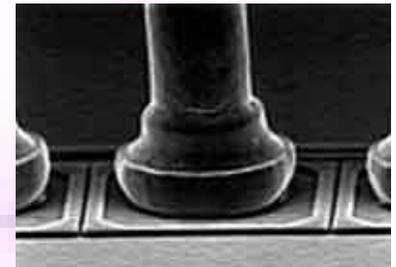
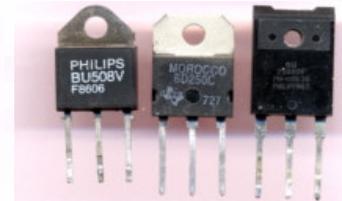
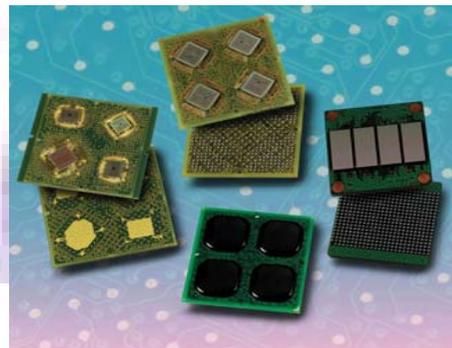


MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE



MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCEDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION :

1. Problématique
2. Les niveaux d'assemblage
3. Les fonctions de l'assemblage

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCEDES ET TECHNIQUES

D. AU LAAS

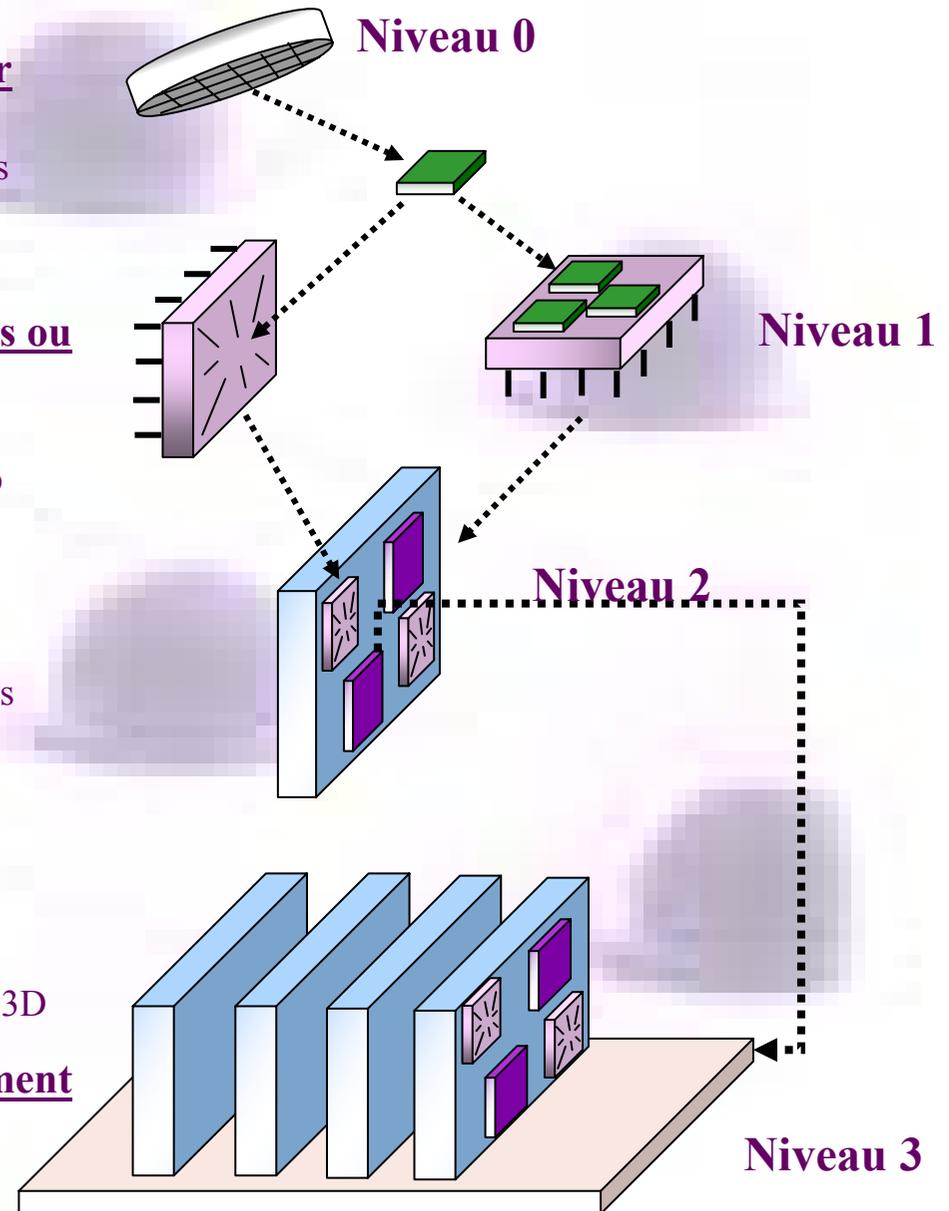
E. ANNEXES

L'assemblage des systèmes : Problématique

- ✓ **Un système réunit plusieurs fonctions afin de remplir les tâches qui lui sont assignées** (ex : capteur + traitement du signal + actionneur)
- ✓ **Nécessité d'intégrer des composants divers dans**
 - o Leurs propriétés (physiques, électriques, thermiques,..)
 - o Leur fonction (capteur, actionneur, calcul,..)
 - o Leur nature (microélectronique, microsystème, optoélectronique,..)
 - o Leur technologie (Silicium, III-V, polymères,..)
- ✓ **Objectifs de l'intégration**
 - o Performances
 - Vitesse
 - Consommation
 - Bruit
 - o Robustesse
 - o Minimisation de la taille
 - o Minimisation du poids
 - o Minimisation du coût

L'assemblage des systèmes : Les niveaux d'assemblage

- ✓ **Niveau 0 : intégration des composants électronique par interconnexion sur une même puce**
 - Ex: transistors, résistances, capacités connectés par des pistes sur un bout de Si
 - Techniques : films minces, photolithographie,...
- ✓ **Niveau 1 : intégration des composants dans des boîtiers ou des circuits intégrés**
 - Ex : montage en CI de composants MOS
 - Techniques : collage, microsoudure, encapsulation, flip chip, etc..
- ✓ **Niveau 2 : intégration des boîtiers ou des CI sur un support**
 - Ex : montage des CI sur des cartes de circuits imprimés
 - Techniques : montage en surface, flip chip, multi chip module, ...
- ✓ **Niveau 3 : intégration des supports sur un support commun pour créer le système**
 - Ex : assemblage de plusieurs cartes sur un rack
 - Techniques : Câblage, multi chip module, assemblage 3D
- ✓ **Niveau 4 : intégration du système dans son environnement**
 - Ex : connexion du rack au secteur



Les fonctions de l'assemblage

Fixation

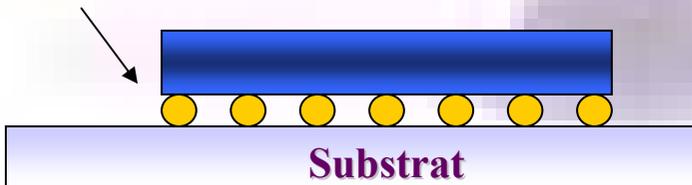
- ✓ Positionnement
- ✓ Solidarisation
- ✓ « Connexion »

Puce

Adhésif



Interconnexions Métalliques

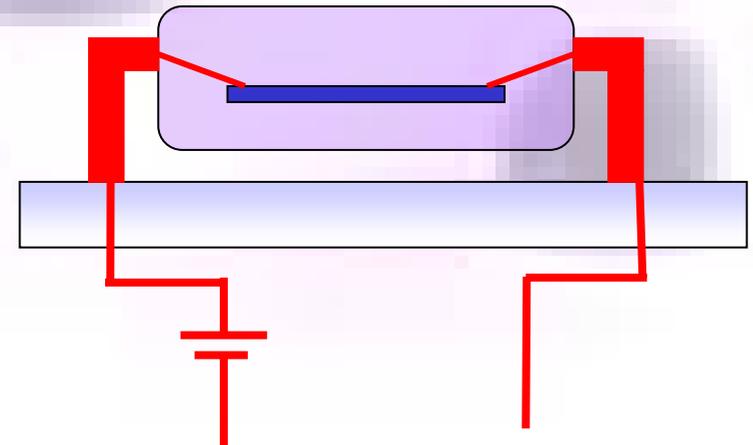


Interconnexions

- ✓ Transmission des signaux
- ✓ Électriques
- ✓ Optiques
- ✓ ..

Fonctionnalisation

- ✓ Mécanique
- ✓ Chimique
- ✓ ..



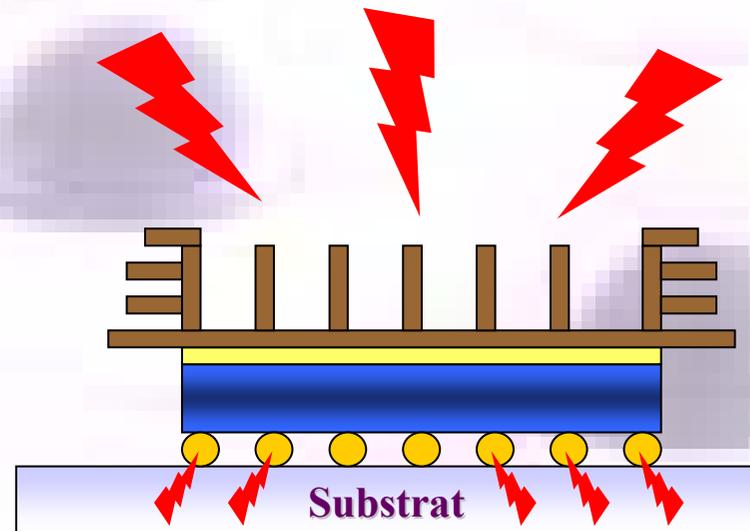
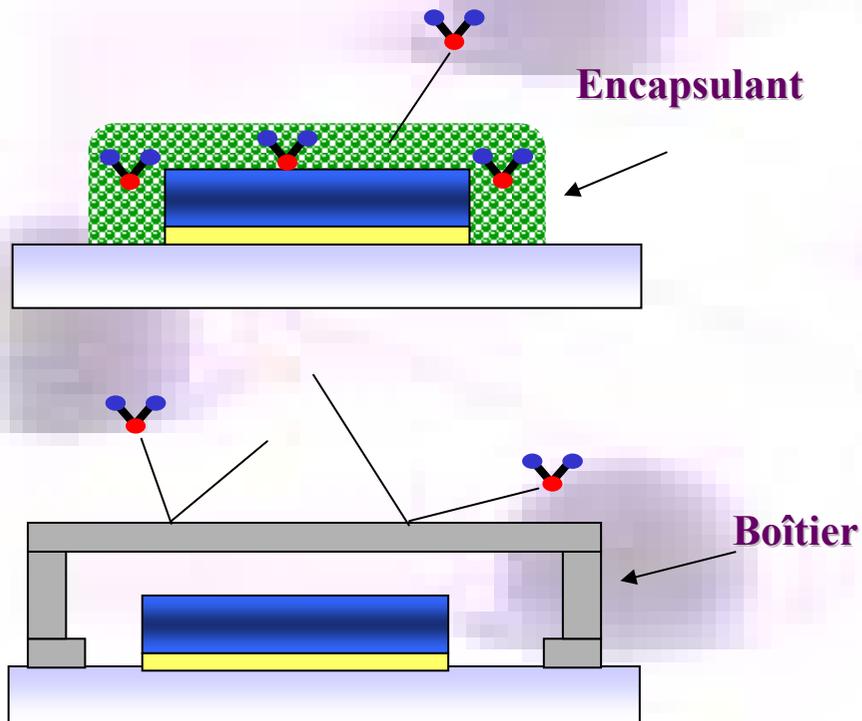
Les fonctions de l'assemblage

Protection contre les agressions

- ✓ Électrique
- ✓ Mécanique
- ✓ Chimique
- ✓ Lumineuse
- ✓ Etc.

Dissipation thermique

- ✓ Évacuation de la chaleur
- ✓ Homogénéisation thermique



MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

1. Propriétés
2. Exemples

C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES

D. LE PACKAGING AU LAAS

E. ANNEXES

Les matériaux – Propriétés électriques

Conductivité σ : pouvoir de conduction électrique d'un matériaux

- ✓ Conducteurs utilisés pour
 - L' alimentation et l'interconnexion (câblage, bumps,...)
 - La fixation (colles conductrices, bumps,...)
 - La protection (underfill,..)
 - La dissipation thermiques (bumps, vias,...)
- ✓ Isolants utilisés pour
 - La fixation (colles isolantes,...)
 - La protection (encapsulant, underfill,...)
- ✓ Cu : $59.6 \cdot 10^6$ S/m Al : $37.7 \cdot 10^6$ S/m Au : $45.2 \cdot 10^6$ S/m

Permittivité ϵ : pouvoir de polarisation sous l'effet d'un champ électrique

$$V_{propagation\ du\ signal} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$$

 ϵ_r

Air : 1

Téflon : 2.1

Verre : 5

Les matériaux – Propriétés thermiques

Conductivité thermique : pouvoir de conduction thermique d'un matériaux (En général va de pair avec la conductivité électrique)

- ✓ Cu : 401 W/(m.K) Al : 237 W/(m.K) Au : 317 W/(m.K)

Tangente de perte Tan δ : pouvoir de dissipation thermique

- ✓ Tan $\delta = 0$ toute l'énergie est dissipée
- ✓ Tan $\delta \approx \infty$ toute l'énergie est stockée
- ✓ Nitrure de Bore 0.0005-0.0017 (8.8 Ghz) AlN 0.001 (1Mhz)

Température de transition vitreuse Tg : modification des propriétés mécaniques

- ✓ PMMA : 100°C PBMA : 27°C Silice 1200°C

Coefficient Thermique d'Expansion : pouvoir de dilatation ou de contraction

- ✓ Les plus homogènes possibles pour éviter les contraintes d'origines thermiques
- ✓ Cu : 16.5 10⁻⁶/K Al : 24 10⁻⁶/K Au : 14.2 10⁻⁶/K

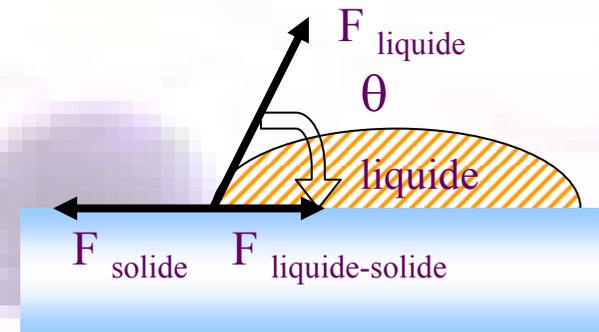
Les matériaux – Propriétés chimiques

Tension de surface : énergie de cohésion de la surface (N/m)

Adhésion : pouvoir de solidarisation physico-chimique de deux matériaux

Mouillage : aptitude à être mouillé par une matière donnée

- ✓ $F_{\text{liquide}} \cos\theta + F_{\text{liquide-solide}} = F_{\text{solide}}$
- ✓ $\theta = 0^\circ$ mouillabilité parfaite
- ✓ $\theta = 180^\circ$ « imperméabilité parfaite »



Influence des contaminations !!!!

Potentiel d'oxydo-réduction : capacité à céder ou capter des électrons

- ✓ Création de « piles » ex : soudure filaire Al/Au [biblio]

Les matériaux – Autres propriétés principales

Herméticité :

- ✓ un matériaux est dit hermétique lorsque le coefficient de diffusion de l' Hélium y est inférieur à $10^{-8} \text{ cm}^3.\text{s}^{-1}$

Indice de réfraction : caractérise la déviation d'un rayonnement dans un matériaux

- ✓ Air :1
- ✓ Diamant : 2.418
- ✓ Verres : 1.5 à 2
- ✓ TiO : 2.76

Bio compatibilité : capacité d'inertie biologique

- ✓ Applications humaines

Etc.

Les matériaux – Exemples

Matériaux	Densité (g/cm ³)	Module d'Young (GPa)	Force limite (MPa)	Transition vitreuse Tg (°C)	CTE (10E-6/K)	Conductivité thermique (W/mK)	Résistivité électrique (Ω-cm)	Coefficient de Poisson (ν)
Métaux – Semiconducteurs - Céramiques								
Si	2.4	120-131	120	1430	2.8	124-150	1E4	0.3
Ge	5.3	130	—	958	6.1	64	50	—
Si ₃ N ₄	—	325	—	—	2.9	—	—	0.24
Al	2.8	70	83	660	24	210	2.7	0.24
Au	19.3	62.5	130	1064	14.2	293-311	2.2	—
Au + 2%Si	14.5	69.5	500-600	—	50	50	310	—
Cu	8.96	117-125	250-450	1083	16.5	395	1.7	0.3
Cu-W	17	255	—	—	6.5	180-200	<6	—
Cuivre Alliage MF 202	8.8	113	490-590	—	17	160	5.7	—
Ni	—	200	—	—	13	—	—	0.3
Kovar	8.4	138	627	—	5.3	17.5	49	—
Alliage 42	8.1	145	588-735	1425	4.3-4.5	15.7-15.9	57	—
TAMAC5	8.9	120	527-562	—	16.7	138	4.9	—
CDA 194	8.8	121	480-519	—	16.3	263	2.6	—
OLIN 7025	8.8	131	527	—	17.1	166	4.3	—
EFTEC 64T	8.9	119	560	—	17	300	2.3	—
Verre fillé argent	4.5	—	>10	—	8	270	10	—
Alumine	3.6-3.7	390	157	2050	6.7	18-22	—	0.25
Nitride d'aluminium	3.3	—	—	2000	4.6	170	—	—
Verre	4.7	5.7	—	—	6.3-7.0	0.6	—	—
Eutectique PbSn	8.4	49.3(-55°C) 26.5(0°C) 12.5(50°C) 2.9(100°C) 2.2(125°C)	20	—	24	50	—	0.35

Les matériaux – Exemples

Matériaux	Densité (g/cm ³)	Module d'Young (GPa)	Force limite (MPa)	Transition vitreuse Tg (°C)	CTE (10E-6/K)	Conductivité thermique (W/mK)	Résistivité électrique (Ω-cm)	Coefficient de Poisson (ν)
Organiques								
Composant de moulage	1.88	E ₁ =11.7 E ₂ =0.1	120-220	165	α ₁ ≤23 α ₂ ≤80	0.58-0.73	—	—
Silicone	1.2	—	4	220	230	0.26	—	—
Encapsulant	—	6-10	—	—	α ₁ =19 α ₂ =70	0.52	—	0.35
Adhésif argente	2.5-3.5	0.3-2	—	25-100	α ₁ =40-80 α ₂ =150-200	2.5	100	—
Underfill	—	10.5(210°C) 10(340°C) 8(400°C)	—	—	22.0 24.0	—	—	0.3 0.3 0.35
Laminate Substrate	—	12-18	225-330	195	12-16(x,y) 72-85(z)	—	—	0.28
Brasure	—	3	60	175	α ₁ =60 α ₂ =160	0.2	—	—
FR-4	—	23(230°C) 20(340°C) 12(400°C)	—	—	17.0(35.0)	—	—	0.25 0.25 0.35
FR-5	—	25(230°C) 21(340°C) 13(400°C)	—	—	10.0(25.0)	—	—	0.25 0.25 0.35

MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

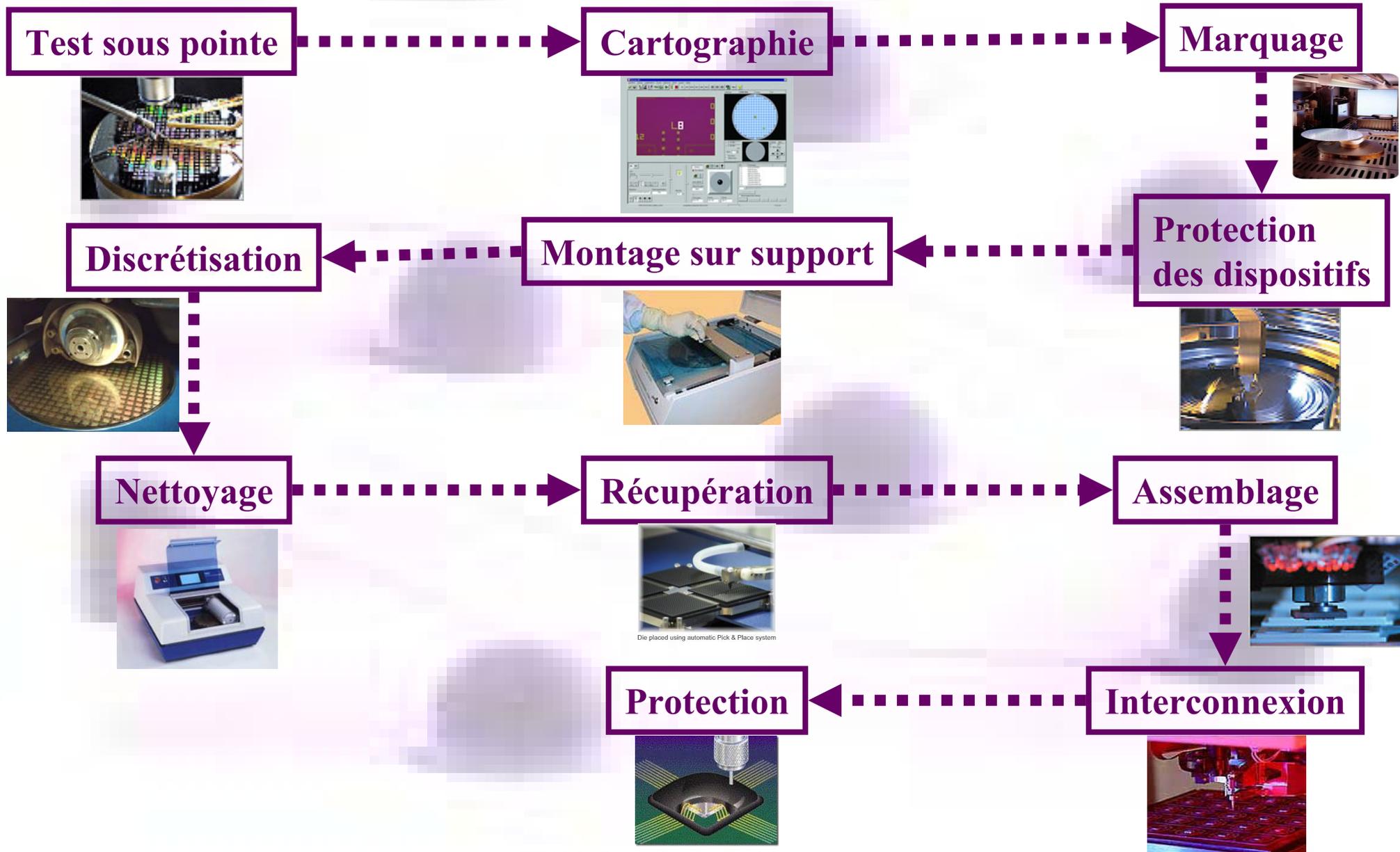
C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES

1. **Processus générique de la microélectronique**
2. **Assemblages de substrats**
3. **Assemblages hybrides et 3D**

D. AU LAAS

E. ANNEXES

Le processus générique de la micro électronique



MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES

1. Processus générique de la microélectronique

- a. Discrétisation
- b. Assemblage
- c. Interconnexion
- d. Protection

2. Assemblages de substrats

3. Assemblages hybrides et 3D

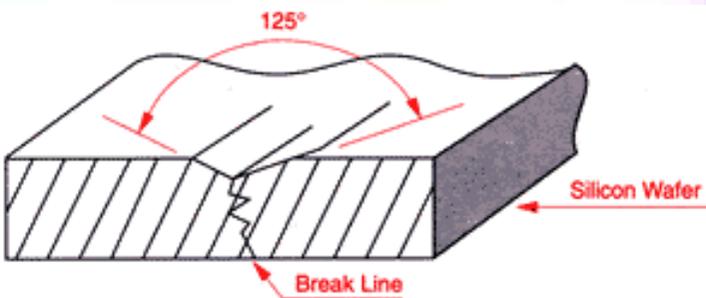
D. AU LAAS

E. ANNEXES

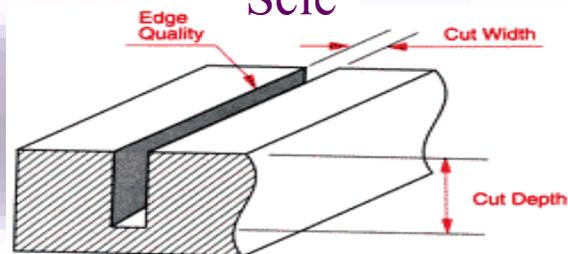
La discrétisation – Les techniques

	<u>Clivage</u>	<u>Scribbing</u>	<u>Scie</u>	<u>Laser</u>	<u>Jet d'eau</u>	<u>Plasma</u>
Pour		<ul style="list-style-type: none"> •Rapide •Mise en œuvre •Sec •Coût •Poli optique 	<ul style="list-style-type: none"> •Reproductibilité •Variété des procédés 	<ul style="list-style-type: none"> •Reproductibilité •Matériaux durs 	<ul style="list-style-type: none"> •Reproductibilité •Matériaux durs 	<ul style="list-style-type: none"> •Collectif •Propre
Contre	<ul style="list-style-type: none"> •Axes de discrétisation •Positionnement •Reproductibilité •Matériaux durs 	<ul style="list-style-type: none"> •Poussières •Reproductibilité •Matériaux durs 	<ul style="list-style-type: none"> •Humide •Poussières •Coût équipement •Mise en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> •Qualité découpe •Poussières •Coût équipement •Bilan thermique •Mise en oeuvre 	<ul style="list-style-type: none"> •Humide • Poussières •Coût équipement •Mise en oeuvre 	<ul style="list-style-type: none"> •Mise en œuvre •Coût équipement

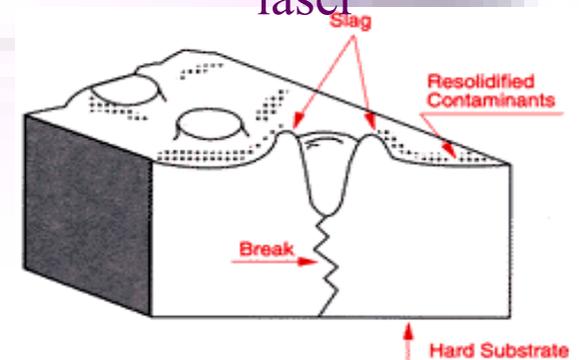
Scribbing



Scie



laser

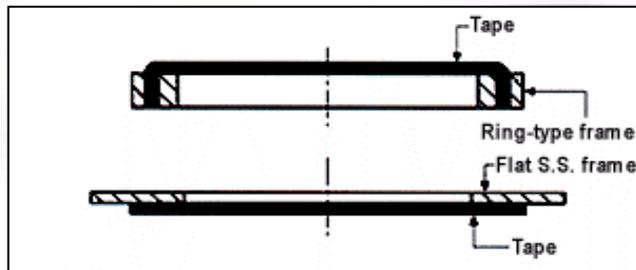


La discrétisation – Les supports

	Force de maintien	Récupération des dispositifs	Non « chargement » de l'outil de découpe	Effet de bord d'outil	Compatibilité Substrat contraint	Mise en œuvre	Qualité de découpe
Films adhésifs	+	++	+	+	+	++	+
Films UV	+	+++	+	+	+	++	+
Cire	++	+	++	+++	+++	+	++
Mécanique	+++	+	+++	+++	-	+++	+
Paramètres d'optimisation	Pouvoir de maintien élevé	Pouvoir de maintien faible	Moins élevé avec couche adhésive fine	Moins élevé avec support épais	Intrinsèque	Intrinsèque	Paramètre s machine

Antagonistes

Antagonistes



La discrétisation par scie diamantée

1. Cartographie

- ✓ Recherche des composants actifs
- ✓ Electriquement : testeur sous pointes
- ✓ Optiquement : microscope

