บทที่ 4

การทดสอบความหนาของซิลิกอนที่มีผลต่อการมองเห็น Pole-tip และความแข็งแรงของดิสก์

เนื่องจากความหนาของซิลิกอนจะมีผลต่อความแข็งแรงดิสก์และการมองเห็น Pole-tip จึงต้องทำการศึกษาความหนาของซิลิกอนที่เหมาะสมเพราะถ้าซิลิกอนบางเกินไปก็จะผลต่อการยึดติดของฟิล์มไม่ดีซึ่งอาจทำให้เกิดการลอกออกของฟิล์มได้ (Delamination) แต่ถ้าซิลิกอนมีความหนาเกินไปก็จะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการมองเห็น Pole-tip จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อหาความหนาของซิลิกอนที่เหมาะสมดังนั้นจึงทำการสร้างดิสก์ตามกระบวนการสร้างในหัวข้อที่ 3.1 จำนวน 5 แผ่นโดยที่แต่ละดิสก์จะมีความหนาซิลิกอนแตกต่างกันโดยมีความหนาตั้งแต่ 1, 3, 5, 7 และ 9 นาโนเมตรโดยที่ความหนาของ DLC คงที่ที่ 15 นาโนเมตรเนื่องความหนาของ DLC ไม่มีข้อจำกัดจึงเลือกความหนาที่ 15 นาโนเมตรเพื่อเน้นด้านความแข็งแรงของดิสก์จากนั้นก็จะนำไปทดสอบความหนาของซิลิกอนที่มีผลต่อความชัดเจนของ Pole-tip โดยนำไปใช้งานในเครื่อง Flying height tester ส่วนความแข็งแรงของดิสก์จะทดสอบโดยการทำ Wear test เพื่อวัดการยึดติดของฟิล์ม [20, 26, 39-41] หลังจากนั้นดิสก์ให้ผลการทดสอบที่ดีที่สุด กล่าวคือดิสก์ที่มีความแข็งแรงมากที่สุดโดยที่ยังสามารถมองเห็น Pole-tip ได้อย่างชัดเจนจะถูกนำไปทดสอบในการวัดอายุการใช้งานของดิสก์เปรียบเทียบกับจานแก้ว

4.1 การทดสอบความหนาของซิลิกอนที่มีผลต่อการมองเห็น Pole-tip

ในการทดสอบนี้จะนำดิสก์ที่สร้างขึ้นทั้ง 5 ดิสก์ไปทดสอบการมองเห็นตำแหน่ง Pole-tip ในเครื่อง Flying height tester โดยดิสก์ที่โปรแกรมอัตโนมัติในเครื่องวัด Flying height สามารถตรวจจับตำแหน่ง Pole-tip ได้โดยอัตโนมัติจะผ่านการทดสอบนี้ โดยมีเครื่องมือวัด, อุปกรณ์, ขั้นตอนการทดสอบ และ ผลการทดสอบ ดังนี้

<u>เครื่องมือวัด</u>

1. เครื่องวัด Flying height (DFHT5, KLA-Tencor)

