



(11) **EP 1 582 278 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
17.01.2007 Bulletin 2007/03

(51) Int Cl.:
B21J 13/02 ^(2006.01) **B21J 9/20** ^(2006.01)
B21K 5/20 ^(2006.01) **B21K 3/04** ^(2006.01)
B23P 15/24 ^(2006.01) **B30B 15/02** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05102453.7**

(22) Date de dépôt: **29.03.2005**

(54) **Matrice de forgeage avec moyen de repérage**

Schmiedegesenk mit Positionierelementen

Forging die with locating means

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT

(30) Priorité: **29.03.2004 FR 0403230**

(43) Date de publication de la demande:
05.10.2005 Bulletin 2005/40

(73) Titulaire: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Lorieux, Alain**
95110 Sannois (FR)
• **Levy, Jean-Jacques**
75012 Paris (FR)
• **Lhomme, Daniel Gaston**
95550 Bessancourt (FR)

- **Planazet, Claude**
95100 Argenteuil (FR)
- **George, Pierre**
94200 Ivry sur Seine (FR)
- **Cougnaud, Camille, Auguste, Albert**
95640 Santeuil (FR)
- **Bourgeois, Alain, Paul**
92500 Rueil Malmaison (FR)

(74) Mandataire: **David, Daniel et al**
Cabinet Bloch & Associés
2, square de l'Avenue du Bois
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:
GB-A- 1 130 962 **US-A- 3 762 210**
US-A- 4 930 334

EP 1 582 278 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine du forgeage de pièces métalliques et en particulier de pièces de forme complexe et gauche, telles que des aubes de turbomachines de grande dimension.

[0002] Pour la fabrication de pièces métalliques, on met en oeuvre préférentiellement des techniques de forgeage quand elles doivent absorber des efforts importants en service. C'est le cas pour des aubes de compresseur ou de soufflantes de turboréacteur pour lesquels les efforts internes sont engendrés notamment par les vibrations et les forces centrifuges auxquelles elles sont soumises.

[0003] Le forgeage consiste à déformer plastiquement une barre de métal sous l'effet de chocs ou par l'application d'une pression. On procède généralement par étapes en formant des ébauches successives qui se rapprochent progressivement de la pièce finie. Le cas échéant, on achève le forgeage de la pièce par une phase de calibrage conduisant à des formes plus précises.

[0004] Plus précisément on forge la pièce en obligeant une ébauche de celle-ci à remplir par choc ou par pression, une empreinte gravée dans une matrice correspondant à la forme de la pièce à obtenir. Dans le cas du titane, sa contrainte d'écoulement dépendant fortement de la température, le forgeage s'effectue à chaud jusqu'à une certaine limite imposée par l'évolution structurale du matériau qui en altère les propriétés mécaniques.

[0005] Les opérations de matriçage sont généralement effectuées sur des presses mécaniques dont les matrices sont préchauffées. Dans ces conditions, le temps de forgeage est relativement court pour éviter un refroidissement trop rapide de la pièce et un échauffement trop élevé de la matrice par conduction thermique entre la pièce et elle-même dans la mesure où la température de l'outillage est différente de celle de la pièce. Par ailleurs, en raison du niveau élevé des contraintes qu'elle subit par le contact avec la pièce, on dépose un lubrifiant sur la gravure de la matrice pour faciliter l'écoulement de la matière et pour réduire les efforts de forgeage.

[0006] La présente invention concerne en premier lieu, la mise au point des outillages tels que les matrices présentées ci-dessus.

[0007] Le temps de réalisation de l'outillage, selon la méthode habituelle, est assez long car on doit procéder par retouches successives.

[0008] En effet, l'empreinte de la matrice n'a pas rigoureusement la forme et les dimensions de la pièce brute de forge à obtenir. Elle s'en écarte par des « termes correctifs » qui compensent les déformations élastoplastiques des outillages durant le forgeage. On ne sait pas exactement prévoir ces termes correctifs, et il est donc nécessaire de retoucher la matrice suite aux mesures effectuées sur les pièces d'essais obtenues. En forgeage dit « de précision », les surépaisseurs sont faibles, par exemple 0,8 mm, afin que la pièce finie puisse

être obtenue par un polissage à la bande abrasive de la pièce brute ou, le cas échéant notamment lorsqu'elle est en titane, par la combinaison d'un usinage chimique et d'un polissage par bande abrasive. C'est le cas par exemple de la pâle des aubes.

