

# 運用系統動態學探討臺灣砷化鎵晶圓代工產業產能與財務

## 操作模式之研究—穩懋半導體公司為例

劉培林

國防大學管理學院  
資源管理及決策研究所  
副教授  
liukenny54@gmail.com

李宗倫

國防大學管理學院  
資源管理及決策研究所  
研究生  
welcome.lenlee@gmail.com

方崇懿

國防大學管理學院  
財務金融研究所  
助理教授  
ddfce@hotmail.com

### 摘要

隨著無線通訊市場的快速發展及全球智慧型手機需求量增加，使智慧型手機內之砷化鎵功率放大器需求亦增加，進而帶動砷化鎵晶圓的發展。砷化鎵晶圓代工產業常有大筆的資金投入，且常有時間滯延的情況，再加上下游產業變動快速的壓力下，使其財務與產能政策的操作有很高的困難度。而經營策略牽涉到資本密集、需求變化快、財務經營操作困難與因素關係複雜，如何建立一個具有處理動態複雜能力的分析模式來協助經營決策，應是值得探討的議題。

本研究以全球最大砷化鎵晶圓代工公司「穩懋」為研究對象，運用系統動態學方法論，建構財務及產能動態分析模型，並運用此模型進行政策模擬與分析，探討不同產能政策對總產能數、營業收入、財務資源及供需缺口之影響趨勢，作為砷化鎵產業制定相關政策之參考。

**關鍵詞：**系統動態學、砷化鎵、財務、產能

### 壹、緒論

現代通訊技術快速發展，現代人追求高傳輸速度及收訊品質等需求，使砷化鎵逐漸被廣泛應用，亦造就砷化鎵晶圓代工公司「穩懋」營運有亮眼的表現。根據 2015 年穩懋股東年報顯示，臺灣在全球砷化鎵晶圓代工產業市占率將近高達 80%，又以穩懋為大宗，可說是砷化鎵晶圓代工產業龍頭。

砷化鎵 (GaAs) 為生產半導體產品的其中一種原料，能夠提升手機的傳輸速度及收訊品質等優點，砷化鎵除了能夠使用於手機功率放大器外，亦用於高頻基地台、射頻元件、汽車感應系統等。

砷化鎵晶圓代工產業的「產能」是決定晶圓代工廠的競爭力，在晶圓代工產業中也代表了資本支出，如何適時擴充產能提高獲利是相當重要的 (劉俊榮, 2003)。當全球景氣轉好時，常會投資大量資金擴充產能，但投入資金至正常生產需一段時間，可能又是進入景氣的另一個循環，而產生供給過剩之情況 (劉芝婷, 2009)。該產業投資動輒幾千萬幾億台幣，財務管理尤其重要，許多公司常透過適當的財務政策，保持足夠的現金或財務資源。

砵化鎳晶圓代工產業的「產能」是決定晶圓代工廠的競爭力，在晶圓代工產業中也代表了資本支出，如何適時擴充產能提高獲利是相當重要的（劉俊榮，2003）。當全球景氣轉好時，常會投資大量資金擴充產能，但投入資金至正常生產需一段時間，可能又是進入景氣的另一個循環，而產生供給過剩之情況（劉芝婷，2009）。該產業投資動輒幾千萬幾億台幣，財務管理尤其重要，許多公司常透過適當的財務政策，保持足夠的現金或財務資源。

影響「穩懋」營運變數眾多且複雜，包括各種財務操作，如減資、發行新股、舉債以及產能操作，如產能擴充、訂單需求等，變數間互有因果關係，綜觀國內不同面向研究文獻，大多僅個別由財務面、產能面及需求面單面向探討（甘志偉，2000；林則江，2002；陳懿梅，2005；詹柔誼，2008；葉集賢，2009；李耕年，2011；王培欣，2012），較少研究同時將財務面及產能面兩者，嘗試以系統觀點探討公司股價變化，因此本研究以系統思考觀點，採用系統動態學方法論，探討「穩懋」不同機台擴充政策對預估股價之影響趨勢。

一般而言，公司財務操作包含：發行新股、舉債、減資等。高科技公司資金主要來源為內部營運產生的資金（如保留盈餘）、股東權益資金（如現金增資）及對外舉債（如發行公司債等）（王俊傑，2001；李淑貞，2003），透過向投資大眾或特定人進行籌募資金的方式，使公司未來具有高成長的機會及增加公司財務資源（詹秋貴，2002；吳昭瑩，2008；吳慎哲，2008；黃昱璋，2012）。而減資係將公司多餘現金退給股東，使公司總股數減少，並提高股票市價，有研究指出當公司獲利穩定且手頭上現金充裕，在短期內又無適合的投資計畫，此時公司會將多餘現金退還給股東，使公司帳上現金減少（吳國彬，2007），一般企業認為先現金減資後增資是可行的財務政策之運用，可消除部分股份，使虧損金額減少，提高每股淨值，此時可吸引新股東的加入，並籌募營運所需資金及股價上漲（高麗萍、陳奕翰、吳宗倫、許誌凱、林旻君與陳昱璋，2015）。

產能(Capacity)是指設備的最大的產出率，而設備可能是工作或整個組織(Krajewski, 2002)，長期的產能計劃對企業的成功與否具有決定性的影響，也是決定晶圓代工廠的競爭力（劉俊榮，2003），然產能過多或缺乏亦會造成企業經營的困擾（Bermon, 1999）。產能擴充（Capacity Expansion）為考量在預測未來之需求下，決定未來期間內所需投入之資金以及產能水準，若產能不足時，該以何種方式擴充產能以及擴充數量，但不管以何種方式擴充，其投資至呈現成效前會與資金投入的時間點產生時間遞延的現象，稱之為投資時間遞延（Time Delay）（劉俊榮，2003；吳哲慎，2008）。

