

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 531 205

(21) N° d'enregistrement national :

82 13241

(51) Int Cl<sup>3</sup> : G 01 B 5/20, 11/24.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 29 juillet 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 5 du 3 février 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux appartenants :

(71) Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, établissement de caractère scientifique technique et industriel. — FR.

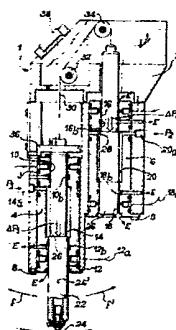
(72) Inventeur(s) : Philippe Andrie et Jacques Mimeur.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Brevatome.

(54) Dispositif de palpation à laser pour contrôle dimensionnel.

(57) Dispositif de palpation à laser pour contrôle dimensionnel.  
Il comporte : un corps 2, un palpeur 22 coulissant dans le corps 2, un contrepoids 26 de même masse que le palpeur 22 et relié à ce dernier par un fil 30 passant sur des poulettes 32, 34 et coulissant dans le corps 2 parallèlement au palpeur 22, des moyens de guidage en translation pour le palpeur 22 et le contrepoids 26, des moyens 26, 28 pour exercer une pression sur le palpeur 22, des moyens pour mesurer le déplacement du palpeur.



La présente invention concerne un dispositif de palpage à laser pour contrôle dimensionnel.

On connaît, dans l'état de la technique, des machines de contrôle de profil d'une pièce à l'aide 5 d'un palpeur pour le contrôle de pièces de forme irrégulièrre. Une machine de ce genre comprend un palpeur monté à l'extrémité d'un bras porte-palpeur et des moyens de déplacement de ce bras afin que le palpeur puisse suivre le profil de la pièce à contrôler.

10 Les mesures dimensionnelles de profil de pièces axi-symétriques creuses sont réalisées sur des machines à deux plateaux orthogonaux, à savoir un plateau à axe vertical qui supporte la pièce à contrôler et un plateau à axe horizontal qui supporte la tête de mesure. 15 qui peut être équipée d'un ou de deux dispositifs de palpage.

Si l'on souhaite obtenir une précision de mesure de l'ordre du micron, et compte tenu de la géométrie des pièces et de la nature des matériaux, le dispositif de palpage doit satisfaire plusieurs critères. 20 Sa course doit atteindre 30 mm, la pression de palpage doit rester faible et constante quelle que soit la position du palpeur dans l'espace. Le palpeur doit être insensible aux efforts radiaux. Enfin, il est souhaitable que l'encombrement du dispositif soit aussi réduit 25 que possible.

Aucun dispositif de palpage connu antérieurement ne satisfait à ces exigences. Les dispositifs précis sont encombrants, leur force de palpage est variable et de plus elle est de plusieurs dizaines de grammes. A l'inverse, les dispositifs qui présentent une course suffisante et un encombrement réduit ne permettent pas de mesures précises et ne sont pas insensibles aux efforts radiaux.

L'invention a pour objet un dispositif de palpation qui satisfait à toutes les exigences énoncées ci-dessus.

Plus précisément, le dispositif de palpation de l'invention se caractérise en ce qu'il comporte :

- un corps,
- un palpeur coulissant dans le corps,
- un contrepoids de même masse que le palpeur et relié à ce dernier par un fil passant sur des poulies et coulissant dans le corps parallèlement au palpeur,
- des moyens de guidage en translation pour le palpeur et le contrepoids,
- des moyens pour exercer une pression sur le palpeur,
- des moyens pour mesurer le déplacement du palpeur.

De préférence, les moyens de guidage sont constitués par des paliers pneumatiques.

De préférence encore, les moyens pour exercer une pression de palpation sur le palpeur sont constitués par des épaulements ménagés sur le palpeur et le contrepoids et par des chambres à l'intérieur desquelles règne une pression de gaz comprimé, la surface de l'épaulement du palpeur étant supérieure à la surface de l'épaulement du contrepoids.

Enfin, les moyens pour mesurer le déplacement du palpeur sont constitués par un miroir de mesure solidaire de l'extrémité supérieure du palpeur et par un rayon laser, comportant un bras d'un interféromètre, dirigé sur le miroir et des moyens de comptage des franges d'interférence.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui suit, donnée à titre indicatif et nullement limitatif, en référence à la figure unique jointe.

Sur cette figure, on a représenté, vu en coupe, un dispositif de palpation conforme à l'invention.

