



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 683640 A5

⑤① Int. Cl.⁵: G 01 D 5/12
G 01 D 5/20

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑫① Numéro de la demande: 2348/90

⑫② Date de dépôt: 13.07.1990

⑫④ Brevet délivré le: 15.04.1994

⑫⑤ Fascicule du brevet
publié le: 15.04.1994

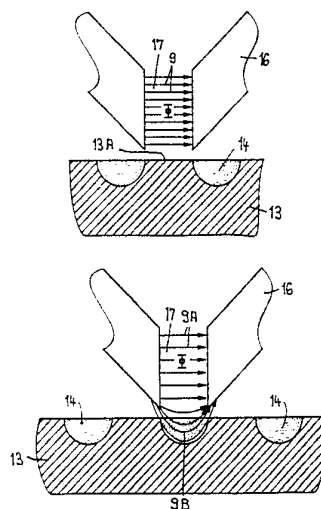
⑦③ Titulaire(s):
Vibro-Meter S.A., Fribourg

⑦② Inventeur(s):
Schmid, Felix, Belfaux
Feichtinger, Heinrich K., Hinteregg

⑦④ Mandataire:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern

⑤④ Dispositif de mesure sans contact de déplacement et/ou de la position d'une pièce mobile et procédé de fabrication de ce dispositif.

⑤⑦ La mesure comprend le balayage d'une série de marques ferromagnétiques (14) produites par échauffement très localisé d'une pièce (13) en un matériau amagnétique tel que l'acier austénitique stabilisé par un metalloïde en solution interstitielle. Le déplacement, la vitesse et/ou l'accélération linéaires ou angulaires d'une pièce (13) par rapport à une autre pièce (16) peuvent être mesurés.



Description

La présente invention concerne un dispositif de mesure, selon le préambule de la revendication 1.

Une pièce comporte au moins une tête de lecture et l'autre consiste, au moins dans la partie située face à la tête de lecture, d'une structure non magnétique ou spécifiquement d'un acier à structure austénitique et qui porte ledit motif.

La publication EP-A1 0 027 308 divulgue un système d'échelle magnétique pour mesure de déplacement, comportant un fond plat magnétique et localement magnétisé, par exemple consistant en un alliage de fer, de chrome et de cobalt.

Le brevet français FR-A 2 030 713 décrit un dispositif de mesure micrométrique utilisant une bande magnétique classique, bien connue, comportant des informations magnétiques espacées.

Finalement, le bulletin d'information IBM Vol. 6, no. 2, juillet 1963, mentionne le fait qu'on peut rendre un matériau non magnétique tel que du nickel revêtu de Kanigan, magnétique en le chauffant à environ 400°C.

Le but de l'invention est un dispositif de mesure plus simple que les systèmes connus et qui évitent les désavantages et inconvénients de ceux-ci.

Le dispositif et le procédé de fabrication du dispositif selon l'invention font l'objet des revendications indépendantes tandis que les modes d'exécution spéciaux sont définis dans les revendications dépendantes.

Une exécution préférée de l'invention sera d'abord décrite en termes généraux.

La stabilité de la structure austénitique étant assurée par la présence d'un métalloïde en solution interstitielle, le motif de propriétés magnétiques différentielles est réalisé par un échauffement local d'une intensité élevée qui provoque un appauvrissement de ce métalloïde dans la zone chauffée destabilisant ainsi localement la structure austénitique amagnétique au profit d'une structure ferritique ferromagnétique. Si le motif dans la surface de l'une des deux pièces consiste par exemple en une suite de zones austénitiques amagnétiques et des zones ferritiques ferromagnétiques, il est possible de mesurer, par incrément, le déplacement de la pièce mobile à l'aide d'un compteur réversible (connu en soi) comptant les impulsions produites par le passage de la tête de lecture sur le motif (fig. 1).

Une autre caractéristique de l'invention consiste en ce que par dérivation successive du déplacement par rapport au temps, il est possible de déterminer vitesse et accélération de la pièce mobile.

De plus si le motif est composé d'un codage particulier, il est possible, à l'aide de têtes de lecture multiples, de connaître la position absolue de la pièce mobile.

Le motif peut être sur une tige pour détecter des déplacements linéaires ou sur un disque pour détecter des déplacements angulaires.

