



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **91402280.1**

⑤① Int. Cl.⁵ : **B22F 3/10**

㉔ Date de dépôt : **21.08.91**

③① Priorité : **23.08.90 FR 9010596**

④③ Date de publication de la demande :
26.02.92 Bulletin 92/09

⑥④ Etats contractants désignés :
DE FR GB

⑦① Demandeur : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE**
31-33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)

⑦② Inventeur : **Cotten, Jean-Claude**
38, rue de la Fuye
F-37000 Tours (FR)
Inventeur : **Fougerolle, Philippe**
5 rue de la Pinsonnière
F-37620 Monts (FR)
Inventeur : **Schwartzmann, Thierry**
Le Corps de Garde, La Celle Saint Avant
F-37160 Descartes (FR)

⑦④ Mandataire : **Mongrédien, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Dispositif pour la fabrication d'une pièce par frittage.**

⑤⑦ Dispositif pour la fabrication d'une pièce par frittage comprenant un support réfractaire (20) résistant sans déformation à des températures de frittage et présentant un logement (22) apte à recevoir ladite pièce à fritter (10c), ce logement (22) ayant au moins une paroi inclinée pour guider un glissement de ladite pièce (10c) dans le logement (22) lors d'une opération de chauffage.
Application au frittage de pièces de grandes dimensions.

