



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets⁴ : C10B 53/08, 1/04, 19/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 87/ 02049 (43) Date de publication internationale: 9 avril 1987 (09.04.87)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR86/00332 (22) Date de dépôt international: 26 septembre 1986 (26.09.86) (31) Numéro de la demande prioritaire: 85/14291 (32) Date de priorité: 26 septembre 1985 (26.09.85) (33) Pays de priorité: FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): USI-NOR ACIERS [FR/FR]; La Défense 9, 4, place de la Pyramide, F-92800 Puteaux (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : CORDIER, Jean, Armand, Ghislain [FR/FR]; 48, rue Henri Barbusse, F-59880 Saint Saulve (FR). DUSSART, Bernard, Emile, André [FR/FR]; 3, résidence Usinor 'La Pyramide', F-59121 Haulchin (FR). ROLLOT, Pierre, Henri [FR/FR]; 8, résidence Usinor 'La Pyramide', F-59121 Haulchin (FR).		(74) Mandataires: POLUS, Camille etc.; Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cédex 09 (FR). (81) Etats désignés: AT (brevet européen), AU, BE (brevet européen), BR, CH (brevet européen), DE (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), IT (brevet européen), JP, KR, LU (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), SU, US. Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>
(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MOULDED COKE BY ELECTRIC HEATING IN A SHAFT FURNACE AND SHAFT FURNACE FOR PRODUCING SUCH COKE AND ELECTRIC HEATING METHOD BY MEANS OF A FLUID CONDUCTING GRANULATED BED (54) Titre: PROCEDE DE FABRICATION DE COKE MOULE PAR CHAUFFAGE ELECTRIQUE DANS UN FOUR A CUVE ET FOUR A CUVE POUR LA FABRICATION D'UN TEL COKE ET PROCEDE DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE A L'AIDE D'UN LIT GRANULE CONDUCTEUR D'UN FLUIDE (57) Abstract The method according to the invention comprises the introduction of a first part of the fraction of recycled head gases at the base of the lower portion (23) of the furnace to provide for a primary cooling of the coke, and the introduction of the remainder of the fraction of recycled head gases in the form of a secondary cooling stream circulating in counter-current of the mass of coke issuing from the lower portion (23) of the furnace into a region (34) sealingly connected to the outlet of the lower portion (23); the secondary cooling stream being then tapped (40) from the region (34) and reintroduced at the top of the furnace to dilute the gases produced and maintain the recovery means (15a and 15b) of said gases at a temperature sufficiently high to prevent any condensation; the cold coke is then discharged from the region (34) through a sealed chamber (46). The invention also relates to an electric heating method and device by means of a fluid conducting granulated bed.		

(57) Abrégé Le procédé consiste à introduire une première partie de la fraction des gaz de tête recyclés à la base de la partie inférieure (23) du four pour assurer un refroidissement primaire du coke; et à introduire le reste de la fraction des gaz de tête recyclés sous forme d'un courant de refroidissement secondaire circulant à contre-courant de la masse de coke issue de la partie inférieure (23) du four dans une zone (34) relié de façon étanche à la sortie de la partie inférieure (23); le courant de refroidissement secondaire étant ensuite soutiré (40) de la zone (34) et réintroduit en tête de four pour diluer les gaz produits et maintenir les moyens de récupération (15a et 15b) de ces gaz, à une température suffisamment élevée pour empêcher toute condensation; et le coke froid étant évacué de la zone (34) par un sas étanche (46). L'invention concerne également un procédé et un dispositif de chauffage électrique à l'aide d'un lit granulé conducteur d'un fluide.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GA	Gabon	MR	Mauritanie
AU	Australie	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BB	Barbade	HU	Hongrie	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	IT	Italie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	JP	Japon	RO	Roumanie
BR	Brésil	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République Centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CH	Suisse	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LU	Luxembourg	TD	Tchad
DE	Allemagne, République fédérale d'	MC	Monaco	TG	Togo
DK	Danemark	MG	Madagascar	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	ML	Mali		
FR	France				

Procédé de fabrication de coke moulé par chauffage électrique dans un four à cuve et four à cuve pour la fabrication d'un tel coke et procédé de chauffage électrique à l'aide d'un lit granulé conducteur d'un fluide.-

L'invention concerne un procédé de fabrication de coke moulé et un four à cuve pour la fabrication d'un tel coke dans lequel la chaleur de chauffage et de cokéfaction est fournie par un apport d'énergie électrique et transférée par un courant gazeux recyclé. L'invention concerne également un procédé et un dispositif de chauffage électrique à l'aide d'un lit granulé conducteur d'un fluide.

On connaît des procédés de fabrication de coke moulé dans un four à cuve, dans lequel un massif de boulets de charbon moulés circule de haut en bas, à contre-courant d'un courant gazeux recyclé provenant d'une fraction du gaz produit par la cokéfaction et prélevé en tête du four pour être réintroduit à la base de ce dernier.

La cokéfaction des boulets moulés a lieu dans une zone médiane du four par apport gazeux de la distillation.

On a proposé de réaliser cet apport de chaleur, initialement réalisé à l'aide de brûleurs, par dissipation d'énergie électrique par effet Joule, ce qui a pour conséquence d'éviter la dilution des gaz de cokéfaction récupérés en tête de four par les fumées résultant de la combustion, dont le volume est important, en particulier, lorsque les brûleurs sont alimentés à l'air, et accroît ainsi considérablement la valeur calorifique des gaz de cokéfaction récupérés en tête de four.

Dans une première approche, l'énergie calorifique a été apportée par un chauffage électrique extérieur, du type four électrique à résistance, cependant cette technique a un rendement et une efficacité médiocres car le massif de coke n'est pas chauffé uniformément. En effet le coke subit en parois une

surchauffe excessive et trop rapide qui est préjudiciable à la tenue mécanique des boulets (éclatement et fissuration) et à leur qualité métallurgique (réactivité).

5 Diverses publications, à savoir les brevets FR-A-628.168, US-A-2.127.542, DE-A-409.341 et FR-A-2.529.220 ont proposé, pour résoudre ces problèmes, d'apporter l'énergie calorifique de cokéfaction directement dans la zone concernée, par conduction électrique dans le massif de boulets chauds, en générant des courants électriques entre des électrodes diamétralement opposées, séparées par le massif de boulets à cokéfier.

10 Dans le brevet FR-A-2.529.220, le four à cuve se présente sous forme d'une colonne à section droite, sensiblement uniforme sur toute la hauteur intérieure du lit de boulets moulés en circulation, comportant, d'une part des électrodes disposées dans une zone médiane de la paroi latérale du four, et
20 d'autre part, des électrodes mobiles, qui sont introduites par la partie supérieure du four dans le lit même de boulets en circulation, et disposées de façon réglable à un niveau du four supérieur à celui des électrodes fixes.

25 Un des inconvénients majeurs de ce type de four réside dans la difficulté d'assurer une conduction électrique appropriée du lit de boulets de charbon moulé en circulation, afin de régler de façon homogène et optimale l'apport calorifique nécessaire à
30 la cokéfaction des boulets. En effet la conductibilité électrique du massif de boulets est liée, pour une part, à la qualité et à la reproductibilité des contacts individuels des boulets entre eux et donc à la répartition des pressions internes de ce massif ob-

tenues par compactage. Or, un compactage localité ou généralisé, excessif de ce lit, constitue une entrave à l'écoulement "fluide" des matériaux et à une circulation correcte du lit, qui n'est pas admissible.

5 Par ailleurs, le passage de courant localisé, provoquant un échauffement local par effet Joule du massif de boulets, diminue considérablement la résistivité et provoque une concentration des courants électriques dans une zone qui est déjà trop chaude.

10 Cette difficulté n'est pas convenablement maîtrisée par les moyens décrits ci-dessus, et le réglage de l'équilibre thermique du lit de boulets en circulation n'est pas assuré, ce qui est pourtant nécessaire au contrôle de la qualité de la cuisson des
15 boulets. (progressive, régulière, homogène, précise).

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients en fournissant un procédé de fabrication de coke moulé dans un four à cuve verticale dont la structure optimise la répartition de l'apport d'énergie calorifique convenablement réparti sur toute la
20 section du four, tout en assurant une circulation correcte du massif de coke et en réalisant les conditions optimales de cokéfaction des boulets de charbon moulés.

25 Elle a ainsi pour objet un procédé de fabrication de coke moulé dans un four à cuve verticale du type comprenant à sa partie supérieure des moyens étanches d'introduction d'une charge de boulets moulés crus et des moyens de récupération des gaz produits ;
30 et à sa partie inférieure, des moyens étanches d'évacuation du coke et des moyens d'introduction d'un courant gazeux, dans lequel on fait circuler un courant gazeux recyclé en écoulement ascendant à contre-courant de la charge descendante de boulets de charbon

moulés constituant un lit mobile descendant ; on soumet les boulets de charbon moulés à une étape de préchauffage et de dévolatilisation dans une première zone correspondant à la partie supérieure du four, puis à une étape de carbonisation et de cokéfaction dans une seconde zone correspondant à la partie médiane du four, et une étape de refroidissement des boulets cokéfiés dans une troisième zone correspondant à la partie inférieure du four ; on récupère au sommet du four les gaz de tête produits par la distillation et la cokéfaction des charbons ; et on recycle une fraction de ces gaz de tête pour constituer le courant gazeux recyclé, caractérisé en ce que l'on introduit une première partie de la fraction des gaz de tête recyclés à la base de la troisième zone pour assurer un refroidissement primaire du coke et le reste de la fraction des gaz de tête recyclés sous forme d'un courant de refroidissement secondaire circulant à contre-courant de la masse de coke issue de la troisième zone, dans une quatrième zone reliée de façon étanche à la sortie de la troisième zone, le courant de refroidissement secondaire étant ensuite soutiré de la quatrième zone et réintroduit en tête de four pour diluer les gaz produits et maintenir les moyens de récupération de ces gaz à une température suffisamment élevée pour empêcher toute condensation ; et le coke froid étant évacué de la quatrième zone par un sas étanche.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- La phase de cokéfaction terminale est réalisée par dissipation d'énergie électrique par effet Joule, dans le lit de boulets devenus conducteurs, jusqu'à la température finale souhaitée. Les gaz recyclés, réchauf-

fés par échange thermique lors du refroidissement primaire des boulets, sont surchauffés sur les boulets chauffés électriquement ; ils transportent et transfèrent successivement cette chaleur aux boulets en cours de carbonisation, distillation et préchauffage dans les zones supérieures du four.

- Le chauffage électrique est réalisé par conduction électrique dans le lit mobile de boulets moulés cokéfiés d'un courant généré entre au moins deux électrodes diamétralement opposées, placées dans les parois de la cuve au niveau de la seconde zone.

- Le chauffage électrique est réalisé par induction de courants électriques dans le lit mobile de boulets cokéfiés qui garnissent la partie inférieure de la deuxième zone.

L'invention a encore pour objet un procédé de fabrication de coke moulé métallisé, caractérisé en ce qu'on cokéfie, par un procédé tel que défini ci-dessus, une charge de boulets moulés préparés en compactant une pâte constituée d'un liant, simple ou mixte, d'un mélange de charbons appropriés, et de fines particules d'un matériau à base de l'élément métallique à incorporer au coke, sous forme métallique ou oxydée.

Le matériau à base de l'élément métallique est constitué d'oxydes de fer, de minerais de manganèse et de poussières résultant de la production du ferro-manganèse, de concentrés de chromites pour la production de ferro-chrome, de fines de quartz et de poudres de silice qu'il faut recycler pour la production de ferro-silicium.

