

RoHS

Uitdagingen voor de elektronische toeleveringsketen

Geert Willems

imec – Leuven

EDM programma



Inhoud

1. RoHS en PBA: wat is er veranderd sinds 2006?
2. De PBA realisatieketen: wie doet wat?
3. Wat er kan mislopen...
4. Wat doen we er aan?
Aansturing met kennis van zaken



1. Wat is er veranderd sinds 2006?

1 juli 2006: RoHS verbiedt lood in heel wat elektronica

- Loodvrij solderen leidt tot een grootschalige, opgelegde verandering in de elektronische industrie op korte termijn: *een revolutie*.
- De verandering beperkt zich niet tot de assemblage-fabriek maar heeft een grote impact op de totale toeleveringsketen en niet in het minst op het ontwerp.
- Nog steeds is de elektronische toeleveringsketen - vooral de OEM die de keten aanstuurt - onvoldoende bewust van de impact van RoHS en onvoldoende gewapend om de uitdagingen het hoofd te bieden.
- Er komt een aanpassing van RoHS met belangrijke wijzigingen!
Wees voorbereid!

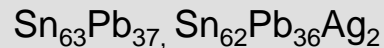


1. Wat is er veranderd sinds 2006?

Solderen

SnPb Era

Soldeer: Tm 179-183°C



Reflow-solderen:

205°C - 235°C
typisch: 215°C
procesvenster: 30°C

Golfsolderen

245°C-255°C

- Meer variatie in legeringen
- Hogere temperaturen
- Kleinere procesvenster

RoHS Era

Soldeer: Tm *199-**210-217-227°C

- SAC: $\text{SnAg}_3\text{Cu}_{.5}$, $\text{SnAg}_4\text{Cu}_{.7}$, $\text{SnAg}_{3.8}\text{Cu}_{.7}$
- Laag Ag SAC: SACX, $\text{SnAg}_1\text{Cu}_{.5}$
- SnCu legering
- *SnZn, SnBiZn
- **SnAgBi

Reflow-solderen:

SAC: 232°C - 245°C (260°C)
typisch: 240-245°C (+25-30°C)
procesvenster: 13°C (28°C)

Golfsolderen



THE SOUND OF
TECHNOLOGY
28 SEPT. t/m 1 OKT.
AMSTERDAM RAI



1. Wat is er veranderd sinds 2006?

Componenten

SnPb Era

IC verpakkingen

J-STD-20 kwalificatie

Tmax: 220°C-235°C



Terminaalafwerking

SnPb3-10%, NiPdAu

Passieve componenten:

Procesgevoeligheid (MSL, PSL) en terminaalmetallurgie zijn essentiële ontwerpparameters geworden.

RoHS Era

IC verpakkingen: nieuwe materialen

J-STD-20D.1 kwalificatie

Tmax: 245°C-250°C-260°C

Non-IC: soldeerprocescompatibiliteit

J-STD-075 kwalificatie (augustus 2008)

Process Sensitivity Level PSL: W3A, R6N
(Toepassing?)

Terminaalafwerking: loodvrij

Zuiver Sn (whiskers), SnBi (whisker, SnPb compatibiliteit), **NiPdAu** (kost, beschikbaarheid), SnAg, NiSn, SnAgCu, Ag, AgPd,...

Anti-whisker behandeling en test

ing voor fine-pitch componenten: SnPb

S

, SnAg₄Cu₇, SnAg_{3.8}Cu₇, SnAg₁Cu₅,...
10Pb₉₀ – geen alternatief



THE SOUND OF TECHNOLOGY
28 SEPT. t/m 1 OKT.
AMSTERDAM RAI



1. Wat is er veranderd sinds 2006?

Printed Circuit Board

SnPb Era

Laminaat (standaard)

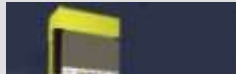
FR4 $T_g=130^{\circ}\text{C}-140^{\circ}\text{C}$

Hoog T_g FR4: tot 180°C



Afwerking

SnPb HASL



**De PCB wordt de zwakke schakel.
Laminaatkeuze en soldeerbare
afwerking zijn kritische ontwerpparameters.**

RoHS Era

Laminaat (Loodvrij soldeer compatiebel)

- Delaminatie, via cracking, CAF,...
- Hoge T_g is GEEN oplossing.
- Grote variatie aan nieuwe FR4-type materialen met verschillende thermische performantie
- 12 loodvrij compatiebele FR4 types in IPC-4101C.

