



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **91401792.6**

⑤① Int. Cl.⁵ : **C23C 8/22, C23C 8/20**

㉔ Date de dépôt : **01.07.91**

③① Priorité : **02.07.90 FR 9008330**

④③ Date de publication de la demande :
08.01.92 Bulletin 92/02

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES GB GR IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur : **ACIERIES AUBERT ET DUVAL**
41 rue de Villiers
F-92200 Neuilly-sur-Seine Cédex (FR)

⑦② Inventeur : **Faure, André**
143, rue des Champarons
F-92700 Colombes (FR)
Inventeur : **Frey, Jacques**
18 avenue de Gouvieux
F-60260 Lamorlaye (FR)

⑦④ Mandataire : **Mongrédien, André et al**
c/o SOCIETE DE PROTECTION DES
INVENTIONS 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Procédé et installation de cémentation de pièces en alliage métallique à basse pression.**

⑤⑦ On utilise un mélange carburant constitué d'hydrogène et d'éthylène à raison de 2 à 60 % d'éthylène en volume et l'on chauffe le four entre 820° et 1100°C.

L'installation comporte un four (50), dit à double vide, constitué d'une cuve (55) avec son dispositif intérieur de répartition des gaz cémentants, d'un espace annulaire (56) entourant la cuve, d'un couvercle traversé par des conduites de pompage et d'arrivée d'hydrogène (51) et d'éthylène (52) débouchant aux différents étages de la cuve en plusieurs endroits régulièrement répartis, des thermocouples (TC), un microordinateur (61).

Application à des pièces d'automobiles.

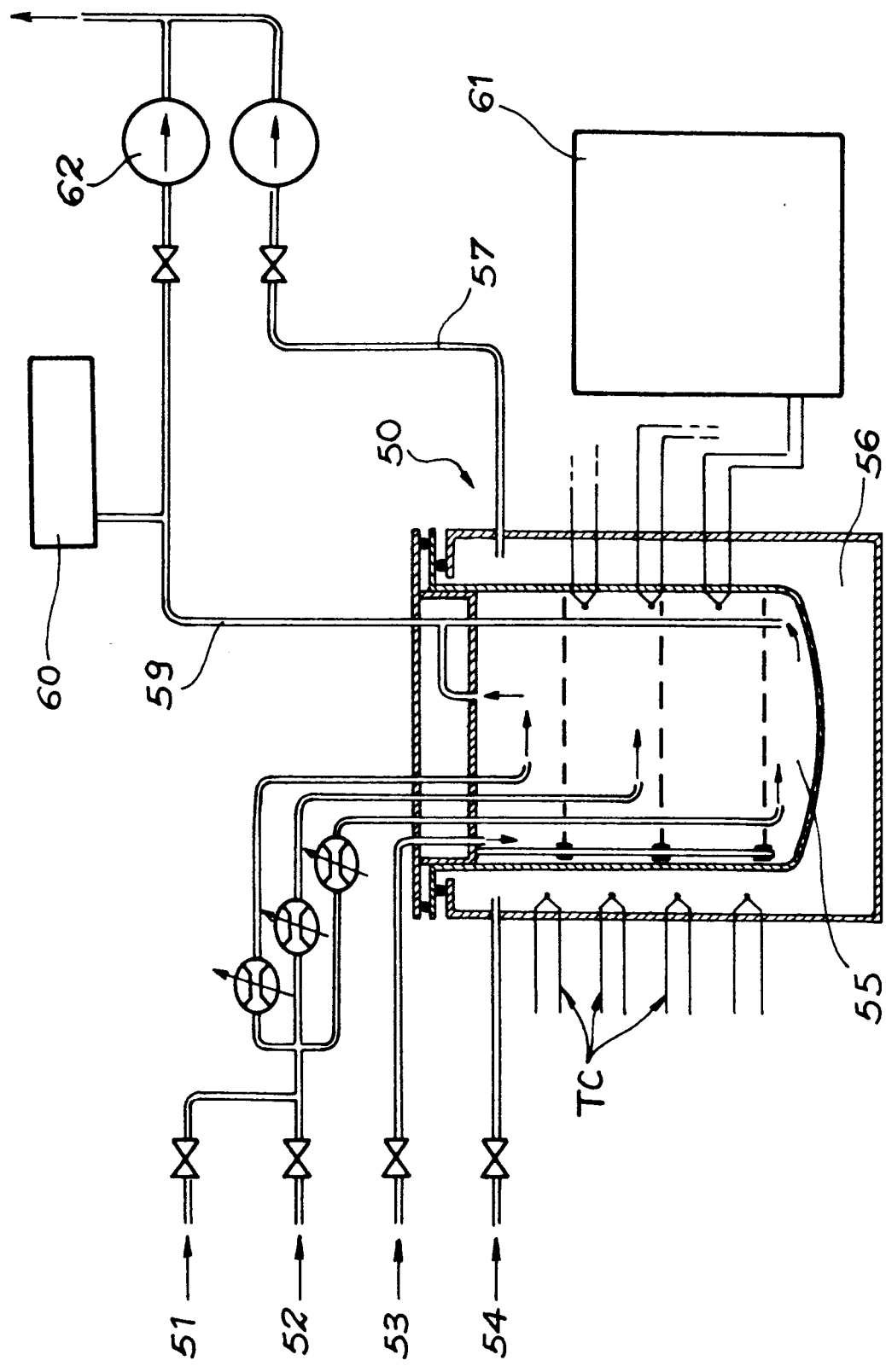


FIG. 9

La présente invention se rapporte à un procédé de cémentation à basse pression appliqué à des pièces en alliage métallique et plus spécialement en acier ainsi qu'à une installation permettant la mise en oeuvre de ce procédé.

La cémentation est une pratique courante en métallurgie quand il s'agit de durcir des pièces métalliques en surface sur une certaine profondeur à l'exclusion de leurs parties internes qui, elles, doivent conserver une certaine souplesse pour ne pas se rompre malencontreusement.

Suivant une technique généralement courante dans la métallurgie, on effectue l'incorporation du carbone par cémentation gazeuse.

Comme décrit en particulier dans le brevet FR 2 154 398 au nom de HAYES les articles à cémenter sont placés dans un four sous vide dans lequel on fait circuler des hydrocarbures gazeux essentiellement à base de méthane ou de propane et le traitement n'est envisagé qu'à des températures supérieures à environ 950°C. On travaille à une pression inférieure à la pression atmosphérique, on assure ainsi l'absorption et la diffusion thermique du carbone à la surface de l'article. On peut noter que la mise en oeuvre de ce procédé implique la nécessité d'utiliser un effet de pulsation pour assurer la diffusion à la profondeur voulue du carbone dans la pièce traitée.

Selon un autre procédé décrit dans le brevet BF 2 361 476 au nom de IPSEN, on utilise aussi un gaz carburant à base de méthane. Ce gaz a l'inconvénient de se dissocier en produisant beaucoup de carbone qui se transforme en noir de fumée et entrave la cémentation en encrassant les pièces traitées ainsi que le four.

D'autres constructeurs de four recourent encore à la décharge plasma sous vide pour tenter de pallier les difficultés inhérentes à l'emploi des hydrocarbures précités : c'est la cémentation ionique.

Le but de la présente invention est d'éliminer de tels inconvénients grâce à la mise en oeuvre d'un procédé dans lequel on utilise un mélange carburant constitué d'hydrogène et d'éthylène, à raison de 2 à 60 % d'éthylène en volume et l'on chauffe le four entre environ 820°C et environ 1100°C suivant la nature des métaux constituant les pièces et suivant la teneur et la profondeur souhaitées du carbone à la surface des pièces.

Le procédé conforme à l'invention est particulièrement bien adapté au traitement des pièces utilisées dans les industries de pointe et l'industrie automobile telles que les roulements, les engrenages, les glissières, les cames, les axes de piston, etc.

Grâce à ce procédé, il est possible de cémenter tous les alliages traités par les procédés actuellement connus mais dans de meilleures conditions à la fois de qualité et le plus souvent de vitesse. Il est possible également de traiter certains alliages dont la surface naturellement très passive nécessitait jusqu'à présent un traitement préalable de dépassivation. D'autres alliages qui ne pouvaient être traités même après dépassivation peuvent l'être grâce aux procédés de l'invention.

De façon plus précise, le procédé conforme à l'invention comporte essentiellement les étapes suivantes :

- a) prévidage de la cuve du four jusqu'à une pression de 10^{-1} hPa de façon à éliminer l'air,
- b) remplissage de la cuve par de l'azote purifié à la pression atmosphérique,
- c) enfournement de la cuve contenant les pièces métalliques,
- d) mise sous vide de la cuve à 10^{-2} hPa,
- e) chauffage jusqu'à la température d'austénitisation et maintien à cette température pour l'homogénéisation des pièces,
- f) introduction d'hydrogène jusqu'à 500 hPa,
- g) enrichissement en carbone par introduction du gaz carburant à base d'éthylène à une pression de 10 à 100 hPa suivant les cas,
- h) diffusion sous vide à 10^{-1} hPa,
- i) introduction d'azote pour défournement.

La mise en oeuvre de ce procédé implique l'utilisation d'un dispositif particulier dont les caractéristiques sont données dans la suite du présent exposé.

Ce dispositif, décrit dans le cas d'un four à double vide, est applicable également en four à paroi froide.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront encore de la description qui suit de plusieurs exemples de réalisation non limitatifs de cémentation de différents alliages donnés en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- les figures 1a, 1b et 1c se rapportent à l'exemple 1 relatif à la cémentation sur une profondeur classique de 1,80 mm de pièces en acier 16 NCD 13.
- Les figures 2a, 2b, 2c et 2d se rapportent à l'exemple 2 relatif à la cémentation de pièces à géométrie difficile comportant des alésages borgnes ou ouverts en acier 14 NC 12.
- La figure 2c, se rapportant à l'exemple 2 est un schéma représentatif de la disposition des pièces en cours de traitement.
- Les figures 3a, 3b et 3c se rapportent à l'exemple 3 relatif à la cémentation sur une profondeur très faible de 0,25 mm de pièces en acier 16 NCD 13.

- Les figures 4a, 4b et 4c se rapportent à l'exemple 4 relatif à la cémentation de pièces en acier Z 15 CN 17.03.
 - Les figures 5a, 5b et 5c se rapportent à l'exemple 5 relatif à la cémentation de pièces en acier Z 20 WC 10.
 - 5 – Les figures 6a, 6b et 6c se rapportent à l'exemple 6 relatif à la cémentation de pièces en acier Z 38 CDV 5.
 - Les figures 7a et 7b se rapportent à l'exemple 7 relatif à la cémentation de pièces en superalliage base Co : KC 20 WN.
 - La figure 8 représente la cuve de cémentation comportant le dispositif de circulation du gaz carburant dans la cuve.
 - 10 – La figure 9 représente un four de cémentation à double vide (paroi chaude).
- Pour faciliter la lecture des 7 exemples donnés ci-après, on donne ici quelques précisions.

