



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

(13) **A1**

(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2022/06/21
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2023/01/26
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2024/01/12
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2022/051201
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2023/002101
(30) **Priorité/Priority:** 2021/07/22 (FR FR2107956)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. F16L 9/00** (2006.01),
F16L 57/06 (2006.01), **F16L 58/10** (2006.01),
F16L 9/147 (2006.01)
(71) **Demandeur/Applicant:**
SAIPEM S.A., FR
(72) **Inventeurs/Inventors:**
HALLOT, RAYMOND, FR;
GOURIOU, MORGAN, FR;
DELAPLACE, THOMAS, FR
(74) **Agent:** ROBIC AGENCE PI S.E.C./ROBIC IP AGENCY
LP

(54) **Titre : CONDUITE POUR LE TRANSPORT DE FLUIDES AVEC CONTROLE DU FLAMBEMENT DE LA CHEMISE INTERNE
ANTICORROSION**
(54) **Title: PIPE FOR TRANSPORTING FLUIDS WITH CONTROL OF THE BUCKLING OF THE INTERNAL ANTI-CORROSION LINER**

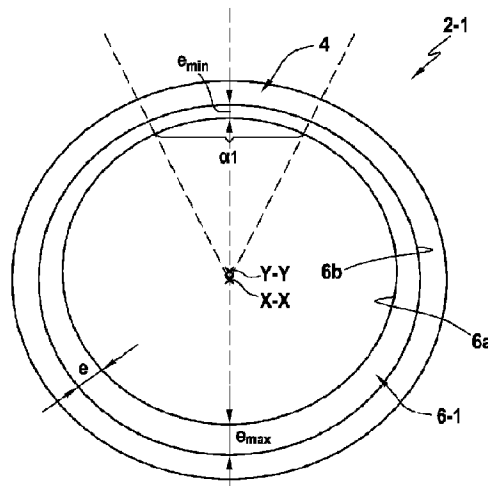


FIG.1B

(57) **Abrégé/Abstract:**

Conduite (2-1) pour le transport de fluides comprenant un tube (4) en acier destiné à recevoir un écoulement de fluides à transporter, et un chemisage annulaire de protection (6-1) réalisé en matériau polymère, inséré en ajustement serré à l'intérieur du tube contre une surface interne de celui-ci et destiné à assurer une protection de l'acier contre la corrosion des fluides à transporter, le chemisage de protection présentant, dans un plan de section transversale, au plus deux portions angulaires affaiblies (α_1) dont la résistance mécanique à la déformation radiale est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection de façon à contrôler la localisation angulaire et à favoriser la propagation axiale d'un flambement du chemisage de protection faisant suite à une dépressurisation de la conduite.

Date de soumission : 2024/01/12

No de la demande can. : 3225761

Abrégé:

Conduite (2-1) pour le transport de fluides comprenant un tube (4) en acier destiné à recevoir un écoulement de fluides à transporter, et un chemisage annulaire de protection (6-1) réalisé en matériau polymère, inséré en ajustement serré à l'intérieur du tube contre une surface interne de celui-ci et destiné à assurer une protection de l'acier contre la corrosion des fluides à transporter, le chemisage de protection présentant, dans un plan de section transversale, au plus deux portions angulaires affaiblies (a) dont la résistance mécanique à la déformation radiale est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection de façon à contrôler la localisation angulaire et à favoriser la propagation axiale d'un flambement du chemisage de protection faisant suite à une dépressurisation de la conduite.

Description

Titre de l'invention : Conduite pour le transport de fluides avec contrôle du flambement de la chemise interne anticorrosion

5 Domaine Technique

[0001]La présente invention se rapporte au domaine général des conduites en acier utilisées pour le transport de fluides corrosifs. Elle concerne plus particulièrement les conduites sous-marines ou terrestres en acier de transport d'hydrocarbures, notamment de pétrole et de gaz.

10

Technique antérieure

[0002]Les conduites sous-marines utilisées pour le transport d'hydrocarbures, notamment de pétrole et de gaz, issus de puits de production sous-marins sont généralement constituées par un tube en acier.

15

[0003]Il a été constaté que les fluides transportés sont corrosifs pour l'acier constitutif des tubes. Aussi, pour les protéger contre la corrosion, il est connu d'insérer ou d'appliquer à l'intérieur de la conduite en acier une couche d'acier résistant à la corrosion – ayant typiquement une épaisseur de l'ordre de 3mm - (cette technique est dite de « CRA cladding » pour « Corrosion Resistance Alloy cladding »).

20

[0004]En alternative, cette solution peut être remplacée par l'insertion d'un chemisage annulaire de protection - ayant typiquement une épaisseur de l'ordre de 10mm - réalisé en matériau polymère, par exemple en matériau thermoplastique. Le chemisage de protection est typiquement inséré par traction à l'intérieur du tube en acier pour venir se plaquer contre la surface interne du tube une fois la force de traction relâchée afin d'obtenir un ajustement serré. Cette technique est assez couramment utilisée pour des conduites de transport de liquide comme de l'eau d'injection mais moins répandue pour des lignes de transports de fluides de production multi-phasiques.

25

[0005] Bien que plus économique que la technique usuelle dite de « CRA cladding », le chemisage en matériau polymère présente l'inconvénient d'être perméable aux gaz et vapeurs provenant des fluides transportés. Aussi, en pratique, du gaz a tendance à pénétrer au travers du chemisage de protection pour venir se loger dans l'espace interstitiel entre le chemisage et la paroi interne du tube en acier.

[0006] Au cours du temps, les gaz et vapeurs sont s'accumuler dans l'espace interstitiel et créer ainsi une accumulation de gaz sous pression, plus ou moins uniformément distribuée sur la longueur de la conduite. Or, lorsque la conduite va être dépressurisée, le taux de perméation du chemisage de protection n'est pas suffisamment élevé pour permettre de faire diminuer la pression à l'intérieur de l'espace interstitiel à la même vitesse que la baisse de pression à l'intérieur de la conduite. Un différentiel de pression se crée alors avec une mise en surpression du côté de l'espace interstitiel, avec un risque d'apparition d'un flambement ou effondrement local du chemisage de protection.

[0007] L'effondrement local et incontrôlé du chemisage de protection au cours de la dépressurisation de la conduite peut avoir comme conséquence de compromettre l'intégrité du chemisage de protection et donc son efficacité comme protection contre la corrosion de l'acier constituant le tube. De plus, lorsque la conduite est remise en pression, il existe un risque que la partie du chemisage de protection qui s'est effondrée ne puisse pas revenir dans sa forme initiale contre la paroi interne du tube.

[0008] Plusieurs solutions ont été envisagées pour résoudre ce problème d'effondrement incontrôlé du chemisage de protection lors de la dépressurisation de la conduite. Certaines prévoient d'appliquer un revêtement adhésif sur la surface interne du tube en acier pour limiter le volume de gaz pouvant passer au travers du chemisage de protection. D'autres solutions connues consistent à former des rainures sur la face externe du chemisage de façon à collecter les gaz ayant traversé le chemisage et à les évacuer vers l'extérieur de la conduite par l'intermédiaire d'orifices externes pratiqués dans le tube. Cette opération de dégazage peut être réalisée en continue ou à intervalles réguliers.

[0009] Encore une autre solution consiste à pratiquer des perforations dans le chemisage de protection de façon à mettre en contact l'espace interstitiel avec l'intérieur du chemisage. En cas de dépressurisation de la conduite, les gaz ayant traversé le chemisage vont emprunter ces perforations pour être évacués par l'intérieur du chemisage de façon à garder le différentiel de pression sous la pression d'effondrement du chemisage.

[0010] Toutes les solutions de l'art antérieur présentées ci-dessus présentent des inconvénients. En particulier, le recours à un revêtement adhésif sur la surface interne du tube en acier présente l'inconvénient d'une importante complexité de processus de mise en œuvre qui nécessite plusieurs phases d'application de différentes couches suivies de phases de cuisson pour créer l'adhésion. En outre, l'utilisation d'orifices externes d'évacuation des gaz nécessite de percer le tube en acier, ce qui affaiblit l'intégrité du tube, et de prévoir une ligne d'évacuation des gaz dans l'environnement sous-marin, ce qui augmente les risques de fuites. De plus, cette solution requiert des opérations de maintenance pour activer l'opération de dégazage. Les rainures pratiquées sur la surface externe de la chemise sont également sujettes au bouchage et à l'accumulation de liquide pouvant réduire l'efficacité de la ventilation, de même qu'elles augmentent le volume de gaz qui peut s'accumuler sous le chemisage et donc la réserve d'énergie potentielle pouvant mener à un effondrement.