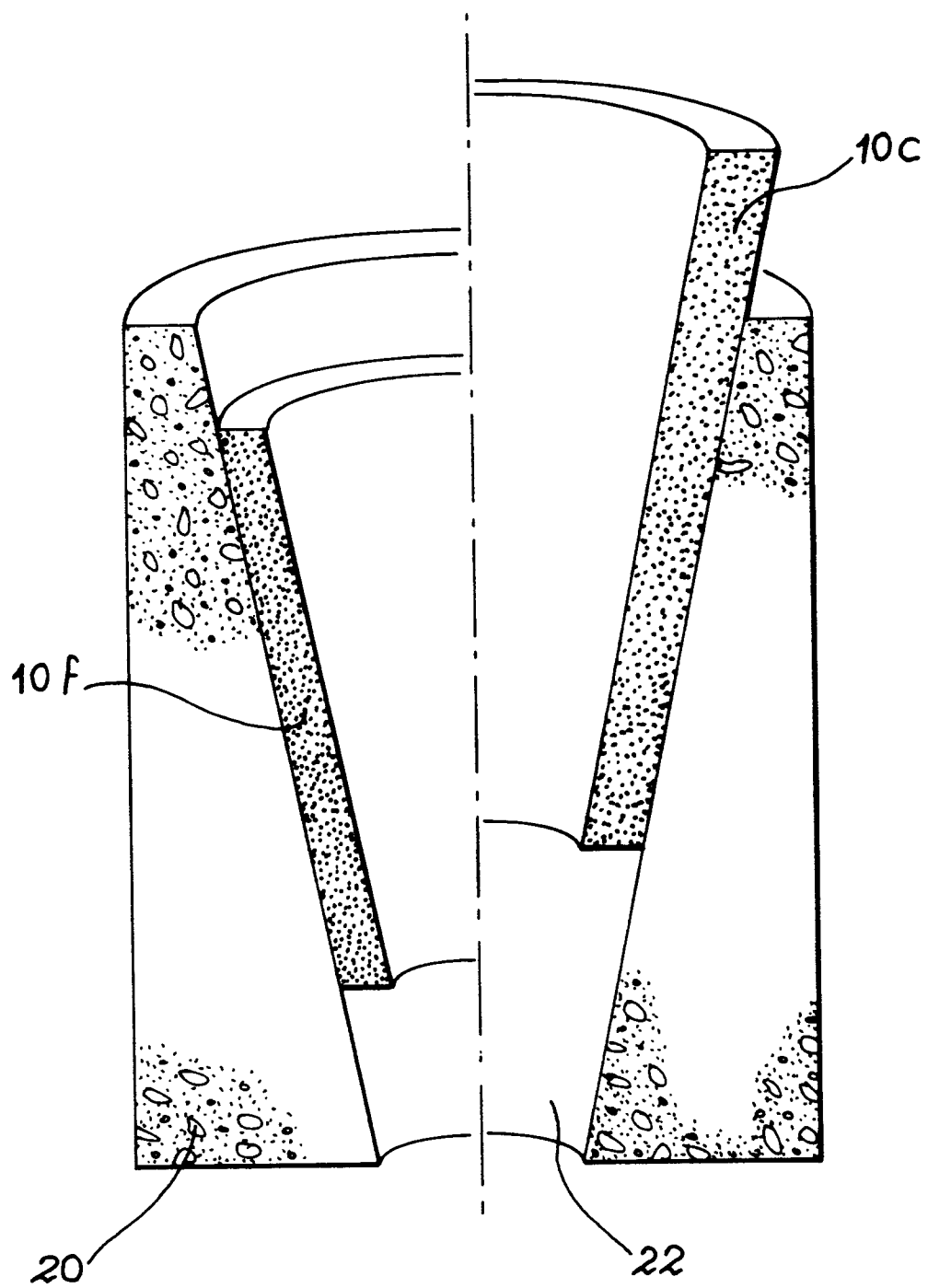


FIG. 3

La présente invention a pour objet un dispositif pour la fabrication d'une pièce par frittage. Elle s'applique notamment aux pièces de grandes dimensions (d'une hauteur de l'ordre du mètre et pour les pièces de révolution, d'un diamètre de l'ordre de 500 mm).

On rappelle sommairement les phases essentielles de la réalisation de pièces frittées. On compacte une poudre de céramique avec ou sans liant, suivant le type de céramique. Le compactage peut être réalisé, soit par pressage (isostatique, semi-isostatique, uniaxial), soit par coulée en barbotine ou autre technique. A ce stade, on obtient une pièce dite en "cru", à laquelle on donne la forme définitive de l'objet à réaliser. La pièce compactée est éventuellement usinée. Elle subit ensuite un cycle de frittage, qui consiste à porter la pièce, au moyen d'un four, à une température élevée qui peut varier de 1000 à 1800°C et à l'y maintenir pendant plusieurs dizaines d'heures.

Un cycle de frittage peut consister à augmenter la température du four jusqu'à une température de déliantage, située aux environs de 300 à 400°C. Cette température de déliantage est maintenue pendant environ 2 h, lors d'un palier de déliantage. Puis, on augmente progressivement la température du four à la température de frittage qui est maintenue pendant le palier de frittage. Au terme de ce palier, la température du four est abaissée progressivement.

La dimension définitive de la pièce est obtenue à la fin du palier de frittage. Dans un cycle de fabrication d'une pièce en ferrite par exemple, la densité du ferrite en cru est de l'ordre de 3,1 et la densité du produit final se situe autour de 5,2. Cette variation de densité correspond à un retrait, c'est-à-dire à une réduction des cotes linéaires de la pièce de l'ordre de 20 %. Mais ce retrait est caractérisé par le fait qu'il est homothétique. De ce fait, lorsqu'on passe de la pièce en cru à la pièce définitive, les différentes cotes, diamètres, épaisseurs, hauteurs, ... sont réduites de la même valeur relative (de l'ordre de 20 % pour une pièce en ferrite). Par contre, les angles de la pièce sont conservés.

La figure 1 qui concerne une pièce conique, permet de préciser ce phénomène. La pièce en cru 10c et la pièce frittée 10f sont toutes deux inscrites dans un même cône 14, mais leurs dimensions linéaires sont toutes dans un même rapport. H, D, E étant respectivement la hauteur, le grand diamètre et l'épaisseur de la pièce en cru 10c, h, d, e, étant respectivement la hauteur, le grand diamètre et l'épaisseur de la pièce frittée 10f, on a donc les égalités suivantes :

$$\frac{H}{h} = \frac{D}{d} = \frac{E}{e}$$

Mais au cours du frittage, on constate que les pièces qui sont simplement posées sur la sole du four, subissent des déformations qui sont variables d'une géométrie à l'autre. Ces déformations proviennent de

l'effort résultant du frottement de la pièce avec la surface sur laquelle elle est posée et/ou du fluage à chaud.

