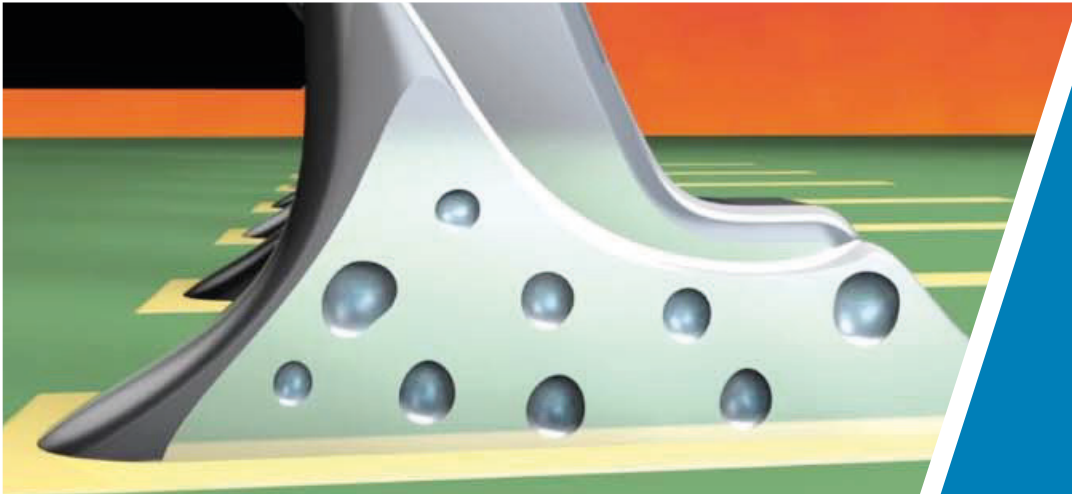


Rapport d'expert



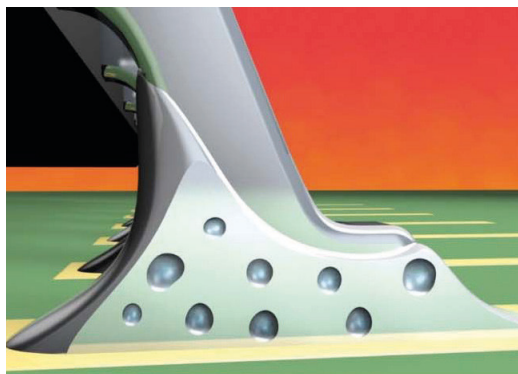
Brasage par refusion sous vide:
la solution simple pour réduire les pores

Brasage par refusion sous vide

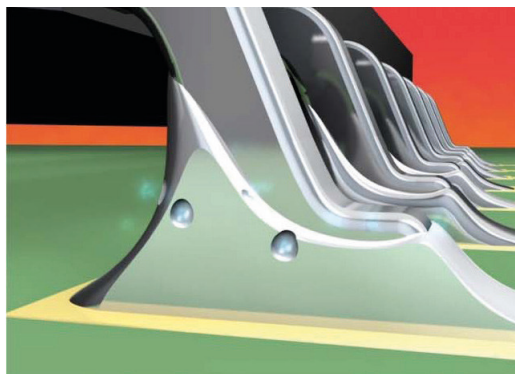
La solution simple pour réduire les pores dans les brasures

La production d'équipement électronique (des nouveaux sous-groupes hybrides pour le secteur automobile p. ex.) devient de plus en plus complexe et performante. Elle requiert de fait des brasures peu poreuses n'étant pas fabriquées avec la technologie de refusion classique.

