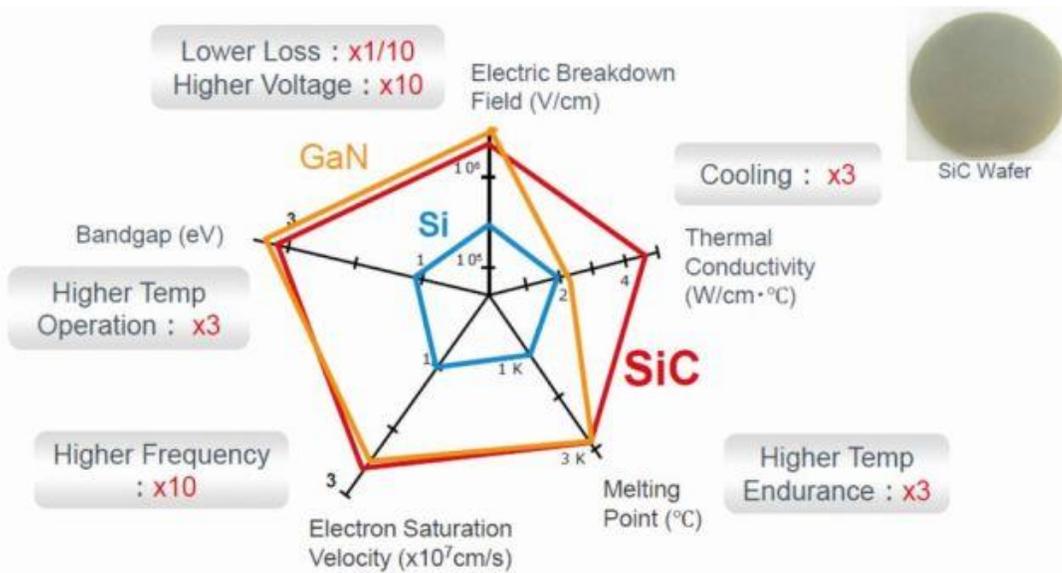


Introduction

- **碳化矽：第三代半導體突破性材料。**備極好的耐壓性、導熱性和耐熱性，是製造功率元件、大功率射頻元件的突破性材料。**根據Wolfspeed預計，2022年全球碳化矽元件市場規模達43億美元，2026年碳化矽元件市場規模有望成長至89億美元。**當前SiC功率元件價格較高，是矽基IGBT的3~5倍左右，但憑藉優異的系統節能特性，**SiC元件開始在新能源汽車、光伏、儲能等領域替代矽基元件**
- **SiC 引領行業變革，新需求快速湧現。**新能源汽車是碳化矽功率元件下游第一大應用市場，為了提升電動汽車充電速度、緩解里程焦慮，**車廠陸續推出800V高壓平台車型，有望推動SiC 元件在新能源汽車中滲透率進一步提升**
- **隨著碳化矽技術的不斷突破，中國供應商有望加速追趕國際龍頭。**中國垂直一體化龍頭廠商三安光電；SiC基板製造商天岳先進等；元件廠商時代電氣、斯達半導、新潔能、士蘭微、華潤微、揚杰科技、聞泰科技、中瓷電子、長飛光纖、積塔半導體、比亞迪半導體等；SiC設備公司北方華創、晶盛機電、中微公司、芯源微等

Benefits of SiC MOSFETs – Key Benefits



- silicon carbide (SiC), provides a number of advantages over silicon for making these power switching MOSFETs.
- SiC has 10x the breakdown electric field strength,
- 3x the bandgap, and enables a wider range of p- and n-type control required for device construction.
- SiC also has 3x the thermal conductivity, meaning 3x the cooling capability of silicon.

Benefits of SiC MOSFETs – Key Benefits



**Extremely low Switching Losses and
Ultra-Low $R_{DS(on)}$**
Higher operating frequency for smaller and lighter systems



Good Thermal Performance
High operating temperature ($T_{jmax} = 200^{\circ}C$)
Reduced cooling requirements & heat-sink, Increased lifetime



Easy to Drive
Fully compatible with standard Gate Drivers



Very fast and robust intrinsic body diode
Separate antiparallel diode not required

