

Evaluatie 6^{de} EDM workshop: “PCB specificatie in het loodvrije tijdperk”

Thema

De tijd dat het volstond om gewoon FR4 te specificeren als PCB substraat behoort definitief tot het verleden. De nieuwe IPC-4101C standaard omschrijft 8 nieuwe /sheet-specificaties voor laminaten die compatibel (kunnen) zijn met het loodvrij solderen. Dit brengt het totaal op 14 types laminaat bestemd voor loodvrij te solderen PCB. Hoe kunnen we op eenvoudige wijze het juiste type laminaat selecteren voor onze toepassing?

In de workshop wordt de methodiek toegelicht die in het EDM programma werd uitgewerkt. Deze is gebaseerd op kennis van de falingsmechanismen en de relatie met de kritische parameters Td, T260-T288-T300 en CTEz terug te vinden op de laminaat datasheets.

U krijgt antwoord op vragen als:

- Laminaatkeuze versus aantal loodvrij soldeerstappen?
- Hoe bepaalt het ontwerp de laminaatkeuze?
- Laminaatkeuze en PCB levensduur?

We gaan graag in op uw vragen over dit thema tijdens de discussie.

Agenda

13u30 Ontvangst IMEC

14u00 Verwelkoming

Het Electronic Design & Manufacturing programma
Geert Willems – IMEC

14u15 PCB specificatie in het loodvrije tijdperk

Geert Willems – IMEC

15u15 Modellen voor delaminatie en via vermoeiing: validatie

Piet Watté, IMEC

16u00 Vragen en discussieronde

16u30 Netwerking met een drankje

17u30 Einde

6de EDM Workshop								
PCB specificatie in het loodvrije tijdperk								
<i>27 november 2009 - IMEC, Heverlee</i>								
Bedankt voor uw medewerking! Uw feedback en suggesties helpen ons om de workshop bij te sturen.								
PROGRAMMA		Niet tevreden				Zeer tevreden		
	score	0	1	2	3	4	5	evaluatie
	Organisatie van de workshop			1	4	11	4	3.9
	Inhoudelijke kwaliteit			1	3	14	2	3.9
	Relevantie voor mijn werk		1	3	6	9	1	3.3
	Opbouw van de workshop			2	8	9	1	3.5
	Globale beoordeling				8	11	1	3.7
	Wat vond u goed aan de workshop?	<ul style="list-style-type: none"> * To the point (2) , concreet * Duidelijke uiteenzetting van de geschikte manier van werken. * Goed. * Alle workshops waren/zijn goed. * Duidelijke onderbouwing. * Inhoud. * Onderbouwing. * Diepgang & thema. * Bewustwordingsgedachte is goed op gang gebracht. * Tijd voor vragen & uitleg. * Kennis van de presentator. * Overzichtstabellen. * Praktijkvoorbeelden. * Duidelijke onderbouwing! * De workshop geeft extra inzichten in de problematiek. * Aansluiting bij praktisch. * Juiste diepgang. * Onderbouwing wetenschap & praktijk. * Lokaal. * Achtergrondinformatie. 						
	Wat zou u wijzigen?	<ul style="list-style-type: none"> * Powerpoint elektronisch ter beschikking stellen. * Implementatie in Procurement. Documenten : wijzigen constant => hoe eenduidig implementeren cfr. Hierboven * Praktijktoets * Volgorde. * Eerst uitleg modellen dan inhoudelijk. * Handouts iets groter + meer tijd voor thema om uitleg te vergroten. * Interessant als informatie rustig kan worden nagelezen. * Meer praktische voorbeelden.(3) * Iets te veel éénrichting. * Minder overleg in presentaties. * Vrijdagnamiddag =>dinsdag=>donderdag. 						
	Heeft u suggesties/wensen voor een workshop thema?	<ul style="list-style-type: none"> * Wat moet PCB-designer weten voor een goed ontwerp. * Design rules verdiepen * Loodvrij in automotive (-45°C) * Andere zaalopstelling. Meer interactie tussen zaal/sprekers. * Het RF gebeuren in PCB. Ieder laminaat heeft een andere Σr. Eerst kiezen we het laminaat, dan kunnen we ontwerpen. 						
	Wenst u een korte presentatie te geven op een volgende Workshop? Onderwerp? (enkel niet-commerciële presentaties)	<ul style="list-style-type: none"> * Nee (9). * In overleg mogelijk : Flex-rigid constructies, uitdagingen Flex-rigid assembling, stretchable electronics 						
	Bent u geïnteresseerd in PCB en PBA technologietrainings sessies incl. bezoek aan productie ?	<ul style="list-style-type: none"> * Afhankelijk van de inhoud wel. * Ja(10). * Nee (2) 						
	Bijkomende opmerkingen.							

