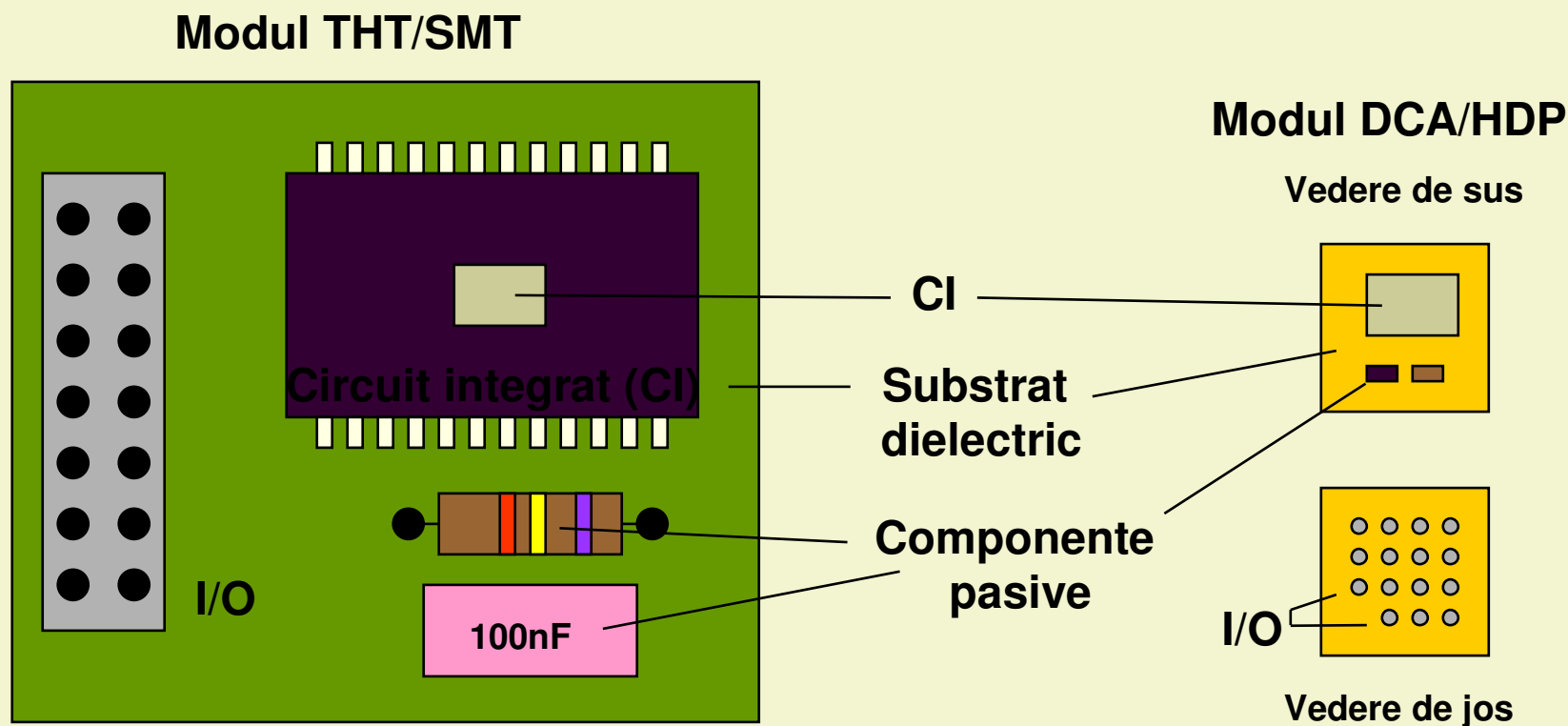


## Chapter 1.3

# Fundamente ale proiectării și realizării modulelor și sistemelor electronice

### Comparație între dimensiunilor unui modul realizat prin tehnologii clasice (THT/SMT) și avansate (DCA/HDP)



# ELAN – Electronic Antreprenoriat

Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în

Industria Electronică

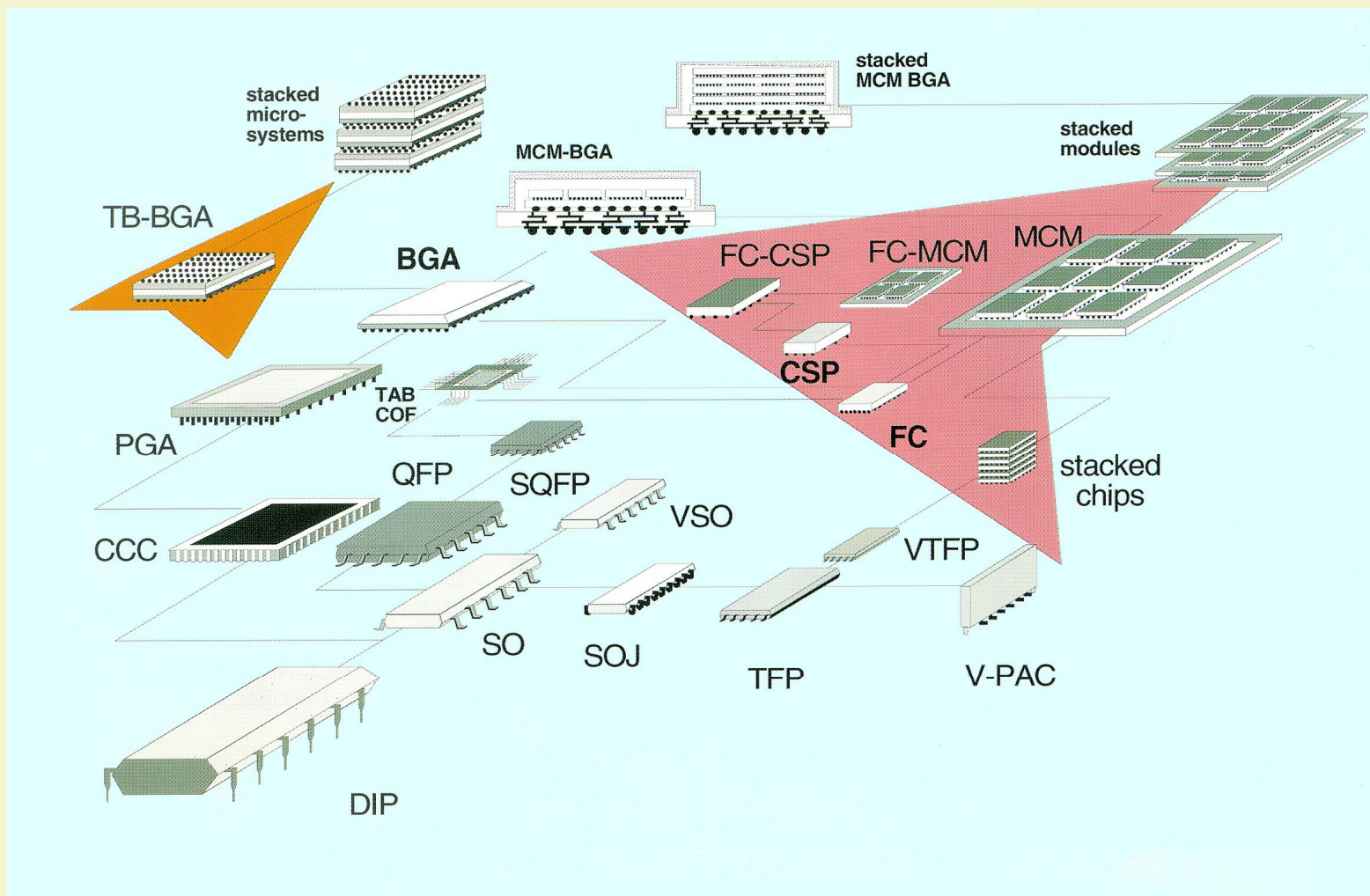
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

### Evoluția componentelor electronice



## ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

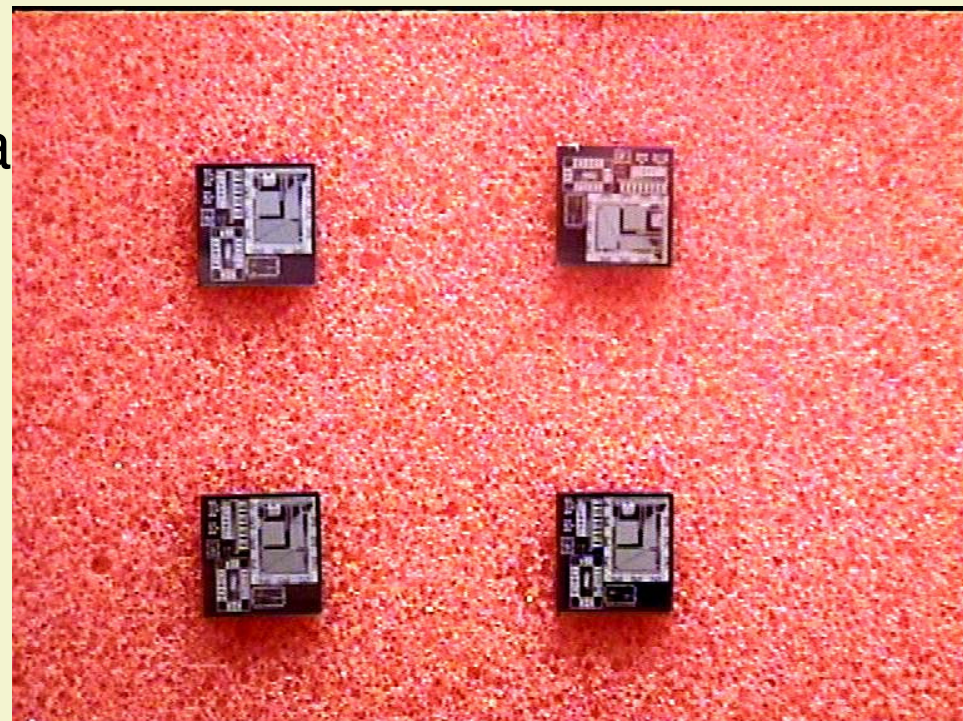
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

Cu toate avantajele evidente ale utilizării componentelor noi din electronică (chip/die, CSP, FC,  $\mu$ BGA etc. ), principala problemă rămâne aprovizionarea cu respectivele componente, cataloagele distribuitorilor cuprinzând o paletă foarte redusă de componente de acest tip.



10 În general:

**DISTRIBUTORUL DE CHIP-URI  $\Leftrightarrow$  PRODUCĂTORUL DE COMPONENTE**



# ELAN – Electronic Antreprenoriat

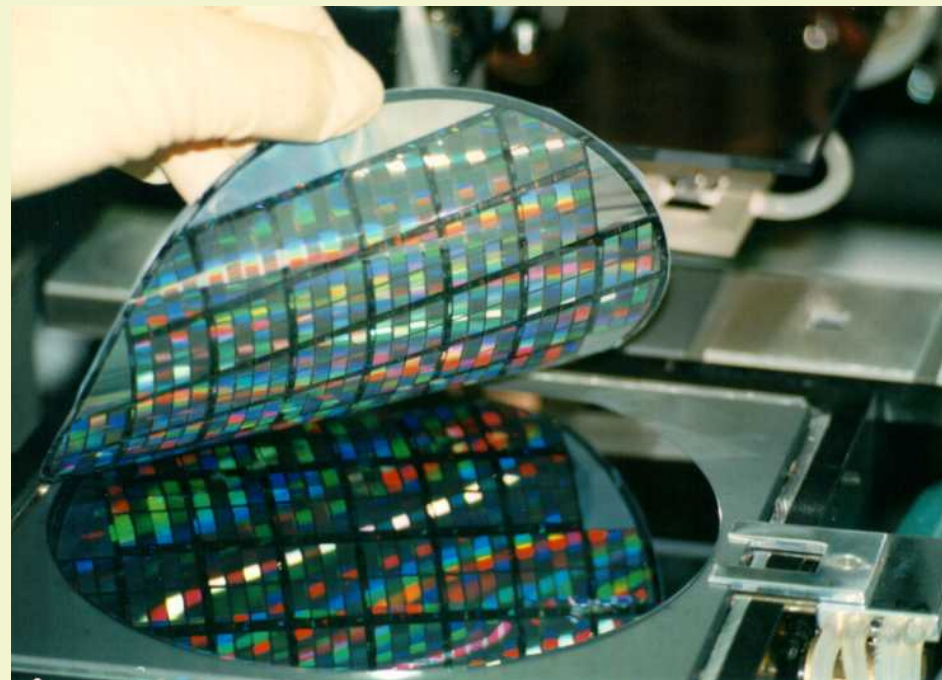
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în  
Industria Electronică  
Investește în oameni !  
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

