

# Capitolul 7.1

## Tehnologii moderne în industria electronică

**Ciprian Ionescu**

**Conferențiar la Catedra Tehnologie Electronică și Fiabilitate,  
Fac. Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației  
Universitatea Politehnică din București**



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

**“Electronics packaging has become recognized as a critical technology for the continued growth of the nation’s electronics industry.”<sup>1</sup>**

*Prof. James E. Morris –Head of Department of Electrical Engineering, Portland State University, Oregon, USA*

*<sup>1</sup> “A Multidisciplinary Sophomore Course in Electronics Packaging”, Proceedings ECTC, May 1998*



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



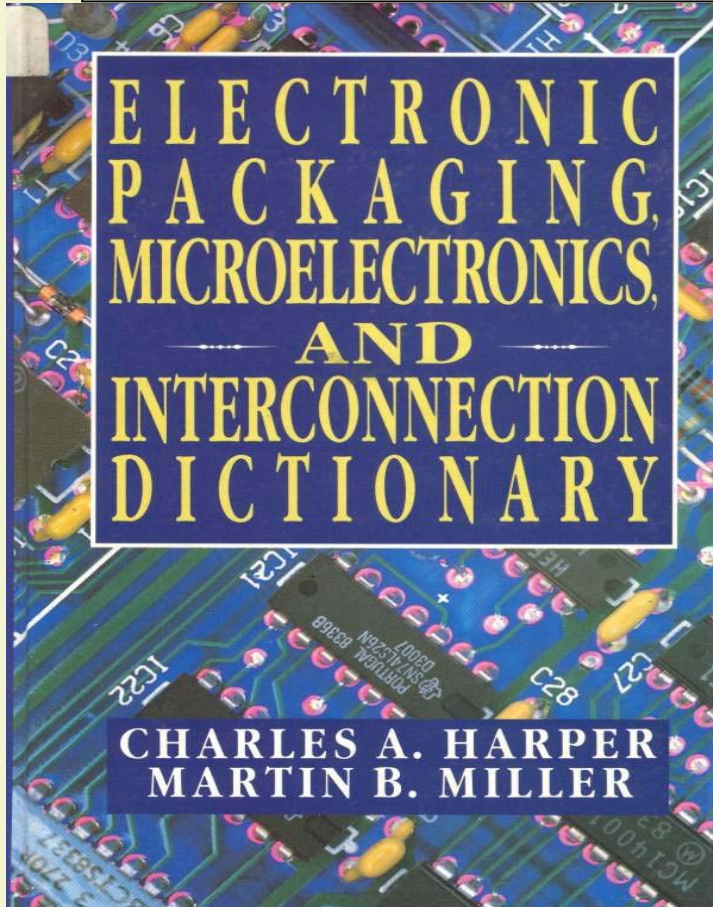
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# Electronic Packaging



*The engineering discipline* that combines the engineering and manufacturing technologies required **to convert an electrical circuit into a manufactured assembly**. These include at least electrical, mechanical and material design and many functions such as engineering, manufacturing and quality control.

**Editura: McGraw-Hill, Inc. New York & all, 1993, ISBN 0-07-026688-3**



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

# Electronic Package



The electromechanical assembly resulting from electronic packaging design and manufacture. The level of an electronic package may range from the **integrated circuit package assembly to a printed wiring board assembly to a subsystem or system package assembly.**



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

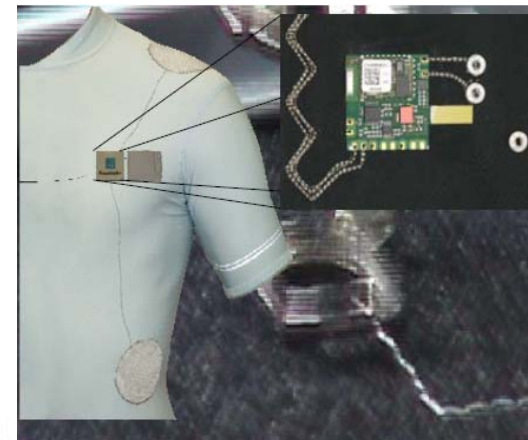
# Ubiquitous Electronic Systems



„Smart Objects“



- Gegenstände des täglichen Lebens werden mit Möglichkeiten zur Informationsverarbeitung ausgestattet (F. Mattern, ETH Zürich)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”





UNIUNEA EUROPEANĂ

MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU

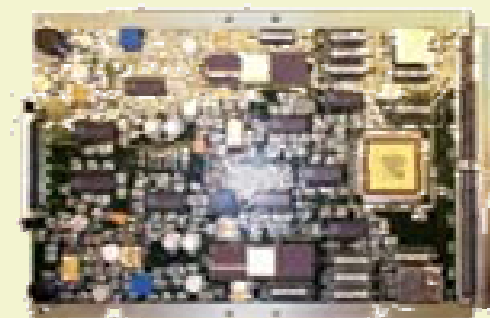
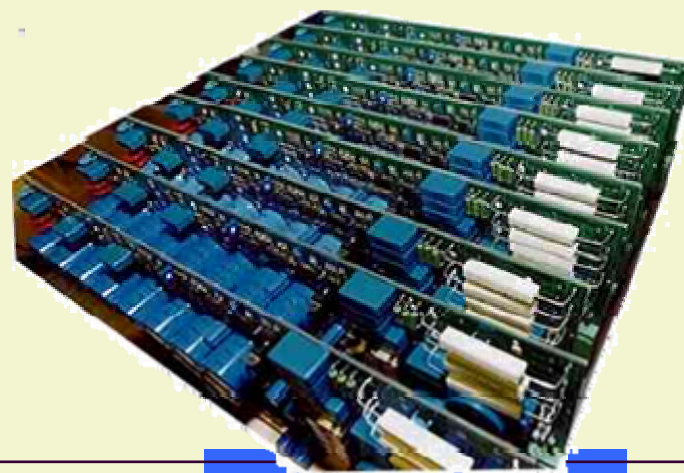
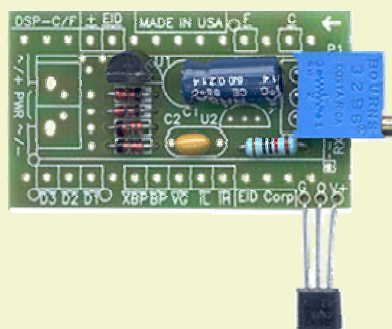
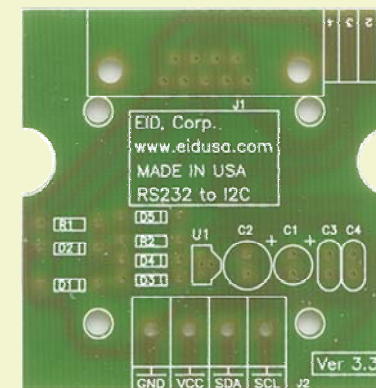
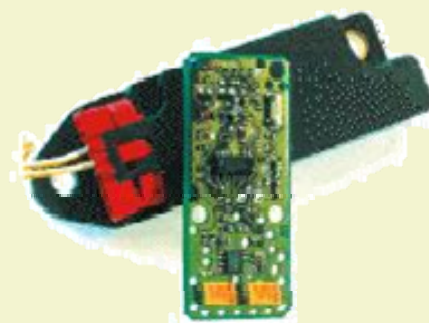
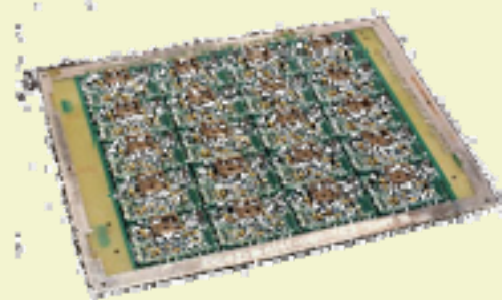
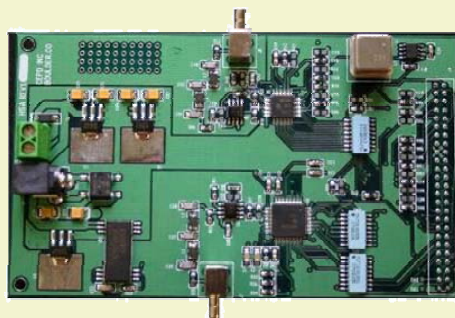
FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

nică





## ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

# Tehnologii moderne în industria electronică



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSBRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

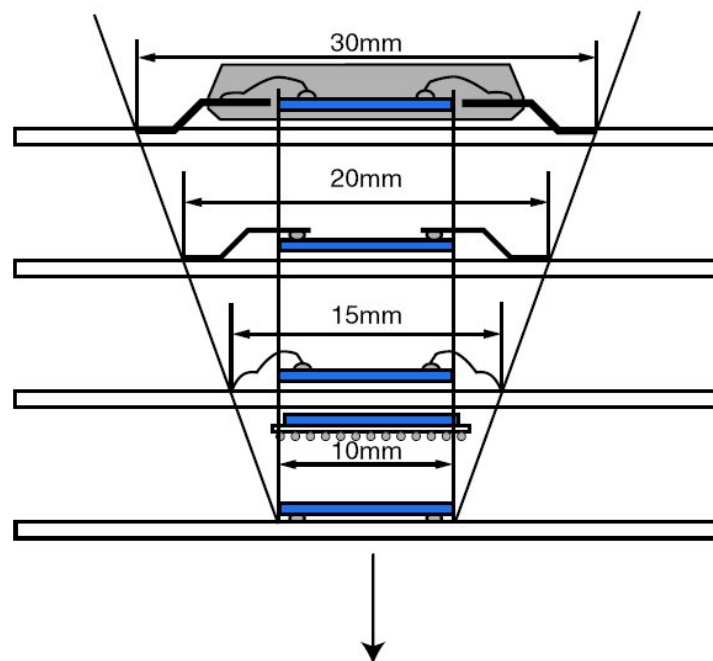


# PROCEDEE DCA –DIRECT CHIP ATTACH

Alături de tehnologiile SMT și PTH (THT) atașarea circuitelor integrate la placa de circuit imprimat se poate realiza și prin procedee DCA – Direct Chip Attach. Utilizarea acestor procedee a fost cerută de tendința spre reducerea dimensiunilor capsulelor.

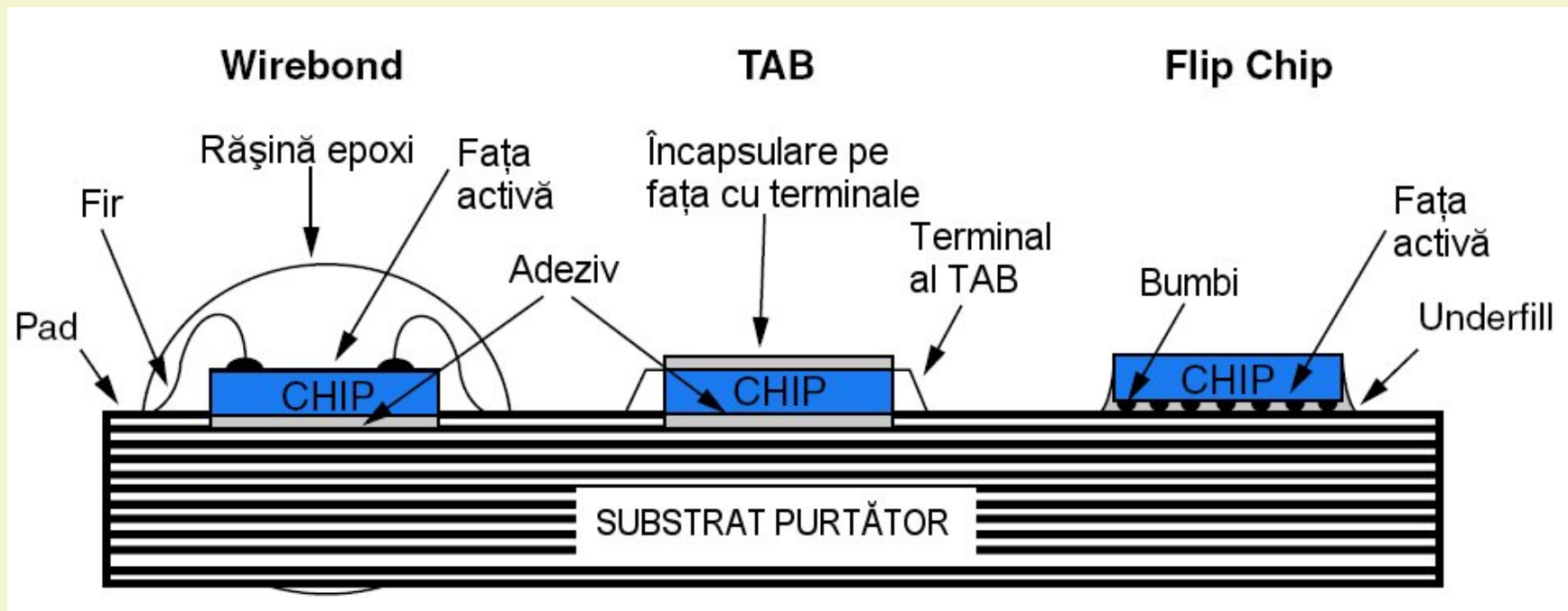
Procedeele DCA includ:

- Conectarea prin Wire bonding – sudură cu fire (Denumire alternativă COB - Chip on Board sau Chip and Wire)
- TAB – Tape Automated Bonded
- Flip Chip



Type	Area
QFP	900 mm <sup>2</sup> 100%
TAB	400 mm <sup>2</sup> 44%
COB	225 mm <sup>2</sup> 25%
CSP	115 mm <sup>2</sup> 13%
Flip Chip	100 mm <sup>2</sup> 11%

Comparație a dimensiunilor diverselor tipuri de package pentru chipuri semiconductoare



Două variante  
bilă /pană  
(ball/wedge)

Două variante  
Chip cu fața în sus  
Chip cu fața în jos

Trei variante  
Joncțiune metalurgică  
Joncțiune metalurgică și  
adeziv  
Joncțiune cu adeziv



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

Promovarea Culturii Antreprenoriale:

Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

ctronică

Tehnologia de lipire cu fire - Wirebonding este o metodă de a realiza interconectarea chip-ului la package la care fire metalice sunt atașate între pinii I/O ai chipului și capsula corespunzătoare. Se utilizează în mod similar și pentru conectarea chipului la un substrat.

Procedeu are o mare flexibilitate fiind de tip punct la punct. Modificarea parametrilor sudurii se poate face rapid prin program fără modificări ale dispozitivelor hardware, ca în cazul TAB.

Există două mari tipuri de tehnologii wirebonding utilizate pentru producția la scală mare:

- lipirea cu fir de aur de tip *ball bonding*, utilizată în peste 95% din cazuri;
- lipirea cu fir de aluminiu sau aur *wedge bonding*.

Firele utilizate sunt de obicei din aur de 25 μm iar energia utilizată este produsă de ultrasunete și/sau poate fi suplimentată cu energie termică și presiune mecanică. Există astfel procedeele

- Sudură cu ultrasunete (în special aluminiu, varianta wedge)
- Termocompresie (în special aur, varianta ball)
- Termo-sonic – cel mai utilizat procedeu, combinație a celor două.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

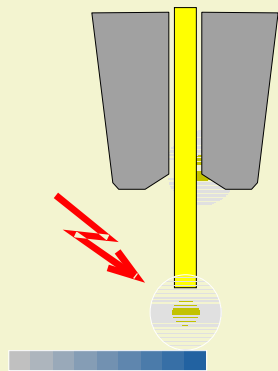
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

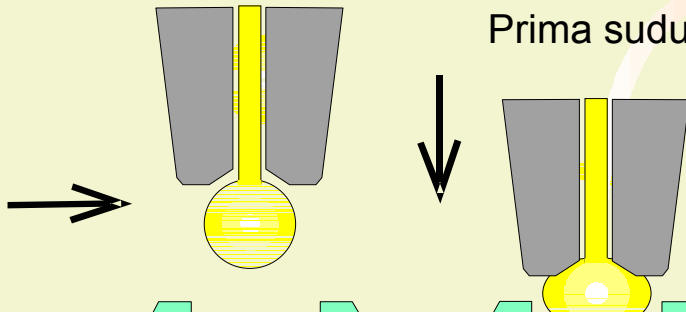


# Wire Bonding

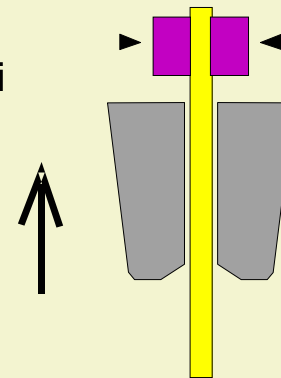
Pasul 1:  
Topirea firului și formarea bilei



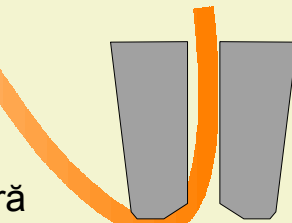
Pasul 2:  
Prima sudură (ball)



Pasul 4:  
Ridicarea și  
rupere fir



Pasul 3:  
Formare  
buclă și  
a doua lipitură  
(wedge)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

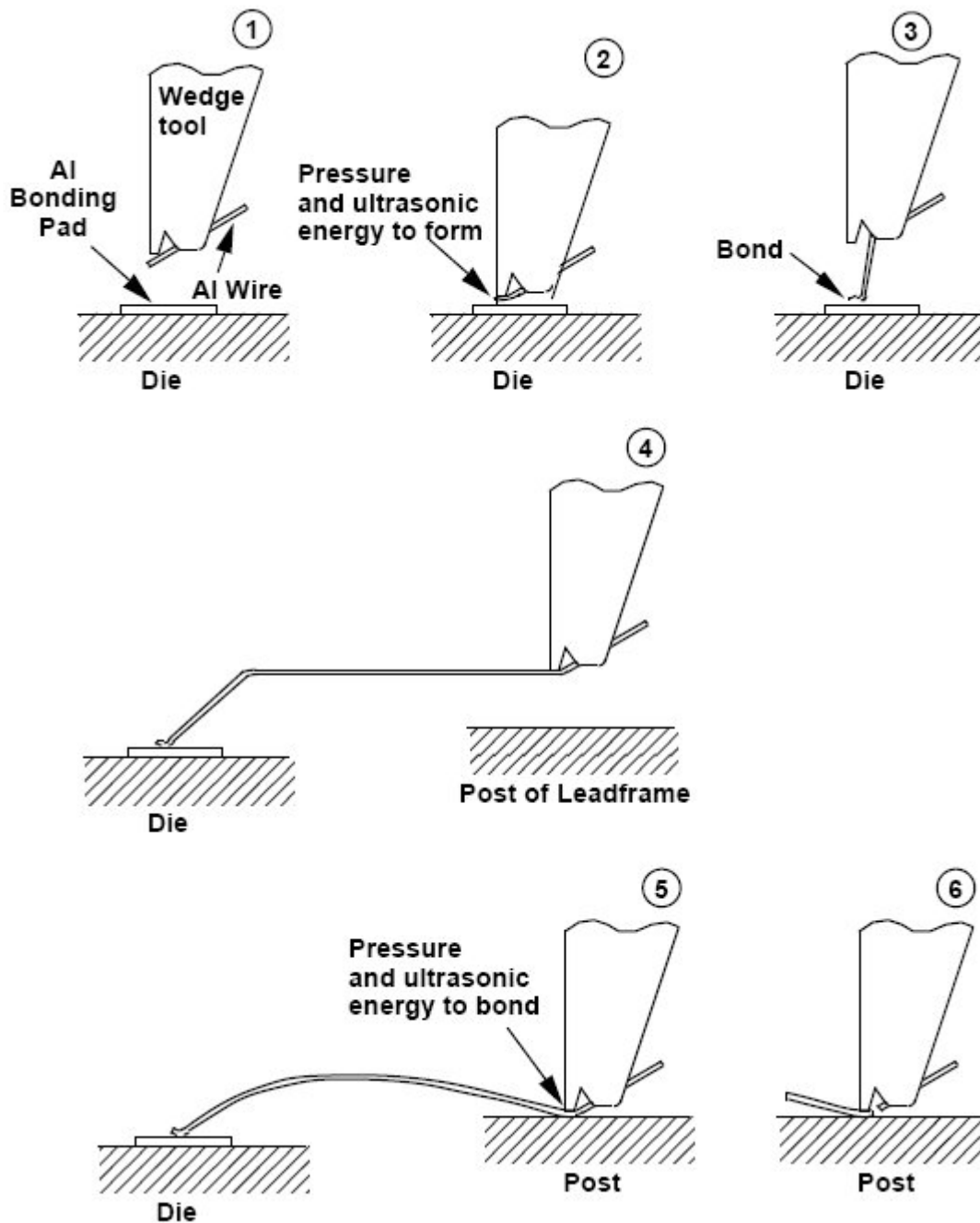


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

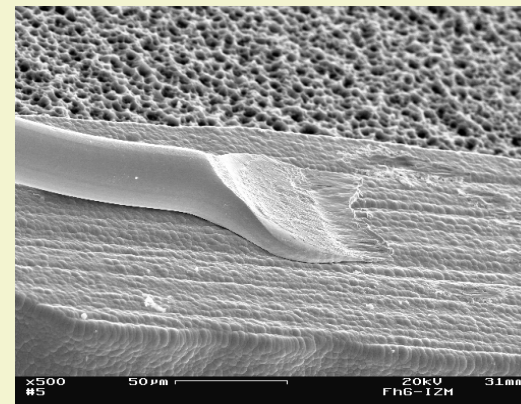
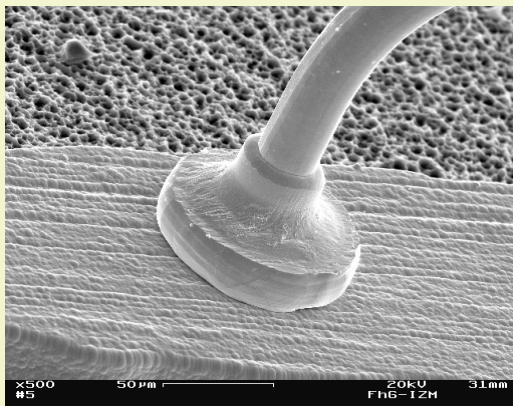
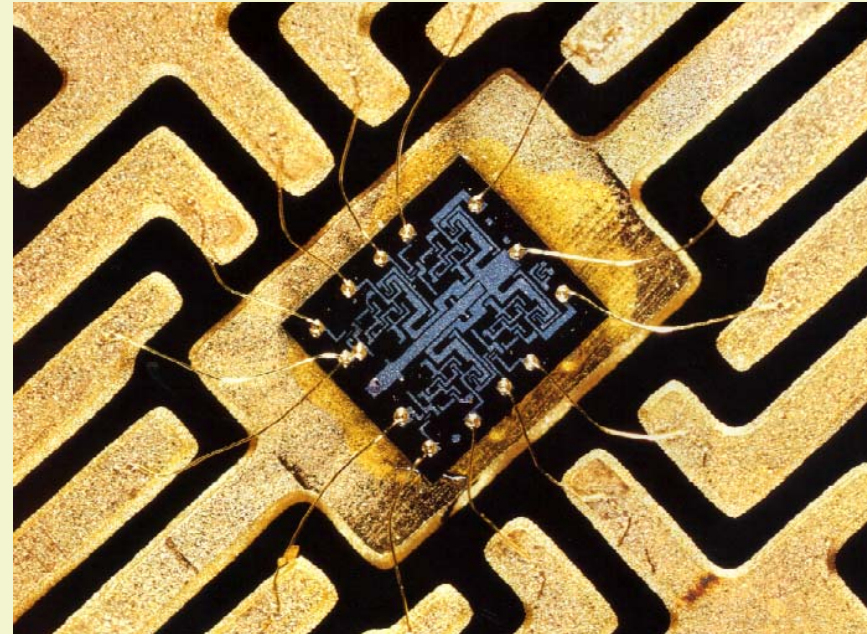
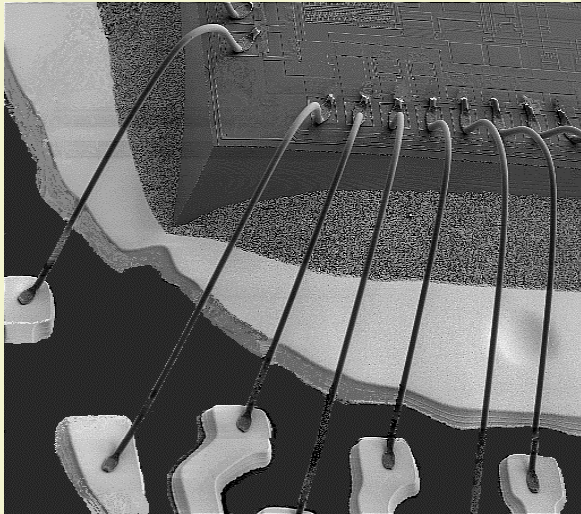
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



## ⑩ Sudura de tip wedge (sau wedge-wedge)

# Wire Bonding



# Ball Bond

# Wedge Bond



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ŞI  
PROTECŢIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



## Avantaje ale procedurii wirebonding:

- Flexibilitate foarte mare a procesului de interconectare;
- Randament ridicat al realizării interconexiunilor (defecte 40–1000 ppm);
- Ușurință de programare sau de “învățare”;
- Rată redusă de defectări, fiabilitate ridicată;
- Infrastructura existentă suportă ușor această tehnologie.

## Dezavantaje ale procesului:

- Viteză mică datorită procesului secvențial punct la punct;
- Lungime mai mare a interconexiunilor, înrăutățirea performanțelor electrice;
- Suprafață mare ocupată de interconexiuni;
- Posibilitate de îndoire a firelor în faza de încapsulare (mulare) în rășină.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## ⑩ Mecanismul sudurii cu ultrasunete

⑩ Mecanismul de realizare a sudurii cu prin procedeul termosonic nu este complet înțeles.

⑩ Conform uneia dintre teorii, energia ultrasonică care este aplicată prin vârful de bondare, numit capilar sau pană, mărește energia de dislocare a firului și a metalizării de pe substrat. Pe măsură ce densitatea dislocațiilor crește, modulul de elasticitate și efortul de curgere plastică în fir scad, și difuzia intermoleculară dintre fir și pad crește.

⑩ Energia ultrasonică permite materialelor să sufere deformări plastice cu un efort mai redus în comparație cu situația când s-ar utiliza numai energie termică sau mecanică.

