



12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt : **94400220.3**

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : **C21D 5/00, C21C 1/08**

22 Date de dépôt : **02.02.94**

30 Priorité : **17.02.93 FR 9301757**

72 Inventeur : **Evangelidis, Alain**  
**13, Allée de l'Hurepoix**  
**F-78640 Saint Germain de la Grange (FR)**

43 Date de publication de la demande :  
**07.09.94 Bulletin 94/36**

74 Mandataire : **Robert, Jean-François**  
**PSA - PEUGEOT - CITROEN,**  
**Centre Technique CITROEN,**  
**Propriété Industrielle,**  
**Route de Gisy**  
**F-78140 Velizy (FR)**

84 Etats contractants désignés :  
**DE ES GB IT**

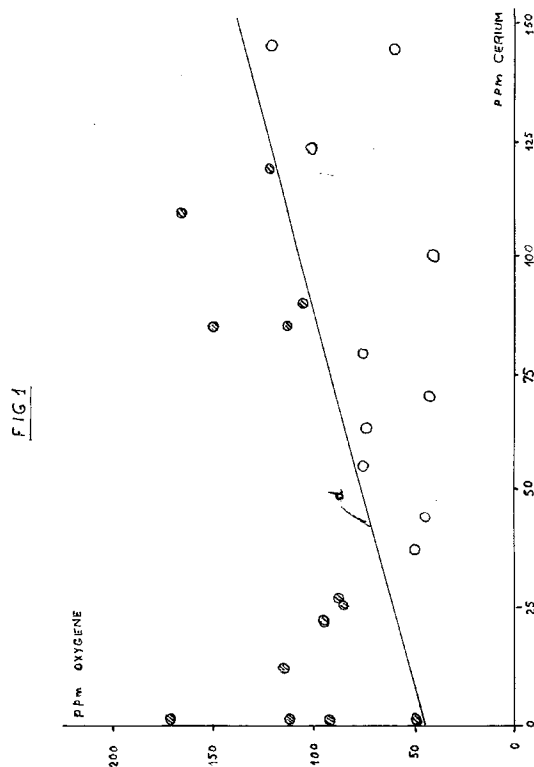
71 Demandeur : **AUTOMOBILES PEUGEOT**  
**75, avenue de la Grande Armée**  
**F-75116 Paris (FR)**

71 Demandeur : **AUTOMOBILES CITROEN**  
**62 Boulevard Victor-Hugo**  
**F-92200 Neuilly-sur-Seine (FR)**

54 **Procédé d'élaboration de fonte grise pour traitement de refusion superficielle.**

57 L'invention concerne un procédé d'élaboration de fonte grise pour la réalisation de pièces destinées à recevoir un traitement de refusion superficielle.

Le procédé consiste principalement, à introduire pendant le remplissage de la poche de coulée un inoculant comportant des éléments de type "terre rare" préférentiellement du cérium sous la forme d'un ferrosilicium chargé de cérium.



L'invention concerne un procédé d'élaboration de fonte grise, pour la réalisation de pièces destinées à recevoir un traitement de refusion superficielle.

On sait que la refusion superficielle est un traitement qui consiste à réaliser à l'aide d'une torche une fusion ponctuelle sur la surface de la pièce; cette fusion est suivie d'une resolidification, et on balaye ainsi la surface à traiter de manière à réaliser une trempe superficielle. Ce procédé est appliqué en particulier aux arbres à cames dont on traite ainsi les surfaces portantes des cames.

On sait d'autre part que les arbres à cames ainsi traités présentent souvent des piqûres, ce qui occasionne un nombre important de rejets. Ces problèmes apparaissent de façon aléatoire à un stade très avancé de la finition des pièces.

Il a été observé que les défauts des pièces traitées par refusion résultent de la teneur en gaz de la fonte, plus particulièrement de la teneur en oxygène. Pour remédier aux inconvénients précités, il faut réaliser des pièces destinées à la refusion superficielle à partir d'une fonte à faible teneur en oxygène, dont l'oxygène est uniformément réparti et lié à des éléments donnant des composés stables pendant la refusion de manière à éviter la formation de gaz.

