

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 21.05.01.

③③ Priorité : 26.05.00 DE 10026270.

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.11.01 Bulletin 01/48.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT — DE.

⑦② Inventeur(s) : NEUMAYER CHRISTOPH et SCHMIDT THOMAS.

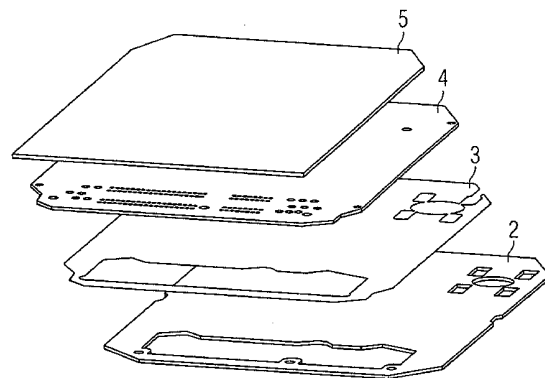
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET DE BOISSE ET COLAS.

⑤④ PROCÉDE DE STRATIFICATION D'UNE PLAQUETTE DE CIRCUIT IMPRIME SUR UNE PLAQUETTE DE BASE ET DISPOSITIF DE STRATIFICATION.

⑤⑦ Ce procédé consiste à pourvoir d'une couche adhésive (3) au moins l'une des pièces (2, 4) à stratifier l'une avec l'autre, au moins l'une des pièces (2, 4) à stratifier l'une avec l'autre et la couche adhésive (3) comportant des centres de gravité différents, à disposer les pièces (2, 4) à stratifier l'une avec l'autre entre des moyens de portée et un dispositif d'application de pression, et à rendre les pièces (2, 4) solidaires l'une de l'autre en utilisant une pression qui n'est pas appliquée sur toute la surface.

Les pièces à assembler (2, 4) peuvent présenter des centres de gravité de surface différents et une source d'énergie exerçant une pression sur les moyens de portée est essentiellement centrée sur le centre de gravité de surface de la couche adhésive (3).



L'invention concerne un procédé de stratification d'une plaquette de circuit imprimé sur une plaquette de base, comportant les opérations consistant à pourvoir d'une couche adhésive au moins l'une des pièces à stratifier l'une avec l'autre, au moins l'une des pièces à stratifier l'une avec l'autre et la couche adhésive comportant des centres de gravité différents, à  
5 disposer les pièces à stratifier l'une avec l'autre entre des moyens de portée et un dispositif d'application de pression et à rendre les pièces solidaires l'une de l'autre en utilisant une pression qui n'est pas appliquée sur toute la surface.

L'invention concerne également un dispositif de stratification permettant  
10 la stratification d'une plaquette de circuit imprimé sur une plaquette de base, comprenant des moyens de portée pour une pièce à stratifier pourvue d'une couche adhésive, et un dispositif d'application de pression comportant un poinçon servant à appliquer une pression sur les moyens de portée.

Par la demande de brevet EP 0 902 609 A1, il est connu d'appliquer  
15 une colle adhésive à élasticité durable sur une plaquette de refroidissement. Pour éliminer des bulles d'air se présentant dans la colle ou entre la colle et la surface collée, on soumet la plaquette de refroidissement avec la colle à un traitement thermique. On applique ensuite sous pression une plaquette à circuit imprimé sur la plaquette de refroidissement comportant la colle. Le  
20 traitement thermique a de préférence lieu environ pendant une heure à une température d'environ 50 °C.

La stratification d'une plaquette de circuit imprimé sur un puits de chaleur avec production de vide est exposée dans le brevet US 4 975 311. Pour le durcissement, la colle mise en place doit être chauffée pendant deux  
25 heures à une température d'environ 125 °C.

Un dispositif connu (JP 04 08 36 08 A) comprend une table d'appui sur laquelle une substance composite est posée. Pour agir avec une action de force uniforme sur la table d'appui ou sur la substance composite, le dispositif comprend une barre de fer montée d'une manière centrée. Par ailleurs, le  
30 dispositif comprend un corps de presse analogue à un sac et déformable qui est disposé d'une manière symétrique radialement autour de la barre de fer.

