

PENYEDIAAN DAN PENCIRIAN BAHAN PATERI BEBAS PLUMBUM ALOI
STANUM-KUPRUM

WAN MOHD IKRAM BIN WAN MUHAMAD

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENYEDIAAN DAN PENCURIAN BAHAN DATERI BEBAS
PLUMBUM ALOI STANUM - KUPRUM

Ijazah: Sarjana Muda Sains dengan Kejuruteraan (Fizik Dengan Elektronik)

SESI PENGAJIAN: 2006/07

Saya WAN MOHD IKRAM BIN WAN MUHAMMAD

(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 hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

PERPUSTAKAAN

4. **Sila tandakan (/)

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

SULIT

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

[Signature]
(TANDATANGAN PENULIS)

[Signature]
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 116 KAMPUNG BUKIT
MENDOK, 24000, CUKAI,

Dr. Hazlan F. Abdul Amir

Nama Peneutral

KEMAMAN, TERENGGANU

Tarikh: 24/04/07

Tarikh: 24/04/07

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 setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

23 April 2007

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



WAN MOHD IKRAM BIN WAN MUHAMAD

HS 2003 - 3348

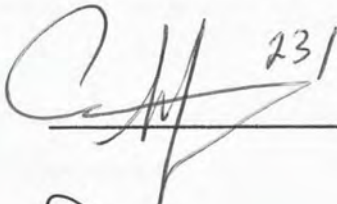


DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

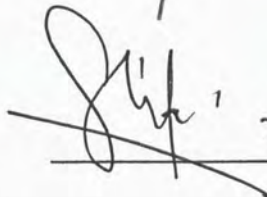
(Dr. Haider F. Abdul Amir)



23/4/07

2. PEMERIKSA 1


(En. Saafie Bin Salleh)

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

23/4/07

3. PEMERIKSA 2


(Cik Fauziah Binti Sulaiman)



23/04/07

4. DEKAN

(Supt/KS. Prof. Madya Dr. Shariff A.K Omang)



23/4/07



PENGHARGAAN

-Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Pengasih-

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Haider F. Amir yang banyak membantu saya dalam menyiapkan projek ini. Segala tunjuk ajar dan kesabaran Dr., saya hargai buat selama-lamanya.

Penghargaan juga diberikan kepada pembantu makmal, En. Rahim dan En. Saafie Salleh, pensyarah Fizik dengan Elektronik yang telah memberikan kerjasama dan bantuan dalam menyediakan peralatan dan bahan yang diperlukan untuk menjalankan projek ini.

Ribuan terima kasih kepada kawan-kawan yang membantu serta memahami keadaan saya ketika menyiapkan projek tahun akhir ini.

Akhir sekali, terima kasih semua staf-staf di Sekolah Sains dan Teknologi dan selamat jumpa lagi di kemudian hari. Terima kasih sekali lagi.

Tesis ini khas untuk emak saya, Zaitun Sidek dan arwah ayah saya, Wan Muhamad Wan Hassan yang telah mendidik saya mengenai hidup dunia dan akhirat.



ABSTRAK

Bahan pateri stanum-kuprum dengan peratusan di antara 99%Sn-1%Cu hingga 80%Sn-20%Cu disediakan dengan menggunakan teknik peleburan di mana dua jenis logam iaitu stanum (Sn) dan kuprum (Cu) dileburkan di dalam relau (*furnace*). Sampel yang dihasilkan diukur kerintangannya dan kekonduksian dengan menggunakan kaedah penduga empat titik. Sampel ini disediakan untuk memilih peratusan campuran stanum-kuprum yang paling sesuai untuk menggantikan stanum-plumbum sebagai aloi pateri bebas plumbum. Sampel F dengan peratusan 80%Sn-20%Cu merupakan sampel yang mempunyai kerintangannya paling rendah iaitu $61.1 \times 10^{-7} \Omega \cdot cm$ dan kekonduksian yang paling tinggi iaitu $149 \times 10^3 \Omega^{-1} cm^{-1}$ serta sesuai untuk digunakan sebagai aloi pateri bebas plumbum. Selain itu juga, bahan sampel alternatif yang boleh digunakan sebagai aloi pateri bebas plumbum ialah sampel D dengan peratusan 90%Sn-10%Cu kerana sampel ini juga mempunyai kerintangannya yang agak rendah dan kekonduksian yang juga tinggi serta mempunyai campuran bahan argentum dengan peratusan yang kecil iaitu 10% sahaja. Pertambahan kuprum dalam peratusan sampel menyebabkan kekonduksian meningkat. Secara kesimpulannya, aloi pateri bebas plumbum yang sesuai untuk menggantikan aloi pateri berplumbum adalah stanum-kuprum dengan peratusan 80%Sn-20%Cu.



