

サイ・テック 知と技の発信

[294]

埼玉大学・理工学研究の現場

■ポストSi半導体材料
炭化ケイ素(SiC)半導体は、ハイパワー・低消費電力のパワーデバイスを実現するポストSi半導体材料として現在注目を集めており、ショットキーバリアダイオード(SBD)や金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)、これを組み合わせて構成したパワーモジュールが既に市場に回っています。

とこのが、実はSiC半導体の応用分野はパワーデバイスにとどまらず、SiCはそもそもSi(シリコン)とC(ダイヤモンド)の化合物半導体であるため、これら二つの半導体材料の性質を兼ね備えています。例えば、熱酸化によって良質な絶縁膜である二酸化ケイ素膜が表面に成長できる性質は、材料の性質ではありませんが、近年の結晶成長技術の進展によって大口径(6インチ)ウェハが量



ひじかた やすと 1971年生。99年東京工業大学大学院修了。博士(工学)。埼玉大学工学部助手を経て、05、06年イタリア国立研究所客員研究員、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。

SiC半導体応用の新展開

土方泰斗 准教授

産化され、ほぼ全てのデバイス作製プロセスも確立されており、デバイス化が容易な点もまたSi半導体と共通しています。

「いいとこ取り」

一方、ダイヤモンドと共通する性質としては材料自体の「堅牢さ」が挙げられます。SiC結晶はSiとCの結合力がダイヤモンド並みに強い

ため、地球上3番目の硬度を有し、放射線照射による損傷が少なく、化学的に極めて安定した材料です。したがって、研磨材、ロケットや放射性管理区域内に置かれた精密機器を保護するセラミック材等にも使用されています。

さらに、ワイドバンドギャップ

という物性的な共通点もあります。一般的に、ワイドギャップ半導体は真性半導体温度(半導体の性質を保てる温度)の上限が高く、高温下でも動作が

可能です。

また、可視光線は半導体にしてみれば大きなエネルギーを持つSi半導体と共通して、可視光を発生するエネルギーを潜在的にもつ半導体が必要であり、すなわちワイドギャップであることが発光材料の必須条件となります。

実は、SiC半導体はちょうど90年前の1927年、人類史上初の発光ダイオード(LED)を実現させた材料でもあり、すなわちSiC半導体は、Siよりも強くダイヤモンドよりもデバイスフレンドリーな、まさにSiとCの「いいとこ取り」をした材料と言えます。

■**100倍以上の限界放射線量**
平成23年の東電福島第一原発事故を受け、人間に代わって廃炉処理を行うロボットの開発が急務となっています。このようなロボットが強い放射線環境下

で長時間の作業を可能にするためには、高い耐放射線性を有する半導体デバイスの開発が不可欠です。

加えて、航空宇宙分野からは、地表に比べて放射線量が高く、真空中であるが故に素子冷却が困難のため、耐放射線性と耐熱性を両立した頑丈なデバイスが求められています。

SiC半導体はこのような要求を満たす材料として期待されてきましたが、最近のわれわれの研究成果により、従来のSiデバイスよりも100倍以上の限界放射線量を有するパワーMOSFETの開発に成功しました。今後は、このような耐放射線性の強化されたパワーデバイスをインバータ等のパワー回路に導入していく予定です。一方、SiC半導体を用いてこの高温電流注入発光等の特色を活かし、SiC量子デバイスの早期

です。

■**量子効果デバイスの実現**
最後に、近年急激に技術革新を遂げているSiC半導体を用いた量子効果デバイスについて紹介します。SiC半導体にはダイヤモンド 窒素・空孔中心とよく似た単一欠陥が存在し、これを単一光子源やスピンとして利用できることが最近の研究

成果から分かっています。このような量子効果デバイスが実現すると、絶対傍受できない量子暗号通信に必要な単一光子発生器、超高速な量子コンピュータに搭載される量子ビット演算素子、先進医療等の分野で有用なバイオマーカー(ナノ温度計)への応用に道が開かれます。SiC半導体のデバイス親和性や、LEDで実証された室温電流注入発光等の特色を活かし、SiC量子デバイスの早期

実現を目指しています。

埼玉経済

企業、団体、商店街などの話題や情報をお寄せください
TEL 048-7995-9161 FAX 048-653-9040
keizai@saitama-np.co.jp