



PROJEK TAHUN AKHIR

EMK 390

***MENGENALPASTI KEMUNGKINAN LOKASI RETAK DI DALAM PAKEJ
ELEKTRONIK MENERUSI SIMULASI KAEDAH UNSUR TERHINGGA***

NAMA : MUZKHAIRIL B. MUHAMAD

NO MATRIK : 50782

PUSAT PENGAJIAN : KEJURUTERAAN MEKANIK

TAHUN PENGAJIAN : TAHUN III

PENYELIA : EN. ABDUS SAMAD B. MAHMUD

PENGHARGAAN

Bersyukur kepada Allah s.w.t kerana dengan izinNya, laporan projek tahun akhir ini dapat disiapkan bagi menyempurnakan kursus Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanik. Penghargaan yang tinggi ditujukan khas untuk penyelia utama, En. Abdus Samad b. Mahmud yang telah banyak membantu dalam merencanakan arah perjalanan projek ini di samping memberi semangat dan dorongan yang kuat.

Tidak dilupakan juga kepada juruteknik-juruteknik makmal AutoCad Pusat Pengajian Mekanik kerana sanggup membenarkan penggunaan komputer dan bekerja lebih masa untuk membuka dan menjaga makmal tersebut.

Akhir sekali, ungkapan terima kasih dirakamkan kepada rakan-rakan yang turut sama terlibat dalam projek tahun akhir di bawah En. Abdus Samad kerana banyak membantu secara tidak langsung dalam menyiapkan projek ini.

KANDUNGAN

	Mukasurat
PENGHARGAAN	ii
KANDUNGAN	iii
SENARAI RAJAH DAN JADUAL	vi
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	viii
ABSTRAK	x
BAB 1 : PENGENALAN	1
1.1 STRUKTUR PAKEJ ELEKTRONIK	1
1.2 FUNGSI UTAMA PAKEJ ELEKTRONIK	2
1.3 JENIS-JENIS PEMPAKEJAN	2
1.4 PROSES-PROSES YANG TERLIBAT DALAM PEMPAKEJAN	10
1.5 MASALAH YANG WUJUD DALAM PAKEJ ELEKTRONIK	14
BAB 2 : TINJAUAN ILMIAH	17
2.1 INDUSTRI MIKROELEKTRONIK DI MALAYSIA	17
2.2 PENGENALAN KEPADA MEKANIK PATAH	18
2.3 MOD MEKANIK KEPATAHAN PAKEJ	18

2.4	TEORI LOKASI DAN ARAH PERAMBATAN RETAK	20
2.5	ANTARA FAKTOR KEWUJUDAN RETAK DAN LEKANG	22
2.6	SIMULASI KOMPUTER : PENGIRAAN NILAI G DAN K	23
 BAB 3 : PENDEKATAN KONSEP DAN PEMODELAN MATEMATIK		25
3.1	KONSEP MEKANIK KEPATAHAN ANJAL LELURUS	25
3.2	MOD-MOD KERETAKAN	26
3.3	KAEDAH KAMIRAN TUTUPAN RETAK TERUBAH-SUAI	27
	3.3.1 UNTUK KES SIMETRI	30
	3.3.2 UNTUK KES TIDAK SIMETRI	31
 BAB 4 : PEMODELAN UNSUR TERHINGGA DAN TUTORIAL		32
4.1	ALATAN	33
4.2	ANALISIS	34
4.3	TUTORIAL	35
	4.3.1 ANALISIS TEGASAN NORMAL	35
	(i) Analisis 2 Dimensi dan 3 Dimensi	36
	4.3.2 ANALISIS TEGASAN NORMAL DAN TEGASAN TERMA	39
	(i) Analisis 2 Dimensi	39

4.3.3 ANALISIS TEGASAN DENGAN KEWUJUDAN RETAK	41
(i) Analisis $\frac{1}{4}$ Geometri (retak pusat)	41
(ii) Analisis $\frac{1}{2}$ Geometri (retak sisi)	47
4.4 PERBINCANGAN	49
BAB 5 : PERLAKSANAAN KAEDAH KE ATAS PAKEJ	50
5.1 PEMODELAN UMUM GEOMETRI PAKEJ	50
5.2 JENIS BAHAN KOMPONEN	51
5.3 PENGGUNAAN IDEAS	52
5.3.1 PEMODELAN GEOMETRI	52
5.3.2 PENJEJARINGAN PAKEJ	53
5.3.3 KEADAAN SEMPADAN	53
5.3.4 PENYELESAIAN MODEL	54
5.3.5 PASCAPROSES	55
5.4 ANALISIS TEGASAN	55
5.5 SKOP KAJIAN	57
5.6 KEPUTUSAN	59
5.7 PERBINCANGAN	60
RUJUKAN	68