L'invention a en outre pour objet un four à cuve pour la fabrication de coke moulé se présentant sous forme d'une enceinte sensiblement tubulaire déli-

mitant une première zone de préchauffage correspondant à la partie supérieure de l'enceinte, une seconde zone de carbonisation et cokéfaction correspondant à la zone médiane de l'enceinte et une troisième zone de refroidissement du coke correspondant à la partie inférieure de l'enceinte, le four comportant à son sommet des moyens étanches d'introduction d'une charge constituée de boulets moulés crus et des moyens de récupération des gaz produits et à sa base des moyens étanches d'évacuation du coke et des moyens d'admission d'un courant gazeux recyclé, les moyens d'admission étant reliés, à l'extérieur du four, aux moyens de récupération des gaz produits par des moyens de recyclage, et des moyens de chauffage électrique disposés dans la paroi de la seconde zone de carbonisation et cokéfaction, caractérisé en ce que le four comprend une quatrième zone étanche de refroidissement secondaire reliée en amont aux moyens d'évacuation de la troisième zone et en aval à un sas étanche d'évacuation, la quatrième zone comportant à sa base au moins une conduite d'alimentation en courant gazeux secondaire de refroidissement reliée aux moyens de recyclage, et à son sommet, aux moins une conduite de retour des gaz de refroidissement secondaire connectée à la partie supérieure du four au voisinage des moyens de récupération des gaz produits par la distillation et la cokéfaction du charbon.

Les moyens étanches d'introduction de la charge sont constitués par un sas étanche d'alimentation de la charge débouchant à sa partie inférieure dans la première zone du four par une cloche de distribution, le sas d'alimentation étant lui-même alimenté par une trémie tournante.

Les moyens d'évacuation du coke issu de la troisième zone comprennent une sole tournante et mobile en translation verticale débouchant, par l'intermédiaire d'un sas étanche, dans la quatrième zone de refroidissement secondaire.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, les moyens de chauffage électrique sont du type par conduction et constitués par au moins une paire d'électrodes diamétralement opposées, disposées à la base de la paroi de la seconde zone de l'enceinte du four, ladite paroi formant, dans cette zone, un étranglement de la section intérieure de passage du lit de boulets moulés délimité par un épaulement contre lequel sont logées les électrodes fixes.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les électrodes sont constituées de segments dont le profil en coupe verticale est en forme de L s'étendant le long de chaque côté de l'épaulement de sorte qu'une des branches du L soit horizontale.

Dans le cas d'une cuve à section circulaire, les segments d'électrodes sont circulaires et séparés des autres par une paroi intercalaire en matériau réfractaire et isolant en forme de plan incliné correspondant à la pente de l'épaulement délimité par le profil en L des électrodes.

Ce profil en L est choisi de préférence car il provoque une accumulation en talus de boulets cokéfiés et très conducteurs sur l'électrode qu'ils protègent. Ce talus protecteur est constamment renouvelé ; il prolonge l'électrode tout en la protégeant de l'abrasion du lit de coke moulé descendant, et il isole celui-ci de la zone chaude de cuisson et des gaz du courant gazeux recyclé, très chauds à ce niveau. Il en résulte une diminution des pertes thermiques et une

meilleure tenue mécanique des électrodes, surtout si celles-ci sont en cuivre allié refroidi.

Selon une variante du mode de réalisation du chauffage par conduction, le four comporte une enceinte intérieure en forme d'ogive en un matériau réfractaire munie d'une électrode centrale coopérant avec une électrode périphérique circulant le long de la paroi interne de l'enceinte. Les deux électrodes sont alimentées par une source de courant continu ou monophasé.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, les moyens de chauffage électrique sont du type par induction et constitués par une bobine d'induction coaxiale à la cuve et logée dans le revêtement réfractaire du four.

Dans une variante, le four comporte une enceinte intérieure en forme d'ogive en un matériau réfractaire, dans laquelle est logé un noyau magnétique feuilleté.

On améliore encore la bonne répartition de l'énergie de chauffage en enroulant autour de ce noyau magnétique une bobine d'induction interne, coaxiale à la bobine d'induction externe, et alimentée en phase avec cette dernière, par une même source de courant à moyenne fréquence.

Selon encore une autre variante, les moyens de chauffage par induction sont constitués d'un ensemble de paires de bobines d'induction disposées radialement dans la paroi réfractaire du four, définissant un inducteur externe générant un champ tournant traversant horizontalement la cuve.

Selon une modification de cette variante adaptée aux fours de gros diamètre, le four comporte une enceinte intérieure en forme d'ogive en matériau

réfractaire dans laquelle est logé un inducteur interne constitué d'un ensemble de bobines radiales disposées en regard des bobines de l'inducteur externe et déterminant un ensemble de paires de bobines couplées qui coopèrent pour générer un champ tournant entre l'inducteur externe et l'inducteur interne.

Selon encore un autre mode de réalisation mixte, les moyens de chauffage électrique sont constitués de la combinaison d'au moins une paire d'électrodes telles que décrites précédemment générant un chauffage par conduction, et d'au moins une bobine générant un chauffage par induction.

L'invention sera décrite, ci-après, en détail à l'aide des dessins annexés qui en représentent plusieurs modes de réalisation. Sur ces dessins :

La Fig. 1 est une vue schématique en coupe axiale d'un four de cokéfaction circulaire selon la présente invention.

La Fig. 2A est une vue en coupe horizontale selon le plan 2-2 de la Fig. 1 d'une première variante, à deux paires d'électrodes alimentées par une source de courants diphasés (transformateur Scott).

La Fig. 2B est un schéma de principe de l'alimentation des électrodes de la Fig. 2A.

La Fig. 3A est une vue en coupe horizontale selon le plan 2-2 de la Fig. 1 d'une seconde variante à trois paires d'électrodes alimentées par une source de courants triphasés.

La Fig. 3B est un schéma de principe de l'alimentation des électrodes de la Fig. 3A.

La Fig. 4 est une vue en coupe radiale verticale selon la ligne 4-4 de la Fig. 3A de la paroi du four dans la zone d'une électrode.

10

La Fig. 5 est une vue en coupe radiale et verticale selon la ligne 5-5 de la Fig. 3A de la paroi du four.

5 La Fig. 6 est une vue en perspective d'une batterie à trois unités de fours à coke selon l'invention dans une variante à section droite rectangulaire, avec trois paires d'électrodes opposées alimentées en courant triphasé.

10 La Fig. 7 est une vue partielle, en coupe axiale, de la partie inférieure d'une variante du four de la Fig. 1, avec une alimentation en courant monophasé ou continu.

La Fig. 8 est une vue en coupe horizontale selon le plan 8-8 du four de la Fig. 7.

15 La Fig. 9 est une vue schématique partielle en coupe axiale verticale d'un second mode de réalisation du four selon l'invention, chauffé par induction simple.

20 La Fig. 10 est une vue schématique partielle en coupe axiale verticale d'une seconde variante du four selon la Fig. 9, avec chauffage par induction extérieure et axiale.

25 La Fig. 11 est une vue schématique partielle en coupe axiale verticale d'une troisième variante du four selon la Fig. 9 avec chauffage par induction extérieure de champs tournants.

30 La Fig. 12 est une vue schématique partielle en coupe axiale verticale d'une quatrième variante du four selon la Fig. 9, avec chauffage par induction extérieure et intérieure de champs tournants.

La Fig. 13 est une vue schématique en coupe horizontale selon le plan 13-13 du four selon la Fig. 12 illustrant le principe de branchement des inducteurs.

La Fig. 14 est une vue schématique partielle d'un mode de réalisation mixte de l'invention, avec un chauffage par conduction monophasé et par induction extérieure.

5 Le procédé de l'invention consiste à cokéfier, de façon continue, dans un four à cuve chauffé électriquement, par conducteur et/ou par induction, des boulets de charbons séchés agglomérés par des liants et moulés sous presse.

10 La pyrolyse des boulets dans le four provoque l'émission de gaz de distillation des charbons et des liants, dont une grande partie est recyclée à la base du four, après épuration sommaire. Ces gaz recyclés forment un courant gazeux ascendant qui assure le
15 refroidissement des boulets dans la partie inférieure du four et l'échauffement progressif, à contre-courant, des boulets qui descendent la partie supérieure du four.

Les boulets sont successivement préchauffés
20 et séchés, puis défumés. La carbonisation assure alors la consolidation mécanique des boulets.

Le chauffage progressif des boulets élimine complètement les matières volatiles vers 850°C et les boulets deviennent alors conducteurs de l'électricité.
25 On utilise cette conductibilité pour faire passer dans le lit de boulets des courants électriques qui provoquent un chauffage des boulets par effet Joule dans leur masse et aux points de contact entre eux. Ce chauffage électrique achève la cuisson et la cokéfaction des boulets à la température souhaitée.
30

Le lit de boulets se comporte alors comme une grille chauffante qui surchauffe à contre-courant le courant gazeux ascendant issu de la partie inférieure du four dans laquelle les boulets cokéfiés sont refroidis.

Cette surchauffe du gaz a aussi pour effet de craquer les hydrocarbures lourds encore contenus dans le gaz. Le courant gazeux ascendant est alors essentiellement constitué d'hydrogène (et de méthane).
5 Par ses propriétés thermiques et électriques particulières, il constitue un excellent vecteur d'échange de chaleur entre les gaz et les boulets, qui évite la formation d'arcs et de décharges entre les boulets.

Les boulets moulés crus sont préparés en réalisant tout d'abord une pâte par malaxage avec un
10 liant mixte (brai, goudron, asphalte ...) des charbons préalablement mélangés, séchés, broyés et préchauffés. La pâte préchauffée est ensuite compactée sous forme de boulets dans une presse à frettes cylindriques tangentes.
15

Le four à cuve représenté à la Fig. 1 comporte une enveloppe métallique ou blindage 1 munie sur sa face interne d'un revêtement réfractaire 2 délimitant une enceinte 3 sensiblement tubulaire, et légèrement tronconique dans sa partie supérieure, dans la-
20 quelle est chargé un massif de boulets moulés constituant le lit mobile 4. Dans la variante représentée à la Fig. 1, l'enceinte 3 est de section circulaire, mais peut également présenter une section rectangulaire comme illustré à la Fig. 5.
25

Le four à cuve est chargé à son sommet par des moyens étanches d'introduction des boulets moulés crus, qui comprennent une trémie tournante 5 alimentée en boulets par un transporteur à bande 6 commandé par
30 un détecteur 7 de niveau de charge placé dans la trémie. La trémie 5 comporte à sa partie inférieure une cloche tournante 8 dont l'ouverture, sous l'action d'un vérin 9, libère l'introduction des boulets dans un sas étanche d'éclusage 10 comportant des conduites

11a, 11b de purge par un gaz neutre. Le sas étanche 10 est fermé à sa partie inférieure débouchant dans le four, par une cloche de distribution 12 dont l'ouverture est commandée par un vérin 13 en fonction des indications d'un détecteur 14 de niveau de charge placé en tête de la cuve.

L'ouverture des cloches 12 et 8 est réalisée en séquence en fonction des indications du capteur 14.

Le four est également muni à son sommet de moyens de récupération des gaz produits qui sont constitués par deux conduites 15a, 15b, de grand diamètre, débouchant dans l'enceinte du four de part et d'autre de la cloche tournante de distribution 12.

Le gaz de cokerie récupéré par les conduites 15a, 15b est envoyé dans une installation d'épuration primaire schématisée en 16 pour subir un traitement de refroidissement, lavage, dégoudronnage et condensation sommaire de l'eau et de la naphtaline. Le gaz ainsi traité est recyclé pour une fraction de 60 à 80 % vers le four par une conduite de recyclage 17 et envoyé pour la fraction restante par une conduite 18 vers un gazomètre de stockage non représenté via une installation d'épuration secondaire classique schématisée en 19.

L'enceinte 3 du four comporte trois zones fonctionnelles distinctes. La partie supérieure de l'enceinte correspond à une première zone 20 de cuisson où les boulets sont progressivement préchauffés, défumés par distillation des charbons et liants et subissent une première phase de carbonisation, par le courant de gaz chauds ascendant s'écoulant à contre-courant.

La partie médiane correspond à une deuxième zone 21 de fin de carbonisation et de cokéfaction à la

base de laquelle sont installés les moyens 22 de chauffage électrique, logés dans la paroi interne du revêtement réfractaire 2.

