

# PBA kwaliteit: cijfers graag!

## Hoe doen we dat?



Geert Willems  
30 september 2011

# 1. Kwaliteitscijfers

## Wat hebben we nodig?

Om de yield  $Y$  of het falingsrisico  $P$  te bepalen dient de kans dat een defect optreedt bepaald te worden.

Daarvoor dienen:

1. De mogelijke assemblage defecten gecatalogeerd:

### *Defect Opportunities - DO*

- PCB
- componenten
- interconnecties
- assemblage



2. De kans op defecten gekwantificeerd:

### *Defects Per Million Opportunities – DPMO (ppm)*

3. De impact van productietest gekwantificeerd

**De kwantificatie hangt af van de defectdefinitie.**

**Defect en testimpact kwantificatie zijn gekoppeld!**

# 1. Kwaliteitscijfers

## Wat hebben we nodig?

**Kansberekening:** Yield  $Y$  berekening – PBA falingsrisico  $P=1-Y$

Algemeen:  $DPMO_i$  foutkans voor  $DO_i$

First pass yield = kans op falingsvrije PBA = kans op 0 defecten

$$Y = \prod_{i=1}^{DO} [1 - DPMO_i] = 1 - P$$
$$= [1 - DPMO_{av}]^{DO} \quad (\text{definitie gemiddelde } DPMO)$$
$$\approx 1 - DO \cdot DPMO_{index} \quad (\text{IPC - 7912})$$

Yield  $Y$  en PBA falingsrisico  $P$  hangen af van:

- Assemblage foutfrequentie:  $DPMO_i$  per  $DO_i$   
ONTWERP, componenten, PCB, assemblageprocessen,...
- De PBA complexiteit:  $DO$   
Ontwerp

# 1. Kwaliteitscijfers

## Wat hebben we nodig?

### De impact van test:

- Een productietest identificeert op **systematische wijze** bepaalde types defecten (niet random!).  
→ herstelling (100% OK verondersteld)
- Geen enkele structurele test kan alles detecteren.  
Ook functionele test is in de praktijk beperkt.
- Wat kan geïdentificeerd worden, hangt af van de gebruikte testtechniek en bepaalt de Testdekkingsgraad (test coverage).  
De testdekkingsgraad  $TC_i = TA_i \times TE_i$ :
  - Testtoegankelijkheid (test access) tot  $DO_i$ :  $TA_i$   
*Is de defect opportuniteit toegankelijk voor de test?*
  - Testefficiëntie (test efficiency) van  $DO_i$ :  $TE_i$   
*Hoe effectief kan de fout gedetecteerd worden?*
- De kwantificatiemethode dient met deze basiseigenschappen rekening te houden.

# 1. Kwaliteitscijfers

## Wat hebben we nodig?

Definitie van defectcategorieën: *verlanglijst*

- Overeenstemmende met fysische fouten ( $\neq$  elektrisch)
- “As simple as possible but not simpler” (A. Einstein)
- Aansluitend bij industriestandaarden:



# IPC-7912A

End-Item DPMO for Printed  
Circuit Board Assemblies

## 2. Hoe doen we het?

### Defect model: As simple as possible...

IPC Defect Category	Defect Type	Definition
Termination (BOM) ( $N_i = 2$ )	Open	The electrical contact between the component terminal and a pad is interrupted.
	Short	Undesired electrical contact between component terminals or other electrically conductive PBA features.
	Class 1-3 (quality)	As defined by IPC-A-610 standard.
Placement (BOM) ( $N_i = 4$ )	Missing	A component is missing.
	Wrongly equipped	A wrong component was placed or a component was placed on a not-equipped location of the PBA design/layout.
	Misoriented	Component placed with incorrect orientation w.r.t. pin 1.
	Misplaced (wrong pads)	Component placed at incorrect position e.g. with X-Y offset to the correct position.
	Class 1-3 (quality)	As defined by IPC-A-610 standard.
Component (BOM) ( $N_i = 3$ )	Physical out-of-spec	A component is functional but some aspect of its physical properties does not adhere to specification.
	Electrical out-of-Spec	A component is functional but some aspect of its electrical properties does not adhere to specification.
	Fatal defect	A component is not functional due to electrical malfunction.
	Class 1-3 (quality)	As defined by IPC-A-610 standard.
Component (PCB) ( $N_i = 4$ )	Design	Design error
	PCB Defect	PCB manufacturing defect
	Delamination	Delamination of PCB during heat treatment
	Via cracking	Via cracking during heat treatment
	Class 1-3 (quality)	As defined by IPC-A-600 standard.
Assembly (PBA) ( $N_i = 4$ )	Mechanical	PBA mechanical defect (not component related).
	Interconnection	PBA interconnection defect (not component related).
	Cleaning	PBA cleanliness issue.
	Conformal coating	Conformal coating does not adhere to its specification (pinholes, not coated/overcoated areas).
	Class 1-3 (quality)	As defined by IPC-A-610 standard.