Un dispositif connu (JP 01 24 44 67 A) servant à l'ajustage serré de couches minces sur des supports formant substrat comprend deux plaques de presse disposées horizontalement l'une vis-à-vis de l'autre. Au moyen de  
35 l'application des deux plaques de presse l'une sur l'autre, une force de pression centrée est exercée sur les supports formant substrat et une surface adaptée à la pression est agrandie.

Un but de l'invention est de fournir un procédé de stratification d'une plaquette de circuit imprimé sur une plaquette de base et un dispositif de stratification qui permettent un collage dans une large mesure dépourvu de bulles de la plaquette de circuit imprimé avec la plaquette de base, tout en maintenant un bref temps d'application de pression.

Ce but est atteint par un procédé, du type générique défini en introduction, caractérisé en ce que les pièces à assembler peuvent présenter des centres de gravité de surface différents et une source d'énergie exerçant une pression sur les moyens de portée est essentiellement centrée sur le centre de gravité de surface de la couche adhésive.

Ce but est également atteint au moyen d'un dispositif de stratification, du type générique défini en introduction, caractérisé en ce qu'il comprend une articulation dans laquelle le poinçon est monté et le poinçon présente une surface d'application de force comportant un dispositif de centrage.

Le procédé conforme à l'invention peut aussi présenter une ou plusieurs des particularités suivantes:

- un poinçon déplacé par la source d'énergie est basculé, lors de l'application de pression sur la plaquette de circuit imprimé, d'une manière telle que des irrégularités présentes entre la surface d'application de pression et le produit composite, y compris la couche d'uniformisation de pression, ainsi que des erreurs dans l'alignement parallèle du produit composite soient compensées,

- une couche d'uniformisation de pression élastiquement déformable est disposée entre la plaquette de circuit imprimé et un poinçon,

- la stratification est effectuée pour un abaissement de pression compris dans la gamme de 0,2 bar à 0,5 bar,

- la stratification a lieu à la température ambiante,

- une plaquette en aluminium moulée sous pression est utilisée en tant que plaquette de base,

- une couche d'uniformisation de pression est disposée entre les moyens de portée et la plaquette de base,

- c'est une plaquette de circuit imprimé rigide qui est soumise à la stratification.

Le dispositif de stratification conforme à l'invention peut aussi présenter l'une ou l'autre des particularités suivantes ou les deux :

- l'articulation est une articulation sphérique et la coupelle d'articulation est intégrée dans le poinçon,

- les moyens de portée comprennent un appui en trois points.

L'alignement de la source d'énergie, qui exerce une pression sur les moyens de portée, non pas sur le centre de gravité de surface de la plaquette de circuit imprimé ou de la plaquette de base, mais sur le centre de gravité de surface de la couche adhésive permet d'obtenir une répartition particulièrement uniforme de la force exercée sur la totalité de la surface adhésive, même si les centres de gravité de surface de la plaquette de circuit imprimé et de la plaquette de base sont différents.

Les pièces à stratifier l'une avec l'autre, à savoir la plaquette de circuit imprimé et la plaquette de base, sont soumises à une application de pression, avec la couche adhésive, au moyen d'un poinçon monté mobile.

De préférence, l'application de pression a lieu sous vide. Il est alors possible de ne pas faire appel à une opération de traitement thermique.

Une stratification dépourvue de bulles de la plaquette de circuit imprimé s'obtient d'une manière particulièrement fiable lorsque le poinçon est monté mobile d'une manière telle qu'il puisse compenser des irrégularités de la plaquette de circuit imprimé ou du produit composite constitué de cette plaquette de circuit imprimé et de la plaquette de base, notamment des écarts dans l'alignement parallèle de la plaquette de circuit imprimé et de la plaquette de base. De ce fait, il est même possible de stratifier avec une qualité élevée non seulement des plaquettes de base métalliques en tôle découpée, mais également des plaquettes de base métalliques produites par moulage sous pression, par exemple des plaquettes en aluminium moulé sous pression.

Un produit composite ainsi obtenu, constituée d'une plaquette de base et d'une plaquette de circuit imprimé, convient pour une utilisation dans des conditions extrêmes d'environnement, telles qu'il en règne par exemple à l'intérieur du compartiment moteur d'un véhicule automobile.

