

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

0 070 790
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 82420104.0

(51) Int. Cl.³: C 22 F 1/04, B 21 D 51/24

(22) Date de dépôt: 21.07.82

(30) Priorité: 22.07.81 FR 8114790

(71) Demandeur: SOCIETE METALLURGIQUE DE GERZAT,
23 bis, rue Balzac, F-75008 Paris (FR)(43) Date de publication de la demande: 26.01.83
Bulletin 83/4(72) Inventeur: Develay, Roger, 11, rue Lionel Terray
Seyssins, F-38170 Seyssinet pariset (FR)
Inventeur: Anagnostidis, Marc, 76 bis, avenue de Royat,
F-63400 Chamalières (FR)

(84) Etats contractants désignés: AT CH DE GB IT LI

(74) Mandataire: Seraphin, Léon et al, PECHINEY UGINE
KUHLMANN 28, rue de Bonnel, F-69433 Lyon
Cedex 3 (FR)

(54) Méthode de fabrication de corps creux sous pression en alliages d'aluminium.

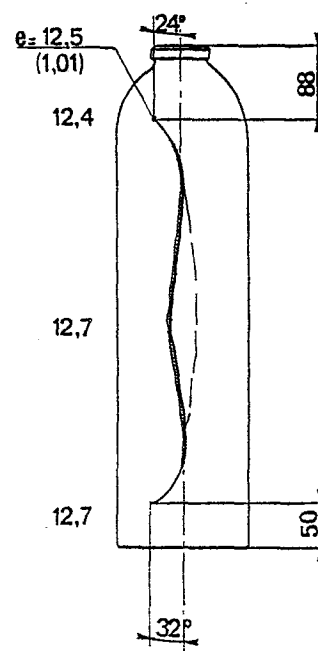
(57) La présente invention concerne une méthode de fabrication de corps creux sous pression en alliages d'aluminium type 7475 présentant à la fois une haute résistance mécanique et une ténacité élevée. La méthode consiste dans les étapes suivantes:

1 - élaboration d'une alliage contenant (% en poids):

5,6 ≤ Zn	≤ 6,1	Mn	≤ 0,04
2,0 ≤ Mg	≤ 2,4	Zr	≤ 0,03
1,3 ≤ Cu	≤ 1,7	Ti	≤ 0,04
0,15 ≤ Cr	≤ 0,25	autres	≤ 0,05 chacun
Fe	≤ 0,10	total	≤ 0,15
Fe + Si	≤ 0,25	reste	: Al

- 2 - coulée de celui-ci sous forme de billettes
3 - filage à chaude entre 350 et 450° C par le procédé inverse sous forme d'un étui
4 - étirage à chaud puis à froid de l'étui ainsi obtenu
5 - ogivage à chaud entre 350 et 450°C
6 - mise en solution entre 450° et 490°C et trempe à l'eau à une température inférieure à 40° C
7 - revenu double palier type T73

Les bouteilles de gaz comprimé obtenues par ce procédé présentent une pression d'éclatement hydraulique de l'ordre de 90 MPa, la déchirure étant conforme aux réglementations internationales en vigueur ou en préparation.



EP 0 070 790 A1

METHODE DE FABRICATION DE CORPS CREUX
SOUS PRESSION EN ALLIAGES D'ALUMINIUM

La présente invention concerne une méthode de fabrication de corps creux sous pression tels que réservoirs, bouteilles ou autres, en alliages d'aluminium, type 7475 (selon la désignation de l'Aluminium Association) et présentent à la fois une haute résistance et une ténacité élevée

5

Jusqu'ici, les récipients sous pression très légers, en particulier ceux utilisés pour le transport et le stockage des gaz comprimés ou liquéfiés, ont été réalisés en alliage d'aluminium type 2001 (selon la désignation de l'Aluminium Association, édition du 1er Juin 1980). Or, si l'on veut
10 obtenir avec cet alliage une excellente résistance à la corrosion sous tension (ce qui est fondamental pour des récipients sous pression), on est obligé d'utiliser un traitement thermique de revenu très poussé qui entraîne une diminution de la ténacité.

15 En particulier, les allongements et la forme de la déchirure lors d'un essai d'éclatement sous pression hydraulique deviennent non conformes vis à vis des réglementations internationales en vigueur ou en préparation.

