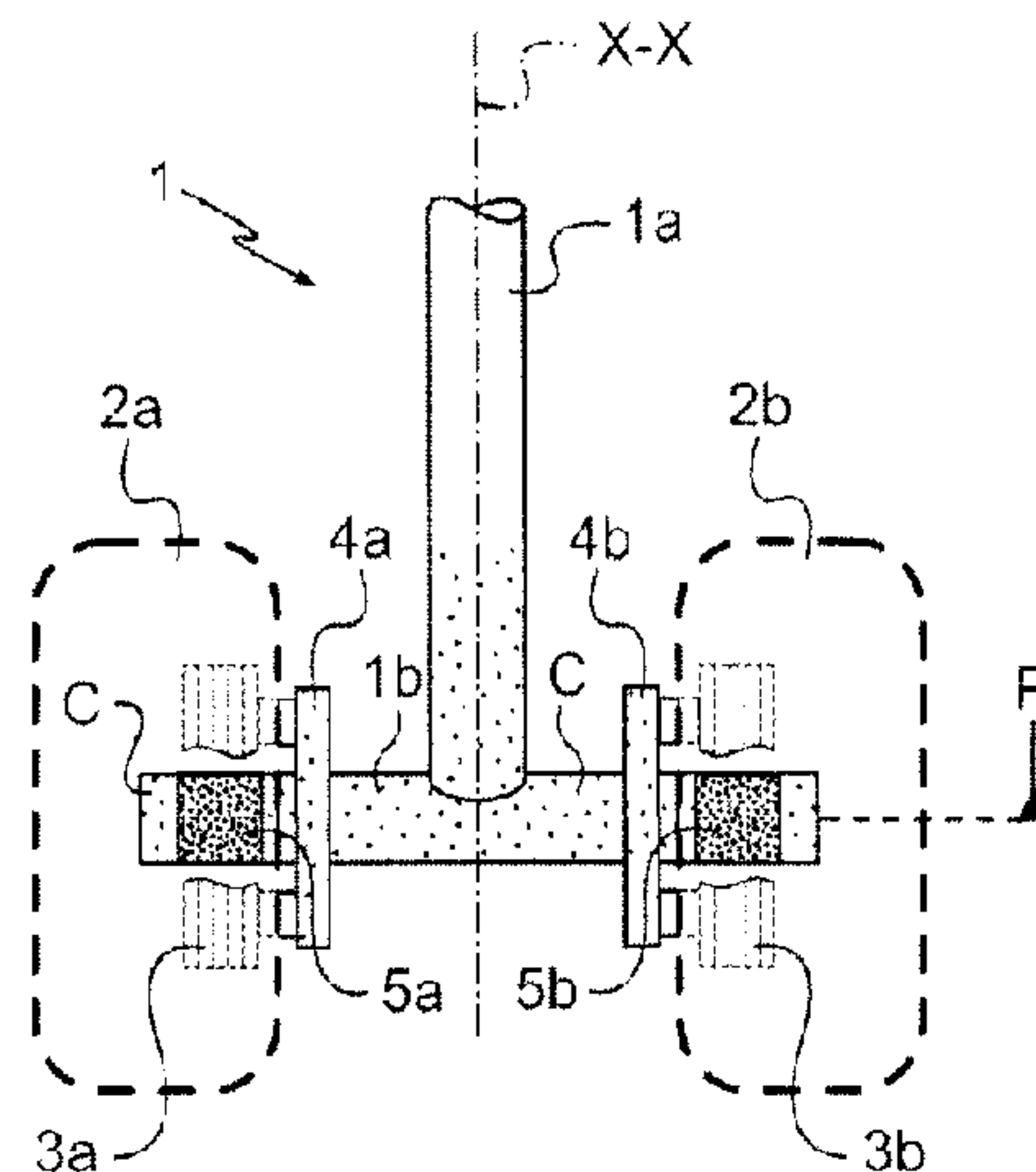




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2016/06/29
(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2017/01/03
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2019/01/08
(30) Priorité/Priority: 2015/07/03 (FR15 56302)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B64C 25/34* (2006.01),
B64C 25/08 (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
MIERZEJEWSKI, SACHA, FR;
OTTENIO, ROMAIN, FR
(73) Propriétaire/Owner:
SAFRAN LANDING SYSTEMS, FR
(74) Agent: LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) Titre : TIGES D'ATTERRISEUR POUR AERONEFS REVETUES D'ALLIAGE DE ZINC ET DE NICKEL
(54) Title: LANDING RODS FOR AIRCRAFT COATED WITH A ZINC-NICKEL ALLOY



(57) **Abrégé/Abstract:**

Tige (1) d'atterrisseur pour aéronef comportant une partie principale (1a) s'étendant selon un axe principal (X-X) de la tige et comportant un axe d'essieu (1b) s'étendant dans un plan (P) perpendiculaire à l'axe principal (1a) de la tige, cet axe d'essieu (1b) étant agencé pour supporter au moins une roue d'atterrisseur (2a, 2b) équipée de freins (3a, 3b) pour freiner la roue, ledit axe d'essieu (1b) étant en acier.

L'axe d'essieu (1b) porte au moins une couche de revêtement (C) en alliage de Zinc et de Nickel, cet alliage de Zinc et de Nickel comportant, en pourcentage massique de l'alliage, entre 12% et 18% de nickel, au plus 0.5% d'autres éléments que le Nickel et le zinc, le reste étant du zinc.

ABREGE

Tige (1) d'atterrisseur pour aéronef comportant une partie principale (1a) s'étendant selon un axe principal (X-X) de la tige et comportant un axe d'essieu (1b) s'étendant dans un plan (P) perpendiculaire à l'axe principal (1a) de la tige, cet axe d'essieu (1b) étant agencé pour supporter au moins une roue d'atterrisseur (2a, 2b) équipée de freins (3a, 3b) pour freiner la roue, ledit axe d'essieu (1b) étant en acier.

L'axe d'essieu (1b) porte au moins une couche de revêtement (C) en alliage de Zinc et de Nickel, cet alliage de Zinc et de Nickel comportant, en pourcentage massique de l'alliage, entre 12% et 18% de nickel, au plus 0.5% d'autres éléments que le Nickel et le zinc, le reste étant du zinc.

FIGURE 3b

Tiges d'atterrisseur pour aéronefs revêtues d'alliage de zinc et de nickel

L'invention concerne essentiellement le domaine
5 des tiges d'atterrisseurs pour aéronefs et des procédés
de fabrication de telles tiges d'atterrisseurs.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

Un atterrisseur pour aéronef s'étend depuis une
structure de l'aéronef pour supporter des roues
10 permettant de supporter l'aéronef durant des phases de
roulage, décollage et atterrissage de l'aéronef. Un tel
atterrisseur présente une tige devant être suffisamment
résistante pour soutenir l'aéronef. Certaines au moins
des roues de l'atterrisseur sont équipées de freins pour
15 freiner ces roues.

On a constaté que la durée de vie d'une tige et
sa résistance dans le temps dépend en particulier de sa
résistance à la corrosion.

Pour améliorer cette résistance à la corrosion,
20 on utilise systématiquement des revêtements anticorrosion
tels que du cadmium.

Toutefois, on s'aperçoit que malgré l'usage de
ces protections anticorrosion, la tige d'atterrisseur
peut subir des fragilisations en particulier au niveau
25 des essieux portant les roues équipées de freins.

OBJET DE L'INVENTION

Un objet de la présente invention est de fournir
une tige d'atterrisseur alternative aux tiges
d'atterrisseurs de l'art antérieur et présentant une
30 résistance à la corrosion.

RESUME DE L'INVENTION

A cette fin, selon un premier aspect de
l'invention, il est proposé une tige d'atterrisseur pour
aéronef comportant une partie principale s'étendant selon
35 un axe principal de la tige et comportant un axe d'essieu
s'étendant dans un plan perpendiculaire à l'axe principal

de la tige. Cet axe d'essieu est agencé pour supporter au moins une roue d'atterrisseur équipée de freins pour freiner la roue, ledit axe d'essieu est en acier.