SiC元件發展歷史



THE WOLFSPEED ADVANTAGE

The only vertically-Integrated Silicon Carbide Manufacturer



GROW SILICON CARBIDE BOULES



SLICE & POLISH WAFERS

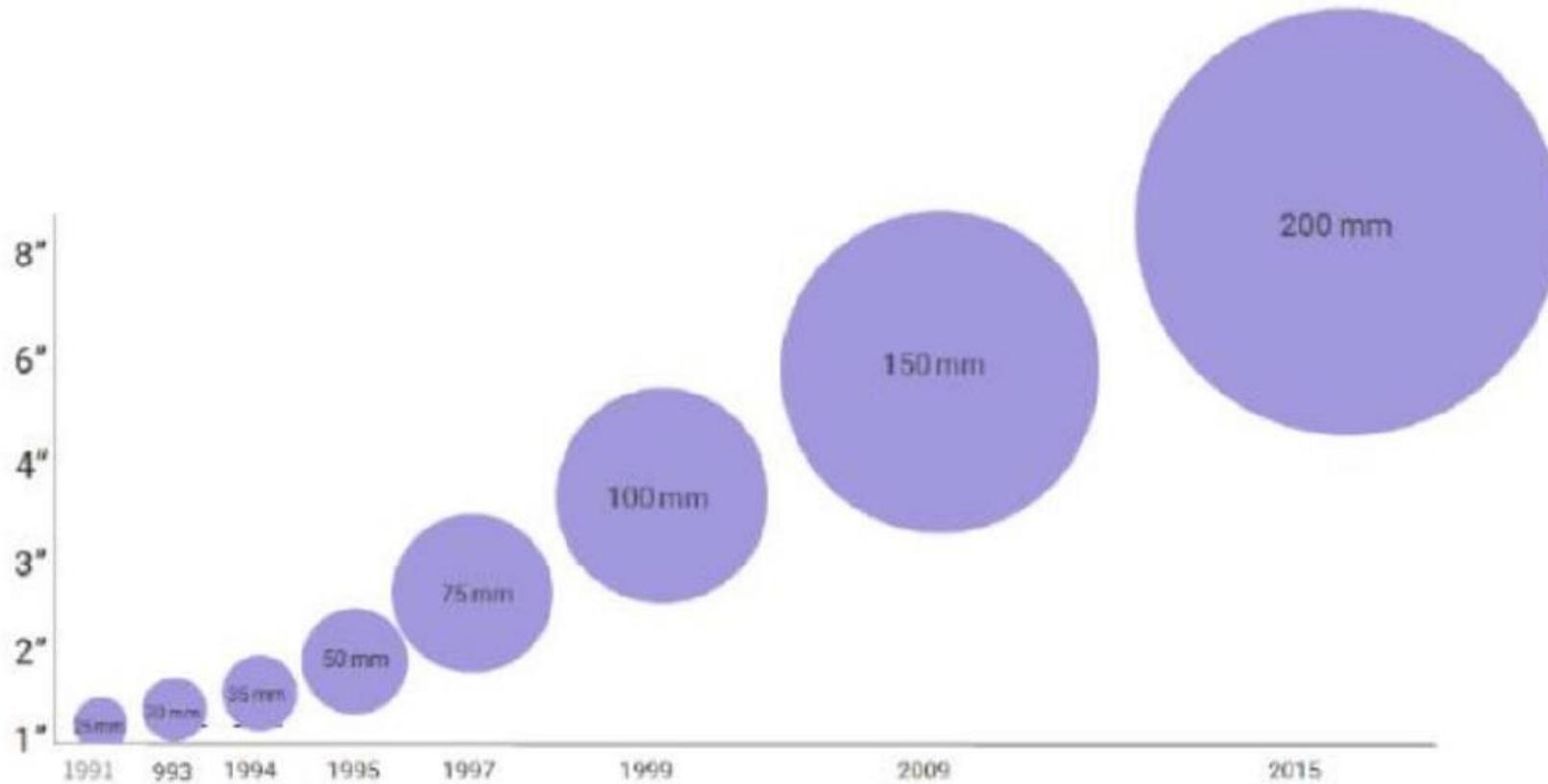


GROW EPI & **FABRICATE** DEVICES



PACKAGE DIE

WOLFSPEED公司碳化矽基板尺寸演進



碳化矽基板國際主流尺寸為6英吋，正在向8英吋邁進。Wolfspeed於2022年4月宣布其位於美國紐約州莫霍克谷（Mohawk Valley）的全球最大8英吋碳化矽製造設施正式開業。

Application-UPS

Double Conversion UPS

WHAT: Double Conversion UPS

WHERE: Whenever a reliable grid is necessary

WHY: UPS can be inefficient. Silicon based switching losses add-up in high power applications

Silicon Carbide ADVANTAGE:

- 38% reduction in system losses
- 42% reduction in passive component volume
- 35% reduction in passive BOM costs



Application-Solar Power & Energy Storage

Inverters for Solar Power and Energy Storage

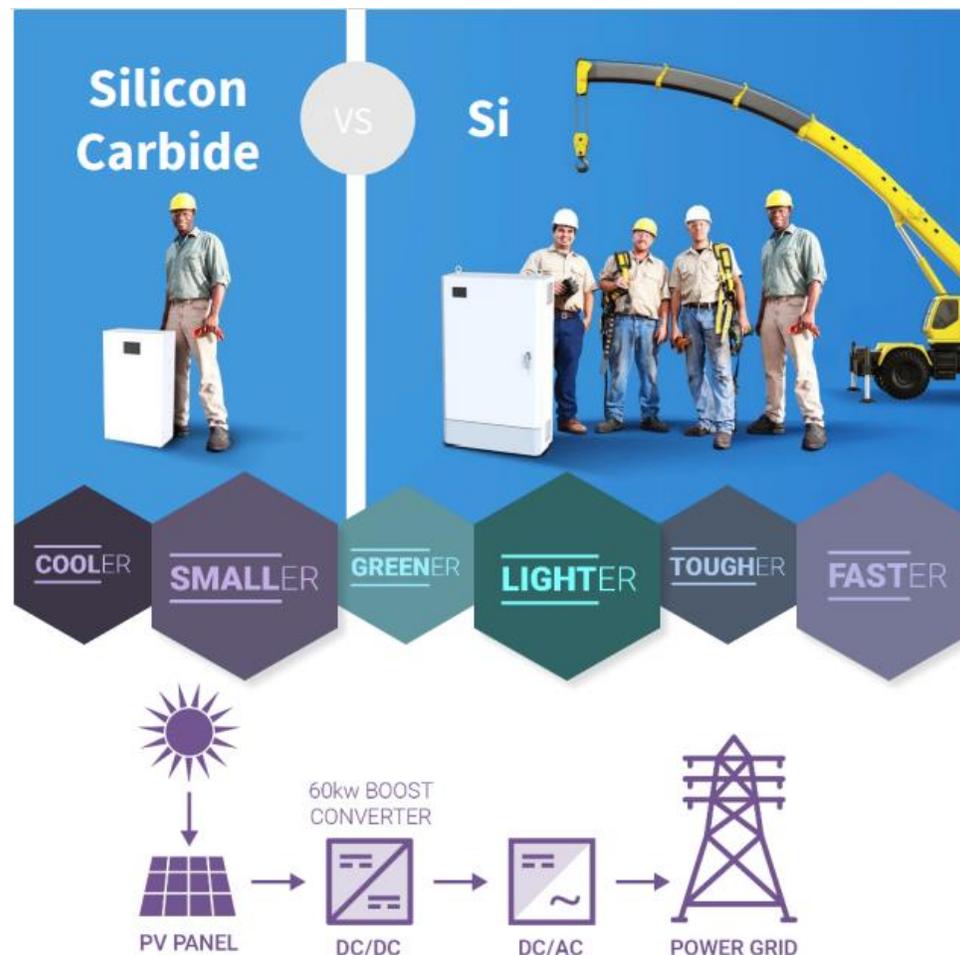
WHAT: Silicon Carbide MOSFETs and Diodes

