RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 498 504**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 82 00732**

(54) **Procédé de soudage d'un composant électronique.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **B 23 K 1/12.**

(22) Date de dépôt..... 19 janvier 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 27 janvier 1981, demande de brevet, n° 228,954, aux noms des inventeurs.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 30 du 30-7-1982.

(71) Déposant : Société dite : WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Donald Jaffe, Richard Clyde Kershner et Nicholas Theodore Panousis.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Flechner,
63, av. des Champs-Elysées, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé de soudage d'un composant électronique sur des plots de soudage situés sur un substrat métallisé, comprenant les opérations qui consistent à appliquer de la soudure sur les conducteurs du composant, à amener ces conducteurs en contact avec des plots de soudage correspondants sur le substrat métallisé, et à chauffer la structure pour faire fondre la soudure et établir une connexion entre les conducteurs et les plots de soudage.

Le soudage de composants sur un substrat métallisé est souvent d'une importance critique dans la fabrication de circuits. Par exemple, dans la fabrication de nombreux types de circuits intégrés hybrides, des composants tels que des transistors soudés à plat, des condensateurs discrets sous la forme "chip" et des boîtiers de circuits intégrés en céramique pour montage à plat sont soudés sur des substrats en céramique comportant une métallisation à couche épaisse. (On désigne par "métallisation" des motifs de conducteurs formés sur le substrat en céramique.) De façon caractéristique, on accomplit ceci en appliquant une soudure en pâte sur des plots de soudage formés sur le substrat, en amenant les conducteurs du composant en contact avec les plots de soudure, puis en chauffant la soudure jusqu'à la refusion et en établissant la connexion. Bien qu'adéquate, cette procédure fait souvent apparaître des courts-circuits électriques du fait que des particules de soudure tendent à être éjectées de la pâte pendant l'opération de refusion et à subir une migration vers d'autres parties du substrat.

Les procédures qu'on peut utiliser à la place de la précédente présentent également des inconvénients importants. Par exemple, on peut appliquer la soudure en plongeant le composant dans un bain de soudure en fusion, puis appliquer les conducteurs du composant sur les plots de soudage et faire refondre la soudure. Dans cette procédure, il est souvent difficile d'appliquer une quantité suffisante de soudure sur les conducteurs. Un autre procédé

consiste à appliquer des préformes de soudure sur chaque plot de soudage du substrat, avant d'appliquer les conducteurs sur les plots. Ce procédé permet de placer une quantité suffisante de soudure à chaque emplacement de soudage et il évite l'éjection de la soudure pendant la refusion, du fait qu'il n'y a pas d'agitation dans un milieu porteur organique, comme lorsqu'on utilise une pâte. Cependant, ce procédé nécessiterait des travaux importants de conception de machines et de fabrication d'un nouvel outillage pour avoir un intérêt pratique pour la fabrication d'une gamme étendue de circuits, et il serait donc très coûteux.

Ces problèmes sont résolus conformément à l'invention par un procédé de soudage caractérisé en ce qu'on applique la soudure sur les conducteurs en déposant tout d'abord de la soudure sur un substrat non métallisé, selon un motif définissant des plots discrets qui correspondent aux conducteurs du composant, en amenant les conducteurs en contact avec les plots de soudure sur le substrat, en chauffant la structure pour produire la refusion de la soudure et pour faire adhérer la soudure à chaque conducteur, et en enlevant le composant du substrat.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

Les figures 1 à 4 sont des vues en perspective d'éléments qui interviennent dans la mise en oeuvre de l'invention, au cours de divers stades de fabrication, conformément à un mode de réalisation;

La figure 5 est un graphique de la distribution de poids de soudure par conducteur de composant qu'on obtient conformément à ce même mode de réalisation ; et

La figure 6 est une coupe agrandie d'une partie d'un conducteur de composant sur lequel on a appliqué de la soudure conformément au même mode de réalisation.

On notera que, pour la clarté de la représentation, ces figures ne sont pas nécessairement dessinées à l'échelle.

