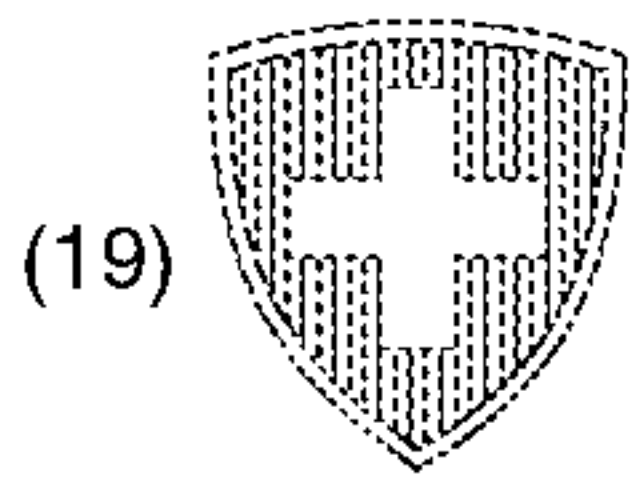




CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **716 501 A1**

(51) Int. Cl.: **C22C** 1/08 (2006.01)
G04B 37/22 (2006.01)
C22C 5/00 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01029/19

(22) Date de dépôt: 15.08.2019

(43) Demande publiée: 15.02.2021

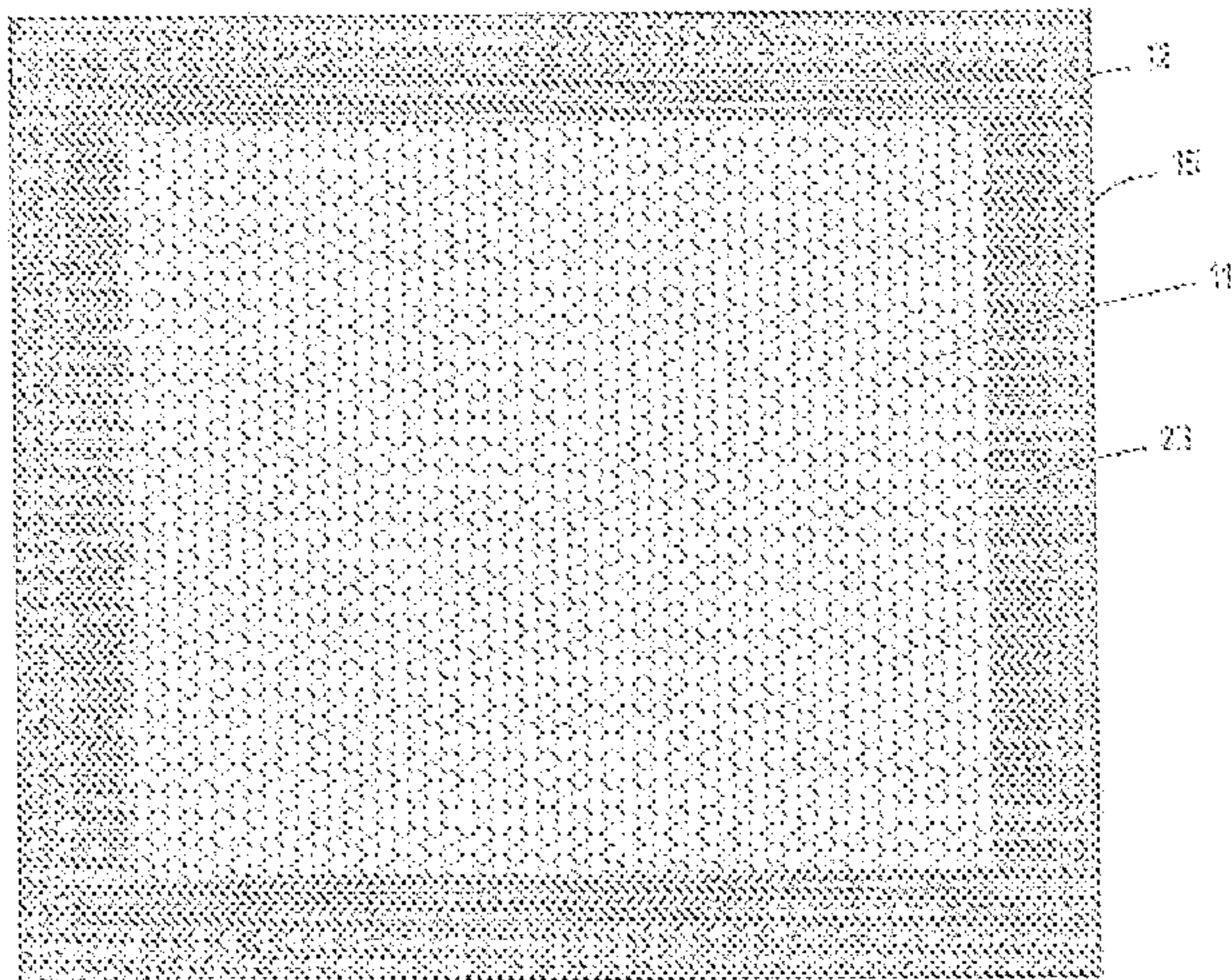
(71) Requérant:
Manufacture d'Horlogerie Audemars Piguet SA,
Route de France 16
1348 Le Brassus (CH)

