



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 484 720 B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

49 Date de publication de fascicule du brevet: **28.06.95** 51 Int. Cl.⁶: **C21B 7/16**

21 Numéro de dépôt: **91117866.3**

22 Date de dépôt: **19.10.91**

54 **Dispositif d'injection d'air préchauffé dans un four à cuve et procédé de fabrication de rotules convexes d'articulations sphériques.**

30 Priorité: **09.11.90 LU 87838**

43 Date de publication de la demande:
13.05.92 Bulletin 92/20

45 Mention de la délivrance du brevet:
28.06.95 Bulletin 95/26

84 Etats contractants désignés:
AT BE ES FR GB IT NL SE

56 Documents cités:
EP-A- 0 363 576 BE-A- 632 354
DE-B- 2 013 052 DE-C- 2 218 331
US-A- 1 405 683 US-A- 3 766 868

73 Titulaire: **PAUL WURTH S.A.**
32 rue d'Alsace
L-1122 Luxembourg (LU)

72 Inventeur: **Benck, Jean**
9 an der Foxenhiel
L-3473 Dudelange (LU)
Inventeur: **Mailliet, Pierre**
1 allée Drosbach
L-1423 Luxembourg-Howald (LU)

74 Mandataire: **Freylinger, Ernest T.**
Office de Brevets
Ernest T. Freylinger
321, route d'Arlon
Boîte Postale 48
L-8001 Strassen (LU)

EP 0 484 720 B1

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).

Description

La présente invention concerne un dispositif d'injection d'air préchauffé dans un four à cuve, constitué de plusieurs éléments ou segments cylindriques distincts consistant en un blindage extérieur en acier et en un revêtement réfractaire intérieur et comprenant au moins un élément tubulaire central relié, d'un côté, par une première articulation sphérique et premier compensateur à une tubulure supérieure solidaire d'une conduite circulaire d'alimentation en air préchauffé entourant le four et, du côté opposé, par une seconde articulation sphérique et un second compensateur à une tubulure inférieure qui est prolongée par un coude et un busillon, ce dernier étant articulé sur une tuyère fixée dans la paroi du four et dans lequel dispositif les articulations sphériques comportent une rotule convexe formée par l'extrémité de l'un des segments et pouvant pivoter dans une assiette concave formée par l'extrémité du segment adjacent et un joint réfractaire mou interposé.

Ces dispositifs, plus généralement connus sous le nom de "porte-vent" sont exposés à des problèmes de mobilité et d'étanchéité. En effet, par suite de la température élevée de l'air préchauffé (température de l'ordre de 1200 °C ou plus) et de la température élevée régnant à l'intérieur du four, la paroi de ce dernier, ainsi que la conduite circulaire et le porte-vent sont exposés à des dilatations et déformations thermiques causant des déplacements relatifs non négligeables entre la conduite circulaire et la paroi du four. Il faut donc que le porte-vent soit en mesure de compenser ces déplacements relatifs tout en évitant des fuites de gaz ou d'air préchauffé.

Pour répondre à ces exigences, le brevet US No 3,766,868 propose un porte-vent du genre décrit dans le préambule. Ce porte-vent a, par la suite, été perfectionné par la conception d'articulation universelle à joint sphérique du genre décrit dans le document DE-C2-2218331. Les trois articulations de ce porte-vent permettent la compensation de tous les mouvements relatifs entre la conduite circulaire et la paroi du four. L'étanchéité au niveau des articulations est assurée par des compensateurs à soufflets, alors que la stabilité mécanique est assurée par des liaisons à cardan associées, au niveau des deux articulations universelles, aux deux extrémités opposées de l'élément tubulaire central.

L'endroit le plus sollicité et le plus délicat se situe toujours au niveau des articulations. En effet, la mobilité de la rotule par rapport à son assiette entraîne souvent des déformations irréversibles des joints mous et des frottements de réfractaires sur du réfractaire. Par ailleurs, vu les difficultés de travailler l'acier réfractaire, il n'est pas possible de

prolonger le blindage formant l'enveloppe de la rotule jusqu'à la pointe de celle-ci. C'est la raison pour laquelle on constate souvent la formation de micro-fissures dans le réfractaire de la pointe de la rotule, qui sont la cause de circulations et tourbillons gênants.

A ces critères de qualité d'un bon porte-vent s'ajoute le souci d'un prix de fabrication compétitif, de la possibilité de démontage facile et rapide, de la possibilité de pouvoir refaire facilement le réfractaire en cas de besoin, etc. Il est évident que tous ces critères ont souvent tendance à s'opposer, obligeant ainsi le constructeur à choisir un compromis raisonnable.

Le but de la présente invention est de prévoir un nouveau dispositif du genre décrit dans le préambule, qui présente une meilleure résistance à l'usure au niveau des articulations, qui, par ses nombreuses variantes, s'adapte parfaitement aux exigences de l'utilisateur, qui offre plus de facilité de fabrication et de remplacement, tout en permettant un prix de fabrication raisonnable.

Pour atteindre cet objectif, le dispositif proposé par la présente invention est essentiellement caractérisé en ce que le rayon de courbure de chaque articulation sphérique est de l'ordre de grandeur de la moitié du diamètre des différents éléments cylindriques et en ce que les rotules convexes des articulations sphériques comportent une gaine de protection en acier réfractaire et qui s'étend jusqu'à la base diamétrale de la rotule. La réduction du rayon de courbure des articulations sphériques permet un meilleur guidage des rotules dans leur assiette tout en réduisant les risques de chocs et d'usure des joints mous et en permettant de conserver toujours la même largeur du joint.

La réduction du rayon de courbure des articulations et le fait que le blindage métallique, qui à cet endroit, forme la gaine de la rotule et s'étend jusqu'à la base de celle-ci permettent le maintien d'une largeur uniforme de la fente d'articulation lors des pivotements. La présente invention propose également un nouveau procédé de fabrication de rotule convexe d'articulation sphérique d'un dispositif d'injection d'air préchauffé dans un four à cuve, consistant à réaliser d'abord la gaine de rotule en acier réfractaire et à munir celle-ci d'un revêtement réfractaire intérieur, caractérisé en ce que l'on déforme l'extrémité d'un tube en acier réfractaire jusqu'à ce qu'elle présente la forme d'une coupole convexe avec une ouverture centrale et une surface sphérique convexe s'étendant entre l'ouverture centrale et la surface cylindrique du tube en ce que l'on pose la gaine ainsi formée sur un support, en ce que l'on dispose axialement à l'intérieur un cylindre d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre de ladite ouverture centrale et en ce que l'on coule de la matière réfractaire entre

le cylindre et ladite gaine en utilisant cette dernière comme moule.

Selon un premier mode de réalisation du porte-vent, les rotules sont formées par les extrémités inférieures de la tubulure supérieure et de l'élément tubulaire central.

La rotule de l'élément tubulaire central peut soit former partie intégrante de cet élément, soit être séparé de celui-ci par une coupure transversale remplie par un joint annulaire.

Le blindage de l'élément tubulaire central et celui de la tubulure inférieure peuvent être reliés directement l'un à l'autre à travers un compensateur, ou par l'intermédiaire d'une bride ou d'une soudure détachable.

L'assiette de l'articulation inférieure peut être formée dans le revêtement réfractaire coulé dans une gaine cylindrique en acier réfractaire disposée coaxialement à l'intérieur du blindage de la tubulure inférieure.

Le joint mou réfractaire peut être attaché partiellement sur le blindage et partiellement sur le bord de l'assiette. Il peut également être attaché partiellement dans un logement intérieur de la gaine cylindrique et partiellement sur le réfractaire. Selon une variante, il peut également être attaché partiellement sur le réfractaire et partiellement dans un logement délimité par la partie supérieure de la gaine et par un anneau soudé à l'intérieur du blindage.

Selon un second mode de réalisation, les assiettes des deux articulations sphériques sont prévues respectivement aux deux extrémités opposées de l'élément tubulaire central, alors que les rotules convexes sont prévues sur la tubulure supérieure et la tubulure inférieure.

D'autres particularités et caractéristiques ressortiront de la description détaillée de plusieurs modes de réalisation, présentés ci-dessous, à titre d'illustration, en référence aux Figures annexées dans lesquelles:

la Figure 1 représente une vue schématique, en coupe axiale, d'un porte-vent classique selon le brevet US 3,766,867;

la Figure 1a représente une variante d'exécution de l'articulation inférieure du porte-vent selon la Figure 1;

la Figure 2 représente schématiquement les détails d'une articulation d'un porte-vent connu selon le brevet DE-C2-2218331;

Les Figures 3 et 3a illustrent en juxtaposition et en coupe axiale une articulation sphérique conformément à la présente invention;

la Figure 4 illustre schématiquement le procédé de formation d'une gaine en acier réfractaire pour une rotule d'une articulation selon la présente invention;

la Figure 5 montre schématiquement une coupe axiale à travers la section verticale d'un premier mode de réalisation d'un porte-vent selon la présente invention;

la Figure 5a illustre schématiquement une variante d'exécution de l'articulation inférieure du porte-vent selon la Figure 5;

les Figures 6a, 6b et 6c illustrent schématiquement les différentes phases de fabrication du réfractaire des éléments du porte-vent selon la Figure 5;

la Figure 7 est d'une vue analogue à celle de la Figure 5 d'un second mode de réalisation d'un porte-vent selon la présente invention;

Les Figures 8, 9 et 9a illustrent différentes variantes de réalisation de l'articulation inférieure du porte-vent selon la Figure 7;

les Figures 10a, 10b et 10c illustrent schématiquement les différentes phases de fabrication du réfractaire des éléments du porte-vent selon la Figure 7;

la Figure 11 illustre schématiquement un troisième mode de réalisation d'un porte-vent selon la présente invention;

Les figures 12a, 12b et 12c illustrent schématiquement les différentes phases de fabrication du réfractaire du porte-vent selon la figure 11;

La figure 13 illustre schématiquement un quatrième mode de réalisation d'un porte-vent selon la présente invention et

Les figures 13a, 13b et 13c illustrent schématiquement les différentes phases de fabrication du réfractaire du porte-vent selon la figure 13.

Le porte-vent connu représenté sur la figure 1 par la référence 20 relie une conduite circulaire principale 22, aménagée autour d'un haut-fourneau, à la paroi 24 de celui-ci. Ce porte-vent comporte une section oblique rectiligne constituée d'un élément tubulaire central 26 articulé à son extrémité supérieure sur une tubulure 28 fixée sur un raccord de la conduite circulaire 22 et, par son extrémité inférieure sur une tubulure 30 qui est bridée sur un coude 32. Ce coude 32 est prolongé par un busillon 34 dont l'extrémité est articulée sur une tuyère 36 fixée dans la paroi 24 du four. Les articulations supérieures 38 et inférieures 40 entre l'élément tubulaire central 26 et les deux tubulures 28 et 30 sont des articulations universelles permettant des mouvements relatifs entre la conduite circulaire 22 et la paroi du four 24. L'étanchéité au niveau des articulations 38 et 40 est assurée par des compensateurs à soufflets 44, 46 fixés respectivement sur l'élément tubulaire 26 et les tubulures adjacentes 28 et 30. La stabilité mécanique est assurée par les articulations à cardan 48, 50 reliant également l'élément central 26 aux tubulures adjacentes 28 et 30. Tous ces éléments du porte-vent sont constitués d'un blindage extérieur en acier 52 garni inté-

rieurement d'un revêtement réfractaire 54 lui-même traversé par un canal 56 pour le passage de l'air préchauffé.

Chacune des deux articulations 38, 40 est constituée par une partie convexe appelée par la suite rotule et par une partie concave appelée par la suite assiette. Dans l'articulation supérieure 38, la rotule fait partie de la tubulure supérieure 28 et pénètre dans l'assiette formée par l'extrémité supérieure de l'élément central 26. La partie inférieure de celui-ci forme la rotule de l'articulation 40 et pénètre dans l'assiette formée par la partie supérieure de la tubulure inférieure 40.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, la rotule de l'articulation 40 fait partie intégrante de l'élément central 26, c'est-à-dire que son revêtement réfractaire s'étend, sans interruption, de l'extrémité supérieure jusqu'à la pointe de la rotule. Cette constitution de l'élément central 26 facilite sa fabrication en comparaison avec la variante illustrée sur la figure 1a dans laquelle la rotule est séparée du reste de l'élément central et est rattachée à celui-ci au niveau de la bride prévue pour la fixation du cardan 50a. Cette variante illustrée sur la figure 1a a, par contre, l'avantage de permettre le démontage séparé de la partie inférieure constituée par la tubulure 30 et l'articulation 40a ou la partie supérieure constituée par le reste de l'élément central 26 et l'articulation supérieure 38 avec la tubulure 28. A noter que l'articulation supérieure 38 doit nécessairement être constituée conformément à la figure 1a afin de pouvoir détacher le porte-vent de la conduite circulaire 22.

