(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 616 901**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **87 08736**

(51) Int Cl⁴ : G 01 B 5/30, 5/14; G 01 L 1/00; G 01 N 3/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 22 juin 1987.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 51 du 23 décembre 1988.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES, Etablissement Public de l'Etat.* — FR.

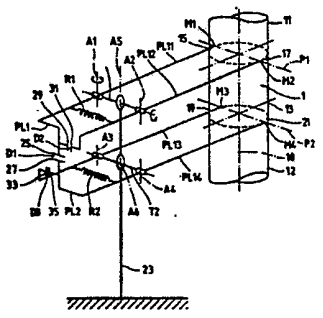
(72) **Inventeur(s) :** Humbert Policella.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Netter.

(54) Extensomètre multi-axial, en particulier extensomètre tri-axial.

(57) Sur une éprouvette 1, on fixe deux pinces PL1, PL2. Les mâchoires des deux pinces s'appuient sur l'éprouvette en deux points qui sont diamétralement opposés, pour enserrer parfaitement l'éprouvette et un faible effort de serrage est suffisant pour éviter tout mouvement de glissement. Les deux bras de chaque pince sont articulés à rotation sur une traverse T1, T2 autour d'axes distincts perpendiculaires au plan de mesure associé à la pince et sensiblement équidistants du point d'enserrement de la mâchoire associée. Les traverses T1, T2 sont à leur tour articulées à rotation sur un organe support 23, autour d'axes distincts, contenus dans leur plan de mesure respectif, et perpendiculaires aux premiers axes. Les moyens de mesure comprennent des détecteurs capacitifs pour déterminer la translation horizontale et verticale des plans de mesure ainsi que leur rotation relative.



R 2 616 901 A1

Extensomètre multi-axial, en particulier extensomètre tri-axial

L'invention est du domaine de l'étude des propriétés mécaniques des matériaux. Elle concerne un dispositif d'extensométrie permettant, par exemple, de mesurer simultanément trois composantes de la déformation subie par un échantillon de matériau, ou éprouvette, sollicité en traction-torsion ou en compression-torsion, et soumis à des essais de fatigue, à température ambiante ou à chaud. L'invention trouve des applications dans les installations d'étude du comportement des matériaux, en vue de la prévision de leur durée de vie dans les conditions réelles de sollicitation.

Lorsqu'un échantillon, se présentant la plupart du temps sous la forme d'une éprouvette tubulaire, est soumis à des sollicitations bi-axiales de traction-torsion ou de compression-torsion ou à des sollicitations de pression interne, le dispositif extensométrique doit être capable de fournir simultanément les déformations longitudinales et radiales ainsi que l'angle de torsion avec une grande précision. Enfin, l'implantation sur l'éprouvette des moyens nécessaires à la mesure de ces déformations ne doit pas modifier les caractéristiques propres du matériau et, dans le cas d'essai de matériaux portés à haute température, ces moyens de mesure doivent présenter une excellente tenue mécanique.

Certains appareils connus permettent de mesurer directement les déformations, par mise en oeuvre de jauges de contrainte, collées ou soudées sur l'éprouvette. Cette solution ne répond pas au problème posé, notamment parce que la tenue en température des jauges, limitée à une centaine de degrés, est insuffisante.

On connaît aussi des extensomètres mécaniques qui visent à déterminer simultanément deux composantes de la déformation subie par une éprouvette sous sollicitation bi-axiale (traction-torsion). Ces dispositifs mettent en oeuvre des systèmes mécaniques de découplage des mesures (lames élastiques munies de jauges) soudés à l'éprouvette, ou encore ancrés au moyen de couteaux ou de mors à arêtes effilées serrés très fortement pour éviter tout mouvement de glissement. Ces dispositifs ne donnent pas non plus satisfaction, car les systèmes de découplage sont le siège d'interactions qui faussent les mesures et limitent la fréquence des sollicitations que l'on peut appliquer. De plus, les dispositifs d'ancrage laissent sur le matériau des empreintes qui modifient ces caractéristiques mécaniques, et peuvent même amorcer des fissures entraînant la rupture anticipée de l'éprouvette.

Il a encore été proposé de mesurer les déformations subies par une éprouvette, au moyen d'extensomètres équipés de détecteurs de déplacement sans contact, tels que des détecteurs optiques. Ces détecteurs ne comportent pas de liaison mécanique avec l'éprouvette, mais nécessitent le collage de mires, ou l'usinage de repères, pour pouvoir détecter les déplacements de deux points délimitant la base de mesure. Là encore, le problème posé n'est pas résolu de manière entièrement satisfaisante, car le positionnement des mires est difficile à effectuer avec précision, et leur tenue mécanique en température est insuffisante. En outre, la précision des mesures obtenues au moyen d'appareils équipés de détecteurs de déplacement optique est limitée par les variations d'indice de réfraction de l'air au voisinage de la partie chaude de l'éprouvette.

Dans sa Demande de brevet français FR-A-84 10885, l'ONERA a proposé un appareil d'extensométrie destiné à mesurer les déformations d'une éprouvette et comprenant des moyens pour déterminer la torsion subie par l'éprouvette autour de l'axe longitudinal, en présence de sollicitations mécaniques appliquées à celle-ci. Les moyens comprennent deux pinces rigides montées sur l'éprouvette dans des plans de mesure respectifs qui sont espacés l'un de l'autre, et perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'éprouvette. Chaque pince possède deux mâchoires conformées pour pouvoir enserrer parfaitement l'éprouvette, et sollicitées l'une vers l'autre selon un effort faible, propre à interdire tout glissement des mâchoires sur l'éprouvette. Les pinces prennent appui sur deux collerettes usinées dans l'éprouvette et qui définissent les deux plans de mesure. Les moyens détecteurs tels que des capteurs de déplacement optique et/ou capacitif, coopèrent avec les bras de chacune des pinces, afin de déterminer sans contact les déplacements relatifs des deux pinces, en rotation autour de l'axe longitudinal de l'éprouvette.

Un tel dispositif permet de fournir simultanément la déformation longitudinale et l'angle de torsion avec une grande précision. Toutefois, dans le cadre de la caractérisation d'un nouveau matériau monocristallin, le Demandeur a ressenti le besoin de déterminer, en outre, la déformation radiale subie par un échantillon de ce nouveau matériau car ledit échantillon, soumis à des sollicitations bi-axiales, se déforme suivant des plans de glissement non perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'éprouvette.

La présente invention a pour but d'apporter des solutions à ces problèmes. A cette fin, elle propose un extensomètre destiné à mesurer les déformations d'un échantillon allongé, tel qu'une éprouvette tubulaire, en présence de sollicitations mécaniques appliquées à celle-ci.