Compositions des alliages métalliques soumis
à la cémentation

		<u>Pourcent en poids</u>						
	<u>Norme AFNOR</u>	<u>C</u>	<u>Ni</u>	<u>Cr</u>	<u>Mo</u>	<u>W</u>	<u>V</u>	<u>Co</u>
20	Acier 16 NCD 13	0,16	3,2	1	0,25			
	Acier 14 NC 12	0,14	3	0,75				
	Acier Z 15 CN 17.03	0,15	3	17				
25	Acier Z 20 WC 10	0,20		3		10		
	Acier Z 38 CDV 5	0,38		5	1,3		0,4	
	Alliage KC 20 WN	0,10	10	20		15		Complément

Utilisation des alliages métalliques cémentés

Acier 16 NCD 13

- 35 Engrenages, moyeux, arbres, ...
- Bagues de roulement
- Pièces de sécurité aéronautiques en général

Acier 14 NC 12

- 40 Engrenages, moyeux, arbres, ...

Acier Z 15 CN 17.03

- 45 Bagues de roulement inoxydable
- Pièces à piste de roulement inoxydable intégrée (aéronautique)

Acier Z 20 WC 10

- 50 Pistes de roulement rapportées pour utilisation à chaud (aéronautique)

Acier Z 38 CDV 5

- 55 Pièces d'outillage en général
- Ex : Matrices, poinçons, moules

Super alliage base Cobalt KC 20 WN

Pièces de turbo machines en général

5 Compositions de réactifs utilisés pour les attaques micrographiques

10	Nital	: Acide nitrique d = 1,38 :	2 %
		Alcool éthylique	
	Italien	: Acide chlorhydrique	80 ml
		Acide acétique	48 ml
15		Acide picrique cristallisé	12 g
		Alcool éthylique	800 ml
	i Bichromate	: Acide sulfurique	10 ml
20		Bichromate de potassium	10 g
		Eau déminéralisée	1000 ml

25

30

35

40

45

50

55

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EXEMPLE N°1 : PROFONDEUR 1,80 mm (ACIER 16 NCD 13)

CONDITIONS EXPERIMENTALES

CEMENTATION A 980°C
(Phases 1 à 5 ordre chrono)

TRAITEMENT D'EMPLOI

- | | | | | |
|--|----------------------------------|---|---|--|
| 1) Austénitisation (980°C)
Vide maximal
Durée du maintien | : 10 ⁻³ hPa
: 0h30 | 3) Enrichissement en carbone (980°C)
Pression absolue
Durée du maintien | : 35 hPa
: 2h00 | Austénitisation à 825°C
sous vide
Trempé à l'huile
Revenu à 140°C |
| 2) Cassage Vide à l'Hydrogène (980°C)
Pression absolue
Sans maintien | : 500 hPa | Gaz carburants éthylène
% éthylène résiduel
dans gaz évacué | : 130 l/h (à P _{amb})
: 7 | |
| | | 4) Diffusion (980°C)
Pression absolue
Durée du maintien | : ≤ 10 ⁻¹ hPa
: 3h30 | |

5) Cassage du Vide à l'Azote à P_{amb}

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EXEMPLE N°2 : ALESAGES BORGNES ET OUVERTS

ACIER 14 NC 12

CONDITIONS EXPERIMENTALES		TRAITEMENT D'EMPLOI
CEMENTATION A 880°C		
(Phases 1 à 5 ordre chrono)		
1) Austénitisation (880°C)		Austénitisation à 825°C
Vide maximal	: 10 ⁻² hPa	sous vide
Durée du maintien	: 0h30	Trempe à l'huile
2) Cassage Vide à l'Hydrogène (880°C)		Revenu à 140°C
Pression absolue	: 500 hPa	
Sans maintien		
3) Enrichissement en carbone (880°C)		
Pression absolue	: 30 hPa	
Durée du maintien	: 1h25	
Gaz carburant éthylène	: 145 l/h (à P _{atm})	
% éthylène résiduel	: 20	
dans gaz évacué		
4) Diffusion (880°C)		
Pression absolue	: ≤ 10 ⁻¹ hPa	
Durée du maintien	: 0h20	
5) Cassage du Vide à l'Azote à P _{atm}		

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EXEMPLE N°3 : PROFONDEUR 0,25 mm (ACIER 16 NCD 13)

CONDITIONS EXPERIMENTALES

CEMENTATION A 820°C
(Phases 1 à 5 ordre chrono)

TRAITEMENT D'EMPLOI

- 1) Austénitisation (820°C)
Vide maximal
Durée du maintien

2) Casage Vide à l'Hydrogène (820°C)
Pression absolue
Sans maintien
- 3) Enrichissement en carbone (820°C)
Pression absolue
Durée du maintien

4) Diffusion (sans)
- 5) Casage du Vide à l'Azote à Press

5) Casage du Vide à l'Azote à Press
- 25 hPa
: 1h00

150 l/h (à Press)
: 30
- Austénitisation à 820°C
sous vide
Trempes à l'huile
Revenu à 140°C

CONDITIONS EXPERIMENTALES

TRAITEMENT D'EMPLOI

CEMENTATION AT 980°C

(Phases I à 3 ordre chrono)

- | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|---|
| 1) Austénitisation (1020°C) | Vide maximal : 10 ⁻³ hPa
Durée du maintien : 0h30
Rafroidissement dans le four jusqu'à : 980°C | 5) Cassage Vide à l'Hydrogène (980°C) | Pression absolue : 500 hPa
Sans maintien | Austénitisation à 1020°C
sous vide
Trempe à l'huile
Passage au froid -75°C
Revenu à 250°C |
| 2) Cassage Vide à l'Hydrogène (980°C) | Pression absolue : 500 hPa
Sans maintien | 6) Enrichissement en carbone (980°C) | Pression absolue : 35 hPa
Durée du maintien : 6h45
Gaz carburant éthylène : 135 l/h (à P _{atm})
% Ethylène résiduel : 8
dans gaz évacué | |
| 3) Enrichissement en carbone (980°C) | Pression absolue : 35 hPa
Durée du maintien : 0h45
Gaz carburant éthylène : 135 l/h (à P _{atm})
% Ethylène résiduel : 8
dans gaz évacué | 7) Diffusion (980°C) | Pression absolue : 510 ⁻¹ hPa
Durée du maintien : 4h45 | |
| 4) Diffusion (980°C) | Pression absolue : 510 ⁻¹ hPa
Durée du maintien : 0h10 | 8) Cassage Vide à l'Azote à P _{atm} | | |

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EXEMPLE N°5 : ACIER Z20WC10

CONDITIONS EXPERIMENTALES		TRAITEMENT D'EMPLOI	
CEMENTATION à 940°C (Phases 1 à 8 ordre chronos)			
1) Austénitisation (1010°C)		5) Cassage Vide à l'Hydrogène (940°C)	Austénitisation à 1100°C sous vide
Vide maximal : 10 ⁻³ hPa		Pression absolue : 500 hPa	Trempe au gaz neutre
Durée du maintien : 0h30		Sans maintien	Passage au froid -75°C
Refroidissement dans le four jusqu'à : 940°C			1er Revenu à 560°C
			2ème Revenu à 560°C
2) Cassage Vide à l'Hydrogène (940°C)		6) Enrichissement en carbones (940°C)	
Pression absolue : 500 hPa		Pression absolue : 30 hPa	
Sans maintien		Durée du maintien : 1h15	
		Gas carburant éthylène : 140 l/h (à Press)	
		% Ethylène résiduel : 10	
		dans gaz évacué	
3) Enrichissement en carbones (940°C)		7) Diffusion (sans)	
Pression absolue : 30 hPa			
Durée du maintien : 0h45			
Gas carburant éthylène : 140 l/h (à Press)			
% Ethylène résiduel : 10			
dans gaz évacué			
4) Diffusion (940°C)		8) Cassage Vide à l'Azote à Press	
Pression absolue : ≤ 10 ⁻¹ hPa			
Durée du maintien : 0h10			

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EXEMPLE N°6 : ACIER Z 38 CDV 5

CONDITIONS EXPERIMENTALES

TRAITEMENT D'EMPLOI

CEMENTATION à 960°C
(Phases 1 à 8 ordre chrono)

- | | | |
|--|--|--|
| 1) Austénitisation (960°C)
Vide maximal : 10 ⁻² hPa
Durée du maintien : 0h30
Refroidissement dans le four jusqu'à : 960°C | 5) Cassage Vide à l'Hydrogène (960°C)
Pression absolue : 500 hPa
Sans maintien | Austénitisation à 990°C
sous vide
Trempe à l'AIR
Passage au froid -75°C
Revenu à 200°C |
| 2) Cassage Vide à l'Hydrogène (960°C)
Pression absolue : 500 hPa
Sans maintien | 6) Enrichissement en carbone (960°C)
Pression absolue : 30 hPa
Durée du maintien : 1h00
Gaz carburant éthylène : 135 l/h (à P _{atm})
% Ethylène résiduel : 9
dans gaz évacué | |
| 3) Enrichissement en carbone (960°C)
Pression absolue : 30 hPa
Durée du maintien : 0h30
Gaz carburant éthylène : 135 l/h (à P _{atm})
% Ethylène résiduel : 9
dans gaz évacué | 7) Diffusion (960°C)
Pression absolue : ≤10 ⁻¹ hPa
Durée du maintien : 2h00 | |
| 4) Diffusion (960°C)
Pression absolue : ≤10 ⁻¹ hPa
Durée du maintien : 0h10 | 8) Cassage Vide à l'Azote à P _{atm} | |

EXEMPLE N°7 : SUPERALLIAGE base Co : KC 20 WN

CONDITIONS EXPERIMENTALES

CEMENTATION A 1100°C
(Phases 1 à 5 ordre chrono)

- 1) Austénitisation (1100°C)
Vide maximal
Durée du maintien

: 10⁻² hPa
: 0h30
- 2) Cassage Vide à l'Hydrogène (1100 °C)
Pression absolue
Sans maintien

: 500 hPa
- 3) Enrichissement en carbone (1100°C)
Pression absolue
Durée du maintien

: 40 hPa
: 4h00
- 4) Diffusion (1100°C)
Pression absolue
Durée du maintien

Gaz carburant éthylène : 150 l/h (à l'atm)
% éthylène résiduel : 3
dans gaz évacué

: ≤ 10⁻¹ hPa
: 2h00
- 5) Cassage du Vide à l'Azote à l'atm

Sur la figure 1a est représenté le profil carbone d'une pièce cimentée selon l'exemple 1, on peut ainsi observer le pourcentage de carbone incorporé en fonction de la profondeur P.

Sur la figure 1b est représentée la microdureté HV 0,5 kg en fonction de la profondeur pour des pièces traitées selon l'exemple 1.

5 Sur la figure 1c est représentée une coupe d'une pièce cylindrique 10 cimentée en surface selon l'exemple 1 après attaque au nital 2 % et grossissement respectif de 2 et 500 fois faisant apparaître la grande régularité sur le cliché macrographique et l'homogénéité de structure sur le cliché micrographique.

Les exemples 2 à 7 sont illustrés par des figures établies de façon identique aux figures de l'exemple 1.

