

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 930 810**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **09 52923**

51) Int Cl⁸ : **F 16 L 59/14 (2006.01), C 04 B 35/565, F 28 F 1/00, 21/04**

12)

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

22) Date de dépôt : 30.04.09.

30) Priorité : 02.05.08 DE 202008006044.3.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.11.09 Bulletin 09/45.

56) Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la procédure de rapport de recherche.

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : **IMERYS KILN FURNITURE HUNGARY LTD — HU.**

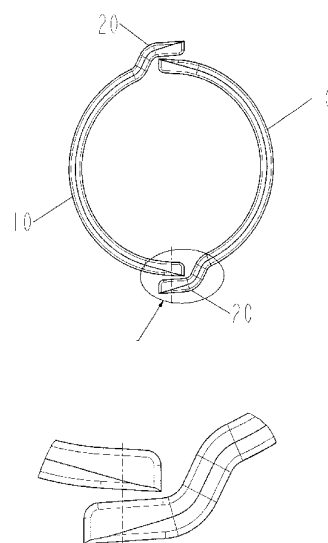
72) Inventeur(s) : **KISS SANDOR et SONNTAG ANDREAS.**

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : **SANTARELLI.**

54) **ENVELOPPE DE PROTECTION CERAMIQUE A BASE DE SIC.**

57) La présente invention concerne une enveloppe de protection céramique pour des tuyaux métalliques, qui sont exposés à une forte sollicitation thermique et/ou mécanique, en particulier dans des échangeurs de chaleur.



FR 2 930 810 - A3



La présente invention concerne une enveloppe de protection céramique pour des tuyaux métalliques, qui sont exposés à une forte sollicitation thermique et/ou mécanique, en particulier dans des échangeurs de chaleur.

5 Dans certains domaines d'application, les échangeurs de chaleur sont exposés à de très fortes sollicitations thermiques et/ou mécaniques, qui entraînent une corrosion renforcée sur les surfaces, par lesquelles l'échange de chaleur a lieu. Ainsi, par exemple, les échangeurs de
10 chaleur servant dans des installations d'incinération d'ordures au refroidissement des gaz de combustion sont exposés à un flux constant de particules de fumée.

Dans la zone de haute température des passages de fumée, c'est-à-dire à des températures allant jusqu'à
15 1000 - 1400°C, ces tuyaux d'échangeur de chaleur sont protégés de façon caractéristique avec des panneaux céramiques ou des masses réfractaires.

En cas de températures de chaudière inférieures à environ 500 - 600°C, les tuyaux d'échangeur de chaleur sont
20 exposés directement et de façon typiquement non protégée aux gaz de fumée chargés, afin de permettre un transfert de chaleur relativement élevé.

En liaison avec les composants chimiquement agressifs du gaz de combustion et les températures relativement
25 élevées, cette sollicitation entraîne, même si on utilise des alliages résistants, une durée de vie comparativement faible des tuyaux d'échangeur de chaleur.

Afin de réduire la corrosion et d'allonger ainsi les intervalles entre deux remplacements des tuyaux d'échangeur
30 de chaleur, on a proposé entre autres de doter les tuyaux d'échangeur de chaleur d'une enveloppe céramique qui est remplacée après une durée de vie définie.

Afin d'atteindre cet objectif, des enveloppes céramique appropriées doivent présenter différentes
35 propriétés :

D'abord, la céramique doit présenter une résistance la plus élevée possible vis-à-vis de l'érosion mécanique due aux particules de fumée. Une grande résistance à l'usure à des températures élevées est donc avantageuse.

5 La céramique ne doit pas empêcher si possible l'échange de chaleur, de sorte qu'une conductibilité thermique élevée est indispensable. Dans le même temps, le matériau doit renforcer également les variations de température qui apparaissent au début et à la fin du
10 fonctionnement, ce qui suppose une grande stabilité aux variations de température et donc dans le même temps un faible coefficient de dilatation.

La céramique doit en plus être légère, c'est-à-dire présenter une densité la plus faible possible, afin de
15 minimiser la sollicitation supplémentaire mécanique des parties métalliques de l'échangeur de chaleur.

Les éléments céramiques doivent être conçus en plus de telle sorte qu'un échange est rapidement possible sans qu'un long temps mort survienne pendant l'exploitation
20 d'une installation, ce qui veut dire qu'ils doivent pouvoir être placés de façon rapide et simple sur toutes les parties des tuyaux d'échangeur de chaleur, indépendamment de la forme réalisée dans l'installation concernée. Les parties doivent donc pouvoir être adaptées également à des
25 flexions des tuyaux, des tuyaux jumelés, etc. Dans le même temps, la fixation doit garantir une sécurité d'exploitation suffisante.

Selon la présente invention, on met à disposition une enveloppe céramique pour des tuyaux qui est à base de
30 carbure de silicium (SiSiC) infiltré de silicium et lié par réaction. Ce matériau présente toutes les propriétés exigées, telles que dureté élevée, haute résistance à la corrosion mécanique et chimique, bonne conductibilité thermique, faible coefficient de dilatation thermique et
35 faible densité. Les pièces moulées en SiSiC peuvent être

fabriquées selon des procédés décrits dans l'état actuel de la technique.

L'enveloppe conforme à l'invention pour un tuyau peut comprendre plusieurs parties moulées individuelles, qui
5 sont assemblées sur place au moyen de pièces de liaison. De cette façon, il devient possible de doter des formes spécifiques des tuyaux d'échangeur de chaleur (telles que courbures, angles, etc.) de façon très précise avec une
10 enveloppe conforme à l'invention. Les pièces moulées individuelles ont de préférence la forme de goulottes semi-circulaires, qui couvrent 50 % de la surface du tuyau. Deux éléments de ce type orientés de façon symétrique (désignés ci-dessous par demi-coques 10) forment ainsi une enveloppe
15 complète sur une partie de longueur prédéfinie du tuyau. Lorsque cette partie est droite, les demi-coques ne présentent pas de courbure le long de leur axe longitudinal. Lorsque le tuyau est coudé ou incurvé, les demi-coques présentent le long de leur axe longitudinal une courbure appropriée et/ou un angle approprié.

