

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 542 236

②1 N° d'enregistrement national :

83 04035

⑤1 Int Cl³ : B 23 P 19/04; B 23 K 20/10.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 11 mars 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 37 du 14 septembre 1984.

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

⑦1 Demandeur(s) : *DEMEURE Loïc et RAMY Jean-Pierre.*
— FR.

⑦2 Inventeur(s) : Loïc Demeure et Jean-Pierre Ramy.

⑦3 Titulaire(s) :

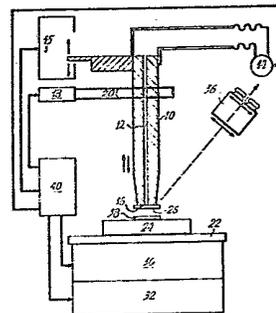
⑦4 Mandataire(s) : Brevatome.

⑤4 Machine de précision pour le report de petites pièces sur un support.

⑤7 Machine de précision pour le report de petites pièces sur
un support.

La machine de l'invention comprend un bras de positionne-
ment creux 10 relié à une pompe à vide 14 et à un dispositif
de déplacement vertical 15. La pièce à traiter 26 est saisie par
aspiration. Une source d'ultrasons 18 est reliée au bras 10. Un
dispositif de chauffage 30 à faible constante de temps de
montée et de descente en température est relié thermique-
ment à un socle 22, les moyens de déplacements relatifs
linéaire et angulaire de l'extrémité du bras par rapport au socle
sont prévus.

Application au montage des lasers à semi-conducteur.



FR 2 542 236 - A1

La présente invention a pour objet une machine de précision pour le report de petites pièces sur un support. Elle trouve une application dans l'assemblage de pièces de petites dimensions par l'intermédiaire d'un matériau d'apport (métal, alliage, colle, etc...) ou par création d'un eutectique, cet assemblage nécessitant une précision rigoureuse de positionnement. C'est un problème que l'on rencontre en particulier dans le cas des lasers à semiconducteur.

L'invention s'applique de manière privilégiée dans le brasage ou le collage :

- de lasers à semiconducteur sur une embase,
- de composants électroniques sur un support,
- de circuits électroniques câblés dans un boîtier,
- de différents éléments optoélectroniques entre eux (fibres optiques, etc...).

Pour assembler des petites pièces, il n'est pas suffisant de mettre en contact les différents éléments avec un matériau d'assemblage. Il faut en outre effectuer un apport d'énergie, tout en amorçant le processus de mouillabilité des surfaces. L'apport d'énergie est obtenu soit par élévation de température, soit par application d'une pression, soit encore par combinaison de ces deux moyens. Le processus de mouillabilité, dont le but est de "casser" la pellicule superficielle de chaque élément, est amorcé soit par un flux liquide ou gazeux (exemple : fer à souder classique), soit par un mouvement vibratoire. C'est cette technique qui est utilisée par exemple dans les fers à souder à ultrasons, ou dans les machines de report de composants électroniques utilisant un gratage mécanique.

Dans la majorité des cas, la technologie actuelle est utilisable lorsqu'il s'agit d'assembler

des pièces relativement peu fragiles et ne nécessitant qu'une faible précision lors du positionnement et pour lesquelles ce positionnement n'est pas critique. Cependant, des besoins nouveaux sont apparus, nécessitant le report de certains composants de télécommunications optiques (laser à semiconducteur notamment) avec une précision de positionnement très grande, de l'ordre du micromètre.

De plus, la structure de ces équipements et leur fragilité nécessitent des manipulations délicates qui excluent l'utilisation de certains matériaux de brasage, l'utilisation de flux liquide, ou encore l'utilisation de fers à souder classiques. On a recours alors à des brasures tendres obtenues par fusion d'un métal (de l'indium le plus souvent), sous atmosphère réductrice (flux gazeux), une légère pression étant appliquée sur le semiconducteur, avec ou sans grattage mécanique.

Cette technique présente néanmoins encore des inconvénients qui sont les suivants :

- manque de précision dû au grattage mécanique lorsque ce dernier est utilisé, car il est appliqué parallèlement au plan d'appui des pièces à braser,
- mauvaise homogénéité de la brasure, si ce grattage mécanique n'est pas utilisé,
- mauvais rendement dans les deux cas, du fait de la non utilisation de flux liquide, le flux gazeux n'étant pas suffisamment efficace.

Avec les techniques actuelles, la précision de positionnement, l'homogénéité de la brasure et le rendement de fabrication ne peuvent donc être obtenus simultanément.

