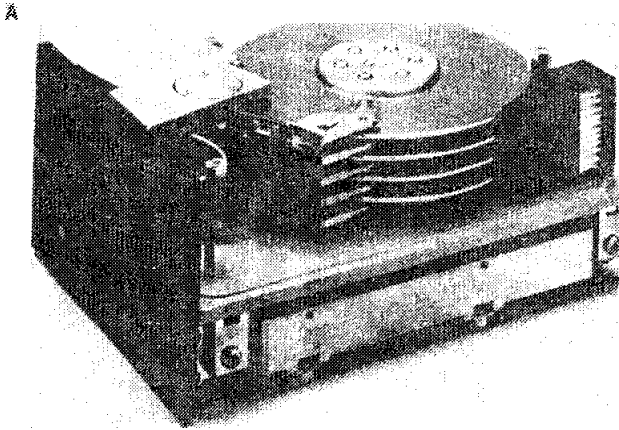


ประเภทต่าง ๆ ของหน่วยเก็บข้อมูลจานแม่เหล็ก มีดังนี้ จากรูป 5.12 ประกอบ

รูป 5.12 จานแม่เหล็กแบบ Winchester และแบบ Disk Cartridge



A Inside a Winchester Hard Disk Drive.



B Loading a hard disk cartridge.

#### - Disk Packs:

ประกอบด้วยจานแม่เหล็กเป็นชุด 11 แผ่น ขนาด 14 นิ้ว เก็บข้อมูลได้ถึง 200 Mbytes สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

#### - Winchester Disk Module:

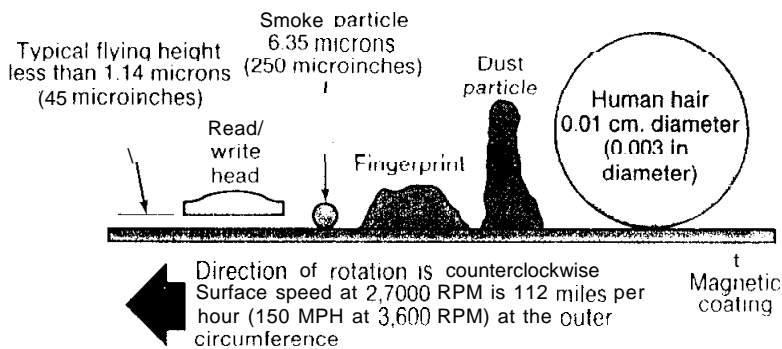
เป็นแบบระบบปิด แผ่นจานแม่เหล็ก หัวอ่าน/เขียน แขนยึด (Access Arm) อยู่ภายในกล่องที่ปิดสนิท ป้องกันฝุ่น ทำให้เพิ่มความเร็วและความจุในการเก็บข้อมูล จากภาพจะมี แผ่นจานแม่เหล็ก 4 แผ่น ขนาด 8 นิ้ว เก็บข้อมูลได้ประมาณ 70 Mbytes

## - Fixed Disk:

เป็นแบบแผ่นจานแม่เหล็กที่มีหัวอ่าน/เขียน หลายหัว ยึดติดคงที่ ตามตำแหน่งของแต่ละแทร็ก (Tracks) มีความจุ และความเร็วสูงกว่า 2 แบบแรก โดยทั่วไปประกอบด้วยแผ่นจานแม่เหล็ก 8 แผ่น ความจุข้อมูล ประมาณ 800 Mbytes

ปกติตำแหน่งของหัวอ่าน/เขียน (Read/Write Head) จะอยู่เหนือผิวงานแม่เหล็กเพียงเล็กน้อย หรือที่เรียกว่า Fly-over มีช่องว่างประมาณ 50 Micro Inches ดังนั้นหากมีเศษฝุ่น หรือวัตถุใด ๆ บนผิวงานแม่เหล็กจะทำให้เกิดเป็นรอยครูด (Head Crash) ทำให้แผ่นเสียหายได้ ตามรูป 5.13

รูป 5.13 เปรียบเทียบขนาดฝุ่นและวัสดุต่าง ๆ กับระยะหัวอ่าน/เขียนจากพื้นผิวงานแม่เหล็ก



Source: Adapted from Ronald Rosenberg, "Hard Disk Drives," *Mini-Micro Systems*, February 1979, p. 47.