ABSTRACT

Stanum-copper alloys with various percentages between 99%Sn-1%Cu and 80%Sn-20%Cu were prepared using melting method where two substances, stanum (Sn) and copper (Cu) were melted in a furnace. Resistivity and conductivity were measured on the samples by using four point probe method. These samples were produced to choose the most suitable mixture percentage of stanum-copper to replace stanum-plumbum as a lead-free alloy solder. F sample with 80%Sn-20%Cu percentage is the sample which has the lowest resistivity that is $61.1 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{cm}$ but the highest conductivity that is $149 \times 10^3 \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ and founded suitable to be used as a lead free alloy solder. Besides, other alternative sample that could be used as a lead-free alloy solder is sample D with 90%Sn-10%Cu percentage. This is because this sample also has low resistivity and quite high conductivity. It also has small percentage of mixed copper which is 10% only. Additional copper in the sample percentage caused to the increasing of conductivity. As for the conclusion, the most suitable lead-free alloy solder that best to replace lead alloy solder is stanum-copper with 80%Sn-20%Cu in percentage.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI GRAF	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 APLIKASI ALOI PATERI SN-CU	4
1.3 MATLAMAT PROJEK	5
1.3.1 Tujuan	5
1.3.2 Objektif	5
1.3.3 Skop Projek	5
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	6
2.1 PENGENALAN	6
2.2 PEMATERIAN	7
2.3 PEMATERIAN LEMBUT	7
2.4 PATERI LEMBUT	9
2.4.1 Stanum	9
2.4.2 Kuprum	11
2.5 SIFAT ALOI PATERI SN-CU	13
2.6 ALOI PATERI EUTEKTIK	15
2.7 ALOI PATERI BEBAS PLUMBUM	17



2.8	KERINTANGAN DAN KEKONDUKSIAN ELEKTRIK BAHAN	20
2.9	NILAI RALAT DAN KETAKPASTIAN	25
2.9.1	Sisihan Piawai	26
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	29
3.1	BAHAN DAN ALAT RADAS	29
3.1.1	Bahan Sampel (Stanum dan Kuprum)	30
3.1.2	Penimbang B-S	30
3.1.3	Relau	31
3.1.4	Tolok Skru Mikrometer	31
3.1.5	Angkup Vernier	32
3.2	METODOLOGI	33
3.2.1	Kaedah Penyediaan Sampel	33
3.2.2	Kaedah Penduga Empat Titik	34
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	36
4.1	HASIL PENYEDIAAN SAMPEL	36
4.2	FAKTOR PEMBETULAN	37
4.3	KERINTANGAN ELEKTRIK DAN KEKONDUKSIAN	41
BAB 5	KESIMPULAN	50
	RUJUKAN	52
	LAMPIRAN A	55
	LAMPIRAN B	56
	LAMPIRAN C	57
	LAMPIRAN D	61
	LAMPIRAN E	62



SENARAI JADUAL

No.	Tajuk Jadual	Muka Surat
2.1	Ciri-ciri utama bagi bahan stanum	10
2.2	Ciri-ciri utama kuprum	12
2.3	Perbandingan ciri-ciri aloi eutektik 99.3%Sn-0.7%Cu (bebas plumbum) dan aloi eutektik 63%Sn-37%Pb	15
3.1	Bahan dan alat radas yang digunakan dalam penyediaan dan analisis bahan pematerian stanum-kuprum berlainan peratusan	29
4.1	Data-data mengenai tebal, t dan diameter, d bagi enam bahan sampel berlainan peratusan berat.	38
4.2	Data-data bagi diameter d bagi bahan-bahan sampel yang berlainan peratusan berat.	55
4.3	Data-data bagi ketebalan t bagi bahan-bahan sampel yang berlainan peratusan berat.	56
4.4	Nilai faktor pembetulan bagi enam bahan sampel yang berlainan peratusan.	40
4.5	Nilai $\frac{V}{I}$ bagi bahan-bahan sampel yang berlainan peratusan	42
4.6	Data-data kerintangangan ρ dan kekonduksian σ bagi bahan-bahan sampel yang berlainan peratusan.	44



