



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 344 025 B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
13.01.93 Bulletin 93/02

(51) Int. Cl.⁵ : **F17C 1/14, F17C 1/16**

(21) Numéro de dépôt : **89401095.8**

(22) Date de dépôt : **19.04.89**

(54) Récipient pour le stockage de fluide sous pression.

(30) Priorité : **27.04.88 FR 8805618**

(43) Date de publication de la demande :
29.11.89 Bulletin 89/48

(45) Mention de la délivrance du brevet :
13.01.93 Bulletin 93/02

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(56) Documents cités :
EP-A- 0 191 655
GB-A- 1 072 420
DESIGN ENGINEERING, vol. 51, no. 8, août 1980, page 13, Waseca, Minn., US; "Aluminum and plastic team up to lightenhigh-pressure cylinders"
IDE

(73) Titulaire : **AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE Société Anonyme dite:
37, Boulevard de Montmorency
F-75016 Paris (FR)**

(72) Inventeur : **Auberon, Marcel
Résidence Orion 14, Allée du Pasteur
F-33160 Le Haillan (FR)**
Inventeur : **Phan, Albert
38 Villepreux-Village St-Aubin-de-Médoc
F-33160 Saint-Medard-en-Jalles (FR)**

(74) Mandataire : **Bonnetat, Christian
CABINET BONNETAT 23, Rue de Leningrad
F-75008 Paris (FR)**

EP 0 344 025 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un récipient pour le stockage de fluide sous pression.

Plus particulièrement, quoique non exclusivement, l'invention se rapporte à des récipients dits "bouteilles" de stockage de gaz, tels que de l'air, de l'oxygène, de l'azote, du gaz carbonique, utilisées dans différents secteurs industriels.

On connaît déjà, par exemple par le document US-A-3 508 677, un tel récipient pour le stockage de gaz sous pression, comprenant, de manière générale, une enveloppe intérieure, présentant une partie centrale cylindrique et deux parties d'extrémité bombées, et un frettage de fibres résistantes enrobées d'un liant durcissable, entourant ladite enveloppe.

Dans ce cas, l'enveloppe est d'épaisseur constante, aussi bien dans la partie centrale cylindrique qu'aux deux parties d'extrémité bombées.

Cependant, une telle épaisseur constante, compte tenu des différences de contraintes entre la partie centrale et les parties d'extrémité, implique que, pour obtenir une bonne résistance du récipient, la partie centrale doit présenter une surépaisseur par rapport à ce qui serait nécessaire. Il en résulte un "surpoids" du récipient, ce qui est particulièrement désavantageux quand de tels récipients sont destinés à être utilisés dans des engins spatiaux, ou à être transportés à dos d'homme (bouteilles de plongée, par exemple).

Par ailleurs, le document GB-A-1 072 420 décrit un récipient, notamment destiné à former l'enveloppe d'un moteur de fusée, comportant une enveloppe intérieure de forme de révolution autour d'un axe longitudinal X-X', présentant une partie centrale cylindrique et deux parties d'extrémité, au moins une desdites parties d'extrémité étant bombée vers l'extérieur et ayant un contour extérieur qui présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique, un frettage de fibres résistantes enrobées d'un liant durcissable entourant ladite enveloppe et présentant au moins un enroulement planétaire laissant dégagée, à ladite partie d'extrémité bombée, une calotte centrée sur ledit axe X-X'.

On remarquera que, dans ce dernier récipient, l'évolution dudit contour est particulièrement complexe puisqu'il fait intervenir des fonctions elliptiques, c'est-à-dire en réalité des fonctions contenant des polynômes. On remarquera de plus que le rapport du demi petit axe au grand axe de l'ellipse est égal à 0,3. Enfin, on constatera que la réalisation de l'enveloppe intérieure ne permet pas de déduire, pour les extrémités bombées, une quelconque évolution d'épaisseur.

La présente invention a pour objet un récipient pour le stockage de fluide sous pression, du type décrit pour une autre utilisation par le document GB-A-1 072 420 et permettant d'éviter l'inconvénient men-

tionné ci-dessus à propos du récipient du document US-A-3 508 677. Elle concerne un récipient de stockage de fluide sous pression adapté pour présenter le meilleur rapport poids/résistance possible.

