



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1000108A6

NUMERO DE DEPOT : 8800170

Classif. Internat.: H05K

Date de délivrance : 29 Mars 1988

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 12 Février 1988 à 14h20 à l' Office de la Propriété Industrielle

## ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : RAYCHEM CORPORATION  
300 Constitution Drive Menlo Park, California 94025(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : PLUCKER Guy, OFFICE KIRKPATRICK, Square de Meus, 4  
- 1040 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 6 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : INTERCONNEXION DE COMPOSANTS ELECTRONIQUES.

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 29 Mars 1988  
PAR DELEGATION SPECIALE :  
DIRECTEUR DE L'OFFICE DE LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE



L. WUYTS

Interconnexion de composants électroniques.

La présente invention concerne l'interconnexion de composants électroniques comme, par exemple, des puces de circuits intégrés (CI), des supports de puces, des plaques à circuits imprimés et, en particulier, des procédés pour former un fil d'interconnexion sur un contact prévu sur un composant électronique ainsi que les composants électroniques eux-mêmes.

A mesure que les dimensions des composants électroniques diminuent sous l'effet des progrès réalisés dans les techniques utilisées pour leur fabrication, la densité avec laquelle ces composants peuvent être disposés dans un équipement dépend de plus en plus de l'espace requis pour former des interconnexions à des contacts prévus sur les composants. Une technique couramment utilisée implique la fixation d'un composant tel qu'une puce de CI sur un substrat tel qu'une plaque à circuit imprimé au moyen d'un adhésif. Des fils d'interconnexion sont chacun attachés à une extrémité à un contact respectif prévu sur le composant, par soudage par thermocompression (ce processus utilisant en combinaison un apport de chaleur et de pression pour former une soudure) et sont attachés à leur autre extrémité ou au voisinage de celle-ci à un contact respectif prévu sur le substrat, à nouveau d'une manière générale par soudage par thermocompression. Un inconvénient significatif de cette technique réside dans le fait que l'aire occupée par le composant installé avec ses interconnexions est nettement plus grande que l'aire du composant lui-même. La configuration d'une interconnexion réalisée par cette technique sera telle que décrite dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 417 392.

La Demanderesse a mis au point une technique pour interconnecter des composants électroniques selon laquelle des fils d'interconnexion sont attachés à une extrémité à des contacts prévus sur un premier composant, sont coupés à une longueur prédéterminée et sont attachés à des contacts prévus sur un second composant au moyen d'une matière différente de celles des fils et des contacts.

Suivant l'un de ses aspects, l'invention procure un procédé permettant de former un fil d'interconnexion sur un contact prévu sur un composant électronique, qui consiste à attacher un fil au contact par une jonction réalisée sans l'aide de matières autres que celles du contact et du fil et à sectionner le fil pour laisser un fil d'interconnexion attaché au contact et comportant une extrémité libre, la longueur du fil d'interconnexion, mesurée depuis le contact ou, si une partie du fil d'interconnexion est élargie au voisinage du contact, depuis un point situé immédiatement au-dessus d'un tel élargissement éventuel, étant d'environ  $2d$  à environ  $20d$ , où  $d$  est le diamètre du fil d'interconnexion.

Le contact sur la surface du composant auquel le fil d'interconnexion est ou doit être connecté, peut avoir la forme, par exemple, d'un plot ou d'une extrémité d'une piste conductrice qui s'étend parallèlement ou perpendiculairement (ou sous n'importe quel angle intermédiaire) à la surface, par exemple une interconnexion entre couches. Il peut être disposé en retrait ou dans le plan de la surface environnante du composant ou encore être en relief sur cette surface.

La jonction entre le fil et le contact, qui est réalisée sans l'aide d'une matière autre que celles du contact et du fil, est, en général, une soudure. La jonction peut être formée par application, isolément ou

en combinaison, de chaleur, de pression et de vibrations, par exemple par soudage par thermocompression qui recourt en combinaison à de la chaleur et de la pression ou par soudage thermosonique ou ultrasonique qui recourt en combinaison à de la chaleur, de la pression et des vibrations. Il va de soi que de faibles quantités de matières autres que celles du fil et du contact, par exemple des agents de préparation de surface, des produits de réaction et des matières polluantes, comme des couches d'oxyde et de matières analogues, peuvent être présentes dans la jonction ou autour de celle-ci.

