บทที่ 5

การวัดอายุการใช้งานของดิสก์

ในการทดสอบอายุการใช้งานจะเป็นการนำดิสก์ไปใช้จริงในเครื่องวัด Flying height เพื่อทดสอบว่าดิสก์ที่สร้างขึ้นนั้นมีอายุการใช้งานมากขึ้นเท่าไรเมื่อเปรียบเทียบกับจานแก้วโดยที่อายุการใช้งานนั้นจะพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบและความรุนแรงของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนดิสก์ (บทที่ 5.1) จากนั้นจะทำการตรวจสอบผลการทดสอบโดยการวัดขนาดของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นทั้งบนจานแก้วและบนดิสก์ที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกัน (บทที่ 5.2) รวมถึงการประเมินค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการใช้ดิสก์ที่สร้างขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการทดสอบวัดอายุการใช้งาน (บทที่ 5.3) และสรุปผลของการวัดอายุการใช้งาน (บทที่ 5.4)

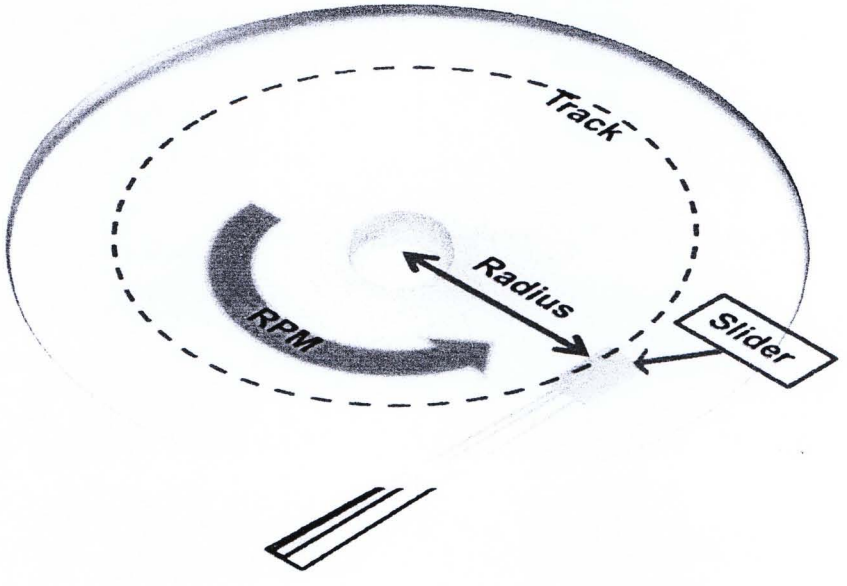
5.1 การทดสอบวัดอายุการใช้งานโดยเครื่องวัด Flying height tester

โดยปกติแล้วในการบวนการวัด Flying height ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ อายุการใช้งานของจานแก้วคือจำนวนของหัวอ่าน/เขียนที่สามารถวัดได้ก่อนที่จะเกิดรอยขีดข่วนขึ้น ซึ่งรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากที่ชนกันหรือสัมผัสกันระหว่างหัวอ่าน/เขียนและจานแก้วซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของหัวอ่าน/เขียน ถ้าหัวอ่าน/เขียนที่นำมาวัดนั้นดีก็จะทำให้สามารถวัดหัวอ่าน/เขียนได้จำนวนมากและมีอายุการใช้งานยาวนาน แต่ในทางกลับกันถ้าหัวอ่าน/เขียนที่นำมาวัดนั้นไม่ดีซึ่งอาจเกิดการชนกันระหว่างจานแก้วและหัวอ่าน/เขียนทำให้เกิดรอยขีดข่วนขึ้นบนจานแก้วในทันทีที่เริ่มทำการวัดทำให้อายุการใช้งานของจานแก้วที่วัดด้วยหัวอ่าน/เขียนที่ไม่ดีนั้นสั้นมาก

ในกระบวนการวัด Flying height ลักษณะของหัวอ่าน/เขียนในแต่ละกลุ่มจะมีทั้งดีและไม่ดีรวมกันในลักษณะสุ่มซึ่งทำให้อายุการใช้งานของจานแก้วนั้นไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับลักษณะของหัวอ่าน/เขียนที่นำมาวัด ดังนั้นในกระบวนการวัด Flying height แบบปกติจึงไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการทดสอบอายุการใช้งานของดิสก์ จึงทำการออกแบบการทดลองใหม่โดยเลือกเฉพาะแต่หัวอ่าน/เขียนที่ดีซึ่งก็คือ หัวอ่าน/เขียนที่สามารถบินได้ปกติและมีความสูงที่ใช้บิน (Flying height) อยู่ในค่าที่ใกล้เคียงกันมาทำการทดสอบ

