

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 06789

(54) Atelier flexible permettant la digitalisation et le câblage de circuits électroniques hybrides.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 05 K 13/00.

(22) Date de dépôt..... 25 mars 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 40 du 2-10-1981.

(71) Déposant : NUMERGO SA, résidant en France.

(72) Invention de : Bernard Mouton, Patrick Gardet et Gabriel Chataignier.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Harlé et Léchopiez,
21, rue de La Rochefoucaud, 75009 Paris.

La présente invention concerne la réalisation des câblages des circuits électroniques et plus particulièrement la phase consistant à reporter les mini-composants sur un substrat.

Dans ce domaine il est connu la technique de réalisation des circuits soit par sérigraphie, soit à l'aide d'un dépôt sous vide, de conducteurs, de résistances, selfs ou condensateurs sur un support ou substrat généralement en alumine. Il est ensuite procédé au report, sur ce substrat, de micro-composants selon un positionnement rigoureux. La réalisation des circuits hybrides comportant des composants de technologies mélangées, tels que des composants actifs et passifs, ou des composants de faible ou de forte puissance implique que le report de ceux-ci sur le substrat soit effectué automatiquement. Le développement de ces types de circuits a ainsi provoqué l'apparition de deux types de machines à reporter les mini et les micro-composants sur substrat. Un premier type de ces machines correspond à des appareils d'aide à la manipulation des composants pour lesquels l'opérateur assure lui-même le positionnement précis du composant au moment de sa prise dans le magasin et au moment de sa pose sur le substrat, ce positionnement s'effectuant généralement à l'aide d'un dispositif de visée optique. Un second type de ces machines correspond à des machines automatiques conçues pour le câblage de grandes séries à des cadences élevées avec un nombre limité de types de composants. Compte-tenu de leur coût généralement élevé, ces machines ne peuvent convenir que pour des fabrications de grandes séries et limitées à certains types seulement de circuits électroniques.

La machine, suivant l'invention, destinée au câblage électronique par report de mini-composants sur substrat et plus particulièrement dans le domaine de la mini-électronique par le report de ces mini-composants sur un substrat de grande dimension tel qu'un circuit imprimé par exemple, permet la digitalisation du circuit à câbler, le traitement des informations de nomenclature, et de conception assistée par ordinateur, la préparation du chargement des magasins de composants, l'orientation et le report de ces composants sur le circuit avec apport de flux décapant pour assurer leur maintien avant soudure sur le substrat ou le report d'empreintes de pâte à souder sur le circuit avant la pose des composants.

La machine, objet de l'invention, comporte une ou plusieurs machines de mini-câblage et de digitalisation, un pupitre électronique de commande et un mini ordinateur avec ses organes périphériques associés. Chaque machine de mini-câblage est

5 constituée par un mini-robot dont la tête de préhension se déplace selon quatre degrés de liberté au-dessus d'une table au centre de laquelle se situe la zone de pose et de chaque côté de laquelle table se trouvent les zones de préhension des composants. Celles-ci sont constituées chacune d'un plateau d'un nombre

10 donné de réglettes contenant les composants. Sous l'action de vibreurs supportant les plateaux, les composants sont entraînés vers l'extrémité intérieure des réglettes à proximité de la zone de pose, en un point où ils sont pris en charge par une buse d'aspiration. La zone de pose est constituée par une table

15 mobile en translation perpendiculairement aux réglettes, et pouvant recevoir simultanément deux circuits imprimés, l'un d'eux se trouvant au centre de l'aire de câblage, l'autre étant à l'extrémité de la table à l'aplomb d'un poste de chargement ou de déchargement. Sur la table de pose, entre les deux circuits

20 à câbler est située une zone de recentrage des composants constituée d'une plaque comportant des perforations rectangulaires de dimensions différentes adaptées au type, à la longueur et à la largeur des composants à recentrer avant la pose. Entre la zone de pose et les zones de préhension se trouvent deux zones

25 de fluxage destinées au trempage des composants dans un flux décapant avant leur pose sur le circuit, lequel flux en plus de son pouvoir décapant assure par collage le maintien en position du composant en sa place sur le circuit. Un poste de rangement des buses d'aspiration utilisées pour la préhension des composants est situé à proximité de la zone de préhension.

30

Selon une caractéristique de la présente invention, la machine comporte un dispositif automatique de changement de buse avec contrôle de la mise en place ou de l'usure de la buse ainsi que de tout autre outil de câblage pouvant équiper la tête de

35 préhension du mini-robot.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la machine comporte une liaison par parallélogramme déformable entre le chariot à translation verticale supportant la tête de préhension et le support lui-même de la dite tête, laquelle liaison est

40 associée à un ressort de compensation du poids propre du support

et du moteur d'entraînement en rotation de la tête, l'ensemble ainsi constitué étant assorti d'une butée mécanique et d'un contact électrique de précision, permettant de détecter l'instant où la buse entre en contact avec le composant, ce dispositif
5 de liaison étant complété par un ressort dont la force croît de façon non linéaire avec son allongement permettant ainsi de programmer une force avec une grande dynamique des valeurs.

