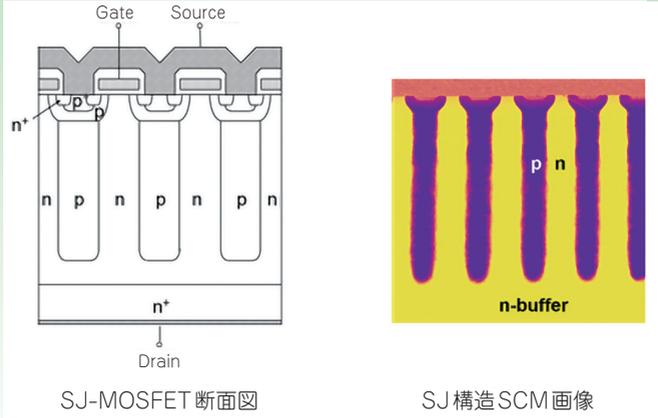


すーぱーじゃんくしょん
スーパージャンクション
 はんどうたいでばいす りろんこうちく
半導体デバイスの理論構築

Development of Theory of Semiconductor Superjunction Devices

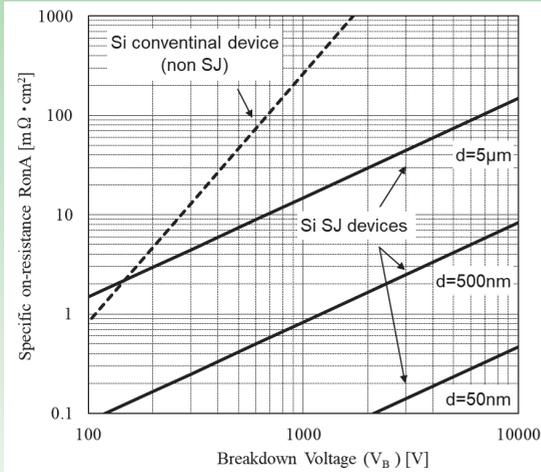


パワー半導体は電力変換に使われる素子です。パワー半導体で扱う電力は大きく、電力変換による損失を減らして省エネに貢献することが望まれています。パワー半導体の一つであるパワー MOSFET にスーパージャンクション構造を用いることにより、MOSFET が正常に動作する電圧限界を維持したまま、MOSFET の損失を低減することができます。スーパージャンクション構造とは、不純物濃度が高く、幅の狭い p 型半導体の層と n 型半導体の層を交互に繰り返して配置した構造です。この構造を用いた MOSFET はスーパージャンクション MOSFET と呼ばれています。p 型、n 型の繰り返し構造の幅を狭め、不純物濃度を高めることで、従来の MOSFET と比べ、導通損失を 1 桁以上低減することができます。

スーパージャンクション MOSFET の損失が低い理由について富士電機株式会社と山梨大学にて理論解析が行われ、有効な設計手法が示されました。この結果、シリコン材料によるスーパージャンクション MOSFET が大量導入される契機となり、市場規模は 15 億ドルを超え、パワーエレクトロニクス機器の高効率化や小型化に貢献しています。さらに現在では炭化ケイ素、窒化ガリウムや酸化ガリウム材料へ適用する研究も進んでいます。

※ MOSFET: metal-oxide-semiconductor field-effect transistor

- ☆顕彰先 : 富士電機株式会社 松本工場, 国立大学法人 山梨大学
- ☆展示場所 : 富士電機株式会社 松本工場 〒390-0821 長野県松本市筑摩四丁目 18 番 1 号
- ☆所在地 : 国立大学法人 山梨大学 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11
- ☆ホームページ : <https://www.fujielectric.co.jp>, <https://www.yamanashi.ac.jp/>
- ☆アクセス (最寄駅) : 松本駅 (富士電機松本工場), 甲府駅 (国立大学法人山梨大学)

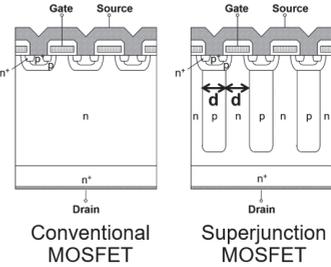


Conventional Si device

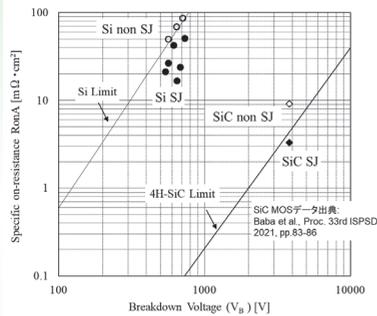
$$R_{ON} \cdot A = 8.3 \times 10^{-9} \cdot V_B^5$$

Superjunction Si device

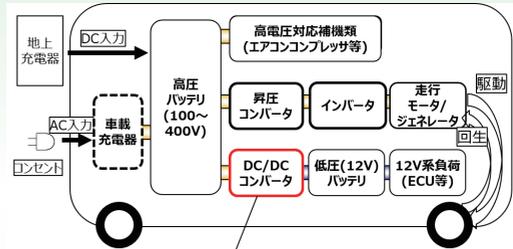
$$R_{ON} \cdot A = 1.98 \times 10^{-1} \cdot d^5 \cdot V_B$$



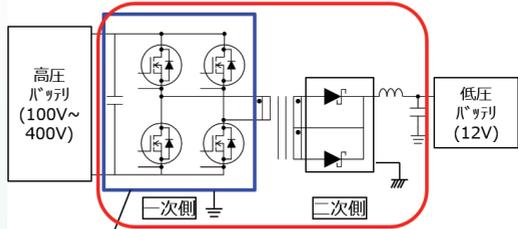
②



③



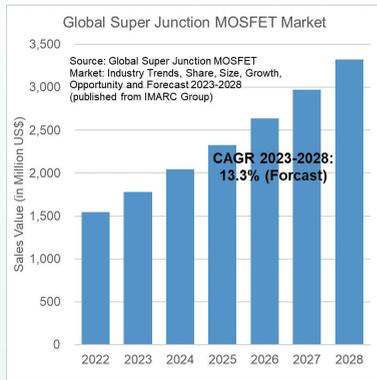
DC/DCコンバータ構成図



SI SJ-MOSFET適用



⑤



④

<写真等提供：富士電機株式会社>

- ① スーパー Junction MOSFET の構造
- ② スーパー Junction MOSFET の性能を表す理論式
- ③ スーパー Junction MOSFET によるオン抵抗低減の実証例
- ④ スーパー Junction MOSFET のマーケティング状況
- ⑤ 電動車向け DC/DC コンバータへのスーパー Junction MOSFET の適用事例