

サイ・テック知と技の発信

【53】

埼玉大学・理工学研究の現場

■損失60%削減

炭化ケイ素(SiC)半導体は、現在最も多く用いられているSi半導体と比べ、パワーデバイス材料としての優れた物性を有しています。さらに、Si半導体と同様に、熱酸化によって良質な絶縁膜である二酸化ケイ素(SiO₂)膜が表面に成長できる、大変ユニークな化学的

性質も持っています。

現在、電気・ハイブリッド自動車、鉄道、各種インバータ家電等の広い応用分野において、約1kV耐圧のSi製絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ(IGBT)が数多く用いられていますが、Siの物性値から来る限界によってこれ以上の低



土方 泰斗氏(ひじかた・やすと)71年生まれ。東京工業大学大学院修了。博士(工学)。埼玉大学工学部助手、イタリア国立研究所客員研究員を経て、06年から現職。専門は炭化ケイ素半導体の表面・素子接合界面の物性評価、素子作製技術の開発研究等。

埼玉経済

SiC半導体と育む低炭素社会

院 教授 准 科 学 大 理 工 学 研 究 所 長 土 方 泰 斗

損失化は期待できません。

しかしこれをSiC製の「金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)」に置き換えると、SiC素子の損失

低減化(約200分の1)や小型化(体積約10分の1)の恩恵により、電力制御機器全体の電力損失を60%以上も削減できます。

■新発見

ところが、実際試作されたSiC半導体のMOSFETは、SiCの物性値から予測される損失抵抗よりも数桁高くなっており、これは半導体/酸化膜界面の大量の電子トラップが原因と考えられています。さらにSiC熱酸化膜の長期信頼性は、Siのそれと比べてまだ十分とは言えません。

われわれのグループは、SiCの酸化メカニズムを明らかにすることでこれらの問題を解決しようと取り組んでいます。酸

化過程その場観察装置」と呼ばれる酸化炉と分光偏光解析装置を合体させた装置を開発し、SiCの酸化過程を実時間観察することに成功しました。

観察データの分析結果から、SiCの酸化のごく初期には酸化速度が急激に減少する過程があることを世界で初めて明らかにしました。

■画期的プロセス

この実験結果を基に、SiCの酸化反応過程の見直しを行いました。従来SiCの酸化反応は、二つのSiC分子と三つの酸素分子が反応し、SiO₂分子とCO分子がそれぞれ一つずつ生成する(2SiC+3O₂→SiO₂+CO)と考えられていましたが、実は、酸化反応には直

接関与しないSi原子とC原子のSiO₂膜への放出過程があることを突き止めました。酸化膜に放出されたSiやC原子の数は酸化されたSiC分子の数の比で僅か数%であるた

め、実時間観察等の詳しい調査が無ければ発見は難しかった。このプロセスは、SiC基板には完全除去の難しいC原子の抜け(C空孔欠陥)がおよそ100個/cm²の割合で含まれています。このような少数にもかかわらず、この欠陥はバイポーラトランジスタ等の高耐圧素子の大幅な性能低下を導きます。

このプロセスの発明と、われわれが、SiおよびC原子放出現象を発見したのはほぼ同時期(2009年初頭)であり、欠陥除去の物理的仕組みが円滑に

企業、団体商店街などの話題や情報をお寄せ下さい
TEL 048・7995・9161 FAX 048・653・9040