La figure 2 illustre un mode de réalisation connu d'une articulation telle que proposée dans le document DE-C2-2218331. Ce mode de réalisation se distingue essentiellement de celui de la figure 1 par le fait que les articulations sont sphériques comme le montre le joint entre la rotule 58 et l'assiette de la tubulure 30. Dans ce mode de réalisation, la rotule 58 est également séparée de l'élément central 26 à l'instar de la figure 1a. La réalisation selon la figure 1 reste toutefois également possible.

Une autre différence par rapport au mode de réalisation de la figure 1 est la disposition de joints mous au niveau de l'articulation. Un premier anneau d'étanchéité 62, par exemple, en fibres céramiques est incorporé dans le réfractaire de l'assiette 60 et ferme le passage entre l'assiette 60 et la pointe de la rotule 58. Un autre joint, également en fibres céramiques est disposé dans l'espace annulaire entre l'extrémité inférieure de la gaine métallique 68 de la rotule 58 et le raccord cylindrique du compensateur 44. Ce joint 64 est coincé entre le bord de l'assiette 60 et une bague périphérique 66 soudée sur la gaine 68.

Le but de ces joints 62 et 64 est essentiellement d'empêcher ou de réduire la pénétration d'air chaud à l'intérieur des compensateurs 44 afin de mieux protéger ceux-ci des températures élevées. Lorsque la rotule 58 subit un décalage axial par rapport à la tubulure 30, le bord inférieur de la gaine 68 peut venir écraser le joint 64 d'un côté, alors que du côté opposé, la bague 66 a tendance à comprimer le joint 64 dans le sens axial. Etant donné que ces joints réfractaires manquent d'élasticité, ils risquent de subir par ces mouvements une déformation irréversible, ce qui réduit leur efficacité.

Ce dispositif selon la figure 2 présente un autre handicap, dans la mesure où la gaine 68 en acier réfractaire ne s'étend que jusqu'à la limite de la partie cylindrique de la rotule 58. La pointe réfractaire de la rotule 58 est, de ce fait, rapidement envahie par des micro-fissures qui sont à l'origine d'une usure rapide et d'une rupture de la pointe de la rotule. L'absence de soutien du réfractaire de la pointe de la rotule 58 nécessite, en outre, un rayon de courbure R relativement grand pour éviter que cette pointe convexe non soutenue par la gaine 68 ne soit trop effilée. Ceci, à son tour, est à l'origine du bord tranchant entre la partie cylindrique et la partie convexe de la gaine 58 et qui risque d'écraser le joint 64 lors des mouvements angulaires de la rotule.

Les figures 3 et 3a montrent chacune la moitié d'une articulation conformément à la présente invention, les figures étant rapprochées de manière à montrer une articulation entière dont la partie gauche représente la version avec rotule séparée du segment central et dont la version de droite est celle dont la rotule fait partie du segment central.

Les figures 3 et 3a montrent que la rotule proposée par la présente invention 70, 70a est complètement enveloppée par sa gaine en acier réfractaire 72, 72a qui s'étend jusqu'à la base de la rotule autour de sa section convexe. La fabrication d'une telle gaine réfractaire 72, 72a en une seule pièce avec une section convexe est rendue possible par un procédé de fabrication astucieux expliqué plus en détails ci-dessous. Comparé à l'état de la technique selon la figure 2, la rotule proposée par la présente invention présente un rayon de courbure plus petit, de l'ordre de grandeur de la moitié du diamètre des segments du porte-vent, ce qui améliore sa mobilité. Un joint 74, par exemple en fibres céramiques, est prévu entre la rotule 70, 70a et le réfractaire de la tubulure 76. Ce joint peut, par exemple, être collé sur le blindage de la tubulure 76 entre deux anneaux de maintien 78, 80. Le joint 74 épouse parfaitement la forme de la pointe de la rotule et s'étend sur la majeure partie de la section convexe de celle-ci. Si le porte-vent est conçu pour s'accomoder à un désalignement

axial maximal de 7° la rotule 72, 71, peut s'écarter de $3,5^\circ$ de part et d'autre de sa position neutre sur les figures, ce qui est illustré dans les angles α et β . Lors d'un tel pivotement extrême le joint 74 forme toujours un épais coussin d'étanchéité sans être comprimé par la rotule 70, 71, grâce au fait que la largeur de la fente reste constante lors des pivotements relatifs.

On va maintenant décrire, en référence à la figure 4, le procédé proposé par la présente invention pour la réalisation d'une gaine de rotule en acier réfractaire. A cet effet, on utilise un tube cylindrique 82 en acier réfractaire, muni éventuellement d'une petite bride périphérique 84 s'il s'agit du mode de réalisation de la figure 3. Du côté opposé à la bride 84 on pratique sur tout le pourtour, à intervalles réguliers, des découpes suivant la génératrice, d'une profondeur correspondant à la longueur de la section convexe de la rotule à réaliser. Ces découpes 86 définissent ainsi des languettes 88 identiques entre elles. Ces languettes 88 sont ensuite rabattues vers l'axe du tube 82 jusqu'à fermeture complète des découpes 86 pour définir une coupole sphérique présentant une ouverture centrale 90 formée par les facettes frontales 92 juxtaposées des languettes 88. Ce rabattement des languettes 88 peut être effectué dans un moule à fond sphérique. La gaine 72 est ensuite terminée en soudant les différentes languettes 88 l'une à l'autre sur toute la longueur des découpes.

La figure 5 illustre un premier mode de réalisation de la section oblique d'un porte-vent avec deux articulations sphériques 94 et 96 identiques l'une à l'autre et comprenant chacune une rotule enveloppée dans une gaine en acier réfractaire réalisée selon le procédé décrit en référence à la figure 4. Sur la figure 5 ainsi que sur les figures suivantes on n'a pas représenté, pour des raisons de simplicité, les moyens de stabilisation mécanique des articulations 94 et 96. Ces moyens, quoique présents en pratique, peuvent être des moyens connus en soi, tels que des articulations à cardan ou des tirants conformes au document EP-A1-0363576.

La figure 5a illustre la variante déjà décrite ci-dessus, selon laquelle la rotule de l'articulation inférieure 96a est séparée de l'élément tubulaire central 98a.

Dans les deux modes de réalisation des figures 5 et 5a la connexion étanche entre l'élément central 98 et la tubulure inférieure 100 est réalisée par l'intermédiaire d'une bride 102 à l'extrémité supérieure de la gaine de la rotule. L'élément central 98 comporte également une bride supérieure 104 au-delà du compensateur de l'articulation supérieure 94 pour être fixée sur le raccord de la conduite circulaire non représentée.

Dans le mode de réalisation de la figure 5 ces brides 102 et 104 sont, par ailleurs, nécessaires pour pouvoir fabriquer séparément les trois éléments, à savoir l'élément central 98, la tubulure inférieure 100 et la tubulure supérieure 106 qui est simplement constituée par la rotule de l'articulation sphérique 94. Cette fabrication sera maintenant illustrée en référence aux figures 6a, 6b et 6c.

La figure 6a illustre la fabrication du réfractaire de la rotule 106. A cet effet, la gaine 72 fabriquée selon le procédé décrit en référence à la figure 4 est retournée sur un support 108, par exemple en bois, l'ouverture centrale 90, de préférence, vers le bas. Ensuite on introduit une forme cylindrique 110, par exemple en matière synthétique expansée dans la gaine 72 et on s'assure qu'elle soit maintenue en place, par exemple par l'intermédiaire d'un bouchon 112 fixé dans le support 108 et pénétrant dans un canal axial de la forme 110. Il ne reste dès lors plus qu'à couler la matière réfractaire 114 dans l'espace annulaire délimité par la forme 110 et la gaine 72 en se servant de cette dernière comme moule.

La figure 6b illustre la fabrication de l'élément central 98. A cet effet, l'ensemble formé par le blindage 116 de l'élément central avec la gaine de la rotule inférieure et le compensateur supérieur est retourné, la bride 104 vers le bas, sur un support 118, l'anneau 120 délimitant le logement du joint de l'articulation supérieure 94 fermant l'ouverture autour du support. Le profil supérieur du support 118 est complémentaire à la forme de l'assiette de l'articulation 94. Ensuite on dispose axialement sur le support 118 une forme cylindrique 122 en matière synthétique expansée et maintenue en place par un bouchon 124. Il suffit ensuite de remplir l'espace annulaire autour de la forme 122 de matière réfractaire.

La figure 6c illustre la fabrication de la tubulure inférieure. Comme dans le cas de la figure 6b le blindage 126 de cette tubulure, y compris le compensateur de l'articulation inférieure est retourné, bride supérieure vers le bas, sur un support 128 identique au support 118 utilisé précédemment. On dispose ensuite axialement sur le support 128 une forme en matière synthétique expansée 130 dont la forme extérieure correspond au canal intérieur de la tubulure 100 terminée et on remplit l'espace autour de la forme 130 avec de la matière réfractaire. Il est à noter que les trois formes en matière synthétique 110, 122 et 130 peuvent rester en place en vue du montage du porte-vent, étant donné qu'elles se consumeront automatiquement lors de la mise en service du porte-vent.

La figure 7 montre un second mode de réalisation d'un porte-vent avec un élément central 132, une tubulure inférieure 134 et une rotule 136. Toutefois, contrairement au mode de réalisation de la

figure 5, le blindage de l'élément central 132 est relié à travers le compensateur de l'articulation inférieure au blindage de la tubulure 134. La bride 102 du mode de réalisation de la figure 5 a, par conséquent, disparu, ce qui permet, de réduire le prix de fabrication du porte-vent. Par contre, étant donné que la tubulure 134 n'est pas séparable de l'élément central 132 l'étape de fabrication illustrée par la figure 6c n'est plus possible et il faut prévoir d'autres artifices afin de pouvoir couler l'assiette de l'articulation inférieure. A cet effet, on coule, dans l'exemple illustré, le réfractaire de la tubulure 134 en deux opérations successives, ce qui est symbolisé par l'interruption 138. Ceci se répercute également sur la conception de l'articulation inférieure, notamment de l'assiette de la tubulure 134 et les figures 8 et 9 en illustrent plusieurs modes de réalisation.

La figure 8 montre les détails de l'articulation sphérique 140 entre l'élément central 132 et la tubulure inférieure 134. La rotule 142 est identique au mode de réalisation précédent, c'est-à-dire avec une gaine réfractaire réalisée selon la figure 4. Par contre, l'assiette 144 de l'articulation 140 formée par la partie supérieure du revêtement réfractaire de la tubulure 134 est modifiée. Comme le montre, en effet, la figure 8, le revêtement réfractaire formant l'assiette 144 est coulé à l'intérieur d'une gaine cylindrique 146 en acier réfractaire et disposé coaxialement à l'intérieur du blindage métallique de la tubulure 134. La gaine 146 peut être maintenue en place par l'intermédiaire de deux anneaux 148 et 150 fixés respectivement sur la paroi intérieure du blindage et la paroi extérieure de la douille 146. L'isolation thermique est assurée par un épais joint 152 en fibres céramiques collé sur la surface intérieure du blindage de la tubulure 134 et s'étendant vers le bas entre la rotule 142 et l'assiette 144. Deux appuis annulaires 154 et 156 soudés sur le blindage assurent le maintien de ce joint.

Dans la variante, selon la figure 9, l'assiette 144 est également disposée à l'intérieur d'une gaine 158 en acier réfractaire qui, comparé aux modes de réalisation de la figure 8 est plus longue que la gaine 146. La partie de la gaine 158 qui dépasse le revêtement réfractaire est en effet conçu comme logement pour le joint 160 en fibres céramiques. Le mode de réalisation de la figure 9 présente, par rapport à celui de la figure 8 l'avantage que le joint 160 peut être mis en place avant l'assemblage du porte-vent et être introduit avec l'assiette 144. Par contre, le mode de réalisation de la figure 8 présente, par rapport à celui de la figure 9 l'avantage d'une meilleure isolation thermique à cause d'un joint 152 plus épais que le joint 160.

La figure 9a présente un compromis entre les réalisations des figures 8 et 9 dans la mesure où la

gaine 162 sert également de logement au joint 164 mais en association avec une bague annulaire 166 soudée sur la surface intérieure du blindage. Le joint 164 peut donc également être mis en place sur l'assiette avant l'assemblage du porte-vent, comme dans le cas de la figure 9, mais contrairement à celle-ci la bague 166 forme un pont thermique contribuant à l'écoulement de la chaleur du joint 164 vers le blindage extérieur.

On va maintenant décrire en référence aux figures 10a, 10b et 10c les phases de fabrication des différents éléments du porte-vent de la figure 7 comme on l'a fait auparavant pour celui de la figure 5 en référence aux figures 6a à 6c. On se référera, à titre d'exemple, à la mise en oeuvre du mode de réalisation selon la figure 9.

La figure 10a illustre la coulée du réfractaire dans une gaine selon la figure 4 pour réaliser la rotule supérieure 136. Cette phase est identique à celle décrite en référence à la figure 6a et ne demande pas d'explication supplémentaire.