(72) Inventeur(s):
Thibaut Le Loarer, 74270 Chavannaz (FR)
Sandra Guadalupe-Maldonado, 1143 Apples (CH)

(74) Mandataire:
P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Matériau composite, composant hétérogène pour pièce d'horlogerie et procédé de fabrication.**

(57) Composant hétérogène pour pièce d'horlogerie et matériau composite correspondant, comprenant une première fraction (11) réalisée en un premier matériau métallique et ayant une structure cellulaire avec des cellules stochastiques ou régulières, et une seconde fraction (12) réalisée en un second matériau métallique différent du premier matériau métallique, dans lequel la seconde fraction (12) infiltre au moins en partie les cellules de la première fraction (11).



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un matériau composite et un composant hétérogène pour horlogerie réalisé dans un tel matériau composite. L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un tel composant hétérogène.

Etat de la technique

[0002] Plusieurs métaux précieux sont utilisés dans l'horlogerie, principalement pour des pièces d'habillage, mais également pour des composants fonctionnels. Les métaux précieux courants, par exemple l'or et ses alliages, sont lourds et se rayent facilement. Il y a par conséquent un besoin de matériaux alliant préciosité et aspect esthétique avec dureté, légèreté et autres propriétés désirables nouvelles.

[0003] Les publications WO2012119647 et US7608127 décrivent des matériaux composites utilisable, entre autres, pour la production de montres et bijoux, combinant un matériau céramique avec un métal précieux. Ces matériaux sont plus durs et légers que les alliages d'or. Cependant leur surface est hétérogène et la couleur est différente de celle de l'or naturel.

[0004] On connaît aussi des pièces d'habillage horlogères en matériau composite, avec une matrice métallique ou en fibres de carbone remplie par des résines synthétiques. Ces matériaux allient légèreté et résistance, mais leur dureté n'est pas particulièrement élevée, et ne contiennent pas de métaux précieux.

Bref résumé de l'invention

[0005] Un but de la présente invention est de proposer un matériau composite pour réaliser des composants horlogers hétérogènes combinant un aspect extérieur métallique avec légèreté et/ou résistance à l'usure.

[0006] Selon l'invention, ces buts sont atteints notamment au moyen de l'objet des revendications annexées, et notamment par un matériau composite comprenant une première fraction réalisée en un premier matériau métallique et ayant une structure cellulaire avec des cellules stochastiques ou régulières, et une seconde fraction réalisée en un second matériau métallique différent du premier matériau métallique, dans lequel la seconde fraction infiltre au moins en partie les cellules de la première fraction.

[0007] Un autre but de l'invention est de proposer un procédé de fabrication d'un tel composant hétérogène pour pièce d'horlogerie comprenant les étapes de : se munir d'une première fraction ayant une structure cellulaire avec une pluralité de cellules stochastiques ou régulières, réalisée avec un premier matériau métallique ; joindre à la première fraction une seconde fraction réalisée en un second matériau métallique différent du premier matériau, la seconde fraction infiltrant en tout ou en partie les cellules.

[0008] Les revendications dépendantes concernent des caractéristiques optionnelles favorables ou avantageuses d'exécution, par exemple que la seconde fraction entoure au moins en partie la première fraction et présente une surface extérieure unie, ou au moins une partie des cellules de la structure cellulaire est vide, que le second matériau est un alliage de métal précieux, ou un verre métallique précieux, par exemple un alliage d'or, argent, palladium ou platine, que le premier matériau présente une dureté supérieure à la dureté du second matériau et/ou le premier matériau présente une densité inférieure à la densité du second matériau, le fait que le premier matériau métallique est un alliage d'aluminium ou de titane, ou un verre métallique.

[0009] En ce qui concerne le procédé, avec référence aux revendications dépendantes de cette catégorie, l'invention comporte optionnellement une étape de chauffe dans laquelle le second matériau est au moins partiellement amené à la température de fusion, une opération ou plusieurs opérations de fabrication additive, par exemple une opération de frittage sélectif ou fusion sélective de poudres métalliques, ou le placement du noyau dans un moule suivi d'une étape d'injection du second matériau à l'état liquide, ainsi que des étapes de découpage et finition.

