

Analisis Lithium Tantalat (LiTaO_3) Didoping Niobium Bervariasi Suhu

Agus Ismangil¹⁾, Teguh Puja Negara²⁾

Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Pakuan, Indonesia
e-mail: a.ismangil.physics@gmail.com

Abstrak

Lithium tantalite memiliki formula kimia LiTaO_3 , dengan substrat Si Tipe -P (100) dengan metode chemical solution deposition dan spin coating dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 seconds. LiTaO_3 memiliki konsentrasi 2.5M dan suhu annealing 550°C, 600°C, 650°C, 700°C, 750°C, 800 °C. Film tipis LiTaO_3 dikarakterisasi dengan ocean optic spectroscopy. Hasil dari karakterisasi spektroskopi film tipis LiTaO_3 absorbansi maksimum terjadi pada daerah infra merah yaitu pada panjang gelombang 780 nm, puncak absorbansi tertinggi pada film lithium tantalat pada suhu annealing 800°C dengan kata lain film LiTaO_3 banyak menyerap energi foton dari cahaya yang mengenainya.

Kata Kunci : LiTaO_3 , Absorbansi, spin coating, annealing

1. PENDAHULUAN

Semikonduktor merupakan elemen dasar dari komponen elektronika seperti dioda, transistor, dan *integrated circuit* (IC)[1]. Semikonduktor sangat luas pemakaiannya, terutama sejak ditemukannya transistor pada akhir tahun 1940-an[2]. Bahan semikonduktor yang banyak dikenal adalah silikon (Si), germanium (Ge), dan Galium Arsenida (GaAs)[3]. Belakangan ini, silikon menjadi terkenal setelah ditemukan cara mengekstrak bahan silikon dari alam. Silikon merupakan bahan terbanyak kedua yang ada di bumi setelah oksigen[4]. Pasir, kaca, dan batu-batuan lain adalah bahan alam yang banyak mengandung unsur silikon [5].

Semikonduktor yang telah terkotori (tidak murni lagi) oleh atom dari jenis lainnya struktur pita dan resistivitasnya akan berubah[6]. Ketidakmurnian dalam semikonduktor dapat menyumbangkan elektron maupun hole dalam pita energi. Dengan demikian, konsentrasi elektron dapat menjadi tidak sama dengan konsentrasi hole, namun masing-masing bergantung pada konsentrasi dan jenis bahan ketidakmurnian[7]. Dalam aplikasinya terkadang hanya diperlukan bahan dengan pembawa muatan elektron saja, atau hole saja. Hal ini dilakukan dengan doping ketidakmurnian ke dalam semikonduktor[8].

Untuk mendapatkan *device* semikonduktor yang bermutu tinggi[9], yang harus diperhatikan adalah “kemurnian” dan “kesempurnaan kristal tunggal” dari semikonduktor yang dipergunakan sebagai bahan untuk pembuatan alat-alat tersebut[10]. Hal ini disebabkan karena secara umum penambahan sedikit ketidakmurnian mempengaruhi pembawa muatan[11], sehingga mempengaruhi komponen yang akan dibuatnya. Sebaliknya, semakin sempurna kristalnya yang berarti mempunyai kerusakan lapisan kristal yang sangat sedikit, kesempurnaan kristal ini sangat menentukan karakteristik dari komponen yang dibuatnya[12].

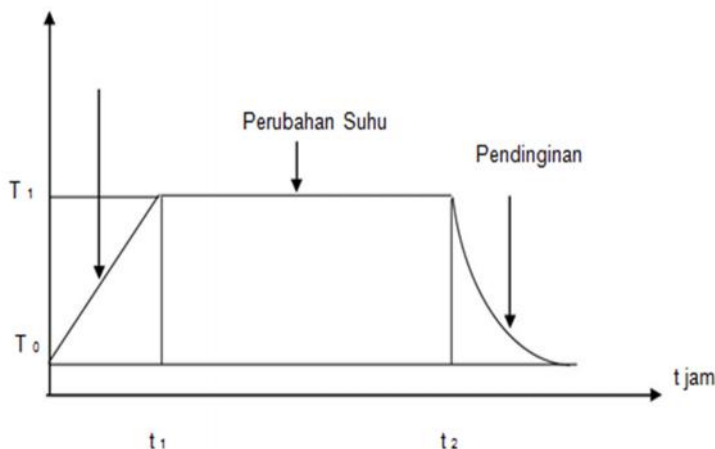
Salah satu penelitian yang belakangan ini menarik perhatian para ahli fisika yaitu penelitian terhadap material ferroelektrik[13] karena material ini sangat menjanjikan terhadap perkembangan *device* generasi baru sehubungan dengan sifat-sifat unik yang dimilikinya[14]. Material ferroelektrik[15], terutama yang didasari oleh campuran lithium tantalat (LiTaO_3), diharapkan sifat pyroelektrik dapat diterapkan pada *infrared sensor*, sifat *polaryzability* dapat diterapkan sebagai *Non Volatile Ferroelektrik Random Access Memory* (NVRAM)[16], serta sifat *electro-optic* dapat digunakan dalam *switch termal infrared* [17].

