

Kajian Sifat Arus dan voltan KE ATAS DIOD Filem Nipis Campuran Asid Asetik 2 - Tiofena dengan Pirola

Hasiah Salleh

Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia
Mengabang Telipot, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia

ABSTRAK. Asid asetik 2-tiofena dan pirola adalah bahan organik yang boleh menunjukkan ciri diod tertentu. Diod ringkas campuran bahan ini telah dibina dalam bentuk filem nipis menggunakan kaedah penyalut berputar. Pengukuran arus dan voltan menunjukkan bahawa voltan pincang ke hadapan adalah rendah iaitu 0.10V hingga 0.14 V. Pada nilai Voltan yang dikenakan melebihi 0.14 V, arus meningkat secara hampir tetap. Apabila punca sumber kuasa disongsangkan, arus yang dihasilkan terlalu kecil, sehingga tidak dapat dicatat oleh ammeter. Sifat begini disebut sifat pelurus. Diod yang mempunyai ciri tersebut boleh digunakan sebagai rektifier voltan a.u. bagi mendapatkan voltan a.t.

ABSTRACT. The 2-thiophene acetic acid and pyrrole are organic materials, which have shown specific diode characteristic. The simple diode mixture materials was built in a thin film form using the spin coating technique. The current voltage measurement showed that the diode had low bias voltage at 0.10 V to 0.14 V. At voltage of more than 0.14 V, the increase is almost constant. When the diode is reversed, the current flow is so insignificant and could not be read on an ammeter. This characteristic is called rectification. Diode which has this characteristic can be used as rectifier in power supply to convert ac voltage to dc voltage.

KEYWORD: 2-Thiophene Acetic acid, pyrrole and rectifier diode

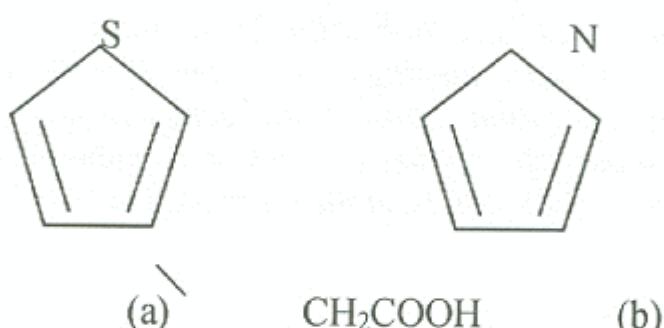
PENGENALAN

Asid asetik 2-tiofena (AA2T) dan pirola (Py) adalah di antara bahan organik yang boleh menunjukkan ciri diod tertentu. Ciri mengkondusi arus juga boleh dihasilkan oleh kedua-dua kumpulan bahan organik ini, jika bahan ini boleh dipolimerkan. Bahan ini telah dikelaskan ke dalam kumpulan polimer mengkondusi elektrik (Nalwa, 1997). Struktur molekul bagi Asid asetik 2-tiofena dan pirola adalah seperti dalam Rajah 1, ikatan-p yang dilaporkan oleh T. Hashimoto et. al (2000) menyumbang elektron-p dan lohong sebagai pembawa arus.

Molekul aromatik ini boleh jadi neutral atau bercas. Elektron molekul aromatik yang mempunyai suatu karbonkation ini bersaling tindak melalui satu orbital *p* yang kosong,

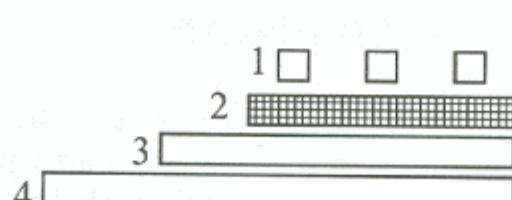
manakala di dalam molekul yang melibatkan suatu karbonion, orbital p adalah penuh. Sebatian aromatik heterosiklik boleh melibatkan orbital atom hetero di dalam sistem berkonjugat. Atom yang terikat antara satu sama lain dalam sistem berkonjugat adalah sesatah atau hampir sesatah supaya tindihan maksimum di antara orbital p yang mengandungi $4n + 2$ elektron dibenarkan (Morrison & Boyd, 1983; Bruice, 1998).

Campuran bahan asid asetik 2-tiofena dan pirola adalah satu kajian percubaan bagi menambah cabang pengetahuan penggunaan bahan organik dalam membina peranti elektronik. Kajian terdahulu banyak melaporkan bahan yang sudah dipolimerkan mempunyai nilai kekonduksian yang menyerupai logam kuprum(Schoch, 1992). Masalah yang dihadapi ialah kelarutan bahan polimer adalah rendah. Persoalannya, Walaupun tidak dipolimerkan adakah bahan ini boleh menunjukkan suatu sifat diod yang tersendiri.



Rajah 1. (a) Struktur molekul asid aseti 2-tiofena dan (b) Struktur molekul pirola(Py)

Kajian ini adalah ditumpukan kepada ciri lengkuk arus-voltan bagi diod tersebut. Susunan diod ini adalah logam/filem nipis asid asetik 2-tiofena dan pirola/logam seperti dalam Rajah 2. Lapisan filem nipis campuran asid asetik 2-tiofena dan pirola dimendapkan atas lapisan nipis emas.



Rajah 2. Susunan bahan dalam bentuk filem nipis, dimana 1) elektrod asas lapisan nipis aurum, 2) filem nipis campuran asid asetik 2-tiofena dan pirola, 3) elektrod asas aurum dan 4) substrat kaca.

BAHAN DAN KAEDAH

Asid Asetik 2-Tiofena dan Pirola

Asid asetik 2-tiofena adalah salah satu terbitan daripada kumpulan tiofena. Kumpulan tiofena adalah bahan organik yang mempunyai struktur siklik 5 tiofena adalah terdiri dari 4 unsur karbon dan satu unsur sulfur. Kumpulan CH_2COOH disambungkan pada karbon kedua pada siklik 5 tiofena.. Formula molekul bagi asid asetik 2-tiofena ialah $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2\text{S}$. Jisim Molekul Relatifnya ialah 142.1722 g/mol. Formula struktur molekul adalah seperti dalam Rajah 1(a). Bahan ini mudah diperolehi dipasaran.

Pirola(Py) merupakan bahan organik yang boleh dijumpai dalam klorofil (unsur hijau dalam daun), hematin dan hempedu. Bahan ini mudah diperolah dipasaran. Py juga ditemui di dalam tar arang batu (Considine, 1995; Perry, 1997). Py adalah siklik 5 unsur dengan nitrogen sebagai unsur utama. Struktur molekul adalah seperti dalam Rajah 1(b), terdiri daripada dua ikatan $\text{C}=\text{C}$ ganda dua, yang dihuni oleh elektron $-\pi$. Formula molekul Py ialah $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}$ dengan jisim molekul relatifnya 67.09g/mol. Campuran larutan bahan AA2T dan Py disediakan pada dua kepekatan iaitu, Sampel 1 adalah kepekatan larutan campuran pada 0.01 M, dan sampel 2 adalah kepekatan larutan campuran pada 0.05 M.

Penyediaan diod filem nipis campuran asid asetik 2-tiofena dengan pirola

Diod simpangan $p-n$ telah disediakan dalam bentuk filem nipis. Susunan bahan tersebut adalah seperti dalam Rajah 2. Elektrod asas aurum dibentuk menggunakan kaedah Penyalut Percikan (*Sputter Coater*). Filem Nipis campuran asid asetik 2-tiofena dan pirola dimendap dengan menggunakan kaedah penyalutan berputar (*spin coating*).

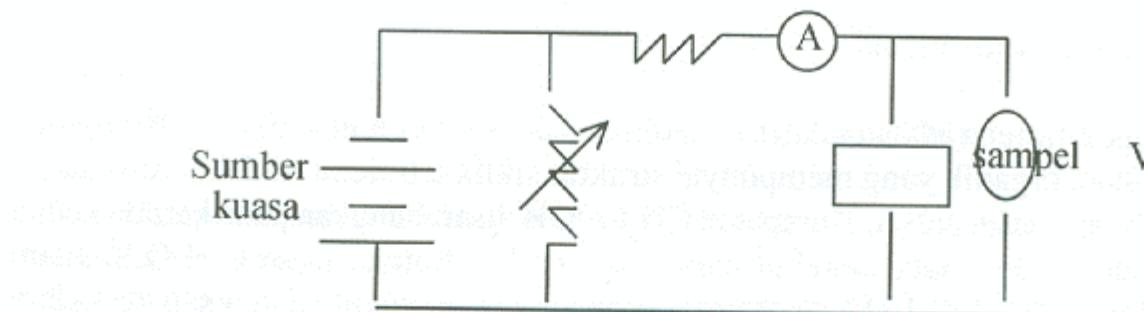
Pengukuran Arus-Voltan

Litar yang digunakan untuk mengukur nilai arus-voltan diod campuran asid asetik 2-tiofena dan pirola adalah seperti dalam Rajah 3. Daripada teori simpangan $p-n$, hubungan antara arus dan voltan dapat dinyatakan sebagai,

$$I = I_o (e^{qV/\eta kT} - 1)$$

1

Dengan I_o merupakan arus bocor atau disebut juga arus teouan balikan, k adalah pemalar Boltzmann iaitu $1.38 \times 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$, T merupakan suhu dalam darjah Kelvin, dan η merupakan faktor keunggulan. Kajian ini dijalankan dalam makmal yang purata suhu adalah 297.66 K.

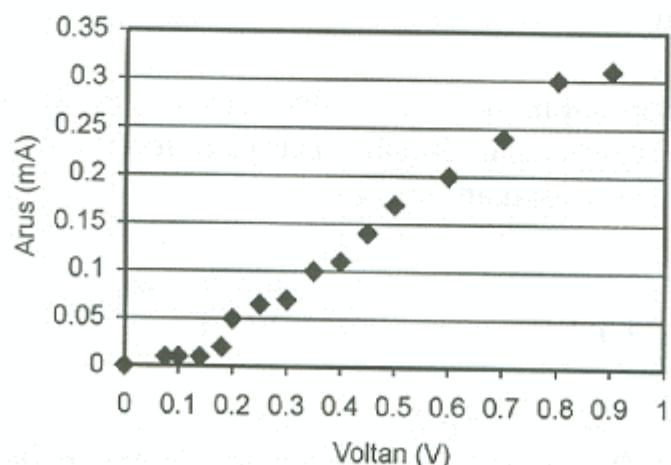


Rajah 3. Litar yang digunakan untuk pengukuran arus - voltan sampel.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Pengukuran arus dan voltan telah diringkaskan dalam Jadual 1 untuk sampel 1. Jadual 2 menunjukkan perubahan arus-voltan bagi sampel 2. Data dalam Jadual 1 dan Jadual 2 diplotkan graf masing-masing seperti dalam Rajah 4 dan Rajah 5. Perubahan arus-voltan menunjukkan bahawa diod aurum/campuran asid asetik 2-tiofena dan pirola/aurum boleh menunjukkan ciri diod tersendiri.

Rajah 4 menunjukkan bahawa dalam keadaan pincangan ke depan beza upaya yang paling rendah untuk mengalirkan arus ialah 0.075V , dan sebanyak 0.14 V yang diperlukan untuk mengatasi keadaan keupayaan sawar pada sampel 1. Arus yang melalui diod ini bertambah dengan eksponen apabila beza upaya melebihi voltan terbina dalam, V_{bi} . V_{bi} bernilai 0.14 V . Perubahan nilai arus dan voltan sampel 1 ini masih mematuhi persamaan 1.



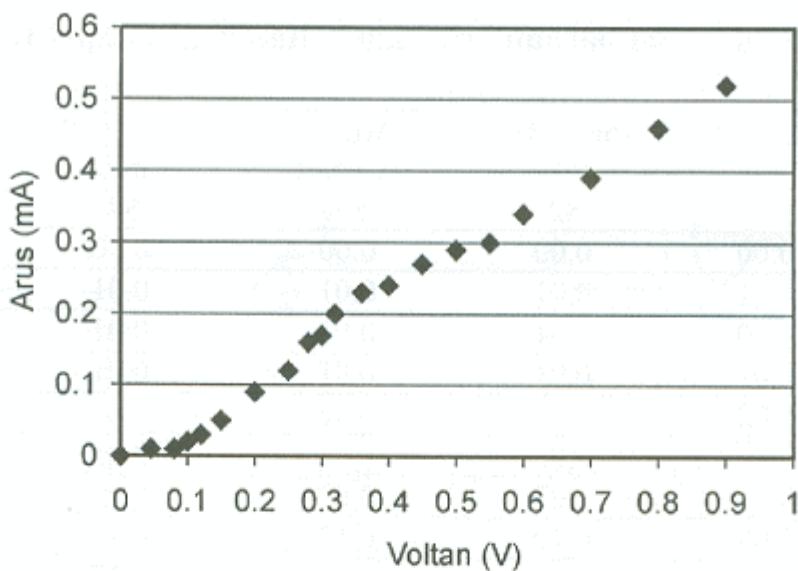
Rajah 4. Graf Arus (mA) melawan Voltan(V) bagi sampel 1

Jadual 1. Set bacaan arus dan voltan bagi sampel 1.

Voltan $\pm 1 \times 10^{-3}$ V	Arus ± 0.01 mA S1	Arus ± 0.01 mA S2	Arus ± 0.01 mA S3	Arus ± 0.01 mA S4	Arus P ± 0.01 mA
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.075	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.100	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
0.140	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.180	0.02	-	0.02	-	0.02
0.200	-	0.05	-	0.05	0.05
0.300	-	0.07	0.07	0.08	0.07
0.400	0.08	0.10	0.12	0.13	0.11
0.450	0.10	-	-	0.17	0.14
0.500	0.12	0.15	0.19	0.21	0.17
0.600	0.15	0.19	0.24	0.23	0.20
0.700	0.18	0.22	0.29	0.26	0.24
0.800	-	0.25	0.33	0.31	0.30
0.900	0.24	0.28	0.38	0.34	0.31

Jadual 2. Set bacaan arus dan voltan bagi sampel 2.

Voltan $\pm 1 \times 10^{-3}$ V	Arus ± 0.01 mA (S1)	Arus ± 0.01 mA (S2)	Arus ± 0.01 mA (S3)	Arus ± 0.01 mA (S4)	Arus P ± 0.01 mA
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.045	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.080	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01
0.120	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03
0.150	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05
0.200	0.08	0.10	0.10	0.09	0.09
0.250	-	0.12	0.12	0.11	0.12
0.300	0.17	-	-	0.16	0.17
0.400	-	0.25	0.24	0.23	0.24
0.500	0.30	0.29	0.29	0.28	0.29
0.600	0.34	0.36	0.33	0.33	0.34
0.700	0.39	0.41	0.39	0.38	0.39
0.800	-	0.47	0.45	0.45	0.46
0.900	-	0.52	0.51	-	0.52



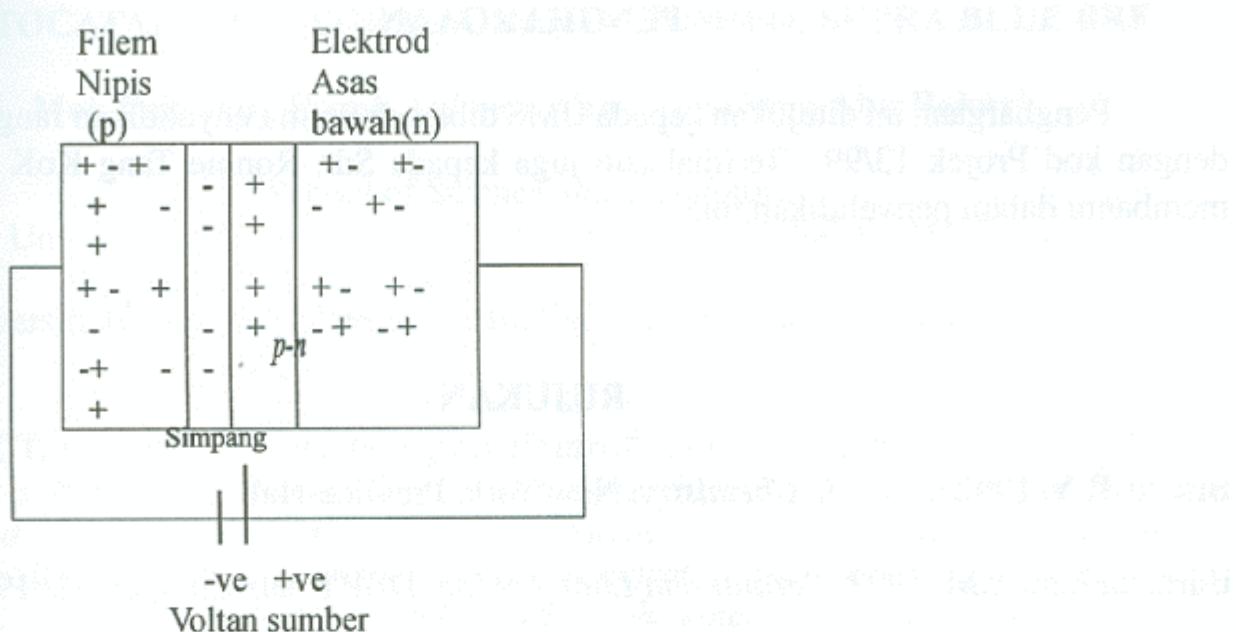
Rajah 5. Graf Arus (mA) melawan Voltan(V) bagi sampel 2

Rajah 5 menunjukkan bahawa dalam keadaan pincangan ke depan, beza upaya yang paling rendah untuk mengalirkan arus ialah 0.045 V, dan sebanyak 0.12 V diperlukan untuk mengatasi keupayaan sawar pada sampel 2. Arus yang melalui diod ini bertambah dengan eksponen apabila beza upaya melebihi voltan terbina dalam, V_{bi} bernilai 0.1 V. Perubahan nilai arus dan voltan sampel 2 masih mematuhi persamaan 1.