[0011] De même, la solution consistant à pratiquer des perforations dans le chemisage de protection présente l'inconvénient de mettre en contact les fluides transportés avec le tube en acier, avec le risque d'engendrer localement de la corrosion.

Exposé de l'invention

[0012] La présente invention a pour but de proposer une conduite pour le transport de fluides permettant de contrôler l'effondrement d'un chemisage de protection lors d'une dépressurisation de la conduite qui ne présente pas les inconvénients précités.

[0013] Par contrôle de l'effondrement, on entend ici que l'invention permet de contrôler la localisation et l'amplitude du flambement du chemisage de protection pendant une opération de dépressurisation de la conduite.

[0014] Ce but est atteint grâce à une conduite pour le transport de fluides
5 comprenant un tube en acier destiné à recevoir un écoulement de fluides à transporter, et un chemisage annulaire de protection réalisé en matériau polymère, inséré en ajustement serré à l'intérieur du tube contre une surface interne de celui-ci et destiné à assurer une protection de l'acier contre la corrosion des fluides à transporter, et dans laquelle, conformément à l'invention,
10 le chemisage de protection présente, dans un plan de section transversale, au plus deux portions angulaires affaiblies dont la résistance mécanique à la déformation radiale est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection de façon à contrôler la localisation angulaire et favoriser la propagation axiale d'un flambement du chemisage de protection faisant suite à
15 une dépressurisation de la conduite.

[0015] Par « ajustement serré », on entend que le chemisage de protection présente un diamètre externe qui est légèrement supérieur au diamètre interne du tube à l'intérieur duquel il est inséré. Ainsi, la surface externe du chemisage de protection est en contact continu avec la surface interne du tube sur toute la
20 circonférence de celui-ci (aucun espace interstitiel ne subsiste entre le chemisage de protection et le tube).

[0016] La présente invention est remarquable notamment en ce qu'elle ne cherche pas à éviter lors d'une opération de dépressurisation de la conduite tout effondrement (ou flambement) du chemisage de protection, mais à maîtriser,
25 d'une part sa localisation, et d'autre part son amplitude en la limitant autant que possible. En effet, le fait de prévoir des portions angulaires du chemisage de protection qui ont une résistance mécanique à la déformation radiale affaiblie par rapport au reste du chemisage permet de fixer les zones dans lesquelles le chemisage de protection flambera lors d'une dépressurisation de la conduite. Il
30 est ainsi possible de répartir au mieux la localisation angulaire et la propagation axiale d'un flambement du chemisage de protection.

[0017] L'invention est également remarquable en ce que la maîtrise du flambement ne nécessite aucun orifice externe d'évacuation sur le tube ou de perforation dans le chemisage de protection. L'intégrité du tube et du chemisage de protection sont ainsi préservés et tout risque de fuite peut être écarté.

5 [0018] L'invention est encore remarquable en ce qu'elle peut être utilisée avec différents types de matériau polymère pour réaliser le chemisage de protection, dans des applications offshore ou onshore et être combinée à différents types de terminaison de chemisage.

10 [0019] L'invention est encore remarquable du fait de l'ajustement serré entre le chemisage de protection et le tube qui permet de minimiser le volume de gaz qui pourrait s'accumuler entre ces deux pièces.

[0020] De préférence, chaque portion angulaire affaiblie du chemisage de protection s'étend sur un angle d'au moins 50°.

15 [0021] Dans un premier mode de réalisation, le chemisage de protection présente, dans un plan de section transversale, une variation d'épaisseur sur toute sa circonférence.

20 [0022] Dans ce premier mode de réalisation, la variation d'épaisseur du chemisage de protection peut être obtenue en insérant un chemisage de protection d'épaisseur variable à l'intérieur du tube en acier avec un décalage des axes longitudinaux respectifs de la surface interne et de la surface externe du chemisage de protection.

25 [0023] Dans un deuxième mode de réalisation, le chemisage de protection présente, dans un plan de section transversale, une surface externe sensiblement circulaire et une surface interne ayant une forme ovale de sorte à former deux portions angulaires affaiblies diamétralement opposées qui possèdent chacune une épaisseur inférieure à celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

30 [0024] Dans un troisième mode de réalisation, le chemisage de protection présente, dans un plan de section transversale, une surface externe sensiblement circulaire et une surface interne avec un renforcement formant la portion angulaire

affaiblie qui possède une épaisseur inférieure à celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

[0025] Dans un quatrième mode de réalisation, le chemisage de protection présente, dans un plan de section transversale, une portion angulaire composée de deux matériaux différents ayant des propriétés mécaniques différentes de façon à former la portion angulaire affaiblie du chemisage de protection.

[0026] Dans un cinquième mode de réalisation, le chemisage de protection présente, avant son insertion dans le tube, dans un plan de section transversale, une surface externe ayant une forme ovale et une surface interne sensiblement circulaire de sorte à former après son insertion dans le tube deux portions angulaires affaiblies diamétralement opposées.

[0027] Le chemisage de protection peut comprendre un longeron qui est localisé angulairement au niveau d'une portion angulaire affaiblie et qui s'étend longitudinalement le long de l'axe longitudinal du tube de façon à raidir axialement le chemisage de protection et à augmenter la propagation axiale du flambement du chemisage de protection faisant suite à une dépressurisation de la conduite.

[0028] Le longeron peut être situé au niveau de la surface interne du chemisage de protection. Alternativement, il peut être intégré à l'intérieur du chemisage de protection.

[0029] De préférence également, la surface interne du tube en acier comprend un traitement de surface pour réduire la rugosité de surface préalablement à l'insertion du chemisage de protection, ce qui permet d'améliorer l'ajustement de contact entre le chemisage de protection et le tube.

[0030] Dans ce cas, le bossage du tube en acier peut être réalisé par un cordon de soudure en acier ou par une tige rigide soudée ou collée à la surface interne du tube.

[0031] Le tube peut être réalisé en acier au carbone et le chemisage de protection peut être réalisé en matériau thermoplastique ou en matériau thermodurcissable ou en matériau thermoplastique avec un renforcement de fibres.

Brève description des dessins

- 5 [0032][Fig. 1A-1B] Les figures 1A et 1B représentent une conduite de transport de fluides selon un premier mode de réalisation de l'invention, respectivement en perspective et en coupe selon un plan transversal.
- [0033][Fig. 2A-2B] Les figures 2A et 2B montrent en perspective et en coupe selon un plan transversal un exemple de flambement du chemisage de protection de la conduite des figures 1A et 1B.
- 10 [0034][Fig. 3A-3B] Les figures 3A et 3B représentent une conduite de transport de fluides selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, respectivement en perspective et en coupe selon un plan transversal.
- [0035][Fig. 4A-4B] Les figures 4A et 4B représentent une conduite de transport de fluides selon un troisième mode de réalisation de l'invention, respectivement en perspective et en coupe selon un plan transversal.
- 15 [0036][Fig. 5A-5B] Les figures 5A et 5B représentent une conduite de transport de fluides selon un quatrième mode de réalisation de l'invention, respectivement en perspective et en coupe selon un plan transversal.
- [0037][Fig. 6A-6B] Les figures 6A et 6B représentent une conduite de transport de fluides selon un cinquième mode de réalisation de l'invention, respectivement en perspective et en coupe selon un plan transversal.
- 20 [0038] [Fig. 7A-7B] Les figures 7A et 7B représentent, respectivement en perspective et en coupe selon un plan transversal, une conduite de transport de fluides selon le premier mode de réalisation de l'invention munie d'un longeron.
- [0039][Fig. 8] La figure 8 représente en coupe selon un plan transversal une conduite selon le premier mode de réalisation de l'invention munie d'un longeron selon une variante de réalisation de ce dernier.
- 25

Description des modes de réalisation

[0040] L'invention concerne tout type de conduite de transport de fluides corrosifs, notamment d'hydrocarbures, comprenant un tube en acier à l'intérieur duquel s'écoule les fluides à transporter, et un chemisage annulaire de protection réalisé en matériau polymère, inséré à l'intérieur du tube en ajustement serré contre une surface interne de celui-ci et destiné à assurer une protection de l'acier contre la corrosion des fluides à transporter.

[0041] L'invention trouve une application privilégiée (mais non limitative) au transport sous-marin d'hydrocarbures, en particulier de pétrole et de gaz, issus de puits de production sous-marins.

[0042] Les figures 1A et 1B montrent, respectivement en perspective et en coupe selon un plan transversal, une portion de conduite 2-1 selon un premier mode de réalisation de l'invention.

[0043] La conduite 2-1 comprend un tube en acier 4, par exemple en acier au carbone, ayant un axe longitudinal X-X et qui est destiné à recevoir l'écoulement de fluides à transporter. La conduite comprend également un chemisage annulaire de protection 6-1 qui est réalisé en matériau polymère, inséré à l'intérieur du tube 4 contre une surface interne de celui-ci et destiné à assurer une protection de l'acier contre la corrosion des fluides à transporter.

