



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 147 258
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 84402211.1

(51) Int. Cl.⁴: **B 22 D 11/04**
B 22 D 11/16

(22) Date de dépôt: 05.11.84

(30) Priorité: 23.11.83 FR 8318671

(43) Date de publication de la demande:
03.07.85 Bulletin 85/27

(84) Etats contractants désignés:
AT BE DE

(71) Demandeur: **FIVES-CAIL BABCOCK, Société anonyme**
7 rue Montalivet
F-75383 Paris Cedex 08(FR)

(72) Inventeur: **Chielens, Alain**
37, rue de la Briqueterie
F-59420 Mouvaux(FR)

(72) Inventeur: **Durinck, René**
35, allée de la Crémaillère
F-59650 Villeneuve D'Ascq(FR)

(72) Inventeur: **Werquin, Pierre**
10, rue de Valmy
F-59700 Marcq En Baroeuil(FR)

(74) Mandataire: **Fontanié, Etienne**
FIVES-CAIL BABCOCK 7, rue Montalivet
F-75383 Paris Cedex 08(FR)

(54) **Procédé pour modifier la largeur d'une brame produite en coulée continue sans interrompre la coulée.**

(57) L'invention a pour objet un procédé pour changer la largeur d'un produit de coulée continue à section rectangulaire, tel qu'une brame, sans interrompre la coulée, par déplacement d'au moins un petit côté de la lingotière.

Pour pouvoir produire un tronçon de brame de transition de longueur imposée quelle que soit l'évolution de la vitesse d'extraction de produit coulé on commande les déplacements du petit côté en fonction de la longueur du produit coulé depuis le début de l'opération de changement de largeur.

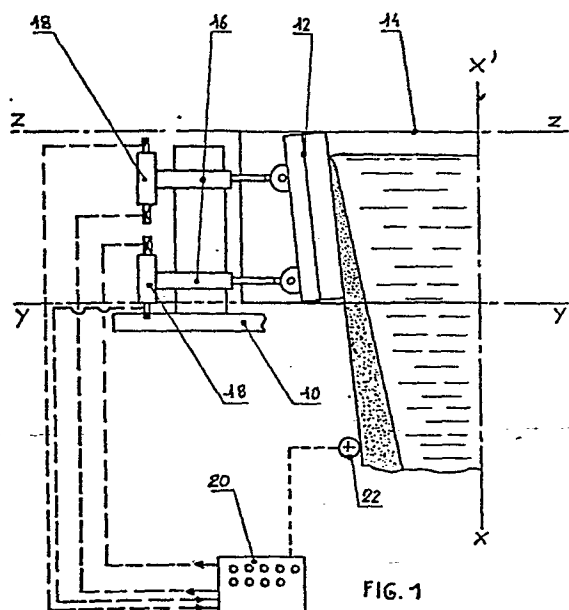


FIG. 1

Procédé pour modifier la largeur d'une brame produite en coulée continue sans interrompre la coulée.

La présente invention a pour objet un procédé pour modifier la largeur d'un produit de coulée continue à section rectangulaire, tel qu'une brame, sans interrompre la coulée, par déplacement d'au moins un petit côté de la lingotière.

10 Dans tous les procédés connus de changement de largeur en marche, la vitesse de déplacement du ou des petits côtés est prédéterminée pour toute la durée du déplacement, de sorte que la longueur du tronçon à largeur variable du produit coulé, appelé tronçon de transition, dépend
15 de la vitesse d'extraction du produit coulé. Il n'est pas possible d'obtenir un tronçon de transition de longueur prédéterminée si la vitesse d'extraction varie accidentellement pendant le changement de largeur. Or il est très important, pour réduire les pertes et faciliter les opérations de laminage, de pouvoir imposer une longueur donnée
20 au tronçon de transition.

Le but de la présente invention est de fournir un procédé de changement de largeur d'un produit de coulée continue,
25 sans interruption de la coulée, permettant de produire un tronçon de transition de longueur imposée quelle que soit l'évolution de la vitesse d'extraction du produit coulé pendant le changement de largeur.

30 Le procédé objet de la présente invention est caractérisé en ce qu'on commande les déplacements du petit côté en fonction de la longueur du produit coulé depuis le début du changement de largeur de façon que le tronçon de transition du produit coulé ait une longueur prédéterminée
35 quelle que soit l'évolution de la vitesse d'extraction du produit coulé pendant le changement de largeur. La relation entre l'abscisse d'un point quelconque du petit côté de la lingotière, notamment les points d'attache des

vérins à vis utilisés pour déplacer le petit côté, et la longueur du produit coulé pourra être un polynome. En particulier, ce pourra être une relation linéaire.

