

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat mempengaruhi peradaban manusia di abad ini. Sehingga diperlukan suatu kemampuan menguasai teknologi tinggi agar bisa memasuki negara industri maju. Salah satu bidang teknologi tinggi yang sangat mempengaruhi peradaban manusia di abad ini adalah teknologi semikonduktor. Teknologi semikonduktor merupakan teknologi yang berkembang dan telah mengalami kemajuan besar baik dalam hal penemuan bahan baru maupun teknik pembuatannya. Salah satu teknologi bahan semikonduktor yang dikembangkan adalah film tipis. Kelebihan yang dimiliki film tipis adalah selain untuk penghematan bahan baku dan biaya yang relatif lebih murah, film tipis memiliki sifat yang lebih konduktif dibandingkan film tebal. Sehingga, memudahkan pergerakan elektron di dalam suatu material. Bahan-bahan semikonduktor sangat potensial diaplikasikan pada piranti elektronik dan optoelektronik. Sekarang ini, bidang elektronik memegang peranan penting di berbagai sektor pembangunan. Hal ini terlihat dari banyaknya penggunaan piranti elektronik di setiap kegiatan manusia.

Galium Nitrida (GaN) adalah salah satu material semikonduktor yang sering digunakan oleh para pekerja industri sebagai piranti elektronik dan optoelektronik diantaranya detektor ultraviolet, LED, diode laser dan transistor. GaN (galium

nitrida) adalah semikonduktor paduan III/V yang mempunyai lebar celah pita sebesar 3,4 eV. Hal ini dikarenakan jarak antar atom (atom tetangga terdekat) relatif kecil. Dengan besarnya celah pita tersebut, GaN dan paduannya (AlGa_N, InGa_N, dll) memiliki beberapa keunggulan, diantaranya pada temperatur ruang GaN memiliki konsentrasi elektron sekitar $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Selain itu, GaN memiliki konduktivitas termal dan stabilitas kimia yang tinggi, waktu respon yang cepat, sensitivitas dan selektifitas yang baik serta konsumsi daya yang rendah dan cocok untuk aplikasi elektronik seperti sensor gas (Dae-Sik Lee et al, 2002). Selain itu, material GaN memiliki sifat transport listrik yang baik dan adanya kecocokan dalam struktur hetero dengan InGa_N dan AlGa_N. Oleh sebab itu, material GaN menjadi kandidat yang ideal untuk berbagai aplikasi.

Terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk menumbuhkan film tipis semikonduktor di atas suatu substrat, yaitu metode fisika dan metode kimia. Metode fisika seperti teknik *Sputtering* dan PLD (*Pulsed Laser Deposition*). Sedangkan, metode kimia yang memanfaatkan reaksi kimia seperti MOCVD (*Metal Organik Chemical Vapor Deposition*), MBE (*Molecular Beam Epitaxy*) dan metode *sol-gel*.

Metode *sol gel* merupakan metode deposisi film tipis dengan teknik deposisi yang sangat sederhana dengan biaya deposisi yang murah dan cara pengoperasian yang mudah jika dibandingkan dengan teknik deposisi film tipis secara kimia lainnya. Pada umumnya, film tipis GaN ditumbuhkan di atas substrat sapphire dan silikon carbide. Akan tetapi, sekarang ini kedua substrat tersebut sulit diperoleh dalam

ukuran besar dan harganya sangat mahal. Selain itu, substrat sapphire dan silikon carbide memiliki kekurangan dalam hal ketidaksesuaian parameter kisi dan koefisien ekspansi termal dengan semikonduktor GaN. Sehingga menimbulkan kecacatan pada film tipis GaN saat ditumbuhkan. Ketidaksesuaian kisi dan koefisien ekspansi termal sapphire terhadap film tipis GaN masing-masing sebesar 15% dan 34% (Armstrong, 2006). Sedangkan pada silikon carbide masing-masing sebesar 3.5% dan 3.2% (Zhang dkk., 2003). Selain substrat sapphire dan silikon carbide, silikon juga dapat digunakan sebagai tempat penumbuhan film tipis. Substrat silikon memiliki keunggulan dibandingkan dengan substrat yang lainnya antara lain substrat silikon banyak tersedia dalam bentuk kristal tunggal, mempunyai ukuran besar, konduktivitas termal baik, mempunyai laju *etching* tinggi, dan stabil pada temperatur tinggi. Selain itu, harga substrat Si jauh lebih murah dibandingkan dengan substrat sapphire (Al_2O_3) dan silikon carbide (SiC) yang biasa digunakan dalam penumbuhan film tipis GaN. Substrat silikon Si (111) merupakan substrat alternatif karena simetri kristalnya serupa dengan GaN dibandingkan substrat SiC maupun *Sapphire*. Selain itu, substrat silikon (111) memiliki konduktivitas termal baik. Studi penumbuhan film tipis GaN di atas Si (111) telah dilakukan oleh Miyazaki *et al* (2001) dengan metode *rf magnetron sputtering*, juga oleh Randanowicz dan Narayan (2004) dengan metode MBE.

