การปรับปรุงประสิทธิผลในการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าโดยวิธีการผลิตแบบเซลลูล่าร์

นาย สมเกียรติ วงมาเจริญสิน

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-13-0531-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12 พ.ย. 2546

I20387520

IMPROVED PRODUCTIVITY IN PRINTED WIRING BOARD ASSEMBLY BY CELLULAR MANUFACTURING

Mr. Somkiat Wongmacharoensin

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management

The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-13-0531-1

Thesis Title	IMPROVED PRODUCTIVITY IN PRINTED WIRING BOARD ASSEMBLY BY CELLULAR MANUFACTURING
By	Mr. Somkiat Wongmacharoensin
Field of study	Engineering Management
Thesis Advisor	Parames Chutima, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master 's Degree

..... Dean of Faculty of Engineering

(Professor Somsak Panyakeow, Dr. Eng.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)

..... Thesis Advisor

(Assistant Professor Parames Chutima, Ph.D.)

..... Member

(Associate Professor Damrong Thaveesaengsakulthai)

สมเกียรติ วงมาเจริญสิน: การปรับปรุงประสิทธิผลในการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าโดยวิธีการผลิตแบบเซลลูล่าร์ (IMPROVED PRODUCTIVITY IN PRINTED WIRING BOARD ASSEMBLY BY CELLULAR MANUFACTURING) อ.ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. ปารเมศ ชุติมา, 220 หน้า. ISBN 974-13-0531-1

ในวิทยานิพนธ์นี้ เป็นการปรับปรุงประสิทธิผลการผลิตของแผงวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแบบเซลลูล่าร์ วิธีที่ใช้อยู่ปัจจุบันนั้นใช้ระบบสายพานซึ่งเป็นการผลิตแบบเป็นชุด (Batch) มีอัตราการผลิตที่ตายตัวและความสูญเสียในสายการผลิตนั้นมีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดความสูญเสียจะถูกบดบังจากสายการผลิตที่วิ่งอยู่ตลอดเวลา Hand Mount กระบวนการผลิตแรกของการผลิตแผ่นประกอบวงจรคือการใส่อุปกรณ์อิเลคโทรนิคด้วยมือซึ่งเป็นกระบวนการผลิตหลักและใช้กำลังคนมากที่สุดซึ่งเป็นงานที่มีคุณค่าทางการผลิตคือ การประกอบชิ้นส่วนอิ เลคโทรนิค เซลล์แบบ loop ถูกออกแบบมาให้ทำการประกอบชิ้นส่วนอิเลคโทรนิค ด้วยมือทั้งหมดภายใน loop ซึ่งเป็นการลดการส่งผ่านงานไปบนสายพานที่ยาว จึงเป็นการลดพื้นที่ในการผลิตและงานระหว่างการผลิตก็จะลดลงตาม

กระบวนการผลิตที่นอกเหนือจาก Hand Mount ได้ถูกเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้แนวความคิดของ Group Technology กระบวนการผลิตTouch-Up ได้ถูกเปลี่ยนจากการทำงานแยกกันมาใช้ การทำงานแบบอนุกรมต่อเนื่องเป็นกลุ่มเดียวกันโดยใช้การผลักงานบนรางเลื่อนเป็นวิธีการส่งผ่านงานแทนสายพาน

กระบวนการผลิต ICT และ CBA ถูกยุบรวมกันเพื่อลดความสูญเสียในการรอคอยระหว่างเครื่องทำงาน แผนผัง ของกระบวนการ Final Inspection และ Packing ได้ถูกปรับใหม่ ให้เชื่อมเข้าด้วยกันซึ่งทำให้พื้นที่กะทัดรัดมากขึ้น และความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวยังลดลงอีกด้วย