SENARAI RAJAH

No	Tajuk Rajah	Muka Surat
2.1	Proses pateri lembut	8
2.2	Fasa aloi eutektik	16
2.3	Rajah kedudukan penduga empat titik mengukur kerintangan sampel	23
2.4	Rajah skematik penduga empat titik	23



SENARAI GRAF

No	Tajuk Graf	Muka Surat
4.1	Nilai kerintangan bagi setiap sampel bahan pateri	45
4.2	Nilai kekonduksian bagi setiap sampel bahan pateri	46



SENARAI FOTO

No.	Tajuk Foto	Muka Surat
3.1	Relau	31
3.2	Tolok Skru Mikrometer	32
3.3	Angkup Vernier	32
3.4	Peralatan penduga empat titik	34



SENARAI SIMBOL

$^{\circ}\text{C}$	Darjah Celcius
% IACS	International Annealed Copper Standard percentage
ρ	Kerintangan
σ	Kekonduksian
\bar{x}	Purata atau nilai min
Ω	Ohm
Ag	Argentum
Cu	Kuprum
D	Diameter
F	Faktor pembetulan
K	Kelvin
I	Arus
Pb	Plumbum
R	Rintangan
s	Jarak di antara titik penduga empat titik
Sn	Stanum
V	Voltan



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Projek ini dijalankan untuk menyediakan sampel bahan pematerian aloi stanum-kuprum (Sn-Cu) dengan pelbagai peratusan komposisi dan mengkaji sifat-sifatnya. Sebab utama kuprum diperlukan untuk menggantikan plumbum sebagai bahan pematerian kerana plumbum merupakan bahan yang bertoksik. Bahan pematerian yang berlainan peratusan campuran dihasilkan untuk mengkaji sifat-sifat elektrik iaitu kerintangan dan kekonduksian.

Pematerian adalah satu kaedah penyambungan metalurgikal melibatkan satu likatan logam cecair yang membasahkan permukaan dua logam yang hendak disambung dan setelah mengeras, membentuk satu ikatan. Pematerian digunakan untuk menyambung komponen elektronik dan membuat sambungan lain pada papan pendawaian bercetak. Pematerian boleh dilakukan oleh tangan dengan menggunakan besi pateri atau mesin dengan menggunakan mesin pematerian gelombang. Pengautomasian membawa kepada pematerian beratus sambungan elektrik al sesaat.



Proses pematerian pada zaman sekarang telah banyak berbeza daripada aplikasi proses pematerian pada zaman dulu. Pada tahun 1920-1940, semua sambungan pateri dijalankan dengan menggunakan teknik titik-ketitik pendawaian dan semua proses tersebut dijalankan oleh manusia dengan menggunakan besi pateri sahaja.

Teknik baru yang diperkenalkan selepas perang dunia ke-II iaitu pematerian gali pada tahun 1950. Pada akhir tahun 1950, pematerian gelombang dibangunkan di England, kemudian di Amerika Syarikat menyebabkan pertambahan papan wayar bercetak. Seterusnya pembangunan teknik yang baru untuk menyambungkan sebatian pengacuan kepingan dikembangkan pada tahun 1980 (Landers *et al.* 1994).

Perkembangan industri elektronik yang semakin pesat menyebabkan proses pematerian yang merupakan suatu teknik paling asas untuk menyambungkan kesemua komponen-komponen elektronik kepada sesuatu papan litar bercetak dan ini menjadikan proses pematerian semakin penting.

