

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02342

研究課題名(和文) ウェットレーザードーピング技術の創生

研究課題名(英文) Creation of wet laser doping technology

研究代表者

浅野 種正 (Asano, Tanemasa)

九州大学・日本エジプト科学技術連携センター・特任教授

研究者番号：50126306

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,600,000円

研究成果の概要(和文)：炭化シリコン(SiC)半導体を対象に、電気活性原子を半導体中に導入するための新しい手法を考案し、その製造技術への応用可能性を研究した。半導体を導入したい元素を含む溶液中に浸した状態、あるいは半導体表面を導入元素を含む薄膜で被覆した状態でレーザー光を照射する方法である。研究の結果、原子の導入機構について多くの学理的知見を獲得すると共に、従来法に比べて大幅に縮減した工程で高い濃度の原子を炭化シリコンの表面に導入でき、領域選択導入を利用したダイオードの製造が可能であることを示した。また、トランジスタの電力損失の要因である金属配線との接触抵抗を従来法に比べて1/100程度まで低減できることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球環境問題を背景に、自動車等のモビリティの電気動力化に向けた技術開発が急速に進むと共に、電力制御機器の一層の小形化・高効率化に対する要求が高まっている。炭化シリコン(SiC)等のワイドギャップ材料を用いた半導体素子は、これらの要求に応えるために有効であることが実証されつつある。本研究はレーザーを用いた半導体中への電気活性原子の新しい導入法に関する調査を行ったものである。その成果は、この新規方法が革新的な素子製造技術の創成ならびに素子動作の一層の高効率化に有効に活用できることを示すものである。

研究成果の概要(英文)：As a new class of technology to carry out doping of electrically active atoms in silicon carbide, irradiation of laser light to silicon carbide immersed in a solution which contains chemical compound with atoms to dope or to silicon carbide whose surface was coated with a film made of a material containing atoms to dope has been investigated. It was found that this new simple method is able to dope electrically active atoms near the surface region of silicon carbide to much higher concentration than achieved by the existing technology. As the result, it has been demonstrated that this new method provides approximately a one-hundredth lower resistance at the metal/silicon-carbide contact. A method of area-selective doping has been also developed and applied to fabrication of power diode.

研究分野：電子デバイス・機器

キーワード：炭化シリコン パワーデバイス ドーピング レーザードーピング オーミック接触 レーザーアニール 接触抵抗 ワイドギャップ半導体

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

地球環境問題を背景に、電力利用の一層の高効率化に向けて、ワイドギャップ半導体素子利用への期待が一段と高まっている。特に、電鉄への応用でその省エネルギー性が実証されつつある炭化シリコン(SiC)を用いたスイッチング素子は、その低損失性と高速性から、蓄電設備に頼らずとも安定な電力グリッドを実現し得る一方、その巨大なパルス電力発生能力を活かした超小型の医療用粒子加速器を実現できる可能性をもつことなどから、その物性をフルに活用した素子の開発が望まれている。

そのための大きな課題のひとつが、高濃度の不純物のドーピング技術である。特に p 型の高濃度不純物層(p<sup>+</sup>型)の形成は困難で、n 型に比べて約 40 倍もの抵抗をもつ層しか形成できていない。n 型についても、電子親和力の小さな SiC に対して低接触抵抗の金属/半導体接触を形成するにはさらなる高濃度化が模索されている。SiC への選択ドーピングの方法として、Si 半導体では確立されたイオン打ち込み法を転用する研究が行われている。しかし、SiC の場合、加速器内で SiC を 700°C 程度に昇温して打ち込み、さらに 1700°C 以上に加熱しないと利用可能な水準の特性が得られない。ところが、Si 空孔と C 空孔の生成エネルギーの大きな違い(Si $\sim$ 8eV、C $\sim$ 4eV)という性質に起因して、高温の熱処理によって SiC 内部に結晶欠陥が発生してしまい、電圧支持層(ドリフト層)内のキャリアの寿命および移動度の低下を招くという問題がある。したがって、より低温で選択的に高密度ドーピングできる新技術の登場が切望されている。

