

4. Les limites du montage en surface

Pour que les utilisateurs soient attentifs dès le début aux particularités de la technique CMS, il faut montrer les limites et restrictions actuelles de cette technique. D'une manière générale, il ne s'agit pas à proprement parler d'inconvénients, car ce n'est pas l'utilisation des CMS qui est en cause, mais le plus souvent les conséquences de l'accroissement de l'intégration et de la miniaturisation des composants et des cartes imprimées.

Une densité maximale de composants, l'un des principaux objectifs de la technique CMS, implique entre autres l'utilisation de composants de très faible dimension, c'est-à-dire de certains boîtiers de circuits intégrés (par exemple VSO ou Micropack).

- L'emploi de circuits intégrés à très grand nombre de sorties peut nécessiter la mise en œuvre d'une technique de cartes imprimées nouvelle (attaque chimique de haute et très haute précision) ainsi que l'augmentation du nombre de couches (technique multicouche), étant donné qu'il n'est plus possible en général de passer des lignes entre les connexions des circuits intégrés.
- La puissance dissipée doit faire l'objet d'une attention particulière. Des problèmes thermiques peuvent en effet apparaître du fait de la forte densité de composants. L'emploi de cartes imprimées bonnes conductrices de la chaleur peut éventuellement s'avérer une solution intéressante.
- L'utilisation des composants céramiques est limitée. Du fait de la différence des coefficients de dilatation thermique des plaquettes céramiques et des cartes imprimées, on ne devrait pas, pour les applications professionnelles, monter des CMS céramiques ayant une longueur de côté supérieure à 6 mm sur des cartes imprimées.
- Tous les composants CMS ne pouvant pas être soudés à la vague ou par refusion, il y a lieu de tenir aussi compte de cette particularité dans la conception de la carte imprimée.
- Certains composants ne sont pas disponibles en version CMS et les composants CMS ne sont pas encore tous normalisés.
- Les hautes tensions exigent normalement le respect de certaines distances minimales.
- Le contrôle optique des points de soudure n'est plus possible en utilisant les anciennes méthodes, certains points étant recouverts par les composants eux-mêmes. L'objectif des techniciens est de rendre les procédés de soudage si sûrs que le contrôle optique ne soit plus nécessaire.
- La technique de contrôle doit être adaptée à la technique CMS. La mise au point de nouveaux adaptateurs est nécessaire.
- La réparation des sous-ensembles CMS peut s'avérer plus exigeante que celle des sous-ensembles classiques.

5. L'évolution prévisible

La figure 3 montre le pourcentage croissant du montage en surface. On s'attend à ce qu'en 1990, environ 50 % des composants des cartes imprimées soit implantés en recourant à la technique du montage en surface.

