

國立臺灣大學社會科學院經濟學系在職專班
碩士論文



Mid-Career Master Program
Department of Economics
College of Social Sciences
National Taiwan University
Master's Thesis

臺灣半導體產業結構的發展與挑戰

The Development and Challenges of the Structure of
Semiconductor Industry in Taiwan

李明杰
MING-CHIEH LEE

指導教授：謝德宗 博士
Advisor: DER-TZON HSIEH, Ph.D.

中華民國 113 年 1 月
January, 2024

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

MASTER'S THESIS ACCEPTANCE CERTIFICATE
NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY

臺灣半導體產業結構的發展與挑戰

The Development and Challenges of the Structure of Semiconductor
Industry in Taiwan

本論文係__李明杰__P02323010__在國立臺灣大學_經濟學系在職專班_完成之
碩士學位論文，於民國_112_年_12_月_29_日承下列考試委員審查通過及口試
及格，特此證明。

The undersigned, appointed by the Department of _Economic_ on _29 / 12 / 2023_ have
examined a Master's Thesis entitled above presented by _LEE, MING-CHIEH_ _P02323010_
candidate and hereby certify that it is worthy of acceptance.

口試委員 Oral examination committee:

謝德宗

(指導教授 Advisor)

林惠玲

李頌峰

賴錦璋

系(所、學位學程)主管 Director:



誌謝

本論文得以順利完成，首先要感謝指導教授 謝德宗教授的指導，教授對研究與教學工作充滿熱忱與智慧，直指核心點出學生在學習以及論文寫作上的迷思，令學生獲益良多。

其次是感謝經濟系開設專班，讓在職的我能有機會一窺經濟學的堂奧。感謝經濟系上老師願意犧牲平日的晚上或週六，領著我們學習。感謝專班助教在很多瑣事上的協助。

最後感謝我的家人，在專班學習期間對我的包容與諒解，讓我得以完成學業。

中文摘要

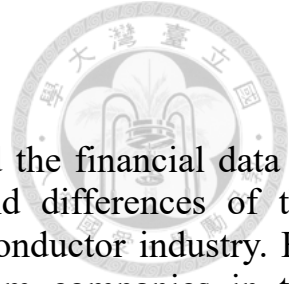


本研究藉由產業面的發展歷程與上市櫃公司財務數據，探討半導體產業上中下游公司的營運特性與差異，透過分析產業上下游公司的特性，利用財務比率與發展歷程的比較，來看面對市場競爭不同的發展策略。

結果發現，半導體高階製程龐大的資本支出雖讓一部分對手退出，但也引起國際大廠覬覦，高調宣布加入競爭。而台積電藉由在晶圓代工領先優勢，除了繼續深化技術研發，也已將本身財務體質調整至具競爭力的狀態來面對競爭。除了半導體產業上的傳統挑戰，半導體業者還須面對來自家園經濟學(Homeland Economics)、產業鏈低碳永續等外部環境的變化，以及台灣五缺：缺才、缺工、缺水、缺地、缺電等內部環境等議題。

關鍵詞：半導體產業、晶圓代工、IC 設計、封裝測試、財務比率

ABSTRACT



This study uses the development history of the industry and the financial data of listed companies to explore the operating characteristics and differences of the upstream, midstream and downstream companies in the semiconductor industry. By analyzing the characteristics of the upstream and downstream companies in the industry, and using the comparison of financial ratios and development history, viewing the different development strategies in the face of market competition.

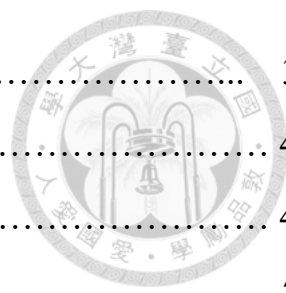
It was found that although the huge capital expenditures for high-end semiconductor manufacturing processes have caused some competitors to withdraw, it has also attracted the covetous attention of major international manufacturers, who have announced in a high-profile way that they will join the competition. Taking advantage of its leading position in foundry, TSMC has not only continued to deepen technology research and development, but has also adjusted its financial structure to a competitive position to face competition. In addition to the traditional challenges in the semiconductor industry, semiconductor companies must also face changes in the external environment such as Homeland Economics, low-carbon sustainability of the industrial chain, and Taiwan's five shortages: shortage of talents, shortage of workers, shortage of water, and shortage of water. Ground, lack of power and other internal environment issues.

Keywords: semiconductor industry, foundry, IC design, packaging and testing, financial ratios

目次



口試委員會審定書.....	i
誌謝.....	ii
中文摘要.....	iii
ABSTRACT	iv
目錄.....	v
圖目錄.....	vii
表目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	4
1.3 研究架構.....	4
第二章 台灣半導體產業經營模式探討.....	6
2.1 半導體產業分類與產業特性.....	6
2.2 台灣半導體業現況與發展.....	10
第三章 台灣半導體產業結構探討.....	11
3.1 半導體產業鏈結構.....	12
3.2 半導體產業中的次產業分析.....	14
3.2.1 IC 設計業.....	14
3.2.2 IC 製造業.....	19
3.2.3 封裝測試業.....	25
3.2.4 IC 通路業.....	30
第四章 個案分析.....	34
4.1 個案選擇.....	34



4.2 台積電公司分析.....	35
4.2.1 台積電與台灣晶圓廠業者營運指標分析.....	40
4.2.2 台積電與台灣半導體領導業者營運指標分析.....	44
4.3 台灣半導體產業的未來與挑戰.....	52
第五章 結論與建議.....	54
參考文獻.....	56

圖 次



圖 1-1：台灣 2012~2022 年積體電路出口金額及占出口總值比重.....	2
圖 1-2：研究架構.....	5
圖 3-1：2022 年台灣半導體產業總產值.....	11
圖 3-2：半導體產業鏈結構.....	12
圖 3-3：IC 設計產業鏈結構.....	15
圖 3-4：APPLE M1 晶片功能方塊圖.....	16
圖 3-5：全球半導體設計產值.....	16
圖 3-6：全球半導體製造產值.....	20
圖 3-7：半導體製程簡介.....	22
圖 3-8：IC 製造產業鏈結構.....	23
圖 3-9：晶圓測試示意圖.....	25
圖 3-10：封裝測試產業鏈結構.....	26
圖 3-11：全球半導體封測產值.....	27
圖 3-12：半導體產業上、中、下游供應鏈關係圖.....	30
圖 3-13：IC 通路產業鏈結構.....	32
圖 4-1：台積電歷年量產最新製程示意圖.....	36
圖 4-2：台積電 N3 製程技術開發路線圖.....	37
圖 4-3：晶圓廠製程演進資本支出規模比較.....	38
圖 4-4：台灣半導體前五大廠商 2013~2022 年毛利率變化趨勢.....	42
圖 4-5：台灣半導體前五大廠商 2013~2022 年權益報酬率趨勢.....	43
圖 4-6：台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年毛利率趨勢.....	45
圖 4-7：台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年研發費用率趨勢.....	46
圖 4-8：台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年營業利益率趨勢.....	47
圖 4-9：台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年股東權益報酬率趨勢.....	48

圖 4-10: 台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年存貨週轉天數趨勢..... 49

圖 4-11: 台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年負債比率趨勢..... 51



表 次



表 1-1：全球半導體市場規模.....	3
表 2-1：全球前 20 大半導體業者營收排名.....	6
表 2-2：半導體次產業定義.....	7
表 2-3：全球主要半導體業者 2019~2021 年資本支出.....	8
表 2-4：台灣 IC 產業之全球市占率.....	10
表 3-1：全球前 10 大 IC 設計業者營收.....	17
表 3-2：台灣前 5 大 IC 設計業者營收.....	18
表 3-3：全球主要 IC 製造(包含晶圓代工)營收排名.....	20
表 3-4：2023 年 1~3 季全球前十大晶圓代工業者營收排名.....	21
表 3-5：台灣前 6 大 IC 製造業者營收.....	24
表 3-6：全球主要半導體封測廠商營收排名.....	27
表 3-7：台灣前 5 大封裝測試業者營收.....	28
表 3-8：全球前 10 大 IC 通路商 2020~2022 年營收趨勢.....	31
表 3-9：台灣前 5 大封裝測試業者營收.....	33
表 4-1：台灣半導體公司 2022 年營收前 20 名.....	34
表 4-2：台積電公司沿革.....	35
表 4-3：台積電 1Q13~2Q23 各季製程別營收比重.....	36
表 4-4：台積電 2013-2022 年營收與資本支出.....	38
表 4-5：台積電產品比重-技術平台別.....	39
表 4-6：晶圓代工 2013~2022 年損益表摘要.....	40
表 4-7：台灣半導體前五大廠商 2013~2022 年營收趨勢.....	41
表 4-8：台灣半導體業代表性公司彙總.....	44
表 4-9：台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年利息保障倍數趨勢.....	50
表 4-10：台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年利息費用.....	50

第一章 緒論



1.1 研究背景與動機

從 1980 年代末期開始，經濟自由化與國際化蔚為全球經濟活動發展主流。自從 IBM 在 1981 年推出全球第一台個人電腦後，消費型電子繼家電之後，又形成一波龐大需求。依據資源稟賦的差異，台灣在個人電腦帶起的資訊革命中，搶到代工位置而為今日的電子大廠打下堅實基礎。

台灣半導體在 1974 年種下第一顆種子，當時任職美國無線電公司(RCA)研究室主任潘文淵與行政院秘書長費驊、經濟部長孫運璿等 7 人，在小欣欣豆漿店的早餐會後，遂於 1976 年由工研院與美國 RCA 簽訂基礎電路技術移轉授權合約，台灣派出 19 人分批學習 IC 設計、半導體製程、測試及設備技術等，正式將半導體技術引進台灣，隨後在 1977 年設立工研院積體電路(integrated circuit, IC)示範工廠，1978 年完成自製的第一批電子錶積體電路，台灣半導體篇章於是展開。¹

看似平行的消費性電子代工與半導體起步萌芽，在地狹人稠的台灣激出美麗火花。台灣半導體產業走出不一樣的道路，發展出晶圓代工的獨特商業模式，讓晶圓廠的高額資本支出不再是中小企業進入半導體領域的障礙，進而讓 IC 設計業得以興盛發展。電子代工的價格競爭讓業者勇於嘗試其他的供應商，個人電腦裡的每個晶片都被挑戰過，隨著液晶電視、智慧型手機興起，這個故事一再被重複。台灣半導體領域競爭相當激烈，加上機台很貴，半導體業讓機台 24 小時運作已是常態，若機台在半夜 1 點故障，工程師會接到電話，半夜 2 點就修好並復工。²

美國商務部長 Gina M. Raimondo (2023)指出「台灣生產全球 92% 尖端晶片」³，掀開台灣在半導體領域的重要性，而深入觀察智慧型手機 2023 年底量產的頂級手機主晶片如 Apple A17 Pro、聯發科天璣 9300、高通 Snapdragon 8 Gen3，都是由台積電製造，現在最高階的 AI 晶片中如 NVIDIA H100 與 AMD 的 MI 300X 等，也都由台積電製造，從而反映 Raimondo 所指台灣在晶片製造的重要性。

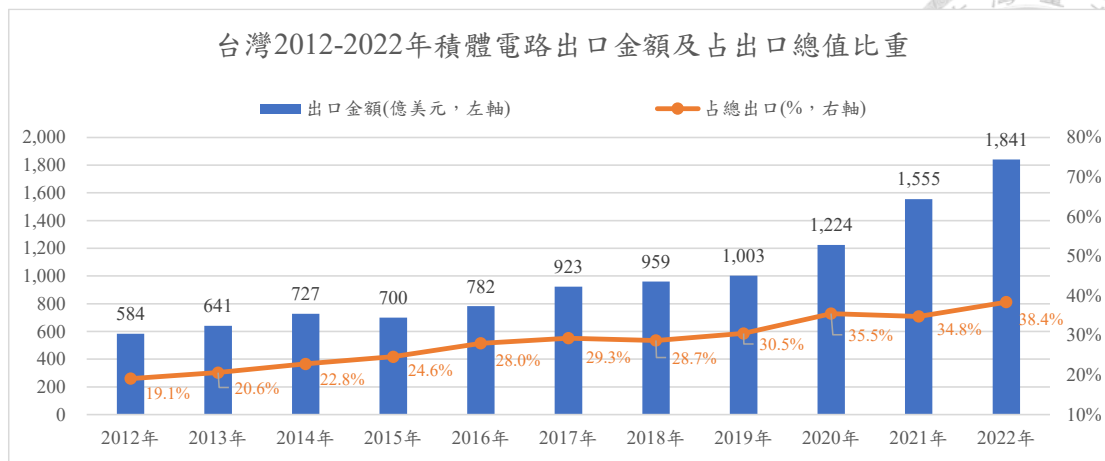
¹ 參考資料：工業技術研究院 50 年，台灣半導體起源：向 RCA 取經 發展台灣積體電路，2023/11。 <https://50th.itri.org.tw/history/semiconductors/1/>

² 中央社<張忠謀對談《晶片戰爭》作者 犀利問答一次看>，工商時報，2023/3。
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20230316004273-260410?chdtv>

³ 原文為：Taiwan alone produces 92% of the world's leading-edge chips, even though the majority of them are still based on technology created at UC Berkeley—with federal funding.

資料來源：Gina M. Raimondo, <Remarks by U.S. Secretary of Commerce Gina Raimondo: The CHIPS Act and a Long-term Vision for America's Technological Leadership>, 2023/2。

<https://www.commerce.gov/news/speeches/2023/02/remarks-us-secretary-commerce-gina-raimondo-chips-act-and-long-term-vision>



資料來源：本研究整理，財政部統計處，2023/10。⁴

圖 1-1 台灣 2012-2022 年積體電路出口金額及占出口總值比重

圖 1-1 顯示台灣在 2012-2022 年積體電路出口金額及占出口總值比重的變化趨勢。在 2019 年之後，積體電路出口超過 1,000 億美元，出口占比也超過 30%。依據鄭琪芳(2021)引用財政部資料，積體電路出口於 2005 年首度突破 300 億美元後，便成為台灣首要出口商品。⁵

在此，先定義半導體與積體電路⁶：半導體是一種具有特殊物理性質的材料，電導率(Electrical conductivity)介於導體和絕緣體之間，可藉由外部施加電壓改變該材料的導電能力；半導體材料在不施加外部電壓時是不導電的；若對半導體材料施加電壓，會讓原本不導電的材料變成導電材料。今日電子產品中常見的半導體晶片，便是藉由半導體的特性，經由控制電流的通行或阻斷進行邏輯運算。

我們平日常見的 IC 是由多個電晶體組成，以採用台積電 5 奈米工藝製程的 Apple A15 Bionic 晶片為例，內含 150 億個電晶體。積體電路 IC 如表 1-1 顯示積體電路不是半導體的全部，半導體還有感測元件、光電元件等其他元件。電晶體是用半導體材料製作，故在實際使用上，半導體與積體電路常會混用。以台積電(台灣積體電路製造股份有限公司，Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited)為例，即是混用半導體(Semiconductor)與積體電路的例子。

⁴ 財政部統計處，積體電路進出口概況網頁，2023/10

<https://service.mof.gov.tw/public/Data/statistic/d3.js/demo/trade06/index.html>

⁵ 鄭琪芳，〈台半導體超威 積體電路出口占比升至 35.5%〉，自由時報，2021/2，

<https://ec.ltn.com.tw/article/paper/1433968>

⁶ 國際半導體協會，〈半導體是什麼？晶片產業一次看懂〉，2022/5。

<https://www.semi.org/zh/technology-trends/what-is-a-semiconductor#semiconductor>

表 1-1 全球半導體市場規模

單位：百萬美元	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023(e)	2024(f)
Sensors 感測元件	8,816	10,821	12,571	13,356	13,511	14,962	19,149	21,782	20,410	21,575
Discrete 離散元件	18,612	19,418	21,651	24,102	23,881	23,804	30,337	33,993	35,904	38,192
Optoelectronics 光電元件	33,256	31,994	34,813	38,032	41,561	40,397	43,404	43,908	45,949	45,881
IC 積體電路	274,484	276,698	343,186	393,288	333,354	361,226	463,002	474,402	412,832	470,349
Analog 類比IC	45,228	47,848	53,070	58,785	53,939	55,658	74,105	88,983	83,907	88,902
Micro 微處理器	61,298	60,585	63,934	67,233	66,440	69,678	80,221	79,073	71,470	75,855
Logic 邏輯IC	90,753	91,498	102,209	109,303	106,535	118,408	154,837	176,578	173,413	185,266
Memory 記憶體	77,205	76,767	123,974	157,967	106,440	117,482	153,838	129,767	84,041	120,326
Total 合計	335,168	338,931	412,221	468,778	412,307	440,389	555,893	574,084	515,095	575,997

資料來源：WSTS，半導體產業年鑑，工研院產科國際所，2023/5。⁷

表 1-1 為半導體貿易統計協會(World Semiconductor Trade Statistics, WSTS)對全球半導體規模在 2015~2022 年的統計資料以及 2023~2024 年的預估規模，而在 2022 年全球半導體市場規模為 5,741 億美元。依 WSTS 分類，半導體產品可分為 Sensors 感測元件、Discrete 離散元件、Optoelectronics 光電元件、Integrated Circuit 積體電路⁸共 4 大類。其中，積體電路為半導體中最大類，2022 年市場規模為 4,744 億美元，約占半導體 82.6%。積體電路又分成 Analog 類比 IC、Micro 微處理器、Logic 邏輯 IC、Memory 記憶體 4 小類。其中的邏輯 IC 與記憶體是積體電路中產值較大的兩項。由於記憶體報價具有週期性，從表 1-1 中可以觀察到其產值不是每年都大過邏輯 IC 產值。

台積電主要營業項目為：依客戶訂單與其提供之產品設計說明，以從事製造與銷售積體電路以及其他晶圓半導體裝置；提供前述產品封裝與測試服務、積體電路之電腦輔助設計技術服務；提供製造光罩及其設計服務⁹。亦即台積電生產的產品，也包括如感測元件等半導體產品。積體電路是台灣最主要的出口產品，本研究將針對半導體產業結構及其營運內容進行探討。

⁷ 資料來自 WSTS 歷年預估，2023/5。

<https://www.wsts.org/76/Recent-News-Release>

⁸ WSTS 對半導體產品定義可出自 WSTS Product Classification 2021，2020/12

https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/02/Product_Classification_2021.pdf

Sensors 感測元件包括：Temperature Sensors、Pressure Sensors、Acceleration and Yaw Rate Sensors、Magnetic Field Sensors、Actuators。Discrete 離散元件包括：Diodes、Small Signal and Switching Transistors、Power Transistors、Rectifiers、Thyristors。Optoelectronics 光電元件包括：Displays、Lamps、Couplers/Isolators & Switches、Laser Pick-up、Laser Transmitter、Image Sensors、Infrared。

https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/02/Product_Classification_2021.pdf

⁹ 公開資訊觀測站/公司基本資料，2023/10。

<https://mops.twse.com.tw/mops/web/t05st03>



1.2 研究目的

隨著電視、電腦、智慧型手機的普及，現代人生活方式迥異於百年前的人們。現在的智慧型手機能將高效性能整合至一台手持裝置內，便是受惠於半導體技術進步，而深入觀察最高階的 AI 晶片如 NVIDIA H100 與 AMD 的 MI 300X，都是由台積電製造，顯示台灣半導體業在全球具有一定實力，再加上積體電路是台灣出口占比最大的產品，故本研究以半導體產業為研究方向，探討台灣半導體產業結構，並再挑選代表性龍頭公司的營運進行個案研究。

本研究選取台積電作為個案研究的企業。藉由探討台積電的沿革、台積電與台灣晶圓製造同業的比較，以及台積電與台灣半導體產業鏈上下游業者的比較進行分析，而研究焦點則是相關上市櫃公司的營運績效。

1.3 研究架構

本文研究架構如圖 1-2 所示，共分為五章，各章內容說明如下：

第一章：緒論。說明研究背景與動機及研究目的。

第二章：台灣半導體業經營模式探討。

第三章：台灣半導體產業鏈結構探討。

第四章：個案分析。針對台積電營運狀況進行分析，並與其他台灣半導體業者進行比較。

第五章：結論與建議。

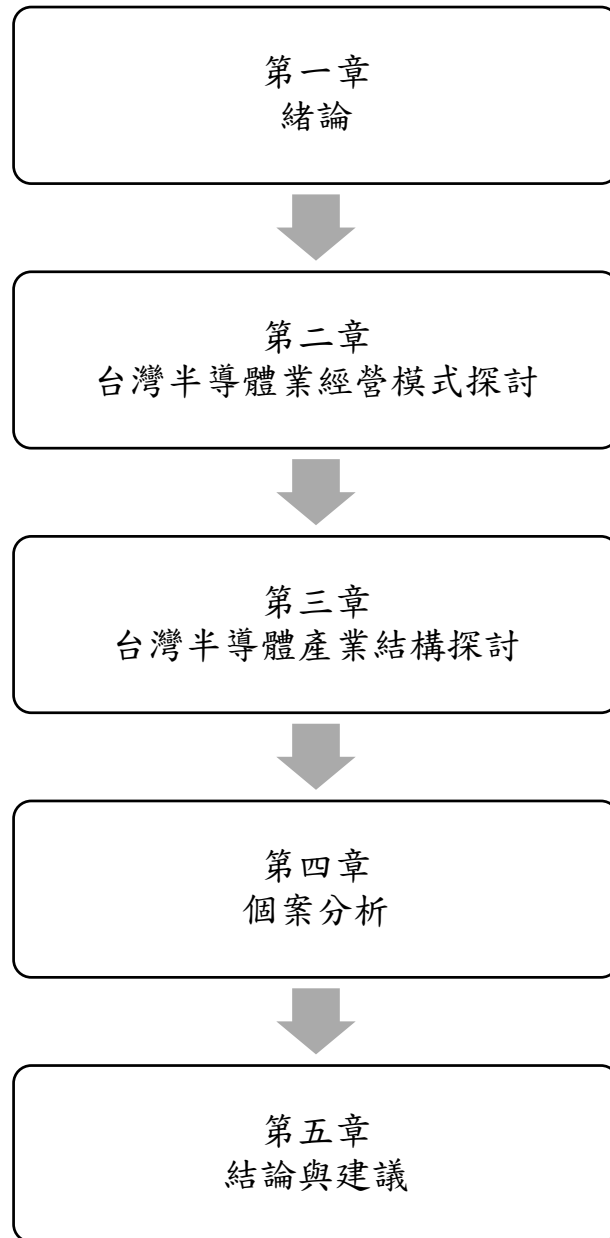


圖 1-2 研究架構

第二章 台灣半導體產業經營模式探討



2.1 半導體產業分類與產業特性

由於半導體產品體積小、重量輕，方便於跨國運輸，暫且不論少數因國家安全而有銷售禁令的晶片，半導體基本上是一個國際競爭產業。本研究主要討論台灣半導體業者，表 2-1 顯示全球前 20 大半導體業者在 2018~2020 年的營收排名。

表 2-1 全球前 20 大半導體業者營收排名 單位：百萬美元

排名	公司名稱	2018年	2019年	2020年
1	英特爾 Intel	66,290	67,754	72,759
2	三星 Samsung	73,708	52,389	57,729
3	SK海力士 SK Hynix	36,240	22,297	25,854
4	美光 Micron	29,742	20,254	22,037
5	高通 Qualcomm	15,375	13,613	17,632
6	博通 Broadcom	16,261	15,322	15,754
7	德儀 Texas Instruments	14,592	13,364	13,619
8	聯發科 MediaTek	7,890	7,958	10,988
9	輝達 NVIDIA	8,073	7,331	10,643
10	鎧俠 KIOXIA	8,533	7,827	10,374
11	意法 STMicroelectronics	9,579	9,451	10,095
12	英飛凌 Infineon	8,748	8,248	9,848
13	蘋果 APPLE	7,646	8,474	9,774
14	超微 AMD	6,295	6,591	9,665
15	索尼 SONY	6,465	8,536	8,597
16	恩智浦 NXP	9,022	8,758	8,391
17	海思 HiSilicon	6,035	7,738	8,164
18	威騰 Western Digital	9,078	6,252	7,745
19	瑞薩 Renesas	6,710	6,716	6,604
20	亞德諾 Analog Devices	6,207	5,831	5,773

