



(11) **EP 1 840 230 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
03.10.2007 Bulletin 2007/40

(51) Int Cl.:
C21D 1/673 (2006.01) B21C 37/30 (2006.01)
C21D 9/08 (2006.01) C21D 9/00 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07290364.4**

(22) Date de dépôt: **26.03.2007**

(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 MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(72) Inventeurs:
• **Breton, Michel**
60870 Rieux (FR)
• **Sagne, Patrice René**
60500 Vineuil Saint-Firmin (FR)

(30) Priorité: **27.03.2006 FR 0651039**

(74) Mandataire: **David, Daniel et al**
Cabinet Bloch & Associés
23bis, rue de Turin
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(54) **Procédé de calibrage monobloc pour trempe de carter, dispositif de mise en oeuvre du procédé**

(57) La présente invention porte sur un procédé de calibrage d'une pièce cylindrique (1) après mise en forme par déformation plastique d'un matériau métallique présentant un retrait structural maximum à une température de retrait maximum comprise entre une première température et une deuxième température inférieure à la première, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes successives suivantes :

- mise en place de la pièce (1) dans un four vertical,
- positionnement d'un outillage de calibrage interne de diamètre supérieur à celui de la pièce lors de son retrait structural maximum, au droit de la pièce en dehors du four,
- chauffage de la pièce (1) jusqu'à une première température,
- descent et mise en place, à l'intérieur de la pièce, d'un outil de calibrage (8) interne de diamètre supérieur à celui du retrait structural maximum de la pièce,
- transport de l'ensemble formé par la pièce et l'outil de calibrage jusqu'à une cuve de trempe
- refroidissement de la pièce jusqu'à une température inférieure à ladite deuxième température,
- extraction de l'outil de calibrage interne (8).

Le procédé s'applique à la fabrication de carters de turbomachine.

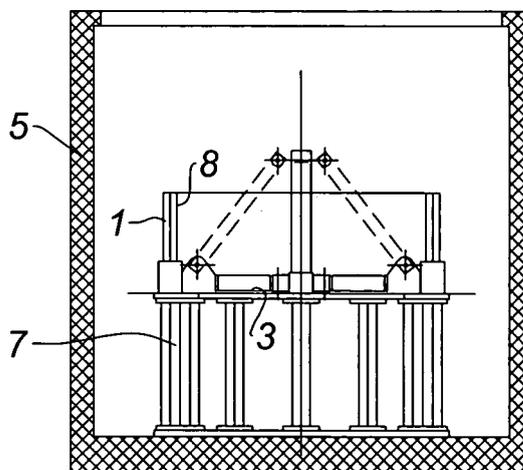


Fig. 3

Description

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de la métallurgie et vise le calibrage de pièces cylindriques formées par laminage.

[0002] On fabrique dans le domaine des turbomachines des pièces cylindriques d'un seul tenant pour constituer notamment des carters de compresseur ou des carters de rétention d'aubes. Ce type de pièce qui peut être de dimension et de poids imposants est réalisé par laminage d'un lopin d'alliage adapté à sa destination. Le laminage est suivi d'un traitement thermique à chaud afin d'en améliorer les propriétés mécaniques en relaxant les contraintes internes produites par les efforts de déformation plastique du matériau. Outre ce traitement, une opération de calibrage est requise en raison des faibles tolérances sur les cotes notamment internes pour ce type de pièce.

[0003] Actuellement, on procède, avant l'étape de traitement thermique, par expansion en agissant sur la surface intérieure au moyen d'un appareil, dit expanseur, pourvu de moyens poussoirs appropriés actionnés généralement hydrauliquement. On constate toutefois que la géométrie de la pièce est susceptible d'évoluer encore au cours du traitement thermique, et un nouveau calibrage à froid est souvent nécessaire. On a proposé de former la pièce avec une surépaisseur capable d'absorber l'écart de cote mais une telle solution n'est pas satisfaisante, surtout pour une turbomachine aéronautique en raison de l'augmentation du poids matière engagé.

