

## 2023年化合物半導體再迎春燕

 王尊民 John Wang

 研究中心 分析師



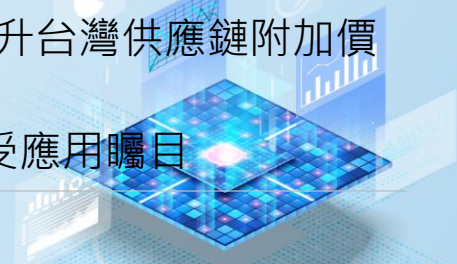


### ■ 經歷

- 集邦科技 拓璞產業研究院分析師
- 工業技術研究院副研究員
- 群創光電研發工程師

### ■ 研究範疇與報告：通訊、功率及發光元件、化合物半導體供應鏈動態

- SiC提升電源轉換效率 利於電動車、再生能源及儲能應用發展
- 零碳與節能推升電力電子需求 帶動Si及GaN功率元件性能發展
- 第四類半導體明日之星 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 領航未來工業及能源應用新商機
- 6G網路將延伸至非地面通訊 有助推升GaN通訊元件新需求
- 同質GaN功率元件具電源轉換優勢 將逐步滲透中高功率應用
- 各國持續5G基礎設施布建 IDM業者積極搶攻GaN通訊市場
- 主導GaN與SiC產業各有差異 降低基板及功率元件成本皆為目標
- 化合物半導體導入電力電子及電動車產業 有助提升台灣供應鏈附加價值
- SiC功率元件具高功率及高頻操作特性 於OBC備受應用矚目



