



區域半導體供應鏈發展 與晶圓製造產能全球布局

鄭凱安

資深產業分析師兼產品經理

產業情報研究所

財團法人資訊工業策進會

2022.03.19



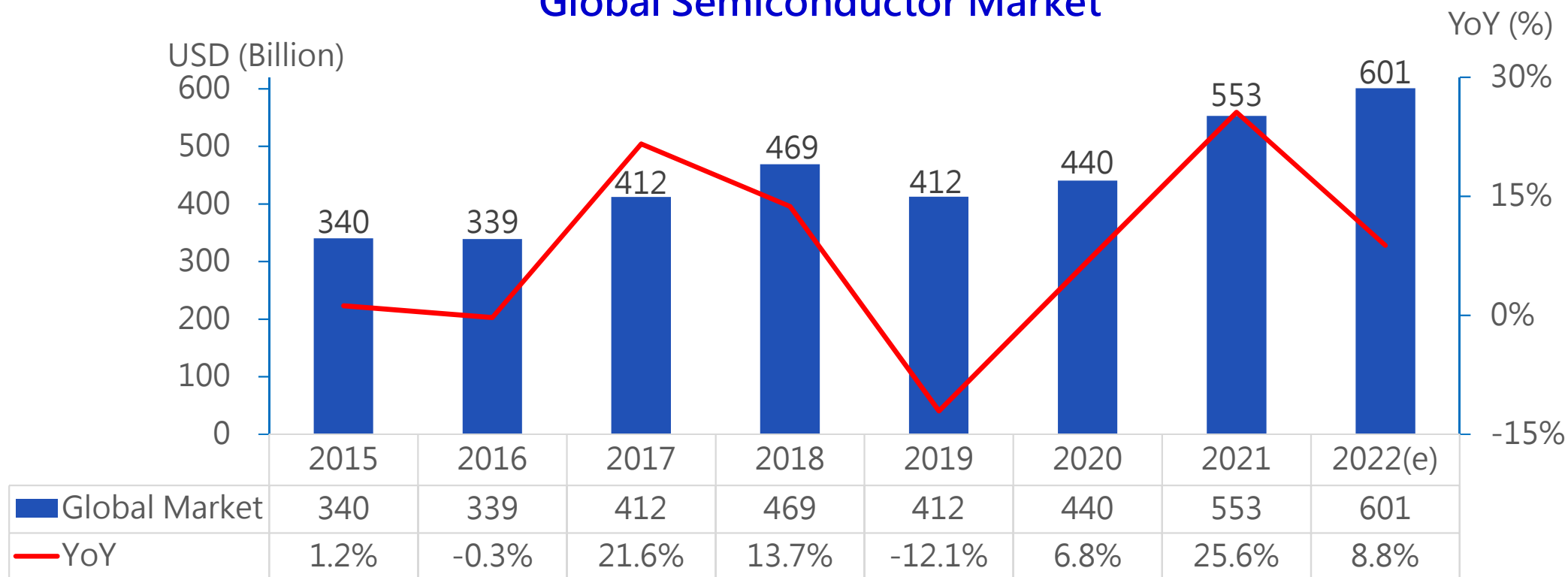
簡報大綱

- 全球半導體產業趨勢
- 區域半導體供應鏈發展
- 主要晶圓製造業者動態與全球布局
- 結論

全球半導體產業趨勢

2021~2022年全球半導體市場規模持續增長

Global Semiconductor Market

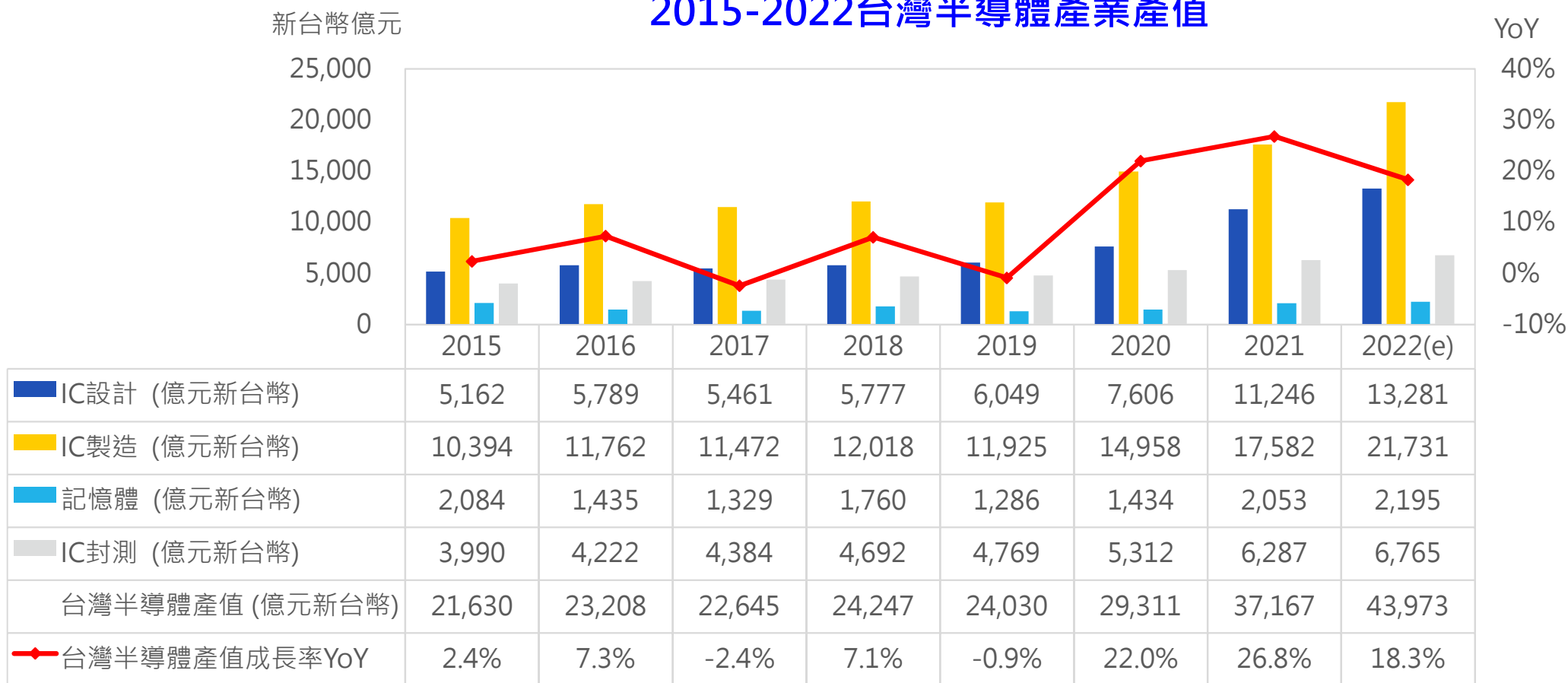


資料來源：WSTS，MIC整理，2022年3月

- 在疫情影響下宅經濟驅動的NB需求下，半導體晶片需求遽增導致產能供不應求，也引發供需失衡、交期延長以及產品漲價等現象；在出貨與價格均大幅增長下，2021年半導體市場規模與業者營收均呈現高度的成長
- 除疫情造成的短期需求外，5G、AI、物聯網等新興應用持續發展，推動長期對半導體元件的需求，2022年半導體市場規模仍將持續正成長

台灣半導體產業在2022年仍將展現高度成長

2015-2022台灣半導體產業產值



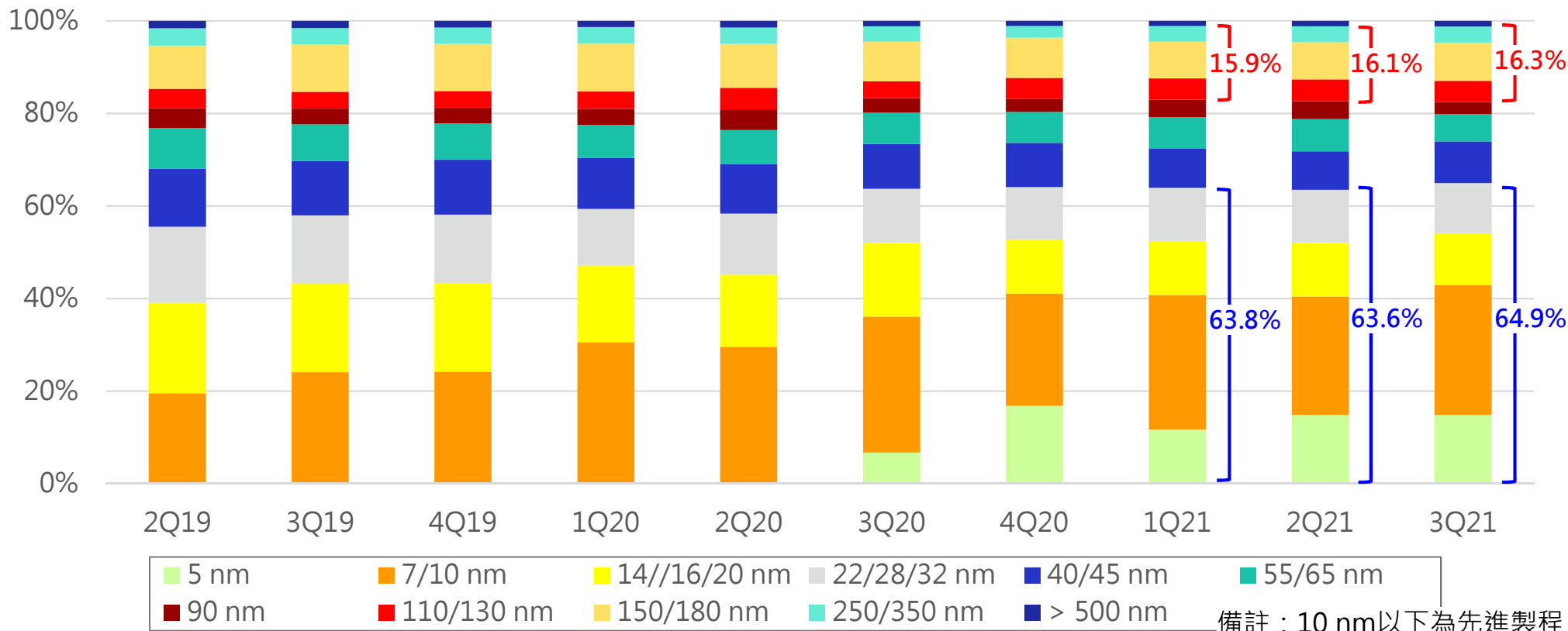
資料來源：MIC，2022年3月

- 延續2021年IC設計、IC製造、IC封測與記憶體產業的蓬勃發展，2022年台灣半導體產業也將展現高度成長
- IC製造將是成長幅度最大的次產業，在價格提高與新建置產能逐步導入下，全年營收成長將超過20%；IC設計次之，營收成長將超過15%；IC封測與記憶體產業全年營收則預期有5~10%的成長



運算晶片需求帶動先進及高階製程產能增長

台灣晶圓代工各技術節點製程營收比重



資料來源：MIC，2022年3月

- TSMC先進製程占比已達50%以上，大廠如Apple、AMD、Qualcomm、NVIDIA、MTK等均積極爭取5nm與7nm的先進製程產能
- 28 nm以下製程占比已達60%以上，反映業界對高階製程晶片的需求
- 110nm~350nm製程占比近三季明顯增加，呼應市場對8吋廠成熟製程需求



2022年全球半導體晶片缺貨仍將持續

8吋、12吋晶圓製造
訂單快速增長



疫情改變生活型態，
帶動筆記型電腦需求

筆記型電腦零組件，包含各類晶片、面板、觸控板等

智慧型手機、汽車市場回溫

手機零組件，包含處理器、觸控與顯示驅動、網通等

美國將SMIC納入貿易管制，國際IC設計大廠紛紛轉單

車用晶片，包含功率半導體、感測器、MCU、AI晶片等

8吋、12吋晶圓成熟製程產能利用率持續攀升

- 8吋晶圓：DDIC、PMIC、CIS、MCU等
- 12吋晶圓成熟製程：PMIC、TDDI、Audio Codec IC、Wi-Fi IC、RF IC、記憶體控制IC等

8吋晶圓廠傾向不擴廠，12吋晶圓廠建廠緩不濟急

美國德州暴風雪、日本地震、Renesas火災、台積電跳電、東南亞疫情，影響晶圓廠與封測廠生產供貨

- Samsung：記憶體、DDIC、CIS、5G TRs等
- NXP：車用晶片
- Infineon：車用晶片、記憶體
- Renesas：車用晶片
- TSMC：CIS、車用晶片