[0009] La mise au point d'une matrice de forge de précision est par conséquent longue et coûteuse, car elle nécessite de nombreuses retouches séparées par des essais de forgeage de pièces.

[0010] Lorsque la matrice est mise au point, c'est-à-dire lorsque les pièces d'essais brutes de forge obtenues ont la forme et les dimensions recherchées, cette matrice peut être mise en exploitation pour fabriquer des pièces de série. La matrice se dégrade progressivement en exploitation, et il devient nécessaire, par exemple au bout de 1000 à 5000 pièces selon le cas, de restaurer la matrice ou d'en utiliser une autre.

[0011] La restauration d'une matrice dégradée consiste, selon une première méthode, à recharger les zones où de la matière a été arrachée et à usiner et polir une nouvelle empreinte, c'est-à-dire à relaver par électroérosion la matrice. Selon une seconde méthode, on reconstitue entièrement par usinage l'empreinte après avoir éliminé la couche nitrurée (durcie par des traitements thermiques ou thermo-mécaniques superficiels) et enlevé une épaisseur de quelques mm de matière. On désigne cette technique par le terme de relavage. La restauration d'une matrice ou la fabrication d'une nouvelle matrice nécessitent les mêmes mises au point que la matrice initiale. Elles sont donc également longues et coûteuses.

[0012] L'invention a pour objectif un moyen permettant d'améliorer le contrôle de l'alignement des matrices afin d'optimiser le temps de mise au point pour forgeage de grandes séries de pièces.

[0013] Conformément à l'invention, la matrice de forgeage comportant sur une face, une empreinte de pièce à forger telle qu'une demi aube de turbomachine avec un moyen de contrôle d'alignement, est caractérisée par le fait qu'elle comporte sur ladite face un moyen formant repère selon deux directions par rapport auxquelles la position de ladite empreinte est définie, ledit moyen formant repère étant constitué de deux pastilles faisant saillie par rapport à ladite face et comportant chacune deux entailles définissant lesdites deux directions, et permettant ledit contrôle d'alignement.

[0014] De préférence les deux entailles sont disposées en croix.

[0015] Conformément à une autre caractéristique, les entailles sont disposées de manière à être parallèles deux à deux. En particulier les deux entailles sont alignées.

[0016] L'invention porte également sur un procédé de contrôle, après usinage des empreintes, de l'alignement de deux matrices l'une par rapport à l'autre. Selon ce procédé, on détermine la position des deux faces latérales de l'une des matrices par rapport au dit moyen formant repère et le cas échéant on rectifie l'une ou l'autre

des faces latérales de ladite matrice. En particulier, on détermine lesdites positions par palpement sur une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT).

[0017] L'invention porte aussi sur l'utilisation des dits moyens formant repère sur les matrices pour contrôler l'alignement des blocs matrices (lors de l'opération de forgeage dans le but d'enregistrer les mouvements relatifs d'une matrice par rapport à l'autre). Selon une utilisation préférée, on dispose un plot en matière malléable sur chacune des pastilles, on écrase les plots entre les pastilles des deux matrices et on vérifie les marques faites par les entailles sur les plots.

[0018] On connaît le document GB 1130963 qui porte sur une presse de forgeage avec contrôle de l'alignement entre les deux matrices de la presse. Ce contrôle est effectué par des moyens pneumatiques qui délivrent une pression fonction du déplacement horizontal d'une matrice par rapport à l'autre. Ce moyen n'a rien de connu avec celui de l'invention.

[0019] On décrit ci-après l'invention plus en détail en référence aux dessins annexés sur lesquels,

- la figure 1 représente un bloc matrice vu de dessus avec ces moyens formant repères,
- la figure 2 montre le détail d'une pastille formant repère,
- la figure 3 montre le montage d'un bloc matrice sur le plateau d'une presse,
- les figures 4A et 4B montrent les plots de contrôle entre les pastilles après écrasement.