01

手機需求落底有助GaAs市場回穩

02

3C快充增速強推升GaN銷售額

03

電動車、能源及工業拉抬SiC市場

04

結論



**DIGITIMES**

**前言**





# 手機、3C產品快充及能源 化合物半導體無所不在

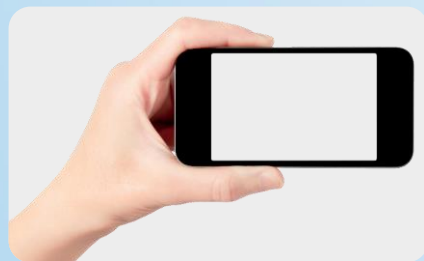
## 汽車、工業與資料中心



## 手機、快充及3D感測



## 能源、高鐵和衛星

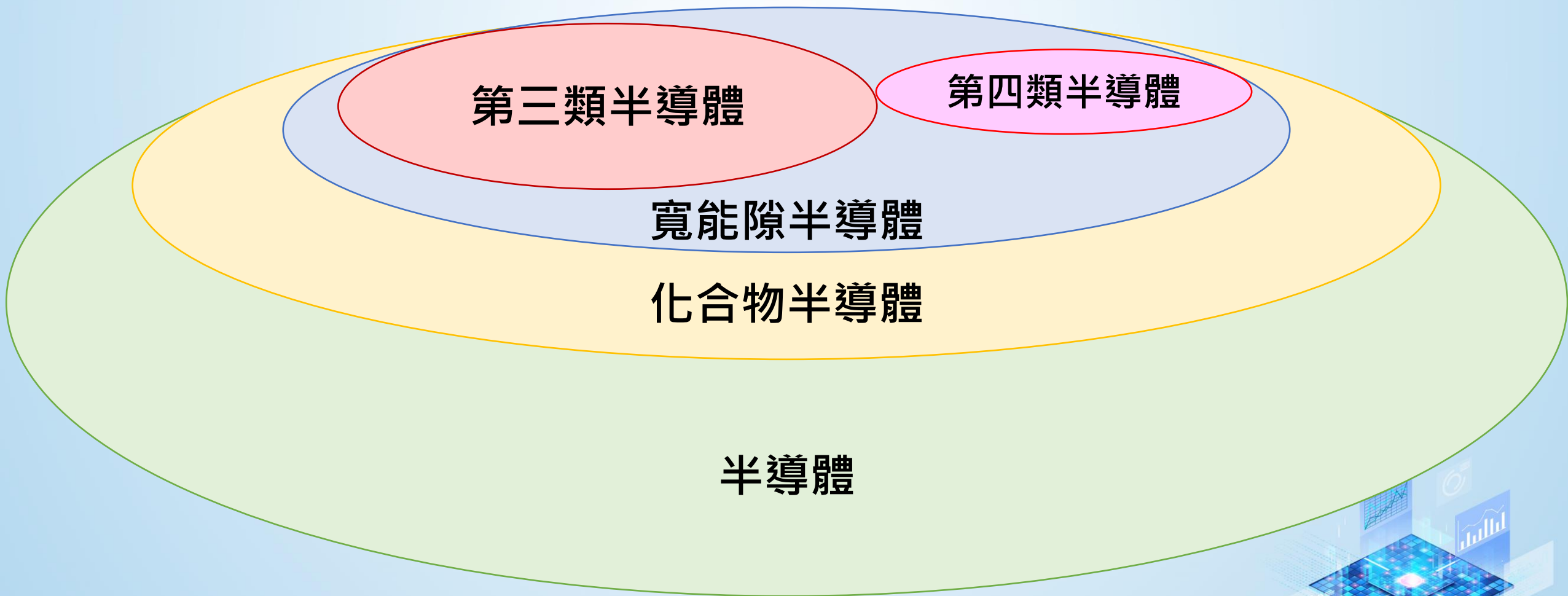


化合物半導體  
就在你我身邊





# 化合物半導體隸屬半導體分支的一環

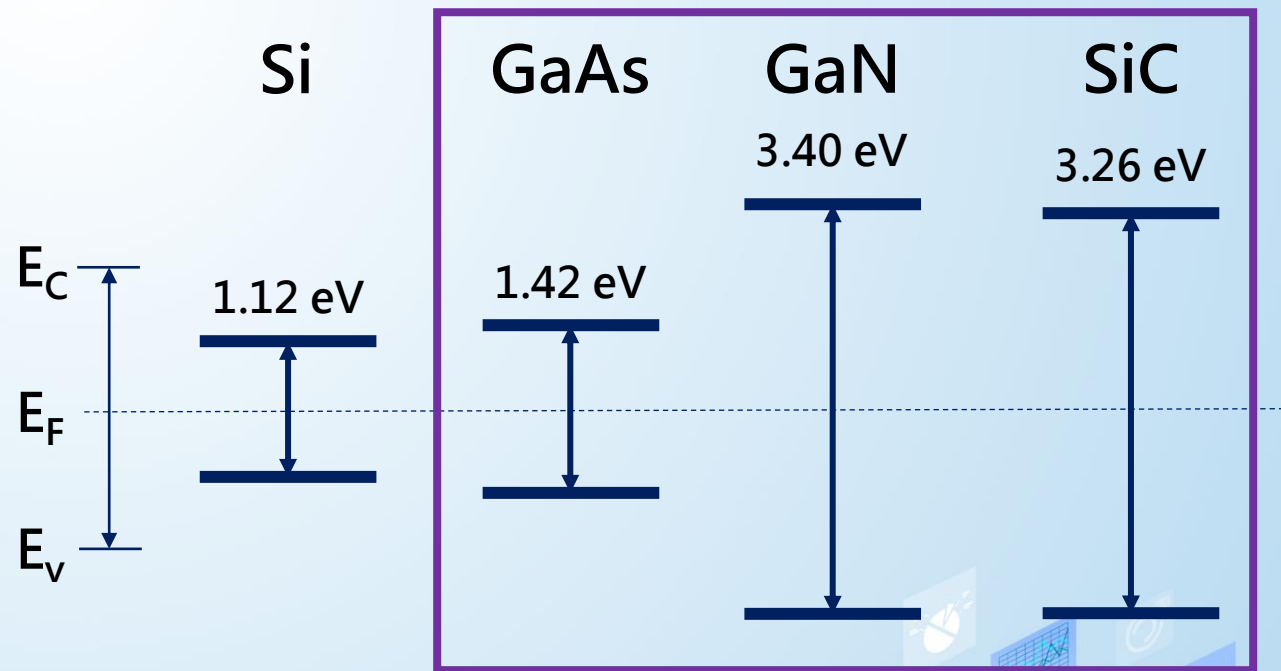


# 常見矽半導體與化合物半導體定義及分類

## 半導體類別及材料

類別	半導體型態	材料
第一類半導體	元素半導體	Si、Ge
第二類半導體	化合物半導體	GaAs、InP
第三類半導體		GaN、SiC
第四類半導體		AlN、Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

