

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 572 961

②1 N° d'enregistrement national :

84 17133

⑤1 Int Cl⁴ : B 21 B 13/02.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 9 novembre 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 20 du 16 mai 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : UNION SIDERURGIQUE
DU NORD ET DE L'EST DE LA FRANCE, par abréviation
« USINOR », — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Daniel Derelle.

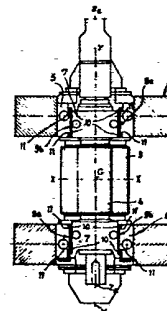
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Lavoix.

⑤4 Cage de laminoir perfectionnée.

⑤7 Cette cage de laminoir perfectionnée comprend un bâti 1 supportant des empoises 7 dans lesquelles tourbillonnent deux cylindres de travail 4. Suivant une caractéristique essentielle de l'invention, vus en projection sur un plan horizontal, les axes Z_2 des cylindres de travail 4 forment chacun un angle aigu de décalage par rapport à l'axe Y-Y perpendiculaire à l'axe de laminage X-X et sont disposés de part et d'autre de celui-ci.

Le décalage est obtenu en insérant des paires de cales 9a, 9b, ou à l'aide de vérins hydrauliques ou équivalents.



FR 2 572 961 - A1

D

La présente invention est relative à une cage de laminoir perfectionnée s'intégrant notamment dans un train de laminage à chaud pour feuillards et en particulier dans un train finisseur.

5 La planéité des produits laminés fait l'objet de spécifications de plus en plus sévères de la part des industries de transformation de ces produits. De plus, pour accroître la rentabilité des unités de production des industries sidérurgiques, il apparait nécessaire de limiter tout défaut donnant lieu, à un
10 déclassement ou à une mise au rebut du produit laminé. Cette condition est particulièrement impérative des tôles de grande largeur refendues à froid pour obtenir des tôles plus étroites. C'est pourquoi, les efforts de recherche se concentrent sur un problème délicat à
15 résoudre, en l'occurrence: la maîtrise de la planéité des bandes métalliques laminées, aussi bien au niveau des rives qu'en leur centre.

Les études effectuées jusqu'à présent ont donné naissance à des dispositifs hydrauliques dans
20 lesquels on fait varier le profil des génératrices actives des cylindres de travail, indépendamment du processus de laminage, en appliquant des forces aux extrémités des cylindres de travail ou de soutien pour provoquer une mise en flexion de ces cylindres et
25 modifier ainsi la pression exercée au centre ou en rive. Dans un premier agencement, on applique une force variable entre les empoises des cylindres de travail durant le laminage.

Dans un second dispositif les cylindres de
30 soutien comportent des prolongements latéraux entre lesquels est appliquée la force provoquant la mise en flexion.

Dans le troisième agencement, on applique

une force de séparation entre les empoises des cylindres de travail et celles des cylindres de soutien. Le bombé obtenu est alors négatif. Cependant, de tels dispositifs nécessitent l'application de forces importantes et de ce fait, entraînent des problèmes de maintenance au niveau des empoises qui doivent supporter ces efforts.

Dans un quatrième dispositif la cage de laminoir est équipée de six cylindres, un cylindre intermédiaire étant interposé entre chaque couple de cylindres de soutien et de travail. Ces cylindres intermédiaires ont la particularité de pouvoir se déplacer axialement dans un sens ou dans l'autre sur des distances importantes. Un tel dispositif permet en principe de contrôler en continu la planéité de la bande sans provoquer d'efforts anormaux sur les cylindres de travail et/ou de soutien mais sa mise en oeuvre nécessite une installation complexe pour le déplacement contrôlé des cylindres intermédiaires.

Enfin, dans un cinquième agencement, les cylindres de travail ou de soutien comportent une enveloppe creuse frettée reliée à un dispositif de mise en pression hydraulique. La variation du bombé du cylindre est alors obtenue en faisant varier la pression d'huile à l'intérieur de l'enveloppe frettée. On conçoit qu'un tel agencement qui nécessite d'une part un frettage étanche d'une enveloppe sur les cylindres concernés et d'autre part une alimentation hydraulique soit, en raison de sa complexité, d'un coût élevé et d'une fiabilité discutable.

