

低損失。パワースイッチング素子の開発

炭化珪素 (SiC) は、次世代パワーデバイス用材料として注目されている。パワーデバイスとは、電力を効率よく制御するパワーエレクトロニクスのキー技術であり、電力損失の小さいSiCパワー素子の開発が、さまざまな応用分野 (電気自動車、家電用インバーターなど) で期待されている。インバーターの構成に必要なパワー素子のうち、容量の小さなダイオードはすでに市販化が始まっているが、スイッチング素子は実用に至っていない。当研究センターでは、代表的なスイッチング素子であるMOSパワーデバイスで実用化につながる技術を開発した。

SiCはSiと同様に酸素雰囲気での加熱によって酸化膜 (SiO₂) を形成できることから、比較的容易にMOS構造が作製できる。しかしながら、Siと同様の方法で形成したMOS界面は欠陥が多く、その界面を流れる電子の移動度 (チャネル移動度) は通常5~10cm²/Vs程度と極めて低い。このことがSiC MOSFETの特性向上を妨げてきた要因の一つである。当研究センターでは、水素と酸素の熱反応 (パイロジェニック反応) を用いた高濃度水蒸気雰囲気におけるパイロジェニック再酸化処理技術を開発し¹⁾、反転型SiC MOSFETのチャ

ネル移動度の飛躍的な向上に成功した²⁾。これは今まで着目されることのなかった再酸化雰囲気中の水分濃度を、意図的に高濃度側に制御することによって実現したものである (図1)。

当研究センターでは、このパイロジェニック再酸化処理技術を用いて耐圧構造を有する縦型SiC MOSFETを試作した。縦型MOSFETの場合、表面荒れを起こしやすいイオン注入層 (p-well領域) 上にMOS界面を形成すること、コンタクトアニールなどの熱負荷がMOS界面に悪影響を与えることなど克服すべき課題が多く、作製プロセス全体を見通した技術開発が必須である。我々はパイロジェニック再酸化法の導入に加えて、p-well領域の形成を一回の高エネルギーイオン注入で行うことや、活性化アニール条件の最適化によって耐圧1,700V、オン抵抗78mΩ・cm²の縦型MOSFETの試作に成功した (図2)。このオン抵抗はSiパワーMOSFETの理論限界の約1/10であり、SiCによる低損失化の一ステップを切ったことになる。

今後、本技術の更なる改良を行っていくとともに、SiCスイッチング素子の早期の実用化にむけて、産業界との連携を図って行く。

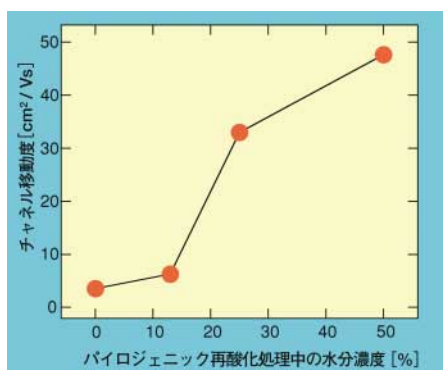


図1 チャネル移動度の水分濃度依存性

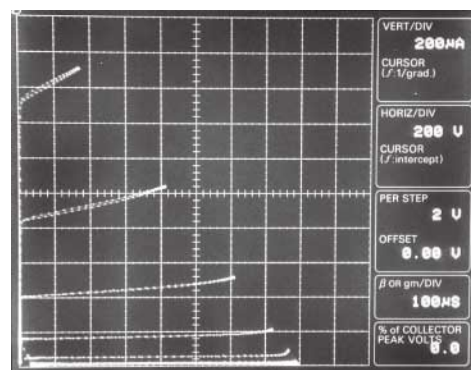


図2 試作した縦型MOSFETの静特性の一例



こすぎりょうじ
小杉亮治
r-kosugi@aist.go.jp
パワーエレクトロニクス研究センター

関連情報

- 1) 特願2001-274073「半導体装置の作製法」(国際出願番号PCT/JP/09219)、小杉亮治、鈴木誠二、福田憲司、先崎純寿、岡本光央、原田信介。
- 2) R. Kosugi et al., IEEE Electron Device Lett. 23, 136-138 (2002).