[0004] Le déposant s'est fixé comme objectif de mettre au point une nouvelle méthode de calibrage d'une pièce cylindrique obtenue par déformation plastique de matière, plus économique, en réduisant le nombre d'opérations et en mettant au point un outillage de structure moins complexe et moins onéreux à réaliser.

[0005] L'invention résulte de l'observation qui a été faite concernant certains alliages, dont l'acier ZSCNU17, qui ont la propriété de présenter un retrait structural maximum à une température située entre la température de traitement thermique à chaud et la température ambiante. Le matériau, pendant la phase de refroidissement, se contracte jusqu'à cette température puis se dilate quand la température de la pièce est ramenée à la température ambiante.

[0006] Le procédé de l'invention pour calibrer une pièce cylindrique après mise en forme par laminage d'un matériau métallique présentant un retrait structural maximum à une température de retrait maximum comprise entre une première température, telle que une température de traitement thermique à chaud et une deuxième température telle que la température ambiante, est caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes successives suivantes :

- mise en place de la pièce dans un four vertical,
- positionnement d'un outillage de calibrage interne de diamètre supérieur à celui de la pièce lors de son

retrait structural maximum, au droit de la pièce en dehors du four,

- chauffage de la pièce jusqu'à une première température,
- 5 - descent et mise en place, à l'intérieur de la pièce, d'un outil de calibrage interne de diamètre supérieur à celui du retrait structural maximum de la pièce,
- transport de l'ensemble formé par la pièce et l'outil de calibrage jusqu'à une cuve de trempe
- 10 - refroidissement de la pièce jusqu'à une température inférieure à ladite deuxième température,
- extraction de l'outil de calibrage interne.

[0007] Ainsi, par le procédé de l'invention, on met à profit cette propriété du matériau pour effectuer le calibrage de la pièce au cours de la phase de trempe après le traitement thermique à chaud ce qui simplifie les opérations de traitement de la pièce. En outre l'outil de calibrage peut être une simple couronne de diamètre extérieur approprié sans élément articulé ou mécanisé.

[0008] Pratiquement, on dispose la pièce dans un four et on le chauffe jusqu'à sa première température qui avantageusement est sa température de traitement thermique; ensuite on met en place ledit outil de calibrage sur la pièce et on dispose l'ensemble dans un bac de trempe où l'on fait refroidir la pièce jusqu'à ladite température inférieure qui tend vers la température ambiante.

[0009] Cependant, bien que le procédé s'applique avantageusement en étant associé au traitement thermique et à la trempe de la pièce après sa fabrication par laminage, il peut être mis en oeuvre chaque fois que le matériau présente une température de retrait maximum située entre une première température et une deuxième température, la première étant plus élevée que la deuxième.

[0010] L'invention porte également sur un dispositif particulier permettant une mise en oeuvre avantageuse du procédé. Celui-ci comprend un mannequin avec un cadre pourvu de bras radiaux articulés formant supports de la pièce, un moyen d'accrochage du mannequin, l'outil de calibrage étant suspendu par des cables ou autres moyens équivalents audit moyen d'accrochage.

[0011] Conformément à une autre caractéristique le moyen d'accrochage du mannequin est amovible, entre une position où il est solidaire par une tige au mannequin et une position où le mannequin suspendu au moyen d'accrochage par des câbles ou autres moyens équivalents.

[0012] On décrit maintenant un mode de réalisation non limitatif du procédé de l'invention en faisant référence aux dessins sur lesquels, les figures 1 à 5 montrent les différentes étapes du procédé de l'invention selon une première mise en oeuvre; les figures 6 à 18 montrent les différentes étapes du procédé selon une autre mise en oeuvre particulièrement avantageuse.

[0013] On décrit le procédé en en détaillant les différentes phases. La pièce à calibrer peut être un carter de

turbomachine tel qu'un carter intermédiaire, un carter de compresseur ou un carter de rétention qui comprend une partie cylindrique formée par déformation plastique d'un matériau métallique tel que l'acier Z5CNU17. Ce dernier présente la propriété d'avoir un retrait structural maximum entre 200 et 300°C.