- 多元應用所需晶片產能排擠
- 產能漲幅低於需求漲幅
- 晶圓廠晶片交期延後

資料來源：MIC · 2022年3月





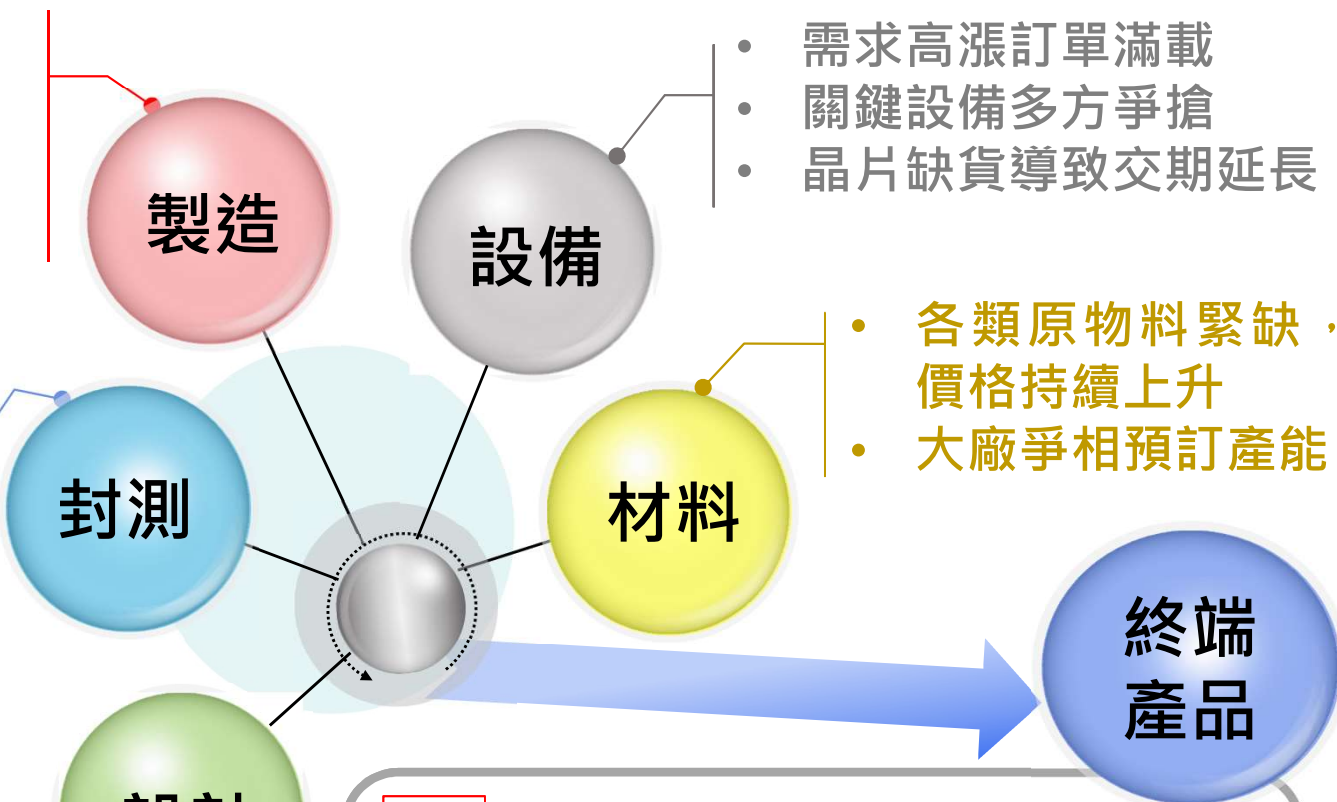
晶片製造產能供不應求衝擊相關供應鏈

- 產能利用率達到滿載
- 訂單排隊、報價上漲
- 持續擴充產能
- 長約、訂金營運模式

- 需求高漲訂單滿載
- 關鍵設備多方爭搶
- 晶片缺貨導致交期延長

- 產能利用率達到滿載
- 交期拉長、報價上漲
- 持續擴充產能
- 長約、訂金營運模式
- 設備/原材料交期拉長

- 各類原物料緊缺，價格持續上升
- 大廠爭相預訂產能



- 代工封測產能取得困難
- 代工封測成本提高
- 反映成本提高晶片價格
- 不同產品線產能排擠
- 晶片交期持續遞延
- 小廠不易取得產能

挑戰

- 關鍵零組件缺貨，成本提高
- 產品漲價不易，難以轉嫁成本

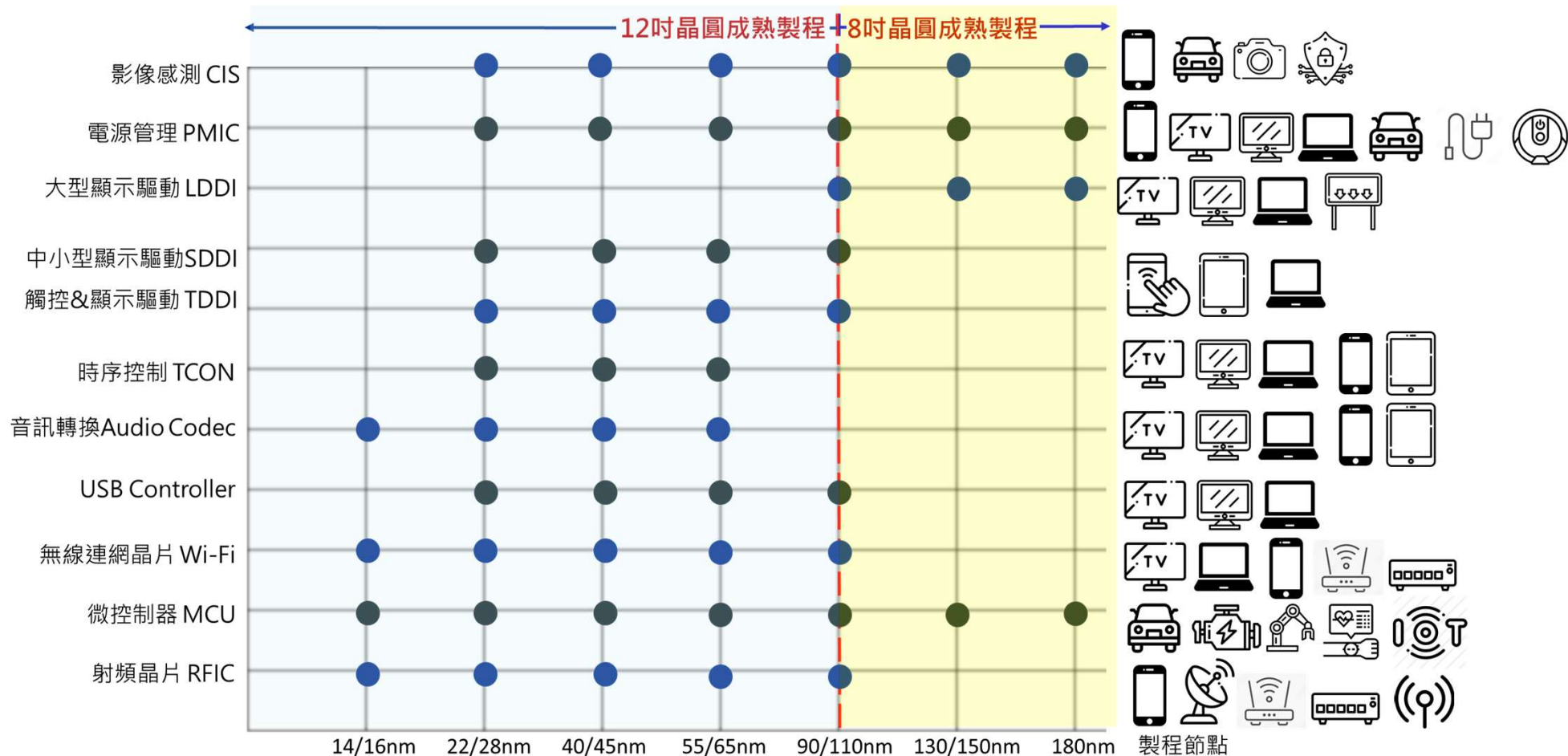
因應做法

- 產品降規確保出貨
- 品牌廠直接跟晶片廠溝通叫料
- 與晶片廠簽訂長約或策略聯盟
- 產品設計採用共通料件

資料來源：MIC，2022年3月



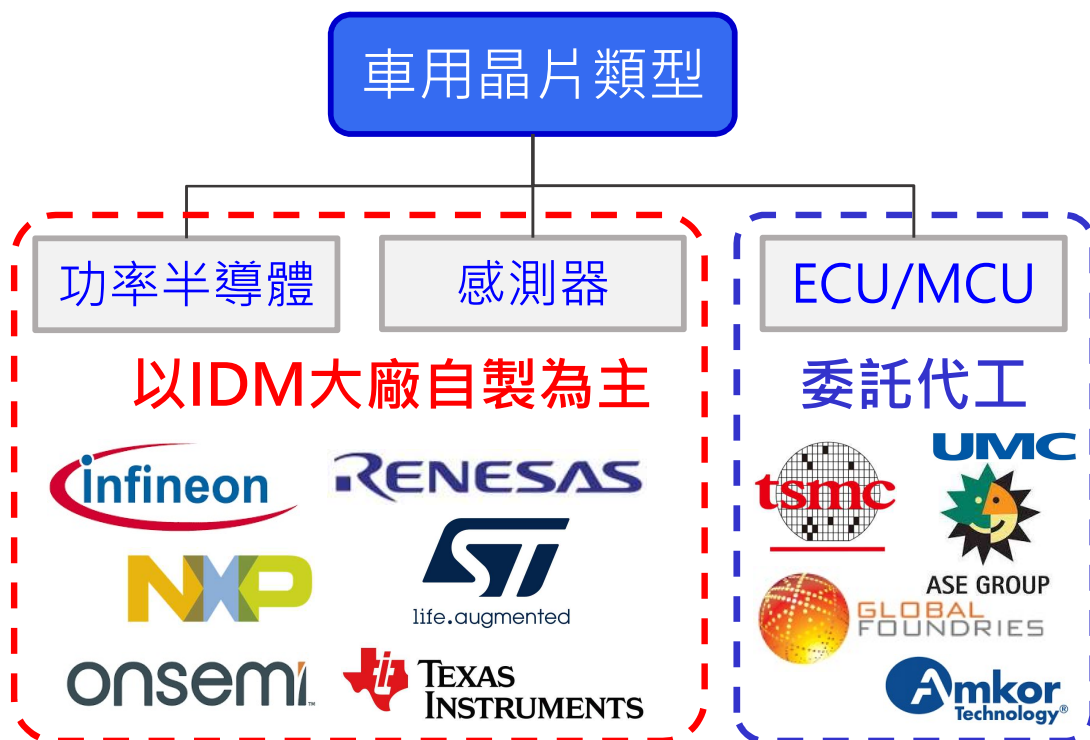
成熟製程晶片面臨產能排擠效應



資料來源：MIC，2022年3月

- 全球晶圓代工產能持續吃緊，儘管各大代工廠或有建廠與擴大產能的規劃，但量產仍需時間；智慧型手機、PC/NB等領域之供貨目前已稍有緩解，主晶片供貨尚且穩定，但其他關鍵元件仍面臨產能排擠的情況，下游應用市場將苦於長短料問題
- 晶片市場預估要到2022年才有機會逐漸恢復供需平衡，於此同時，也要審慎觀察資料中心、邊緣運算與車用等應用市場需求的成長幅度

車用晶片將與資通訊晶片競爭全球有限產能



主要委外MCU類型

Top 5 車用MCU IDM廠	Top 5 車用MCU 市占	委外MCU類型		
		高階MCU (<16nm)	中階MCU (28-65nm)	低階MCU (>110nm)
NXP	25-30%	●	●	
Renesas	25-30%		●	●
Infineon	15-20%	●	●	●
TI	< 10%		●	
Microchip	< 10%		●	

備註：Infineon資料包含近期併購的Cypress

資料來源：各公司，MIC整理，2022年3月

- 面對2020年上半年疫情衝擊導致銷售銳減，車廠紛紛調降庫存水位，車用晶片IDM大廠也紛紛減少本身庫存準備並取消委託晶圓代工廠製造之車用晶片訂單
- 隨著汽車市場回溫，車用晶片需求大幅增長，但面對全球晶圓製造產能緊繃，車用晶片受到ICT產品晶片產能排擠，導致供給不足，庫存水位快速滑落
- 台灣晶圓代工業者在政府協調下，已於2021年第一季積極調度產能投入以MCU為主之車用晶片生產，並於第二季完成製造出貨，進入封測階段，惟因東南亞疫情造成封測產能受限，且物流延遲，使市場上車用MCU仍面臨缺貨

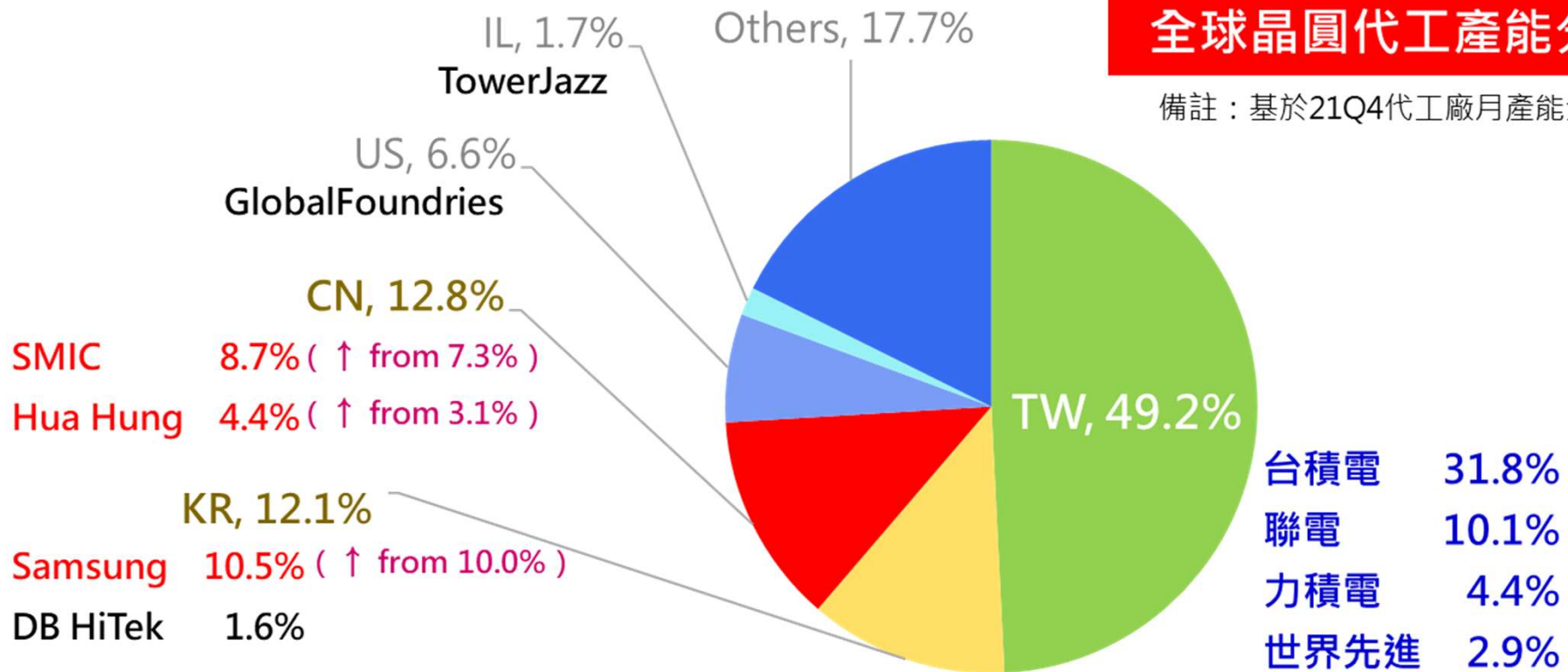
區域半導體供應鏈發展



區域專業分工面臨地緣政治與自然災害風險

全球晶圓代工產能分布

備註：基於21Q4代工廠月產能全球占比



資料來源：SEMI，MIC整理，2022年3月

- 半導體產業供應鏈的區域專業分工使晶片生產效率與成本達到最佳化，全球前十大晶圓代工業者中，台灣就有四家，合計約占全球產能的49.2%，而台積電一家產能占比就超過30%
- 中國大陸與南韓晶圓代工廠近年積極擴產，如SMIC（中芯國際）、Hua Hong（華虹半導體）、Samsung全球占比均呈現逐年增長，壓縮其他國家代工業者占比
- 高度集中於亞洲的晶圓製造產能面臨疫情、地緣政治與自然災害的風險，一旦生產或出貨受阻，將衝擊全球晶片供應，影響各國科技與經濟發展



各國政府積極推動區域半導體供應鏈發展

各國對區域半導體供應鏈發展提供之政策激勵	國家	研發投資	租稅優惠	建廠補助
	美國	●	●	●
	日本	●		●
	韓國	●	●	
	歐盟	●		
	中國大陸	●	●	

» 中國大陸：自主可控的一條龍半導體供應鏈

- 中國大陸積極提升半導體自主能力，大基金二期強化核心設備研發
- 中國「十四五」規劃中，積極發展第三代半導體

» 日本：半導體與數位產業戰略

- 經濟振興對策「後5G 基金」研發補助
- 政府補充預算建廠/設備補助

» 美國：聚焦本土先進邏輯晶片製造產能與韌性安全供應鏈

- CHIPS for America Act 研發補助、租稅優惠、建廠/設備補助
- American Foundries Act 研發補助、建廠/設備補助
- National Defense Authorization Act 建廠/設備補助