อุปกรณ์

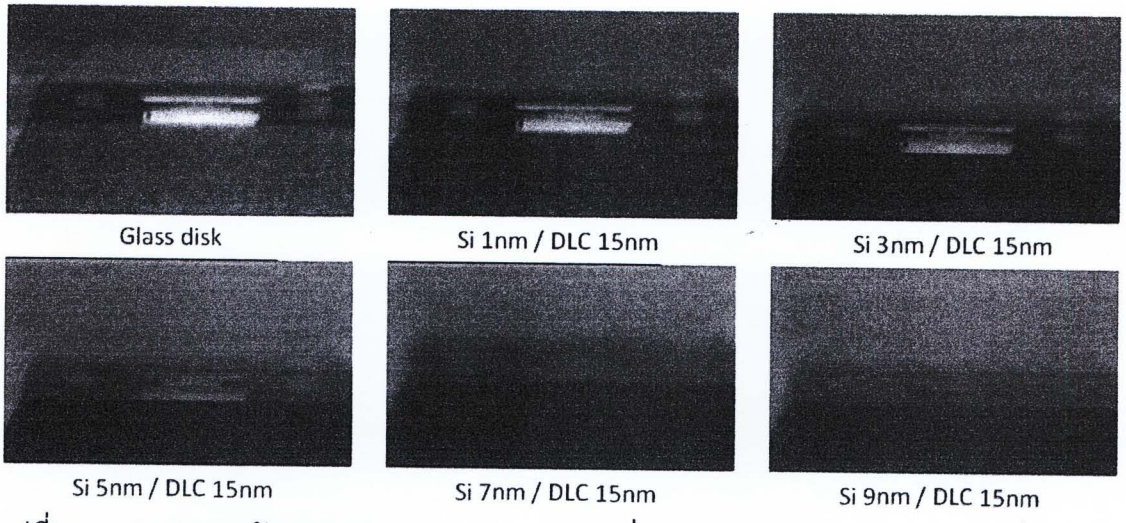
1. ดิสก์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกอน (1, 3, 5, 7 และ 9 นาโนเมตร) และ DLC 15 นาโนเมตร
2. หัวอ่าน/เขียนที่บินด้วยความสูง 12 นาโนเมตร

ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำดิสก์ใส่ในเครื่องวัด Flying height tester
2. ทดสอบให้โปรแกรมอัตโนมัติหาตำแหน่ง Pole-tip

ผลการทดสอบ

ดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 1 นาโนเมตร และ 3 นาโนเมตรเท่านั้นที่ผ่านการทดสอบโดยที่โปรแกรมอัตโนมัติในเครื่องวัด Flying height สามารถตรวจจับตำแหน่ง Pole-tip บน ABS ของหัวอ่าน/เขียนเมื่อทำการทดสอบด้วยดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอนน้อยกว่า 3 นาโนเมตร แต่โปรแกรมอัตโนมัติไม่สามารถตรวจจับตำแหน่ง Pole-tip เมื่อทำการทดสอบด้วยดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอนมากกว่า 3 นาโนเมตร รูปที่ 4.1 แสดงถึง Pole-tip บน ABS ของหัวอ่าน/เขียนของดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 1, 3, 5, 7 และ 9 นาโนเมตรโดยความหนาของ DLC ของดิสก์ทั้งหมดคงที่ที่ 15 นาโนเมตร ซึ่งจากรูปจะเห็นว่าการทดสอบที่ใช้ดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 1 และ 3 นาโนเมตรจะสามารถมองเห็นรูปร่างของ Pole-tip ได้ชัดเจน ในทางกลับกันการทดสอบที่ใช้ดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 5, 7 และ 9 นาโนเมตร ภาพของ Pole-tip นั้นจะไม่ชัดเจนและแยกแยะตำแหน่ง Pole-tip ออกจาก ABS ได้ยากจึงทำให้โปรแกรมอัตโนมัติไม่สามารถตรวจจับตำแหน่ง Pole-tip ได้