**Glosarul reprezintă un sprijin important în studierea și înțelegerea packaging-ului electronic. Mai jos este dat un exemplu de pagină de glosar în limba engleză.**

<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

### Exemplu: tendințe în packaging pentru produsele mobile



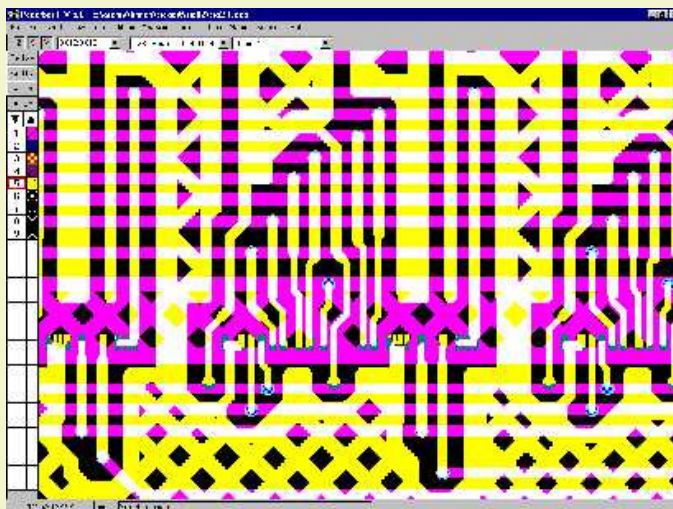
- ◆ Chip-uri foarte subțiri ( $d < 40\mu\text{m}$ )
- ◆ Substraturi foarte subțiri ( $d < 10\mu\text{m}$ )
- ◆ Interconectări “fine pitch” ( $\text{pitch} < 50\mu\text{m}$ )
- ◆ Si pe Si  $\rightarrow$  MCM-D  $\rightarrow$  chip-ul este utilizat ca substrat
- ◆ Si pe Poli  $\rightarrow$  MCM pe substrat polimeric (MCMflex)
- ◆ SOP (System On Package)

# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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”

## Aspecte teoretice

- Cunoștințe teoretice de inginerie electronică
- Bazele PCB/MCM ( tehnologie, asamblare, testare etc.)
- Sisteme și metodologii de proiectare PCB/MCM
- Studii de caz



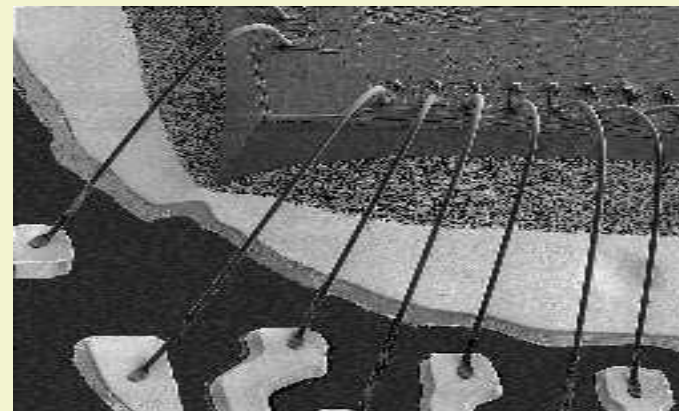
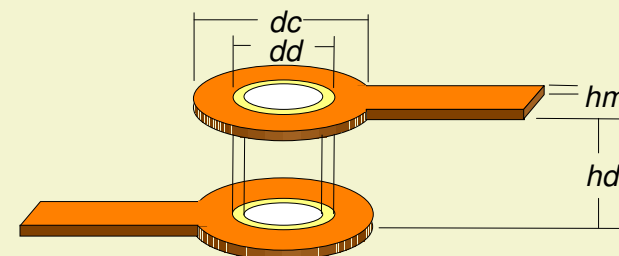
## Aspecte tehnologice

- Practică pe echipamente moderne de din industria electronică
- Fabricația unor demonstratoare

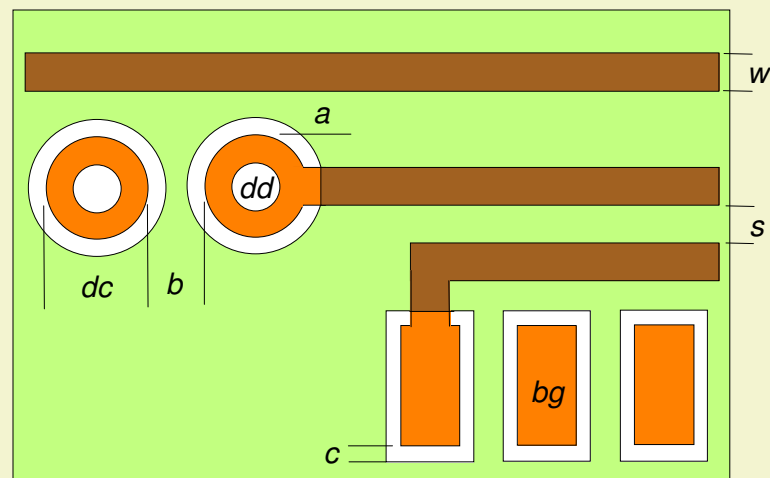
## 10 Packaging Electronic

### Aspecte EDA

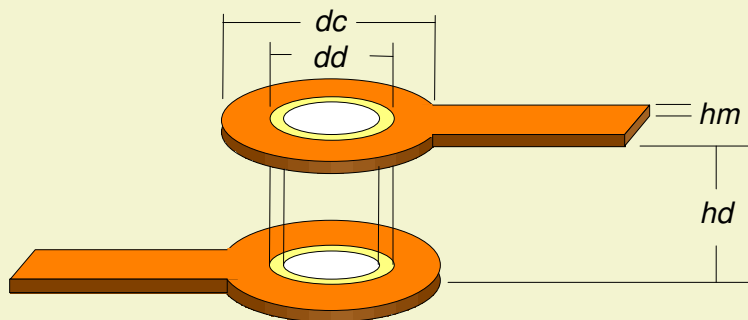
- Sisteme de proiectare, kit-uri de proiectare
- Simulare termică



### Elemente de proiectare a circuitului imprimat (PCB/PWB)



Cu solder mask



### Mărimi PCB/PWB importante

**traseu:** lățime minimă ( $w$ )

**via:** diametrul minim al pastilei ( $dc$ ),  
diametrul minim al găurii ( $dd$ )

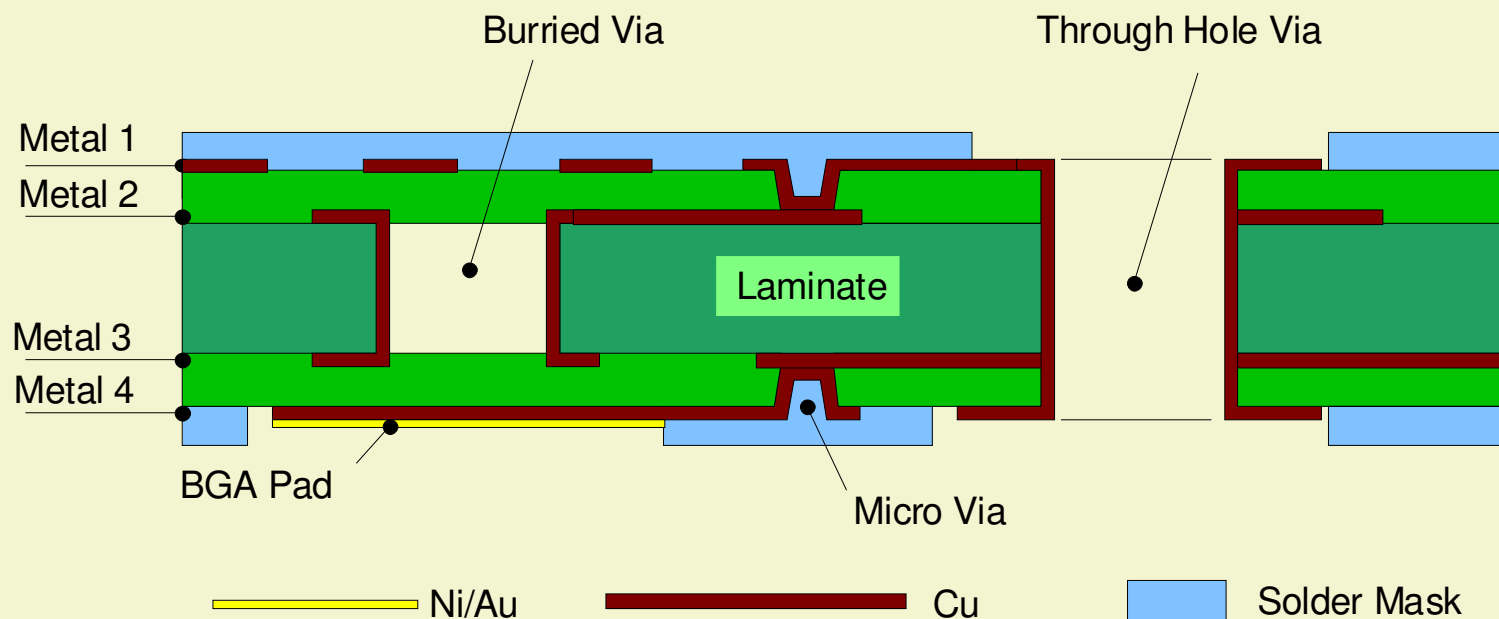
**spațieri minime:** traseu – traseu ( $s$ ),  
traseu-pastilă/via ( $a$ ),  
pastilă/via-pastilă/via ( $b$ )

**supradimensionarea minimă pentru:**  
masca de lipire ( $c$ )

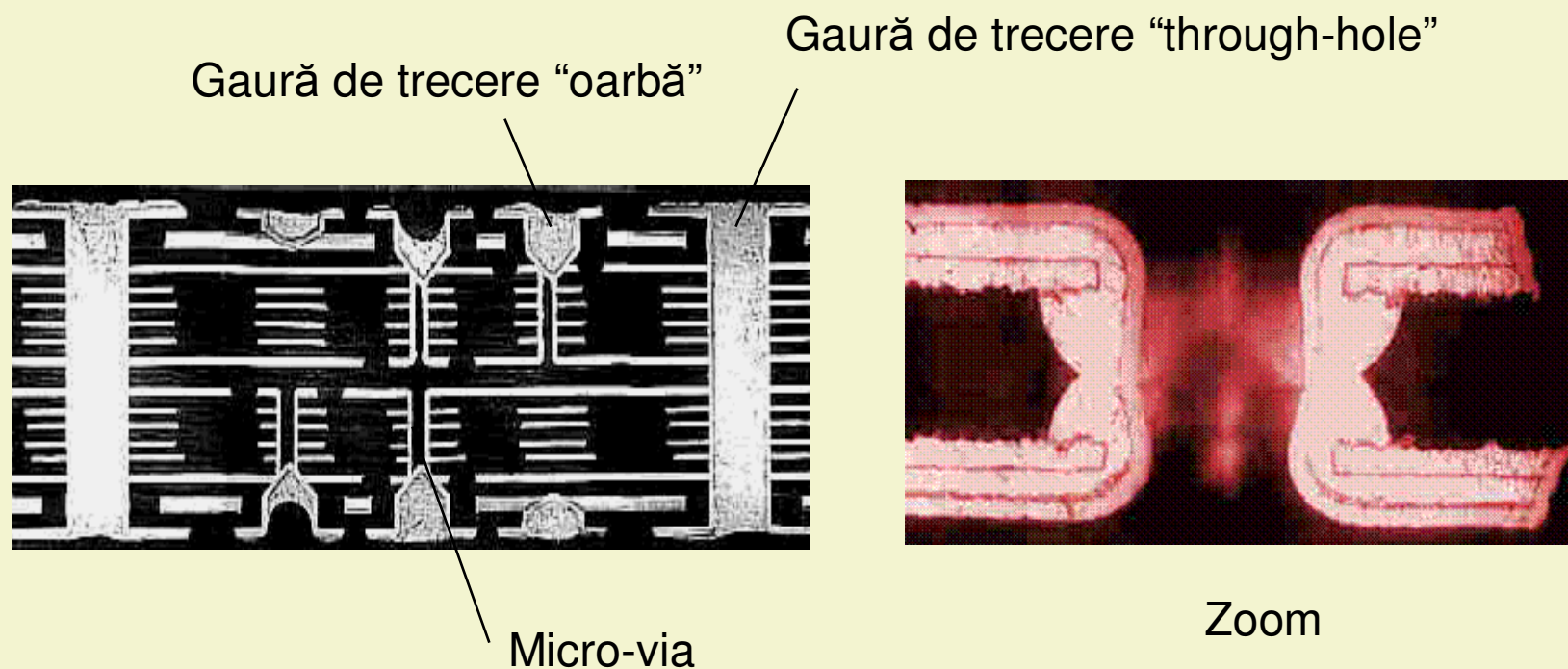
**grosime strat:** metal/Cu ( $hm$ ),  
dielectric ( $hd$ )