» 歐盟：先進製程2030年達20%產能目標

- 2030 數位羅盤計畫
- 歐盟規劃在未來2至3年內投資1450億歐元研究半導體技術，並建立歐洲本土先進製程供應鏈

» 韓國：K 半導體戰略

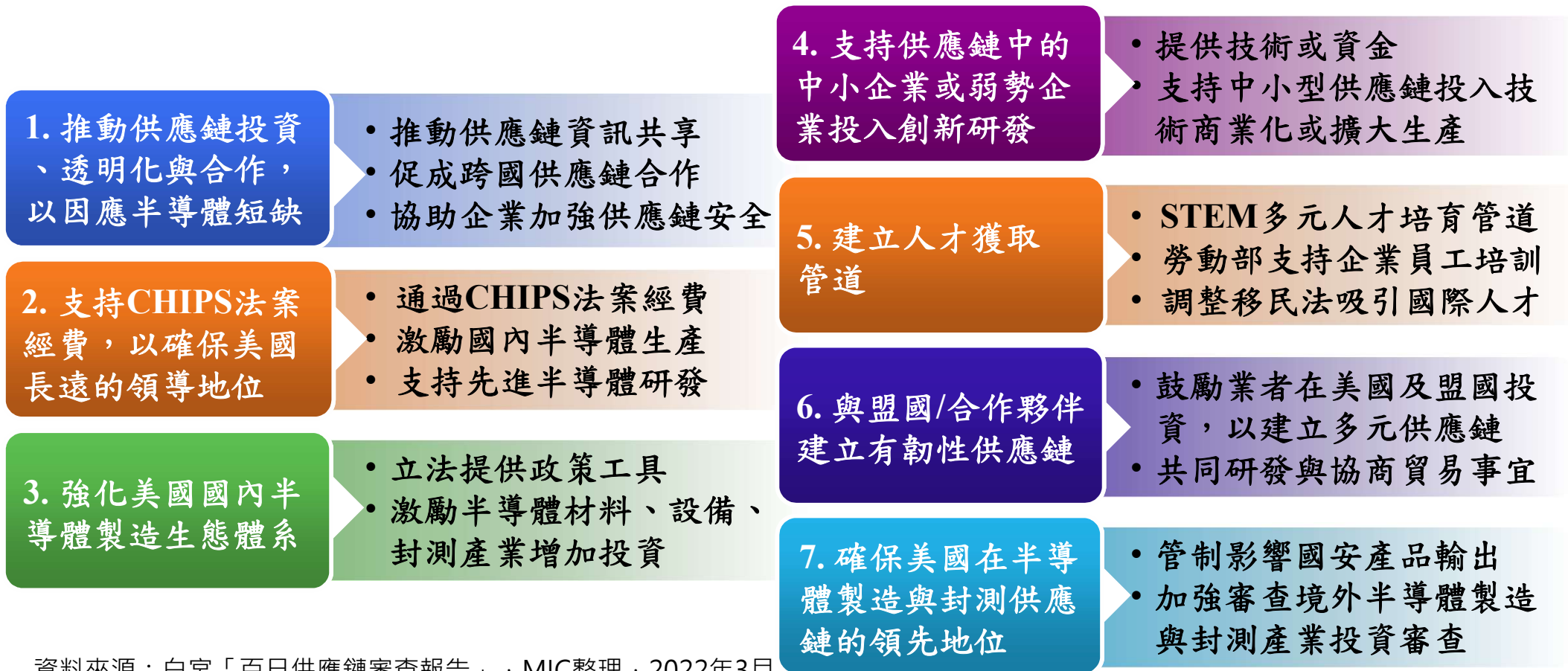
- 2030年打造完整半導體產業聚落
- 「K 半導體戰略」租稅優惠、建廠/設備與研發補助

資料來源：各國政府，MIC整理，2022年3月

- 全球已將半導體產業視為戰略資源，各國政府如美國、日本、韓國、歐盟與中國大陸等紛紛推動半導體產業振興相關政策，試圖扶持國內半導體製造產業以及加強與海外半導體產業合作
- 除廠房設備補助與租稅優惠外，在先進半導體技術的研發投資也是各國高度關注重點



白宮提出之美國半導體供應鏈發展策略



資料來源：白宮「百日供應鏈審查報告」，MIC整理，2022年3月

- 第1項與第6項以建立跨國半導體供應鏈合作為目標，合作重點包含供應鏈資訊透明化與多元供應鏈供需合作
- CHIPS法案將支持美國本土的半導體先進製程產能建置與研發，目前TSMC、Intel、Samsung與GlobalFoundries均有新建產能的規劃



美日區域供應鏈合作以B5G/6G為核心

美日合作核心重點：承諾共同投入B5G/6G的研發

日本近期重點政策

後5G基金

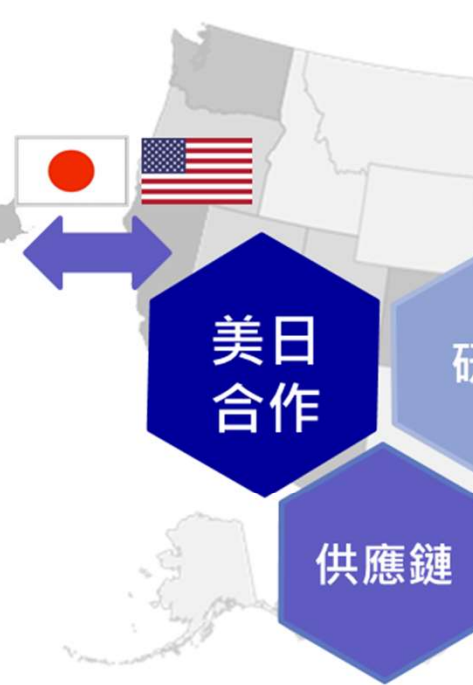
- 5G技術與半導體製程設備研發

科學技術創新基本計畫

- 聚焦AI、生技、量子、材料、醫療等領域
- 聚焦半導體材料技術，及電池材料技術等

支持與海外晶圓廠合作

- 撥款1.7億美元支持TSMC在筑波市設立先進製程與材料研發中心



美日雙邊會談共同聲明 (2021/4/16)

- 美日承諾各自投入25億與20億美元研發B5G、6G
- 全球標準制定的合作
- 基於開放、透明、協作原則，發展生物技術
- 加強量子資訊科技合作

- 推動安全和開放的5G網路
- 在敏感的供應鏈(包括半導體)及技術的推廣和保護合作

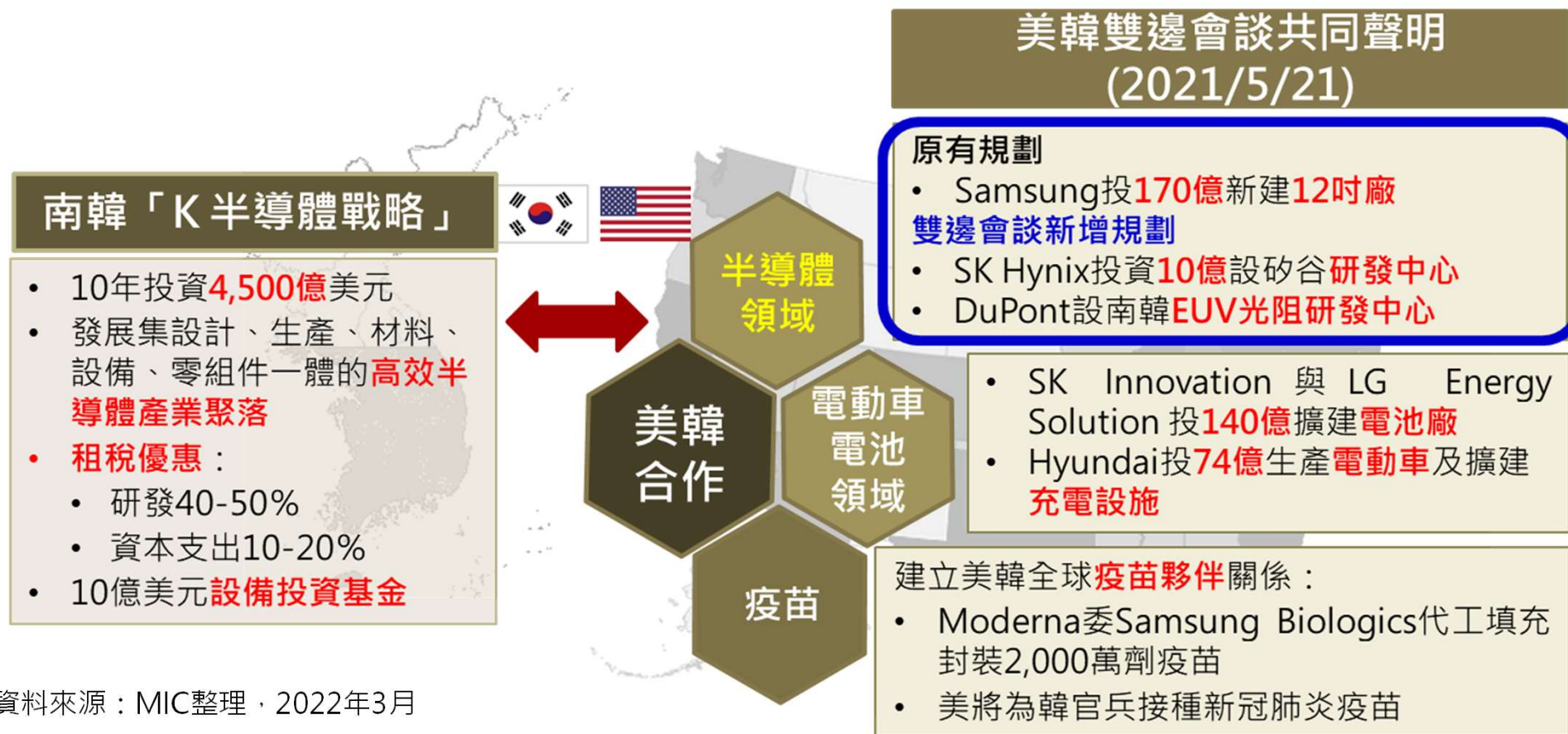
資料來源：MIC整理，2022年3月

- 日本以塑造B5G國家隊為發展目標，並積極支持B5G相關的技術與產業發展，包含通訊相關之半導體晶片以及製程設備開發
- 透過與日本合作，美國可以加強對B5G/6G的影響力



美韓大廠互設研發中心深化區域供應鏈合作

美韓合作核心重點：**半導體廠與研發中心、擴大電池生產、疫苗**

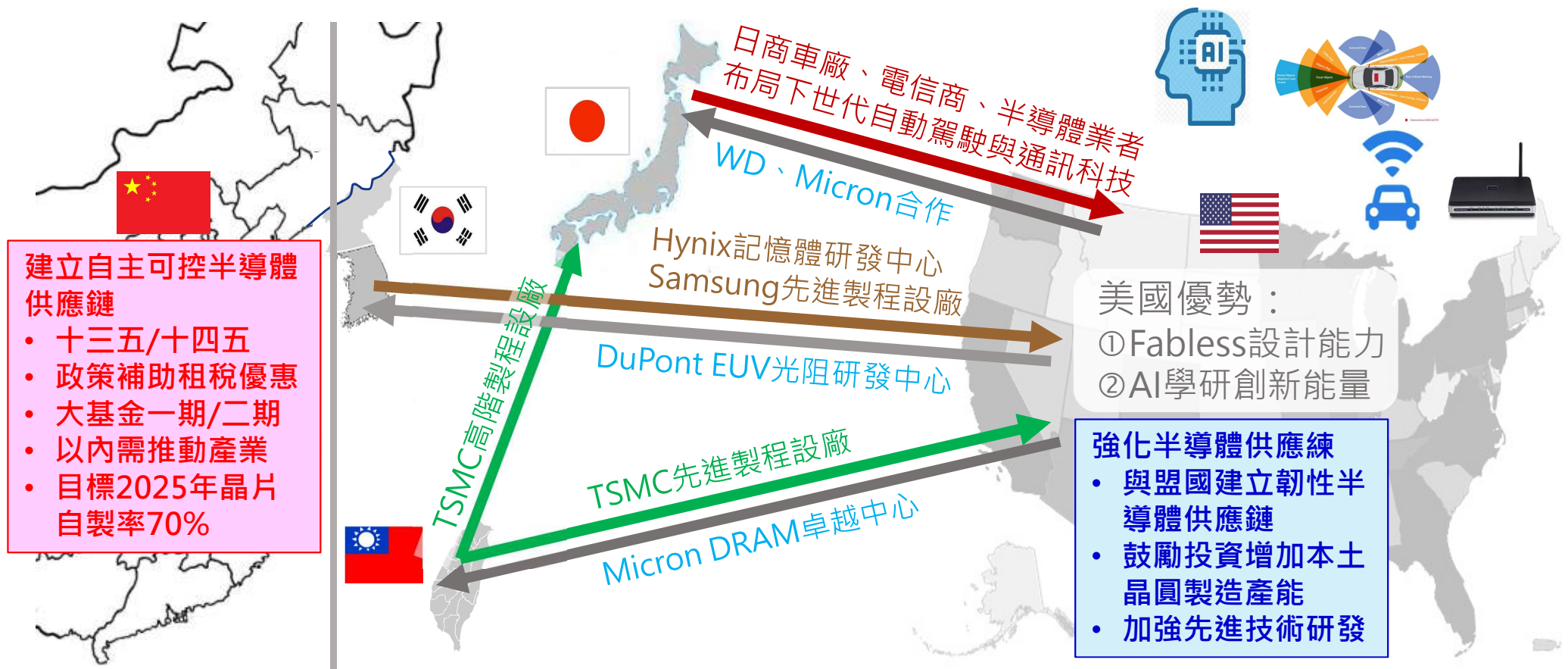


資料來源：MIC整理，2022年3月

- Samsung在德州Austin投資擴建先進製程廠房，有助於美國提升本土半導體製造產能
- 另一方面，DuPont在南韓設立EUV光阻研發中心也有助於南韓強化國內半導體產業聚落，切合南韓「K半導體戰略」的發展目標



美中競爭加速區域半導體供應鏈成形



資料來源：MIC，2022年3月

- 美中科技戰造成雙方陣營各自塑造供應鏈的趨勢，將促使區域供應鏈發展更二極化：美國透過與台日韓在半導體與相關產業的合作，推動韌性 (Resilient) 區域供應鏈成形
- 面對美國對於半導體技術與產業的封鎖，中國大陸將繼續以建立自主半導體供應鏈為目標而努力
- 區域半導體供應鏈的參與與合作將成為產業與廠商在區域市場競爭的重要影響因子



晶圓製造業者加速產能擴建與全球化布局

	晶圓廠	宣布時間	主要規劃	目標	量產時間
IDM廠	Infineon	2021.2	加速奧地利12吋晶圓廠建設提前啟用	功率半導體量產	2021
	Bosch	2021.6	啟用德國Dresden車用半導體廠	65~180 nm製程量產	2021
	Intel	2021.3	於美國Arizona州新建2座12吋晶圓廠	7 nm製程量產	2024
	Intel	2021.7	於愛爾蘭投資擴建12吋晶圓廠	7 nm製程量產	2022
	Samsung	2021.3	於美國Texas州申請新建12吋晶圓廠	3 nm製程量產	2023
	Samsung	2021.5	於南韓平澤Pyeongtaek新建12吋晶圓廠	5 nm製程量產	2022
晶圓代工廠	TSMC	2020.6	於美國Arizona州新建12吋晶圓廠	5 nm製程量產	2024
	TSMC	2021.4	於中國大陸南京廠擴建12吋晶圓廠	28 nm製程量產	2022
	TSMC	2021.10	於日本熊本縣建造晶圓廠	22/28 nm製程量產	2024
	TSMC	2021.10	於高雄市中油煉油廠舊址建造晶圓廠	7/28 nm製程量產	2024
	Powerchip	2021.3	於銅鑼新建12吋晶圓廠	1x/2x/55 nm製程量產	2023
	UMC	2021.4	於南科新擴建12吋晶圓廠	22/28 nm製程量產	2023
	Vanguard	2021.4	購買友達竹科廠房進行8吋產能擴建	90~130 nm製程量產	2023
	SMIC	2021.3	於中國大陸深圳新建12吋晶圓廠	28 nm製程量產	2022
	GlobalFoundries	2021.6	於新加坡、美國、德國擴建12吋晶圓廠	12~28 nm製程量產	2023