- 5 En général, on prévoiera plusieurs phases pour déplacer le petit côté de sa position initiale à sa position finale, et les relations entre l'abscisse d'un point quelconque du petit côté et la longueur du produit coulé seront différentes d'une phase à l'autre. On pourra en particulier, au début de l'opération de changement de largeur, incliner le petit côté par rapport à sa position initiale d'un angle β correspondant en grandeur et en signe à la pente de la petite face du tronçon de transition, de forme trapézoïdale, puis lui faire subir une rotation de grand rayon et, en fin d'opération, le redresser pour l'amener dans sa position finale. La phase intermédiaire pourra être une rotation autour d'un axe confondu avec l'intersection des plans définis par la face intérieure du petit côté lorsque celui-ci se trouve dans ses positions initiale et finale, respectivement, ou d'un axe confondu avec l'intersection des plans définis par la face intérieure du petit côté lorsque celui-ci se trouve dans les positions intermédiaires faisant l'angle β avec ses positions initiale et finale, respectivement, ou d'un axe parallèle à ces axes et situé au voisinage de ceux-ci.

- Pour la mise en oeuvre de ce procédé, on pourra, par exemple, mesurer pendant toute la durée de l'opération de changement de largeur la longueur de produit coulé, calculer périodiquement, à des instants séparés par des intervalles de temps très courts, la distance dont doit être déplacé le petit côté pendant l'intervalle de temps suivant l'instant considéré à partir de la longueur du produit coulé depuis le début de l'opération augmentée de la longueur coulée pendant l'intervalle de temps précédant l'instant considéré, commander le déplacement du petit côté sur la distance calculée, puis à l'instant suivant comparer la longueur réelle du produit coulé pendant l'intervalle de

temps qui vient de s'écouler à la longueur du produit coulé pendant l'intervalle de temps précédent et si elles diffèrent corriger de la valeur correspondant à cette différence la nouvelle distance de déplacement du petit côté
5 calculée à cet instant.

La description qui suit se réfère aux dessins qui l'accompagnent et illustrent, à titre d'exemple non limitatif, quelques modes de mise en oeuvre de l'invention. Sur
10 ces dessins :

La figure 1 est une vue partielle, en coupe, d'une lingotière conçue pour la mise en oeuvre de l'invention ;

15 La figure 2 est un schéma montrant les phases successives de l'opération d'élargissement de la cavité d'une lingotière à brames suivant le procédé de l'invention ;

La figure 3 représente le tronçon de brame produit pendant cet élargissement ;
20

La figure 4 est un schéma illustrant l'opération de rétrécissement de la cavité d'une lingotière suivant le procédé de l'invention ; et
25

La figure 5 représente le tronçon de brame produit pendant ce rétrécissement.

Les lingotières de coulée continue utilisées pour la production de brames sont constituées par un châssis 10 en
30 forme de cadre supportant quatre plaques formant les côtés de la lingotière. Les plaques 12 constituant les petits côtés sont normalement serrées entre les plaques 14 constituant les grands côtés par des moyens de pression, tels
35 que vérins ou ressorts. Lorsque ces moyens sont rendus inactifs, les petits côtés peuvent être déplacés pour régler la largeur de la cavité de la lingotière et, par conséquent, des brames produites. Pour supporter et

déplacer chaque petit côté, on utilise deux vérins à vis 16 montés sur le châssis 10 et dont un élément, vis ou écrou, est articulé par son extrémité sur la face extérieure du petit côté ; l'autre élément des vérins est accouplé à
5 un servo-moteur électrique 18 dont la rotation est commandée par un automate programmable, un microprocesseur ou un calculateur 20.

Sur la figure 2, on a représenté schématiquement les positions successives d'un petit côté de lingotière qui est
10 déplacé, en s'éloignant de l'axe X-X' de la cavité de la lingotière, pour élargir cette dernière. Lorsque la cavité de la lingotière est courbe, l'axe X'-X représente la trace sur le plan de figure, c'est-à-dire sur le plan
15 médian parallèle aux grandes faces de la lingotière, du plan contenant l'axe de la cavité de la lingotière. Dans ce qui suit, lorsqu'on se réfèrera à l'axe X-X' il s'agira, le cas échéant, du plan contenant cet axe. La droite A-A₃ représente le bord inférieur de la lingotière et la droite
20 B-B₃ le niveau de la surface libre du métal dans la lingotière.

