บทที่ 2

สภาวะความเป็นมา

ไอซีเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคส์ชนิดหนึ่ง ที่มีการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง ซึ่งจัดอยู่ในจำพวกชิ้นส่วนไวงาน (Active Component)* ในอดีตชิ้นส่วนไวงานที่มีการใช้กันมาก คือ หลอดสูญญากาศ (Vacuum Tube) แต่ต่อมาชิ้นส่วนเหล่านี้ ได้ถูกทดแทนโดยทรานซิสเตอร์และไอซี อันเป็นชิ้นส่วนไวงานสารกึ่งตัวนำอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามหลอดสูญญากาศหรือ หลอดอิเล็กตรอน ยังมีการใช้งานกันอยู่ ในลักษณะงานที่เป็นสัญญานขนาดใหญ่ พลังงานสูงและความถี่สูง ทั้งนี้เพราะชิ้นส่วนไวงานสารกึ่งตัวนำยังมีข้อจำกัดในการใช้งานในช่วงดังกล่าว

ในบรรดาชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคส์เหล่านี้ ชิ้นส่วนไวงาน (Active Component) ที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำจะมีบทบาทสำคัญที่สุด ตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นการขยายตัวของผลผลิต ชิ้นส่วนไวงานสารกึ่งตัวนำในตลาดโลก โดยจำแนกตามประเทศกำเนิดของบริษัทผู้ผลิต(Home Base of Producing Firms) ในระหว่างปี พ.ศ. 2529-2534

นอกจากนี้ในมูลค่าตลาดของชิ้นส่วนไวงานสารกึ่งตัวนำนี้ เรายังพบว่าสัดส่วนของตัวไอซีอยู่ในเกณฑ์ที่สูงขึ้นเรื่อยๆดังจะเห็นได้จากตารางที่ 2.2 จากตัวแลขในตารางที่ 2.2 จะเห็นว่ามูลค่าตลาดของไอซีเมื่อเปรียบเทียบส่วนกับมูลค่าตลาดของชิ้นส่วนไวงานสารกึ่งตัวนำแล้ว จะอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก คือสูงถึงกว่าร้อยละ 80 ในกรณีของสหรัฐฯและต่ำสุดประมาณร้อยละ 70 ในกรณีของญี่ปุ่น นอกจากนี้สัดส่วนดังกล่าวเหล่านี้ยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย

---

* : ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคส์สามารถแบ่งออกเป็น 2 จำพวกใหญ่ๆ คือ ชิ้นส่วนไวงาน (Active Component)และชิ้นส่วนทั่วไป(General Component)

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตชิ้นส่วนไวงานสารกึ่งตัวนำในตลาดโลกจำแนกตามประเทศกำเนิดของบริษัทผู้ผลิต

(หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐ)

	2529	2530	2531	2532	2533	2534
สหรัฐอเมริกา	8510	10260	13430	14830	14930	17190
ยุโรป	5340	6190	8050	8940	9470	9970
ญี่ปุ่น	10450	12730	18110	19150	19880	25070
อื่นๆ	2050	3350	5360	5850	5640	7020
ผลผลิตรวม	26350	32530 (23.4%)	44950 (38.2%)	48760 (8.5%)	49570 (1.7%)	60250 (21.5%)

ที่มา : The Semiconductor International (1988-1990)

หมายเหตุ : ตัวเลขปี 2533 และ 2534 เป็นการประมาณการ ตัวเลขในวงเล็บเป็นอัตราการขยายตัวเมื่อเปรียบเทียบกับปีก่อนหน้านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 มูลค่าตลาดของไอซีเมื่อเทียบเป็นสัดส่วนของชิ้นส่วนไวงานสารกึ่งตัวนำทั้งหมดในประเทศอุตสาหกรรมที่สำคัญ