綜合上述，影響財務及產能變數種類繁多，具有複雜、動態、時間滯延、資訊回饋及非線性關係等特性，因此本研究以系統動態學方法論，並結合實務上最常用之本益比法作股價評估方法，同時探討不同機台擴充政策對預估股價之影響趨勢。

## 貳、系統動態學方法論

系統動態學 (System Dynamics; 簡稱 SD)，由美國麻省理工學院 Jay W. Forrester 教授在 1956 年提出系統動態學理論(Forrester,1961)，利用模擬各種政策之長期發展趨勢，以找出徹底改善系統績效的政策(Forrester,1961; Coyle,1996; Sterman,2000)，多應用在產業發展、企業經營、國防科技等系統動態行為特性、產業結構或組織分析，以及政策發展等 (詹秋貴，2002; 陳建宏，2004; 韓釗，2009)，亦運用於半導體產業 (周棟祥、黃敬庭，2016)、晶圓代工產業 (張子慶，2008; 劉芝婷，2009)、財務 (黃芬娜，2013)、產能方面 (吳慎哲，2008) 之研究，但少有將財務及產能面向綜合探討。

## 參、公司描述與質性模式

### 一、穩懋公司

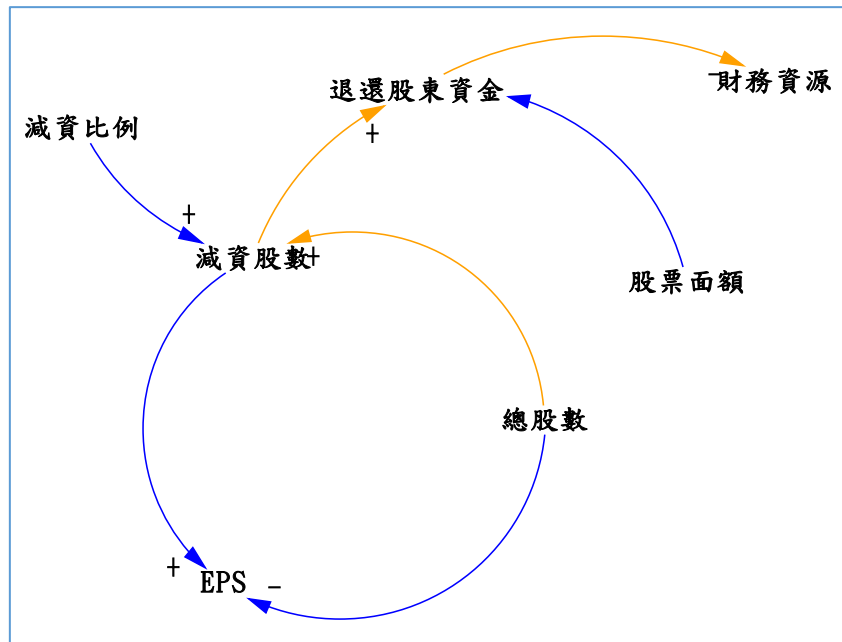
穩懋公司於 1999 年 10 月成立，是全球首座以六英吋晶圓生產砷化鎵微波積體電路 (GaAs MMIC) 的專業晶圓代工製造公司，自 2010 年為全球最大砷化鎵晶圓代工廠 (WIN Semiconductors Official Website, 2016) (王培欣，2012)，其擁有完整的技術團隊及最先進的砷化鎵微波電晶體及積體電路製造技術及生產設備，為提供專業晶圓製造代工服務 (Foundry Service) 的半導體公司。在無線寬頻通訊的微波高科技領域中，穩懋目前提供兩大類砷化鎵電晶體製程技術：異質接面雙極性電晶體 (HBT) 和應變式異質接面高遷移率電晶體 (pHEMT)，HBT 主要應用於高功率基地臺、低雜訊放大器 (LNA)、手機及無線區域網路用功率放大器 (PA)、射頻切換器 (RF Switch)。pHEMT 可應用於與衛星通訊 (SATCOM and VSAT)、汽車感應系統、點對點與點對多點基地臺的聯繫上，亦可應用於光纖電子業等。

### 二、質性模式

本研究以系統思考觀點，透過財務及產能之模式以及相關文獻探討分析公司營運之影響。本章將以穩懋歷年股東年報與財務報表整理、相關文獻蒐集及與領域專家 (穩懋財務處協理、投信經理、產業分析師及財金學者) 訪談，進而找出互為因果的關鍵因素，作為質性模式建構之基礎，使用系統動態學 (System Dynamics) 模擬軟體 Vensim DSS 建構質性因果環路圖，作為後續動態量化模式分析之參考依據。

#### (一) 減資與財務資源之因果關係

林鴻光、許永聲與沈家瑜 (2009) 若公司能透過減資的方式，將減少的資本退回給股東，將可以有效抑制經理人進行不當投資決策或自我消費等剝削股東利益之行為，相對於盈餘分配，股東經由現金減資所拿回的現金也沒有稅負的問題。透過公司公布的百分比及總股數來影響減資股數，當總股數固定時，減資百分比愈高，減資股數就愈高；減資百分比固定，總股數愈高，減資股數相對的亦會提高。減資股數愈高，退還股東資金就愈多，但財務資源就會減少，有關減資與財務資源之因果關係如圖一所示。