20 Des demi-coques appropriées peuvent être fabriquées également pour des bifurcations des tuyaux à envelopper. Les demi-coques forment alors les deux moitiés symétriques d'une pièce en T.

En faisant varier la longueur des demi-coques, on peut
25 arriver à ce qu'un tuyau de longueur quelconque puisse être doté d'une enveloppe complète. A cet effet, plusieurs segments d'enveloppe sont assemblés les uns aux autres par des pièces de liaison.

Afin de garantir un assemblage sans vide des demi-coques, les demi-coques 10 correspondantes présentent
30 chacune, selon un mode de réalisation de la présente invention, sur une arête longitudinale une embase 20 en forme d'équerre. Lors de l'assemblage des demi-coques, on crée de cette façon un espace intérieur de forme
35 cylindrique dans lequel se trouve le tuyau à envelopper (figure 3). Les embases 20 entourent alors respectivement

l'arête libre de l'autre demi-coque et forment sur le côté extérieur de l'enveloppe ainsi créée deux évasements opposés dans une forme rectangulaire.

L'utilisation de pièces de liaison 30 sous la forme
5 d'une demi-bague garantit le maintien des demi-coques
assemblées de cette façon entre elles en formant un segment
de tuyau ou un segment d'enveloppe de même que le maintien
de plusieurs segments d'enveloppe (figures 4-6). Lorsque
deux de ces pièces de liaison 30 sont assemblées, on
10 obtient un élément de forme annulaire. Cette bague est en
forme de disque et présente un diamètre qui est supérieur
au diamètre extérieur de l'arrondi du segment d'enveloppe
constitué de demi-coques. La bague présente sur son arête
extérieure sur les deux côtés une nervure 40, qui est
15 traversée sur deux positions 50 opposées et forme ainsi
deux segments annulaires présentant un diamètre intérieur
qui correspond au diamètre extérieur du segment d'enveloppe
sur l'arrondi ou est légèrement supérieur. Lors de
l'insertion des demi-coques assemblées dans la bague, ces
20 percements laissent de l'espace pour les cornières 20, avec
lesquelles les deux demi-coques sont assemblées, et qui,
sur le côté extérieur du segment d'enveloppe, forment sur
chacune des positions opposées un élément rapporté à peu
près rectangulaire sur le côté extérieur.

25 Dans le même temps, la bague présente sur son côté
intérieur quatre prolongements 60 vers l'intérieur, qui
sont disposés dans un angle de 90° les uns par rapport aux
autres, et qui laissent à l'intérieur de la bague un
diamètre libre correspondant au diamètre extérieur du tuyau
30 à envelopper ou supérieur à celui-ci. Lors du déplacement
de l'enveloppe sur le tuyau à envelopper, cet agencement
garantit un tracé coaxial du tuyau et de l'enveloppe. Dans
le même temps, les prolongements présentent chacun sur
leurs arêtes intérieures deux nervures 70 qui forment des
35 segments d'un cercle présentant un diamètre extérieur qui
correspond au diamètre intérieur du segment d'enveloppe.

L'assemblage des pièces décrites (demi-coques et pièces de liaison) en une enveloppe complète peut être réalisé de la façon suivante. Lors de l'assemblage de deux demi-coques autour d'une partie du tuyau à envelopper, il se forme un segment d'enveloppe qui n'est pas encore fixé pour commencer. La fixation s'effectue par le placement de respectivement deux pièces de liaison en forme de demi-bague sur les extrémités, qui forment lors de l'assemblage un élément annulaire qui garantit aussi bien un tracé coaxial du tuyau et de l'enveloppe (par les prolongements sur le côté intérieur) qu'un maintien des demi-coques (par les nervures sur des arêtes intérieures et extérieures). L'enveloppe céramique, qui se compose de deux demi-coques 10, est enveloppée alors par les nervures 40 et 70, de l'espace étant laissé par les interruptions 50 des nervures aux évasements formés par les embases 20 sur le côté extérieur de l'enveloppe.

Les dimensions desdits éléments peuvent varier ; cependant, il est évident immédiatement pour le spécialiste que ceci ne peut se faire que d'une façon qui ne porte pas préjudice aux adaptations entre les composants individuels.

De même, l'épaisseur du matériau céramique peut varier ; dans un mode de réalisation préféré, l'épaisseur peut se situer entre 4 mm et 8 mm, ou environ 5 mm.

L'espace intermédiaire entre l'enveloppe céramique et le tuyau à envelopper doit être maintenu aussi faible que possible, afin d'une part de permettre un montage simple, et d'autre part de ne pas empêcher inutilement le transport de chaleur. Après le montage, cet espace intermédiaire peut être rempli en plus avec une masse de liaison céramique, qui renforce en supplément la fixation de l'enveloppe sur le tuyau. Des masses fluides typiquement réfractaires conviennent comme masses de liaison céramiques. Ces masses fluides se caractérisent par leur très bonne fluidité, ce qui garantit un remplissage sûr des fentes. Les masses fluides réfractaires peuvent prendre et durcir d'une part

par une fraction de phase de ciment réfractaire et d'eau par hydratation.

D'autre part, la masse fluide peut durcir thermiquement, c'est-à-dire lors du premier cycle de réchauffement, par une fraction d'un liant durcissant thermiquement, par exemple à base de B_2O_3 .

Ces masses fluides réfractaires forment après le réchauffement une couche supplémentaire de caractère céramique autour du tuyau à envelopper. Par le choix des granulations des masses céramiques, on peut déterminer les propriétés mécaniques et thermiques indépendamment du choix respectivement préféré de la liaison. Ainsi, on utilise de préférence des granulations Sic avec une densité de tassement relativement élevée, mais une fluidité suffisante pour permettre des conductibilités thermiques élevées et donc un transfert de chaleur le plus libre possible entre l'enveloppe à base de SiSiC et le tuyau métallique d'échangeur de chaleur.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, on décrit une enveloppe céramique pour des tuyaux extérieurs de pattes à souder planaires. Pour cette réalisation d'un échangeur de chaleur, des parois tubulaires soudées ensemble (appelées pattes à souder de tuyau) forment la surface d'échangeur de chaleur disposée dans le passage de gaz de fumée. Dans le cas présent, les tronçons de tuyau agencés à l'intérieur de la patte à souder de tuyau sont relativement moins exposés à l'effet corrosif des gaz de fumée que les tuyaux agencés sur l'arête extérieure de la patte à souder de tuyau. La présente invention met alors à disposition une possibilité pour protéger de façon appropriée ces parties particulièrement fragiles de la structure.

