

國立臺灣大學工學院工業工程學研究所

碩士論文



Institute of Industrial Engineering

College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis

半導體產業 ESG 應用：以回收 IC 晶片塑膠載盤為例

An application of ESG in Semiconductor Industry: A

case study of IC packing tray recycling in Taiwan

李柏翰

Po-Han Li

指導教授：吳政鴻 博士

Advisor: Cheng-Hung Wu, Ph.D.

中華民國 112 年 06 月

June, 2023

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

論文中文題目：半導體產業 ESG 應用：以回收 IC 晶
片塑膠載盤為例

論文英文題目：An application of ESG in
Semiconductor Industry : A case
study of IC packing tray recycling in
Taiwan

本論文係李柏翰君（學號 P10546018）在國立臺灣大學工業工程
學研究所完成之碩士學位論文，於民國 112 年 6 月 26 日承下列考試委
員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

吳政鴻
(指導教授)

吳政鴻

陳文智

陳文智

周育樂

周育樂

系主任、所長： 洪一薰

洪一薰

中文摘要



隨著全球氣候變遷與資源枯竭的問題日益嚴重，企業環境、社會與治理(ESG)指標在企業經營策略中的重要性逐漸凸顯。本論文以半導體產業為例，探討 ESG 應用於回收 IC 晶片塑膠載盤的實踐與成效。IC 晶片塑膠載盤(Tray)是半導體製程中必要的乘載與包裝物料，但在產業發展與製造過程中會產生大量廢棄物。通過對半導體企業回收 IC 晶片塑膠載盤的現況進行分析，本研究旨在提出一套有效的回收與再利用策略，並評估其對企業 ESG 績效的影響。

首先，本研究對半導體產業的環境衝擊進行了詳細分析，指出 IC 晶片塑膠載盤的廢棄物對環境造成的嚴重影響。接著，本文梳理了半導體企業目前在 IC 晶片塑膠載盤的回收方面的主要做法，並綜合了國內外相關政策與法規。在此基礎上，本研究提出了一套針對半導體產業 IC 晶片塑膠載盤的回收的具體策略，包括第三方專責回收機構、建立回收網絡、設計可重複使用與可追溯的 IC 晶片塑膠載盤的系統與流程、以及加強綠色採購等措施。

研究結果顯示，透過實施嚴格的回收與再利用政策，企業能有效降低 IC 晶片塑膠載盤的浪費與對環境的影響，提高資源利用效率，並降低生產成本。同時，企業可藉由提升 ESG 績效，增加投資者信心與市場競爭力。此外，本研究亦建議政府制定相應政策，以推動整個產業朝向可持續發展。

為了更深入地了解半導體企業回收 IC 晶片塑膠載盤的實際操作情況，本研究對具有代表性的半導體企業進行了案例分析。此企業在 IC 晶片塑膠載盤的回收與再利用方面的實踐表明，有效的回收策略對於降低資源消耗和減少環境污染具有重要作用。經過深入分析，本研究發現企業在回收 IC 晶片塑膠載盤的過程中面臨諸多挑戰，包括回收成本、技術創新、法規遵從以及產業合作等方面的問題。因此，本文提出了一些建議，以協助企業克服這些挑戰，實現 ESG 目標。

首先，企業應積極參與政策制定，與政府部門密切合作，共同推動產業轉型。政府應加大對可持續發展政策的支持，並制定相應的獎勵措施，以促使更多企業實

施環保回收策略。此外，政府應該完善相關法規，加強對違法行為的監管和處罰。

其次，企業需要加大對研發的投入，開發出更環保、可重複使用的 IC 晶片塑膠載盤的材料與設計，以降低生產過程中的資源消耗。此外，企業應該積極探索新的回收技術，提高回收效率與延長回收再利用次數，降低回收成本。

第三，企業應建立全面的 IC 晶片塑膠載盤的回收管理體系，包括回收網絡、第三方專責機構合作夥伴、標準制定等方面的規劃。通過建立健全的管理體系，企業能更好地實現 IC 晶片塑膠載盤的回收與再利用，從而提高 ESG 績效。

最後，產業間的合作亦至關重要。企業應積極與同行業的其他企業建立合作機制，共同探討回收問題，攜手推動半導體產業的可持續發展。

總之，本研究通過分析半導體產業中 IC 晶片塑膠載盤的回收的現狀與挑戰，提出了一套有效的回收與再利用策略，以及相應的政策建議。實施這些策略有助於提高企業的 ESG 績效，為半導體產業的可持續發展奠定基礎。此外，這些策略對於資源效益的提升、生產成本的降低以及環境保護都具有重要意義。在未來的實踐中，政府、企業和整個產業應共同努力，攜手推動半導體產業的綠色轉型，以滿足日益嚴格的環境、社會和治理要求。同時，半導體企業在提高 ESG 績效的過程中，也將獲得更多投資者的信任和支持，進而提升市場競爭力，實現企業的可持續發展。關鍵詞：企業社會責任 (CSR)、環境，社會及治理、半導體封裝測試、IC 晶片塑膠載盤的回收、循環經濟、成本降低、企業形象、社會信任度

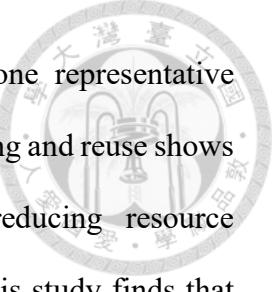
Abstract

With the increasingly serious and sever problems of global climate change and resource depletion, the importance of corporate environmental, social and governance (ESG) indicators in corporate business strategies has gradually become prominent. This paper takes the semiconductor industry as an example to discuss the practice and effectiveness of ESG in Tray recycling. Tray is a necessary shipping and packing material in the semiconductor manufacturing process, but a large amount of waste is generated in the process of industrial development and manufacturing. By analyzing the current status of Tray recycling in semiconductor companies, this study aims to propose an effective recycling and reuse strategy and evaluate its impact on corporate ESG performance.

First, this study conducts a detailed analysis of the environmental impact of the semiconductor industry, pointing out the serious impact of Tray waste on the environment. Next, this paper sorts out the current main practices of semiconductor companies in Tray recycling, and synthesizes relevant domestic and foreign policies and regulations. On this basis, this study proposes a set of specific strategies for Tray recycling in the semiconductor industry, including establishing a dedicated recycling agency, establishing a recycling network, designing reusable and traceable Tray and system, and strengthening green procurement.

The research results show that by implementing strict recycling and reuse policies, enterprises can effectively reduce Tray waste and impact on the environment, improve resource utilization efficiency, and reduce production costs. At the same time, companies can increase investor confidence and market competitiveness by improving ESG performance. In addition, this study also recommends that the government formulate corresponding policies to promote the sustainable development of the entire industry.

In order to gain a deeper understanding of the actual operation of Tray recycling by



semiconductor companies, this study conducted a case study on one representative semiconductor company. The practice of this enterprise in Tray recycling and reuse shows that effective recycling strategies play an important role in reducing resource consumption and environmental pollution. After in-depth analysis, this study finds that enterprises face many challenges in the process of Tray recycling, including recycling costs, technological innovation, regulatory compliance, and industrial cooperation. Therefore, this paper proposes some recommendations to assist companies to overcome these challenges and achieve ESG goals.

First, enterprises should actively participate in policy formulation and work closely with government departments to jointly promote industrial transformation. The government should increase support for sustainable development policies and formulate corresponding incentive measures to encourage more companies to implement environmentally friendly recycling strategies. In addition, the government should improve relevant laws and regulations, and strengthen the supervision and punishment of violations.

Secondly, companies need to increase investment in research and development to develop more environmentally friendly and reusable materials and tray designs to reduce resource consumption in the production process. In addition, enterprises should actively explore new recycling technologies to improve recycling efficiency and lifetime and reduce recycling costs.

Third, enterprises should establish a comprehensive Tray recycling management system, including plans for recycling networks, dedicated agencies, and standard formulation. By establishing a sound management system, companies can better realize the recycling and reuse of Tray, thereby improving ESG performance.

Finally, cooperation between industries is also crucial. Enterprises should actively establish a cooperation mechanism with other enterprises in the same industry to jointly

discuss recycling issues and promote the sustainable development of the semiconductor industry cooperatively.

In conclusion, this study puts forward a set of effective recycling and reuse strategies and corresponding policy recommendations by analyzing the status and challenges of Tray recycling in the semiconductor industry. Implementing these strategies will help improve the ESG performance of companies and lay a foundation for the sustainable development of the semiconductor industry. In addition, these strategies are of great significance for the improvement of resource efficiency, the reduction of production costs, and environmental protection. In future practice, the government, enterprises, and the entire industry should work together to promote the green transformation of the semiconductor industry to meet increasingly stringent environmental, social, and governance requirements. At the same time, in the process of improving ESG performance, semiconductor companies will also gain the trust and support of more investors, thereby enhancing market competitiveness and achieving sustainable development of the company.

Keywords: Corporate Social Responsibility (CSR), ESG, Semiconductor Assembly and Testing, IC Packing Tray Recycling, Circular Economy, Cost Reduction, Corporate Image, Social Trust

目錄



口試委員審定書	i
中文摘要	ii
Abstract	iv
目錄	vii
圖目錄	ix
表目錄	x
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的、特性與貢獻	4
第三節 研究流程	7
第二章 文獻回顧與探討	8
第一節 半導體產業的 ESG 背景	8
第二節 半導體產業的 ESG 趨勢	11
第三節 企業社會責任理論	14
第四節 綠色供應鏈管理理論	16
第五節 三重底線理論	18
第三章 半導體 IC 晶片塑膠載盤的回收與再利用	19
第一節 半導體產業簡介	19
第二節 IC 晶片塑膠載盤的回收檢驗流程	23
第三節 回收 IC 晶片塑膠載盤的經濟效益	25
第四節 回收 IC 晶片塑膠載盤的環境影響	27

第四章 推動回收 IC 晶片塑膠載盤的政策與法規	29
第一節 國內政策與法規	29
第二節 國際標準與協議	31
第五章 實證研究	34
第一節 成功實施 IC 晶片塑膠載盤回收的企業個案概述	34
第二節 個案策略分析與未來方向	36
第六章 結論與建議	43
第一節 結論	43
第二節 建議	44
參考文獻	52

圖 目 錄

圖 1 半導體產業歷史進程圖	19
圖 2 IC 封裝流程圖	21
圖 3 IC 晶片塑膠載盤回收檢驗流程	23
圖 4 IC 晶片塑膠載盤 ID 與 QR Code	35
圖 5 7 槽式超音波與熱風吹乾流程	45
圖 6 公司治理 3.0-永續發展藍圖時程	47



表目錄

表 1 2022 上半年全球十大封測廠營收排名	36
表 2 全球知名品牌的減碳目標	37
表 3 ABC 半導體 2022 年每月回收 IC Tray 清洗檢驗生產紀錄表.....	39
表 4 ABC 半導體 2022 年 IC 晶片塑膠載盤回收再使用效益分析	40



第一章 緒論



在現今高科技的時代，半導體產業扮演了至關重要的角色，驅動著從智能手機到自動駕駛汽車的各種設備。然而，這個產業也面臨著嚴峻的環境挑戰，其中之一就是晶片生產過程中產生的大量廢料。在這個情況下，ESG（環境、社會及治理）的概念和實踐在半導體產業中的重要性日益突出。如何在維持產業生產效率的同時，實現環保與可持續性的目標，亦成為業界和學界關注的問題。

第一節 研究背景與動機

一、緣由

半導體產業是全球科技發展的重要推動者，也是台灣的國家戰略產業。台灣半導體產業自 1980 年代起逐漸崛起，擁有完整的產業鏈，涵蓋晶片設計、晶圓製造、封裝、測試等各個環節。台灣在半導體產業的發展上取得了顯著成就，成為全球知名的半導體製造大國。台灣的半導體產業具有以下幾個特點：

1. 產業集中度高：台灣半導體產業擁有多知名企業，如台積電(TSMC)、聯發科(MediaTek)、聯電(UMC)、日月光投控(ASE)、瑞昱(Realtek)等。這些企業在全球半導體市場具有很高的份額和競爭力。
2. 技術創新能力強：台灣半導體企業擁有高度的研發投入和技術創新能力。台積電作為全球最大的專業積體電路(IC)代工廠，具有領先的製程技術，為全球許多知名半導體公司提供代工服務。聯發科則在無線通信、多媒體、消費電子等領域擁有優勢。
3. 產業鏈完整：台灣半導體產業涵蓋了晶片設計、晶圓製造、封裝和測試等各個環節，形成了完整的半導體產業鏈與群聚效應。這有利於降低生產成本，提高產品競爭力。
4. 國際競爭力強：台灣半導體產業具有很高的國際競爭力，並與全球其他半導體產業大國如美國、日本、韓國等保持密切合作。這有助於台灣半導體產業在全球市場中獲得更多市場份額和競爭優勢。

然而，半導體製造過程不僅耗能耗水，也會排放大量的溫室氣體和危險廢棄物，對環境造成嚴重的負面影響。因此，半導體產業必須積極實踐 ESG（環境、社會、治理）的永續理念，以回應全球氣候變遷的挑戰，並提升競爭力和企業形象。

1. 資源利用和環境保護方面，企業需要加強對生產過程中能源和水資源的節約，減少廢水和廢氣排放，並積極探索綠色製程技術¹。此外，半導體企業應關注電子廢棄物的回收與處理，以減少對環境的影響。
2. 社會責任方面，台灣半導體企業需要關注勞工權益和職業安全，提高員工福利與培訓，並積極參與社區公益活動，以展現企業對社會的承擔與貢獻²。
3. 公司治理方面，企業應加強內部監管機制，提高企業透明度，並與利益相關方保持良好的溝通和協作，以提高企業的可持續經營能力³。

在本研究中，將以回收 Tray (IC 晶片塑膠載盤) 為例，探討半導體產業如何實踐 ESG 的永續應用。IC 晶片塑膠載盤的是一種用來乘載、固定與運送晶片的塑膠載盤，每個 IC 晶片塑膠載盤依照封裝形式與外觀尺寸不同而有著數量不一之承载量。根據統計，每年全球約有 2.8 億個 IC 晶片塑膠載盤的使用量，相當於 4 萬噸的塑膠廢料。如果這些 IC 晶片塑膠載盤沒有被回收利用，將會造成嚴重資源浪費和環境污染。此外，根據行政院環境保護署的碳足跡排放係數 IC 晶片塑膠載盤的主要材質 MPPE 與 MPP0 的碳排放量約為 2.72 公斤二氧化碳當量 (CO₂e) / 公斤⁴。因此，如果回收 1 公斤 IC 晶片塑膠載盤，可以減少約 2.72 公斤的二氧化碳當量的排放量。但是，這個數字僅是一個大致的估算，實際的碳排放量可能會因地區、生產過程和回收方式等因素而有所不同。如果上述的 4 萬噸 IC 晶片塑膠載盤都能

¹ SDGs 一次看懂：聯合國 17 項永續發展目標內涵是什麼？如何實踐？ | Shakti | ESG 遠見 (gvm.com.tw)

² 2021 年聯發科技永續報告書.pdf (d86o2zu8ugzlg.cloudfront.net)

³ 新聞稿-金管會正式啟動「公司治理 3.0-永續發展藍圖」-金融監督管理委員會全球資訊網 (fsc.gov.tw)

⁴ https://data.epa.gov.tw/dataset/detail/CFP_P_02

被回收再利用，將減少約 9.48 萬噸的二氧化碳當量的排放量。因此，回收 IC 晶片塑膠載盤不僅可以減少半導體產業的成本和廢棄物，也可以提升其 ESG 表現。回收 IC 晶片塑膠載盤的方法有多種，例如清洗、重工修補、再利用；或者將廢棄的 IC 晶片塑膠載盤打碎、熔化、再製成新的塑膠原料或其他產品。透過這些方法，半導體產業可以減少碳排放、節約水資源、提高產品品質和可靠度。此外，回收 IC 晶片塑膠載盤也可以增加社會責任感，提升員工的環保意識和參與度，並獲得客戶和投資者的信任和支持。在公司治理方面，回收 IC 晶片塑膠載盤也可以建立良好的內部管理制度和流程，並符合國際的環保標準和規範。