Pada masa kini, bahan pematerian utama yang digunakan dalam industri elektronik adalah aloi stanum-plumbum (Sn-Pb). Akan tetapi mulai tahun 2006, sebarang penggunaan plumbum dalam bidang elektronik di Eropah adalah dilarang kecuali untuk kegunaan khusus sahaja. Ini adalah kerana plumbum merupakan bahan yang bertoksik dan boleh menjejaskan kesihatan serta mencemarkan alam sekitar. Oleh sebab itu, penggunaan bahan ini cuba dielakkan. Ini akan mempengaruhi kegiatan industri elektronik di negara kita kerana di Malaysia, kita masih lagi menggunakan bahan pematerian Sn-Pb sebagai bahan pematerian asas.



Salah satu daripada bahan pematerian bebas plumbum adalah stanum-kuprum (Sn-Cu). Kuprum dipilih kerana sifatnya tidak toksik berbanding plumbum, kekonduksian elektrik yang tinggi serta mempunyai kerintangan yang rendah apabila dicampurkan dengan stanum. Bahan pateri Sn-Cu juga dipilih kerana ikatan paterinya yang lebih kuat berbanding bahan pateri Sn-Pb. Ini adalah kerana sifat kuprum yang mempunyai susunan dan ikatan atom yang kukuh serta tidak mudah putus.

Hakikat bahawa plumbum akan dihapuskan dalam industri elektronik semakin diterima, tidak kira keputusan ini terhasil daripada undang-undang, tekanan pasaran atau perkembangan industri elektronik. Oleh sebab itu, pengeluar bahan elektronik perlu sedar dan tahu tentang kewujudan bahan pateri bebas plumbum serta tahu bahawa secara fakta, tidak semua aloi, termasuklah aloi Sn-Cu dalam kumpulan yang sama serta mempunyai ciri-ciri yang sama (Seelig dan Suraski, 2003).

Daripada pemerhatian terhadap industri elektrik dan elektronik di seluruh dunia, tidak dapat dinafikan bahawa aloi pateri Sn-Cu dapat menjadi calon pengganti yang sesuai untuk menggantikan penggunaan aloi pateri Sn-Pb seterusnya memainkan peranan yang penting dalam industri elektrik dan elektronik kerana walaupun baru diterokai dan banyak kajian yang perlu dijalankan, bahan pateri ini mempunyai ikatan pateri yang lebih kukuh dan kuat berbanding aloi pateri Sn-Pb (Seelig dan Suraski, 2003).

Didapati bahawa kebanyakan industri elektronik adalah menggunakan aloi pateri 99.3%Sn-0.7%Cu (berat %) untuk memateri komponen elektronik ke dalam papan litar (Technical Data Sheet, 2005).



1.2 APLIKASI ALOI PATERI SN-CU

Bahan pateri Sn-Cu dikembangkan penggunaannya sebagai alternatif yang lebih selamat kepada bahan pateri Sn-Pb. Campuran biasa yang dikomersialkan adalah 99.3%Sn-0.7%Cu (berat %). Bahan pateri Sn-Cu digunakan dalam proses pematerian gelombang. Bahan pateri Sn-Cu digunakan untuk bahan yang mempunyai suhu yang tinggi dan memerlukan penyambungan yang kukuh kerana takat lebur bagi bahan pateri Sn-Cu adalah tinggi iaitu 227°C. Oleh itu, penyambungan menggunakan bahan pateri Sn-Cu dapat mengukuhkan penyambungan berbanding bahan pateri Sn-Pb (Seelig dan Suraski, 2003).

Bahan pateri Sn-Cu digunakan untuk:

- Pelekatan die (*Die Attachments*).
- Penyambungan bahan elektronik (*Electronic Assemblies*).
- Aplikasi pateri di mana bahan plumbum tidak boleh digunakan seperti penyambungan paip (*pipe joint*) yang menyalurkan air sebagai keperluan.
- Konduktor haba (*radiators*).
- Sumber haba dan paip air panas di mana suhu adalah tinggi yang boleh menyebabkan pengecutan secara mengejut (*sudden contraction*) pada pateri penyambungan.
- Konduktor elektrik (pemindahan data dan kuasa).
- Industri pembuatan seperti Panasonic dan telekomunikasi seperti Nortel.



1.3 MATLAMAT PROJEK

Matlamat projek ini adalah untuk menyediakan dan mengkaji sifat-sifat aloi bebas plumbum Sn-Cu untuk kegunaan industri elektronik.

