บทที่ 3

กระบวนการผลิตหัวอ่านและบันทึกข้อมูล

3.1 กระบวนการผลิตหัวอ่านและบันทึก

กระบวนการผลิตหัวอ่านและบันทึกนั้นเป็นกระบวนการผลิตแบบการประกอบที่ไม่สลับซับซ้อน ซึ่งจะประกอบไปด้วยขั้นตอนใหญ่ ๆ 2 ขั้นตอน คือ การประกอบ HGA และการนำ HGA มาประกอบเป็น HSA รวมเรียกว่าเป็น HGSA ซึ่งเป็นชื่อเรียกผลิตภัณฑ์หัวอ่านและบันทึกที่รู้จักกันในวงการอุตสาหกรรม

ส่วนต้นของสายการผลิตจะทำการผลิต HGA ซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นส่วนย่อย คือ Slider, Flexure และ FOS โดยที่กระบวนการผลิตนั้นเป็นการนำเอาชิ้นส่วนทั้ง 3 ประกอบเข้าด้วยกัน โดยชนิดของกาวจะขึ้นอยู่กับการออกแบบและความเหมาะสมของ HGA ในแต่ละรุ่น ซึ่งตัวอย่างของกาวมีดังนี้คือ Loctite, Hysol Epoxy และ Emcast เป็นต้น และในการประกอบ FOS เข้ากับ Slider นั้นจะใช้เครื่องเชื่อมระบบอุลตราโซนิคในการเชื่อมและใช้เส้นไฟที่ติดอยู่กับตัว FOS เป็นตัวจับยึดให้ประกอบติดกับ Flexure และเมื่อชิ้นส่วนทั้ง 3 ประกอบเป็นรูปร่าง HGA ก็จะถูกส่งมาสายการผลิตหลัง ซึ่งจะทำการประกอบ HGA เข้ากับชิ้นส่วนย่อยหลัก ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย HGA, Arm, Cartridge และ PCC กระบวนการส่วนหลังนี้มีชื่อเรียกว่า HSA และรวมเรียกกระบวนการผลิตจนเสร็จสิ้นออกเป็นผลิตภัณฑ์ว่า HGSA ซึ่งเป็นที่รู้จักในวงการอุตสาหกรรมการผลิตดิสก์ไดร์ฟ

กระบวนการผลิตประกอบไปด้วยขั้นตอนของการตรวจและทดสอบคุณภาพของ HGA เช่นค่าความสามารถทางการอ่านและบันทึก ค่าฟังก์ชั่นทางไฟฟ้าแม่เหล็ก ระยะการบินเหนือแผ่นข้อมูล สำหรับส่วนกระบวนการผลิตหลัง HSA ก็เช่นเดียวกัน คือ ค่าฟังก์ชั่นทางไฟฟ้า และ ค่าความยืดหยุ่นของ Flexure เมื่อผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดทุกประการ จึงสามารถทำการบรรจุภัณฑ์และส่งต่อไปเพื่อผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟต่อไป

ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ ค่าคุณสมบัติเฉพาะของค่าฟังก์ชั่นทางไฟฟ้าของหัวอ่านและบันทึกรุ่นนั้น ๆ ดังนั้นปัจจุบันความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จึงมีมาก เนื่องจากตลาดมีความต้องการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ในลักษณะของงานที่แตกต่างกัน

กระบวนการผลิต HGSA ประกอบด้วยหลายขั้นตอนการผลิต และได้แสดงรายละเอียดของกระบวนการผลิตไว้ในตารางที่ 3.1 ซึ่งกระบวนการผลิตทั้งหมดจะประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อยหลัก ๆ คือ ขั้นตอนที่เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ และ ขั้นตอนที่เป็นการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ในการผลิต HGSA แต่ละขั้นตอนจะใช้กำลังงานของคนเป็นหลักในการประกอบชิ้นงาน โดยอาศัยฟิกเจอร์ชนิดต่าง ๆ เป็นตัวช่วยยึดจับชิ้นงานเพราะว่าชิ้นงานมีขนาดเล็กมากและเพื่อเป็นลดระยะเวลาและเป็นการกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องแน่นอนของการผลิต ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในข้อกำหนดและลดของเสียเพราะการประกอบชิ้นส่วนต่างของหัวอ่านและบันทึกนั้นค่าความถูกต้องแม่นยำมีความต้องการสูงมาก ๆ

