

Sifat Listrik Kapasitor MOS dengan Oksida Strontium Titanat ($SrTiO_3$)

Hadi Kurniawan

Dosen Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh

Abstrak

*Telah dilakukan pengujian pada semikonduktor kapasitor metal oksida (MOS) dengan bahan oksida Strontium Titanat ($SrTiO_3$) yang disintesis menggunakan metode *chemical bath deposition* (CBD) dengan substrat silikon kristal. Oksida strontium titanat adalah oksida yang memiliki nilai dielektrisitas yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deposisi lapisan oksida berada pada ketebalan 200 nm, dan didapatkan kapasitansi terbesar 304 pF pada oksida dengan ketebalan 33,34 nm dan luas substrat 0,7 cm².*

Keyword : *Capacitance, Metal Oxide Semiconductor (MOS), Strontium Titanat ($SrTiO_3$), Dielectric Constanta.*

PENDAHULUAN

Teknologi semikonduktor mengalami perkembangan yang pesat, mulai dari penemuan bahan, teknik pembuatan maupun aplikasinya di bidang elektronika dan optoelektronik. Penemuan bahan semikonduktor yang paling sederhana dimulai dengan ditemukannya silikon, germanium sampai dengan ditemukannya bahan semikonduktor paduan. Lapisan tipis adalah suatu film yang sangat tipis dari bahan organik ataupun anorganik, metal maupun campuran metal organik yang memiliki sifat-sifat konduktor, semikonduktor maupun isolator (Darsikin, 2005).¹

Lapisan tipis yang dibuat dengan teknik penumbuhan atom atau partikel pada permukaan substrat dengan ketebalan sampai orde mikrometer semakin banyak diteliti dan dimanfaatkan. Sifat umum lapisan tipis dari suatu bahan berbeda dengan bahan padatan, karena proses preparasi (misalnya: *evaporasi, sputtering*), geometri (ukuran panjang, tebal dan lebar) komposisi dan strukturnya (Darsikin, 2005).² Sifat-sifat lapisan tipis yang ditumbuhkan dapat dimodifikasi sesuai dengan tujuan penerapannya. Berbagai bahan yang memiliki potensi

¹ Darsikin, Khairurrijal, Sukirno dan M Barmawi. 2005. Sifat Listrik Lapisan tipis $SrTiO_3$ untuk kapasitor MOS. Jurnal Matematika dan Sains. 2005. Vol 10 no 3, hal 87-91.

² Darsikin, Khairurrijal, Sukirno dan M Barmawi. 2005. Sifat Listrik Lapisan tipis $SrTiO_3$ untuk kapasitor MOS. Jurnal Matematika dan Sains. 2005. Vol 10 no 3, hal 87-91.

sebagai semikonduktor telah banyak diteliti, mulai dari bahan yang memiliki sifat fotokatalis, *magnetis storage* dan dielektrik. Strontium titanat (SrTiO_3) sebagai bahan oksida telah banyak diteliti.

Material dengan struktur perovskit ini banyak digunakan sebagai material dielektrik dalam kapasitor, konduktor ion oksigen dalam sebuah sensor, substrat dalam bahan superkonduktor atau sebagai material piezoelektrik dalam aktuator (Benthem, 2001). Dengan keunggulan tersebut maka bahan strontium titanat banyak dibuat dalam bentuk lapisan tipis. Pembuatan yang telah dilakukan dengan menggunakan *Chemical Bath Deposition*. Cara ini dinilai memiliki keunggulan dibandingkan dengan cara lain, diantaranya adalah proses penumbuhan lebih sederhana, biaya yang lebih hemat dan hasil deposisi yang bagus.

PEMBAHASAN

Bahan dan Metode

Wafer Strontium titanat (SrTiO_3) yang telah disubstitusikan di atas wafer silikon di ukur besaran arus (I) dan tegangannya (V) dengan menggunakan rangkaian seri antara power suplay dan multimeter. Untuk menghitung kapasitansi (C) digunakan LCR meter sehingga dielektrisitas dari kapasitor dapat dihitung.

Hasil dan Diskusi

Pengukuran arus dan tegangan memberikan besar arus (I), rapat arus (J), resistansi (R) dan tegangan (V) yang digunakan. Pengukuran juga menghitung kapasitansi lapisan tipis dengan menggunakan struktur kapasitor MOS (*Metal Oxide Semiconductor*).