Le mode de réalisation correspondant de l'invention est à base de carbure de silicium lié par réaction dans des segments de tuyau 110 ouverts sur un côté. Ces segments de tuyau présentent sur leur grand côté une ouverture qui

s'étend sur un angle de 60° à 90° - selon une conception qui peut varier avec les dimensions des pattes à souder de tuyau auxquelles l'enveloppe de protection doit être adaptée - de sorte que les segments de tuyau forment en vue
5 de dessus d'une surface de base un segment circulaire de 270° à 300° . Ces segments de tuyau ouverts sur un côté peuvent être poussés facilement sur un tuyau extérieur d'une patte à souder de tuyau compte tenu de leur ouverture relativement large sur le grand côté et être placés de
10 cette façon également dans une installation d'échangeur de chaleur prête à l'emploi. La liaison s'effectue par des éléments de liaison ouverts sur un côté. Ces éléments de liaison 80 sont également en forme de disque et présentent également les caractéristiques d'une nervure 40 extérieure
15 sur chaque arête du côté extérieur, de prolongements 60 sur le côté intérieur avec les nervures 70, comme les pièces de liaison 30 en forme de demi-bague déjà décrites ; cependant, les éléments ne sont pas en forme de demi-bague, contrairement à ces pièces, mais sensiblement circulaires
20 avec une embase 90 rectangulaire. De plus, ils ne présentent également pas les interruptions 50 dans la nervure extérieure, étant donné qu'ils ne sont pas utiles pour l'ajustement sûr d'un segment de tuyau 110 ouvert sur
25 le grand côté qui ne présente pas d'embases 20 en forme d'angle. En revanche, ils présentent comme caractéristique supplémentaire une embase 90, qui garantit le point de liaison du tuyau extérieur de la patte à souder de tuyau avec le tuyau intérieur le plus proche de la patte à souder, de fait qu'ils l'enveloppent. Dans cette embase se
30 trouve une fente 100 pour le logement du point de liaison.

Egalement ces segments de tuyau ouverts sur un côté peuvent être fixés après le montage avec une masse de liaison céramique en supplément sur le tuyau extérieur, de sorte qu'en plus le passage de chaleur et le transfert de
35 chaleur entre le tuyau de protection en SiSiC et le tuyau d'échangeur de chaleur métallique sont améliorés. Compte

tenu de la construction ouverte sur un côté, il n'est pas indispensable d'utiliser des éléments auxiliaires qui assurent suffisamment l'étanchéité de l'ouverture sur le grand côté, afin de permettre le versement d'une masse de liaison correspondante. Si l'on utilise des masses de liaison durcissant thermiquement, il est avantageux que ces éléments de liaison soient à base d'un matériau combustible approprié (par exemple du plastique) qui brûle pendant l'opération de durcissement.

10 Il peut être avantageux pour le traitement des masses de liaison d'insérer de tels éléments auxiliaires également dans les éléments de liaison des modes de réalisation susmentionnés. Cette opération s'effectue de préférence sur les surfaces sur lesquelles l'enveloppe et l'élément de liaison se rejoignent. Les éléments auxiliaires augmentent ici également l'étanchéité des liaisons pendant les travaux avec la masse de liaison. Si l'on utilise des masses de liaison durcissant thermiquement, il est également judicieux ici d'utiliser des éléments auxiliaires à base d'un matériau qui brûle pendant l'opération de durcissement.

L'invention est expliquée ci-dessous de façon détaillée à l'aide du dessin.

25 La figure 1 montre un élément en forme de goulotte (demi-coque) 10 avec des embases 20 en forme d'équerre ;

la figure 2 une coupe transversale dans une demi-coque 10 ;

30 la figure 3a une coupe transversale dans deux demi-coques 10 assemblées, qui s'engagent l'une dans l'autre avec leurs embases 20 en forme d'équerre ;

la figure 3b un agrandissement de découpe de la figure 3a sur une embase 20 ;

35 la figure 4 deux éléments 30 en forme de demi-bague avec les nervures 40 sur l'arête extérieure, les

- interruptions 50 des nervures, les prolongements 60 sur le côté intérieur avec les nervures 70 sur les arêtes des prolongements ;
- 5 la figure 5a un élément 30 en forme de demi-bague avec les autres éléments 40, 50, 60 et 70 comme mentionné plus haut ;
- la figure 5b une coupe transversale dans un élément 30 en forme de demi-bague sur la position d'un
10 prolongement 60 sur le côté intérieur ;
- la figure 6 un élément 30 en forme de demi-bague vu à partir de l'ouverture de la demi-bague ;
- la figure 7 une découpe dans une patte à souder de tuyau, sur laquelle le tuyau extérieur est enveloppé
15 avec plusieurs segments de tuyau 110 et éléments de liaison 80 ;
- la figure 8 une coupe transversale dans une patte à souder de tuyau enveloppée de la figure 7 à la hauteur d'un élément de liaison 80 ;
- 20 la figure 9 une partie montée et achevée d'une enveloppe de protection selon la présente invention, qui comprend deux pièces en T comprenant chacune deux embases latérales ;
- la figure 10 un ensemble d'éléments d'enveloppe de formes
25 différentes, qui a été monté autour d'une construction tubulaire. Cette construction comprend un tuyau principal sous-jacent avec quatre dérivations. Sur l'illustration, les deux dérivations disposées au centre ne sont
30 pas encore dotées d'une enveloppe de protection conforme à l'invention, alors que les deux dérivations extérieures sont déjà complètement enveloppées ;
- la figure 11 montre un élément d'enveloppe incurvé en
35 forme de S d'une enveloppe de protection selon la présente invention.