SENARAI RAJAH DAN JADUAL

RAJAH	Mukasurat
Rajah 1: Pakej Dalam Baris Tunggal	4
Rajah 2: Pakej Dalam Baris Kembar	5
Rajah 3: 'Plastic Leaded Chip Carrier'	5
Rajah 4: Pakej Jenis Pin Grid Array	6
Rajah 5: Pakej QFP (Quad Flat Package)	7
Rajah 6: Jenis-jenis Pakej Elektronik yang boleh didapati	8
Rajah 7: Keratan rentas struktur Pakej Elektronik jenis QFP	9
Rajah 8: Peringkat proses-proses yang berlaku	10
Rajah 9: Keratan rentas model pakej plastik yang dipilih-QFP dengan lekang dan retak	19
Rajah 10: Jenis retak dan laluannya	21
Rajah 11: Lekang terbentuk di bahagian bawah Pad Cip	22
Rajah 12: Mod-mod retak	26
Rajah 13: Nod-nod di hujung retak	28
Rajah 14: Hujung retak dengan anjakan dan daya pada paksi Y (mod bukaan)	30
Rajah 15: Model umum tutorial	35
Rajah 16: Pemodelan umum analisis retak di pusat	41
Rajah 17: Struktur $\frac{1}{4}$ geometri untuk retak di pusat	42
Rajah 18: Struktur $\frac{1}{4}$ geometri untuk analisis tegasan terma	44
Rajah 19: Pemodelan umum untuk retak di sisi	47
Rajah 20: Struktur $\frac{1}{2}$ geometri untuk retak di sisi	47

Rajah 21: Dimensi yang digunakan dalam analisis	50
Rajah 22: Struktur asas pakej elektronik 208-LD QFP	52
Rajah 23: Contoh partition yang dilakukan untuk lokasi retak linear	53
Rajah 24: Kontur Tegasan Prinsip	56
Rajah 25: Lokasi-lokasi retak yang dikaji	58

JADUAL

Mukasurat

Jadual 1: Keputusan analisis 2 Dimensi	37
Jadual 2: Keputusan analisis 3 Dimensi	38
Jadual 3: Keputusan analisis 2 Dimensi-Tegasan Terma	40
Jadual 4: Keputusan analisis untuk retak di pusat	44
Jadual 5: Keputusan analisis untuk retak di pusat bagi kes tegasan terma	46
Jadual 6: Keputusan analisis untuk retak di sisi	49
Jadual 7: Spesifikasi komponen-komponen dalam Pakej QFP pada $T=25^{\circ}\text{C}$	51
Jadual 8: Keputusan analisis	59

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

SIMBOL

φ	Sudut punding, dalam darjah
σ_{∞}	Tegasan normal pada sempadan geometri infiniti
τ	Tegasan ricih
G	Kadar pembebasan tenaga terikan (strain energy release rate)
E	Modulus Young
A	Panjang retak
Δa	Panjang anjakan atau sesaran retak
m	Unit panjang, Meter
Pa	Unit tekanan, Pascal (N/m ²)
K	Faktor keamatan tegasan (stress intensity factor)
T	Ketebalan geometri model
W, l	Lebar geometri model
H, h	Tinggi geometri model
F, P	Daya
α	Pekali pengembangan terma (coefficient of thermal expansion, CTE)
v, u	Nisbah bukaan dan gelangsar retak
ε	Terikan
y	Anjakan

SINGKATAN

MCCI Kamiran tutupan retak terubah-suai (modified crack closure integral)

QFP *Quad Flat Package*

PCB Papan litar bercetak

PQFP *Plastic Quad Flat Package*

CTE Pekali pengembangan terma (coefficient of thermal expansion)

ABSTRAK

Retak wujud di dalam setiap jenis bahan walaupun pemeriksaan yang teliti dijalankan semasa proses pembuatan. Bagi pakej elektronik, fenomena retak ini adalah amat penting disebabkan ia menjalankan fungsinya pada keadaan yang tededah kepada perubahan suhu dan sebagainya. Kini, kajian tentang retak dan kesannya diambil berat terutama dalam bidang penyelidikan dan rekabentuk.

Analisis kajian yang dijalankan adalah untuk mengenalpasti kemungkinan lokasi retak di dalam pakej elektronik menerusi simulasi kaedah unsur terhingga. Analisis dijalankan dengan menggunakan perisian Ideas Master Series 6A di mana keputusan dari simulasi ini diekstrak untuk melakukan pengiraan nilai Kadar Pembebasan Tenaga Terikan, G dan Faktor Keamatan Tegasan, K menerusi kaedah Kamiran Tutupan Terubah-suai (MCCI).

Antara objektif utama yang terkandung di dalam kajian ini ialah :

- 1) pendedahan kepada pempakejan elektronik secara lebih dekat khususnya kepada jenis, kaedah pembuatan, fungsi dan pasaran sekarang.
- 2) pemahaman terhadap konsep mekanik kepatahan di dalam sebuah pembungkusan elektronik khususnya kepada mekanik kepatahan dalam mod anjal lurus.
- 3) Membina dan meningkatkan kemahiran dalam penggunaan perisian Ideas Master Series 6A, khusus untuk menjalankan kaedah simulasi unsur terhingga.

- 4) Menggunakan kaedah Kamiran Tutupan Terubah-Suai (MCCI) untuk mengira nilai G dan K untuk retak. Pengiraan dilakukan melalui data yang diperolehi daripada Kaedah Unsur Terhingga oleh perisian Ideas.

- 5) Menjalankan kajian ke atas satu model pakej 208-LD QFP.

Untuk analisis kajian ini, sebanyak 12 model retak dalam pakej QFP dipilih. Penilaian yang dilakukan adalah berdasarkan nilai G untuk setiap lokasi retak yang telah dikira melalui kaedah MCCI daripada data yang diperolehi daripada simulasi Ideas.