## ความสามารถของจานแม่เหล็ก

ความเร็วในการทำงานของจานแม่เหล็ก คำนวณออกมาในรูปเวลาเฉลี่ย ของความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล(Average Access Time) และอัตราการส่งถ่ายข้อมูล(Data Transfer Rate)

### - เวลาเฉลี่ยในการเข้าถึงข้อมูล (Average Access Time)

เป็นค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้นับเริ่มตั้งแต่หัวอ่านเคลื่อนไปยังแทร็กที่ต้องการอ่านข้อมูล (Seek Time) และเวลาที่งานแม่เหล็กหมุนไปจนถึงตำแหน่ง

ของข้อมูลที่ต้องการ(Rotational Delay) สำหรับ Fixed Disk หรือประเภทหัวอ่านคงที่ เวลาของ Seek Time จะไม่มี เวลาในการเข้าถึงข้อมูลจะคิดเฉพาะ Rotational Delay เท่านั้น จึงทำให้ Fixed Disk มี Average Access time เร็วกว่า

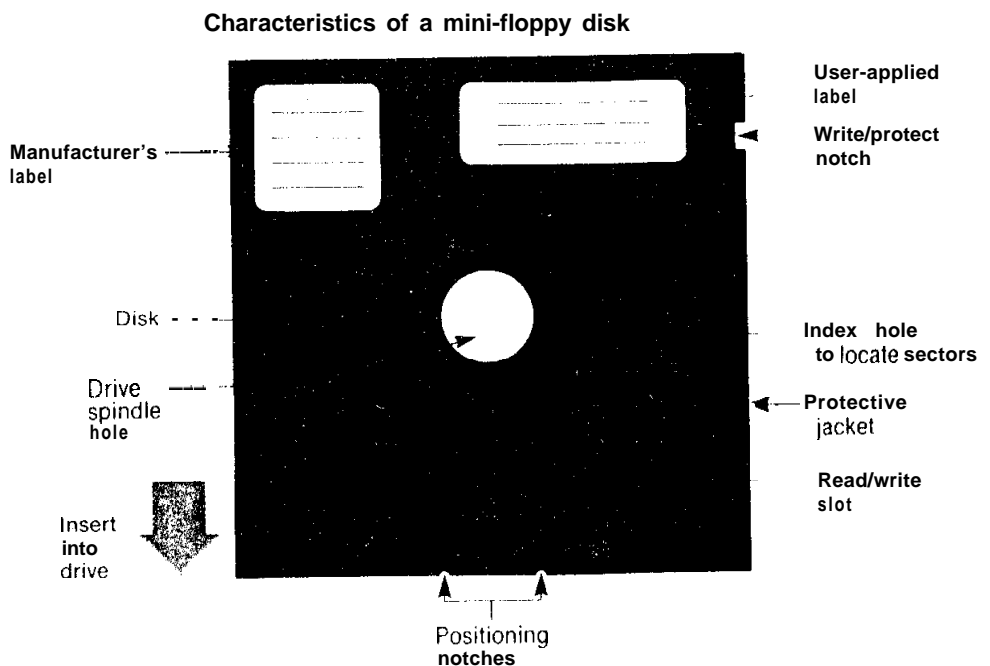
- เวลาที่ใช้ในการส่งถ่ายข้อมูล (Data Transfer Rate)

เป็นเวลาที่คำนวณจากอัตราความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างจานแม่เหล็กและหน่วยประมวลผลกลาง(CPU)

- จานแม่เหล็กแบบแผ่นอ่อน (Floppy Disk)