1.3.1 Tujuan

Tujuan projek ini adalah untuk menyediakan bahan pateri bebas plumbum Sn-Cu dan mengkaji sifat elektrik bahan pateri tersebut iaitu dari segi kerintangan dan kekonduksian.

1.3.2 Objektif

- a. Untuk menyediakan bahan pateri Sn-Cu dengan peratusan di antara 99%Sn-1%Cu hingga 80%Sn-20%Cu.
- b. Untuk mendapatkan nilai kerintangan dan kekonduksian bagi setiap peratusan bahan pateri Sn-Cu dengan menggunakan penduga empat titik.
- c. Mencadangkan peratusan yang sesuai serta lebih selamat untuk menggantikan aloi Sn-Pb sebagai bahan pematerian.

1.3.3 Skop Projek

Pelbagai jenis aloi pateri dengan peratusan komposisi yang berlainan, daripada 99%Sn-1%Cu hingga 80%Sn-20%Cu (berat %) disediakan dalam kajian ini dan seterusnya sifat kerintangan dan kekonduksian bagi bahan pateri tersebut dianalisis.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 PENGENALAN

Proses pemasangan kekal setiap komponen merupakan aspek yang paling penting dalam industri elektrik dan elektronik. Seperti yang kita tahu bahawa proses pematerian adalah penting dalam proses pemasangan komponen elektronik. Boleh dikatakan bahawa sebarang perubahan dalam teknologi pateri akan memberikan impak yang besar terhadap industri-industri di seluruh dunia. Ini membabitkan sifat-sifat fizikal, mekanikal, termal dan sifat-sifat yang lain bagi aloi pateri terhadap sebarang perubahan suhu, titik atau takat lebur, kerintangan dan kekonduktivitan yang merupakan aspek yang sering dikaji dan disiasat (Halliday *et al.*, 2001).

Dalam kajian ini, sifat-sifat yang akan dikaji adalah sifat fizikal yang berperanan mengukur titik atau julat lebur, sifat termal yang mengukur bagaimana suhu itu mempengaruhi bahan-bahan aloi, sifat elektrik yang menentukan perhubungan kerintangan dan kekonduktiviti dengan perubahan elektrik.



2.2 PEMATERIAN

Pematerian adalah proses yang membabitkan sambungan elektrik dan sambungan mekanikal antara logam di mana penyambungan yang dilakukan dinamakan “Pematerian Lembut”. Takat lebur bahan pateri seperti plumbum dan stanum adalah rendah akan tetapi bagi stanum dan kuprum, takat lebur campuran bahan adalah lebih tinggi iaitu 227°C. Ini adalah kerana kuprum mempunyai struktur ikatan hablur yang kuat dan memerlukan tenaga yang tinggi untuk memecahkan ikatan hablur tersebut (Kang, 2002).

Penyambungan dilakukan dengan suhu yang tepat dengan besi pematerian (*soldering iron*). Bagi kebanyakan kerja elektronik yang melibatkan litar-litar elektronik yang kecil dan kompleks memerlukan pematerian besi yang bagus di mana kerintangan bahan pateri tersebut adalah rendah dan kekonduksiannya pula adalah tinggi (Kang, 2002).

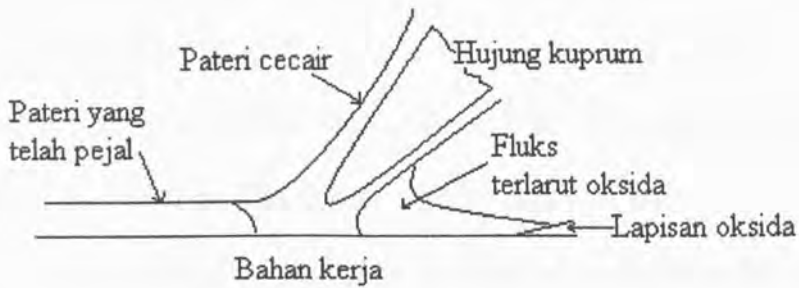
2.3 PEMATERIAN LEMBUT

Proses pematerian ditakrifkan sebagai satu teknik penyambungan logam yang melibatkan satu bahan pateri yang dapat membasahi permukaan bagi kedua-dua logam supaya satu penyambungan terbentuk, dengan isyarat tempoh masa membeku yang pendek (Landers *et al.*, 1994).

