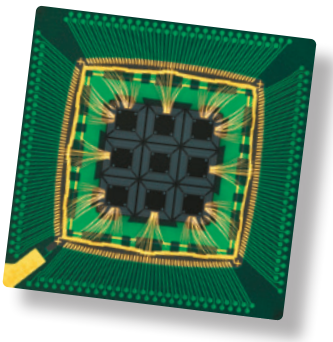


Préparation métallographique de la microélectronique

Struers
Ensuring Certainty

Application Notes

Au cours des 25 dernières années, les techniques de développement et de production d'équipements électroniques ont connu une progression continuelle et rapide. Auparavant, les équipements électroniques et les biens de consommation étaient très encombrants et renfermaient des composants individuellement soudés sur de grandes cartes à circuit imprimé. Aujourd'hui, le besoin de transportabilité des appareils électroniques entraîne leur miniaturisation et plus les ordinateurs, téléphones et caméras diminuent de taille, plus ils abritent de fonctions. La miniaturisation des composants a été rendue possible par le développement de la microélectronique au cœur de laquelle on trouve les circuits intégrés (CI). Les CI ont considérablement réduit le besoin de composants électroniques discrets (résistances, condensateurs, transistors, etc.) dans les éléments de construction des circuits électroniques. Les avantages des CI sur les circuits câblés sont une réduction importante de taille et de poids, une augmentation de fiabilité, un coût plus faible et l'augmentation des performances du circuit.

Un circuit intégré est un dispositif qui combine (intègre) les composants actifs en l'occurrence les transistors, diodes, etc. et les composants passifs tels que résistances et condensateurs d'un circuit électronique complet dans une seule et très fine couche de matériau semi-conducteur, habituellement du silicium (fig. 1 et 2). Ce dispositif s'appelle une puce. Les puces intègrent des fonctions comportant des multitudes de transistors, condensateurs et autres éléments électroniques tous interconnectés pour exécuter la tâche d'un circuit complexe. La conception et la fabrication du système d'interconnexion des puces s'appelle la mise en boîtier (voir ci-dessous). Les composants basés sur ces puces sont montés sur une carte à circuit imprimé enfichable dans une unité électronique (fig.3).

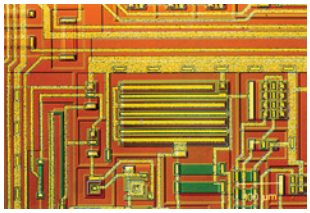


Fig. 1 : détail d'un circuit intégré linéaire avec fils conducteurs, transistors, résistances, vias et condensateur au centre

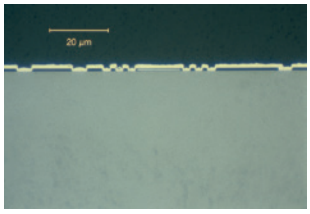


Fig. 2 : coupe transversale d'un wafer de silicium avec fils de connexion du CI

Les composants sont produits en masse, c'est pourquoi le contrôle de qualité est généralement limité à des cycles thermiques pour détecter les pièces défectueuses. Cependant, le développement, la conception et l'analyse de défaillance des composants à puces nécessite d'effectuer des coupes transversales des composants pour examiner les microvias, les fissures, les vides, les billes de soudure, les couches conductrices, les connexions, etc. La métallographie est également utilisée pour des vérifications ponctuelles de production à différentes étapes. Tous ces composants sont très petits et nécessitent des techniques et un équipement de préparation spécifiques pour assurer la précision nécessaire pour préparer et observer ces échantillons métallographiques.

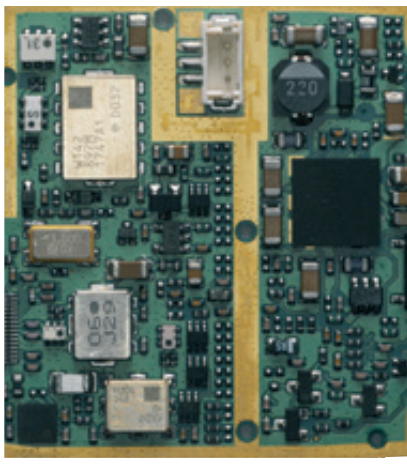
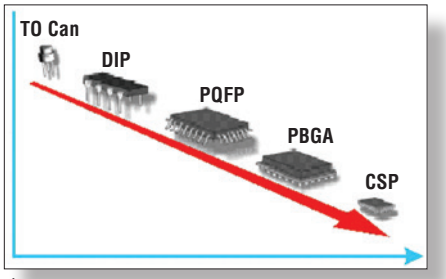


Fig. 3 : composants montés sur une carte à circuit imprimé



Évolution des boîtiers des CI. Fournie gracieusement par : Tessera

Difficultés de la préparation métallographique

La principale difficulté de la préparation microélectronique avant inspection métallographique réside dans les dimensions réduites des échantillons. Minuscules et complexes, les CI sont un véritable défi de préparation . Le côté tridimensionnel doit être pris en compte pendant le processus de préparation et cela prend du temps, de la précision et de la patience pour obtenir un résultat représentatif. Voici quelques-unes des difficultés les plus courantes de préparation :

Tronçonnage : écaillage et fissuration des wafers, du verre de la céramique

Enrobage : déformation mécanique et dommages thermiques

Prépolissage : fracture des constituants fragiles comme les fibres de verre ou la céramique (fig. 4).