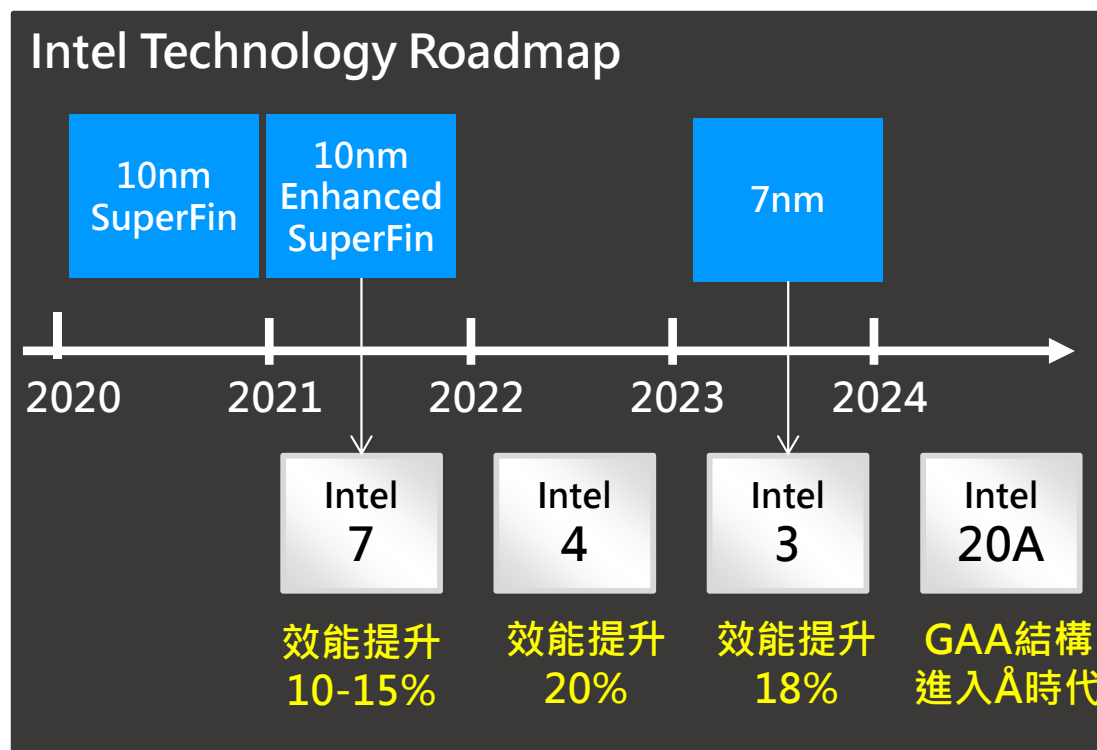
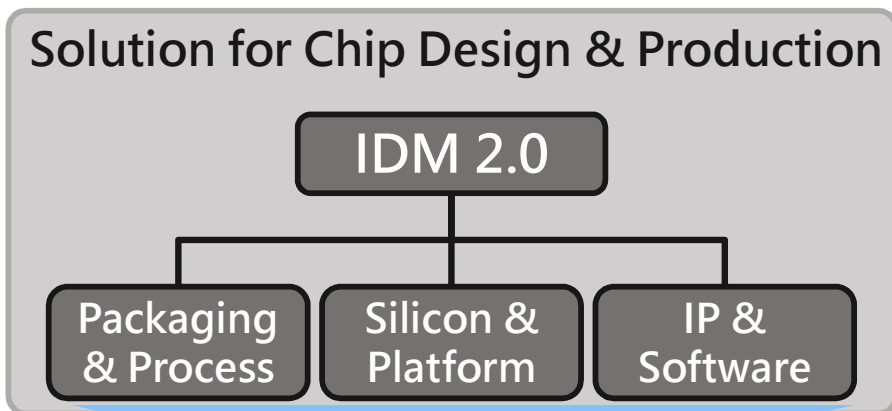
資料來源：各公司，MIC整理，2022年3月

- 大廠紛紛擴產，預期2023年全球半導體產能將有顯著提升，其中28nm是擴產重點
- 除IDM與Foundry，車用零組件商Bosch也積極切入車用晶片製造以掌握晶片供給與規格



其他可能影響區域半導體供應鏈發展因素

– Intel IDM 2.0可能改變晶圓代工產業格局 –



資料來源：Intel · MIC整理 · 2022年3月

- 在加速研發投入、布局全球產能擴充之外，Intel也推動IDM 2.0，發展代工業務，整合先進封裝技術、矽製程平台與軟體，形成完整的解決方案；矽製程平台結合Intel累積的大量矽智財有助於代工產業之拓展業務，吸引新創、ICT大廠甚至晶片業者合作
- Intel將採用新的先進製程技術節點命名原則，以Intel7、Intel4、Intel3、Intel20A對應TSMC與Samsung的7nm、4nm、3nm、2nm，便於客戶了解技術特徵並與同業進行比較
- Intel宣布併購TowerJazz，將有助於補強其成熟製程代工能量，並引入成熟的晶圓代工廠營運模式



其他影響區域半導體供應鏈發展因素

— 中國大陸能耗雙控可能衝擊半導體供應鏈 —

能耗雙控：能源消費總量、能源消費強度雙指標管控

1. 能源消費總量 = 加工轉換投入 - 加工轉換產出 + 終端消費量 + 損失量
2. 能源消費強度 = 能源消費總量 (標準煤) / GDP (萬元人民幣)

發改委啟動能耗雙控之原因分析：

1. 上半年出口暢旺，用電量大增，使江蘇、廣東、浙江等9個省份始終處於能源消費強度一級警示
 2. 中澳關係緊張與蒙古疫情，用煤取得成本提高
 3. 因應“3060”碳達峰與碳中和目標與產業升級轉型
- => **對一級警示省份管制能源總量**

對產業影響隨地區而異：

1. 半導體製造、封測、面板、ICT組裝產業受影響較小
2. 受江蘇、廣東停電影響產業：PCB、LED、被動元件、汽車零組件

資料來源：MIC整理，2022年3月

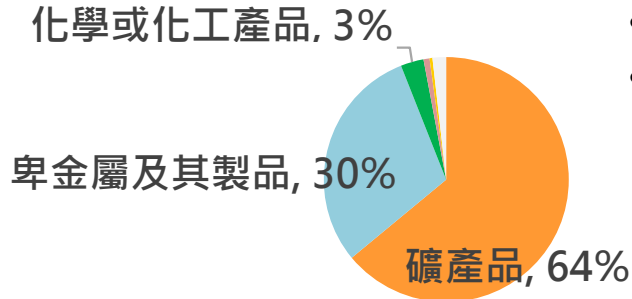
- 能耗雙控是中國大陸自十二五就提出的概念，十三五開始有具體指標，主要目的在於透過管控減少能源耗用增速、提升能源使用效率
- 發改委僅管控各省能源消費總量，各省地方政府在對產業限電管控缺乏統一管控標準，導致產業受影響狀況隨地區而異；儘管半導體製造、封測受影響較小，但供應鏈相關產業如PCB等如受衝擊，將影響整體半導體供應鏈
- 經濟發展之下，中國大陸電力供給不足與能耗雙控恐成常態，台商如何因應值得深入思考



其他影響區域半導體供應鏈發展因素

– 俄烏緊張情勢對台灣半導體與資通訊產業影響 –

台灣向俄烏地區進口產品分析



- 台灣由俄烏地區進口大宗：**礦產品**、**卑金屬**、**化工產品**
- 半導體製造封測密切相關的特殊原物料：
 - 氖 (Ne)** 是曝光機雷射光源所需氣體，90%來自烏克蘭
 - 氟 (F)** 是半導體蝕刻製程相關的重要氣體
 - 鈀 (Pd)** 是打線封裝使用的銅線外部防鏽塗層材料，打線封裝主要用於感測器、記憶體、車用MCU等產品

台灣向俄羅斯出口產品分析

半導體	年份	對俄出口 (億美元)	出口總額 (億美元)	對俄出口占比
	2019	0.30	1,061.52	0.028%
2020	0.28	1,283.34	0.022%	
2021	0.25	1,633.15	0.015%	

資訊硬體	年份	對俄出口 (億美元)	出口總額 (億美元)	對俄出口占比
	2019	0.19	55.07	0.35%
2020	0.14	70.56	0.20%	
2021	0.23	74.96	0.31%	

通訊產品	年份	對俄出口 (億美元)	出口總額 (億美元)	對俄出口占比
	2019	0.36	93.27	0.38%
2020	0.51	105.29	0.48%	
2021	0.46	122.33	0.38%	

資料來源：海關進出口統計資料，MIC整理，2022年3月

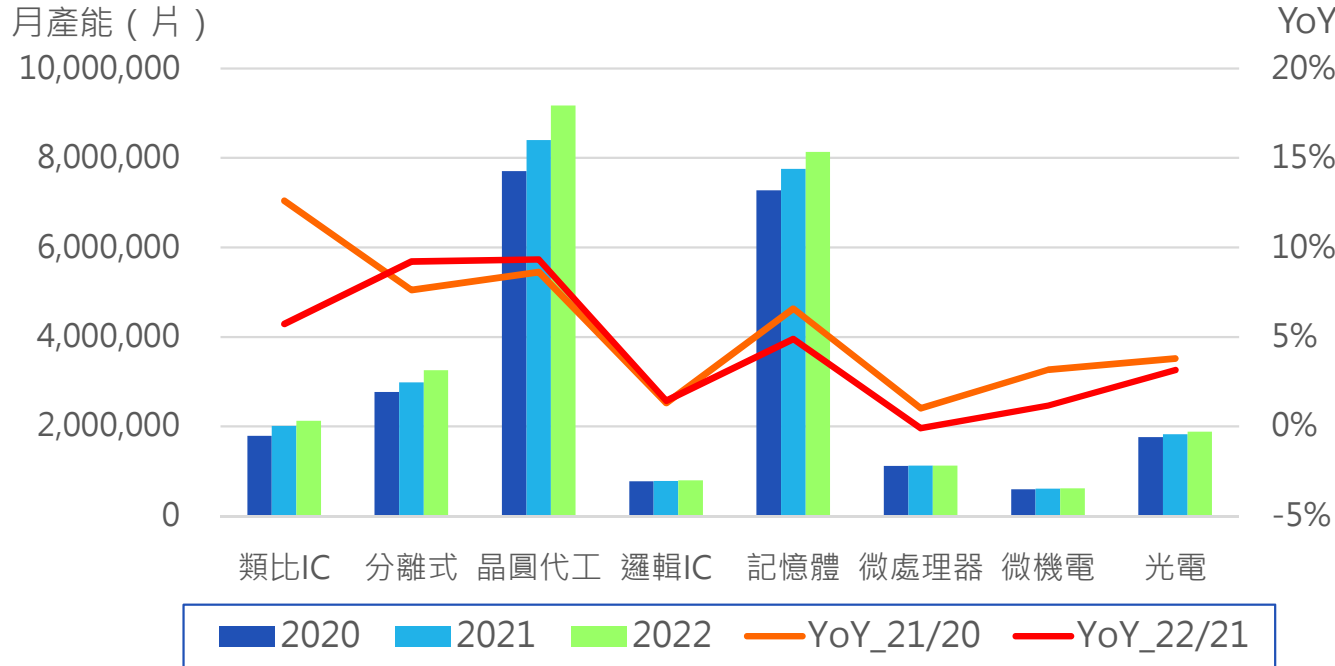
- 台灣向俄烏地區進口產品中，半導體製程特殊氣體如氖 (Ne)、氟 (F) 與打線封裝銅線所需的鈀 (Pd) 塗層材料將會受到俄烏局勢影響，可能出現供貨減少、價格攀升的狀況；短期半導體廠應可透過供應鏈調度因應，但長期仍將受到衝擊
- 出口產品方面，台灣向俄羅斯出口的半導體與資通訊產品，占出口總額比重偏低，如因配合美國制裁俄羅斯停止出口，對產業影響甚微

主要晶圓製造業者動態與全球布局

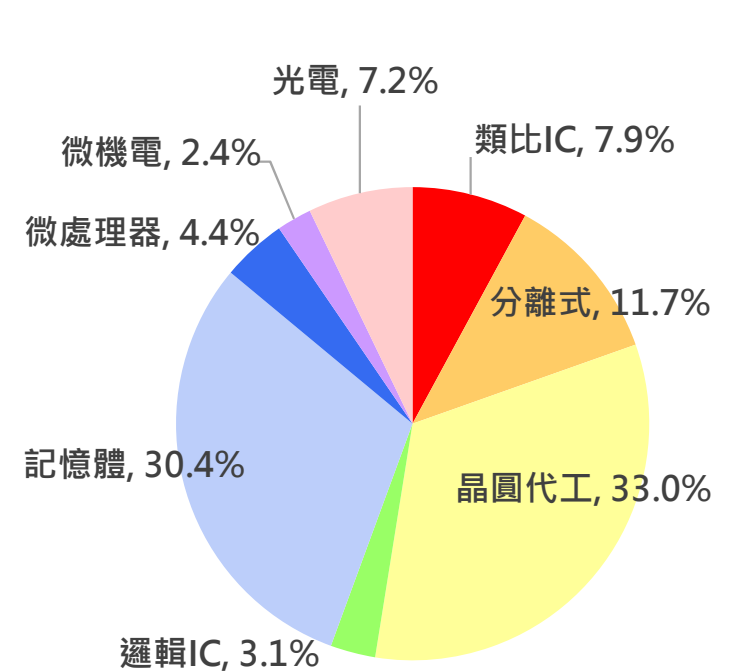


全球晶圓製造產能分布 – 產品別

晶圓製造產能產品別分布



21Q4產品別產能占比



備註：產能為21Q4估算，以每月等效生產之8吋晶圓片數計量

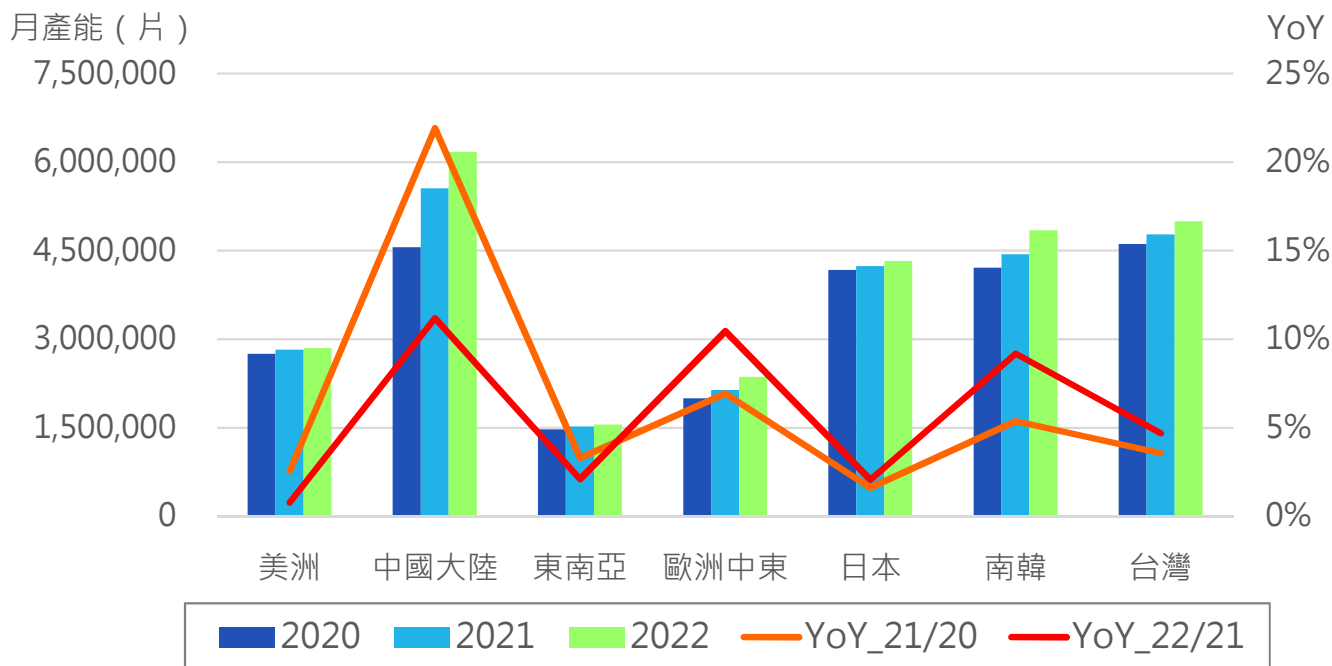
資料來源：SEMI · MIC整理，2022年3月

- 晶圓代工與記憶體是全球晶圓製造產能占比最高的兩個類別，各自占全球30%以上的產能
- 受惠於半導體供需失衡下的強烈需求，2021年晶圓代工與分離式元件產能以接近10%的幅度快速增長，也帶動2020-2022年產能占比持續提升
- 微處理器產能增長持平，呼應了2021年資通訊終端產品主晶片供需平衡的狀況

