

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/003620 A1

(43) Date de la publication internationale
02 janvier 2025 (02.01.2025)

(51) Classification internationale des brevets :

B29C 65/08 (2006.01) *B29C 65/00* (2006.01)
B29C 65/48 (2006.01) *B64G 1/22* (2006.01)
B29C 65/50 (2006.01) *B29L 22/02* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2024/050868

(22) Date de dépôt international :

28 juin 2024 (28.06.2024)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2306936 30 juin 2023 (30.06.2023) FR

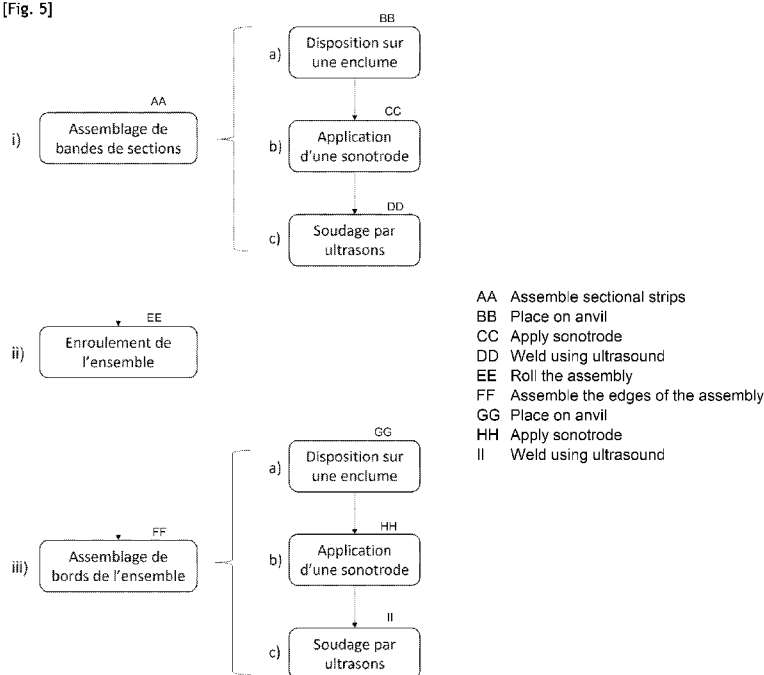
(71) Déposant : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR] ; 23 place des Carnes-Déchaux, 63000 CLERMONT-FERRAND (FR).

(72) Inventeurs : **HRAZMI, Issam** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN Service juridique- Propriété Intellectuelle DCJ/PI- Site de LADOUX - F35 23 place des Carnes Déchaux, 63040 CLERMONT FERRAND CEDEX 9 (FR). **BEURET, Killian** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN Service juridique- Propriété Intellectuelle DCJ/PI- Site de LADOUX - F35 23 place des Carnes Déchaux, 63040 CLERMONT FERRAND CEDEX 9 (FR). **BRODARD, Laurent** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN Service juridique- Propriété Intellectuelle DCJ/PI- Site de LADOUX - F35 23 place des Carnes Déchaux, 63040 CLERMONT FERRAND CE-

(54) Title: METHOD FOR ASSEMBLING BIAXIALLY ORIENTED POLYETHYLENE TEREPHTHALATE STRIPS

(54) Titre : PROCÉDÉ D'ASSEMBLAGE DE BANDES DE POLYTÉRÉPHTALATE D'ÉTHYLÈNE BIAxiaLEMENT ORIENTÉ

[Fig. 5]



(57) Abstract: A method for assembling a first biaxially oriented polyethylene terephthalate strip and a second biaxially oriented polyethylene terephthalate strip for manufacturing an inflatable structure of a deployable kit for space debris capture, the method comprising the steps of: a) arranging a stack of the first strip and the second strip on a bearing face of an anvil, b) applying a sonotrode to compress said stack between a welding face of the sonotrode and the bearing face of the anvil, c) welding the two strips by the emission of ultrasound by the sonotrode through the stack.

(57) Abrégé : Procédé d'assemblage d'une première bande de polytéraphthalate d'éthylène biaxialement orienté et d'une deuxième bande de polytéraphthalate d'éthylène biaxialement orienté pour la fabrication d'une structure gonflable d'un kit déployable pour la capture de

DEX 9 (FR), **MBIAKOP NGASSA, Armel** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN
Service juridique- Propriété Intellectuelle DCJ/PI- Site de LADOUX - F35 23 place des Carmes Déchaux, 63040 CLERMONT FERRAND CEDEX 9 (FR).

(74) **Mandataire : REGIMBEAU** ; 20, rue de Chazelles, 75847 PARIS CEDEX 17 (FR).

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

débris spatiaux, le procédé comprenant les étapes de : a) disposition d'un empilement de la première bande et de la deuxième bande sur une face d'appui d'une enclume, b) application d'une sonotrode pour comprimer ledit empilement entre une face de soudage de la sonotrode et la face d'appui de l'enclume, c) soudage des deux bandes par émission d'ultrasons au travers de l'empilement par la sonotrode.

DESCRIPTION

TITRE : Procédé d'assemblage de bandes de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté

DOMAINE DE L'INVENTION

5 La présente invention concerne le domaine du désorbitage des débris spatiaux, plus précisément d'un tel désorbitage à partir d'un kit déployable comprenant une structure gonflable et un filet, et, plus particulièrement encore, d'un procédé d'assemblage de bandes de Mylar™ pour la fabrication d'une telle structure gonflable.

ETAT DE LA TECHNIQUE

10 Le système INSIDeR (Innovative Net & Space Inflatable structure for active Debris Removal) vise à désorbiter en toute sécurité des débris spatiaux de différentes tailles. Ce système est un kit comprenant un filet flexible à haute résistance mécanique servant de système de capture capable de capturer des objets de grande taille et de s'adapter aux différentes morphologies de débris et à leur vitesse de culbutage et une structure gonflable
15 de forme tubulaire supportant ledit filet servant de système de déploiement du filet et assurant le contrôle et l'amortissement du mouvement des débris.

La structure gonflable comprend un assemblage de sections, notamment tubulaires, composées de feuilles de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté (BOPET) aussi communément appelé Mylar™.

20 On connaît de l'art antérieur des structures gonflables en Mylar™ destinées à être envoyées dans l'espace qui sont assemblées par collage. Toutefois, le collage ne permet pas un assemblage résistant sur le long terme et l'on s'expose ainsi à un risque de délaminage.

EXPOSE DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de permettre l'assemblage de sections d'une structure
25 gonflable d'un kit déployable pour la capture de débris spatiaux qui permette d'aboutir à une structure gonflable résistante sur le long terme pour une utilisation dans l'espace, de préférence au moins dix ans, encore de préférence au moins vingt ans. Un but de l'invention est donc de permettre l'obtention d'une structure gonflable qui présente une bonne tenue mécanique à des pressions de gonflage très importantes, de préférence à environ 2×10^6 Pa
30 (20 bar).

Un autre but de l'invention est de permettre l'obtention d'une structure gonflable qui soit étanche et continue c'est-à-dire faite d'un seul matériau.

Selon un premier aspect, il est proposé un procédé d'assemblage d'une première bande de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté et d'une deuxième bande de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté pour la fabrication d'une structure gonflable d'un kit déployable pour la capture de débris spatiaux, le procédé comprenant les

5 étapes de :

a) disposition d'un empilement de la première bande et de la deuxième bande sur une face d'appui d'une enclume,

b) application d'une sonotrode pour comprimer ledit empilement entre une face de soudage de la sonotrode et la face d'appui de l'enclume,

10 c) soudage des première et deuxième bandes par émission d'ultrasons au travers de l'empilement par la sonotrode.

