

**ความต้านทานการแตกหักของพอร์ซเลนของกรอบฟันรากเทียม
ที่มีความสูงของส่วนโลหะรองรับด้านประชิดฟันต่างกัน**

นาย สมเกียรติ อัมพลี

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-2559-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**THE PORCELAIN FRACTURE RESISTANCE OF CERAMOMETAL IMPLANT
CROWNS WITH VARYING HEIGHT OF METAL INTERPROXIMAL STRUT**

Mr. Somkeat Implee

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Prosthodontics**

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

ISBN 974-14-2559-7

Copyright of Chulalongkorn University

490211

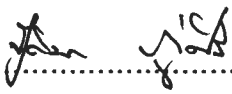
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความต้านทานการแตกหักของพอร์ซเลนของครอบฟันรากเทียมที่มีความสูงของ
ส่วนโลหะรองรับด้านประชิดฟันต่างกัน

โดย นาย สมเกียรติ อัมพลี

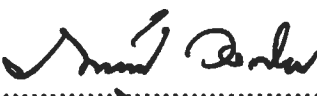
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ตระกล เมฆณารัชชานนท์


คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

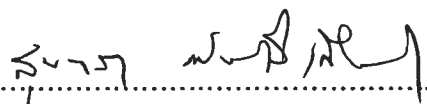
.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิง จิตติมา กุศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ตระกล เมฆณารัชชานนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ดอกเตอร์ แมนสรวง อักษรนุกิจ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ดอกเตอร์ สุนทรา พันธุ์มีเกียรติ)

สมเกียรติ อัมพลี : ความต้านทานการแตกหักของพอร์ซเลนของครอบฟันรากเทียมที่มีความสูง
ของส่วนโลหะรองรับพอร์ซเลนด้านประชิดฟันต่างกัน (THE PORCELAIN FRACTURE
RESISTANCE OF CERAMOMETAL IMPLANT CROWNS WITH VARYING HEIGHT OF
METAL INTERPROXIMAL STRUT) อ.ที่ปรึกษา: ผศ. ทพ. ตระกูล เมฆฉายวิชานนท์,
103 หน้า. ISBN : 974-14-2559-7

การพัฒนาครอบฟันโลหะเคลือบพอร์ซเลนมีความก้าวหน้าขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ป่วยทั้งด้านความสวยงามและความคงทนในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีการออกแบบด้านสบฟันของครอบฟันรากเทียมเป็นพอร์ซเลนทั้งหมดในบางกรณี แต่ปัญหาที่ตามมาคือ พบว่ามีการแตกของพอร์ซเลนบริเวณสันริมฟันซึ่งอาจจะมีความสัมพันธ์กับการออกแบบโครงโลหะที่รองรับบริเวณประชิดฟัน

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความต้านทานต่อการแตกหักของครอบฟันโลหะเคลือบพอร์ซเลนบนรากเทียมซึ่งกำหนดให้มีขนาดเท่ากับฟันหลังบนที่มีความสูง 7.5 มม.และมีการออกแบบส่วนโลหะรองรับพอร์ซเลนด้านประชิดฟันที่แตกต่างกัน 4 แบบ คือ ชนิดที่ไม่มีส่วนโลหะรองรับพอร์ซเลนด้านประชิดฟันมีเพียงแถบโลหะ 0.5 มม. และชนิดที่มีส่วนโลหะรองรับพอร์ซเลนด้านประชิดฟันสูง 2.5 , 4 และ 5.5 มม. ซึ่งจะมีพอร์ซเลนหนาในแต่ละกลุ่มเป็น 7 มม. , 5 มม. , 3.5 มม. และ 2 มม. ตามลำดับ และถูกกำหนดให้เป็นกลุ่ม 1 , 2 , 3 และ 4 ตามลำดับ โดยในการศึกษานี้ใช้ฟันหลักยึดรากเทียมระบบบริเฟลส ชนิดอีซี ขนาด 6 มม. เป็นต้นแบบในการสร้างแบบจำลองทดสอบซึ่งมีสัมผัสประชิดฟันข้างเคียงจำลองขณะสร้างครอบฟันแต่จะถอดสัมผัสประชิดออกขณะทดสอบให้แรง ครอบฟันจะถูกสร้างขึ้นในแลปทันตกรรมด้วยวิธีการเดียวกับที่ใช้ในคลินิก แบ่งเป็น 4 กลุ่มดังกล่าว กลุ่มละ 10 ชิ้น ทำการยึดกับแบบจำลองทดสอบด้วยซิงค์ฟอสเฟสซีเมนต์ ภายหลังทดสอบความต้านทานต่อการแตกหักได้ค่าเฉลี่ยดังนี้ (X±SD) กลุ่มที่ 1 มีค่า 957.33 ± 134.15 นิวตัน กลุ่มที่ 2 มีค่า 1035.03 ± 95.19 นิวตัน กลุ่มที่ 3 มีค่า 1450.734 ± 90.47 นิวตัน และกลุ่มที่ 4 มีค่า 1586.18 ± 134.15 นิวตัน เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว และการทดสอบแบบเชฟเฟ่ สรุปได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 และ 2 มีค่าความต้านทานการแตกหักของพอร์ซเลนต่ำกว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ เมื่อเทียบกลุ่มที่ 1 กับ 2 และ กลุ่มที่ 3 กับ 4 พบว่าค่าความต้านทานการแตกหักของพอร์ซเลนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
ปีการศึกษา 2549