Daripada analisis yang telah dijalankan, didapati bahawa antara parameter yang mempengaruhi keputusan adalah nilai pekali pengembangan termal, α dan Modulus Young, E komponen-komponen khususnya pada permukaan sentuhan antara komponen-komponen berbeza. Perbezaan kedua-dua parameter tersebut yang tinggi di antara dua permukaan komponen yang berbeza menyebabkan nilai G yang teraruh adalah tinggi. Selain itu, kedudukan dan saiz/panjang retak juga mempengaruhi nilai G yang diperolehi.

“DETERMINATION OF CRACK LOCATIONS IN THE ELECTRONIC PACKAGING USING FINITE ELEMENT METHOD”

ABSTRACT

Crack occurs in every material even with detail examination is done during the manufacturing process. In case of electronic packaging, crack plays a vital role due its function on the surface, which is exposed to temperature changes. Today, study on crack and its characteristic is very important especially in research and design aspect.

Research analysis is carried out in order to locate any position within the electronic package that have a high crack possibility using finite element simulation method. Analysis is done using Ideas Master Series 6A software where the result of simulation is extracted for calculation of the Strain Energy Release Rate, G and Stress Intensity Factor, K using Modified Crack Closure Integral (MCCI) method.

The main objectives of this research are:

- 1) Exposure to electronic packaging involving the type, manufacturing procedure, function and market.
- 2) Further understanding on fracture mechanics concept in electronic packaging especially on linear elastic fracture mechanics (LEFM).
- 3) Upgrade literacy on Ideas Master Series 6A especially for finite element simulation.

- 4) Used MCCI method to calculate G and K. The calculation is based on data from Finite Element Simulation.
- 5) Research on package model of 208-LD QFP.

For this research analysis, 12 models of crack location in QFP package have been chosen. Evaluation is done based on the value of G for each crack location which is calculated using MCCI based on data from Ideas simulation.

From the analysis, we found that the parameters affecting the result are coefficient of thermal expansion , α and Young Modulus, E of the component especially on the contact surface of different components. The big difference of those parameters on the contact surface lead to high value of G. In addition, the location and the size of the crack do affect the value of G.

BAB 1

PENGENALAN

Industri Mikroelektronik negara masa kini berkembang dengan pesat dan menjadi industri terpenting negara. Perkembangan ini dapat diikuti dengan penggunaan yang meluas bagi alat-alat elektronik seperti komputer peribadi, telefon mudahalih dan sebagainya. Sehingga kini, pempakejan elektronik khususnya pempakejan plastik terus memainkan peranan yang penting di dalam perkembangan bidang industri mikroelektronik dan mempunyai kesan yang mendalam terhadap semua pasaran yang melibatkan penggunaan cip. Ini adalah kerana ia adalah melibatkan kos yang lebih murah berbanding dengan jenis bahan pempakejan yang lain. Selain itu, ia memberikan prestasi dan keboleh-harapan yang tinggi. Kini, hampir 80% pempakejan elektronik adalah dari pempakejan plastik [3].

1.1 STRUKTUR PAKEJ ELEKTRONIK

Pakej elektronik terdiri daripada beberapa komponen penting iaitu:

- Komponen Cip
- Pendawaian Litar (wire bonding)
- Kerangka Mendulu (lead frame)

Komponen-komponen ini disepadukan menjadi suatu unit litar bersepadu yang dilengkapi melalui proses pempakejan (packaging). Sebahagian besar pakej melibatkan pengacuan menggunakan epoksi dari bahan asas plastik.

1.2 FUNGSI UTAMA PAKEJ ELEKTRONIK

Fungsi utamanya adalah:

- Untuk menyingkirkan haba yang dijana oleh litar-litar.
- Untuk pengagihan isyarat-isyarat yang masuk dan keluar daripada cip litar bersepadu.
- Untuk menyokong dan melindungi cip litar bersepadu daripada faktor mekanik dan kimia yang boleh merosakkannya.
- Untuk pengagihan kuasa (arus elektrik) di dalam cip litar bersepadu.
- Penentuan sela masa isyarat. (signal timing)

1.3 JENIS-JENIS PEMPAKEJAN

Secara keseluruhannya, pempakejan terdiri daripada tiga kategori. Pengelasan ini adalah berdasarkan kepada sifat-sifat bahan pakej yang akan digunakan. Kategori tersebut adalah:

a) Pempakejan kedap udara (hermetic)

Bahan untuk pempakejan adalah terdiri daripada bahan yang kedap udara seperti seramik dan kaca.

b) Pempakejan tidak kedap udara (non-hermetic)

Bahan untuk pempakejan adalah terdiri daripada bahan asas plastik dan bahan campuran. Ia terbahagi kepada dua bahagian iatu plastik yang dipra-acukan dan dipasca-acukan.

c) Pempakejan logam

Bahan yang kerap digunakan sebelum seramik dan kaca diperkenalkan.