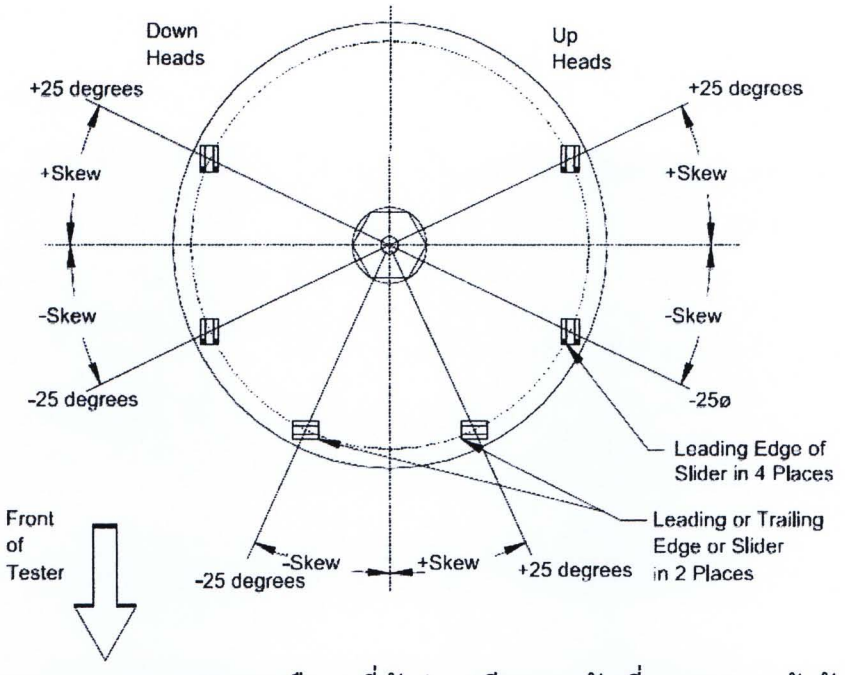
โดยที่การทดสอบนั้นจะออกแบบให้เร่งการเกิดรอยขีดข่วนบนดิสก์โดยใช้หัวอ่าน/เขียนที่ดี ซึ่งทำได้โดยการควบคุมให้หัวอ่าน/เขียนบินด้วยสภาวะที่ไม่เหมาะสม (Critical condition) โดยการปรับพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ 1. ความเร็วเชิงเส้นของดิสก์ (IPS, Inch per second) 2.

มุม Skew ของหัวอ่าน/เขียน และ 3. ระยะ Z-height ของแท่นยึดหัวอ่านเขียน โดยที่การปรับแต่ละพารามิเตอร์มีความหมายดังนี้ ความเร็วในการหมุนเชิงเส้นของดิสก์ คือ การปรับความเร็วรอบของดิสก์ (Round per minute) ความเร็วรอบของดิสก์นั้นจะเปลี่ยนแปลงตามรัศมีของดิสก์ที่ใช้ทำการวัด (Measurement track) การวัด Flying height บริเวณรัศมีด้านในของดิสก์นั้นจะใช้ความเร็วรอบที่สูงในขณะที่การวัด Flying height ที่รัศมีด้านนอกของดิสก์จะใช้ความเร็วรอบที่ต่ำกว่า แต่ความเร็วเชิงเส้นนั้นจะเท่ากันในทุก ๆรัศมีที่ใช้ทำการวัดดังนั้นการปรับความเร็วเชิงเส้นจะทำให้สภาวะในแต่ละรัศมีที่ทำการวัด (Track) เหมือนกัน โดยที่ความเร็วในการหมุนเชิงเส้นของดิสก์ที่สภาวะปกติ (Normal condition) คือ 565 นิ้ว/วินาทีและจะถูกปรับลงมาที่ 209 นิ้ว/วินาที ที่ Critical condition โดย IPS ที่ต่ำลงจะทำให้ความเร็วลมที่เข้ามาปะทะกับหัวอ่าน/เขียนต่ำลงซึ่งจะทำให้แรงยกที่ทำให้หัวอ่าน/เขียนบินนั้นน้อยลง โดยที่ IPS สามารถคำนวณได้จาก 0.1417 × RPM × รัศมีที่ใช้ทำการวัด ไดอะแกรมของพารามิเตอร์ต่าง ๆแสดงไว้ดังรูปที่ 5.1



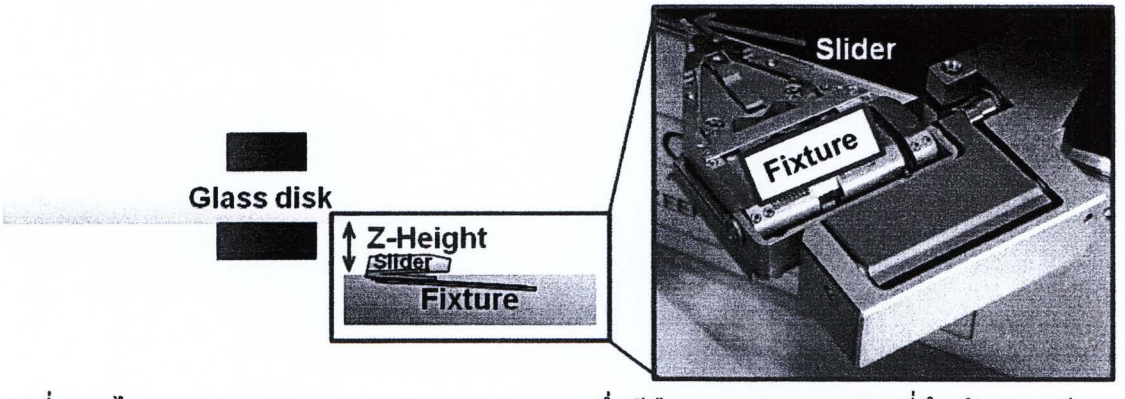
รูปที่ 5.1 ไดอะแกรมของพารามิเตอร์ต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการปรับ IPS

มุม Skew ของหัวอ่านเขียน คือ มุมที่หัวอ่านวางตัวเบี่ยงเบนไปจากเส้นรัศมีของดิสก์ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.2 ในการทดสอบนี้มุม Skew จะเปลี่ยนแปลงจาก 0 องศาที่ Normal condition ไปเป็น -16.44 องศาที่ Critical condition โดยที่การเปลี่ยนแปลงมุม Skew ของหัวอ่าน/เขียนไปจากเดิมนั้นอาจทำให้การบินของหัวอ่าน/เขียนนั้นเอียงได้



รูปที่ 5.2 ไดอะแกรมของมุม Skew หรือมุมที่หัวอ่าน/เขียนวางตัวเบี่ยงเบนจากเส้นรัศมีของดิสก์