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4776125132 : MAJOR PROSTHODONTICS DENTISTRY

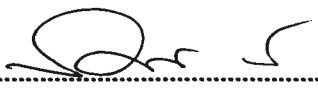

KEY WORD : PORCELAIN FRACTURE RESISTANCE / METAL CERAMIC RESTORATION /
HEIGHT OF METAL PROXIMAL STRUT / THICKNESS OF PORCELAIN

SOMKEAT IMPLEE : THE PORCELAIN FRACTURE RESISTANCE OF
CERAMOMETAL IMPLANT CROWNS WITH VARYING HEIGHT METAL
INTERPROXIMAL STRUT. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. TRAKOL
MEKAYARAJJANANONTH 103 pp. ISBN : 974-14-2559-7

The porcelain-fused-to-metal restorative systems for implant treatment have been continuously developed for responding the esthetic and strength purposes. Complete occlusal porcelain coverage design was occasionally required. Unfortunately, the porcelain fracture on the marginal ridge may be found relating to the proximal design of metal substructure

The purpose of this study was to compare the porcelain fracture resistance between 0.5 m.m. metal interproximal collar design and 2.5 , 4.0 and 5.5 m.m. height metal interproximal strut design (7.0 , 5.0 , 3.5 and 2 m.m. height porcelain respectively) of cement-retained implant-supported metal-ceramic crowns (Group 1 , 2 , 3 and 4 respectively) . Duplicated 40 crowns (10 crowns / group) fabricated on a Replace Easy implant abutment model. Ni-Cr alloy (Noritake EX-3) was used to fabricated substructure and followed with porcelain application (Super porcelain EX-3) according to their manufacturer recommendations. The crowns were then cemented on the Replace Easy implant abutment model under a constant load 5 kg. Zinc phosphate cement was used. Specimens were loaded on a universal testing machine in a compression mode (cross head speed of 1 mm./min) without proximal contact. ANOVA and Scheffe 's statistical analysis (P<0.05) were performed a data. Mean failure loads (X±SD ,N) was 957.33 ± 134.15 N , 1035.03 ± 95.19 N , 1450.734 ± 90.47 N and 1586.18 ± 134.15 N for Groups 1 , 2 , 3 and 4 respectively. Groups 1 and 2 required a significantly lower force to fracture the crowns compare with Groups 3 and 4 . Comparing Group 1 with 2 and Group 3 with 4 , no significant differences were noted.

Department Prosthodontic Dentistry
Field of study Prosthodontic Dentistry
Academic year 2006

Student's signature.....
Advisor's signature.....
Co-Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ตรีภท เมฆธวัชราชานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งท่านได้ให้คำชี้แนะต่างๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้เขียนขอขอบคุณทันตแพทย์รัชภาส พานิชอัศราและสเปคเคนทิลแลป รวมทั้งช่างแลป ที่ได้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการเตรียมชิ้นงานครอบฟันและคำแนะนำที่มีประโยชน์อีกมากมาย