[0044] Le chemisage de protection 6-1 peut être réalisé en matériau thermoplastique (par exemple en polyéthylène haute densité (PE-HD), en polypropylène, en polyamide, en polyfluorure de vinylidène ou en polyétheréthercétone de phénylène) ou en matériau thermodurcissable ou en matériau thermoplastique avec un renforcement de fibres.

[0045] Dans le premier mode de réalisation des figures 1A et 1B, le chemisage de protection 6-1 présente, dans un plan de section transversale (voir la figure 1B), une variation d'épaisseur e sur toute sa circonférence.

[0046] En d'autres termes, l'épaisseur e du chemisage de protection varie de façon continue entre un minima e_{\min} et un maximum e_{\max} . On notera que les épaisseurs e_{\min} et e_{\max} sont diamétralement opposées et de préférence l'épaisseur minimale e_{\min} est positionnée « à midi ».

[0047] Cette variation d'épaisseur e du chemisage de protection 6-1 est obtenue en insérant un chemisage de protection d'épaisseur variable à l'intérieur du tube en acier 4, la surface externe 6b du chemisage ayant un axe longitudinal confondu avec l'axe longitudinal X-X du tube 4, et la surface interne 6a du chemisage ayant un axe longitudinal Y-Y qui est désaxé par rapport à l'axe longitudinal X-X (c'est-à-dire qu'il n'est pas confondu avec celui-ci mais il lui est parallèle). En d'autres termes, on introduit une déviation de concentricité entre les surfaces interne et externe du chemisage de protection 6-1.

[0048] Ainsi, le chemisage de protection 6-1 présente une portion angulaire affaiblie α_1 (centrée sur l'épaisseur minimale e_{\min}) dont la résistance mécanique à la déformation radiale est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

[0049] Comme représenté sur les figures 2A et 2B, cette portion angulaire affaiblie α_1 permet de contrôler la localisation angulaire d'un flambement ou effondrement du chemisage de protection faisant suite à une dépressurisation de la conduite tout en facilitant sa propagation axiale, et par là en limitant son amplitude.

[0050] En effet, en cas d'opération de dépressurisation de la conduite 2-1, il a été constaté que c'est la portion angulaire affaiblie α_1 du chemisage de protection 6-1 qui subit un flambement (ou effondrement) vers l'intérieur de la conduite, ce flambement s'étendant angulairement uniquement sur la portion affaiblie α_1 située « à midi », et ayant une amplitude qui est limitée (dans le sens radial), et qui s'étend longitudinalement sur toute la longueur de la conduite 2-1 (voir la figure 2A).

[0051] Il a également été constaté que suite à l'opération de dépressurisation, lorsque la conduite 2-1 est à nouveau mise en service (et donc mise sous pression), le chemisage de protection 6-1 qui a subi un flambement contrôlé reprend sa forme initiale (c'est-à-dire que la portion angulaire affaiblie qui a collapsé vient à nouveau se plaquer contre la surface interne du tube 4).

[0052] On notera que lors de l'assemblage des tuyaux pour construire le chemisage de protection 6-1 avec les opérations de soudage par fusion bout à bout, les tuyaux doivent être assemblés pour assurer la continuité axiale de la variation d'épaisseur, c'est-à-dire que les sections de tuyau doivent être correctement alignées d'un tuyau à l'autre pour construire un chemisage de protection homogène. Cela pourrait être fait en utilisant des marques/ rayures de couleur externe qui sont courantes dans l'industrie des tuyaux. Ce procédé d'assemblage à l'aide de repères de couleurs est également applicable aux autres modes de réalisation de l'invention décrits ci-après.

5 [0053] On notera également que le diamètre externe du chemisage ainsi que sa mise en place à l'intérieur du tube sont conçues et dimensionnées pour réaliser un ajustement aussi serré que possible afin de minimiser le volume potentiellement disponible sous le chemisage pour le gaz de perméation, limitant donc l'énergie potentielle pouvant conduire à un effondrement.

10 [0054] Ce premier mode de réalisation présente l'avantage que le passage à l'intérieur du chemisage de protection 6-1 reste de forme cylindrique sur toute la longueur de la conduite 2-1, ce qui autorise une utilisation normale des éléments de nettoyage de la conduite (tels que les racleurs).

15 [0055] Les figures 3A et 3B montrent une portion de conduite 2-2 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0056] Ce deuxième mode de réalisation se distingue du précédent en ce que le chemisage de protection 6-2 présente, dans un plan de section transversale (voir la figure 3B), une surface externe 6b qui est sensiblement circulaire et une surface interne 6a ayant une forme ovale.

20 [0057] Ainsi, le chemisage de protection 6-2 présente deux portions angulaires affaiblies α diamétralement opposées (et de préférence positionnées « à midi » et « à six heures ») qui possèdent chacune une épaisseur inférieure à celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

[0058] Ces deux portions angulaires affaiblies α_2 possèdent une résistance mécanique à la déformation radiale qui est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

5 [0059] En pratique, il a été constaté qu'avec une telle géométrie du chemisage de protection 6-2, en cas d'opération de dépressurisation de la conduite 2-2, ce sont les deux portions angulaires affaiblies α_2 du chemisage de protection qui subissent un flambement vers l'intérieur de la conduite, ces flambements s'étendant angulairement uniquement sur les portions affaiblies α_2 situées « à midi » et « à six heures », et ayant une amplitude qui est limitée (dans le sens radial) et qui s'étend longitudinalement sur toute la longueur de la conduite 2-2.

10 [0060] Lors d'une dépressurisation de la conduite, le flambement peut ainsi s'amorcer des deux côtés des portions angulaires affaiblies α_2 avant qu'un côté devienne plus instable que l'autre si le flambement devient important. Pour les faibles dépressurisations (variations de débit par exemple), cette solution présente l'avantage de diviser la détente des gaz sur deux fronts au lieu d'un, limitant davantage le flambement (car les gaz se dilateront sur deux volumes). La répartition des contraintes dans le chemisage de protection en ajustement serré aidera également à obtenir les instabilités souhaitées. Ceci aidera également lors de la re-pressurisation de la conduite.

15 [0061] Les figures 4A et 4B montrent une portion de conduite 2-4 selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

20 [0062] Ce troisième mode de réalisation se distingue des précédents en ce que le chemisage de protection 6-4 présente, dans un plan de section transversale (voir la figure 4B), une surface externe 6b qui est sensiblement circulaire et une surface interne 6a avec un renforcement (ou marche) 10 localisé angulairement de préférence « à midi ».

25 [0063] Le renforcement 10 du chemisage de protection 6-4 forme ainsi une portion angulaire affaiblie α_4 qui possède une épaisseur inférieure à celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection. Ici, l'épaisseur de la portion angulaire affaiblie α_4 est constante.

30

[0064] Cette portion angulaire affaiblie α_4 possède une résistance mécanique à la déformation radiale qui est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

5 [0065] En pratique, il a été constaté qu'avec une telle géométrie du chemisage de protection 6-4, en cas d'opération de dépressurisation de la conduite 2-4, c'est la seule portion angulaire affaiblie α_4 du chemisage de protection qui subit un flambement vers l'intérieur de la conduite, ce flambement s'étendant angulairement uniquement sur la portion affaiblie α_4 , et ayant une amplitude qui est limitée (dans le sens radial) et qui s'étend longitudinalement sur toute la
10 longueur de la conduite 2-4.

[0066] Les figures 5A et 5B montrent une portion de conduite 2-5 selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

[0067] Ce quatrième mode de réalisation possède la particularité que le chemisage de protection 6-5 présente, dans un plan de section transversale (voir la figure
15 5B), une portion angulaire qui est composée de deux matériaux différents ayant des propriétés mécaniques différentes de façon à former la portion angulaire affaiblie α_5 du chemisage de protection.

[0068] Par exemple, la portion angulaire affaiblie α_5 pourra être composée de deux matériaux thermoplastiques différents avec un ou plusieurs inserts 12 réalisé
20 dans un matériau thermoplastique moins rigide que le matériau thermoplastique utilisé pour le reste du chemisage de protection.

[0069] Cette portion angulaire affaiblie α_5 possède ainsi une résistance mécanique à la déformation radiale qui est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

25 [0070] Dans ce mode de réalisation, le chemisage de protection 6-5 peut ainsi présenter une surface interne 6a et une surface externe 6b qui sont, dans un plan de section transversale, de forme sensiblement circulaire.