Liste des références

	10	Goulotte (demi-coque)	
	20	Embase en forme d'équerre sur la demi-coque 10	
5	30	Pièce de liaison en forme de demi-bague	
	40	Nervure sur l'arête extérieure	
	50	Percements de la nervure	
	60	Prolongements sur le côté intérieur	
	70	Nervure sur l'arête du prolongement	
10	80	Élément de liaison	
	90	Embase sur l'élément de liaison 80	
	100	Fente dans l'embase 90	
	110	Segment de tuyau ouvert sur un côté	

REVENDEICATIONS

1. Enveloppe de protection céramique pour des tuyaux, caractérisée en ce que le matériau céramique, dans lequel est faite l'enveloppe, est du carbure de silicium infiltré de silicium et lié par réaction (SiSiC).

2. Enveloppe de protection céramique selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle se compose de deux goulotte en forme de demi-cercle (demi-coques) (10), lesquelles présentent chacune une embase (20) en forme d'équerre sur une arête longitudinale.

3. Enveloppe de protection céramique selon la revendication 2, caractérisée en ce que les demi-coques assemblées sont maintenues ensemble sur leurs extrémités à chaque fois par deux pièces de liaison (30) en forme de demi-bague et forment ainsi un segment d'enveloppe.

4. Enveloppe de protection céramique selon la revendication 3, caractérisée en ce que les deux pièces de liaison (30) en forme de demi-bague forment ensemble un élément de forme annulaire, qui est en forme de disque et présente à chaque fois sur son arête extérieure une nervure (40) qui est traversée sur deux positions (50) opposées et forme ainsi deux segments annulaires présentant un diamètre intérieur qui correspond au diamètre extérieur du segment d'enveloppe sur l'arrondi ou est légèrement inférieur, et qui présente également sur son côté intérieur quatre prolongements (60) vers l'intérieur, qui sont disposés dans un angle de 90° les uns par rapport aux autres, et qui laissent à l'intérieur de la bague un diamètre libre qui correspond au diamètre extérieur du tuyau à envelopper ou est supérieur à celui-ci, et ces prolongements présentant à chaque fois sur leurs arêtes intérieures deux nervures (70) qui forment des segments d'un cercle présentant un diamètre extérieur correspondant au diamètre intérieur du segment d'enveloppe.

5. Enveloppe de protection céramique selon la revendication 1 pour l'enveloppe du tuyau extérieur d'une patte à souder de tuyau, caractérisée en ce que l'enveloppe présente un segment de tuyau (110) ouvert sur le grand côté, l'angle d'ouverture se situant entre 60° et 90°.

6. Enveloppe de protection céramique selon la revendication 5, caractérisée en ce que plusieurs segments (110) sont reliés les uns aux autres par des éléments de liaison (80), l'élément de liaison étant sensiblement circulaire avec une embase (90) rectangulaire, et présentant une nervure (40) extérieure ainsi que quatre prolongements sur le côté intérieur (60) avec des nervures (70) sur leurs arêtes intérieures, l'embase présentant une fente (100).

7. Enveloppe de protection céramique selon l'une quelconque des revendications 2 à 4 pour des éléments de tuyau incurvés, caractérisée en ce que les demi-coques présentent le long de leur axe longitudinal une courbure appropriée et/ou un angle approprié.

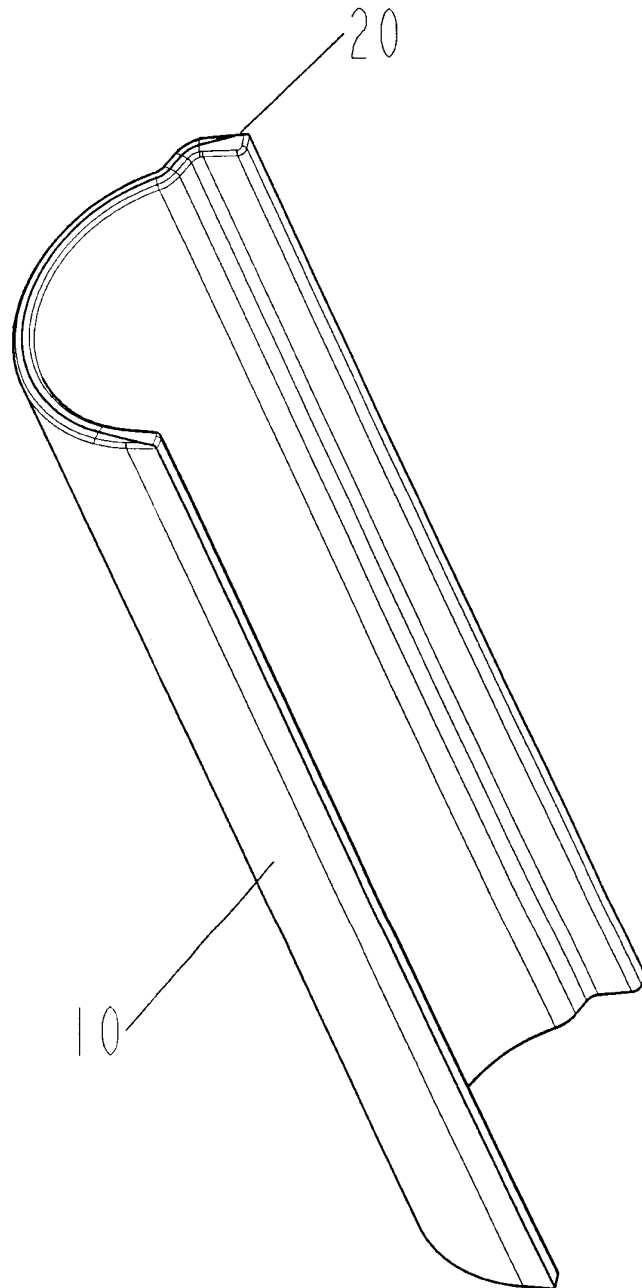
8. Enveloppe de protection céramique selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisée en ce que les pièces de liaison (30) sont adaptées à maintenir plusieurs segments d'enveloppe.