Le codage mentionné ci-dessus ne se limite pas seulement à connaître des grandeurs telle que position, vitesse ou accélération mais permet aussi de coder l'organe de la machine qui envoie le signal par exemple: numéro du verin ou de la vanne, nu-

méro du capteur, course maximale ou autres paramètres qui permettent d'identifier le dispositif. Un code de sécurité peut aussi être nécessaire pour confirmer que l'échelle de mesure soit accouplée avec la tête de lecture adéquate. Ce codage, sous forme binaire peut être apporté soit en parallèle à l'échelle, soit en début ou en fin de course du dispositif mobile.

Il existe des procédés de mesure où l'information magnétique est réalisée en appliquant par exemple une bande magnétique à la surface de l'une des pièces. Or un tel support ne peut être rajouté que s'il ne perturbe pas la fonction ou le fonctionnement de cette pièce, ce qui serait le cas par exemple si cette pièce est la tige d'un piston hydraulique ou pneumatique.

D'autre part il existe un procédé évitant l'inconvénient mentionné qui ne nécessite pas l'apport d'un support de motif magnétique à la surface de ladite pièce, ce procédé consiste en ce que la surface est composée d'un acier ferromagnétique usuel qui est traité par un faisceau laser produisant un échauffement local créant ainsi des zones par exemple sous forme de points ou de traits perpendiculaires à la direction du déplacement des pièces, ces zones ayant des propriétés magnétiques différentes de celles du fond.

Avec ce procédé on constate que les zones de transition sont moins marquées et qu'il est difficile de lire l'information sur ce fond magnétique.

L'invention a pour but d'éviter ces inconvénients en utilisant un fond non magnétique réalisé par l'utilisation d'un acier austénitique, dans la surface duquel est créé un marquage ou motif à structure ferritique ferromagnétique, ce qui permet de détecter de telles zones facilement.

Il est prévu d'apporter un tel marquage au moyen d'un échauffement très localisé ce qui est possible avec un faisceau laser, un faisceau d'électrons, un faisceau d'ions, par un arc électrique ou une décharge électrique de courte durée ou autres. Par cette technique la largeur et la profondeur d'une marque sont normalement du même ordre de grandeur. Le fait que l'invention prévoit une structure de base non magnétique, permet de lire des marques très fines et très denses et par conséquent une très haute résolution du procédé de mesure.

Un autre avantage de l'invention consiste dans le fait que la pièce comportant le motif ferromagnétique peut faire partie intégrante d'un dispositif de machine.

Il est bien connu que certains éléments d'alliage du fer ont une action forte sur sa structure, provoquant la stabilisation soit de la structure ferritique soit de la structure austénitique. Ces éléments sont de préférence l'azote et le carbone en solution interstitielle dans le fer. Ces deux éléments possèdent une action très marquée sur l'élargissement du champ d'existence de l'austénite. C'est pour cela que des aciers en teneur élevée d'azote ont été élaborés pendant la deuxième guerre mondiale pour épargner le nickel rare.

L'addition du métalloïde aux aciers a aussi d'autres raisons: le carbone ainsi que l'azote, en

solution interstitielle, augmentent la dureté respectivement la limite élastique et la résistance à la traction des aciers, mais contrairement au carbone l'addition de l'azote n'est pas accompagnée d'une aussi grande perte de ténacité.

C'est pour cela qu'en utilisant un acier inox contenant par exemple 18% de chrome, 18% de manganèse, et en ajoutant 0,5% d'azote et moins de 0,05% de carbone, il est possible de réaliser un acier dont la combinaison de résistance à la traction et ténacité représente pratiquement un maximum possible aujourd'hui.

Si la teneur en azote est inférieure de 0,45–0,48%, la structure austénitique est remplacée par une structure ferritique, ou, respectivement, l'austénite se transforme en ferrite lorsque l'azote est enlevé, par exemple par diffusion, par suite d'un chauffage local.

En plus, l'azote a pour effet d'augmenter la dureté par écrouissage et la résistance à la corrosion, ce qui fait qu'un tel acier est tout à fait utilisable dans un dispositif mécanique fortement sollicité.

Une autre propriété des éléments métalloïdes carbone et azote consiste dans le fait que leur dissociation et solution interstitielle, à cause de leur volume atomique relativement petit, leur coefficient de diffusion est bien supérieur à la plupart des éléments d'alliage du fer, ce qui facilite la production des marques formant le motif ferromagnétique.