## 主要常見半導體能隙分布



註1：EC (conduction band energy) 為傳導帶、EF (Fermi level) 為費米能階、EV (valence band energy) 為價帶。

註2：一般常用半導體SiC材料，係指4H-SiC晶格排列型態為主。



**DIGITIMES**

## 手機需求落底有助GaAs市場回穩







# GaAs頻率、成本與製程優勢 智慧型手機脫穎而出

Si、GaAs及GaN於功率放大器應用特性比較

手機功率放大器(PA)主要採用GaAs

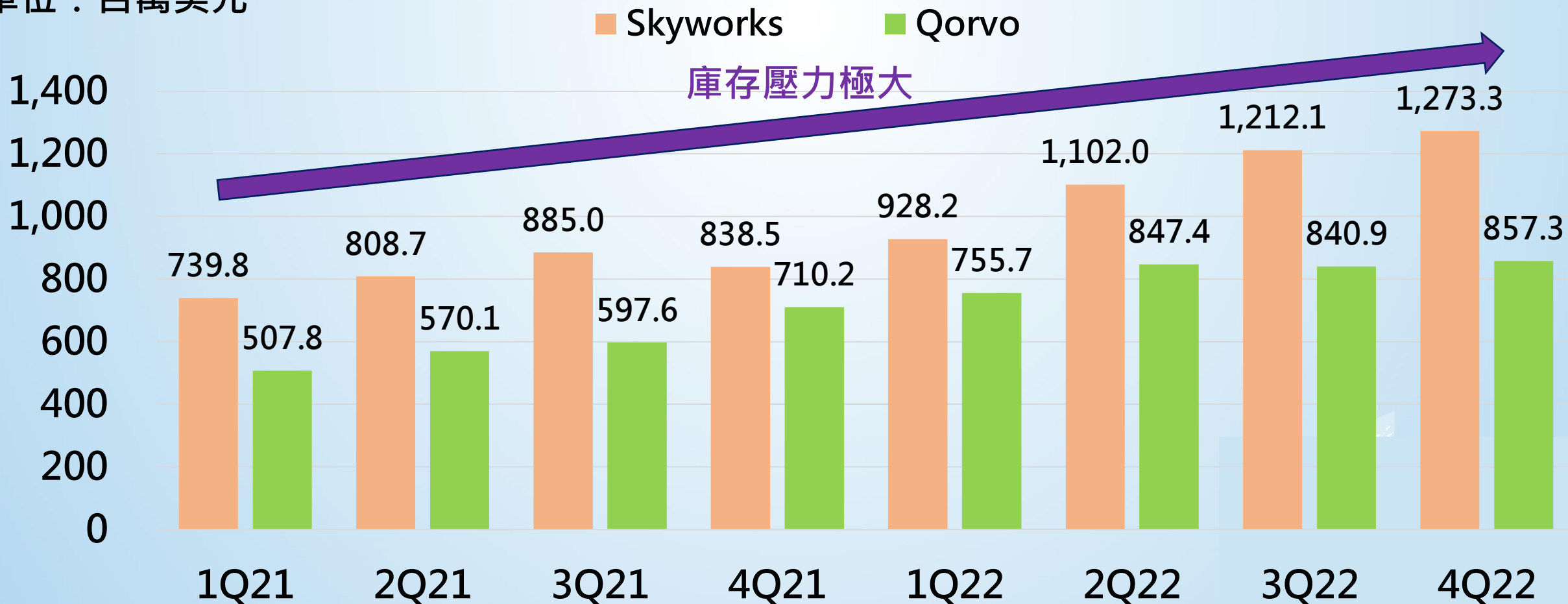
半導體特性	Si	GaAs	GaN
能隙(eV)	1.12	1.42	3.40
電子遷移率(cm <sup>2</sup> /Vs)	1,400	8,500	1,250
崩潰電場(MV/cm)	0.3	0.4	3
可操作頻率(GHz)	<4	2~300	<3,000
高頻雜訊表現	大	小	小
元件成本與製程難度	低	中	高