L'appareil selon l'invention comprend :

- deux pinces rigides définissant respectivement deux plans de mesure espacés l'un de l'autre, et sensiblement perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'éprouvette,

- chaque pince comprenant deux bras qui se terminent par deux mâchoires propres à enserrer l'éprouvette, et sollicitées l'une vers l'autre, par un ressort monté entre les bras, selon un effort faible propre à interdire tout glissement des mâchoires sur l'éprouvette, et

- des moyens détecteurs, coopérant avec les bras des pinces pour déterminer sans contact leurs déplacements relatifs,

et il est caractérisé en ce que :

- les mâchoires de chaque pince sont conformées pour s'appuyer sur l'éprouvette en deux points qui sont sensiblement diamétralement opposés,

- les deux bras de chaque pince sont articulés à rotation sur une traverse, autour d'axes distincts perpendiculaires au plan de mesure associé à la pince, et sensiblement équidistants du point d'appui sur l'éprouvette de la mâchoire associée,

- les deux traverses sont à leur tour articulées à rotation sur un organe support, autour d'axes distincts, contenus dans leur plan de mesure respectif, et perpendiculaires aux premiers axes, et

- les moyens détecteurs comportent un capteur de déplacement monté entre un bras d'une pince et un bras de l'autre pince,

ce qui permet la détection de l'allongement longitudinal de l'éprouvette, même en présence d'un défaut de parallélisme des deux plans de mesure.

L'utilisation des deux pinces dont les mâchoires s'appuient

sur l'éprouvette en deux points diamétralement opposés selon l'invention et l'articulation à rotation sur une traverse des bras de chaque pince ainsi que l'articulation desdites traverses sur un organe support selon l'invention permettent une détection précise et fiable, même en présence d'un léger défaut de parallélisme des deux plans de mesure.

En outre, l'installation et la mise en place de l'extensomètre avec les pinces sur l'éprouvette à l'aide du ressort taré sont remarquablement aisées.

Enfin, il n'est plus nécessaire d'usiner des collerettes dans l'éprouvette, opération coûteuse et même interdite dans le cas d'essais d'éprouvettes en matériau monocristallin.

Dans la grande majorité des applications, l'extensomètre est agencé pour mesurer les déformations multi-axiales. Dans le cadre de la mesure de la déformation longitudinale subie par l'éprouvette, les moyens de mesure comprennent un capteur de déplacement, monté entre un bras d'une pince et un bras de l'autre pince. Dans le cadre de la mesure de la déformation radiale subie par l'éprouvette, les moyens de mesure comprennent deux capteurs de déplacement sans contact montés chacun entre les deux bras de l'une des pinces, à l'opposé de l'éprouvette.

Dans le cadre de la mesure de la déformation angulaire subie par l'éprouvette, l'organe support comprend deux pièces d'extrémité servant respectivement à l'articulation des deux traverses, et articulées toutes deux séparément sur une pièce centrale, à rotation autour d'un même axe sensiblement perpendiculaire au plan de mesure, et il est prévu un autre capteur pour mesurer la rotation relative des deux pièces d'extrémité.

Avantageusement, les capteurs utilisés sont des capteurs capacitifs.

L'appareil permet la mesure convenable de la torsion, aussi bien à température ambiante qu'à moyenne et à haute température, et ceci lorsque les sollicitations appliquées à l'éprouvette sont d'une fréquence inférieure ou égale à 0,5 Hz.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée qui va suivre, ainsi que des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est un dessin théorique montrant les principaux éléments d'un extensomètre multi-axial sur une éprouvette cylindrique, dans lequel lesdits éléments réalisent la mesure des déformations radiale et longitudinale subies par l'éprouvette soumise à des sollicitations mécaniques;

- la figure 2 est un dessin théorique montrant la structure d'une éprouvette cylindrique;

- la figure 3 est un dessin théorique montrant les principaux éléments d'un extensomètre multi-axial sur une éprouvette cylindrique, dans lequel lesdits éléments réalisent la mesure des déformations radiale et longitudinale subies par l'éprouvette soumise à des sollicitations mécaniques, ainsi que la variation de son angle de torsion;

- la figure 4 est une vue de face illustrant les principaux éléments d'un extensomètre multi-axial;

- la figure 5 est une vue en élévation correspondant à la figure 4 et montrant le ressort monté entre les bras des pinces selon l'invention;

- la figure 6 est une vue de face plus détaillée correspondant à la figure 4;

- la figure 7 est une vue en élévation plus détaillée correspondant à la figure 5;

- la figure 8 est une vue en coupe transversale montrant l'installation du capteur de mesure de déformation angulaire;

- la figure 9 est une vue de face partielle illustrant la forme des mâchoires des pinces prenant appui sur l'éprouvette; et

- la figure 10 est une courbe illustrant les résultats de mesure de la déformation subie par l'éprouvette soumise à une contrainte.

La présente invention fait à divers titres intervenir la géométrie. En conséquence, les dessins annexés sont à considérer comme incorporés à la présente description, pour la compléter à tous égards, et servir le cas échéant à la définition de l'invention;

la figure 1 fait apparaître une éprouvette tubulaire, référencée 1 dans son ensemble. L'éprouvette 1 est cylindrique de révolution. Elle comporte deux extrémités 11 et 12, qui se raccordent en une partie centrale 13. La partie centrale 13 est délimitée à sa première extrémité par deux points 15 et 17 diamétralement opposés et à sa seconde extrémité par deux points 19 et 21 diamétralement opposés.

La figure 2 montre la partie centrale de l'éprouvette, coupée aux limites qui s'y trouvent définies par les quatre points. On obtient ainsi deux plans de mesure P1 et P2 écartés d'une distance h le long de l'axe longitudinal 10 de l'éprouvette. La forme tubulaire de celle-ci est définie par un rayon intérieur R1 et par un rayon extérieur R2. On a référencé par θ le déplacement angulaire relatif des sections droites de l'éprouvette, entre le plan P1 et le plan P2, lorsque l'éprouvette est soumise à des contraintes comportant une torsion. Il pourra s'y ajouter une traction ou une compression.

Il est maintenant fait référence à nouveau à la figure 1. Il apparaît sur ce dessin théorique qu'une première pince selon

l'invention PL1 est définie par deux bras PL11 et PL12 qui se terminent par deux mâchoires M1 et M2 conformées pour s'appuyer sur l'éprouvette en deux points 15 et 17. De façon similaire, une seconde pince PL2 selon l'invention est définie par deux bras PL13 et PL14 qui se terminent par deux mâchoires M3 et M4 s'appuyant sur l'éprouvette en deux points 19 et 21.

Les deux bras PL11 et PL12 sont articulés à rotation sur une traverse T1, autour d'axes distincts A1 et A2 perpendiculaires au plan de mesure P1 associé à la pince PL1 et équidistants du point d'enserrement de la mâchoire associée. Les bras PL11 et PL12 sont solidaires entre eux par l'intermédiaire des axes A1 et A2. Ils peuvent s'écarter ou se rapprocher entre eux tout en restant sur le même plan. De façon similaire, les deux bras PL13 et PL14 sont articulés à rotation sur une traverse T2, autour d'axes distincts A3 et A4 perpendiculaires au plan de mesure P2 associé à la pince PL2 et équidistants du point d'enserrement de la mâchoire associée. Les bras PL13 et PL14 sont solidaires entre eux par l'intermédiaire des axes A3 et A4. Ils peuvent s'écarter ou se rapprocher entre eux tout en restant sur le même plan.