Bagi menentukan jenis pempakejan yang sesuai, pertimbangan terhadap keperluan, fungsi dan penggunaan dilakukan. Sebagai contoh, penggunaan plastik lebih sesuai untuk pempakejan elektronik kerana ia mempunyai struktur yang ringan, tahan lama (keboleharapan yang tinggi), malahan melibatkan kos yang lebih murah berbanding dengan bahan lain seperti seramik dan kaca. (kos seramik adalah 5-10 kali ganda kos plastik)

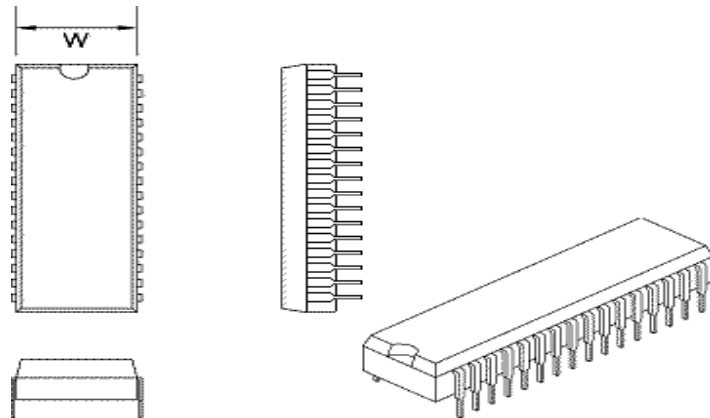
Pempakejan adalah jenis peringkat kedua penyambungan luar di mana satu bentuk “badan” dibina mengelilingi alat untuk membolehkan pengagihan isyarat, kehilangan haba dan penentuan sela masa isyarat. Kebanyakan klasifikasi pempakejan dibuat berdasarkan kepada kaedah/cara di mana kerangka mendulu dicantumkan pada papan

litar. Jenis-jenis pakejan secara keseluruhannya dapat dilihat pada gambarajah 1. Ciri-ciri beberapa pakej yang penting diberikan seperti di bawah.



Rajah 1: Pakej Dalam Baris Tunggal (SIP)

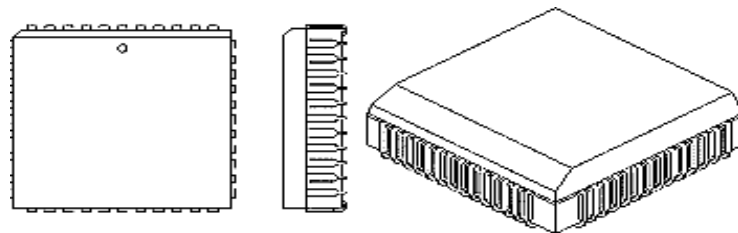
- Pakej dalam baris tunggal (Single In-line Package)
Menggunakan satu baris kerangka mendulu berasal daripada satu bucu “badan” yang telah dibentuk. Ini kebiasaannya melalui lubang pakej di mana kerangka mendulu tersebut dimasukkan ke dalam trek-trek yang telah dilogamkan di dalam PCB. Satu variasi baru rekabentuk ini ialah pakej dalam baris zigzag, di mana kerangka mendulu berasal daripada satu bucu “badan” tetapi dibentuk mengikut corak zigzag.



Rajah 2: Pakej Dalam Baris Kembar (DIP)

- Pakej dalam baris kembar (Dual In-line Package)

Rekabentuk pakej yang paling popular di mana kerangka mendulunya bersambung di dalam garis lurus daripada dua bucu “badan” yang telah dibentuk. Kerangka luar pakej ini kebiasaannya berbentuk segiempat tepat dengan kerangka mendulunya di atas sisi panjang.

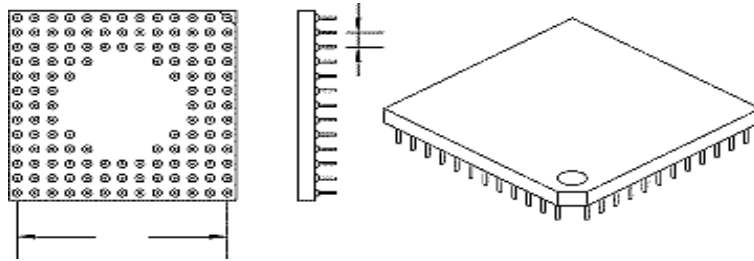


Rajah 3: Plastic Leaded Chip Carrier (PLCC)

- Pembawa Cip (Cip carrier)

Bila bilangan kerangka mendulu melebihi 48, konfigurasi suatu pakej dalam baris kembar (DIP) menjadi tidak praktikal. Pakej-pakej yang mempunyai kerangka mendulu pada seluruh empat sisi dikenali sebagai pembawa cip atau “quads” adalah

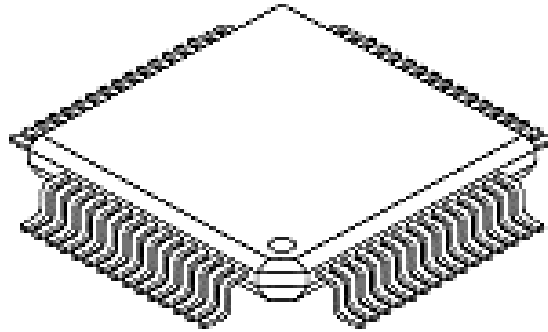
lebih sesuai untuk alat “high pin count”. Terdapat dua jenis iaitu ‘Leaded Chip Carrier’ (LCC) dan ‘Leadless Chip Carrier’ (LLCC). Yang paling popular ialah ‘Plastic Leaded Chip Carrier’ (PLCC).



Rajah 4: Pakej Pin Grid Array (PGA)

- Pin Grid Array (PGA)

Pin grid array ialah sejenis pakej cip pembawa di mana kerangka mendulunya adalah tidak ditempatkan pada bucu pakej tetapi sebaliknya diagihkan di sepanjang kawasan pada satu sisi “badan” pakej. Pin grid array tidak sesuai untuk operasi “post-molding” kerana kerangka mendulunya tidak boleh dikonfigurasi pada garis pemisah alat acuan.