### 2. 研究の目的

代表者らは、ドーパント不純物を含む溶液に SiC 結晶を浸し、それにレーザー光を照射することで SiC の表面に高濃度ドーピング層を形成できることを見出した。n 型、p 型、そしてそれらの選択ドーピングの可能性も見出した。本研究は、これらの準備研究の成果を発展させ、(1)ドーピングの密度と深さを制御する技術、および(2)サブミクロンの大きさで選択した領域へドーピングする技術を開発し、(3)素子製造への適用性を実証し、SiC 素子製造の新しいドーピング技術を創生することを目的に実施した。

### 3. 研究の方法

図 1 に、本研究で構築したレーザー照射実験系の構成を示す。レーザーとしては KrF エキシマレーザー(波長 254nm、パルス幅 55ns、繰り返し周波数 10Hz)を用いた。レーザー光強度(フルエンス)は約 4 J/cm<sup>2</sup>とした。研究を進めた結果、パルス幅を長くすることでドーピング分布の制御性を改善できる兆候を見出したので、レーザー光成分の約半分に遅延をかける原理でパルス幅を伸長させるオプティカルパルスストレッチャを新たに導入した。レーザー光は強度調整のための減衰器を経た後スリットで整形し、複数枚のミラーおよびレンズを介して三軸駆動ステージ上に配置した SiC 結晶に照射した。なお、照射領域は CCD カメラで観察できる構成とした。

SiC 表面に形成した薄膜からドーピングを行う場合には、表面の酸化による影響を避けるために、図 1 に示すようにレンズ筐体内部からアルゴンガスを試料表面に流しながら照射できる装置を新たに作製して用いた。一方、SiC ウェーハを溶液中に浸し、溶液成分からドーピングする場合には、常に SiC 表面に新鮮な液体が供給されるような液流を作る機構をもつ容器を作製して用いた。

### 4. 研究成果

ドーピング特性 液中レーザー照射によるドーピングでは、リン酸溶液中照射で P を、液体窒素中照射で N を、塩化アルミニウム溶液中照射で Al を 4H-SiC 中にドーピングできることを見出した。いずれも特性の良好な pn 接合ダイオードを形成できることを実証した。ドーピング深さについては、N に関しては深さ 1 $\mu$ m 程度までドーピングがかかるのであることもわかった。しかし、P および Al のドーピング深さは数 10nm 程度に留まり、デバイス応用には不十分である(図 2)。

ドーピング深さの増大を目的に、SiC 表面に固体薄膜を形成してレーザー照射する方法を調査した。Al(p 型不純物)のドーピングにはアルミニウム薄膜を、N(n 型不純物)のドーピングには窒化シリコン(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)膜を調査した。その結果、いずれも数 100nm 程度の深さまでドーピングが可能であることを見出した。ドーピング深さは薄膜の厚みにも

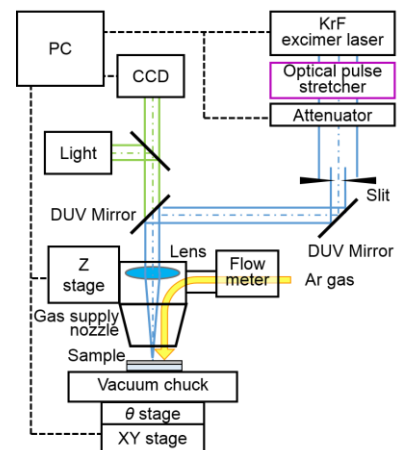


図 1: 本研究で構築した実験系

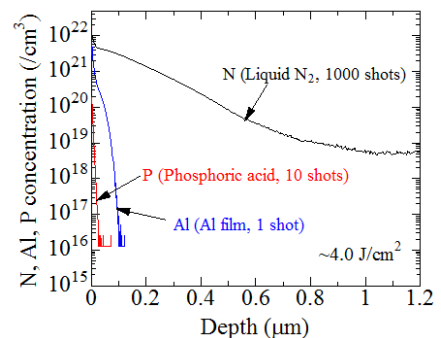


図 2: リン酸中、液体窒素中でレーザー照射した場合の P および N (いずれもドナー)、アルミニウム薄膜を形成してレーザー照射した場合の Al (アクセプタ) の分布