Les ressorts tarés R1 et R2 qui appliquent les mâchoires M1,M2 et M3,M4 sur l'éprouvette peuvent être complétés par d'autres moyens de rappel élastique. Un des points importants de l'invention est fondé sur l'observation suivante : il suffit d'un effort très faible appliqué par les ressorts R1 et R2, pour que les mâchoires M1, M2 et respectivement M3, M4 s'appuient parfaitement sur l'éprouvette, sans qu'aucun mouvement de glissement par rapport à celle-ci ne soit plus possible. L'intérêt de cette disposition est que cet effort très faible appliqué entre les deux bras PL11 et PL12 et respectivement PL13 et PL14 se traduit par une pression très faible des mâchoires M1, M2 et respectivement M3, M4 sur l'éprouvette, d'où le fait qu'il n'y a pratiquement aucune perturbation du réseau de contraintes engendrées dans l'éprouvette par les pinces.

Les deux traverses T1 et T2 sont à leur tour articulées à rotation sur un organe support 23 autour d'axes distincts A5 et respectivement A6, contenus dans leur plan de mesure respectif et perpendiculaires aux axes A1 et A2 et respectivement A3 et A4.

L'organe support 23 est fixé à une extrémité sur un bâti.

Les deux pinces PL1 et PL2 enserrent les points 15, 17, 19 et 21. L'élément détecteur D1 monté entre les deux pinces est un condensateur comportant deux armatures 25 et 27. Ces deux armatures vont permettre la détection capacitive du déplacement de translation relatif entre les deux plans P1 et P2, selon l'axe 10 de l'éprouvette par mesure des variations de capacité résultant des variations de position des pinces. En d'autres termes, le déplacement d'un ou des plans P1 et P2 entraîne un déplacement des bras PL11, PL12 ou PL13, PL14 par l'intermédiaire des axes A5 ou A6. Il en résulte que toute variation de niveau du plan P1 est transmise en 25, ainsi que toute variation de niveau de plan P2 est transmise en 27.

La mesure de la déformation longitudinale subie par l'éprouvette soumise à des essais de fatigue peut se faire au moyen du détecteur capacitif D1 sans contact, fixé en 25 et dont la référence de mesure est en 27, en tenant compte de la distance h de mesure des plans P1 et P2.

Les éléments détecteurs D2 et respectivement D3 sont montés entre les bras PL11 et PL12 et, respectivement, PL13 et PL14. Ces éléments détecteurs D2 et respectivement D3 sont des condensateurs comportant deux armatures 29 et 31, et respectivement, 33 et 35. Ces armatures vont permettre la détection capacitive de la variation diamétrale des plans P1 et P2, selon un axe perpendiculaire à l'axe 10 de l'éprouvette par mesure des variations de capacité résultant des variations d'ouverture et de fermeture des bras des pinces. En d'autres termes, la variation diamétrale d'un ou des plans P1 et P2

entraîne un déplacement des bras PL11 et PL12 ou PL13 et PL14 par l'intermédiaire des axes A1, A2 ou A3, A4. Il en résulte que toute variation de diamètre sur les plans P1 et P2 est transmise aux éléments détecteurs D2 et D3.

Par ailleurs, il est possible d'effectuer la mesure du déplacement longitudinal et/ou diamétral des deux plans par un système miroir/laser/photodiode comme cela était décrit dans la Demande de brevet français FR-A-84 10885. Pour les essais à haute température, les pinces sont réalisées en un matériau thermiquement isolant tel qu'une céramique du genre Vitroceram, et l'on peut alors adjoindre à l'appareil des moyens de chauffage électrique de l'éprouvette, en particulier des moyens de chauffage électrique par induction, permettant de porter le matériau jusqu'à environ 1000°C.

La figure 3 illustre une première variante de l'invention, qui permet l'acquisition directe du déplacement angulaire relatif entre les deux plans. On retrouve d'une part la pince PL1 définie par les bras PL11 et PL12 qui se terminent par les deux mâchoires M1 et M2 s'appuyant sur l'éprouvette en deux points 15 et 17, et d'autre part la pince PL2 définie par les bras PL13 et PL14 qui se terminent par les deux mâchoires M3 et M4 s'appuyant sur l'éprouvette en deux points 19 et 21. On voit le détecteur D1 monté entre le bras PL11 de la pince PL1 et le bras PL14 de la pince PL2.

On retrouve l'organe support sur lequel sont articulées à rotation les deux traverses T1 et respectivement T2 autour des axes A5 et respectivement A6 perpendiculaires aux axes A1 et A2, et respectivement A3 et A4.

L'organe support comprend maintenant une partie centrale 33 intercalée entre les axes A5 et A6, et permettant la rotation, d'une part, de la traverse T1 dans le plan de mesure P1 et, d'autre part, de la traverse T2 dans le plan de mesure P2; ces deux rotations s'effectuant autour d'axes A7 et A8 entourant la partie centrale 33 et perpendiculaires aux plans de

mesure P1 et P2.

Les armatures 37 et respectivement 39 d'un détecteur capacitif D4 sont reliées aux axes A7 et respectivement A8. Ces deux armatures vont permettre la détection capacitive du déplacement consécutif à la rotation relative des deux plans de mesure P1 et P2, selon l'axe 10 de l'éprouvette par mesure des variations de capacité résultant des variations de position des pinces.

Par ailleurs, il est possible d'effectuer la mesure du déplacement angulaire des deux plans par un système miroir/laser/photodiode comme cela était décrit dans la Demande de brevet français FR-A-84 10885.

La figure 4 représente une vue de face de l'extensomètre dont on vient de décrire théoriquement les principaux éléments. On retrouve les pinces PL1 et, respectivement, PL2 qui enserrent l'éprouvette 1 à l'aide des bras PL11 et PL12 qui se terminent par les mâchoires M1 et M2, et respectivement PL13 et PL14 qui se terminent par les mâchoires M3 et M4. Les bras sont fixés à leurs corps de pince respectifs à l'aide des molettes N1. Le corps C1 de la pince PL1 et le corps C2 de la pince PL2 sont articulés à rotation sur l'organe support 23, autour d'axes distincts et oblongs A7 et A8.

Il est maintenant fait référence à la figure 5. On retrouve dans cette vue de dessus de l'extensomètre, les bras des pinces reliés à leurs corps de pince respectifs à l'aide des molettes N1. Les deux bras de chaque pince PL1 et PL2 sont articulés à rotation sur une traverse T1, T2, autour d'axes distincts perpendiculaires au plan de mesure associé à la pince et équidistants du point d'enserrement de la mâchoire associée. Les deux traverses T1 et T2 sont à leur tour articulées à rotation sur l'organe support 23. Entre les bras est monté un ressort R1, R2 propre à interdire selon un effort faible tout glissement des mâchoires sur l'éprouvette. Les ressorts R1 et R2 s'appuient sur une pièce fixée à l'organe

support 23.