[0020] On a représenté sur la figure un bloc matrice 10 de forgeage d'une aube de compresseur ou de soufflante d'un turboréacteur. La matrice est en forme de bloc à section rectangulaire dont la face principale 11 comprend ici l'empreinte E d'une demi aube. Cette face principale 11 est bordée par quatre faces latérales 12, 13, 14, 15. La forme de l'empreinte est définie par des moyens de calcul appropriés et est réalisée par usinage ou électroérosion ou tout autre moyen connu de l'homme de l'art. Elle est réalisée par exemple, soit sur un centre d'usinage à commande numérique, soit sur une machine à électroérosion (EDM). Sur le pourtour de l'empreinte une zone périphérique Ep est généralement ménagée pour la formation d'un cordon de bavure comme cela est connu dans le domaine. Le mode de réalisation de l'empreinte ne fait pas partie de l'invention. La gravure comprend un axe principal XX et au moins un point de référence P constituant l'origine d'usinage de l'empreinte. La géométrie de l'empreinte est ainsi définie par rapport à ces deux références longitudinale et transversale. Les faces latérales longitudinales 12 et 14 sont parallèles à l'axe XX. Les faces transversales 13 et 15 lui sont perpendiculaires.

[0021] La matrice complète de forgeage de la pièce comprend un deuxième bloc avec l'empreinte d'une demi-aube de forme complémentaire à la précédente. Pour le forgeage de la pièce, on place et on fixe les deux blocs

dans les plateaux d'une presse. Un plateau inférieur et un plateau supérieur. On dispose l'ébauche de la pièce à forger dans le bloc matrice inférieur et on actionne la presse. En se rapprochant les deux blocs déforment l'ébauche jusqu'à obtenir la pièce à la forme définie par les empreintes, avec une bavure complète sur son pourtour.

[0022] La qualité du forgeage dépend en partie du bon positionnement des deux empreintes l'une par rapport à l'autre au moment de la frappe. Celui-ci dépend à la fois du bon positionnement des empreintes dans leur bloc matrice respectif et du bon positionnement des deux blocs l'un par rapport à l'autre.

[0023] Le dispositif de l'invention permet de façon simple et efficace de parvenir à ce résultat.

[0024] Conformément à l'invention, on réalise par gravure, avec l'empreinte E, deux pastilles 21 et 23. Ces deux pastilles sont en saillie par rapport à la face supérieure 11 du bloc. Les deux pastilles sont en forme ici de disque mais elles peuvent avoir une autre forme. On a représenté sur la figure 2 une vue agrandie de la pastille 21, en perspective. Chaque pastille comprend deux entailles à angle droit 21L, 21T, et 23L, 23T respectivement.

[0025] Les deux entailles longitudinales 21L et 23L sont réalisées parallèlement à l'axe XX de l'empreinte, à une distance prédéterminée. Ici les deux entailles sont à une même distance de l'axe XX. Elles sont donc alignées. Les entailles transversales 21T et 23T sont perpendiculaires aux précédentes et chacune à une distance prédéterminée du point P de référence. Les positions de l'empreinte et des entailles sont ainsi parfaitement définies dans l'espace les unes par rapport aux autres.

[0026] Ces moyens 21 et 23 permettent d'effectuer, d'une part la vérification de la position de l'empreinte sur le bloc matrice et,

d'autre part la vérification visuelle du bon alignement des blocs matrices lors des opérations de forgeage.

[0027] Pour la première vérification, une fois la matrice usinée, on mesure par palpement par exemple sur une machine à mesurer tridimensionnelle MMT, la position des pastilles 21 et 23 par rapport aux faces latérales, 12, 14 et 13, 15. On vérifie ainsi, pour chacun des deux blocs matrices,

d'une part que les faces 12 et 14 sont bien parallèles à la direction des entailles 21L et 23L et à bonne distance de celles-ci,

d'autre part que les faces 13 et 15 sont bien parallèles à la direction des entailles 21T et 23T et à bonne distance de celles-ci.

