วัฏจักรทางเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ : อดีต ปัจจุบัน และอนาคต

นาย วรวัฒน์ ศรียุกต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเศรษฐศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-078-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018547 i17210076

TECHNOLOGICAL CYCLE IN SEMICONDUCTOR INDUSTRY: PAST, PRESENT AND FUTURE

Mr.Worrawat Sriyook

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Economics

Department of Economics

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-078-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	วัฏจักรทางเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ : อดีต ปัจจุบัน และอนาคต
โดย	นายวรวัฒน์ ศรียุกต์
ภาควิชา	เศรษฐศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตตภัทร เครือวรรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อ.ดร. บวร ปภัสราทร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย รัตนโกมุท)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตตภัทร เครือวรรณ์)

..... กรรมการ
(อ.ดร. บวร ปภัสราทร)

..... กรรมการ
(อ.ดร. โสตถิธร มัลลิกะมาส)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรวัฒน์ ศรียุกต์ : วัฏจักรทางเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ : อดีต ปัจจุบัน และอนาคต (TECHNOLOGICAL CYCLE IN SEMICONDUCTOR INDUSTRY : PAST PRESENT AND FUTURE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.จิตตภัทร เครือวรรณ์, อ.ดร.บวร ปภัสราทร, 150 หน้า. ISBN 974-581-078-9

การวิจัยนี้ประสงค์จะวิเคราะห์ วัฏจักรทางเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ โดยอาศัยแนวคิดจากทฤษฎีวัฏจักรสินค้า (product life cycle) มาอธิบายว่าทฤษฎีวัฏจักรสินค้า สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ของการคิดค้น การตลาด และการย้ายฐานการผลิตของอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำได้มากน้อย และถูกต้องเพียงใด เพื่อคาดคะเนรูปแบบการย้ายฐานการผลิต เพื่อนำมาใช้อธิบายสินค้าที่มีเทคโนโลยีสูงในอนาคต

การศึกษานี้ได้จำกัดการศึกษาใน DRAM (Dynamic Random Access Memory) เป็นตัวแทนในสารกึ่งตัวนำ โดยแบ่ง DRAM เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ DRAM ขนาด 1 Kbit 4 Kbit 16 Kbit และ 64 Kbit กลุ่มที่ 2 ได้แก่ 256 Kbit 1 Mbit และ 4 Mbit กลุ่มที่สามได้แก่ 16 Mbit 64 Mbit และ 256 Mbit จากผลการวิจัยพบว่าในกลุ่มที่ 1 ทฤษฎีวัฏจักรสินค้าสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในอุตสาหกรรม DRAM ได้ดีพอสมควรในช่วงแรก ๆ การย้ายฐานการผลิตมาประเทศกำลังพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์จากแรงงานยังพอทำได้บ้าง แต่ในกลุ่มที่สอง และสาม DRAM มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น ต้องใช้เครื่องจักรในการผลิต การใช้ประโยชน์จากแรงงานไม่จำเป็นต่อไป ทฤษฎีวัฏจักรสินค้าไม่สามารถอธิบายการย้ายฐานการผลิตไปประเทศกำลังพัฒนาเพื่อได้ประโยชน์จากแรงงานได้

โดยสรุปคือประเทศผู้คิดค้นจะมีการย้ายฐานการผลิตไปใน 3 รูปแบบคือรูปแบบแรกจะมีการย้ายฐานการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยอาศัยแรงงานราคาถูกในประเทศกำลังพัฒนาตามทฤษฎีวัฏจักรสินค้าสำหรับสินค้าที่เทคโนโลยีอยู่ตัวและลอกเลียนแบบได้ง่าย รูปแบบที่สองคือ การย้ายฐานการผลิตเนื่องจากปัญหาการตลาด และมาตรการกีดกันทางการค้าสำหรับสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีในปัจจุบัน การลอกเลียนแบบยังทำได้ไม่ง่ายนัก และรูปแบบที่สามคือการย้ายฐานการผลิต เนื่องมาจากการร่วมมือกันระหว่างผู้ผลิตของประเทศพัฒนาแล้วเพื่อการวิจัยและพัฒนา สำหรับสินค้าที่ยังไม่มีการผลิตจำนวนมากในเชิงพาณิชย์ และเทคโนโลยียังอยู่ในระหว่างการพัฒนา

สำหรับโอกาสที่เป็นไปได้ในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำของประเทศไทย คือการออกแบบ ASIC (Application Specific Integrated Circuit) เนื่องจากประเทศไทยมีคุณสมบัติของแรงงานที่เหมาะสม และต้นทุนการลงทุนต่ำ ยิ่งกว่านั้นการผลิต ASIC เป็นที่รู้กันทั่วไปว่าใช้เงินลงทุนต่ำ ไม่ต้องผลิตเป็นจำนวนมาก สามารถออกแบบได้ตามความต้องการ และยากในการเลียนแบบ ถ้ามีการออกแบบและผลิตที่เหมาะสมแล้ว ASIC สามารถทำให้อุตสาหกรรมปลายน้ำ เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สามารถผลิตสินค้าได้แตกต่างจากคู่แข่ง และสามารถวางสินค้าในตลาดได้อย่างรวดเร็ว