L'invention est également caractérisée par un système de point d'origine flottant obtenu en utilisant pour chacun des
10 axes de translation horizontaux, deux registres contenant chacun à tout instant la coordonnée du point par rapport à l'origine de la machine et la coordonnée de ce même point par rapport à une autre origine prise sur le circuit à câbler, ces deux registres étant incrémentés ou décrémentés simultanément
15 pendant les mouvements de la tête de préhension.

D'autres caractéristiques de l'invention résident dans l'utilisation conjuguée du système de détection de contact de la buse et du programme pour vérifier rapidement la précision en différents points de la machine suivant l'axe vertical, ainsi
20 que l'utilisation conjuguée du dispositif de visée optique et du programme pour effectuer un contrôle rapide et précis en différents points de la machine suivant les axes horizontaux et en particulier dans les zones de préhension, de pose, de recentrage et de rangement des buses.

25 Les dessins annexés illustrent, à titre d'exemple, un mode de réalisation de la machine conforme à la présente invention. Ceux-ci représentent :

- en figure 1, une vue en perspective cavalière de l'ensemble de la machine,
- 30 - en figure 2, une vue longitudinale du dispositif de supportage de la tête de préhension,
et 4
- en figures 3/le détail du dispositif permettant d'exercer sur les composants une force d'appui programmée,
- en figures 5, 6, 7, les détails du poste de rangement des buses
35 d'aspiration,
- en figure 8, le détail d'un poste de fluxage.

Tel que représenté en figure 1, la machine se présente selon un ensemble groupant une machine de mini câblage et de digitalisation, un pupitre électronique de commande, le mini-ordinateur qui lui est associé n'étant pas représenté. La machine de
40

mini-câblage est constituée d'un mini-robot dont la tête de préhension 1 peut se déplacer selon quatre degrés de liberté :

- dans un plan horizontal selon l'axe XX' correspondant à l'axe longitudinal de la machine,

5 - dans un plan horizontal selon l'axe YY' perpendiculaire à l'axe XX',

- dans un plan vertical selon l'axe ZZ',

- en rotation θ autour de l'axe ZZ'.

La machine comporte à cet effet un chariot 2 monté sur deux rails situés de part et d'autre du plan de câblage, permettant la translation horizontale selon XX'; sur ce chariot est fixé un chemin de roulement horizontal constitué de rails disposés perpendiculairement à XX', permettant une translation selon YY' d'un second chariot 3, sur lequel est également monté couissant un troisième chariot 4 assurant une translation verticale selon ZZ' du support 5 de la tête de préhension 1. L'entraînement en rotation de la dite tête selon un mouvement θ autour de l'axe ZZ' est assuré par un moteur électrique pas à pas 6 monté sur le support 5. De même, les différents mouvements de translation selon les axes XX', YY' et ZZ' sont assurés par des moteurs électriques pas à pas associés à des courroies crantées assurant une transmission sans glissement. La tête de préhension peut ainsi se déplacer au-dessus d'une table 7 dont la face supérieure constituant la zone de pose possède deux emplacements 8 et 9 pouvant recevoir simultanément deux circuits imprimés à câbler. Cette table est mobile en translation selon l'axe XX' sa translation étant assurée par commande manuelle ; son déplacement permet le chargement et le déchargement d'un circuit pendant que l'autre est en position de câblage ; une sécurité électro-mécanique interdit tout mouvement de la table pendant l'opération de câblage en cours. A proximité de chaque emplacement 8 ou 9 sur la table 7 et dans le même plan que le circuit à câbler est prévue une zone de recentrage des composants. Celle-ci se compose d'une plaque 10, portant des perforations rectangulaires de dimensions différentes adaptées aux différents types de composants à utiliser : les dimensions longueur et largeur de chacune de ces perforations sont légèrement supérieures à celles du composant correspondant. Selon un procédé connu, les mouvements selon X et Y imprimés à la tête de préhension provoque un mouvement oscillant amorti dans les deux axes

entraînant, par mises en appui successives du composant sur les bordures de la perforation correspondante, un glissement du composant par rapport à l'organe de préhension en début d'oscillation, puis à la fin de celle-ci le composant se trouve centré par rapport à la dite perforation.

Sur la table 7 dans le plan du circuit à câbler et à proximité de la zone de recentrage, sont prévus en 11 deux postes de fluxage (figure 8) constitués chacun d'un petit réservoir 12 contenant un flux décapant et dans lequel aspire une pompe électrique 13 pour refouler le dit flux sur la face supérieure du réservoir, par une buse de diffusion de petit calibre 14 placée au centre d'une coupelle 12a, le débit du flux s'effectuant sous forme d'un mince filet limité à la surface de l'extrémité de la buse 14, le flux faisant retour au réservoir à travers une série de trous 15 prévus au fond de la coupelle. L'accès au point de trempage des composants est limité à un orifice 12b prévu sur une plaque 12c recouvrant le poste de fluxage limitant l'évaporation du solvant contenu dans le flux.