5 La tige d'atterrisseur selon l'invention est essentiellement caractérisée en ce que son axe d'essieu porte au moins une couche de revêtement en alliage de Zinc et de Nickel, cet alliage de Zinc et de Nickel comportant, en pourcentage massique de l'alliage, entre 12% et 18% de nickel, au plus 0.5% d'autres éléments que
10 le Nickel et le zinc, le reste étant du zinc.

L'acier formant l'axe d'essieu désigné est préférentiellement un acier faiblement allié et préférentiellement un acier à haute résistance. Un acier faiblement allié est un acier dont aucun élément
15 d'addition ne dépasse la teneur de 5% en masse de l'acier. Un acier à haute résistance est un acier avec une résistance à la traction $R_m > 1370 \text{ Mpa}$ (199 Ksi). De tels aciers peuvent être par exemple des nuances de 300M, AISI4340, 35NCD16.

20 L'axe d'essieu de l'atterrisseur est une pièce particulière en ce qu'elle subit au cours de son utilisation de nombreuses sollicitations mécaniques, par exemple lors d'impacts à l'atterrissage de l'aéronef et lors des freinages ainsi que de nombreuses vibrations
25 lors du roulage.

Lors des cycles de freinage normaux de l'aéronef, ces sollicitations mécaniques sont accompagnées de fortes variations de température de l'axe d'essieu puisqu'il n'est pas rare que l'axe d'essieu puisse dépasser les
30 200°C et dans certaines zones approcher les 300°C.

Par ailleurs l'axe d'essieu qui est en acier doit être protégé contre la corrosion car le moindre début de corrosion est susceptible de donner naissance à une fragilisation pouvant constituer une amorce de
35 fissuration évoluant au cours de la vie de

l'atterrisseur. Dans des cas extrêmes la fissuration peut mener à la rupture de l'axe d'essieu.

De manière surprenante, il a été remarqué que, contrairement à d'autres types de revêtements, l'usage du revêtement précité en alliage de zinc et de nickel formé sur l'axe d'essieu en acier n'induit pas de baisse significative des caractéristiques de résistance mécanique de l'axe d'essieu lorsque celui-ci est soumis à un essai de fluage réalisé à une température élevée comprise entre 215°C et 300°C.

La figure 1 illustre un protocole d'essai et la figure 2 présente des résultats d'essais qui démontrent que ledit revêtement en zinc-nickel est particulièrement adapté pour protéger contre la corrosion, un axe d'essieu d'atterrisseur d'aéronef destiné à porter une roue équipée de freins générant de la chaleur.

La figure 1 illustre le déroulement d'un essai réalisé pour une éprouvette donnée en acier. Cet essai consiste à installer l'éprouvette préalablement entaillée dans une machine de traction et à soumettre cette éprouvette à un effort de traction S dont la valeur d'effort de traction croît progressivement au cours de l'essai.

La figure 1 présente une courbe d'évolution de la traction au cours du temps d'essai exprimé en heures.

Tout au long de l'essai l'éprouvette en acier est maintenue à une température donnée constante CSTE choisie parmi un groupe de températures constantes CSTE comprenant 285°C, 315°C, 350°C, 400°C, 450°C, 500°C.

Comme on le voit sur l'axe des abscisses de la figure 1, la durée de l'essai peut aller jusqu'à 180 heures voir au-delà.

Sur l'axe des ordonnées, la traction S appliquée sur l'éprouvette pendant la durée de l'essai, varie entre de 20% et 100% de la limite à la rupture d'une éprouvette

type nue, c'est-à-dire une éprouvette ne présentant aucun revêtement.

Pendant les 150 premières heures de l'essai, l'éprouvette testée est soumise à une traction S égale à 20% de sa limite à la rupture.

Puis, la traction va en augmentant progressivement par niveaux additionnels de 5% chaque deux heures d'essai jusqu'à atteindre 100% de la limite à la rupture de l'éprouvette nue. Ainsi, vers 180 heures d'essai, l'éprouvette testée est soumise à 100% de la limite à la rupture d'une éprouvette type nue.

On a constaté que dans tous les cas où le revêtement appliqué sur l'éprouvette diffuse dans le substrat acier de l'éprouvette, l'éprouvette testée rompt avant d'atteindre 100% de la valeur limite à la rupture d'une même éprouvette nue. Un abattement important de la résistance d'une éprouvette revêtue lors d'un essai de fluage à haute température démontre que le revêtement n'est pas adapté à une utilisation pour protéger un axe d'essieu d'aéronef contre la corrosion.

De manière surprenante, sur la plage de températures d'essais allant de 200°C à 300°C, on a constaté qu'il n'y a pas de traces de diffusion de l'alliage Zn-Ni dans le substrat en acier y compris lorsque ce substrat est fortement sollicité mécaniquement à la manière des sollicitations subies par un axe d'essieu d'aéronef portant des roues équipées de freins.

La figure 2 présente les résultats d'essais menés sur plusieurs éprouvettes en acier conformément au protocole d'essai illustré à la figure 1.

L'axe des ordonnées de la figure 2 indique les différentes températures constantes CSTE qui ont été respectivement choisies pour chacun des essais.

L'axe des ordonnées présente une valeur en Mpa de la limite à la rupture atteinte par une éprouvette donnée subissant l'essai.

5 La légende Rev0 désigne les résultats obtenus avec des éprouvettes nues. Ainsi avec un essai de fluage à température constante CSTE à 200°, l'éprouvette nue atteint une limite à la rupture d'environ 2 500 Mpa lorsqu'elle est soumise au protocole d'essai de la figure 1.

10 On constate que plus la température CSTE choisie pour l'essai augmente et plus la valeur de limite à la rupture diminue. Cette limite à la rupture d'éprouvette nue Rev0 passe d'environ 2 500Mpa à 200°C à environ 2 250Mpa à 250°C, puis environ 2 100Mpa à 285°C, environ 15 1 900Mpa à 315°C, environ 1 700 Mpa à 350°C, environ 1 400Mpa à 400°C, environ 950Mpa à 450°C et environ 600Mpa à 500°C.

20 Ainsi plus le fluage d'une éprouvette en acier est réalisé à température élevée et plus les caractéristiques mécaniques de cette éprouvette diminuent.

25 La légende Rev1 désigne les résultats obtenus avec des éprouvettes revêtues d'un dépôt MCAC correspondant à « metallic ceramic aluminum coating », c'est-à-dire revêtement organique contenant de l'aluminium métallique.

La légende Rev2 désigne les résultats obtenus avec des éprouvettes revêtues du dépôt de zinc-nickel utilisé pour la mise en œuvre de l'invention.

30 La légende Rev3 désigne les résultats obtenus avec des éprouvettes revêtues du dépôt de Cadmium faiblement fragilisant (Cadmium LHE, LHE correspondant à l'expression « low hydrogen embrittlement »).

35 On constate que parmi les différents revêtements testés, le revêtement Rev1 constitué d'un dépôt MCAC et

le revêtement Rev2 constitué de zinc et nickel (contenant entre 12 et 18% de nickel et plus particulièrement entre 12 et 16% de nickel) n'induisent pas de baisse significative de la résistance des éprouvettes en acier pour des températures d'essais comprises entre 285°C et 315°C.

A contrario, il est surprenant de noter que le revêtement cadmium Rev3 usuellement utilisé en aéronautique pour protéger des pièces d'atterrisseur contre de la corrosion présente, dès 285°C, un fort abattement de la résistance de l'éprouvette en acier.

Par conséquent, le revêtement de cadmium n'est pas adapté à revêtir un axe d'essieu d'atterrisseur destiné à recevoir une roue équipée de freins car il est susceptible d'induire dans l'axe des fragilisations.

Par contre, ces essais démontrent qu'il est particulièrement intéressant de protéger un axe d'essieu de tige d'atterrisseur destinée à porter une roue équipée de freins à l'aide d'un dépôt de couche de zinc nickel Rev2 conforme à l'invention. Outre son effet de protection contre la corrosion du substrat en acier, la couche d'alliage de zinc et nickel Rev2 n'induit pas de baisse significative de la résistance du substrat d'acier et elle présente en plus l'avantage de ne pas contenir de substances nocives pour l'environnement comme le chrome hexavalent contenu dans la couche de MCAC Rev1.

