堆積薄膜へのレーザ照射による 4H-SiC への Al のドーピング特性 Doping Characteristic of Al into 4H-SiC by Laser Irradiation to Deposited Al Film

[○]角名 陸歩、池田 晃裕、池上 浩、浅野 種正(九州大学大学院システム情報科学府) Kyushu Univ. : [○]Rikuho Sumina, Akihiro Ikeda, Hiroshi Ikenoue, Tanemasa Asano

E-mail: sumina@fed.ed.kyushu-u.ac.jp

1. <u>はじめに</u>

4H-SiC を新材料とするパワーデバイスの実用化が 進んでいる.しかし,さらなる高性能化に向けては, プロセス技術に課題が多く残されている.そのひとつ がドーピングである.現在,4H-SiC へのドーピングに は主にイオン注入と高温アニール(~1700℃)による手 法が用いられている.しかし,この高温プロセスによ り,SiC表面へのCの析出といった結晶欠陥が誘起さ れることが報告されている[1].そのため,低温ドーピ ングプロセスが求められている.

我々は、塩化アルミニウム水溶液へ浸漬させた 4H-SiC へのレーザ照射により、Al がドーピングでき ることを示した[2]. しかし、その場合の Al のドーピ ング深さは~40nm と浅くに留まっている.デバイスプ ロセスへの応用には、抵抗低減のため、より深いドーピ ングが求められる.そこで、4H-SiC 表面に堆積した Al 膜へのレーザ照射により Al のドーピングを試みた結 果、塩化アルミニウム水溶液を用いる場合よりも高濃 度で深いドーピングが実現できることを見出した.今 回この方法でドーピングした層の抵抗を評価したので 報告する.

2. 実懸

Fig. 1 に, Al 膜を用いたドーピングの概念図を示す. 実験には n⁺型基板上に n エピ層を持つ 4H-SiC チップ を使用した. n エピ層には N が 1×10¹⁶/cm³ドーピン グされている. Al 膜はスパッタ法により堆積させ,堆 積時間を変化させることで 60、120、240、480nm の 4 種類の膜厚(T_A)の試料を用意した.

レーザ光源には, Gigaphoton 社製の KrF エキシマ レーザを使用した. パルス幅を 55ns, フルーエンスを $4.0J/cm^2$, レーザのショット数を 1 ショットとした.

3. 結果と考察

Fig. 2 に、レーザ照射領域における Al 濃度の深さ方 向分布を二次イオン質量分析法(SIMS)により測定し た結果を示す.比較として、塩化アルミニウム水溶液 を用いた場合の結果も示している. Al 膜を用いること で、塩化アルミニウム水溶液を用いた場合より深くド ーピングされていることが分かる.また、240nm の Al 膜厚において 200nm 程度と最も深くドーピングで きている. Al 膜へレーザを照射すると、表面上に高温 の溶融 Al が生成され、溶融 Al からの熱伝導により 4H-SiC 表面付近の温度が上昇し、4H-SiC 中へ Al が 拡散することでドーピングされたと考えられる.

堆積 SiO₂ 薄膜をマスクとして選択ドービングが可 能であること, 及び整流性に優れた pn 接合ダイオード が形成できることを電気及び発光特性の評価から確認 した. この性質を利用して, Al 膜厚 240nm として, Fig.3 のようにクローバー形のドーピング領域を形成 し, van der Pauw 法によりシート抵抗を測定した. 得 られた抵抗値 1.0×10^4 [Ω/□]からアクセプタ密度は約 4×10¹⁹[/cm³]と見積もられ[3], 高濃度にドーピングが 可能であると言える.

4. <u>おわりに</u>

堆積 Al 膜へのレーザ照射により,塩化アルミニウム 水溶液の場合よりも高濃度で深い Al ドーピングが実 現できた.また,シート抵抗測定の結果から 10¹⁹[/cm³] 程度の高濃度のアクセプタが存在すると考えられる. これらの結果から、Al 膜を用いた Al ドーピング法は, 高濃度 p 型層を低温でドーピング形成する技術として 利用できるものと期待される.

5. 謝辞

参考文献

- G. G. Jernigan, B. L. Vanmil, J. Tedesco, J. G. Tischler, E. R. Glaser, A. Davidson, P. M. Campbell, Nano Letters 9, 2605 (2009).
- [2] D. Marui, A. Ikeda, K. Nishi, H. Ikenoue, and T. Asano, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 06JF03 (2014).
- [3] Y. Negoro, T. Kimoto, H. Matsunami, F.Schmid, and G. Pensl, J. Appl. Phys. 96, 9 (2004).



Fig. 1: Schematic of the concept of the Al doping into 4H-SiC by laser irradiation to deposited Al.





Ti electrode Doping region



Fig. 3: (a)Optical micrograph showing doping region with cloverleaf shape to measure the sheet resistance. (b)Cross section of the dashed line.

本研究は科研費(No. 25289105 及び No. 26420309) の助成を受けたものである.