⑩ Pe măsură ce materialul se deformează plastic, sau curge are loc o difuzie în stare solidă a atomilor la interfața de sudură. Dacă energia ultrasonică se menține, aria sudurii crește. Suplimentarea cu energie termică îmbunătățește difuzia și rezistența lipiturii.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



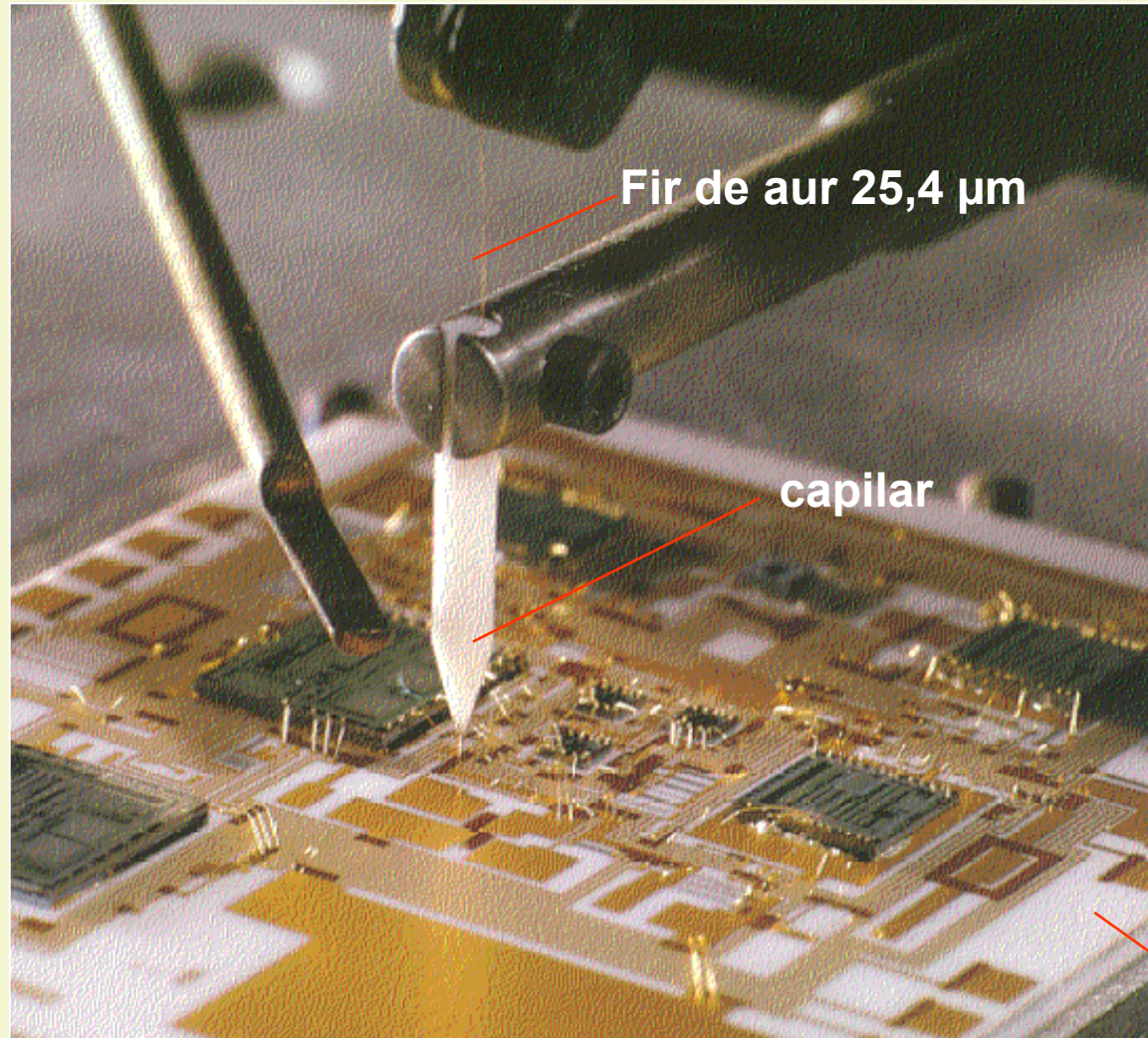
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## Wirebonding prin procedeul termosonic – ball bonding



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

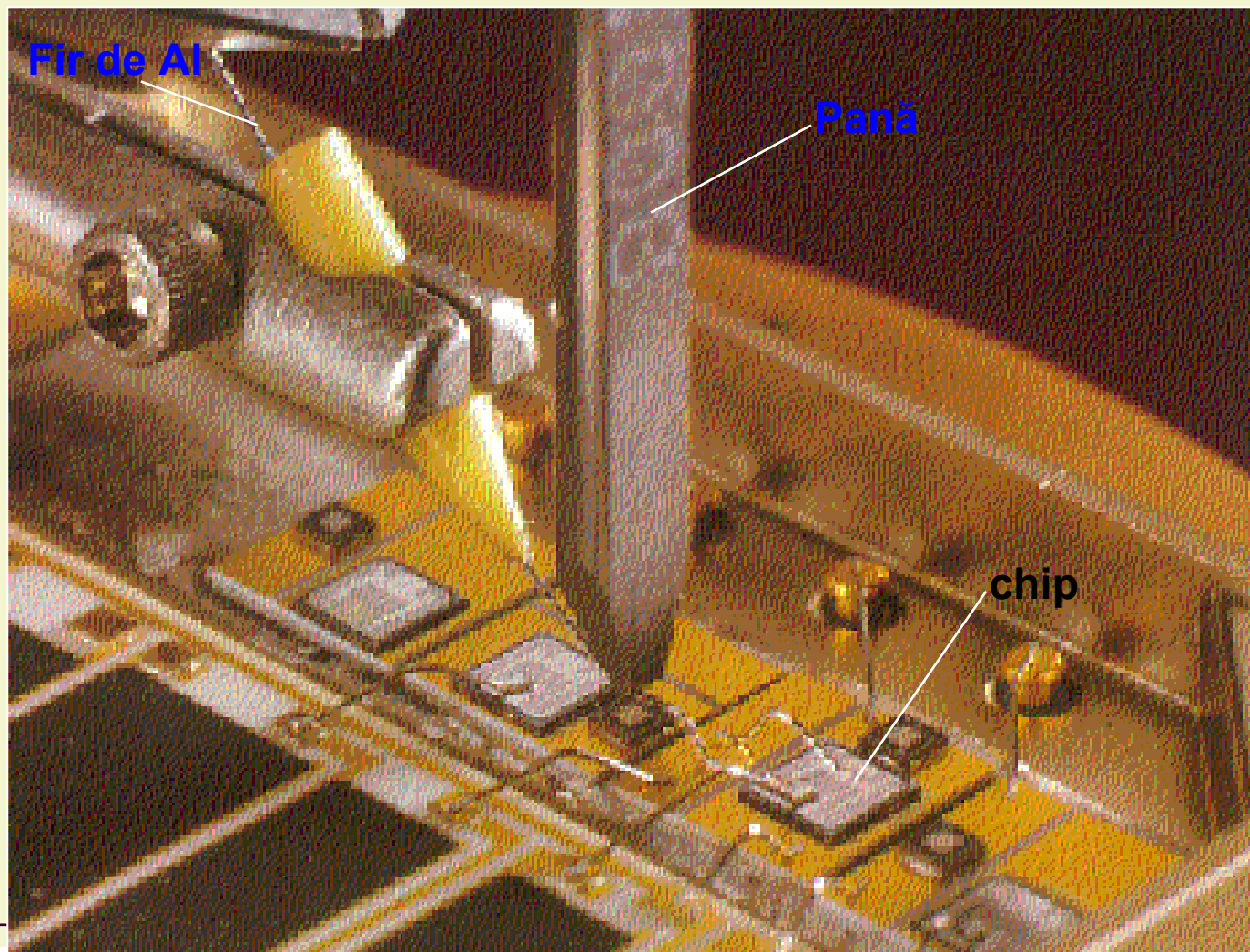
ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013



## Wirebonding cu ultrasunete- wedge



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

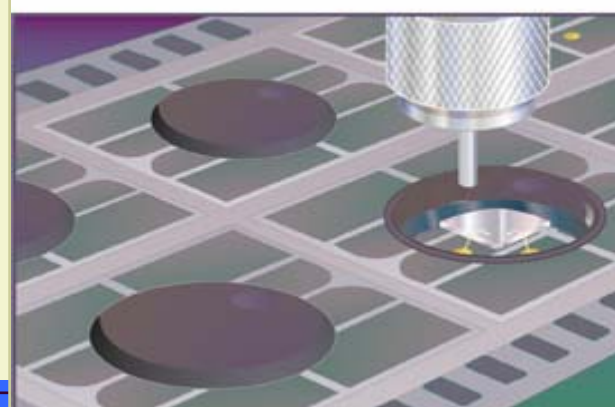
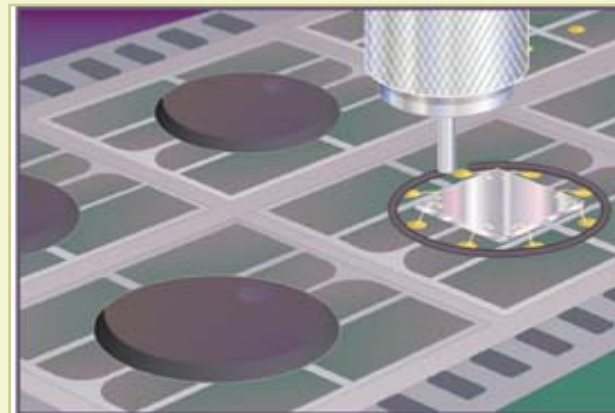
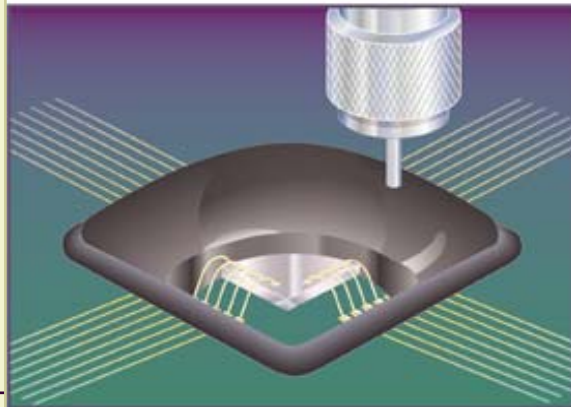
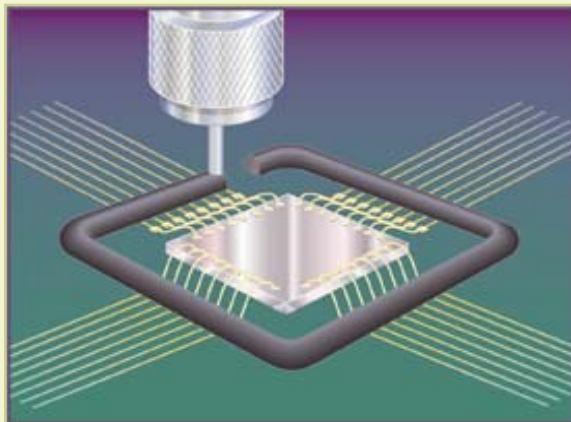


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

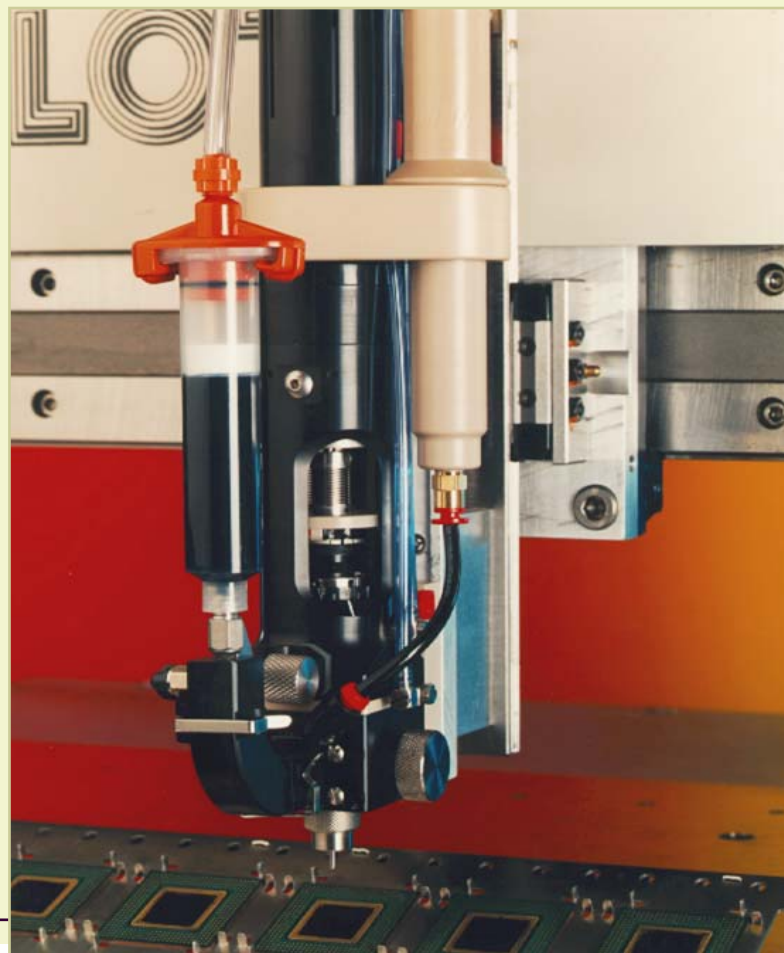
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## Protecția la procedeul Chip-and-wire realizată sub forma depunerii de rășină – glob top.



# *Pompa de dispensare*



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



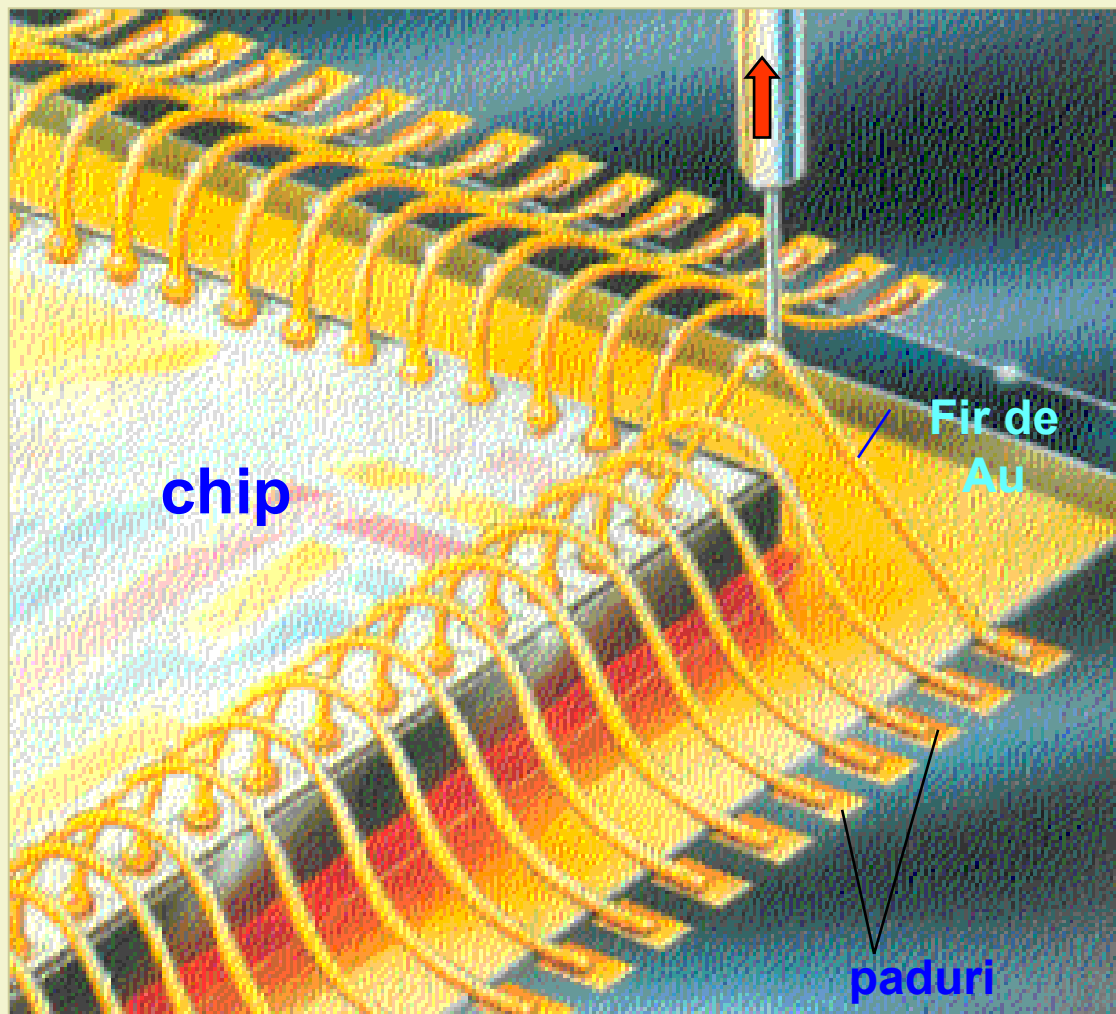
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



## Testarea rezistenței sudurii – pull test



ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !  
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOS/DRU

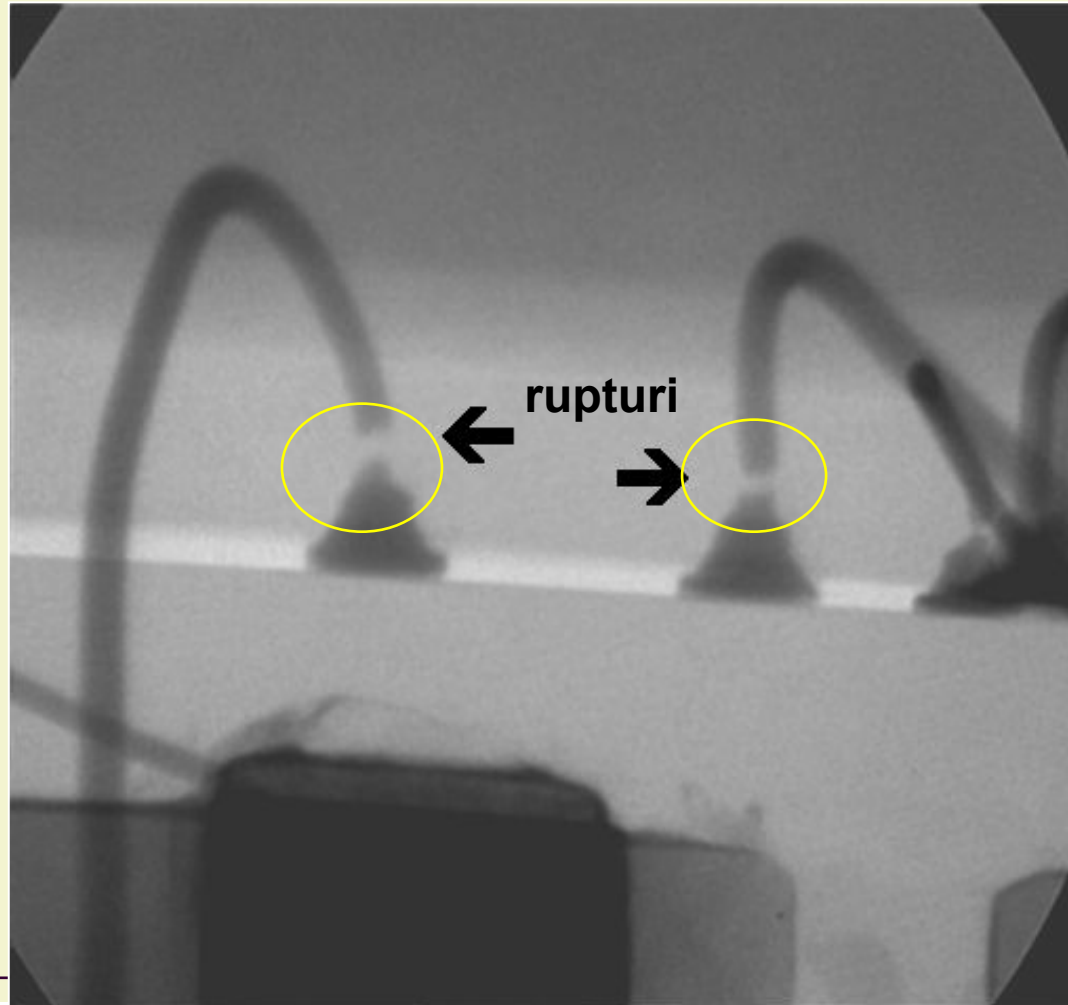


FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

# Defecte



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



⑩ Wire bonder manual



⑩ Wire bonder automat



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# Tape Automated Bonding (TAB)

Procedeul Tape Automated Bonding (TAB) pornește de la o formă de cupru pentru a realiza legătura dintre chip și substrat. Traseele conductoare de cupru sunt realizate dintr-o folie izolatoare de tip poliimidă (Kapton), folie acoperită uniform cu cupru.

Se realizează la început o sudură cu bumbi de aur între chip și traseele conductoare (Inner lead bonding). Montarea chipului pe substrat se face după tăierea foliei în jurul chipului. Terminalele sunt lipite de substrat cu o termodă ("Impulse soldering"), realizând așa numita Outer lead bonding.

Circuite TAB sunt utilizate la display-uri LCD, ceasuri electronice și alte produse cu serie mare de producție sau pe de altă parte în circuite VLSI cu număr mare de pini.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

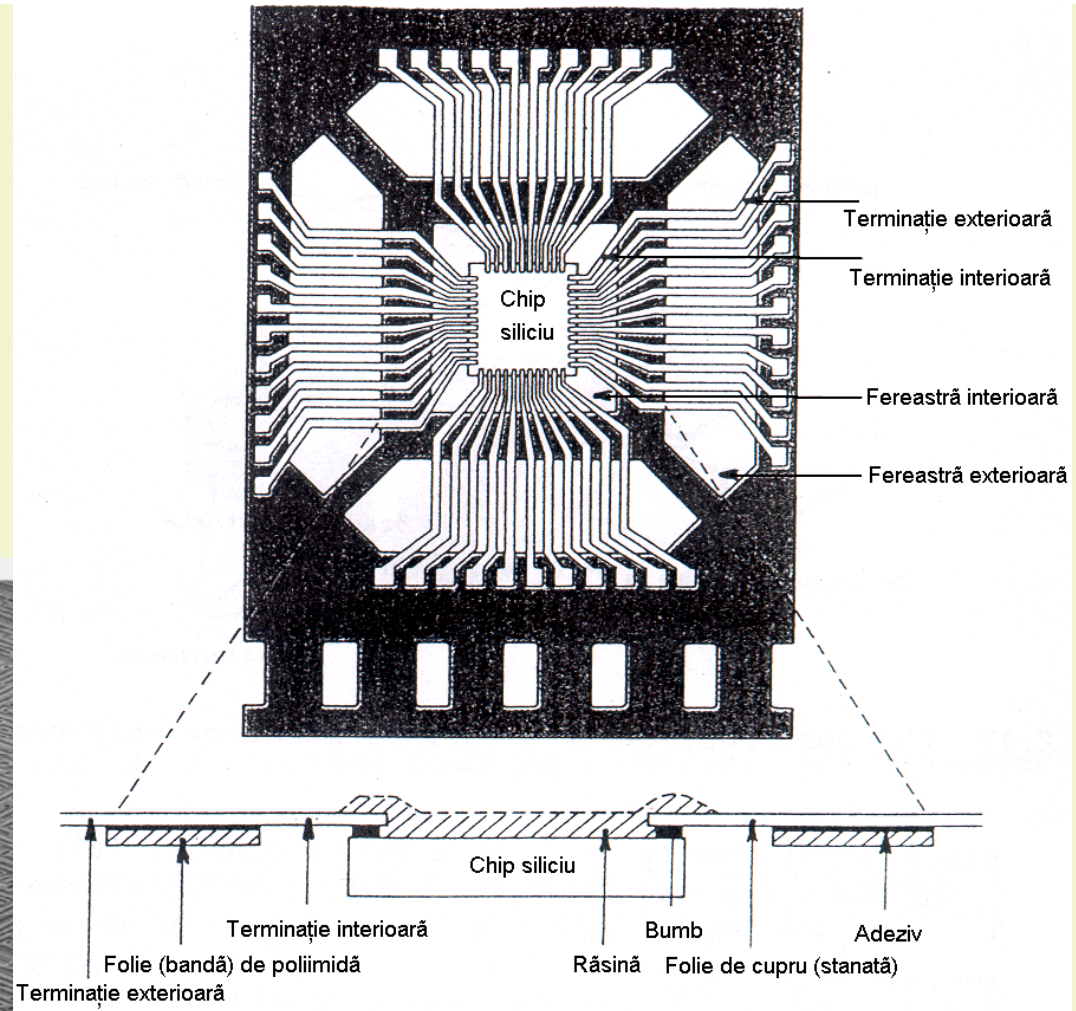
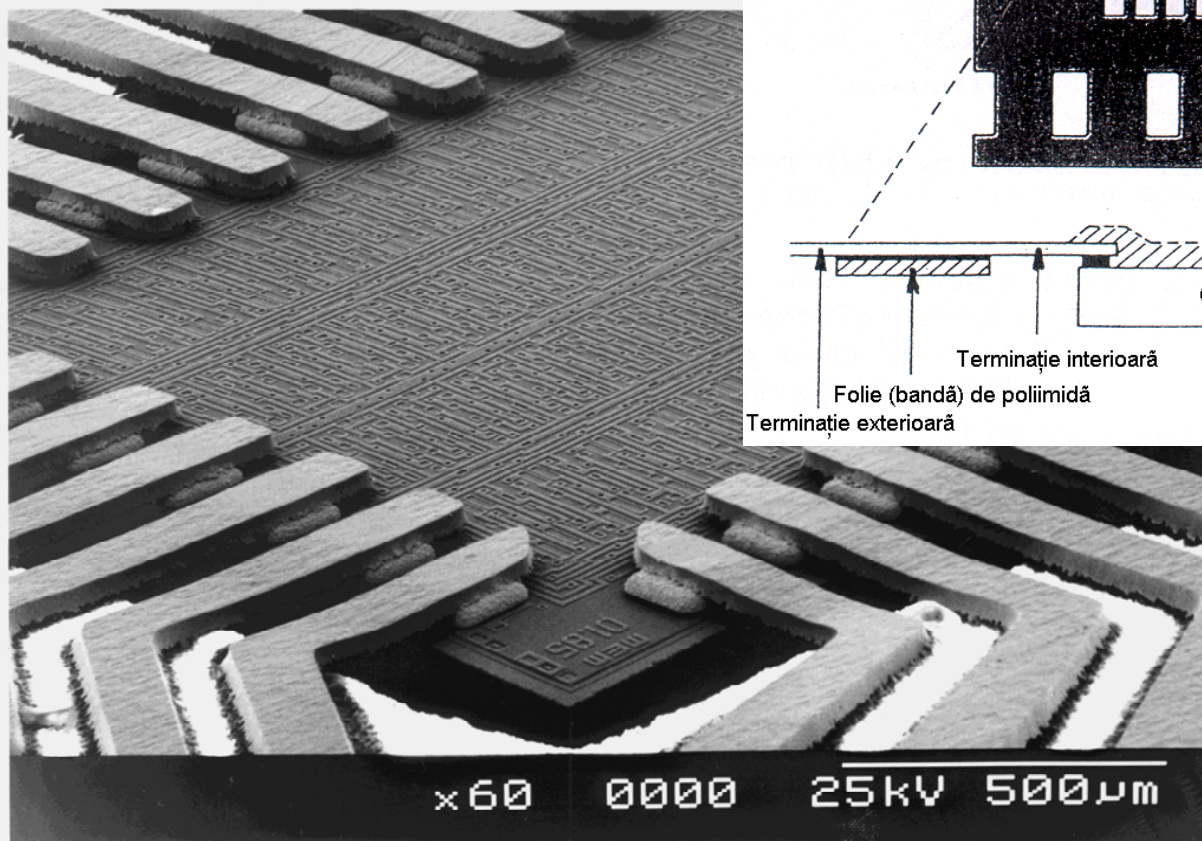
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"