L'invention concerne également un atterrisseur pour aéronef comportant :

- au moins une tige d'atterrisseur, selon l'un quelconque des modes de réalisation de la tige d'atterrisseur selon l'invention ; et
- au moins une roue équipée de freins et supportée par l'essieu de ladite au moins une tige d'atterrisseur.

Lors des cycles de freinage normaux de l'aéronef à l'aide des freins équipant la roue, l'augmentation de la température des freins entraîne une augmentation de la température de l'axe d'essieu. Grâce à l'invention, cette
5 température peut dépasser 200°C et approcher 300°C sans qu'il y ait de risque additionnel de dégradation de la résistance de l'axe d'essieu du fait de la protection anticorrosion. L'atterrisseur selon l'invention présente une résistance à la corrosion sans toutefois contenir de
10 polluant environnemental tel que du chrome hexavalent.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une tige d'atterrisseur pour aéronef selon l'une quelconque des modes de réalisation de la tige selon l'invention. Ce procédé est essentiellement
15 caractérisé en ce qu'il comporte :

- une étape de formation d'un axe d'essieu en acier; suivie
- d'une étape de dépôt sur cet axe d'essieu en acier de ladite au moins une couche de revêtement en
20 alliage de Zinc et de Nickel, cette étape de dépôt étant réalisée en plongeant ledit au moins un axe d'essieu dans un bain alcalin contenant du zinc et du nickel sous forme d'ions et en appliquant un potentiel électrique entre une électrode plongée
25 dans le bain et l'axe d'essieu en acier.

L'usage d'un bain alcalin permet de limiter le risque de dégradation, par attaque acide, de la tige lors du dépôt électrolytique de la couche d'alliage en Zinc et Nickel. Un tel bain alcalin peut être obtenu en versant
30 dans le bain une solution d'hydroxyde de sodium et/ou de l'hydroxyde de potassium, du nickel sous forme de sulfate de nickel, du zinc sous forme de zincate et des agents complexant nécessaires à la complexation du zinc et du nickel comme des amines telles que du diéthylène triamine

et des additifs organiques comme des brillanters ou des agents nivelant.

Un avantage de ce procédé de dépôt électrolytique est qu'il permet de générer sur l'acier de l'axe d'essieu et sur la partie principale de la tige d'atterrisseur, si elle en est recouverte, un revêtement en alliage de zinc et de nickel dont l'épaisseur peut être facilement adaptée zone par zone de la tige.

Typiquement, l'axe d'essieu est plongé dans le bain pour jouer le rôle d'une cathode, des anodes fixes immergées dans le bain servent à déposer sur des parties extérieures de l'axe d'essieu ne nécessitant pas d'outillage spécifique, d'autres anodes constituent des outils rapportés en vis-à-vis de zones de l'axe d'essieu qui sont difficiles d'accès, des caches et voleurs de courant peuvent être localement disposés en vis-à-vis de l'axe d'essieu pour limiter des surépaisseurs locales.

Cet outillage constitué des anodes, caches et voleurs de courant permet d'avoir une épaisseur homogène au cours du dépôt. Le temps de réalisation du dépôt et la densité de courant imposée entre les anodes et l'axe d'essieu plongé dans le bain définissant l'épaisseur finale de la couche zinc-nickel obtenue.

Ces outillages et paramètres de temps et de densité de courant sont ajustés pour obtenir une épaisseur de couche comprise entre 20 et 50 microns et préférentiellement 20 à 30 microns. Notamment via les essais précités, ainsi que par des observations au microscope électronique, on a démontré que la couche de revêtement d'alliage de Zn-Ni ne diffuse pas dans le substrat en acier lorsqu'il est soumis à une température élevée allant jusqu'à 300°C combinée à une mise en contrainte mécanique de ce même substrat allant au-delà de 2000 Mpa.

Selon un mode particulier du procédé de fabrication d'une tige d'atterrisseur selon l'invention, préalablement à l'étape de dépôt sur cet axe d'essieu en acier, on réalise une étape de préparation de surface en 5 acier de la tige typiquement par dégraissage suivi d'une activation de surface mécanique ou chimique permettant d'améliorer l'accroche de la couche de zinc-nickel, par exemple par sablage.

Cette étape permet d'améliorer l'accroche de la 10 couche de Zn-Ni sur l'acier.

Selon un mode particulier du procédé de fabrication de l'invention, après l'étape de dépôt on réalise une étape de passivation consistant à immerger, dans une solution d'acide contenant par exemple du chrome 15 trivalent, les portions de la tige revêtues de la couche de revêtement en alliage de zinc et de nickel.

Cette passivation permet d'améliorer la protection anticorrosion conférée par la couche de Zn-Ni déposée sur la tige.

20 Selon un mode particulier du procédé de fabrication d'une tige d'atterrisseur selon l'invention, on met en œuvre une étape de dégazage d'hydrogène potentiellement occlus dans l'acier, cette étape de dégazage comprenant le placement de la tige dans un four 25 pendant au moins 12 heures en maintenant le four à une température de 190°C à plus ou moins 14°C. Ce dégazage permet d'évacuer l'hydrogène fragilisant qui est potentiellement occlus dans le substrat d'acier.

30 BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation non limitatifs, en référence aux figures des dessins annexés parmi lesquelles :

Les figures 1 et 2 présentent les essais précités ;

Les figures 3a et 3b montrent les étapes successives permettant d'obtenir une tige d'atterrisseur 1 d'aéronef selon l'invention, l'axe d'essieu 1b étant ici intégré à la partie principale 1a de la tige ;

Les figures 4a, 4b, 4c, 4d présentent les étapes successives permettant d'obtenir une tige d'atterrisseur pour aéronef selon l'invention, dans un mode où l'axe d'essieu 1b est assemblé par emmanchement dans un alésage complémentaire formé au travers de la partie principale 1a de la tige 1.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Comme on le voit sur les figures 3b et 4d, l'invention concerne une tige 1 d'atterrisseur pour aéronef comportant une partie principale 1a s'étendant selon un axe principal X-X de la tige 1 et comportant un axe d'essieu 1b s'étendant dans un plan P perpendiculaire à l'axe principal 1a de la tige 1.

Cet axe d'essieu 1b étant agencé pour supporter au moins une roue d'atterrisseur équipée de freins. En l'occurrence, sur les figures 3b et 4d, l'axe d'essieu 1b porte deux roues 2a, 2b respectivement équipées de freins 3a, 3b pour freiner les roues équipées.

L'axe d'essieu 1b est en acier portant au moins une couche de revêtement C en alliage de zinc et de nickel, cet alliage de zinc et de nickel comportant, en pourcentage massique de l'alliage, entre 12% et 18% de nickel, préférentiellement entre 12% et 16% de nickel, préférentiellement 15% de nickel à + ou - 1% près.

L'alliage comprend au plus 0.5% en masse d'autres éléments que le nickel et le zinc, ces autres éléments pouvant être des éléments volontairement ajoutés ou des impuretés. Le reste de l'alliage est constitué de Zinc. Idéalement, l'alliage ne comprend aucun autre élément

d'alliage que le zinc et le nickel. Dans tous les modes de réalisation de l'alliage, celui-ci contient toujours au moins 81.5% de zinc.

5 La tige d'atterrisseur 1 comporte des moyens de fixation 4a, 4b de freins 3a, 3b agencés pour disposer les freins autour de l'axe d'essieu 1b afin de freiner les roues 2a, 2b de l'atterrisseur qui sont équipées de frein.