Sifat suatu material *ferroelectric* dimanfaatkan untuk kebutuhan perangkat elektronika[18]. Peranan bahan *ferroelectric* LiTaO₃ sangat menarik untuk diteliti karena dalam penerapannya dapat digunakan sebagai sensor infra merah. LiTaO₃ merupakan objek yang diteliti secara intensif selama beberapa tahun terakhir karena memiliki sifat yang unik. LiTaO₃ bersifat *ferroelectric* pada suhu kamar. Dari beberapa hasil kajian, LiTaO₃ merupakan material optik, *optoelectric* serta *piezoelectric*. LiTaO₃ memiliki konstanta dielektrik yang tinggi serta kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi juga [19]. Selain itu LiTaO₃ merupakan kristal *non-hygroscopic* yang tidak mudah rusak sifat optiknya[20], sifat ini yang menjadikan bahan LiTaO₃ unggul dari bahan lainnya [21]. Tujuan penelitian ini menentukan absorbansi lithium tantalat (LiTaO₃) diatas substrat silikon (100) tipe-p pada suhu annealing 800°C.

2. METODE PENELITIAN

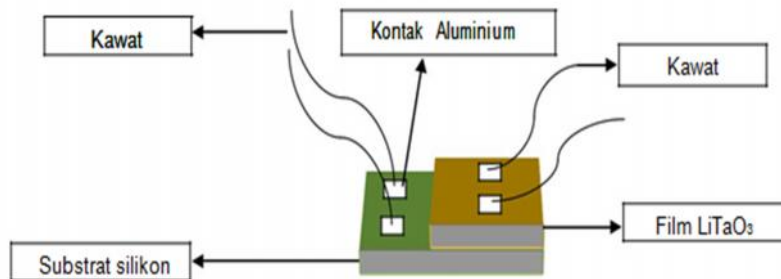
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika, Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bubuk Lithium Asetat [LiO₂C₂H₃], bubuk Tantalum Oksida [Ta₂O₅], bubuk Niobium [NiO₂], pelarut 2-metoksietanol [C₃H₈O₂], substrat Si (100) tipe-p, *deionized water*, aseton PA [CH₃COCH₃, 58.06 g/mol], metanol PA [CH₃OH, 32.04 g/mol], asam florida (HF), kaca preparat, pasta perak, kawat tembaga halus, dan alumunium foil.

Dalam penelitian ini film tipis LiTaO₃ dibuat dengan metode *chemical solution deposition* (CSD)[22] yang telah lama dikembangkan untuk penumbuhan *perovskite thin film* [23].metode ini memiliki keunggulan yaitu prosedurnya mudah, biayanya relatif ekonomis, dan mendapatkan hasil yang bagus. Metode *chemical solution deposition* (CSD)[24] merupakan metode pembuatan film dengan cara pendeposisian larutan bahan kimia di permukaan substrat, kemudian dipreparasi dengan *spin coater* pada kecepatan 3000 rpm selama 30 detik setiap penetesan larutan LiTaO₃ [25].



Gambar 1 Proses annealing

Proses *annealing* dilakukan secara bertahap menggunakan *furnace VulcanTM 3-130*. tujuan *annealing* untuk mendifusikan larutan LiTaO₃ dengan substrat silikon yang dimulai dari suhu ruang kemudian dinaikkan hingga suhu *annealing* yaitu 550 °C, 600 °C, 650 °C, 700 °C, 750 °C dan 800 °C dengan kenaikan suhu 1,7 °C/menit dan ditahan konstan selama 8 jam pada suhu *annealing* tersebut [26A]. Selanjutnya dilakukan proses pendinginan sampai kembali pada suhu ruang.



