## Si-IGBT 作製プロセスにおける水素熱処理の影響

Influence of H<sub>2</sub> Annealing Process for Si-IGBT

<sup>O</sup>門 龍翔<sup>1</sup>, 横川 凌<sup>1,2</sup>, 沼沢 陽一郎<sup>1,2</sup>, 筒井 一生<sup>3</sup>, 角嶋 邦之<sup>3</sup>, 小椋 厚志<sup>1,2</sup>

1. 明治大理工 2. 再生可能エネルギー研究インスティテュート 3. 東工大

L. Men<sup>1</sup>, R. Yokogawa<sup>1</sup>, Y. Numasawa<sup>1</sup>, K Tsutsui<sup>2</sup>, K. Kakushima<sup>2</sup>, A. Ogura<sup>1,3</sup>

Meiji Univ.<sup>1</sup>, Meiji Renewable Energy Laboratory<sup>2</sup>, Tokyo Tech. Inst.<sup>3</sup>

E-mail: ce201049@meiji.ac.jp

【背景と目的】 Si-IGBT(Silicon Insulated Gate Bipolar Transistor)作製プロセスで、トレン チゲート構造における界面準位低減を目的に 水素熱処理を導入するプロセスが提案されて いる。水素熱処理を行うことで、トレンチ部分 の界面を平坦化し、移動度低下を抑え、ゲート 絶縁破壊耐性の向上が期待できる[1]。一方で、 デバイス内部に新たな欠陥準位が生成される という報告例がある[2]。特に SiO<sub>2</sub>/Si 界面状態 はデバイス動作を直接決定する要因の一つで あり、トレンチの SiO<sub>2</sub>/Si 界面における欠陥準 位やラフネス等の評価が重要である。

本研究では、Si-IGBT 作製プロセスにおいて 水素熱処理を施したトレンチゲート部分をラ マン分光法、断面 SEM、TEM 観察を用いて評 価し、水素熱処理の影響を明らかにすることを 目的とする。

【実験方法】 Si 基板を酸化し露光によりパ ターン形成後、フロロカーボン主体のガスを用 いてプラズマドライエッチングを実施し Si 基 板上に[110]と[100]方向に沿ったトレンチ構造 を作製した。その後、100%H2気体中、2.5 kPa、 890℃で水素熱処理を0、2、5 および10分行っ た。最後に1100℃、5 分の条件で[110]、[100] 方向のトレンチにおいてそれぞれ33 nm、30 nm の酸化膜を形成した。上記の手順で作製し たトレンチ構造([110]方向、水素処理時間10 分)の断面 SEM 像を Fig. 1 に示す。

ラマン分光測定における励起光源(UV レー ザ)の波長、分光器の焦点距離、波数分解能は それぞれ 355 nm、2000 mm、0.1 cm<sup>-1</sup>で、一つ のトレンチに対し 0.1 μm 間隔で 10 点の Si の ラマンスペクトル測定を実施し、[110]、[100] のトレンチ構造両方においてラマンスペクト ルから水素熱処理の効果を詳細に評価した。

【結果と考察】 Fig. 2 に[110]方向のトレン チ試料の Si ラマンスペクトル半値幅(FWHM: Full width at half maximum)の一次元分布を示す。 トレンチ底部と比較すると、トレンチ側壁で FWHM が増大することが明らかになった。 FWHM 一次元分布から、トレンチ側壁と底部 の間で SiO<sub>2</sub>/Si 界面近傍の状態に差異があるこ とが考えられ、側壁の方が結晶性が悪い傾向を 示している。これは[100]方向のトレンチ構造 でも同様の傾向を示した。左右の側壁で FWHM の値が対称ではないのは、レーザのビ ームがトレンチ深さ方向に対して完全に平行 ではなかったためと考えられる。

さらに Fig. 2 から 890℃、5 分水素処理を施

したトレンチ構造ではトレンチ側壁で顕著な FWHM 増大が確認された。水素処理時間によ っては、内部ダメージがむしろ増大する傾向を 示しており、欠陥増加もしくはバラつきを招く 可能性があると考えられる。

[1] 寺本章伸, HORIBA Technical Reports,51 (2018).

[2] 江利口浩二,応用物理 87,895 (2018). 【謝辞】 本研究の一部は新エネルギー・技術 総合開発機構の支援のもと[課題番 号:JPN10022]実施された。



Fig. 1 SEM images of (110)-oriented Si trench structure (H<sub>2</sub> annealing time: 10 min).



Fig. 2 One-dimensional distribution of FWHM (110)-oriented Si trench structure.