Initialement, le petit côté se trouve dans la position A-B ; il est incliné d'un angle α_1 , par rapport à l'axe
25 X-X', pour tenir compte de la contraction du produit coulé due à son refroidissement en lingotière ; cette inclinaison permet de maintenir le petit côté de la lingotière en contact avec les petites faces du produit coulé pratiquement sur toute la hauteur de la lingotière et, par conséquent, de réduire les risques de percées. On a démontré
30 et vérifié par l'expérience que cette inclinaison est telle que le prolongement de la trace du petit côté passe toujours par un point fixe O, appelé centre de conicité, pour toutes les largeurs du produit coulé que l'on est
35 capable de produire industriellement.

Pendant la première phase, le petit côté est amené, par rotation autour d'un axe O₁ situé au-dessous de la lingo-

tière, de la position initiale AB à la position A_1B_1 telle que son plan fasse avec le plan perpendiculaire au plan de la figure et dont la trace sur celui-ci est B_1O un angle β dont la tangente est égale à la pente des petites faces du tronçon de transition du produit coulé (voir figure 3). Cet angle dépend de la longueur du tronçon de transition et de la variation de largeur que l'on s'est imposé. La position de l'axe de rotation O_1 est choisie de façon à limiter à une valeur acceptable, par exemple 1mm, le jeu entre le petit côté et la petite face du produit coulé et/ou la compression de cette dernière par le petit côté, sur toute la hauteur de la lingotière.

Pendant une seconde phase, on fait pivoter le petit côté autour d'un axe perpendiculaire au plan de la figure et passant par O pour l'amener dans la position A_2B_2 . Cet axe est en fait l'intersection de tous les plans définis par la face intérieure du petit côté lorsqu'il est en position normale de coulée, pour différentes largeurs de lingotière.

Pendant la dernière phase, on fait pivoter le petit côté autour d'un axe O_2 , situé au niveau de la surface libre du métal dans la lingotière ou au voisinage de celui-ci, pour l'amener dans la position choisie A_3B_3 . Dans cette position, le petit côté est incliné d'un angle α_2 par rapport à l'axe X'X et le plan de sa face intérieure contient le centre O. Comme dans la première phase, la position de l'axe O_2 est choisie pour limiter à une valeur acceptable le jeu entre le petit côté et la petite face du produit coulé et/ou la compression de cette dernière. Pendant les trois phases de l'opération, le petit côté est déplacé en fonction de la longueur du produit coulé. C'est-à-dire que l'abscisse x_i , compté à partir de l'axe X'-X, d'un point quelconque du petit côté est lié à la longueur l du produit coulé depuis le début de la première phase par une relation $x_i = f(l)$, f étant un polynome de degré au plus égal à six. En pratique on utilisera chaque

fois que cela sera possible une fonction linéaire de la forme $x_i = a_l + b$, a et b étant des paramètres différents d'une phase à l'autre et qui peuvent changer au cours d'une même phase.

5

Les mouvements du petit côté sont commandés par les vérins 16 dont la marche est contrôlée par l'automate ou le calculateur 20 qui leur impose des lois de déplacement linéaire, les déplacements des deux vérins restant pendant chaque phase dans un rapport constant qui dépend de la position choisie pour l'axe de rotation.

Si β est relativement petit, par exemple inférieur à 0,005 rd, on utilisera la même relation $x_i = a_1 l + b_1$ a_1 et b_1 étant des constantes, pendant toute la première phase. Si β est plus grand, il pourra être nécessaire de changer les paramètres a et b une ou plusieurs fois pendant la première phase ($a'_1, b'_1 - a''_1, b''_1, \dots$) de telle sorte que le déplacement du petit côté soit relativement lent au début de cette première phase, puis plus rapide.

De même, dans la dernière phase, on utilisera des paramètres a_3 et b_3 constants si β est petit et, dans le cas contraire, on changera de paramètres ($a'_3, b'_3 - a''_3, b''_3, \dots$) de telle sorte que le déplacement du petit côté soit relativement rapide au début de cette phase puis plus lent.

