บทที่ 11
หน่วยความจำ (Memory)

11.1 บทนำ

ในการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป อุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor) ที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำจะถูกใช้งานเป็นหน่วยเก็บข้อมูลอันดับแรกที่ใช้เก็บโค้ดและข้อมูล หน่วยความจำนั้นจะต่อโดยตรงเข้ากับซีพียู (CPU) และพวกมันก็เป็นส่วนแรกที่ซีพียูใช้ในการติดต่อเพื่อเรียกใช้ข้อมูล (ส่วนที่เป็นโค้ดและข้อมูล) ด้วยเหตุนี้เราจึงเรียกหน่วยความจำเหล่านี้ว่าไพรมารี่เมโมรี่ (Primary memory) ความต้องการอันดับแรกของหน่วยความจำไพรมารี่ก็คือความเร็วในการตอบสนองต่อตัวซีพียู ซึ่งก็มีเพียงหน่วยความจำที่สร้างจากอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์เท่านั้นที่ตอบสนองความต้องการนี้ได้ ซึ่งที่มีใช้กันอยู่นั้นมีทั้งรอม (ROM) และแรม (RAM) ก่อนที่จะอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างรอมและแรมนั้น เราจะมาดูกันก่อนว่าหน่วยความจำนั้นมีองค์ประกอบที่ใช้ในการแยกแยะอย่างอื่นอีก เช่น ความจุ (Capacity) องค์ประกอบภายใน (Organization) และความเร็ว (Speed)

11.2 ความจุของหน่วยความจำ (Memory Capacity)

จำนวนของบิตที่หน่วยความจำสามารถเก็บไว้ได้เรียกว่าเป็นความจุของตัวชิพ (Chip Capacity) ซึ่งก็มีหน่วยเป็นกิโลบิต (Kilobits) เมกะบิต (Megabits) ซึ่งมันแตกต่างจากความจุของคอมพิวเตอร์ ขณะที่ความจุของหน่วยความจำบนตัวไอซี (IC) จะใช้หน่วยความจุเป็นบิต ส่วนหน่วยความจำที่อยู่ระบบคอมพิวเตอร์นั้นมีหน่วยความจุเป็นไบต์ (bytes) ยกตัวอย่างบทความของนิตยสารทางอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวถึง 4M นั้นจะหมายความว่า 4 เมกะบิต โดยจะเป็นที่เข้าใจกันเองถ้าบทความนั้นอ้างถึงหน่วยความจำที่บรรจุอยู่ในไอซี อย่างไรก็ตามถ้ามีการโฆษณาว่าคอมพิวเตอร์นั้นมาพร้อมกับหน่วยความจำ 4M ขอให้เข้าใจว่า 4M ในที่นี้นั้นคือ 4 เมกะไบต์

11.3 องค์ประกอบภายในของหน่วยความจำ (Memory Organization)

องค์ประกอบภายในของหน่วยความจำนั้นจะจำแนกเป็นตำแหน่งที่ใช้บรรจุลงบนตัวไอซี โดยแต่ละตำแหน่งนั้นจะมีความจุ 1 บิต 4 บิต 8 บิต หรือแม้แต่ 16 บิตก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบ ส่วนจำนวนของบิตที่แต่ละตำแหน่งจุได้นั้นจะมีค่าเท่ากับจำนวนขาข้อมูล (Data) ของตัวชิพ ถ้าจะถามว่าตัวชิพนั้นมีจำนวนตำแหน่งที่ใช้เก็บข้อมูลเป็นเท่าไหร่นั้น ซึ่งจำนวนนี้ก็จะขึ้นอยู่กับจำนวนขาแอดเดรส (Address) ของตัวชิพ จำนวนตำแหน่งที่อยู่ในตัวไอซีนั้นจะมีค่าเท่ากับ 2 ยกกำลังด้วยจำนวนขาแอดเดรส ซึ่งสรุปแล้วค่าต่างๆ ในหน่วยความจำนั้นจะเป็นดังนี้