นอกจากนี้ วิธีการประกอบอุปกรณ์ยังได้เปลี่ยนจากการเคลื่อนไหวของมือแบบสมมาตรเป็นการเคลื่อนที่แบบไปด้วยกัน งานการเติมชิ้นส่วนประกอบที่ไม่มีคุณค่าโดยตรงในการผลิตได้ถูกตัดออกเพื่อไม่ให้เกิดความสูญเสียของพนักงานผลิตในระหว่างการเติมวัตถุดิบลงในกล่อง ตัวกล่องเองได้ถูกออกแบบใหม่ ให้ง่ายต่อการหยิบชิ้นส่วนและลดจำนวนครั้งของการเติมชิ้นส่วน ระบบการเติมชิ้นส่วนลงในกล่องจากภายนอก loop ได้ถูกนำมาใช้เพื่อขจัดการรบกวนกระบวนการผลิต แนวความคิดแบบทันเวลาพอดี ได้นำมาประยุกต์ใช้โดยการกำหนดระดับมาตรฐานของปริมาณงานระหว่าง กระบวนการผลิตด้วยวิธีนี้จะลดปริมาณงานในกระบวนการผลิตลงอีกทั้งยังช่วยเพิ่มพูนความไวต่อสิ่งผิดปกติทางคุณภาพอีกด้วย

กระบวนการผลิตแบบเซลลูลาร์สามารถจะตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และแผนผังการผลิต ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมหาศาลต่อการบริหารแบบห่วงโซ่อุปทาน นอกจากนี้อัตราการผลิตยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยวิธี การทำงานแบบคนเดียวเบ็ดเสร็จใน loop ช่วยให้การผลิตมีความยืดหยุ่นที่สูงในการปรับอัตราการผลิตได้ละเอียดมากขึ้นด้วยการเพิ่มหรือลดจำนวนพนักงานการผลิตลง

กระบวนการผลิตแบบเซลลูลาร์สามารถปรับปรุงประสิทธิผลการผลิต(Operational Productivity) จาก 72% เป็น 86% จึงทำให้กำลังคนลดลงจาก 18 คน เหลือ 15 คน พื้นที่ลดลงจาก 32 ตารางเมตร เป็น 24 ตารางเมตร ซึ่งเท่ากับลดลง 24 % ปริมาณงานในกระบวนการผลิตลดลงจาก 45 ชิ้น เหลือ 27 ชิ้น ซึ่งเท่ากับปรับปรุงขึ้น 40 %

ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต.....ลายมือชื่อนิสิต.....Sombatsu

สาขาวิชา...การจัดการทางวิศวกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา...2544.....ลายมือชื่อที่ปรึกษาร่วม.....

4071623821 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD : GROUP TECHNOLOGY / CELL LOOP / ONE-MAN-OPERATION / FLEXIBLE PRODUCTION
SOMKIAT WONGMACHAROENSIN: IMPROVE PRODUCTIVITY IN PWBA PRODUCTION BY CELLULAR MANUFACTURING
THESIS ADVISOR: ASSIST. PROF. DR. PARAMES CHUTIMA, 220 pp. ISBN 974-13-1531-1

This thesis is to improve the productivity of Printed Wiring Board Assembly (PWBA) production by the use of a cellular manufacturing. The current production system is use of the conveyor belt that is a batch manufacturing and fixed on one single output rate. The continuous running of the conveyor belt can mask many production wastes. The hand mount process is the key process in PWBA production. It holds the highest number of manpower and only this process that carries out the value added job; the parts assembly. In cellular manufacturing, a loop is designed to group all hand mount parts to be assembled on a board completely before lay the board onto the conveyor belt. This can reduce the material handling along the long conveyor belt so it saves the space and the work in process is reduced. The rest of the processes are modified to have the group technology concept. The touch up process is modified to work in series as a group and uses the manual sliding rails instead of the conveyor belt. The In-Circuit-Test and Circuit-Board-Adjustment processes have been combined to minimize the waiting time waste during machine-controlled time. The final inspection and packing processes' layouts are rearranged to integrate 2 processes for more compact. The non-value added movement is reduced automatically.

In addition, the movement of the hand mount is studied and changed from the "Symmetrical Movement" to "Together Movement". The parts supplied into the box, which is an indirect job, has been removed out of the production line to eliminate the idle time of the other direct operators during refilling parts. The part box is redesigned to facilitate the grasp motion and reduce the frequency of part supply. The new refilling method is set to be from external loop to eliminate the operation disturbance. The Just-In-Time concept is introduced by standard stock control in between processes. This can reduce the work in process and improve the sensitivity in the irregular quality issues.

The cellular manufacturing can serve the fluctuation of the customer order without any big change in process or layout design that is the great benefit to the supply chain management. The One-Man-Operation that can complete all jobs within a loop by use of one operator is extremely flexible for the output rate adjustment.

