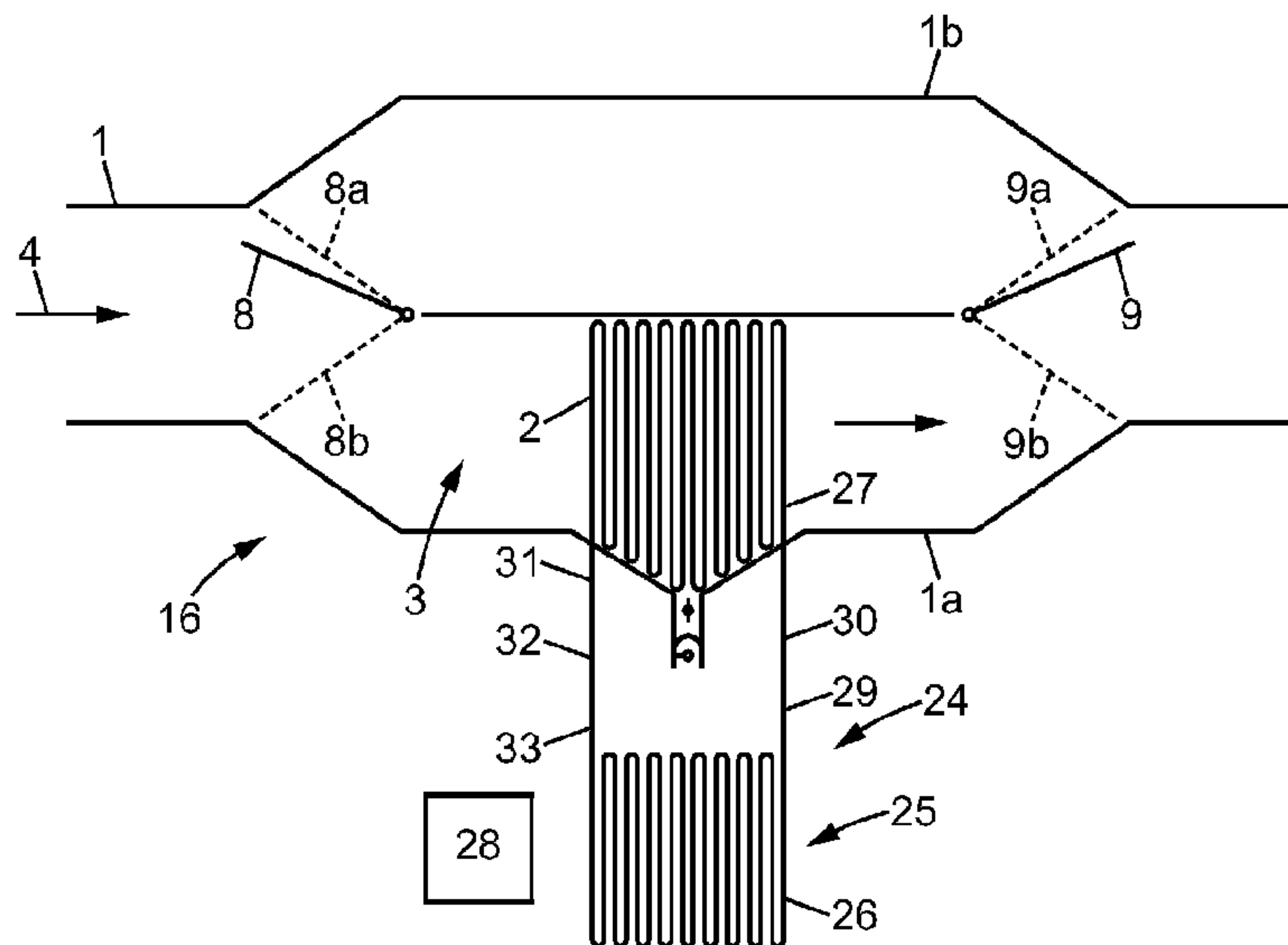




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2011/05/10  
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2011/11/17  
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2017/05/09  
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2012/11/06  
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2011/051045  
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2011/141673  
 (30) Priorité/Priority: 2010/05/12 (FR10 53721)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F28G 5/00* (2006.01)  
 (72) Inventeurs/Inventors:  
 BOUHABILA, EL HANI, FR;  
 MALARD, THIERRY, FR  
 (73) Propriétaire/Owner:  
 SOLIOS ENVIRONNEMENT, FR  
 (74) Agent: NORTON ROSE FULBRIGHT CANADA  
 LLP/S.E.N.C.R.L., S.R.L.

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE DESENCRASSEMENT D'ECHANGEUR DE CHALEUR  
 (54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DEFOULING A HEAT EXCHANGER



(57) Abrégé/Abstract:

Procédé de désencrassement d'échangeur de chaleur utilisé pour le refroidissement de gaz chargé en poussières et polluants, provenant notamment de cuves d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium; ledit échangeur de chaleur comportant au moins un tube dans lequel circule un fluide caloporteur apte à refroidir le gaz; caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes : - circulation du gaz dans un circuit principal au cours de phases de fonctionnement normal (20), ledit échangeur de chaleur étant agencé dans ledit circuit principal, et - circulation du gaz dans un circuit de by-pass de F échangeur de chaleur au cours de phases de désencrassement (22).

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
17 novembre 2011 (17.11.2011)