Pendant la seconde phase, les paramètres a_2 et b_2 resteront constants.

30

Pour la mise en oeuvre du procédé, on mesure en continu la longueur du produit coulé, par exemple au moyen d'un galet 22 appliqué sur une face du produit coulé et associé à un codeur qui délivre des impulsions dont le nombre est proportionnel au nombre de tours du galet et, par conséquent, à la longueur du produit coulé.

35

Avant tout changement de largeur, l'opérateur introduit

dans l'automate 20 les valeurs imposées pour la variation de largeur et la longueur du tronçon de transition. A partir de ces valeurs, qui permettent de définir l'angle β , l'automate sélectionne dans un fichier les valeurs des
5 paramètres a_1, b_1 -éventuellement $a'_1, b'_1, a''_1, b''_1 \dots - a_2, b_2, a_3$ et b_3 -éventuellement $a'_3, b'_3, a''_3, b''_3 \dots -$

Le calculateur ou l'automate, qui est équipé d'un centre de calcul, calcule à partir du moment où l'ordre de change-
10 ment de largeur est donné, et à intervalles de temps réguliers et très courts, par exemple cinq secondes, les déplacements à imposer aux deux vérins 16 pendant l'intervalle de temps qui suit l'instant considéré. A l'instant t_n , l'automate calcule les abscisses d'un point de réfé-
15 rence de chacune des vis qui correspondent à la position que devra atteindre le petit côté à l'instant t_{n+1} . Pour cela il remplace l , dans la relation $a + b$ sélectionnée en fonction de la position du petit côté ou de la longueur du produit coulé, par la valeur mesurée par
20 le galet 22 depuis le début du changement de largeur augmentée d'une longueur Δl_n égale à la longueur coulée pendant l'intervalle de temps $t_n - t_{n-1}$. En utilisant les abscisses calculées comme valeur de consigne, les servomoteurs 18 amènent le petit côté à la position ainsi déter-
25 minée à l'instant t_{n+1} .

Si la vitesse d'extraction du produit coulé change pendant l'intervalle de temps $t_{n+1} - t_n$, la longueur Δl_{n+1} du produit coulé pendant cet intervalle ne sera pas égale
30 à Δl_n et la position du petit côté devra être corrigée. Pour cela, l'automate calculera, à l'instant t_{n+1} , les abscisses corrigées, à partir de la longueur réelle du produit coulé jusqu'à cet instant, puis les différences
entre les abscisses réelles et les abscisses corrigées
35 et corrigera en conséquence les nouvelles abscisses calculées pour l'instant t_{n+2} .

Pendant la seconde phase, la rotation du petit côté peut

se faire autour d'un axe O' confondu avec l'intersection des plans définis par la face intérieure du petit côté lorsqu'il se trouve dans les positions A_1B_1 et A_2B_2 , respectivement, ou autour d'un axe voisin de O ou de O' .

5

Pour diminuer la largeur du produit coulé, (figures 4 et 5), on opère de la même façon en faisant basculer, au début de l'opération, le petit côté vers l'intérieur de la lingotière d'un angle β égal à l'angle d'inclinaison des

10

petites faces du tronçon de transition du produit coulé, puis en le faisant pivoter autour d'un axe défini comme dans le cas précédent et passant par O ou O' ou voisin

de ceux-ci et enfin en redressant le petit côté par rotation autour d'un axe O_2 situé au voisinage du niveau de la

15

surface libre du métal liquide dans la lingotière.

Généralement, on déplacera les deux petits côtés de la lingotière simultanément et de façon symétrique par rapport à l'axe $X'X$ de la lingotière.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé pour changer la largeur d'un produit de coulée continue à section rectangulaire, sans interrompre la
5 coulée, par déplacement d'au moins un petit côté de la lingotière, caractérisé en ce qu'on commande les déplacements du petit côté en fonction de la longueur du produit coulé depuis le début de l'opération de changement de largeur de façon que la zone de transition du produit
10 coulé ait une longueur prédéterminée quelle que soit l'évolution de la vitesse d'extraction du produit coulé pendant cette opération.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce
15 que pendant une partie au moins de l'opération de changement de largeur, la relation entre l'abscisse d'un point quelconque du petit côté de la lingotière, compté à partir de l'axe longitudinal de la cavité de la lingotière, et la longueur du produit coulé est un polynome.
- 20 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que pendant une partie au moins de l'opération de changement de largeur, l'abscisse d'un point quelconque du petit côté de la lingotière est une fonction linéaire
25 de la longueur du produit coulé.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, au début de l'opération de changement de largeur, on incline le petit côté vers l'intérieur ou l'extérieur de la lingotière, suivant que l'on
30 veut diminuer ou augmenter la largeur du produit coulé, d'un angle (β) dont la tangente est égale à la pente des petites faces de la zone de transition du produit coulé, et, en fin d'opération, on redresse le petit côté pour
35 l'amener dans sa position finale.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on incline d'abord le petit côté de l'angle β en le