On connaît des procédés très coûteux d'élaboration de fontes exemptes d'oxygène, comme par exemple l'élaboration sous vide à partir de matières premières sévèrement sélectionnées. De tels procédés utilisés dans l'industrie aéronautique ne conviennent pas pour la fabrication en grande série dans l'industrie automobile.

L'invention a donc pour objet un procédé pour l'élaboration d'une fonte grise pour la réalisation de pièces destinées à recevoir un traitement de refusion superficielle, ayant une faible teneur en oxygène et dont l'oxygène combiné à d'autres éléments de façon stable, ne donne pas de dégagement gazeux pendant la refusion; ce procédé comportant également des moyens au niveau de l'élaboration de la fonte pour prévoir si les pièces coulées seront aptes à recevoir le traitement de refusion superficielle sans faire apparaître de défauts en fin de traitement.

Le procédé qui fait l'objet de l'invention se caractérise par le fait qu'il comporte pendant le remplissage de la poche de coulée, une opération d'introduction d'un inoculant comportant principalement des éléments du type "terre rare" préférentiellement du cérium. En particulier le cérium peut être introduit sous la forme d'un ferrosilicium chargé de cérium à un taux voisin de 8,8 pour cent.

Le procédé se caractérise aussi par le fait qu'il comporte une opération de dosage de l'oxygène contenu dans la fonte et des moyens pour adapter la quantité d'inoculant introduite à la quantité d'oxygène détectée.

Le procédé se caractérise également par le fait qu'il comporte une opération de suivi en fonction du

temps de la variation du taux de cérium corrélé au taux d'oxygène présent dans la poche de coulée de manière à rejeter le contenu de la poche quand le taux de cérium résiduel devient insuffisant de préférence quand ce taux est inférieur à 60 ppm environ.

Le procédé sera mieux compris grâce à la description ci-dessous illustrée par les dessins annexés :

La Figure 1 représente le taux de cérium nécessaire pour une teneur en oxygène de la fonte.

Les figures 2 et 3 représentent les résultats des dosages de l'oxygène sur un échantillon dans deux cas particuliers.

La figure 4 représente la variation au cours du temps du taux de cérium dans une poche de coulée.

On sait que les terres rares sont avides d'oxygène et par conséquent sont de nature à stabiliser l'oxygène dans la fonte en fusion.

Les demanderesses ont effectué un grand nombre d'essais en introduisant dans la fonte en fusion des terres rares. Les essais ont été réalisés principalement avec le cérium comme agent inoculant. Ils ont permis de découvrir une corrélation simple entre les quantités d'oxygène contenues dans la fonte et les quantités de cérium inoculé. Cette corrélation permet de déterminer la quantité de cérium à inoculer pour obtenir des pièces sans piqûres.

On voit sur la figure 1 un graphique avec en abscisse un taux de cérium exprimé en ppm (parties par million) et en ordonnée un taux d'oxygène en ppm. Un grand nombre d'essais ont été effectués et dans chaque cas, les teneurs en oxygène et en cérium ont été mesurées sur des échantillons prélevés dans la poche avant la coulée. Les résultats de ces mesures sont représentés sur le graphique, à chaque essai correspond un point représenté par un cercle. Les arbres à cames qui ont été réalisés ont suivi un traitement de refusion superficielle. Certains ont présenté des piqûres, ils correspondent aux cercles du graphique qui sont hachurés. Les cercles blancs correspondent aux arbres à cames qui, après traitement, se sont relevés satisfaisants.

Une droite **d** a été tracée sur le graphique, elle sépare les cercles hachurés et les cercles blancs. Cette droite passe par les coordonnées suivantes:

60 ppm de cérium pour 75 ppm d'oxygène

150 ppm de cérium pour 135 ppm d'oxygène.