#### EDM Voorstel

- IPC-7912 afgestemd
- Defect Types voor elke Defect Opportunity  $DO_i$  ( $N_i$ )
- Afstembaar op andere industriemodellen: PCOLA, MVS, PPVS,...

#### EDM definities

- **Functionele defecten**
- Acceptatie defecten  
IPC class 1-2-3
- Fysische fouten
- Onafhankelijk van oorzaak
- Zo eenvoudig mogelijk

## 2. Hoe doen we het?

### Test impact

- Eenduidige beschrijvingsniveau defecten en testcoverage: Voor elk Defect Type  $k$  behorende tot een bepaalde Defect Opportunity  $DO_i$ :
  - A test access value:  $TA_i^k$
  - A test efficiency value:  $TE_i^k$
  - A test coverage value:  $TC_i^k = TA_i^k TE_i^k$
  - A DPMO value before test:  $DPMO_i^k$
  - A DPMO value after test:  ${}^a DPMO_i^k = (1 - TC_i^k) DPMO_i^k$
- Test access  $TA_i^k$  : Kan aan defecttype  $k$  van opportuniteit  $i$  gemeten worden?
  - Alle circuit en testgegevens beschikbaar:  $TA_i^k = 0/1$
  - Beperkte informatie (bv. BOM):  $TA_i^k =$ waarschijnlijkheid
- Test efficiency  $TE_i^k$  : Waarschijnlijkheid dat defect kan geïdentificeerd worden.
- Effect van een test:
  - **Interpretatie:** Foutfrequentie wordt gereduceerd  $\rightarrow 0$  (perfecte herstelling)
  - NIET (!): reductie met een fractie  $TC$  van het aantal defecten in een groep van defecten  $D$ .

Foutkansen (Y,P) berekenen nadat impact van testen bepaald werd op DO niveau  
 $\rightarrow$  Testsystematiek correct in rekening gebracht!



## 2. Hoe doen we het?

### EDM aanpak – Samenvatting

#### EDM aanpak

- Aansluitend bij IPC standaard IPC-7912
- Gericht op identificatie van fysische fouten
- Beschrijving van foutspectrum en test coverage op DO-niveau levert een correcte methode op voor het berekenen van de impact van testen op de PBA foutkans.
- Geen intermediaire benaderingen.  
Met een PC is dit niet moeilijker dan de benaderende methodes van bv. iNEMI.
- Definities zijn essentieel:  
defecttypes – test access – test efficiëntie – test coverage.

#### Doel:

*Objectieve, universeel toepasbaar en principieel correcte aanpak van foutfrekwenties en testcoverage.*



# 3. Modelling EDM aanpak

Raw information

- Data - physics
- Relationships - graphs

Knowledge description

- Algorithms
- Look-up tables

## Structuring the approximation levels

- 0-order (default) models
  - Use only BOM information
  - Typical use: concept and early design stage, production: non-PBA specific questions
- 1a-order models
  - 0-order + electrical schematics (netlist e.a.) information
  - Typical use: intermediate design stage, production: electrical test, yield
- 1b-order models
  - 0-order + CAD (layout e.a) information
  - Typical use: intermediate design stage, production: proces, inspection, yield

EDM: ontwerpoudersteuning  
Model ontwikkeling

- 2-order models
  - 0-order + CAD + electrical schematics information
  - Typical use: PBA specific generic analysis

