

(19)



(11)

EP 1 899 087 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
01.10.2008 Bulletin 2008/40

(51) Int Cl.:
B21C 31/00^(2006.01) B21C 23/18^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06764807.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2006/001414

(22) Date de dépôt: **22.06.2006**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2006/136708 (28.12.2006 Gazette 2006/52)

(54) **PROCEDE DE CONTROLE EN CONTINU DE L'EPaisseur DU FOND DES EBAUCHES FILEES DES BOITIERs AEROSOLS**

VERFAHREN ZUR KONTINUIERLICHEN STEUERUNG DER DICKE DER BASIS VON EXTRUDIERTEN ROHLINGEN FÜR AEROSOLBEHÄLTER

METHOD FOR CONTINUOUSLY CONTROLLING THE THICKNESS OF THE BASE OF EXTRUDED BLANKS OF AEROSOL CONTAINERS

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(72) Inventeur: **STOPPIGLIA, Hervé F-38240 Meylan (FR)**

(30) Priorité: **24.06.2005 FR 0506469**

(74) Mandataire: **Maureau, Philippe et al Cabinet GERMAIN & MAUREAU, BP 6153 69466 Lyon Cedex 06 (FR)**

(43) Date de publication de la demande:
19.03.2008 Bulletin 2008/12

(56) Documents cités:
US-A- 3 289 450

(73) Titulaire: **Cebal Aerosol France 01200 Chatillon en Michaille (FR)**

EP 1 899 087 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne la fabrication de boîtiers métalliques, en particulier pour distributeurs aérosols; par filage par choc. Elle concerne plus particulièrement le contrôle en continu de l'épaisseur du fond des ébauches filées par choc qui, après un éventuel étirage, sont ensuite conifiées pour réaliser les boîtiers métalliques en une seule pièce, typiquement en alliage d'aluminium, de distributeurs aérosols. Ce procédé peut être appliqué au contrôle en ligne de toute pièce obtenue en filage par choc.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Les ébauches des boîtiers aérosols se présentent sous forme de boîtes ayant une paroi cylindrique ouverte en une de leurs extrémités et reliée à leur autre extrémité à un fond en général plat et perpendiculaire à l'axe de la paroi cylindrique. Cette ébauche est en général obtenue par filage par choc de pions cylindriques selon une opération appelée "filage inverse" par les forgerons mais que nous préférons appeler ici "extrusion arrière", le terme "filage inverse" étant utilisé par les fileurs pour désigner une opération de mise en forme différente, où le métal, sous la forme d'une billette portée à haute température et confinée dans l'alésage d'un conteneur, est sollicité à passer à travers l'orifice central (ou plusieurs orifices situés près du centre) d'une filière qui s'enfonce dans ledit conteneur pour réaliser des profilés métalliques de grande longueur.

[0003] Le filage par choc de pions cylindriques en alliage d'aluminium est un procédé différent: certes, la matière est également confinée dans une cavité de l'outillage, elle est sollicitée par une partie mobile de l'outillage à s'écouler à travers une ouverture ménagée sur cette partie de l'outillage, mais cette ouverture est une ouverture périphérique, de sorte que la composante radiale de l'écoulement de la matière est centrifuge et non centripète. De plus, l'opération s'effectue sans préchauffer les pions, avec une vitesse de déformation nettement plus élevée (l'outillage est manoeuvré par un système embiellage - vilebrequin et non à l'aide d'une presse hydraulique). L'opération s'effectue en grandes cadences sur des pions cylindriques épais qui sont amenés un à un, à température ambiante, vers la presse à filer. Celle-ci, grâce au système embiellage - vilebrequin, impose des déplacements rapides alternatifs à un poinçon qui vient frapper brutalement chacun de ces pions, qui sont ensuite évacués dès leur mise en forme achevée.

[0004] La figure 1 présente le principe de fonctionnement d'une presse à filer "par choc" classique. La presse à filer comprend deux parties: une partie active comprenant le poinçon **10** actionné par un système de bielles **20** et une partie fixe ou passive **30**, qui comprend une enclume **31** (située directement sous le poinçon) et une

matrice **32** qui fait office de frette à l'enclume **31** - l'ensemble enclume et matrice sera dénommé par la suite sous le vocable générique "matrice" **30** - et des outillages d'appui, typiquement un grain **33** en support direct de l'enclume **31**, un porte-matrice **34** enserrant le grain **33** et un empilement **35** de cales d'appui.

[0005] Lorsque le poinçon **10** est loin de la matrice **30**, le pion **1** est mis en place dans l'empreinte **5** de la matrice. Le filage résulte du déplacement brutal du poinçon **10** en direction de la matrice. Ce dernier vient frapper le pion et la configuration spatiale offerte par le poinçon et la matrice impose au métal, au moment du choc, une déformation plastique importante qui se traduit par la réalisation, par extrusion arrière, d'un boîtier creux **100** avec une paroi cylindrique **110** et un fond **120**. Le diamètre du boîtier est en général voisin du diamètre initial du pion. L'élanement (hauteur / diamètre) du boîtier est en général compris entre 1 et 5. Le fond reste en général plat et son épaisseur est plus mince que celle du pion de départ.

[0006] Le poinçon est animé d'un mouvement axial alternatif, son extrémité passant d'un "point haut" proche de la matrice à un "point bas" plus éloigné. Le mouvement alternatif est assuré grâce à une bielle **21** articulée d'une part sur l'extrémité **11** du poinçon et d'autre part sur un axe mobile **22** relié également à un point de référence **23** et à un vilebrequin **26** tournant autour d'un axe fixe **A**. L'axe mobile **22** n'est pas fixé directement sur le vilebrequin **26** mais il est relié à celui-ci par l'intermédiaire d'une tige rigide **24** dont les extrémités s'articulent sur ledit axe mobile **22** et sur un maneton **25** du vilebrequin **26**. Il est d'autre part relié à un point de référence **23** dont le positionnement est en principe fixe mais réglable à tout moment, par exemple à l'aide d'un système coin-vis **40**. La position du "point haut" du poinçon et donc celle du point de référence **23** influent fortement sur l'épaisseur du fond du produit filé. Elle peut être modifiée à tout moment, même lorsque le vilebrequin tourne.