Des plaquettes de circuit imprimé flexibles et des plaquettes de circuit imprimé rigides, telles que par exemple des plaquettes de circuit imprimé FR4 et même des plaquettes de circuit imprimé sans contact traversant (plaquettes de circuit imprimé "Sequential Built Up" ou à élaboration séquentielle), conviennent pour la stratification.

Le procédé de stratification et le dispositif de stratification peuvent s'intégrer dans une ligne de fabrication SMD, étant donné qu'il est possible de réaliser des durées de cycle extrêmement courtes qui correspondent aux durées de garnissage pour les composants SMD. D'une manière typique, on ne fait pas appel à une élévation de température de la substance adhésive et

on obtient une durée d'application de pression de l'ordre de seulement 30 secondes.

Il est possible de ne pas faire appel à des presses à traitement en empilement, de grandes dimensions et chères, pour réaliser le produit composite constitué de la plaquette de circuit imprimé et de la plaquette de base. Etant donné que, dans ce cas, on stratifie simultanément entre elles de nombreuses plaquettes de circuit imprimé sur des plaquettes de base en élevant la température avec une durée d'application de pression d'environ 30 minutes, il n'est pas possible qu'un tel procédé soit intégré dans une ligne de fabrication SMD.

D'autres avantages, particularités et possibilités d'application de l'invention ressortent de la description d'un exemple de réalisation qui est faite ci-après en regard des dessins. On voit :

à la figure 1, une vue en perspective des couches à soumettre ensemble à une pression,

à la figure 2, le centre de gravité de surface d'une couche adhésive et,

à la figure 3, un dispositif de stratification.

La figure 1 représente, en tant que pièces à stratifier l'une avec l'autre, une plaquette de base 2, comportant un évidement assez grand destiné à recevoir un connecteur multibroche et plusieurs évidements plus petits pour des capteurs, et une plaquette de circuit imprimé 4. En ce qui concerne la plaquette de base 2, il s'agit d'une plaquette en aluminium moulée par pression.

Une couche adhésive 3 se présentant sous forme d'une feuille adhésive transparente est collée sur la plaquette de base 2. La feuille adhésive comporte des évidements correspondant à ceux de la plaquette de base 2 dans les zones qui sont prévues pour le connecteur multibroche et les capteurs.

La feuille adhésive ou une bande adhésive est à base de substance adhésive du type acrylate. Pour les substrats formés des plaquettes de base chaque fois considérées, il est par exemple possible d'obtenir des feuilles adhésives appropriées sous la marque VHB de la société 3M. Ces feuilles adhésives manifestent leur force d'adhérence la plus grande lorsqu'on utilise une pression ("Pressure Sensitive Adhesive" ou substance auto-adhésive sous pression).

La couche adhésive 3 présente une épaisseur de 130  $\mu\text{m}$ . Une couche adhésive ayant une épaisseur de 50  $\mu\text{m}$  à 250  $\mu\text{m}$  convient, une couche

adhésive ayant une épaisseur de 110  $\mu\text{m}$  à 150  $\mu\text{m}$  convenant particulièrement bien.

La plaquette de circuit imprimé 4, est en résine époxy, plus précisément de type FR4; elle est disposée par-dessus la couche adhésive 3. Cette couche adhésive 3 présente une surface (légèrement) plus grande que la plaquette de circuit imprimé 4. Cette plaquette de circuit imprimé 4 comporte des trous dans la zone dans laquelle le connecteur multibroche est disposé.

En variante, il est également possible que ce soit la plaquette de circuit imprimé 4 qui soit pourvue de la couche adhésive 3.

Il est prévu, disposée sur la face de la plaquette de circuit imprimé 4 qui est à l'opposé de la couche adhésive 3, une couche d'uniformisation de pression 5 en matière élastique. Cette couche d'uniformisation de pression peut se présenter sous forme d'un revêtement de l'outil de presse ou sous forme d'une feuille séparée qui est posée sur la plaquette de circuit imprimé 4. La couche d'uniformisation de pression 5 ne subit pas une usure définitive lors de l'opération d'application de pression et peut être réutilisée.