ระยะ Z-height ของที่ยึดหัวอ่านเขียน เป็นการปรับระยะห่างระหว่างส่วนที่ยึดหัวอ่าน/เขียนและดิสก์ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 5.3 โดยที่ในเครื่องวัด Flying height การปรับ Z-height ให้มีค่าน้อยลง หมายถึงระยะห่างระหว่างหัวอ่าน/เขียนและดิสก์จะมีค่าน้อยลง ในการทดสอบนี้ค่า Z-height จะถูกปรับจาก 0.7688 มิลลิเมตรที่ Normal condition ไปเป็น 0.7682 มิลลิเมตรที่ Critical condition การปรับค่า Z-height ให้น้อยลงนั้นจะเป็นการเพิ่มโอกาสให้หัวอ่าน/เขียนและดิสก์เกินการสัมผัสกันมากขึ้น ซึ่งพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ถูกปรับนั้นแสดงไว้ดังตารางที่ 5.1



รูปที่ 5.3 ไดอะแกรมของระยะความสูง Z-height ซึ่งก็คือระยะห่างระหว่างที่ยึดหัวอ่านเขียน (Fixture) และดิสก์

ตารางที่ 5.1 พารามิเตอร์ต่างๆที่ถูกปรับใน Critical condition

Parameters	Normal condition	Critical condition
ความเร็วเชิงเส้นของดิสก์ (IPS)	565 นิ้ว/วินาที	209 นิ้ว/วินาที
มุม Skew	0 องศา	-16.44 องศา
Z-height	0.7688 มิลลิเมตร	0.7682 มิลลิเมตร

จากการปรับพารามิเตอร์ดังกล่าว (IPS, มุม Skew และ Z-height) จะทำให้หัวอ่าน/เขียนสูญเสียความสามารถในการบินและจะชนกับดิสก์และจะทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนดิสก์ อายุการใช้งานของดิสก์จะวัดจากระยะเวลาการทดสอบก่อนที่จะเกิดรอยขีดข่วนขึ้นบนดิสก์ซึ่งรอยขีดข่วนสามารถสังเกตได้จากสิ่งสกปรก (Contamination) ที่มาเกาะตาม ABS ของหัวอ่าน/เขียน เนื่องจากเวลาที่ดิสก์เกิดรอยขีดข่วนขึ้นเศษสิ่งสกปรกที่เกิดจากรอยขีดข่วนจะไปเกาะตาม ABS ของหัวอ่าน/เขียน โดยที่การทดสอบนี้มีเครื่องมือ, อุปกรณ์, ขั้นตอนการทดสอบ และผลการทดสอบดังต่อไปนี้

<u>เครื่องมือวัด</u>

1. เครื่องวัด Flying height tester (DFHT5, KLA-tencor)

<u>อุปกรณ์</u>

1. ดิสก์ที่เคลือบด้วยซิลิกอนหน้า 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตร
2. จานแก้ว
3. หัวอ่าน/เขียนที่บินด้วยความสูง (Flying height) 12 นาโนเมตร

<u>ขั้นตอนการทดสอบ</u>

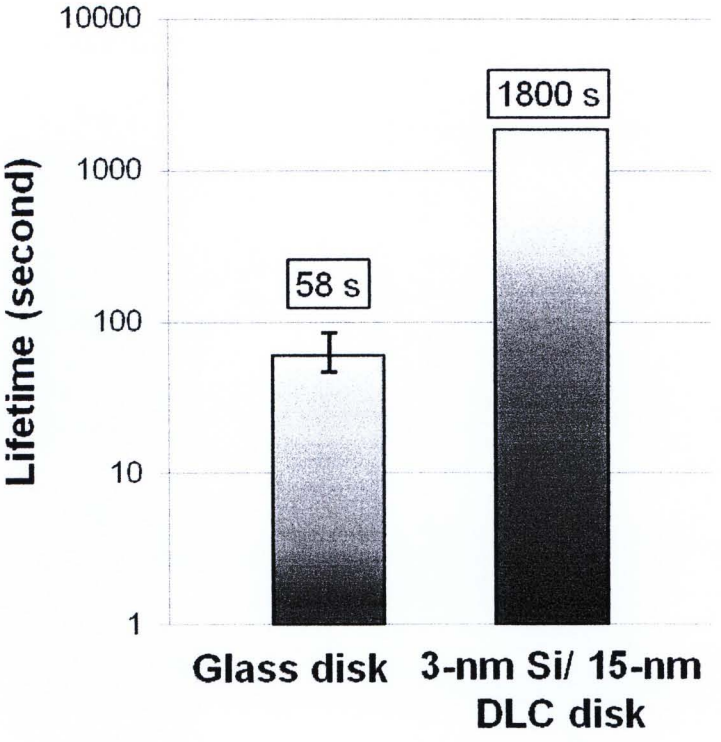
1. ทำการคัดเลือกหัวอ่าน/เขียนที่สามารถบินได้ปกติจำนวน 20 ตัวจากกลุ่ม โดยนำไปทดสอบวัดในกระบวนการวัด Flying height ตามปกติ หัวอ่าน/เขียนที่สามารถบินได้ปกติและมีค่า Flying height ประมาณ 10 ถึง 14 นาโนเมตร จะถูกเลือกออกมาจากกลุ่มเพื่อนำไปทดสอบในการวัดอายุการใช้งานของดิสก์
2. การทดสอบเริ่มโดยการปล่อยให้หัวอ่าน/เขียนบินเป็นเวลา 1 นาทีที่สภาวะปกติ (Normal condition) ที่เหมาะสมต่อการบินของหัวอ่านเขียน (ความเร็วเชิงเส้นของการหมุนของดิสก์ 565 นิ้ว/วินาที, มุม Skew 0 องศาและ ระยะ Z-height 0.7688