[0071] En pratique, il a été constaté qu'avec une telle géométrie du chemisage de protection 6-5, en cas d'opération de dépressurisation de la conduite 2-5, c'est la
30 seule portion angulaire affaiblie α_5 du chemisage de protection qui subit un

flambement vers l'intérieur de la conduite, ce flambement s'étendant angulairement uniquement sur la portion affaiblie, et ayant une amplitude qui est limitée (dans le sens radial) et qui s'étend longitudinalement sur toute la longueur de la conduite 2-5.

5 [0072] Les figures 6A et 6B montrent une portion de conduite 2-6 selon un cinquième mode de réalisation de l'invention, respectivement avant et après insertion du chemisage de protection à l'intérieur du tube de la conduite.

[0073] Dans ce quatrième mode de réalisation, le chemisage de protection 6-6 présente, avant son insertion dans le tube (figure 6A), dans un plan de section
10 transversale, une surface externe 6b qui possède une forme ovale et une surface interne 6a qui est sensiblement circulaire.

[0074] Ainsi, une fois le chemisage de protection 6-6 inséré à l'intérieur du tube 4, celui-ci va venir se plaquer contre la paroi interne du tube de sorte à former deux portions angulaires affaiblies $\alpha 6$ qui sont diamétralement opposées (et qui sont
15 de préférence positionnées « à midi » et « à six heures »).

[0075] Plus précisément, ces deux portions angulaires affaiblies $\alpha 6$ possèdent, après insertion du chemisage de protection dans le tube, des épaisseurs inférieures à celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

[0076] Ces deux portions angulaires affaiblies $\alpha 6$ possèdent ainsi une résistance
20 mécanique à la déformation radiale qui est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

[0077] Avec une telle géométrie du chemisage de protection 6-6, il a été constaté en pratique qu'en cas d'opération de dépressurisation de la conduite 2-6, ce sont les deux portions angulaires affaiblies $\alpha 6$ du chemisage de protection qui subissent
25 un flambement vers l'intérieur de la conduite, ces flambements s'étendant angulairement uniquement sur les portions affaiblies $\alpha 6$ situées « à midi » et « à six heures », et ayant une amplitude qui est limitée (dans le sens radial) et qui s'étend longitudinalement sur toute la longueur de la conduite 2-6.

[0078] De la même manière que pour les précédents modes de réalisation, lors de la
30 dépressurisation de la conduite, le flambement va s'amorcer des deux côtés des

portions angulaires affaiblies α_6 avant qu'un côté devienne plus instable que l'autre si le flambement devient important.

[0079] Afin d'avoir un ajustement serré après l'insertion du chemisage de protection 6-6, le diamètre minimum externe du chemisage avant son insertion est plus grand que le diamètre interne du tube. Ainsi, une fois l'insertion réalisée, toute la surface externe du chemisage de protection sera en contact avec le tube en acier. La forme géométrique avec la variation d'épaisseur et la répartition des contraintes internes après insertion favorisera le flambement dans les zones souhaitées (« à midi » et « à six heures ») et la répartition axiale du flambement.

[0080] En liaison avec les figures 7A, 7B et 8, on décrira maintenant des caractéristiques avantageuses de l'invention. Ces caractéristiques s'appliquent à l'ensemble des modes de réalisation précédemment décrits. A titre d'exemple, elles sont détaillées ci-dessous en liaison avec le premier mode de réalisation (figures 1A et 1B).

[0081] Les figures 7A et 7B représentent une conduite 2-1 selon le premier mode de réalisation de l'invention munie d'un longeron 14 (ou raidisseur axial) qui est localisé angulairement au niveau de la portion angulaire affaiblie α_1 du chemisage de protection 6-1 et qui s'étend longitudinalement le long de l'axe longitudinal X-X du tube.

[0082] La présence d'un tel longeron 14 permet de raidir axialement le chemisage de protection 6-1 et d'augmenter la propagation axiale du flambement de celui-ci suite à une opération de dépressurisation de la conduite 2-1.

[0083] Dans la variante de réalisation des figures 7A et 7B, le longeron 14 est situé au niveau de la surface interne 6a du chemisage de protection 6-1.

[0084] Dans une autre variante de réalisation représentée par la figure 8, le longeron 14' est directement intégré à l'intérieur du chemisage de protection 6-1 (toujours au niveau de la portion angulaire affaiblie α_1 de celui-ci).

[0085] On notera que quelque soit le mode de réalisation pour la ou les portion(s) angulaire(s) affaiblie(s), chacune d'entre elles s'étend sur un angle d'au moins 50°.

[0086] On notera également que quelque soit le mode de réalisation, la surface interne du tube en acier est avantageusement traitée en surface pour réduire la rugosité de surface préalablement à l'insertion du chemisage de protection.

5 [0087] Ce traitement de surface peut être un sablage de la surface interne du tube ou l'application d'une peinture ou revêtement sur celle-ci. Il permet de réduire davantage la quantité maximale de gaz traversant le chemisage de protection et s'accumulant sous la chemise.

Revendications

- [Revendication 1] Conduite (2-1 à 2-6) pour le transport de fluides comprenant un tube (4) en acier destiné à recevoir un écoulement de fluides à transporter, et un chemisage annulaire de protection (6-1 à 6-6) réalisé en matériau polymère, inséré en ajustement serré à l'intérieur du tube contre une surface interne de celui-ci et destiné à assurer une protection de l'acier contre la corrosion des fluides à transporter, caractérisée en ce que le chemisage de protection présente, dans un plan de section transversale, au plus deux portions angulaires affaiblies (α_1 à α_6) dont la résistance mécanique à la déformation radiale est plus faible que celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection de façon à contrôler la localisation angulaire et favoriser la propagation axiale d'un flambement du chemisage de protection faisant suite à une dépressurisation de la conduite.
- [Revendication 2] Conduite selon la revendication 1, dans laquelle chaque portion angulaire affaiblie (α_1 à α_6) du chemisage de protection (6-1 à 6-6) s'étend sur un angle d'au moins 50°.
- [Revendication 3] Conduite (2-1) selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le chemisage de protection (6-1) présente, dans un plan de section transversale, une variation d'épaisseur sur toute sa circonférence.
- [Revendication 4] Conduite selon la revendication 3, dans laquelle la variation d'épaisseur du chemisage de protection est obtenue en insérant un chemisage de protection d'épaisseur variable à l'intérieur du tube en acier avec un décalage des axes longitudinaux respectifs (X-X, Y-Y) de la surface interne (6a) et de la surface externe (6b) du chemisage de protection.
- [Revendication 5] Conduite (2-2) selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le chemisage de protection (6-2) présente, dans un plan de section transversale, une surface externe (6b) sensiblement circulaire et une surface interne (6a) ayant une forme ovale de sorte à former deux portions angulaires affaiblies (α_2) diamétralement opposées qui possèdent chacune

une épaisseur inférieure à celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

5 [Revendication 6] Conduite (2-4) selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le chemisage de protection (6-4) présente, dans un plan de section transversale, une surface externe (6b) sensiblement circulaire et une surface interne (6a) avec un renforcement (10) formant la portion angulaire affaiblie (α_4) qui possède une épaisseur inférieure à celle de la portion angulaire restante du chemisage de protection.

10 [Revendication 7] Conduite (2-5) selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le chemisage de protection (6-5) présente, dans un plan de section transversale, une portion angulaire composée de deux matériaux différents ayant des propriétés mécaniques différentes de façon à former la portion angulaire affaiblie (α_5) du chemisage de protection.

15 [Revendication 8] Conduite (2-6) selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle, avant son insertion dans le tube, le chemisage de protection (6-6) présente, dans un plan de section transversale, une surface externe (6b) ayant une forme ovale et une surface interne (6a) sensiblement circulaire de sorte à former après son insertion dans le tube deux portions angulaires affaiblies (α_6) diamétralement opposées.

20 [Revendication 9] Conduite selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle le chemisage de protection comprend un longeron (14 ; 14') qui est localisé angulairement au niveau d'une portion angulaire affaiblie et qui s'étend longitudinalement le long de l'axe longitudinal (X-X) du tube de façon à raidir axialement le chemisage de protection et à augmenter la
25 propagation axiale du flambement du chemisage de protection faisant suite à une dépressurisation de la conduite.

[Revendication 10] Conduite selon la revendication 9, dans laquelle le longeron est situé au niveau de la surface interne du chemisage de protection.

30 [Revendication 11] Conduite selon la revendication 9, dans laquelle le longeron est intégré à l'intérieur du chemisage de protection.

[Revendication 12] Conduite selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 dans laquelle la surface interne du tube (4) en acier comprend un traitement de surface pour réduire la rugosité de surface préalablement à l'insertion du chemisage de protection.