ตัวแผ่นทำจากวัสดุประเภทพลาสติก ที่เรียกว่า โพลีเอสเตอร์(Polyester Film) แล้วเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์(Iron Oxide) การเคลือบมีทั้งเคลือบหน้าเดียว(Single Side) และสองหน้า(Double Side) แผ่นดิสก์จะหุ้มด้วยวัสดุป้องกันการขูดขีด เรียกว่า Protective Plastic Jacket เมื่อต้องการใช้งาน แผ่นจะถูกสอดเข้าไปในช่องของเครื่องอ่าน/เขียนข้อมูล (Floppy Disk Drive) ขนาดของแผ่นมีแตกต่างกัน ตั้งแต่ขนาด 8 นิ้ว 5.25 นิ้ว 3.25 นิ้ว และ 3.5 นิ้ว สำหรับขนาด

รูป 5.14 เป็นภาพโครงสร้างของ Floppy Disk ขนาด 5.25



เล็กเรามากจะเรียกว่า Micro Floppy Disk แต่ระบบจะมีความจุแตกต่างกันไป ความจุของข้อมูลบนเนื้อที่เท่ากัน ๆ มีหลายขนาด เรียกเป็น Single, Double และ Quad Density ความจุของข้อมูลวัดด้วยหน่วยวัดเรียกว่า Bits per inch - bpi คือจำนวนบิตต่อนิ้ว เช่น 3,200 6,400 หรือ 12,800 bpi เป็นต้น ลักษณะของ Floppy Disk ดูได้จากรูป 5.14

ฟลอปปีดิสก์นิยมใช้กันมากเพราะมีขนาดเล็กง่ายต่อการพกพาได้สะดวก และสามารถใช้ในลักษณะงาน Off-line ได้

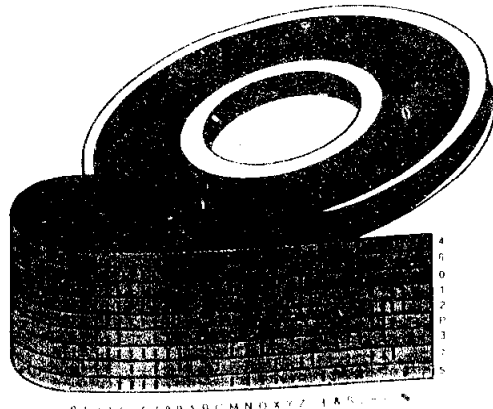
### ข้อดีและข้อเสีย (Advantage and Disadvantage)

ข้อดีของหน่วยเก็บข้อมูลแบบจานแม่เหล็กคือ เป็นหน่วยเก็บข้อมูลรองที่มีการเข้าถึงข้อมูล แบบโดยตรง (Direct Access) ความจุในการเก็บข้อมูลสูง และราคาถูก แต่เมื่อเทียบกับหน่วยเก็บข้อมูลรองแบบเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) แล้ว ราคาแพงกว่า และความเร็วในการเข้าถึงข้อมูลช้ากว่าแบบหน่วยเก็บข้อมูลหลัก

#### 5.2.2.2 เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape)

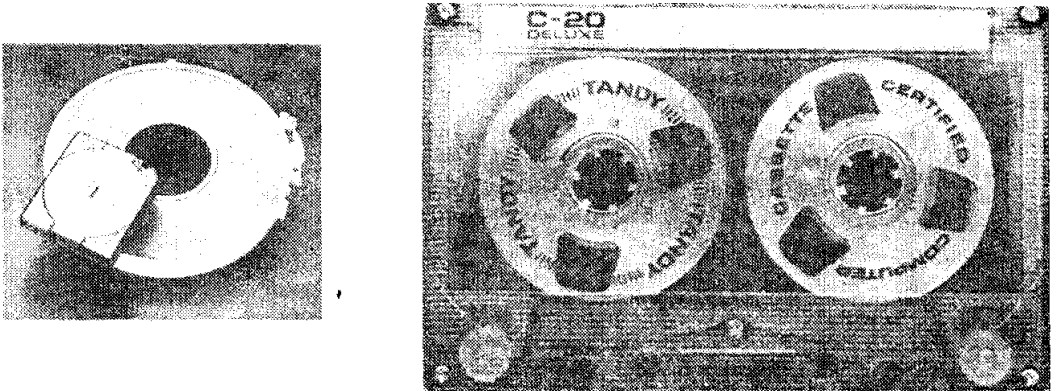
เป็นสื่อเก็บข้อมูลแบบหน่วยเก็บข้อมูลรอง (Secondary Storage) ประเภทหนึ่งปกติใช้ป็นสื่อสำหรับการเก็บข้อมูลสำรอง (Data Backup) สื่อที่ใช้เป็นเทปพลาสติก (Plastic Tape) คล้ายเทปอัดเสียง เคลือบด้วยเหล็กออกไซด์ (Iron Oxide) โดยทั่วไปเทปแม่เหล็กจะแบ่งเป็นแถบตามยาวด้วยกัน 9 แตร็ก (Tracks) เก็บข้อมูลรหัส 8 บิต รหัสมาตรฐาน EBCDIC ที่กำหนดโดยบริษัท IBM ส่วน 1 บิต ที่เหลือใช้เป็นบิตตรวจสอบ (Parity Bit) ตามรูปที่ 5.15