PCT

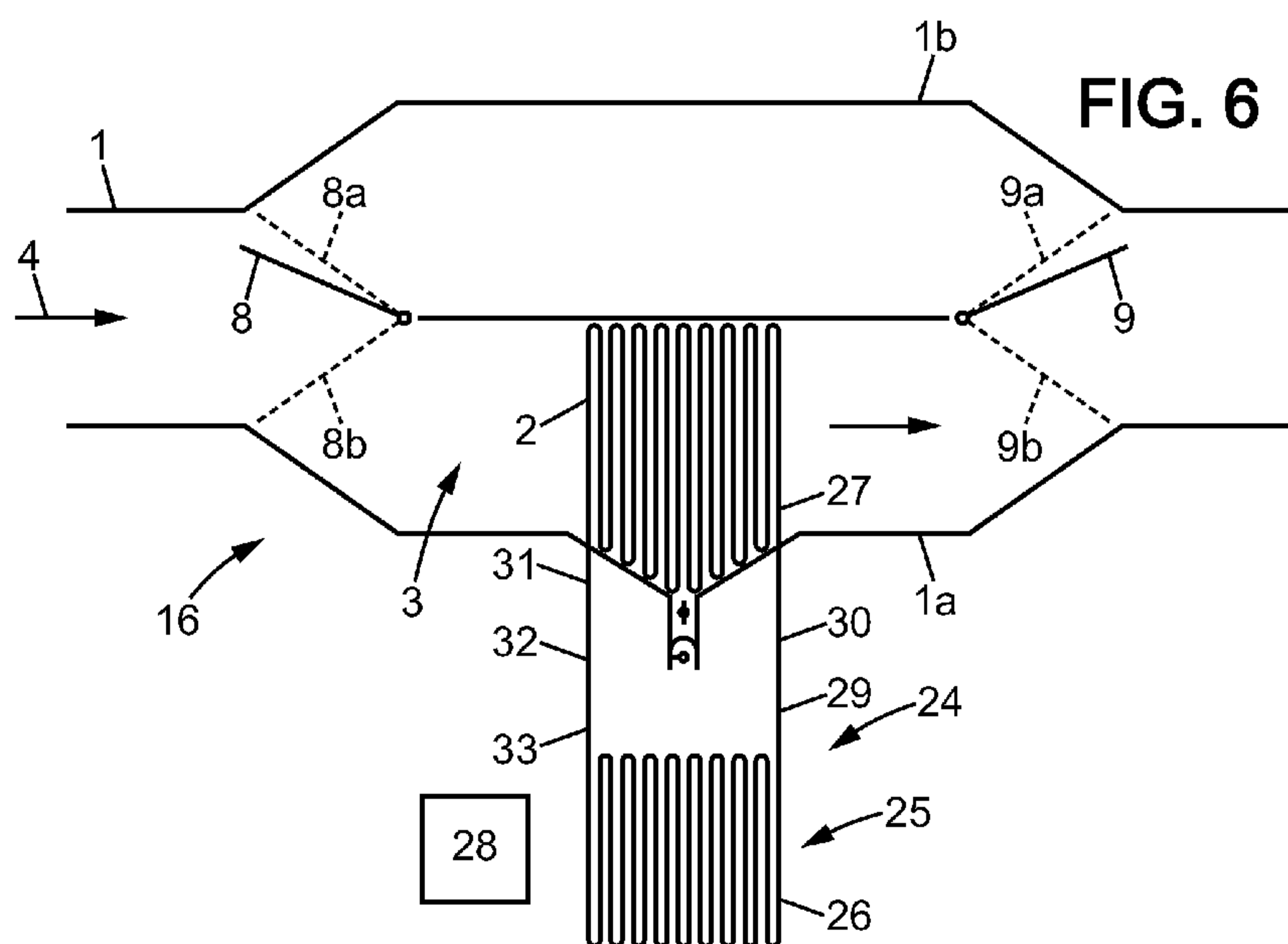
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2011/141673 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
*F28G 5/00* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2011/051045
- (22) Date de dépôt international :  
10 mai 2011 (10.05.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
10 53721 12 mai 2010 (12.05.2010) FR
- (71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :  
**SOLIOS ENVIRONNEMENT** [FR/FR]; 25-27  
Boulevard de la Paix, F-78100 Saint Germain en Laye  
(FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) :  
**BOUHABILA, El Hani** [FR/FR]; 355 avenue Jean  
Jaurès, F-92290 Chatenay Malabry (FR). **MALARD,  
Thierry** [FR/FR]; 8, Clos de la Carpe, F-95290 L'isle-  
Adam (FR).
- (74) Mandataires : **KOENIG Christine** et al.; Cabinet  
Plasseraud, 52 rue de la Victoire, F-75440 Paris Cedex 09  
(FR).
- (81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,  
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,  
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR DEFOULING A HEAT EXCHANGER

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE DESENCRASSEMENT D'ECHANGEUR DE CHALEUR



(57) Abstract : Method of defouling a heat exchanger used for cooling gases laden with dust and contaminants, originating notably from fused-salt electrolysis in the manufacture of aluminium; said heat exchanger comprising at least one tube through which there flows a heat-transfer fluid capable of cooling the gas; characterized in that the method comprises the following steps: - circulating gas through a main circuit during normal phases of operation (20), said heat exchanger being arranged in said main circuit, and - circulating gas through a circuit F that bypasses the heat exchanger during defouling phases (22).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/141673 A1

**WO 2011/141673 A1** 

---

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)*

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

---

Procédé de désencrassement d'échangeur de chaleur utilisé pour le refroidissement de gaz chargé en poussières et polluants, provenant notamment de cuves d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium; ledit échangeur de chaleur comportant au moins un tube dans lequel circule un fluide caloporteur apte à refroidir le gaz; caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes : - circulation du gaz dans un circuit principal au cours de phases de fonctionnement normal (20), ledit échangeur de chaleur étant agencé dans ledit circuit principal, et - circulation du gaz dans un circuit de by-pass de F échangeur de chaleur au cours de phases de désencrassement (22).

## PROCEDE ET DISPOSITIF DE DESENCRASSEMENT D'ECHANGEUR DE CHALEUR

La présente invention est relative au désencrassement d'échangeur de chaleur,  
5 et plus particulièrement au désencrassement d'échangeur de chaleur utilisé pour le  
refroidissement des gaz de cuves d'électrolyse lors de la production d'aluminium.

Les échangeurs de chaleur utilisés pour le refroidissement de gaz chargés en  
poussières et en composants gazeux susceptibles de se condenser sur les parois de  
10 l'échangeur et de constituer un dépôt solide, s'encrassent pendant leur  
fonctionnement. Les dépôts solides obtenus ayant généralement une faible  
conductivité thermique, leur accumulation sur les tubes des échangeurs conduit à  
diminuer leur efficacité thermique.

15 Dans la suite de ce document, nous désignerons par le terme générique  
« polluants » les composants gazeux susceptibles de se condenser sur les parois de  
l'échangeur et de constituer avec les poussières un dépôt solide. Nous utiliserons  
également l'expression « le gaz » pour désigner les gaz chauds à refroidir, qu'il  
s'agisse d'un gaz unique ou d'un mélange de gaz.

20 Pour ce type d'application, le gaz chaud chargé en poussières et polluants  
circule à l'extérieur et perpendiculairement aux tubes dans lesquels circule un fluide  
caloporteur froid. Le gaz chaud se refroidit ainsi par transfert de chaleur vers le fluide  
caloporteur froid qui s'échauffe. Pendant ce fonctionnement, un dépôt de particules se  
25 forme sur la surface externe des tubes. L'épaisseur et la consistance de ce dépôt  
dépendent des conditions d'exploitation et de la nature des polluants.

Pour limiter la formation de dépôt de poussières et polluants sur la surface  
extérieure des tubes d'échangeur, il est communément mis en place un filtre en amont  
30 de l'échangeur.

Ce filtre a pour rôle de capter la majorité des poussières en amont de  
l'échangeur de chaleur limitant ainsi son encrassement. Une mesure en continu de la  
perte de charge de ce piège permet d'informer sur son niveau d'encrassement et sur la  
35 nécessité de son remplacement ou de son nettoyage.

Il peut être constitué d'une grille ou d'un ensemble de tamis et doit être facilement démontable.

Parfois, deux filtres sont placés en parallèles sur deux circuits distincts alimentant alternativement l'échangeur. Des organes d'isolement placés en amont et en aval des filtres permettent de procéder au démontage d'un filtre disposé dans un circuit et à son nettoyage tout en conservant un fonctionnement normal dans l'autre circuit. En d'autres termes, l'ensemble du gaz chaud traverse un unique filtre, lors du remplacement de l'autre filtre.

10

Le document DE 20121018 montre un dispositif de désencrassement d'un échangeur de chaleur utilisé pour le refroidissement de gaz chargé en suie et en poussières provenant d'un moteur diesel ou d'un dispositif de combustion de bois. Le dispositif de désencrassement comprend un circuit principal dans lequel l'échangeur de chaleur est agencé, un circuit de by-pass de l'échangeur, un organe de distribution apte à diriger le gaz dans le circuit principal ou dans le circuit de by-pass.