En résumé, le procédé comprend les opérations consistant à appliquer de la soudure (16-18) sur les conducteurs du composant, à amener les conducteurs en contact avec des plots de soudage correspondants (22-24) sur le substrat métallisé, et à chauffer la structure pour faire fondre la soudure et établir une connexion entre les conducteurs et les plots de soudage. On applique la soudure sur les conducteurs en déposant tout d'abord de la soudure (11-13) sur un substrat non métallisé (10), selon un motif définissant des plots discrets qui correspondent aux conducteurs du composant. On amène les conducteurs du composant (28-30) en contact avec les plots de soudure sur le substrat, et on chauffe la structure pour faire refondre la soudure et pour faire adhérer la soudure à chaque conducteur. Lorsqu'on enlève le composant du substrat, de la soudure (16-18) est donc présente sur chaque conducteur, ce qui permet de souder le composant sur le substrat métallisé. Un autre aspect de l'invention porte sur un procédé pour appliquer une quantité précise de soudure sur les conducteurs d'un composant, de la manière décrite précédemment, pour que le composant puisse ultérieurement être soudé sur un substrat métallisé.

On va décrire un mode de réalisation en se référant à la suite d'opérations qui est représentée sur les figures 1-4. La figure 1 montre un substrat non métallisé, 10, qui est dans ce cas en céramique, mais qui peut être n'importe quel substrat sur lequel la soudure n'adhère pas. Dans cet exemple particulier, le substrat était en alumine et il mesurait approximativement 9,525 cm x 11,43 cm.On a formé sur le substrat un motif répétitif de plots de soudure discrets 11,12 et 13. Chaque motif correspond à la configuration de conducteurs du composant qui doit être soudé. Dans ce cas, comme le montre la figure 2, le composant, 14, consistait en une configuration à trois conducteurs appelée transistor à soudage à plat. De tels composants comprennent généralement une seule puce de silicium connectée par des fils aux conducteurs externes 28, 29 et 30 et encapsulée dans un boîtier en époxyde. Les conducteurs

sont fabriqués avec un métal approprié, soit dans ce cas un alliage fer-nickel-cobalt avec un dorage de très faible épaisseur (dorage "flash") suivi par un étamage. On notera que l'invention peut être utilisée pour souder n'importe quel composant électronique, en changeant simplement le motif de soudure sur le substrat non métallisé.

La soudure particulière utilisée dans cet exemple était une pâte comprenant une soudure formée approximativement par 60% en poids d'étain et 40% en poids de plomb, et un fondant, la soudure constituant approximativement 88% de la pâte. La pâte est vendue par la firme DuPont sous la désignation Formon 8522. On peut utiliser d'autres compositions de pâte et d'autres fabricants. La composition du fondant ne semble pas avoir de l'importance. Les plots de soudure étaient distribués par un appareil distributeur pneumatique manuel qui est vendu par la firme Assembly Systems, Inc. sous la désignation Model 727V Dispenser. L'applicateur, 15, de cet appareil est représenté sur la figure 1. On a employé de façon caractéristique un embout distributeur ayant un diamètre intérieur de 0,61 mm. On a utilisé un temps d'arrêt de 1,5 s et une pression de $2,8 \times 10^5$ Pa. Pour la soudure particulière utilisée, ayant une viscosité de pâte de 45 Pl, chaque plot comprenait de façon caractéristique environ 1,5 mg de soudure, en moyenne. Pour appliquer suffisamment de soudure sur chaque conducteur, il est recommandé, pour cet exemple particulier, que chaque plot comporte au moins 1 mg de soudure. Chaque plot avait environ 1,52 mm de diamètre avec une distance de centre à centre d'environ 5,08 mm par rapport à son plus proche voisin. Bien que quelques motifs seulement soient représentés sur la figure 1, on notera que les motifs peuvent être formés selon un réseau bidimensionnel, de façon à pouvoir former environ trois cents motifs à 3 plots sur un substrat de cette taille. On notera également qu'on peut employer d'autres procédés pour déposer les plots de soudure, comme une opération de distribution automatique ou une opération de sérigraphie.