10 Sur les figures 1a et 1b, les moyens de fixation 4a, 4b comportent deux couronnes annulaires de l'axe d'essieu. Chacune de ces couronnes s'étend radialement depuis l'axe d'essieu 1b vers la périphérie de l'axe d'essieu. Chacune de ces couronnes est perforée de trous parallèles au plan P dans lequel s'étend l'essieu. Chaque
15 frein équipant une roue comporte un rotor assujetti à la roue et un stator assujetti à une des couronnes qui lui correspond. Le stator comporte des disques sélectivement pressés par des vérins pour serrer d'autres disques qui appartiennent au rotor. Idéalement la couche d'alliage de
20 zinc et nickel recouvre les couronnes et une portion non chromée de la partie principale de la tige. La partie principale de la tige présente une portion chromée destinée à coulisser dans un caisson de l'atterrisseur adapté à être fixé à la structure de l'aéronef. Cette
25 portion chromée forme des portées pour des joints d'étanchéité hydraulique.

30 Sur les figures 4a et 4b les moyens de fixation 4a, 4b comportent des excroissances s'étendant depuis des côtés de la partie principale de la tige d'atterrisseur. Comme dans le mode de réalisation des figures 1a et 1b, chaque frein équipant une roue comporte un rotor assujetti à la roue et un stator assujetti à une d'excroissances de la partie principales qui lui correspond. Le stator comporte des disques sélectivement

pressés par des vérins pour serrer d'autres disques qui appartiennent au rotor.

5 Préférentiellement, la couche de revêtement C en alliage de Zinc et de Nickel s'étend exclusivement sur des surfaces externes de l'axe d'essieu qui sont choisies pour être maintenues à une température inférieure à 300°C lorsque la tige est utilisée pour la mise en œuvre d'un cycle de freinage normal d'aéronef.

10 Idéalement la couche d'alliage de zinc et nickel recouvre les excroissances servant de moyens de fixation 4a, 4b ainsi que tout ou partie de la partie principale de la tige.

15 Un cycle de freinage normal de l'aéronef comporte tous les freinages habituels de l'aéronef qui ont lieu lors d'un roulage, d'un décollage, et d'un atterrissage de l'aéronef.

20 Un cycle de freinage normal ne comporte pas de freinage d'urgence susceptible de générer des dégradations importantes de la tige d'atterrisseur 1 qui nécessiteraient la dépose de la tige et son remplacement ou sa réhabilitation.

25 Comme on le voit sur les figures 3a, 3b, 4b, 4c, 4d, l'axe d'essieu 1b comporte au moins une portée de roulement, en l'occurrence deux portées 5a, 5b. Chaque portée 5a, 5b est agencée pour recevoir au moins une bague de roulement de roue pour orienter la roue autour de l'axe d'essieu.

30 Selon un premier mode de réalisation des portées 5a, 5b, chaque portée est formée par une couche annulaire de chrome formée sur une surface externe en acier de l'axe d'essieu 1b. La couche de revêtement en alliage de zinc et de nickel s'étend au moins sur toutes les surfaces en acier de l'axe d'essieu qui se trouvent en dehors des portées de roulement en chrome 5a, 5b.

Ce mode de réalisation permet d'avoir des portées de roulement extrêmement dures car constituées de chrome tout en présentant une protection anticorrosion compatible à un fonctionnement de l'essieu à haute
5 température.

Selon ce mode, chaque portée de roulement 5a, 5b en chrome s'étend entre deux bords annulaires en chrome qui lui sont propres. La couche de revêtement C en alliage de Zinc et de Nickel qui s'étend en dehors des
10 portées 5a et 5b s'étend aussi sur les bords annulaires en chrome de chacune de ces portées 5a, 5b.

Le fait que la couche de revêtement C en alliage de zinc et de nickel recouvre tous les bords des portées en chrome permet de limiter le risque d'avoir une
15 corrosion au niveau des bords annulaires des portées annulaires en chrome.

Idéalement, la partie principale 1a de la tige d'atterrisseur 1 est en acier et la couche de revêtement en alliage de Zinc et de Nickel s'étend au moins sur une
20 portion de cette partie principale 1a, cette couche étant formée contre l'acier de la tige d'atterrisseur. On évite ainsi le risque de corrosion à l'interface entre l'essieu 1b et la partie principale 1a.

Enfin, alors que sur les figures 3a et 3b, la tige principale 1a et l'axe d'essieu 1b forment une seule et même pièce, sur les figures 4a, 4b, 4c et 4d, on voit
25 que l'axe d'essieu 1b et la tige principale 1a forment deux pièces distinctes assemblées par emmanchement forcé.

Les figures 4a à 4d illustrent le procédé de fabrication de la tige d'atterrisseur en deux parties.
30

A la figure 4a, l'axe 1b est nu et ne porte pas encore ses portées de roulements.

Sur la figure 4b, on forme les portées de roulements 5a, 5b.

Sur la figure 4c, on voit l'axe d'essieu 1b et la partie principale 1a de la tige avant l'assemblage de ces pièces. Un alésage 6 est formé au travers de la partie principale 1a. La couche C en alliage Zn-Ni est formée sur l'axe d'essieu 1 et sur la partie principale 1a, y compris à l'intérieur de l'alésage 6 avant que l'axe d'essieu 1b ne soit assemblé avec la partie principale 1a de la tige 1.

Sur la figure 4d, on voit l'axe d'essieu 1b assemblé avec la partie principale 1a de la tige.

Ici, l'axe d'essieu s'étend au travers de l'alésage 6 traversant la partie principale de la tige d'atterrisseur. Cet axe d'essieu 1b est emmanché serré dans cet alésage 6 et une portion annulaire continue de la couche C de revêtement en alliage de zinc et de nickel portée par l'axe d'essieu forme une interface entre la surface annulaire interne dudit alésage 6 et une portion longitudinale de l'axe d'essieu 1b qui s'étendant dans l'alésage.

Ainsi, la portion annulaire continue de la couche C qui s'étend dans l'alésage 6 forme une interface entre l'alésage et l'acier de l'axe d'essieu. Cette interface réalise une protection anticorrosion de l'axe d'essieu tout en permettant une déformation de la couche C lors de l'emmanchement forcé de l'axe d'essieu 1b dans l'alésage 6. On limite ainsi le risque d'apparition d'espaces creux entre la surface annulaire interne de l'alésage et l'axe d'essieu. Le fait de limiter la formation de tels espaces creux limite les jeux et vibrations entre la partie principale 1a et l'axe d'essieu 1b ainsi que le risque de matage et d'oxydation lorsque la tige d'atterrisseur est en service. Les causes de fragilisation de la tige d'atterrisseur sont ainsi minimisées.

Enfin, comme on le voit sur la figure 4c la surface annulaire interne de l'alésage 6 peut porter une

couche annulaire interne à l'alésage, cette couche annulaire interne à l'alésage étant constituée du même alliage de zinc et de nickel.

REVENDICATIONS

1. Tige (1) d'atterrisseur pour aéronef
comprenant une partie principale (1a) s'étendant selon un
5 axe principal (X-X) de la tige et comprenant un axe
d'essieu (1b) s'étendant dans un plan (P) perpendiculaire
à l'axe principal (1a) de la tige, cet axe d'essieu (1b)
étant agencé pour supporter au moins une roue
10 d'atterrisseur (2a, 2b) équipée de freins (3a, 3b) pour
freiner la roue, ledit axe d'essieu (1b) étant en acier,
dans laquelle l'axe d'essieu (1b) porte au moins une
couche de revêtement (C) en alliage de Zinc et de Nickel,
cet alliage de Zinc et de Nickel comprenant, en
15 pourcentage massique de l'alliage, entre 12% et 18% de
nickel, au plus 0.5% d'autres éléments que le Nickel et
le zinc, le reste étant du zinc, l'axe d'essieu (1b)
comprenant au moins une portée de roulement (5a, 5b)
agencée pour recevoir au moins une bague de roulement de
20 roue, chaque dite au moins une portée (5a, 5b) étant
formée par une couche annulaire de chrome formée sur une
surface externe en acier de l'axe d'essieu (1b), ladite
au moins une couche de revêtement en alliage de zinc et
de nickel s'étendant au moins sur toutes les surfaces en
acier de l'axe d'essieu qui se trouvent en dehors de
25 ladite au moins une portée de roulement en chrome (5a,
5b) et chaque au moins une portée de roulement (5a, 5b)
en chrome s'étendant entre deux bords annulaires en
chrome qui lui sont propres, ladite au moins une couche
de revêtement en alliage de Zinc et de Nickel s'étendant
30 sur les bords annulaires en chrome de chaque au moins une
portée de roulement.