La figure 2 représente une vue partielle d'une pièce frittée. On constate que les parties en contact avec la sole 16 du four comportent des déformations 18. Après les opérations de frittage, la pièce 10f doit être rectifiée de manière à faire disparaître ces déformations, ou bien les parties déformées sont simplement coupées de la pièce.

Or, on sait que l'usinage des pièces en matériau fritté présente de grandes difficultés liées au fait que le matériau est fragile, dur et peu résistant. Ceci impose un usinage avec des outils extrêmement durs comme le diamant et un faible volume de matière enlevée. L'usinage de matériaux frittés est donc très coûteux. Le but de la présente invention est de limiter les enlèvements de matière, ce qui nécessite de limiter les surépaisseurs, tout en conservant un bon respect des cotes finales.

La présente invention évite les déformations en cours de frittage, ce qui réduit les opérations d'usinage en phase finale. Pour cela, elle préconise l'usage d'un support réfractaire dans lequel la pièce en cru est introduite et maintenue de manière à glisser sans contact avec la sole du four lorsque la température augmente et que la pièce est réduite.

De manière plus précise, la présente invention concerne un dispositif pour la fabrication d'une pièce par frittage comprenant un support réfractaire résistant sans déformation à des températures de frittage et présentant un logement apte à recevoir ladite pièce à fritter, ce logement ayant au moins une paroi inclinée pour guider un glissement de ladite pièce dans le logement lors d'une opération de chauffage.

La réduction de la pièce lors du frittage entraîne cette dernière vers le fond du logement. Ce dernier est tel que la pièce ne touche pas la sole du four, évitant ainsi tout fluage de la pièce.

Selon une variante de réalisation, le dispositif comprend en outre des moyens d'adaptation possédant une géométrie extérieure épousant la forme du logement et étant aptes au maintien de ladite pièce dans le logement, ces moyens d'adaptation possédant un coefficient de réduction identique à celui de la pièce à fritter.

Le logement du support peut présenter une géométrie épousant celle de la pièce à fritter qui est maintenue par le frottement de ses parois latérales. En variante, les moyens d'adaptation permettent de supporter différents types de pièces dans le même support réfractaire. Le maintien de la pièce est assuré par le frottement des moyens d'adaptation sur les parois du logement.

Avantageusement, les moyens d'adaptation sont en matériau identique à celui de la pièce à fritter, ce qui assure des coefficients de réduction identiques et par conséquent évite les risques de déformation dus

au contact entre deux objets (la pièce à fritter et les moyens d'adaptation) en matériaux différents.

Selon un mode de réalisation particulier, les moyens d'adaptation comportent un plan de repos pour ladite pièce.

Selon une variante de réalisation, le logement du support est conique. Il peut également être prismatique.

Les moyens d'adaptation comportent avantageusement une bague apte à enserrer la pièce à fritter.

De manière préférée, le support réfractaire est en béton, matériau qui supporte sans déformation gênante les températures élevées de frittage.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit donnée à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1, déjà décrite, illustre schématiquement la réduction d'une pièce au cours d'une opération de frittage,
- la figure 2, déjà décrite, représente schématiquement des déformations survenant au cours d'un frittage effectué conformément à l'art antérieur,
- la figure 3 représente schématiquement un dispositif conforme à l'invention,
- la figure 4 représente schématiquement une variante de réalisation d'un dispositif conforme à l'invention,
- la figure 5 représente schématiquement une autre variante de réalisation d'un dispositif conforme à l'invention.

En référence à la figure 3, on décrit maintenant une première variante de réalisation d'un dispositif conforme à l'invention.

Ce dernier comporte un support 20, avantageusement réalisé en béton, de manière à résister à des températures de frittage pouvant atteindre 1800°C sans déformation préjudiciable.

La partie droite de la figure 3 représente la pièce en cru 10c introduite avant le frittage dans un logement 22 prévu à cet effet dans le support 20. Dans cet exemple, la pièce 10c est de révolution : elle est conique. Le logement 22 est lui aussi conique ; sa paroi intérieure épouse la géométrie de la pièce 10c. Le petit diamètre du cône est en position basse.

