

**SIFAT OPTIK FILEM NIPIS**

**SITI MAHANI BINTI ESMON**

**HS2002-4071**

**TESIS YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA  
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
KOTA KINABALU**

**TAHUN 2005**



## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: SIPAT OPTIK FILEM NIPISIjazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUSIAN (FIZIK ELEKTRONIK)SESSI PENGAJIAN: MAY 2002 - MAC 2005Saya SITI MAHANI BINTI ESMON

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sabaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\*Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Hanie

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: TL 25 KG PT DAUNDARAT, 86400 PAPIT RAJA,BATU PAMAT, JOHOR.DR. JEDOL DAYOU

Nama Penyelia

Tarikh: 29/03/05Tarikh: 29/03/05

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

- \*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

- @ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## PENGAKUAN

“Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan : .....

Nama Penulis : Siti Mahani Binti Esmon

Tarikh : .....



**Untuk ahli keluarga tersayang:**

**Mama dan Babah,**

**Dan buat adik-adik tersayang:**

**Angah, Mak Tam dan Adik,**

**Terima kasih atas sokongan dan galakan.**



Buat yang tercinta,

**Mohd Ruzaini Ariffin**

Terima kasih di atas segala-galanya

**DIPERAKUKAN OLEH****Tandatangan**

- 1. PENYELIA  
(EN.SAAFIE BIN SALLEH)**

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

- 2. PEMERIKSA 1  
(PROF MADYA DR.FAUZIAH HJ.AZIZ)**

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

- 3. PEMERIKSA 2  
(EN. ALVIE LO SINVOI)**

- 4. DEKAN  
(PROF MADYA DR. AMRAN AHMED)**

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

## PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izin dan limpah kurnianya, maka Projek Sarjana Muda ini dapat disiapkan dengan jayanya. Di kesempatan ini saya ingin mengambil peluang ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia projek saya iaitu Encik Saafie Salleh dan tidak dilupakan juga Dr.Jedol Dayou yang banyak memberi tunjuk ajar dan bantuan sepanjang saya menyiapkan projek ini

Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih juga diucapkan kepada ahli keluarga saya, mama dan babah serta saudara Mohd Ruzaini Ariffin yang banyak memberi dorongan dan galakan kepada saya selama ini.

Akhir sekali jutaan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan saya di Fizik Elektronik yang sering membantu dalam memberi pendapat, cadangan dan komen di samping dorongan yang diberikan.

Tidak dilupakan juga kepada semua yang terlibat secara langsung mahupun tidak dalam penyiapan projek ini. Tanpa bantuan dan sokongan anda semua, maka syarat-syarat kelayakan untuk menyiapkan Projek Sarjana Muda ini mustahil untuk dicapai.



## ABSTRAK

Kajian ini dilakukan untuk menganalisa sifat optik filem nipis iaitu kehantaran ( $T$ ) dengan menggunakan ketebalan dan panjang gelombang yang telah ditetapkan. Kaedah yang digunakan adalah menggunakan persamaan kehantaran ( $T$ ) yang telah diberikan dan disimulasikan dengan menggunakan perisian MATLAB bagi menghasilkan graf. Filem nipis yang dianalisiskan adalah CdS yang mempunyai ketebalan  $0.5\mu\text{m}$  dan  $1.0\mu\text{m}$  di atas substrat kaca. Analisa-analisa data dibuat menggunakan nilai-nilai ekstrema yang terdapat dalam graf dan diaplikasikan dalam persamaan. Kesimpulannya indeks biasan bergantung kepada kehantaran ( $T$ ) maksimum dan minimum manakala ketebalan pula bergantung kepada nilai-nilai panjang gelombang maksimum dan minimum yang terdapat dalam graf. Keputusan daripada kajian ini mendapati bahawa nilai ketebalan yang diperolehi bergantung kepada nilai panjang gelombang maksimum dan minimum tetapi tidak bergantung kepada kecil atau besar nilai panjang gelombang tersebut.