La quantité de cérium à introduire dans la poche à l'aide de l'inoculant doit donc être supérieure, tout en restant voisine de la quantité définie par la droite précitée, en fonction du taux d'oxygène détecté. De préférence et par sécurité, on prévoira par rapport à la droite **d** un excès de cérium de l'ordre de 15 à 20 ppm. On évitera également les conditions extrêmes en se limitant à la fourchette 30 à 125 ppm de cérium. Les meilleures conditions sont celles voisines de 80 ppm d'oxygène et de 60 ppm de cérium.

Il a été constaté, au cours de nombreux essais, que l'inoculant doit être introduit de façon continue

pendant le remplissage de la poche de telle sorte qu'à aucun instant le taux de cérium ne soit ni insuffisant ni excessif.

Les figures 2 et 3 représentent des analyses effectuées à l'aide d'un doseur d'oxygène type LECO TC 436 sur des échantillons prélevés dans les poches de coulée. Chacune des deux figures montre une première courbe  $C_1$  représentant la montée en température en fonction du temps de l'échantillon dans l'appareil, et la deuxième courbe  $C_2$  représente le dégagement d'oxygène qui se produit principalement au voisinage de 2000°K.

L'échantillon représenté par la figure 2 contient 53 ppm d'oxygène et l'échantillon représenté par la figure 3 contient 117 ppm d'oxygène.

Le métal contenant plus de 100 ppm d'oxygène doit être rejeté, il donne des arbres à cames qui présenteront des piqûres après traitement de refusion superficielle.

La figure 4 représente la variation en fonction du temps du taux de cérium contenu dans la poche. On voit sur la figure une première courbe  $t$  qui représente la température du métal liquide. La poche vide préalablement mise en température n'est pas chauffée pendant ni après le remplissage. On constate, en observant la courbe, une chute de température pendant le remplissage, suivie d'une remontée quand la poche est pleine.

L'inoculant est introduit en continu pendant le remplissage et la flèche F désigne la fin du remplissage. Le taux de cérium mesuré à la fin du remplissage dépasse 100 ppm. On voit, en observant la deuxième courbe  $C_e$  que ce taux baisse régulièrement ce qui correspond à une évaporation de cérium à partir du métal liquide.

Il est préférable d'utiliser la poche pour couler des pièces avant que le taux de cérium ne descende en dessous de 60 ppm ce qui correspond environ à quinze minutes d'utilisation. Quand la fonte est coulée dans les moules, la solidification est rapide et la perte de cérium après la coulée est négligeable.

Pour optimiser le procédé, il est bon de sélectionner les matières premières qui servent à élaborer la fonte, afin d'avoir un taux de cérium modéré. Dans le cas de la fabrication d'arbres à cames pour l'industrie automobile, ces matières premières se composent généralement de chutes de tôles. Il est nécessaire d'effectuer des prélèvements de matières premières et de ne conserver que celles dont la teneur en oxygène est voisine de 80 ppm. Cette teneur en oxygène doit être suivie pendant l'élaboration de la fonte de manière à n'utiliser la fonte que lorsque la teneur est inférieure à 80 ppm.

De nombreux essais ont montré que les retours du procédé ne peuvent être recyclés pour la même utilisation. Il est impératif d'utiliser des matières premières qui n'ont pas suivi un traitement antérieur selon le procédé. Les composés de cérium que contien-

nent ces retours faussent les prévisions et perturbent la mise en oeuvre du procédé.

Bien entendu, le procédé selon l'invention ne se limite pas à l'exemple décrit, c'est ainsi qu'au lieu de cérium on pourrait utiliser comme inoculant une autre terre rare.

