(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 096 034***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **20 03379**

(51) Int Cl[8] : ***B 65 D 1/16*** *(2019.12), B 21 D 22/20*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 03.04.20.

(30) **Priorité :** 13.05.19 FR 1904973.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 20.11.20 Bulletin 20/47.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *CONSTELLIUM NEUF-BRISACH SAS* — FR et *CONSTELLIUM MUSCLE SHOALS LLC* — US.

(72) **Inventeur(s) :** ARBAB Alireza, BAYLE Thierry, CABLEA Mircea et LASZCZYK Laurent.

(73) **Titulaire(s) :** CONSTELLIUM NEUF-BRISACH SAS, CONSTELLIUM MUSCLE SHOALS LLC.

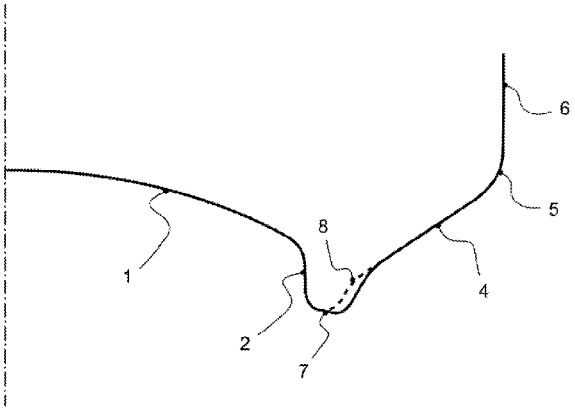
(74) **Mandataire(s) :** C-TEC CONSTELLIUM TECHNOLOGY CENTER.

(54) Boîte boisson allégée en alliage d'aluminium.

(57) L'invention concerne une boîte boisson à base d'alliage d'aluminium, de préférence pour boisson gazeuse, comprenant :- un corps 6 de forme cylindrique ayant un diamètre externe D1 ;- un fond en forme de dôme concave 1 ayant une profondeur H1 en son centre, un diamètre externe D3 et une partie rectiligne 2 de hauteur H3;- un anneau inférieur convexe 7 ayant un diamètre d'appui D2 et un méplat de largeur L2 ; - un épaulement extérieur 5 de rayon R1 ;- un peigne 4 reliant l'épaulement extérieur 5 et l'anneau inférieur 7 ;caractérisée en ce que l'épaisseur de la tôle du dôme est de 180 à 230 µm, de préférence de 190 à 220 µm ;et en ce que le diamètre externe D3 du dôme concave 1 est de 36 à 44 mm, de préférence de 37 à 43 mm ; et en ce que la largeur de l'anneau inférieur L4 est de 3 à 4,5 mm, de préférence de 3,3 à 4 ;mm ;et en ce que l'anneau inférieur comprend des déformations concaves 8, réparties à intervalles réguliers le long de l'anneau inférieur 7.

Figure d'abrégé: Fig. 4

FIGURES



FR 3 096 034 - A1

Description

Titre de l'invention : Boîte boisson allégée en alliage d'aluminium

Domaine technique

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des boîtes boisson, en particulier de boissons gazeuses, à base d'aluminium ou d'alliage d'aluminium. La Figure 1 représente un schéma en coupe d'un demi-fond de boîte boisson. En se référant à la Figure 1, une boîte boisson comprend généralement un corps de boîte boisson 6, un dôme 1, un anneau inférieur 3, une partie rectiligne 2 du dôme 1 et un peigne 4 reliant l'anneau inférieur et le corps de la boîte boisson.

ART ANTERIEUR

[0002] Il existe un art antérieur fourni dans le domaine des boîtes boisson pour résoudre des problèmes techniques variés. On connaît par exemple, le brevet US 4,685,582 de National Can Corporation, qui décrit une solution pour améliorer la compatibilité entre le fond et le couvercle des boîtes boisson dans le but de pouvoir empiler les boîtes boisson facilement pendant leur transport et leur stockage.

[0003] On connaît également le brevet US 5,680,952 de Ball Corporation, qui décrit une boîte boisson ayant des dimensions particulières, ainsi que des déformations sur le dôme du fond de la boîte boisson.

[0004] Il existe également plusieurs documents décrivant des déformations convexes ou concaves sur le dôme du fond de la boîte boisson et/ou le bord inférieur oblique du fond de la boîte boisson. On peut citer en particulier le brevet US 4,953,738 de Stirbis, la demande de brevet US 2008/0029523 de Rexam Beverage Can, ou encore le brevet US 7,185,525 de Elmer.

[0005] On connaît également le brevet US 4,732,292 de Schmalbach-Lubeca GmbH, qui décrit des déformations concaves sur le fond de la boîte boisson, réparties sur au moins deux cercles concentriques de diamètres différents.

[0006] On connaît également la demande de brevet EP 0 302 412 de Pac International Inc., qui décrit une structure particulière de fond de boîte boisson avec un enchaînement de rayons et de parties planes.

[0007] Malgré toutes ces solutions, les industriels sont en permanence en recherche de réduction des coûts, en s'intéressant en particulier à la réduction d'épaisseur de l'alliage métallique utilisé pour la fabrication des boîtes boisson. Cette réduction d'épaisseur soulève de nombreux problèmes, qui peuvent être par exemple la mise en forme et la résistance mécanique de la boîte boisson (résistance axiale, résistance à la pression interne, résistance à la chute, etc.).

[0008] La résistance à la pression interne, qui est l'une des principales propriétés re-

cherchées, peut être caractérisée par un essai consistant à augmenter la pression interne (= pression à l'intérieur de la boîte boisson). Cet essai permet d'identifier deux valeurs connues de l'homme du métier : la pression de retournement, qui correspond à la pression maximale observée au moment du retournement du dôme, et l'augmentation de la hauteur de boîte boisson après un cycle de pression typique (augmentation de 0 à 6,2 bars, puis diminution jusqu'à 3,5 bars). Cette augmentation de hauteur de boîte boisson correspond à la déformation résiduelle causée par l'augmentation de pression et qui persiste même après la diminution de pression interne. Comme illustré dans les exemples ci-après (voir Figures 12 et 13), les inventeurs proposent deux courbes représentant l'augmentation de la hauteur de boîte boisson (mesurée au niveau de l'anneau inférieur) en fonction de la pression interne dans le but de déterminer ces deux valeurs et de comprendre les phénomènes physiques associés.

[0009] Un exemple théorique d'une telle courbe est donné à la Figure 2 de la présente description. Cette courbe peut être décrite par trois stades I, II et III correspondant à des mécanismes de déformations distincts de la boîte boisson a, b et c, comme illustrés à la Figure 3 de la présente description. Un premier stade linéaire, appelé stade I sur la courbe de la Figure 2, correspond à une déformation élastique caractérisée par un léger gonflement du dôme et une rotation du bord oblique (respectivement a et b de la Figure 3). A ce stade, si la pression interne est retirée, le dôme et le bord oblique peuvent revenir à la position initiale. Ce stade I est peu sensible à la réduction d'épaisseur du fond de la boîte boisson.

[0010] Un deuxième stade linéaire, appelé stade II sur la courbe de la Figure 2, correspond à un début de déformation plastique du dôme (a sur la Figure 3) caractérisée par le dépliage irréversible du rayon de l'anneau inférieur (c sur la Figure 3), ainsi qu'un gonflement amplifié du dôme. A ce stade, si la pression est retirée, le dôme ne revient plus à sa position initiale et il subsiste une déformation résiduelle de l'anneau inférieur. Ce stade II est sensible à la réduction d'épaisseur du fond de la boîte boisson : la déformation résultante de la pression augmente lorsque l'épaisseur diminue, ce qui limite les possibilités de réduction d'épaisseur.