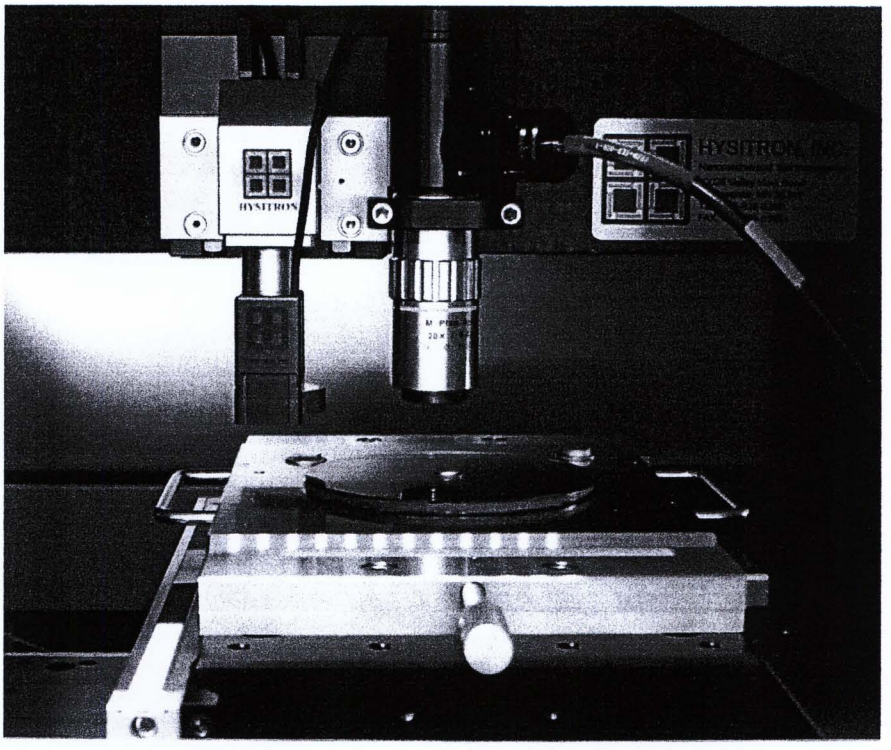
รูปที่ 4.1 แสดงความชัดเจนของ Pole-tip บน ABS เมื่อทดสอบด้วยจานแก้วและดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอนแตกต่างกัน แถวบนจากซ้ายไปขวาคือจานแก้ว, ดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 1 และ 3 นาโนเมตร แถวล่างจากซ้ายไปขวาคือ ดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 5, 7 และ 9 นาโนเมตร

4.2 การทดสอบผลของซิลิกอนที่มีต่อความแข็งแรงของดิสก์

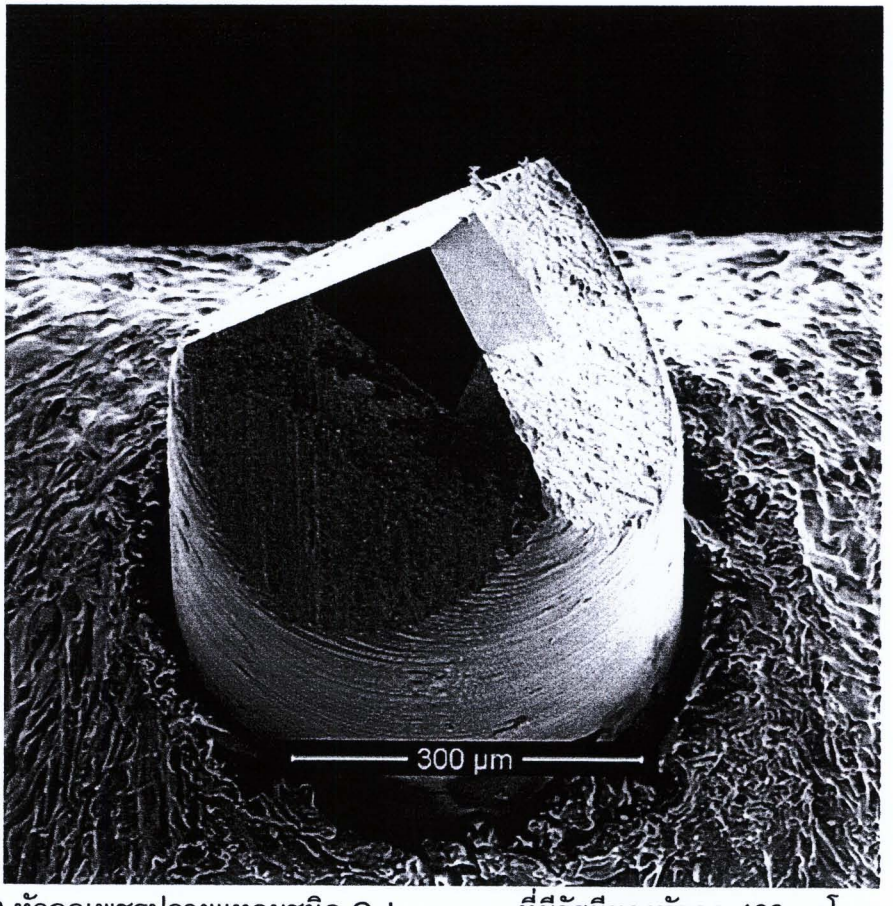
การทดสอบผลของซิลิกอนที่มีต่อความแข็งแรงของดิสก์จะทดสอบโดยการใช้ Wear test ตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 2.7.3 โดยจะใช้หัวกดปลายแหลม (Probe) ที่ทำจากเพชรกดลงไปบนชิ้นงานและลากหัวกดเพื่อให้เกิดรอยขีดข่วนเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Wear profile) บนชิ้นงาน ซึ่งความแข็งแรงของชิ้นงานจะบอกได้จากความลึกของรอยขีดข่วน โดยที่ความแข็งแรงจะแปลผกผันกับความลึกของรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้น ซึ่งหมายความว่ารอยขีดข่วนที่มีความลึกน้อยกว่าบ่งบอกถึงความแข็งแรงที่มากกว่า โดยการทำ Wear test ในการทดสอบนี้มีเครื่องมือวัด, อุปกรณ์, ขั้นตอนการทดสอบ และ ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