A cette fin, selon l'invention, le récipient du type mentionné ci-dessus et destiné au stockage de fluide sous pression est caractérisé en ce que ledit contour extérieur au moins approximativement elliptique (8) de ladite partie d'extrémité bombée (2b) de l'enveloppe (2) est tel que le rapport G du demi petit axe au grand axe est tel que :

$$0,32 \leq G \leq 0,40 \quad (\text{I})$$

où le grand axe correspond au diamètre extérieur de la partie centrale cylindrique (2a) de l'enveloppe (2), et en ce que l'épaisseur e_1 de ladite partie d'extrémité bombée (2b) de l'enveloppe (2), ladite calotte (6) étant exclue, varie suivant la formule :

$$e_1 = \frac{e_1 - e}{R - R_1} (R - R_1) + e \quad (\text{II})$$

dans laquelle :

R_i = distance à l'axe X-X' du point du contour extérieur (8) de ladite partie d'extrémité bombée (2b), auquel est mesurée l'épaisseur e_1 ,

e = épaisseur de l'enveloppe (2) dans la partie centrale cylindrique (2a) de celle-ci,

R = rayon extérieur de la partie centrale cylindrique de l'enveloppe,

R_1 = rayon de la base de ladite calotte, et

e_1 = épaisseur de l'enveloppe pour $R_i = R_1$,

l'épaisseur de ladite calotte étant au moins égale à e_1 .

Ainsi, le récipient selon l'invention présente le meilleur rapport possible poids/résistance, car il ne comporte pas de surépaisseur dans la partie centrale cylindrique de l'enveloppe. Par ailleurs, la forme elliptique des parties d'extrémité bombées permet d'obtenir un plus grand volume, par exemple par rapport à une forme hémisphérique, pour une même longueur, c'est-à-dire un même encombrement, du récipient. De plus, cette forme elliptique assure une meilleure assise pour l'enroulement planétaire.

En particulier, ledit rapport G est tel que :

$$0,34 \leq G \leq 0,35.$$

Avantageusement, le contour intérieur de ladite partie d'extrémité bombée de l'enveloppe présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les deux parties d'extrémité de l'enveloppe sont bombées vers l'extérieur, au moins une desdites parties étant munie d'un orifice de remplissage.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, une partie d'extrémité de l'enveloppe présente un goulot, et, au moins à la périphérie de ladite partie d'extrémité, le contour extérieur de cette dernière présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique selon la formule (I) et, au moins à ladite périphérie, l'épaisseur de la-

dite partie d'extrémité varie selon la formule (II).

Avantageusement, au moins à la périphérie de ladite partie d'extrémité présentant le goulot, le contour intérieur de cette dernière présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique.

Dans le cas où le récipient présente un goulot, de façon appropriée, ledit fretage s'appuie sur ledit goulot.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ledit fretage comporte au moins un enroulement circonférentiel sur ledit enroulement planétaire, en correspondance avec au moins la partie centrale cylindrique de l'enveloppe.

En particulier, ledit fretage est constitué d'une alternance d'enroulements planétaires et d'enroulements circonférentiels.

Par ailleurs, ladite enveloppe peut être réalisée en métal, par exemple en aluminium.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un récipient conforme à l'invention.

La figure 2 montre, à échelle agrandie, une partie d'extrémité bombée du récipient de la figure 1.

La figure 3 est une vue semblable à la figure 2 montrant une alternance d'enroulements planétaires et d'enroulements circonférentiels.

La figure 4 est une vue semblable à la figure 1 d'un récipient, conforme à l'invention, présentant un goulot.

En se référant plus particulièrement à la figure 1, le récipient 1 pour le stockage de fluide sous pression comprend une enveloppe intérieure 2, par exemple en aluminium, de forme de révolution autour d'un axe longitudinal X,X', présentant une partie centrale cylindrique 2a et deux parties d'extrémité 2b bombées vers l'extérieur. Une des parties d'extrémité 2b, à droite sur la figure 1, présente un orifice 3 pour le remplissage du récipient par un fluide. Par ailleurs, le récipient 1 présente un fretage 4 de fibres résistantes (par exemple de verre, Kevlar (marque déposée), carbone, bore) enrobées d'un liant durcissable, entourant l'enveloppe 2. Pour la clarté du dessin, le fretage 4 montré sur les figures 1 et 2 comporte un seul enroulement planétaire 5, laissant dégagée, aux parties d'extrémité 2b, une calotte 6 centrée sur l'axe X,X'.