# TAB

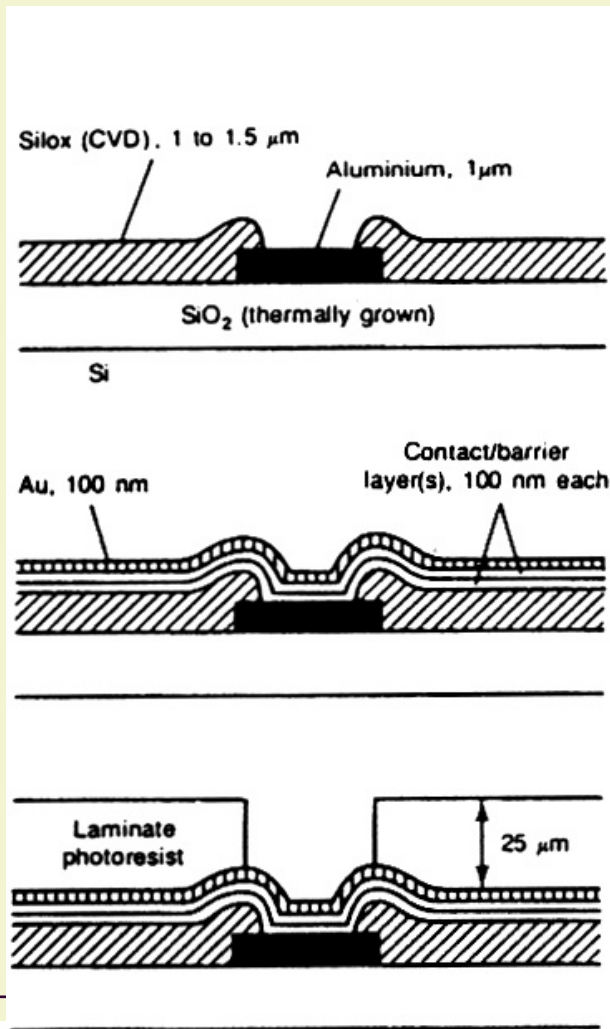
## Tape Automated Bonding



### ELAN

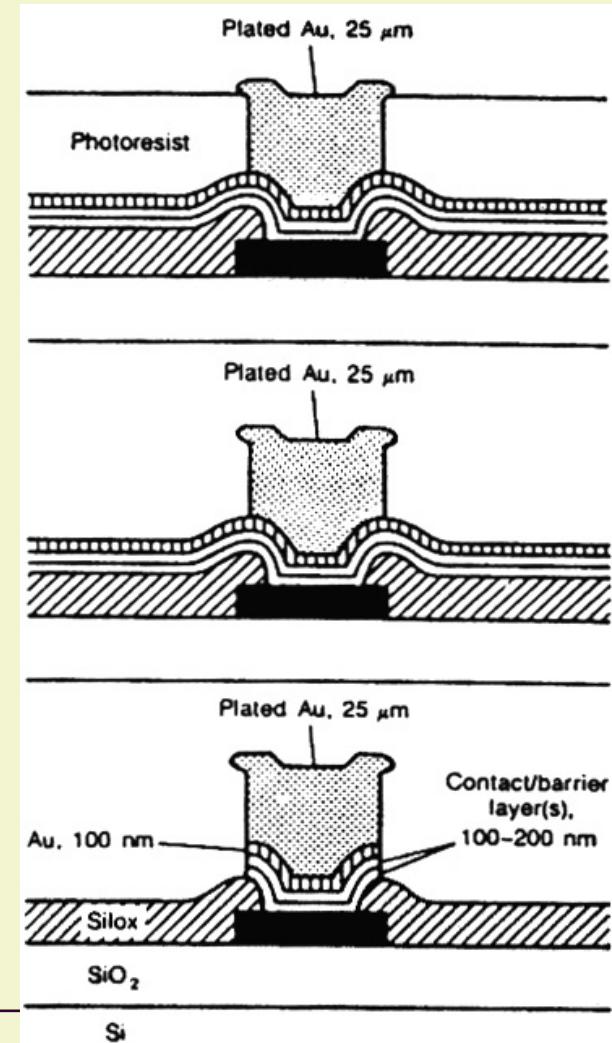
Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !  
Finanțat din Fondul Social European prin  
Programa Națională de Dezvoltare Resurselor Umane 2007-2013

# Tape Automated Bonding (TAB)



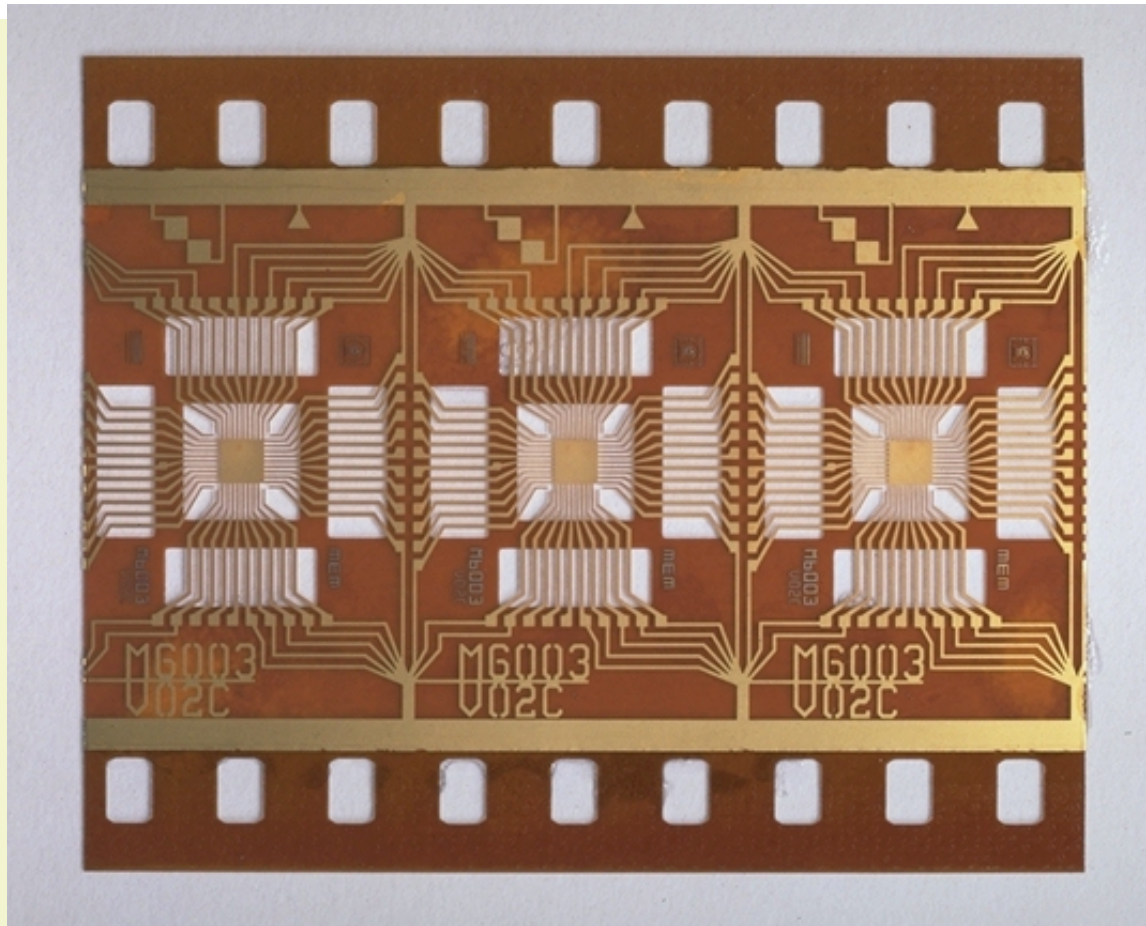
## Proces Standard :

- Fabricarea bumbilor de aur:
- Depunere metale de contact/barieră
- Fotolitografie
- Depunere electrochimică
- Înlăturare metale barieră





## TAB, continuare



- Foto cu folie TAB cu forma de Cu, și cu decupajul în folie pentru circuite, și găurile de deplasare a foliei.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

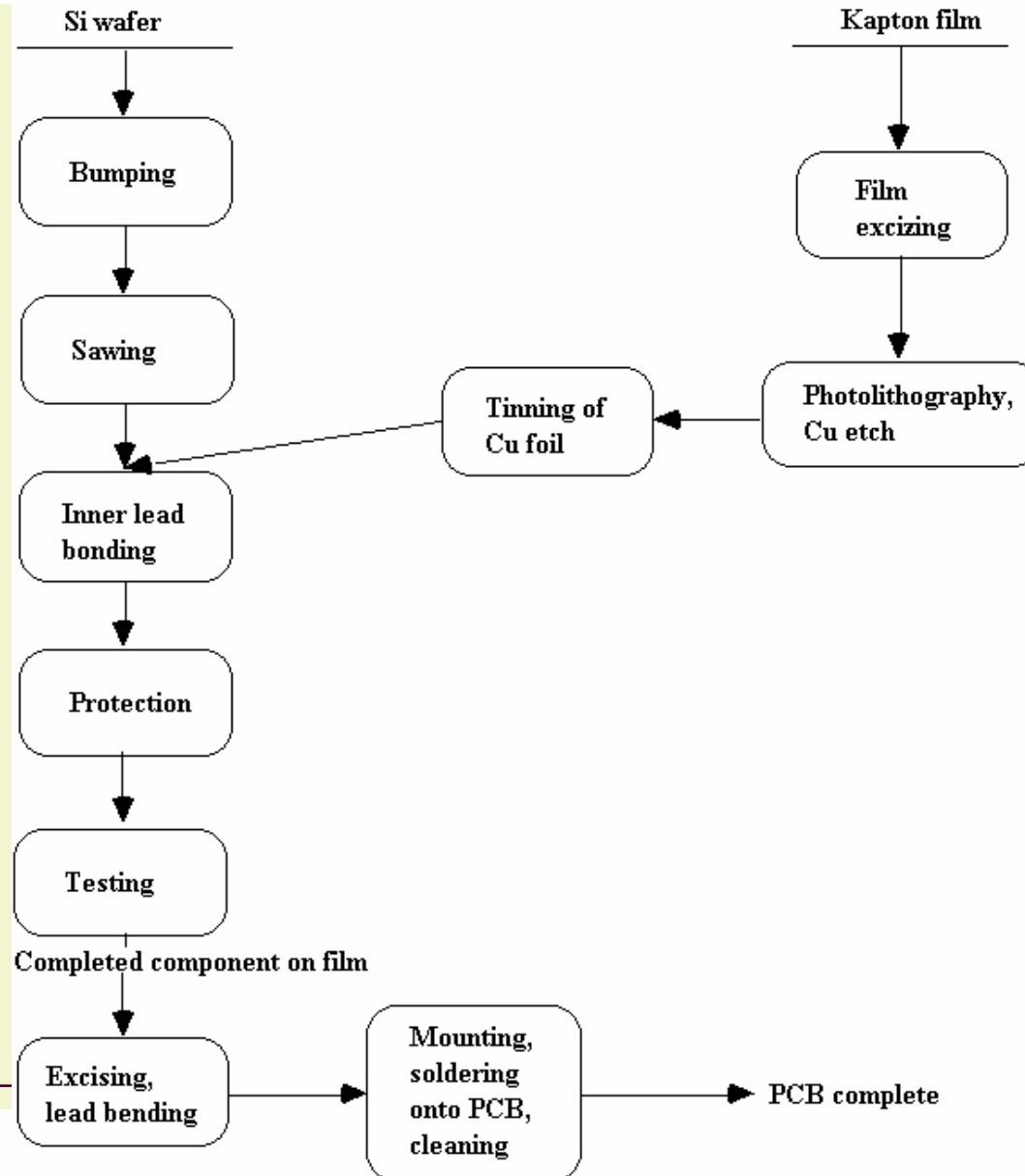
ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# TAB, continuare

- Operațiile principale de realizare DCA cu varianta TAB.





- Wafer cutting
- Fabrication of TAB film
  - Hole punching
  - Cu foil lamination
  - Lithography + etch of Cu pattern
  - Tinning of Cu
- Inner lead bonding (ILB)
- Protection (glob top)
- Testing
- Outer lead bonding:
  - Excising, lead bending
  - Placement/thermode soldering



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## Avantaje ale TAB:

- Densitate mare de împachetare;
- Poate contacta chipuri cu >1000 I/O;
- Proprietăți electrice excelente (HF);
- Montare robustă;
- Se poate pre-testa (contrar lui COB);
- Bumbii de aur oferă protecție ermetică chipului;
- Lipirea simultană are randament mai mare decât procedeul wirebonding;
- Folia TAB poate fi utilizată pentru dezvoltări pe verticală.

## Dezavantaje ale TAB:

- Proces Non-standard de procesare plachetă;
- Folia trebuie procesată “custom design”;
- Echipament special pentru OLB;
- Posibilități limitate de reparare;
- Răspândire redusă, standardizare redusă, disponibilitate redusă pentru chipuri standard.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSBRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

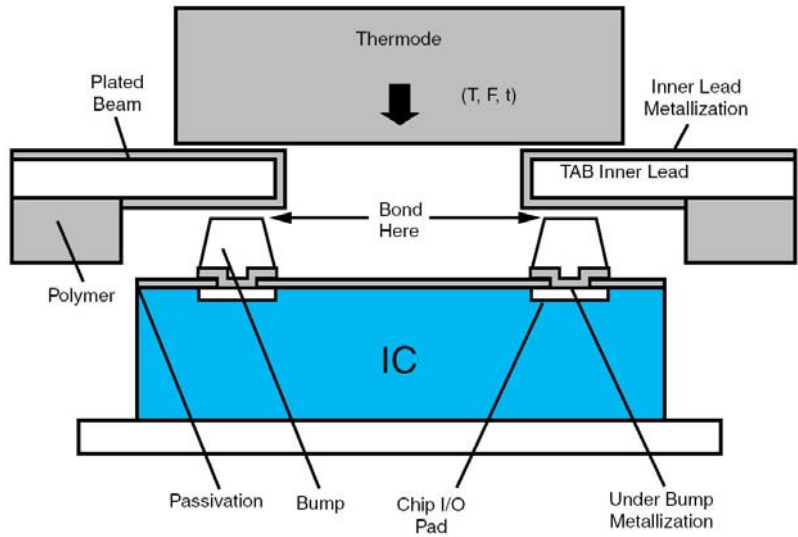


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

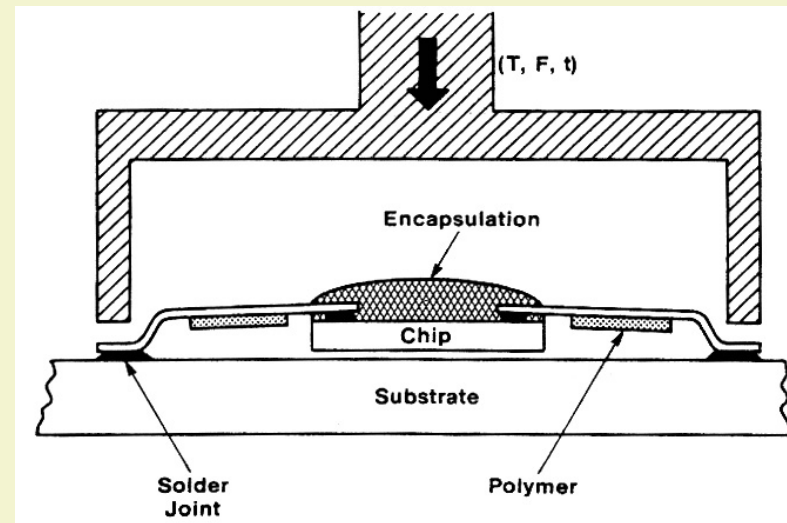
ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

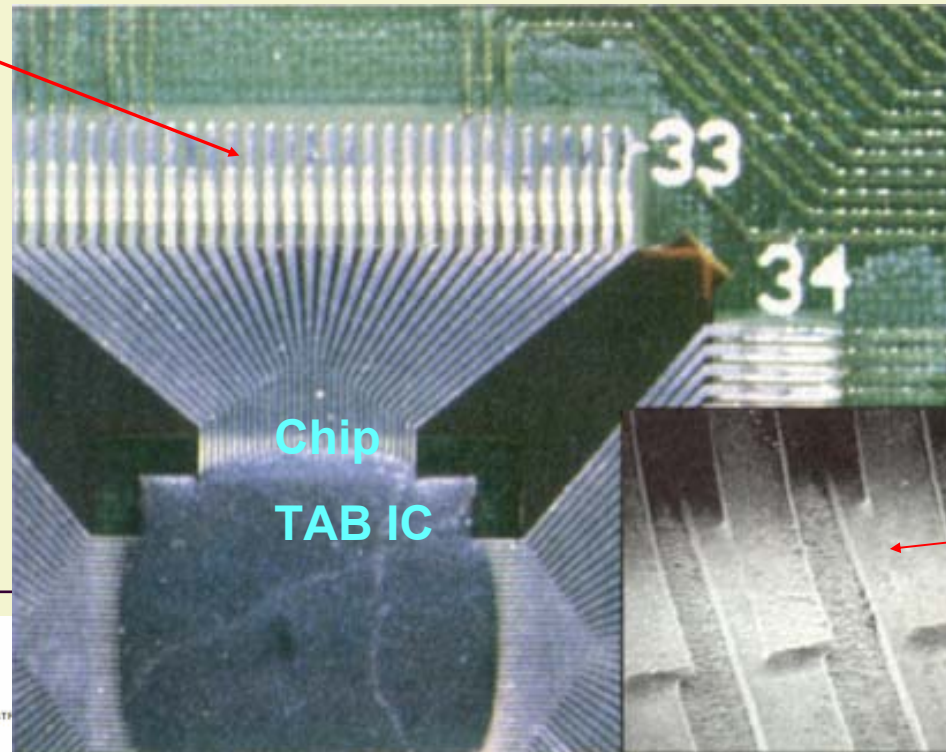


Lipirea ILB (Inner Lead Bonding)



Lipirea OLB (Outer Lead Bonding)

Zona OLB



Detaliu din zona OLB

# Procedeul FLIP-CHIP

⑩ Procedeul flip chip a fost introdus prima dată de IBM în 1962. Mai târziu, în 1970, IBM a denumit procesul *Controlled Collapse Chip Connection*, sau C4, pentru asamblarea circuitelor integrate. Tehnologia Flip chip este o formă avansată de SMT la care chipurile de siliciu neîncapsulate sunt întoarse cu fața în jos, (de aici și denumirea flip chip adică cu fața activă în jos) și atașate direct la circuitul imprimat. sau pe un substrat de tip chip carrier.

A fost conceput inițial ca o alternativă la tehnologiile wire bonding, care erau în majoritate manuale la acea perioadă.

Spre deosebire de wirebonding, care este o tehnică ce face sudurile pe perimetru și secvențial, la procedeul flip chip toate contactele I/O se realizează simultan.

Tehnologia flip chip C4 utilizează bumbi din aliaj de lipit cu mult plumb, uzual 93%Pb/7%Sn, bumbi ce sunt depuși pe suprafața activă a semiconductorului.

Lipirea se desfășoară ca la un proces reflow, dar la o temperatură ceva mai ridicată.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



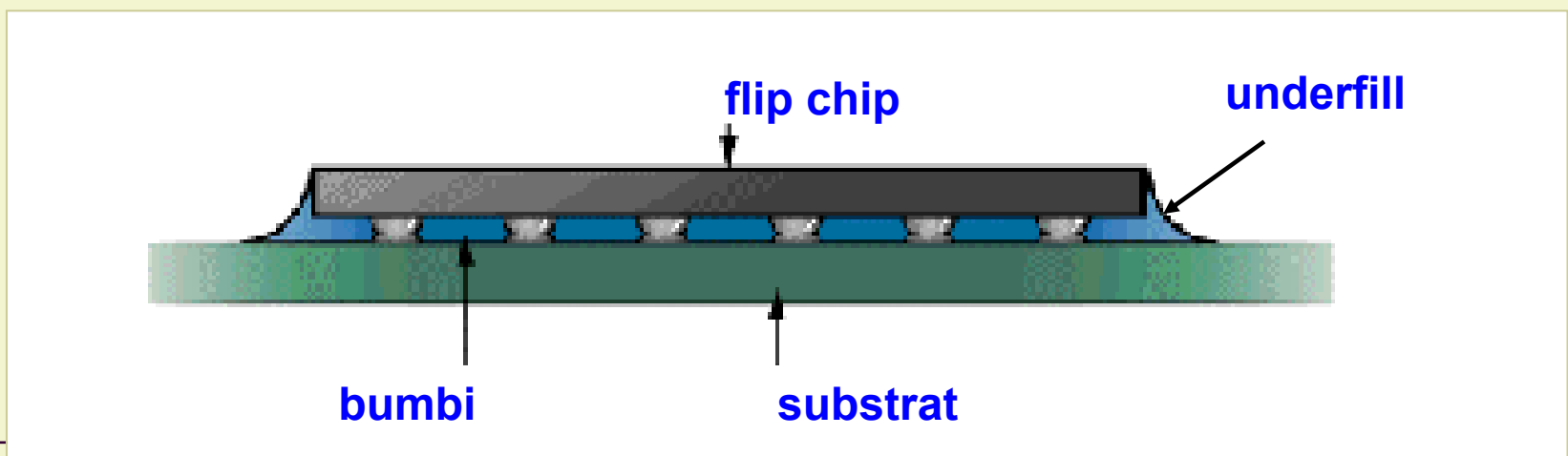
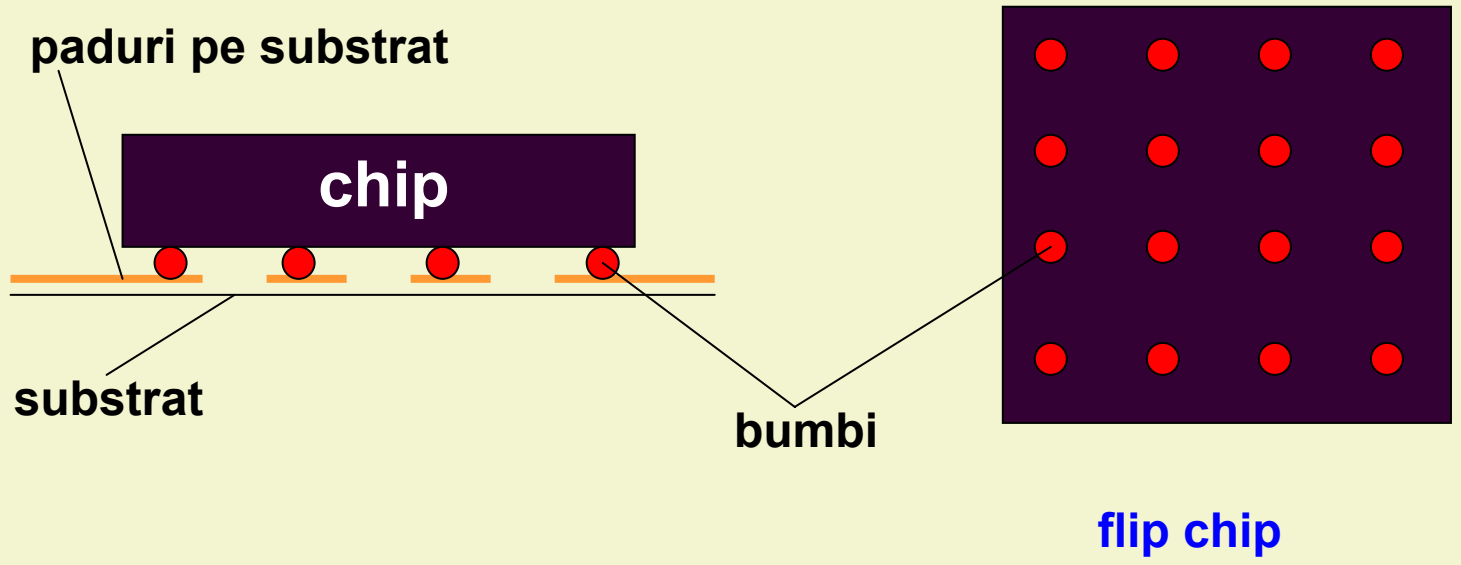
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

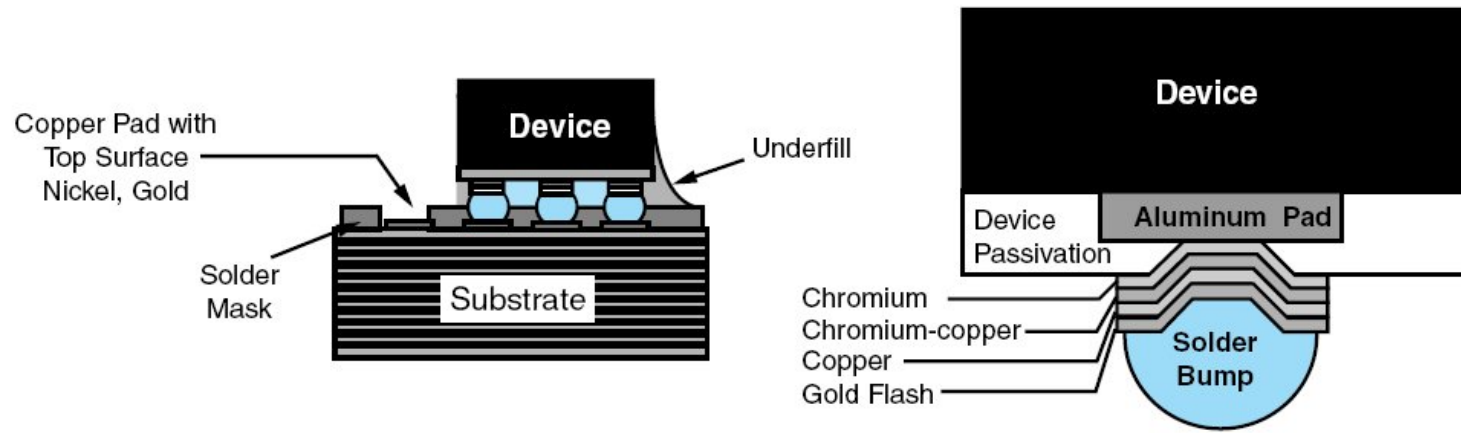
ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

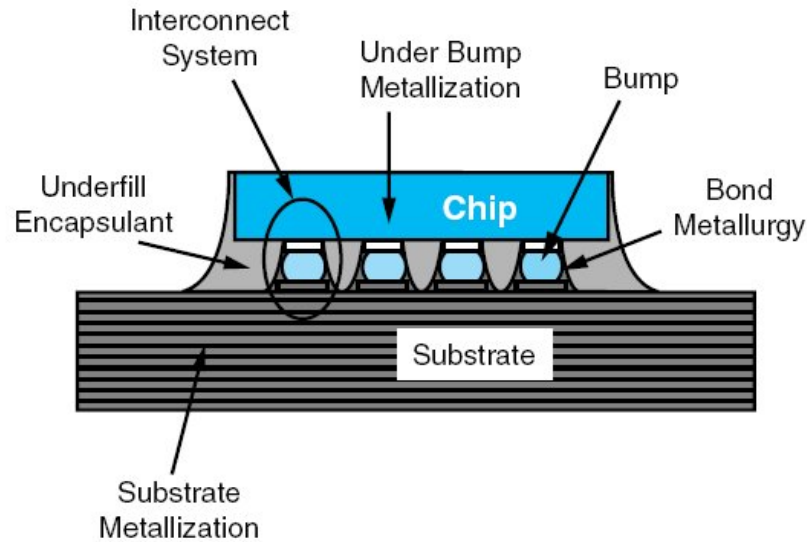
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”







(a) Solder Interconnection



## Structura unui flip chip clasic



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

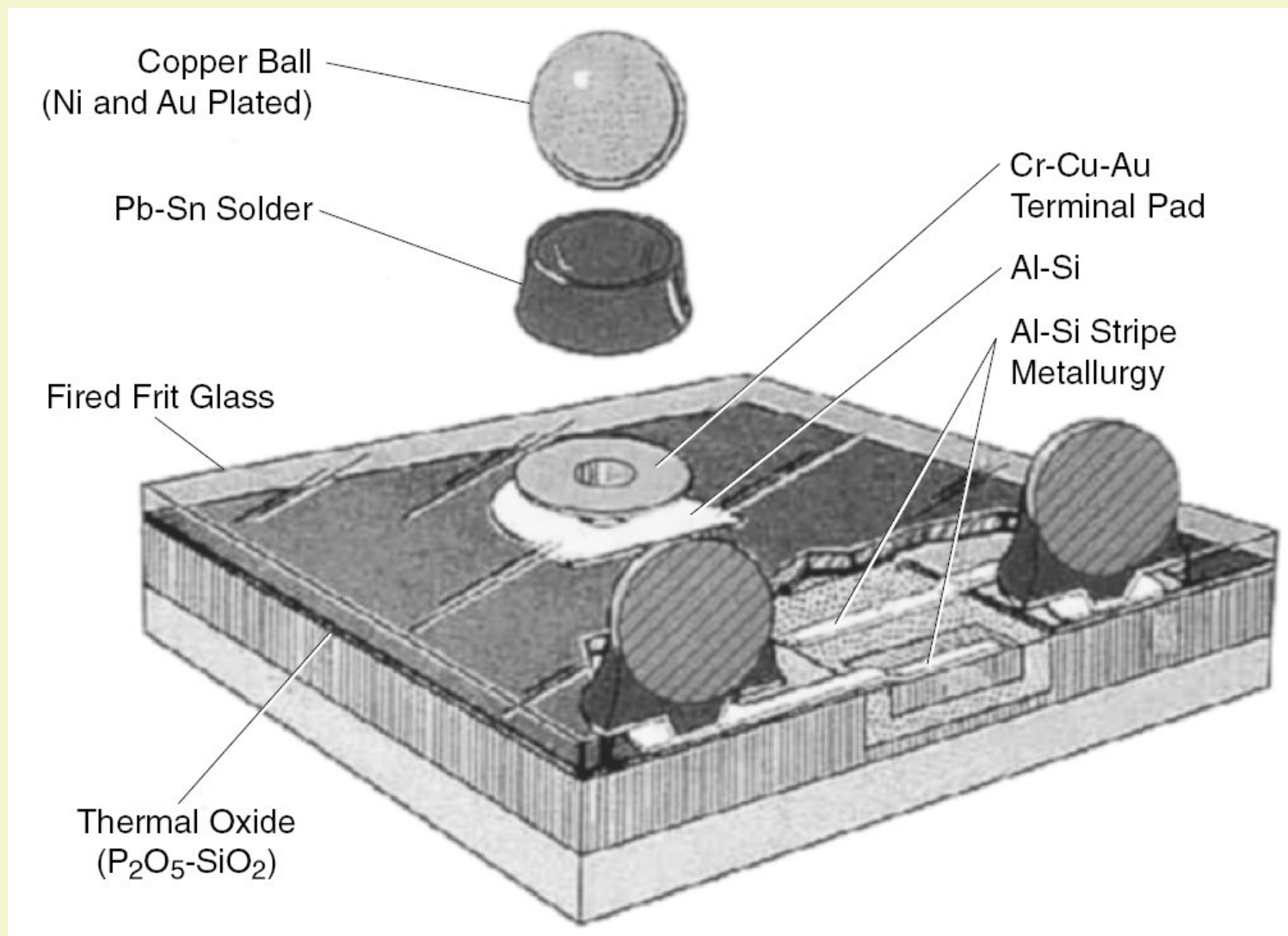


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



## Primul flip chip: SLT- Solid Logic Technology (IBM – 1962)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

Flip chip attachment (FCA) este cea mai avansată formă disponibilă de interconectare a chipurilor.