20 Il était donc nécessaire de rechercher une méthode de fabrication de corps creux sous pression présentant les mêmes caractéristiques mécaniques (donc la même légèreté) et la même résistance à la corrosion sous tension (donc la même sécurité) que celles obtenues avec le 2001, et qui
25 au point de vue valeur des allongements et aspect de la déchirure lors d'un essai d'éclatement sous pression hydraulique.

La demanderesse a trouvé une méthode de fabrication permettant d'atteindre les objectifs ci-dessus énoncés, et qui sont les suivants :

30 . résistance mécanique $R_{0,2} \geq 370$ MPa

$R_m \geq 460$ MPa

$AZ \geq 12$

. corrosion sous tension à 75% de $R_{0,2}$ garanti, soit 280 MPa : durée ≥ 30 jours en immersion-émersion (10 min-50 min) dans une solution de

NaCl à 3,5 %, à la température ambiante sur éprouvettes en C dans les conditions de la norme ASTM 38-73

. comportement à l'éclatement sous pression hydraulique

5 La déchirure "ductile" d'un corps de forme générale cylindrique doit satisfaire aux exigences suivantes :

- être longitudinale dans sa plus grande partie
- ne pas être ramifiée
- ne pas s'étendre de plus de 90° de part et d'autre de la partie

10 principale de la déchirure

- ne pas s'étendre dans une partie du corps dont l'épaisseur dépasse 1,5 fois l'épaisseur maximale mesurée au milieu du corps

La méthode suivant l'invention consiste dans les étapes suivantes :

15 1/ élaboration d'un alliage contenant (% en poids)

$$5,6 \leq \text{Zn} \leq 6,1$$

$$2,0 \leq \text{Mg} \leq 2,4$$

$$1,3 \leq \text{Cu} \leq 1,7$$

$$0,15 \leq \text{Cr} \leq 0,25$$

20

$$\text{Fe} \leq 0,10$$

$$\text{Fe} + \text{Si} \leq 0,25$$

$$\text{Mn} \leq 0,04$$

$$\text{Zr} \leq 0,03$$

$$\text{Ti} \leq 0,04$$

25

$$\text{autres} \leq 0,05 \text{ chacun}$$

$$\text{total} \leq 0,15$$

$$\text{reste Al}$$

2/ coulée de celui-ci sous forme de billettes

3/ filage à chaud entre 350°C et 450°C par le procédé inverse sous
30 forme d'un étui

4/ étirage à chaud puis à froid de l'étui ainsi obtenu

5/ ogivage à chaud entre 350°C et 450°C

6/ mise en solution entre 450°C et 490°C, et trempe à l'eau à une
température inférieure à 40°C

35 7/ revenu double palier type T73

Il a été remarqué que les opérations 3/ et 4/ pouvaient être rempla-

cées par une seule opération de filage à froid. Par ailleurs, la teneur en Fe est tenue, de préférence, en dessous de 0,08 %, et la teneur en Fe + Si $\leq$ 0,18 %.

- 5 Les exemples suivants illustrent les résultats obtenus en appliquant la méthode selon l'invention à la fabrication de bouteilles de 6 litres, de format $\emptyset$ 127 x 151 mm, dont la pression d'utilisation est de 30 MPa et la pression d'épreuve de 45 MPa. Les figures 1 à 3 représentent quelques aspects caractéristiques de déchirures consécutives à l'essai d'éclatement sous pression, les dimensions étant en mm.

On a élaboré 3 coulées : A (conforme à l'invention), B et C (hors du domaine de l'invention), dont les compositions sont les suivantes (% en poids).

15

	Fe	Si	Cu	Cr	Mg	Zn	Ni	Mn	Zr	Ti
A	0,05	0,03	1,30	0,20	2,25	5,70	< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,03
B	0,11	0,06	1,45	0,20	2,05	5,60	< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,03
C	0,13	0,08	1,40	0,19	2,16	5,65	< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,03

20

Celles-ci ont été coulées sous forme de billettes de $\emptyset$ 170 mm et ont été homogénéisées 12 heures à 465°C.

- Après écrouissage à $\emptyset$ 158,5 mm des lopins ont été filés par filage inverse et étirés à chaud à 400°C $\pm$ 10°C, puis tournés à $\emptyset$ 155 mm et recuits à 420°C, maintient 4 heures. Après décapage, ils ont été étirés à froid avec un allongement $\frac{(S - s)}{s}$ de 13,5 % et mis à longueur.