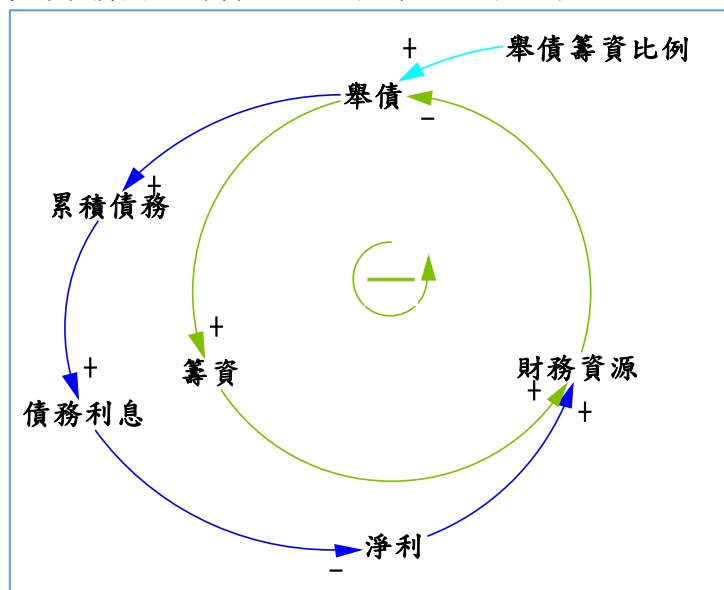


圖一 減資與財務資源之因果圖

(二) 舉債與財務資源之因果關係

財務資源可透過舉債方式來增加，當財務資源不足或有迫切的資本支出需求時，可利用此方式來募集資金，但也要注意公司債務比來斟酌運用，否則將會增加公司經營的壓力。

當公司財務資源減少時，可透過舉債來籌資，在舉債籌資比例固定，財務資源愈少，公司舉債的金額會減少；財務資源固定時，舉債籌資比例愈高，舉債的金額也會增加，這時籌募到的資金就會增加，適時地彌補現有財務資源的不足。但透過舉債所借的錢，也會直接變成累積債務，公司借錢借的多，累積債務亦會增加愈多；借的少，累積債務相對就會增加愈少，如果累積債務愈多，支付債務利息的金額也會增加，導致降低淨利影響財務資源，有關舉債與財務資源之因果關係如圖二所示。

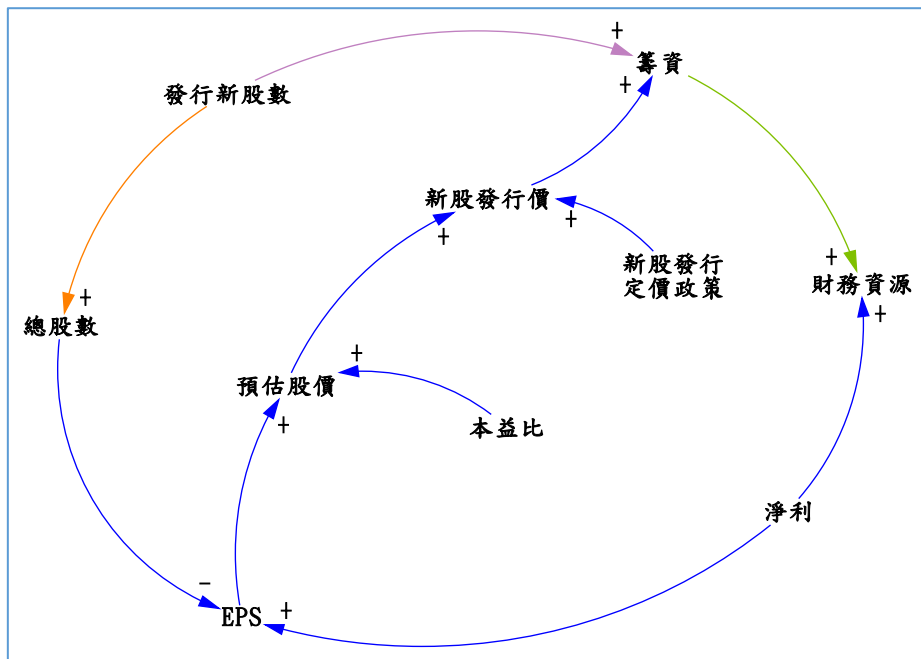


圖二 舉債與財務資源之因果回饋環路圖

### (三) 發行新股及股價之因果關係

李佳璜(2008)研究指出獲利能力指標、償債能力指標對股票報酬皆達到顯著水準，其中獲利能力指標解釋能力最強，且呈現正相關。所以獲利提升相對地股價就會上漲，公司資金也可運用其他管道獲得。黃昱璋(2012)研究中指出企業的資金透過發行新股等有價證券之方式向投資大眾或特定人進行籌資，當公司以發行新股方式來增加財務資源，亦會影響股價之波動。

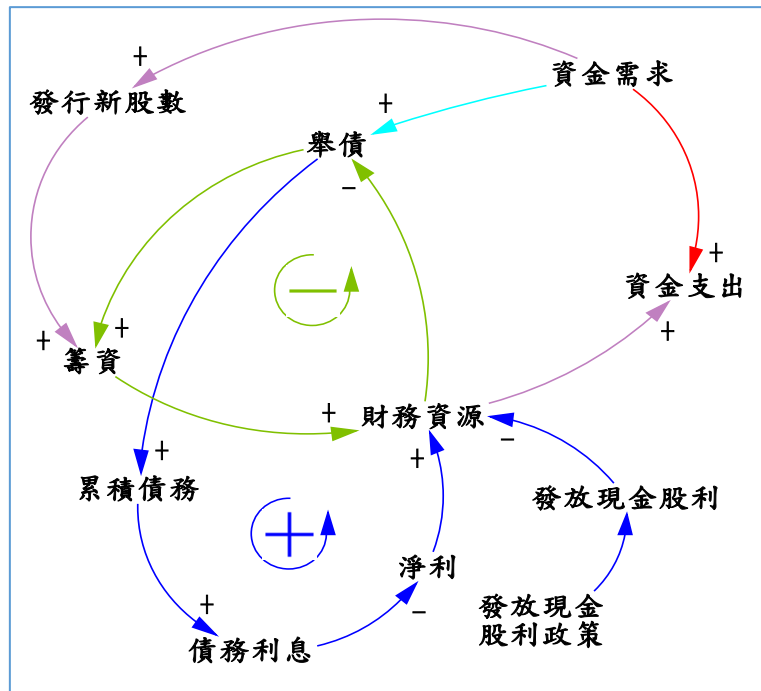
在預估股價方面，本研究從基本面分析影響股價的因素，參考實務上最常用之評估股價方法，以本益比法作股價評估方法進行穩懋股價評估。本益比可反映投資人對於公司成長潛力之信心程度(Lev, 1992)，本益比乘上每股盈餘(EPS)為預估股價，當預估股價提高時，對於後續新股發行價之定價亦會提升，而新發行股價的上升有利於後續籌資之金額的增加，有關股價之因果關係如圖三所示。