Selon des caractéristiques avantageuses et non limitatives, prises seules ou en combinaison lorsque cela est techniquement possible :

15 - on réalise le soudage en effectuant un déplacement relatif entre la sonotrode et l'empilement ;

- on déforme la première bande et la deuxième bande simultanément au soudage de façon à créer un ancrage mécanique de la première bande dans la deuxième bande ;

- le soudage est réalisé sensiblement sans déformation mécanique de la première bande et de la deuxième bande ;

20 - le procédé comprend une étape a1) préalable à l'étape b) de disposition d'un matériau d'apport entre la première bande et la deuxième bande, ledit matériau d'apport fondant au moins partiellement lors du soudage ;

25 - le matériau d'apport est du polyester linéaire, de préférence du polytéréphtalate d'éthylène et encore plus préférentiellement du polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté ;

- la première bande et la deuxième bande sont des parties de feuilles de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté différentes ;

- la première bande et la deuxième bande sont des parties d'une même feuille de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté ;

30 - les ultrasons sont émis à une fréquence comprise entre 25 kHz et 40 kHz.

Selon un deuxième aspect, il est proposé un procédé de fabrication d'une structure gonflable d'un kit déployable pour la capture de débris spatiaux comprenant les étapes de :

- i) assemblage d'une première bande de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté et d'une deuxième bande de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté par mise en œuvre du procédé tel que décrit précédemment de sorte à former un ensemble de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté,
- ii) enroulement de l'ensemble réalisé à l'étape i) de façon à recouvrir un premier bord de l'ensemble avec un deuxième bord de l'ensemble de sorte à former un tube,
- iii) assemblage du premier bord et du deuxième bord par mise en œuvre du procédé tel que décrit précédemment.

De manière avantageuse, la soudure réalisée à l'étape i) est une soudure en cisaillement et la soudure réalisée à l'étape iii) est une soudure en pelage ou en cisaillement.

Selon un troisième aspect, il est proposé un système pour la mise en œuvre du procédé tel que décrit précédemment, comprenant :

- un générateur d'ultrasons,
- une sonotrode adaptée pour émettre les ultrasons générés par le générateur depuis une face de soudage,
- une enclume présentant une face d'appui agencée en regard de la face de soudage de la sonotrode.

Selon des caractéristiques avantageuses et non limitatives, prises seules ou en combinaison lorsque cela est techniquement possible :

- l'enclume et la sonotrode prennent la forme de roulettes ;
- la face d'appui de l'enclume et/ou la face de soudage de la sonotrode présentent des zones creuses et des zones saillantes ;
- la face d'appui de l'enclume et la face de soudage de la sonotrode sont lisses.

Selon un quatrième aspect, il est proposé une structure gonflable d'un kit déployable pour la capture de débris spatiaux comprenant une première bande de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté et une deuxième bande de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté assemblées par soudage, caractérisée en ce que la structure gonflable est apte à être gonflée jusqu'à 2×10^6 Pa (20 bars).

De manière particulièrement avantageuse, ledit soudage est réalisé par émission d'ultrasons à travers un empilement desdites bandes.

DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation préférentiel. Cette description sera donnée en référence aux figures annexées dont :

- La figure 1 représente un kit déployable ;
- La figure 2 illustre un ensemble de sections assemblées enroulé sur lui-même et soudé en cisaillement ;
- 10 - La figure 3 illustre un système d'assemblage de bandes de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté ;
- La figure 4 représente des bandes de sections soudées en cisaillement ;
- La figure 5 représente les étapes d'un procédé de fabrication d'une structure gonflable ;
- 15 - La figure 6 illustre un système d'assemblage de bandes de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté lors d'une étape de soudage ;
- La figure 7 représente des bandes de sections soudées en pelage ;
- La figure 8 illustre un ensemble de sections assemblées enroulé sur lui-même et soudé en pelage ;
- 20 - La figure 9 illustre un système d'assemblage de bandes de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté lors d'une étape de soudage de bords d'un ensemble de sections.

DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION

Kit

En référence à la figure 1, il est proposé un kit déployable 100 pour la capture de débris spatiaux. Le kit déployable 100 comprend une structure gonflable 1 et
25 avantageusement un filet 2. Le kit déployable 100 est adapté pour être déployé dans l'espace afin de capturer des débris spatiaux tels que des satellites hors-service. Avant d'utiliser le kit 100, il est nécessaire de gonfler la structure gonflable 1. Avantageusement, la structure gonflable 1 est apte à être gonflée jusqu'à 2×10^6 Pa (20 bars). Cette pression
30 permet d'assurer que la structure gonflable 1 demeure gonflée dans l'espace.

La structure gonflable 1 est composée d'une pluralité de sections 10. Ces sections 10 sont constituées de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté (BOPET) aussi communément appelé Mylar™. Ce matériau est adapté pour les contraintes de température et de pression auxquelles est soumise la structure gonflable dans l'espace.

5 La structure gonflable 1 comprend une pluralité de sections 10 assemblées. La figure 2 illustre une partie de la structure gonflable 1 comprenant deux sections 10a, 10b assemblées. La fabrication de la structure gonflable 1 comprend notamment l'assemblage des sections 10 entre elles par soudage. L'assemblage des sections 10 par soudage au lieu de collage permet en effet l'obtention d'une structure gonflable 1 plus résistante aux
10 contraintes de température et de pression dans l'espace, y compris au fur et à mesure du vieillissement de la structure.

Vont ainsi être décrits un procédé de fabrication d'une structure gonflable 1, un procédé et un système 6 d'assemblage de bandes de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté pour la fabrication d'une structure gonflable 1.

15 **Système d'assemblage de bandes**

En référence à la figure 3, le système 6 comprend une enclume 3, une sonotrode 4 et un générateur d'ultrasons.

L'enclume 3 est typiquement une enclume utilisée lors d'opérations de soudage, notamment de soudage par ultrasons. L'enclume 3 présente une face d'appui 31. Cette face
20 d'appui 31 est notamment adaptée pour recevoir une ou des feuilles de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté pour soudage. Avantagusement, l'enclume 3 prend la forme d'une roulette.

Le générateur d'ultrasons 5 est un générateur typique d'ultrasons. De préférence, le générateur d'ultrasons 5 est adapté pour émettre des ultrasons à une fréquence comprise
25 entre 25 kHz et 40 kHz.

La sonotrode 4 est une pièce métallique adaptée pour transmettre les ultrasons du générateur d'ultrasons à une feuille (ou un empilement de feuilles) disposée(s) sur la face d'appui 31 de l'enclume 3 tout en appliquant une pression mécanique sur ladite feuille (ou un empilement de feuilles). La sonotrode 4 est connectée au générateur d'ultrasons 5 et est
30 adaptée pour émettre les ultrasons générés par le générateur d'ultrasons 5. La sonotrode 4 est une sonotrode 4 typique pour le soudage par ultrasons. La face de soudage 41 de la sonotrode 4 est disposée en regard de la face d'appui 31 de l'enclume 3. La sonotrode 4 présente une face de soudage 41 adaptée pour être disposée en vis-à-vis, et avantagusement au contact, d'une ou de plusieurs feuilles disposées sur la face d'appui 31
35 de l'enclume 3 pour les souder par ultrasons. La sonotrode 4 est adaptée pour émettre des

ultrasons depuis sa face de soudage 41. Avantageusement, la sonotrode 4 prend la forme d'une roulette.

L'ensemble de la sonotrode et de l'enclume permet de concentrer les vibrations émises par la sonotrode au niveau du matériau en contact avec la sonotrode, afin de chauffer localement le matériau. A cet égard, l'enclume ne sert pas uniquement d'appui pour la ou les feuilles à souder, mais aussi à absorber les vibrations émises par la sonotrode afin d'assurer leur concentration à l'interface de soudage et de limiter la transmission de ces vibrations au reste du système.