[0011] Enfin un troisième stade, appelé stade III sur la courbe de la Figure 2, correspond à une déformation dramatique et irréversible du dôme, c'est-à-dire qu'à ce stade une quantité minime de pression supplémentaire par rapport au stade II conduit à une déformation très importante du dôme, du bord oblique et de l'anneau inférieur (respectivement a, b et c sur la Figure 3) qui persiste même après diminution de la pression. L'épaisseur de la tôle initiale, qui est très peu modifiée lors de la mise en forme du dôme de la boite boisson avec un amincissement de l'ordre de 2 à 5 %, et qui correspond donc approximativement à l'épaisseur de la tôle du dôme, est choisie de telle sorte que la pression de retournement soit supérieure à la pression interne

maximale observée lors de la production, le transport ou le stockage des boîtes boisson, à savoir généralement 90 livre-force par pouce carré (psi) (soit environ 6,2 bars).

[0012] La résistance axiale, qui est une autre des principales propriétés recherchées, peut être caractérisée par un essai consistant à appliquer un effort vertical vers le bas sur l'extrémité supérieure de la boîte boisson, vide et sans couvercle, lorsque celle-ci est posée verticalement sur une surface plane. La géométrie du fond de la boîte boisson ainsi que l'épaisseur de la tôle sont choisies de telle sorte que la localisation de la déformation dramatique et irréversible lors de l'augmentation de la force verticale appliquée, caractérisée par une inflexion de la courbe force versus déplacement, ait toujours lieu au niveau du corps de la boîte boisson et pour une force supérieure aux valeurs observées lors de la production, le transport ou le stockage des boîtes boisson, à savoir généralement 200 livres (lbs) (soit environ 900 Newton (N)).

Exposé de l'invention

[0013] Dans ce contexte de réduction de l'épaisseur de la tôle initiale d'alliage d'aluminium utilisée pour la fabrication des boîtes boisson mise en perspective avec la résistance à la pression interne, les inventeurs ont développé une boîte boisson capable de maintenir, voire d'améliorer la résistance à la pression interne, malgré la réduction d'épaisseur de la tôle initiale d'alliage d'aluminium.

[0014] Actuellement, les épaisseurs de tôle initiale d'alliage d'aluminium pour les boîtes boisson sont généralement d'environ 260 µm aux Etats-Unis et d'environ 245 µm en Europe. Les épaisseurs de tôle initiale d'alliage d'aluminium visées selon la présente invention sont de l'ordre de 200 à 230 µm, soit environ 6 à 18 % de réduction d'épaisseur en Europe et environ 11 à 23 % aux Etats-Unis.

[0015] Le problème technique résolu selon la présente invention est donc de réduire l'épaisseur de la tôle initiale d'alliage d'aluminium utilisée pour la fabrication des boîtes boisson, par exemple de 5 à 25 % par rapport à ce qui se pratique habituellement dans le domaine des boîtes boisson (environ 15 à 60 µm de réduction), tout en améliorant la résistance à la pression interne par rapport à une boîte boisson classique obtenue à partir d'une tôle amincie et tout en maintenant la résistance à la pression interne par rapport à une boîte boisson classique du commerce, et tout en conservant une résistance axiale (à l'effort vertical) satisfaisante.

[0016] Il est à noter que la réduction d'épaisseur de la tôle initiale d'alliage d'aluminium utilisée pour la fabrication des boîtes boisson permet in fine d'alléger les boîtes boisson de 2 à 15 %, sachant que le fond de la boîte boisson, qui conserve l'épaisseur initiale de la tôle d'alliage d'aluminium, représente généralement plus de 30 % du poids total de la boîte boisson.

[0017] En plus de la résistance à la pression interne, l'homme du métier est également confronté à des problèmes de résistance à l'effort vertical pendant la fabrication et le remplissage des boîtes boisson, ainsi que le sertissage du couvercle. Il est à noter que la présente invention, qui permet de limiter les déformations subies par les canettes pendant leur cycle de vie à cause de la pression interne, présente également l'avantage de maintenir une résistance à l'effort vertical par rapport à une boîte boisson classique du commerce.

[0018] Un premier objet de l'invention est une boîte boisson à base d'alliage d'aluminium, de préférence pour boisson gazeuse, comprenant (cf. figures 4 à 11) :

- un corps 6 de forme cylindrique ayant un diamètre externe D1 ;
- un fond en forme de dôme concave 1 ayant une profondeur H1 en son centre, un diamètre externe D3 et une partie rectiligne 2 de hauteur H3 ;
- un anneau inférieur convexe 7 ayant un diamètre d'appui D2 et un méplat de largeur L2 ;
- un épaulement extérieur 5 de rayon R1 ;
- un peigne 4 reliant l'épaulement extérieur 5 et l'anneau inférieur 7 ;

caractérisée en ce que l'épaisseur de la tôle du dôme est de 180 à 230 µm, de préférence de 190 à 220 µm ;

et en ce que le diamètre externe D3 du dôme concave 1 est de 36 à 44 mm, de préférence de 37 à 43 mm ;

et en ce que la largeur de l'anneau inférieur L4 est de 3 à 4,5 mm, de préférence de 3,3 à 4 mm ; et en ce que l'anneau inférieur comprend des déformations concaves 8, réparties à intervalles réguliers le long de l'anneau inférieur 7.

[0019] Un deuxième objet de l'invention est un procédé de fabrication d'une boîte boisson selon la présente invention, comprenant les étapes successives suivantes :

- fourniture d'un alliage d'aluminium, par exemple AA3104, par exemple sous l'état métallurgique H14 ou H19, en forme de bande d'épaisseur de 180 à 230 µm, de préférence de 190 à 220 µm ;
- découpage de disques appelés flans dans la bande d'alliage d'aluminium ;
- emboutissage et étirage des flans pour obtenir un corps de boîte boisson, en utilisant des outils adaptés pour former la boîte boisson telle que décrite dans la présente demande;
- fabrication d'un couvercle avec un autre alliage d'aluminium, par exemple AA5182;
- assemblage du couvercle et du corps de la boîte boisson pour obtenir une boîte boisson.

[0020] Un troisième objet de l'invention est un outil pour la mise en forme de la boîte boisson selon la présente invention.

FIGURES

[0021] [fig.1] La Figure 1 est un schéma en coupe d'un demi-fond de boîte boisson. La référence 1 correspond au dôme de la boîte boisson, la référence 2 à la partie rectiligne du dôme, la référence 3 à l'anneau inférieur, la référence 4 au bord oblique du fond de la boîte boisson, appelé peigne, la référence 5 à l'épaulement extérieur du corps de la boîte boisson et la référence 6 au corps de la boîte boisson.

[0022] [fig.2] La Figure 2 est une courbe théorique illustrant l'augmentation de la hauteur de la boîte boisson, mesurée au niveau de l'anneau inférieur, en fonction de la pression interne, c'est-à-dire la pression à l'intérieur de la boîte boisson. La référence I correspond à un stade de déformation réversible, la référence II à un stade de déformation non-réversible, qui pourrait nuire au remplissage, à la stabilité ou à l'empilabilité de la boîte boisson, et la référence III à un stade où le dôme se retourne. Dans le stade III, la boîte boisson n'est alors plus stable, c'est-à-dire qu'elle ne peut plus tenir debout, et elle n'est plus empilable.

[0023] [fig.3] La Figure 3 est un schéma en coupe d'un demi-fond de boîte boisson illustrant les différents stades de déformation en fonction de l'augmentation de la pression interne. Le trait plein (stade 0) correspond à la boîte boisson non déformée. La ligne en tirets correspond aux limites du fond de la boîte boisson au passage du stade I au stade II de la Figure 2. La ligne en pointillés correspond aux limites du fond de la boîte boisson au passage du stade II au stade III de la Figure 2. La référence « a » correspond à la déformation du dôme, la référence « b » à la déformation du bord oblique, et la référence « c » à la déformation de l'anneau inférieur.

[0024] [fig.4] La Figure 4 est un schéma en coupe d'un demi-fond de boîte boisson selon la présente invention, et en particulier selon l'exemple 1 ci-après. Sur cette figure, les références 1, 2, 4, 5 et 6 sont les mêmes que celles décrites en lien avec la Figure 1 ci-avant. La référence 7 correspond à l'anneau inférieur selon la présente invention et la référence 8 à une déformation concave de l'anneau inférieur (par exemple une nervure).