Il est maintenant fait référence à la figure 6 qui montre d'une façon plus détaillée les principaux éléments correspondant à la figure 4. On retrouve les bras des pinces qui enserrent l'éprouvette 1. On a représenté sur la figure 9, selon la coupe b-b, la mise en place des pinces avec l'éprouvette. Les mâchoires M1 et M2, et respectivement M3 et M4, s'appuient sur l'éprouvette en deux points 15 et 17 diamétralement opposés et, respectivement, sur deux points 19 et 21 diamétralement opposés.

En se référant à nouveau à la figure 6, on voit que le corps C2 de la pince PL2 se prolonge vers la gauche par un appendice P2 monté sur le corps C2 à l'aide de vis V1, pour pouvoir soutenir le détecteur capacitif D1, tenu par une vis V2. De façon similaire, le corps C1 de la pince PL1 se prolonge vers la gauche par un appendice P1 monté sur le corps C1 à l'aide de vis V3, pour que le corps C1 soit en contact avec le détecteur D1 soutenu par le corps C2.

Sur la figure 8, on a représenté selon la coupe a-a, l'installation du détecteur D4. On voit que le détecteur D4 est intercalé entre l'appendice P1 du corps C1 et l'appendice P2 du corps C2. Ainsi installé, le détecteur D4 mesure la déformation angulaire subie par l'éprouvette soumise à des essais de fatigue.

Il est maintenant fait référence à nouveau à la figure 6. L'organe support sur lequel sont articulés les corps des pinces comprend un socle S comportant un plan incliné et un bord plat dans lequel est creusée une rainure latérale L1 selon l'axe de pivotement A5 et A6. Dans la rainure latérale L1 s'emboîte une tige T1 dont sur l'une des extrémités 37 est articulé le corps C2 de la pince PL2 autour de l'axe oblong A8 et dont l'autre extrémité 39 se loge dans la rainure latérale L1. Une entretoise E1 relie la tige T1 à la rainure L1. Des roulements à billes, B1, destinés à diminuer les frotte-

ments entre l'entretoise E1 et la rainure L1 sont insérés entre ces organes. Une vis V4 maintient l'entretoise E1 dans la rainure L1. L'extrémité 37 de la tige T1 comprend une rainure latérale L2 dans laquelle s'emboîte une tige T2 dont sur l'une des extrémités 41 est articulé le corps C1 de la pince PL1 autour de l'axe oblong A7 et dont l'autre extrémité 43 se loge dans la rainure L2. Une entretoise E2 relie la tige T2 à la rainure L2. Des roulements à billes B2, destinés à diminuer les frottements entre l'entretoise E2 et la rainure L2 sont insérés entre ces organes. Une vis V5 maintient l'entretoise E2 dans la rainure L2. Sur les flancs des pinces PL1 et PL2 on voit les molettes de serrage des bras PL11, PL12 et PL13, PL14 sur le corps des pinces PL1 et PL2.

Il est maintenant fait référence à la figure 7. Les détecteurs capacitifs D2 et D3 sont montés, chacun, entre les deux bras de chacune des pinces, à l'opposé de l'éprouvette. Ainsi installés, les détecteurs D2 et D3 mesurent la déformation radiale subie par l'éprouvette soumise à des essais de fatigue. Les deux traverses T1 et T2 sont articulées à rotation sur l'organe support 23. Les ressorts R1 et R2 montés respectivement entre les bras des pinces PL1, PL2 sont reliés à l'aide des traverses T1 et T2 à l'organe support 23 selon l'axe de rotation A1, A2, A3 et A4. Le détecteur capacitif D4 destiné à mesurer la rotation relative de la traverse T1 et de la traverse T2 est monté en regard de celle-ci.

Il est maintenant fait référence à la figure 10. La courbe représente des résultats d'essais de fatigue en traction-compression, à force imposée, effectués sur une éprouvette en matériau INOX AISI 316. Sur l'axe des abscisses est représentée la déformation en pour cents et sur l'axe des ordonnées est représentée la contrainte en méga Pascal. La courbe représente alors l'évolution de la déformation en fonction de la contrainte appliquée. Pour une amplitude de la contrainte appliquée de 897 MPa, l'amplitude de la déformation mesurée est de 2%.

Les courses maximales des capteurs sont équivalentes à des déformations de l'ordre de 5% sur la partie cylindrique de l'éprouvette. Dans tous les cas d'utilisation, il existe un découplage total des mesures sans aucune interaction possible entre elles.

Revendications

1.- Extensomètre, destiné à mesurer les déformations d'un échantillon allongé, tel qu'une éprouvette tubulaire (1), en présence de sollicitations mécaniques appliquées à celle-ci, du type comprenant :

- deux pinces rigides (PL1,PL2) définissant respectivement deux plans de mesure (P1,P2) espacés l'un de l'autre, et sensiblement perpendiculaires à l'axe longitudinal (10) de l'éprouvette,

- chaque pince (PL1,PL2) comprenant deux bras (PL11,PL12; PL13,PL14) qui se terminent par deux mâchoires propres à enserrer l'éprouvette, et sollicitées l'une vers l'autre par un ressort (R1,R2) monté entre les bras, selon un effort faible propre à interdire tout glissement des mâchoires sur l'éprouvette, et des moyens détecteurs, coopérant avec les bras des pinces pour déterminer sans contact leurs déplacements relatifs,

caractérisé en ce que les mâchoires (M1,M2;M3,M4) de chacune des pinces (PL1,PL2) sont conformées pour s'appuyer sur l'éprouvette en deux points (15,17;19,21) qui sont sensiblement diamétralement opposés,

- les deux bras de chaque pince sont articulés à rotation sur une traverse (T1,T2), autour d'axes distincts perpendiculaires aux plans de mesure (P1,P2) associés à la pince (PL1,PL2), et sensiblement équidistants du point d'appui sur l'éprouvette de la mâchoire associée,

- les deux traverses (T1,T2) sont à leur tour articulées à rotation sur un organe support (23), autour d'axes distincts, contenus dans leur plan de mesure respectif, et perpendiculaires au premier axe, et

- les moyens détecteurs comportent un capteur de déplacement

sans contact (D1) monté entre un bras d'une pince et un bras de l'autre pince,

ce qui permet la détection de l'allongement longitudinal de l'éprouvette, même en présence d'un défaut de parallélisme des deux plans de mesure.

2.- Extensomètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de mesure comprennent deux capteurs de déplacement sans contact (D2,D3) montés chacun entre les deux bras de l'une des pinces, à l'opposé de l'éprouvette.