Un package flip chip are următoarele avantaje:

- Package de tip Area Array (nu perimetral).

Se utilizează întreaga arie a dispozitivului pentru pini I/O, alimentare și masă. De asemenea se pot optimiza traseele de semnal și distribuția alimentării pe chip.

- Performanțe electrice superioare

Dimensiunile reduse ale bumbilor în comparație de ex. cu firele conduc la elemente parazite reduse. Inductanța unui bumb este mai puțin de 10% din aceea a unui fir.

- Cheltuielile de asamblare sunt reduse

- Fiabilitate

Experiența de utilizare în computere main-frame și în automobile a arătat o bună fiabilitate, deși stresul termic este foarte mare la aceste capsule.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

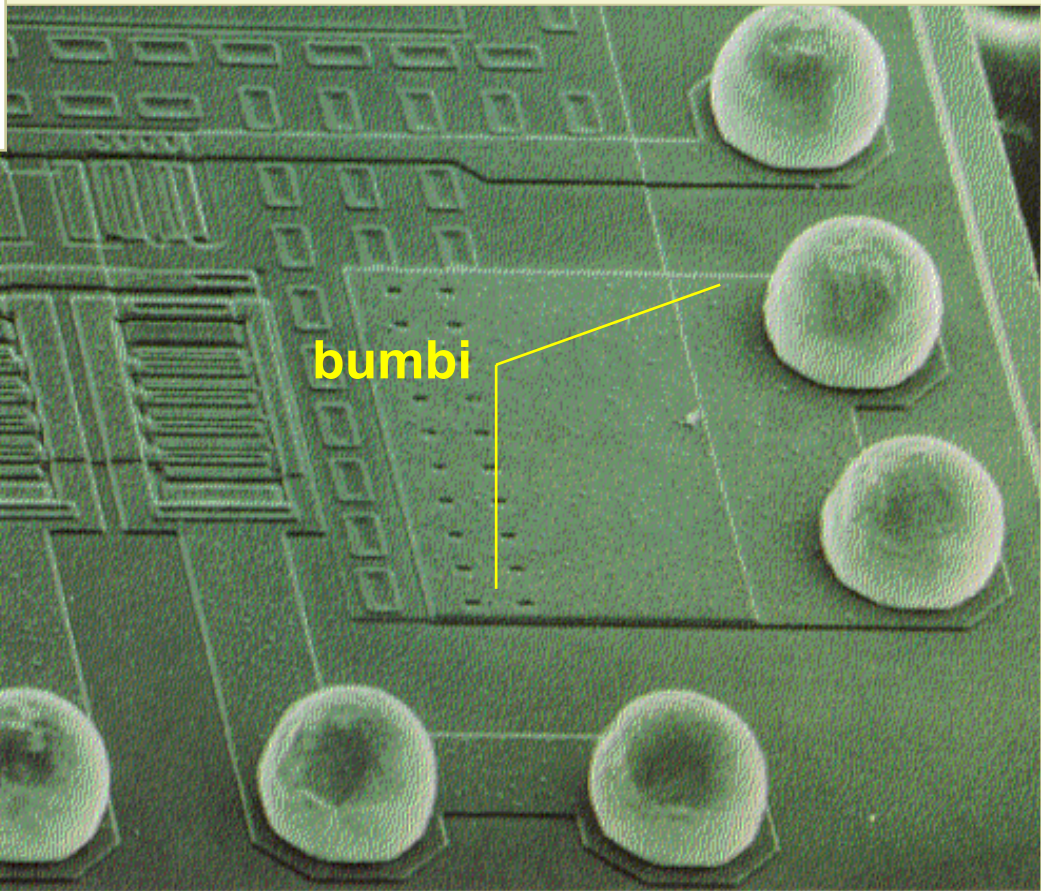
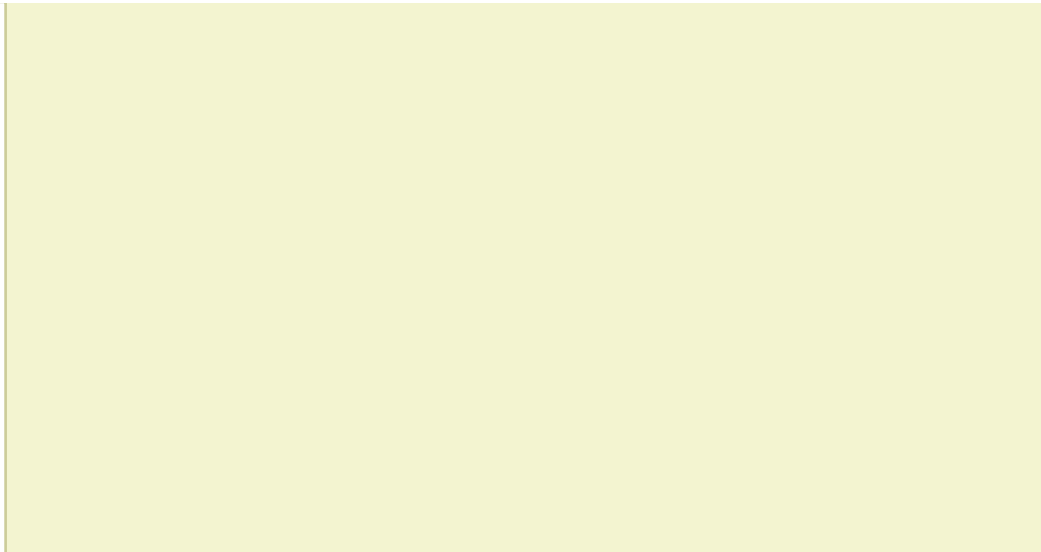
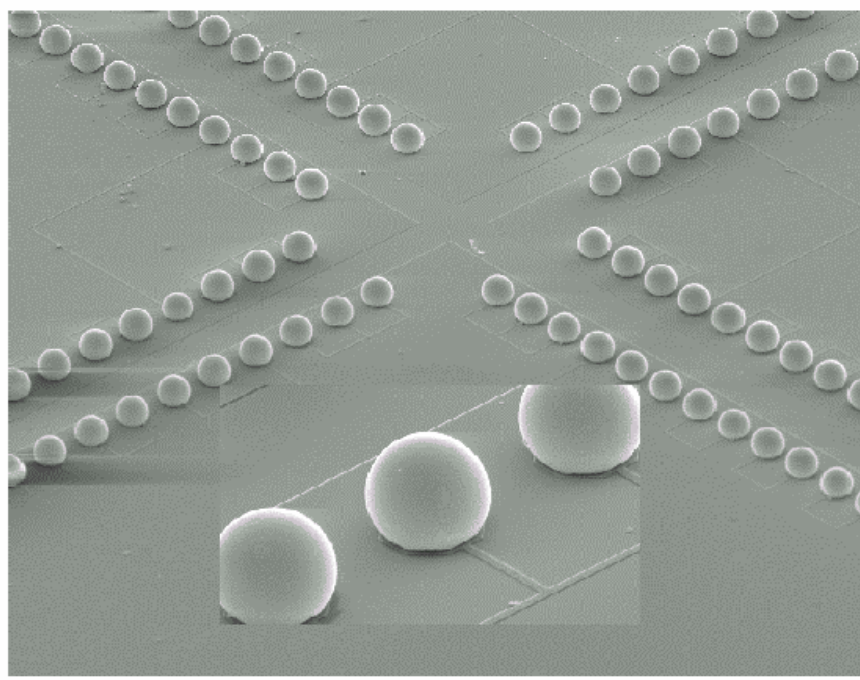


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

Promovarea Culturii Antreprenoriale. Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”





bumbi



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOS DRU



FONDUL SOCIAL ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
2007-2013

<i>Tehnologia DCA</i>	<i>Wire Bond</i>		<i>TAB</i>	<i>Flip-Chip</i>
Materiale	Al	Au	Cu	SnPb
Temperatura topire [°C]	660	1064	1084	310
Geometria lipiturii	diametru 25µm x 2,5 mm lungime		folie 25x100 µm x 2,5 mm lungime	diametru 125µm înălțime 100µm
Pitch tipic [µm]	170µm pe perimetru		200µm pe perimetru	250µm pe toată aria
Pitch minim [µm]	60µm pe perimetru		70µm pe perimetru	50 µm pe toată aria
Rezistența joncțiunii [grame]	6	10	50	30
Rezistența terminalelor [mOhm]	142	122	17	1,2
Capacitatea inter-terminale [pF]	0,025	0,025	0,006	<0,001
Inductanța [nH]	2,6	2,6	2,1	<0,2
Rezistența termică [°C/mW] per joncțiune	80	52	8	0,5
Nr. de I/Os per chip				
Pitch tipic Chip de 8 mm	184		160	1024
Pitch minim Chip de 8 mm	266		400	15150



## ⑩ Package de tip 3D

⑩ Conceptul System-on-Package (SOP) este legat de tendința actuală spre miniaturizare fiind opozabil conceptelor System-on-Chip (SOC) la nivel de IC și System-in-Package (SIP) la nivel de modul. Prin SOC este posibil să se realizeze miniaturizarea prin reducerea dimensiunilor litografice de la scara micro în anii 1980 la scala nano în prezent.

Miniaturizarea în SIP mai este obținută și prin subțierea circuitelor integrate de la 800 microni la 50 microni și etajarea (stivuirea) a până la 10 de astfel de circuite, unul peste altul în forma circuitelor 3D. Acestea sunt interconectate fie prin tehnologia wirebonding fie prin flipchip.

⑩ Recentele progrese în realizarea Through Silicon Via (TSV) vor miniaturiza SIP înlocuind flipchip-ul cu lipire pad la pad.



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

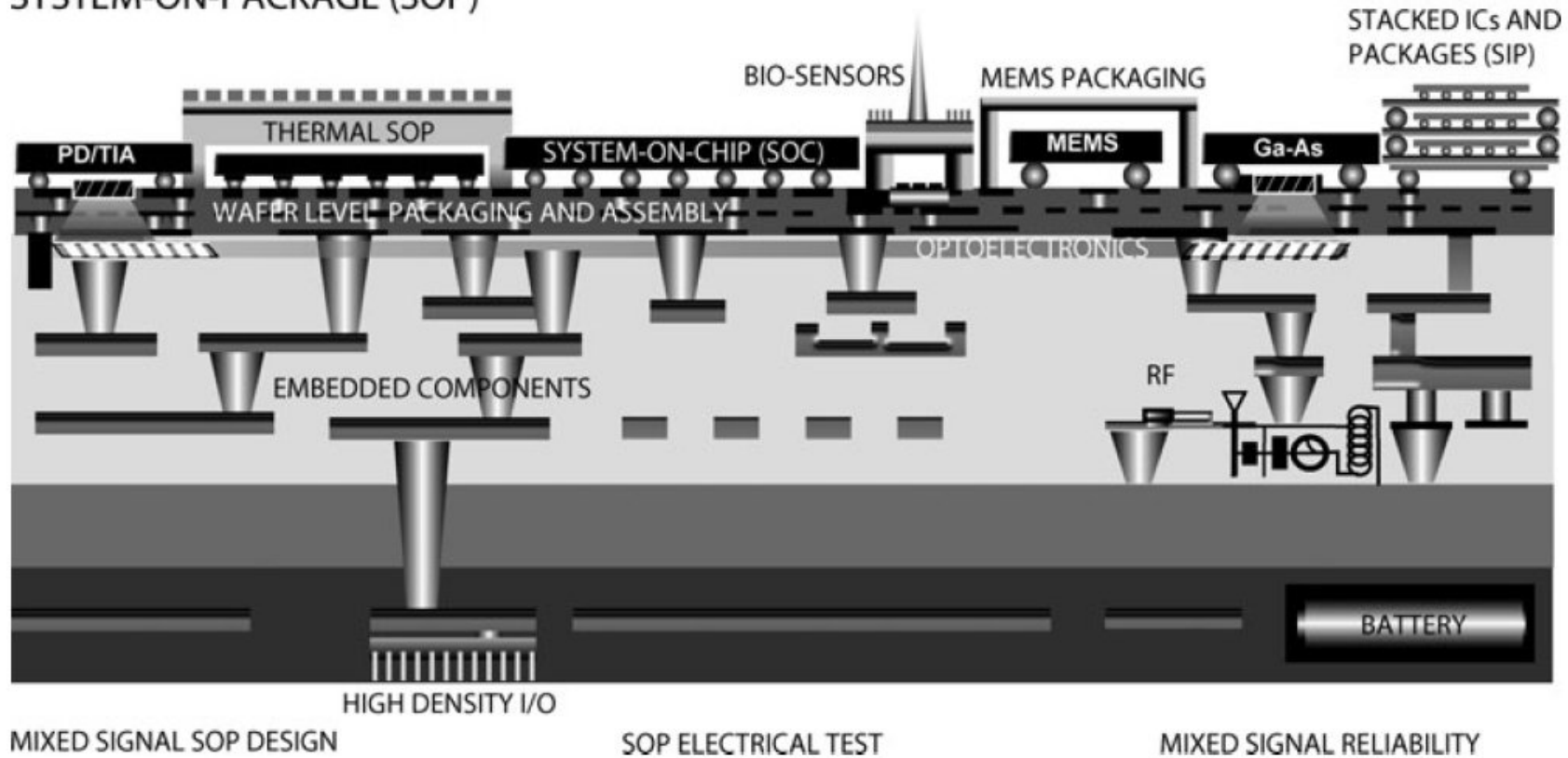
ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



## SYSTEM-ON-PACKAGE (SOP)



### ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
 Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
 Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
 PROTECȚIEI SOCIALE  
 AMPOS/DRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
 POS DRU  
 2007-2013



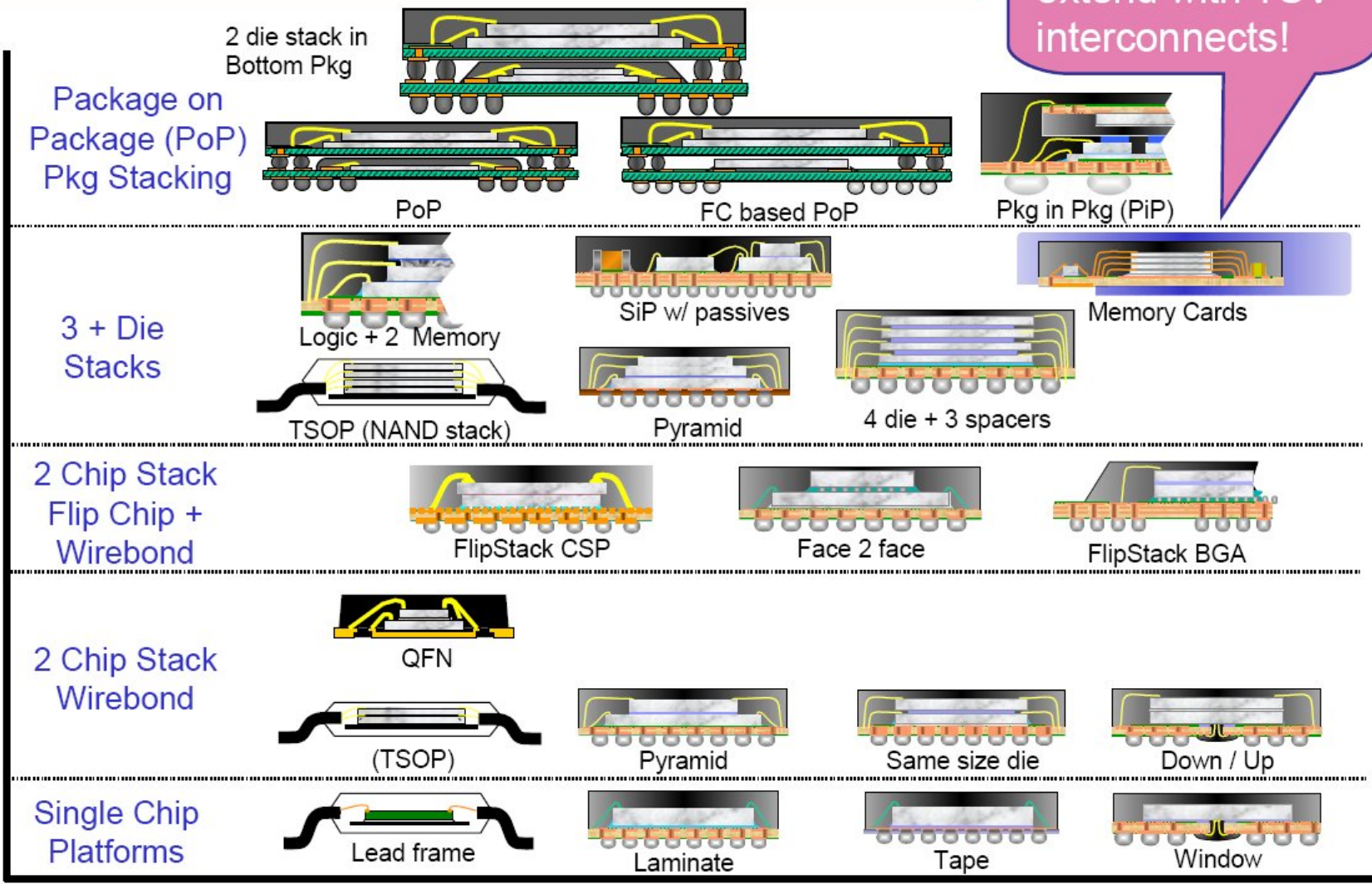
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
 2007-2013



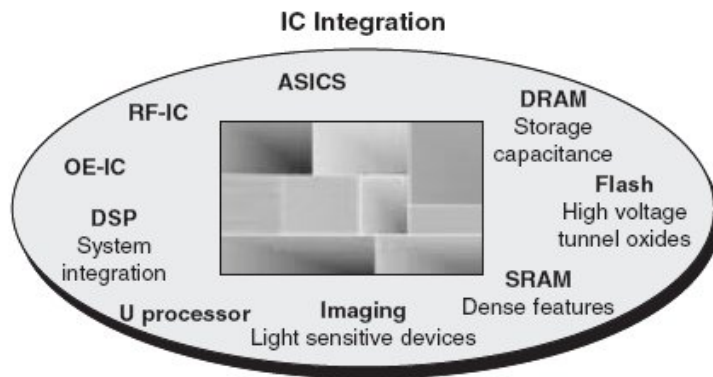
# Broad range of 3D Packages

All can further extend with TSV interconnects!

High  
↑  
Functional Integration  
↓  
Low

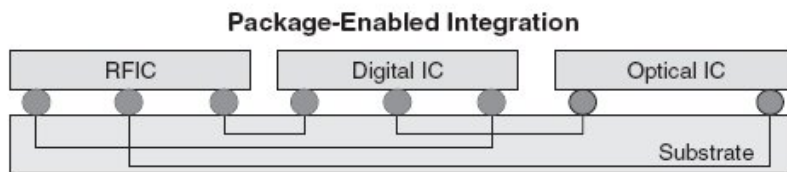


Courtesy of Amkor

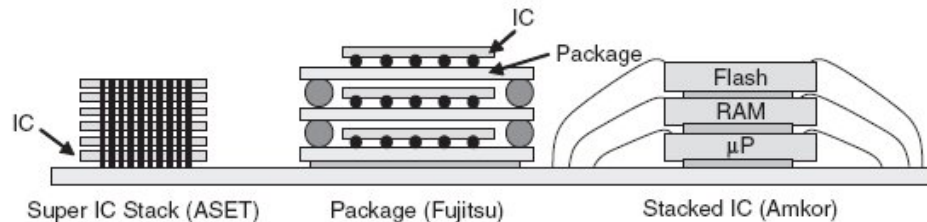


Source: HalLasky, IBM Microelectronics

**SOC: A complete system on one chip**

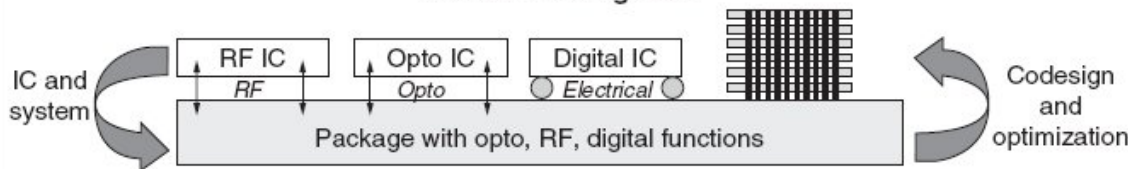


**MCM: Interconnected components**



**SIP: Stacked chip/package for reduced form factors**

**SOP-Based Integration**



Best of:

- IC integration
- Package-enabled integration
- System integration

## ⑩ Cinci tehnologii majore la nivel de sistem

1. *System-on-board (SOB)*.  
Componente discrete interconectate pe plăci ale sistemului.

2. *System-on-chip (SOC)*.

Sistem parțial pe un singur IC cu două sau mai multe funcții.

3. *Multichip module (MCM)*.

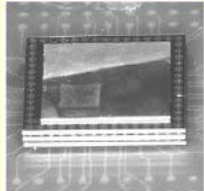
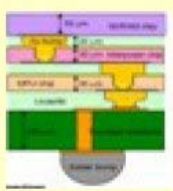


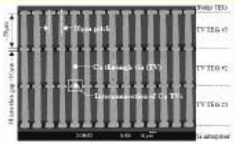
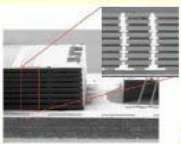


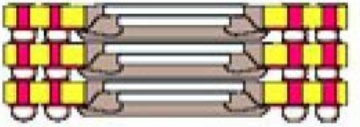
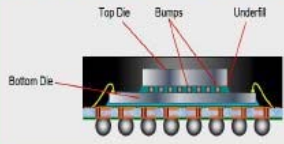
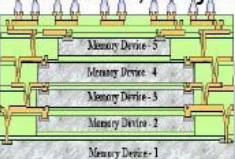
Integrare orizontală sau 2D a două sau mai multe IC sub formă de package pentru performanțe electrice superioare ale sistemului.

4. *Stacked ICs and packages (SIP)*.

Stivuire 3D a două sau mai multe IC subțiate, sub formă de package pentru miniaturizarea sistemului.

5. *System-on-package (SOP)*.

Cea mai bună integrare a IC și a sistemului pentru ultraminiaturizare, funcții multiple, mega funcții, performanțe ultra-înalte, cost redus și fiabilitate ridicată.

TSV	Si chip carrier stacking	  <p>2003-IME 2005-Hitachi &amp; Renesas</p>
	Chip stacking	  <p>2005-IBM 2006-Intel</p>    <p>2001-ASET 2006-Samsung 2007-IBM</p>
NON-TSV	Package stacking	 <p>2001-Intel, Tessera</p>  <p>2001-Sharp</p>
	Chip stacking	 <p>2001-AMKOR</p>  <p>2001-IMEC, Fujitsu</p>

Aceste circuite par a fi realizate pentru viitor?