依存して変化することがわかった。また、レーザパルスの尖塔値を下げてパルス幅を伸長させることによってレーザアブレーションによる母材表面の消失を抑制しながら照射パルス数を増大することでドーピング深さを増大できることも実験で検証した。さらには、SiC 基板の温度を昇温することによってもドーピング深さを増大できることを見出した。

**ドーピング機構** ドーピングした不純物原子の分布はいずれも概ねガウス関数で近似できること、照射パルス回数とともに深さが増すこと、基板を加熱することで深さが増すこと、深さを最大にする薄膜の厚みが存在することなどの事実より、ドーピングは熱拡散で生じていると結論できる。レーザ照射に伴い、発光が観測できることから、照射により SiC 表面近傍にプラズマが発生すると推察される。液中照射の場合には照射により溶液成分が気化してプラズマが発生し、そこで分解した溶液中の原子が SiC 表面に入射し加熱された SiC 中に拡散していくものと推察される。固体薄膜表面への気中照射の場合にはプラズマが発生するものの、ドーピングはより単純に固体薄膜(アルミニウムの場合には融液)を拡散源とする SiC 中への熱拡散によるものと推察される。

本研究での実験結果に熱拡散理論を適用して得られる拡散係数は、通常の加熱による得られる拡散係数に比べて異常に大きな値であった。例えば、炉加熱で報告されている N および Al の拡散係数はいずれも約 2700K の温度で  $10^{-12}\text{cm}^2/\text{s}$  位の大きさであるが、本研究の結果からは、N で  $2.7 \times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{s}$ 、Al については約  $5 \times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{s}$  と推定される。この異常と言えほど大きな拡散係数がレーザによる加熱特有のものであるかを調査するため、SiC 内部にイオン注入法で予め Al を打ち込んでおき、レーザ照射によるその再分布を調査した。レーザ照射時の SiC 表面の温度の時間変化を二色温度法によって推定し、報告されている炉加熱の結果と比較したものを図 3 に示す。炉加熱で得られる範囲の特性から外挿される値よりもはるかに大きな拡散係数が得られた。この結果は、昇華温度付近では熱拡散が異常に増速される、または、レーザ照射による急速加熱では熱拡散を増速する物理作用が発生することを示唆するものである。

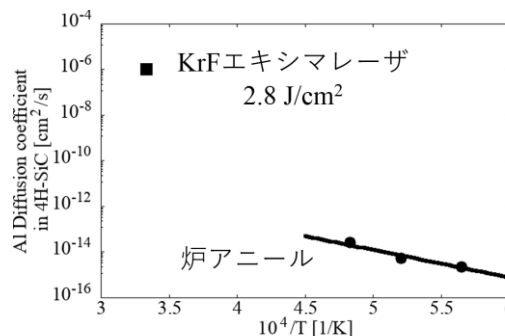


図 3 : 本研究でのレーザ加熱で観測した 4H-SiC 中にイオン注入した Al の拡散係数と報告されている炉加熱による値との比較

**加熱機構** SiC 上の Al 薄膜にレーザを照射した際の発光スペクトルを観測した結果を図 4 に示す。Al 原子およびイオン化した Al からの発光が明瞭に観測できる。これは、試料表面付近に Al のプラズマが発生していることを示している。発光スペクトルの強度と波長の Boltzmann プロットより、プラズマ中の電子温度 2.1eV、電子密度  $8.7 \times 10^{15}\text{cm}^{-3}$  と推定でき、高温高密度プラズマが発生していると言える。この Al プラズマがレーザ光を吸収し、それによって生成された高エネルギー、高密度の電子が Al 薄膜表面を加熱するものと推察される。

水溶液中での発光は気中に比べて弱いものであった。つまり、水溶液中では気中に比べレーザ照射で発生するプラズマの密度が低い、あるいはプラズマの発生時間が短いと言える。前者は SiC 表面の昇温不足、後者は拡散時間の不足を招く。その結果、図 1 に示したように、液中照射ではドーピングの深さが固体薄膜への気中照射に比べて浅いという結果を招いていると推察される。