La partie ouverte de l'étui ainsi obtenu est alors ogivée à 400°C, puis percée et coupée.

Le traitement thermique subit a été le suivant :

- mise en solution à 465°C $\pm$ 1,5°C, maintien 2 heures
- trempe à l'eau froide (10 - 20°C)
- 35 - 1er revenu 6 heures à 105°C $\pm$ 2°C
- 2ème revenu 12 heures à 177°C $\pm$ 1,5 °C

La bouteille a été terminée par un usinage du goulot et la pose de la bague.

Une bouteille de chaque coulée a été soumise à des essais

- 5 - de traction : 4 éprouvettes en pleine épaisseur du corps de bouteille
(sens long)

Deux bouteilles par coulée ont été soumises aux essais d'éclatement sous pression hydraulique.

10

Enfin, elles ont subi des essais de corrosion sous tension : aucune fissure n'est apparue sur les éprouvettes après 30 jours d'essai.

- 15 Les résultats des essais mécaniques sont reportés au tableau I, étant
entendu que tous les essais de corrosion sous tension ont donné d'excellents résultats avec, en plus, l'absence de piqûres et/ou de corrosion feuilletante.

- 20 Ces essais montrent que pour obtenir les résultats désirés, toutes les
étapes de la fabrication doivent être contrôlées suivant la méthode revendiquée.

Ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne la morphologie de la déchirure obtenue lors des essais d'éclatement hydraulique.

TABIEAU I

Coulée repère	Caractéristiques mécaniques					Essais d'éclatement					Figure
	R _{0,2} (MPa)		R _m (MPa)		A %	Pression d'éclatement (MPa)	Pression déformation plastique (MPa)	Augmentation volume (%)	Aspect déchirure		
	moyenne	mini	moyenne	mini							
A	411,25	406	480,25	475	15,15	15,0	89,2 90,0	78,4 78,0	14,1 15,7	TRES BON TRES BON	1 -
B	386,00	384	465,00	460	14,28	13,75	87,2 87,2	74,0 75,0	14,3 14,9	MAUVAIS MAUVAIS	2 -
C	402,15	390	470,50	457	14,35	13,85	88,4 89,1	77,6 77,9	14,4 14,8	MAUVAIS MAUVAIS	3 -

0070790

1°/. Procédé d'obtention d'un corps creux sous pression en alliages d'Al présentant à la fois des caractéristiques mécaniques et une ductilité élevées, un comportement ductile lors d'un essai d'éclatement sous pression hydraulique interne et une bonne résistance à la corrosion sous tension, caractérisé en ce qu'il comprend essentiellement les opérations suivantes :

1 - élaboration d'un alliage contenant (% en poids)

5,6 $\leq$ Zn $\leq$ 6,1

2,0 $\leq$ Mg $\leq$ 2,4

10 1,3 $\leq$ Cu $\leq$ 1,7

0,15 $\leq$ Cr $\leq$ 0,25

Fe $\leq$ 0,10

Fe + Si $\leq$ 0,25

Mn $\leq$ 0,04

15 Zr $\leq$ 0,03

Ti $\leq$ 0,04

autres $\leq$ 0,05 chacun

total $\leq$ 0,15

reste Al

20 2 - coulée de celui-ci sous forme de billettes

3 - filage à chaud entre 350°C et 450°C par le procédé inverse sous forme d'un étui

