

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pengembangan material semikonduktor tidak lepas dari perkembangan piranti elektronik diantaranya fotokonduktor ultraviolet (UV). Tuntutan aplikasi modern pada fotokonduktor ultraviolet (UV) membutuhkan material semikonduktor yang memiliki keunggulan, terutama kemampuan beroperasi pada frekuensi dan temperatur tinggi. Saat ini, material semikonduktor paduan seperti SiO₂, GaP dan SiC menjadi material pilihan untuk keperluan tersebut. Akan tetapi adanya kemajuan teknologi dalam pembuatan material berbasis bahan golongan III–V Nitrida dengan keunggulan sifat-sifatnya, menjadikan material berbasis bahan golongan III–V Nitrida sangat potensial untuk aplikasi devais yang memiliki respon tinggi terhadap panjang gelombang daerah ultraviolet. Diantara material berbasis bahan golongan III–V Nitrida, material yang paling berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pembuatan fotokonduktor ultraviolet adalah galium Nitrida (GaN), karena bahan ini memiliki celah pita energi yang bersesuaian dengan panjang gelombang sinar ultraviolet dan berbagai kelebihan lainnya.

Galium Nitrida (GaN) merupakan semikonduktor golongan III–V yang memiliki celah pita energi sebesar 3,39 eV pada suhu ruang (S.M.Sze, 1985) serta celah pita energi berstruktur transisi langsung (*direct bandgap*) (K. Uchida *et al*, 1996), sehingga bahan ini mempunyai koefisien absorpsi optik yang tinggi (α)

yang sangat potensial juga untuk diaplikasikan pada piranti optoelektronik (Nooh, 2003). GaN juga merupakan material untuk devais elektronik yang bekerja pada daya dan temperatur tinggi. Keunggulan lainnya yang dimiliki oleh GaN terletak pada sifat listrik dan sifat optiknya, antara lain berupa celah pita energi yang lebar, konduktivitas termal yang tinggi, respon waktu yang relatif cepat, waktu hidup yang relatif lama serta konsumsi daya rendah (J. S. Foresi dan T. D. Moustakas, 1993)

Struktur kristal GaN yang digunakan adalah struktur heksagonal (wurzite) karena memiliki kelebihan yaitu lebih mudah diperoleh dan lebih stabil pada temperatur tinggi (laju ionisasinya lebih rendah) dibanding GaN berstruktur lain. Sehingga untuk keperluan divais ini, GaN berstruktur heksagonal (wurzite) sangat tepat digunakan. Sedang substrat yang digunakan untuk menumbuhkan film tipis GaN adalah sapphire (Al_2O_3). Kelebihan yang dimiliki sapphire adalah struktur kristal dan daya hantar listrik yang cukup baik, harga relatif murah, stabil pada suhu tinggi, serta kualitas film tipis GaN yang dihasilkan lebih halus.

Kontak metal pada semikonduktor baik kontak ohmik maupun kontak Schottky merupakan hal yang sangat penting dalam aplikasi devais. Dalam pembuatan fotokonduktor berstruktur metal-semikonduktor, sambungan kontak antara metal dengan semikonduktor harus bersifat kontak ohmik. Beberapa studi tentang kontak metal-semikonduktor banyak diteliti dimana parameter sifat listrik dari kontak metal-semikonduktor ini dapat diketahui. Meskipun fungsi kerja metal dapat secara efektif mengetahui tinggi barier Schottky yang disebabkan oleh ion-ion natural dari GaN yang akan menentukan jenis kontak tetapi hal tersebut

bukan merupakan sesuatu yang sangat utama (M. Asif Khan, 1993), penggunaan metode dan proses dalam pembuatan kontak metal pada semikonduktor akan berpengaruh pada jenis kualitas kontak yang dihasilkan (E. Sustini, 2006).