3.- Extensomètre selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'organe support comprend deux pièces d'extrémité servant respectivement à l'articulation des deux traverses (T1,T2), les deux traverses étant articulées toutes deux séparément sur une pièce centrale (33), à rotation autour d'un même axe sensiblement perpendiculaire au plan de mesure, et

en ce qu'il est prévu un capteur de déplacement sans contact (D4) pour mesurer la rotation relative des deux pinces.

4.- Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les capteurs de déplacement sont des capteurs capacitifs.

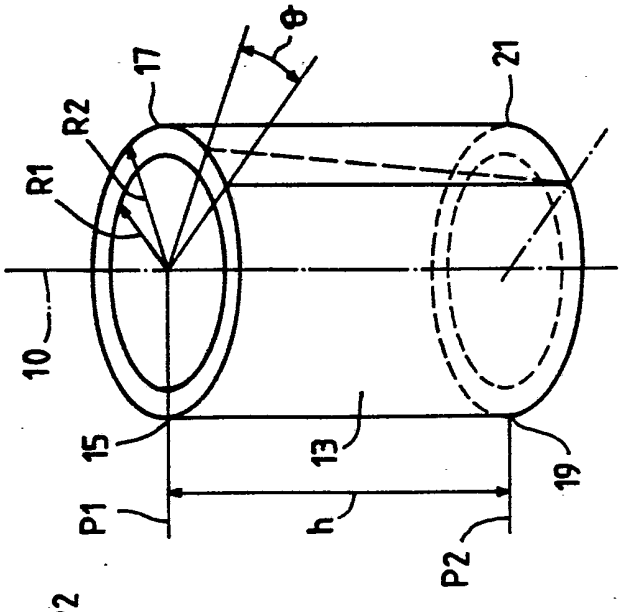

θ
17
21
R2
R1
10
15
13
19
P1
h
P2

FIG. 2

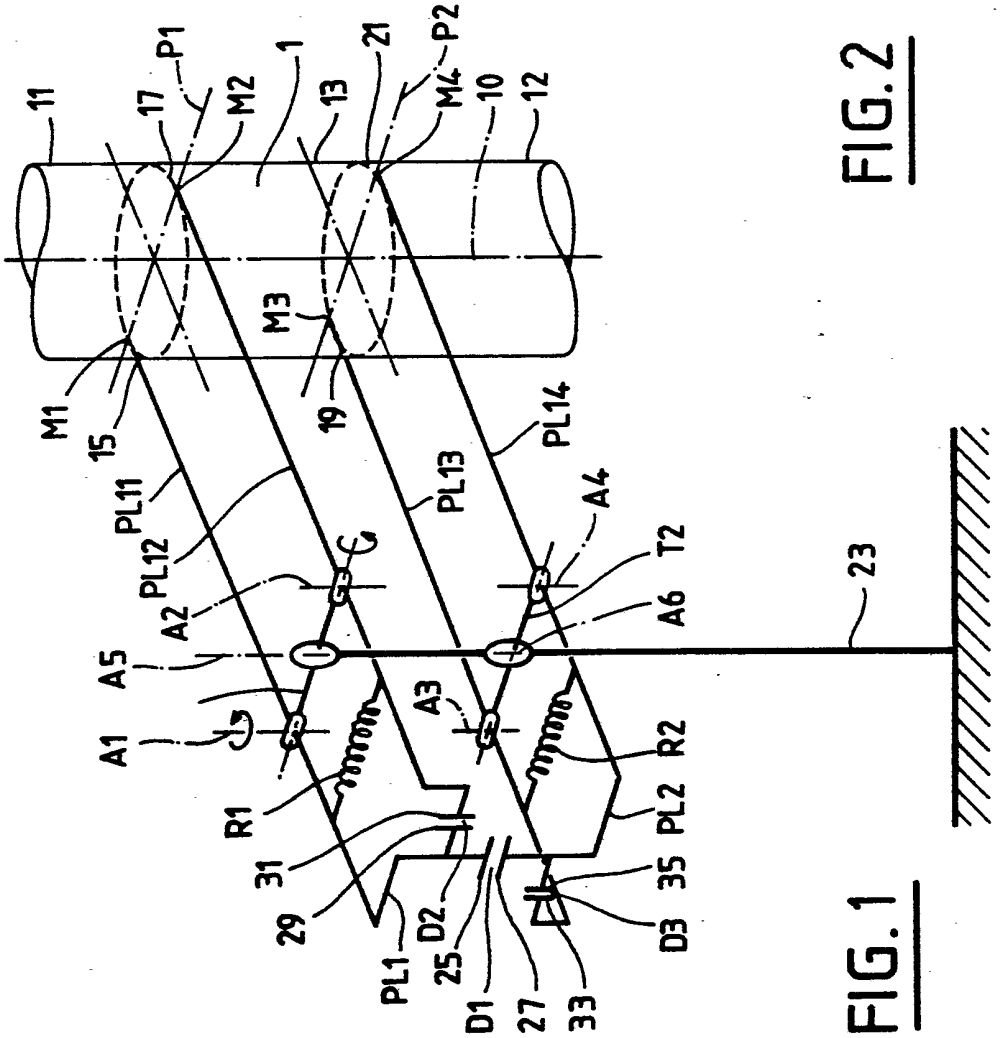

11
17
P1
M2
1
13
21
M4
P2
10
12
M3
M1
15
19
PL14
PL13
PL11
PL12
A4
T2
A2
A6
23
A5
A3
A1
R2
R1
PL2
31
35
29
D2
D3
PL1
25
D1
27
33