The cellular manufacturing can improve the productivity from 72% to 86% of the operational productivity. Consequently, the manpower is reduced from 18 operators to 15 operators. The space is reduced from 32 m^2 to 24 m^2, which is 24% reduction. The work in process is reduced from 45 boards to 27 boards, which is 40% improvement.

The Regional Centre for Manufacturing Systems.....Student's signature.....
Field of study ..Engineering Management.....Advisor's signature.....
Academic year..2001.....Co-Advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to be much obliged to his advisor, Assistant Professor Dr. Parames Chutima, for his kind suggestion, advice in facilitating the completion of thesis.

The author also appreciates Sony Siam Industries that allows him to conduct this research in the factory. Sincere thanks go out to Mr.Tewin Tishabhiromya, his boss to support him in terms of time and resources. Special thanks are to Ms Jitmanat Srisaard, Mr Rangsan Kantad and all Manufacturing Engineering and Production staffs, for providing useful information and great cooperation throughout this study.

The author wishes to express the great thanks to the chairman of the Thesis Committees, Professor Dr. Sirichan Thongprasert and Associate Professor Damrong Thaveesaengsakulthai, member of the Thesis Committee, for their comments and suggestions.

The author is forever indebted to his beloved parents, sisters, and friends for their love, understanding, and encouragement which had inspired his to pursue this study successfully.

TABLE OF CONTENTS

		Page
Abstract (Thai).....		iv
Abstract (English).....		v
Acknowledgement.....		vi
Table of Contents.....		vii
List of Figures.....		xi
List of Tables.....		xiii
Chapter I	**Introduction.....**	**1**
	1.1 Background.....	1
	1.2 Production Processes.....	3
	1.3 Statement of Problem.....	5
	1.4 Objective of the Research.....	8
	1.5 Scope of the Research.....	9
	1.6 Research Procedure.....	9
	1.7 Expected Results.....	9
Chapter II	**Literature Survey and Theoretical Consideration.....**	**11**
	2.1 Literature Survey.....	11
	2.2 Theoretical Consideration.....	15
	2.2.1 Group Technology (GT).....	15
	2.2.2 Type of GT.....	15
	2.2.3 Classification and Coding System.....	16
	2.2.4 Cellular Manufacturing.....	24
	2.2.5 Advantages of Group Technology Applications.....	25
Chapter III	**Manufacturing Process Analysis.....**	**29**
	3.1 Existing System.....	29
	3.1.1 Hand Mount.....	29
	3.1.1.1 Process Design (Conveyor Type).....	30
	3.1.1.2 Limitation of Design Sequence	35

TABLE OF CONTENTS (Continued)

		Page
	3.1.1.3 Disadvantages of Hand Mount Process.....	36
	3.1.2 Dip Machine.....	37
	3.1.3 Touch Up.....	39
	3.1.4 In-Circuit-Test	40
	3.1.5 Circuit-Board-Adjustment.....	40
	3.1.6 Final Inspection.....	41
	3.1.7 Packing.....	41
	3.2 Existing Problems.....	41
	3.3 Current Result.....	43
	3.3.1 Selection of productivity index.....	43
	3.3.2 Productivity Index.....	44
	3.3.3 Quality Index.....	49
Chapter VI	**Implementation.....**	**52**
	4.1 Flow Concept Development.....	52
	4.1.1 Hand Mount.....	53
	4.1.1.1 Design Cells.....	54
	4.1.1.2 Design Workstations.....	62
	4.1.1.3 Design Material Handling System.....	64
	4.1.1.4 Flexible Part Sequence.....	66
	4.1.1.5 Advantages of Hand Mount Process (Cell)....	67
	4.1.2 Dip Machine.....	68
	4.1.3 Touch Up.....	68
	4.1.4 In-Circuit-Test.....	69
	4.1.5 Circuit-Board-Adjustment.....	69
	4.1.6 Final Inspection.....	69
	4.1.7 Packing.....	69
	4.1.8 Summary of New Cell Concept.....	70
	4.2 Draft New Line Layout.....	71
	4.3 Develop Result Estimation.....	71

TABLE OF CONTENTS (Continued)