Cependant, de manière avantageuse, comme montré sur la figure 3, le fretage 4 est généralement constitué d'une alternance d'enroulements planétaires 5 et d'enroulements circonférentiels 7. Chacun de ces derniers s'applique sur l'enroulement planétaire 5 immédiatement inférieur, en correspondance avec la partie centrale cylindrique 2a de l'enveloppe 2.

Comme déjà indiqué, et en se référant plus particulièrement à la figure 2, selon l'invention, le contour

extérieur des parties d'extrémité bombées 2b de l'enveloppe 2 présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique telle que le rapport G du demi petit axe au grand axe est tel que :

$$0,32 \leq G \leq 0,40 \quad (\text{I})$$

où le grand axe correspond au diamètre extérieur de la partie centrale cylindrique 2a de l'enveloppe 2, et l'épaisseur e_i de chaque partie d'extrémité bombée 2b de l'enveloppe 2, ladite calotte 6 étant exclue, varie suivant la formule :

$$e_i = \frac{e_1 - e}{R - R_i} (R - R_i) + e \quad (\text{II})$$

dans laquelle :

R_i = distance à l'axe X,X' du point du contour extérieur 8 de ladite partie d'extrémité bombée 2b, auquel est mesurée l'épaisseur e_i ,

e = épaisseur de l'enveloppe 2 dans la partie centrale cylindrique 2a de celle-ci,

R = rayon extérieur de la partie centrale cylindrique 2a de l'enveloppe 2,

r_1 = rayon de la base de ladite calotte 6, et

e_1 = épaisseur de l'enveloppe 2 pour $R_i = R_1$, l'épaisseur de ladite calotte 6 étant au moins égale à e_1 .

Plus particulièrement, ledit rapport G peut être tel que :

$$0,34 \leq G \leq 0,35$$

Par ailleurs, le contour intérieur 9 de chaque partie d'extrémité bombée 2b de l'enveloppe 2 présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique.

La figure 4 illustre un autre exemple de réalisation de récipient 1 conforme à l'invention, dans lequel une partie d'extrémité 2b bombée vers l'extérieur présente un goulot 10, l'enroulement planétaire 5 du fretage 4 s'appuyant sur le goulot 10.

Dans ce cas, à la périphérie 11 de ladite partie d'extrémité 2b, le contour extérieur 12 de cette dernière présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique selon la formule (I) et, au moins à ladite périphérie 11, l'épaisseur de ladite partie d'extrémité 2b varie selon la formule (II).

Par ailleurs, à la périphérie 11 de ladite partie d'extrémité 2b présentant le goulot 10, le contour intérieur 13 de cette dernière présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique.

Comme déjà indiqué, l'invention s'applique plus particulièrement aux bouteilles haute performance de stockage de gaz tel que l'air, l'oxygène, l'azote, le gaz carbonique, destinées aux secteurs suivants :

- professionnels de la sécurité (pompiers, protection civile, hôpitaux...),
- service de la sécurité des entreprises industrielles, services publics, pétroliers, grandes usines chimiques et armées,
- activités sous-marines, plongées "professionnelles".

nels et amateurs", sous-marins, mineurs, - transports, bouteilles embarquées.