Dari hasil pengukuran resistansi sebelum dan sesudah pelapisan pada sampel A, berdasarkan persamaan (2.13) diperoleh ketebalan lapisan tipis sampel 1 sebesar 36,80 nm. Dengan cara yang sama ketebalan, kapasitansi akumulasi dan rapat arus dari 11 sampel lainnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

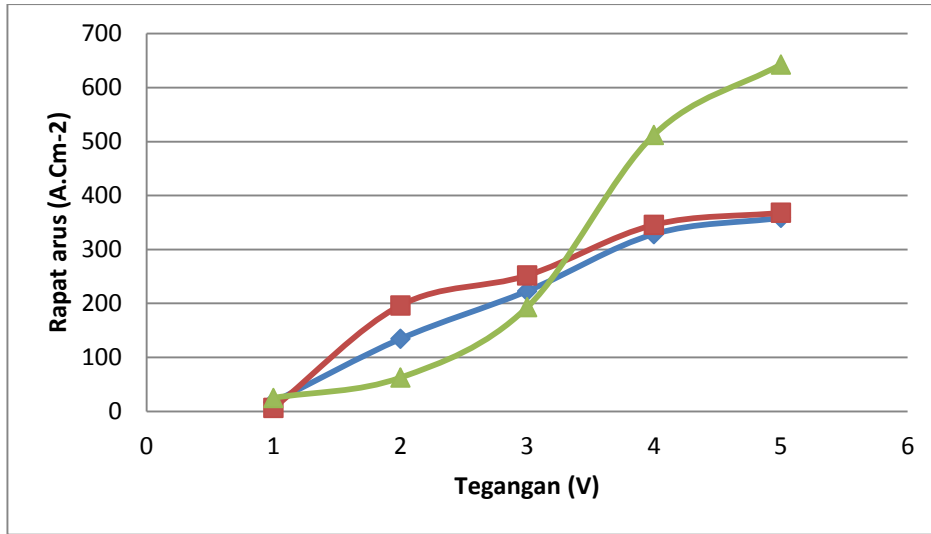
Tabel 4.2. Kapasitansi akumulasi, ketebalan, volume oksida dan luas permukaan lapisan tipis.

NO	Sampel	Kapasitansi akumulasi (pF)	Ketebalan (nm)	Volume oksida ($E7 \text{ nm}^3$)	Luas substrat (cm^2)
1	B	304,7	33,34	23,338	0,7
2	C	360	15,98	12,943	0,81
3	D	214,7	23,06	11,53	0,5
4	E	170,5	32,872	17,75	0,54
5	F	212	0,229	0,109	0,48
6	G	223	48,5	29,1	0,6
7	H	260,6	24,9	6,223	0,23
8	I	320	25,89	14,498	0,56
9	J	291,6	47,33	20,825	0,44
10	K	242	21,26	7,441	0,33
11	L	205,7	16,69	9,346	0,56

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kapasitansi suatu bahan sangat bergantung pada ketebalan dan luas permukaan bahan itu sendiri. Semakin besar luas permukaan lapisan oksida, maka kapasitansi makin besar. Sama dengan lapisan oksida, semakin tebal lapisan oksidanya maka konstanta kapasitansinya semakin besar pula. Hal ini dipengaruhi oleh pergeseran muatan akibat adanya medan magnet oleh tegangan yang diberikan.

Kapasitansi akumulasi terbesar adalah pada sampel C yaitu 360 pF, hal ini disebabkan karena sampel C telah mengalami perendaman selama 8 jam dan pemanasan pada suhu 220°C selama 2 jam. Walaupun ketebalannya tidak begitu besar akan tetapi lapisan tipis yang terbentuk sudah dalam fase kristal sehingga polarisasi mudah terjadi.

Rapat arus adalah banyaknya arus yang mengalir tiap satuan luas. Untuk lapisan oksida SrTiO_3 luas daerah yang dipakai adalah luas dari substrat yang digunakan. Grafik perbandingan rapat arus dan tegangan yang diberikan pada lapisan tipis dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Perbandingan rapat arus (J) dan tegangan (V)

Kurva rapat arus dan muatan yang linier menunjukkan adanya konduktivitas ohmik, dimana bahan yang dibuat memiliki sifat-sifat dari sebuah material ohmik. Pada penelitian ini untuk membandingkan bahan yang memiliki konduktivitas ohmik diambil tiga sampel yang memiliki nilai kapasitansi akumulasi tertinggi yaitu sampel B, C dan I, dengan kapasitansi akumulasi berturut-turut adalah 304,07 pF, 360 pF dan 320 pF. Sampel B hampir memiliki sifat ohmik, terlihat dari grafik gambar 4.3 dimana grafiknya hampir linier.