La jonction peut être formée entre la surface circonférentielle du fil et du contact, le fil étant plié près de la partie soudée de telle sorte qu'il s'étende depuis le contact. Ce processus est connu de manière générale sous le nom de "soudage au coin".

La jonction est cependant de préférence formée entre l'extrémité du fil et le contact. Cette technique implique d'une manière générale le chauffage du fil à son extrémité ou près de celle-ci pour former une perle. La jonction est alors formée entre la perle et le contact. La chaleur peut être appliquée à l'extrémité du fil au moyen d'un arc électrique jaillissant entre une électrode et le fil. Le fil est débité par la soudeuse à travers une tête de soudage qui est, en général, une tête capillaire percée d'un passage dans lequel passe le fil. Cette technique est, en général, connue sous le nom de "soudage à la perle".

Le fil qui est utilisé pour former des fils d'interconnexion conformément à l'invention doit être aussi fin que possible, compte tenu des exigences mécaniques et électriques qu'il doit respecter en service et des exigences de sa manipulation et de son soudage aux contacts. En général, le fil est en

substance rond et a un diamètre inférieur à environ 375 micromètres, de préférence inférieur à environ 250 micromètres. Un fil particulièrement préféré a un diamètre d'environ 12 à environ 125 micromètres, en particulier d'environ 25 à environ 75 micromètres.

La matière du fil est choisie selon les techniques par lesquelles les interconnexions entre ce fil et les contacts des composants électroniques doivent être effectuées. Le fil doit être à même de se souder à la matière d'un des contacts sans l'aide d'une autre matière et c'est pour cette raison que l'on préfère utiliser des fils d'aluminium, d'or et de cuivre, un fil d'or étiré à froid étant particulièrement préféré.

La longueur du fil d'interconnexion est mesurée depuis le contact à moins qu'une partie du fil d'interconnexion soit élargie au voisinage du contact, ce qui serait le cas lorsque la jonction est formée, par exemple, par soudage à la perle ou soudage au coin. Dans ce cas, la longueur du fil d'interconnexion est mesurée à partir d'un point situé immédiatement au-dessus d'un tel élargissement. Par exemple, lorsque la jonction est formée par soudage à la perle, la longueur du fil est mesurée à partir du point où le fil pénètre dans la perle; la surface de la perle peut être concave ou convexe en ce point. Lorsque la jonction est formée par soudage au coin, la longueur du fil sera mesurée à partir du point où la partie de fil soudée au contact rencontre la partie de fil qui s'étend depuis ce contact.

Il est préférable que la longueur du fil d'interconnexion soit comprise entre environ 3d et 12d, de préférence entre 5d et 7d. Des fils d'interconnexion ayant une longueur située dans la gamme spécifiée et, en particulier dans la gamme étroite spécifiée, pos-

sèdent une combinaison de propriétés particulièrement avantageuse. D'une part, les fils sont suffisamment souples pour pouvoir s'adapter aux forces exercées lors du cyclage thermique des composants interconnectés, des fils d'interconnexion relativement longs étant préférables pour interconnecter de gros composants. De plus, des fils d'interconnexion de longueurs tombant dans les gammes précitées sont suffisamment solides pour être à même de supporter un composant électronique sur la face supérieure d'un substrat, tout en tenant compte des effets thermiques décrits plus haut. Les propriétés mécaniques des fils d'interconnexion peuvent être réglées, conformément aux exigences d'une application particulière, par une sélection appropriée de la forme, de la matière, du traitement (qui peut affecter notamment la dureté et le module du fil), et de la longueur des fils. Un autre avantage encore de ces fils est le fait que leur longueur est nettement plus courte que celle des fils utilisés dans les techniques connues décrites plus haut dans lesquelles les fils vont d'un premier composant jusqu'à des contacts prévus sur un substrat sur lequel le premier composant est monté. Un raccourcissement des fils atténue les caractéristiques de réactance indésirables et permet d'accroître la vitesse de transmission des signaux entre composants. Un autre avantage significatif de la technique conforme à l'invention par rapport à cette technique connue est évidemment le fait que l'espace requis pour effectuer les interconnexions entre des composants électroniques est nettement réduit.

Lorsque la jonction entre le fil et le contact est formée par soudage à la perle, il est préférable que la hauteur de la perle au-dessus du contact (mesurée jusqu'au point le plus éloigné du contact) soit d'environ 1d à environ 3d.

Le fil peut être sectionné directement à la longueur voulue. En variante, le fil peut être sectionné en étant affaibli en un point situé à une distance souhaitée de la jonction au contact, de telle façon qu'il se rompe sous l'effet d'une force exercée, au point où il a été affaibli. Le fil peut être affaibli préalablement de telle sorte qu'il se rompe lorsqu'une force est exercée ultérieurement. En variante, la force peut être exercée sur le fil qui est alors affaibli pendant que cette force agit. La force qui est exercée sur le fil est suffisante pour rompre le fil au point où il a été affaibli, mais elle ne doit pas être telle que la jonction entre le fil et le contact cède. L'opération combinée consistant à exercer une force sur le fil, puis à affaiblir le fil en vue de provoquer sa rupture en un point prédéterminé, a l'avantage de constituer une manière particulièrement commode de rompre les fils à une longueur reproductible.

Il est préférable que le procédé comprenne l'opération consistant à exercer une force sur le fil. Lorsque le fil est sectionné directement à une longueur souhaitée, une force exercée peut servir à éliminer les éventuels faux plis ou déformations du fil.

La direction dans laquelle le fil d'interconnexion s'étend depuis le contact peut être sélectionnée par l'application appropriée d'une force. Le fil d'interconnexion s'étend de préférence dans une direction partant du contact sous un angle inférieur à environ  $30^\circ$ , en particulier inférieur à environ  $5^\circ$ , par rapport à une ligne perpendiculaire au contact au point où le fil y est soudé. Il est particulièrement préférable que le fil s'étende dans une direction qui soit en substance perpendiculaire au contact, au point où il y est soudé.

Une soudeuse de fil est de préférence utilisée pour former le fil d'interconnexion. Du fil peut être amené au contact par un passage de traversée prévu dans une tête de soudage et, de la chaleur, de la pression et des vibrations peuvent être appliquées isolément ou en combinaison au fil pour réaliser la jonction par l'intermédiaire de la tête de soudage.

La nature de la tête de soudage sera déterminée en fonction de la nature de la soudure à réaliser. Lorsque la tête de soudage est destinée à former une soudure à la perle, elle sera, en général, une tête "capillaire". Lorsqu'elle est destinée à réaliser une soudure au coin, elle sera, en général, un "coin", ces termes ayant des significations reconnues en ce domaine.

L'invention procure également un composant électronique comportant un fil d'interconnexion soudé à un contact sans l'aide d'aucune matière autre que les matières du contact et du fil, la longueur du fil d'interconnexion, mesurée depuis le contact, ou, si une partie du fil d'interconnexion est élargie au voisinage du contact, depuis un point situé immédiatement au-dessus d'un tel élargissement éventuel, étant comprise entre environ  $2d$  et  $20d$ , où  $d$  est le diamètre du fil d'interconnexion.

L'invention procure également un procédé pour former un fil d'interconnexion sur chacun d'au moins deux contacts d'un composant électronique, dans lequel chaque fil d'interconnexion est formé sur son contact respectif par le procédé de formation de fil d'interconnexion décrit plus haut, et qui comprend l'opération consistant à exercer sur chaque fil une force dans un sens s'écartant de la jonction au contact, la direction dans laquelle cette force est exercée sur chaque fil étant en substance parallèle à celle dans laquelle une

force est exercée sur le fil voisin ou sur chacun d'eux.

Suivant un autre aspect, l'invention procure un procédé pour interconnecter des contacts sur un premier et un second composant, consistant à :

(a) former un fil d'interconnexion sur un contact du premier composant par un procédé tel que décrit plus haut, et

(b) attacher l'extrémité libre du fil d'interconnexion à un contact respectif sur le second composant.

La jonction entre chaque fil d'interconnexion et son contact respectif sur le second composant est réalisée au moyen d'une matière conductrice qui est différente des matières du fil et du contact. La matière conductrice peut exister sous la forme d'un fluide ou peut sinon être déformable à température ambiante, par exemple, il peut s'agir d'une matière conductrice à l'état de liquide, de graisse ou de gel, retenue en place si nécessaire, par un couvercle ou un récipient. La matière conductrice est de préférence une matière pouvant être utilisée pour former une jonction dès que de la chaleur y a été appliquée, par exemple une brasure, une matière de brasage ou un adhésif thermoactivable. Il est donc préférable que la matière conductrice soit fusible et soit disposée en des quantités distinctes sur chacun des contacts prévus sur le second composant, la jonction étant réalisée par chauffage de la matière conductrice en vue de la faire fondre et par introduction de l'extrémité libre du fil d'interconnexion (qui est soudée au contact du premier composant) dans la matière conductrice fondue.

Suivant encore un autre aspect, l'invention procure un procédé pour former une interconnexion entre des contacts situés sur un premier et un second com-

posant électronique, qui consiste à :

(a) attacher un fil à un contact prévu sur le premier composant par une jonction réalisée sans l'aide d'une matière autre que celles de ce contact et de ce fil;

(b) sectionner le fil à une longueur souhaitée, et

(c) connecter l'extrémité libre du fil à un contact prévu sur le second composant au moyen d'une matière conductrice qui soit différente des matières du fil et de ce contact.

Des procédés pour former un fil d'interconnexion, des procédés pour interconnecter des contacts et des composants électroniques, conformes à l'invention, seront décrits ci-après à titre d'exemple avec référence au dessin annexé, dans lequel :

la Fig. 1 est une vue en coupe verticale d'un composant électronique, tel qu'une puce de circuit intégré, auquel un fil d'interconnexion est en cours de soudage au moyen d'une soudeuse à thermocompression, et

la Fig. 2 est une vue en coupe verticale de la puce CI représentée sur la Fig. 1, comportant des fils d'interconnexion soudés à chaque contact.

Dans le dessin, la Fig. 1 illustre un composant électronique 1 tel qu'une puce de circuit intégré comportant des contacts 3 sur une de ses surfaces principales 5. Des fils d'interconnexion 7 sont soudés aux contacts; l'un de ces fils est représenté en cours de soudage à son contact respectif au moyen d'une soudeuse dont seule la tête de soudage capillaire 9 est représentée. La tête de soudage présente un passage de traversée 11 par lequel le fil est amené en vue du soudage aux contacts prévus sur le composant. Dès que le fil a été soudé à un contact, il est sectionné en un point situé à une distance comprise

entre  $2d$  et  $20d$  au-dessus de la perle 15 par laquelle le fil est soudé au contact,  $d$  étant le diamètre du fil. Pour sectionner le fil, on y applique de préférence une force dans un sens s'éloignant du contact, de telle sorte qu'il se rompe en un point où il a été affaibli.

La Fig. 2 illustre le composant 1 comportant des fils d'interconnexion 7 soudés à chacun de ses contacts 3. Chacun des fils a été sectionné de sorte que les fils sont tous en substance de longueur égale.

## R E V E N D I C A T I O N S

1.- Procédé pour former un fil d'interconnexion (7) sur un contact (3) prévu sur un composant électronique, caractérisé en ce qu'on attache un fil au contact (3) par une jonction réalisée sans l'aide d'une matière autre que celles du contact et du fil et on sectionne le fil pour laisser un fil d'interconnexion (7) attaché au contact (3) et présentant une extrémité libre, la longueur du fil d'interconnexion (7), mesurée depuis le contact (3) ou, si une partie du fil d'interconnexion (7) est élargie au voisinage du contact (3), depuis un point situé immédiatement au-dessus d'un tel élargissement, étant d'environ 2d à environ 20d, où d est le diamètre du fil d'interconnexion (7).

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la longueur du fil d'interconnexion (7) est d'environ 3d à environ 12d, de préférence d'environ 5d à environ 7d.