4 - étirage à chaud et à froid de l'étui ainsi obtenu

5 - ogivage à chaud entre 350°C et 450°C

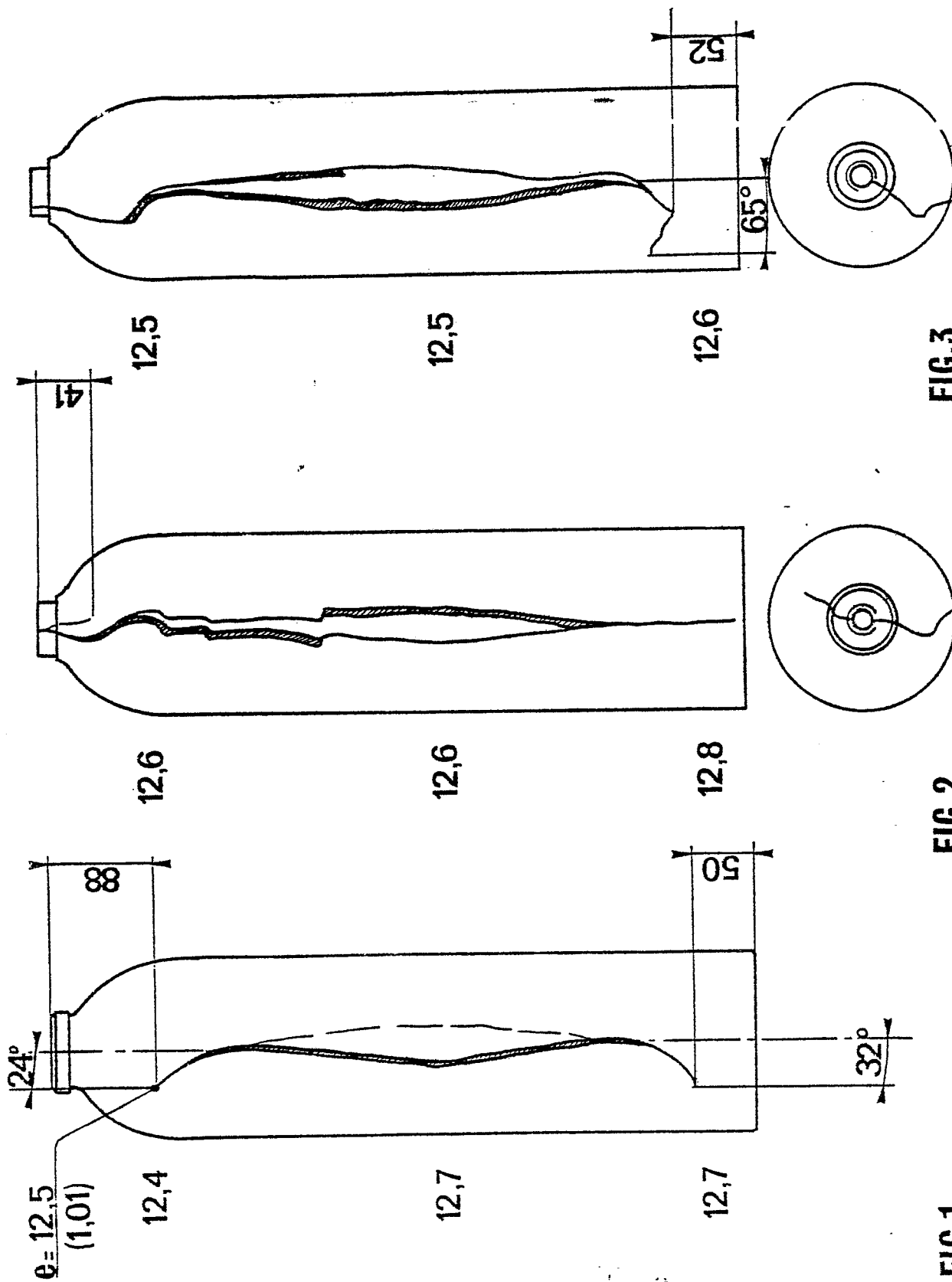
25 6 - mise en solution entre 450°C et 490°C et trempe à l'eau froide (température inférieure à 40°C)

7 - revenu double palier type T73

2°/. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en Fe est inférieure ou égale à 0,08 %.

3°/. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la teneur en Fe + Si est inférieure ou égale à 0,18 %.

35 4°/. Procédé selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les étapes 3 et 4 sont remplacées par un filage à froid.





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0070790

Numéro de la demande

EP 82 42 0104

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	--- US-A-3 984 259 (ROGERS et al.) * revendication 1 *	1	C 22 F 1/04 B 21 D 51/24
A	--- FR-A-2 238 892 (SOCIETE METALLURGIQUE DE GERZAT) * revendications 1,2 *	1	
A	--- FR-A-2 227 342 (MARTIN MARIETTA CORP.) * revendications 1,2,7,8; page 2, lignes 17-31 *	1	
A	--- FR-A-2 163 281 (ALUMINIUM COMPANY OF AMERICA) * revendication 1 *	1	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			C 22 F 1/04 C 22 C 21/10 B 21 D 51/24
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29-10-1982	Examineur LIPPENS M.H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

CE 31 From 1503 03 82