綜上所述，回收 IC 晶片塑膠載盤是半導體產業實踐 ESG 的一個具體而有效的方案，不僅有助於減少環境負擔，也有助於提升企業競爭力和永續發展。本文將在後續章節中，詳細介紹回收 IC 晶片塑膠載盤的方法、效益和挑戰，並提出相關的建議和展望。

二、半導體 IC 晶片塑膠載盤回收的限制與挑戰

儘管回收與循環再利用 IC 晶片塑膠載盤對於降低環境影響和減少資源浪費具有相當的潛在價值，但仍存在一些限制和挑戰，如下所述：

1. **材料多樣性與獨特性：**IC 晶片塑膠載盤可能由不同的塑膠導電複合材料製成，如聚丙烯 (PP)、聚苯醚 (PPE/PPO) 或聚碳酸酯 (PC)。由於各種塑膠原料的成分和性能不同的多樣性。又因為有加入抗靜電劑與耐高溫要求，所以只能運用在半導體產業的獨特性。這可能會導致回收和處理過程中的問題。
2. **汙染物和殘留物：**在使用過程中，半導體 IC 晶片塑膠載盤可能會被製程中的化學物質、黏膠、微粒或其他雜質污染。這些污染物可能影響 IC 晶片塑膠載盤的回收和再利用的品質與回收率。
3. **品質標準和兼容性：**為了確保晶片的安全和性能，IC 晶片塑膠載盤需要滿足嚴格的品質標準。回收和再利用的 IC 晶片塑膠載盤必須經過清潔

與比照新 IC 晶片塑膠載盤的品質規範進行檢測，以確保它們在尺寸、材料強度和熱 穩穩定性等方面仍然符合品質要求。此外，不同生產商的 IC 晶片塑膠載盤之間也可能因設計不同而存在兼容性問題，這可能會限制了回收和再利用的範圍與作業難度。



4. 供應鏈問題：半導體 IC 晶片塑膠載盤的回收通常涉及多個利益相關者，如晶片設計公司，晶片封測廠、IC 晶片塑膠載盤生產商和回收再利用公司等。在這些參與者之間建立有效的合作關係和溝通與物流管道可能具有相當挑戰性。
5. 供給不足：對於回收和再利用的半導體 IC 晶片塑膠載盤，可能因為原 IC 晶片塑膠載盤製造商材料與設計或存放環境不佳等因素導致回收良率過低。這也可能會限制回收作業的可持續性與擴展性。
6. 法規和政策：不同國家和地區對塑膠製品回收和處裡的法規和政策差異較大。這可能會導致回收項目在全球範圍內的推廣和實施面臨困難。

儘管回收半導體 IC 晶片塑膠載盤面臨著上述挑戰，但隨着可持續發展意識的提高和技術的不斷發展與創新，半導體 IC 晶片塑膠載盤回收仍然是一個有前景的項目。需要更多的研究與多方合作來解決這些挑戰，以實現更全面與更有效率的回收系統與機制。

第二節 研究目的、特性與貢獻

一、研究目的

隨著聯合國 195 個成員國於 2015 年 12 月 12 日於聯合國氣候峰會共同擬定與簽署巴黎協定與 2030 永續發展議程後，ESG（環境、社會及公司治理）在企業經營中扮演越來越重要的角色⁵，特別是在半導體產業。半導體產業對資源的需求高，且產業中的一些製程對環境造成損害。而在 ESG 實踐中，IC 晶片塑膠載盤的回收

⁵ ESG 有哪些重要績效指標？企業要如何永續經營？一文看懂為什麼—ESG 永續台灣 (businessstoday.com.tw)

再利用被認為是一種具有潛力的綠色策略。然而，如何實施有效的 IC 晶片塑膠載盤回收再利用，並將其與半導體產業的 ESG 實踐深度結合，仍是一個值得深入探討的議題。本研究以回收 IC 晶片塑膠載盤為例，旨在探討半導體產業在 ESG 方面的實踐和改進，主要目的包括：

1. 分析回收 IC 晶片塑膠載盤對半導體產業環境影響的改善：評估回收 IC 晶片塑膠載盤在減少廢棄物、降低能耗和減少溫室氣體排放方面的貢獻，從而提高產業的環境可持續性。
2. 評估回收 IC 晶片塑膠載盤對半導體產業經濟效益的影響：通過降低原材料成本和減少廢棄物處理費用，研究回收 IC 晶片塑膠載盤對企業經濟效益的影響，以及該策略如何促使企業實施可持續發展戰略。
3. 探討回收 IC 晶片塑膠載盤對企業社會責任 (CSR) 的提升：研究回收 IC 晶片塑膠載盤在提高企業形象、滿足客戶需求和符合政府法規方面的作用，以及如何激勵企業履行社會責任。
4. 分析回收 IC 晶片塑膠載盤在半導體產業治理中的作用：探討在 ESG 框架下，企業如何制定和實施相關政策以推動回收 IC 晶片塑膠載盤的使用，以及該策略如何影響企業的治理結構和風險管理。
5. 研究回收 IC 晶片塑膠載盤在半導體產業的成功案例和挑戰：分析已成功實施回收 IC 晶片塑膠載盤策略的企業和相關案例，總結其經驗教訓，並探討在推廣回收 IC 晶片塑膠載盤過程中可能面臨的挑戰和應對措施。
6. 提出實施回收 IC 晶片塑膠載盤的策略與方法：根據上述研究成果，提出具體的回收 IC 晶片塑膠載盤實施策略和方法，以促進半導體產業在 ESG 方面的表現。

本研究的目標是探討如何在半導體產業中實現更高效、更具永續性的 IC 晶片塑膠載盤回收再利用，並藉此推動半導體產業的 ESG 實踐，以實現半導體產業的綠色發展和社會責任。本研究的成果將對半導體產業的永續發展，以及相關政策和管理決策的制定具有相當的參考價值。

二、研究特性與貢獻

本研究具有以下特性：

1. 實證性：研究基於實際案例，通過分析已成功實施回收 IC 晶片塑膠載盤策略的企業，獲得現實經驗和數據支持。
2. 前瞻性：隨著全球對可持續發展和綠色經濟的日益關注，本研究具有很強的時效性和前瞻性，有助於引導半導體產業未來的發展方向。
3. 創新性：回收 IC 晶片塑膠載盤作為半導體產業 ESG 應用的一個具體例子，本研究將從環境、社會和治理等多個方面探討其應用的影響和挑戰，為半導體產業可持續發展提供新的思路和方向。
4. 可操作性：通過對成功實施回收 IC 晶片塑膠載盤策略的企業案例的分析，本研究提供具體可行的建議，有助於推動半導體產業的 ESG 應用。
5. 可持續發展觀念：本研究強調半導體產業在追求經濟效益的同時，應充分考慮環境、社會和治理等方面的影響，以實現可持續發展。回收 IC 晶片塑膠載盤作為一種環保措施，將有助於提高半導體產業的綜合競爭力和社會責任感⁶。

綜上所述，本研究以回收 IC 晶片塑膠載盤為例，探討半導體產業 ESG 應用的特性和影響，旨在為半導體產業的可持續發展提供有益的理論和實踐指引。通過分析回收 IC 晶片塑膠載盤在半導體產業中的環境、社會和治理影響，本研究將有助於：

1. 提高半導體產業的環境保護水平：通過回收 IC 晶片塑膠載盤的實施，協助企業降低能耗、減少廢棄物和減少溫室氣體排放，從而提高整個產業的環境可持續性。
2. 優化半導體產業的社會責任：研究將分析回收 IC 晶片塑膠載盤如何提高企業形象、滿足客戶需求和符合政府法規，以促使企業更加重視社會

⁶ TSIA 台灣半導體協會 <https://www.tsia.org.tw/PageContent?pageID=282>

責任和可持續發展。

3. 改善半導體產業的治理結構：本研究將探討在 ESG 框架下，企業如何制定和實施相關政策以推動回收 IC 晶片塑膠載盤的使用。
4. 提供實用的政策建議和對策：根據研究結果，本研究將為政府和企業提供針對性的政策建議和對策，以促進半導體產業回收 IC 晶片塑膠載盤的普及和應用。
5. 促進知識分享和經驗借鑑：通過彙總和分析成功實施回收 IC 晶片塑膠載盤策略的企業案例，本研究將為其他企業提供寶貴的經驗教訓，促使更多企業參與到半導體產業的可持續發展中。

第三節 研究流程

本研究以回收 IC 晶片塑膠載盤為例，探討半導體產業 ESG 應用的現狀、影響和挑戰。研究流程如下：

1. 確定研究目標：明確研究的主要目標，即分析回收 IC 晶片塑膠載盤在半導體產業 ESG 應用的現狀和影響，並探討相關挑戰。
2. 文獻回顧與探討：對相關文獻進行系統性回顧，了解半導體產業 ESG 應用的背景與趨勢，特別是回收 IC 晶片塑膠載盤在環境、社會和治理方面的應用和影響。
3. 數據收集：從多個數據來源收集相關數據，包括企業年報、政府統計數據、行業報告和學術研究。確保所收集的數據具有可靠性和一致性。
4. 定性分析：通過對企業和行業案例的深入研究，探討回收 IC 晶片塑膠載盤在半導體產業 ESG 應用中的實際影響和挑戰。進行訪談、觀察和內容分析等定性研究方法。
5. 案例分析：收集並分析成功實施回收 IC 晶片塑膠載盤策略的企業案例，從中提煉經驗教訓，為其他企業提供借鑑。
6. 政策建議與對策：根據定性分析的結果，提出針對半導體產業回收 IC 晶

片塑膠載盤應用的政策建議和對策，以促進半導體產業在環境、社會和治理方面的可持續發展。

7. 研究報告撰寫：整合研究過程中的發現和結論，撰寫全面的研究報告，呈現研究成果。



第二章 文獻回顧與探討

半導體產業在全球經濟中扮演著關鍵角色，隨著 ESG (環境、社會和治理) 指標越來越受到重視，其在製程中產生的環境問題也日益引起公眾關注。其中，IC 晶片的塑膠載盤在使用後常成為難以處理的廢棄物，對環境造成嚴重影響。因此，如何實施有效的 IC 晶片塑膠載盤回收與再利用，以降低半導體產業的環境影響，已成為一個迫切需要解決的問題。本章的文獻回顧與探討從半導體產業的 ESG 背景與趨勢出發，揭示出一個不斷變化且尋求可持續發展的產業景象，藉由理解企業社會責任、綠色供應鏈管理以及三重底線理論，深入探討半導體產業如何努力實現其環境、社會以及經濟目標。隨著科技的快速進步以及全球氣候變遷的壓力，半導體產業的 ESG 議題將持續成為未來研究的重要焦點，並探討可能的解決方案。

第一節 半導體產業的 ESG 背景

半導體產業是全球高科技產業的基石，其產品廣泛應用於消費電子、汽車、醫療、通訊等領域。隨著科技的不斷發展和市場需求的增長，半導體產業正面臨著越來越多的環境、社會和公司治理 (ESG) 挑戰。Shen, S. P., & Tsai, J. F. (2022)指出近年來電子技術的進步推動了全球半導體行業的繁榮。在進行商業活動時，相關人員努力追求經濟，社會，環境和生態的平衡發展。面對先進工藝的演變和產能的擴大，半導體企業不斷擴大循環經濟，以有效減少廢棄物量上升對環境的影響。為了實現資源回收和再利用，企業應逐步實施從廢棄物管理到可持續資源管理的管理策略。在不斷從源頭上減少資源使用的同時，企業應首先考慮在工廠中重複使用原材料，並在製造過程中使用原材料後延遲將材料作為廢棄物丟棄。以下是半導體產



1. 環境 (Environment)

半導體產業在生產過程中會產生大量化學物質、廢水和固體廢棄物。此外，其生產過程通常需要大量的能源和水資源。因此，半導體企業在環境保護方面的努力至關重要。這包括降低能源消耗、減少溫室氣體排放、提高水資源利用效率、減少廢棄物產生以及推廣循環經濟等。Ruberti (2023) 在其研究中指出，半導體製程產業對環境的衝擊包括了能源消耗、有害物質排放，以及廢棄物產生等多個面向。同時，他提出了多種提高環境效率的方法，從製程優化到尖端技術的使用。許嘉棟等人(2018)對半導體廢棄物回收再利用之商業模式進行了深入的探討，著重於半導體業的環境責任。他們的研究揭示了半導體業如何通過採取新的商業模式以達到可持續的經營，並降低其對環境的影響。他們的研究為我們提供了半導體產業在 ESG 實踐中一個重要的視角，即廢棄物管理與再利用的策略。這個觀點與 Wang 等人 (2023) 的研究相輔相成，他們探討了半導體產業如何透過水資源策略和實踐來達到可持續發展。

2. 社會 (Social)

半導體產業的社會責任與影響主要體現在勞工權益與福利、產品責任與供應鏈管理等方面。半導體企業需要確保其員工的權益得到保障，提供具有競爭力的薪酬福利、良好的工作環境和職業發展機會，以期在激烈的產業競爭下能有效地吸引和保留人才⁷。

半導體產品經常用於關鍵的技術應用，例如醫療設備或自駕車。因此，產品的品質與安全對社會的影響極大。為此，半導體公司需要確保他們的產品能在各種狀況下達到高水準的可靠性與效能。此外，半導體企業還需關注生產過程中的安全問題，防止職業危害的發生。林宗憲 (2008)的研究則著重

⁷ 人才吸引與留任: 包容職場 - 台積公司企業社會責任 (tsmc.com)

於探討導入綠色製程對半導體產業的影響。該研究以半導體封裝製程為例，分析了導入綠色製程如何改變生產系統，以及這些改變如何影響產品質量、生產成本和環保表現。該研究的結果表明，綠色製程不僅有利於環保，同時也能提高生產效率和產品品質。

與此同時，隨著全球化的進程，半導體產業的供應鏈已經變得越來越複雜。這也使得確保供應鏈的透明度與公正變得更加重要。供應鏈管理的責任可能包括確保供應商遵守環境與社會標準，或者避免在供應鏈中使用強制勞工。張啟敏 (2017)的研究以台灣積體電路公司的綠色供應鏈管理為例，進一步探討了半導體公司如何透過策略性企業社會責任(CSR)實現ESG原則。該研究顯示，台灣積體電路公司透過綠色供應鏈管理，不僅提高了自身的環保表現，同時也推動了供應鏈上下游企業的環保行為，進而實現整個產業鏈的綠色化。

3. 公司治理 (Governance)

良好的公司治理對於半導體企業的經營和發展至關重要。這包括建立獨立、多元化的董事會組成，以促進創新和競爭力；確保信息披露的透明度，包括財務報告、環境和社會影響評估等；以及制定並執行有效的政策，以保護股東和其他利益相關者的權益⁸。此外，半導體企業還需確保高階管理人員的廉潔度和責任感，並制定適當的風險管理策略，以應對潛在的市場風險和法律法規的變化⁹。黃詩婷 (2022) 的研究探討了公司治理 3.0，也被稱為永續發展藍圖，如何影響企業經營績效，特別是台灣上市電子業。這篇論文強調了公司治理的新模式對於推動企業持續提升其績效的可能性。黃詩婷的研究表明，當企業實施公司治理 3.0 時，可能更進一步改善其經營績效。

⁸ 2021 年趨勢解析《法令遵循篇》公司治理 3.0—布局數位總部、併購重組、公司治理評鑑，擘劃永續發展藍圖 | 勤業眾信 | 法律諮詢服務 (deloitte.com)