Des matières convenant pour la couche d'uniformisation de pression 5 sont le Téflon, un polyéthylène, une silicone ou des élastomères. Pour l'exemple de réalisation, on choisit une plaquette en polyuréthane ayant une épaisseur de 4 mm et une dureté Shore de 70. D'une manière avantageuse, la couche d'uniformisation de pression a une épaisseur comprise entre 1 mm et 5 mm et une dureté Shore comprise entre 30 et 100 et, mieux, une dureté Shore comprise entre 40 et 90. On a ainsi l'assurance que la couche d'uniformisation de pression est élastiquement déformable d'une manière suffisante pour pouvoir réaliser une répartition avantageuse de la pression appliquée dans le cas d'irrégularités de la plaquette de base, de la couche adhésive, de la plaquette de circuit imprimé ou des surfaces de pression.

La couche d'uniformisation de pression 5 empêche notamment l'accumulation de résidus de vernis anti-soudage sur l'outil de presse.

Pour assurer une application de pression particulièrement uniforme entre la plaquette de base 2 et la plaquette de circuit imprimé 4, il est possible d'utiliser en outre la couche d'uniformisation de pression 5 décrite ci-dessus sur la face de la plaquette de base 2 qui est située du côté opposé à la couche adhésive 3.

La figure 2 représente une couche adhésive 3 appartenant à la technique des substances adhésives du type acrylate. Cette couche adhésive 3 comporte un évidement 31 rectangulaire, disposé sur le contour

périphérique, dans la zone duquel un connecteur multibroche est prévu sur la plaquette de circuit imprimé. Si on ne tenait pas compte de l'évidement 31, il se présenterait un point central  $C_C$  ou centre de gravité de surface qui coïnciderait avec le centre de gravité de la plaquette de base 2 située au-

5 dessous. En tenant compte de l'évidement 31, on obtient un centre de gravité de surface  $C_A$  décalé vis-à-vis du point central  $C_C$ . Ce centre de gravité  $C_A$  situé en dehors du point central constitue le point sur lequel la force de pression est appliquée dans la plaquette de circuit imprimé et donc dans la couche adhésive 3.

10 La figure 3 représente un dispositif de stratification 1 comprenant un dispositif d'application de pression 11, une cloche de vide 12, qui permet la réalisation d'une dépression pendant l'opération d'application de pression, et des moyens de portée déterminés statiquement par un appui en trois points 131.

15 Un poinçon 111 comprend un support 112 et une surface d'application de pression 113 servant à appliquer une pression sur le produit composite constitué de la plaquette de circuit imprimé et de la plaquette de base.

Le support 112 comporte un logement pour une coupelle d'articulation 115 d'une articulation 114 réalisée sous forme d'une articulation sphérique.

20 Bien que l'articulation puisse également être réalisée sous une forme cylindrique, une articulation sphérique offre l'avantage qu'un déplacement de compensation du poinçon 111 dans deux plans est possible.

Le support 112 et donc le poinçon 111 sont maintenus au moyen d'un boulon 116 sur une source d'énergie 117 pour laquelle il s'agit d'un

25 entraînement hydropneumatique. Le boulon 116 passe dans un perçage central d'une sphère ou demi-sphère de l'articulation 114.

Du fait du montage du poinçon 111 dans une articulation, ce poinçon peut se déplacer suivant un mouvement pendulaire ou oscillant dans toutes les directions.

30 Il est ainsi possible de compenser des irrégularités se présentant entre la surface d'application de pression et le produit composite, y compris la couche d'uniformisation de pression, ainsi que des erreurs dans l'alignement parallèle du produit composite.

La plaquette de base, avec la couche adhésive, et la plaquette de circuit

35 imprimé sont disposées entre les moyens de portée 13 et le dispositif d'application de pression 11, et plus particulièrement le poinçon 111, d'une

manière telle que le vecteur de la force exercée par la source d'énergie soit dirigé vers le centre de gravité de la couche adhésive.

La surface d'application de pression 113 recouvre, exactement comme les moyens de portée 13, au moins toute la surface de la couche adhésive.