[0028] Si un écart est constaté par rapport à la cote théorique sur l'une des deux matrices, on procède à une rectification sur une ou des faces latérales de l'une des matrices de manière à rendre lesdites distances identiques sur les deux blocs matrices.

[0029] Si un écart est constaté par rapport à la cote théorique sur chaque matrice, on procède à une rectification sur la matrice dont le défaut est le plus faible.

[0030] De cette façon on obtient des matrices dont les

empreintes sont alignées sans défaut. L'emploi de telles pastilles permet un contrôle rapide avec une grande précision de mesure.

[0031] Une fois réalisés, les blocs sont montés sur les plateaux de la presse. Le montage se fait par serrage des faces latérales des blocs contre des surfaces de butée B1 et B2. On a représenté schématiquement une vue de dessus d'un plateau 100 de presse. Par exemple le positionnement des faces latérales 12 et 14 est réglé par le moyen de cales dites « pentées » 31 et 32. Ces cales sont en forme de dièdres et sont disposées de manière à avoir deux faces parallèles et deux faces inclinées par rapport à ces dernières, en contact l'une contre l'autre. En déplaçant une cale par rapport à l'autre parallèlement à leur faces parallèles, on écarte ou rapproche ces dernières. Les deux cales sont en appui l'une contre la face latérale 14 du bloc l'autre contre une butée 110 solidaire du plateau. L'autre face latérale 12 du bloc vient en appui contre une butée 120 solidaire du plateau. Ce système à cales « pentées » permet donc de déplacer le bloc perpendiculairement aux faces 12 et 14 ; un réglage en position sur le plateau est ainsi possible dans une direction transversale. Des feuillards sont le cas échéant disposés entre la cale 120 et la face latérale 12.

[0032] Pour le réglage de la position dans le sens longitudinal, on dispose d'une vis qui s'appuie sur la face 13 et qui repousse le bloc contre une butée 130 solidaire du plateau. On peut ainsi régler aussi la position du bloc matrice dans la direction longitudinale. Un feuillard peut être placé si nécessaire, entre la face latérale 15 et la butée 150.

[0033] Pour contrôler la position respective des deux matrices, on procède de la façon suivante.

[0034] On dépose un plot PB en « plomb » ou autre matière malléable sur chacune des deux pastilles de la matrice inférieure et on fait descendre la matrice supérieure jusqu'à écrasement des deux plots.

[0035] On a représenté sur les figures 4A et 4B les deux plots après écrasement, en position entre les pastilles.

[0036] L'opérateur peut aisément vérifier que les entailles 21T (ou 23T) des deux pastilles supérieure et inférieure ne sont pas alignées dans l'exemple représenté. En rapportant le plot ainsi déformé dans un appareil de mesure, il peut déterminer avec précision la rectification à apporter dans la position longitudinale.

[0037] De même il vérifie en observant les entailles 23L (ou 21L) que les deux blocs ne sont pas correctement positionnés transversalement

[0038] On dispose ainsi de moyens de repérage précis et simples à mettre en oeuvre à partir desquels on peut apporter, le cas échéant, les corrections nécessaires à un bon positionnement des empreintes l'une par rapport à l'autre.

[0039] Ces moyens permettent de vérifier aussi les effets de rotation des matrices sous la contrainte de forgeage lors de la première utilisation des matrices, en procédant au contrôle avec les plots en même temps que

l'on procède à la frappe d'une pièce.

[0040] On procède à ce contrôle après chaque usinage ou ré-usinage de gravure, et pour chaque début de campagne de forgeage.

[0041] Les plots permettent enfin de contrôler l'écartement entre les matrices inférieure et supérieure après la frappe par rapport à l'épaisseur du cordon de bavure que l'on souhaite.