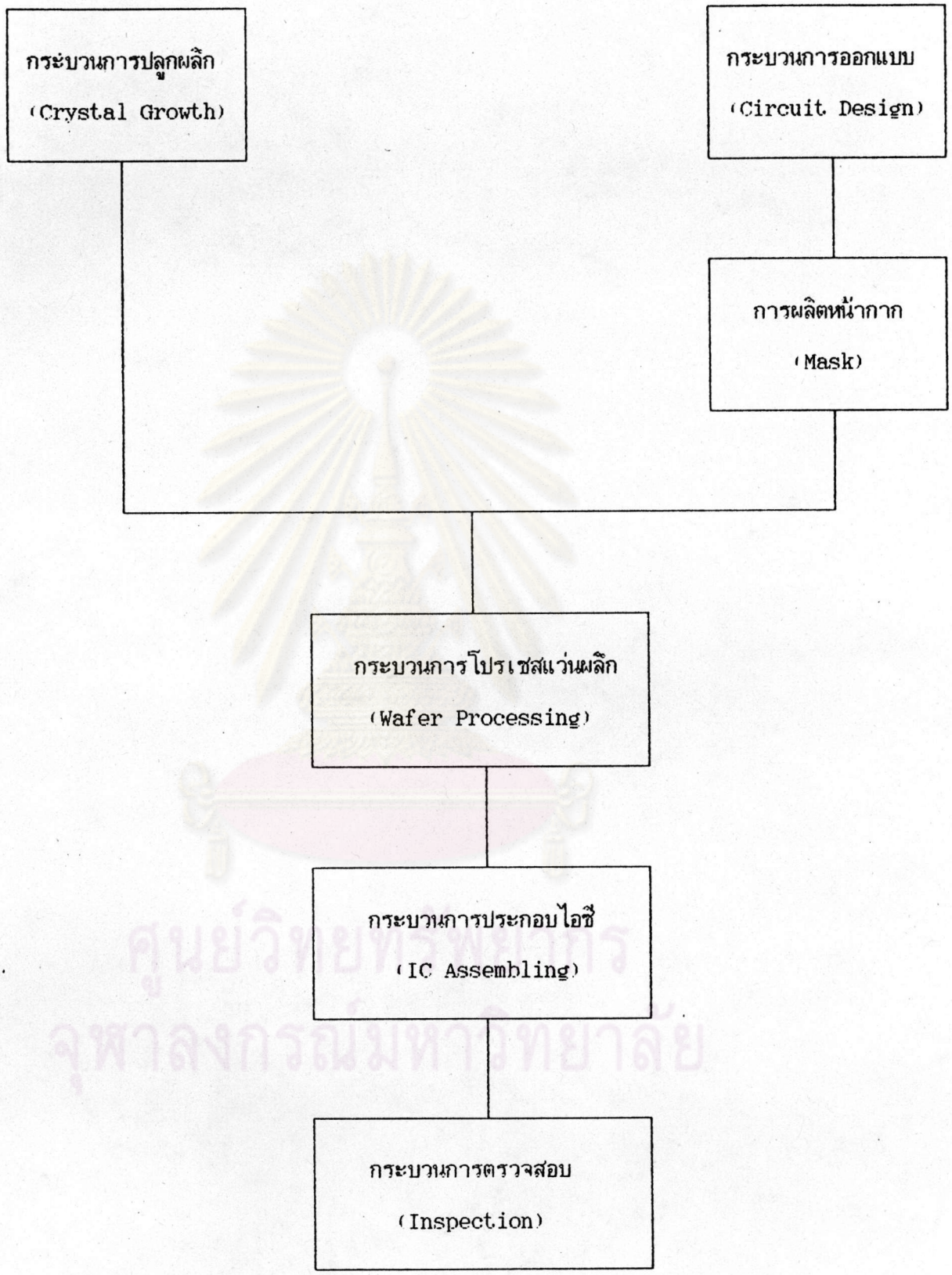
(หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐ)

	2528			2529			2530		
	ชิ้นส่วนไว-งาน สาร-กึ่งตัวนำ (A)	IC (B)	(B/A) x100%	ชิ้นส่วนไว-งาน สาร-กึ่งตัวนำ (A)	IC (B)	(B/A) x100%	ชิ้นส่วนไว-งาน สาร-กึ่งตัวนำ (A)	IC (B)	(B/A) x100%
สหรัฐอเมริกา	10396	8665	83.3	11129	9327	83.8	12418	12418	84.0
ญี่ปุ่น	11870	8074	68.0	12224	8429	69.0	13227	9242	70.0
เยรมันตะวันตก	1945	1408	72.4	1774	1255	70.7	1984	1435	72.3
สหราชอาณาจักร	979	737	75.3	1027	782	76.1	1159	855	77.2
ฝรั่งเศส	908	680	74.9	928	668	72.0	1056	772	73.1
อิตาลี่	599	445	74.3	577	417	72.3	637	468	73.5