ขอขอบคุณหน่วยวิจัยทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือทดสอบสากล กล้องจุลทรรศน์เสตอริโอและเครื่องมือวัดชนิดต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาด້วยดีเสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
บทที่	
บทที่ 1 บทนำ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
บทที่ 2 ปรัชศน์วรรณกรรม.....	6
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย.....	34
บทที่ 4 ผลวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
บทที่ 5 วิจัยผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	59
บทที่ 6 บทสรุป.....	65
รายการอ้างอิง.....	66
ภาคผนวก.....	89
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การแบ่งชนิดของโลหะผสมโดย ADA ปี 1984.....	11
2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและจำนวนชั้นตัวอย่าง.....	34
3 ความหนาของครอบฟันและความหนาเฉพาะโครงโลหะในแต่ละบริเวณ.....	39
4 ส่วนประกอบของโลหะ Noritake EX-3.....	40
5 อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเผาฟอร์ซเลน.....	45
6 ค่าความต้านทานต่อการแตกหักของครอบฟัน โลหะเคลือบฟอร์ซเลน 4 กลุ่ม.....	53
7 ค่าเฉลี่ยความต้านทานต่อการแตกหักและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทั้ง 4 กลุ่ม.....	53
8 ค่าทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล ความเท่ากันของความแปรปรวน และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติแบบพาราเมตริกซ์ One way ANOVA ชนิด Scheffe.....	54

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1. ภาพโครงสร้างพอร์ชเลน.....	8
2. ภาพซีกอนอะตอมเชื่อมกับออกซิเจน.....	8
3. ภาพการแตกของโลหะและพอร์ชเลน.....	15
4. ภาพการแตกของโลหะและพอร์ชเลน.....	15
5. ภาพแสดงพื้นหลักยึดรากเทียมที่มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับพื้นธรรมชาติ.....	18
6. ภาพแสดงพื้นหลักยึดรากเทียมชนิด UCLA.....	18
7. ภาพแสดงพื้นหลักยึดรากเทียมชนิด UCLA.....	18
8. ภาพแสดงพื้นหลักยึดรากเทียมชนิด UCLA.....	18
9. ภาพแสดงตำแหน่งการสบฟันในฟันกรามซี่แรก.....	19
10. ภาพแสดงแรงที่เพิ่มขึ้นเมื่อออกนอกแนวแกน.....	19
11. ภาพแสดงซี่ฝังส่วนรองรับค้ำประชิด.....	20
12. ภาพแสดงส่วน โครงโลหะรองรับค้ำประชิดฟัน.....	20
13. ภาพถ่ายรังสีส่วน โลหะรองรับค้ำประชิดของ โครงโลหะ.....	20
14. ภาพแสดงการแตกหักของพอร์ชเลนในฟันปลอมรากเทียม.....	22
15. ภาพแสดงการแตกหักของฟันปลอมและสกรู.....	22
16. ภาพแสดง โครงโลหะที่ออกแบบให้มีพื้นที่สำหรับพอร์ชเลน 2 ม.ม.....	22
17. ภาพแสดงพื้นผิวการแตกหักของพอร์ชเลน.....	23
18. ภาพแสดงความหนาโลหะ-พอร์ชเลน.....	28
19. ภาพแสดงด้านสบฟันที่เป็น โลหะและบ่าโลหะทางด้านลิ้นและด้านข้างฟัน.....	28
20. ภาพแสดงรอยต่อ Butt joint.....	29
21. ภาพแสดงการออกแบบ โครงโลหะพื้นหลัง.....	29
22. ภาพแสดงการออกแบบพื้นหลังบน.....	29
23. ภาพแสดงการออกแบบพื้นหลังล่าง.....	30
24. ภาพแสดงความหนาพอร์ชเลน.....	31
25. ภาพแสดงการออกแบบส่วน โลหะรองรับพอร์ชเลนค้ำประชิดฟัน.....	32
26. ภาพแสดงพอร์ชเลนที่มีการรองรับจาก โครงโลหะจะไม่แตก.....	32
27. ภาพแสดงการรองรับด้วย โครงโลหะในทุกบริเวณ.....	32
28. ภาพแสดงการออกแบบ โครงโลหะรองรับพอร์ชเลนค้ำประชิดฟัน ของ Weienberg.....	33