[0025] [fig.5] La Figure 5 est un schéma en coupe d'un demi-fond de boîte boisson selon la présente invention, et en particulier selon l'exemple 1 ci-après. Sur cette figure, la référence D1 correspond au diamètre externe de la boîte boisson, D2 au diamètre d'appui de l'anneau inférieur, sur le point d'appui le plus extérieur par rapport à l'axe central du dôme, D3 au diamètre externe du dôme (= diamètre de la partie rectiligne du dôme), H1 à la profondeur du dôme, H2 à la hauteur du peigne, H3 à la hauteur de la partie rectiligne du dôme, A1 à l'angle de la section rectiligne du peigne par rapport à l'horizontale, et R1 au rayon de l'épaulement extérieur 5, qui est convexe, situé dans la portion de liaison entre le corps 6 de la boîte boisson et le peigne 4.

[0026] [fig.6] La Figure 6 est un schéma en coupe d'un demi-fond de boîte boisson selon la présente invention, et en particulier selon l'exemple 1 ci-après. Sur cette figure, la référence D4 correspond au diamètre du début de la section rectiligne du peigne, H4 à la hauteur du début de la section rectiligne du peigne, L1 à la largeur de la section rectiligne du peigne, A2 à l'angle du méplat de l'anneau inférieur par rapport à l'horizontale, L2 à la longueur du méplat de l'anneau inférieur, L3 à la largeur minimum de l'anneau inférieur au sein d'une déformation concave, et L4 à la largeur de l'anneau inférieur hors des déformations concaves. Les largeurs L3 et L4 sont définies à une hauteur égale à la moitié de la hauteur H4.

[0027] [fig.7] La Figure 7 est un schéma en coupe d'un demi-fond de boîte boisson selon la présente invention, et en particulier selon l'exemple 1 ci-après. Sur cette figure, la référence R2 correspond au rayon concave, situé dans la portion de liaison entre le peigne et l'anneau inférieur, hors des déformations concaves, avant les rayons R3 et R4 décrits ci-après, R3 au rayon convexe, situé dans la portion de liaison entre le peigne et l'anneau inférieur, hors des déformations concaves, entre les rayons R2 décrit ci-avant et R4 décrit ci-après, R4 au rayon convexe, situé dans la portion de liaison entre l'anneau inférieur et la partie rectiligne du dôme, après les rayons R2 et R3 décrits ci-avant, R5 au rayon concave, situé dans la portion de liaison entre le peigne et l'anneau inférieur, au sein des déformations concaves, avant les rayons R6 décrit ci-après et R4 décrit ci-avant, et R6 au rayon convexe, situé dans la portion de liaison entre le peigne et l'anneau inférieur, au sein des déformations concaves, entre les rayons R5 et R4 décrits ci-avant.

[0028] [fig.8] La Figure8 est un schéma d'une déformation concave en vue de dessous. Sur cette figure, les références 1, 2, 4, 5 et 6 sont les mêmes que celles décrites en lien avec la Figure 1 ci-avant. Les références 7 et 8 sont les mêmes que celles décrites en lien avec la Figure 4 ci-avant. La référence 9 correspond à la section courbe de la zone de liaison entre l'intérieur d'une déformation concave et une zone sans déformation concave, le long d'une section horizontale à une hauteur égale à la moitié de la hauteur H4.

[0029] [fig.9] La Figure 9 est un schéma d'une déformation concave en vue de dessous. Sur cette figure, la référence L5 correspond à la longueur de la déformation concave 8, R7 au rayon concave de la section courbe 9, et R8 au rayon convexe de la section courbe 9. Les références L3 et L4 sont les mêmes que celles décrites en lien avec la Figure 6 ci-avant.

[0030] [fig.10] La Figure 10 est un schéma en coupe d'un demi-fond de boîte boisson selon la présente invention, et en particulier selon l'exemple 1 ci-après. Dans cet exemple, une opération supplémentaire de mise en forme de reprise du dôme a été appliquée, telle que pratiquée actuellement sur un certain nombre de formats de boîtes boisson du

commerce, et de sorte que la partie rectiligne du dôme 2 est transformée avec une déformation concave axisymétrique 10.

[0031] [fig.11] La Figure 11 est un schéma en trois dimensions d'une coupe d'un fond de boîte boisson selon la présente invention, et en particulier selon l'exemple 1 ci-après. Sur cette figure, les références 1, 2 et 4 à 9 sont les mêmes que celles décrites en lien avec la Figure 8 ci-avant.

[0032] [fig.12] La Figure 12 est une courbe représentant l'augmentation de la hauteur de la boîte boisson (généralement exprimée en mm), mesurée au point le plus haut lorsque la boîte boisson est positionnée à l'envers, c'est-à-dire lorsque le dôme est en haut, en fonction de la pression interne (généralement exprimée en bars), c'est-à-dire la pression à l'intérieur de la boîte boisson. Elle illustre les résultats de simulations numériques de calcul de la pression de retournement pour plusieurs boîtes boisson, tel qu'expliqué dans les exemples ci-après. L'axe des abscisses n'est pas exprimé en bars mais en valeurs normalisées, la valeur 1 correspondant à la valeur de la pression de retournement de la préforme de référence C1, qui est l'objectif que la présente invention cherche à atteindre à au moins 100 %. Cette cible est matérialisée par le trait vertical gris. L'axe des ordonnées n'est pas exprimé en mm mais en valeurs normalisées, la valeur 1 correspondant à la hauteur de boîte de la préforme de référence C1 lors de son retournement.

[0033] [fig.13] La Figure 13 est une courbe représentant l'augmentation de la force verticale (généralement exprimée en newtons (N)), appliquée sur la partie supérieure de la boîte boisson lors du test de résistance axiale, en fonction du déplacement vertical (généralement exprimé en mm). Elle illustre les résultats de simulations numériques de calcul de la résistance axiale du fond, correspondant au point d'inflexion de la courbe, caractérisant la fin de la section linéaire. Les axes des abscisses et des ordonnées ne sont pas exprimés respectivement en mm et en N, mais en valeurs normalisées, les valeurs 1 correspondant aux valeurs de déplacement vertical et de force verticale représentant la résistance axiale de la boîte boisson de référence C1. Le trait horizontal gris correspond à la valeur de 900 N (200 lbs) discutée plus haut dans la description, qui est l'objectif que la présente invention cherche à dépasser.

DESCRIPTION DETAILLEE de L'INVENTION

[0034] Dans la description, sauf indication contraire :

- la désignation des alliages d'aluminium est conforme à la nomenclature établie par The Aluminum Association ;
- les teneurs en éléments chimiques sont désignées en % et représentent des fractions massiques, sauf indication contraire.

[0035] Selon la présente invention, le terme « convexe » signifie orienté vers l'extérieur de

la boîte boisson.

[0036] Selon la présente invention, le terme « concave » signifie orienté vers l'intérieur de la boîte boisson.

[0037] La boîte boisson selon la présente invention permet de compenser la perte de résistance à la pression interne due à une diminution de l'épaisseur de la tôle d'alliage d'aluminium à partir de laquelle la boîte boisson est fabriquée.

[0038] De manière générale, avec les procédés actuels, on considère que la pression interne maximale que subit une boîte boisson au cours de son cycle de fabrication et de vie est d'environ 6,2 bars (soit 90 psi). Aussi, il est souhaitable que la pression de retournement soit supérieure à 6,2 bars, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que celle de la boîte boisson de référence (C1 dans les exemples ci-après) existant sur le marché. La pression de retournement est la pression à laquelle le dôme du fond de la boîte boisson se retourne. Ce retournement est irréversible et empêche la stabilité et l'empilement des boîtes boisson les unes sur les autres.