Brève description des figures

[0010] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

- La figure 1 illustre schématiquement une première fraction, ou matrice, ayant une structure cellulaire, dans lequel les cellules sont vides (remplies de gaz)
- La figure 2 montre schématiquement une réalisation de l'invention dans laquelle la première fraction cellulaire est entourée par une seconde fraction, appelée également peau, métallique formée par le second matériau, et le second matériau infiltre en partie la première fraction cellulaire.
- La figure 3 illustre un procédé de fabrication comprenant des étapes d'injection dans un moule.
- La figure 4 illustre un procédé alternatif dans lequel un préformé en composite est découpée et ensuite fini par des procédés d'usinage et terminaison.

Exemple(s) de modes de réalisation de l'invention

Définitions

[0011] Dans le contexte de la présente invention on utilise les mots „mousse“, ou „structure cellulaire“ pour désigner des matériaux comportant une abondance de cavités vides, aussi appelées „cellules“, „pores“ ou „bulles“. Préférentiellement, mais pas nécessairement, le volume combiné des cavités est prépondérant par rapport au volume de matière solide. Dans les mousses métalliques, notamment, la matière solide est un métal, par exemple de l'aluminium, du titane, un métal amorphe (verre métallique) ou tout autre métal ou alliage métallique.

[0012] On distingue les mousses avec des cellules stochastiques de taille et/ou forme variables, par exemple obtenues par injection de gaz ou d'un agent moussant dans un métal fondu, et les mousses régulières avec un réseau régulier de cellules de même forme et dimensions. Ces dernières sont fabricables par des techniques de coulée et/ou par fabrication additive.

[0013] Une mousse peut être „ouverte“ ou „fermée“. Elle est ouverte si suffisamment de cellules sont en communication entre-elles, permettant une certaine circulation du gaz à travers la mousse (percolation) ; fermée dans le cas contraire.

Modes de réalisation

[0014] Les figures 1 et 2 montrent schématiquement la structure d'un matériau composite hétérogène employé dans le cadre de la présente invention. Ce matériau composite comporte une première fraction 11 constituée par une mousse métallique. La première fraction 11 comporte une abondance de cavités, représentées dans la figure par un réseau régulier, mais qui pourraient aussi être stochastiques, comme on l'a évoqué plus haut.

[0015] La figure 2 montre une seconde fraction métallique 12 qui s'ajoute à la première fraction 11. Dans cet exemple, le matériau composite comporte une seconde fraction 12 sous la forme d'une peau présentant une surface extérieure visible 15 unie et homogène, en sorte que la pièce obtenue a l'aspect du métal constituant la seconde fraction. Favorablement, on peut employer un matériau précieux, par exemple un alliage d'or, pour la seconde fraction 12, et un métal léger tel que l'aluminium ou le titane pour la première fraction 11, en sorte que la pièce composite sera considérablement plus légère qu'une pièce en or massif, tout en présentant le même aspect esthétique. Comme on peut le voir dans la figure 2, la seconde fraction métallique 12 infiltre au moins partiellement - dans la zone 23 - la structure cellulaire de la première fraction 11. Pour une plus grande légèreté, l'infiltration de la seconde fraction 12 dans la matrice 11 peut être incomplète et laisser une zone vide au centre.

[0016] L'adhésion entre la matrice cellulaire 11 et la peau 12 pourra être uniquement mécanique, la peau remplissant les porosités de surface de la matrice et engendrant un ancrage mécanique. La peau peut présenter un point de fusion proche de celui de la matrice permettant en plus de l'ancrage mécanique une adhésion physique et chimique.

[0017] La figure 3 illustre schématiquement un exemple de composant horloger hétérogène selon l'invention et les différentes étapes du procédé permettant de l'obtenir. Dans l'exemple illustré à la figure 3, le composant hétérogène est une lunette de montre ultralégère en or. L'invention n'est pas limitée à la production de pièces d'habillage pour montres.

[0018] Une première fraction 110 en mousse de titane est obtenue par usinage, étampage, ou toute autre technique appropriée. Toutes ses dimensions sont inférieures à celle de la pièce que l'on souhaite obtenir. Dans cet exemple le noyau est une pièce massive mais on peut imaginer aussi des noyaux assemblés de plusieurs éléments, dans le cas de formes complexes.

[0019] Le moule 30 représente en creux la forme de l'objet (ici une lunette de montre) que l'on désire obtenir, préférentiellement légèrement agrandie pour permettre les opérations de finition et terminaison usuelles. La première fraction 110 est insérée dans le moule préalablement à la coulée de l'alliage d'or sélectionné pour la seconde fraction métallique. La première fraction 110 est maintenue immobile dans la position souhaitée à l'intérieur du moule 30 par des moyens idoines. Dans l'exemple représenté, la première fraction 110 est serrée entre une couche d'or 120 et les cales 115, mais beaucoup d'autres solutions sont possibles dans le cadre de la présente invention.