10 La figure 2c représente la disposition en vue éclatée sur trois étages dans la cuve du four d'alésages borgnes 11 et d'alésages ouverts 12. Des résultats remarquables ont été obtenus en utilisant des tubes de 85 mm de longueur, de diamètre extérieur 14 mm et de diamètre d'alésage de 8 mm.

La figure 2a représente la bande de dispersion des profils carbone obtenus sur l'ensemble des pièces figurées en 2c.

15 La figure 2b représente la bande de dispersion des profils de microdureté obtenus sur l'ensemble des pièces figurées en 2c.

Sur la figure 2d est représentée une coupe d'une pièce tubulaire 20 cimentée en surface, en périphérie et dans l'alésage, selon l'exemple 2 après attaque au nital 2 % et grossissement respectif de 2 et 500 fois montrant la grande régularité et l'homogénéité de la couche cimentée.

20 L'ensemble représenté sur la figure 8 comprend la cuve 3 et le dispositif intérieur ainsi que le couvercle 5. Des conduits d'arrivée de gaz 7, 8, 9 traversent le couvercle et débouchent respectivement au premier I, deuxième II et troisième III étages de la cuve en au moins trois sorties par étage régulièrement réparties telles que 21, 22 et 23 pour l'étage II en particulier.

Des thermocouples TC installés à chaque étage sont branchés en permanence sur un microordinateur non représenté qui assure le bon déroulement de l'ensemble des opérations de l'installation.

25 Chaque étage comporte un plateau perforé sur lequel reposent les articles à cimenter. A leur entrée, les gaz circulent au travers de la charge en direction des deux échappements, l'un principal en sommet de cuve, l'autre dérivé en bas de cuve suivant le trajet indiqué par les flèches pour être finalement aspirés au sommet du couvercle par une grosse conduite 26 reliée à une pompe de circulation 28. Une courbe de débit relatif en pourcentage du gaz cimentant est représentée à la droite du four.

30 L'installation représentée sur la figure 9 comporte un four 50 dit à double vide en ce sens que l'on établit le vide à la fois dans la cuve 55 et dans l'espace annulaire 56 entourant la cuve. Les gaz cimentants arrivent par les conduites 51 pour l'hydrogène et 52 pour l'éthylène et sont dirigés vers plusieurs étages où ils sont régulièrement répartis. La circulation des gaz s'effectue dans la cuve comme décrit sur la figure 8. Les gaz sont ensuite dirigés vers le groupe de pompage 62 par une conduite 59 avec une dérivation de prélèvement vers un analyseur de gaz 60 en liaison avec un microordinateur. Deux autres conduites, 53 pour l'azote, 54 et 57 pour l'air débouchent respectivement au sommet de la cuve 55 et de l'espace 56. Les différentes données telles que températures, pression, débits et composition des gaz sont rassemblées par un acquiesiteur relié à un microordinateur 61.

40 En complément des indications données dans les différents exemples, il convient d'apporter les précisions suivantes :

Avant le démarrage des traitements, on procède à l'élimination de l'air de la cuve, il s'agit d'un prévidage qui est effectué à une pression de 10^{-1} hPa et l'on remplit la cuve d'azote purifié à la pression atmosphérique.

L'enfournement de la cuve contenant les pièces à traiter a alors lieu et la première phase d'austénitisation est effectuée en chauffant à des températures différentes suivant les cas, et à un vide maximal de 10^{-2} hPa.

45 On casse le vide en introduisant de l'hydrogène jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa. On procède à l'enrichissement en carbone par introduction d'éthylène à une pression généralement voisine de 30 hPa puis à une diffusion à une pression absolue inférieure ou égale à 10^{-1} hPa. On casse alors le vide à l'azote à la pression atmosphérique puis on procède à un traitement d'emploi qui permet d'obtenir les caractéristiques finales souhaitées pour les pièces cimentées. Dans le cas des exemples 4, 5 et 6, après la diffusion on casse le vide à l'hydrogène et l'on effectue un second enrichissement en carbone suivi d'une diffusion qui précède le passage à vide à l'azote à la pression atmosphérique.

50 La mise en oeuvre du procédé est effectuée sous la surveillance d'un microordinateur auquel sont fournis tous les paramètres techniques programmés tels que nuances des aciers, températures des différents endroits du four, pression dans l'enceinte, durées des séquences d'enrichissement et de diffusion, débit général des gaz à chaque étage, composition des gaz et ajustement en fonction de l'analyse des gaz de sortie.

Revendications

1. Procédé de cémentation sous basse pression de pièces en alliage métallique spécialement en acier dans lequel on traite dans un four les pièces en acier en les soumettant à l'action d'un mélange carburant à base d'hydrocarbures gazeux, caractérisé en ce que l'on utilise un mélange carburant constitué d'hydrogène et d'éthylène à raison de 2 à 60 % d'éthylène en volume et que l'on chauffe le four entre environ 820°C et environ 1100°C suivant la nature des métaux constituant les pièces et la profondeur souhaitée d'incorporation du carbone.
2. Procédé de cémentation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
 - a) prévidage de la cuve du four jusqu'à une pression de 10^{-1} hPa de façon à éliminer l'air,
 - b) remplissage de la cuve par de l'azote purifié à la pression atmosphérique,
 - c) enfournement de la cuve contenant les pièces métalliques,
 - d) mise sous vide de la cuve à 10^{-2} hPa,
 - e) chauffage jusqu'à la température d'austénitisation et maintien à cette température pour l'homogénéisation des pièces,
 - f) introduction d'hydrogène jusqu'à 500 hPa,
 - g) enrichissement en carbone par introduction du gaz carburant à base d'éthylène à une pression de 10 à 100 hPa suivant les cas,
 - h) diffusion sous vide à 10^{-1} hPa,
 - i) introduction d'azote pour défournement.
3. Procédé de cémentation selon la revendication 2, dans lequel les pièces métalliques sont en acier 16 NCD 13, caractérisé en ce qu'il comporte les cinq étapes suivantes :
 - 1) austénitisation sous vide pendant une demi-heure à 980°C,
 - 2) cassage du vide à 980°C à l'hydrogène jusqu'à atteindre une pression de 500 hPa,
 - 3) enrichissement en carbone à 980°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 2 heures à une pression de 35 hPa,
 - 4) diffusion à 980°C pendant 3 heures 30 mn à une pression inférieure ou égale à 10^{-1} hPa,
 - 5) cassage du vide à l'azote à la pression atmosphérique
 suivi d'un traitement d'emploi à 825°C et la cémentation est effectuée sur une profondeur de 1,80 mm en obtenant le pourcentage de carbone visé en fonction de la profondeur.
4. Procédé de cémentation selon la revendication 2, dans lequel les pièces métalliques sont en acier 14 NC 12, caractérisé en ce qu'il comporte les cinq étapes suivantes :
 - 1) austénitisation sous vide pendant une demi-heure à 880°C,
 - 2) cassage du vide à 880°C à l'hydrogène jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa,
 - 3) enrichissement en carbone à 880°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 1 heure et 25 mn à une pression de 30 hPa,
 - 4) diffusion à 880°C pendant 0 heure et 20 mn à une pression inférieure ou égale à 10^{-1} hPa,
 - 5) cassage du vide à l'azote à la pression atmosphérique
 suivi d'un traitement d'emploi à 825°C et la cémentation est effectuée sur une profondeur de 0,55 mm en obtenant le pourcentage de carbone visé en fonction de la profondeur.
5. Procédé de cémentation selon la revendication 2, dans lequel les pièces métalliques sont en acier 16 NCD 13, caractérisé en ce qu'il comporte les cinq étapes suivantes :
 - 1) austénitisation sous vide pendant 30 minutes à 820°C,
 - 2) cassage du vide à 820°C à l'hydrogène jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa,
 - 3) enrichissement en carbone à 820°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 1 heure à une pression de 25 hPa,
 - 4) diffusion (sans),
 - 5) cassage du vide à l'azote à la pression atmosphérique
 suivi d'un traitement d'emploi à 820°C et la cémentation est effectuée sur une profondeur de 0,25 mm en obtenant le pourcentage de carbone visé en fonction de la profondeur.
6. Procédé de cémentation selon la revendication 2, dans lequel les pièces métalliques sont en superalliage base Co : KC 20 WN, caractérisé en ce qu'il comporte les cinq étapes suivantes :
 - 1) austénitisation sous vide pendant 30 minutes à 1100°C,

- 2) cassage du vide à l'hydrogène à 1100°C jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa,
 3) enrichissement en carbone à 1100°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 4 heures à une pression de 40 hPa,
 4) diffusion à 1100°C pendant 2 heures à une pression inférieure ou égale à 10^{-1} hPa,
 5) cassage du vide à l'azote à la pression atmosphérique,
 la cémentation est effectuée sur une profondeur totale de 0,8 mm.
7. Procédé de cémentation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- a) prévidage de la cuve du four jusqu'à une pression de 10^{-1} hPa de façon à éliminer l'air,
 b) remplissage de la cuve par de l'azote purifié à la pression atmosphérique,
 c) enfournement de la cuve contenant les pièces métalliques,
 d) mise sous vide de la cuve à 10^{-2} hPa,
 e) chauffage jusqu'à la température d'austénitisation et maintien à cette température pour l'homogénéisation des pièces,
 f) introduction d'hydrogène jusqu'à 500 hPa,
 g) enrichissement en carbone par introduction du gaz carburant à base d'éthylène à une pression de 10 à 100 hPa suivant les cas,
 h) diffusion sous vide à 10^{-1} hPa,
 i) cassage du vide à l'hydrogène,
 j) enrichissement en carbone par introduction d'un gaz carburant à base d'éthylène à une pression de 10 à 100 hPa,
 k) diffusion,
 l) cassage du vide à l'azote à la pression atmosphérique.
8. Procédé de cémentation selon la revendication 2, dans lequel les pièces métalliques sont en acier Z 15 CN 17.03, caractérisé en ce qu'il comporte les huit étapes suivantes :
- 1) austénitisation sous vide pendant 30 minutes à 1020°C et refroidissement dans le four jusqu'à 980°C,
 2) cassage du vide à 980°C jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa,
 3) enrichissement en carbone à 980°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 45 minutes à une pression de 35 hPa,
 4) diffusion à 980°C pendant 10 minutes à une pression inférieure ou égale à 10^{-1} hPa,
 5) cassage du vide à l'hydrogène à 980°C à la pression de 500 hPa,
 6) enrichissement en carbone à 980°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 6 heures et 45 minutes à une pression de 35 hPa,
 7) diffusion à 980°C pendant 4 heures et 45 minutes à une pression inférieure ou égale à 10^{-1} hPa
 8) cassage du vide à l'azote à la pression atmosphérique suivi d'un traitement d'emploi à 1020°C et la cémentation est effectuée sur une profondeur de 1 mm en obtenant le pourcentage de carbone visé en fonction de la profondeur.
9. Procédé de cémentation selon la revendication 2, dans lequel les pièces métalliques sont en acier Z 20 WC 10, caractérisé en ce qu'il comporte les huit étapes suivantes :
- 1) austénitisation sous vide pendant 30 minutes à 1010°C et refroidissement dans le four jusqu'à 940°C,
 2) cassage du vide à l'hydrogène à 940°C jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa,
 3) enrichissement en carbone à 940°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 45 mn à une pression de 30 hPa,
 4) diffusion à 940°C pendant 10 mn à une pression inférieure ou égale à 10^{-1} hPa,
 5) cassage du vide à l'hydrogène à 940°C jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa,
 6) enrichissement en carbone à 940°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 1 heure et 15 minutes,
 7) diffusion (sans),
 8) cassage du vide à l'azote à la pression atmosphérique
 suivi d'un traitement d'emploi à 1100°C et la cémentation est effectuée sur une profondeur de 1 mm en obtenant le pourcentage de carbone visé en fonction de la profondeur.
10. Procédé de cémentation selon la revendication 2, dans lequel les pièces métalliques sont en acier Z 38 CDV 5, caractérisé en ce qu'il comporte les huit étapes suivantes :
- 1) austénitisation sous vide pendant 30 minutes à 1010°C et refroidissement dans le four jusqu'à 960°C,
 2) cassage du vide à l'hydrogène à 960°C jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa,