**Poate chiar acum utilizați chipuri etajate 3D la telefon sau la automobil!**



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

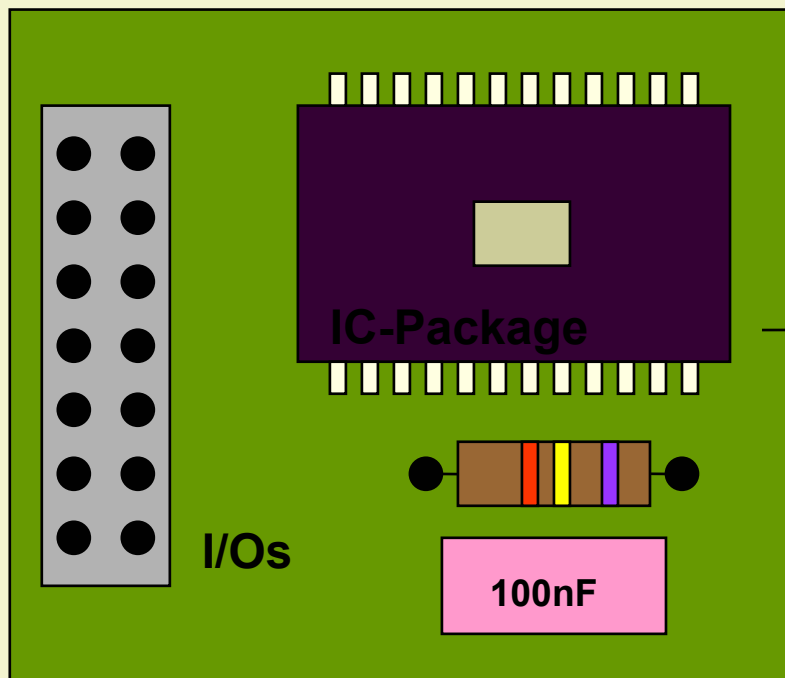
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

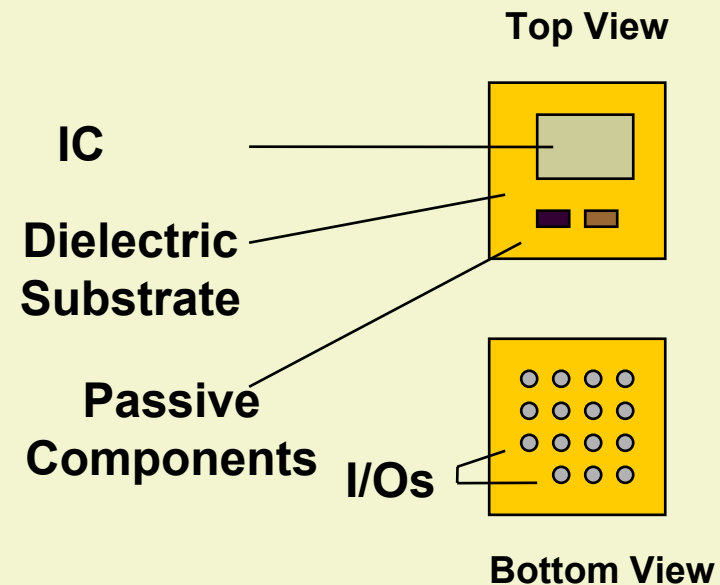


# Size Comparison of Electronic Modules

## “Through Hole“/„Surface Mount“ (THT/SMT) Technologies

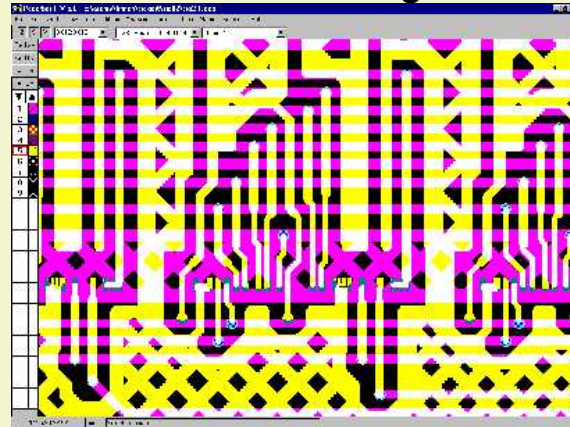


## Direct Chip Attach / HDP



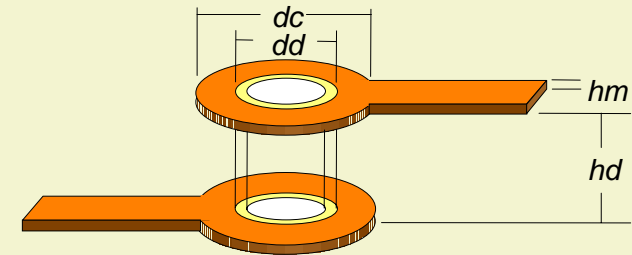
## Theoretical aspects

- Theoretical electronics engineering knowledge
- PCB/MCM basics ( technology, die attach, test, etc.)
- PCB/MCM design tools and methodologies
- Case studies



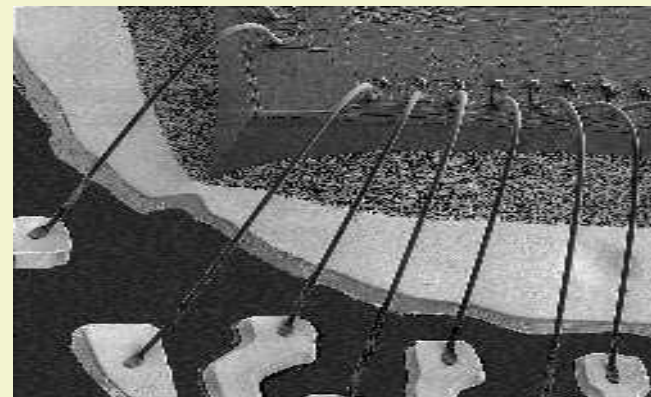
## EDA aspects

- Design Tools, Design Kits
- Thermal Simulation



## Technological aspects

- Practice at modern assembly tools
- Manufacturing of a own demonstrator



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

### ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## Glossary knowledge – an important aspect!

<i>IC Package, "packaging"</i>	Container for one or more ICs that provides protection and connection to the next level of integration
<i>Ball Grid Array (BGA)</i>	IC package with an area array of solder balls attached to the bottom side of a package
<i>Substrate, also board, carrier</i>	A material which serves as the base for the mechanical and electrical connection of ICs
<i>Chip Size Package (CSP)</i>	After packaging the component size is roughly the die size
<i>Wafer Level Packaging</i>	Modern CSP techniques allow packaging on wafer level. It is an additional wafer process.
<i>Direct Chip Attach (DCA)</i>	Chip is attached upside down direct on a substrate (Flip Chip)
<i>Chip On Board (COB)</i>	Assembly of one or more bare dies on a substrate by wire bonding
<i>Multichip Module (MCM)</i>	Assembly of two or more bare dies on a substrate by any bonding technology
<i>High Density Packaging (HDP)</i>	Large scale integrated and miniaturized systems, advanced packages



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



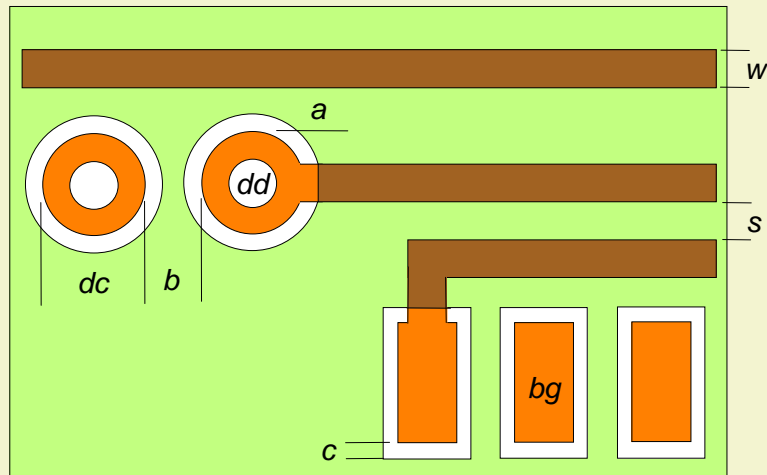
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013



### ELAN

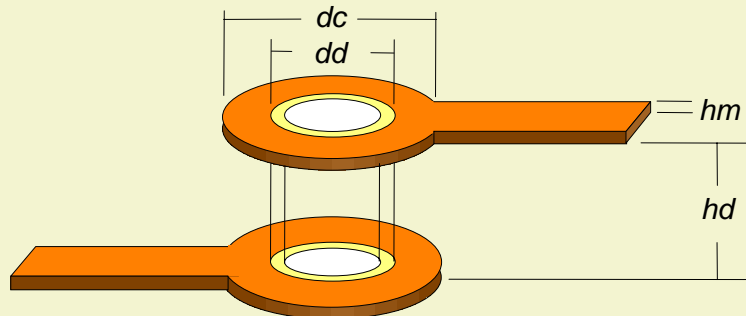
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

# Layout Design



 Cu     solder mask



## Design Rules:

**line :** min. width  $w$

**via:** min. pad diam.  $dc$   
min. drill diameter.  $dd$

**min. spacings:** line - line  $s$

via - line  $a$

via - via  $b$

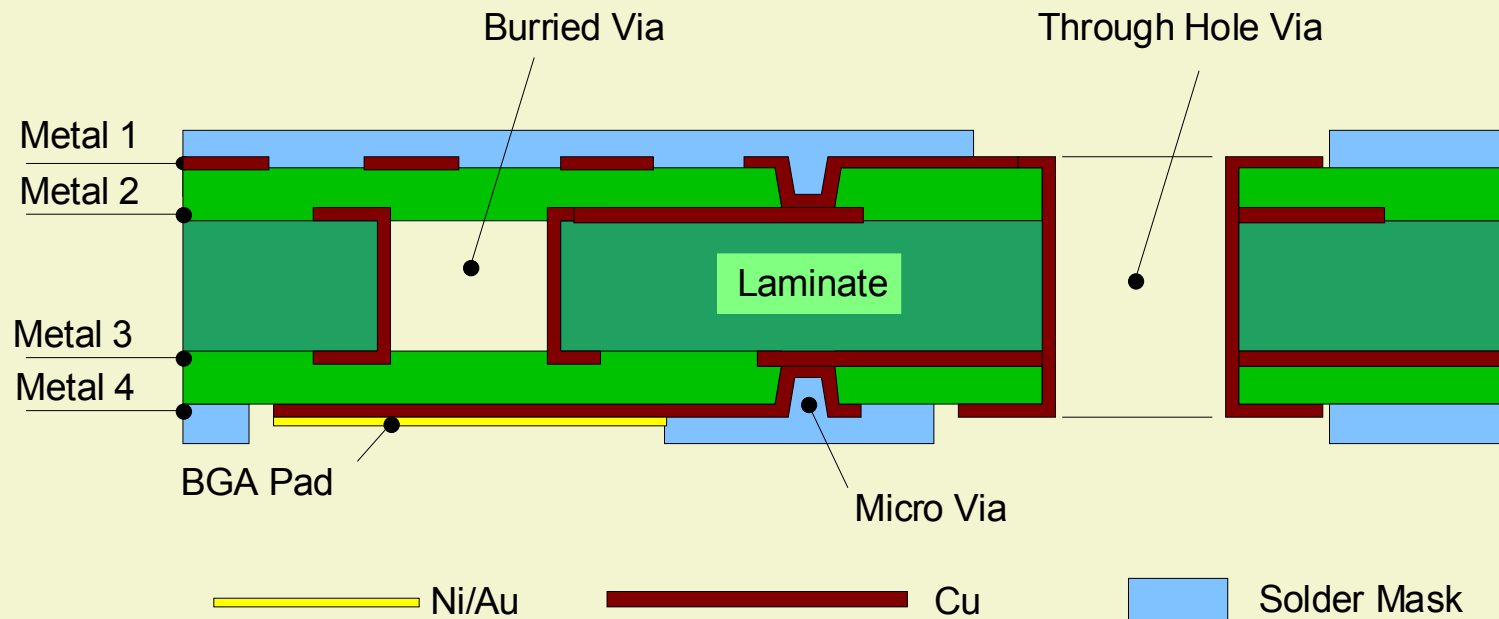
**min. oversize of:** solder mask  $c$

bondpad geo.  $bg$

**height of:** metal layer  $hm$

dielectric layer  $hd$

## Tipuri de găuri de trecere (via)



ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



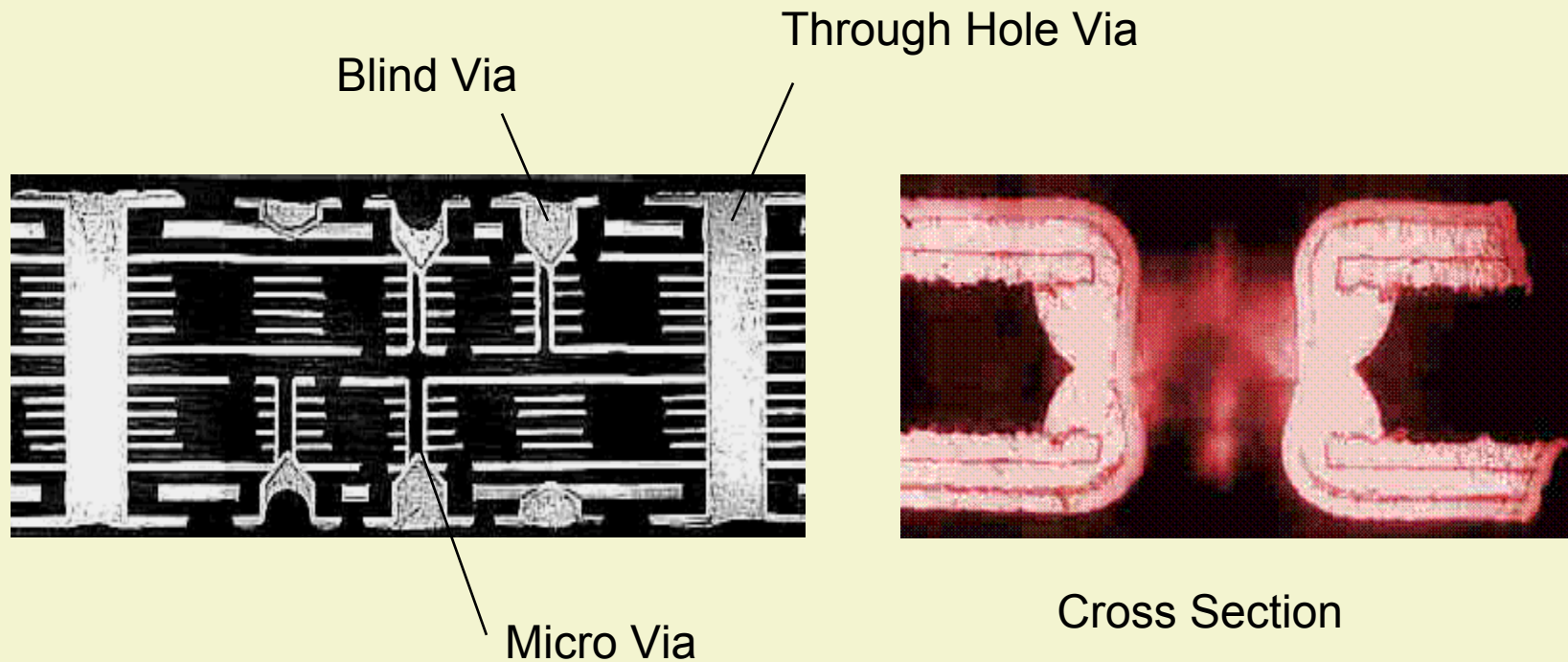
FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013



# Micro Vias



Blind via measuring less than 150  $\mu\text{m}$  in diameter  
on a 350  $\mu\text{m}$  or smaller diameter pad

# Design for high density packaging

- Technologies/Substrates
  - Hybrids (COB)
  - MCM-L (Laminate & flexible)
  - MCM-C (Ceramic)
  - MCM-D (Deposited)
- Assembly (wire bonding, TAB, flip-chip)
- Packaging
- Test (electrical, reliability, failure analysis)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

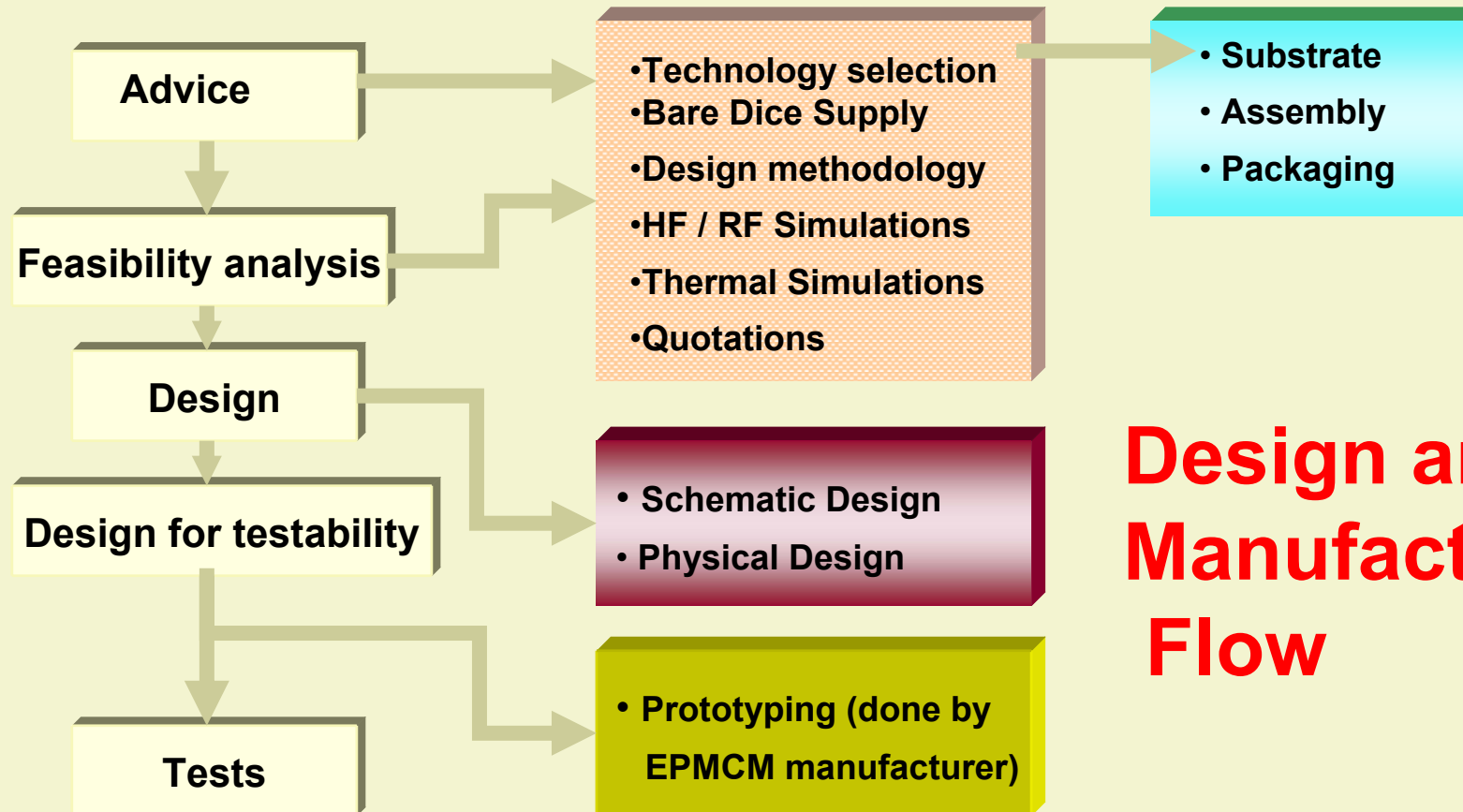


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



# Design and Manufacturing Flow



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



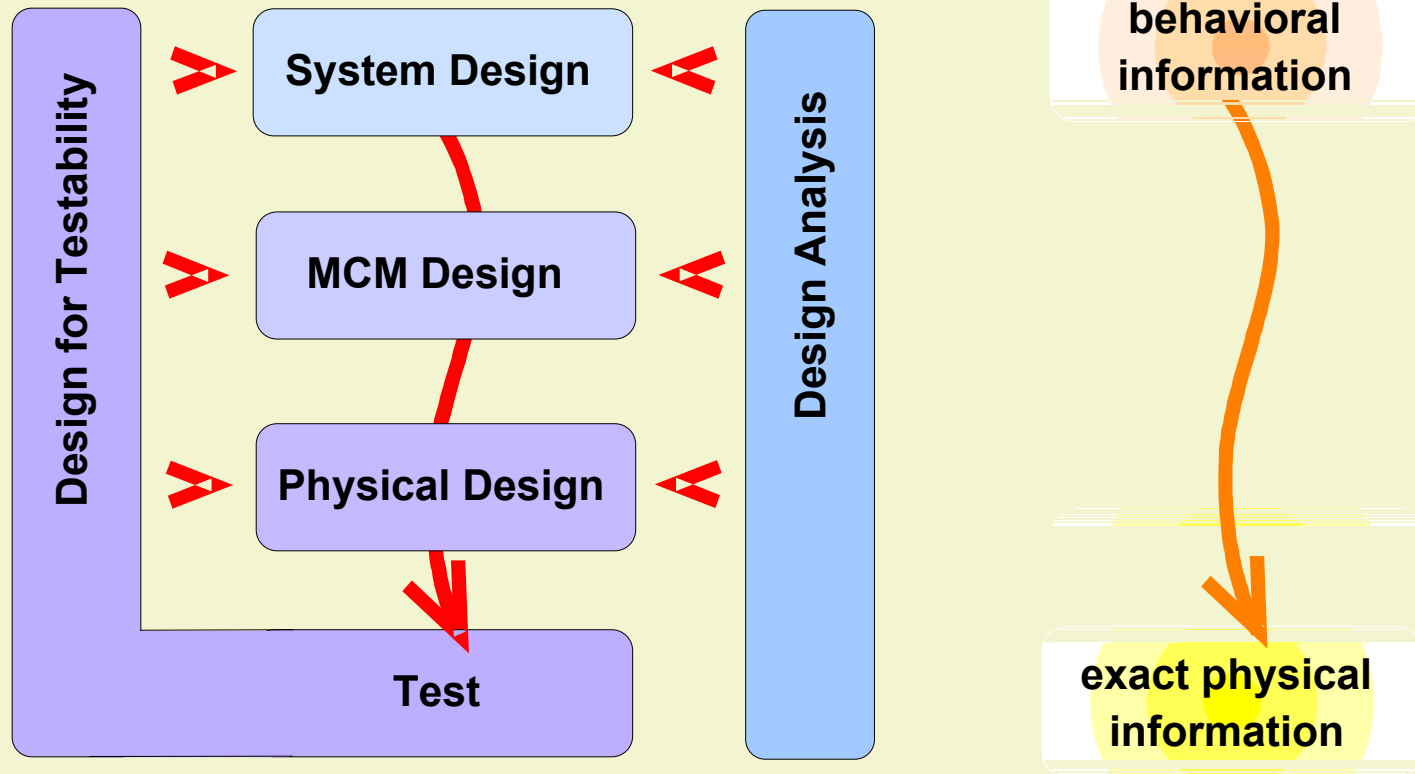
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

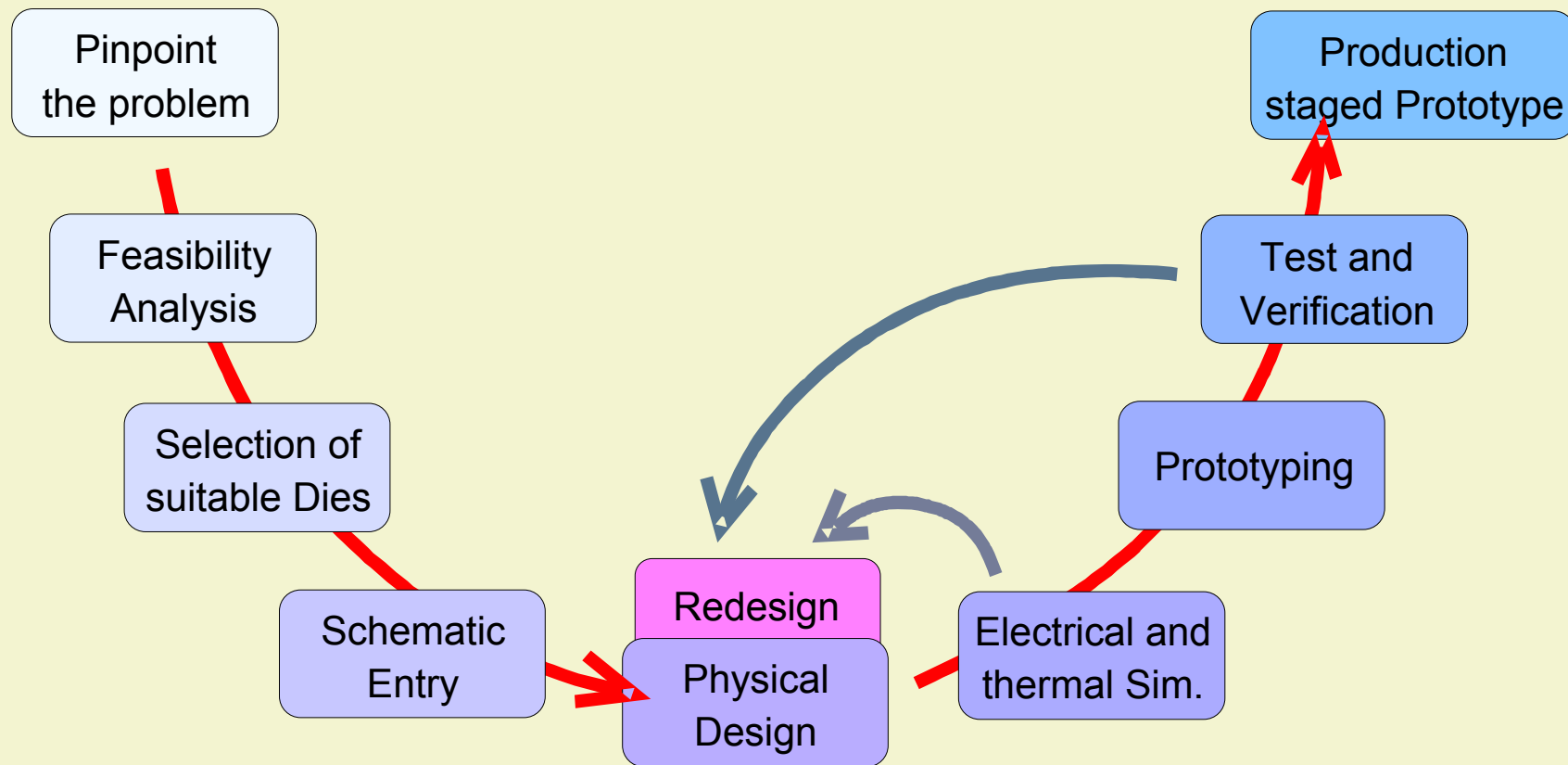
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# System Design Flow



# PCB/MCM Design Flow



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOS/DRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

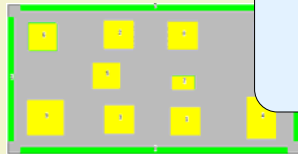
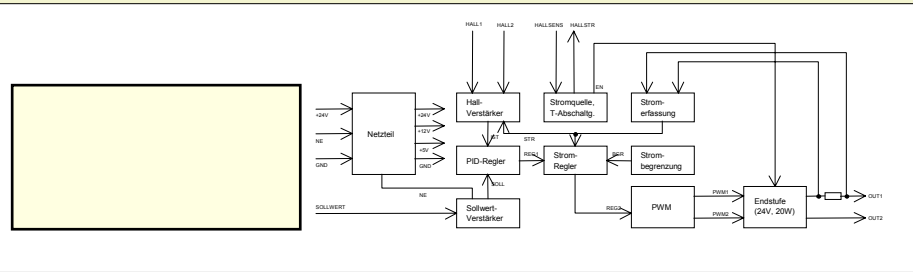
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"



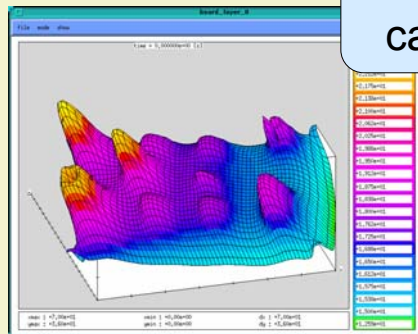
# Feasibility Analysis

Specifications and demands

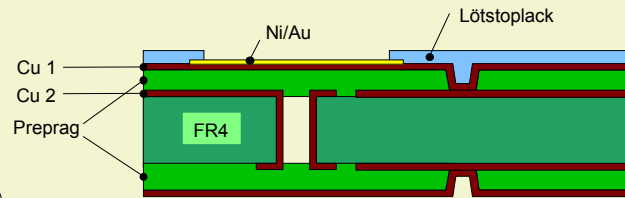
Bare die availability



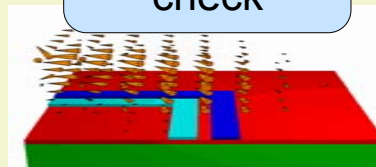
Area estimation



Heat calculation



EMC check



Manufacturer selection

**3. Bauteileauswahl und anfrage**  
**3.1 Bauteileauswahl für Version 3b**

Bezeichnung	Menge	Bezeichnung	Menge
120µF 40V	1	Quarz 10 MHz	1
BRAND 20k ± 1%	1	Quarz 10 MHz	1
BRAND 20k ± 1%	1	Quarz 10 MHz	1
BRAND 20k ± 1%	1	Passive SMD	14
100k 0.1%	4		
ASPC 1	1		
ASPC 2	1		

**3.2 Bauteilanfrage**

In unterer Tabelle sind die stückzahlabhängigen Preise in DM und \$ für die einzelnen Dico dargestellt. Für Variante 3b werden nur die Komponenten in den grauen Zeilen benötigt.