Les alliages non magnétiques à forte teneur de chrome ont de plus une propriété bien intéressante qui diffère du comportement de solubilité normale des gaz dans les métaux. Normalement la solubilité d'un gaz dans un métal augmente avec la température et spécialement en passant de l'état solide à l'état liquide, avec l'azote dans ces alliages c'est le contraire: sa solubilité diminue avec l'augmentation de la température dans l'état solide, elle diminue de plus pendant le procédé de fusion et elle continue de diminuer aussi avec la surchauffe du métal liquide.

L'efficacité de la formation de marques magnétiques dans le fond amagnétique par chauffage peut encore être augmentée si l'on crée une différence de concentration du métalloïde à la surface de la pièce. Cela veut dire que, si l'on enlève constamment de la surface chauffée le métalloïde libéré sous l'influence de la chaleur, on augmente la vitesse de diffusion vers cette surface. Cet enlèvement peut être accompli en donnant au métalloïde libéré l'occasion de quitter la zone superficielle chauffée, en créant une atmosphère pauvre en métalloïde, par exemple, dans le cas de l'azote, soit un vide soit une atmosphère de gaz inerte ne contenant pas d'azote, et dans le cas de carbone, une atmosphère oxydante apte à transformer le carbone en CO ou CO₂ mais pas assez agressive pour provoquer une oxydation notable de la surface entière, soit une atmosphère réductrice (H₂) pour transformer le carbone en méthane ou similaires.

L'invention sera expliquée plus en détail encore en faisant référence au dessin dans lequel:

les fig. 1A et 1B montrent schématiquement le principe de fonctionnement de l'invention,

la fig. 2 représente une première application du procédé (premier dispositif) selon l'invention,

la fig. 3 est une seconde application du procédé de l'invention (second dispositif),

la fig. 4 est une troisième application du procédé de l'invention (troisième dispositif), et

la fig. 5 représente une application de mesure angulaire (quatrième dispositif).

Les fig. 1A et 1B montrent très schématiquement le principe de détection de codages selon l'invention.

Lorsque l'entrefer 17 d'une tête de lecture 16, faisant partie d'un circuit magnétique, placée au-dessus d'une pièce en acier austénitique amagnétique 13 et plus précisément au-dessus d'une région non marquée 13A, le champ magnétique Φ représenté par les lignes de force magnétique 9, a une certaine force donnée. Par contre, lorsque l'entrefer 17 se trouve au-dessus d'un marquage ferritique ferromagnétique 14, une partie 9B des lignes magnétiques dans l'entrefer 17 sont déviées dans le marquage 14. Les lignes magnétiques 9A restant dans l'entrefer 17 ont une densité moindre ce qui crée dans la tête de lecture 16 un changement du flux magnétique détectable par un enroulement électrique approprié.

Dans la fig. 2, on a représenté le cas où l'on veut mesurer le déplacement ou bien la vitesse ou l'accélération du déplacement linéaire selon la flèche 11 de deux pièces 10 et 12 dont l'une est mobile par rapport à l'autre. La pièce 12 comporte une zone amagnétique en acier austénitique 13 dont la surface présente des marques ferromagnétiques 14 en acier ferritique, formant un motif prédéterminé et étant produites par échauffement local de la surface de la pièce 12.

La pièce 10 comporte une tête de lecture magnétique 16 dont l'entrefer 17 est dirigé vers le motif magnétique des marques 14. Lors du déplacement de la pièce 10 par rapport à la pièce 12, les marques ferromagnétiques 14 produisent une variation de l'induction dans l'entrefer 17 produisant ainsi une perturbation dans le circuit magnétique de la tête 16. Cette perturbation peut être détectée au moyen d'éléments sensibles aux variations de champ magnétique, par exemple un élément de Hall ou une magnétorésistance en association avec un aimant permanent. Le signal analogique sortant de la tête 16 est transformé en impulsions électriques, par exemple au moyen d'un trigger de Schmidt 18. Ces impulsions électriques sont ensuite transmises à une électronique de comptage 19. Le nombre de ces impulsions ou leurs dérivées par rapport au temps détermine la valeur du déplacement ou sa vitesse ou accélération, respectivement.