FIG. 1

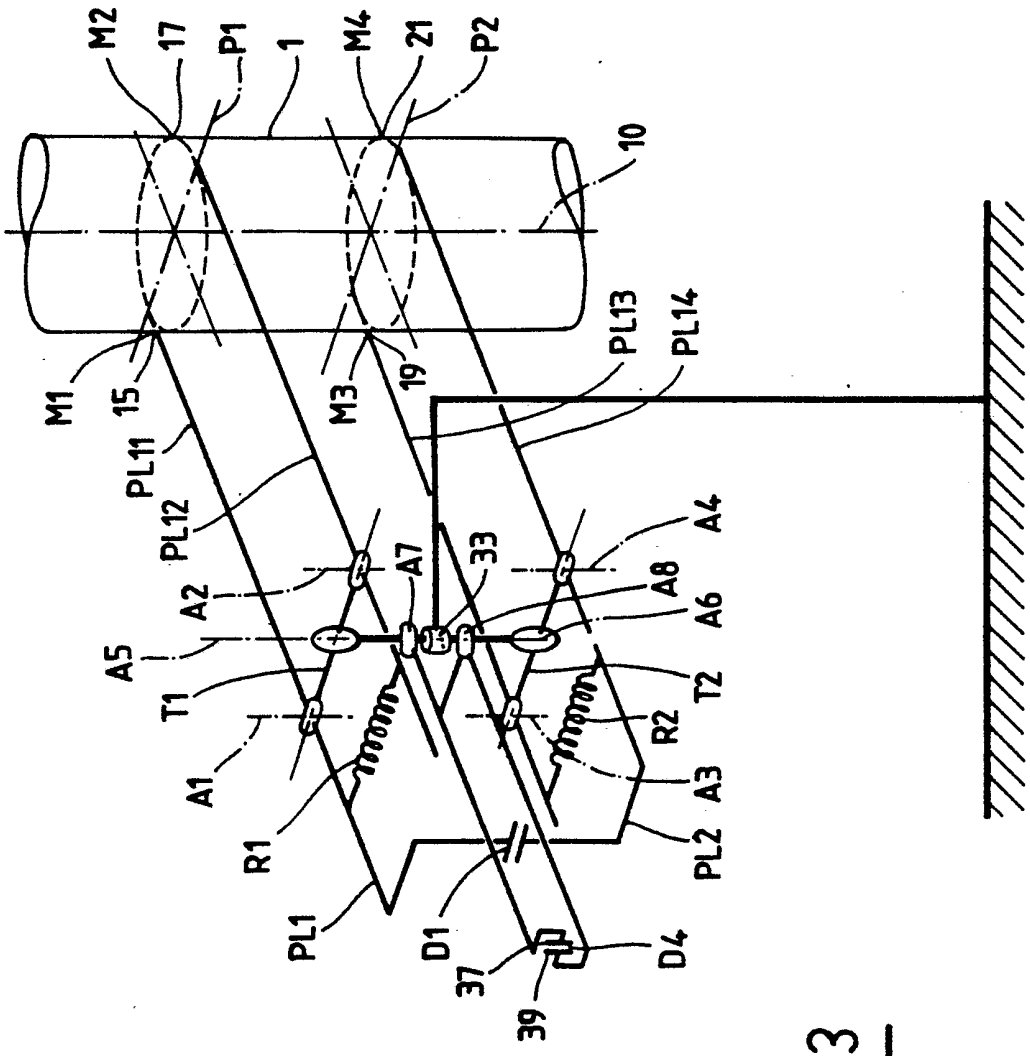

M2
17
P1
1
M4
21
P2
10
M1
15
M3
19
PL13
PL14
PL11
PL12
A4
A7
33
A8
A2
A6
A5
T1
T2
R2
A1
A3
R1
PL2
PL1
D1
D4
37
39

FIG.3

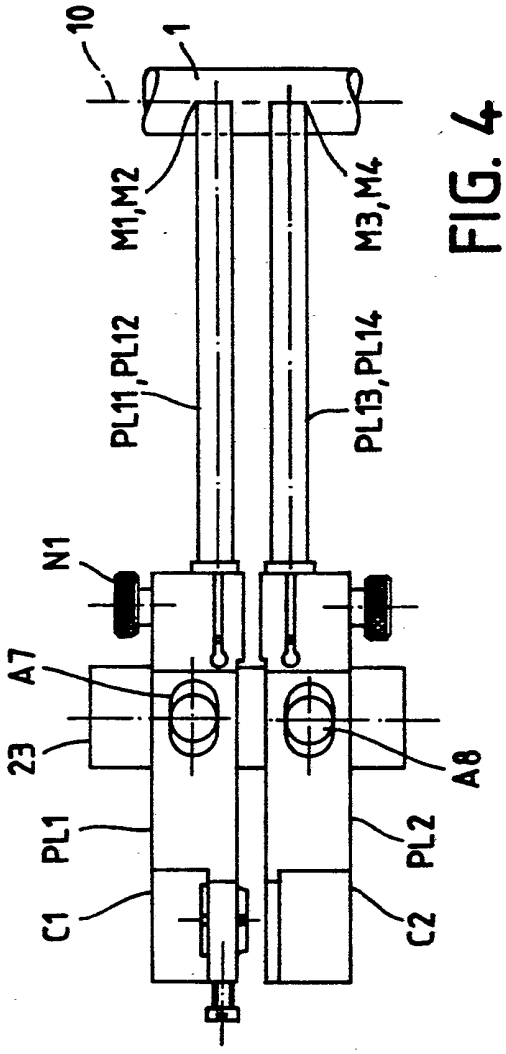

10
1
M1,M2
M3,M4
PL11,PL12
PL13,PL14
N1
A7
23
A8
PL1
PL2
C1
C2

FIG. 4