- 5 Cette surface d'application de pression et ces moyens de portée 13 ne devraient pas présenter des écarts supérieurs à 10  $\mu\text{m}$  vis-à-vis d'une surface plane correspondant absolument à un plan.

- 10 Une pression de 400 newtons/cm<sup>2</sup> est exercée par la source d'énergie 116. Des forces de pression comprises entre 200 et 600 newtons/cm<sup>2</sup> conviennent pour une durée d'application de pression comprise entre 10 s et 60 s.

- 15 La stratification et donc l'opération d'application de pression dure ainsi au maximum 60 secondes. Couramment, la stratification s'effectue en moins de 60 secondes. On obtient déjà des résultats excellents pour une durée de cycle de 30 secondes, donc pour la durée de cycle d'une ligne de fabrication SMD typique. Il est donc possible d'intégrer le procédé de stratification et le dispositif de stratification directement dans le procédé de garnissage et de soudage de la plaquette de circuit imprimé.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de stratification d'une plaquette de circuit imprimé sur une plaquette de base, comportant les opérations consistant :

5 - à pourvoir d'une couche adhésive (3) au moins l'une des pièces (2, 4) à stratifier l'une avec l'autre, au moins l'une des pièces (2, 4) à stratifier l'une avec l'autre et la couche adhésive (3) comportant des centres de gravité ( $C_A$ ,  $C_C$ ) différents,

- à disposer les pièces (2, 4) à stratifier l'une avec l'autre entre des moyens de portée (13) et un dispositif d'application de pression (11) et

10 - à rendre les pièces (2, 4) solidaires l'une de l'autre en utilisant une pression qui n'est pas appliquée sur toute la surface,

caractérisé en ce que

15 - les pièces à assembler (2, 4) peuvent présenter des centres de gravité de surface ( $C_A$ ,  $C_C$ ) différents et une source d'énergie (117) exerçant une pression sur les moyens de portée (13) est essentiellement centrée sur le centre de gravité de surface ( $C_A$ ) de la couche adhésive (3).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un poinçon (111) déplacé par la source d'énergie (117) est basculé, lors de l'application de pression sur la plaquette de circuit imprimé (4), d'une manière telle que des irrégularités présentes entre la surface d'application de pression et le produit composite, y compris la couche d'uniformisation de pression, ainsi que des erreurs dans l'alignement parallèle en orientation du produit composite soient compensées.

25 3. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'une couche d'uniformisation de pression (5) élastiquement déformable est disposée entre la plaquette de circuit imprimé (4) et un poinçon (111).

30 4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la stratification est effectuée pour un abaissement de pression compris dans la gamme de 0,2 bar à 0,5 bar.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la stratification a lieu à la température ambiante.

35 6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'une plaquette en aluminium moulée sous pression est utilisée en tant que plaquette de base.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une couche d'uniformisation de pression (5) est disposée entre les moyens de portée (13) et la plaquette de base (2).

5 8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que c'est une plaquette de circuit imprimé rigide qui est soumise à la stratification.

9. Dispositif de stratification permettant la stratification d'une plaquette de circuit imprimé sur une plaquette de base, comprenant :

10 - des moyens de portée (13) pour une pièce à stratifier (2, 4) pourvue d'une couche adhésive (3), et

- un dispositif d'application de pression (11) comportant un poinçon (111) servant à appliquer une pression sur les moyens de portée (13), caractérisé en ce qu'il comprend

15 - une articulation (114) dans laquelle le poinçon (111) est monté et le poinçon (111) présente une surface d'application de force (113) comportant un dispositif de centrage (118).

10. Dispositif de stratification suivant la revendication 9, caractérisé en ce que l'articulation (114) est une articulation sphérique et en ce que la coupelle d'articulation (115) est intégrée dans le poinçon (111).

20 11. Dispositif de stratification suivant l'une quelconque des revendications 9 et 10, caractérisé en ce que les moyens de portée (13) comprennent un appui en trois points (131).