ที่มา : Electronics ฉบับ Jan 8 และ Jan 22, 1987

หมายเหตุ : ตัวเลขปี 2530 เป็นการประมาณการ

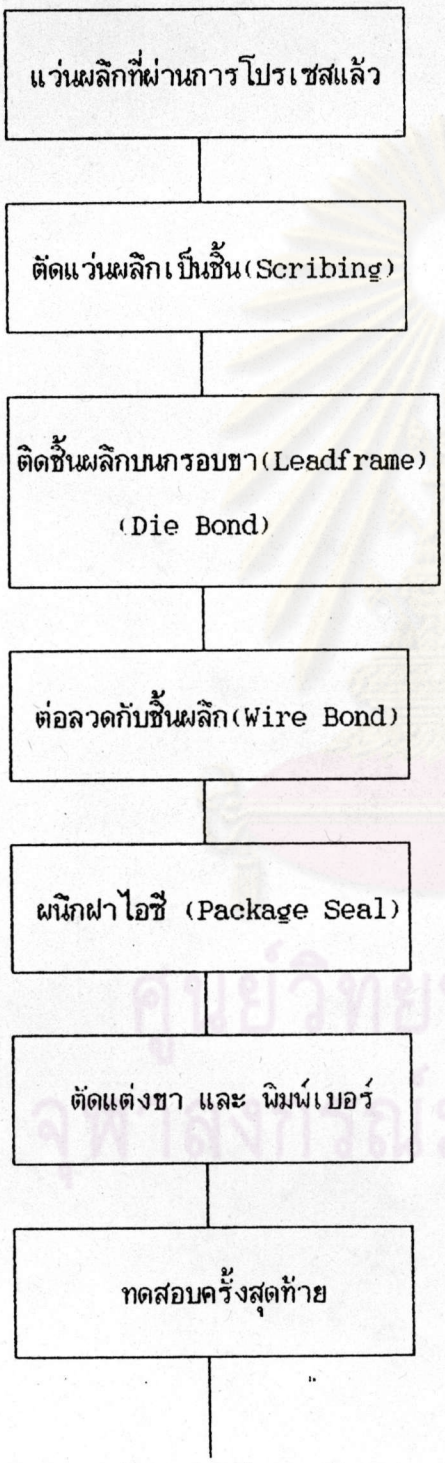
สำหรับกระบวนการผลิตไอซี สามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมของกระบวนการผลิตไอซี

โรงงานที่ผลิตไอซี ในประเทศไทยเวลานี้ ทำการผลิตในเฉพาะขั้นตอนกระบวนการประกอบไอซี และกระบวนการตรวจสอบเท่านั้นสำหรับรายละเอียดของกระบวนการประกอบไอซี และกระบวนการตรวจสอบสามารถกล่าวสรุปได้ดังนี้



ในกระบวนการนี้จะนำแว่นผลิกที่ผ่านการโปรเซสจากกระบวนการก่อนหน้านี้มาทำการตัดออกเป็นชิ้น(chip) ตามขนาดของไอซีทั้งนี้โดยใช้เลเซอร์หรือเพชร(Diamond Cutter) หลังจากนั้นอาจมีกระบวนการคัดชิ้นผลิก โดยการตรวจสอบด้วยสายตา และจึงนำชิ้นผลิกเฉพาะส่วนที่ใช้ได้ ไปติดบนกรอบขา(Lead Frame) เพื่อต่อเชื่อมกับลวดตัวนำซึ่งมักใช้ทอง หลังจากเสร็จสิ้นการต่อเชื่อมแล้ว ชิ้นผลิกจะถูกผนึกเพื่อป้องกันฝุ่นและไอน้ำโดยอาจใช้สารจำพวกพลาสติก ในกรณีที่ไม่มีข้อกำหนดจำเพาะที่เข้มงวดนัก หรืออาจใช้เซรามิก ถ้ามีข้อกำหนดจำเพาะที่เข้มงวดกว่า
หลังการผนึกฝาไอซีแล้วจะนำชิ้นส่วนนี้ไปตัดแต่งขาตามกำหนด แล้วพิมพ์เบอร์เพื่อส่งไปทำการทดสอบคุณสมบัติในขั้นสุดท้ายต่อไป