Selon un mode de réalisation préférentiel, l'enclume 3 et la sonotrode 4 prennent chacun la forme d'une roulette, ce qui permet de faire défiler la ou les feuilles pour un soudage par ultrasons en continu. On bénéficie ainsi d'une grande productivité, ce qui rend le procédé d'assemblage particulièrement intéressant à l'échelle industrielle.

Selon un mode de réalisation particulier, la face d'appui 31 de l'enclume 3 et/ou la face de soudage 41 de la sonotrode 4 présentent des zones creuses et des zones saillantes réparties selon un motif prédéterminé. La face d'appui 31 et/ou la face de soudage 41 ne sont donc pas lisses. Le motif des molettes est défini pour optimiser le déplacement de la matière fondue entre l'enclume et la sonotrode afin d'homogénéiser la soudure. Ce motif peut également permettre d'assurer le positionnement d'une feuille de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté, i.e. d'une section 10, lors du soudage dans la mesure où la feuille est moins susceptible de glisser et de se déplacer. En outre, il permet un ancrage mécanique entre deux bandes de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté de manière simultanée au soudage de sorte à assurer la liaison entre les deux bandes.

Selon un mode de réalisation préférentiel, la face d'appui 31 de l'enclume 3 et/ou la face de soudage 41 de la sonotrode 4 sont lisses. Avantageusement, la face d'appui 31 de l'enclume 3 et la face de soudage 41 de la sonotrode 4 sont lisses. Ceci présente l'avantage de limiter les déformations mécaniques des feuilles de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté lors du soudage. Ces déformations ne sont pas souhaitées car elles peuvent fragiliser la feuille et la structure gonflable 1 obtenue sera plus fragile.

Procédés

Pour fabriquer une structure gonflable 1, une étape i) d'assemblage de sections 10 est mise en œuvre. Pour mettre en œuvre l'étape i), un procédé d'assemblage de bandes 12, 14 de sections 10 va être mis en œuvre.

Les sections 10 sont initialement à plat et prennent chacune la forme d'une feuille de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté. La figure 4 illustre une première section 10a et une deuxième section 10b à plat.

En référence aux figures 3 à 5, dans une étape a), un empilement d'une bande 12 de la première section 10a, nommée par la suite première bande 12, et d'une bande 14 de la deuxième section 10b, nommée par la suite deuxième bande 14, est disposé sur la face d'appui 31 de l'enclume 3.

5 La première bande 12 et la deuxième bande 14 sont dans cette étape a) des parties de sections 10, i.e. de feuilles de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté, différentes. Les sections 10a, 10b, sont empilées uniquement au niveau d'une partie de chacune.

Avantageusement, dans une étape a1), un matériau d'apport 8 est disposé entre la
10 première bande 12 et la deuxième bande 14. Le matériau d'apport 8 permet la mise en œuvre d'une soudure des bandes 12, 14 entre elles qui soit plus solide.

De préférence, le matériau d'apport 8 est de préférence du polyester linéaire, de préférence du polytéréphtalate d'éthylène (PET) et encore plus préférentiellement du polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté. Ainsi, la liaison entre deux bandes 12, 14
15 est continue, la structure gonflable 1 est constituée d'un seul type de matériau et est ainsi plus résistante.

Puis, dans une étape b), comme illustré en figure 6, la sonotrode 4 est appliquée pour comprimer l'empilement entre la face de soudage 41 de la sonotrode 4 et la face d'appui 31 de l'enclume 31.

20 En outre, le générateur d'ultrasons 5 est activé de sorte à générer des ultrasons qui sont ainsi émis par la sonotrode 4 depuis la face d'appui 41. Avantageusement, les ultrasons sont émis à une fréquence comprise entre 25 kHz et 40 kHz. Dans une étape c), la première bande 12 et la deuxième bande 14 sont soudées par émission d'ultrasons au travers de l'empilement.

25 Dans le cas où la face d'appui 31 de l'enclume 3 et/ou la face de soudage 41 de la sonotrode 4 présentent des zones creuses et des zones saillantes, le matériau de l'empilement, i.e. la première bande 12 et la deuxième bande 14, sont déformées simultanément au soudage de façon à créer un ancrage mécanique de la première bande 12 dans la deuxième bande 14. En d'autres termes, en plus d'être soumis à des ultrasons, la
30 première bande 12 dans la deuxième bande 14 sont soumises à une déformation mécanique. Ceci permet notamment d'assurer la liaison entre la première bande 12 et la deuxième bande 14 qui sont liées par soudage et par déformation mécanique.

Dans le cas où la face d'appui 31 de l'enclume 3 et la face de soudage 41 de la sonotrode 4 sont lisses, le soudage est réalisé sensiblement sans déformation mécanique de
35 la première bande 12 et de la deuxième bande 14. Ainsi, le matériau de la première bande

12 et de la deuxième bande 14 n'est pas fragilisé ce qui permet d'obtenir une structure gonflable 1 plus résistante, moins susceptible de se déliter dans l'espace.

Dans le cas où un matériau d'apport 8 est disposé entre les bandes 12, 14, les bandes 12, 14 sont moins déformées mécaniquement ce qui permet d'obtenir une soudure plus solide et résistante. En effet, dans ce cas, il y a uniquement une petite déformation à l'interface entre la face interne de chaque bande 12, 14 et le matériau d'apport 8. En outre, le matériau d'apport 8 fond au moins partiellement, rendant la soudure plus résistante.

Avantageusement, on forme la soudure en effectuant un déplacement relatif entre la sonotrode 4 et l'empilement. En d'autres termes, l'une et/ou l'autre de la sonotrode 4 et de l'enclume 3, lorsqu'elles se présentent sous la forme de roulettes, sont entraînées en rotation de sorte à entraîner le déplacement de l'empilement. Ainsi, la soudure est réalisée tout le long de la première bande 12 et de la deuxième bande 14.

La soudure de la première bande 12 et de la deuxième bande 14 peut être une soudure en pelage (c'est-à-dire une soudure qui est sollicitée en traction, dans une direction perpendiculaire à l'interface entre les bandes formée par la soudure) ou une soudure en cisaillement (c'est-à-dire une soudure qui est sollicitée en cisaillement, dans une direction coplanaire à l'interface entre les bandes formée par la soudure).

La figure 6 illustre un système 6 et un empilement de bandes de sections 10a et 10b à plat lors d'une étape de soudage en cisaillement. Les bandes 12, 14 des sections 10a et 10b de la figure 4 sont soudées en cisaillement. Le soudage en cisaillement permet en pratique une soudure plus résistante.

La figure 7 illustre des bandes 12, 14 soudées en pelage. Dans certains cas de figures qui seront expliqués plus loin, ce type de soudure est plus facile à mettre en œuvre.

A l'issue de l'étape i), des sections 10 sont assemblées entre elles. Avantageusement, au moins trois sections 10 sont assemblées, étant entendu que le nombre de sections peut varier, ce nombre étant choisi pour assurer un compromis satisfaisant entre la tenue mécanique et l'étanchéité de l'assemblage. Avantageusement, toutes les sections 10 de la structure gonflable 1 sont liées les unes aux autres, chaque section 10 étant à plat. Les sections 10 assemblées forment un ensemble 7 illustré en figures 4 et 7. L'ensemble 7 des figures 4 et 7 comprend deux sections 10a, 10b.