Polissage : beurrage des couches de métaux tendres. Relief dû aux différences de dureté des différents matériaux d'un composant (fig. 5). Particules de carbure de silicium et de diamant incrustées dans la soudure (fig 6).

Solutions :

Utilisation d'outils spéciaux et d'équipements automatiques pour tronçonner, prépolir et polir rapidement jusqu'à la cible.
Utilisation de l'enrobage à froid.
Prépolissage fin et polissage au diamant sur disques rigides et draps de polissage résistants.

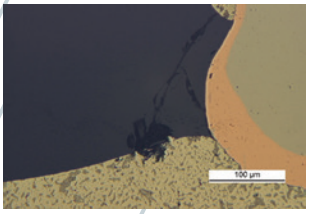


Fig. 4 : dommage par fissure et fracture sur une diode de verre causées par un prépolissage grossier avec feuille/papier SiC

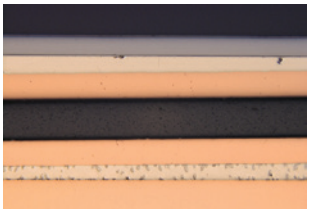


Fig. 5 : relief de polissage dû aux différentes duretés des matériaux

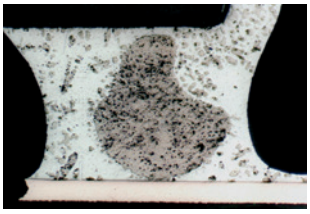


Fig. 6 : particules de diamant dans la soudure

Processus de production et application de la microélectronique

La production de puces électroniques est un processus très complexe qui implique différents fabricants spécialisés dont les tâches depuis la conception jusqu'au produit final se recouvrent partiellement. Dans ce qui suit, les étapes de production de base d'une puce électronique sont brièvement décrites :

Conception
Si un fabricant d'équipement électronique décide de fabriquer un nouveau produit, il aura besoin de composants microélectroniques pour réaliser les fonctions nécessaires à cet équipement La fabrication d'un nouveau composant comprend la conception de la puce dont le boîtier fait partie. Le fabricant peut soit concevoir le composant en interne ou bien le sous-traiter à un spécialiste ou un fabricant de puces.

Prototypage
Habituellement, un grand nombre de prototypes sont fabriqués et testés pour s'assurer que le nouveau composant se comporte bien comme prévu. Lors de cette étape, la métallographie joue un rôle important car un grand nombre de coupes doivent être traitées et évaluées par métallographie. Ces investigations métallographiques peuvent être conduites par le fabricant de l'appareil, de la puce et/ou du boîtier.

Production des puces
Selon la conception de la puce, une fonderie ou une « fab » est chargée de la fabrication. Le matériau de base de la puce s'appelle un wafer (ou galette) provenant d'un monocristal (en général du silicium).

Boîtier
Pour être fonctionnelles, les puces doivent être interconnectées et assemblées. La conception et la fabrication de ces interconnections s'appelle la mise en boîtier. Les interconnections avec les fils, les billes de soudure, les couches conductrices sont toutes recouvertes de plastique ou de céramique à la fin du processus de fabrication. Les wafers sont découpés en dés individuels et mis en boîtier de différentes façons (fig. 7). Il y a deux techniques d'interconnexion principales : avec des fils ou une matrice de billes de soudure (en anglais : ball grid array = BGA). Pour une compacité extrême, la technique flip-chip (puces retournées) peut être appliquée pour constituer une interconnection directe entre la puce et le circuit imprimé (PCB).

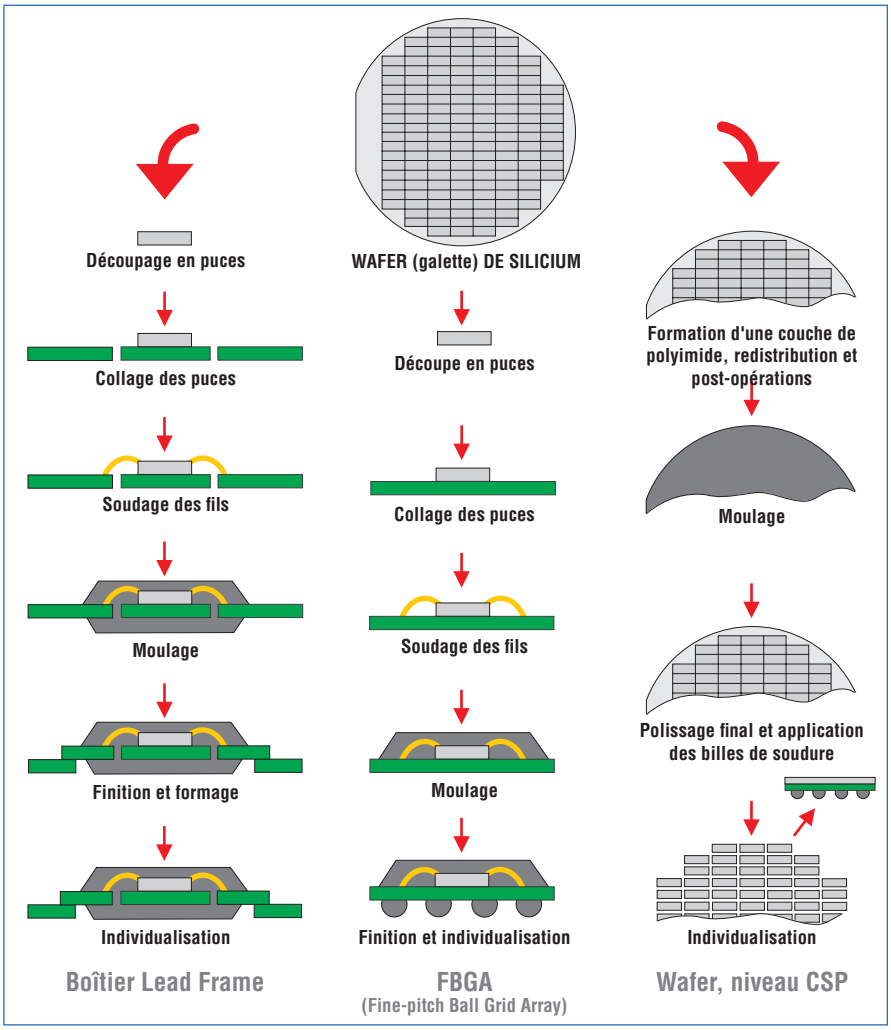
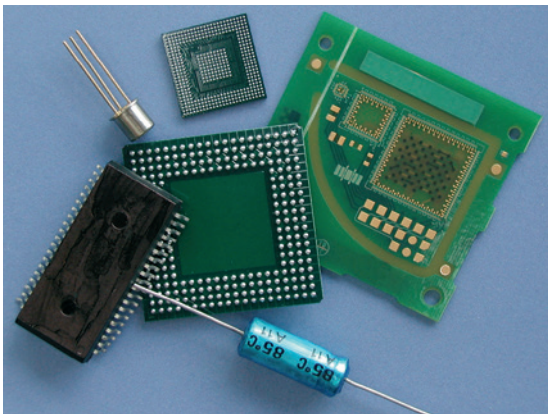