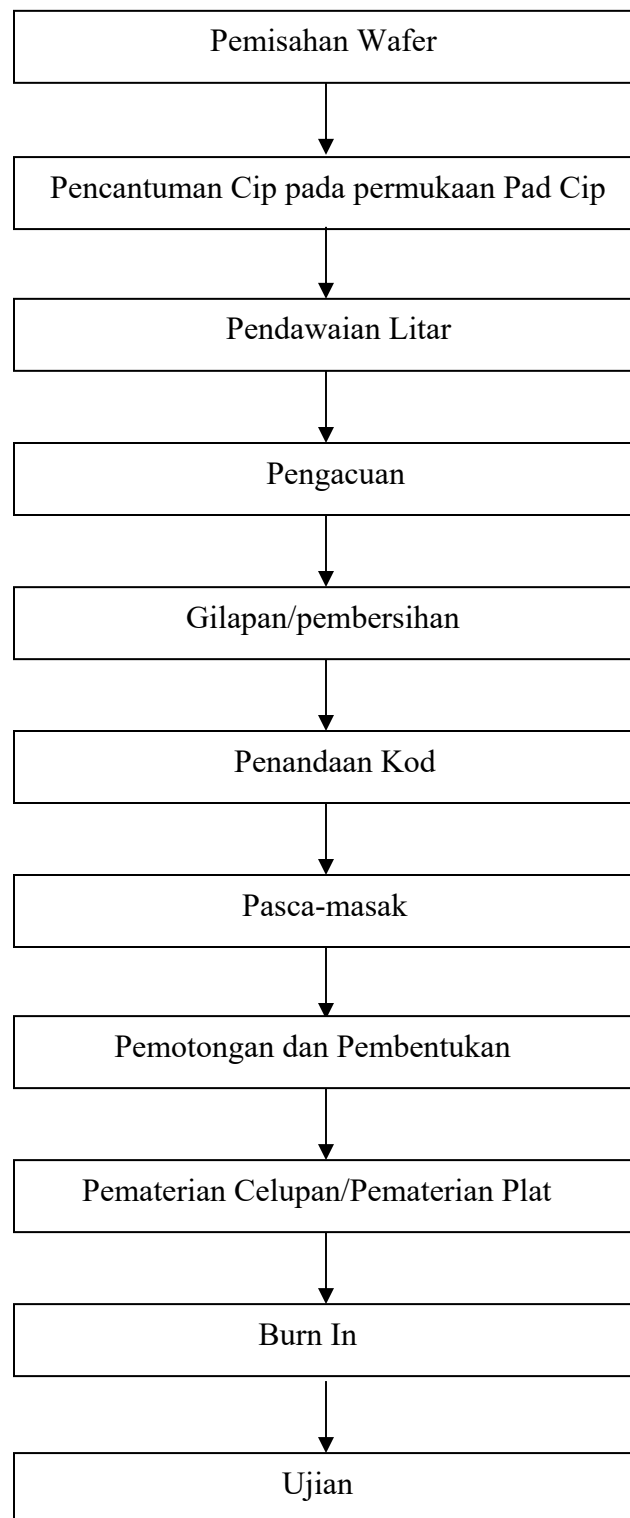
Rajah 5: Pakej QFP (Quad Flat Package)

- QFP dan PQFP

QFP adalah pic halus, badan nipis versi 'Leaded Chip Carrier' (LCC). Ruang antara kerangka mendulu adalah lebih halus daripada 0.050 inci berbanding PLCC. Kerangka mendulu tersebut mempunyai rekabentuk "gull wing". QFP boleh mempunyai samada badan seramik atau plastik. Sebuah QFP plastik mempunyai nama samaran yang terkenal iaitu PQFP.

Sebahagian besar pakej melibatkan pengacuan menggunakan epoksi dari bahan asas plastik. Untuk kajian ini, jenis pempakejan QFP (Quad Flat Package) telah dipilih sebagai model dan ilustrasi keratan rentas model ini dapat ditunjukkan seperti rajah 7.

1.4 PROSES-PROSES YANG TERLIBAT DALAM PEMPAKEJAN



Rajah 8: Peringkat proses-proses dalam pempakejan

Ringkasan langkah proses yang diperlukan dalam membentuk pempakejan elektronik:

a) Pemisahan wafer (wafer separation)

Wafer dibahagikan kepada cip-cip individu. Kaedah yang digunakan adalah dengan menggergaji dan acuan-kerat (dicing). Kaedah menggergaji adalah kaedah yang sering digunakan memandangkan ianya menghasilkan kurang serpihan dan hasil yang lebih kemas berbanding kaedah acuan-kerat.

b) Pencantuman Cip dengan Pad Cip

Cip-cip individu kemudiannya diletakkan pada “paddle” kerangka mendulu dan boleh dicantumkan samada melalui pematerian eutektik, perekat polimer serta bahan asas perak dan kaca.

c) Penyambungan Litar Cip

Pendawaian litar dan perikatan pita secara automatik adalah dua kaedah prinsipal untuk menyambungkan alat silika pada kerangka mendulu di dalam pempakejan plastik beracuan.

d) Pengacuanan

Selepas pencantuman pencantuman Cip dengan Pad Cip dan Penyambungan Litar Cip, bahan acuan (epoksi) dipanaskan terlebih dahulu untuk menjadi bentuk likatan sebelum disuntik-acukan meliputi keseluruhan komponen kecuali sebahagian kerangka mendulu.