Une troisième zone 23 de refroidissement primaire du coke formé occupe la partie inférieure de l'enceinte et comporte à sa base des moyens d'admission d'un courant gazeux recyclé provenant de l'installation d'épuration primaire 16. Ces moyens comprennent un ensemble de conduites 24 d'admission du courant recyclé primaire issues d'une circulaire d'alimentation 25, elle-même reliée à la conduite de recyclage 17 par une conduite 26 sur laquelle est montée une vanne 27 de réglage de débit commandée en fonction des indications fournies par des capteurs de température 28 situés en tête de four. La circulation du gaz recyclé dans la conduite 17 est assurée par un ventilateur 29 et le débit d'admission d'une première partie des gaz recyclés, correspondant au courant primaire, envoyés dans la conduite 26 est réglé pour maintenir la température détectée par les capteurs 28 à un point de consigne prédéterminé, pour éviter la condensation des goudrons sur les boulets enfournés et sur les parois internes du four.

Le four comporte à sa base des moyens d'évacuation du coke issu de la troisième zone 23 qui comprennent une sole tournante 30 entraînée en rotation par un groupe moto-réducteur 31 et mobile en translation verticale grâce à un vérin d'ajustement de hauteur 32.

La sole tournante 30 met en communication la troisième zone 23 du four avec un sas 33 débouchant lui-même dans une quatrième zone 34 de refroidissement secondaire du coke.

La quatrième zone 34 de refroidissement secondaire comporte à sa base des conduites d'admission 35 d'un courant secondaire du refroidissement correspondant à la partie restante du courant gazeux recyclé. Ces conduites 35 sont issues d'une circulaire 36 reliée par une conduite 37, via une vanne de réglage de débit 38, à la conduite de recyclage 17. La vanne 38 est commandée en fonction des indications fournies par un capteur de température 39 mesurant la température moyenne du coke présent dans la quatrième zone 34 de refroidissement secondaire du coke. Le débit de la partie restante des gaz recyclés introduits sous forme d'un courant de refroidissement secondaire, est réglé pour maintenir la température du coke détectée par le capteur 39 à un point de consigne prédéterminé, inférieur à la température maximale de manutention normale du coke.

Cette quatrième zone 34 de refroidissement secondaire comporte à sa partie supérieure des conduites 40 débouchant dans une circulaire 41 collectrice du courant de refroidissement secondaire, elle-même reliée par une conduite 42, sur laquelle est monté un ventilateur 43, à une circulaire 44 de retour du courant secondaire de refroidissement entourant la partie supérieure du four où s'effectue la récupération des gaz produits et débouchant dans celle-ci par des conduites de retour 45.

La quatrième zone 34 de refroidissement est reliée, en aval, à un sas étanche d'éclusage 46 muni de conduites de purge 47, 48 et lui-même relié à une trémie d'évacuation 49 libérant le coke froid sur un extracteur doseur à bande 50.

L'ouverture séquentielle et automatique des clapets 51, 52 et 53 de communication entre le sas 33,

la quatrième zone 34 et le sas d'éclusage étanche 46, est commandée respectivement par des vérins 54, 55 et 56 en fonction des indications fournies par un détecteur de niveau de charge 57 situé en tête de la quatrième zone.

La structure du four tel que précédemment décrit, permet par son dispositif de recyclage des gaz divisés en un courant primaire et un courant secondaire, d'une part l'optimisation du profil thermique du four dans la zone de carbonisation par le réglage du courant primaire, et d'autre part d'éviter une accumulation de goudrons condensables dans le haut de la cuve grâce au maintien de la température en tête du four, à au moins 150°C, et à l'entraînement de ces goudrons par dilution dans le courant secondaire extrait de la quatrième zone de refroidissement.

Les boulets quittant la première zone atteignent une température de 850°C environ, à partir de laquelle la conductibilité électrique devient appréciable et augmente de façon considérable pour plafonner aux environs de 1100°C.

C'est dans la partie inférieure de la seconde zone où règnent des températures supérieures à 900°C que sont amenés ou induits des courants électriques qui surchauffent les boulets jusqu'à la température finale de cokéfaction, ajustée de 950 à 1250°C suivant la réactivité du coke que l'on souhaite produire. (1100°C pour un coke sidérurgique).

Les boulets cokéfiés descendent dans la partie inférieure du four correspondant à la troisième zone 23 de refroidissement primaire, à la base de laquelle est injecté le courant de gaz froid recyclé qui est utilisé comme vecteur de transfert thermique dans les différentes zones du four.

Après refroidissement, les boulets cokéfiés extraits en continu de la troisième zone au moyen d'une sole tournante, sont évacués en deux temps. Dans une quatrième zone de refroidissement secondaire du coke, les boulets sont complètement refroidis par un courant secondaire de gaz recyclé, qui est ensuite renvoyé en tête du four ; puis, ils sont défournés par le sas d'éclusage final, purgé avec du gaz neutre, ce qui élimine tout risque d'explosion. Le coke moulé est extrait froid puis criblé, avant expédition.

Par rapport au coke produit dans une batterie de fours classiques, la fabrication de coke moulé électrique cumule les avantages du coke cuit au gaz, à ceux du procédé électrique.

Tout d'abord, par rapport au coke classique, la fabrication du coke moulé présente les avantages suivants :

— Diversification des approvisionnements en charbons et diminution du prix de revient de la pâte à coke.

Le procédé permet l'utilisation massive d'antracites, de charbons maigres, d'inertes, de poussier de coke, de coke de pétrole et la substitution de charbons fusibles fondants par des liants, tels que brais, goudrons et résidus asphaltiques.

- La décentralisation de la production du coke.

Le procédé permet de produire du coke moulé avec des unités plus petites, adaptées aux besoins en quantité et qualité (formes, dimensions, température de cuisson et réactivité du coke).

- La diminution des coûts d'investissements de plus de 20 %, pour une même production.

- Une efficacité thermique bien supérieure puisque les gaz de tête sortent à environ 150°C et les boulets sont extraits froids du four à cuve alors que dans une

batterie classique, les gaz sortent à 500°C, le coke est défourné à plus de 1000°C, et les fumées sont à plus de 400°C à la cheminée.

- Un meilleur rendement en coke, car le refroidissement à sec des boulets, dans du gaz neutre, n'oxyde pas le carbone du coke comme le fait la vapeur d'eau de l'extinction humide classique.

Par ailleurs, par rapport au coke moulé cuit dans une flamme de gaz, le coke moulé électrique présente les avantages suivants :

- La production d'un gaz de distillation riche, sans hydrocarbures lourds, car le gaz n'est pas dilué dans les fumées de combustion, et le recyclage provoque le craking des hydrocarbures. Ce gaz peut être valorisé comme combustible de four, ou bien pour en extraire l'hydrogène qu'il contient.
- Un excellent rendement en coke attribuable à l'absence de toute combustion et/ou oxydation superficielle des boulets dans le four.
- La maîtrise de la qualité physique et chimique du coke.

La combinaison du chauffage électrique et du contre-courant gazeux de recyclage permet une cokéfaction progressive avec un contrôle précis de la température des différentes zones : défumage et précuisson, carbonisation et cokéfaction électrique, refroidissement des boulets.

- L'homogénéité de la température de cuisson assure la régularité de la qualité du coke.
- Le contrôle de température de cuisson permet de maîtriser la réactivité du coke produit : coke réactif pour électrométallurgie (cuit à basse température), coke de fonderie à très faible réactivité (cuit à haute température : 1300°C), coke de haut fourneau à réactivité ajustée.

- Le choix du calibre du coke.

L'apport de l'énergie électrique au front de cokéfaction dans chaque boulet permet une cuisson progressive interne dans la zone à haute température. Il est possible de produire des cokes de plus gros calibre, homogènes qui conviennent mieux au haut-fourneau ou au cubilot, car leur résistance mécanique est nettement meilleure que celle des boulets cuits au gaz.

- La faible inertie du four.

Le contrôle électrique rapide du chauffage permet l'adaptation à des changements d'allure, les corrections aux dysfonctionnements (cuisson) et facilite les arrêts et démarrages.

- L'absence de pollution et des conditions de travail améliorées.

L'extraction des boulets s'effectue à sec. Le four est étanche à l'enfournement et au défournement. La pollution de l'atmosphère est donc limitée et les conditions de travail sont, par conséquent, considérablement meilleures.

- La faisabilité des petites et moyennes unités.

Les petites unités produisant sur place la quantité et la qualité du coke souhaitées, peuvent être rentables, car elles sont automatisables et ne sont pas lourdement pénalisées par un investissement plus élevé.

Les moyens de chauffage 22 disposés dans la partie inférieure de la seconde zone 21 correspondent à deux modes de réalisation qui vont être décrits ci-après.

Selon un premier mode de réalisation correspondant à un chauffage électrique du type par conduction, la paroi interne du revêtement réfractaire 2 délimitant l'enceinte 3, forme un rétrécissement de la

section intérieure de passage du lit de boulets moulés à la partie inférieure de la seconde zone 21. Ce rétrécissement est délimité par un épaulement 58 formé le long de la paroi de l'enceinte 3.

5 Comme cela est plus particulièrement visible à la Fig. 4, des électrodes 59 présentant un profil en coupe verticale en forme de L s'étendent le long de chaque côté de l'épaulement 58 de sorte que l'une des branches du L soit horizontale. L'électrode 59 est en
10 un matériau conducteur de l'électricité, par exemple en cuivre et fixée par un tirant 60 qui la traverse, ainsi que le revêtement réfractaire 2, à l'extérieur du blindage 1 par des moyens classiques tels qu'écrou et contre écrou. Le tirant 60 est électriquement isolé
15 du blindage 1 par l'interposition d'un matériau isolant électrique sous forme de disques 61. L'extrémité du tirant 60 extérieure au blindage forme une borne 62 sur laquelle est fixée un câble d'alimentation électrique 63 de l'électrode relié à la source de courant
20 64, représentée sur la Fig. 1.

La zone du revêtement réfractaire 2 immédiatement adjacente à l'électrode 59 est refroidie par un tube 65 de circulation interne de fluide de refroidissement disposé en serpentin le long des deux faces de
25 l'électrode 59 en regard du revêtement réfractaire. L'électrode peut aussi être refroidie directement par circulation interne du fluide de refroidissement. Dans le cas d'une cuve à section circulaire représentée aux Fig. 2A et 3A, les électrodes 59 sont en forme de seg-
30 ments circulaires diamétralement opposés et séparés les uns des autres par une paroi intercalaire 66 de séparation plus nettement visible à la Fig. 5. Cette paroi 66 est en forme de plan incliné suivant une inclinaison correspondant à la pente de l'épaulement 58 contre lequel sont logées les électrodes 59.

Selon une première variante du premier mode de réalisation utilisant une alimentation à la fréquence du réseau, on dispose autour de la cuve une paire d'électrodes 59 par phase. Les électrodes d'une même phase sont diamétralement opposées dans la cuve, comme indiqué aux Fig. 2A et 3A, de façon à assurer le passage du courant au centre du four. Leur tension d'alimentation est réglable (phase par phase) par action sur le secondaire du transformateur d'alimentation.

Selon la dimension du four, il y a place et nécessité de disposer, sur la périphérie du four, deux ou trois paires d'électrodes.

Pour les fours de petit diamètre, par exemple inférieur ou égal à 2 m, on réalise une alimentation diphasée, telle qu'illustrée aux Fig. 2A et 2B, à l'aide d'un transformateur SCOTT, selon le schéma de branchement de la Fig. 2A, qui transforme une alimentation primaire triphasée en un secondaire diphasé (phases repérées 1 et 1b d'une part et 2 et 2b d'autre part) de tension réglable.

Dans le cas de fours de plus grand diamètre, par exemple 3 à 4 m, illustrés aux Fig. 3A et 3B, on alimente les trois paires d'électrodes repérées 1, 1b; 2, 2b; 3, 3b; selon le schéma triphasé de la Fig. 3B.

Les électrodes 59 constituées de segments circulaires dont la section est en forme de L reposent à l'intérieur du four sur une margelle réfractaire refroidie 67 (Fig. 4). Il se forme, sur chacune de ces électrodes, un talus naturel de boulets fortement graphitisés (par surcokéfaction locale entraînée par le temps de séjour prolongé des boulets à haute température) et très conducteurs, qui protègent les électrodes 59 et répartissent les densités de courant dans la charge ascendante.