[0020] L'alliage d'or est coulé dans le moule 30, préférentiellement sous pression. Après le refroidissement et l'ouverture du moule, la lunette 100 est ébavurée, usinée aux dimensions finales et polie. Elle comporte, autour du noyau cellulaire de la première fraction 110, une seconde fraction 12 sous forme de peau qui infiltre au moins partiellement les pores du noyau et présente une surface extérieure unie.

[0021] L'invention n'est pas limitée à des procédés de coulée classiques mais inclut aussi tous les procédés spéciaux de moulage appropriés, y compris le moulage par injection de poudres et les techniques de fabrication additives.

[0022] Les techniques de fabrication additives et d'impression 3D permettent notamment de réaliser la première fraction mais aussi la seconde fraction métallique de l'invention, par exemple sur la même machine d'impression que la matrice, avec l'utilisation de plusieurs matières. Les techniques d'impression 3D permettent une optimisation poussée de la structure interne de la première fraction et de l'épaisseur de la seconde fraction pour les efforts que la pièce est appelée à supporter, avec un gain considérable de légèreté par rapport aux pièces d'habillage de fabrication conventionnelle.

[0023] La figure 4 représente schématiquement un autre mode de réalisation de l'invention qui prévoit la réalisation d'une préforme 130 en mousse ouverte de titane 120 dont les dimensions (diamètres d et D, hauteur h) sont supérieures à celles

de la pièce que l'on souhaite obtenir. La préforme est infiltrée sous pression par un alliage précieux, par exemple de l'or 5N 22ct pour obtenir une préforme en matériau composite 140 qui est ensuite découpée à la hauteur voulue (pièces 144) et finalement usinée et terminée dans la forme souhaitée.

[0024] Par rapport à une pièce d'habillage conventionnelle en or, la lunette composite or/mousse de titane est plus légère et présente une meilleure résistance à l'usure et aux rayures. Avantageusement, on peut remplacer la mousse de titane par une mousse d'un autre métal ayant les caractéristiques de dureté souhaitées.

[0025] Les alliages métalliques amorphes, ou verres métalliques, présentent des duretés et des contraintes à la rupture très élevées et peuvent être avantageusement employés pour réaliser la structure cellulaire de la première fraction du matériau composite selon l'invention. Les alliages de Pd, Cu, Ni, P, notamment un verre métallique avec des proportions atomiques Pd43, Cu27, Ni10, P20 sont spécialement conseillés pour réaliser les structures cellulaires des premières fractions 11, 110, 130.

[0026] Les alliages métalliques amorphes, ou verres métalliques, peuvent également contenir des matériaux précieux tels que l'or, le platine ou le palladium. Par exemple, un verre métallique peut contenir 750/1000 d'or fin ou plus en poids; ces matériaux peuvent avantageusement être utilisés comme seconde fraction venant infiltrer la structure cellulaire de la première fraction.

Revendications

1. Matériau composite comportant une première fraction (11) réalisée en un premier matériau métallique et ayant une structure cellulaire avec des cellules stochastiques ou régulières, et une seconde fraction (12) réalisée en un second matériau métallique différent du premier matériau métallique, dans lequel la seconde fraction (12) infiltre au moins en partie les cellules de la première fraction (11).
2. Matériau composite selon la revendication 1, dans lequel le premier matériau présente une dureté supérieure à la dureté du second matériau et/ou le premier matériau présente une densité inférieure à la densité du second matériau.
3. Composant hétérogène pour pièce d'horlogerie réalisé en un matériau composite selon l'une des revendications 1 à 2.
4. Composant hétérogène pour pièce d'horlogerie selon la revendication précédente, dans lequel la seconde fraction (12) entoure au moins en partie la première fraction (11) et présente une surface extérieure (15) unie.
5. Composant hétérogène pour pièce d'horlogerie selon l'une des revendications 3 ou 4, dans lequel au moins une partie des cellules de la structure cellulaire est vide.
6. Composant hétérogène pour pièce d'horlogerie selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel le second matériau est un alliage de métal précieux, par exemple un alliage d'or, argent, ou platine.
7. Composant hétérogène pour pièce d'horlogerie selon l'une des revendications 3 à 6, dans lequel le premier matériau métallique est un alliage d'aluminium ou de titane, ou un verre métallique.
8. Composant hétérogène pour pièce d'horlogerie selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel le second matériau métallique est un verre métallique contenant un matériau précieux comme l'or, l'argent, le platine, le palladium, ou un verre métallique contenant une fraction d'or égale ou supérieure à 750/1000 en poids.
9. Procédé de fabrication d'un composant hétérogène pour pièce d'horlogerie comprenant les étapes de :
 - se munir d'une première fraction (11) ayant une structure cellulaire avec une pluralité de cellules stochastiques ou régulières, réalisée avec un premier matériau métallique;
 - joindre à la première fraction (11) une seconde fraction (12) réalisée en un second matériau métallique différent du premier matériau, la seconde fraction infiltrant au moins en partie les cellules de la première fraction (11).
10. Procédé de fabrication selon la revendication précédente, comprenant une étape de chauffage dans laquelle le second matériau est au moins partiellement amené à sa température de fusion.
11. Procédé de fabrication selon l'une des revendications de 9 à 10, dans lequel l'étape de se munir d'une première fraction ayant une structure cellulaire comporte une opération de fabrication additive, par exemple une opération de frittage sélectif ou fusion sélective de poudres métalliques.
12. Procédé de fabrication selon l'une des revendications de 9 à 11, comprenant une étape de placer la première fraction dans un moule et une étape d'injection de la seconde fraction à l'état liquide dans le moule de façon à infiltrer au moins partiellement la première fraction (11).