Ici intervient cependant la phase intermédiaire illustrée sur la figure 10b et représentant la coulée séparée de l'assiette 144 de l'articulation inférieure 140. On pose d'abord la gaine 158 sur un moule en bois 168, le logement prévu pour le joint 160 (figure 9) étant orienté vers le bas. Le profil de la face supérieure de ce moule 168 est complémentaire à celui du revêtement réfractaire de l'assiette 144. On place ensuite, axialement à l'intérieur de la gaine 158 sur le support 168 une forme 169 en matière synthétique expansée correspondant à l'ouverture de l'assiette 144 et l'on coule le matériau réfractaire entre cette forme 169 et la gaine 158. Après la coulée et l'enlèvement du moule 168 on peut de suite fixer, par exemple coller le joint 160 (figure 9) dans son logement à l'intérieur de la gaine 158.

En vue de la coulée de l'élément central 132 on retourne son blindage métallique qui est attaché à celui de la tubulure 134 à travers le compensateur, sur sa bride supérieure. La coulée proprement dite de l'élément 132 est identique à la coulée décrite en référence à la figure 6b et utilisera les mêmes moules et formes. Lorsque cette coulée est terminée on introduit l'assiette 144 coulée selon la figure 10b et après mise en place du joint, dans le blindage de la tubulure 134 pour la poser sur la rotule 142 où elle est retenue par les butées 148 et 150. Lorsque l'assiette 144 est en place on pose sur cette assiette 144 une forme, non représentée, définissant le canal de la tubulure 134 et on achève la coulée de la tubulure 134 en remplissant l'espace annulaire entre ladite forme et le blindage de la tubulure 134 de matière réfractaire.

La figure 11 illustre un troisième mode de réalisation analogue à celui de la figure 7 et comprenant un élément central 170 connecté à travers

une articulation sphérique supérieure 176 à une rotule 172 et par une articulation sphérique inférieure 178 à une tubulure 174. La tubulure inférieure 174 et l'articulation inférieure 178 sont identiques au mode de réalisation de la figure 5 et, de ce fait, ne demandent pas de description supplémentaire. L'élément central 170, quant à lui, est analogue à celui du mode de réalisation de la figure 7 dans la mesure où il ne comporte pas de bride pour réaliser sa connexion avec la tubulure 174. Pour résoudre, dans le mode de réalisation de la figure 11, le problème de fabrication et d'assemblage expliqué en référence à la figure 7 on prévoit, dans le mode de réalisation de la figure 11 une liaison détachable entre le blindage de l'élément central 170 et celui de la tubulure 174. Comme le montre la figure, le raccord supérieur 180 du compensateur 182 est soudé au blindage de l'élément central 170 au niveau d'un épaulement métallique 184 sur lequel est également soudée la gaine de la rotule de l'articulation 178. La solidité de la soudure du raccord 180 sur l'épaulement 184 doit être un compromis entre la nécessité de devoir défaire la soudure en cas de démontage, d'une part, et la nécessité d'assurer l'étanchéité et de contenir la pression intérieure, d'autre part.

Le mode de réalisation de la figure 11 offre l'avantage de la même simplicité de fabrication que celle du mode de réalisation de la figure 5, c'est-à-dire de ne pas devoir couler la tubulure inférieure en deux étapes et l'avantage du mode de réalisation de la figure 7, d'épargner la bride de liaison entre l'élément central et la tubulure inférieure. Par contre, le mode de réalisation de la figure 11 nécessite la présence d'une soudure devant contenir la pression intérieure.

Les différentes phases de coulée des éléments du mode de réalisation de la figure 11 illustrées par les figures 12a, 12b et 12c correspondent exactement à celles décrites en référence aux figures 6a, 6b et 6c et ne demandent donc pas d'explications supplémentaires, les mêmes formes et moules pouvant être utilisés. La seule différence réside en l'absence d'une bride sur le raccord 180 du compensateur 182 et l'absence d'une bride sur l'élément central 170 qui est remplacé par l'épaulement 184. Après la coulée des trois éléments 170, 172 et 174 conformément aux figures 12a, 12b et 12c on procède à la mise en place du joint de l'articulation inférieure 178 en le collant dans son logement prévu à la surface intérieure du blindage de la tubulure 174 au-dessus du compensateur 182. On enfle ensuite la tubulure 174 sur la rotule de l'élément central 170 et on effectue la soudure périphérique entre le raccord 180 et l'épaulement 184.

On va maintenant décrire en référence à la figure 13 un 4ème mode de réalisation qui réunit tous les avantages des trois premiers modes de

réalisation. Ce mode de réalisation selon la figure 13 comporte également un élément tubulaire central 200 relié à travers une articulations sphérique supérieure à une rotule 202 et à travers une articulation sphérique inférieure 208 à une tubulure inférieure 204. Toutefois, contrairement aux modes de réalisation précédents les deux assiettes des articulations 206 et 208 sont prévues aux extrémités opposées de l'élément central 200, la rotule de l'articulation inférieure 208 faisant partie de la tubulure 204. Les articulations supérieures et inférieures sont donc orientées en sens inverse comme préconisé par le document EP-A1-0363576, ce qui permet de profiter également des avantages décrits dans ce document.

Comme le confirme la figure 13, ce mode de réalisation permet d'épargner la bride de l'élément central 200, sans nécessiter de soudure détachable entre le blindage de celui-ci et le blindage de la tubulure inférieure 204 et sans nécessiter de devoir couler la tubulure 204 en deux étapes comme le confirme la description des différentes phases de la fabrication qui seront décrites ci-dessous en référence aux figures 13a, 13b et 13c.

La réalisation de la rotule 202 illustrée par la figure 13a est conforme à la fabrication des rotules des modes de réalisation précédents.

La figure 13b illustre la fabrication de l'élément central 200. Le blindage métallique de celui-ci qui fait partie de celui de la tubulure inférieure 204 est posé sur un moule en bois qui le supporte par l'intermédiaire du logement du joint de l'articulation inférieure 208. Le moule 210 est supporté par un socle 212 qui est, de préférence, muni d'un appui supportant le blindage de la tubulure 204 par l'intermédiaire d'une butée intérieure 216 qui servira par après comme appui de fixation de la gaine de la rotule. Le profil de la face supérieure du moule 210 est complémentaire à celui de l'assiette de l'articulation inférieure. Il suffit dès lors de placer axialement à l'intérieur du blindage de l'élément 200 et sur le moule 210 une forme 218 en matière synthétique expansée et correspondant au canal intérieur de l'élément central 200. Il suffit dès lors de remplir l'espace annulaire entre la forme 218 et le blindage jusqu'à ras du logement du joint de l'articulation supérieure 206. Le profil de l'assiette 220 de l'articulation supérieure est formé dans la matière réfractaire coulée par enlèvement de matière coulée avant son durcissement, par exemple à l'aide d'un racloir ayant le profil complémentaire de l'assiette 220. La structure réalisée conformément à la figure 13b est ensuite retournée et posée sur un socle 222 qui est de préférence un moule en bois utilisé pour façonner les assiettes des articulations. La structure est donc portée par l'assiette 220 sur le moule 222. On procède ensuite à la mise en place du joint 224 en le collant dans son

logement prévu à cet effet sur la surface intérieure du blindage de l'élément 200. On dispose ensuite dans le fond de l'assiette précédemment formée par le moule 210 de la figure 13b un disque 226 en matière synthétique expansée dont l'épaisseur correspond à la largeur axiale de la fente transversale de l'articulation 208 entre sa rotule et l'assiette. On introduit ensuite une gaine de rotule 72 par le dessus dans le blindage de la tubulure 204 en la posant et la soudant par son bord 84 sur la butée 216 prévue à cet effet sur la surface intérieure du blindage. On pose ensuite axialement sur le disque 226 une forme en matière synthétique expansée dont la configuration correspond au canal de passage de la tubulure 204. Il suffit ensuite de couler dans l'espace annulaire autour de cette forme la matière réfractaire en se servant de la gaine 72 comme moule. Après enlèvement du moule 222 ainsi que des bouchons 228 et 330 servant au maintien des formes intérieures lors de la coulée, l'élément central 200 et la tubulure 204 sont prêts au montage, les formes intérieures ainsi que le disque 226 pouvant rester en place étant donné qu'ils se consumeront automatiquement lors de la mise en service du porte-vent.

Revendications

1. Dispositif d'injection d'air préchauffé dans un four à cuve constitué de plusieurs éléments ou segments cylindriques distincts, consistant en un blindage extérieur en acier et un revêtement réfractaire intérieur et comprenant au moins un élément tubulaire central relié, d'un côté, par une première articulation sphérique et un premier compensateur à une tubulure supérieure solidaire d'une conduite circulaire d'alimentation d'air préchauffé entourant le four et, du côté opposé, par une seconde articulation sphérique et un second compensateur à une tubulure inférieure qui est prolongée par un coude et un busillon, ce dernier étant articulé sur une tuyère fixée dans la paroi du four, et dans lequel les articulations sphériques comportant une rotule convexe formée par l'extrémité de l'un des segments et pouvant pivoter dans une assiette concave formée par l'extrémité du segment adjacent et un joint réfractaire mou interposé, caractérisé en ce que le rayon de courbure de chaque articulation sphérique est de l'ordre de grandeur de la moitié du diamètre des différents éléments cylindriques et en ce que les rotules convexes (70, 70a) des articulations sphériques comportent une gaine de protection en acier réfractaire qui s'étend autour de la partie convexe jusqu'à la base diamétrale de la rotule.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les rotules sont formées par les extrémités inférieures de la tubulure supérieure (106, 136, 172) et de l'élément tubulaire central (98, 132, 170).
3. Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la rotule (70a) de l'élément tubulaire central (98) fait partie intégrante de celui-ci.
4. Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la rotule (70) de l'élément tubulaire central (98a) est séparé de celui-ci par une coupure transversale remplie par un joint annulaire.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le blindage métallique de l'élément tubulaire central (98) est relié à celui de la tubulure inférieure (100) par le compensateur et une bride (102).
6. Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le blindage de l'élément tubulaire central (132) et celui de la tubulure inférieure (134) sont reliés directement l'un à l'autre à travers le compensateur.
7. Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le blindage de l'élément tubulaire central (170) et celui de la tubulure inférieure (174) sont reliés l'un à l'autre par une soudure détachable entre un raccord de compensateur (180) et un épaulement périphérique (184).
8. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'assiette (144) de l'articulation inférieure (140) est formé dans le revêtement réfractaire coulé dans une gaine cylindrique (146, 158, 162) en acier réfractaire disposé coaxialement à l'intérieur du blindage de la tubulure inférieure (134).
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'un joint réfractaire (152) est attaché partiellement sur le blindage de la tubulure inférieure (134) et partiellement sur le bord de l'assiette (144).
10. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le joint réfractaire (160) est attaché partiellement dans un logement intérieur de la gaine cylindrique (158) et partiellement sur le réfractaire de l'assiette (144).

11. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le joint (164) est attaché partiellement sur le réfractaire et partiellement sur un logement délimité par la partie supérieure de la gaine (162) et par un anneau (166) soudé à l'intérieur du blindage de la tubulure inférieure (134). 5
12. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les assiettes de deux articulations sphériques (206, 208) sont prévues respectivement aux deux extrémités opposées de l'élément tubulaire central (200), alors que des rotules convexes sont prévues sur la tubulure supérieure (202) et la tubulure inférieure (204). 10 15
13. Procédé de fabrication de rotules convexes d'articulations sphériques d'un dispositif d'injection d'air préchauffé dans un four à cuve consistant à réaliser d'abord la gaine de rotule en acier réfractaire et à munir celle-ci d'un revêtement réfractaire intérieur, caractérisé en ce qu'on déforme l'extrémité d'un tube (82) en acier réfractaire jusqu'à ce qu'elle présente la forme d'une coupole convexe avec une ouverture centrale (90) et une surface sphérique convexe s'étendant entre l'ouverture centrale (90) et la surface cylindrique du tube (82), en ce que l'on pose la gaine ainsi formée sur un support (108), en ce que l'on dispose axialement à l'intérieur une forme cylindrique (110) d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre de ladite ouverture centrale (90) et en ce que l'on coule de la matière réfractaire entre ladite forme cylindrique (110) et ladite gaine (72) en utilisant cette dernière comme moule de coulée. 20 25 30 35
14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'on pratique dans l'extrémité d'un tube (82) en acier réfractaire des découpes triangulaires (86) arrondies et effilées pour définir, sur tout le pourtour du tube (82) des languettes (88) identiques entre elles, en ce que l'on replie toutes ces languettes (88) vers l'axe du tube (82) jusqu'à ce que les découpes (86) aient complètement disparu par un rapprochement des languettes (88) pour former, par juxtaposition des facettes frontales (92) des languettes (88) une ouverture centrale (90) et une surface sphérique convexe s'étendant entre l'ouverture centrale (90) et la surface cylindrique du tube (82), en ce que l'on soude toutes les languettes (88) l'une à l'autre. 40 45 50

Claims

1. Device for injecting preheated air into a shaft furnace, formed by several distinct cylindrical elements or segments consisting of an external steel shielding and of an internal refractory lining and comprising at least one central tubular element connected at one end by a first ball-and-socket joint and a first expansion joint to an upper section of pipe attached to a bustle pipe supplying preheated air surrounding the furnace and, at the opposite end, by a second ball-and-socket joint and a second expansion joint to a lower section of pipe which is extended by an elbow and a nose-piece, the latter being coupled to a tuyere fixed in the furnace wall and in which the ball-and-socket joints comprise a convex ball end formed by the end of one of the segments and capable of pivoting in a concave seating formed by the end of the adjacent segment and an interposed soft refractory seal, characterised in that the radius of curvature of each ball-and-socket joint is of the same order of magnitude as half the diameter of the different cylindrical elements and in that the convex ball ends (70, 70a) of the ball-and-socket joints have a protective jacket of heat-resisting steel which extends around the convex part as far as the diametral base of the ball end.
2. Device according to Claim 1, characterised in that the ball ends are formed by the lower ends of the upper section of pipe (106, 136, 172) and of the central tubular element (98, 132, 170).
3. Device according to Claims 1 and 2, characterised in that the ball end (70a) of the central tubular element (98) forms an integral part of the latter.
4. Device according to Claims 1 and 2, characterised in that the ball end (70) of the central tubular element (98a) is separated from the latter by a transverse cut filled by an annular seal.
5. Device according to any one of Claims 1 to 4, characterised in that the metallic shielding of the central tubular element (98) is connected to that of the lower section of pipe (100) by the expansion joint and a flange (102).
6. Device according to Claims 1 and 2, characterised in that the shielding of the central tubular element (132) and that of the lower section of pipe (134) are connected directly to each

other through the expansion joint.