Fig. 7 : différentes méthodes de mise en boîtier

Essais
À ce stade, intervient le contrôle de qualité de la production de masse par des cycles thermiques. Il s'agit d'un test final pour éliminer les composants défectueux.

Application
La microélectronique est mise à contribution dans une vaste gamme de produits comme en communication, pour le traitement de données et dans les produits grand public. Par exemple, une voiture peut contenir jusqu'à 150 microordinateurs. Cependant, la microélectronique est de plus en plus utilisée dans des domaines moins classiques et de nouvelles applications apparaissent quotidiennement dont l'identification automatique des marchandises dans les épiceries à l'aide de puces souples ultraminces apposées sur chaque produit.



Divers composants microélectroniques

De nouvelles applications sont développées continuellement, par exemple l'identification automatique des marchandises en épiceries et supermarchés avec des puces souples ultraminces sur chaque produit.

Difficultés de la préparation de la microélectronique

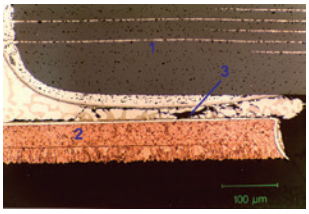
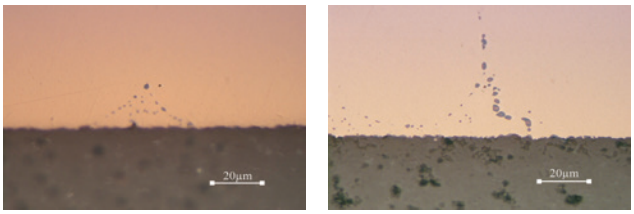


Fig. 9 : condensateur multicouche (1) soudé sur la métallisation en cuivre de la carte (2). Fissure de fatigue (3) se propageant sans interruption à travers la soudure

L'une des exigences principales de l'inspection métallographique d'un échantillon donné est l'observation d'une zone particulière à l'intérieur du boîtier. La technique manuelle de « grind and look » (meuler et regarder) jusqu'à ce que la cible apparaisse et soit prête pour le polissage prend un temps énorme. En recherche ou en analyse de défaut, manquer la cible signifie la perte d'un échantillon unique ou coûteux.

Pour les composants microélectroniques, divers matériaux dont les propriétés sont très différentes sont encapsulées dans le même boîtier : verre, céramique, métaux et polymères (fig. 8). Les différentes combinaisons de ces matériaux nécessitent une préparation destinée à révéler les caractéristiques individuelles de ces matériaux, mais qui n'introduit pas d'artefacts comme le fluage (ou beurrage) de métaux et de polymères et qui n'endommage pas le verre ni la céramique. C'est particulièrement important car en microélectronique, l'examen comporte différentes évaluations dans lesquelles les artefacts introduits par la préparation peuvent conduire à des conclusions erronées. Les évaluations peuvent par exemple comprendre :

Taille et distribution des défauts comme les vides, les inclusions et les fissures (fig. 9).
Liaison et adhésion entre matériaux et leurs interfaces.
Dimensions et formes des différents éléments du boîtier : épaisseur des couches, fils, ménisques de soudure.
Porosités et fissures dans les céramiques.
La planéité et la netteté des bords sont particulièrement importantes car souvent les couches très minces entre les différents matériaux doivent être observées à fort grossissement (fig. 10 a et b).