Aux différentes techniques précédemment exposées s'ajoute une régulation du laminage qui, par la mesure des caractéristiques de planéité de la bande à la sortie de la cage de laminoir agit sur le disposi-

tif de modification du bombé des cylindres dont cette dernière est équipée. Les appareils de mesure couramment utilisés sont des jauges de planéité et des jauges du profil qui détectent les éventuels défauts et les irrégularités de profil.

Le but de l'invention est de réaliser une cage de laminoir perfectionnée, susceptible de régler efficacement la planéité qui soit plus simple que les dispositifs évoqués ci-dessus et qui permette d'éviter l'application de forces de flexion importantes sollicitant anormalement les empoises.

A cet effet, l'invention a pour objet une cage de laminoir comprenant un bâti supportant des empoises dans lesquelles tourillonnent deux cylindres de travail, caractérisée en ce que vus en projection sur un plan horizontal, les axes des cylindres de travail forment chacun un angle aigu de décalage par rapport à l'axe perpendiculaire à l'axe de laminage et sont disposés de part et d'autre de celui-ci. Suivant d'autres caractéristiques de l'invention :

les angles de décalage des cylindres de travail sont égaux.

Le décalage des cylindres de travail est obtenu en insérant des cales entre les paliers et les empoises des cylindres de travail.

L'invention va être décrite plus en détail ci-dessous en se référant aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemples, et sur lesquels:

- la Fig.1 est une vue en élévation latérale schématique d'une cage de laminoir selon l'invention;
- la Fig.2 est un schéma montrant en projection sur un plan horizontal, la position des axes des cylindres de travail;
- la Fig.3 est une vue en coupe transversale

de la cage de la Fig.1 suivant la ligne 3-3 de cette Fig.1;

- la Fig.4 est une vue en élévation d'une cale;

5 - la Fig.5 est une vue en coupe schématique des cylindres de la cage de laminoir parallèlement à l'axe X-X de laminage, prise à une extrémité de la table de travail des cylindres; et

10 - la Fig.6 est un graphique qui illustre la variation du bombé théorique des cylindres pour différentes valeurs du décalage angulaire entre les cylindres.

La cage de laminoir représentée aux Fig.1 à 3 s'intègre dans un train de laminage et de préférence 15 dans un groupe finisseur, où la bande atteint son épaisseur finale.

Cette cage, dont l'agencement général est classique, ne sera pas, en conséquence, décrite en 20 détail. Elle comprend un bâti 1 muni, sur chacun de ses flancs, d'une ouverture 2 rectangulaire. Transversalement au bâti 1, deux cylindres de soutien 3 et deux cylindres de travail 4 sont superposés horizontalement de telle façon que les cylindres de travail 4, directement voisins, soient encadrés par les 25 cylindres de soutien 3.

Les cylindres de soutien 3 tourillonnent dans des paliers portés par des empoises 5 et les cylindres de travail 4 tourillonnent dans des paliers 6, ces derniers étant portés par des empoises 7 qui 30 sont guidées, avec les empoises 5 des cylindres de soutien, dans les ouvertures latérales 2 du bâti 1. Une vis de pression 8 permet l'application d'une poussée verticale afin de maintenir l'effort de laminage sur une bande métallique qui passe entre les

5 cylindres de travail 4. Entre cette vis 8 et le cylindre de soutien 3 supérieur est interposée une capsule 8a hydraulique, par exemple, du type connu "AGC" faisant partie d'un dispositif de régulation du laminage.

10 Suivant l'invention, les axes Z_1-Z_1 , Z_2-Z_2 des cylindres de travail 4, vus en projection sur un plan horizontal, forment chacun un angle aigu α de décalage par rapport à l'axe Y-Y perpendiculaire à l'axe X-X de laminage et sont disposés de part et d'autre de celui-ci (Fig.2).

