



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 410 294 B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(49) Date de publication de fascicule du brevet: **01.03.95** (51) Int. Cl.⁶: **C21D 9/52, C21D 9/56**

(21) Numéro de dépôt: **90113801.6**

(22) Date de dépôt: **19.07.90**

(54) **Procédé et dispositif permettant de traiter thermiquement des feuilles métalliques.**

(30) Priorité: **26.07.89 FR 8910323**

(43) Date de publication de la demande:
30.01.91 Bulletin 91/05

(45) Mention de la délivrance du brevet:
01.03.95 Bulletin 95/09

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

(56) Documents cités:
EP-A- 0 326 005 DE-A- 1 811 121
DE-A- 2 111 631 DE-C- 1 075 136
FR-A- 2 311 854 US-A- 1 944 743
US-A- 3 950 192

(73) Titulaire: **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN - MICHELIN & CIE**
12, Cours Sablon
F-63040 Clermont-Ferrand Cédex (FR)

(72) Inventeur: **Reiniche, André**
205, avenue de la Libération
F-63000 Clermont-Ferrand (FR)
Inventeur: **Sauvage, Philippe**
22, Chemin des Gannes
F-63119 Chateaugay (FR)
Inventeur: **van den Berghe, Paul**
34, rue des Bourrages
F-63119 Chateaugay (FR)

(74) Mandataire: **Doussaint, Jean-Marie et al**
MICHELIN & CIE
Service K. Brevets
23, Place des Carmes
F-63040 Clermont-Ferrand Cedex (FR)

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 410 294 B1

Description

L'invention concerne les procédés et les dispositifs permettant de traiter thermiquement des feuillets métalliques.

Les demandes de brevets français 88/00904 (FR-A-2 626 290) et 88/08425 (FR-A-2 632 973) décrivent des procédés et des dispositifs permettant d'effectuer des traitements de perlitisations et d'austénitisation de fils métalliques en utilisant des tubes qui contiennent des gaz pratiquement dépourvus de ventilation forcée.

Ces procédés et ces dispositifs présentent les avantages suivants :

- simplicité, coûts d'investissement et de fonctionnement peu élevés, car on évite l'emploi de métaux ou de sels fondus ainsi que l'emploi de compresseurs ou de turbines qui seraient nécessaires avec une circulation de gaz forcée ;
- on peut obtenir une loi de refroidissement précise et éviter le phénomène de recalcination dans le cas de la perlitisations ;
- on peut faire varier le diamètre des fils dans de larges limites, pour une même installation ;
- dans le cas de la perlitisations, on évite tout problème d'hygiène et un nettoyage du fil n'est pas nécessaire puisqu'on évite l'emploi de métaux ou de sels fondus.

Le but de l'invention est de généraliser ces avantages au cas du traitement thermique de feuillets métalliques.

En conséquence, l'invention concerne un procédé défini par la revendication principale 1 de procédé, et un dispositif défini par la revendication principale 9 de dispositif.

Les feuillets traités selon l'invention peuvent être utilisés par exemple pour renforcer des articles, en particulier des enveloppes de pneumatiques.

L'invention sera aisément comprise à l'aide des exemples non limitatifs qui suivent et des figures toutes schématiques relatives à ces exemples.

Sur le dessin :

- la figure 1 représente en coupe longitudinale un dispositif conforme à l'invention ;
- la figure 2 représente le dispositif de la figure 1, en coupe transversale, la coupe de la figure 2 étant schématisée par les segments de lignes droites II-II à la figure 1 ;
- la figure 3 représente en coupe transversale un autre dispositif conforme à l'invention ;
- la figure 4 représente en coupe longitudinale un autre dispositif conforme à l'invention ;
- la figure 5 représente vu de dessus une partie d'un autre dispositif conforme à l'in-

vention avec des ailettes ;

- la figure 6 représente en coupe longitudinale une partie des ailettes du dispositif représenté à la figure 5 ;
- la figure 7 représente, vu de dessus, une partie d'un autre dispositif conforme à l'invention ;
- la figure 8 représente, en coupe longitudinale un autre dispositif conforme à l'invention, cette coupe étant schématisée par les segments de ligne droite VIII-VIII à la figure 9 ;
- la figure 9 représente, vu de dessus, une partie du dispositif représenté à la figure 8.

Le terme "feuillelet" doit être pris dans un sens général et englobe tout élément allongé présentant une section perpendiculaire à sa direction longitudinale qui ait une largeur notablement supérieure à son épaisseur, cet élément pouvant avoir la forme d'une plaque sensiblement plane, ou la forme d'un profilé. De préférence le rapport entre la largeur du feuillelet et son épaisseur est au moins égal à 10, la largeur du feuillelet étant déterminée en suivant la surface du feuillelet, sur sa section perpendiculaire à sa direction longitudinale.

Les figures 1 et 2 représentent un dispositif 100 conforme à l'invention permettant de traiter thermiquement un feuillelet métallique 1. La figure 1 est une coupe du dispositif 100 effectuée selon la longueur du feuillelet et la figure 2 est une coupe de ce dispositif perpendiculairement à la longueur du feuillelet.

La coupe de la figure 1 est schématisée par les segments de ligne droite I-I à la figure 2, et la coupe de la figure 2 est schématisée par les segments de ligne droite II-II à la figure 1.

Le dispositif 100, permettant de traiter thermiquement le feuillelet 1, comporte une enceinte 2 contenant un gaz 3 pratiquement dépourvu de ventilation forcée.

Le dispositif 100 comporte des moyens permettant de faire défiler le feuillelet 1 dans l'enceinte 2, ces moyens, non représentés dans un but de simplification étant des moyens connus, par exemple des rouleaux sur lesquels s'enroule le feuillelet 1 au moins un de ces rouleaux étant actionné par un moteur.

Le terme "pratiquement dépourvu de ventilation forcée" veut dire que le gaz 3 dans l'enceinte 2 est soit immobile, soit soumis à une faible ventilation qui ne modifie pratiquement pas les échanges thermiques entre le feuillelet 1 et le gaz 3, cette faible ventilation étant par exemple due uniquement au déplacement du feuillelet 1 lui-même.

Le déplacement du feuillelet 1 dans l'enceinte 2 est schématisé par la flèche F à la figure 1.

Le dispositif 100 comporte un fluide caloporteur 4 circulant à l'extérieur de l'enceinte 2 dans l'enveloppe 5 creuse entourant l'enceinte 2. Le

fluide caloporteur 4 arrive dans l'enveloppe 5 par la tubulure 6, et ressort par la tubulure 7, la circulation du fluide caloporteur 4 étant schématisée par les flèches F_4 à la figure 1. Les moyens connus utilisés pour faire circuler le fluide 4 ne sont pas représentés dans un but de simplification, ces moyens comportant par exemple une pompe. Le fluide 4 est par exemple de l'eau. Lors du traitement thermique un transfert de chaleur s'effectue entre le feuillard 1 et les parois 2a de l'enceinte 2, situées en face du feuillard 1, par l'intermédiaire du gaz 3. Le transfert de chaleur s'effectue également entre les parois 2a et le fluide 4. L'enceinte 2 et l'enveloppe 5 sont réalisées avec des matières conduisant la chaleur, par exemple des matières métalliques, le transfert s'effectuant du feuillard 1 vers le fluide 4, dans le cas d'un traitement de refroidissement du feuillard 1.