[0007] Ce procédé est en général utilisé pour réaliser les ébauches des boîtiers des distributeurs aérosols. Le fond de ces ébauches reste en général plat car c'est souvent au niveau de la conifieuse qu'il est mis en forme de dôme inversé. La forme du fond est conçue pour que ce dernier ait d'une part une assise stable et d'autre part résiste à la différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur du distributeur aérosol. Une épaisseur un peu trop faible risque d'entraîner un "retournement" du fond et doit être évitée.

[0008] On a constaté que cette épaisseur évoluait au cours de la fabrication en ligne des boîtiers et cette évolution a été attribuée en premier lieu à la montée en température progressive de l'outillage résultant de l'échauffement des pions qui subissent une déformation plastique importante et très rapide. Comme l'épaisseur du fond de l'ébauche évolue par contre très peu au cours de la mise en forme finale (dôme inversé), on en déduit que, pour éviter le retournement des fonds des boîtiers aérosols, il est important de contrôler l'épaisseur du fond de

l'ébauche filée par choc, et il faut faire un contrôle aussi rapide que possible pour éviter, en raison des cadences de fabrication, un grand nombre de rebuts à chaque fois qu'une dérive dimensionnelle est constatée. Une solution consistant à sortir des ébauches filées de la ligne de fabrication, ou à prélever des boîtiers conifés, puis à les découper et mesurer par exemple au palmer l'épaisseur de leur fond est trop lente. Il faudrait pouvoir effectuer une mesure en continu qui donnerait aussi rapidement que possible une indication sur une éventuelle dérive dimensionnelle. Aucun moyen connu ne permet de réaliser à l'heure actuelle une mesure directe à 100% des épaisseurs des fonds des produits filés. Il faut donc recourir à des mesures indirectes, si possible ne nécessitant aucune manipulation spécifique supplémentaire des boîtiers.

[0009] Une première solution a été tentée. Elle s'appuyait sur la corrélation entre l'épaisseur du fond et la température de l'outillage. Elle consistait à contrôler directement la température du poinçon. La dilatation du poinçon est en effet un paramètre important influant sur l'épaisseur finale du fond. Une rapide estimation d'ordre de grandeur montre qu'une simple montée de 30°C de la température moyenne d'un poinçon long de 300 mm correspond à un allongement de $30 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 300 = 9,6 \cdot 10^{-2}$ mm soit près de 100 μm. Malheureusement les thermocouples sont fragiles et, si on les monte dans le poinçon, ils ne résistent pas au régime mécanique brutal du poinçon. De plus avant même leur rupture, les vibrations engendrées par les cycles de la presse provoquent des perturbations sur la connectique de telle sorte que les résultats des mesures sont parfois difficilement exploitables.

[0010] La demanderesse a donc cherché un autre moyen permettant de contrôler l'épaisseur des fonds de boîtiers, s'appuyant sur un paramètre facile à mesurer en continu sur les boîtiers sortant de la presse ou sur la presse elle-même.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0011] Un premier objet selon l'invention est un procédé de mesure de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc, s'appuyant sur la mesure de la température de l'outillage de filage, ledit outillage de filage comportant une partie mobile avec un poinçon et une partie passive avec une matrice, caractérisé en ce que ladite mesure de température est effectuée en un point de la partie passive de l'outillage, et en ce que, pour une ligne de fabrication donnée, une géométrie de boîtier donnée et un alliage donné, on associe la température ainsi mesurée avec la cadence de fabrication imposée et la position d'un point de référence associé à la partie mobile de l'outillage pour en estimer l'épaisseur obtenue. Le poinçon effectue des déplacements alternatifs suivant une direction donnée à l'aide d'un système mécanique, typiquement un système d'embellage associé à un vilebrequin, articulé à partir d'un point de référence qui fait

la liaison entre ledit système mécanique et le bâti de la machine de filage. La position dudit point de référence est définie par rapport à ladite direction, que nous appellerons par la suite "direction axiale".

[0012] Il s'agit d'un procédé de mesure indirecte de l'épaisseur du fond des produits filés qui fait intervenir une mesure de température non pas sur le poinçon mais sur la partie passive de l'outillage, en un point éloigné de la zone d'impact du poinçon, en particulier en un point de la matrice, de préférence au niveau de l'enclume, ou du grain. Cette zone de prise de température est éloignée de la zone de mise en forme d'une distance de l'ordre du diamètre du produit à filer. De préférence, on choisit un point de mesure situé dans le grain à proximité de l'interface avec l'enclume, typiquement à une distance comprise entre 1 et 20 millimètres de ladite interface. Toutefois, cette mesure de température ne suffit pas et on lui associe par ailleurs, pour obtenir une bonne corrélation avec l'épaisseur du fond, la cadence de fabrication, elle-même directement liée à la vitesse de rotation du vilebrequin.

[0013] On peut ainsi établir, pour des produits filés avec un alliage donné, ayant des dimensions données (diamètre, hauteur) une relation du type:

$$R(e, T, X, C) = 0$$

où e est l'épaisseur du fond, T est la température mesurée en un point donné de l'outillage, X est le positionnement axial du point de référence, défini par rapport à un point fixe de la presse à filer, c'est-à-dire typiquement un point d'ancrage de la machine, et C est la cadence de production.

[0014] Contrairement à toute attente, cette relation est valable quel que soit le régime thermique du dispositif: au démarrage de la ligne, lorsque l'outillage est complètement froid, en régime transitoire ou en régime thermique établi. L'échauffement dû à la déformation des pions se traduit par la création d'une source qui émet, à intervalles réguliers, un flux de chaleur qui est évacué en partie par "convection" (les boîtiers eux-mêmes qui quittent la presse à filer) et en partie par conduction dans l'outillage. Le régime établi correspond à l'équilibre entre le flux de chaleur créé suivant une cadence constante et le flux de chaleur dissipé. Il se traduit, au bout d'un certain nombre de cycles et à une certaine distance de la zone de mise en forme, par un profil de température stable dans l'outillage. C'est dans cette partie de l'outillage éloignée de la zone de mise en forme qu'une mesure en continu de la température s'avère efficace et fournit des informations fiables. Ce qui est par contre surprenant, c'est que l'information est également suffisante pour faire fonctionner un système de régulation automatique des épaisseurs, même si le régime thermique n'est pas encore parfaitement établi, en ce sens qu'elle permet d'obtenir un certain contrôle de l'épaisseur plus rapidement

que ne peut le faire un opérateur qui, au cours de cette phase transitoire, n'a pas d'information suffisante et ne peut agir qu'en aveugle.