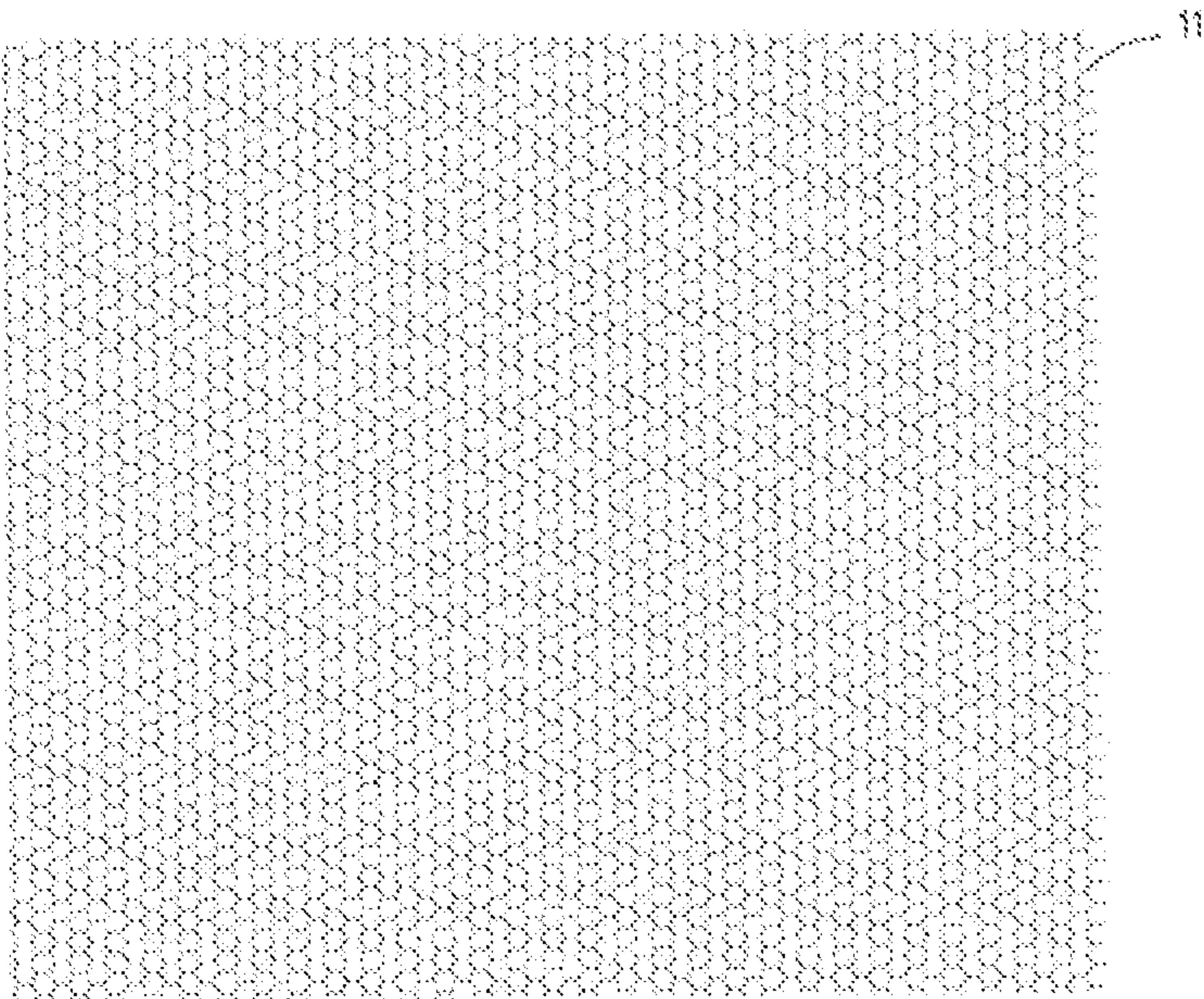


Fig. 1