Proses pematerian lembut adalah proses di mana dengan menggunakan bahan pateri lembut untuk menyambungkan komponen-komponen elektronik ke atas papan



litar bersepadu. Maka, kekonduktivitian termal dan elektrik yang baik adalah sangat penting dalam proses pematerian (Ani Idris dan Jasni Hasim, 1997).



Rajah 2.1 Proses pateri lembut (Ani Idris dan Jasni Hasim, 1997).

Proses pematerian lembut mempunyai prinsip yang sama dengan bahan pengisi lebur pada suhu yang agak rendah dan cecair pengisi ini ditarik melalui tindakan rambut ke dalam sela kecil di antara bahagian yang hendak disambung. Kebaikan utama bagi operasi pematerian lembut adalah sambungan dibuat pada suhu rendah supaya terdapat sedikit sahaja herotan haba pada bahagian bahan kerja dan sedikit perubahan pada mikrostruktur logam induk (Ani Idris dan Jasni Hasim, 1997).

Ciri-ciri penting yang diperlukan untuk sambungan pateri termasuklah menghasilkan laluan konduktiviti elektrik dan termal yang melalui titik sambungan di mana menyambungkan komponen-komponen secara mekanikal dan mengekalkan tegangan yang cukup serta sesuai (Suri dan Banerjee, 1996).

2.4 PATERI LEMBUT

Dalam proses pembungkusan elektronik, teknik pematerian merupakan suatu proses yang selalu digunakan. Dalam pematerian, bahan pateri menjadi bahan asas dalam proses penyambungan cip atau modul cip dengan paras yang terbawah untuk memasang komponen-komponen dengan ketat. Sekiranya berlaku sebarang masalah ke atas bahagian-bahagian dalam sistem sambungan, maklumat yang disampaikan mungkin tidak dapat dihantar dan ini akan menyebabkan komponen elektronik atau seluruh peralatan tidak dapat berfungsi dengan baik (Chiu *et. al*, 2003). Oleh sebab itu, bahan pateri memainkan peranan yang penting dalam pencapaian sistem litar.

Dalam skop perindustrian, banyak kaedah pematerian yang digunakan. Bahan pateri dihasilkan dalam pelbagai bentuk termasuklah dalam bentuk bar, wayar, jongkong, dan serbuk. Bahan pateri dalam bentuk wayar juga boleh dihasilkan dengan teras fluks (bahan yang dicampurkan dalam logam untuk membantu dalam proses pelakuran) (Manko, 1992).

2.4.1 Stanum

Gelaran biasa bagi logam stanum ialah timah. Stanum adalah salah satu logam bukan feros yang berwarna perak-putih serta berkilat. Logam ini tidak menghasilkan pengoksidaan dan tetap bersinar walaupun didedahkan pada udara. Logam ini lebih keras daripada plumbum tetapi mudah dipotong dengan menggunakan pisau. Kemuluran atau sifat boleh lentur (*malleability*) timah adalah sangat bagus, di mana ia boleh digulung dan dibentuk dalam bentuk wayar. Stanum mempunyai struktur hablur



yang besar. Apabila stanum dalam bentuk bar dibengkokkan, bunyi yang unik akan terhasil yang dinamakan sebagai “*tin cry*”. Ini adalah disebabkan oleh geseran yang berlaku pada permukaan hablur logam tersebut (Manko, 1992).

Apabila didedahkan pada air ataupun udara, stanum tidak mengalami pengoksidaan walaupun secara berasingan ataupun gabungan. Sifat ini menjadikan logam ini sesuai digunakan sebagai bahan pelindung (Manko, 1992).

Jadual 2.1 menunjukkan beberapa ciri-ciri utama bagi stanum (The Columbia Electronic Encyclopedia, 2003).

Jadual 2.1 Ciri-ciri utama bagi bahan stanum.