資料來源：半導體工業年鑑，Gartner，工研院產科國際所，2021/5

表 2-1 是《半導體工業年鑑》引用市調機構 Gartner 資料，在 2020 年全球前 20 大半導體業者中，英特爾以營收 727.6 億美元排名第一，台灣的聯發科以營收 109.9 億美元排名第八。值得注意的是，2020 年台積電營收為 455.1 億美元，但台積電並未出現在表 2-1 的排名中，原因在於此統計以品牌客戶為主。台積電營收雖然高於聯發科，但只做代工而無自己品牌的產品，從而未在該排名中。IC 封測大廠日月光 2020 年半導體封測事業營收 917.7 億美元¹⁰，未納入排名原因則與台積電相同。

¹⁰ 日月光投控 2020 年營收 4,770 億元，其中半導體封測事業營收 2,701 億元。
資料來源：日月光投控 2020 年第四季線上法人說明會簡報檔第 4 頁，2021/2。

直迄 2023 年 10 月底，半導體產業在證交所上市達 83 家¹¹，在櫃買中心掛牌公司達 92 家¹²。本研究依據《2021 半導體工業年鑑》半導體次產業定義，將半導體分為 IC 設計、IC 製造、IC 封裝與 IC 測試共四個次產業，如表 2-2 所示。

表 2-2 半導體次產業定義

產業別	定義	分類依據	範圍
IC 設計	專門從事積體電路設計研發而不跨足 IC 製造	設計晶片	從事設計而將生產的部分交由晶圓代工服務
IC 製造	專門建立晶圓廠生產線提供晶片製造服務的公司	晶圓代工	以代工方式製造 IC
		記憶體製造	DRAM、Flash、SRAM、ROM...等
IC 封裝	將晶片上的功能訊號透過一個載具將其引接到外部，且提供晶片免於受破壞的保護	導線架封裝	DIP、SOP、QFP...等使用導線架的封裝體
		基板封裝	BGA...等使用基板的封裝體
		軟板封裝	COF、TCP...等使用軟板的封裝體
IC 測試	晶圓製造完成之後，利用測試機台，分別在封裝前後兩階段，測試是否為良品	晶圓測試	晶圓切割與封裝前以探針測試晶粒
		成品測試	IC 封裝後確認 IC 之功能、速度、容忍度、電力消耗、熱力發散...等屬性皆屬成品測試

資料來源：2021 半導體產業年鑑，工研院產科國際所，2021/5

依據《2021 半導體工業年鑑》的半導體次產業定義，半導體次產業分為 IC 設計、IC 製造、IC 封裝及 IC 測試。在半導體產業發展初期，當時的業者都同時統包 IC 設計、IC 製造、IC 封裝及 IC 測試這四項工序作業，至 1960 年代，半導體業者開始尋找人工成本較低的地點，藉由設立海外公司將 IC 封裝及 IC 測試移往海外工廠進行。台積電於 1987 年成立，開創晶圓代工的商業模式，無自有製造工廠的純 IC 設計公司(例如 NVIDIA)受惠於晶圓代工進入半導體市場大放異彩，這類純 IC 設計公司被稱為無廠半導體公司 (fabless semiconductor company, fabless)¹³。為了與水平分工的半導體廠作區別，廠商(例如 Intel)的工序涵蓋了 IC 設計、製造、封裝及測試，這類廠商又稱為 IDM (Integrated Device Manufacturer, 垂直整合製造) 業者¹⁴。

¹¹ 台灣證券交易所，每日收盤行情(半導體業)，2023/10。

<https://www.twse.com.tw/zh/trading/historical/mi-index.html>

¹² 證券櫃檯買賣中心，上櫃股票每日收盤行情(半導體業)，2023/10。

https://www.tpex.org.tw/web/stock/aftertrading/otc_quotes_no1430/stk_wn1430.php?l=zh-tw

¹³ 參考維基百科 Fabless manufacturing 條目，2023/10。

https://en.wikipedia.org/wiki/Fabless_manufacturing

¹⁴ 參考維基百科 Integrated device manufacturer 條目，2023/10。

https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_device_manufacturer

表 2-3 全球主要半導體業者 2019~2021 年資本支出

排名	公司名稱	2019年	2020年	2021年
1	三星 Samsung	19,416	27,400	30,000
2	台積電 tsmc	14,900	17,066	28,000
3	英特爾 Intel	16,213	14,453	19,500
4	美光 Micron	8,820	9,018	11,000
5	SK海力士 SK Hynix	12,014	8,645	10,000
6	中芯國際 SMIC	1,870	5,251	4,300
7	長江儲存 YMTC	2,200	3,500	3,750
8	長鑫存儲 Changxin	1,200	3,000	3,400
9	日月光 ASE	1,852	2,095	2,400
10	意法 STMicroelectronics	1,181	1,280	1,900
11	鎧俠 KIOXIA	1,200	1,100	1,800
12	聯電 UMC	574	1,000	1,500
13	格羅方德 Globalfoundries	773	500	1,500
14	威騰 Western Digital	681	750	1,250
15	英飛凌 Infineon	1,275	1,081	1,200
16	索尼 SONY	700	750	800
17	上海華力 HLMC	850	700	800
18	德儀 Texas Instruments	900	649	750
19	力成 Powertech	510	650	700
20	華虹宏力 Huahong Grace	1,050	1,400	642
單位： 百萬美元	以上合計	88,179	100,288	125,192
	前20大佔全球比重	88.7%	90.7%	91.9%
	全球總資本支出	99,385	110,536	136,284

資料來源：半導體工業年鑑，Gartner，工研院產科國際所，2021/5

表 2-3 顯示全球主要半導體業者在 2019~2021 年間的前 20 名的資本支出。其中，排名第九的日月光與排名第十九的力成為封測廠，其餘為有晶圓廠的 IC 製造業者或 IDM 業者，而沒有一家純 IC 設計業者，顯示從資本支出角度而言，晶圓廠資本支出最大，其次是封測廠，而 IC 設計業者所需的資本支出低於前兩者。台積電副總經理暨財務長黃仁昭於 2021 年 4 月 15 日法說上表示，2021 年資本支出中的 80% 用於先進製程，10% 用於先進封裝與光罩，10% 用於特殊製程¹⁵，以表 2-3 中 2021 年的資料計算，台積電 2021 年約 28 億美元資本支出用於先進封裝與光罩，而 2021 年日月光資本支出 24 億美元，亦即台積電用於封裝的資本支出金額與日月光可能不會差太多。

¹⁵ About 80% of the 2021 capital budget will be allocated for advanced process technologies, including 3-nanometer, 5-nanometer and 7-nanometer. About 10% will be spent for advanced packaging and mask making, and about 10% will be spent for specialty technologies.

黃仁昭，台積電 1Q21 法人說明會逐字稿第 4 頁，2021/4。

<https://investor.tsmc.com/chinese/quarterly-results/2021/q1>

2021 年資本支出前五名業者的資本支出明顯高出其他業者許多，係因這些業者都在最先進製程持續投資。不論是記憶體大廠三星、美光與 SK 海力士，晶圓代工大廠台積電以及 CPU 大廠英特爾，都是需要購買價格高昂的設備，在最先進製程上持續投資。晶圓代工的商業模式將晶圓廠與 IC 設計業者切分，讓具有晶片設計能力的廠商不再因高額資本支出，限制他們加入半導體的競爭行列；而對晶圓廠來說，更多的 IC 設計業者意味著更能分散客戶風險，台積電藉由這樣的雙贏策略成長至今，演變至現在吸引原本不是晶圓代工業者的三星與英特爾，也要分食晶圓代工的大餅。

由於 IC 製造需要高額的資本支出，除了 IC 設計向晶圓代工業者購買產能外，IDM 也會向晶圓代工購買產能。由於半導體需求有起有落，IDM 讓自有晶圓廠產能維持在高檔，在旺季時自有產能不足的部分向晶圓代工購買，就可以讓昂貴的設備在淡季時不會閒置。台積電董事長劉德音在 2022 年 1 月法說會上就曾表示：來自 IDM 外包將繼續以較快的成長速度成長¹⁶。

從製程工序上來看，IC 封裝與 IC 測試很明顯是不同的工序，但有許多業者同時提供封裝與測試的服務，故 IC 封裝與 IC 測試常被合稱為 IC 封測業，在 2021 半導體產業年鑑的統計中，也僅有 IC 封測，並未將封裝與測試分開統計。隨著半導體先進製程越趨複雜，一些先進封裝也須用到半導體製程，因此台積電也跨入先進封裝，故表 2-3 是按半導體製程部分拆分，以前許多半導體業者也僅做一個次產業的業務，但隨著先進製程的複雜程度增加，也出現許多公司開始跨足多個次產業。

¹⁶ IDM outsourcing will continue increasing in a fast growth rate.
劉德音，台積電 4Q21 法人說明會逐字稿第 9 頁，2022/1。
<https://investor.tsmc.com/chinese/quarterly-results/2021/q4>



2.2 台灣半導體業現況與發展

表 2-4 顯示工研院產科國際所統計，台灣 IC 設計業在 2020 年全球市占率為 20.1%，全球排名第 2；晶圓代工業在 2020 年全球市占率為 77.3%，全球排名第 1；IC 封測業在 2020 年全球市占率為 57.7%，全球排名第 1。

表 2-4 台灣 IC 產業之全球市占率

次產業別	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
IC設計	20.5%	19.4%	18.0%	17.0%	18.8%	20.1%
晶圓代工	70.3%	70.7%	73.2%	75.6%	74.6%	77.3%
IC封測	54.2%	55.5%	55.8%	55.8%	56.5%	57.7%

資料來源：半導體工業年鑑，工研院產科國際所，2021/5

從表 2-3 的資本支出資料，台積電位列第二、聯電位居十二，其中以晶圓代工商業模式的廠商中，台積電的資本支出最高，金額也是排名第六的中芯國際數倍，可顯示出台積電在晶圓代工領域的競爭力。根據工研院產科國際所的統計，台灣在晶圓代工領域自 2015~2020 年市占率穩定高於 70%，更因為台積電在高階製程的領先，這麼高的市占率還在緩步提升中。

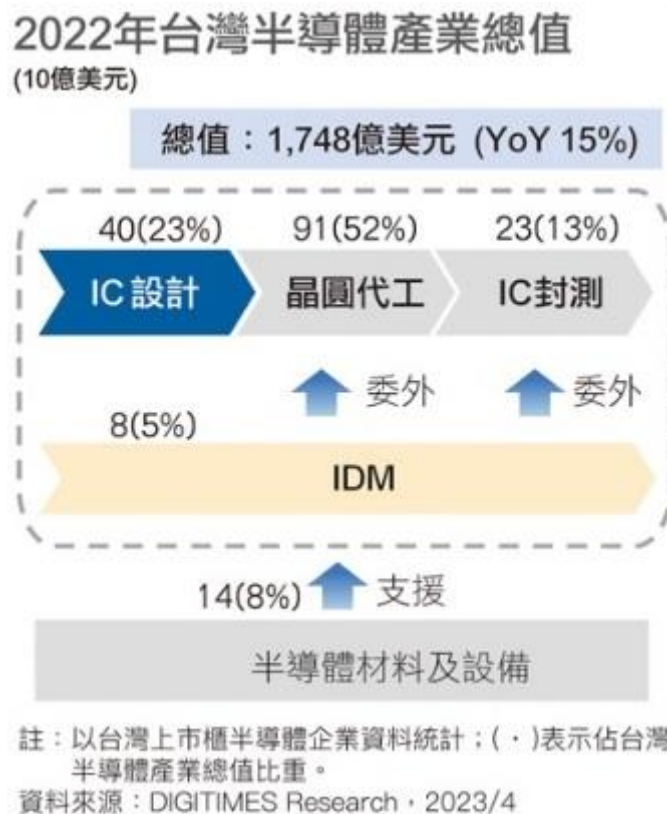
能在表 2-3 全球半導體業者 2019~2021 年資本支出排得上名的業者中，僅有位列第九名的日月光，以及位居十九名的力成這兩家廠商沒有晶圓廠，而且是唯二進榜的 IC 封測業者，可顯示出日月光與力成在 IC 封測業者中的競爭力。台灣在 IC 封測領域自 2015~2020 年市占率穩定高於 50%，更因為台積電的高階封裝，可以看到台灣在 IC 封測領域的市占率還在緩步提升。

表 2-1 全球前 20 大半導體業者中有許多 IC 設計業者入列，台灣的聯發科能排名第八相當不容易，而且 IC 設計這個領域變化相當快速，從台灣的 IC 設計市占率快速變化就可以看出競爭的激烈程度。隨著 2020 年疫情造成車廠缺晶片的供應鏈大亂，以及地緣政治影響，美歐相繼對半導體產業補貼，雖然台灣目前在 IC 設計、晶圓代工、IC 封測仍有不錯的市佔率，預期未來發展競爭必定更加劇烈。

第三章 台灣半導體產業結構探討



第二章提到，2020 年台灣 IC 設計全球排名第 2，晶圓代工與 IC 封測排名第 1，但台灣的整個半導體業還要包括半導體材料及設備，以及不是晶圓代工的 IDM 業者才算完整。圖 3-1 顯示整個台灣半導體產業中，各產業鏈的產值，以及占總產值的比重。根據 DIGITIMES Research 於 2023 年 4 月估算，台灣半導體 2022 年產值為 1,748 億美元。其中，IC 設計約 400 億美元，占台灣半導體總產值 23%；晶圓代工約 910 億美元，占台灣半導體總產值 52%；IC 封測約 230 億美元，占台灣半導體總產值 13%，此三者為台灣半導體產業最主要的組成成員。除了 IC 設計、晶圓代工與 IC 封測外，還有半導體材料及設備，以及 IDM 業者。



資料來源：DIGITIMES Research，2023/4¹⁷

圖 3-1，2022 年台灣半導體產業總產值

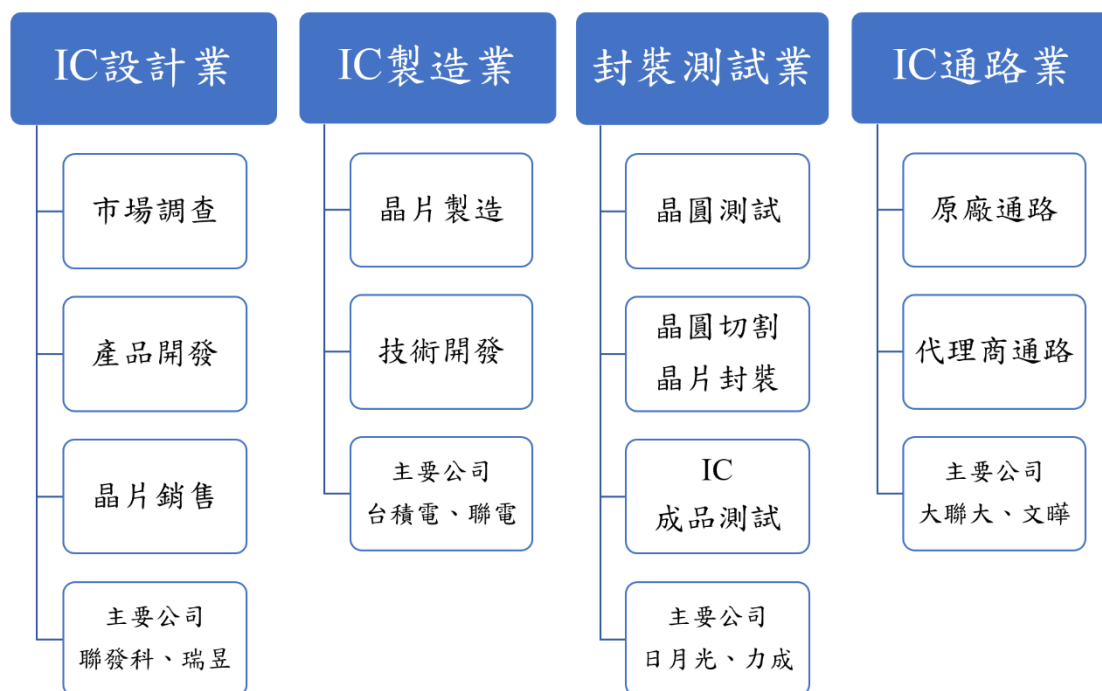
台灣的 IDM 主要是記憶體業者，因 IDM 擁有晶圓廠，將與晶圓代工在 IC 製造中一併討論。由於本研究主要討論台灣半導體製造業，故並不以專章單獨討論半導體材料、設備、通路與其他半導體相關產業。

¹⁷ 黃欽勇，話說天下大勢(2)：台灣半導體產業的三本柱，引用 DIGITIMES Research，2023/4。
<https://www.digitimes.com.tw/col/article.asp?id=10255>



3.1 半導體產業鏈結構

圖 3-2 顯示半導體產業鏈結構。半導體產品與製造業產品一樣，在製造前均須產品設計，製造後均需檢測及運送，是以其製造過程主要包括：IC 設計、IC 製造、封裝測試與 IC 通路。



資料來源：本研究整理，2023/11

圖 3-2 半導體產業鏈結構

- 半導體最終產品是一顆顆的 IC 晶片，生產 IC 的簡化流程是：
- (1) IC 設計業者完成 IC 設計後，將設計圖交由 IC 製造業者；
 - (2) IC 製造業者按該設計圖生產；
 - (3) 生產完成晶圓由 IC 製造送交封裝測試；先經過晶圓測試後，再經晶圓切割與晶片封裝，最後接著 IC 成品測試；
 - (4) 通過成品測試的晶片由封裝測試送回 IC 設計業者；
 - (5) IC 設計業者可選擇自行販售晶片，或委由 IC 通路商代為販售晶片。

從整個半導體產業鏈顯示 IC 設計業者是整個生產的主導者。IC 設計業者先評估市場需求，設計出一個具競爭力的 IC 產品後，經過 IC 製造與封裝測試的專業代工後，將產品交回 IC 設計業者。完成製造拿到晶片成品後，IC 設計業者進行行銷活動，將 IC 推銷出去；由模組或系統組裝業者購入晶片，組裝成電子產品進行銷售，最終交到客戶手上。

決定 IC 產品的競爭優勢除在產品規格外，行銷包裝、產品價格、產品生態圈、終端客戶喜好、售後服務等，都是關乎該 IC 最終能否熱賣的關鍵。另外還有一種 IC 設計業者比較特別，如 APPLE 公司經常在自己產品發表會上，宣布該產品用了自己的晶片。擁有自己的 IC，卻不單獨出售 IC，只出售完整的終端產品¹⁸。為了提升產品競爭力，這類型公司自己設計 IC 並委外代工，由於將製造與封裝測試的工作委外代工，故在分類上，也將其視之為 IC 設計公司。

完整的晶片製造包含 IC 製造與封裝測試，但封裝測試在半導體發展初期，就與晶圓製造切分成 2 個不同部門，甚至將封裝測試部門移往成本較低的地方，這可用 1966 年美國通用儀器、1967 年荷蘭飛利浦，分別在高雄設立封裝測試廠即為實例¹⁹。封裝與測試兩項半導體工序被分拆的主要理由是成本，此係當時自動化不發達，封裝測試仰賴大量低階勞工，與晶圓廠仰賴高階擁有技術的勞工不同，是以半導體業者很早就將製造與封裝測試部門切割，並將封裝測試移往生產成本較低的亞洲。台積電在 1987 年成立時，由於晶圓製造與封裝測試分工已逐漸成熟，故台積電僅跨足晶圓製造，並未涉及封裝測試。

在半導體發展初期，IC 製造相當重要且均為業者自製，擁有 IC 製造晶圓廠才算是半導體業者。這個情形直至台積電推出晶圓代工的商業模式才被打破。晶圓廠設備相當昂貴，工廠運營相當複雜，在專業晶圓代工業者出現後，成本不需要那麼高的 IC 設計業者大量出現，將產品委由晶圓代工業者生產，也能推出自己的 IC 產品，而與傳統半導體 IDM 業者在 IC 市場中較量。由於這類 IC 設計業者與傳統擁有晶圓廠的半導體業者都推出 IC 在市場上銷售，為區分這兩種業者的不同，將無晶圓廠的業者稱為 fabless semiconductor company，即純 IC 設計業者又常被稱為 fabless 的由來。

在產業鏈分類上，擁有晶圓廠的半導體業者即 IDM 業者，是同時擁有 IC 設計、IC 製造與封裝測試的業者。以美商 Intel 為例，該公司擁有強大的 IC 設計與 IC 製造部門，也在全球多處擁有封測工廠。但 IDM 中，亦有像日商 SONY 這樣的 IDM，擁有強大的 IC 設計部門，在日本也有多個晶圓廠，但也和台積電緊密合作，自己的晶圓廠只生產高附加價值的產品，而不是所有產品都由自己的晶圓廠生產，例如 SONY 的影像感測晶片，感測部份就由 SONY 的工廠生產，而內建於感測元件裡的數位訊號處理器 DSP (Digital Signal Processor)就委由台積電生產，藉由內部與外部資源搭配運用，減少投資成本，創造公司獲利最大化²⁰。

¹⁸ APPLE 官網/Newsroom/Apple 推出 M1，2020/11。

<https://www.apple.com/tw/newsroom/2020/11/apple-unleashes-m1/>

¹⁹ 出自《矽島·春秋 台灣半導體產業演化圖》網頁，2023/8。

<https://www.digitimes.com.tw/semiindustrytw/>

²⁰ 伴正春、增田咲紀，索尼討論出資台積電新工廠，有兩個目的，日經中文網，2021/10。

<https://zh.cn.nikkei.com/industry/itelectric-appliance/46506-2021-10-29-09-23-06.html>



3.2 半導體產業中的次產業分析

本節將就半導體產業中的次產業進行分析。根據 3.1 節的說明，我們按半導體製造工序分成 IC 設計、IC 製造、封裝測試三大部分，以及 IC 通路，共四大次產業進行分析。

3.2.1 IC 設計業

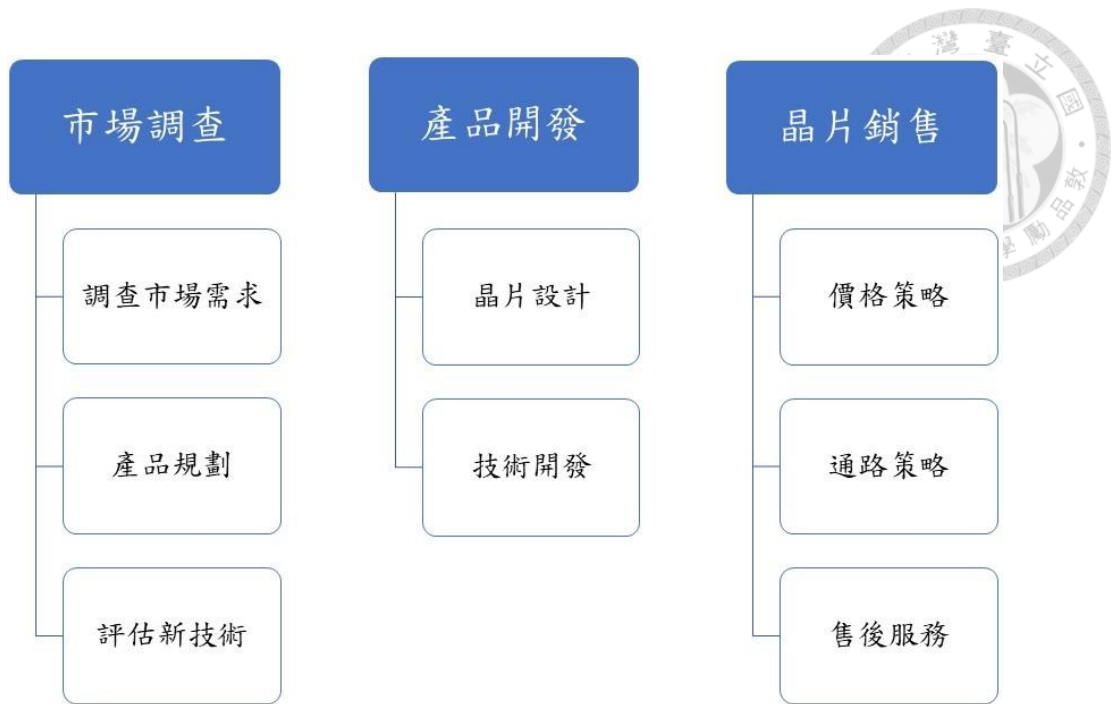
依據《2021 半導體工業年鑑》的半導體次產業定義，IC 設計是專門從事積體電路設計研發而不跨足 IC 製造的行業。自台積電 1987 年成立，開啟晶圓代工的商業模式後，開始出現不跨足 IC 製造的半導體業者，這類公司與傳統半導體公司的產品都是晶片，但與傳統半導體公司的差異在於沒有自己的晶圓廠。為了與傳統半導體業者區別，這類公司被稱為 fabless，也就是 IC 設計公司。