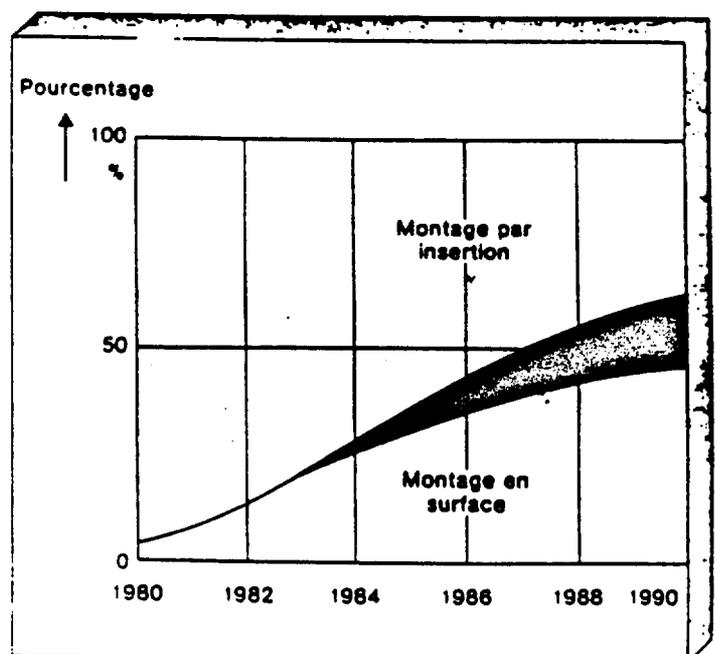


Figure 3. Evolution des types de montage

6. Le collage des CMS

La nouveauté dans le montage en surface est l'introduction d'une opération de collage. Cette opération n'étant pas courante pour les cartes imprimées classiques, elle doit faire l'objet d'une attention toute particulière. La colle doit par exemple satisfaire à de très nombreux critères. Elle doit conférer une force d'adhérence suffisante et retenir de manière sûre tous les composants (même les lourds) sur toutes les surfaces des cartes imprimées. Pour permettre une application sans problème, elle doit en outre présenter une viscosité constante appropriée et avoir une durée de conservation en pot d'au moins quelques jours. S'agissant le plus souvent de colles à plusieurs composants, le temps et la température de durcissement doivent être aussi réduits que possible. On a aussi fréquemment recours à un durcissement combiné aux ultra-violets et à la chaleur. Après durcissement, la colle ne doit pas accuser de réactions chimiques de manière à ne pas porter atteinte aux composants et à la carte imprimée. Tout en présentant une bonne stabilité thermique, il est important que la colle autorise, d'une manière ou d'une autre, un retrait des CMS sur la carte équipée, pour réparation par exemple. Ces réparations sont par exemple réalisées en réchauffant le corps du composant de manière à ramollir la colle et à pouvoir retirer le composant sans endommager les pistes conductrices se trouvant éventuellement en dessous de ce dernier. La colle doit être non toxique, autant que possible inodore et sans solvant. De plus en plus souvent, on exige encore une bonne conductivité thermique.

La configuration extérieure des composants doit permettre une utilisation sans problème de la colle. Cela signifie pratiquement que, pour les transistors et les circuits intégrés, la distance entre le corps du composant et la carte imprimée ne peut présenter qu'une faible tolérance (figure 11). Des efforts constants sont déployés pour mettre au point de nouvelles colles. Il existe actuellement trois manières d'appliquer la colle :

- l'application avec un doseur,
- le report avec un poinçon (Pin-transfer),
- le dépôt par sérigraphie.

Il nous faut encore souligner que les colles disponibles ne conviennent pas toutes aussi bien pour les différents types d'application.

La machine automatique séquentiel "Pick-and-place" de Siemens permet d'appliquer la colle au moyen d'un dispositif de dosage en même temps que le placement. Contrairement aux machines automatiques de certains autres fabricants qui doivent utiliser une colle spéciale, cette machine automatique peut être réglée pour diverses colles grâce à quatre pas de programme différents.

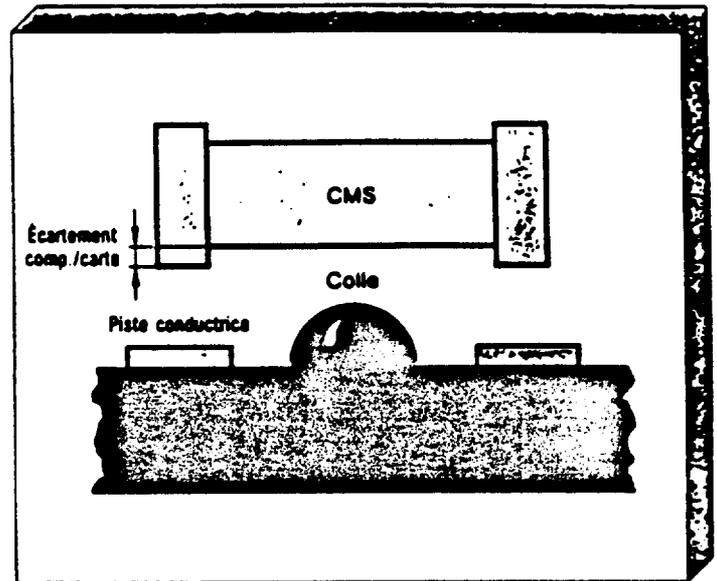


Figure 4. Forme de la goutte de colle et configuration du corps du composant.
La goutte de colle et le composant doivent avoir une forme telle que lors de son placement le composant soit mouillé mais pas les pistes de contact.

7. Le soudage

Pour obtenir des connexions électriques de qualité et éviter les courts-circuits, le procédé de soudage revêt une grande importance. Le type de soudage à utiliser dépend de la conception de la carte imprimée (simple face, double face, multicouche, etc.), des composants fournis et des équipements de fabrication. Alors que de nombreux CMS supportent bien le soudage à la vague, la méthode de soudure pour les circuits intégrés doit être parfaitement adaptée.

Hormis, le soudage manuel, qui n'est employé dans le montage en surface que pour les réparations, il existe deux procédés de soudage à la machine : le soudage au bain (à la vague, au trempé) et le soudage en refusion. Dans le soudage au bain, la soudure est amenée sur le point de connexion pendant l'opération de soudage alors qu'en refusion le point de connexion est déjà recouvert de soudure. Pour cette raison, les conditions de soudage sont nettement différentes dans les deux méthodes (p. ex. position et orientation des composants). Le soudage de certains circuits intégrés ne peut être fait qu'en refusion (voir § 9).

7.1. Le soudage à la vague

Le soudage à la vague est actuellement le procédé de soudage le plus utilisé dans la fabrication des cartes imprimées. Il existe une série d'installations performantes qui conviennent pour les cas d'utilisation les plus divers. La température du bain est en général de 240 °C à 260 °C et la durée du soudage peut atteindre au maximum 5 secondes. Le flux est appliqué devant la vague par un "fluxer" (dispositif d'alimentation en flux).

La forte densité de composants côté soudure de la carte entraîne le risque de courts-circuits et de zones d'ombres (mouillage imparfait des points de contact par la vague). Lors de la conception du circuit, une attention particulière doit être accordée au positionnement des composants.

La méthode employée jusqu'à présent peut être améliorée par le bain de soudage à double vague. Dans ce cas, la première vague amène sous haute pression la soudure sur tous les points à souder sans se préoccuper des courts-circuits pouvant être créés. La deuxième vague, qui suit immédiatement la première, retire la soudure excédentaire et élimine les courts-circuits générés.

7.2. Le soudage par refusion

Dans le soudage par refusion (en anglais "reflow") la soudure nécessaire à la connexion est déposée sur les points de contact p. ex. sous forme de pâte à souder. Après le placement des composants, la liaison est établie par fusion selon l'une des méthodes suivantes

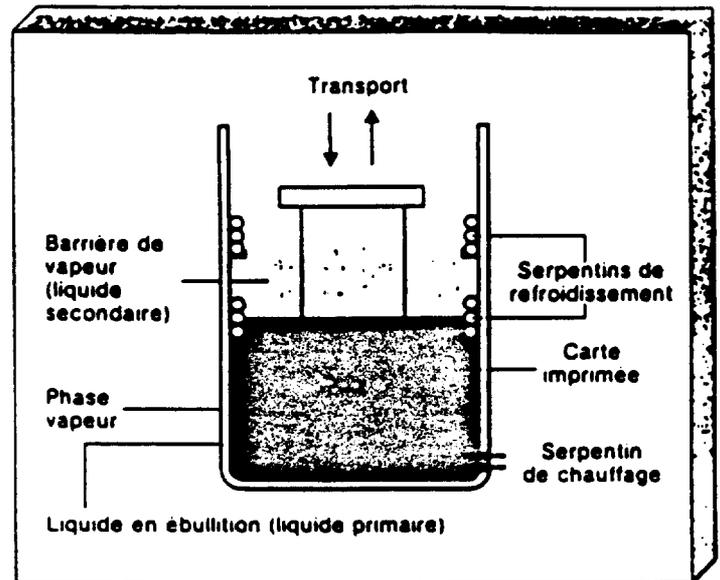


Figure 5. Principe du soudage en phase vapeur.