[0014] Sur les figures 1 à 5 on a représenté le déroulé d'un premier mode de mise en oeuvre du procédé de l'invention. On voit la pièce cylindrique 1, un carter par exemple, en appui vertical par un bord sur un support 3 suspendu à un câble permettant son déplacement par un engin de levage approprié. La figure 2 montre la pièce 1 transportée avec son support 3 dans un four puits 5 équipé d'une table 7 sur laquelle on a posé l'ensemble pièce et support. Pendant son séjour dans le four, la pièce est soumise à un traitement thermique à température choisie, par exemple dans le cas d'un carter de turbomachine en acier précité, à 1000°C pendant une durée prédéterminée ; la pièce est alors à l'état dilaté. Sur la figure 3 on voit que l'on a placé à l'intérieur de la pièce un outil de calibre 8 de forme cylindrique également. Cet outil est froid, son profil extérieur est identique au profil intérieur de la pièce 1, et ses cotes extérieures sont légèrement supérieures à celles de la surface intérieure de la pièce 1, lorsque celle-ci est à sa température de retrait structural maximum.

[0015] On accroche ensuite le support à un câble d'un engin de levage et de transport pour déplacer l'ensemble jusque dans une cuve de trempe 9 comme on le voit sur la figure 4. On remplit la cuve d'un fluide trempe pour amener la température, à vitesse contrôlée, jusqu'à la température ambiante. Pendant ce processus, la pièce subit un rétreint et sa compression sur le calibre 8 est maximale quand elle atteint sa température de retrait structural maximum. Pour l'alliage mentionné ci-dessus, cette température est comprise entre 200 et 300° C. Comme les cotes du calibre 8 sont supérieures, la pièce vient se fréter sur celle-ci et épouser sa forme. Quand la température continue de baisser la pièce se dilate et se décolle ainsi de la couronne formée par le calibre 8. Un jeu « e » se forme, il est représenté sur la figure 5. Quand les températures sont stabilisées, on retire l'ensemble de la cuve de trempe et la pièce est ôtée du support.

[0016] On décrit maintenant une mise en oeuvre du procédé plus élaborée permettant un ajustement précis du calibre par rapport à la pièce.

[0017] Dans ce cas, on utilise un support ou mannequin 30 composé d'un cadre inférieur 31 équipé de premiers bras radiaux articulés 32 et de seconds bras radiaux articulés 33 autour d'axes horizontaux. Ces bras radiaux vont servir, à tour de rôle, d'appui à la pièce pendant les manipulations. Les bras 32 sont représentés relevés vers le haut sur la figure 6. Les bras 33 sont pourvus d'une masse de telle sorte qu'en l'absence de sollicitation ils soient verticaux comme on le voit sur la figure 6. Le mannequin 30 comprend des moyens 34 de suspension du cadre 31. Les moyens 34 comprennent eux-mêmes une tige verticale centrale 35 qui vient, comme on le verra

par la suite, en prise avec un moyen d'accrochage 36 en forme de pince. Dans la configuration de la figure 6, le cadre 31 est maintenu en suspension par des câbles 37, dont un seul a été représenté, depuis la partie supérieure de la pince d'accrochage 36. La couronne du calibre 8 est également suspendue dans cette phase préparatoire à la partie supérieure de la pince par des câbles 38 ou autre moyen équivalent dont un seul a été représenté. La pièce 1 repose sur une table 40 annulaire et l'ensemble formé par la tige 35, le calibre 8 et la pince est coaxial à la pièce. On descend l'ensemble verticalement. Comme les bras radiaux 32 et 33 sont relevés, on peut descendre le cadre 31 plus bas que la table 40. Le calibre 8 vient alors en appui contre le bord supérieur de la pièce. Les dimensions ont été ajustées de telle façon que le calibre soit retenu à la température ambiante par le bord de la pièce 1. Lorsqu'on se trouve dans la position de la figure 8, on bascule les bras radiaux 33 ; le cadre 31 est en appui sur un reposoir 50. On fait descendre la pince 36 jusqu'à ce qu'elle vienne en prise avec la tige 35 comme on le voit sur la figure 9. On soulève alors l'ensemble verticalement. On entraîne dans ce mouvement la pièce avec la table 40 par les bras radiaux 33, figure 10. On dépose l'ensemble dans le four de traitement thermique 5 sur un reposoir 70, figure 11. Le reposoir 70 permet de faire descendre le cadre 31 sous le niveau de la pièce 1. On peut alors mettre les bras 33 en position verticale et remonter l'ensemble support 30 avec le calibre 8 suspendu par les câbles 38, en laissant la pièce 1 seule en appui sur le reposoir 70, figure 13. On ferme le four avec sa cloche 51 et on procède au traitement thermique. On observe que l'on a relevé le mannequin 30 verticalement sans autre manipulation que l'abaissement des bras radiaux 32, et dégagement de la pince 36 de la tige 35, figure 13.