faisant pivoter autour d'un axe (O_1) situé légèrement au-dessous de la lingotière pour l'amener de sa position initiale dans une première position intermédiaire, puis on le déplace en le faisant pivoter autour d'un deuxième axe
5 (O, O') situé au-dessous de la lingotière et beaucoup plus éloigné de celle-ci que le premier pour l'amener dans une seconde position intermédiaire et enfin on redresse le petit côté en le faisant pivoter autour d'un axe (O_2)
10 situé au niveau de la surface libre du métal dans la lingotière ou au voisinage de celui-ci pour l'amener dans sa position finale.

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que, pendant la première phase de l'opération de chan-
15 gement de largeur, on incline le petit côté de telle sorte que son déplacement soit relativement lent au début de cette première phase, puis plus rapide.

7. Procédé selon la revendication 4, 5 ou 6, caractérisé
20 en ce que, pendant la dernière phase de l'opération de changement de largeur, on redresse le petit côté de telle sorte que son déplacement soit relativement rapide au début de cette dernière phase, puis plus lent.

8. Procédé selon la revendication 5, 6 ou 7, caractérisé
25 en ce que l'on amène le petit côté de la première position intermédiaire ($A_1 B_1$) à la seconde position intermédiaire ($A_2 B_2$) en le faisant pivoter autour d'un axe (O) confondu avec l'intersection des plans définis par la face inté-
30 rieure du petit côté lorsqu'il se trouve dans les positions initiale (AB) et finale ($A_3 B_3$), respectivement, ou situé au voisinage de cette intersection.

9. Procédé selon la revendication 5, 6 ou 7, caractérisé
35 en ce que l'on amène le petit côté de la première position intermédiaire ($A_1 B_1$) à la seconde position intermédiaire ($A_2 B_2$) en le faisant pivoter autour d'un axe (O') confondu avec l'intersection des plans définis par la face

intérieure du petit côté lorsqu'il se trouve dans les première et seconde positions intermédiaires, respectivement, ou situé au voisinage de cette intersection.

- 5 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on mesure en permanence pendant toute la durée de l'opération de changement de largeur la longueur du produit coulé, on calcule périodiquement, à des instants séparés par des intervalles de
- 10 temps très courts, la distance dont doit être déplacé le petit côté pendant l'intervalle de temps suivant l'instant considéré à partir de la longueur du produit coulé depuis le début de l'opération augmentée de la longueur coulée pendant l'intervalle de temps précédent l'instant considéré,
- 15 on commande le déplacement du petit côté sur la distance calculée, puis à l'instant suivant on compare la longueur réelle du produit coulé pendant l'intervalle de temps qui vient de s'écouler à celle du produit coulé pendant l'intervalle de temps précédent et si elles diffèrent on cor-
- 20 rige de la valeur correspondant à cette différence la nouvelle distance de déplacement du petit côté calculée à cet instant.