2. Marquage

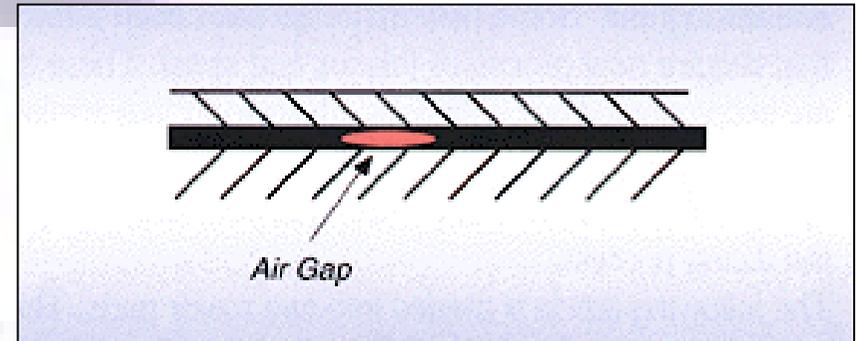
- ✓ Récupération des dispositifs actifs
- ✓ Jet d'encre
- ✓ Plan

3. Protection des dispositifs

- ✓ Enduction de résine face active
- ✓ Encapsulation par couches minces
 - + Protection contre les poussières
 - + Protection en milieu humide
 - + Amélioration de la qualité de découpe ?
 - Nettoyage après discrétisation

4. Montage sur support

- ✓ Absence de bulles d'air



Wafer
film
mouter

La discrétisation par scie diamantée

5. Nettoyage

- ✓ Chimique
- ✓ Plasma

Réacteur plasma



6. Récupération des composants

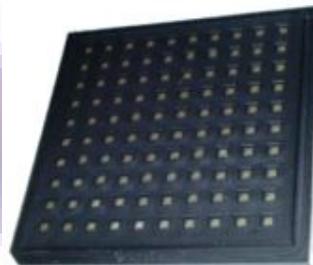
- ✓ Extension du film
- ✓ Extension + éjecteur face arrière
- ✓ Traitement UV du film

Système de traitement UV des films



7. Rangement

- ✓ Cassettes
- ✓ Cassettes avec gel

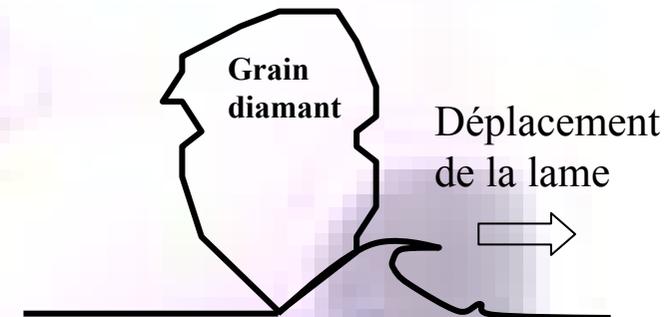
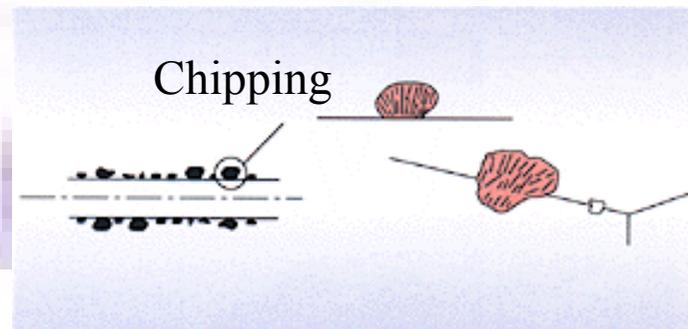
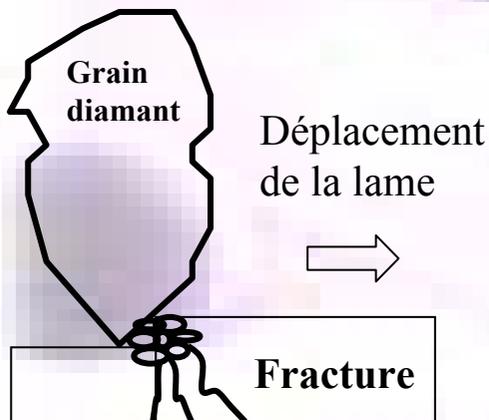


Récupérateur de puces

La discrétisation par scie diamantée

Mécanismes

- ✓ Matériaux « cassants » (Si, Verre, Ferrite, etc.) : micro fractures
- ✓ Matériaux à haute viscosité (Résine, Cuivre, Aluminium, etc.) : cisaillement



La discrétisation par scie diamantée - Paramètres

✓ Matériau

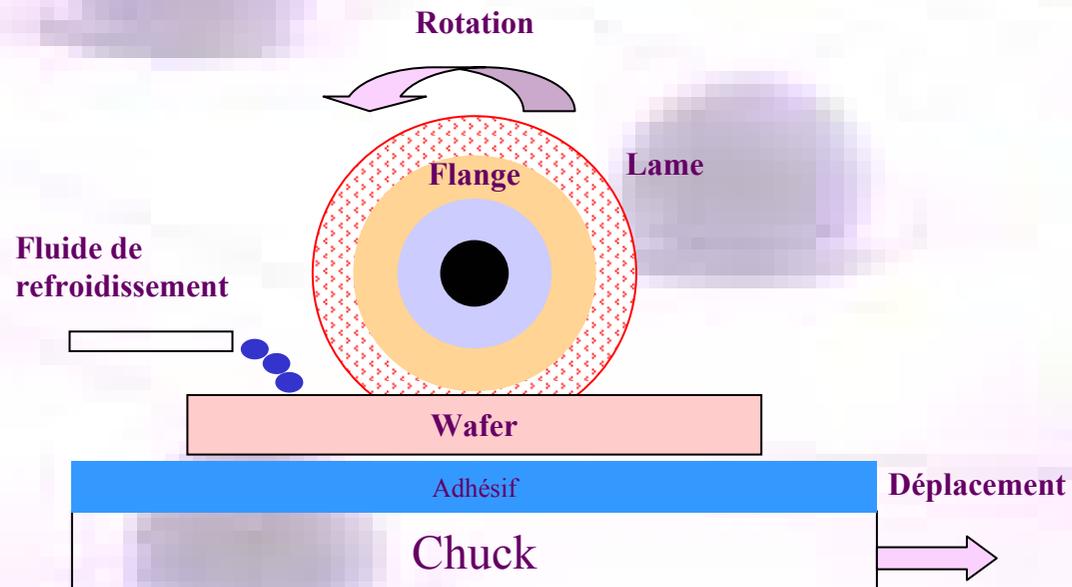
✓ Support

✓ Scie

- o Diamètre
- o Vitesse de rotation
- o Vitesse déplacement
- o Fluide de refroidissement

✓ Lame

- o Nature
- o Diamètre
- o Epaisseur
- o Liant
- o Taille des grains
- o Densité de grains



La discrétisation par scie diamantée - Paramètres

✓ Lames : Anneau circulaire diamanté maintenu par un Flasque

o Deux types de montages



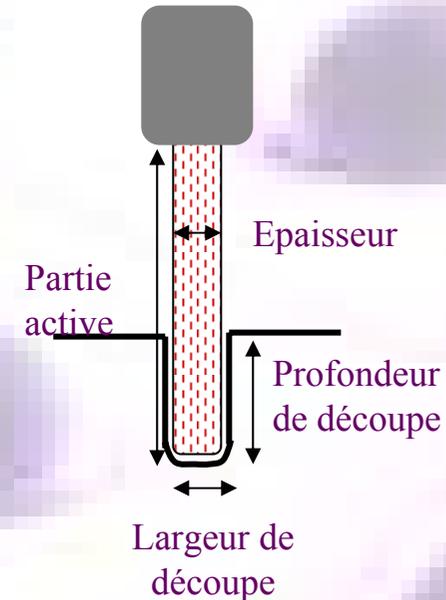
Hub :
Lame et flasque
solidaires



Hubless :
Flasque et lame
séparés

o $\text{Ø Extérieur} - \text{Ø Flasque} = \text{Partie active}$

o Epaisseur



o Recommandations pour le Silicium

o Partie active < 20 Epaisseur

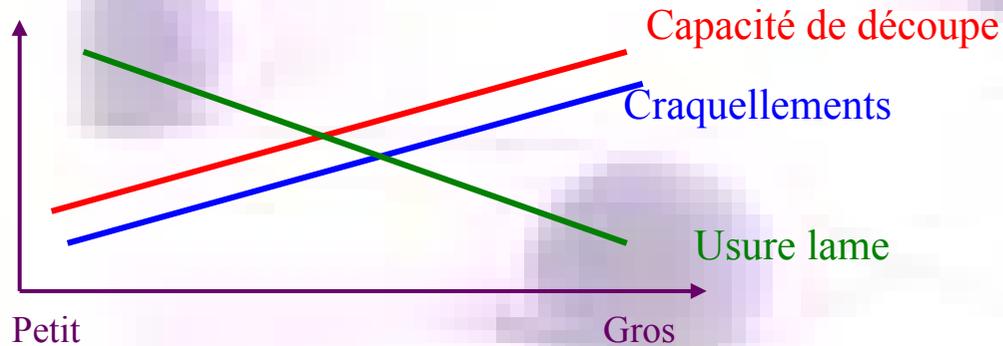
o Profondeur de découpe < 10 Epaisseur

o Largeur de découpe ≈ 1.1 Epaisseur

La discrétisation par scie diamantée - Paramètres

✓ Grains : Diamants synthétiques ou Nitrure de Bore

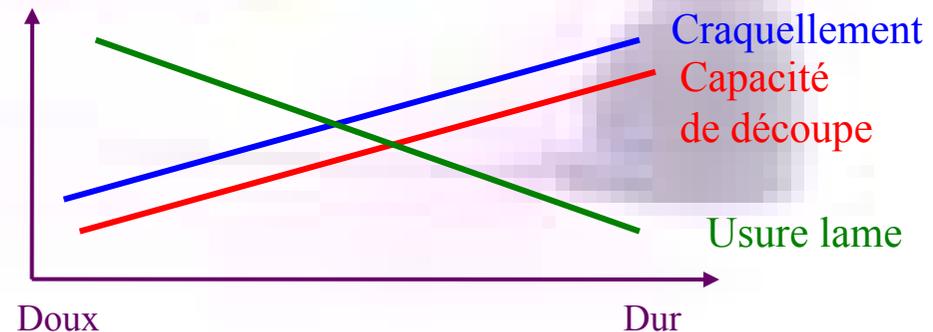
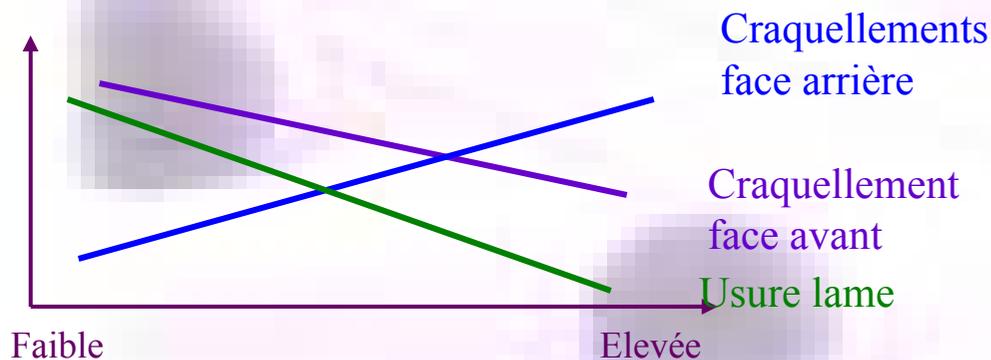
✓ Taille en μm (facteur le plus influant)



✓ Liant

- o Electro-Déposé (Ni)
 - Grande capacité de découpe
- o Métal (non ferreux : Cu, Sn)
 - Usure lente
- o Résine phénolique
 - Grande qualité de découpe, fragile
- o Vitrifié (céramiques)
 - Résistance à la température

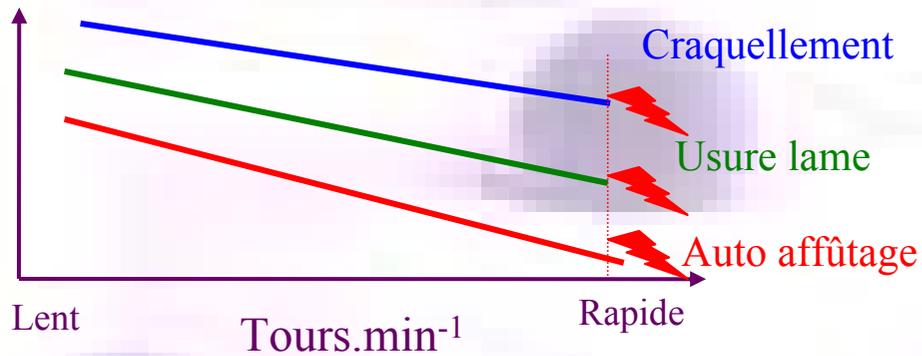
✓ Concentration



La discrétisation par scie diamantée - Paramètres

✓ Vitesse de rotation

- o Résine : 30 000 tr.min⁻¹ max
- o Métal : 40 000 tr.min⁻¹ max
- o Nickel : 55 000 tr.min⁻¹ max



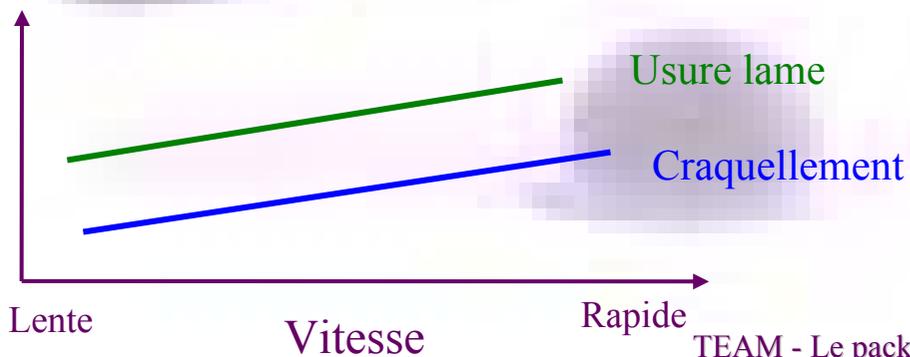
✓ Fluide de refroidissement

✓ Montage de la lame



✓ Vitesse de déplacement

De 0.5 à 20 mm.s⁻¹



Résultats



Verre lame résine

Si lame Nickel

La discrétisation par scie diamantée – En pratique

✓ Choix de la lame

<u>Silicium</u>	<u>Nickel</u>
<u>GaAs, InP</u>	<u>Nickel</u>
<u>Verre</u>	<u>Résine</u>
<u>Céramique</u>	<u>Résine (Métal)</u>
<u>PZT</u>	<u>Nickel</u>
<u>Métal</u>	<u>Résine</u>

✓ Procédés types

<u>Silicium (500 μm)</u>	<u>Verre (1mm)</u>
<u>30 000 tr.min⁻¹</u>	<u>27 000 tr.min⁻¹</u>
<u>5 mm.s⁻¹</u>	<u>1 mm.s⁻¹</u>
<u>1 l.min⁻¹</u>	<u>1 l.min⁻¹</u>
<u>Lame Nickel</u>	<u>Lame Résine</u>
<u>Partie active 800 μm</u>	<u>Partie active 1.3 μm</u>
<u>Epaisseur 35 μm</u>	<u>Epaisseur 250 μm</u>

✓ Chemins de découpe

- o Continus
- o Non métallisés
- o Silicium : 100 μm
- o Membranes : optimisation

La discrétisation – Les équipements

- ✓ Divers types de films
- ✓ Montage de film sur anneaux
- ✓ Scie diamantée : DAD 321 Semi automatique
- ✓ 2 Scribbers



DAD 321



Scriber

MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES

1. Processus générique de la microélectronique

a. Discrétisation

b. Assemblage

c. Interconnexion

d. Protection

2. Assemblages de substrats

3. Assemblages hybrides et 3D

D. AU LAAS

E. ANNEXES

L'Assemblage – Les Techniques

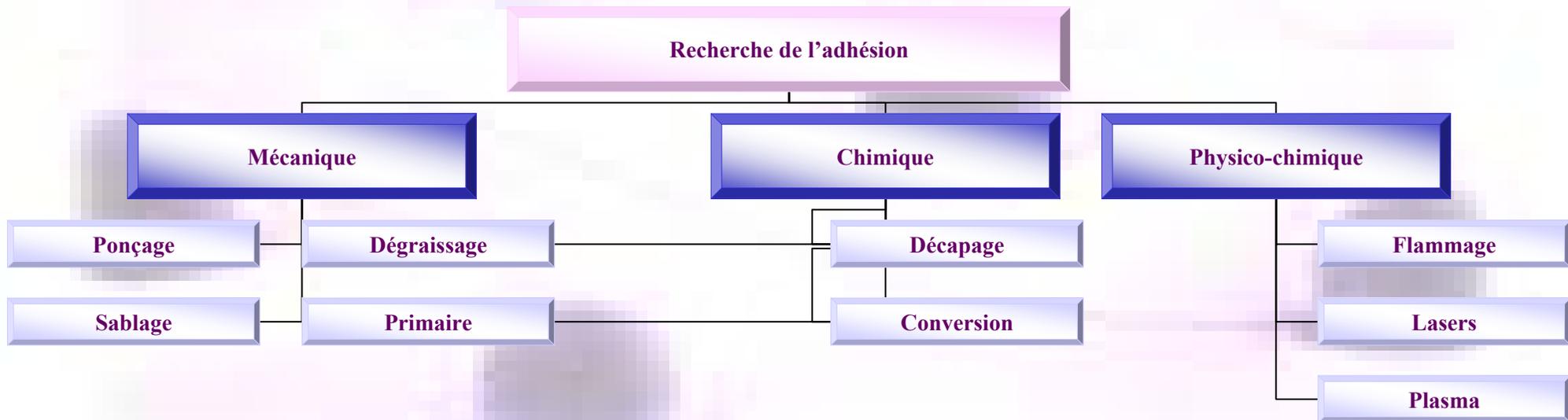
	Collage	Soudure (Flip chip, TAB)	Brasure
Processus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Traitement de surface 2. Dépôt de l'adhésif 3. Positionnement 4. Réticulation 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Métallisations <ul style="list-style-type: none"> o UBM o Bumps 2. Positionnement 3. Hybridation 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Traitement de surface 2. Dispense de la pâte 3. Positionnement 4. Recuit
Principaux Avantages	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise en œuvre ✓ Diversité des procédés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Précision ✓ Assemblage et connexion simultanés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Traitement collectif ✓ Traitement de grandes surfaces
Principaux inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Répétitivité 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise en oeuvre

L'assemblage – Les traitements de surface

✓ Objectifs

- Obtention d'états de surface reproductibles
- Élimination des contaminants de surface
- Modification des propriétés de surface pour optimisation de l'adhérence
 - Tension superficielle de l'adhésif < Tension de surface du substrat

✓ Classification



L'assemblage – Les traitements de surface

✓ Traitement chimiques

o Dégraissage

- Solubilisation des corps gras ou substances en surface
- Décontamination: enlèvement des poussières
- Séchage
- Solvants, Alcalins, Ultrasons

o Décapage

- Dissolution et éclatement des oxydes de surface (Dé-oxydation)
- Acides, bases + accélérateurs , inhibiteurs

o Conversions

- Création d'une nouvelle interface par modification de l'existant ou dépôt d'une couche
- Phosphatations, chromations, oxydations anodiques, métallisations, greffage, etc.

✓ Traitement plasma

- o Nettoyage par pulvérisation ou chimie de surface
- o Modification de la rugosité
- o Greffage de nouvelles fonctions chimiques
- o Dépôts

L'assemblage – Les traitements de surface - Exemple

Collage de deux plaques de verre plat

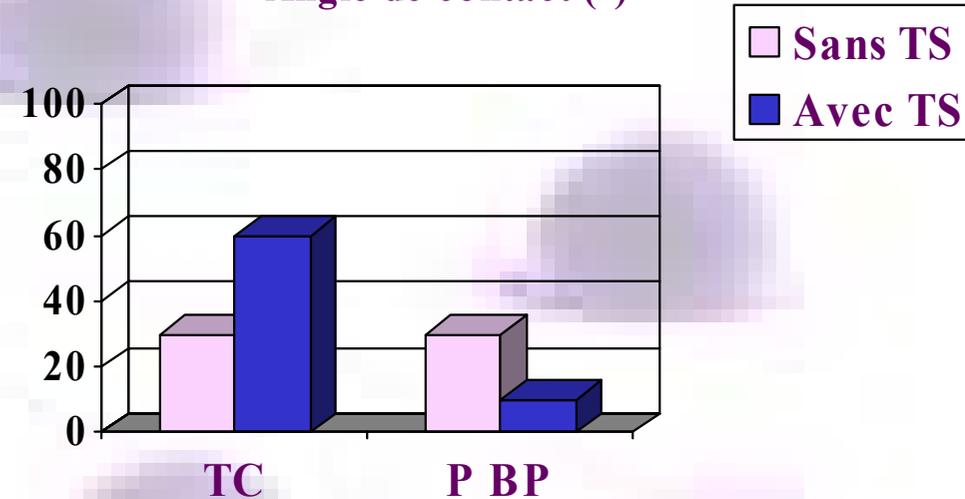
o Protocole 1 : traitement chimique

- Dégraissage solvant perchloréthylène , Bains ultrasons à 20°C pendant 10min
- Décapage sulfochromique : 17g de dichromate de sodium, 975g d'acide sulfurique, 8ml d'eau à 20°C pendant 15min
- Rinçage : eau de ville bain à 20 °C pendant 30 s
- Rinçage : eau déminéralisée bain à 20°C pendant 5 min
- Séchage : air 20 minutes à 50°C

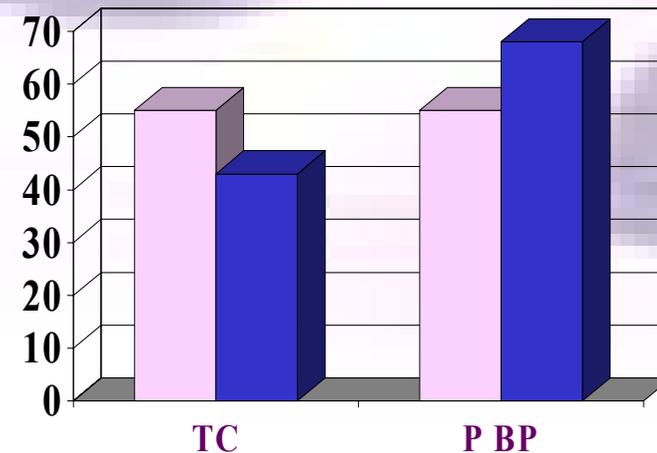
o Protocole 2 : Plasma froid basse pression

- Dégraissage solvant : éthanol
- Plasma micro onde : Ar 5l/min et O2 2.5 l/min P=600 W, Durée 3 minutes

Angle de contact (°)



Energie de surface (mJ/m²)



L'assemblage – Les adhésifs - Classifications

✓ Mécanismes d'activation

o Activation physique

- Colles à eau (dispersion, émulsion)
Végétales, Animales, Minérales, Synthétiques
(vinyliques, acryliques,..)
- Solvants organiques
Dérivés cellulosiques, PVC, acétate de vinyl,
acryliques, Base de caoutchouc
synthétique, Films adhésifs activés par la
chaleur ou la pression

- Thermo fusibles
Éthylène acétate de vinyl, Polyesters,
Polyamides

o Activation chimique

- Époxydes
- Polyuréthanes
- Cyanoacrylates
- Anaérobies
- Thermostables

✓ Comportement macromoléculaire

- o Élastomère
- o Thermoplastique
- o Thermodurcissable

✓ Comportement macroscopique

- o Non structural
- o Semi structural
- o Structural
- o Maintien
- o Étanchéité

L'assemblage – Les adhésifs – Mécanismes d'activation

✓ Action physique (AMOP)

o Liquide ou suspension

→ Joint solide

Évaporation - d'eau
- de solvant
Absorption d'eau

o Solide

→ + ΔT

État fondu

→ - ΔT

Joint solide

✓ Action chimique (AMOC)

o Réactifs liquides ou visqueux

→ Joint solide

Polymérisation ou réticulation par

- | | |
|-----------------------|---------------|
| - apport d'énergie | - contact, |
| - durcisseur, | - activateur, |
| - humidité | - anaérobie, |
| - présence d'un métal | - rayonnement |

L'assemblage – Les adhésifs - Composition

- ✓ **Agent collant**
- ✓ **Plastifiant**
 - Diminue E et Tg avec augmentation de la fluidité, de la souplesse et de la tenue aux chocs
 - Favorable sur le mouillage mais défavorable à la cohésion
- ✓ **Agent thixotropant**
 - Évite le fluage tant qu'aucune contrainte de cisaillement n'est appliquée
- ✓ **Colorants, stabilisants, antioxydants**
 - Sans influence sur la qualité de l'adhérence
- ✓ **Agents épaississants ou fluidifiants**
 - Régulation de la viscosité
- ✓ **Tackifiant**
 - Augmentation de la pégosité mais défavorable sur l'adhésivité et la cohésion
- ✓ **Charges minérales**
 - Influence sur les propriétés de conduction électrique ou thermique
- ✓ **Charges organiques**
 - Influence sur la souplesse du joint

L'assemblage – Les adhésifs - Exemples

✓ Critères de choix

- o Matériaux
- o Traitement de surface
- o Mise en œuvre
- o Conductivité électrique
- o Conductivité thermique
- o Résistance à la température
- o Taux de dégazage
- o Hydrophobie
- o Corrosivité
- o Bio compatibilité
- o ...