เนื่องจากผลิตภัณฑ์หัวอ่านและบันทึกเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ต้องทำภายใต้กล้องกำลังขยาย 7-30 เท่า ตามรายละเอียดของข้อกำหนดที่ได้ระบุไว้เพื่อสามารถตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน

สภาพแวดล้อมมีความสำคัญมากสำหรับการผลิตหัวอ่านและบันทึก ซึ่งสภาพแวดล้อมจะต้องกำหนดคุณสมบัติของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนฝุ่นละอองที่เหมาะสม และที่สำคัญคือ การควบคุมการเกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ และการป้องกันในแต่ละขั้นตอนการผลิตย่อยมีความสำคัญมาก เนื่องจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์จะเป็นตัวการสำคัญในการทำลายผลิตภัณฑ์ พนักงานที่ทำการในสายการผลิตจะต้องแต่งกายให้ถูกต้องตามข้อปฏิบัติ เช่น สวมชุดสมือก ผ้าปิดปาก ถุงมือยาง ถุงรองเท้า เพื่อเป็นการป้องกันฝุ่นละออง สิ่งสกปรกต่าง ๆ ตามร่างกายจากภายนอกเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นเป็นควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในสายการผลิตให้ได้ตามข้อกำหนด พนักงานต้องใส่สายรัดข้อมือและข้อเท้า ซึ่งมีคุณสมบัติทำการถ่ายเทประจุไฟฟ้าสถิตย์จากการเคลื่อนที่ของพนักงานและการเคลื่อนไหวขณะทำงานจากตัวพนักงานให้ลงกราวด์เพื่อไม่ให้ไฟฟ้าสถิตย์ถ่ายเทประจุเข้าสู่ชิ้นงานและทำลายชิ้นงาน

3.2 กระบวนผลิต HGSA

มีรายละเอียดและขั้นตอนการผลิตดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 กระบวนการผลิต HGA

