

PEMBUATAN KONDUKTOR TRANSPARAN THIN FILM SnO₂ DENGAN MENGUNAKAN TEKNIK SPRAY PYROLYSIS

Syuhada, Dwi Bayuwati, Sulaiman

Pusat Penelitian Fisika-LIPI, Kawasan Puspiptek Serpong Tangerang 15314
e-mail: hadda212@yahoo.com

ABSTRAK

Teknik spray pyrolysis telah digunakan untuk pembuatan film tipis *Tin oxide* (SnO₂) untuk melapisi silikon yang digunakan sebagai konduktor transparan pada sel surya. Pengaruh suhu dan waktu deposisi pada teknik ini dilakukan untuk mendapatkan film tipis SnO₂ yang mempunyai nilai konduktivitas cukup tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa film tipis tersebut mempunyai resistivity rendah ($\rho = 1.202 \times 10^{-2} \Omega\text{-cm}$ yang dideposisikan pada suhu 370°C selama 8 menit) serta mempunyai transmisi yang cukup tinggi pada daerah panjang gelombang cahaya tampak.

Kata kunci : Tin oksida, teknik spray pyrolysis, konduktor transparan.

ABSTRACT

Spray Pyrolysis technique has been used for thin film deposition of silicon-doped thin oxide (SnO₂), which is used for solar cell applications as a transparent conducting. The effect of a deposit temperature and a deposit time on the electrical properties of films has been investigated to obtain highly conductive transparent SnO₂ thin films. The result shows that film has low resistivity ($\rho = 1.202 \times 10^{-2} \Omega\text{-cm}$, which was deposited at 370 °C for 8 min) and a high transmission in the visible range.

Keywords: Tin oxide, spray pyrolysis technique, transparent conducting.

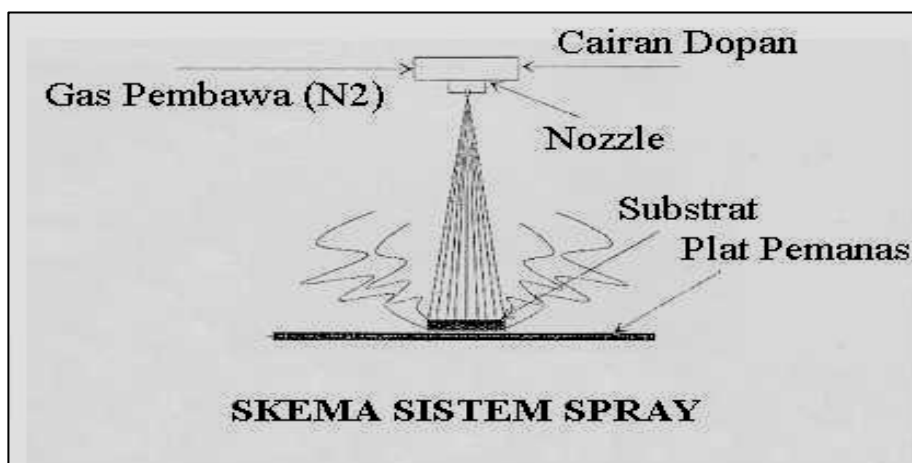
I. PENDAHULUAN

Transparent conducting oxide (TCO)/oksida konduktor transparan memegang peranan penting untuk pembuatan film tipis berbasis silikon maupun film tipis untuk solar cell berbasis bahan lain. Material TCO biasa dipakai sebagai *window* pada solar cell dan juga dapat berperan sebagai elektroda sel surya. TCO yang ideal mempunyai sifat antara lain: transparansi yang tinggi pada panjang gelombang tertentu, konduktivitas yang tinggi serta mempunyai *carrier mobility* yang tinggi. Beberapa macam TCO telah dibuat untuk sel surya misalnya *Indium Tin Oxide*, *Tin Oxide* (SnO₂) dan *Zinc Oxide* (ZnO). Berbagai teknik telah digunakan untuk pembuatan TCO seperti evaporasi, *sputtering*, *chemical vapour deposition*, *spray pyrolysis* dan lain sebagainya [1-3].