Epoxy technology
H70-E2

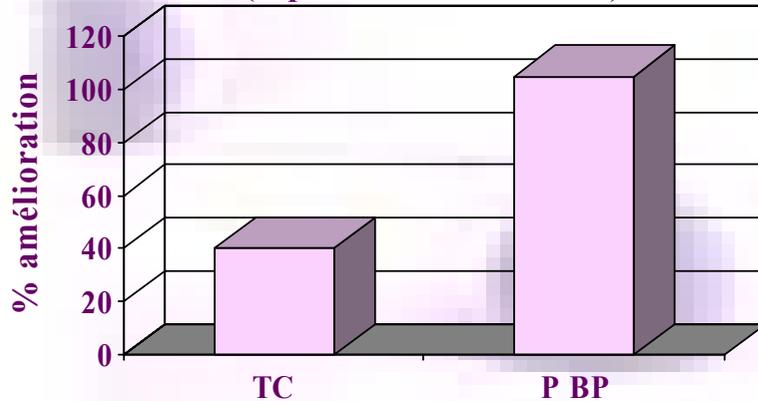


Document Adobe
Acrobat

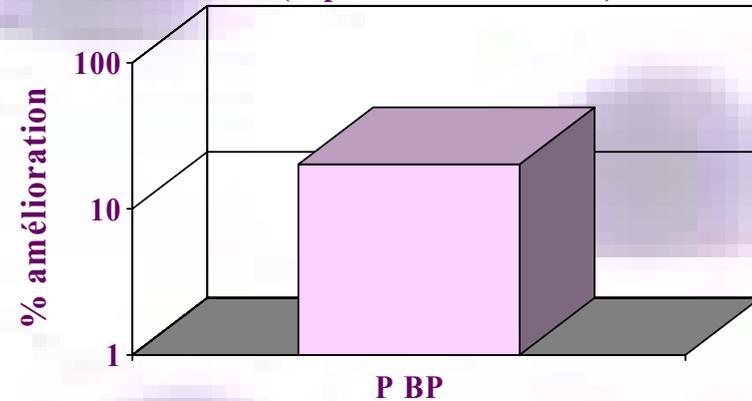
L'assemblage – Traitement de surface et adhésifs - Exemple

Collage de deux plaques de verre plat (après traitement de surface cf. trans31)

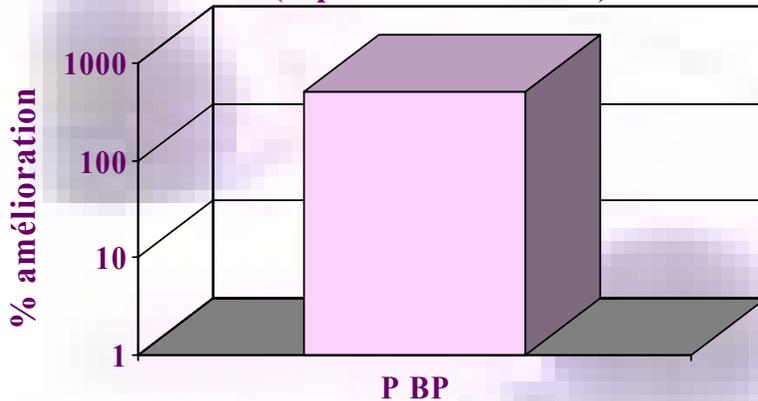
Colle epoxy Araldite 2011
(rupture dans le substrat)



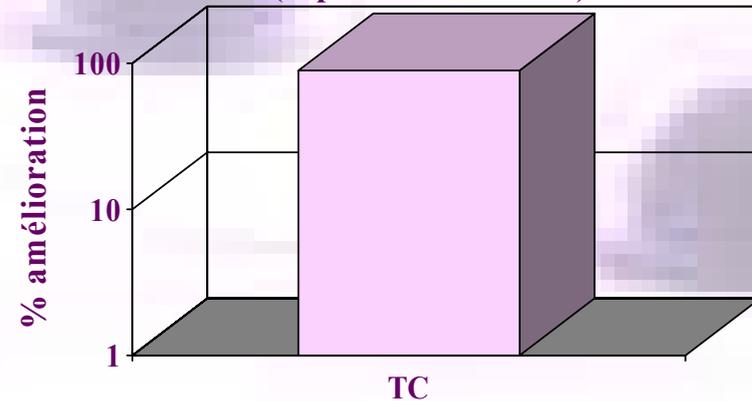
Colle polyurethane Axson A203
(rupture de l'adhésion)



Colle méthacrylate Araldite 2022
(rupture de l'adhésion)



Colle Silicone Rhodia CAF 33
(rupture de cohésion)



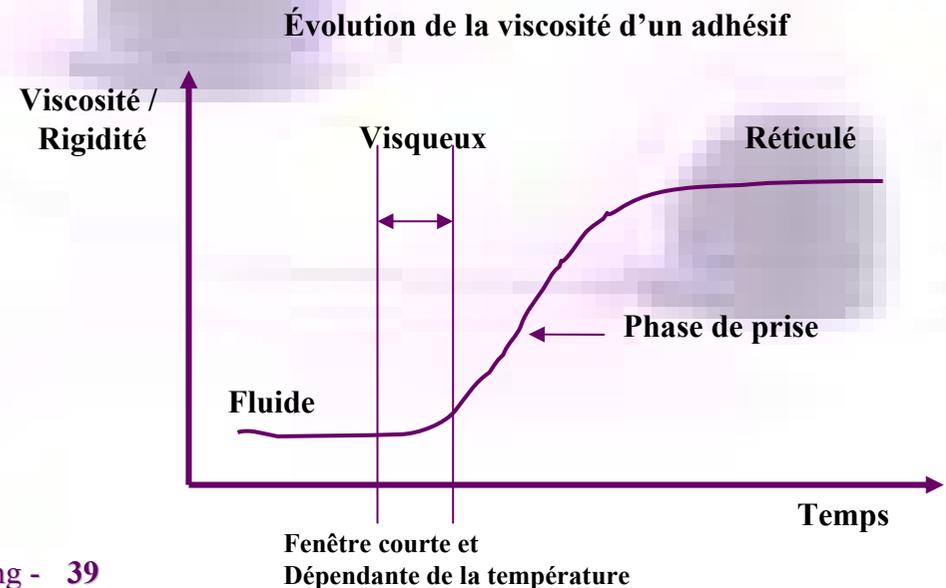
Pas de panacée : Couple Traitement de surface / Adhésif à adapter au résultat recherché

L'assemblage – Les adhésifs – Mise en oeuvre

✓ Paramètres

- o Viscosité
- o Mode d'encollage
 - Simple
 - Double
- o Grammage
 - Consommation
 - Grammes/m² ou litres/m²
- o Durée de vie après sortie du pot
- o Pégosité
 - Pouvoir de maintien immédiat
- o Vitesse de prise
- o Durée de conservation

- o Temps de gommage
 - Durée minimale qui doit s'écouler entre l'étalement et l'assemblage
- o Temps ouvert
 - Durée maximale qui doit s'écouler entre l'étalement et l'assemblage
- o Temps fermé
 - Durée autorisée entre l'assemblage et le pressage



L'assemblage – Les adhésifs – Techniques d'application

✓ Manuelles

- o Pinceaux
- o Brosses
- o Spatules

✓ Extrusion

- o Seringue
- o Pompe volumétrique
- o Pistolet pour thermo fusibles
- o Pistolets à cartouche

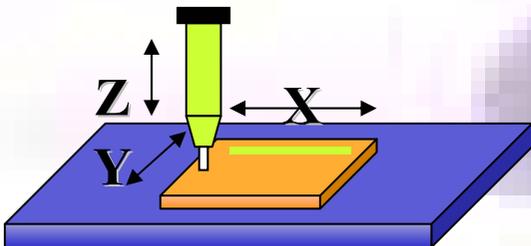
✓ Pulvérisation

- o Pistolet
- o Spray

✓ Sérigraphie

✓ Préformes

✓ Films



L'assemblage – Les adhésifs – Techniques d'activation

- ✓ Fours, tunnel, étuves à circulation d'air
- ✓ Fours, tunnels, étuves à rayonnement
 - o UV
 - o IR
 - o Faisceau d'électron
 - o Radiofréquence
 - o Micro ondes
- ✓ Pistolets UV
- ✓ Plaques chauffantes



L'Assemblage – Les équipements

✓ Tresky - Libre service



✓ Eutectique KS 648 -2



✓ FC 150 : pas en libre service



✓ Étuves

✓ Plaques chauffantes

✓ Pistolet UV

MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCEDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCEDES ET TECHNIQUES

1. **Processus générique de la microélectronique**

a. Discrétisation

b. Assemblage

c. Interconnexion

d. Protection

2. Assemblages de substrats

3. Assemblages hybrides et 3D

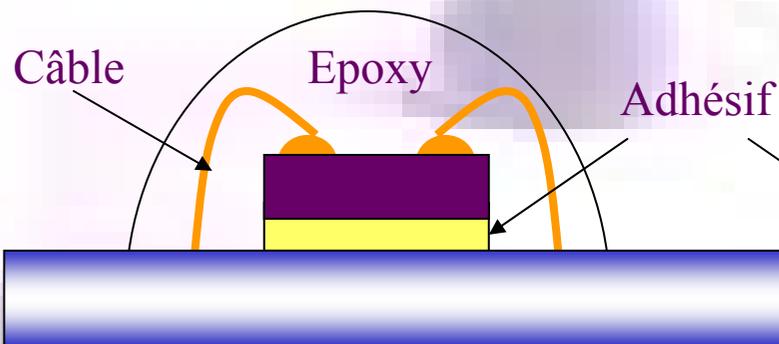
D. AU LAAS

E. ANNEXES

F. REFERENCES

Interconnexions : Les techniques

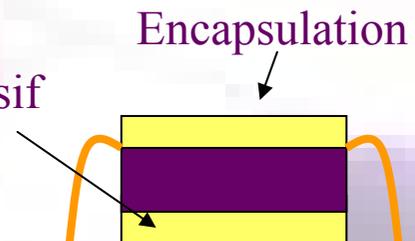
Wire bonding



2 options

- Wedge bonding
- Ball bonding

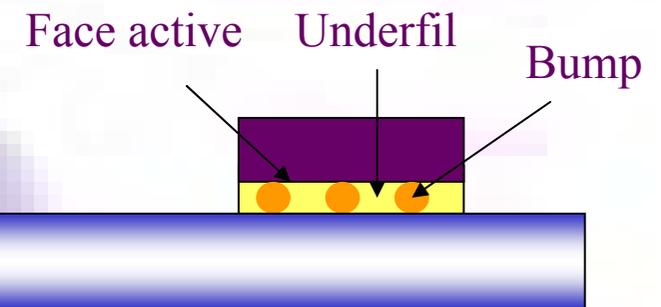
TAB



2 options

- Puce face en haut
- Puce face en bas

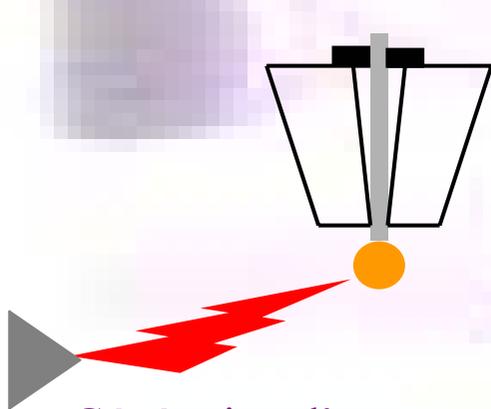
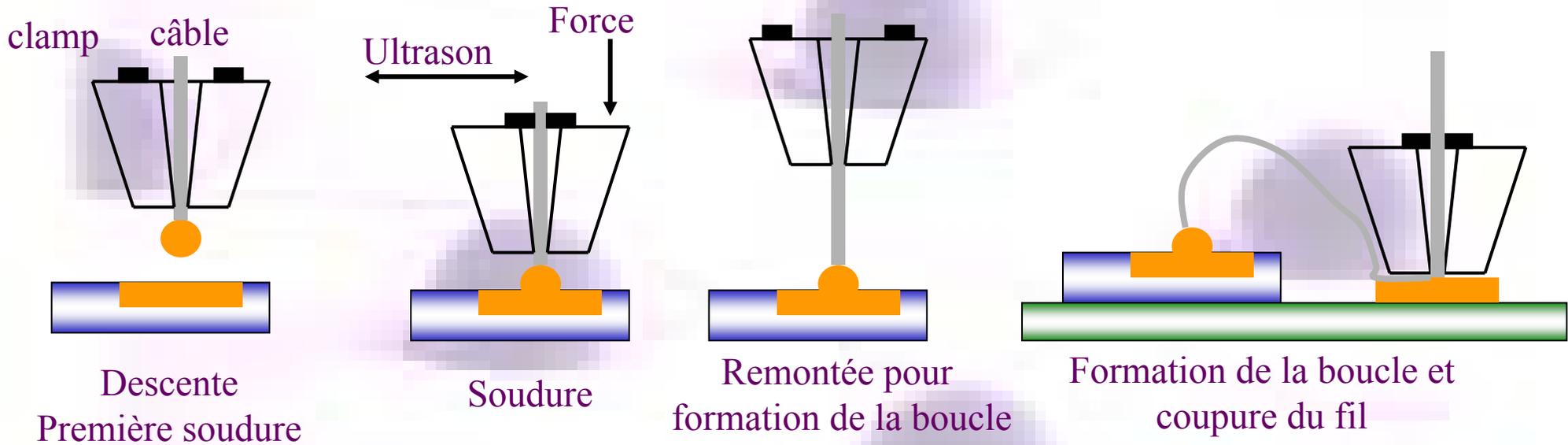
Flip chip



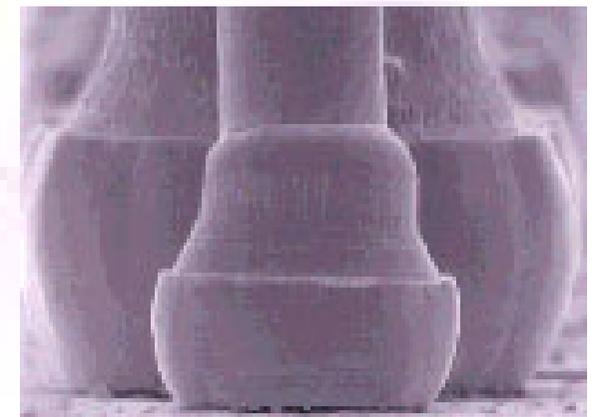
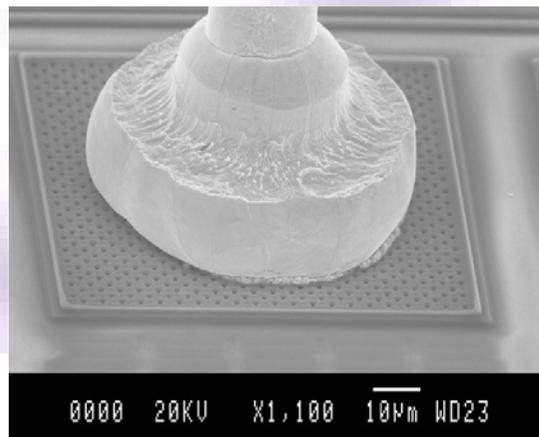
3 options

- Liaison métallurgique
- Liaison par adhésif
- Mixte

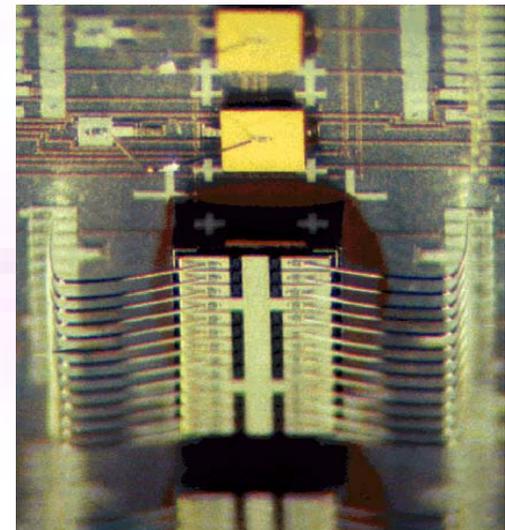
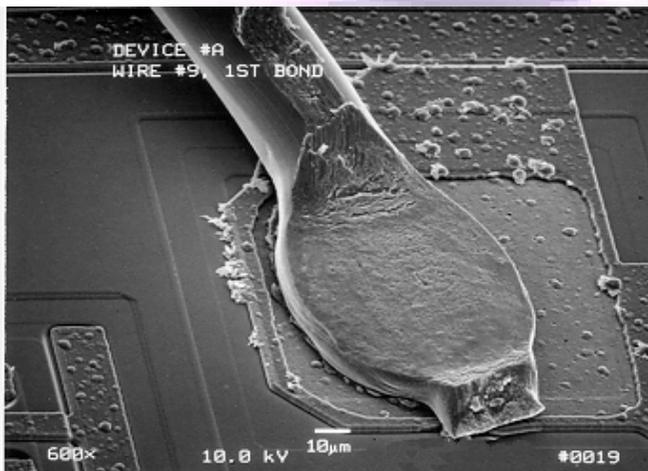
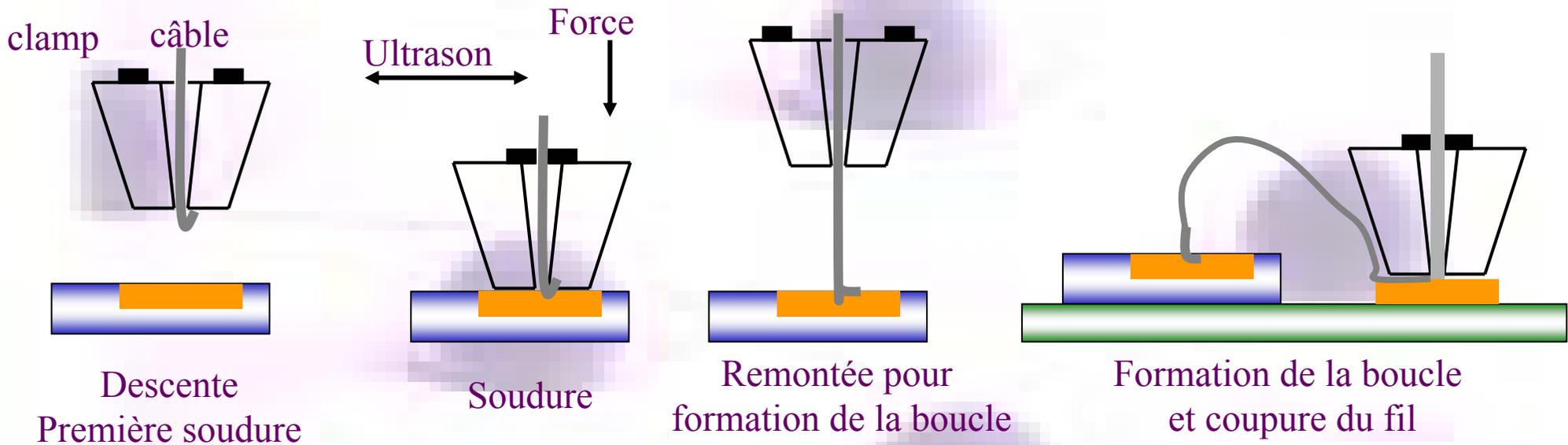
Interconnexions – Filaires – Ball bonding



Génération d'une nouvelle boule



Interconnexions – Filaires – Wedge bonding



Interconnexions – Filaires - Paramètres

<u>Paramètre</u>	<u>Influence sur</u>
Topologie	Type de machine Type d'outil Hauteur de boucle
Plots de contact <ul style="list-style-type: none">o Natureo Tailleo Pas	Technique de soudure Nature du fils Diamètre du fils Paramètres de soudure
Soudure <ul style="list-style-type: none">o Puissanceo Duréeo Force	Qualité Robustesse

Interconnexions – Filaires -Caractéristiques

	Ball bonding	Wedge bonding
Force	< 100 g	
Température	150-200°C	125-150°C
Fréquence	60-120 kHz	
Durée minimale (en mode automatique)	20 ms	80 ms
Pas du câblage	Moyen	Bon
Déformation maximale du câble	60-80%	25-30%
Nature des câbles	Au dopé Be et Ca (5-10ppm) Al dopé Si (1%) Al dopé Mg (0.5 –1%)	
Diamètres	25 µm , 50 µm,..	

Interconnexions – Filaires – Les équipements

Delvotek -Wedge -Semi automatique



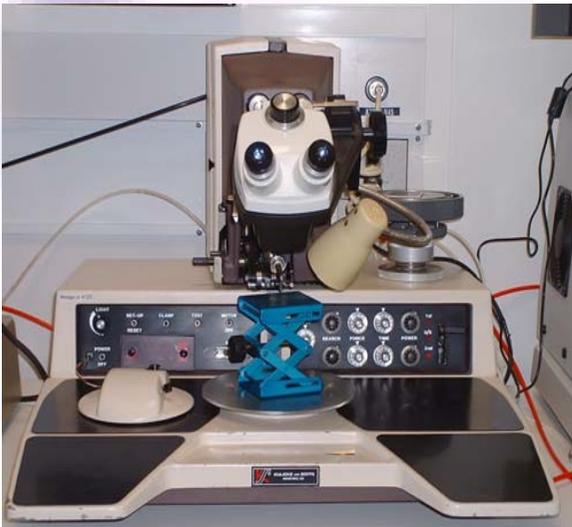
Caractéristiques nécessaires des plots

- Aluminium ou Or
- 8000 Å
- Recuits
 - Al 450°C 20'
 - Au 250°C 20'

KnS 484-Wedge -Manuelle



KnS 4123-Wedge -Manuelle



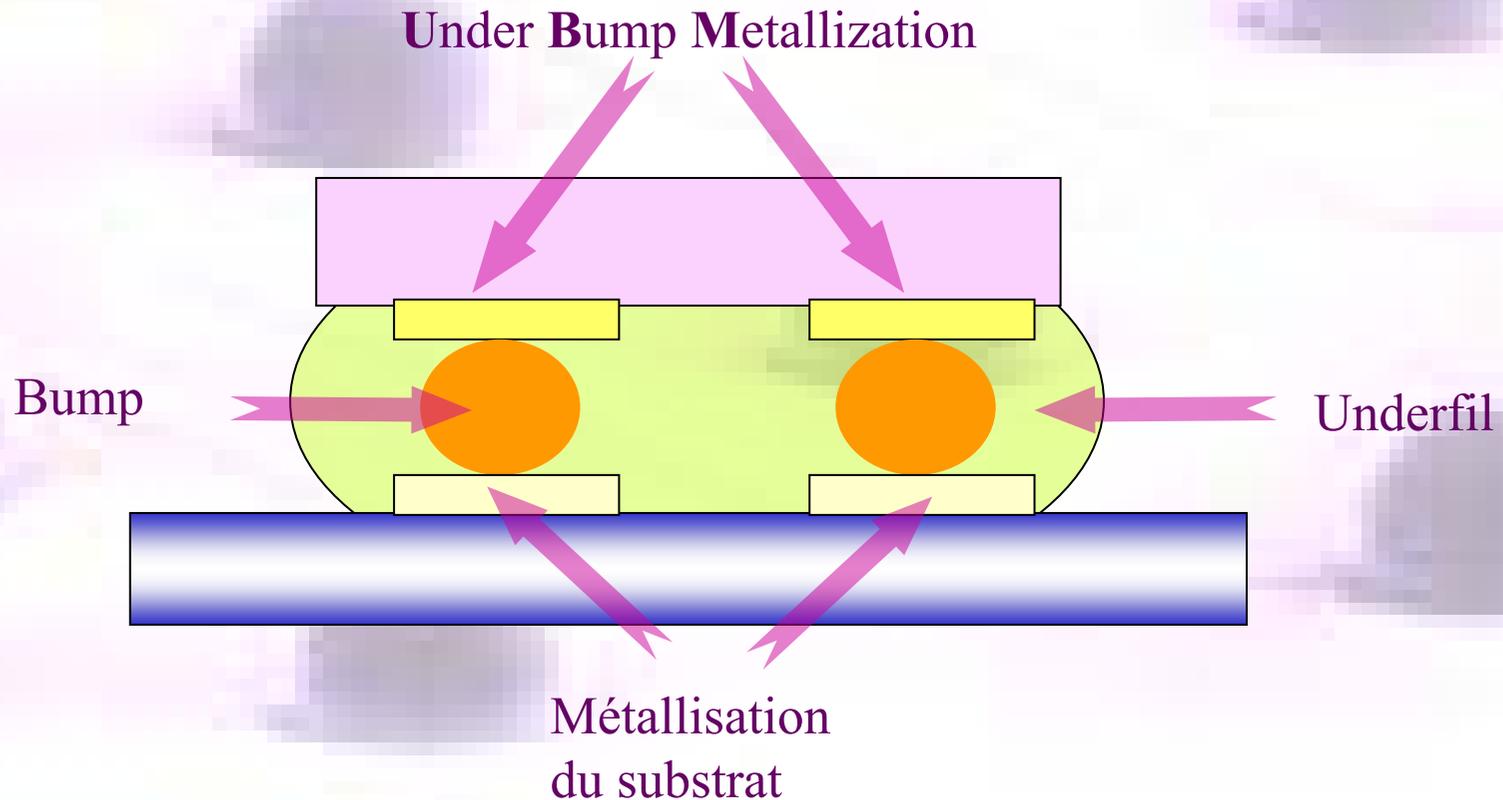
KnS 4124-Ball -Manuelle



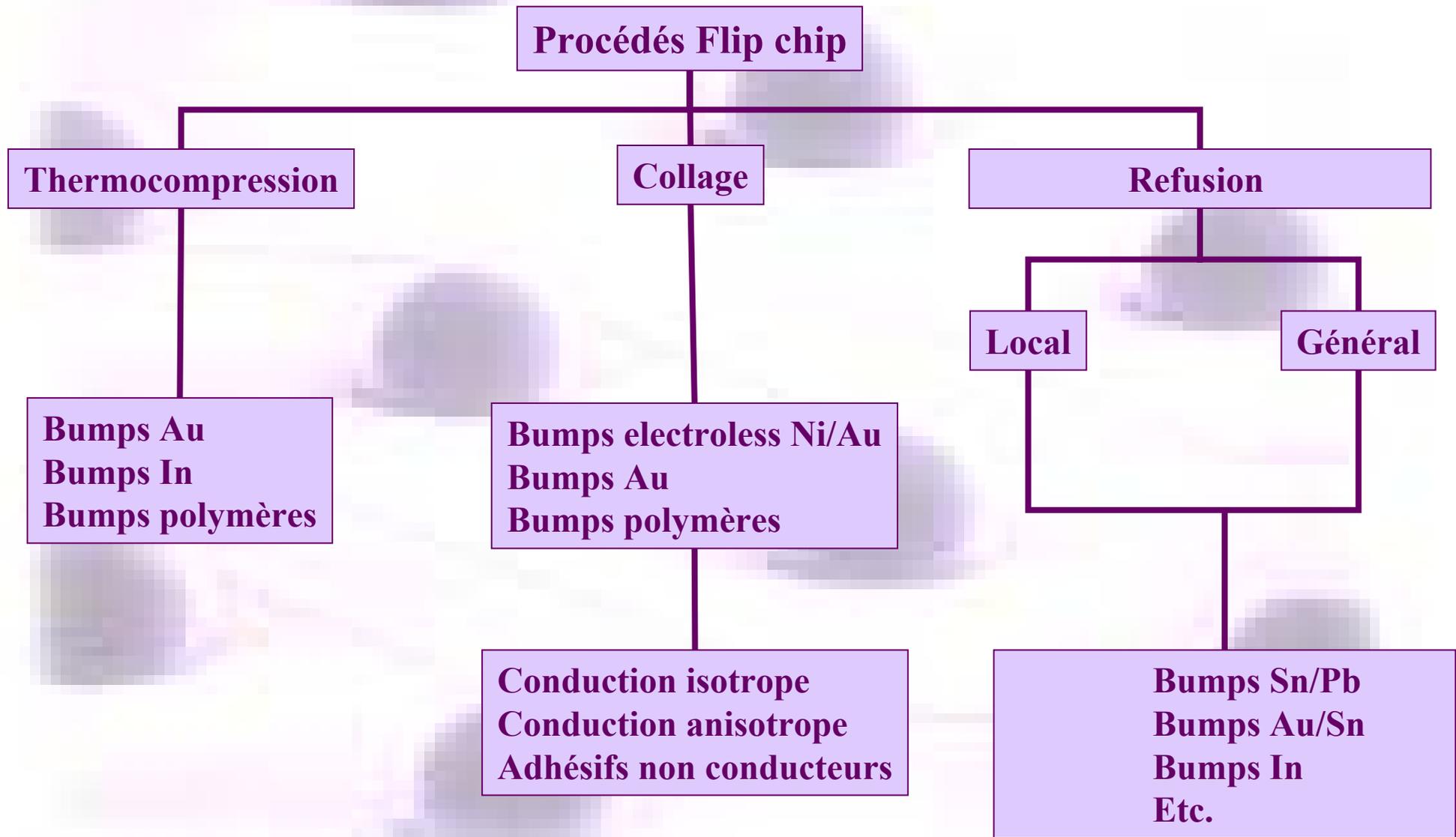
Interconnexions – Flip chip - Principe

La puce retournée est directement soudée sur le substrat par l'intermédiaire de plots métalliques (bumps) préalablement réalisés

✓ Quatre zones fonctionnelles



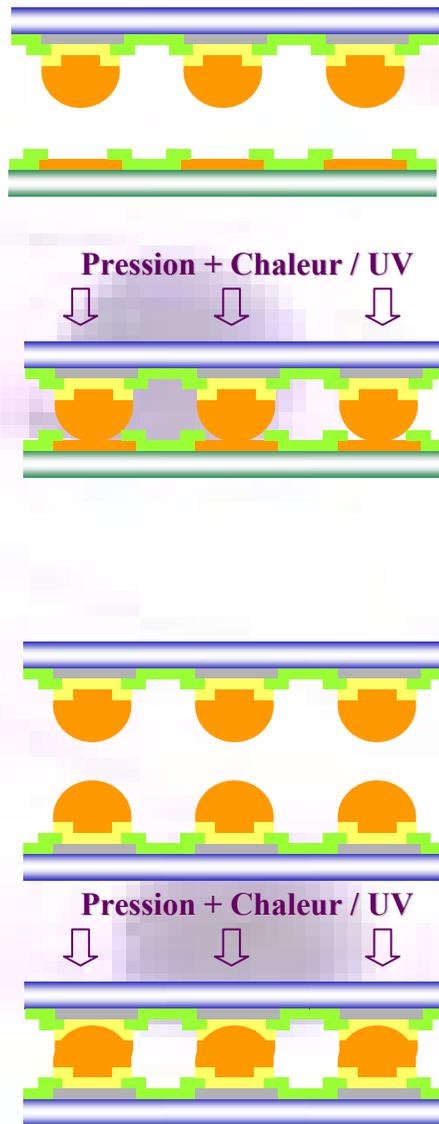
Interconnexions – Flip chip – Les procédés