[0018] Une fois le traitement thermique achevé, on ouvre le four et on descend le mannequin 30, figure 14. les bras radiaux glissent le long de la pièce 1, figure 14. En raison de l'état dilaté de la pièce 1, le calibre 8 s'introduit dans son alésage quand on descend le mannequin en dessous de la table supportant la pièce. Les bras 32 sont alors déployés et viennent en prise sous la pièce quand on soulève de nouveau le mannequin 30, figure 15. On entraîne ainsi l'ensemble de la pièce 1 équipée de son calibre 8 jusque vers la cuve de trempe non représentée ici. Après la trempe on dépose l'ensemble sur une table reposoir 50 pour retirer le calibre, figure 16. On descend le mannequin 30 sous la table reposoir 50 afin de permettre le relevage des bras radiaux 32, figure 17. On détache la pince d'accrochage 36 de la tige 35 et on soulève le mannequin 30. La pince 36 entraîne alors le calibre 8 par les câbles 38 et le cadre 31 par les câbles 37. On emporte enfin la pièce 1 calibrée vers d'autres traitements éventuels.

[0019] L'agencement du mannequin selon cette dernière mise en oeuvre offre l'avantage d'assurer un positionnement et un centrage corrects de l'outil de calibre 8 par rapport à la pièce 1 pendant toutes les phases du

processus sans avoir à intervenir spécifiquement sur l'outil 8. Cette solution est avantageuse par rapport à la première où l'on doit venir mettre en place l'outil de calibrage alors que la pièce est encore dans le four et à la température de traitement.

5

moyen d'accrochage (36) du mannequin (30) est amovible, entre une position où il est solidaire par une tige (35) au mannequin et une position où le mannequin est suspendu au moyen d'accrochage par des câbles (37) ou autres moyens équivalents.

Revendications

1. Procédé de calibrage d'une pièce cylindrique (1) après mise en forme par déformation plastique d'un matériau métallique présentant un retrait structural maximum à une température de retrait maximum comprise entre une première température et une deuxième température inférieure à la première, **caractérisé par le fait qu'il** comprend les étapes successives suivantes :
 - mise en place de la pièce (1) dans un four vertical,
 - positionnement d'un outillage de calibrage interne de diamètre supérieur à celui de la pièce lors de son retrait structural maximum, au droit de la pièce en dehors du four,
 - chauffage de la pièce (1) jusqu'à une première température,
 - descent et mise en place, à l'intérieur de la pièce, d'un outil de calibrage (8) interne de diamètre supérieur à celui du retrait structural maximum de la pièce,
 - transport de l'ensemble formé par la pièce et l'outil de calibrage jusqu'à une cuve de trempe
 - refroidissement de la pièce jusqu'à une température inférieure à ladite deuxième température,
 - extraction de l'outil de calibrage interne (8).
2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel on dispose la pièce (1) dans un four et on le chauffe jusqu'à une première température de traitement thermique ; après traitement, on met en place ledit outil de calibrage (8) sur la pièce (1) et on dispose l'ensemble dans un bac de trempe (9) ; on fait refroidir la pièce (1) jusqu'à ladite température inférieure.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dont le métal est un alliage Z5CNU17.
4. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes comprenant un mannequin (30) avec un cadre (31) pourvu de bras radiaux articulés (32, 33) formant supports de la pièce (1), un moyen d'accrochage (36) du mannequin (30), l'outil (8) de calibrage étant suspendu par des câbles (38) ou autres moyens équivalents audit moyen d'accrochage.
5. Dispositif selon la revendication précédente dont le