Proses deposisi film dengan teknik *spin coating* merupakan proses terpenting untuk menghasilkan film tipis GaN. Sedangkan parameter deposisi yang berperan

penting adalah temperatur deposisi. Hal ini dikarenakan pada tahap ini, terjadinya proses ikatan kimia antara atom-atom sumber untuk pembuatan material semikonduktor. Pada tahap ini, mekanisme ikatan antar atom dikendalikan oleh temperatur, maka dibutuhkan temperatur deposisi yang tepat agar proses ikatan dapat terjadi secara optimum. Temperatur yang tepat juga diperlukan untuk proses pengikatan molekul-molekul penyusun bahan oleh atom-atom substrat. Sehingga film tipis semikonduktor yang ditumbuhkan dapat terikat kuat pada substrat.

Semua piranti semikonduktor membutuhkan kontak ohmik untuk persambungan ke piranti lain dalam sistem elektronik. Hal ini erat hubungannya dengan pengukuran sifat listrik dari semikonduktor itu sendiri. Untuk mengetahui sifat listrik dari semikonduktor, biasanya menggunakan kontak sebuah *metal* (logam). Perbedaan logam dan semikonduktor terlihat dari fungsi kerja (Φ) yang dimiliki oleh setiap bahan. Beberapa logam yang biasa digunakan sebagai kontak diantaranya aluminium (Al) ($\Phi_m = 4.08$ eV), nikel (Ni) ($\Phi_m = 5.15$ eV), emas (Au) ($\Phi_m = 5.1$ eV), palladium (Pd) ($\Phi_m = 5.12$ eV), dan platinum (Pt) ($\Phi_m = 5.65$ eV).

Pada penelitian ini, dilakukan persambungan *metal*-semikonduktor dengan menggunakan logam aluminium. Hal ini dikarenakan fungsi kerja yang dimiliki antara logam aluminium tidak jauh berbeda dengan fungsi kerja yang dimiliki oleh semikonduktor GaN. Sehingga akan menghasilkan kontak ohmik. Sebelum persambungan Al-GaN dilakukan, terlebih dahulu proses deposisi film tipis GaN dengan perbedaan temperatur deposisi yang digunakan. Deposisi film tipis GaN

dilakukan di atas substrat silikon (111) dengan metode *sol gel* menggunakan teknik *spin coating*. Sedangkan temperatur deposisi yang digunakan adalah 850°C dan 900°C. Karakteristik listrik dari persambungan Al-GaN diketahui dengan uji karakterisasi I-V.

B. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimanakah pengaruh variasi temperatur deposisi terhadap nilai tegangan *barrier* persambungan Al-GaN yang dideposisi dengan metode *sol-gel* menggunakan teknik *spin-coating*?”

C. Pembatasan Masalah

Adapun yang menjadi pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Parameter deposisi yang dijadikan sebagai variabel bebas adalah temperatur deposisi yaitu, 850°C dan 900°C. Alasan menggunakan kedua temperatur tersebut adalah pecahnya gas N_2 menjadi atom-atom N terjadi pada temperatur diatas 800°C;
2. Logam yang digunakan pada persambungan logam-semikonduktor adalah aluminium. Hal ini dikarenakan fungsi kerja yang dimiliki antara logam aluminium tidak jauh berbeda dengan fungsi kerja yang dimiliki oleh semikonduktor GaN. Sehingga akan menghasilkan kontak ohmik.

3. Karakterisasi yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik listrik persambungan Al-GaN adalah karakterisasi I-V. Adapun karakteristik yang dianalisis adalah nilai tegangan *barrier*. Sedangkan untuk mengetahui karakteristik fisis yang dimiliki film tipis GaN dilakukan dua uji karakterisasi yaitu, karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) dan karakterisasi *Scanning Electron Microscope* (SEM). Berdasarkan data hasil karakterisasi XRD, maka karakteristik fisis yang diamati meliputi struktur kristal, orientasi kisi dan nilai FWHM dari puncak bidang difraksi. Sedangkan berdasarkan hasil karakterisasi SEM yang dianalisis meliputi permukaan dan ketebalan film yang terbentuk.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur deposisi terhadap nilai tegangan *barrier* persambungan Al-GaN yang dideposisi dengan metode *sol-gel* menggunakan teknik *spin-coating*.

E. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian deposisi film tipis GaN dilakukan dengan metode *sol gel* menggunakan teknik *spin coating*. Sedangkan untuk mengetahui karakteristik listrik dari persambungan Al-GaN dilakukan uji karakterisasi I-V.

F. Manfaat Penelitian

Data-data yang diperoleh dari hasil penelitian terkait struktur kristal dan morfologi permukaan film tipis GaN serta karakteristik listrik persambungan Al-GaN yang dideposisi dengan metode *sol gel* menggunakan teknik *spin coating* dapat memperkaya hasil-hasil penelitian dalam bidang kajian sejenis, yang nantinya dapat dijadikan sebagai pembandingan bagi penelitian yang sedang berlangsung dan sebagai acuan bagi penelitian selanjutnya.