La fig. 3 représente une seconde application pratique. Les marques 14 forment partie d'une tige de piston 24 qui est reliée à un piston 22 se déplaçant dans un cylindre hydraulique 20 selon la flèche 11. La tige 24 peut être raccordée à d'autres éléments mécaniques par l'œillet 26. La tête de lecture 16 coopère avec les marques 14 de manière décrite ci-dessus.

On a représenté dans la fig. 4 la commande de

position d'une vanne 30 insérée dans une canalisation 32. L'activateur hydraulique, pneumatique, électrique ou mécanique 28 commande la tige de vanne 24 qui comporte le motif ferromagnétique dont le déplacement selon la flèche 11 est lu par la tête de lecture 16. Par comptage des impulsions créées par le déplacement des marques 14 par rapport à la tête 16, on peut déterminer à distance l'état d'ouverture de la vanne.

La fig. 5 montre enfin la détermination de la position ou de la vitesse d'un arbre 36 qui comporte, à cette fin, un disque 34 austénitique présentant des marques ferromagnétiques. Le mouvement de l'arbre 36 est selon la flèche 38.

La somme de toutes les propriétés décrites auparavant permet de réaliser le but de l'invention, c'est-à-dire la production d'un motif localement ferromagnétique contre un fond non magnétique.

Revendications

1. Dispositif de mesure pour mesurer, sans contact, le rapport linéaire ou angulaire d'une pièce mobile envers une autre pièce par lecture d'un motif ferromagnétique, caractérisé en ce qu'il comprend un motif ferromagnétique sur un fond non magnétique, faisant partie d'une des deux pièces dont l'une est mobile par rapport à l'autre, et au moins une tête de lecture magnétique incorporée à l'autre pièce, agencée pour détecter ledit motif ferromagnétique, et en ce que le fond non magnétique de la pièce comportant le motif ferromagnétique, est un acier austénitique amagnétique et que ledit motif ferromagnétique est constitué par des zones créées par diffusion d'un métalloyde en solution interstitielle dans le fer.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le motif ferromagnétique fait partie intégrante d'un dispositif de machine.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte en plus un codage de données additionnelles, autres que le rapport de déplacement d'une pièce par rapport à l'autre, ce codage de données additionnelles comprenant un motif ferromagnétique sur un fond non magnétique.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le codage de données additionnelles est un codage d'identification.

5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le codage de données additionnelles est un codage de sécurité.

6. Procédé de fabrication du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le motif ferromagnétique est obtenu par un traitement thermique localisé selon le motif désiré, du fond en acier austénitique stabilisé par le métalloyde en solution interstitielle dans le fer.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le métalloyde est l'azote en solution interstitielle.

8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le métalloyde est le carbone en solution interstitielle.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que la surface lo-

calement chauffée de l'acier austénitique est tenue en contact avec une atmosphère pauvre en métalloyde, ce dernier quittant la zone chauffée par diffusion suivie d'une migration dans ladite atmosphère.

10. Procédé selon les revendications 7 et 9, caractérisé en ce que ladite atmosphère présente une basse pression partielle en azote, soit par la présence d'un vide soit par celle d'un gaz inerte autre que l'azote.

11. Procédé selon les revendications 8 et 9, caractérisé en ce que ladite atmosphère présente une pression partielle d'oxygène apte à transformer le carbone transporté par diffusion à la surface, en monoxyde de carbone, mais pas assez agressive pour provoquer une oxydation substantielle de la surface de l'acier.

12. Procédé selon les revendications 8 et 9, caractérisé en ce que ladite atmosphère contient une pression partielle d'hydrogène qui transforme le carbone, transporté par diffusion à la surface, en méthane.

13. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit traitement thermique local est produit par un faisceau laser.

14. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit traitement thermique local est produit par un faisceau d'électrons.

15. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit traitement thermique local est produit par un faisceau d'ions.

16. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit traitement thermique local est produit par un arc électrique.

17. Procédé selon les revendications 6 et 16, caractérisé en ce que ledit traitement thermique local est produit par une décharge électrique de brève durée.