ภาควิชา เศรษฐศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา - ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C160448 : MAJOR ECONOMICS.
KEY WORD : CYCLE/SEMICONDUCTOR
WORRAWAT SRIYOOK : TECHNOLOGICAL CYCLE IN SEMICONDUCTOR INDUSTRY : PAST PRESENT AND FUTURE. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.JITTAPATR KRUAVAN, Ph.D., BORWORN PAPASRATORN, Ph.D. 150PP. ISBN 974-581-078-9

This research was aimed at analyzing the technological cycle in the semiconductor industry. The main objective of this analysis was to analyse the concept of product life cycle theory in order to explain the invention, marketing and movement of production base of semiconductor industry. The results will lead us to understand the movement of high technology commodity production base in the future.

The scope of this research is limited to DRAM (Dynamic Random Access Memory) as the representative of semiconductors. DRAM is classified into 3 groups according to marketing reasons. The first group is 1Kbit, 4Kbit, 16 Kbit and 64 Kbit. The second one is 256 Kbit, 1 Mbit and 4Mbit. The last one is 16 Mbit, 64 Mbit and 256 Mbit. It is confirmed from this research that the product life cycle is able to explain what has happened in the first group quite well. The movement of production base for gain the benefit from cheap labour still occur. But in the second and third group, DRAMS are much more complicated. They must be produced by highly complicated machines with sufficiently high technology environment. In such a case, the product life cycle theory cannot explain the movement of production base to gain benefit from low wage in developing countries.

In the summary, Innovators are able to move production base in 3 forms. The first is to decrease production cost by using cheap labour in developing countries according to the concept of product life cycle theory. The product in this form is technologically mature and easy to to imitate. The second form of the movement is to decrease the problems of marketing and trade barriers. The products in this form is more modern and more difficult to imitate. The final form of the movement is a joint venture in research and development with other manufacturers among developed countries. This is the case when products are still not mass produced and technology is still in the state of development.

The possible opportunity for Thailand's semiconductor industry is ASIC (Application Specific Integrated Circuit) design. This is because not only Thailand has qualified manpower but also investment cost involved is relatively low. Moreover, ASIC production is known to require less investment, unnecessary to mass produced, able to design according to needs, and more difficult to imitate. If properly designed and produced, ASIC would allow domestic downstream industries, such as electronic industry, to produce differentiated products and to launch their products to the market faster.

ภาควิชา เศรษฐศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา - ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้เขียนต้องขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตตภัทร เครือวรรณ์ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยกรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์มาโดยตลอด

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อ.ดร.บวร ปภัสราทร ผู้อำนวยการสำนักคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งได้ให้ความกรุณา ให้คำแนะนำต่างๆตลอดมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย รัตนโกมุท และ อ.ดร.โสตถิธร มัลลิกะมาส ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำและข้อแก้ไขต่างๆอันเป็นประโยชน์ เพื่อปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

นอกจากนี้ขอขอบคุณ คุณนวจิตต์ บุณยรัตพันธุ์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจผู้เขียนมาโดยตลอด รวมทั้งขอขอบพระคุณ ศูนย์เทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายสุดนี้ ผู้เขียนขอน้อมรำลึกถึงพระคุณคุณครูและอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้เขียน รวมทั้งพระคุณของบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้กับผู้เขียนตลอดระยะเวลาของการศึกษาตั้งแต่แรกเริ่มจนสำเร็จในชั้นนี้

อย่างไรก็ตาม คุณความดีอันพึงมีทั้งหลายที่ปรากฏในวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอมอบให้แก่บิดา มารดา ครู และอาจารย์ ส่วนข้อบกพร่องทั้งหลายที่เกิดขึ้น ผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

วรวัฒน์ ศรียุกต์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 12

1.3 ขอบเขตการศึกษา 12

1.4 กรอบและวิธีการวิเคราะห์ 13

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14

2. แนวความคิดและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

2.1 แนวความคิดทางเศรษฐศาสตร์กับทฤษฎีวัฏจักรสินค้า 15

2.2 แนวความคิดเชิงทฤษฎีประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ และ
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

3. อุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ 27

3.1 คำจำกัดความและเทคโนโลยีในการผลิต 27

3.2 ความเป็นมาของอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ 37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.3 โครงสร้างทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ	40
	3.3.1 โครงสร้างทางการผลิต	40
	3.3.2 โครงสร้างทางการบริโภค	46
	3.3.3 การตลาดและการแข่งขันระหว่างประเทศ	50
	3.4 ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ที่มีผลต่อการแข่งขันในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ	65
4.	บทวิเคราะห์	88
5.	สรุปและข้อเสนอแนะ	125
	5.1 สรุปการวิจัย	125
	5.2 ข้อจำกัดการวิจัย	132
	5.3 ข้อเสนอแนะ	133
บรรณานุกรม		140
ภาคผนวก		144
ประวัติผู้เขียน		150

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ผู้ผลิตวงจรรวมรายใหญ่ 10 อันดับแรกของโลก ในปี 1990 4

1.2 จำนวนเงินลงทุนต่ำสุดในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ 6

1.3 สัดส่วนการบริโภควงจรรวม จำแนกตามภูมิภาค 7

1.4 ยอดขายผลิตภัณฑ์สารกึ่งตัวนำ จำแนกรายประเทศ 8

3.1 ลำดับเหตุการณ์การคิดค้นในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ 41

3.2 มูลค่าการผลิตวงจรรวมแยกรายประเทศ 42

3.3 สัดส่วนการผลิตวงจรรวมแยกรายประเทศ 43

3.4 บริษัทผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำ 10 อันดับแรกของโลก 45

3.5 มูลค่าการบริโภคสารกึ่งตัวนำแยกรายประเทศ 47

3.6 สัดส่วนการบริโภคสารกึ่งตัวนำแยกรายประเทศ 48

3.7 มูลค่าการค้าสารกึ่งตัวนำของประเทศสหรัฐ 53

3.8 ดุลการค้าวงจรรวมระหว่างญี่ปุ่นและสหรัฐ 55

3.9 ยอดขายสารกึ่งตัวนำและยอดขายรวมของบริษัท 10 อันดับแรก 56

3.10 การรวมกลุ่มในแนวตั้งของบริษัทญี่ปุ่น 58

3.11 มูลค่านำเข้าและส่งออกในวงจรรวมของญี่ปุ่น 59

3.12 มูลค่าการผลิตสารกึ่งตัวนำของประเทศเกาหลีใต้ 64

3.13 จำนวนเงินลงทุนรวมในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำของสหรัฐและญี่ปุ่น 66

3.14 การใช้จ่ายเงินลงทุนของบริษัทญี่ปุ่น 67

3.15 ฐานการผลิตสารกึ่งตัวนำของญี่ปุ่นในเอเชีย 71

3.16 ฐานการผลิตสารกึ่งตัวนำของญี่ปุ่นในสหรัฐและยุโรป 72

3.17 ยอดขายอุปกรณ์การผลิตสารกึ่งตัวนำแยกตามขั้นตอน 80

3.18 บริษัทอุปกรณ์การผลิตสารกึ่งตัวนำ 10 อันดับแรก 81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

3.19 ยอดขายอุปกรณ์การผลิตสารกึ่งตัวนำของสหรัฐและญี่ปุ่น 82

3.20 สัดส่วนการตลาดของเครื่อง wafer stepper ของญี่ปุ่นและสหรัฐ 83

3.21 บริษัทในอุตสาหกรรมต้นน้ำของอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำของญี่ปุ่น 84

4.1 ขนาดความกว้างของลายวงจร(circuit line width)ของ DRAM รุ่นต่างๆ.. 89

4.2 ปีที่คิดค้นทางเทคนิค และปีที่นำออกสู่ตลาดของ DRAM แต่ละรุ่น 94

4.3 การรวมกลุ่มของบริษัทต่างๆ เพื่อแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิต 107

4.4 สัดส่วนการตลาดใน DRAM แต่ละรุ่นของประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐ 110

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างบริษัทผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำของญี่ปุ่น 9
กับประเทศต่างๆ

3.1 แผนภาพการแบ่งชนิดของสารกึ่งตัวนำ 28

3.2 รูปแบบการประสานงานระหว่างบริษัทผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำ บริษัทออกแบบ
วงจรรวม และบริษัทผู้ใช้สารกึ่งตัวนำ ใน Standard Product IC(SPIC)... 31

3.3 รูปแบบการประสานงานระหว่างบริษัทผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำ บริษัทออกแบบ
วงจรรวม และบริษัทผู้ใช้สารกึ่งตัวนำ ใน ASIC 32

4.1 ราคาต่อ bit ของ DRAM แต่ละรุ่น 92

4.2 ลำดับการคิดค้น การผลิต และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM ในกลุ่มที่ 1 114

4.3 ลำดับการคิดค้น การผลิต และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM ในกลุ่มที่ 2 117

4.4 ลำดับการคิดค้น การผลิต และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM ในกลุ่มที่ 3 121

4.5 ลำดับการคิดค้น การผลิต และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM 122

4.6 รูปแบบการย้ายฐานการผลิตของ DRAM 124