Bezeichnung	Menge	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000
120µF 40V	1	22,28	18,77	15,11	10,63	10,64	10,63
BRAND 20k ± 1%	1	2,33	4,26	2,24	4,19	2,24	4,18
BRAND 20k ± 1%	1	1,61	18,39				
BRAND 20k ± 1%	1	48,89	71,20	0,00	0,00		
BRAND 20k ± 1%	1	4,26	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BRAND 20k ± 1%	1	4,51	6,50	4,41	4,41	4,34	3,98
ASPC 1	1						
ASPC 2	1						

1) Preise sind Indikatoren

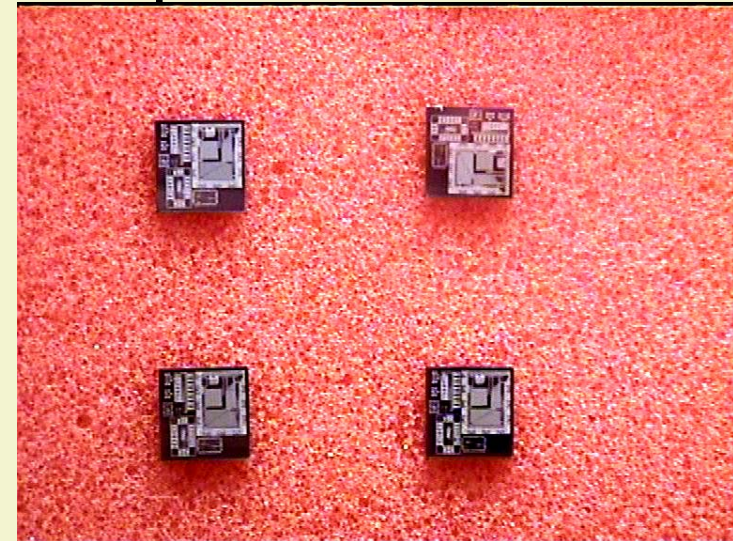
Overall cost estimation



**ELAN**  
 Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
 Investește în oameni !  
 Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
 Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

# Die Supply Service

- Supplying Bare Die & CSP components
- One contact point:
  - for the requester
  - for the Die & CSP supplier



**DIE SUPPLY HOUSE ⇔ COMPONENT MANUFACTURER**



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

- Design for high density packaging
- Technologies/Substrates
  - Hybrids (COB)
    - MCM-L (Laminate & flexible)
    - MCM-C (Ceramic)
    - MCM-D (Deposited)
- Assembly (wire bonding, TAB, flip-chip)
- Packaging
- Test (electrical, reliability, failure analysis)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# COB and Hybrid circuits

- Are the earliest forms of MCMs ('70s)
- Mixed assembly bare die/SMT
- The bare die is wire bonded directly to the substrate (PCB or flexible tape) and protected with a glob-top encapsulant
- Used in low cost, low density applications (e.g. (watches))



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



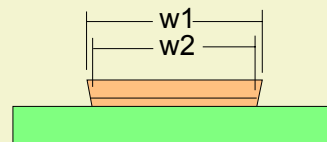
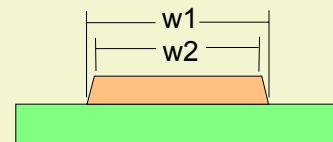
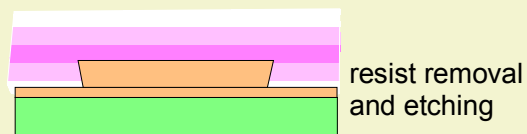
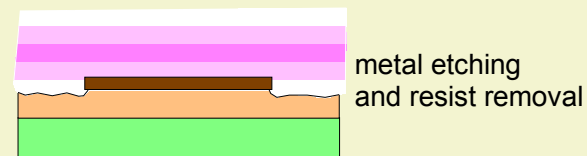
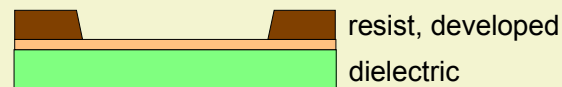
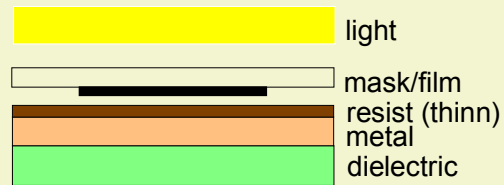
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”





## Chemical Etching

and

## Semiadditive Plating



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSBDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

- **Design for high density packaging**
- **Technologies/Substrates**
  - Hybrids (COB)
  - **MCM-L (Laminate & flexible)**
  - MCM-C (Ceramic)
  - MCM-D (Deposited)
- Assembly (wire bonding, TAB, flip-chip)
- Packaging
- Test (electrical, reliability, failure analysis)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSBRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



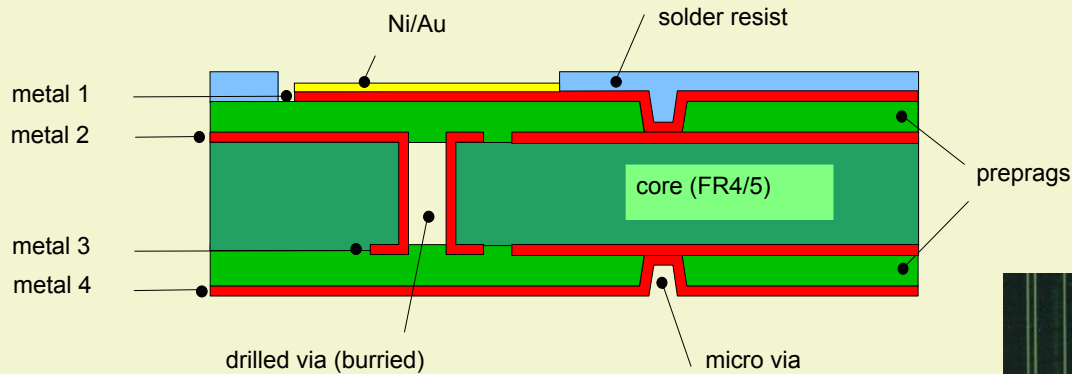
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

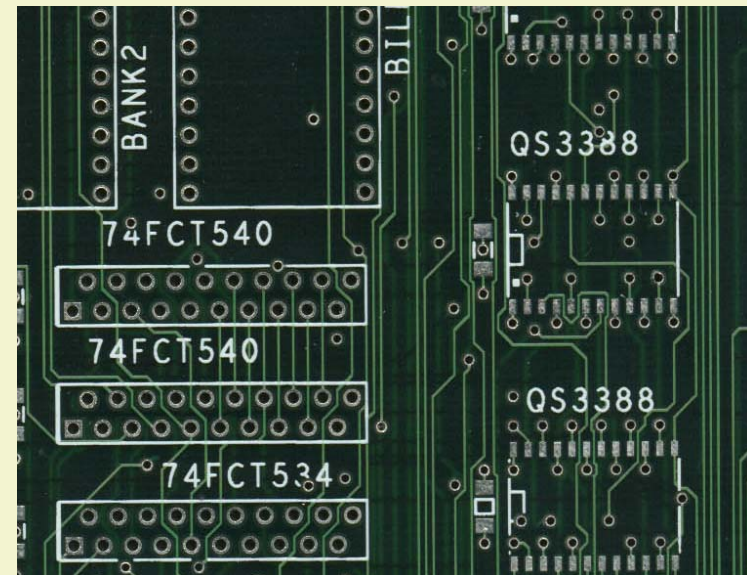
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# Laminates



Core: subtractive etched or semiadditive plated, vias drilled

Preprags: Cu subtractive etched or semiadditive plated, vias drilled or etched



## ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
 Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
 Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

Centrul de Electronică Tehnologică și Tehnici de Interconectare



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
 PROTECȚIEI SOCIALE

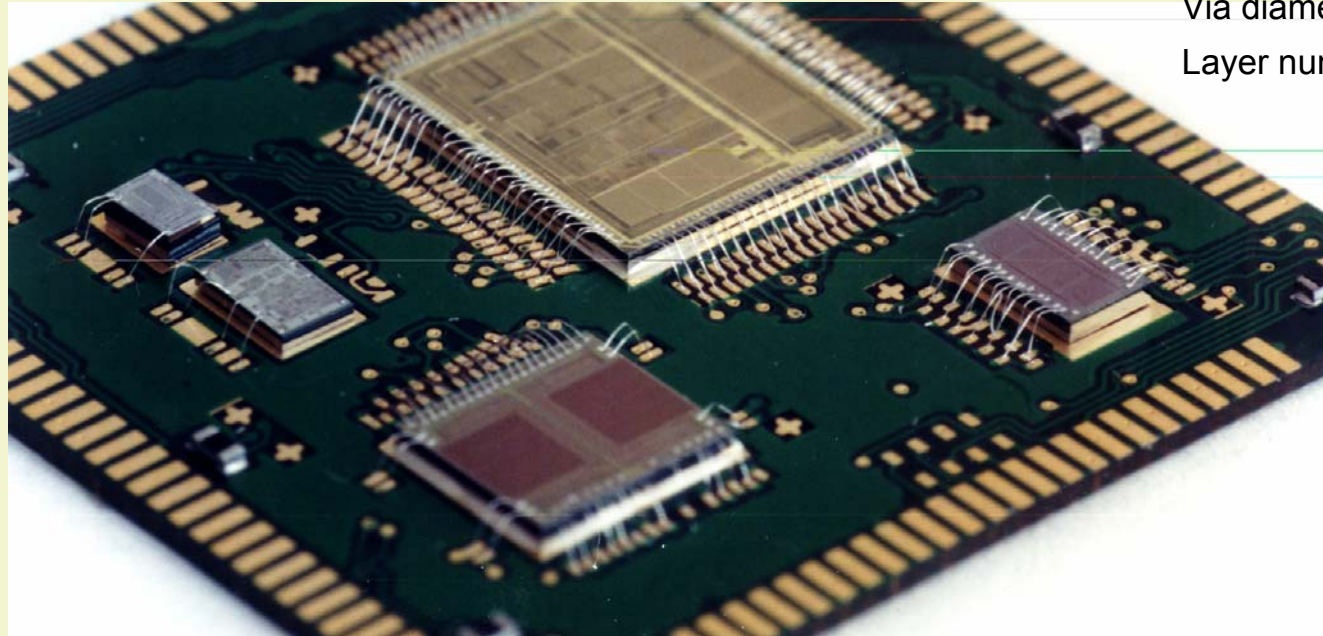


FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
 POS DRU  
 2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
 2007-2013

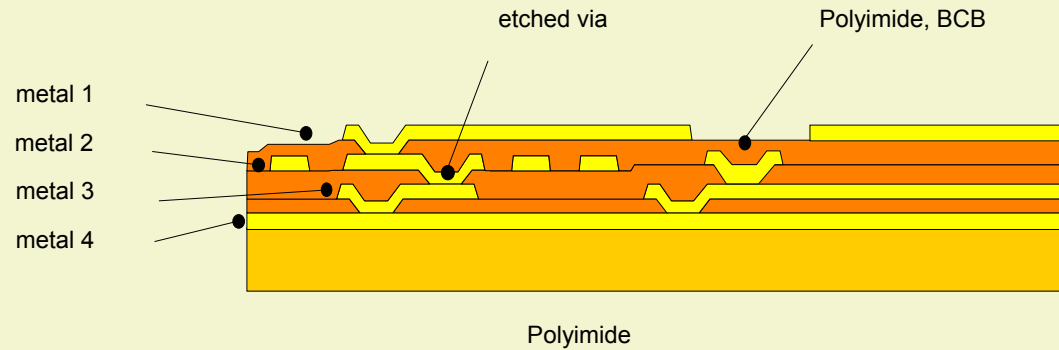
<b>Characteristics:</b>	Material	Epoxy Glass
	Dielectric Constant	2,8 - 4,5
	Line width / pitch	> 20 / 50 $\mu\text{m}$
	Via diameter	> 200 $\mu\text{m}$
	Layer numbers	2 . 4 . 8



## MCM-L (Laminate)

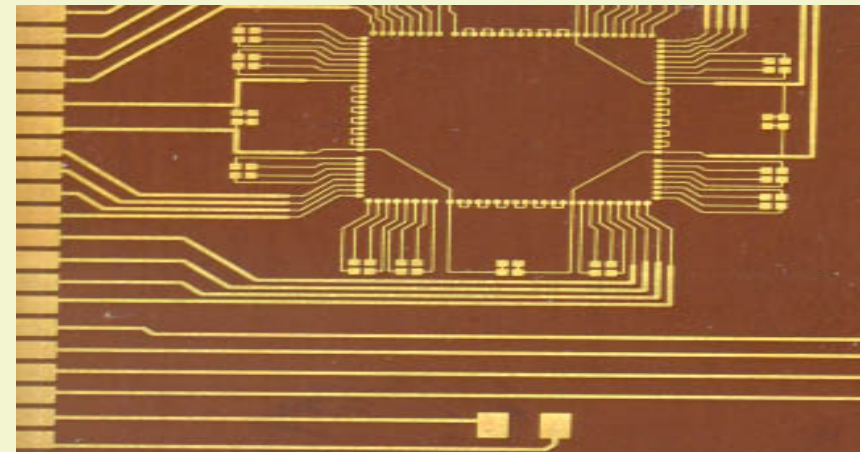
TCE	14 ... 18 ppm
Thermal dissipation	poor, medium
Substrate Costs	low
Assembly	COB, DCA

# Flex



Substrate: PI, therefore DCA favourite

Dielectric: coated Polyimide or BCB,  
Metal subtractive etched or  
semiadditive plated,  
vias laser drilled or etched



## ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

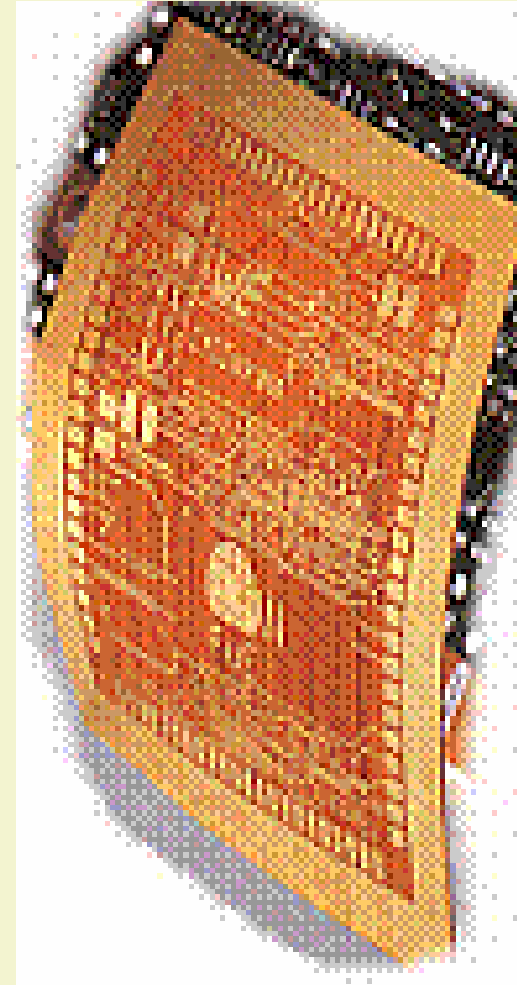


**Characteristics:**

Material	Polyimide
Dielectric Constant	3 - 4
Line width / pitch	75 / 75 $\mu\text{m}$
Via diameter	200 $\mu\text{m}$
Layer numbers	1 ... 4

## *Flex*

CTE [Si]	27 ppm
Thermal Dissipation	medium
Substrat costs	low
Assembly	DCA favourite



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

### ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

- **Design for high density packaging**
- Technologies/Substrates
  - Hybrids (COB)
  - MCM-L (Laminate & flexible)
  - **MCM-C (Ceramic)**
  - MCM-D (Deposited)
- Assembly (wire bonding, TAB, flip-chip)
- Test (electrical, reliability, failure analysis)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSBRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



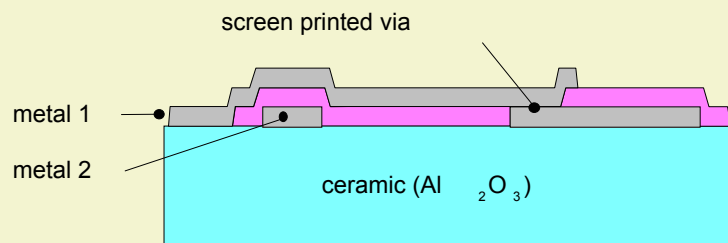
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

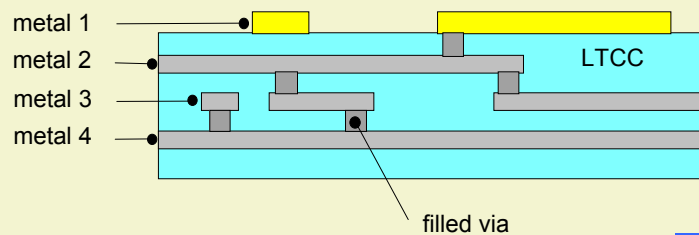
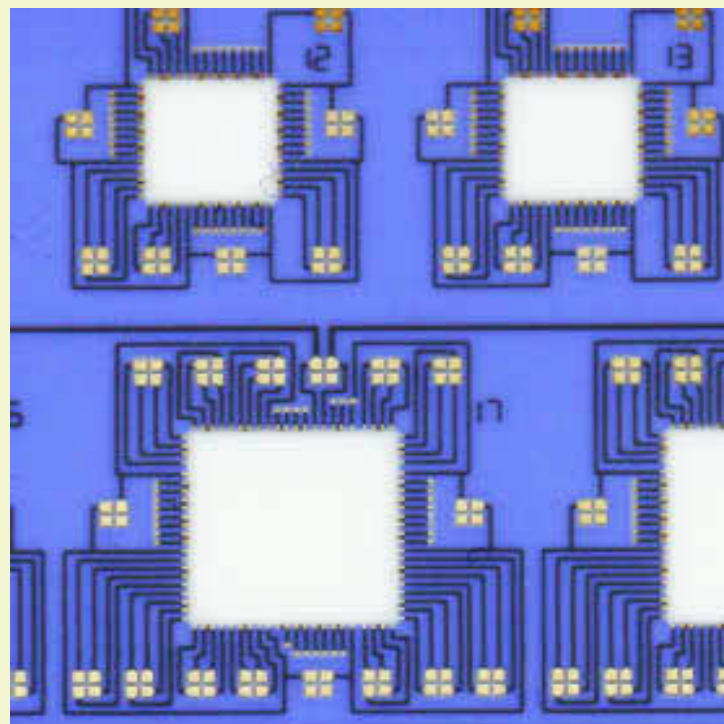
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# Ceramic



$Al_2O_3$ : screen printing of metal and dielectric, vias printed



LTCC: screen printing of metal paste, vias drilled and filled



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

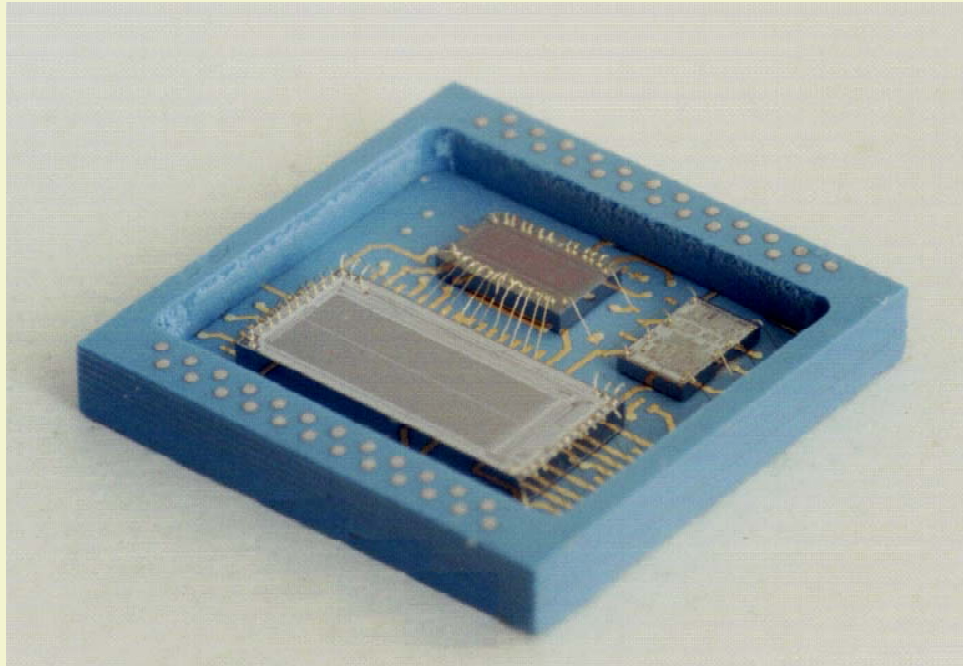
ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

## Characteristics:

Material	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Glass-ceramic
Dielectric Constant	6 - 8
Line width / pitch	125 / 250 μm
Via diameter	200 μm
Layer numbers	4 ... 12
CTE	7,9 ... 10 ppm
Thermal dissipation	high
Substrat costs	moderate
Assembly	COB, DCA



TB-BGA48 memory module,  
source FhG IZM

## MCM-C (Ceramic)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

### ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

- Design for high density packaging
- Technologies/Substrates
  - Hybrids (COB)
  - MCM-L (Laminate & flexible)
  - MCM-C (Ceramic)
  - **MCM-D (Deposited)**
- Assembly (wire bonding, TAB, flip-chip)
- Packaging
- Test (electrical, reliability, failure analysis)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

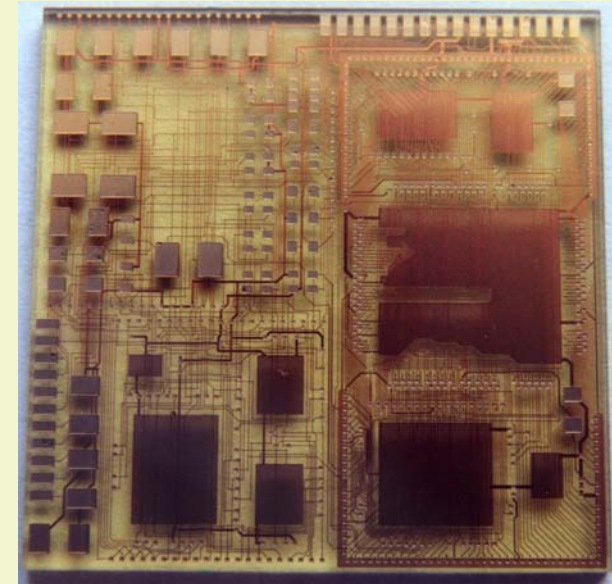
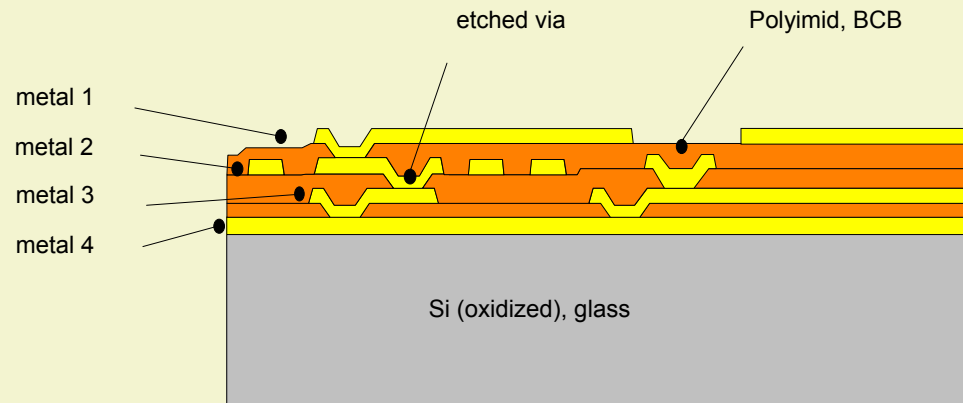
**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



# Thinfilm



Substrate: Si, therefore DCA favourite

Dielectric: coated Polyimid or BCB,  
deposition of metal on  
plating base  
vias etched



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

## ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## Characteristics:

Material	Si, Polymers
Dielectric Constant	2,8 ... 12
Line width / pitch	15 / 40 $\mu\text{m}$
Via diameter	30 $\mu\text{m}$
Layer numbers	2 ... 8
CTE [Si]	2,6 ppm
Thermal Dissipation	high
Substrat costs	moderate, high
Assembly	DCA favourite [Si]

## MCM-D (Deposited)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSBDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



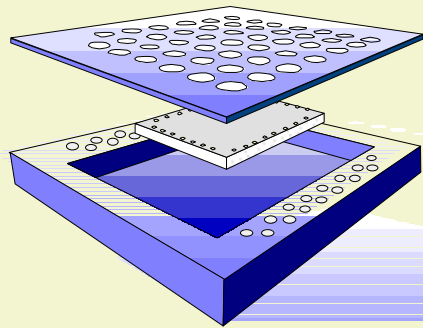
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

### ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

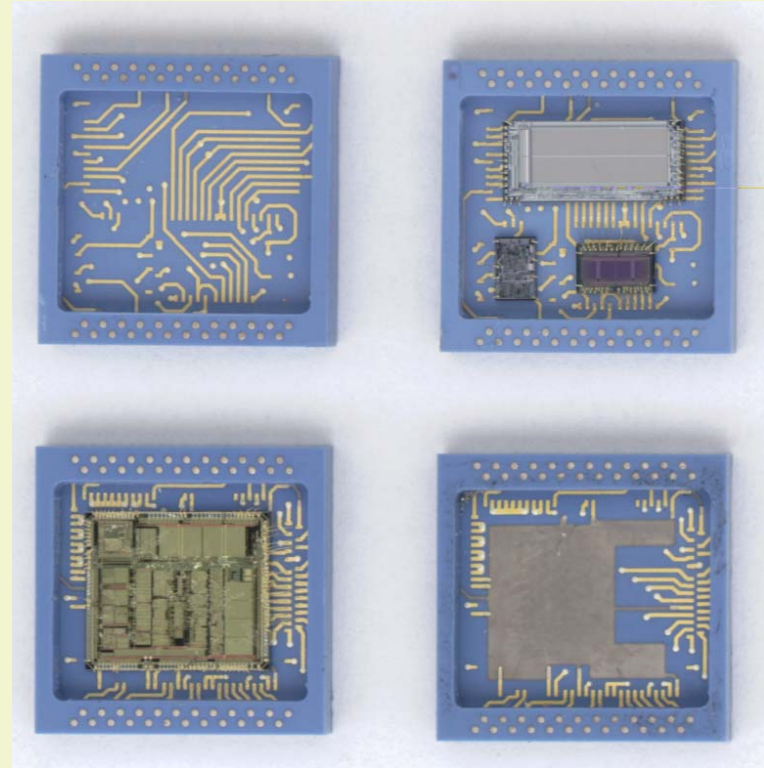
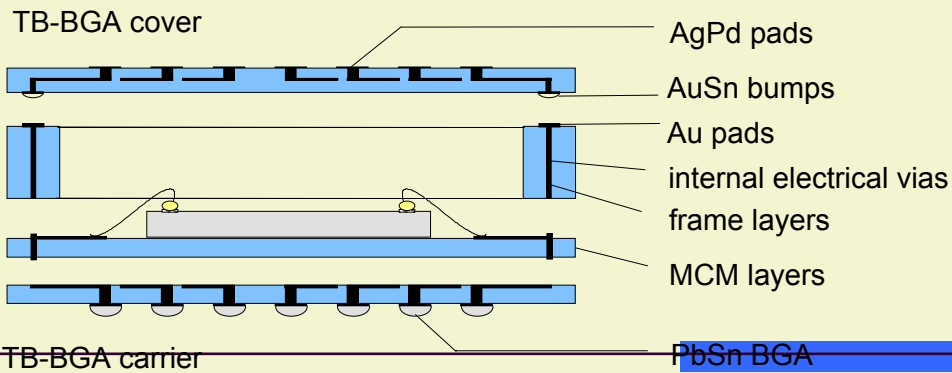
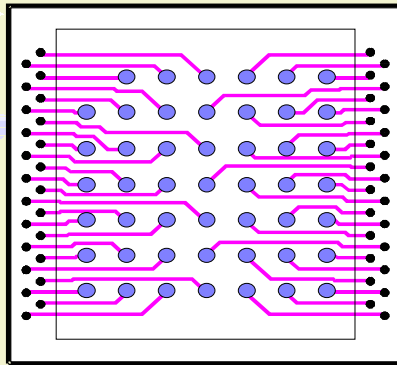
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

