

ミスト CVD 法により作製した Al_2O_3 薄膜と GaN 系 MIS-HEMT への応用

○本山 智洋¹, Ali Baratov², Rui Shan Low², 浦野 駿²,
中村 有水³, 葛原 正明⁴, Joel T. Asubar^{2*}, 谷田部 然治^{3*}

¹熊本大学大学院自然科学教育部, ²福井大学大学院工学研究科

³熊本大学大学院先端科学研究部, ⁴関西学院大学工学部

Characterization of mist chemical vapor deposited Al_2O_3 thin films and its applications in GaN-based MIS-HEMTs

○Tomohiro Motoyama¹, Ali Baratov², Rui Shan Low², Shun Urano²,
Yusui Nakamura¹, Masaaki Kuzuhara³, Joel T. Asubar^{2*}, Zenji Yatabe^{1*}

¹Kumamoto University, ²University of Fukui, ³Kwansei Gakuin University

1. はじめに

AlGaIn/GaN ヘテロ構造は低損失で高速動作が可能な次世代高出力/高周波・パワーデバイスとして注目されている。順バイアス印可時の障壁を形成するためには、金属-ゲート絶縁膜-半導体(MIS)構造が重要である。このゲート絶縁膜には比較的高い比誘電率(〜9)、広いバンドギャップ(〜7 eV)を有する Al_2O_3 薄膜が頻繁に用いられている¹⁾。また原子層堆積(ALD)法により Al_2O_3 ゲート絶縁膜を堆積することが多い。本研究では低コスト・エコフレンドリーな酸化物薄膜形成として知られるミスト化学気相成長(mist-CVD)法²⁾により作製した Al_2O_3 ゲート絶縁膜を有する mist- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}/\text{GaN}$ ダイオードの作製、評価・解析を行った。

2. 実験方法

ミスト CVD 法により Al_2O_3 薄膜を作製した。原料溶液には Al 供給源としてアルミニウムアセチルアセトナート[$\text{Al}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_3$]、溶媒にはメタノールを用いた。堆積温度は 400 °C でキャリアガスには窒素を用いた。MIS ダイオードの作製には SiC 基板上の AlGaIn/GaN ヘテロ構造を使用した。 AlGaIn 層厚は 24 nm、Al 組成比は 25 %である。 Al_2O_3 薄膜の評価のため、Si 基板上にもミスト CVD 法により Al_2O_3 を堆積した。

3. 結果と考察

Fig. 1 に Si 基板上に堆積した mist- Al_2O_3 膜厚の堆積時間依存性を示す。Mist- Al_2O_3 膜厚と堆積時間には線型関係があり良好な膜厚制御性を有している。本実験条件では堆積速度は約 30 nm/min であり、一般的な ALD よりも高速であった。X 線回折測定より mist-

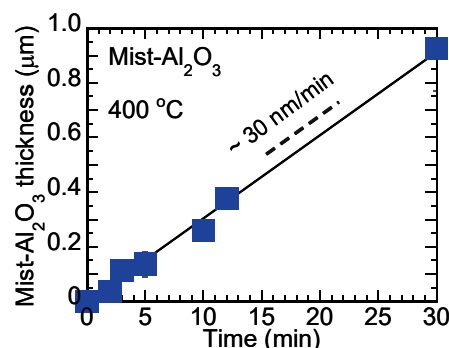


Fig. 1. Mist- Al_2O_3 堆積速度

Al_2O_3 薄膜はアモルファス構造であることが確認され、加えて X 線光電子分光法による測定から禁制帯幅は 6.5 eV、X 線反射率測定より密度は 2.78 g/cm³、分光エリプソメトリー測定から屈折率は 1.64 となり、ALD 法で作製したアモルファス Al_2O_3 と同等の値となった³⁾。すなわち低コストかつエコフレンドリーなミスト CVD 法で ALD 法と同等の膜質を有する Al_2O_3 薄膜が速い堆積速度で得られたことを示唆している。

作製した mist- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}/\text{GaN}$ ダイオードの容量-電圧($C-V$)測定結果より、順バイアス領域において急峻な容量の立ち上がりを確認でき、良好な $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}$ 界面が形成されたことが示唆された。 $C-V$ 特性の数値計算結果と実験値とのフィッティングにより界面準位密度 D_{it} を算出した結果、 $E_c - 0.8$ eV 付近で約 2×10^{11} eV⁻¹cm⁻² となり ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}$ で報告されている D_{it} よりも良好な値が得られた⁴⁾。

文 献

- 1) J. Asubar et al.: J. Appl. Phys. **129**, 121102 (2021).
- 2) Kawaharamura et al: AIP Adv. **3**, 032135 (2013).
- 3) Z. Yatabe et al.: Jpn. J. Appl. Phys. **58**, 070905 (2019).
- 4) R. S. Low et al.: Appl. Phys. Express **14**, 031004 (2021).

*E-mail: joel@u-fukui.ac.jp, yatabe@cs.kumamoto-u.ac.jp