**デバイス応用** デバイス製造へ応用するには

選択ドーピング法の開発が不可欠である。本研究では、この液中あるいは固体薄膜レーザドーピング法において、化学気相堆積した二酸化シリコン薄膜またはフォトリソグレイド薄膜を阻止材料としてパターニングして選択ドーピングする方法を開発した。この方法は、サブミクロン領域への選択ドーピングを可能とするものである。この選択ドーピング法を利用して、接合障壁型ショットキーダイオード(JBS ダイオード)を試作した。結果の一例を図 5 に示す。pn 接合ダイオードやショットキーダイオードと同様の良好な整流特性を示すダイオードを作製できる。逆方向電流阻止特性はちょうど pn 接合ダイオードとショットキーダイオードの中間的なものであり、

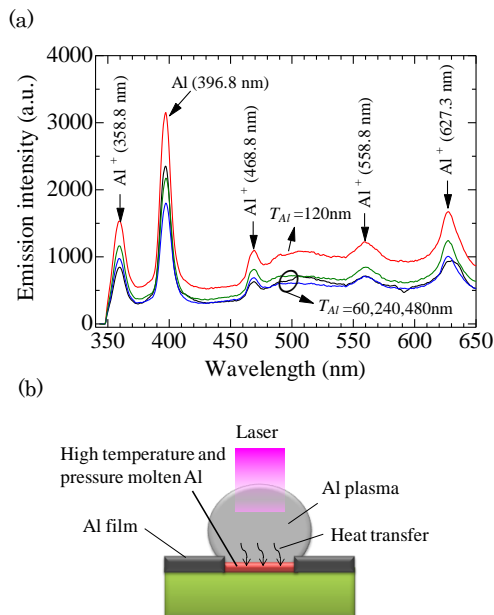


図 4 : (a) Al 薄膜への照射時に観測した発光スペクトル (b) 加熱機構のモデル図

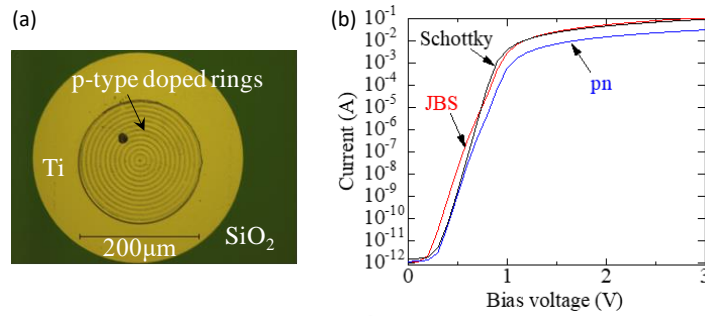


図 5 : (a) 本研究で開発したドーピング法を用いて作製した JBS ダイオード (b) JBS ダイオードと pn 接合ダイオード、ショットキーダイオードとの特性比較

JBS の特性を反映したものであった。従来法では、イオン注入と炉加熱を数回繰り返す必要があったが、本研究で開発した方法を用いることで、基板の加熱や繰り返し工程を導入の必要のない革新的な JBS ダイオードの製造を創出できる可能性を示せたと言える。

低損失の SiC 製電力スイッチング素子の作製には、低抵抗の金属/SiC 接触形成技術の開発が不可欠である。現状、特に p 型 4H-SiC については、要求を満たす性能をもつ低抵抗オーミック接触は開発されていない。本研究で調査したドーピング技術は、4H-SiC の表面に  $10^{21}\text{cm}^{-3}$  を超える密度をもつ Al のドーピングが可能であるという特徴を有する。これはオーミック接触の低抵抗化にとって有利である。調査した結果、本研究の Al ドーピング法を用いて Ti/p 型 4H-SiC 系において平均で  $4 \times 10^{-6} \Omega\text{cm}^2$  の抵抗をもつ接触を形成できることがわかった。この値はドーピング密度から理論的に予想されるものとほぼ一致する。図 6 に、p 型 4H-SiC へのオーミック接触形成に関し、報告例と本研究の方法を用いた結果を比較して示す。報告例のプロセス温度が約  $1700^\circ\text{C}$  と高いのは、イオン注入した Al の活性化熱処理のためであり、従来法でこの温度を下げるのは困難である。本研究では基板を非加熱状態でドーピングが可能で、しかも金属堆積後の熱処理は行っていないので室温処理である。同じ Ti 系の接触材料で比較すると、本研究の結果は従来法に比べて接触抵抗を 2 桁以上低減できることがわかる。非加熱で低抵抗の接触形成は、表面にデバイスプロセスを施した後の裏面のオーミック接触形成にとって有利であり、低損失電力スイッチング素子製造での活用が期待できる。