Les guides 8, par exemple en céramique, assurent le guidage du feuillard 1.

Le coefficient K_T est donné par la relation

$$K_T = \frac{J}{C} \times E^2$$

J étant l'épaisseur réglable exprimée en millimètres de la couche de gaz 3 entre le feuillard 1 et l'enceinte 2, E étant l'épaisseur du feuillard exprimée en millimètres, C étant la conductibilité thermique du gaz 3 déterminée à 600°C et exprimée en $\text{watts.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. De préférence J est au moins égal à 0,2 mm et au plus égal à 2 mm. Ce coefficient K_T est choisi en fonction du traitement thermique à effectuer comme décrit ultérieurement. De préférence on a la relation $0,01 \leq K_T \leq 100$. D représente la distance entre les parois 2a, mesurée dans le sens de l'épaisseur E et l'on a : $D = 2J + E$. La largeur du feuillard 1 est représentée par L.

Le gaz 3 peut être de nature très diverse, par exemple l'hydrogène, l'azote, l'hélium, un mélange d'hydrogène et d'azote, d'hydrogène et de méthane, d'azote et de méthane, d'hélium et de méthane, d'hydrogène, d'azote et de méthane.

Le feuillard 1 représenté aux figures 1 et 2 a la forme d'une plaque plane, mais l'invention s'applique aux cas où le feuillard a une forme qui n'est pas plane. C'est ainsi que le dispositif 200, conforme à l'invention, représenté à la figure 3 permet de traiter un feuillard 1 ayant une forme en équerre, l'enceinte 2 étant alors adaptée pour qu'il y ait une épaisseur J pratiquement constante de gaz 3 entre le feuillard 1 et l'enceinte 2 qui est par exemple elle-même disposée dans l'enveloppe extérieure 5 de forme cylindrique. L'épaisseur J peut être adaptée au traitement thermique à effectuer ou au feuillard. Par exemple dans le dispositif 300, conforme à l'invention, représenté à la figure 4 le réglage de l'épaisseur J est réalisé à l'aide de tiges 12 de section hémicylindrique tournant autour d'un axe 0,

ce qui modifie la distance entre les parois 2a de l'enceinte 2. D'autres moyens sont utilisables, par exemple des vis.

Les figures 3 et 4 sont des coupes effectuées respectivement perpendiculairement à la direction longitudinale du feuillard 1, et longitudinalement.

La figure 5 représente un autre dispositif 400 conforme à l'invention, la figure 5 étant une vue de dessus du dispositif, l'enveloppe 5 étant supposée enlevée. Chaque paroi 2a comporte des ailettes 20 disposées du côté du fluide 4 pour améliorer les échanges thermiques entre la paroi 2a et le fluide 4. Ces ailettes 20 ont une orientation perpendiculaire à la direction longitudinale du feuillard 1, schématisée par la flèche F. Des déflecteurs 21 permettent au fluide 4 de circuler en chicane entre la tubulure 6 d'arrivée et la tubulure 7 de sortie. Cette disposition permet de favoriser les échanges thermiques entre le feuillard 1 et le fluide 4.

La figure 6 représente quatre ailettes 20 en coupe selon un plan perpendiculaire au feuillard 1, selon la direction longitudinale de ce feuillard. On voit sur la figure 6 que les ailettes 20 ont une hauteur H entre l'enceinte 2 et le joint 9 d'étanchéité, ces ailettes étant séparées par la distance R, l'épaisseur des ailettes étant représentée par Ea.

La figure 7 représente vu de dessus la circulation du fluide caloporteur 4 d'un autre dispositif 500 conforme à l'invention. Ce dispositif 500 est analogue au dispositif 400 avec la différence que les ailettes 20 sont orientées selon la longueur du feuillard, c'est-à-dire parallèlement à la flèche F, l'alimentation 6 et la sortie 7 du fluide 4 s'effectuant d'un même côté du dispositif par rapport au sens de défilement F.

Dans ce dispositif, le fluide 4 s'écoule parallèlement à la longueur du feuillard mais selon des sections de sens opposés grâce à un/ou plusieurs déflecteurs 21, disposés également dans le sens de la longueur du feuillard, un seul de ces déflecteurs 21 étant représenté à la figure 7 dans un but de simplification.

L'invention concerne également les dispositifs dépourvus de fluides caloporteurs comme par exemple le dispositif 600 représenté à la figure 8. Les parois 2a de l'enceinte 2 de ce dispositif 600 sont formées par deux plaques en céramiques 30 séparées par la distance D. Ces plaques 30 comportent des rainures 31 dans lesquelles sont disposées des résistances électriques chauffantes 32 au contact des plaques 30. A titre d'exemple, chaque plaque 30 comporte une rainure dans laquelle est disposée une résistance 32, cette résistance ayant la forme d'un serpentin, comme représenté à la figure 9 qui est une vue de dessus d'une plaque 30 avec sa résistance 32. Ce dispositif 600 est utilisé pour chauffer le feuillard 1 ou pour empêcher son refroidissement.

Exemples de réalisation

Les exemples qui suivent sont destinés à décrire des traitements thermiques de feuillards effectués conformément à l'invention.

Tous les feuillards traités sont à titre d'exemple sous forme de plaques planes, c'est-à-dire qu'ils ont une section perpendiculaire à la direction longitudinale qui a une forme rectangulaire.

Exemple 1

Traitement d'un acier à deux phases (dual phase).

Ce traitement consiste à chauffer le feuillard pour obtenir une austénite homogène et à le refroidir pour obtenir une structure ferrite + bainite.

- caractéristiques du feuillard : épaisseur E = 3,5 mm ; largeur L : 550 mm ;
- composition de l'acier de ce feuillard : C : 0,10 % ; Mn : 0,65 % ; Si : 0,5 % ; S = 0,007 % ; P : 0,015 % ; Al : 0,03 % ; Cu : 0,25 % ; Nb : 0,02 % ;
- vitesse de défilement : 0,5 m/s .

L'installation de traitement du feuillard comporte 3 sections : une section de chauffage et deux sections de refroidissement, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Section de chauffage
On utilise deux éléments en série, analogues au dispositif 600 précédemment décrit. Puissance nominale totale du premier élément 3000 kW et du deuxième élément 1600 kW. Régulation de la température par caméra infrarouge. Nature du gaz 3 : hydrogène pur ; température des plaques 30 : 1200 °C ; épaisseur J : 0,25 mm ; température du feuillard : à l'entrée 20 °C à la sortie 850 ± 3 °C. Temps de séjour du feuillard dans la section de chauffage : 4,8 s. Pour cette section, $K_T = 7,29$.
- Première section de refroidissement
On utilise deux éléments en série analogues au dispositif 500, mais sans ailettes, avec 5 déflecteurs 21, de chaque côté de l'enceinte 2. Débit d'eau 11 l/s. Nature du gaz 3 : mélange d'hydrogène et d'azote, avec 60 % en volume d'hydrogène, J = 1,7 mm. Température du feuillard à l'entrée 850 °C ; à la sortie 750 °C, pour un temps de séjour du feuillard de 10 s.
Pour cette section de refroidissement, on a $K_T = 94,66$;
- Deuxième section de refroidissement :
Cette section comporte un élément analogue au dispositif 400 avec des ailettes et 5 déflecteurs 21 de chaque côté de l'enceinte 2.

