

# ***Geen kwaliteit bij het uitbesteden zonder technische kennis***

Geert Willems

IMEC & Sirris

Electronic Design & Manufacturing  
Programma



27-29 mei  
ELECTRONICS  
AUTOMATION  
2009

# Inhoud

1. PBA: enkele basisbegrippen
2. Schets van de PBA realisatieketen
3. Wat kan er mislopen...
4. Aansturing met kennis van zaken
5. Besluit

# 1. Enkele PBA basisbegrippen

- PCB – Printed Circuit Board:  
onbestukt substraat



- Elektronische componenten:  
>35 miljoen types



- Loodvrij SAC soldeer:  $\text{SnAg}_{0-4\%}\text{Cu}_{0-0.7\%}$

- PBA – Printed Board Assembly:
  - bestukt substraat
  - basismodule



# 1. Enkele PBA basisbegrippen: Het ontwerp

- Component selectie → Stuklijst (BOM)
  - Elektrische eigenschappen
  - Eigenschappen van verpakking
    - Dimensioneel, solderen, wetgeving (RoHS,...), **betrouwbaarheid**
- Printed Circuit Board
  - PCB layout
  - Materiaalspecificatie: laminaat en soldeerbare afwerking
    - Elektrische, **soldeereigenschappen, betrouwbaarheid**
  - PCB is geen “commodity”!
    - Hoge techniciteit - klantspecifiek - belast tegen de limiet (solderen)
- **PBA**: Ook de assemblage verdient aandacht!
  - **Soldeermaterialen** – proceslimieten – kost – yield – RoHS...

# 1. Enkele PBA basisbegrippen: De spelers

- **OEM:** *Original Equipment Manufacturer*
- **ODM:** *Original Design Manufacturer*  
Ontwerpt en produceert in naam van een OEM.
- **EMS:** *Electronic Manufacturing Services*  
Produceert in opdracht van een OEM, ODM,...
- **Ontwerphuis:**  
Ontwerpt (layout) in opdracht van een OEM, ODM,...
- **PCB producent:**  
Produceert PCB in opdracht van OEM, ODM, EMS,...
- **Component broker:**  
Verhandelt componenten van verschillende producenten.



## 2. Schets van de PBA realisatieketen

- OEM *BestProduct* definieert 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 broker *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. Schets van de PBA realisatieketen

### Vraag: Wie maakt de spelregels?

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



## 2. Schets van de PBA realisatieketen

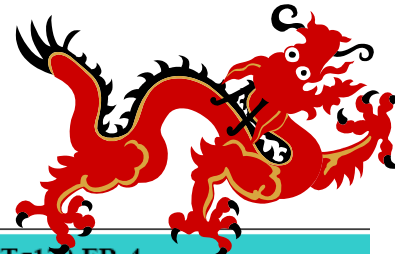
Internationaal uitbesteden:

- OEM *BestProduct*: Nederland
- ODM *Createlt*: Indië
- EMS *Stuffit*:  
Frankrijk – Roemenië – China – Vietnam
- PCB *Print*: China
- Brooker *GetItAll*: Duitsland

Taal en cultuur

Standardisatie:

- Toepassing IPC  
standaarden in Azië?



Tg170 FR-4

覆銅箔環氧玻纖布層壓板

特點

- Tg 170°C (DSC 測試), 低 Z-軸 CTE 值
- 相容紫外光阻擋及光學自動檢查功能, 可提高 PCB 生產效率與準確性
- 熱裂解溫度高
- 優良的耐熱性, 能滿足無鉛制程要求
- 符合 IPC-4101A 的規範要求

出售印刷电路板生产部，以进一步加强  
生产制造力量

——狄加到████████████████████全体员工信

各位同事：

基于战略考虑，公司管理层已经决定将  
和印刷电路板相关的生产制造部门出售  
并转让给上海普林电路板公司。其它生  
产制造部门，包括机架元件（2号楼）  
、机架/印刷电路板装配和系统测试（1  
号楼），则不属于任何资产剥离计划的  
范围。

出售印刷电路板生产部，是到既定  
的业务增长目标的一项战略性  
举措，也是████████████████████在  
方案供应商的道路上的重要一步。

Verstaan we elkaar?