3.- Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on exerce une force sur le fil (7) dans un sens s'écartant du contact (3).

4.- Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce qu'on sectionne le fil (7) en l'affaiblissant en un point situé à une distance souhaitée de la jonction au contact (3) de telle sorte qu'il se rompe au point où il a été affaibli, sous l'effet de la force exercée.

5.- Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'on affaiblit le fil par une application localisée de chaleur, de préférence au moyen d'un arc électrique.

6.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on attache le fil au contact (3) par une jonction réalisée

par soudage par thermocompression.

7.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on forme la jonction entre une perle (15) formée sur l'extrémité du fil et le contact (3), la hauteur de la perle (15) au-dessus du contact après formation de la jonction étant de préférence d'environ 1d à environ 3d.

8.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on amène le fil au contact à travers une tête de soudage d'une soudeuse de fil.

9.- Procédé pour former un fil d'interconnexion (7) sur chacun d'au moins deux contacts (3) d'un composant électronique (1), caractérisé en ce qu'on forme chaque fil d'interconnexion (7) sur son contact respectif par un procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes et en ce qu'on exerce une force sur chaque fil dans un sens s'écartant de la jonction au contact (3), la direction dans laquelle la force est exercée sur chaque fil étant en substance parallèle à la direction dans laquelle la force est exercée sur le fil voisin ou sur chacun d'eux.

10.- Procédé pour interconnecter des contacts sur un premier et un second composant, caractérisé en ce que :

(a) on forme un fil d'interconnexion (7) sur un contact prévu sur le premier composant par un procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, et

(b) on attache l'extrémité libre du fil d'interconnexion (7) par une jonction à un contact respectif prévu sur le second composant.

11.- Procédé suivant la revendication 10, caractérisé en ce qu'on forme la jonction entre le fil

d'interconnexion (7) et le contact (3) sur le second composant (1) au moyen d'une matière conductrice qui est différente des matières du fil et du contact, de préférence au moyen d'une brasure.

12.- Composant électronique, caractérisé en ce qu'il comporte un fil d'interconnexion (7) attaché à un contact prévu sur ce composant par une jonction réalisée sans l'aide d'une matière autre que celles du contact (3) et du fil, la longueur du fil d'interconnexion (7) mesurée depuis le contact ou, si une partie du fil d'interconnexion (7) est élargie au voisinage du contact (3), depuis un point situé immédiatement au-dessus d'un tel élargissement, étant d'environ  $2d$  à environ  $20d$ , où  $d$  est le diamètre du fil d'interconnexion (7).

13.- Composant suivant la revendication 12, caractérisé en ce que le fil d'interconnexion (7) est en substance droit.

14.- Composant suivant la revendication 12, caractérisé en ce que le fil d'interconnexion (7) est aminci sur une courte distance à son extrémité libre.

15.- Ensemble d'un premier et d'un second composant électronique (1) comportant chacun un contact, caractérisé en ce que les contacts sont interconnectés par un fil d'interconnexion qui :

(a) est attaché au contact prévu sur le premier composant (1) par une jonction réalisée sans l'aide d'une matière autre que celles du fil (7) et de ce contact (3);

(b) est attaché au contact (3) du second composant (1) par une jonction réalisée au moyen d'une matière conductrice différente de celles du fil (7) et du contact (3).

16.- Procédé pour former une interconnexion entre des contacts prévus sur un premier et un second

composant électrique (1), caractérisé en ce que :

(a) on attache un fil à un contact (3) prévu sur le premier composant (1) par une jonction réalisée sans l'aide d'une matière autre que celles de ce contact (3) et du fil (7);

(b) on sectionne le fil à une longueur souhaitée, et

(c) on connecte l'extrémité libre du fil (7) à un contact (3) prévu sur le second composant (1) au moyen d'une matière conductrice qui est différente de celles du fil (7) et de ce contact (3).

17. Procédé suivant la revendication 16, caractérisé en ce qu'on exerce une force sur le fil dans un sens s'éloignant du contact (3).

18.- Procédé suivant la revendication 17, caractérisé en ce que la force contribue au sectionnement du fil.