圖 3-3 顯示 IC 設計產業鏈結構。在商業模式上，IC 設計公司與傳統半導體業者的最大區別在於資本支出。傳統半導體業者擁有自己的晶圓與封測廠，需要依賴資本支出來維持晶圓與封測廠的競爭力。以 2021 年的資本支出為例，台積電資本支出 300 億美元²¹，日月光在半導體的資本支出 18 億美元²²。IC 製造與 IC 封測為維持其競爭力，每年都需要龐大資本支出係為資本密集產業，而 IC 設計公司就是以設計為核心能力，將 IC 製造與 IC 封測委外，專注在晶片設計以及後續晶片行銷的公司。

IC 設計公司有大有小，大的 IC 設計公司如聯發科，從事 IC 設計多年，與多家晶圓廠、規模封測廠合作，對通路的教育訓練及對客戶的技術協助，都非常完整。至於新創或小型的 IC 設計業者規模較小，就會委由 ASIC 設計服務業者，如創意電子提供代為投片，並代管後續封裝測試的服務，讓小型 IC 設計公司能專注在核心能力上。

²¹ 資料來源：台積電官網/投資人關係/財務資訊/每季營運報告/2021Q4，2022/1。
<https://investor.tsmc.com/chinese/quarterly-results/2021/q4>

²² 資料來源：日月光投控官網/投資人關係/財務資訊/每季營運報告/2021，2022/2。
https://ir.aseglobal.com/c/ir_results.php?year=2021



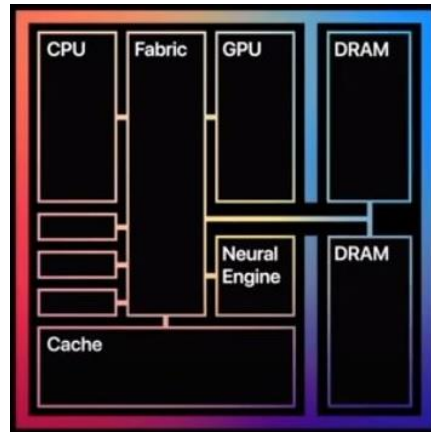
資料來源：本研究整理，2023/11

圖 3-3 IC 設計產業鏈結構

IC 設計可分成市場調查、產品開發與晶片銷售三大主要工作。市場調查主要在調查市場需求、產品規劃與新技術評估。以手機晶片為例，開發至量產時間大概需時 2 年，開發新晶片就要先調查 2 年後手機產品要以什麼為賣點的市場需求，評估晶片需增加哪方面的能力及功能，並評估採用晶圓代工業者 2 年後的最後製程的成本效益等。高通、聯發科與 APPLE 都有開發手機晶片，但只有 APPLE 銷售自有品牌手機，亦即 APPLE 在調查未來手機市場需求能，與未來 APPLE 手機晶片產品規劃能做到無縫接軌；IC 設計業者如高通與聯發科並未自行生產手機，是客戶向高通或聯發科購買手機晶片，故高通與聯發科需要向手機品牌客戶調查，才能將產品規劃定案。隨著消費性電子規格不斷升級，除了消費者較有感知的 4G/5G、Wi-Fi5/6 等通訊標準的升級，IC 設計業者也要評估該晶片是否要投片更新的製程工藝，更新的封裝技術等。

產品開發則包括最重要的晶片設計以及技術開發，除自行開發技術外，也可能依靠外購或與第三方合作。以手機晶片為例，2009 年 11 月聯發科與高通達成專利協議，雙方就其個別擁有的專利池(包括 CDMA 以及 WCDMA 的核心專利)，達成與所有積體電路產品(包括 CDMA 以及 WCDMA 產品)有關的、廣泛的專利協議²³。經此專利協議後，聯發科向高通購得 3G 專利，終於可以生產與銷售 3G 晶片。後續聯發科在 4G、5G 及其他領域，也多次靠外購，取得相關矽智財 (Semiconductor intellectual property core) 專利。

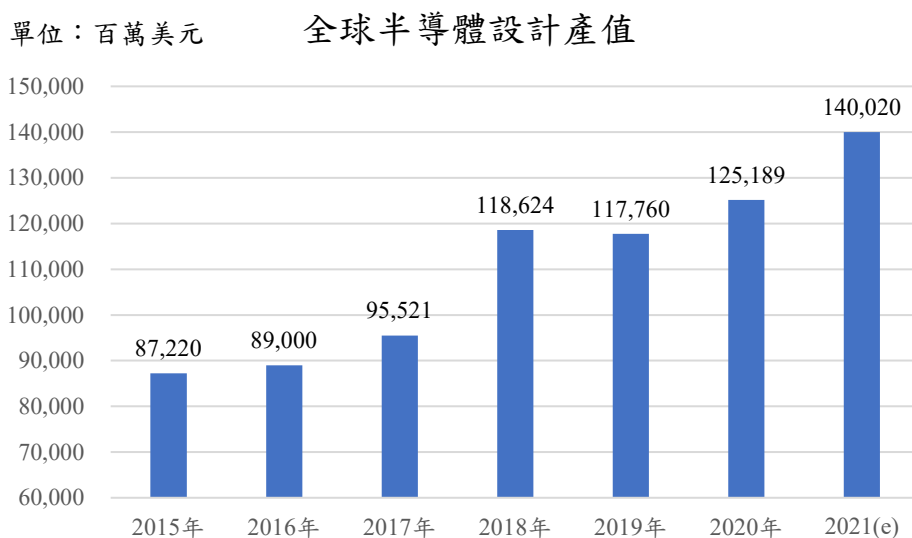
²³ 出自公開資訊觀測站，聯發科 2009 年 11 月 20 日重大訊息，2009/11。



圖片來源：APPLE、EE Times China²⁴，2021/1

圖 3-4 APPLE M1 晶片功能方塊圖

圖 3-4 是 APPLE 公司的 M1 晶片功能方塊圖，用此來說明 IC 設計。APPLE M1 晶片自 2020 年 11 月隨 MacBook Air 推出以來，成為 APPLE 的 Mac 與 iPad 產品的主晶片，亦即在市場調查部分，要調查市場對 Mac 與 iPad 產品的需求，規劃 M1 晶片的性能與功耗，並評估 Mac 客戶對原先 Intel CPU 轉 M1 接受度，以及後續 M 系列技術調整。APPLE 公司內有 IC 設計團隊負責晶片設計，技術開發團隊除與矽智財供應商購買技術授權，也需與台積電討論 M1 晶片要採用哪種製程與封裝技術。由於 M1 是 APPLE 公司自行開發給自家產品，晶片銷售策略比較簡單。IC 設計公司如聯發科就要考慮不同價格的銷售量，通路要考慮是要直接供貨給客戶，或透過 IC 通路業者供貨，以及新產品導入與售後故障排除等服務議題。



資料來源：IC Insights，半導體產業年鑑，工研院產科國際所，2021/5

圖 3-5 全球半導體設計產值

²⁴ 圖片來源：黃焯鋒，蘋果為什麼能打敗 Intel 和高通？M1 戰酷睿 i9/驍龍 8cx，EE Times China 網站，2021/1。https://www.eet-china.com/news/202101210934.html

圖 3-5 顯示 2015~2020 年手機性能高速成長、伺服器等高速運算需求持續增加，以及汽車電子、網路通訊、加密貨幣等需求成長的帶動下，根據市調機構 IC Insights 的統計，全球 IC 設計產值自 2015 年的 872 億美元，成長到 2020 年 1,252 億美元，複合年增長率達 7.5%。這段期間，手機晶片為主的 Qualcomm 高通公司，與網通晶片為主的 Broadcom 博通公司，輪流擔任全球 IC 設計業者的龍頭。

表 3-1 全球前 10 大 IC 設計業者營收 單位：百萬美元

排名	廠商名稱	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
1	高通 Qualcomm	16,541	15,141	17,029	16,481	14,391	19,357
2	博通 Broadcom	13,933	13,846	16,201	16,639	15,521	15,941
3	輝達 Nvidia	4,696	6,389	9,402	12,281	10,835	14,659
4	蘋果 Apple	5,531	6,493	6,960	7,425	8,015	11,440
5	聯發科 MediaTek	7,360	8,809	7,838	7,891	7,972	10,985
6	超微 AMD	3,991	4,272	5,329	6,506	6,731	9,763
7	海思 HiSilicon	3,270	3,910	4,715	5,880	7,420	8,280
8	賽靈思 Xilinx	2,210	2,311	2,475	2,838	3,235	3,053
9	邁威爾 Marvell	2,809	2,407	3,044	3,181	2,708	2,942
10	聯詠 Novatek	1,756	1,461	1,550	1,816	2,085	2,723
	以上10家業者合計	62,097	65,039	74,543	80,938	78,913	99,143
	以上10廠商佔全球比重	71.2%	73.1%	78.0%	68.2%	67.0%	79.2%

資料來源：半導體產業年鑑，IC Insights；工研院產科國際所，2021/5

表 3-1 為 2015-2020 年全球前 10 大 IC 設計業者營收。受惠於 2015~2020 年行動通訊快速成長，高通、蘋果、聯發科與海思的主要產品是手機晶片。高通是手機晶片大廠，不但許多安卓(Android)陣營的智慧型手機品牌旗艦機都是用高通當年最頂級的晶片方案，也是安卓陣營中低階手機晶片的主要供應商，近期也將發展重心移往車用晶片，擴展其產品線。聯發科是繼高通之後的安卓陣營手機晶片主要供應商，近年也積極推出天璣系列的頂級晶片挑戰高通；除手機外，聯發科也是液晶電視控制晶片的主要供應商。海思為華為集團旗下的 IC 設計公司，在 2020 年 9 月 15 日美國商務部對華為禁令生效之前，華為手機主要採用海思設計的晶片。蘋果 iPhone 除手機主晶片外，也開始自行研發無線通訊數據機晶片；除手機外，蘋果自有產品如無線耳機、平板、筆記型電腦、桌上型電腦等，其主晶片都是蘋果自行設計，自 M1 晶片推出後，蘋果也積極跨入伺服器的中央處理器。

表 3-1 中排名第 2 的博通前身為 Avago (HP 半導體部門於 2005 年獨立之公司名稱)，2016 年併博通後改名為博通。博通約 80% 營收為半導體，其餘為基礎設施軟體(主要是 VMware)，半導體產品含括網通、寬頻、儲存等領域，除自有品牌晶片產品外，博通也替其他業者提供晶片設計服務，包括 Google 的 TPU 晶片和 Meta 的 MTIA 晶片等都是博通設計²⁵。

²⁵ 黃智勤，傳與 Google 合作可能生變 市場憂博通 AI 光環失色，MoneyDJ 新聞，2023/9。
<https://www.moneydj.com/kmdj/news/newsviewer.aspx?a=91269aac-aa74-4f70-a259-4c8564a84fd7>

表 3-1 中排名第 3 的輝達藉由 AI 伺服器晶片、電競繪圖晶片及挖礦等業務快速成長；排第 6 的超微則是產品重獲市場青睞，市佔率大幅提升；排名第 8 的賽靈思則是受惠行動通訊基地台升級。排名第 9 的邁威爾則通過一連串的併購成長；排名第 10 的聯詠則是隨著電視解析度增加與打入韓廠擴大市佔率而成長。全球前 10 大的 IC 設計業者，2020 年合計營收 991 億美元，已達全球比重的 79.2%，顯示前 10 大的 IC 設計業者，均在其擅長的領域，具有主要的地位。

表 3-2 台灣前 5 大 IC 設計業者營收 單位：新台幣億元

排名	廠商名稱	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
1	聯發科	2,133	2,755	2,382	2,381	2,462	3,221	4,934	5,488
2	瑞昱	317	389	417	458	607	778	1,055	1,118
3	聯詠	509	457	471	548	644	800	1,354	1,100
4	群聯	374	438	419	408	447	485	626	603
5	瑞鼎	73	86	93	110	139	144	248	228

資料來源：各公司官網，公開資訊觀測站，2023/12

表 3-2 為台灣前 5 大 IC 設計業者 2015-2022 年合併營收，這些公司在不同領域各有擅長，藉由各公司公告的產品組合占營收比重來認識公司。

(1)聯發科：聯發科在 2015~2022 年穩居龍頭，且穩定大於後 4 家廠商當年度營收總和。2022 年產品比重²⁶：多媒體積體電路晶片組 99%、其他 1%。聯發科 4Q22 產品比重²⁷：Mobile Phone 52%、Smart Edge Platforms 42%、Power IC 7%。

(2)瑞昱：2022 年產品比重²⁸：積體電路產品 99.8%、其他 0.2%。主要產品為網路通訊晶片、無線網路 Wi-Fi 晶片，以及電腦音效晶片。近期也積極跨入 USB 攝影機、8K 電視等多媒體領域。

(3)聯詠：2022 年產品比重²⁹：平面顯示器驅動晶片 66%、SoC 晶片 34%。面板驅動 IC 涵蓋電視、手機、顯示器等面板，SoC 則包括面板時序控制晶片、數位電視控制單晶片等。

(4)群聯：2022 年產品比重³⁰：快閃記憶體及模組產品 70%、控制晶片 23%、積體電路 3%、其他 4%。群聯與其他 IC 設計最大的差異在於銷售記憶體模組，且模組占營收比重相當高。

(5)瑞鼎：2022 年產品比重³¹：顯示器驅動 IC 97%、其他 3%。顯示器驅動 IC 包含 AMOLED 驅動 IC，以及大尺寸驅動 IC 等。瑞鼎營收與前 4 名差距甚大。

²⁶ 聯發科 2022 年公司年報第 61 頁，公開資訊觀測站，2023/2。

²⁷ 聯發科技 2022 年第四季法人說明會簡報資料第 21 頁，公開資訊觀測站，2023/2。

²⁸ 瑞昱 2022 年公司年報第 67 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

²⁹ 聯詠 2022 年公司年報第 66 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

³⁰ 群聯 2022 年公司年報第 98 頁，公開資訊觀測站，2023/5。

³¹ 瑞鼎 2022 年公司年報第 57 頁，公開資訊觀測站，2023/4。



3.2.2 IC 製造業

依據《2021 半導體工業年鑑》的半導體次產業定義，IC 製造是專門建立晶圓廠生產線提供晶片製造服務的公司。IC 製造可分為晶圓代工與記憶體製造兩大類，以台灣業者為例，晶圓代工有台積電、聯電為主要業者，記憶體製造則有南亞科、華邦電、旺宏等業者。晶圓代工與記憶體製造都擁有自己的晶圓廠。晶圓代工是在台積電於 1987 年成立之後，半導體業才有的商業模式。在此之前，半導體業者都是自己擁有晶圓廠。隨著晶圓廠所需的資本支出大幅增加，也讓 IDM 業者的業務從原來自產自銷，今日也與晶圓代工合作。

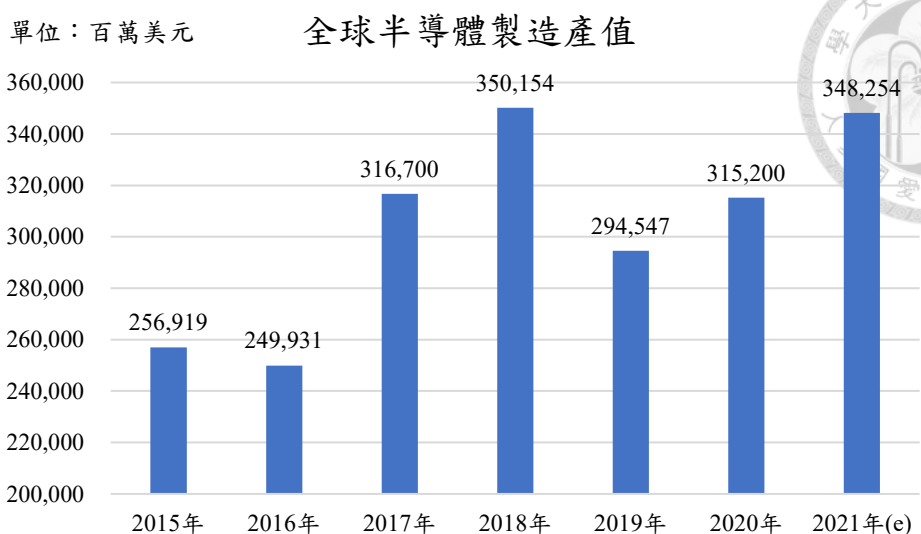
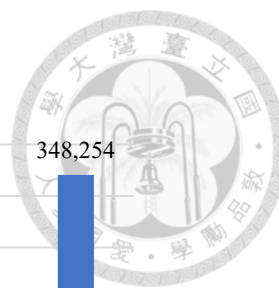
隨著技術進步，晶圓從 3、4 吋、6 吋(150 mm)成長到 8 吋(200 mm)、12 吋(300 mm)³²，相同製程的晶片面積相同，12 吋晶圓面積為 8 吋 2.25 倍，晶片產出也提升 2.25 倍。為能更好理解 8 吋與 12 吋廠開始量產的時間，以台積電為例說明 6 吋、8 吋與 12 吋廠的量產時間。台積一、二廠是 6 吋廠，第一座 8 吋廠是在 1987 年量產的台積三廠，第一座 12 吋廠是在 2001 年量產的台積十二廠(一期)³³。在台積電 12 吋晶圓廠量產後，最高階技術的開發，則自 8 吋廠移到 12 吋廠。以台積電的製程舉例，8 吋能做到的最先進製程為 0.13 微米(即 130 奈米)，而 12 吋廠在 2001 年剛開始的製程為 90 奈米製程，到 2022 年已發展至 3 奈米製程量產。雖然最高階製程用在 12 吋晶圓上，8 吋廠也會持續開發其他製程。³⁴

除半導體新製程開發需要大量資本支出，舊廠也會因為製程落後而失去競爭力，是以有些 IDM 業者將舊廠改從事晶圓代工。以華邦電為例，2008 年華邦電將邏輯 IC 設計部門與 6 吋廠切分出來，將這兩部門合組成為新唐科技。新唐雖同時擁有 IC 設計與製造部門，但 2008 年時 8 吋與 12 吋製造技術相當成熟，新唐的 IC 若給自己的 6 吋廠製造，將在製程技術與成本上不具競爭力，是以新唐的 IC 設計產品不在自家生產，而是以投片在晶圓代工方式委外生產，此即 IDM 委外晶圓代工與 IC 封測的部分。6 吋廠雖老舊，但有些技術不那麼高的產品、或是需大電流、高電壓的產品，則很適合用 6 吋廠生產，於是新唐的 6 吋廠從事晶圓代工業務，主要產能用於生產客戶產品，少量生產自己 IC 設計部門產品。

³² 晶圓的大小指的是矽晶圓的直徑，國際上多用公釐(millimeter, mm, 10⁻³ 公尺)表示，例如 12 吋晶圓在文書上常寫成 300 mm wafer，但台灣半導體界習慣用 12 吋晶圓來稱呼。

³³ 參考台積電公司歷年年報，<https://investor.tsmc.com/chinese/annual-reports>

³⁴ 台積電新聞稿，〈台積公司推出高整合度 LED 驅動積體電路製程〉，2009/12。
<https://pr.tsmc.com/chinese/news/1593>



資料來源：2021 半導體產業年鑑，工研院產科國際所，2021/5

圖 3-6 全球半導體製造產值

根據圖 3-6，2015~2020 年全球半導體製造產值，由 2015 年 2,569 億美元，至 2016 年降至 2,499 億美元，2018 年成長至 3,502 億美元，2019 年再度跌至 2,945 億美元，2020 年回升至 3152 億美元。這個產值會有明顯的變化，主要就是該產值包含記憶體。記憶體產品在半導體產業中較為特別，其產業特性類似大宗商品，亦即雖有多家廠商投入，但因為記憶體要配合桌上型電腦、筆記型電腦、手機等產品的記憶體規格，所以廠商產出的記憶體規格幾乎相同，故每隔幾年就會有供過於求的景氣反轉。DRAM 景氣在 2016 年觸底後反轉，至 2018 年達到高峰，2020 年又一次景氣觸底反轉，於是影響圖 3-6 各年半導體製造的不同。

表 3-3 全球主要 IC 製造(包含晶圓代工)營收排名 單位：百萬美元

排名	廠商	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
1	英特爾 Intel	52,144	57,027	61,720	69,880	70,797	76,328
2	三星 Samsung	39,831	41,954	65,882	78,541	55,709	61,853
3	台積電 TSMC	26,574	29,488	32,163	34,208	34,668	45,572
4	SK海力士 SKHynix	16,195	14,487	26,722	36,767	23,185	27,075
5	美光 Micron	15,136	13,538	23,920	30,930	20,229	22,542
6	德州儀器 TI	11,341	11,706	13,910	14,854	13,651	13,574
7	英飛凌 Infineon	NA	NA	8,126	9,210	8,765	11,225
8	鎧俠 Kioxia	8,009	9,850	13,333	11,120	8,760	10,535
9	意法 STMicroelectronics	NA	NA	8,313	9,619	9,533	10,178
10	索尼 SONY	NA	NA	7,891	7,715	9,483	9,489
	以上合計	169,230	178,050	261,980	302,844	254,780	288,371
	以上廠商佔全球比重	65.9%	71.2%	82.7%	86.5%	86.5%	91.5%

資料來源：IC Insights，2021 半導體產業年鑑，工研院產科國際所，2021/5

表 3-3 配合圖 3-6 就相當清楚，記憶體大廠包括三星、SK 海力士與美光，2015、2016 年營收明顯低於 2017 年，就是因為記憶體 DRAM 價格在 2016 年 6 月觸底反彈，2018 年價格觸頂後反轉，於是這三家記憶體廠 2019 年營收明顯低於 2018 年，2020 年報價再次觸底反彈，也讓這三家記憶體廠營收止穩，不再持續下跌。

表 3-3 排名第一的英特爾年營收成長，其主要原因是英特爾一連串的併購，較著名的併購包括在 2015 年收購 FPGA 大廠 ALTERA、2016 年收購 AI 晶片商 nervana，2017 年收購自動駕駛輔助系統大廠 Mobile EYE，2019 年收購 AI 雲端訓練晶片大廠 habana 等，這些併購完成後陸續為英特爾營收做出貢獻，帶動營收逐年增加。

台積電 7 奈米(N7)在 2018 年量產，2019 年開始採用極紫外光 EUV 的 7 奈米強效版(N7+)開始量產，加上 2019 年推出 6 奈米技術(N6)，帶動 2020 年 N7、N7+、N6 同時亮產，再加上 5 奈米(N5)於 2020 年量產，這些高階製程產品價格昂貴，推升 2020 年台積電營收在 2020 年較 2019 年有明顯跳升。

表 3-4 2023 年 1~3 季全球前十大晶圓代工業者營收排名 單位：百萬美元

排名	公司	營收			市占率
		1Q23	2Q23	3Q23	3Q23
1	台積電 TSMC	16,735	15,656	17,249	57.9%
2	三星 SAMSUNG	2,757	3,234	3,690	12.4%
3	格羅方德 GlobalFoundries	1,841	1,845	1,852	6.2%
4	聯電 UMC	1,784	1,833	1,801	6.0%
5	中芯國際 SMIC	1,462	1,560	1,620	5.4%
6	華虹集團 HuaHong	845	845	766	2.6%
7	高塔半導體 Tower	356	357	358	1.2%
8	世界先進 VIS	269	321	333	1.1%
9	英特爾 Intel	NA	232	311	1.0%
10	力積電 PSMC	332	330	305	1.0%
Total of TOP 10		NA	26,213	28,286	95%