Puis, dans une étape ii), l'ensemble 7 de sections 10 est enroulé de façon à recouvrir un premier bord 71 de l'ensemble 7 avec un deuxième bord 72 de l'ensemble 7 de sorte à former un tube comme illustré en figures 2 et 8. En figure 2, l'ensemble 7 est enroulé de sorte à permettre la mise en œuvre d'une soudure en cisaillement entre les bords 71 et 72. En figure 8, l'ensemble 7 est enroulé de sorte à permettre la mise en œuvre d'une soudure en pelage entre les bords 71 et 72.

Enfin, dans une étape iii), les bords 71 et 72 sont assemblés par soudage par ultrasons de la même manière que les bandes 12 et 14 à l'étape i).

En d'autres termes, les étapes a) à c) d'assemblage de bandes sont de nouveau mises en œuvre pour les bords 71, 72, c'est-à-dire que les bandes 12, 14 correspondent aux bords 5 71, 72. Encore en d'autres termes, l'étape iii) consiste à mettre en œuvre les étapes a) à c) précédemment décrite en substituant les termes « première bande 12 » et « deuxième bande 14 » par, respectivement, « premier bord 71 » et « deuxième bord 72 ». Dans ce cas, les bords 71, 72 formant les bandes font partie d'une même feuille de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté, ladite feuille étant l'ensemble 7.

10 Plus précisément, dans une étape a), un empilement du premier bord 71 et du deuxième bord 72 est disposé sur la face d'appui 31 de l'enclume 3.

Avantageusement, dans une étape a1), un matériau d'apport 8 est disposé entre le premier bord 71 et le deuxième bord 72.

15 Puis, dans une étape b), comme illustré en figure 9, la sonotrode 4 est appliquée pour comprimer l'empilement entre la face de soudage 41 de la sonotrode 4 et la face d'appui 31 de l'enclume 31.

En outre, le générateur d'ultrasons 5 est activé de sorte à générer des ultrasons qui sont ainsi émis par la sonotrode 4 depuis la face d'appui 41. Dans une étape c), le premier bord 71 et le deuxième bord 72 sont soudés par émission d'ultrasons au travers de 20 l'empilement.

A l'issue de l'étape iii), la structure gonflable 1, ou au moins une partie de structure gonflable 1, est formée.

La figure 9 illustre l'étape de soudage en pelage des bords 71 et 72. Le soudage en pelage est dans ce cas plus facile à mettre en œuvre qu'un soudage en cisaillement.

25 Dans le cas d'une soudure en cisaillement des bords 71 et 72, il sera nécessaire d'insérer l'enclume 3 ou de préférence la sonotrode 4 dans le tube formé par l'ensemble 7, par exemple à l'aide d'un bras robotisé pour mettre en œuvre le soudage. La faisabilité de ce type de soudure dépend du diamètre du tube formé par l'ensemble 7.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une structure gonflable (1) d'un kit (100) déployable pour la capture de débris spatiaux comprenant les étapes de :

i) assemblage d'une première bande (12) de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté et d'une deuxième bande (14) de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté de sorte à former un ensemble (7) de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté par mise en œuvre des étapes suivantes :

- disposition d'un empilement de la première bande (12) et de la deuxième bande (14) sur une face d'appui (31) d'une enclume (3),

- application d'une sonotrode (4) pour comprimer ledit empilement entre une face de soudage (41) de la sonotrode (4) et la face d'appui (31) de l'enclume (3),

- soudage des première et deuxième bandes (12, 14) par émission d'ultrasons au travers de l'empilement par la sonotrode (14),

ii) enroulement de l'ensemble (7) réalisé à l'étape i) de façon à recouvrir un premier bord (71) de l'ensemble (7) avec un deuxième bord (72) de l'ensemble (7) de sorte à former un tube,

iii) assemblage du premier bord (71) et du deuxième bord (72) par mise en œuvre des étapes suivantes :

- disposition d'un empilement du premier bord (71) et du deuxième bord (72) sur la face d'appui (31) de l'enclume (3),

- application de la sonotrode (4) pour comprimer ledit empilement entre la face de soudage (41) de la sonotrode (4) et la face d'appui (31) de l'enclume (3),

- soudage des premier et deuxième bords (71, 72) par émission d'ultrasons au travers de l'empilement par la sonotrode (14).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la soudure réalisée à l'étape i) est une soudure en cisaillement et la soudure réalisée à l'étape iii) est une soudure en pelage ou en cisaillement.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel on réalise les étapes de soudage en effectuant un déplacement relatif entre la sonotrode (4) et l'empilement.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel, lors de l'étape de soudage à l'étape i), on déforme la première bande (12) et la deuxième bande (14) simultanément au soudage de façon à créer un ancrage mécanique de la première bande (12) dans la deuxième bande (14) et/ou, lors de l'étape de soudage à l'étape iii), on déforme

le premier bord (71) et le deuxième bord (72) simultanément au soudage de façon à créer un ancrage mécanique du premier bord (71) dans le deuxième bord (72).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le soudage à l'étape i) est réalisé sensiblement sans déformation mécanique de la première bande (12) et de la deuxième bande (14) et/ou le soudage à l'étape iii) est réalisé sensiblement sans déformation mécanique du premier bord (71) et du deuxième bord (72).

6. Procédé selon la revendication 5, comprenant une étape préalable à l'étape de soudage de l'étape i) de disposition d'un matériau d'apport (8) entre la première bande (12) et la deuxième bande (14), ledit matériau d'apport (8) fondant au moins partiellement lors du soudage et/ou comprenant une étape préalable à l'étape de soudage de l'étape iii) de disposition d'un matériau d'apport (8) entre le premier bord (71) et le deuxième bord (72), ledit matériau d'apport (8) fondant au moins partiellement lors du soudage.

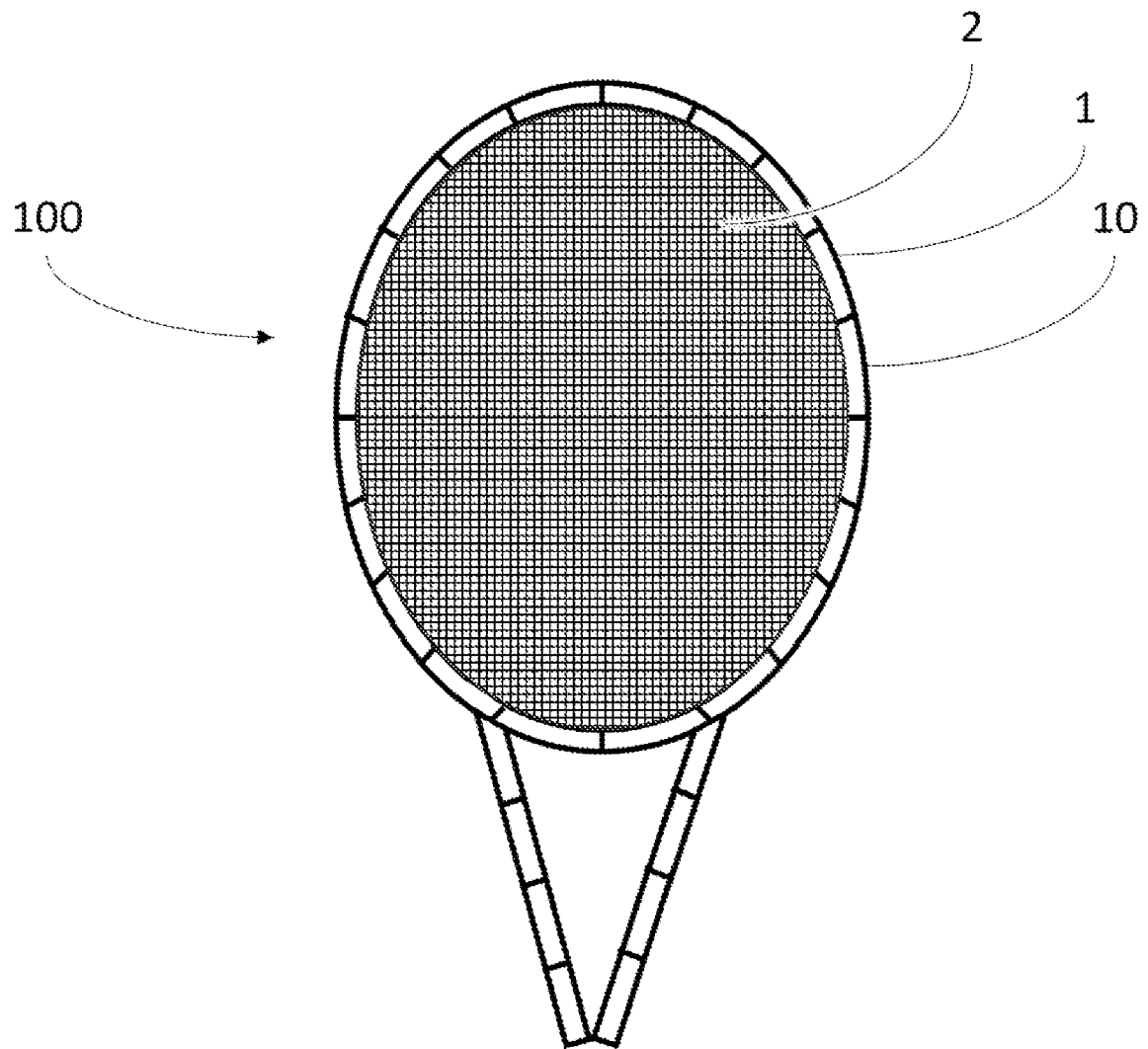
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel le matériau d'apport (8) est du polyester linéaire, de préférence du polytéréphtalate d'éthylène et encore plus préférentiellement du polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les ultrasons sont émis à une fréquence comprise entre 25 kHz et 40 kHz.