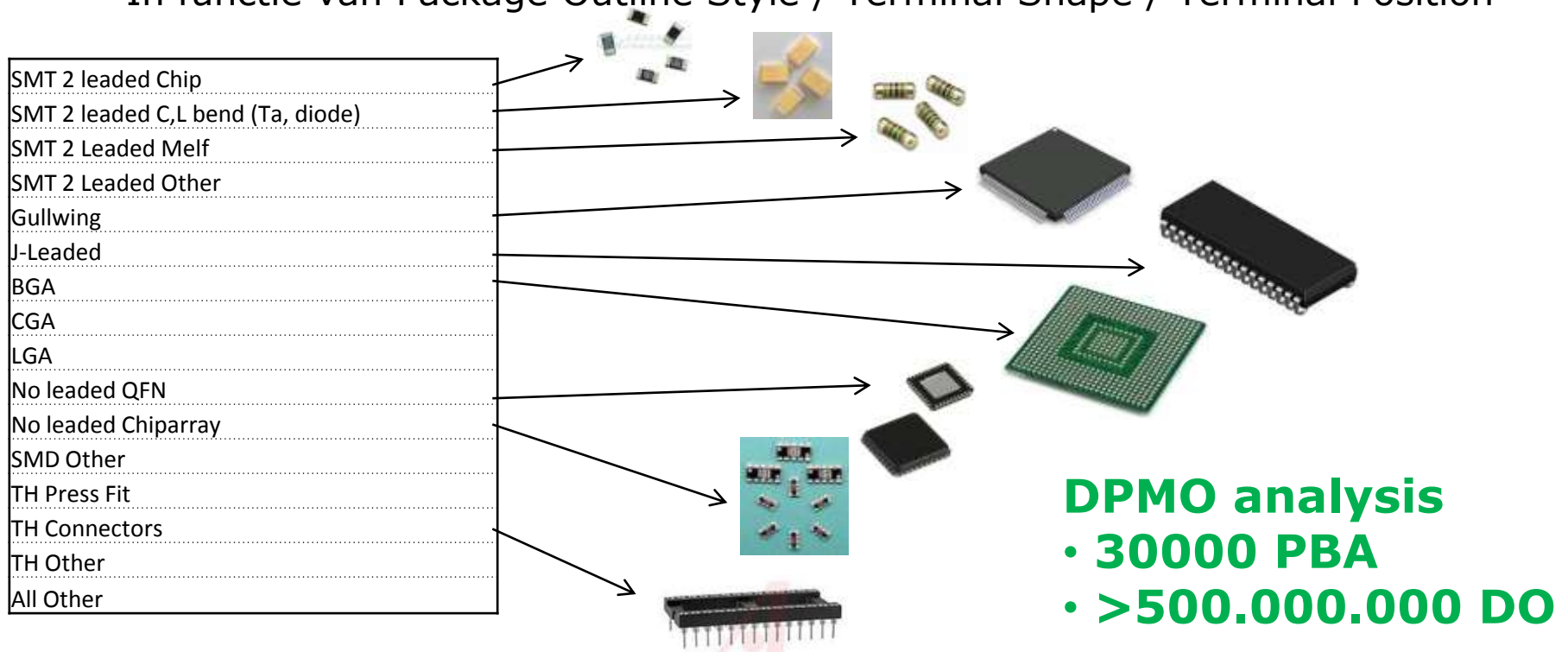
Industrial tools  
Relatie met fysische fouten

- 3-order models
  - 2-order + hardware configuration info (FPGA configuration e.a.)
  - Typical use: PBA specific generic analysis for PBA with customised components
- 4-order models
  - 3-order + embedded software info
  - Typical use: Functional test development, production: test coverage of functional test.