รูปที่ 2.2 กระบวนการประกอบไอซี

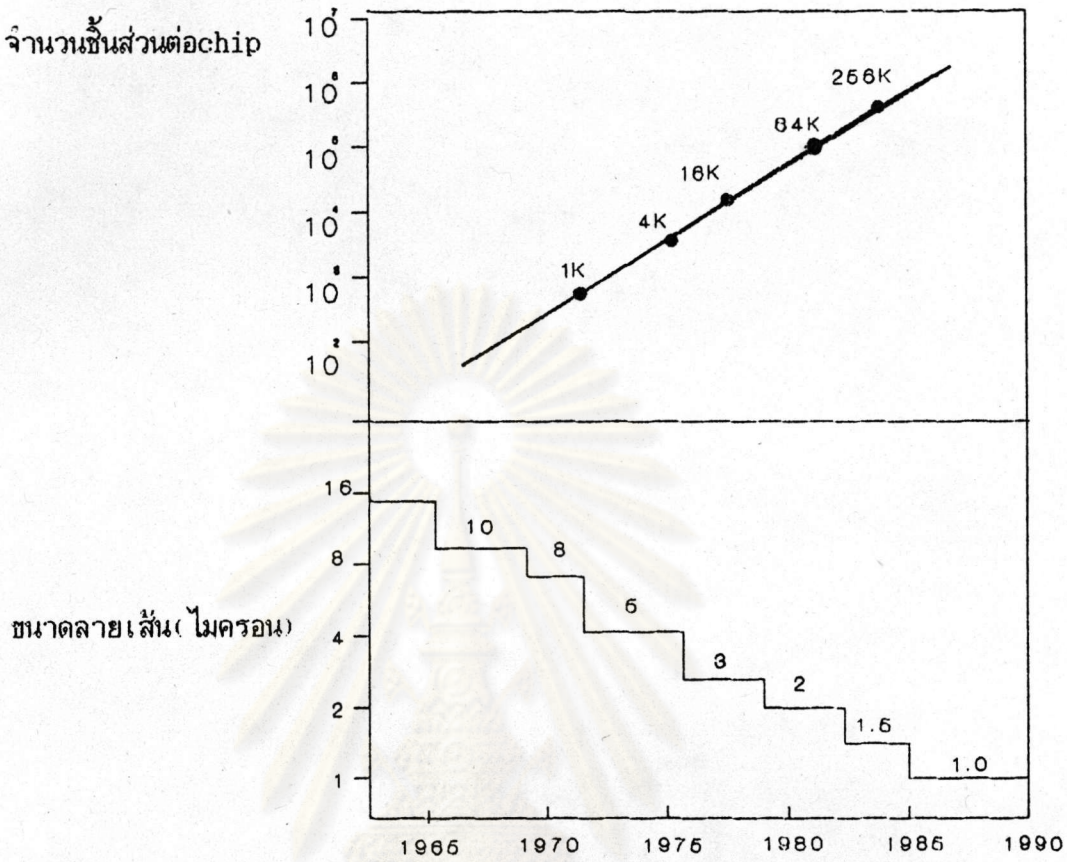
เทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการประกอบไอซีนั้น อาจรวบรวมสรุปได้ดังตารางที่ 2.3 จากตารางดังกล่าว เราจะเห็นได้ถึงชนิดของเทคโนโลยีและอุปกรณ์การผลิตสำคัญซึ่งจำเป็นต้องใช้

ตารางที่ 2.3 เทคโนโลยี่และอุปกรณ์ในกระบวนการประกอบไอซี

เทคโนโลยี	อุปกรณ์
- เทคโนโลยี่การเชื่อมต่อ (Bonding Technology)	- Scriber - Automatic Mounting Machine - Wire Bonder
- เทคโนโลยี่การผนึกไอซี (Packaging Technology	- Mould Press
- เทคโนโลยี่การทดสอบ (Testing Technology)	- IC Tester