15 Suivant un mode de réalisation de l'invention, le décalage angulaire d'angle α qui est compris entre 0,2 et 5 degrés et de préférence entre 0,5 et 2 degrés est obtenu en insérant des cales 9a, 9b d'épaisseurs différentes entre les empoises 5 des cylindres d'appui 3 et les empoises 7 des cylindres de travail 4.

20 Les cales 9a, 9b (Fig.4) ont une forme générale rectangulaire et sont munies chacune au niveau de leurs extrémités, dans le sens de leur largeur, de rebords 10 faisant saillie sur une même face, ces rebords étant destinés à coopérer avec des épaulements 11 prévus sur les empoises 5 des cylindres d'appui 3. Par ailleurs, des alésages 12 sont formés dans les cales 9a, 9b afin de pouvoir visser ces dernières sur les empoises 5.

30 Les cales 9a, 9b, associées aux empoises 7 d'un même cylindre 4, sont disposées symétriquement (Fig.3) par rapport au point C, point d'intersection des axes Z_1-Z_1 , Z_2-Z_2 des cylindres de travail 4 avec l'axe X-X de laminage (Fig.2) pour décaler ainsi symétriquement le cylindre considéré par rapport à l'axe X-X. Afin d'obtenir un décalage angulaire identique et dans l'autre sens (Fig.2), les cales 9a, 9b associées à l'autre cylindre ont bien entendu,

des positions inversées.

Le croisement des cylindres de travail 4 suivant l'invention a pour effet d'écartier les génératrices de ceux-ci, d'une manière croissante de part et d'autre de leur centre au point de croisement C en direction de leurs extrémités et, de même, d'écartier chaque cylindre de travail 4 du cylindre de soutien 3 adjacent, ce qui équivaut à donner aux cylindres un certain bombé.

Ainsi, la bande laminée entre les cylindres de travail 4 croisés, ne subit pas un même effort de laminage sur sa largeur, en particulier, ce dernier sera moindre sur les rives.

En supposant que l'application d'une pression sur les cylindres 3,4 de la cage déforme les cylindres de soutien et de travail jusqu'à rapprocher leurs génératrices, on peut calculer la valeur du rapprochement F entre les cylindres de soutien, à une distance de l'axe de laminage X-X égale à la demi largeur L (Fig.2) de la table de travail (Fig.5).

Le calcul est effectué de la façon suivante, en supposant que

- R = 2r avec R : rayon du cylindre de soutien 3 et

- r : rayon du cylindre de travail 4

- E₁ : distance entre les génératrices des cylindres de soutien 3 au repos

- E₂ : distance entre les génératrices des cylindres de soutien 3 après rapprochement.

- E₁ = 4r et

- E₂ = 2 OA + O'B - 4r

d'où F = E₁ - E₂ = 8r - 2 OA - O'B

or d'après la figure OA = OO' cos δ = 3r cos δ

avec $\sin \delta = \frac{d}{3r}$

(d : décalage de l'axe Z-Z d'un cylindre de travail 4 par rapport à l'axe Y-Y perpendiculaire à l'axe X-X de laminage pris à l'extrémité du cylindre)

$$\text{par ailleurs, } O'B = O'O \cos \beta = 2r \cos \beta$$

5

$$\text{avec } \sin \beta = \frac{d}{r}$$

$$\text{on en déduit : } F = 8r(1 - \cos \alpha) + 2r(1 - \cos \beta)$$

On remarquera qu'un calcul identique peut être effectué pour des décalages angulaires différents et des largeurs de tables différentes dans la mesure où l'on peut relier la valeur de d à celle de l'angle de décalage suivant l'expression :

10

15

$$d = \frac{L \sin \alpha}{2}$$

Le même mode de calcul est applicable en un point quelconque situé sur un cylindre de travail 4 et distant du point C d'une valeur ℓ (figure 2) avec

20

$$0 < \ell < \frac{L}{2}$$

Dans ce cas, la valeur du décalage de l'axe Z-Z du cylindre par rapport à l'axe Y-Y est formulée de la façon suivante: $d_\ell = \ell \sin \alpha$. Il est donc possible de déterminer F en un point quelconque de la table.