Section du joint de soudure



Teneur élevée en pores



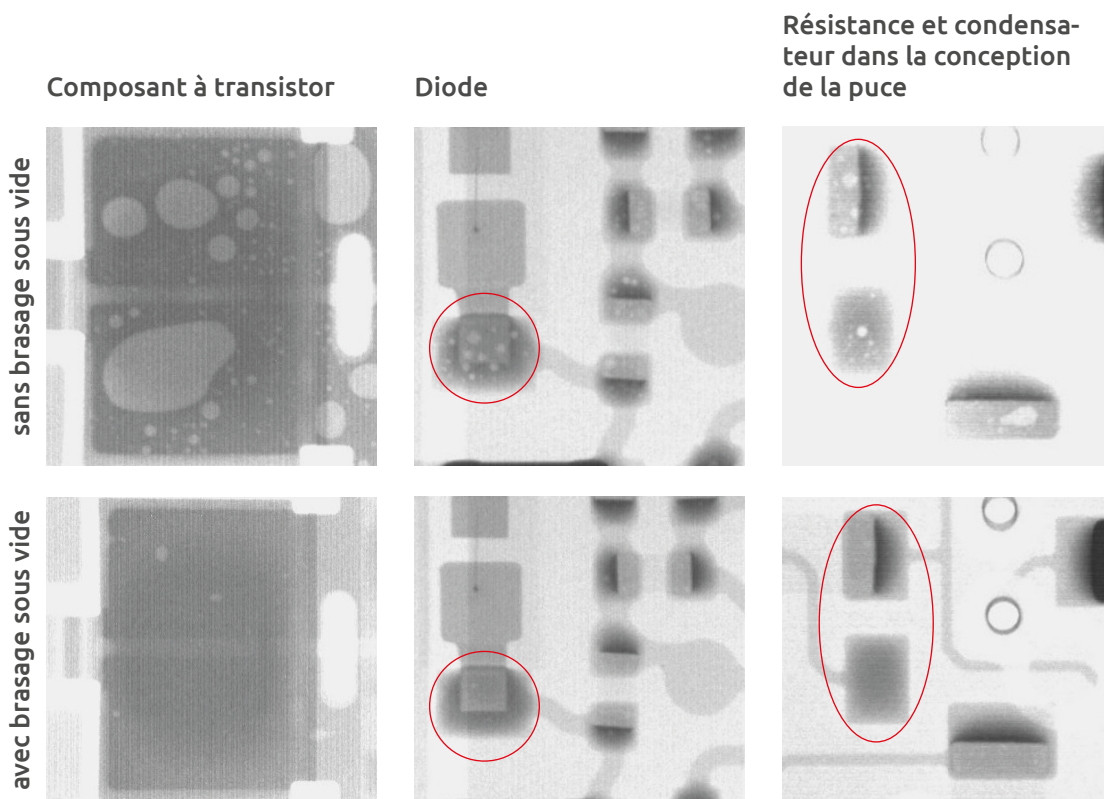
Les pores sont retirés de la soudure dans le modèle sous vide

Le brasage sans retassure est une condition fondamentale de l'électronique haute performance.

Des appareils de réanimation, la technique de commande dans l'aviation et le système d'assistance à la conduite dans le secteur automobile ont tous un point commun: ils doivent fonctionner impeccablement pendant de nombreuses années en toute sécurité. Il faut pour cela un joint brasé quasiment exempt de pore et très résistant. Les pores dans une brasure doivent donc être réduits au minimum admissible.

Les pores sont des inclusions gazeuses dans le joint brasé conduisant à une conductivité thermique plus faible.^{1,2} Dans le cas de composants avec des courants électriques élevés, la chaleur générée ne peut pas être suffisamment évacuée par une brasure contenant beaucoup de pores. Il en résulte des températures élevées du composant et finalement une baisse de sa performance ou de sa durée de vie.³ Les processus de brasage sous vide permettent de réduire la proportion de pores sous vide dans la brasure et donc d'améliorer la conductivité thermique de la brasure.

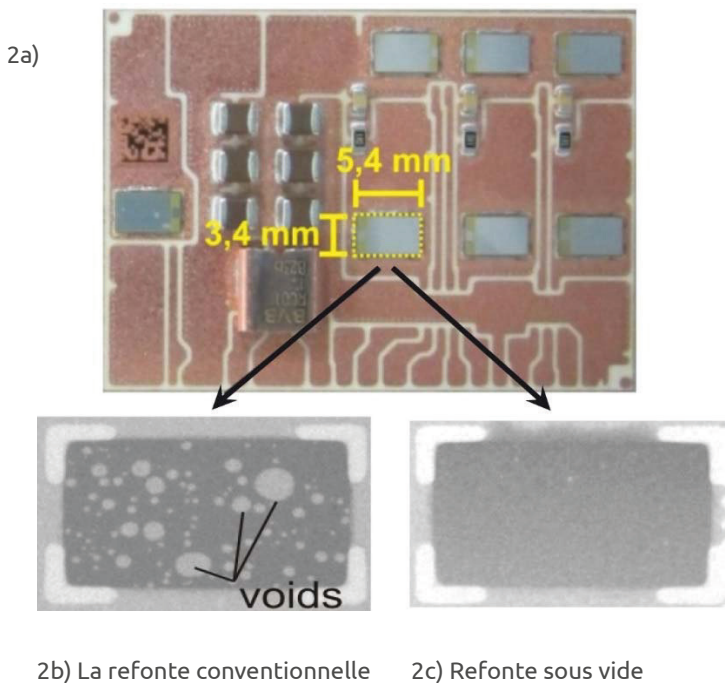
La société SMT Maschinen- und Vertriebs GmbH à Wertheim a développé un système de brasage par refusion sous vide couplant la procédure de brasage par refusion classique à un processus sous vide de manière à satisfaire aux exigences élevées des brasures peu poreuses.