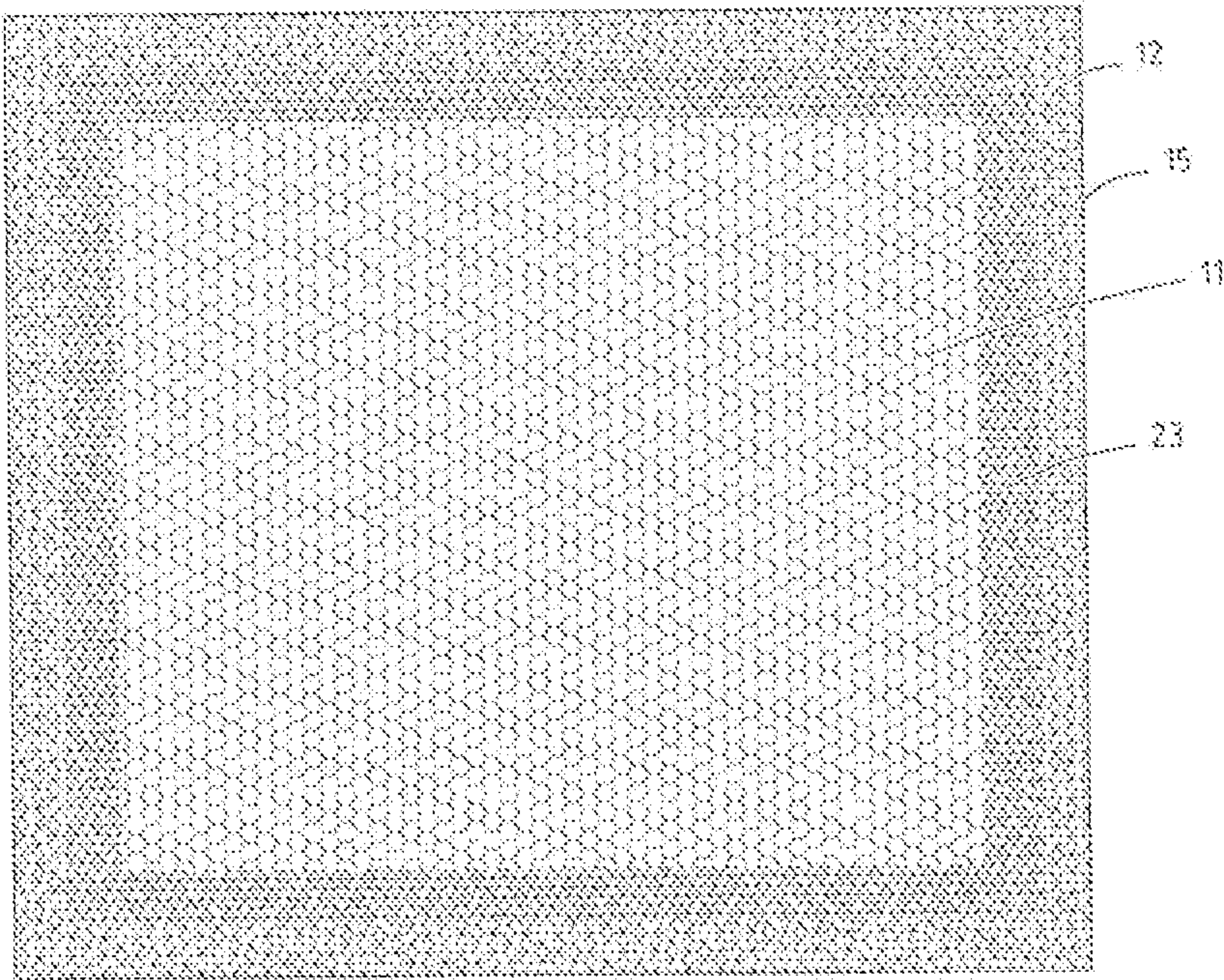
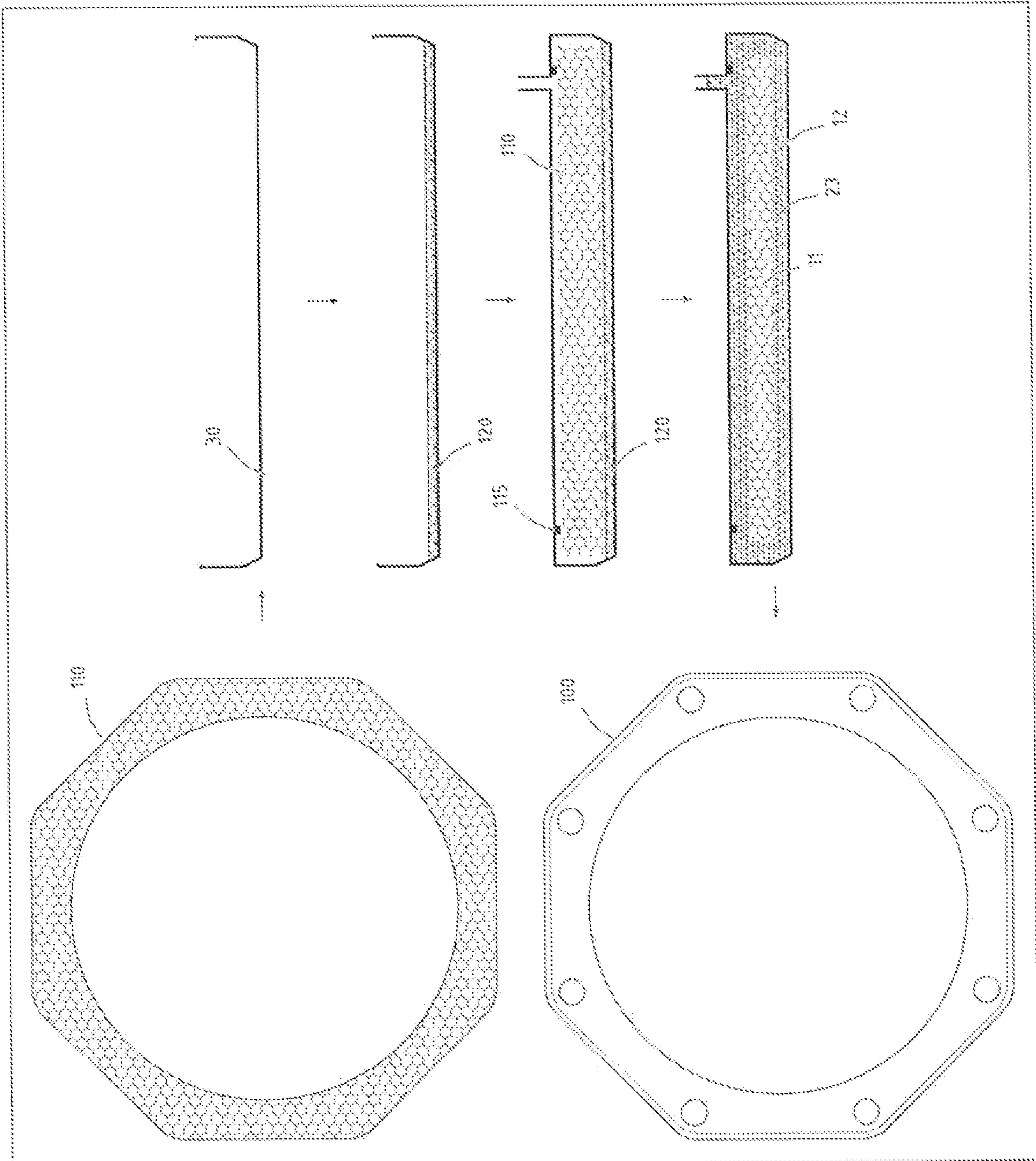