資料來源：TrendForce³⁵³⁶，2023/12

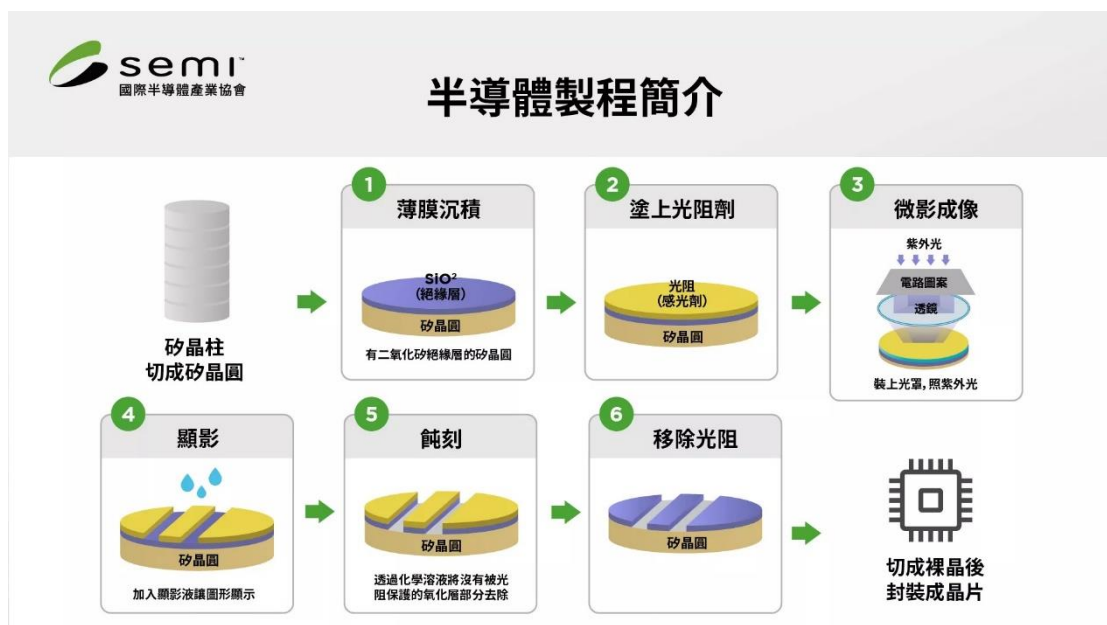
表 3-4 是市調機構 TrendForce 統計 2023 年 1~3 季全球前十大晶圓代工業者營收排名，在 2023 年第 3 季台積電以營收 172.5 億美元，市占率排 57.9% 排名第一，而且大幅領先第二名三星 12.4% 的市占率。英特爾與三星在表 3-5 與表 3-6 的差異在自有品牌或晶圓代工，表 3-5 主要統計 IC 製造業務，其中英特爾與三星最初都是 IDM，近年才跨足晶圓代工，有很多半導體產是自有品牌的產品，如英特爾的

³⁵ TrendForce 新聞稿：2023 年第三季全球前十大晶圓代工產值季增 7.9%，第四季將持續向上，2023/12。https://www.trendforce.com.tw/presscenter/news/20231206-11947.html

³⁶ TrendForce 新聞稿：前十大晶圓代工業者第二季營收季減 1.1%，預期第三季有望止跌回升，2023/9。https://www.trendforce.com.tw/presscenter/news/20230905-11825.html

CPU、三星的記憶體晶片，都不能算入晶圓代工的營收，所以在表 3-5 與表 3-6 的營收有明顯的落差。

從晶圓代工市占率可明顯發現，前兩名的台積電與三星領先態勢相當明顯，主要是這兩家都在發展最先進的製程。第三至第五的格羅方德、聯電與中芯國際競爭相當激烈，2023 年第 3 季營收 16~18 億美元之間，且與第六名華虹的 7.7 億美元有明顯的差距；第七名至第十名在 2023 年第 3 季營收單季營收約 3 億多美元，競爭也十分激烈，但英特爾正在發展最先進的製程，也會將最先進製程提供晶圓代工服務，反觀高塔、世界先進與力積電以成熟製程為主，都沒有發展最先進製程，預期英特爾的營收將會隨客戶開始使用最先進製程而增加，高塔、世界先進與力積電則要靠併購或擴廠來增加營收。

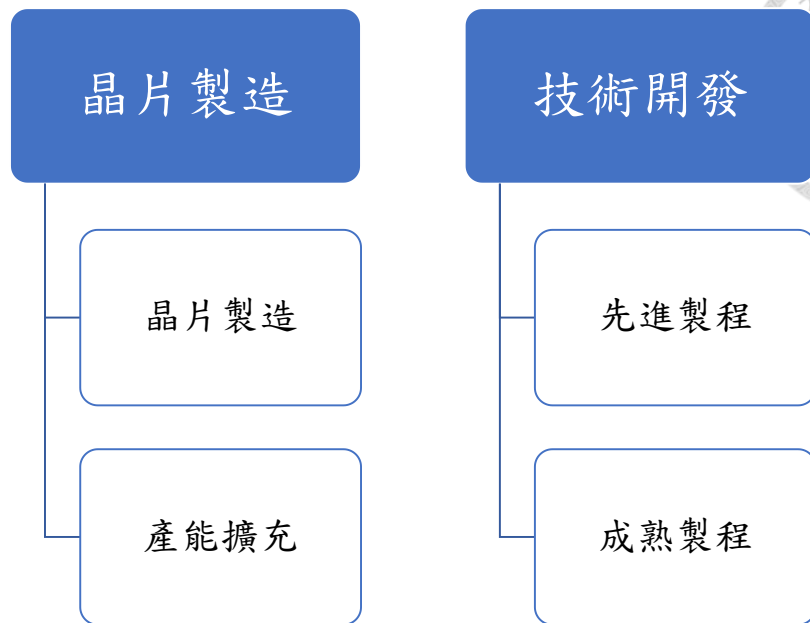


資料來源：SEMI 國際半導體產業協會³⁷，2022/5

圖 3-7 半導體製程簡介

圖 3-7 顯示半導體製程簡介，晶圓廠負責的半導體製造，主要製程工序包括薄膜沉積、光阻、微影成像、顯影、蝕刻、移除光阻等，步驟①至⑥僅是一張光罩對 1 個晶片的 1 次製程。每個晶片都有不同的晶片設計，所以有不同張數的光罩，加上每個晶片的面積各自不一，所以在 12 吋晶圓上的顆數也都不一樣，每個晶片製造所需時間也都不相同。

³⁷ 圖片出自 SEMI Taiwan，半導體是什麼？晶片產業一次看懂，SEMI 網路文章，2022/5。
<https://www.semi.org/zh/technology-trends/what-is-a-semiconductor>



資料來源：本研究整理，2023/6

圖 3-8 IC 製造產業鏈結構

圖 3-8 為 IC 製造產業鏈結構。對 IC 製造來說，晶片製造與技術開發是需同時進行的工作。以台積電為例，每年舉辦技術論壇³⁸，向客戶介紹下一代的新製程、現有製程的新應用等。另外舉世界先進為例，雖然 8 吋廠的設備已不再更新，製程也停留在 0.11um，但研發工作仍不能因此停擺，世界先進持續投入超高壓製程(Ultra High Voltage)、分離式元件(Discrete)等製程開發³⁹。為了拉開與競爭對手的距離，IC 製造業者都必須投入研發，持續推出新的製程。

晶片製造就是 IC 製造最核心的業務，晶片製造的工序如圖 3-7 所示。每一家企業都追求成長，產能擴充是 IC 製造業成長最核心的工作。以台積電為例，台積電持續擴廠，除了在台灣擴廠外，也赴美國與日本擴廠。

技術開發又分為先進製程與成熟製程。由於技術進步，每隔幾年可稱為先進製程都不一樣，最新的先進製程技術指 7 奈米及以下製程⁴⁰，其餘的稱之為成熟製程。更新的製程能提高晶片的效能，台積電預估 2 奈米晶片效能可在相同功耗下速度增快 10%-15%，或在相同速度下功耗降低 25%-30%⁴¹。成熟製程也需要持續投入資源，台積電 2022 年資本支出中約 20%用於特殊製程⁴²。

³⁸ 台積電公司舉辦 2023 年技術論壇 會中揭示全新技术發展，台積電新聞稿，2023/4。
<https://pr.tsmc.com/chinese/news/3021>

³⁹ 出自世界先進官網，世界先進公司簡介，2023/12。<https://www.vis.com.tw/tc/about>

⁴⁰ 台積電 2022 年公司年報第 7 頁，公開資訊觀測站，2023/3。

⁴¹ 台積電 2022 年公司年報第 8 頁，公開資訊觀測站，2023/3。

⁴² 台積電 2022 年第四季法人說明會逐字稿第 4 頁，2023/1。

表 3-5 台灣前 6 大 IC 製造業者營收

單位：新台幣億元

排名	廠商名稱	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
1	台積電	8,435	9,479	9,774	10,315	10,700	13,393	15,874	22,639
2	聯電	1,448	1,479	1,493	1,513	1,482	1,768	2,130	2,787
3	華邦電	384	421	476	512	488	607	996	945
4	力積電	411	418	463	499	360	457	656	761
5	南亞科	439	416	549	847	517	610	856	570
6	世界先進	233	258	249	289	283	331	440	517
	以上合計	11,350	12,471	13,004	13,975	13,830	17,166	20,952	28,219

資料來源：各公司官網，公開資訊觀測站，2022/5

表 3-5 為台灣前 6 大 IC 製造業者 2015-2022 年合併營收，這些公司在不同領域各有擅長，藉由各公司公告的產品組合占營收比重來認識公司。

(1)台積電：台積電在 2015~2022 年穩居龍頭，且穩定大於後 5 家廠商當年度營收總和。2022 年晶圓出貨達 1,530 萬片(12 吋晶圓約當量)⁴³。產品比重⁴⁴：產品應用別：高效能運算 41%、智慧型手機 39%、物聯網 9%、車用電子 5%、消費性電子 3%、其他 3%；製程別 5 奈米 26%、7 奈米 27%、16 奈米 13%、28 奈米 10%、40/45 奈米 7%、65 奈米 5%、90 奈米 2%、0.11/0.13 微米 3%、0.15/0.18 微米 6%、0.25 微米及以上 1%。

(2)聯電：2022 年產品比重⁴⁵：產品應用別：通訊 45%、消費性 26%、電腦 15%、其他 14%；製程別 22/28nm 24%、40nm 18%、65nm 18%、90nm 8%、0.11/0.13um 12%、0.15/0.18um 11%、0.25/0.35um 7%、>0.5um 2%。

(3)華邦電：2022 年產品比重⁴⁶：邏輯產品 44%、快閃記憶體 32%、動態隨機存取記憶體 23%、其他 1%。

(4)力積電：2022 年產品比重⁴⁷：邏輯暨特殊應用產品 59.7%、記憶體產品(片) 34.2%、記憶體產品(顆) 6.1%。

(5)南亞科：2022 年主要商品項目⁴⁸：DRAM 晶片、晶圓製造服務。

(6)世界先進：2022 年產品比重⁴⁹：晶圓 98%、其他 2%。

⁴³ 台積電 2022 年公司年報第 12 頁，公開資訊觀測站，2023/3。

⁴⁴ 台積電 2022 年第四季法人說明會簡報第 5 頁與第 7 頁，公開資訊觀測站，2023/1。

⁴⁵ 聯電 2022 年第四季財務報告第 13、15 頁，公開資訊觀測站，2023/1。

⁴⁶ 華邦電 2022 年公司年報第 49 頁，公開資訊觀測站，2023/3。

⁴⁷ 力積電 2022 年公司年報第 52 頁，公開資訊觀測站，2023/2。

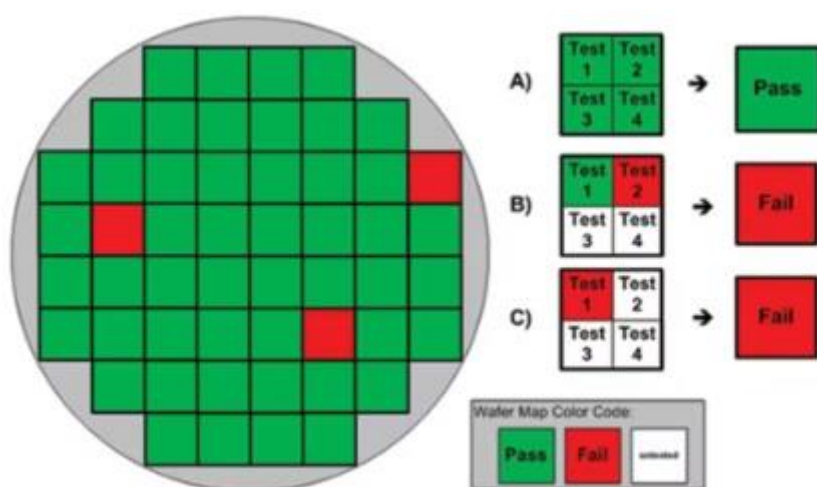
⁴⁸ 南亞科 2022 年公司年報第 89 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

⁴⁹ 世界先進 2022 年公司年報第 79 頁，公開資訊觀測站，2023/2。



3.2.3 封裝測試業

封裝測試業是專門從事 IC 封裝與測試業者的統稱，在實務上為 IC 封裝與 IC 測試兩大工序。在整個晶片生產流程中，IC 製造廠完成晶圓製造後，會先經過晶圓測試，將晶圓上故障的晶片標示挑出，晶片完成切割後，再將通過檢測的晶片封裝，完成封裝後的晶片會再經過成品測試，確保每個出貨的晶片都是良品。

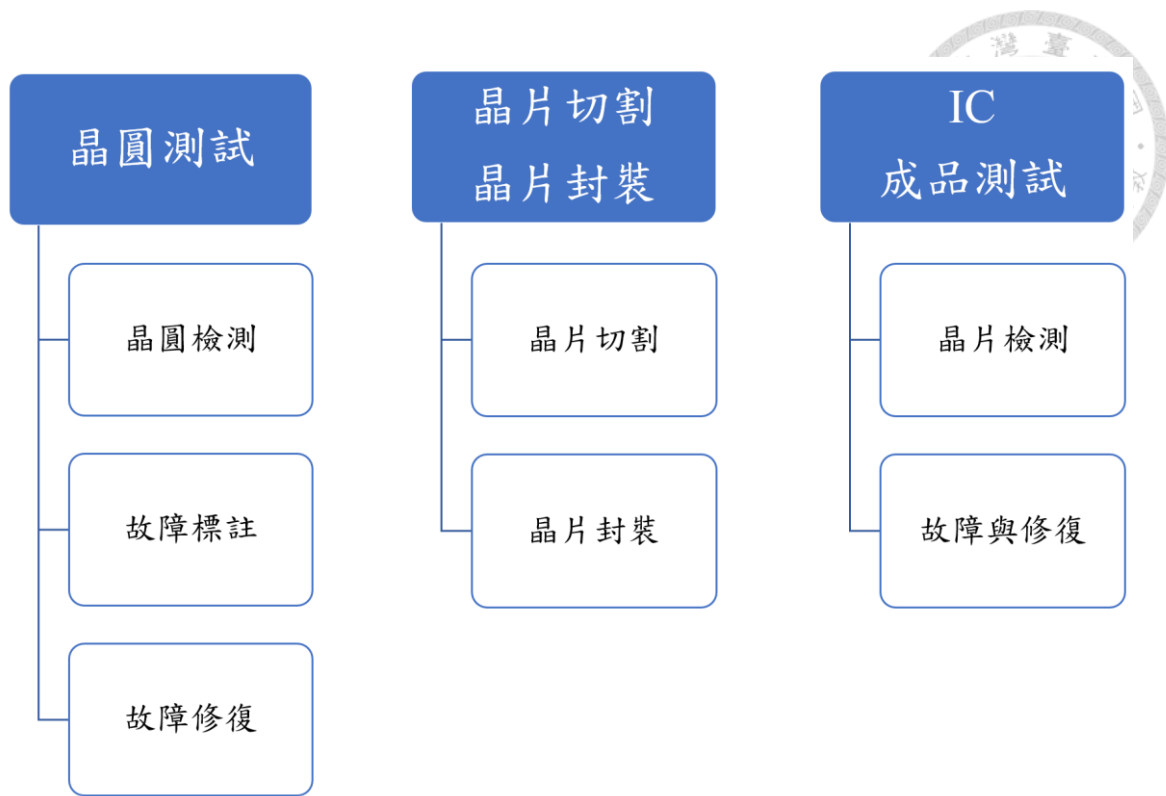


圖片來源：Christian Streitwieser⁵⁰，www.electronicdesign.com，2016/5

圖 3-9 晶圓測試示意圖

圖 3-9 為晶圓測試示意圖，圖中灰色圓圈代表晶圓，黑色線條的方形方塊代表晶片，晶圓製造廠商製造完成的產品便是晶圓上有許多方形的晶片，在將晶片自晶圓切割之前，會先將所有晶片進行測試。圖 3-9 將每個晶片測試分為四個步驟，即圖上 A)所示：Test 1、Test 2、Test 3 和 Test 4，並用工廠常用的綠色與紅色來標所受測的晶片，綠色表示通過測試(Pass)，紅色表示未通過測試(Fail)，而白色表示未測試。晶片須同時通過 Test 1 至 Test 4 共四項測試，該晶片才算通過測試，若像 B)所示：Test 1 通過，但 Test 2 未通過，則直接判定該晶片未通過測試，直接把該晶標註為紅色，且不進行該晶片的 Test 3 和 Test 4，故標示為白色。晶片切割後，標示綠色的晶片直接封裝，紅色的會由工程師修復或汰除。綠色晶片數量占整個晶圓所有晶片的比率又稱為晶圓的良率，較高的良率是晶圓廠很重要的競爭力。

⁵⁰ Christian Streitwieser，Semiconductor Test: Real-time adaptive test algorithm can safely reduce wafer testing time and cost，www.electronicdesign.com 網站文章，2016/5。
<https://www.electronicdesign.com/technologies/test-measurement/article/21206483/semiconductor-test-realtime-adaptive-test-algorithm-can-safely-reduce-wafer-testing-time-and-cost>



資料來源：本研究整理，2023/12

圖 3-10 封裝測試產業鏈結構

圖 3-10 為封裝測試產業鏈結構圖，共分成晶圓測試、晶片切割與晶片封裝、IC 成品測試三大工序。晶圓測試以圖 3-9 為例，生產完成的晶圓都需經過晶圓測試，將良品與故障的晶片分別標示出來；晶圓切割後，經晶圓測試判別通過的晶片繼續進行晶片封裝，備標註故障的經片則安排故障修復或汰除。

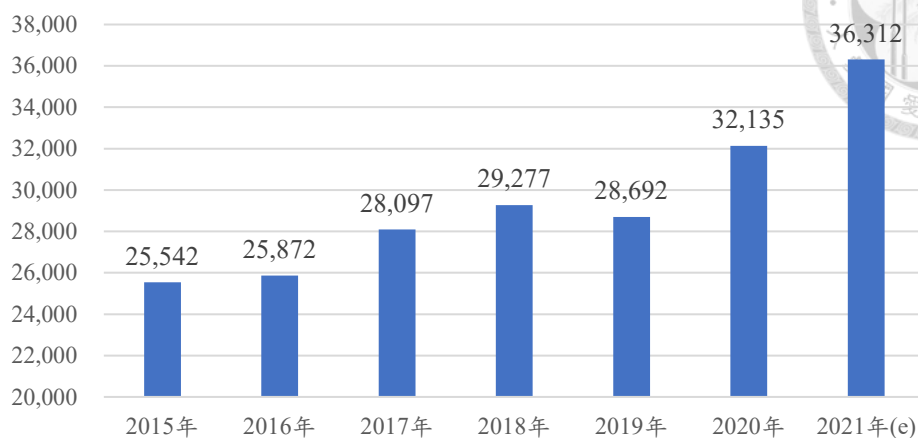
晶片切割與晶片封裝的工序為半導體封裝業主要的工作。以圖 3-9 灰色晶圓上的黑色晶片為例，每個晶片在製作時都會預留晶片與晶片間的空隙用於切割，切割後良品晶片將進行封裝。IC 封裝的定義⁵¹為將晶片上的功能訊號透過一個載具將其引接到外部，且提供晶片免於受破壞的保護。隨著技術的進步，現在的封裝衍伸出許多種不同的技術，最先進封裝技術是讓 IC 設計者得以將系統單晶片(SoC)裡整合的各種功能分拆成小晶片(Chiplet)，再藉由封裝技術將其整合成一顆元件⁵²，進而讓晶圓代工的台積電設立多個先進封裝廠區，與封裝業者競爭。

IC 成品測試是指完成封裝後的晶片，在出貨前還要再經過一次檢測。通過此檢測的晶片將進行包裝後出貨，由封裝廠送至 IC 設計公司或 IDM，之後進入 IC 通路流程。故障的晶片則安排故障修復或汰除。

⁵¹ 表 2-2，《2021 半導體工業年鑑》，工研院產科國際所，2021/5。

⁵² 異質整合熱門關鍵字：Chiplet 大行其道，產業協作應對新挑戰，SEMI 網站文章，2022/12。
https://www.semi.org/zh/blogs/ST22_Postshowreport_HI-global-summit

全球半導體封測產值



資料來源：2021 半導體產業年鑑，工研院產科國際所，2021/5

圖 3-11 全球半導體封測產值

圖 3-11 為 2015-2020 年全球半導體封測產值，產值主要隨半導體景氣變動；以金額來看，2020 年全球封測產值約為半導體製造產值的 1/10。對比圖 3-6 全球半導體製造產值，可發現 2017 與 2018 年，半導體製造產值因記憶體景氣循環讓製造的產值大增，但封測產值雖也跟著增加，但幅度相對溫和，這是因為記憶體缺貨漲價時，每顆記憶體封測的價格沒有隨之增加。

表 3-6 全球主要半導體封測廠商營收排名

單位：百萬美元

排名	廠商名稱	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
1	日月光+矽品 ASE+SPIL	7,360	7,371	7,759	7,966	7,831	9,042
2	艾克爾 Amkor	3,372	3,894	4,186	4,316	4,053	5,051
3	長電科技 JCET	1,197	2,899	3,539	3,606	3,396	3,847
4	力成 Powertech	1,337	1,501	1,962	2,258	2,158	2,589
5	通富微電 Tongfu	369	688	953	1,093	1,200	1,567
6	天水華天 Tianshui Huatian	616	822	1,040	1,081	1,171	1,219
7	京元電 KYEC	540	624	647	690	828	984
8	聯測 UTAC	878	875	875	788	710	864
9	南茂 ChipMOS	673	640	587	613	659	783
10	頌邦 Chipbond	602	536	606	620	662	758
	以上廠商佔全球比重	66.3%	76.7%	78.8%	78.7%	79.0%	83.1%

資料來源：Techsearch，IC Insights，2021 半導體產業年鑑，工研院產科國際所，2021/5

表 3-6 為全球主要半導體封測廠商營收排名。本研究將第 1 名標示為「日月光+矽品」，係因日月光與矽品於 2018 年 4 月共同進行股份轉換新設成立日月光投資

控股股份有限公司⁵³，為了將矽品的資料在合併前 2015-2017 年計入統計，所以才這樣標示。

表 3-6 中第 2 名艾克爾 CEO 韓裔美籍 Joo-Jin (James) Kim 於 1970 年創辦⁵⁴，初期藉由併購自 IDM 切割出的封測部門成長，2002 年之前營收勝過日月光與矽品，直至 2017 年，艾克爾和日月光、矽品，穩定位居全球封測前 3 名。日月光與矽品合併後，艾克爾也持續穩居第 2 名。第 7 名聯測總部位於新加坡，主要從事半導體封測業務；2021 年 1 月收購力成新加坡半導體凸塊相關資產⁵⁶，並於 2021 年 4 月將在台灣廠區台灣聯測出售給矽格⁵⁷。第 3 名長電科技、第 5 名通富微電和第 6 名天水華天則是近年快速竄起的封測業者。

表 3-6 中第 4 名力成是知名的記憶體封測廠，記憶體大廠美光和鎧俠(KIOXIA，東芝記憶體於 2019 年更名鎧俠)為力成主要客戶，近年積極朝先進封裝發展。第 7 名京元電是知名的測試業者，也提供封裝服務。由於許多以封裝為主的業者也會提供測試服務，例如以日月光為例⁵⁸：日月光集團 2022 年合併營收中，封裝服務占營收 45.31%、測試服務占 8.34%；京元電 2022 年合併營收中⁵⁹，晶圓測試服務占營收 37.31%、積體電路測試服務占 47.33%、其他占 15.36，京元電的其他就包括晶片研磨切割、測試封裝業務等。南茂與碩邦都是知名面板驅動 IC 封裝業者，南茂除了面板驅動 IC，也包含記憶體與邏輯 IC 封測業務。

表 3-7 台灣前 5 大封裝測試業者營收

單位：新台幣億元

排名	廠商名稱	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
1	日月光	2,833	2,749	2,904	3,711	4,132	4,770	5,700	6,709
2	力成	425	483	596	680	665	762	838	839
3	京元電	171	201	197	208	255	290	338	368
4	碩邦	169	173	161	187	204	223	271	240
5	南茂	188	184	179	185	203	230	274	235
	以上合計	3,786	3,790	4,037	4,971	5,459	6,275	7,421	8,391