2. Tige d'atterrisseur (1) selon la revendication
1, dans laquelle ladite au moins une couche de revêtement
(C) en alliage de Zinc et de Nickel s'étend exclusivement
35 sur des surfaces externes de l'axe d'essieu qui sont
choisies pour être maintenues à une température
inférieure à 300°C lorsque la tige est utilisée pour la
mise en œuvre d'un cycle de freinage normal d'aéronef.

3. Tige d'atterrisseur selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, dans laquelle l'axe d'essieu (1b) s'étend au travers d'un alésage (6) traversant la partie principale de la tige d'atterrisseur, cet axe d'essieu étant emmanché serré dans cet alésage (6) et une portion annulaire continue de la couche de revêtement (C) en alliage de zinc et de nickel portée par l'axe d'essieu (1b) forme une interface entre la surface annulaire interne dudit alésage (6) et une portion longitudinale de l'axe d'essieu qui s'étend dans l'alésage (6).

4. Tige d'atterrisseur selon la revendication 3, dans laquelle ladite surface annulaire interne de l'alésage porte une couche annulaire interne à l'alésage (6), cette couche annulaire interne à l'alésage (6) étant constituée du même alliage de zinc et de nickel.

5. Tige d'atterrisseur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans laquelle la tige principale et l'axe d'essieu sont formés d'une seule pièce.

6. Tige d'atterrisseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle l'alliage de Zinc et de Nickel comprend, en pourcentage massique de l'alliage, entre 12% et 16% de nickel.

7. Atterrisseur pour aéronef comprenant :

- au moins une tige d'atterrisseur (1), selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 ;
- au moins une roue (2a, 2b) équipée de freins (3a, 3b) et supportée par l'essieu (1b) de ladite au moins une tige d'atterrisseur (1).

8. Procédé de fabrication d'une tige d'atterrisseur (1) pour aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant :

- une étape de formation d'un axe d'essieu en acier (1b); suivie
- d'une étape de dépôt sur cet axe d'essieu (1b) en acier de ladite au moins une couche de revêtement (C) en alliage de Zinc et de Nickel, cette étape de dépôt étant réalisée en plongeant ledit au moins un axe d'essieu dans un bain alcalin

contenant du zinc et du nickel sous forme d'ions et en appliquant un potentiel électrique entre une électrode plongée dans le bain et l'axe d'essieu en acier.

5 9. Procédé de fabrication d'une tige d'atterrisseur selon la revendication 8, dans laquelle préalablement à l'une étape de dépôt sur cet axe d'essieu en acier, on réalise une étape de préparation de surface en acier de la tige comprenant une activation de surface
10 mécanique ou chimique.

 10. Procédé de fabrication d'une tige d'atterrisseur selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, dans laquelle après l'étape de dépôt on réalise une étape de passivation consistant à immerger, dans une
15 solution d'acide, les portions de la tige revêtues de la couche de revêtement en alliage de zinc et de nickel.

 11. Procédé de fabrication d'une tige d'atterrisseur selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, comprenant en outre une étape de dégazage
20 d'hydrogène potentiellement occlus dans l'acier, cette étape de dégazage comprenant le placement de la tige dans un four pendant au moins 12 heures en maintenant le four à une température de 190°C à plus ou moins 14°C.