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

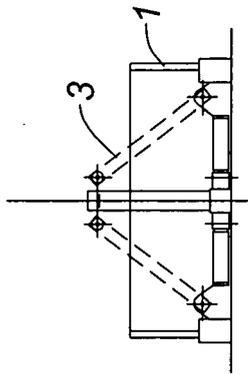


Fig. 1

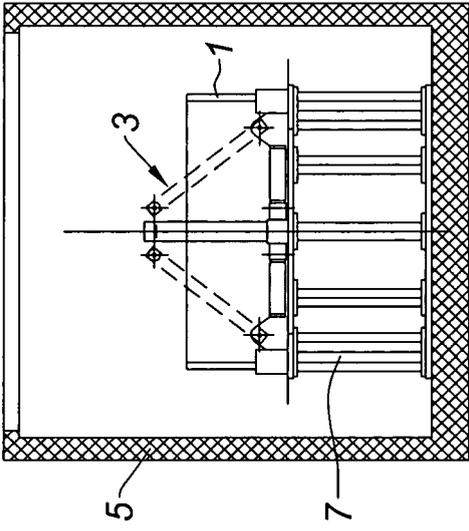


Fig. 2

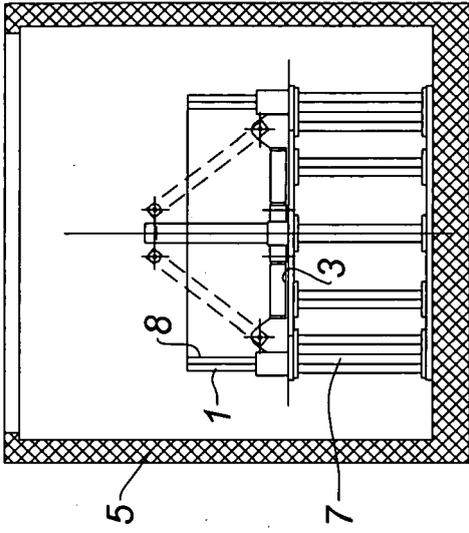


Fig. 3