[0039] Outre la résistance à la pression interne, une boîte boisson est également de préférence résistante au chargement axial (force verticale) qui intervient lors des différentes opérations de mise en forme du rétreint et de la section verticale du dôme, ainsi que lors du remplissage et du sertissage du couvercle. On considère, avec les procédés actuels, que le corps de boîte boisson doit résister à un effort axial (force verticale) supérieur à environ 900 N (soit 200 lbs), sans présenter d'endommagement ni du fond de la boîte boisson, ni de la paroi latérale. On considère généralement que cette valeur de 900 N représente environ 85 % de la résistance de la boîte boisson de référence (C1 dans les exemples ci-après) existant sur le marché.

[0040] La boîte boisson selon la présente invention permet de compenser la perte de résistance due à la diminution d'épaisseur de la tôle d'alliage d'aluminium à partir de laquelle la boîte boisson est fabriquée. De manière générale, la boîte boisson selon la présente invention permet de limiter la déformation du fond de la boîte boisson, et notamment du dôme, de l'anneau inférieur et du peigne, dans le stade II et de repousser le stade III (déformation dramatique) à des niveaux de pressions supérieurs à ceux demandés par les clients, soit généralement 6,2 bars.

[0041] La solution proposée selon la présente invention comprend la combinaison de trois caractéristiques ayant un effet synergique :

- réduction du diamètre extérieur du dôme;
- augmentation de la largeur de l'anneau inférieur ;
- ajout de déformations concaves (par exemple des encoches ou des nervures) au niveau de l'anneau inférieur.

[0042] Un premier objet selon la présente invention est une boîte boisson à base d'alliage d'aluminium, de préférence pour boisson gazeuse, comprenant :

- un corps 6 de forme cylindrique ayant un diamètre externe D1 ;
- un fond en forme de dôme concave 1 ayant une profondeur H1 en son centre, un diamètre externe D3 et une partie rectiligne 2 de hauteur H3 ;
- un anneau inférieur convexe 7 ayant un diamètre d'appui D2 et un méplat de largeur L2 ;
- un épaulement extérieur 5 de rayon R1 ;
- un peigne 4 reliant l'épaulement extérieur 5 et l'anneau inférieur 7 ;

caractérisée en ce que l'épaisseur de la tôle du dôme est de 180 à 230 µm, de préférence de 190 à 220 µm ;

et en ce que le diamètre externe D3 du dôme concave 1 est de 36 à 44 mm, de préférence de 37 à 43 mm ;

et en ce que la largeur de l'anneau inférieur L4 est de 3 à 4,5 mm, de préférence de 3,3 à 4 ;mm ;et en ce que l'anneau inférieur comprend des déformations concaves 8, réparties à intervalles réguliers le long de l'anneau inférieur 7.

[0043] De préférence, le diamètre externe D1 du corps 5 de la boîte boisson selon la présente invention est de 50 à 75 mm, de préférence de 55 à 70 mm.

[0044] De préférence, le rayon R1 de l'épaulement est de 2 à 5 mm.

[0045] De préférence, le dôme 1 de la boîte boisson selon la présente invention présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- un diamètre D2 de l'anneau inférieur 3 est de 39 à 47 mm, de préférence de 40 à 46 mm ;
- une profondeur H1 de 7 à 12 mm, de préférence de 8 à 11 mm ; et/ ou
- une partie rectiligne 2 de hauteur H3 de 0 à 6 mm, de préférence de 1,5 à 4 mm.

[0046] De préférence, l'anneau inférieur 7 de la boîte boisson selon la présente invention présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- une largeur L4 de 3 à 4,5 mm, de préférence de 3,3 à 4 mm ;
- un méplat formant un angle A2 avec l'horizontale en direction de l'axe de symétrie de la boîte boisson de 0 à 10°; et/ou
- un méplat ayant une longueur L2 de 0 à 2 mm.

[0047] En ce qui concerne l'anneau inférieur, sa géométrie (par exemple sa forme et son diamètre) peut être optimisée pour gagner en performances selon les applications envisagées. De même, les dimensions (par exemple la hauteur, la largeur, les rayons de courbure) de l'anneau inférieur peuvent également être optimisées.

[0048] De préférence, le peigne 4 de la boîte boisson selon la présente invention présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- une hauteur H2 de 5 à 20 mm, de préférence 6 à 14 mm ;
- un diamètre D4 du début de la section rectiligne de 42 à 53 mm ;
- une hauteur H4 du début de la section rectiligne de 1,5 à 4 mm, de préférence de

1,5 à 3,5 ;mm ;

- un angle A1 de la section rectiligne par rapport à l'horizontale de 30 à 40° ; et/ou
- une longueur L1 de la section rectiligne de 0 à 13,5 mm.

[0049] De préférence, la portion de liaison entre le peigne 4 et l'anneau inférieur 7 comprend au moins un parmi :

- un rayon R2 de 2 à 4 mm ; et/ou
- un rayon R3 de 1 à 3 mm.

[0050] De préférence, la portion de liaison entre l'anneau inférieur 7 et la partie rectiligne 2 du dôme 1 comprend un rayon R4 de 1 à 3 mm.

[0051] De préférence, les déformations concaves 8 de la boîte boisson selon la présente invention présentent au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- une largeur L3 de 2 à 4,5 mm, de préférence de 2,5 à 3,5 mm ;
- une longueur L5 de 1 à 10 mm, de préférence de 1 à 5 mm ;
- un rayon R5 de 2 à 4 mm ;
- un rayon R6 de 1 à 3 mm ;
- un rayon R7 de 0,5 à 4 mm ;
- un rayon R8 de 0,5 à 20 mm ; et/ou

[0052] - un nombre N de 4 à 36, de préférence de 6 à 24.

[0053] En ce qui concerne les déformations concaves, leur forme et leur nombre peuvent être optimisés selon les applications envisagées pour gagner en performances. En particulier, les déformations concaves s'étendent généralement et de préférence au-delà de l'anneau inférieur dans la portion de liaison entre la section rectiligne du peigne et l'anneau inférieur.

[0054] Selon une pratique courante, la boîte boisson selon la présente invention peut, dans certains cas, être soumise à une opération ultérieure de reprise du dôme, telle que décrite dans la figure 10. Cette modification du profil du fond de la boîte boisson est généralement opérée, sur les boîtes boisson actuelles du marché, après application et cuisson des vernis, tout comme l'opération de rétreint en partie haute de la boîte boisson. Elle a un effet positif sur la résistance à la pression interne, et ce indépendamment des caractéristiques de la solution proposée.

[0055] Un deuxième objet de l'invention est un procédé de fabrication d'une boîte boisson selon la présente invention, comprenant les étapes successives suivantes :

- fourniture d'un alliage d'aluminium, par exemple AA3104, par exemple sous l'état métallurgique H14 ou H19, en forme de bande d'épaisseur de 180 à 230 µm, de préférence de 190 à 220 µm ;
- découpage de disques appelés flans dans la bande d'alliage d'aluminium ;
- emboutissage et étirage des flans pour obtenir un corps de boîte boisson, en utilisant des outils adaptés pour former la boîte boisson telle que décrite dans la présente

demande;

- fabrication d'un couvercle avec un autre alliage d'aluminium, par exemple AA5182;
- assemblage du couvercle et du corps de la boîte boisson pour obtenir une boîte boisson.

[0056] Un troisième objet de l'invention est un outil pour la mise en forme de la boîte boisson selon la présente invention.

[0057] En ce qui concerne la fabrication de la boîte boisson selon la présente invention, l'homme du métier saura adapter les outils et paramètres de mise en forme du fond de la boîte boisson selon la présente invention.

[0058] Le métal utilisé pour la fabrication des boîtes boisson peut être tout alliage d'aluminium connu de l'homme du métier convenant pour cette application. Par exemple, on peut utiliser un alliage de type AA3104. L'état métallurgique de l'alliage d'aluminium peut être adapté en fonction de l'application particulière. Par exemple, l'état métallurgique peut être H14, H16 ou H19, tel que décrit dans la norme EN515 (juin 1993).

EXEMPLES

[0059] Dans le but d'illustrer la présente invention, plusieurs préformes de boîtes boisson ont été évaluées du point de vue de leur pression de retournement et de leur augmentation de hauteur de boîte en fonction de la pression interne. Les préformes correspondent à la boîte boisson juste après la mise en forme initiale du fond, sans tenir compte des étapes ultérieures de reprise (reforming en anglais) du dôme. Le métal des boîtes boisson était un alliage d'aluminium AA3104 dans un état métallurgique H19.