Interconnexions – Flip chip - Procédés

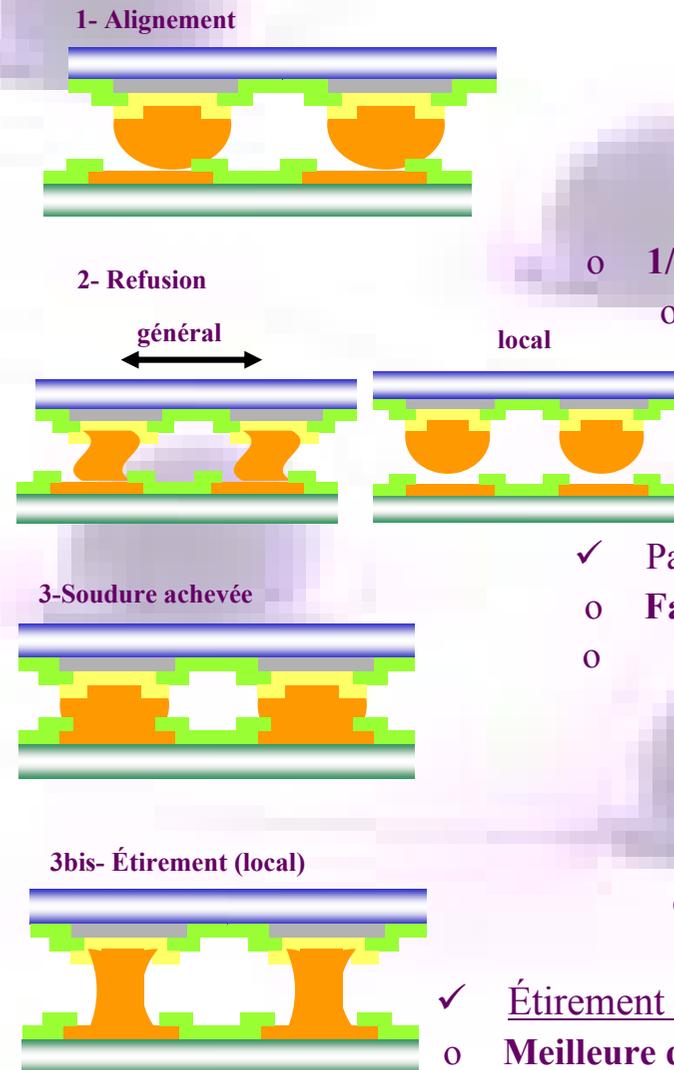
Thermo compression

- ✓ Bumps
 - Au
 - In
 - Polymères
- ✓ Précision fonction de
 - Taille des bumps
 - Taille des plots
 - Pas des plots
- ✓ Parallélisme nécessaire
 - Élevé
- ✓ Forces élevées
 - 10 kg/mm² pour Au
- ✓ Température
 - 300-350°C pour Au
 - Ambiante pour In



Refusion

- ✓ Bumps
 - Sn/Pb
 - In
 - Au/Sn
- ✓ Précision
 - 1/3 plots pour général
 - Élevée pour local
- ✓ Parallélisme nécessaire
 - Faible pour le général
 - Fort pour le local
- ✓ Forces faibles
- ✓ Température
 - 183° pour Sn/Pb
- ✓ Étirement des soudures (local)
 - Meilleure durée de vie en cycle thermique

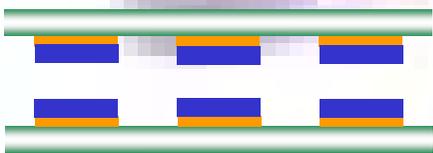


Interconnexions – Flip chip - Procédés

Bumps polymères

- ✓ Précision fonction de
 - o Taille des bumps
 - o Taille des plots
 - o Pas des plots
- ✓ Parallélisme nécessaire
 - o **Faible (ductilité)**
- ✓ Thermocompression
- ✓ Force et température
 - o **Plus faible que pour Au**

1- Alignement



2- Pression+chaleur



1bis- Dispense de colle et alignement



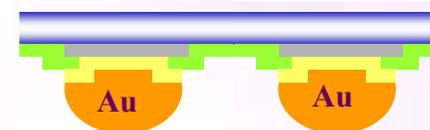
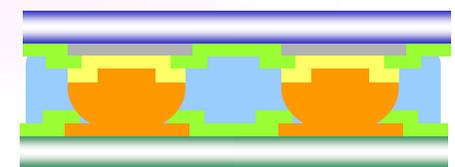
2bis- Réticulation



Adhésifs non conducteurs

- ✓ Bumps
 - o Ni/Au electroless
 - o **Ball bumping**
- ✓ Précision fonction de
 - o Taille des bumps
 - o Taille des plots
 - o Pas des plots
- ✓ Parallélisme nécessaire
 - o **Fort**
- ✓ Forces
 - o Moyenne lors du contact puis
 - o Dues à la réticulation de la colle

1- Alignement

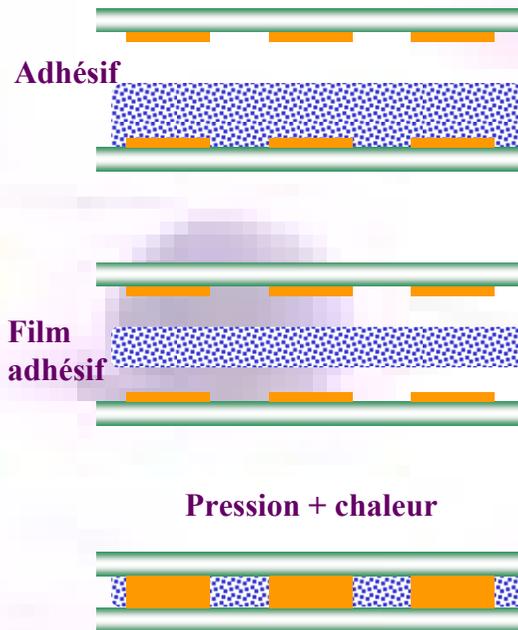
2- Contact + chaleur
2bis-Contact + UV

- ✓ Réticulation
 - o Thermique
 - o UV

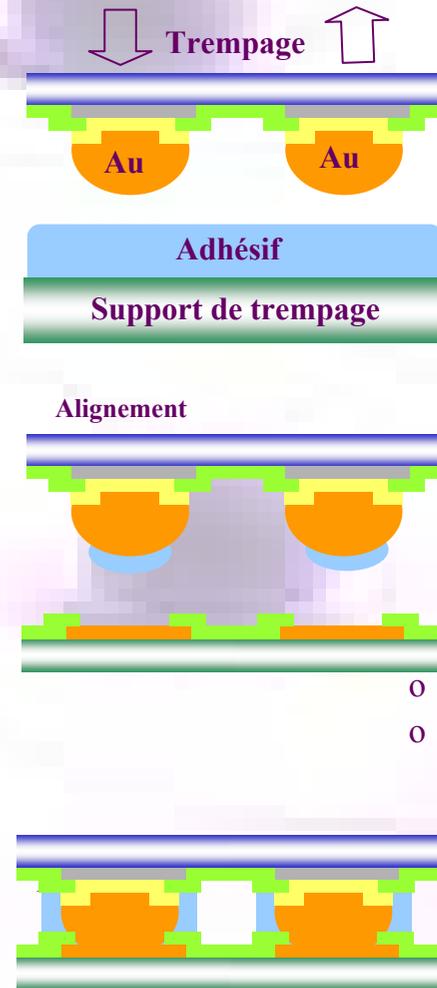
Interconnexions – Flip chip - Procédés

Conducteurs anisotropes

- ✓ Bumps
 - Ni/Au electroless
- ✓ Pads
 - Au
- ✓ Adhésifs
 - Pâtes
 - Films
 - Préformes
- ✓ Soudure
 - Parallélisme très élevé
 - Contrôle très précis de la température
 - Contrôle très précis de la température



Conducteurs isotropes



- ✓ Bumps
 - Ni/Au electroless
 - Polymères
 - Ball bumping
- ✓ Précision fonction de
 - Taille des bumps
 - Taille des plots
 - Pas des plots
- ✓ Parallélisme nécessaire
 - Fort
- ✓ Forces
 - Moyenne lors du contact puis
 - Dues à la réticulation de la colle
- ✓ Réticulation
 - Thermique
 - UV

Interconnexions – Flip chip – Under Bump Metallisation

Rôles

- ✓ Accrochage composant / bumps
- ✓ Prévention de la corrosion
- ✓ Barrière à la diffusion intermétallique

Morphologie (techniques des films minces)

Anti oxydant : Au

Accrochage : SnPb, Cu, Ni, Pd, Pt

Barrière : Cu, W, Ti, TiW, Ni, CrCu

Adhésif : Cr, Ti, Ni, W, TiW, Zn

Composant

Typiquement utilisés

- [Cr, CrCu, Cu, Au]
- [Ti, Ni, Au]
- [Al, Ni V, Cu]
- [Zn, Ni-P, Au]
- [Ti, Pt, Au]
- [Ti, W, Ni, Au]

Interconnexions – Flip chip -Bumps

Rôles

- ✓ Connexion électrique
- ✓ Dissipation thermique
- ✓ Fixation mécanique

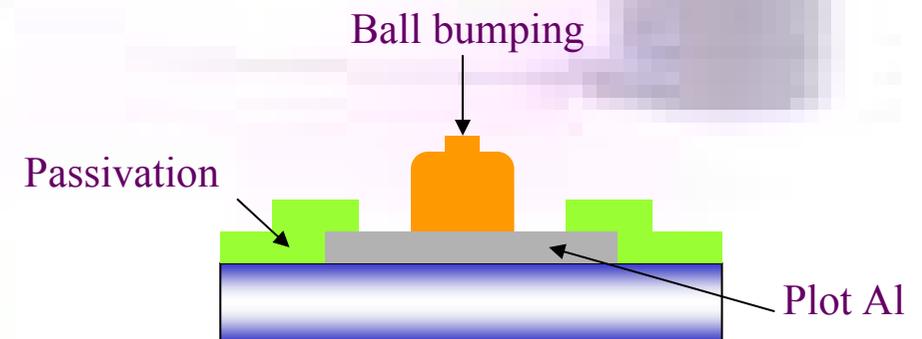
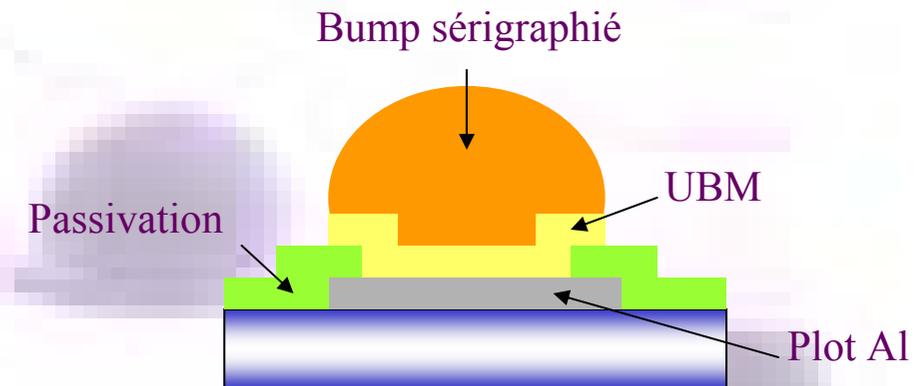
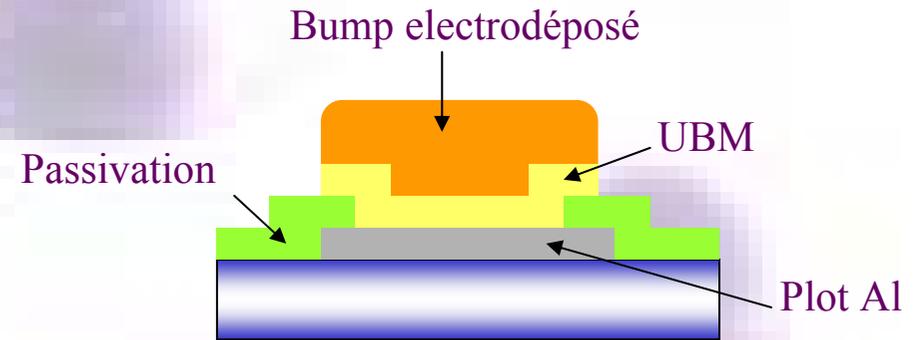
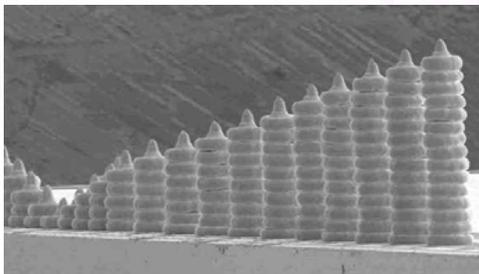
Compositions types pour les alliages

- ✓ **Point de fusion à température élevée (> 250°C)**
 - 95% Pb - 5% Sn
 - 97% Pb – 3% Sn
- ✓ **Point de fusion à température moyenne (entre 200 et 250°C)**
 - 95.5% Sn – 3.5% Ag – 1% Cu
 - 85.9% Sn – 3.1% Ag – 10% In – 1% Cu
 - 96.5% Sn – 3.5% Ag
- ✓ **Point de fusion à température basse (< 250°C)**
 - 37% Pb – 63% Sn eutectique
 - 88% In – 12% Pb
 - 100% In
 - 48% Sn – 52% In

Interconnexions – Flip chip - Bumps

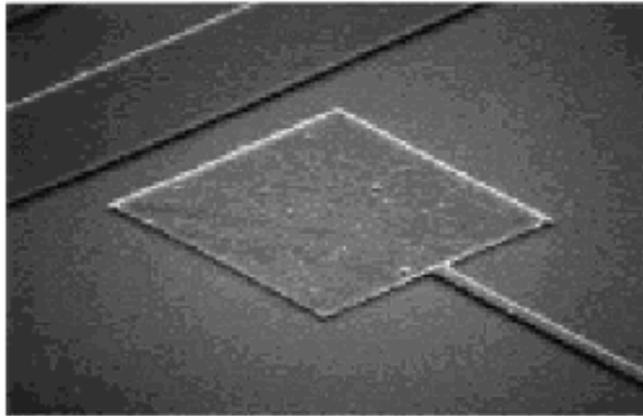
Techniques de réalisation

- ✓ Evaporation
- ✓ Croissance électrolytique
- ✓ Electroless
- ✓ Sérigraphie
- ✓ Ball bumping
- ✓ Cœur polyimide métallisé
- ✓ Jet d'encre

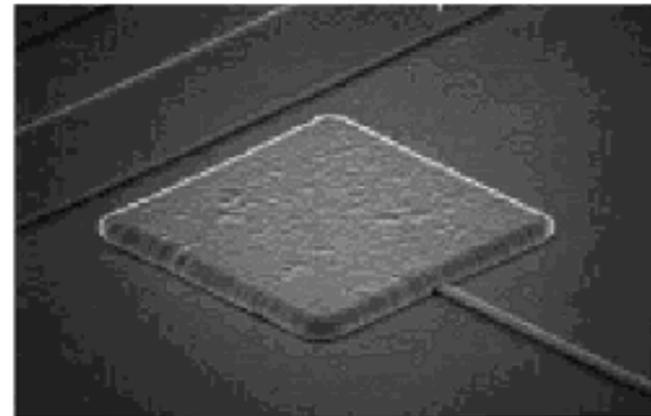


Interconnexions – Flip chip – Bumps

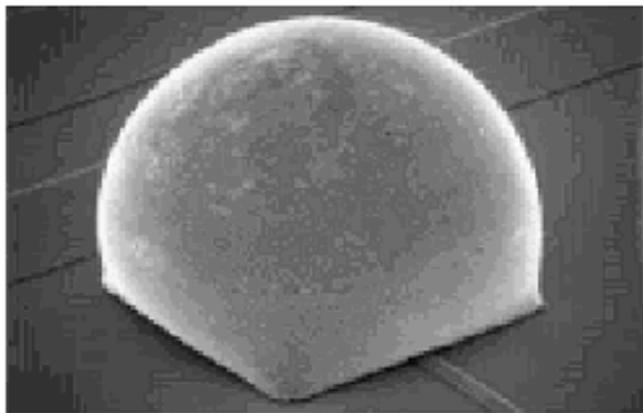
Exemple de réalisation par sérigraphie et refusion



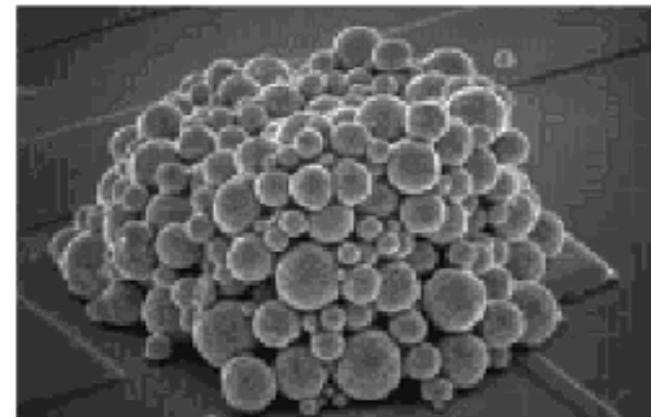
Pad Al



UBM



Refusion



Dépôt de la brasure par sérigraphie

Interconnexions – Flip chip – Métallisation de substrat et Underfill

Métallisation de substrat

✓ Rôles

- o Connexion électrique
- o Fixation mécanique

✓ Composition

- o Identique à celle des bumps

✓ Procédés

- o Identiques à ceux des bumps

Underfill

✓ Rôles

- o Compenser les CTE
- o Protection chimique
- o Protection mécanique

✓ Composition

- o Polymères
- o Adhésifs

✓ Procédés

- o Capillarité puis réticulation
- o Injection puis réticulation

Interconnexions – Flip chip - Équipement

FC 150 : semi automatique

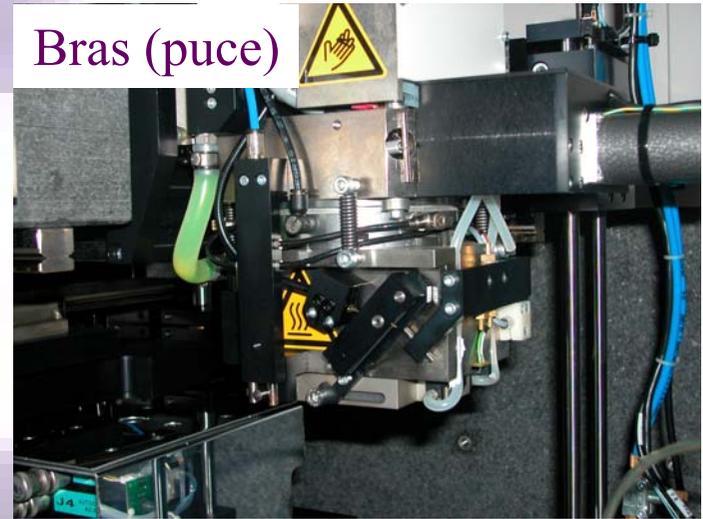
T° jusqu'à 450 °C

Précision de l'alignement : 1 µm

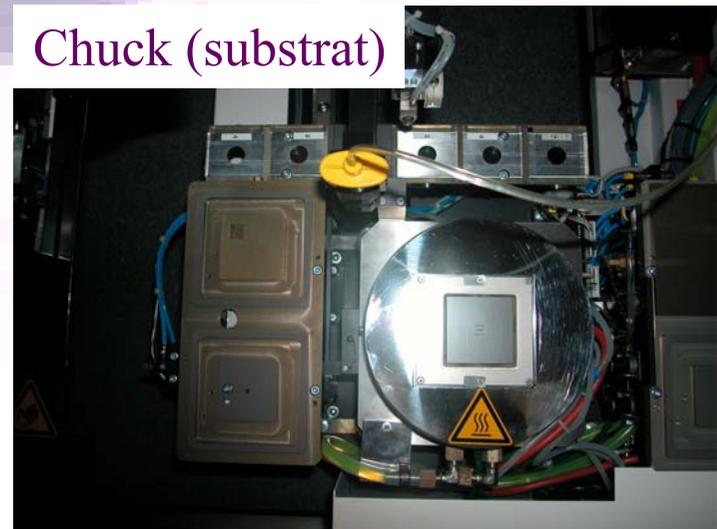
Dispense d'underfill



Bras (puce)



Chuck (substrat)



Interconnexions – Flip chip – FC150 : Structure générale

- ✓ Système d'alignement (chuck) motorisé en X et Y
- ✓ Système optique
 - o Motorisé en X et Y
 - o Surimposition : vues simultanées puce / substrat
 - o Auto collimateur intégré (vérification parallélisme)
- ✓ Bras de soudure (UBA)
- ✓ Système de manipulation du substrat
 - o Chargement /Déchargement
- ✓ Système de contrôle
 - o Déplacements (joysticks)
 - o Focalisation
 - o Paramètres process
 - o Écriture procédures
- ✓ Dispense de colle
 - o Non volumétrique

Interconnexions – Flip chip – FC150 : Caractéristiques

✓ Tailles des échantillons

- o Puce 0.2 à 40 mm
- o Substrat 0.5 à 150 mm

✓ Courses moteurs

- o X 300 mm
- o Y 250 mm
- o Précision 1 μm

- o Z (chuck) 6 mm / $\pm 7^\circ$
- o Précision 0.5 μm / $5.7 \cdot 10^{-3}^\circ$

✓ Optique

- o Taille du champ 375 x 280 μm
- o Grossissement x 400
- o Courses 44 x 143 mm
- o Précision 1 μm

✓ Chuck 2 pouces

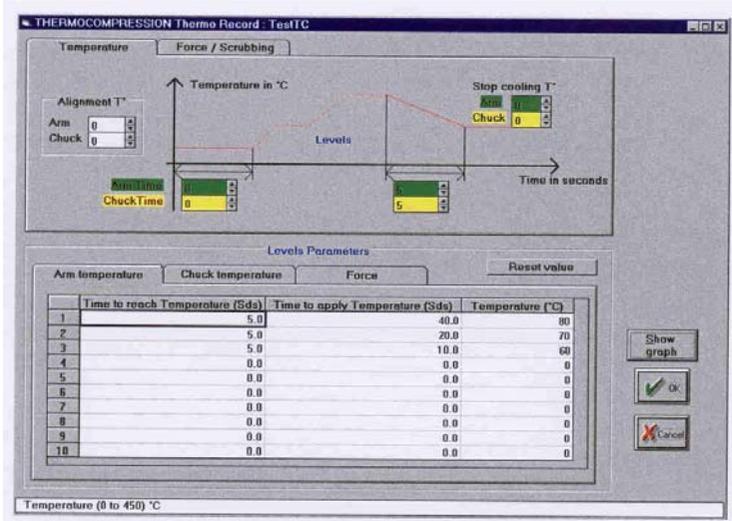
- o Jusqu'à 450 $^\circ\text{C}$ à $\pm 1^\circ\text{C}$
- o Uniformité 5 %
- o Puissance maximum 1600 W
- o Rampe maximum 10 $^\circ\text{C/s}$

✓ UBA

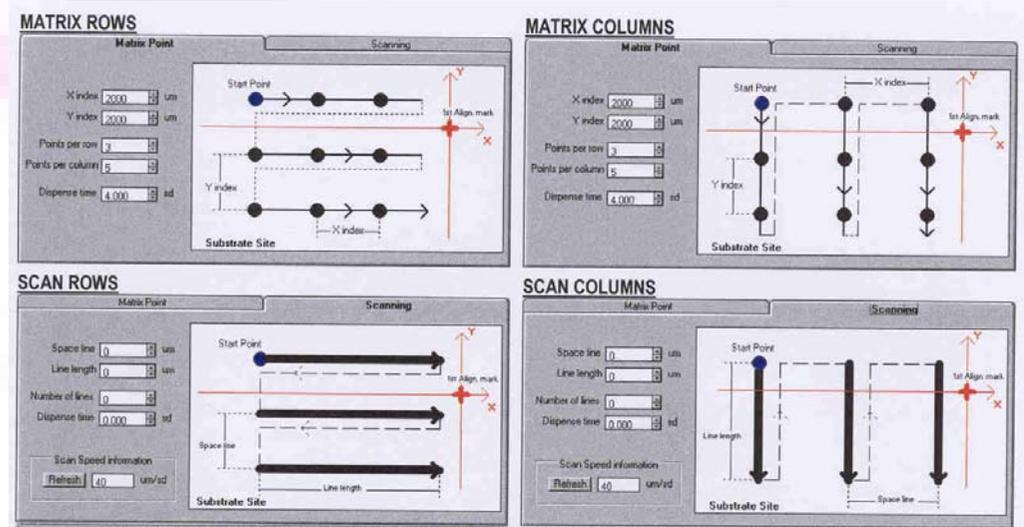
- o Même caractéristiques thermiques
- o Force maximum 50 kg
 - Précision 3 g entre 0 et 5 kg
 - Précision 12g entre 5 et 30 kg
 - Précision 24g entre 30 et 50 kg

Interconnexions – Flip chip – FC150 : fonctionnalités

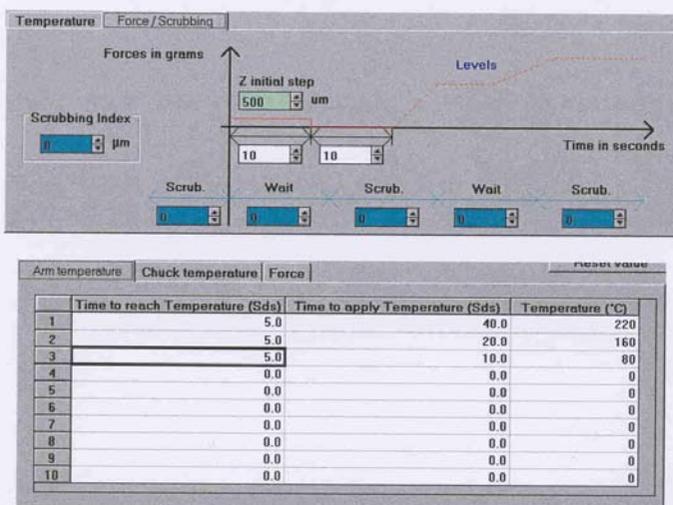
✓ Thermocompression



✓ Enduction



✓ Refusion générale



✓ Hybridation

- o Thermique
- o UV

Interconnexions – Flip chip – FC150 : mise en oeuvre

1. Définition des bibliothèques

- o Substrat
 - Morphologie des sites d'hybridation
 - Position des motifs d'alignement
- o Puces
 - Morphologie
 - Position des motifs d'alignement
- o Cassettes substrat et cassettes puces
 - Morphologie
- o Hybridation
 - Thermocompression
 - UV
 - Refusion
 - Collage

2. Choix ou fabrication des outils

- o Cassettes et outil de préhension de la puce
- o Fonction de la puce et du substrat

3. Pré écriture du programme

4. Test des étapes pas à pas

5. Déverminage

6. Validation des étapes

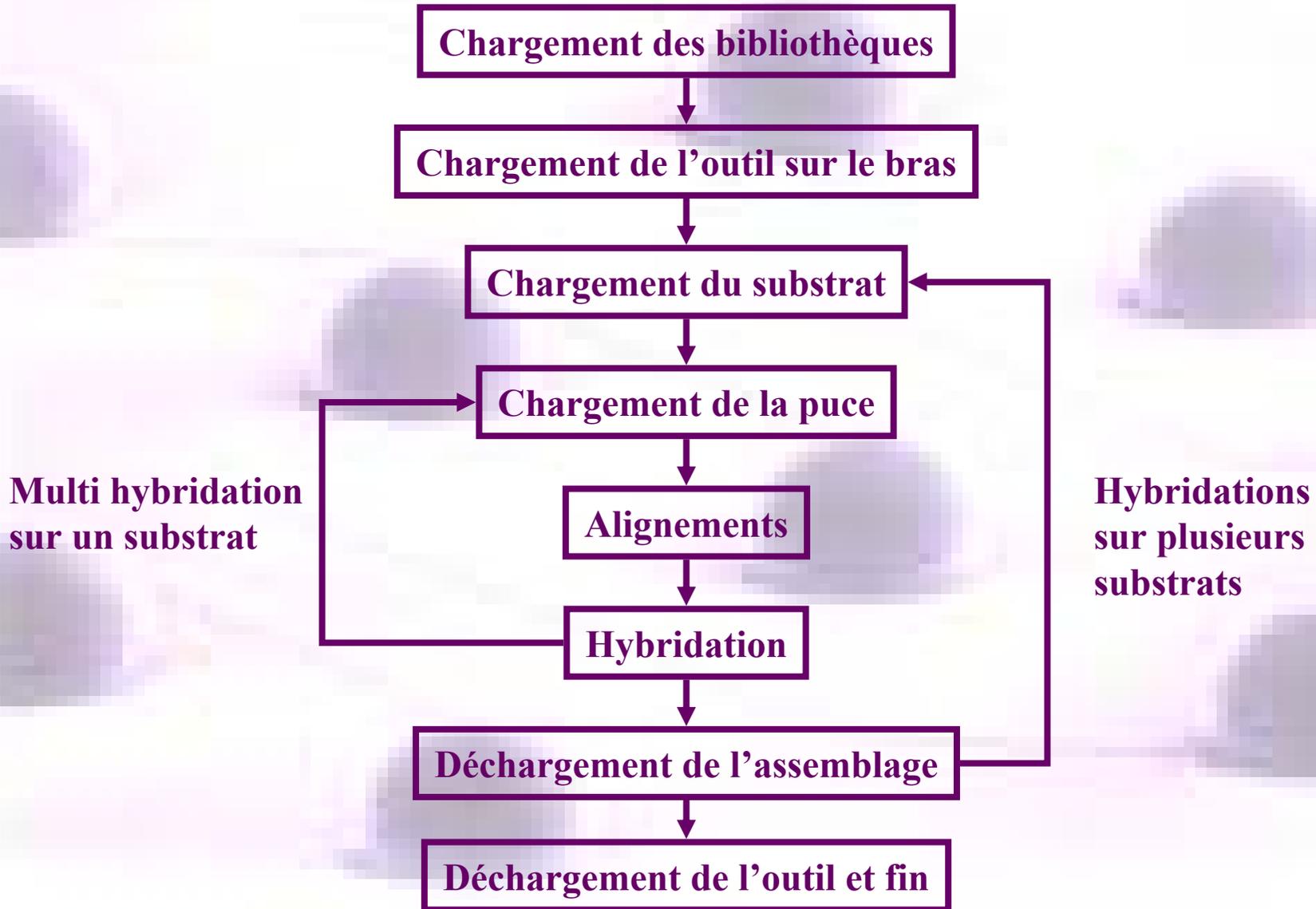
7. Écriture définitive

8. Compilation

9. Calibration machine

10. Exécution (semi automatique)

Interconnexions – Flip chip – FC150 : cycle type



Interconnexions – TAB

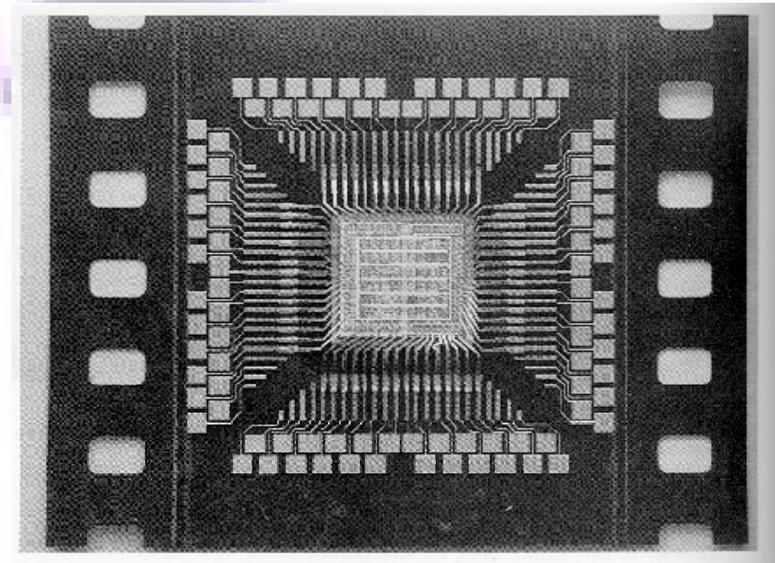
Montage automatisé de CI, préalablement disposés sur des films souples, sur une carte.

