บทที่ 3

การสร้างดิสก์ต้นแบบ

ในงานวิจัยนี้มีแนวทางในการปรับปรุงอายุการใช้งานของจานแก้วโดยการพัฒนาจานแก้วที่เคลือบผิวหน้าด้วยวัสดุแข็งเช่น DLC (Diamond-like-coating) ซึ่งจะแบ่งวัตถุประสงค์ออกเป็น 2 ข้อคือ ปรับปรุงอายุการใช้งานของจานแก้ว และ การเพิ่มความไวในการวัด Flying height ของจานแก้วโดยมีขั้นตอนในการดำเนินโครงการ 3 ขั้นตอนคือ 1.การสร้างดิสก์ (Disk fabrication) เป็นการพัฒนาดิสก์ให้มีความแข็งแรงทนทาน (บทที่ 3) 2.การประเมินผลดิสก์ (Evaluation) เป็นการตรวจสอบคุณภาพของดิสก์และอายุการใช้งาน (บทที่ 4 และ 5) 3.การเพิ่มความไวในการวัด Flying height (Sensitivity improvement) เพื่อพัฒนาดิสก์ให้มีความไวสูงขึ้นซึ่งจะทำให้สามารถวัดค่า Flying height ได้ละเอียดขึ้น (บทที่ 7)

เนื่องจากในกลุ่มวัสดุเคลือบผิวชนิดที่โปร่งใสนั้น DLC มีความแข็งแรงมากที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุเคลือบชนิดอื่นและนิยมนำมาใช้เคลือบผิววัสดุเพื่อเพิ่มความทนทานต่อรอยขีดข่วน [26, 34, 35] เช่นใบมีดโกน, อุปกรณ์ทางการแพทย์, ประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค (MEMS) รวมถึงในแผ่นจานแม่เหล็กที่ใช้ในฮาร์ดดิสก์ก็มีการเคลือบชั้นของ DLC เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการสึกกร่อนด้วย [20, 36-38] อีกทั้งยังสะดวกในการปลูกฟิล์มเนื่องจากสามารถเข้าไปใช้เครื่องมือได้ที่บริษัทเวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย)

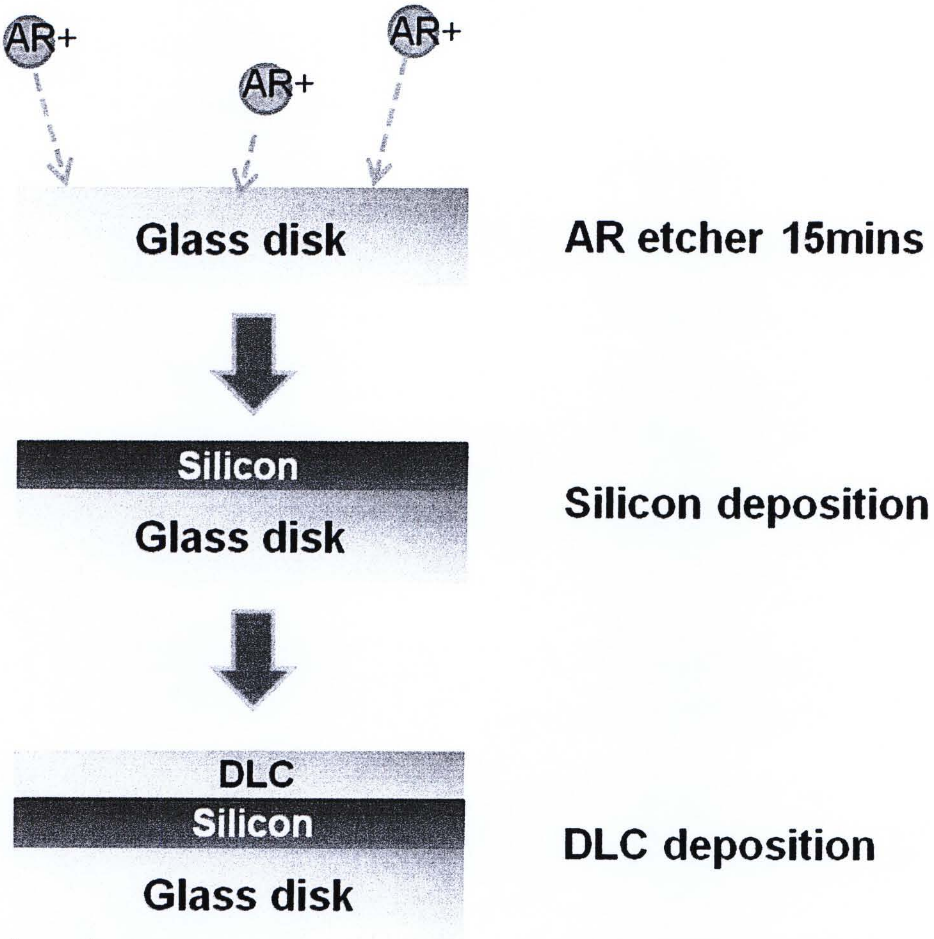
ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือก DLC เป็นวัสดุเคลือบบนผิวจานแก้วเพื่อเพิ่มความทนทานของจานแก้ว ซึ่งในบทนี้จะอธิบายถึงกระบวนการในการสร้างดิสก์ด้วยวิธีการ Ion beam deposition (บทที่ 3.1) ตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้น และการปรับปรุงแก้ไข (บทที่ 3.2) และทดสอบการใช้งานดิสก์ที่สร้างขึ้นในเครื่อง flying height tester (บทที่ 3.3)

