

課題番号 : F-19-AT-0070  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : GaN 薄膜の原子層堆積  
Program Title (English) : Atomic layer deposition of GaN thin films  
利用者名(日本語) : 水谷文一, 東慎太郎, 高橋伸尚  
Username (English) : F. Mizutani, S. Higashi, N. Takahashi  
所属名(日本語) : 株式会社高純度化学研究所  
Affiliation (English) : Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd.  
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、原子層堆積、窒化ガリウム

### 1. 概要(Summary)

GaCp\* (ペンタメチルシクロペンタジエニルガリウム、 $\text{GaC}_5(\text{CH}_3)_5$ )と $\text{NH}_3/\text{H}_2$ プラズマおよび $\text{N}_2$ プラズマを用いた原子層堆積によって、自然酸化膜付きのSi基板上に、結晶性のGaN薄膜が得られた。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

原子層堆積装置[FlexAL]

#### 【実験方法】

FlexALを用いて、GaCp\*を原料とし、 $\text{NH}_3$ と $\text{H}_2$ との混合ガスおよび $\text{N}_2$ ガスを用いたリモートプラズマALD成膜を行った。原料温度 $80^\circ\text{C}$ 、基板温度 $200^\circ\text{C}$ で、 $\text{NH}_3/\text{H}_2$ プラズマは、( $\text{NH}_3$ 流量:30 sccm、 $\text{H}_2$ 流量:5 sccm)は300 W、 $\text{N}_2$ プラズマ( $\text{N}_2$ 流量:100 sccm)は400 Wとした。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

最初に、GaCp\*を原料とし、対ガスとして $\text{NH}_3/\text{H}_2$ プラズマを用いたALDを試みた。原料パルス時間0.1 s、 $\text{NH}_3/\text{H}_2$ プラズマパルス時間30 sで成膜したところ、100サイクルあたりから、成膜速度(GPC:Growth per cycle)が落ちてきた(Fig. 1(the plot with solid diamonds))。

これは、GaN薄膜に-NH基または $\text{-NH}_2$ 基が残留しているためと推定されたので、 $\text{NH}_3/\text{H}_2$ プラズマの後に、 $\text{N}_2$ プラズマ(パルス時間:10 s)を追加した、ABCタイプのALDを行ったところ、 $200^\circ\text{C}$ までGPCは線形であったが、約0.015 nm/cycleとかなり小さかった(Fig. 1(the plot with solid circles))。

次に、GPCを上げるため、 $\text{N}_2$ プラズマパルス時間を延長して成膜したところ、パルス時間90 sで飽和が見られた。

原料パルス時間0.1 s、 $\text{NH}_3/\text{H}_2$ プラズマパルス時間30s、 $\text{N}_2$ プラズマパルス時間90 sで、GPCは300サイクルまで線形で、約0.04 nm/cycleであった。

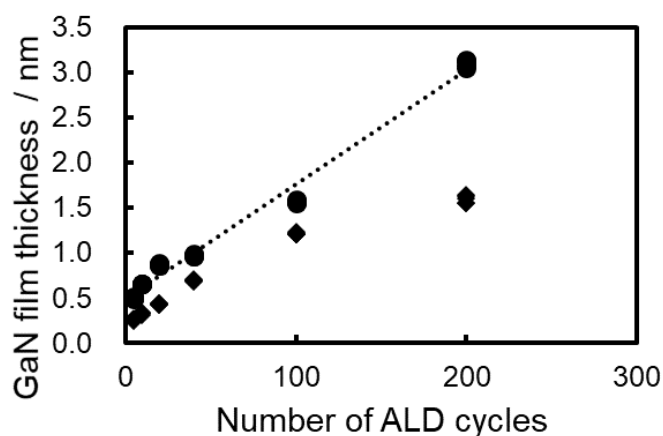


Fig. 1 GaN film thickness as function of number of ALD cycles. (The plot with solid diamonds) ALD with  $\text{NH}_3/\text{N}_2$  plasma, (the plot with solid circles) ALD with  $\text{NH}_3/\text{H}_2$  plasma +  $\text{N}_2$  plasma.

### 4. その他・特記事項(Others)

#### ・謝辞

これまでの経験を加味して FlexAL で成膜していただいた、産総研 NPF ナノプロセスエンジニアの山崎将嗣氏に感謝する。

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) F. Mizutani, S. Higashi, and N. Takahashi, MNC 2019, 29P-2-3 (2019).
- (2) 水谷, 東, 高橋, 表面技術協会第 141 回講演大会, 04A-21 (2020) (発表予定).

### 6. 関連特許(Patent)

なし。