



Wide Bandgap Semiconductors

Wide Bandgap Semiconductors

- Полупроводници с широчина на забранената зона $> 2\text{eV}$ (за сравнение за Si тази величина е 1.12eV)
- Характерни представители на този клас п.п. са SiC и GaN

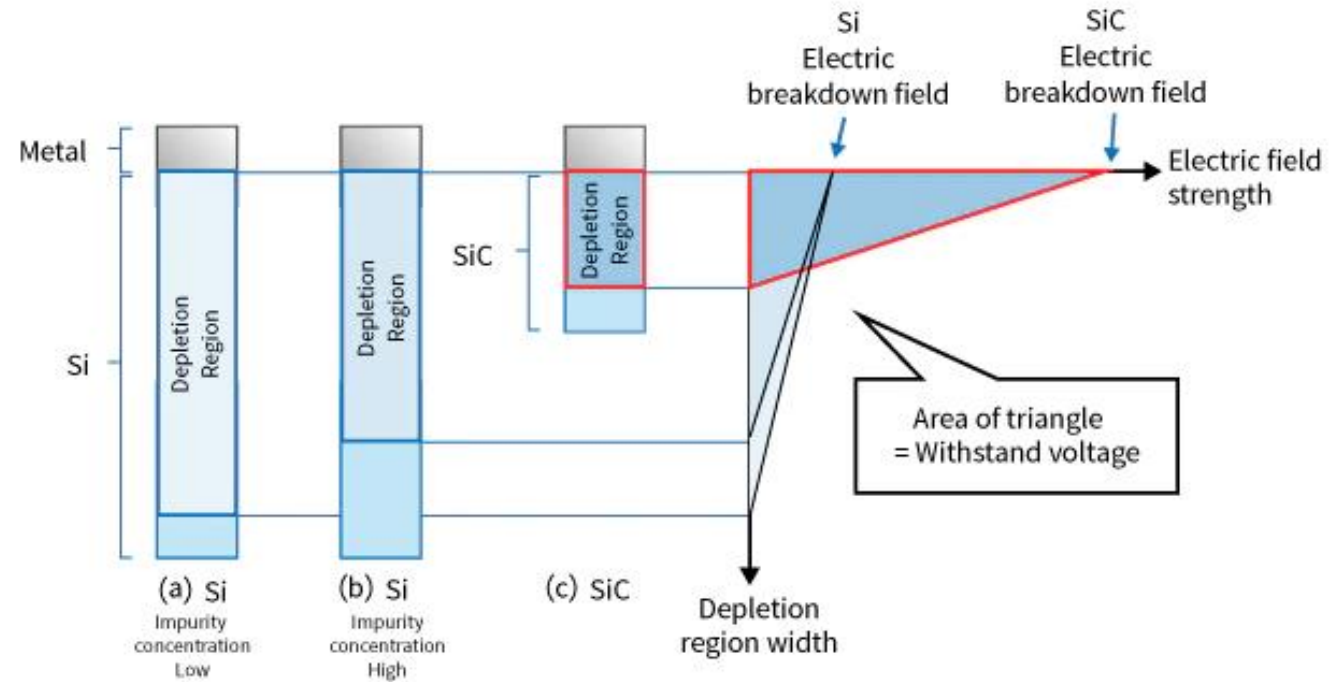
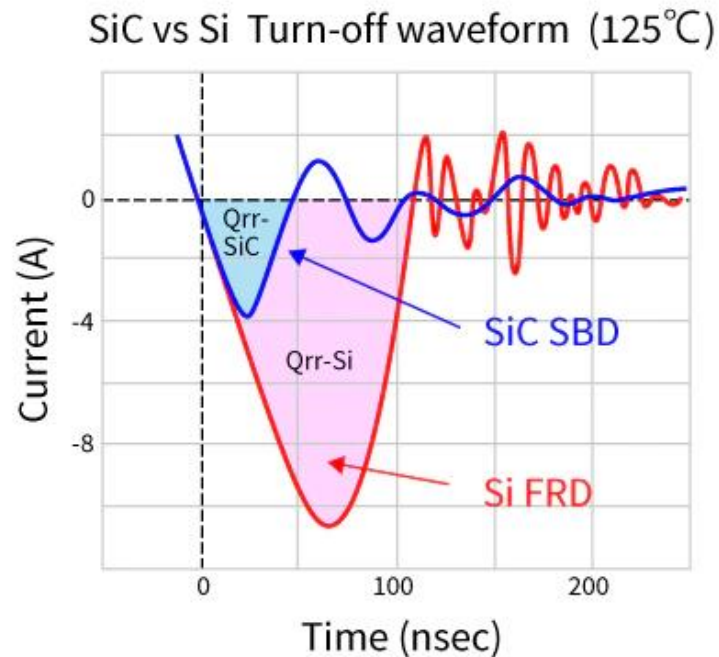
Properties	Si	4H-SiC	GaAs	GaN
Crystal Structure	Diamond	Hexagonal	Zincblende	Hexagonal
Energy Gap : E_G (eV)	1.12	3.26	1.43	3.5
Electron Mobility : μ_n (cm^2/Vs)	1400	900	8500	1250
Hole Mobility : μ_p (cm^2/Vs)	600	100	400	200
Breakdown Field : E_B (V/cm) $\times 10^6$	0.3	3	0.4	3
Thermal Conductivity ($\text{W}/\text{cm}^\circ\text{C}$)	1.5	4.9	0.5	1.3
Saturation Drift Velocity : v_s (cm/s) $\times 10^7$	1	2.7	2	2.7
Relative Dielectric Constant : ϵ_s	11.8	9.7	12.8	9.5