<u>เครื่องมือวัด</u>

1. เครื่องวัด Triboindentor รุ่น TI-900, Hysistron (รูปที่ 4.2)
2. หัวกดเพชรปลายแหลมชนิด Cube corner ที่มีรัศมีของหัวกด 100 นาโนเมตร (รูปที่ 4.3)



รูปที่ 4.2 เครื่องวัด Triboindentor รุ่น TI-900 ของบริษัท Hysistron



รูปที่ 4.3 หัวกดเพชรปลายแหลมชนิด Cube corner ที่มีรัศมีของหัวกด 100 นาโนเมตร [42]

อุปกรณ์

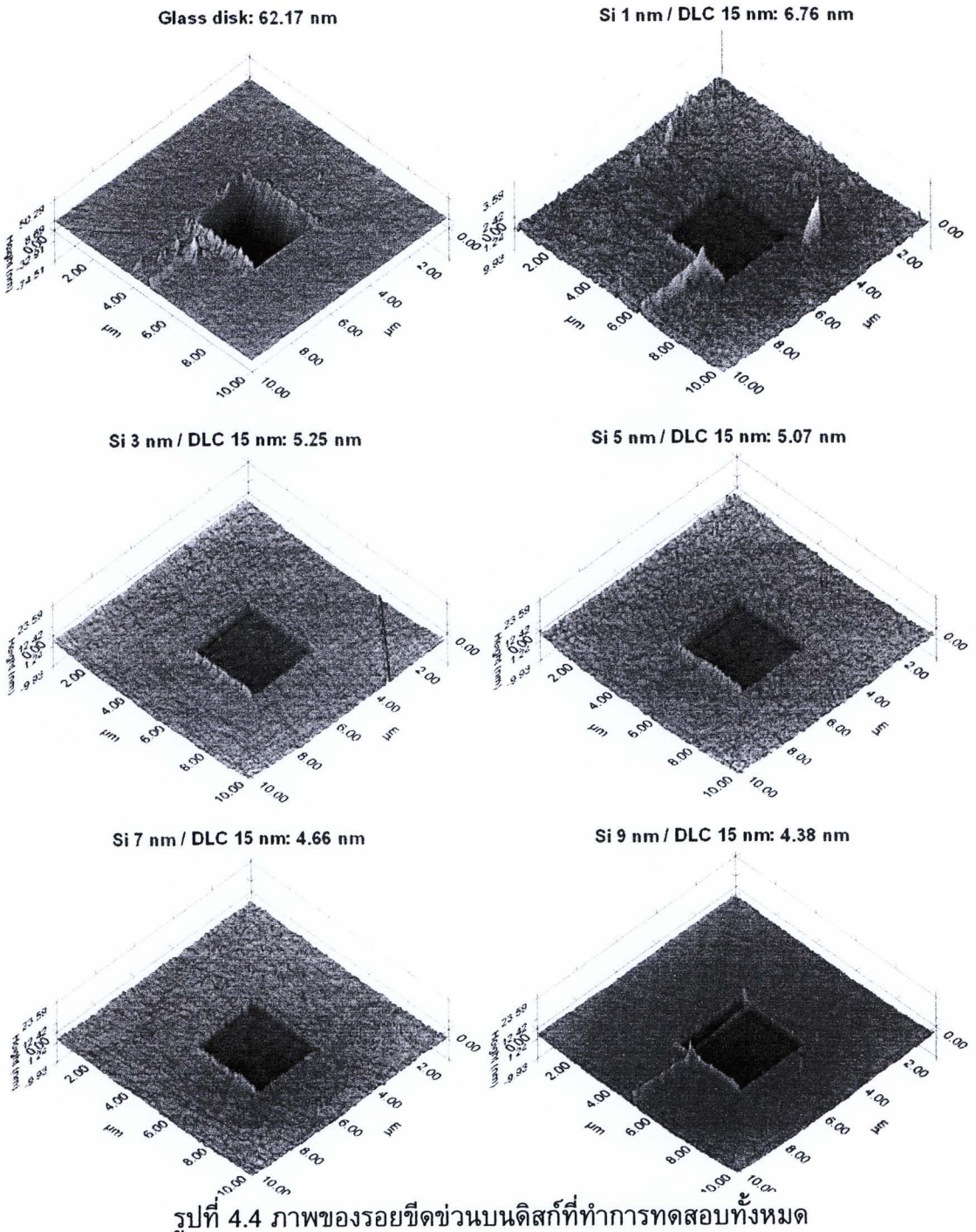
1. ดิสก์ที่เคลือบด้วยซิลิกอน (1, 3, 5, 7 และ 9 นาโนเมตร) และ DLC 15 นาโนเมตร
2. จานแก้วปกติ (Glass disk)