圖三 發行新股及股價之因果圖

### (四) 獲取財務資源及支出需求之因果關係

公司增加對外舉債後，造成利息費用會隨著舉債增加而增加，公司財務風險也隨之提高(張顧騰，2008)，由此可看出公司利用舉債方式來籌募資金將會有一定的成本存在。當公司舉債金額愈多時，其籌募到的資金愈多，財務資源亦會提升，使得有充足之資金可投資，但是當舉債金額愈龐大時，公司所背負的債務也會增加，債務增加後，其需繳納的利息金額將會提升，可能會影響到公司的淨利以及財務資源。在公司支出部分，除了受到減資政策所支出的退還股東資金外，亦有產能政策的資金支出及發放現金股利等。有關獲取財務資源及支出需求之因果關係如圖四所示。



圖四 獲取財務資源及支出需求之因果圖

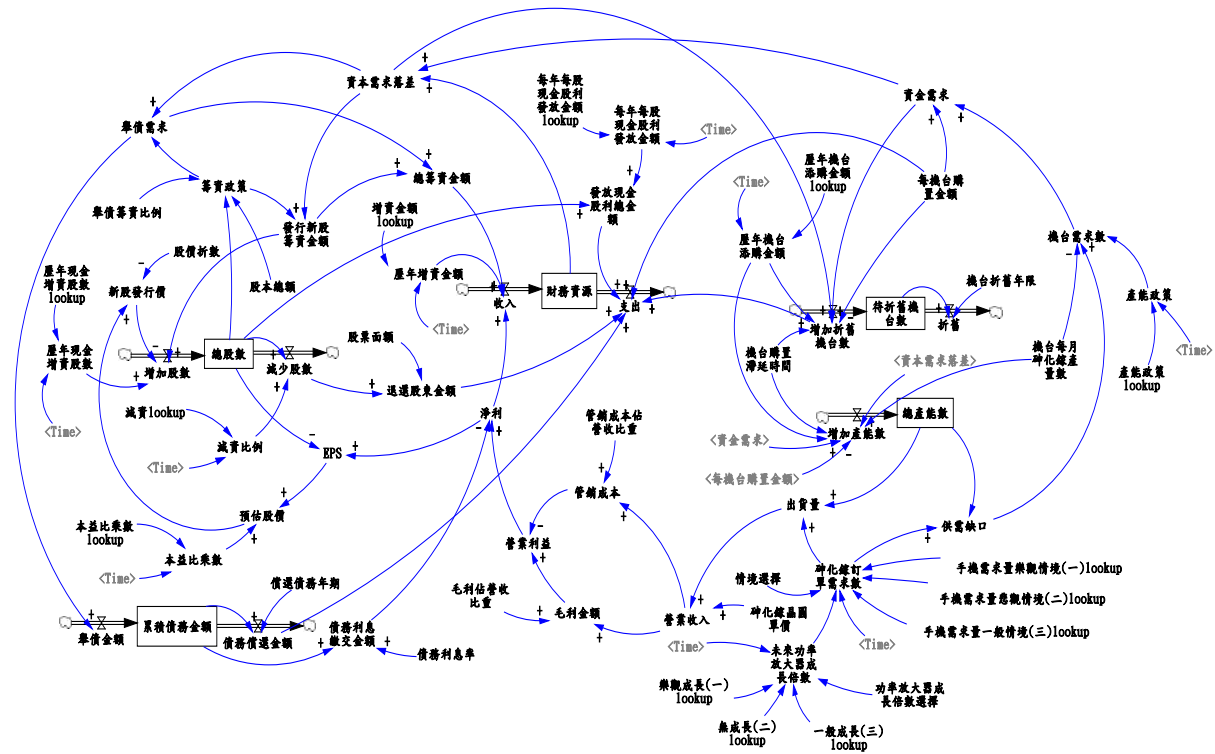
#### (五) 供需缺口與產能擴充程度之因果關係

行動通訊技術的成長及智慧型手機需求量的增加，使砷化鎵訂單需求持續上升，而產生供不應求之情形，公司會依據供需缺口及產能政策採取適當的產能擴充程度，當產能擴充程度愈高時，代表公司需增加產能愈多，進而增加產能擴充的資金需求，產能擴充之資金需求增加，產能之資金支出亦會增加，但資金支出還必須考量公司所能掌握的財務資源能否支援，然資本支出愈多，總產能數增加亦愈多，使得公司更能滿足訂單需求。在出貨量方面，當砷化鎵訂單需求固定之情形下，總產能愈多，公司能夠出貨之數量亦就愈多，而當砷化鎵訂單需求愈高，公司的出貨量亦就愈高，此外，公司經評估訂單需求後，可透過產能政策控制公司供應之訂單數量，有關供需缺口與產能擴充程度之因果關係如圖五所示。