Afwerking: grote variatie

- Geen ultieme afwerking
- De sterke toename van het gebruik van **ENIG NiAu** in een loodvrije soldeerconfiguratie leidt tot ernstige betrouwbaarheidsrisico's!



1. Wat is er veranderd sinds 2006?

Assemblage en toeleveringsketen

SnPb Era

Component ID

Functioneel

Verpakkingstype



Traceerbaarheid

Al
to
Ass
Eé
so

- **RoHS ≠ loodvrij ≠ loodvrij soldeerbaar**
- **Traceerbaarheid is vereist maar...**
- **Veel meer parameters per component:**
- **Complexere identificatie – complexere logistiek**

Eén groep van producten

RoHS Era

Component ID

- Functioneel & verpakking
- RoHS, RoHS5 (telecom), non-RoHS, non-EU RoHS
- SnPb soldeerbaar, loodvrij SAC soldeerbaar.
Applicatie specifieke compatibiliteitsvereisten.
- “Green” components, loodvrije componenten,...

Traceerbaarheid

Een algemene vereiste: legaal & kwaliteit.

Assemblage

vrije legeringen.
/apparatuur.
RoHS/loodvrij –



1. Wat is er veranderd sinds 2006?

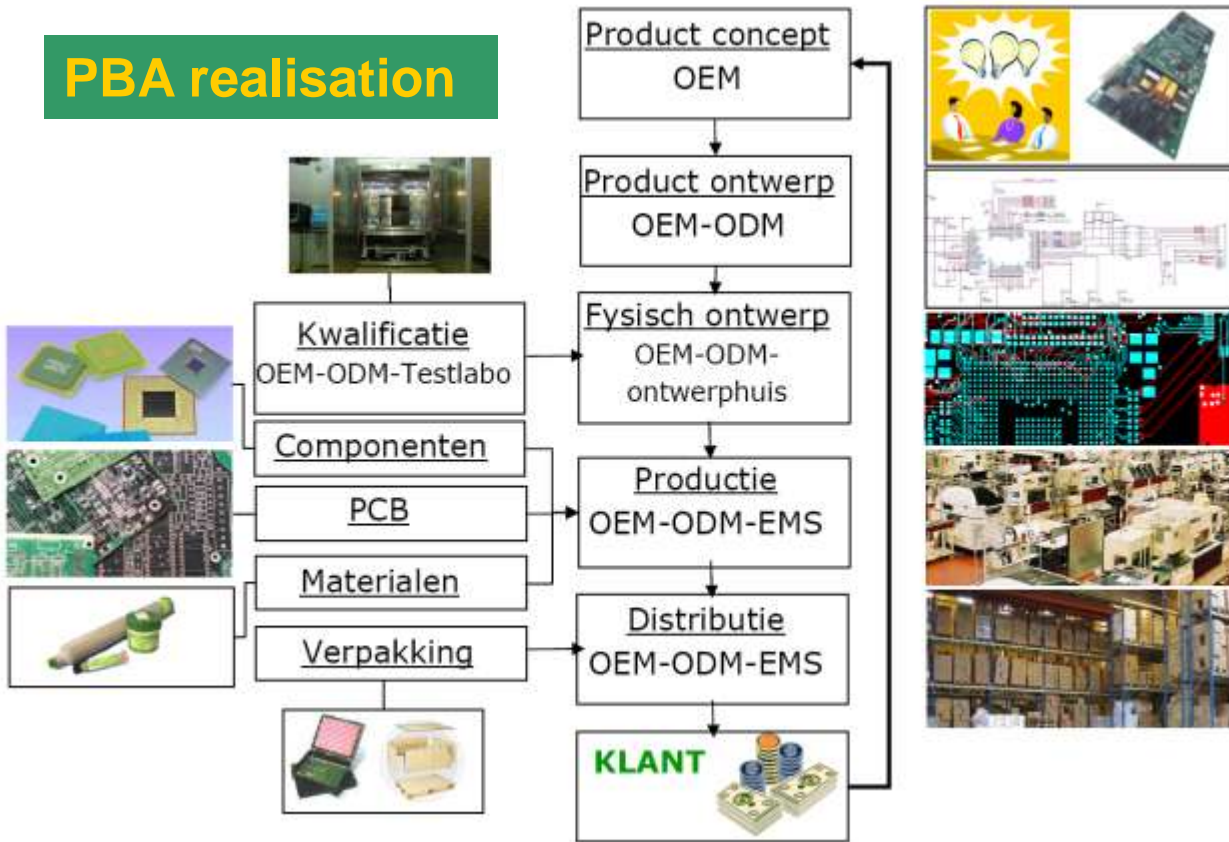
Samenvatting

PBA ontwerp en productie is:

- Heel wat complexer geworden met veel meer parameters die gecontroleerd moeten worden.
- Heel wat kritischer geworden door de hogere temperaturen en het kleinere procesvenster.
- Met een beduidend hogere kans op productfaling door:
 - Versterkt falingsmechanismen (vermoeiing, via-cracking, delamination,...)
 - Nieuwe falingsmechanismen (whisker, kirkendall voiding, pad cratering...)
 - Verschuiving van falingsgebied: van soldeerverbinding naar de omgeving van de soldeerverbinding.
 - Identificatie en traceringsfouten wegens menselijke fouten en onaangepaste MRP systemen.
 - Toenemend probleem van vervalste componenten.