La tête de préhension comporte un ajutage 16 monté en bout d'arbre du moteur 6, sur lequel ajutage s'adapte une buse d'aspiration 17, le porte-buse ainsi réalisé étant relié à une pompe à vide par l'intermédiaire d'une électro-vanne et d'un tuyau souple ; un mano-contact à dépression situé sur le circuit d'aspiration entre le porte-buse et l'électro-vanne permet de détecter une fuite d'air au niveau de la buse et de vérifier de cette manière la présence d'un composant à l'extrémité de la buse.

Le support 5 en forme d'équerre sur lequel est montée la tête de préhension est relié au chariot 4 par une liaison élastique constituée de deux lames flexibles parallèles 18 et 19 implantées dans la structure en forme de U du chariot, lesquelles lames constituent ainsi un parallélogramme déformable. Le poids propre de l'ensemble du support 5, du moteur 6 et du dispositif porte-buse est compensé par un ressort de traction d'action verticale reliant le support 5 au chariot 4. La figure 2 représente le support 5 en position intermédiaire. En position correspondant à la position de la tête de préhension au cours de ses déplacements le support 5 repose sur une butée mécanique 21 à proximité de laquelle se situe un micro-contact réglable 22 destiné à détecter l'instant où le support 5 cesse d'être en contact avec la dite butée mécanique 21, instant

correspondant à celui où la buse entre en contact avec le composant. Un ressort 23 dont la force croît de façon non linéaire, par exemple d'une façon exponentielle ou quadratique avec l'allongement est intercalé entre l'extrémité supérieure du support 5 et la face interne du U constituant la structure du chariot 4. Ce ressort permet d'exercer sur le composant une force d'appui programmée, notamment dans le cas de la dépose de ce composant sur l'élément de pâte à souder préalablement déposé sur le circuit à l'emplacement désiré pour le composant.

Dans son mouvement ascensionnel selon l'axe vertical ZZ', le chariot 4 vient en appui sur un micro-contact électrique 24 indiquant une référence d'altitude haute, lequel contact est assorti d'une butée mécanique 25. La tête de préhension est conçue pour utiliser plusieurs buses de diamètre d'ouverture différent, adaptées aux composants à manipuler. Tel que représenté en figures 5, 6, et 7, chacune d'elles possède un logement 26 dans un poste de rangement 27 situé à proximité des zones d'intervention de la tête de préhension. L'opération de changement de buse commence par un positionnement par les mouvements selon XX' et YY' de la tête de préhension au-dessus du logement libre. La descente de la buse dans son logement est obtenue par translation du chariot 4 selon ZZ'. Cette opération est suivie d'un verrouillage des buses dans leur logement par translation horizontale d'une plaque de tête 28 sous l'action d'un électro-aimant 29, les parties resserrées 30 de la découpe de la dite plaque situées entre chaque alésage 31 permettant l'introduction des buses venant dans ce déplacement brider l'épaisseur de la partie épaulée de chaque buse. La remontée de la tête de préhension selon ZZ' désaccouple la buse de l'ajutage 16, la buse restant dans son logement. La tête est alors dirigée au-dessus de la nouvelle buse à utiliser. La descente de la tête provoque l'emboîtement de l'ajutage 16 dans cette buse : après déverrouillage de l'ensemble des buses, la tête de préhension peut remonter équipée de la nouvelle buse. Chaque logement de buse du poste de rangement est équipé d'un capteur opto-électronique 32 permettant de vérifier si l'échange de buse s'est bien opéré et aussi de connaître à tout instant quelle est la buse qui est montée sur la tête de préhension.

De part et d'autre de la table 7 et bordant la zone de translation selon XX' du chariot 2 sont disposées deux zones

de préhension constituées chacune de deux plateaux 33 portés par des vibreurs linéaires, lesquels plateaux comportent chacun un certain nombre de réglettes 34 adaptées au type et à la dimension des composants qu'elles contiennent. Sous l'action des vibreurs, les composants sont acheminés vers l'extrémité la plus proche de la zone de câblage, d'où ils seront pris par la buse d'aspiration. Le chargement des composants s'effectue en deux temps correspondant successivement au chargement des plateaux 33 en réglettes selon les indications fournies par le listage de chargement et au chargement des plateaux munis de leurs réglettes sur la machine à l'emplacement indiqué par le listage.

La machine est équipée d'un pupitre de commande 34 renfermant tous les organes électroniques de commande, ainsi qu'un lecteur de bande perforée 35, de cassette, de disquette ou de tout autre support d'information, un clavier à touches 36 et un afficheur 37. Les informations nécessaires au fonctionnement de la machine sont lues sur la bande perforée par le lecteur : l'exploitation de ces informations ainsi que la commande et le contrôle de tous les mouvements sont assurés par un système multiprocesseur à base de microprocesseurs. Un processeur maître traite les informations du lecteur pour obtenir des informations de mouvements élémentaires qui sont alors envoyées à des processeurs esclaves, lesquels prennent en charge la commande des différents mouvements élémentaires et avertissent le processeur maître lorsque ces mouvements sont terminés. Une telle structure permet d'assurer simultanément différents mouvements dans les meilleures conditions de vitesse ; en particulier, elle permet de contrôler simultanément sur les trois axes XX', YY' et ZZ' les rampes d'accélération et de décélération des moteurs pas à pas assurant les mouvements de translation de la tête de préhension selon ces axes. Chacun de ces moteurs pas à pas est commandé en mode "une phase - deux phases" aux basses vitesses, de manière à lui assurer un incrément angulaire d'un demi-pas moteur et en mode "deux phases" aux vitesses élevées. Afin de diminuer au maximum le temps d'établissement du courant dans les phases, les moteurs sont alimentés par des sources de courant à découpage qui assurent en même temps une consommation d'énergie et une dissipation calorifique réduite.