## Revendications

1. Procédé d'élaboration de fonte grise, pour la réalisation de pièces destinées à recevoir un traitement de refusion superficielle comportant, pendant le remplissage de la poche de coulée, une opération d'introduction d'un inoculant comportant principalement du cérium, caractérisé en ce qu'il comporte une opération de dosage de l'oxygène contenu dans la fonte, et des moyens pour adapter la quantité d'inoculant introduite à la quantité d'oxygène détectée.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'inoculant est un ferrosilicium chargé de cérium à un taux d'environ 8,8 pour cent.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la quantité de cérium introduite dans la fonte à l'aide de l'inoculant augmente avec la quantité d'oxygène présent dans la fonte et doit être supérieure tout en restant voisine de la quantité définie par une droite passant par les coordonnées suivantes:
  - 60 ppm de cérium pour 75 ppm d'oxygène
  - 150 ppm de cérium pour 135 ppm d'oxygène.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'inoculant est introduit dans la poche de coulée en continu pendant toute la durée du remplissage de la poche de telle sorte qu'en aucun instant la proportion d'inoculant présent dans la poche ne diffère sensiblement de la quantité définie.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte une opération de suivi en fonction du temps de la variation du taux de cérium présent dans la poche.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le contenu de la poche est utilisé pour couler des pièces pendant une durée où la quantité de cérium présente est encore suffisante ce qui correspond environ à quinze minutes et à une quantité de cérium résiduel d'environ 60 ppm.
7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par une sélection initiale des matières premières,

préférentiellement des chutes de tôles, servant à élaborer la font grise, de manière à ne conserver que celles dont la teneur en oxygène est voisine ou inférieure à 80 ppm.

5

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par un suivi de la teneur en oxygène de la poche de coulée qui n'est utilisée que si cette teneur est inférieure à 80 ppm.

10

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les retours du procédé ne sont pas recyclés pour la même utilisation.