7. Device according to Claims 1 and 2, characterised in that the shielding of the central tubular element (170) and that of the lower section of pipe (174) are connected to each other through a detachable weld between a connecting member of the expansion joint (180) and a peripheral shoulder (184). 5
8. Device according to Claim 6, characterised in that the seating (144) of the lower joint (140) is formed in the refractory lining cast in a cylindrical jacket (146, 158, 162) made of heat-resisting steel and placed coaxially inside the shielding of the lower section of pipe (134). 10 15
9. Device according to Claim 8, characterised in that a refractory seal (152) is attached partly to the shielding of the lower section of pipe (134) and partly to the edge of the seating (144). 20
10. Device according to Claim 8, characterized in that the refractory seal (160) is attached partly in a housing inside the cylindrical jacket (158) and partly to the refractory of the seating (144). 25
11. Device according to Claim 8, characterized in that the seal (164) is attached partly to the refractory and partly to a housing demarcated by the upper part of the jacket (162) and by a ring (166) welded to the inside of the shielding of the lower section of pipe (134). 30 35
12. Device according to Claim 1, characterised in that the seatings of two ball-and-socket joints (206, 208) are provided respectively at the two opposite ends of the central tubular element (200), while convex ball ends are provided on the upper section of pipe (202) and the lower section of pipe (204). 40
13. Method of manufacturing convex ball ends of the ball-and-socket joints of a device for injecting preheated air into a shaft furnace consisting in first producing the ball end jacket in heat-resisting steel and fitting it with an inner refractory lining, characterised in that the end of a heat-resisting steel tube (82) is deformed until it has the shape of a convex dome with a central opening (90) and a spherical surface extending between the central opening (90) and the cylindrical surface of the tube (82), in that the jacket thus formed is placed on a support (108), in that a cylindrical former (110) with a diameter slightly less than the diameter of the said central opening (90) is placed ax-

ially inside, and in that refractory material is poured between the said cylindrical former (110) and the said jacket (72) by using the latter as a casting mould.

14. Method according to Claim 13, characterized in that rounded and tapered triangular cuts (86) are made in the end of a heat-resisting steel tube (82) so as to define, over the whole perimeter of the tube (82), tongues (88) which are identical to each other, in that all these tongues (88) are folded towards the axis of the tube (82) until the cuts (86) have completely disappeared through the tongues (88) becoming closer to each other so as to form, by juxtaposition of the front faces (92) of the tongues (88), a central opening (90) and a convex spherical surface extending between the central opening (90) and the cylindrical surface of the tube (82), in that all the tongues (88) are welded to each other.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einblasen von vorerhitzter Luft in einen Schachtofen, die von mehreren zylindrischen Elementen oder Segmenten gebildet wird, die aus einer äußeren Panzerung aus Stahl und einer inneren feuerfesten Auskleidung bestehen, und mindestens ein mittleres rohrförmiges Element aufweisen, das auf der einen Seite über ein erstes Kugelgelenk und einen ersten Kompensator mit einem oberen Rohrstutzen verbunden ist, der an einer den Ofen umgebenden, kreisförmigen Rohrleitung zur Versorgung mit vorerhitzter Luft befestigt ist, und auf der gegenüberliegenden Seite über ein zweites Kugelgelenk und einen zweiten Kompensator mit einem unteren Rohrstutzen verbunden ist, der durch ein Kniestück und eine Düse, die auf einer in der Wand des Ofens befestigten Blasform gelenkig gelagert ist, verlängert ist, wobei bei dieser Vorrichtung die Kugelgelenke einen konvexen Gelenkzapfen umfassen, der von dem Ende von einem der Segmente gebildet wird und in einer konkaven Gelenkpfanne schwenkbar ist, die von dem Ende des angrenzenden Segments und einer dazwischen angeordneten, weichen, feuerfesten Dichtung gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsradius jedes Kugelgelenks in der Größenordnung des halben Durchmessers der verschiedenen zylindrischen Elemente liegt, und daß die konvexen Gelenkzapfen (70, 70a) der Kugelgelenke eine Schutzhülle aus feuerfestem Stahl umfassen, die sich um den konvexen Teil herum bis zu der diametralen Basis des Gelenkzapfens er-

streckt.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkzapfen von dem unteren Ende des oberen Rohrstutzens (106, 136, 172) und des mittleren rohrförmigen Elements (98, 132, 170) gebildet werden. 5
3. Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Gelenkzapfen (70a) des mittleren rohrförmigen Elements (98) einen integralen Bestandteil dieses Elements bildet. 10
4. Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Gelenkzapfen (70) des mittleren rohrförmigen Elements (98a) durch einen von einer ringförmigen Dichtung ausgefüllten, transversalen Querspalt von diesem Element getrennt ist. 15 20
5. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die metallische Panzerung des mittleren rohrförmigen Elements (98) über den Kompensator und einen Flansch (102) mit der metallischen Panzerung des unteren Rohrstutzens (100) verbunden ist. 25
6. Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Panzerung des mittleren rohrförmigen Elements (132) und die Panzerung des unteren Rohrstutzens (134) über den Kompensator unmittelbar miteinander verbunden sind. 30 35
7. Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Panzerung des mittleren rohrförmigen Elements (170) und die Panzerung des unteren Rohrstutzens (174) zwischen einem Kompensator-Anschlußstück (180) und einer peripheren Schulter (184) über eine trennbare Schweißverbindung miteinander verbunden sind. 40 45
8. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkpfanne (144) des unteren Gelenks (140) in der feuerfesten Auskleidung gebildet ist, die in einer zylindrischen Hülle (146, 158, 162) aus feuerfestem Stahl gegossen ist, die in dem Inneren der Panzerung des unteren Rohrstutzens (134) coaxial angeordnet ist. 50
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine feuerfeste Dichtung (152) teilweise auf der Panzerung des unteren Rohrstutzens (134), und teilweise auf dem 55

Rand der Gelenkpfanne (144) befestigt ist.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die feuerfeste Dichtung (160) teilweise in einem inneren Sitz der zylindrischen Hülle (158), und teilweise auf dem feuerfesten Material der Gelenkpfanne (144) befestigt ist.
11. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (164) teilweise auf dem feuerfesten Material befestigt ist, und teilweise auf einem Sitz befestigt ist, der von dem oberen Teil der Hülle (162), und von einem in dem Inneren der Panzerung des unteren Rohrstutzens (134) angeschweißten Ring (166) begrenzt wird.
12. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkpfannen von zwei Kugelgelenken (206, 208) an den zwei einander gegenüberliegenden Enden des mittleren rohrförmigen Elements (200) vorgesehen sind, während konvexe Gelenkzapfen auf dem oberen Rohrstutzen (202) und dem unteren Rohrstutzen (204) vorgesehen sind.
13. Verfahren zur Herstellung von konvexen Gelenkzapfen von Kugelgelenken für eine Vorrichtung zum Einblasen von vorerhitzter Luft in einen Schachtofen, das darin besteht, daß zunächst die Gelenkzapfenhülle aus feuerfestem Stahl verwirklicht wird, und diese Hülle danach mit einer inneren feuerfesten Auskleidung versehen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Ende eines Rohrs (82) aus feuerfestem Stahl verformt wird, bis es die Form einer konvexen Kuppel hat, mit einer zentralen Öffnung (90) und einer konvexen kugelförmigen Oberfläche, die sich zwischen der zentralen Öffnung (90) und der zylindrischen Oberfläche des Rohrs (82) erstreckt, daß die so gebildete Hülle auf eine Unterlage (108) gestellt wird, daß in dem Inneren eine zylindrische Form (110), die einen ein wenig kleineren Durchmesser als die zentrale Öffnung (90) hat, axial angeordnet wird, und daß feuerfestes Material zwischen die zylindrische Form (110) und die Hülle (72) gegossen wird, wobei diese Hülle als Gießform benutzt wird.
14. Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Ende eines Rohrs (82) aus feuerfestem Stahl verrundete und spitz zulaufende, dreieckige Ausschnitte (86) angebracht werden, um über den ganzen Umfang des Rohrs (82) identische Zungen (88) festzulegen, daß alle diese Zungen (88) zu der

Achse des Rohrs (82) hin umgebogen werden, bis die Ausschnitte (86) infolge Annäherung der Zungen (88) vollständig verschwunden sind, um durch Nebeneinanderanordnung der vorderen Facetten (92) der Zungen (88) eine zentrale Öffnung (90) und eine konvexe kugelförmige Oberfläche, die sich zwischen der zentralen Öffnung (90) und der zylindrischen Oberfläche des Rohrs (82) erstreckt, zu bilden, und daß alle Zungen (88) aneinandergeschweißt werden.