# 射頻IDM庫存續升 部分反應手機出貨大不如前

## 1Q21~4Q22射頻前端IDM庫存

單位：百萬美元



庫存壓力極大

Skyworks

Qorvo

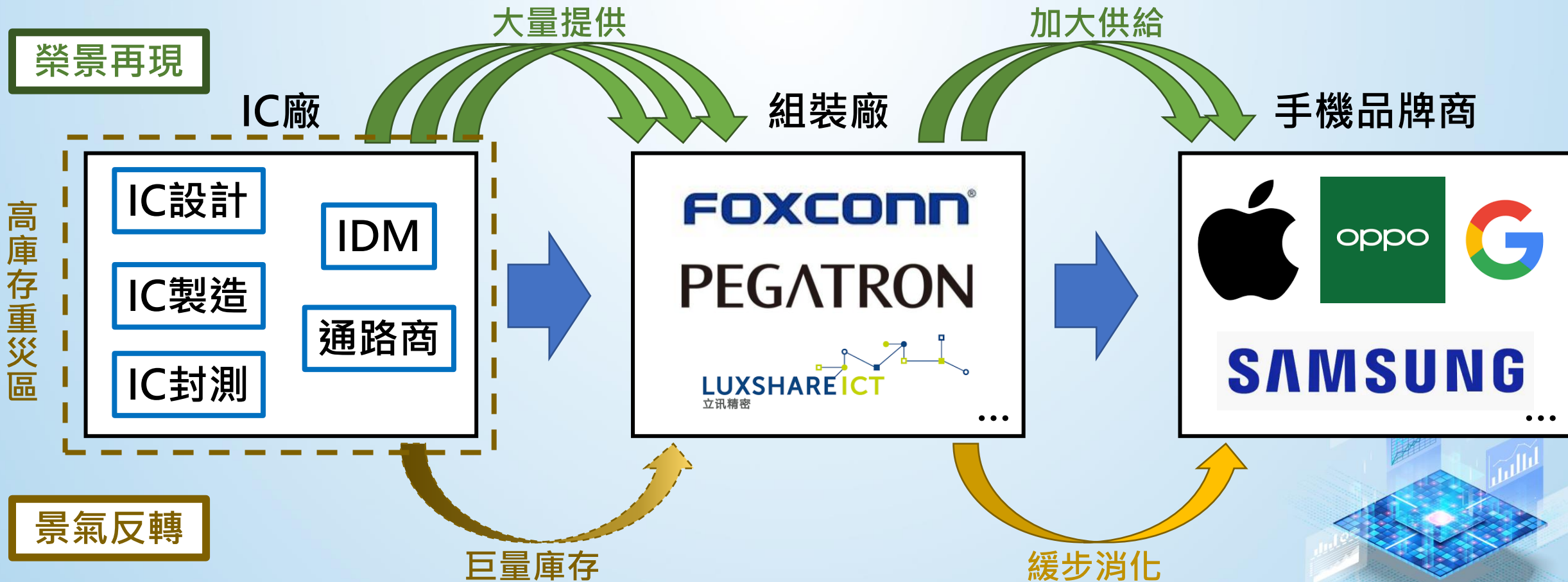


# 疫情推升2021年手機榮景再現 打亂2022年後的庫存規畫

# 然景氣快速反轉

## 通訊半導體出貨流程及疫情前後影響

➡ 通訊半導體出貨流程      ↻ 2021年疫情期間      ↻ 2022年後疫情現況

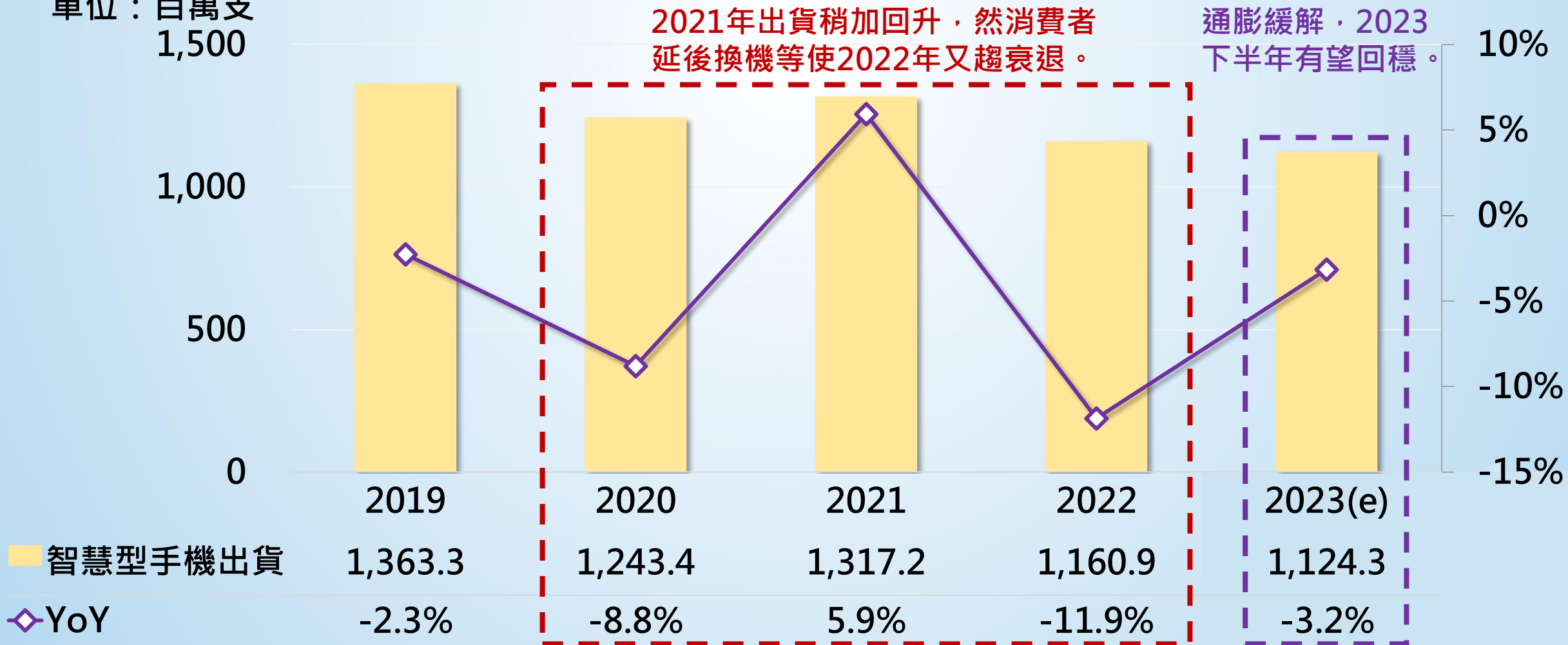




# 封控、地緣與通膨延後換機 2023下半年有望回穩

## 2019~2023年智慧型手機出貨量

單位：百萬支  
1,500



# 3C快充增速強推升GaN銷售額

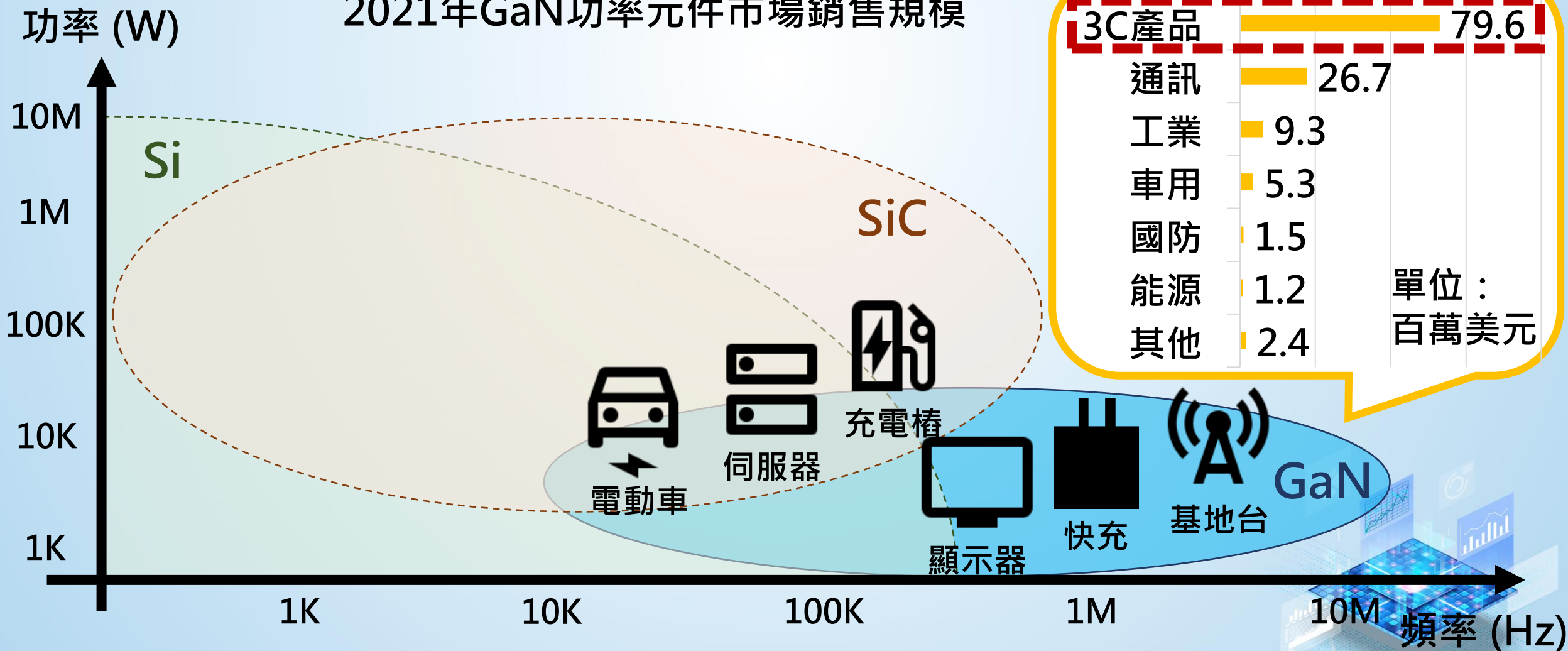




# 高頻及高功率特性

# GaN元件瞄準3C產品快充市場

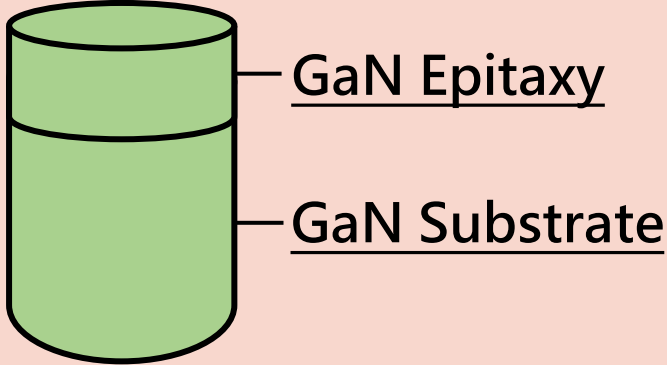
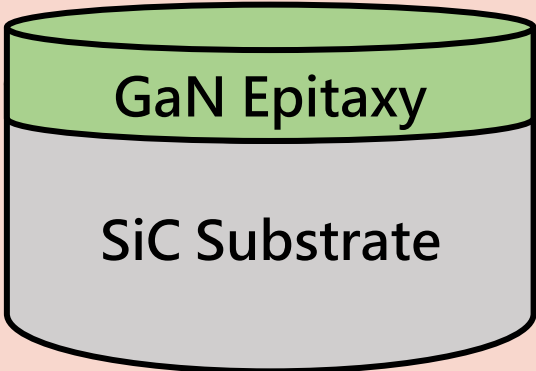
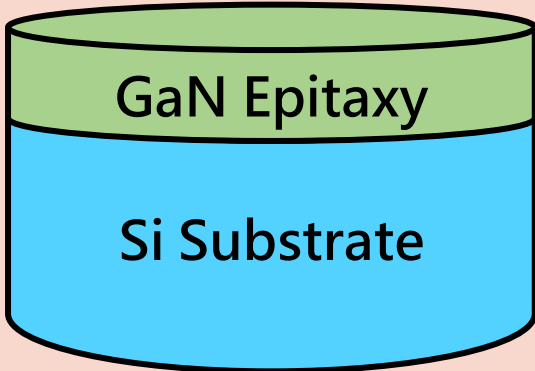