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอนการผลิต
1	Load Head	สถานีนี้เป็นการนำสไดเลอร์ใส่ลงในฟิกเจอร์ (Jit tool) เพื่อนำไปประกอบในขั้นตอนถัดไป
2	Gimbal bond	สถานีนี้เป็นการเชื่อมยึดติดระหว่าง Flexure กับ Slider ด้วยกาวซึ่งเป็นต่อเชื่อมประสาน โดยหากาวตรงบริเวณตำแหน่งที่กำหนดบน Flexure และประกบ Flexure ติดกับ Slider ตามตำแหน่งที่กำหนด โดยอาศัยฟิกเจอร์ในการประกบ เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง
3	Flex bond	สถานีนี้เป็นการเชื่อมยึดติดระหว่าง Flexure กับ FOS ด้วยกาว
4	Lead bond	สถานีนี้เป็นการเชื่อมตะกั่วของเส้นไฟจาก FOS ตรงบริเวณ Gold bond pad เพื่อเป็นการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า และหลังจากนั้นก็จะใช้กาวทับตรงบริเวณที่ถูกเชื่อมเพื่อให้มีความแข็งแรงและป้องกันไม่ให้บริเวณเชื่อมสัมผัสกับอากาศ เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น
5	Tail Tack	สถานีนี้เป็นการนำกาวมาหาตรงบริเวณหางของ FOS ติดเข้ากับครีบของ Flexure เพื่อให้หาง FOS มีจุดยึดติดและส่งผลต่อประสิทธิภาพของการบิน
6	Oven Cure	สถานีนี้การนำชิ้นงานเข้าตู้อบเพื่อให้กาวที่ใส่แห้ง ก่อนที่จะส่งต่อไปให้สถานีอื่น เพื่อรักษาตำแหน่ง และกาวที่จะเลอะเทอะได้
7	Unload JIT tool	สถานีนี้พนักงานจะทำการถอดชิ้นงานจากฟิกเจอร์ (Jit tool) โดยนำชิ้นงานใส่ไว้ในภาชนะที่จัดไว้ และ ฟิกเจอร์จะถูกส่งกลับไปยังสถานีเริ่มต้น
8	Load IAT Arm	สถานีนี้เป็นการนำชิ้นงานมาใส่ในฟิกเจอร์ และฟิกเจอร์ออกแบบโดยการล็อคชิ้นงานเพื่อส่งต่อไปยังสถานีต่อไป
9	Pin Flex and Spot clean	สถานีนี้เป็นการทำความสะอาดชิ้นงานตรงบริเวณหน้าสไลเดอร์ และตรวจสอบชิ้นงานตามข้อกำหนดของสถานีนี้
10	Serial Number	กำหนดชื่อให้กับชิ้นงานแต่ละตัว
11	Head set	การทำให้สนามแม่เหล็กของ HGA มีการเรียงตัวเพื่อเพิ่มคุณสมบัติการเหนี่ยวนำไฟฟ้า
12	Preload	สถานีนี้เป็นการวัดค่าความยืดหยุ่นของ Flexure ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนสปริงแผ่น จึงทำให้หัวอ่านและบันทึกสามารถที่จะบินอยู่เหนือแผ่นดิสก์ได้ด้วยการอาศัยแรงลมจากการหมุนของแผ่นข้อมูลและความยืดหยุ่นของ Flexure ซึ่งค่าแรงยืดหยุ่นนี้จะมีผลต่อระยะการบินของ HGA สถานีจะวัดและปรับค่าแรงยืดหยุ่นของชิ้นงานให้อยู่ในช่วงที่กำหนด

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) กระบวนการผลิต HGA

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอนการผลิต
13	RSA/PSA	สถานีทำการวัดค่าความเอียงตัวของ HGA ซึ่งการเอียงตัวนี้จะทำมุมกับระนาบในการแกน X โดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสงในการวัด
14	Electrical test	สถานีทำการวัดคุณสมบัติของ HGA ค่าฟังก์ชันทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการเขียนข้อมูลลงบนแผ่นข้อมูลและการอ่านข้อมูลจากแผ่นข้อมูลรวมทั้งดูลักษณะของสัญญาณทางแม่เหล็กไฟฟ้าและการตอบสนองต่าง ๆ เช่นความสูงของค่าแอมปลิจูด ความกว้างของช่วงคลื่น ค่าความสามารถของการผ่านของกระแสไฟฟ้า เป็นต้น
15	Fly Test	สถานีการตรวจวัดระบบความสูงของ HGA ที่อยู่เหนือแผ่นข้อมูลว่าได้ตามข้อกำหนดหรือไม่
16	MRE test	สถานีนี้เป็นการตรวจวัดค่าความสามารถของค่าความต้านทานของ MR ว่ามีคุณสมบัติสอดคล้องตามข้อกำหนดหรือไม่
17	Shunting	สถานีนี้ทำการเชื่อมต่อปลายเส้นสายไฟเพื่อป้องกันการเกิด ESD ขึ้น
18	Unload IAT arm	สถานีนี้ทำการถอดชิ้นงานจากฟิกเจอร์ เพื่อจะส่งงานไปยังสถานีต่อไป
19	Final Visual Inspection	สถานีนี้ทำการตรวจสอบชิ้นงานและตรวจหาให้อยู่ภายใต้ข้อกำหนดภายใต้กำลังขยาย 7-30 เท่า
20	QA PQMP	สถานีนี้ทำการสุ่มชิ้นงานเพื่อนำไปตรวจสอบตามแต่ละสถานีการวัดว่ามีค่าอยู่ภายใต้การควบคุมของขบวนการผลิตหรือไม่
21	Packaged HGA	สถานีนี้ทำการบรรจุชิ้นงานลงในภาชนะสำหรับจัดเก็บเพื่อส่งต่อไปสู่กระบวนการผลิตส่วนหลังต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 กระบวนการผลิต HSA