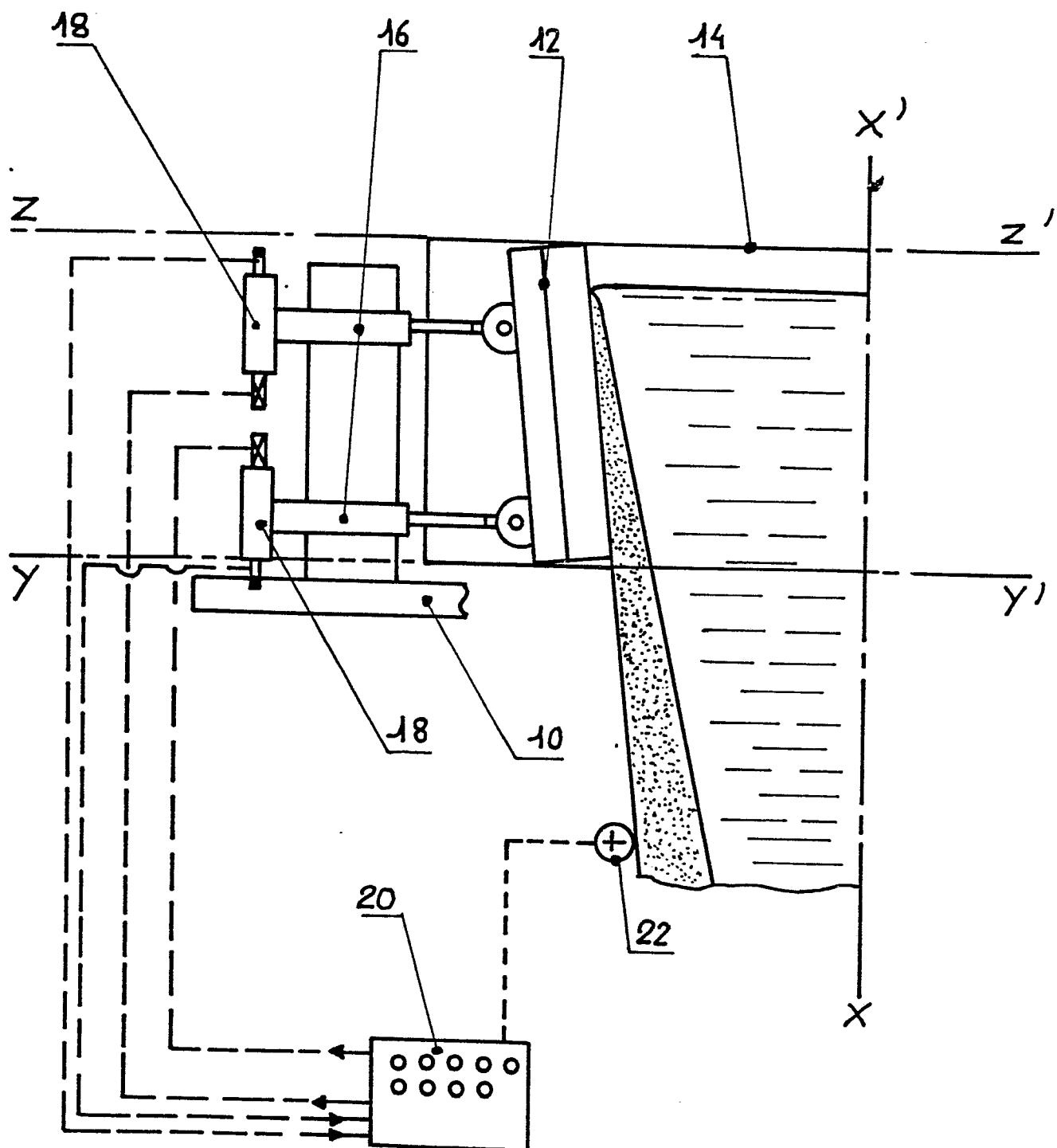