Revendications

1. Matrice de forgeage comportant sur une face, une empreinte de pièce à forger telle qu'une demi aube de turbomachine et un moyen de contrôle d'alignement, **caractérisée par le fait qu'elle** comporte sur ladite face un moyen formant repère selon deux directions par rapport auxquelles la position de ladite empreinte est définie, ledit moyen étant constitué de deux pastilles faisant saillie par rapport à ladite face et comportant chacune deux entailles définissant lesdites deux directions, et permettant ledit contrôle d'alignement.
2. Matrice selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** les entailles sont disposées de manière à être parallèles deux à deux.
3. Matrice selon la revendication 2 **caractérisée en ce que** les deux entailles sont alignées.
4. Procédé de contrôle après usinage des empreintes de l'alignement l'une par rapport à l'autre de deux matrices selon l'une des revendications précédentes, selon lequel on détermine la position des deux faces latérales de l'une des matrices par rapport au moyen formant repère et le cas échéant on rectifie l'une ou l'autre des faces latérales de ladite matrice.
5. Procédé selon la revendication précédente selon lequel on détermine lesdites positions par palpement sur une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT).
6. Utilisation des moyens formant repère sur les matrices selon l'une des revendications 1 à 3 pour contrôler l'alignement des blocs matrices au montage dans la presse de forgeage.
7. Utilisation selon la revendication précédente d'une matrice selon l'une des revendications 1 à 3 selon laquelle on dispose un plot en matière malléable sur chacune des pastilles, on écrase les plots entre les pastilles des deux matrices et on vérifie les marques faites par les entailles sur les plots.

Claims

1. A forging die including on one face, a half-imprint of a part to be forged such as a blade of a turbine engine and a means for checking alignment, **characterized by** the fact that it includes on said face, a means forming a marking along two directions relatively to which the position of said imprint is defined, said means consisting of two pads protruding relatively to said face and each including two notches defining said two directions and enabling said checking alignment. 5
2. The die according to claim 1, **characterized by** the fact that the notches of which are positioned so as to be parallel two-by-two. 15
3. The die according to claim 2, **characterized by** the fact that both notches of which are aligned. 20
4. A method for checking after machining the imprints of the alignments of two half-dies, according to which the position of two side faces of the die is determined relatively to the means forming a marking according to any of the preceding claims, and if need be, either one of the side faces of one the dies is rectified. 25
5. The method according to the preceding claim according to which said positions are determined by probing on a three-dimensional measuring machine (TMM). 30
6. The use of means forming a marking on the dies according to any of claims 1 to 3 for checking alignment of the die blocks upon mounting them in the forging press. 35
7. The use according to the preceding claim of a die according to claims 1 to 3, according to which a stud in malleable material is positioned on each of the pads, the studs between the pads of both dies are crushed and the markings made by the notches on the studs are checked. 40

Steuern der Ausrichtung ermöglichen.

2. Gesenk gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einkerbungen derart angeordnet sind, dass sie paarweise parallel sind.
3. Gesenk gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Einkerbungen fluchten.
4. Verfahren zum Steuern, nach maschineller Bearbeitung der Einprägungen, der gegenseitigen Ausrichtung zweier Gesenke gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Position der zwei Seitenflächen eines der Gesenke bezüglich des eine Markierung bildenden Mittels bestimmt wird, und gegebenenfalls die eine oder die andere der Seitenflächen des Gesenks berichtigt wird.
5. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei diese Positionen mittels Abtastens auf einer Maschine zum dreidimensionalen Vermessen (MMT) bestimmt werden.
6. Verwendung der eine Markierung bildenden Mittel bei den Gesenken gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Steuern der Ausrichtung von Gesenk-Blöcken bei der Montage in der Schmiede-Presse.
7. Verwendung gemäß dem vorhergehenden Anspruch eines Gesenks gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein Kontaktstück aus formbarem Material auf jeder der Pastillen angeordnet wird, die Kontaktstücke zwischen den Pastillen der zwei Gesenke zusammengedrückt werden, und die von den Einkerbungen auf den Kontaktstücken erzeugten Markierungen verifiziert werden.

