

(001)FZ 成長 ϵ -GaFeO₃ 基板上にミスト CVD 成長した κ -(In_xGa_{1-x})₂O₃ 薄膜中の欠陥の TEM 評価

TEM characterization of defects in κ -(In_xGa_{1-x})₂O₃ thin film grown on (001) FZ-grown ϵ -GaFeO₃ substrate by mist CVD

明治大¹, 京都工繊大², 金沢工大³

○上田 修¹, 西中 浩之², 池永 訓昭³, 蓮池 紀幸², 吉本 昌広²

Meiji University¹, Kyoto Institute of Technology², Kanazawa Institute of Technology³

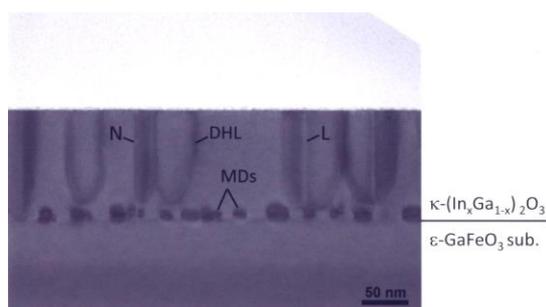
○Osamu Ueda¹, Hiroyuki Nishinaka², Noriaki Ikenaga³, Noriyuki Hasuike², Masahiro Yoshimoto²

E-mail: nanotec4@meiji.ac.jp

【はじめに】 κ -Ga₂O₃は、強誘電性を有するワイドギャップ半導体であり、魅力的なデバイスへの応用が期待される。その自発分極は、26 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ [1]と GaN の 8 倍程度と予測されており、大きな 2DEG 密度が期待できる。我々はこれまで、 κ -Ga₂O₃と同じ結晶構造を有し、かつ格子不整合の小さな ϵ -GaFeO₃基板上に、シングルドメインでかつ原子レベルで平坦な κ -Ga₂O₃[2,3]および κ -(In_xGa_{1-x})₂O₃薄膜[4]を成長できることを報告してきた。本講演では、(001)FZ 成長 ϵ -GaFeO₃基板上にミスト CVD 成長した κ -(In_xGa_{1-x})₂O₃薄膜中の欠陥を TEM により評価したので報告する。

【実験方法】実験に用いた試料は、(001)FZ 成長 ϵ -GaFeO₃基板上にミスト CVD 成長した κ -(In_xGa_{1-x})₂O₃薄膜で、成長は、GaCl₃および InCl₃を原料溶液とし、800°Cで 10 min 行った。また、TEM 用薄膜は FIB 加工により作製し、TEM 評価は分析電顕 JEOL JEM-4000EX を用いて行った。

【結果と考察】図 1 に、(100)断面の軸上照射条件での明視野像を示す。U 字型の転位半ループ及び微小欠陥の 2 種類の欠陥が観察される。1) U 字型転位半ループ：DHL で示す幅の広い半ループ(50 nm 幅)の他に、やや幅の狭いもの(N)や非常に狭くヘアピン状のもの(L)も観察された。図 2(a)および 2(b)は、それぞれ、 $g=020$ および $g=002$ で得られた明視野像である。全ての半ループが $g=002$ で消失していることから、半ループのバーガースベクトルは、 $\langle 010 \rangle$ と決定された。2) 微小欠陥：図 1 で、MD で示す 5-15 nm 径の欠陥で、ヘテロ界面直上にもみ形成されている。この欠陥は、図 2 に示すように $g=020$ でほぼ消失し、 $g=002$ で強い歪場を伴ったコントラストを示している。高分解能 TEM 観察結果も踏まえ、これらの欠陥は(001)面上の転位ループ等の欠陥と推定された。以上の結果に基づいて、各々の欠陥の形成メカニズムについて議論する。



【参考文献】

- [1] J. Kim et al., Appl. Phys. Express 11, 061101 (2018).
- [2] H. Nishinaka et al., ACS Omega 5, 29585 (2020).
- [3] H. Nishinaka et al., Jpn. J. Appl. Phys. 61, 018002 (2022).
- [4] H. Nishinaka et al., Mater. Lett.: X, 14, 100149 (2022).

Fig. 1 A cross-sectional BF-TEM image of defects in the κ -(In_xGa_{1-x})₂O₃ film ((100)zone axis condition).



Fig. 2 Contrast experiment for the defects in the κ -(In_xGa_{1-x})₂O₃ film under $g=020$ and $g=002$.