Hal ini diakibatkan karena sampel B mengalami perendaman sampel selama 8 jam, sehingga lapisan yang terbentuk lebih tebal. Sementara itu sampel C dan I merupakan bahan dielektrik yang ditunjukkan oleh tidak liniernya grafik dan setiap kenaikan tegangan mempengaruhi rapat arusnya. Tingginya kapasitansi pada sampel C merupakan efek dari luas permukaan. Semakin luas permukaan lapisan tipis suatu bahan maka kapasitansinya juga semakin besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan Konstanta dielektrik pada lapisan tipis ini cukup besar pada sampel A dan C yaitu 70,1436 dan 96,1966 sehingga lapisan tipis ini cocok digunakan untuk bahan dielektrik untuk kapasitor *Metal Oxide Semiconductor* (MOS).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, Mikrajuddin. 2009. Pengantar Nanosains. ITB.Bandung.
- Akhiruddin. M, Hasiholan T.R, dan Mersi K. 2009. Penumbuhan Film Nanokristal SnO₂ dengan Metode Chemical Bath Deposition (CBD). Jurnal Nanosains & Nanoteknologi. Edisi Khusus, Agustus 2009.
- Asmuni. 2000. Karakterisasi Pasir Kuarsa (SiO₂) dengan metode X-RD. FMIPA USU. Medan.
- Brinker, Jeffrey dan Goerge W. Scherer. 1990. California : Academic Press.
- Chia Hao Chang and Yun Hwei Shen. 2006. Synthesis and characterization of chromium doped SrTiO₃ photocatalyst. Science Direct Material Letter. 2006. vol 60, 129-132.
- Darsikin, Khairurrijal, Sukirno dan M Barmawi. 2005. Sifat Listrik Lapisan tipis SrTiO₃ untuk kapasitor MOS. Jurnal Matematika dan Sains. 2005. Vol 10 no 3, hal 87-91.
- Gutowski Casey. 2008. Silikon Based solar cellsare the foundation of a variety of fotofvoltaik technologies and applications. Photonic Spectra. 2008 Vol 2, issue 6, 70-76.
- Hannes Guhl, Wolfram Miller and Karsten Reuter. 2009. Oxygen adatoms at SrTiO₃ (001): A density functional theory study. Surface Science. 2009. 604, 372-376.
- Hans Ulrich Krebs. 2010. Polymer Thin Film. Vorlesung Lecture.Jerman.
- Heri Sutanto. 2001. Pengaruh Variasi Temperatur Penumbuhan Terhadap Karakteristik Sifat listrik Lapisan tipis GaN diatas Si (111) dengan metoda PA-MOVCD. Jurnal Berkala Fisika. 2001. Vol 4 no 2, hal 40-44.
- Isaacs, Alan. 1994. *A Concise Dictionarry Of Physics*. London : Oxfosrd University Press.
- J.H. Haeni, P. Irvan, W.Chang, et all. 2004. Room-temperature ferroelectricity in strained SrTiO₃. Letter To Nature, 2004. Vol 430.
- Kwok Ng. 1997. *Complete Guide To Semiconductor Devices*. New Jersey : McGraw-ill Inc.
- K Van Benthem and Elsasser. 2001. *Bulk Elektronik Structure of SrTiO₂: Eksperiment and Theory*. Journal of Applied Physics. 2001. Vol 90, no. 12.
- Nikolais Luigi dan Carotenuto G. 2005. *Metal-Polimer Nanocomposite*. New Jersey. John Willey and Soon Inc.
- Norton.D.P, Theodoropoulou. N.A, dkk. 2003. *Propertis of Mn-Implanted BaTiO₃, SrTiO₃ and KTaO₃*. Electrochemical and Solid State Letter. 2003. 6 (2) G19-G21.

- Rio, S. Reka dan Masamori Iida. 1999. *Fiska Dan Teknologi Semikonduktor*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Rusdiana Dadi. 2006. Pengaruh Temperatur Deposisi Penyangga Aluminium Nitrida terhadap Struktur Kristal dan Morfologi Lapisan tipis GaN dengan Metoda DC Unbalanced Magnetron Sputtering. *Jurnal Matematika dan Sain*. 2006. vol 11. No 1.
- Sands, Donald E. 1975. *Introduction To Crystallograph*. W. A. Benjamin Inc. New Jersey.
- Vlack, Lawrence H Van. 1981. *Element Of materials Science and Engineering*. Addison-Wesley Publishing Company. Massachu.