L'invention a justement pour but de remédier à ces inconvénients. Pour cela, elle prévoit une machine qui utilise un bras de positionnement soumis

à une vibration perpendiculaire aux surfaces à braser, cette vibration pouvant être de type ultrasonique, ce qui permet d'améliorer la mouillabilité des pièces à braser et l'homogénéité de la brasure. On
5 peut alors s'affranchir de l'utilisation d'un flux liquide. Le grattage mécanique devient également inutile, ce qui évite la modification de position des pièces à braser par rapport à leur position d'origine, d'où une meilleure précision.

10 Selon une autre caractéristique, l'extrémité du bras ne nécessite pas d'empreinte en creux pour recevoir la pièce à assembler, comme l'impose la méthode du grattage mécanique. En effet, l'application d'une vibration dans la direction perpendiculaire
15 aux pièces à traiter, n'entraîne aucun déplacement de celles-ci les unes par rapport aux autres.

20 Selon une autre caractéristique, le bras peut être percé d'un canal relié à une pompe à vide, ce qui permet de saisir par dépression les pièces à assembler et facilite leur mise en place sur le support.

Enfin, le bras est lié à un moyen de déplacement vertical qui permet d'exercer une pression sur les pièces à braser.

25 La machine de l'invention possède en outre un dispositif de chauffage qui présente une très faible constante de temps de chauffe et de refroidissement, ce qui permet de maintenir la pression appliquée sur la surface à braser durant toute la montée
30 et la descente en température. Cette manière de faire concourt à l'obtention d'une bonne précision de positionnement. Par ailleurs, le dispositif de chauffage peut être fixé sur une table mobile linéairement dans deux ou trois dimensions ainsi qu'angulairement. Ceci
35 permet d'assurer le positionnement précis des pièces

les unes par rapport aux autres. Mais ce n'est pas la seule disposition possible : le dispositif de chauffage peut être fixe et les mouvements linéaire et angulaire reportés sur le bras de positionnement.

5 Toute autre combinaison est naturellement possible, l'essentiel étant que l'une des pièces à unir soit mobile par rapport à l'autre.

En ce qui concerne les matériaux d'apport, plusieurs types peuvent être utilisés : métaux, alliages, résines organiques chargées ou non, etc...

10 Tous les types de dépôts peuvent être retenus : chimique, électrochimique, sous vide (pulvérisation cathodique, évaporation, etc...), préformes, enduction, transfert par tampon, sérigraphie, etc...

15 Dans certains cas, l'invention permet de travailler sans matériaux d'apport. C'est notamment le cas lorsqu'un eutectique peut être créé à partir de deux pièces à braser (exemple : soudure d'un semi-conducteur en silicium sur un support en or, avec

20 formation de l'eutectique or-silicium).

De façon précise, l'invention a donc pour objet une machine de précision pour le report de petites pièces sur un support, cette machine étant caractérisée en ce qu'elle comprend :

- 25 - un bras de positionnement percé d'un canal relié à une pompe à vide et à un dispositif de déplacement vertical, l'extrémité de ce bras étant apte à s'appliquer sur la pièce à traiter, celle-ci étant saisie par aspiration,
- 30 - une source d'ultrasons reliée au bras,
- un socle apte à recevoir le support sur lequel les pièces doivent être reportées et assemblées,
- un four à faible constante de temps de montée et de descente en température, ce four étant relié thermiquement au socle,
- 35

- des moyens de déplacements relatifs linéaire et angulaire de l'extrémité du bras par rapport au socle.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit, d'un exemple de réalisation donné à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à une figure unique annexée qui représente le schéma de la machine de l'invention. L'exemple choisi pour décrire la machine de l'invention correspond au problème du brasage des lasers à semiconducteur sur leur support.

Compte tenu de la structure des lasers à semiconducteurs et de leurs caractéristiques, la brasure doit satisfaire aux principaux impératifs suivants :

- elle doit assurer une excellente conductibilité électrique,
- elle doit présenter une résistance thermique très faible, et être très homogène,
- elle doit assurer un maintien mécanique compatible avec la précision de positionnement,
- son épaisseur doit être inférieure à 5 micromètres, pour éviter, entre autres, toute remontée de brasure entraînant une pollution du ruban émetteur du laser.

Pour ces différentes raisons, l'indium a été choisi dans cette application ; cependant, tout autre matériau d'apport remplissant les conditions précitées peut être utilisé.