รูป 5.15 เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) NINE-TRACK TAPE (EBCDIC CODE)



ข้อมูลจะถูกบันทึกบนแถบเทปแม่เหล็ก ระหว่างกลุ่มข้อมูลจะมีช่องว่างคั่น (Gap) เทปแม่เหล็กทั่วไปจะกว้าง 4 นิ้ว ยาวประมาณ 2,400 ฟุต ความจุของข้อมูล คำนวณจากจำนวนข้อมูล Bytes ต่อความยาวเทป 1 นิ้ว เช่น 1,600 หรือ 6,250 Bytes per Inche เป็นต้น ดังนั้นในเทป 1 ม้วน สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่า 180 Mbytes เทปแม่เหล็กมีหลายขนาด เช่น แบบคาทริดจ์ (Cartridge) แบบตลับ (Cassette) ตามรูปที่ 5.16

รูป 5.16 เทปแม่เหล็กแบบ Tape Reel, Cartridge และ Cassette



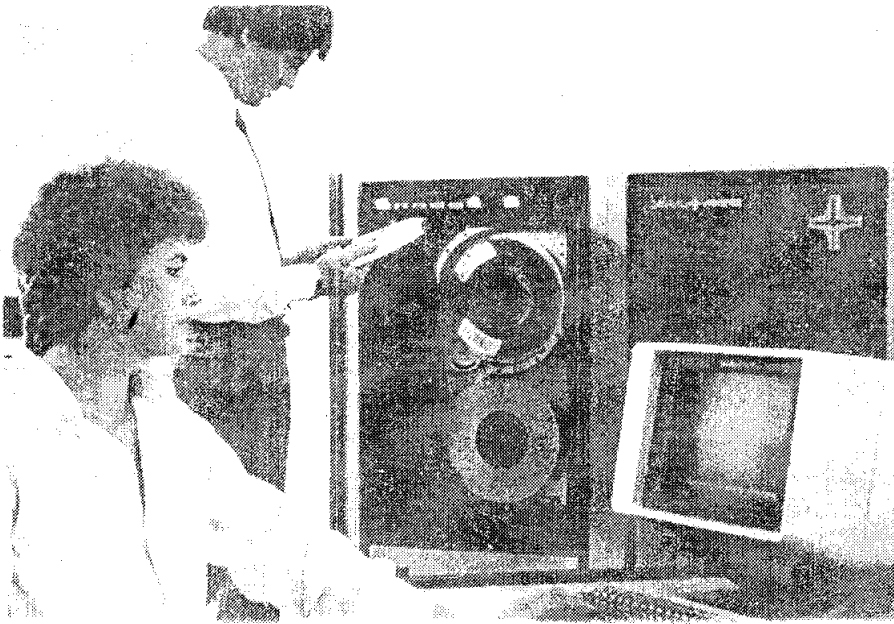
แบบคาทริดจ์(Cartridge) สามารถเก็บข้อมูลได้ประมาณ 10-200 Mbytes ในขณะที่แบบตลับ(Cassette) ที่มีขนาดเล็กกว่าจะเก็บข้อมูลได้ประมาณ 0.5-20 Mbytes