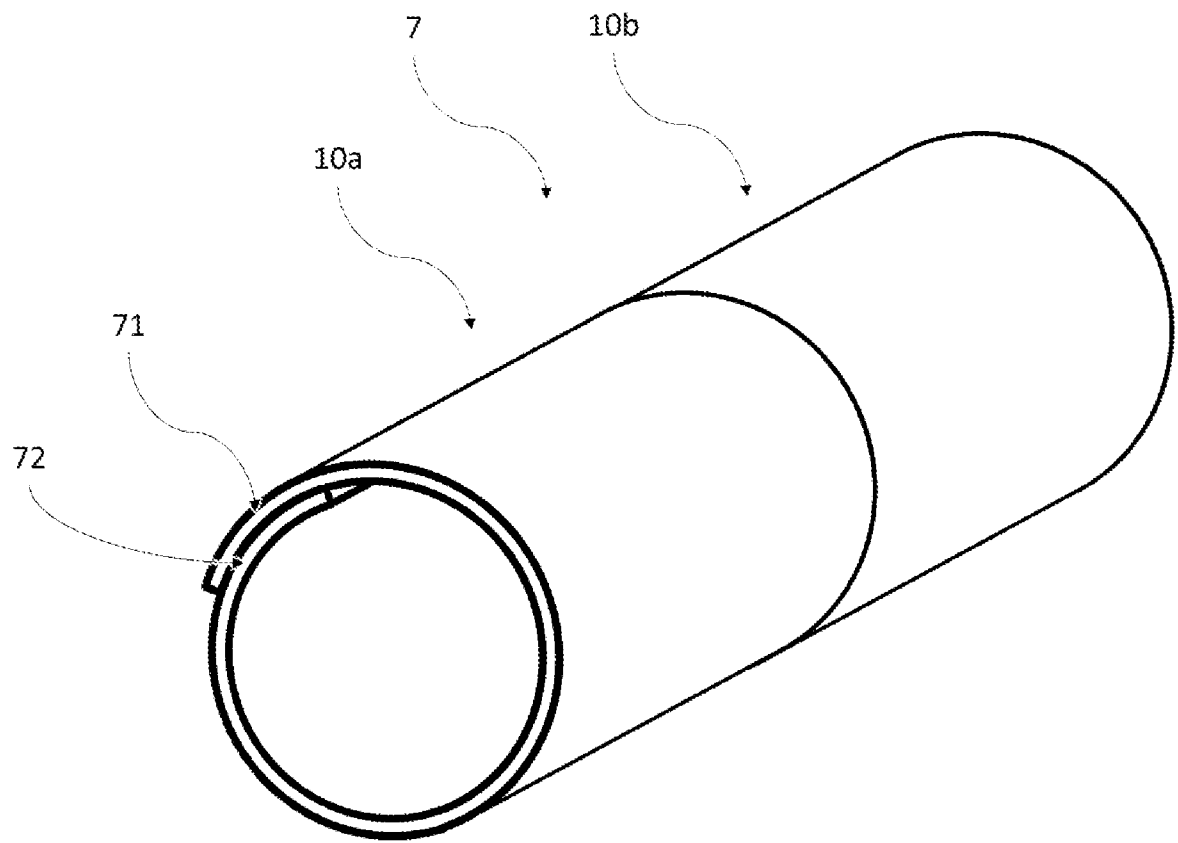
9. Structure gonflable (1) d'un kit (100) déployable pour la capture de débris spatiaux comprenant une première bande (12) de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté et une deuxième bande (14) de polytéréphtalate d'éthylène biaxialement orienté assemblées par soudage, caractérisée en ce que la structure gonflable (1) est apte à être gonflée jusqu'à 2×10^6 Pa (20 bars).

10. Structure gonflable (1) selon la revendication 9, caractérisée en ce que ledit soudage est réalisé par émission d'ultrasons à travers un empilement desdites bandes (12, 14).