 - De steile leercurve waar we nog lang niet door zijn.
- ... en nog heel wat onbekenden.



2. De PBA realisatieketen: wie doet wat?



Kenmerken

- Veel spelers
- Internationaal
- Zeer complex
- Versplinterde verantwoordelijkheid
- Weinig academische ondersteuning
- Geen ingenieursopleidingen op PBA niveau

Gevolg

- Zwakke PCB/PBA productspecificatie
- Zwakke controle van de toeleveringsketen
- Ontwikkeling van ontwerprichtlijnen is stilgevallen.



2. De PBA realisatieketen: wie doet wat?

De praktijk

- OEM *BestProduct* definieert de functionaliteit van een nieuw elektronisch product. *BestProduct* ontwerpt het elektrisch schema van de “moederkaart” en specificeert kritische componenten.
- Layout moederkaart wordt uitbesteed aan ODM *Createlt* evenals het volledige ontwerp van een aantal ondersteunende PBA.
- ODM *Createlt* besteedt de PCB fabricage uit aan PCB plant *Print*.
- De PCB assemblage wordt door *Createlt* uitbesteed aan EMS *Stufflt*.
- *Stufflt* betreft componenten van verschillende leveranciers inbegrepen component brooker *GetItAll*.
- De kritische componenten (kost, leveringstijd, IP) worden door OEM *BestProduct* besteld en geleverd aan ODM *Createlt* die vervolgens de verschillende *Stufflt* PBA plants bevoorraadt.
- Functionele test van de “moederkaart” gebeurt door OEM *BestProduct* ter bescherming van haar intellectuele eigendom (IP).
- Falende moederkaarten en “field”-falingen worden naar een West-Europese vestiging van EMS *Stufflt* verstuurd voor herstelling.
- ODM *Createlt* is verantwoordelijk voor “Engineering Change Orders”.



2. De PBA realisatieketen: wie doet wat?

De praktijk

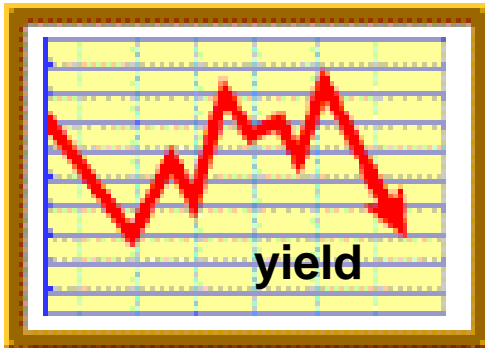
Vraag: Wie maakt de spelregels?