資料來源：各公司官網，公開資訊觀測站，2022/5

表 3-7 為台灣前 5 大 IC 封測業者 2015-2022 年合併營收，這些公司在不同領域各有擅長，藉由各公司公告的產品組合占營收比重來認識公司。

⁵³ 吳田玉(日月光營運長)，2018 年 2 月 12 日 2311 日月光歷史重大訊息，2018/2。

⁵⁴ Amkor 官網/公司歷史，2023/12。https://amkor.com/cn/company-history/

⁵⁵ 卓祺珮碩士論文，封測企業成長之研究-以日月光、AMKOR、矽品為例，第 20 頁，2010/8。

⁵⁶ 曾炫章(力成財務長暨資深副總經理)，2020 年 9 月 29 日 6239 力成歷史重大訊息，2020/9。

⁵⁷ 陳祺昌(矽格財務處會計處長)，2021 年 1 月 25 日 6257 矽格歷史重大訊息，2021/1。

⁵⁸ 日月光 2022 年年報第 44 頁，2023/2。

⁵⁹ 京元電 2022 年年報第 80 頁，2023/4。

(1) 日月光：2022 年產品比重⁶⁰：封裝服務 45.3%、測試服務 8.3%、電子產品構裝技術暨製造服務 45.0%、其他 1.3%。

(2) 力成：2022 年產品比重⁶¹：IC 封裝服務 62.6%、IC 測試服務 15.3%、模組加工服務 10.1%、晶圓級封裝服務 4.9%、晶圓級測試服務 7.1%、其他 0.1%。

(3) 京元電：2022 年產品比重⁶²：積體電路測試服務 47.3%、晶圓測試服務 37.3%、其他 15.4%。

(4) 頤邦：2022 年產品比重⁶³：封裝及測試 75.1%、凸塊 24.9%。

(5) 南茂：2022 年產品比重⁶⁴：平面顯示器驅動 IC 31.0%、封裝 28.5%、測試 22.3%、晶圓凸塊 18.2%。

⁶⁰ 日月光 2022 年公司年報第 44 頁，公開資訊觀測站，2023/2。

⁶¹ 力成 2022 年公司年報第 78 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

⁶² 京元電 2022 年公司年報第 78 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

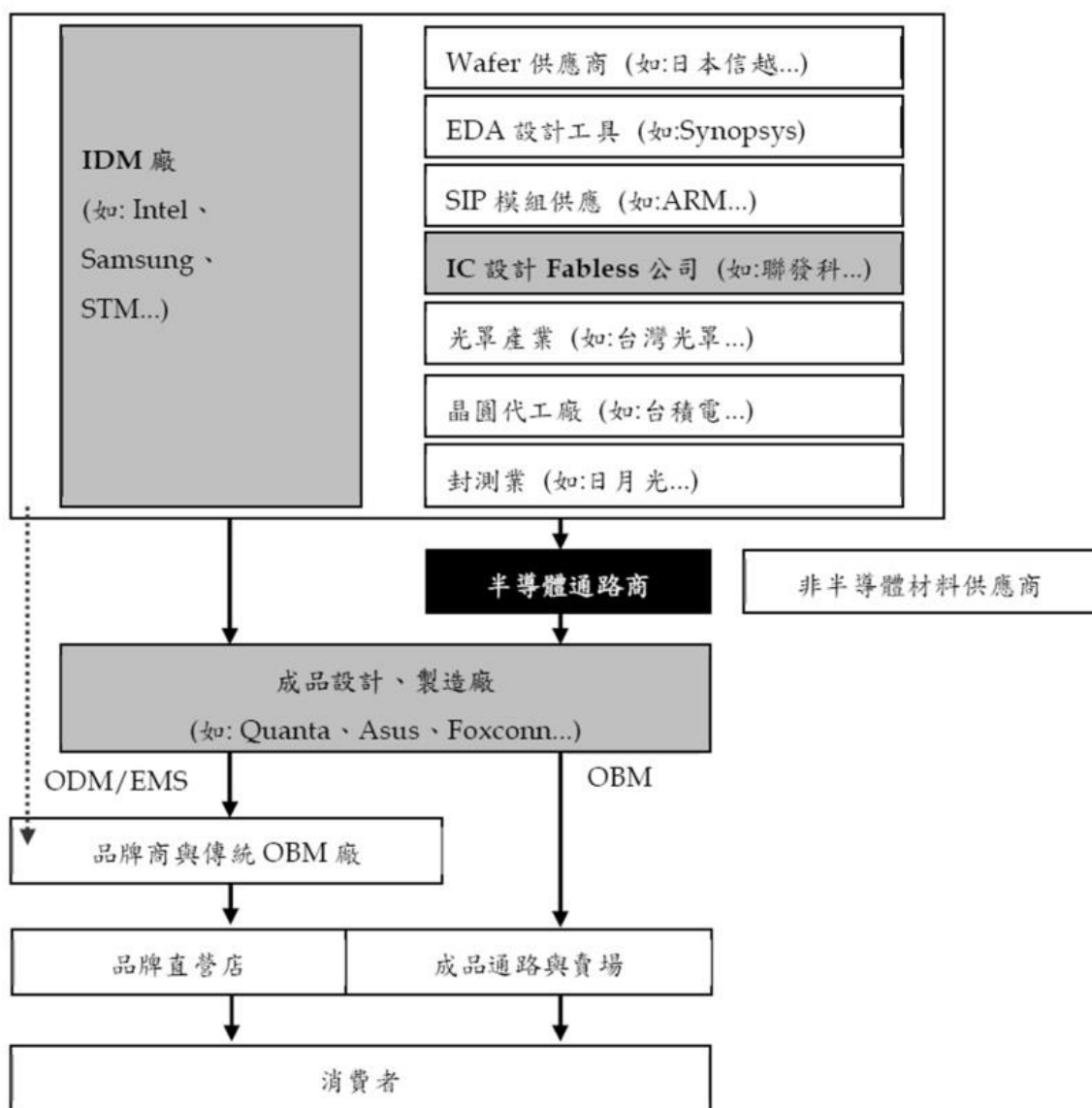
⁶³ 頤邦 2022 年公司年報第 55 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

⁶⁴ 南茂 2022 年公司年報第 77 頁，公開資訊觀測站，2023/4。



3.2.4 IC 通路業

IC 通路業是專門從事協助 IC 品牌業者銷售 IC 產品的服務商。圖 3-12 為半導體產業上、中、下游供應鏈關係圖，其中本節要討論的 IC 通路商即是圖 3-12 中的半導體通路商，本研究後續仍以 IC 通路商稱呼此類業者。IC 通路商銷售的 IC 是來自 IC 品牌業者，可能是 IDM 廠(如 Intel 等)或無晶圓廠的 IC 設計業者(如聯發科等)，而 IC 通路的銷售對象是製造廠(如廣達、鴻海等)。其中，IC 品牌業者根據自己的需求，也可跳過 IC 通路商，直接將 IC 銷售給製造廠；或者部分直接供貨、部分委託 IC 通路銷售。



圖片來源：大聯大 2022 年報第 77 頁，2023/4

圖 3-12 半導體產業上、中、下游供應鏈關係圖

近年 IC 品牌商調整通路策略最有名的案例為 2019 年底德州儀器(Texas Instruments)調整代理商，德州儀器於 2019 年 10 月宣布⁶⁵，2020 年 12 月 31 日後解除與安富利(AVNET)、大聯大旗下子公司世平(WPI)，以及文晔的合作關係。取消這些 IC 通路商後，德州儀器仍與最大的 IC 通路商艾睿(Arrow)保持合作，同時要求大部分客戶直接到德州儀器網站下單，由德州儀器直接供貨。砍掉 IC 通路商的優點是少了 IC 通路業者分食利潤，IC 品牌業者能得到較多的利潤；但德州儀器也砍掉了 IC 通路業者協助 IC 品牌商在通路上的瑣事：存貨管理、給中小型客戶技術服務等。

表 3-8 全球前 10 大 IC 通路商 2020-2022 年營收趨勢

排名	公司	營收(億美元)			占2022年前50大比重
		2020年	2021年	2022年	
1	艾睿電子 Arrow Electronics	286.73	344.77	371.24	18.0%
2	安富利 AVNET	178.61	215.93	263.30	12.7%
3	大聯大 WPG Holding	205.53	262.38	260.86	12.6%
4	文晔 WT Microelectronics	119.01	150.94	192.21	9.3%
5	駿龍科技 Macnica Holdings	42.66	58.66	76.59	3.7%
6	富昌電子 Future Electronics	NA	58.00	70.00	3.4%
7	中電港 CECport	39.00	57.45	64.43	3.1%
8	SMITH	13.90	34.00	48.00	2.3%
9	貿澤電子 Mouser electronics	20.00	32.00	40.71	2.0%
10	美德電子 TTI	28.90	34.00	39.00	1.9%
前50大合計		1,463.16	1,889.67	2,067.89	

資料來源：李晉，ESM China 國際電子商情網站⁶⁶⁶⁷，2023/5

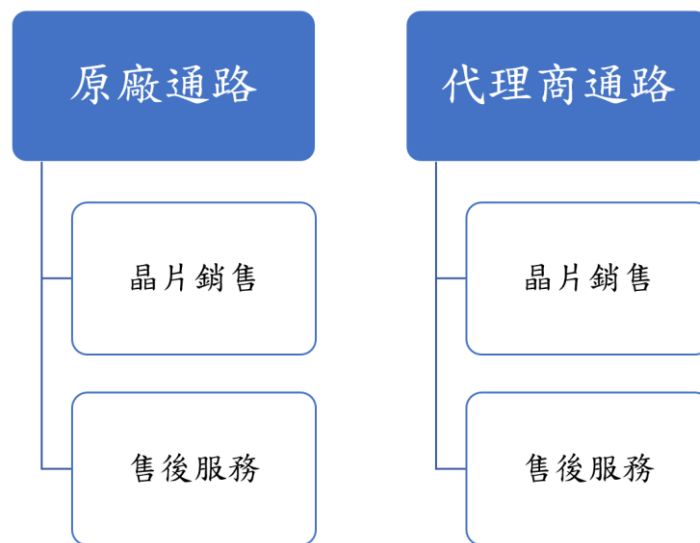
表 3-8 是全球前 10 大 IC 通路業者 2020-2022 年營收趨勢，此表也統計全球前 50 大 IC 通路業者在 2020/2021/2022 年營收，合計為 1,463/1,890/2,068 億美元。這與第一章中由半導體貿易統計協會 WSTS 統計的表 1-1 全球半導體市場規模，2020/2021/2022 年為 4,404/5,559/5,741 億美元有明顯的差距，主要原因就是有許多半導體晶片商直接將產品銷售給成品設計、製造廠，以及部份的品牌商與傳統 OBM 業者。茲以 2022 年資料為例，前 50 大 IC 通路商僅占整體銷售的 30%，這雖不是正式的統計數字，不過可以窺探出整個半導體市場通路中，大部分是由 IC 品牌直接供貨給製造廠，由 IC 通路商經手的產值不到整體市場的一半。2022 年前 4 大 IC 通路商占前 50 大營收的 52.6%，而第 5 名之後的規模與前 4 名有明顯差距。

⁶⁵ 王琮芳，TI 砍代理的背后及未来，ESM China 國際電子商情網站文章，2019/10。
<https://www.esmchina.com/news/5821.html>

⁶⁶ 李晉，2022 年度全球电子元器件分销商营收排名 TOP50，ESM China 國際電子商情網站文章，2023/5。
<https://www.esmchina.com/news/10349.html>

⁶⁷ 李晉，2021 年度全球电子元器件分销商营收 TOP 50，ESM China 國際電子商情網站文章，2022/5。
<https://www.esmchina.com/news/8967.html>

表 3-8 為全球前 10 大 IC 通路商，IC 通路業除了的核心本質是買賣業，要自建倉庫、自建物料管理系統，藉由擴大營收規模來增加公司獲利。以大聯大為例⁶⁸，主要成長動能為：併購、增加代理產品線、設立海外據點以及客戶產品成長。大聯大是 2005 年由 IC 通路商世平興業與品佳合併後成立，之後藉由陸續併購凱悌、詮鼎、全潤、友尚等多家 IC 通路商，以及每年增加多樣代理品牌與產品，陸續深化海外據點的方式成長。



資料來源：本研究整理，2023/12

圖 3-13 IC 通路產業鏈結構

圖 3-13 為 IC 通路產業鏈結構。這邊稱原廠指晶片供應商，即圖 3-12 中的 IDM 廠或 IC 設計公司，代理商通路則指由 IC 通路業者代原廠進行銷售。為了要銷售晶片，原廠或 IC 通路商都需向客戶進行一連串的行銷活動；實際銷售時產品準備、庫存調整等瑣事一樣也沒少。由於半導體是電子產品的零件，銷售過程中經常涉及許多工程技術問題，所以在銷售過程中，銷售團隊除了業務人員，還需搭配產品應用工程師⁶⁹(Field Application Engineer, FAE)，擔任工程師與客戶間的橋樑，搞定客戶導入產品時遇到的大小工程問題。

晶片原廠為了節省資源，通常只服務大客戶，將中小客戶以及業務開發，委由 IC 通路商負責；如果原廠產品線眾多，原廠經常採取複式授權代理。由於產品經過 IC 通路服務，也要一定程度的分潤，所以較大的原廠，也會有自己的銷售團隊，不一定全部交由 IC 通路負責銷售。

⁶⁸ 大聯大 2022 年報公司簡介，第 4~9 頁，2023/4。

⁶⁹ 李佳樺，FAE 工程師做什麼？薪水、必備能力和職涯發展一次看，Cheers 雜誌網站文章，2022/4。 <https://www.cheers.com.tw/article/article.action?id=5100772>

表 3-9 台灣前 5 大封裝測試業者營收

單位：新台幣億元

排名	廠商名稱	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
1	大聯大	5,155	5,369	5,325	5,451	5,276	6,099	7,786	7,752
2	文晔	1,136	1,441	1,894	2,734	3,352	3,532	4,479	5,712
3	至上	772	1,114	1,227	1,422	1,126	1,375	2,087	1,741
4	益登	716	757	760	803	969	1,085	1,082	1,187
5	威健	388	437	519	530	482	584	724	703

資料來源：各公司官網，公開資訊觀測站，2022/12

表 3-79 為台灣前 5 大 IC 通路業者 2015-2022 年合併營收，這些公司在不同領域各有擅長，藉由各公司公告的產品組合占營收比重來認識公司。

(1)大聯大：2022 年產品比重⁷⁰：核心元件 36.0%、類比及混合訊號元件 9.4%、離散及邏輯元件 12.1%、記憶元件 27.6%、光學及感測元件 8.2%、被動、電磁及連接器元件 4.5%、其他 2.1%。

(2)文晔：2022 年產品比重⁷¹：類比 IC 37.6%、微控制器 13.3%、記憶體 IC 7.5%、微處理器 7.2%、特定應用 IC 5.4%、分散式元件 4.9%、混和信號 IC 4.2%、其他 19.9%。

(3)至上：2022 年產品比重⁷²：記憶體元件 69.2%、非記憶體元件 30.8%。

(4)益登：2022 年產品比重⁷³：積體電路 80.7%、電子組件 9.4%、記憶體 5.9%、CPU 0.4%、其他 3.5%。

(5)威健：2022 年產品比重⁷⁴：晶片組/特定應用標準元件 38.2%、混合式及分散式元件 61.8%。

⁷⁰ 大聯大 2022 年公司年報第 73 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

⁷¹ 文晔 2022 年公司年報第 124 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

⁷² 至上 2022 年公司年報第 92 頁，公開資訊觀測站，2023/5。

⁷³ 益登 2022 年公司年報第 50 頁，公開資訊觀測站，2023/4。

⁷⁴ 威健 2022 年公司年報第 112 頁，公開資訊觀測站，2023/5。

第四章 個案分析



本章選擇台積電進行個案分析，並藉由 2013~2022 年關鍵財務數字，比較台積電與台灣半導體指標性公司的發展及經營模式。

4.1 個案選擇

表 4-1 顯示 2019~2022 年台灣半導體業營收前 20 名的公司。名次按 2022 年營收排名，2022 年營收破 2 兆元僅台積電 1 家，營收達 2.26 兆元。台積電從是晶圓代工業務，即從事 B2B (Business-to-business) 性質業務，客戶都是專業的半導體業者；但隨著半導體成為美中科技戰角力重點，加上半導體高階製程領先業界等原因加持下，台積電無疑是台灣半導體業者中最耀眼的存在。台積電除外的 19 大營收合計，若不計通路與記憶體，仍不及台積電 2022 年營收，是以本研究選擇台積電作為標的公司進行分析。

表 4-1 台灣半導體公司 2022 年營收前 20 名

排名	代碼	公司簡稱	2019年營收 (億元)	2020年營收 (億元)	2021年營收 (億元)	2022年營收 (億元)	2022年 毛利率	營業內容
1	2330	台積電	10,699.9	13,392.5	15,874.2	22,638.9	59.6%	晶圓代工
2	3702	大聯大	5,276.0	6,098.9	7,785.7	7,752.3	3.8%	通路
3	3711	日月光投控	4,131.8	4,769.8	5,700.0	6,708.7	20.1%	封裝測試
4	3036	文晔	3,351.9	3,531.5	4,479.0	5,712.0	3.5%	通路
5	2454	聯發科	2,462.2	3,221.5	4,934.1	5,488.0	49.4%	IC設計
6	2303	聯電	1,482.0	1,768.2	2,130.1	2,787.1	45.1%	晶圓代工
7	8112	至上	1,125.9	1,375.1	2,087.4	1,740.7	3.4%	通路
8	3048	益登	968.8	1,085.2	1,082.4	1,187.1	3.3%	通路
9	2379	瑞昱	607.4	777.6	1,055.0	1,117.9	48.9%	IC設計
10	3034	聯詠	643.7	799.6	1,353.7	1,099.6	46.3%	IC設計
11	2344	華邦電	487.7	606.8	995.7	945.3	45.5%	記憶體
12	6239	力成	665.3	761.8	837.9	839.3	20.7%	封裝測試
13	5483	中美晶	655.1	614.0	688.4	818.7	39.0%	材料
14	3010	華立	546.8	590.8	705.2	735.7	7.6%	設備
15	6488	環球晶	580.9	553.6	611.3	702.9	43.2%	材料
16	3033	威健	482.2	584.1	724.0	702.8	7.8%	通路
17	8299	群聯	446.9	485.0	625.6	602.6	28.8%	記憶體
18	2408	南亞科	517.3	610.1	856.0	569.5	37.5%	記憶體
19	5434	崇越	317.0	361.7	426.7	529.8	12.3%	設備
20	5347	世界先進	282.9	331.3	439.5	516.9	46.3%	晶圓代工

資料來源：本研究整理，公開資訊觀測站，2023/10⁷⁵

⁷⁵ 營收為各公司 2019~2022 年公告合併營收。



4.2 台積電公司分析

台積電於 1987 年由行政院開發基金、荷蘭飛利浦等資金設立的提供積體電路製造服務的公司，是全球第一家以最先進製程技術提供積體電路製造服務的公司，即晶圓代工的商業模式。台積電專注於生產客戶所設計的晶片，本身不設計、生產或銷售自有品牌產品，確保絕不與客戶競爭。2022 年，台積電及其子公司所擁有及管理的年產能超過 1,500 萬片 12 吋晶圓約當量⁷⁶，表 4-2 是台積電公司發展沿革。

表 4-2 台積電公司沿革

年度	公司沿革之重要項目
1987	1987年2月21日，台灣積體電路製造股份有限公司成立；推出3微米製程；向工研院租用一廠
1990	晶圓二廠啟用，為台積電第一座自有6吋晶圓廠
1994	1994年9月5日，台積電在臺灣證券交易所掛牌上市，股票代碼2330
1995	晶圓三廠啟用，為台積電第一座8吋廠
1996	於美國華盛頓州設立WaferTech (fab 11)，初期台積持股57.23%，ADI與Altera各佔18%，ISSI佔4%
1997	1997年10月20日在紐約證券交易所NYSE發行美國存託憑證（ADR），代碼TSM；四、五廠啟用
1998	推出0.18微米製程，0.25微米製程量產
1999	世界先進成為台積代工夥伴，協助導入邏輯產品代工；十二廠開始動工興建
2000	2020年7月7日，台積完成合併德基半導體(七廠)及世大積體電路公司(八廠)；台南晶圓六廠啟用
2001	十二廠啟用，為台積首座12"超大型晶圓廠(GIGAFAB)
2002	晶圓一廠租期屆滿歸還工研院；晶圓三、四廠重組為晶圓三廠；通過核可，設立上海廠(十廠)
2003	台積電自主研發的0.13微米的低介電質（Low-K）銅導線邏輯製程技術量產
2004	台南晶圓十四廠開始量產，為台積第二座12"超大型晶圓廠；上海松江十廠開始量產
2011	台中晶圓十五廠開始量產，為台積第三座12"超大型晶圓廠；推出28奈米製程
2012	10月宣佈推出CoWoS（Chip on Wafer on Substrate）技術的設計參考流程
2013	11月成功試產16奈米FinFET（Fin Field Effect Transistor，鳍式場效電晶體）製程技術
2017	4月，試產7奈米鳍式場效電晶體，並於2018年量產
2018	6月，張忠謀董事長退休，劉德音將擔任董事長，魏哲家擔任總裁；南京晶圓十六廠開始量產
2019	10月宣佈導入極紫外光（EUV）微影技術之產品已量產
2020	5月，宣佈有意赴美設先進晶圓廠；台南晶圓十八廠開始量產，為台積第四座12"超大型晶圓廠
2021	11月，宣佈赴日建晶圓廠，設立Japan Advanced Semiconductor Manufacturing, Inc., JASM
2022	12月，宣佈亞利桑那州晶圓廠(TSMC Arizona)興建第二期工程；開始生產3奈米製程技術
2023	8月，宣佈有意赴德建晶圓廠，設立European Semiconductor Manufacturing Company, ESMC

資料來源：台積電歷年公司年報、台積電官網/新聞中心，2023/9⁷⁷

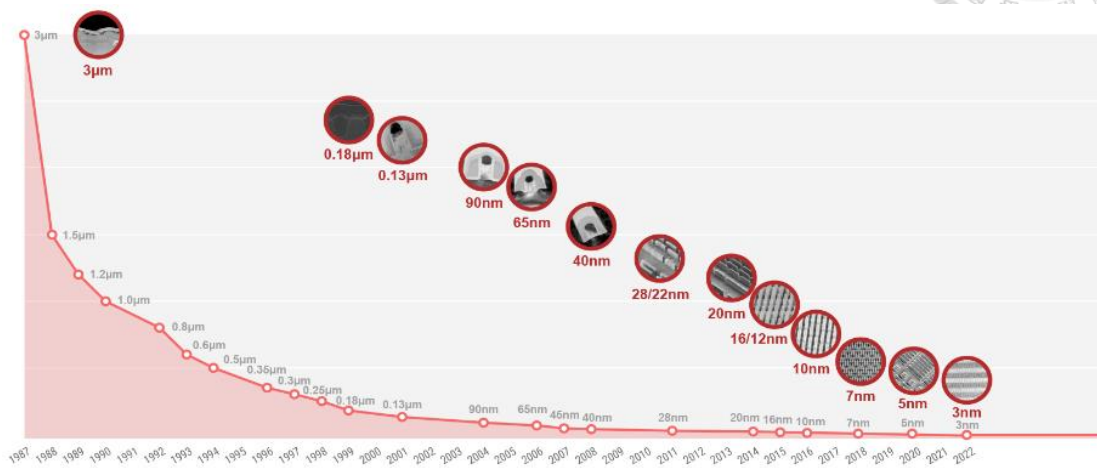
台積電剛成立時向工研院租借廠房，即晶圓一廠，並於 1990 年自建二廠完成，一、二廠是 6 吋廠，1995 年啟用的晶圓三廠是首個自建 8 吋廠，至 2000 年，藉由自建與併購，已有多座 8 吋晶圓廠。2001 年十二廠啟用，是首座 12 吋晶圓廠，現在稱之為晶圓十二 A 廠，同時也是台積電公司總部。後續於 2004 年南科十四廠、2011 年中科十五廠、2020 年南科十八廠等 GIGAFAB⁷⁸建廠完成。

⁷⁶ 台積電 111 年度公司年報，2023/5。https://investor.tsmc.com/chinese/annual-reports

⁷⁷ 台積電官網/新聞中心，2023/10。https://pr.tsmc.com/chinese

⁷⁸ 超大晶圓廠 GIGAFAB® Facilities：超大晶圓廠在超級製造平台（Super Manufacturing Platform, SMP）的整合管理與協調運作下，能讓客戶得到一致的品質與可靠度，還能因應需求變動提供更大的產能彈性，縮短良率學習曲線與量產時間，以及提供較低成本的产品重新認證流程。2023/10。https://www.tsmc.com/chinese/dedicatedFoundry/manufacturing/gigafab

從公司營收比重去認識一家公司，是最直接的方法。台積電是專業晶圓代工公司，主要產出就是半導體晶圓。隨著半導體製程持續演進，台積電陸續擴建多種製程的產，圖 4-1 是台積電製程示意圖，各製程標註的時間為推出該製程量產的時間。