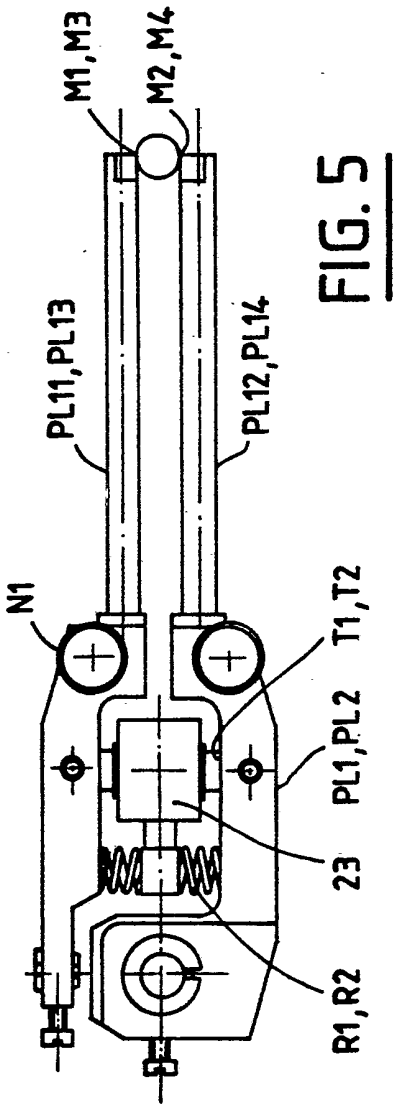

M1,M3
M2,M4
PL11,PL13
PL12,PL14
N1
T1,T2
PL1,PL2
23
R1,R2

FIG. 5

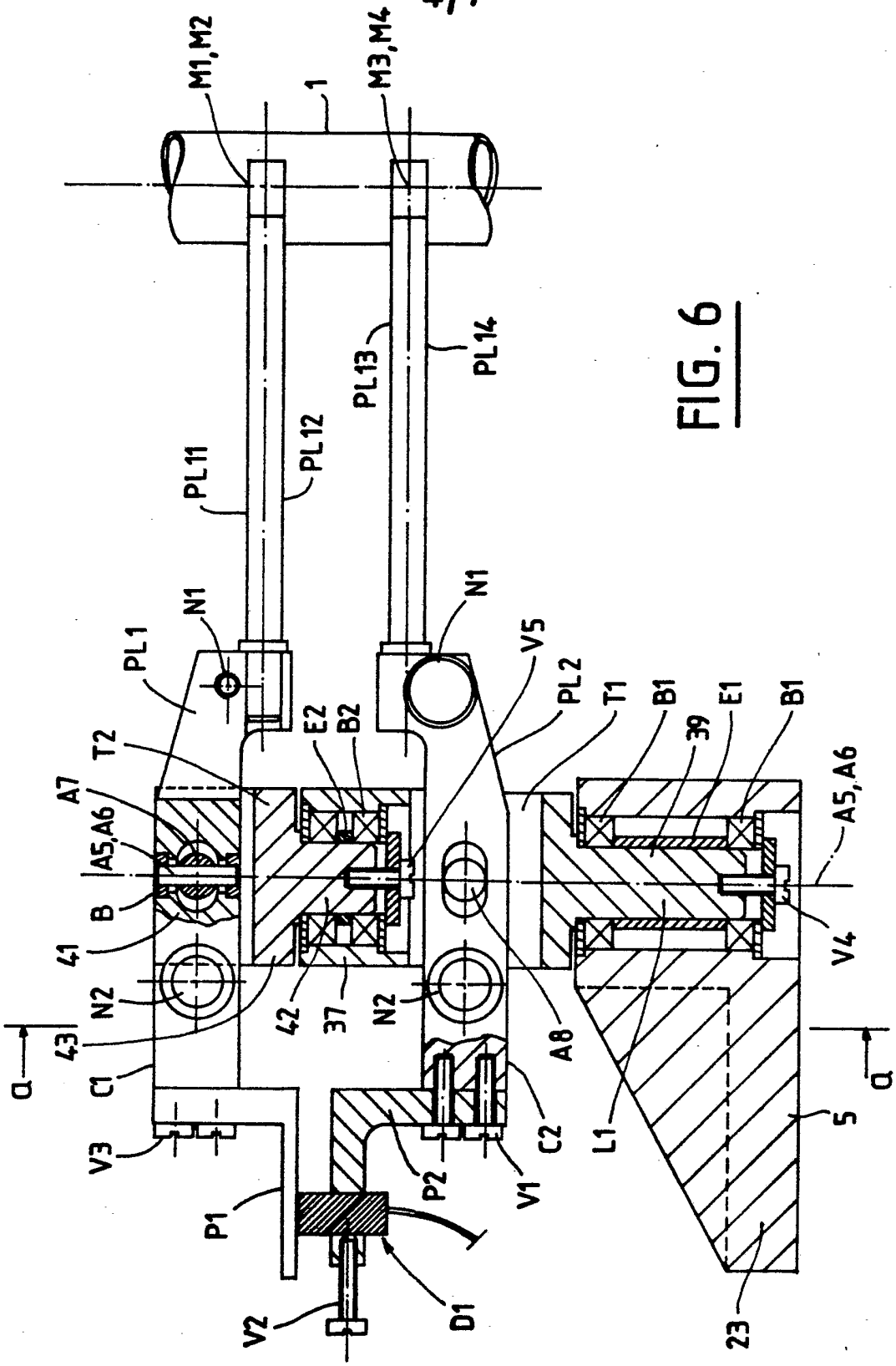

M1,M2
1
M3,M4
PL13
PL14
PL12
PL11
N1
N1
PL1
V5
PL2
T1
B1
39
E1
B1
E2
B2
T2
A7
A5,A6
A5,A6
B
41
N2
43
N2
42
37
N2
A8
V4
Q
Q
C1
V3
P2
V1
C2
L1
5
P1
D1
V2
23