ไมโครเมตร) เพื่อให้แน่ใจว่าหัวอ่าน/เขียนที่จะนำมาทดสอบสามารถบินได้อย่างปกติและเป็นการตรวจสอบ ABS ของหัวอ่าน/เขียนให้แน่ใจว่าไม่มีความผิดปกติเกิดขึ้น

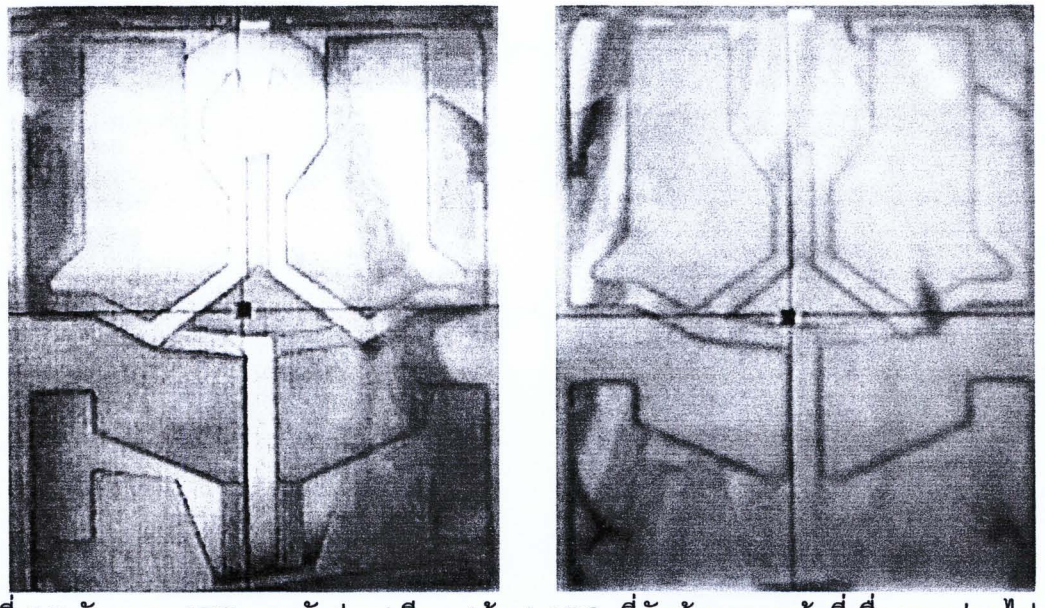
3. เปลี่ยนสภาวะที่ใช้ทดสอบเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมในการบินของหัวอ่าน/เขียน (Critical condition) โดยมีพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้ ความเร็วเชิงเส้นของการหมุนของดิสก์ 209 นิ้ว/วินาที, มุม Skew -16.44 องศาและ ระยะ Z-height 0.7682 ไมโครเมตร เพื่อเร่งให้เกิดการชนกันระหว่างหัวอ่าน/เขียนและดิสก์ ที่สภาวะนี้หัวอ่าน/เขียนจะสูญเสียความสามารถในการบินและเริ่มชนกับดิสก์ ซึ่งอายุการใช้งานจะวัดจากระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนที่จะเกิดรอยขีดข่วนขึ้นบนดิสก์
4. ทำการทดสอบซ้ำ 9 Tracks บนจานแก้วและ 5 Tracks บนดิสก์ที่มีซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตร (เนื่องจากบนจานแก้วสามารถทดสอบได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังจึงสามารถทดสอบได้ 9 Track ส่วนดิสก์ที่สร้างขึ้นนั้นมีการเคลือบผิวเพียงแค่ด้านเดียวดังนั้นจึงทำการทดสอบได้เพียงแค่ด้านเดียวจึงทดสอบได้เพียง 5 Track)

ผลการทดสอบ

จากรูปที่ 5.4 แสดงถึงอายุการใช้งานของจานแก้ว 1 track เปรียบเทียบกับอายุการใช้งานของดิสก์ที่มีซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตร อายุการใช้งานของจานแก้วอยู่ที่ 58 วินาทีส่วนอายุการใช้งานของดิสก์ที่เคลือบผิวหน้าด้วยซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรอยู่ที่ 1800 วินาที (30 นาที) โดยที่ภาพของ ABS ของหัวอ่าน/เขียนหลังจากการทดสอบวัดอายุการใช้งานของทั้งจานแก้วและดิสก์ที่เคลือบด้วยซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรแสดงไว้ดังรูปที่ 5.5 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบ ABS ของหัวอ่าน/เขียนที่ทำการทดสอบด้วยจานแก้วที่เวลา 50 วินาทีและ ABS ของหัวอ่าน/เขียนที่ทำการทดสอบด้วยดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรและ DLC หนา 15 นาโนเมตรที่เวลา 1800 วินาทีซึ่งจะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน โดยที่จะพบ Contamination เกาะอยู่เต็ม ABS ของหัวอ่าน/เขียน (รูปที่ 5.5(ซ้าย)) ในขณะที่พบ Contamination บน ABS ของหัวอ่าน/เขียนที่ทดสอบด้วยดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC หนา 15 นาโนเมตรเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (รูปที่ 5.5(ขวา))