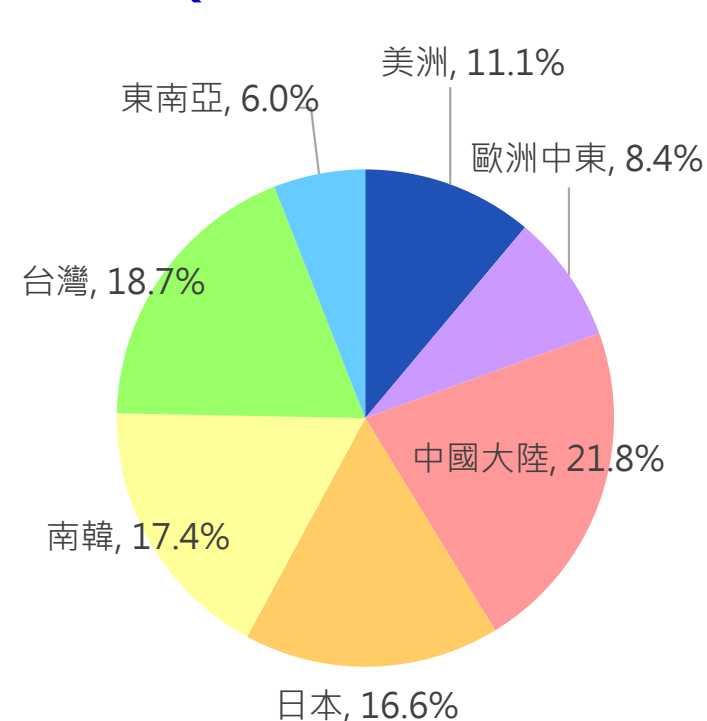


全球晶圓製造產能分布 – 地區別

晶圓製造產能地區別分布



21Q4產品別產能占比



備註：產能為21Q4估算，以每月等效生產之8吋晶圓片數計量

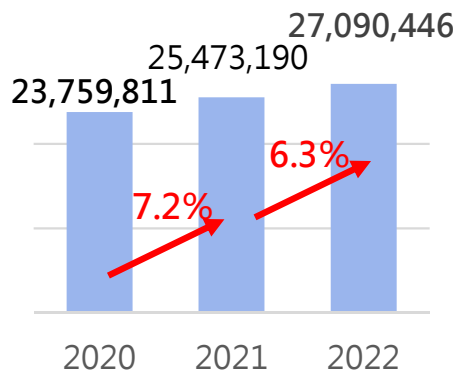
資料來源：SEMI · MIC整理，2022年3月

- 中國大陸是晶圓製造產能增長最快的地區，在提高晶片自製率的目標下，運用大基金二期的資金支持本土晶圓代工廠、IDM廠與記憶體廠擴建產能，快速的增長使中國大陸產能成為全球之冠，並逐年壓縮其他地區產能占比；以台灣為例，晶圓製造產能占比已由2019年的20%下降至18.7%
- 除中國大陸外，南韓記憶體大廠Samsung與SK Hynix持續擴充產能，而歐洲也在Intel、Infineon、STMicroelectronics等IDM廠積極擴產下，使二地區產能呈現較大幅度的增長



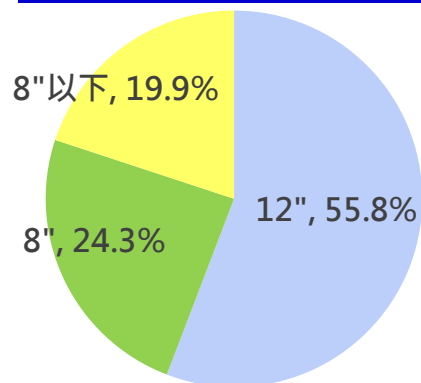
各地區12"/8"/8"以下晶圓廠產能增長情形

全球晶圓製造產能增長

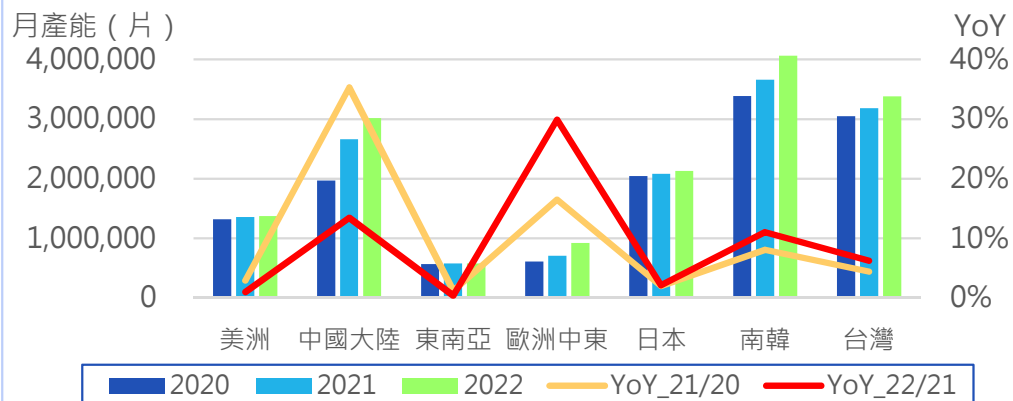


備註：產能為21Q4估算，以每月等效生產之8吋晶圓片數計量

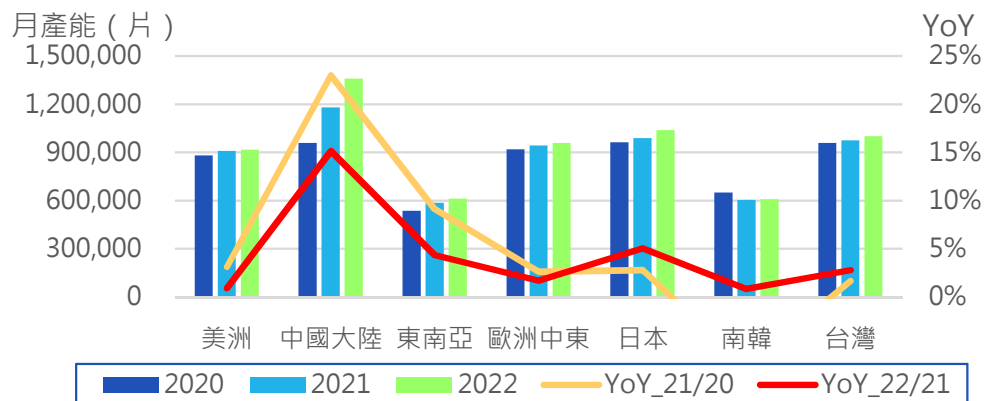
不同尺寸晶圓產能占比



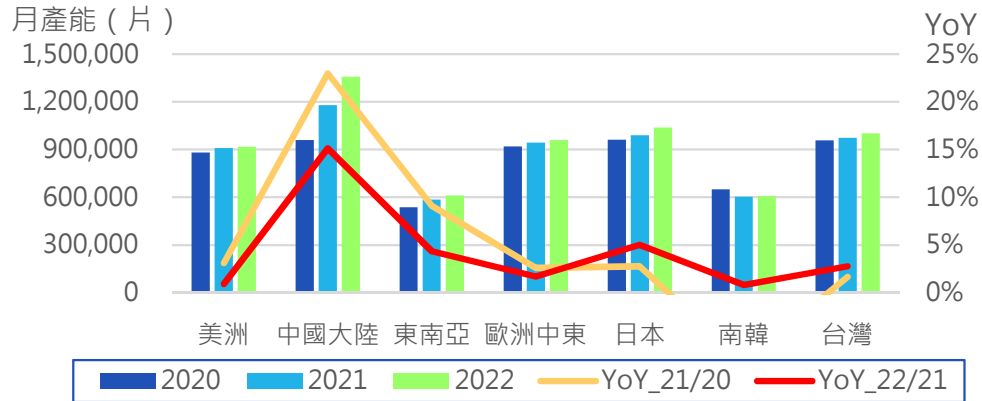
12"晶圓製造產能地區別分布



8"以下晶圓製造產能地區別分布



8"晶圓製造產能地區別分布

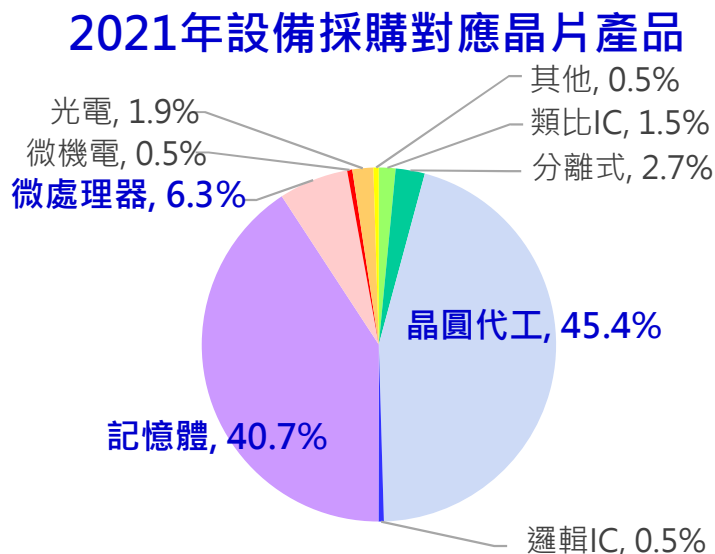
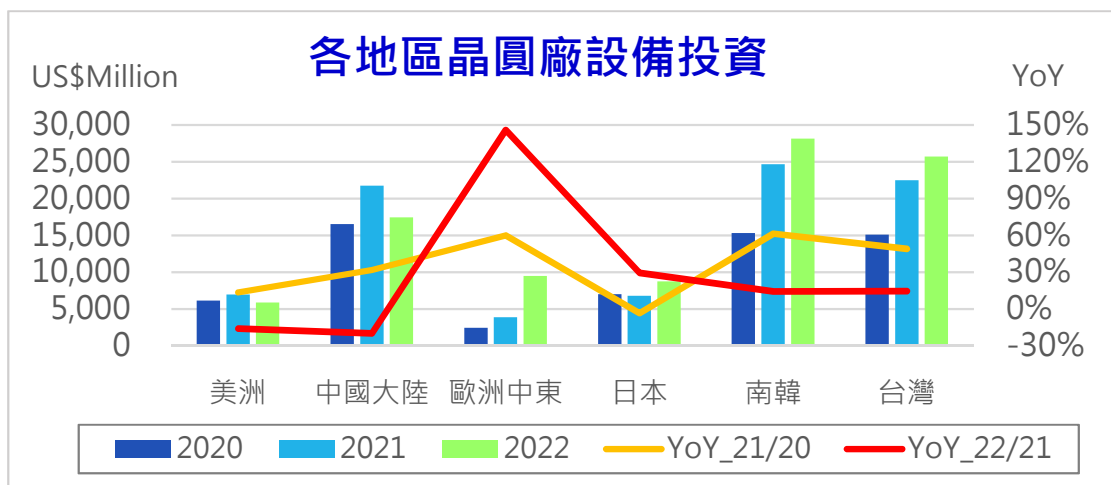
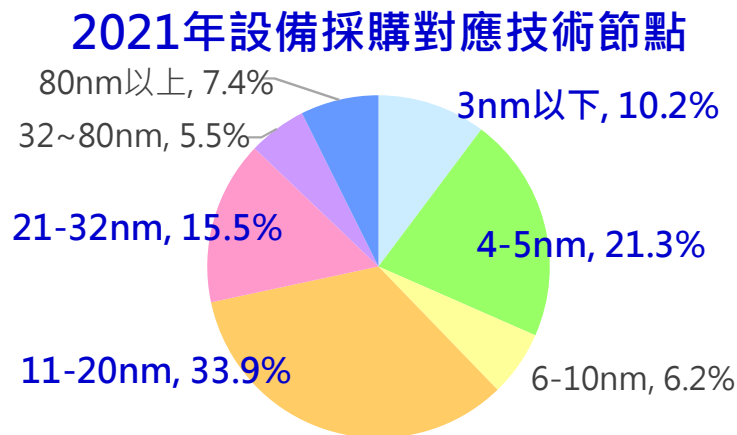
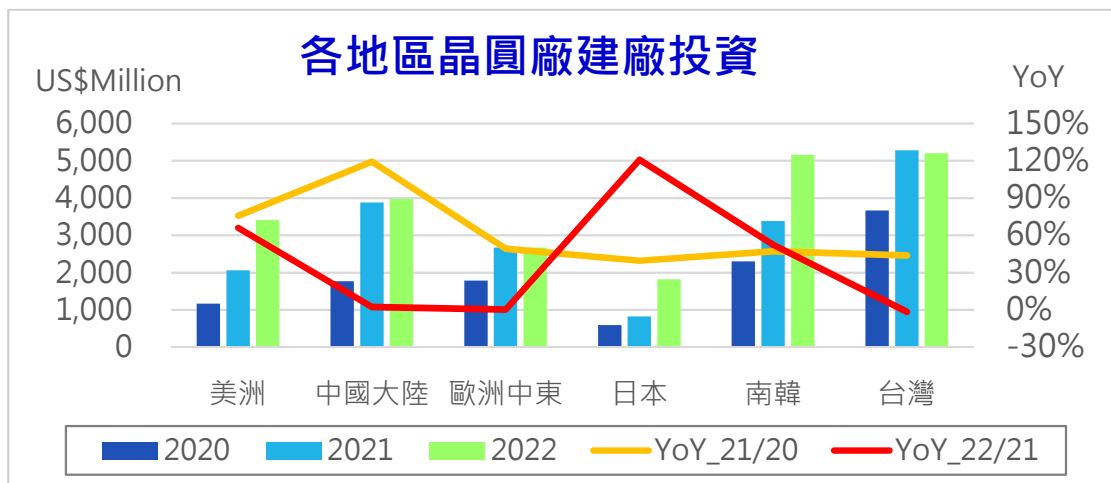


資料來源：SEMI，MIC整理，2022年3月

- 全球晶圓製造產能持續增長，以12吋晶圓新廠建置為主，較符合成本效益
- 12吋晶圓以南韓擁有二記憶體大廠產能占比最高，其次為台灣，但中國大陸進行產能快速增長，2021年漲幅到達35.3%，不容忽視；8吋與8吋以下晶圓製造產能則以中國大陸占比最高，且維持雙位數增幅快速增長中



晶圓廠建廠與設備投資情形



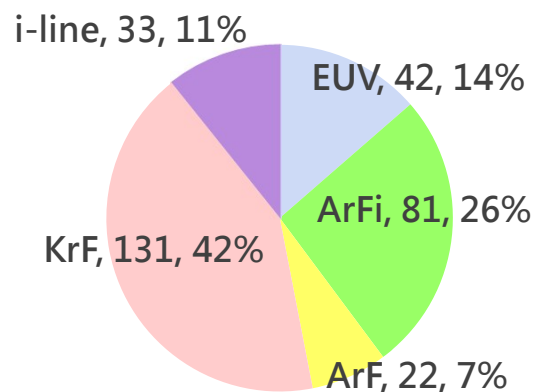
資料來源：SEMI，MIC整理，2022年3月

- 2021~2022年台灣、南韓、中國大陸有大量資金投入廠房建設與設備採購，南韓與台灣在設備採購方面經費呈現大幅度成長；以台積電為例，2022年Capex從300億成長40%至400~440億美元
- 晶圓廠設備採購經費主要聚焦於5nm以下先進製程與11~20nm、21~32nm的高階製程，大致對應了頂級微處理器、高階DRAM，及物聯網AI晶片、車用MCU與高階CIS晶片等代工製造產品