e) Gilapan/Pembersihan

Proses ini melibatkan pembersihan atau penyingkiran serpihan dan lelehan pada permukaan luar yang terjadi semasa proses pengacuanan.

f) Penandaan kod

Maklumat sah seperti kod alat, tarikh pengilangan, syarikat pengilang dan negara pembuat diletakkan pada permukaan atas pakej sama ada dengan dakwat berasas polimer atau melalui “laser writing.”

g) Pasca-masak (Postcure)

Pakej diletakkan di dalam ketuhar selama 4 hingga 8 jam pada suhu 170° hingga 180°C. Proses ini diperlukan untuk semua kompaun acuan untuk penukaran penuh.

h) Pemotongan dan pembentukan

Proses ini melibatkan kaedah tekanan tebuk di mana kerangka mendulu dipotong kepada panjang yang dikehendaki dan hujungnya dibentuk mengikut bentuk pemasangan yang dilakukan pada litar papan cetak (PCB). Arus elektrik diasingkan daripada jejari kerangka mendulu semasa proses ini dilakukan.

i) Pematerian Celupan/Pematerian Plat (Solder Dipping/Solder Plating)

Setelah kerangka mendulu telah dibentuk, ia selalunya memerlukan penyelaputan “solder” untuk memudahkan pencantuman yang baik dan kuat pada papan litar. Penyelaputan yang dilakukan ialah Pematerian Celupan dan Pematerian Plat. Pematerian Celupan dilakukan dengan pendedahan pakej kepada kejutan terma yang tinggi manakala Pematerian Plat dilakukan dengan pendedahannya kepada bahan kimia yang mengakis.

j) pembakaran dalam (Burn-In)

Ini adalah kebiasaannya untuk mengetahui kegagalan pada suhu dan bebanan daya elektrik yang tinggi. Kebiasaannya suhu yang digunakan adalah 120°C selama 9-24 jam dan daya elektrik yang dikenakan adalah 1-2 voltan.

k) Ujian

Ini adalah proses terakhir di mana pakej diuji untuk memenuhi syarat-syarat yang dikehendaki iaitu memenuhi fungsi utamanya sebagai pempakejan elektronik.

1.5 MASALAH YANG WUJUD DALAM PAKEJ ELEKTRONIK

Pakej elektronik tidak terlepas daripada pelbagai masalah yang lain walaupun fungsi utamanya dapat tercapai. Masalah-masalah yang kini dapat dikenalpasti adalah seperti berikut:

i) Taburan suhu yang tidak seragam

Komponen-komponen dalaman pakej mempunyai kadar keberaliran yang tidak sama. Ini menyebabkan haba yang dibebaskan oleh cip tidak dapat terserak dengan seragam.

ii) Tegasan Terma

Komponen dalam pakej terdiri daripada bahan-bahan yang berbeza. Setiap bahan mempunyai pekali pengembangan terma yang berbeza dan perbezaan ini menyebabkan pengaruhan tegasan antara-muka dua bahan tersebut apabila proses penyejukan dan pemanasan dilakukan.

iii) Tegasan Higro

Tegangan higro berlaku apabila lembapan yang terperangkap di dalam pembungkusan mengembang semasa dikenakan pemanasan yang berulang-ulang. Tegangan ini mewujudkan tegasan yang dikenali sebagai tegangan higro.

iv) Kelekangan

Kelekangan terjadi apabila berlakunya pemisahan diantara dua permukaan komponen yang berbeza iaitu sama ada antara cip dengan pad cip, cip dengan acuan atau pad cip dengan acuan. Kelekangan biasanya terjadi disebabkan tegasan terma dan higro yang wujud.

v) Perambatan retak

Retak merupakan lanjutan dari kelekangan dan mudah berlaku apabila kelekangan wujud. Kegagalan patah akan berlaku apabila perambatan retak melebihi panjang kritikal. Perambatan retak juga dipengaruhi oleh tegasan terma dan tegasan higro yang wujud.

vi) Keadaan acuan

Acuan yang tidak sempurna akan menyebabkan bahan acuan yang disuntik tidak memenuhi sepenuhnya ruangan acuan.

vii) Dawai tersapu/terputus

Pemutusan dawai berlaku disebabkan daya likatan bahan acuan yang disuntik masuk semasa proses pengacuanan. Kelengkungan yang berlaku pada pakej juga

boleh menyebabkan keadaan ini terjadi. Kelengkungan pada pakej terjadi akibat daripada proses pemanasan dan juga tegasan higro.

viii) Kekuatan Pematerian

Kekuatan pematerian yang tinggi membolehkan perlekatan antara dua permukaan kuat dan tahan dan tidak mudah terpisah. Begitu pula sebaliknya jika pematerian tidak cukup kuat.

ix) Lesu

Lesu terjadi apabila dikenakan bebanan daya yang berulang-ulang.

BAB 2

TINJAUAN ILMIAH

2.1 INDUSTRI MIKROELEKTRONIK DI MALAYSIA

Pembangunan industri elektronik di Malaysia semakin berkembang dan ini dapat menyumbangkan hasil pendapatan kepada negara. Oleh itu, industri ini khususnya industri mikroelektronik dikenalpasti sebagai produk yang mempunyai “value added” yang tinggi. Selain itu, ia penting sebagai sektor utama negara dari segi pelaburan, pengeluaran, eksport dan peluang pekerjaan. Ketika ini, Malaysia merupakan antara pengeluar barang elektronik terbesar di dunia dan sudah pasti hasrat untuk menjadikan negara kita berteknologi tinggi menjadi kenyataan.

