

限制理論應用於晶圓廠黃光區 有機台群組限制的投料及派工模式

學生：李錦銘

指導教授：李榮貴 博士

國立交通大學工業工程與管理學系（研究所）碩士班

摘 要

半導體晶圓製造近年來隨著技術的演進，元件的大小從微米漸漸走向奈米的尺度，因此從晶圓直徑的不斷增加、更加精密的微影技術、以及晶圓廠投資成本的上揚等，都是必須面對的挑戰。這時在半導體製程中最舉足輕重的步驟-微影(Lithography)就相當重要，隨著製程微小化的趨勢，為降低不同的微影步進機台對製程所產生的變異，而產生對微影製程所使用的機台有所謂的微影機台群組限制的要求。也就是當產品於第一關鍵黃光層若使用某一微影對準機台，為使以後的其他關鍵層別也能互相對準，因此要求後續的各關鍵層別亦限定使用同一機台。微影機台群組限制雖可增加製程的穩定性，但同時也使得瓶頸機台的管理益加困難。

本研究使用限制理論的方法並以實際某一晶圓廠為例，透過限制驅導式的管理對投料的時機及數量做控制，以達到所有關鍵層別內的瓶頸微影機台的負荷平衡，避免造成個別機台負荷過高或機台閒置的現象；在派工上，則以限制理論非瓶頸資源全力支援瓶頸資源的觀念，對介於關鍵層別內的非瓶頸機台的派工，以滿足其所限定的微影機台的標準負荷為目標，當其負荷相對過低時，則對其上游所限定的微影機台的晶圓批提高其派工等級；透過以上的投料、派工方法以達到產出最大，縮短生產週期時間，及準時達交的目標。

本研究經實際晶圓廠的驗證可知，應用限制理論於瓶頸機台的投料法則及非瓶頸機台的派工法則，確實能達到產出最大、縮短生產週期時間、提高產品準時達交的目標。

關鍵詞：限制理論、投料法則、派工法則

An Application of TOC for Lot Releasing and Dispatching Model under Stepper Group Limitation

Student : Ching-Ming, Lee

Advisor : Dr. R. K. Li

Department of Industrial Engineering and Management
National Chiao Tung University

ABSTRACT

From micron to nanometer technology in semiconductor manufacturing, increasing investment capital and more precise lithography in high-density device is the tendency and challenge to IC (Integrated Circuit) function enhancement and cost reduction. Obviously, photolithography becomes more and more critical process. In this technology trend, to reduce the impact of precise lithography process constraint for stable process level between different Stepper machines, we must follow the Stepper Group Limit rule, it means that if one lot uses the stepper machine X to process in the first critical photo layer will have to use the same stepper machine X to process the following other critical photo layers. This limitation can guarantee the process stability, but it makes more difficult and less flexibility for production control especially the stepper is always the bottleneck in FAB.

This research applies TOC concept in developing a releasing and dispatching model to balance the capacity loading under stepper group limitation. The wafer is released to adjust dynamically the actual loading between stepper group limit machines and to avoid more WIP concentrated on one machine and the other machine with high idle rate by low WIP. In dispatching, we also follow the non-bottleneck fully support the bottleneck requirement as TOC concept and develop a model to dynamically upgrade the lot priority .

The results after implementing in a FAB shows that the developed model does reduce the cycle time, increase on-time delivery and improve the bottleneck utilization.

Keyword : TOC 、 Releasing rule 、 Dispatching rule

誌 謝

本論文得以順利完成，首先要感謝指導老師 李榮貴博士兩年來悉心的指導與督促，使我在論文寫作的過程中學習到研究的方法與態度。此外，在論文口試期間，承蒙張盛鴻副教授、杜瑩美助理教授諸多指導及提供寶貴的建議，使本論文能更臻完備，在此致上最深的謝忱。

在兩年多研究的生涯中，感謝部門主管 傅忠與經理 建廷的全力支持，使我在忙碌的工作之餘仍然能專心於研究所的課程，更由於你們的信任及鼓勵，才能將所學的理论與實務結合，運用於公司的生產作業系統，在此獻上由衷的感謝。