По-висока електрическа якост (breakdown field) -> по-тънка обеднена област (при същото пробивно напрежение -> по-ниско съпротивление във проводящо състояние.

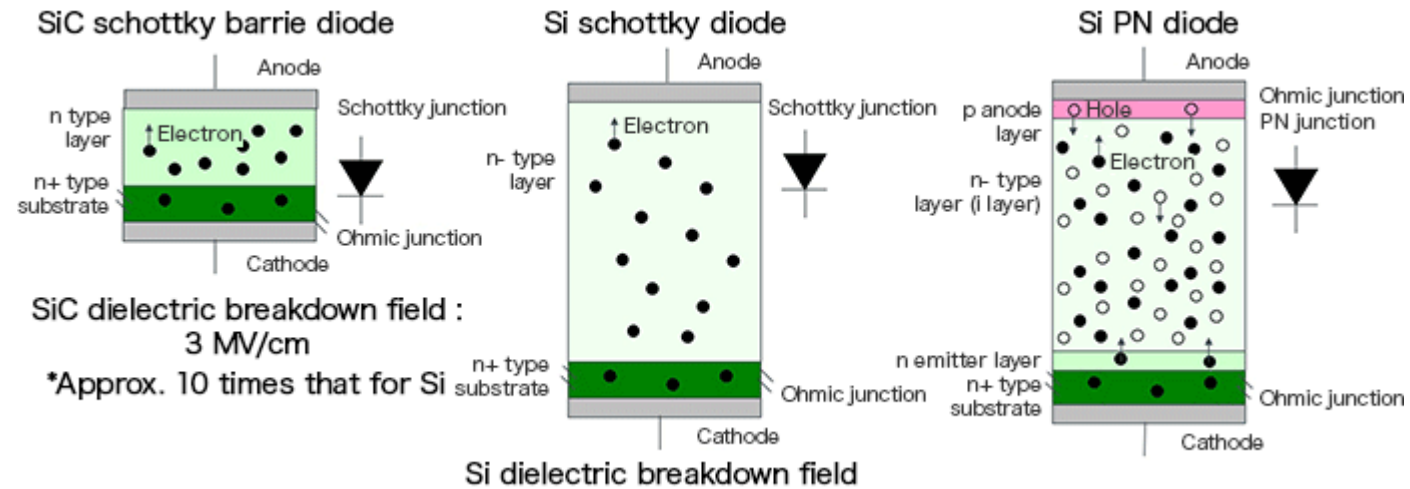
По-висока термична проводимост -> по-висока работна температура.