Débit d'eau 40 l/s. Nature du gaz 3 : de l'hydrogène pur. J = 0,2 mm. Température du feuillard : à l'entrée 750 °C à la sortie 350 °C, pour un temps de séjour du feuillard de 4 s. $K_T = 5,83$.

Résultats obtenus par ce traitement total :

Structure de l'acier ferrite (85 %) + bainite

Limite élastique : 480,7 MPa.

Contrainte à la rupture en traction : 612,5 MPa

Allongement à la rupture : 29 %

La limite élastique est la contrainte pour laquelle il existe un allongement rémanent de 0,2 %.

De préférence, pour un tel traitement d'acier à deux phases, l'ensemble du procédé de traitement thermique est effectué de telle sorte qu'on ait la relation :

$$4 \leq K_T \leq 100.$$

Exemple 2

Cet exemple concerne le traitement d'un acier au carbone à structure martensitique revenue, conformément au brevet FR 2 311 854.

On utilise un feuillard d'épaisseur E 100 µm et de largeur L 300 mm obtenu par laminage à froid d'un feuillard d'épaisseur 2 mm dont l'acier a la composition suivante : C : 0,085 % ;

Mn : 0,3 % ; Si : 0,05 % ; S : 0,024 % ; P : 0,024 % ;

Cu : 0,056 % ; Cr : 0,05 % ; Ni : 0,025 % ; N : 0,003 % ;

O total : 0,0145 %.

Vitesse de défilement du feuillard : 1 m/s.

L'installation comporte 8 sections, correspondant aux 8 phases du procédé.

- Phase 1 : Cémentation.

On utilise deux éléments en série conformes au dispositif 600, chacun ayant une longueur de 2 m, puissances nominales de chauffage : 1er élément : 150 kW ; 2e élément : 50 kW. J = 0,8 mm ; $K_T = 0,019$.

Le gaz de cémentation a la composition suivante : H₂ : 85 % ; CH₄ : 12 % ; N₂ : 3 % (% volumétriques).

Températures du feuillard : à l'entrée 20 °C, à la sortie : 1000 °C.

La teneur en carbone à la sortie du four de cémentation est de 0,8 %. De préférence, lors de cette cémentation d'acier doux, on obtient un acier comportant entre 0,4 et 0,9 % de carbone. Le produit C % x 0 % est de $11,6 \times 10^{-3}$. La résistance à la rupture en traction est de 110 kg/mm².

- Phase 2 : Austénitisation

Cette phase comporte deux étapes : montée en température et maintien en température.

- Montée en température :
- Dans cette étape, le feuillard est chauffé de façon à obtenir une austénite homogène (bonne mise en solution des carbures). On utilise deux éléments en série conformes au dispositif 600. Puissances nominales : pour le premier élément 100 kW, pour le deuxième élément : 60 kW. $J = 0,8$ mm. Nature du gaz 3 : hydrogène pur. Températures du feuillard : à l'entrée 20 °C, à la sortie 950 ± 3 °C. Temps de séjour du feuillard : 1,5 s. Lors de cette étape on a $K_T = 0,019$.
- Maintien en température :
- Utilisation d'un élément conforme au dispositif 600, puissance nominale de chauffage : 50 kW ; Nature du gaz 3 : hydrogène pur ; $J = 2$ mm. Le feuillard est maintenu à 950 ± 3 °C. Temps de séjour du feuillard : 1 s. Lors de cette étape on a $K_T = 0,048$.
- Phase 3 : Premier refroidissement rapide. Utilisation de deux éléments en série analogues au dispositif 400, avec des ailettes, chaque élément comportant 5 déflecteurs de chaque côté de l'enceinte 2. Débit total d'eau pour cette phase : 1,5 l/s. Nature du gaz 3 : mélange $H_2 + N_2$ avec 75 % en volume de H_2 . $J = 0,7$ mm. Températures du feuillard : à l'entrée : 950 °C ; à la sortie 500 °C. Temps de séjour du feuillard : 0,5 s. Lors de cette phase on a $K_T = 0,025$.
- Phase 4 : Premier refroidissement lent. Utilisation de deux éléments en série analogues au dispositif 500, mais sans ailette, chaque élément comportant 5 déflecteurs 21 de chaque côté de l'enceinte 2. Débit total d'eau 1,3 l/s. Nature du gaz 3 : mélange $H_2 + N_2$, avec 75 % en volume de H_2 . $J = 1$ mm. Températures du feuillard : à l'entrée : 500 °C, à la sortie : 50 °C. Temps de séjour du feuillard : 3 s. Pour cette phase on a $K_T = 0,036$.
- Phase 5 : Austénitisation à basse température. Dans cette phase on effectue une austénitisation à faible température, avec un faible temps de maintien au dessus de AC3, ce qui évite le grossissement du grain d'austénite et permet une amélioration des caractéristiques mécaniques du produit. On utilise deux éléments de chauffage analogues au dispositif 600. Puissances nominales de chauffage : 1er élément : 85 kW, 2e élément 45 kW. Régulation de la température par caméra infrarouge. Nature du gaz 3 : hydrogène pur ; $J = 2,2$ mm.
- Températures du feuillard : à l'entrée : 20 °C, à la sortie : 800 ± 3 °C. Temps de séjour du feuillard : 1,5 s. Pour cette phase on a $K_T = 0,052$.
- Phase 6 : Deuxième refroidissement rapide. On utilise deux éléments conformes au dispositif 500, mais sans ailette, chaque élément comportant 5 déflecteurs 21 de chaque côté de l'enceinte 2. Débit total d'eau : 1 l/s. Nature du gaz 3 : mélange $H_2 + N_2$ avec 60 % en volumes de H_2 , $J = 1,5$ mm. Températures du feuillard : à l'entrée : 800 °C, à la sortie 500 °C. Temps de séjour du feuillard : 0,5 s. Pour cette phase on a $K_T = 0,068$.
- Phase 7 : Deuxième refroidissement lent. Conditions identiques à la phase 4.
- Phase 8 : Revenu rapide. Cette phase comporte une étape de montée en température et une étape de maintien en température.
- Etape de montée en température :
- On utilise un élément conforme au dispositif 600. Puissance nominale de chauffage 50 kW. Nature du gaz 3 : H_2 pur, $J = 1,3$ mm. Températures du feuillard : à l'entrée : 20 °C, à la sortie : 350 ± 3 °C. Temps de séjour du feuillard : 0,5 s. Pour cette étape on a $K_T = 0,031$.
- Etape de maintien en température :
- On utilise un élément conforme au dispositif 600. Puissance nominale : 30 kW. Régulation de la température du feuillard à la sortie par caméra infrarouge. Nature du gaz 3 : H_2 pur, $J = 2$ mm. Températures du feuillard : à l'entrée et à la sortie : 350 ± 3 °C. Temps de séjour du feuillard : 2,5 s. Pour cette étape on a $K_T = 0,048$.
- Le feuillard obtenu à la fin de ce traitement à huit phases, a les caractéristiques suivantes :
- Teneur en carbone : 0,8 % ; Produit C % x 0 % = $16,6 \times 10^{-3}$; Résistance à la rupture en traction : 2630 MPa. Allongement : 5,3 %.
- De préférence, dans le cas du traitement d'un acier au carbone dans le but d'obtenir une structure martensitique, on a la relation $0,01 \leq K_T \leq 0,1$.