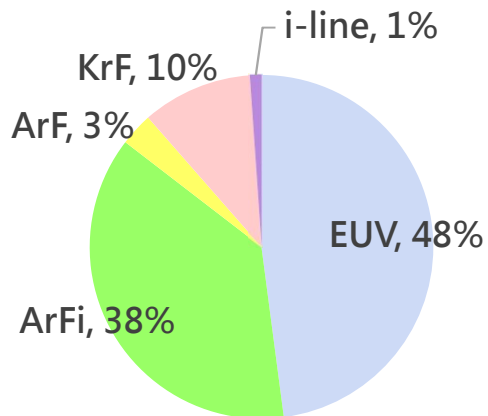


先進製程的競逐延燒至設備採購

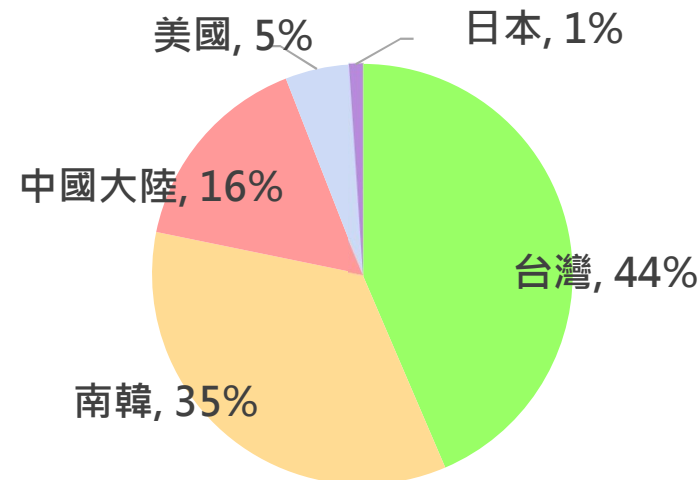
ASML曝光機台出貨分布
(2021年出貨309台)



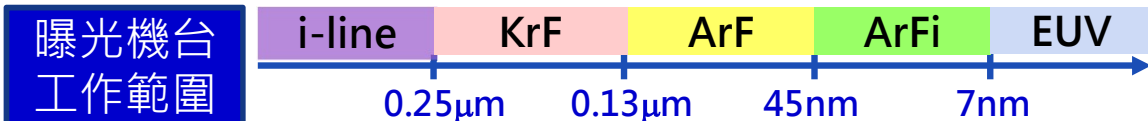
ASML曝光機台營收分布
(2021年營收€13.65B)



ASML曝光機台營收分布
(依出貨地點區分)



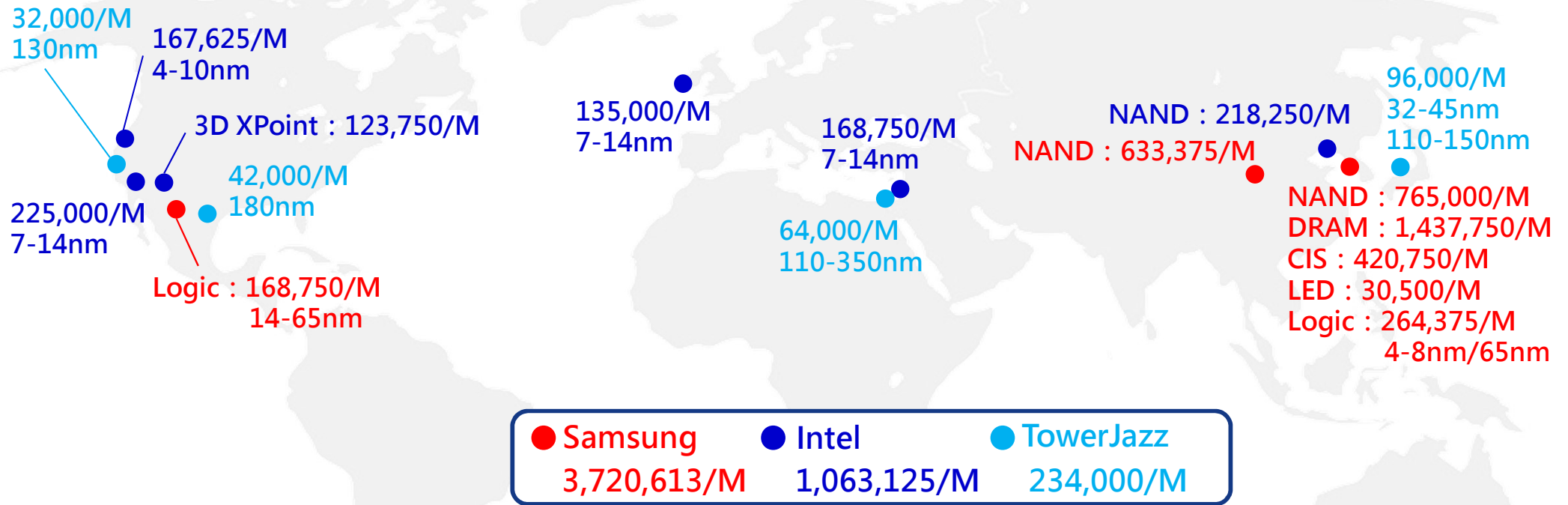
資料來源：ASML · MIC整理 · 2022年3月



- 從設備投資分布來看，12吋晶圓45nm以下高階製程與先進製程以及8吋晶圓成熟製程是目前投入最多的，台灣與中國大陸的晶圓代工以及南韓的記憶體製造是ASML主要訂單來源
- EUV部分，TSMC與Samsung目前擁有最多數的機台，而Intel於2021年訂購EXE:5200的最新款機台反映出對於2nm以下製程的重視；另外，記憶體廠方面，Samsung與SK Hynix分別在2021年將EUV導入第四代的10nm等級（1α）製程量產，Micron則堅持採用DUV達成1α製程的量產，但已規劃在2024年將EUV導入1γ製程，反映出記憶體大廠也將加入對EUV機台的競逐
- 晶圓代工廠與記憶體廠爭相投入製程微縮，使半導體廠資本支出呈現持續攀升的態勢；目前的EUV機台價格已達1.5億美元，遠超過DUV的6,000萬美元，而ASML的EXE:5000與EXE:5200等新機種造價更超過3億美元，使EUV導入成本大增，對先進製程產能建置成本造成重大壓力



Samsung/Intel/TowerJazz全球產能布局



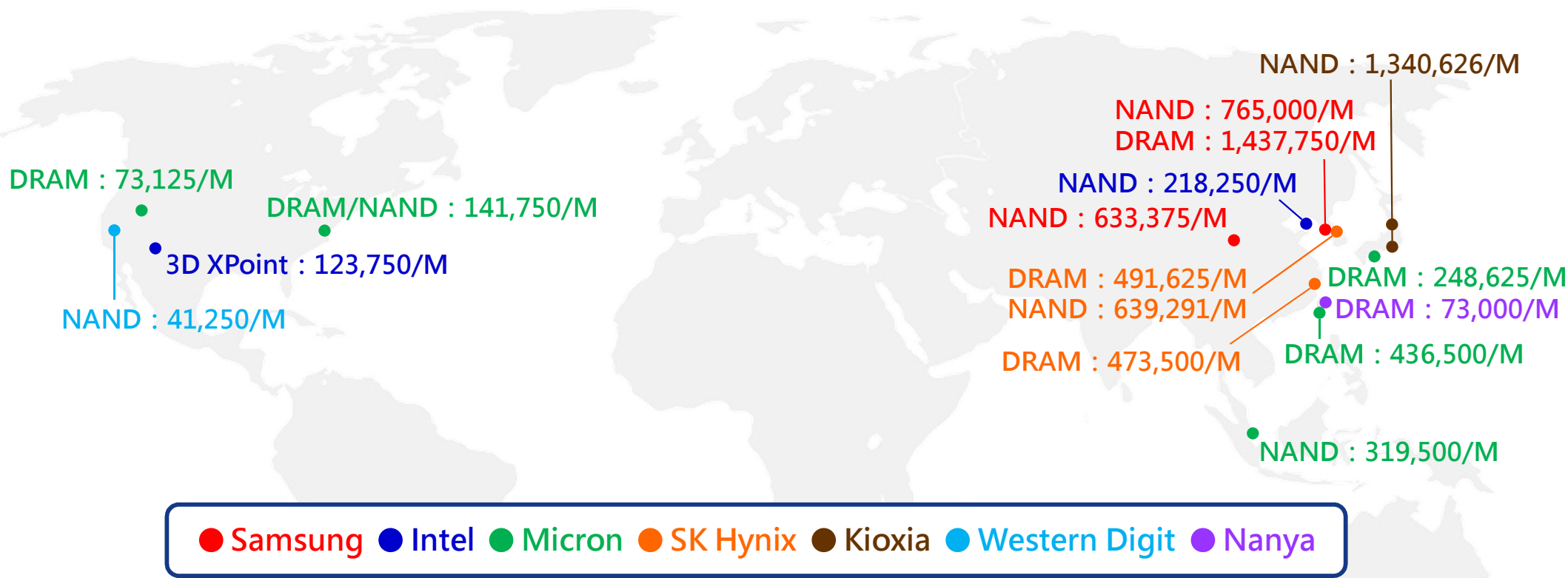
備註：產能為21Q4估算，以每月等效生產之8吋晶圓片數計量

資料來源：SEMI · MIC整理 · 2022年3月

- Samsung以記憶體製造為主，DRAM與NAND Flash產能相當，分別占比接近40%，另有各約12%的邏輯晶片與CIS產能
- Intel以邏輯晶片製造為主，產能位於美國、愛爾蘭與以色列，另在美國新墨西哥州有3D XPoint相變化記憶體的產線，而在中國大陸大連的3D NAND Flash廠已售給SK Hynix，2025年前完成移轉
- TowerJazz產能以8吋廠為主，另在日本有12吋廠聚焦32-45nm製程，與Intel現有產能將形成互補



記憶體大廠全球產能布局



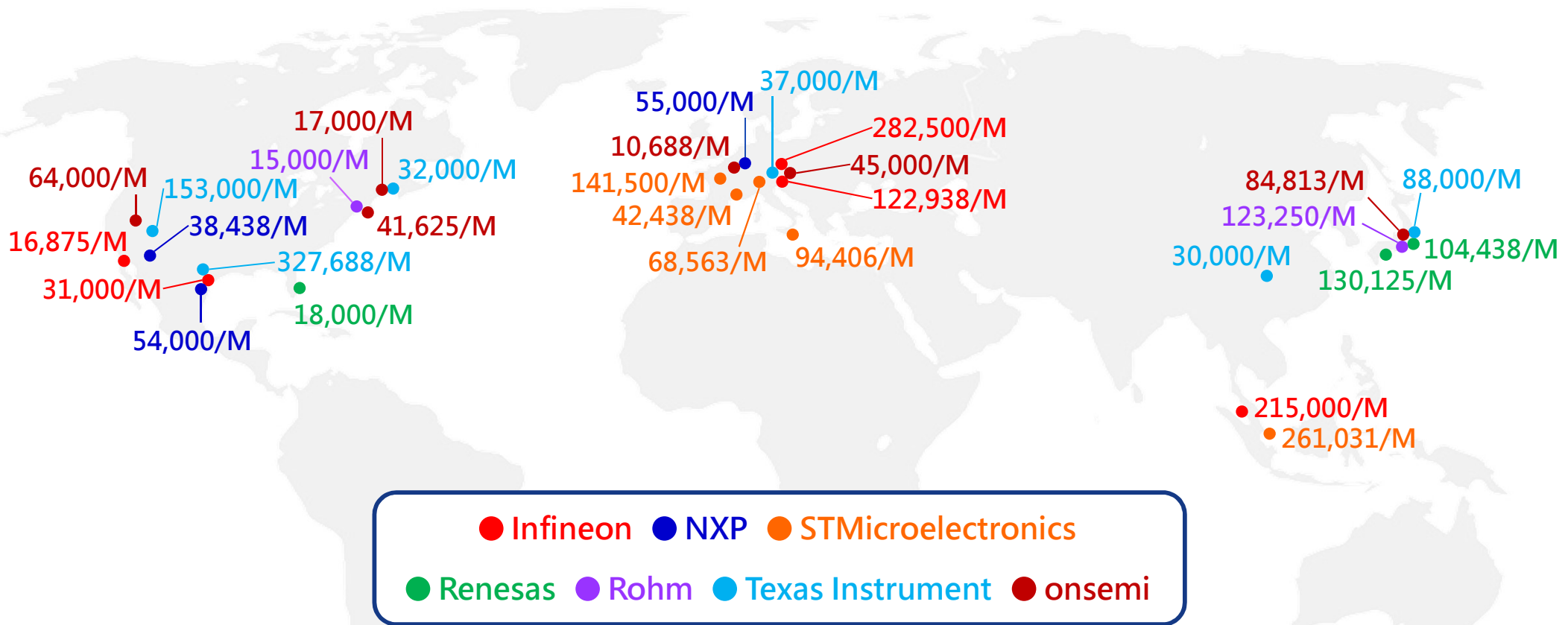
資料來源：SEMI，MIC整理，2022年3月

備註：產能為21Q4估算，以每月等效生產之8吋晶圓片數計量

- DRAM有90%以上產能集中在Samsung/SK Hynix/Micron三大廠，NAND Flash生產則以前六大業者（Samsung/Kioxia/WD/SK Hynix/Micron/Intel）為主，占95%以上產能，南亞科僅占4%左右
- Intel將NAND Flash事業出售給SK Hynix將對於NAND Flash業者排名造成衝擊，也將加深SK Hynix在中國大陸布局
- 從產能分布來看，即使是Micron、WD、Intel，主要記憶體生產基地都集中在亞洲，特別是東亞，與晶圓代工一起面臨東亞地緣政治與自然災害的威脅