Sur la figure 1, le dispositif de palpation de l'invention 1 comporte un corps 2 réalisé par exemple en alliage léger, dans lequel sont ménagés deux alésages cylindriques à axes parallèles. Dans ces alésages se trouvent des chemises 4 et 6. Chaque chemise comporte une collerette à sa partie inférieure pour la fixer au corps 2, par exemple au moyen de vis 8. La chemise 4 comporte deux alésages 10 et 12 séparés par une chambre 14. De façon identique, la chemise 6 comporte deux alésages 16 et 18 situés dans le prolongement l'un de l'autre et séparés par une chambre 20. On remarquera que le diamètre des alésages 12 et 18 est supérieur au diamètre des alésages 10 et 16 respectivement. Des canalisations d'amenée d'air comprimé débouchent au niveau de chacun des alésages 10, 12 ; 16 et 18 pour constituer des paliers à air, connus par eux-mêmes. Des joints d'étanchéité assurent l'étanchéité des paliers à air. Des canalisations pneumatiques 14a et 20a débouchent dans les chambres 14 et 20 respectivement. Enfin, dans chacun des quatre alésages, on trouve une gorge cylindrique 10b, 12b, 16b, 18b. Chacune de ces rainures est mise à la pression atmosphérique par un conduit radial percé dans la chemise correspondante et dans le corps 2. A l'intérieur de la chemise 4, on trouve le palpeur 22 dont l'extrémité 24, appelée pointe de touche, est en contact avec la pièce à contrôler. Le palpeur 22 se présente sous la forme d'une tige allongée qui coulisse avec jeu dans les alésages 10 et 12. Comme on peut le constater, le palpeur 22 comporte deux parties de diamètres différents raccordées par un épaulement 26. La surface de cet épaulement est l'une des caractéristiques du palpeur puisque, comme on le verra par la suite, la pression de palpation en dépend. Dans un

exemple de réalisation décrit, la surface de l'épaule-  
ment 26 est  $0,345 \text{ cm}^2$ .

De la même manière, le contrepoids 26 se pré-  
sente sous la forme d'une tige allongée qui coulisse  
5 avec jeu dans la chemise 6. Le contrepoids 26 comporte  
deux parties de diamètres différents raccordées par un  
épaulement 28. La surface de cet épaulement, comme cel-  
le de l'épaulement 26, est une caractéristique du pal-  
peur. Dans l'exemple de réalisation représenté, cette  
10 surface est de  $0,294 \text{ cm}^2$ .

La masse du palpeur 22 est équilibrée par  
celle du contrepoids 26. En effet, ces deux pièces sont  
réliées par un fil métallique 30 qui passe sur deux  
poulies 32 et 34 montées sur le corps 2.

15 Un miroir 36 est fixé sur le palpeur 22. Un  
autre miroir 38 incliné à  $45^\circ$  par rapport à l'axe du  
palpeur 22 est fixé sur le corps 2. Ces deux miroirs  
permettent la réflexion du faisceau d'un rayon laser  
utilisé pour mesurer le déplacement du palpeur. Un la-  
20 ser de type Hewlett Packard 5501 associé à un interfé-  
romètre convient pour cette mesure.

La course du palpeur est donnée par la lon-  
gueur des chambres 14 et 20. Sur la figure, le palpeur  
a été représenté en position de sortie maximale. On  
25 constate que dans cette position, l'épaulement 28 du  
contrepoids est en contact avec la paroi supérieure de  
la chambre 20. On a désigné par la référence 24' la  
position de rentrée maximale de l'extrémité 24. La dis-  
tance entre ces deux positions correspond à la capacité  
30 du palpeur.

La pression de palpation est donnée par les  
surfaces  $S_1$  et  $S_2$  des épaulements 26 et 28 et par les  
pressions de gaz comprimé amené par les canalisations  
14a et 20a qui règnent dans les chambres 14 et 20. Ces  
35 pressions peuvent être identiques ou différentes.

Dans l'exemple de réalisation décrit,  
 $s_1=0,345 \text{ cm}^2$ ,  $s_2=0,294 \text{ cm}^2$ ,  $s_1-s_2=\Delta=0,051 \text{ cm}^2$ .

Pour une pression de commande comprise entre  
 0,1 et 0,2 bar, la force résultante appliquant le pal-  
 5 peur 22 sur la pièce à contrôler sera comprise entre  
 0,5 et 0,10 N, soit approximativement de 5 à 10 g.