Chaque électrode est séparée de sa voisine par la paroi intercalaire 66 réfractaire, isolante, résistant à l'abrasion (par exemple en briques en carbure de silicium, liées au nitrure de silicium) dont la conicité assure une légère compression progressive de la charge au droit des électrodes en cuivre afin d'améliorer et d'homogénéiser la conductibilité électrique du lit de boulets en cours de cokéfaction.

Au contraire, sous la zone de cokéfaction comprimée, à l'entrée de la zone de refroidissement primaire 23, le diamètre du four s'agrandit rapidement de manière à détasser le lit de boulets, à augmenter les résistances électriques de contact entre les boulets et éviter les courants parasites dans la zone de refroidissement où ils chaufferaient les boulets déjà cokéfiés en pure perte.

La largeur développée des segments circulaires des électrodes 59 est choisie approximativement égale à la largeur des parois intercalaires 66 réfractaires de façon à éviter des passages préférentiels entre phases ou même des courts-circuits d'une phase à l'autre sur la périphérie du four.

La présente invention a été décrite ci-dessus en référence à un four dont la cuve présente une section circulaire. Sur la Fig. 6 est représentée une variante dans laquelle la section de la cuve est rectangulaire.

La structure de ce four est sensiblement analogue à celle décrite en référence à la Fig. 1 en ce qui concerne les moyens d'introduction de la charge de boulets moulés crus et de récupération du coke, de même qu'en ce qui concerne le recyclage du gaz de cokerie récupéré par deux conduites collectrices 70 et 71 situées en tête du four et renvoyé à la base de la

zone de refroidissement primaire par deux conduites 72 et 73. Dans ce cas également le refroidissement du coke a lieu en deux stades entre lesquels sont partagées les fractions de gaz recyclées, comme précédemment indiqué.

Une différence essentielle réside dans la forme linéaire des électrodes 74 de conduction du courant électrique disposées sur des côtés opposés de la section rectangulaire qui reposent sur des margelles 75. Ces électrodes ont également un profil en forme de L, sur lequel s'accumule un talus de boulets fortement graphitisés.

Pour une application industriellement intéressante en alimentation triphasée, les fours sont groupés par trois unités comme représenté à la Fig. 6. Chaque phase du courant alimente à partir d'un transformateur 76 une paire d'électrodes en cuivre. Les électrodes d'une même phase sont disposées en regard l'une de l'autre le long de chacune des grandes faces du four et sont séparées de la paire d'électrodes adjacentes par une paroi réfractaire d'isolation 77.

Selon une variante du premier mode de réalisation de l'invention illustré aux Fig. 7 et 8, le four circulaire comporte une enceinte intérieure 80 en forme d'ogive en un matériau réfractaire, alors que la structure de l'enceinte 3 du four reste identique en toutes ses parties périphériques. Cette enceinte 80 porte une électrode centrale 81, tronconique, qui assure le retour des courants traversant le massif de boulets chauds en cours de cokéfaction et provenant d'une électrode périphérique 82 circulaire de section en forme de L courant le long du périmètre intérieur de la cuve au-dessus de la margelle 67.

Cette disposition vise à éviter les courants parasites entre les électrodes alimentées par des phases différentes, et à assurer le passage du courant au centre du four. L'alimentation est assurée, entre l'électrode périphérique 82 branchée en anode et l'électrode centrale 81 formant cathode, par une source de courant continu, par exemple un redresseur 83, ou une source de courant monophasé pour un four de petite capacité.

L'enceinte ogivale 80 est montée sur une tige 84 traversant en son centre une colonne 85 assurant le support et la mobilité de la sole tournante annulaire 86.

Pour régler la hauteur de la zone de cokéfaction électrique, l'enceinte ogivale 80 est déplaçable verticalement sous l'action d'un vérin 87 placé sous la tige 84. A sa partie supérieure la tige 84 est surmontée d'un isolateur 88 qui empêche le passage de courants parasites de retour le long de la tige 84.

L'électrode centrale 81 en forme de tronc de cône est réalisée en un matériau résistant à l'abrasion tel que le carbure de silicium densifié suffisamment conducteur de l'électricité pour limiter les échauffements localisés des parois de la cathode 81. La cathode 81 repose sur un manchon 89 en un matériau isolant réfractaire. Les courants de retour par la cathode 81 cheminent jusqu'au pied du four par un conducteur refroidi, isolé 90 logé dans l'axe creux de la tige 84.

La colonne 85 est montée coulissante, par exemple par un système de cannelures non représentées, dans une couronne dentée conique 91 assurant l'entraînement en rotation de la colonne grâce à un pignon conique 92 avec lequel elle engraine, le pignon 92 étant

monté en bout d'arbre de sortie d'un groupe motoréducteur 93. Le coulisement vertical de la colonne est assuré par un vérin 94. Le débit d'extraction du coke, homogène sur toute la périphérie est réglé en ajustant la vitesse de rotation de la sole doseuse et la hauteur de celle-ci.

Un refroidissement de la cathode 81 est assuré par circulation à partir d'une conduite 95 d'un courant de gaz réfrigéré qui s'échappe par le jeu annulaire ménagé entre l'enceinte ogivale et la colonne 85 à l'endroit où l'enceinte 80 vient coiffer cette dernière.

Selon un second mode de réalisation, illustré en détail aux Fig. 9 à 13, le chauffage électrique est réalisé par induction.

Comme représenté à la Fig. 9, les moyens de chauffage disposés à la base de la zone 21 de cokéfaction comprennent une bobine d'induction 100 coaxiale à l'enceinte 3 et logée dans la paroi réfractaire 2 du four. Des noyaux d'acier doux 101 feuilletés verticalement sont disposés radialement autour de la bobine 100 et canalisent les lignes de retour du champ. La bobine 100 est alimentée par un générateur 102 à moyenne fréquence, comprise entre environ 50 et 1000 Hertz.

Le conducteur électrique qui constitue la bobine 100 est un tube creux, dans lequel circule un fluide de refroidissement introduit en 103 et soutiré en 104, qui est lui-même relié par des conducteurs 105 et 106 au générateur 102.

Les noyaux feuilletés 101 constituent une culasse magnétique refroidie par circulation de fluide de refroidissement introduit par la conduite 107 et soutiré par la conduite 108.

L'expression de la puissance volumique (puissance électrique dissipée par unité de volume de coke), établie pour la variante à la Fig. 9 montre que le rayon de la cuve et la conductibilité des boulets ont une influence déterminante sur les puissances développées localement dans le lit.

En particulier, les champs d'induction étant faibles au centre du four, cette première variante présente l'inconvénient de chauffer de façon inégale les boulets passant à la paroi et ceux passant au centre du four, qui risquent d'être insuffisamment chauffés.

Dans le cas de fours de grosse capacité (diamètre de 3 mètres et plus) pour lesquels le courant gazeux ascendant aura une efficacité limitée à réduire les hétérogénéités de chauffage transversales, les lits de boulets disposés à l'extérieur auront une température et une conductibilité électrique sensiblement supérieures aux boulets du centre, ce qui entraînera des températures de fin de cokéfaction différentes et une qualité des boulets cokéfiés inégale, au centre et à la paroi.

Cette solution simple de la Fig. 9 est donc limitée aux petites unités de cokéfaction, dont le dispositif d'extraction favorisera un écoulement périphérique des boulets (sole tournante par exemple).

Selon une variante du second mode de réalisation illustré à la Fig. 10, le four comporte des moyens de chauffage électrique par induction qui comprennent outre une bobine d'induction 110 coaxiale à l'enceinte 3 et logée dans la paroi réfractaire 2 du four, une enceinte intérieure 111 en forme d'ogive en un matériau réfractaire qui comporte des moyens permettant de renforcer le champ magnétique au voisinage

de l'axe du four. Le matériau réfractaire constituant l'enceinte 111 peut être par exemple, en carbure de silicium lié au nitrure de silicium dont les propriétés d'isolement électrique sont suffisantes pour l'application envisagée et dont la résistance à l'abrasion et aux chocs thermiques est excellente.

Ces moyens peuvent être constitués par un ensemble de noyaux d'acier doux, feuilletés verticalement 112, disposés radialement, logés dans l'enceinte en ogive 111.

Ces moyens peuvent être complétés, comme illustré Fig. 10, par une bobine d'induction interne 113 coaxiale à la bobine 110, alimentée en phase avec cette dernière et logée dans l'enceinte en ogive 111. Les noyaux d'acier doux feuilletés verticalement 112 et disposés radialement sont insérés dans la bobine 113 coaxialement à cette dernière.

Comme dans le cas de la Fig. 10, la bobine d'induction 110 est constituée d'un conducteur électrique creux à enroulement hélicoïdal dans lequel circule un fluide de refroidissement alimenté en 114 et soutiré en 115. La bobine d'induction interne 113 est réalisée de façon analogue et refroidie par circulation d'un fluide de refroidissement entre les points d'arrivée 116 et de sortie 117, ce circuit de refroidissement débouchant à l'extérieur du four par circulation dans une colonne 118, de plus faible diamètre que l'enceinte en forme d'ogive 111 et supportant cette dernière. La colonne 118 traverse la sole tournante du four comme illustré plus en détail pour le premier mode de réalisation de chauffate par induction représenté à la Fig. 7.

L'ensemble des noyaux feuilletés 113 constitue une culasse d'induction interne également re-

froidie par circulation d'un fluide de refroidissement alimenté par une conduite centrale 119 disposée selon l'axe de la colonne et débouchant au sommet des noyaux, le retour du fluide étant assuré par une conduite coaxiale et extérieure à la conduite 119.

Des noyaux 120 feuilletés verticalement et disposés radialement à l'extérieur de la bobine 110 formant une culasse d'induction extérieure refroidie par une circulation d'un fluide de refroidissement alimenté par une conduite 121 et soutiré par une conduite 122.

Un générateur moyenne fréquence 123 alimente en série les bobines 110 et 113 par un conducteur 124 relié à l'entrée de la bobine 110, puis un conducteur 125 reliant la sortie de la bobine 110 à l'entrée de la bobine 113 et un conducteur 126 assurant le retour de la sortie de la bobine 113 au générateur 123.

Les bobines 110 et 113 disposées dans le four en regard l'une de l'autre permettent d'associer leur champ d'induction respectif pour chauffer simultanément et de façon homogène les boulets passant le long des parois périphériques de l'enceinte 3, et des parois de l'enceinte intérieure 111.

Selon encore une autre variante du second mode de réalisation, les moyens de chauffage par induction sont constitués par un ensemble de paires de bobines d'induction disposées radialement dans la paroi réfractaire du four, définissant ainsi un inducteur externe générant un champ tournant traversant horizontalement la cuve.

Sur la Fig. 11 deux bobines 130, 131 ayant leurs axes confondus et disposées radialement et diamétralement opposées sont enroulées sur des noyaux en acier magnétique feuilletés horizontalement formant

des inducteurs 132, 133. Les bobines 130 et 131 sont alimentées sur une même phase d'un courant polyphasé repérée 1, de telle sorte que le champ magnétique traverse radialement la cuve, c'est-à-dire que les faces d'extrémité en regard des bobines 130 et 131 soient de polarités opposées.

Dans le cas normal d'un courant triphasé, on dispose trois paires de bobines diamétralement opposées.

Chaque paire de bobines 130, 131 qui représente une phase est régulièrement décalée dans l'inducteur de sorte que le champ résultant tourne à la fréquence des courants d'alimentation et génère des courants de Foucault dans la masse des boulets cokéfiés.

Les inducteurs 132, 133 sont refroidis par circulation d'un fluide de refroidissement alimenté par un circuit entrant par la conduite 135 et sortant par la conduite 136.

Un générateur 137, triphasé de moyenne fréquence, alimente les bobines comme représenté sur la Fig. 11 pour deux bobines dans un plan axial de coupe.

La coupe horizontale représente l'alimentation qui s'effectue comme indiqué sur la Fig. 13 en ne considérant que les inducteurs extérieurs à l'enceinte du four.