SiC Schottky Barrier Diodes

- Високо пробивно напрежение
- Бързо превключване (fast recovery time t_{rr})
- Висока работна температура



SiC Schottky Barrier Diodes



Високо
бързодействие

да

да

не

Високо пробивно
напрежение

да

не

да

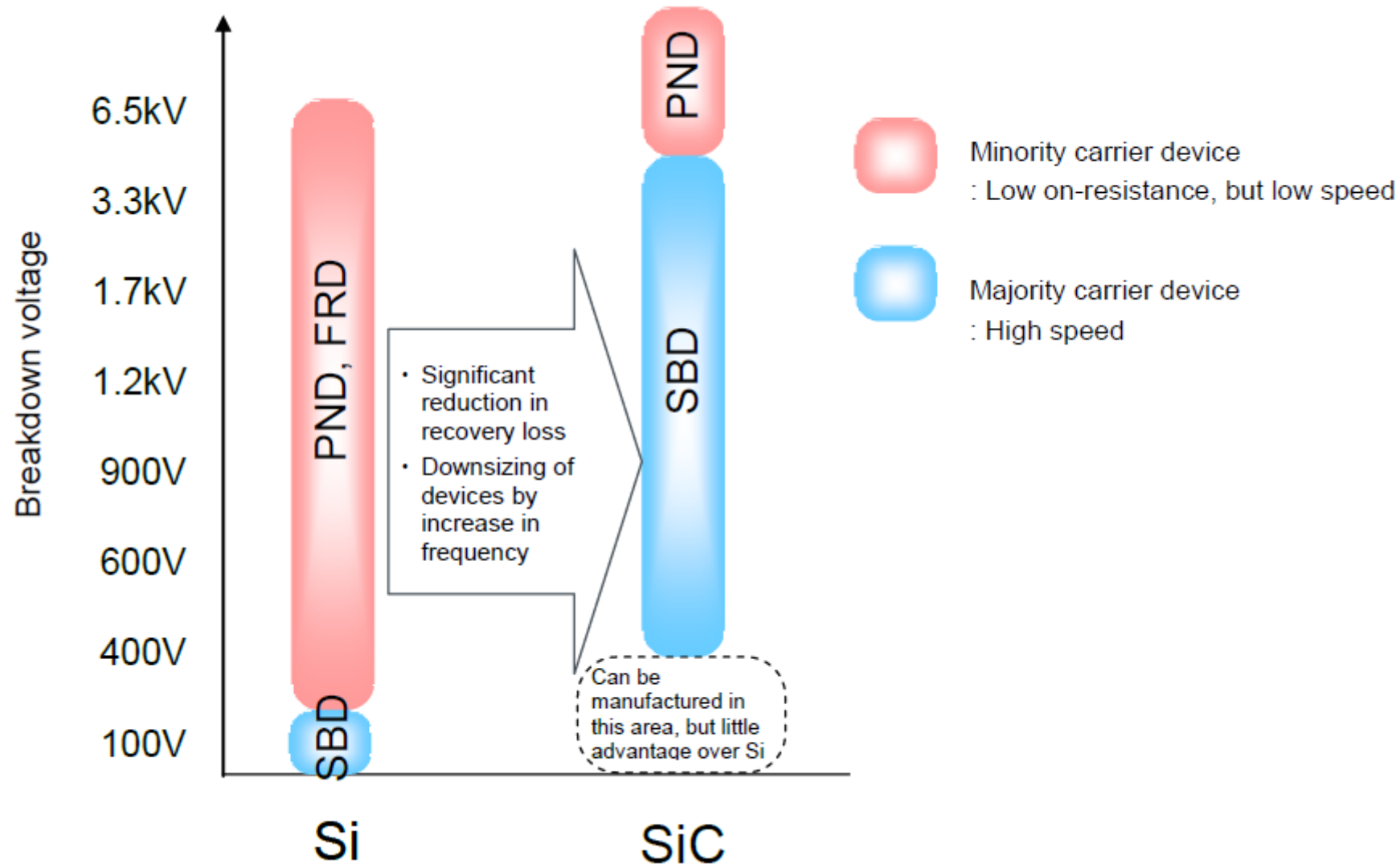
Ниско