La réduction clairement visible de la teneur en pores a été obtenue dans tous les exemples présentés ci-dessus en utilisant une machine de soudage sous vide par refusion SMT VAC S.

Brasure et pores

La comparaison qualitative des radiographies montre clairement que dans le cas du procédé de refusion classique, il y a de nombreux pores avec un grand pourcentage surfacique dans la brasure, alors que le nombre de pores est réduit quasiment à néant par le processus sous vide.



2a) Photo de l'assemblée.

La soudure examinée est marquée en jaune comme exemple de matrice nue.

2b) Radiographie du joint de soudure de la matrice nue après le procédé de refusion classique.

2c) Radiographie du joint de soudure de la matrice nue après le procédé de refusion sous vide.

Documentation

¹ W.B. Hance, Lee Ning-Cheng, Poreing Mechanisms in SMT, Soldering & Surface Mount Technology, 13, 1993.

² N. Zhu, Thermal impact of solder voids in the electronic packaging of power devices, Semiconductor Thermal Measurement and Management Symposium, p. 22-29, Fifteenth Annual IEEE, 1999.

³ S.T. Nurmi, J.J. Sundelin, E.O. Ristolainen, T. Lepistö, (2003) "The influence of multiple reflow cycles on solder joint voids for leadfree PBGAs", Soldering & Surface Mount Technology, Vol. 15 Iss: 1, pp.31 – 38.

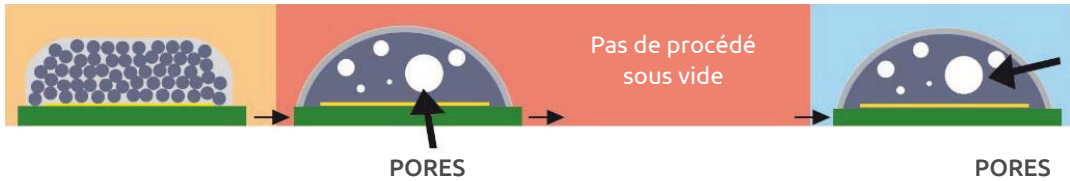
Comparaison entre le procédé de refusion classique et sous vide

La figure 3 représente schématiquement le processus de fusion par refusion classique et sous vide de la pâte de brasage. La pâte de brasage est fondue à l'air chaud par le procédé de refusion ou dans une atmosphère chaude N₂. Il en résulte des inclusions gazeuses dans le joint brasé qui sont intégrées dans le procédé de refusion classique par le refroidissement et la solidification du fluide de brasage.

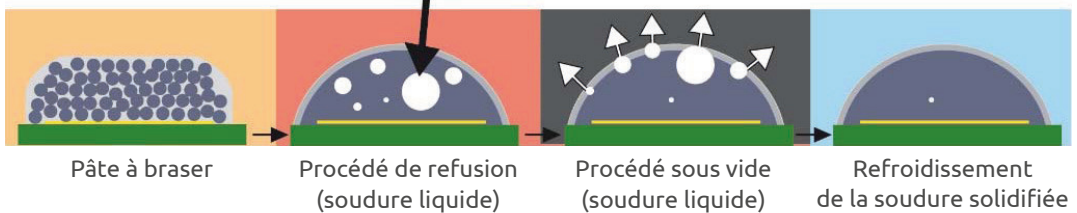
Dans le processus de reflux sous vide appliqué, le fluide de brasage est également chauffé et ramolli. S'en suit une étape sous vide dans laquelle les pores se dilatent et sont évacués dans le vide via la surface de la brasure. La proportion de pores dans la brasure est réduite, la brasure devient plus massive et présente ainsi une conductivité thermique plus élevée qui a des répercussions positives sur la performance des composants et la durée de vie.

Même en cas de refusion des sous-ensembles, une nette différence apparaît sur les images entre le brasage avec et sans vide. Lors de la nouvelle fusion sans vide, les pores sont certes regroupés et légèrement décalés, mais ils ne sont pas supprimés. La fusion sous vide offre en revanche des effets très positifs. Les pores sont de fait nettement plus petits après le brasage et surtout nettement moins nombreux.