1/2

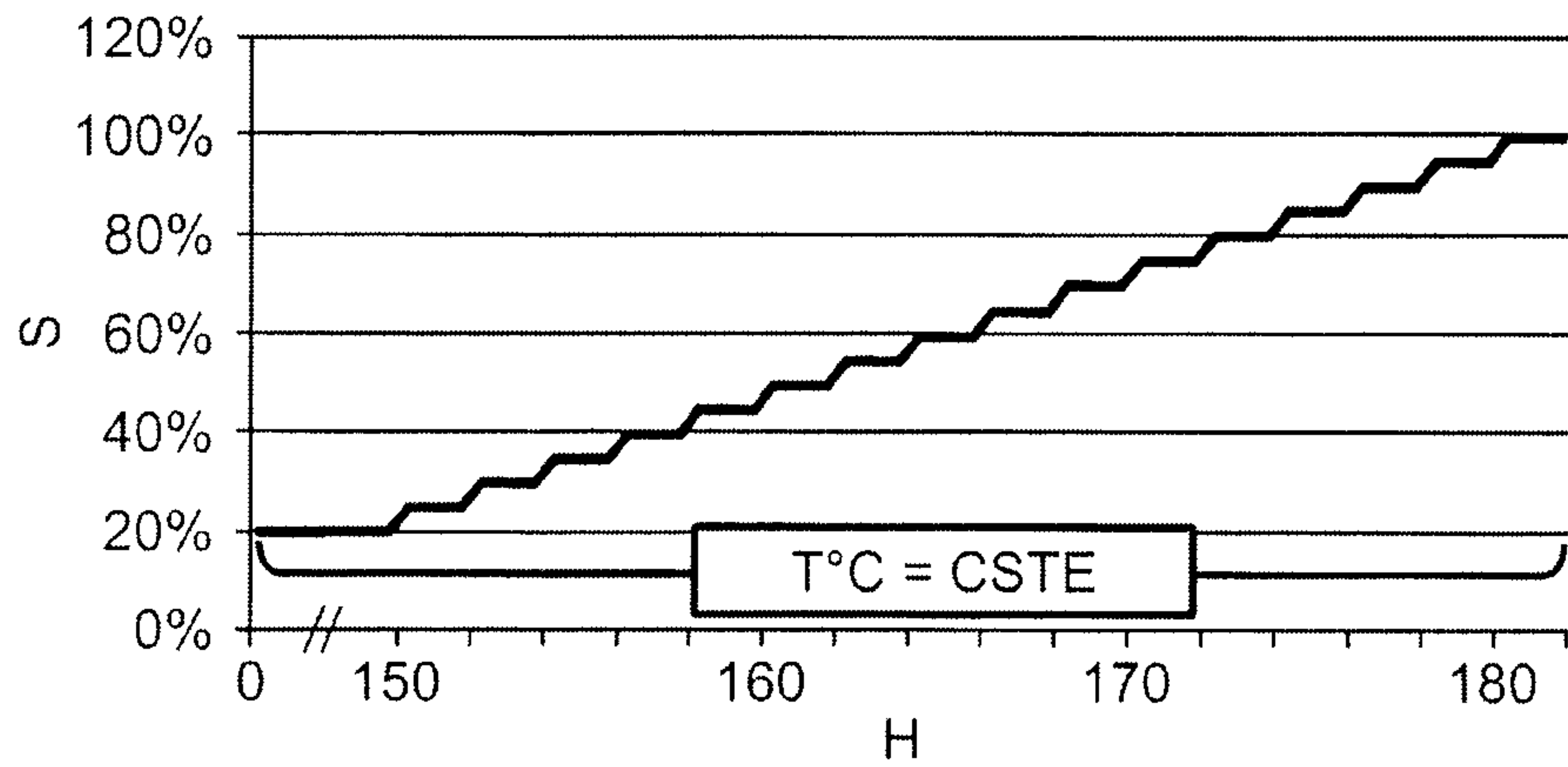


Fig. 1

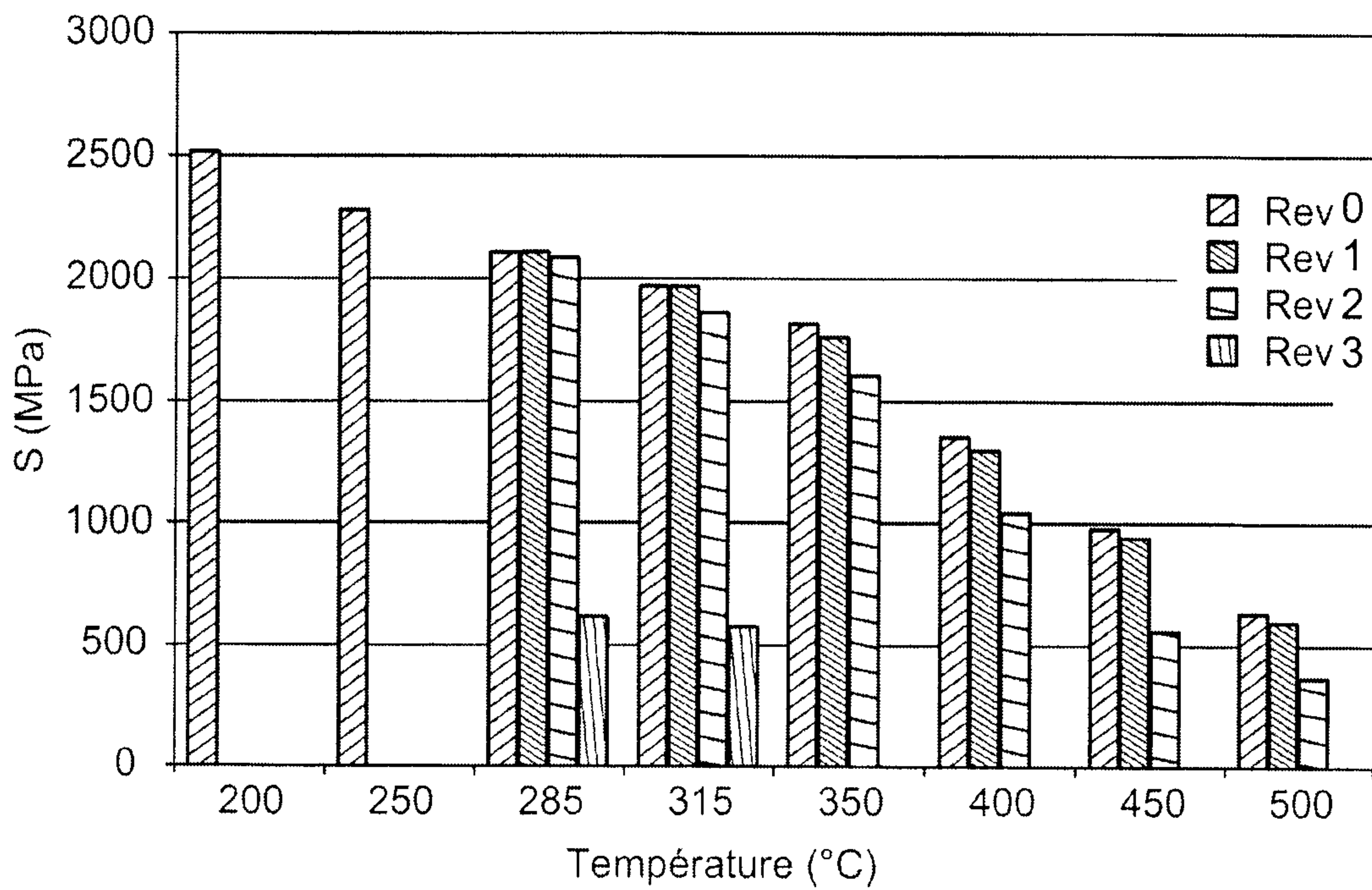


Fig. 2

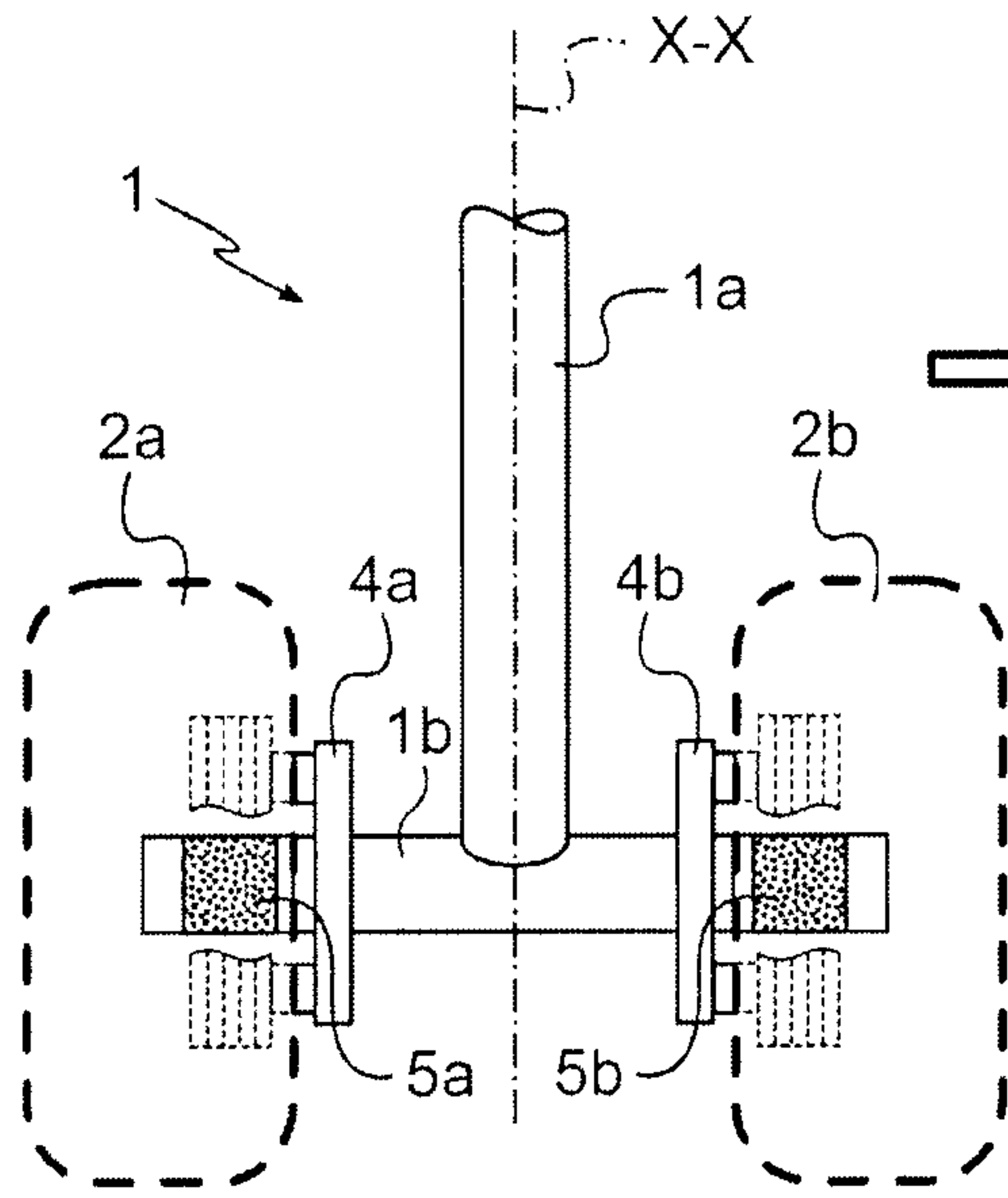