Selon encore une autre variante découlant de celle illustrée précédemment, et représentée aux Fig. 12 et 13, le four comporte en outre une enceinte intérieure 140 en forme d'ogive, en un matériau réfractaire, dans laquelle est logé un inducteur interne constitué d'un ensemble de bobines radiales disposées en regard des bobines de l'inducteur externe et déterminant un ensemble de paires de bobines couplées qui

coopèrent pour générer un champ tournant radialement entre l'inducteur externe et l'inducteur interne.

A une bobine 130 de l'inducteur externe est associée une bobine 130a alimentée de façon telle que les faces d'extrémité en regard des bobines soient de polarités opposées. De même, à la bobine 131 est associée une bobine 131a.

Les bobines 130a et 131a sont enroulées sur un inducteur en acier magnétique feuilleté horizontalement parcouru par un circuit de refroidissement constitué d'un tube central d'alimentation 141 et de tubes périphériques de retour 142 (Fig.13).

Dans une variante mixte illustrée à la Fig. 14, les moyens de chauffage électrique du four comportent, dans la zone de cokéfaction, des moyens de chauffage par conduction avec électrode périphérique en L 150 et électrode centrale 151 tels que décrits en référence à la Fig. 7, alimentés à partir d'un redresseur 152 et des moyens de chauffage par induction comportant une bobine axiale 153, tels que décrits en référence à la Fig. 9, alimentés à partir d'une source de courant moyenne fréquence 154, et éventuellement un ensemble de noyaux d'acier doux, feuilletés verticalement 156, disposés radialement, logés dans la colonne support 157 de l'électrode 151, tels que décrits en référence à la figure 10.

La bobine axiale 153 est alors logée dans la margelle 155 faisant saillie sur laquelle est assise l'électrode 150 et en dessous de cette dernière.

Ce montage mixte combinant un chauffage inductif en périphérie de la cuve couplé à un chauffage conducteur du centre, est destiné aux fours de moyenne et grosse capacité. Il associe :

- un chauffage inductif par une simple bobine coaxiale à la cuve logée dans le revêtement réfractaire du four. Cette bobine, identique à la solution de base proposée pour le chauffage inductif de la Fig. 9, assure le chauffage des couches externes.
- un chauffage conductif (par source monophasée ou source de courant continu) du lit de boulets entre une électrode centrale et une électrode circulaire, tel qu'il a été décrit en référence à la Fig. 7. Cette disposition concerne les flux de courant de conduction vers l'électrode autour de laquelle les boulets sont chauffés car il s'y développe, par diminution de section, une densité de courant et une puissance volumique plus grandes.

Cette association d'une bobine d'induction avec un chauffage par conduction entre une électrode centrale et une électrode périphérique, permet également de provoquer la rotation rapide des courants de conduction par l'action sur ces courants des lignes de champ créés par la bobine extérieure.

De cette manière, on renouvelle sans cesse les lignes de courants entre les deux électrodes et on élimine les passages préférentiels du courant le long des lignes de boulets les plus conductrices qui conduisent à des surchauffes locales.

Le chauffage inductif utilise des flux variables générés par des bobines d'induction totalement externes à la masse des boulets en cours de cokéfaction et permet de s'affranchir, en grande partie, des problèmes de variation de la résistance de contact entre boulets et au contact des électrodes.

On peut associer les effets de plusieurs bobines de manière à maîtriser les lignes de flux d'induction dans la zone de cokéfaction électrique. Ces

possibilités permettent de répartir uniformément les courants de chauffage dans la section transversale, d'éviter les surchauffes locales des boulets près des bobines et les courants de chauffe parasites à l'extérieur de la zone de cuisson.

Grâce à ces avantages spécifiques, l'induction électromagnétique développée dans un lit de boulets, autorise des niveaux de puissance volumiques variant dans de larges limites. Pour un gradient électrique de 75 à 100 volts par mètre, la puissance développée peut atteindre 5 à 10 Mégawatts par m³ de boulets chauds et cokéfiés, alors qu'elle est considérablement plus faible par conduction.

Cette puissance électrique, supérieure à la seule exigence thermique de la cokéfaction électrique, développée dans le massif de boulets, peut être utilisée pour réduire, par le carbone du coke et par les matières volatiles des liants, des fines de minerais ou de poussières oxydées qui peuvent être incorporées dans des boulets composites.

Ces réactions de réduction qui se développent simultanément à la cokéfaction électrique régulent la température de cokéfaction électrique des boulets et produisent un coke métallisé très résistant.

La présente invention englobe enfin un procédé de fabrication de coke moulé permettant d'ajouter au mélange de charbons à compacter en boulets :

- Des fines et des poussières d'oxydes de fer (concentrés, poussières d'aciéries et de gaz de haut fourneau, poussières d'installations de dépoussiérage, d'agglomérations de minerais, etc ...).
- Des fines de minerais de manganuse et des poussières de production de ferro-manganèse.

- Des concentrés de chromites pour la production de ferro-chrome.
- Des fines de silice et de quartz recyclés dans la production de ferro-silicium.

5 Pour ces différentes applications, le taux de fines minérales incorporées dans la pâte à coke est limité par la conductibilité électrique du lit de boulets qui ne peut être inférieure à 100 mhos (conducti-
10 de boulets à la température de début de cokéfaction électrique, soit 850°C à 900°C).

 L'invention, telle que décrite ci-dessus, se rapporte également à un procédé et un dispositif permettant de dissiper, de façon uniforme et homogène,
15 des puissances électriques volumiques importantes, développées par l'effet Joule des courants électriques induits, dans un milieu granulé conducteur qui peut ainsi être porté à haute température.

 Ce lit granulé ayant une surface spécifique
20 élevée peut être utilisé pour chauffer ou surchauffer des gaz, des liquides, fondre des solides, et vaporiser des liquides en surchauffant les vapeurs ainsi produites.

 Le lit granulé conducteur est constitué de
25 matériaux réfractaires et suffisamment conducteurs, en morceaux calibrés, en grains, en éléments cylindriques pleins ou creux et tubulaires, en anneaux, en boulets ou pastilles, briquettes.

 A titre d'exemples, les matériaux réfractai-
30 res composant le lit granulé conducteur peuvent être constitués par des morceaux calibrés et grains de carbone, graphite, cokes, ou par des anneaux, pastilles, et cylindres de carbure de silicium, siliciure de molybdène, diborure de zirconium ou encore par des

boulets, pastilles, briquettes de pâtes de charbons et de mélanges cokéfiabiles.

En vue de son utilisation, le lit granulé est choisi en fonction de sa résistivité électrique, sa réfractairité, sa surface spécifique et sa perméabilité, et enfin sa résistance à l'oxydation et à la corrosion pour l'utilisation qui en est faite.

Comme exemples d'utilisation on peut citer :

a) - chauffage de gaz.

- 10 - chauffage et surchauffage de gaz réducteurs sur un lit de morceaux de coke calibré ;
 - régénération et génération de gaz réducteurs par conversion en H_2 et CO de l' H_2O et CO_2 contenus dans le gaz, sur un lit de coke à 800-1000°C ;
- 15 - cracking et oxydation des hydrocarbures lourds contenus dans le gaz de cokerie brut et humide sur un lit de coke à 900-1100°C, pour réaliser en une seule étape "l'épuration" thermique du gaz de cokerie brut et chaud, et éliminer tous les produits condensables ;
- 20 - surchauffe à 1200°C de gaz réducteurs, destinés à la réduction "directe" d'oxydes de fer, sur un lit de coke ;
 - surchauffe à haute température de 1200-1350°C d'air préchauffé, éventuellement sous pression et suroxygéné
- 25 comme le vent d'un haut-fourneau sur un lit d'éléments tubulaires conducteurs en carbure de silicium ou siliciure de molybdène sous forme d'anneaux.

b) - chauffage des liquides, conducteurs ou isolants, ruisselant sur des lits granulés conducteurs inertes vis-à-vis du liquide tels que :

- 30 - fabrication de vapeur surchauffée sèche, sur un lit de copeaux ou tournures, d'acier inoxydable et réfractaire ;
- surchauffe de métal liquide ruisselant sur un lit de coke ;

- pasteurisation du lait.

c) - Fusion de solides non conducteurs, par exemple de laitiers, ou de "composition" verrière sur une "grille" de coke rouge. Le liquide visqueux ruisselant sur le coke est chauffé et fluidisé.

Pour réaliser le procédé de réchauffage de gaz, on utilise un four comportant des moyens de chauffage tels que représentés aux figures 7 à 14.

Le lit granulé conducteur est compacté dans l'enceinte tubulaire du four dont les parois sont garnies de réfractaires isolants. Ce lit granulé repose sur une grille en réfractaire à travers laquelle est soufflé le gaz à surchauffer. Il peut également être placé entre deux couches de matériau non conducteur tel que du sable, de façon à centrer les lignes de fuite.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de coke moulé dans un four à cuve verticale du type comprenant à sa partie supérieure des moyens étanches d'introduction d'une charge de boulets crus de charbons préalablement moulés par compactage (5 à 13) et des moyens de récupération des gaz produits (15a, 15b) ; et à sa partie inférieure, des moyens étanches d'évacuation du coke refroidi, et des moyens d'introduction (24 à 27) d'un courant gazeux ; dans lequel on fait circuler un courant de gaz recyclé en écoulement ascendant, à contre-courant de la charge descendante de boulets de charbon moulés constituant un lit mobile descendant ; on soumet les boulets de charbon moulés à une étape de préchauffage et de dévolatilisation dans une première zone (20) correspondant à la partie supérieure du four, puis à une étape de carbonisation et de cokéfaction dans une deuxième zone (21) correspondant à la partie médiane du four et à une étape de refroidissement des boulets cokéfiés dans une troisième zone (23) correspondant à la partie inférieure du four ; on récupère au sommet du four les gaz de tête produits par la distillation et la cokéfaction des charbons ; et on recycle une fraction de ces gaz de tête pour constituer le courant gazeux recyclé, caractérisé en ce que l'on introduit une première partie de la fraction des gaz de tête recyclés à la base de la troisième zone (23) pour assurer un refroidissement primaire du coke ; et on introduit le reste de la fraction des gaz de tête recyclés, sous forme d'un courant de refroidissement secondaire circulant à contre courant de la masse de coke issue de la troisième zone, dans une quatrième zone (34) reliée de façon étanche à la sortie de la troisième zone ; le courant de refroidissement secon-

daire étant ensuite soutiré (40) de la quatrième zone et réintroduit en tête de four pour diluer les gaz produits et maintenir les moyens de récupération (15a et 15b) de ces gaz, à une température suffisamment élevée pour empêcher toute condensation ; et le coke froid étant évacué de la quatrième zone (34) par un sas étanche (46).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la carbonisation et la cokéfaction sont réalisées par apport d'énergie électrique (22) au lit mobile de boulets précokéfiés, et transfert de cette énergie par un courant gazeux recyclé.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'apport d'énergie électrique est réalisé par conduction électrique dans le lit mobile de boulets d'un courant généré entre au moins deux électrodes placées dans les parois de la cuve au niveau de la seconde zone.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'apport d'énergie électrique est réalisé par induction de courants électriques dans le lit mobile de boulets traversant la seconde zone.

5. Procédé de fabrication de coke moulé métallisé, caractérisé en ce qu'on cokéfie, par un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, une charge de boulets moulés préparés en compactant une pâte constituée d'un liant simple, ou mixte, et d'un mélange de charbons appropriés et de fines particules d'un matériau à base de l'élément métallique à incorporer au coke, sous forme métallique ou oxydé.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le matériau à base de l'élément métallique est constitué d'oxydes de fer, de minerai de

manganèse et de poussières de production de ferro-manganèse, de concentrés de chromites pour la production de ferro-chrome, de fines de silices et de quartz recyclées dans la production de ferro-silicium.