5

10

15

20

25

30

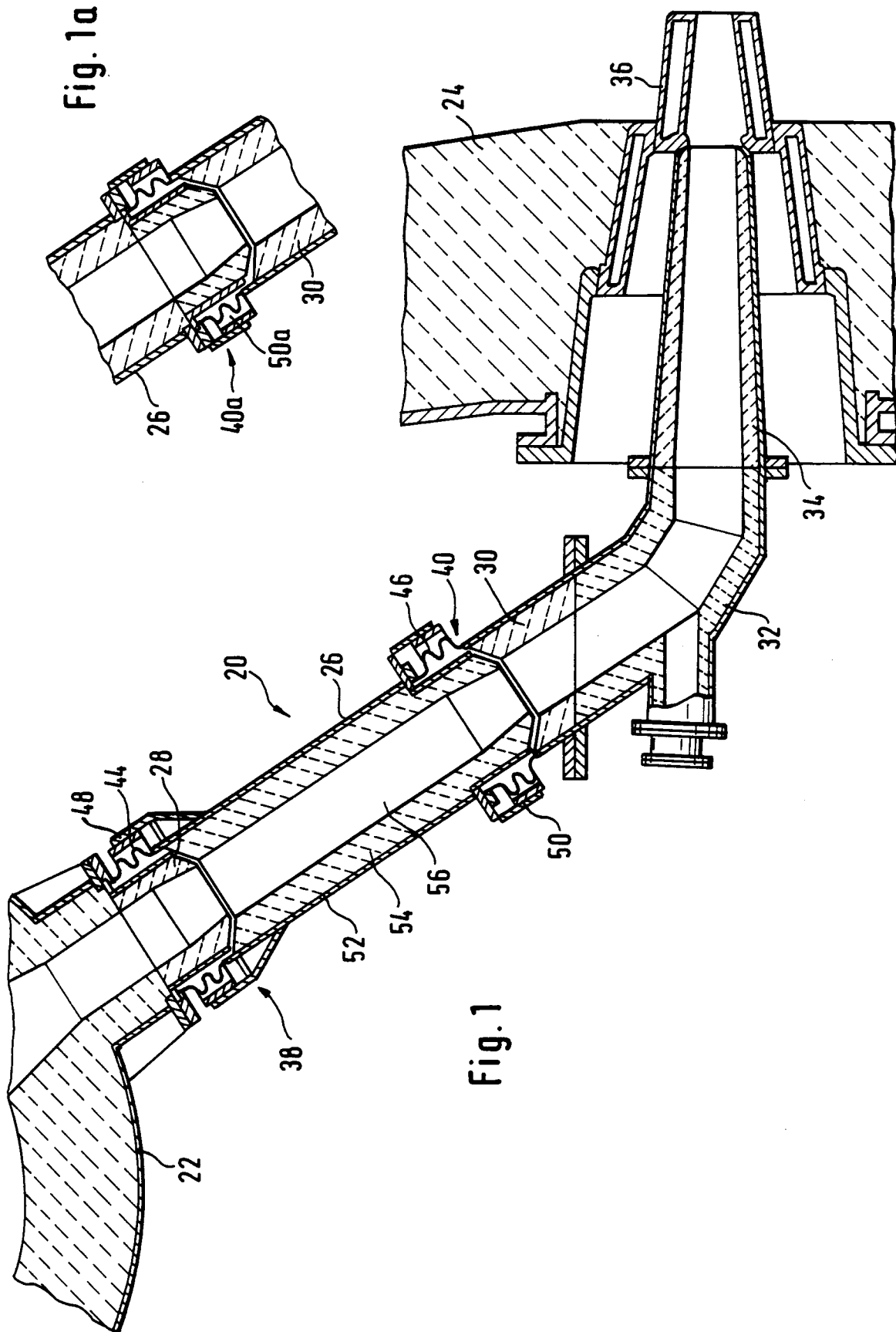
35

40

45

50

55



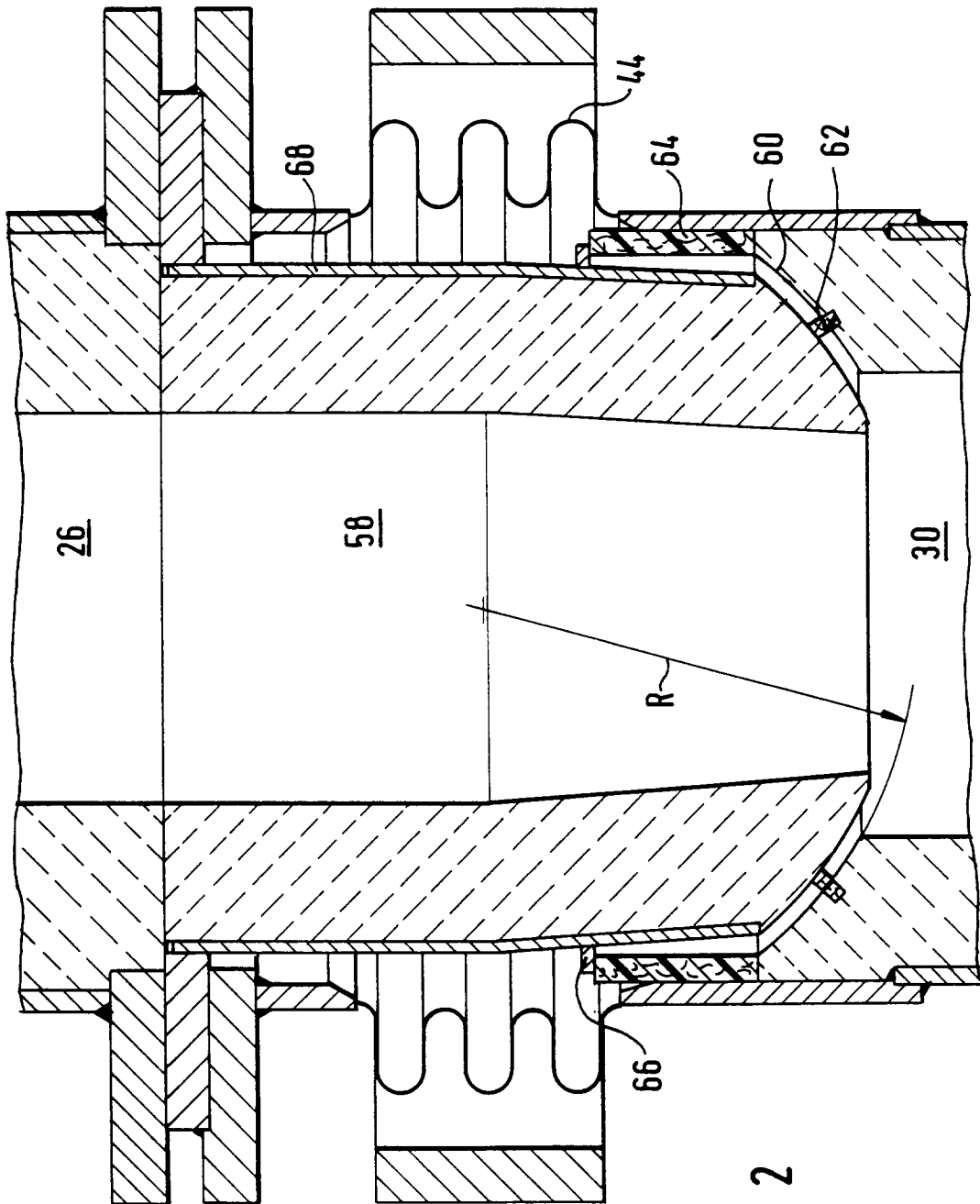


Fig. 2

Fig. 3a

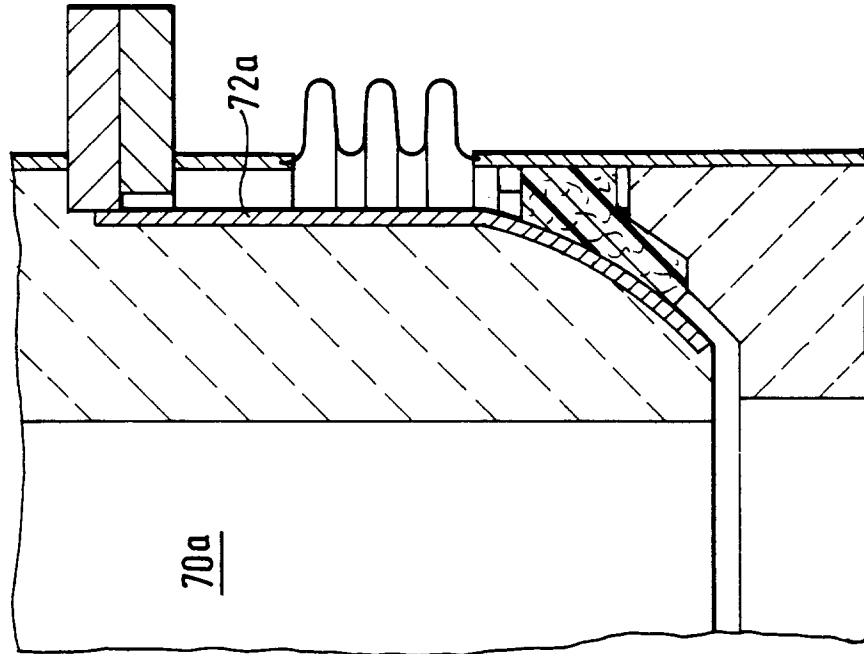
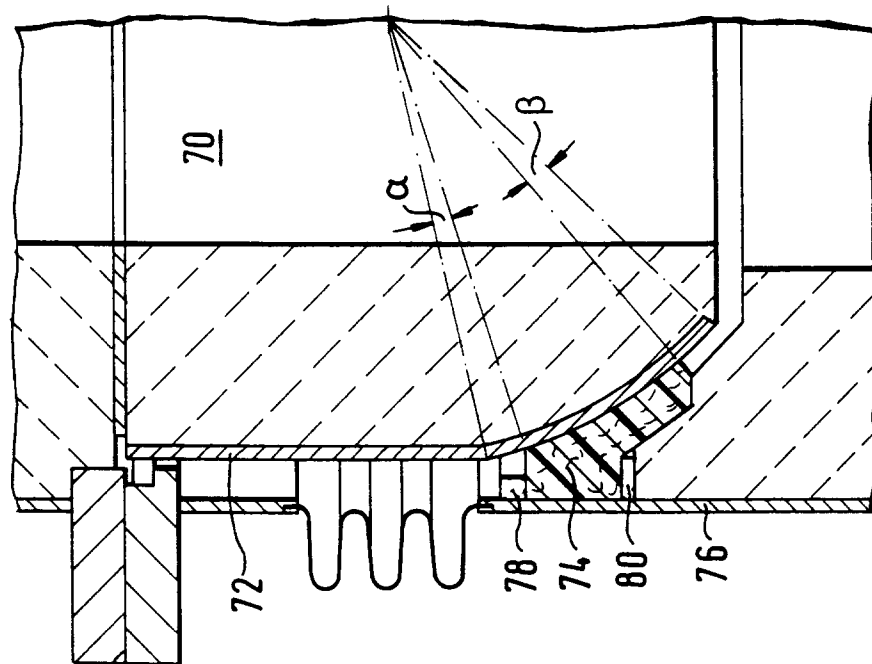


Fig. 3



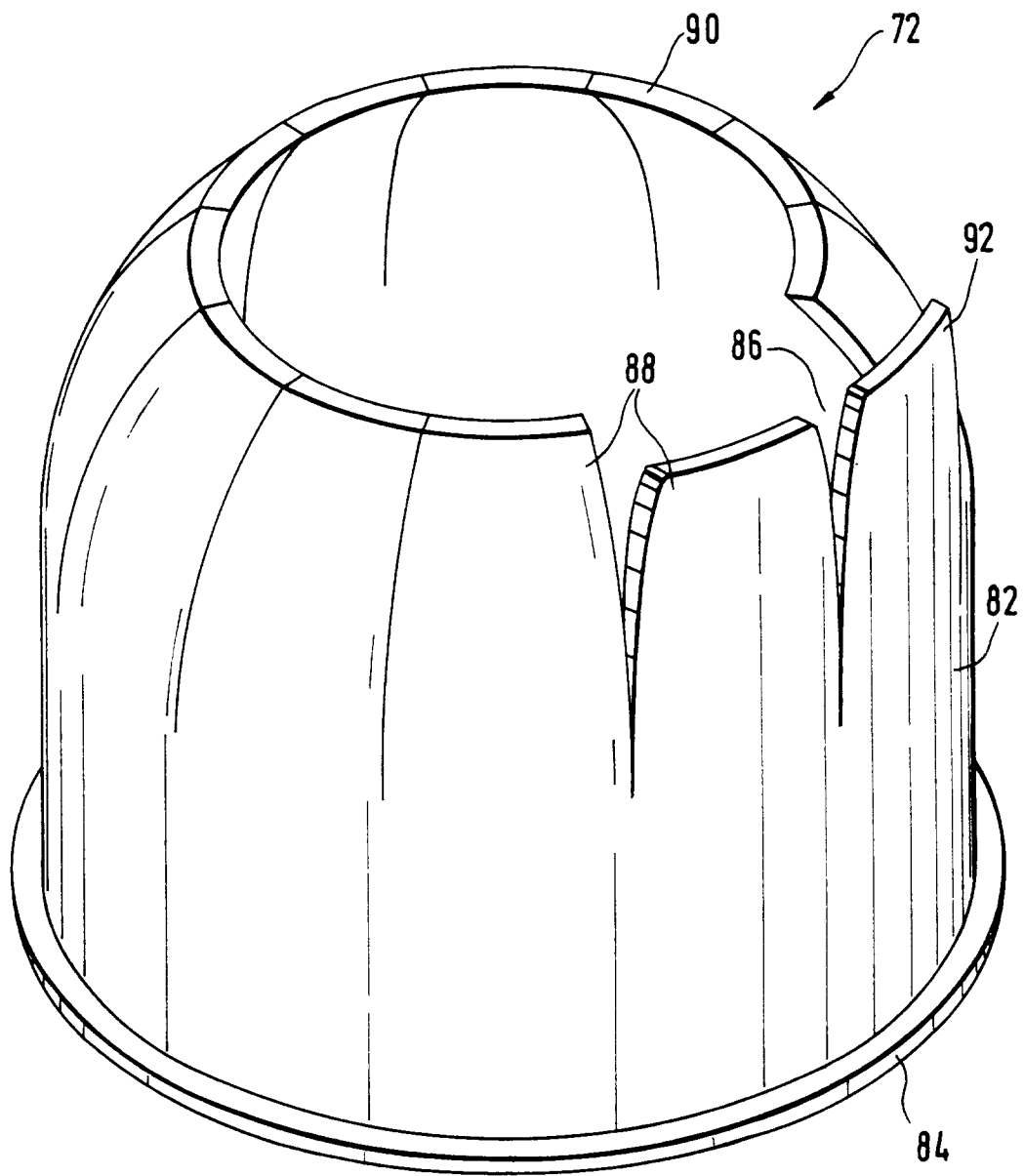
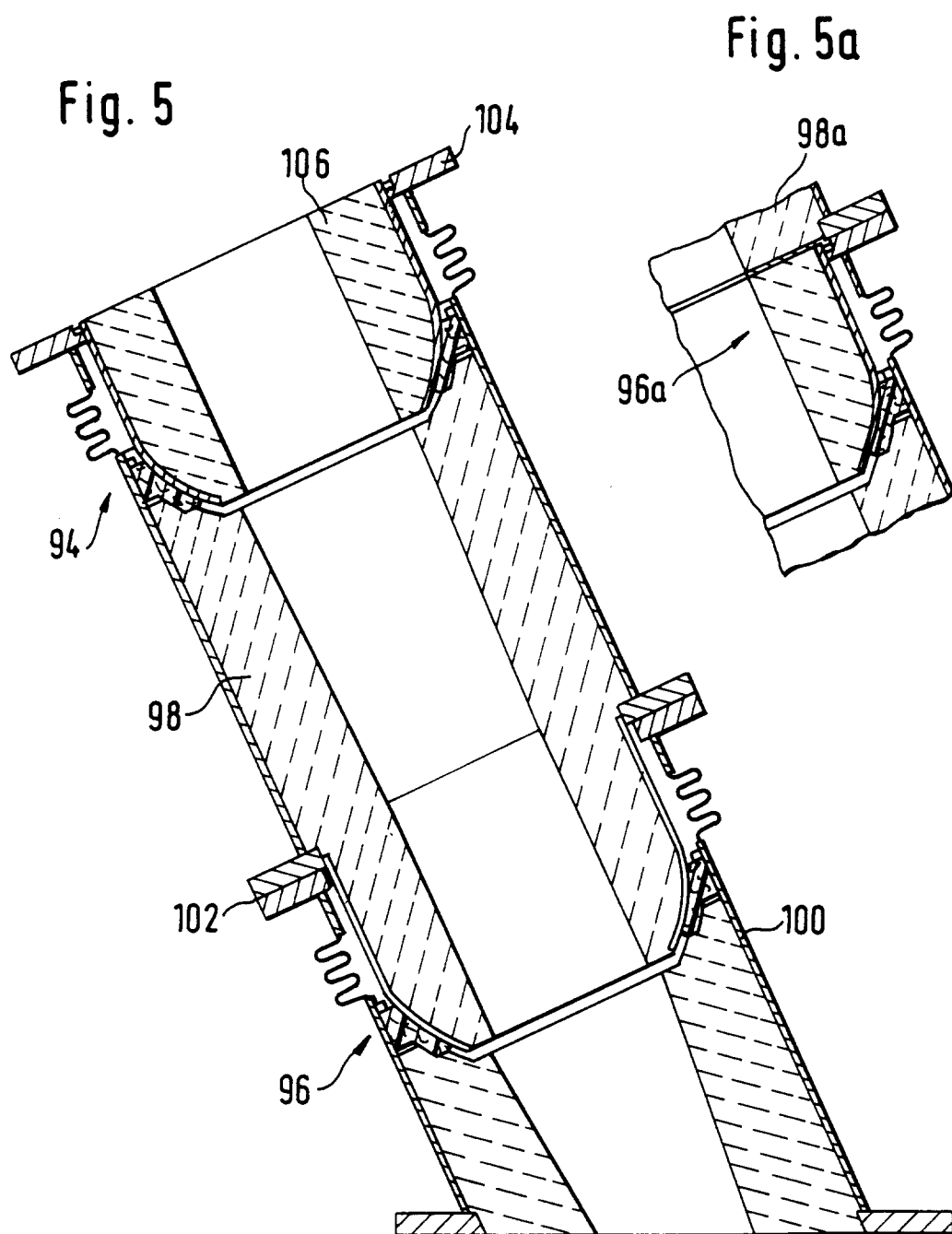