[0015] On explique après coup cette bonne corrélation quel que soit le régime thermique du système par le fait que le temps mort dû à la conduction dans l'outillage des flux de chaleur générés par l'auto-échauffement des pions est de l'ordre d'une quinzaine de secondes. La montée en température de l'outillage pendant ce temps mort est de quelques degrés Celsius et provoque une diminution de l'épaisseur du fond d'au plus quelques dixièmes de micromètres, ce qui est très faible en comparaison des écarts constatés dans les conditions industrielles de fabrication sur l'épaisseur du fond que l'on souhaite contrôler.

[0016] Dans la pratique, on constate que, même dans le cas où le thermocouple est placé dans le grain, c'est-à-dire assez loin de la zone de mise en forme du boîtier (distance de l'ordre de grandeur du diamètre du pion à filer), cette relation s'avère efficace. Malgré l'éloignement du point de mesure, une variation de la cadence de fabrication se traduisant par une augmentation de température immédiate au niveau du poinçon est décelée rapidement, c'est-à-dire au bout d'une dizaine de secondes environ dans le grain.

[0017] Pour établir cette relation $R(e,T,X,C) = 0$, on engage par exemple un plan d'expérience sur la ligne de fabrication, dans lequel on fait varier les paramètres suivants: C cadence de fabrication, X position du point de référence. L'épaisseur e, obtenue en régime établi, est mesurée au palmer sur les ébauches filées. La température T est mesurée au point choisi, situé dans la partie passive de l'outillage, de préférence à une distance correspondant approximativement au diamètre de l'ébauche filée, typiquement dans le grain, en un point situé au voisinage de l'enclume.

[0018] La relation la mieux adaptée, établie lors du plan d'expérience et au cours des essais de mise au point du procédé, s'est traduite par une équation donnant l'épaisseur du fond comme étant la somme de quatre termes indépendants:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

où a_0 est une constante servant au recalage après démontage d'un outillage puis montage d'un nouvel outillage et où f, g et h sont des fonctions monotones d'une seule variable.

[0019] L'épaisseur du fond est ainsi reliée de façon fiable par une somme de fonctions monotones, non interdépendantes, de variables uniques distinctes: f est fonction monotone décroissante de la température T mesurée en un point de la partie passive de l'outillage, g est une fonction monotone de la position du point de référence de l'embellage, décroissante si l'axe longitudinal servant à définir la coordonnée X est orienté du point de

référence vers la matrice, h est une fonction monotone décroissante de la cadence de production. Les fonctions f, g et h sont définies une fois pour toutes pour une ligne de fabrication donnée, une géométrie de boîtier filé donnée et un alliage donné par exemple à l'aide du plan d'expérience évoqué plus haut.

[0020] Le coefficient a_0 est un paramètre de recalage estimé à chaque remplacement d'outillage. Il faut attendre que la presse fonctionne en régime établi, c'est-à-dire typiquement 10 à 15 minutes de marche en cadence constante après le changement d'outillage. On prélève alors les produits filés et on mesure directement l'épaisseur de leur fond, par exemple en découpant le fond et en effectuant une mesure au palmer.

[0021] Une fois établie, cette relation permet de définir une position de consigne X_c du point de référence correspondant à l'épaisseur visée e_1 à obtenir avec une cadence C_1 donnée et une température T_1 donnée. La position de consigne X_c du point de référence est définie par:

$$X_c = g^{-1}(e_1 - (a_0 + f(T_1) + h(C_1)))$$

où g^{-1} est la fonction inverse de g.

[0022] Un autre objet de l'invention est un procédé de contrôle de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc, s'appuyant sur la mesure de la température de l'outillage de filage, ledit outillage de filage comportant une partie mobile avec un poinçon mû par un système mécanique articulé à partir d'un point de référence et une partie passive avec une matrice, caractérisé en ce que:

a) on utilise le procédé de mesure de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc décrit ci-dessus et on établit, pour une ligne de fabrication donnée, une géométrie de boîtier donnée et un alliage donné, une relation $R(e,T,X,C) = 0$ où e est l'épaisseur du fond, T la température de l'outillage, X la position du point de référence et C la cadence de production;

b) on effectue une mesure de la température T de l'outillage au point de mesure situé dans la partie passive de l'outillage et, en tenant compte de la cadence de fabrication C au moment de la mesure, on fixe la valeur de la position de consigne X_c du point de référence correspondant à une épaisseur visée e_1 , X_c étant déduit de la relation $R(e_1, T, X_c, C) = 0$;

c) on mesure la position X dudit point de référence;

d) on compare ladite position X du point de référence avec ladite position de consigne X_c et, pour obtenir sur les pions suivants une épaisseur plus proche de l'épaisseur visée, on définit une action corrective dépendant de l'écart de position constaté à la suite de cette comparaison.

[0023] L'action corrective s'appuie sur l'écart de position constaté entre la position de consigne X_c du point de référence déduite de la mesure de température et de la valeur de la cadence de fabrication au moment de la prise de température - sa valeur est donnée par exemple, si on utilise les fonctions monotones f , g et h présentées plus haut, par $X_c = g^{-1}(e_1 - (a_0 + f(T) + h(C)))$ - et la position axiale X réelle, mesurée, du point de référence. L'action corrective peut se traduire soit par une correction sur le positionnement du point de référence soit par une correction sur la cadence de production. Il va de soi que la cadence de production doit dans la mesure du possible être la plus élevée possible et qu'elle ne constitue donc pas un paramètre idéal pour la régulation. De préférence donc, on agira sur le positionnement du point de référence en régulant par rapport à la valeur de consigne X_c de position du point de référence indiquée plus haut.

[0024] Selon une modalité préférée de l'invention, l'action corrective consiste à imposer au point de référence un déplacement $\alpha(X-X_c)$ suivant la direction axiale, α étant en valeur absolue un coefficient voisin de 1, typiquement compris entre 0,5 et 1, qui dépend de la dynamique de correction du moteur utilisé pour le système commandant le déplacement axial du point de référence, par exemple le système coin-vis décrit dans l'exemple ci-après.