2.1.1 PENYELIDIKAN DAN PEMBANGUNAN

Penyelidikan dan pembangunan khususnya kepada industri mikroelektronik negara masih jauh dari tahap yang memuaskan. Dengan itu, negara jauh ketinggalan dari segi teknologi terkini yang mampu dicapai oleh negara-negara lain. Antara sebab yang menyumbang kepada keadaan ini adalah keengganan pihak syarikat negara luar untuk menempatkan pusat penyelidikan dan pembangunan di dalam negara. Mujurlah terdapat satu badan ditubuhkan iaitu Malaysian Institute of Microelctronic Systems (MIMOS) [3]. Badan ini berfungsi mempelbagaikan kemudahan yang terdapat dalam pusat Penyelidikan dan Pembangunan di Malaysia khususnya mikroelektronik.

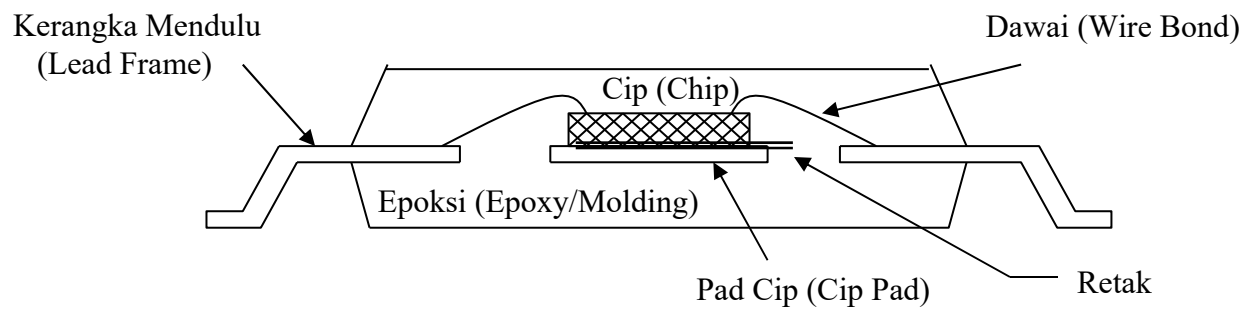
2.2 PENGENALAN KEPADA MEKANIK PATAH

Mekanik patah dikaitkan dengan permulaan dan penyebaran satu retak atau retak-retak di dalam bahan. Penyebaran retak berlaku apabila daya yang dikenakan tidak mampu ditahan oleh komponen atau struktur bahan. Secara umumnya fenomena retak adalah amat penting dipertimbangkan dalam rekabentuk. Kebanyakan komponen-komponen atau struktur akan mengandungi suatu retak seperti 'flaw' (kecacatan) semasa proses pembuatan walaupun pemeriksaan yang teliti dilakukan.

2.3 MOD MEKANIK KEPATAHAN PAKEJ

Pakej plastik boleh dikategori dalam komposit hibrid kerana ianya terdiri daripada susunan beberapa komponen yang berbeza dalam satu struktur. Fenomena umum yang berlaku dalam komposit hibrid ialah kelekangan antara muka dua lapisan komponen berbeza. Ini menyumbang kepada kegagalan pakej dari aspek mekanik patah. Lekang terbentuk kesan dari tekanan higro lembapan yang terperangkap dalam pakej yang memisahkan ikatan perekat antara muka komponen. Tekanan ini teraruh apabila pakej dipanaskan dalam ketuhar semasa proses "solder reflow" pada suhu melebihi 215°C. Selepas perambatan lekang ini, berlaku pula pembentukan retak pada bahagian epoksi seperti yang ditunjukkan dalam rajah 9. Kitaran suhu yang berterusan dikenakan semasa proses ujian kitaran suhu (Temperature Cycle Test) di antara suhu -55°C hingga 165°C . Dalam proses ini, lekang dan retak merambat disebabkan tegasan terma yang tinggi di antara permukaan komponen. Tegasan ini wujud kesan dari perbezaan nilai Pekali

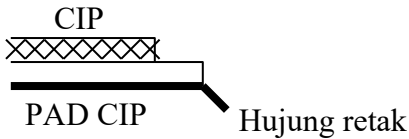
Pengembangan Terma dua permukaan komponen tersebut. Seterusnya kegagalan berlaku apabila perambatan retak yang tidak stabil dan berlanjutan.