		Page
	4.4 Implementation.....	73
Chapter V	**Result, Conclusion and Recommendation.....**	**78**
	5.1 Results.....	78
	5.1.1 Line Design Improvement	78
	5.1.2 Actual Performance Improvement Result	80
	5.1.2.1 Productivity Index	80
	5.1.2.2 Quality Index	83
	5.2 Discussion.....	85
	5.3 Conclusion.....	85
	5.4 Recommendation.....	88
References.....		**90**
Appendices.....		92
Appendix 1.1	Sony Technical Standard.....	93
Appendix 3.1	Layout of PWBA Conveyor Belt.....	107
Appendix 3.2	Mater BOM.....	108
Appendix 3.3	Marked-Up Map on Hand Mount Parts.....	136
Appendix 3.4	Work Instruction of Hand Mount Process (Conveyor Type)...	137
Appendix 3.5	Format of Work Hours Record.....	160
Appendix 3.6	PWBA Work Hour of Productivity Data.....	161
Appendix 3.7	Format of Daily Repair Record.....	175
Appendix 4.1	Part Box Drawing Short Type.....	176
Appendix 4.2	Work Instruction of Hand Mount Process (Cell Type).....	177
Appendix 4.3	Drawing of Hand Mount Workstation	189
Appendix 4.4	Cart/Board Carrier Drawing.....	190
Appendix 4.5	Part Box Drawing Long Type	191
Appendix 4.6	Drawing of Touch Up Workstation.....	192
Appendix 4.7	PWBA Cell Concept Drawing.....	196
Appendix 4.8	PWBA Cell Line Drawing.....	197

TABLE OF CONTENTS (Continued)

		Page
Appendix 5.1	PWBA Work Hour of Productivity Data.....	198
Appendix 5.2	PWBA Idle Time Data	202

Biography..... 220

LIST OF FIGURES

		Page
Figure 1.1	Process Flow.....	4
Figure 1.2	Push System.....	7
Figure 1.3	Pull System.....	7
Figure 1.4	Standard Stock Operation.....	8
Figure 2.1	Type of Group Technology.....	17
Figure 2.2	Thirteen Parts with Similar Manufacturing Process Requirement but Different Attributes.....	20
Figure 2.3	Part of Similar Shape.....	20
Figure 2.4	Process-Type Layout.....	22
Figure 2.5	GT Layout.....	22
Figure 2.6	Selected Examples of Worldwide Classification and Coding Systems.....	23
Figure 2.7	(a)Benefit From GT Design Application.....	27
Figure 2.7	(b)Benefit From the Application of GT in Process Planning.....	28
Figure 3.1	Mounted Zones (Conveyor Type).....	34
Figure 3.2	Mounting Sequence Design.....	38
Figure 3.3	Formation of Work Hours.....	46
Figure 3.4	Productivity Index Diagram.....	47
Figure 3.5	Monthly Productivity.....	48
Figure 3.6	Monthly ICT Defect.....	50
Figure 3.7	Monthly CBA Defect.....	51
Figure 4.1	U-Shape Layout.....	53
Figure 4.2	Conveyor Belt Line.....	55
Figure 4.3	Key Activities in Hand-Mount Operation.....	56
Figure 4.4	Comparison of New and Old Mounting Method.....	57
Figure 4.5	New Part Box.....	57
Figure 4.6	Mounted Zones (Cell Type).....	62
Figure 4.7	Sequence Comparison between Conveyor and Cell Design.....	63
Figure 4.8	Standard Workstation.....	64
Figure 4.9	Short VS Long Type Part Box.....	66

LIST OF FIGURES (Continued)

		Page
Figure 4.10	Manual Sliding Rail.....	69
Figure 4.11	Concept of PWBA Cell Line.....	70
Figure 4.12	Layout of PWBA Cell.....	71
Figure 4.13	Signal Light.....	75
Figure 4.14	Cart for Holding Board	77
Figure 5.1	Monthly Productivity	80
Figure 5.2	Monthly Idle Time.....	81
Figure 5.3	Inserted Parts/Man-Hour.....	82
Figure 5.4	Monthly ICT Defect.....	83
Figure 5.5	Monthly CBA Defect.....	84

LIST OF TABLES

		Page
Table 2.5	a) Benefit From GT Design Application.....	27
	b) Benefit From the Application of GT in Process Planning.....	28
Table 3.1	Sample of Master BOM.....	31
Table 3.2	Standard Operating Time Calculation.....	32
Table 4.1	Summarized Activities of Time & Motion Study.....	55
Table 4.2	Manpower & Line Out Rate.....	73
Table 5.1	Conveyor Line Characteristics.....	74
Table 5.2	Cell Line Characteristics.....	75
Table 5.3	Improvement Ratio.....	75