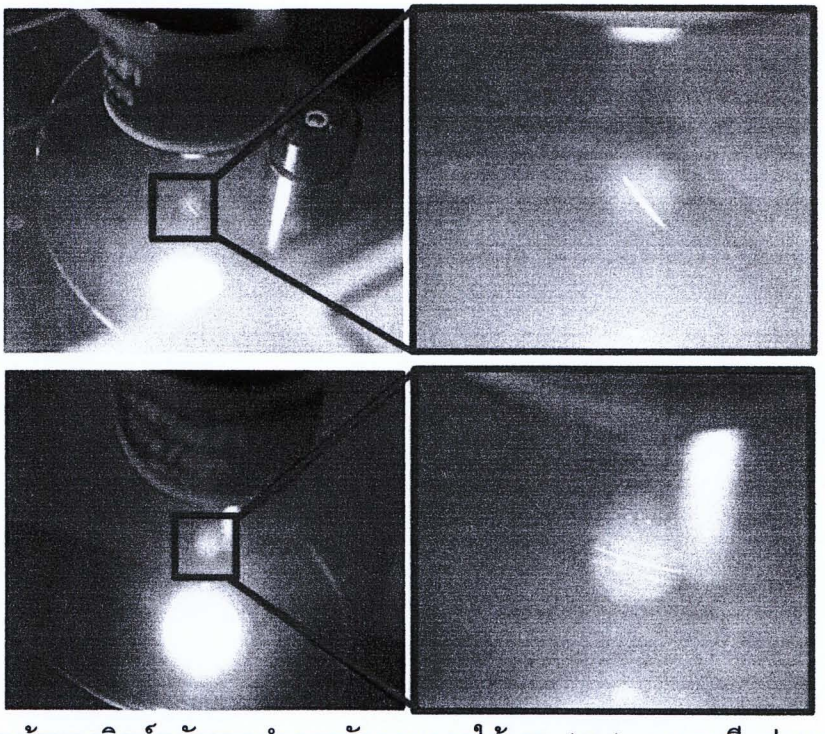


รูปที่ 5.4 ผลการทดสอบอายุการใช้ของจานแก้วเปรียบเทียบกับดิสก์ที่เคลือบด้วยซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรและ DLC หนา 15 นาโนเมตร



รูปที่ 5.5 ลักษณะ ABS ของหัวอ่าน/เขียน (ซ้าย) ABS ที่วัดด้วยจานแก้วที่เมื่อเวลาผ่านไป 50 วินาที (ขวา) ABS ที่วัดด้วยดิสก์ที่มีซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรที่เวลา 1800 วินาที

จากนั้นจึงทำการตรวจสอบรอยขีดข่วนบนผิวหน้าของทั้งจานแก้วและดิสก์ที่ใช้ทำการทดสอบ ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.6 ซึ่งแสดงถึงผิวหน้าของจานแก้วและดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตร และ DLC 15 นาโนเมตรหลังจากทดสอบการวัดอายุการใช้งาน (ที่ 58 วินาทีและ 1800 วินาที ตามลำดับ) ซึ่งพบรอยขีดข่วนทั้งบนผิวหน้าของจานแก้วและบนดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรและ DLC หนา 15 นาโนเมตร ซึ่งจากรูปที่ 5.6 จะเห็นว่าเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าจะพบว่ารอยขีดข่วนบนจานแก้วนั้นจะสามารถมองเห็นได้ชัดเจนกว่า และเพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการวัดอายุการใช้งานจึงนำดิสก์ทั้ง 2 แผ่นมาวัดขนาดของรอยขีดข่วน (Scratch profile) โดยใช้เครื่อง Profiler เพื่อที่จะเปรียบเทียบลักษณะของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้น



รูปที่ 5.6 ผิวหน้าของดิสก์หลังจากทำการวัดอายุการใช้งาน (บน) พบรอยขีดข่วนอย่างชัดเจนบนจานแก้ว (ล่าง) รอยขีดข่วนบนดิสก์ที่มีซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตร

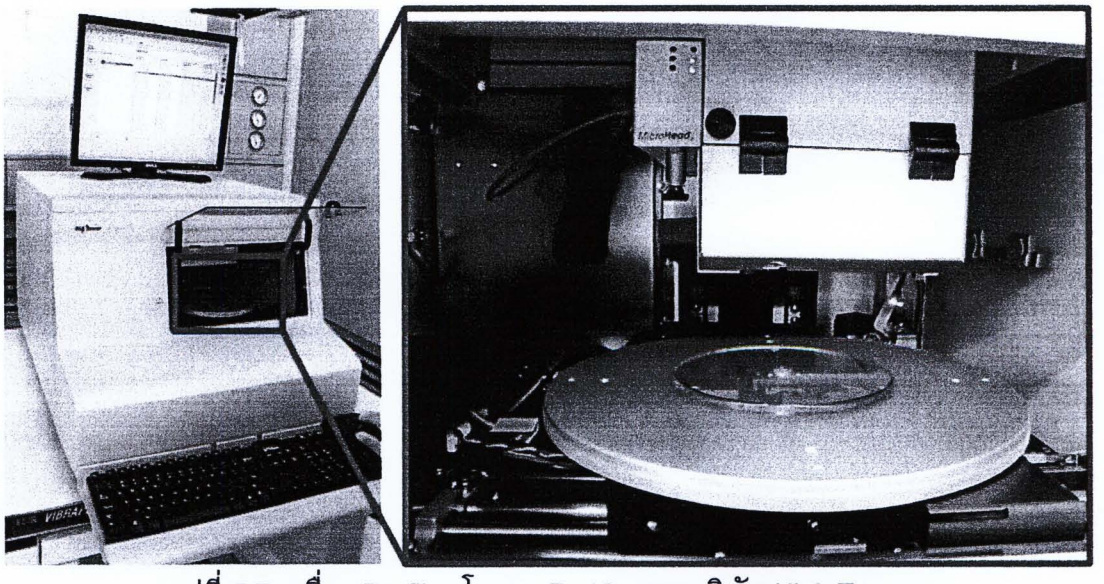
5.2 การตรวจสอบรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนดิสก์ด้วยเครื่อง Profiler