15

20

25

30

35

40

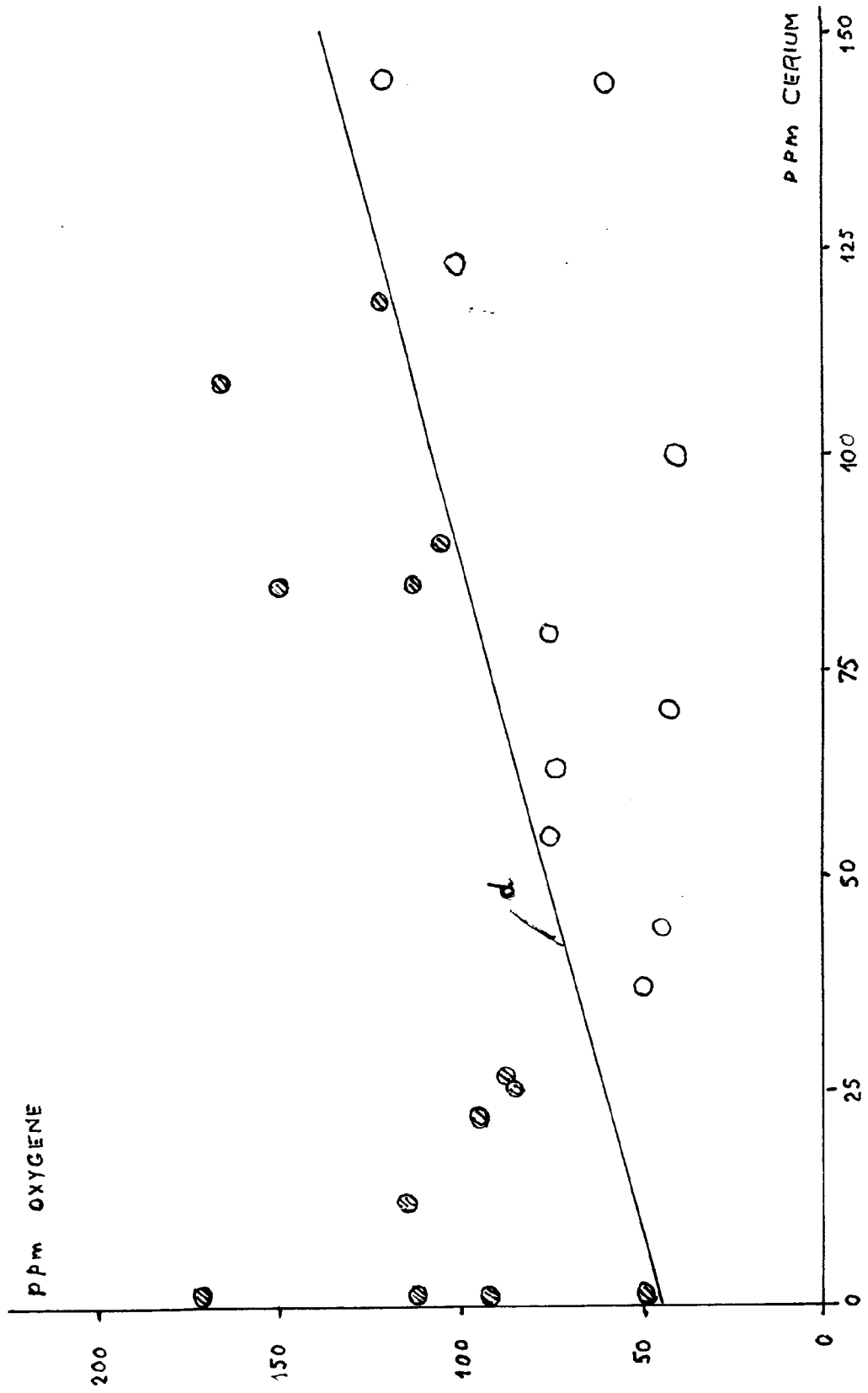
45

50

55

4

FIG 1



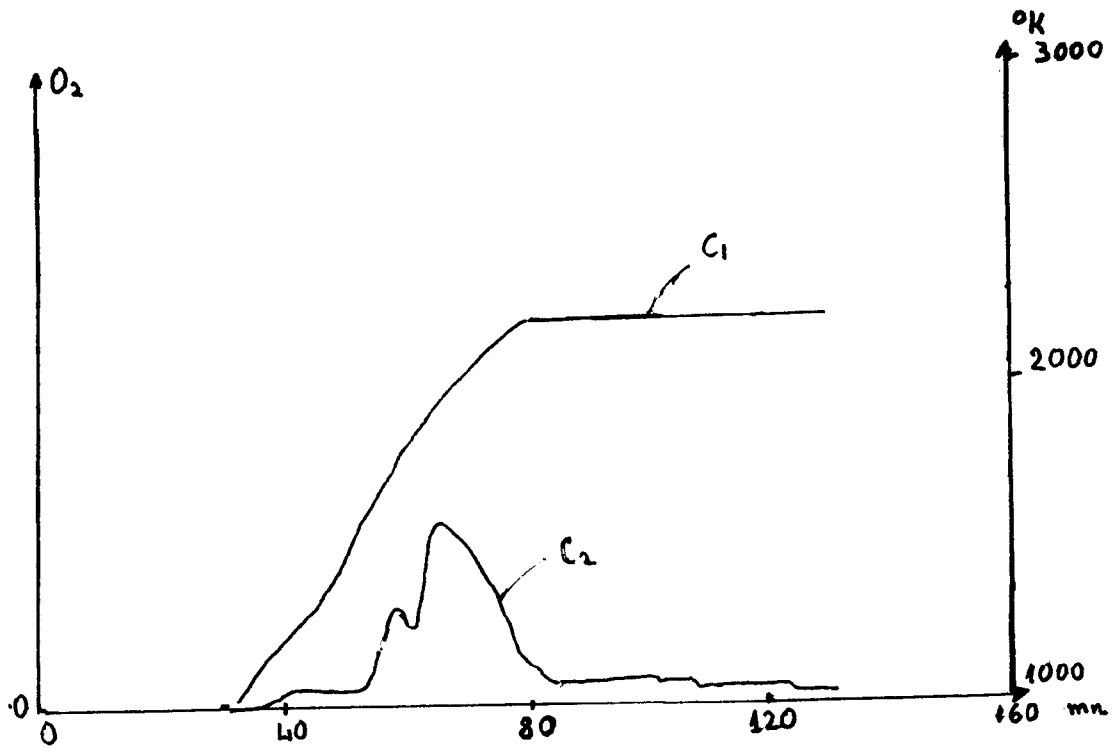


FIG 2

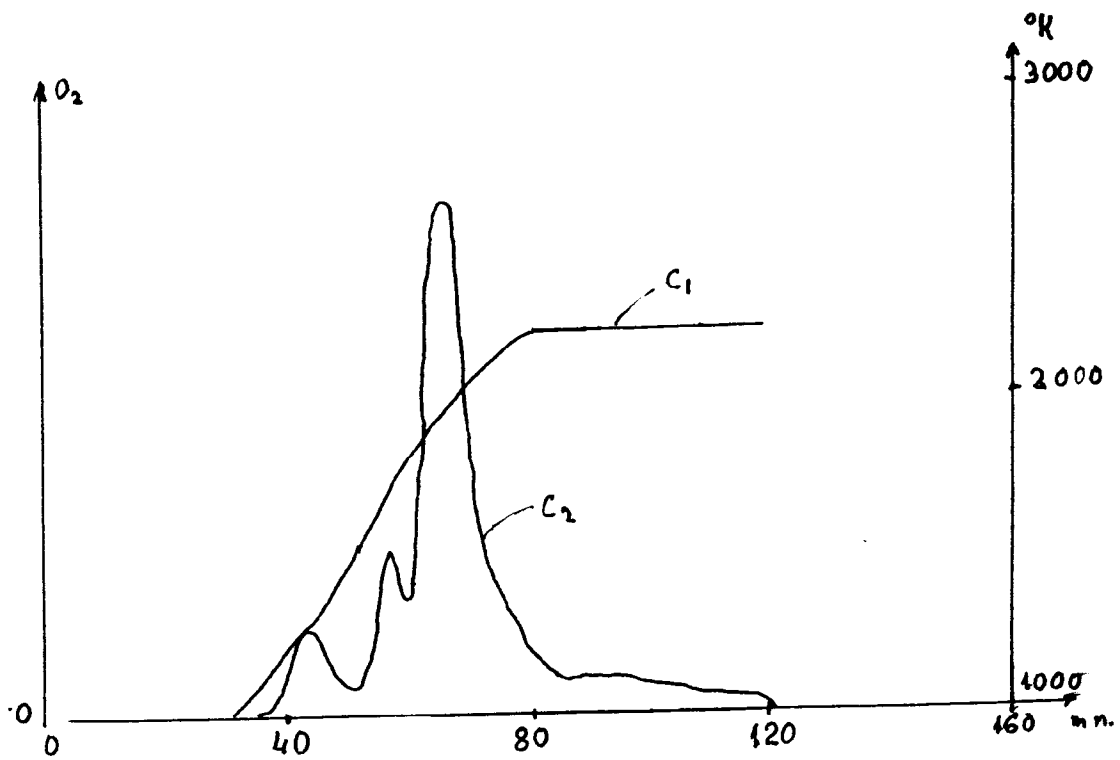


FIG 3

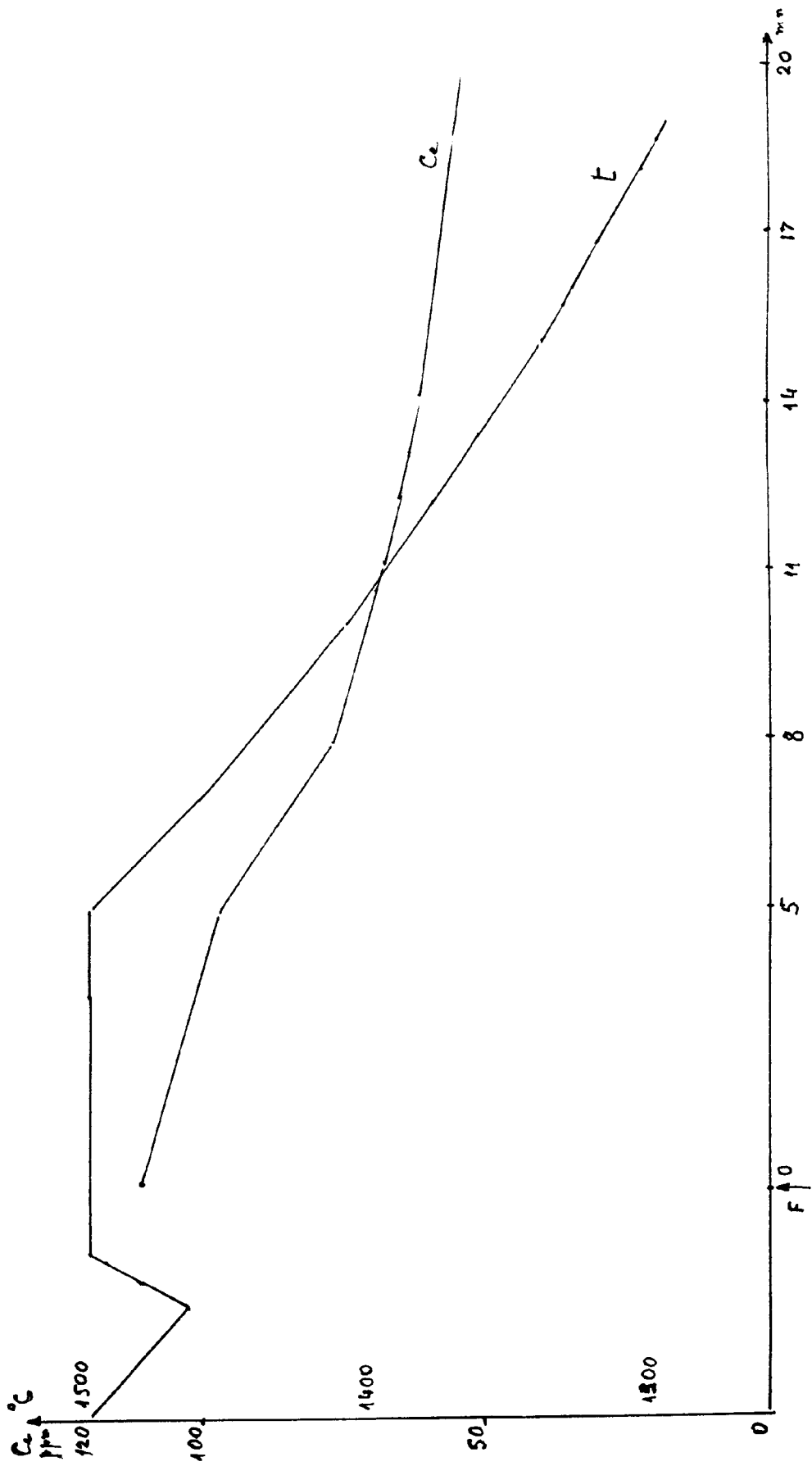


FIG 4



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 94 40 0220

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.5)
Y	US-A-4 681 642 (H. NONOYAMA ET AL.) * revendication 1 * ---	1	C21D5/00 C21C1/08
Y	DD-A-74 110 (M.T.A.KÖZPONTI FIZIKAI KUTATO INTEZET ET AL.) * revendication 1 * ---	1	
A	GB-A-1 223 694 (FOSECO INTERNATIONAL) * revendication 1 * ---	2	
A	EP-A-0 325 810 (METALLGESELLSCHAFT) * page 3, ligne 18 - page 4, ligne 8 * ---	1	
A	EP-A-0 161 624 (TOYOTA JIDOSHA) * page 4, ligne 10 - ligne 14 * ---	1	
A	EP-A-0 151 244 (GEORG FISCHER) * revendications 1,6,7 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			C21D C21C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>BERLIN</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>12 Avril 1994</b>	Examineur <b>Sutor, W</b>
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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  .....  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			