Pada penelitian ini kami menggunakan teknik *spray pyrolysis* karena mempunyai beberapa keuntungan antara lain: metodenya sederhana, biaya pembuatan dan bahan dasarnya murah. Pada proses menggunakan teknik ini meliputi optimisasi banyak parameter proses seperti efek konsentrasi larutan [4], jarak nozzle ke substrat [5], kecepatan aliran udara [5] dan suhu substrat [6] yang tentunya sangat memengaruhi sifat-sifat dari film tipis. Pada penelitian ini kami memfokuskan sifat-sifat listrik dan optik thin film SnO_2 yang dibuat dengan menggunakan teknik *spray pyrolysis*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui parameter-parameter deposisi yang optimal seperti waktu deposisi dan temperature deposisi sehingga didapat thin film yang mempunyai konduktivitas dan sifat transmisi tinggi.

II. METODE EKSPERIMEN

Film SnO_2 dibuat dengan menggunakan teknik *spray pyrolysis* di atas gelas substrat dengan menggunakan larutan $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sebagai precursor. $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ direaksikan dengan methanol dan H_2O . Sebagai substrat dipakai kaca preparat sedangkan gas N_2 dipakai sebagai gas pembawa dan gas reaksi dengan kecepatan aliran $700 \text{ cm}^3 / \text{min}$. Film tipis dideposisikan pada range temperatur yang bervariasi dari 300°C hingga 370°C . Waktu deposisi juga divariasikan dari 5 hingga 8 menit.

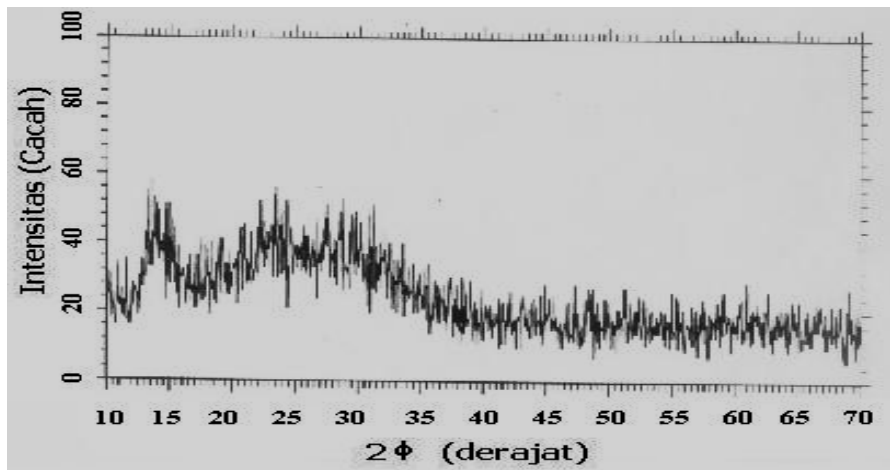


Gambar 1. Skema sistem spray pyrolysis.

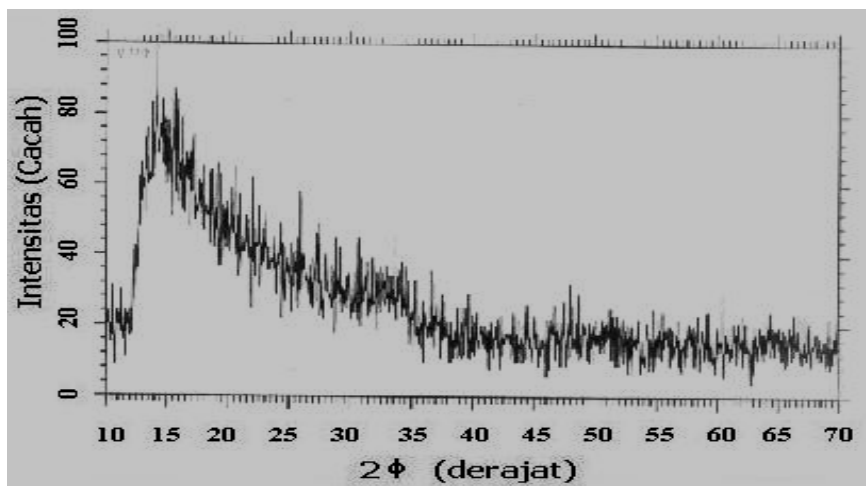
Film tipis SnO_2 yang terbentuk dianalisa menggunakan diffractometer sinar-X dengan menggunakan radiasi $\text{CuK}\alpha$, sedangkan resistivity listrik diukur menggunakan *four point probe* dan transmitansi optis didapat dengan menggunakan UV-VIS-NIR Jasco spectrophotometer.