資料來源：台積電官網/專業積體電路製造服務/領先技術/邏輯製程，2023/10

圖 4-1 台積電歷年量產最新製程示意圖⁷⁹

表 4-3 顯示台積電 2013~2023 每季營收比重，2Q23 台積電營收為 4,808 億元，5nm 與 7nm 營收各佔 30%與 23%，亦即 2Q23 中 5nm 與 7nm 營收各 1,442 億元與 1,106 億元。台積電高階製程常為最先進的 3~4 個製程，營收比重合計常超過 50%。

表 4-3 台積電 1Q13~2Q23 各季製程別營收比重

營收比重(%)	1Q13	2Q13	3Q13	4Q13	1Q14	2Q14	3Q14	4Q14	1Q15	2Q15	3Q15	4Q15	1Q16	2Q16	3Q16	4Q16	1Q17	2Q17	3Q17	4Q17	
10nm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1%	10%	25%
16nm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20nm	-	-	-	-	-	-	-	9%	21%	16%	20%	21%	24%	23%	23%	31%	33%	31%	26%	24%	20%
28nm	24%	29%	32%	34%	34%	37%	34%	30%	30%	27%	27%	25%	30%	28%	24%	24%	25%	27%	23%	18%	18%
40/45nm	23%	21%	20%	17%	21%	19%	17%	13%	15%	14%	14%	14%	14%	15%	13%	12%	13%	13%	12%	10%	10%
65nm	17%	18%	15%	16%	16%	15%	13%	11%	12%	11%	11%	11%	10%	12%	11%	11%	11%	10%	10%	9%	9%
90nm	8%	8%	8%	7%	7%	7%	6%	6%	7%	7%	8%	7%	6%	5%	5%	4%	5%	5%	4%	5%	4%
0.11/0.13µm	4%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	2%	2%	3%	2%	3%	2%	2%	3%	2%	2%	3%	3%	3%	2%
0.15µm	17%	15%	15%	16%	14%	14%	13%	12%	13%	13%	12%	11%	11%	11%	9%	10%	11%	11%	10%	9%	9%
0.25µm+	7%	5%	6%	6%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	4%	4%	4%	3%	3%	4%	3%	3%	3%

營收比重(%)	1Q18	2Q18	3Q18	4Q18	1Q19	2Q19	3Q19	4Q19	1Q20	2Q20	3Q20	4Q20	1Q21	2Q21	3Q21	4Q21	1Q22	2Q22	3Q22	4Q22	1Q23	2Q23
5nm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8%	20%	14%	18%	18%	23%	20%	21%	28%	32%	31%	30%
7nm	-	-	11%	23%	22%	21%	27%	35%	35%	36%	35%	29%	35%	31%	34%	27%	30%	30%	26%	22%	20%	23%
10nm	19%	13%	6%	6%	4%	3%	2%	1%	0.5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
16nm	18%	21%	23%	20%	16%	23%	22%	20%	19%	18%	18%	13%	14%	14%	13%	13%	14%	14%	12%	12%	13%	11%
20nm	4%	4%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%
28nm	20%	23%	19%	17%	20%	18%	16%	13%	14%	14%	12%	11%	11%	11%	10%	11%	11%	10%	10%	11%	12%	11%
40/45nm	11%	11%	12%	10%	12%	11%	10%	8%	10%	9%	8%	8%	7%	7%	8%	8%	8%	8%	7%	7%	7%	7%
65nm	9%	9%	8%	8%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	5%	5%	5%	4%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	6%	7%
90nm	5%	5%	4%	3%	3%	3%	2%	3%	3%	3%	2%	2%	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
0.11/0.13µm	2%	2%	3%	2%	3%	2%	2%	3%	2%	3%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%
0.15µm	9%	9%	9%	8%	8%	8%	9%	8%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	5%	5%
0.25µm+	3%	3%	3%	2%	3%	2%	2%	1%	2%	2%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%

資料來源：台積電官網/投資人關係/財務資訊/歷年財務資訊，2023/10⁸⁰

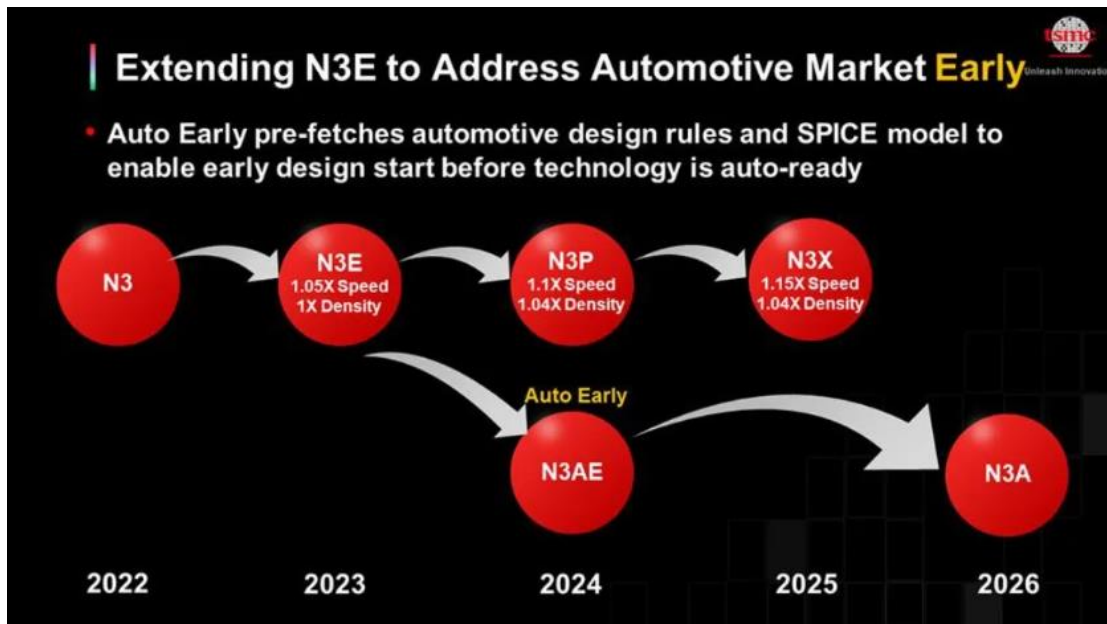
⁷⁹ 台積電官網/專業積體電路製造服務/領先技術/邏輯製程，2023/10。

https://www.tsmc.com/chinese/dedicatedFoundry/technology/logic/l_3nm

⁸⁰ 台積電官網/投資人關係/財務資訊/歷年財務資訊，2023/10。

<https://investor.tsmc.com/chinese/historical-information>

台積電每 2~3 年推出一個最新的高階製程，每代高階製程都能提供客戶更加強大的性能提升。半導體製程名稱代表電晶體閘極線寬，線寬越小意謂每個電晶體可以做得更小，亦即同樣的晶片面積，可以放進更多的電晶體，並可降低電晶體漏電流，達到降低功耗。相較於 5 奈米製程，台積電 3 奈米製程的邏輯密度約增加 60%，在相同功耗下速度提升 18%，或在相同速度下功耗降低 32%⁸¹。以智慧型手機或繪圖卡為例，擁有更高效能是產品的賣點，是以相關晶片供應商會願意向台積電訂購最高階製程的產品。



資料來源：Susan Hong，台積電 3 奈米製程佈局 HPC 與車用，2023/5⁸²

圖 4-2 台積電 N3 製程技術開發路線圖

在製程技術上，台積電產品製程也持續演進，除了圖 4-1 中顯示的 0.18、0.13 微米(micrometer, $10^{-6}m$, mm)，以及 28、16、7、3 奈米(nanometer, $10^{-9}m$, nm)等基本製程外，以圖 4-2 顯示的台積電 3 奈米製程為例，3 奈米中最基礎的 N3 製程於 2022 年底量產，其加強版 N3E 規劃於 2023 年量產，在與 N3 相同的電晶體密度下，N3E 將比 N3 速度快 1.05 倍；速度快 1.1 倍強化版 N3P 與速度快 1.15 倍高效運算 N3X 製程將分別於 2024 年及 2025 年量產。車用晶片從產品設計、取得車規認證的流程較傳統消費型電子的晶片，需要更長的時間，台積電設計給車用的 N3A 將於 2026 年量產，並於 2024 年先推出先行的 N3AE 製程，供車用晶片客戶在 N3A 技術成熟前，能先進行車用晶片產品開發。由於每個製程，都有類似 N3 製程的多種產品線，故台積電 2022 年公司年報才會提及：台積公司 2022 年以 288 種製程技術，為 532 個客戶生產 12,698 種不同產品。

⁸¹ 台積電官網製程技術介紹，以及聯發科採用台積電 3 奈米製程新聞稿，2023/9。
<https://pr.tsmc.com/chinese/news/3058>

⁸² Susan Hong，台積電 3 奈米製程佈局 HPC 與車用，EE Times Taiwan 文章，2023/5。
<https://www.eettaiwan.com/20230516nt11-tsmc-3nm-process-nodes-for-hpc-and-automobile/>

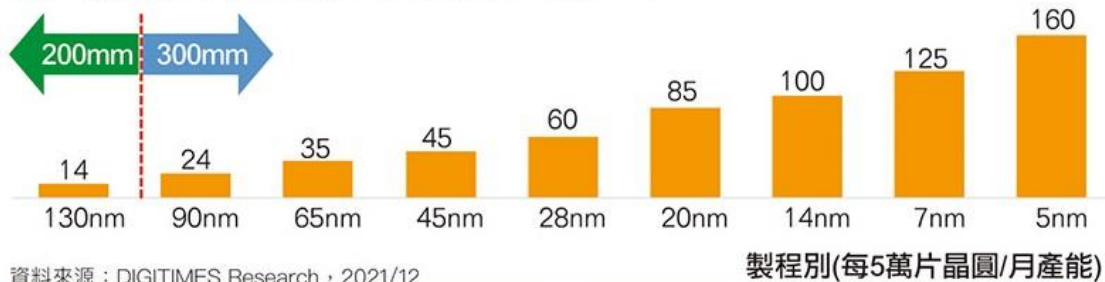
表 4-4 台積電 2013-2022 年營收與資本支出

億美元	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
營收	201.1	251.7	266.1	294.3	321.0	342.0	346.3	455.1	568.2	758.8
資本支出	96.9	95.2	81.2	101.9	108.6	104.6	149.0	172.4	300.4	362.9
資本支出佔 營收(%)	48.2%	37.8%	30.5%	34.6%	33.8%	30.6%	43.0%	37.9%	52.9%	47.8%

資料來源：台積電官網/歷年營運績效報告⁸³，2023/10

支持台積電持續開發出先進製程的最重要原因在於台積電持續不斷的資本支出。台積電資本支出的原始資料是以美元表示，所以按台積電提供的每年匯率轉換參考資料，將台積電營收轉換成美元後，如表 4-4 所示，2013-2022 年台積電資本支出均不低於營收的 30%，2021 年還一度跳至 52.9%。

晶圓廠製程演進資本支出規模比較 (億美元)



資料來源：DIGITIMES Research，黃欽勇⁸⁴，2021/12

圖 4-3 晶圓廠製程演進資本支出規模比較

根據 DIGITIMES Research (2021)研究，如圖 4-3 所示，每月產能 5 萬片晶圓，以 90 奈米/28 奈米/7 奈米為例，分別需要 24/60/125 億美元。由於製程越來越精細，相關設備製造困難度大幅上升，帶動設備價格提高，進而帶動台積電資本支出近年大幅增加。資本支出增加也帶動競爭對手退出，聯電及格羅方德(GlobalFoundries)相繼退出先進製程主要原因便在於此。

除了製程別，台積電也提供技術平台別的產品比重資訊。2018 年之前技術平台別的資訊是以 3C (Computer、Communication、Consumer)加上 Industrial/ Standard 做分類，2018 年以後分類改成以：高效能運算(High Performance Computing)⁸⁵、智慧型手機(Smartphone)、物聯網(Internet of Things)、車用電子(Automotive)、以及消費性電子(Digital Consumer Electronics)，加上其他類，共六大類的方式呈現。

⁸³ 台積電官網/歷年營運績效報告，2023/10。https://investor.tsmc.com/

⁸⁴ DIGITIMES Research，黃欽勇，2021/12。https://www.digitimes.com.tw/col/article.asp?id=2815

⁸⁵ 高效能運算包括個人電腦、平板電腦、遊戲機、伺服器、基地台等，台積電 2022 年公司年報 17 頁，2023/5。

表 4-5 台積電產品比重-技術平台別

營收比重(%)	1Q18	2Q18	3Q18	4Q18	1Q19	2Q19	3Q19	4Q19	1Q20	2Q20	3Q20	4Q20	1Q21	2Q21	3Q21	4Q21	1Q22	2Q22	3Q22	4Q22	1Q23	2Q23
高效能運算	32%	40%	33%	29%	29%	32%	29%	29%	30%	33%	37%	31%	35%	39%	37%	37%	41%	43%	39%	42%	44%	44%
智慧型手機	46%	35%	45%	53%	47%	45%	49%	53%	49%	47%	46%	51%	45%	42%	44%	44%	40%	38%	41%	38%	34%	33%
物聯網	6%	7%	6%	6%	7%	8%	9%	8%	9%	8%	9%	7%	9%	8%	9%	9%	8%	8%	10%	8%	9%	8%
車用電子	5%	6%	5%	4%	5%	5%	4%	4%	4%	4%	2%	3%	4%	4%	4%	4%	5%	5%	5%	6%	7%	8%
消費性電子	6%	7%	6%	4%	7%	6%	5%	3%	5%	5%	3%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	3%
其他	5%	5%	5%	4%	5%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	4%	4%	4%

資料來源：台積電官網/投資人關係/財務資訊/歷年財務資訊⁹，2023/10

從表 4-5 可以明顯看出，智慧型手機仍是台積電的主要營收來源，特別是每年下半年是智慧型手機產品出貨旺季，在 2020 年之前都會超過 50%，2021、2022 下半年也還有 40% 以上。隨著 AI 所需的高效能運算需求增加，2022 年之後高效能運算每季都在 39% 以上，已和智慧型手機一樣，成為台積電最重要的營收來源。其他還值得注意的是車用電子，從 2018 年開始緩步成長，2Q18 車用電子營收 140 億元，2Q23 車用電子營收已成長至 385 億元。

除晶圓製造技術，台積電也陸續開發出如 CoWoS (Chip on Wafer on Substrate) 等高階封裝技術，由於相關技術相當多種，台積電將之統稱為 3DFabric，CoWS、InFO (Integrated Fan-Out)、SoIC (System-on-Integrated-Chips，系統整合晶片) 等，都包括在 3DFabric 服務內⁸⁶。以 NVIDIA 投片台積電為例，高階 AI 晶片 H100 以台積電 4 奈米製程製造，再由台積電高階封裝技術 CoWoS 封裝；而 NVIDIA 的電競繪圖晶片在台積電完成晶圓製造後，就會委託專業封裝、測試業者進行封裝及測試；雖同為 NVIDIA 的晶片產品，在技術平台別的台積電營收統計上均算入高效能運算的分類，但由於產品的定位、售價不同，NVIDIA 在封測選擇上有所不同。雖然台積電已有五座先進封測廠，台積電仍視高階封裝為後段服務的一環，故未對外公開每季的封裝測試營收資訊。⁸⁷

直至 2023 年 8 月為止，台積電主要生產廠區在台灣，特別是十二、十四、十五、十八廠這四座超大型晶圓廠；十廠與十六廠分別位於上海與南京，十一廠 WaferTech 則位於華盛頓州 Clark 郡 Camas 市，先進封裝廠則位於新竹、台南、龍潭、台中與竹南¹²。近年台積電積極海外佈局，海外興建中的熊本 JASM (Japan Advanced Semiconductor Manufacturing) 1 廠將於 2024 年量產，TSMC Arizona 將於 2025 年開始量產，亦於 2023 年 8 月與 Bosch、Infineon、NXP Semiconductors 等公司共同投資設立 ESMC (European Semiconductor Manufacturing Company)，為赴德國德勒斯登設廠做準備。⁸⁸

⁸⁶ 台積電官網/專業積體電路製造服務/領先技術/3DFabric，2023/10。
<https://3dfabric.tsmc.com/chinese/dedicatedFoundry/technology/3DFabric.htm>

⁸⁷ 台積電官網/關於台積公司/聯絡我們/晶圓廠區，2023/10。
https://www.tsmc.com/chinese/aboutTSMC/TSMC_Fabs

⁸⁸ 台積電/新聞中心，〈台積公司、博世、英飛凌和恩智浦半導體成立合資公司在歐洲引入先進半導體製造〉，2023/8，<https://pr.tsmc.com/chinese/news/3049>



4.2.1 台積電與台灣晶圓廠業者營運指標分析

依證交所與櫃買中心半導體產業分類，本節挑選重要的半導體產業鏈上市櫃公司，從獲利能力、經營效率與財務風險這三大財務指標，以各次產業的角度，比較其營運績效。

表 4-6 晶圓代工 2013~2022 年損益表摘要

財務項目	公司	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	比率
營收 (億元)	台積電	5,970.2	7,628.1	8,435.0	9,479.4	9,774.5	10,314.7	10,699.9	13,392.5	15,874.2	22,638.9	85.2%
	聯電	1,238.1	1,400.1	1,448.3	1,478.7	1,492.8	1,512.5	1,482.0	1,768.2	2,130.1	2,787.1	12.5%
	世界先進	211.4	239.3	233.2	258.3	249.1	289.3	282.9	331.3	439.5	516.9	2.3%
	營收合計	7,419.7	9,267.5	10,116.5	11,216.4	11,516.4	12,116.5	12,464.7	15,492.1	18,443.8	25,942.9	100.0%
毛利 (億元)	台積電	2,809.7	3,776.9	4,103.8	4,748.6	4,948.3	4,979.9	4,927.0	7,111.3	8,195.4	13,483.5	91.6%
	聯電	235.6	318.5	317.7	303.8	270.6	228.4	213.1	390.0	720.5	1,257.6	6.6%
	世界先進	68.6	86.1	69.0	89.2	79.7	101.7	103.3	112.6	191.5	239.2	1.8%
	毛利合計	3,113.9	4,181.6	4,490.5	5,141.6	5,298.6	5,309.9	5,243.5	7,613.8	9,107.4	14,980.4	100.0%
毛利率	台積電	47.1%	49.5%	48.7%	50.1%	50.6%	48.3%	46.0%	53.1%	51.6%	59.6%	--
	聯電	19.0%	22.7%	21.9%	20.5%	18.1%	15.1%	14.4%	22.1%	33.8%	45.1%	--
	世界先進	32.5%	36.0%	29.6%	34.6%	32.0%	35.2%	36.5%	34.0%	43.6%	46.3%	--
	晶圓代工	42.0%	45.1%	44.4%	45.8%	46.0%	43.8%	42.1%	49.1%	49.4%	57.7%	--
營業利益 (億元)	台積電	2,094.3	2,958.7	3,200.5	3,779.6	3,855.6	3,836.2	3,727.0	5,667.8	6,499.8	11,212.8	93.9%
	聯電	40.3	100.8	108.4	61.9	65.7	58.0	46.9	220.1	516.9	1,042.9	4.5%
	世界先進	48.4	62.1	46.1	61.0	52.3	71.5	69.1	74.2	141.0	178.1	1.6%
	營業利益合計	2,183.0	3,121.5	3,355.0	3,902.5	3,973.6	3,965.8	3,843.0	5,962.1	7,157.7	12,433.8	100.0%
營益率	台積電	35.1%	38.8%	37.9%	39.9%	39.4%	37.2%	34.8%	42.3%	40.9%	49.5%	--
	聯電	3.3%	7.2%	7.5%	4.2%	4.4%	3.8%	3.2%	12.4%	24.3%	37.4%	--
	世界先進	22.9%	25.9%	19.8%	23.6%	21.0%	24.7%	24.4%	22.4%	32.1%	34.4%	--
	晶圓代工	29.4%	33.7%	33.2%	34.8%	34.5%	32.7%	30.8%	38.5%	38.8%	47.9%	--
稅後純益 (億元)	台積電	1,881.5	2,638.8	3,065.7	3,342.5	3,431.1	3,511.3	3,452.6	5,178.9	5,965.4	10,165.3	93.1%
	聯電	126.3	121.4	134.5	83.2	96.3	70.7	97.1	291.9	557.8	872.0	5.4%
	世界先進	43.7	54.4	41.6	55.4	45.1	61.7	58.6	63.1	118.2	152.8	1.5%
	稅後純益合計	2,051.5	2,814.6	3,241.8	3,481.0	3,572.5	3,643.7	3,608.3	5,533.8	6,641.4	11,190.1	100.0%
稅後純益 率	台積電	31.5%	34.6%	36.3%	35.3%	35.1%	34.0%	32.3%	38.7%	37.6%	44.9%	--
	聯電	10.2%	8.7%	9.3%	5.6%	6.4%	4.7%	6.6%	16.5%	26.2%	31.3%	--
	世界先進	20.7%	22.7%	17.8%	21.4%	18.1%	21.3%	20.7%	19.0%	26.9%	29.6%	--
	晶圓代工	27.6%	30.4%	32.0%	31.0%	31.0%	30.1%	28.9%	35.7%	36.0%	43.1%	--

資料來源：各公司，公開資訊觀測站，2023/8

註：比率為 2013 年至 2022 年之累計金額佔該分向比率。以營業利益為例，台積電 2013 年至 2022 年累計營業利益為 4.7 兆元，為三家公司同一期間累計營業利益 5.0 兆元之 93.9%。

2022 年半導體業營收前 20 名中，晶圓代工包括台積電、聯電與世界先進。以晶圓代工個別公司的毛利率為例，2013~2022 年間台積電的毛利率穩定在 45% 以上；2020 年之前的聯電毛利率因設備折舊影響而較低，2021 年後因折舊告一段落與當年半導體需求大增而跳升；世界先進則可分為 2016 年之前、2016~2020 年與 2021~2022 年三階段，2016 年之前受產品淡旺季影響較明顯，2016 年之後開始優化產品組合，2021、2022 年因半導體需求大增而跳升。即使如此，在聯電與世界先進毛利率最高的 2021 與 2022 年，該年聯電與世界先進累加之毛利金額仍不及台積電的 1/10，若合計三家晶圓代工計算產業毛利率，會被台積電嚴重影響，故後續討論將以各產業龍頭為例，而非以產業平均數。

在表 4-2 中比較過台積電、聯電與世界先進的營收；若以台灣半導體業前 20 大營收業者中，擁有晶圓廠的五家業者為：台積電、聯電、世界先進、華邦電與南亞科。表 4-7 顯示台積電與其他四家半導體製造廠之比較，台積電營收明顯領先。

表 4-7 台灣半導體前五大廠商 2013-2022 年營收趨勢

營收(億元)	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
台積電	5,970	7,628	8,435	9,479	9,774	10,315	10,700	13,393	15,874	22,639
聯電	1,238	1,400	1,448	1,479	1,493	1,513	1,482	1,768	2,130	2,787
世界先進	211	239	233	258	249	289	283	331	440	517
華邦電	331	380	384	421	476	512	488	607	996	945
南亞科	452	491	439	416	549	847	517	610	856	570

資料來源：公開資訊觀測站，2023/9

表 4-7 顯示台灣前五大 IC 製造業者在 2013-2022 年營收趨勢，其中台積電、聯電與世界先進同屬晶圓代工，華邦電和南亞科則以自有品牌銷售記憶體。晶圓代工如其名，以不同製程，為不同客戶代工不同產品；也隨著業者自己是否有擴廠增加產能、製程升級、客戶的淡旺季等因素，造成歷年營收變化。2020 年底開始，半導體開始出現供不應求，三家晶圓代工廠產能滿載，帶動營收明顯增加。

(1)台積電：從表 4-4 台積電 2013-2022 年營收與資本支出可以看到，台積電每有超過營收 30%用於資本支出，幾乎每年都在增加產能，所以帶動台積電營收持續成長。

(2)聯電：在擴產幅度不如台積電積極，加上 2017 年宣布不再投資 12 奈米以下的先進製程⁸⁹，為聯電營收成長率低於台積電主要原因。

(3)世界先進：世界先進是以 8 吋晶圓代工為主，產能擴增主要靠併購，2014 年併南科 8 吋廠、2019 年併格羅方德新加坡晶圓廠，2021 年購買友達廠房擴產，加上轉型特殊製程有成，也走出自有的成長軌跡。