3.1 กระบวนการสร้างดิสก์

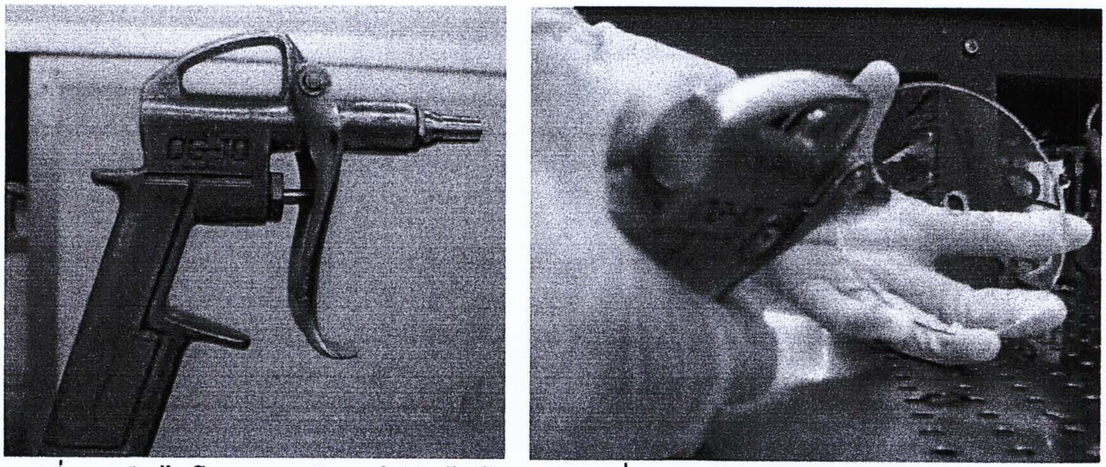
ในการสร้างดิสก์นี้ใช้วิธีการปลูกฟิล์มแบบ Ion beam deposition โดยมีกระบวนการต่างๆดังต่อไปนี้ โดยที่พารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการปลูกฟิล์มแสดงไว้ดังตารางที่ 3.1 และขั้นตอนในการปลูกฟิล์มซิลิกอนและ DLC แสดงไว้ดังรูปที่ 3.1

