27p-A6-10

Al_2O_3 パッシベーションを施した水素終端ダイヤモンド MOSFET の 400℃動作特性

400℃ operation of hydrogen-terminated diamond MOSFETs with Al_2O_3 passivation

早稲田大学理工学術院, °坪井 秀俊, 成尾 智也, 大長 央, 斉藤 達也, 平岩 篤, 川原田 洋

Waseda University, °H.Tsuboi, T.Naruo, A.Daicho, T.Saito, A.Hiraiwa, H.Kawarada

E-mail: h.t.1189@ruri.waseda.jp

ダイヤモンドは、高耐圧・高温動作・高移動度・高熱伝導率など非常に優れた物性値を持つワイドギャップ半導体の一つとして知られている。また、ダイヤモンドは基板表面を水素終端することによって、表面にホール伝導層を誘起する特性を持っており、我々はこれをチャネル層とした電界効果トランジスタを数多く作製してきた[1,2]。しかし、この水素終端効果は、表面吸着物や外気温などの外部環境の影響を受けやすく、表面を保護(パッシベーション)する必要がある。今回、我々は ALD(Atomic Layer Deposition)法を用いて、基板表面のホール伝導層に Al_2O_3 膜によるパッシベーションを施した MOSFET を作製し、400℃までの高温環境下での電気特性評価を行ったので報告する。

今回作製した MOSFET は、(100)単結晶ダイヤモンド基版を用いた。基板上にアンドープホモエピタキシャル層 500nm を成膜し、その上にソース・ドレイン電極として Ti/Au を形成後、水素プラズマによって表面を水素終端化した。その上に Al_2O_3 を ALD 法 450℃[3]で 10nm 成膜し、パッシベーション膜を形成、その一部をゲート絶縁膜として利用した。その後、ソース・ドレイン電極部分の Al_2O_3 膜をエッチング除去し、ゲート電極として Al を 100nm 蒸着し、Al_2O_3 膜をゲート絶縁層とする MOS 構造を形成した(Fig.1)。完成した MOSFET の電気特性評価は、大気中常温から真空中常温、さらに真空中 400℃(673K)までの環境下で I_{DS}-V_{DS} 特性の測定を行った。Fig.2 にチャネル幅 25μm、ソース・ドレイン間距離 13μm、ゲート長 5μm の MOSFET の真空中 400℃(673K)での I_{DS}-V_{DS} 特性を示す。Fig.2 に示した結果より、ドレイン電流密度のピンチオフが確認でき、最大ドレイン電流密度と最大相互コンダクタンスは、ゲート電圧-4V において-28mA/mm と 8mS/mm とゲート長 5μm としては非常に良好な特性が得られた。これらの値は、同デバイスの室温動作とほぼ同様の値である。水素終端ダイヤモンド FET では 400℃は最も高い動作温度であり、上記の特性は酸素終端ボロンドープダイヤモンド FET での同温度での特性を十分に上回っている。ただし、TiC と p 型表面伝導層の接触が少ないために、ドレイン電流の立ち上がりが低く、高温ではオン抵抗が高くなっている。

[謝辞] 本研究は JST 先端的低炭素化技術開発(ALCA)、科研費基盤(S) (19106006)の助成により実施された。

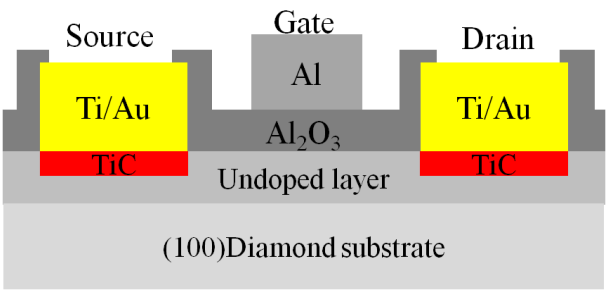

Fig.1 MOSFET device structure

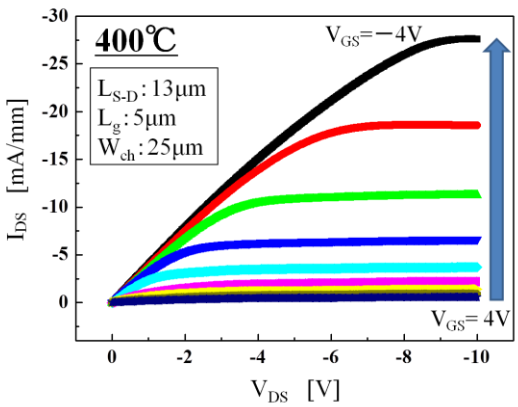

Fig.2 I_{DS}-V_{DS} characteristic(673K)

[1] H.Kawarada　Surf. Sci. Rep. **26** (1996) 205.
[2] H.Kawarada　Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 090111.
[3] A.Hiraiwa, H.Kawarada et al., J. Appl. Phys. **112** (2012) 124504.

© 2013 年　応用物理学会