Après dépôt des plots de pâte de soudure, 11, 12

et 13, sur le substrat non métallisé, on a placé les composants, 14, sur le substrat de façon que chaque conducteur soit en contact physique avec l'un des plots dans le motif. Ceci est représenté pour deux composants sur la figure 2. Ces composants particuliers avaient des conducteurs d'environ 0,10 mm d'épaisseur et 0,43 mm de largeur. On pourrait utiliser avec l'invention n'importe quel conducteur en métal soudable.

Une fois que tous les composants ont été mis en place sur le substrat, on a fait refondre la soudure de façon qu'elle mouille les conducteurs des composants, mais non le substrat non métallisé. Dans cet exemple, on a chauffé le substrat dans un four de refusion linéaire du commerce, de façon à augmenter linéairement la température de 25°C à environ 220°C en environ 25 S. Le temps pendant lequel la soudure était au-dessus de son point de fusion (186°C) était d'environ 30 s. Naturellement, la température et le temps dépendent de la soudure particulière qui est employée. En général, on utilisera des températures maximales dans la plage de 190 à 250°C et le temps pendant lequel la soudure est au-dessus de son point de fusion sera dans la plage de 15 à 60s.

Après refusion, les composants sont demeurés en place sur le substrat non métallisé, à cause de l'action adhésive du fondant de la pâte de soudure. On a donc enlevé le flux au cours de l'opération suivante. Dans cet exemple, on a accompli ceci en immergeant le substrat dans une solution comprenant un mélange de perchloréthylène et de solvants polaires, qui est vendu par la firme Alpha Metals sous la marque Reliasolve 564, pendant environ 5 mn. On pourrait utiliser d'autres produits classiques pour enlever le fondant. On a ensuite immergé le substrat dans une solution comprenant du trichlorotrifluoréthane et de l'acétone, connue de façon générale dans le commerce sous la marque Freon TA vendue par la firme DuPont, afin de faire disparaître toute trace du produit destiné à l'enlèvement du fondant . On pourrait employer d'autres procédés d'enlèvement du fondant ,comme par exemple un nettoyage du type

vapeur-liquide utilisant une solution de trichlorotrifluoréthane et de chlorure de méthylène comme celle vendue sous la marque Freon TMC par la firme DuPont.

Lorsque les composants ont ensuite été enlevés du substrat, comme le montre la figure 3, la quasi-totalité de la soudure 16, 17 et 18 du plot correspondant (11, 12 et 13) sur le substrat non métallisé est restée adhérente au conducteur correspondant. Pour tester l'uniformité de l'application de soudure sur chaque conducteur, on a traité des substrats de la manière décrite ci-dessus, mais sans application des composants. Après enlèvement du fondant, on a enlevé du substrat les plots de soudure individuels et on les a pesés. Le graphique de la figure 5 montre des résultats caractéristiques. Le poids moyen des plots de soudure était de 1,5 mg par plot et les poids individuels s'étendaient sur une plage de 1,3 à 1,7 mg, ce qui démontre qu'une quantité appropriée de soudure est appliquée à chaque conducteur. On notera qu'on pourrait appliquer une quantité de soudure située à l'extérieur de cette plage, en faisant varier de façon appropriée la quantité de soudure appliquée au substrat. Pour ce composant particulier, il est souhaitable qu'il y ait au moins 1 mg de soudure par conducteur. On notera également que la quantité de soudure appliquée à chaque conducteur par le procédé considéré était environ 10 fois supérieure à la quantité qui pourrait être appliquée par immersion dans de la soudure.

Ensuite, comme le montre la figure 4, on a soudé les composants à des emplacements de soudage appropriés sur un circuit à couches épaisses, 20, formé sur un substrat en céramique 21, dont une partie seulement est représentée. L'emplacement de soudage comportait trois plots de soudage, 22, 23 et 24, correspondant aux trois conducteurs du composant, et des conducteurs 25, 26, 27 reliant les plots à d'autres parties du circuit. Dans cet exemple, les plots de soudage et les conducteurs consistaient en un mélange de platine, de palladium et d'argent, avec une épaisseur d'environ 18 à 20 µs. L'aire de chaque plot était d'environ

0,774 mm^2. Conformément à la technique de soudage classique, après avoir appliqué un fondant classique sur les plots de soudage, on a placé les conducteurs du composant, avec la soudure adhérente, en contact avec les plots de soudage appropriés, et on a chauffé la structure pour faire fondre la soudure et établir la connexion. Dans cet exemple, on a employé le même cycle de chauffage que pour la refusion d'origine sur le substrat non métallisé, bien que ceci ne soit pas obligatoire. Ici encore, on utilisera de façon générale des températures maximales de 190-250°C et des temps au-dessus du point de fusion dans la plage de 15 à 60 s.

L'un des avantages de l'invention réside dans le fait que lorsque le composant est soudé sur le substrat à couches épaisses, il n'y a pratiquement pas d'éjection de particules de soudure vers d'autres parties du circuit, comme c'était souvent le cas lorsqu'on appliquait directement de la soudure en pâte sur le substrat. Cet effet ne se produit pas ici du fait que les particules ont été éjectées précédemment pendant la refusion, lorsque la soudure était sur le substrat non métallisé. Par conséquent, les particules qui peuvent être éjectées dans le cas de l'invention ne sont pas nuisibles du fait qu'elles apparaissent sur un substrat non métallisé. Le substrat non métallisé peut être réutilisé un nombre de fois quelconque, en le nettoyant pour enlever la soudure et/ou le fondant en excès, après enlèvement des composants. On peut effectuer ceci par n'importe quelle opération de nettoyage classique, comme par dégraissage à la vapeur en utilisant le produit de la marque Freon TMC.

Un avantage supplémentaire de l'invention ressort de la figure 6 qui est une coupe d'un conducteur caractéristique avec de la soudure appliquée sur lui, après que le composant a été enlevé du substrat non métallisé. On note que la masse de soudure, 18, forme une surface inférieure pratiquement plane, 28. Ceci signifie que le composant demeurera plus aisément en place sur les plots de soudage du circuit pendant l'opération de refusion.

A titre de comparaison, l'immersion dans de la soudure avait tendance à produire une surface inférieure arrondie.

Des composants soudés conformément à la procédure ci-dessus ont été soumis à un test d'arrachement à 90°. Aucune défaillance n'est apparue dans les conducteurs ou les connexions en soudure. Au contraire, les défaillances se sont manifestées sous la forme de fractures dans le boîtier en époxyde. La force d'arrachement moyenne était de 25,4 N par composant, avec des forces allant de 22,7 à 28,9 N par composant. Ces forces sont comparables à celles obtenues avec des procédures de soudage de l'art antérieur, comme l'utilisation de préformes de soudure.

L'invention est utile non seulement pour le soudage de transistors du type à soudage à plat, mais également pour le soudage d'autres composants tels que des condensateurs céramiques du type "chip", des boîtiers de circuit intégrés en céramique pour montage à plat, des boîtiers à deux rangées de connexions (DIL) et des boîtiers de circuits intégrés encapsulés en matière plastique moulée (du type encore appelé "miniquad"). Les composants à souder peuvent comporter des conducteurs poutres, des conducteurs à lame mince, des plots de soudage, ou n'importe quel autre type de conducteur qui peut être soudé. Il n'est pas nécessaire que le circuit sur lequel le composant est soudé soit un circuit à couches épaisses, comme dans cet exemple. Le circuit pourrait être à la place un circuit à couches minces ou une plaquette de circuit imprimé.

Il va de soi que de nombreuses autres modifications peuvent être apportées au procédé décrit et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de soudage d'un composant électronique (14) sur des plots de soudage (22, 23, 24) situés sur un substrat métallisé (21), comprenant les opérations consistant à appliquer de la soudure (16, 17, 18) sur les conducteurs (28, 29, 30) du composant, à amener ces conducteurs en contact avec des plots de soudage correspondants sur le substrat métallisé, et à chauffer la structure pour faire fondre la soudure et pour établir une connexion entre les conducteurs et les plots de soudage, caractérisé en ce qu'on applique la soudure sur les conducteurs en déposant tout d'abord de la soudure sur un substrat non métallisé (10) selon un motif définissant des plots discrets (11, 12, 13) qui correspondent aux conducteurs du composant, en amenant les conducteurs en contact avec les plots de soudure sur le substrat, en chauffant la structure pour provoquer la refusion de la soudure et pour faire adhérer la soudure à chaque conducteur, et en enlevant le composant du substrat.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat non métallisé est en céramique.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on applique la soudure sur le substrat non métallisé sous la forme d'une pâte comprenant du plomb, de l'étain et un fondant.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on provoque la refusion de la soudure sur le substrat non métallisé en chauffant à une température maximale dans la plage de 190-250°C, avec une durée de 15 à 60 s à l'état de fusion.

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on enlève le fondant après la refusion de la soudure sur le substrat non métallisé, ce qui permet d'enlever le composant de ce substrat.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la quantité de soudure qui adhère à chaque conducteur lorsqu'on enlève le composant du substrat non métallisé est au moins de 1 mg.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat métallisé consiste en céramique sur laquelle on a formé un circuit à couches épaisses (20).

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le composant est un transistor du type à soudage à plat.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la soudure qui adhère à chaque conducteur (par exemple 18) a une surface inférieure plane (28).