### 2021年GaN功率元件市場銷售規模





# 考量基板尺寸及成本

# GaN on Si結構成為功率首選

	GaN on GaN	GaN on SiC	GaN on Si
圖示			
基板尺寸	2吋為主	6吋為主	6吋為主
晶格差異	無差異	3~4%	15~16%
成本	至少 4~8X	至少 2~5X	1X
應用領域	學術研究及發光元件	通訊元件(基地台、手機)	功率元件


註：基板成本為以GaN on Si為基準的相對倍數。





# GaN快充輸出與功率密度具優勢 手機品牌與配件業者迅速廣推

## Type-C Si充電器與GaN快充特性比較

	Si充電器(Type-C)	GaN快充(Type-C)	
手機品牌/配件業者	蘋果 (iPhone 14)	Vivo (iQOO 200W)	Ravpower (配件業者)
圖示			
官網售價	人民幣149元	人民幣369元	79.99美元 (約人民幣547元)
輸出功率	20W	200W	100W
體積	4.1 x 4.0 x 2.7cm <sup>3</sup>	6.1 x 5.6 x 2.9cm <sup>3</sup>	6.1 x 6.1 x 3.2cm <sup>3</sup>
功率密度	0.45W/cm <sup>3</sup>	2.01W/cm <sup>3</sup>	0.84W/cm <sup>3</sup>
重量	58g	150g	165g

