

P-MBE growth of ZnO layer on c-sapphire with MgO buffer layer

(Penumbuhan P-MBE dari lapisan ZnO di atas c-sapphire dengan lapisan penyangga MgO)

Agus Setiawan

Department of Mechanical Engineering, Indonesia University of Education

Setiabudhi 207 Bandung 40154, Indonesia

(Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 207 Bandung, 40154)

Abstract

The growth of Plasma-Assisted Molecular Beam Epitaxy (P-MBE) ZnO layer on c-sapphire (α -Al₂O₃) with and without MgO buffer layer has been investigated. ZnO with MgO buffer was grown two-dimensionally while ZnO without MgO buffer was grown three dimensionally, as confirmed by in-situ RHEED and AFM observations. Morphology evolution and mechanism of the MgO buffer were studied by in-situ RHEED observation. Based on in-situ RHEED observation, MgO buffer growth involves three important steps including 2D growth (wetting layer), 2D-3D growth transition, and 3D growth of the MgO buffer. The mechanism of MgO buffer growth can be attributed to three inter-related effects. They are lowering surface energy through a wetting process, creating nucleation sites through a 2D-3D growth transition, and reducing the defect density by introducing dislocation interactions. According to HRXRD, RHEED, and AFM experiments, ZnO with MgO buffer shows better surface morphology and crystalline quality than that without MgO buffer.

Abstrak

Penumbuhan lapisan ZnO dengan metode *Plasma-Assisted Molecular Beam Epitaxy* (P-MBE) di atas c-sapphire dengan dan tanpa lapisan penyangga MgO telah dipelajari. ZnO dengan lapisan penyangga MgO ditumbuhkan secara dua dimensi, sedangkan ZnO tanpa penyangga MgO ditumbuhkan secara tiga dimensi, sebagaimana dikonfirmasi melalui pengamatan in-situ RHEED dan AFM. Evolusi morfologi permukaan dan mekanisme penumbuhan lapisan penyangga MgO dipelajari dengan menggunakan in-situ RHEED. Berdasarkan pengamatan dengan in-situ RHEED, penumbuhan lapisan penyangga MgO melibatkan tiga tahapan penting yaitu penumbuhan 2D (*wetting layer*), penumbuhan transisi 2D-3D, dan penumbuhan 3D lapisan MgO. Mekanisme penumbuhan lapisan penyangga MgO ditandai dengan tiga efek yang saling berkaitan. Ketiga efek tersebut adalah menurunkan energi permukaan melalui proses *wetting*, menciptakan *nucleation sites* melalui penumbuhan transisi 2D-3D, dan mereduksi kerapatan cacat melalui interaksi antara dislokasi. Berdasarkan eksperimen RHEED, AFM, dan HRXRD, ZnO dengan MgO buffer memperlihatkan morfologi permukaan dan kualitas kristal yang lebih baik dibandingkan dengan ZnO tanpa MgO buffer.