5 [Revendication 13] Conduite selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans laquelle le tube est réalisé en acier au carbone et le chemisage de protection est réalisé en matériau thermoplastique ou en matériau thermodurcissable ou en matériau thermoplastique avec un renforcement de fibres.

10

⋮

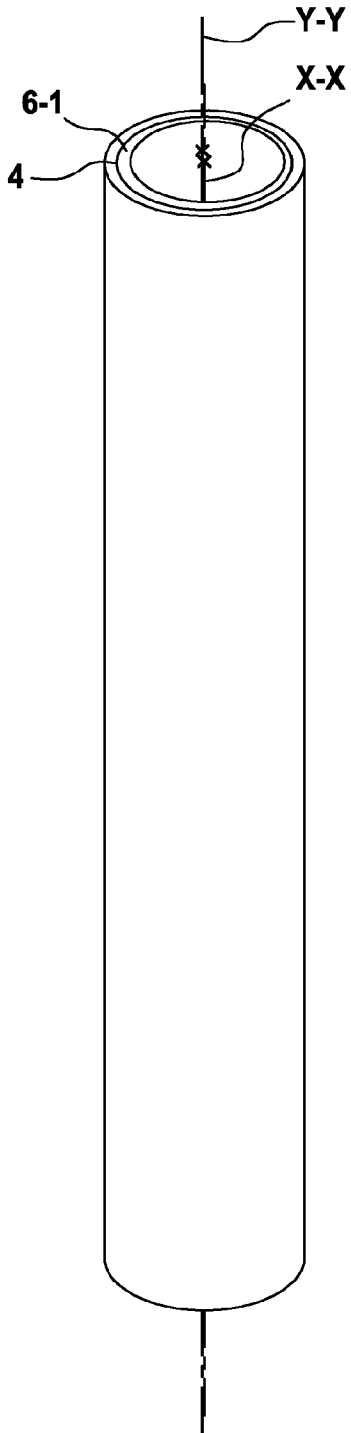


FIG. 1A

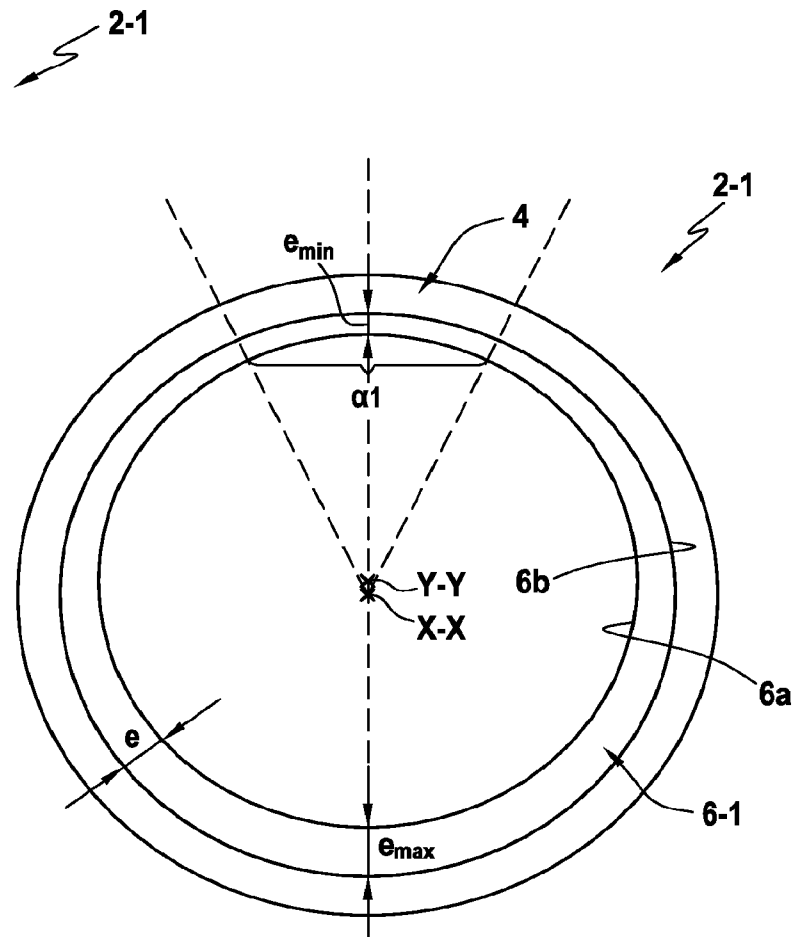


FIG. 1B

FIG.2A

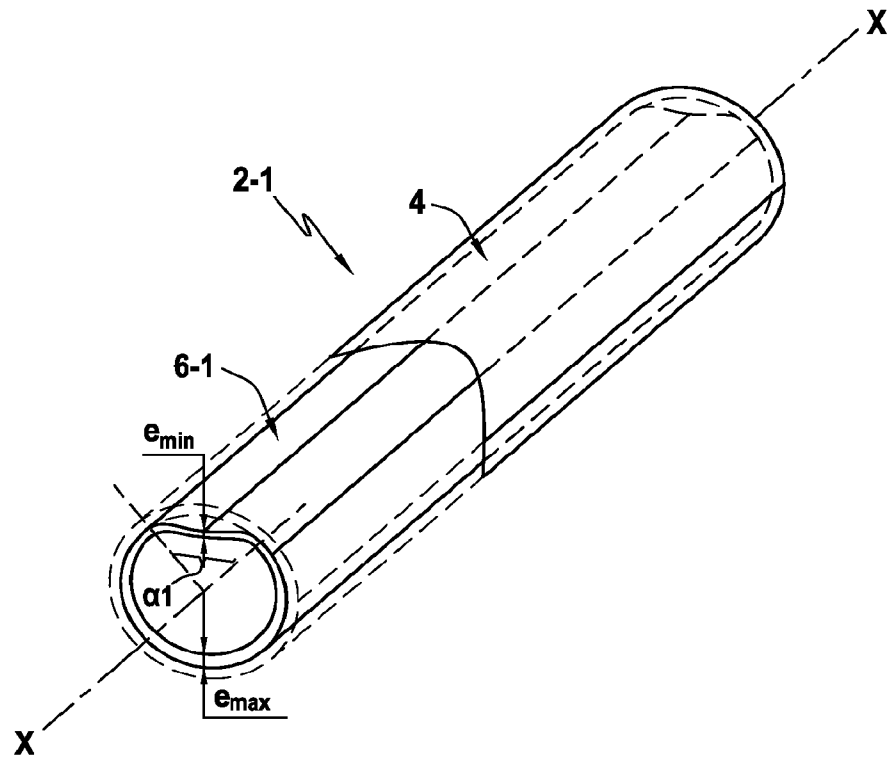
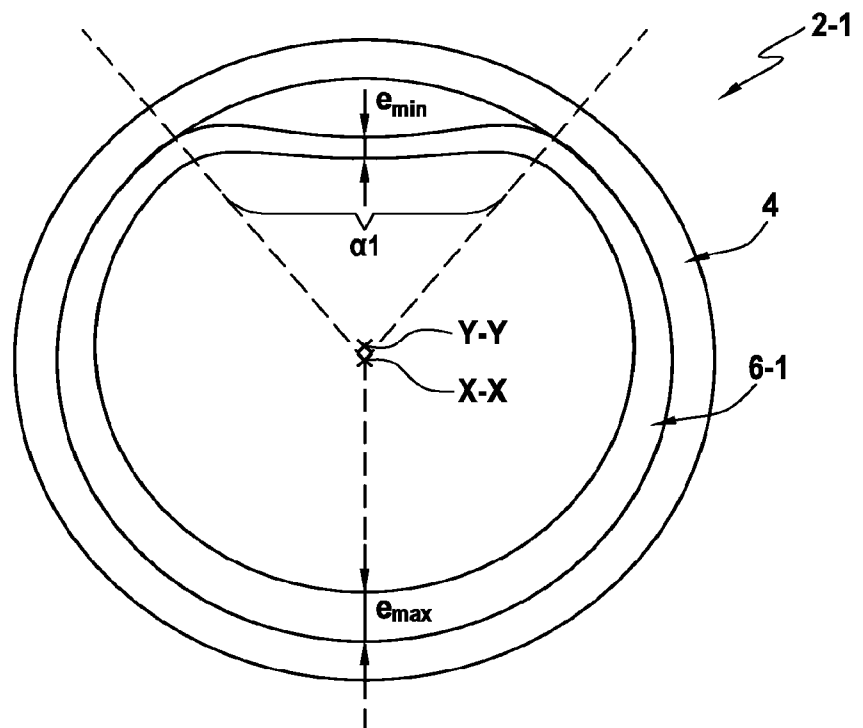