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอนการผลิต
1	Fos Trimming	สถานีนี้ทำการตัดส่วนเกินของ FOS ทิ้งเนื่องจากส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญในสายการผลิต HGA ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการตรวจวัดค่าไฟฟ้าแต่ในสายการผลิต HSA ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในส่วนนี้ จึงต้องทำการตัดทิ้ง
2	PCC/ Coil soldering	สถานีนี้ทำการเชื่อมทางเดินของสายไฟระหว่างชิ้นส่วนย่อย Arm coil และ PCC เพื่อต่อเชื่อมทางไฟฟ้าด้วยตะกั่ว
3	FMI	สถานีนี้ทำการตรวจวัดค่าความหนาของแต่ละ Arm และทำการตรวจวัดและปรับค่าความบิด และโค้งงอของแต่ละ Arm เพื่อส่งผลให้ระยะของ Arm และ แผ่นดิสก์อยู่ภายในข้อกำหนด
4	Head installation and Swaging	สถานีนี้ทำการใส่ HGA เข้าในรูของแต่ละ Arm ตามแต่ละจำนวนของ HGA ของแต่ละการออกแบบผลิตภัณฑ์ จากนั้นก็จะทำการเย็บติด HGA ให้ติดกับ Arm โดยใช้แรงอัดและความเร็วในการพาลูกบอลเพื่อให้ อัดขยาย Flexure ให้ยึดติดกับ Arm
5	FOS Preparation	สถานีนี้ทำการจัด FOS เข้าสู่ร่องของ Arm และจัดเส้นสายไฟให้เกิดความสะดวกในการเชื่อมเส้นสายไฟให้กับสถานีต่อไป
6	Reflow Soldering	สถานีนี้เป็นการเชื่อมติดสายไฟของ FOS เข้ากับ PCC เพื่อให้เส้นสายไฟต่อครบวงจรทั้งหมด กล่าว คือ HGA เชื่อมกับ FOS และ FOS เชื่อมกับ PCC และ PCC เชื่อมกับ Arm coil
7	Cleaning	สถานีนี้ทำการล้างทำความสะอาดของชิ้นงานด้วยระบบอุลตราโซนิค
8	HGA Coating	สถานนี้ทำการเคลือบหน้า HGA ด้วยขี้ผึ้งเพื่อลดปัญหาการเกิดออกซิเดชั่นเมื่อประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ
9	Cartridge Installation	สถานีนี้ทำการใส่แกนหมุนและยึดด้วยสกรู
10	SMB	สถานีนี้ทำการตรวจวัดและปรับค่าตำแหน่งที่เหมาะสมของ Arm และ Cartridge
11	Gramload	สถานีนี้ทำการตรวจวัดค่าความยืดหยุ่นของ Flexure เช่นเดียวกับ Preload ทั้งนี้เนื่องจากค่าความยืดหยุ่นของ Flexure มีความไวมากจึงต้องตรวจสอบเพื่อให้ค่าที่สอดคล้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนด
12	Shunt Removal	สถานีนี้ทำลายการเชื่อมตะกั่วออกเพื่อที่สามารถจะตรวจวัดค่าความสามารถในการนำไฟฟ้าในสถานีต่อไป
13	HAT	สถานีนี้ทำการตรวจวัดค่าความสามารถตามข้อกำ าหนดของฟังก์ชั่นทางไฟฟ้า เช่น วัดค่าความต้านทานของแต่ละ HGA ซึ่งเกี่ยวข้องกับ ESD เป็นต้น
14	FPA	สถานีนี้เป็นการสุ่มงานของ QC ตามการสุ่มแบบต่อเนื่อง ว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่ยอมรับได้
15	Packing	สถานีนี้ทำการบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งต่อไปยังโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ต่อไป