### Tipuri de găuri de trecere (via), cu vizualizare în secțiune transversală (1)

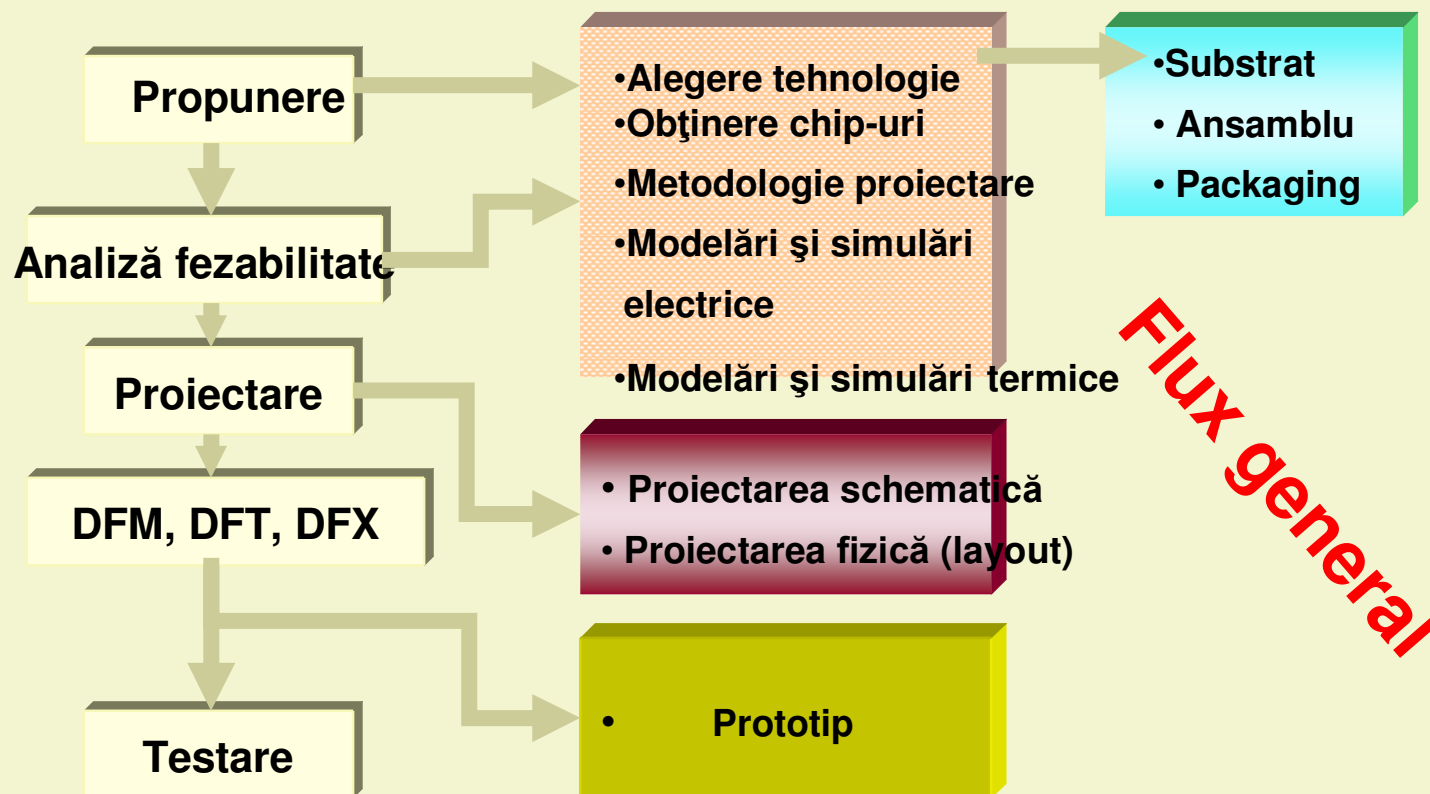


### Tipuri de găuri de trecere (via), cu vizualizare în secțiune transversală (2)

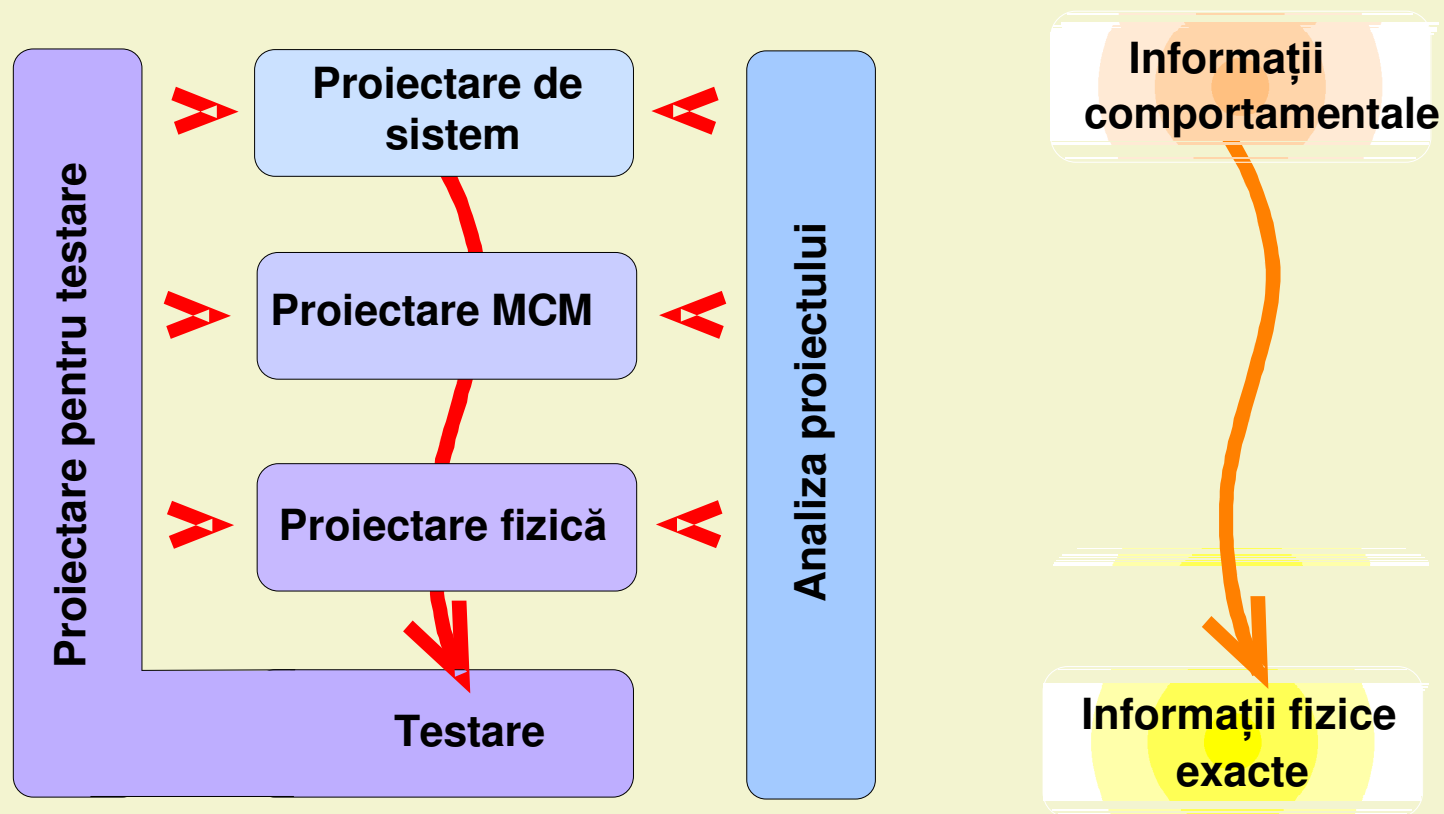


Gaura de trecere "oarbă" măsoară mai puțin de 150 um în diametru pe o pastilă cu diametrul de 350 um sau mai mic

# Elemente ale fluxului de proiectare și fabricație al modulelor/sistemelor avansate

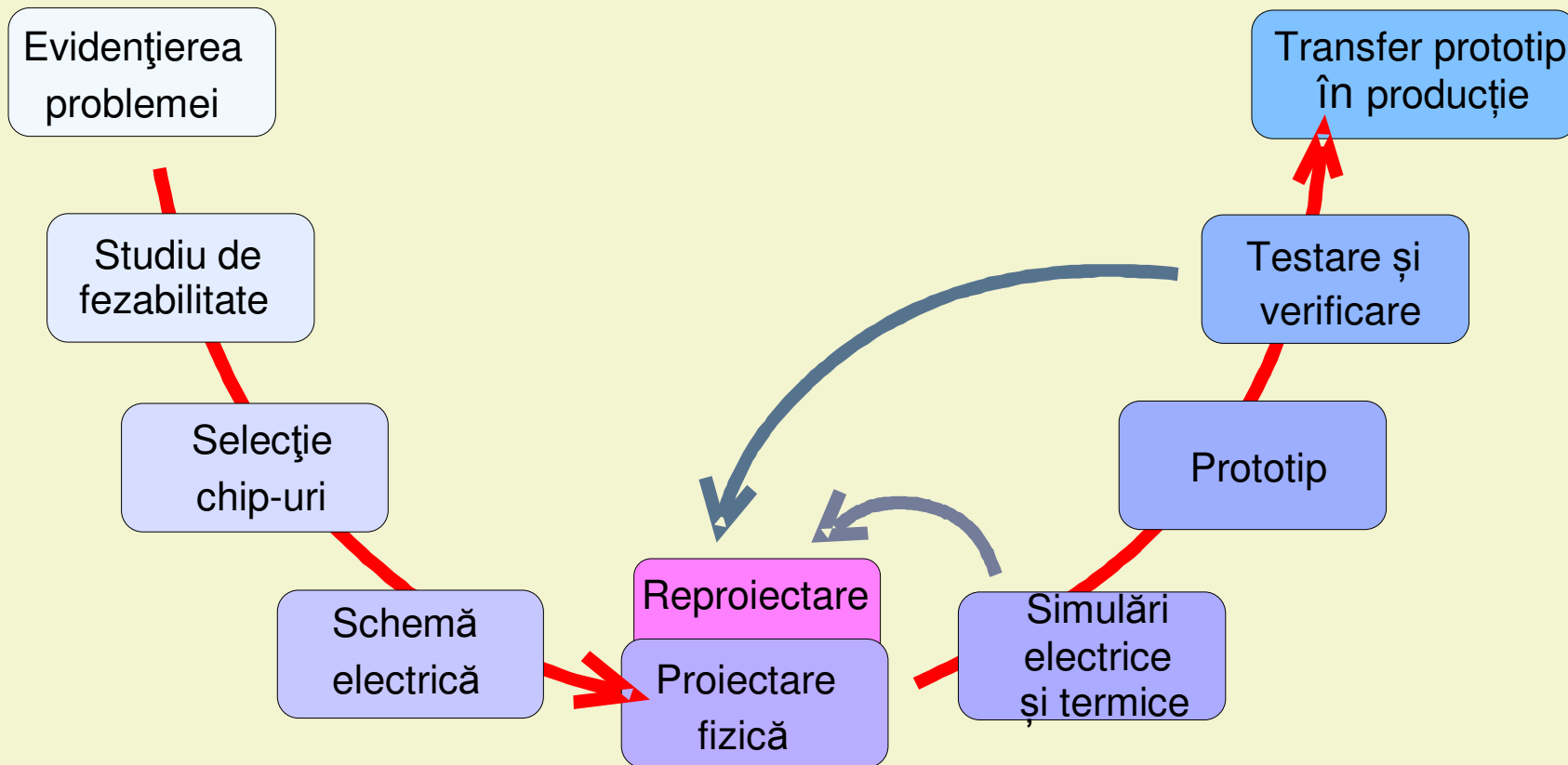


### Flux de proiectare de sistem





### Flux de proiectare PCB/MCM



# ELAN – Electronic Antreprenariat

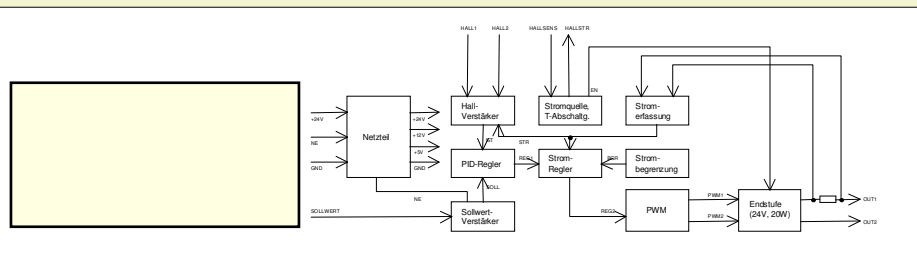
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în  
Industria Electronică  
Investește în oameni !  
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