FIG.2B



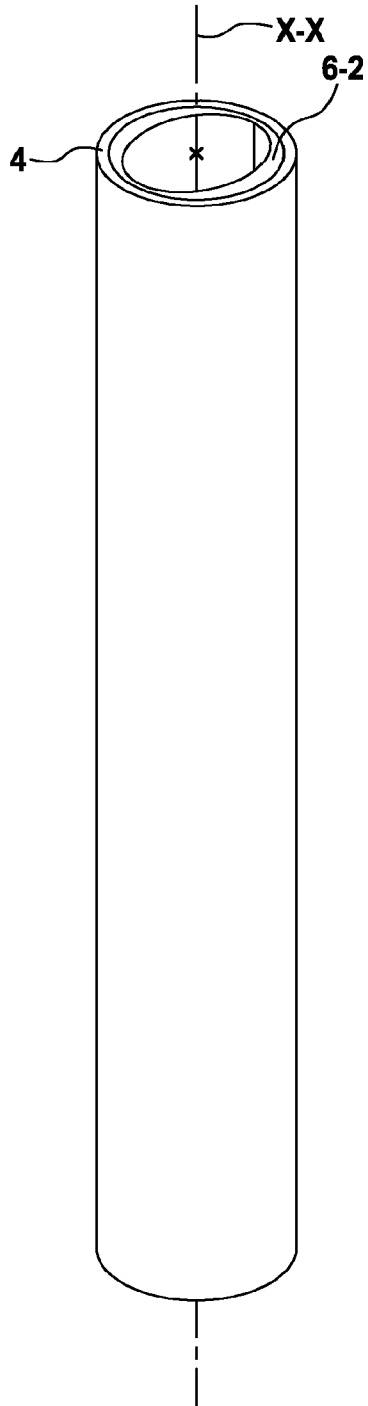


FIG.3A

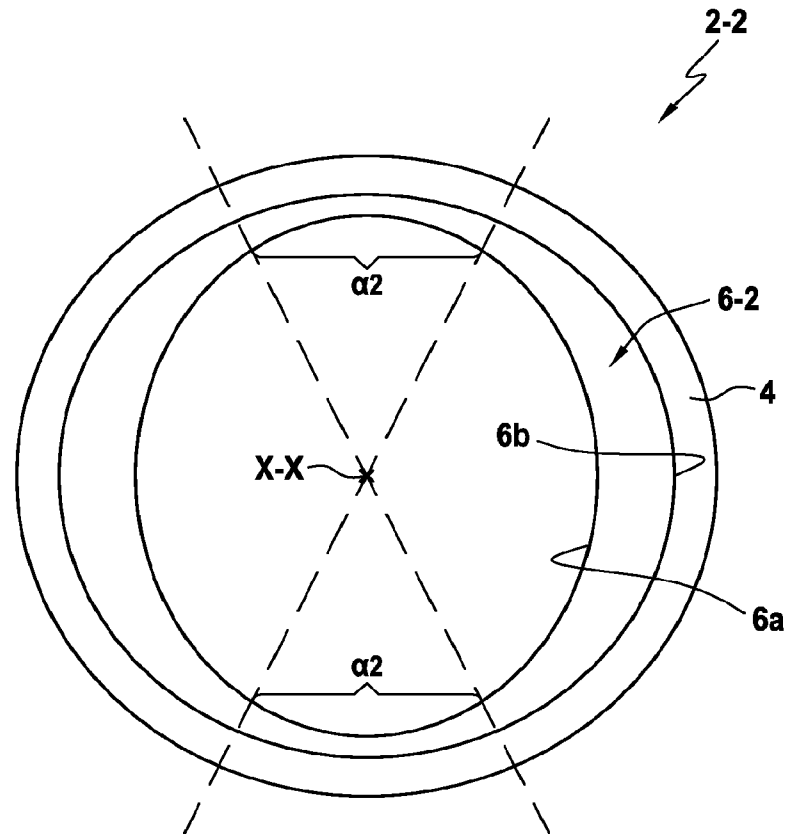
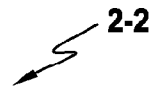
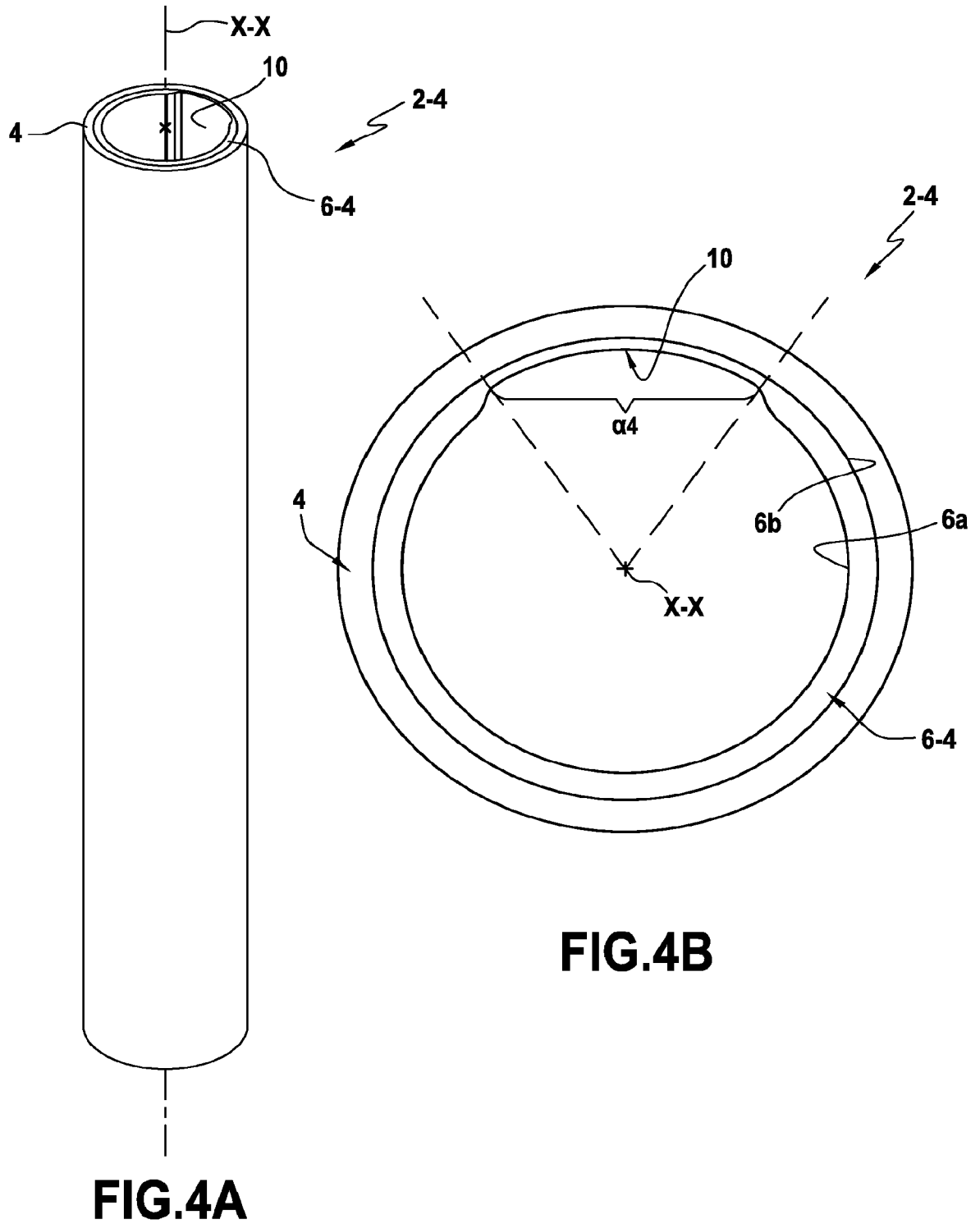