III. HASIL DAN DISKUSI

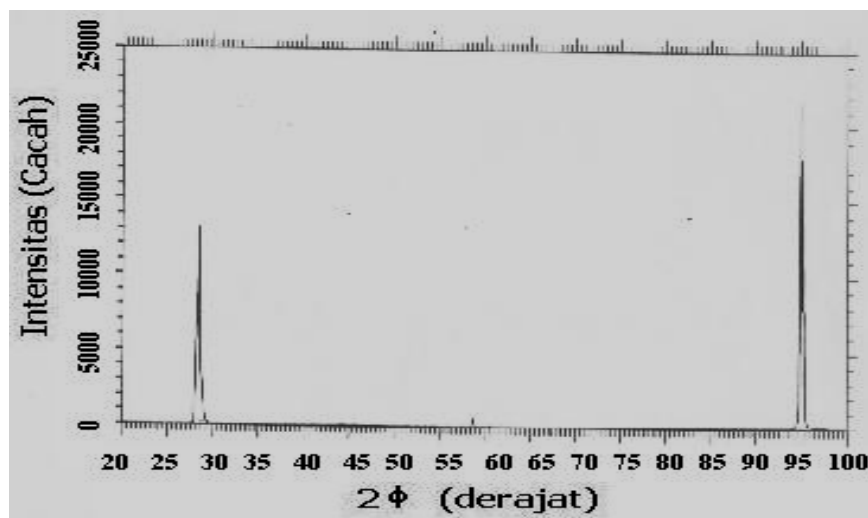
Hasil karakterisasi film tipis menggunakan diffractometer sinar-X ditunjukkan pada kurva-kurva difraksi sinar-X berikut masing-masing dengan suhu deposisi 350°C dan waktu deposisi 5 menit (Gambar 2) serta suhu deposisi 370°C dan waktu deposisi 8 menit (Gambar 3); dibandingkan dengan kurva difraksi sinar-X dari substrat gelas saja (Gambar 4).



Gambar 2. Difraksi sinar-X dari film SnO_2 dengan suhu deposisi 350 dan waktu deposisi 5 menit.



Gambar 3. Difraksi sinar-X dari film SnO_2 dengan suhu deposisi 370 dan waktu deposisi 8 menit.



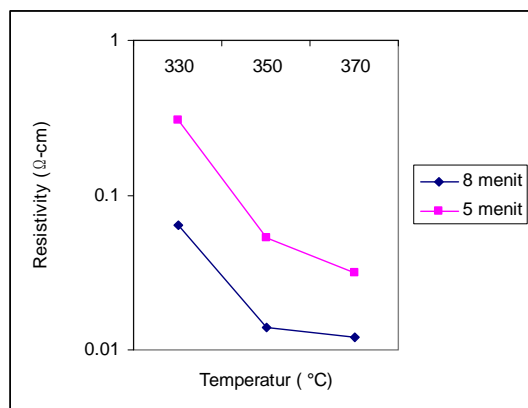
Gambar 4. Kurva difraksi sinar-X dari gelas.

Dari kurva difraksi sinar-X tampak bahwa pertumbuhan kristal SnO_2 dipengaruhi oleh waktu deposisi dan suhu deposisi. Pada suhu 370°C dan waktu deposisi 8 menit memperlihatkan terbentuknya pertumbuhan kristal pada $2\theta = 14$; sedangkan pada suhu 350°C dan waktu deposisi 5 menit masih belum terbentuk kristal atau masih berbentuk amorf seperti yang ditampilkan oleh Gambar 2 dan 3. Dari gambar ini tidak terlihat adanya kristal Si ataupun SiO_2 yang merupakan bahan dasar dari gelas preparat yang dipakai sebagai substrat. Hal ini mengidentifikasikan bahwa telah terbentuk lapisan yang berasal dari SnO_2 . Gambar 4 memperlihatkan hasil difraksi sinar-X dari substrat gelas yang mana Si terbentuk pada $2\theta = 28$. Sementara pada nilai ini untuk difraksi sinar-X setelah pelapisan tidak terlihat ada puncak Si atau SiO_2 . Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa dengan pertambahan suhu dan lama waktu deposisi mempengaruhi proses pertumbuhan kristal, hal ini sesuai dengan yang dilaporkan P.S. Patil et al dan E. Elangovan [7-8], tapi perlu dikaji lebih lanjut untuk suhu yang lebih tinggi serta penambahan waktu deposisi untuk mendapat hasil deposisi yang optimal.