9. Enveloppe de protection céramique selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que les demi-coques (10) forment les deux moitiés symétriques d'une pièce en T.

10. Utilisation d'une enveloppe de protection céramique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 pour la protection de tuyaux, dans laquelle l'enveloppe est adaptée à protéger des éléments de tuyaux incurvés.

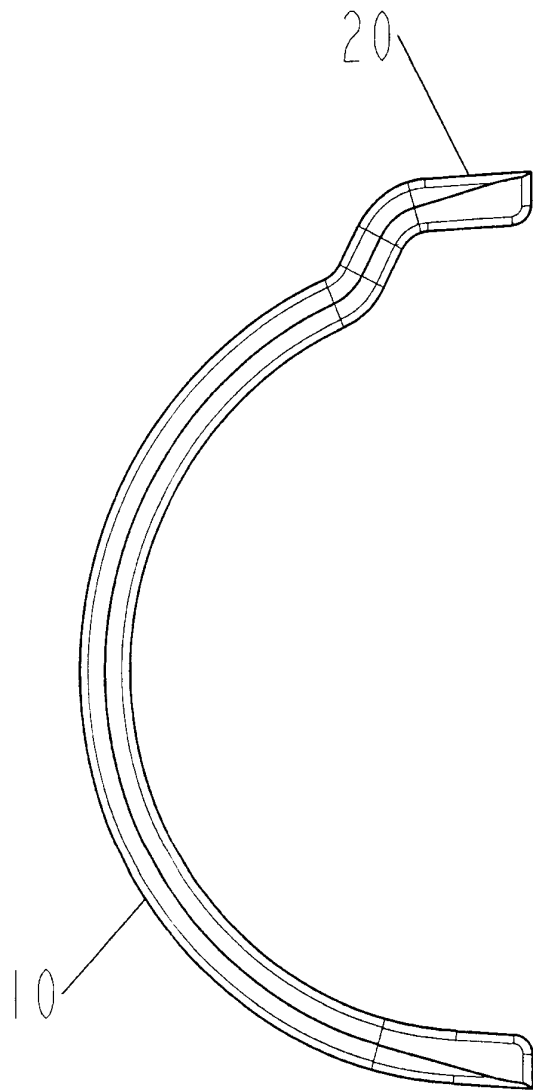
1/11

Figure 1



2/11

Figure 2



3/11

Figure 3a

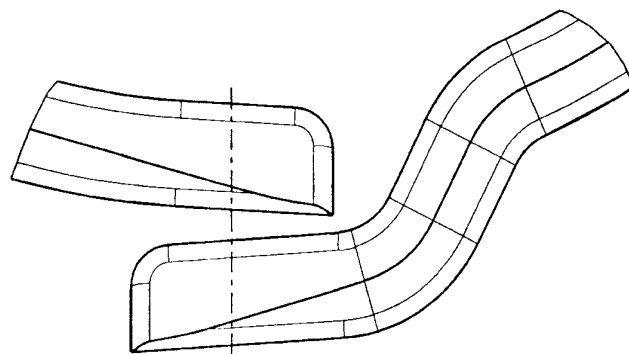
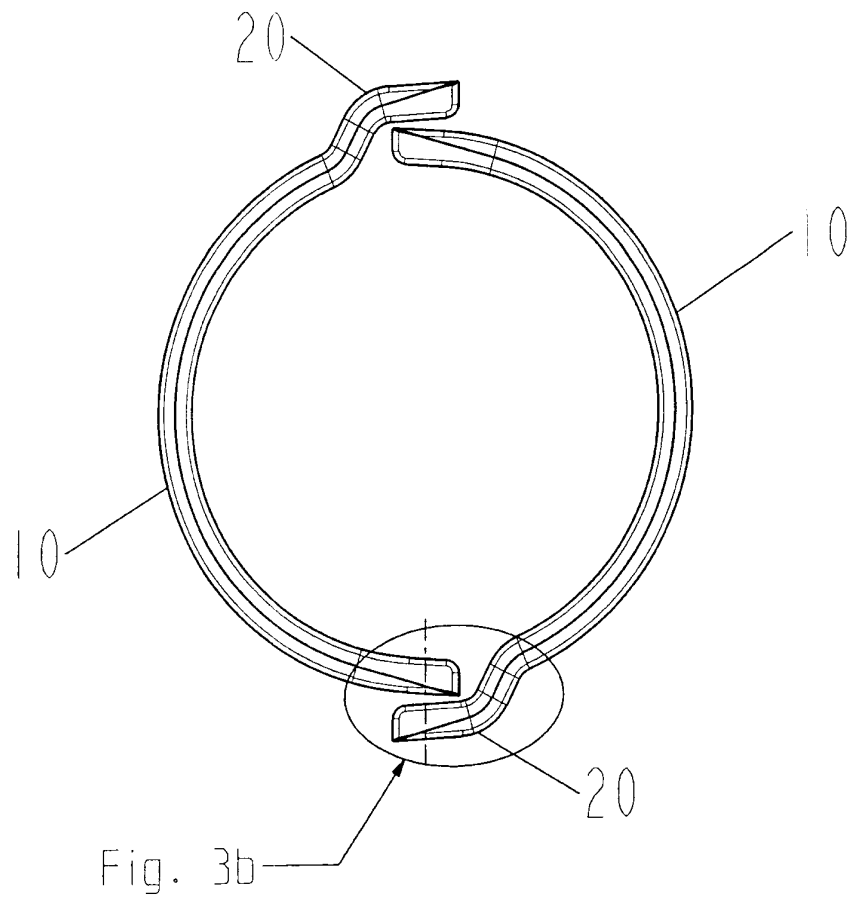