10 a 10 b

Fig. 10 a et b : céramique avec cuivre à fort grossissement mettant en évidence des différences de planéité : a) polissage initial fin avec feuille/papier au carbure de silicium b) polissage initial fin avec diamant sur disque de polissage fin MD-Largo

Recommandations

En microélectronique, la majorité des investigations métallographiques sont effectués sur des coupes et les procédures indiquées sont valables pour des coupes transversales. Cependant, certaines investigations peuvent nécessiter des coupes parallèles pour lesquelles la plupart des recommandations sont également valables.

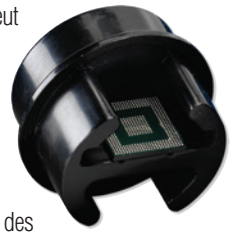
Comme mentionné ci-dessus, la coupe transversale d'un composant microélectronique sert à révéler une zone cible de celui-ci. Il faut beaucoup de soin pour l'enlèvement du matériau pendant les processus de tronçonnage et de prépolissage/polissage. Pour les deux, différentes techniques sont disponibles et certaines procédures manuelles, semi-automatiques et automatiques sont décrites ci-dessous. Le degré d'automatisation augmente les chances d'atteindre la cible.

Tronçonnage: en fonction du type d'échantillon à analyser, le tronçonnage peut être effectué sur différentes tronçonneuses de précision.
Par exemple, un téléphone mobile ou une carte assemblée avec ses composants peut facilement être tronçonnée sur une machine de taille moyenne comme la Secotom par un opérateur qui pousse manuellement la pièce contre la meule de tronçonnage. Nous préconisons l'utilisation d'une meule diamantée avec revêtement électrolytique (E1D20) destinée au tronçonnage du plastique ou d'une meule diamantée à liant résine (B0D20). Si les composants à tronçonner sont plus grands, on peut utiliser une Secotom (même type de meule, mais en diamètre de 200 mm ou 150 mm pour une coupe plus fine.
Pour tronçonner des composants individuels, petits ou fragiles, nous préconisons l'Accutom (le cas échéant avec des meules plus petites).

Selon la taille et la fragilité d'un composant ou d'un ensemble, l'enrobage peut s'avérer nécessaire avant le tronçonnage pour maintenir les pièces et composants ensemble et éviter tout dommage mécanique.

Dans tous les cas, le tronçonnage doit être effectué assez loin de la zone à observer, afin de prévenir tout dommage direct sur celle-ci. Le matériau découpé peut être alors prépoli avec précautions. Plus le soin apporté à cette étape initiale est grand, moins il y a de risque d'apparition de fissures au niveau des céramiques, des puces ou du verre ainsi que de délaminage des couches ou des points de soudure.

Enrobage : en raison de leur matériau composite et de leur nature fragile, les composants microélectroniques ne sont pas adaptés à l'enrobage à chaud. Ils subissent donc toujours un enrobage à froid. Les résines d'enrobage à froid qui polymérisent à température élevée ne sont pas recommandées car la chaleur peut agir sur les soudures et les polymères, et, le retrait élevé peut fissurer les substrats de silicium.
Les méthodes d'enrobage diffèrent en fonction de la méthode d'analyse envisagée. Pour les enrobages courants pour examen au microscope optique, on utilise des résines époxy transparentes (ProntoFix, EpoFix). Si des pores ou trous doivent être comblés de résine, une imprégnation sous vide est recommandée. L'ajout d'un colorant fluorescent à la résine époxy permet d'obtenir un excellent contraste des pores et fissures lors de l'examen au microscope optique avec un filtre bleu (passe-haut) et orange (passe-bas). Pour les très petits vias, une résine transparente à faible viscosité est recommandée pour faciliter l'imprégnation dans les trous.
Pour l'utilisation du TargetSystem Struers, les composants peuvent être enrobés directement dans le porte-échantillons spécial utilisé par exemple pour la préparation ciblée (voir à droite).



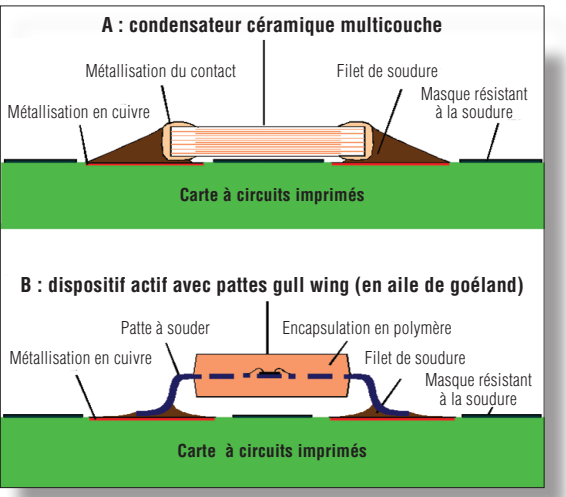
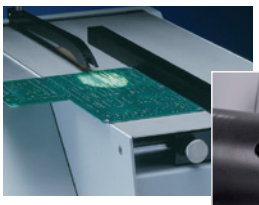
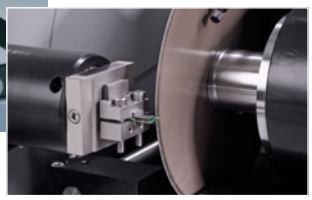


Fig. 8 : exemple de matériaux présents dans des composants microélectronique



Secotom



Accutom

Tableau 1
Méthode de préparation de composants microélectroniques, enrobés, 30 mm de diamètre.