- 3) enrichissement en carbone à 960°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 30 mn à une pression de 30 hPa,
 - 4) diffusion à 960°C pendant 10 mn à une pression inférieure ou égale à 10^{-1} hPa,
 - 5) cassage du vide à l'hydrogène à 960°C jusqu'à l'obtention d'une pression de 500 hPa,
 - 6) enrichissement en carbone à 960°C par action d'un gaz carburant à base d'éthylène pendant 1 heure,
 - 7) diffusion à 960°C à une pression inférieure ou égale à 10^{-1} hPa,
 - 8) cassage du vide à l'azote à la pression atmosphérique
- suivi d'un traitement d'emploi à 990°C et la cémentation est effectuée sur une profondeur de 1 mm en obtenant le pourcentage de carbone visé en fonction de la profondeur.

11. Installation pour la cémentation d'alliage métallique, caractérisée en ce qu'elle comprend essentiellement :

- un four (50), dit à double vide, constitué d'une cuve (55) avec son dispositif intérieur de répartition des gaz cémentants, d'un espace annulaire (56) entourant la cuve, d'un couvercle traversé par des conduites de pompage et d'arrivée d'hydrogène (51) et d'éthylène (52) débouchant aux différents étages de la cuve en plusieurs endroits régulièrement répartis,
- des thermocouples (TC) et autres sondes renseignant sur la pression le débit et la composition des gaz en différents endroits du four en liaison avec un acquiiseur de données, lui-même relié à un microordinateur (61),
- plusieurs étages de réception des pièces à cémenter avec des plateaux perforés pour permettre une libre circulation des gaz.

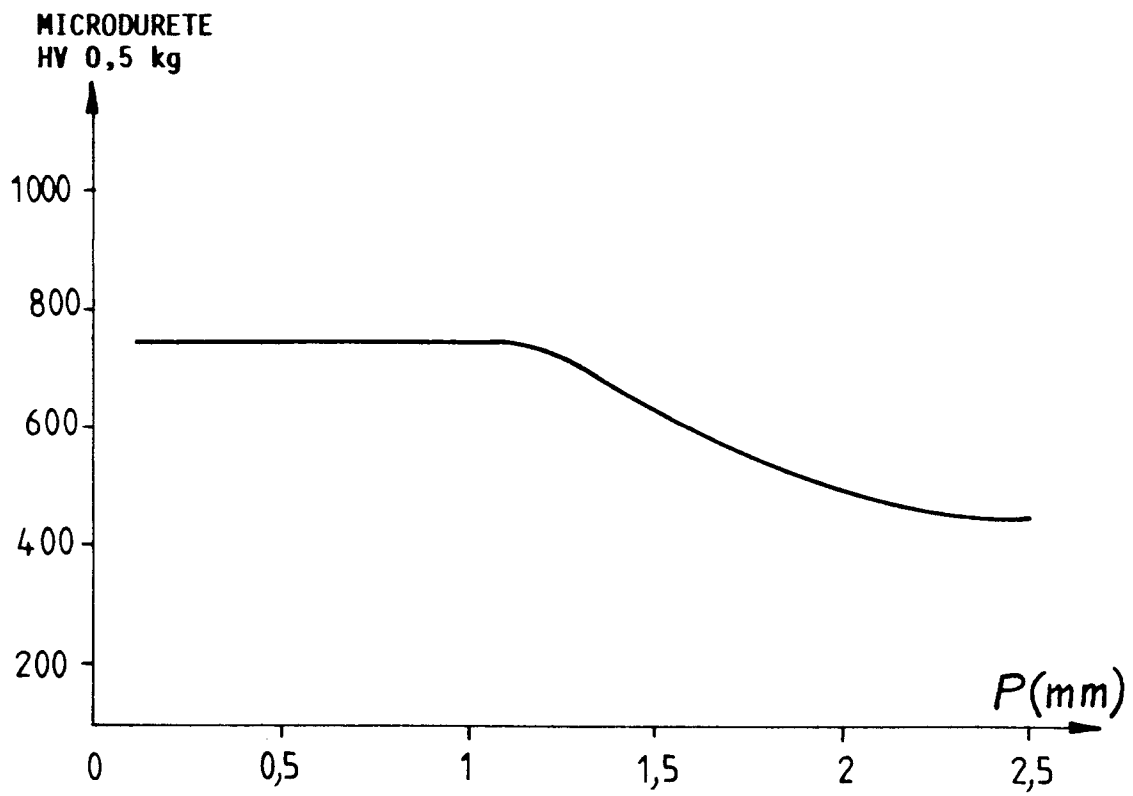
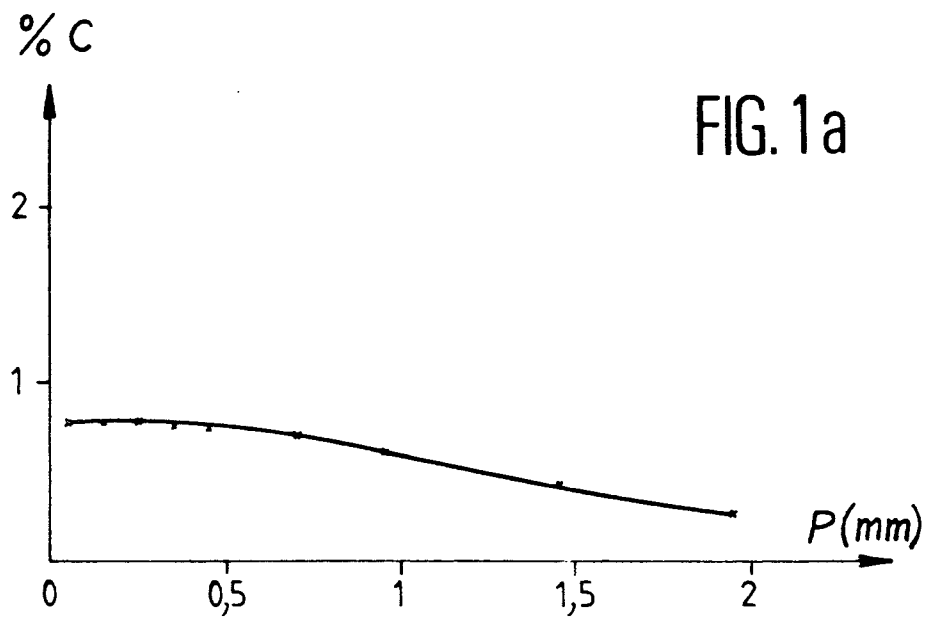
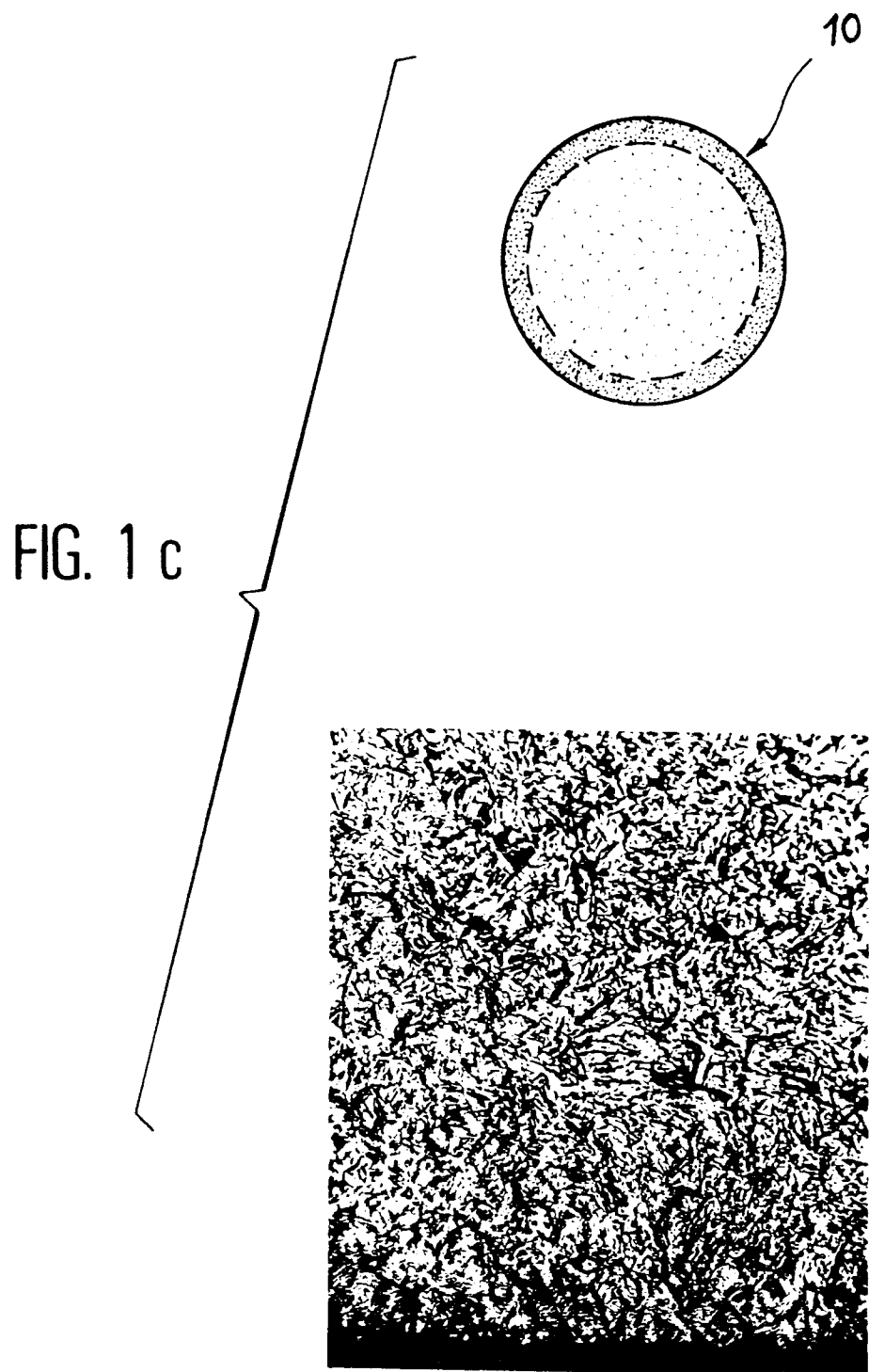
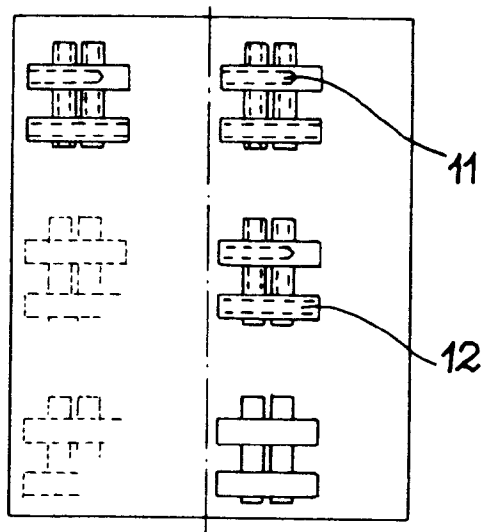
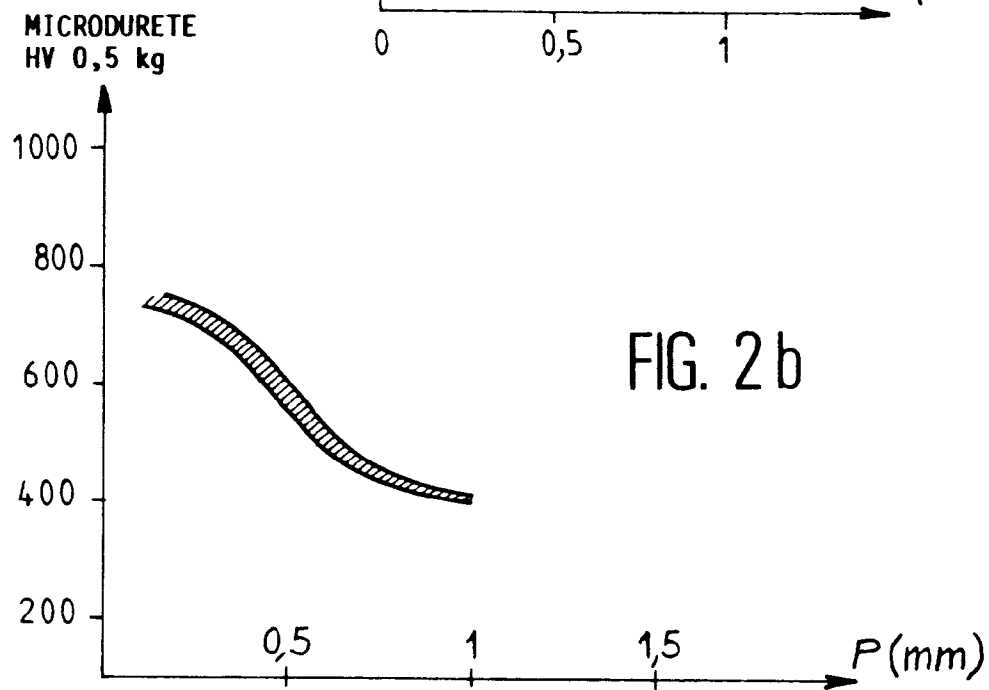
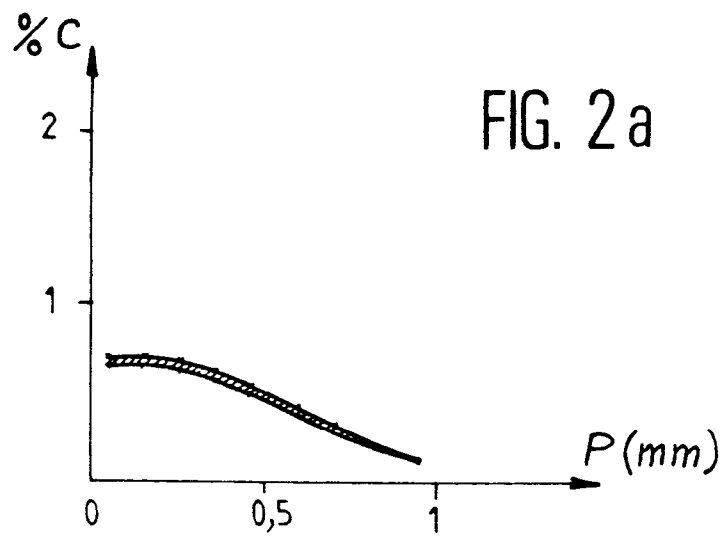
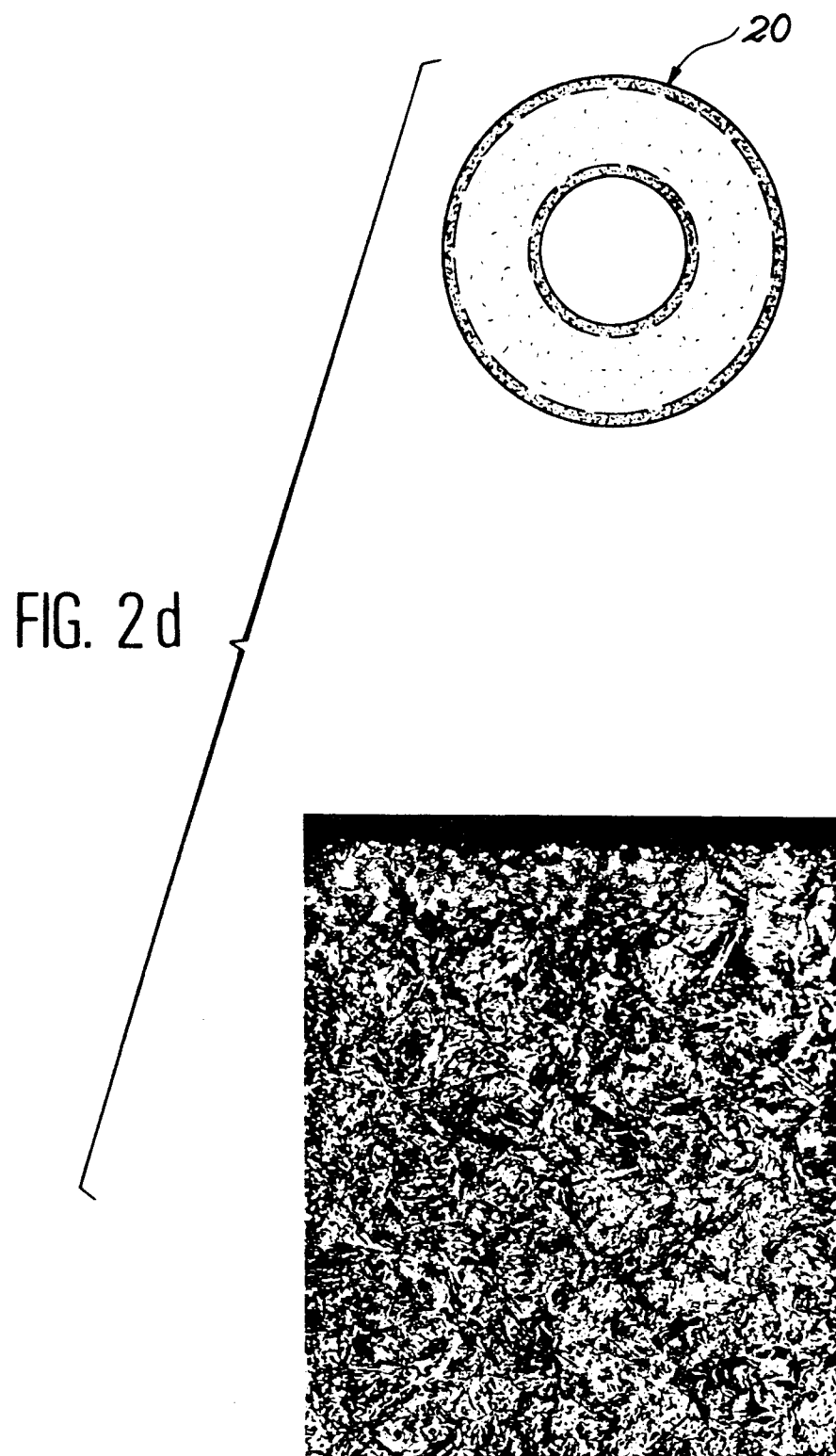