Lors du frittage, l'ensemble constitué par la pièce et le support est porté à la température de frittage. Le support 20, en matériau réfractaire prévu pour supporter cette température ne se déforme pas. La pièce, par contre, subit un retrait : ses cotes se réduisent de manière homothétique. Au cours, de cette réduction, la pièce glisse vers le fond du logement 22, guidée par la paroi inclinée du logement 22.

La partie gauche de la figure 3 représente schématiquement la pièce frittée 10f à la fin du cycle de frittage. Le support 20 est conçu de manière à ce que la

pièce 10f n'entre pas en contact avec la sole (non représentée) du four.

La connaissance du rapport d'homothétie régissant la réduction de la pièce au cours du frittage permet de prévoir les dimensions adaptées du support 20. Les forces de frottement réparties sur l'enveloppe de la pièce 10f n'engendrent pas de déformation notable. L'angle du cône est tel que les efforts de frottement n'empêchent pas la pièce de glisser sous son propre poids.

Le matériau du support est tel qu'il n'y a pas de frottement de la pièce dans le support lors du refroidissement. L'extraction de la pièce se fait alors sans difficulté.

La figure 4 représente schématiquement une autre variante de réalisation d'un dispositif conforme à l'invention. La partie droite de la figure concerne la période avant frittage ; la partie gauche concerne la période après frittage.

Dans cet exemple, la pièce en cru 10c est de révolution, en forme de manchon possédant un rebord terminal.

Le support 20 en matériau réfractaire, du béton par exemple, est identique à celui décrit précédemment. Seules ses dimensions sont adaptées à la pièce considérée.

Le support 20 présente donc un logement 22 conique dans lequel la pièce 10c est introduite. Des moyens d'adaptation permettent le maintien de la pièce 10c dans le logement 22.

Dans l'exemple représenté, ces moyens d'adaptation comprennent une bague 24c dont le diamètre extérieur épouse un diamètre du logement 22 et dont le diamètre intérieur épouse la géométrie de la pièce 10c.

Ils comprennent encore une seconde bague 26c dont le diamètre extérieur épouse un diamètre du logement 22 et dont le diamètre intérieur est inférieur au diamètre de la pièce. Les diamètres extérieurs de ces bagues 24c et 26c sont choisis de manière à ce que ces dernières soient disposées dans le logement 22 pour que le rebord 12 de la pièce s'appuie sur la bague 24c tandis que la seconde bague 26c sert de plan de repos à la pièce. Elles sont rendues solidaires de la pièce 10c à l'aide de paraffine afin de faciliter la manutention. Lors de la montée en température, vers 200 à 300°C, la paraffine se pyrolyse.

Les bagues 24c et 26c sont en matériau identique à celui de la pièce à fritter 10c. Avant les opérations de chauffage, ces bagues sont en cru.

Au cours du frittage, l'ensemble formé par les bagues 24c, 26c et la pièce 10c ne présente qu'un coefficient de réduction unique. Le retrait entraîne un glissement vers le fond du logement 22, guidé par la paroi inclinée du logement 22.

Les opérations de frittage terminées (partie gauche de la figure 4), la pièce frittée 10f est maintenue dans le logement 22 par les moyens d'adaptation frit-

tés 24f et 26f. En contact uniquement avec des objets de même coefficient de réduction qu'elle, la pièce ne présente pas de déformation notable.

L'ensemble formé par la pièce 10f et les bagues 24f et 26f est extrait du logement 22 puis la pièce 10f est séparée des bagues d'adaptation.

La figure 5 représente schématiquement une autre variante de réalisation. Le support 20 présente ici un logement 22 prismatique possédant plusieurs parois inclinées.

Des moyens d'adaptation permettent le maintien de la pièce à fritter (non représentée) à l'intérieur du logement 22. Ces moyens d'adaptation comprennent dans l'exemple représenté une première bague 24 de périmètre extérieur épousant la géométrie du logement 22 et possédant un périmètre intérieur circulaire adapté au maintien d'une pièce de révolution. Une seconde bague 26 de géométrie identique à la première mais de dimensions réduites permet de réaliser un plan de repos pour la pièce.

Comme précédemment, les moyens d'adaptation sont réalisés en matériau identique à la pièce à fritter et réduisent de volume de la même manière que cette pièce au cours du frittage. L'écartement entre les bagues 24 et 26 est adapté aux dimensions de la pièce à fritter.