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

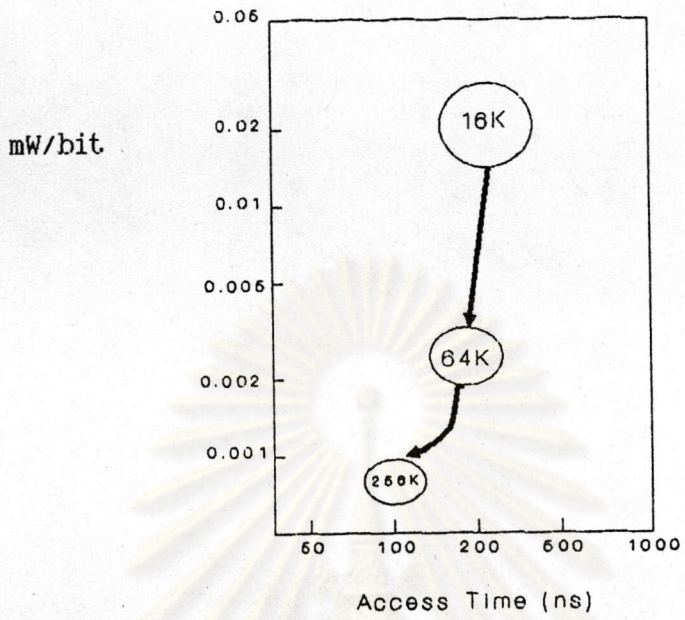
อุตสาหกรรมไอซีนับเป็นอุตสาหกรรมที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วที่สุดสาขาหนึ่ง ทั้งนี้อาจเห็นได้จากพัฒนาการของไดนามิกแรม(Dynamic Ram)ซึ่งมีขนาดหน่วยความจำเพิ่มขึ้นจาก 1K บิทในประมาณปี พ.ศ. 2514 จนกระทั่งมีขนาดหน่วยความจำเป็นถึง 256K บิทในประมาณปี พ.ศ. 2526 และ 1M บิทในปี พ.ศ. 2530 ตามลำดับ รูปที่ 2.3 ต่อไปนี้เปรียบเทียบพัฒนาการดังกล่าวเทียบกับการลดขนาดของลายเส้นในวงจรไอซี และจำนวนของชิ้นส่วนที่ย่อใส่ในไอซีโดยแสดงเทียบกับเวลา



รูปที่ 2.3 พัฒนาการของจำนวนชิ้นส่วนที่ย่อใส่ในไดนามิกแรม

ที่มา : อ้างใน The Semiconductor Industry หน้า 96

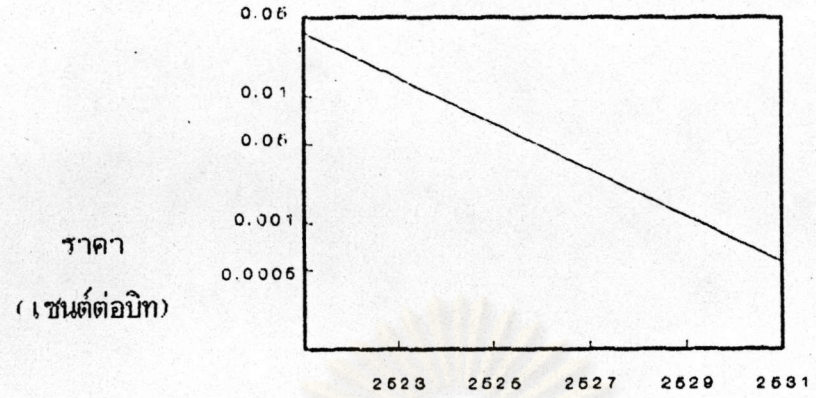
จากรูปจะเห็นว่าผลจากพัฒนาการทางเทคโนโลยีทำให้เราสามารถควบคุมขนาดลายเส้นในวงจรไอซีให้ลดจากประมาณ 10 ไมครอน ลงเหลือเพียง 1 ไมครอนภายในเวลา 20 ปี การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีดังกล่าว ทำให้สามารถย่อใส่ชิ้นส่วนจำนวนเพิ่มขึ้นลงบนช่องของไอซีขนาดเท่ากันได้ กล่าวคือ เริ่มจากการย่อใส่ด้วยความหนาแน่นขนาดเล็ก (Small Scale Integration - SSI) ไปเป็นขนาดกลาง(Medium Scale Integration - MSI) ขนาดใหญ่(Large Scale Integration - LSI) และขนาดใหญ่(Very Large Scale Integration - VLSI) จากพัฒนาการดังกล่าวจะทำให้ชิ้นส่วนไอซีที่ผลิตออกมามีสมรรถภาพและประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นลำดับ ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจแสดงให้เห็นได้ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพของ MOSRAM