Takat Lebur	508.08 K (231.93 °C)
Takat Didih	2875 K (2602.22 °C)
Kekonduksian Elektrik	$9.17 \times 10^6 / (\text{m} \cdot \text{ohm})$

Stanum bertindak balas kepada bes dan asid dalam keadaan yang sesuai, tetapi biasanya tidak akan bertindak balas dalam larutan neutral. Walaubagaimanapun, kadar tindakbalas stanum dalam asid dan bes adalah perlahan bergantung kepada kewujudan hidrogen yang tinggi. Bahan stanum biasanya wujud bila ion Sn^{2+} dalam campuran berasid, di mana keadaan pengoksidaan Sn^{4+} yang lebih tinggi tidak wujud kecuali apabila dihidrolisis. Dalam larutan alkali, Sn^{4+} adalah unsur yang paling stabil. Kebanyakan bahan stanum cenderung untuk bertindak balas dalam larutan akues, jadi lebihan alkali atau asid hendaklah dikekalkan untuk mengekalkan kestabilan.



RUJUKAN

- Anderson I.E., Özer Ünal, Tamara E. Bloomer and James C. Foley, 1998, “*Effects of Transition Metal Alloying on Microstructural Stability and Mechanical Properties of Tin-Silver-Copper Solder Alloys*,” Proc. Third Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM 3) (The Minerals, Metals and Materials Society).
- Ani Idris dan Jasmi Hasim (ptjr.), 1997. *Pengenalan kepada bahan kejuruteraan*. Ed. Ke-3. Universiti Teknologi Malaysia, Johor.
- Brandes E.A., 1983. *Smithells Metals Reference Book*, Edisi ke-6. (Butterworths, London, 1983).
- Carsace, C., Uner J. dan Theriault M., 2001. *Inert Soldering With Lead-Free Alloy: Review And Evaluation*. www.GoAPEX.org, Versailles, France.
- Chiu, Y. F., Tsai, Y. L., dan Hwang , W. S., 2003. Mathematical modeling for the solidification heat-transfer phenomena during the reflow process of lead-tin alloy solder joint in electronics packaging. *Applied Mathematical Modelling* 27 (7).
- Glazer J., 1994. “*Microstructure and Mechanical Properties of Pb-Free Solder Alloy for Low-Cost Electronic Assembly: A Review*”, No. 8, pp. 693–700.
- Halliday, D., Resnick, R. dan Walker, J., 2001. *Fundamental of physics*. Ed. Ke-6. John Wiley & Sons, New York.
- Kang, S. K., 2002. *Recent progress in lead (Pb) free solders and soldering technooogy*. IBM T. J. Watson Research Centre, USA.



- Katoh, 1998. Peel Strength and Composition of Lead-free Solder, 4th Microjoining and Assembly Technology in Electronics.
- Landers, T.L., Brown, W. F., Fant, E. W., Malstrom, E.M., dan Schmitt, N.M., 1994. *Electronic Manufacturing Process*. Prentice-Hall, United States of Amerika.
- Lieberman, 1988. *Modern Soldering and Brazing Techniques* (Business News Publishing Co).
- Manko, H. H., 1992. *Solders and soldering*. Ed. Ke-3. McGraw-Hill, Inc, New York.
- Mohd. Yusof Hj. Othman, 1986. *Analisis Ralat dan Ketakpastian Dalam Amali*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Price, J.W., 1983. *Tin and Tin-Alloy Plating*, Electrochemical Publications Limited, Ayr, Scotland.
- Schroder. D. K., 1990. *Semiconductor Material and Device Characterization*. John Wiley & Sons, Inc, Canada.
- Seelig, K dan Suraski. D, 2003. *A comparison of tin-silver-copper lead free solder alloys*. AIM Corporated.
- Seelig, K, Jan 1998. *Understanding lead-free alloys*. AIM Corporated.
- Skipp R., 1964, *Soldering Handbook*, McGraw-Hill.
- Suri, A. K. dan Banerjee, S., 1996. Tm, Dim: Cam, R.W., Haasen, P. dan Kremer, E: J. (pnyt.) *Material Science and Technology: Structure and Properties of Nonferrous Alloys*. VCH, New York.
- Technical Data Sheet, 2005. *Properties of Alloys of Multicore: Solder Wires*. Asia Henkei Malaysia Sdn. Bhd.



The Columbia Electronic Encyclopedia, 2003. Edisi ke-6, Columbia University Press.

