

SiC - MOSFET素子技術

大塚健一*
 梅井陽一郎**
 今泉昌之*

要旨

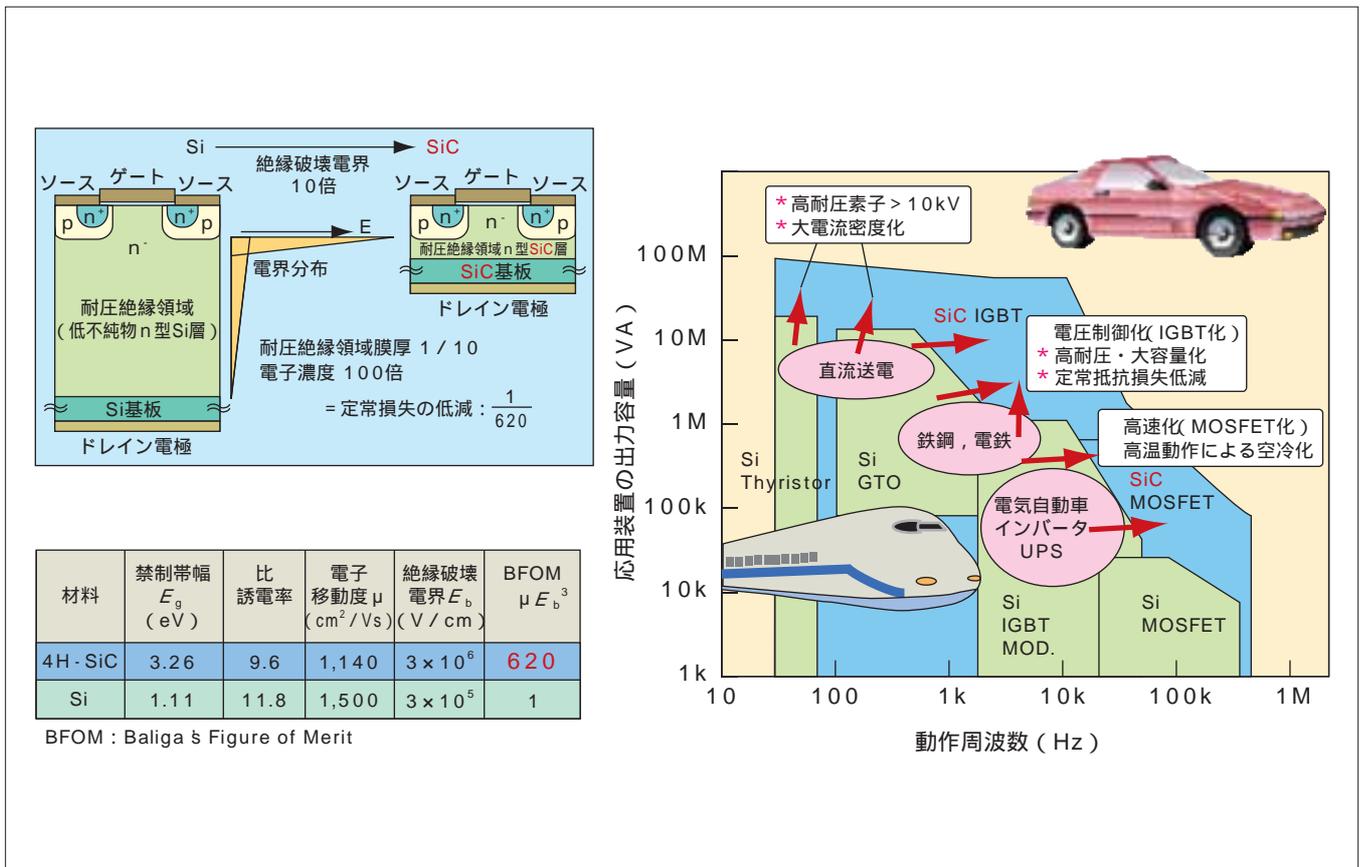
SiC材料特性の特長及び応用分野を紹介するとともに、三菱電機におけるSiC-MOSFETに関するプロセスデバイス技術開発及び国内外メーカーの開発動向、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)プロジェクトの動きについて述べる。

パワーデバイスでは、電力制御における効率向上を目指して、その損失の低減が図られてきた。SiパワーMOSFETやダイオードのオン抵抗は、既にSi材料の理論限界近くまでに低減されている。SiC材料はSiに比べて絶縁破壊電界が一けた大きく、Siの物性限界を打ち破る可能性を持つSiC素子が次世代パワー素子として期待を集めている。

SiCとSiの代表的な物性値を下図に示す。ユニポーラ型電力素子としての半導体材料の特性は、性能指数(Baliga's

Figure of Merit : BFOM)によって比較できる。BFOMは絶縁破壊電界の3乗に比例するため、Siに比べ10倍の絶縁破壊電界を持つSiCは、パワー素子として500倍以上の優れた特性が期待される。比較的構造の簡単なショットキーバリアダイオードでは、BFOMに見合う優れた特性が当社を含め各機関で実証され、大電流化への検討がなされている。

近年、Siの理論限界を越えた特性を持つMOSFET等のSiCスイッチング素子も報告されており、NEDOプロジェクトに参画してSi限界よりも一けた小さいオン抵抗達成を目標として進めているMOSFET素子の研究開発について述べる。



SiCの物性値、性能指数と応用分野

パワー素子としての半導体材料の性能指数は、ドリフト領域のオン抵抗の逆数で示され、絶縁破壊電界の3乗に比例する。SiCはSiに比べて10倍の絶縁破壊電界を持ち、その性能指数は620倍も優れている。このSiCとSiの性能指数の違いは、例えば、半径が約10倍の球の体積比に相当する。また、右図では、動作周波数と出力容量、及びSiCが期待される応用分野を示す。ユニポーラ素子化による高速化、MOSゲート化による電圧制御化、さらにはSiを越えた高耐圧化が期待できる。

*先端技術総合研究所(工博) **同研究所