WHERE: Panel array boost converter to provide input voltage for battery charger and/or power grid inverter

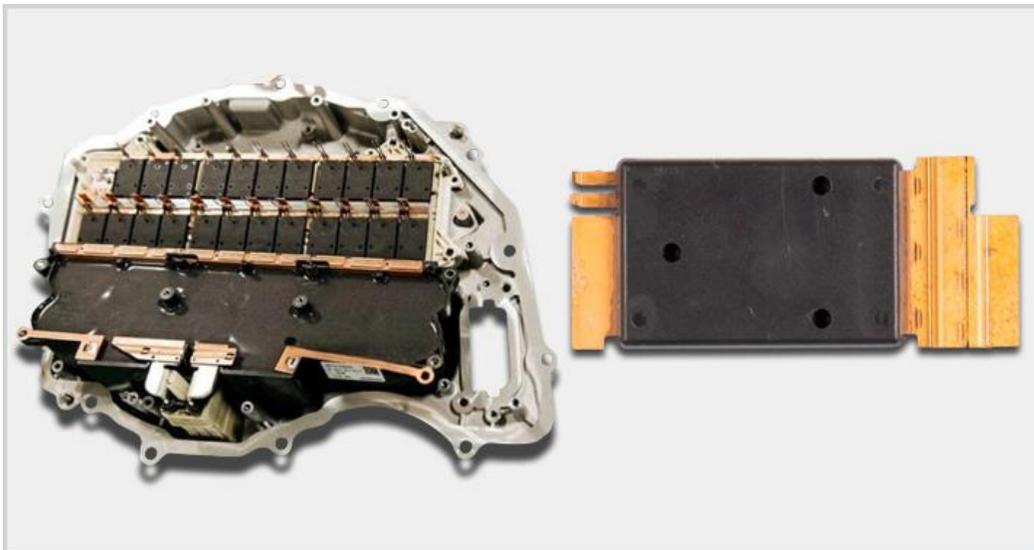
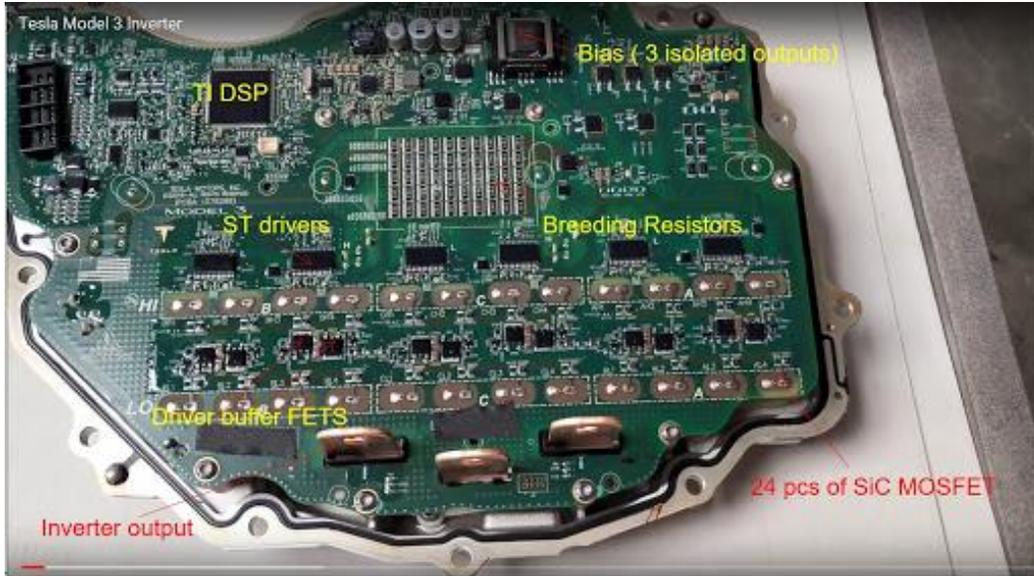
WHY: Minimize size and weight while increasing ruggedness for lower installation and maintenance costs