Exemple 3

Cet exemple concerne le chauffage d'un feuillard d'acier avant galvanisation par trempage dans un bain de zinc fondu. Ce préchauffage est réalisé

avec un dispositif 600 dont la puissance nominale de chauffage est de 1300 kW. Dimensions du feuillard : épaisseur E : 2 mm, largeur L : 1000 mm, J = 0,4 mm.

Vitesse de défilement du feuillard : 0,2 m/s. Températures du feuillard : à l'entrée : 25 °C, à la sortie 620 ± 3 °C ; gaz utilisé : H₂ pur.

Temps de séjour du feuillard : 3,25 s.

Dans cet exemple on a $K_T = 3,81$.

De préférence, pour préchauffage avant galvanisation, on a :

$$1 \leq K_T \leq 10.$$

Exemple 4

Cet exemple décrit un traitement de perlitisa-tion d'un feuillard d'acier avec une phase de chauffage et deux phases de refroidissement.

La composition de l'acier utilisé est la suivante :

C : 0,80 % ; Mn : 0,69 % ; Si : 0,21 % ; S : 0,025 % ;

P : 0,018 % ; Al : 0,081 % ; Ca : 0,044 % ; Cr : 0,059 % ;

Ni : 0,015 %.

Dimensions du feuillard : épaisseur E : 2 mm, largeur L : 300 mm. Vitesse de défilement : 0,5 m/s.

- Phase de chauffage :

Dans cette phase on réalise l'austénitisation. On utilise un dispositif 600 dont la puissance nominale de chauffage est de 1700 kW. Nature du gaz 3 : H₂ pur ; J = 0,25 mm. Températures du feuillard : à l'entrée 20 °C, à la sortie 980 ± 3 °C. Temps de séjour du feuillard : 5 s. Pour cette phase on a $K_T = 2,38$.

- Première phase de refroidissement :

On utilise deux éléments en série analogues au dispositif 400, avec des ailettes, et, pour chaque élément, 5 déflecteurs 21 de chaque côté de l'enceinte 2. Débit total d'eau : 30 l/s ;

Nature du gaz 3 : H₂ pur ; J = 0,3 mm.

Température du feuillard : à l'entrée : 980 °C à la sortie :

250 °C. Temps de séjour du feuillard : 8 s.

Pour cette phase on a $K_T = 2,86$.

- Deuxième phase de refroidissement :

On utilise de façon connue un bac d'eau dans lequel on immerge le feuillard, ce qui permet d'amener le feuillard à la température ambiante.

Le feuillard ayant subi l'ensemble de ce traitement, a les caractéristiques suivantes :

- structure de l'acier : perlite à 100 % ;
- contrainte de rupture à la traction : 1150 MPa ;

- allongement à la rupture : 7 %.

Dans un tel traitement de perlitisa-tion, on a de préférence $1 \leq K_T \leq 8$.

Dans tous les exemples précédemment décrits, l'invention permet les avantages suivants :

- simplicité de mise en oeuvre ;
- souplesse des réglages ; ce qui permet de traiter des feuillards d'épaisseurs variables dans une même installation ;
- coûts d'investissement et de fonctionnement peu élevés car, par suite de l'absence de circulation forcée, on évite l'emploi de compresseurs ou de turbines, et on évite l'emploi de métaux ou de sels fondus ;
- on évite tout problème d'hygiène car on n'utilise pas de métaux ou de sels fondus, et un nettoyage du feuillard après traitement n'est pas nécessaire.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation précédemment décrits. En particulier l'invention couvre le cas où l'on traite simultanément plusieurs feuillards.

Revendications

1. Procédé pour traiter thermiquement au moins un feuillard métallique ayant la forme d'une plaque sensiblement plane ou d'un profilé, selon lequel on fait passer le feuillard dans une enceinte dont les parois sont parallèles aux surfaces du feuillard et contenant un gaz pratiquement dépourvu de ventilation forcée de telle sorte qu'un transfert de chaleur s'effectue entre le feuillard et les parois de l'enceinte par l'intermédiaire du gaz contenu dans l'enceinte, et selon lequel le coefficient K_T est défini par les relations :

$$K_T = (J/C) \times E^2 ; 0,01 \leq K_T \leq 100$$

J étant l'épaisseur de la couche de gaz entre le feuillard et l'enceinte, exprimée en millimètres, E étant l'épaisseur du feuillard, exprimée en millimètres, et C étant la conductibilité thermique du gaz déterminée à 600 °C et exprimée en watts.m⁻¹. °K⁻¹.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on a la relation $0,2 \text{ mm} \leq J \leq 2 \text{ mm}$.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on effectue un traitement de feuillard d'acier.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu' on prépare un feuillard d'acier à deux phases, ferrite et bainite, avec la relation $4 \leq K_T \leq 100$.

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on traite un feuillard de structure martensitique, avec la relation $0,01 \leq K_T \leq 0,1$.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on effectue un traitement de cémentation pour obtenir entre 0,4 et 0,9 % de carbone.

7. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on effectue un préchauffage avant d'effectuer un traitement de galvanisation du feuillard, avec la relation $1 \leq K_T \leq 10$.

8. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on effectue un traitement de perlitisa-
tion, avec $1 \leq K_T \leq 8$.

9. Dispositif pour traiter thermiquement au moins un feuillard métallique ayant la forme d'une plaque sensiblement plane ou d'un profité, le dispositif présentant les points suivants :

a) il comporte au moins une enceinte contenant un gaz pratiquement dépourvu de ventilation forcée, et des moyens permettant de faire passer au moins un feuillard dans l'enceinte ;

b) le dispositif est agencé pour qu'un transfert de chaleur s'effectue entre le feuillard et les parois de l'enceinte par l'intermédiaire du gaz contenu dans l'enceinte, le coefficient K_T étant défini par les relations :

$$K_T = (J/C) \times E^2 ; 0,01 \leq K_T \leq 100$$

J étant l'épaisseur de la couche de gaz entre le feuillard et l'enceinte, exprimée en millimètres, E étant l'épaisseur du feuillard, exprimée en millimètres, et C étant la conductibilité thermique du gaz déterminée à 600 °C et exprimée en watts.m⁻¹. °K⁻¹ ;

c) le dispositif comporte des moyens permettant de faire varier J.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on a : $0,2 \text{ mm} \leq J \leq 2 \text{ mm}$.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une résistance électrique au contact d'une paroi de l'enceinte.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens permettant de faire circuler un fluide caloporteur, à l'extérieur de l'enceinte.

Claims

1. A method for the heat-treatment of at least one metal strap in the form of a substantially flat plate or a structural section, in which the strap is passed through an enclosure having walls parallel to the surfaces of the strap and containing a gas which is practically without forced ventilation, in such a manner that a transfer of heat takes place between the strap and the walls of the enclosure by means of the gas contained in the enclosure, and in which the coefficient K_T is defined by the relationships:

$$K_T = (J/C) \times E^2 ; 0.01 \leq K_T \leq 100$$

J being the thickness of the layer of gas between the strap and the enclosure, expressed in millimetres, E being the thickness of the strap, expressed in millimetres, and C being the thermal conductivity of the gas determined at 600 °C and expressed in watt.m⁻¹. °K⁻¹.

2. A method according to Claim 1, characterised in that the relationship is $0.2 \text{ mm} \leq J \leq 2 \text{ mm}$.

3. A method according to any one of Claims 1 or 2, characterised in that a treatment of steel strap is carried out.

4. A method according to Claim 3, characterised in that a steel strap in two phases, ferrite and bainite, is prepared with the relationship $4 \leq K_T \leq 100$.