L'opération de câblage proprement dite est précédée des

opérations suivantes. A partir des informations de conception assistée par ordinateur entrées par le lecteur de bande perforée ou par tout autre lecteur et des informations de nomenclature sur cartes perforées, l'ordinateur effectue les contrôles

5 nécessaires pour déterminer les éléments manquants ou erronés. Après entrée des modifications éventuelles par l'opérateur, l'ordinateur fait une optimisation du chargement des réglettes des composants et édite le listage de chargement correspondant. Enfin, l'ordinateur prépare le programme de câblage qui alimen-
10 tera la machine de mini-câblage. Ce programme peut être directement transmis à la machine par l'intermédiaire d'une liaison de type série ou bien enregistré sur ruban perforé, cassette, disquette ou tout autre support informatique, pour être relu par le lecteur de la machine de mini-câblage.

15 La machine peut également fonctionner en digitaliseur. Dans ce cas, la machine est reliée au calculateur et le chariot des Y est équipé d'un appareil de visée optique à réticule. L'opérateur commande le déplacement du viseur à l'aide d'un levier de commande type "manche à balai" 38 de manière à
20 amener son centre en coïncidence avec le centre de la surface où doit être posé le composant. Puis par l'intermédiaire du clavier de l'ordinateur, l'opérateur commande la lecture et l'enregistrement des coordonnées X et Y du point visé. Si les informations de nomenclature ne sont pas présentes sur l'ordi-
25 nateur, l'opérateur peut les rentrer sur le même clavier, à la suite des coordonnées avant de passer au composant suivant. Lorsque la digitalisation est terminée, le listage de chargement des réglettes et le programme de câblage s'obtiennent d'une façon identique à celle précédemment décrite.

30 Après ces différentes opérations, il est procédé à l'enregistrement du point d'origine. Pour ce faire, l'opérateur amène à l'aide du "manche à balai" 38 le centre du viseur optique, en coïncidence avec un point caractéristique du circuit à câbler, et dont les coordonnées X1 et Y1 par rapport à
35 l'origine sur le circuit sont connues. Si les coordonnées XO et YO de la tête de préhension à cet instant par rapport à l'origine sur la machine sont différentes de X1 et Y1, l'opérateur rentre les valeurs X1 et Y1 au clavier de la machine, qui prend ces nouvelles valeurs comme coordonnées du point
40 caractéristique par rapport à une nouvelle origine sur la

machine. Toutes les coordonnées des points de câblage du circuit seront déterminées par rapport à la nouvelle origine. Par contre, c'est toujours l'ancienne origine qui est utilisée pour les coordonnées des points de préhension, des points de recentrage, des points de fluxage, des points de rangement des buses et des butées fin de course.

L'ensemble de ces opérations effectuées, il est alors procédé à l'exécution du câblage. L'opérateur enlève le dispositif de visée optique, et lance le programme par la touche "câblage automatique". Un premier contrôle s'effectue pour vérifier si la table est en position de câblage, puis le verrouillage électrique est actionné pour lui interdire tout mouvement. La première opération est toujours un changement de buse. Si la buse demandée n'est pas celle qui est absente dans la zone de rangement, la tête se déplace au-dessus du logement vide pour y déposer sa buse, puis prend la buse demandée dans un autre logement. Le chariot 4 remonte jusqu'à la butée haute, puis la tête vient au-dessus d'un point servant de référence d'altitude. La tête descend alors lentement, et parcourt la distance Z1 jusqu'à ce que le capteur de déformation indique que la buse a atteint la référence d'altitude. Si l'écart entre Z1 et la valeur théorique Z0 est trop grand, une anomalie est signalée, pour indiquer suivant le signe de l'écart que la buse est trop courte, c'est-à-dire usée, ou trop longue, c'est-à-dire mal emboîtée sur le porte-buse. Sinon, la position atteinte est enregistrée comme altitude de référence pour tous les mouvements de montée et descente qui seront effectués avec cette buse, et la tête remonte en position haute.

Le programme passe alors à la deuxième opération qui correspond à un report de composant.

La tête se dirige vers l'extrémité de la réglette où sera pris le composant, pendant que les vibreurs sont actionnés. Lorsque la tête arrive au-dessus du composant, les vibreurs sont arrêtés, et l'aspiration est commandée. La tête descend à grande vitesse jusqu'à une altitude légèrement supérieure à celle du composant à prendre, puis lentement jusqu'au contact avec le composant. Le composant est aspiré, et la tête remonte à une altitude légèrement supérieure à celle du composant précédent à l'extrémité de la buse, plus la hauteur du plus haut composant déjà posé.