Fig. 4



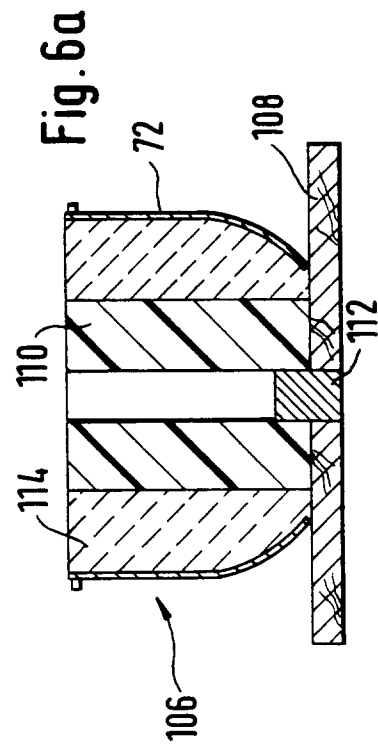
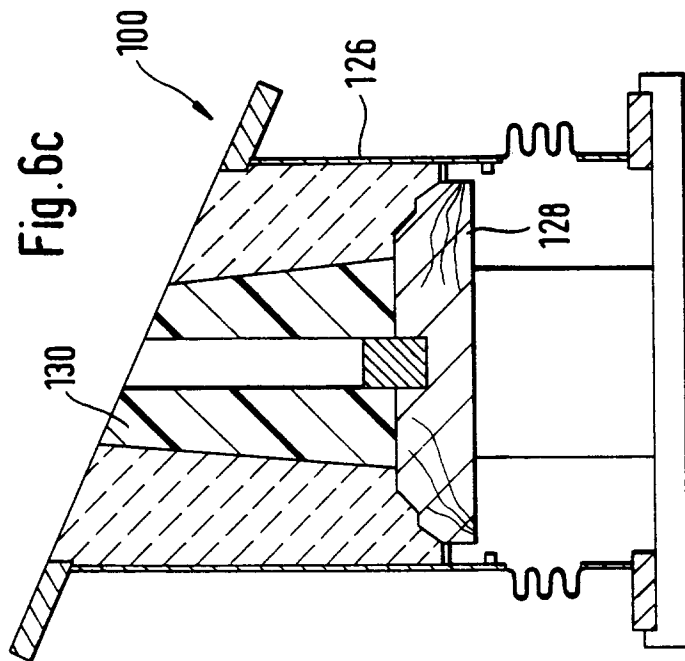
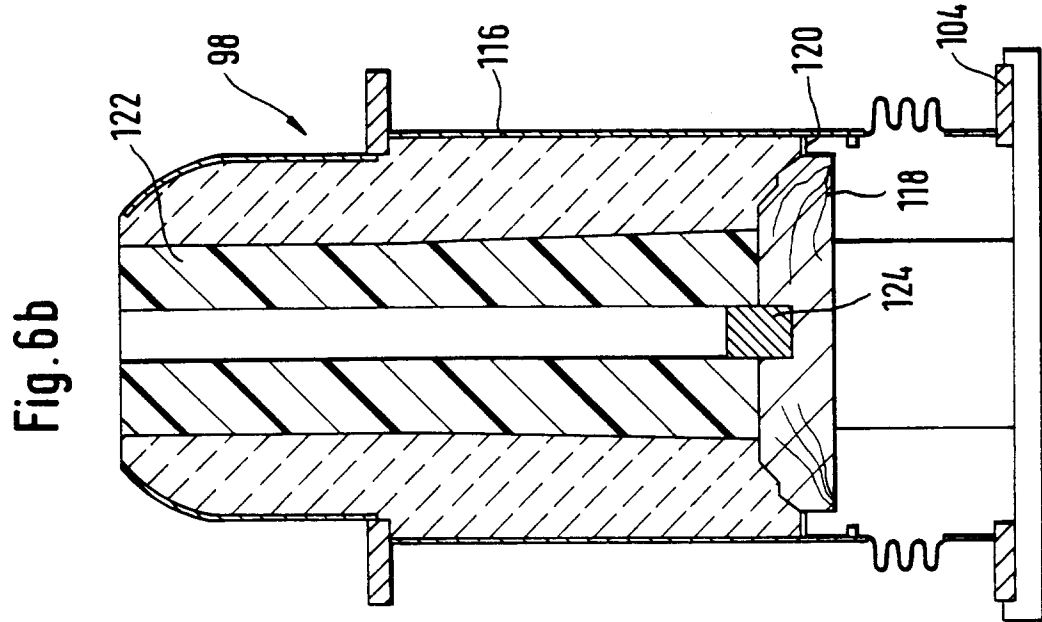
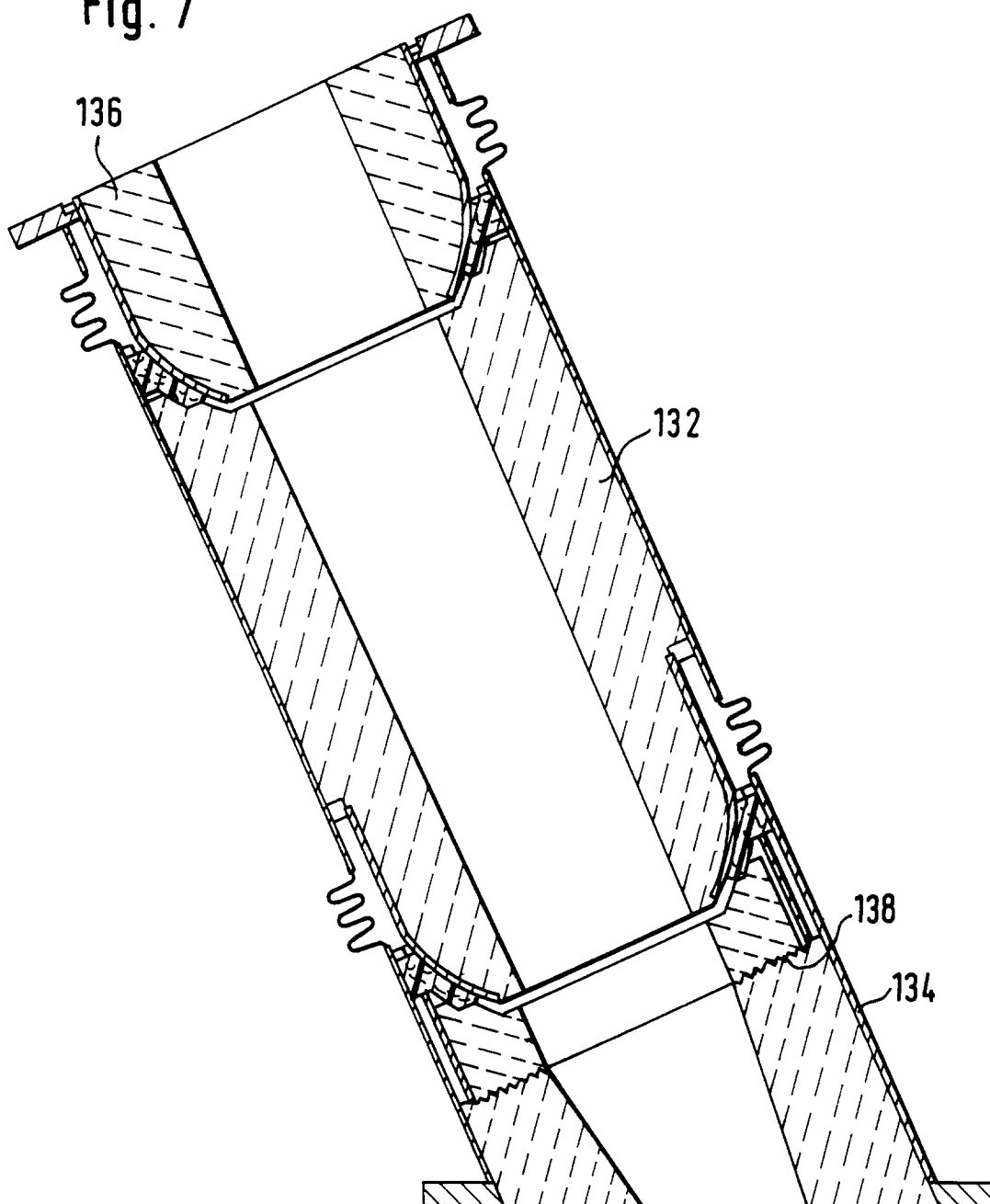