## 肆、量化模式

依據前述質性因果關係，再依據實際資訊（主要包括公開資訊觀測站、法說會等）及與領域專家(穩懋財務處協理、投信經理、產業分析師及財金學者)討論後，採用 Vensim 軟體建構系統動態流程圖（如圖七），其中包含 5 個積量變數分別為「財務資源」、「總產能數」、「待折舊機台數」、「總股數」及「累積債務金額」，9 個率量變數分別為「收入」、「支出」、「增加折舊機台數」、「折舊」、「增加產能數」、「增加股數」、「減少股數」、「舉債金額」及「債務償還金額」，此外也包含了「營業收入」、「預估股價」、「減資比例」、「機台需求數」及其他等 45 個輔助變數，由上述各變數構成財務及產能操作之動態結構，以下將進行量化模擬與政策分析。



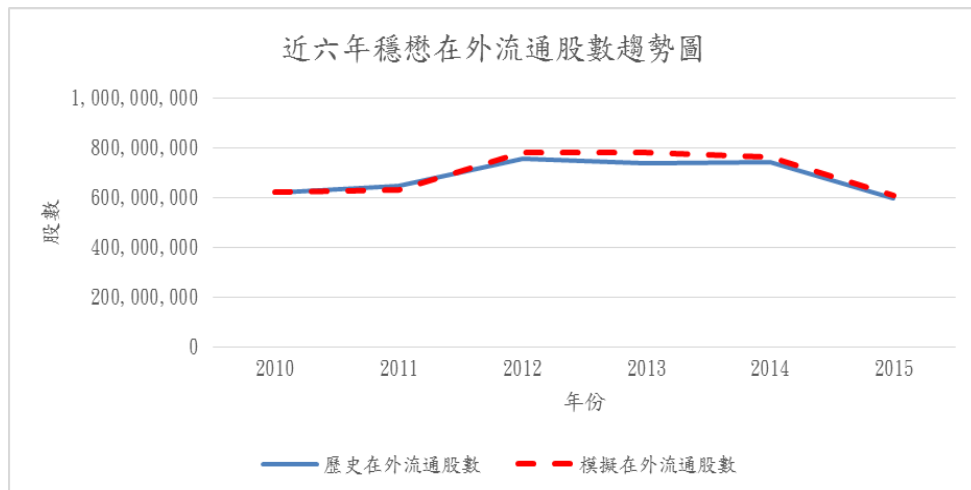
圖七 財務及產能操作動態流程圖

## 伍、模式驗證與政策分析

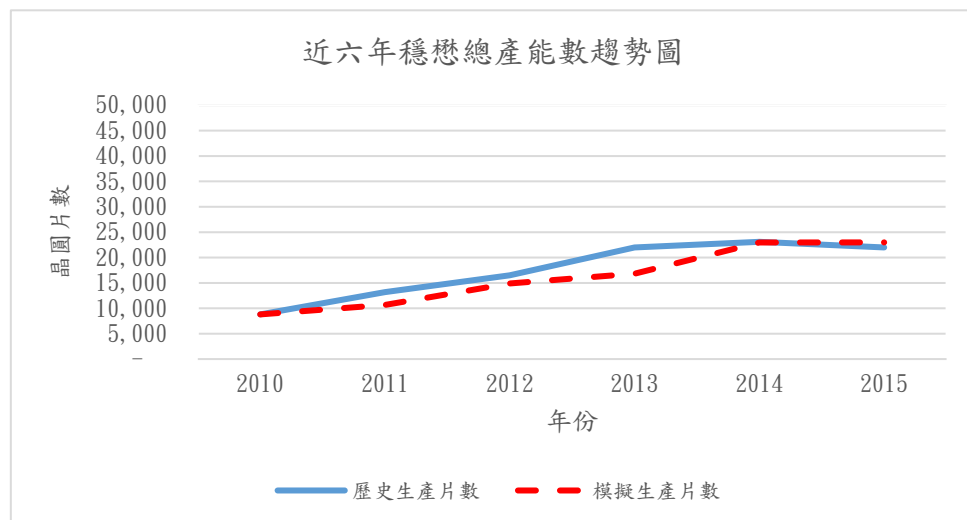
### 一、模式驗證

本研究藉由電腦軟體 Vensim 建構量化模型進行模擬，並將模擬值與實際值進行比較以及領域專家檢視，再依據 Forrester 與 Senge (1980)及 Sterman (2000)所提出模型驗證的方法進行效度測試，主要包括結構測試(Tests of Model Structure)及行為測試(Test of Model Behavior)，在行為測試部分主要針對在外流通股數與總產能數歷史值變化趨勢進行測試，比較模擬結果與實際狀況。在外流通股數分析結果如圖八所示，實際狀況與模擬趨勢大致相符；總產能數分析結果如圖九所示，實際狀況與模擬趨勢大致相符。





圖八 穩懋在外流通股數實際值與模擬值比較圖



圖九 穩懋總產能數實際值與模擬值比較圖

另藉由 Lewis (1982)平均絕對值百分比誤差(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)等級分類分析方法，針對模擬值與實際值數據之差異分析，模擬結果顯示本模型具備一定之效度。

## 二、政策分析

本研究假設樂觀情境及悲觀情境進行政策模擬分析，樂觀情境發生於景氣復甦與需求不斷成長，讓砷化鎵訂單需求每年都有成長之趨勢。在每人隨手一機且手機淘汰率高的時代，為了因應消費者的需求，智慧型手機不斷推陳出新炫麗的外觀、程式效能及服務品質等，使未來手機需求量不斷上升。智慧型手機需求量的提升，也使穩懋的訂單增加，進而提升業績成長。

為了將樂觀情境予以量化，本研究將樂觀情境 2016 年至 2020 年未來砷化鎵訂單需求，依據 2016 年 The Statistics Portal 預估全球智慧型手機出貨量成長趨勢報告之數值，每年各調升 10%，而 2016 年至 2020 年功率放大器成長，則假設