# 3. Modelling

## DPMO modelling: EDM

- Component defects: 11 categorieën
- Termination defects & placement defects: 16 categorieën  
In functie van Package Outline Style / Terminal Shape / Terminal Position



*In samenwerking met EDM partners*

**Lage foutfrequenties ( $1 < \text{DPMO} < 100 \text{ppm}$ ) vereisen veel data!**

# 3. Modelling Implementatie



EDM  
 sirris  
 imec

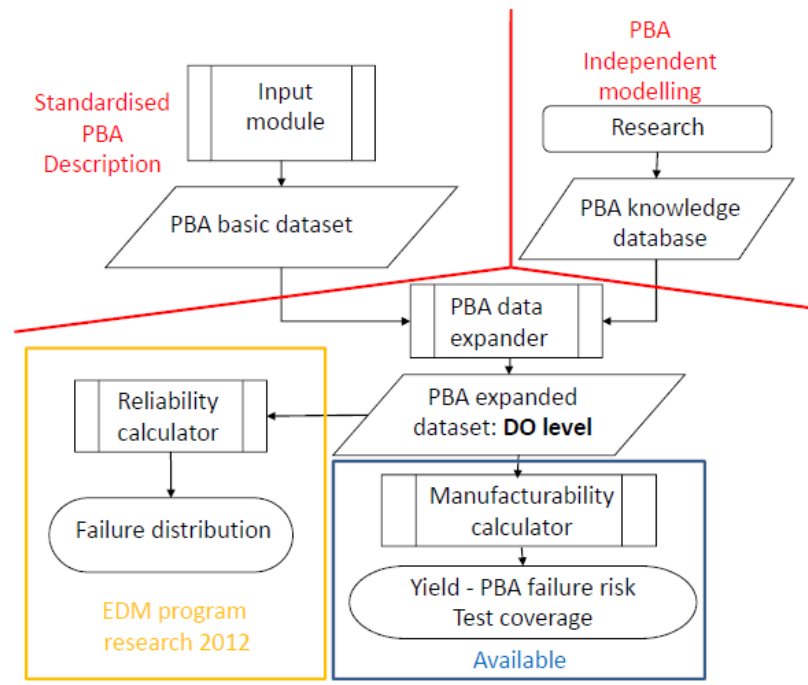
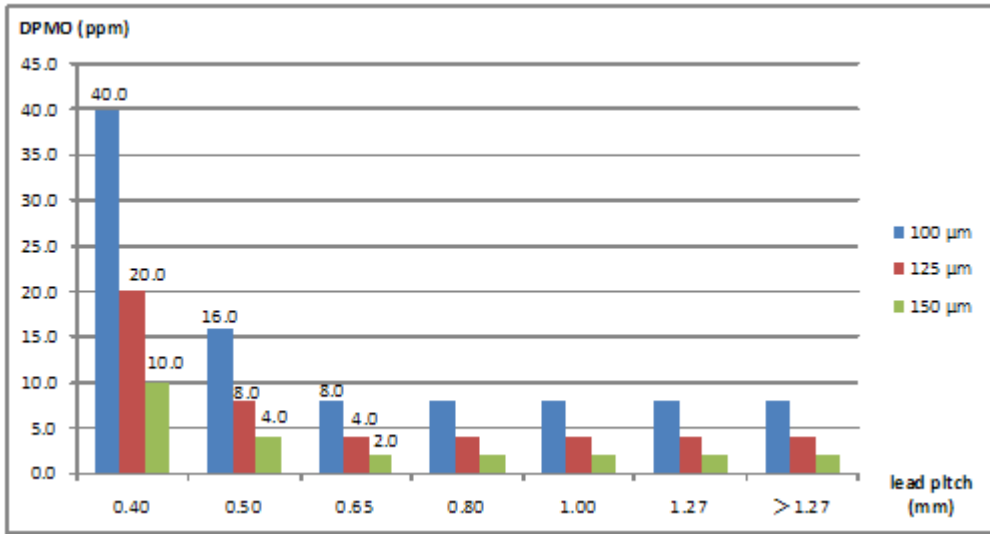
**DPMO modelling:  
 Reflow & Wave soldering**

Project : CO-PBA-DIFX  
 V1.0  
 April 2011

## PBA simulatie tool

- DPMO model
- Test modellen
  - AOI
  - Elektrisch

**Meer info:  
 EDM infostand**



**Dank U voor uw aandacht**



Geert.Willems@imec.be  
++32-498-919464  
[www.edmp.be](http://www.edmp.be)