съпротивление

да

не

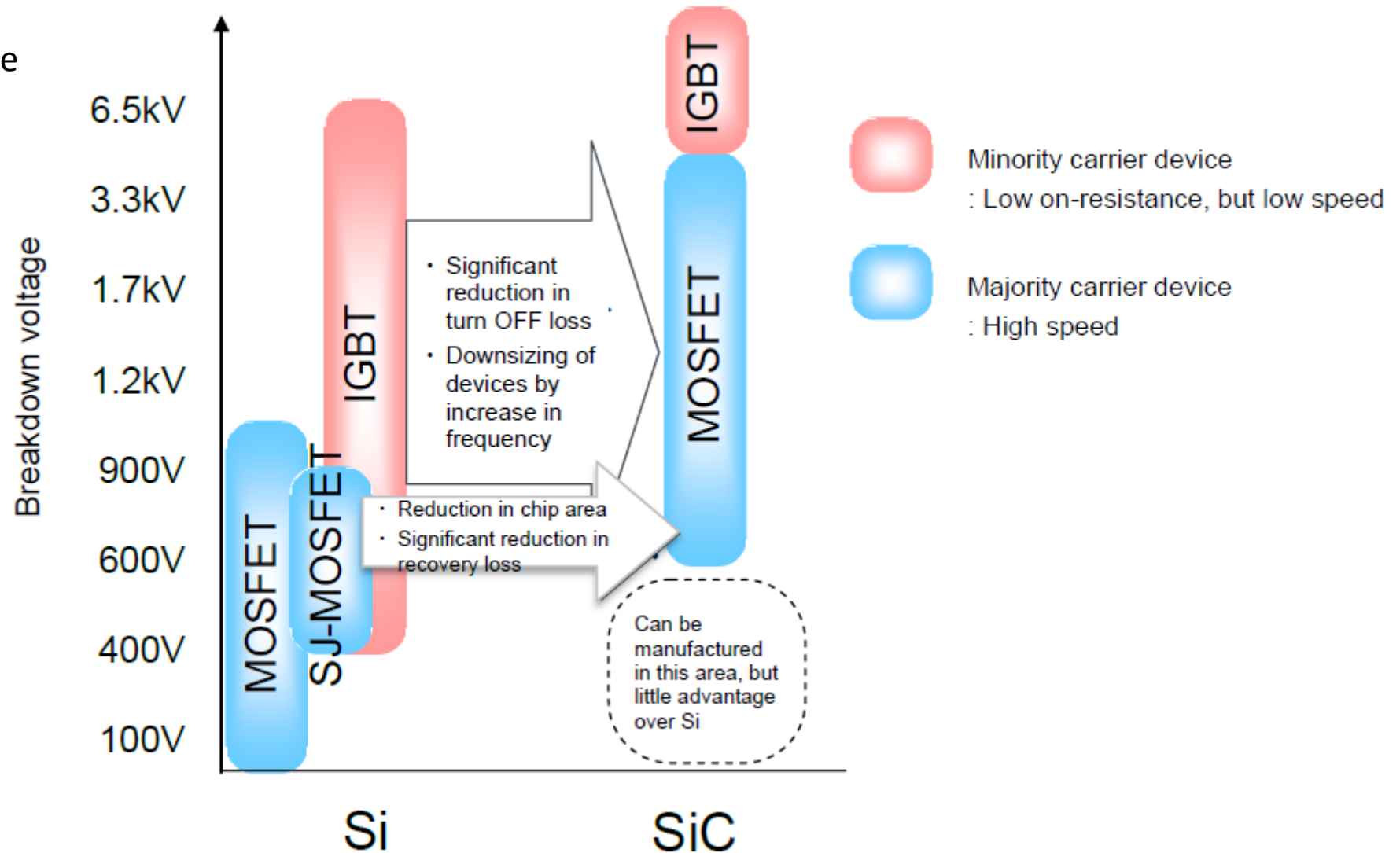
да

Пробивно напряжение - Si и SiC диоды

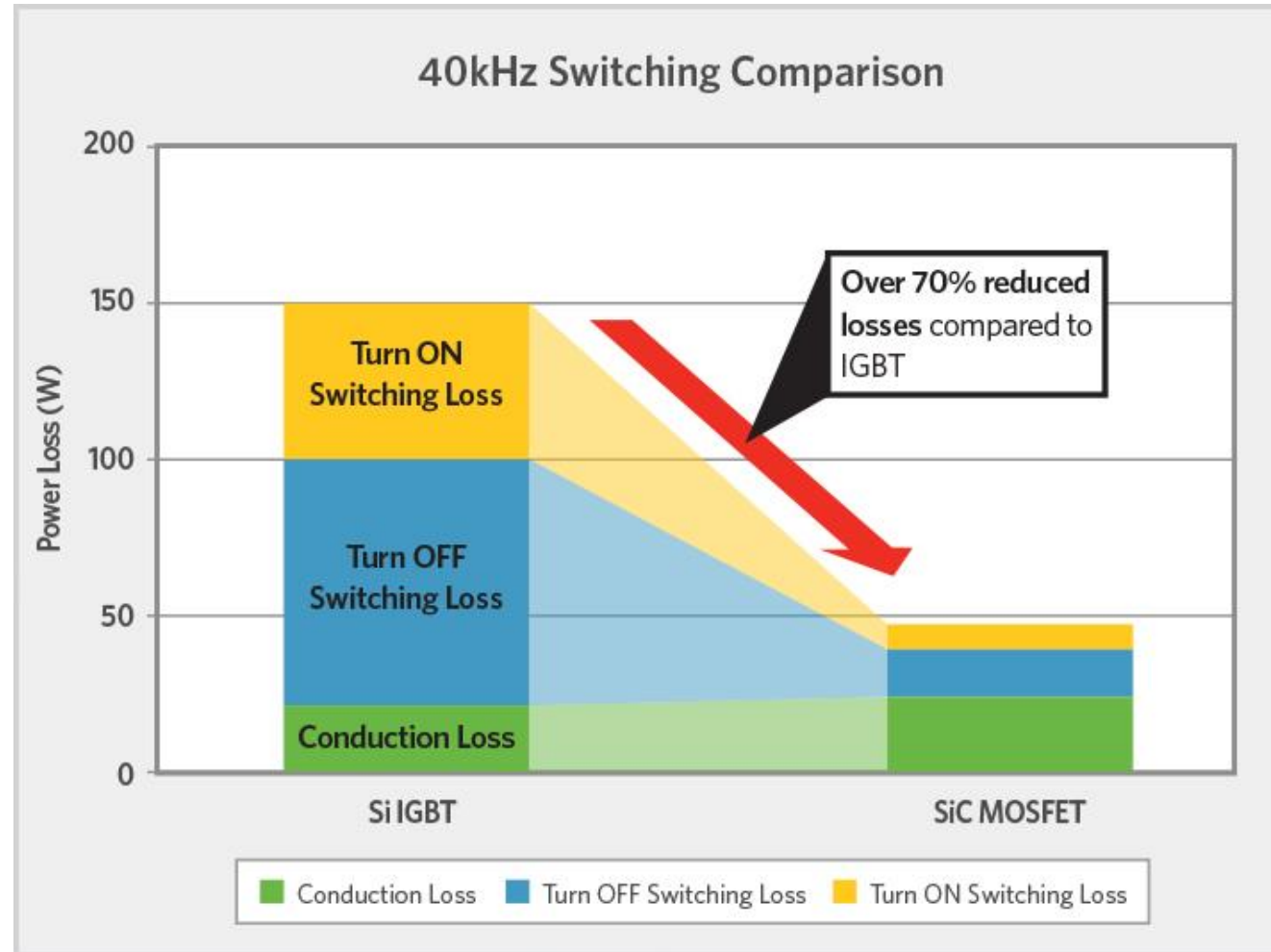