25

La variation de la valeur du rapprochement F entre les cylindres de soutien 3 sur la largeur de la table est assimilable au même rapprochement qui serait obtenu en utilisant des cylindres de travail 4 bombés. Ce bombé théorique est représenté graphiquement sur la Fig.5 pour différentes valeurs de décalage d . On voit sur cette figure que la valeur du bombé théorique convexe obtenu est particulièrement sensible à la va-

30

riation du décalage d des cylindres de travail 4 et que ce bombé peut être relativement accentué pour des valeurs de d qui restent faibles (≤ 5 mm).

Les résultats obtenus sont très satisfaisants. On voit sur le tableau disposé ci-dessous que par rapport à un essai normal ($d = 0$ mm) le croisement des cylindres a pour effet de diminuer sensiblement les valeurs de bombé et de tombé de rives de la bande laminée. Cet effet est particulièrement notable pour un décalage de 5mm, valeur pour laquelle le bombé et le tombé de rives se trouvent pratiquement divisés par deux.

| 15 | Dimensions de la bande laminée (mm) | Décalage d (mm) (*) | α (degré) | Bombé (mm) | Tombé de rives (mm) | Bombé/Force (mm/N) | Tombé de rives/Force (mm/N) |
|----|-------------------------------------|-----------------------|------------------|------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| | 541 x 4,3 | 0 | 0 | 3,4 | 5,3 | 0,0113 | 0,0177 |
| | 541 x 4,3 | 2,5 | 0,41 | 2,65 | 5 | 0,0088 | 0,0167 |
| | 560 x 3 | 0 | 0 | 3,9 | 6,8 | 0,013 | 0,0235 |
| 20 | 542 x 3 | 5 | 0,82 | 2,05 | 4,8 | 0,0068 | 0,016 |
| | 456 x 2,75 | 0 | 0 | 4,9 | 8,3 | 0,016 | 0,0277 |
| | 470 x 2,85 | 5 | 0,82 | 1,55 | 4,1 | 0,0052 | 0,0137 |

(*) pour une largeur de table de 700 mm.

25 Le croisement des cylindres de travail 4 permet donc de régler de manière efficace la planéité des bandes métalliques sans pour cela nécessiter l'application de forces de flexion importantes sur les cylindres 3,4 au niveau des empoises 5,7, de sorte que 30 les objectifs recherchés sont bien atteints.

Dans une variante de réalisation de l'invention, le croisement des cylindres de travail 4 peut être avantageusement combiné avec l'emploi de cylindres bombés concaves ou convexes, ce qui donne à l'ensemble un "bombé" résultant concave ou convexe

complémentaire de celui obtenu par le croisement desdits cylindres 4.

5 De plus, l'emploi de vérins hydrauliques remplaçant les cales 9 disposés entre les empoises 7 des cylindres de travail 4 et les empoises 5 des cylindres d'appui 3 et agissant en sens inverse sur lesdites empoises, permet un ajustage aisé de la valeur de l'angle de décalage α . En combinaison avec une jauge de profil ou de planéité, connue en soi et 10 disposée en aval de la cage de laminoir, ces vérins peuvent corriger en continu la valeur de l'angle α en fonction de la planéité de la bande mesurée par la jauge à la sortie de la cage et produire, ainsi, automatiquement des bandes métalliques d'une planéité 15 satisfaisante.

Il est à noter que dans certaines cages de laminoir, les empoises 7 des cylindres de travail sont indépendantes des empoises 5 des cylindres d'appui et alors directement logées dans l'ouverture 2 du bâti 1. 20 Dans ce cas, les vérins hydrauliques sont logés entre les empoises 7 des cylindres de travail et le bâti 1.