Gambar 2 Design dari LiTaO₃ Ferroelektrik

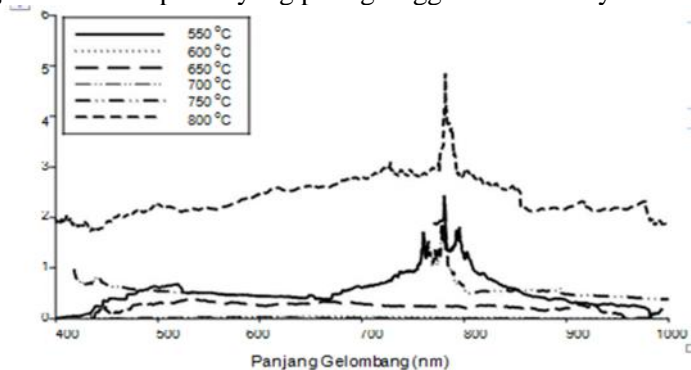
Acti
Go to

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Optik

Pengukuran spektroskopi absorbansi memiliki lima komponen utama yaitu sumber radiasi, monokromator, sampel, *detector*, dan *recorder*. Sumber radiasi yang digunakan yaitu lampu xenon yang umum digunakan pada spektroskopi, sedangkan monokromator berfungsi untuk menghasilkan berkas radiasi dengan satu panjang gelombang. Apabila radiasi atau cahaya putih dilewatkan melalui larutan maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diserap secara selektif dan radiasi lain akan diteruskan atau dipantulkan.

Absorbansi maksimum dari film lithium tantalat terjadi pada daerah infra merah yaitu pada panjang gelombang 780 nm, terlihat pada Gambar 3 puncak absorbansi tertinggi pada film lithium tantalat pada suhu annealing 800 °C, dengan kata lain film LiTaO₃ banyak menyerap energi foton dari cahaya yang mengenainya. Intensitas absorbansi film LiTaO₃ setelah proses *annealing* selama 8 jam juga lebih tinggi. Selain itu, grafik absorbansi pada rentang panjang gelombang 450-950 nm cenderung horizontal, hal ini menunjukkan bahwa film LiTaO₃ dapat menyerap seluruh cahaya pada rentang panjang gelombang tersebut. Pada film LiTaO₃ proses *annealing* 700 °C absorbansi terjadi pada panjang gelombang 750 nm, hal ini terjadi pada daerah panjang gelombang merah. Namun intensitas absorbansi pada film LiTaO₃ pada proses *annealing* 800 °C merupakan yang paling tinggi absorbansinya.



Gambar 3 Absorbansi terhadap panjang gelombang

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapat disimpulkan bahwa absorbansi maksimum dari film lithium tantalat terjadi pada daerah infra merah yaitu pada panjang gelombang 780 nm, puncak absorbansi tertinggi pada film lithium tantalat pada suhu annealing 800°C dengan kata lain film LiTaO₃ banyak menyerap energi foton dari cahaya yang mengenainya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Kemenristekdikti berdasarkan surat keputusan nomor. 3/E/KPT/2018 dan perjanjian/kontrak Nomor 0801/K4/KM/2018 yang telah mendanai Penelitian ini, semoga penelitian ini bermanfaat dan berguna bagi bangsa dan Negara Indonesia.