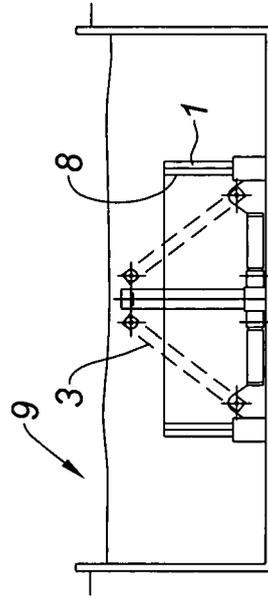


Fig. 4

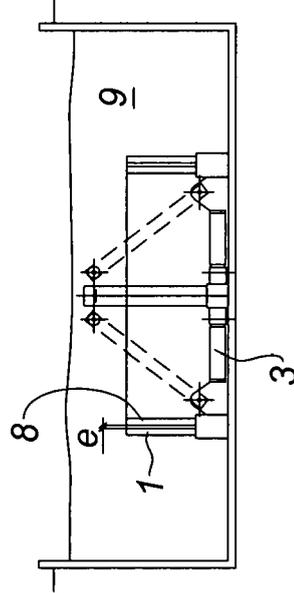


Fig. 5

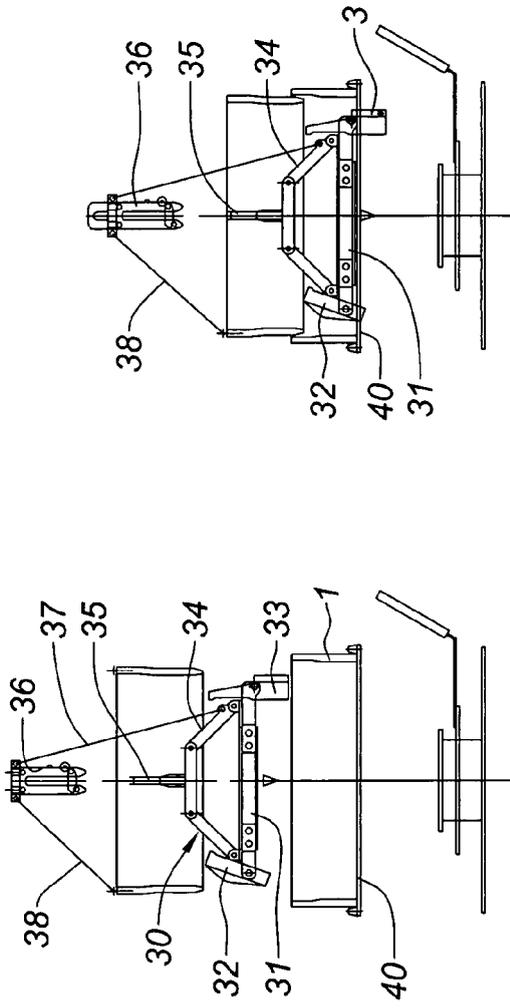


Fig. 6

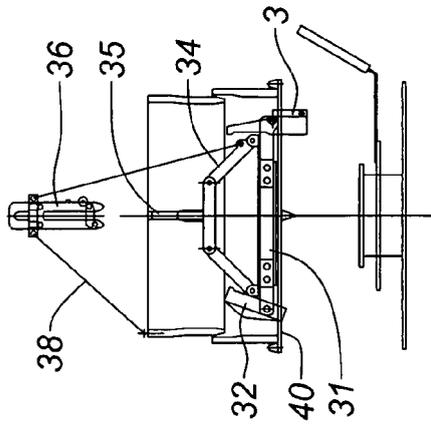


Fig. 7

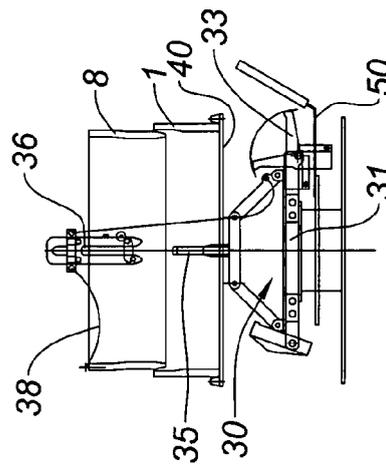