Silicon Carbide ADVANTAGE: 99.5% efficiency enables:

- Up to 3X smaller size
- 10X lighter weight



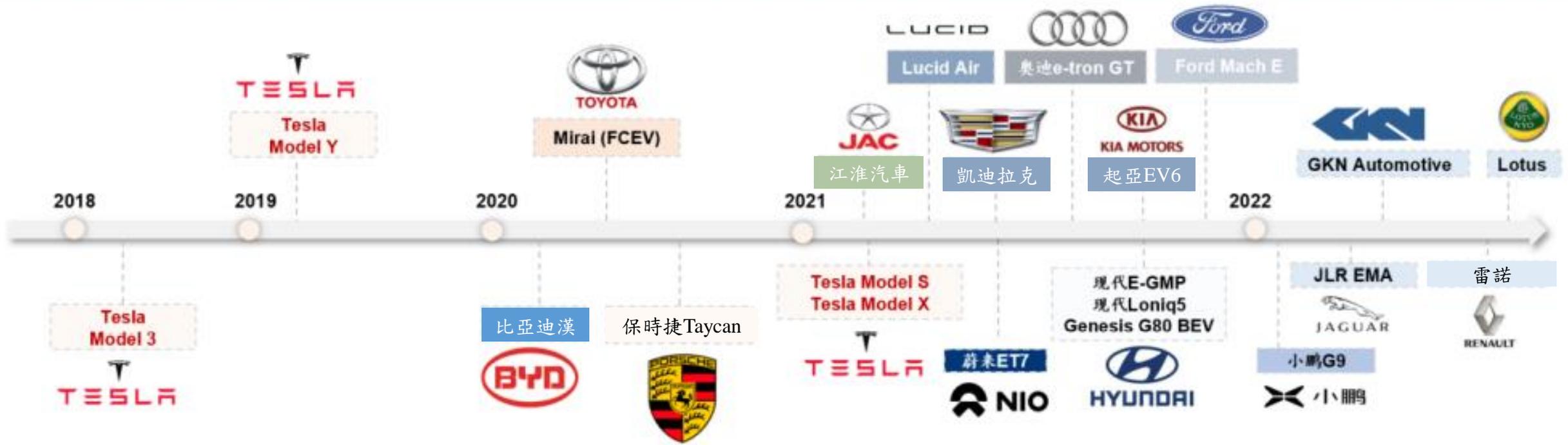
Tesla Model 3 Traction inverter



- A Model 3 has one main inverter that requires 24 power modules, each of which based on two Silicon Carbide MOSFETs.
- These MOSFETs are made by ST Microelectronics.
- A total of 48 SiC MOSFETs in each car.
- Tesla Model 3 production consumed 2,950,000 SiC MOSFET modules.

Tesla Model 3 Traction inverter, showing the SiC MOSFET power modules from ST Microelectronics. (Source: Pntpower)