REVENDEICATIONS

1. Cage de laminoir comprenant un bâti (1) supportant des empoises (7) dans lesquelles touril-
lonnent deux cylindres de travail (4), caractérisée en
5 ce que vus en projection sur un plan horizontal, les
axes (Z_1, Z_2) des cylindres de travail (4) formant cha-
cun un angle (α) aigu de décalage par rapport à l'axe
(Y-Y) perpendiculaire à l'axe (X-X) de laminage et
sont disposés de part et d'autre de celui-ci.
- 10 2. Cage de laminoir suivant la revendication
1, caractérisée en ce que les angles de décalage (α)
des cylindres de travail (4) sont égaux.
3. Cage de laminoir suivant l'une des reven-
dications 1 ou 2, caractérisée en ce que les angles
15 () de décalage sont compris entre 0,2 et 5° et de
préférence entre 0,5 et 2°.
4. Cage de laminoir suivant l'une quelconque
des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le
décalage des cylindres de travail (4) est obtenu en
20 insérant des cales (9a, 9b) entre les empoises (5) des
cylindres d'appui (3) et les empoises (7) des cylin-
dres de travail (4).
5. Cage de laminoir suivant la revendication
4, caractérisée en ce que les cales associées à un
25 cylindre de travail (4) comportent deux paires de
cales (9a, 9b) d'épaisseurs différentes, les cales
d'une même paire étant disposées symétriquement par
rapport au point d'intersection (C) de l'axe (X-X) de
laminage avec les axes (Z-Z) des cylindres de travail
30 (4).
6. Cage de laminoir suivant l'une quelconque
des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le
décalage des cylindres de travail (4) est obtenu à
l'aide de vérins hydrauliques ou équivalents disposés
entre les empoises (5) des cylindres d'appui et les
empoises (7) des cylindres de travail, ces vérins

agissant en sens inverse sur lesdites empoises.

7. Cage de laminoir suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le décalage des cylindres de travail est obtenu à l'aide de vérins hydrauliques ou équivalents disposés entre les empoises (7) des cylindres de travail et le bâti (1), ces vérins agissant en sens inverse sur lesdites empoises.

8. Cage de laminoir suivant la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce que les vérins qui commandent le décalage des cylindres de travail (4) sont incorporés à un dispositif de régulation du laminage pour faire varier l'angle (α) de décalage en fonction des caractéristiques de la tôle à la sortie de la cage.

9. Cage de laminoir suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les cylindres de travail (4) sont droits.

10. Cage de laminoir suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les cylindres de travail (4) sont bombés concaves ou convexes.