當然，還要感謝我的家人，特別是我的妻子淑蘭，尤其論文的最後階段也正是第一個孩子-牧安剛出生的時期，工作，學業，兼奶爸的日子只能以一支蠟燭兩頭燒來形容，然而在你愛的包容，體諒，及默默的付出後，終能使我無後顧之憂的順利完成本論文，將此榮耀與你一同分享。

最後，感謝我所信仰的神，帶領我走過就讀研究所的每一天，讓我明白 神的恩典與慈愛是何等的深。



目 錄

頁次

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	v
圖目錄	vi
符號說明	vii
一、緒論	1
1.1 研究動機與目的	1
1.2 研究步驟	1
二、問題定義與分析	3
2.1 瓶頸資源未能充分利用	3
2.2 訂單達交率偏低	6
三、投料及派工模式構建	7
3.1 投料模式構建	7
3.2 緩衝管理模式構建	11
3.3 派工模式構建	12
3.4 瓶頸機台的派工模式構建	14
四、實例驗證	19
4.1 投料至第三道關鍵黃光層的平均生產週期時間-改善前後	19
4.2 產品平均生產週期時間-改善前後	20
4.3 瓶頸機台的生產量-改善前後	21
五、結論與未來研究方向	23
參考文獻	24

表目錄

表 1	W 公司產能狀況	3
表 2	W 公司生產流程	4
表 3	W 公司各黃光關鍵層別的標準在製品水準	4
表 4	實際扭曲的在製品分佈一	5
表 5	實際扭曲的在製品分佈二	5
表 6	實際扭曲的在製品分佈三	5
表 7	W 公司生產派工系統	6
表 8	限定於各群組限制機台加工生產的實際 WIP 分佈表	9
表 9	各群組限制機台的負荷值	10
表 10	各群組限制機台未來 13 天的負荷值	10
表 11	各群組限制機台未來 12 天的累積投料數量	11
表 12	群組限制機台位於關鍵黃光層別前的負荷	13
表 13	群組限制機台位於關鍵黃光層別前 1 天生產週期時間的負荷	14
表 14	W 公司修正後的派工系統架構	14
表 15	機台之 AWC Ratio	16
表 16	各產品與黃光層別之 ACW Ratio	16
表 17	生產數量指派前	17
表 18	生產數量指派後	17
表 19	投料至第三道關鍵黃光層的平均生產週期時間-改善前後	19
表 20	比較當月投料晶圓的平均生產週期時間	20
表 21	比較當月產出晶圓的平均生產週期時間	21
表 22	瓶頸機台的生產量-改善前後	22

圖目錄

圖 1 未來 12 天投料負荷平衡	7
圖 2 W 公司瓶頸黃光機台與生產週期時間及各黃光層別關聯圖.....	15
圖 3 投料至第三道關鍵黃光層的平均生產週期時間-改善前後.....	19
圖 4 比較當月投料晶圓的平均生產週期時間	20
圖 5 比較當月產出晶圓的平均生產週期時間	21
圖 6 瓶頸機台的生產量-改善前後	22



符號說明

i ：表群組限制機台的機台ID。

j ：表關鍵黃光層前面的生產流程站別。

T_j ：表從生產站別 j 到關鍵黃光層所須的生產週期時間。

T_0 ：表從投料到第一黃光層DT所須的生產週期時間。

C_i ：表群組限制機台 i 扣除PM及當機的時間所能提供的產能。

$T_j W_i$ ：表生產站別 j 到關鍵黃光層的生產週期時間內會到達DT/AA/GC黃光層的群組限制機台 i 的WIP的總合。

$T_j C_i$ ：表從生產站別 j 到關鍵黃光層所須的生產週期時間內，群組限制機台 i 扣除PM及當機的時間所能提供的產能。

L_{ij} ：表從生產站別 j 到關鍵黃光層所須的生產週期時間內，群組限制機台 i 的產能負荷值。

S_{in} ：表未來規劃投料的工作 n 天內針對Scanner i 機台所須的投料總數。

B_{in} ：表未來規劃投料的工作 n 天內針對Scanner i 機台所須建立的緩衝在製品數量。