⁹ KPMG 發布《2023 全球半導體產業大調查》 八成以上半導體企業預估營收將會成長，車用晶片被視半導體產業營收 - KPMG Taiwan

吳晨安 (2022)的研究發現公司治理評鑑結果與未來之公司價值，在其論文的任何模型中均呈正向關係，而公司治理評鑑結果與未來之財務績效亦多呈正相關，故公司治理評鑑結果可作為預測未來財務績效及公司價值之參考。

公司治理制度健全之企業，才能顯現企業的真正價值，企業是經濟的核心支柱，而董事會是企業的大腦，顯見董事會在公司治理上扮演著舉足輕重的角色。陳怡文(2020)的研究指出公司治理的目的在於為全體股東謀求最大利益，及追求與股東權益相關資訊的公開透明，大型企業之董事會應規劃三分之二以上席次為外部董事，且獨立董事席次宜超過全體董事席次的二分之一，並應設置相關功能性委員會，及透過董事會委任專業經理人負責經營，再由董事會進行監督、指導，方能為公司永續經營及價值創造作出貢獻。蔡昌憲 (2023)的研究進一步探討了董事會在推動永續治理中的角色，以及董事的監督義務。他認為，董事會不僅要監督公司的日常運營，還應該參與公司的長期規劃，包括永續性目標的制定和實現。此外，蔡昌憲還強調了董事的監督義務，認為他們有責任確保公司的行為符合其永續性目標。這種觀點強調了董事會在推動公司永續性的重要性，並為董事如何履行其監督義務提供了實踐指導。

上述的研究都呼籲企業應更加重視永續發展，並認識到公司治理對於企業績效和永續發展的重要性。特別是董事會，它的角色和監督義務被視為在推動公司治理 3.0 和實現企業永續發展中的關鍵因素。因此，這些文獻提供了一個框架，協助企業瞭解如何在新的公司治理模式下，透過董事會的作用，更好地實現永續發展。

第二節 半導體產業的 ESG 趨勢

在過去的幾年裡，半導體產業的 ESG 趨勢已經顯著改變。這些趨勢反映了全球範圍內對可持續發展和企業社會責任的日益關注。以下是一些值得關注的半導

1. ESG 對公司經營效率的正面影響：

江則臻 (2019) 的研究顯示，企業落實 ESG 可以提升公司的經營效率。這提供了實施 ESG 實踐的經濟動力，也間接支持了回收和再利用 IC 晶片塑膠載盤的可行性 (江則臻, 2019)。Alareeni 和 Hamdan (2020) 的研究揭示了 ESG 對美國 S&P 500 上市公司績效的影響。這顯示了實施 ESG，包括廢棄物的再利用，對於公司績效有著正面影響。這也暗示了對於半導體公司，實施 ESG 原則可能有助於提高其經營效率。

2. 提高供應鏈的可持續性¹⁰：

半導體企業正將 ESG 要求納入其供應鏈管理，要求供應商遵守相應的環境、社會和公司治理標準來達成綠色供應鏈的目標。這有助於減少供應鏈風險，提高產品質量，並保護企業的品牌聲譽。許承葦 (2010) 的研究指出，綠色採購對半導體產業的發展產生了正面效應。在垃圾回收和再利用的問題上，許嘉棟等人 (2018) 探討了半導體廢棄物回收再利用的商業模式，為循環經濟提供了新的視角。這些研究強調了綠色製程和綠色採購對於半導體產業的重要性，並為半導體產業提供了實現循環經濟的具體策略。針對 IC 塑膠載盤回收的實踐，Ali 等人 (2021) 的研究以 Matrix Trays 為例，探討了廢棄物發現機會的可能性並將之轉化為價值 (Ali et al., 2021)。此外，Balwada 等人 (2021) 的研究也強調了塑料廢棄物管理在實現循環經濟中的重要性 (Balwada et al., 2021)。這些研究提供了一個重要的視角，即半導體廢棄物並非純粹的廢棄物，而是一種未被充分利用的資源。透過適當的回收和再利用策略，我們可以將這些“廢棄物”轉化為實現可持續發展的“機會”。

3. 聚焦員工福利和勞工安全：

半導體企業越來越重視員工福利和勞工安全問題，提供更具競爭力的

¹⁰ 2022 年 ESG 十大關鍵趨勢解密 | 勤業眾信 | 永續發展服務 (deloitte.com)

薪酬福利、良好的工作環境和職業發展機會。許永忠. (2002)的研究發現當企業服務性福利措施愈多且員工參與程度愈高時，則員工態度之組織承諾、福利滿足、工作投入與福利成效等四個變項有顯著且正向影響。張哲穎(2016)的研究發現影響中小企業職業安全衛生管理績效的關鍵要素為雇主的安全承諾以及內部安全衛生教育訓練的實施。因此，企業也應努力改善生產過程中的安全措施並加強員工安全衛生教育訓練以防止職業危害的發生。

4. 加強信息披露和透明度：

為了滿足投資者和監管機構的需求，半導體企業正努力提高其 ESG 信息披露的透明度。這包括定期發布企業社會責任報告，詳細說明其在環境、社會和公司治理方面的政策和實踐。廖彥傑&王衍智(2023)的研究指出資訊透明有助於確保公司治理品質，較高的 ESG 評等，代表未來財報重編的機率較低。

5. 跨部門合作和產業聯盟：

為了實現 ESG 目標，半導體企業正在與其他企業、政府和非政府組織建立合作和夥伴關係。這些聯盟可以共享最佳實踐、資源和知識，共同應對行業面臨的 ESG 挑戰。林雅慧 (2020)的研究建議企業對內強化員工 ESG 認同感，對外則可考慮尋求通路夥伴策略聯盟契機，以打造雙贏的境界。張睿文 (2022)的研究建議在面對產業競爭可透過策略聯盟強化產業生態系，同時可與各國政府合作推動 ESG 相關政策，思考新商業模式之潛能。

6. 投資者對 ESG 的關注：

隨著越來越多的投資者將 ESG 因素納入投資決策¹¹，半導體企業正面臨著日益嚴格的 ESG 要求。這使得企業在環境、社會和公司治理方面的表現成為影響其市場價值和吸引投資的重要因素。林好庭(2019)與連泥傑(2022)的研究顯示，ESG 評價對公司價值具有顯著影響。企業對環境、社會和管治

¹¹ https://www.ey.com/zh_tw/news/2022/04/ey-taiwan-news-release-2022-04-20

議題的優良表現能提升其 ESG 評價，進而提升公司價值。這對於半導體產業而言，意味著實施 ESG 策略能提升企業競爭力並增加股東價值。

其次，張俊陞（2023）的研究指出，ESG 因素對消費者支付溢價的意願具有影響。與此相符，Shi 與 Jiang（2022）的研究也發現，參考群體對於綠色產品的溢價支付意願有顯著影響。這些研究表明，消費者對於企業的 ESG 表現有越來越高的期待，願意為實踐 ESG 原則的企業支付更高的價格。

最後，Serafeim 與 Amel-Zadeh（2017）的全球調查研究表明，投資者使用 ESG 信息的原因和方式各異。投資者對 ESG 的關注不僅是基於經濟回報的考慮，也是因為他們關注企業對社會和環境的影響。這證明了 ESG 信息對於投資者來說，是重要的決策工具。

綜合以上的研究，我們可以看出 ESG 的重要性正在半導體產業中逐漸凸顯。不僅企業內部看重 ESG 的實施能提升公司價值，消費者和投資者的態度也顯示，他們更傾向於支持和投資那些展現良好 ESG 表現的企業。因此，未來半導體產業的 ESG 實踐將更加深入和全面，以滿足各方的期待並創造長期價值。

半導體產業的 ESG 趨勢反映了全球可持續發展目標的重要性日益增加。這些趨勢將繼續影響半導體企業的經營策略和決策，促使它們在環境、社會和公司治理方面作出更多努力。

第三節 企業社會責任理論

企業社會責任（Corporate Social Responsibility，簡稱 CSR）理論是半導體產業 ESG 實踐的重要理論基礎之一。CSR 強調企業在追求經濟利益的同時，應承擔起對社會和環境的責任¹²。Dathe 等人（2022）提出了一種從 CSR 到 ESG 的框架，該框架強調了道德價值在企業策略中的重要性，並指出如何有效地整合這些價值以實現可持續的企業績效。這項研究對我們了解回收 IC 晶片塑膠載盤的 ESG 實

¹² CSR（企業社會責任）是什麼？3 個案例讓您一文搞懂 (kdanmobile.com)

踐特別有價值，因為它提供了一個理論架構，讓我們能夠將這些實踐視為道德管理的一種方式，並強調企業的社會責任。在半導體產業中，CSR 主要涉及以下幾個方面：

1. 環境保護：半導體生產過程中產生的廢水、廢氣和有害物質對環境具有潛在影響。因此，半導體企業應採取措施降低這些影響，例如通過節能減排、綠色生產、循環經濟等方式降低對環境的負面影響。陳榮貴（2014）在他的研究中，特別探討了半導體產業中企業社會責任報告的環境指標。他認為，這些指標對於評估企業的環保表現和責任有著至關重要的意義。透過對這些指標的分析，企業能更好地理解自身在環境保護方面的表現，並進行改進。這對於我們的研究相當有價值，因為回收和再利用 IC 晶片塑膠載盤是一種重要的環保實踐。
2. 員工福利與安全：半導體企業應確保員工的健康、安全與福利，提供良好的工作環境，並保障員工的權益。例如，企業可以實施職業健康與安全管理體系，提供培訓和發展機會，以及建立健全福利制度等。
3. 社區參與支持：半導體企業應積極參與社區建設，支持教育、公共衛生、經濟發展等方面的工作，以提高企業在社區中的形象和影響力。例如，企業可以與當地教育機構合作，提供技術支持和資源；或者支持公益事業，幫助弱勢群體。
4. 供應鏈管理：半導體企業應對其供應鏈進行嚴格的管理，以確保供應商在環境、社會和公司治理方面的表現符合要求。這可以通過實施供應商評估和監控機制，以及與供應商共同開展改進和創新活動來實現。

總之，半導體產業的 ESG 實踐在很大程度上受到企業社會責任理論的指導。通過落實企業社會責任（CSR）理念，半導體企業可以在環境、社會和公司治理方面取得可持續發展。具體而言，這意味著企業需要：

1. 在環境保護方面，通過改進生產工藝、使用綠色原料和能源、減少廢物排放，以及實施循環經濟策略，以降低對環境的影響。

- 
2. 在社會方面，確保員工的健康、安全和福利，提供良好的工作環境，並保障員工的權益。此外，積極參與社區發展，支持教育和公益事業。
 3. 在公司治理方面，加強內部監管，確保透明度和問責制，並推動多元化和包容性的管理團隊。蕭斯方（2018）的研究強調利害關係人對於企業社會責任（CSR）報告書揭露情況的重要性，並以台灣半導體產業為例進行了深入的實證研究。蕭的研究結果顯示，透明度高、充分揭露企業社會責任的公司更能獲得利害關係人的信任和支持。施婷芸和陳世良（2020）在他們的研究中指出實施 CSR 活動的公司往往具有較高的公司價值。而公司的領導層，尤其是 CEO，在推動過程中應扮演關鍵角色。而 CEO 的能力和權力也對 CSR 活動的效果有重大影響。具有較高能力的 CEO 能夠更有效地進行 CSR 活動，進而提高公司價值。此外，擁有較大權力的 CEO 也能更加有效地推動 CSR 活動的實施。

通過落實 CSR 理念，半導體企業可以提高其在市場上的競爭力和形象，吸引更多的投資者和客戶。黃秀金（2010）的研究探討了企業社會責任與市場評價之間的關聯性。這項研究顯示，CSR 表現好的企業往往能得到較高的市場評價。企業投入較多的社會責任不僅可以提高其環保表現，也可能提高其在市場上的評價。同時，這也有助於維護企業與利益相關者之間的和諧關係，並促進整個產業的可持續發展。

第四節 綠色供應鏈管理理論

綠色供應鏈管理（Green Supply Chain Management，簡稱 GSCM）理論在半導體產業的 ESG 實踐中具有重要意義。這一理論最早由美國密西根州立大學的製造研究協會在 1996 提出。此理論強調企業應將環境因素納入供應鏈管理，以降低環境風險、提高資源利用效率並創造競爭優勢。在半導體產業中，綠色供應鏈管理主要涉及以下幾個方面：

1. 綠色採購：半導體企業應選擇具有良好環境和社會表現的供應商，優先

選用綠色原料、節能設備和環保包裝等產品。此外，企業還可以與供應商共同開展綠色創新項目，以降低產品的生命周期成本和環境影響。

2. 綠色生產：半導體企業應在生產過程中實施環保措施，例如使用節能技術、減少廢物排放、提高資源回收率等。此外，企業還可以通過持續改進生產工藝和管理體系，以提高生產效率和環境表現。Sheng, bin Shamsudin, 和 Ling (2005)在他們的研究中指出，綠色生產力在製造業的可持續發展中起著重要的作用。他們認為環保和生產力並非相互矛盾的概念，而是可以同時實現的目標。此研究觀點與我們關於在半導體產業實施 IC 晶片塑膠載盤回收的主張相吻合，因為這樣的回收活動不僅可以降低對環境的影響，還有助於提高生產效率和綠色生產力。
3. 綠色物流：半導體企業應優化物流運作，以降低運輸過程中的能源消耗和碳排放。具體措施包括選擇環保運輸方式、提高裝載率、合理規劃運輸路線等。
4. 綠色產品設計：半導體企業應在產品設計階段考慮環境因素，例如選用可回收或可降解材料、減少有毒物質的使用、設計易拆卸和維修的產品等。這有助於降低產品在整個生命周期中的環境影響。Williams, Warrington 和 Layton (2019) 的研究探討了各種減少廢棄物的方法，並強調了尋找可替代品和改進生產過程的重要性。同時也點出，廢棄物管理和資源再利用是實現環保目標的關鍵途徑。
5. 綠色回收與處置：半導體企業應建立完善的產品回收和處置機制，以確保產品在報廢後能夠得到妥善處理。這包括設立回收點、實施回收方案、推動循環經濟等。此外，企業還可以與專業的回收和處置機構合作，以確保廢棄物的環保處理和資源再利用。

總之，半導體產業在 ESG 實踐中應該重視綠色供應鏈管理，從原料採購到生產、物流、產品設計以及回收與處置等各個環節，全面整合環境因素。這將有助於提高企業的環境和社會表現，降低風險，增強競爭力，並促進整個產業的可持續發

展。

第五節 三重底線理論

三重底線 (Triple Bottom Line, 簡稱 TBL) 理論是半導體產業實施 ESG 的重要理論基礎。這一理念由 John Elkington 於 1994 年提出，強調企業在追求經濟效益的同時，應該平衡環境與社會方面的責任。三重底線理論包括以下三個核心要素：

1. 經濟效益 (Profit): 半導體企業在追求經濟效益的過程中，應關注創新、效率和競爭力。此外，企業應該確保公司治理的透明度和負責任，以吸引投資者和維護股東利益。
2. 環境責任 (Planet): 半導體企業應將環境保護納入公司戰略，以降低生產過程中的能源消耗、廢水排放和有害物質的產生。具體措施包括節能減排、綠色生產、循環經濟等。同時，企業應對供應鏈進行綠色管理，確保供應商的環保標準。
3. 社會責任 (People): 半導體企業應關注員工的健康、安全和福利，提供良好的工作環境，並保障員工的權益。此外，企業還應積極參與社區發展，支持教育、公益事業和當地經濟。同時，推動企業內部的多元化和包容性，確保公司治理的公平性。

Alhaddi (2015) 在其文獻綜述中詳細討論了三重底線和可持續性之間的關係，並指出商業成功並非僅關乎經濟獲利，同時也需要考量環境和社會的影響。林育槿 (2019) 的研究中以三重底線原則為依歸，對於社會責任投資績效進行了深入的評估，其研究對象為入選道瓊永續指數的台灣企業。她的研究結果顯示，對於承諾和實踐社會責任的公司，其績效有著顯著的提升。通過遵循三重底線理論，半導體企業可以在經濟、環境和社會方面取得平衡發展，提高企業的可持續競爭力。此外，這一理念也有助於滿足利益相關者的期望，促進企業與社會的和諧共生。