45

Patentansprüche

1. Schmiedegesenk, welches an einer Seite eine Einprägung für ein zu schmiedendes Teil, wie eine Turbinen-Halb-Schaufel, und ein Mittel zum Steuern einer Ausrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** es an dieser Seite ein Mittel aufweist, welches entlang zweier Richtungen, bezüglich welcher die Position der Einprägung definiert ist, eine Markierung bildet, wobei dieses Mittel aus zwei Plättchen gebildet ist, welche bezüglich dieser Seite vorstehen, und jeweils zwei Einkerbungen aufweisen, welche die zwei Richtungen definieren, und das 50

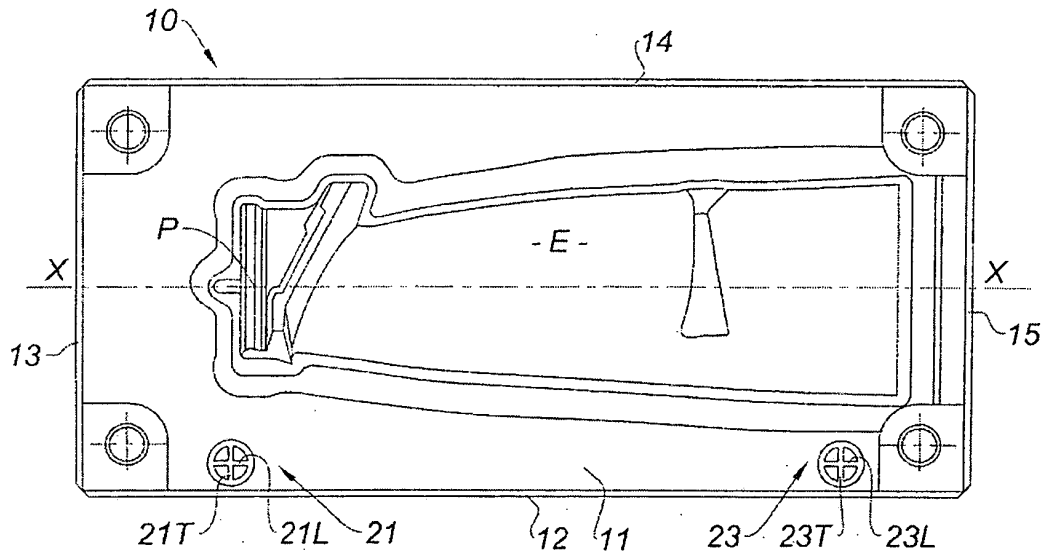


Fig. 1

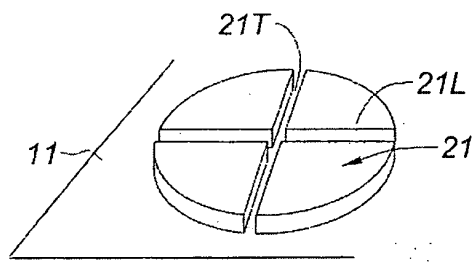


Fig. 2

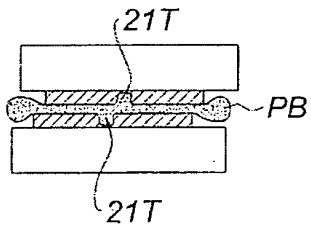


Fig. 4A

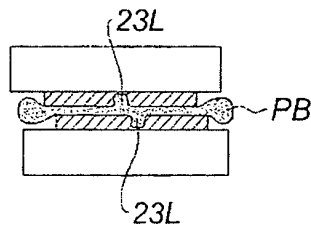


Fig. 4B

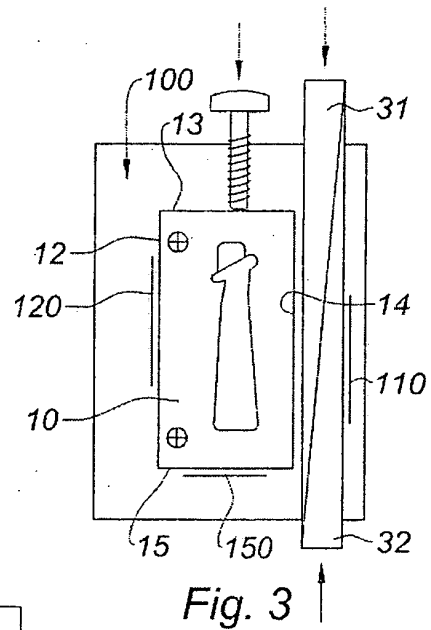


Fig. 3