SiC MOSFET

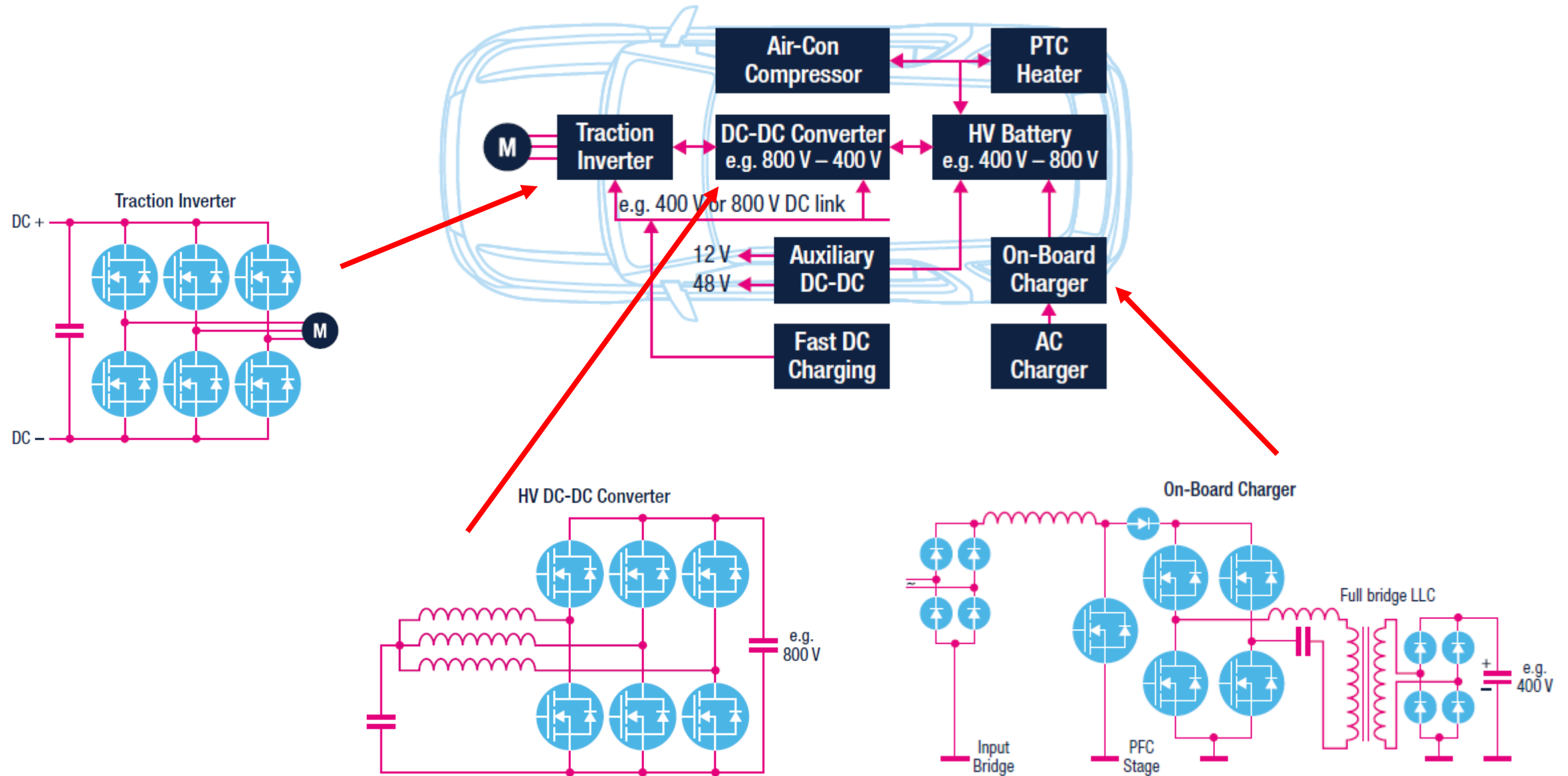
Високо пробивно напрежение
Ниски загуби при превключване
Висока работна температура