第三章 半導體 IC 晶片塑膠載盤的回收與再利用

在半導體產業中，IC 晶片的製造和運輸過程中，IC 晶片塑膠載盤扮演著保護和固定晶片的角色。然而，IC 晶片塑膠載盤在完成其任務後，因為其抗靜電與耐高溫的材料特性，常成為不易處理的廢棄物。面對這樣的問題，如何實現 IC 晶片塑膠載盤的有效回收和再利用，已成為半導體產業追求環境永續性的重要課題。在本章中，我們將深入探討 IC 晶片塑膠載盤的回收與再利用流程，並探索其對企業的經濟效益與對環境的影響。

第一節 半導體產業簡介

一、半導體產業的分工歷史進程

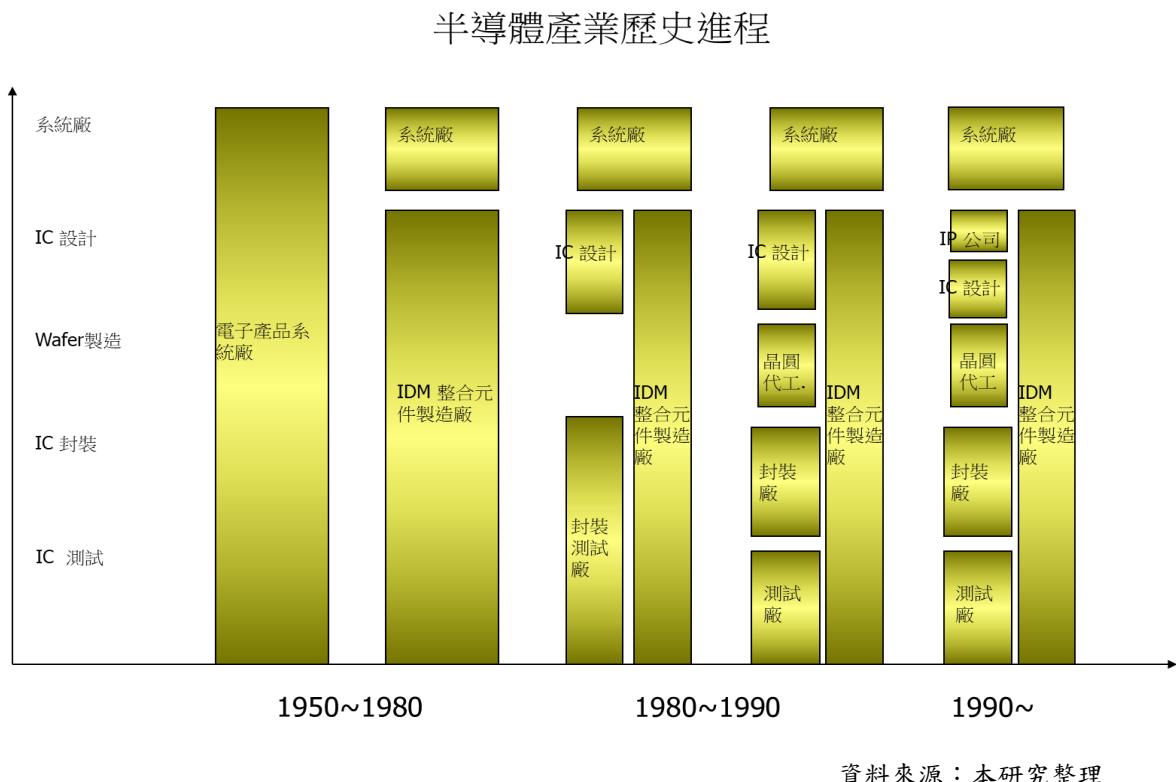


圖 1 半導體產業歷史進程圖

自 1950 年代美國貝爾實驗室的肖克利、巴丁和布拉頓組成的研究小組，研製出電晶體開始至今，半導體產業的分工歷史進程可以分為以下幾個階段：

1. 垂直整合時代 (1950 年代至 1980 年代)：在半導體產業早期，許多公司

採用垂直整合模式，即從設計、製造到測試和封裝等環節都在內部完成。

這種模式讓公司可以更好地控制產品質量和成本，降低外部依賴。當時，美國的 IBM、英特爾等電子產品系統廠與大型半導體公司均採用這種模式。

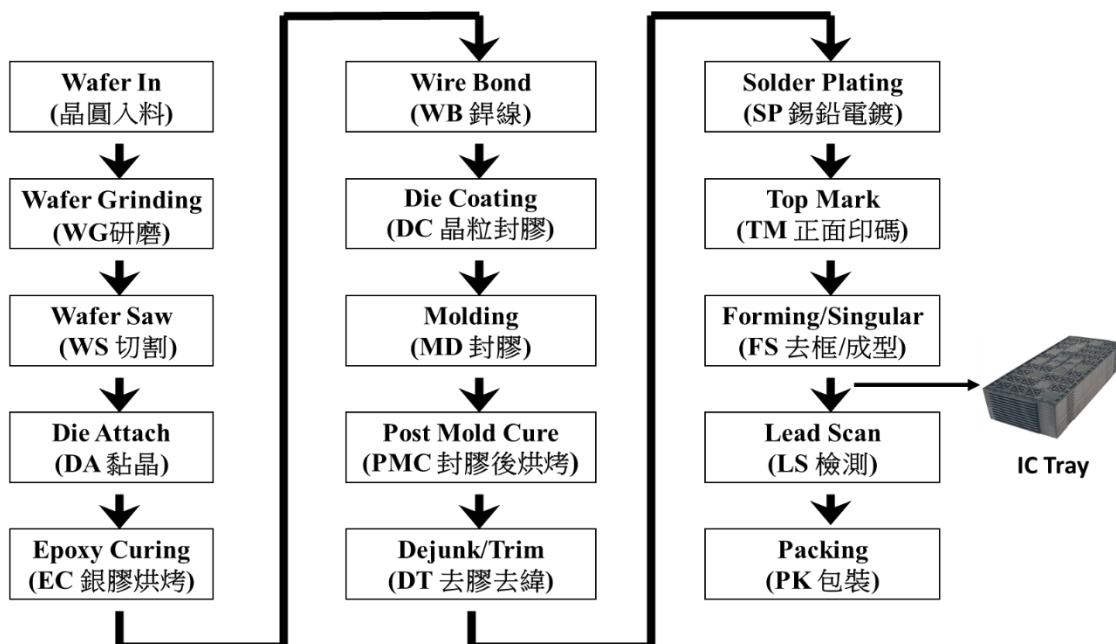
2. 代工與專業分工時代 (1980 年代至 1990 年代)：隨著半導體技術的快速發展，研發和生產過程變得越來越複雜和昂貴。1987 年，台灣的台積電成立，開創了半導體代工模式。這種模式允許 IC 設計公司專注於晶片設計，而將製程技術和生產外包給代工企業。這樣的分工模式降低了設計公司的投資風險，同時讓代工企業能夠通過規模經濟獲得更高的效益。
3. IDM 與專業分工共存時代 (1990 年代至今)：在這個階段，半導體產業形成了多元化的分工格局。一方面，部分大型 IDM (Integrated Device Manufacturer，整合元件製造商) 公司，如英特爾、三星等，仍然堅持自主研發、生產和銷售晶片產品。另一方面，專業分工企業也在各個環節發揮著越來越重要的作用，如台積電、聯電等代工公司，以及 Nvidia, Qualcom 與聯發科等專業 IC 設計公司。
4. 封測分工與半導體 IP 市場的發展：隨著半導體產業的分工越來越細化，封裝和測試公司（例如：日月光、Amkor、矽品等）也逐漸崛起，專注於提供封裝和測試服務。此外，半導體 IP (智慧財產) 市場也在這一時期快發展。半導體 IP 指的是半導體設計和技術的知識產權，包括設計模塊、子系統、軟件等。隨著半導體技術變得越來越複雜，許多企業選擇購買現成的 IP 來縮短產品上市時間並降低開發風險。因此，半導體 IP 市場應運而生。IP 供應商，如 ARM、創意與智原等，專注於開發和銷售各類半導體 IP，並為客戶提供技術支持服務。隨著各類應用領域對高性能、低功耗和高度集成的半導體產品需求不斷增加，IP 供應商在半導體產業中的地位越來越重要。

綜上所述，從 1980 年代至今，半導體產業的分工歷史進程經歷了從垂直整合

到專業分工的轉變，形成了一個多元化、高度專業化的產業生態。在未來，隨著半導體技術的不斷演進，這種分工模式有望繼續促進產業的創新與發展。

二、IC 封裝製程與 IC 晶片塑膠載盤的使用時機

IC 封裝係屬半導體產業的後段加工製程，主要是將前段製程加工完成（即晶圓廠所生產）之晶圓上 IC 予以分割，黏晶、並加上外接引腳及包覆。而其成品（封裝體）主要是提供一個引接的介面，內部電性訊號亦可透過封裝材料(引腳、錫球或凸塊) 將之連接到系統，並提供矽晶片免於受外力與水、濕氣、化學物之破壞與腐蝕，同時也改善散熱性能並確保產品可靠度¹³。傳統 IC 封裝流程如圖 2 所示：



資料來源：本研究整理

圖 2 IC 封裝流程圖

IC Packing Tray (IC 封裝載盤) 是一種用於存放並保護已封裝好的積體電路 (IC) 元件的容器與載具。IC 晶片塑膠載盤在半導體產業中起著重要作用，如圖 2 所示，IC 在 FS(去框/成型)後會由機台放置在 IC 晶片塑膠載盤上，並在之後製程中的封裝、測試、運輸等環節中保護晶片免受損壞。這些載盤的設計可以容納各種

¹³ 半導體封裝簡介(nctu.edu.tw)

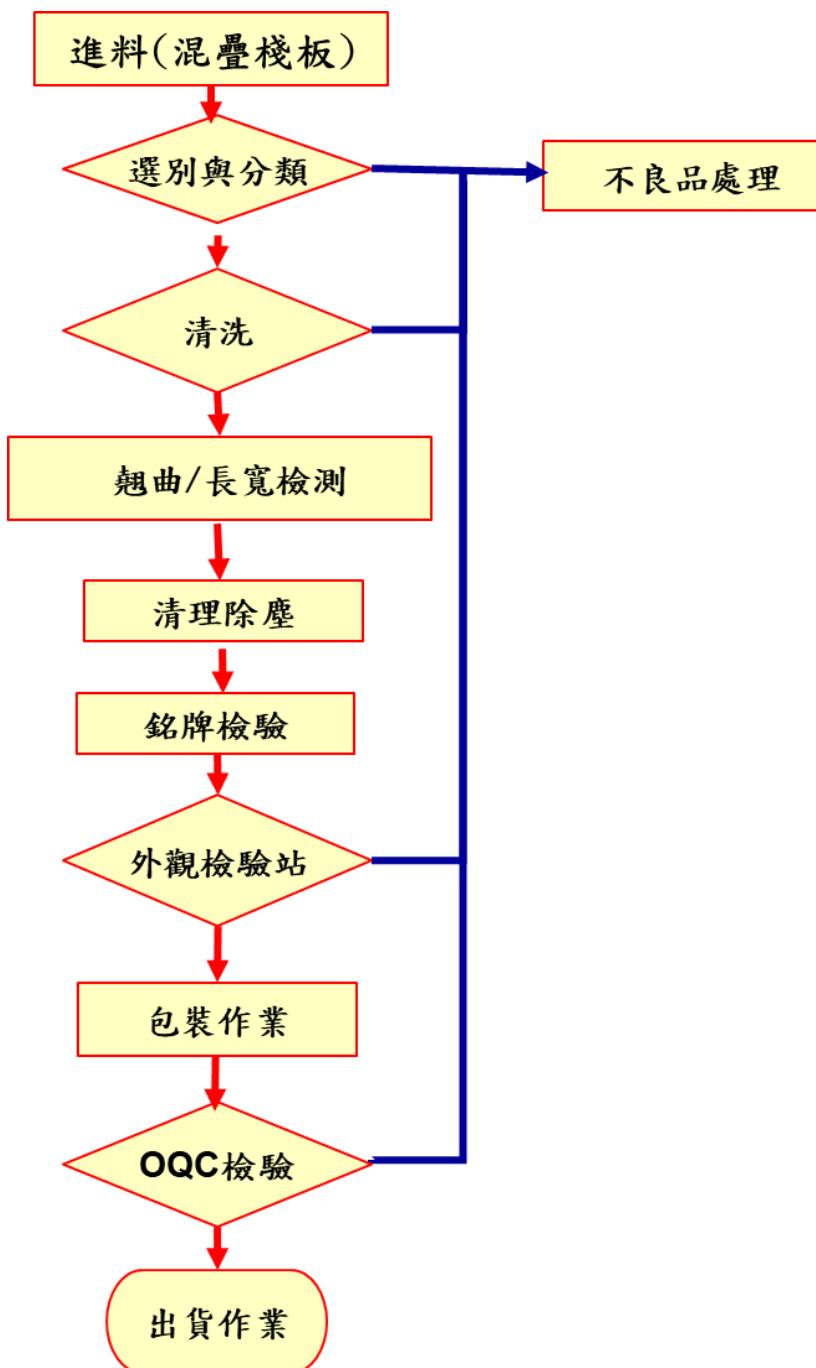
不同封裝類型的晶片，如 QFP、BGA、FCCSP、InFO、CoWoS 等。

IC 晶片塑膠載盤的主要特點如下：

1. 耐熱性：由於半導體製程中可能會涉及到高溫操作，如回流焊或烘烤等，IC 晶片塑膠載盤需要具有良好的耐熱性能，需要能夠承受最高達攝氏 260 度的溫度，目前業界以耐熱攝氏 150 度為主流。
2. 抗靜電：為了防止靜電對晶片造成損壞，IC 晶片塑膠載盤皆採用抗靜電材料製成，如導電塑料等。
3. 穩穩定性與支撐性：IC 晶片塑膠載盤需要有足夠的穩定性和支撐性以保護晶片免受運輸和操作過程中的壓力損壞。每個 IC 晶片塑膠載盤上都有多個凹槽，專為放置特定尺寸和形狀的半導體晶片設計。這些凹槽保證晶片能夠安全地固定在其中，防止在運輸過程中的移動或碰撞。
4. 容量：每個 IC 晶片塑膠載盤的容量根據其設計和晶片的尺寸不同而不同，一般可以容納數十到數百顆半導體晶片。
5. 堆疊功能：IC 晶片塑膠載盤通常設計為可以堆疊的，這樣可以節省儲存和運輸的空間，並保護已經放置在載盤上的晶片。
6. 標準化：大多數的 IC 晶片塑膠載盤都符合 JEDEC（聯合電子設備工程協會）的標準，以確保在整個供應鏈中的兼容性與生產機台作業性。



第二節 IC 晶片塑膠載盤的回收檢驗流程



資料來源：本研究整理

圖 3 IC 晶片塑膠載盤回收檢驗流程

如圖 3 所示，IC 晶片塑膠載盤回收檢驗流程如下：

1. 選別與分類：

將從各個回收點和製造廠區將生產過程中使用過的 IC 晶片塑膠載盤

完善包裝收回後，依照製造廠牌加以選別，並依照型號、材質與溫度加以分類。另將破損、帶有油漆、貼紙、污染的產品篩選出來。

2. 清洗：

IC 晶片塑膠載盤在半導體製程中起著保護晶片的作用，因此保持其清潔至關重要。此製程主要目的是清除在 IC 晶片塑膠載盤上的殘膠、異物、油汙與污染等會影響品質的不良。