Telle que représentée sur la figure, la machine comprend alors :

- un bras de positionnement 10 percé d'un canal 12 relié à une pompe à vide 14 et à un dispositif de déplacement vertical 15 ; l'extrémité 16 de ce bras est plane ;

- une source d'ultrasons 18, reliée par un conducteur 20 au bras 10 ;
- un socle 22 apte à recevoir le support 24 sur lequel les pièces doivent être reportées et assemblées (un laser 26 est représenté à l'extrémité du bras, avant son report sur le support 24) ;
- un dispositif de chauffage 30 à faible constante de montée et de descente en température (par exemple de l'ordre de la centaine de degrés par minute), ce dispositif étant relié thermiquement au socle 22 ;
- une table 32 de déplacement linéaire et angulaire qui supporte le four et le support.

Sur la figure est également représenté un dispositif optique 36 visant la zone de report et donnant de celle-ci un agrandissement qui est mis à profit par l'opérateur pour contrôler la position des pièces.

Le fonctionnement de cette machine est le suivant. Le support 24 est recouvert par une couche d'indium 38 puis est fixé sur le socle recouvrant le dispositif de chauffage. Le laser à semiconducteur est saisi par dépression à l'aide du bras creux 10 et de la pompe 14. Le support est alors déplacé par la table 32. Lorsque la position du laser par rapport à son support est jugée correcte, le bras 10 descend et presse le laser sur la partie indinée 38 du support. La pression est d'environ 30 grammes. L'ensemble de ces opérations est contrôlé au travers du dispositif optique de grandissement 36.

Le dispositif de chauffage est alors mis en marche avec une variation de température de 100°C par minute jusqu'à fusion de l'indium (157°C). La température est alors maintenue fixe et régulée. Une vibration ultrasonique (fréquence 62 kHz par exemple) est appliquée au bras, durant une seconde environ,

par la source 18. La puissance ultrasonore est réglée de manière à obtenir un ventre de pression à l'interface laser-indium.

5 L'ensemble est ensuite refroidi, avec une chute de température de 100°C par minute, jusqu'à 50°C environ. La pompe 14 est coupée et le bras est relevé.

10 L'ensemble décrit peut être automatisé et piloté par un système microinformatique 40 commandant le positionnement du laser par rapport à son support, la programmation du dispositif de chauffage etc... Les paramètres correspondant peuvent être affichés numériquement. La mise en place peut être suivie à l'aide d'un système vidéo.

15 La machine qui vient d'être décrite permet de braser des petites pièces sans les inconvénients rencontrés dans le brasage classique. Appliquée au report de lasers à semiconducteur, cette machine a permis d'obtenir les caractéristiques suivantes :

- 20 - précision du positionnement : elle n'est plus limitée que par la précision de la table de déplacement supportant le dispositif de chauffage,
- 25 - homogénéité de la brasure : elle est en liaison directe avec l'adhérence du laser sur son support ; cette dernière a été vérifiée par la possibilité de raccorder ensuite les fils de liaison électrique sur le laser par la méthode de thermocompression ; les forces de cisaillement de la brasure ont été mesurées : leurs valeurs se situent entre 75 et 150
- 30 grammes pour un laser de 300x300 micromètres ; après arrachement du laser, l'examen visuel de l'empreinte laissée dans la brasure révèle une bonne uniformité de surface ;
- 35 - rendement de fabrication : le résultat est très satisfaisant : plusieurs lasers (14) ont pu être brasés côte à côte sur un même support en présentant tous une bonne adhérence.

REVENDEICATIONS

1. Machine de précision pour le report de petites pièces sur un support, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- 5 - un bras de positionnement (10) percé d'un canal (12) relié à une pompe à vide (14), et ce bras étant relié à un dispositif de déplacement vertical (15), l'extrémité (16) de ce bras étant apte à s'appliquer sur la pièce à traiter (26), celle-ci
- 10 étant saisie par aspiration,
- une source d'ultrasons reliée au bras (10) apte à amorcer l'adhérence d'un matériau d'apport sur les pièces à assembler, ou la formation d'un eutectique,
- 15 - un socle (22) apte à recevoir le support (24) sur lequel les pièces doivent être reportées et assemblées,
- un dispositif de chauffage (30) à faible constante de temps de montée et de descente en température,
- 20 ce dispositif étant relié thermiquement au socle,
- des moyens de déplacements relatifs linéaire et angulaire de l'extrémité (32) du bras par rapport au socle (22).

2. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens de déplacements relatifs de l'extrémité du bras (16) par rapport au socle (22) comprennent des tables (32) de déplacements linéaire et angulaire du dispositif de chauffage (30).
- 25

