

窒素プラズマ処理を施した  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$  MOS 構造の特性評価Study of the  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$  MOS structures with  $\text{N}_2$  plasma treatment東理大院基礎工<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, 後藤高寛<sup>1,2</sup>, 藤川紗千恵<sup>1</sup>, 藤代博記<sup>1</sup>,  
小倉睦郎<sup>2</sup>, 安田哲二<sup>2</sup>, 前田辰郎<sup>1,2</sup>Tokyo University of Science<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, Takahiro Gotow<sup>1,2</sup>, Sachie Fujikawa<sup>1</sup>, Hiroki I. Fujishiro<sup>1</sup>,  
Mutsuo Ogura<sup>2</sup>, Tetsuji Yasuda<sup>2</sup>, Tatsuro Maeda<sup>1,2</sup>

E-mail: takahiro-gotou@aist.go.jp

## 【背景・目的】

GaSb は高い正孔移動度 ( $1000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ) を有していることから、III-V pMOSFET のチャンネル材料として期待されている。これまで我々は、絶縁膜堆積前に高温真空アニールを施すことで、界面準位密度が低減することを明らかにしてきた[1]。しかしながら、その界面準位密度は Si MOS 構造に匹敵する値には至っていない。同じ III-V 材料である InGaAs MOS 構造では、絶縁膜堆積前に  $\text{N}_2$  プラズマ処理を施すことで界面準位密度が低減するという報告例がある[2]。そこで本研究では、GaSb の  $\text{N}_2$  プラズマ処理方法とその MOS 界面特性に与える影響を調べたので報告する。

## 【結果・考察】

GaSb 表面の  $\text{N}_2$  プラズマ処理方法として RF ラジカルビーム発生装置を用いた。HCl 処理で自然酸化膜除去後、GaSb 基板に  $\text{N}_2$  雰囲気 ( $\sim 10^{-2} \text{ Pa}$ )、RF パワー 300W のプラズマ処理を施した。 $\text{N}_2$  プラズマ処理時の基板温度を室温、 $200^\circ\text{C}$ 、 $300^\circ\text{C}$  と変化させ、サンプル表面の *in-situ* オージェ電子分光測定を行った (Fig. 1)。Fig. 1 (a) と (b) を比較すると、O ピークの減少から自然酸化膜の一部が除去されていることがわかる。Fig. 1 (c), (d), (e) より  $\text{N}_2$  プラズマ処理を施した全てのサンプルで、N のピークが増大すると同時に Sb ピークは減少、Ga ピークは増大することがわかる。基板温度を高くするにつれ、その傾向も顕著に表れていることから、Ga の酸窒化物が加熱により Sb よりも優先的に形成されていることがわかった。以上のことから、GaSb に  $\text{N}_2$  プラズマ処理を施すことで、表面酸化物が部分的に窒化することがわかった。

$\text{N}_2$  プラズマ処理による  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$  MOS 界面特性を評価するため、GaSb バルクウエハ (*n*-type,  $N_D \sim 2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ) に塩酸処理と  $\text{N}_2$  プラズマ処理を施した後、ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3$  を  $300^\circ\text{C}$  で 10nm 堆積させた。PDA は  $400^\circ\text{C}$  で 2 分間行い、ゲート電極とバックコンタクトを Au で形成した。Fig. 2 に室温  $\text{N}_2$  プラズマ処理の有無による  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$  MOS 構造の C-V 特性比較を示す。 $\text{N}_2$  プラズマ処理を施した MOS 構造では、空乏領域でキャパシタンス容量値が  $\text{N}_2$  プラズマ処理無しの MOS 構造と比較して減少量が少ないことから、高い界面準位密度であることがわかった。また、 $300^\circ\text{C}$  で  $\text{N}_2$  プラズマ処理を施した MOS 構造では、強くピンギンされ反転動作が観測されなかった。

$\text{N}_2$  プラズマ処理により GaSb 表面は酸窒化することが明らかになったが、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$  界面特性は大きく変動することから、特性改善には、 $\text{N}_2$  プラズマ処理の時間依存性など、より詳細な検討が必要である。

【謝辞】 本研究は、JSPS 科研費 24246058 の助成を受け実施した。

## 【参考文献】

[1] T. Gotow, et al., SISC 2013.

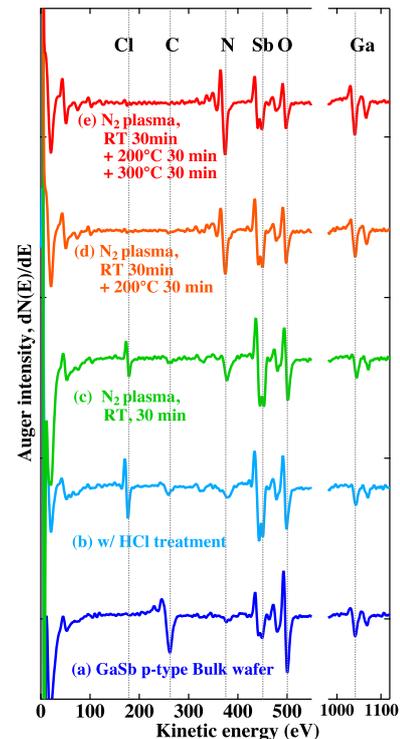
[2] T. Hoshii, et al., J. Appl. Phys. **112**, 073702 (2012).

Fig. 1. Auger electron spectroscopy analysis of GaSb (100) surface; (a) as-received, (b) w/ HCl treatment, and  $\text{N}_2$  plasma treatment for 30min at (c) RT, (d)  $200^\circ\text{C}$ , (e)  $300^\circ\text{C}$ .

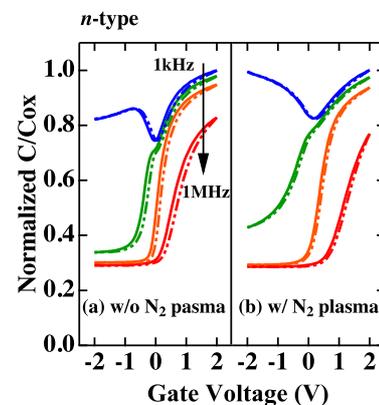


Fig. 2. The C-V curves from the GaSb MOS capacitors, (a) w/o, (b) w/  $\text{N}_2$  plasma treatment at RT.