การทดสอบนี้จะเป็นการใช้เครื่อง Profiler ในการตรวจสอบรอยขีดข่วนบนดิสก์ทั้ง 2 แผ่นที่เกิดขึ้นการทดสอบวัดอายุการใช้งานด้วยเครื่อง Flying height tester ในหัวข้อที่ 5.1 โดยที่เครื่อง Profiler จะเป็นการใช้ Probe ลากไปบนผิวของดิสก์เพื่อทำการสร้างภาพของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนดิสก์ (Scratch profile) โดยที่จะแตกต่างจากโหมด AFM ในเครื่อง Triboindentor ที่ใช้ในบทที่ 4 คือจะมีขอบเขตในการสแกนใหญ่กว่าซึ่งจะเหมาะกับการสร้าง

ภาพของรอยขีดข่วนที่มีขนาดใหญ่กว่า โดยที่การทดสอบนี้มีเครื่องมือ, อุปกรณ์, ขั้นตอนการทดสอบ และ ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

เครื่องมือวัด

1. เครื่องวัด Profiler โมเดล P.16+ ของบริษัท KLA-tencor ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 เครื่อง Profiler โมเดล P. 16+ ของบริษัท KLA-Tencor

อุปกรณ์

1. ดิสก์ที่เคลือบด้วยซิลิกอนหน้า 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตร
2. จานแก้ว

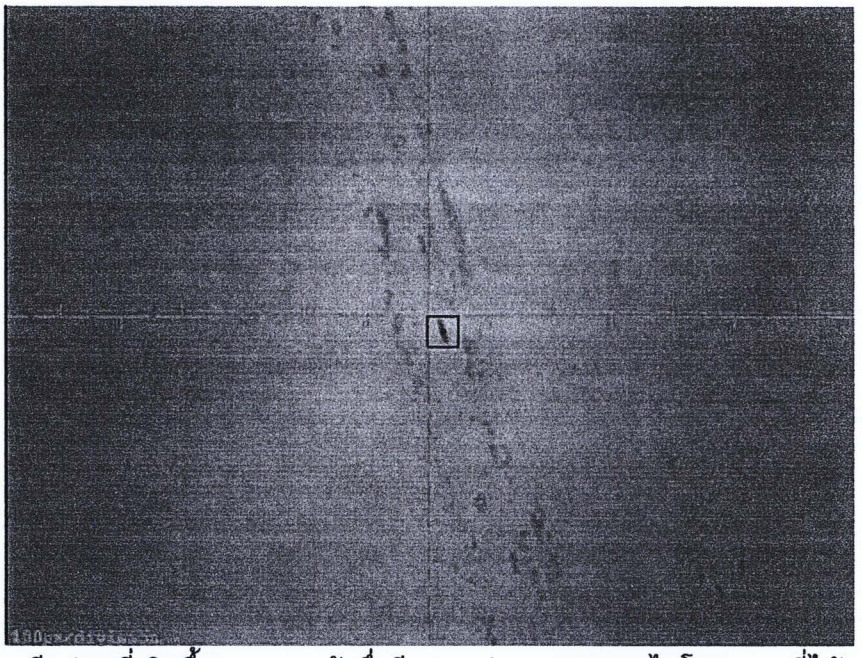
ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทำการสแกนผิวหน้าของดิสก์บริเวณที่เกิดรอยขีดข่วนซึ่งสามารถสังเกตได้จากภาพบนกล้อง CCD โดยที่ทำการสแกนเป็นพื้นที่ 100 ไมโครเมตร x 100 ไมโครเมตร จากนั้นทำการวิเคราะห์รอยขีดข่วนที่เกิดขึ้น
2. ทำการสแกนซ้ำดิสก์ละ 3 รอยขีดข่วนเพื่อยืนยันผลการทดสอบ

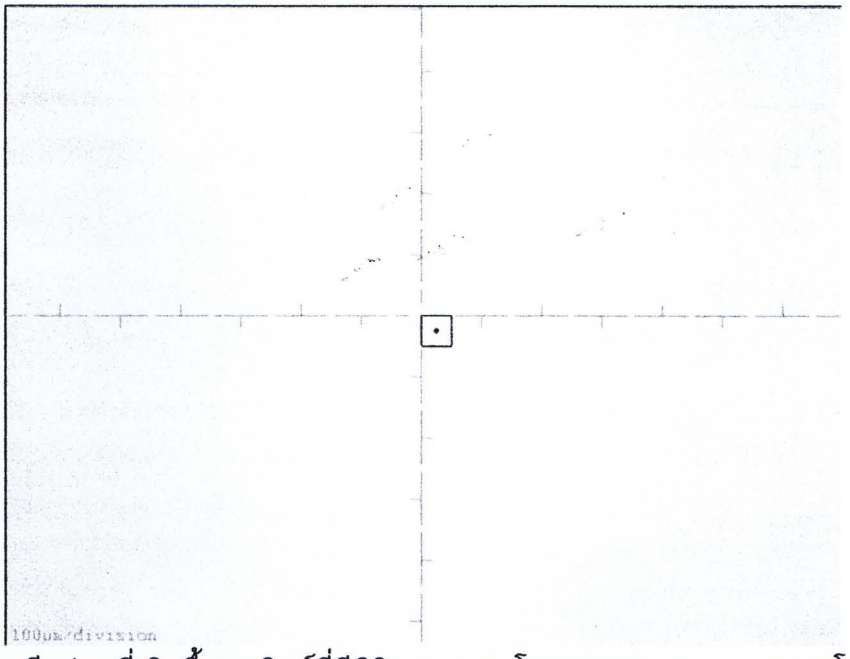
ผลการทดสอบ

ผลจากการส่องดูด้วยกล้อง CCD ที่ติดอยู่ที่เครื่อง Profiler ในเบื้องต้นพบว่าขนาดของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนจานแก้วกับดิสก์ที่มีซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรนั้น