(4)華邦電：華邦電因持股 51.2%的新唐於 2020 年完成併購 Panasonic 半導體，故合併營收中 45%為邏輯事業⁹⁰，故營收走勢與南亞科在 2020 年後有明顯差異。

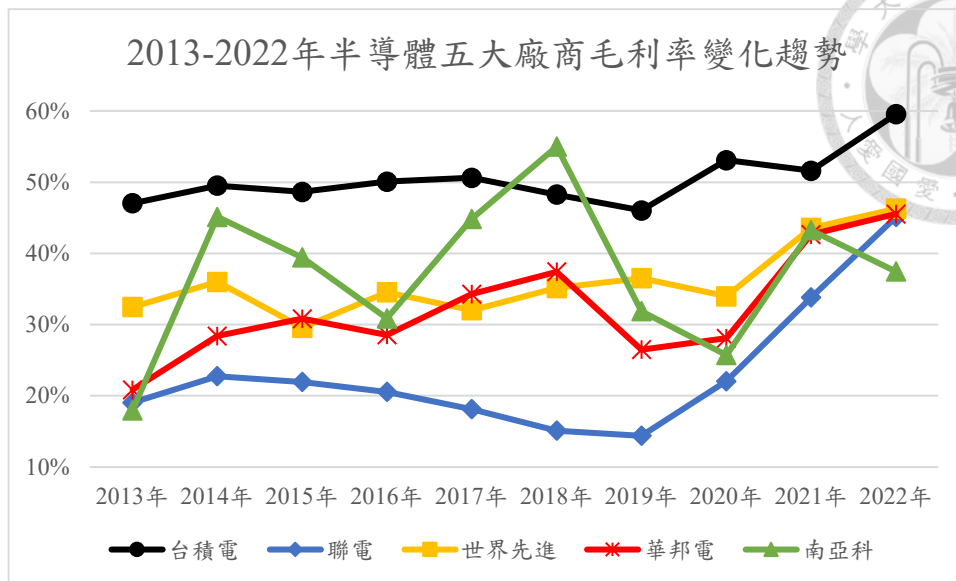
(5)南亞科：產品主要是 DRAM (Dynamic Random-Access Memory，動態隨機存取記憶體)，營收走勢與主要記憶體廠相仿，參考第三章中表 3-5 全球主要 IC 製造(包含晶圓代工)營收排名，DRAM 景氣在 2016 年觸底後反轉，至 2018 年達到高峰，2020 年又一次景氣觸底反轉，並於 2022 年達到高峰後反轉。

⁸⁹ 「不再投資 12 奈米以下的先進製程！」這是 2017 年 7 月，聯電採用共同總經理制後，新接任的王石和簡山傑隨即做了這個極為大膽的決定。

林宏達、財訊編輯中心整理，那一年，聯電放下對台積電心結 揭開 18 年來最大轉型計畫，財訊網頁文章，2021/9。https://www.wealth.com.tw/articles/de33d1a3-9dba-4b57-b2f9-8f5d1e2dbcfa

⁹⁰ 資料來源：華邦電 2022 年下半年法人說明會簡報第 5 頁與第 9 頁，2023/2。

https://www.winbond.com/export/sites/winbond/about-winbond/investor/financial-information/financial-reports/financial/2H22-investor-conference_CN.pdf



資料來源：公開資訊觀測站，2023/10

圖 4-4 台灣半導體前五大廠商 2013-2022 年毛利率變化趨勢

如圖 4-4 顯示的趨勢所示，2020 年之前晶圓代工與記憶體各自有不同的景氣趨勢，記憶體的毛利率起落變化較大。2020 年下半年之後則因半導體出現供不應求，不只三家晶圓代工廠產能滿載，記憶體價格也水漲船高，帶動毛利率明顯增加。

(1)台積電：2013~2019 年毛利率穩定往 50% 靠近。2019 上半年毛利率受客戶在高階製程投片謹慎與晶圓汙染影響⁹¹，2020 年後受惠景氣半導體大好，毛利率站穩在 50% 之上。

(2)聯電：2013~2019 年毛利率約在 20%，聯電不再投資先進製程，折舊費用大幅下滑，對毛利率影響在 2020 年之後逐漸顯現，加上 2020 年下半年開始需求大增，產能利用率增加，晶圓代工漲價的貢獻造成 2020 年之後毛利率大幅上升。

(3)世界先進：世界先進是以 8 吋晶圓代工為主，產能利用率為毛利率升降的關鍵。雖世界先進也投資新製程開發，2016/2017/2018 年世界先進折舊費用為 20.3/20.1/18.1 億元，同期投資先進製程研發的聯電折舊費用為 496.9/509.6/499.4 億元，所以毛利率位於聯電之上。

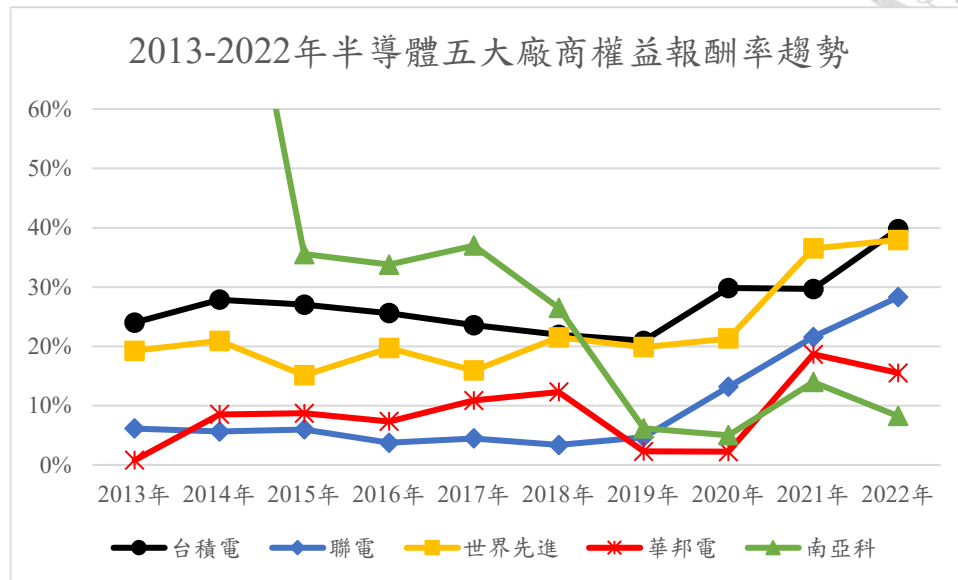
(4)華邦電：華邦電持股 51.2% 子公司新唐於 2020 年併購 Panasonic 半導體之前，華邦電與南亚科的毛利率同方向，都是隨著記憶體毛利率起落。

(5)南亚科：記憶體雖也屬半導體，但自有其淡旺季，例如南亚科 2015 年與 2019 年明顯受淡季影響，記憶體淡季可從圖 4-4 毛利率觀察最為明顯。南亚科產品主要是 DRAM (Dynamic Random-Access Memory，動態隨機存取記憶體)，營收走勢與

⁹¹ 台積電公司 2019 年第一季每股盈餘新台幣 2.37 元，台積電新聞稿，2019/4。
<https://pr.tsmc.com/chinese/news/1991>

⁹² 台積電公司 2019 年第二季每股盈餘新台幣 2.57 元，台積電新聞稿，2019/7。
<https://pr.tsmc.com/chinese/news/2002>

主要記憶體廠相仿，參考第三章中表 3-5 全球主要 IC 製造(包含晶圓代工)營收排名，DRAM 景氣在 2016 年觸底後反轉，至 2018 年達到高峰，2020 年又一次景氣觸底反轉，並於 2022 年達到高峰後反轉。



資料來源：公開資訊觀測站，2023/10

圖 4-5 台灣半導體前五大廠商 2013-2022 年權益報酬率趨勢

圖 4-5 表示台灣半導體前五大廠商 2013-2022 年權益報酬率趨勢。晶圓代工與記憶體各自有不同的景氣趨勢，帶動記憶體權益報酬率起落變化較大，晶圓代工權益報酬率相對較為穩定。

- (1)台積電：台積電穩定在 20%以上，並在 2020-2022 年站上 30%以上。
- (2)聯電：停止高階製程資本支出帶動獲利增加，讓權益報酬率增加。
- (3)世界先進：世界先進維持在 10%以上，並努力往 20%前進。
- (4)華邦電：華邦電權益報酬率則與記憶體旺季同步，記憶體報價上漲除了反映在毛利率，也反映在權益報酬率。
- (5)南亞科：2013、2014 年權益報酬率為 137.4%、109.2%，主要是南科在 2012~2014 年起一連串減資、增資、出售資產的調整體質所致⁹³。由於記憶體價格變動大，權益報酬率於 2019 年掉到 5.0%可以看出，2013、2014 年較高權益報酬率非常態。

⁹³ 南亞科 2007~2012 年累計虧損 1,610 億元，負債 894 億元，台塑集團於 2012 年底以私募方式注資 90 億元支持南亞科，南亞科也於 2014 年出售舊 8 吋廠給世界先進。楊喻斐，〈王文淵關鍵時刻力挺！從大虧 1610 億元到滿手現金 揭密南亞科傳奇重生的幕後〉，財訊，2022/5。
<https://www.wealth.com.tw/articles/94cbbfad-b9e4-4ea7-993b-941e796e6e15>



4.2.2 台積電與台灣半導體領導業者營運指標分析

4.2.1 節中表 4-6 晶圓代工 2013~2022 年損益表摘要，以晶圓代工中的台積電、聯電與世界先進三家公司為例，進行損益表摘要試算後發現，由於公司規模差異太大，產業平均毛利率等營運績效指標被單一公司影響，故本小節根據表 4-1 台灣半導體公司 2022 年營收前 20 名，選出聯發科、台積電、日月光投控、力成、大聯大共 5 家公司整理成表 4-8，聯發科、台積電、日月光投控、大聯大都是台灣半導體中各次產業龍頭公司，但因日月光投控是 2018 年成立，資料完整程度不如同為封裝測試業者的力成，故加選封裝測試大廠力成進入個案討論名單，讓資料更完整。

表 4-8 台灣半導體業代表性公司彙總

次產業	公司	主要經營業務 ※1	成立時間	備註 ※2
IC設計	聯發科	多媒體IC、電腦週邊IC、高階消費性IC、其他特殊應用IC	1997/5/28	4Q22營收比重： Mobile 52%、 Smart Edge Platforms 42%、 Power IC 7%
晶圓代工	台積電	依客戶之訂單與其提供之產品設計說明，以從事製造與銷售積體電路以及其他晶圓半導體裝置。提供前述產品之封裝與測試服務、積體電路之電腦輔助設計技術服務。提供製造光罩及其設計服務。	1987/2/21	2022年營收比重： 高效能運算41%、 智慧型手機39%、 物聯網9%、 車用電子5%、 消費性電子3%、 其他3%
封裝測試	日月光投控	一般投資業	2018/4/30	2022年營收比重： 半導體封測事業54.5%、 電子代工服務45.0%、 其他0.5%
封裝測試	力成	積體電路與半導體元件之測試服務 積體電路與半導體元件自動測試電腦軟體之研發、設計與銷售 CC01080電子零組件製造業	1997/5/15	2022年營收比重： 封裝67%、 測試23%、 SiP/模組10%
通路	大聯大	一般投資業 國際貿易業	2005/11/9	4Q22營收比重： 電腦週邊35%、 通訊電子29%、 消費性電子10%、 工業電子9%、 車用電子5%、 其他12%

資料來源：公開資訊觀測站，2023/8

※1：取自公開資訊觀測站中各公司主要經營業務資訊。

※2：取自公開資訊觀測站中各公司 1Q23 舉辦之法說資料。

日月光與大聯大都是控股公司，故其主要經營業務為一般投資業⁹⁴。

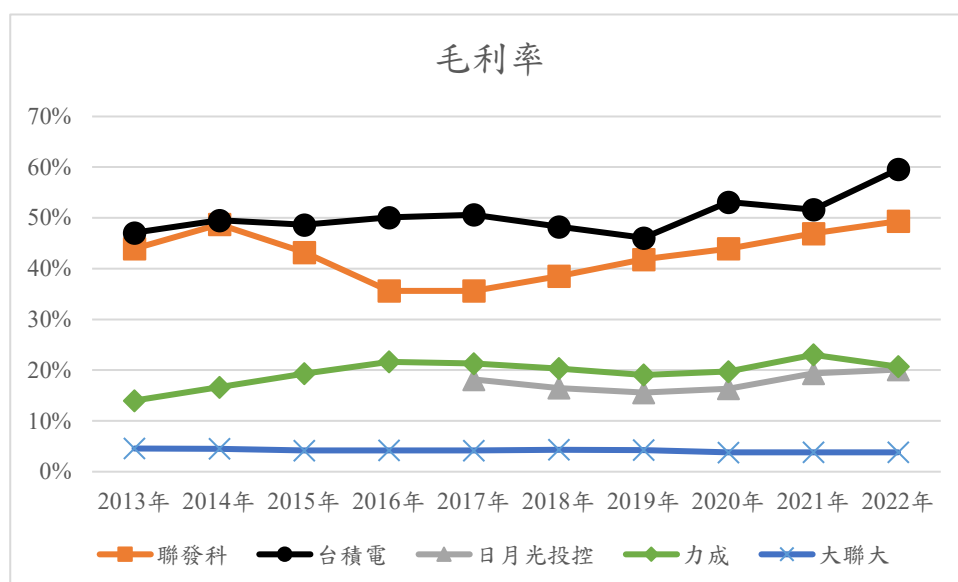
⁹⁴以日月光為例：根據日月光投控 2022 年年報 32 頁，日月光控股持股 100%之 4 家公司分別為：日月光半導體(股)公司、日月光社會企業股份有限公司、矽品精密工業(股)公司，以及環電(股)公司。其營收 54.5%為半導體封測。



(一) 毛利率

$$\text{毛利率} = (\text{營業收入} - \text{營業成本}) / \text{營業收入}$$

毛利率通常做為衡量公司盈利能力的指標。毛利率較高表示產品具有高附加價值，進而顯示公司較具競爭力。



資料來源：各公司官網，各公司年報，公開資訊觀測站，2023/8

圖 4-6 台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年毛利率趨勢

圖 4-6 表示台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年毛利率趨勢。台積電與聯發科享有較高的毛利率，封測的日月光與力成次之，大聯大在毛利率上落後。

(1)台積電：2013~2019 年毛利率穩定往 50% 靠近，除 2019 上半年毛利率受客戶在高階製程投片謹慎與晶圓汙染影響，2020 年後毛利率站穩在 50% 之上。

(2)聯發科：毛利率反映產品在市場上的競爭力；2016~2018 年毛利率低於 40%，主要是市場是當時華為、展訊等業者新加入手機晶片競爭，隨著聯發科調整產品策略因應得當，以及競爭對手在 5G 產品進度落後，聯發科毛利率得以快速回升。

(3)日月光：因具技術與規模領先優勢，故在遇大陸封測業逐漸崛起的競爭中，仍能維持相對穩定的毛利率。

(4)力成：因爾必達破產⁹⁵，影響產能利用率，使 2013~2014 年毛利率較低。

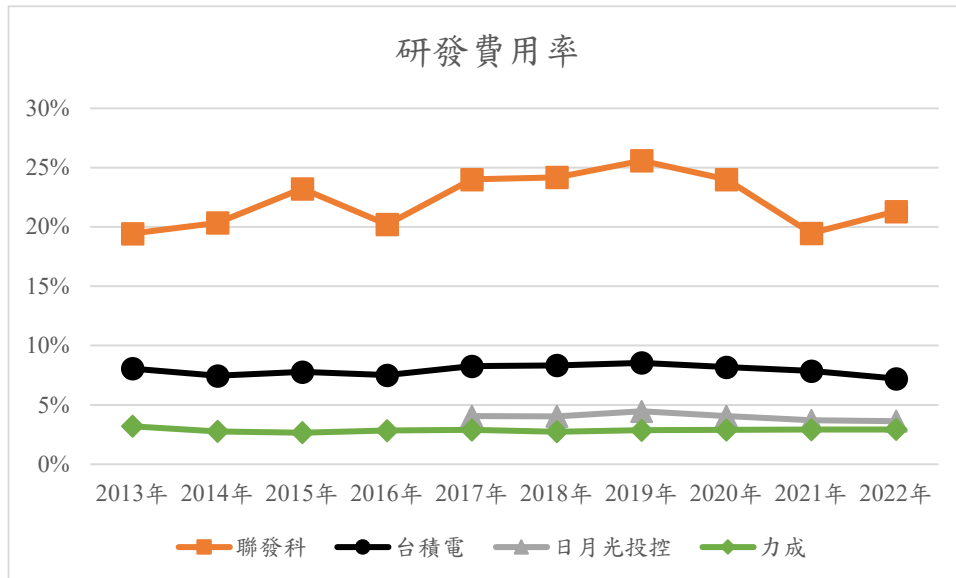
(5)大聯大：IC 通路業的核心是買賣業，而且客戶常跳過通路業者，直接與 IC 品牌業者談好價格，所以 IC 通路業者的營收雖很大，但毛利率並不高。

⁹⁵ 江口良輔，爾必達破產留給日本半導體的教訓(上)，日經中文網，2022/3。
<https://zh.cn.nikkei.com/columnviewpoint/column/47954-2022-03-18-05-00-00.html>

(二) 研發費用率

$$\text{研發費用率} = \text{研發費用} / \text{營收淨額}$$

研發費用率通常做為衡量公司研發投入，藉以評估公司研發強度。



資料來源：各公司官網，各公司年報，公開資訊觀測站，2023/8

圖 4-7 台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年研發費用率趨勢

圖 4-7 表示台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年研發費用率趨勢。其中，因大聯大未在年報中揭露研發費用，故僅比較台積電、聯發科、日月光和力成。

(1)台積電：研發費用占營收比率大約維持在 8% 左右，相當穩定。張忠謀曾提到⁹⁶，台積電成立 30 多年來的研發預算策略始終未變，也就是台積電營收的 8% 原則。藉由研發預算策略、掌握「技術自主權」，以及 R&D 與 Operation 團隊的緊密合作這三大策略的落實，才會有台積電在晶圓製造研發領域的傲人成績。

(2)聯發科：2013~2022 年研發費用率位於 20% 至 25% 區間，2018 年起經過一連串策略性資源整合，將公司業務調整為「無線通訊事業群」及「運算聯通元宇宙事業群」兩大業務⁹⁷，之後更要在邊緣 AI 領域持續發展⁹⁸，故維持高研發費用率。

(3)日月光：研發費用率約維持在 3%~5% 間。

(4)力成：研發費用率約維持在 3% 左右。

⁹⁶ 湯皓茹，【台積電研發中心啟用】張忠謀：研發投資策略就是每年投入營收 8%！，商益網頁文章，2023/7。 <https://www.businessyee.com/article/1950-TSMC-Inaugurates-Global-R&D-Center>

⁹⁷ 魏志豪，〈台北國際電腦展〉蔡力行：聯發科內部組織大調整 研發資源聚焦兩事業，鉅亨網文章，2022/5。 <https://news.cnyes.com/news/id/4877331>

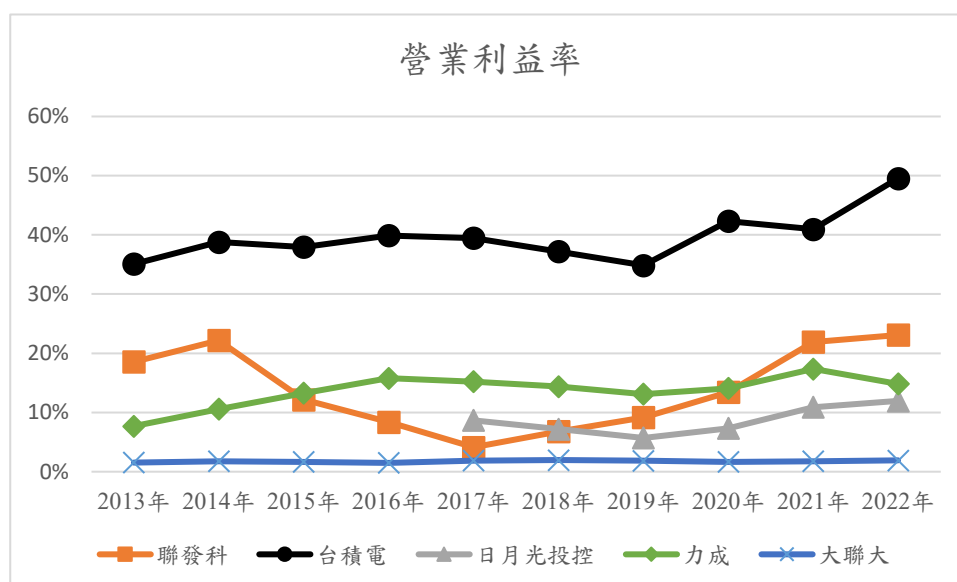
⁹⁸ Atkinson，聯發科前進美國分享策略，蔡力行：五年內成主要支援邊緣 AI 公司，科技新報文章，2023/11。 <https://technews.tw/2023/11/17/mediatek-moves-forward-to-share-strategy-in-the-us/>



(三) 營業利益率

$$\text{營業利益率} = (\text{營業收入} - \text{營業成本} - \text{營業費用}) / \text{營業收入}$$

營業利益率通常做為衡量公司盈利能力的指標。營業利益率不只考慮營業成本，同時也考慮營業費用，較毛利率更能真切的反應公司的競爭力。



資料來源：各公司官網，各公司年報，公開資訊觀測站，2023/8

圖 4-8 台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年營業利益率趨勢

圖 4-8 表示台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年營業利益率趨勢。台積電在營業利益率上明顯領先於其他台灣半導體代表性公司。大聯大因業務型態，營業利益率較其他業者低。

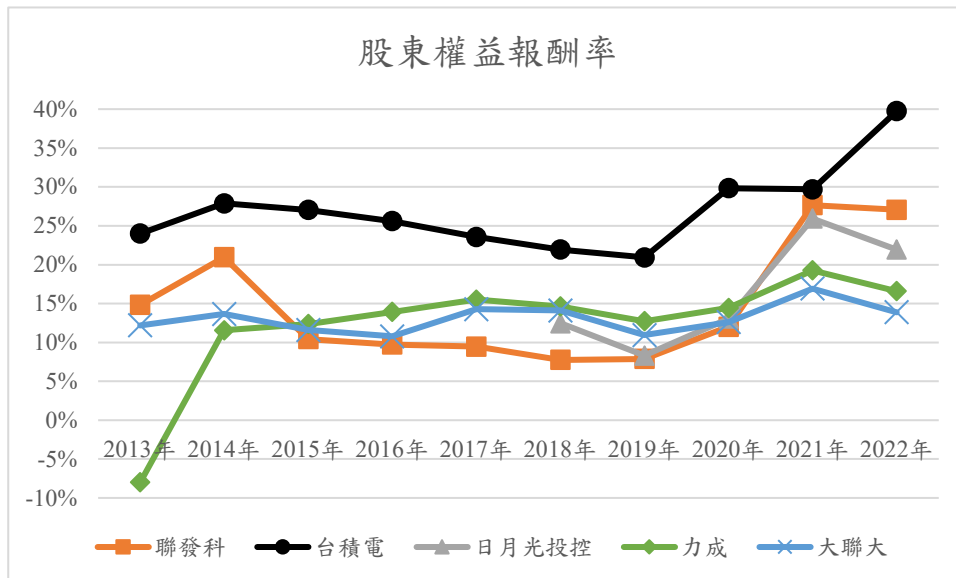
- (1)台積電：高毛利率讓台積電享有高營業利益率，營益率可達 40% 以上。
- (2)聯發科：聯發科 2016~2018 年毛利率低於 40%，隨之同年營益率也低於 10%。之後聯發科調整產品策略，競爭對手在 5G 產品進度落後，2022 年營益率達 23.1%。
- (3)日月光：日月光投控營益率在 2020 年之前穩定在 10% 之下，在半導體需求大爆發的 2021、2022 年，隨著產能利用率的增加，營益率站上 10%。
- (4)力成：扣除爾必達破產影響的 2013~2014 年，營益率穩定在 10% 以上。
- (5)大聯大：2013~2022 年間都在 1.5~1.9% 區間，營收由 2013 年 4,063 億元增至 2022 年 7,752 億元，毛利率由 4.6% 降至 3.8%，2013 年與 2022 年營益率分別是 1.5% 與 1.9%，藉由整合資訊流，智慧倉儲等方式，進而壓縮銷管相關支出⁹⁹。

⁹⁹ 出自大聯大副董事長葉福海在 2023 年天下經濟論壇冬季場分享，天下編輯部，〈全球最大半導體通路商 大聯大葉福海：數位轉型要讓孫悟空變小猴子〉，2023/1。
<https://www.cw.com.tw/article/5124407?template=transformers>