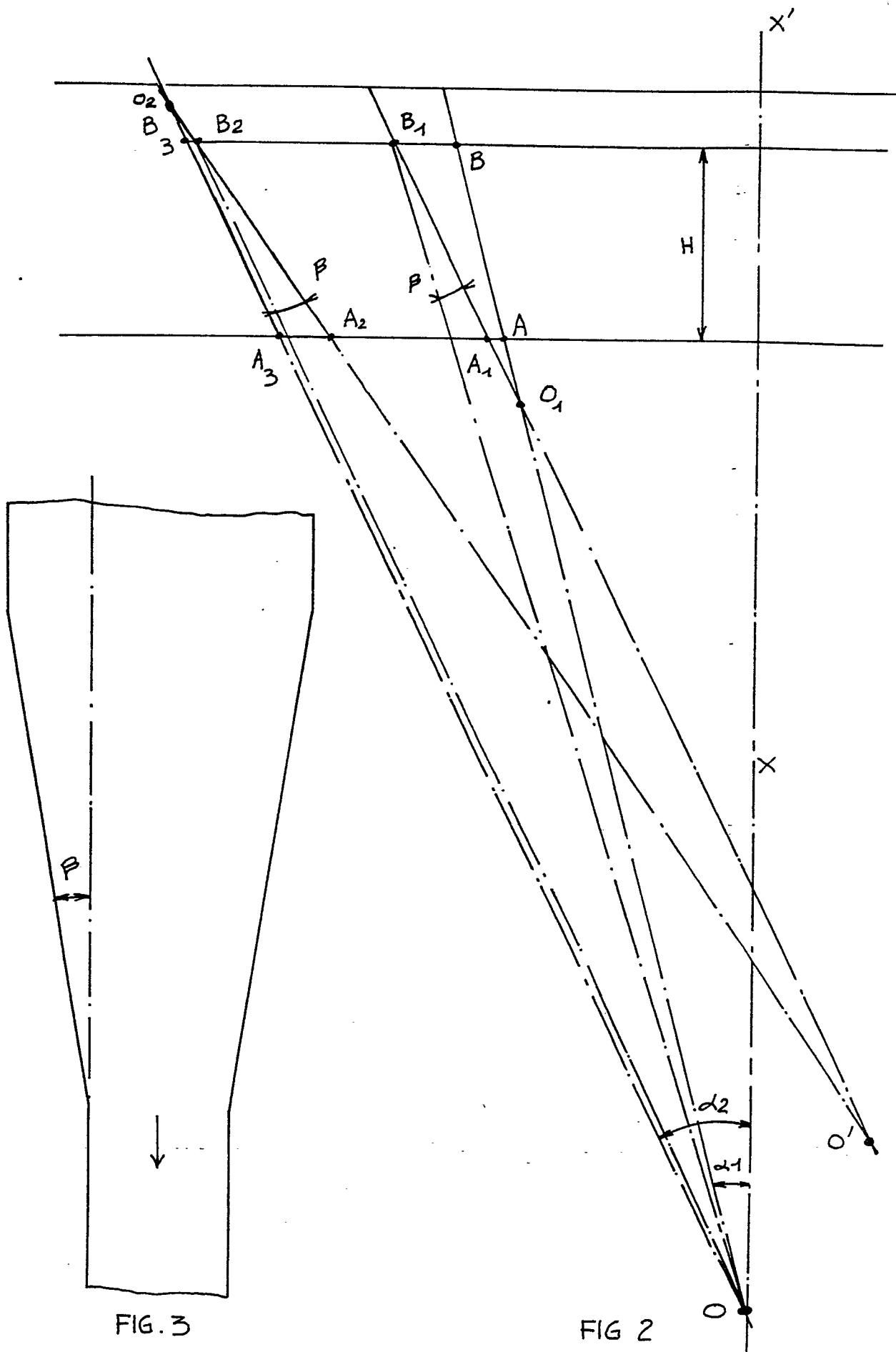