FIG. 1 b







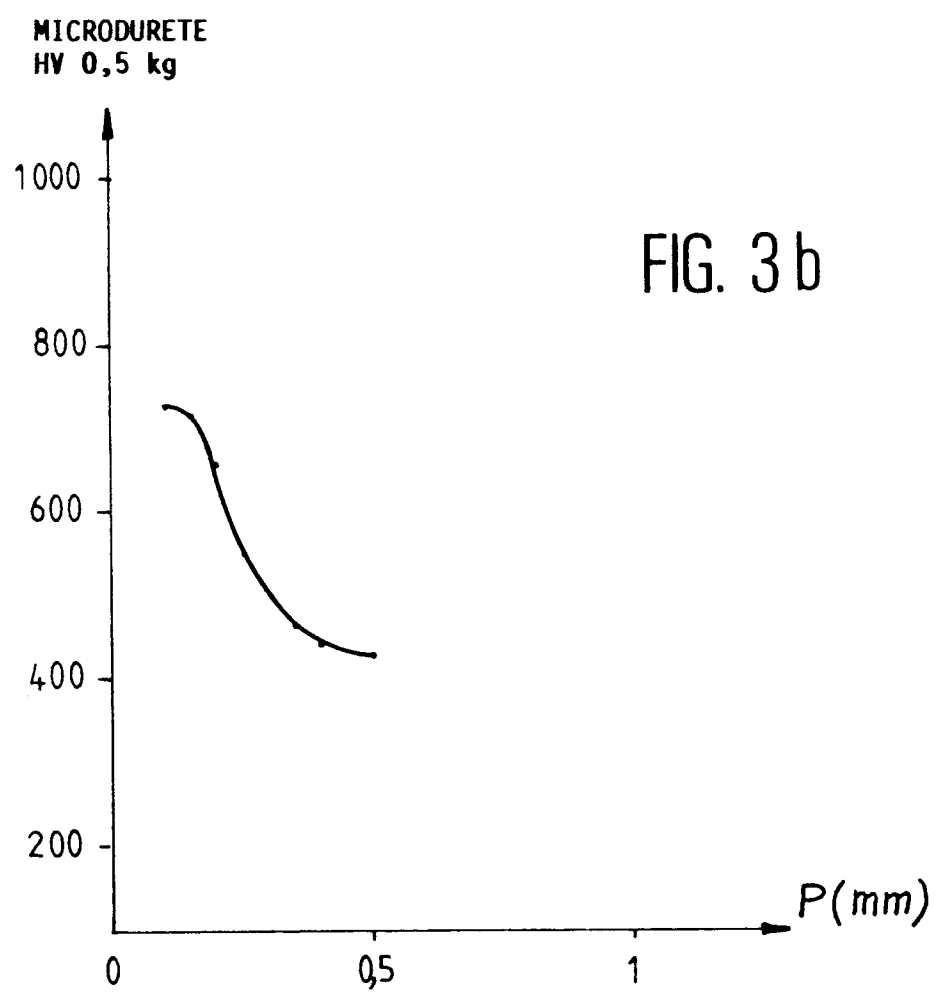
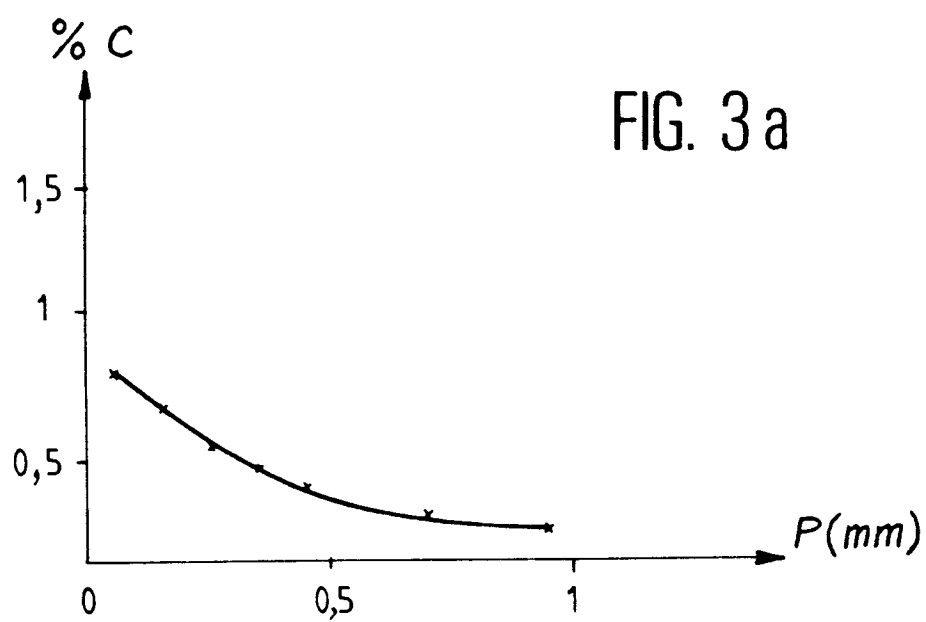
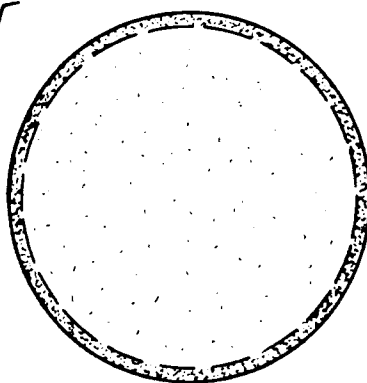


FIG. 3c



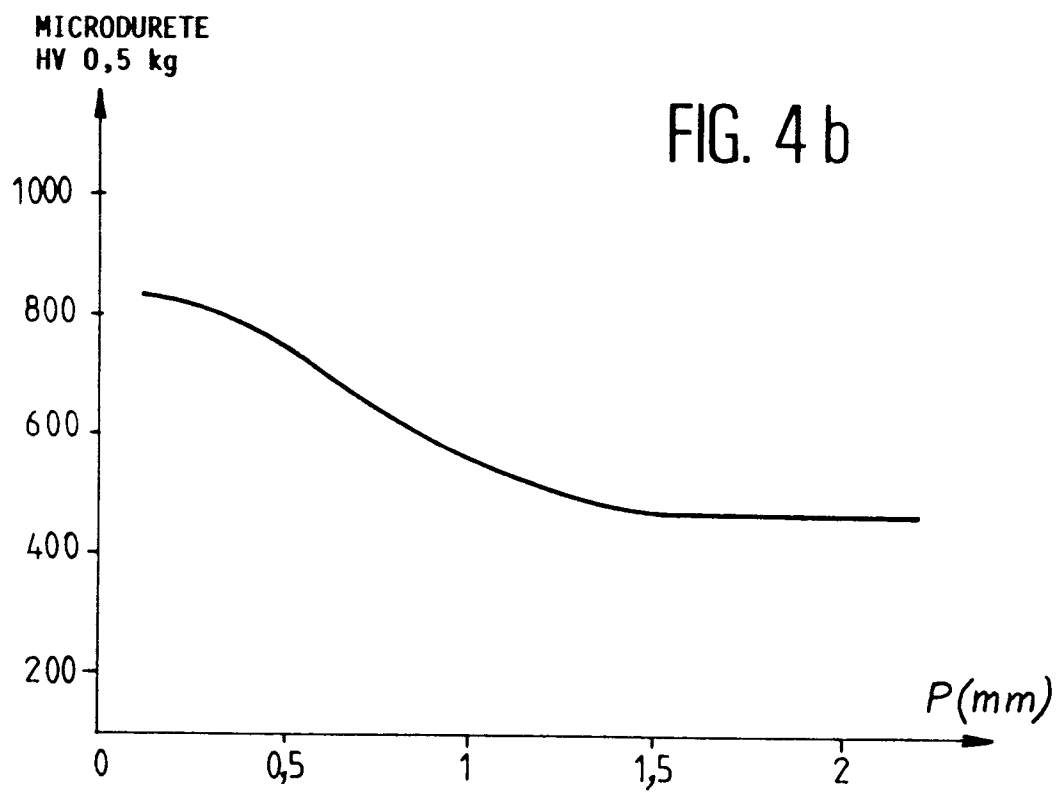
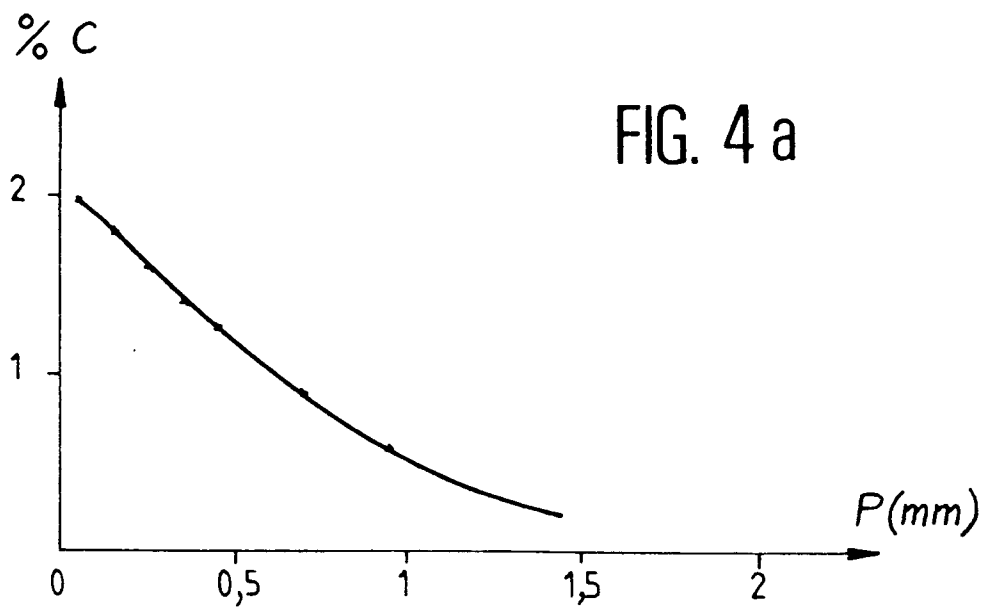
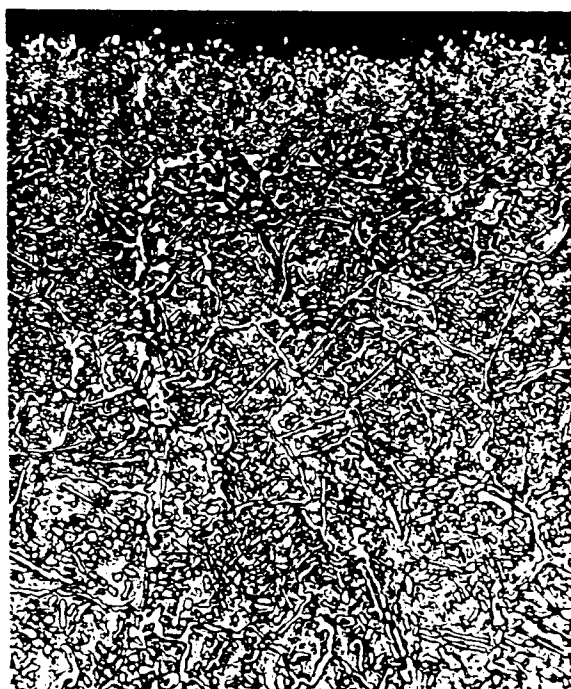
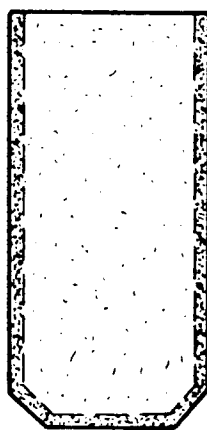