FIG 1

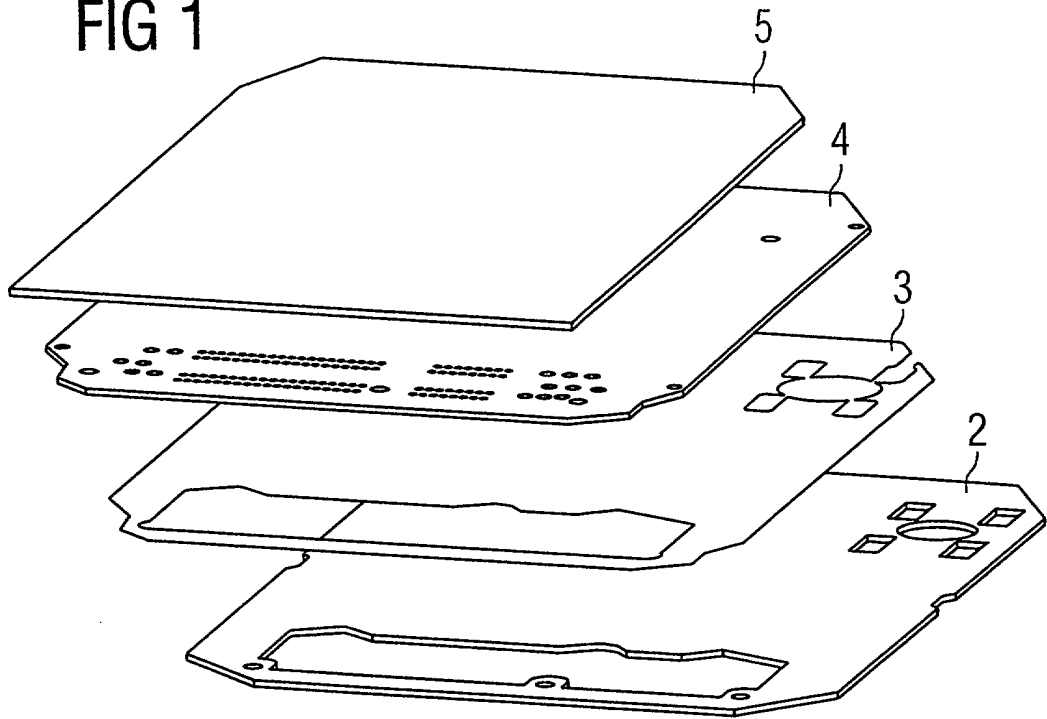


FIG 2

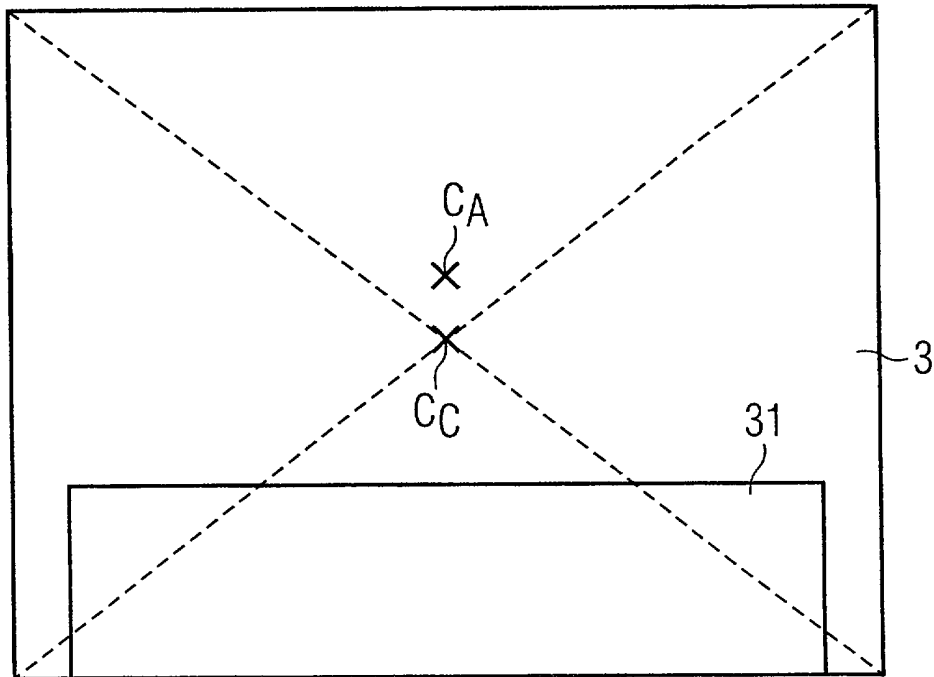


