27p-A6-9

絶縁性と耐環境性に優れた原子層堆積(ALD) Al_2O_3 膜による水素終端ダイヤモンド表面の保護

Passivation of hydrogen-terminated diamond surface using highly insulating and environment-resistant ALD-Al_2O_3 film

早稲田大学理工学術院 °齊藤 達也，大長 央，平岩 篤，川原田 洋

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

E-mail: original.intent@ruri.waseda.jp

1. 緒言　水素終端ダイヤモンド表面に誘起される 2 次元正孔ガス(2DHG)は、パワー素子等のドリフト層として有望であるが、外部環境の影響を受け不安定であるという問題がある。我々はこれまで、ALD(atomic layer deposition)法において H_2O を酸化剤として 450℃にて Al_2O_3 を保護膜として形成することにより 2DHG を保持するのみならず、550℃の大気中アニールに対しても保護効果のあることを明らかにしてきた[1,2]。しかし、高温とはいえ酸化剤に H_2O を用いて成膜した Al_2O_3 には絶縁性の劣る懸念があった[3]。そこで、上記 Al_2O_3 膜の絶縁性について検討した。

2. 実験方法　表面を水素終端した p 型(100)ホモエピタキシャル成長ダイヤモンド基板上および比抵抗 0.002-0.004 Ω･cm の p 型(100)Si 基板上にトリメチルアルミニウムと酸化剤を交互に供給しながら、450℃において ALD 法により Al_2O_3 を成膜した。酸化剤には成膜当初 H_2O を、ついで O_3 を用いた。その際、合計の膜厚をほぼ一定にし、その比率を変化させた。Si 基板試料においては、さらにスパッタリング法を用い Au をマスク蒸着することにより上部電極を形成した。Al_2O_3 膜電流電圧特性(図 1)の測定にはこの Si 基板試料を用いた。また、2DHG の電気特性(図 2)は、ダイヤモンド基板試料を用い van der Paul 法により測定した。

3. 結果　酸化剤に H_2O のみを用いた場合、2MV/cm 程度の低い電界強度に対しても Al_2O_3 膜中をリーク電流が流れる。他方、酸化剤に O_3 を用いた Al_2O_3 を積層した場合、O_3 のみの場合と同程度の高い絶縁性が得られることを見出した。ここで、最初に H_2O を用いて形成する Al_2O_3 膜が 4.8nm と薄い場合には 2DHG が消失するが、厚さを 9.5nm とすれば問題ない。

4. 結論　450℃という高温下で酸化剤に H_2O を用いた ALD 法により Al_2O_3 を 9.5nm 堆積し、その上に O_3 を用いさらに Al_2O_3 を成膜することにより、伝導性を確保しつつ絶縁性を向上させることに成功した。その結果、水素終端ダイヤモンド素子の高耐圧高温動作の見通しを得た。

本研究遂行にあたり JST 先端的低炭素化技術開発(ALCA)の助成を得た。

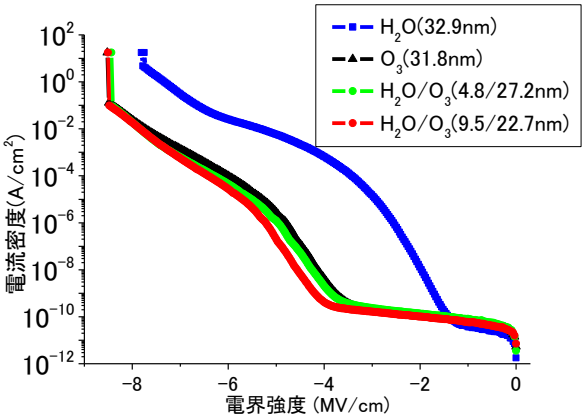

図 1　ALD- Al_2O_3 膜(450℃)の電流電圧特性

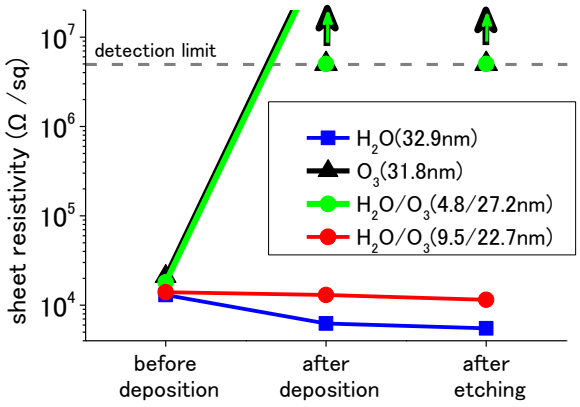

図 2 Al_2O_3 の成膜(450℃)と除去による 2DHG シート抵抗変化

[1] 大長央，佐藤隼介，小林拓磨，野村亮，平岩篤，川原田洋，春季第 59 回応用物理学会 18-F3-9 (2012) .

[2] A. Hiraiwa, A. Daicho, S. Kurihara, Y. Yokoyama, and H. Kawarada, J. Appl. Phys. **112** (2012) 124504.

[3] S. K. Kim, S. W. Lee, C. S. Hwang, Y. S. Min, J. Y. Won, and J. Jeong, J. Electrochem. Soc. **153** (2006) F69.

© 2013 年　応用物理学会