FIG.1A

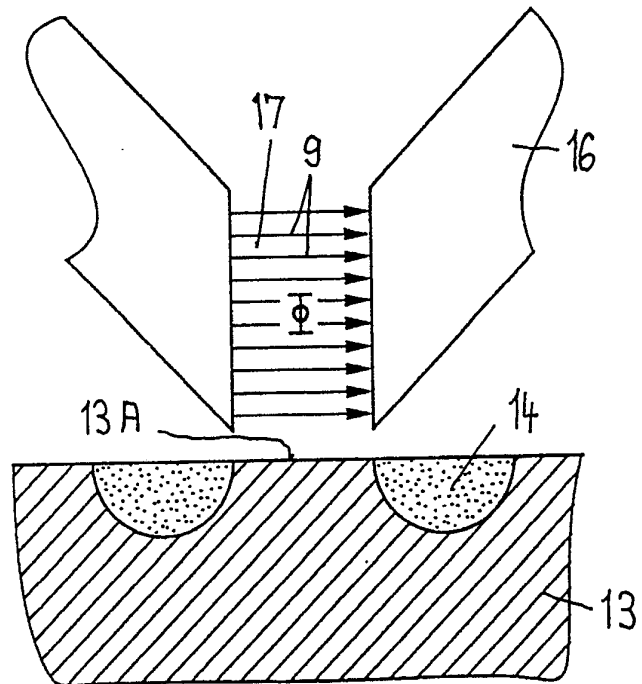


FIG.1B

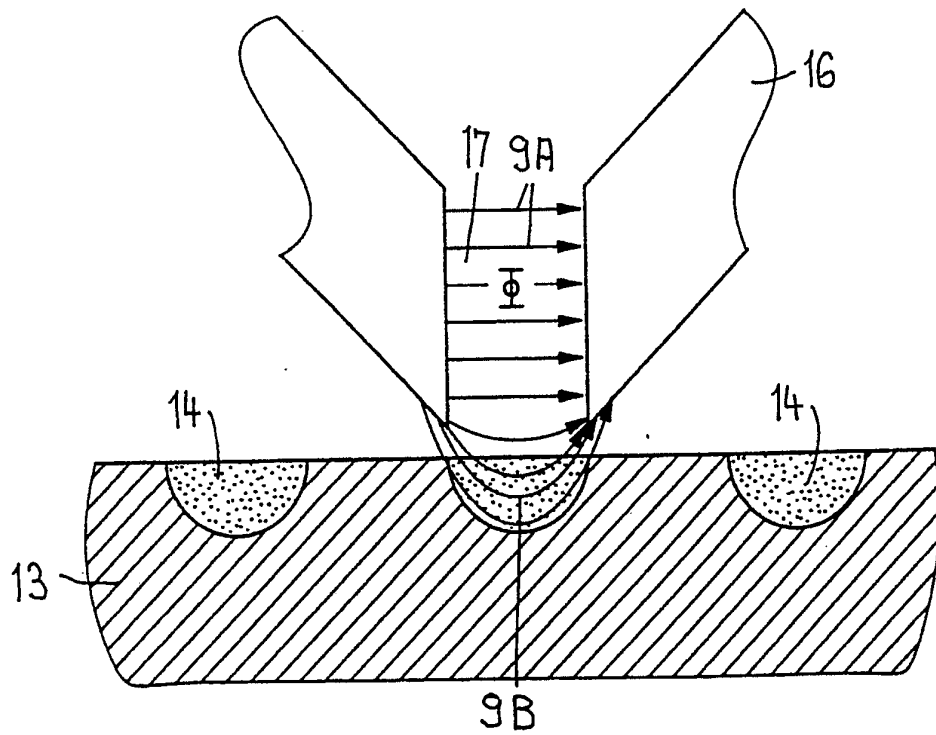


FIG. 2

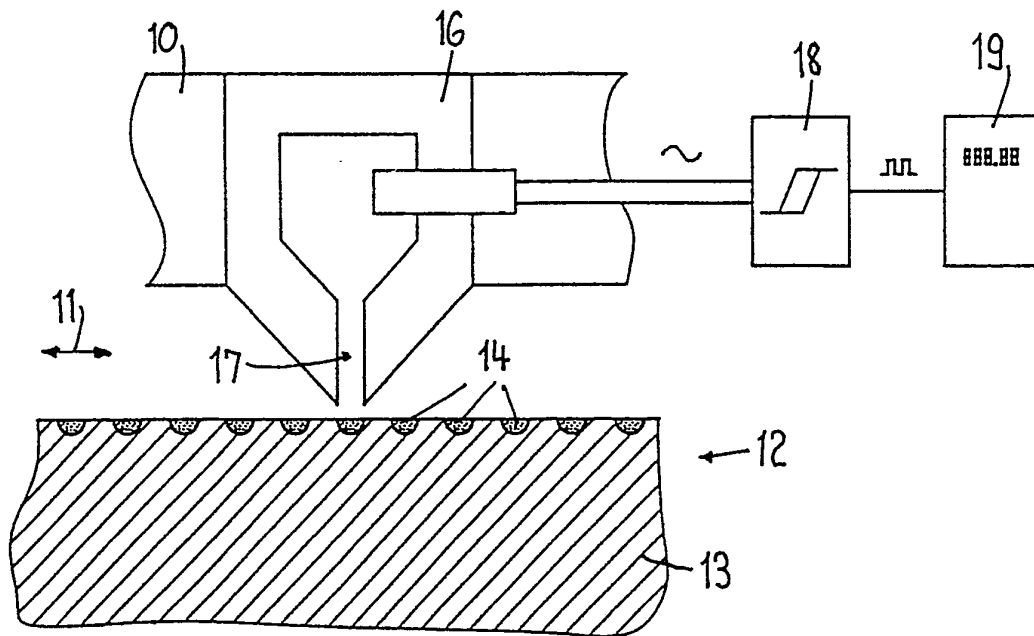