## ABSTRACT

This research to be done to analyze the optical constant of semiconductor thin film from transmission measurements. The method using equation of transmission equation and then making simulation from MATLAB. CdS is a analyze thin film have  $0.5\mu\text{m}$  and  $1.0\mu\text{m}$  thickness on glass. Analyze data from value extreme in graph and then application to equation. That conclusion is a refractive index defends to value extreme of transmission however thickness to value extreme of wavelength. Finally this results to be show a thickness defends value extreme of wavelength but not size of wavelength.



## ABSTRAK

Kajian ini dilakukan untuk menganalisa sifat optik filem nipis iaitu kehantaran dengan menggunakan ketebalan dan panjang gelombang yang telah ditetapkan. Kaedah yang digunakan adalah menggunakan persamaan kehantaran yang telah diberikan dan disimulasikan dengan menggunakan perisian MATLAB bagi menghasilkan graf. Filem nipis yang di analisakan adalah CdS yang mempunyai ketebalan  $0.5\mu\text{m}$  dan  $1.0\mu\text{m}$  di atas substrat kaca. Analisa-analisa data dibuat menggunakan nilai-nilai ekstrema yang terdapat dalam graf dan diaplikasikan dalam persamaan. Kesimpulannya indeks biasan bergantung kepada kehantaran maksimum dan minimum manakala ketebalan pula bergantung kepada nilai-nilai panjang gelombang maksimum dan minimum yang terdapat dalam graf. Keputusan daripada kajian ini mendapati bahawa nilai ketebalan yang dikira bergantung kepada nilai panjang gelombang maksimum dan minimum tetapi tidak bergantung kepada kecil atau besar nilai panjang gelombang tersebut.

## ABSTRACT

This research is done to study the optical constant of optical thin films, it's the transmission with the fixed thickness and wavelength range. The transmission equation is used at simulation with MATLAB programmed. The analyzed film are actually CdS on glass substrate with the thickness of  $0.5\mu\text{m}$  and  $1.0\mu\text{m}$ . The analyzed were done using the extreme values from the simulated graph and applied in the given equations. In conclusions the refractive index depends on the minimum and maximum transmission. From the results the calculated thickness also depends on the extreme values and not on the wavelength values.



## KANDUNGAN

	<b>Muka Surat</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>viii</b>
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	<b>ix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 PENGENALAN</b>	<b>1</b>
<b>1.2 TUJUAN PROJEK</b>	<b>4</b>
<b>1.3 OBJEKTIF PROJEK</b>	<b>4</b>
<b>1.4 SKOP PROJEK</b>	<b>5</b>
<b>BAB 2 KAJIAN LITERATUR</b>	<b>6</b>
<b>2.1 SEMIKONDUKTOR</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1 Susunan atom semikonduktor</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2 Sifat optik</b>	<b>9</b>
<b>2.2 FILEM NIPIS</b>	<b>10</b>
<b>2.3 FABRIKASI FILEM NIPIS</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1 Vakum Penyejatan</b>	<b>13</b>
<b>2.3.2 Kegunaan Bahagian Pada penyejatan vakum</b>	<b>14</b>
<b>2.3.3 Pemercikan Katod</b>	<b>16</b>
<b>2.3.4 Kegunaan Bahagian Pada Pemercikan Katod</b>	<b>18</b>
<b>2.4 TEORI FILEM NIPIS</b>	<b>19</b>
<b>2.4.1 Prinsip Huygen Mengenai Pantulan</b>	<b>19</b>
<b>2.4.2 Prinsip Huygen Mengenai Biasan</b>	<b>22</b>
<b>2.4.3 Hukum Pantulan dan Biasan</b>	<b>25</b>
<b>2.5 SIAPA SNELL?</b>	<b>28</b>