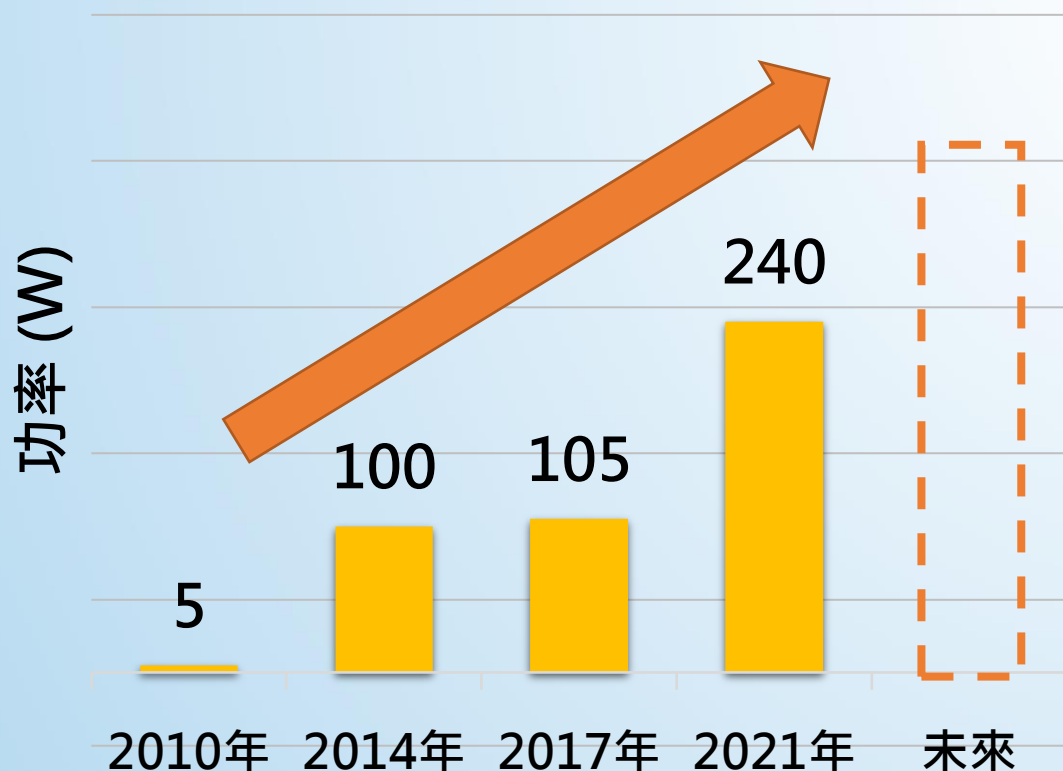
註：美元比人民幣匯率為1：6.84。





# 手機充電器因GaN帶動功率迅速攀升 未來GaN持續擴展多元3C產品應用

## 未來GaN快充於旗艦手機最大功率發展趨勢



## 未來GaN功率元件於3C產品應用場景

更高的  
使用功率



更小的  
體積與重量



擴大延伸  
多元3C產品



**DIGITIMES**

## 電動車、能源及工業拉抬SiC市場

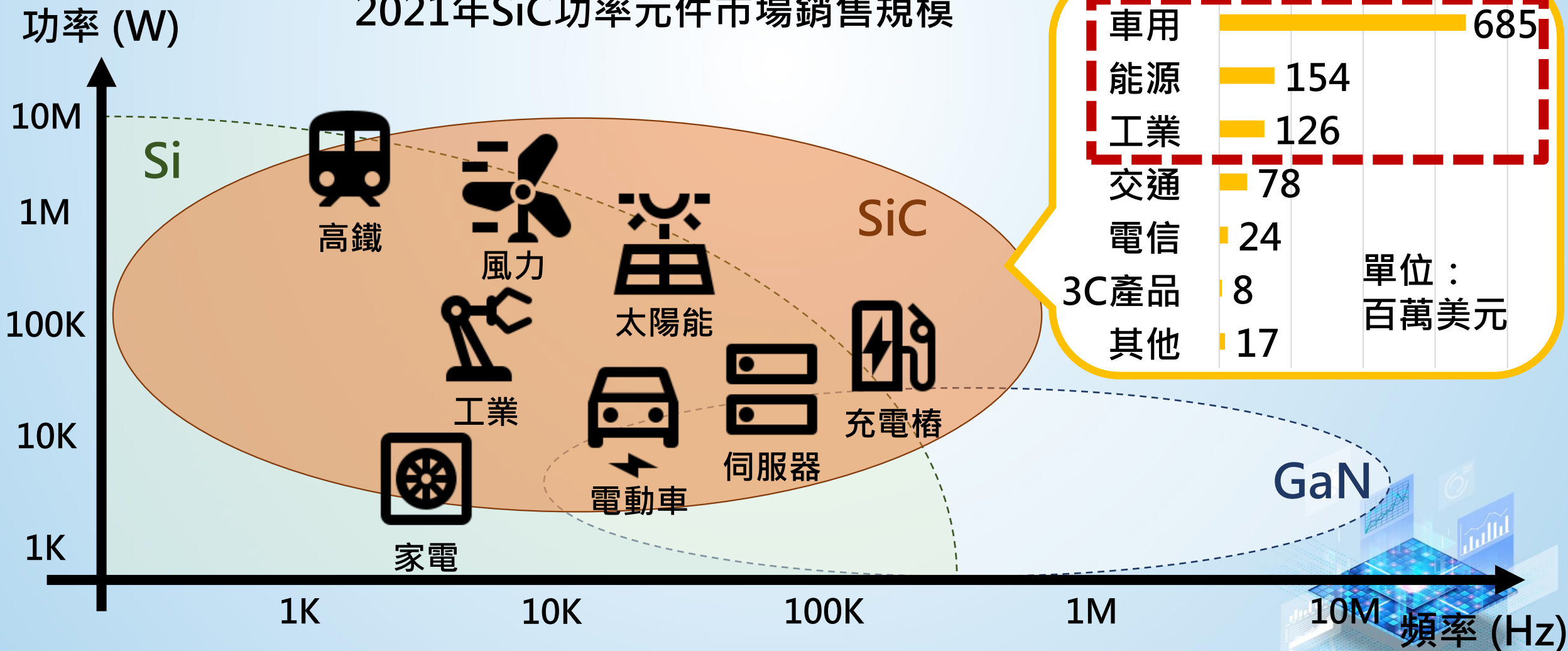




# 電動車、工業及能源高功率需求

# SiC元件應用可期

### 2021年SiC功率元件市場銷售規模



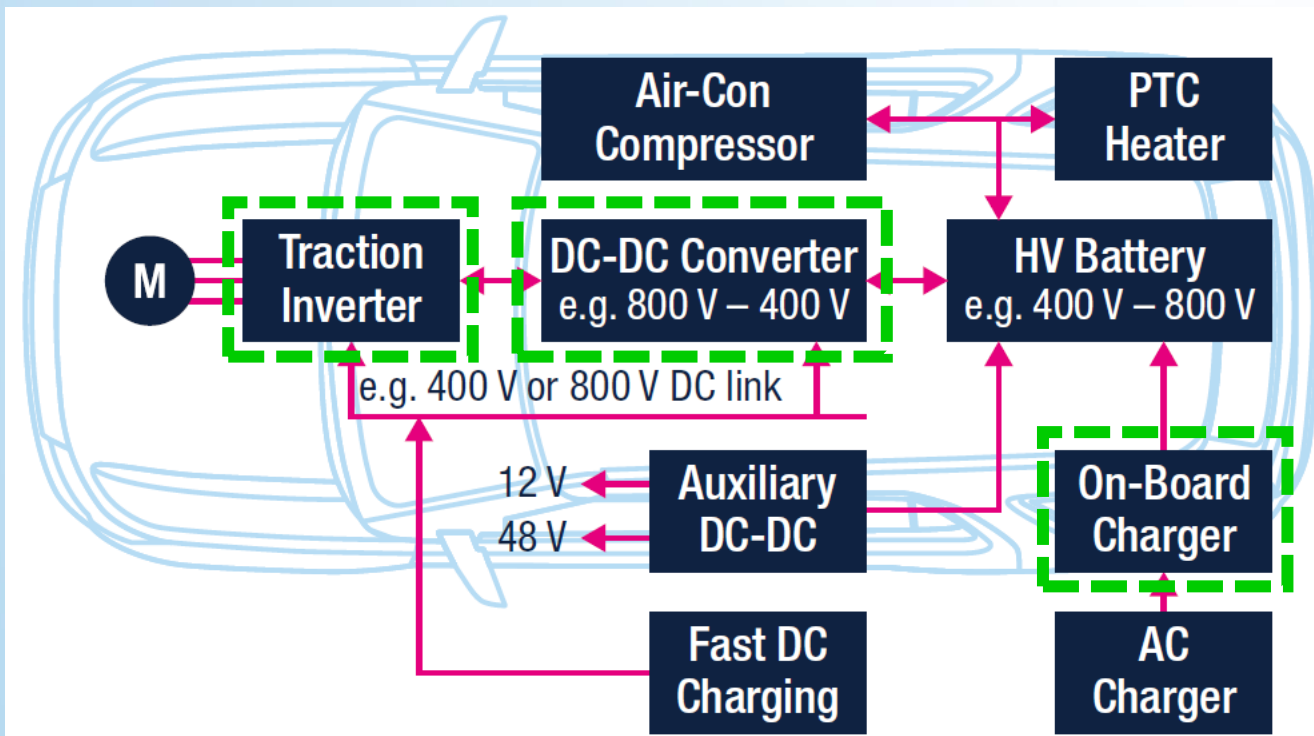