1. ชิพแต่ละตัวนั้นประกอบด้วย 2^x ตำแหน่ง โดยที่ x คือจำนวนขาแอดเดรสที่อยู่บนตัวชิพ
2. แต่ละตำแหน่งจะประกอบไปด้วย y บิต โดยที่ y คือจำนวนขาข้อมูลที่อยู่บนตัวชิพ

3. ตัวชิพนั้นจะมีจำนวนบิตอยู่ $2^x * y$ บิต โดยที่ x คือจำนวนขาแอดเดรสที่อยู่บนตัวชิพ และ y คือจำนวนขาข้อมูลที่อยู่บนตัวชิพ

11.4 ความเร็ว (Speed)

สิ่งที่มีความสำคัญอีกสิ่งหนึ่งในคุณสมบัติของหน่วยความจำก็คือความเร็วในการเข้าถึงข้อมูลบนตัวชิพ การเข้าถึงข้อมูลนั้นตำแหน่งของข้อมูลนั้นจะแสดงที่ขาแอดเดรส เมื่อเวลาล่วงไปช่วงเวลาหนึ่งข้อมูลนั้นจะแสดงออกมาทางขาข้อมูล ถ้าช่วงเวลานี้ใช้เวลาสั้นจะส่งผลให้ชิพตัวนั้นแพงไปด้วย ความเร็วของหน่วยความจำนั้นจะเรียกอีกอย่างว่าแอกเซสไทม์ (Access Time) ค่าแอกเซสไทม์ของตัวหน่วยความจำนั้นจะมีค่าตั้งแต่จำนวนแค่ไม่กี่นาโนเซคคัน (nanosecond) ไปจนถึงหลายร้อยนาโนนเซคคัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของ IC ที่นำมาใช้ในการออกแบบ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะขอยกตัวอย่างในการคำนวณหาค่าต่างๆ ของตัวหน่วยความจำดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 11-1 ชิพหน่วยความจำมีขาแอดเดรส 12 ขา ขาข้อมูล 4 ขา จงหา

1) องค์ประกอบภายในของตัวชิพ
   - ชิพหน่วยความจำนี้มีทั้งสิ้น 4096 ตำแหน่ง (หาได้จาก $2^{12} = 4096$)
   - โดยแต่ละตำแหน่งนั้นบรรจุข้อมูลอยู่ 4 บิต
   - ส่งผลให้องค์ประกอบของชิพนั้นเป็น 4096 x 4 แต่มักจะแทนด้วย 4Kx4
2) ความจุของตัวชิพ
   - ความจุของตัวชิพนั้นมีค่าเท่ากับ 16K บิต เพราะว่ามีตำแหน่งทั้งหมด 4K ตำแหน่งและแต่ละตำแหน่งนั้นบรรจุข้อมูลอยู่ 4 บิต

ตัวอย่างที่ 11-2 ชิพหน่วยความจำขนาด 512K มีขาข้อมูลอยู่ 8 ขา จงหา

1) องค์ประกอบภายในของตัวชิพ
   - ชิพหน่วยความจำมีขาข้อมูลจำนวน 8 ขานั้นก็หมายความว่าหนึ่งตำแหน่งบนตัวชิพนั้นสามารถบรรจุข้อมูลได้ 8 บิต ดังนั้นจำนวนตำแหน่งของข้อมูลนั้นหาได้โดย 512K / 8 = 64K ซึ่งองค์ประกอบของตัวชิพนั้นจะเป็น 64Kx8
2) จำนวนขาแอดเดรสของตัวชิพนี้
   - ชิพนี้มีจำนวนทั้งหมด 16 ขาแอดเดรส ($2^{16} = 64K$)

11.5 รอม (ROM: Read Only Memory)

รอมคือหน่วยความจำที่ข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ภายในตัวมันจะไม่สูญหายเมื่อตัวมันไม่ได้รับพลังงาน ด้วยเหตุนี้จึงเรียกรอมว่าเป็นหน่วยความจำชนิดนอนโวลาไทท์ (Nonvolatile Memory) ซึ่งก็คือข้อมูลไม่