ขั้นตอนการทดสอบ

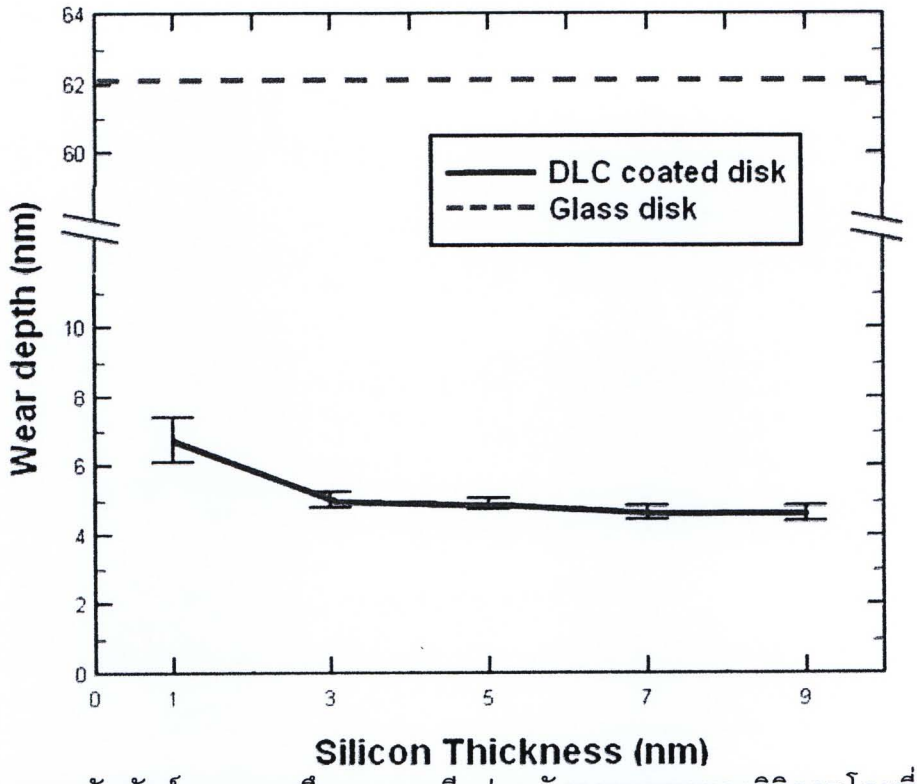
1. หัวกดกดลงไปบนผิวหน้าของดิสก์ด้วยแรง 60 ไมโครนิวตัน
2. ลากหัวกดไปบนผิวหน้าของดิสก์เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 3 ไมโครเมตร x 3 ไมโครเมตรโดยทำการลากหัวกดไปและกลับด้วยความเร็ว 7.5 ไมโครเมตรต่อวินาที
3. หลักจากทำการทดสอบรอยขีดข่วนเสร็จแล้ว ภาพของรอยขีดข่วน (Wear profile) จะถูกเก็บโดยการใช้โหมด AFM (Atomic force measurement) ของเครื่องวัด ซึ่งจะลากหัวกดด้วยแรง 1 ไมโครนิวตันเป็นพื้นที่ 10 ไมโครเมตร x 10 ไมโครเมตร
4. ทำการทดสอบซ้ำ 2 รอบทั้งบนดิสก์ที่สร้างขึ้นทั้งหมดและจานแก้ว โดยลำดับการทดสอบในรอบแรกจะเริ่มจากจานแก้วเป็นลำดับแรกและดิสก์ที่มีซิลิกอนบางไปหนา ส่วนรอบที่ 2 จะทำการทดสอบจากดิสก์ที่มีซิลิกอนหนาไปยังดิสก์ที่มีซิลิกอนบางและจานแก้วเป็นลำดับสุดท้าย