SiC在電動車應用的時間線



資料來源: 各公司報告, 華泰研究, 華泰證券

電動車使用SiC元件情況

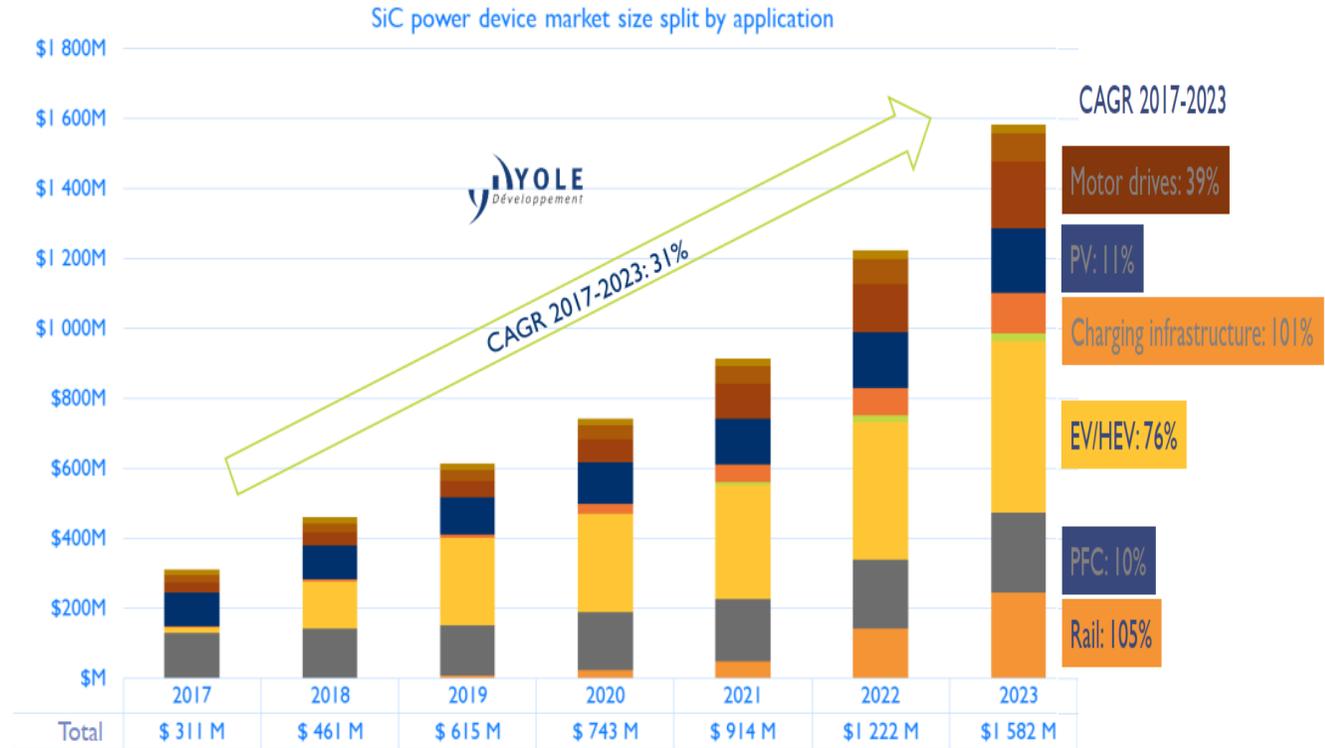
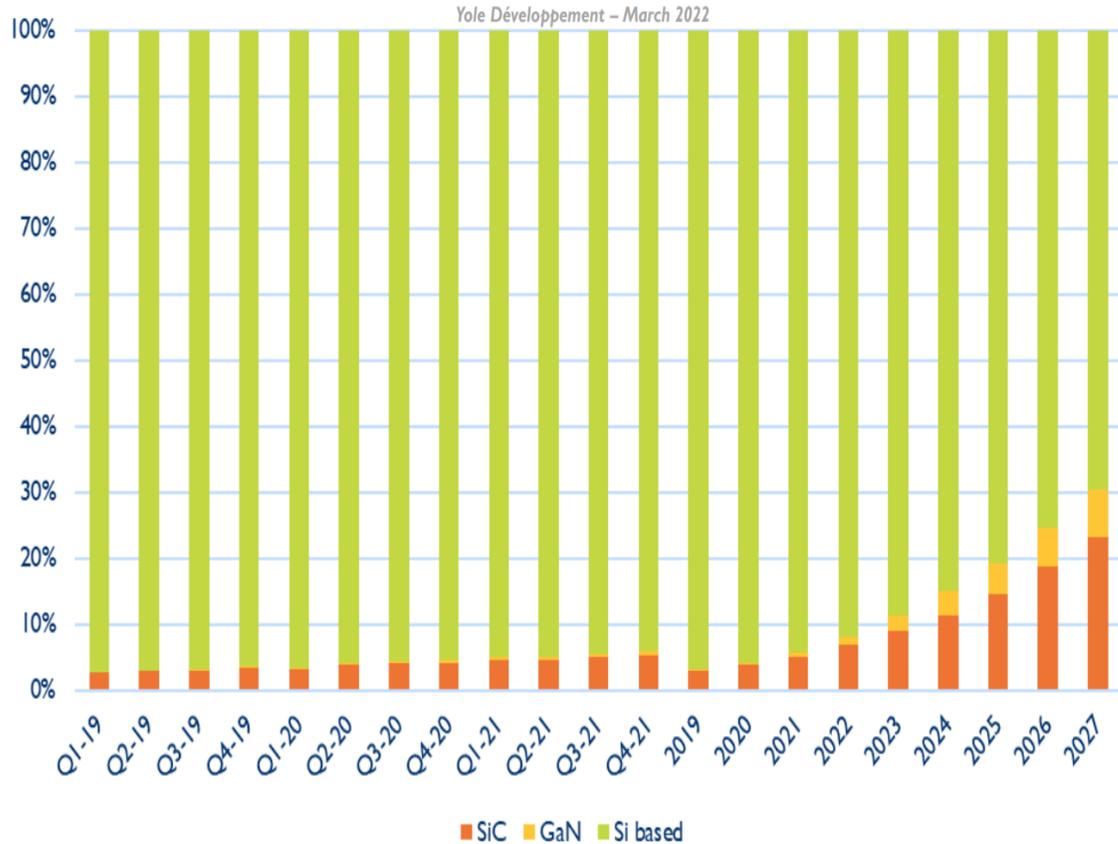
廠商	車型	發布時間	首批交貨時間	SiC應用場景	SiC元件供應商	車型特點
Tesla	Model 3	2016年4月	2017年7月	後驅逆變器	ST	首款採用SiC元件的量產車。單逆變器用24個模組，
Tesla	Model Y	2019年3月	2020年3月	後驅逆變器	/	
比亞迪汽車	漢 EV 四驅高性能版	2020年7月	/	電驅逆變器	比亞迪半導體	首款中國產SiC元件車型
Lucid	Lucid Air	2020年9月	/	逆變器、OBC	Wolfspeed、Rohm	SiC MOSFET可提供高達 19.2KW的交流充電，每小時可增加 80 哩的續航里程
NIO	ET7	2021年1月	2022年3月	電驅逆變器	onsemi	百公里加速達到 3.9s
HYUNDAI	IONIQ 5	2021年2月	/	電驅逆變器	Infineon	800V 高壓
小鵬汽車	G9	2021年11月	2022年下半年	電驅逆變器	斯達	中國首款基於 800V 碳化矽平台
NIO	ET5	2021年12月	預計 2022 年 9 月	電驅逆變器	/	
TOYOTA	bZ4X	2021年4月	預計 2022 年中旬	OBC 和 DC/DC	DENSO	搭載了 SiC二極體的車載充電裝置比傳統的更小、更輕，還能將成本有效降低 30%
BMW	Vision EQXX	2022年1月	預計 2024 年	電驅逆變器	/	續航 1000 公里，電壓等級超 800V
LEXUS	LEXUS RZ	2022年4月	/	後驅逆變器	DENSO	LEXUS NT2 第二代技術平台的首款 SUV，應用了碳化矽功率模組的第二代高效電驅平台
NIO	ES7	2022年6月	預計2022年8月	前驅逆變器	/	
HYUNDAI	IONIQ 6	2022年7月	預計 2022 Q3	電驅逆變器	/	800V 平台