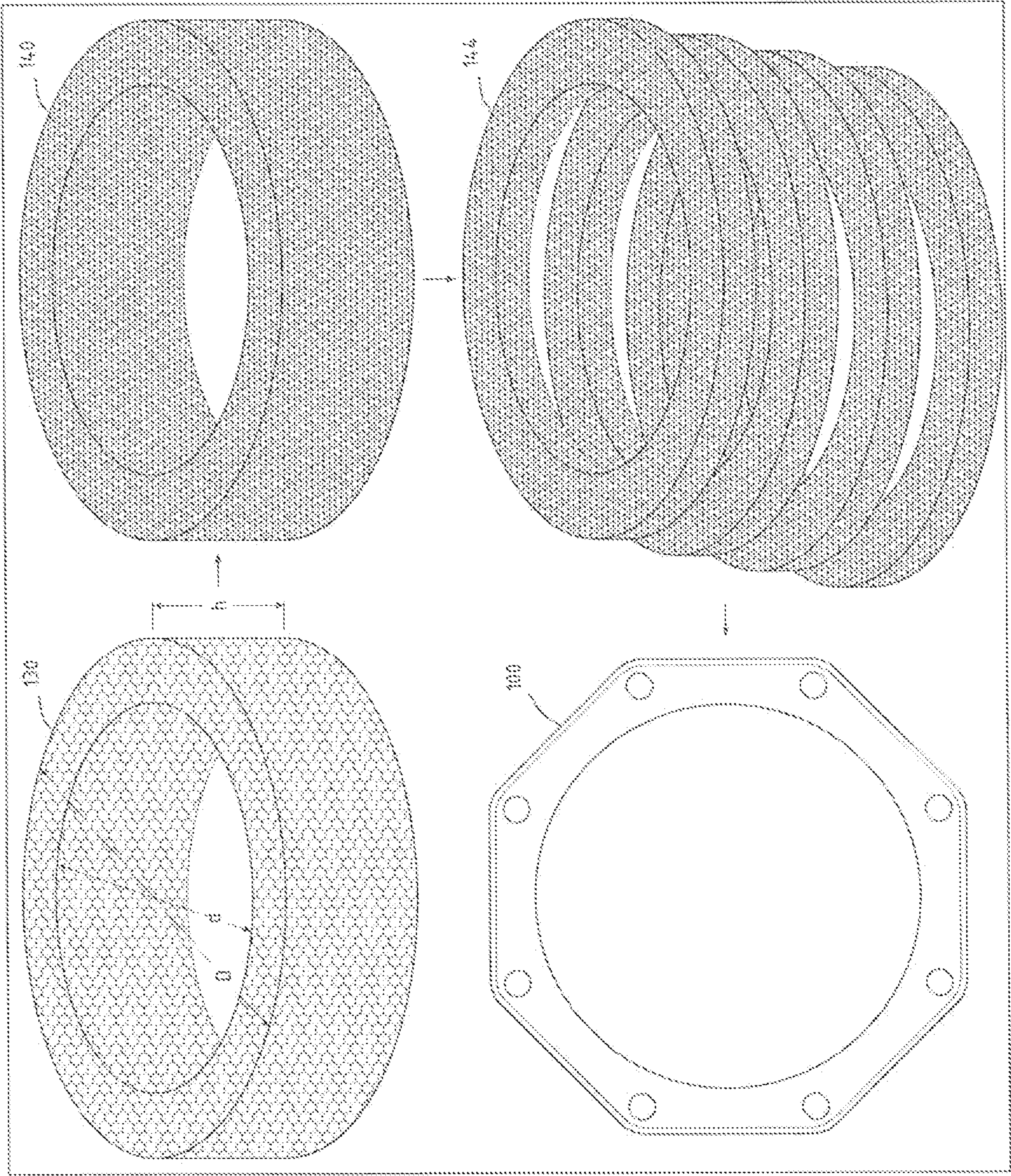