## 10 Packaging Electronic

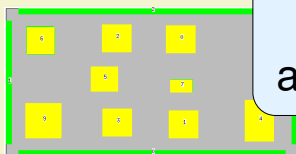
### Studiu de fezabilitate

Specificații și  
cereri

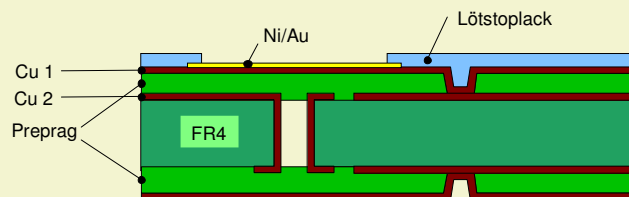
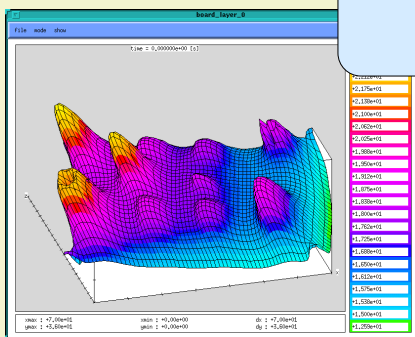
Disponibilitate  
chip-uri



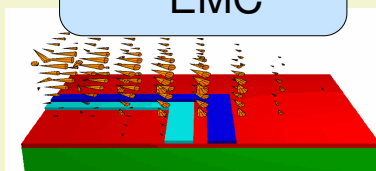
Estimare  
arie ocupată



Calcul  
căldură



Verificare  
EMC



Alegere  
producător

#### 3. Bauteileauswahl und -anfrage

##### 3.1 Bauteileauswahl für Version 3b

Bezeichnung	Stückzahl	Bezeichnung	Stückzahl
120k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1
10k 1/4W	1	Quarz 10 MHz	1

##### 3.2 Bauteilanfrage

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

Bezeichnung	Stückzahl	Preis (DM)	Preis (\$)
120k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01
10k 1/4W	1	0,10	0,01

1) Preise sind Indikatoren

Estimare  
costuri totale

# **Tehnologii de fabricație și asamblare avansate**

- COB și “hibridă”
- MCM-L
- MCM-C
- MCM-D
- Wire bonding, TAB, flip-chip

### ➤ Tehnologiile COB și hibridă

- ❑ COB – Chip On Board
- ❑ Sunt primele forme de MCM (anii '70)
- ❑ Sunt tehnologii mixte de asamblare “chip/die” și SMT
- ❑ Chip-urile (“componentele dezbrăcate”) sunt conectate prin tehnica “wire-bonding” direct la substrat (PCB/PWB rigid sau substrat flexibil) și protejate/acoperite with a “glob-top encapsulant” (materiale de protecție rigidizabile prin radiație UV)
- ❑ Sunt folosite, uzual, în aplicații cu costuri/prețuri reduse și densitate mică de componente (de exemplu: ceasuri)





# ELAN – Electronic Antreprenoriat

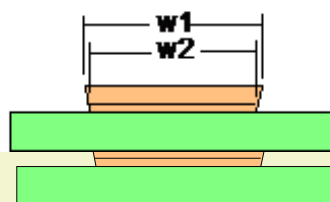
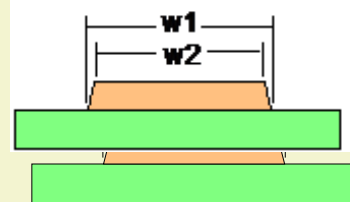
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică

Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic



**Corodare chimică**

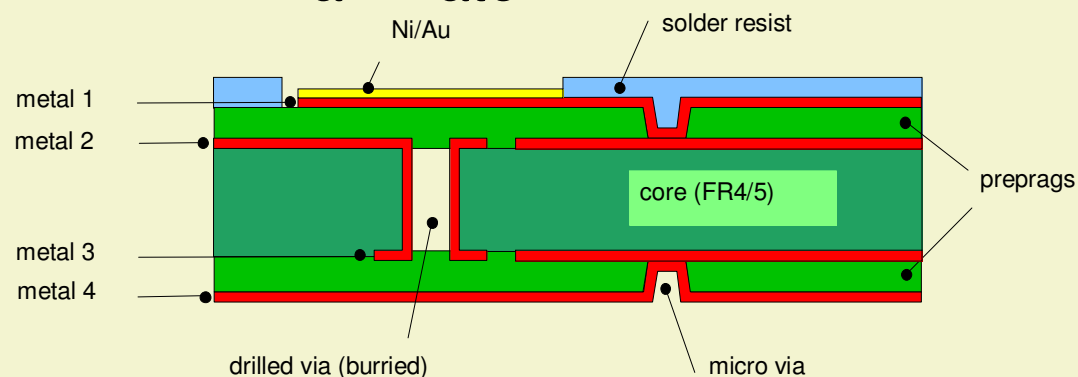
**și**

**Metalizare semiaditivă**

### ➤ Tehnologia MCM-L

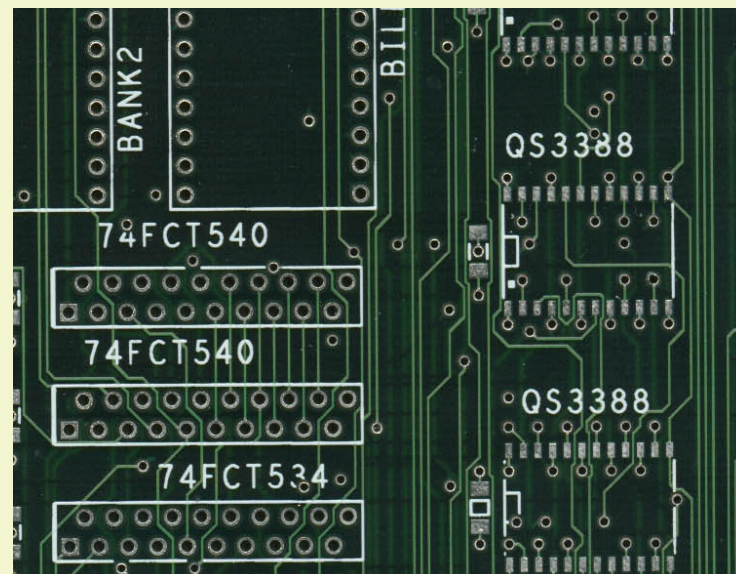
❑ MCM – Multi Chip Module

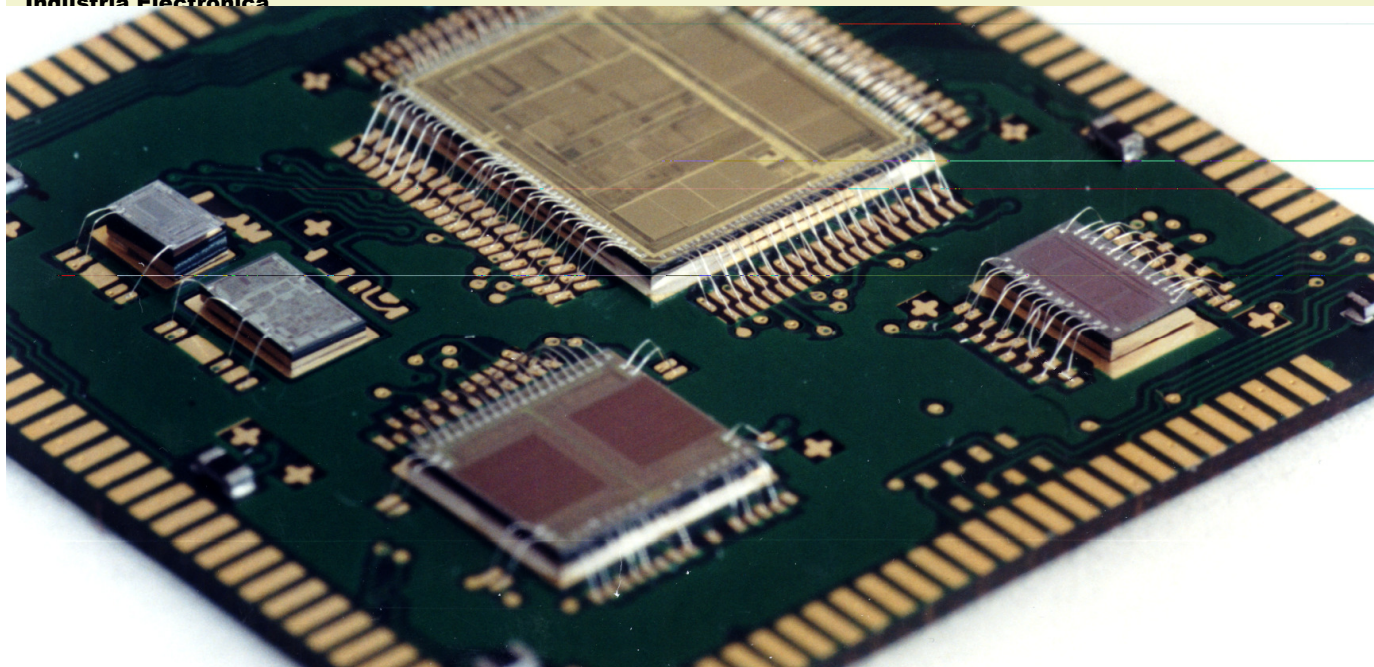
❑ L - Laminate



**Substrat:** Structura de interconectare este obținută prin corodare sau metalizare semiaditivă iar găurile prin burghiere

**Prepreg:** Structura de interconectare este obținută prin corodare sau metalizare semiaditivă iar găurile prin burghiere sau corodare



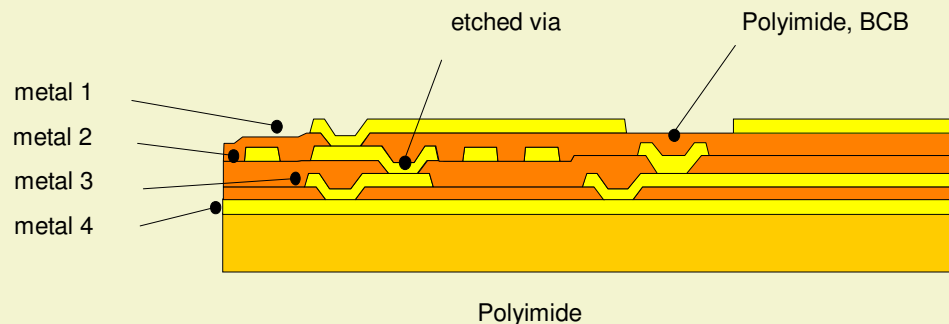


### MCM-L (**L**aminat)

#### Caracteristici:

Material	Sticlo-textolit (FR4)	CTE	14 ... 18 ppm/C
Constantă dielectrică	2,8 - 4,5	Disipație termică	redușă, medie
Lățime traseu / spațiere	> 20 / 50 $\mu\text{m}$	Cost substrat	reduș
Diametru via	> 200 $\mu\text{m}$ (0,2 mm)	Asamblare	COB, DCA
Număr de straturi	2 ... 8		

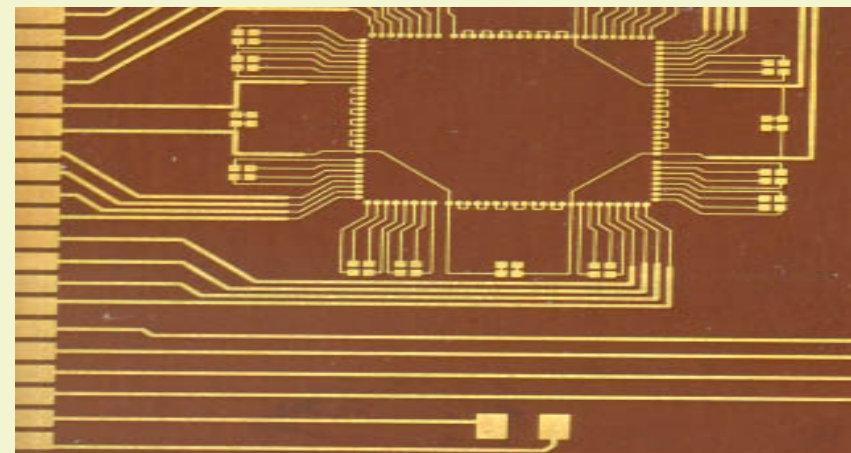
### Circuite multistrat flexibile



**Substrat:** Polimer, substrat avantajos pentru DCA

**Dielectric:** Poliimidă sau BCB (“benzocyclobutene ”)

Structura de interconectare este  
obținută prin corodare sau  
metalizare semiaditivă iar găurile  
generate prin laser sau corodare





# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

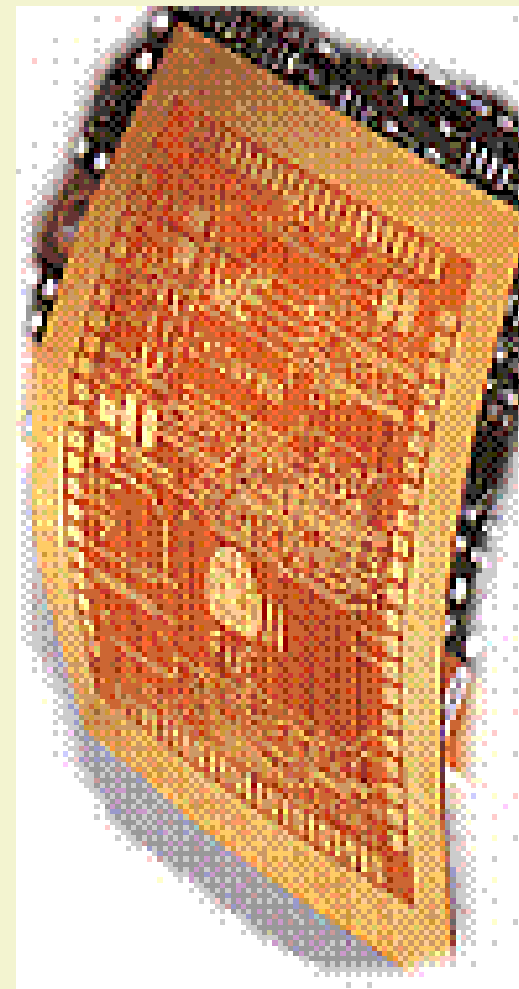
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

Material	Poliimidă
Constantă dielectrică	3 - 4
Lățime traseu / spațiere	75 / 75 $\mu\text{m}$
Diametru via	200 $\mu\text{m}$
Număr de straturi	1 ... 4

### Caracteristici:

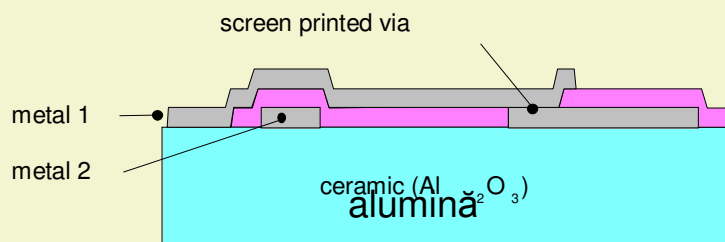
CTE [Si]	27 ppm/C
Disipație termică	medie
Cost substrat	redus
Asamblare	DCA - favorită



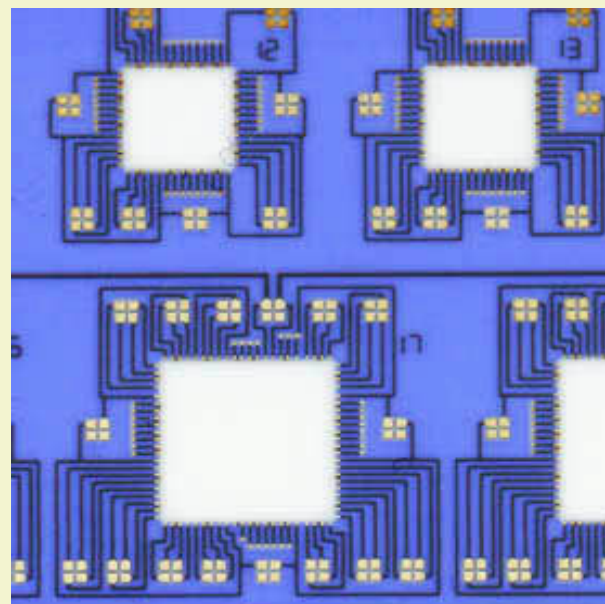
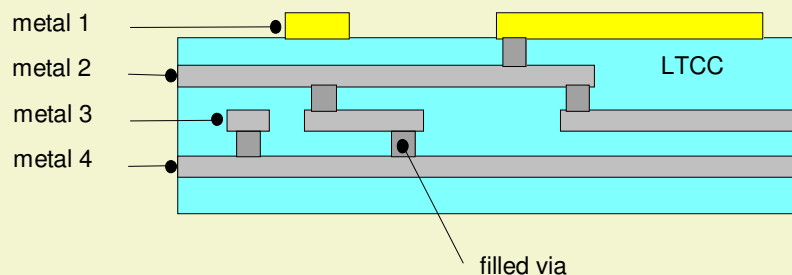
### ➤ Tehnologia MCM-C

❑ MCM – Multi Chip Module

❑ C - Ceramic



$\text{Al}_2\text{O}_3$  Depunere serigrafică sau prin șablon ("stencil printing") de materiale conductoare sau dielectrice, via-uri realizate prin printare



LTCC:

Depunere serigrafică sau prin șablon ("stencil printing") de materiale conductoare, via-uri realizate prin găurire și apoi umplute

# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

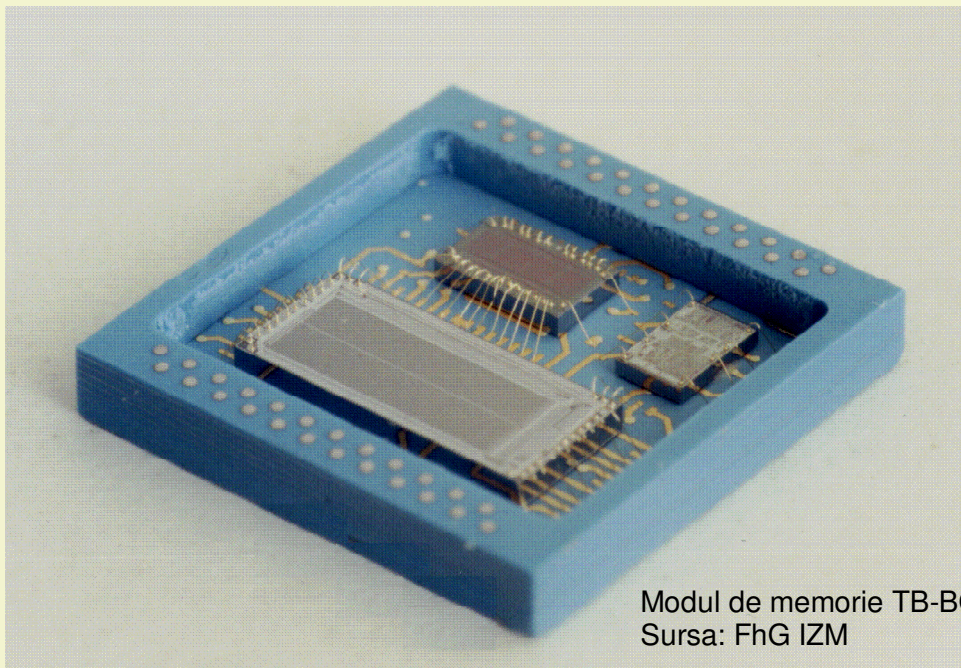
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

## 10 Packaging Electronic

### Caracteristici:



Modul de memorie TB-BGA48,  
Sursa: FhG IZM

Material	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , Sticlă-Ceramică
Constantă dielectrică	6 - 8
Lățime traseu / spațiere	125 / 250 $\mu\text{m}$
Diametru via	200 $\mu\text{m}$
Număr de straturi	4 ... 12

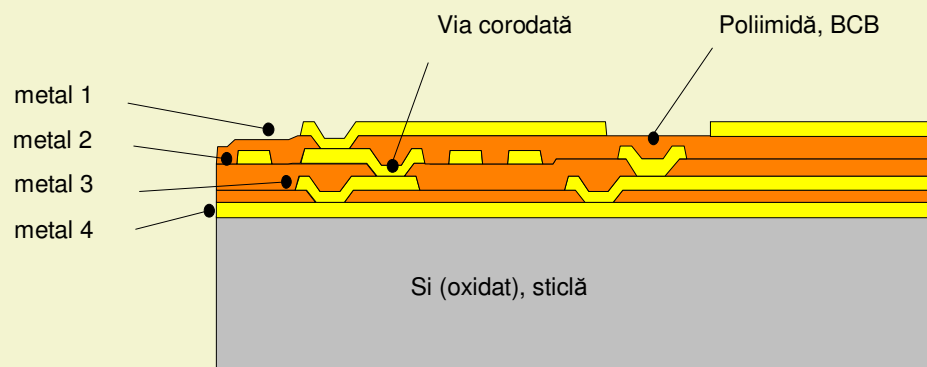
CTE	7,9 ... 10 ppm/C
Disipație termică	mare
Cost substrat	moderat
Asamblare	COB, DCA

## MCM-C (Ceramică)

### ➤ Tehnologia MCM-D

❑ MCM – Multi Chip Module

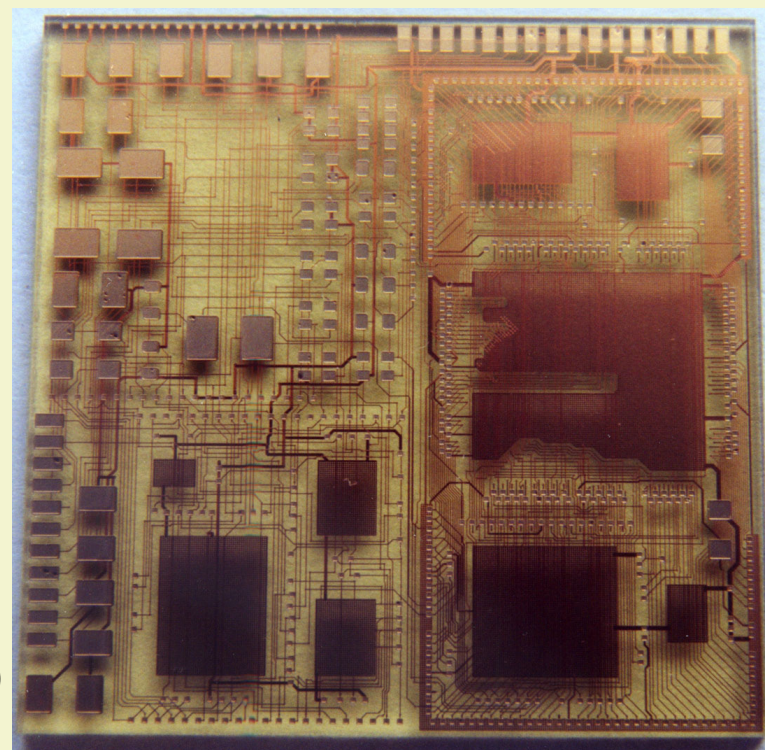
❑ D - Deposited



**Substrat:** Si, substrat favorit pentru DCA

Poliimidă sau BCB (“benzocyclobutene”)

**Dielectric:** Structura de interconectare este obținută prin depunere de metalul iar găurile generate prin corodare



**Tehnologie bazată pe depunere de straturi subțiri (“thin film”)**



# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

Investește în oameni !