Revendications

- Récipient pour le stockage de fluide sous pression, du type comportant une enveloppe intérieure de forme de révolution autour d'un axe longitudinal X-X', présentant une partie centrale cylindrique et deux parties d'extrémité, au moins une desdites parties d'extrémité étant bombée vers l'extérieur et ayant un contour extérieur qui présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique, un frettage de fibres résistantes enrobées d'un liant durcissable entourant ladite enveloppe et présentant au moins un enroulement planétaire laissant dégagée, à ladite partie d'extrémité bombée, une calotte centrée sur ledit axe X,X', caractérisé en ce que ledit contour extérieur au moins approximativement elliptique (8) de ladite partie d'extrémité bombée (2b) de l'enveloppe (2) est tel que le rapport G du demi petit axe au grand axe est tel que :

$$0,32 \leq G \leq 0,40 \quad (\text{I})$$

où le grand axe correspond au diamètre extérieur de la partie centrale cylindrique (2a) de l'enveloppe (2), et en ce que l'épaisseur e_i de ladite partie d'extrémité bombée (2b) de l'enveloppe (2), ladite calotte (6) étant exclue, varie suivant la formule :

$$e_i = \frac{e_1 - e}{R - R_i} (R - R_i) + e \quad (\text{II})$$

dans laquelle :

R_i = distance à l'axe X,X' du point du contour extérieur (8) de ladite partie d'extrémité bombée (2b), auquel est mesurée l'épaisseur e_i ,

e = épaisseur de l'enveloppe (2) dans la partie centrale cylindrique (2a) de celle-ci,

R = rayon extérieur de la partie centrale cylindrique (2a) de l'enveloppe (2),

R_1 = rayon de la base de ladite calotte (6), et

e_1 = épaisseur de l'enveloppe (2) pour $R_i = R_1$,

l'épaisseur de ladite calotte (6) étant au moins égale à e_1 .

- Récipient selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit rapport G est tel que : $0,34 \leq G \leq 0,35$
- Récipient selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le contour intérieur (9) de ladite partie d'extrémité bombée (2b) de l'enve-

loppe (2) présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique.

- Récipient selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les deux parties d'extrémité (2b) de l'enveloppe (2) sont bombées vers l'extérieur, au moins une desdites parties étant munie d'un orifice de remplissage (3,10).
- Récipient selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'une partie d'extrémité (2b) de l'enveloppe (2) présente un goulot (10), et en ce que, au moins à la périphérie (11) de ladite partie d'extrémité (2b), le contour extérieur (12) de cette dernière présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique selon la formule (I) et, au moins à ladite périphérie (11), l'épaisseur de ladite partie d'extrémité (2b) varie selon la formule (II).
- Récipient selon la revendication 5, caractérisé en ce que, au moins à la périphérie (11) de ladite partie d'extrémité (2b) présentant le goulot (10), le contour intérieur (13) de cette dernière présente, en coupe longitudinale, une forme au moins approximativement elliptique.
- Récipient selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisé en ce que ledit frettage (4) s'appuie sur ledit goulot (10).
- Récipient selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit frettage (4) comporte au moins un enroulement circonférentiel (7) sur ledit enroulement planétaire (5), en correspondance avec au moins la partie centrale cylindrique (2a) de l'enveloppe (2).
- Récipient selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit frettage (4) est constitué d'une alternance d'enroulements planétaires (5) et d'enroulements circonférentiels (7).
- Récipient selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ladite enveloppe (2) est réalisée en métal, par exemple en aluminium.

Claims

- Container for storing fluid under pressure, of the type comprising an inner envelope which is a body of revolution about a longitudinal axis X-X', having a cylindrical central part and two end

parts, at least one of the said end parts being bulged outwards and having an outer contour which has, in longitudinal section, an at least approximately elliptical shape, a reinforcement of resistant fibres coated with a hardenable binder surrounding the said envelope and having at least one planetary winding leaving free, at the said bulged end part, a cap centred on the said axis X, X',

characterised in that the said at least approximately elliptical outer contour (8) of the said bulged end part (2b) of the envelope (2) is such that the ratio G of the small semiaxis to the large axis is such that:

$$0.32 \leq G \leq 0.40 \quad (\text{I})$$

where the large axis corresponds to the external diameter of the cylindrical central part (2a) of the envelope (2), and in that the thickness e_i of the said bulged end part (2b) of the envelope (2), excluding the said cap (6), varies in accordance with the formula:

$$e_i = \frac{e_1 - e}{R - R_i} (R - R_i) + e \quad (\text{II})$$

in which:

R_i = distance to the axis X, X' of the point on the outer contour (8) of the said bulged end part (2b) at which the thickness e_i is measured,

e = thickness of the envelope (2) in the cylindrical central part (2a) of the latter,

R = outer radius of the cylindrical central part (2a) of the envelope (2),

R_1 = radius of the base of the said cap (6), and

e_1 = thickness of the envelope (2) for $R_i = R_1$, the thickness of the said cap (6) being at least equal to e_1 .