FIG.3B



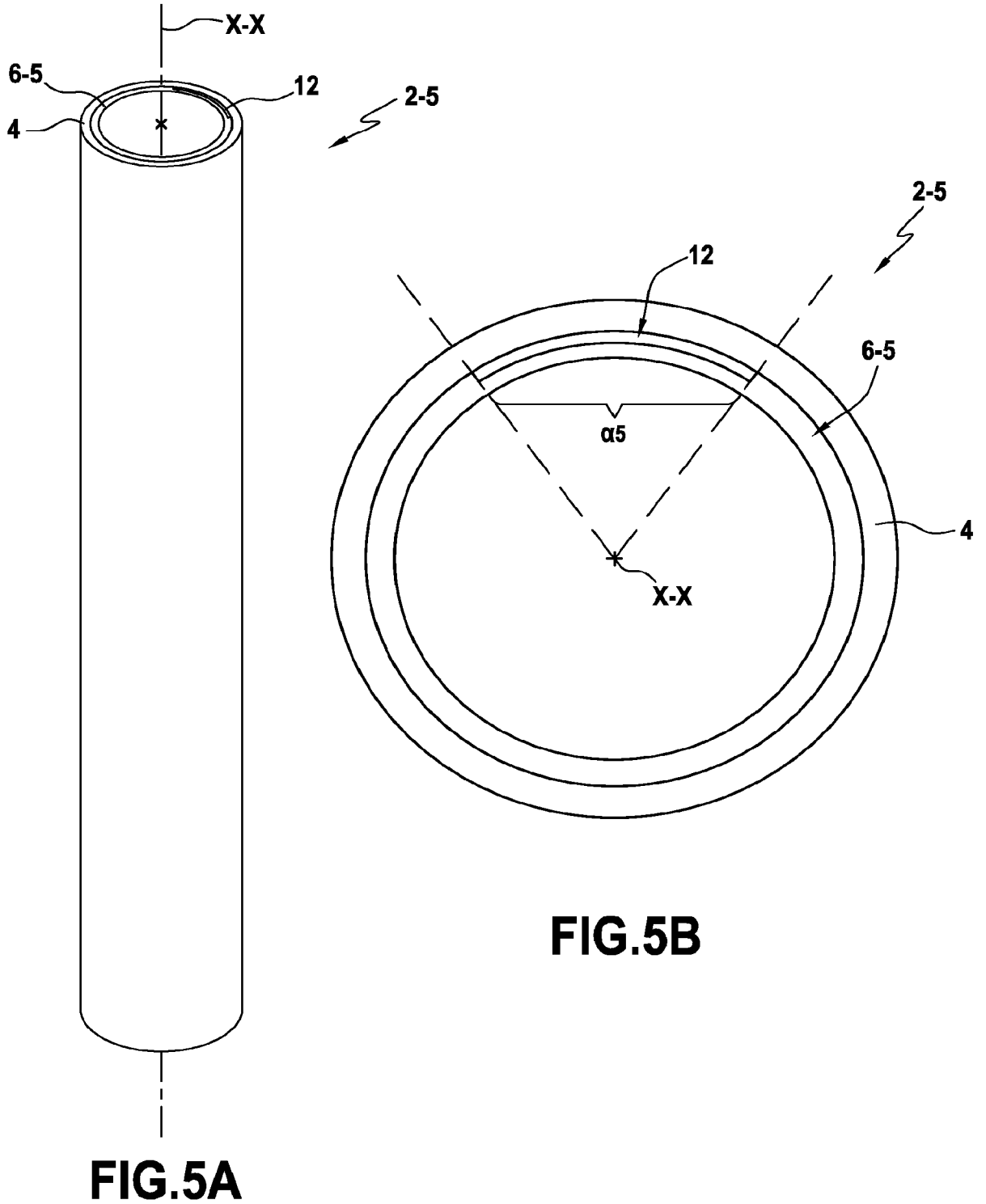


FIG.6A

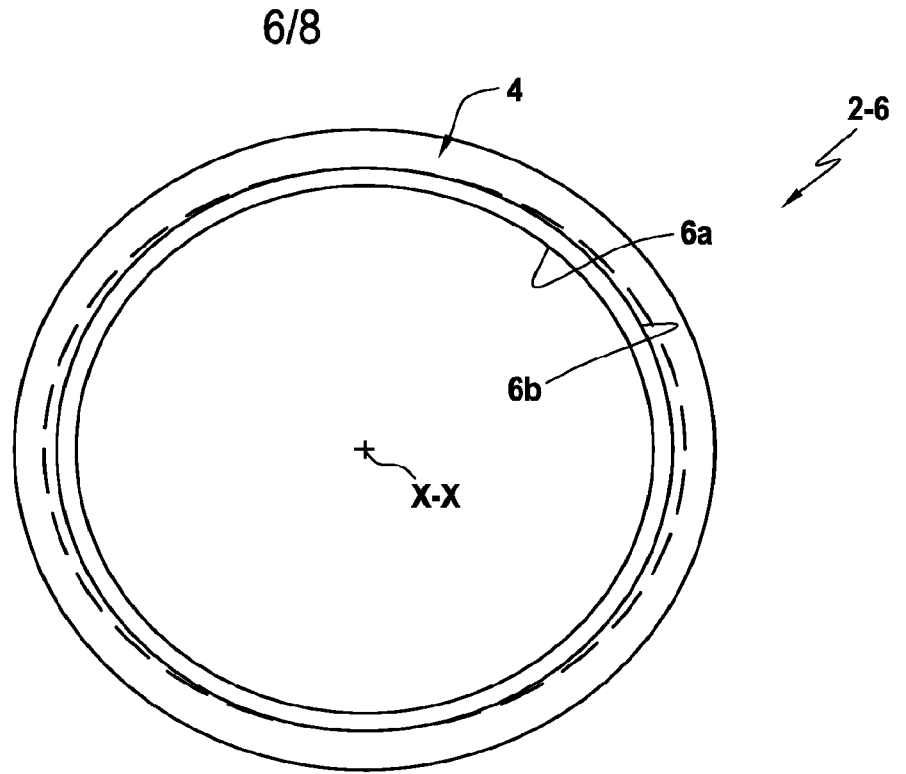
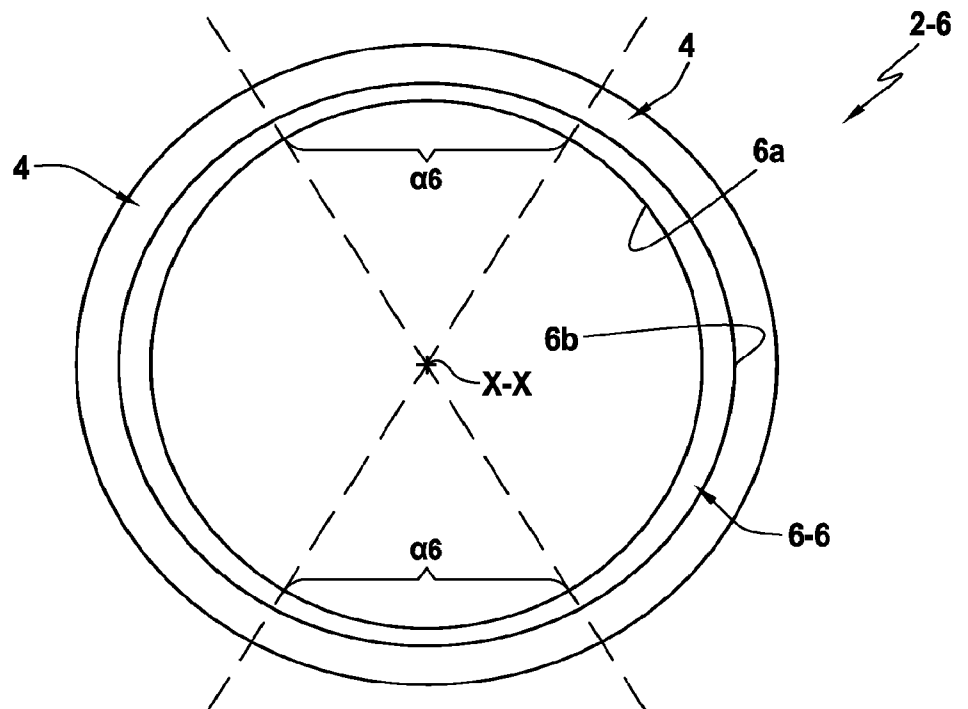
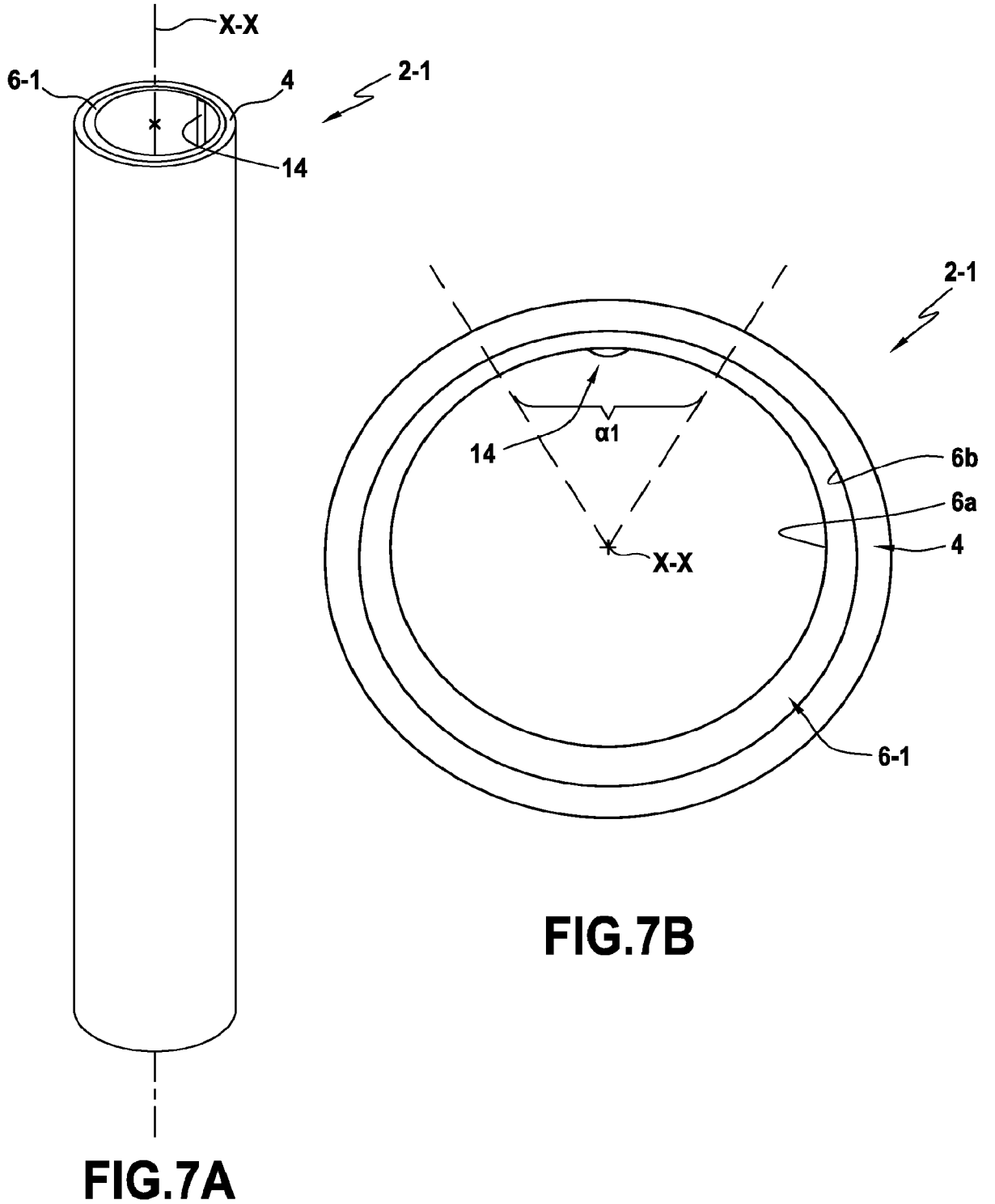