智慧型手機由 4G 提升至 5G 使功率放大器有增加之趨勢，4G 功率放大器數量約為 4~5 顆，5G 功率放大器約為 4G 的 2 倍，據以設定相關參數。

而悲觀情境發生於景氣下降與需求成長低，智慧型手機需求不比以往幾年來的高，以及晶圓代工技術與規格相互競爭，導致市場被分割，使規模無法集中、訂單逐年減少。

為了將悲觀情境予以量化，本研究將 2016 年至 2020 年未來砷化鎵訂單需求，依據 2016 年 The Statistics Portal 預估全球智慧型手機出貨量成長趨勢報告之數值，每年各調降 10%，而 2016 年至 2020 年功率放大器成長，則假設智慧型手機功率放大器無增加之趨勢，故維持 4G 不變，據以設定相關參數，情境關鍵因素整理如表一所示。

表一 情境關鍵因素整理

	全球景氣	全球手機需求	功率放大器成長倍數
樂觀情境	景氣上升	需求增加 10%	2 倍
悲觀情境	景氣下降	需求降低 10%	1 倍

依據建構之量化模式將模擬時間設置為自西元 2010 年開始，至西元 2020 年結束，以每月為模擬週期，資料來源取自穩懋股東年報、股市資訊及實務專家之經驗，並採用實務上最常用之本益比法作股價評估方法，同時探討不同產能政策對總產能數、營業收入、財務資源及供需缺口之影響趨勢。

為了探討產能政策之影響，本研究模擬穩懋於 2017 年 1 月開始實施不同產能政策，其參數設定以擴產 50%、擴產 100%（原政策）及擴產 200% 進行設定（如表二），藉由模擬並觀察總產能數、營業收入、財務資源及供需缺口之趨勢，如圖十至圖十七所示。

表二 政策說明表

	政策一	政策二(原政策)	政策三
樂觀情境	以供需缺口擴產 50%	以供需缺口擴產 100%	以供需缺口擴產 200%
悲觀情境	以供需缺口擴產 50%	以供需缺口擴產 100%	以供需缺口擴產 200%

於樂觀情境中，實施不同產能政策下，總產能數有明顯不同變化，當產能政策分別調整為擴產 50%、擴產 100%（原政策）及擴產 200% 進行模擬，對樂觀情境的總產能數模擬結果，如圖十所示。由模擬結果可看出在樂觀情境下，產能政策的實施，對總產能數成長幅度有不同之趨勢，若維持原政策（擴產 100%），總產能數會呈現成長之趨勢，至 2020 年 12 月時，其總產能成長為 44,440 片晶圓；假設產能政策調整為擴產 200%，到了 2020 年 12 月總產能成長至 45,723 片，與原政策相較之下，其增加總產能之數量較多；假設產能政策調整為擴產 50%，則到了 2020 年 12 月總產能為 41,873 片晶圓。



圖十 產能政策對樂觀情境總產能數模擬分析

在樂觀情境營業收入部分，當產能政策分別調整為擴產 50%、擴產 100% (原政策) 及擴產 200% 進行模擬，對樂觀情境的營業收入模擬結果，如圖十一所示。由模擬結果可看出，當穩懋公司的產能政策倍數增加，將會透過總產能數之上升，進而營業收入增加。若維持原政策 (擴產 100%)，營業收入會呈現成長之趨勢，至 2020 年 12 月時，其營業收入約成長至新台幣 22.2 億元；假設產能政策調整為擴產 200%，到了 2020 年 12 月營業收入約成長至新台幣 22.6 億元，與原政策相較之下，其營業收入增加之金額較多；假設產能政策調整為擴產 50%，則到了 2020 年 12 月時，其營業收入為新台幣 20.9 億元。

財務資源的部分，由模擬結果可看出 (如圖十二)，當穩懋公司的產能政策倍數增加，將會影響財務資源增加，若維持原政策 (擴產 100%)，財務資源會呈現成長之趨勢，至 2020 年 12 月時，其財務資源約累積至新台幣 276.1 億元；假設產能政策調整為擴產 200%，到了 2020 年 12 月財務資源約累積至新台幣 281.8 億元，與原政策相較之下，其財務資源增加之金額較多；假設產能政策調整為擴產 50%，則到了 2020 年 12 月財務資源約累積至新台幣 267.3 億元，可看出產能政策之不同會造成公司財務資源有不同的表現。