สูญหายนั้นเอง ซึ่งรอมนั้นก็มีอยู่หลายชนิดยกตัวอย่างเช่น พีรอม (PROM) อีพรอม (EPROM) อีสแควร์พรอม (EEPROM) แฟลชอีพรอม (Flash EPROM) และมาสก์รอม (Mask EPROM) โดยแต่ละชนิดนั้นจะจำแนกรายละเอียดต่อไป

Type	Part Number	Speed (ns)	Capacity	Organization	Number of Pins	VPP (v)
PROM	74S488	35	256	32x8	16	5
	74S472	60	4K	512x8	20	5
	74S573	60	4K	1Kx4	18	5
UV-EPROM	2716	450	16K	2Kx8	24	25
	2716-1	350	16K	2Kx8	24	25
	2716B	450	16K	2Kx8	24	12.5
	2732A-45	450	32K	4Kx8	24	21
	2732A-20	200	32K	4Kx8	24	21
	27C32	450	32K	4Kx8	24	25
	2764A-25	250	64K	8Kx8	28	12.5
	27C64-15	150	64K	8Kx8	28	12.5
	27128-20	200	128K	16Kx8	28	12.5
	27C128-25	250	128K	16Kx8	28	12.5
	27256-20	200	256K	32Kx8	28	12.5
	27C256-20	200	256K	32Kx8	28	12.5
	27512-25	250	512K	64Kx8	28	12.5
	27C512-25	250	512K	64Kx8	28	12.5
	27C010-12	120	1M	128Kx8	32	12.5
	27C201-12	120	2M	256Kx8	32	12.5
	27C401-12	120	4M	512Kx8	32	12.5
EEPROM	28C16A-25	250	16K	2Kx8	24	none
	2864A	250	64K	8Kx8	28	none
Flash ROM	28F256-20	200	256K	32Kx8	32	12
	28F256-15	150	256K	32Kx8	32	12
	28F010-20	200	1M	128Kx8	32	12
	28F020-15	150	2M	256Kx8	32	12

ตารางที่ 11-1 ตัวอย่างของชิพหน่วยความจำ

ในตารางที่ 11-1 นั้นจะเป็นการแสดงตัวอย่างบางชนิดของชิพรอมที่นิยมใช้กัน และคุณลักษณะของรอม ลองดูตัวอย่างหมายเลขไอซี 27128-20 ซึ่งก็เป็นยูวีอีพรอม (UV-EPROM) ที่มีความจุ 128K บิต และแอกเซสไทม์ 200 นาโนเซกคัน

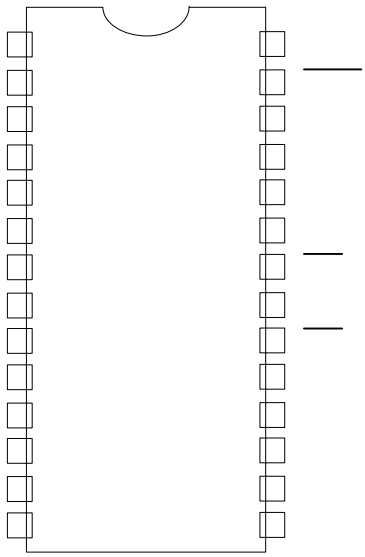
ตัวอย่างที่ 11-3 จากตารางที่ 11-1 ที่ชิพรอมหมายเลข 27128 จงหาจำนวนของขาข้อมูลและขาแอดเดรส

- 27128 นั้นมีความจุ 128K บิต องค์ประกอบของตัวชิพที่แสดงในตารางคือ 16Kx8 ซึ่งก็หมายความว่ามีขาข้อมูลอยู่ 8 ขา ส่วนขาแอดเดรสนั้นมีอยู่ 14 ขา (2^{14} = 16K)

11.5.1 พีรอม (PROM: Programmable ROM)