15

Pour le refroidissement des gaz provenant de cuves d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium, cette solution n'est pas satisfaisante car l'encrassement du filtre est rapide et nécessite de fréquentes interventions du personnel de maintenance.

20

L'invention proposée permet de réaliser le désencrassement des échangeurs de chaleur sans ces inconvénients.

25

Elle consiste principalement en un procédé de désencrassement d'un premier échangeur de chaleur utilisé pour le refroidissement de gaz chaud chargé en poussières et polluants, provenant notamment de cuves d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium ; ledit premier échangeur de chaleur comportant au moins un tube dans lequel circule un fluide caloporteur froid apte à refroidir le gaz chaud; caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

30

- circulation du gaz chaud dans un circuit principal au cours de phases de fonctionnement normal, ledit premier échangeur de chaleur étant agencé dans ledit circuit principal, des dépôts solides de poussières et polluants étant formés sur les parois du tube du premier échangeur de chaleur ; et

35

- circulation du gaz dans un circuit de by-pass du premier échangeur de chaleur et abaissement de la température du fluide caloporteur au cours de phases de désencrassement ; le choc thermique résultant de l'arrêt de l'écoulement du gaz chaud

2a

conduisant à des dilatations différentes entre les dépôts solides et le tube du premier échangeur de chaleur ; ces dilatations provoquant le craquage des dépôts solides et leur décollement du tube du premier échangeur de chaleur.

- 5 Suivant des modes particuliers de réalisation le dispositif de commande comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- un déplacement d'au moins un organe de distribution entre une position d'ouverture du circuit principal et de fermeture du circuit de by-pass pour faire circuler le gaz chaud dans le circuit principal au travers du premier échangeur de chaleur et une position d'ouverture du circuit de by-pass et de fermeture du circuit principal pour faire circuler le gaz chaud dans le circuit de by-pass ;et
- les phases de désencrassement sont répétées périodiquement.

L'arrêt de la circulation du gaz chaud tout en maintenant l'écoulement du fluide caloporteur froid conduit à un refroidissement rapide des tubes de l'échangeur de chaleur. Ceux-ci sont généralement réalisés dans un alliage métallique, par exemple à base d'aluminium ou de cuivre. Ces matériaux ont un coefficient de dilatation beaucoup plus important que le coefficient de dilatation du dépôt solide. Le choc thermique qui résulte de l'arrêt de l'écoulement du gaz chaud conduit à des dilatations différentielles du dépôt solide et des tubes de l'échangeur de chaleur. Cela provoque le craquage du dépôt solide et son décollement des tubes. Ainsi, des morceaux de dépôt solide tombent en bas de l'échangeur de chaleur et peuvent être récupérés dans une trémie.

A titre d'exemple, pour le refroidissement du gaz provenant de cuves d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium, le gaz chaud est à une température d'environ 120 à 180°C à l'entrée de l'échangeur de chaleur et à environ 90 à 130°C après l'échangeur de chaleur. Le fluide caloporteur utilisé pour le refroidissement est généralement de l'eau, avec une température d'environ 40 à 70°C à l'entrée de l'échangeur de chaleur et à environ 50 à 140°C après l'échangeur de chaleur.

Avantageusement, pendant la phase de désencrassement de l'échangeur de chaleur, l'arrêt de la circulation du gaz chaud au travers de l'échangeur de chaleur est combiné à la circulation dans les tubes d'un fluide caloporteur plus froid qu'en fonctionnement normal. Par exemple, une eau à une température d'environ 20 à 40°C en entrée d'échangeur de chaleur.

L'opération de désencrassement par ce procédé est rapide. Il suffit en effet d'arrêter l'écoulement du gaz chaud pendant une durée d'environ 5 à 20 minutes. Elle peut être réalisée fréquemment, par exemple une fois tous les 3 à 10 jours. Ce procédé présente également l'avantage de ne pas nécessiter l'intervention du personnel

d'entretien à chaque opération de désencrassement. Celle-ci n'est nécessaire que pour évacuer les dépôts solides recueillis au fond de la trémie lorsqu'elle est remplie.

Les observations que nous avons réalisées montrent, de manière surprenante, que lors  
5 de la mise en œuvre du procédé selon l'invention, les dépôts solides se détachent en petits morceaux, comme des écailles, qu'il est facile de collecter et d'évacuer.

L'invention consiste également en un dispositif de désencrassement d'un  
premier échangeur de chaleur utilisé pour le refroidissement de gaz chaud chargé en  
10 poussières et polluants, provenant de cuves d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium, ledit dispositif comprenant au moins un premier échangeur de chaleur comportant au moins un tube dans lequel circule un fluide caloporteur froid apte à refroidir ledit gaz chaud, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- un circuit principal dans lequel ledit premier échangeur de chaleur est agencé,  
15 ledit gaz chaud étant propre à circuler dans ledit circuit principal lors de phases de fonctionnement normal ; des dépôts solides de poussières et polluants étant formés sur les parois du tube du premier échangeur de chaleur ;

- un circuit de by-pass du premier échangeur de chaleur dans lequel ledit gaz  
chaud circule pendant des phases de désencrassement dudit premier échangeur de  
20 chaleur ; le choc thermique résultant de l'arrêt de l'écoulement du gaz chaud conduit à des dilatations différentes entre les dépôts solides et le tube du premier échangeur de chaleur, ces dilatations provoquant le craquage des dépôts solides et leur décollement du tube du premier échangeur de chaleur ;

- un dispositif d'abaissement de la température du fluide caloporteur propre à  
25 abaisser la température du fluide caloporteur, au cours de phases de désencrassement ;  
et

- au moins un organe de distribution apte à conduire ledit gaz chaud dans le  
circuit principal pendant les phases de fonctionnement normal et dans le circuit de by-  
pass pendant les phases de désencrassement du premier échangeur de chaleur.

30

Suivant des modes particuliers de réalisation le dispositif de commande comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le circuit principal comprend une trémie disposée sous le premier échangeur  
de chaleur, et une goulotte pour collecter et évacuer les dépôts solides arrachés lors  
35 des phases de désencrassement ;

- la goulotte comprend au moins deux organes de sectionnement dont l'un est en position ouverte et l'autre en position fermée ;

- le dispositif d'abaissement de la température comporte un deuxième échangeur de chaleur relié au premier échangeur de chaleur pour refroidir le fluide caloporteur ; le deuxième échangeur de chaleur comportant au moins un tube dans lequel circule le fluide caloporteur ; le deuxième échangeur de chaleur étant traversé par un fluide de refroidissement ; et

- le dispositif d'abaissement de la température comporte en outre un dispositif d'amené du fluide caloporteur connecté à l'entrée du premier échangeur de chaleur et un dispositif d'évacuation de fluide caloporteur connecté à la sortie du premier échangeur de chaleur ;

- il comporte un premier organe de distribution agencé en amont du premier échangeur de chaleur et un deuxième organe de distribution agencé en aval du premier échangeur de chaleur.