資料來源：SEMI-TIP,碳化矽企業財報,2022,8月刊

Future Market

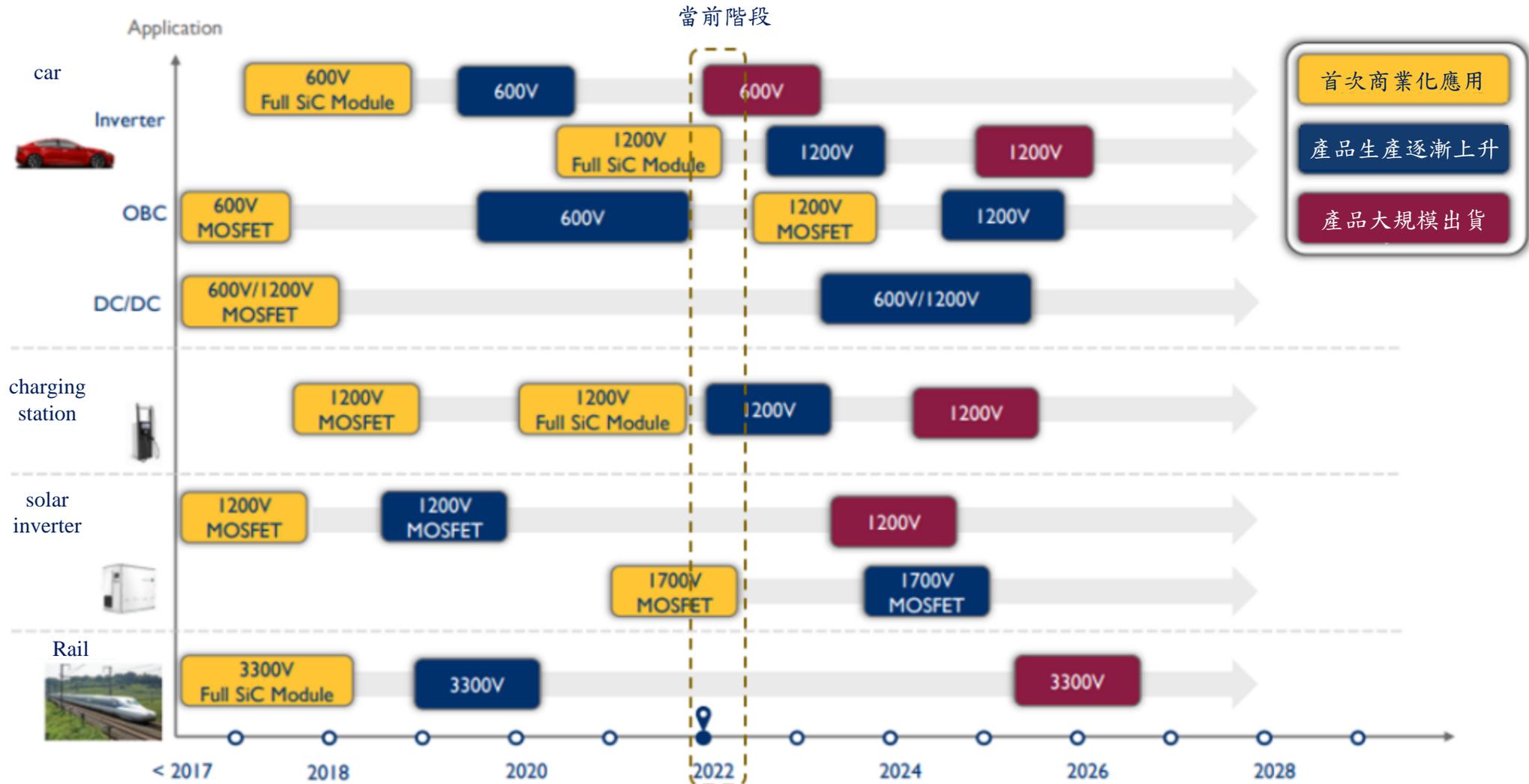
SiC REPRESENTS 5% OF THE POWER MARKET VALUE TODAY

By 2027, we expect SiC device revenue to represent more than 20% of the market, with GaN device revenue comprising more than 7% of the market.



Silicon devices include: Rectifiers, thyristors, bipolar, X-FETs such as MOSFETs and JFETs, IGBTs, and modules and IPMs.

