

Sains & Teknologi Keadaan Pepejal, 1992, ms 66-70
Pros. Seminar Sains Keadaan Pepejal Ke IX, (UTM)
ISSN 0128-5785

SIFAT OPTIK DAN STRUKTUR SAPUT TIPIS
TIMAH SULFIDA

Karim Deraman, Bakar Ismail, Samsudi Sakrani dan
R .D. Gould*

Jabatan Fizik, Univerisiti Teknologi Malaysia

Skudai, Johor Bahru

*** Department of physics**

University of keele

Staffordshire , st5 5bg, u k

Abstrak

Saput tipis timah sulfida telah disediakan dengan menggunakan teknik penyejatan vakum pada tekanan sekitar 1×10^{-4} torr dan pada suhu di antara 100 dan 300°C. Ketebalannya adalah di antara 52 dan 370 nm. Pengukuran penyerapan di dalam julat cahaya nampak telah dilakukan dan didapati jurang jalurnya adalah sekitar 1.47 eV (bagi suhu sampel 100°C) manakala cerapan belauan sinar-x pula menunjukkan bahawa komposisi saput berubah daripada SnS₂ (suhu rendah) kepada SnS (suhu yang lebih tinggi).

Abstract

Tin sulfide films have been prepared by evaporation technique at 1×10^{-4} torr and at substrate temperatures between 100 to 300°C. The films thickness were 52 to 370 nm. From the absorption 1.47 eV and x-ray diffraction pattern shows that the composition of films have changed from SnS₂ (at low temperature) to SnS(at higher temperature).

Pengenalan

Timah sulfida adalah merupakan bahan semikonduktor di dalam kumpulan IV-VI jadual perkalaan. Bahan tersebut terutamanya saput SnS berupaya untuk membina sel fotovoltai [1,6] pengensan laser/cahaya infra merah [7-12] dan sebagai melicau kenderaan (automobile glazing) kerana jurang jalurnya adalah di antara 1.08 dan 1.30 eV. Meskipun begitu tidak banyak kajian dilakukan ke atas bahan berkenaan.

Lapisan polihablur SnS mempunyai struktur orthorhombik dengan kumpulan ruang D_{2h} - Phmn [14-17]. Parameter kekisinya adalah $a = 0.398$ nm, $b = 0.433$ nm dan $c = 1.118$ nm. Unit sel hablurnya terdiri daripada satu atom timah dan dikelilingi oleh enam atom sulfur. Tiga daripadanya berada pada jarak dekat (0.268nm) dengan arah hampir serenjang di antara satu sama lain ($88^\circ 10'$, $88^\circ 10'$ dan $95^\circ 8'$) dan tiga atom lagi pada jarak jauh (0.338nm) dengan arah di antaranya pada sudut 118° , 118° dan 75° . Manakala SnS₂ pula mempunyai struktur heksagonal dengan kumpulan ruang P 3ml dan parameter kekisinya $a = 0.365$ dan $c = 0.590$ nm [18].

Eksperimen

Penyediaan Sampel

Peralatan vakum yang digunakan ialah penyejat vakum Edward, model E306 dan tekanan semasa penyejatan dibiarkan pada sekitar 1×10^{-4} torr. Ketulan SnS dengan ketulian 99.9999% telah digunakan untuk memperolehi saputnya.

Substrat kaca berukuran 76mm x 26mm x 1 mm yang telah dibersihkan [19] diletakkan pada jarak 6.5 cm ke atas sumber penyejatan (boat) molybdenum yang mengandungi ketulan SnS. Kemudian substrat tersebut dipanaskan pada suhu 100, 200 dan 300°C. Penyejatan dilakukan pada kadar 0.1% per saat dan ketebalan yang disediakan dan diukur dengna menggunakan hablur quartza adalah 52, 100 dan 370 nm.

Analisis Sampel

Untuk tujuan pengukuran sifat optik, penyerapan ke atas sampel dengan ketebalan 52nm dalam julat panjang gelombang 350 hingga 800 nm telah dijalankan melalui peralatan monokromator (di Keele University, U.K) manakala corak belauan sinar-x

bagi sputer 100nm (100 dan 200°C) dan 370 nm (300°C) dicerapi dengan menggunakan pancaran CuK, peralatan sinar-x Philips PW 3710 Based Diffractor (di Nottingham University).

Hasil dan Perbincangan

Sifat Optik

Kepancaran dan pekali penyerapan melalui sampel 52nm di dalam julat cahaya nampak masing-masing ditunjukkan pada rajah 1 dan 2. Kepancaran meningkat dengan pertambahan panjang gelombang dan mencapai 80% apabila panjang gelombang yang dinaikkan kepada 650 nm (rajah 1).

Pekali penyerapan optik sputer SnS terhadap tenaga foton telah dihitung dan didapati melebihi $10^4/\text{cm}$ (rajah 2). Secara amnya, jurang optik, E_o bagi bahan semikonduktor diberikan oleh ungkapan

$$\alpha v = C(v - E_o)^n$$

dengan v sebagai frekuensi cahaya yang dilalukan melalui sputer, h sebagai pemalar Plank, C sebagai pemalar dan n ialah integer yang bernilai di antara 1 dan 3 bergantung kepada bahan yang digunakan. Bagi SnS, ianya bersifat transisi tak terus, oleh itu nilai n adalah 2. Apabila diplotkan hubungan $(\alpha v)^{1/2}$ terhadap tenaga foton sepertimana ditunjukkan pada rajah 3, didapati jurang optik adalah bernilai 1.47 eV. Nilai tersebut bersesuaian dengan kajian yang dilakukan oleh Kawano et al [20] terhadap amorfus SnS₂.