類比/車用半導體大廠全球產能布局



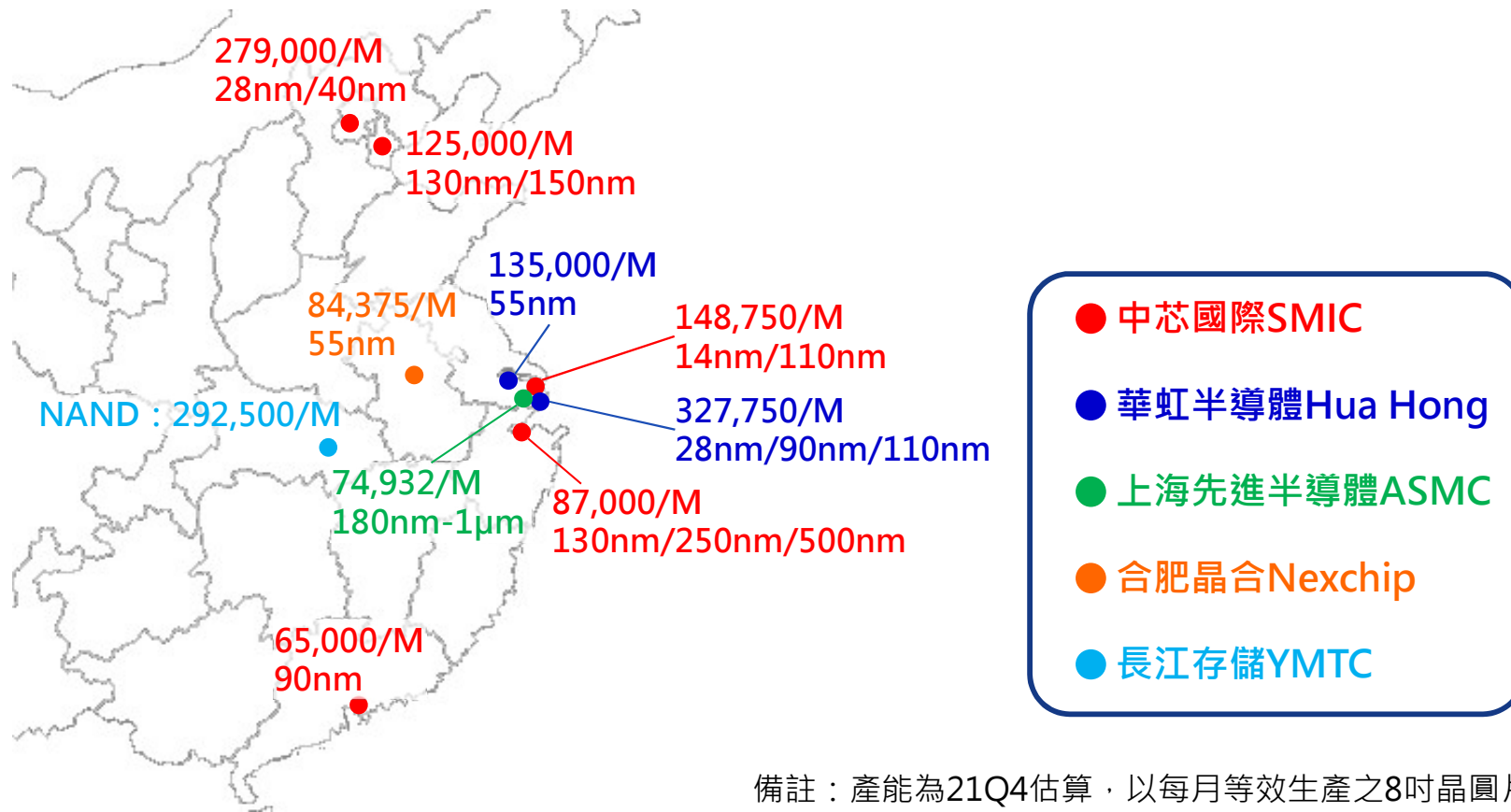
備註：產能為21Q4估算，以每月等效生產之8吋晶圓片數計量

資料來源：SEMI · MIC整理 · 2022年3月

- 歐美日IDM大廠主要以本國所在之歐洲、美國、日本為投資設廠重點，惟NXP較專注於車用半導體，在美國有較多投資，TI在重工發達的日本有較多投資，而onsemi在歐美亞有較平均的產能分布；日系類比/車用半導體大廠如Renesas、Rohm主要產能集中於日本國內，較少海外建廠投資
- Infineon、STMicroelectronics在馬來西亞設廠，可與東南亞豐富的封測產能相呼應



中國大陸主要晶圓製造業者產能布局



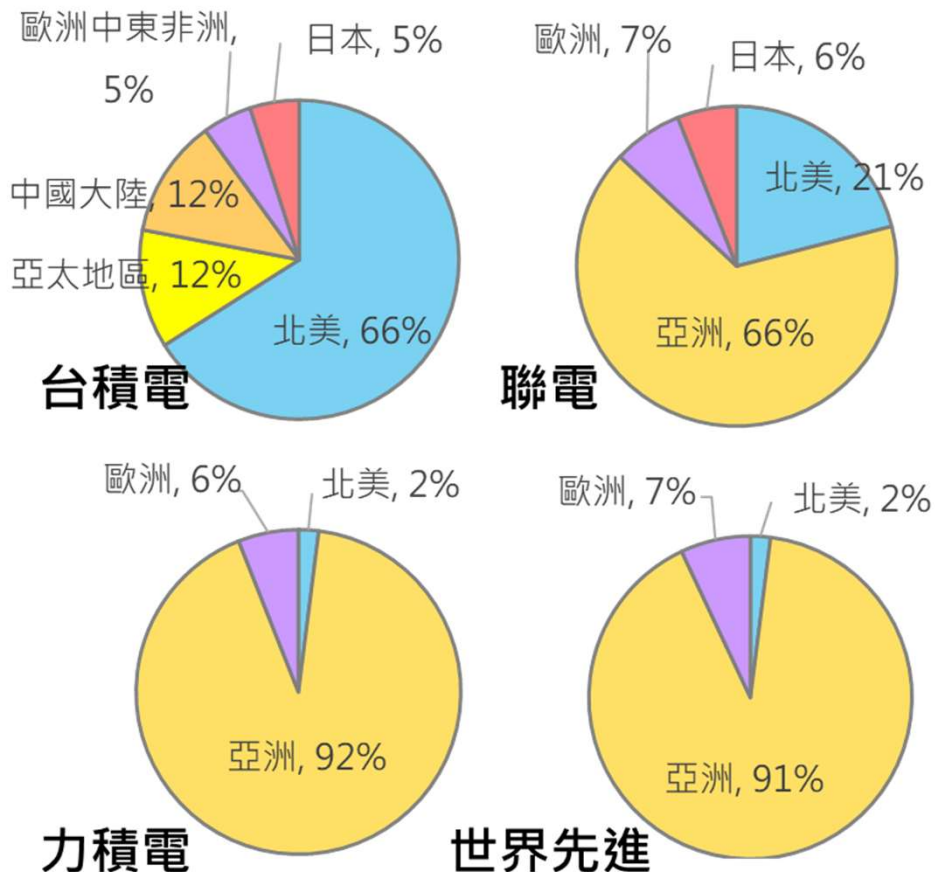
資料來源：SEMI · MIC整理 · 2022年3月

- 中國大陸晶圓代工業者除中芯國際在北部的北京、天津、中部的上海與南部的深圳均有產能外，其餘業者廠區高度集中於上海及鄰近城市如無錫、寧波、紹興等
- 長江存儲是由紫光國芯與武漢新芯二家公司合併而成，為中國大陸本土第一大記憶體廠，主要產品為NAND Flash記憶體



台灣晶圓代工業者區域市場營收分布

主要晶圓代工業者營收區域分布



資料來源：各公司，MIC整理，2022年3月

美系大廠對16nm以下製程晶片需求

Type	Design firm	Chip Products	Node (nm)	Foundry
CPU (US Vendor Market Share ~ 100%)	AMD	Zen3	7	TSMC
	AMD	Zen4	5	TSMC
	*Intel	Tiger Lake	10	Intel
	*Intel	Alder Lake	7	Intel
	IBM	Power 10	7	Samsung
	Apple	M1	5	TSMC
GPU (US Vendor Market Share ~ 100%)	Apple	M1 Pro/M1 Max	5	TSMC
	AMD	Radeon Instinct	7	TSMC
	AMD	RDNA 3 / CDNA 2	5	TSMC
	Nvidia	V100	12	TSMC
	Nvidia	RTX 30	8	Samsung
	Nvidia	A100	7	TSMC
FPGA (US Vendor Market Share ~ 100%)	Nvidia	Ada Lovelace / Hooper	5	TSMC
	*Intel	Xe-LP/HPG	5	TSMC
AI ASIC	*Intel	Agilex	10	Intel
	Xilinx	Virtex	16	TSMC
Mobile AP (US Vendor Market Share ~ 42%)	Cerebras	Wafer Scale Engine	16	TSMC
	Google	TPU v3	16	TSMC
	*Intel	Habana	16	TSMC
	Tesla	FSD computer	10	Samsung
RFIC	Qualcomm	Snapdragon 870	7	TSMC
	Qualcomm	Snapdragon	5	TSMC
	Broadcom	Transceiver IC	7	TSMC

- 從四大晶圓代工業者營收區域分布來看，美系晶片大廠是28nm以下高階邏輯製程晶片最主要的客戶來源，而CPU、GPU、手機AP與RFIC對先進製程的依賴更是持續攀升
- 台積電以外，聯電、力積電、世界先進主要營收來自台灣IC設計廠，各約占50%、70%、80%



台灣晶圓代工業者生產基地與產能分佈

公司	晶圓廠	月產能
台積電	Fab 2/ Fab 3, 5, 8/ Fab 12	611,125
聯電	Fab 6A/ Fab 8A, 8C, 8D, 8E, 8F, 8S	268,375
力積電	Fab 8A, 8AD, 8B/ Fab P1, P2, P3	353,500
世界先進	Fab 1, 2	153,000

公司	晶圓廠	月產能
台積電	Fab 15	675,000

公司	晶圓廠	月產能
台積電	Fab 6/ Fab 14, 18	1,067,500
聯電	Fab 12A	219,375

公司	晶圓廠	月產能
世界先進	Fab 3	46,000

海外產能

公司	晶圓廠	月產能
台積電	CN : Fab 10/ Fab 16 US : Fab 11	224,250
聯電	CN : Fab 8N/ Fab 12X JP : Fab 12M · SG : Fab 12i	294,125
世界先進	SG : Fab VS1	38,000

備註：產能為21Q4估算，以每月等效生產之8吋晶圓片數計量

資料來源：SEMI、各公司、MIC整理，2022年3月

	12吋晶圓廠分布			8吋晶圓廠分布			量產製程技術能力
	台灣	中國大陸	海外	台灣	中國大陸	海外	
台積電	4	1	1	4	1	0	5nm
聯電	1	1	3	6	1	0	14nm
力積電	3	0	0	3	0	0	20nm
世界先進	0	0	0	3	0	1	90nm

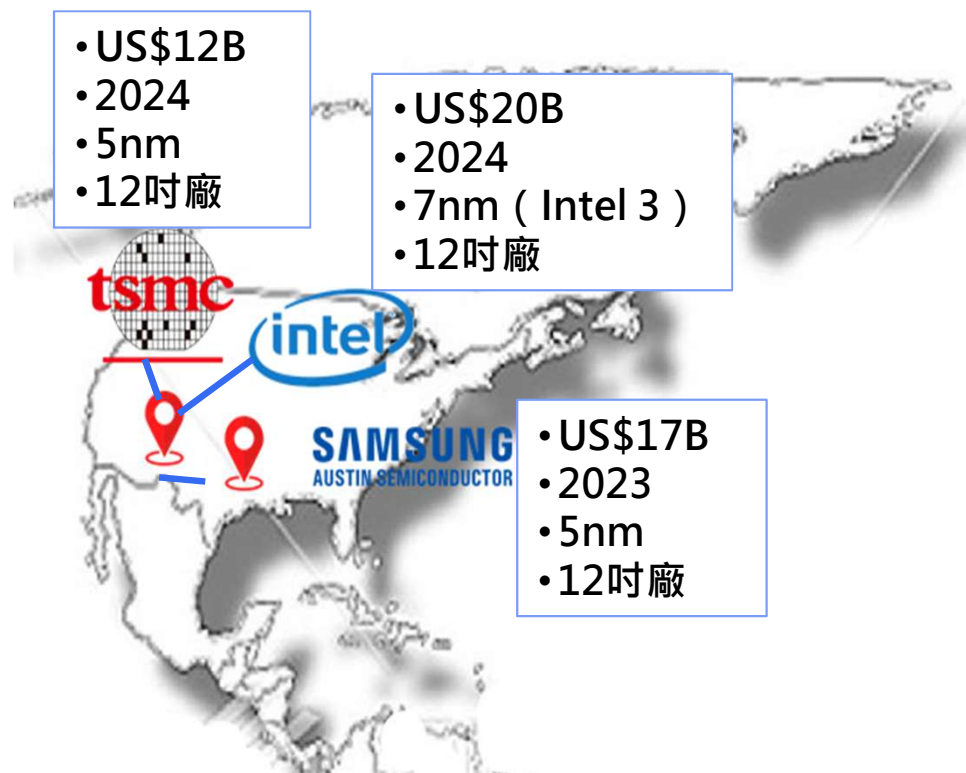
- 四大晶圓代工業者主要生產基地都在台灣
- 台積電海外有二8吋廠(Fab 10, 11)、一12吋廠 (Fab 16)，Fab 10與Fab 16在中國大陸
- 聯電海外有四12吋廠(Fab 12i, 12M B1/B2, 12X)，一8吋廠(Fab 8N)，Fab 12X與Fab 8N在中國大陸

台積電赴美設廠為美國提供本土先進製程產能

美國境內晶圓製造業者生產項目

Company	# of Fabs	Location	Business Model	Products
GlobalFoundries	2	Malta, NY	Foundry	Manuf. Service
GlobalFoundries	1	East Fishkill, NY	Foundry	Manuf. Service
Intel	2	Chandler, AZ	IDM	Logic
Intel	4	Hillsboro, OR	IDM	Logic
Intel	2	Albuquerque, NM	IDM	Logic
Micron	1	Boise, ID	IDM	Memory
Micron	1	Lehi, UT	IDM	Memory
Micron	2	Manassas, VA	IDM	Memory
Samsung	2	Austin, TX	IDM/Foundry	Manuf. Service/Memory
Skorpios	1	Austin, TX	IDM	Silicon Photonics
Texas Instruments	1	Richardson, TX	IDM	Analog
Texas Instruments	1	Dallas, TX	IDM	Analog

三大業者在美建置先進製程產能



資料來源：各公司，資策會MIC整理，2022年3月

- 美國境內晶圓產能以IDM (Analog, Memory) 為主，缺乏先進邏輯製程晶圓代工廠就近服務；受疫情與地緣政治影響，美國欲重振本土半導體產業，台積電與Samsung名列邀請首選
- 台積電、Intel、Samsung紛紛宣布在美國境內投資先進製程產能；台積電預期2024年量產5奈米，Intel預期2024年量產7奈米 (Intel 3)，Samsung則規劃2023年量產5奈米

台積電赴日設廠為日本提供高階/特殊製程產能

日本境內晶圓廠分布與營運項目

Business Model	# of Fabs	Companies	Products
IDM (local)	132	主要業者包含： Denso, Flash Alliance, Fuji Electric, Fujitsu, Mitsubishi Electric, Murata Manufacturing, Renesas, Rohm, Sanken Electric, Seiko Epson, Sharp, Sony, Sumitomo Electric, TDK, Toshiba等	Power, Sensor, Compound, Analog, MEMS, Logic/MCU, Discrete, Memory
IDM (oversea)	10	Micron, Onsemi, Skyworks, Texas Instruments	Memory, Power, RFIC, Analog, MEMS
IDM/ Foundry	3	Phenitec Semiconductor	Discrete, Manuf. Service
Foundry	6	Nuvoton (新唐)、UMC (聯電)、Tower Partners、Olympus	Manuf. Service