#### - อุปกรณ์ที่ใช้เทปแม่เหล็ก (Magnetoc Tape Pheripheral)

อุปกรณ์ที่ใช้อ่าน/บันทึกข้อมูล และขับเคลื่อนเทปแม่เหล็ก เรียกว่า Magnetic Tape Drive โดยมีหัวสำหรับอ่านและบันทึกข้อมูลในลักษณะเกิดจุดแม่เหล็ก(Magnetic spot) บนแต่ละ Tracks ของเทปแม่เหล็ก ในกรณีที่ต้องอ่านข้อมูล จุดแม่เหล็ก(Magnetic spot) เหล่านั้นจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณข้อมูลคอมพิวเตอร์โดยหัวอ่าน แล้วส่งไปยังหน่วยประมวลกลาง ความเร็วในการเขียน/อ่านข้อมูล จะอยู่ในช่วงประมาณ 15-180 Kbytes ใน 1 วินาทีของเทปแม่เหล็ก

โดยทั่วไป และถึง 1,250 Kbytes ต่อวินาที สำหรับเทปแม่ชนิดความหนาแน่นสูง (High Density) และเทปแม่เหล็กชนิดตลับ (Cassette) จะมีความเร็วในการอ่าน/บันทึกข้อมูล ประมาณ 300-5,000 Bytes ใน 1 วินาที ตามรูปที่ 5.17

รูป 5.17 อุปกรณ์อ่าน/บันทึก และขับเคลื่อนเทปแม่เหล็ก(Magnetic Tape Drive)

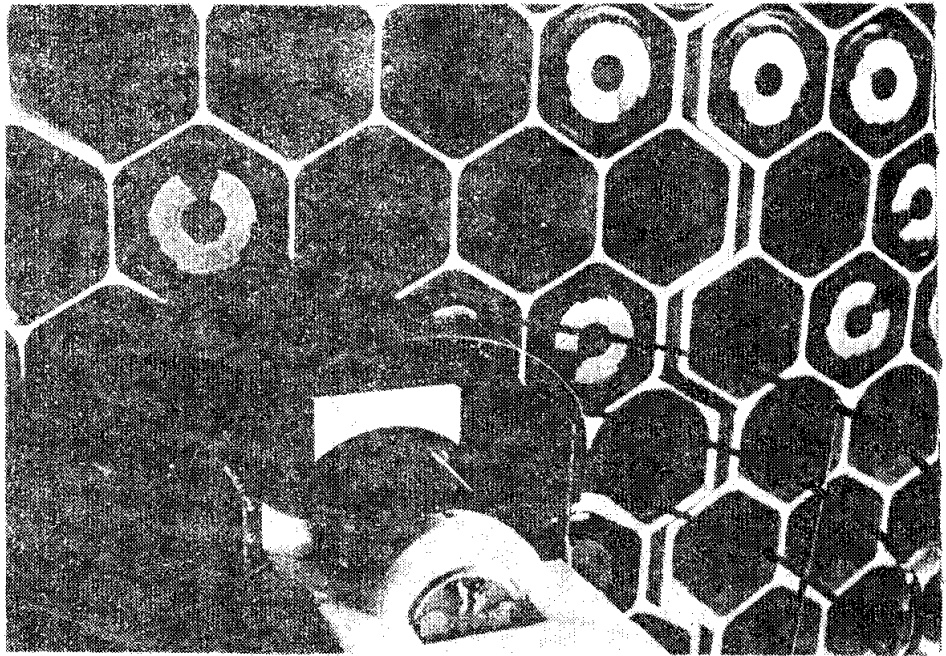


#### - อุปกรณ์สตริปแม่เหล็ก (Magnetic Strip Hardware)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เทปแม่เหล็กจำนวนมากและอาศัยหลักการเข้าถึงข้อมูลโดยตรงของจานแม่เหล็ก ใช้ในกับองค์กรที่มีจำนวนข้อมูลมาก ๆ (Mass Storage) โดยข้อมูลต่าง ๆ จะถูกบันทึกเก็บไว้ในเทปแม่เหล็กแต่ละชุด