Fig. 3a

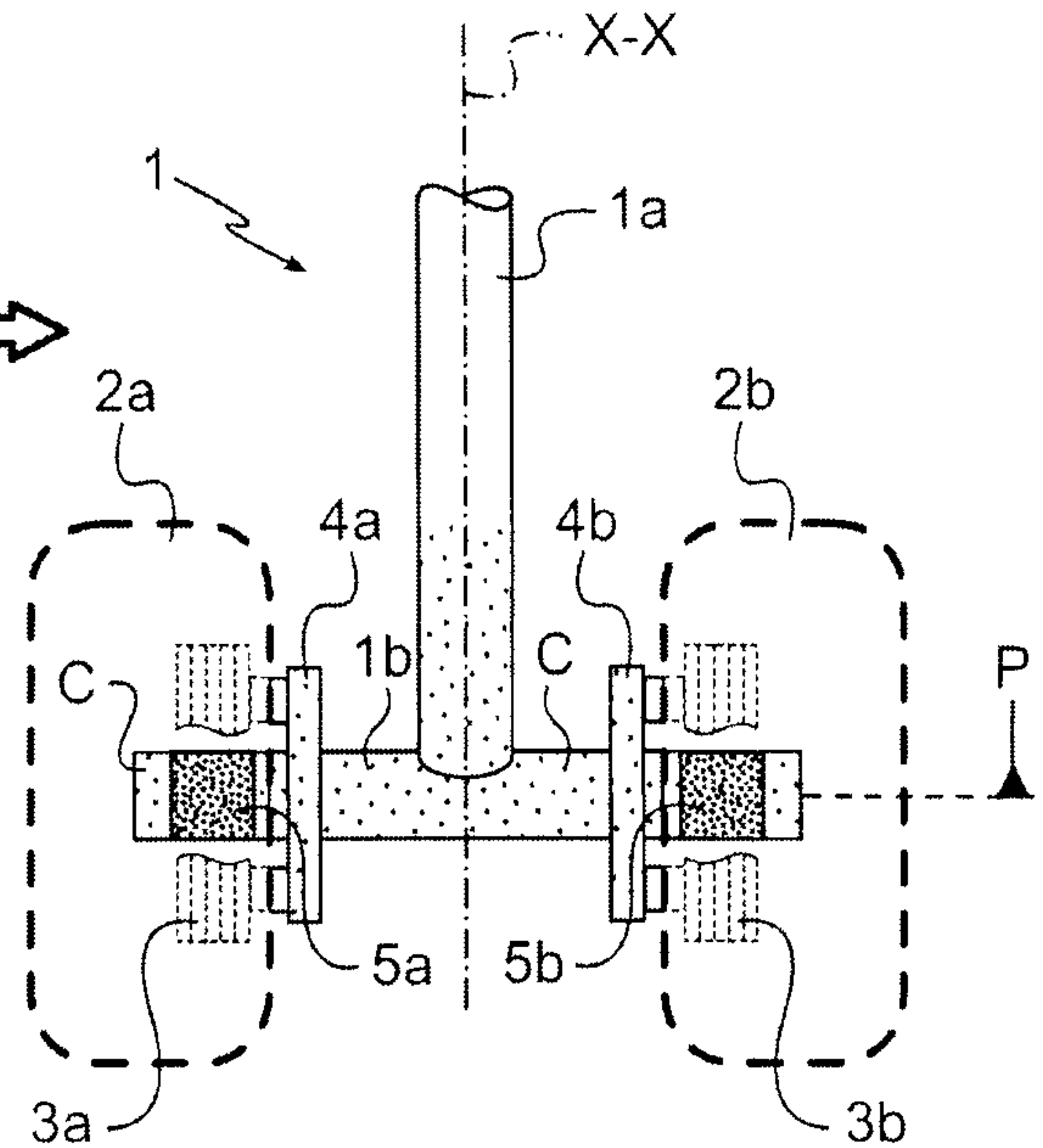


Fig. 3b

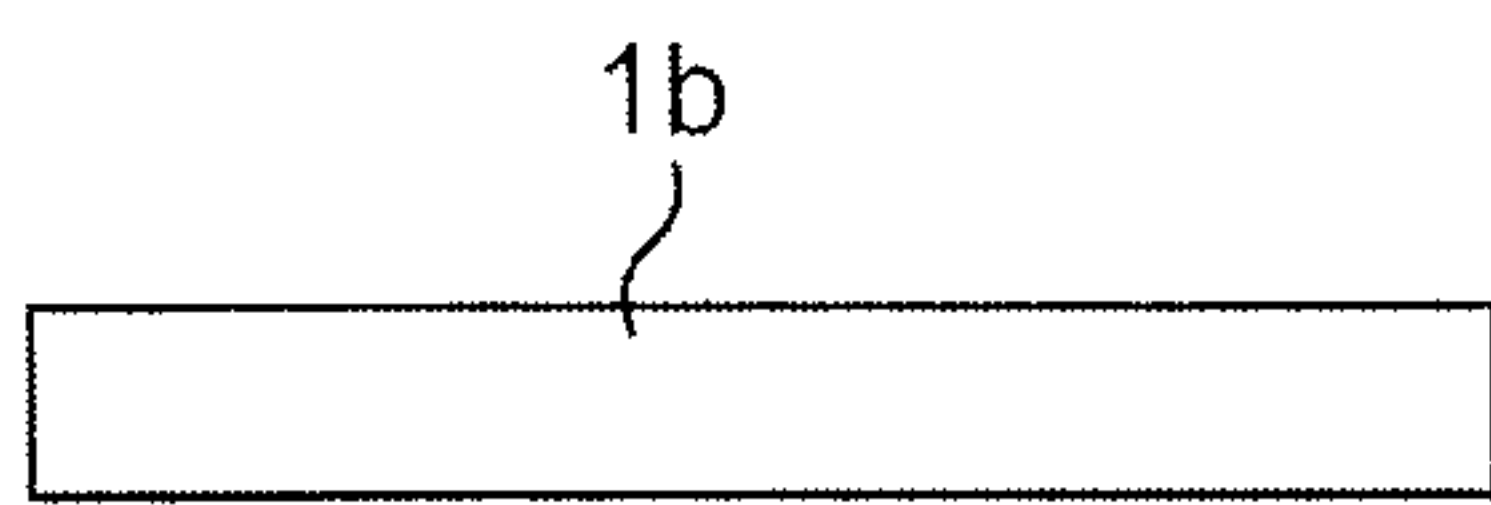


Fig. 4a