- 5 7. Four à cuve pour la fabrication de coke moulé se présentant sous forme d'une enceinte (3) sensiblement tubulaire délimitant une première zone (20) de préchauffage correspondant à la partie supérieure de l'enceinte, une seconde zone (21) de carbonisation et cokéfaction correspondant à la zone médiane de
10 l'enceinte et une troisième zone (23) de refroidissement du coke correspondant à la partie inférieure de l'enceinte, le four comportant à son sommet des moyens étanches d'introduction d'une charge constituée de
15 boulets moulés crus et des moyens de récupération (15a, 15b) des gaz produits ; et à sa base des moyens étanches d'évacuation du coke et des moyens d'admission (24, 25, 26, 27) d'un courant gazeux recyclé, les moyens d'admission étant reliés, à l'extérieur du
20 four, aux moyens de récupération (15a, 15b) des gaz produits par des moyens de recyclage (17, 29), et des moyens de chauffage électrique (22) disposés à la base de la seconde zone de carbonisation et cokéfaction, caractérisé en ce que le four comprend une quatrième
25 zone (34) étanche de refroidissement secondaire reliée en amont aux moyens d'évacuation de la troisième zone et en aval à un sas étanche d'évacuation (46), la quatrième zone (34) comportant à sa base au moins une conduite d'alimentation (35) en courant secondaire de
30 refroidissement reliée aux moyens de recyclage, et à son sommet, au moins une conduite de retour (40) des gaz de refroidissement secondaire connectée à la partie supérieure du four au voisinage des moyens de récupération des gaz produits par la distillation et de

cokéfaction du charbon.

8. Four selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens étanches d'introduction de la charge sont constitués par un sas étanche (10) d'alimentation de la charge débouchant à sa partie inférieure dans la première zone (20) du four par une cloche de distribution (12), le sas d'alimentation (10) étant lui-même alimenté par une trémie tournante (5).

9. Four selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens d'évacuation du coke issu de la troisième zone comprennent une sole (30) tournante et mobile en translation verticale débouchant par l'intermédiaire d'un sas étanche (33) dans la quatrième zone de refroidissement secondaire (34).

10. Four selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les moyens de chauffage électrique (22) sont du type par conduction et constitués par au moins une paire d'électrode (59) diamétralement opposées, disposées dans la paroi de la seconde zone (21) de l'enceinte du four, ladite paroi formant dans cette zone un étranglement de la section intérieure de passage du lit de boulets moulés délimité par un épaulement (58) contre lequel sont logées les électrodes.

11. Four selon la revendication 10, caractérisé en ce que les électrodes (59) sont constituées de segments dont le profil en coupe verticale est en forme de L s'étendant le long de chaque côté de l'épaulement (58) de sorte qu'une des branches du L soit horizontale.

12. Four selon la revendication 11, caractérisé en ce que la cuve est à section circulaire et les segments d'électrodes circularies sont séparés les uns

des autres par une paroi intercalaire (66) en matériau réfractaire en forme de plan incliné correspondant à la pente de l'épaulement (58) délimité par le profil en L des électrodes.

5 13. Four selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte intérieure (80) en forme d'ogive en un matériau réfractaire munie d'une électrode centrale (81) coopérant avec une électrode périphérique (82)
10 circulant le long de la paroi interne de l'enceinte.

 14. Four selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'enceinte intérieure (80) en forme d'ogive est montée réglable en hauteur par des moyens (84, 87) traversant la sole tournante (86).

15 15. Four selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que la cuve est à section rectangulaire et les segments d'électrodes (74) sont linéaires et reposent sur des margelles (75) disposées sur des côtés opposés de la section rectan-
20 gulaire.

 16. Four selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les moyens de chauffage électrique sont du type par induction et constitués par une bobine d'induction externe (100,
25 110) coaxiale à la cuve et logée dans le revêtement réfractaire (2) du four.

 17. Four selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte intérieure (111) en forme d'ogive en un matériau réfractaire dans
30 laquelle est logé un noyau magnétique feuillété interne (112).

 18. Four selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'une bobine d'induction interne (113) coaxiale à la bobine d'induction externe (110) est en-

roulée autour du noyau magnétique interne et alimentée en phase avec cette dernière.

19. Four selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les moyens de chauffage par induction sont constitués d'un ensemble de paires de bobines d'induction (130, 131) disposées radialement dans la paroi réfractaire (2) du four, définissant un inducteur externe générant un champ tournant traversant horizontalement la cuve.

20. Four selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte intérieure (140) en forme d'ogive en matériau réfractaire dans laquelle est logé un inducteur interne constitué d'un ensemble de bobines radiales (130a, 131a) disposées en regard des bobines de l'inducteur externe (130, 131) et déterminant un ensemble de paires de bobines couplées (130, 130a, et 131, 131a) qui coopèrent pour générer un champ tournant entre l'inducteur externe et l'inducteur interne.

21. Four selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les moyens de chauffage électrique sont constitués de la combinaison d'au moins une paire d'électrodes telles que décrites à la revendication 13 générant un chauffage par conduction, et d'au moins une bobine telle que décrite à la revendication 16 générant un chauffage par induction.

22. Four selon la revendication 21, caractérisé en ce que les moyens de chauffage par induction comprennent outre la bobine décrite à la revendication 13, un noyau magnétique feuilleté interne tel que décrit à la revendication 17.

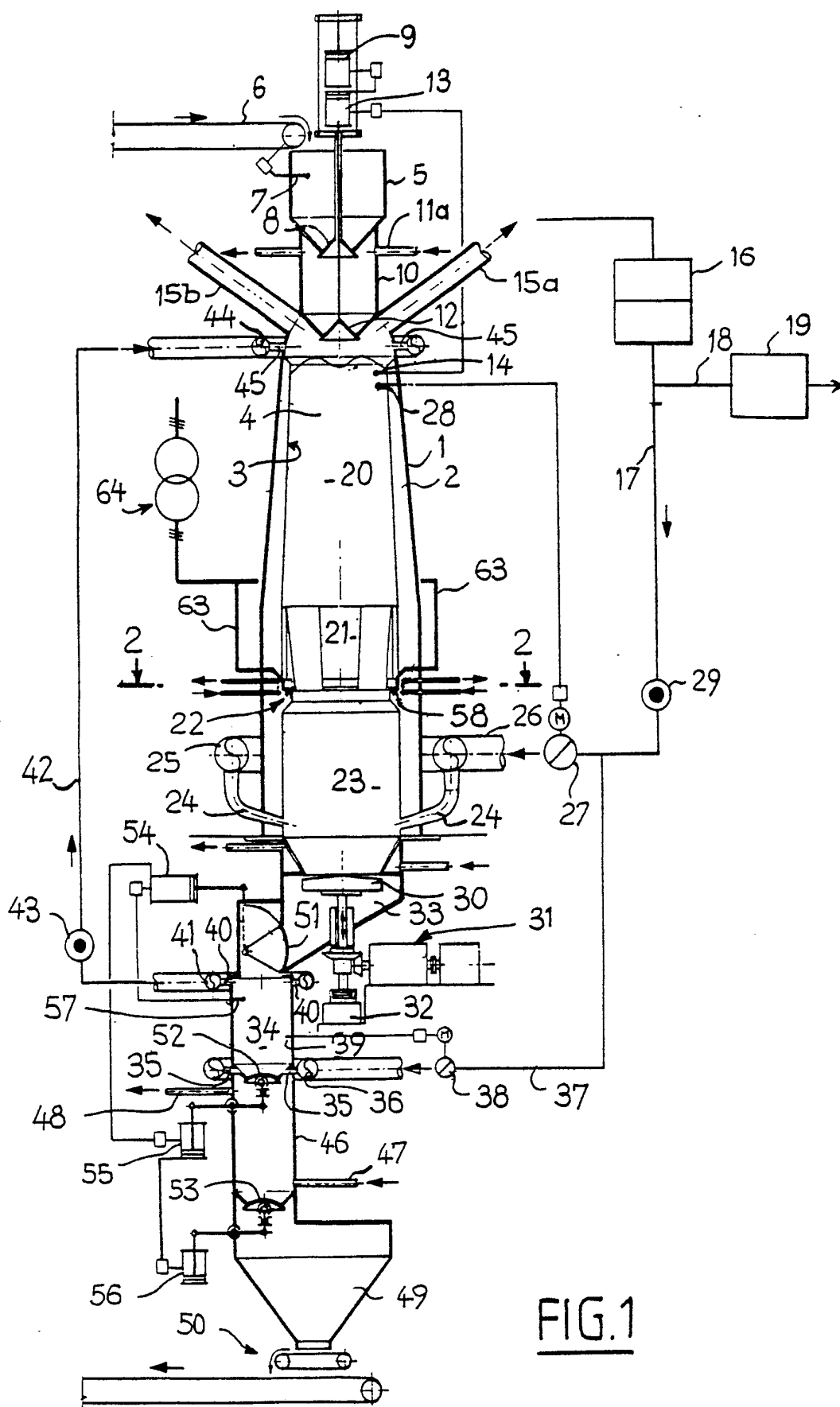
23. Procédé de chauffage d'un lit granulé ayant une certaine conductibilité thermique et parcour-

42

ru par un fluide dans une enceinte, caractérisé en ce que le chauffage du lit granulé est réalisé par des moyens de chauffage par induction ou conduction tels que décrits aux revendications 10 à 22.

- 5 24.- Dispositif de chauffage d'un lit granulé ayant une certaine conductibilité thermique et parcouru par un fluide dans une enceinte, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de chauffage par induction ou conduction tels que décrits aux revendications
- 10 10 0 22.

1/7



2/7

FIG. 2B

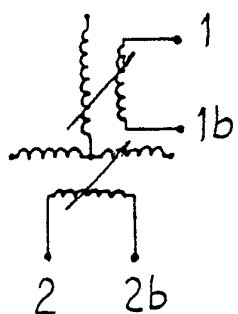


FIG. 2A

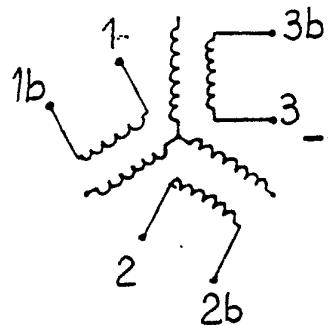
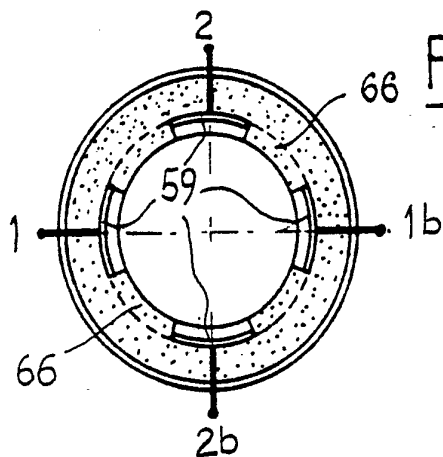


