

GaN(0001)面上への He 希釈リモート酸素プラズマ支援による SiO₂ CVD — Ar 希釈リモート酸素プラズマ支援との違い

Remote Oxygen/Helium Plasma Enhanced CVD of

SiO₂ on GaN(0001) – Difference from Remote Oxygen/Argon Plasma Enhanced CVD

名大院工¹, 産総研 GaN-OIL² ○ゲンスアン チュン^{1,2} 田岡 紀之², 大田 晃生¹,

山田 永², 高橋 言緒², 池田 弥央¹, 牧原 克典¹, 清水 三聡², 宮崎 誠一¹

Nagoya Univ.¹, AIST GaN-OIL² ○N. X. Truyen^{1,2}, N. Taoka², A. Ohta¹,

H. Yamada², T. Takahashi², M. Ikeda¹, K. Makihara¹, M. Shimizu² and S. Miyazaki¹

E-mail: taoka-nori@aist.go.jp

序>これまで、我々は、Ar 希釈リモート酸素プラズマ支援 CVD (ROPE-CVD)により形成した SiO₂/GaN 構造は 800 °C の堆積後熱処理(PDA)後においても良好な電気特性(界面準位密度 $D_{it} \sim 1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$)を示すことを明らかにした[1]。しかし、プラズマ励起の条件が SiO₂ 膜および界面特性に及ぼす影響に対する理解は、未だ十分ではない。そこで、本研究では、酸素プラズマ励起時の希釈ガスに着目し、He 希釈 ROPE-CVD により SiO₂/GaN 構造を形成し、Ar 希釈の場合との違いについて、SiO₂ 膜特性および界面特性から評価した。
実験>ホモエピタキシャル層(不純物濃度 $\sim 4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚: $\sim 2 \text{ } \mu\text{m}$)を有する GaN 基板をアルカリ溶液で表面洗浄し、4.5% の HF 溶液に浸漬した。その後、Ar または He 希釈の ROPE-CVD により、 $\sim 24 \text{ nm}$ の SiO₂ 膜を 500 °C で堆積した。堆積時、ガスの総流量、SiH₄ 流量及び励起出力を 50.38, 0.38 sccm と 50 W に固定し、Ar 及び He の流量を、それぞれ 35 sccm 及び 25 sccm とした。一部の試料においては、0.1% HF 溶液に浸漬し、SiO₂ の薄膜化を行った。また別途、一部の試料では Al ゲートおよび裏面電極を形成し、MOS キャパシタを作製した。

結果>Fig. 1(a)および(b)に He および Ar 希釈 ROPE-CVD によって SiO₂ を成膜した場合の GaN MOS キャパシタの C-V 特性をそれぞれ示す。参考としてそれぞれの場合の理想 C-V 特性も同図に示す。いずれの場合においても測定 C-V 特性は理想 C-V 特性とよく一致し、周波数分散も小さい。C-V 特性においては、He 希釈と Ar 希釈の場合に違いはほとんど見られない。Fig. 2(a) に He 及び Ar 希釈の場合の SiO₂ 膜厚 (d_{si}) と HF 溶液への浸漬時間 (t_i) との関係を示す。いずれの場合においても t_i に対して d_{si} が直線的に減少している。このことは均質な構造が形成されていることを示している。一方、He 希釈の場合のエッチングレート(Re)は 1.12 nm/min であり、Ar 希釈の場合 (0.99 nm/min) に比べて大きく、He 希釈の場合は、Ar 希釈に比べて、SiO₂ 膜密度がやや低下していることを示している。Fig. 2(b) に、これらの GaN MOS キャパシタの電流密度-絶縁膜電界(J - E_{ox})特性を示す。絶縁破壊電圧は、両者に顕著な違いは認められないが、He 希釈の場合、5~9 MV/cm の領域で、Ar 希釈の試料では観測されないトラップ支援リーク電流と推察される成分が観測され、両試料で膜中の欠陥分布が大きく異なることを示している。当日は希釈ガスが SiO₂/GaN 界面の化学結合状態に与える影響についても議論する予定である。

文献>[1] N. X. Truyen *et al.*, 78th JSAP Autumn Meeting, 5p-C17-2 (2017).

謝辞>本研究の一部は、NEDO の委託により実施された。

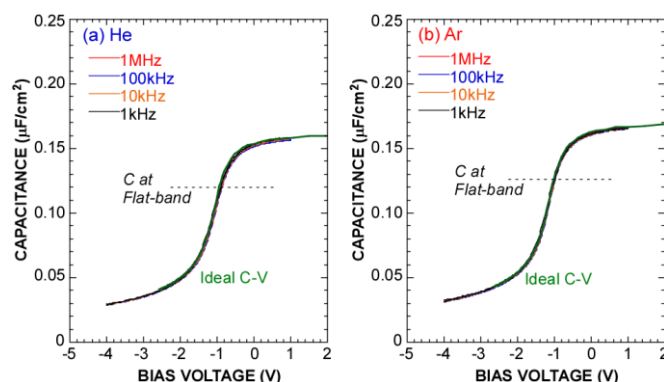


Figure 1 C-V curves of the GaN MOS capacitors with the SiO₂ films formed with (a) He and (b) Ar dilutions.

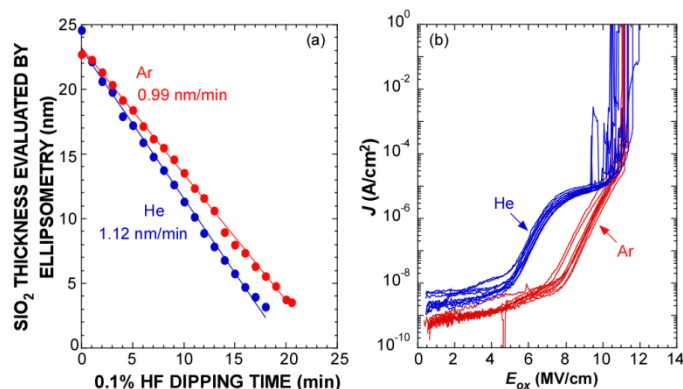


Figure 2 (a) Etching properties and (b) J - E_{ox} characteristics of the SiO₂ films formed with He and Ar dilutions.