27-29 mei  
ELECTRONICS  
AUTOMATION  
2009

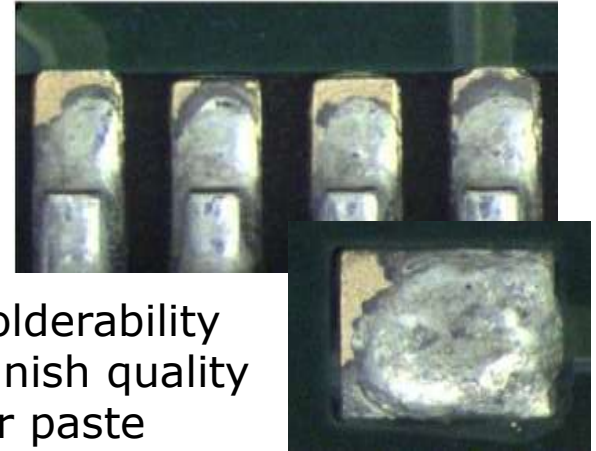


### 3. Wat er kan mislopen...

#### In assemblage: Yield en kwaliteit



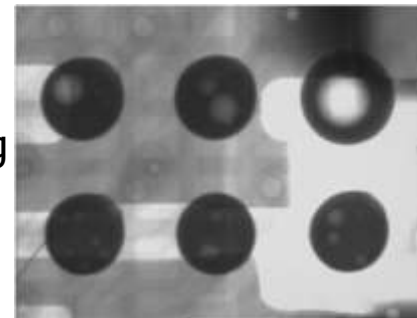
- Poor quality
- Components
  - PCB
  - Assembly process
  - Design



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



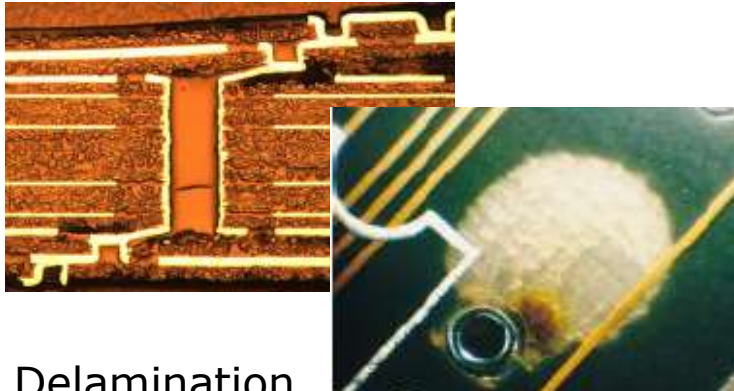
- Through-hole filling
- Solder process
  - Solderability of component or PCB



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

### 3. Wat er kan mislopen...

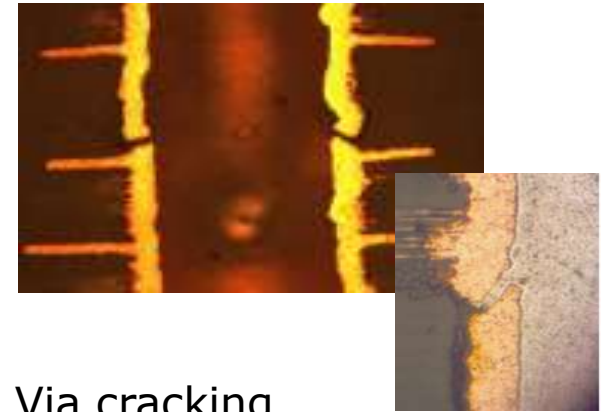
#### In assemblage: beschadigde PBA



Delamination

- PCB lead-free compatibility
- Process: overheating

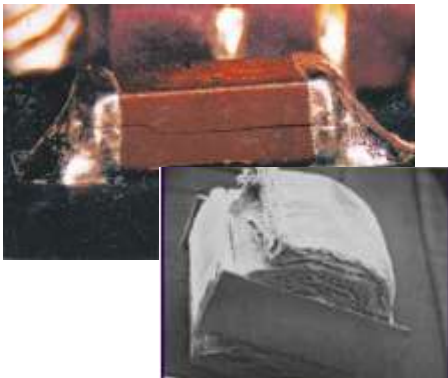
**PCB**



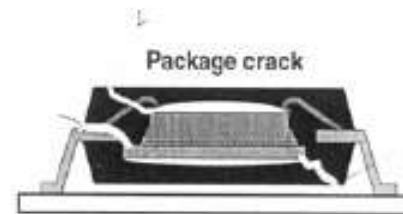
Via cracking

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

**Component**



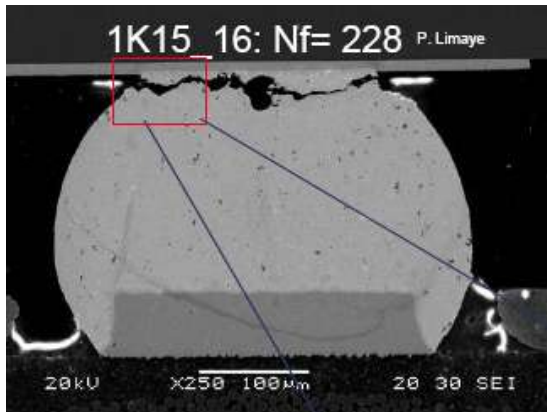
- Overheating
- Incompatibility of component with lead-free soldering