ใน IBM 3850 System มี Magnetic Strip ประกอบด้วยชุดเทปแม่เหล็ก โดยเทปแม่เหล็กที่ใช้จะมีขนาดเล็ก คือกว้าง 3 นิ้ว ยาว 770 นิ้ว จำนวนหลายร้อยชุด โดยแต่ละชุดจะในช่อง(Cell) แต่ละช่อง(Strip) เก็บคล้ายรังผึ้ง(Honey comb Like) ตามรูปที่ 5.18

รูปที่ 5.18 Magnetic Strip IBM 3850 System เป็น Tape Cartridges ในช่อง Data Cell Unit



ชุดหัวอ่าน/เขียนจะเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติไปยังหมายเลขของช่องเทปที่ต้องการ ทำการบรรจุเทปจากช่องที่ระบุไว้ดังกล่าว ซึ่งเป็นหลักการของ Direct Access แล้วทำการอ่าน/เขียนแบบลำดับ(Sequential) เมื่อทำงานเสร็จแล้วเทปแม่เหล็กจะถูกส่งคืน ณ ช่อง Strip เดิม ข้อมูลที่เก็บด้วย IBM 3850 สามารถเก็บข้อมูลได้ถึง 16,500 Billion Bytes (1 Billion Bytes เท่ากับ 1,000,000,000 Bytes)

#### ข้อดีและข้อเสีย (Advantage and Disadvantage)

ข้อดีของเทปแม่เหล็กคือเป็นสื่อบันทึกข้อมูลที่มีราคาถูก มีความจุข้อมูลสูง มีความเร็วในการอ่านและบันทึกข้อมูลสูงกว่าอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบบัตรเจาะรู (Punched Card) สามารถบันทึกข้อมูลซ้ำใหม่ได้หลาย ครั้ง แต่จะมีข้อเสียคือข้อมูลที่ถูกรับบันทึกลงเทปแม่เหล็กเป็นข้อมูลที่มนุษย์ไม่สามารถอ่านได้ ต่างไปจากบัตรเจาะรู การอ่าน/เขียนข้อมูลลงเทปแม่เหล็กเป็นแบบตามลำดับ

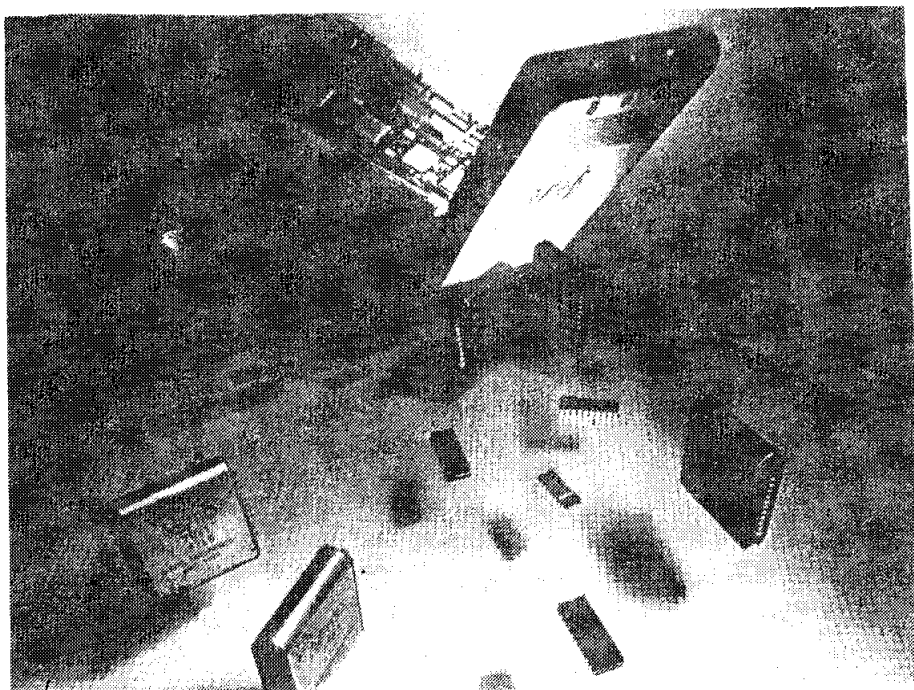
(Sequential Access) ทำงานช้ากว่าหน่วยเก็บข้อมูลแบบจานแม่เหล็ก (Magnetic Disk) ซึ่งเป็นแบบการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (Direct Access)