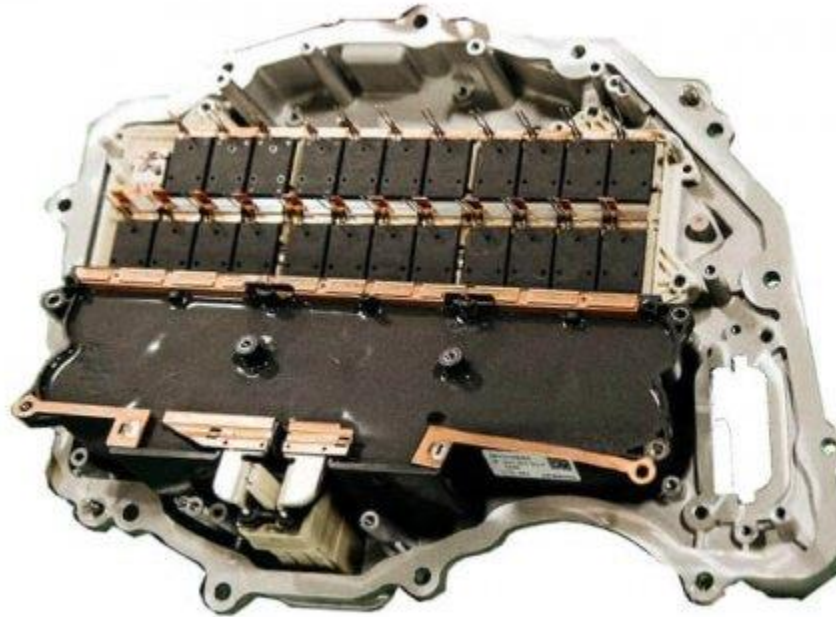
SiC MOSFET vs Si IGBT



Приложения на SiC прибори в EV и HEV



Приложения



Model 3 Main Inverter – Featuring 24 SiC MOSFET modules from ST (650V at 100A)

В Tesla S и Roadster са използвани IGBT модули.

GaN vs SiC

Properties	Si	4H-SiC	GaAs	GaN
Crystal Structure	Diamond	Hexagonal	Zincblende	Hexagonal
Energy Gap : E_G (eV)	1.12	3.26	1.43	3.5
Electron Mobility : μ_n (cm ² /Vs)	1400	900	8500	1250 2000?
Hole Mobility : μ_p (cm ² /Vs)	600	100	400	200
Breakdown Field : E_B (V/cm) X10 ⁶	0.3	3	0.4	3
Thermal Conductivity (W/cm°C)	1.5	4.9	0.5	1.3
Saturation Drift Velocity : v_s (cm/s) X10 ⁷	1	2.7	2	2.7
Relative Dielectric Constant : ϵ_s	11.8	9.7	12.8	9.5

Висока подвижност на електроните -> бързодействие 😊

Ниска термична проводимост -> ниска работна температура ☹️

GaN приложения – зарядни устройства

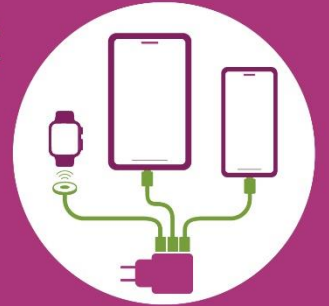
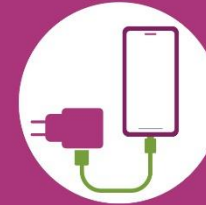
The need for more power with fewer adapters:

Manufacturers are shipping fewer power adapters to minimize electrical waste

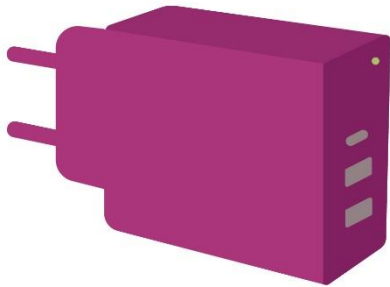


Consumers need more power from their adapters, to charge devices faster

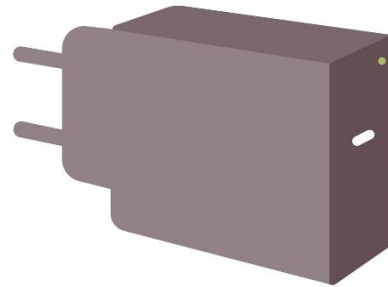
Higher power output in the same size means more devices can be charged from a single adapter



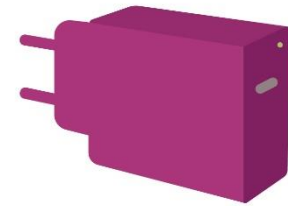
What higher power density in adapters and chargers means to consumers