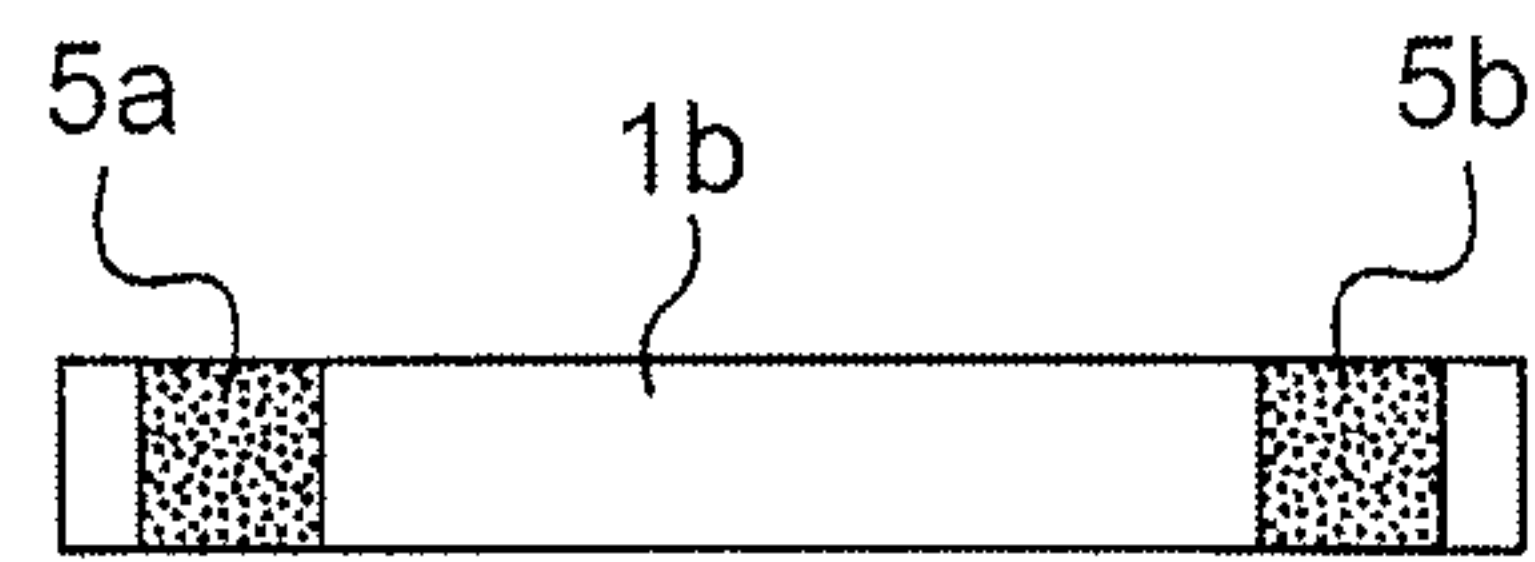


Fig. 4b

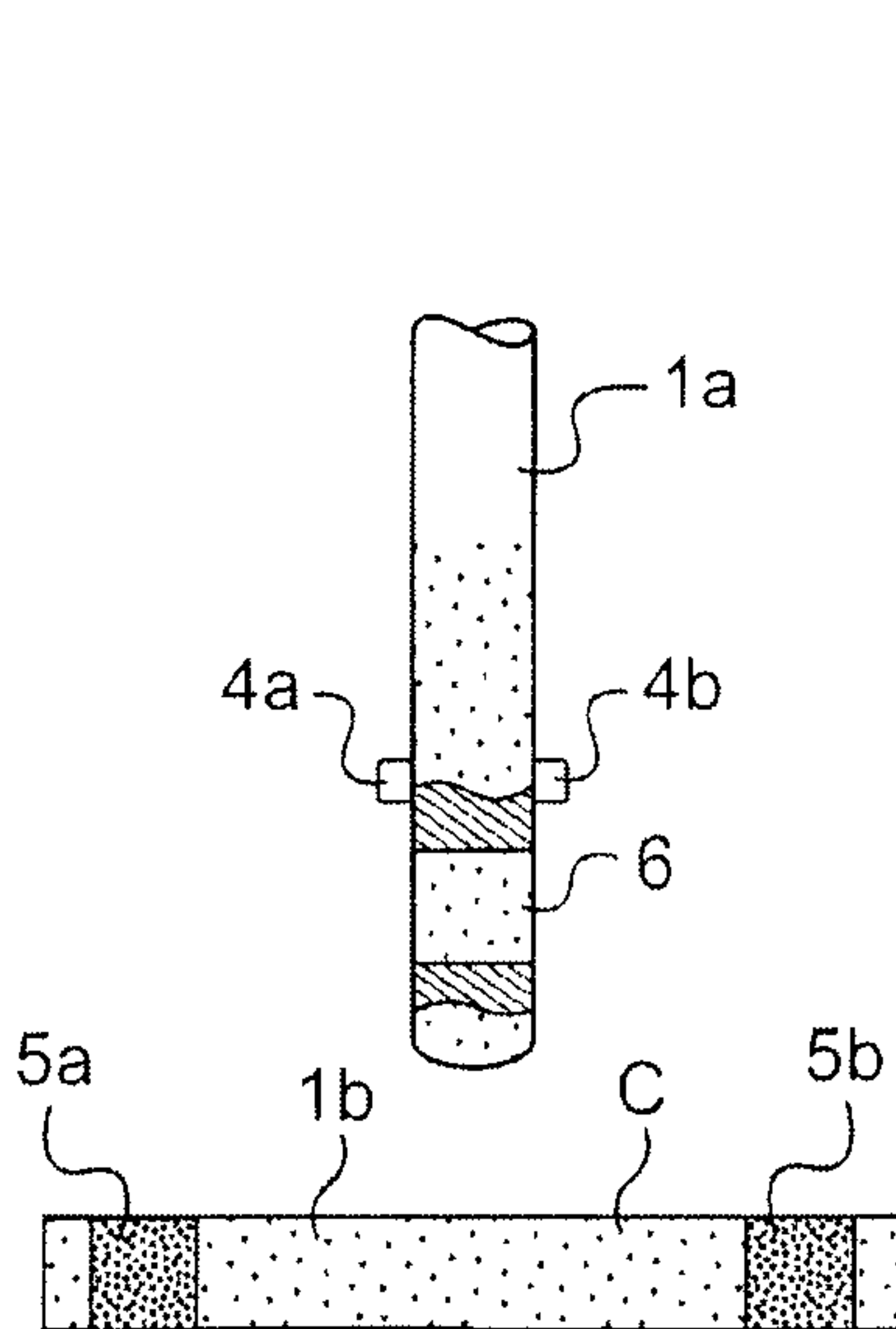


Fig. 4c

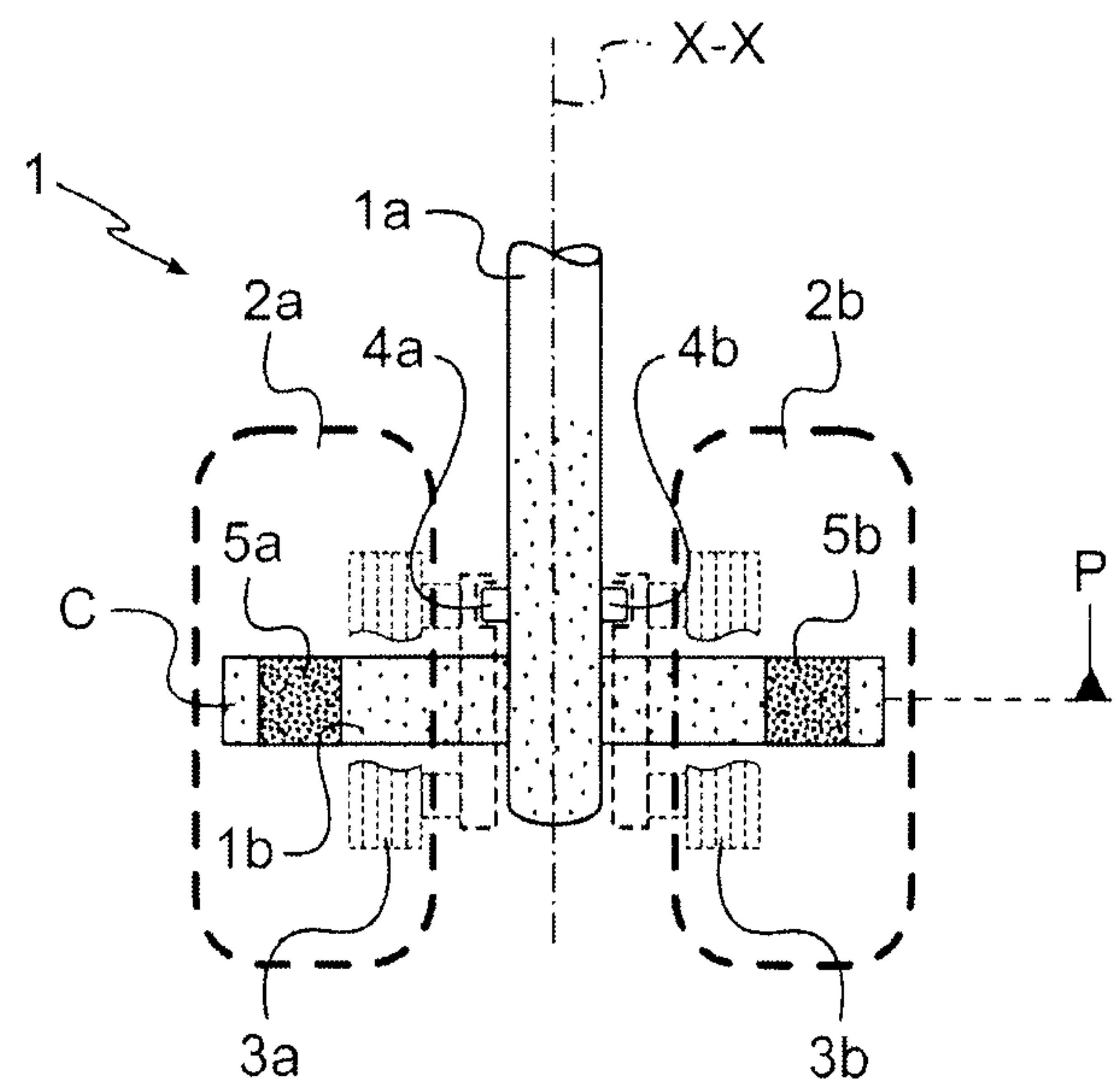


Fig. 4d