# 3D Packaging



Carrier TB-BGA48N

size	12,5 x 12,5 x 2,5 mm <sup>3</sup>
use volume	9,6 x 11,0 x 1,4 mm <sup>3</sup>
pin count	48
BGA pitch	1,27 mm



## 3D Box of Bricks for Micro Systems

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
 Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
 Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
 PROTECȚIEI SOCIALE  
 AMPOS/DRU

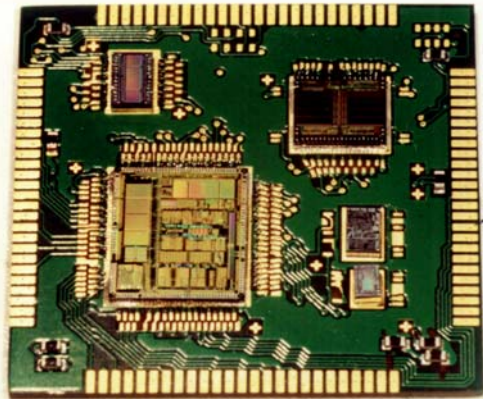


FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
 POS DRU  
 2007-2013

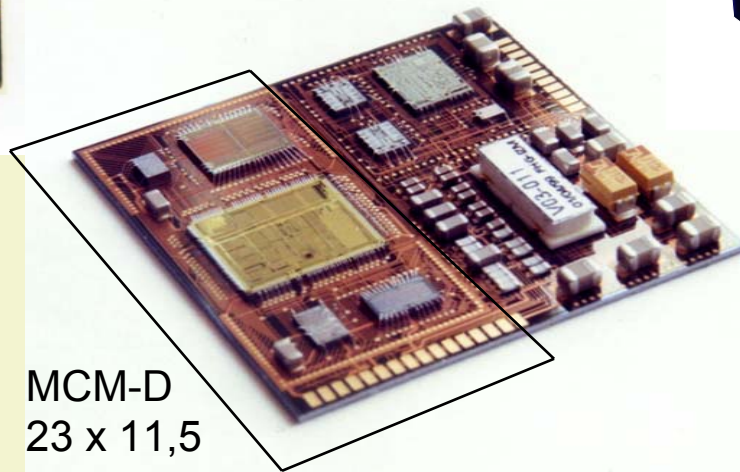


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
 2007-2013

# Miniaturisation of a 16-bit $\mu$ C



MCM-L  
24,0 x 24,0



MCM-D  
23 x 11,5



MCM-C  
12,5 x 12,5 x 7,5

Units: mm

16-bit  $\mu$ C MCMs realized with different substrate technologies



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

# MCM Comparison

	<b>MCM-L</b>	<b>MCM-C</b>	<b>MCM-D</b>
Availability	high	good	poor
Wiring density	good	good	very high
Repair/rework	good	good	poor
Power Dissipation	low	medium	high
Performance	low	medium	high
Relative cost	1	1.5-2.0	2-10



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



- **Design for high density packaging**
- Technologies/Substrates
  - Hybrids (COB)
  - MCM-L (Laminate & flexible)
  - MCM-C (Ceramic)
  - MCM-D (Deposited)
- **Assembly (wire bonding, TAB, flip-chip)**
- Packaging
- Test (electrical, reliability, failure analysis)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSBRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



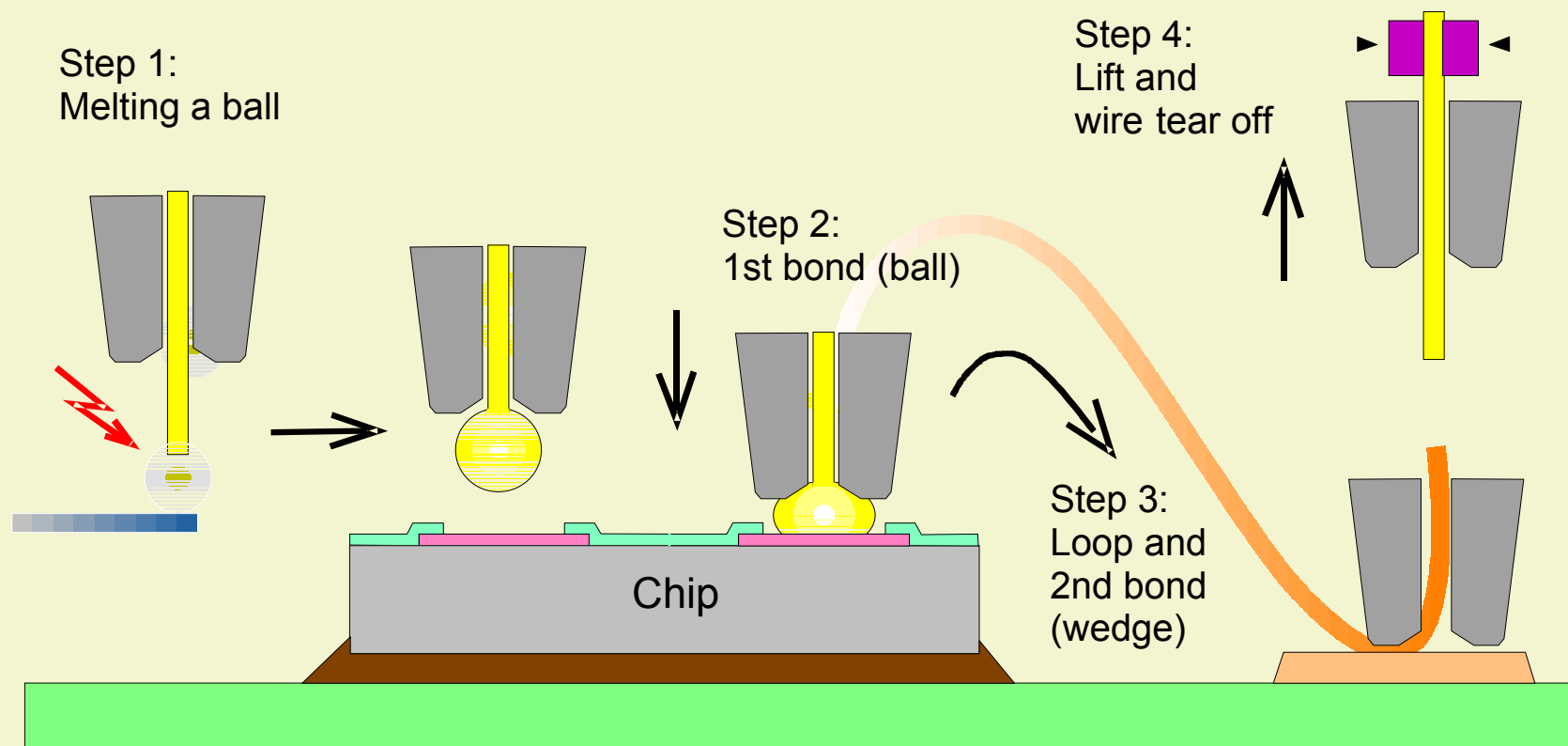
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# Wire Bonding



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



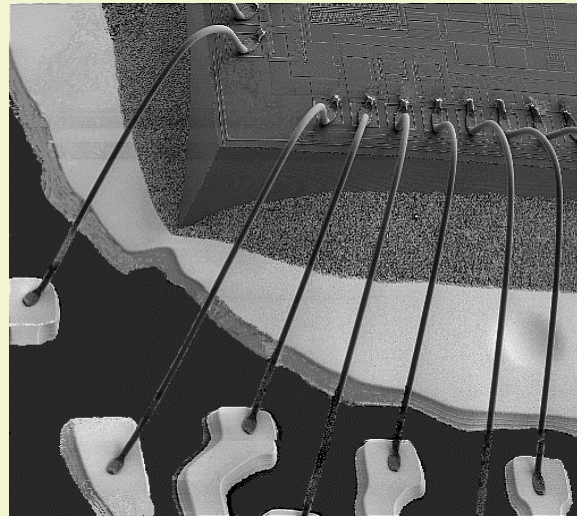
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

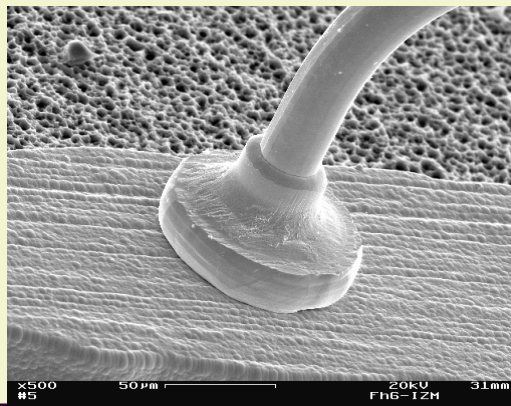
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

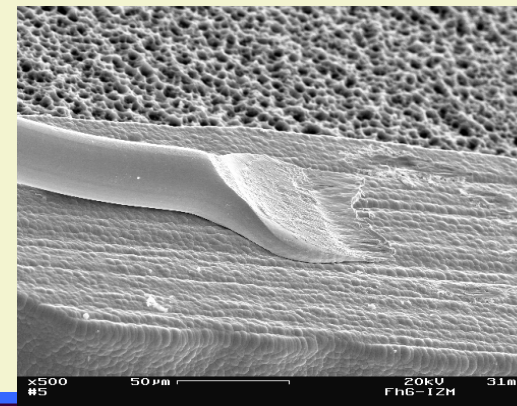
# Wire Bonding



## Ball Bond



## Wedge Bond



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

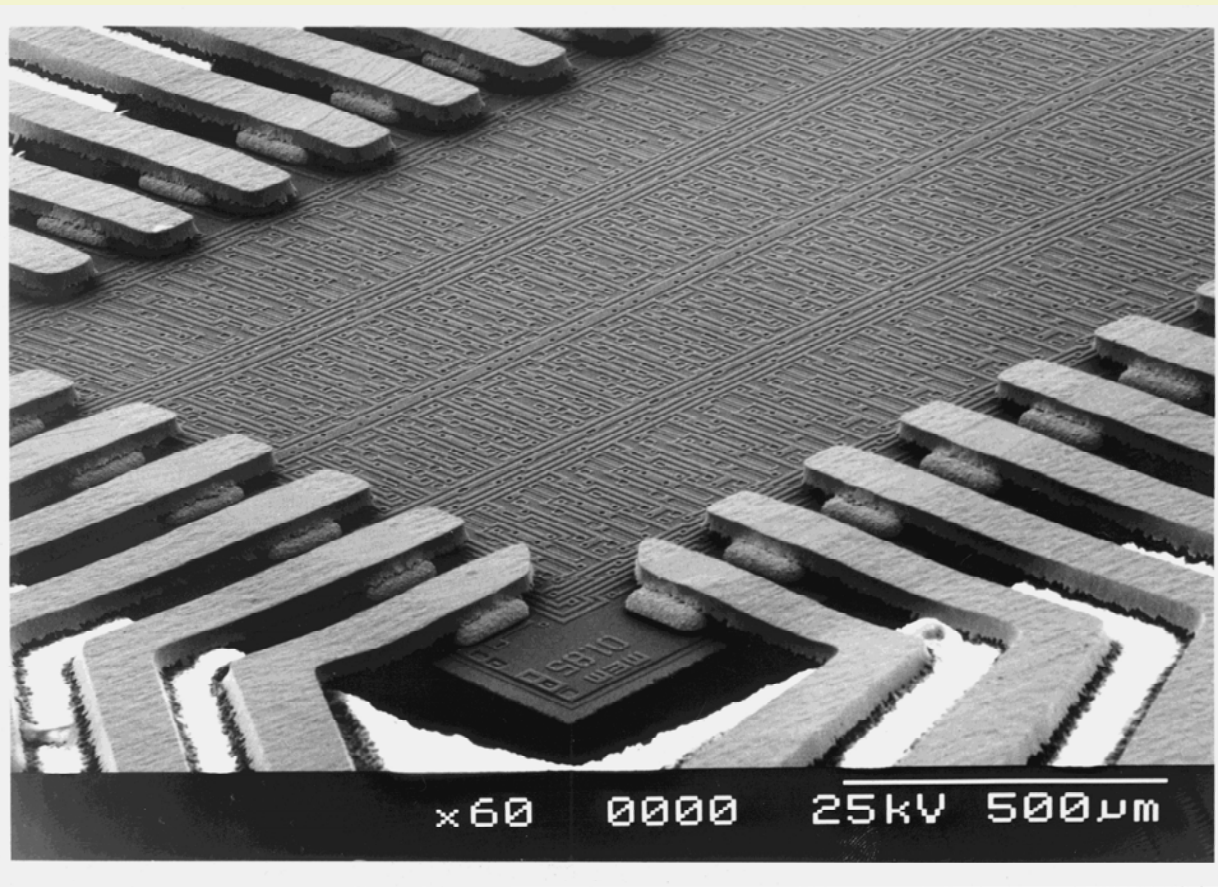
### ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

TAB

Tape Automated Bonding



ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU

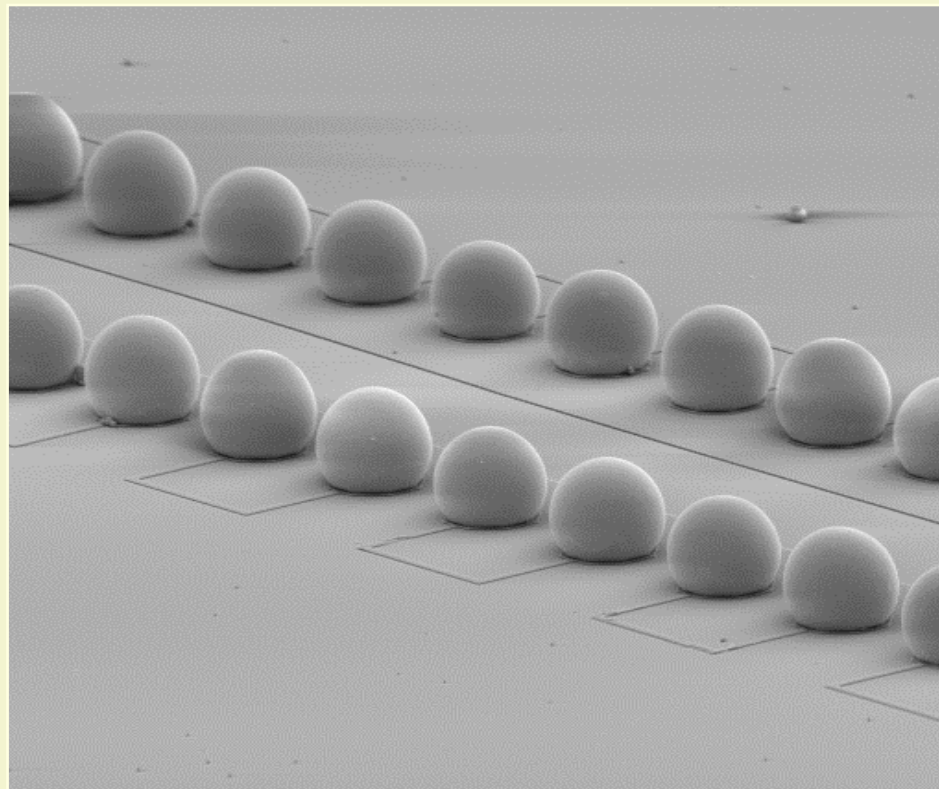
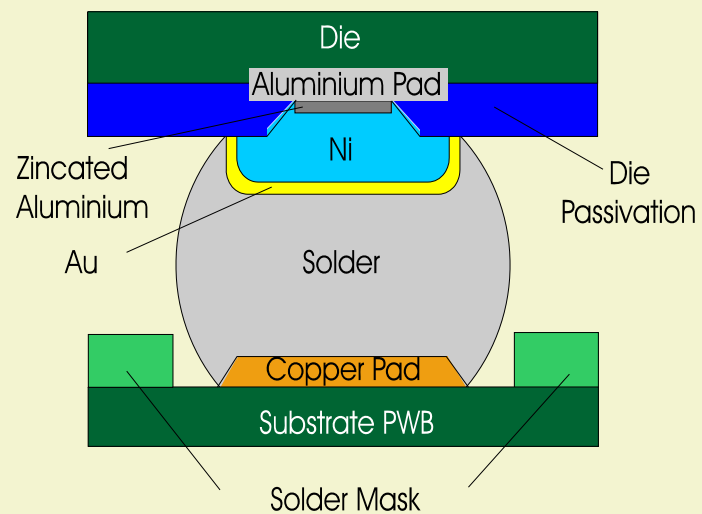


FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

# Bumping



## ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

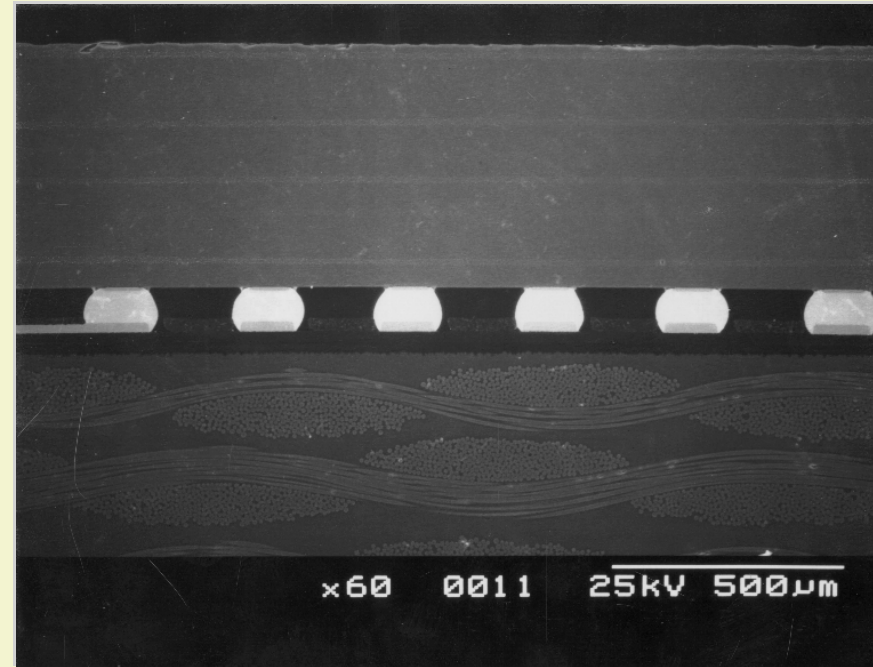
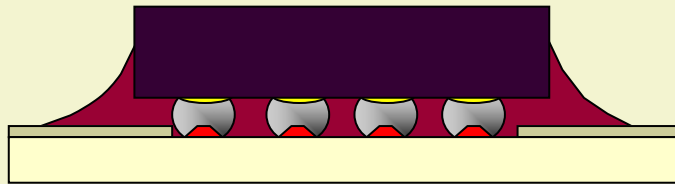


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013



## Flip Chip / DCA

### Direct Chip Attach



**PITCH: 200 µm**



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ŞI  
PROTECŢIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

- Design for high density packaging
- Technologies/Substrates
  - Hybrids (COB)
  - MCM-L (Laminate & flexible)
  - MCM-C (Ceramic)
  - MCM-D (Deposited)
- Assembly (wire bonding, TAB, flip-chip)
- **Packaging**
- Test (electrical, reliability, failure analysis)



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSBRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



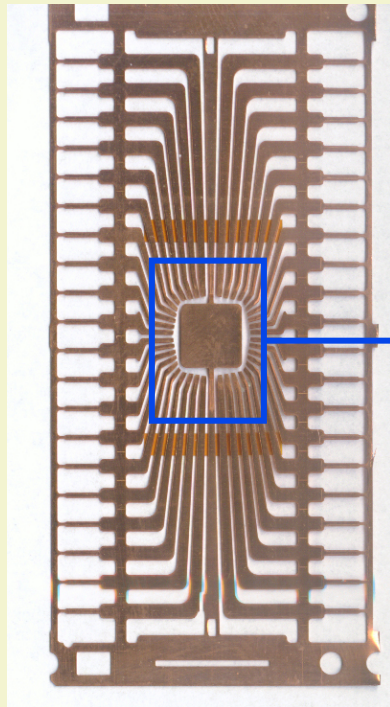
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

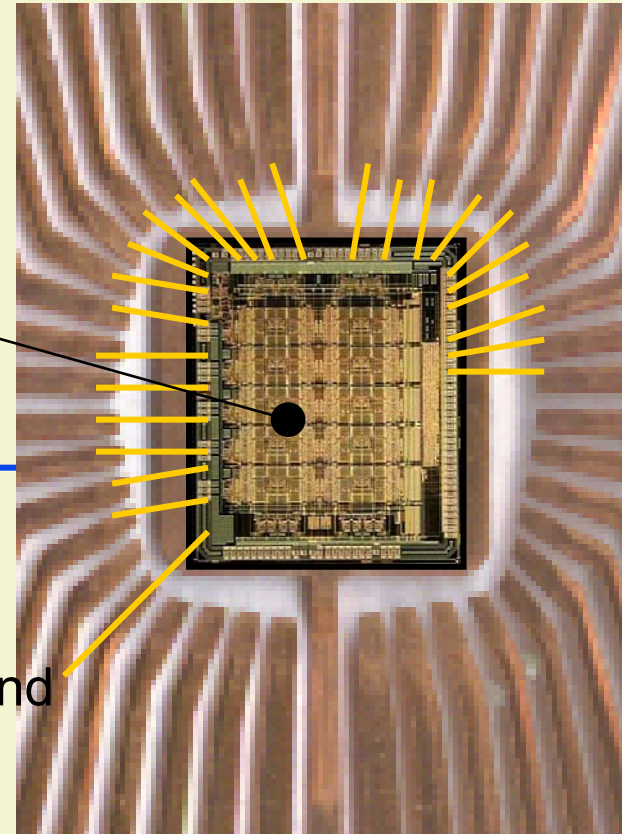
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# Leadframe



IC

Wire bond



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## Encapsulation Techniques:

Surface Mount Tech.

**SMT / SMD**

Ball Grid Array

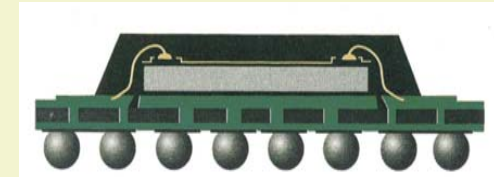
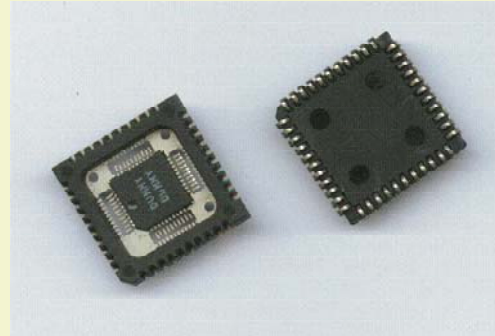
**BGA**

Chip On Board

**COB**

Chip Size Package

**CSP**



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# Chip on Polymer

E.g. flexible Tags

$f = 13.56$

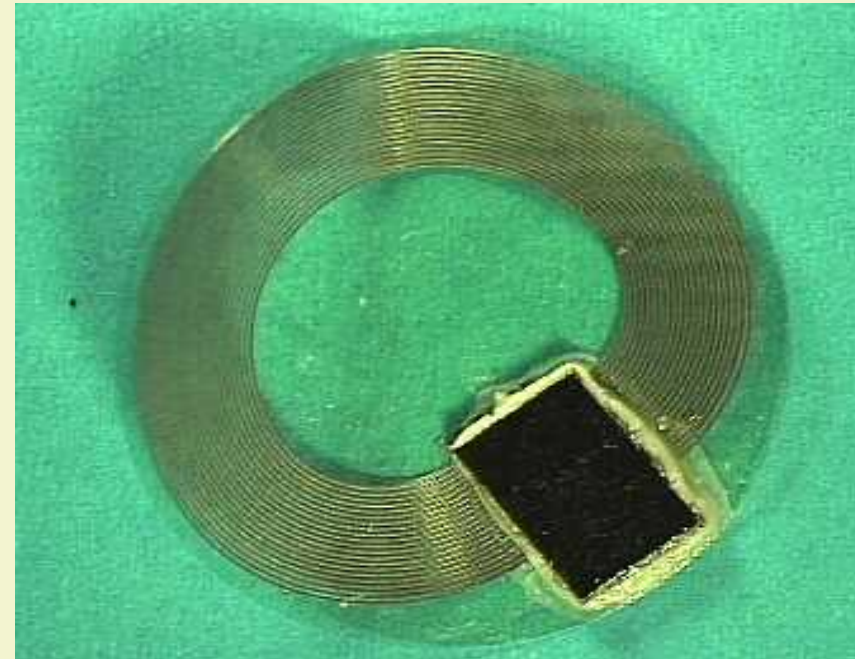
MHz

■ chip (Si),  $h = 40 \mu\text{m}$

■ Ni/Au-Bump,  $h = 10 \mu\text{m}$

■ coil (Au)  $h = 10 \mu\text{m}$

■ PI foil,  $h = 5, 10 \mu\text{m}$



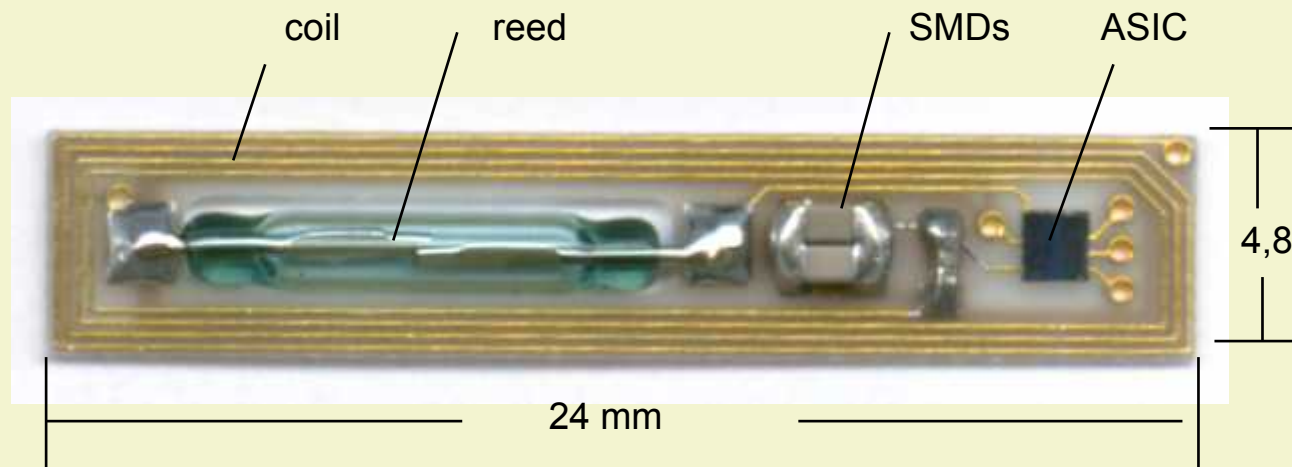


# Transponder Systems



## Challenges

- High volume
- Higher frequencies
- Transponder in metal environment
- Transponder as data logger



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

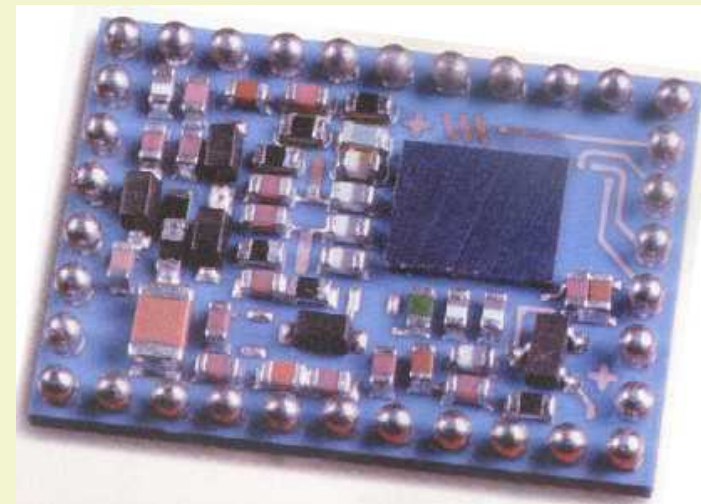
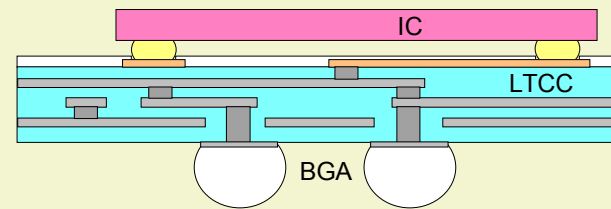
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"