[0025] En se reportant sur le schéma de la figure 1, on peut voir que la correction sur la position du point de référence se fait de préférence en agissant sur un système type coin/vis comme celui référencé **40** ou tout autre système équivalent permettant de commander ou d'asservir un déplacement axial. L'ensemble est fixé sur une partie fixe du bâti de la machine par le biais d'une base **42**. On fait tourner une vis **43**, par exemple à l'aide d'un moteur asservi, et la vis fait se déplacer un coin **44** dans une direction perpendiculaire à l'axe du poinçon. En se déplaçant, ce coin agit par l'intermédiaire de sa face oblique sur la position de la pièce **41** sur laquelle est fixé le point de référence **23**.

[0026] Pour agir efficacement sur la position du point de référence, il est impératif de supprimer l'incertitude liée au jeu existant entre le filet de la vis **43** et le filet complémentaire de l'écrou ménagé dans le coin **44**. Pour cette raison, on ne se contente pas de contrôler la position angulaire de la vis **43** mais on dispose un capteur de déplacement (non représenté sur la figure 1) entre la base **42** et la pièce **41**, lequel fournit une indication précise sur la position du point de référence **23**.

[0027] Les essais effectués sur ligne industrielle ont montré qu'en pratique, une seule relation suffisait pour une même ligne de fabrication, quel que soit l'alliage utilisé et qu'elle était valable pour plusieurs géométries (diamètre, hauteur) du produit filé. On peut ainsi assurer le contrôle de la fabrication de boîtiers dont le fond présente une épaisseur qui varie à l'intérieur d'un domaine de valeurs inférieur à 15/100 èmes de millimètre.

Mode de réalisation particulier de l'invention (figure 3)

Contrôle en continu de l'épaisseur de fonds d'ébauches de boîtiers aérosols 53*204 en alliage 1050.

[0028] Les ébauches filées par choc sont obtenues à partir de pions en alliage 1050 (référence selon norme de l'Aluminium Association) d'épaisseur 6,5 mm.

[0029] La mesure de température est effectuée à l'aide d'un thermocouple **50** en un point **36** de la partie passive de l'outillage, éloigné de la zone d'impact du poinçon, et situé au niveau du grain **33**. Plus précisément, il se trouve à 10 mm en dessous de l'interface entre l'enclume **31** et le grain **33**.

[0030] Un plan d'expérience a été réalisé sur la ligne de fabrication, faisant varier les paramètres C cadence de fabrication et X position du point de référence **23**. Pour chaque ébauche de boîtier retenue pour effectuer une mesure d'épaisseur, on a relevé la température T au point de mesure **36**, la cadence de fabrication C et le positionnement axial X du point de référence au moment où elle était filée par choc. Ceci a conduit à une relation du type:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

[0031] Typiquement, pour une ligne de fabrication donnée, pour une géométrie de boîtier donné et pour un alliage donné, le plan d'expérience permet, avec une trentaine de relevés (chacun ayant fait l'objet de mesure d'épaisseur du fond d'au moins quatre ébauches filées), de préciser la forme des fonctions f , g et h figurant dans l'équation $e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$. Des mesures ont été faites autant en début de fabrication, lorsque l'outillage est encore froid qu'au bout de plusieurs dizaines de minutes, lorsque l'outillage a atteint, à une cadence donnée, un profil thermique stable.

[0032] Le coefficient a_0 est un paramètre de recalage estimé à chaque remplacement d'outillage. Il faut attendre que la presse fonctionne en régime établi, c'est-à-dire typiquement 10 à 15 minutes de marche en cadence constante après le changement d'outillage. On prélève alors les produits filés et on mesure directement l'épaisseur de leur fond, par exemple en découpant le fond et en effectuant une mesure au palmer.

[0033] La régulation de l'épaisseur se fait en agissant sur la position du point de référence **23**. Le principe consiste à calculer une position de consigne X_c du point de référence en utilisant le modèle mis au point pour l'estimation de l'épaisseur. L'équation donnant cette position de consigne est obtenue facilement:

$$X_c = g^{-1}(e_1 - (a_0 + f(T) + h(C)))$$

les fonctions f, g et h ayant été définies grâce au plan d'expérience effectué une fois pour toutes sur la ligne de fabrication donnée, le coefficient de recalage a_0 étant défini à chaque renouvellement d'outillage et l'épaisseur e_1 étant l'épaisseur visée.

[0034] En cours de fabrication, on mesure en continu la température au point **36** de la partie passive de l'outillage à l'aide du thermocouple **50**. On mesure la position X du point de référence **23** à l'aide d'un capteur de déplacement linéaire et on compare cette valeur avec la valeur de consigne X_c . L'écart $X - X_c$ est utilisé comme paramètre de correction pour agir sur la position du point de référence par l'intermédiaire du système coin-vis **40**. Le positionnement précis du point de référence **23** est contrôlé à l'aide d'une capteur de déplacement linéaire de type LVDT qui relie la base **42** à la pièce **41**.

[0035] Cet asservissement présente l'avantage de ne pas nécessiter une transformation en profondeur de l'automate de régulation de la ligne de fabrication qui dispose déjà d'un système de mesure des cadences et du positionnement. Il suffit d'y ajouter une mesure de température, d'améliorer le contrôle du positionnement à l'aide d'un capteur de déplacement linéaire judicieusement placé et d'introduire un logiciel de régulation s'appuyant sur le modèle d'estimation de l'épaisseur exposé plus haut.

Revendications

1. Procédé de mesure de l'épaisseur du fond (120) de boîtiers cylindriques filés par choc, s'appuyant sur la mesure de la température de l'outillage de filage, ledit outillage de filage comportant une partie mobile (10;20) avec un poinçon (10) effectuant des déplacements alternatifs suivant une direction axiale (200) grâce à un système mécanique, comprenant un embiellage (20) associé à un vilebrequin (26), articulé à partir d'un point de référence (23), ledit outillage de filage comprenant également une partie passive (30;33;34;35) avec une matrice (30) et des outillages d'appui (34;35), **caractérisé en ce que** ladite mesure de température est effectuée en un point (36) de ladite partie passive de l'outillage, et **en ce que**, pour une ligne de fabrication donnée, une géométrie de boîtier donnée et un alliage donné, on associe la température T ainsi mesurée avec la cadence de fabrication imposée C et la position axiale X dudit point de référence (23) pour estimer l'épaisseur "e" obtenue à l'aide d'une relation $R(e,T,X,C) = 0$.
2. Procédé de mesure selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite mesure de température est effectuée en un point typiquement situé à une distance de l'ordre du diamètre du produit filé et appartenant soit à la matrice (30), enclume (31) ou partie périphérique (32) enserrant ladite enclume, soit à un outillage d'appui (33;34;35), par exemple le grain

(33) situé sous l'enclume (31).