15

L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'exemples de réalisation, décrits avec référence aux dessins annexés, mais qui ne sont nullement limitatifs. Sur ces dessins :

20

- Fig.1 représente une vue schématique d'une solution selon l'état de la technique avec un filtre en amont de l'échangeur,

- Fig. 2 représente une vue schématique de la section d'un tube d'un échangeur de chaleur montrant un exemple de dépôt solide,

25

- Fig. 3 représente une vue schématique d'un exemple de réalisation de l'invention ;

30

- Fig. 4 représente une vue schématique d'un autre exemple de réalisation de l'invention ;

- Fig. 5 est un diagramme représentant les étapes du procédé selon l'invention ;

- Fig. 6 est un schéma d'un troisième mode de réalisation de l'invention ; et

35

- Fig. 7 est un schéma d'un quatrième mode de réalisation de l'invention.

Le terme « échangeur de chaleur » est employé au singulier dans la présente description pour désigner un ou plusieurs échangeurs de chaleur. Ces échangeurs de chaleur comprennent un ou plusieurs tubes ou canaux de circulation d'un fluide caloporteur.

5

En se reportant à la Fig. 1 des dessins, on peut voir, schématiquement représenté, un échangeur de chaleur 2 tubulaire placé dans un circuit 1 d'écoulement de gaz chaud 3 circulant selon la direction représentée par la flèche 4. En amont de l'échangeur de chaleur 2, un filtre 18 permet de piéger les poussières portées par le gaz chaud. Sur cette figure, uniquement à titre d'exemple, l'écoulement d'un fluide caloporteur froid à l'intérieur de l'échangeur de chaleur est représenté à contre courant par rapport au gaz chaud 3.

En se reportant à la Fig. 2 des dessins, on peut voir, schématiquement représenté, un tube 5 de l'échangeur de chaleur 2. Le gaz chaud 3 circule à l'extérieur des tubes selon la direction représentée par la flèche 4. Le fluide caloporteur froid 6 circule à l'intérieur des tubes. Les tubes 5 ont une forme ellipsoïdale pour limiter le dépôt solide 7 de poussières et polluants sur la face extérieure des tubes.

En se reportant à la Fig. 3 des dessins, on peut voir, schématiquement représenté, un dispositif de désencrassement 16 selon l'invention. Ce dispositif 16 comporte un circuit 1 d'écoulement de gaz chaud chargé en poussières et polluants circulant selon la direction représentée par la flèche 4. Ce gaz chaud provient d'une cuve d'électrolyse d'un dispositif de fabrication d'aluminium.

25

Ce circuit 1 se divise en un circuit principal 1a comprenant un premier échangeur de chaleur 2, et un circuit de by-pass 1b ou de contournement de du premier échangeur de chaleur. Ce circuit de by-pass 1b ne comporte pas d'échangeur de chaleur ou de filtre. Le circuit de by-pass 1b est disposé parallèlement au circuit principal 1a.

30

Dans cet exemple de réalisation, l'orientation du gaz chaud vers le circuit principal 1a ou vers le circuit de by-pass 1b est assurée par la combinaison d'organes de distribution 8 et 9. Ces organes de distribution comprennent, par exemple, des volets pivotants, des vannes rotatives ou une guillotine. Ces organes de distribution 8, 9 sont déplacés entre une position d'ouverture du circuit principal 1a et de fermeture du circuit de by-pass 1b pour faire circuler le gaz 3 dans le circuit principal 1a au

35

travers du premier échangeur de chaleur 2 ; et une position d'ouverture du circuit de by-pass 1b et de fermeture du circuit principal 1a pour faire circuler le gaz 3 dans le circuit de by-pass 1b.

5 En référence à la figure 5, en phase de fonctionnement dit normal 20, les organes de distribution 8 et 9 sont placés en position 8a, 9a d'ouverture du circuit principal 1a et d'obstruction du circuit de by-pass 1b. Pendant les phases 22 de désencrassement du premier échangeur de chaleur 2, les organes de distribution 8 et 9 sont placés en position 8b, 9b d'ouverture du circuit de by-pass 1b et d'obstruction du  
10 circuit principal 1a contenant le premier échangeur de chaleur 2.

Comme visible sur la figure 5, chaque phase de fonctionnement normal 20 est suivie d'une phase de désencrassement 22. Ces phases sont répétées cycliquement.

15 Avantageusement selon l'invention, les phases de désencrassement sont répétées périodiquement.

Avantageusement selon l'invention, la température du fluide caloporteur est abaissée pendant les phases de désencrassement.

20

Selon l'exemple de réalisation représenté sur la Fig. 4, une trémie 14 est placée sous le premier échangeur de chaleur 2 afin de collecter les dépôts solides 7 de poussières et polluants formés sur les parois des tubes 5 du premier échangeur de chaleur 2 et arrachés de celui-ci lors des phases de désencrassement. Ces dépôts  
25 solides 7 tombent des tubes du premier échangeur de chaleur 2 vers une goutte d'évacuation 15. Celle-ci est avantageusement équipée de deux organes de sectionnement successifs 10 et 11 entre lesquels s'accumulent les dépôts solides 7 sous la forme d'un monticule 12. Les organes de sectionnement 10, 11 sont, par exemple, des vannes papillons ou des guillotines.

30

En phase de fonctionnement normal, l'organe de sectionnement supérieur 10 est ouvert et l'organe de sectionnement inférieur 11 est fermé. Lors de l'évacuation des dépôts solides collectés, l'organe de sectionnement supérieur 10 est fermé de sorte d'éviter l'échappement de gaz chaud, avant d'ouvrir l'organe de sectionnement  
35 inférieur 11. Ainsi, pendant une phase de fonctionnement normal ou pendant une phase de désencrassement, l'un des organes de sectionnement est en position ouverte et l'autre en position fermée.

Comme représenté sur la Fig. 3, la face inférieure du premier échangeur de chaleur 2 présente avantageusement une forme complémentaire à la forme de la trémie 14 de sorte d'éviter un écoulement préférentiel du gaz chaud sous l'échangeur. Ainsi, dans l'exemple représenté, le premier échangeur de chaleur 2 présente une forme sensiblement tronconique.

Le circuit 1 est constitué par un conduit. De même, les circuits 1a, 1ab sont constitués par des conduits. Le dispositif de désencrassement 16 comporte des organes de distribution 8 et 9. En particulier, un premier organe de distribution 8 est agencé dans le circuit 1 au niveau de l'entrée des circuits 1a et 1b et en amont du premier échangeur de chaleur 2. Un second organe de distribution 9 est agencé dans le circuit 1 au niveau de la sortie des circuits 1a et 1b et en aval du premier échangeur de chaleur 2.

15

Le dispositif de désencrassement 16 comporte la trémie 14 et la goulotte d'évacuation 15.

En référence à la figure 6, le dispositif de désencrassement 16 selon le troisième mode de réalisation de l'invention comporte un dispositif 24 d'abaissement de la température du fluide caloporteur. Ce dispositif 24 d'abaissement de la température comporte une boucle d'échange thermique 25. Cette boucle d'échange thermique 25 comprend un deuxième échangeur de chaleur 26 propre à refroidir le fluide caloporteur circulant dans le premier échangeur de chaleur, une conduite 30 reliant l'extrémité d'entrée 27 du premier échangeur de chaleur 2 à l'extrémité de sortie 29 du deuxième échangeur de chaleur, et une conduite 32 reliant l'extrémité de sortie 31 du premier échangeur de chaleur 2 à l'extrémité d'entrée 33 du deuxième échangeur de chaleur 26.