**Muka Surat**

<b>2.6 INDEKS BIASAN</b>	<b>31</b>
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>33</b>
<b>3.1 PENGENALAN</b>	<b>33</b>
<b>3.2 PERALATAN YANG DIPERLUKAN</b>	<b>33</b>
<b>3.3 METODOLOGI PROJEK</b>	<b>34</b>
<b>3.3.1 Simulasi sifat optik filem nipis iaitu kehantaran (T)</b>	<b>34</b>
<b>3.3.2 Metodologi simulasi dengan menggunakan perisian MATLAB</b>	<b>37</b>
<b>3.3.2.1 Pengenalan</b>	<b>37</b>
<b>3.3.2.2 Pengaturcaraan menggunakan kaedah MATLAB</b>	<b>37</b>
<b>3.3.2.3 Analisa Puncak-Puncak dan Lembah-lembah</b>	<b>39</b>
<b>BAB 4 KEPUTUSAN &amp; PERBINCANGAN</b>	<b>44</b>
<b>4.1 Keputusan simulasi</b>	<b>44</b>
<b>4.2 Analisa-analisa Puncak dan Lembah</b>	<b>47</b>
<b>BAB 5 KESIMPULAN</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Cadangan</b>	<b>59</b>
<b>RUJUKAN</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 PENGENALAN

Salah satu teknologi penting dalam industri elektronik ialah teknologi filem nipis. Filem nipis adalah elemen yang menyediakan sambungan antara peranti dalaman litar bersepadu (IC) sebelum terbentuknya filem nipis ini. Filem tebal menjadi dominasi bagi penyambungan antara peranti-peranti elektronik. Kekurangan filem tebal ini membawa kepada kewujudan filem nipis. Dalam kajian tentang filem nipis ini, faktor-faktor yang perlu diambil dititikberatkan antaranya ialah proses fabrikasi.

Filem nipis adalah lapisan nipis setebal kira-kira  $10^{-6}$  -  $10^{-9}$  m yang dimendapkan ke atas bahan pepejal seperti kaca, seramik atau bahan lain. Sifat filem mungkin berbeza daripada bahan pukal yang asal. Filem nipis boleh disediakan dengan mendapan vakum, ablasi laser, pemercikan, mendapan wap kimia dan teknik semburan pirolisis.

Penggunaan filem nipis timah bukan sahaja dapat meningkatkan penggunaan bahan mentah tempatan, malah ia juga dapat menyokong industri bangunan, industri otomobil, industri elektronik, industri elektrik, tenaga dan elektronik perubatan. Dalam industri bangunan, filem nipis timah yang disadur pada tingkap dapat menjimatkan tenaga elektrik bagi sistem penyaman udara. Dalam industri otomobil, filem nipis timah



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

oksida yang lutsinar dan boleh mengkonduksi arus elektrik boleh diguna sebagai pemanas nyahkabus semasa hujan.

Fabrikasi bermaksud proses membuat filem nipis yang berkualiti dengan kecacatan yang minimum. Terdapat beberapa kaedah untuk fabrikasi filem nipis ini antaranya ialah Penyejatan vakum dan Pemercikan katod . Walaupun kosnya mahal,kedua-dua kaedah ini sangat popular kerana mempunyai kelebihan masing-masing. Filem nipis ini digunakan untuk membuat peranti-peranti elektronik seperti transistor, kapasitor dan sebagainya.

Penggunaan filem nipis dapat menjimatkan kos disamping itu juga peranannya penting dalam teknologi tinggi. Pasaran dunia untuk filem nipis hampir US\$100 billion. Oleh sebab itu filem nipis didapati sangat popular dalam banyak industri. Kehadiran teknologi yang semakin berkembang pesat membawa kepada terhasilnya filem nipis yang berkualiti dari segi ketahanan dan dengan kos yang minimal. Dalam teknologi optik, penggunaan cakera optik sebagai medium storan maklumat dalam bentuk teks, suara, bunyi, gambar hidup dan mati mempunyai potensi yang besar. Jadual 1.1 di bawah menunjukkan pasaran keperluan filem nipis (Billion US\$) dari tahun 1987 hingga 1993.(Muhammad Yahaya,1997)