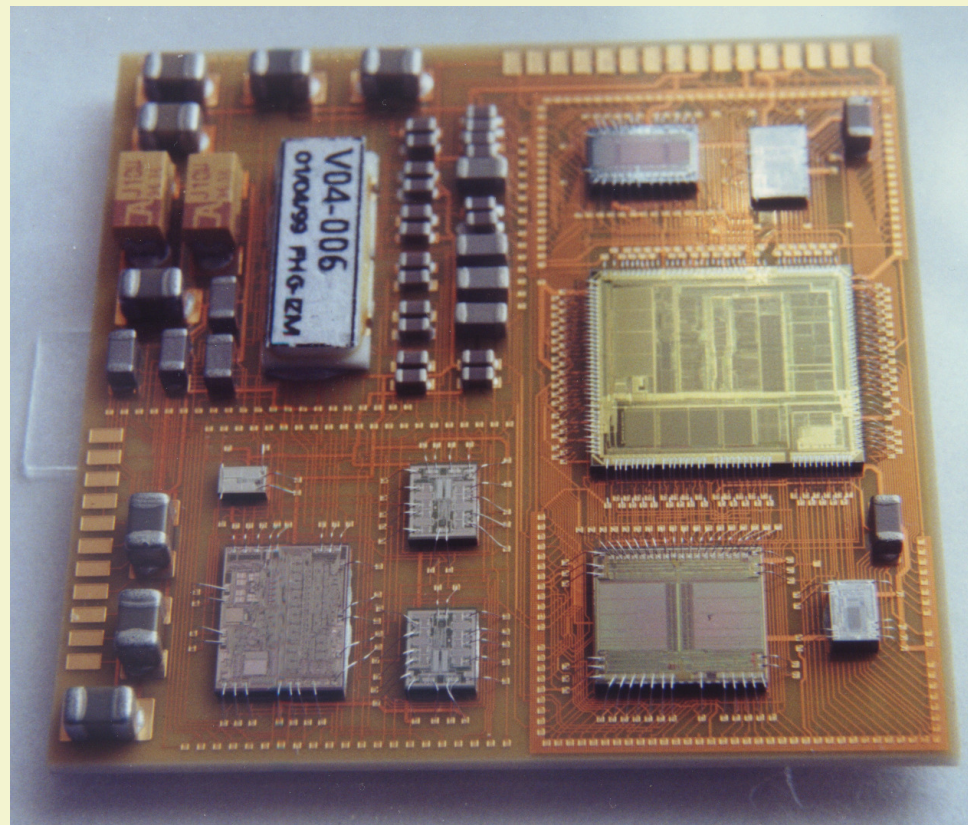
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

### Caracteristici:

Material	Si, polimer
Constantă dielectrică	2,8 ... 12
Lățime traseu / spațiere	15 / 40 $\mu\text{m}$
Diametru via	30 $\mu\text{m}$
Număr de straturi	2 ... 8
CTE [Si]	2,6 ppm
Disipație termică	mare
Cost substrat	moderat, mare
Asamblare	DCA – favorită [Si]



**MCM-D (D – obținut prin depunere)**

### Comparație între tehnologiile MCM

	MCM-L	MCM-C	MCM-D
Disponibilitate	mare	mare	mică
Densitate de interconectare	mare	mare	foarte mare
Repair/rework	mare	mare	mică
Disipație de putere	mică	medie	mare
Performanță	mică	medie	mare
Cost relativ	1	1,5-2,0	2-10

# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

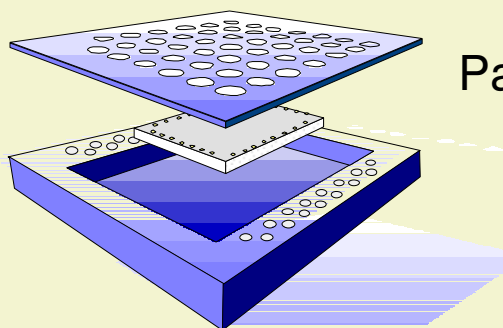
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

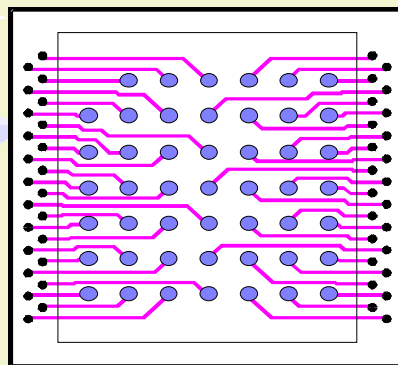
## 10 Packaging Electronic

### Migrarea spre packaging-ul 3D

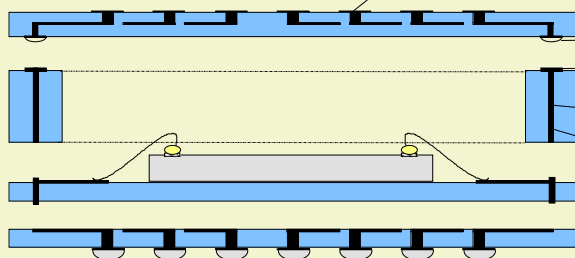


Package TB-BGA48N

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



“Capac” TB-BGA



Package TB-BGA

Pastile din AgPd

Contacte “bump” din AuSn

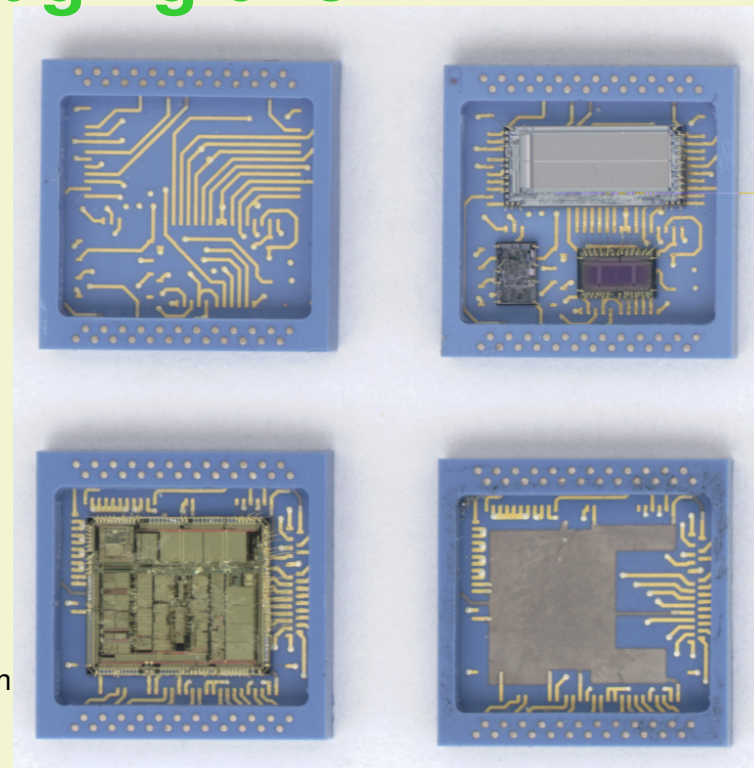
Pastile din Au

Via-uri electrice interne

Straturi “frame”

Straturi MCM

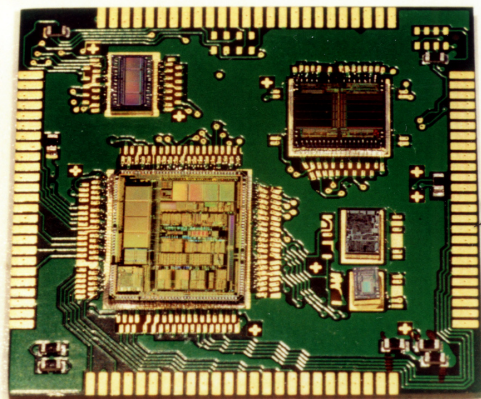
SnPb BGA



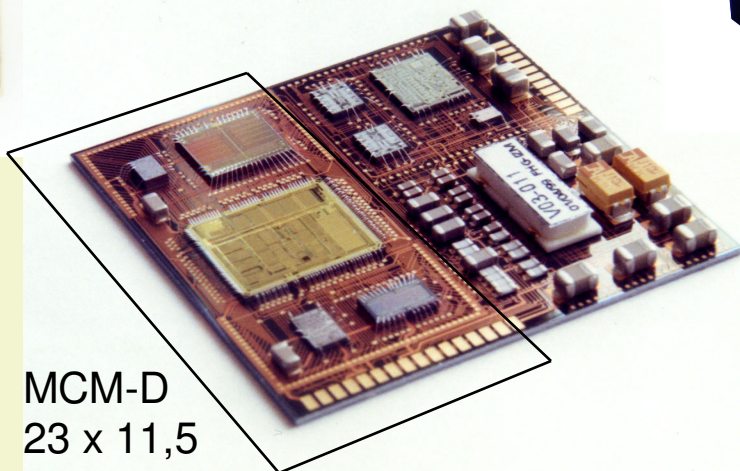
**Package 3D dezvoltat  
pentru microsisteme**



### Exemplu: miniaturizarea unui $\mu$ C pe 16 biți



MCM-L  
24,0 x 24,0



MCM-D  
23 x 11,5



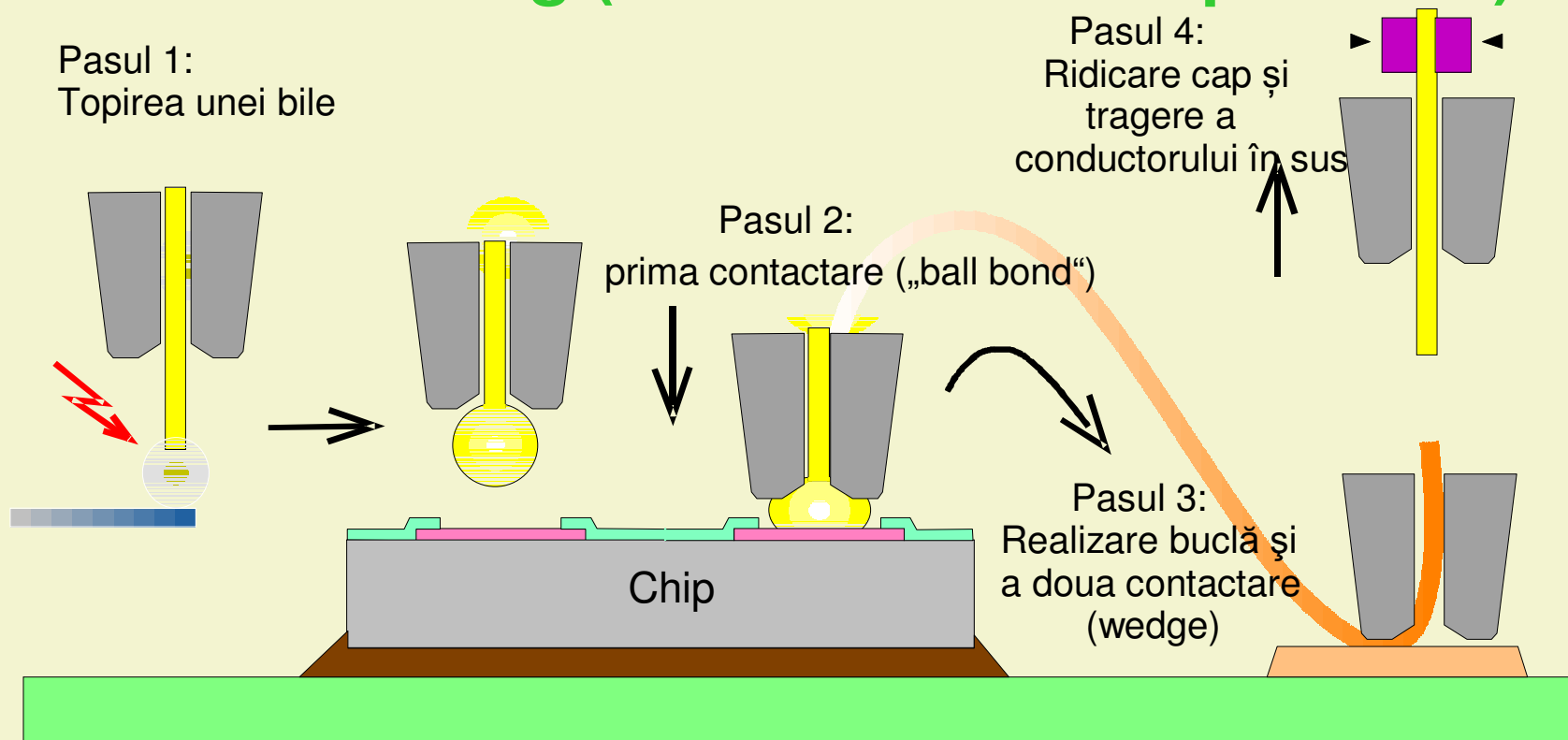
MCM-C  
12,5 x 12,5 x 7,5

Unitate de măsură: mm

$\mu$ C pe 16 biți realizat prin diferite tehnologii MCM

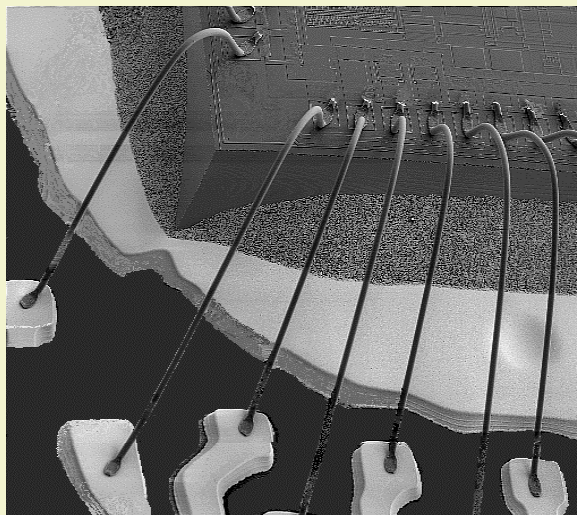
# ➤ Tehnologii de asamblare Wire bonding, TAB, flip-chip