Pas de procédé sous vide

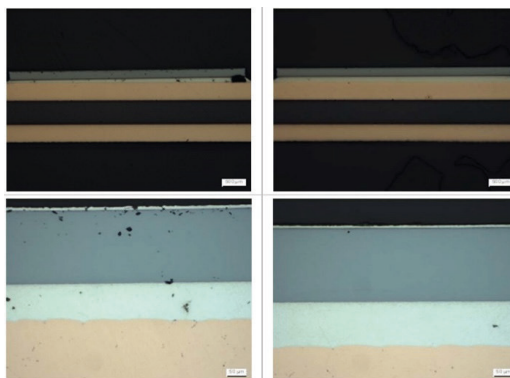


Brasage sous vide



Comparaison schématique du processus classique (illustration du haut « Processus de brasage normal ») et du procédé de refusion sous vide (illustration du bas « Brasage sous vide »). Dans le procédé de refusion sous vide, le processus sous vide qui extrait les pores du fluide de brasage liquide est activé après le processus de fusion effectif. Le sous-groupe est refroidi ensuite.

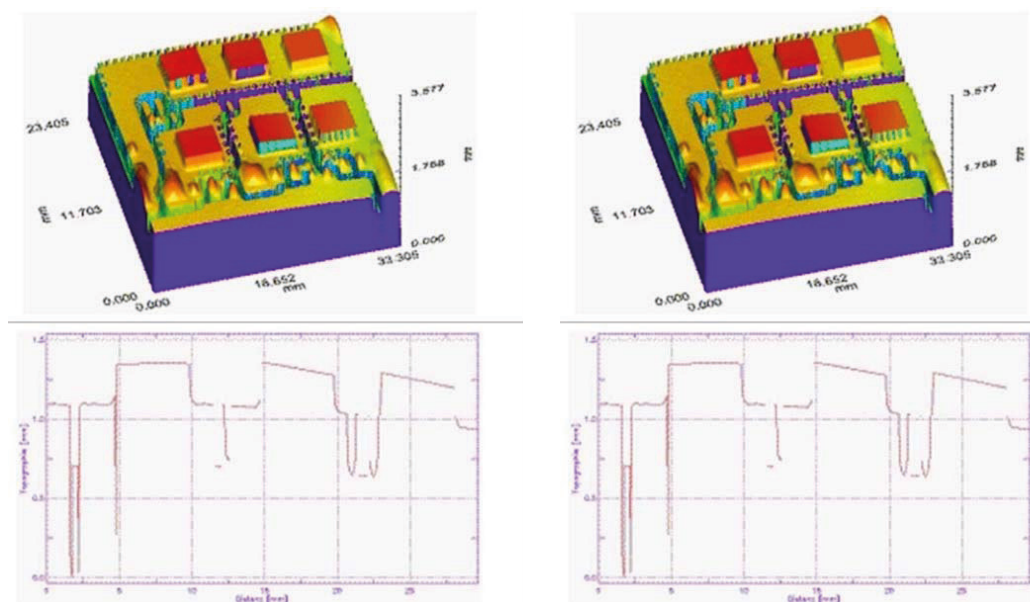
Même dans le cas d'une analyse métallographique de la brasure, un bon joint brasé homogène apparaît clairement dans le cas des deux variantes de soudure. Néanmoins, les imperfections sont manifestes dans le cas du processus sans vide. En plus de garantir des surfaces de délimitation homogènes, le processus sous vide permet également d'obtenir des phases intermétalliques nettement plus uniformes.



Analyse métallographique des céramiques avec puce

Un autre effet positif du brasage sous vide est la planéité élevée qui peut être fortement impactée par les pores. Or, elle est impérative, notamment pour des joints soudés de puce à cause des processus en aval (p. ex. la solidarisation). Une mesure du profil a permis d'en attester.

La figure suivante montre à titre d'exemple les différences entre les processus de brasage avec et sans vide. Les fentes de soudure sont ainsi variables dans le cas des puces brasées sans vide et un basculement apparaît généralement. Dans le cas des puces brasées sous vide, les hauteurs sont nettement plus homogènes et uniformes.