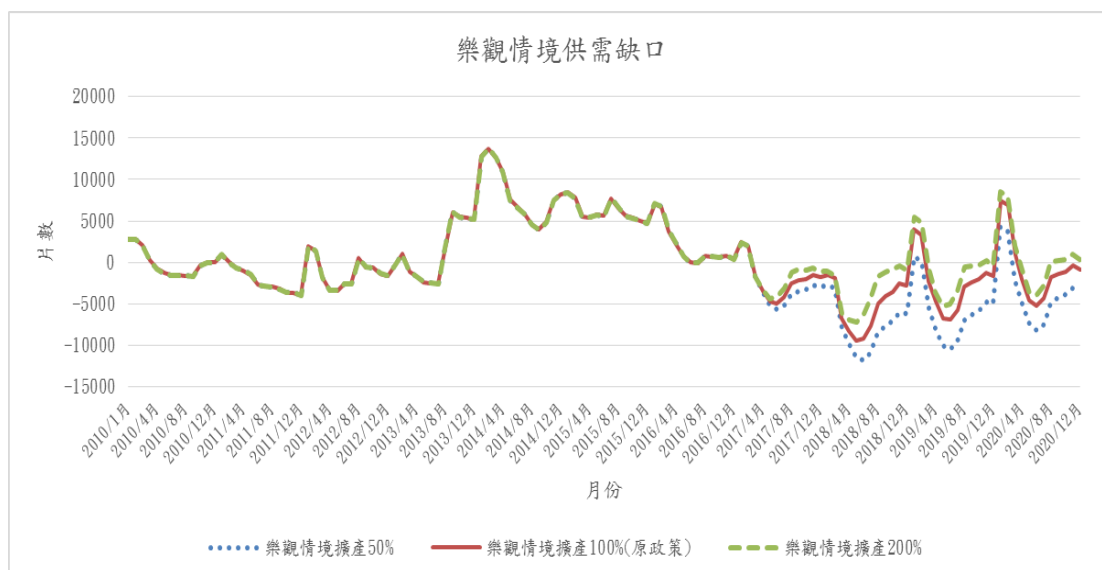
圖十一 產能政策對樂觀情境營業收入模擬分析



圖十二 產能政策對樂觀情境財務資源模擬分析

在樂觀情境供需缺口部分，當產能政策分別調整為擴產 50%、擴產 100%（原政策）及擴產 200% 進行模擬，對樂觀情境的供需缺口模擬結果，如圖十三所示。由模擬結果可看出，當產能政策的實施，將會影響供需缺口的變化，從供需缺口可觀察出公司產能能否滿足訂單需求，供需缺口大於零，代表可滿足穩懋公司下游需求，供需缺口小於零，則代表無法滿足穩懋公司下游需求。

若維持原政策（擴產 100%），供需缺口會呈現上下浮動之趨勢，至 2020 年 12 月時，其供需缺口顯示還缺少 886 片晶圓；假設產能政策調整為擴產 200%，到了 2020 年 12 月供需缺口顯示剩餘 397 片晶圓，與原政策相較之下，其較能滿足訂單需求；假設產能政策調整為擴產 50%，則到了 2020 年 12 月供需缺口顯示缺少 3,453 片晶圓。



圖十三 產能政策對樂觀情境供需缺口模擬分析

於悲觀情境中，當產能政策分別調整為擴產 50%、擴產 100%（原政策）及擴產 200% 進行模擬，對悲觀情境的總產能數模擬結果，如圖十四所示。由模擬結果可看出在悲觀情境下，若維持原政策（擴產 100%），總產能數會呈現持平之趨勢，至 2020 年 12 月時，其總產能為 22,990 片晶圓；假設產能政策調整為擴產 200%，到了 2020 年 12 月總產能為 22,990 片晶圓，與原政策相較之下，其總產能數量並無增加情形；假設產能政策調整為擴產 50%，則到了 2020 年 12 月總產能為 22,990 片晶圓。



圖十四 產能政策對悲觀情境總產能數模擬分析

在悲觀情境營業收入部分，當產能政策分別調整為擴產 50%、擴產 100%（原政策）及擴產 200% 進行模擬，對悲觀情境的營業收入模擬結果，如圖十五所示。由模擬結果可看出在悲觀情境下，若維持原政策（擴產 100%），營業收入會呈現上下起伏之趨勢，至 2020 年 12 月時，其營業收入約為新台幣 9.3 億元；假設產能政策調整為擴產 200%，到了 2020 年 12 月營業收入約為新台幣 9.3 億元，與

原政策相較之下，其營業收入並無增加情形；假設產能政策調整為擴產 50%，則到了 2020 年 12 月營業收入為新台幣 9.3 億元。

財務資源的部分，由模擬結果可看出（如圖十六），當穩懋公司的產能政策若維持原政策（擴產 100%），財務資源會呈現些微成長之趨勢，至 2020 年 12 月時，其財務資源約累積至新台幣 202.2 億元；假設產能政策調整為擴產 200%，到了 2020 年 12 月財務資源約累積至新台幣 202.2 億元，與原政策相較之下，其財務資源並無增加情形；假設產能政策調整為擴產 50%，則到了 2020 年 12 月財務資源約累積至新台幣 202.2 億元。



圖十五 產能政策對悲觀情境營業收入模擬分析



圖十六 產能政策對悲觀情境財務資源模擬分析

在悲觀情境供需缺口部分，當產能政策分別調整為擴產 50%、擴產 100%（原政策）及擴產 200% 進行模擬，對悲觀情境的供需缺口模擬結果，如圖十七所示。由模擬結果可看出在悲觀情境下，若維持原政策（擴產 100%），供需缺口會呈現上下起伏之趨勢，至 2020 年 12 月時，其供需缺口顯示剩餘 4,447 片晶圓；假設

產能政策調整為擴產 200%，到了 2020 年 12 月供需缺口顯示剩餘 4,447 片晶圓，與原政策相較之下，其供需缺口並無差異；假設產能政策調整為擴產 50%，則到了 2020 年 12 月供需缺口顯示剩餘 4,447 片晶圓。



圖十七 產能政策對悲觀情境供需缺口模擬分析

## 陸、結論與建議

本研究以上市櫃公司「穩懋」為研究對象，其影響財務及產能變數種類繁多，具有複雜、動態、時間滯延、資訊回饋及非線性關係等特性，因此運用系統動態學方法論，探討不同產能政策對總產能數、營業收入、財務資源及供需缺口之影響趨勢，以建構動態分析模型，並運用此模型進行政策模擬與分析，作為高階管理者制定相關政策之參考。

根據上述模擬，穩懋在同一時間實施不同的產能政策，將會造成總產能數、營業收入、財務資源及供需缺口有不同之趨勢。在模擬樂觀情境中可得知，當環境需求提升，此時採用擴產 200%，至 2020 年 12 月時，公司總產能數、營業收入、財務資源及供需缺口成長幅度較大，使公司營運有亮眼表現，反之，在模擬悲觀情境中，因環境需求逐年下降，若維持擴產 100%（原政策），至 2020 年 12 月時，砷化鎵晶圓產量還是維持供過於求之情形，建議可暫時關閉多餘的產能設備減少支出，來降低閒置產能的問題，如要追求公司最大獲利，實施原政策較為合適。

本研究因礙於時間、人力之限制，僅以砷化鎵晶圓代工產業的財務及產能操作問題為系統邊界，未能將研發因素、技術因素、人為因素及市場需求因素操作問題一併納入考量做更詳細的探討。