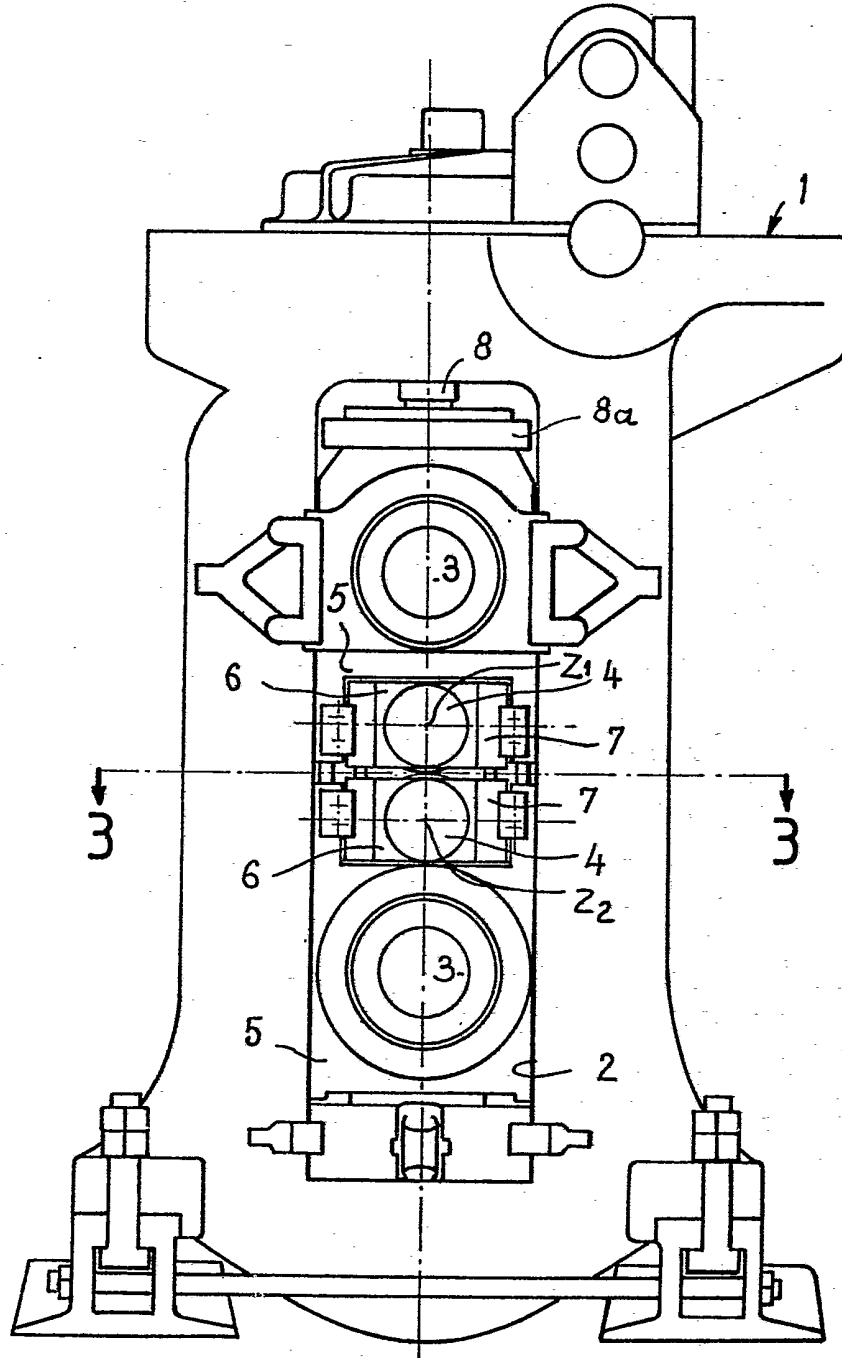
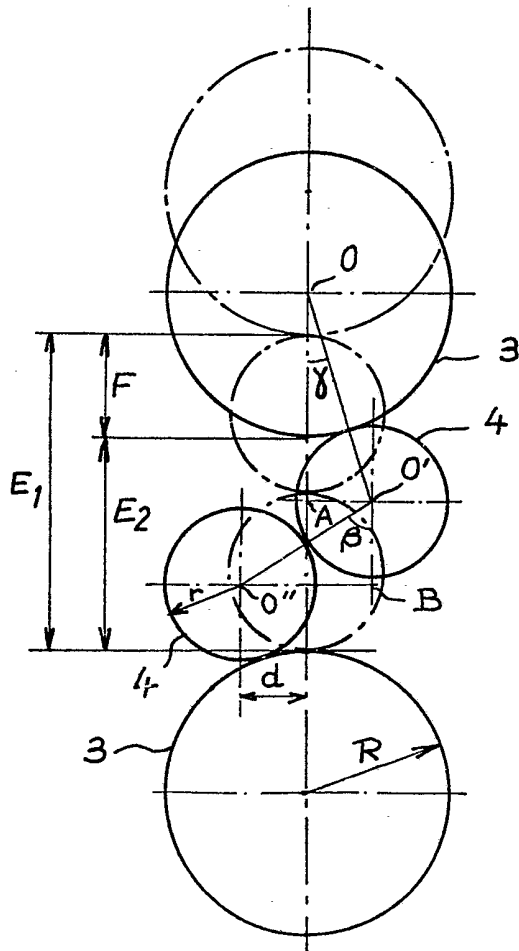