Si le composant pris nécessite un recentrage, la tête se dirige vers le trou de centrage correspondant puis descend à grande vitesse jusqu'à l'altitude de centrage.

La tête remonte à la même altitude que précédemment, et se dirige au-dessus de la zone de fluxage. Avant la descente de la tête, un contrôle d'absence de fuite d'air est effectué pour s'assurer que le composant est bien au bout de la buse. Si le composant est présent, la pompe à flux est arrêtée, et la tête descend à grande vitesse jusqu'à une altitude légèrement supérieure à celle du composant, puis lentement jusqu'au contact. Ensuite, la tête remonte, jusqu'à la même altitude que précédemment, et la pompe à flux est remise en marche puis/se dirige au-dessus du point de pose. Pendant ce déplacement, le mouvement θ donne au composant son orientation définitive.

Un second contrôle de présence de composant est effectué avant la descente de la tête.

Si le composant est toujours présent, la tête descend à grande vitesse jusqu'à une altitude légèrement supérieure à celle du composant, puis lentement jusqu'au contact, et encore de quelques pas pour exercer sur le composant la pression programmée. (Pendant ces quelques pas, le mouvement Z applique sur le composant une force programmée qui croît de manière non linéaire en fonction du déplacement). L'aspiration est alors coupée et remplacée par une légère surpression. Au bout d'un temps de stabilisation de la pression, le mouvement Z remonte à une altitude légèrement supérieure à celle du plus haut composant déjà posé. L'aspiration est rétablie, et un dernier contrôle de présence de composant est effectué pour s'assurer cette fois que le composant a bien été posé, et l'opération suivante peut commencer.

Pour les composants ne nécessitant pas de recentrage, la tête passe directement du point de préhension au point de fluxage.

La tête s'arrête en fin de câblage en position haute au-dessus d'un point de dégagement programmé. La table est alors automatiquement déverrouillée pour permettre l'inversion entre la position de chargement et la position de câblage, le chargement d'un nouveau circuit pouvant s'effectuer pendant le câblage.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation de ses

différentes parties spécialement décrites, mais elle embrasse toutes les variantes possibles à condition que celles-ci ne soient pas en contradiction avec l'objet de chacune des revendications annexées à la présente description.

- 5 A titre d'exemple, la machine selon l'invention offre l'avantage de pouvoir manipuler jusqu'à cent composants de caractéristiques et de dimensions différentes, distribués en quatre plateaux de vingt cinq réglettes, une telle diversité de composants étant rendue possible grâce au système de chan-
10 gement automatique de buses, ainsi qu'au dispositif permettant d'exercer une force programmée sur les composants.

Le chargement des composants peut se faire en-dehors de la machine sur des plateaux amovibles. La table de câblage à deux positions permet le chargement et le déchargement des
15 substrats pendant le câblage. L'aire de câblage permet soit le câblage de substrats de grandes dimensions, soit le câblage d'ensembles de petits substrats.

La machine, objet de l'invention, peut être utilisée pour tous les travaux de câblage de circuits électroniques et plus
20 particulièrement dans le domaine de la mini-électronique pour le report de mini-composants sur circuit imprimé ou tout autre substrat de grande dimension.

- REVENDEICATIONS -

1.- Machine automatique permettant la digitalisation et le câblage de circuits électroniques hybrides par report de mini-composants ou le report d'empreintes de pâte à souder sur
5 substrats de grande dimension avant la pose des dits mini-composants, caractérisée en ce qu'elle est constituée selon un ensemble groupant une ou plusieurs machines de mini-bâblage et de digitalisation, un pupitre électronique de commande et un mini-ordinateur, chaque machine de mini-câblage étant constituée par
10 un mini-robot dont la tête de préhension se déplace selon quatre degrés de liberté au-dessus d'une table comportant les postes de chargement et de déchargement des circuits à câbler, les postes de recentrage des composants, les postes de fluxage et les postes de câblage, laquelle table est mobile en translation
15 entre deux postes de préhension des composants à proximité desquels se situe un poste de rangement des buses d'aspiration équipant la tête de préhension, le changement de buse s'effectuant d'une façon automatique avec contrôle de la mise en place ou de l'usure de la buse ou de tout autre outil pouvant équiper la
20 tête de préhension, laquelle tête est supportée par un dispositif permettant de détecter l'instant où la buse entre en contact avec le composant et de programmer la force exercée par la dite buse sur le composant, l'utilisation conjuguée de ce système de détection de contact de la buse avec le programme de câblage
25 permettant de vérifier rapidement la précision en différents points de la machine suivant l'axe ZZ' de translation verticale, laquelle machine est également caractérisée en ce qu'elle permet un contrôle rapide et précis en différents points de la machine suivant les axes XX' et YY' dans les zones de préhension, de
30 pose, de recentrage et de rangement des buses, et en ce qu'elle utilise un système d'origine flottant pour les coordonnées des points, la simultanéité et la rapidité des déplacements de la tête de préhension selon les quatre degrés étant obtenues au moyen d'une structure à plusieurs micro-processeurs.