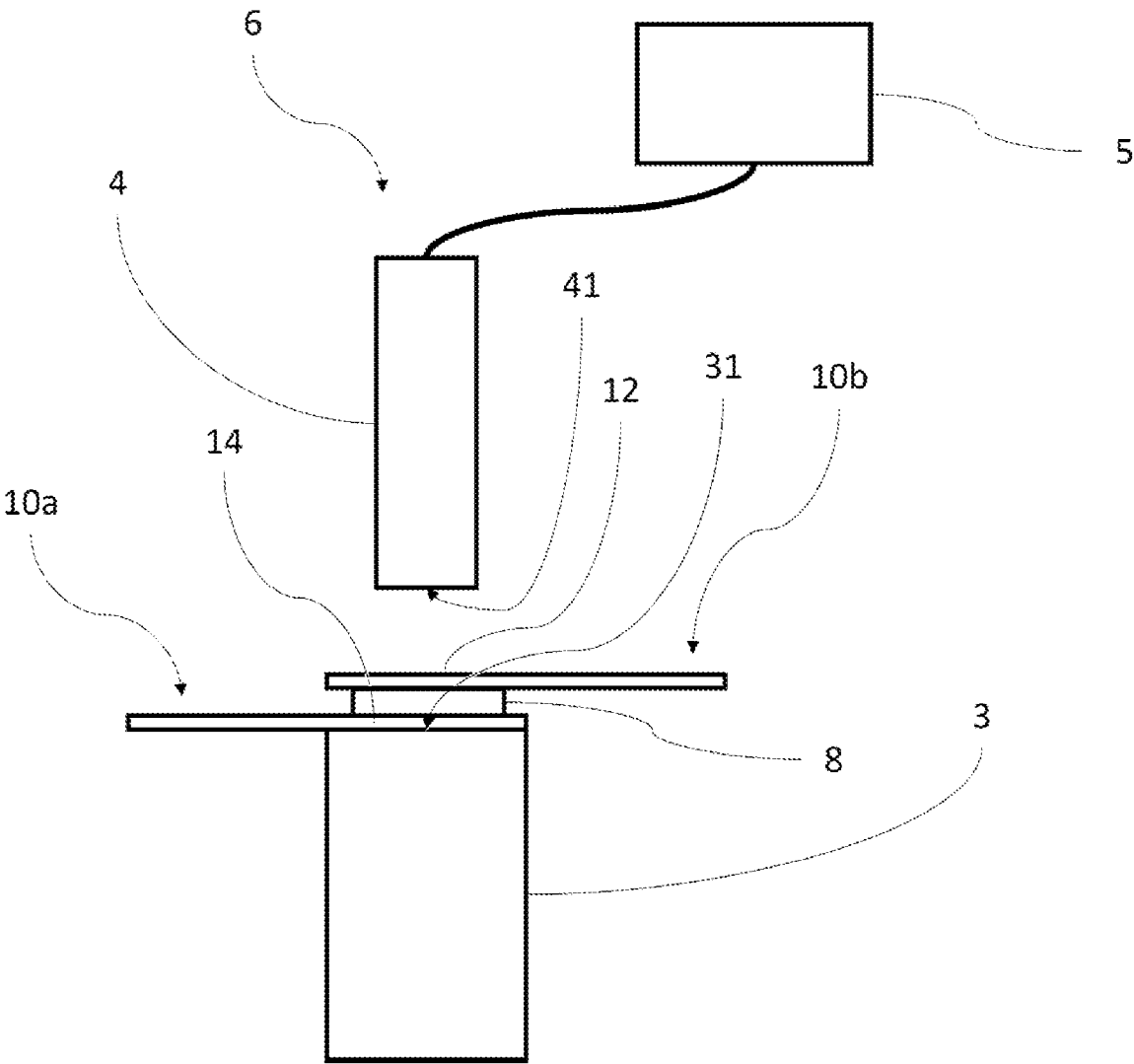
[Fig. 1]



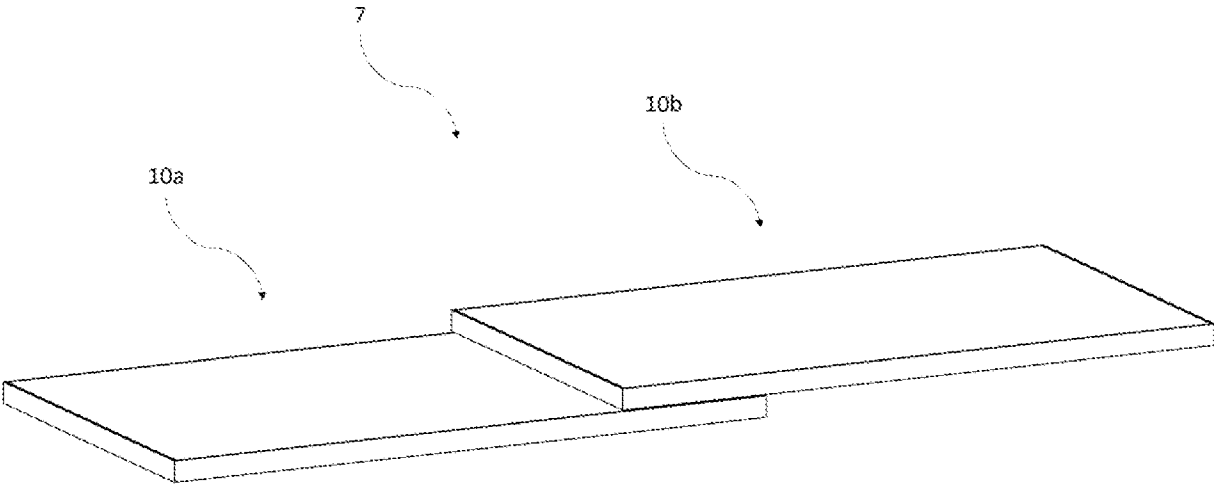
[Fig. 2]



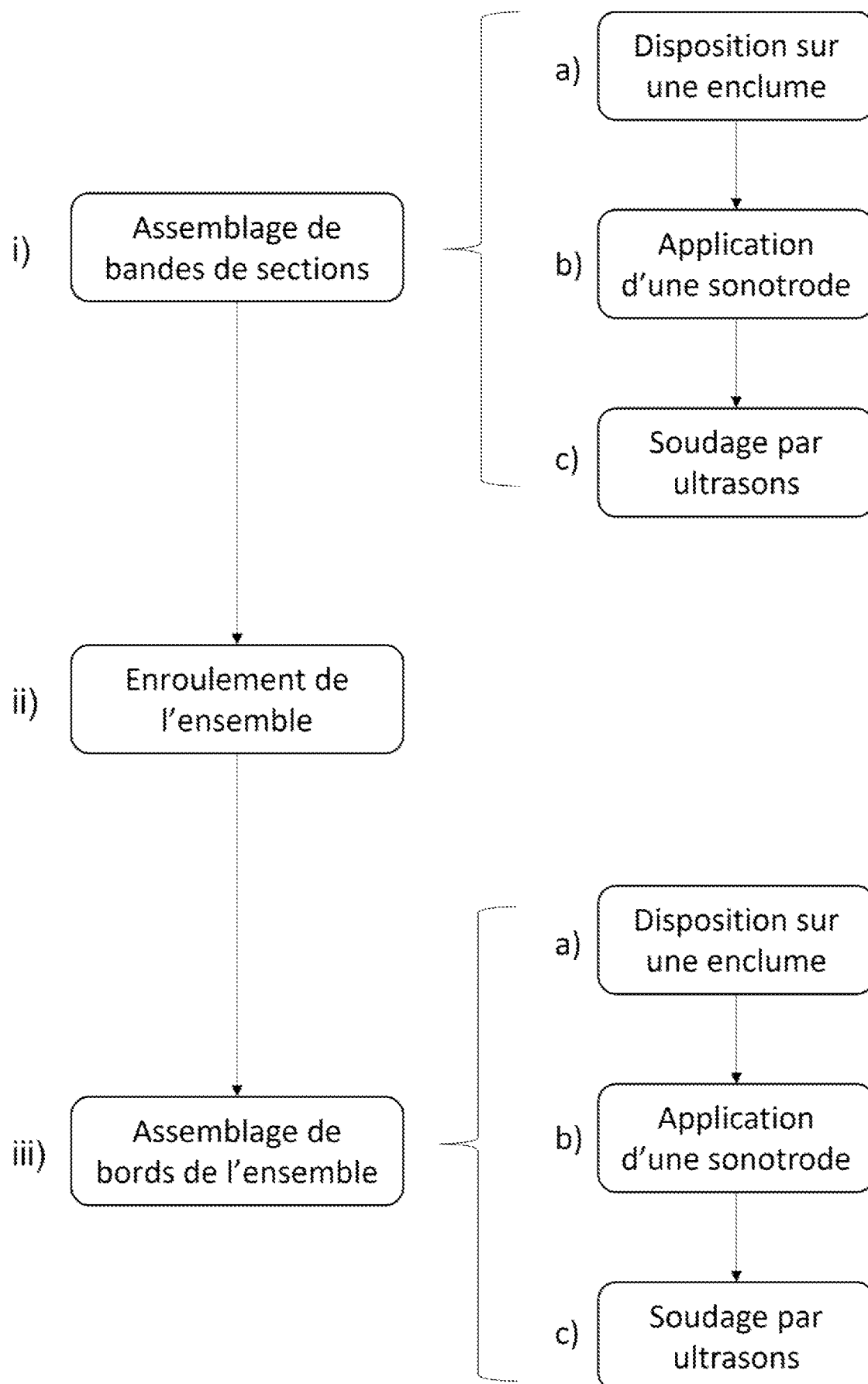
[Fig. 3]