Morphologie identique au flip chip

- o UBM (2 couches)
 - Barrière : Ti, Tu, TiTu, Cu, Mo, Ni, Pt, Pb, Cr
 - Accrochage : Au, Cu, SnPb
- o Bumps : Au, Cu, SnPb

Procédés

- o Thermocompression
- o Soudure laser
- o Soudure laser-ultrasons
- o Gaz chaud



Interconnexions – Les techniques - Performances

	Filaire (Au)	TAB (Cu)	Flip chip (Pb/Sn)
Résistance (ohms)	0.03	0.02	0.002
Inductance (nH)	0.65	2.1	0.2
Capacité (pF)	0.006	0.04	0.001
Max E/S (2000)	<700	800-100	>1000+
Max E/S (2010)	1000	2000	10 000
Réparation	Faible	Faible	Bonne
Taux d'erreur	10E-5	-	< 10E-8
Empreinte	Moyenne	Moyenne-grande	Petite
Performances électriques	Acceptables	Bonnes	Excellentes
Performances thermomécaniques	Acceptables	Excellentes	Bonnes
Coût relatif	1	1.2	0.8

MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES

1. **Processus générique de la microélectronique**

- a. Discrétisation
- b. Assemblage
- c. Interconnexion

d. Protection

- 2. Assemblages de substrats
- 3. Assemblages hybrides et 3D

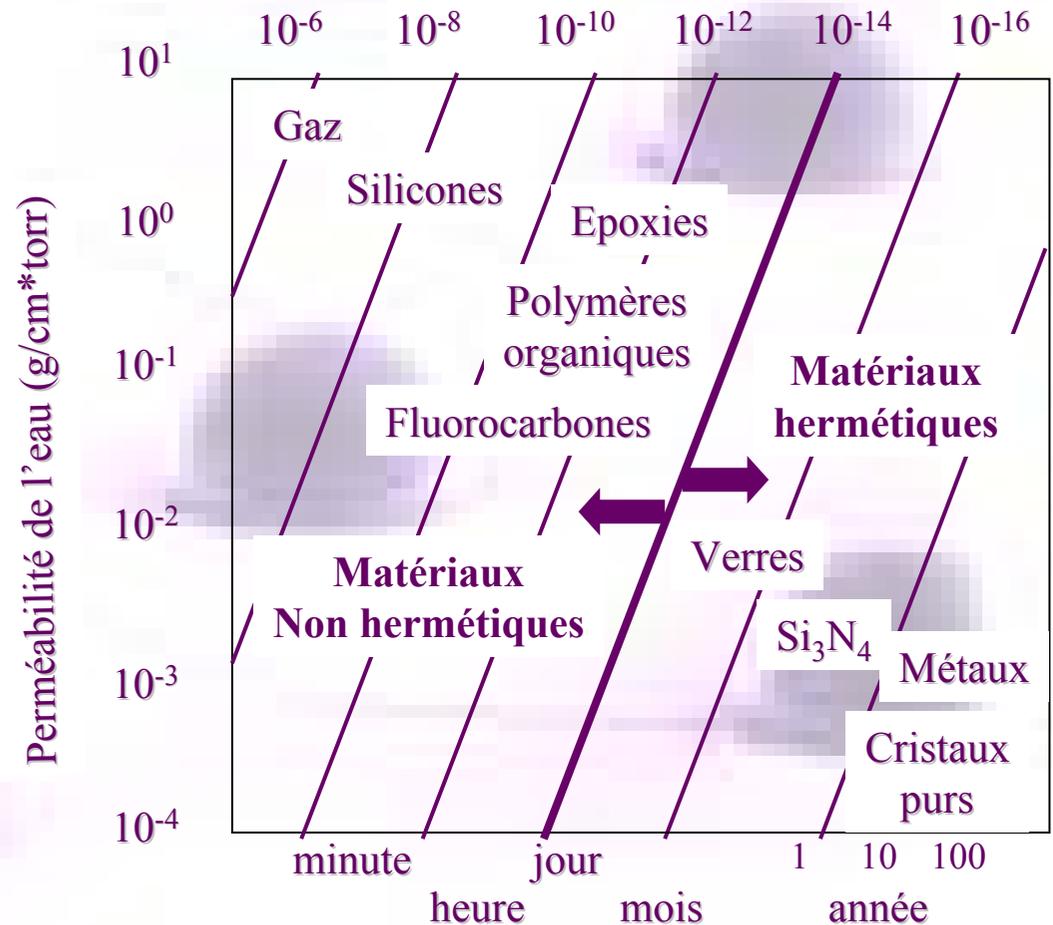
D. AU LAAS

E. ANNEXES

Protection – Définitions

Réaliser la protection mécanique, chimique, et électrique des composants

- ✓ Encapsulation : protection non hermétique. Elle est réalisée avec des composés organiques
- ✓ Scellement : protection hermétique. Il est réalisé avec des éléments non organiques (capots)
- ✓ Herméticité : diffusion d'He $< 10^{-8} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$



Protection – Encapsulation

Matériaux

o Composés

- Résine
- Solvant
- Liant réticulable
- Catalyseur
- Colorant
- Réducteur de CTE

Exemple pour l'underfill

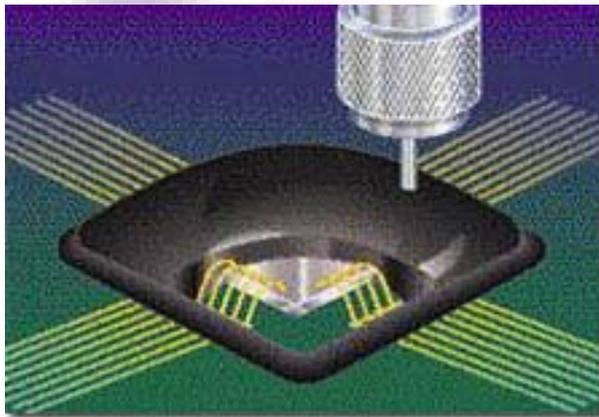
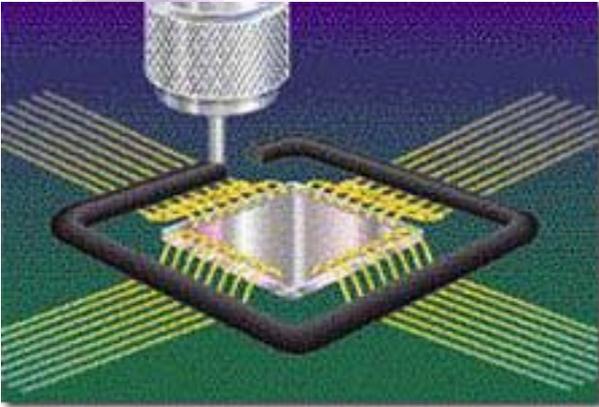
Biphenal A diepoxie	5.8%
Epoxie cycloaliphatique	12.5%
Anhydride HMPA	13.8%
2ethyl 4methyl imidazole	0.3%
Pigment noir	0.1%
Sphérules de silice	67.5%

✓ Quatre familles

- Epoxy
- Silicones
- Urethanes
- Cyanate esther

Protection – Encapsulation

Glob top



Underfill

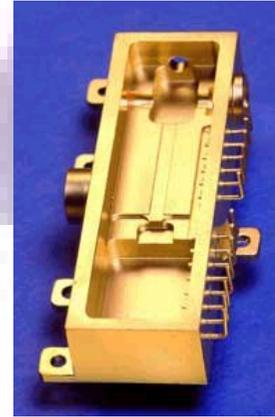
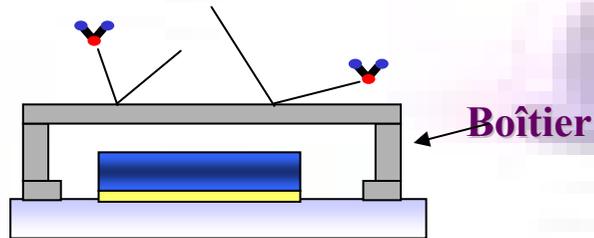
- o Mise en œuvre par capillarité avec
 - Viscosité faible
 - Tension de surface élevée
 - T° du composant de 70 à 100 °C
- o Forme du périmètre
- o Taille de l'aiguille
- o Position de l'aiguille
- o Pression dans la seringue
- o Vitesse de déplacement



Protection – Scellement

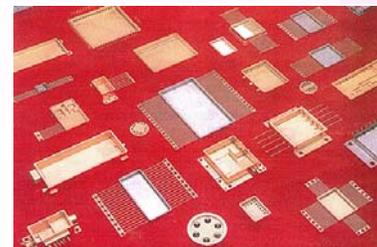
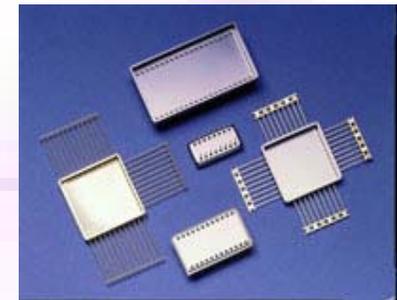
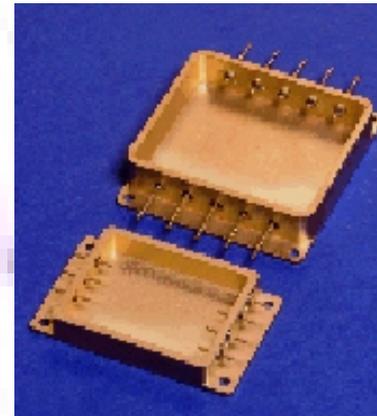
✓ Boîtiers

- o Métalliques
- o Céramiques
- o ...



✓ Paramètres

- o Domaine d'utilisation
 - RF
 - Puissance
 - Optoélectronique
 - ...
- o Morphologie
 - Géométrie
 - Dimensions
 - Poids
- o Nombre de connexions



✓ Infinité de solutions adaptées à chaque application !!!

MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES

1. Processus générique de la microélectronique

2. Assemblages de substrats

a. Amincissement

b. Soudure

3. Assemblages hybrides et 3D

D. AU LAAS

E. ANNEXES

Principe d'un grinder

- ✓ Une meule abrasive, en rotation, enlève la matière d'un échantillon lui-même en rotation. Un fluide permet le refroidissement pendant le procédé

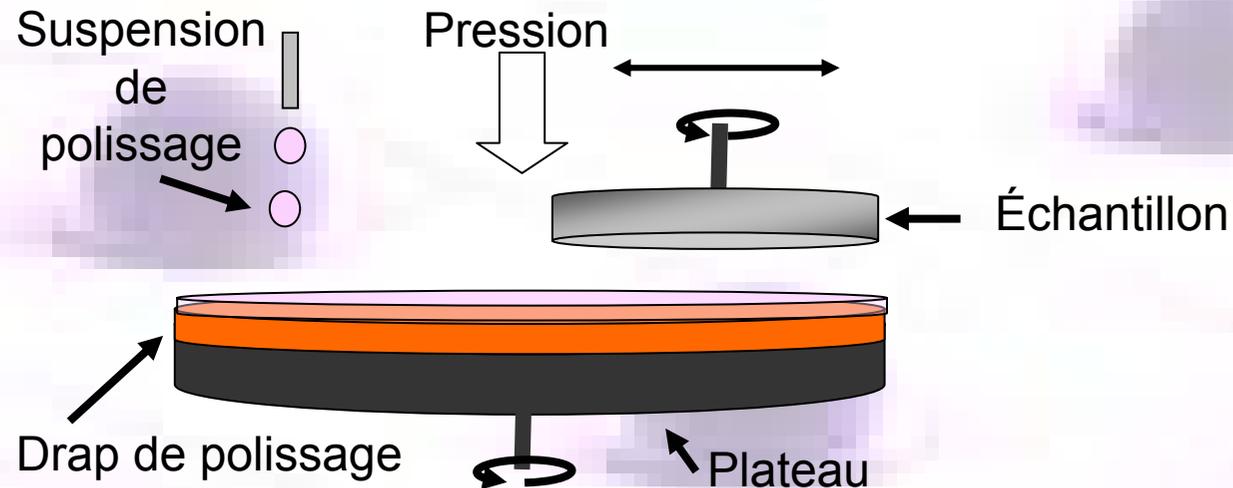


- ✓ Paramètres principaux

- o Nature des matériaux (abrasif, échantillon)
- o Vitesses de descente de la tête
- o Vitesses de rotation

Principe d'une polisseuse

- ✓ Un plateau en rotation porte un drap imprégné d'une suspension micro abrasive. L'échantillon, disposé sur une tête en rotation et en translation, est amené au contact du drap avec une pression contrôlée



- ✓ Paramètres principaux

- o Caractéristiques des matériaux (échantillon, drap, suspension)
- o Vitesses de rotation, débit de la suspension
- o Pression de la tête

Amincissement de substrats : Grinder vs Polisseuse

✓ Grinder

- o Procédé agressif
- o Procédé rapide
- o Grandes épaisseurs
- o Transmission du stress jusqu'à 3 fois la taille de la particule minimum
- o Améliore l'uniformité d'épaisseur
- o État de surface de faible qualité

✓ Polisseuse

- o Procédé doux
- o Procédé lent
- o Relaxation du stress
- o Limité à 20-30 μm maximum
 - Perte de planéité
 - Échantillons convexes
- o Très bon état de surface

✓ Procédés complémentaires !!!

Grinder G&N MPS2-R300DCS :



Meule

Portes échantillons



Bras de mesure



Enceinte de process

Panneau de commande

MPS2 R300 DCS
G&N

Jauge de mesure in situ

Commandes manuelles



Verniers de vitesses de rotation

Programmateur

Automate de gestion

Grinder G&N MPS2-R300DCS : Paramètres matériels

Rugosité moyenne générée par les meules (en μm)

	Steel	Ha.-Metal	Alu	Ceramic	Al ₂ O ₃	Glass	Si
# 8000							0,0025
# 4000							0,004
D 3							0,01
D7K		0,005				0,002	0,016
D15K		0,009-0,017		0,01-0,07			0,02-0,08
D15M							0,1
D20K							
D20M							
D25K				0,11			
D25M							
D35K							
D35M							0,175
D46K		0,009-0,02		0,08-0,2	0,28-0,35	0,07-0,13	0,1-0,25
D46M						0,1-0,15	
D76K	0,12-0,18	0,14-0,19		0,05-0,09			
D76M							
D91K			0,23-0,29	0,2-0,6			
D91M			0,22-0,28	0,2-0,8	0,2	0,5-1,2	
D107K							
D107M							
D126K		0,18-0,2				0,37-0,4	
D126M					0,5-0,8		
B30K	0,04-0,08	0,06					
B46K	0,12-0,15			0,25-0,28		0,27-0,3	
B76K	0,09-0,13						
B107K	0,1-0,15						
B126K	0,12-0,15			0,25-0,28		0,27-0,29	
1A46J14	0,6-1,5						
EK120	0,23-1,0						
SC320	0,06-0,16						

✓ Paramètres fixes

- o Débit d'eau : 15l/min
- o Hauteur maximale de l'échantillon : 170 mm

✓ Paramètre variables

- o Rotation de la meule :
 - Actuellement à 2560 tr/min
 - Changement de la courroie et des poulies
- o Grain de la meule
 - Actuellement D15C

✓ Paramètres programmables

- o Vitesses de rotations du plateau
 - Pendant l'enlèvement : 0-30 tr/min
 - Pendant l'affinage : 0-30 tr/min
- o Vitesse d'enlèvement rapide : 10-1000 $\mu\text{m}/\text{min}$
- o Vitesse d'enlèvement lente : 1-1000 $\mu\text{m}/\text{min}$
- o Temps d'affinage : 0-1000 sec

Grinder G&N MPS2-R300DCS : Procédés

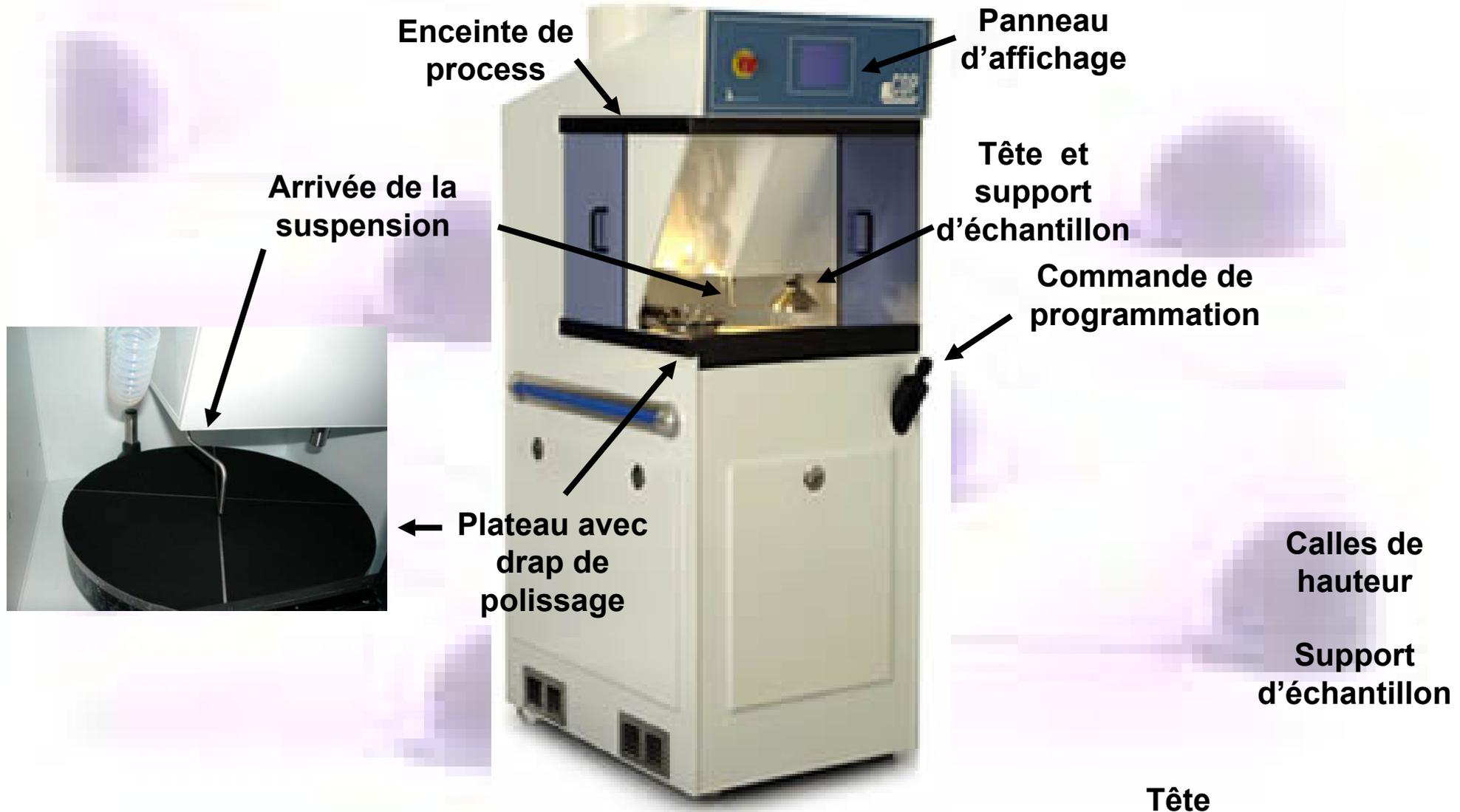
✓ 3 modes de programmation

- Enlèvement constant
- Épaisseur finale constante
- Mesure in situ

○ Premiers résultats

- Rugosité finale indépendante de la vitesse de descente lente
- Valeur moyenne avec meule D15C : 270\AA
- Flèche pour épaisseur finale de $400\ \mu\text{m}$: environ $115\ \mu\text{m}$.

Polisseuse Logitech CDP : Configuration



Polisseuse Logitech CDP : Paramètres matériels

✓ Choix du couple drap/suspension en fonction de l'application !!

✓ Suspension

- o Nature
 - Poudre abrasive
 - Oxyde d'aluminium (Pur, Fondu, Calciné)
 - Oxyde de Cérium
 - Carbure de Bore
 - Carbure de Silicium
 - Diamant synthétique
 - Fluide
 - Hypochlorite de sodium
 - Éthane diol
 - Etc.
- o Propriétés
 - Taille des grains
 - Abrasivité
 - Chimiques

✓ Drap de polissage

- o Nature (Fournisseurs très discrets)
 - Polyuréthanes
 - Feutres
 - Etc.
- o Propriétés
 - Texture (plus ou moins rugueuse)
 - Habilité à retenir la suspension

✓ Supports d'échantillons (époxies)

- o Taille adaptée à l'échantillon
 - Wafer
 - Pucés
- o Hauteur
 - Adaptable avec des calles
 - Optimiser pour un bon maintien

Polisseuse Logitech CDP : Programmation

✓ Fonctionnement Semi automatique

✓ Paramètres

o Débit de la suspension :

- 0 à 500 ml/min

o Vitesse de rotation du plateau :

- 0 à 160 tr/min

o Température du plateau :

- 60°C max

o Vitesse de rotation de la tête :

- 0 à 130°C

o Pression de la tête sur le plateau :

- 1 à 9 psi

o Amplitude de balayage de la tête :

- 0 à 100%

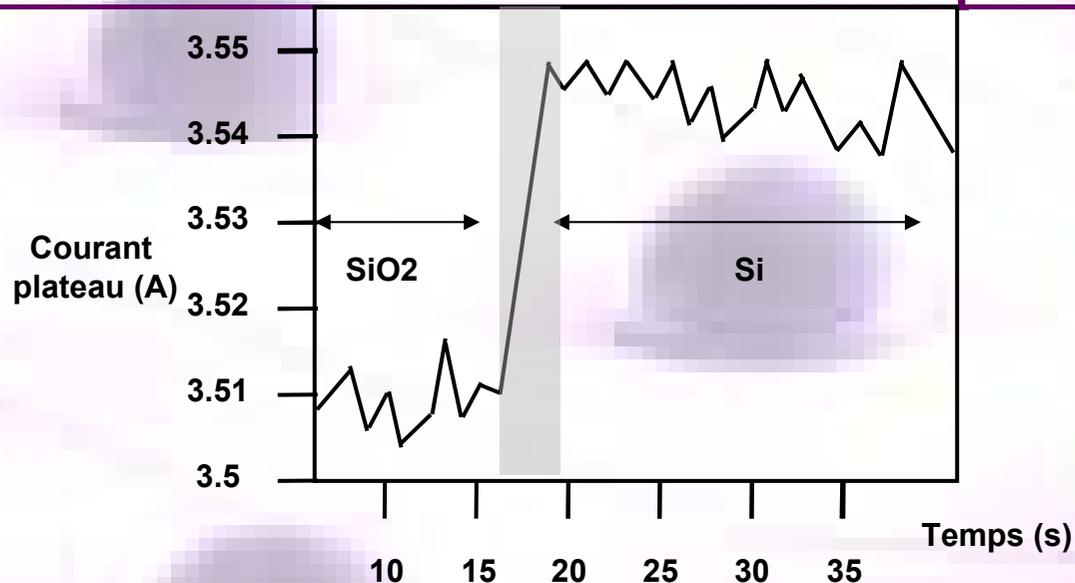
<u>Application</u>	<u>Suspension</u>		<u>Drap</u>	<u>Vitesse plateau</u>	<u>Vitesse tête</u>	<u>Pression</u>	<u>Débit</u>	<u>Rugosité</u>
	<u>Référence</u>	<u>Grains</u>						
SiO ₂	<u>Microplanar CMP 1150</u>	<u>Sub micron</u>	<u>Suba IV PII</u>	<u>60 tr/min</u>	<u>40 tr/min</u>	<u>3 psi</u>	<u>100 mls/min</u>	<u>≈ 2nm</u>
	<u>Semi-sperse</u>	<u>Sub micron</u>	<u>ESM-013 W/PSA</u>	<u>50 tr/min</u>	<u>30 tr/min</u>	<u>2 psi</u>	<u>120 mls/min</u>	<u>≈ 1.5nm</u>
	<u>Syton SF1</u>	<u>0.04 µm</u>	<u>Chemcloth</u>	<u>60 tr/min</u>	<u>40 tr/min</u>	<u>2 psi</u>	<u>120 mls/min</u>	<u>≈ 0.5nm</u>
Si ₃ N ₄	<u>Syton SF1</u>	<u>0.04 µm</u>	<u>Chemcloth</u>	<u>70 tr/min</u>	<u>50 tr/min</u>	<u>3 psi</u>	<u>150 mls/min</u>	<u>≈ 0.5nm</u>

Polisseuse Logitech CDP : Détection de changement de couches

✓ Mesure et affichage des paramètres machines

- Vitesse plateau
- Vitesse tête
- Courant moteur plateau
- Courant moteur tête

✓ Tout changement de matériaux induit une modification des paramètres

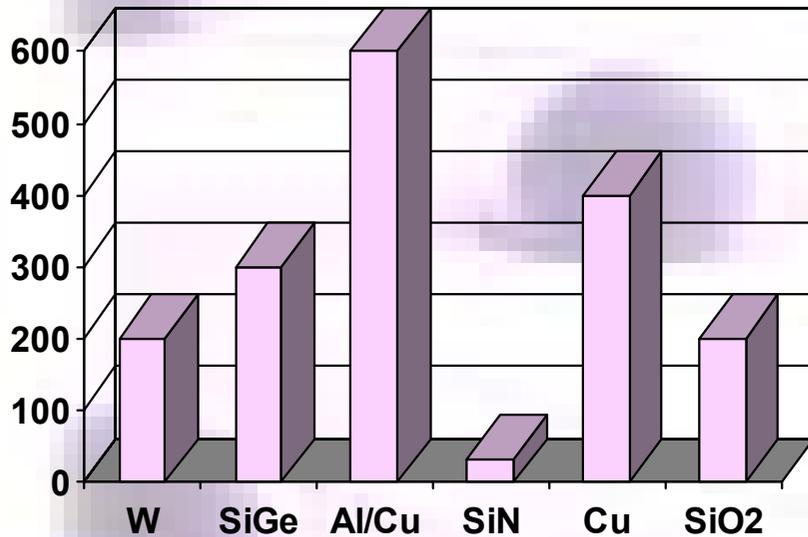


Étalonnage préalable car la plage de détection est très fine !!!!