3. 翹曲/長寬檢驗：

JEDEC(聯合電子裝置工程委員會)對 IC 晶片塑膠載盤的尺寸與翹曲有明確的規範。此製程的目的是依照 JEDEC 所制定的外觀尺寸與翹曲規範進行量測與篩選，檢出並剔除不符合規範的 IC 晶片塑膠載盤。

4. 清理除塵：

如第二項所述，保持清潔度對 IC 晶片塑膠載盤是至關重要的，所以在進行檢驗前需要再做清潔除塵的程序，以期去除附著在 IC 晶片塑膠載盤上的微塵與異物等不良。

5. 銘牌檢驗：

因為在封裝測試廠的 BOM(Bill Of Materials，材料表)內有明確規範 IC 晶片塑膠載盤的廠牌、料號、版次、材質與溫度等資訊，所以本製程需依照規範明確檢驗與篩選出符合規範的 IC 晶片塑膠載盤，不可混料。

6. 外觀檢驗：

因為封裝測試廠要求回收 IC 晶片塑膠載盤要與新 IC 晶片塑膠載盤同樣的品質標準，所以本製程需依照封裝測試廠的檢驗規範對 IC 晶片塑膠載盤的正面、背面與側面對以下重點缺失進行檢驗。

6.1 正面：污染、凸點、破損、刮傷、毛邊、坑洞、壓傷、變形、擋牆斷裂。

6.2 背面：污染、凸點、破損、刮傷、毛邊、坑洞、壓傷、變形、擋牆斷裂。Date code(製造日期) 是否相符、模號是否正確等



6.3 側面：污染、凸點、破損、刮傷、毛邊、翹曲變形。

7. 包裝作業：

針對已檢驗完成的回收 IC 晶片塑膠載盤良品，依照以下原則完成裝箱包裝作業。



7.1 IC 晶片塑膠載盤之銘牌須同一方向置放

7.2 依客戶需求規範，區分型號、模號或生產月份分開包裝，不可混淆。

7.3 紙箱如有破損或受潮，須立即更換。

7.4 如有尾數須於包裝標示及隔離。

7.5 貼外箱標籤時，須確認內容物型號,模號或生產月份是否相符？

7.6 IC 晶片塑膠載盤搬運,需輕取輕放,不可撞擊或摔落。

8. OQC 檢驗：

回收 IC 晶片塑膠載盤在接獲通知出貨前，需依照檢驗規範進行OQC(出貨前品質確認)檢驗，並有以下之注意事項。

8.1 作業桌面,地面清潔. 不可有灰塵，水漬。

8.2 檢驗工具,治具須保持清潔。

8.3 更換不同型號的 IC 晶片塑膠載盤時，作業桌面須予以清空，以免混料。

8.4 限度樣品及不良品須作標示，以免混用。

8.5 不同型號 IC 晶片塑膠載盤，不可同時擺放同一作業桌面

8.6 再次確認外箱標籤與內容物型號,模號或生產月份是否相符？

第三節 回收 IC 晶片塑膠載盤的經濟效益

IC Packing Tray (IC 晶片塑膠載盤) 是 IC 封裝廠月採購金額前十名的材料，全球每月有超過 2000 萬片的使用量，而台灣就佔有超過 5 成約 1000 多萬片的使用量。而 IC 晶片塑膠載盤有著體積大、重量重與材料獨特性的特點，通過回收再

利用，可以帶來可觀的經濟效益和環保效益¹⁴。回收 IC 晶片塑膠載盤的經濟效益主要表現在以下幾個方面：

1. 成本節省：通過回收和再利用 IC 晶片塑膠載盤，企業可以降低新 IC 晶片塑膠載盤的購買成本。這將直接影響半導體企業的成本結構，使其在市場競爭中具有更大的優勢。回收 IC 晶片塑膠載盤的售價約為新 IC 晶片塑膠載盤的 60%至 80%，相當於 20%到 40%的成本節省，回收 IC 晶片塑膠載盤的使用率愈高，成本節省的效果愈明顯。
2. 能源消耗降低：IC 晶片塑膠載盤的主要原材料為耐熱導電塑膠料，而塑膠料主要是由石油提煉合成。回收利用 IC 晶片塑膠載盤有助於減少原材料使用與浪費並降低生產過程中的能源消耗，進而降低能源成本。這將有助於企業實現綠色生產，提高環保效益。
3. 減少廢物處理成本：通過回收再利用 IC 晶片塑膠載盤，企業可以降低廢棄物產生量，進而減少廢棄物處理和處置的成本。這將有助於提高半導體企業的環保責任感和社會形象。
4. 符合環保法規：遵循環保法規可能有助於半導體企業避免罰款和信譽損失。這將有助於半導體企業在市場上維持良好的口碑，吸引更多投資者和客戶。
5. 提升企業形象：回收再利用 IC 晶片塑膠載盤有助於半導體企業建立環保形象，提高企業社會責任的評價。良好的企業形象將吸引更多潛在客戶，提高市場份額，並有可能獲得政府機構或非政府組織的支持。
6. 收入增加：半導體企業可藉由銷售報廢 IC 晶片塑膠載盤給專業 IC 晶片塑膠載盤回收企業來增加收入，為提高員工福利增加財源，也能提高員工對回收再利用重要性的認識，培養員工的環保意識。
7. 碳交易：半導體公司可以參與碳交易市場，賣出減少的碳排放配額，獲

¹⁴ 資源回收再利用法-全國法規資料庫 (moj.gov.tw)

得收益。

8. 綠色產品認證：半導體公司可以申請綠色產品認證，獲得消費者的認可，提高產品價值。

綜合以上各方面的經濟效益分析，可以看出半導體回收 IC 晶片塑膠載盤對企業的綜合效益是顯著的。企業應充分考慮這些因素，制定相應的回收再利用策略，以實現經濟和環保的雙重效益。半導體企業在制定回收再利用策略時，應將經濟效益與環保效益兼顧，以保持企業的競爭力和可持續發展。

第四節 回收 IC 晶片塑膠載盤的環境影響

半導體回收 IC 晶片塑膠載盤的環境影響可以分為正面影響和負面影響兩個方面。

一、正面影響：

1. 資源節約：半導體 IC 晶片塑膠載盤的回收可以減少對原材料的需求，降低對開採原油和製造過程中對自然環境的破壞，進一步減少自然資源的消耗。
2. 減少廢棄物：回收 IC 晶片塑膠載盤可以減少產生的廢棄物，減少對自然環境的負擔。由於 IC 晶片塑膠載盤可以進行多次循環使用，因此可以大幅減少產生廢棄物的數量。
3. 碳排放減少：半導體回收 IC 晶片塑膠載盤可以減少以下幾個方面的碳排放
 - 3.1 產品生命週期：回收 IC 晶片塑膠載盤可以減少新 IC 晶片塑膠載盤的生產和運輸，從而減少其碳排放。
 - 3.2 運輸：回收 IC 晶片塑膠載盤可以減少 IC 晶片塑膠載盤的運輸次數和距離，從而減少運輸過程中產生的碳排放。
 - 3.3 廢棄處理：回收 IC 晶片塑膠載盤可以減少 IC 晶片塑膠載盤的廢棄，減少廢棄處理過程中產生的碳排放。

二、負面影響：

1. 能源消耗：處理和回收 IC 晶片塑膠載盤的過程需要消耗能源，例如運輸、清洗、分類或熔煉再射出等過程。如果這些能源主要來自於燃煤或其他化石燃料，那麼這個過程可能會產生大量的碳排放。
2. 節水成本增加：IC 晶片塑膠載盤回收過程中需要大量的水資源進行清洗，對當地的水資源帶來壓力。可於清洗過程中設計並加入水循環與過濾系統以減輕水資源壓力。
3. 化學品污染：IC 晶片塑膠載盤清洗過程中使用的化學品可能對環境造成污染。如果清洗和處理不當，這些化學品可能會對水源和土壤造成污染。
4. 殘餘廢棄物：不是所有的 IC 晶片塑膠載盤都能夠被完全回收。一部分會在回收過程中產生殘餘廢棄物，如回收過程中的不良品或不能回收的塑膠類型。這些殘餘廢棄物如果不能進行妥善處理，仍然會對環境造成影響。

總之，半導體回收 IC 晶片塑膠載盤的環境影響包括正面影響和負面影響兩個方面。正面影響可以為自然環境帶來積極的影響。負面影響需要通過適當的管理和控制來減輕其對環境的影響。企業需同時考量回收 IC 晶片塑膠載盤的正面與負面的環境影響，並根據結果不斷完善和優化回收再利用 IC 晶片塑膠載盤的策略和方法，以實現更高的環保效果。何宗翰 (2016) 的研究指出，當企業發生環境安全事件時，其對環境保護的關注度和行動力通常會提高。此研究提醒我們，企業必須對其生產過程中可能發生的環境問題保持高度警覺，並積極尋求避免和緩解這些問題的方法。這不僅能減少對環境的負面影響，還可以提升企業的環保形象，並在企業社會責任報告中揭露更多環保相關的資訊。

第四章 推動回收 IC 晶片塑膠載盤的政策與法規

在塑膠廢物管理的議題上，政策和法規在推動行業向更環保方向發展上扮演了重要的角色。在半導體產業中，這點尤其重要，因為 IC 晶片塑膠載盤在積體電路 (IC) 晶片的製造和運輸過程中是必需的，但在使用後經常變成棄置的廢物。因此，有效的法規和政策能夠鼓勵半導體公司實施 IC 晶片塑膠載盤的回收和再利用，以減少對環境的影響。本章將討論國內外推動 ESG 與回收 IC 晶片塑膠載盤相關的相關政策、法規、標準與協議。

第一節 國內政策與法規

身為地球村的一份子，台灣政府已經認識到環境、社會和治理 (ESG) 在企業可持續發展中的重要性，並積極制定相關政策與法規以促進 ESG 的實踐。因為 IC 晶片塑膠載盤只是半導體封測產業中的一項材料，目前並無專項政策或專法於以規範與鼓勵回收，但仍有許多相關政策與法規積極鼓勵與推動半導體原物料回收，這些政策與法規涵蓋了環保、資源循環利用、綠色採購等多個方面，旨在鼓勵企業實施綠色生產和減少對環境的影響。以下是一些 ESG 與推動回收 IC 晶片塑膠載盤相關的台灣政策與法規：

1. 環境保護署廢棄物清理法規：台灣的環境保護署制定了《廢棄物清理法規》，其中包括對廢棄物分類和回收的規定。半導體 IC 晶片塑膠載盤作為一種廢棄物，也需要進行回收處理。該法規規定，企業應該自行訂定廢棄物管理辦法，確保符合環境保護法規定。
2. 經濟部工業局政策：台灣經濟部工業局也積極推動廢棄物回收政策。在半導體產業中，經濟部工業局提出了「環境保護與資源回收管理」政策，鼓勵廠商積極實行環境保護和資源回收措施。其中包括對 IC 晶片塑膠載盤回收的鼓勵和支持。
3. 資源回收法：台灣於 2002 年通過資源回收法，以鼓勵和規範廢棄物回收和再利用。該法規定回收業者應進行回收、收集、處理、運輸等相關

工作，並提供回收業務的標準化、管理和監控。

- 
4. 資源循環利用管理法 (Resource Recycling Management Act)：該法案於 2021 年 2 月 4 日正式公布，並於同年 8 月 5 日起生效。本法旨在促進資源循環利用，提高資源回收率和減少廢棄物產生。企業被鼓勵將回收 IC 晶片塑膠載盤納入資源循環管理體系，從而提高綠色生產水平。
 5. 綠色採購法 (Green Procurement Act)：該法規定政府部門和機構在採購過程中應優先選擇具有環保特性的產品和服務。這對半導體企業來說是一個激勵，鼓勵他們將回收 IC 晶片塑膠載盤納入生產體系，以提高產品的綠色競爭力。
 6. 環保署「專業裝置報廢管理辦法」：環保署通過「專業裝置報廢管理辦法」，對 IC 晶片塑膠載盤等半導體裝置的回收和處理進行規範，要求半導體公司在報廢裝置出廠時必須標示相關信息和特徵，方便回收和處理。
 7. 企業環保獎勵政策：政府為實施環保措施的企業提供稅收減免、低利貸款和其他獎勵措施。這將有助於推動半導體企業實施回收 IC 晶片塑膠載盤策略，實現可持續發展。
 8. 公司治理 3.0-永續發展藍圖：金管會於 2020 年頒布，鼓勵企業制定並發布企業社會責任報告，內容包括企業的環境、社會和公司治理等方面的表现和未來發展計畫。此舉有助於企業加強 ESG 管理和公開透明度。並要求實收資本額超過 20 億之上市櫃公司必須陸續完成 ESG 永續報告書的編制、申報及第三方驗證。
 9. 上市櫃公司永續發展路徑圖：金管會於 2022 年頒布，要求全體上市櫃公司於 2027 年前完成溫室氣體盤查，2029 年前完成溫室氣體盤查之查證。

台灣半導體企業應充分利用上述這些政策和法規，積極將回收 IC 晶片塑膠載盤納入生產體系，提高資源利用效率，降低生產成本，滿足客戶和市場對綠色產品的需求，從而提升競爭力和企業形象。

同時，政府應持續加強對半導體產業導入回收 IC 晶片塑膠載盤應用的監管和支持，包括提供跨產業與公司平台、資金補助和獎勵措施，以促進產業的可持續發展。此外，政府、企業和社會各界應共同努力，推動半導體產業在 ESG 領域的創新和實踐，為綠色經濟和可持續發展做出貢獻。



第二節 國際標準與協議

El Niño(聖嬰現象)與 Global warming(全球暖化)對全球的氣候、環境、生態系統、社會與經濟有著重大的影響。世界各國對此已有許多相關研究和報告，並且透過國際合作來應對，共同協商努力，制定氣候政策、標準與協議，減少溫室氣體排放、增強社區適應能力、保護生態系統和提高環境可持續性。目前世界上尚無針對回收 IC 晶片塑膠載盤的特定國際標準和協議，但是國際上已有一些 ESG 與推動回收 IC 晶片塑膠載盤相關的標準和協議，對回收 IC 晶片塑膠載盤也有一定的指導作用。以下是一些相關的國際標準和協議：

1. 聯合國全球契約 (UNGC)：這是一個全球性的企業可持續發展倡議，旨在引導企業遵循包括人權、勞工標準、環境保護和反貪腐等在內的 10 項基本原則。
2. 國際組織標準化 (ISO)：ISO 提供了一系列國際標準，包括 ISO 26000 (企業社會責任指南)、ISO 14001 (環境管理體系)、ISO 14064 (溫室氣體盤查與查證) 與 ISO 14067 (產品碳足跡盤查) 等，幫助企業實現可持續發展目標。
3. 全球報告倡議 (GRI)：GRI 是一個國際性的組織，提供了全球最廣泛使用的可持續發展報告標準，旨在幫助企業、政府和其他組織更好地了解和披露他們在 ESG 方面的表現。
4. 聯合國可持續發展目標 (SDGs)：這是一套全球共同努力實現的 17 個目標，涵蓋經濟、環境和社會發展等方面，旨在實現 2030 年的可持續發展。