- Wie specificeert wat? (geheel of gedeeltelijk)
 - PCB (*BestProduct*, *Createlt*, *Print*, *Stufft*)?
 - Componenten (*BestProduct*, *Createlt*, *Stufft*, *GetItAll*)?
 - Assemblage materialen (*BestProduct*, *Createlt*, *Stufft*)?
 - Assemblage (*BestProduct*, *Createlt*, *Stufft*)?
 - Betrouwbaarheidsvereisten in relatie tot de operationele werkingsomstandigheden (*BestProduct*, *Createlt*, *Print*, *Stufft*)?
- Zijn er ondubbelzinnige afspraken gemaakt?
- Is er op de juiste plaats de juiste kennis aanwezig?
- Hoe controleren dat aan de specificaties worden voldaan?
- Communicatie tussen de schakels?

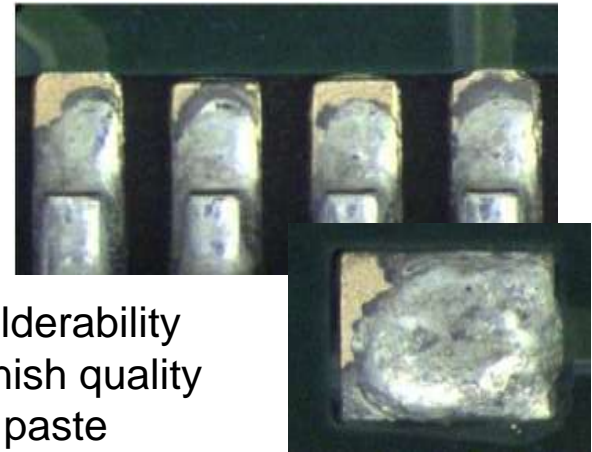


3. Wat er kan mislopen...

In assemblage: Yield en kwaliteit



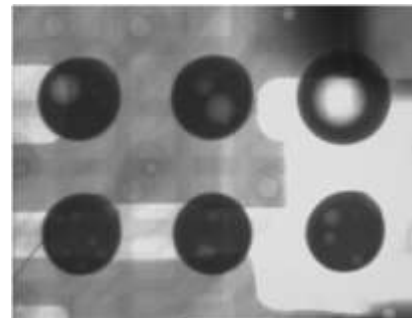
- Poor quality
- Components
 - PCB
 - Assembly process
 - Design