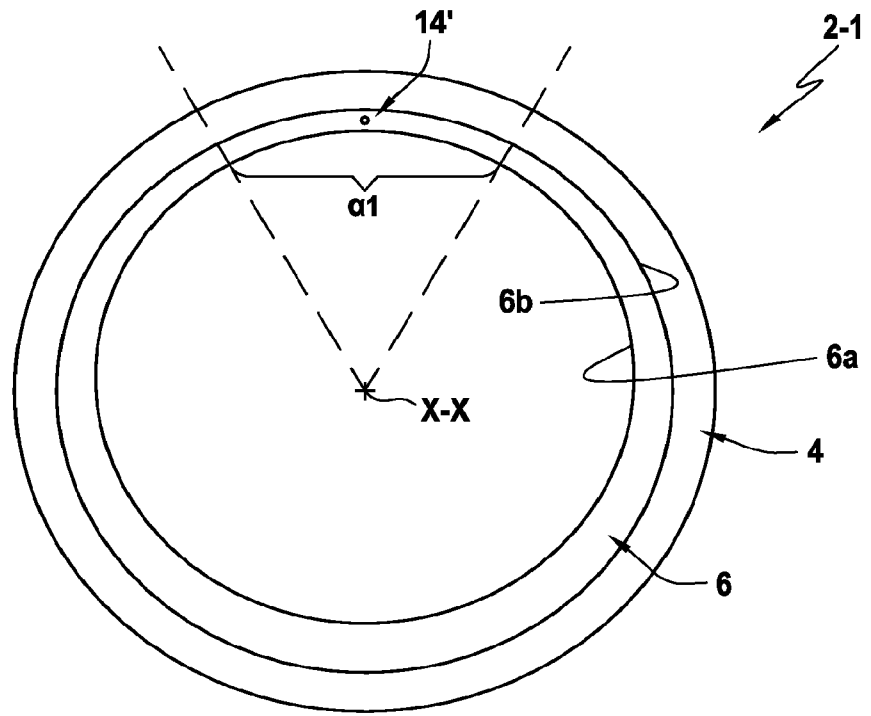
FIG.6B





8/8

FIG.8



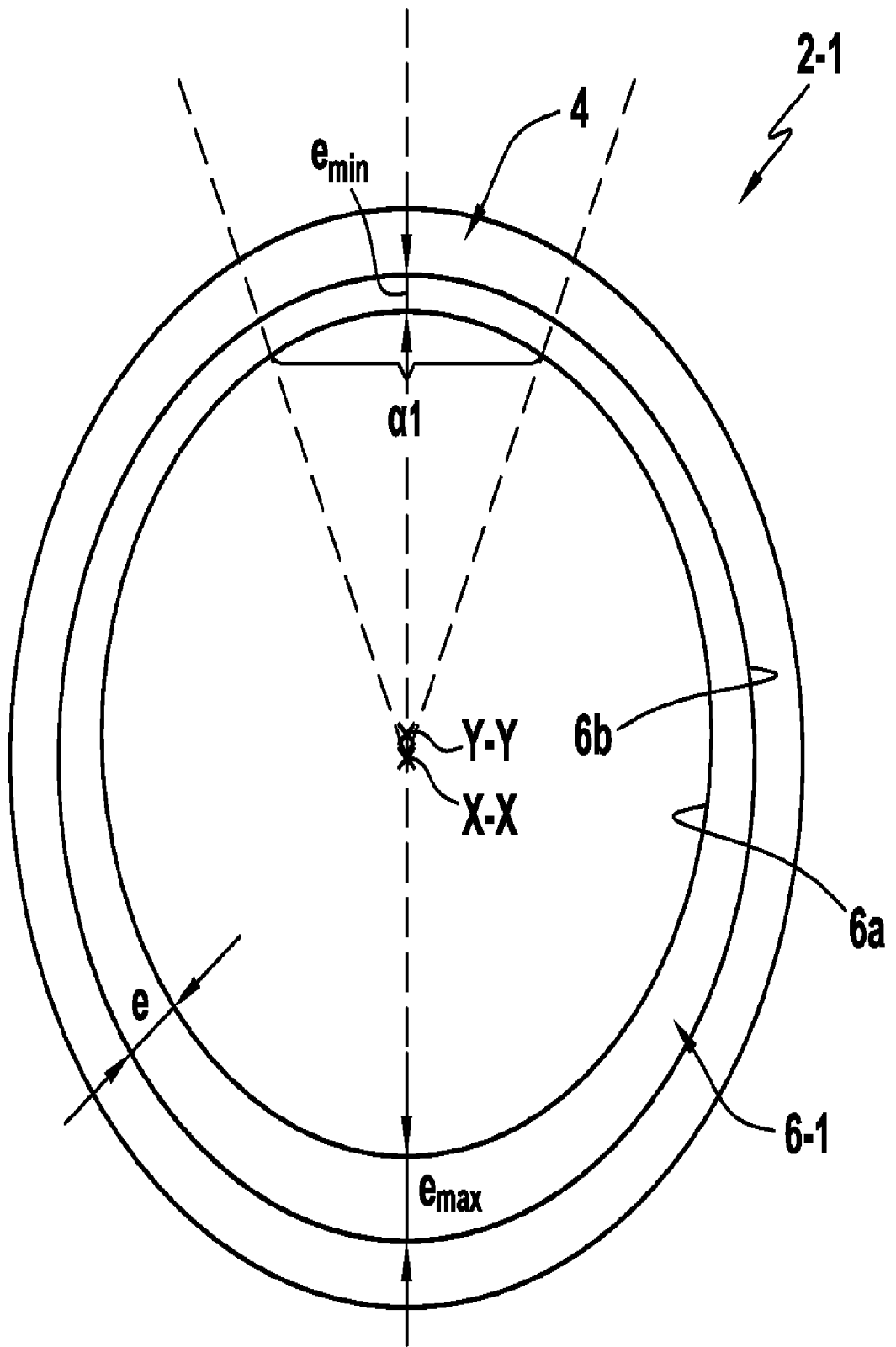


FIG.1B