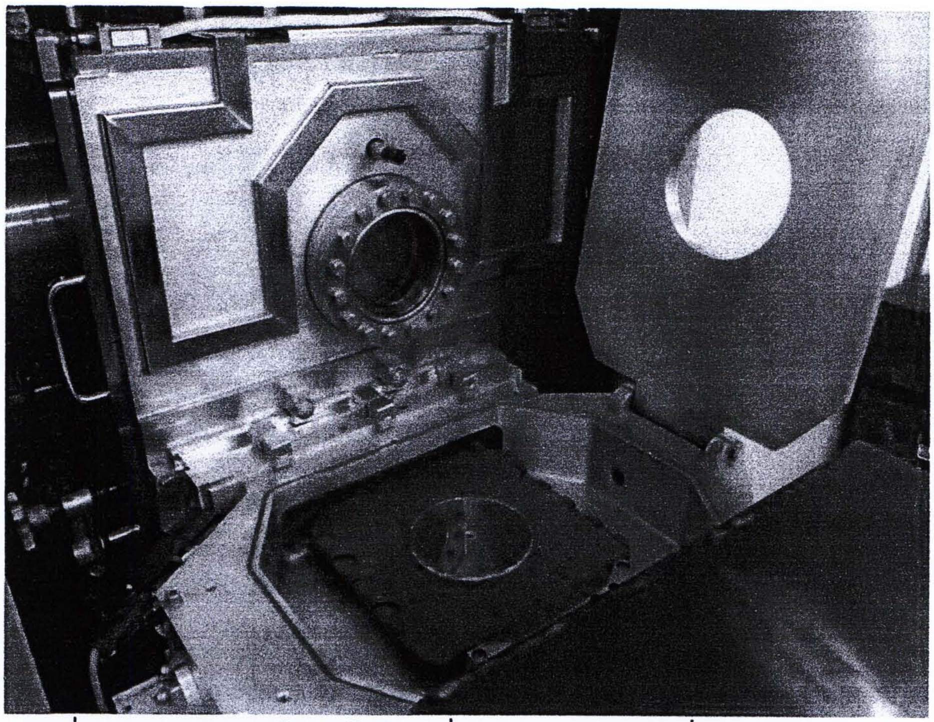
1. ทำความสะอาดถาดวางดิสก์ด้วยน้ำยา IPA (Iso Phopyl Alcohol)
2. ใช้ปืนยิงไนโตรเจนในการเป่าสิ่งสกปรกออกจากผิวของจานแก้ว (รูปที่ 3.2)

3. นำจานแก้วไปวางบนถาดวางดิสก์และใส่เข้าไปในเครื่อง Ion beam deposition (RF-Load lock, Commonwealth Scientific Corporation (CSC), รูปที่ 3.3)
4. ทำการกัดผิวหน้าของดิสก์เพื่อทำความสะอาดทั้ง Organic และ Inorganic contamination ด้วยกระบวนการ Dry etching ด้วยก๊าซ Argon เป็นเวลา 15 นาทีโดยใช้แหล่งกำเนิดไอออนขนาด 16 เซนติเมตร ซึ่งมี RF power 320 วัตต์และกระแสของลำไอออน 120 มิลลิแอมแปร์
5. ปลูกฟิล์มซิลิกอนตามความหนาที่ต้องการโดยใช้แหล่งกำเนิดไอออนขนาด 12 เซนติเมตร ซึ่งมี Discharge voltage 40 โวลต์และกระแสของลำไอออน 50 มิลลิแอมแปร์
6. ปลูกฟิล์ม DLC ตามความหนาที่ต้องการ โดยที่การสร้างฟิลม์ DLC นั้นจะใช้สารตั้งต้นคือ มีเทน (Methane, CH_4) และ เอทีลีน (Ethylene, C_2H_4) ซึ่งมีอัตราการไหลของก๊าซคือ 7 และ 5.6 sccm (Standard cubic centrimeter) ตามลำดับ โดยใช้แหล่งกำเนิดไอออนขนาด 16 เซนติเมตร ซึ่งมี RF power 320 วัตต์และกระแสของลำไอออน 100 มิลลิแอมแปร์ ส่วนความดันที่ใช้ในการปลูกฟิล์มทั้งหมดคือ 64.6 มิลลิทอร์ (mTorr) โดยที่จานแก้วหลังจากผ่านขั้นตอนการปลูกฟิล์มจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.1 ซึ่งประกอบด้วยชั้นของฟิล์มซิลิกอนและ DLC ส่วนรูปของจานแก้วก่อนและหลังผ่านกระบวนการปลูกฟิล์มแสดงเปรียบเทียบไว้ดังรูปที่ 3.4 โดยที่พารามิเตอร์ต่าง ๆที่ใช้ในการปลูกฟิล์มแสดงไว้ดังตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการปลูกฟิล์มและลักษณะของดิสก์หลังจากผ่านกระบวนการปลูกฟิล์ม