- Poor solderability
- PCB finish quality
 - Solder paste
 - Storage conditions



- Through-hole filling
- Solder process
 - Solderability of component or PCB

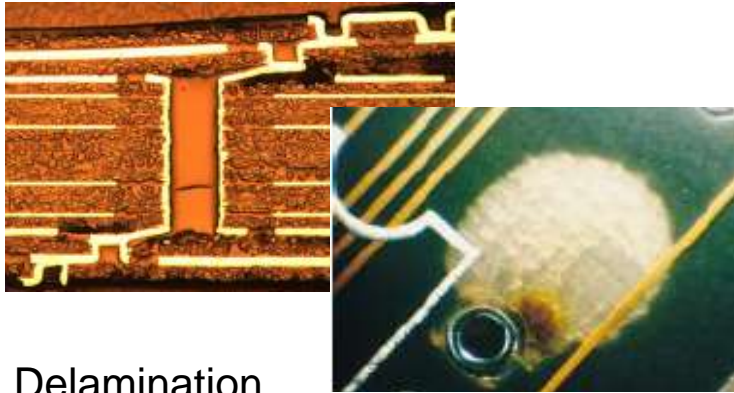


- BGA voiding
- Reflow process
 - Solder paste
 - PCB design



3. Wat er kan mislopen...

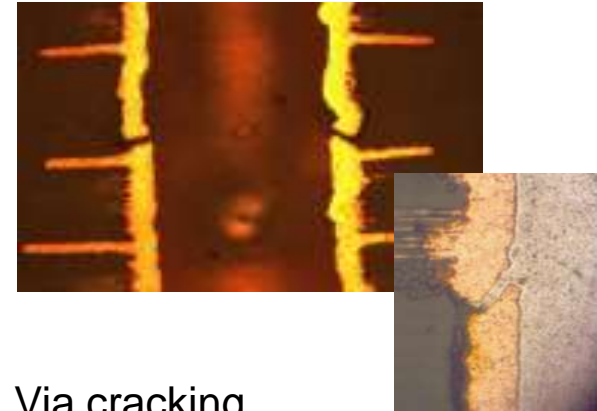
In assemblage: beschadigde PBA



Delamination

- PCB lead-free compatibility
- Process: overheating

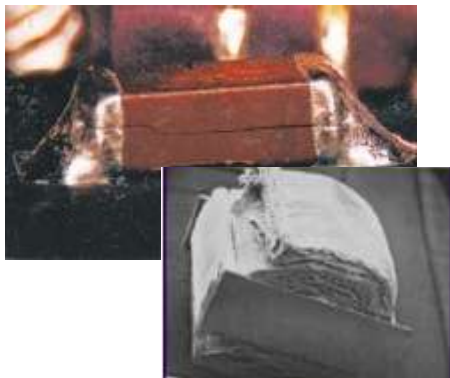
PCB



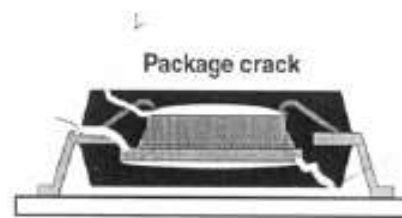
Via cracking

- PCB lead-free compatibility
- Process: overheating
- Excessive # repair cycles

Component



- Overheating
- Incompatibility of component with lead-free soldering

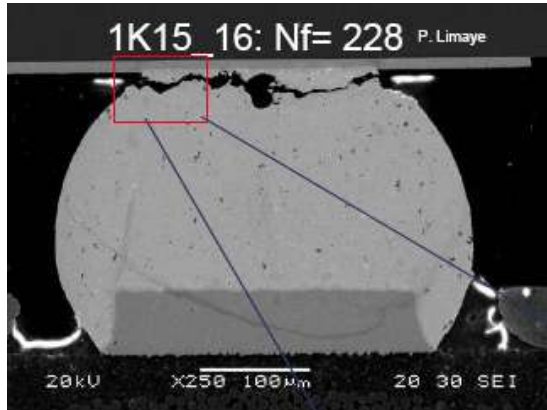


- Moisture level rating
- Component quality
- Logistics of moisture sensitive components



3. Wat er kan mislopen...

Tijdens werking: falend soldeerverbinding



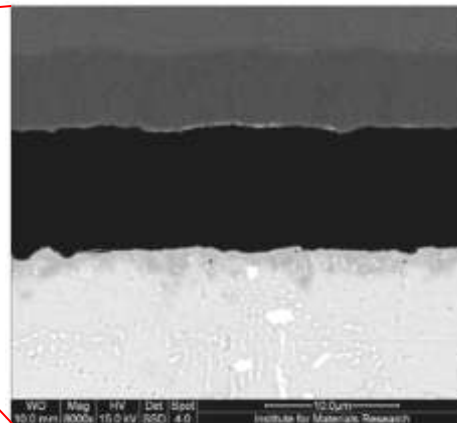
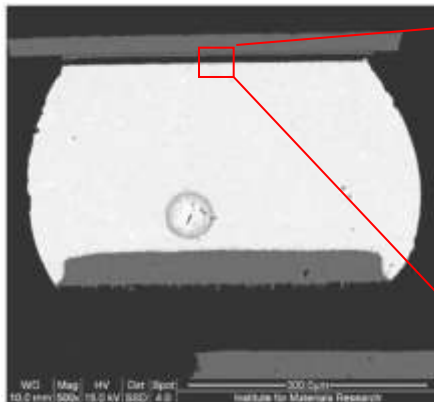
Solder joint fatigue

- Design: CTE mismatch
- Design vs. operational conditions
- Lead-free solder alloy



Interface failure

- Use of NiAu: weak Ni-solder
- PCB: ENIG quality
- Design vs. mechanical load: shock, vibration, tensile stress



3. Wat er kan mislopen...

Tijdens werking: faling isolatie

PCB oppervlak

SIR failure: dendrite growth

- PCB quality: ionic contamination
- PBA assembly quality
- Solder material flux classification
- Environment vs. design