5. 環境、社會和治理 (ESG) 投資原則：這些原則由多個機構共同制定，旨在引導投資者將 ESG 因素納入投資決策，並鼓勵企業遵循 ESG 原則。
6. 巴黎協定：這是一個全球性的氣候變化協議，旨在限制全球平均溫度上升，適應氣候變化影響，並促進綠色經濟發展。
7. 巴塞爾公約：這是一個國際性的環境協議，旨在控制跨境運輸危險廢棄物的活動，保護人類健康和環境。回收 IC 晶片塑膠載盤的企業應遵循巴塞爾公約的規定，確保危險廢棄物得到適當處理。
8. Basel Action Network 的“電子廢物估價指南”：該指南針對電子廢物回收提供了最佳實踐和準則。這些準則包括監測和管理電子廢物的流通，最大限度地保護人類健康和環境等。回收 IC 晶片塑膠載盤也可以遵循類似的最佳實踐和準則。
9. 國際電子產品責任協會 (IPLA)：IPLA 是一個旨在推動全球電子廢棄物管理和循環經濟的國際組織。雖然 IPLA 主要關注電子廢棄物，但它的指導方針和最佳實踐也對回收 IC 晶片塑膠載盤等半導體產業廢棄物管理具有參考價值。
10. 經濟合作與發展組織(OECD)的廢物運輸指導原則：該指導原則為跨國廢物運輸提供了指導方針，以避免跨國廢物運輸對人類健康和環境造成負面影響。回收 IC 晶片塑膠載盤也可以參考該指導原則，確保 IC 晶片塑膠載盤回收過程中遵守環境和法律要求。
11. 國際電子工業協會 (EICC) 的《供應鏈社會責任要求》：該協會的供應鏈社會責任要求旨在推動更高的環境、社會和治理標準。其中包括了電子產品回收、碳排放減少等項目，以確保電子產品的回收和管理不會對環境和社會造成負面影響。
12. 聯合國氣候變化框架公約 (UNFCCC)：該框架公約旨在推動全球行動應對氣候變化，其中包括減少溫室氣體排放和提高綠色能源使用。推動回收 ESG 可以對應聯合國氣候變化框架公約的目標，促進低碳經濟和

減少碳排放。

這些國際標準和協議為企業和組織提供了一個共同的框架和基準，以確保在全球範圍內的可持續發展、環境保護和勞工權益等方面達到一定的水平。這有助於提高企業和組織的社會責任和綠色形象，並在全球市場上建立良好信譽¹⁵。



¹⁵ 什麼是企業社會責任？一次搞懂關鍵字 CSR、ESG、SDGs - CSR@天下 (cw.com.tw)

第五章 實證研究



在推動環保與可持續性的議題中，實證研究扮演了關鍵的角色。透過實證研究，我們可以了解到實際採取環保行動的效果，並由此學習如何有效地實施這些行動。在半導體產業中，回收 IC 晶片塑膠載盤的實證研究具有相當的重要性。本章將聚焦於這些實證研究，並試圖從中獲得實際操作的洞見，同時也可以更清楚地了解此一議題在實際操作中的挑戰與機會。

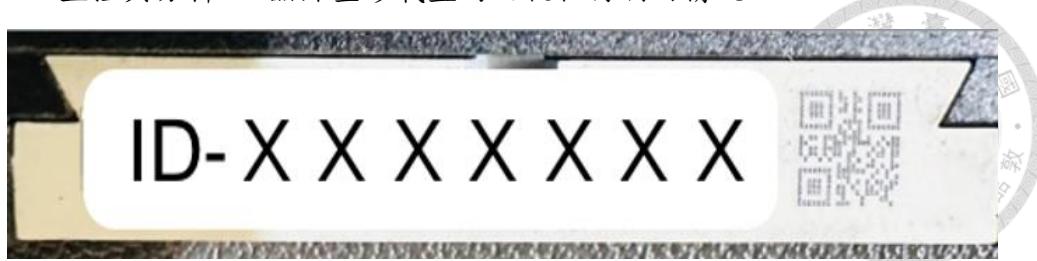
第一節 成功實施 IC 晶片塑膠載盤回收的企業個案概述

一、受訪者訪談概述：

台灣的半導體產業在全球扮演著舉足輕重的角色，尤其在 IC 封測 (Integrated Circuit Packaging and Testing) 方面的技術和產能都是全球頂尖的，全球市場佔有率超過 5 成。企業 ABC 半導體是一家全球領先的半導體晶圓製造、封裝和測試服務供應商，總部位於臺灣。該企業專注於創新的半導體解決方案與實施可持續發展，長期以來一直致力於尋求更環保的運營方式，同時也受到其最大客戶 Apple 的減碳目標要求，再全面檢視其生產原物料後，認識到了其產品生產過程中所使用的 IC 晶片塑膠載盤具有相當大的回收與再使用潛力。該企業為有效地評估與執行回收 IC 晶片塑膠載盤專案，分成以下步驟與要點制定一全面性 IC 晶片塑膠載盤回收計畫。

1. 策略規劃：企業 ABC 設立了一個專門的團隊，成員包含製程工程、採購、物控與環安衛等部門。負責研究和設計 IC 晶片塑膠載盤的回收與再利用策略。這包括評估現有的 IC 晶片塑膠載盤的回收程度，確定哪種類型的載盤最適合回收再利用，相關注意事項與要點以及評估可能的成本和效應。
2. 回收程序：企業 ABC 設立了特定的回收儲放專區，並與供應商建立合作夥伴關係，與其共同開發與建立回收製程與檢驗規範來回收和處理這些載盤。如下圖 4 所示，該公司也採用了一個 ID 與 QR Code 追蹤系統，

以監控與分析 IC 晶片塑膠載盤的回收和再利用情況。



資料來源：本研究整理

圖 4 IC 晶片塑膠載盤 ID 與 QR Code

3. 合作夥伴關係：與供應商伴建立合作關係，確保他們能夠回收並處理 IC 晶片塑膠載盤的回收物料，這包括建立回收網絡和處理設施，確保回收過程符合環保標準。並根據製程檢驗數據資料進行 FMEA (Failure Mode & Effect Analysis，失效模式與效應分析)，來改善並提高 IC 晶片塑膠載盤回收率。
4. 清洗和再利用：回收來的 IC 晶片塑膠載盤會依照新 IC 晶片塑膠載盤的規範經過嚴格的清潔和檢查程序，確保它們適合循環再次使用。不適合重用的載盤將會被送去回收、粉碎、融化與新塑膠料依特定比例射出成型再製成新 IC 晶片塑膠載盤。
5. 經濟和環保效益：透過此策略，企業 ABC 成功減少了對新塑膠料的需求，同時減少了生產廢料，對環境有積極的影響。此外，這也為公司節省了一大筆成本，因為購買新的 IC 晶片塑膠載盤的成本遠高於清潔和再使用回收 IC 晶片塑膠載盤的成本。
6. 持續改進：企業 ABC 持續監測和改善其 IC 晶片塑膠載盤回收計畫的效率與效益，包括回收率、成本效益和環境影響等指標。並且也與合作夥伴尋求新的方法和技術來提高 IC 晶片塑膠載盤的回收良率與重複回收使用壽命與次數。

第二節 個案策略分析與未來方向

在半導體產業中，品質至上一直扮演著非常重要的角色，也是台灣半導體廠商能在全球供應鏈中勝出的一大關鍵因素。過去因為對回收 IC 晶片塑膠載盤的品質有疑慮，擔心因為回收 IC 晶片塑膠載盤的品質不良造成生產作業過程中機台卡機、IC 晶片表面汙染或 IC 晶片保護不良而受損等情形發生，大多數半導體大廠如 Apple、Intel 和聯發科等都禁止其封裝測試代工廠使用回收 IC 晶片塑膠載盤。但隨著紅色供應鏈崛起，如表 1 所示，2022 年上半年全球十大封裝測試廠，中國大陸廠商已經分別佔據第 3、6、7 名。

表 1 2022 上半年全球十大封測廠營收排名

排名	廠商	2021上半年營收 (百萬美元)	2022上半年營收 (百萬美元)	2022上半年市占率 (%)	2022上半年營收成長率 (%)
1	日月光	3,553	4,025	23.0	13.3
2	艾克爾	2,733	3,102	17.7	13.5
3	長電科技	2,132	2,418	13.8	13.4
4	矽品	1,789	2,273	13.0	27.1
5	力成	1,388	1,577	9.0	13.6
6	通富微電	1,094	1,481	8.5	35.4
7	華天科技	867	963	5.5	11.1
8	京元電	541	676	3.9	25.0
9	南茂	478	486	2.8	1.6
10	頤邦	476	478	2.7	0.5

註：(1)為日月光投控封裝與測試占比營收，並扣除矽品營收後的數值。
(2)市占率以前十大封測廠營收占比為主。

資料來源：TrendForce，2022/12

面對中國大陸封測廠的低價策略的步步進逼與攻城掠地，台灣的封測業者面臨著巨大的成本壓力，無不想方設法尋求各種可以節省成本的方案來面對挑戰。

同時，隨著巴黎協定與全球知名品牌引領減碳(如表 2 所示)，台灣的封測業者受到大客戶的減碳目標要求，在全面審視與評估製程所用的原物料後發現，IC 晶片塑膠載盤的回收與再使用具有相當可觀的經濟與環保效益。

表 2 全球知名品牌的減碳目標



Microsoft	Microsoft	2030 年達成負碳排放 2050 年清除所有自產碳排放
Apple	Apple	2030 年整體業務、供應鏈和產品達到 100 % 碳中和 成立碳解決方案基金，投資於全球森林和自然生態恢復與保護
Google	Google	2030 年前「全面」採用無碳能源
facebook	Facebook	2030 年實現整個「價值鏈」(包括供應商和用戶)的淨零碳排放
amazon	Amazon	2025 年實現 100 % 再生能源 2040 年實現全供應鏈碳中和
Johnson & Johnson	Johnson & Johnson	2025 年實現 100 % 的電力來自再生能源 2030 年實現碳中和
Walmart	Walmart	2030 年恢復至少 5,000 萬英畝的土地和 100 萬平方英里的海洋 2040 年實現零排放

資料來源：簡又新「氣候風險與永續金融發展趨勢」2021；The Business of Renewables，2017/07

一、個案策略分析：

ABC 半導體決定啟動回收 IC 晶片塑膠載盤專案並經過團隊小組會議討論後，把如何在品質與成本降低中取得平衡點設為首要考量，並找來合作夥伴一起設計整個回收與檢驗流程，在專案展開後定期檢視相關生產紀錄與數據來進行 FMEA 分析，找出造成各種不良的原因與可能的改善方案並與合作夥伴一同設計制定 DOE (Design Of Experiment, 實驗設計)來驗證並執行可以提高回收良率與延長使用壽命與次數的流程與製程改善方案。

從表 3 、ABC 半導體 2022 年全年度的每月回收 IC 晶片塑膠載盤清潔檢驗紀錄表中可得出以下結論與持續改善方向。

1. 2022 年全年回收 IC 晶片塑膠載盤良率為 83.76%，略高於預設目標 80%。可見良好儲存環境與員工教育的重要性。ABC 半導體於場內庫房設立待回收 IC 晶片塑膠載盤專屬存儲置放區，並教育訓練廠內作業人員在 IC 晶片塑膠載盤取放過程中要小心謹慎，使用過的 IC 晶片塑膠載盤須依作業規範依序堆疊置放於棧板上並保持置放區環境整齊與清潔。

2. 經專案團隊與合作夥伴討論後將不良模式依照能否重工處理分成「良品不良」與「不良品 NG」兩部分於生產日報表上分開紀錄並分區存放。

2.1 「良品不良」為可經由後續重工處理與清潔後成為良品出貨的類別，主要有脫皮、殘膠、髒污、發霉與白點等 5 種不良模式，共佔比 5.26%。而如何快速並有效地重工處理與清潔這類的 IC 晶片塑膠載盤為提高回收良率的關鍵因素，值得專案團隊與合作夥伴後續深入探討與尋求並驗證解決方案。

2.2 「不良品 NG」為無法經由重工補救之不良，共佔比 10.98%。後續將進行粉碎、熔化、再製成新的塑膠原料重新射出生產新 IC 晶片塑膠載盤。而如何減少並改善此類不良，尤其是擋牆斷裂、過期與翹曲是提高回收良率與增加再使用壽命與次數的重大課題，需要專案團隊聯合合作夥伴、原塑膠材料商與新 IC 晶片塑膠載盤製造商共同合作開發相對應的新材料或新技術。

表 3 ABC 半導體 2022 年每月回收 IC Tray 清洗檢驗生產紀錄表



月份	良品不良明細						不良品NG明細														
	脫皮毛 A	殘膠 B	髒污 C	發霉 D	白點 E	良品NG 總數	變形 H	表面阻抗 I	外觀尺寸 J	擋牆破裂 K	堆疊卡盤 L	混料 M	油漆 N	刮傷 O	過期 P	翹曲 Q	不良品NG 總數	良品 總數	投入 總數	良率 %	
2022.01		4,266	3,128	64	52	7,510				41,758		134		200	6,464	3,660	52,216	406,674	466,400	87.19%	
2022.02		3,356	2,104	26	20	5,506				21,424					2,266	1,266	24,956	126,138	156,600	80.55%	
2022.03		5,974	2,630	36	106	8,746	50			21,336					3,578	1,704	26,668	204,386	239,800	85.23%	
2022.04		6,526	4,142	44	72	10,784				38,026					5,042	2,732	45,800	287,608	344,192	83.56%	
2022.05		8,250	2,114	40	44	10,448	60			23,866					5,358	3,020	32,304	262,848	305,600	86.01%	
2022.06		10,536	5,732	84	126	16,478	446			28,512					6,756	3,222	38,936	333,786	389,200	85.76%	
2022.07		16,366	5,498	122	150	22,136	102			30,508				10	800	6,732	3,576	41,728	335,434	399,298	84.01%
2022.08		10,252	3,132	66	58	13,508	66			21,426					600	5,178	2,534	29,804	252,688	296,000	85.37%
2022.09		20,306	7,328	126	158	27,918				39,872					5,224	3,864	48,960	373,322	450,200	82.92%	
2022.10		23,116	8,670	122	244	32,152				38,250					4,738	3,778	46,766	347,482	426,400	81.49%	
2022.11		35,318	13,270	172	310	49,070				54,516					8,730	6,136	69,382	535,148	653,600	81.88%	
2022.12		38,394	16,052	210	362	55,018	112			63,894					11,978	7,846	83,830	664,274	803,122	82.71%	
加總	0	182,660	73,800	1,112	1,702	259,274	836	0	0	423,388	0	134	10	1,600	72,044	43,338	541,350	4,129,788	4,930,412	83.76%	
佔比	0.00%	3.70%	1.50%	0.02%	0.03%	5.26%	0.02%	0.00%	0.00%	8.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	1.46%	0.88%	10.98%	83.76%	100.00%		

資料來源：本研究整理



表 4 ABC 半導體 2022 年 IC 晶片塑膠載盤回收再使用效益分析

月份	Tray 數量	回收良率	回收再使用數量	碳排減少 (CO ₂ e) / 公斤	全新Tray成本	新Tray+回收 Tray成本	節省成本	自願性碳權 金額	總經濟效益	比率 %
2022.01	466,400	87.19%	406,674	184,359	\$ 15,391,200	\$ 10,104,438	\$ 5,286,762	\$ 110,615	\$ 5,397,377	35.07%
2022.02	156,600	80.55%	126,138	57,183	\$ 5,167,800	\$ 3,528,006	\$ 1,639,794	\$ 34,310	\$ 1,674,104	32.39%
2022.03	239,800	85.23%	204,386	92,655	\$ 7,913,400	\$ 5,256,382	\$ 2,657,018	\$ 55,593	\$ 2,712,611	34.28%
2022.04	344,192	83.56%	287,608	130,382	\$ 11,358,336	\$ 7,619,432	\$ 3,738,904	\$ 78,229	\$ 3,817,133	33.61%
2022.05	305,600	86.01%	262,848	119,158	\$ 10,084,800	\$ 6,667,776	\$ 3,417,024	\$ 71,495	\$ 3,488,519	34.59%
2022.06	389,200	85.76%	333,786	151,316	\$ 12,843,600	\$ 8,504,382	\$ 4,339,218	\$ 90,790	\$ 4,430,008	34.49%
2022.07	399,298	84.01%	335,434	152,063	\$ 13,176,834	\$ 8,816,192	\$ 4,360,642	\$ 91,238	\$ 4,451,880	33.79%
2022.08	296,000	85.37%	252,688	114,552	\$ 9,768,000	\$ 6,483,056	\$ 3,284,944	\$ 68,731	\$ 3,353,675	34.33%
2022.09	450,200	82.92%	373,322	169,239	\$ 14,856,600	\$ 10,003,414	\$ 4,853,186	\$ 101,544	\$ 4,954,730	33.35%
2022.10	426,400	81.49%	347,482	157,525	\$ 14,071,200	\$ 9,553,934	\$ 4,517,266	\$ 94,515	\$ 4,611,781	32.77%
2022.11	653,600	81.88%	535,148	242,600	\$ 21,568,800	\$ 14,611,876	\$ 6,956,924	\$ 145,560	\$ 7,102,484	32.93%
2022.12	803,122	82.71%	664,274	301,138	\$ 26,503,026	\$ 17,867,464	\$ 8,635,562	\$ 180,683	\$ 8,816,245	33.27%
加總	4,930,412	83.76%	4,129,788	1,872,171	\$ 162,703,596	\$ 109,016,352	\$ 53,687,244	\$ 1,123,302	\$ 54,810,546	33.69%