## Wire Bonding (Conectare cu fir “prin aer”)

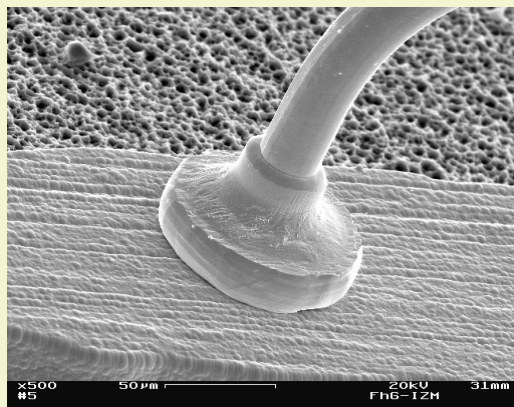




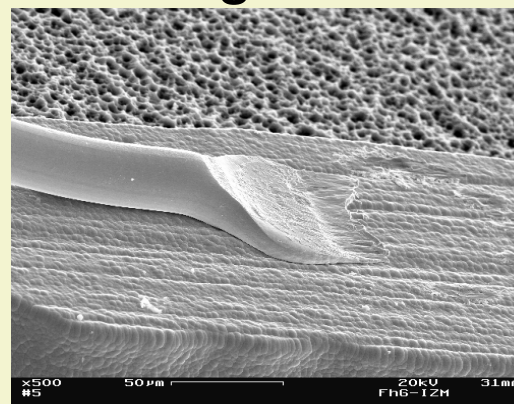
### Wire Bonding (WB)



Ball bond



Wedge bond



# ELAN – Electronic Antreprenoriat

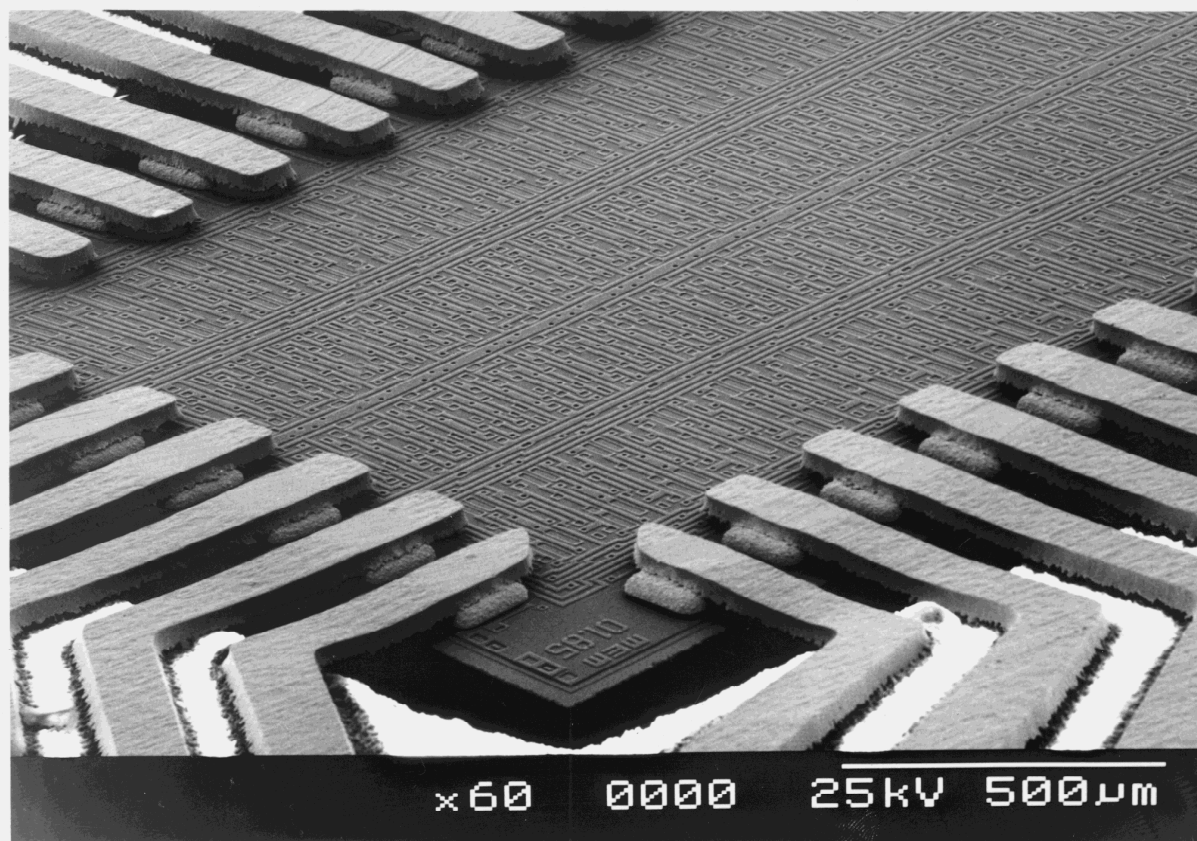
Promovarea Culturii Antreprenoriale: Adaptabilitate, Dinamism, Inițiativă în Industria Electronică  
Investește în oameni !  
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

# TAB

### Tape Automated

**Bonding** – tehnologie de asamblare prin care chip-urile se conectează la PCB prin atașarea lor la o structură metalică de interconectare (“lead frame”) plasată pe o folie de poliimidă sau poliamidă. După contactare, întreaga structură (chip + lead frame) este deplasată în poziția dorită, unde terminalele sunt tăiate și lipite la PCB. Chip-ul poate fi încapsulat ("glob topped") cu rășină epoxidică sau plastic.



# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

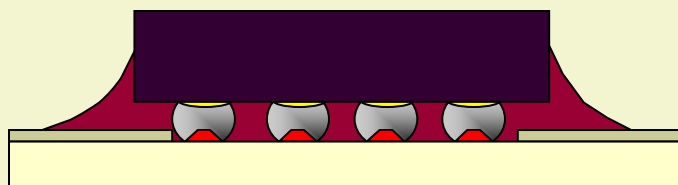
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

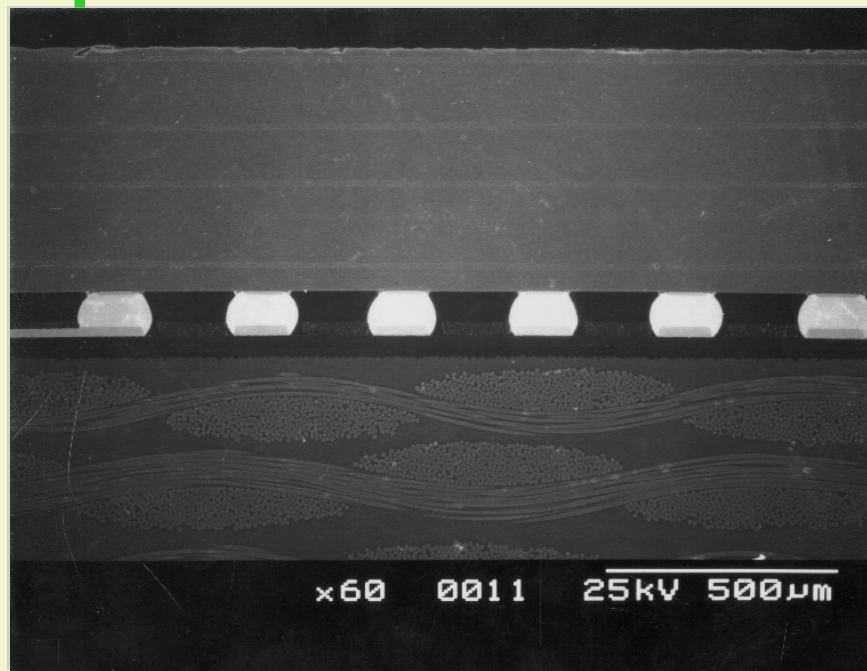
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

### Flip Chip / DCA



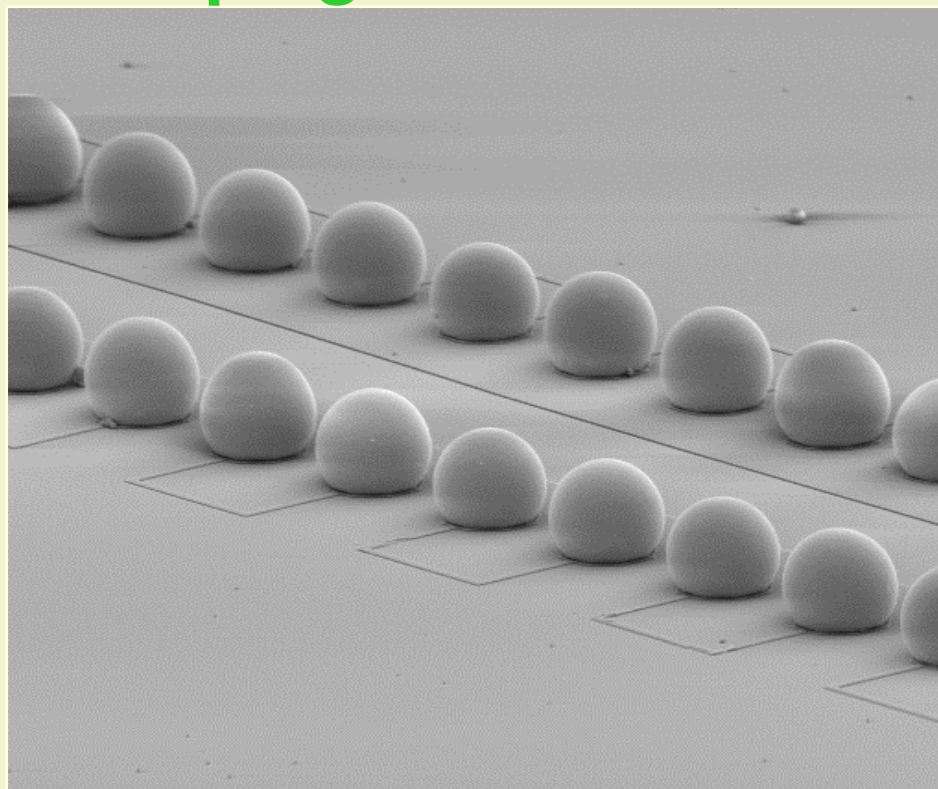
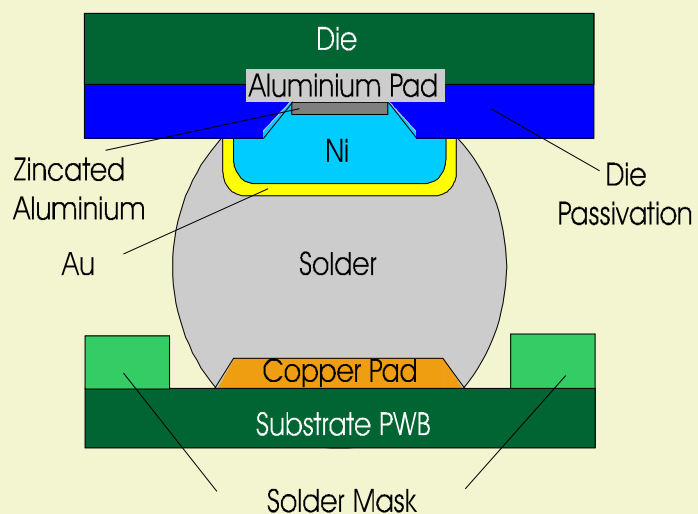
Direct Chip Attach



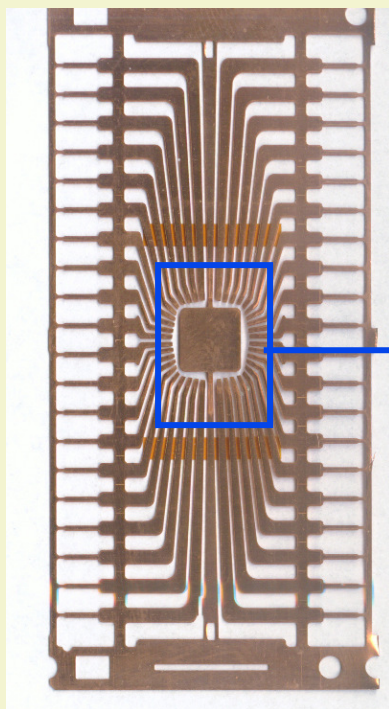
Pitch (distanța dintre centrele pastilelor/bilelor): 200 µm