# RF Applications

RF modules  
for mobile products

- Mobile Phone, 0,9 - 1,9 GHz
- Bluetooth, 2,4 GHz
- Distance Radar, 70 GHz



Bluetooth module  
on LTCC substrate



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

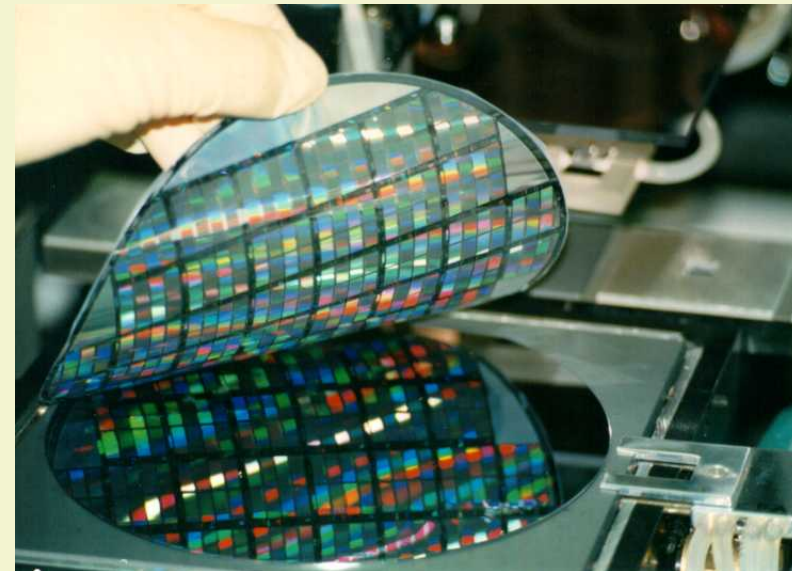
ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# Example: packaging trends for mobile products

- ◆ Paper thin Chips ( $d < 40\mu\text{m}$ )
- ◆ Paper thin Substrates ( $d < 10\mu\text{m}$ )
- ◆ Fine pitch interconnections ( $p < 50\mu\text{m}$ )
- ◆ Si on Si  $\rightarrow$  MCM-D - Chip as Substrate
- ◆ Si on PI  $\rightarrow$  MCM on polymer (MCM*flex*)
- ◆ One Package Systems



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



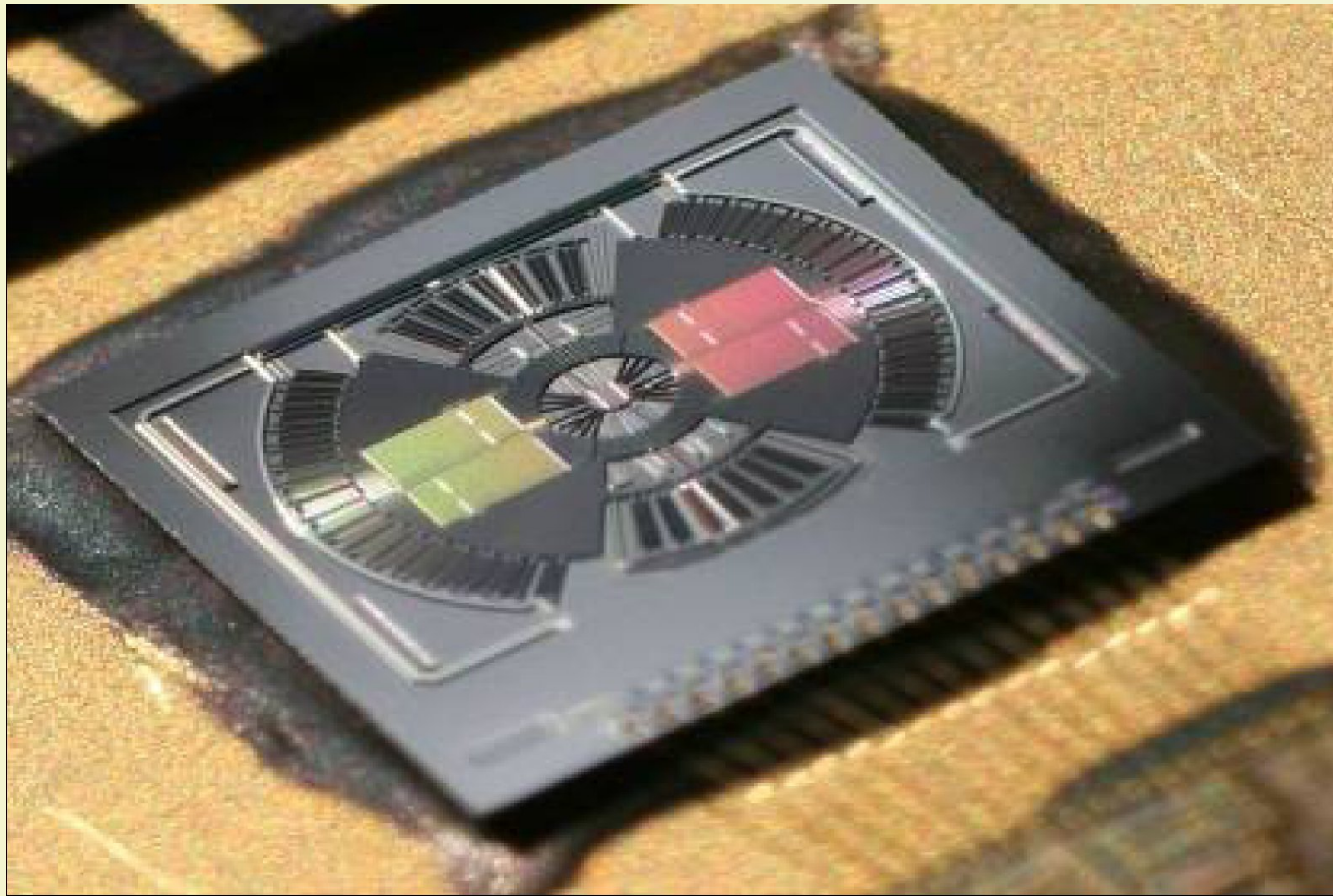
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# MEMS- Micro Electro Mechanical Systems



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



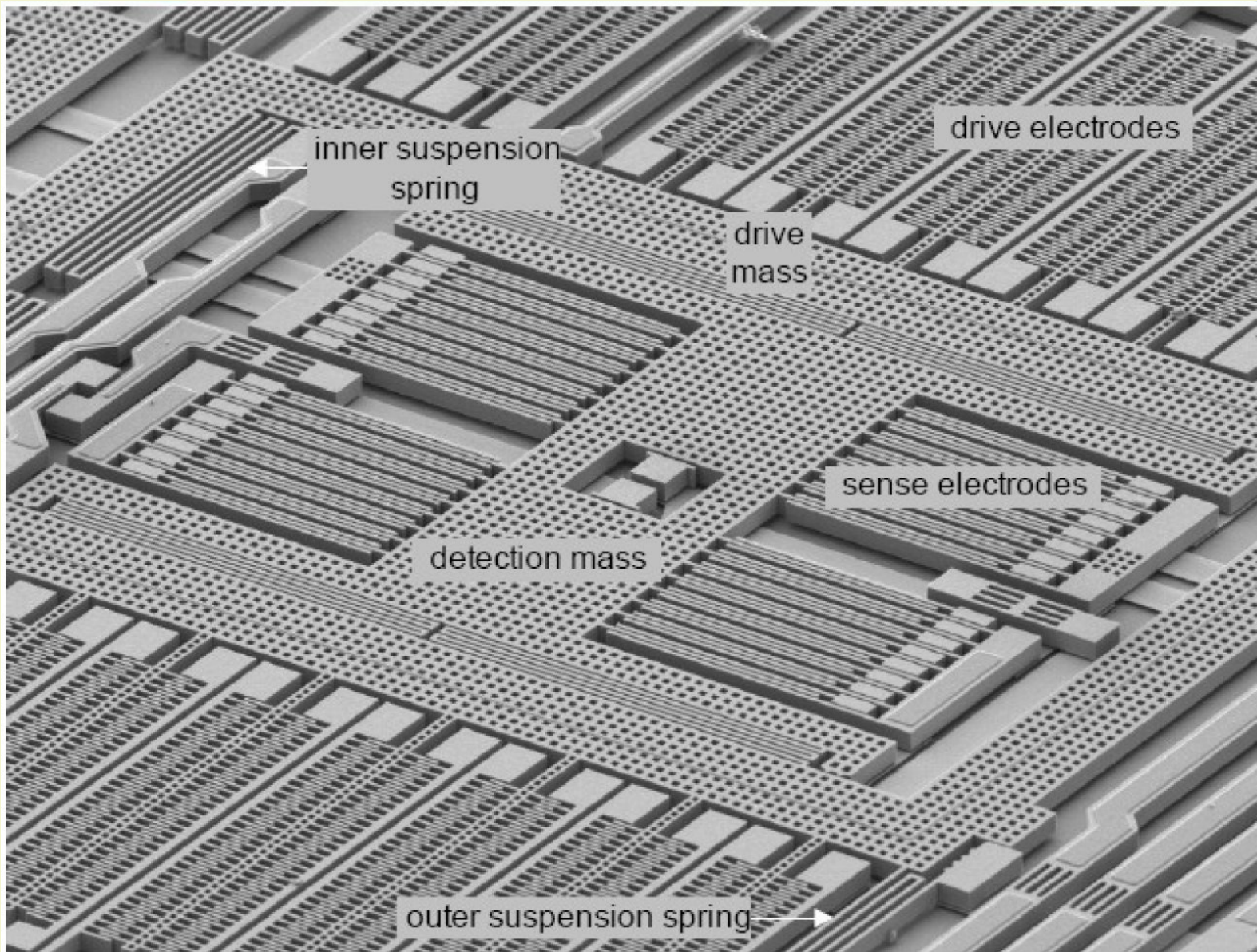
INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”





**ELAN**

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013

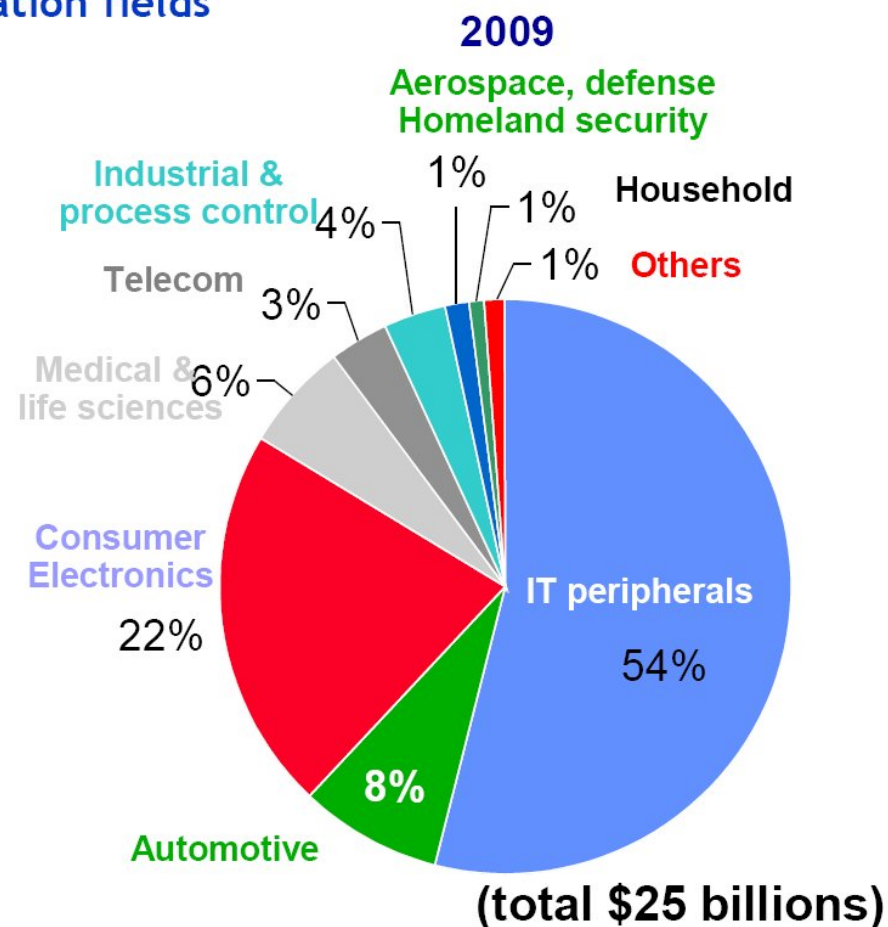
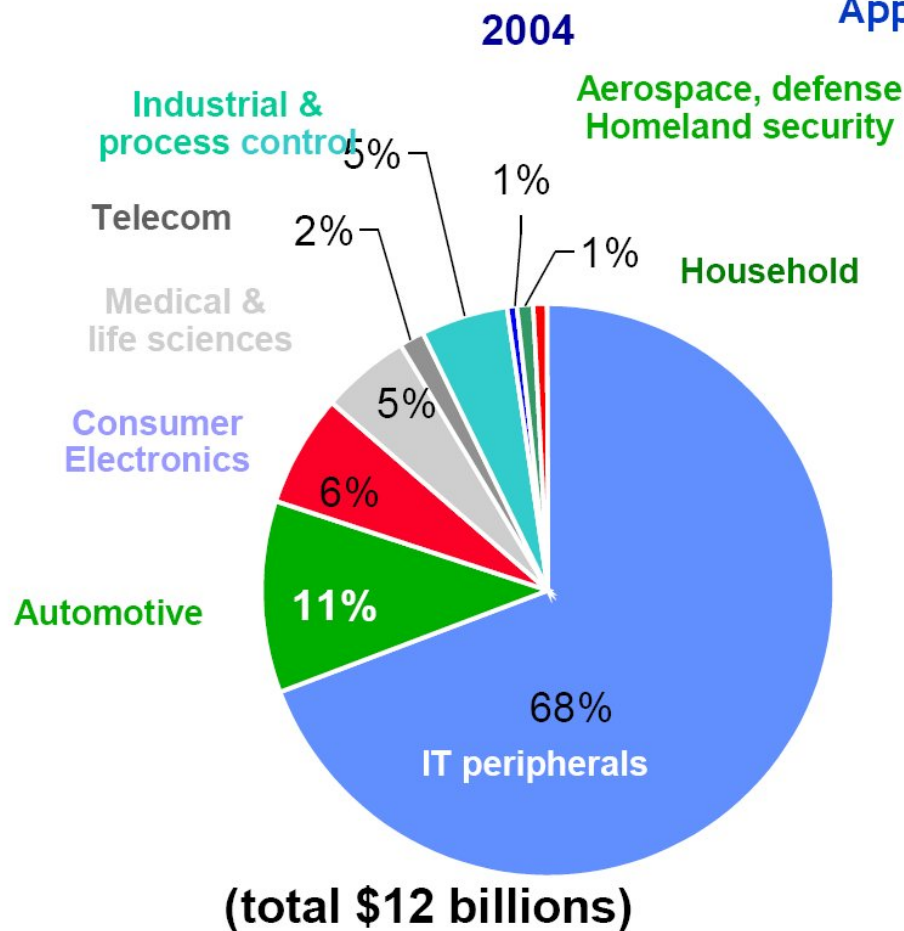


INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013



# TENDINȚE

## Application fields



NEXUS MARKET ANALYSIS 2004-2009

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică

Investește în oameni!  
SURSA Fraunhofer IZM

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU

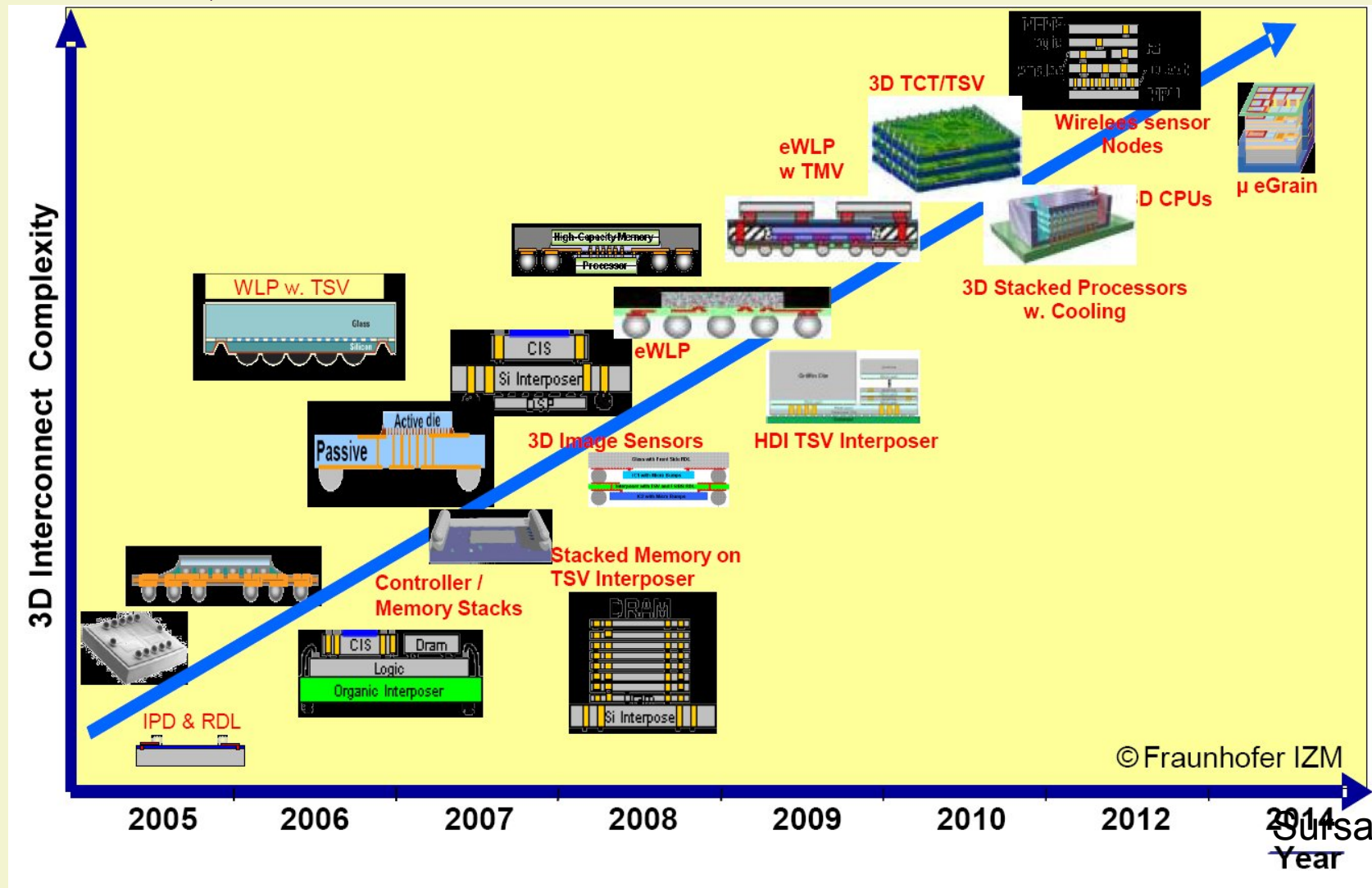


FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

# TENDINȚE- Roadmap - 3D WL System Integration



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

# TENDINȚE- Smart Systems

Health Monitoring Bracelet

Aye Pressure Sensor

Continious Drug Delivering

Bio-Chip-Catridge

Hearing Aid

Retina Implantat

Heart Pacemaker

ECG Shirt

Breath Control

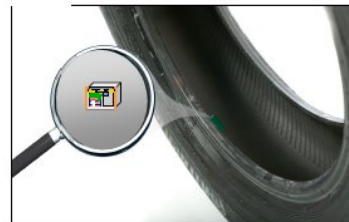
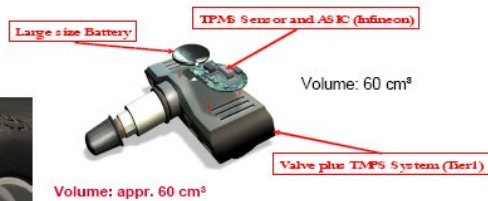
Neural Interface

The image shows a woman in a dark business suit talking on a mobile phone. White lines point from various smart system components to her body: a health monitoring bracelet to her wrist, an eye pressure sensor to her eye, a bio-chip cartridge to her chest, a hearing aid to her ear, a retina implant to her eye, a heart pacemaker to her chest, an ECG shirt to her torso, a breath control device to her chest, and a neural interface to her head. Surrounding the central image are small inset images of each of these technologies.

# Senzor de presiune pentru pneuri



Courtesy: Infineon

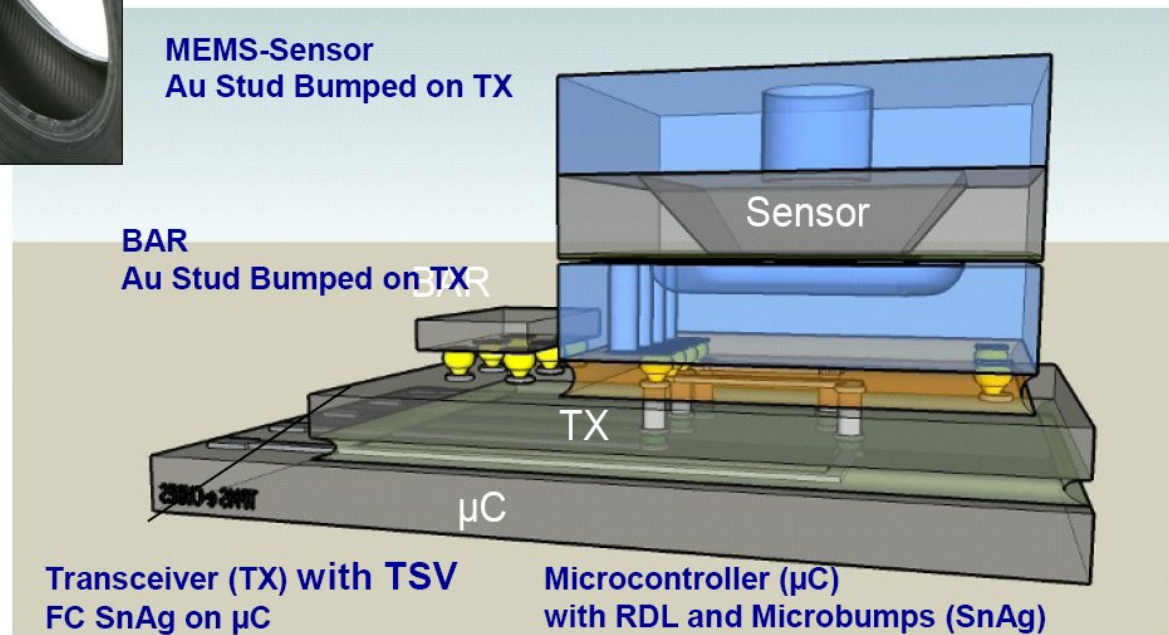


**MEMS-Sensor**  
**Au Stud Bumped on TX**

**BAR**  
**Au Stud Bumped on TX**

**Transceiver (TX) with TSV**  
**FC SnAg on  $\mu$ C**

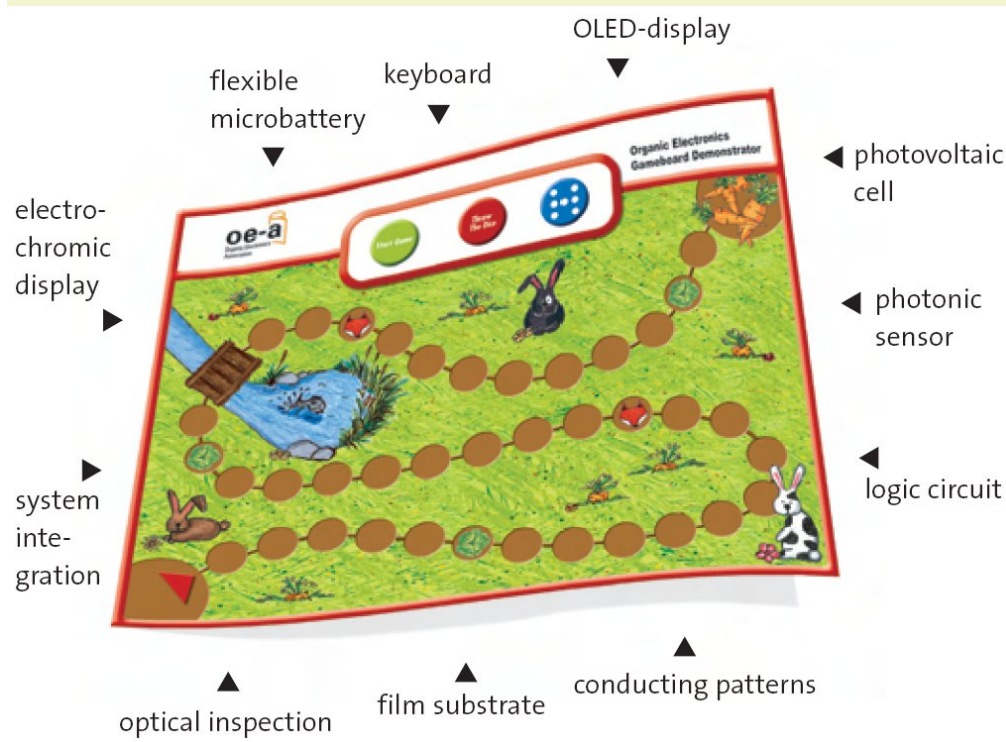
**Microcontroller ( $\mu$ C)**  
**with RDL and Microbumps (SnAg)**





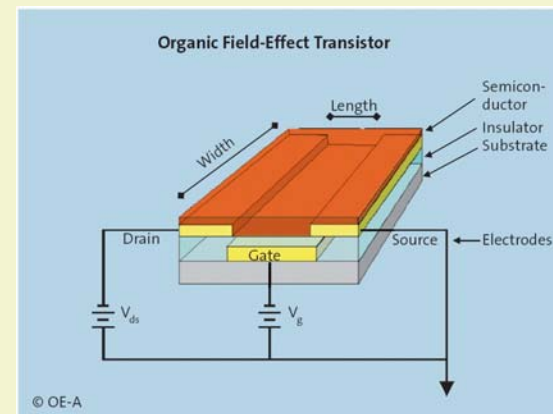
# ELECTRONICĂ BAZATĂ PE POLIMERI – ORGANIC ELECTRONICS

## ELECTRONICĂ IMPRIMATĂ- PRINTED ELECTRONIC - POLITRONIC

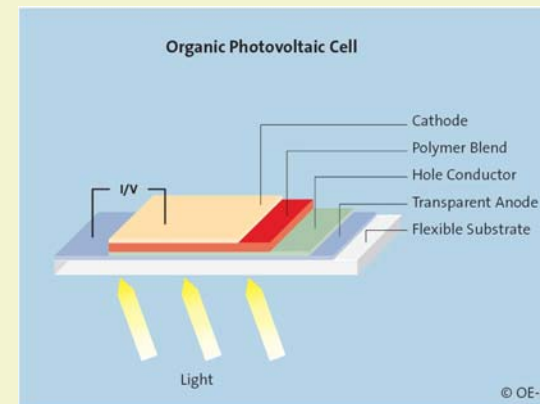


### Modul demonstrativ

Sursa: Organic Electronic Association



### Tranzistor FET organic-OFET



### Celulă fotovoltaică organică



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

### ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013"



# MAI DEPARTE ÎNCOTRO?



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

## ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POSDRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013

#### ELAN

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”