29.	ภาพแสดงการออกแบบโครงโลหะรองรับพอร์ชเลนด้านประชิดพื้น ของ Stein.....	33
30.	ภาพแสดงการออกแบบโครงโลหะรองรับพอร์ชเลนด้านประชิดพื้น ของ McLean.....	33
31.	ภาพแสดงการออกแบบโครงโลหะรองรับพอร์ชเลนด้านประชิดพื้น ของ Miller.....	33
32.	ภาพแสดงการออกแบบโครงโลหะรองรับพอร์ชเลนด้านประชิดพื้น ของ Bell.....	33
33.	ภาพแสดงการออกแบบโครงโลหะรองรับพอร์ชเลนด้านประชิดพื้น ของ Yamamoto.....	33
34.	ภาพแสดงการออกแบบโครงโลหะรองรับพอร์ชเลนด้านประชิดพื้น ของ Naylor.....	33
35.	ภาพแสดงการออกแบบโครงโลหะรองรับพอร์ชเลนด้านประชิดพื้น ของ Shillingberg.....	33
36.	ภาพแสดงพื้นหลักกรากเทียมจำลองระบบรีเฟลส ชนิดอีซี.....	35
37.	ภาพแสดงเครื่องโปรไฟโรมิเตอร์.....	35
38.	ภาพแสดงแบบพื้นหลักกรากเทียมจำลอง.....	35
39.	ภาพแสดงแบบชุดแบบจำลองสำหรับทดสอบ.....	35
40.	ภาพแสดงแบบตำแหน่งยึดสั้มผัสข้างเคียงจำลอง.....	36
41.	ภาพแสดงแบบสั้มผัสข้างเคียงจำลอง.....	36
42.	ภาพแสดงพื้นหลักยึดกรากเทียมจำลอง.....	37
43.	ภาพแสดงชุดแบบจำลองสำหรับทดสอบ.....	37
44.	ภาพแสดงห้วกทดสอบ.....	37
45.	ภาพแสดงรางเลื่อนสำหรับปรับตำแหน่งชุดแบบจำลองสำหรับทดสอบ.....	37
46.	ภาพแสดงการออกแบบโครงโลหะที่มีความสูงโลหะด้านประชิดพื้นต่างกัน 4 แบบ.....	37
47.	ภาพแสดงการสร้างพื้นผิวด้านในกรอบพื้นด้วยอลูมิเนียมก่อนแต่งซีเมนต์.....	38
48.	ภาพแสดงซีเมนต์กรอบพื้นเต็มซี.....	38
49.	ภาพแสดงแม่แบบหมายเลข 1.....	38
50.	ภาพแสดงโครงซีเมนต์ที่มีความสูงด้านประชิดพื้น 5.5 มม.....	39
51.	ภาพแสดงการยึดโครงซีเมนต์กับแกนค้ำรูปเท.....	41
52.	ภาพแสดงเครื่องผสม Multivac4.....	41
53.	ภาพแสดงเข้าลงอินเวสเมนต์.....	41
54.	ภาพแสดงเตาเผา TX-50.....	41
55.	ภาพแสดงโลหะ Noritake EX-3.....	41
56.	ภาพแสดงเตาห้ียงโลหะ Degutron.....	41
57.	ภาพแสดงการตัดแกนค้ำรูปเท.....	42
58.	ภาพแสดงเครื่องเป่าทราย Sand strom.....	42