Prépolissage
Après le polissage manuel ou semi-automatique avec AccuStop à proximité de la cible sur feuille/papier SiC #320, #500 et #1000, les échantillons sont insérés dans une machine automatique pour le polissage fin et final au diamant.

Étape		FG		
Support		MD-Largo		
Abrasif	Type	Diamant		
	Dimension	9 µm		
Suspension/ lubrifiant		DiaPro Allegro/ Largo 9		
t/m		150		
Force [N]/ échantillon		30		
Temps (min)		4		

Polissage

Étape		DP 1	DP 2	OP*
Support		MD-Dac	MD-Nap	MD-Chem
Abrasif	Type	Diamant	Diamant	Silice
	Dimension	3 µm	1 µm	0,04 µm
Suspension/ lubrifiant		DiaPro Dac 3	DiaPro Nap R 1	OP-U NonDry / OP-S Nondry
t/m		150	150	150
Force [N]/ échantillon		20	20	15
Temps (min)		3	1	0,5

** Étape optionnelle*

Le prépolissage et polissage

Selon la taille du composant et le nombre d'échantillons à préparer, on utilisera des méthodes de prépolissage et polissage manuelles, semi-automatiques ou automatiques, tant pour les sections longitudinales que transversales. Normalement, le polissage plan avec un abrasif grossier doit être banni car il peut endommager les matériaux fragiles et provoquer de sévères déformations dans les métaux tendres (voir fig 4). Pour une excellente planéité, nous recommandons le polissage fin avec une suspension diamantée sur le disque rigide (MD-Largo) au lieu du polissage sur feuille/papier au carbure de silicium. Le polissage fin au diamant avec un drap de soie conserve ensuite très bien la planéité. Si des particules abrasives sont incluses dans un métal tendre, le polissage diamanté doit être poursuivi jusqu'à l'élimination de ces particules. Le polissage final à l'aide de silice colloïdale (OP-U NonDry) doit être bref pour éviter tout relief.

Préparation ciblée manuelle et semi-automatique

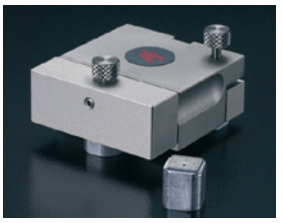
Pour la préparation manuelle de wafers non encapsulés et de boîtiers, Tripod est un outil utile pour la méthode manuelle « grind-and-look » (meuler et regarder). Pour cette méthode, les films abrasifs d'une granulométrie de 30 µm à 0,05 µm sont montés sur une plateau de verre et l'échantillon est prépoli et poli manuellement.
Pour l'enlèvement de matière manuel ou semi-automatique et la préparation ciblée avec film/papier au carbure de silicium, AccuStop et AccuStop-T sont des porte-échantillons spéciaux pour les composants microélectroniques enrobés ou non. AccuStop-T peut être incliné pour suivre l'alignement des cibles, par exemple une rangée de billes de soudure afin de pouvoir les polir toutes dans le même plan en une fois.

Dès que plusieurs échantillons ont été prépolis manuellement, ou semi automatiquement avec AccuStop jusqu'à environ 50 µm de la cible, les échantillons sont retirés de l'AccuStop et transférés comme échantillons individuels sur une machine semi-automatique pour le polissage fin et le polissage final. Le tableau 1 montre une méthode de préparation pour le polissage fin et final semi-automatique des échantillons individuels sur Tegramin.

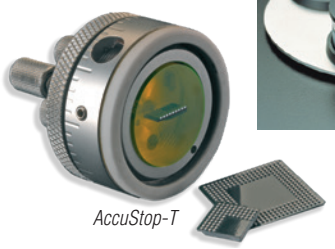
Préparation ciblée automatique

Pour un enlèvement de matière contrôlé et la préparation automatique, le TargetSystem Struers propose l'alignement et la mesure de l'échantillon avant la préparation. Les coupes transversales et parallèles d'échantillons enrobés ou non-enrobés, peuvent être prépolies/polies avec un équipement dédié pour atteindre des cibles visibles ou cachées . Un système de mesure par laser assure une précision de ±5 µm et la vitesse d'enlèvement est recalculée automatiquement pendant le processus de préparation.

TriPod



AccuStop dans la plaque porte-échantillon



AccuStop-T

TargetSystem

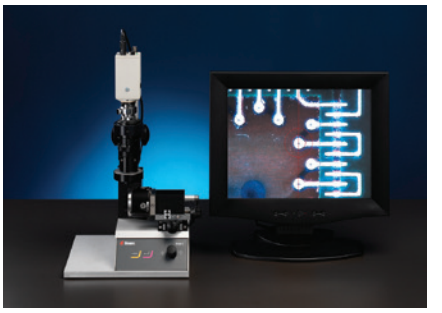


Fig. 11 : Vidéo cible Z pour positionnement et mesure de cibles visibles

Prépolissage

Étape		PG	FG	
Support		Foil/Paper	MD-Sat	
Abrasif	Type	SiC	Diamant	
	Dimension	#320	9 µm	
Suspension/ lubrifiant		Eau	DiaPro Allegro/ Largo 9	
t/m		300	150	
Force [N]/ échantillon		35	40	
Enlèvement (µm) Temps (min)		Tel que calculé par le système	20 µm	