พีรอมก็คือรอมที่ผู้ใช้งานสามารถเบิร์น (Burn) ข้อมูลต่างๆ ลงบนตัวมันได้ แต่ละบิตของตัวพีรอมนั้นจะเป็นฟิวส์ (Fuse) พีรอมนั้นโปรแกรมได้โดยการทำลายฟิวส์เหล่านั้น ถ้าข้อมูลที่จะเบิร์นลงไปในตัวพีรอมนั้นเกิดผิดพลาด พีรอมนั้นก็จะใช้ประโยชน์ไม่ได้เพราะฟิวส์ข้างในตัวมันนั้นจะถูกทำลายอย่างถาวร ด้วยเหตุนี้จึงเรียกพีรอมอีกอย่างว่าโอทีพี (OTP: One-Time Programmable) การที่เราโปรแกรมรอมนั้นเราเรียกการทำงานนี้ว่าการเบิร์นรอม และจะต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการเบิร์นซึ่งเรียกว่า รอมเบิร์นเนอร์ (Rom Burner) หรือ รอมโปรแกรมเมอร์ (Rom Programmer)

11.5.2 อีพรอม (EPROM: Erasable Programmable ROM)



รูปที่ 11-1 ชิพยูวีรอม

อีพรอมนั้นถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าพีรอมหลังจากที่มันถูกเบิร์น ตัวอีพรอมนั้นจะสามารถโปรแกรมตัวชิพหน่วยความจำและลบข้อมูลที่โปรแกรมไปแล้วได้ 1000 ครั้ง ซึ่งมันเป็นสิ่ง

ที่สำคัญในการทำงานด้านไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller) แต่ปัญหาหนึ่งทีเกิดขึ้นกับตัวอีพรอมนั้นจะเป็นการใช้เวลาประมาณ 20 นาทีต่อการลบข้อมูลแต่ละครั้ง อีพรอมทุกๆ ตัวนั้นจะมีช่องไว้สำหรับส่องรังสียูวี (UV: Ultraviolet) เข้าไปเพื่อทำการลบข้อมูลข้างใน ด้วยเหตุนี้อีพรอมจึงมีอีกชื่อว่ายูวีอีพรอม (UV-EPROM) รูปที่ 11-1 จะแสดงชิพยูวีอีพรอม

วิธีการโปรแกรมยูวีอีพรอมนั้นจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) สิ่งที่มันเก็บไว้จะต้องถูกลบออกก่อนเป็นอันดับแรก การลบนั้นให้เราเอามันออกมาจากตัวซอกเกต (Socket) ที่เสียบอยู่บนบอร์ด (Board) ก่อนและนำไปวางไว้บริเวณที่รังสียูวี เพื่อให้รังสียูวีส่องเข้าช่อง วางไว้ประมาณ 15-20 นาที
2) ทำการโปรแกรมตัวชิพด้วยการวางชิพลงบนยูวีพรอมเบิร์นเนอร์ การเบิร์นนั้นจะใช้แรงดันในการเบิร์น โดยค่าแรงดันที่ใช้ในการเบิร์นก็คือค่า VPP บนดาต้าชีท (Data sheet) ของยูวีพรอม
3) นำชิพที่ทำการเบิร์นเรียบร้อยแล้วนั้นมาวางไว้ที่ซอกเกตบนบอร์ดเหมือนเดิม

จากที่ได้เห็นวิธีการข้างบนแล้ว จะเห็นได้ว่าตัวยูวีอีพรอมนั้นจะไม่สามารถเบิร์นได้เลยถ้ามันยังอยู่ที่บอร์ด ในการแก้ปัญหานี้จึงได้มีการคิดค้นอีสแควร์พรอมขึ้นมา

11.5.3 อีสแควร์พรอม (EEPROM: Electrically Erasable Programmable ROM)

อีสแควร์พรอมนั้นมีข้อดีกว่าอีพรอมอยู่หลายอย่าง เช่น องค์ประกอบที่ใช้ในการลบก็คือไฟฟ้าที่ลบได้เร็ว ตรงกันข้ามกับอีพรอมที่ใช้เวลาประมาณ 20 นาทีในการลบ และสามารถเลือกได้ว่าจะลบส่วนใด แต่ถ้าเป็นอีพรอมนั้นจะเลือกไม่ได้ ที่สำคัญไม่จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายอีสแควร์พรอมออกจากตัวบอร์ดเลย และยังไม่ต้องการใช้อุปกรณ์ภายนอกอื่นเลยเพื่อใช้ในการเบิร์น แต่ข้อเสียของอีสแควร์พรอมนั้นก็คือเมื่อเทียบราคาต่อบิตกับอีพรอมแล้ว มันจะมีราคามากกว่าอีพรอมอยู่มากทีเดียว