海外晶圓代工業者赴日設廠支持日本IDM業者高階製程委外代工



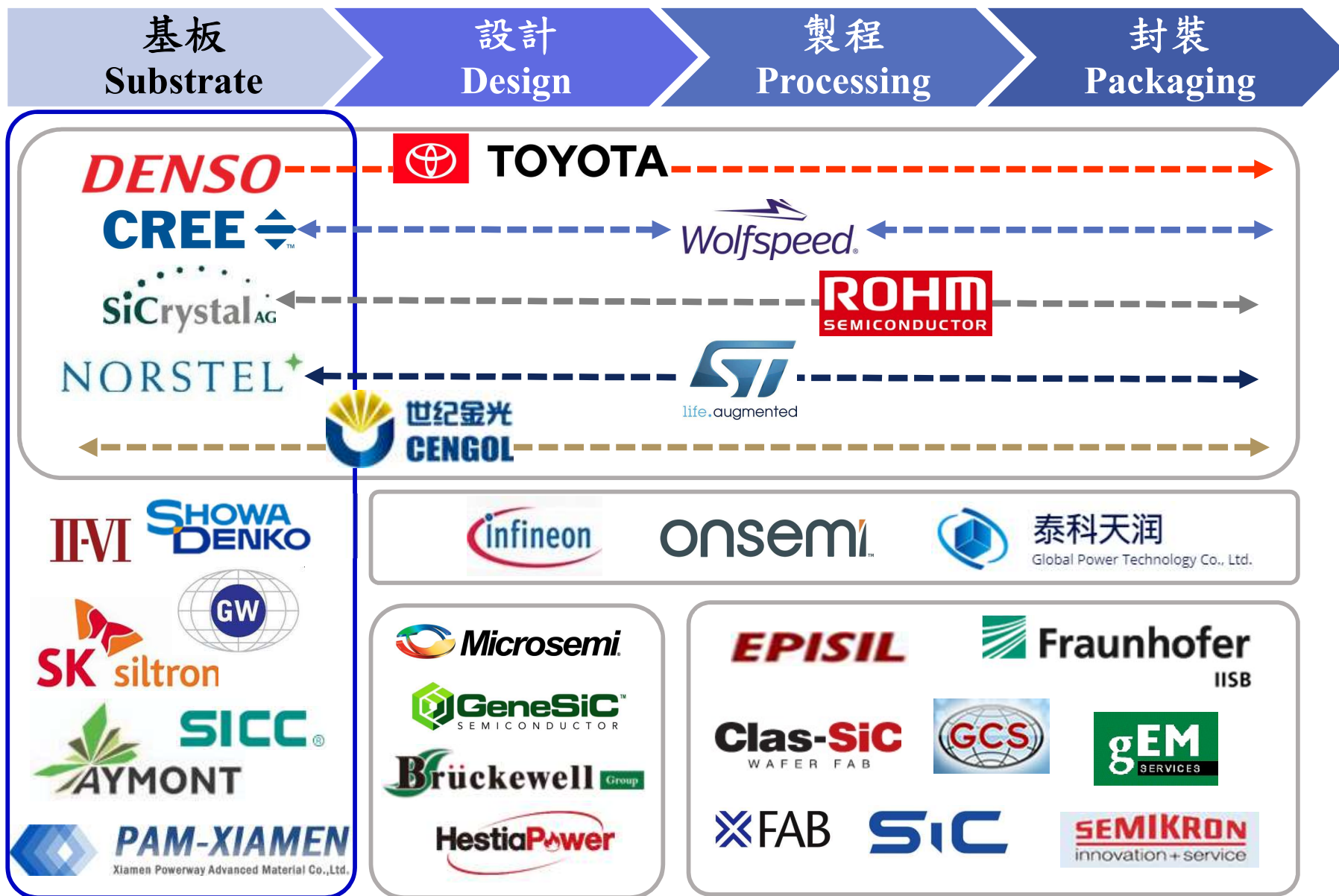
資料來源：各公司，MIC整理，2022年3月

- 日本做為曾經的半導體大國，境內大小晶圓廠林立，但多為IDM模式支持集團終端產品為主，量產技術維持在40nm以上成熟製程，12吋晶圓廠之營運成本以及高階製程的良率要求對IDM廠難以負荷，使日本IDM廠紛紛轉向Fab-lite或Fabless模式生產，仰賴海外專業晶圓代工產能支持
- 台積電以22/28nm特殊製程，與SONY等IDM大廠的晶片與產品設計能力，形成優勢互補合作



全球寬能隙化合物半導體供應狀況

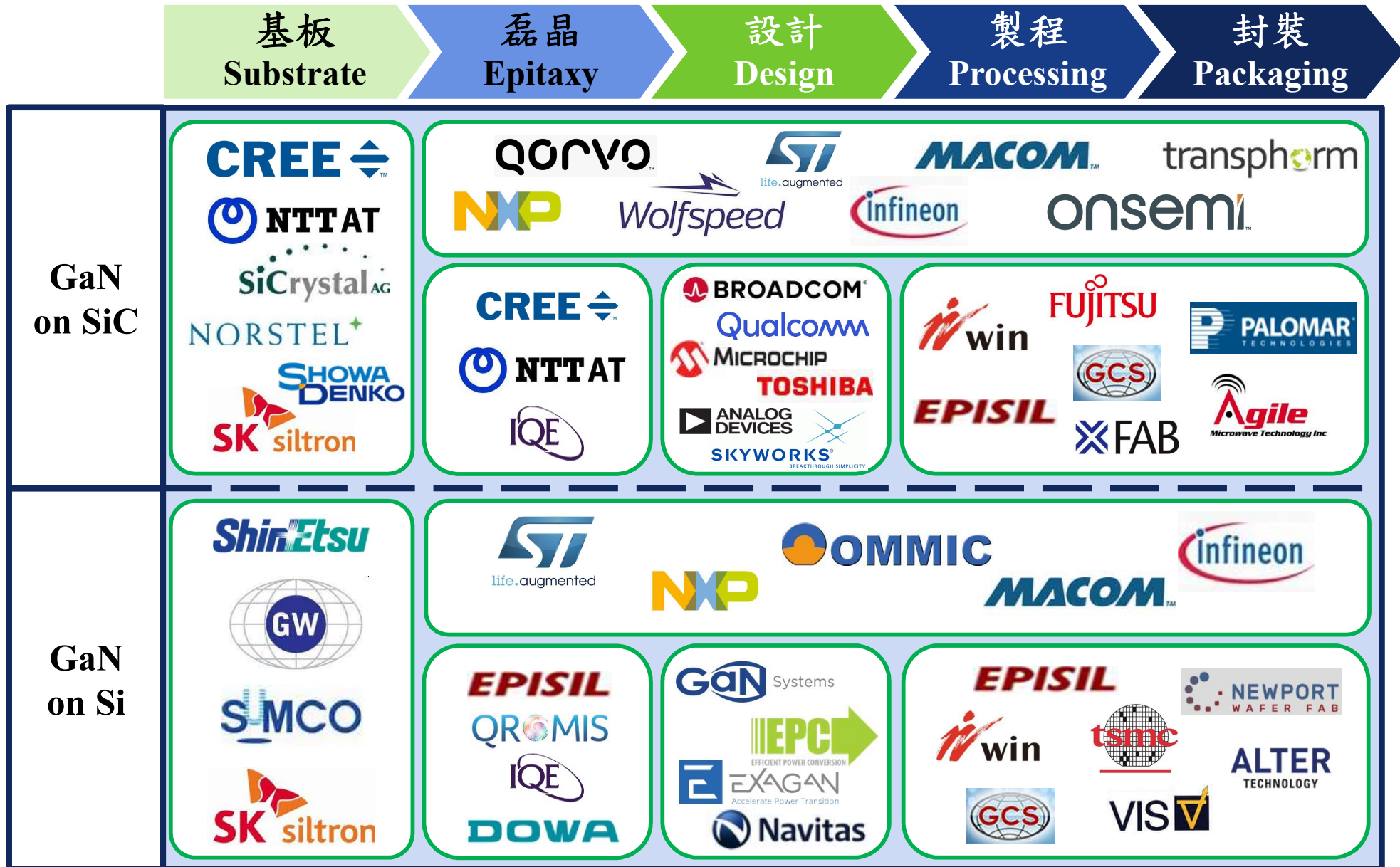
– SiC元件供應鏈概況 –



資料來源：MIC · 2022年3月



全球寬能隙化合物半導體供應狀況 - GaN元件供應鏈概況 -

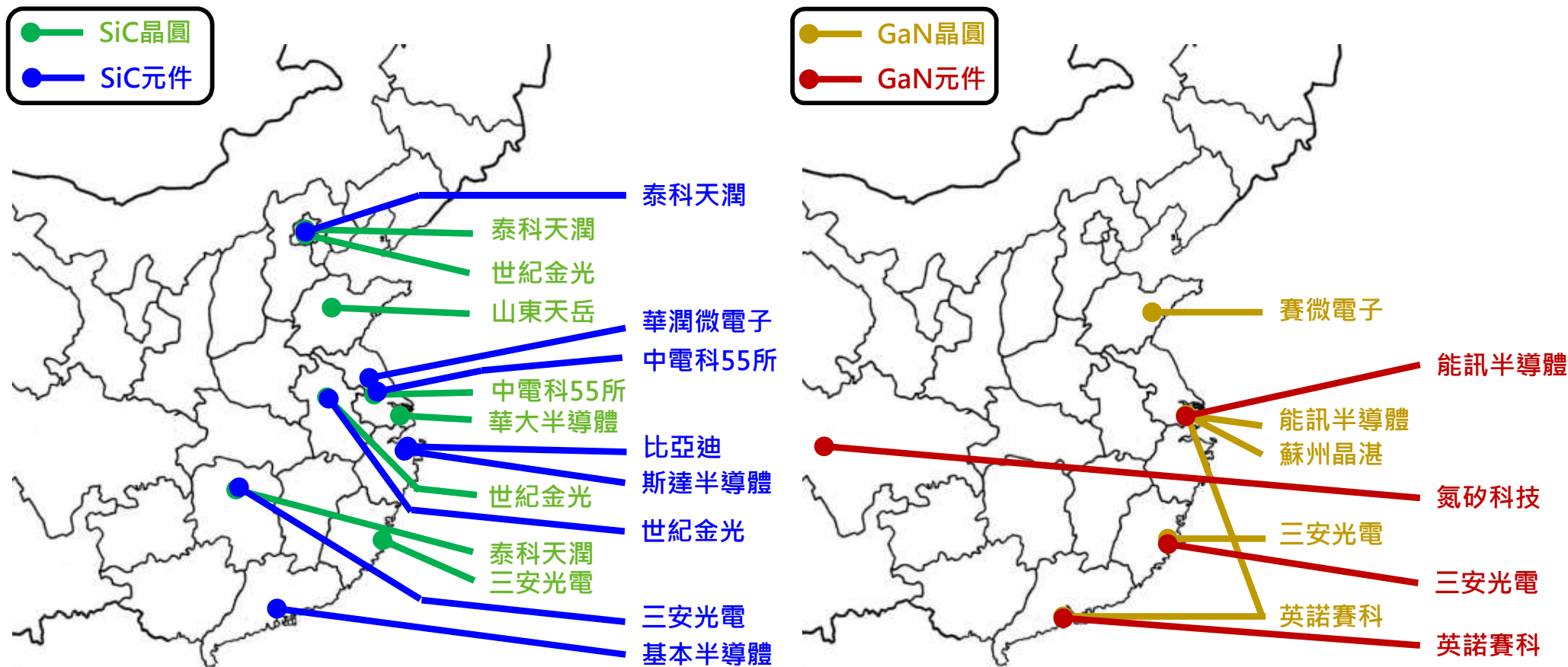


資料來源：MIC · 2022年3月



全球寬能隙化合物半導體供應狀況

— 中國大陸寬能隙化合物半導體產業狀況 —



資料來源：MIC，2022年3月

- 中國大陸近年積極投入第三代半導體相關研發與產能建置，十四五規劃將加大投入，藉此加強在全球半導體領域之影響力
- 中國大陸高度重視功率半導體的發展，泰科天潤、世紀金光、三安光電、英諾賽科等，均建立從晶圓製造到元件生產的完整產業鏈，以加速實現進口替代為目標，將成為國際市場競爭主力



全球寬能隙化合物半導體供應狀況

— 台廠寬能隙半導體投入概況 —

職途圈www.zhituquan.com

晶圓種類	基板/磊晶	晶圓代工	說明
SiC	<ul style="list-style-type: none"> 太極 (4吋 / 6吋) 環球晶 (4吋 / 6吋) 嘉晶 (4吋 / 6吋) 	<ul style="list-style-type: none"> 漢磊科 	
GaN-on-Si	<ul style="list-style-type: none"> 嘉晶 (4吋 / 6吋) 環球晶 (6吋) 晶成 (6吋) IET-KY (6吋) 	<ul style="list-style-type: none"> 台積電 (6吋) 漢磊科 (6吋) 世界先進 (8吋) 環宇-KY (4吋 / 6吋) 晶成 (6吋) 聯電 (6吋) 	<ul style="list-style-type: none"> 世界先進採用比利時公司Qromis的GaN-on-QST晶圓 IET-KY取得韓國IVWorks混合式分子束磊晶 (MBE) 技術授權
GaN-on-SiC	<ul style="list-style-type: none"> 環球晶 (6吋) 全新光電 (6吋) 	<ul style="list-style-type: none"> 漢磊科 (4吋 / 6吋) 穩懋 (6吋) 環宇-KY (4吋 / 6吋) 宏捷科 (6吋) 	<ul style="list-style-type: none"> 穩懋GaAs晶圓代工全球市占率達70%以上

資料來源：各公司，MIC整理，2022年3月

- 國內廠商參與寬能隙化合物半導體元件之生產以基板/磊晶與晶圓代工為主
- 國內廠商發展偏重GaN，基於矽晶圓取得成本較低，初期多聚焦GaN-on-Si，但隨著國內SiC晶圓生產能量建立，GaN-on-SiC也漸有發展

結論



結論

- 半導體供不應求狀況持續，晶圓代工與封測業者在積極擴產之餘，也透過簽長約或預收訂金方式確保產能擴充後的出海口，預期至2023年供需緊張將能獲得較大緩解；而有鑑於半導體的戰略重要性，各國政府近年積極推動本土與區域半導體供應鏈發展，主要晶圓製造業者也藉此機會，加速擴產與全球布局，並聚焦28nm成熟製程
- 全球晶圓製造產能以產品別區分主要聚焦於以台灣為首的晶圓代工產業以及以南韓為首的記憶體產業，產能持續穩定增長中，以地區別區分則集中於中國大陸、台灣與南韓；中國大陸近年積極擴產晶圓製造，12吋、8吋與8吋以下晶圓製造產能均有超過25%的增幅，晶圓製造產能已成為全球第一
- IDM大廠布局方面，Samsung以記憶體為主，產能集中於南韓本土與中國大陸；全球記憶體大廠產能主要集中於東亞，類比/車用半導體大廠則主要集中於歐、美、日；Intel以邏輯晶片為主，產能集中於美國與歐洲中東，若完成併購TowerJazz，將有效補充成熟製程代工產能，並具備吸引系統晶片設計業者所需的全方位技術能量
- 台灣晶圓代工業者中產能主要集中於本島，海外產能分布於中國大陸、新加坡與日本，其中聯電海外產能比重最高，接近40%，而台積電透過赴美與赴日投資邁出了全球布局的腳步，但海外投資增加下是否維持高毛利營收仍有待觀察
- 寬能隙化合物半導體目前以切入高頻、高功率應用為主，模組性價比是應用導入考量的重點；台廠在基板、磊晶與代工製造均有能量投入，宜與晶片設計與系統應用業者加強合作，強化台廠在產品應用生態中的影響力



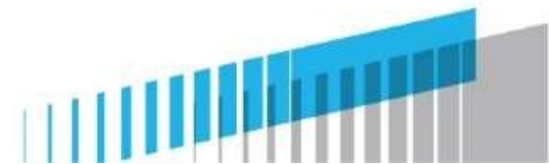
MIC[®] 產業提昇的關鍵力量

Thank You

鄭凱安 資深產業分析師兼產品經理

andykacheng@iii.org.tw

產業情報研究所



智慧財產權暨引用聲明

- 本活動所提供之講義內容或其他文件資料，均受著作權法之保護，非經資策會或其他相關權利人之事前書面同意，任何人不得以任何形式為重製、轉載、傳輸或其他任何商業用途之行為
- 本講義內容所引用之各公司名稱、商標與產品示意照片之所有權皆屬各公司所有
- 本講義全部或部分內容為資策會產業情報研究所整理及分析所得，由於產業變動快速，資策會並不保證本活動所使用之研究方法及研究成果於未來或其他狀況下仍具備正確性與完整性，請台端於引用時，務必注意發布日期、立論之假設及當時情境