SiC下游應用的發展



資料來源：Yole、德邦研究所

Companies - Infineon

Infineon Q3營收36.18億歐元，同比增長33%

8月3日，Infineon公布2022年第三季度 (截至2022年6月30日) 財報



財報概覽

- 三季度 Infineon 實現營收36.18億歐元，相比去年同期增長33%；利潤8.42億歐元；利潤率23.3%；自由現金流4.4億歐元
- 展望第四季度，Infineon 預計營收將達到約39億歐元。基於此，利潤率預計將達到約25%。(假定歐元兌美元匯率為1:1.05)
- 基於第四季度的營收預期，整個2022年營收預計將達到約140億歐元(之前預測：135億歐元)。基於此利潤率預計將超過23% (之前預測：超過22%)，計畫投資額約為24億歐元(未變)，自由現金流預計將達到約14億歐元

Companies - Wolfspeed

Wolfspeed: 公布2022年第四季度和全年的業績



▲ 8月17日，Wolfspeed公布了其截至2022年6月26日的第四季度以及年度業績報告

(in millions of U.S. Dollars, except per share data)	Three months ended		Fiscal years ended	
	June 26, 2022	June 27, 2021	June 26, 2022	June 27, 2021
Revenue, net	\$228.5	\$145.8	\$746.2	\$525.6
Cost of revenue, net	149.6	102.0	496.9	361.0
Gross profit	78.9	43.8	249.3	164.6
Gross margin percentage	35 %	30 %	33 %	31 %

財報概覽

- Wolfspeed 四季度營業收入為2.285億美元，同比增長56.7%，環比增長22%；同期淨利潤0.32億美元——這也是其排除LED資產以來，首次單季度營利；GAAP毛利率為34.5%，淨虧損6180萬美元，攤薄每股虧損0.5美元。設計收入為26億美元
- 全年收入為7.462億美元，同比增長42%。GAAP毛利率為33.4%，持續經營淨虧損2.951億美元，攤薄每股虧損2.46美元
- 預計2022年底時，實現莫霍克谷工廠正式量產出貨，未來霍將建設一個新工廠展望2023年Q1，Wolfspeed目標實現2.325-2.475億美元之間的營收

資料來源：SEMI-TIP, 碳化矽企業財報, 2022, 8月刊

Companies – Rohm

Rohm半導體一季收1251.12億日圓 淨利潤同比增長125%

8月4日，日本Rohm半導體公司公布了其截至2022年6月30日的第一季度業績報告



財報概覽

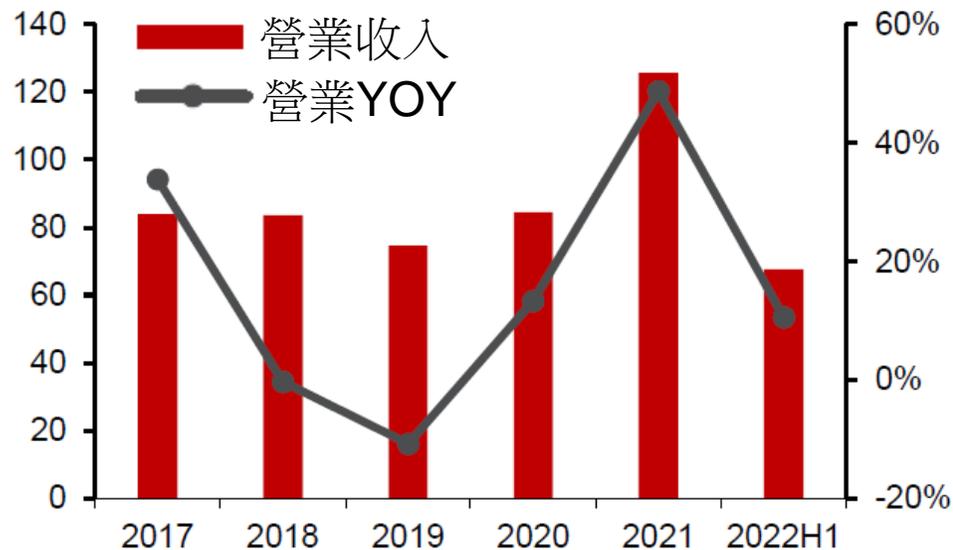
- Rohm半導體的銷售額為1251億日圓，同比增長12%。營業利潤為352.61億，同比增長116%。淨利潤為261.05億，同比增長125%
- 按業務來看，二極體、功率元件以汽車相關市場為中心，業績良好
- 電阻器方面，面向汽車相關市場的銷售量良好，Ta電容器方面，面向PC等的銷售情況有所增加
- 公司表示，在電子行業，民用設備相關市場因新冠疫情受到了一定的影響，汽車相關市場雖然有汽車減產的影響，但面向電動化、電裝化的擴大和半導體市場的需求持續順利的推移
- 另外，在與產業機器相關的市場上，各國對工廠自動化、數字化的投資也在擴大，加上匯率變動的影響，整體呈現穩步增長的趨勢

資料來源：SEMI-TIP,碳化矽企業財報,2022,8月刊

Companies – 三安光電

三安光電：SiC 一體化龍頭前景寬闊

- 隨著碳化矽技術的不斷突破，中國供應商有望加速追趕國際龍頭。中國垂直一體化龍頭廠商三安光電； SiC基板製造商天岳先進等；元件廠商時代電氣、斯達半導、新潔能、士蘭微、華潤微、揚杰科技、聞泰科技、中瓷電子、長飛光纖、積塔半導體、比亞迪半導體等；SiC設備公司北方華創、晶盛機電、中微公司、芯源微等
- 三安光電2019-2021年營收入分別為74.60， 84.54， 125.72億元， 2022年上半年實現營收67.62億元， 相比去年同期增長10.60%
- 公司旗下業務主要包括LED、通訊射頻和SiC功率元件業務， 其中碳化矽相關的業務主要包括碳化矽功率元件、碳化矽射頻元件， 碳化矽基氮化鎵元件主要用在基站射頻領域， 碳化矽功率元件主要用於新能源汽車、光伏、儲能等領域