รูปที่ 3.2 ปืนไนโตรเจน (ซ้าย), ใช้ปืนไนโตรเจนเป่าสิ่งสกปรกออกจากผิวของจานแก้ว (ขวา)



รูปที่ 3.3 ขณะนำดิสก์ใส่เข้าไปในเครื่อง RF-load lock เพื่อทำการปลูกฟิล์ม

รูปที่ 3.4 จานแก้วก่อนและหลังผ่านกระบวนการปลูกฟิล์ม

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการปลูกฟิล์ม

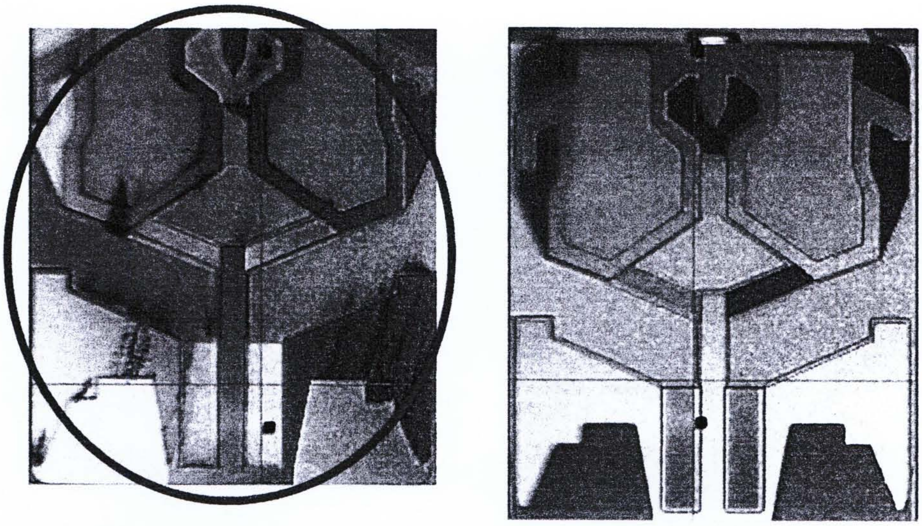
Process / Parameter	AR etcher 16cm ion source	Si deposition 12cm ion source	DLC deposition 16cm ion source	Unit
PBN Argon	12	12	12	sccm
16cm Argon	15	-	-	sccm
12cm Argon	-	15	-	sccm
16cm Methane	-	-	7	sccm
16cm Ethylene	-	-	5.6	sccm
Beam volt	120	500	120	Volt
Beam current	120	50	100	mA
Acc. Volt	200	150	320	Volt
RF forward	320	-	320	Watt
Discharge volt	-	40	-	Volt

3.2 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการสร้างดิสก์

3.2.1 ดิสก์ที่เคลือบด้วยฟิล์ม DLC เพียงอย่างเดียว

<u>ปัญหาที่เกิดขึ้น</u>

จากการทดสอบโดยการนำไปใช้ในเครื่อง Flying height tester ในเบื้องต้นพบว่าหัวอ่าน/เขียนไม่สามารถบินได้เนื่องจากมีเศษของ DLC ติดอยู่ที่ ABS ดังที่แสดงไว้ดังรูปที่ 3.5 ทำให้หัวอ่านสูญเสียความสามารถในการบินซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือการยึดติด (Adhesion) ของ DLC และจานแก้วไม่ดีทำให้ DLC ลอกออก (Delamination) จากจานแก้วเมื่อเกิดการสัมผัสระหว่างหัวอ่าน/เขียนและดิสก์ทำให้เกิดเศษของ DLC ที่หลุดลอกไปติดที่ ABS



รูปที่ 3.5 ABS หลังการทดสอบของดิสก์ที่มี DLC (ซ้าย), จานแก้วธรรมดา (ขวา) ซึ่งวงกลมแสดงให้เห็นถึงเศษของ DLC ที่มาเกาะกับ ABS