3.3 ลักษณะของสายการผลิต

สายการผลิตหัวอ่านและบันทึกข้อมูลในโรงงานตัวอย่างนี้จัดอยู่ในลักษณะของสายงานประกอบ (Assembly Line) โดยแบ่งออกเป็นแบ่งออกเป็นสถานีการผลิตย่อย ๆ โดยเริ่มเรียงจากสถานีการผลิตแรกและสถานีการผลิตอื่น ๆ ตามลำดับ

จำนวนของสถานีการผลิตได้มาจากการวิเคราะห์และจัดสมดุลย์ของ Line Balancing เพื่อให้การผลิตชิ้นงานได้ตามรอบเวลาที่กำหนด และมีความสมดุลย์ของกำลังการผลิตในทุก ๆ ขั้นตอน เพื่อใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นการลดระยะเวลาในการผลิตชิ้นงานอย่างมีคุณภาพ

3.4 เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

ในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะประกอบด้วยสถานีงานย่อย ซึ่งจำนวนสถานีงานย่อยที่จัดวางไว้ได้จากการทำการสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) จำนวนเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต จะเท่ากับจำนวนสถานีงาน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโดยส่วนใหญ่จะเป็นประเภทจิ๊กและฟิ๊กเจอร์ซึ่งต้องทำมาเป็นพิเศษโดยมีความคลาดเคลื่อนและระยะเผื่อน้อยมาก ๆ โดยมีหน่วยเป็นพันในนิ้ว ซึ่งจะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดรายละเอียดที่เคร่งครัด ประเภทจิ๊กและฟิ๊กเจอร์ที่ใช้ในสถานีการผลิตย่อยสามารถแบ่งประเภทได้ดังต่อไปนี้

3.4.1 ฟิ๊กเจอร์ประเภทเคลื่อนย้าย เป็นฟิ๊กเจอร์ที่ใช้จับยึดชิ้นงานและป้องกันชิ้นงานจากแรงกระทำภายใน ชิ้นงานจะถูกเคลื่อนย้ายด้วยฟิ๊กเจอร์นี้ เพื่อไปประกอบตามขั้นตอนต่าง ๆ ในแต่ละสถานีย่อยที่เกี่ยวข้อง มีอยู่ 2 ชนิดคือ

HGA

- Jit Tool ทำหน้าที่เป็นฟิ๊กเจอร์เคลื่อนย้ายตั้งแต่ขั้นตอนการ Load Head (1) จนถึง Tail Tack (21) และจะถูกส่งกลับเพื่อเวียนการใช้ใหม่ในสถานีการผลิตแรก
- IAT Arm จะทำหน้าที่เคลื่อนย้าย และจับยึดชิ้นงานตั้งแต่สายการผลิต Spot Clean (8) และ Shunting (17)

HSA

- WIP Fixture ทำหน้าที่เป็นฟิ๊กเจอร์ที่ทำการเคลื่อนย้ายตั้งแต่สายการผลิตย่อย Head Installation and Swaging (4) ถึง Cleaning (6)

- Cleaning Rack ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการจับยึด ขณะเคลื่อนย้ายและทำการล้าง ณ สถานี Cleaning
- Single Tray มีลักษณะเป็นหลุมรูปร่างพอดีสำหรับใส่ชิ้นงานและทำการเคลื่อนย้าย ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดความขณะเคลื่อนย้าย และนอกจากนี้วัตถุดิบที่ใช้ผลิตเป็น Tray ยังมีคุณสมบัติไม่มีความไวต่อการเกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์

3.4.2 ฟิ๊กเจอร์ประเภทที่อยู่ประจำสถานีการผลิต จะทำหน้าที่เป็นตัวจับยึดฟิ๊กเจอร์เคลื่อนย้ายให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการเพื่อประกอบชิ้นส่วนหรือวัตถุประสงค์อื่น ๆ ตามลักษณะงานของแต่ละสถานีงานโดยเฉพาะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย