

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 549 677

②1 N° d'enregistrement national :

83 19596

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : H 05 K 3/46.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 7 décembre 1983.

③0 Priorité : US, 18 juillet 1983, n° 514,624.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 4 du 25 janvier 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : NICOLET INSTRUMENT  
CORPORATION. — US.

⑦2 Inventeur(s) : Robert F. Benson.

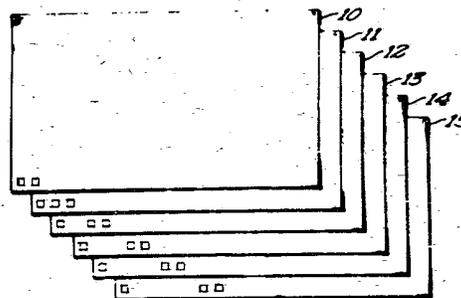
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Beau de Loménie.

⑤4 Procédé d'inspection de plaquettes de circuits électroniques.

⑤7 L'invention concerne l'inspection des plaquettes de circuit.  
Elle se rapporte à un procédé d'inspection de plaquettes 10  
à 15 en cours de fabrication, ces plaquettes ayant des cibles  
telles que chaque plaquette a des cibles qui forment un dessin  
qui lui est propre. Les cibles d'une plaquette sont positionnées  
par rapport à un dessin de cibles de test formé par les cibles  
d'au moins deux autres couches.

Application à la fabrication des circuits imprimés multicou-  
ches.



FR 2 549 677 - A1

D

La présente invention concerne les plaquettes multicouches de circuit et en particulier l'inspection de ces plaquettes pendant leur fabrication.

Les plaquettes multicouches de circuit ont  
5 été définies comme l'ensemble d'interconnexion qui contient plus de deux couches de circuit. Les plaquettes multicouches, développées à partir des applications spatiales et militaires au début de années 60, sont maintenant utilisées dans de nombreuses applications commercia-  
10 les. Les divers types de plaquettes multicouches entrent dans plusieurs catégories qui posent toutes des problèmes communs, à des degrés variables.

Un premier problème posé par la fabrication des plaquettes multicouches est leur stabilité dimension-  
15 nelle ou leur manque de cette propriété, lorsque les couches individuelles sont traitées. Ainsi, chaque couche est réalisée dans la prévision d'un positionnement précis par rapport aux autres couches qui forment la plaquette multicouche. Cependant, à moins que toutes les couches  
20 subissent des modifications dimensionnelles identiques pendant le traitement individuel, la précision qui existait dans le travail d'origine peut être perdue. Ceci peut provoquer un défaut d'alignement très important de la plaquette multicouche et peut conduire à sa mise  
25 au rebut. Dans d'autres cas, les défauts de positionnement peuvent être compensés après association des couches et, pendant le perçage, par utilisation d'un décalage compensateur au cours de l'opération de perçage.

La présente invention concerne l'inspection,  
30 au cours de la fabrication des plaquettes de circuit, de plusieurs couches positionnées avec précision. Deux cibles au moins sont formées sur chaque couche afin qu'elles soient positionnées avec précision pendant la fabrication des couches. Chaque cible a une position  
35 qui correspond à une cible d'au moins une autre couche, les cibles de chaque couche formant un dessin qui est propre à cette couche. Pendant la fabrication, le posi-

tionnement de chaque cible d'une couche peut être vu par rapport aux dessins de cibles de test par des techniques radiographiques. Ainsi, la stabilité dimensionnelle de chaque couche individuelle peut être déterminée pendant la fabrication et après celle-ci, alors que le positionnement relatif des couches empilées peut être déterminé par positionnement relatif des dessins de cibles par rapport à un dessin de cibles de test. Sous la forme empilée, le dessin de cibles de test, correspondant aux cibles d'une couche, peut être formé par les cibles d'au moins deux autres couches.

Comme indiqué précédemment, chaque couche peut être inspectée pendant sa fabrication ou après celle-ci et peut être jetée si elle sort des plages de tolérances. Après empilement et avant association, le positionnement relatif des couches empilées peut être inspecté avec réglage ou remplacement correspondant des couches mal positionnées, avant association. Après l'association, le positionnement relatif des couches peut être déterminé et d'autres coûts de fabrication peuvent être économisés, ou des mesures de compensation peuvent être prises pendant la finition de la fabrication.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description d'exemples de réalisation qui va suivre, en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 représente plusieurs couches qui peuvent former une plaquette multicouche de circuit, et illustre le principe mis en oeuvre selon l'invention ;

la figure 2 montre comment un mauvais alignement peut être détecté, parmi plusieurs couches d'une plaquette multicouche de circuit ;

la figure 3 représente des dessins à plusieurs cibles qui peuvent être utilisés dans le cadre de l'invention et montre comment ils indiquent un défaut d'alignement ; et

la figure 4 représente d'autres dessins qui

peuvent être utilisés dans le cadre de la présente invention.

La présente invention concerne l'inspection, au cours de la fabrication, de plaquettes de circuit comprenant plusieurs couches positionnées avec précision. Deux cibles au moins sont formées sur chaque couche et sont positionnées avec précision par rapport aux cibles des autres couches, chaque cible ayant une position qui correspond à celle d'une cible d'au moins une autre couche, les cibles de chaque couche formant un dessin propre à cette couche. Comme décrit plus en détail dans la suite, le dessin original de cibles de chaque couche peut être établi par les positions des cibles de cette couche, les configurations des cibles de cette couche, ou les deux. Les cibles sont formées de manière qu'elles puissent être vues à l'aide des techniques radiographiques connues. De préférence, les cibles sont formées, avec les autres éléments de circuit imprimé, sur la couche sur laquelle elles sont portées.

Dans le présent mémoire, la "position" d'une cible sur une couche est la position de cette cible par rapport aux autres éléments de circuit de cette couche, si bien que l'alignement des cibles d'une plaquette multicouche indique l'alignement des éléments de circuit portés par ces couches.

Lors de la mise en oeuvre des techniques d'inspection selon l'invention, tout système radiographique convenable peut être utilisé. L'un de ceux qui peut être utilisé, avec de petites modifications dépendant de la dimension des plaquettes multicouches de circuit auxquelles l'invention se rapporte, est vendu sous la marque de fabrique "Mikrox" par Nicolet XRD Corporation, une filiale de Nicolet Instrument Corporation. Un dispositif correspondant est décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 159 436 décrit le 26 janvier 1979 à Raymond V. Ely et intitulé "Electron Beam Focussing for X-Ray Apparatus". L'avantage de ces systèmes radiographiques

est qu'ils forment une source de rayons X qui est essentiellement une "source ponctuelle" et qui permet un grandissement de la partie inspectée. L'utilisation d'une caméra et d'un moniteur de télévision, la caméra étant  
5 sensible aux rayons X, permet l'observation en temps réel de la partie inspectée. Dans le présent mémoire cependant, le terme "observation" recouvre à la fois l'affichage en temps réel sur un moniteur de télévision et l'exposition d'un film puis son observation ultérieure.

10 On se réfère maintenant à la figure 1 qui représente six couches 10 à 15 qui peuvent être associées afin qu'elles forment une plaque multicouche de circuit. Par raison de clarté, les éléments du circuit des différentes couches ne sont pas représentés. Dans le coin  
15 inférieur gauche de chaque couche, un dessin de cibles est disposé, les cibles étant représentées sous forme de figures continues qui doivent être formées de manière qu'elles puissent être détectables par mise en oeuvre de la technique particulière d'observation utilisée.  
20 Dans le cas des techniques radiographiques, les cibles sont opaques au rayonnement et peuvent être formées pendant la constitution des éléments de circuit sur les diverses couches, et avec un positionnement déterminé par rapport à eux. Cette disposition déterminée permet  
25 une détermination de l'alignement entre les cibles des couches afin que le positionnement des éléments de circuit des diverses couches soit déterminé.

Sur la figure 1, toutes les cibles ont la même configuration (carrée), bien qu'elles occupent des positions  
30 prédéterminées. Par exemple, la couche 10 a des cibles dans des positions qu'on peut identifier comme des positions 1 et 2, alors que la couche 11 a des cibles dans les positions 1, 2 et 3. Chacune des couches 12 à 15 a une cible dans la position 1, la couche 12 ayant  
35 des cibles supplémentaires dans les positions 3 et 4, la couche 13 dans les positions 4 et 5, la couche 14 dans les positions 5 et 6 et la couche 15 dans les positions 6 et 7.

Lorsque les couches 10 à 15 sont empilées les unes sur les autres d'une manière considérée comme convenablement alignée, une observation radiographique indique si l'alignement convenable est en fait présent. Ceci est représenté sur la figure 2 sur laquelle un dessin régulier de cibles est représenté, les cibles présentant un défaut d'alignement étant représentées aux positions 1, 4 et 5. Comme l'indique la figure 1, les cibles des couches empilées forment un dessin de cibles de test, les cibles de la couche 13 n'étant pas alignées sur celles du dessin de cibles de test. Ainsi, la couche 13 présente un défaut d'alignement. La figure 2 montre aussi comment le degré de défaut de positionnement peut être estimé. Par exemple, lorsque toutes les cibles ont une dimension connue et lorsque l'une des couches est mal positionnée si bien qu'elle recouvre le dessin de cibles de test formé par les autres couches de la moitié de la dimension des cibles, la couche mal positionnée présente un défaut de positionnement d'une quantité égale à la moitié de la dimension des cibles. Comme l'indique la figure 2, la direction du défaut d'alignement peut aussi être déterminée.

La figure 3 représente d'autres dessins qui peuvent être utilisés pour l'identification de différentes couches d'une plaquette multicouche de circuit. Les dessins de la figure 3 dépendent non seulement de la position des cibles mais aussi de leur configuration. Par exemple, le dessin indiqué de façon générale en 20 est un dessin à trois cibles ayant un losange dans la première position, un carré dans la seconde position et un losange dans la dixième position. Le dessin 21 est formé avec un cercle dans la seconde position et un losange dans la troisième. Les autres dessins peuvent être tels que représentés.

Une plaquette de circuit à neuf couches ayant les dessins représentés dans la partie supérieure de la figure 3 donne un dessin représenté à la ligne 29 de la figure 3 lorsque toutes les couches sont convenable-

ment alignées. La ligne 30 montre ce qui serait observé si la couche du dessin 24 présentait un défaut de positionnement vers le haut et vers la gauche, la couche du dessin 26 étant mal positionnée vers le bas et vers la droite. La ligne 31 montre ce qui serait observé si la couche du dessin 28 présentait un défaut d'alignement vers la gauche comme indiqué sur la figure 3.

La figure 4 représente des dessins 35-37 qui peuvent être utilisés sur une plaquette à trois couches, les dessins ne différant que par leur configuration. Ainsi, en ce qui concerne les positions comme indiqué en référence aux figures 2 et 3, chacun des dessins 35 à 37 est formé de cibles dans la première et la seconde position, les dessins différant par la différence de configurations des cibles qui les forment. Un défaut de positionnement des dessins 35 à 37, lorsque les couches qui les portent sont empilées les unes sur les autres, donne une indication sur le défaut d'alignement de ces couches.

L'invention non seulement donne une indication sur le défaut d'alignement des couches mais encore peut être utilisée pour la détermination de la stabilité dimensionnelle ou de son défaut, dans une couche unique. Dans le cas de plusieurs couches, un dessin de cibles de test pour chaque couche est formé par les cibles d'au moins deux autres couches. Dans une variante un calibre peut être utilisé, celui-ci portant un dessin de cibles de test correspondant au dessin de la couche qu'on souhaite inspecter. Le recouvrement convenable de la couche par le calibre et l'observation comme décrit précédemment permet l'utilisation de l'alignement du dessin de couches par rapport au dessin de cibles de test pour l'établissement de la stabilité dimensionnelle ou de l'instabilité de la couche traitée.

Evidemment, de nombreuses variantes et modifications peuvent être apportées à l'invention compte tenu des enseignements qui précèdent. Ainsi, la présente inven-

tion peut être utilisée pour l'inspection dans toute étape de la fabrication des plaquettes multicouches de circuit, et notamment pendant et après le traitement de chaque couche, l'alignement relatif des couches empilées avant leur association, et l'alignement relatif des couches d'une plaquette dont les circuits sont associés.

L'alignement avant association des couches empilées peut être inspecté tant que ces couches sont placées dans les plaques de recouvrement avant association, par exemple par formation de canaux d'inspection dans ces plaques, avec des dispositifs convenables de fermeture de ces canaux.

De nombreux dessins de cibles peuvent être utilisés dans le cadre de la présente invention qui n'est pas limitée par les dessins représentés. En fait, les cibles individuelles peuvent être des figures pleines ou au trait et peuvent être placées le long d'un ou plusieurs côtés de chaque couche. Bien qu'on considère que les dessins de cibles sont contenus vers l'intérieur de la marge de chaque couche, lorsque cela est possible en pratique, elles peuvent être disposées dans le "dessin" du circuit porté par chaque couche.

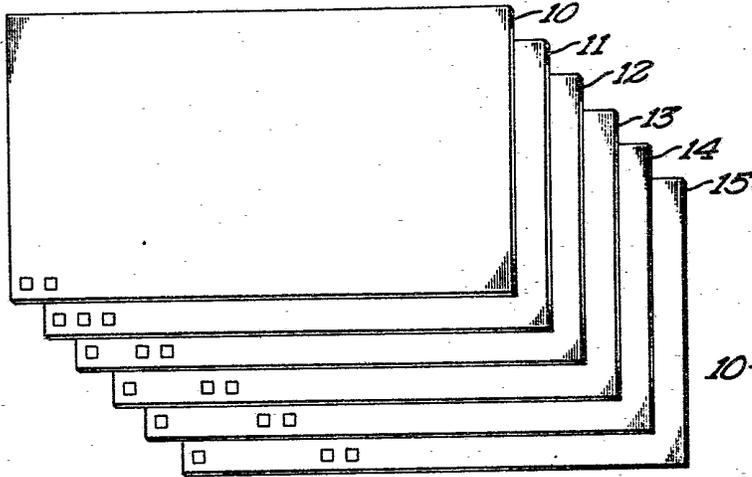
Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

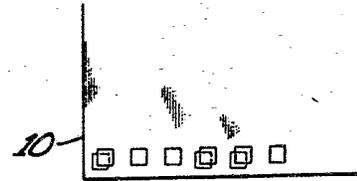
1. Procédé d'inspection destiné à la fabrication de plaquettes de circuit ayant plusieurs couches alignées avec précision, caractérisé en ce qu'il comprend :
- 5 la formation d'au moins deux cibles sur chaque couche qui doit être positionnée avec précision, chaque cible ayant une position correspondant à la cible d'au moins une autre couche, les cibles de chaque couche formant un dessin qui est propre à cette couche, et
- 10 l'observation du positionnement de chaque cible d'une couche par rapport à un dessin de cibles de test par des techniques radiographiques.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération d'observation comprend :
- 15 le positionnement d'une couche afin qu'elle soit empilée sur un calibre, celui-ci portant un dessin de cibles de test comprenant des cibles correspondant au dessin de la couche qui est empilée sur le calibre, et
- 20 l'observation du positionnement de chaque cible de la couche empilée sur le calibre avec la cible correspondante du dessin de cibles de test du calibre à l'aide de techniques radiographiques.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération d'observation comprend :
- 25 le positionnement de plusieurs couches, dans l'ordre voulu, sous forme empilée les unes sur les autres, le dessin de cibles de test des cibles d'une couche étant formé par les cibles d'au moins deux autres couches, et
- 30 l'observation du positionnement de chaque cible de chaque couche empilée par rapport au dessin de cibles de test formé par les cibles des autres couches empilées, par des techniques radiographiques.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'opération de positionnement comprend le montage des diverses couches dans des plaques de recouvrement utilisées avant association des couches, et l'opération d'observation comprend l'observation du positionnement