2. Container according to Claim 1, characterised in that the said ratio G is such that:

$$0.34 \leq G \leq 0.35.$$

3. Container according to Claim 1 or Claim 2, characterised in that the inner contour (9) of the said bulged end part (2b) of the envelope (2) has, in longitudinal section, an at least approximately elliptical shape.

4. Container according to any one of Claims 1 to 3, characterised in that the two end parts (2b) of the envelope (2) are bulged outwards, at least one of the said parts being provided with a filling orifice (3, 10).

5. Container according to Claim 4, characterised in that one end part (2b) of the envelope (2) has a neck (10), and in that, at least at

the periphery (11) of the said end part (2b), the outer contour (12) of the latter has, in longitudinal section, an at least approximately elliptical shape in accordance with the formula (I) and, at least at the said periphery (11), the thickness of the said end part (2b) varies in accordance with the formula (II).

6. Container according to Claim 5, characterised in that, at least at the periphery (11) of the said end part (2b) having the neck (10), the inner contour (13) of this end part (2b) has, in longitudinal section, an at least approximately elliptical shape.

7. Container according to Claim 5 or Claim 6, characterised in that the said reinforcement (4) bears on the said neck (10).

8. Container according to any one of Claims 1 to 7, characterised in that the said reinforcement (4) comprises at least one circumferential winding (7) on top of the said planetary winding (5), corresponding with at least the cylindrical central part (2a) of the envelope (2).

9. Container according to Claim 8, characterised in that the said reinforcement (4) consists of alternating planetary windings (5) and circumferential windings (7).

10. Container according to any one of Claims 1 to 9, characterised in that the said envelope (2) is made from metal, for example from aluminium.

Patentansprüche

1. Behälter zur Lagerung von mit Druck beaufschlagten flüssigen oder gasförmigen Medien, der mit einer Innenverkleidung in Umlaufsform um die Längsachse X, X' ausgebildet ist, der einen mittleren Zylinderteil sowie zwei Endteile aufweist, von denen zumindest einer nach außen gewölbt ist, und einen äußeren Umriß aufweist, der im Längsschnitt eine zumindest annähernd elliptische Form hat und der eine Bandagierung aus widerstandsfähigen, mit einem härzbaren Bindemittel umhüllten Fasern aufweist, die die Verkleidung umgibt und zumindest eine planetare oder umlaufende Wicklung besitzt, die am gewölbten Endteil ein auf die Achse X, X' zentrierte Kappe freiläßt, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest annähernd elliptische äußere Umriß (8) des gewölbten Endteils (2b) der Verkleidung (2) so ist, daß die Beziehung G der halben kleinen Achse zur großen Achse

$$0.32 \leq G \leq 0.40 \quad (\text{I})$$

gilt, worin die große Achse dem Aussendurchmesser des Mittelzylinderteils (2a) der Verkleidung (2) entspricht, und daß die Dicke des gewölbten Endteils (2b) der Verkleidung (2), auschließlich der Kappe (6), nach der Formel

$$e_1 = \frac{e_1 - e}{R - R_1} (R - R_1) + e \quad (\text{II})$$

variiert, worin

R_i = dem Abstand zur Achse X, X' von der Stelle des äußeren Umrißes (8) des gewölbten Endteils (2b), an dem die Dicke e_1 gemessen wird,

e = der Dicke der Verkleidung (2) in deren Mittelzylinderteil,

R = dem Außenradius des Mittelzylinderteils (2a) der Verkleidung (2),

R_1 = dem Grundflächenradius der Kappe (6) und

e_1 = der Dicke der Verkleidung (2) für $R_i = R_1$,

wobei die Dicke der Kappe (6) zumindest gleich e_1 ist.