Belauan Sinar-x

Corak belauan sinar-x untuk sifat optik di atas ditunjukkan pada rajah 4. Apabila corak tersebut dibandingkan dengan data ASTM dan beberapa kajian yang dilakukan oleh penyelidik yang lain [10, 21-23], hanya puncak bagi nilai pemisahan $d = 6.1$ dan 5.9 sahaja yang muncul. Nilai d tersebut adalah berpadanan nilai bagi SnS₂. Spektrum yang didapati juga memperlihatkan sputer adalah bersifat amorfus.

Suhu penyediaan sput sangat mempengaruhi sebatian timah sulfida yang terbentuk. Fenomena tersebut dapat dilihat dengan jelas daripada corak belauan rajah 5. Sput yang disediakan pada suhu yang rendah ($<200^{\circ}\text{C}$, rajah 5(a) dan 5(b)) didapati terdiri daripada campuran di antara SnS_2 dan SnS . Dalam hal ini, pada 100°C komposisi sebatian sput SnS_2 melebihi komposisi SnS manakala pada suhu 200°C (dan juga 300°C , rajah 5(c)), komposisi sput SnS pula melebihi sput SnS_2 .

Kesimpulan

Dari penyelidikan yang dilakukan, didapati bahawa penyerapan optik sput tipis SnS di dalam spektrum cahaya nampak adalah besar iaitu melebihi 10^4 cm^{-2} (rajah 2) dan jurang optiknya adalah 1.47 eV (rajah 3). Nilai-nilai tersebut merupakan satu sifat optik yang sangat baik untuk pembinaan sel suria.

Daripada perbincangan belauan sinar-x di atas, didapati bahawa komposisi sput SnS sangat bergantung kepada suhu penyediaan sput. Pada suhu 100°C , komposisi sput lebih banyak mengandungi SnS_2 manakala pada suhu lebih daripada 200°C pula, kemunculan sput SnS adalah lebih daripada 200°C pula, kemunculan sput SnS adalah lebih utama. Disamping itu juga sifat amorfus sebatian timah yang disediakan berubah kepada polihablur apabila suhu substrat (suhu penyediaan) ditinggikan.

Penghargaan

Penulis merakamkan ucapan berbilang terima kasih kepada UTM di atas pembiayaan cuti belajar dan penyelidikan ini, juga kepada mereka yang terlibat secara langsung dan tak langsung.

Rujukan

1. P.M. Nikolic, V Cvekiv, S S Vujatic dan M Merdan, Science of Sintering, Vol. 9, No. 2, pp 217-220, 1977.
2. C Clemen, X I Saldana, P Munz dan E Bucher, Phys. Stat. Sol.(a), 49, pp 437, 1978.
3. P M Nikolic, D Trbojevic, B Perovic dan V Cvekiv, Tehnicka Fizika, Vol. 21, pp 47-52, 1980.

4. D Trbojevic, P M Nikolic, B Perovic dan V Cvekiv, *Appl. Phys. Lett.*, 38(5), pp 362-364, 1981.
5. M T S Nair dan P K Nair, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 24, pp 83-87, 1991.
6. M T S Nair dan P K Nair, *Semiconductor Science and Technology*, 6, pp 132-134, 1991.
7. J M Chamberlin dan P M Nikolic, M Merdan dan P Mihailovic, *J Phys C : Solid State Phys.*, Vol 9, pp L637-L642, 1976.
8. J M Chamberlin dan M Merdan, *J Phys C: Solid State Phys.*, Vol 10, pp L571-L574, 1977.
9. P M Nikolic dan D M Todorovic, *J Phys C: Solid State Phys.*, Vol 20, pp 39-46, 1987.
10. Robert D Engelken, Shahzad Ali, Lip Ngin Chang, Charles Brinkley, Kevin Turner dan Colin Hester, *Material Letters*, Vol 10, No 6, pp 264-274, Desember 1990.
11. A M Elkorashy, *Physica B*, Vol 168, pp 257-267, 1991.
12. Helmut Birk dan Harold Jones, *Chemical Physics Letters*, Vol 181, No 2-3, pp 245-249, 1991.
13. M T S Nair dan P K Nair, *J Phys D: Appl. Phys.*, Vol 24, pp 450-453, 1991.
14. A P Lambros, D Geraleas dan N A Economou, *J Phys Chem Solids*, Vol 35, pp 537-541, 1974.
15. P M Nikolic, Lj Miljkovic, P Mihajlovic dan B Lavrencic, *J Phys C: Solid State Phys.*, Vol 10, pp L289-L292, 1977.
16. A M Elkorashy, *Chemtronics*, Vol 1, pp 76-79, 1986
17. A M Elkorashy, *Phys Stat Sol (b)*, Vol 159, pp 903, 1990
18. Takashi Shibata, Yoshihisa Muranushi, Takashi Miura dan Tomiya Kishi, *J Phys Chem Solids*, Vol 51, No 11, pp 1297-1300, 1990.
19. Karim Deraman, Tesis Sarjana, Jabatan Fizik UKM, 1987.
20. K Kawano, R Nakata dan M Sumita, *J Phys D: Appl Phys.*, Vol 22, pp 136-141, 1989.
21. P Pramanik, P K Basu dan S Biswas, *Thin Solid Films*, 150, pp 269-276, 1987.
22. I Grozdanov, M Ristov, Gj Sinadinovski dan M Mitreski, *Fizika*, Vol 21, Suppl 1, pp 320-323, 1989.
23. M Ristov, Gj Sinadinovski, I Grozdanov dan M Mitreski, *Thin Solid Films*, 173, pp 53-58, 1989.