Polisseuse Logitech CDP : Procédés

✓ Selon Logitech

Vitesse d'enlèvement en A/min



✓ SiO2

- o Uniformité ≈ 100 à 200 \AA
- o Répétabilité meilleure que 3%

✓ Etudes

- o Influence des divers paramètres sur la vitesse et la qualité de polissage du Si (nature de la suspension et du drap constants)
 - Vitesses de rotation
 - Différentiel des vitesses de rotation
 - Pression
 - Débit de la suspension
- o Résultats (provisoires)
 - Vitesse limitée par la nature du drap et de la suspension
 - Conservation des contraintes

MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCEDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCEDES ET TECHNIQUES

1. Processus générique de la microélectronique

2. Assemblages de substrats

a. Amincissement

b. Soudure

3. Assemblages hybrides et 3D

D. AU LAAS

E. ANNEXES

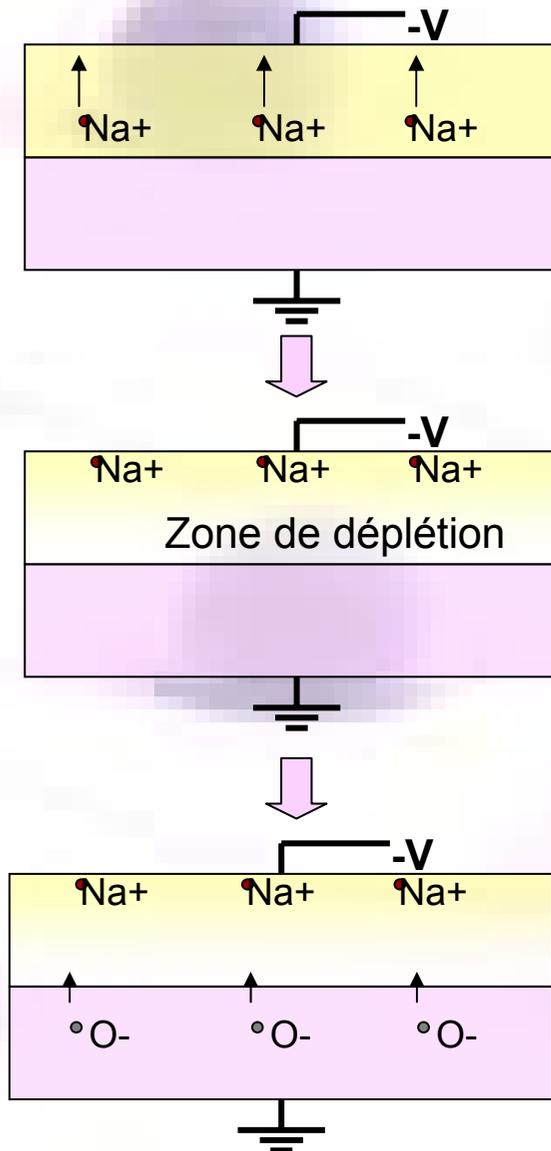
La Soudure anodique

✓ Verre /silicium

- o Permanent
- o Hermétique
- o T° entre 300 et 500°C

✓ Applications

- o Capteurs de pression
- o Accéléromètres
- o Micro fluïdique
- o Packaging : Minimisation des différences de CTE entre les structures silicium et les supports de montage (PCB)



Sous l'action d'une différence de potentiel les cations migrent vers la surface du verre. Cela crée une zone de déplétion avec un fort champ électrique à l'interface verre/Silicium

Sous l'action du champ électrique les wafers sont intimement en contact.

Les anions du Silicium migrent à l'interface verre/Silicium. Créant un lien chimique permanent.

La soudure directe (fusion)

✓ Mise en contact de deux substrats plats et de faible rugosité (quelques Å)

- o Pompage sous vide secondaire
- o Mise en contact avec exercice d'une pression
- o Création de liaisons de type :
 - Van Der Waals
 - Hydrogène
- o La température du procédé influe sur la solidité du lien
 - Pré fusion (jusqu'à 500 °C)
 - Fusion (typiquement 1000°C)
 - Si température ambiante possibilité de décollage des substrats (lame de rasoir)
- o Importance de l'état surface
 - Poussières
 - Activation chimique

✓ Bénéfices

- o Si substrats de même nature pas de différence de CTE
- o Par rapport à la soudure anodique
 - Plus grande tenue en température
 - Absence d'ions alcalins donc compatible avec la technologie MOS

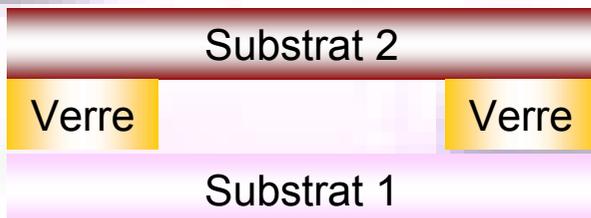
✓ Applications

- o Technologie SOI
- o MEMS
- o Supports pour gravure profonde ?

Les soudures avec couches intermédiaires

✓ Verre fritté

- o Verres à point de fusion faible (400 à 600°C)
- o Délimitation de cavités sur substrat par :
 - Préformes
 - Spin on
 - Sérigraphie
 - Photolithographie
 - Etc.
- o Scellement avec un autre substrat
 - Sous vide
 - Sous atmosphère contrôlée
- o Faible contrôle dimensionnel



✓ Thermocompression

- o Liaison assurée par inter diffusion d'une couche de métal en surface des deux substrats (Typiquement de l'or)
- o Température moyenne 300°C
- o Pression exercée 10bar
- o Faible dégazage

✓ Brasure

- o Liaison assurée par interdiffusion d'alliages à faible point de fusion
 - Dépôts :Au-Sn, Cu-Sn, Pb-Sn
 - Recuisson pour mélange
 - Soudure
- o Faible contrôle dimensionnel

Les soudures avec couches intermédiaires

✓ Adhésifs

- o Epoxies
- o Silicones
- o Résines photosensibles
- o Polyimides

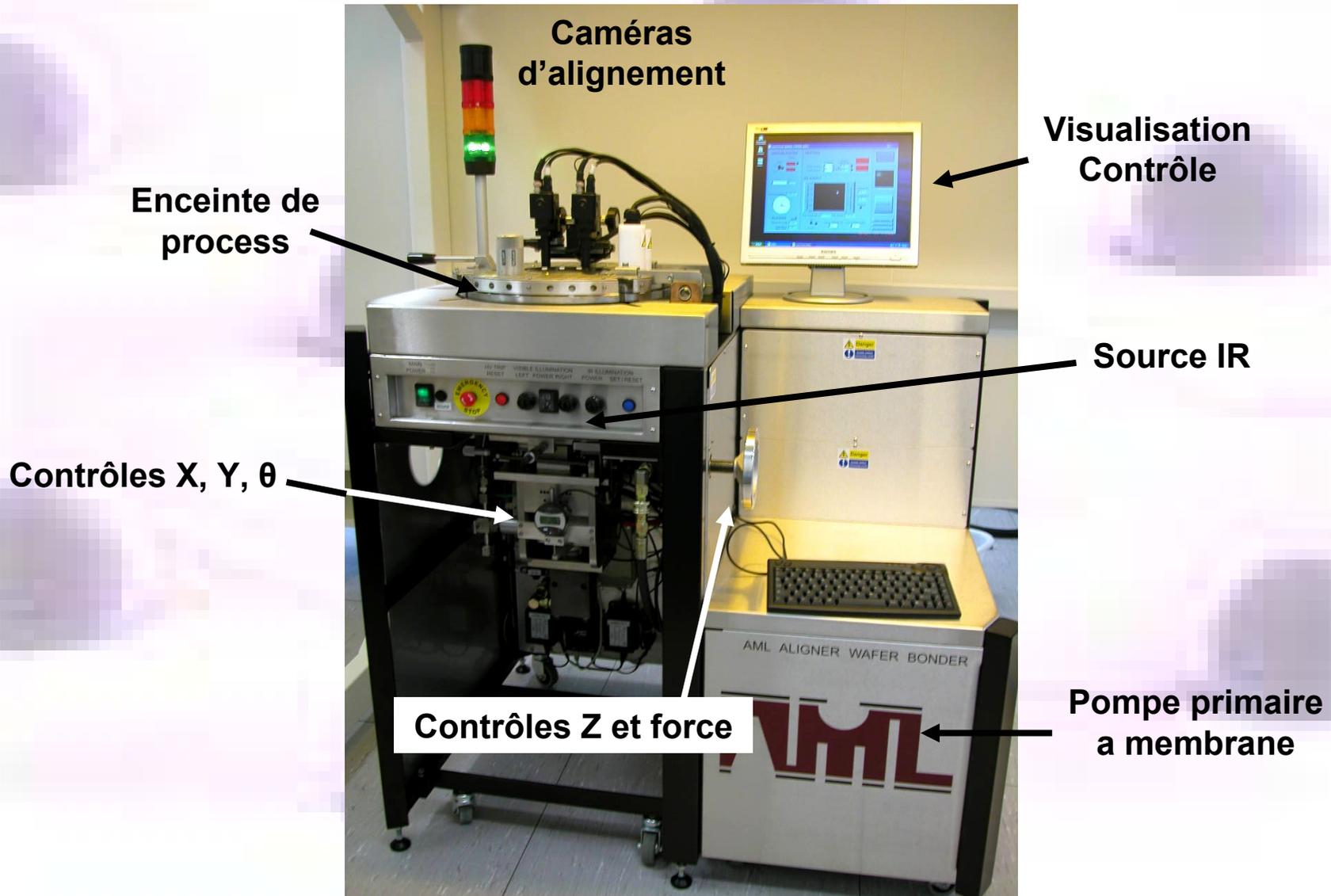
- o Faible contrôle dimensionnel si température élevée
- o Utilisable si limites en température sévères

✓ Eutectiques

- o Un substrat est enduit du premier composant du systèmes
- o L'autre substrat est enduit avec le second composant du système
- o La soudure est réalisée à la température de la fusion eutectique
- o Au 97.1% / Si 2.85% à 363°C
- o Sn 62% / Pb 38% à 183°C

- o Liaison forte
- o Hermétique

AML AWB04 : Configuration



AML AWB04 : Paramètres

✓ Vide - Pression

- o Vide limite $2 \cdot 10^{-6}$ mBar
- o Pressurisation : 1bar

✓ Température

- o Contrôle des rampes de montée et de descente ($\pm 1^\circ\text{C}$) avec uniformité $\pm 2^\circ\text{C}$ (100 mm)
- o 450°C sous vide – 375°C en surpression

✓ Alignement

- o $\pm 2.5 \mu\text{m}$ en visible
- o $\pm 10 \mu\text{m}$ en IR
- o Mires symétriques sur les substrats
 - Distance $67\text{mm} \pm 5\text{mm}$

✓ Haute tension

- o Jusqu'à 2500V

✓ Procédés

- o En température
 - Minimisation des CTE
- o Sous vide
- o En surpression (à venir)
- o Exemple : Soudure anodique
 - Silicium– Pyrex
 - Nettoyage
 - 400°C
 - 600 V
 - 75N

MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES

1. Processus générique de la microélectronique

2. Assemblages de substrats

3. Assemblages hybrides et 3D

1. **Multi Chip Modules**

2. **Assemblage 3D**

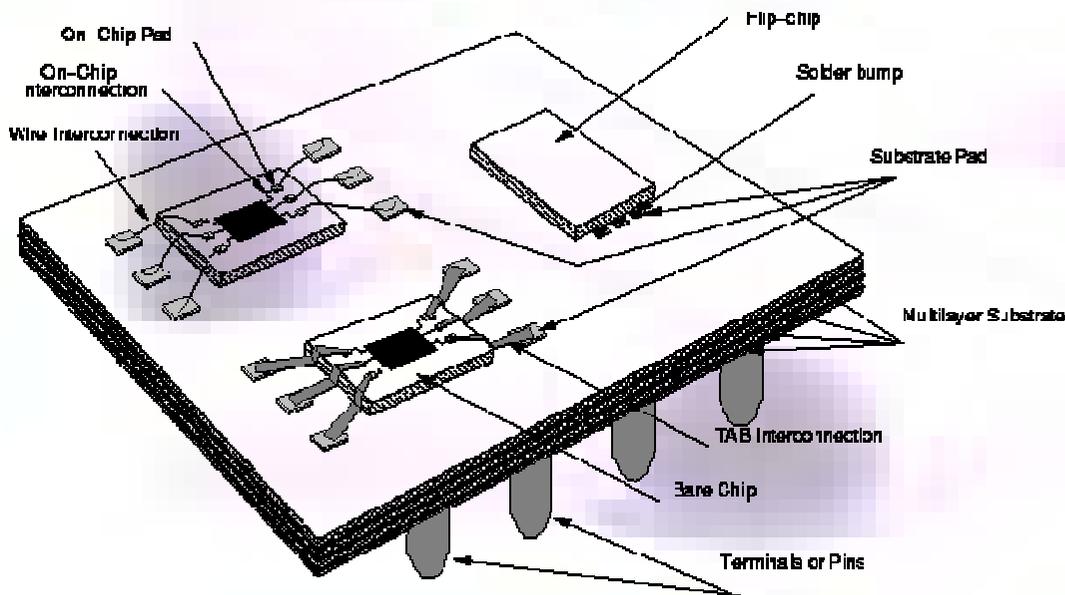
D. AU LAAS

E. ANNEXES

L'assemblage des systèmes : Multi Chip Modules

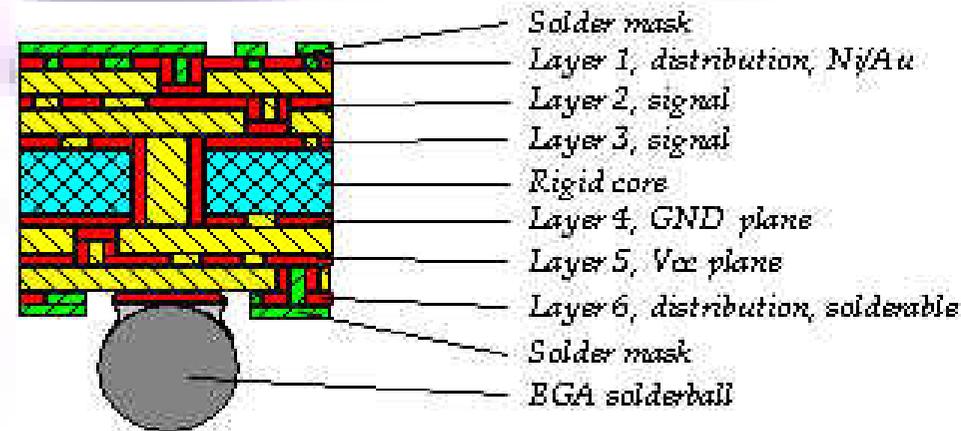
✓ Substrat multicouche supportant plusieurs composants interconnectés

- o Structure 2D
- o Les diverses couches du substrat permettent la réalisation de connexions complexes entre les composants
- o Techniques de montage des composants très variées



✓ Types de substrats multicouches

- o MCM Diélectriques : films minces sur semi-conducteur ou céramique
- o MCM Céramiques : films épais ou céramiques cofrittées (Sérigraphie, Cofrittage)
- o MCM Laminés : lignes de cuivres séparées par des organiques renforcés par de la fibre de verre (Dérivé de la technique des cartes)

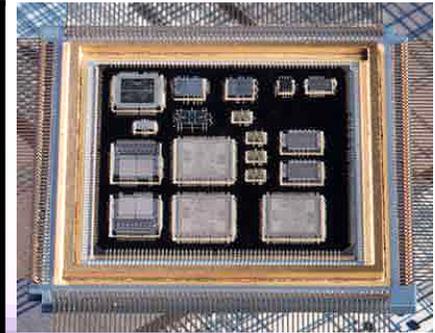


Exemple de vue en coupe d'un substrat MCM

L'assemblage des systèmes : Multi Chip Modules

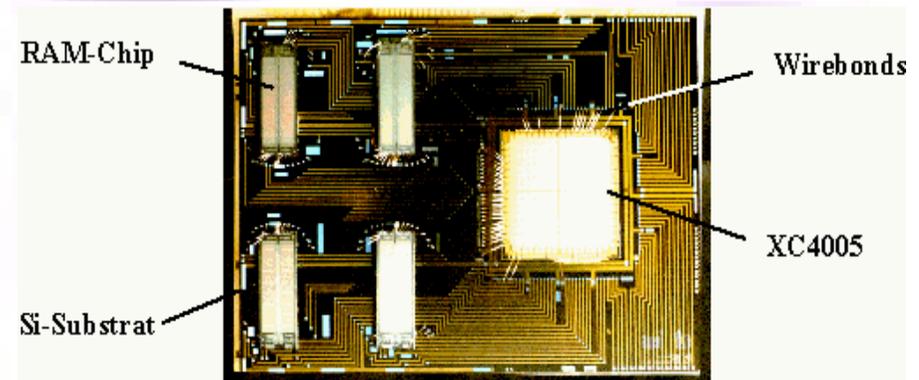
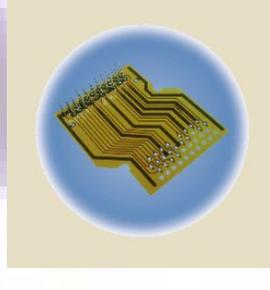
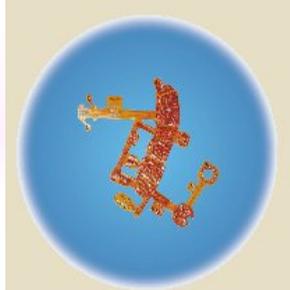
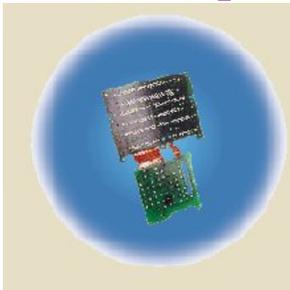
✓ Propriétés des substrats multicouches

Paramètres	MCM- L	MCM-C	MCM-D
Epaisseur ligne / épaisseur espacement (μm)	125 / 125	100 / 125	20 / 20
Taille des vias (μm)	250	200	20
Uniformité ($\pm \mu\text{m}$)	12	25	5
Nombre de couches	10	30	5
Constante diélectrique	3.5 à 4.5	5.2 à 7.8	2.9
Epaisseur du diélectrique (μm)	112	100	1 à 10
Résistances et capacités intégrées	Non	Oui	Oui



✓ Existents dans diverses configurations

- o Souples ou Rigides mono ou multi couches
- o Souples et rigides multicouches
- o Avec broches de connexion
- o Avec pistes d'épaisseurs variables



MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES

1. Processus générique de la microélectronique

2. Assemblages de substrats

3. Assemblages hybrides et 3D

1. Multi Chip Modules

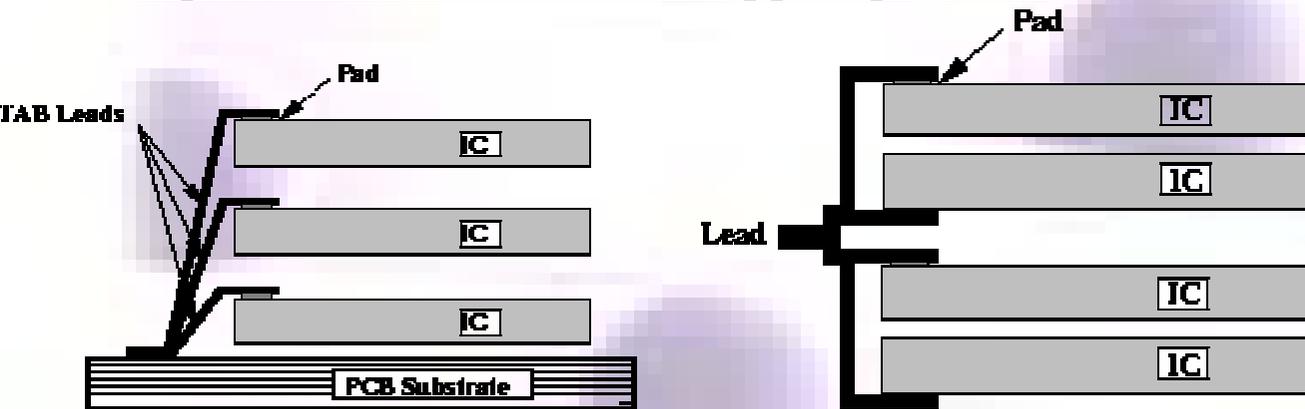
2. Assemblage 3D

D. AU LAAS

E. ANNEXES

L'assemblage 3D

✓ Empilement sur PCB ou sur support par TAB



✓ Couches minces sur les faces d'un cube

- o Routage des signaux en bordures → assemblage (schémas 1 et 2) → définition des lignes et plots sur les tranches → usinage laser des métallisations pour définition des contacts

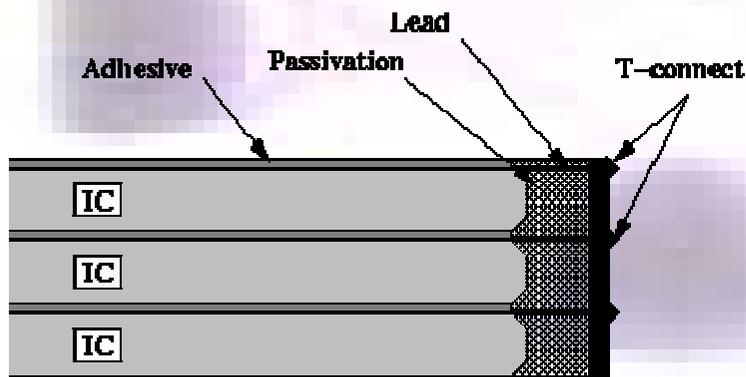


Schéma 1 (vue de face)

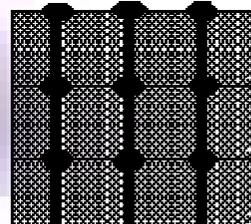
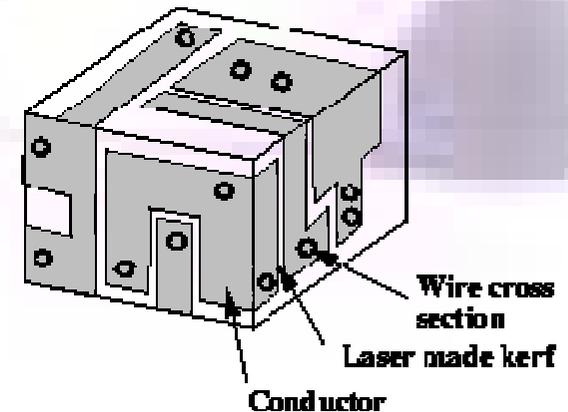


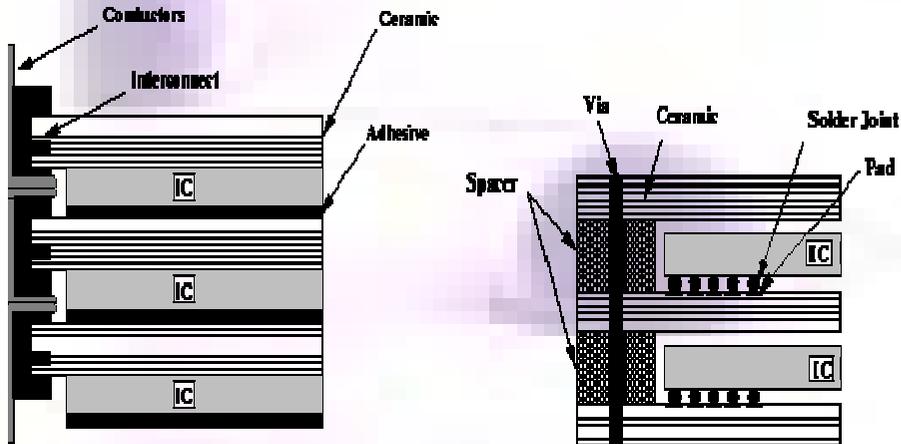
Schéma 2 (vue de coté)



L'assemblage 3D

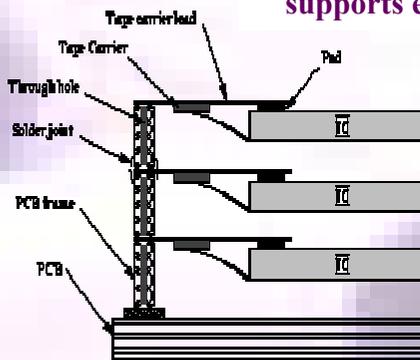
- ✓ Connexion périphérique sur support conducteur
- ✓ Connexion par soudure ou flip chip

- o Les signaux sont ramenés sur le bord des composants → soudure sur un support

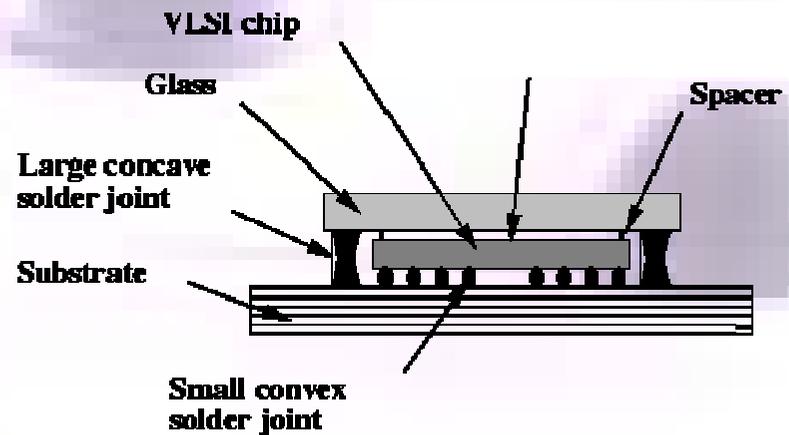
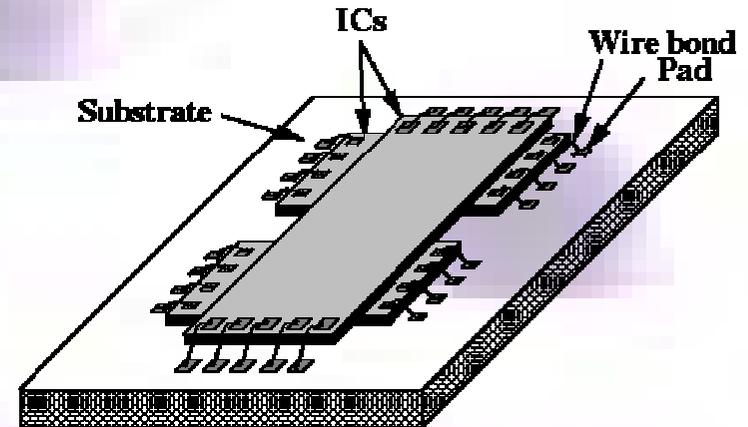