3. Procédé de mesure selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ladite mesure de température est effectuée en point (36) du grain (33), situé entre 1 et 20 millimètres de l'interface avec l'enclume (31).
4. Procédé de mesure selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite relation R associant la température T mesurée, la cadence de fabrication imposée C, la position X du point de référence (23) et l'épaisseur e du fond du produit filé est une relation de la forme:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

où a_0 est une constante servant au recalage après montage d'un nouvel outillage et où f, g et h sont des fonctions monotones d'une seule variable, établies une fois pour toutes, par exemple à l'aide d'un plan d'expériences, pour une ligne de fabrication donnée, une géométrie de produit filé donnée et un alliage donné.

5. Procédé de mesure selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ladite relation associant la température T mesurée, la cadence de fabrication imposée C, la position X du point de référence (23) et l'épaisseur e du fond du produit filé est une relation de la forme:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

où a_0 est une constante servant au recalage après montage d'un nouvel outillage et où f, g et h sont des fonctions monotones d'une seule variable, établies une fois pour toutes pour une ligne de fabrication donnée, quels que soient l'alliage, le diamètre et la hauteur du boîtier cylindrique filé.

6. Procédé de contrôle de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc, s'appuyant sur la mesure de la température de l'outillage de filage, ledit outillage de filage comportant une partie mobile avec un poinçon mû par un système mécanique (20 et 26) articulé à partir d'un point de référence (23) et une partie passive avec une matrice, **caractérisé en ce que:**

a) on utilise le procédé de mesure de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 et on établit, pour une ligne de fabrication don-

née, une géométrie de boîtier donnée et un alliage donné, une relation $R(e, T, X, C) = 0$ où e est l'épaisseur du fond, T la température de l'outillage, X la position du point de référence (23) et C la cadence de production;

b) on effectue une mesure de la température T de l'outillage au point de mesure (36) situé dans la partie passive de l'outillage et, en tenant compte de la cadence de fabrication C au moment de la mesure, on fixe la valeur de la position de consigne X_c du point de référence (23) correspondant à une épaisseur visée e_1 , X_c étant déduit de la relation $R(e_1, T, X_c, C) = 0$;

c) on mesure la position X du point de référence (23);

d) on compare ladite position X du point de référence (23) avec ladite position de consigne X_c et, pour obtenir sur les pions suivants une épaisseur plus proche de l'épaisseur visée, on définit une action corrective dépendant de l'écart de position constaté à la suite de cette comparaison.

7. Procédé de contrôle de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc suivant la revendication 6 dans lequel ladite action corrective consiste à déplacer suivant la direction axiale (200) le point de référence (23).

8. Procédé de contrôle de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc suivant la revendication 6 ou 7 dans lequel

a) la relation $R(e, T, X, C) = 0$ associant la température T mesurée, la cadence de fabrication imposée C , la position axiale X du point de référence (23) de l'embellage (20) et l'épaisseur e du fond du produit filé est une relation de la forme:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

où a_0 est une constante servant au recalage après montage d'un nouvel outillage et où f , g et h sont des fonctions monotones d'une seule variable;

b) la position de consigne X_c du point de référence (23) déduite de la mesure de température T de l'outillage au point de mesure (23) et de la cadence de fabrication C au moment de la prise de température est donnée par la relation:

$$X_c = g^{-1}(e_1 - (a_0 + f(T) + h(C)))$$

où g^{-1} est la fonction inverse de g

c) l'écart $X - X_c$ est utilisé comme paramètre de correction pour agir sur la position du point de référence par l'intermédiaire d'un système commandant le déplacement axial du point de référence (23), typiquement un système coin-vis (40) avec vis (43) asservie.

9. Procédé de contrôle de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc suivant la revendication 7 ou 8 dans lequel le positionnement précis du point de référence (23) est contrôlé à l'aide d'un capteur de déplacement linéaire qui relie la base (42) à la pièce (41).

10. Procédé de contrôle de l'épaisseur du fond des boîtiers cylindriques filés par choc suivant l'une quelconque des revendications 7 à 9 dans lequel ladite action corrective consiste à imposer au point de référence (23) de l'embellage (20) un déplacement α ($X - X_c$) suivant la direction axiale (200), α étant un coefficient dont la valeur absolue est voisine de 1, typiquement comprise entre 0,5 et 1.

Claims

- Method of measuring the thickness of the bottom (120) of impact-drawn cylindrical casings, based on measuring the temperature of the drawing tool, said drawing tool comprising a moving part (10; 20) with a punch (10) describing reciprocating movements in an axial direction (200) thanks to a mechanical system, comprising a linkage (20) associated with a crankshaft (26), articulated from a reference point (23), said drawing tool also comprising a passive part (30; 33; 34; 35) with a matrix (30) and bearing tools (34; 35), **characterized in that** said temperature measurement is performed at a point (36) of said passive part of the tool, and **in that**, for a given production line, a given casing geometry and a given alloy, the duly measured temperature T is associated with the imposed production rate C and the axial position X of said reference point (23) to estimate the thickness "e" obtained using a relation $R(e, T, X, C) = 0$.
- Measurement method according to Claim 1, **characterized in that** said temperature measurement is performed at a point typically located at a distance of the order of the diameter of the drawn product and belonging either to the matrix (30), anvil (31) or peripheral part (32) clamping said anvil, or to a bearing tool (33; 34; 35), for example the grain (33) located under the anvil (31).
- Measurement method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** said temperature measurement is performed at a point (36) of the grain (33),

located between 1 and 20 mm from the interface with the anvil (31).