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

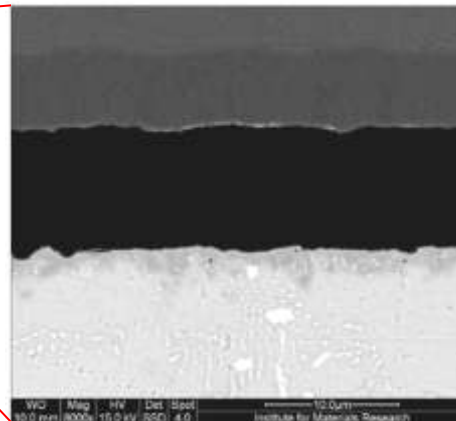
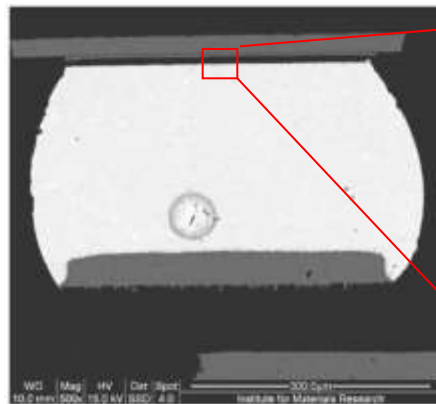
### 3. Wat er kan mislopen...

## Tijdens werking: faling 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

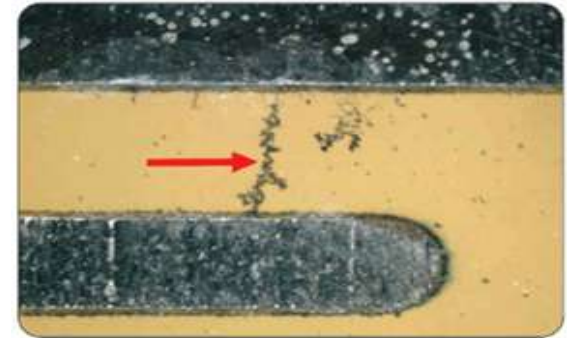
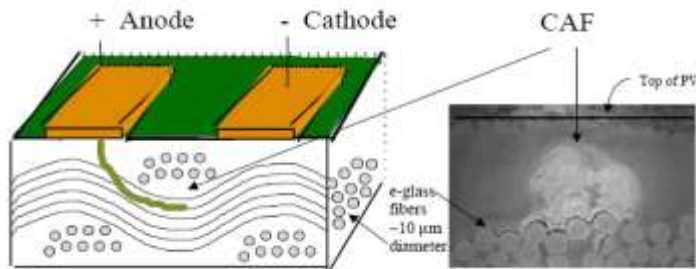


Figure 3-1: Dendrite growth between positively and negatively biased conductors (top and bottom).



### Conductive Anodic Filament

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

**PCB intern**

**Component terminaal**

### Sn whisker

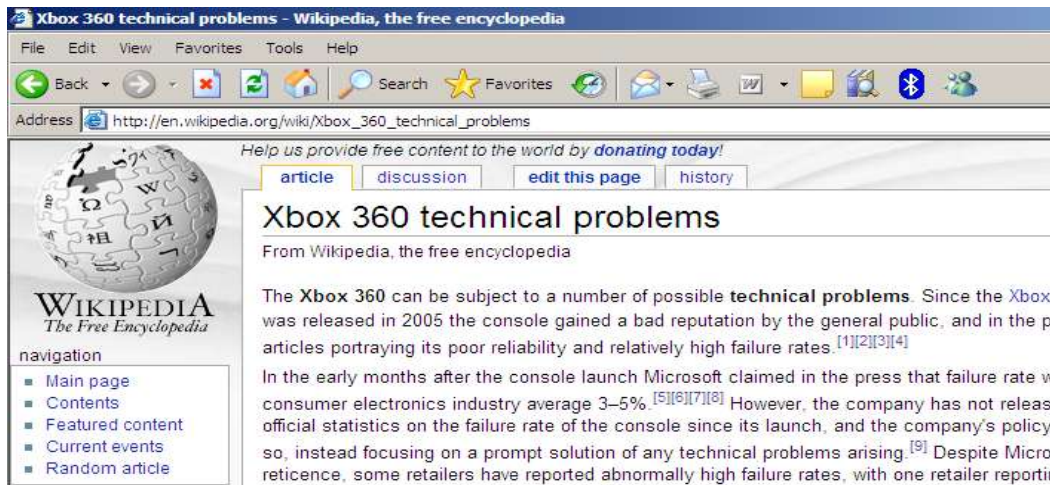
- Use of Sn, SnCu
- Lack of mitigation practice
- Component selection