FIG 3

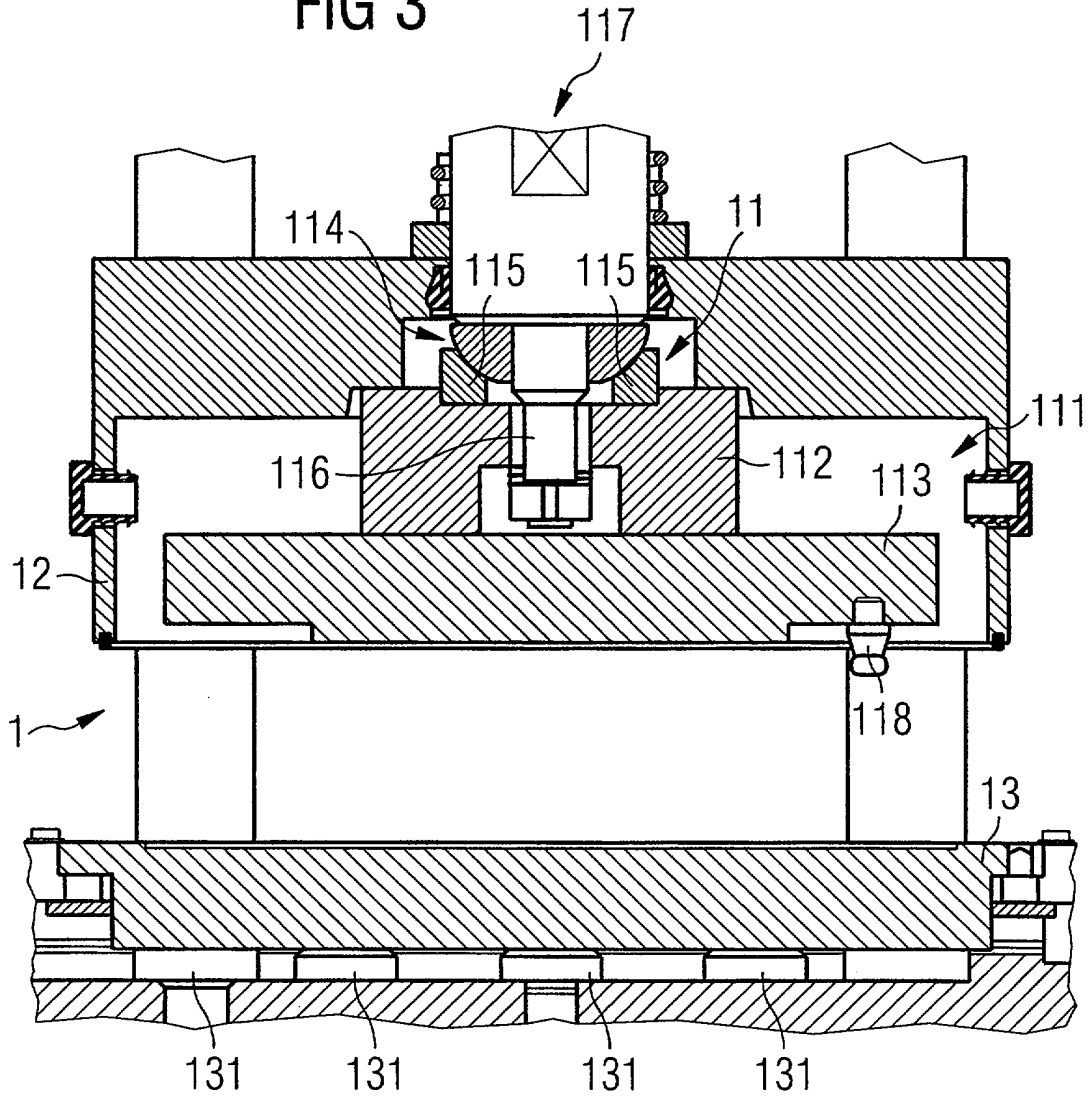


FIG 3