Polissage

Étape		DP 1	DP 2	OP*
Support		MD-Dac	MD-Nap	MD-Chem
Abrasif	Type	Diamant	Diamant	Silice
	Dimension	3 µm	1 µm	0.02/0,04 µm
Suspension/ Lubrifiant		DiaPro Dac 3	DiaPro Nap R 1	OP-U NonDry / OP-S Nondry
t/m		150	150	150
Force [N]/ échantillon		25	20	10
Enlèvement (µm) Temps (min)		15 µm	1	0,5

** Étape optionnelle*

Tableau 2 :
Méthode pour la préparation ciblée d'un composant microélectronique

L'alignement et la mesure peuvent s'effectuer à l'aide d'une caméra pour les échantillons à cible visible (fig 11 et 12) et à l'aide de rayons X pour les échantillons à cible cachée (fig.12). Target-System précalcule ensuite la quantité de matière à enlever et arrête automatiquement le prépolissage plan à environ 35 µm du plan de la cible finale. L'étape de prépolissage fin s'arrête à 15 µm environ de la cible et deux étapes de polissage final sont nécessaires pour atteindre la cible prédéfinie (fig.14). L'ensemble du processus de préparation, tronçonnage compris prend de 45 à 60 minutes. Le tableau 2 montre les données pour la préparation ciblée automatique d'un composant microélectronique.

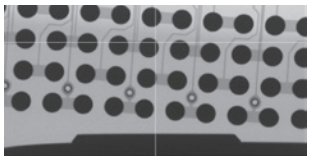


Fig. 12: X-ray of sample with hidden targets

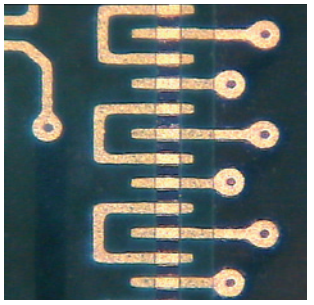


Fig. 13 : échantillons avec cible visible, affichage caméra

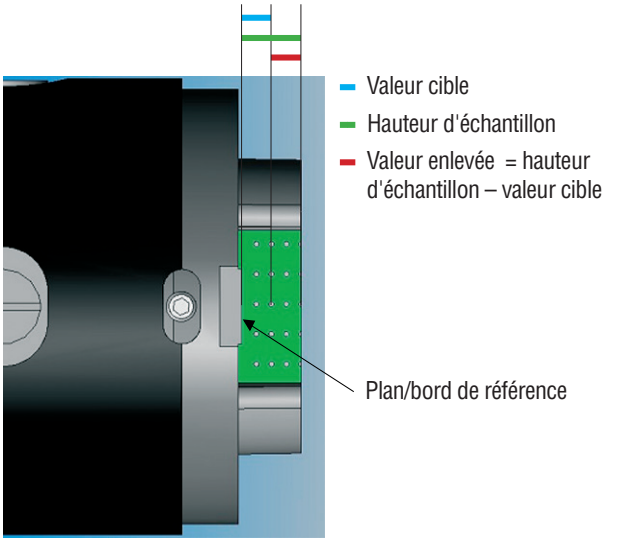


Fig. 14 : support avec échantillon, indication des distances automatiquement mesurées et calculées

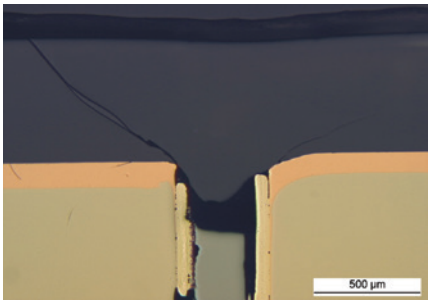
Attaque

Les différentes réflexion de lumière des divers matériaux dans un composant fournisent généralement assez de contraste pour se passer de l'attaque. Le polissage final à l'aide de silice colloïdale procure une attaque légère des soudures et du cuivre, en particulier si l'étape finale de polissage est effectuée avec une suspension OP-S NonDry à la place de la suspension OP-U NonDry, moins agressive.
L'ajout d'une petite quantité de peroxyde d'hydrogène (3 %) à la suspension OP-S NonDry augmente l'attaque suffisamment pour voir la structure. Une attaque exagérée peut se produire très rapidement si l'étape de polissage OP-S NonDry dépasse les 30 secondes. Il est recommandé de vérifier l'échantillon au bout de 30 secondes et au besoin de prolonger le polissage graduellement.

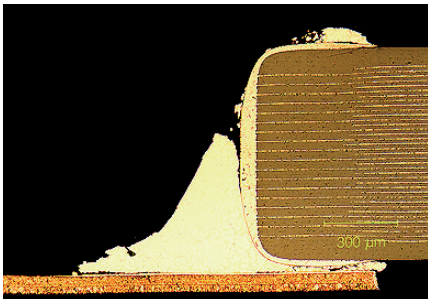
Solution d'attaque pour le cuivre et ses alliages.
25 ml d'eau
25 ml d'hydroxyde d'ammonium
0,5 à 10 ml de peroxyde d'hydrogène (3%)

D'autres techniques d'éclairage, permettent également d'améliorer le contraste de la structure. L'éclairage fond noir est utile pour localiser les fissures dans les céramiques ; le contraste interférentiel et la lumière polarisée permettent aussi d'améliorer le contraste ou les couleurs des microstructures spécifiques et peuvent contribuer à améliorer l'interprétation structurelle.