[0060] Pour déterminer la pression de retournement, il faut suivre la hauteur de boîte boisson, mesurée entre la base de l'anneau inférieur et le haut de la boîte boisson en fonction de la pression interne. Ces mesures permettent de tracer une courbe telle que celle présentée en Figure 12. Sur cette figure, la référence C1 correspond à une boîte boisson de référence ayant une géométrie classique telle qu'illustrée dans la Figure 1 et une épaisseur de tôle de dôme de 240 µm. La référence C2 correspond à une boîte boisson de référence ayant une géométrie classique telle qu'illustrée dans la Figure 1 mais avec une épaisseur de tôle de dôme de 220 µm. Le diamètre d'appui de C1 et C2 est de 57 mm. La référence C3 correspond à la boîte boisson C2 mais avec un diamètre d'appui de 43 mm, une hauteur H1 de 9,35 mm de sorte à éviter la rupture dans la partie rectiligne 2 du dôme lors de la mise en forme, et une hauteur H2 de 10,5 mm de telle sorte que l'angle A1 est conservé identique à celui de C1. La référence C4 correspond à la boîte boisson C3 mais avec une largeur L4 de l'anneau inférieur de 3,7 mm. Les références C1 à C4 ne sont pas selon la présente invention. La boîte boisson C5 est selon la présente invention et correspondent à la boîte boisson C4 mais avec

N=18 déformations concaves (nervures) réparties le long de l'anneau inférieur et un anneau inférieur comprenant un méplat.

[0061] Le Tableau 1 ci-après donne les différentes caractéristiques de la boîte boisson C5.

[0062]

[Tableaux1]

Id	**unité**	**Nom**	**Exemple 1 (C5)**
A1	°	Angle de la section rectiligne du peigne	34
A2	°	Angle du méplat de l'anneau inférieur	0
D1	mm	Diamètre externe de boîte boisson	66
D2	mm	Diamètre d'appui de l'anneau inférieur	43
D3	mm	Diamètre externe du dôme	39,6
D4	mm	Diamètre du début de la section rectiligne du peigne	49,4
H1	mm	Profondeur du dôme	9,35
H2	mm	Hauteur du peigne	10,5
H3	mm	Hauteur de la partie rectiligne dôme	2
H4	mm	Hauteur du début de la section rectiligne du peigne	3,2
L1	mm	Longueur de la section rectiligne du peigne	6,5
L2	mm	Longueur du méplat de l'anneau	0,7
L3	mm	Largeur min de l'anneau inférieur au niveau d'une déformation concave	3,1
L4	mm	Largeur de l'anneau inférieur hors déformations concaves	3,7
L5	mm	Longueur d'une déformation concave	2,4
N		Nombre de déformations concaves	18
R1	mm	Rayon de l'épaulement externe	3,7
R2	mm	Premier rayon entre peigne et anneau inférieur hors déformation concave	3
R3	mm	Deuxième rayon entre peigne et anneau inférieur hors déformation concave	1,75
R4	mm	Rayon entre anneau inférieur et partie rectiligne du dôme	1,5
R5	mm	Premier rayon entre peigne et anneau	2,9

		inférieur au niveau d'une déformation concave	
R6	mm	Deuxième rayon entre peigne et anneau inférieur au niveau d'une déformation concave	1,75
R7	mm	Rayon intérieur d'une déformation concave	1,2
R8	mm	Rayon extérieur d'une déformation concave	0,9

[0063] L'évaluation de la pression de retournement et de l'augmentation de hauteur de boîte en fonction de la pression interne a été réalisée grâce à une modélisation numérique par éléments finis avec le logiciel commercial « LS-Dyna », version 10.1, développé par l'entreprise Livermore Software Technology Corporation. La modélisation a consisté à d'abord dessiner la forme tridimensionnelle des différents fonds de boîte boisson en Conception Assistée par Ordinateur. Les géométries tridimensionnelles ont été discrétisées selon un maillage d'éléments finis suffisamment fin de telle sorte que l'on peut simuler précisément son comportement mécanique. Les conditions aux limites ont été appliquées pour simuler le comportement de la préforme dans sa globalité lors des tests de résistance à la pression interne et de résistance à l'effort axial.

[0064] Concernant le test de résistance à la pression interne, le calcul a été piloté avec un incrément de flux de gaz constant, permettant de simuler :

- la pression interne résultante, et
- le déplacement des différents points du fond sous cette pression interne.

[0065] En combinant ces deux variables, il a été possible de tracer les courbes, pour chacune des boîtes testées, donnant l'augmentation de la hauteur de la boîte boisson en fonction de la pression interne, normalisées respectivement par la pression et la hauteur de la boîte boisson lors du retournement de la référence C1. La Figure 12 correspond à une augmentation monotone de la pression interne, jusqu'au retournement du dôme.

[0066] Concernant le test de résistance à l'effort axial, le calcul a été piloté avec un incrément de déplacement vertical de l'extrémité supérieure du corps de boîte, permettant de simuler :

- l'effort axial résultant, et
- le déplacement des différents points du fond sous cet effort axial.

[0067] En combinant ces deux variables, il a été possible de tracer les courbes, pour chacune des boîtes testées, donnant la force axiale résultante sur l'extrémité supérieure de la boîte boisson en fonction du déplacement appliqué, normalisés respectivement par la

force et le déplacement lors de l'inflexion de la courbe de la référence C1. La Figure 13 correspond à une augmentation monotone du déplacement, jusqu'à l'inflexion de la courbe puis l'affaissement du fond au maximum d'effort.

[0068] Les résultats obtenus en matière de pression de retournement de boîte boisson et d'inflexion de la courbe de la force axiale en fonction du déplacement axial, caractérisant la résistance à l'effort axial du fond de boîte boisson, sont donnés dans les Figures 12 et 13 et dans le Tableau 2 ci-après.

[0069] [Tableaux2]

	Caractéristiques	Pression de retournement normalisée par rapport à C1	Résistance à l'effort axial normalisée par rapport à C1
C1	Reference Diam. d'appui 57 mm (épaisseur tôle 240 μm)	1	1
C2	Reference Diam. d'appui 57 mm (épaisseur tôle 220 μm)	0,94	0,84
C3	Diam. d'appui 43 mm (épaisseur tôle 220 μm)	1,06	0,83
C4	Diam. d'appui 43 mm + anneau inférieur élargi (épaisseur tôle 220 μm)	1,05	0,83
C5	Exemple 1 (épaisseur tôle 220 μm)	1	0,94

[0070] D'après les courbes des Figures 12 et 13 et le Tableau 2 ci-avant, la boîte boisson selon la présente invention permet de contrebalancer les effets négatifs d'une diminution d'épaisseur de la tôle initiale et donc de la tôle du dôme (boîte boisson C2) sur la pression de retournement et la résistance axiale de la boîte boisson, et de retrouver un bon compromis par rapport aux valeurs obtenues avec la boîte boisson de référence C1, à savoir du même ordre de grandeur pour la résistance à la pression interne et plus de 85% de la résistance axiale.

[0071] Il est à noter que les Figures 12 et 13 permettent d'illustrer l'effet synergique de la combinaison entre la diminution du diamètre de l'anneau inférieur, l'élargissement de l'anneau inférieur et la présence de déformations concaves dans l'anneau inférieur. En effet, un compromis satisfaisant entre pression de retournement et résistance à l'effort axial ne peut être obtenu qu'en combinant les trois caractéristiques ensemble. La combinaison de seulement deux éléments entre eux ne suffit pas (voir les courbes C4).