35 2.- Machine selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la tête de préhension constituée d'une buse d'aspiration de diamètre adapté au type et aux dimensions du mini-composant et montée à l'extrémité de l'arbre d'un moteur pas à pas de rotation
0 autour d'un axe vertical ZZ' permettant d'orienter le composant avant sa dépose sur le circuit, se déplace en translation
40

sur le dit axe ZZ' au moyen d'un chariot, lui-même porté par un second chariot pouvant se déplacer selon un axe horizontal YY' porté par un troisième chariot pouvant se déplacer selon un axe XX' perpendiculaire à YY' et correspondant à l'axe de translation de la table mobile de la machine, les mouvements de translation vertical et horizontal étant assurés au moyen de moteurs pas à pas associés à des courroies crantées assurant une transmission sans glissement, les déplacements programmés de la dite tête de préhension étant assurés par un système multi-processeur à partir des informations^{enregistrées}/sur une bande perforée, une cassette ou autre support d'informations lues par le lecteur de la machine.

3.- Machine selon les revendications 1 et 2, caractérisée par le fait que le système multi-processeur permettant l'exploitation des informations, la commande et le contrôle de tous les mouvements de la machine se compose d'un processeur maître traitant les informations du lecteur pour obtenir des informations de mouvements élémentaires, lesquelles sont envoyées à des processeurs esclaves prenant en charge ces mouvements élémentaires et avertissant le processeur maître lorsque ces mouvements sont terminés, une telle structure permettant d'assurer simultanément les différents mouvements dans les meilleures conditions, de vitesse et permettant également de contrôler sur les axes XX', YY' et ZZ' les rampes d'accélération et décélération des moteurs pas à pas.

4.- Machine selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la table pouvant recevoir simultanément deux circuits à câbler est mobile en translation selon XX' de façon à placer l'un des circuits au centre de la zone de câblage, l'autre circuit se trouvant à l'extérieur de cette zone afin d'en permettre le chargement ou le déchargement, le déplacement manuel de la dite table pour placer l'un ou l'autre des circuits en position de câblage étant neutralisé par une sécurité électro-mécanique pendant le câblage.

5.- Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que les postes de préhension disposés de part et d'autre de la table sont constitués chacun de deux plateaux comportant chacun un certain nombre de réglettes adaptés au type et aux dimensions des composants qu'elles contiennent, et disposées perpendiculairement au déplacement de la table, lesquels plateaux sont supportés par des vibreurs linéaires sous l'action desquels les composants sont

acheminés vers l'extrémité des réglettes la plus proche de la zone de câblage.

6.- Machine selon les revendications 1 et 2, caractérisée par le fait que la buse d'aspiration équipant la tête de préhension est emboîtée sur un dispositif porte-buse monté en bout d'arbre du moteur d'entraînement et relié à une pompe à vide par l'intermédiaire d'une électro-vanne et d'un tuyau souple, un manomètre à dépression situé sur le circuit d'aspiration entre le porte-buse et l'électro-vanne permettant de détecter une fuite d'air au niveau de la buse et de vérifier la présence d'un composant à l'extrémité de la buse.

7.- Machine selon les revendications 1, 2 et 6, caractérisée par le fait que la tête de préhension est montée sur un support d'équerre relié au chariot de translation verticale par une liaison élastique constituée de deux lames flexibles réalisant un parallélogramme déformable, le poids propre de l'ensemble de la tête de préhension du moteur d'entraînement en rotation et de son support étant compensé par un ressort de traction d'action verticale reliant le support au chariot, lequel support en position correspondant à la position de la tête de préhension au cours de ses déplacements, repose sur une butée mécanique à proximité de laquelle se situe un micro-contact réglable destiné à détecter l'instant où le support cesse d'être en contact avec la dite butée mécanique, instant correspondant à celui où la buse entre en contact avec le composant.

8.- Machine selon les revendications 1 et 7, caractérisée par le fait que la liaison entre le support de la tête de préhension et le chariot de translation verticale comporte intercalé entre la partie supérieure du dit support d'équerre et la face interne de la structure du dit chariot un ressort dont la force croît de façon non linéaire avec l'allongement, un tel ressort permettant d'exercer sur le composant une force d'appui programmée notamment dans le cas de la dépose de celui-ci sur un élément de pâte à souder préalablement déposé sur le circuit à l'emplacement désiré pour le composant.

9.- Machine selon les revendications 1, 2, 7 et 8 caractérisée par le fait que le chariot de translation verticale supportant la tête de préhension, ^{vient} en fin de mouvement ascensionnel, en appui sur un micro-contact indiquant une référence d'altitude haute assorti à une butée mécanique.