de chaque cible de chaque couche empilée par rapport au dessins de cibles de test formé par les cibles des autres couches empilées, par mise en oeuvre de techniques radiographiques, après l'étape de montage.

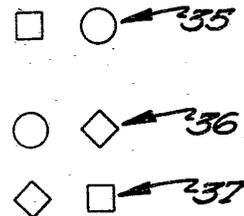
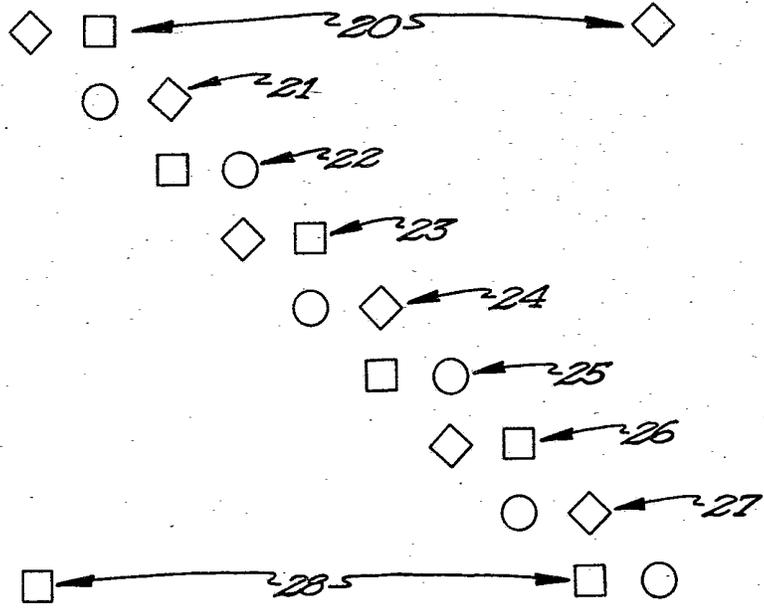
- 5 5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend l'association des diverses couches dans l'ordre voulu, l'opération d'observation étant réalisée après l'opération d'association.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération de formation comprend la formation des cibles dans des positions qui forment un dessin qui est propre à une couche.
- 10 7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération de formation comprend la formation des cibles avec des configurations de cibles qui forment un dessin qui est propre à une couche.
- 15 8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération de formation comprend la formation des cibles à des positions et avec des configurations qui forment un dessin qui est propre à une couche.
- 20



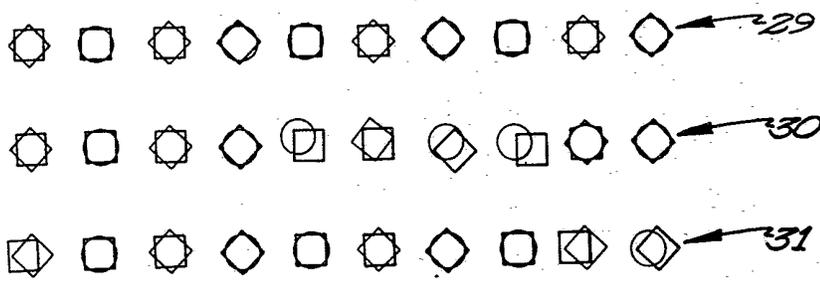
**Fig 1**



**Fig 2**



**Fig 4**



**Fig 3**