11.5.4 แฟลชอีพรอม (Flash EPROM)

ช่วงต้นยุค 1990 แฟลชอีพรอมนั้นเป็นที่นิยมใช้กันมาก สาเหตุที่มีการนิยมใช้กันอย่างแรกก็คือการลบนั้นใช้เวลาไม่ถึงวินาที เลยเรียกกันว่าหน่วยความจำแฟลช การลบข้อมูลบนตัวแฟลชอีพรอมนั้นก็ยังใช้ไฟฟ้าในการลบข้อมูลอยู่ซึ่งเหตุนี้บางทีจึงเรียกมันว่าแฟลชอีสแควร์พรอม (Flash EEPROM) ดังนั้นเพื่อเป็นการเลี่ยงการสับสนจึงเรียกกันว่าแฟลชเมโมรี่ (Flash Memory) การลบข้อในแฟลชอีพรอมนั้นจะใช้การลบเป็นบล็อกซึ่งในบล็อกนั้นจะเก็บแต่ละส่วนของไบต์ไว้ ผู้ออกแบบบางท่านยังคิดที่จะนำตัวแฟลชเมโมรี่นี้มาแทนที่ฮาร์ดดิสก์ เนื่องจากการทำงานของมันที่คล้ายการทำงานของฮาร์ดดิสก์ที่มีการโปรแกรมและลบคล้ายๆ กัน ซึ่งแฟลชอีพรอมนั้นค่าแอกเซสไทม์นั้นจะเร็วกว่าตัวฮาร์ดดิสก์อยู่หลายเท่าแต่ก็ยังใช้งานไม่ได้เพราะว่าการโปรแกรมและลบข้อมูลนั้นแฟลชเมโมรี่และอีสแควร์พรอมทำได้เพียง 10000 ครั้งเท่านั้น ส่วนตัวฮาร์ดดิสก์นั้นไม่จำกัดการโปรแกรมหรือการลบบนตัวมันเลย

11.5.5 มาสก์รอม (Mask ROM)

มาสก์รอมก็คือรอมอีกชนิดหนึ่งที่มีการโปรแกรมมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิตไอซี ซึ่งมันก็คือรอมที่ไม่ได้โปรแกรมโดยตัวผู้ใช้เอง ซึ่งจะสร้างขึ้นเพื่อรองรับความต้องการที่จะใช้งานในปริมาณมากๆ ในการทำงานที่เหมือนกัน ดังนั้นมันจึงเป็นรอมที่มีราคาต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับรอมชนิดอื่นๆ

11.6 แรม (RAM: Random Access Memory)

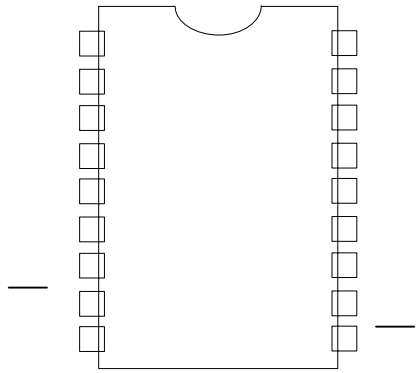
แรมเป็นหน่วยความจำชนิดโวลาไทล์(Volatile) คือเมื่อไม่ได้รับพลังงานค่าต่างๆ ในตัวไอซีก็จะสูญหาย บางที่แรมจะถูกเรียกว่าหน่วยความจำที่สามารถเขียนและอ่านได้ (RAWM: Read and Write Memory) ซึ่งแตกต่างจากรอมที่ไม่สามารถเขียนข้อมูลได้ แรมนั้นมีอยู่ 3 ชนิดนั้นคือ สแตติกแรม (Static RAM: SRAM) ไดนามิกแรม (Dynamic RAM: DRAM) และเอ็นวีแรม (NV-RAM: Nonvolatile RAM)