FIG. 4c



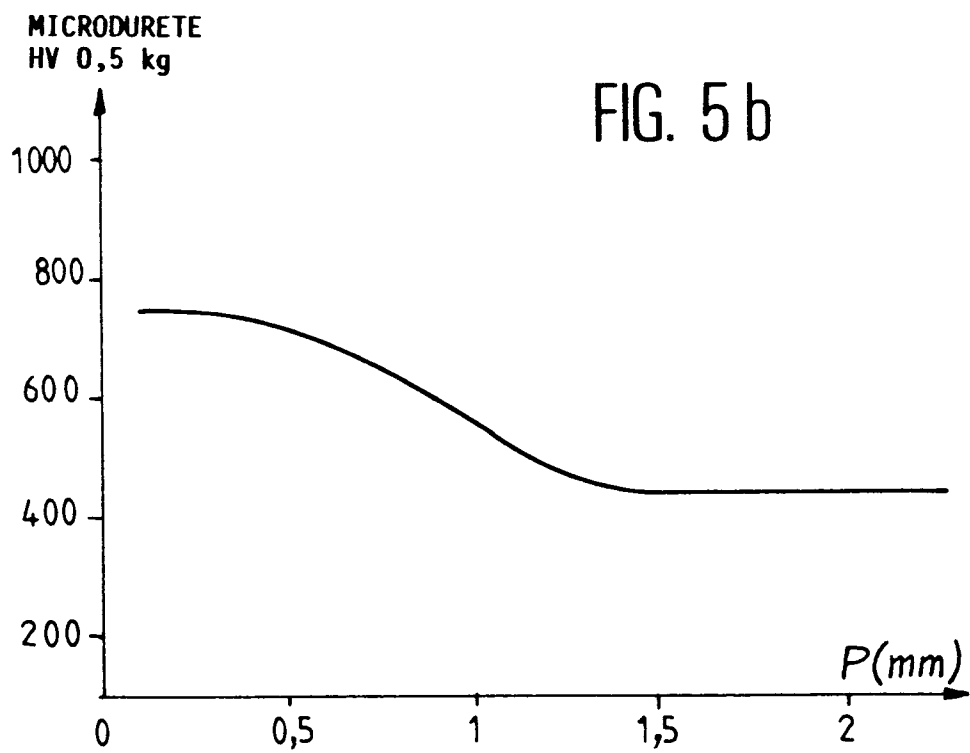
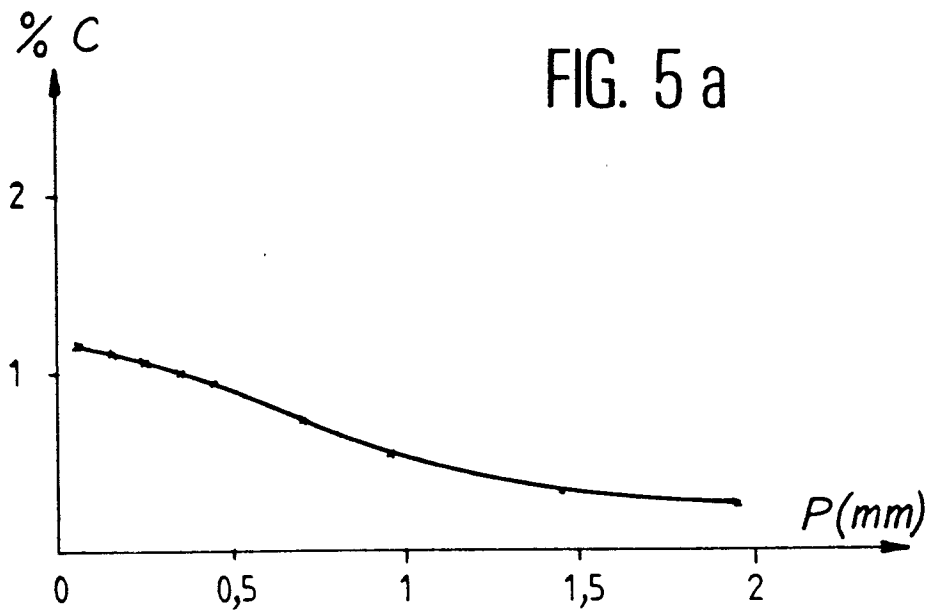
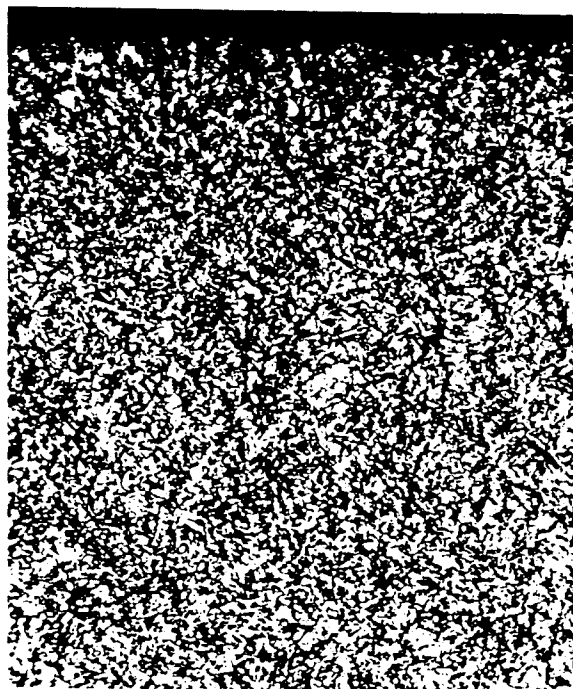


FIG. 5c



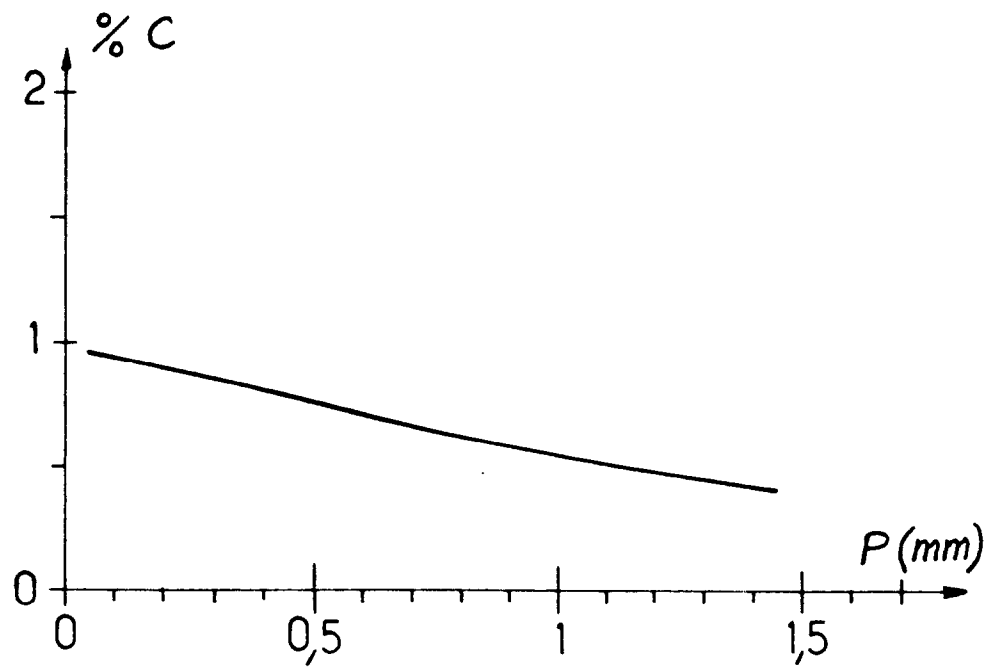


FIG. 6a

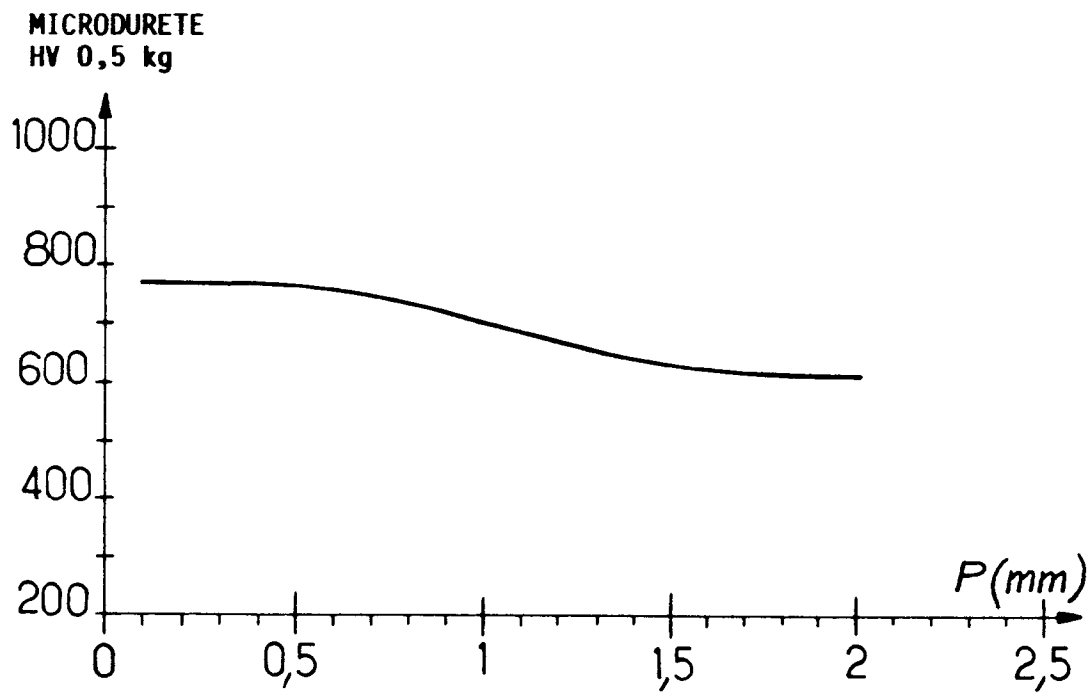
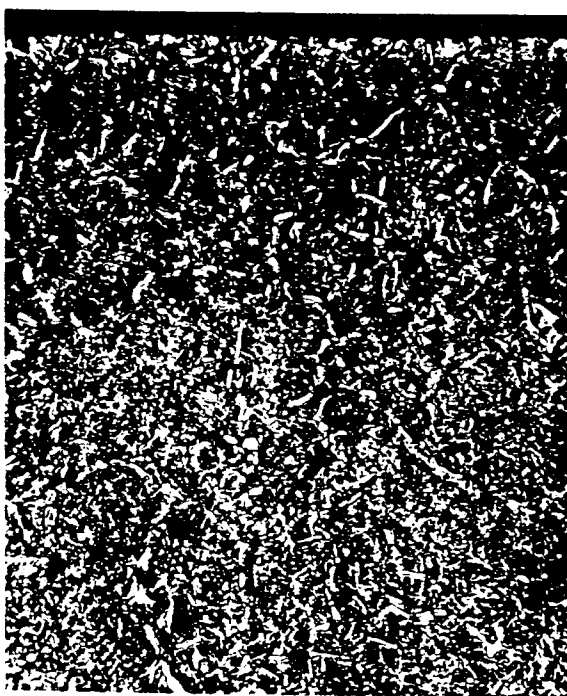
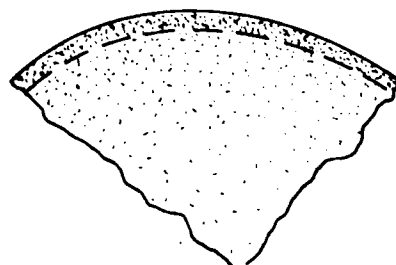


