

酸化ガリウムの結晶成長における結晶形の制御

Control of Polymorphism in Growth of Gallium Oxide Crystals

京大院工 °藤田 静雄

Kyoto Univ., °Shizuo Fujita

E-mail: fujitasz@kuee.kyoto-u.ac.jp

酸化ガリウム (Ga_2O_3) は、その大きなバンドギャップを活かしたパワーデバイス応用が期待されている。その結晶は、 α 、 β 、 γ 、 δ 、 ϵ と表記される各種の構造をとり、熱的に最も安定な斜方晶の β 型は、熔融法で良質な基板が得られることもあり、活発な研究の中心となっている。一方でコランダム構造の α 型は、サファイア基板との親和性が良く、多くのコランダム型酸化物との混晶・ヘテロ構造によるデバイスエンジニアリングの間口が広い。 ϵ 型は六方晶で自発分極を持つことから、ヘテロ構造トランジスタへの応用に望ましいと考えられている。

われわれは、 α 型の Ga_2O_3 に注目して研究を行っている。この材料は各種結晶形の Ga_2O_3 の中で、(i) バンドギャップが 5.3~5.5 eV と大きい、(ii) 大面積のサファイア基板への成長が可能で、低コストのデバイスにつながる、(iii) α 型の In_2O_3 、 Al_2O_3 との混晶によりバンドギャップを 3.7~9 eV と広い範囲で変化できる、(iv) コランダム構造を持つ各種機能性酸化物との積層が可能、といった特徴がある [1]。p 型の Ir_2O_3 と格子定数が近く、pn 接合が可能なことも、上記(iv)の利点ゆえである [2]。しかしながら、 α 型の Ga_2O_3 は熱的に非平衡状態にあるため、同じコランダム構造を持つサファイア基板上への成長においても、結晶成長法や条件によって必ずしも α 型の単結晶が得られるわけではない。ミスト CVD 法での成長では、成長温度が 500°C 以下であれば、多くの研究機関でも α 型が得られるという再現性があるが、MBE や HVPE では必ずしもそうではない。ミスト CVD 法では、Fig. 1 のようにミスト粒子表面から原料が気化して成長表面に供給されるというメカニズムが提案されている[3]が、このような特徴的な原料供給が関与しているのかもしれない。

最近になって、応用上の観点から ϵ 型の Ga_2O_3 が注目され、単結晶を得る試みが進展している。このように、結晶多形を持つ材料において実際にどの結晶形が得られるのかというのは、基板の結晶形、基板表面の構造、結晶成長機構等により影響されていると考えられる。目的の結晶形を実現するための知見やその物理・化学は、学術的にも応用上も重要であり、非平衡材料の成長により材料とそのデバイス応用の幅を広げるという価値を持つ。当日はこの点に関して議論を行う予定である。

[1] S. Fujita et al., Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 1202A3 (2016).

[2] S. Kan et al., Appl. Phys. Lett. **113**, 212104 (2018).

[3] T. Kawaharamura, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 05FF08 (2014)

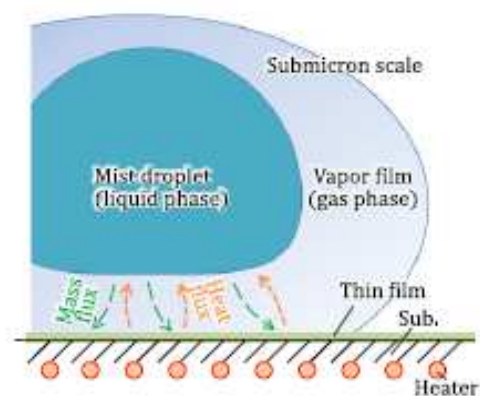


Fig. 1 Schematic image of a mist particle on a heated substrate [3].