FIG. 3B

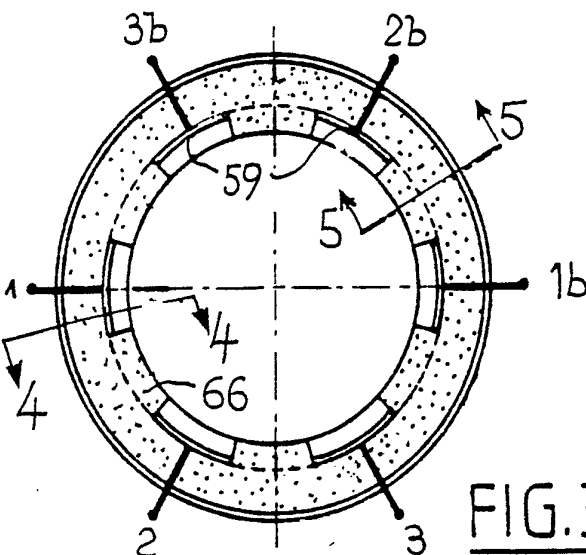


FIG. 3A

FIG. 4

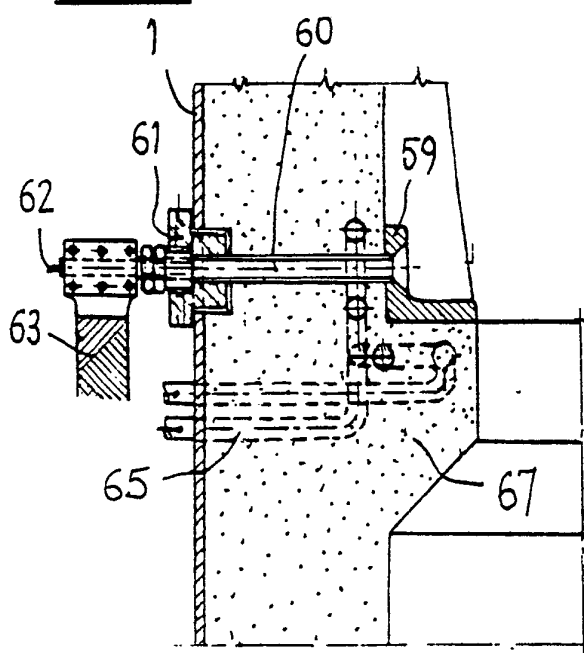
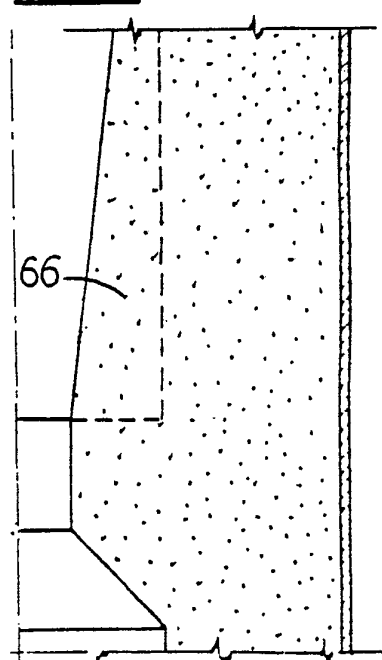


FIG. 5



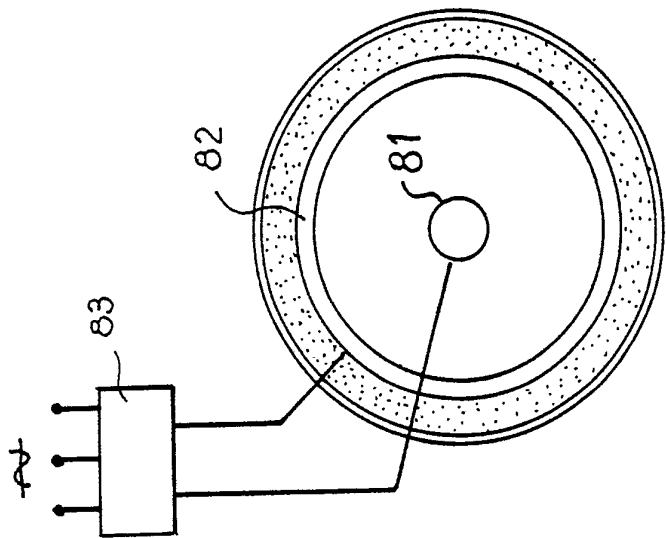


FIG. 8

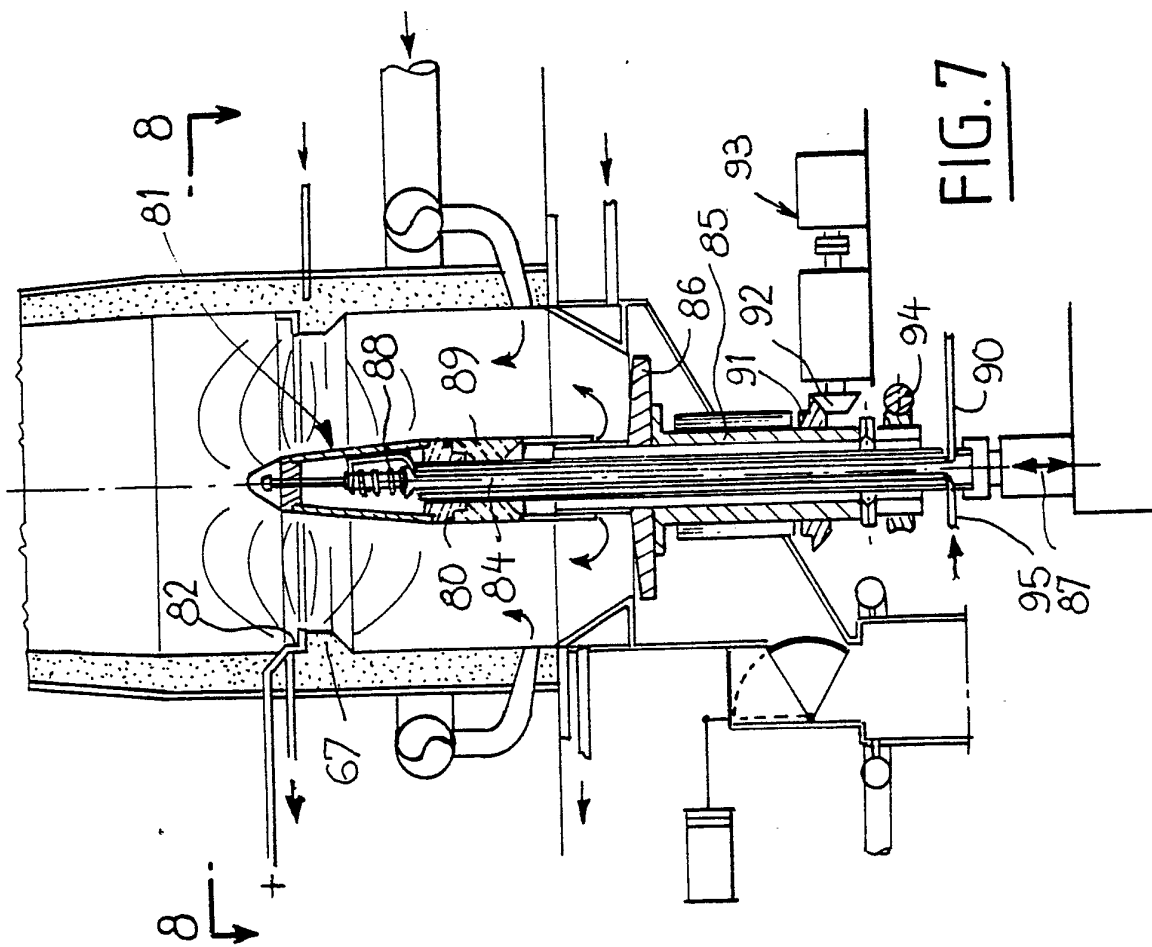
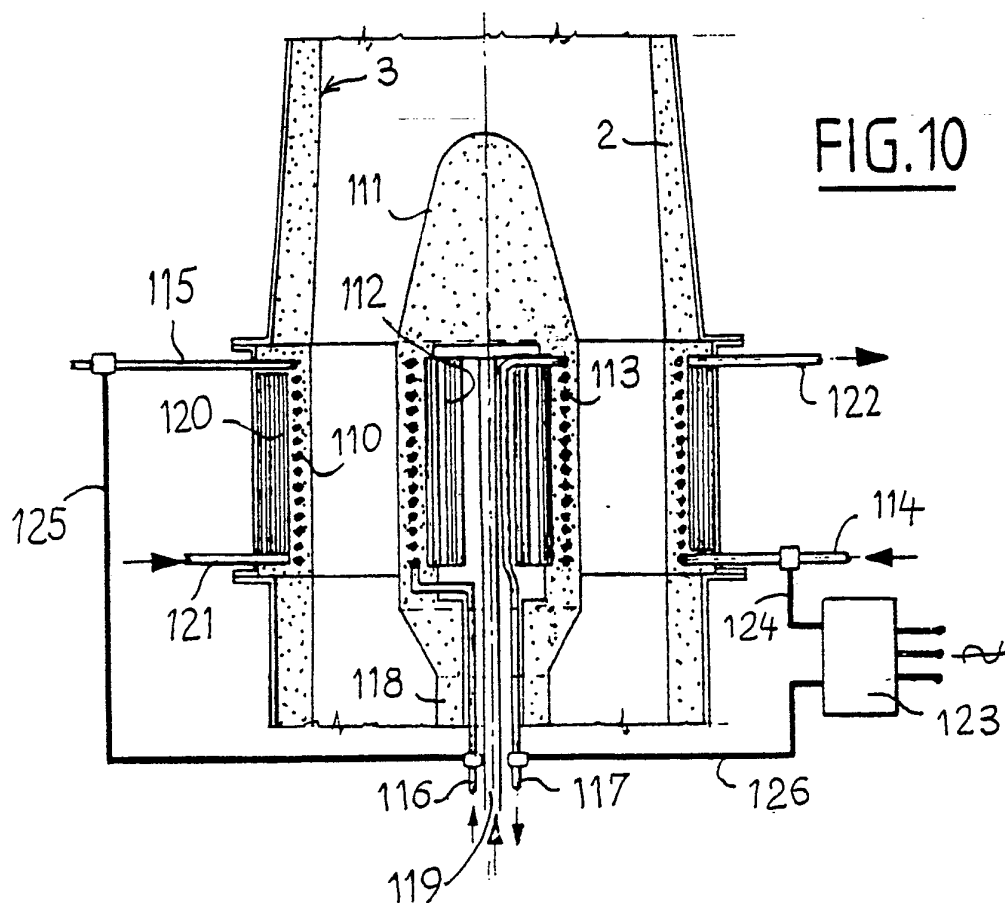
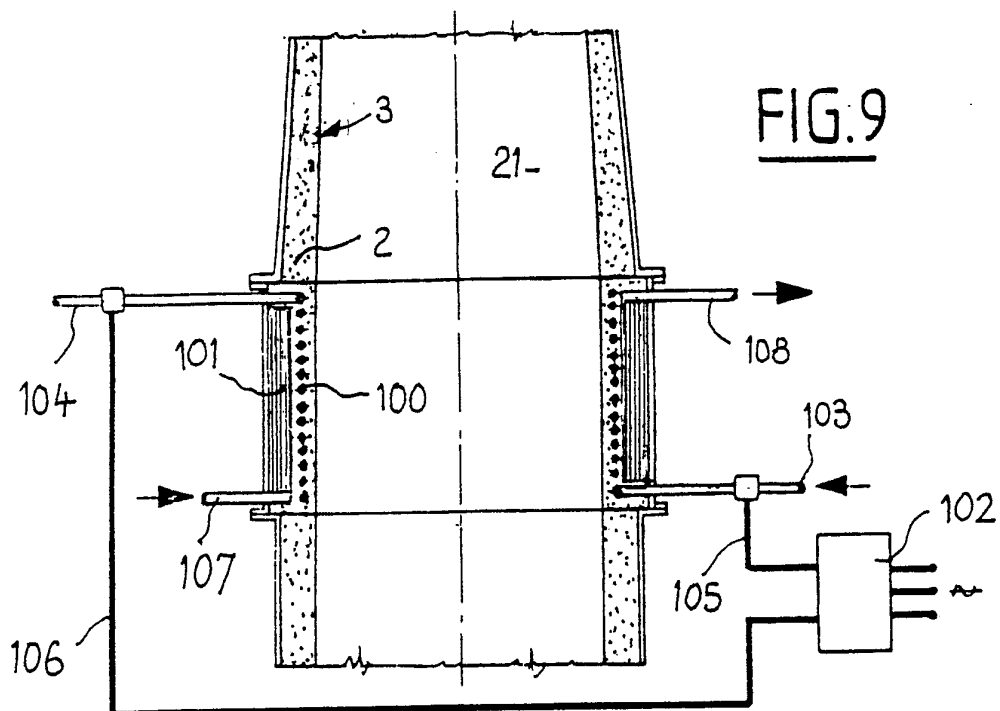
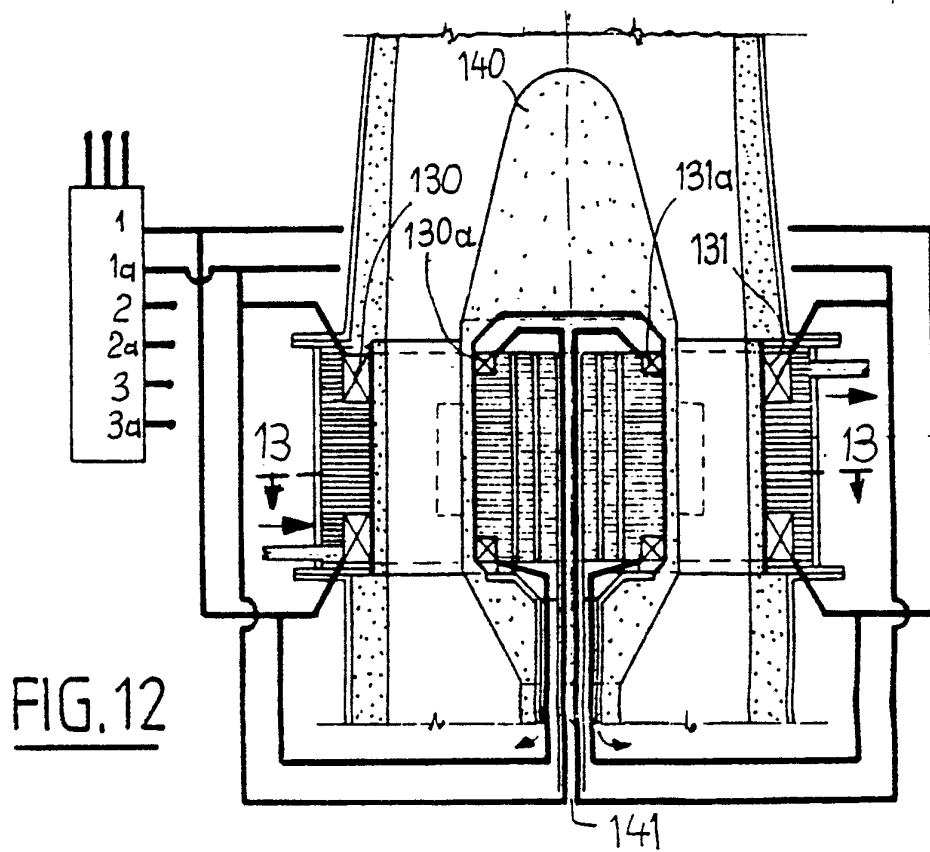
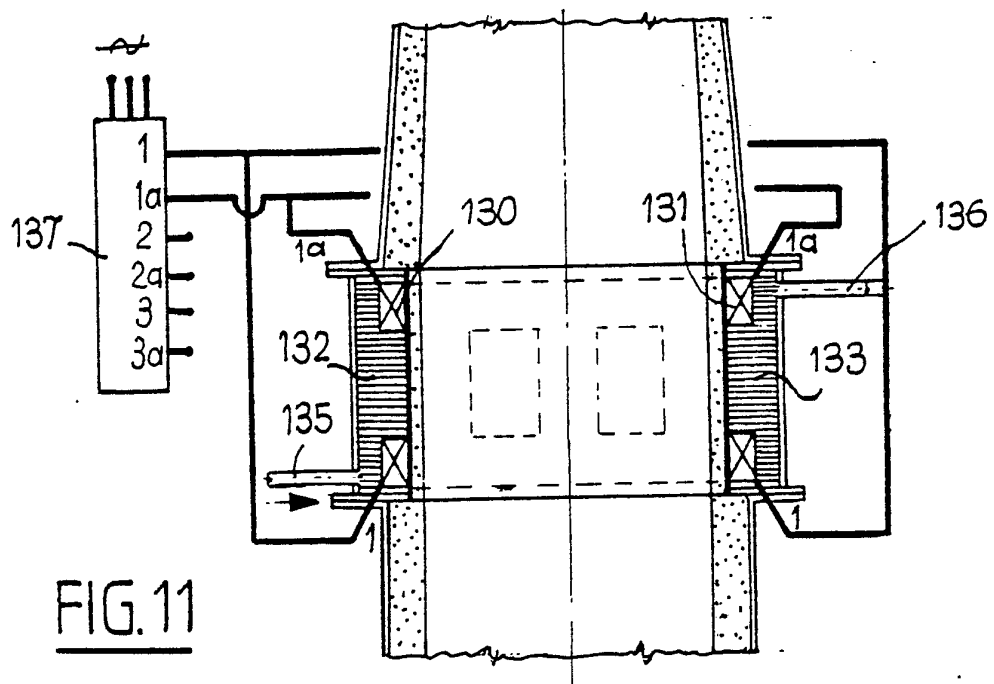