Analyse de profil des céramiques avec puce

Description du procédé de refusion sous vide

La zone gauche représentée en gris clair du système de brasage se compose de la zone de préchauffage et de la zone de pic. Le module sous vide se trouve à droite à côté de la chambre de chauffe et est ombré dans la figure 6a. Il présente une zone de pic supplémentaire pour pouvoir régler de manière plus flexible l'intégralité du profil de température du processus de brasage. Dans cette zone chaude complète, le sous-groupe est chauffé par convection à l'air ou à l'azote jusqu'à ce que le fluide de brasage fonde.

Le sous-groupe avec le fluide de brasage liquide est transporté de la zone de convection à la chambre sous vide dans laquelle se produit le processus sous-vide effectif. Après quoi, le sous-groupe est transporté dans la zone de refroidissement (zone de droite en gris clair dans l'illustration 6a) et y est refroidi à l'air ou à l'azote aux températures souhaitées.

L'illustration 6b montre le profil de température mesuré par l'enregistreur de température de la puce nue en tant que fonction de la durée complète du processus. Au temps $t=0$ s, le sous-groupe se trouve au début de la première zone de préchauffage. À $t=118$ s, le sous-groupe est transporté dans la zone de pic. La température de fusion (liquidus) du fluide de brasage est de 219 °C. La courbe de température du processus sous vide effectif est représentée dans l'illustration 3b par une barre de couleur. La chambre sous vide est chauffée de sorte que le sous-groupe et la chambre présentent les mêmes températures de processus. L'équilibre du rayonnement thermique entre la chambre et le sous-groupe garantit des températures constantes du sous-groupe, même sous vide. Le fluide de brasage reste alors liquide.

L'illustration 6c illustre la courbe de pression du processus sous vide pendant toute la durée du processus. Pour simplifier la comparaison entre les deux illustrations 6b et 6c, les périodes du processus sous vide sont représentées en couleur. Les heures de début et de fin du processus sous vide sont caractérisées par des flèches. Le sous-ensemble avec le fil de brasage liquide est

transporté dans la chambre sous vide, la chambre se ferme (zone « blanche » à gauche dans l'illustration 6c).

Dans les étapes de processus suivantes, la chambre est évacuée, le vide est maintenu et la chambre est aérée avec de l'air ou de l'azote (zone de couleur dans les illustrations 6b et 6c). La durée d'évacuation, la pression finale, la durée de maintien du vide et la durée d'aération peuvent être réglées individuellement. Des pressions de chambre jusqu'à 5 mbars sont possibles. Les pores sont extraits efficacement de la brasure comme le montre la représentation schématique de l'illustration 3.

Après le processus sous vide, la chambre s'ouvre et le sous-groupe entre avec le fluide de brasage liquide dans la zone de refroidissement. Le processus de solidification du fluide de brasage a lieu ensuite en soufflant l'air froid ou l'azote sur le sous-groupe.

Illustration 6 :

- Photo du système de brasage de refusion SMT QP S Vac. Le module sous vide (foncé) se trouve entre la zone de convection active (= zone de préchauffage + zone de pic, à gauche) et la zone de refroidissement (à droite).
- Profil de température mesuré de la puce nue servant de fonction du temps. La durée effective du processus sous vide est représentée en couleur.
- Le profil de pression sous vide dépend de la durée. La période représentée en couleur est la même que celle de l'illustration 6b.

Frank Ehehalt

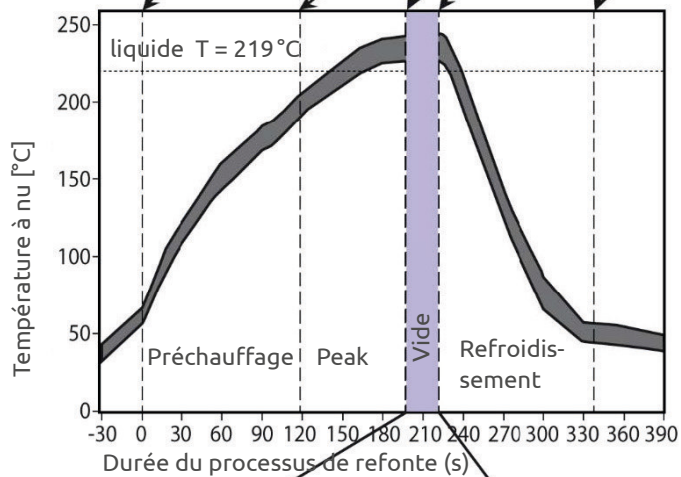
Technique de processus

SMT Maschinen- und Vertriebs GmbH & Co. KG

6 a)



6 b)



6 c)