FIG. 1



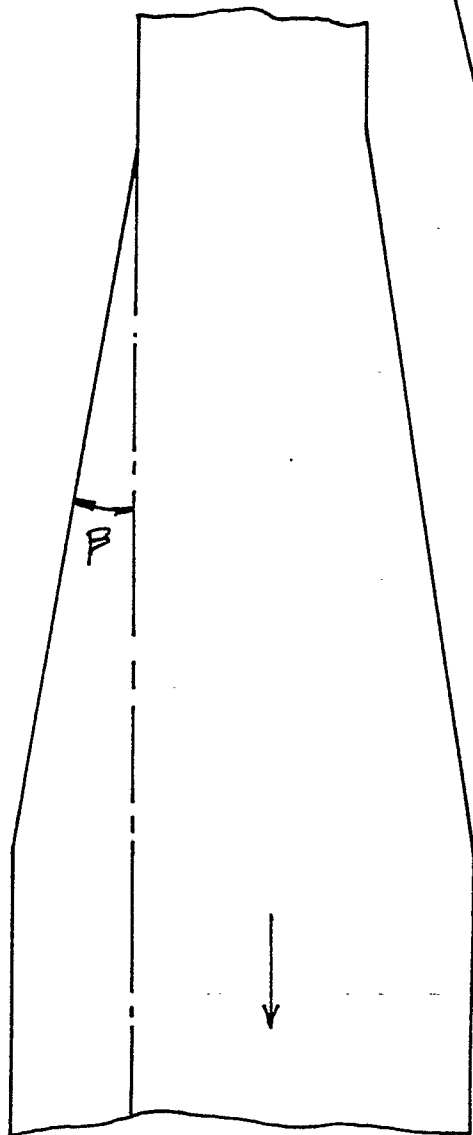
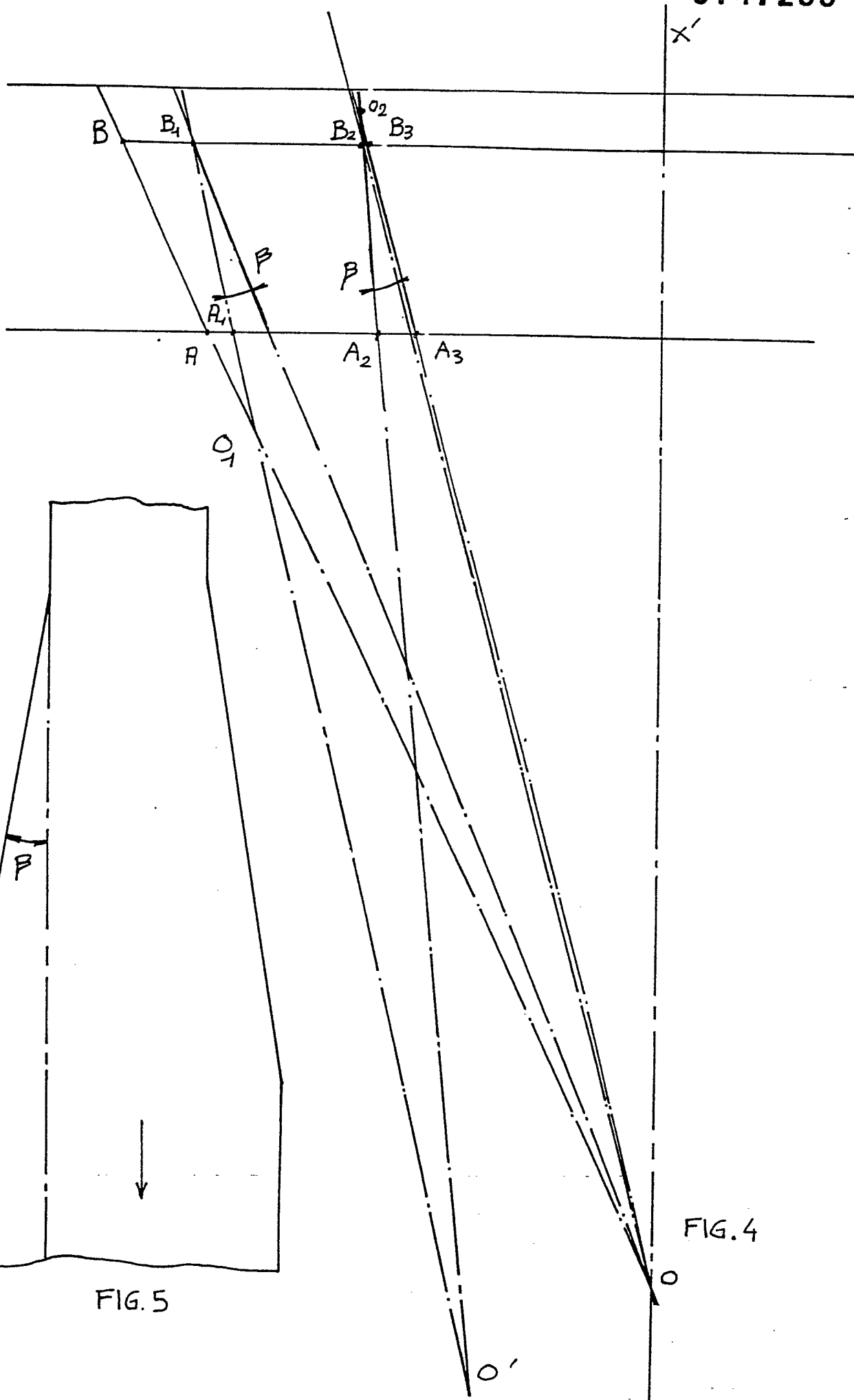


FIG. 5

FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0147258

Numéro de la demande

EP 84 40 2211

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 365 390 (KAWASAKI) * Revendication 1 *	1-3	B 22 D 11/04 B 22 D 11/16
A	GB-A-2 079 198 (NIPPON STEEL) * Revendications 2,3 *	1-3	
A	EP-A-0 028 766 (CONCAST)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			B 22 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19-03-1985	Examineur MAILLIARD A.M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			