2. Behälter nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß für die Beziehung G:

$$0,34 \leq G \leq 0,35$$

gilt.

3. Behälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß der innere Umriß (9) des gewölbten Endteils (2b) der Verkleidung (2) im Längsschnitt eine zumindest annähernde elliptische Form aufweist.

4. Behälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die beiden Endteile (2b) der Verkleidung (2) nach außen gewölbt sind, wobei zumindest einer dieser Teile mit einer Einfüllöffnung (3, 10) versehen ist.

5. Behälter nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß einer der Endteile (2b) der Verkleidung (2) einen engen Hals (10) aufweist und daß zumindest am Umfang (11) des Endteils dessen äußerer Umriß im Längsschnitt eine zumindest annähernde Ellipsenform nach der Formel (I) hat und die Dicke des Endteils (2b) zumindest am Umfang nach der Formel (II) variiert.

6. Behälter nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß zumindest auf seinem Umfang (11) des den engen Hals (10) aufweisende Endteile (2b) dessen innerer Umriß (13) im Längsschnitt eine zumindest annähernd elliptische Form hat.

7. Behälter nach einem der vorhergehenden An-

sprüche 5 oder 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bandagierung (4) sich an den engen Hals (10) anlehnt.

- 5 8. Behälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bandagierung (4) zumindest eine Umfangswicklung (7) auf der planetaren oder umlaufenden Wicklung (5) in Entsprechung mit zumindest dem Mittelzylinderteil (2a) der Verkleidung (2) aufweist.

- 10 9. Behälter nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bandagierung (4) aus abwechselnden planetaren oder umlaufenden Wicklungen (5) und Umfangswicklungen (7) gebildet ist.

- 15 10. Behälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verkleidung (2) aus Metall, beispielshalber aus Aluminium hergestellt wird.