RAM Type	Part Number	Speed (ns)	Capacity	Organization	Number of Pins
SRAM	6116-1	100	16K	2Kx8	24
	6116LP-70*	70	16K	2Kx8	24
	6264-10	100	64K	8Kx8	28
	62256LP-10*	100	256K	32Kx8	28
DRAM	4116-20	200	16K	16Kx1	16
	4116-15	150	16K	16Kx1	16
	4116-12	120	16K	16Kx1	16
	4416-12	120	64K	16Kx4	18
	4416-15	150	64K	16Kx4	18
	4164-15	150	64K	64Kx1	16
	41464-8	80	256K	64Kx4	18
	41256-15	150	256K	256Kx1	16
	41256-6	60	256K	256Kx1	16
	414256-10	100	1M	256Kx4	20
	511000P-8	80	1M	1Mx1	18
	514100-7	70	4M	4Mx1	20
NV-SRAM	DS1220	100	16K	2Kx8	24
	DS1225	150	64K	8Kx8	28
	DS1230	70	256K	32Kx8	28

ตารางที่ 11-2 ตัวอย่างของชิพแรมแต่ละรุ่น

11.6.1 เอสแรม (SRAM: Static RAM)

เซลล์ (Cells) ของเอสแรมนั้นถูกสร้างขึ้นมาจากฟลิปฟลอบ ด้วยเหตุนี้จึงไม่จำเป็นต้องมีการรีเฟรช (Refresh) ตัวมันเพื่อช่วยในการรักษาข้อมูลภายใน ซึ่งจะแตกต่างจากการทำงานของดีแรม (DRAM) ที่จะอธิบายต่อไป แต่ปัญหาของเอสแรมนั้นก็คือแต่ละเซลล์ที่สร้างจากฟลิปฟลอบนั้นต้องการทรานซิสเตอร์ (Transistor) อย่างน้อย 6 ตัวเพื่อใช้ในการสร้าง และแต่ละเซลล์นั้นจะใช้เก็บข้อมูลหนึ่งบิตช่วงหลังๆ มานี้แต่ละเซลล์นั้นจะใช้ทรานซิสเตอร์เพียง 4 ตัว แต่ก็ยังมากอยู่ดี แต่ละเซลล์ที่สร้างทรานซิสเตอร์4 ตัวรวมเข้ากับการใช้เทคโนโลยีของซีมอส (CMOS) เข้าไปด้วยก็เลยก่อให้เกิดเอสแรมที่มีความจุสูง แต่ความจุของเอสแรมนั้นเมื่อเทียบกับดีแรมก็ยังน้อยกว่ามาก ตารางที่ 11-2 แสดงตัวอย่างบางส่วนของเอสแรม เอสแรมนั้นในการทำเป็นแคชเมโมรี่ (Cache Memory) ซึ่งถือเป็นหน่วยความจำที่เร็วที่สุดบนตัวพีซี ในรูปที่ 11-2 นั้นแสดงรูปที่อธิบายถึงขาต่างๆ ของชิพเอสแรม 2147



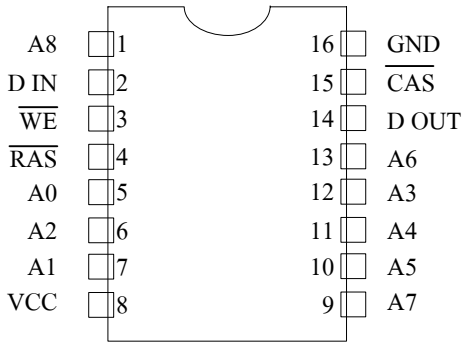
รูปที่ 11-2 แสดงเอสแรมรุ่น Intel 2147H 4096x1

11.6.2 ดีแรม (DRAM: Dynamic RAM)

ปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์นั้นต้องการต้องการหน่วยความจำที่อ่านและเขียนได้ที่มีขนาดใหญ่ และราคาถูก ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ ในปี 1970 บริษัทอินเทล (Intel Corporation) ได้นำดีแรมตัวแรกออกมาสู่ตลาด โดยมีความจุ 1024 บิต และใช้คาปาซิเตอร์ในการเก็บแต่ละบิต การใช้คาปาซิเตอร์ในการส่งข้อมูลเพื่อให้ทรานซิสเตอร์เก็บข้อมูล นั้นหมายความว่าจะต้องมีการรีเฟรชเพื่อให้ข้อมูลคงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งก็แตกต่างจากเอสแรมที่แต่ละเซลล์ของมันนั้นจะสร้างจากฟลิปฟลอบ เพราะว่าในเอสแรมใช้ฟลิปฟลอบหนึ่งตัวที่สร้างจากทรานซิสเตอร์ 6 ตัว เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล 1 บิต ดังนั้นเอสแรมจึงเป็นหน่วยความจำที่แต่ละเซลล์นั้นมีขนาดใหญ่ส่งผลให้มันมีความจุต่ำไปด้วย การใช้คาปาซิเตอร์ในการเก็บแต่ละเซลล์ในดีแรมนั้นส่งผลให้มันจุได้หลายเซลล์บนตัวเพราะว่าแต่ละเซลล์นั้นมีขนาดเล็ก

ข้อดีของดีแรมนั้นคือมีความจุมาก ราคาถูกเมื่อเทียบต่อบิต และพลังงานที่จ่ายให้แต่ละบิตนั้นก็ใช้น้อย ส่วนข้อเสียของดีแรมนั้นก็คือจะต้องมีช่วงเวลาของการรีเฟรชเพื่อให้ข้อมูลไม่สูญหาย ดังนั้นช่วงเวลานี้การแอกเซสดีแรมนั้นจะทำไม่ได้ ซึ่งแตกต่างจากเอสแรมตรงที่ตัวเอสแรมนั้นใช้ฟลิปฟลอบใน

การเก็บข้อมูลซึ่งข้อมูลนั้นจะคงอยู่ตลอดตราบเท่าที่ยังมีการจ่ายพลังงานให้จึงไม่จำเป็นต้องมีการรีเฟรช ส่งผลให้สามารถเข้าถึงข้อมูลในตัวเอสแรมได้ตลอดเวลา รูปที่ 11-3 แสดงตัวอย่างของดีแรม



รูปที่ 11-3 แสดงดีแรม 256Kx1

11.6.3 เอ็นวีแรม (NV-RAM: Nonvolatile RAM)

ขณะที่ทั้งดีแรมและเอสแรมนั้นเป็นชนิดโวลาไทล์ ยังมีแรมอีกชนิดหนึ่งที่เป็นชนิดนอนโวลาไทล์เรียกว่าเอ็นวีแรม การทำงานก็เหมือนกับแรมชนิดอื่นๆ คืออนุญาตให้ซีพียูเขียนหรืออ่านข้อมูลบนตัวมันได้ แต่ถ้าเมื่อไม่มีการจ่ายพลังงานให้แก่ตัวมันข้อมูลนั้นจะไม่มีสูญหายเหมือนกันกับตัวรอม เอ็นวีแรมจึงเป็นการรวมเอาข้อดีของรอมและแรมมาใช้ การรักษาข้อมูลให้คงอยู่ของเอ็นวีแรมนั้น ตัวเอ็นวีแรมจะต้องถูกสร้างโดยมีลักษณะดังนี้

1) ตัวเอ็นวีแรมนั้นจะสร้างจากเซลล์ของเอสแรมที่ใช้กำลังงานต่ำมากๆ ซึ่งก็คือการสร้างจากซีมอส
2) ตัวมันจะมีแบตเตอรี่ไว้คอยเป็นตัวป้อนพลังงานให้กับตัวมัน
3) ใช้วงจรที่ชาญฉลาดเพื่อคอยตรวจสอบว่าพลังงานที่จ่ายให้แก่วงจรนั้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่ ถ้าต่ำกว่าจะต้องสั่งให้แบตเตอรี่ที่อยู่ภายในคอยป้อนพลังงานให้