FIG. 6b

FIG. 6c



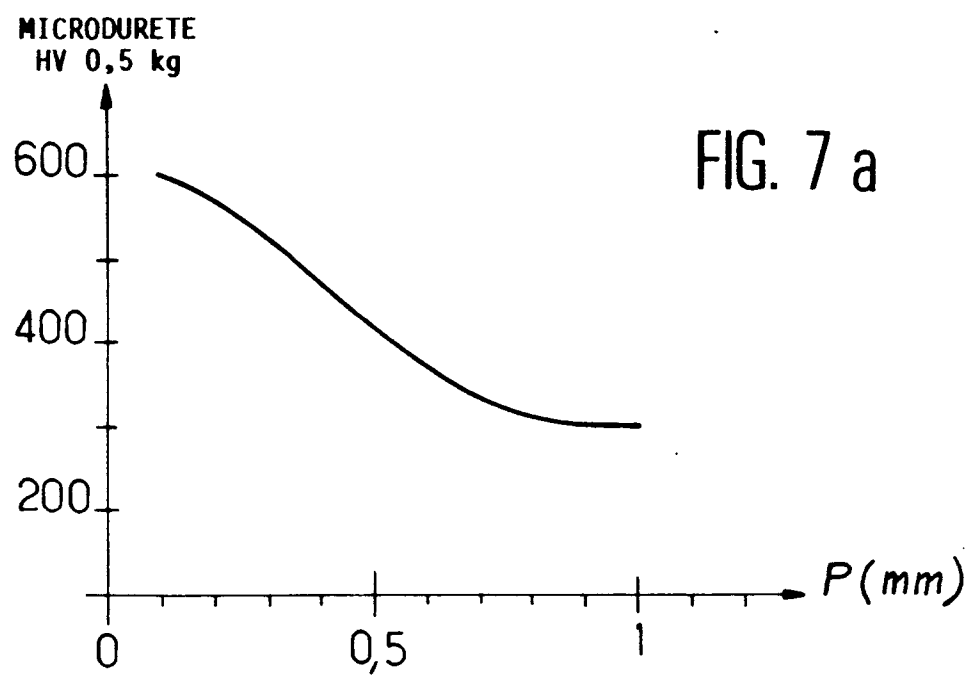
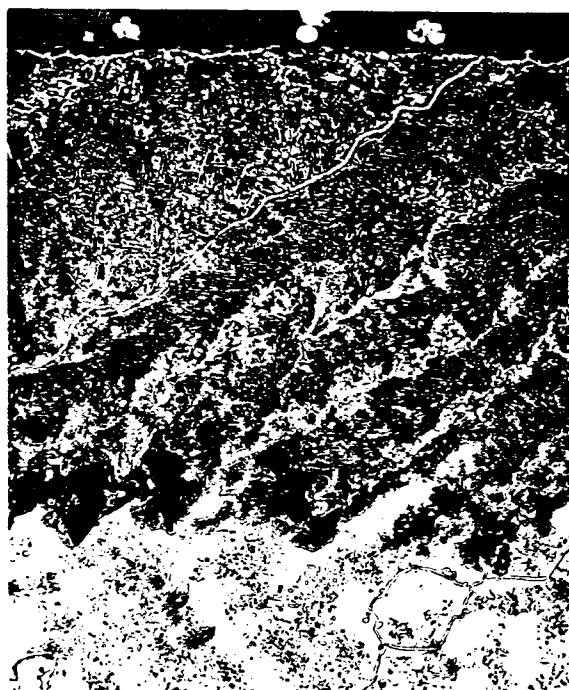


FIG. 7 b



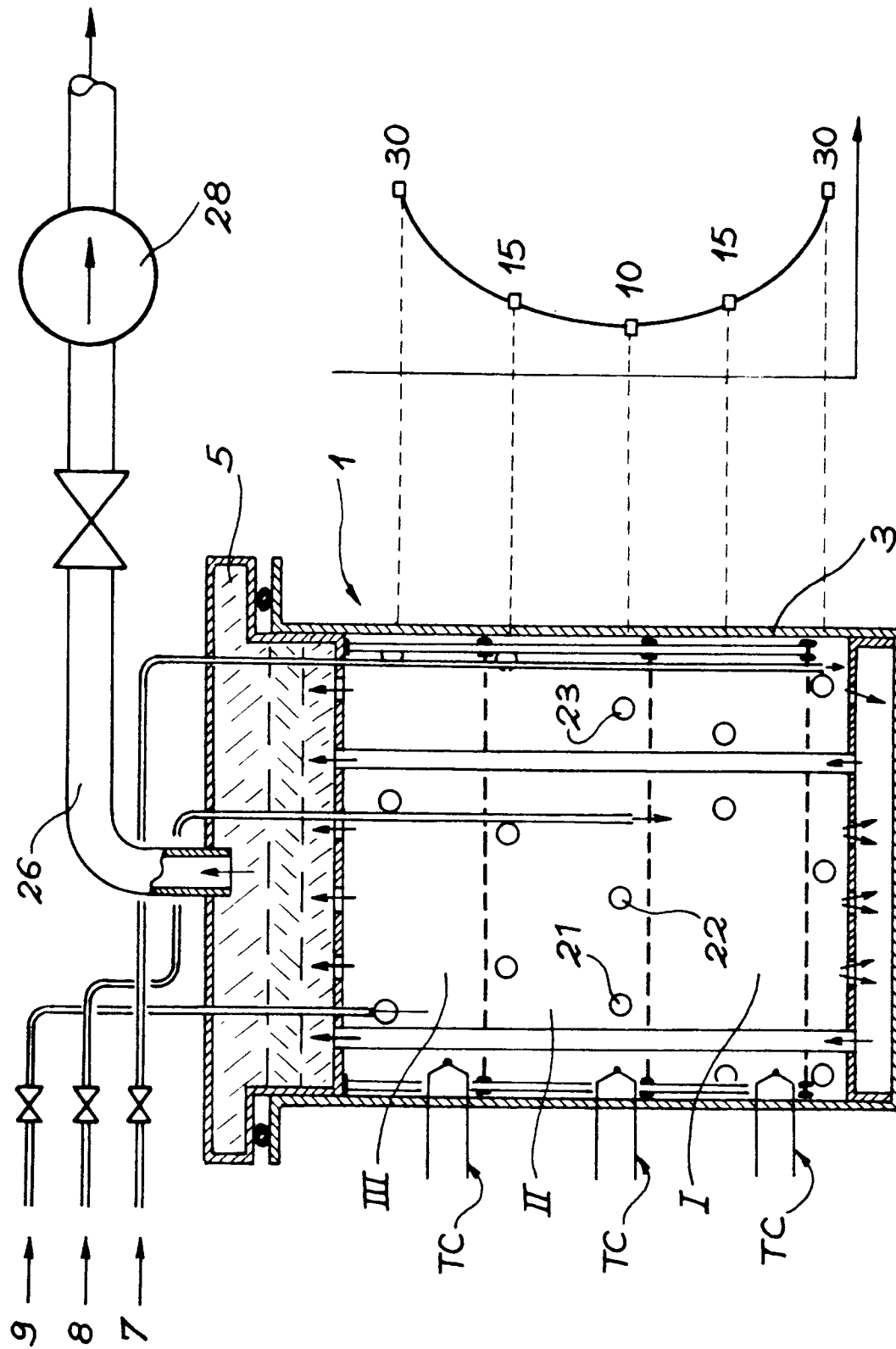


FIG. 8

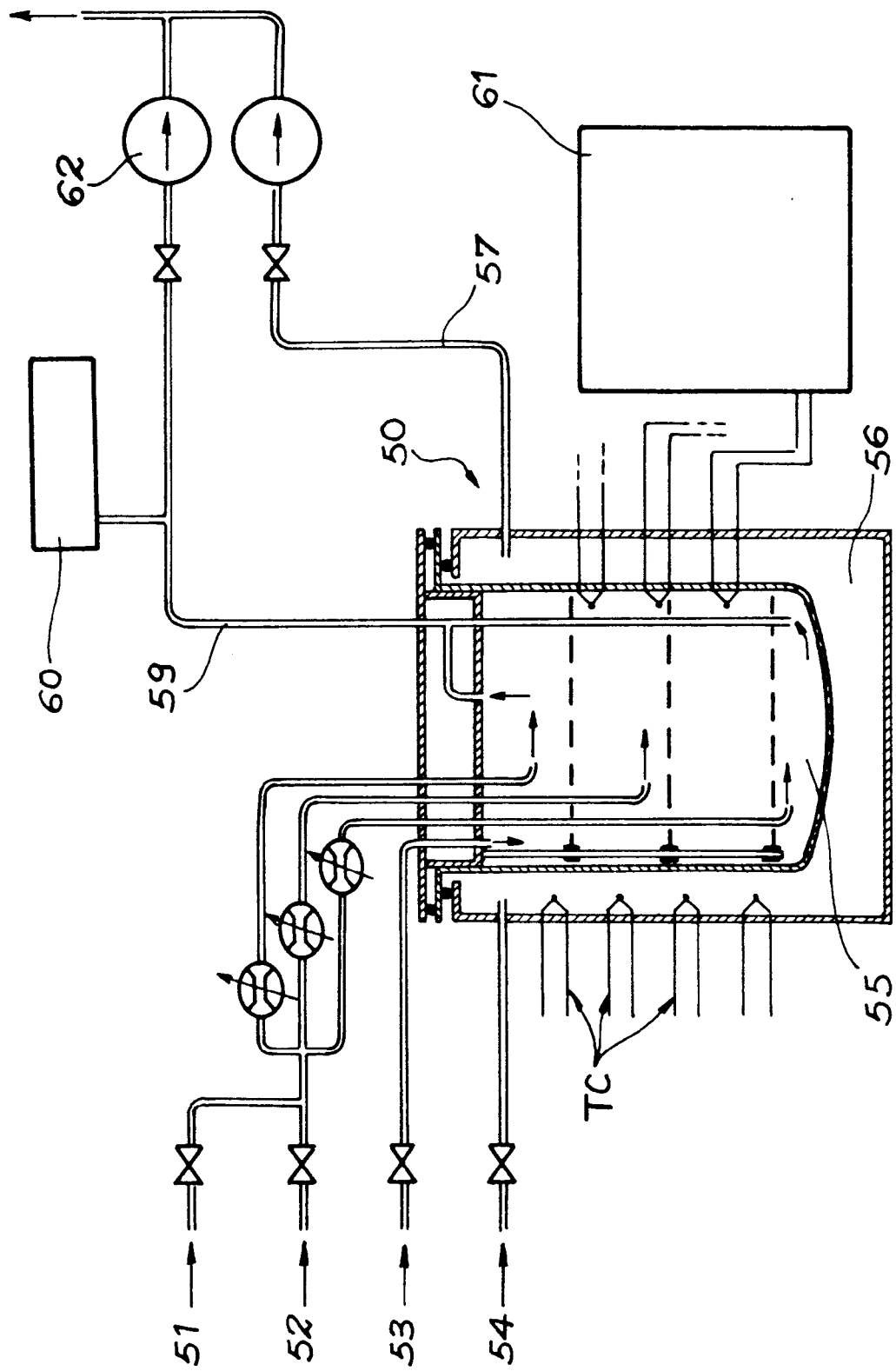


FIG. 9



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 1792

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)
A	US-A-4 108 693 (M. L'HERMITE) ---		C23C8/22 C23C8/20
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 97, no. 14, Octobre 1982, Columbus, Ohio, US; abstract no. 113319G, KASPERSMA 'carburisation and gas reactions of hydrocarbon-nitrogen mixtures at 850°C and 925°C; ' page 212 ; colonne 97 ; * abrégé *		
A	---		
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 91, no. 18, Octobre 1979, Columbus, Ohio, US; abstract no. 144330J, KRYLOV V.S. 'cementation of steel articles ' page 218 ; colonne 91 ; * abrégé *		
A	---		
A	GB-A-1 559 690 (BRITISH STEEL CORPORATION) ---		
A	DE-A-3 217 295 (GENERAL SIGNAL CORP.) ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	ADVANCED MATERIALS & PROCESSES vol. 137, no. 3, Mars 1990, MATERIALS PARK , OHIO, US E.J. KUBEL JR: 'EXTENDING CARBURIZING-PROCESS CAPABILITIES ' -----		C23C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 SEPTEMBRE 1991	Examineur ELSEN D.B.
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	

EPO FORM 150 (3.82 (P0402))