Jadual 1.1 : Pasaran keperluan filem nipis (Billion US\$) (Muhammad Yahaya,1997)

Tahun	/	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Keperluan filem nipis								
Semikonduktor	45	55	55	63	73	65	80	
litar terpadu, dll	1	1	1.1	1.25		1.5		
Saduran				1.5		1.5	1.5	
metalurgi optik								
Paparan	0.75	1	1.75	1.85	2.2	2.9	3.7	
Storan Data magnet (komputer)		0.9		1.2		1.5	2*	
optik (audio)				0.5		0.7		
Lain-lain	1.25	1.4	1.9	1.9		2	3*	
Jumlah				71		75	90	

\* anggaran

## **1.2 TUJUAN PROJEK**

Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengkaji sifat-sifat optik filem nipis dengan tumpuan kepada sifat optik kehantaraan (T) dan mensimulasikan persamaan kehantaran dengan menggunakan program perisian yang ditetapkan iaitu MATLAB

## **1.3 OBJEKTIF PROJEK**

Di dalam melaksanakan projek sifat optik filem nipis, ia berdasarkan kepada objektif seperti berikut:

1. Untuk menentukan nilai pemalar optik iaitu indeks biasan dan pemalar kehilangan (k).
2. Untuk menganalisa nilai kehantaran (T) CdS bagi ketebalan  $0.5\mu\text{m}$  dan  $1.0\mu\text{m}$ .



## 1.4 SKOP PROJEK

Kajian ini untuk menentukan sifat-sifat optik filem nipis bergantung kepada nilai ketebalan dan indeks biasan sesuatu bahan. Nilai-nilai indeks biasan yang telah ditetapkan untuk bahan-bahan seperti udara, filem nipis dan kaca.

Sifat-sifat optik ini ditentukan melalui kaedah kehantaran yang diterbitkan daripada persamaan Hukum Snell's dan persamaan Huygen.

Seterusnya simulasi terhadap persamaan-persamaan kehantaran akan dijalankan dengan menggunakan perisian komputer yang telah ditetapkan iaitu MATLAB. Oleh itu pada akhir kajian ini, sifat-sifat optik filem nipis ini akan dapat dibandingkan dengan teori berserta dengan laporan penuh berkenaan kajian sifat-sifat optik serta simulasi Matlab yang telah dilakukan.

## BAB 2

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 SEMIKONDUKTOR

Semikonduktor merupakan bahan asas untuk komponen elektronik seperti diod, transistor dan sebuah litar bersepadu. Disebut semi atau setengah konduktor, kerana bahan ini bukan semikonduktor yang tulen. Bahan-bahan logam seperti tembaga, besi dan timah disebut sebagai semikonduktor yang baik kerana logam memiliki susunan atom yang sedemikian rupa, sehingga elektronnya dapat bergerak bebas.

Semikonduktor sangat berkait rapat dengan industri elektronik. Kesemua alat-alat elektronik yang digunakan sehari-hari adalah diperbuat daripada bahan semikonduktor. Bahan ini menjadi lebih penting dan sentiasa dikaji untuk memenuhi keperluan teknologi moden hari ini. Begitu juga dalam bidang kajian tenaga contohnya, sel suria dihasilkan untuk menyediakan punca sumber kuasa.

Semikonduktor adalah bahan yang mempunyai kerintangan elektrik pertengahan antara penebat dengan logam. Secara amnya semikonduktor mempunyai kerintangan elektrik dalam julat  $10^{-2}$  hingga  $10^9$  ohm-cm pada suhu bilik. Nilai ini sangat bergantung pada suhu. Pada suhu sifar mutlak atau 0 K kebanyakannya bahan semikonduktor adalah penebat dengan kerintangan elektrik yang sangat tinggi sehingga melebihi  $10^{14}$  ohm-cm.