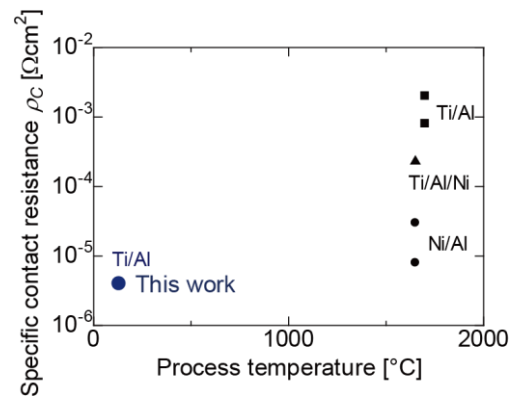


図 6 : オーミック接触抵抗に関する本研究と報告値との比較

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kento Okamoto, Toshifumi Kikuchi, Akihiro Ikeda, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano	4. 巻 1 - 978-989-758-364-3
2. 論文標題 Formation of Low Resistance Contacts to p-type 4H-SiC using Al-Film Source Laser Doping	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of 7th International Conference on Photonics, Optics and Laser Technology	6. 最初と最後の頁 294-298
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） DOI:10.5220/0007583002940298	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kento Okamoto, Toshifumi Kikuchi, Akihiro Ikeda, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano	4. 巻 58
2. 論文標題 Formation of low resistance contacts to p-type 4H-SiC by using laser doping with Al thin-film dopant source	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SDDF13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab12c3">https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab12c3</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Akihiro Ikeda, Takashi Shimokawa, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano	4. 巻 963
2. 論文標題 Increasing Laser-Doping Depth of Al in 4H-SiC by Using Expanded-Pulse Excimer Laser	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 412 - 415
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4028/www.scientific.net/MSF.963.412	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kaname Imokawa, Toshifumi Kikuchi, Daisuke Nakamura, Akihiro Ikeda, Tanemasa Asano, Hiroshi Ikenoue	4. 巻 963
2. 論文標題 High-concentration, Low Temperature, and Low-cost Excimer Laser Doping for 4H-SiC Power Device Fabrication	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 403 - 406
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4028/www.scientific.net/MSF.963.403	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda Akihiro, Marui Daichi, Sumina Rikuho, Ikenoue Hiroshi, Asano Tanemasa	4. 巻 70
2. 論文標題 Increased doping depth of Al in wet-chemical laser doping of 4H-SiC by expanding laser pulse	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Materials Science in Semiconductor Processing	6. 最初と最後の頁 193 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mssp.2016.11.036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akihiro Ikeda, Rikuho Sumina, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano	4. 巻 858
2. 論文標題 Al Doping from Laser Irradiated Al Film Deposited on 4H-SiC	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 527-530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.858.527	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akihiro Ikeda, Rikuho Sumina, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano	4. 巻 55
2. 論文標題 Al doping of 4H-SiC by laser irradiation to coated Al film and its application to junction barrier Schottky diode	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 04ER07-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="http://doi.org/10.7567/JJAP.55.04ER07">http://doi.org/10.7567/JJAP.55.04ER07</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryota Kojima, Hiroshi Ikenoue, Aklira Suwa, Akihiro Ikeda, Daisuke Nakamura, Tanemasa Asano, Tatuso Okada	4. 巻 9738
2. 論文標題 Improvement in contact resistance of 4H-SiC by excimer laser doping using silicon nitride films	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Laser 3D Manufacturing III (Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1117/12.2212021">https://doi.org/10.1117/12.2212021</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計24件(うち招待講演 0件/うち国際学会 15件)