10.- Machine selon la revendication 1, caractérisée par le fait qu'elle comporte situés sur la table et dans le plan du circuit à câbler deux postes de fluxage constitués chacun d'un petit réservoir contenant un flux décapant et dans lequel aspire
5 une pompe électrique refoulant le dit flux sur la face supérieure du réservoir par une buse de diffusion de petit calibre placée au centre d'une coupelle, le débit du flux s'effectuant sous forme d'un mince filet limité à la surface de l'extrémité supérieure de la buse, le flux faisant retour au réservoir à travers une série
10 de trous prévus du fond de la coupelle, l'accès au point de trempage des composants étant limité à un orifice prévu sur une plaque recouvrant le poste de fluxage afin de limiter l'évaporation du solvant contenu dans le flux, le débit de la pompe étant stoppé à chaque mise en contact du composant avec la face supé-
15 rieure de la buse de diffusion.

11.- Machine selon la revendication 1, caractérisée par le fait qu'elle comporte un poste de rangement de buses de diamètres différents et adaptés aux composants à manipuler, logées chacune dans un logement, l'opération de changement de buse débutant par
20 un positionnement par des mouvements selon XX' et YY' de la tête de préhension au-dessus du logement libre, la descente de la buse dans son logement étant obtenue par translation verticale selon ZZ', opération suivie d'un verrouillage des buses dans leur logement par translation horizontale d'une plaque de tête sous l'action
25 d'un électro-aimant, laquelle dans son déplacement vient brider une partie épaulée des buses, la remontée de la tête de préhension désaccouplant la buse déposée et le porte-buse, la prise en charge d'une nouvelle buse s'effectuant d'une façon inverse, chaque logement de buse du poste de rangement comportant un capteur
30 opto-électronique permettant de vérifier si l'échange de buse s'est bien opéré et de connaître à tout instant le type de buse montée sur la tête de préhension.

12.- Machine selon l'ensemble des revendications 1 à 11, caractérisée par l'utilisation d'un système de point d'origine
35 flottant obtenu en utilisant pour chacun des axes XX' et YY' deux registres contenant chacun à tout instant la coordonnée du point par rapport à l'origine de la machine et la coordonnée de ce même point par rapport à une autre origine prise sur le circuit à câbler, ces deux registres étant incrémentés ou décrémentés
40 simultanément pendant les mouvements de la tête de préhension.

13.- Machine selon l'ensemble des revendications 1 à 12, caractérisée par l'utilisation conjuguée du système de détection de contact de la buse et du programme pour vérifier rapidement la précision en différents points de la machine suivant l'axe ZZ'.

5 14.- Machine selon l'ensemble des revendications 1 à 13, caractérisée par l'utilisation conjuguée du dispositif de visée optique et du programme pour effectuer rapidement un contrôle de précision en différents points de la machine suivant les axes XX' et YY' et en particulier dans les zones de préhension,
10 de pose, de recentrage et de rangement des busès.

15.- Machine selon l'ensemble des revendications 1 à 14, permettant la digitalisation des circuits, caractérisée en ce qu'elle est reliée au calculateur et en ce que le chariot de translation selon YY' est équipé d'un appareil de visée optique à
15 réticule, dont le déplacement à l'aide d'un levier de commande du type "manche à balai" permet de placer son centre en coïncidence avec le centre de la surface sur laquelle doit être posé le composant, la lecture et l'enregistrement des coordonnées X et Y du point visé étant effectués à l'aide du clavier de l'ordinateur.