- le soudage en phase vapeur ou par condensation (Vapor Phase),
- le soudage à l'air chaud,
- le soudage au fer,
- le soudage par infrarouge.

Le procédé de soudage par refusion le plus moderne est le soudage en phase vapeur, également appelé soudage par condensation, dans lequel le composant est chauffé pendant environ 10 secondes à une température bien définie (215 °C). On peut utiliser un poste fixe ou un système continu. Ce procédé consiste à produire une vapeur de température bien définie en portant à ébullition un liquide inerte (neutre) (hydrocarbures fluorés spéciaux, point d'ébullition 215 °C) avec un serpentin de chauffage. Au-dessus de la zone de vapeur est installé un piège à vapeur avec un deuxième gaz (hydrocarbure fluoré spécial, par exemple du fréon, point d'ébullition 48 °C) et des serpentins de refroidissement latéraux (figure 5). Cette barrière empêche que le coûteux liquide primaire ne s'échappe.

Lors de l'introduction de la carte, la vapeur se condense sur toutes les parties froides. La chaleur de condensation provoque l'apport momentané d'une grande quantité de chaleur uniformément répartie sur tous les composants. En veillant à une régulation appropriée du chauffage, on peut assurer une alimentation continue en vapeur. Ce procédé ne sollicite que très peu les composants car ceux-ci ne sont pas soumis à un échauffement excessif (point d'ébullition du liquide 215 °C). C'est la seule méthode de soudage utilisable lorsqu'on monte des

composants très rapprochés possédant une capacité calorifique très différente ou lorsqu'on ne peut pas amener une chaleur suffisante sur les points de soudure.

Le soudage à l'air chaud est une méthode économique très répandue. On peut ici recourir à un procédé à poste fixe ou en continu, avec ou sans gaz de protection. L'inconvénient réside dans le fait que le temps de chauffe n'est pas constant du fait des différences de capacité calorifique des composants. Il est pratiquement impossible d'adapter le profil de la température aux différentes capacités calorifiques.

Dans le soudage au fer ou par impulsion, la chaleur nécessaire au soudage est apportée aux connexions du composant par une impulsion de courant émise par un fer ou par un poinçon. Il importe avec cette méthode que les connexions soient correctement maintenues avant et pendant le soudage de manière à être bien appliquées sur les contacts à souder. On utilise de préférence cette technique pour les boîtiers SO et Micropack.

7.3. Le soudage au fer

Les soudages avec un mini-fer à régulation thermique par exemple sont admis lorsqu'on veille à ce que la pointe du fer ne vienne pas en contact avec le composant. Ce procédé ne devrait cependant être employé qu'en laboratoire ou exceptionnellement (réparations, etc.). En effet, il est peu économique et présente quelques inconvénients techniques tels que risque d'endommagement des composants et des cartes imprimées, positionnement imprécis, etc.

7.4. Flux, décapant

Les flux utilisés pour le soudage à la vague sont identiques à ceux utilisés avec des composants à fils (p ex. flux à la colophane F-SW 32 suivant DIN 8511).

Les pâtes à souder pour le soudage par refusion contiennent des flux très agressifs. Dans tous les cas, il faut éliminer les restes de flux par un procédé de lavage.

7.5. Le collage conducteur

Ce procédé relativement peu employé n'est mentionné que pour que notre énumération soit complète. Pour le collage des puces on dispose de colles epoxy à deux composants contenant de l'argent. Ces colles peuvent être appliquées avec une installation serigraphique ou une machine à marquer dotées d'un système de dosage. Suivant la température, le durcissement dure entre 1 minute et 12 secondes. La contrainte thermique des composants est moindre qu'avec le soudage, le collage doit cependant être réalisé séparément après le soudage des autres composants.