ダイヤモンド半導体素子に対する水素含有絶縁膜の効果

Effect of hydrogen-containing gate insulator film on diamond semiconductor devices

奈良先端大 [1]，日本アルキルアルミ株式会社 [2]　○宮越 雄太 [1]，藤井 茉美 [1]，石河 泰明 [1]，
高橋 清 [2]，浦岡 行治 [1]

Nara Inst. of Sci. and Tech. [1], Nippon Aluminum Alkyls, Ltd.[2], ○Yuta Miyagoshi[1], Mami N. Fujii[1],
Yasuaki Ishikawa[1], Kiyoshi Takahashi[2] and Yukiharu Uraoka[1]

E-mail: miyagoshi.yuta.mr4@ms.naist.jp

【研究背景】

ダイヤモンドは絶縁破壊電圧や熱伝導率が優れているため、パワーデバイス応用に向けて研究が進んでいる。ダイヤモンドの特異な性質として、表面を水素終端化することで p 型伝導性を示すことが知られている。水素終端表面の課題として、デバイス応用の場合はゲート絶縁膜で水素終端表面を保護する必要がある。Al_2O_3 は優れた電気的絶縁性を持ち、耐熱性にも優れているためダイヤモンドデバイスのゲート絶縁膜として有望である。ALD-Al_2O_3 の Al 原料としては TMA（trimethylaluminum, $(CH_3)_3Al$）が広く使用されているが、本研究では TMA に代わりメチル基の 1 つが水素と置き換わった DMAH（dimethylalminum hydride, $Al(CH_3)_2H$）を用いて Al_2O_3 膜の形成と特性評価を行った。

【実験内容・結果】

ダイヤモンド基板を用い、熱混酸洗浄（HNO_3:H_2SO_4=1:3）後に H_2 プラズマによって水素終端した。成膜では酸化剤およびパージガスに H_2O および N_2 を用い、基板温度 300°C にて Al_2O_3 膜を 100 nm 成膜した。ゲート電極として Au/Al、オーミック電極として Au/Ti/Pd を蒸着し、その後アニール（N_2, 400°C, 30 min）をして MOS キャパシタを作製した。2 次イオン質量分析（SIMS）測定により、DMAH 試料において膜中の炭素が低減し水素が増加することが明らかとなった（Fig. 1）。また、DMAH 試料では MOS キャパシタのリーク電流が減少した（Fig. 2）。従って、低不純物炭素、高水素の DMAH 試料でダイヤモンド素子が高耐圧化することが示唆された。

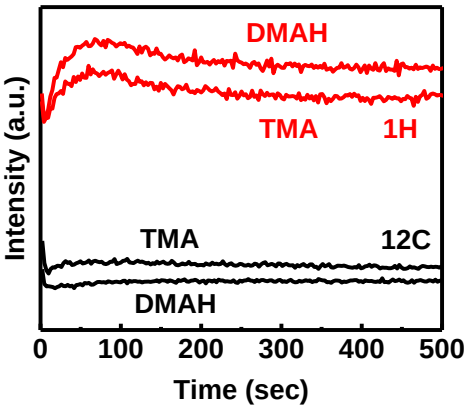

Fig. 1 Hydrogen and Carbon profiles by SIMS measurement (100 nm thick Al_2O_3).

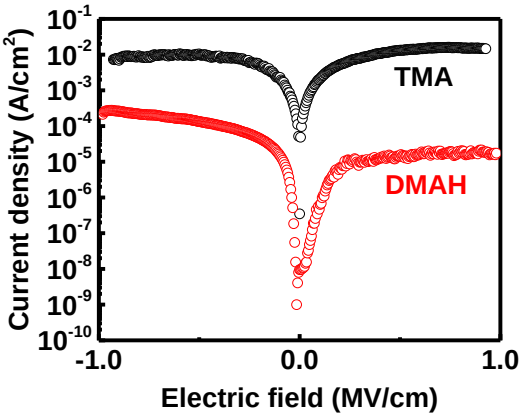

Fig. 2 Leakage current of Al_2O_3/diamond MOS capacitors using TMA and DMAH.

© 2019年 応用物理学会