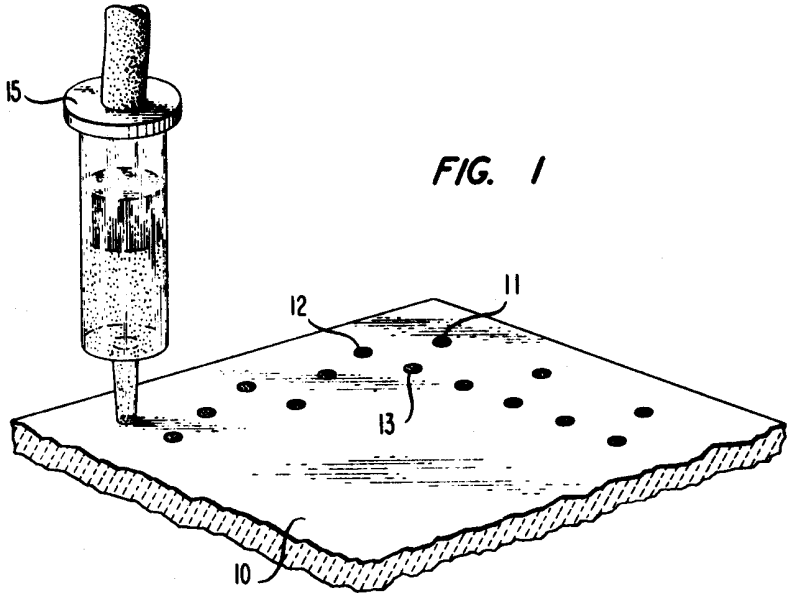

FIG. 1

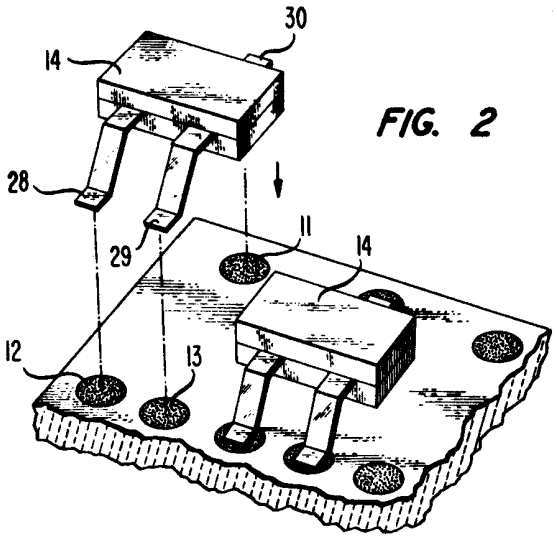

FIG. 2

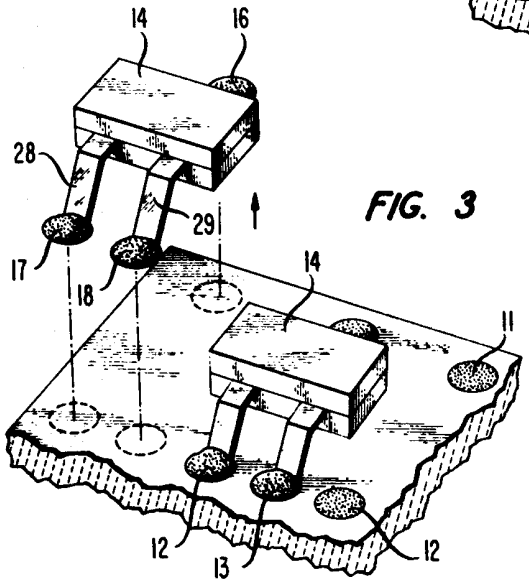

FIG. 3

FIG. 4

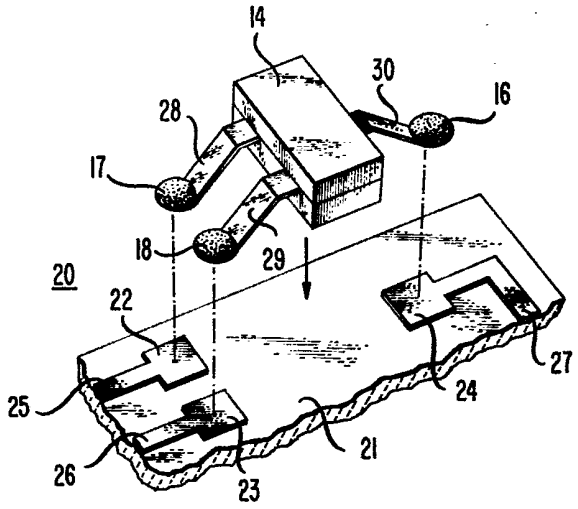

FIG. 5

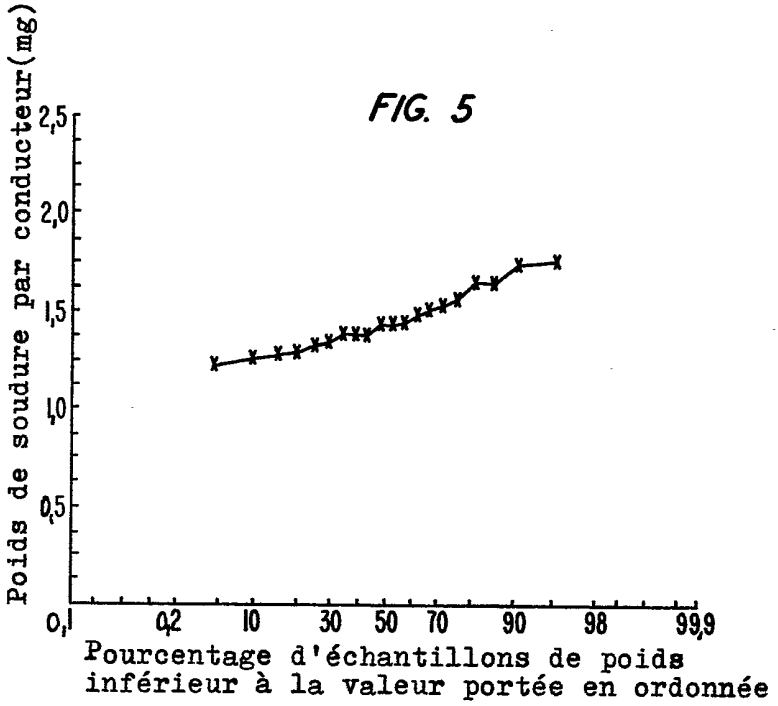

FIG. 6