# SiC於電動車發展扮演關鍵要角 微型化及功率總損失小是最大賣點

功率模組於電動車組成及分布

電動車於商用Si及SiC元件特性比較

## SiC模組於電動車關鍵市場



## SiC元件優勢

800V及10KHz 操作條件下	商用Si IGBT	SiC MOSFET
元件面積(mm <sup>2</sup> )	400 (IGBT) + 200 (二極體)	120
總損失(W)	864	450
導通損失(W)	300	307
開關損失(W)	564	143
接合面溫度(°C)	134.8	132.4

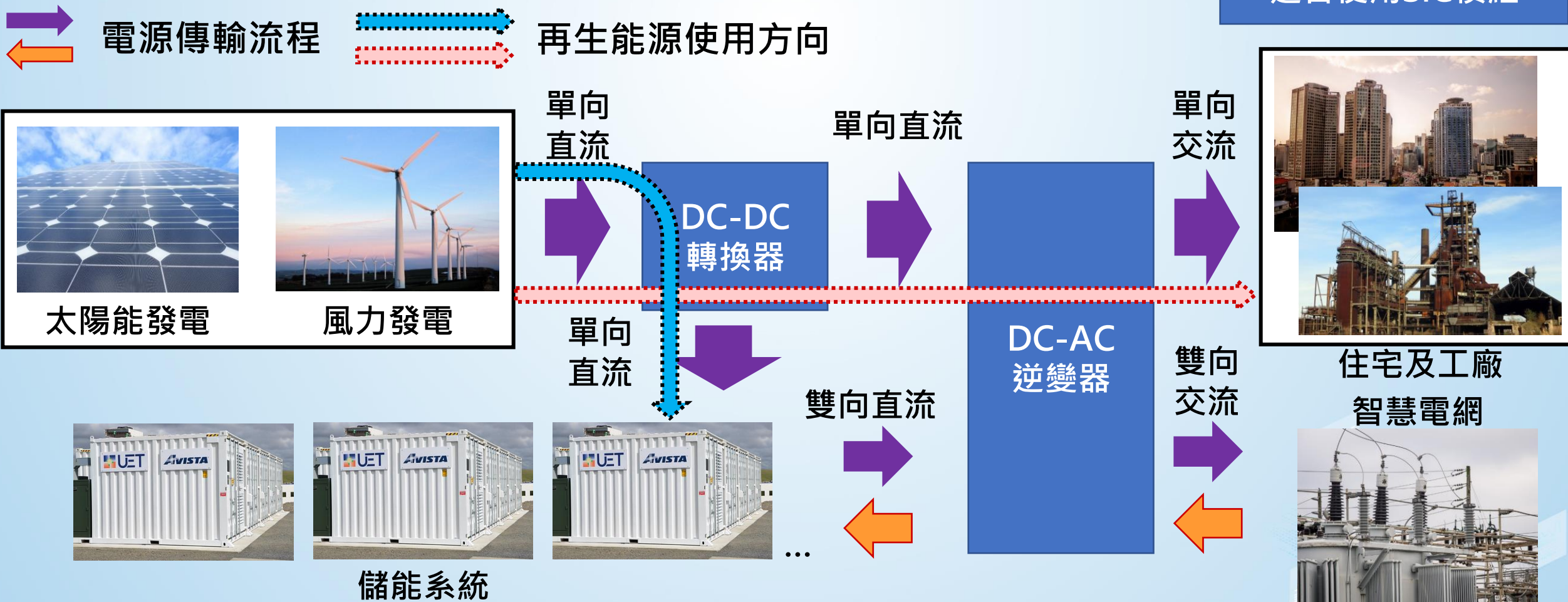
註：IGBT為Insulated Gate Bipolar Transistor，MOSFET為Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor。