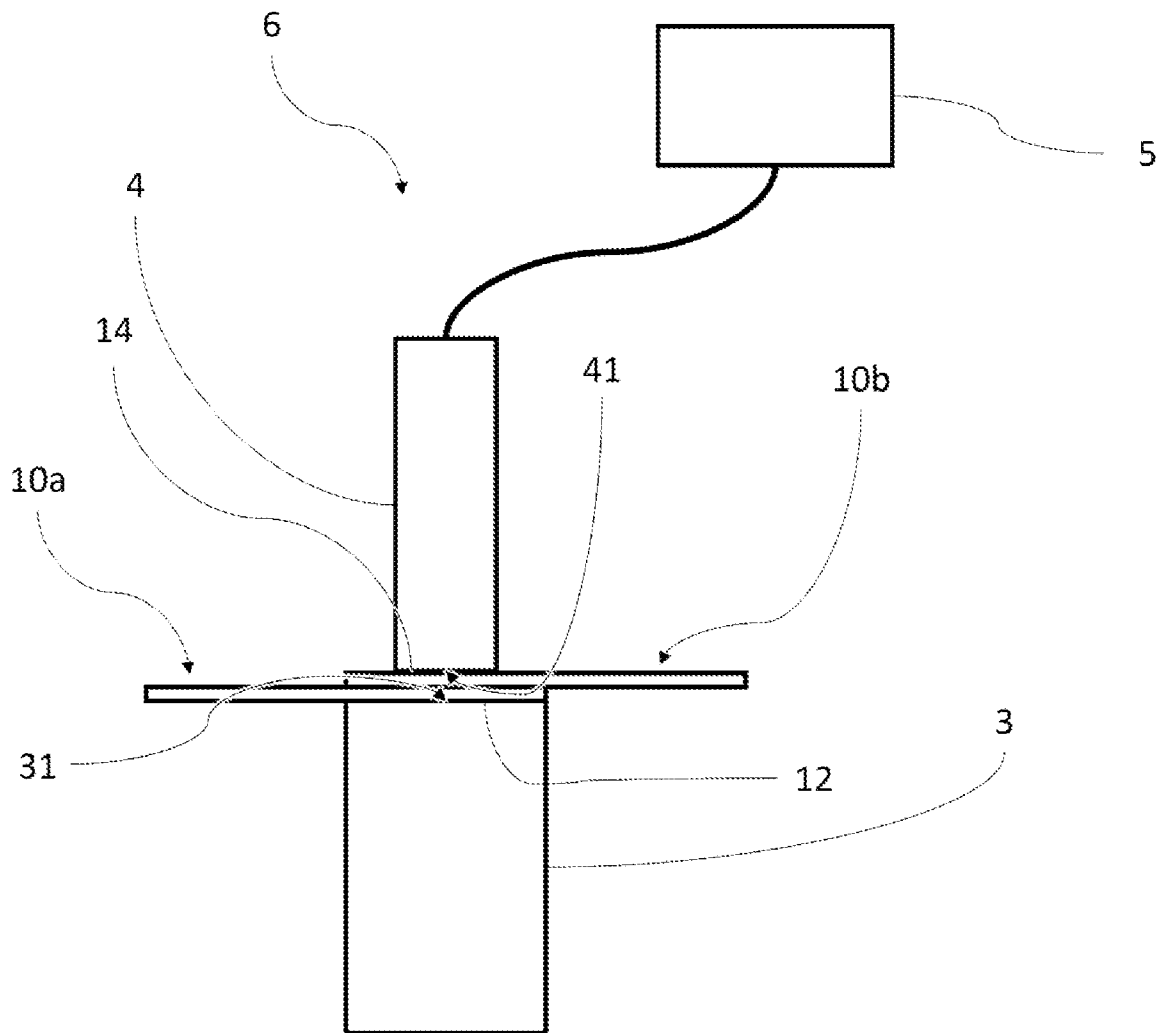
[Fig. 4]



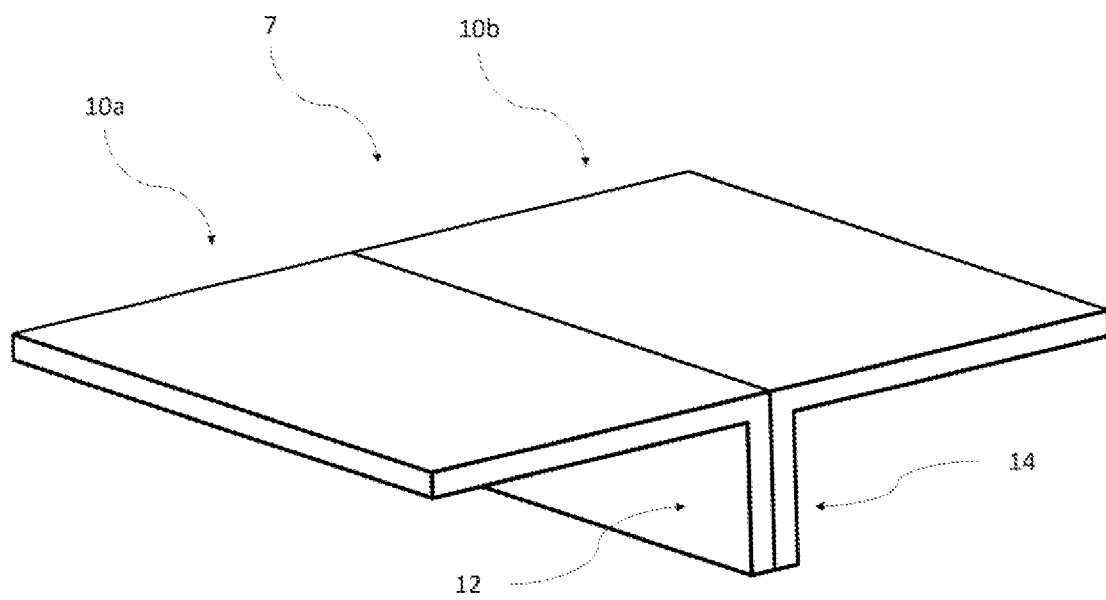
[Fig. 5]