Figure 3b

Figure 4

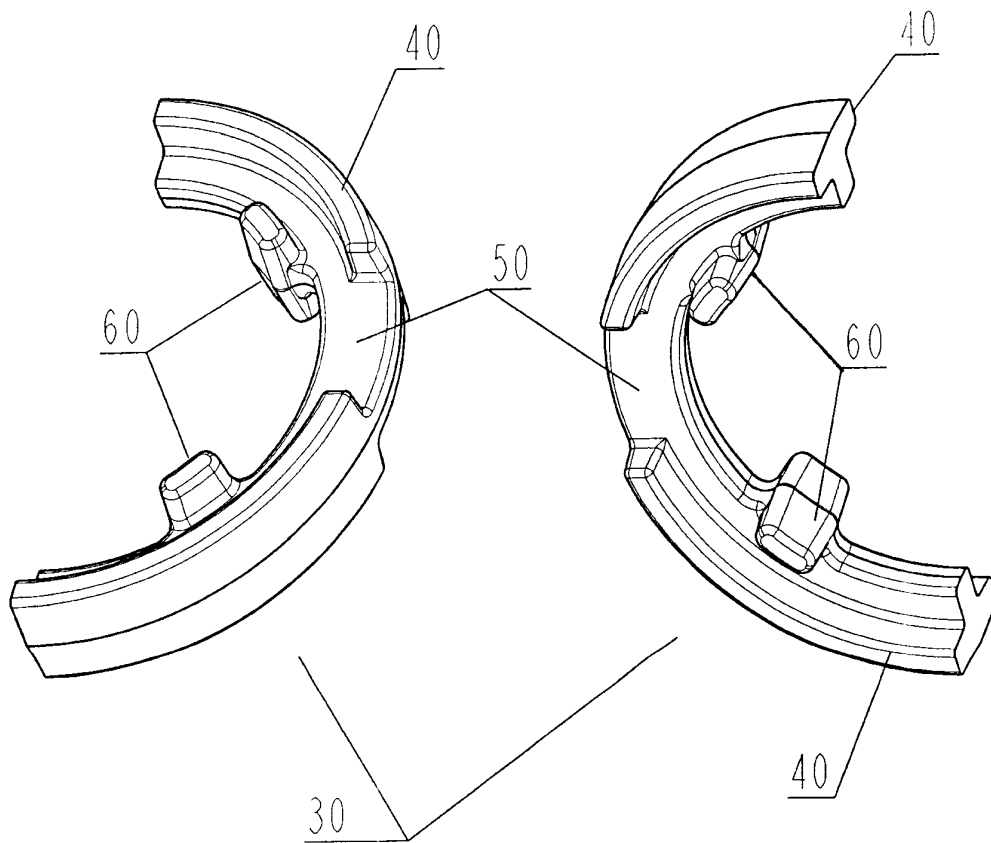


Figure 5a

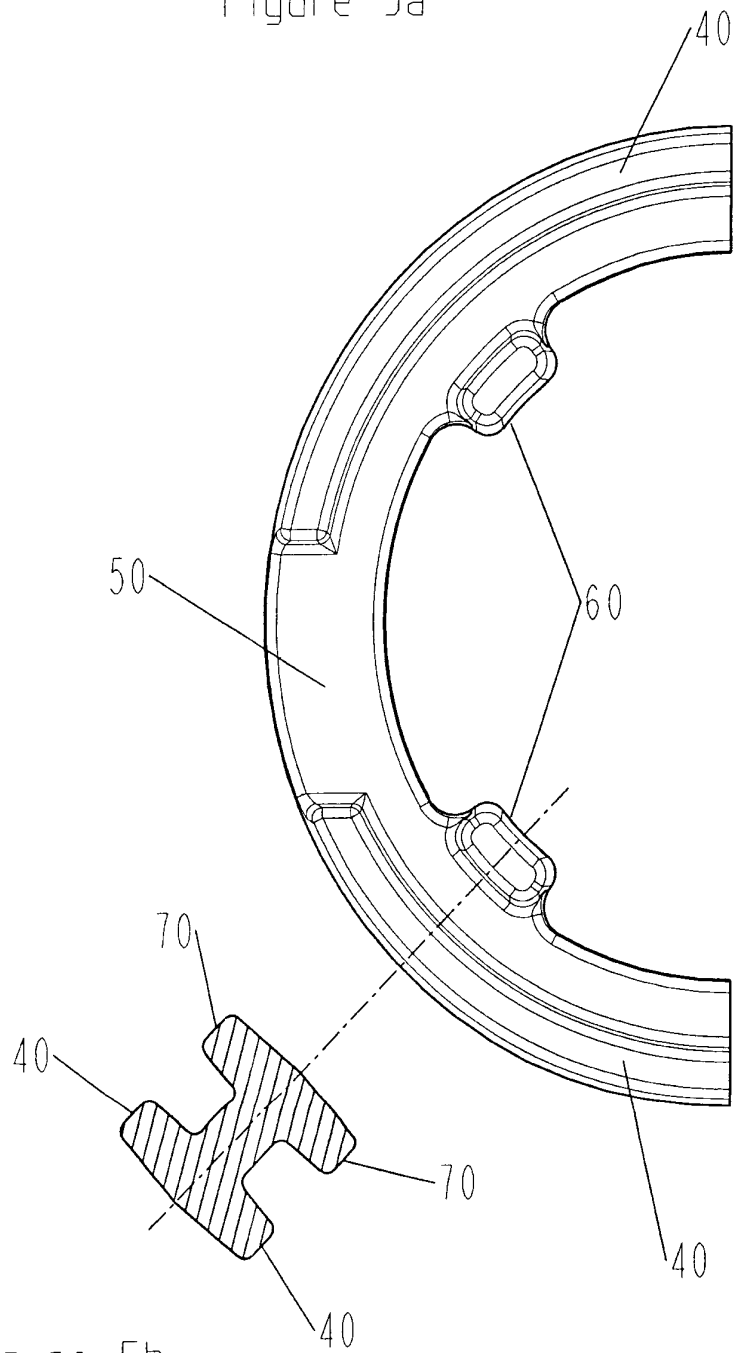
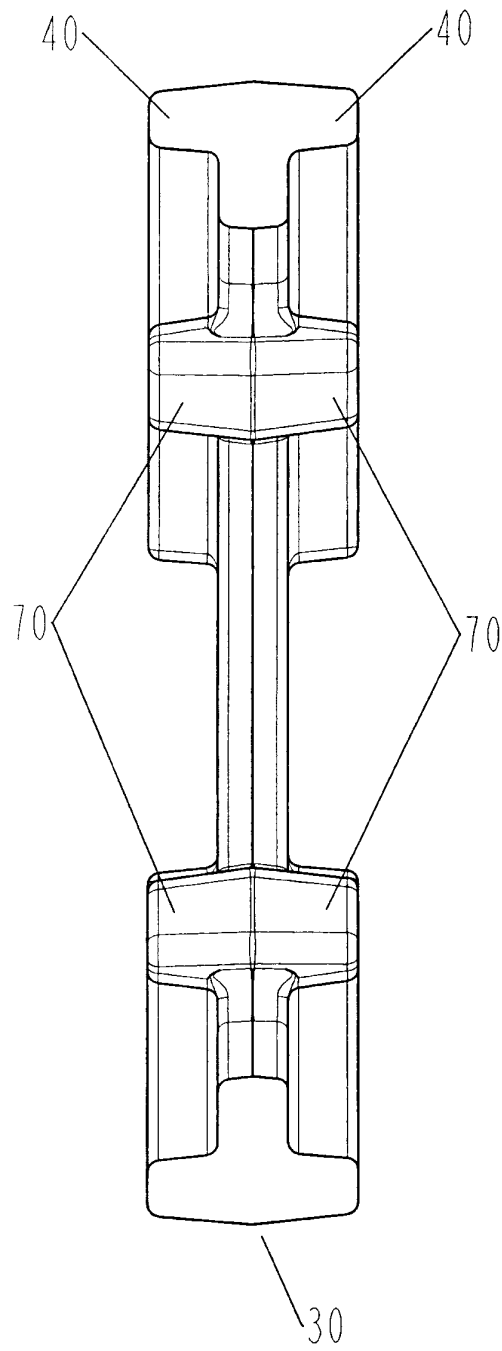