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 5.8 และรูปที่ 5.9 ซึ่งแสดงในหน่วยสเกล 100 ไมโครเมตรจะเห็นได้ว่ารอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนแก้วนั้นมีขนาดประมาณ 400 ไมโครเมตร ในขณะที่รอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรนั้นมีขนาดเล็กกว่านั้นมาก ซึ่งรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนจานแก้วนั้นจะเป็นลักษณะไม่ต่อเนื่องกัน เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการทดสอบเฉลี่ยนั้นเพียง 58 วินาทีหรือก็คืออายุการใช้งานของจานแก้วที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อที่ 5.1 แต่รอยขีดข่วนบนดิสก์ที่มีซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรนั้นจะเกิดต่อเนื่องกันเป็นลักษณะตามเส้นรอบวงของดิสก์เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการทดสอบวัดอายุการใช้งานนั้นมากกว่า

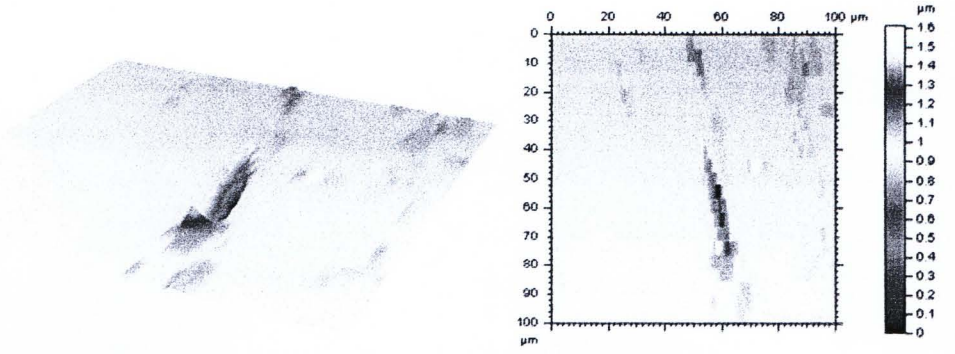


รูปที่ 5.8 รอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนจานแก้วซึ่งมีขนาดประมาณ 400 ไมโครเมตรที่ได้จากการมองผ่านกล้อง CCD ของเครื่อง Profiler โดยแสดงผลในสเกล 100 ไมโครเมตร

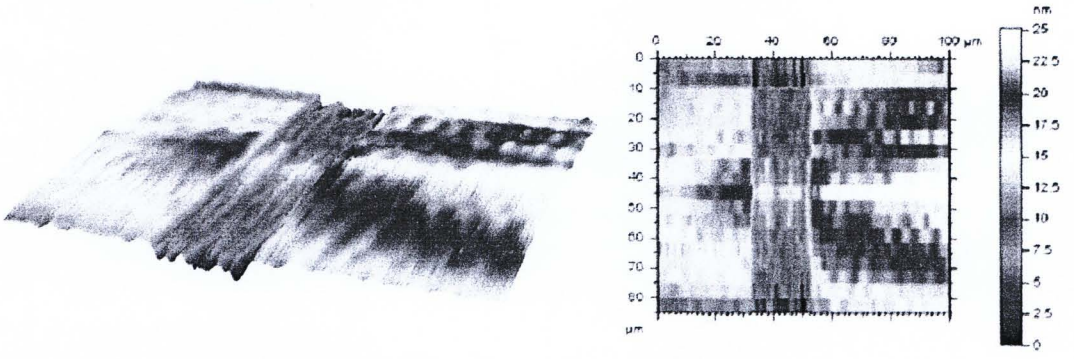


รูปที่ 5.9 รอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนดิสก์ที่มีซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรซึ่งมีขนาดประมาณ 18 ไมโครเมตรที่ได้จากการมองผ่านกล้อง CCD ของเครื่อง Profiler โดยแสดงผลในสเกล 100 ไมโครเมตร

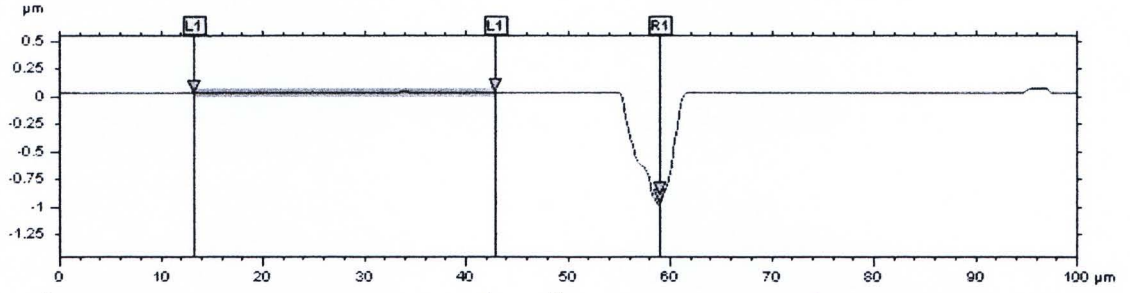
ซึ่งภาพของรอยขีดข่วนที่ได้จากเครื่อง Profiler ของจานแก้วและดิสก์ที่มีซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรแสดงไว้ดังรูปที่ 5.10 และรูปที่ 5.11 และจากภาพตัดขวาง (Cross section) ของรอยขีดข่วนของจานแก้วและดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 5.12 และรูปที่ 5.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความลึกของรอยขีดข่วนบนจานแก้วนั้นประมาณ 1 ไมโครเมตรส่วนความลึกของรอยขีดข่วนของดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรและ DLC หนา 15 นาโนเมตรนั้นประมาณ 10 นาโนเมตร ซึ่งจากภาพตัดขวางจะเห็นว่าความกว้างของรอยขีดข่วนของดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตร (18 นาโนเมตร) นั้นกว้างกว่ารอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนจานแก้ว (6.3 นาโนเมตร) เนื่องจากบนจานแก้วนั้นเกิดรอยขีดข่วนไม่ต่อเนื่องจึงต้องเลือกวัดในบริเวณที่สนใจซึ่งไม่ใช่ความกว้างทั้งหมดของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้น (ประมาณ 400 นาโนเมตร)