Pembuatan kontak metal-semikonduktor bisa dilakukan dengan metode *evaporasi* maupun metode *fotolithographic*. Pada penelitian ini proses pembuatan kontak bahan metal dengan semikonduktor menggunakan metode *fotolithographic* karena menghasilkan kualitas kontak ohmik yang lebih baik. Kualitas kontak ohmik juga tergantung dari bahan metal yang dipakai yaitu dengan syarat fungsi kerja metal (Al) harus sama atau lebih rendah dibandingkan fungsi kerja semikonduktor (GaN) (J. S. Foresi dan T. D. Moustakas, 1993). Bahan metal yang digunakan untuk kontak metal-semikonduktor adalah metal aluminium (Al) dengan semikonduktornya GaN tipe-n. Dari hasil pengukuran karakteristik I-V, diharapkan kontak antara aluminium (Al) dan semikonduktor GaN tipe-n yang terjadi merupakan kontak ohmik sehingga jenis struktur fotodetektor yang terbentuk adalah jenis struktur fotokonduktor.

Fotokonduktor adalah sebuah komponen elektronik yang resistansinya akan menurun jika ada berkas cahaya yang mengenainya (resistor yang sensitif cahaya). Berkas cahaya dengan energi foton $h\nu$ lebih besar dari energi gap akan diserap oleh fotokonduktor yang akan membangkitkan pasangan elektron-hole sehingga akan merubah resistansi semikonduktor. Kelebihan fotokonduktor dibandingkan tipe fotodetektor lain adalah pada proses pembuatannya yang sederhana dan memiliki *internal gain*. Sedangkan untuk unjuk kerja fotokonduktor ditunjukkan

oleh beberapa parameter diantaranya efisiensi kuantum, responsivitas, respon spektral, gain fotokonduksi, waktu respon dan lain-lain.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini dirumuskan dalam bentuk pertanyaan, sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah gambaran responsivitas fotokonduktor terhadap panjang gelombang?
- b. Bagaimanakah kebergantungan responsivitas fotokonduktor terhadap bias maju?
- c. Bagaimanakah kebergantungan gain fotokonduksi (G) fotokonduktor terhadap bias maju?
- d. Bagaimanakah pengaruh penyinaran terhadap konduktivitas (σ) semikonduktor GaN tipe-n?
- e. Bagaimanakah pengaruh penyinaran terhadap tinggi barier (Φ_b) antara kontak metal Al dengan semikonduktor GaN tipe-n?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu:

- a. Film tipis Galiun Nitrida (GaN) merupakan hasil dari penumbuhan dengan menggunakan metoda PLD (*Pulsed Laser Deposition*) serta telah diketahui ukuran dan sifat listriknya.

- b. Pembuatan kontak metal-semikonduktor antara Al dengan GaN tipe-n menggunakan metoda *fotolithografic* .
- c. Karakteristik responsivitas menggunakan karakteristik respon arus dengan panjang gelombang 300-375 nm pada pemberian tegangan 0,5V, 1V, 1,5V dan 2,5V.
- d. Karakteristik sifat listrik kontak metal-semikonduktor menggunakan Karakterisasi I-V pada kondisi gelap dan kondisi penyinaran, dimana untuk kondisi penyinaran menggunakan panjang gelombang 365 nm.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, adalah:

- a. Pembuatan Fotokonduktor berstruktur Al/n-GaN.
- b. Memperoleh gambaran tentang respon spektral, $\lambda_{\text{cut-off}}$ dan kebergantungan responsivitas serta gain fotokonduksi (G) fotokonduktor terhadap bias maju.
- c. Menentukan nilai konduktivitas dan tinggi barrier pada kondisi gelap dan kondisi penyinaran sehingga diperoleh gambaran tentang kebergantungan nilai tersebut terhadap penyinaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan awal dalam pembuatan fotokonduktor Ultraviolet (UV) berstruktur Al/n-GaN dan menjadi bahan kajian bagi para peneliti dalam kajian sejenis, baik dalam hal material yang diteliti maupun dalam proses pembuatan kontak yang digunakan.