Fig. 2



ma
da
da

Fig. 4



TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE	
		AUDEMA-5-CH	
Demande nationale n°		Date du dépôt	
10292019		15-08-2019	
Pays du dépôt		Date de priorité revendiquée	
CH			
Déposant (Nom)			
Société anonyme de la Manufacture d'Horlogerie Audemars Piguet & Cie			
Date de la requête d'une recherche de type international		Numéro donné par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international	
19-09-2019		SN74471	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB			
Voir rapport de recherche			
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
IPC		Voir rapport de recherche	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDICATIONS			
NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION (Observations sur la feuille supplémentaire)			

Form PCT/ISA 201 A (11/2000)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 10292019

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE				
INV.	C22C5/00 C22C21/00	C22C5/02 C22C32/00	C22C5/04 G04B37/22	C22C5/06 C22C14/00
ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE				
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)				
C22C G04F G04B				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)				
EPQ-internal, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS				
Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents			no. des revendications visées
X	JP 562 260926 A (FUJIYOSHI KATSUSATO) 12 novembre 1987 (1987-11-12)			1-5, 8-12
Y	* revendications 1-7; figures 1-7 *			7, 8

X	US 4 822 694 A (RANDIN JEAN-PAUL [CH] ET AL) 18 avril 1989 (1989-04-18)			1-6
Y	* figures 1, 2 *			7, 8
A	* colonne 7, ligne 12 - ligne 15 *			9-12
	* revendications 1, 4, 7, 11 *			

A	EP 3 093 355 A1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 16 novembre 2016 (2016-11-16)			1-12
	* revendication 1 *			

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en abrégé				
* Catégories spéciales de documents cités:				
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou être pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (note qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou sous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets				
Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée			Date d'expédition du rapport de recherche de type international	
29 novembre 2019			10 DEC 2019	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale			Fonctionnaire autorisé	
Office Européen des Brevets, P.B. 3818 Patendean 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016			Martinez Miró, M	

Formulaire PC 716A/001 (Revisión: 0004) (enero 2004)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

enseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n°

CH 10292019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 562260026	A	12-11-1987	AUCUN

US 4822694	A	18-04-1989	AT 52462 T 15-05-1990
		DE 3762595 D1	13-06-1990
		EP 0268120 A1	25-05-1988
		US 4822694 A	18-04-1989

EP 3093355	A1	16-11-2016	CN 106146046 A 23-11-2016
		EP 3093355 A1	16-11-2016
		JP 6275186 B2	07-02-2018
		JP 2016210675 A	15-12-2016
		RU 2016118544 A	16-11-2017
		US 2016331090 A1	17-11-2016