# 儲能系統平衡因再生能源發電不穩問題 SiC模組可同步提升電源傳輸與使用效率

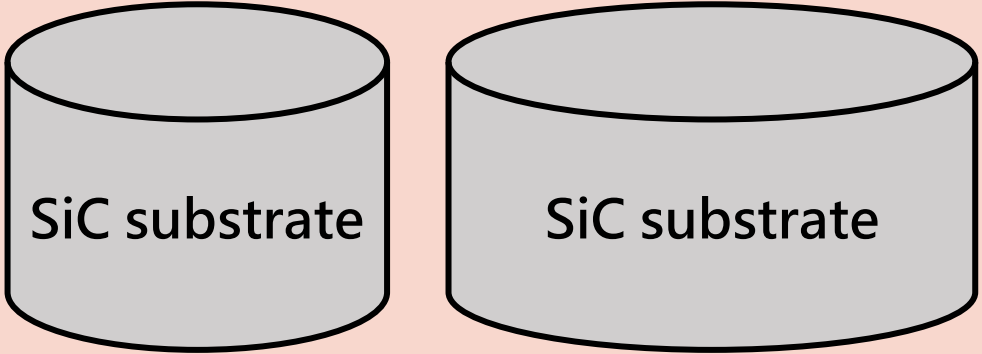
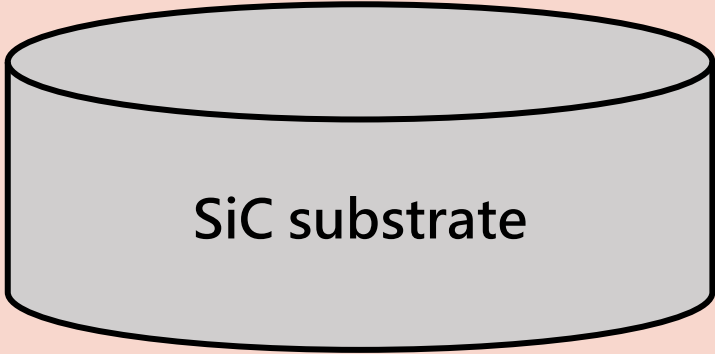
## 再生能源使用方向及電源傳輸流程示意圖

適合使用SiC模組





# 外部雜音不斷 擴大SiC基板尺寸為降低成本不二法門

	4、6吋SiC基板	8吋SiC基板
基板尺寸	 <p>Two cylindrical SiC substrates, each labeled "SiC substrate".</p>	 <p>One large cylindrical SiC substrate, labeled "SiC substrate".</p>
應用趨勢	現行主流晶圓製造及IDM業者常用尺寸	唯Wolfspeed於2022年成功少量試產，然目前8吋基板供需仍僧多粥少
導入業者	Wolfspeed、II-VI、羅姆、STM、ON Semi、山東天岳、天科合達、環球晶...	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wolfspeed：2022年少量試產。</li><li>• STM：原2024年提前至<b>2023年試量產</b>。</li><li>• 羅姆：原2025年提前至<b>2023年量產</b>。</li><li>• Coherent (原II-VI)：預計<b>2024年量產</b>。</li><li>• ON Semi、Soitec：預計<b>2025年量產</b>。</li></ul>

**DIGITIMES**

**結論**



# 結論


- 智慧型手機中的射頻前端功率放大器(PA)為GaAs主要市場，近年來由於疫情推升手機銷售，然又因後疫情迫使衰退，所幸現行通膨已有緩解跡象，手機及GaAs有望於2023下半年逐步回穩。
- 3C產品快充需求支撐GaN功率應用，已是各大手機品牌及配件業者爭相競逐焦點，考量GaN基板尺寸及成本，GaN on Si結構成為功率首選。
- 電動車、工業及能源電源轉換需求拉抬SiC功率元件銷量，且SiC有助增進電動車行駛里程、轉換效率及能源使用率，為求降低生產成本，各大上游材料及IDM業者加速8吋SiC基板發展進程。





**THANK YOU**

 **王尊民 John Wang**

 **研究中心 分析師**

 **john.wang@digitimes.com**