FIG. 6

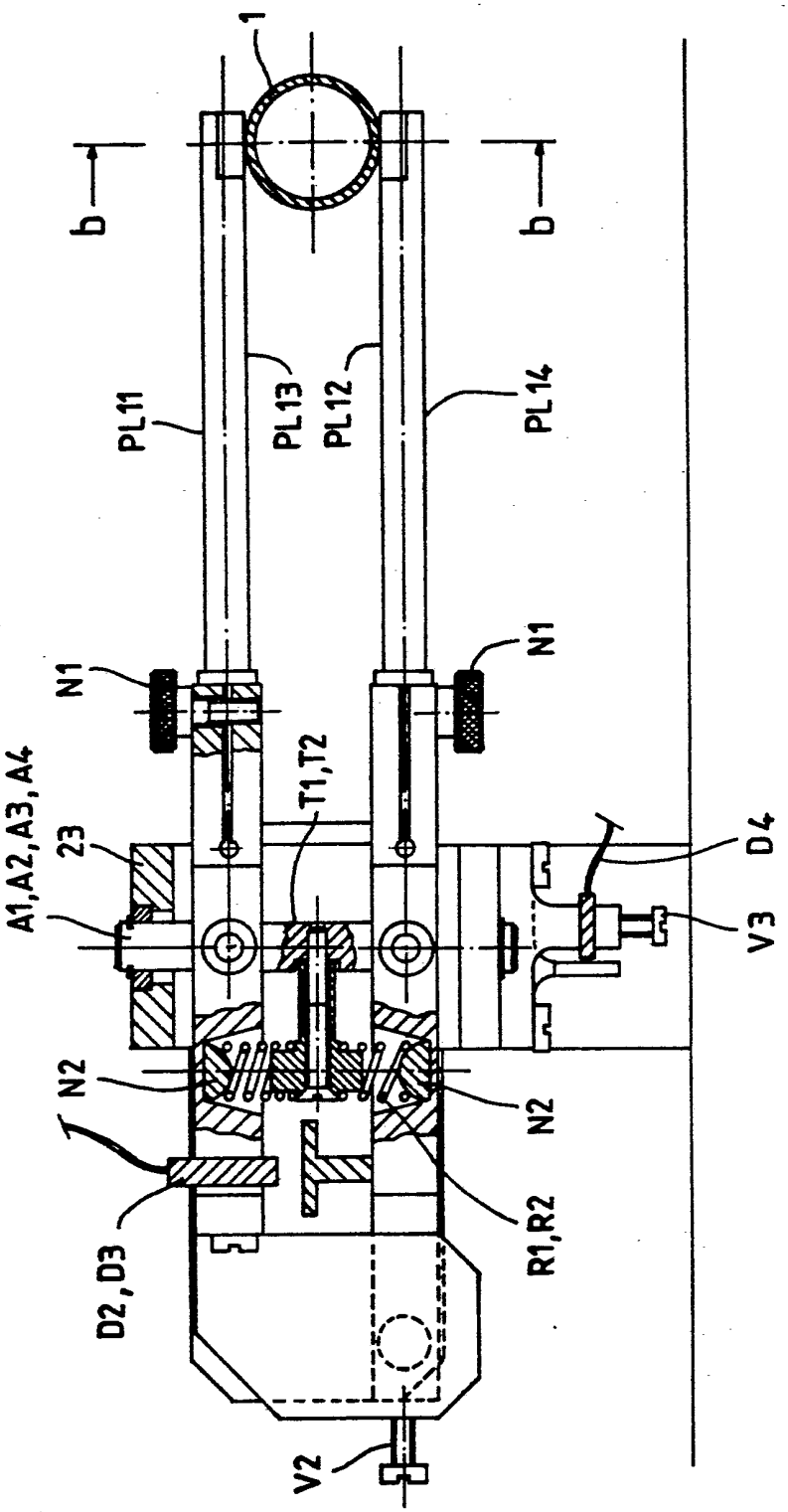

1
b
b
PL11
PL13
PL12
PL14
N1
N1
T1,T2
A1,A2,A3,A4
23
D4
V3
N2
N2
R1,R2
D2,D3
V2

FIG. 7

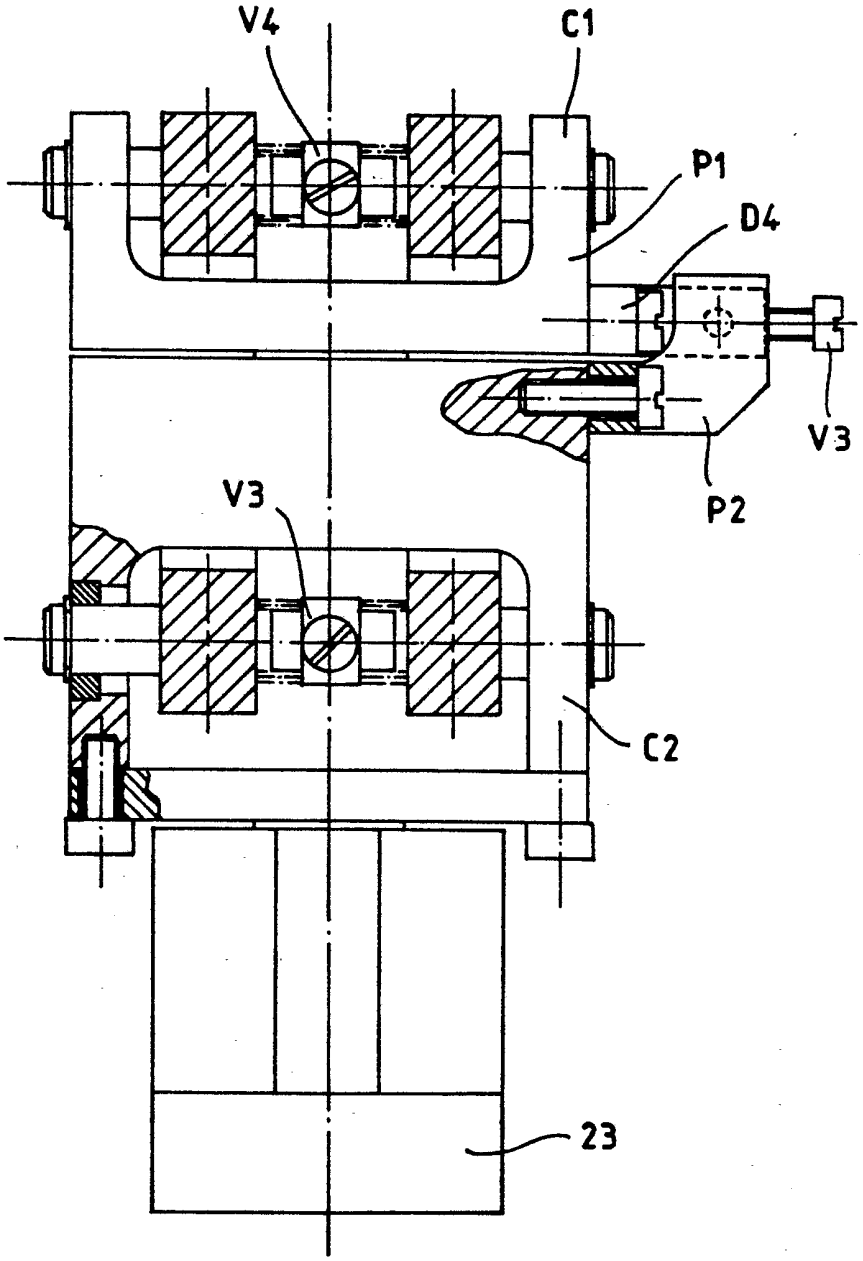


FIG. 8

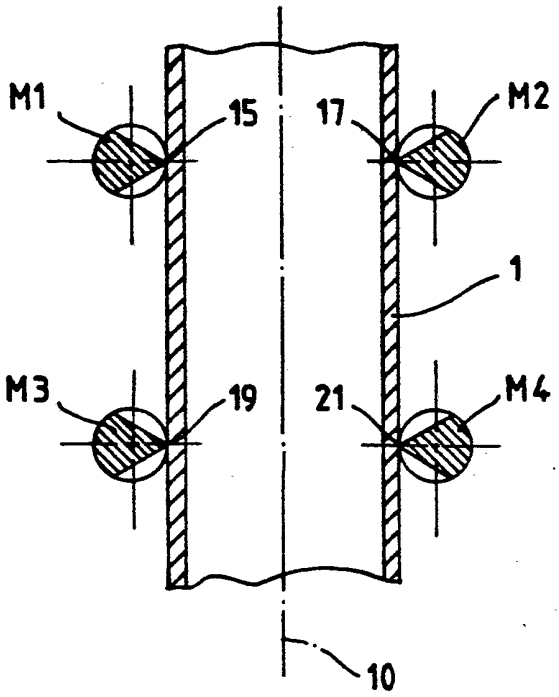

M1
15
17
M2
1
M3
19
21
M4
10

FIG. 9

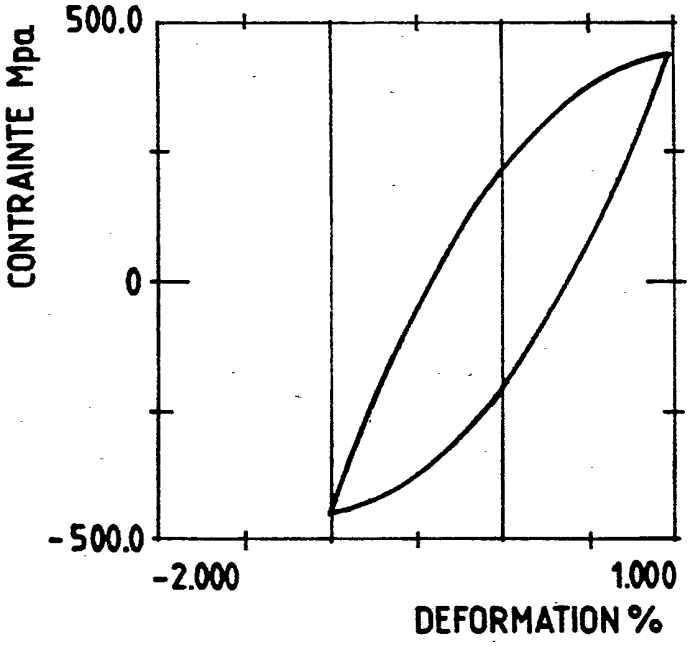

500.0
CONTRAINTE Mpa
0
-500.0
-2.000
1.000
DEFORMATION %

FIG. 10