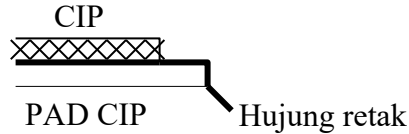
Rajah 9: Keratan rentas model pakej plastik yang telah dipilih – QFP dengan lekang dan retak

2.4 LOKASI DAN ARAH PERAMBATAN RETAK

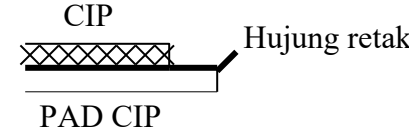
Apabila saiz cip litar bersepadu yang terletak pada pempakejan plastik ditingkatkan dan dimensi pakej dibuat lebih kecil dan nipis, masalah retak menjadi isu yang sangat penting di dalam rekabentuk pembungkusan. Di dalam kajian ini, kaedah penyelesaian unsur terhingga digunakan sebagai alat bantu penyelesaian simulasi bagi memahami kelakuan retak. Selain kaedah simulasi penyelesaian unsur terhingga, kaedah ujikaji juga boleh dilakukan dengan menggunakan bantuan alatan iaitu “scanning electron microscopy, SEM”. Di dalam simulasi yang dijalankan oleh Lee dan Earmme [4], beliau membuat andaian 3 jenis retak berlaku dalam pembungkusan dan lima bentuk dan lokasi retak diramalkan seperti dalam rajah 10 dalam satu analisis model QFP yang dijalankan. Retak Jenis I adalah lanjutan lekang yang terbentuk di bucu bawah pad cip. Retak Jenis II pula terbentuk di bucu atas pad cip dan yang terakhir iaitu Retak Jenis III merupakan retak terbentuk di bucu bahagian atas cip. Sudut punding ϕ adalah arah perambatan retak apabila G mencapai nilai maksimum. Sudut ϕ diperolehi dengan memplotkan nilai kadar pembebasan tenaga terikan, G berbanding sudut ϕ menerusi simulasi komputer.



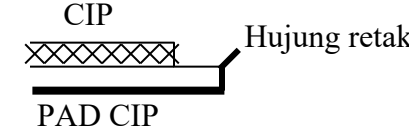
Laluan Mudah Jenis I



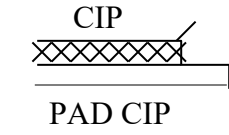
Laluan Kompleks Jenis I



Laluan Mudah Jenis II



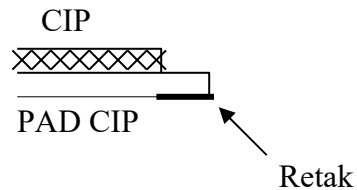
Laluan Kompleks Jenis II



Jenis III

Rajah 10: Jenis retak dan lalumannya [4]

Dalam analisis lain pula, Tay [5] mencadangkan bahawa retak terbentuk di bucu bahagian bawah pad cip seperti yang ditunjukkan dalam rajah 11 dan arah perambatan retak adalah selari dengan lekang yang terwujud.



Rajah 11: Lekang terbentuk di bahagian bawah Pad Cip [5]

2.5 ANTARA FAKTOR KEWUJUDAN RETAK DAN LEKANG

A) Pekali Perkembangan Terma, α dan Modulus Young, E Epoksi

Untuk nilai Modulus Young, E epoksi yang tinggi nilai G juga akan meningkat pada bebanan terma yang dikenakan. Tetapi sebaliknya apabila bebanan yang dikenakan ialah tekanan higo, nilai G akan menurun apabila nilai E epoksi meningkat [4&6]. Kesan Pekali Perkembangan Terma, CTE pula amat penting di mana ia adalah berkadar terus dengan nilai G iaitu apabila CTE ditingkatkan, nilai G juga turut meningkat pada bebanan terma yang dikenakan. Walaubagaimanapun kesan perubahan CTE banyak dipengaruhi oleh perbezaan CTE antara cip dan pad cip. Oleh itu, perubahan adalah tidak ketara apabila lekang terbentuk di antara cip dan pad cip. Secara kesimpulannya, fenomena retak tidak dapat ditaksirkan hanya dengan satu parameter atau satu pemerhatian sahaja.

B) Saiz Cip dan Epoksi

Daripada rumusan yang diterbitkan oleh Liu [6], didapati bahawa perubahan saiz cip tidak mengubah nilai G dengan ketara (pada bebanan terma).Walaubagaimanapun, pada bebanan tekanan higro, penambahan saiz cip menyebabkan peningkatan yang ketara pada nilai G . Selain itu, ketebalan epoksi juga mempengaruhi retak yang terbentuk. Sebagai contoh, dari penilaian Lee dan Earmme [4] mendapati bahawa sekiranya ketebalan epoksi pada bahagian atas cip adalah lebih nipis, penurunan nilai G akan berlaku pada bebanan terma yang dikenakan. Pada bebanan tekanan higro pula, perubahan nilai G ini sangat bergantung pada lokasi lekang tersebut.

2.6 SIMULASI KOMPUTER: PENGIRAAN NILAI G DAN K

Nilai G iaitu kadar pembebasan tenaga terikan dan nilai K iaitu faktor keamatan tegasan adalah dua parameter penting yang ditentukan melalui pengiraan menggunakan kaedah tertentu berdasarkan data-data yang diambil melalui simulasi. Kedua-dua parameter ini dibangunkan melalui konsep mekanik kepatahan anjal lurus. Kedua-dua parameter ini dapat dikaitkan melalui formula di bawah:

$$K = \sqrt{GE} \quad (2.1)$$

Formula ini adalah sah untuk bahan isotropik dalam keadaan anjal lurus pada tegasan satah.

Pengiraan Nilai G dan K dapat dilakukan sama ada dengan kaedah penyelesaian analitik ataupun analisis berangka pascaproses. Kaedah analitik terhadap kepada geometri yang mudah manakala kaedah analisis berangka pascaproses adalah sesuai kepada geometri yang lebih kompleks. Analisis berangka pascaproses ini dapat dibuat melalui kaedah Kamiran J, Kamiran M, Kamiran Tutupan Retak, Kaedah Tenaga Upaya dan beberapa kaedah lain.