### 5.2.2.3 หน่วยเก็บข้อมูลรองประเภทอื่น ๆ (Other Secondary Storage Device)

#### - หน่วยเก็บข้อมูลแบบฟองแม่เหล็ก (Magnetic Bubble Storage)

เป็น ชิพ (Magnetic Chip) มีโครงสร้างเป็นผลึกคริสตอลมีสภาพเป็นแม่เหล็ก หรือที่เรียกว่า ฟองแม่เหล็ก (Magnetic Bubble) เล็กละเอียด ด้านบน ซึ่งเป็นที่เก็บข้อมูล อาศัยหลักการเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านจะทำให้เกิดสภาพการเป็นแม่เหล็กขึ้น ขนาดความจุของข้อมูลประมาณ 32 Kbytes ถึง 1 Mbytes ถึงแม้ว่าการทำงานจะช้ากว่าหน่วยเก็บข้อมูลแบบเซมิคอนดักเตอร์ แต่มีข้อดีที่ข้อมูลไม่เปลี่ยนแปลงแม้ไม่มีกระแสไฟฟ้าเลี้ยงวงจร ตามรูปที่ 5.19

รูป 5.19 เป็นภาพ Magnetic Bubble Memory Chip ขนาดความจุ 1 Mega Bits





หน่วยความจำแบบฟองแม่เหล็ก(Magnetic Bubble) มักใช้สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราว(Buffer) เช่นในเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Sharp PC-5000 ใช้หน่วยความจำนี้เป็นหน่วยความจำรอง ในลักษณะของการ์ดหน่วยความจำ (Memory Card) สามารถถอดเข้า-ออกได้(Plug-in)

- หน่วยเก็บข้อมูลรองแบบเซมิคอนดักเตอร์(Semiconductor Secondary Storage)

หน่วยความจำเซมิคอนดักเตอร์นอกจากจะใช้เป็นหน่วยความจำหลักแล้ว ยังสามารถนำมาใช้เป็นหน่วยความจำรองได้ เนื่องจากมันทำงานได้เร็วและมีการเข้าถึงข้อมูลแบบโดยตรง(Direct Access) ได้ถูกนำมาใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ มีลักษณะเป็นแผ่นการ์ดหน่วยความจำหรือที่เรียกว่า RAM Card เมื่อนำมาใช้เป็นหน่วยเก็บข้อมูลรอง มันจึงถูกเรียกเป็น RAM Disk

เครื่องคอมพิวเตอร์ระดับใหญ่(Mainframe Computer) หน่วยเก็บข้อมูลชนิดนี้ จะทำหน้าที่แทนจานแม่เหล็ก(Magnetic Disk) เรียกว่า Semiconductor Disk หรือ Solid State Disk

- ออปติคอลลิสก์ (Optical Disk)

การพัฒนาหน่วยเก็บข้อมูลได้มีการพัฒนาไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อเป้าหมายคือ ต้องการความจุมาก ความเร็วสูง และราคาถูก อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้น เรียกว่า เลเซอร์ ออปติคอลลิสก์(Laser Optical Disk) หรือบางครั้งก็เรียกว่า วิดีโอดิสก์(Video Disk) ซึ่งได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านการบันเทิง (Entertainment) เช่น ด้านเพลง ภาพยนต์ ภาพถ่าย หรือ Encyclopedia จำนวนแทร็ก(Track) ของ Laser Optical Disk มีถึง 54,000 แแทร็กต่อแผ่น ข้อมูลเมื่อมีการบันทึกลงไปแล้วจะเป็นข้อมูลถาวรไม่สามารถลบได้