資料來源：本研究整理

從表 4 2022 年 IC 晶片塑膠載盤回收再使用的效益分析表中，可分為經濟效益與環境效益兩部分來分析。

1. 經濟效益：ABC 半導體 2022 全年使用 4,930,412 片 IC 晶片塑膠載盤，如果全部購買新 IC 晶片塑膠載盤需花費 NT\$162,730,596。經導入此回收 IC 晶片塑膠載盤專案後，83.76% 共 4,129,788 片的 IC 晶片塑膠載盤改由回收再使用的 IC 晶片塑膠載盤供應，只需再採購 800,624 片新 IC 晶片塑膠載盤，總成本也降為 NT\$ 109,016,352，成本節省了 NT\$53,687,244，大幅減少了約 33% 的 IC 晶片塑膠載盤的採購成本支出，單從節省成本的角度來看，IC 晶片塑膠載盤回收再使用的專案，從節省金額與比例都取得相當亮眼的效益，值得持續執行改善與進行並擴大客戶或產品線推廣與導入。
2. 環境效益：ABC 半導體在執行此專案後，2022 年回收再使用 4,129,788 片 IC 晶片塑膠載盤，減少約當 688,298 公斤耐高溫抗靜電塑膠原料的需求與廢棄物處裡成本，更是減少 1,872,171 公斤的碳排放，等來自願性碳權¹⁶的法規與交易機制完成規畫並上線後依目前市場行情每噸 USD\$20 約 NT\$600 計算，可以產生約 NT\$1,123,302 的碳權交易收入。在隨著全球碳權交易市場的需求與熱度持續增溫，每噸的碳權交易金額預期也會持續看漲，ABC 半導體的碳權交易收入也會隨著增加。回收再使用 IC 晶片塑膠載盤專案不僅能減少對環境傷害與碳排外還能額外增加收入。

除了上述可以量化的效益外，執行 IC 晶片塑膠載盤回收再使用專案還有提升企業社會形象，增加客戶滿意度，達成政府環保目標與綠色產品認證等效益。綜合以上效益分析，半導體 IC 晶片塑膠載盤回收不僅有助於降低企業成本，提高資源效率，還可以帶來環保效益和政策遵從性。因此，對半導體企業來說，積極開展 IC 晶片塑膠載盤回收再利用是一項具有經濟效益的綠色舉措並為企業在全球市場上的競爭力和發展奠定基礎。

二、結果與未來研究方向：

¹⁶ 碳中和大哉問》碳權有分哪幾種？企業要如何購買碳權？一文看懂淨一ESG 永續台灣 (businessstoday.com.tw)

ABC 半導體的 IC 晶片塑膠載盤回收計畫取得了巨大的成功。在一年內，該公司成功執行 IC 晶片塑膠載盤回收再使用專案，並且有超過 83% 的回收載盤經過清潔和檢驗後得以再使用。這種做法大大減少了該公司對新 IC 晶片塑膠載盤與塑膠料的需求，並減少了廢棄物的產生。從經濟角度看，這種策略也為公司節省了大量的成本與碳排減少。同時也提高客戶滿意度與自身的企業形象與聲譽¹⁷。也因此 ABC 半導體決定擴大將 IC 晶片塑膠載盤回收列為 2023 年重點方案並向其主要客戶提案並建議執行。

現今愈來愈多的企業認識到，對環境的負責任與經濟效益並不互相排斥¹⁸。在 ABC 半導體的個案中，透過實施 IC 晶片塑膠載盤回收計畫，公司達成了對環保的承諾與減少碳排，並且實現了顯著的成本節省。這兩種結果一方面顯示了企業社會責任的實現，另一方面也強調了透過創新的供應鏈管理策略來實現經濟效益。

然而，這樣的成功並不意味著工作已經完成。進一步提高 IC 晶片塑膠載盤的回收率和重複回收使用壽命與次數仍然是一個挑戰，同時也是一個機會。未來的研究可以探索新的技術或策略，例如透過改良設計或開發新材料來提高 IC 晶片塑膠載盤的耐用性，或者透過改進回收程序與技術來提高回收率與延長重複回收使用次數。另外，也可以探討與研究如何將這樣的回收計畫擴展到其他類型的半導體包裝材料如晶圓盒、軟性吸塑載盤與 Tape and Reel(捲帶)等，以達成更大的環保和經濟效益。

¹⁷ ESG 是什麼？為什麼企業要重視？解密企業淨零轉型重要關鍵 (pwc.tw)

¹⁸ 張子超環境倫理與永續發展 (ntpc.edu.tw)

第六章 結論與建議



在探討了 IC 晶片塑膠載盤回收的各種方面，從其在半導體產業的 ESG 實踐，到相關的政策與法規，以及實證研究之後，在本研究的最後一章節，將根據前面的深入分析和探討，對半導體產業在回收 IC 晶片塑膠載盤的 ESG 實踐提出結論與建議，以促進可持續發展。

第一節 結論

本研究以回收 IC 晶片塑膠載盤為例，探討了半導體產業如何透過創新的環保技術和策略來實施 IC 晶片塑膠載盤回收計畫，來提高其對 ESG（環境、社會、治理）原則的實踐。首先，本論文重新定義 IC 塑膠載盤的價值與用途。從“一次性”與“消耗品”的角度轉變，將其視為可以回收再利用的重要資源。藉由強化對廢棄 IC 塑膠載盤回收與再利用的技術研發與流程改進，我們有機會將廢棄物轉變為新的價值，開創出新的商業機會。本論文研究了一家名為 ABC 半導體的企業，該公司已成功實施此類回收計畫。以下是本研究結論：

1. **環境影響**：透過 IC 晶片塑膠載盤的回收和再利用，半導體公司可以減少對新塑料的需求，從而降低能耗減少碳排放和減少廢棄物的產生。這不僅有助於保護環境，也符合越來越多投資者和消費者對於環保企業的期待。
2. **社會影響**：透過這樣的回收計畫，公司可以提供更多的就業機會，如回收、清潔和檢驗 IC 晶片塑膠載盤的工作，增加員工和消費者對公司的信任和忠誠度。此外，公司也展示了其對社區和環境的負責任，有效地提升企業社會責任從而提高了其社會信譽。
3. **公司治理**：公司治理在推動 ESG 實踐、特別是回收 IC 晶片塑膠載盤的過程中，擔當了關鍵的角色。創新的治理策略，如設立專門的 ESG 監督小組、建立載盤追蹤系統、強化員工的 ESG 教育和參與，以及透過持續的審核和評估來確保政策的有效性，都是推動 ESG 實踐並改善回收載盤流程的重要工具。透過這些策略，不僅能提升半導體公司的環境表現，同時也能強化公司的內部管理，提升員工的工作滿意度，增加企業的公眾形象和市場競爭力。因此，有效的公司治理不僅是推動 ESG 實踐的基礎，也是提升企業整體表現和創造長期價值的關鍵。此外，透明度的提升也是一個不容忽視的要素。公開回收政策和成果，讓投資者和利益相關者了解企業的 ESG 實踐情況，

可以加強他們對企業的信任和認同，並可能吸引更多的 ESG 投資，為企業帶來更多的資源和機會。總之，公司治理在回收 IC 晶片塑膠載盤的 ESG 實踐中發揮了不可或缺的角色，並通過創新和持續改進，推動了企業的可持續發展，創造了社會、環境和經濟的共同價值。

4. **經濟效益**：IC 晶片塑膠載盤回收計畫不僅符合 ESG 原則，也為公司帶來了經濟效益。具體來說，通過回收和再利用 IC 晶片塑膠載盤，公司可以節省購買新 IC 晶片塑膠載盤的成本與碳費或碳稅，並將這些節省的資源用於其他重要的業務活動。

本研究顯示，IC 晶片塑膠載盤回收計畫是半導體產業提高 ESG 實踐的一種有效方式。藉由這類計畫的實施可以進一步提高半導體產業的 ESG 意識，加強 ESG 教育和訓練、構建 ESG 指標體系、支持 ESG 投資、加強產業合作和對話，以及鼓勵社會參與等，都是推動半導體產業 ESG 發展的重要手段。

然而，實現回收再利用 IC 晶片塑膠載盤的最大效益需要半導體產業的多方面合作和努力。政策和法規的制定可以提高回收 IC 晶片塑膠載盤的效率和實施，而技術和流程的改進可以提高回收的品質和效益。此外，加強協作和合作也是實現回收再利用 IC 晶片塑膠載盤的成功與否跟效益的重要因素。

同時，本研究存在一定的局限性，例如對於不同地區、規模和產業鏈位置的企業適用性可能有所差異。因此，在推動半導體產業 ESG 應用時，需要根據實際情況靈活運用本研究的結果，將 ESG 的思維深入到其營運和決策中。

第二節 建議

在我們的研究中，我們已深入探討了 IC 晶片塑膠載盤在半導體產業中的回收與再利用的重要性。根據我們的研究發現，有幾點重要建議能夠幫助半導體產業藉由執行 IC 晶片塑膠載盤回收再利用來提高其在 ESG (環境、社會與治理) 上的表現。在本章節中，我們將著重討論以下四個主要建議：改善回收技術與流程、提高半導體產業的 ESG 意識、加強跨部門與跨企業的合作，以及認識到我們研究的一些限制。透過這些建議，我們希望能提供一個實際且操作的指導，幫助半導體產業在塑膠載盤回收的議題上取得更好的 ESG 表現。

一、改進回收技術與流程

從個案研究分析中得知，改進 IC 晶片塑膠載盤回收技術與流程對於提高半導

體產業的可持續性和環保意識具有重要意義。以下是一些建議和方法，可以幫助企業改進 IC 晶片塑膠載盤回收技術與流程：

1. **優化設計**：經由 FMEA 分析，擋牆斷裂為佔比最高(8.59%)的不良原因。在 IC 晶片塑膠載盤的設計階段，應將如何改善這不良當作首要考量。避免細擋牆的設計，同時也跟新 IC 晶片塑膠載盤供應商合作，選擇可回收和環保並強化的材料，不易因運輸過程中碰撞或外力造成擋牆斷裂。同時也要考慮到回收後的易處理性。此外，可優化設計以減少材料使用，降低生產成本和減少廢料。
2. **提升回收技術**：研究和開發先進的回收技術，以提高回收過程的效率和質量。例如，採用機器人和自動化設備進行分類和處理，導入 AOI(Automated Optical Inspection 自動視覺檢查機)來取代人工目檢，以提高回收速度和準確性。
3. **加強清潔、除膠和去污**：從個案分析資料中得知，現行的軌道式水刀清潔製程並無法成功除膠與去汙，經人工目檢後仍有高達 5.26% 的不良產生。同時人工目檢有著相當的侷限性，而殘膠又有著透明不易檢出的特性，以致常常有漏檢的情形發生，而一旦不良品流入產線會造成 IC 晶片沾黏與造成機台停機等嚴重後果，所以對回收的 IC 晶片塑膠載盤進行徹底清潔、除膠和去污，以確保其達到再次使用的要求是有其重要性與急迫性。以下是可行的建議方案：

- 3.1 **改善清潔流程**：將現行的軌道式水刀清潔製程改為如圖 5 所式的 7 槽式超音波與熱風吹乾流程，在搭配專案開發的清潔藥水可以有效的清潔、除膠與去汙，進而提高回收良率。

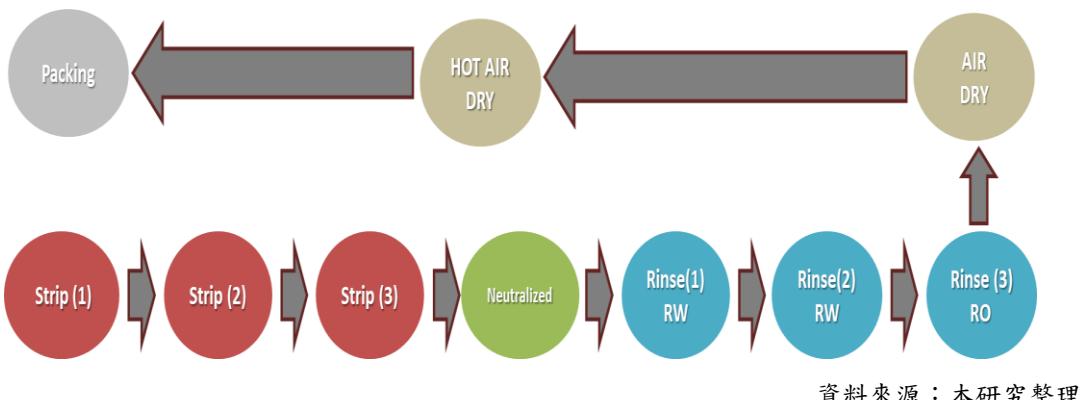


圖 5 7 槽式超音波與熱風吹乾流程



3.2 清潔藥水的開發：殘膠問題是 IC 晶片塑膠載盤回收過程中佔比 3.7% 的不良原因。但因為其透明不易檢出與沾黏附著力強的特性，只用市水與 RO 純水是無法清除乾淨，需特別開發專用藥水搭配超音波清洗機才能有效去除。而藥水開發除了有效除膠與去汙外，有以下要點必需考量與達成：

3.2.1 殘留在 IC 晶片塑膠載盤上面的藥水不可傷害 IC 晶片塑膠載盤表面與承載 IC 晶片的表面與引腳或錫球。

3.2.2 清洗過程中使用的清潔藥水不能對環境、水源和土壤造成污染。藥水需要能有效中和或回收處理。

4. **品質檢測與控制**：對回收後的 IC 晶片塑膠載盤進行嚴格的品質檢測和控制，以確保其符合生產和使用要求。這可能包括對 IC 晶片塑膠載盤的尺寸、形狀、阻抗、材料等方面進行檢測。
5. **與供應鏈合作**：與供應鏈夥伴合作，建立有效的回收和再利用機制。例如，通過與原材料供應商、加工廠和終端用戶協商，確保 IC 晶片塑膠載盤的回收和再利用能夠順利進行。
6. **提高員工意識**：加強對員工的培訓和教育，提高他們對回收和環保意識的重視。鼓勵員工積極參與回收和再利用活動，並提出改進建議。
7. **監測與改進**：藉由導入 QR code 或 Barcode 建立一個有效的監測和改進機制，定期檢查回收流程的效果和效率。通過數據分析和經驗總結，不斷優化和改進回收技術和流程。例如不良原因佔比 1.46% 的 Date code 過期就可經由此方式進行監測與數據分析，找出每款 IC 晶片塑膠載盤的最佳使用次數與壽命，進而調整放寬 Date code 限制，用科學驗證方式來提高回收率和使用次數與壽命。此外，藉由此監測與改進機制也能有效的計算碳足跡與碳排減少的數字。
8. **整合回收產業鏈**：整合回收產業鏈，包括收集、清洗、再生等環節，建立更完善的 IC 晶片塑膠載盤回收體系。這樣可以提高回收效率，減少能源和資源的浪費。