Revendications

[Revendication 1] Boîte boisson à base d'alliage d'aluminium, de préférence pour boisson gazeuse, comprenant :
- un corps 6 de forme cylindrique ayant un diamètre externe D1 ;
- un fond en forme de dôme concave 1 ayant une profondeur H1 en son centre, un diamètre externe D3 et une partie rectiligne 2 de hauteur H3 ;
- un anneau inférieur convexe 7 ayant un diamètre d'appui D2 et un méplat de largeur L2 ;
- un épaulement extérieur 5 de rayon R1 ;
- un peigne 4 reliant l'épaulement extérieur 5 et l'anneau inférieur 7 ;
caractérisée en ce que l'épaisseur de la tôle du dôme est de 180 à 230 µm, de préférence de 190 à 220 µm ;
et en ce que le diamètre externe D3 du dôme concave 1 est de 36 à 44 mm, de préférence de 37 à 43 mm ;
et en ce que la largeur de l'anneau inférieur L4 est de 3 à 4,5 mm, de préférence de 3,3 à 4 ;mm ;et en ce que l'anneau inférieur comprend des déformations concaves 8, réparties à intervalles réguliers le long de l'anneau inférieur 7.

[Revendication 2] **2.** Boîte boisson selon la revendication 1, caractérisée en ce que le diamètre externe D1 du corps 6 de la boîte boisson est de 50 à 75 mm, de préférence de 55 à 70 mm.

[Revendication 3] Boîte boisson selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dôme 1 présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :
- un diamètre D2 de l'anneau inférieur 3 de 39 à 47 mm, de préférence de 40 à 46 mm ;
- une profondeur H1 de 7 à 12 mm, de préférence de 8 à 11 mm ; et/ ou
- une partie rectiligne 2 de hauteur H3 de 0 à 6 mm, de préférence de 1,5 à 4 mm.

[Revendication 4] **4.** Boîte boisson selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'anneau Inférieur 7 présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :
- une largeur L4 de 3 à 4,5 mm, de préférence de 3,3 à 4 mm ;
- un méplat formant un angle A2 avec l'horizontale en direction de l'axe de symétrie de la boîte boisson de 0 à 10° ; et/ou
- un méplat ayant une longueur L2 de 0 à 2 mm.

[Revendication 5] **5.** Boîte boisson selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisée en ce que le peigne 4 présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :
- un diamètre D4 du début de la section rectiligne de 42 à 53 mm ;
- une hauteur H4 du début de la section rectiligne de 1,5 à 4 mm, de préférence de 1,5 à 3,5 mm ; et/ou
- une longueur L1 de la section rectiligne de 0 à 13,5 mm.

[Revendication 6] **6.** Boîte boisson selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la portion de liaison entre l'anneau inférieur 7 et la partie rectiligne 2 du dôme 1 comprend un rayon R4 de 1 à 3 mm.

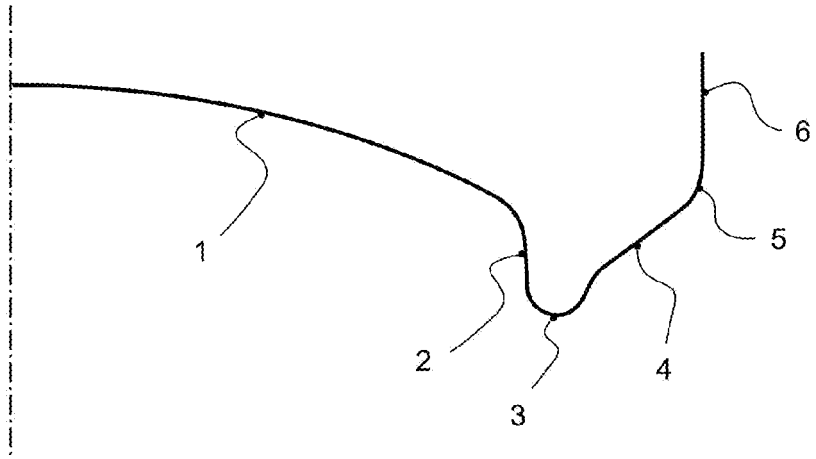
[Revendication 7] **7.** Boîte boisson selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la portion de liaison entre le peigne 4 et l'anneau inférieur 7 comprend au moins un parmi :
- un rayon R2 de 2 à 4 mm, R2 correspondant au rayon concave, situé dans la portion de liaison entre le peigne et l'anneau inférieur, hors des déformations concaves, avant le rayon R3 décrit ci-après et R4 ; et/ou
- un rayon R3 de 1 à 3 mm, R3 correspondant au rayon convexe, situé dans la portion de liaison entre le peigne et l'anneau inférieur, hors des déformations concaves, entre les rayons R2 et R4.

[Revendication 8] Boîte boisson selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les déformations concaves 8 présentent au moins l'une des caractéristiques suivantes :
- une longueur L5 de 1 à 10 mm, de préférence de 1 à 5 mm ;
- un nombre N de 4 à 36, de préférence de 6 à 24 ;
- une largeur L3 de 2 à 4,5 mm, de préférence de 2,5 à 3,5 mm.

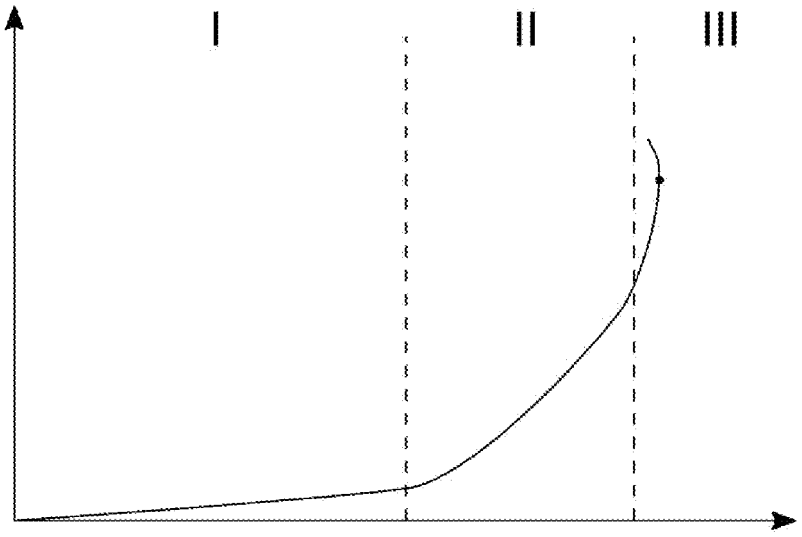
[Revendication 9] **9.** Procédé de fabrication d'une boîte boisson selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant les étapes successives suivantes :
- fourniture d'un alliage d'aluminium, par exemple AA3104, par exemple sous l'état métallurgique H14 ou H19, en forme de bande d'épaisseur de 180 à 230 µm, de préférence de 190 à 220 µm ;
- découpage de disques appelés flans dans la bande d'alliage d'aluminium ;
- emboutissage et étirage des flans pour obtenir un corps de boîte boisson, en utilisant des outils adaptés pour former la boîte boisson telle que décrite dans l'une quelconque des revendications précédentes ;
- fabrication d'un couvercle avec un autre alliage d'aluminium, par exemple AA5182;
- assemblage du couvercle et du corps de la boîte boisson pour obtenir

une boîte boisson.