Empilement par collage

Empilement avec supports et entretoises



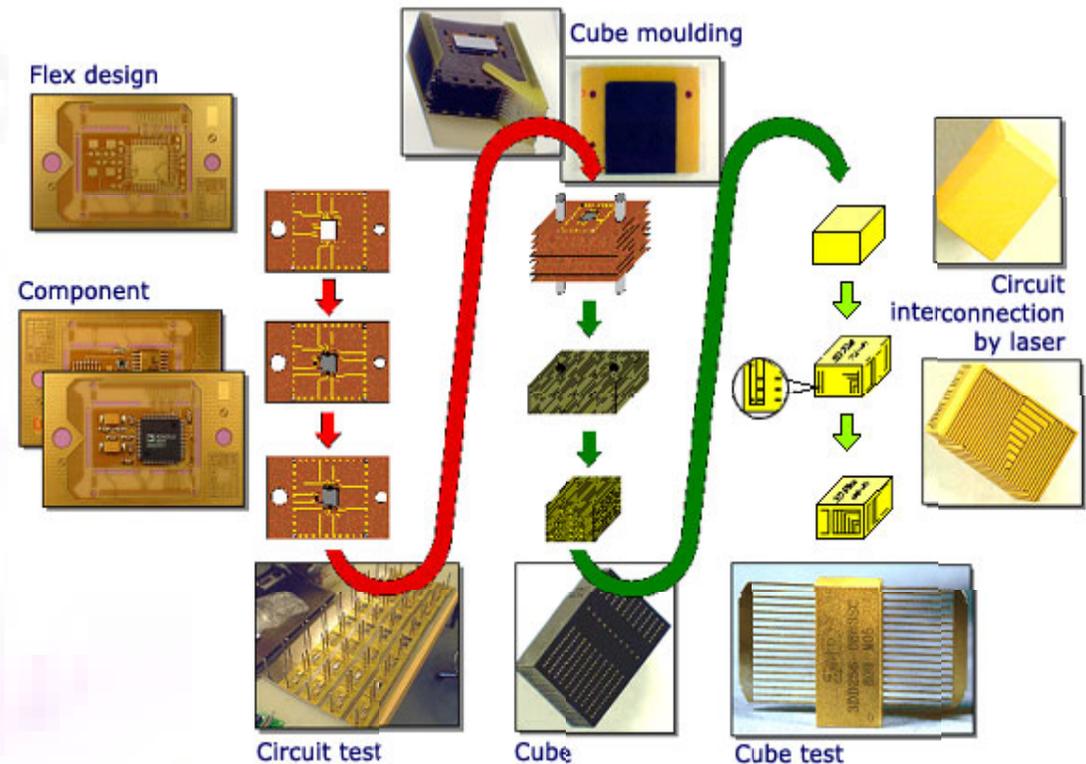
Empilement avec PCBs



L'assemblage 3D

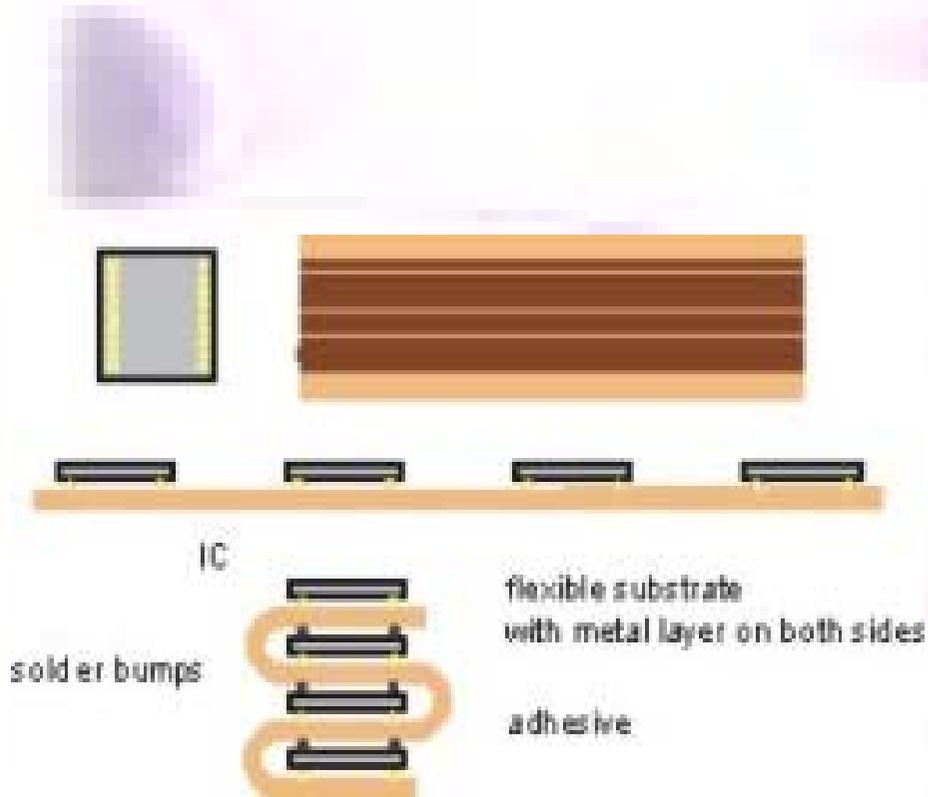
✓ Composants montés sur films souples

1. Conception de l'assemblage
2. Report des composants sur les flexs
 - o Toutes techniques de report possibles
 - o Variables d'un flex à l'autre ou sur un même flex
 - o Possibilité de test après montage
3. Empilement sur un outil
 - o Entretoises pour écart constant
4. Moulage
 - o Epoxie
5. Sciage
 - o Libération des connexions externes
6. Métallisation
 - o 2 μ m Ni electroless
 - +
 - o 5 μ m Ni electro déposé
7. Gravure laser
 1. Définition des connexions



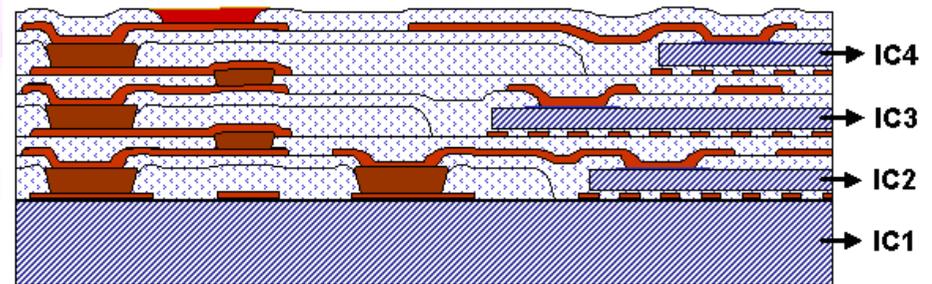
L'assemblage 3D

✓ Composants montés sur films souples



✓ Empilement de substrats amincis

1. Amincissement des substrats avec les composants fonctionnels
2. Report sur le substrat hôte
3. Dépôt de diélectrique
4. Réalisation des interconnexions
5. Planarisation
6. Étape 1 ou fin



 Si-die - base wafer & thin embedded die

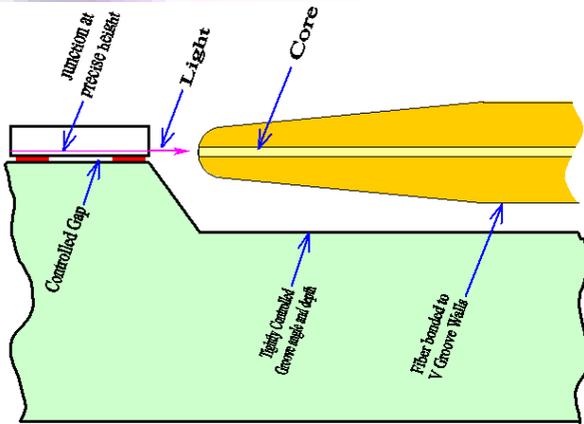
 Dielectric layer (BCB)

 Interconnect line (Cu)

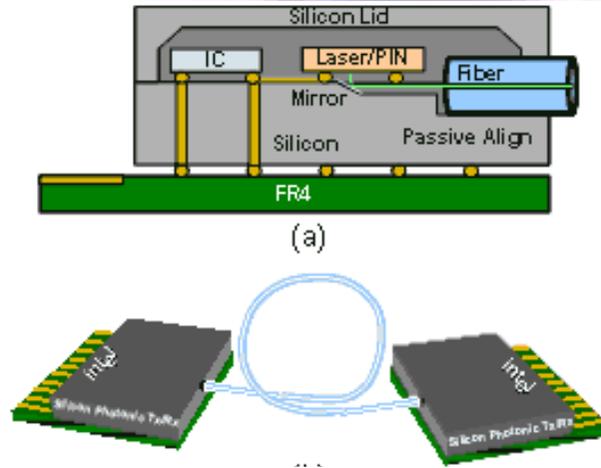
L'assemblage 3D

✓ Couplage de fibres optiques

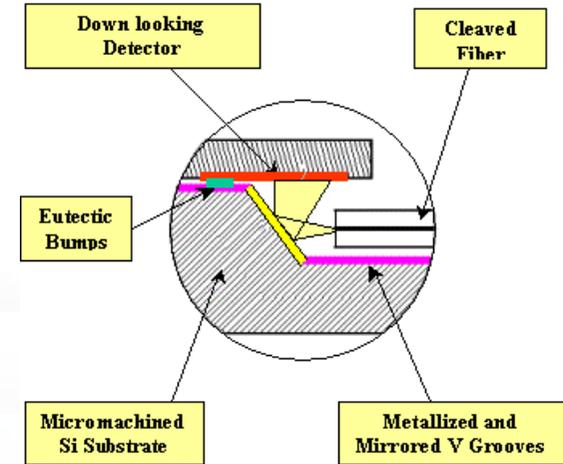
- o Tranchées en V usinée dans le Silicium
- o Positionnement passif



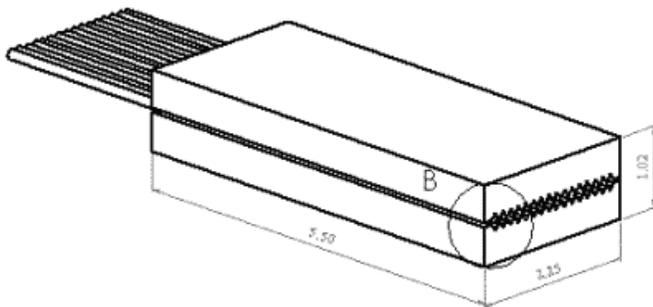
Alignement sur une diode laser



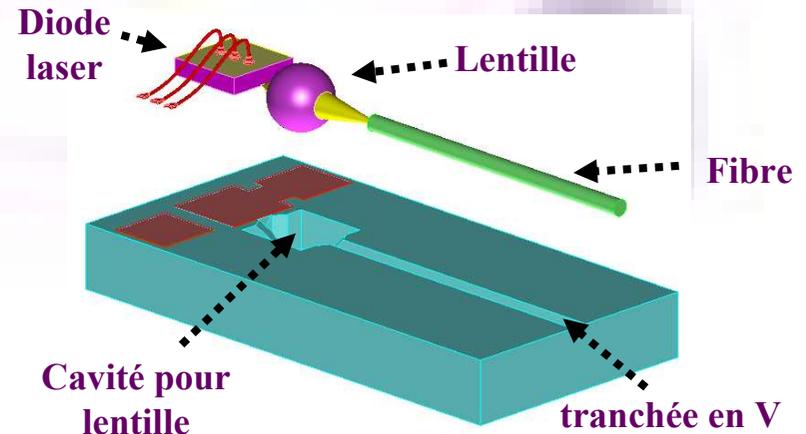
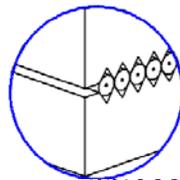
Configuration d'un assemblage



Alignement sur un détecteur
Fibre clivée



Assemblage par double tranchées en V



MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCÉDES POUR L'ASSEMBLAGE

- A. INTRODUCTION
- B. LES MATERIAUX
- C. LES PROCÉDES ET TECHNIQUES
- D. AU LAAS
 - a. Organisation
 - b. Fonctionnement
 - c. Exemple
- E. ANNEXES

Zone assemblage – Organisation

✓ Intervenants

- o David Colin
- o Thierry Do Conto
- o Hugues Granier



✓ Organisation

1. Définition du projet par le demandeur
2. Analyse par les personnels TEAM
3. Analyse commune avec le demandeur
4. Organisation des actions
5. Conclusions

Zone assemblage – Fonctionnement

✓ Fiche de demande de travaux



Document Adobe
Acrobat

✓ Répertoires des opérations

- o Archivage
- o Antécédents

Assemblage



Document Adobe
Acrobat

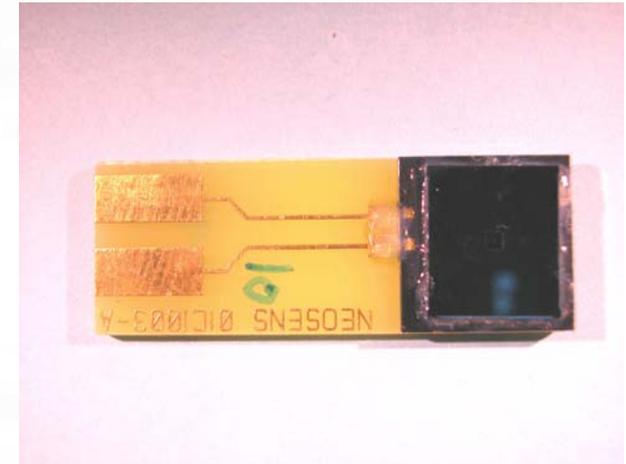
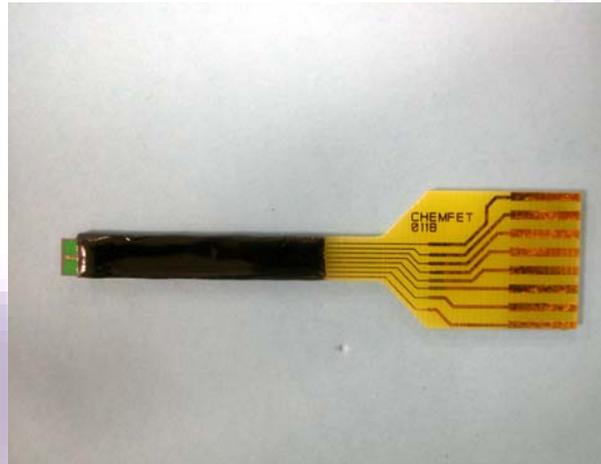
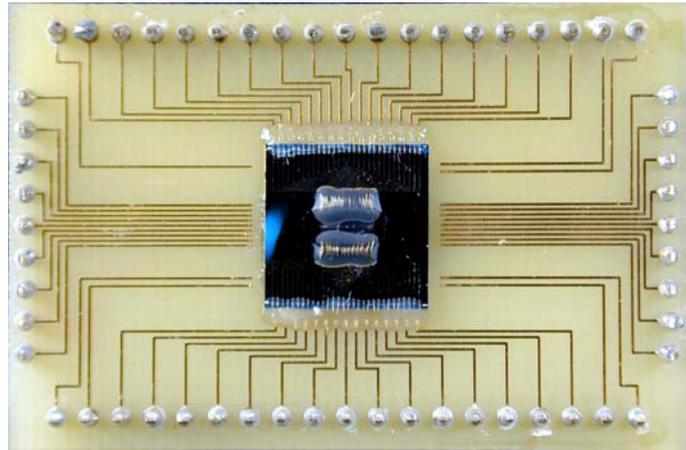
Découpe



Document Adobe
Acrobat

Zone assemblage – Exemples

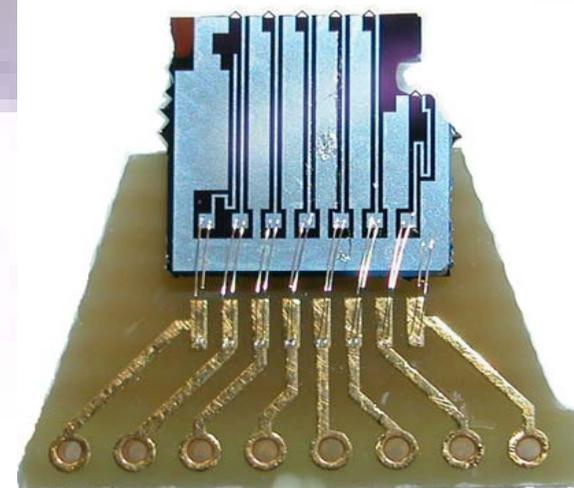
Assemblages sur PCB



Dosimètres (boîtier métallique spécifique)



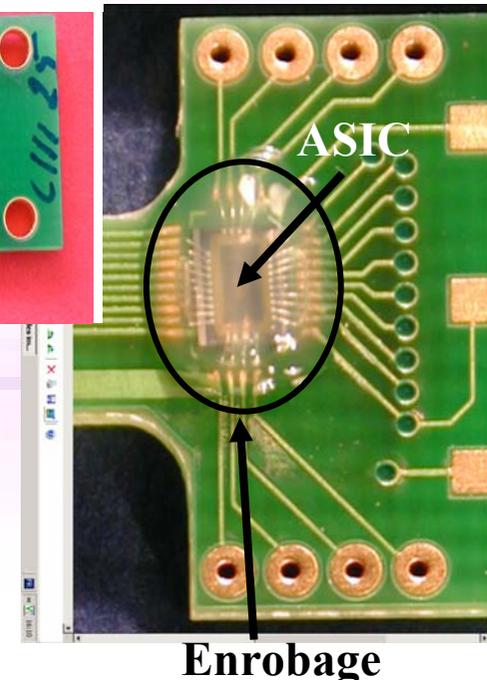
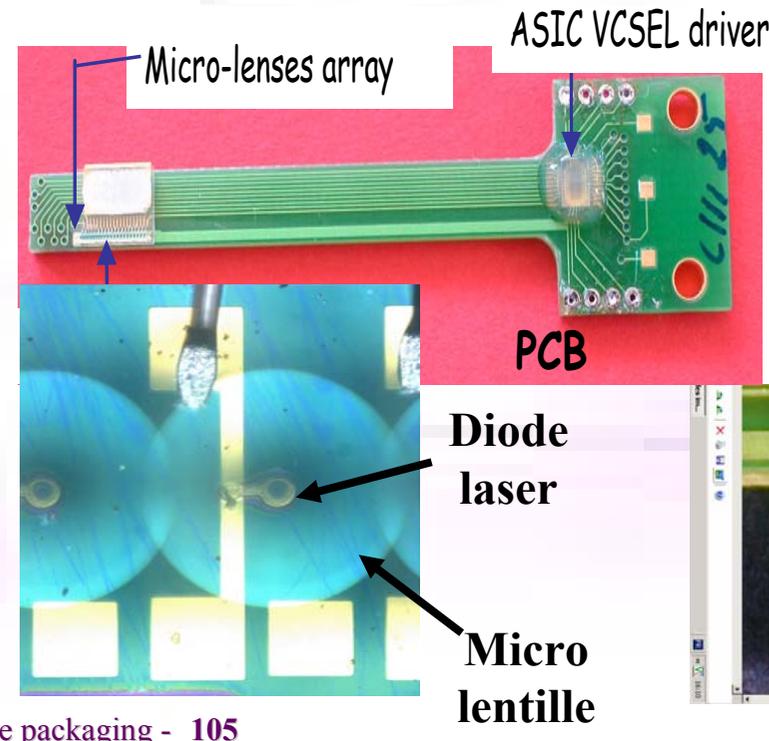
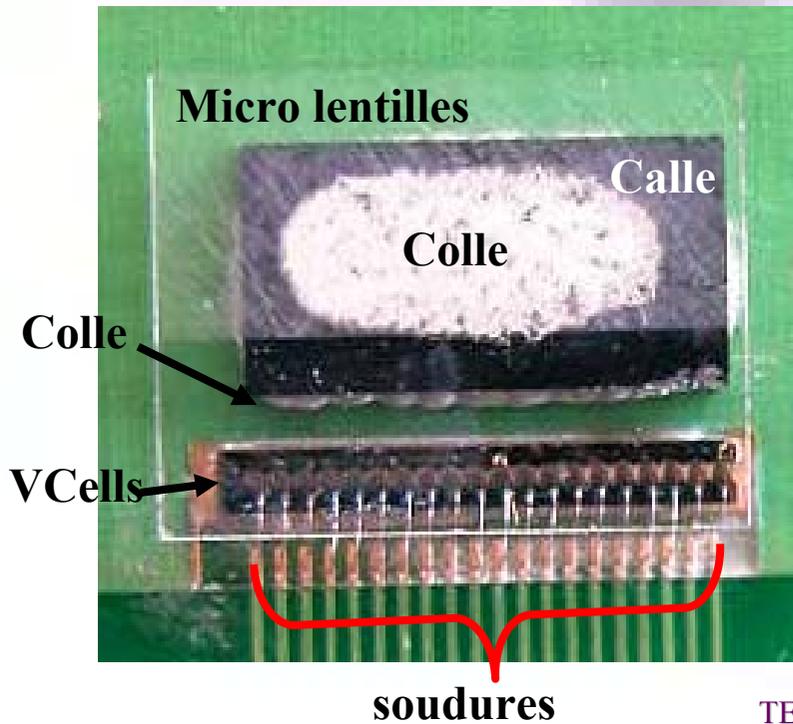
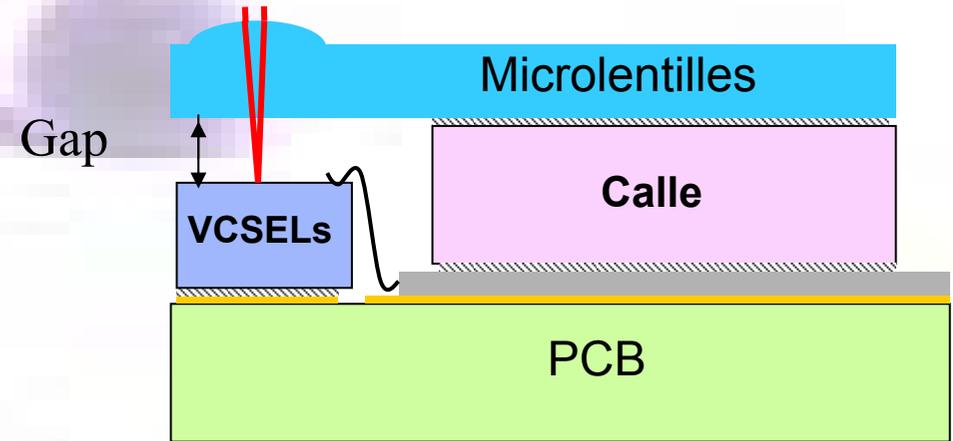
Microsoudure sur PCB



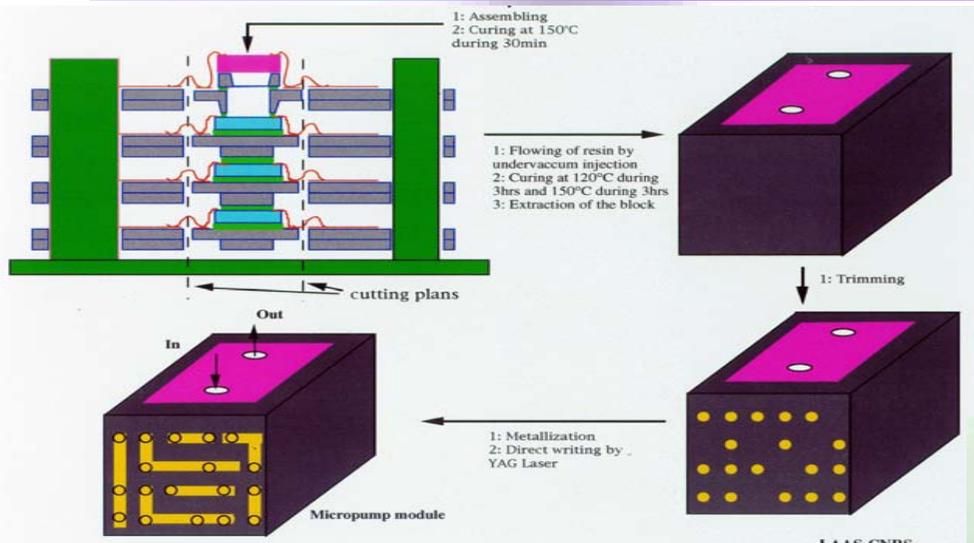
Zone assemblage – Exemple - VCELLS

Problématiques : contrôle très précis du gap et du centrage VCELL / lentille

1. Collage VCELL
2. Collage ASIC
3. Microsoudure VCELL et ASIC
4. Enrobage ASIC
5. Collage Calle
6. Collage / Alignement microlentilles



Exemples au LAAS : assemblage 3D



Procédé

Outil d'alignement/moulage



Après sciage

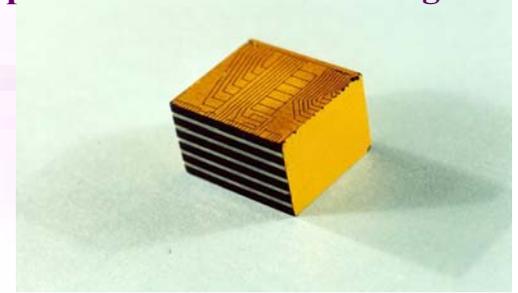


Clapets sur le flex

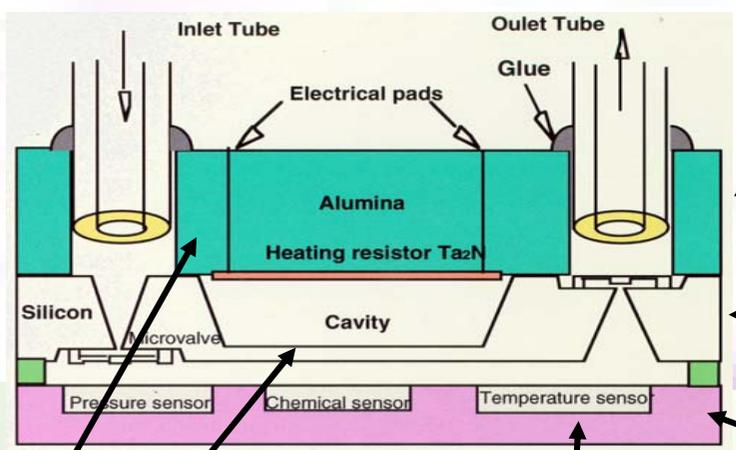


Valves sur le flex

Après métallisation et usinage laser



Traitement du signal sur le flex



Éléments de la pompe

Circuit de traitement du signal

MATERIAUX, TECHNIQUES ET PROCEDES POUR L'ASSEMBLAGE

A. INTRODUCTION

B. LES MATERIAUX

C. LES PROCEDES ET TECHNIQUES

D. AU LAAS

E. ANNEXES

a. **Définitions des propriétés des matériaux**

b. **Constantes physiques de matériaux pour l'assemblage**

c. **Les nomenclatures en assemblage**

d. **Références**

Annexe a

Définitions des propriétés des matériaux

Annexe a - Propriétés thermiques des matériaux

Conductivité : Quantité de chaleur transférée en une unité de temps au travers d'un matériaux d'une unité de surface et d'une unité d'épaisseur, quand les deux faces opposées différent d'une unité de température.