Comme on l'a vu précédemment, le support 20 possède une taille importante, pouvant aller jusqu'à 1,50 m, et une forme spécifique pour permettre l'introduction et le glissement de la pièce à fritter. Le matériau réfractaire est choisi de manière à être chimiquement compatible avec le matériau à fritter, avoir un coefficient de dilatation tel qu'on évite de frotter la pièce lors de la descente en température et avoir une tenue mécanique suffisante à la température de frittage. Le matériau réfractaire est par exemple en béton.

Le support peut être avantageusement réalisé conformément au procédé comportant les étapes suivantes :

- a) sélectionner un moule adéquat et le graisser par application au pinceau d'une graisse du type de celle référencée Epexa 1, commercialisée par la Société Elf ;
- b) sélectionner un ciment adéquat ;
- c) réaliser un mélange homogène ciment-eau (dans les proportions de 1 litre d'eau pour 10 kg de ciment) permuté dans un malaxeur ;
- d) fixer le moule sélectionné sur une table vibrante ;
- e) verser le béton dans le moule et à mi-remplissage mettre en fonctionnement la table vibrante ;
- f) terminer le remplissage, la table vibrante en fonctionnement ;
- g) après une prise hydraulique durant 24 h environ, démouler le support et le placer en étuve ;
- h) étuver à 400°C selon un cycle d'étuvage comprenant : une phase d'élévation de la tempé-

rature à 120°C environ durant 2 h, un palier de 2 h à 120°C, une phase d'élévation de la température à 400°C environ durant 4 h, un palier de 8 h à 400°C, une phase d'abaissement de la température à l'ambiante.

i) cuire le support dans un four du type Coudamy à environ 1200°C selon un cycle de cuisson comprenant : une phase d'élévation de la température à 120°C environ durant 1 h, un palier de 2 h à 120°C environ, une phase d'élévation de température à 1200°C environ durant 7 h, un palier de 2 h à 1200°C environ, une phase d'abaissement de la température à l'ambiante durant environ 12 h.

Un dispositif conforme à l'invention permet donc bien d'obtenir des pièces frittées sans déformation, ce qui réduit les opérations finales d'usinage. Bien entendu, l'invention ne se limite nullement aux exemples de réalisation plus spécialement décrits et représentés ; elle en admet toutes les variantes. Ainsi, le logement ainsi que les moyens d'adaptation peuvent présenter d'autres types de géométrie suivant les pièces à fritter.

Revendications

1. Dispositif pour la fabrication d'une pièce par frittage, caractérisé en ce qu'il comprend un support réfractaire (20) résistant sans déformation à des températures de frittage et présentant un logement (22) apte à recevoir ladite pièce à fritter (10c), ce logement (22) ayant au moins une paroi inclinée pour guider un glissement de ladite pièce (10c) dans le logement (22) lors d'une opération de chauffage.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens d'adaptation (24c, 24f, 26c, 26f) possédant une géométrie extérieure épousant la forme du logement (22) et étant aptes au maintien de ladite pièce (10c, 10f) dans le logement (22), ces moyens d'adaptation (24c, 24f, 26c, 26f) possédant un coefficient de réduction identique à celui de la pièce à fritter (10c).
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens d'adaptation (24c, 24f, 26c, 26f) sont en matériau identique au matériau de la pièce à fritter.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les moyens d'adaptation (24c, 24f, 26c, 26f) comportent un plan de repos pour ladite pièce (10c, 10f).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendica-

tions 2 à 4, caractérisé en ce que les moyens d'adaptation (24c, 24f, 26c, 26f) comportent au moins une bague apte à enserrer ladite pièce (10c, 10f).

5

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le logement (22) est conique.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le logement (22) est prismatique.