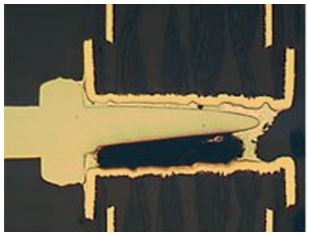
Exemples de microstructures typiques dans des composants microélectroniques



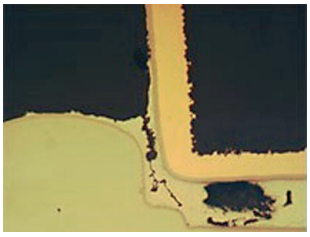
Détection d'une fissure dans une diode



Coupe d'un condensateur céramique multicouche usagé avec fissures de fatigue dans la soudure de connexion

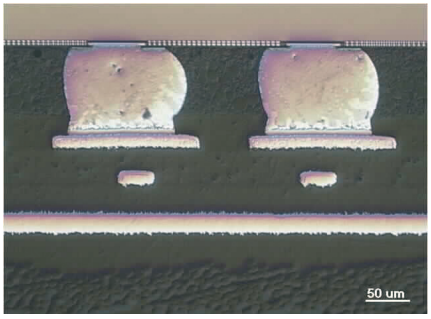


Grand vide dans la soudure d'une connexion par trou métallisé. 50 x



Vide et fissure dans la soudure d'une connexion par trou métallisé. 200 x

Struers ApS
Pederstrupvej 84
DK-2750 Ballerup, Denmark
Phone +45 44 600 800
Fax +45 44 600 801
struers@struers.dk
www.struers.com



Coupe transversale de billes de soudure, DIC.

Résumé

La miniaturisation des dispositifs électroniques a été rendue possible par le développement de circuits intégrés, qui ont réduit l'usage des composants électroniques discrets comme éléments constitutifs des circuits électroniques. La métallographie joue un rôle essentiel dans la conception, le développement et l'analyse de défaut des composants à base de puce. La préparation métallographique des sections transversales de ces composants microélectroniques est très chronophage et exige de la patience et l'habileté à prépolir et polir jusqu'à une cible spécifique à l'intérieur du composant. En outre, les différents matériaux utilisés dans les appareils et composants comme le métal, le verre et la céramique ont des caractéristiques différentes, ce qui augmente la difficulté de la préparation.

Des outils spéciaux peuvent aider à améliorer la préparation manuelle et semi-automatique des composants microélectroniques. Pour la préparation ciblée automatique, le TargetSystem Struers propose un prépolissage rapide et très précis et un polissage rapide jusqu'à la cible. Pour éviter l'apparition de reliefs entre les couches de matériaux durs et tendres, nous recommandons le prépolissage diamanté ou avec disque rigide et le polissage diamanté sur draps résistants.

Glossaire

BGA :	*Ball Grid Array (matrice de billes de soudure)*
CSP :	*Chip Scale Package (boîtier Chip Scale)*
DIP :	*Dual Inline Package (boîtier Dual Inline)*
FBGA :	*Fine-Pitch Ball Grid Array (matrice dense de billes de soudure)*
IC :	*Integrated Circuit (circuit intégré)*
PBGA :	*Plastic Ball Grid Array (matrice de billes plastique)*
PCB :	*Printed Circuit Board (carte à circuit imprimé)*
PQFP :	*Plastic Quad Flat Package (boîtier plastique Quad Flat)*
TO Can:	*Transistor Outline Canister (boîtier TO pour transistor)*

Notes d'application

Préparation métallographique de la microélectronique
Elisabeth Weidmann, Anne Guesnier, Hans Bundgaard, Struers A/S, Copenhague, Danemark

Remerciements/crédits

Figs 1, 8, 9 aimablement fournies par F. W. Wulff, T. Ahrens, Frauenhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Quality and Reliability, D-25524, Itzehoe, Allemagne

Figs 4, 5, 6, 10 a+b aimablement fournies par Katja Reiter. Mario Reiter, Thomas Ahrens, Institute für Siliziumtechnologie, Modulintegration, D-25524, Itzehoe, Allemagne

Bibliographie

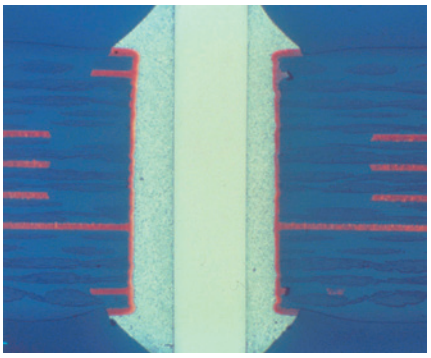
Structure 32, 1998, Microstructure and material analysis for electronic packaging, F. W. Wulff, T. Ahrens, Frauenhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Quality and Reliability, D-25524, Itzehoe, Allemagne

Structure 34, Special aspects of metallographic preparation of electronic and microelectronic devices, Katja Reiter. Mario Reiter, Thomas Ahrens, Institute für Siliziumtechnologie, Modulintegration, D-25524, Itzehoe, Germany

Struers Structure 28, 1995, Accurate, metallographic preparation of blind, buried and filled holes in printed circuit boards.

Struers Structure 13, 1986, Anschliffe an elektronischen Bauteilen und Komponenten.