ผลการทดสอบ

รูปที่ 4.4 แสดงถึงภาพของรอยขีดข่วน (Wear profile) ของจานแก้วและดิสก์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกอน และ DLC โดยที่ความลึกของรอยขีดข่วนของจานแก้วคือ 62.5 นาโนเมตรในขณะที่ความลึกของรอยขีดข่วนของดิสก์ที่เคลือบผิวหน้าและ DLC คือ 5 ถึง 7 นาโนเมตรซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าการเคลือบจานแก้วด้วยชั้นของซิลิกอนและ DLC สามารถทำให้ความลึกของรอยขีดข่วนลดลงจาก 62.5 นาโนเมตรเป็น 5 นาโนเมตรหรือลดลง 92 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการเมื่อความหนาซิลิกอนมากกว่า 3 นาโนเมตรนั้นไม่แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความลึกของรอยขีดข่วนซึ่งสามารถเห็นได้จากรูปที่ 4.5 ว่าความลึกของรอยขีดข่วนของดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรคือ 5.02 นาโนเมตรและซิลิกอนหนา 9 นาโนเมตรคือ 4.38 นาโนเมตรซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน จึงสามารถสรุปได้ว่าความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มความหนาของซิลิกอนมากกว่า 3 นาโนเมตรนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.4 ภาพของรอยขีดข่วนบนดิสก์ที่ทำการทดสอบทั้งหมด



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของความลึกของรอยขีดข่วนกับความหนาของซิลิกอนโดยที่เส้นประแสดงถึงความลึกของรอยขีดข่วนบนจานแก้ว

4.3 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบความจัดเจนของ Pole-tip พบว่าดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอนน้อยกว่า 3 นาโนเมตรจะสามารถมองเห็น Pole-tip ได้ชัดเจนและโปรแกรมอัตโนมัติก็สามารถตรวจจับตำแหน่ง Pole-tip ได้ และจากผลการทดสอบความแข็งแรงพบว่าดิสก์ที่มีชั้นของซิลิกอนและ DLC สามารถลดความลึกของรอยขีดข่วนลงได้ถึง 92 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับจานแก้ว แต่การเพิ่มความหนาซิลิกอนให้มากกว่า 3 นาโนเมตรนั้นไม่แสดงถึงความแตกต่างของความลึกของรอยขีดข่วนอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจากการทดสอบผลของซิลิกอนที่มีต่อความชัดเจนในการมองเห็น Pole-tip และความแข็งแรงดิสก์พบว่า ดิสก์ที่มีซิลิกอนหนา 3 นาโนเมตรและ DLC หนา 15 นาโนเมตรเป็นดิสก์ที่มีความแข็งแรงมากที่สุดที่ยังสามารถมองเห็น Pole-tip ได้อย่างชัดเจนด้วย โดยที่ดิสก์นี้จะถูกเลือกเพื่อนำไปวัดอายุการใช้งานเปรียบเทียบกับจานแก้ว