1. 発表者名 Kento Okamoto, Akihiro Ikeda, Toshifumi Kikuchi, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Room Temperature Processing of Low Resistance Contacts to p-type 4H-SiC using Laser Doping
3. 学会等名 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshifumi Kikuchi, Kaname Imokawa, Akihiro Ikeda, Daisuke Nakamura, Tanemasa Asano, Hiroshi Ikenoue
2. 発表標題 Laser doping for 4H-SiC power-device fabrication with laser pulse-duration controller
3. 学会等名 Lasers in Manufacturing (LiM) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kento Okamoto, Toshifumi Kikuchi, Akihiro Ikeda, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Formation of Low Resistance Contacts to p-type 4H-SiC using Al-Film Source Laser Doping
3. 学会等名 7th International Conference on Photonics, Optics and Laser Technology (PHOTOPTICS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshifumi Kikuchi, Kaname Imokawa, Akihiro Ikeda, Daisuke Nakamura, Tanemasa Asano, Hiroshi Ikenoue
2. 発表標題 Low-temperature, high-concentration laser doping of 4H-SiC for low contact resistance
3. 学会等名 SPIE Photonics West (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaname Imokawa, Toshifumi Kikuchi, Kento Okamoto, Daisuke Nakamura, Akihiro Ikeda, Tanemasa Asano, Hiroshi Ikenoue
2. 発表標題 High-concentration, Low-temperature, and Low-cost Excimer Laser Doping for 4H-SiC Power Device Fabrication
3. 学会等名 12th European Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ECSCRM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kento Okamoto, Toshifumi Kikuchi, Akihiro Ikeda, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Formation of low resistance contacts to p-type 4H-SiC by using laser doping with Al thin-film dopant source
3. 学会等名 Proc. of 31st International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kento Okamoto, Toshifumi Kikuchi, Shogo Muto, Akihiro Ikeda, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Development of Al thin-film-source laser doping for low resistance contacts to 4H-SiC
3. 学会等名 Proc. of The 3rd Asian Applied Physics Conference (AAPC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiro Ikeda, Takashi Shimokawa, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Increasing Laser-Doping Depth of Al in 4H-SiC by Using Expanded-Pulse Excimer Laser
3. 学会等名 European Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ECSCRM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Toshifumi Kikuchi, Kaname Imokawa, Akihiro Ikeda, Daisuke Nakamura, Tanemasa Asano, Hiroshi Ikenoue
2. 発表標題 Low-temperature, high-concentration laser doping of nitrogen to 4H-SiC for low-contact-resistance fabrication
3. 学会等名 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiro Ikeda, Rikuho Sumina, Ryouta Tsutsui, Akira Suwa, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Improved doping performance of laser Al doping in 4H-SiC by substrate heating
3. 学会等名 International Conference of Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akihiro Ikeda, Ryouta Tsutsui, Rikuho Sumina, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Effects of Substrate Heating on Al Doping Performed by Irradiating Laser Beam to Al Film on 4H-SiC
3. 学会等名 European Conference on Silicon Carbide & Related Materials (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Rikuho Sumina, Akihiro Ikeda, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Thickness dependence of doping characteristic in Al doping into 4H-SiC by laser irradiation to deposited Al film
3. 学会等名 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Akihiro Ikeda, Daichi Marui, Rikuho Sumina, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano
2. 発表標題 Increased Doping Depth of Al in Wet-chemical Laser Doping of 4H-SiC by Expanding Laser Pulse
3. 学会等名 International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-VII) and International SiGe Technology and Device Meeting 2016 (ISTDM2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tanemasa Asano, Akihiro Ikeda, Rikuho Sumina, Hiroshi Ikenoue
2. 発表標題 Low Cost Fabrication of 4H-SiC Junction Barrier Schottky Diode Using Excimer-Laser Doping from Molten Al
3. 学会等名 42nd International Conference on Micro and Nano Engineering (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ryota Kojima, Hiroshi Ikenoue, Aklira Suwa, Akihiro Ikeda, Daisuke Nakamura, Tanemasa Asano, Tatuso Okada
2. 発表標題 Improvement in contact resistance of 4H-SiC by excimer laser doping using silicon nitride films
3. 学会等名 SPIE Photonics West (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

九州大学-研究者情報  
<http://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/index.html>

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	池上 浩  (Ikenoue Hiroshi)  (70413862)	九州大学・システム情報科学研究院・教授    (17102)	
連携研究者	池田 晃裕  (Ikeda Akihiro)  (60315124)	崇城大学・情報学部・准教授    (37401)	
連携研究者	山本 秀和  (Yamamoto Hidekazu)  (00581141)	千葉工業大学・工学部・教授    (32503)	