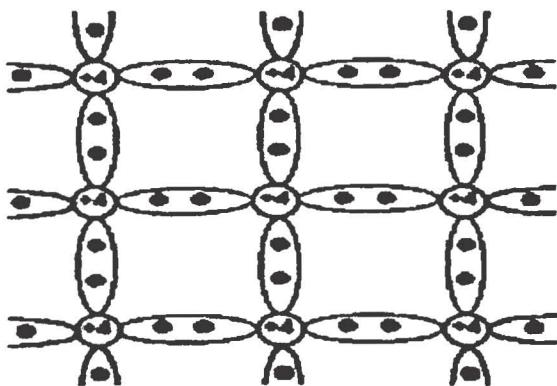
Kekonduksian elektrik adalah salingan kepada kerintangan elektrik. Oleh itu kita juga boleh menakrifkan bahan semikonduktor berdasarkan kekonduksian elektrik sesuatu bahan dengan cara yang sama seperti kerintangannya. Bagi semikonduktor, kekonduksian elektrik adalah sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu, pengujian optik dan kandungan bendasing. Dengan demikian, sifat elektrik bahan semikonduktor boleh diubahsuai mengikut kesesuaian tertentu dengan mudah.

### **2.1.1 Susunan Atom Semikonduktor**

Bahan semikonduktor yang banyak diketahui contohnya adalah Silikon (Si), Germanium (Ge) dan Galium Arsenid (GaAs). Germanium adalah satu-satunya bahan yang digunakan untuk membuat komponen semikonduktor. Namun sejak kebelakangan ini, silikon menjadi popular setelah penemuan dilakukan untuk mengekstrak bahan ini daripada bumi. Silikon merupakan bahan kedua terbanyak yang ada dibumi setelah oksigen ( $O_2$ ). Pasir, kaca dan batu-batuan merupakan contoh bahan daripada alam yang banyak mengandung unsur silikon.

Struktur atom kristal silikon adalah suatu atom nukleus masing-masing memiliki 4 elektron valensi. Ikatan atom yang stabil adalah jika dikelilingi oleh 8 elektron, sehingga 4 elektron atom kristal tersebut membentuk ikatan kovalen dengan ion-ion atom jirannya. Pada suhu yang sangat rendah ( $0^{\circ}\text{K}$ ), struktur atom silikon digambarkan seperti pada rajah 2.1 berikut.





Rajah 2.1: Struktur dua dimensi kristal Silikon

Ikatan kovalens menyebabkan elektron tidak dapat berpindah dari satu atom ke atom yang lain. Pada keadaan demikian, bahan semikonduktor bersifat penebat kerana tidak ada elektron yang dapat berpindah untuk mengalirkan arus elektrik. Pada suhu bilik, terdapat beberapa ikatan kovalen yang terputus kerana tenaga adalah tinggi, sehingga menyebabkan elektron terputus dari ikatannya. Namun hanya terdapat sedikit bilangan yang kecil dapat terbebas, sehingga menyebabkan ia tidak dapat menjadi konduktor yang baik.

Ahli-ahli fizik terutama yang mendalamidi bidang fizik kuantum pada masa itu telah membuat kajian terhadap bahan semikonduktor ini. Di mana kajian yang dijalankan adalah untuk mendapatkan elektron valensi yang bebas dalam jumlah lebih banyak dan tetap serta dapat mengalirkan arus elektrik.

## 2.1.2 Sifat Optik

Bila cahaya mengenai suatu objek cahaya dapat dipancarkan, diserap atau dipantulkan. Bahan yang mempunyai kemampuan untuk memantulkan cahaya, dan biasanya didefinisikan sebagai jernih atau lutsinar. Bahan yang jernih, seperti gelas akan memantulkan cahaya. Batu-batan yang tidak jelas tidak boleh memantulkan cahaya.

Seperti dalam atom elektron-elektron dalam bahan berada dalam peringkat-peringkat tenaga tertentu. Penyerapan tenaga menghasilkan perpindahan elektron dari peringkat terendah ke peringkat tetinggi. Ketika elektron kembali ke peringkat terendah disertai dengan pemancaran radiasi elektromagnetik.

Dalam keadaan elektron yang tenaganya tertinggi di dalam orbit-orbit adalah jalur valensi dan orbit-orbit yang tidak terisi biasanya adalah jalur konduksi. Jurang antara jalur valensi dan jalur konduksi disebut Jurang Tenaga.

Kadar tenaga cahaya tampak 1.8 hingga 3.1 eV. Bahan dengan jurang tenaga di kawasan ini akan menyerap tenaga yang menghubungkan antara satu dengan yang lain. Bahan itu akan kelihatan lutsinar dan berwarna. Contohnya, jurang tenaga CdS sekitar 2.4 eV dan menyerap komponen cahaya biru dan ungu dari sinar tampak. Sinar tampak bahan tersebut berwarna kuning..

Bahan dengan jurang tenaga kurang dari 1.8 eV akan kelihatan tidak jelas, sebab semua cahaya tampak akan diserap. Bahan dengan jurang tenaga lebih besar 3.1 eV tidak akan menyerap julat sinar tampak dan akan lutsinar serta tidak berwarna.

## 2.2 FILEM NIPIS

Filem nipis adalah perkembangan daripada filem tebal. Filem nipis adalah lapisan yang sangat nipis biasanya kurang daripada  $1\mu\text{m}$  dan kadangkala senipis beberapa nanometer sahaja yang disalutkan di atas substrak permukaan bahan lain seperti Si, GaAs dan GaN. Melihat dari segi takrifan perkataan filem merujuk kepada lapisan bahan yang diendapkan. Manakala nipis adalah menggambarkan ketebalan filem yang hanya dalam julat daripada beberapa ratus hingga beberapa ribu angstrom sahaja.(Leaver K.D,1971). Ia merupakan bahan yang sangat penting dalam kebanyakan industri. Secara amnya, filem nipis digunakan sebagai komponen yang tidak aktif dan untuk mempercepatkan pemprosesan pada litar elektronik.

Filem yang digunakan sebagai filem nipis adalah berjulat  $<10\text{\AA}$  (atom yang sikit) hingga  $100\mu\text{m}$  (setebal seurat rambut manusia). Filem nipis yang mempunyai ketebalan maksimum adalah yang lebih baik. Ia boleh difabrikasikan melalui beberapa proses iaitu Penyalut berputar, Penyejatan vakum, Pemercikan katod dan sebagainya.

Penyalut berputar ini merupakan satu proses yang menggunakan teknik putaran bagi membentuk lapisan filem nipis. Tenaga elektrik digunakan bagi menghasilkan putaran penyejatan vakum pula menggunakan kebuk yang dipanaskan pada kadar yang tinggi. Proses planar bermaksud proses memisahkan kawasan aktif dengan metal. Proses ini digunakan pada substrak GaAs. Proses ini sangat murah dan kecacatan yang dialami

adalah minimum. Pemercikan katod juga dijalankan dalam vakum. Proses ini melibatkan penghentaman atom dan akhirnya ia terpisah kepada katod dan anod.

Filem nipis harusnya mempunyai beberapa ciri seperti ketebalan, komposisi, kekasaran dan ciri lain yang mengikut fabrikasi filem nipis. Ciri-ciri ini perlu diuji semasa dan selepas fabrikasinya. Dari segi sifat-sifat optik filem nipis, ketebalan filem kurang daripada jarak gelombang cahaya iaitu kurang daripada  $10^{-7}$  m akan memberikan kesan interferensi terhadap sinar cahaya yang ditujukan kepada permukaannya. Oleh itu sifat-sifat yang khas seperti penyerapan, kehantaran dan refleksi dapat dikaji dengan lebih mendalam. Di samping itu juga melalui ciri-ciri fizikal suatu filem nipis seperti kekerasan, kelincinan dan lain-lain boleh membantu kita mengenalpasti bahan pukalnya serta membolehkan kita mengecam dua jenis bahan yang berlainan.