4. Measurement method according to Claim 1, **characterized in that** said relation R associating the measured temperature T, the imposed production rate C, the position X of the reference point (23) and the thickness e of the bottom of the drawn product is a relation of the form:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

in which a_0 is a constant used for realignment after fitting a new tool and where f, g and h are monotonic functions of a single variable, established once for all, for example using an experience plan, for a given production line, a given drawn product geometry and a given alloy.

5. Measurement method according to Claim 4, **characterized in that** said relation associating the measured temperature T, the imposed production rate C, the position X of the reference point (23) and the thickness e of the bottom of the drawn product is a relation of the form:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

where a_0 is a constant used for realignment after fitting a new tool and where f, g and h are monotonic functions of a single variable, established once for all for a given production line, regardless of the alloy, the diameter and the height of the drawn cylindrical casing.

6. Method of monitoring the thickness of the bottom of impact-drawn cylindrical casings, based on measuring the temperature of the drawing tool, said drawing tool comprising a moving part with a punch moved by a mechanical system (20 and 26) articulated from a reference point (23) and a passive part with a matrix, **characterized in that:**

- a) the method of measuring the thickness of the bottom of the impact-drawn cylindrical casings according to any one of Claims 1 to 5 is used and, for a given production line, a given casing geometry and a given alloy, a relation $R(e, T, X, C) = 0$ is established in which e is the thickness of the bottom, T the temperature of the tool, X the position of the reference point (23) and C the production rate;
- b) a measurement of the temperature T of the tool is performed at the measurement point (36) located in the passive part of the tool and, taking

into account the production rate C at the time of the measurement, the value of the set-point position X_c of the reference point (23) is set, corresponding to a target thickness e_1 , X_c being deduced from the relation $R(e_1, T, X_c, C) = 0$;

c) the position X of the reference point (23) is measured;

d) said position X of the reference point (23) is compared with said set-point position X_c and, to obtain on the subsequent slugs a thickness closer to the target thickness, a corrective action is defined that is dependent on the position deviation observed following this comparison.

7. The method of monitoring the thickness of the bottom of the impact-drawn cylindrical casings according to Claim 6, in which said corrective action consists in displacing the reference point (23) in the axial direction (200).

8. The method of monitoring the thickness of the bottom of the impact-drawn cylindrical casings according to Claim 6 or 7, in which

a) the relation $R(e, T, X, C) = 0$ associating the measured temperature T, the imposed production rate C, the axial position X of the reference point (23) of the linkage (20) and the thickness e of the bottom of the drawn product is a relation of the form:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

where a_0 is a constant used for realignment after fitting a new tool and where f, g and h are monotonic functions of a single variable;

b) the set-point position X_c of the reference point (23) deduced from the temperature measurement T of the tool at the measurement point (23) and from the production rate C at the time the temperature was taken is given by the relation:

$$X_c = g^{-1}(e_1 - [a_0 + f(T) + h(C)])$$

where g^{-1} is the inverse function of g;

c) the deviation $X - X_c$ is used as a correction parameter to act on the position of the reference point via a system controlling the axial displacement of the reference point (23), typically a lug-screw system (40) with servo-controlled screw (43).

9. The method of monitoring the thickness of the bottom of the impact-drawn cylindrical casings according to Claim 7 or 8, in which the exact positioning of the

reference point (23) is controlled using a linear displacement sensor linking the base (42) to the part (41).

10. The method of monitoring the thickness of the bottom of the impact-drawn cylindrical casings according to any one of Claims 7 to 9, in which said corrective action consists in imposing on the reference point (23) of the linkage (20) a displacement $\alpha(X-X_c)$ in the axial direction (200), α being a coefficient, the absolute value of which is close to 1, typically between 0.5 and 1.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der Stärke des Bodens (120) von kaltfließgepressten zylindrischen Gehäusen, das sich auf die Messung der Temperatur des Fließpress-Werkzeugs stützt, wobei das Fließpress-Werkzeug einen beweglichen Teil (10; 20) mit einem Stempel (10) aufweist, der mittels eines mechanischen Systems abwechselnde Verschiebungen in einer axialen Richtung (200) ausführt, mit einem einer Kurbelwelle (26) zugeordneten Stangensatz (20), der ausgehend von einem Bezugspunkt (23) angelenkt ist, wobei das Fließpress-Werkzeug ebenfalls einen passiven Teil (30; 33; 34; 35) mit einer Matrize (30) und Aufagewerkzeugen (34; 35) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturmessung an einem Punkt (36) des passiven Teils des Werkzeugs durchgeführt wird, und dass für eine gegebene Fertigungslinie, eine gegebene Gehäusegeometrie und eine gegebene Legierung die so gemessene Temperatur T der vorgegebenen Fertigungsgeschwindigkeit C und der axialen Stellung X des Bezugspunkts (23) zugeordnet wird, um die erhaltene Stärke "e" mit Hilfe einer Beziehung R (e, T, X, C) = 0 zu schätzen.
2. Messverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturmessung an einem Punkt durchgeführt wird, der sich typischerweise in einem Abstand in der Größenordnung des Durchmessers des fließgepressten Produkts befindet und entweder zur Matrize (30), zum Amboss (31), oder zum den Amboss umklammernden Umfangsbereich (32), oder zu einem Aufagewerkzeug (33; 34; 35) gehört, zum Beispiel dem unter dem Amboss (31) befindlichen Pressblock (33).
3. Messverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturmessung an einem Punkt (36) des Pressblocks (33) durchgeführt wird, der sich zwischen 1 und 20 Millimeter von der Schnittstelle mit dem Amboss (31) befindet.
4. Messverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass die Beziehung R, die die gemessene Temperatur T, die vorgegebene Fertigungsgeschwindigkeit C, die Stellung X des Bezugspunkts (23) und die Stärke e des Bodens des fließgepressten Produkts vereint, eine Beziehung folgender Form ist:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

wobei a_0 eine Konstante ist, die zur Neueinstellung nach der Montage eines neuen Werkzeugs dient, und wobei f, g und h monotone Funktionen einer einzigen Variablen sind, die ein für alle Mal festgelegt werden, zum Beispiel mit Hilfe eines Erfahrungsplans, für eine gegebene Fertigungslinie, eine gegebene Geometrie des fließgepressten Produkts und eine gegebene Legierung.

5. Messverfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beziehung, die die gemessene Temperatur T, die vorgegebene Fertigungsgeschwindigkeit C, die Stellung X des Bezugspunkts (23) und die Stärke e des Bodens des fließgepressten Produkts vereint, eine Beziehung folgender Form ist:

$$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$

wobei a_0 eine Konstante ist, die zur Neueinstellung nach der Montage eines neuen Werkzeugs dient, und wobei f, g und h monotone Funktionen einer einzigen Variablen sind, die ein für alle Mal für eine gegebene Fertigungsstrecke festgelegt werden, unabhängig von der Legierung, dem Durchmesser und der Höhe des fließgepressten zylindrischen Gehäuses.

6. Verfahren zur Kontrolle der Stärke des Bodens der kaltfließgepressten zylindrischen Gehäuse, das sich auf die Messung der Temperatur des Fließpress-Werkzeugs stützt, wobei das Fließpress-Werkzeug einen beweglichen Teil mit einem Stempel, der von einem mechanischen System (20 und 26) bewegt wird, das ausgehend von einem Bezugspunkt (23) angelenkt ist, und einen passiven Teil mit einer Matrize aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) das Verfahren zur Messung der Stärke des Bodens der kaltfließgepressten zylindrischen Gehäuse nach einem der Ansprüche 1 bis 5 verwendet wird, und für eine gegebene Fertigungslinie, eine gegebene Gehäusegeometrie und eine gegebene Legierung eine Beziehung R(e, T, X, C) = 0 festgelegt wird, wobei e die Stärke des Bodens, T die Temperatur des Werkzeugs, X

- die Stellung des Bezugspunkts (23) und C die Fertigungsgeschwindigkeit ist;
- b) eine Messung der Temperatur T des Werkzeugs am Messpunkt (36) durchgeführt wird, der sich im passiven Teil des Werkzeugs befindet, und unter Berücksichtigung der Fertigungsgeschwindigkeit C im Moment der Messung der Wert der Sollstellung X_c des Bezugspunkts (23) entsprechend einer angestrebten Stärke e_1 festgelegt wird, wobei X_c von der Beziehung $R(e_1, T, X_c, C)=0$ abgeleitet wird;
- c) die Stellung X des Bezugspunkts (23) gemessen wird;
- d) die Stellung X des Bezugspunkts (23) mit der Sollstellung X_c verglichen wird, und um an den folgenden Butzen eine Stärke näher an der angestrebten Stärke zu erhalten, eine Korrekturmaßnahme definiert wird, die von der nach diesem Vergleich festgestellten Stellungsabweichung abhängt.
7. Verfahren zur Kontrolle der Stärke des Bodens der kaltfließgepressten zylindrischen Gehäuse nach Anspruch 6, bei dem die Korrekturmaßnahme darin besteht, den Bezugspunkt (23) in axialer Richtung (200) zu verschieben.
8. Verfahren zur Kontrolle der Stärke des Bodens der kaltfließgepressten zylindrischen Gehäuse nach Anspruch 6 oder 7, bei dem:
- a) die Beziehung $R(e, T, X, C)=0$, die die gemessene Temperatur T, die vorgegebene Fertigungsgeschwindigkeit C, die axiale Stellung X des Bezugspunkts (23) des Stangensatzes (20) und die Stärke e des Bodens des fließgepressten Produkts verbindet, eine Beziehung folgender Form ist:
- $$e = a_0 + f(T) + g(X) + h(C)$$
- wobei a_0 eine Konstante ist, die zur Neueinstellung nach Montage eines neuen Werkzeugs dient, und wobei f, g und h monotone Funktionen einer einzigen Variablen sind;
- b) die Sollstellung X_c des Bezugspunkts (23), die von der Temperatur T des Werkzeugs am Messpunkt (23) und von der Fertigungsgeschwindigkeit C im Moment der Temperaturmessung abgeleitet wird, durch folgende Beziehung geliefert wird:
- $$X_c = g^{-1}(e_1 - (a_0 + f(T) + h(C)))$$
- wobei g^{-1} die inverse Funktion von g ist,
- c) die Abweichung $X-X_c$ als Korrekturparameter verwendet wird, um auf die Stellung des Bezugspunkts über ein System einzuwirken, das die axiale Verschiebung des Bezugspunkts (23) steuert, typischerweise ein Keil-Schraube-System (40) mit geregelter Schraube (43).
9. Verfahren zur Kontrolle der Stärke des Bodens der kaltfließgepressten zylindrischen Gehäuse nach Anspruch 7 oder 8, bei dem die präzise Positionierung des Bezugspunkts (23) mit Hilfe eines linearen Verschiebungssensors überwacht wird, der die Basis (42) mit dem Bauteil (41) verbindet.
10. Verfahren zur Kontrolle der Stärke des Bodens der kaltfließgepressten zylindrischen Gehäuse nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem die Korrekturmaßnahme darin besteht, dem Bezugspunkt (23) des Stangensatzes (20) eine Verschiebung $\alpha(X-X_c)$ in axialer Richtung (200) vorzugeben, wobei α ein Koeffizient ist, dessen Absolutwert nahe 1 ist, typischerweise zwischen 0,5 und 1 liegt.