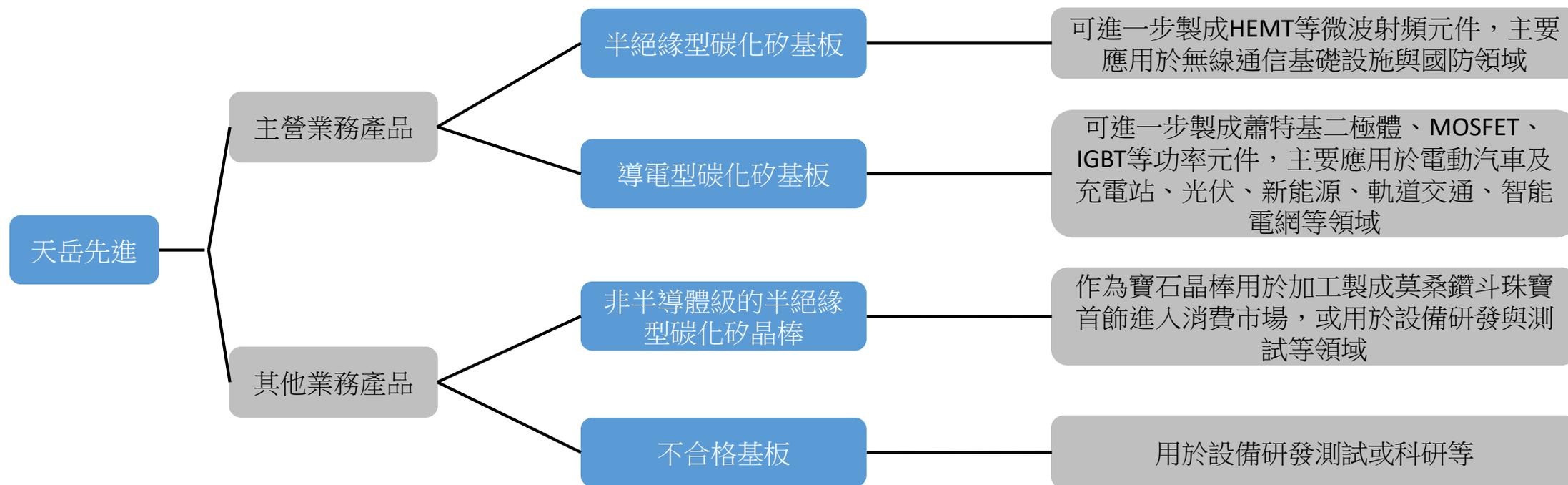


資料來源:wind, 民生證券研究院

Companies – 天岳先進

天岳先進產品分類

- 天岳先進成立於2010年，是中國領先的第三代半導體基板材料生產商，從事碳化矽基板的研發、生產和銷售
- 在2019年和2020年躍身半絕緣型碳化矽基板市場的世界前三，還成功掌握了導電型碳化矽基板材料製備的技術和產業化能力
- 公司除半絕緣型碳化矽基板外，導電型碳化矽基板材料也已形成小批量銷售



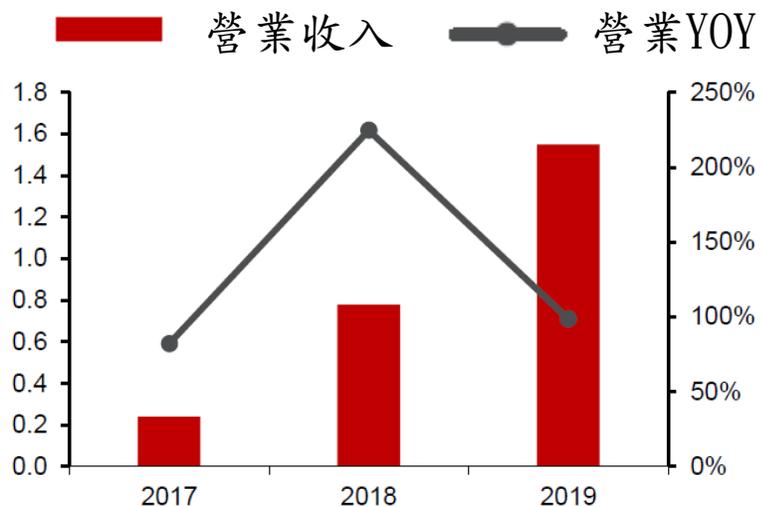
資料來源:天岳先進招股書, 民生證券研究院

Companies – 天科合達

天科合達:全面推進6吋基板

- 天科合達主營業務為碳化矽基板、碳化矽長晶爐
- 公司營收增速較快，從2017年營收0.23億元迅速增長到2019年的1.56億元
- 2019年碳化矽基板收入0.74億元，長晶爐收入0.24億元
- 從2006年成立開始啟動碳化矽基板研發工作，到2016年完成4吋導電型、半絕緣型和6吋導電型基板的研發
- 2017-2020年，各尺寸產品陸續投入量產

天科合達營收及增速 (億元, %)



天科合達淨利潤及增速 (億元, %)