通過以上措施，企業和組織可以有效改進 IC 晶片塑膠載盤回收技術和流程，提高回收效果，降低成本和資源消耗，提高產品質量和綠色形象，還可以為可持續

發展和環境保護作出貢獻。

二、提高半導體產業界的 ESG 意識



公司治理3.0-永續發展藍圖時程



資料來源：金管會公司治理3.0永續發展藍圖

註：此圖所示公司為上市櫃公司

圖 6 公司治理 3.0-永續發展藍圖時程

如圖 6 公司治理 3.0-永續發展藍圖時程所示，隨著各產業巨頭的帶頭提倡與政府政策的推動，ESG 已然成為當今顯學，對上市櫃公司尤其重要。半導體產業身為台灣的支柱與護國產業，提高 ESG (環境、社會、治理) 意識是極為重要的。以下是一些如何提高半導體產業界 ESG 意識的建議：

1. **政策引導**：政府應制定相應的政策和法規，鼓勵企業將 ESG 納入企業戰略和管理。通過稅收優惠、補貼等措施，激勵企業加大對環保、社會和治理方面的投入¹⁹。
2. **企業文化建設**：企業應積極推動 ESG 文化建設，將其融入企業核心價值觀和經營理念。透過內部培訓、宣傳活動等手段，提高員工對 ESG 的認知和重視。
3. **加強教育與培訓**：在企業內部加強 ESG 相關培訓和教育，提高員工對 ESG 的意識和知識水平，並將 ESG 納入新員工培訓和繼續教育課程中²⁰。此外，對供應商和合作夥伴進行 ESG 培訓也是非常必要的。
4. **設立 ESG 目標**：設立明確的 ESG 目標，例如減少碳排放、提高能源效

¹⁹ ESG 是什麼？指標介紹、ESG 導入一篇就了解 - D&B -D&B (dnb.com.tw)

²⁰ ESG 大調查—把 ESG 基因注入企業，人資很重要 | 新社會 | 倡議家 (udn.com)

率、減少廢棄物等，並將其納入企業的戰略計劃和經營管理中。設立目標可以提高企業對 ESG 的關注和投入，同時可以監測 ESG 表現和進展。

5. **開展 ESG 項目**：開展具體的 ESG 項目，例如推動半導體 IC 晶片塑膠載盤回收、使用可再生能源、推廣環境友好產品等。通過實施這些項目，可以加深企業對 ESG 的認知和理解，並向社會傳達企業的社會責任。
6. **與相關組織合作**：與相關組織合作，例如行業協會、非政府組織、學術界和政府機構等，共同推動 ESG 發展和實踐。這可以促進資源共享和信息交流，並提高 ESG 發展的影響力。
7. **知識分享與合作**：半導體產業界應建立知識分享和合作機制，交流 ESG 相關的最佳實踐和經驗。通過舉辦講座、研討會等活動，促進企業間的互動與學習。
8. **第三方評估**：引入專業的第三方評估機構，對企業的 ESG 表現進行評估和認證。透過這些評估結果，企業可以了解自己在 ESG 方面的優缺點，並制定相應的改進措施。
9. **進行 ESG 報告**：建立透明的 ESG 報告機制，及時公佈 ESG 指標和表現，對外展示企業的 ESG 實踐和成果。透過報告，可以加深投資者和消費者對企業 ESG 表現的了解，提高企業的公信力和可持續性。
10. **鼓勵社會參與**：半導體產業公司可以開展多種社會參與活動，例如贊助環保項目、參加公益活動、推動 ESG 相關項目等，進一步提高公眾對公司的認知和理解²¹。
11. **投資者要求**：投資者應更加重視企業的 ESG 表現，將其作為投資決策的重要參考因素。這將促使企業更加重視 ESG，並努力提升自身的表現。
12. **媒體與公眾監督**：媒體和公眾應對半導體產業的 ESG 表現進行關注和監督，對表現不佳的企業予以曝光，激勵企業改進。
13. **國際合作**：半導體產業應積極參與國際合作，與國際組織和其他國家的企業共同推動 ESG 的發展。通過國際合作，可以共享經驗、技術和資源，共同提高全球半導體產業的 ESG 水平²²。

²¹ 紿企業看的永續指南，一篇搞懂 ESG 要做什麼 | TechNews 科技新報

²² 今周刊 <https://www.businesstoday.com.tw/article/category/80394/post/202211180014/>

綜上所述，提高半導體產業界的 ESG 意識需要從上述多個方面著手。通過全而且系統性的措施，加強企業和行業對環境、社會和治理方面的重視和投入，共同推動半導體產業的可持續發展，同時還能夠加強公司的競爭力。



三、加強跨部門與跨企業的合作

臺灣產業大多為國際大廠或是知名品牌的供應鏈一環，在整體產業生態系中，沒有一間廠商可以獨自生存，所以在面對 ESG 的議題上需要整個供應鏈與價值鏈的所有合作夥伴都參與合作與共同成長才有意義²³。而加強跨部門與跨企業的合作可以提高資源利用效率，促進創新，並解決共同面臨的挑戰²⁴。以下是一些建議：

1. **建立溝通與交流平台**：建立跨部門與跨企業的溝通與交流平台，例如網路論壇、社群媒體群組或定期舉辦的交流會議，以便各方分享信息、經驗和技術。
2. **制定共同目標和計劃**：制定共同的可持續發展目標和計劃，包括環境、社會和公司治理等方面，並通過合作實現這些目標²⁵。
3. **建立合作夥伴關係**：建立跨部門和跨企業的合作夥伴關係，通過共享資源和技術，實現相互補充和增效，並且鼓勵夥伴之間的相互學習和成長。
4. **建立共同監測和評估機制**：建立跨部門和跨企業的共同監測和評估機制，用於跟蹤和評估實施計劃的進展情況和成效，並進行相應的調整和改進。
5. **定期舉辦活動**：定期舉辦研討會、專題講座、座談會等活動，以促進各部門和企業之間的交流與合作。
6. **合作專案**：鼓勵企業和部門參與跨企業、跨部門的合作專案，這將有助於解決共同的技術難題、創新產品開發和市場拓展等問題。
7. **跨企業培訓**：開展跨企業的培訓計劃，讓員工了解其他企業的管理方式、技術水平和市場需求，從而促進跨企業合作。
8. **組建聯盟或協會**：鼓勵企業組建或加入行業聯盟、協會等組織，共同制

²³ ESG 懶人包》什麼是 ESG？全面解析 ESG 核心定義、案例、檢測工具，一次讀懂 ESG 的行動指南 - CSR@天下 (cw.com.tw)

²⁴ 五個打造跨部門共識的關鍵策略&六種建立合作關係的方法 | Medium

²⁵ 從 MDGs、SDGs、ESG 到美好生活目標 - 國衛院電子報 (nhri.edu.tw)



定行業標準、解決共同面臨的挑戰，並提升整個產業的競爭力²⁶。

9. **政府支持**：政府可以通過資金支持、政策引導等方式，鼓勵跨部門與跨企業合作，特別是在技術創新、市場拓展等方面。
10. **制定合作協議**：建立明確的合作協議，界定各方在合作過程中的角色、責任和利益分配，以便確保合作順利進行。
11. **創建創新生態系**：鼓勵企業與大專院校、研究機構等其他組織建立創新生態系²⁷，共同開展研究、培訓和技術開發等工作。
12. **激勵機制**：建立激勵機制，鼓勵企業和個人參與跨部門和跨企業的合作，例如通過獎勵、認證、認可等方式，鼓勵更多的參與和貢獻。
13. **推動供應鏈協同**：推動供應鏈的協同，例如建立供應鏈可持續性評估機制，建立共同的環境和社會標準，以幫助供應商改善環境和社會表現。

綜上所述，加強跨部門與跨企業的合作需要從多個層面著手，進行系統性、全面、持續的努力，增強相互信任，發現和解決問題。這些措施有助於促進資源共享與優化、提高效率、節約成本知識傳播和技術創新，從而提高各部門和企業的綜合競爭力，促進整個產業的發展，同時也可以促進可持續發展目標的實現，創造更大的價值。

四、研究限制

儘管以回收 IC 晶片塑膠載盤為例的半導體產業 ESG 應用研究具有一定的理論和實踐價值，但在進行研究時也需注意以下潛在的限制：

1. **數據可用性**：收集半導體回收 IC 晶片塑膠載盤相關的數據可能會受到企業保密政策和資訊不透明的影響，從而影響研究的準確性和可靠性。
2. **案例選擇偏差**：研究中選擇的成功案例可能僅涵蓋部分企業和市場，未能全面反映半導體產業回收 IC 晶片塑膠載盤應用的真實狀況。
3. **技術發展的不確定性**：半導體產業是一個技術密集型行業，技術創新和變革的速度很快。未來可能出現的新技術和新材料可能改變回收 IC 晶

²⁶ 產業創新條例-全國法規資料庫 (moj.gov.tw)

²⁷ 【圖解】近 7 成領導者認為「生態系」是成功途徑！它為何成企業競爭最熱關鍵詞？ | 數位時代 BusinessNext (bnext.com.tw)



片塑膠載盤的應用前景，這也為研究帶來一定的不確定性。

4. 法規和政策因素：不同國家和地區的法規和政策對半導體產業 ESG 應用的影響可能存在差異，對回收 IC 晶片塑膠載盤的實施可能產生不同程度的影響，進而影響研究結果的普適性。
5. 經濟和政策因素：本研究將涉及到經濟和政策因素對回收 IC 晶片塑膠載盤應用的影響，然而，經濟和政策環境的變化可能對研究結果造成影響，限制了研究的長期適用性。

儘管存在以上限制，本研究仍具有重要的理論和實踐意義，為半導體產業的可持續發展提供有益的指引。在進行研究時，應充分考慮這些限制，以提高研究的有效性和可靠度。

參考文獻



一、中文文獻

- [1] 江則臻. (2019). 企業落實 ESG 對公司經營效率影響. 國立政治大學風險管理與保險研究所碩士論文.
- [2] 何宗翰. (2016). 環境安全事件對企業社會責任環境資訊揭露之影響. 私立中原大學會計研究所碩士論文.
- [3] 吳晨安. (2022). 公司治理評鑑結果與未來企業經營績效之關聯性研究. 國立台灣大學財務金融研究所碩士論文
- [4] 林宗憲. (2008). 導入綠色製程對生產系統之影響-以半導體封裝製程為例. 私立中原大學工業工程研究所碩士論文.
- [5] 林育槿. (2019). 社會責任投資績效評估: 以入選道瓊永續指數之台灣企業為例. 國立政治大學國際經營與貿易研究所碩士論文.
- [6] 林好庭. (2019). 企業社會責任報告書, 企業社會責任表現與財務績效之關聯性. 私立淡江大學會計研究所碩士論文.
- [7] 林雅慧. (2020). ESG 浪潮下資產管理業者的經營策略 國立台灣大學財務金融研究所碩士論文.
- [8] 施婷芸, & 陳世良. (2020). CSR 對公司價值的影響: CEO 的能力及權力的作用. 運動與觀光研究, 9(2), 29-46.
- [9] 連混沌. (2022). ESG 評價對公司價值之影響. 私立嶺東科技大學財務金融研究所碩士論文.
- [10] 黃秀金. (2010). 企業社會責任與市場評價關聯性之研究. 國立虎尾科技大學經營管理研究所在職專班碩士論文.
- [11] 黃詩婷. (2022). 推動公司治理 3.0-永續發展藍圖對企業經營績效之影響-以台灣上市櫃電子業為例. 私立淡江大學會計研究所在職專班碩士論文.
- [12] 許承葦. (2010). 綠色採購對半導體產業發展之影響. 私立亞洲大學光學與通訊研究所碩士論文.
- [13] 許嘉棟, 謝宗穎, & 許哲豪. (2018). 半導體廢棄物回收再利用之商業模式探討. 科技管理學刊, 23(2), 1-28.
- [14] 許永忠. (2002). 組織特性, 員工福利, 員工態度之關聯性 研究--以北部地區



- [15] 陳怡文. (2020). 透過公司治理評鑑改善董事會結構與運作之探討. 國立台灣大學工業工程研究所碩士論文.
- [16] 陳榮貴. (2014). 企業社會責任報告環境指標之研究---以半導體業為例. 國立中央大學環境工程研究所在職專班碩士論文.
- [17] 張啟敏. (2017). 策略性企業社會責任之研究：以台灣積體電路公司綠色供應鏈管理為例. 私立法鼓文理學院社會企業與創新研究所碩士論文.
- [18] 張俊陞. (2023). ESG 對消費者支付溢價意願的影響. 國立台灣師範大學管理研究所碩士論文.
- [19] 張哲穎. (2016). 影響中小企業安全衛生管理績效的關鍵要素. 私立長榮大學職職安全與衛生研究所碩士論文.
- [20] 張睿文. (2022). 巨大集團之商業模式創新與策略布局. 國立臺灣大學商學研究所碩士論文.
- [21] 蔡昌憲. (2023). 董事會之永續治理角色與董事監督義務. *Taiwan Financial & Economic Law Review*, 5(1), 155-218.
- [22] 廖彥傑, & 王衍智. (2023). 台灣公司治理地圖-從破產機率分析 (Doctoral dissertation). 國立台灣大學財務金融研究所碩士論文
- [23] 蕭斯方. (2018). 利害關係人對 CSR 報告書揭露情況之影響-我國半導體產業價值鏈之實證研究. 國立政治大學會計研究所碩士論文.

二、英文文獻

- [1] Ali, A. K., Layton, A., Kio, P., & Williams, J. (2021). Matrix Trays: From waste to opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 300, 126813.
- [2] Alareeni, A., & Hamdan, A. (2020). ESG impact on performance of US S&P 500-listed firms. *Corporate Governance International Journal of Business in Society*, 20(7), pp. 1-22.
- [3] Alhaddi, H. (2015). Triple bottom line and sustainability: A literature review. *Business and Management studies*, 1(2), 6-10.
- [4] Balwada, J., Samaiya, S., & Mishra, R. P. (2021). Packaging plastic waste management for a circular economy and identifying a better waste collection system using analytical hierarchy process (AHP). *Procedia CIRP*, 98, 270-275.

- [5] Dathe, T., Dathe, R., Dathe, I., & Helmold, M. (2022). Corporate social responsibility (CSR), sustainability and environmental social governance (ESG): Approaches to ethical management. Springer Nature.
- [6] Devalle, A. (2017). The linkage between ESG performance and credit ratings: A firm-level perspective analysis. " International Journal of Business and Management, Canadian Center of Science and Education, vol. 12(9), pp 1-53, August.
- [7] Ruberti, M. (2023). The chip manufacturing industry: Environmental impacts and eco-efficiency analysis. Science of The Total Environment, 858, 159873.
- [8] Shen, S. P., & Tsai, J. F. (2022). Evaluating the sustainable development of the semiconductor industry using BWM and fuzzy TOPSIS. Sustainability, 14(17), 10693.
- [9] Sheng, T. L., bin Shamsudin, M. Z., & Ling, L. C. (2005, September). Sustainable development with green productivity in manufacturing. In ISSM 2005, IEEE International Symposium on Semiconductor Manufacturing, 2005. (pp. 267-270). IEEE.
- [10] Serafeim, G., & Amel-Zadeh, A. (2017). Why and How Investors Use ESG Information: Evidence from a Global Survey. Financial Analysts Journal, pp. 2-41.
- [11] Wang, Q., Huang, N., Cai, H., Chen, X., & Wu, Y. (2023). Water strategies and practices for sustainable development in the semiconductor industry. Water Cycle, 4, 12-16.
- [12] Williams, J., Warrington, S., & Layton, A. (2019, June). Waste Reduction: A review of common options and alternatives. In International Manufacturing Science and Engineering Conference (Vol. 58745, p. V001T05A012). American Society of Mechanical Engineers.