FIG. 3

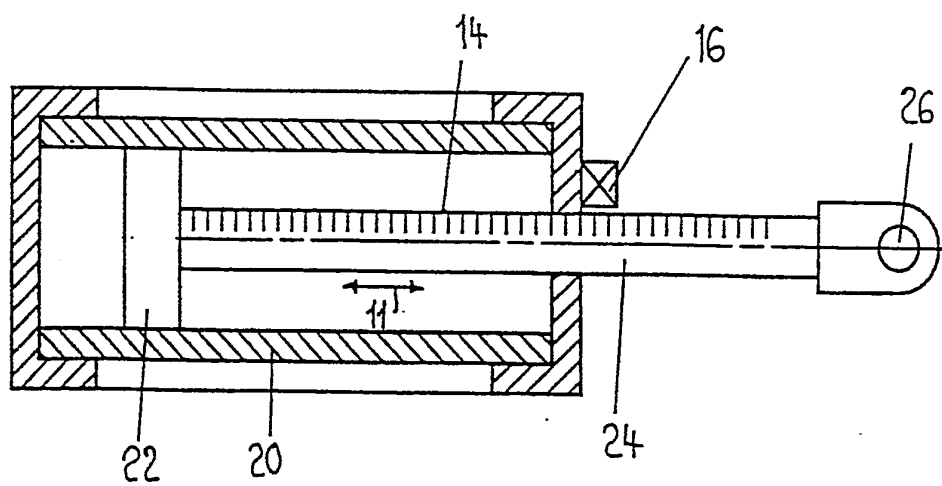


FIG. 4

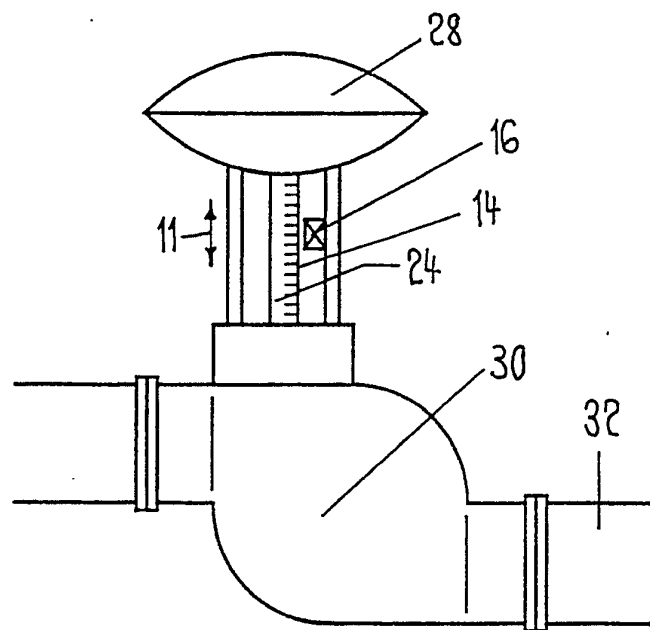


FIG. 5