FIG. 7

5/7



6/7



7/7

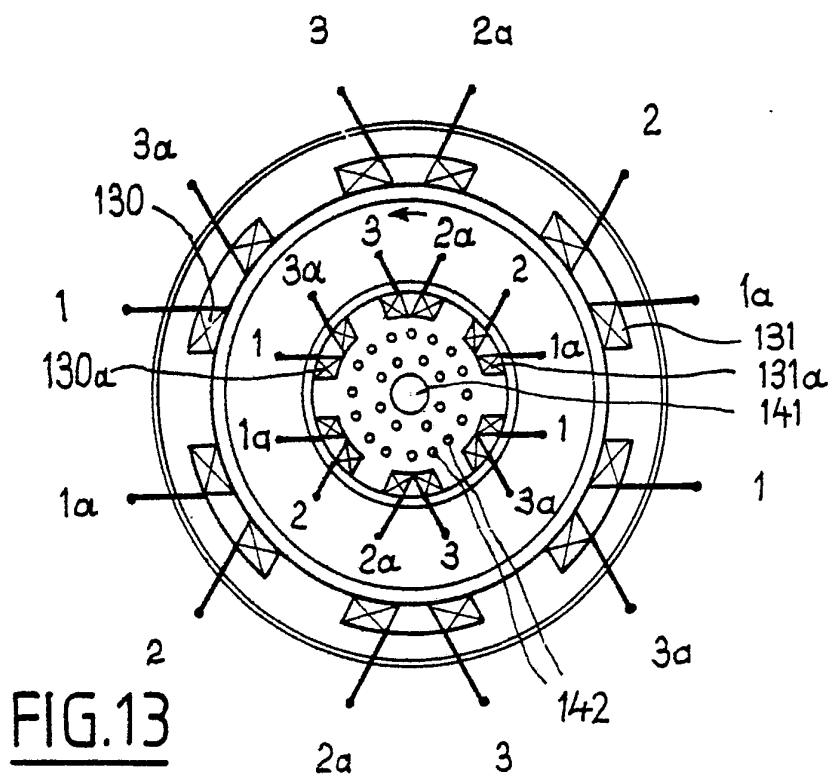


FIG. 13

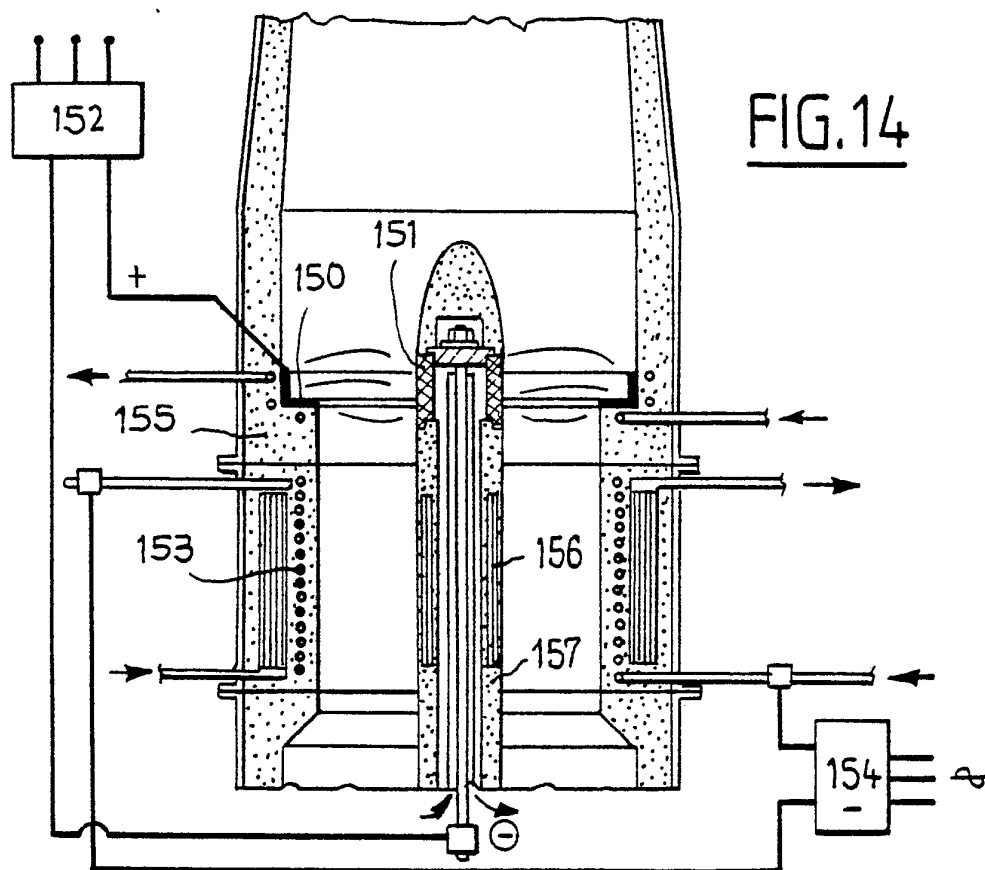


FIG. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 86/00332

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ⁴ : C 10 B 53/08; C 10 B 1/04; C 10 B 19/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁴	C 10 B	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	EP, A, 0098771 (NAMY, GERALD) 18 January 1984, see claims 1-2; figures 1-5 & FR, A, 2529220 (cited in the application) --	1-24
A	US, A, 2127542 (STITZER) 23 August 1938, see claim 1; figures 1-6 (cited in the application) --	1-24
A	DE, C, 550053 (ALUMINIUM-INDUSTRIE) 7 May 1932, see claims; figures -----	1-24
* Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
19 December 1986 (19.12.86)		23 January 1987 (23.01.87)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
EUROPEAN PATENT OFFICE		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/FR 86/00332 (SA 14673)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 06/01/87

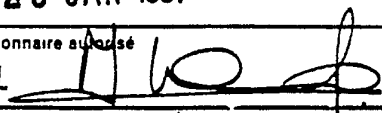
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0098771	18/01/84	FR-A,B 2529220	30/12/83
US-A- 2127542		None	
DE-C- 550053		None	

For more details about this annex :
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 86/00332

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
CIB ⁴ : C 10 B 53/08; C 10 B 1/04; C 10 B 19/00		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ		
Documentation minimale consultée ⁸		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB ⁴	C 10 B	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁹		
III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁰		
Catégorie *	Identification des documents cités, ¹¹ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹²	N° des revendications visées ¹³
A	EP, A, 0098771 (NAMY, GERALD) 18 janvier 1984, voir revendications 1-2; figures 1-5 & FR, A, 2529220 (cité dans la demande)	1-24
A	US, A, 2127542 (STITZER) 23 août 1938, voir revendication 1; figures 1-6 (cité dans la demande)	1-24
A	DE, C, 550053 (ALUMINIUM-INDUSTRIE) 7 mai 1932, voir revendications; figures -----	1-24
* Catégories spéciales de documents cités: ¹¹ « A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent « E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date « L » document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) « O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens « P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée « T » document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention « X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive « Y » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier. « & » document qui fait partie de la même famille de brevets		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
19 décembre 1986	23 JAN 1987	
Administration chargée de la recherche internationale OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	Signature du fonctionnaire autorisé M. VAN MOL 	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE RELATIF

A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO. PCT/FR 86/00332 (SA 14673)

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche international visé ci-dessus. Lesdits membres sont ceux contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06/01/87

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets	Date de publication
EP-A- 0098771	18/01/84	FR-A,B 2529220	30/12/83
US-A- 2127542		Aucun	
DE-C- 550053		Aucun	