Figure 5b

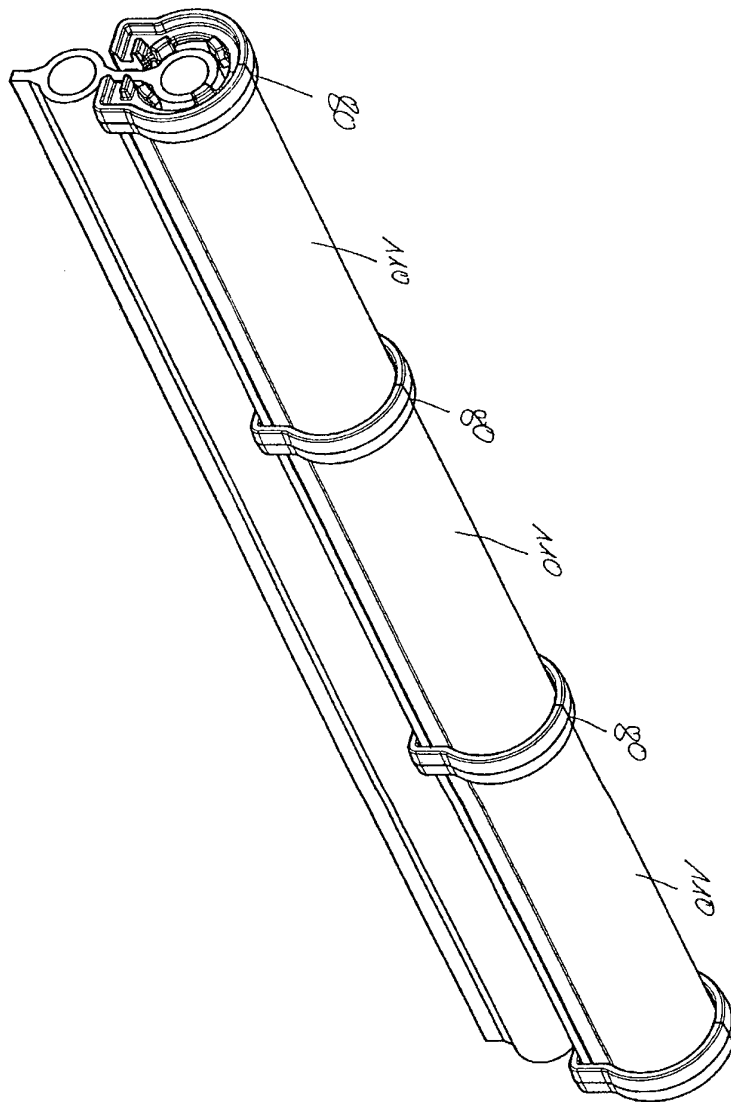
6/11

Figure 6



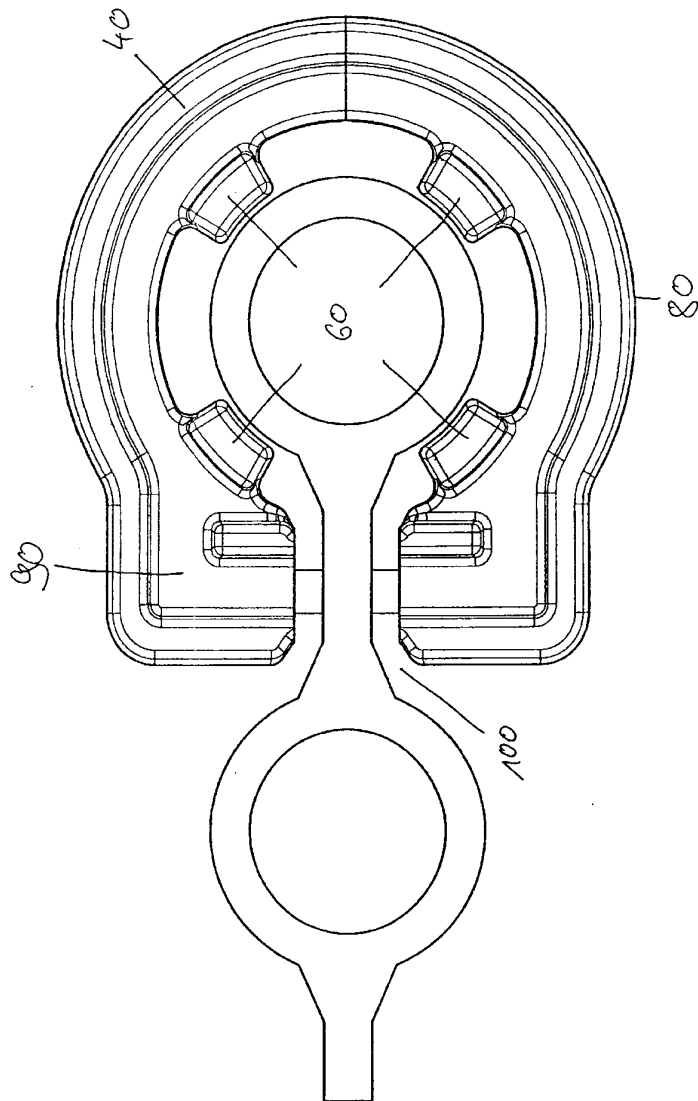
7/11

Figure 7