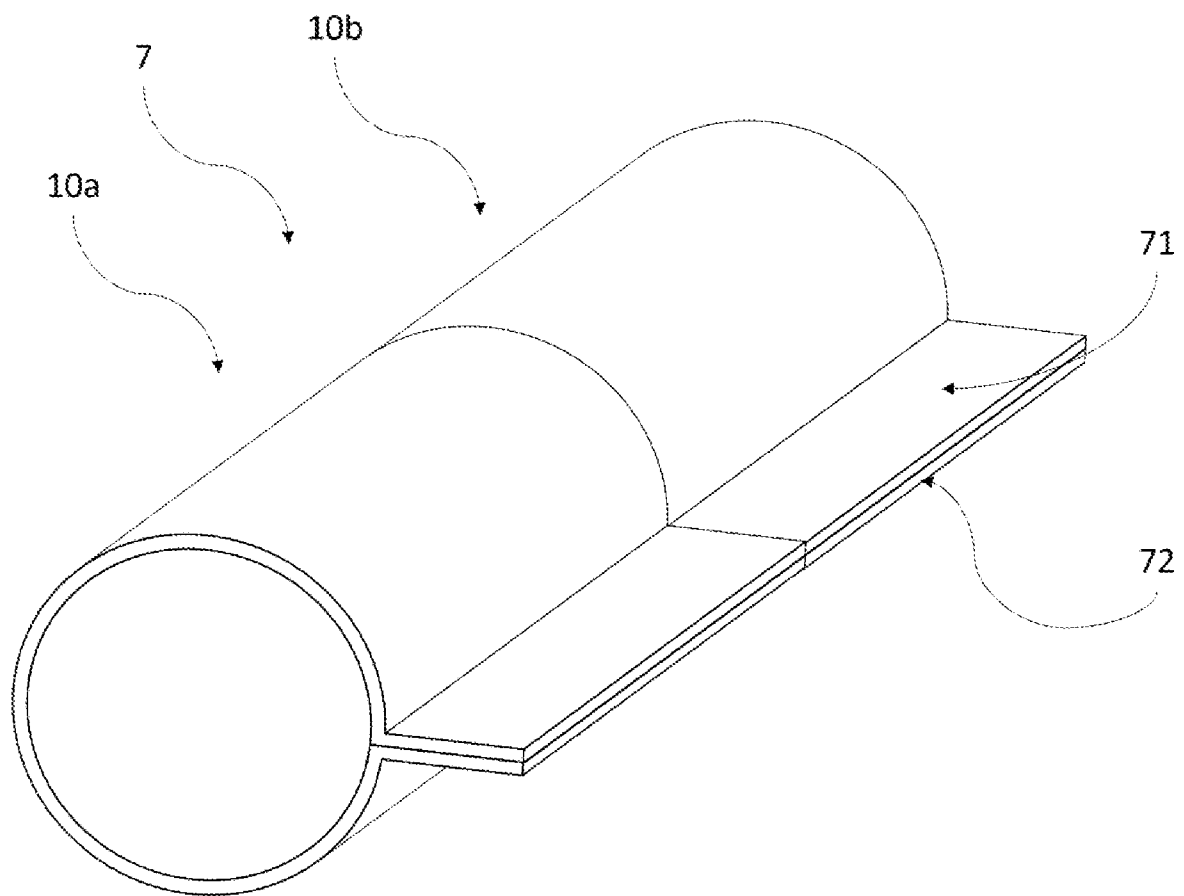
[Fig. 6]



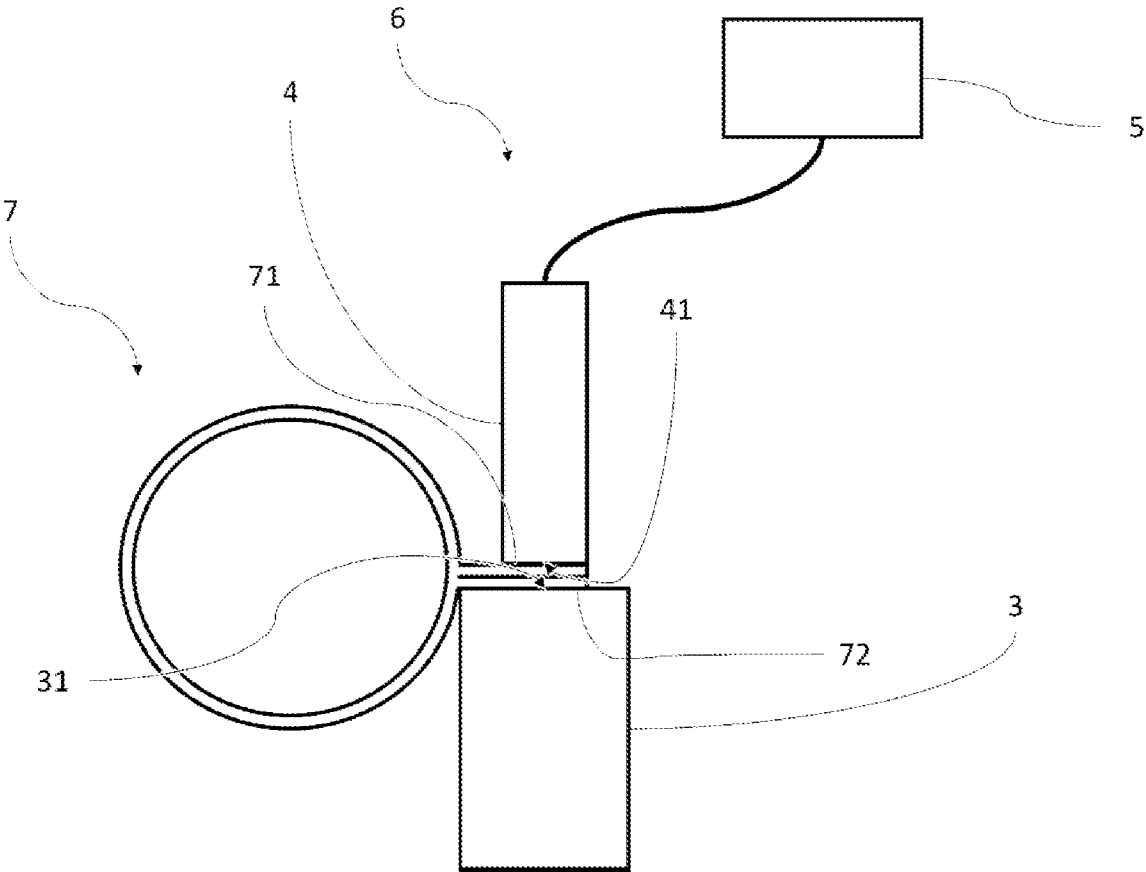
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2024/050868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 65/08(2006.01)i; **B29C 65/48**(2006.01)i; **B29C 65/50**(2006.01)i; **B29C 65/00**(2006.01)i; **B64G 1/22**(2006.01)i;
B29L 22/02(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64G; B29C; B29L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016209762 A1 (CRITES AUSTYN D [US]) 29 December 2016 (2016-12-29) paragraph [0066] - paragraph [0106]; figures 1-10	1-10
A	US 9845140 B2 (CRITES AUSTYN D [US]) 19 December 2017 (2017-12-19) column 15, line 39 - column 24, line 6; figures 1-10	1-10
A	SNAPER A A. "Some Practical Application Parameters for the Ultrasonic Bonding, of Plastic Materials" <i>IEEE TRANSACTIONS ON SONICS AND ULTRASONICS</i> , Vol. SU-12, No. 1, 01 March 1965 (1965-03-01), pages 19-20 XP001352398 the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 October 2024

Date of mailing of the international search report

31 October 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Peña, Alejandro

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2024/050868

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2016209762	A1	29 December 2016	NONE	
US	9845140	B2	19 December 2017	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2024/050868

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B29C65/08 B29C65/48 B29C65/50 B29C65/00 B64G1/22 ADD. B29L22/02		
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) B64G B29C B29L		
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 cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO - Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2016/209762 A1 (CRITES AUSTYN D [US]) 29 décembre 2016 (2016-12-29) alinéa [0066] - alinéa [0106]; figures 1-10 -----	1 - 10
A	US 9 845 140 B2 (CRITES AUSTYN D [US]) 19 décembre 2017 (2017-12-19) colonne 15, ligne 39 - colonne 24, ligne 6; figures 1-10 -----	1 - 10
A	SNAPER A A: "Some Practical Application Parameters for the Ultrasonic Bonding, of Plastic Materials", IEEE TRANSACTIONS ON SONICS AND ULTRASONICS,, vol. SU-12, no. 1, 1 mars 1965 (1965-03-01), pages 19-20, XP001352398, le document en entier -----	1 - 10
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* 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 international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international 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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 8 octobre 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 31/10/2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Peña, Alejandro

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/FR2024/050868

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (avril 2005)