10

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le support réfractaire (20) est en béton.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

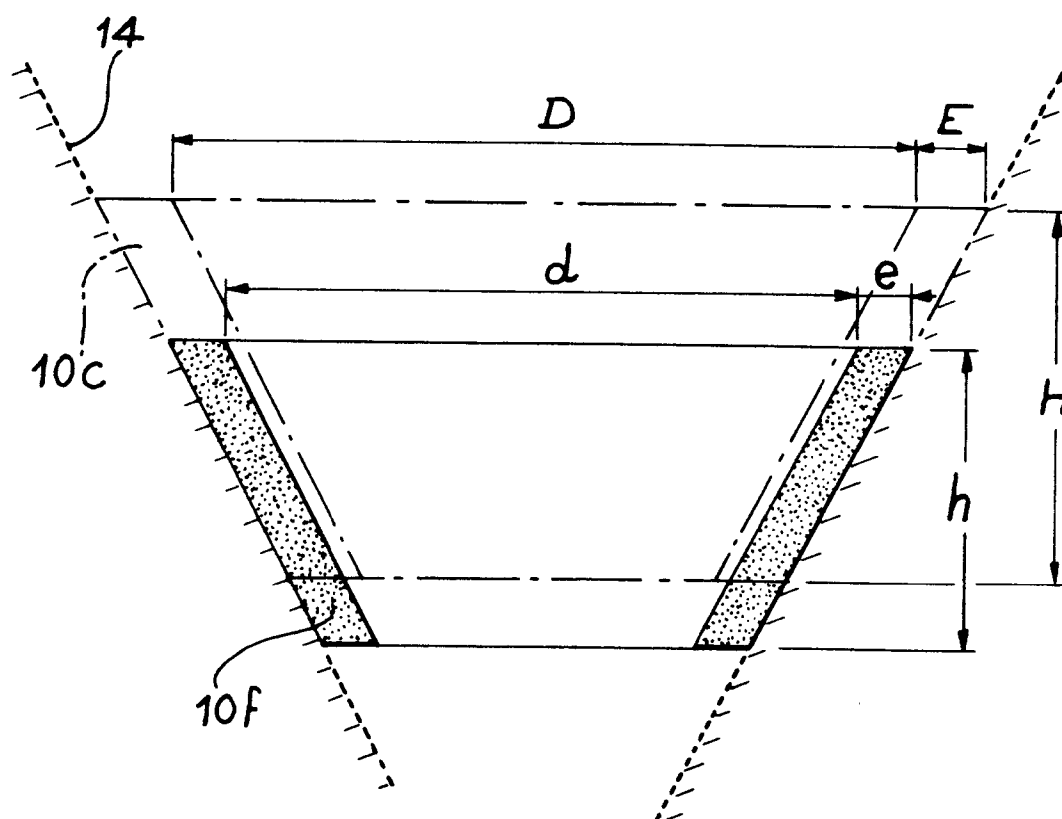


FIG. 1

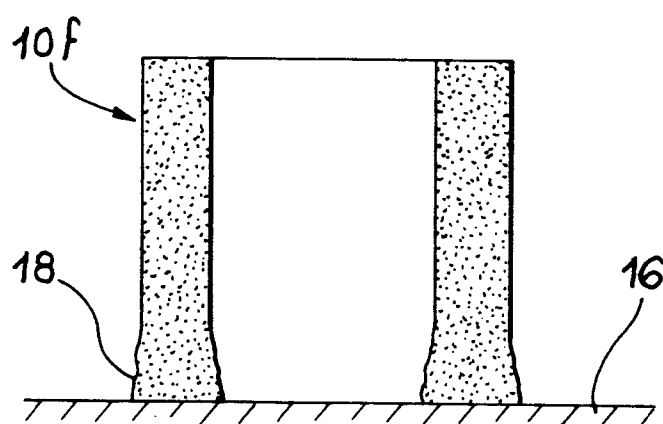


FIG. 2

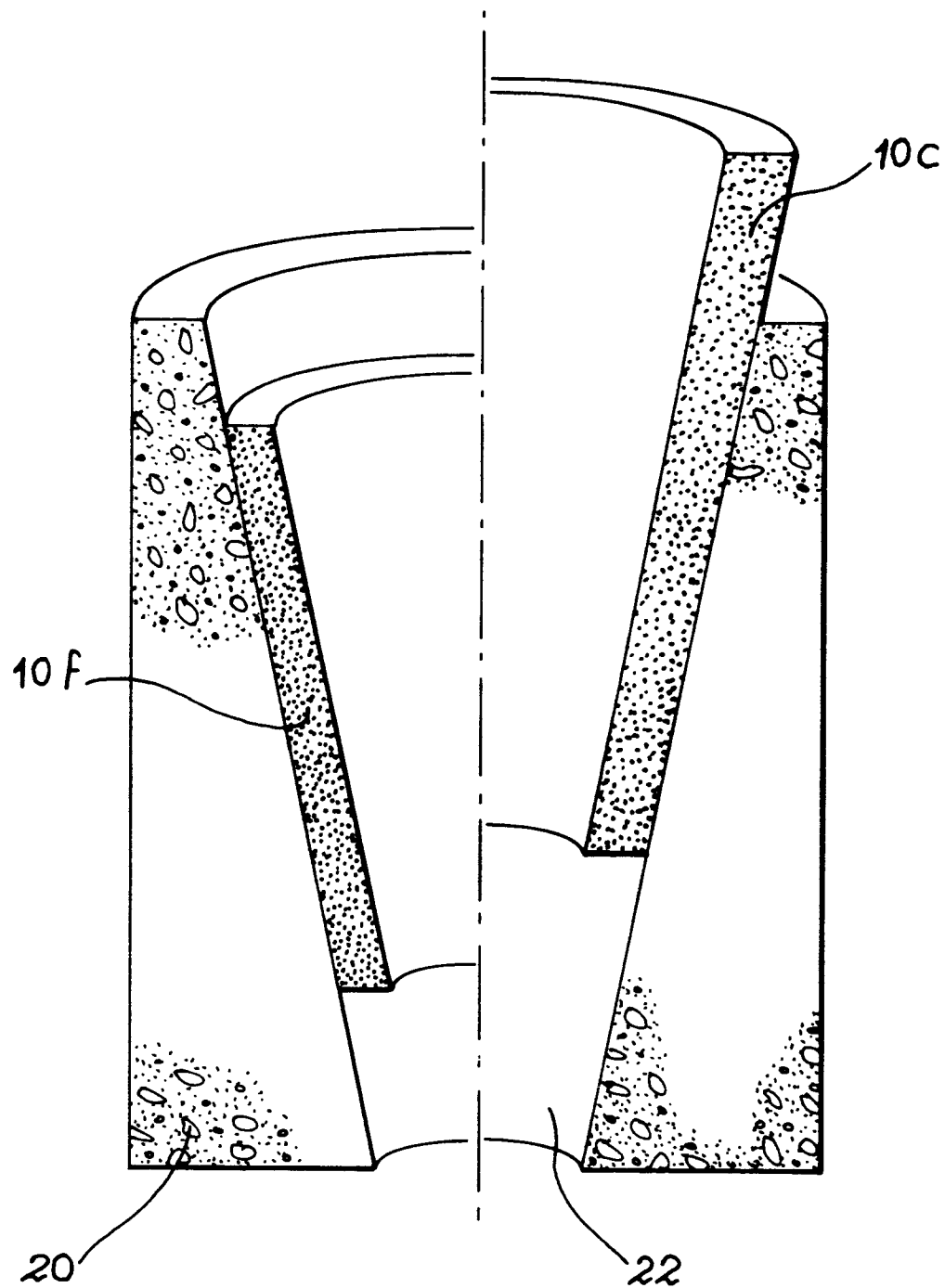


FIG. 3

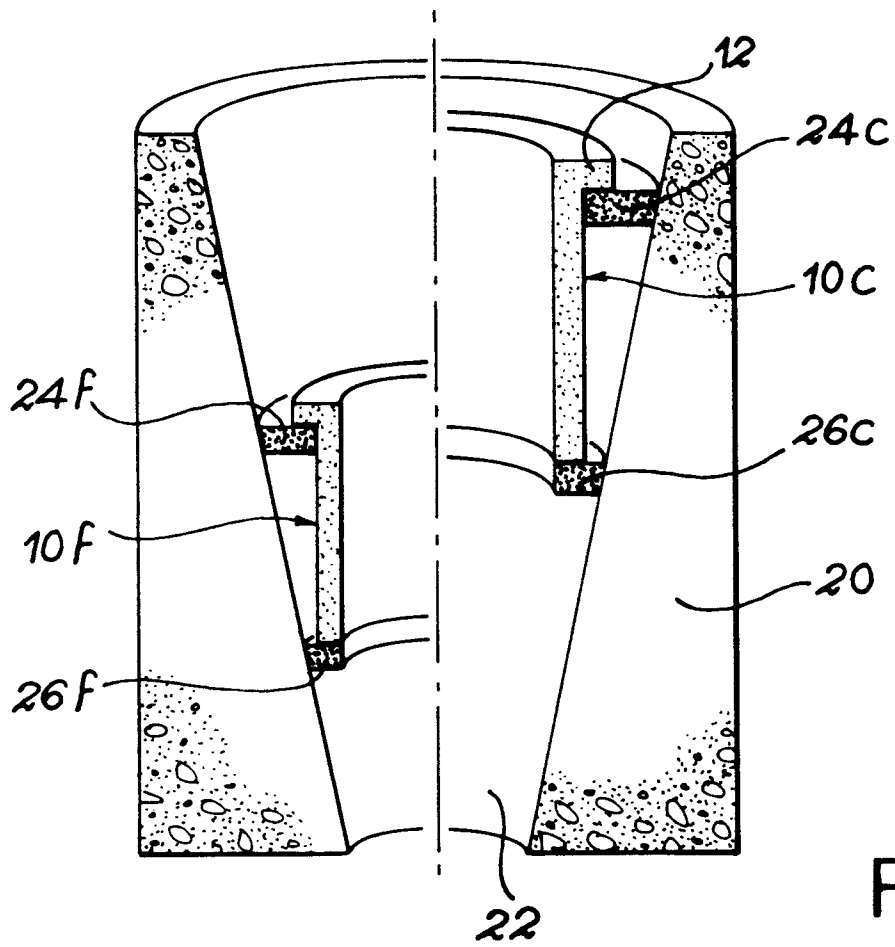


FIG. 4

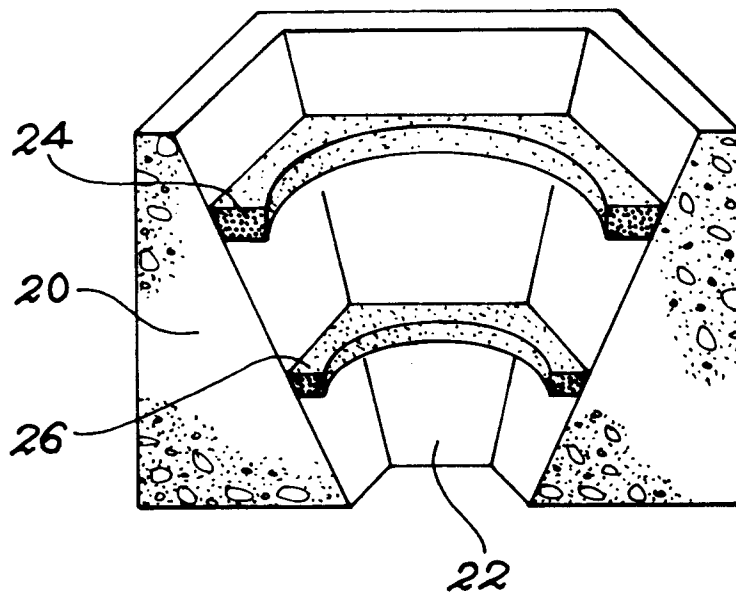


FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 2280

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	FR-A-2 071 516 (VSESOJUZY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTRUMENTALNY INSTITUT) * En entier *	1,6	B 22 F 3/10
X	GB-A-2 042 591 (IPARI SZERELVENY-ES GEPGYAR) * En entier *	1,2,6,7	
A	---	3-5	
X	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, semaine 7949, class M, page 53, accession no. 79-89090B/49, Derwent Publications Ltd, Londres, GB; & SU-A-654 351 (V.M. GOLOMAZOV) 30-03-1979 * Résumé *	1-6	
X	US-A-3 157 718 (W.J. O'LEARY) * En entier *	1	
A	---	7,8	
X	FR-A-2 533 365 (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) * En entier *	1,2,5,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) B 22 F B 28 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28-11-1991	Examineur GOURIER P.A.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)