5. A method according to Claim 3, characterised in that a strap of martensitic structure is treated, with the relationship $0.01 \leq K_T \leq 0.1$.

6. A method according to Claim 5, characterised in that a cementation treatment is carried out in order to obtain between 0.4 and 0.9% carbon.

7. A method according to Claim 3, characterised in that preheating is effected before carrying out a galvanisation treatment of the strap, with the relationship $1 \leq K_T \leq 10$.

8. A method according to Claim 3, characterised in that a pearlitisation treatment is carried out with $1 \leq K_T \leq 8$.

9. A device for the heat-treatment of at least one metal strap in the form of a substantially flat plate or a structural section, the device having the following features:

(a) it comprises at least one enclosure containing a gas which is practically without forced ventilation and means permitting the passing of at least one strap through the enclosure;

(b) the device is arranged so that a transfer of heat takes place between the strap and the walls of the enclosure by means of the gas contained in the enclosure, the coefficient K_T being defined by the relationships:

$$K_T = (J/C) \times E^2; 0.01 \leq K_T \leq 100$$

J being the thickness of the layer of gas between the strap and the enclosure, expressed in millimetres, E being the thickness of the strap, expressed in millimetres, and C being the thermal conductivity of the gas determined at 600 °C and expressed in $\text{watt.m}^{-1} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$;

(c) the device has means making it possible to vary J.

10. A device according to Claim 9, characterised in that $0.2 \text{ mm} \leq J \leq 2 \text{ mm}$.

11. A device according to any one of Claims 9 or 10, characterised in that it has at least one electric resistor in contact with a wall of the enclosure.

12. A device according to any one of Claims 9 to 11, characterised in that it has means which make it possible to cause a heat-exchange fluid to flow on the outside of the enclosure.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wärmebehandlung wenigstens eines Metallbandes mit der Form einer im wesentlichen ebenen Platte oder eines Profils, gemäß dem man das Band in ein Gehäuse eintreten läßt, dessen Wände parallel zu den Oberflächen des Bandes sind und das ein von erzwungener Ventilation praktisch freies Gas derart enthält, daß ein Wärmeübergang zwischen dem Band und den Wänden des Gehäuses mittels des im Gehäuse enthaltenen Gases erfolgt, und gemäß dem der Koeffizient K_T durch die Beziehungen definiert wird:

$$K_T = (J/C) \times E^2; 0,01 \leq K_T \leq 100,$$

wobei J die in mm ausgedrückte Dicke der

Gasschicht zwischen dem Band und dem Gehäuse ist,

E die in mm ausgedrückte Dicke des Bandes ist, und

C die bei 600 °C bestimmte und in $\text{W.m}^{-1} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$ ausgedrückte Wärmeleitfähigkeit ist.

2. Verfahren nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die Beziehung $0,2 \text{ mm} \leq J \leq 2 \text{ mm}$ hat.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Stahlbandbehandlung vornimmt.

4. Verfahren nach dem Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Stahlband mit zwei Phasen, Ferrit und Bainit, mit der Beziehung $4 \leq K_T \leq 100$ herstellt.

5. Verfahren nach dem Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Band martensitischen Gefüges mit der Beziehung $0,01 \leq K_T \leq 0,1$ behandelt.

6. Verfahren nach dem Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Zementierungsbehandlung zum Erhalten von 0,4 bis 0,9 % Kohlenstoff vornimmt.

7. Verfahren nach dem Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man vor Durchführung einer Verzinkungsbehandlung des Bandes eine Vorerhitzung mit der Beziehung $1 \leq K_T \leq 10$ vornimmt.

8. Verfahren nach dem Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Perlitisierungsbehandlung mit $1 \leq K_T \leq 8$ vornimmt.

9. Vorrichtung zur Wärmebehandlung wenigstens eines Metallbandes mit der Form einer im wesentlichen ebenen Platte oder eines Profils, welche Vorrichtung die folgenden Merkmale aufweist:

a) sie weist wenigstens ein Gehäuse, das ein von erzwungener Ventilation praktisch freies Gas enthält, und Mittel auf, die ermöglichen, wenigstens ein Band in das Gehäuse eintreten zu lassen;

b) die Vorrichtung wird betrieben, so daß ein Wärmeübergang zwischen dem Band und den Wänden des Gehäuses mittels des

im Gehäuse enthaltenen Gases erfolgt, wobei der Koeffizient K_T durch die Beziehungen definiert wird:

$$K_T = (J/C) \times E^2; 0,01 \leq K_T \leq 100, \quad 5$$

wobei J die in mm ausgedrückte Dicke der Gasschicht zwischen dem Band und dem Gehäuse ist,

E die in mm ausgedrückte Dicke des Bandes ist, und 10

C die bei 600 °C bestimmte und in $W.m^{-1} \cdot ^\circ K^{-1}$ ausgedruckte Wärmeleitfähigkeit ist;

c) die Vorrichtung weist Mittel auf, die es ermöglichen, J variieren zu lassen. 15

- 10.** Vorrichtung nach dem Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet daß man $0,2 \text{ mm} \leq J \leq 2 \text{ mm}$ hat. 20

- 11.** Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie wenigstens einen elektrischen Widerstand im Kontakt mit einer Wand des Gehäuses aufweist. 25

- 12.** Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie Mittel aufweist, die ermöglichen, ein Wärmeübertragungsfluid an der Außenseite des Gehäuses zirkulieren zu lassen. 30