More power, same size

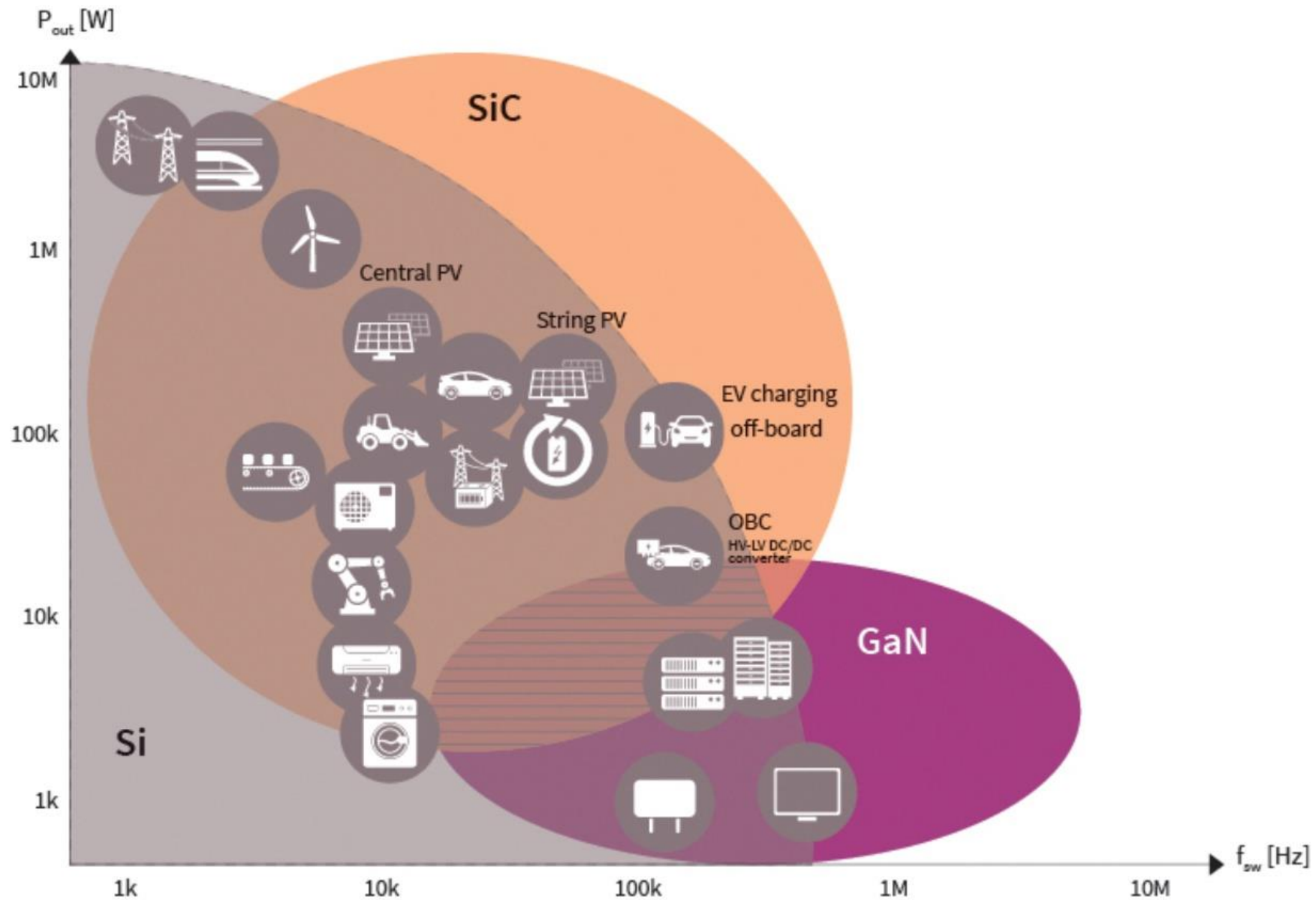


Current adapter



Same power, smaller size

Приложения



Защо SiC и GaN не са изместили Si?

1. Спецификата на технологиите за производство на монокристали от SiC и GaN води до голям брой дефекти на единица площ.

Последици:

- Ниска степен на интеграция
- Висока цена

2. Si прибори са достатъчно добри за болшинството приложения

3. Съществуващи инвестиции в заводи за производство на Si прибори