Le palpeur de l'invention peut pivoter de  
 180° selon le sens des flèches f et f' de part et d'autre de la position représentée sur la figure. Si l'on  
 10 désigne par θ l'angle de l'axe du palpeur 22 avec l'horizontale, à partir d'un angle θ=90° correspondant à une position horizontale du palpeur, la pression p (prise identique dans les chambres 14 et 20) doit être au moins égale à  $\frac{P}{S}xcos.\theta$ . Dans cette formule, P désigne  
 15 le poids du palpeur 22 et celui du contrepoids 26, (qui sont égaux) et S la section utile du contrepoids. En effet, c'est à partir de cette pression P que le fil 30 reliant le palpeur au contrepoids sera tendu. Dans l'exemple de réalisation décrit,  $p=0,0272 \text{ kg}$  et  
 20  $S=0,294 \text{ cm}^2$ . Dans ces conditions, pour  $\theta=180^\circ$  (point de contact du palpeur 22 en haut), la pression p dans les chambres 14 et 20 devra être au moins égale à 0,092 bar. Lorsque l'extrémité 24 du palpeur est appliquée contre une surface oblique par rapport à l'axe du  
 25 palpeur, une action de contact dirigée perpendiculairement à l'axe du palpeur est exercée sur ce dernier. Afin que les mesures ne soient pas faussées, il est nécessaire que le palpeur présente une grande raideur au point de palpation. Ceci dépend d'une part de l'espace-  
 30 ctement des paliers à air et d'autre part de la raideur de chacun de ces paliers. Dans le cas de l'exemple de réalisation décrit, on a évalué le déplacement latéral du point de palpation, c'est-à-dire la pointe de touche

24 à 0,019 µm, le palpeur étant sorti, et à 0,008 µm le palpeur étant rentré.

En ce qui concerne la consommation de l'air comprimé, il faut remarquer que le palpeur et le contact-poids fonctionnent comme des vérins sans joint. La fuite dans une gorge circulaire est :

$$M = \frac{(P_1 - P_2) \pi D \cdot e^3}{24 \eta r T \ell}$$

10 Dans cette formule  $M$  = débit massique en kg/s avec :

- $P_1$ ,  $P_2$  = pressions absolues en amont et en aval en  $P_a$ ,
- $D$  = diamètre de la fente en m,
- 15 -  $e$  = largeur de la fente en m,
- $rT$  = constante = 86400
- $\ell$  = longueur de la fente en m,
- $\eta$  = viscosité dynamique de l'air en  $\text{Ns/m}^2$ .

Dans le cas où la pression à l'intérieur des 20 chambres 14 et 20 est de 0,2 bar, on trouve les débits de fuite suivants :

- 0,034 l/min. pour la gorge 16b (diamètre 10 mm) ;
- 0,035 l/min. pour la gorge 10b (diamètre 10,3 mm) ;
- et enfin,
- 25 - 0,041 l/min. pour les gorges 12b et 18b dont le diamètre est de 12 mm.

Au total, le débit d'air comprimé est de 0,15 l/min.

Le dispositif de palpation est alimenté en air 30 à partir d'une pression d'entrée de 5 à 6 bars. Cet air est détendu dans un détendeur régulateur jusqu'à une pression de 2 bars puis filtré dans un filtre de 0,1 µ. L'air est ensuite détendu jusqu'à la pression d'alimentation qui peut varier en 0 et 0,2 bar, avec une sensibilité de 0,03 millibar.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de palpation à laser, caractérisé en ce qu'il comporte :
  - un corps (2),
  - un palpeur (22) coulissant dans le corps (2),
  - 5 - un contrepoids (26) de même masse que le palpeur (22) et relié à ce dernier par un fil (30) passant sur des poulies (32, 34) et coulissant dans le corps (2) parallèlement au palpeur (22),
  - des moyens de guidage en translation pour le palpeur 10 (22) et le contrepoids (26),
  - des moyens (26, 28) pour exercer une pression sur le palpeur (22),
  - des moyens pour mesurer le déplacement du palpeur.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de guidage sont constitués par des paliers pneumatiques (10a, 12a, 16a, 18a).
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les moyens pour exercer une pression de palpation sur le palpeur 20 (22) sont constitués par des épaulements (26, 28) ménagés sur le palpeur (22) et le contrepoids (26) et par des chambres (14, 20) à l'intérieur desquelles règne une pression de gaz comprimé ( $P_1$ ,  $P_2$ ), la surface de l'épaulement (26) étant supérieure à la surface ( $s_2$ ) de l'épaulement (28).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens pour mesurer le déplacement du palpeur (22) sont constitués par un miroir de mesure (36) solidaire de l'ex-30 trémité supérieure du palpeur (22) et par un rayon laser dirigé sur le miroir (36) et des moyens de comptage des franges d'interférence des rayons incidents et réfléchis.

1/1