35

40

45

50

55

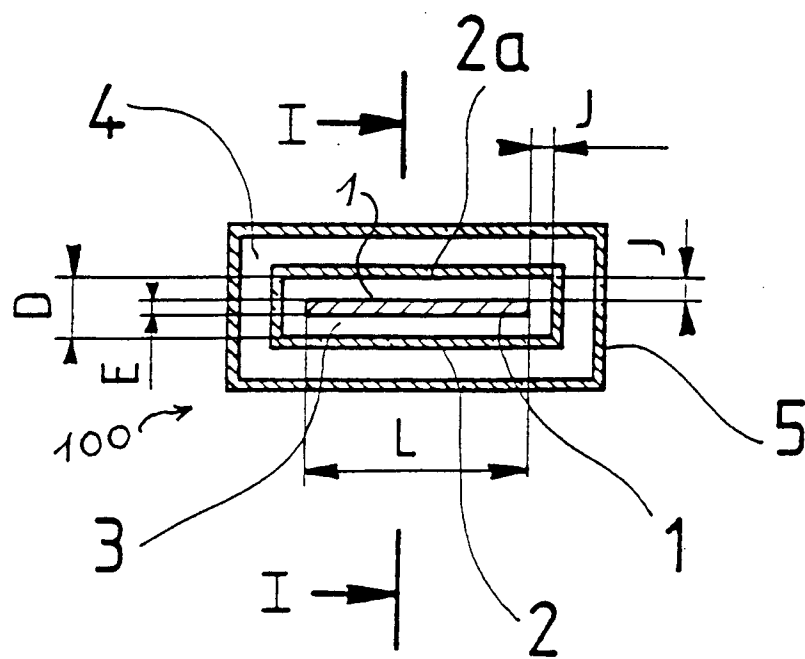
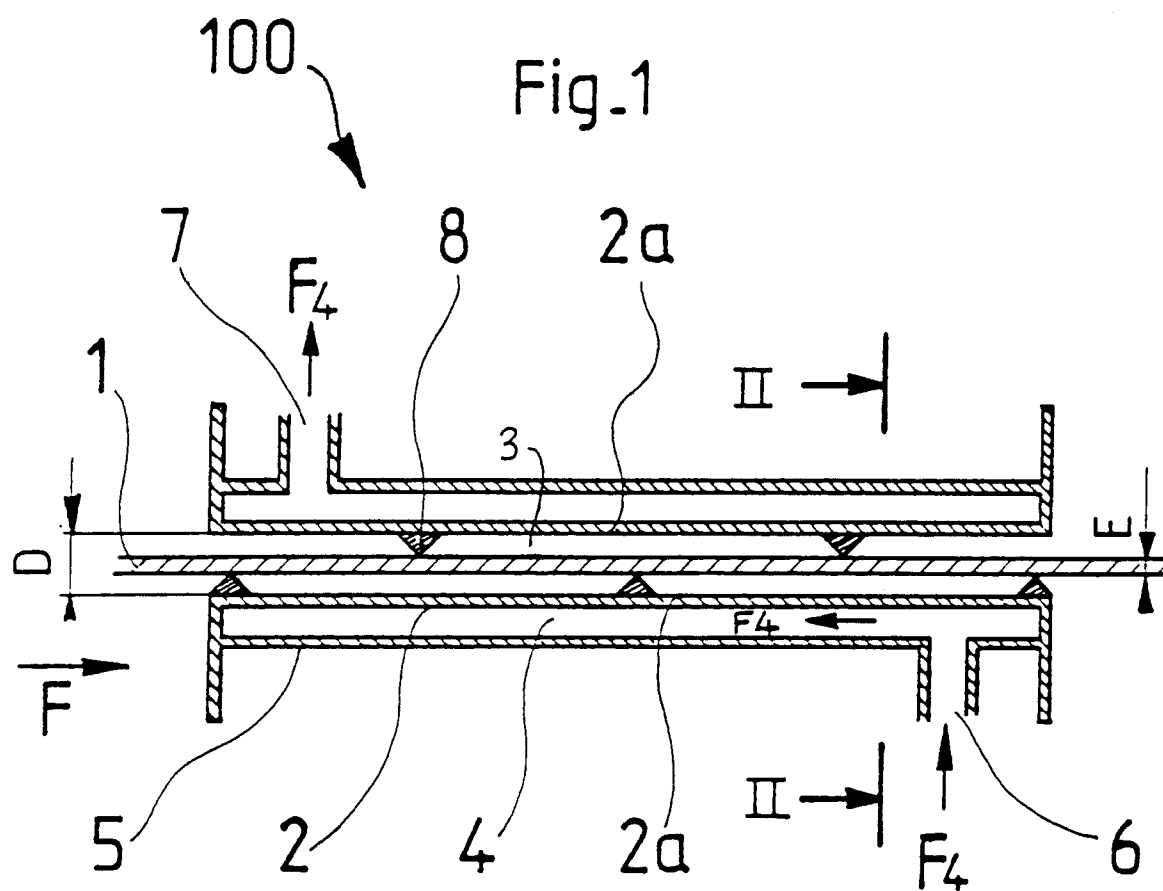
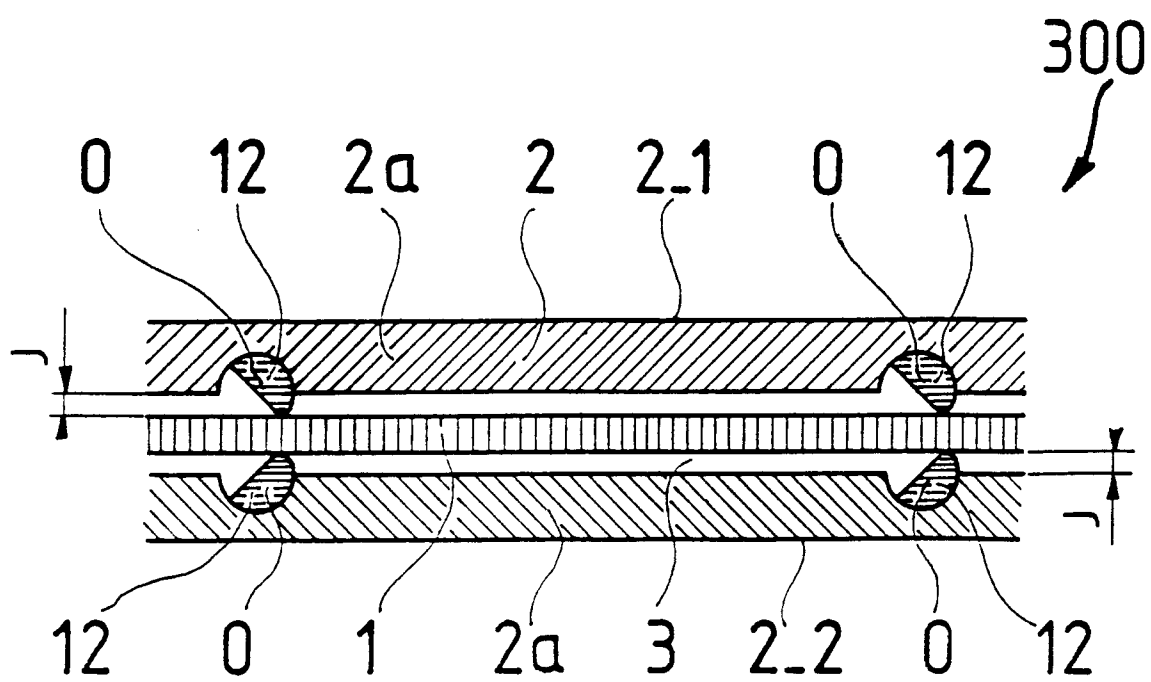