Dua kelas utama dalam pengujian ciri filem nipis adalah pengujian optik dan teknik berbentuk stylus. Pengujian stylus ini menguji ketebalan dan kekasaran dengan memerhati permukaan filem nipis. Kelajuan dan kejituhan instrumentasi stylus adalah terhad. Teknik optik berhubung kait dengan cahaya. Teknik ini boleh menguji ketebalan, kekasaran konstan optik pada filem.

Filem nipis digunakan secara meluas dalam pelbagai bidang. Antaranya ialah dalam pembangunan teknologi memori. (Muhammad Yahaya, 1997) Ia menggunakan lapisan yang sangat nipis ( $1/10,000$  mm) dengan jurang tenaga yang besar. Ini seterusnya membolehkan penyimpanan data dengan kapasiti yang tinggi. Filem nipis juga digunakan



## RUJUKAN

Alvarez.F, Cisnerros.J.I, Gordillo.G dan Torres.J.,1996.A simple method to determine the optical constant and thickness of Znx Cd1-x S thin films. *Journal of Thin Solid Films* **289**,238-241.

Blaker, J.W. dan Schaeffer, P., 2000. *Optics: An Introduction for Technicians and Technologists*. Upper Saddle River, New Jersey / Colombus, Ohio.

Bubert, H. dan Jenett, H., 2002. *Surface and Thin Film Analysis: A Compendium of Principles, Instrumentation and Applications*, Weinheim, Federal Republic of Germany.

Cheng, S., Nagappan, S. dan Yong, P.L.,1996. *Fizik STPM Jilid 2*, Kursus Sains Fajar Bakti.

Dawar, A.L., Hartnagel, H.L.,Jagadish, C. dan Jain, A.K.,1995. *Semiconducting Transparent Thin Films*. Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia

Gilat, A. 2003. *Mathlab An Introduction With Applications*, The Ohio State University.

Halliday, D., Resnick, R. dan Asiah Salleh (ptrj.), 1992. *Fizik 2*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur, Kementerian Pendidikan Malaysia, Kuala Lumpur.



Halliday, D., Tesnick, R. dan Walker, J., 2001. *Fundamental of Physics*. John Wiley & Sons, Inc, United States of America

Sakata, I dan Hayashi,Y 1981. *Simple Analytical Methods for Determining Optical Constants for Thin Films*, Japan Journal of Applied Physics, Volume 20. Mukasurat 675-676.

Jenkins, F. A., White, H.E. dan Adja Radjeman (ptrj.),1993. *Asas Optik. Ed. ke-4*. Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Leaver,K.D dan Chapman,N. *Thin Films* Wykeham Publications (London) LTD, London.1971

Md Rahim Sahar, 1996. *Gelombang Bunyi Dan Optik*, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur, 136 ms.

Muhammad Yahaya,1997.*Teknologi Filem nipis*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 66 ms.

Neuroth, H.B.N, *The Optical of Optical Glass*. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, New York.

Noor Asiah Tukimin, 2000. *Kajian Sifat Kekonduksian Filem Nipis Asid-Asetik 2-Tiosena Selepas di dopkan dengan Ferum (III) Klorida*, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.

Saafie Salleh, 1991. *Kajian Sifat-Sifat Filem Nipis Silikon Yang Tersejat Dengan Senapang Elektron*, Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.

Sigmon, K., 1998. *Matlab Primer. Ed. ke-5*. Boca Raton Boston New York Washington, D.C. London.

Tischler, M., 1992. *Optoelectronics: Fiber Optic and Lasers*. McGraw-Hill, United States Of America.