30

Le deuxième échangeur de chaleur 26 est, par exemple, constitué par un ou plusieurs tubes. Ce tube est parcouru par le fluide caloporteur. Le deuxième échangeur de chaleur 26 est disposé à l'extérieur du circuit 1. Il est traversé par un fluide de refroidissement propre à refroidir le fluide caloporteur.

35

De préférence, le fluide de refroidissement est constitué par de l'air ambiant.

De préférence, le dispositif de désencrassement 16 comporte un ventilateur 28 propre à augmenter la vitesse de traversé du deuxième échangeur de chaleur 26 par le fluide de refroidissement.

5 En variante, le fluide de refroidissement est constitué par de l'eau.

En variante, le ventilateur 28 est remplacé par un dispositif de récupération d'énergie.

10 Au cours des phases de fonctionnement normal 20, le premier 8 et le deuxième 9 organes de distribution sont dans les positions 8a et 9a. Les gaz chaud chargés en poussières et en polluants provenant de la cuve d'électrolyse ignée, traversent le circuit 1a et le premier échangeur de chaleur 2. Le fluide caloporteur est réchauffé par les gaz chaud. Puis, le fluide caloporteur est refroidi par le fluide de refroidissement,  
15 lors de son passage dans le deuxième échangeur de chaleur 26.

Avantageusement, la vitesse de la circulation du fluide de refroidissement est augmentée, pour ainsi augmenter le refroidissement du fluide caloporteur. L'augmentation de la vitesse du fluide de refroidissement est assurée par un dispositif  
20 28 tel que, par exemple, le ventilateur 28.

Au cours des phases de désencrassement 22, le premier 8 et le deuxième 9 organes de distribution sont dans les positions 8b et 9b. Les gaz chaud provenant de la cuve d'électrolyse ignée traverse le circuit 1b. L'échangeur de chaleur 2 est nettoyé.  
25 La recirculation du fluide caloporteur n'est pas arrêtée. Le fluide caloporteur parcourt le premier 2 et le deuxième 26 échangeurs de chaleur. Il est refroidit par le fluide de refroidissement.

En référence à la figure 7, le dispositif de désencrassement 16 selon le  
30 quatrième mode de réalisation de l'invention est similaire au dispositif de désencrassement 16 selon le troisième mode de réalisation. Il comporte en outre un premier réservoir 34 relié à la conduite 30 par une conduite d'amené 36 de fluide caloporteur. La conduite d'amené 36 est munie d'une vanne 38. La conduite 30 est équipée d'une vanne 40. Le premier réservoir 34 contient du fluide caloporteur  
35 maintenu à une température inférieure à la température du fluide caloporteur parcourant la boucle d'échange thermique 25. La température du fluide caloporteur provenant du premier réservoir 34 est, par exemple, comprise entre 10 et 30°C.

De façon similaire, le dispositif de désencrassement 16 comporte un deuxième réservoir 42 relié à la conduite 32 par une conduite 44 d'évacuation de fluide caloporteur. La conduite d'évacuation 44 est munie d'une vanne papillon 46. La  
5 conduite 30 est équipée d'une vanne 48. Le deuxième réservoir 42 est destiné à recevoir le fluide caloporteur évacué de la boucle d'échange thermique 25.

En variante, le dispositif de désencrassement 16 ne comporte pas de deuxième réservoir 42 et la conduite d'évacuation 44 est reliée au premier réservoir 34.  
10

En variante, le premier et le deuxième réservoirs 34, 42 sont remplacés par un réseau de distribution de fluide caloporteur.

Au cours des phases de fonctionnement normal 20, les vannes 40 et 48 sont  
15 ouvertes, les vannes 38 et 46 sont fermées et le premier 8 et le deuxième 9 organes de distribution sont dans les positions 8a et 9a. Le fluide caloporteur traverse le premier échangeur de chaleur 2. Il est refroidit par les gaz chaud qui traverse le conduit 1a. Puis, le fluide caloporteur parcourt le deuxième échangeur de chaleur 26. Il est alors refroidit par le liquide de refroidissement.

20 Au cours des phases de désencrassement 22, le premier 8 et le deuxième 9 organes de distribution sont dans les positions 8b et 9b. Les gaz chaud chargés en poussières et en polluants passent par le conduit de by-pass 1b. L'échangeur de chaleur 2 est nettoyé, par exemple, par des jets d'eau non représentés. Les vannes 40  
25 et 48 sont fermées. Les vannes 38 et 46 sont ouvertes. Du « nouveau » fluide caloporteur froid provenant du premier réservoir 34 est injecté dans la boucle d'échange thermique 25, tandis que « l'ancien » fluide caloporteur de la boucle d'échange thermique 25 est évacué vers le deuxième réservoir 42.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de désencrassement d'un premier échangeur de chaleur (2) utilisé pour le refroidissement de gaz chaud chargé en poussières et polluants, provenant de cuves d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium; ledit premier échangeur de chaleur (2) comportant au moins un tube (5) dans lequel circule un fluide caloporteur (6) froid apte à refroidir le gaz chaud (3); ledit procédé comportant les étapes suivantes:
  - circulation du gaz chaud (3) dans un circuit principal (1a) au cours de phases de fonctionnement normal, ledit premier échangeur de chaleur (2) étant agencé dans ledit circuit principal (1a), des dépôts solides (7) de poussières et polluants étant formés sur les parois du tube (5) du premier échangeur de chaleur (2); et
  - circulation du gaz (3) dans un circuit de by-pass (1b) du premier échangeur de chaleur (2) au cours de phases de désencrassement (22),caractérisé en ce que le procédé comporte en outre une étape d'abaissement de la température du fluide caloporteur (6) au cours des phases de désencrassement (22); le choc thermique résultant de l'arrêt de l'écoulement du gaz chaud conduisant à des dilatations différentes entre les dépôts solides (7) et le tube (5) du premier échangeur de chaleur (2); ces dilatations provoquant le craquage des dépôts solides (7) et leur décollement du tube (5) du premier échangeur de chaleur (2).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un déplacement d'au moins un organe de distribution (8, 9) entre une position d'ouverture du circuit principal (1a) et de fermeture du circuit de by-pass (1b) pour faire circuler le gaz chaud (3) dans le circuit principal (1a) au travers du premier échangeur de chaleur (2) et une position d'ouverture du circuit de by-pass (1b) et de fermeture du circuit principal (1a) pour faire circuler le gaz chaud (3) dans le circuit de by-pass (1b).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les phases de désencrassement (22) sont répétées périodiquement.
4. Dispositif (16) de désencrassement d'échangeur de chaleur (2) utilisé pour le refroidissement de gaz chaud chargé en poussières et polluants, provenant de cuves