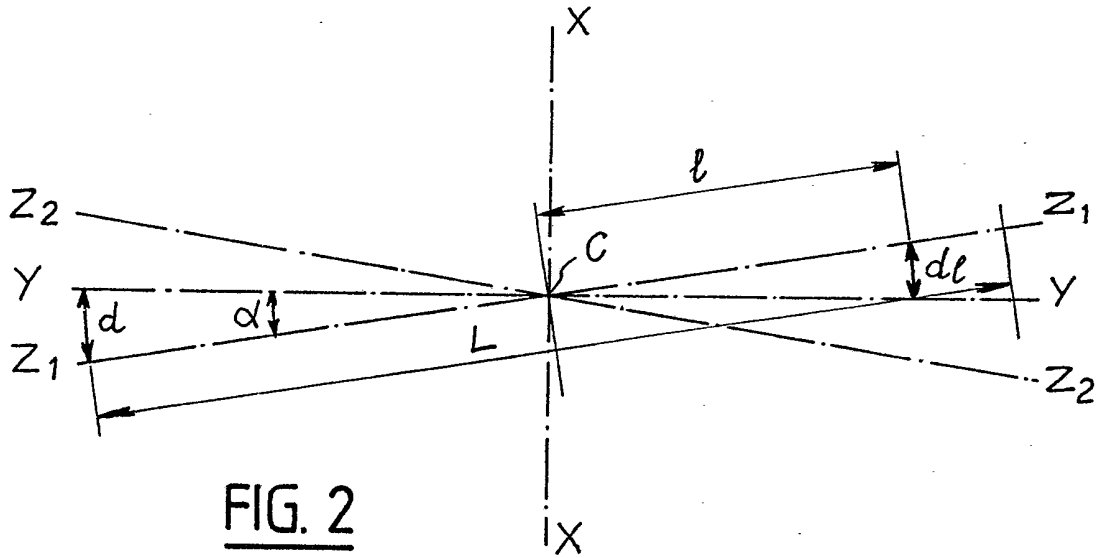