### Operația “bumping”

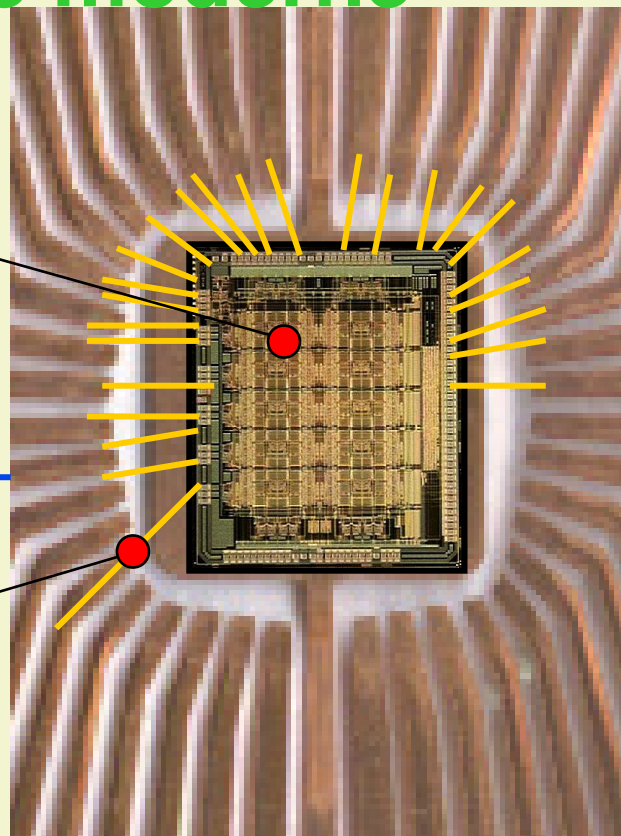


### ➤ Elemente de încapsulare a componentelor electronice moderne



circuit integrat

Wire bond



“leadframe”



# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

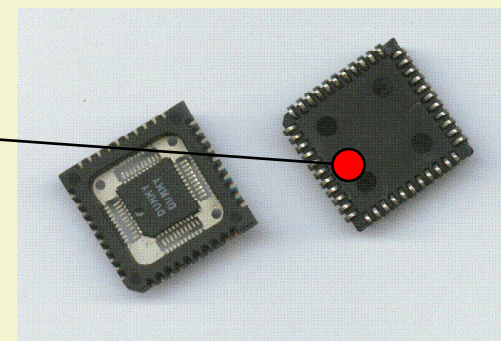
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

### Tehnologii de încapsulare:

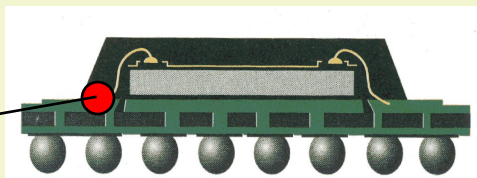
#### Surface Mount Technology

**SMT / SMD**



#### Ball Grid Array

**BGA**



#### Chip On Board

**COB**







#### Chip Size Package

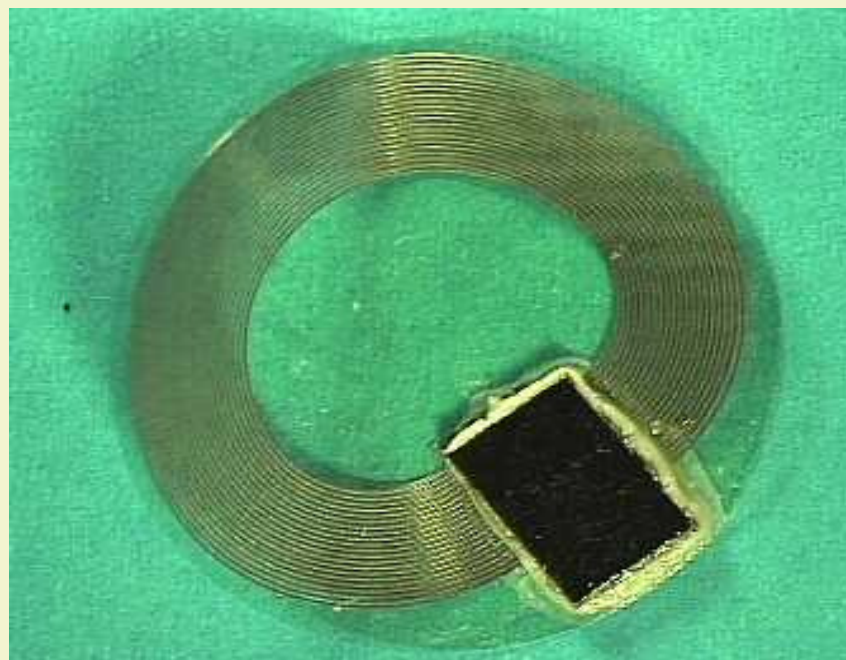
**CSP**

### Chip pe material polimeric (“chip on polimer”)

De exemplu: etichete, ecusoane,  
structuri de securizare **flexibile**

( $f = 13,56$  MHz în cazul din figură)

-  Chip (Si),  $h = 40 \mu\text{m}$
-  Bumb (bump) Ni/Au,  $h = 10 \mu\text{m}$
-  Inductor (Au)  $h = 10 \mu\text{m}$
-  Folie polimerică,  $h = 5, 10 \mu\text{m}$



# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

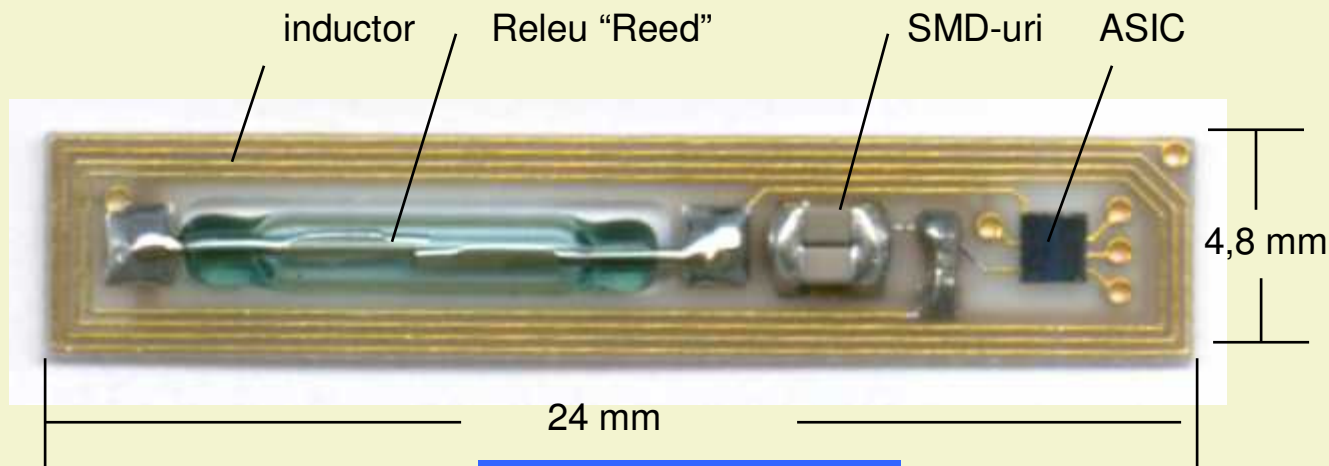
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013”

## 10 Packaging Electronic

### Transpondere



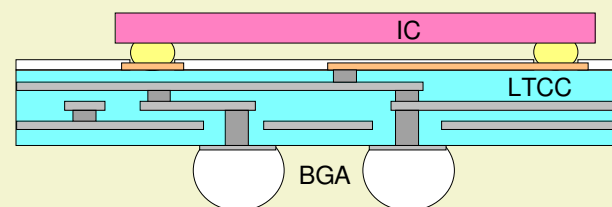
- Volume mari
- Frecvențe foarte mari
- Utilizare ca “data logger”
- Funcționare în medii dificile



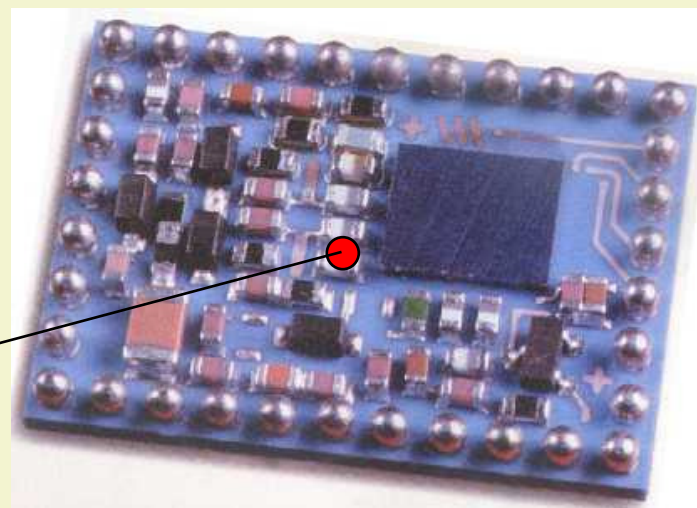
### Aplicații de radiofrecvență (RF)

Module de radiofrecvență (RF)  
pentru produse mobile

- Telefonie mobilă: 0,9 - 1,9 GHz
- Bluetooth: 2,4 GHz
- Radar la distanță: 70 GHz



Modul Bluetooth  
pe substrat LTCC





# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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

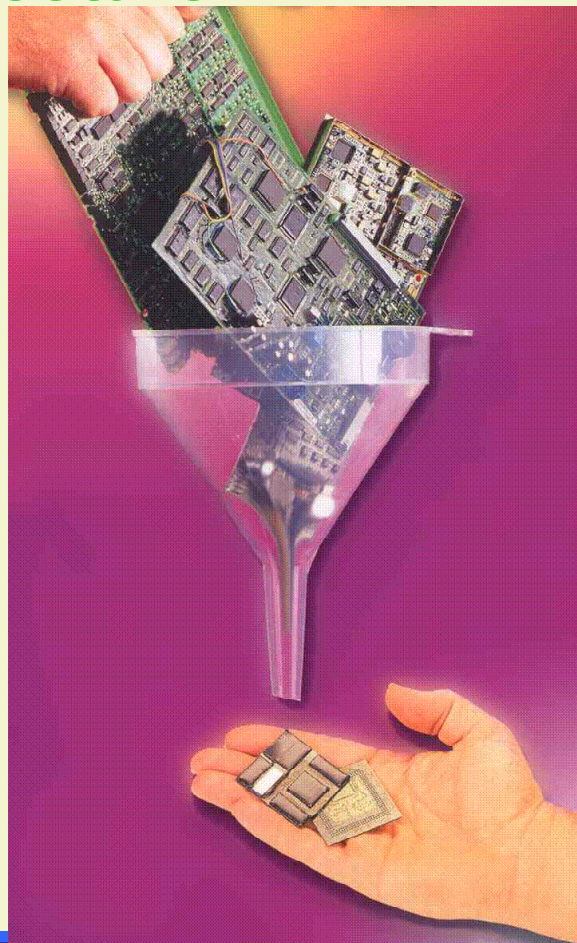
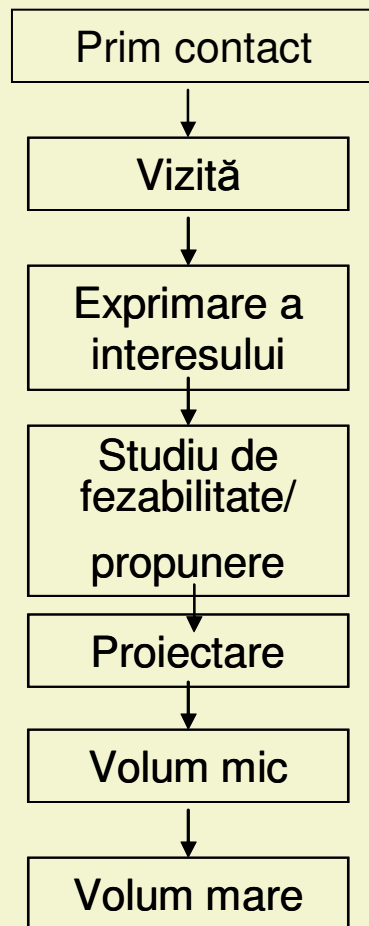
Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

## 10 Packaging Electronic

### Capabilități de proiectare și fabricație într-un centru de cercetare





# ELAN – Electronic Antreprenoriat

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 Packaging Electronic



UNIUNEA EUROPEANĂ



MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI  
PROTECȚIEI SOCIALE  
AMFOSDRU



FONDUL SOCIAL EUROPEAN  
POS DRU  
2007-2013



INSTRUMENTE STRUCTURALE  
2007-2013