Fig. 8

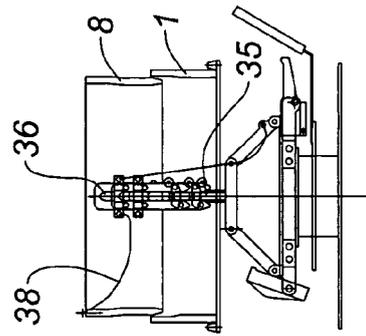


Fig. 9

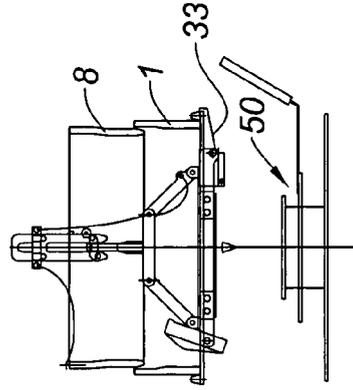


Fig. 10

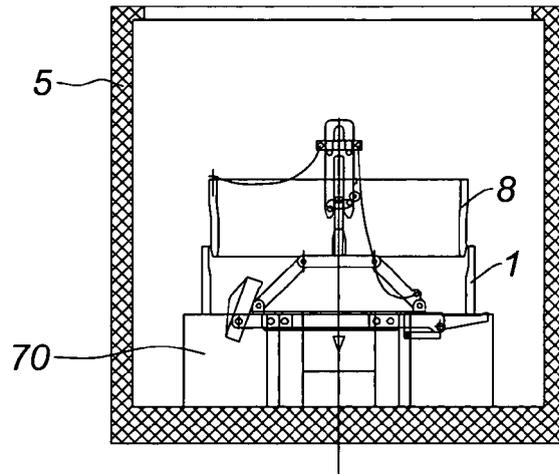


Fig. 11

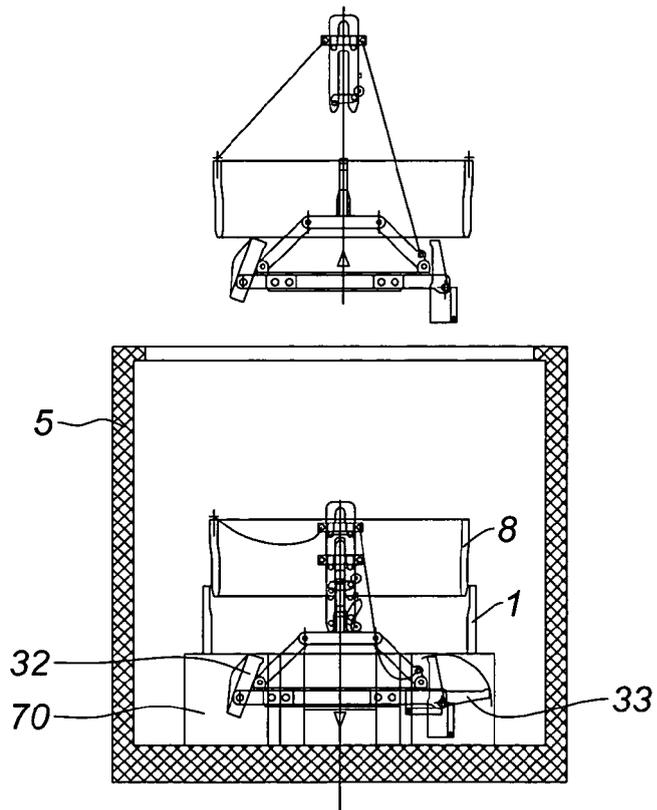


Fig. 12