## บทสรุป

จากรูปที่ 5.1 และตารางในรูปที่ 5.9 จะใช้เป็นข้อสรุปได้ ซึ่งแสดงให้เห็นลักษณะของหน่วยเก็บข้อมูลแบบต่าง ๆ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นในการพิจารณาเลือกใช้หน่วยเก็บข้อมูลแบบใด ๆ ต้องศึกษาจากคุณสมบัติต่าง ๆ เช่นจากความจริงในการเก็บข้อมูล ความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล ราคา และวัตถุประสงค์การใช้งาน เป็นองค์ประกอบ

คอมพิวเตอร์มีหน่วยเก็บข้อมูลหลัก(Main Storage) ในหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์/ทางตรรกะ และหน่วยควบคุม(Control Unit) มีหน่วยความจำ รีจิสเตอร์(Register) เพื่อทำหน้าที่เก็บข้อมูลชั่วคราวขนาดเล็ก ในขณะที่เดียวกันโปรแกรมและข้อมูลที่เรียกว่า Firmware อยู่ในหน่วยความจำ ROM จะถูกเรียกใช้เมื่อคอมพิวเตอร์เริ่มการทำงาน ส่วนหน่วยความจำ RAM ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและโปรแกรม มีการใช้อย่างกว้างขวาง หน่วยเก็บข้อมูลส่วนสุดท้ายที่ต้องการเก็บข้อมูลแบบถาวร หรือเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำรอง จะถูกเก็บไว้ที่หน่วยเก็บข้อมูลรอง(Secondary Storage)

### คำศัพท์ที่สำคัญ

Direct Access

Sequential Access

Semiconductor Storage

Magnetic Bubble Memory

RAM Memory

ROM Memory

Virtual Memory

Volatile/Non volatile

Firmware

Microprogram

Optical Disk

## คำถามท้ายบท

1. ทำไมจึงต้องมีสื่อเก็บข้อมูลและอุปกรณ์หลายแบบ ?
2. หน่วยความจำประเภทใด
  - ทำงานได้เร็วที่สุด ?
  - มีความจุมากที่สุด ?
  - ราคาต่ำสุด ?
  - เหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบแล้วในแง่ของราคา ความเร็ว และความจุ M
3. จงอธิบายการทำงานของหน่วยเก็บข้อมูลประเภทต่าง ๆ ที่อยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง ?
4. Firmware เป็น ฮาร์ดแวร์(Hardware) หรือ ซอฟต์แวร์(Software) จงอธิบาย ?
5. ไมโครโปรแกรมมิ่ง(Microprogramming) คืออะไร มีผลอย่างไรกับระบบคอมพิวเตอร์ ?
6. อะไรคือข้อดีและข้อเสีย ของหน่วยความจำแบบสุ่ม(Random) แบบโดยตรง(Direct) และแบบลำดับ (Sequential) ?
7. อะไรคือข้อดีและข้อเสียของหน่วยความจำเซมิคอนดักเตอร์(Semiconductor Storage)
8. ประเภทของหน่วยความจำเซมิคอนดักเตอร์มีอะไรบ้าง ?
9. ถ้าให้ออกแบบคอมพิวเตอร์ ท่านจะนำหน่วยความจำฟองแม่เหล็ก(Magnetic Bubble Memory) ใช้เป็นหน่วยเก็บข้อมูลหลัก(Primary Storage) หรือหน่วยความจำรอง (Secondary Storage) เพราะเหตุใด ?
10. หน่วยเก็บข้อมูลจานแม่เหล็ก(Magnetic Disk Storage) แบ่งเป็นแบบใดบ้าง และแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียอย่างไร ?
11. หน่วยเก็บข้อมูลเทปแม่เหล็ก(Magnetic Tape Storage) แบ่งเป็นกี่แบบ และมีข้อดีข้อเสียอย่างไร ?
12. สื่อเก็บข้อมูล(Storage Media) ที่ใช้เป็นหน่วยเก็บข้อมูลหลัก(Primary Storage) และที่ใช้เป็นหน่วยเก็บข้อมูลรอง(Secondary Storage) มีอะไรบ้าง จงอธิบายว่าเหตุใดจึงต้องใช้สื่อ(Media) ดังกล่าว ?