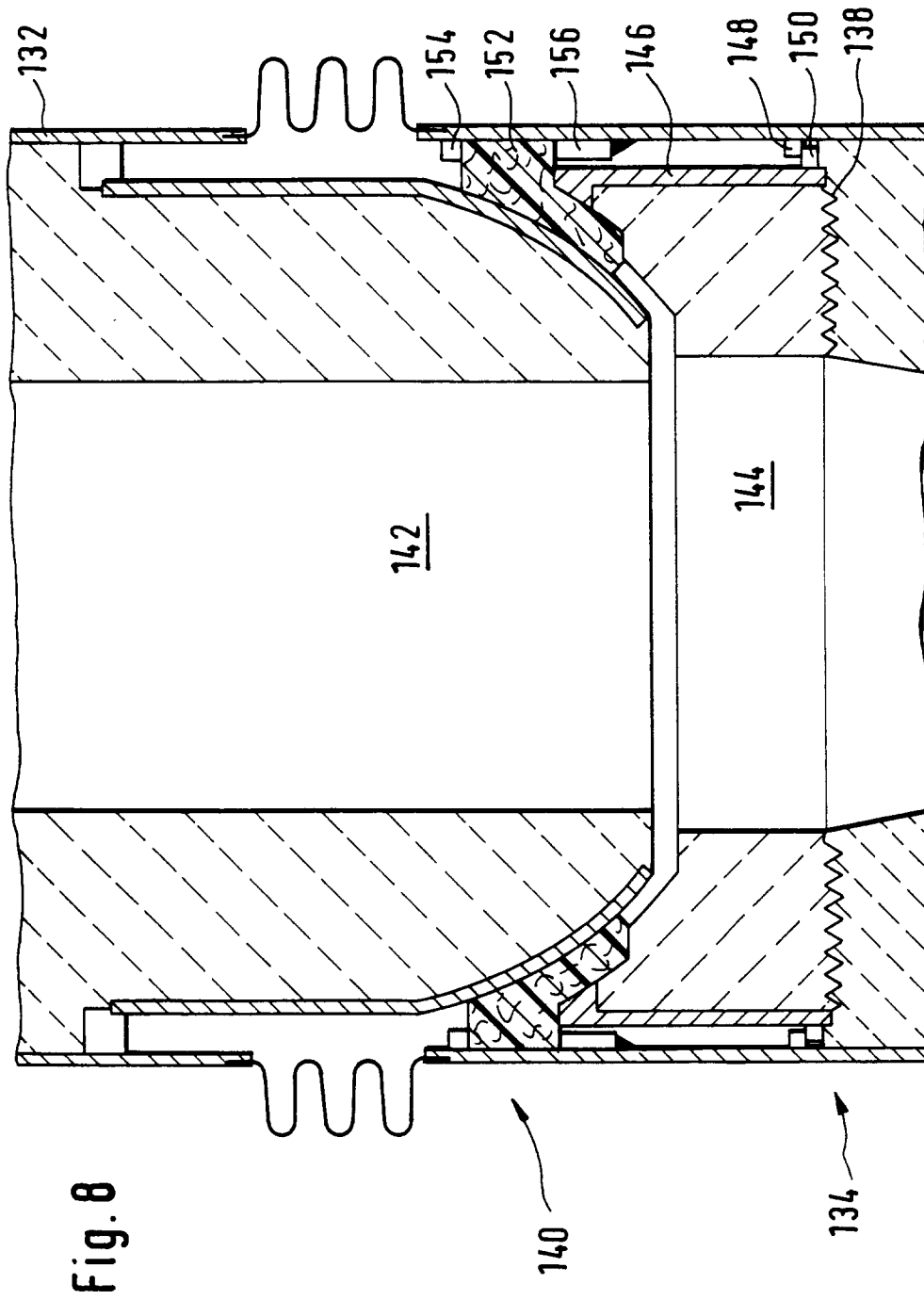
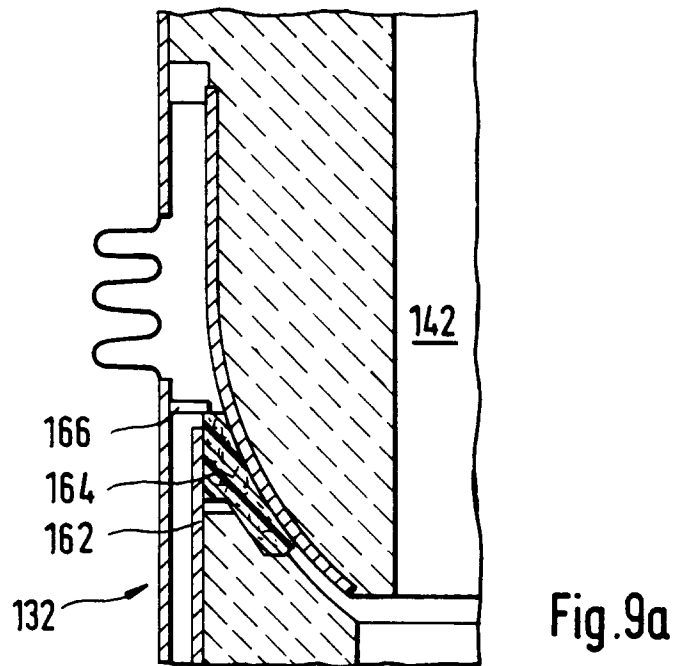
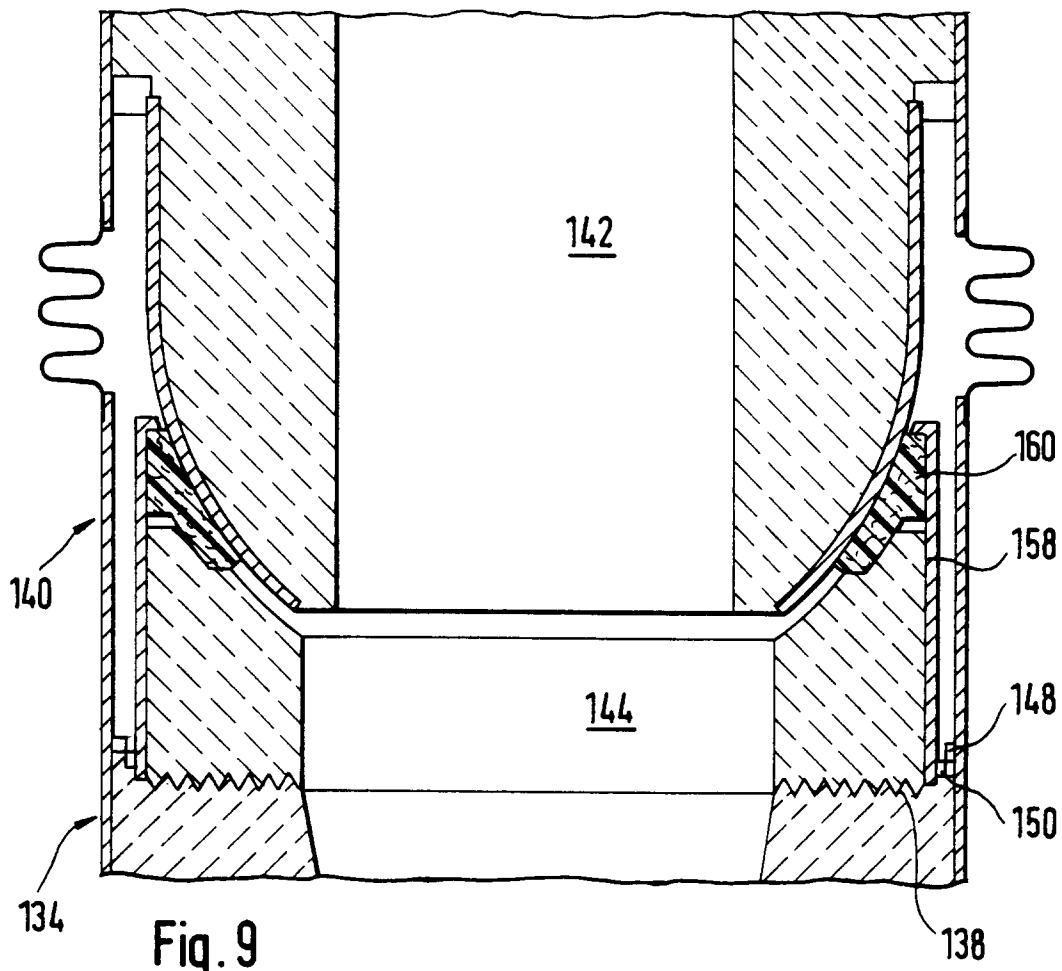
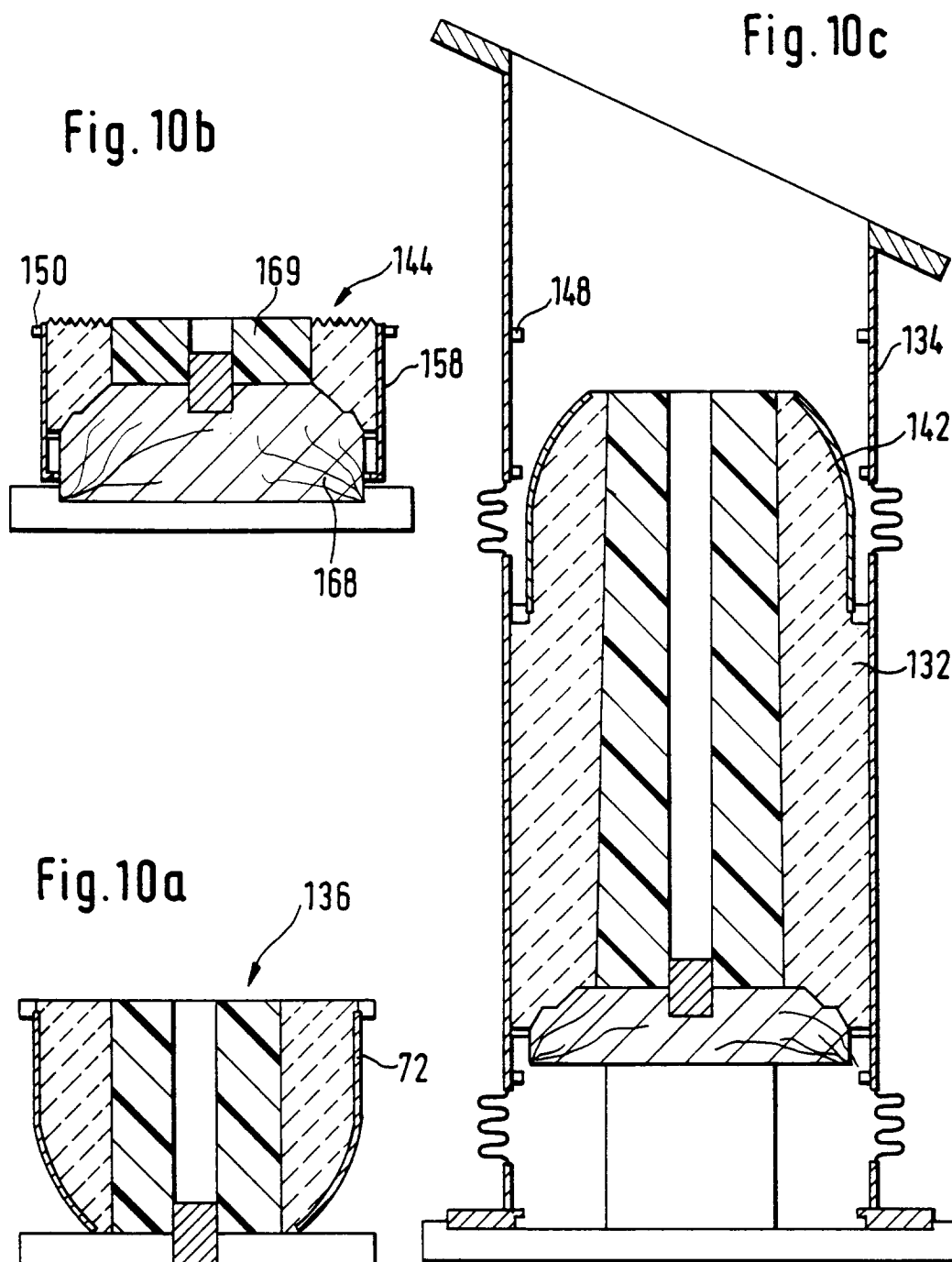