P1.1.4

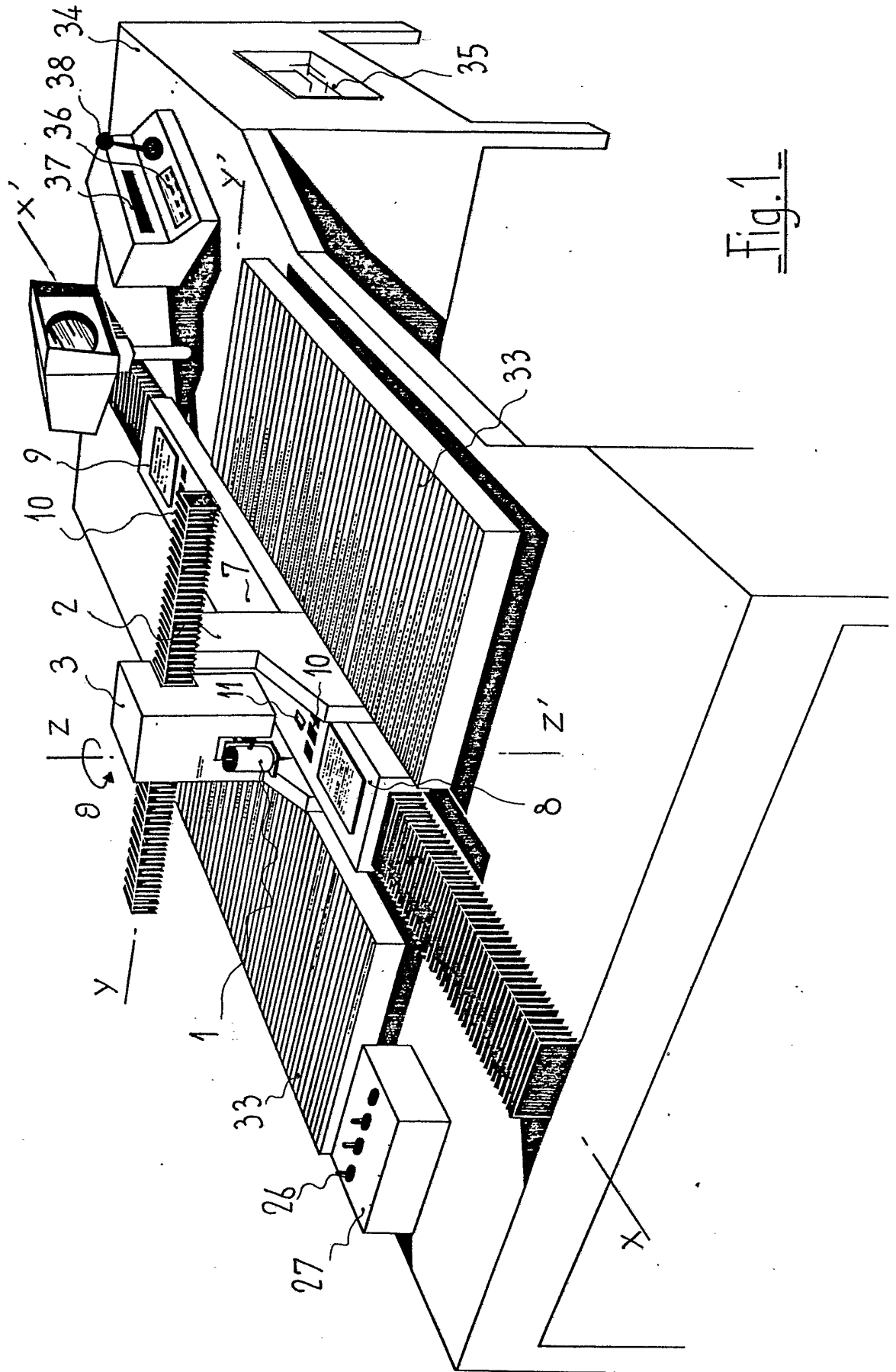


Fig. 1

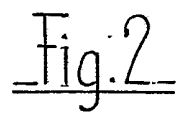


Fig.2

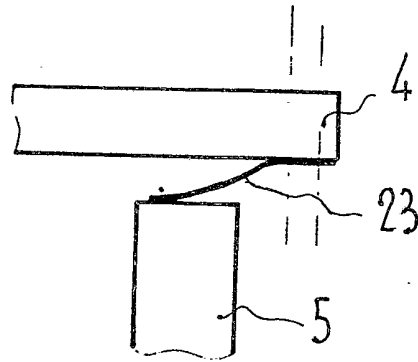


Fig. 3

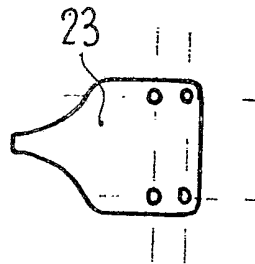


Fig. 4

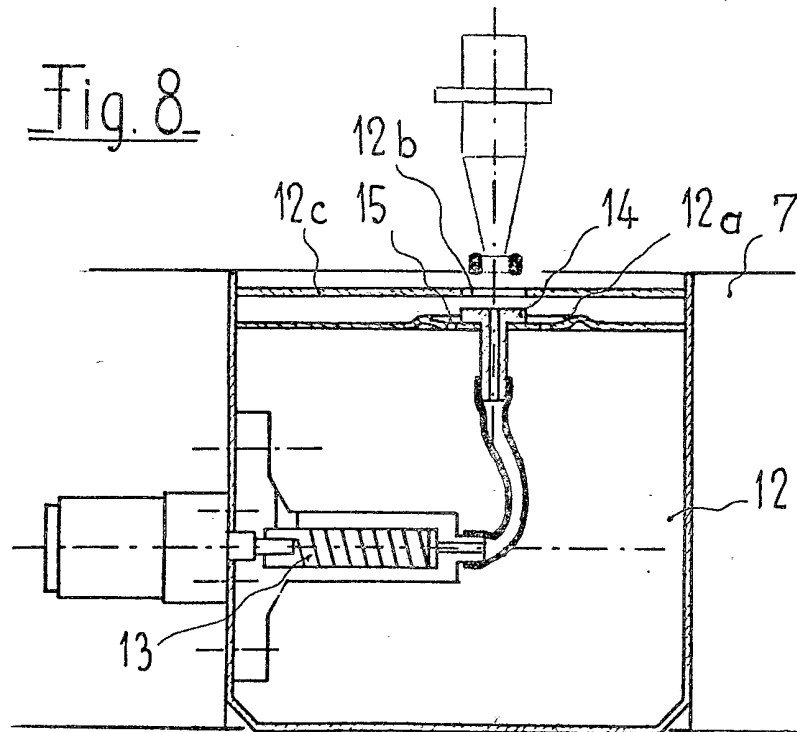


Fig. 8

Pl. IV.4