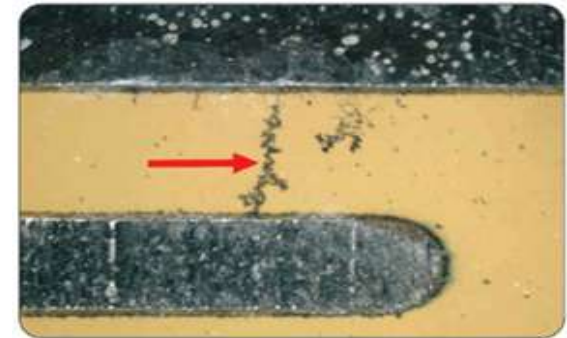
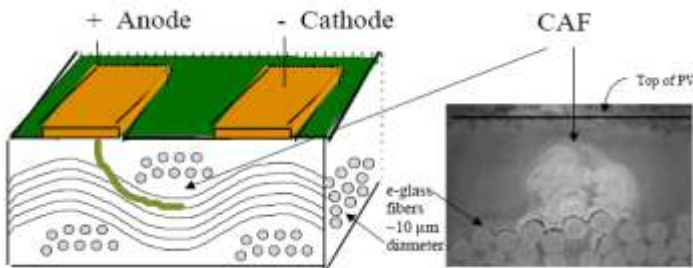


Figure 3-1: Dendrite growth between positively and negatively biased conductors (top and bottom).



Conductive Anodic Filament

- Design
- PCB laminate selection
- PCB quality
- PBA quality

PCB intern

Component terminal

Sn whisker

- Use of Sn, SnCu
- Lack of mitigation practice
- Component selection



3. Wat er kan mislopen...

Meer dan een academische discussie

Microsoft Xbox 360

Toyota



Cost: >US\$ 1.000.000.000



Toyota Recalls 1.1 Million Corolla, Matrix Cars For Stalling

By John Voelcker
Senior Editor
August 26th, 2010

318 Views
[comment now!](#)



Toyota today announced that it would recall roughly 1.1 million Corolla sedans and Matrix hatchback models built from 2006 through 2009.

Under certain circumstances, Toyota says, solder connections may develop a crack that creates unpredictable behavior in the circuit. A crack may also develop where a component called a varistor (which protects against excessive voltage) is attached to the circuit board.

Enlarge Photo

Concerns over stalling issues reported in those models. The National Highway Traffic Safety Administration has been investigating the Toyota stalling problem since...



3. Wat er kan mislopen...

RoHS



België - 2008:

- 88 producten onderzocht:
11 in overtreding waarvan 8 voor Pb en of PBDE, rest CrVI.

UK – 2007:

- 300 overtredingen
- 25-30 compliance notices
10 enforcement notices
2 corrective actions
 - Gedocumenteerde verwerkingsprocedure voor Hg
 - Blokkering van invoer vanuit het verre Oosten
- Overtredingen: veel SnPb soldeer, CrVI, Pb in PVC



Scandinavie 2008: Denemarken, Finland, Zweden

- 152 producten onderzocht – 22 overtredingen
- 1 vervolging (Zweden): invoer vanuit China – Pb in plastic
- Overtredingen: Pb in soldeer, Pb in plastics



4. Wat doen we er aan?

- De realisatie van een elektronisch product is veel **meer dan** het “over de muur gooien” van een elektrisch schema.
- Een legaal elektronisch product met een bepaald kwaliteit- en betrouwbaarheidsniveau en met een voorspelbare kost en leverbetrouwbaarheid vergt dat component, PCB en assemblage met **kennis van zaken** gespecificeerd en gerealiseerd worden.
- De vereiste kennis (bij voorkeur kwantitatief):
 - Technologisch: componenten, PCB, PB Assemblage
 - Productietechnisch: kwaliteitsrisico, logistieke en kostfactoren
 - Betrouwbaarheid: falingsmechanismen, kwalificatietesten, levensduur

Vertaald in Design-for-X richtlijnen.



4. Wat doen we er aan?

Het OEM perspectief: aansturing

1. **Definieer** de productvereisten op vlak van RoHS, kost, kwaliteit en betrouwbaarheid onder de voorziene werkomstandigheden van het elektronisch product.
2. **Definieer** de ontwerpregels en selectiecriteria voor PCB, componenten, PBA materialen en processen.
3. **Specificeer** expliciet elk onderdeel en elk relevant aspect.
4. **Kwalificeer** onderdelen (componenten, PCB) en hun leveranciers.
5. **Controleer** dat aan de specificaties **blijvend** wordt voldaan.