Discussie & vragen bij de beide voordrachten.

- 1) Is delaminatie ook te modelleren als een soort van vermoeiingsverschijnsel, vergelijkbaar met via faling?

Ons model simuleert de decohesie van het epoxy, wat niet echt een vermoeiingsfenomeen is. Vanaf een bepaalde temperatuur ontbindt epoxy in vluchtige componenten. Deze temperatuur kan worden vastgesteld door middel van thermo-gravimetrie. De onset van de ontbinding gebeurt reeds bij temperaturen die lager zijn dan de T_d , of het 5% decompositiepunt; (bij conventie genomen als die temperatuur waarbij 5% relatieve gewichtsverandering optreedt). Indien reeds aanzienlijke ontbinding optreedt bij de temperaturen van het reflow solderen en rework wordt het kritisch.

De vorming van deze vluchtige componenten modelleren we door middel van een eerste orde reactie met een bijhorende activeringsenergie. Verder onderstellen we dat de vluchtige componenten zich gedragen als een ideaal gas dat gevangen zit in de epoxy matrix. Een formalisme werd uitgewerkt, dat de drukopbouw modelleert als een functie van de temperatuur en de tijd. Wanneer de drukopbouw een drempelwaarde overschrijdt (die o.m. afhangt van de dichtheid van het epoxy), ontstaat decohesie. Voorgenoemde drempelwaarde is laminaatafhankelijk.

Dit is geen vermoeiingsfenomeen, zoals bij PTH via's. Zolang die drempelwaarde niet is overschreden gebeurt er niets. Wel, neemt de hoeveelheid vluchtige componenten na herhaaldelijke thermische excursies steeds toe. Omwille van de ideale gaswet, wordt de grenswaarde bijgevolg sneller bereikt bij een temperatuurstoename.

Bij via vermoeiing is de faling anders. Bij cyclische spanningen in het PTH Cu, beneden de breukspanning, kan toch breuk optreden na een groot aantal cycli. Dit verband wordt weergegeven op de Wohler vermoeiingscurve van PTH koper.

- 2) Werd het model gevalideerd en getoetst aan experimentele resultaten? Is dit ook statistisch onderbouwd?

We hebben onze resultaten vergeleken met een artikel van Oevel en Verbruggen (Circuit World, 34, N°2, 2008, p 3-7) Deze auteurs hebben hun TMA equipment zodanig aangepast dat een opwarmcyclus kan worden ingesteld die het thermisch profiel van een reflow soldeerstep nabootst (bijv. een JEDEC J-STD-020C-profiel). Zo kunnen ze bij benadering thermisch simuleren, wat gebeurt bij herhaaldelijke reflow stappen. Omdat de metingen in een TMA cel gebeuren, vinden ze plaats aan een klein stukje laminaat. Zodoende zijn deze metingen te vergelijken met onze simulaties.

Bij een TMA meting worden de dimensie-veranderingen van het monster bepaald in de meetcel van de TA-apparatuur. Elke scherpe lokale verandering in de dimensies van het monster wordt aanzien als een 'fingerprint' van de delaminatie.

TMA metingen zijn niet zo arbeidsintensief, maar de meting duurt vrij lang. Er wordt eerst opgevoerd aan 10K/min naar een plateau temperatuur van 260 of 288 °C, waarna er een "dwell" is op 260 of 288°C tot delaminatie/decohesie optreedt. Hierdoor is de opwarmtijd van zo'n meting van de grootte-orde van 30 minuten, wat de meting tijdsintensief maakt.

Reproduceerbaarheid van de metingen/statistische onderbouwing:

De reproduceerbaarheid van TMA metingen is ooit bestudeerd door Z. Mei & M. Hu, Cisco & K. Ogle, Sanmica Part Lab. (zie <http://www.tracelabs.com/TechLibraryDoc.aspx?id=34>). Hun rapport vermeldt niet in detail op welke laminaten (maar aangezien de vermelde T260's, geen loodvrij compatiebele). De reproduceerbaarheid van de T260, T288 & T300 metingen zijn nagegaan. Naarmate de temperatuur hoger wordt, is de spreiding op de 'time to delamination' kleiner (grotere stressor geeft minder spreiding op het faalevent in een versnelde test).

3) Komt delaminatie ook voor onder 'field-condities'?

Normaal gezien niet omdat decompositie onder field-condities meestal verwaarloosbaar is. Bestaande delaminatie kan versterkt worden door thermische cycling tijdens werking en kan tot falen leiden bv. door isolatiefaling.

4) Wat ivm de diffusie van de vluchtige componenten in het delaminatieverhaal? Diffunderen die vluchtige componenten uit het pcb bij lange tijd op kamertemperatuur?

