NO 窒化処理を施した SiO_2/4H-SiC(11$\bar{2}$0)界面の X 線光電子分光分析

XPS study of SiO_2/4H-SiC(11$\bar{2}$0) interface with NO-POA

阪大工 [1]，産総研 [2] ○中沼 貴澄 [1]，細井 卓治 [1]，染谷 満 [2]，岡本 光央 [2]，志村 考功 [1]，渡部 平司 [1]
Osaka Univ. [1], AIST[2], ○Takato Nakanuma[1], Takuji Hosoi[1], Mitsuru Sometani[2], Mitsuo Okamoto[2], Takayoshi Shimura[1], Heiji Watanabe[1]
E-mail: nakanuma@ade.prec.eng.osaka-u.ac.jp

熱酸化 SiO_2/SiC 界面特性改善のため、NO 雰囲気中アニール（NO-POA）が広く用いられている。NO-POA によって SiO_2/SiC 界面に導入される窒素の量はアニール条件（温度や時間）と面方位に依存することが知られているが[1-3]、4H-SiC(1100)面（m 面）や(11$\bar{2}$0)面（a 面）といった非極性面上の窒化界面構造についての知見は Si 面に比べて非常に少ない。我々は以前、Si 面および C 面上の NO-POA 処理時間の異なる SiO_2/SiC 構造に傾斜エッチングを施して作製した膜厚分布を持つ試料の XPS 分析を行い、窒化初期には SiO_2/SiC 界面の SiC 側に優先的に窒素原子が取り込まれ、その後次第に界面 SiO_2 側にも取り込まれて面方位で決まる飽和値に達することを明らかにした[4]。今回、a 面上の NO 窒化 SiO_2/SiC 構造に対して同様の評価を行ったので報告する。

n 型エピ層付き 4H-SiC a 面基板に対して、1200°C の熱酸化で約 60 nm の SiO_2 膜を形成した後、1250°C で 10、30、120 分間の NO-POA 処理を施した。そして、SiO_2 膜厚 0.3~3 nm の範囲で傾斜分布を持つように 1% HF 溶液でエッチングを行った。また、SiO_2 膜を完全に除去する際は 10% HF 溶液を用いた。これらの試料に対して、直径 100 μm の Al Kα線（$h\nu$=1486.6 eV）を用い、光電子脱出角 90°で XPS 分析を行った。

図 1 に 30 分間の NO-POA を施した試料（a-NO30）から取得した Si 2*p* 及び N 1*s* スペクトルを示す。なお、信号強度は 101.8 eV 付近の SiC 基板由来のピーク強度で規格化している。図 1(a)の 104.4 eV 付近に見られる SiO_2 膜由来の Si-O 成分の信号強度は膜厚に応じた様々な値を示しているのに対して、図 1(b)の N 1*s* スペクトルは SiO_2 膜を完全に除去した箇所以外はほぼ同じ強度を示している。これは、NO 窒化処理によって導入される窒素原子は SiO_2/SiC 界面に局在し、またその大部分は界面 SiC 側に存在していることを意味している。図 2 に NO 処理時間の異なる試料から取得して規格化した N 1*s* 面積強度と、Si 2*p* スペクトルのピーク分離から算出した SiO_2 膜厚との関係を示す。a 面は 10 分間の NO 処理で、Si 面の NO 処理 60 分間と同程度の窒素原子が界面に導入されていることがわかる。また、a-NO30 と a-NO120 のプロファイルは SiO_2 膜を完全に除去した部分では一致するが、SiO_2 側では窒素量は NO 処理 120 分間の場合のほうが増加しており、その量は Si 面の 2 倍であることがわかる。講演当日は電気特性との関係についても議論する。

【参考文献】[1] S. Dhar *et al.*, J. App. Phys. **97**, 074902 (2005). [2] J. Rozen *et al.*, J. Appl. Phys. **105**, 124506 (2009). [3] K. Hamada *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech. **15**, 109 (2017). [4] K. Moges *et al.*, Appl. Phys. Express **11**, 101303 (2018).

【謝辞】本研究の一部は、共同研究体「つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション（TPEC）」の事業として行われた。

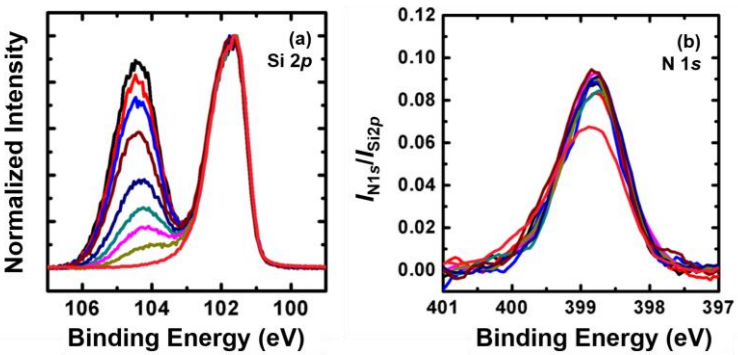

Fig. 1 (a) Si 2*p* and (b) N 1*s* spectra taken from SiO_2/SiC a-face structure with NO-POA for 30 min.

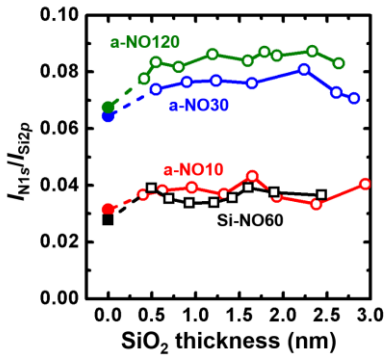

Fig. 2 Normalized N 1*s* areal intensity as a function of SiO_2 thickness for a-and Si-face samples.

© 2021年 応用物理学会