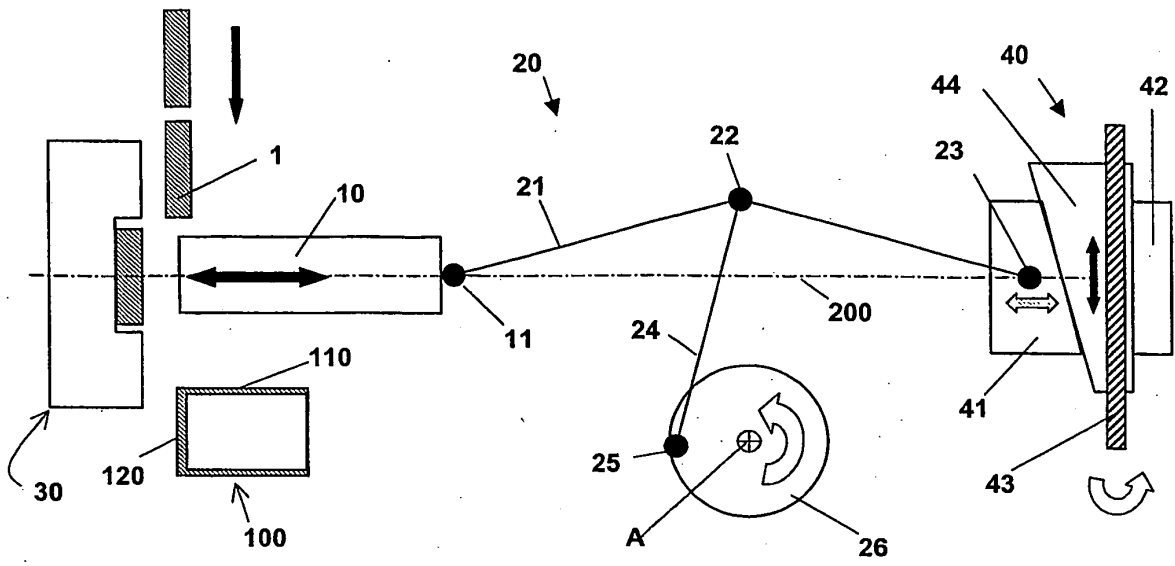


Figure 1

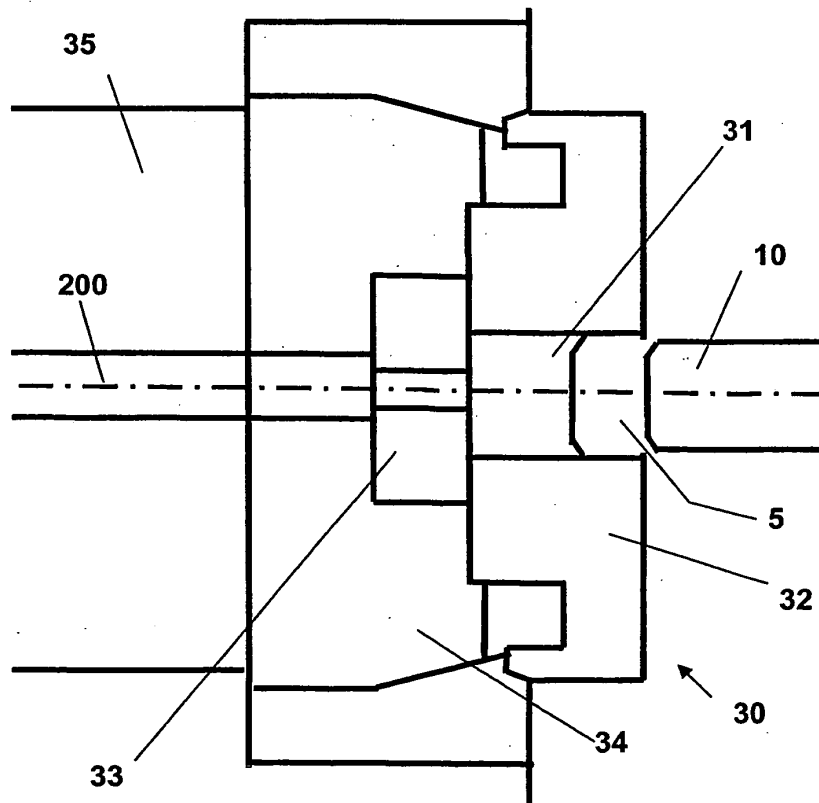


Figure 2

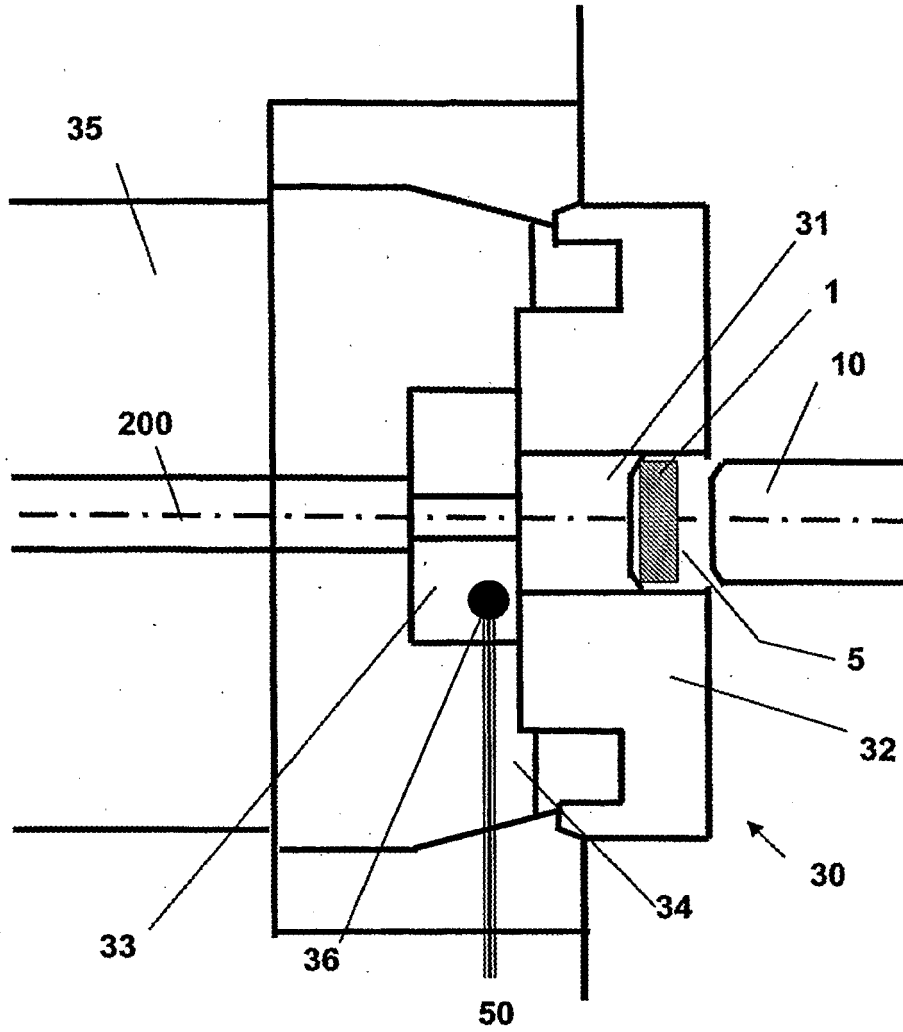


Figure 3