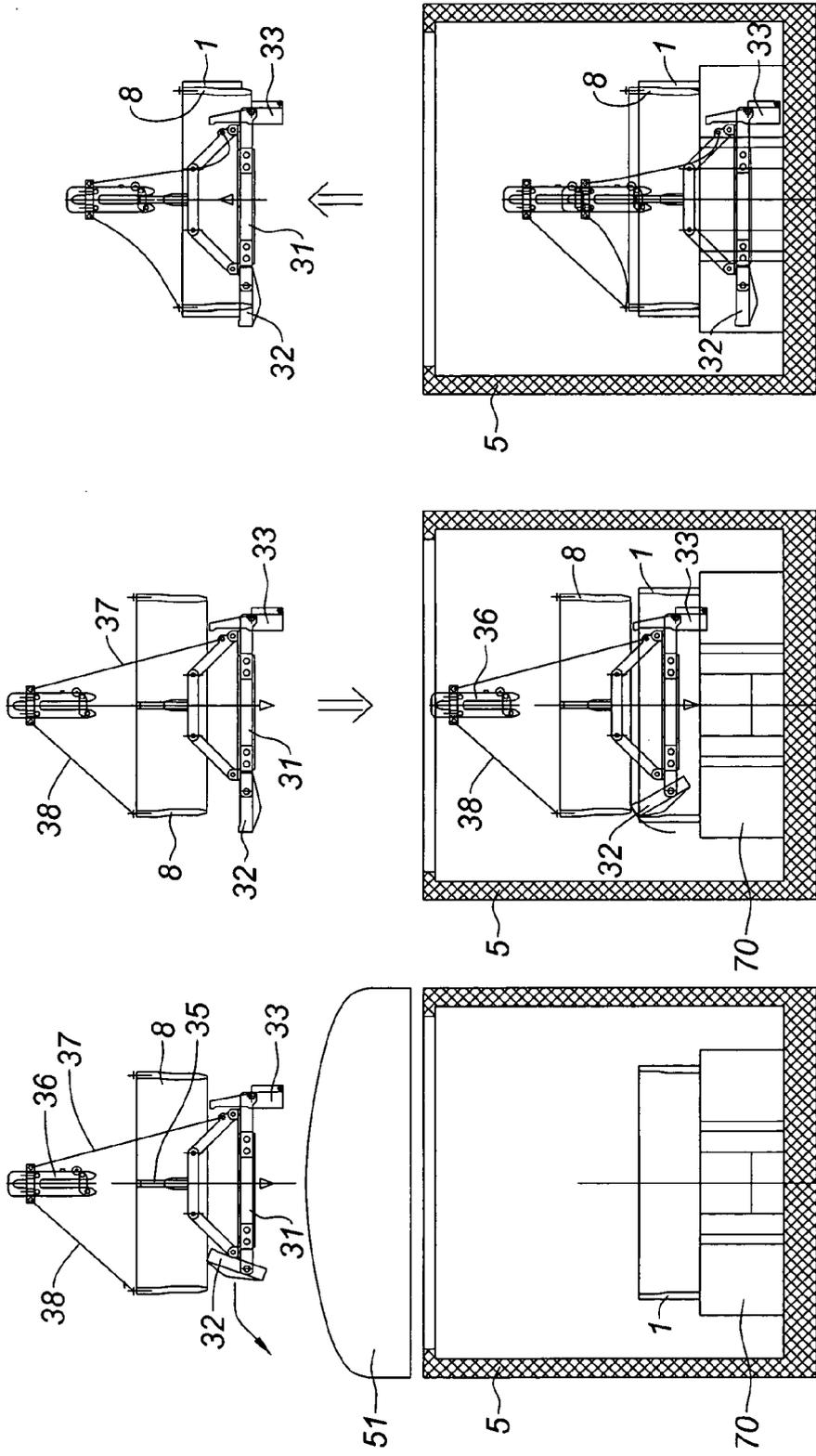


Fig. 15

Fig. 14

Fig. 13

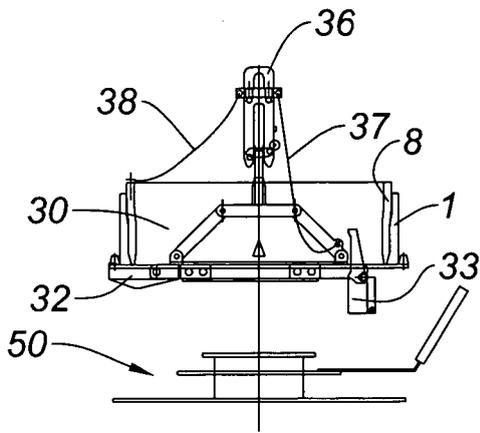


Fig. 16

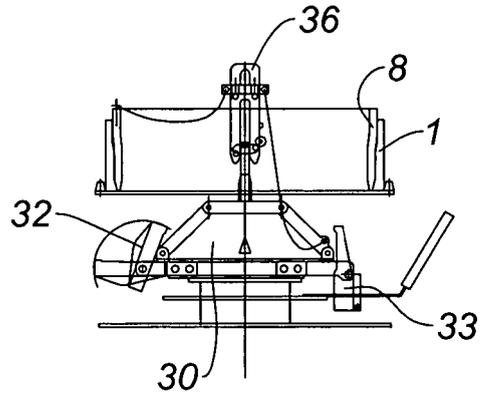


Fig. 17

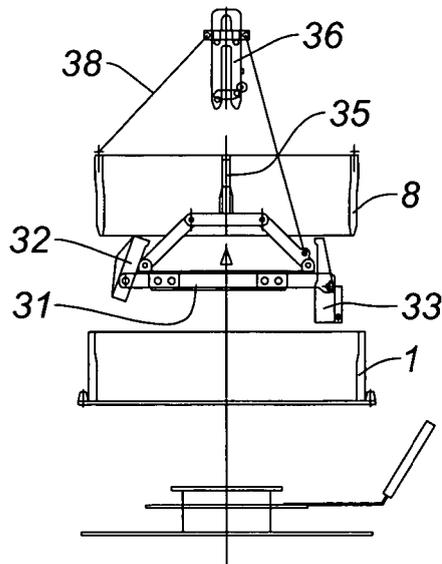


Fig. 18