่า 3.78 μm เมื่อเจาะด้วย Speed/Feed 800/80 (Dwell time 10 hr)



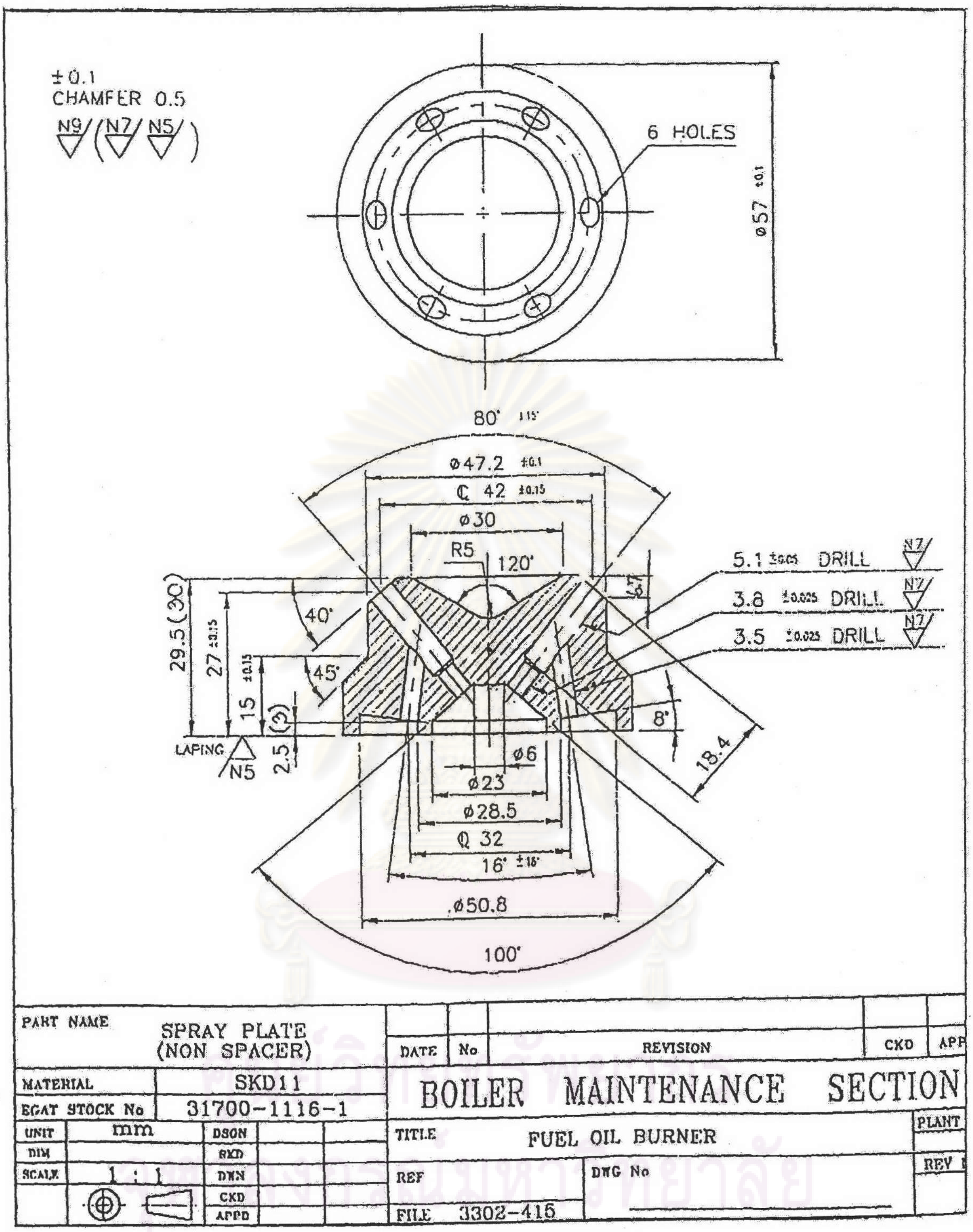
รูปที่ ข.11 Profile ความขรุขระผิว (Ra) ของงานเจาะที่ขนาด ∅ 3.5 mm ซึ่งมีค่า 2.47 μm เมื่อเจาะด้วย Speed/Feed 1200/100 (Dwell time 12 hr)



รูปที่ ข.12 Profile ความขรุขระผิว (Ra) ของงานเจาะที่ขนาด ∅ 3.8 mm ซึ่งมีค่า 2.40 μm เมื่อเจาะด้วย Speed/Feed 1000/100 (Dwell time 12 hr)



รูปที่ ข.13 Profile ความขรุขระผิว (Ra) ของงานเจาะที่ขนาด ∅ 5.1 mm ซึ่งมีค่า 1.93 μm เมื่อเจาะด้วย Speed/Feed 800/80 (Dwell time 12 hr)



รูปที่ ข.14 แบบของหัวฉีดน้ำมันที่ใช้ในโรงไฟฟ้าปัจจุบัน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปาริชาต ม่วงอร่าม เกิดเมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2520 เริ่มเข้าศึกษาระดับอุดมศึกษาที่สาขาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อปี พ.ศ. 2539 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ปีการศึกษา 2543 จากนั้นจึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโลหการ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย