

Sensor Piezoelektrik Hablur Kuartza Untuk Mengesan Sebatian Organik Meruap

Ruziana Mohamed
Muhamad Mat Salleh
Muhammad Yahaya

ABSTRAK

Sistem sensor piezoelektrik hablur kuartza telah dibangunkan bagi mengesan kehadiran sebatian organik meruap (VOC). Sensor ini terdiri daripada filem nipis Langmuir-Blodgett (LB) yang dimendapkan ke atas hablur kuartza, dihubungkan dengan pembilang frekuensi. Penderiaan adalah berasaskan kepada perubahan frekuensi asal hablur kuartza apabila berlaku penambahan jisim hasil daripada pelekatan molekul wap sampel pada permukaan hablur kuartza. Bahan organik metaloporfirin telah digunakan sebagai bahan penderia dan disediakan menjadi filem nipis bagi mengesan kehadiran sebatian meruap. Bahan organik metaloporfirin akan dimendapkan ke atas permukaan hablur kuartza dengan menggunakan teknik LB. Pencirian morfologi permukaan filem nipis dilakukan menggunakan Mikroskopik Daya Atom (AFM). Morfologi permukaan filem yang berbeza mempengaruhi kepekaan filem nipis terhadap pengesanan gas. Kajian penderiaan dilakukan dengan mendedahkan bahan meruap tersebut terhadap filem nipis LB. Kertas kerja ini melaporkan penggunaan sebatian metaloporfirin sebagai unsur penderia yang digunakan bersama peranti sensor piezoelektrik untuk mengesan kehadiran bahan meruap.

Kata Kunci: Sensor piezoelektrik, metaloporfirin, LB teknik, morfologi permukaan.

Pengenalan

Sensor kimia merupakan peralatan analisis yang digunakan untuk mengesan dan mengukur kehadiran spesies kimia terutamanya yang wujud dalam fasa gas [2]. Sensor kimia telah pun digunakan secara meluas dalam bidang kawalan kualiti makanan [3], bidang perubatan [4] bidang pertanian [4] dan dalam kawalan persekitaran [5]. Sensor piezoelektrik atau dikenali juga sensor akustik pukal mampu mengesan kehadiran bahan meruap berdasarkan prinsip penambahan jisim ke atas permukaan kuartza apabila berlakunya interaksi dengan sampel molekul wap. Perubahan jisim yang berlaku akan menyebabkan frekuensi asal hablur kuartza juga turut berubah.

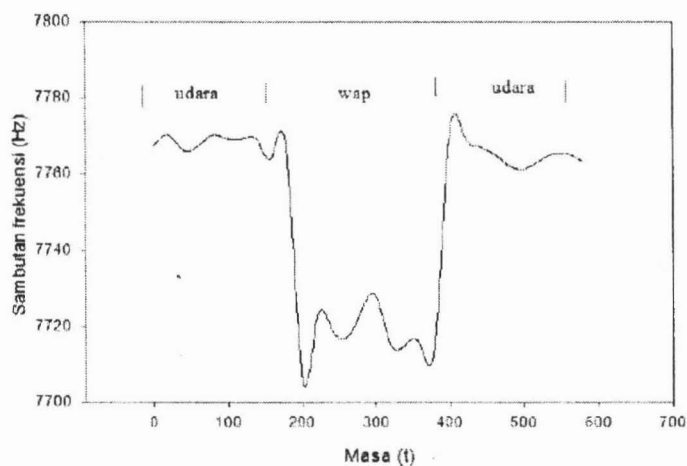
Bahan meruap seperti alkohol, aldehid dan alkana merupakan sebatian yang berbahaya di mana boleh menyebabkan kesan buruk terhadap manusia dan persekitaran. Oleh itu peranti sensor telah cuba dibangunkan bagi mengesan kehadiran gas-gas yang berbahaya tersebut. Sebatian metaloporfirin didapati mempunyai sifat-sifat dikehendaki untuk dijadikan sebagai sensor, iaitu kepekaan dan kebolehlulangan yang baik, kebolehpilihan yang meluas dengan menampilkan sambutan yang berbeza terhadap kehadiran pelbagai jenis kehadiran bahan meruap organik [3]. Bahan ini juga mudah untuk disediakan menjadikan filem nipis.

Kaedah kajian

Sebatian metaloporfirin; 2-nitro-5, 10, 15, 20-tetraphenyl-21H, 23H-porphine copper (III) (CuTPPnitro), telah digunakan sebagai bahan penderia. Bahan ini disediakan untuk menjadikan filem nipis dengan menggunakan kaedah LB. Terlebih dahulu CuTPPnitro dalam bentuk serbuk akan dilarutkan dalam kloroform dengan kepekatan 0.2 mg/ml. Larutan ini ditambah dengan asid arakidik pada nisbah kepekatan 2:1. Penambahan larutan asid arakidik adalah untuk penambahbaikan semasa pemindahan lapisan ke atas permukaan substrat. Campuran larutan akan disebarkan ke atas antara muka air pada suhu 15°C untuk membentuk lapisan air. Monolapisan yang terapung di tekan sehingga tekanan permukaan 20mN/m. Filem nipis LB jenis-y dimendapkan ke atas permukaan substrat kuartz dengan menurunkan dan menaikkan substrat melalui antaramuka pada kelajuan 5 mm/min. Substrat kuartza 10 MHz jenis AT-cut digunakan yang berdiameter 13.5 mm dan dilapisi elektrod emas yang berdiameter 5 mm pada setiap sisi. Alat pembilang frekuensi FC-7015U telah digunakan untuk merekodkan perubahan frekuensi. Bekalan kuasa 5.0 V digunakan pada litar osilator. Kepekaan filem terhadap sebatian organik meruap (VOC) dikaji. Pengesanan VOC dimulakan dengan merekodkan perubahan frekuensi asas kuartza.

Keputusan dan Perbincangan

Pemendapan filem nipis CuTPPnitro telah berjaya dilakukan ke atas permukaan substrat kuarza. Filem nipis ini digunakan bersama peranti sensor kimia piezoelektrik dimana ia diletakan pada litar osilator. Filem nipis ini akan didedahkan terhadap bahan meruap sikloheksana untuk mengkaji kepekaan pengesanan. Rajah 1 menunjukkan graf kepekaan pengesanan terhadap bahan meruap sikloheksana. Kepekaan sambutan yang ditunjukkan oleh peranti sensor adalah sebanyak 60.0 ± 0.4 Hz. Ini menunjukkan bahawa filem nipis CuTPPnitro sensitif terhadap kehadiran molekul-molekul gas apabila didedahkan kepada bahan meruap sikloheksana.



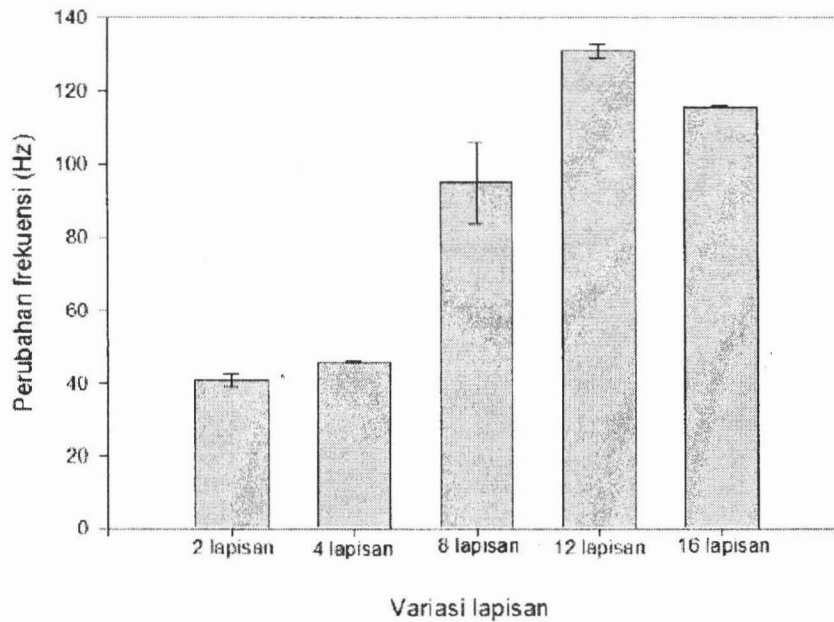
Rajah 1. Sambutan filem nipis CuTPPnitro terhadap wap sikloheksana.

Analisis kepekaan filem nipis diteruskan dengan satu filem nipis CuTPPnitro telah dimendapkan dengan lapisan yang berbeza, iaitu 2, 4, 8, 12 dan 16 dan didedahkan terhadap bahan meruap sikloheksana. Kajian ini dilakukan untuk mendapatkan parameter lapisan yang sesuai bagi pemendapan filem nipis sebatian metaloporfirin. Jadual 1 menunjukkan hasil analisis morfologi filem nipis CuTPPnitro dengan lapisan berbeza. Di dapati kekasaran permukaan filem nipis meningkat dengan penambahan lapisan.

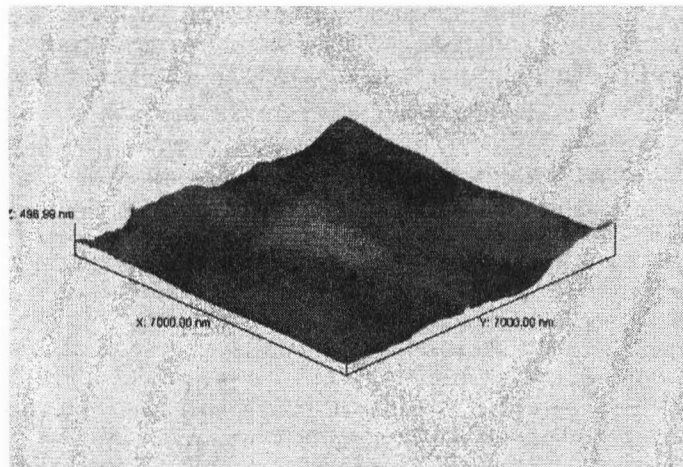
Bilangan lapisan pemendapan	Kekasaran permukaan (nm)
2	4.94
4	8.83
8	22.91
12	40.31
16	78.68

JADUAL 1. Hasil analisis morfologi permukaan filem nipis CuTPPnitro dengan lapisan berbeza.

Rajah 2 menunjukkan corak perubahan frekuensi bagi setiap lapisan yang berbeza. Daripada Rajah 2 didapati kepekaan filem nipis CuTPPnitro semakin meningkat dengan bertambahnya lapisan filem 2, 4, 8 dan 12 dengan perubahan frekuensi sebanyak 41.0 ± 1.8 Hz, 46.0 ± 0.3 Hz, 95.0 ± 10.9 Hz dan 131.0 ± 2.0 Hz, selanjutnya kepekaan menurun semula sebanyak 116 ± 0.1 Hz.



Rajah 2. Corak perubahan filem nipis CuTPPnitro terhadap bahan meruap sikloheksana.



Rajah 3. Morfologi permukaan filem nipis CuTPPnitro.

Apabila ketebalan hablur kuartza bertambah hingga ke lapisan 12, kepekaan menjadi baik tetapi kepekaan menurun pada lapisan ke 16. Terdapat dua faktor yang meningkatkan kepekaan pengukuran iaitu kekasaran permukaan filem nipis dan juga pertambahan jisim hablur kuartza setelah pemendapan filem. Didapati apabila morfologi permukaan filem semakin kasar akan menyebabkan filem nipis menjadi lebih peka. Namun begitu apabila mencapai pada kekasaran permukaan yang paling tinggi kepekaan filem menurun. Ini mungkin disebabkan pertambahan jisim hablur kuartza. Umumnya neraca mikro hablur kuartza (QCM) yang nipis adalah lebih peka terhadap perubahan jisim. Semakin nipis saiz kepingan hablur semakin peka terhadap perubahan jisim yang kecil. Namun demikian jisim QCM bertambah setelah pemendapan filem dilakukan. Ketebalan lapisan turut bertambah dan ini menyebabkan QCM menjadi kurang peka terhadap perubahan jisim. Daripada hasil yang diperolehi pemendapan lapisan filem yang sesuai adalah 12 lapisan. Rajah 3 menunjukkan struktur morfologi 12 lapisan bagi filem nipis CuTPPnitro.

Kesimpulan

Sistem sensor piezoelektrik yang digunakan bersama filem nipis CuTPPnitro telah memberi respon sambutan terhadap kehadiran bahan meruap sikloheksana. Filem nipis dengan pemendapan 12 lapisan telah memberi respon yang baik dan akan digunakan untuk kajian yang selanjutnya.

Penghargaan

Projek ini dijalankan di bawah peruntukan IRPA. 03-02-02-0020-SR003/07-06

Rujukan

- Ballantine, D. S., Martin, S. J., Wohltjen, H., White, R. M. & Zellers, E.T. 1997. *Acoustic Wave Sensor Theory, Design and Physico-Chemical Application*. San Diego: Academic Press. Inc.
- Barko, G. & Hlavay, J. 1997. Application of an artificial neural network (ANN) and piezoelectric chemical sensor array for identification of volatile organic compounds. *Talanta* **44**: 2237-2245.
- Natale, C.D., Paolesse, R., Macgnano, A., Mantini, A., Goletti, C. & D'Amico, A., 1998a. Characterization and design of porphyrins-based broad selectivity chemical sensors for electronic nose applications. *Sensors & Actuators B* **52**: 162-168.
- Groves, W. A., Zellers, E. T. & Frye, G. C. 1998. Analyzing organic vapors in exhaled breath using a surface acoustic wave sensor array with preconcentration: Selection and characterization of the preconcentrator adsorbent. *Analytica Chimica Acta* **371**: 131-143.
- Liang, C., Peng, H., Nie, L. & Yao, S. 2000. Bulk acoustic wave sensor for herbicide assay based on molecularly imprinted polymer. *Fresenius Jurnal Analytical Chemistry* **367**: 551-555.
- Petty, M. C. 1995. Gas sensing using thin organic films. *Biosensor & Bioelectronic*. **10**:129-134.

RUZIANA MOHAMED, Pensyarah Fizik, UiTM Pahang. ruzianamohd@pahang.uitm.edu.my