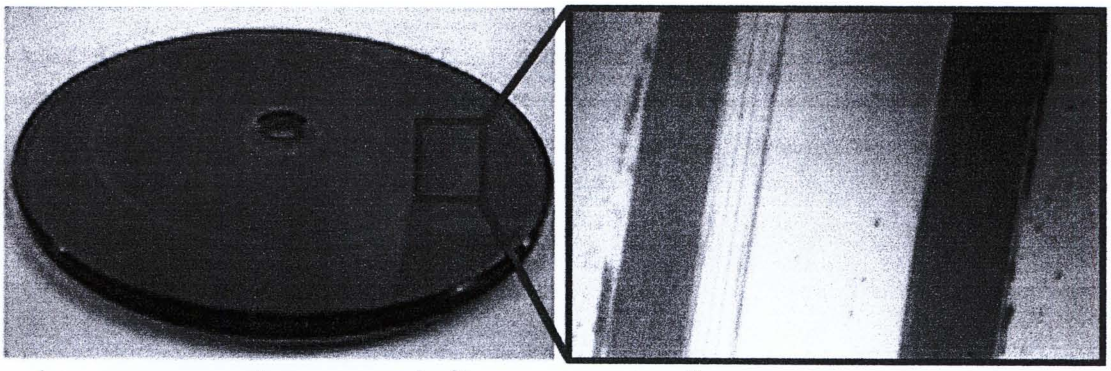
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

โดยการใช้ชั้นช่วยยึดเกาะ (Adhesion layer) ซึ่งเลือกใช้ชั้นซิลิกอนใส่ระหว่าง DLC และจานแก้วเพื่อเพิ่มความสามารถในการยึดติด

3.2.2 ดิสก์ที่มีชั้นของซิลิกอนและชั้นของ DLC แต่มีชั้นของฟิล์ม DLC บางเกินไป

ปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการทดสอบโดยการนำไปใช้ในเครื่อง Flying height tester ในเบื้องต้นซึ่งพบว่าหัวอ่าน/เขียนสามารถบินได้ที่ Flying height 14 นาโนเมตรขึ้นไปโดยไม่เกิดรอยขีดข่วนส่วนการทดสอบบินที่ 12 นาโนเมตรพบว่าหัวอ่าน/เขียนไม่สามารถบินได้โดยพบว่าเกิดรอยขีดข่วนขึ้นที่ดิสก์ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 ซึ่งจากการวิเคราะห์รอยที่เกิดขึ้นจากกล้องจุลทรรศน์พบว่าขอบรอยที่เกิดขึ้นมีลักษณะค่อนข้างคมจึงน่าจะเป็นสาเหตุมาจากที่ชั้นของ DLC มีความแข็งแรงไม่พอทำให้เกิดรอยขีดข่วนขึ้นบนผิวของดิสก์และไม่พบการลอกออกของ DLC ในเบื้องต้นทำให้สันนิษฐานว่าการยึดติดของฟิล์มค่อนข้างดีแล้ว



รูปที่ 3.6 รอยขีดข่วนที่เกิดบนดิสก์ที่มีชั้นของซิลิกอนแต่มีชั้นของฟิล์ม DLC บางเกินไป (ซ้าย) ภาพถ่ายของรอยขีดข่วนจากกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า (ขวา)

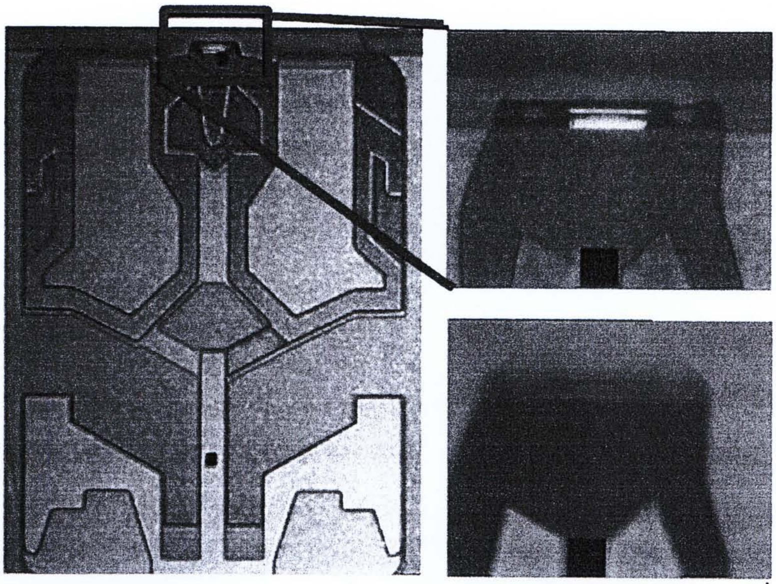
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