4. Wat doen we er aan?

- Componenten en componentverpakking

- RoHS conformiteit: documenten, analyse, tracing, controle,...
- **Opletten met vervalsingen!!**
- (Loodvrij) soldeercompatibiliteit
- Terminaalmetallurgie & “body” materiaal
- Logistieke aspecten: beschikbaarheid opslag

Counterfeit components find new markets

By Rob Spiegel -- 4/9/2009
EDN



Although it's impossible to know for sure, industry experts estimate counterfeiting cost at \$100 billion to \$200 billion annually, or nearly 10% of all electronic equipment sold worldwide. Most industry experts claim that the problem is escalating and note that, although the federal government and several industry associations have taken measures to limit counterfeiting, it continues to plague the components industry.

Counterfeiters are even targeting low-cost, passive components. "Everything is getting counterfeited," says Robin Gray (photo), executive vice president of NEDA (National Electronic Distributors Association). "It's not just the high-value items, [such as] semiconductors. It can be connectors, resistors, anything that can turn a good profit, anything that's on allocation, anything that's in high demand."

- PCB

- RoHS conformiteit: loodvrije soldeerbare afwerking
- PCB technologie: mogelijkheden en beperkingen
- (Loodvrij) soldeercompatibiliteit
- Laminaatmateriaal & soldeerbare afwerking
- Logistieke aspecten: opslag (shelf life, vocht)



4. Wat doen we er aan?

- Assemblage
 - RoHS conformiteit: tracering op de productievloer
 - PBA technologie en soldeerprocessen: mogelijkheden en beperkingen
 - **Design-for-Assembly** principes
 - Eigenschappen van soldeermaterialen
 - Yield, foutfrequentie: bepalende factoren
- PBA falingsmechanismen
 - Inzicht in falingsmechanismen: component, PCB, verbindingen, isolatie.
 - Invloed van ontwerp: componentselectie, PCB eigenschappen, dimensies, materialen,... → **Design-for-Reliability**
 - Invloed van de werkingsomstandigheden



4. Wat doen we er aan?

En wat indien ik (OEM) niet al de nodige kennis heb?

- Eenvoudig:
 - Zoek een betrouwbare partner dicht bij huis met end-to-end kennis en delegeer ontwikkeling en realisatie.
 - Neem een juridische partner en maak een degelijk contract.
- Alternatief:
 - Investeer in “**helikopter**”-zicht kennis.
 - Selecteer betrouwbare **partners** met deelexpertise: ontwerp, EMS, PCB
 - Stel **duidelijke productvereisten** op: kwaliteit, betrouwbaarheid, kost. **Wees realistisch!** Toets af met de partners.
 - Maak **ondubbelzinnige afspraken** over wie wat specificceert, kwalificeert en controleert.
 - Strikte opvolging en **controle**.
 - Neem ook maar een juridische partner en maak degelijke contracten!



4. Wat doen we er aan?

1. *ONTWERP, kwalificatie en specificatiecontrole* bepalen de **productiekost** en **niet-kwaliteitskost**.
2. De *kwaliteit van aansturing* bepaalt de **logistieke** en **overheadkost**: “*verborgen kosten*”!
3. En de *productielocatie*?
 - **Deel van productiekost** indien groot aandeel aan manuele assemblage (bepaald door ontwerp!).
 - **Transportkosten**
 - **Kwaliteitsrisicos, RoHS-risico**
 - **Fraude**



5. Besluit

- Een RoHS conform kwaliteitsproduct op de markt zetten houdt veel meer in dan RoHS “certificaten” verzamelen.
- Kwaliteitsrisico's zijn sterk toegenomen. Goed ontwerp (DfX), specificatie en controle zijn cruciaal! Erken de techniciteit.
- De OEM draagt de volle productverantwoordelijkheid: kwaliteit en legaliteit. Erken dit.
- Een grote hoeveelheid kennis is vereist. Erken de complexiteit.
- Specificeer expliciet elk aspect van de PBA direct of indirect door ondubbelzinnige delegering.
- Controleer de gehele toeleveringsketen.

Neem niets als vanzelfsprekend aan!



Dank u voor uw aandacht



Geert.Willems@imec.be
++32-498-919464
www.rohsservice.be
www.edmp.be



© Sirris 2010 © imec 2010
www.edmp.be