27-29 mei  
ELECTRONICS  
AUTOMATION  
2009

### 3. Wat er kan mislopen...

## Meer dan een academische discussie: Microsoft Xbox 360



Estimated failure rate: 25-33%

Cost: >US\$ 1.000.000.000



27-29 mei  
ELECTRONICS  
AUTOMATION  
2009

## 4. Aansturing met kennis van zaken: de feiten

- 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 worden.
- Sinds 1 juli 2006 (RoHS) en de introductie van **loodvrij solderen** is PBA ontwerp en productie veel complexer, veel kritischer en veel minder robuust geworden.
- De **leercurve** van het loodvrij ontwerpen en produceren is nog lang niet doorworsteld.



27-29 mei  
ELECTRONICS  
AUTOMATION  
2009

## 4. Aansturing met kennis van zaken: De benodigde kennis

- Componenten en componentverpakking
  - (Loodvrij) soldeercompatibiliteit
  - Eigenschappen van terminaalmetallurgie
  - Eigenschappen van “body” materiaal
  - Logistieke aspecten: beschikbaarheid, opslag
- PCB
  - PCB technologie: mogelijkheden en beperkingen
  - (Loodvrij) soldeercompatibiliteit
  - Eigenschappen van laminaatmateriaal
  - Eigenschappen van soldeerbare afwerking
  - Logistieke aspecten: opslag (shelf life, vocht)



## 4. Aansturing met kennis van zaken: De benodigde kennis

- Assemblage
  - PBA technologie en soldeerprocessen: mogelijkheden en beperkingen
  - **Design-for-Assembly** principes
  - Eigenschappen van soldeermaterialen
  - Yield, foutfrekwentie: 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. Aansturing met kennis van zaken: De aanpak van de PBA realisatie door de OEM

1. **Definieer** de productvereisten op vlak van kost, kwaliteit en betrouwbaarheid onder de voorziene werkomstandigheden van het elektronisch product.
2. **Definieer** de ontwerpregels en selectiecriteria voor PCB en componenten.
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. Aansturing met kennis van zaken

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 “**helikoper**”-zicht kennis.
  - Selecteer betrouwbare **partners** met deexpertise: ontwerp, EMS, PCB
  - Stel **duidelijke productvereisten** op: kwaliteit, betrouwbaarheid, kost. **Wees realistisch!** Toets af met de partners.
  - Maak **ondubbelzinnige afspraken** over wie wat specificeert, kwalificeert en controleert.
  - Stricte opvolging en **controle**.
  - Neem ook maar een juridische partner en maak degelijke contracten!



27-29 mei  
ELECTRONICS  
AUTOMATION  
2009

## 4. Aansturing met kennis van zaken

### **Tip: ga stap voor stap bij het uitbesteden**

#### 1. Werk eerst met regionale partners die:

- Geen taalprobleem opleveren: Engels spreken en verstaan
- Gangbare standaarden gebruiken: bv. IPC.
- Op minder dan 2 uur rijden gelocaliseerd zijn.

#### 2. Uitbreiding

1. Werk met regionale partners met Oost-Europese filialen
2. Werk met regionale partners met Aziatische filialen
3. ...een eerste niet-regionale partner... enzovoort...

Verifieer dat alles naar behoren functioneert en producten oplevert die voldoen aan de vereisten! **Ga niet te snel!**  
Kwaliteitsproblemen manifesteren zich pas na verloop van tijd.



27-29 mei  
ELECTRONICS  
AUTOMATION  
2009

## 4. Aansturing met kennis van zaken: De kosten

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**



# 5. Besluit

- Uitbesteden vergt een degelijk business plan die alle aspecten in rekening brengt. **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



27-29 mei  
ELECTRONICS  
AUTOMATION  
2009