เพิ่มความหนาของฟิล์ม DLC เพื่อเพิ่มความแข็งแรง

3.2.3 ดิสก์ที่มีชั้นของซิลิกอนและชั้นของ DLC แต่มีชั้นของซิลิกอนหนาเกินไป

ปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการทดสอบโดยการนำไปใช้ในเครื่อง Flying height tester โดยใช้ดิสก์ที่มีชั้นของซิลิกอนหนา 7.5 นาโนเมตรและชั้นของ DLC 10 นาโนเมตรในเบื้องต้นซึ่งพบว่าหัวอ่าน/เขียนสามารถบินได้ที่ Flying height 12 นาโนเมตรโดยไม่เกิดรอยขีดข่วนแต่พบปัญหาในการมองเห็น Pole-tip ของโปรแกรมในเครื่องวัด Flying height tester ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.7 จะเห็นว่าดิสก์ที่มีชั้นของซิลิกอนจะมองเห็น Pole-tip ได้ลำบากกว่าจานแก้วทั่วไปซึ่งเป็นผลมาจากดิสก์มีชั้นของซิลิกอนหนาเกินไป โดยจะสังเกตได้จากรูปที่ 3.6 ทางด้านซ้ายว่าดิสก์ที่มีชั้นของซิลิกอนจะทำให้สีของดิสก์เข้มขึ้นซึ่งต่างไปจากเดิมซึ่งมีลักษณะโปร่งใส โดยจะกล่าวถึงความสำคัญของ Pole-tip ในหัวข้อที่ 3.3



รูปที่ 3.7 แสดงตำแหน่งของ Pole-tip บน ABS (ซ้าย) Pole-tip ของจานแก้วทั่วไป (ขวาบน) Pole-tip ของดิสก์ที่มีชั้นของซิลิกอนหนาเกินไป (ขวาล่าง)

<u>แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง</u>

ลดความหนาของชั้นซิลิกอนเพื่อปรับปรุงการมองเห็น Pole-tip

3.3 การทดสอบความสามารถในการบินของหัวอ่าน/เขียนด้วยดิสก์ต้นแบบ (Flyability)

การทดสอบนี้จะเป็นการใช้ตรวจสอบดิสก์ในเบื้องต้นโดยการนำดิสก์ต้นแบบไปใช้งานในเครื่อง Flying height เพื่อทดสอบการบินของหัวอ่าน/เขียนว่าสามารถบินได้ตามปกติหรือไม่ ถ้าหัวอ่าน/เขียนไม่สามารถบินได้ก็ปรับปรุงดิสก์พารามิเตอร์ (ความหนาของชั้นฟิล์ม) โดยอ้างอิงจากผลจากภาพถ่ายของ ABS และการ ตรวจสอบดิสก์หลังจากการใช้ซึ่งการทดสอบนี้สามารถบอกถึงความแข็งแรงของดิสก์ และ ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการนำดิสก์ไปใช้ในเครื่องวัด Flying height tester ในเบื้องต้นได้

ในการทดสอบนี้พบว่าดิสก์ที่มีความหนาซิลิกอน 7.5 นาโนเมตรและ DLC 10 นาโนเมตรนั้นหัวอ่าน/เขียนสามารถบินได้โดยไม่เกิดรอยขีดข่วนแล้วแต่แต่เนื่องจากดิสก์ที่ใช้ซิลิกอนที่หนาเกินไปจะทำให้สีของดิสก์นั้นเข้มขึ้นกว่าจานแก้วมากซึ่งจะเป็นปัญหาในการวัด Flying height คือมองเห็น Pole-tip ได้ไม่ชัดเจนทำให้เครื่องวัดไม่สามารถระบุตำแหน่ง Pole-tip ได้ ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.7 โดยที่ Pole-tip ถือเป็นตำแหน่งสำคัญที่โปรแกรมในเครื่อง Flying height tester ใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการระบุตำแหน่งต่าง ๆ บน ABS ดังนั้นจึงต้องจำกัดความหนาของชั้นซิลิกอนเพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคการมองเห็น Pole-tip