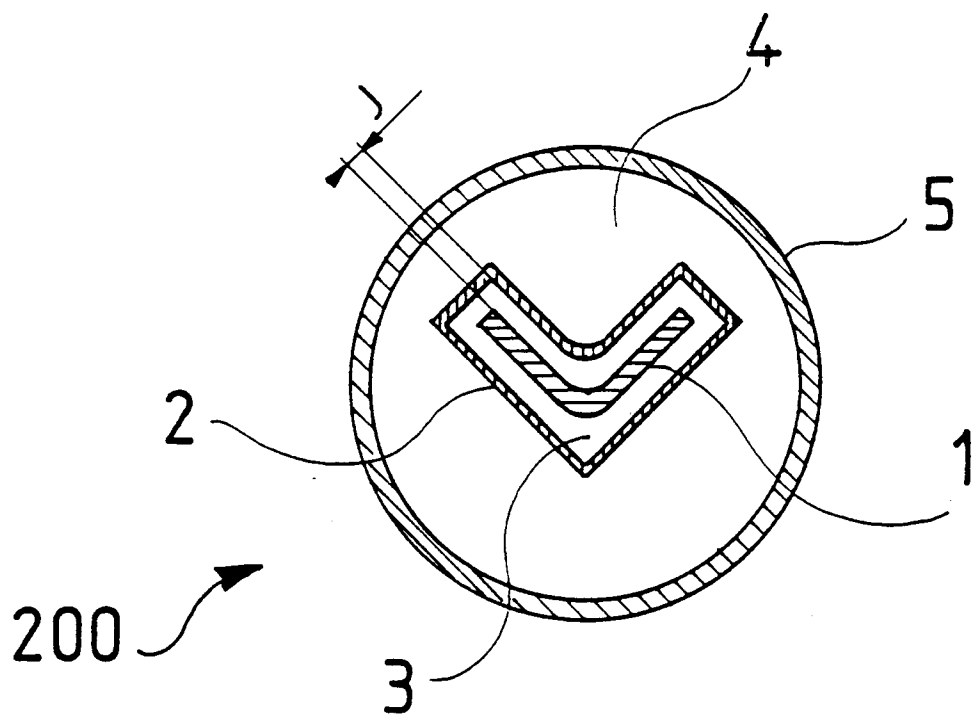
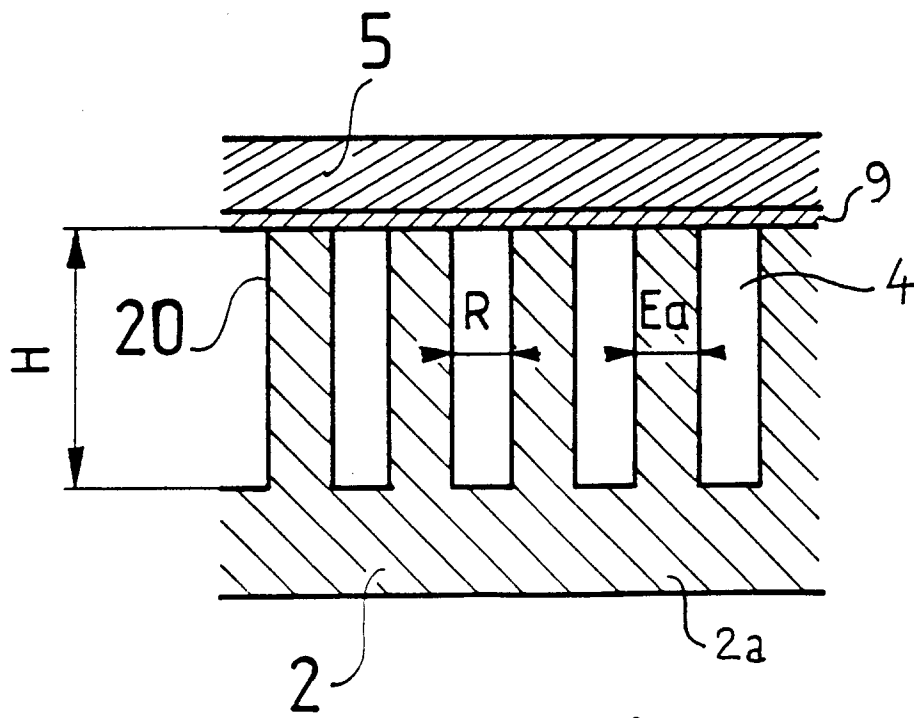
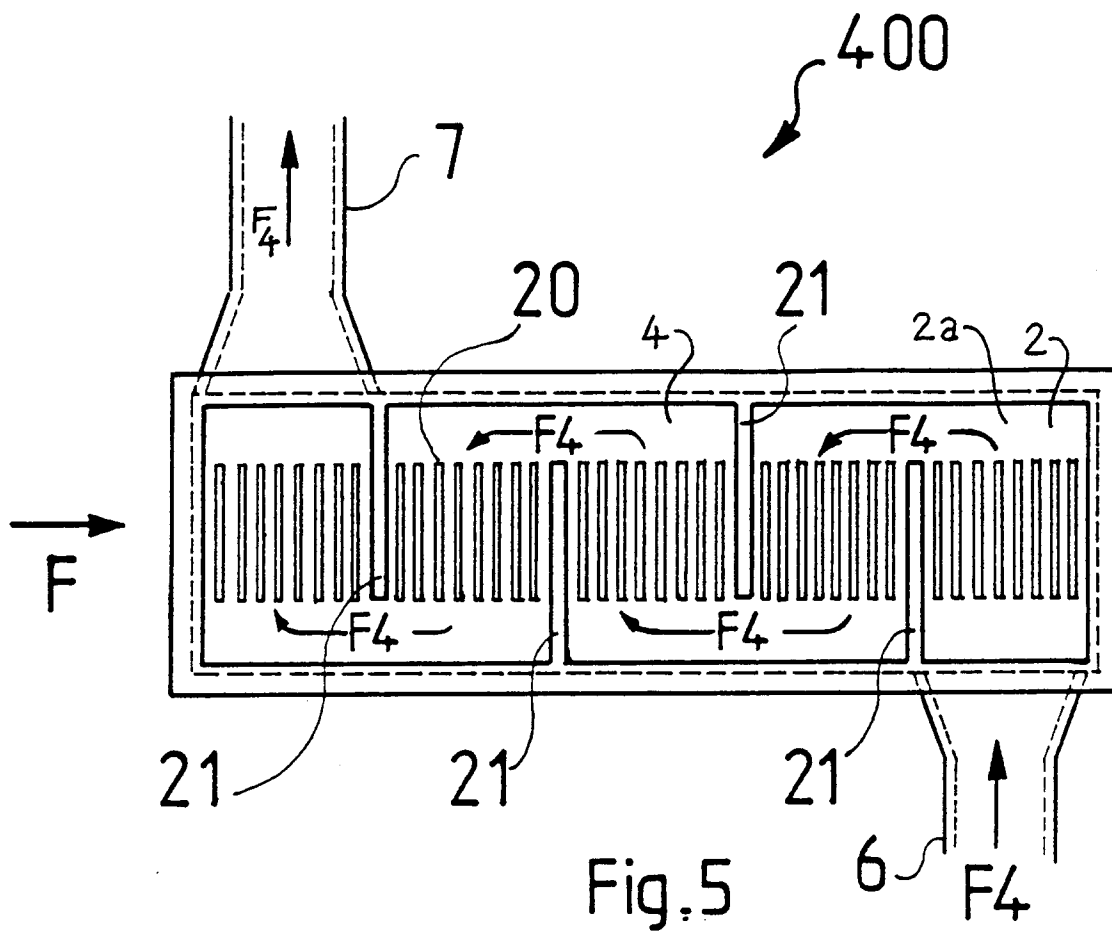