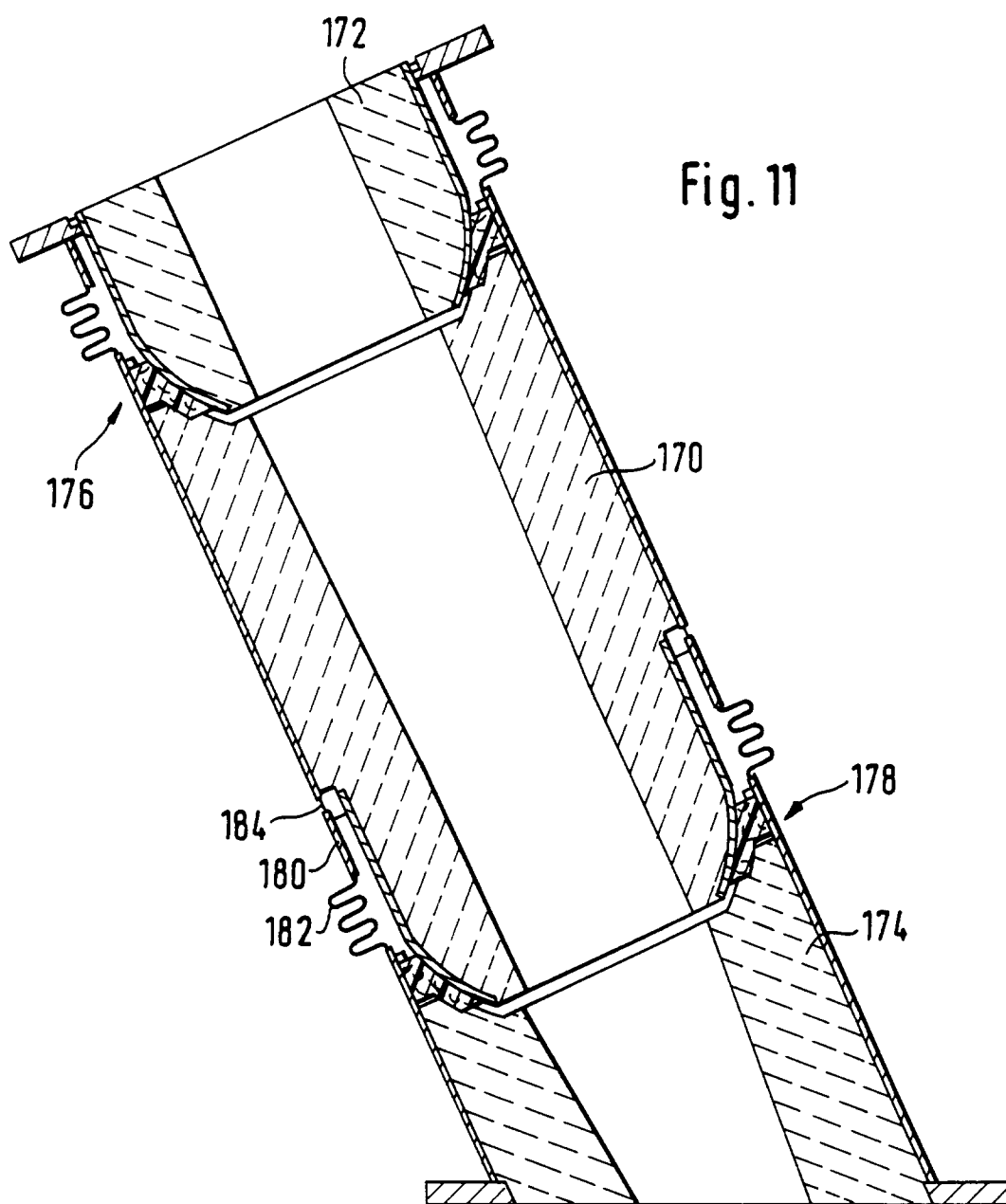
Fig. 7

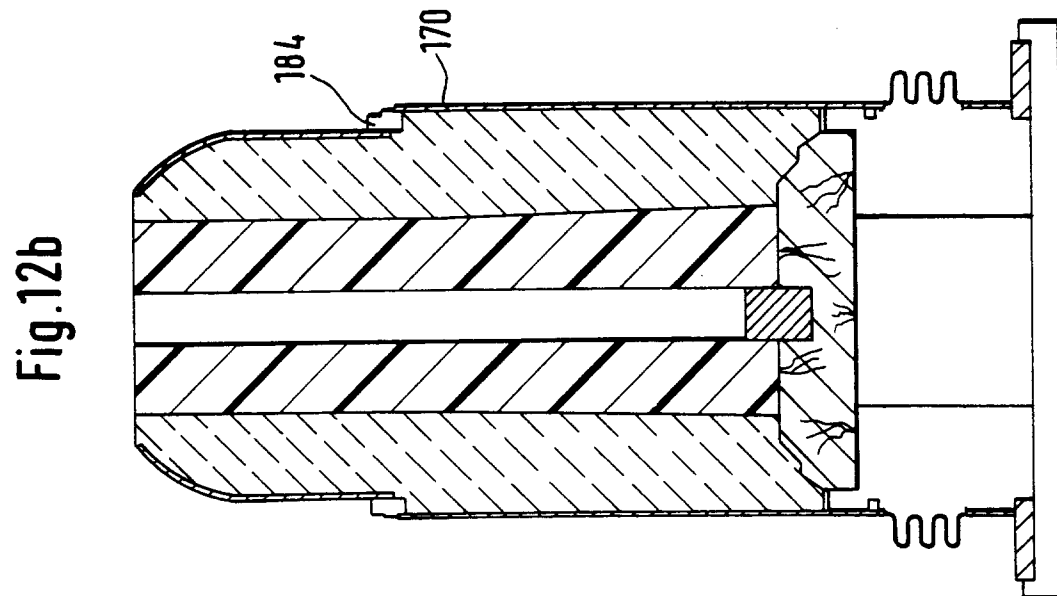
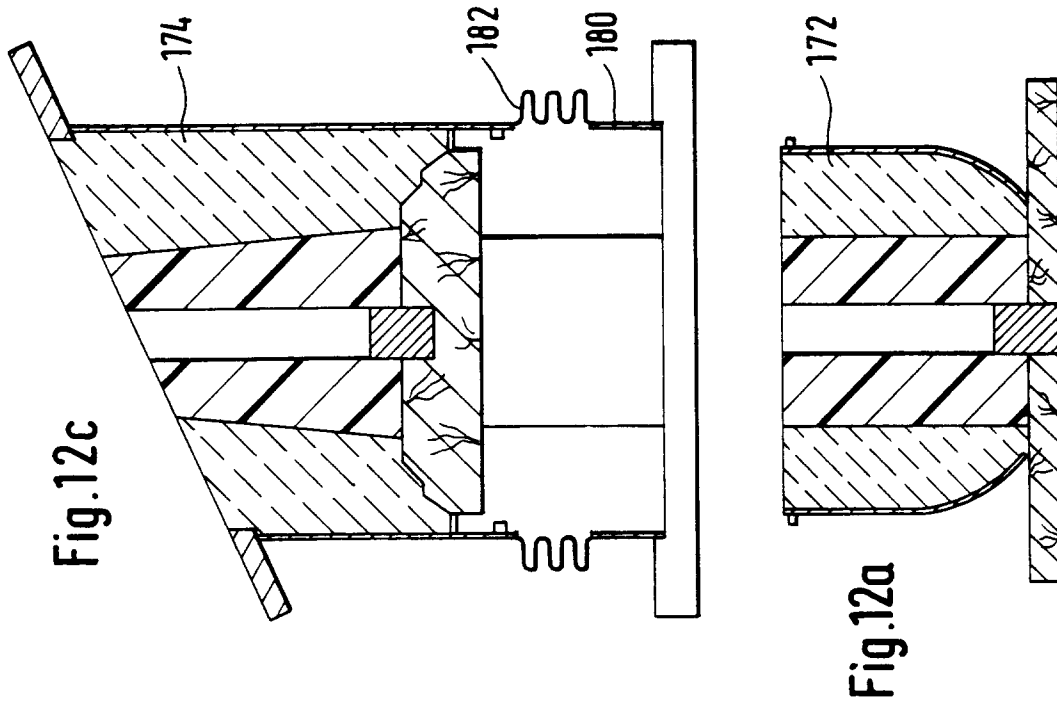












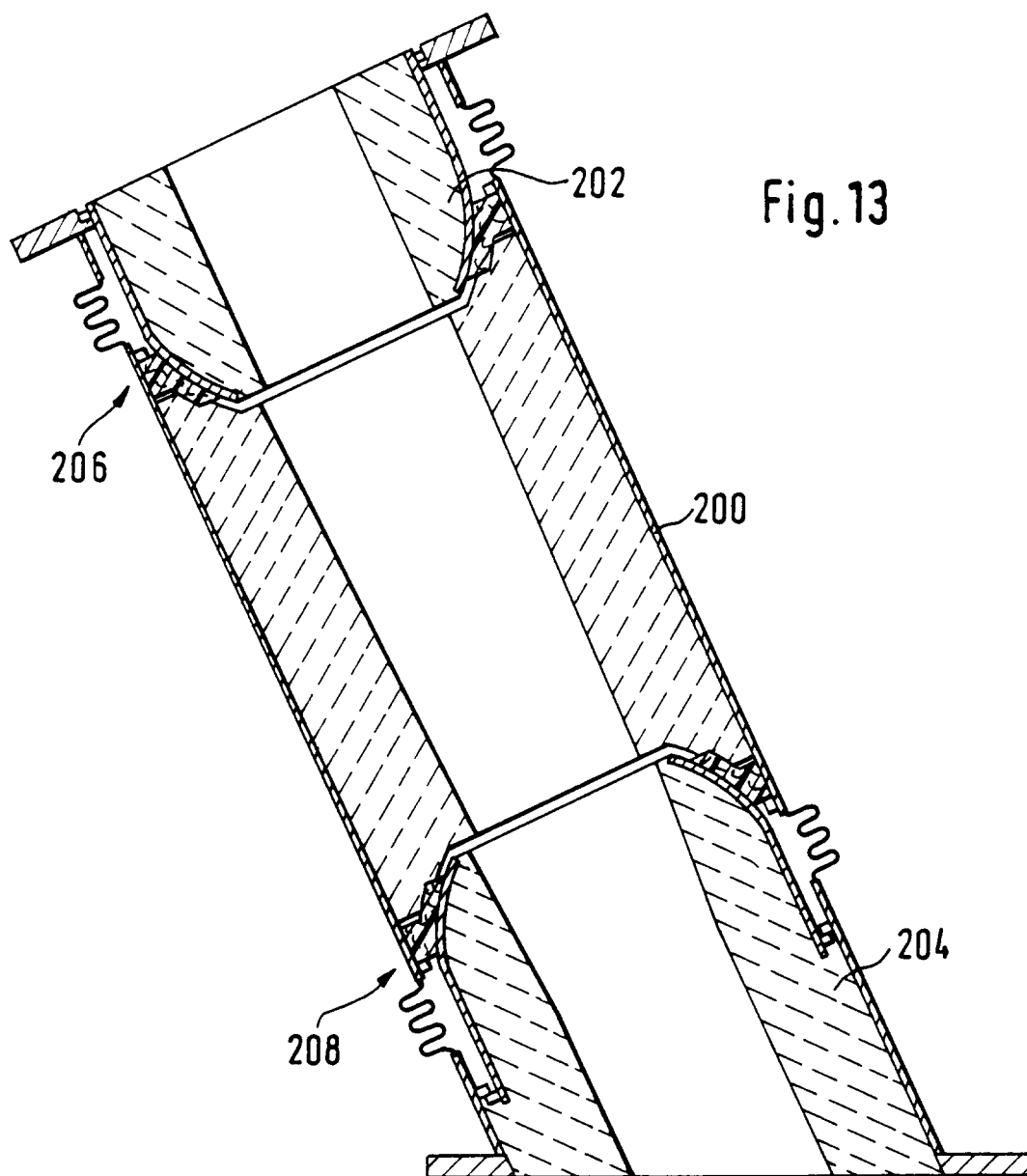


Fig.13a

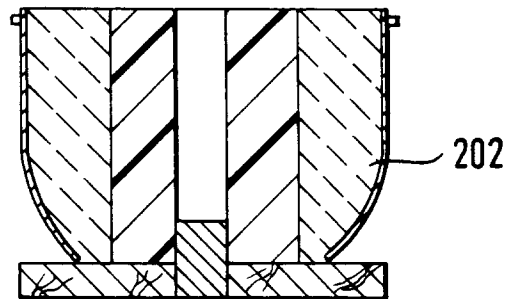


Fig.13b

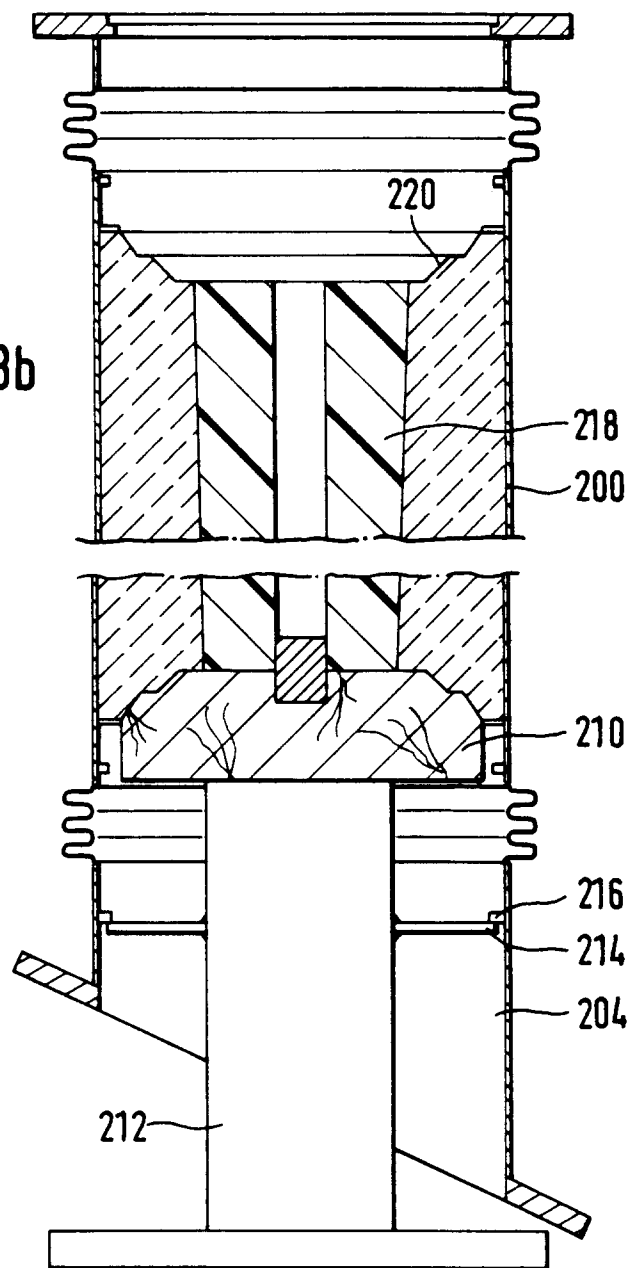


Fig.13c