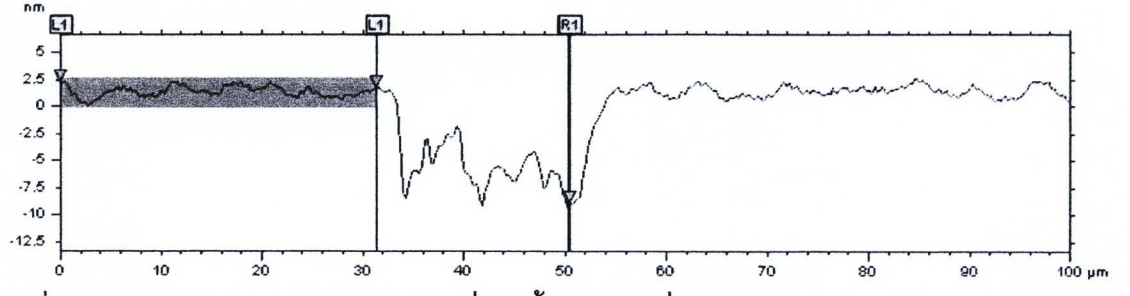
รูปที่ 5.10 ภาพของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนแก้วบนบริเวณที่ทำการวัด



รูปที่ 5.11 ภาพของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตร



รูปที่ 5.12 ภาพตัดขวางของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนแก้วบนบริเวณที่ทำการวัดโดยมีความลึกของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นคือ 1 ไมโครเมตร



รูปที่ 5.13 ภาพตัดขวางของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรและ DLC หนา 15 นาโนเมตรโดยมีความลึกของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นคือ 10 นาโนเมตร

5.3 การประเมินค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการใช้ดิสก์ที่สร้างขึ้น

การประเมินค่าใช้จ่ายในการวัด Flying height เปรียบเทียบกันระหว่างการใช้จานแก้วและดิสก์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกอนและ DLC แสดงไว้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการวัด Flying height ระหว่างจานแก้วและดิสก์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกอนและ DLC

Estimated cost	Glass disk	Fabricated disk	Unit
Glass disk cost	10,000	10,000	Baht
Fabrication cost	0	~2,000	Baht
Total cost	10,000	~12,000	Baht
Lifetime extension	1	30	Times
Total cost / Lifetime	10,000	~400	Baht
Cost reduction	1	~25	Times
WD cost	2,000,000	80,000	Baht

จากตารางจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในส่วนของจานแก้ว 1 แผ่นคือ 10,000 บาท ส่วนดิสก์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกอนและ DLC จะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 12,000 บาท โดยที่เป็นค่าใช้จ่ายในส่วนของจานแก้ว 10,000 บาทและค่าใช้จ่ายในการเคลือบผิวจานแก้วประมาณ 2,000 บาท และจากผลการทดสอบอายุการใช้งานพบว่าดิสก์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกอนและ DLC มีอายุการใช้งานมากกว่าจานแก้วอย่างน้อย 30 เท่า จึงทำให้สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ต่ออายุการใช้งานได้ดังนี้ จานแก้ว 10,000 บาท และดิสก์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกอนและ DLC ประมาณ 400 บาท จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายนั้นสามารถลดลงได้ถึง 25 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้จานแก้ว ดังนั้นค่าใช้จ่ายในกระบวนการวัด Flying height ในส่วนของจานแก้วของบริษัทเวิสเทิร์น ดิจิตอลสามารถลดลง

จาก 2,000,000 บาท มาเป็น 80,000 บาทเท่านั้น ซึ่งก็คือสามารถลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการวัด Flying height ลงได้ถึง 96 เปอร์เซ็นต์

5.4 สรุปผลการทดสอบการวัดอายุการใช้งานของดิสก์

จากผลการทดสอบวัดอายุการใช้งานโดยใช้เครื่องวัด Flying height ที่แสดงไว้ดังรูปที่ 5.5 และรูปที่ 5.6 และจากการยืนยันผลการทดสอบโดยใช้เครื่อง Profiler ในการสร้างภาพของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนผิวหน้าของดิสก์ทั้ง 2 แผ่นและทำการวัดขนาดของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นดังที่แสดงผลไว้ดังรูปที่ 5.8 ถึงรูปที่ 5.13 ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการเคลือบผิวหน้าของจานแก้วด้วยซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรและ DLC หนา 15 นาโนเมตรสามารถปรับปรุงอายุการใช้งานของจานแก้วให้เพิ่มขึ้นได้อย่างน้อย 30 เท่าโดยที่รอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 3 นาโนเมตรและ DLC 15 นาโนเมตรนั้นมีขนาดเล็กกว่าที่เกิดขึ้นบนจานแก้วอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าค่าใช้จ่ายในการวัด Flying height สามารถลดลงได้ถึง 96 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับจานแก้ว