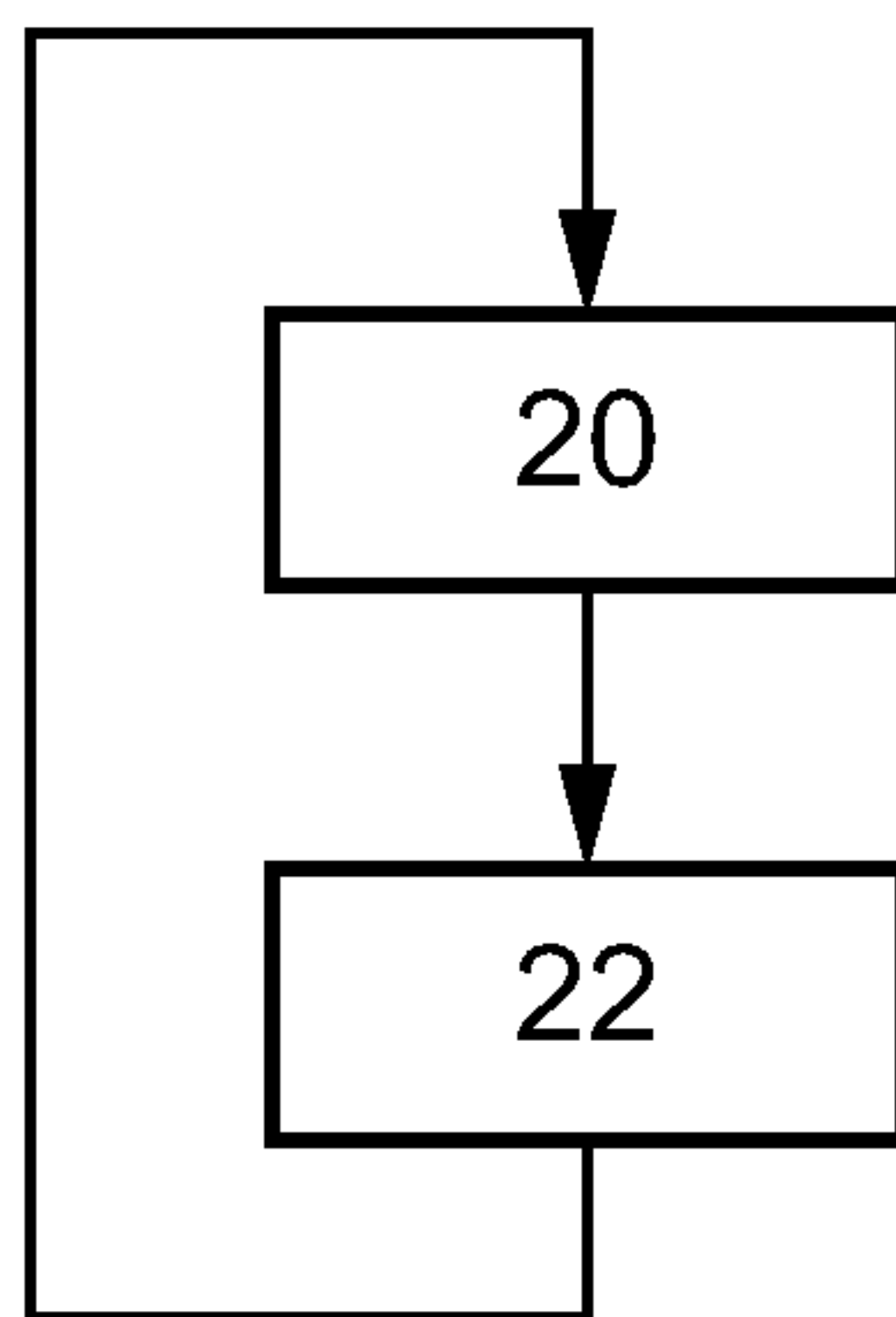
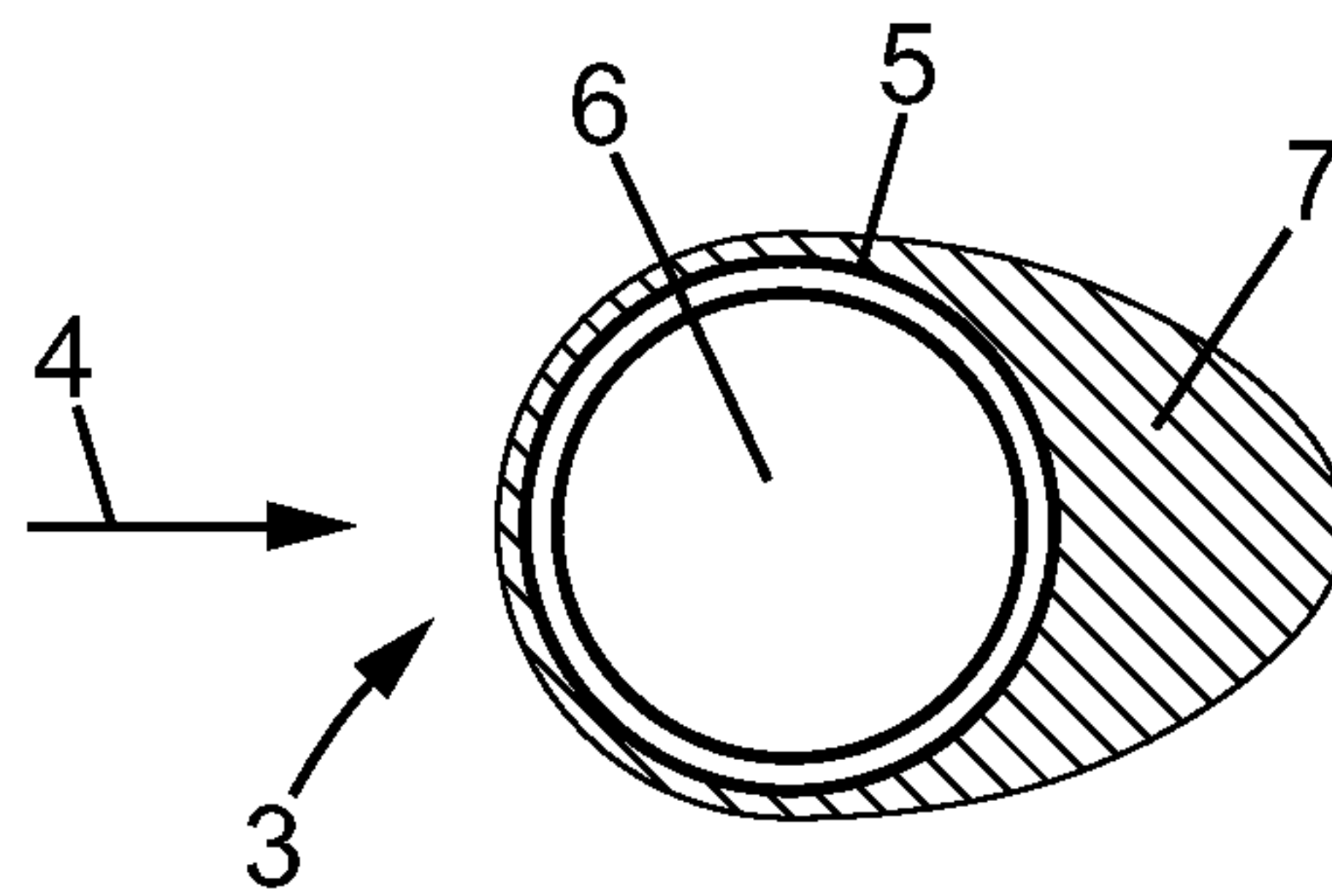
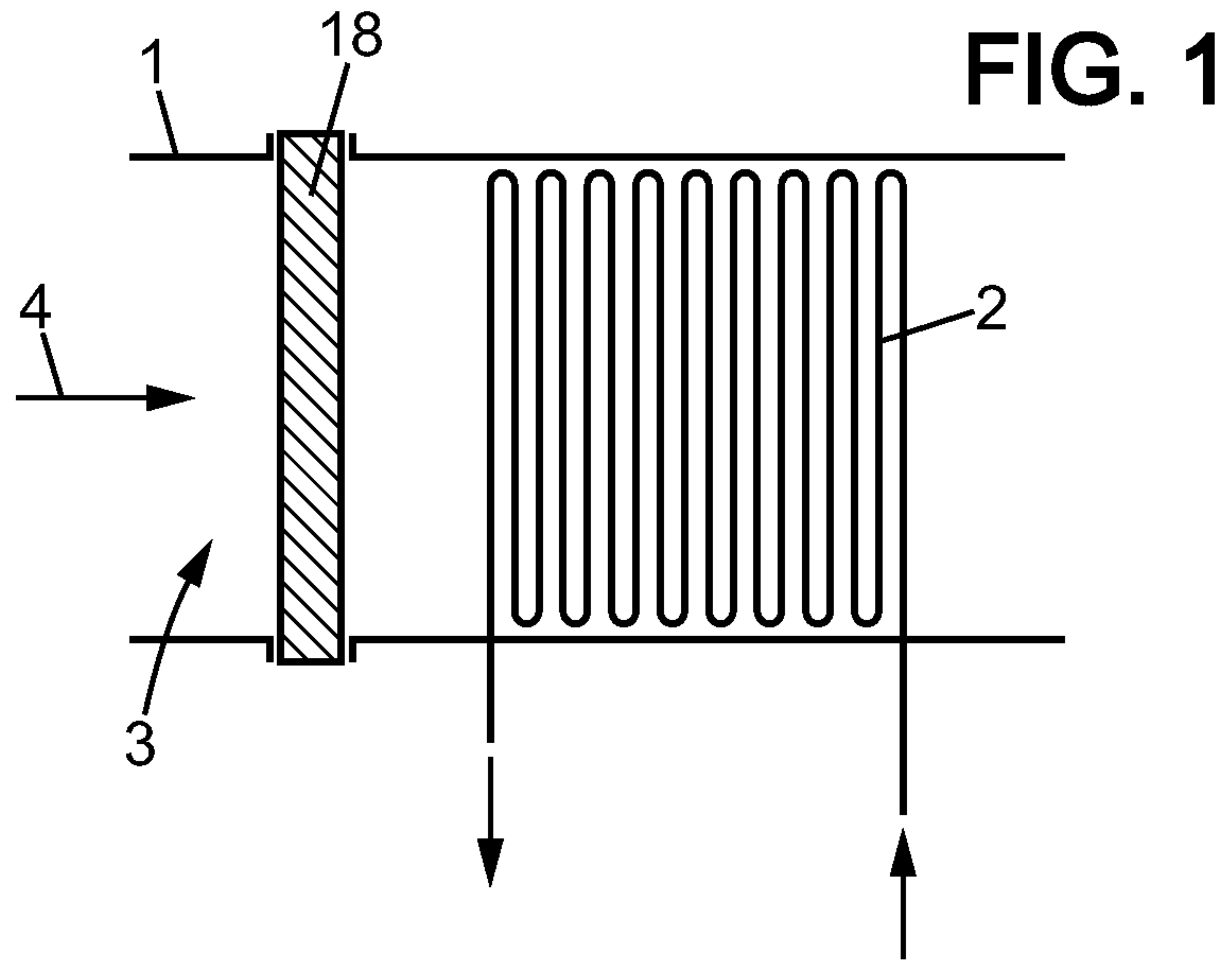
d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium, ledit dispositif (16) comprenant:

- au moins un premier échangeur de chaleur (2) comportant au moins un tube (5) dans lequel circule un fluide caloporteur (6) froid apte à refroidir ledit gaz chaud (3),
- un circuit principal (1a) dans lequel ledit premier échangeur de chaleur (2) est agencé, ledit gaz chaud (3) étant propre à circuler dans ledit circuit principal (1a) lors de phases de fonctionnement normal (20); des dépôts solides (7) de poussières et polluants étant formés sur les parois du tube (5) du premier échangeur de chaleur (2);
- un circuit de by-pass (1b) du premier échangeur de chaleur (2) dans lequel ledit gaz chaud (3) circule pendant des phases de désencrassement (22) dudit premier échangeur de chaleur (2);
- au moins un organe de distribution (8) apte à conduire ledit gaz chaud (3) dans le circuit principal (1a) pendant les phases de fonctionnement normal (20) et dans le circuit de by-pass (1b) pendant les phases de désencrassement (22) du premier échangeur de chaleur (2),

caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif d'abaissement (24) de la température du fluide caloporteur (6) propre à abaisser la température du fluide caloporteur (6), au cours de phases de désencrassement (22); le choc thermique résultant de l'arrêt de l'écoulement du gaz chaud conduisant à des dilatations différentes entre les dépôts solides et le tube (5) du premier échangeur de chaleur (2), ces dilatations provoquant le craquage des dépôts solides (7) et leur décollement du tube (5) du premier échangeur de chaleur (2).

5. Dispositif (16) selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit principal (1a) comprend une trémie (14) disposée sous le premier échangeur de chaleur (2), et une goulotte (15) pour collecter et évacuer les dépôts solides (7) arrachés lors des phases de désencrassement (22).
6. Dispositif (16) selon la revendication 5, caractérisé en ce que la goulotte (15) comprend au moins deux organes de sectionnement (10) et (11) dont l'un est en position ouverte et l'autre en position fermée.

7. Dispositif (16) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que le dispositif d'abaissement (24) de la température comporte un deuxième échangeur de chaleur (26) relié au premier échangeur de chaleur (2) pour refroidir le fluide caloporteur; le deuxième échangeur de chaleur (26) comportant au moins un tube dans lequel circule le fluide caloporteur; le deuxième échangeur de chaleur (26) étant traversé par un fluide de refroidissement.
8. Dispositif (16) selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le dispositif d'abaissement (24) de la température comporte en outre un dispositif d'amené (34) du fluide caloporteur connecté à l'extrémité d'entrée (30) du premier échangeur de chaleur (2) et un dispositif d'évacuation (42) de fluide caloporteur connecté à l'extrémité de sortie (31) du premier échangeur de chaleur (2).
9. Dispositif (16) selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte un premier organe de distribution (8) agencé en amont du premier échangeur de chaleur (2) et un deuxième organe de distribution (9) agencé en aval du premier échangeur de chaleur (2).