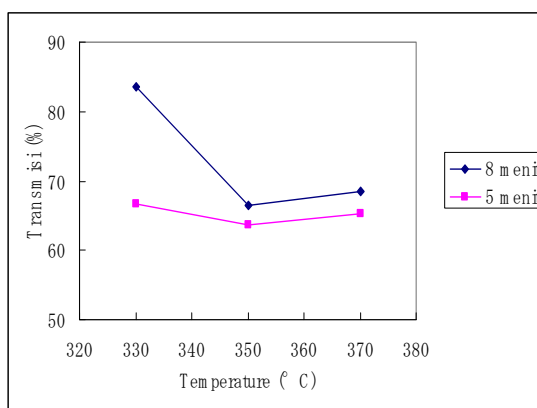
Kurva berikut pada Gambar 5 menunjukkan hubungan resistivity listrik terhadap suhu substrat untuk film SnO_2 dengan waktu deposisi yang berbeda. Dapat dilihat dengan waktu deposisi yang lebih lama untuk suhu yang sama didapat nilai resistivity yang lebih rendah, serta dengan penambahan suhu juga mempengaruhi harga resistivity yaitu dengan semakin rendahnya nilai resistivity seiring dengan penambahan suhu deposisi. Peningkatan nilai resistivity ini terjadi

kemungkinan diakibatkan oleh susunan atau tingkat kristalisasi yang semakin baik seiring dengan penambahan suhu serta waktu deposisi [9].

Nilai rata-rata transmisi dari film SnO_2 pada cahaya tampak ditunjukkan pada kurva di Gambar 6. Nilai rata-rata transmisi yang diperoleh untuk semua film lebih tinggi dari 64% pada cahaya tampak.



Gbr.5. Kurva resistivity listrik sebagai fungsi temperature penumbuhan dari film SnO_2 .



Gbr.6. Nilai rata-rata transmisi film SnO_2 pada cahaya tampak.

Secara umum film dengan waktu deposisi lebih lama serta suhu deposisi yang lebih tinggi menghasilkan nilai transmisi lebih tinggi dari yang lain. Seperti telah kita ketahui dengan penambahan suhu serta waktu deposisi yang lebih lama menyebabkan tingkat kristalisasi yang lebih baik sehingga hal ini mungkin berpengaruh pada nilai transmisinya disamping tentu saja tebal lapisan dari thin film akibat lama waktu deposisi juga ikut berpengaruh. Untuk itu, perlu dikaji lebih lanjut keterkaitan optikal transmisi thin film terhadap ketebalan serta morfologi permukaan dari thin film sehingga akan didapat parameter yang benar-benar berpengaruh terhadap pembuatan thin film.

KESIMPULAN

Konduktor transparan tin oksida dapat dibuat diatas gelas dengan menggunakan metode spray pyrolysis. Untuk menghasilkan film yang berkualitas tinggi perlu diperhatikan pengaruh variasi kondisi deposisi terhadap sifat-sifat film yang dihasilkan. Nitrogen dipakai sebagai carrier dan gas reaksi dengan laju $700 \text{ cm}^3/\text{min}$. Film tipis tin oksida yang terbentuk pada suhu 370°C berbentuk polikristal dan tingkat kristalisasinya semakin baik seiring dengan kenaikan suhu deposisi dan waktu

deposisi. Ketika film SnO₂ dideposisikan pada suhu 370 °C selama 8 menit didapat nilai resistivity terendah yaitu $1.202 \times 10^{-2} \Omega\text{-cm}$. Nilai transmisi optik untuk semua film didapat diatas 64% pada cahaya tampak. Sifat-sifat kelistrikan dan optik dari thin film sangat bergantung waktu dan suhu deposisi yang berpengaruh pada tebal serta morfologi permukaan film.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.K. Hana, J. Photochem. Photobiol. A:Chem. 2000, 132, 1-17.
2. Z.B. Zhou et al, Applied Surface Science. , 2001, 172, 245-252.
3. Rajesh Das et al, Solar Energy Materials & Solar Cells, 2004
4. G. Korotcenkov, V. Brinzari, A. Cerneavski, A. Cornet, J. Morante, A. Cabot, et al., sensor Actuat., 2002, B 84, 37-42.
5. J. Joseph, S. Ramamurthy, B. Subramanian, C. Sanjeeviraja, M. Jayachandran, J. Cryst. Growth, 2002, 240,142-151.
6. M. Girtan, H. Cachet, G.I. Rusu, Thin Solid Films, 2003, 427, 242-250.
7. P.S. Patil et al, Ceramics International, 2003, 29, 725-734.
8. E. Elangovan et al, Solid State Communications, 2004, 130, 23 -527.
9. Jin-Hong Lee et al, Surface and Coatings Technology, 2004, 184, 102-107.