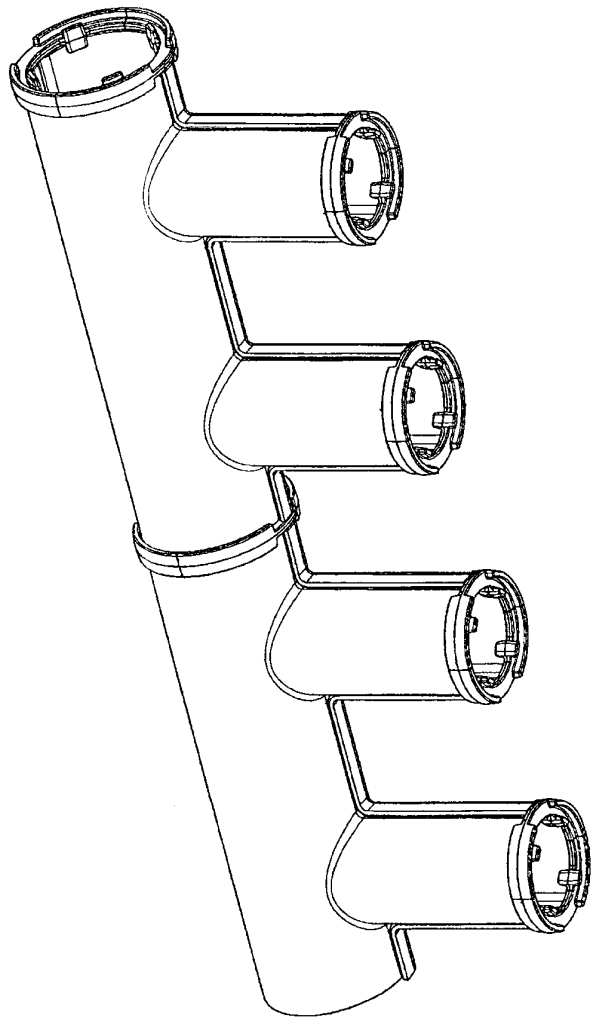
8/11

Figure 8



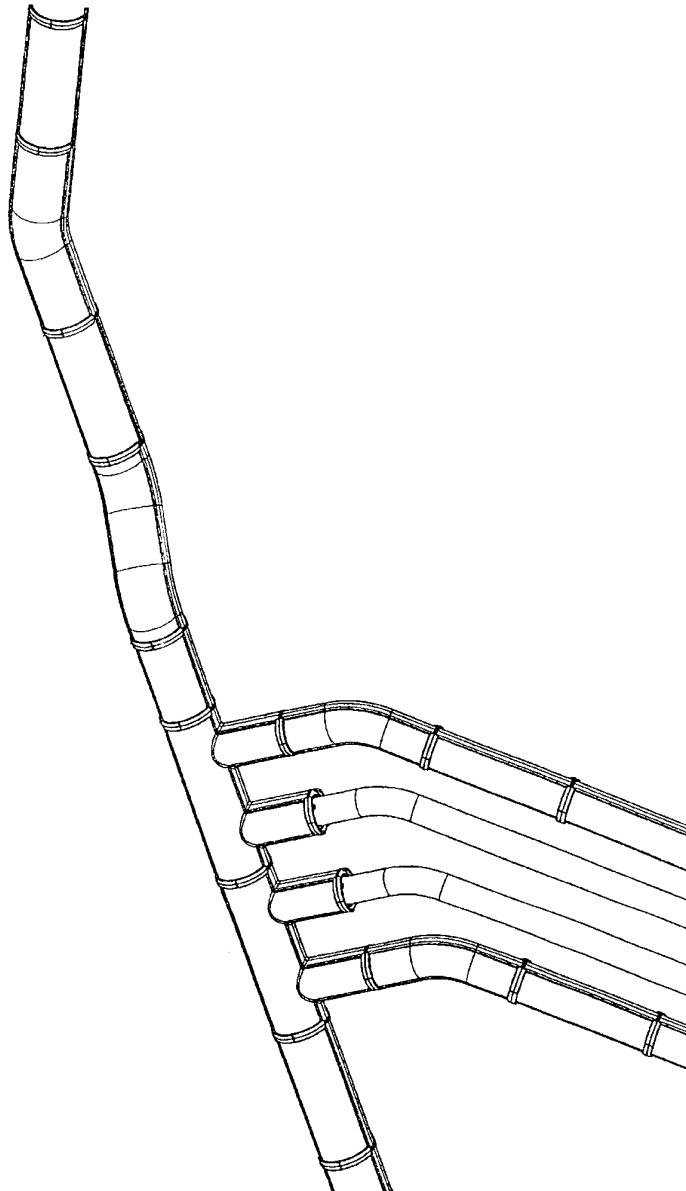
9/11

Figure 9



10/11

Figure 10/11



11/11

Figure 11