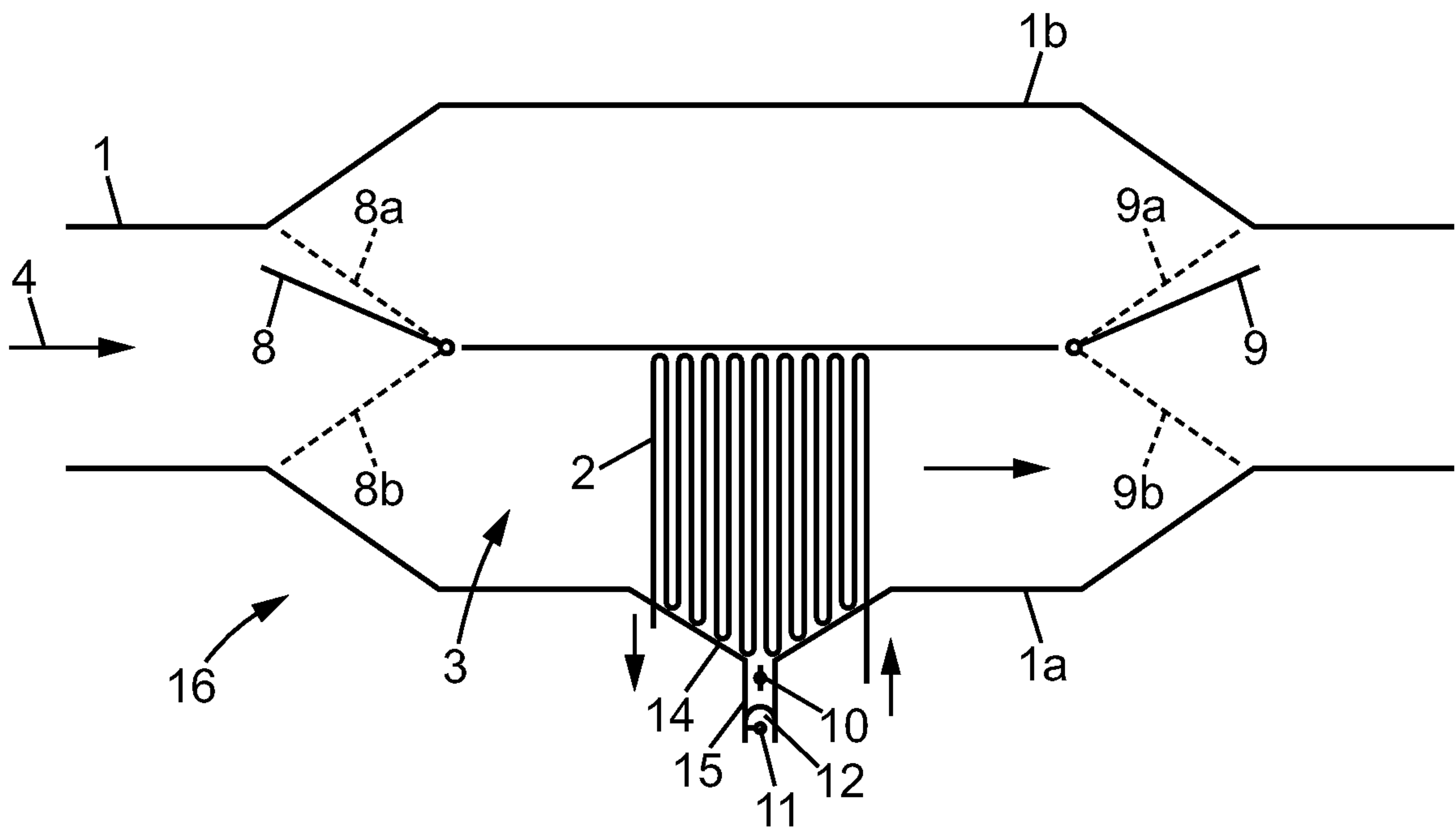


FIG. 3

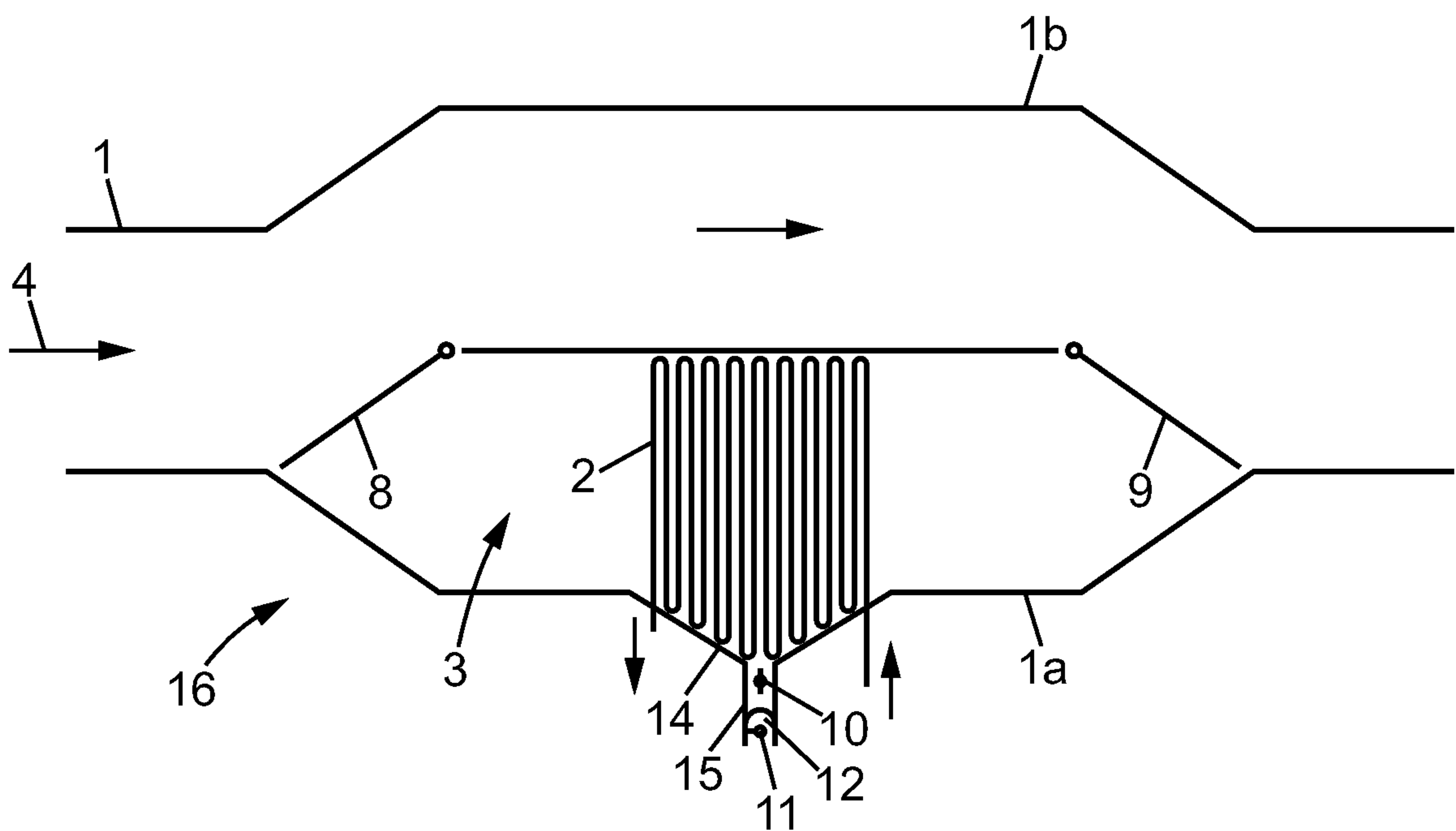


FIG. 4

