

GaSb 表面の純窒化プロセスの検討

Study of pure nitridation process for GaSb surface

東理大院基礎工¹, 産総研², 後藤高寛^{1,2}, 藤川紗千恵¹, 藤代博記¹,
小倉睦郎², 安田哲二², 前田辰郎^{1,2}

Tokyo University of Science¹, AIST², Takahiro Gotow^{1,2}, Sachie Fujikawa¹, Hiroki I. Fujishiro¹,
Mutsuo Ogura², Tetsuji Yasuda², Tatsuro Maeda^{1,2}

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

【背景・目的】

GaSb は化合物半導体の中で高い正孔移動度 ($1000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) を有していることから、III-V pMOSFET のチャネル材料として期待されている。表面チャネルを利用した MOSFET においては、ゲート絶縁膜堆積前の GaSb の表面状態が、MOS 構造の電気特性に大きく影響する。同じ III-V 材料である InGaAs MOS 構造では、絶縁膜堆積前に N_2 プラズマ処理を施すことで InGaAs 表面を窒化し、界面準位密度を低減したという報告例がある[1]。しかしながら、GaSb の自然酸化膜除去は困難であり、高温真空アニールにおいても GaOx は除去出来ず[2]、さらに 400°C 以上の熱処理では表面荒れが生じることが知られている。そのため、GaSb 表面を純窒化した報告例はない。そこで本研究では、 H_2 プラズマ処理により GaSb の自然酸化膜を除去した上で、 N_2 プラズマ処理で清浄 GaSb 表面を窒化するプロセスを検討した。

【結果・考察】

GaSb 表面の H_2 および 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。p-type GaSb 基板に HCl 処理後、 H_2 雰囲気 ($\sim 10^{-2} \text{ Pa}$)、RF パワー 100W のプラズマ処理を室温と 300°C で施した。Fig. 1 にオージェ電子分光スペクトルを示す。室温で H_2 プラズマ処理を施した基板では自然酸化膜や、表面に付着した C や Cl は除去されていない(Fig. 1(c))。一方で、基板温度 300°C で H_2 プラズマ処理を施した基板からは O、C、Cl ピークが観測されなかった。Fig. 2 に H_2 プラズマ処理を施した基板の AFM 像を示す。RMS は 0.4 nm であり、 H_2 プラズマ処理前後に表面粗さの差はなく、十分な平坦性を維持していることが分かる。以上のことから、 300°C での H_2 プラズマ処理で、GaSb の清浄表面を得られることが分かった。

GaSb 表面の窒化反応を確認するため、 H_2 プラズマ処理で自然酸化膜を除去した基板に、RF パワー 300W の N_2 プラズマ処理を基板温度 300°C で施した。Fig. 1(e) に示したオージェ電子分光スペクトルには、明瞭な N ピークが観測されていることから、GaSb 清浄表面を純窒化することに成功したと言える。

なお、当日は窒化膜を導入した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$ MOS 構造の特性についても検討する。

【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. Hoshii, et al., J. Appl. Phys. **112**, 073702 (2012).
[2] T. Gotow, et al. Jpn. J. Appl. Phys. **54**, (2015) (to be published).

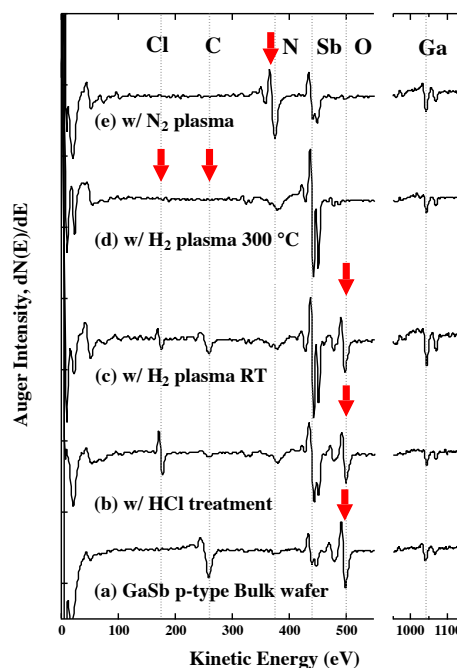


Fig. 1 Auger electron spectroscopy analysis of GaSb (100) surface; (a) as-received, (b) w/ HCl treatment, w/ H_2 plasma cleaning for 10min at (c) RT, (d) 300°C , and (e) w/ N_2 plasma treatment.

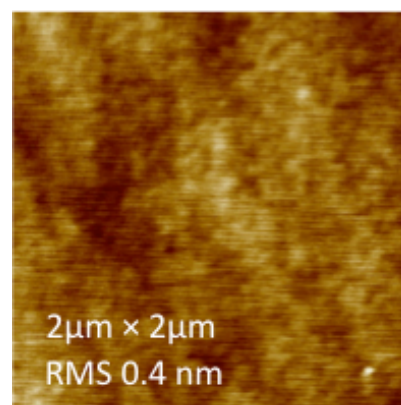


Fig. 2 AFM image of GaSb surface with H_2 plasma cleaning for 10min at 300°C .