รูปที่ 2.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าที่หน่วยความจำใช้ไปต่อขนาดความจำหนึ่งบิทและเวลาที่ใช้ในการเรียกข้อมูล จากหน่วยความจำ (Access Time) เมื่อมีการพัฒนาไอซี MOSRAM จาก 16K เป็น 64K และ 256K ในที่สุดจากรูปดังกล่าวจะเห็นว่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปต่อขนาดความจำหนึ่งบิทลดลงถึง 20 เท่าตัว (จาก 0.02 mW เป็น 0.001 mW) และความเร็วในการเรียกข้อมูลก็สั้นลงเกือบเท่าตัวจาก 200 ns เป็น 100 ns

ผลกระทบที่สำคัญอีกด้านหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีก็คือ การทำให้ราคาต่อหน่วยของหน่วยความจำและของไอซีอื่นๆ ลดลงอย่างรวดเร็ว ดังได้แสดงราคาต่อหนึ่งบิทของหน่วยความจำ(MOSRAM) ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาจากปี พ.ศ. 2515 จนถึง 2534 ในรูป 2.5 ผลจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีดังกล่าวทำให้ต้องมีการลงทุนด้านอุปกรณ์การผลิตในด้านมูลค่าที่สูงมากทุกปี ตารางที่ 2.4 แสดงแนวโน้ม การเพิ่มขึ้นของตลาดเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำของประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 2.5 การเปลี่ยนแปลงของราคาเฉลี่ยต่อบิทของ MOSRAM

ตารางที่ 2.4 ตลาดเครื่องจักรอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำของญี่ปุ่น

(หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐ)

	2529	2530	2534
CAD	96.9	134.6	236.9
Wafer making	50.0	54.6	75.4
Lithography	256.9	324.6	506.9
Resist Processing	72.3	80.8	116.9
Etching	123.8	136.1	210.0
Ion Implanters	88.5	93.1	156.1
Thermal processing	73.8	77.7	108.5
Sputtering	71.5	81.5	123.8
CVD	140.8	150.8	236.9
Epitaxy	27.7	28.5	53.1
Dicing	33.8	37.7	60.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017581

ตารางที่ 2.4 ตลาดเครื่องจักรอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำของญี่ปุ่น

(หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐ)

	2529	2530	2534
Bonding	110.8	132.3	197.7
Packaging	24.6	26.2	40.0
Testers	349.2	429.2	699.2
Probers	83.1	88.5	126.1
Handers	75.4	90.0	135.4
Mask/Wafer Inspection	100.8	113.1	196.9
รวมทั้งหมด	1779.9	2079.3	3279.8

ที่มา : Semiconductor International ฉบับ May, 1988

จากตัวเลขในตารางที่ 2.4 เราจะเห็นได้ถึงการขยายตัวอย่างรวดเร็วของการลงทุนด้านอุปกรณ์ อุปกรณ์การผลิตดังกล่าวอาจจำแนกออกได้เป็น 3 สาขา ที่สำคัญคือ ด้านโปรเซสแว่นผลิก ด้านการผนึกไอซี (Assembly) และด้านการทดสอบ ในปัจจุบันกล่าวได้ว่าพัฒนาการด้านเทคโนโลยี่ในอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดอัตราการพัฒนาขยายตัวของอุตสาหกรรมไอซี กำลังคนด้านวิศวกร ช่างเทคนิคและแรงงาน

ในอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิคส์ โดยเฉพาะ ไอซี นั้นมีการเปลี่ยนแปลงกำลังคนใช้ในการผลิตอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะกำลังคนทางด้านที่ใช้แรงงาน(Labour) จะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีการพัฒนาอุปกรณ์การผลิตเป็นแบบอัตโนมัติ(Automation) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้อัตราการผลิตเพิ่มสูงขึ้นและความซับซ้อนของเครื่องก็เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นความต้องการทางด้านวิศวกร และช่างเทคนิคก็เพิ่มมากขึ้นด้วย