Pour plus de détails sur les équipements, accessoires et consommables Struers mentionnés, consultez ***www.struers.com*** *ou contactez le représentant de Struers le plus proche.*



AUSTRALIA & NEW ZEALAND
Struers Australia
27 Mayneview Street
Milton QLD 4064
Australia
Tel.: +61 7 3512 9600
Fax: +61 7 3369 8200
info.au@struers.dk

BELGIUM (Wallonie)
Struers S.A.S.
370, rue du Marché Rollay
F- 94507 Champigny
sur Marne Cedex
Tel.: +33 1 5509 1430
Fax: +33 1 5509 1449
struers@struers.fr

BELGIUM (Flanders)
Struers GmbH Nederland
Zomerdijk 34 A
3143 CT Maassluis
Tel.: +31 (10) 599 7209
Fax: +31 (10) 5997201
netherlands@struers.de

CANADA
Struers Ltd.
7275 West Credit Avenue
Mississauga, Ontario L5N 5M9
Tel.: +1 905-814-8855
Fax: +1 905-814-1440
info@struers.com

CHINA
Struers Ltd.
No. 1696 Zhang Heng Road
Zhang Jiang Hi-Tech Park
Shanghai 201203, P.R. China
Tel.: +86 (21) 6035 3900
Fax: +86 (21) 6035 3999
struers@struers.cn

CZECH REPUBLIC & SLOVAKIA
Struers GmbH Organizační složka
vědeckotechnický park
Přílepská 1920,
CZ-252 63 Roztoky u Prahy
Tel.: +420 233 312 625
Fax: +420 233 312 640
czechrepublic@struers.de
slovakia@struers.de

GERMANY
Struers GmbH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 5
D- 47877 Willich
Tel.: +49 (0) 2154 486-0
Fax: +49 (0) 2154 486-222
infoservice@struers.de

FRANCE
Struers S.A.S.
370, rue du Marché Rollay
F-94507 Champigny
sur Marne Cedex
Tel.: +33 1 5509 1430
Fax: +33 1 5509 1449
struers@struers.fr

HUNGARY
Struers GmbH
Magyarországi Fióktelep
2040 Budaörs
Szabadság utca 117
Phone +36 (23) 80 60 90
Fax +36 (23) 80 90 91
hungary@struers.de

IRELAND
Struers Ltd.
Unit 11 Evolution@ AMP
Whittle Way, Catcliffe
Rotherham S60 5BL
Tel.: +44 0845 604 6664
Fax: +44 0845 604 6651
info@struers.co.uk

ITALY
Struers Italia
Via Monte Grappa 80/4
20020 Arese (MI)
Tel.: +39-02/38236281
Fax: +39-02/38236274
struers.it@struers.it

JAPAN
Struers K.K
Takanawa Muse Bldg. 1F
3-14-13 Higashi-Gotanda,
Shinagawa
Tokyo
141-0022 Japan
Tel.: +81 3 5488 6207
Fax: +81 3 5488 6237
struers@struers.co.jp

NETHERLANDS
Struers GmbH Nederland
Zomerdijk 34 A
3143 CT Maassluis
Tel.: +31 (10) 599 7209
Fax: +31 (10) 5997201
netherlands@struers.de

NORWAY
Struers ApS, Norge
Sjøskogenveien 44C
1407 Vinterbro
Tel.: +47 970 94 285
info@struers.no

AUSTRIA
Struers GmbH
Zweigniederlassung Österreich
Betriebsgebiet Puch Nord 7
5412 Puch
Tel.: +43 6245 70567
austria@struers.de

POLAND
Struers Sp. z o.o.
Oddział w Polsce
ul. Jasnogórska 44
31-358 Kraków
Tel.: +48 12 661 20 60
Fax: +48 12 626 01 46
poland@struers.de

ROMANIA
Struers GmbH, Sucursala Bucuresti
Str. Preciziei nr. 6R
062203 sector 6, Bucuresti
Tel.: +40 (31) 101 9548
Fax: +40 (31) 101 9549
romania@struers.de

SWITZERLAND
Struers GmbH
Zweigniederlassung Schweiz
Weissenbrunnenstraße 41
CH-8903 Birmensdorf
Tel.: +41 44 777 63 07
Fax: +41 44 777 63 09
switzerland@struers.de

SINGAPORE
Struers Singapore
627A Aljunied Road,
#07-08 BizTech Centre
Singapore 389842
Tel.: +65 6299 2268
Fax: +65 6299 2661
struers.sg@struers.dk

SPAIN
Struers España
Camino Cerro de los Gamos 1
Building 1 - Pozuelo de Alarcón
CP 28224 Madrid
Tel.: +34 917 901 204
Fax: +34 917 901 112
struers.es@struers.es

FINLAND
Struers ApS Suomi
Sahaajankatu 20-22 A6
00880 Helsinki
Tel.: +358 (0)207 919 430
finland@struers.fi

SWEDEN
Struers Sverige
Box 20038
161 02 Bromma
Tel.: +46 (0)8 447 53 90
Fax: +46 (0)8 447 53 99
info@struers.se

UNITED KINGDOM
Struers Ltd.
Unit 11 Evolution @ AMP
Whittle Way, Catcliffe
Rotherham S60 5BL
Tel.: +44 0845 604 6664
Fax: +44 0845 604 6651
info@struers.co.uk

USA
Struers Inc.
24766 Detroit Road
Westlake, OH 44145-1598
Tel.: +1 440 871 0071
Fax: +1 440 871 8188
info@struers.com

08.04.2020 R02 / 62340004