59. ภาพแสดงโครงโลหะที่ออกแบบให้มีโลหะรองรับพอร์เลนด้านประชิดพื้นสูง 5.5 มม.....	42
60. ภาพแสดงแม่แบบหมายเลข 2.....	42
61. ภาพแสดงแม่แบบหมายเลข 3.....	42
62. ภาพแสดงแม่แบบหมายเลข 4.....	42
63. ภาพแสดงแม่แบบหมายเลข 5.....	42
64. ภาพแสดงโครงซี่ซี่ 4 กลุ่ม.....	43
65. ภาพแสดงโครงโลหะ 4 กลุ่ม.....	43
66. ภาพแสดงโครงโลหะที่มีแท่งจับยึดสำหรับดึงชิ้นงานออก.....	43
67. ภาพแสดงฟิตเชกเกอร์.....	43
68. ภาพแสดงการตรวจสอบความแนบสนิทของครอบฟันด้วยฟิตเชกเกอร์.....	43
69. ภาพแสดงกล้องจุลทรรศน์.....	43
70. ภาพแสดงความแนบสนิทของครอบฟันจากกล้องจุลทรรศน์	43
71. ภาพแสดงเครื่องเป่าไอน้ำ.....	44
72. ภาพแสดงเครื่องเป่าทราย Minisab2.....	44
73. ภาพแสดงการเผาโครงโลหะในเครื่อง KDF Master spirit 120 ก่อนพอกพอร์ชเลน.....	46
74. ภาพแสดงพอร์ชเลน Super EX-3.....	46
75. ภาพแสดงวิธีการพอกพอร์ชเลน.....	46
76. ภาพแสดงครอบฟันโลหะเคลือบพอร์ชเลนต้นแบบที่มีความสูงโลหะด้านประชิด 5.5 มม.....	47
77. ภาพแสดงแม่แบบหมายเลข 6.....	47
78. ภาพแสดงแม่แบบหมายเลข 7.....	47
79. ภาพแสดงแม่แบบหมายเลข 8.....	48
80. ภาพแสดงชิ้นงานครอบฟันโลหะเคลือบพอร์ชเลนทั้ง 4 กลุ่ม.....	48
81. ภาพแสดงชิ้นงานครอบฟันทั้ง 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัว.....	48
82. ภาพแสดงซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์.....	49
83. ภาพแสดงเครื่องซั่งคิติดอล.....	49
84. ภาพแสดงบีเปด.....	49
85. ภาพแสดงซีเมนต์ส่วนผง และเหลว.....	49
86. ภาพแสดงแปรง Ultra brush และการทาซีเมนต์.....	49
87. ภาพแสดงการกดชิ้นงานหลังซีเมนต์ด้วยเครื่องคูโรมิเตอร์.....	49
88. ภาพแสดงภาพพอร์ชเลนที่ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอเพื่อตรวจสอบรอยร้าว.....	50

89. ภาพแสดงเครื่องอินสตรอน.....	50
90. ภาพแสดงการกดหัวกดบนชิ้นงาน.....	50
91. ภาพแสดงเครื่องลอคค์.....	51
92. ภาพแสดงชุดเครื่องมือคึงครอบฟัน.....	51
93. ภาพแสดงฟันหลักจำลองภายหลังการทดสอบ.....	51
94. ภาพแสดงหัวกดทดสอบภายหลังการทดสอบ.....	51
95. ภาพแสดงแผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยความต้านทานการแตกหักและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	54
96. ภาพแสดงการแตกของชิ้นงานกลุ่มที่มีการออกแบบแถบโลหะด้านประชิด 0.5 ม.ม.....	56
97. ภาพแสดงการแตกของชิ้นงานที่มีการออกแบบส่วน โลหะรองรับด้านประชิดสูง 2.5 ม.ม.....	56
98. ภาพแสดงการแตกของชิ้นงานที่มีการออกแบบส่วน โลหะรองรับด้านประชิดสูง 4.0 ม.ม.....	56
99. ภาพแสดงการแตกของชิ้นงานที่มีการออกแบบส่วน โลหะรองรับด้านประชิดสูง 5.5 ม.ม.....	56
100. ภาพแสดงชิ้นงานครอบฟันที่มีการแตกของพอร์ซเลนทั้ง 4 กลุ่ม.....	56
101. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบ โลหะด้านประชิด 0.5 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 7.....	57
102. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบ โลหะด้านประชิด 0.5 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10.....	57
103. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบ โลหะด้านประชิด 0.5 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 7.....	57
104. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบ โลหะด้านประชิด 0.5 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10.....	57
105. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบ โครง โลหะด้านประชิด 2.5 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 7.....	57
106. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบ โลหะด้านประชิด 2.5 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10.....	57
107. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบ โลหะด้านประชิด 2.5 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 7.....	57
108. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบ โลหะด้านประชิด 2.5 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10.....	57
109. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบ โลหะด้านประชิด 4.0 ม.ม.ที่ส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 7.....	58

110. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบโลหะด้านประชิด 4.0 มม.ที่ส่อง
ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10.....58
111. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบโลหะด้านประชิด 4.0 มม.ที่ส่อง
ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 7.....58
112. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบโลหะด้านประชิด 4.0 มม.ที่ส่อง
ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10.....58
113. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบโลหะด้านประชิด 5.5 มม.ที่ส่อง
ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 7.....58
114. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบโลหะด้านประชิด 5.5 มม.ที่ส่อง
ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10.....58
115. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบโลหะด้านประชิด 5.5 มม.ที่ส่อง
ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 7.....58
116. ภาพแสดงรอยแตกของพอร์ซเลนชิ้นงานที่มีการออกแบบแถบโลหะด้านประชิด 5.5 มม.ที่ส่อง
ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10.....58