Op dit moment is ons model worst case en wordt de diffusie van de vluchtige componenten niet meegenomen. Zodoende zijn de simulaties zijn representatief voor pcb's met een hoge dichtheid aan binnenlagen Cu. De Cu lagen zijn immers diffusiebarrières.

Indien we de diffusiecoëfficiënt van het epoxy decomposiet kennen, dan kan deze geïncorporeerd worden in ons model. Dan moeten we de netto hoeveelheid vluchtige componenten in het epoxy als functie van tijd en temperatuur beschrijven en die meenemen in de decohesie voorwaarde (overschrijden van de drempel druk).

Het is niet aan te raden om te rekenen op diffusie om delaminatie te vermijden. Dit is immers niet controleerbaar en van te veel parameters afhankelijk (materiaal, PCB opbouw, tijd, temperatuur,..).

We kennen ook de diffusieconstante van de vluchtige componenten niet als functie van de temperatuur. Het vraagt onderzoek om deze experimenteel te bepalen. De diffusie-eigenschappen van vocht in epoxy zijn echter wel gekend en experimenteel bepaald. Ook vocht leidt tot delaminatie via drukopbouw. Hier plannen we wel diffusie in rekening te brengen als basismechanisme bij het drogen van PCB.

5) Is via cracking wel een actueel probleem?

De EDM dienstverlening werd reeds met verschillende via cracking gevallen geconfronteerd. Adviesverlening rond PCB materiaalkeuze gericht op het vermijden van via cracking en delaminatie vertegenwoordigt een belangrijk deel van de aangeboden dienstverlening.

We verwijzen naar W. Engelmaier in zijn artikel "A DfA program that designs and specifies PCBs compatible with lead-free soldering is often at odds with a cost driven manufacturing metric", PRINTED CIRCUIT DESIGN AND MANUFACTURE", Jan 2008"

"Significant attention and a great deal of effort have been expended on understanding the reliability of lead-free solder joints. However, difficulties posed by lead-free soldering as it relates to the reliability of PCB interconnect structures are perhaps more significant."

Toegenomen kans op via cracking, is wel degelijk een probleem als je een verkeerde (of geen) laminaatkeuze maakt bij loodvrij solderen. Bij gebruik van FR4 die niet geschikt is voor loodvrij solderen, kan men reeds na een paar thermische excursies (Tmax 260°C) in de problemen komen.

6) Stel ik zie een blaas op een pcb tijdens processing of rework en die verdwijnt bij het afkoelen. Kan dit dan nog verder kwaad in 'the field'?

Dit kan aanleiding geven tot lekpaden tussen tracks of tussen tracks en via's in de PCB. De thermische excursies tijdens werking kunnen de gedelamineerde gebieden verder doen groeien.

7) Ivm beschikbaarheid van data: wat met de data uit kwalificatietesten die in de grote bedrijven aanwezig is/was?

We werken met de data die voorhanden is (publicaties, internet, discussiefora, Inemi , ...).

Toegankelijkheid van data is soms moeilijk. Het grootste probleem is meestal dat de gerapporteerde data te weinig gegevens bevatten om bruikbaar te zijn bij het fysisch modelleren.

8) Zijn nog andere onderzoekscentra met deze problematiek bezig?

Voor zover we weten zijn we relatief uniek in onze brede aanpak van de problematiek. Wel zijn er een aantal onderzoekcentra en universiteiten actief op specialistische deel domeinen. We denken hierbij aan de University of Maryland (CALCE, VS), National Physics Laboratory (NPL, UK), TU Berlijn (D),...

9) Waarom wordt het aantal toegelaten cycles tot delaminatie groter als de verhouding T260/T288 daalt? Je zou verwachten dat als de T288 stijgt, het gunstiger is voor delaminatie.

Dit is eigen aan de kinetiek van de decohesie. Uit de randvoorwaarden van 5% decompositie, TTT bij 260 en 288°C berekenen we de activeringsenergie en een snelheidsconstante. Een stijgende T288 bij een vaste T260 (dus lagere T260/T288 verhouding) doet de drempelwaarde in het decohesie-criterium stijgen, maar leidt tot een zeer aanzienlijke daling van de activeringsenergie (je krijgt sneller epoxy-ontbinding en een veel plattere TGA curve). Omdat de TGA curve veel platter van vorm is, zal er in het temperatuurgebied van het solderen (230-260°C), reeds aanzienlijke decompositie zijn. Het nettoresultaat is dat de weerstand voor decohesie daalt. Hou er rekening mee dat dit een theoretische beschouwing is. Niet alle activerings-energieën die theoretisch kunnen, komen voor in de praktijk.