Fig. 2





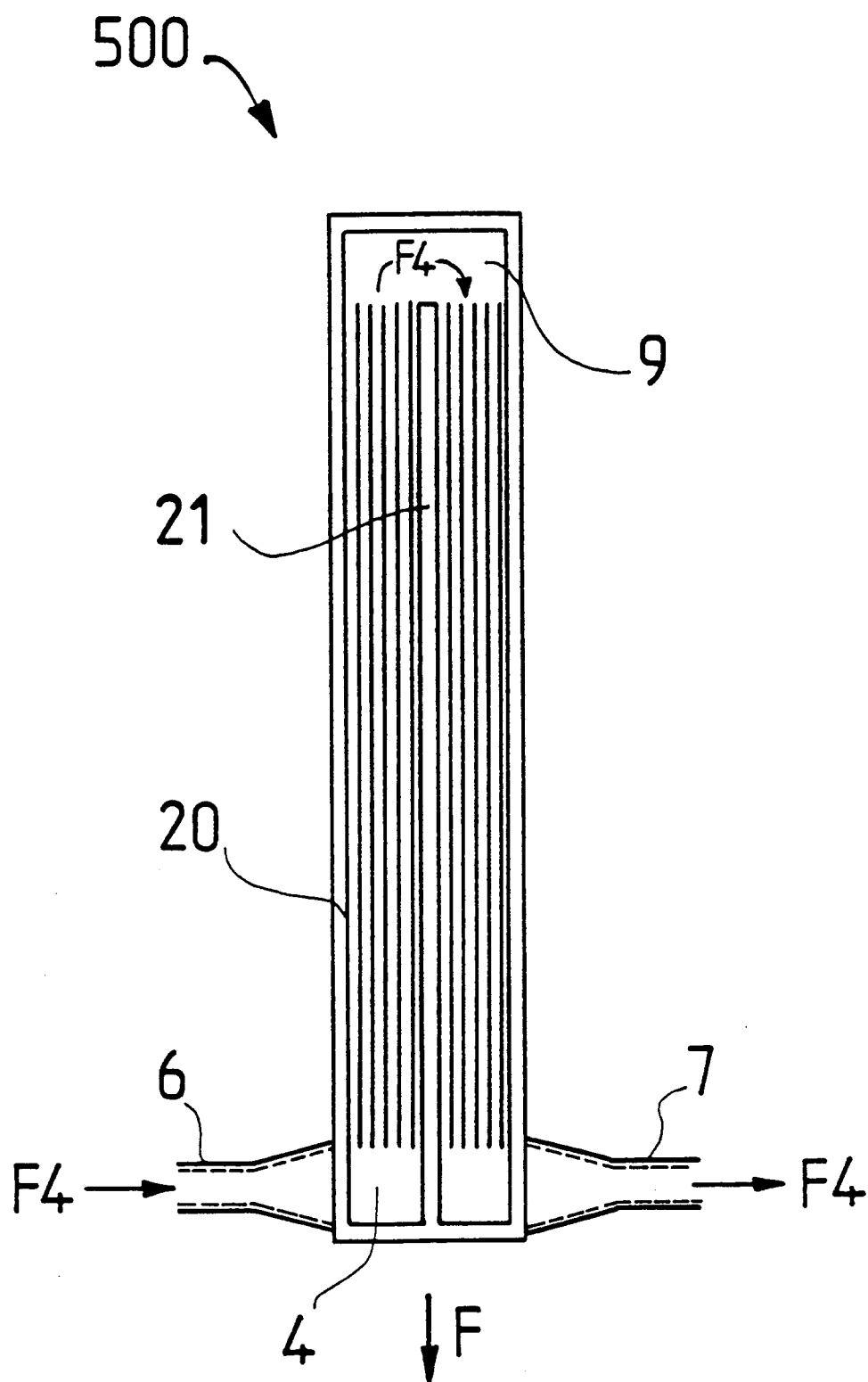


Fig.7

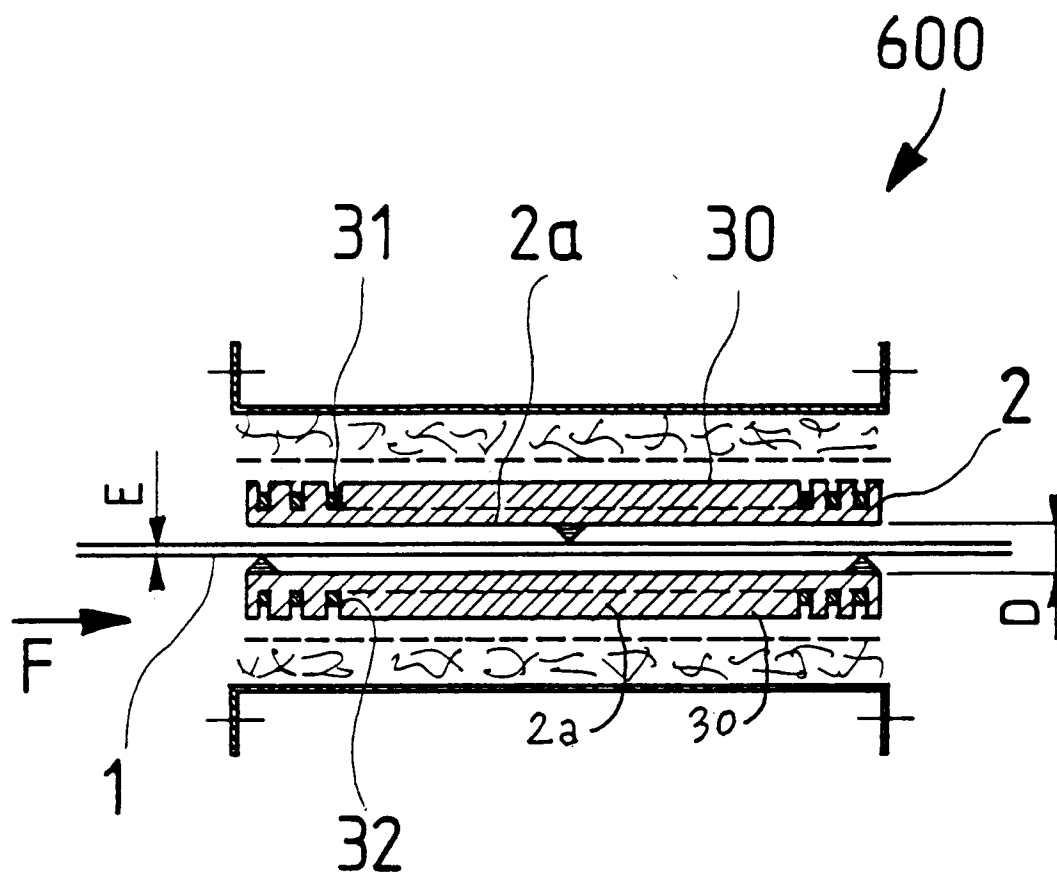


Fig.8

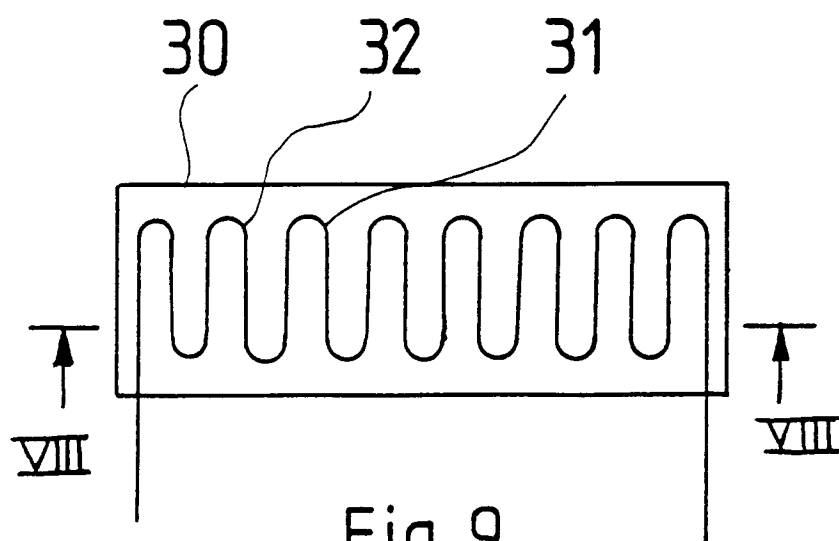


Fig.9