Unité : $W.m^{-1}.K^{-1}$

Tangente de perte δ : Caractéristique qui traduit le pouvoir de dissipation thermique d'un matériaux

$Tan \delta = \text{Energie stockée} / \text{Energie dissipée}$

Propriété électro-thermique

Pertes diélectriques = énergie stockée en un cycle de polarisation

$Tan \delta = 0$ toute l'énergie est dissipée

$Tan \delta \approx \infty$ toute l'énergie est stockée

Annexe a - Propriétés thermiques des matériaux

Transition vitreuse T_g : Pour les polymères en phase solide, température au delà de laquelle les mouvements thermiques des macromolécules leurs permettent de se mouvoir entre elles.

$$T_g \neq T_{\text{fusion}}$$

Si $T^\circ < T_g$ le matériau est dur et cassant

Si $T^\circ > T_g$ le matériau est souple et élastique

Coefficient Thermique d'Expansion : Caractéristique axiale qui traduit la variation dimensionnelle d'un matériaux soumis à une variation thermique

$$\text{CTE} = dl / l \Delta T \text{ en } K^{-1}$$

- o Propriété thermo-mécanique

Annexe a - Propriétés mécaniques des matériaux

Contrainte σ : force appliquée à un corps par unité de surface.

$$\sigma = F / A$$

F : force appliquée

A : surface d'application

Unité : N.m² (Pa)

Déformation ε : Changement proportionnel en longueur, volume ou forme due à l'application d'une contrainte

Suivant un axe $\varepsilon = \Delta L / L$

Contrainte limite : contrainte au delà de laquelle un matériau passe du domaine de déformation élastique au domaine de déformation plastique

Déformation élastique = déformation maximale de 0.2 % après relâchement de la contrainte

Annexe a - Propriétés mécaniques des matériaux

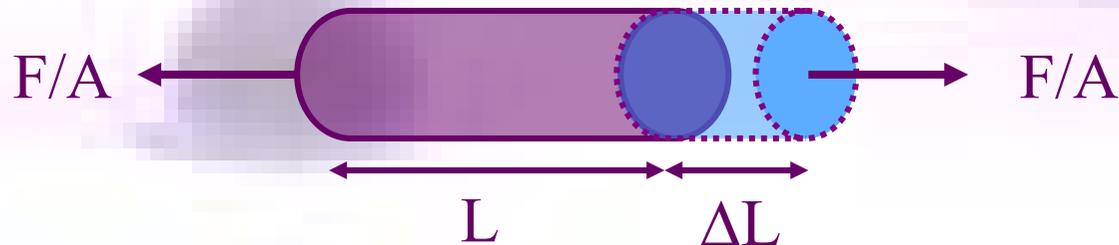
Loi de Hook : Dans le domaine de déformation élastique la déformation produite sur un corps est directement proportionnelle à la contrainte.

$$\text{Déformation} = K \cdot \text{Contrainte}$$

K constante

Module de Young E (Loi de Hook longitudinale) : dans le domaine de déformation élastique rapport de la contrainte sur la déformation longitudinale

$$E = (F.L) / (A.\Delta L) \text{ en Pa}$$

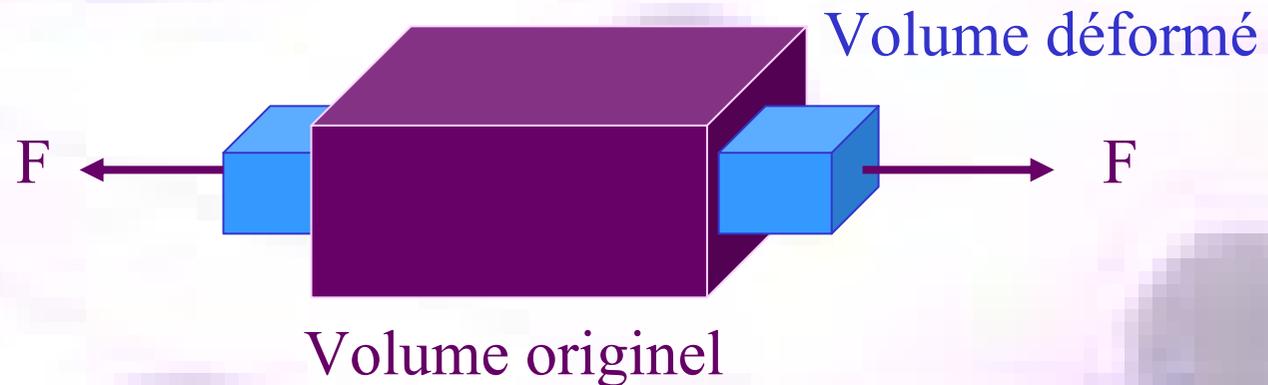


Annexe a - Propriétés mécaniques des matériaux

Coefficient de Poisson ν : dans le domaine de déformation élastique rapport de la déformation de contraction transverse sur la déformation en extension dans l'axe de la contrainte

$$\nu = - \varepsilon_{\text{transverse}} / \varepsilon_{\text{longitudinal}}$$

Signe – pour normalisation positive



Théoriquement $-1 < \nu \leq 0.5$ en réalité la plupart des matériaux $0 < \nu \leq 0.5$

Pour $\nu = 0.5$ le matériaux est complètement incompressible

Annexe a - Propriétés électriques des matériaux

Conductivité σ : Caractéristique qui décrit le pouvoir de conduction des charges libres d'un matériaux.

$$\sigma = q (n\mu_n + p \mu_p) \text{ en } [\Omega.m]^{-1}$$

μ_n et μ_p mobilités

n et p densités des électrons et des trous

q charge élémentaire

Permittivité ϵ : Caractéristique qui décrit le pouvoir de polarisation d'un matériaux sous l'influence d'un champ électrique

Caractérise l'influence des charges liées (molécules polaires, ions,...)

✓ Permittivité « absolue »

$$\epsilon = D / E \text{ en } F.m^{-1}$$

D excitation électrique

E champ électrique

✓ Permittivité relative (constante diélectrique) ϵ_R

$$\epsilon_R = \epsilon / \epsilon_0$$

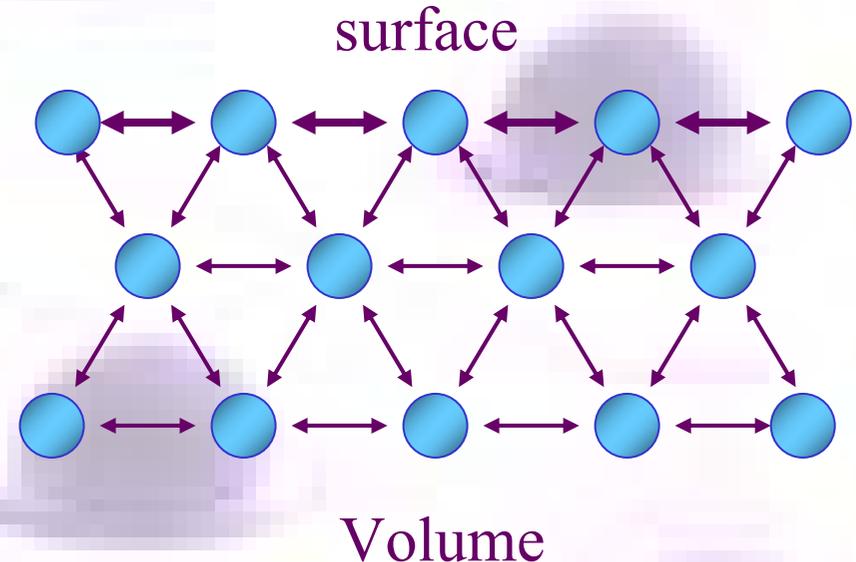
ϵ_0 permittivité du vide = $8.854187 \cdot 10^{-12} F.m^{-1}$

Annexe a - Propriétés chimiques des matériaux

Cohésion et tension de surface :

- ✓ Les interactions dans le volume entre les molécules d'un corps pur sont équilibrées par des forces uniformément réparties: les forces de cohésion
- ✓ Les interactions à la surface entre les molécules d'un corps pur ne sont pas équilibrées. Il existe une « énergie libre » appelée tension de surface.

Unités : dynes/cm ou mN/m

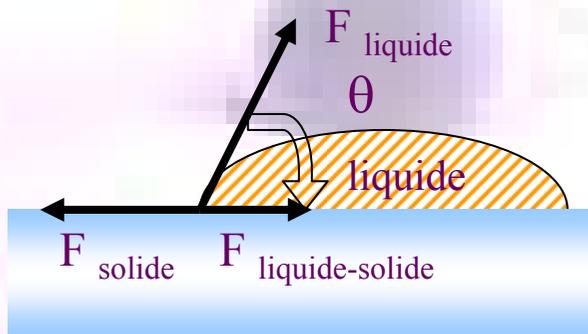


Adhésion : Les interactions entre les molécules de deux corps différents sont appelées forces d'adhésion

Annexe a - Propriétés chimiques des matériaux

Mouillage : Capacité pour un solide d'être en contact avec un liquide ou un gaz plutôt qu'avec un autre.

✓ L' Angle de contact est obtenu par l' équilibre des différentes tensions de surface



$$F_{\text{liquide}} \cos\theta + F_{\text{liquide-solide}} = F_{\text{solide}}$$

$\theta = 0^\circ$ mouillabilité parfaite

$\theta = 180^\circ$ imperméabilité parfaite

✓ Pour un système liquide-solide donné dépend de

- La température
- La pression
- L'hygrométrie
- L'état de surface (rugosité, pureté)
- ...

Annexe a - Propriétés chimiques des matériaux

Potentiel oxydo-réducteur :

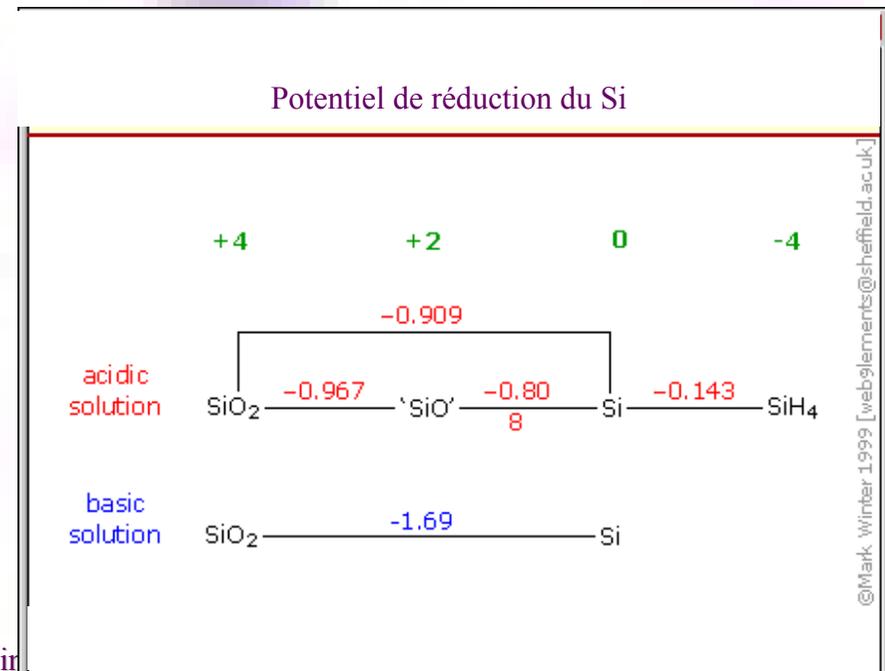
- ✓ Oxydation : réaction dans laquelle les éléments échangent des électrons
 - Le réducteur perd un électron
 - L'oxydant gagne un électron
 - Caractéristique relative à la réaction

- ✓ Potentiel oxydo-réducteur : échelle du pouvoir oxydant relativement à celui de l'eau pure.

Unité : Volt

- ✓ Réactions d'oxydo-réduction :

- Corrosion
- Combustion
- Electrochimie
- ...



Annexe b

Constantes physiques de quelques matériaux pour l'assemblage

Annexe b - Constantes physiques de quelques matériaux

Matériaux de boîtiers

Properties	Units	Alumina (92%)	Kovar	Molding Compound	Sealing Glass	Cu-W (90%)	Cu
Density	kg/m ³ (g/cc)	3600-3700 (3.6-3.7)	8400 (8.4)	1790-1850 (1.79-1.85)	4700 (4.7)	17000 (17)	8900 (8.9)
Modulus of Elasticity	GPa	55	138	E ₁ = 11.7 E ₂ = 0.1	5.7	255	125
Tensile Strength	MPa	157	627	19.98			270
Thermal Conductivity (20°C)	W/mK	18	17.5	0.58 - 0.67	0.6	180 - 200	
Coefficient of Thermal Expansion	ppm/°C	6.8 (25°C - 400°C)	5.3 (40°C - 250°C)	a ₁ ≤ 23 a ₂ ≤ 80 (40°C - 250°C)	6.3 - 7.0 (40°C - 250°C)	6.5 (25°C - 500°C)	16 (25°C - 500°C)
Electrical Resistivity	Ω cm	10 ¹⁴	49 X 10 ⁻⁶	5 X 10 ¹²	>10 ¹¹	<6 X 10 ⁻⁶	<2 X 10 ⁻⁶
Dielectric Constant (1 MHz)		7.9 - 10.0	NA	≤ 5.0	11.5	NA	NA
Flammability Rating *	inches			1/8			

Matériaux d'adhésion

Property	Units	Silver Filled Glass	Silver Filled Adhesive	Silver Filled Epoxy	99.99% Au + 2% Si	99.99% Au
Density	kg/m ³ (g/cc)	4500 (4.5)		2500 (2.5)	14500 (14.5)	19300 (19.3)
Modulus Elasticity	GPa		0.77		69.5 (Data for Au + 3% Si)	62.5
Tensile Strength	MPa	> 10.			500-600	130
Thermal Conductivity	W/mK	270	2.5 @ 121°C	1.6 @ 121°C	50	311
Coefficient of Thermal Expansion	ppm/°C	8	α ₁ = 40 α ₂ = 150	α ₁ = 46 α ₂ = 240	50 @ 25°C	14.2 @ 25°C
Electrical Resistivity	Ω cm	1 X 10 ⁻⁵	1 X 10 ⁻⁴	2 X 10 ⁻⁴	3.1 X 10 ⁻⁴	2.21 X 10 ⁻⁶

Matériaux de métallisation

Properties	Units	Copper Alloy MF 202	Alloy 42	Kovar	TAMAC5	CDA 194	OLIN 7025	EFTEC 64T
Density	kg/m ³ (g/cc)	8880 (8.8)	8100 (8.1)	8400 (8.4)	8900 (8.9)	8800 (8.8)	8800 (8.8)	8900 (8.9)
Modulus of Elasticity	GPa	113	145	138	120	121	131	119
Tensile Strength	MPa	490-590	588-735	627	527-562	480-519	527	560
Thermal Conductivity (20°C)	W/mK	160	15.7	17.5	138	263	166	300
Coefficient of Thermal Expansion	ppm/°C	17.0	4.5	5.3	16.7	16.3	17.1	17.0
Electrical Resistivity	Ω cm	5.7 X 10 ⁻⁶	57 X 10 ⁻⁶	49 X 10 ⁻⁶	4.9 X 10 ⁻⁶	2.6 X 10 ⁻⁶	4.3 X 10 ⁻⁶	2.3 X 10 ⁻⁶

Matériaux de TCP

Property	Units	Polyimide	Adhesive	Cu-Foil Rolled	Cu-Foil Electro-Deposited	Encapsulant
Density	kg/m ³ (g/cc)	1470 (1.47)	1500 - (1.5)	8931 (8.9)	8931 (8.9)	1330 (1.33 uncured)
Modulus Elasticity	GPa	9 @ 25°C 4 @ 300°C	8 @ 25°C	127.4	127.4	6.55 @ 25°C
Tensile Strength	MPa	400	40 - 100	~450	532	
Thermal Conductivity	W/mK	0.2	0.1 - 0.2	390	390	0.52
Coefficient of Thermal Expansion	ppm/°C	12 - 18 25°C - 300°C	30 - 60 25°C - 300°C	16.7 25°C	16.7	α ₁ = 31 α ₂ = 118
Electrical Resistivity	Ω cm	>1 X 10 ¹⁵	>10 ¹⁶ (0%RH) >10 ¹⁵ (55%RH)	1.7 X 10 ⁻⁶	1.7 X 10 ⁻⁶	
Dielectric Constant	relative	3.5 (KHz)	3.0 (1 KHz)	NA	NA	3.8 (1 KHz)

Annexe b - Constantes physiques de quelques matériaux

Matériaux de PBGA

Property	Units	Laminate Substrate	Solder Mask	Die Attach	Molding Compound	Solder Spheres
Density	g/cc		1.4	3.5	1.9	8.4
Modulus of Elasticity	GPa	12-18		0.3-2.0	Flexural Modulus 15 - 20	30
Tensile Strength	MPa	225-300			Flexural strength 95 - 150	35
Thermal Conductivity	W/mK		0.20	2.0	0.7-0.9	50.6
Glass Transition Temp	°C	195 (BT epoxy)	105	25-100	180-225	Eutectic point 183
Coefficient of Thermal Expansion	ppm/°C	12-16 (x, y) 72 - 85 (z)	$\alpha_1 = 60$ $\alpha_2 = 160$	$\alpha_1 = 40-80$ $\alpha_2 = 150-200$	$\alpha_1 = 12-18$ $\alpha_2 = 41-65$	24.7
Volume Resistivity	$\Omega \text{ cm} = 25^\circ \text{C}$		$10^{13} - 10^{16}$		$> 10^{14}$	

Matériaux de BGA

Property	Units	Copper Slug	Tape Substrate	Die Attach	Encapsulation	Solder Spheres
Density	g/cc	8.96	1.4 (resin)	3.5	1.5-1.8	8.4
Modulus of Elasticity	GPa	110-20		0.3-2.0	5-13	30
Tensile Strength	MPa	220	24kpsi (resin)		70	35
Thermal Conductivity	W/mK	390-400		2.0	0.85-0.90	50.6
Glass Transition Temp	°C	Melting Point 1083	260	25-100	90-170	Eutectic point 183
Coefficient of Thermal Expansion	ppm/°C	16-18	(x, y) 50 (z)	$\alpha_1 = 40-80$ $\alpha_2 = 150-200$	$\alpha_1 = 16-26$ $\alpha_2 = 70-80$	24.7
Volume Resistivity	$\Omega \text{ cm} = 25^\circ \text{C}$		10^6		$> 10^{15}$	

Matériaux de brasure

Solder Type	Temperature (°C)
Sn-Pb Plating (85 wt% Sn)	200 - 225
Sn-Pb Eutectic (62 wt% Sn)	183
Tin	232
Lead	327
Gold	1063
Copper	1083
Silver	961
Copper/Silver Braze (28 wt% Cu)	850
Au-Sn Eutectic (80 wt% Au)	280

Matériaux de PPGA

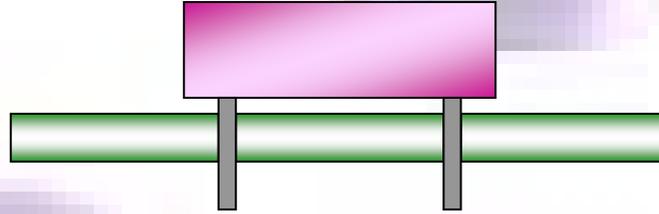
Property	Units	Silver Filled Epoxy	Encapsulant
Density	kg/m ³ (g/cc)	2500 (2.5)	
Modulus Elasticity	GPa		10.2 @ 25° C
Tensile Strength	MPa		
Thermal Conductivity	W/mK	1.6 @ 121°C	0.52
Coefficient of Thermal Expansion	ppm/°C	$\alpha_1 = 46$ $\alpha_2 = 240$	$\alpha_1 = 19$ $\alpha_2 = 70$
Electrical Resistivity	$\Omega \text{ cm}$	$> 1 \times 10^{-4}$	2.18×10^{16}
Dielectric Constant	relative		@ 1kHz=3.68

Annexe c

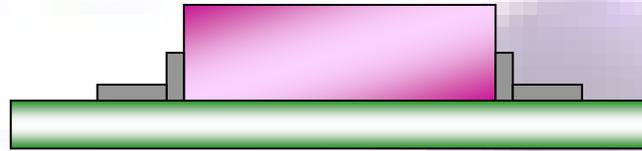
Les nomenclatures en assemblage

Annexe c – Dénominations – Types de montage

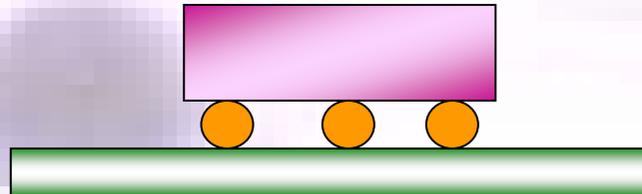
o Pin Through Hole



o Surface Mount Technology - Peripheral



o Surface Mount Technology - Area Array

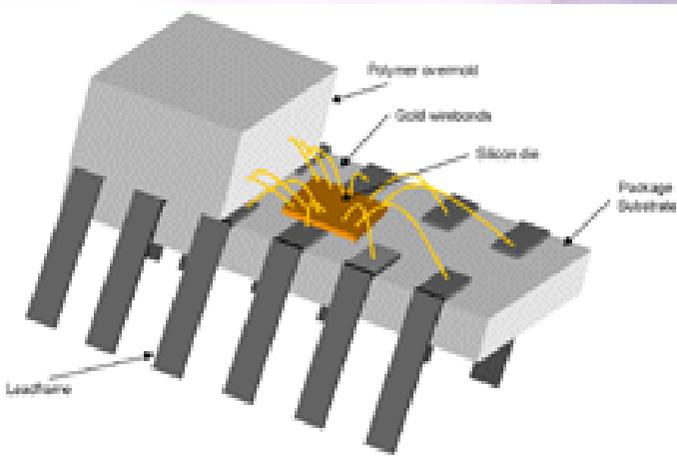


Annexe c – Dénominations – Single Chip Package

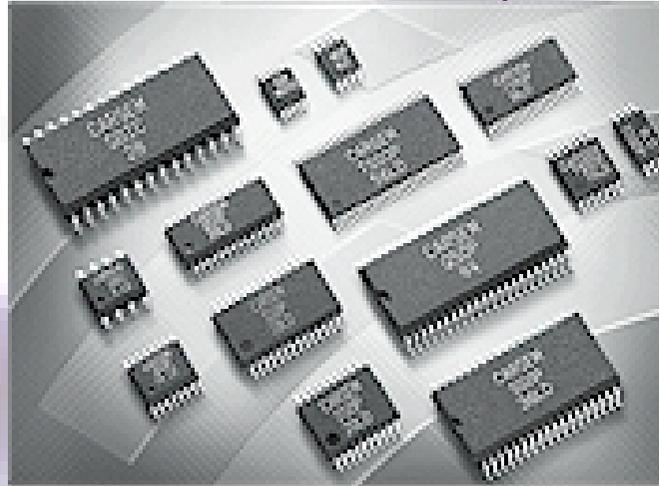
✓ SCP périphériques

- o pins : Cu ou Kovar,
- o enrobage : plastique ou céramique

- o **D**ual **I**n line **P**ackage
 - o Jusqu'à 48 pins



- o **S**mall **O**ut line **P**ackage
 - o Idem DIP mais plus fin



- o **Q**uad **F**lat **P**ackage
 - o Jusqu'à 304 pins

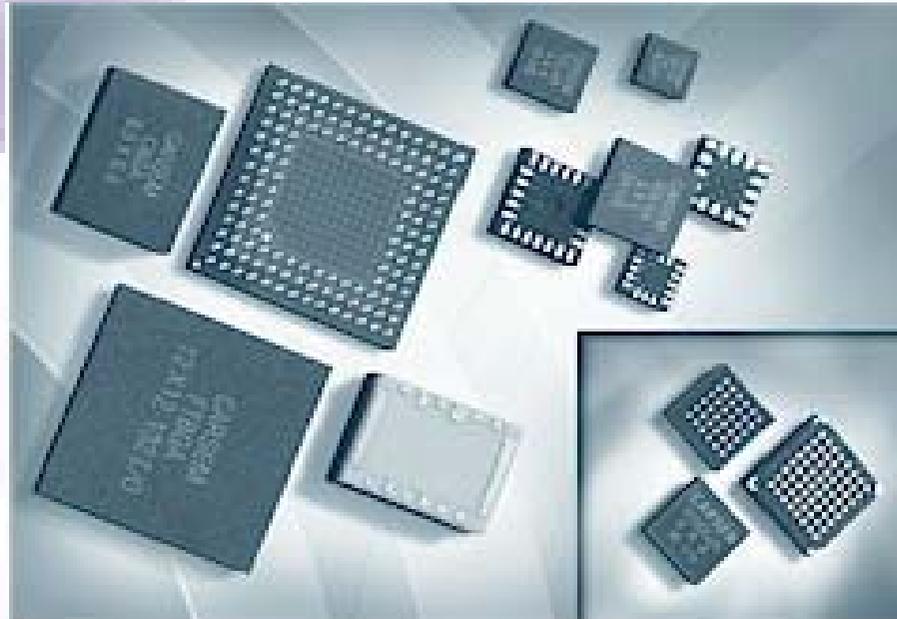


Annexe c – Dénominations – Single Chip Package

Area Array SCP

- o Substrats : plastiques, céramiques, flexibles
- o Connexions : Sn/Pb, soudure sans Pb

Peripheral Grid Array



o Ball Grid Array

✓ Chip Scale Package

- o Surface < surface puce + 50%
- o Périmètre < périmètre puce + 20 %

Annexe c – Dénominations – Glossaire

✓ Surface Mount Device Package Types

BGA: Ball Grid Array
BQFP: Bumpered Quad Flat Pack
CBGA: Ceramic Ball Grid Array
CFP: Ceramic Flat Pack
CPGA: Ceramic Pin Grid Array
CQFP: Ceramic Quad Flat Pack
TBD: Ceramic Lead-Less Chip Carrier
DLCC: Dual Lead-Less Chip Carrier (Ceramic)
FBGA: Fine-pitch Ball Grid Array
fpBGA: Fine Pitch Ball Grid Array
JLCC: J-Leaded Chip Carrier (Ceramic)
LCC: Leaded Chip Carrier [also Leadless]
LCCC: Leaded Ceramic Chip Carrier;
LFBGA: Low-Profile, Fine-Pitch Ball Grid Array
MLCC: Micro Leadframe Chip Carrier
PBGA: Plastic Ball Grid Array
PLCC: Plastic Leaded Chip Carrier
PQFD: Plastic Quad Flat Pack
PQFP: Plastic Quad Flat Pack
PSOP: Plastic Small-Outline Package
QFP: Quad Flatpack
QSOP: Quarter Size Outline Package
SOIC: Small Outline IC
SOJ: Small-Outline Package [J-Lead]
SSOP: Shrink Small-Outline Package
TQFP: Thin Quad Flat Pack
TSOP: Thin Small-Outline Package
TSSOP: Thin Shrink Small-Outline Package
TVSOP: Thin Very Small-Outline Package
VQFB: Very-thin Quad Flat Pack

✓ Through Hole Device Package Type

C-DIP: Ceramic Dual In-line Package
CERDIP: Ceramic DIP
CPGA: Ceramic Pin Grid Array
DIP: Dual In-line Package
TBD: Dual In-line Zig-Zag Package;
HDIP: Hermetic DIP
PDIP: Plastic DIP [P-DIP]
PGA: Pin Grid Array;
PPGA: Plastic Pin Grid Array
Shrink DIP: Shrink Dual In-Line Package
SIP: Single In-line Package¹⁵

Annexe d

Références

Références

- ✓ **ELECTRONIC PACKAGING & INTERCONNECTION HANDBOOK**
 - o HAROER C A
 - o MCGRAW HILL 1997
- ✓ **FUNDAMENTALS OF MICROSYSTEMS PACKAGING**
 - o TUMMALA R R
 - o MC GRAW HILL 2001
- ✓ **ELECTRONIC PACKAGING DESIGN MATERIALS PROCESS AND RELIABILITY**
 - o LAU J,WONG C,PRINCE J,NAKAYAMA W
 - o MC GRAW HILL 1998
- ✓ **WIRE BONDING IN MICROELECTRONICS MATERIALS PROCESSES RELIABILITY .AND YIELD**
 - o HARMAN G
 - o MC GRAW HILL 1997
- ✓ **FLIP CHIP TECHNOLOGIES**
 - o LAU J H
 - o MCGRAW HILL 1995
- ✓ **MULTICHIP MODULES & RELATED TECHNOLOGIES**
 - o GINSBERG GL
 - o MCGRAW HILL 1994
- ✓ **SEMICONDUCTOR WAFER BONDING : SCIENCE AND TECHNOLOGY**
 - o TONG Q Y, GOSELE U
 - o JOHN WILEY & SONS 1999
- ✓ **HANDBOOK OF SEMICONDUCTOR WAFER CLEANING TECHNOLOGY : SCIENCE TECHNOLOGY AND APPLICATIONS**
 - o KERN W
 - o NOYES PUBLICATIONS 1993
- ✓ **L'ASSEMBLAGE PAR COLLAGE (cahiers sectoriels1 et2)**
 - o CRIF/CREACOL
 - o MINISTERE DE LA RECHERCHE DE LA REGION WALLONE
- ✓ **TRAITEMENTS DE SURFACE ET ADHERENCE**
 - o CREACOL/TECHNACOL