

氏 名	とだ ただお 戸田 忠夫
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 1 3 0 号
学位授与の日付	平成 16 年 7 月 26 日
学位授与の要件	学位規程第 3 条第 4 項該当
学 位 論 文 題 目	炭化珪素半導体を用いた高温デバイスの作製と評価に関する研究
審 査 委 員	(主査) 教授 西野茂弘 教授 播磨 弘 教授 更家淳司

論文内容の要旨

この論文はシリコンカーバイド(SiC)を用いた UV(ultra violet:紫外)センサーを開発する上での各種個別プロセス要素およびこの素子への応用をまとめたものである。論文は以下のように 6 章から構成されている。

第 1 章ではワイドバンドギャップ半導体の高温デバイスへの適応性を検討している。SiC デバイス作製のためのプロセス技術とデバイスの現状を展望し、SiC 高温デバイスの実用化の可能性を検討している。第 2 章では SiC 高温デバイス作製のための要素プロセス技術の研究をまとめている。具体的にはイオン注入技術、ショットキー電極形成技術、オーミック電極形成技術、ドライエッチング技術について SiC 高温デバイス作製用プロセス技術への応用を念頭にプロセス条件の検討を行い最適条件をみいだしている。UV センサーのためには浅い接合層を形成する必要がある、イオン注入に際しての注意点について言及している。第 3 章では高温用 SiC MESFET の研究をまとめている。ゲート金属には Pt を使用している。UV センサーからの微弱信号の増幅に用いる燃焼制御用高温動作 SiC MESFET の試作のために必要な素子仕様の調査と基礎データの確認、試作プロセスの開発と素子試作、デバイス評価を行っている。第 4 章は高温用 SiC UV センサの研究をまとめたものである。炎からの微弱な UV 光を検知するための 6H-SiC pn 接合ダイオードによる燃焼制御用 UV センサーを試作している。イオン注入法による不純物ドーピングを採用した。pn 接合は、n+p 構造とし、n 層を最表面に形成することにより、接合に到達する光の減衰量を p 層の場合より小さくできることおよびイオン種が N であるために p 層形成の場合の Al に比べ欠陥が少ないというメリットなどを述べている。第 5 章は SiC 高温デバイスの燃焼制御システムへの応用でまとめている。SiC を用いた UV センサーおよび MESFET を増幅器としたシステムとしての SiC デバイスの応用を示し、このデバイスを用いる有効性を述べている。第 8 章は本研究で得られた成果、結論をまとめている。

論文審査の結果の要旨

以上の論文内容に見られるように、申請論文はシリコンカーバイド(SiC)を用いた UV

センサーおよび FET 増幅器の実用レベルでの開発を主眼にして、その周辺技術を詳細に研究したものである。そのために SiC 特有の個別プロセスの詳細な研究を詳細に行っている。具体的にはイオン注入、オーミック電極、ドライエッチングなどのプロセス技術の最適化とその結果作製した SiC 素子の高温動作を確認し、そのデバイスを組み込んだ燃焼制御システムの動作確認までを研究した。Au ゲート MESFET と Pt ゲート MESFET において、それぞれ最高動作温度 400 と 500 を確認した。さらに、6H-SiC UV センサーでは、最高動作温度 700 を確認している。この値は、材料の物性から推定される温度にほぼ近く、限界動作温度である。以上の結果より本論文の内容は独創性に富み工学的価値が高いものであると評価できる。

本論文の内容は、下記に示す 6 編の論文に掲載、公表されている。その内の 4 編が筆頭著者となっている。

- 1). T.Toda, Y.Ueda and M.Sawada,
“ Lowering the Temperature of Ni/SiC for Ohmic Contacts under N₂ gas, and Application to a UV Sensor ” , Materials Science Forum Vol.338-342, pp989-992(2000)
- 2). T.Toda, Y.Ueda and A.Ibaraki,
“ Fabrication Procedures and Characteristics of 6H-SiC Au-gate Metal-Semiconductor Field-Effect Transistor for Use at High Temperature ” , Jpn.J.Appl.Phys.vol.37, No.4A, p.1817(1998)
- 3). T.Toda, M.Hata, Y.Nomura, Y.Ueda, M.Sawada and M.Shono,
“ Operation at 700 of 6H-SiC UV Sensor Fabricated Using N⁺ Implantation ” , Jpn.J.Appl. Phys.vol.43, No.1A/B, p.L27(2004)
- 4). E.Kurimoto, H.Harima, T.Toda, M.Sawada, S.Nakashima and M.Iwami,
“ A Raman Study on the Ni/SiC Interface Reaction ” , J.Appl.Phys.91(12)p.10215(2002)
- 5). T.Toda, K.Yagi, K.Koga, K.Yodoshi and N.Niina,
“ Optical evaluation of 6H-SiC single crystals implanted with B or Al ”
Inst.Phys.Conf.Ser.No142:Chaper3, p545(1996)
- 6). E.Kurimoto, H.Harima, T.Toda, M.Sawada, S.Nakashima and M.Iwami, “ A Raman Study of Metal-SiC Interface Reactions ” ,
Material Science Forum vol.389-393, pp.637(2002)

以上の審査結果より、本論文は博士論文として十分な内容を備えていると判定される。