5. REFERENSI

- [1] Saito, T, I. 1996. Kimia Anorganik. Permiission of Iwanami Shaten Publisher.
- [2] Milan J, Lauhon L, and Allen J. 2005. Photoconductivity of Semiconducting. CdS.
- [3] Paula M.V, Nathalie B, Sebastian Z, Pedro F, Maria H.F. 2014. Are lithium niobate (LiNbO₃) and lithium tantalate (LiTaO₃) ferroelectrics bioactive. *Journal Materials Science and Engineering* 39:395-402.
- [4] Milton O. 1991. The Materials Science of Thin Film. Academic Press Limited, London.
- [5] Irzaman, A. Fuad, and M. Barmawi. 2001. Spectral Response of Al/Si Photodiodes for IR Sensor. Proceeding Instrumentation, Measurement, and Communications for the Future, Indonesian German Conference (IGC), Bandung: 340 – 342.
- [6] Omar, M.A. 2007. Elementary Solid State Physics. Addison-Wesley Publishing Company.
- [7] Song I et al. 2004. Diffusion of Zn in stoichiometric LiTaO₃. *Journal of Crystal Growth* 270: 568–572.
- [8] Rio S.R, M.lida.1999. Fisika dan Teknologi Semikonduktor. PT.Pradnya Paramita: Jakarta.
- [9] Kwok, K. N. 1995. Complete Guide to Semiconductor Device. McGraw-Hill, inc.
- [10] Kuneva M, Christova K and Tonchev S. 2012. Proton-exchanged optical waveguides in LiTaO₃: phase composition and stress. *Journal of Physics: Conference Series*. 398.
- [11] Liu X. 2005. Nanoscale chemical etching of near-stoichiometric lithium tantalite. *Journal Material sains* 97(1):30-38.
- [12] Sutrisno. 1986. Elektronika Teori dan Penerapannya. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [13] Tipler PA.1991. Physics for Scientist and Engineers. Worth Publisher Inc.
- [14] Beata Z, Ewa M, Ryszard J. K. 2012. Synthesis, characterization and photocatalytic properties of lithium tantalite. *Journal Materials Characterization* 68:71-78.
- [15] Chaidir A, Kisworo D. 2007. Pengaruh pemanasan terhadap struktur-mikro, sifat mekanik dan korosi paduan Zr-Nb-Sn-Fe. [Hasil-hasil Penelitian EBN]. ISSN 0854-5561.
- [16] Cullity, B.D. 1956. Elements of X-Ray Diffraction. Massachusetts, Addison Wesley Publishing Company.
- [17] Irzaman, Maddu A, Syafutra H dan Ismangil A. 2010. Uji konduktivitas listrik dan dielektrik film tipis lithium tantalate (LiTaO₃) yang didadah niobium pentaoksida (Nb₂O₅) menggunakan metode chemical solution deposition. Prosiding Seminar Nasional Fisika, Bandung: 175-183.
- [18] Malvino A V. 1990. Prinsip-prinsip Elektronika. Jakarta: Salemba Teknika.
- [19] Uchino K. 2000. Ferroelectric Devices. New York: Marcel Dekker, In
- [20] Jun L, Yang L, Zhongxiang Z, Ruyan G, Amar S, and Bhalla. 2013. Structure and dielectric properties of niobium-rich potassium lithium tantalate niobate single crystals. *Journal Ceramics International* 39:8537-8541.
- [21] Schwartz, Robert W. 1997. Chemical Solution Deposition of Perovskite Thin Film. Chem. Mater: 2325-2340.
- [22] Seo, J.Y, Park S.W. 2004. Chemical Mechanical Planarization Characteristic of Ferroelectric Film for FRAM Applications. *International Journal of Korean Physics society*

45: 769-772.

- [23] Ismangil A, Irmansyah, Irzaman. 2016. The diffusion coefficient of lithium tantalite with temperature variations on LAPAN-IPB satellite infra-red sensor. *International Journal of Procedia Environmental Sciences* 23: 343 – 444.
- [24] Irzaman, Darvina Y, Fuad A, Arifin P, Budiman M dan Barmawi M. 2003. Physical and pyroelectric properties of tantalum oxide doped lead zirconium titanate [Pb_{0.9950} (Zr_{0.525} Ti_{0.465} Ta_{0.010}) O₃] thin films and its applications for IR sensor. *Physica Status Solidi (a) Germany* 199: 416-424.
- [25] Irzaman, H. Syafutra, A. Arif, H. Alatas, M. N. Hilaludin, A. Kurniawan, J. Iskandar, M. Dahrul, A. Ismangil, D. Yosman, Aminullah, L. B. Prasetyo, A. Yusuf, and T. M. Kadri. 2014. Formation of solar cells based on Ba_{0.5} Sr_{0.5} TiO₃ (BST) ferroelectric thick film. *Proc. American Institute of Physics (AIP) Conference* 1586. 23-34.
- [26] Ismangil A, Jenie R P, Irmansyah, Irzaman. 2015. Development of lithium tantalite (LiTaO₃) for automatic switch on LAPAN-IPB Satellite infra-red sensor. *International Journal of Procedia Environmental Sciences* 24: 329 – 334