(四) 股東權益報酬率

$$\text{股東權益報酬率} = \text{稅後純益} / \text{平均股東權益淨額}$$

股東權益報酬率是反映公司利用資產淨值產生純益的能力。



資料來源：公開資訊觀測站 財務分析資料查詢彙總表，2023/9

圖 4-9 台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年股東權益報酬率趨勢

圖 4-9 表示台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年股東權益報酬率趨勢。台積電在股東權益報酬率上明顯領先於其他台灣半導體代表性公司。聯發科受競爭影響使股東權益報酬率變化較大，日月光、力成與大聯大股東權益報酬率變動較小。

(1)台積電：張忠謀相當在意股東權益報酬率，1998 年張忠謀提出 3 項量化成果中，維持大於 20% 的股東權益報酬率，即是檢視的指標之一¹⁰⁰。

(2)聯發科：2016~2018 年的競爭讓毛利率低於 40%，以歸屬母公司業主稅後純益來看，2014 年 464 億元，但在 2015 年至 2019 年都低於 300 億元，2020 年才跳升至 409 億元，故使得聯發科在 2015~2019 年股東權益報酬率低於 10%。

(3)日月光：股東權益報酬率大部分時候都在 10% 之上。

(4)力成：2013 年力成與封裝 IP 公司 Tessera 達成和解，支付 1.96 億美元的和解金，該和解金在 2013 年財報一次認列，影響力成 2013 年當年由盈轉虧，扣除 2013 年一次性原因，力成股東權益報酬率穩定在 10% 以上。

(5)大聯大：股東權益報酬率大部分時候都在 10% 之上。

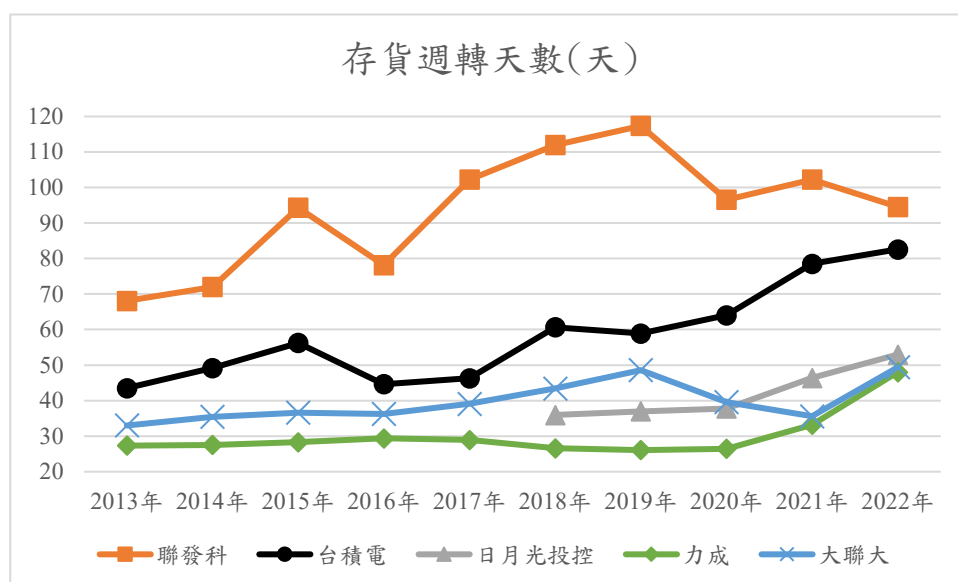
¹⁰⁰ 林宏達、林苑卿，張忠謀，財訊獨家專訪 8 台積電兩大策略 價值觀決定公司未來，財訊網頁文章，2022/2。https://www.wealth.com.tw/articles/bfc93e68-1ef4-4b4e-9ee0-1808c19e33c3



(五) 存貨周轉天數

$$\text{存貨周轉天數} = 365 \text{ 天} / \text{存貨周轉率} = 365 \text{ 天} / (\text{營業成本} / \text{平均存貨})$$

存貨周轉天數是衡量公司營運效率的重要指標。但半導體製程持續精進，晶圓製造與封測的新製程時間持續增加，讓半導體業者的存貨周轉天數增加。



資料來源：公開資訊觀測站 財務分析資料查詢彙總表，2023/9

圖 4-10 台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年存貨週轉天數趨勢

圖 4-10 表示台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年存貨週轉天數趨勢。存貨週轉天數變化與產業景氣息息相關，再加上 2020 年疫情影響下造成的供應鏈大亂。

(1)台積電：2021 年存貨週轉天數 78.5 天，高於 2020 年的 64.0 天，主要受先進製程工作天數增加¹⁰¹，以及供應鏈調整庫存管理的影響。台積電在 2020 年第四季法說上指出，受到大環境不確定性的影響，使得半導體業者調整庫存管理方法，供應鏈與客戶將在較長一段時間準備比歷史季節更高的存貨水準¹⁰²。

(2)聯發科：2019 年起調整公司存貨水準，存貨降至 100 天左右水準。

(3)日月光：客戶因疫情與供應鏈混亂，調整庫存管理，拉高存貨。

(4)力成：客戶因疫情與供應鏈混亂，調整庫存管理，拉高存貨。

(5)大聯大：大聯大 2021 年的存貨週轉天數 35.6 天，低於 2019、2020 年的 48.6、39.6 天，顯示 2020 年當時半導體缺貨狀態。

¹⁰¹ 台積電 2020 年第四季營運績效報告第 4 頁，2021/1。

¹⁰² 台積電法人說明會逐字稿第 5 頁，2021/1。

<https://investor.tsmc.com/chinese/quarterly-results/2020/q4>



(六) 利息保障倍數

$$\text{利息保障倍數} = \text{所得稅及利息費用前純益} / \text{利息費用}$$

利息保障倍數反映公司支付利息的能力。一般而言，舉債的資金成本較權益資金成本為低，以舉債來降低公司加權平均資金成本相當常見。藉由利息保障倍數觀察公司營運獲取的現金流入，是否足夠償還負債的利息。

表 4-9 台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年利息保障倍數趨勢

利息保障倍數(倍)	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
聯發科	202.25	110.34	54.87	4,968.96	2,999.62	1,474.42	1,759.45	8,097.25	65,962.61	36,646.31
台積電	82.41	94.35	110.84	117.74	119.95	131.28	120.92	281.95	123.48	80.18
日月光投控	-	-	-	-	-	10.06	6.58	11.40	29.70	21.46
力成	-14.87	25.68	30.13	54.66	38.62	27.92	25.56	38.20	65.45	54.20
大聯大	8.38	7.80	6.94	6.25	6.43	5.01	4.80	6.85	9.66	4.12

資料來源：公開資訊觀測站 財務分析資料查詢彙總表，2023/9

表 4-10 台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年利息費用

利息費用(億元)	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
聯發科	1.47	4.79	5.45	5.59	9.39	17.24	16.29	5.95	1.93	3.71
台積電	26.47	32.36	31.90	33.06	33.30	30.51	32.51	20.81	54.14	144.17
日月光投控	-	-	-	-	-	20.16	35.98	43.00	35.87	28.96
力成	2.52	2.68	2.58	2.26	3.52	4.48	4.09	3.58	2.98	3.49
大聯大	9.00	10.79	12.83	13.45	16.57	22.97	21.55	17.45	16.99	41.35

資料來源：公開資訊觀測站，2023/9

表 4-5 為台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年利息保障倍數趨勢，搭配表 4-10 台灣半導體業代表性公司 2013~2022 年利息費用能更清楚這段期間的變化。

(1)台積電：自 2020 年發生疫情之後，美國聯準會在 2020 年 3 月將基礎利率調低到 0%-0.25%，該利率維持至 2022 年 3 月，隨後展開一連串升息。台積電因高階製程設備昂貴，於 2020 年發行 7 期、2021 年發行 7 期、2022 年發行 6 期新台幣公司債，同一期間也發行 7 次的國內美元公司債與海外美元公司債，共計 175 億美元，票面利率 0.750%~4.625%，因而帶動利息費用於 2021、2022 年快速增加¹⁰³。

(2)聯發科：採取低負債財務策略，自 2016 年起，利息保障倍數就超過 1,000 倍。

(3)日月光：利息費用小幅變動，2021~2022 年獲利增加，使利息保障倍數增加。

(4)力成：利息費用小幅變動，2021~2022 年獲利增加，使利息保障倍數增加。

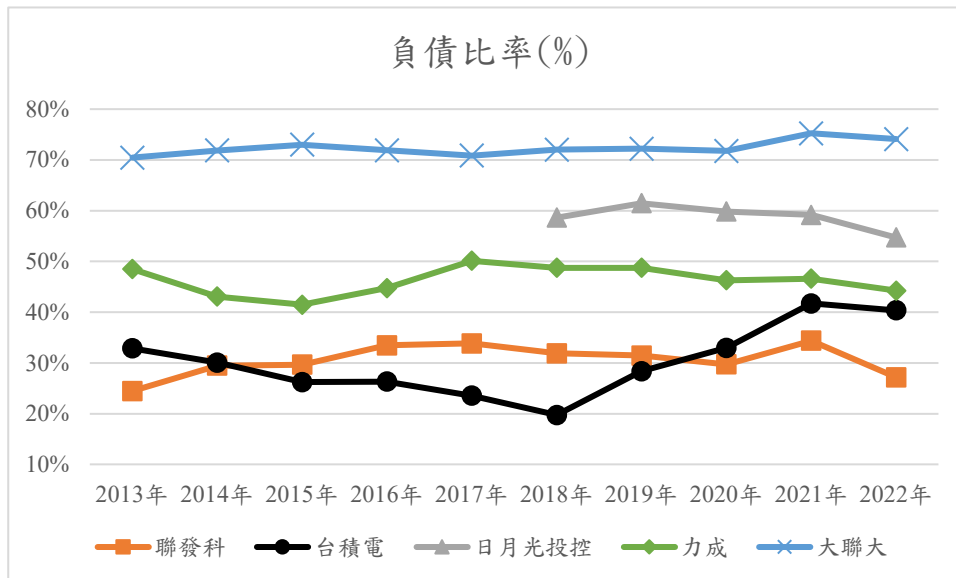
(5)大聯大：營業收益率不到 2%的大聯大，其 IC 通路的營運核心就是買賣業，於是採取與聯發科完全相反的財務策略，善用企業舉債籌得資金，將利息保障倍數維持在個位數，除了 2019 與 2022 年外，都高於 5 倍。

¹⁰³ 台積電官網/投資人關係/財務資訊/信用評等/國內公司債一覽表&海外公司債一覽表，2023/10。https://investor.tsmc.com/chinese/credit-rating

(七) 負債比率

$$\text{負債比率} = \text{負債總額} / \text{資產總額}$$

負債比率通常做為衡量公司負債，藉以評估公司的營運風險。



資料來源：各公司官網，各公司年報，公開資訊觀測站，2023/8

圖 4-11 台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年負債比率趨勢

圖 4-11 表示台灣半導體業代表性公司 2013-2022 年負債比率趨勢，可自其中明顯看出台積電負債比率在 2021~2022 年明顯增加。

(1)台積電：自 2018 年以來增加最多，因應發展需要、新建擴建廠房設備、支應產能擴充計畫等原因，2020~2022 年發行多期公司債，大幅增加新台幣與美元債務，負債比率由 2018 年 19.7%，至 2022 年達 40.4%。台積電擁有標準普爾 AA-與穆迪 Aa3 之債信評等¹⁰⁴，預期台積電負債比率將在比往年較高的水準維持一段時間。

(2)聯發科：2021 與 2022 年負債比率分別為 34.4%與 27.2%，自 2014 年以來，聯發科負債比維持在 30%附近水準，負債比率相對穩定。

(3)日月光：將負債比維持在約 60%，2021-2022 年無特別增加債務。

(4)力成：將負債比維持在 40%~50%區間，2021-2022 年無特別增加債務。

(5)大聯大：IC 通路業的核心是買賣業，營業利益率不到 2%，為擴大公司獲利，故大聯大藉由負債增加營運槓桿，讓公司營收規模擴大，藉著公司管理，在微薄的營業利益率中，獲取更高的獲利。

¹⁰⁴ 台積電官網/投資人關係/財務資訊/信用評等，2023/10。
<https://investor.tsmc.com/chinese/credit-rating>



4.3 台灣半導體產業的未來與挑戰

台灣半導體產業經多年發展，成長出台積電、日月光、聯發科等許多在半導體各自領域領先的業者。展望未來，隨著汽車電子與 AI 等需求持續成長，半導體的未來成長仍相當可期。

市場研究公司 Yole Intelligence 於 2022 年 10 月預測，2021 年汽車半導體市場規模為 440 億美元，預估將以年平均 11.1% 的速度成長，2027 年將達到 807 億美元。從每一輛汽車中安裝的半導體晶片的角度觀察，數量預計將在 5 年內從 820 顆左右增加到 1,100 顆左右。每一輛汽車用半導體晶片的成本，也將從目前的 550 美元，至 2027 年增加至 912 美元¹⁰⁵。

有鑑於生成式人工智慧的發展在 2023 年因為 chatGPT 的流行，大型雲端服務業者爭相搶購 NVIDIA 的 AI 晶片，以便佈署於資料中心、邊緣基礎設施和端點設備中，造成 AI 相關半導體的需求大幅增加。市場調查機構 Gartner 於 2023 年 8 月預估，2022、2023 年 AI 半導體市場規模分別為 442、534 億美元，預估 2024 年將可達 671 億美元，較 2023 年成長 25.6%，並預估 2027 年將達到 1,194 億美元¹⁰⁶。

台灣半導體業面臨許多挑戰，路途並非一片坦途，彙整如下：

(1) 家園經濟學的挑戰

經濟學人雜誌 *Economic* 封面故事提出家園經濟學(Homeland Economics)¹⁰⁷，由於脆弱的供應鏈、對國家安全日益嚴重的威脅，國家管理的保護主義、高補貼在美國、日本與歐盟間興起，反應在台灣半導體業者上，最明顯的就是台積電已到美國與日本設廠，2023 年 ESMC 的設立也隱含將在歐盟設廠。台積電雖在美國有 WaferTech 晶圓廠，在上海與南京也有晶圓廠，並非完全沒有海外設廠經驗；但自 2021 年亞利桑那廠動工興建之後，2023 年 7 月 20 日台積電劉德音董事長宣布量產時間推遲至 2025 年¹⁰⁸，顯示從建廠時程掌握就出現意外，2023 年 8 月衛報也報導台積電與當地工人在作業流程與反對外勞等衝突¹⁰⁹。

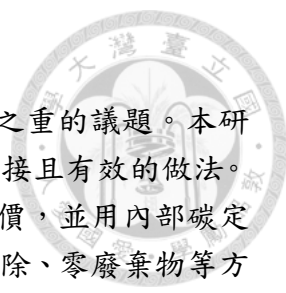
¹⁰⁵ 友子，汽車半導體市場於未來五年市場規模將增加一倍，科技產業資訊室網頁文章，2023/1。
<https://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=19514>

¹⁰⁶ Gartner Forecasts Worldwide AI Chips Revenue to Reach \$53 Billion in 2023, Gartner Press Release, 2023/8。 <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-08-22-gartner-forecasts-worldwide-ai-chips-revenue-to-reach-53-billion-dollars-in-2023>

¹⁰⁷ *Economic*, Vol.499 No.9366, Oct. 7th, 2023

¹⁰⁸ We expect the production schedule of N4 process technology to be pushed out to 2025, 台積電 2Q23 法人說明會逐字稿第 6 頁，2023/7。 <https://investor.tsmc.com/chinese/quarterly-results/2023/q2>

¹⁰⁹ 'They would not listen to us': inside Arizona's troubled chip plant, *The Guardian*, 2023/8。
<https://www.theguardian.com/business/2023/aug/28/phoenix-microchip-plant-biden-union-tsmc>



(2)產業鏈低碳永續議題

ESG 是所有企業都要自我檢視的議題，其中企業減碳是重中之重的議題。本研究認為，學習與參考國際大廠成功案例，以及購買綠電，是最為直接且有效的做法。其中，微軟的作法可以參考¹¹⁰：微軟在 2012 年開始施內部碳定價，並用內部碳定價所得成立氣候基金，投資相關創新技術或商業模式，並朝碳移除、零廢棄物等方向努力。

(3)如何克服工總提到的五缺：缺才、缺工、缺水、缺地、缺電

全國工業總會在 2023 年 8 月發表最新的<2023 工總白皮書>，揭露台灣產業面臨多項挑戰，其中「五缺」指的是缺才、缺工、缺水、缺地、缺電。從台積電赴海外設廠，就可明快的解決缺工、缺水、缺地與缺電問題。缺才其實是全球所有的企業都會遇到的問題，育才是直面這個問題的解決方法。教育部於 2021 年通過台大、清華、陽明交通、及成大等四校設立「國家重點領域研究學院」，國家重點領域範圍指：半導體、人工智慧、智慧製造、循環經濟、金融等五大領域¹¹¹。在這樣的背景下，2021 年底四所大學均順利成立各校的半導體學院，之後台北科大、中山大學也相繼成立，有助於解決半導體缺才的困境¹¹²。

成立 36 年台積電，以作為全球邏輯積體電路產業中，長期且值得信賴的技術及產能提供者為使命。持續朝其願景¹¹³成為全球最先進及最大的專業積體電路技術及製造服務業者繼續努力不懈。

¹¹⁰ Our Microsoft sustainability journey，微軟公司，2023/10。

<https://www.microsoft.com/en-us/corporate-responsibility/sustainability-journey>

¹¹¹ 林承臻(高等教育司聯絡人)，教育部已通過 4 所國立大學設立「國家重點領域研究學院」產官學界創新產學合作及人才培育，教育部高等教育司官網/即時新聞，2021/9。

https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=A9C96EE8EA102D5F

¹¹² 朱俊彰、楊玉惠，《高教創新：企業政府合作辦學、搶救人才荒—六大半導體研究學院》第 17 頁，教育部高教司、教育部技職司，2023/5。

<https://www.news.high.edu.tw/uploads/edm/202305080916135739.pdf>

¹¹³ 台積電官網/願景與使命，2023/12。 <https://www.tsmc.com/chinese/aboutTSMC/mission>

第五章 結論與建議



本研究選擇台積電做個案研究，除了台積電是台灣半導體公司營收龍頭外(表 4-1)，台積電更是讓台灣晶圓代工在全球市佔率超過七成的主要原因(表 2-5)。

台積電的晶圓代工商業模式成功，從 1987 年剛成立時最初的一座 6 吋廠，發展至 2022 年擁有多個廠區，產能超過 1,500 萬片 12 吋晶圓約當量的巨大規模，而且仍持續增蓋新廠，預計熊本、亞利桑那廠也將陸續完工加入量產行列。除了規模以外，台積電也致力於發展更高階的新一代製程(圖 4-1)，2022 年推出 3 奈米製程(N3)之後，並將該製程持續擴展，速度更快和車用版本也將陸續推出，多樣化的製程可以滿足客戶的不同需求。除了製程上的研發，台積電也開發出多種高階封裝技術。與高階製程研發一體兩面的，就是高額資本支出。2016 年台積電資本支出剛突破 100 億美元，2022 年已增加至 363 億美元(表 4-4)，隨著高階製程設備價格提高，每月產能 5 萬片 5 奈米晶圓資本支出達 160 億美元(圖 4-3)，讓聯電等許多晶圓代工業者放棄高階製程。

台積電、聯電與世界先進同為台灣較具規模的晶圓代工業者，2022 年營收分別為 2.3 兆元、2,787 億元與 517 億元，華邦電與南亞科 2022 年營收分別為 945 億元與 570 億元。從營收規模來看，台積電營收明顯高出另外四家(表 4-7)。從毛利率趨勢(圖 4-4)觀察，除了南亞科在記憶體景氣大好之年毛利率可以挑戰台積電外，其餘業者與台積電有明顯的差距；從權益報酬率趨勢(圖 4-5)觀察，扣除因減資影響的南亞科外，台積電與世界先進表現最佳，但若考慮台積電每年有不低於營收 30%用於資本支出(表 4-4)，而世界先進是製程相當成熟資本支出較少的 8 吋廠，台積電營運績效與擁有晶圓廠的台灣同業相比，顯得相當優秀。

台積電與台灣半導體界中的 IC 設計、封裝測試、以及 IC 通路代表性公司相比，也相當優秀。本研究選取聯發科(IC 設計)、日月光投控和力成(封裝測試)，以及大聯大(IC 通路)，就指標性的財務數字進行比較。近 10 年台積電毛利率多在 50%之上(圖 4-6)、營業利益率接近 40%(圖 4-7)，領先其他四家業者；台積電股東權益報酬率都在 20%之上，2020 年後更超過 30%，也明顯且持續領先其他四家業者(圖 4-8)；因受到大環境不確定性的影響，使得台積電客戶調整庫存管理方法，讓台積電存貨週轉天數自 2020 年後明顯增加(圖 4-9)；由於晶圓代工所需資本支出遠高於封測，更高於 IC 設計與通路，為因應後續發展於 2020-2022 年共發行 20 期新台幣公司債，以及 7 次國內美元公司債與海外美元公司債，讓台積電 2020-2022 年雖借款金額大幅上升，但利息保障倍數僅低於採低負債策略的聯發科，仍優於日月光投控、力成與大聯大(表 4-9)；負債比也僅高於聯發科，較日月光投控、力成與大聯大來得低(圖 4-10)。

半導體即將迎來車用電子與 AI 帶動下一波的成長，但同時也面對眾多挑戰，本研究針對家園經濟學、低碳永續與五缺，提出建議：

(1)家園經濟學的挑戰。近期許多國家對半導體產業提出保護主義，補貼在美國、日本與歐盟間興起，反應在台灣半導體業者上，最明顯的就是台積電已到美國與日本設廠。除了台積電外，相關供應鏈業者也可能需要去美洲、歐洲設廠，克服不同文化的挑戰，方得享受成長的果實。

(2)產業鏈低碳永續議題。企業減碳是重中之重的議題。本研究認為，學習與參考國際大廠成功案例，以及購買綠電，並用內部碳定價所得成立氣候基金，投資相關創新技術或商業模式，並朝碳移除、零廢棄物等方向努力。

(3)如何克服工總提到的五缺：缺才、缺工、缺水、缺地、缺電。從台積電赴海外設廠，就可明快的解決缺工、缺水、缺地與缺電問題；缺才其實是全球所有的企業都會遇到的問題，育才是直面這個問題的解決方法。台大、清華、陽明交通、成大、台北科大和中山等六所大學設立半導體學院，有助於解決半導體缺才的困境。

最後，我們再重新回顧半導體產業結構：IC 設計、晶圓代工、IC 封測與 IC 通路。在台積電成立之前，前三項工作同屬一家公司；台積電晶圓代工的商業模式出現之後，將製造變成獨立的第三方工廠，而半導體製造因為需晶圓廠的投資，是高度資金密集的環節，台積電打破了新業者要進入半導體產業的資金門檻，能藉由委外代工的模式，委託台積電製造，IC 設計公司大量興起，如高通、NVIDIA、聯發科等業者，都取得巨大的成功。客戶的成功意味著台灣半導體產業的機會，台灣半導體業者搭上 PC 的成長、手機的成長，未來將在車用電子與 AI 的帶動下，迎向新一波的成長浪潮。

參考文獻



1. 謝德宗(2015)，《財務管理》，五南出版社，2015/10。
2. 彭茂榮等著(2017)，《2017 半導體產業年鑑》，工研院產經所，2017/7。
3. 江柏風等著(2018)，《2018 半導體產業年鑑》，工研院產科國際所，2018/7。
4. 江柏風等著(2019)，《2019 半導體產業年鑑》，工研院產科國際所，2019/7。
5. 江柏風等著(2020)，《2020 半導體產業年鑑》，工研院產科國際所，2020/7。
6. 江柏風等著(2021)，《2021 半導體產業年鑑》，工研院產科國際所，2021/7。
7. 鄧靖江(2009)，《中小型 IC 通路商轉型策略研究-以個案公司為例》，台大管理學院碩士在職專班碩士論文，2009/5。

主要網路參考資料

1. 國際半導體協會 SEMI，<https://www.semi.org/zh>
2. 半導體貿易統計協會 WSTS，<https://www.wsts.org/>
3. 台積電官網，<https://www.tsmc.com/chinese>
4. 公開資訊觀測站，<https://mops.twse.com.tw/>
5. 科技產業資訊室，<https://iknow.stpi.narl.org.tw/>
6. DIGITIMES 科技網，<https://www.digitimes.com.tw/>