FIG. 1

2572961

2/5



2572961

3/5

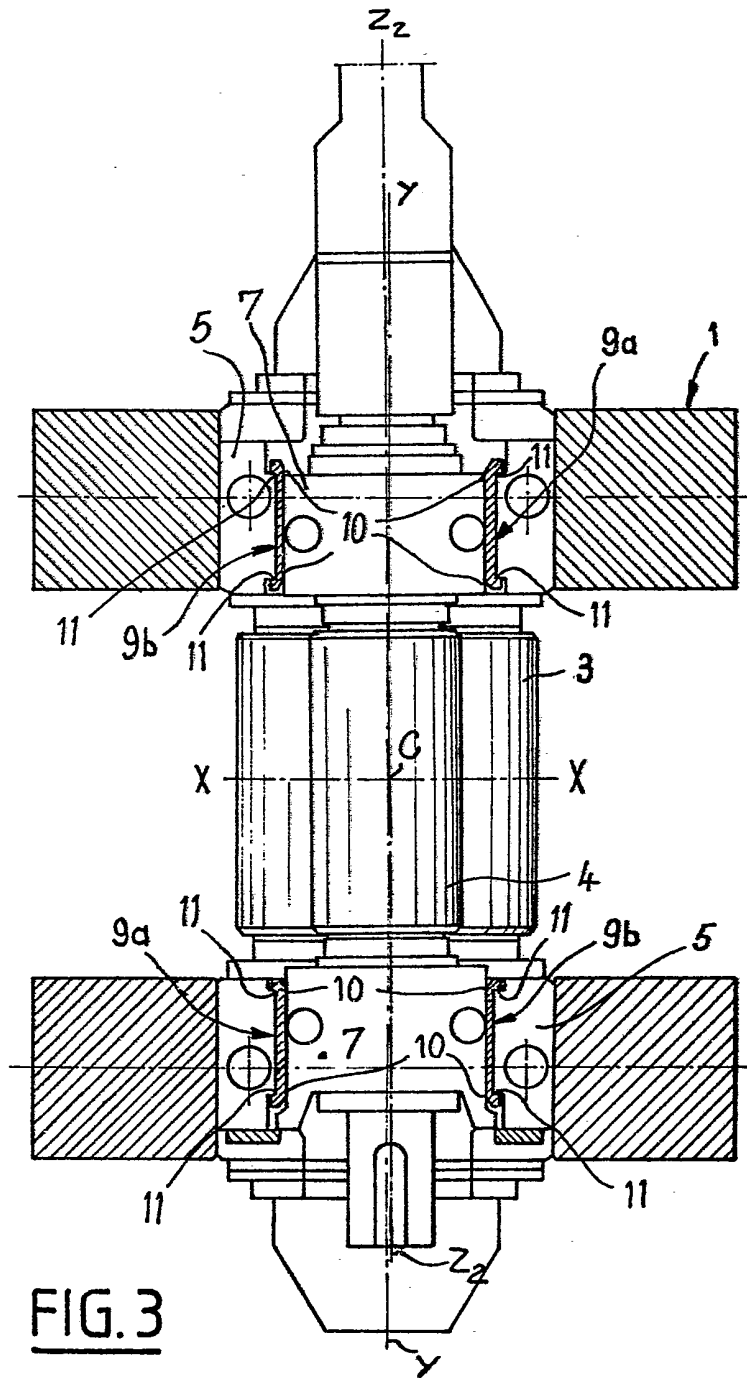


FIG. 3

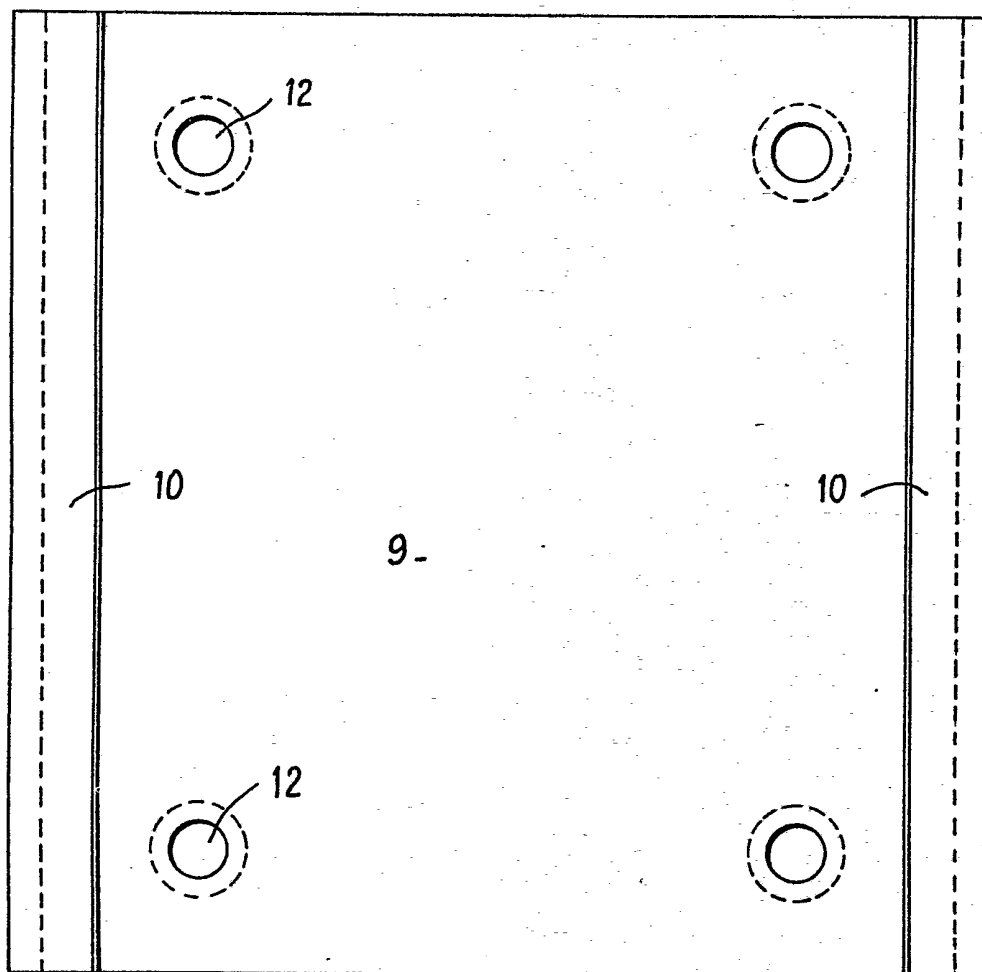


FIG. 4

5/5

FIG. 6