後續研究上，可進一步嘗試以系統思考將砷化鎵晶圓代工產業的研發因素、技術因素、人為因素及市場需求因素加入進行探討系統中關鍵變數間的相互因果關係，使未來研究能更貼近產業真實的發展趨勢。

## 柒、參考文獻

### 一、中文部分

- 劉芝婷（2009），資本與策略之研究—應用系統動態學及以晶圓代工廠為例，東海大學未出版碩士論文。
- 劉俊榮（2003），半導體景氣循環下晶圓代工產能擴充策略，國立中山大學未出版碩士論文。
- 甘志偉（2000），晶圓代工廠生產週期時間管理導向製造執行系統架構，國立交通大學工業工程與管理系未出版碩士論文。
- 林則江（2002），企業多角化對股價反映營收之影響：台積電與聯電之實證研究，國立成功大學會計學系未出版碩士論文。
- 陳懿梅（2005），企業潛在財務危機之研究-以台灣上市上櫃電子公司為例，元智大學會計學系未出版碩士論文。
- 詹柔誼（2008），企業短期投資特性之管理風格對財務績效影響之研究-以台灣半導體產業上市、上櫃公司為例，國立交通大學管理學院碩士在職專班財務金融組未出版碩士論文。
- 葉集賢（2009），研發支出及資本支出對企業經營績效之影響--以臺灣半導體產業為例，國立成功大學企業管理學系專班未出版碩士論文。
- 李耕年（2011），景氣循環下資本支出對股價的影響-以台灣半導體產業為例，長榮大學經營管理研究所未出版碩士論文。
- 王培欣（2012），砷化鎵晶圓代工廠如何提升競爭力之策略分析-以穩懋半導體為個案分析，元智大學未出版碩士論文。
- 吳國彬（2007），上市公司依公司法減資對於股價之影響--以電子類股為例，臺北科技大學未出版碩士論文。
- 李陸德（2003），企業辦理現金減資之個案研究，國立政治大學未出版碩士論文。
- 林玉成（2000），上市公司庫藏股宣告資訊內涵及操作策略之分析，國立高雄第一科技大學財務管理系未出版碩士論文。
- 黃世欣（2000），庫藏股制度對台灣股票市場的影響，淡江大學未出版碩士論文。
- 呂佳真（2002），台灣上市公司減資資訊內涵之研究，銘傳大學未出版碩士論文。
- 王瑪如、蕭君宇（2010），彌補虧損減資、現金減資與庫藏股減資之市場宣告效果，會計評論，57，105~135。
- 高麗萍、陳奕翰、吳宗倫、許誌凱、林旻君、陳昱璋（2015），現金減資、現金增資與股價反應，致理學報，35，119~150。
- 王俊傑（2001），台灣高科技中小企業融資之研究-以電子製造業為例，長榮大學未出版碩士論文。



- 李淑貞（2003），*台灣科技新創事業的融資策略—以國聯光電為例*，國立交通大學未出版碩士論文。
- 吳昭瑩（2008），*現金增資決策動機、資金運用與股價績效之研究*，銘傳大學未出版碩士論文。
- 黃昱璋（2012），*新股發行制度相關問題之研究--以少數股東權益保護為中心*，中原大學未出版碩士論文。
- 吳慎哲（2008），*系統動態學應用於產能與需求平衡之研究—以晶圓代工廠為例*，東海大學未出版碩士論文。
- 詹秋貴（2002），*我國主要武器系統發展的政策探討*，國立交通大學未出版博士論文。
- 陳建宏（2004），*從互動觀點探討臺灣半導體產業之發展*，國立交通大學管理科學系未出版博士論文。
- 韓釗（2009），*系統動力學-探索動態複雜之鑰（二版）*，臺北市：滄海書局。
- 周棟祥、黃敬庭（2016），*雲端服務應用於半導體生產規劃之研究-以台灣半導體公司為例*，*電子商務學報*，18(1)，2-32。
- 張子慶（2008），*晶圓代工需求分析與產能投資*，長庚大學企業管理研究所未出版碩士論文。
- 黃芬娜（2013），*利用動態系統分析資本投資的商務機動系統*，國立台灣科技大學未出版碩士論文。
- 楊世英（1999），*自由現金流量對企業價值影響之實證研究—以台灣半導體產業上市公司為例*，國立交通大學資訊管理所未出版碩士論文。

#### 一、英文部分

- Forrester J.W.(1961). *Industrial dynamics*, Waltham, MA: Pegasus Communications.
- Forrester JW and PM Senge.(1980). Tests for building confidence in system dynamics models,” *System dynamics, TIMS studies in management sciences*, 14, 209-228.
- Brous, P. A.(1992). “Common stock offerings and earnings expectations: A test of the release of unfavorable information,” *The Journal of Finance*, 47(4), 1517-1536.
- Sterman J. D.(2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*, McGraw-Hill, New York.
- Brous, P. A.(1992). Common Stock Offerings and Earnings Expectations: A Test of the Release of Unfavorable Information,” *The Journal of Finance*, 47, 1517-1536.
- Slovin, M. B., Sushka, M. E., & Bendeck, Y. M.(1994). “Seasoned common stock issuance following an IPO,” *Journal of Banking and Finance*, 18(1), 207-226.
- Krajewski, J. L. and L. P. Ritzman.(2002). *Operation Management : Strategy and Analysis*, Pearson Education, Inc.
- Payne, S. A., Chase, L. L., Smith, L. K., Kway, W. L., & Krupke, W. F.(1992).

“Infrared cross-section measurements for crystals doped with Er/sup 3+/, Tm/sup 3+/, and Ho/sup 3+,” *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 28(11), 2619-2630.

Bermon, S., & Hood, S. J.. “Capacity optimization planning system (CAPS),” *Interfaces*, Vol. 29, No. 5, pp. 31-50, 1999.