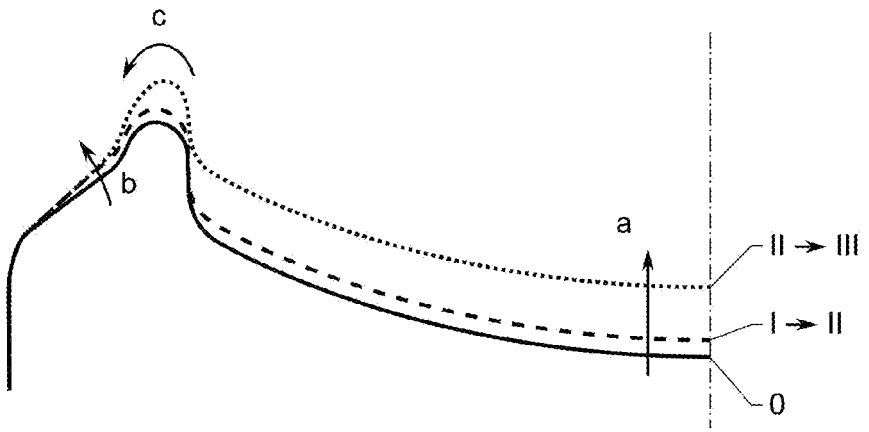
[Fig. 1]



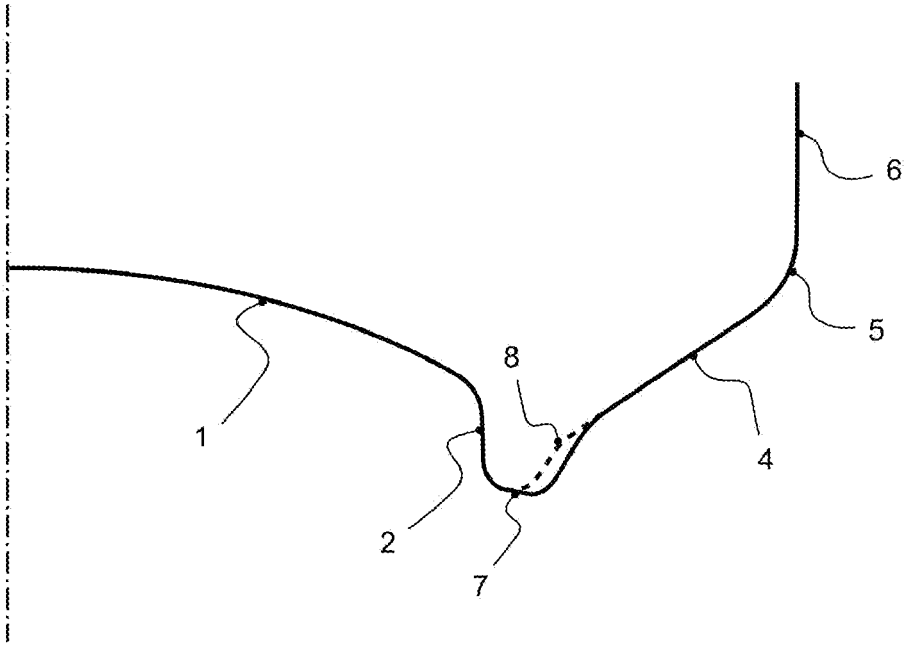
[Fig. 2]



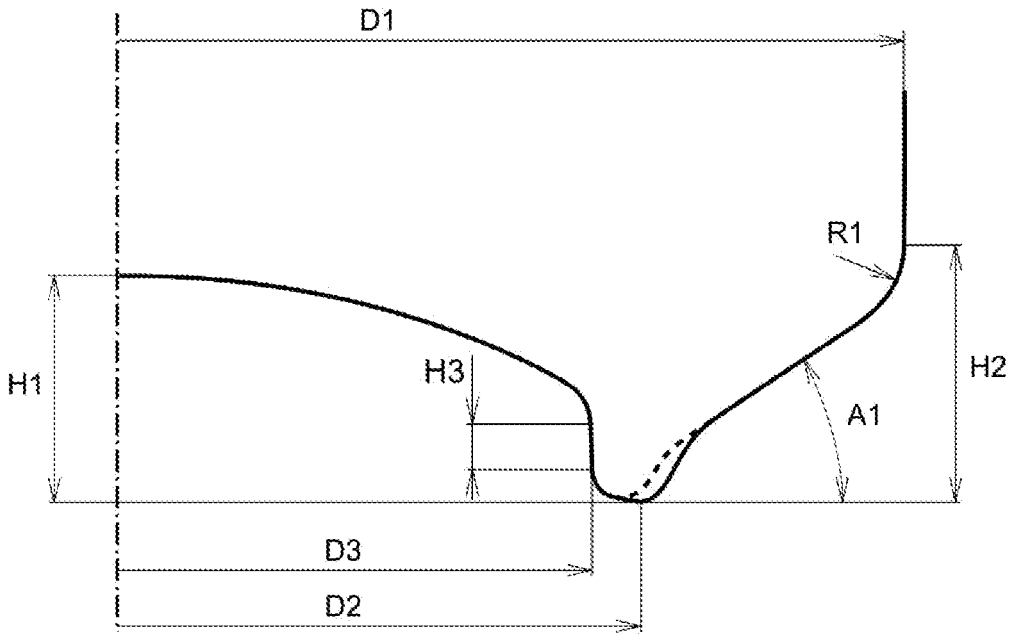
[Fig. 3]



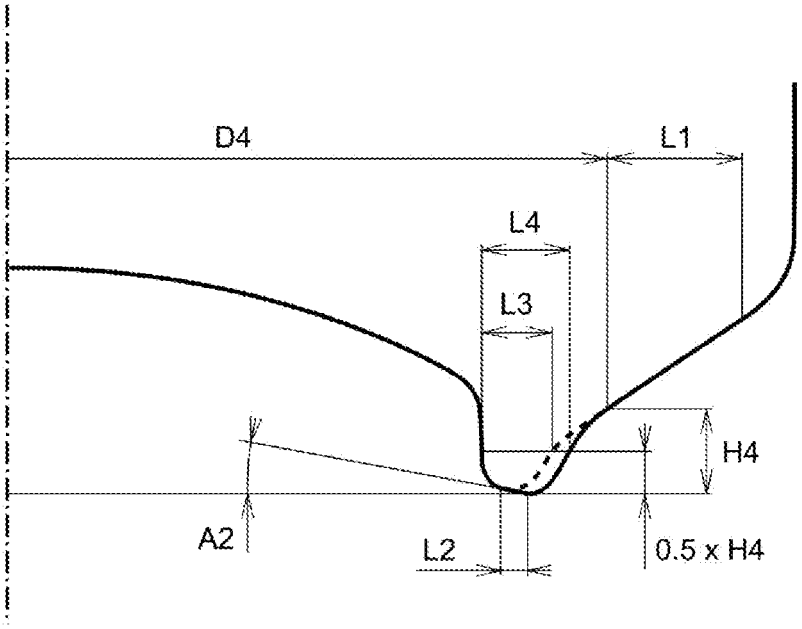
[Fig. 4]



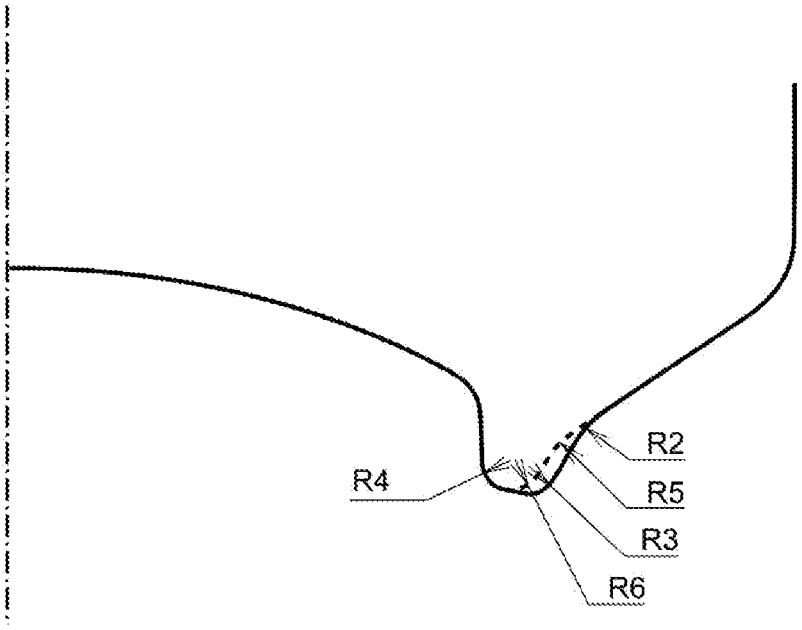
[Fig. 5]



