

低オン抵抗 SiC トレンチパワーMOSFET の開発

Development of SiC Trench MOSFET with Ultra Low ON Resistance

ローム株式会社 ○中村 孝, 中野 佑紀, 花田 俊雄

ROHM Co., Ltd., ○Takashi Nakamura, Yuki Nakano, Toshio Hanada

E-mail: takashi.nakamura@dsn.rohm.co.jp

1. はじめに

SiC トレンチ MOSFET は、プレーナー構造に比べチャネルの高密度化が可能であり大幅な低オン抵抗化が期待できる。ダブルトレンチ構造を用いることにより安定した耐圧特性の低抵抗 SiC トレンチ MOSFET の作成が可能になった。本稿では、この超低抵抗 SiC トレンチ MOSFET と高温動作トランスファーモールドを用いることによる高電力密度モジュールも紹介する。

2. 超低抵抗 SiC トレンチ MOSFET

トレンチ構造は大幅な低オン抵抗化が期待できるが、逆耐圧時には SiC は Si と比較し 10 倍程度の電界がかかっており、複雑な形状は電界集中を引き起こすためこれまで SiC トレンチ MOSFET の低抵抗と高耐圧の両立は難しかった。ここでは、トレンチ底部電界緩和構造として、ダブルトレンチ構造を用いている。ソース領域にもトレンチを形成し、ソーストレンチの底部に P 型層を形成することでゲートトレンチ底部の電界緩和が可能になる。図 1 に SiC トレンチ MOS の特性オン抵抗を示す。600V 耐圧では約 $0.79\text{m}\Omega\text{cm}^2$ を達成しており、常温でも既存 Si デバイスに対して 1 桁程度の抵抗低減が実現している。

3. 小型高耐熱 SiC モジュール

SiC トレンチ MOSFET を用いることによりチップサイズを大幅に小さくできるため、これまで難しかったトランスファーモールドタイプの大電力モジュール作成も可能になる。図 2 にトレンチ MOSFET と高耐熱トランスファーモールド技術を使った小型モジュールの一例を示す。USB メモリ程の大きさのモジュールで 600A の電流駆動が可能である (耐圧: 600V、 $T_{j\max}=200^\circ\text{C}$ 、1in1)。このモジュールを 6 つ使うことにより 60kW 級の 3 相モータの駆動が可能である。従来 Si IGBT モジュールと比較し 1 桁以上の小型化が可能である。また、空冷が可能になるため水冷システムが不要になり、より小型化が期待できる。

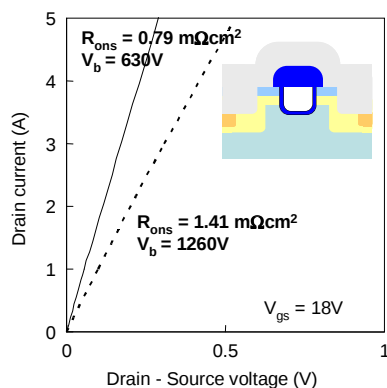


図1. ダブルトレンチ構造を用いたSiCトレンチMOSFET

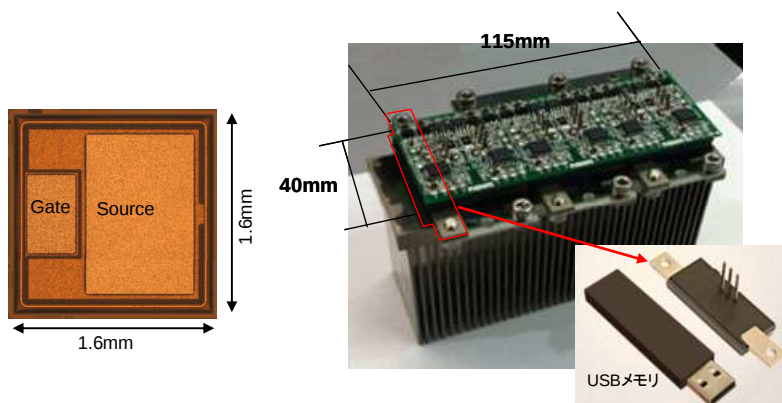


図2. SiCトレンチMOSFET, 高耐熱トランスファーモールド技術を用いた超小型フルSiCモジュール