25

30

35

40

45

50

55

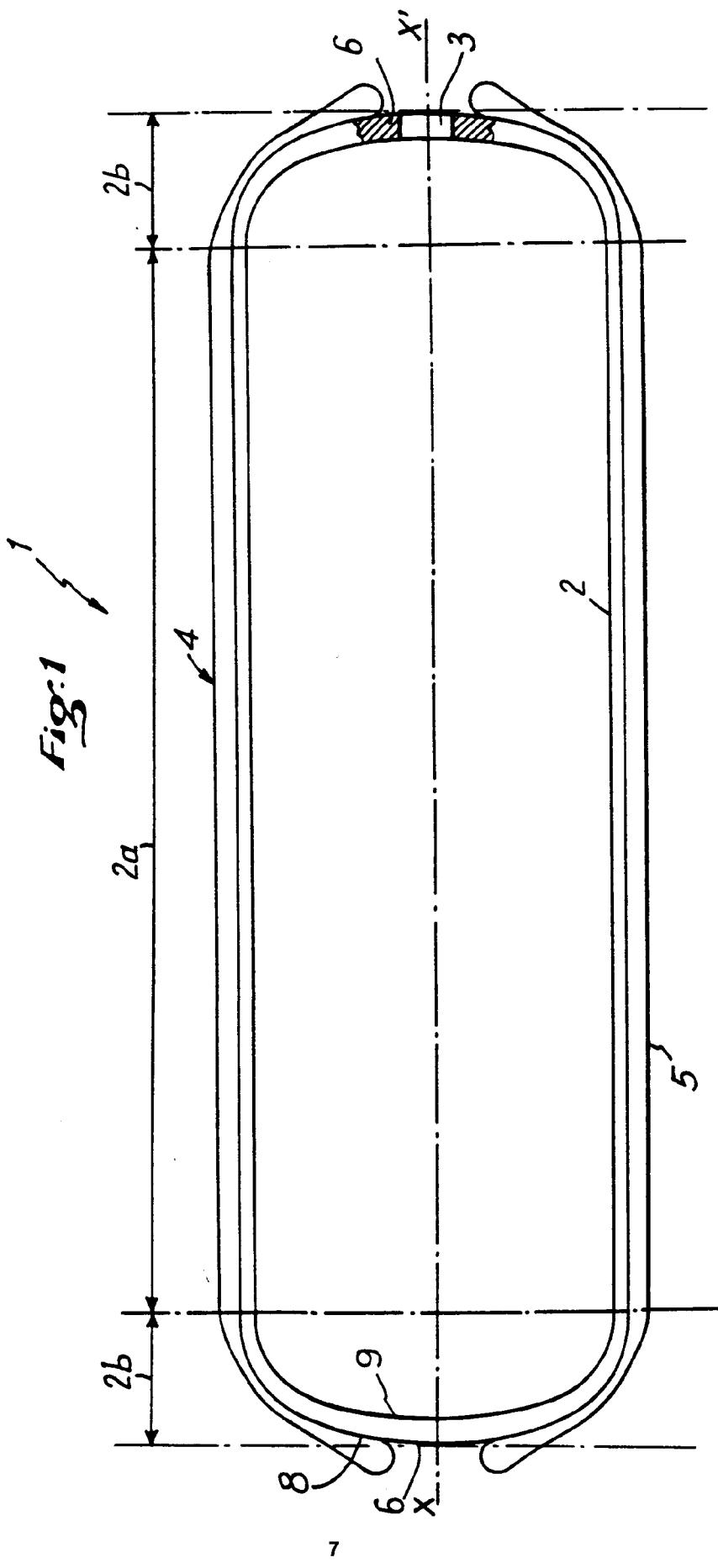
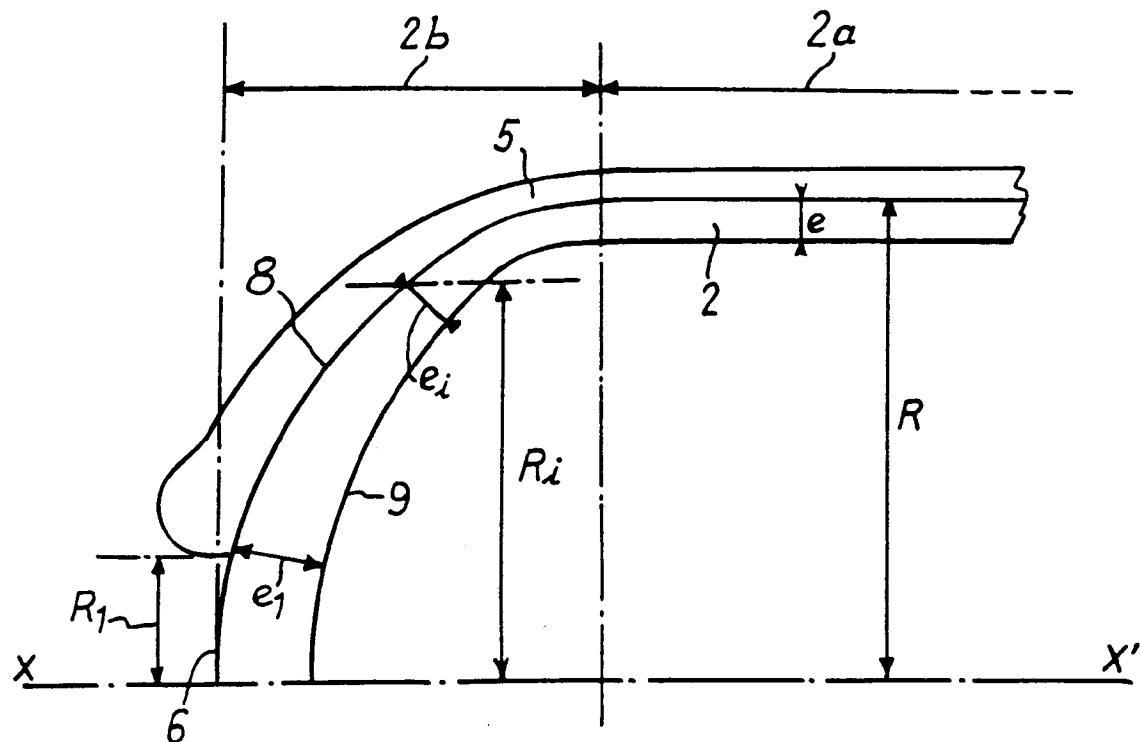


Fig. 2Fig. 3