Apabila voltan positif sumber kuasa disambungkan pada elektrod atas bawah, dan voltan negatif sumber kuasa pada elektrod atas atas, simpang *p-n* dipincangkan ke depan. Pincangan begini menyebabkan lohong positif ditarik ke bahagian elektrod atas bawah oleh keupayaan negatif, dan elektron ditarik ke bahagian filem nipis oleh keupayaan positif (Burhanuddin, 1992). Fenomena ini digambarkan seperti dalam Rajah 6.

Pada nilai voltan luar tertentu dibekalkan, voltan pada sampel 1 dan sampel 2 menunjukkan bacaan 0.075 V ke 0.14 V dan 0.045 V ke 0.08 V, proses resapan masih berlaku di dalam kawasan simpangan, kerana arus tidak meningkat iaitu pada 0.01 mA. Apabila voltan luar ditingkatkan sehingga menaikkan nilai voltan sampel 1 dan sampel 2 pada 0.18 V dan 0.12 V, arus telah meningkat ke 0.02 mA dan 0.03 mA, ini menunjukkan keupayaan sawar yang terbina di dalam kawasan susutan cukup untuk menahan proses resapan selanjutnya.

Apabila punca sumber kuasa disongsangkan, arus yang dihasilkan terlalu kecil, sehingga tidak dapat dicatat oleh ameter. Ini menunjukkan diod simpangan *p-n* sampel 1 dan 2 hanya membenarkan arus mengalir pada satu arah sahaja, iaitu semasa dipincang ke depan. Sifat begini disebut sifat pelurus. Diod begini boleh digunakan sebagai rektifier voltan a.u. bagi mendapatkan voltan a.t.

**Rajah 6. Diod dipincang ke depan**

Jika dibandingkan nilai voltan terbina dalam, V_{bi} Germanium(Ge) dan Silikon(Si) dengan Filem nipis campuran AA2T dan Py seperti dalam Jadual 3, nilai V_{bi} filem nipis campuran AA2T dan Py lebih rendah sedikit iaitu 53% dari nilai V_{bi} Ge dan 78.5% dari nilai V_{bi} Si.

Jadual 3. Nilai voltan terbina dalam, V_{bi} bagi Germanium, silikon dan filem nipis campuran AA2T dan Py.

Bahan	voltan terbina dalam, V_{bi} (V)
Filem nipis TiO ₂	0.9
Silikon, Si	0.65
Germanium, Ge	0.3
Filem nipis AA2T dan Py	0.14

KESIMPULAN

Pengukuran arus dan voltan ke atas diod ringkas campuran asid asetik 2-tiofena dan pirola (Py) dalam bentuk filem nipis boleh menunjukkan sifat voltan pincang ke depan yang rendah iaitu 0.10V sehingga 0.14 V. Pada nilai Voltan melebihi 0.14 V, arus meningkat secara hampir tetap. Apabila punca sumber kuasa disongsangkan, arus yang dihasilkan terlalu kecil, sehingga tidak dapat dicatat oleh ammeter. Sifat begini disebut sifat pelurus. Diod yang mempunyai ciri tersebut boleh digunakan sebagai rektifier voltan a.u. bagi mendapatkan voltan a.t.

PENGHARGAAN

Penghargaan ini ditujukan kepada UMS dibawah Skim Penyelidikan Jangka Pendek dengan kod Projek 13/99. Terimakasih juga kepada Sdr. Ronnie Tang KoK Hon yang membantu dalam penyelidikan ini.

RUJUKAN

- Bruice, P. Y. 1998. *Organic Chemistry*. New York. Prentice-Hall
- Burhanuddin, Y.M. 1992. *Peranti dan Litar Analog*. DBP Kuala Lumpur. Ms:19-22
- Considine, D.M. 1995. *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia*. USA. ITP
- Hashimoto, T., Muramatsu, Y., Hayakawa, T., Fukumoto, H., Yamamoto, T. and Koinuma, H. 2000. *Combinatorial Synthesis On π -Conjugated Polymer Thin Film for Functional Material Research*, Proc. SPEI, Vol. 3941, 36-45
- Morrison, R.T. and Boyd, R.N. 1983. *Organic Chemistry* London. Allyn and Bacon
- Nalwa, H.S. 1997. *Handbook Of Organic Conductive Molecules And Polymers*, Vol 2, Chichester, John Wiley & Sons Ltd.
- Perry, R.H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. New York, McGraw-Hill