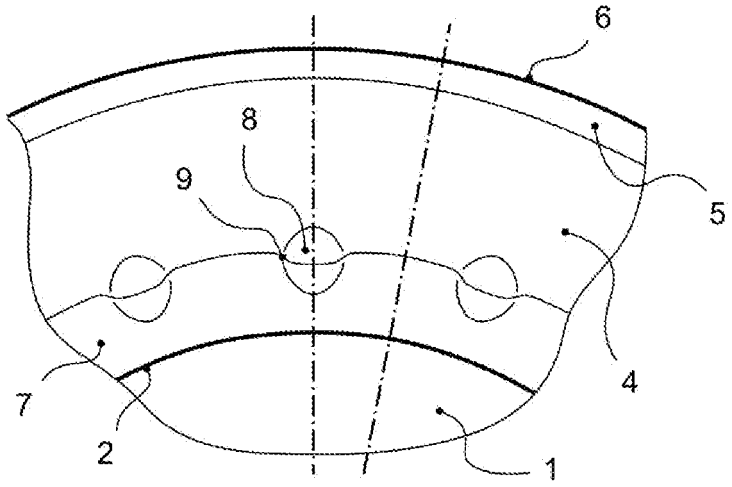
[Fig. 6]



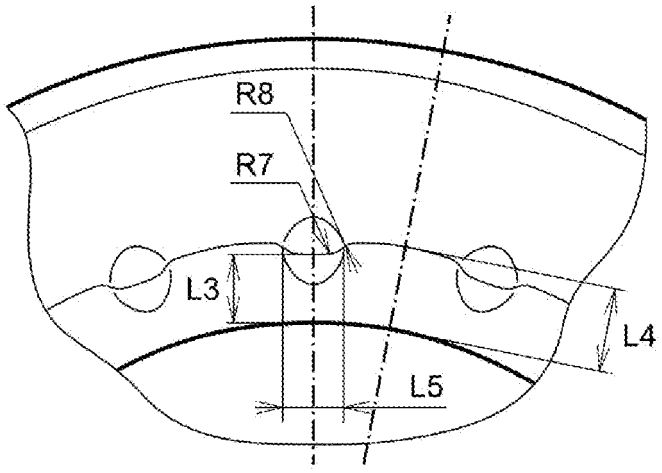
[Fig. 7]



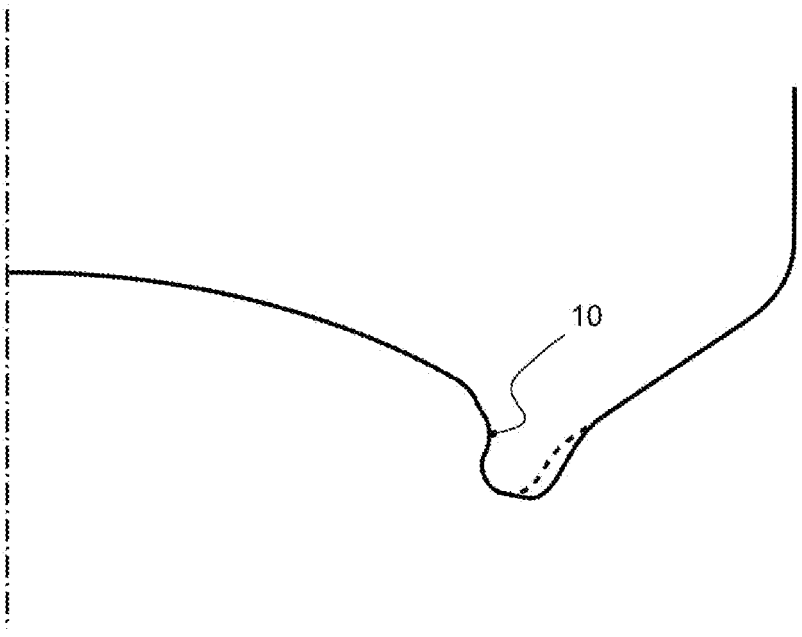
[Fig. 8]



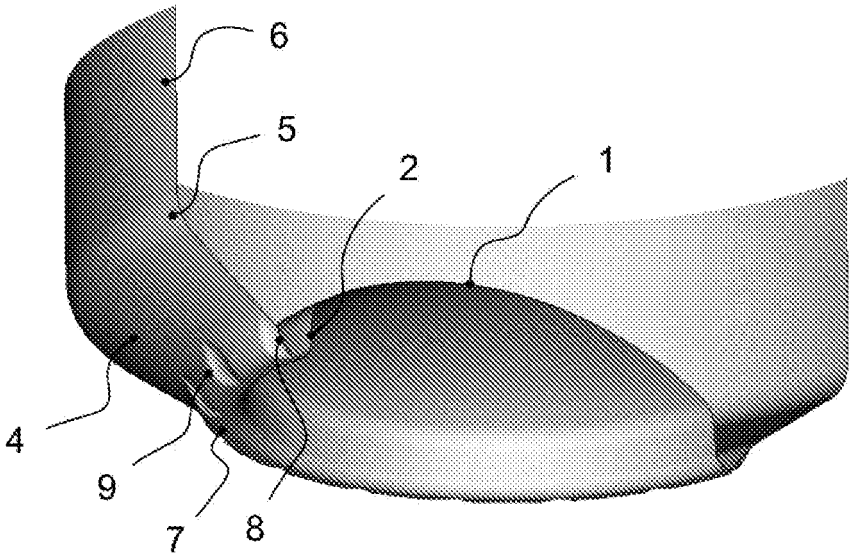
[Fig. 9]



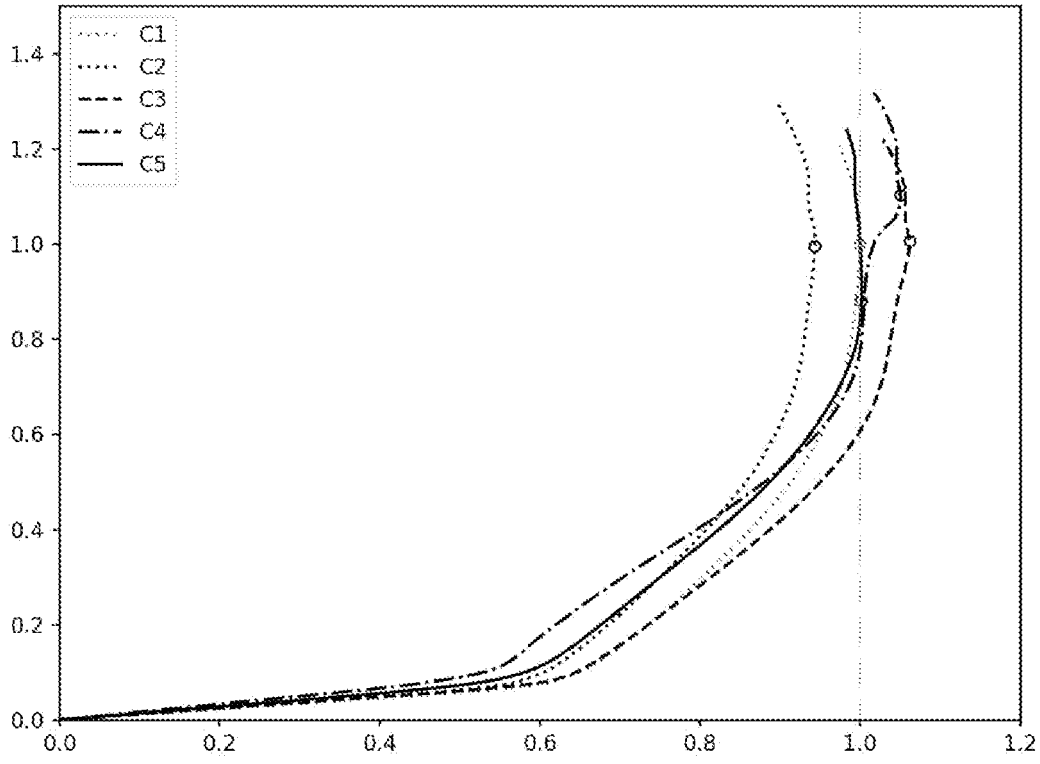
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]

