



(11) **EP 2 017 364 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.11.2018 Bulletin 2018/47

(51) Int Cl.:
C22F 1/00 ^(2006.01) **C22F 1/05** ^(2006.01)
B21C 51/00 ^(2006.01) **B21C 23/08** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08356083.9**

(22) Date de dépôt: **13.06.2008**

(54) **Procédé de fabrication d'un demi-produit en alliage d'aluminium notamment pour structure de véhicule automobile**

Herstellungsverfahren von Halbzeugen aus Aluminiumlegierung insbesondere für Struktur von Kraftfahrzeugen

Method of manufacturing a semi-finished product using an aluminium alloy, in particular for an automobile structure

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **18.06.2007 FR 0704316**

(43) Date de publication de la demande:
21.01.2009 Bulletin 2009/04

(73) Titulaire: **Constellium Extrusions France
89600 Saint-Florentin (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Beslin, Emmanuel,
38090 Vaulx Milieu (FR)**
• **Bompard Serge,
Le Jardin de Juliette 38500 Voiron (FR)**

- **Hubert, Benoit,
3965 Chippis (CH)**
- **Raynaud, Guy Michel,
38500 Voiron (FR)**
- **Varanda, Fernando,
78224 D Singen (DE)**

(74) Mandataire: **Constellium - Propriété Industrielle
C-TEC Constellium Technology Center
Propriété Industrielle
Parc Economique Centr'Alp
725, rue Aristide Bergès
CS10027
38341 Voreppe (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A- 1 041 165 FR-A- 2 897 319
JP-A- 2000 345 272 JP-A- 2001 003 128
US-B1- 6 197 130

EP 2 017 364 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un procédé de fabrication d'un demi-produit constitué d'une tôle ou d'un profilé en alliage d'aluminium, destiné notamment à former un composant de structure de véhicule automobile permettant l'absorption d'énergie de façon irréversible lors d'une collision contre un obstacle ou choc. On citera par exemple le cas de l'absorbeur de choc réalisé à partir d'un profilé et utilisé, en association avec une poutre, pour constituer l'ensemble pare-chocs dudit véhicule. La poutre est disposée transversalement par rapport à la direction de déplacement du véhicule, et le ou les absorbeurs sont généralement disposés soit transversalement, soit longitudinalement par rapport à cette direction. Un absorbeur de chocs est désigné parfois sous le terme « élément de déformation » ou « crashbox ».

[0002] D'autres types de profilés ou de tôles en alliage d'aluminium peuvent également être fabriqués à partir du procédé selon l'invention.

Etat de la technique

[0003] Jusqu'au milieu des années 90, les composants destinés à absorber de l'énergie de façon irréversible lors d'une collision contre un obstacle, ou choc, notamment les poutres de pare-chocs, étaient constitués d'une tôle mise en forme, en général en acier. Les exigences plus sévères des constructeurs d'automobiles, notamment avec l'apparition des tests de réparabilité, ont conduit à faire évoluer cette fonction et amené deux types d'évolution.

[0004] D'une part, la géométrie et les matériaux constituant les composants de structure ou poutres ont évolué, conduisant à l'utilisation de poutres tubulaires, multicellulaires ou non, en alliage d'aluminium ou en acier.

[0005] D'autre part, dans le cas notamment des poutres de pare-chocs, une interface absorbante entre les poutres et les supports longitudinaux des véhicules a été introduite: les absorbeurs de chocs, encore appelés éléments de déformation ou "crash boxes".

[0006] Cette double évolution a répondu à la nécessité, en Europe notamment, de disposer d'un système poutre/absorbeur ou poutre/support ou encore composant de structure/support, non plus seulement résistant, c'est-à-dire qui se déforme sans plastifier, mais absorbant c'est-à-dire qui se déforme en absorbant de l'énergie de manière maîtrisée.

[0007] Le composant de structure de caisse automobile a donc un double rôle : d'une part se déformer de façon élastique lors de faibles chocs ou collisions contre un obstacle, d'autre part absorber l'énergie et transmettre l'effort de façon maîtrisée, en particulier sans s'effondrer de façon brutale en cours de déformation, aux absorbeurs ou aux supports.

[0008] De façon connue, le procédé de fabrication d'un

demi-produit constitué d'une tôle ou d'un profilé en alliage d'aluminium, destiné notamment à former un tel composant comprend les étapes consistant en :

- une étape de fabrication du demi-produit, constituée par un laminage et une trempe ou par une extrusion d'alliage d'aluminium, et
- une étape de traitement thermique de revenu du demi-produit,

[0009] La variabilité industrielle des paramètres des étapes du procédé de fabrication entraîne une variabilité des caractéristiques des demi-produits obtenus telles que la capacité d'absorption d'énergie et par conséquent une variabilité de leur comportement en cas de collision. La variabilité des caractéristiques du demi-produit est dépendante de plusieurs facteurs dont les deux principaux sont les propriétés mécaniques et la géométrie du demi-produit. Les variations des propriétés mécaniques sont liées à la variabilité de la matière dont ils sont issus, par exemple la variabilité sur la composition chimique du métal. Les variations de géométrie sont liées au procédé d'extrusion ou de laminage, par exemple à la qualité géométrique des filières utilisées dans le cas d'un procédé d'extrusion.

[0010] De façon connue, la vérification des demi-produits obtenus après le traitement thermique nécessite la réalisation de tests de qualité fréquents et poussés. Lors de ces tests, les caractéristiques intrinsèques du demi-produit, c'est-à-dire, les caractéristiques mécaniques comme la charge de rupture, la limite d'élasticité ou l'allongement, les caractéristiques géométriques et/ou les caractéristiques de composition chimique sont mesurées, par exemple lors de mesures géométriques manuelles, de tests de traction ou de tests de bottelage. Ces expériences destructives sont le plus couramment réalisées sur les produits finis. En cas de non-conformité, les produits jugés défectueux peuvent être séparés des autres produits. EP1041165 décrit un procédé de fabrication d'un demi-produit constitué d'un profilé en alliage d'aluminium consistant en une étape de fabrication du demi-produit, une étape de traitement thermique de revenu et une étape de mesure des propriétés mécaniques et de la résistance à la traction.

[0011] Toutefois cette opération de séparation étant difficile à réaliser, il est souvent décidé de rebuter l'ensemble de la production dont le produit jugé défectueux est issu, ou d'accepter une variabilité importante et difficilement maîtrisable des caractéristiques fonctionnelles du produit fini.

Problème posé

[0012] L'invention vise à résoudre ces inconvénients en proposant un procédé de fabrication permettant de maîtriser et de diminuer la variabilité d'au moins une caractéristique fonctionnelle du demi-produit et par suite du produit fini, notamment composant de structure, issu

de ce demi-produit.

Objet de l'invention

[0013] L'invention concerne un procédé de fabrication du type précité caractérisé en ce que, avant l'étape de revenu, un échantillon est prélevé sur un lot comprenant un ensemble de demi-produits possédant des paramètres de fabrication communs, afin de subir un test d'au moins une de ses caractéristiques fonctionnelles, les conditions de l'étape de revenu étant déterminées en fonction de la valeur mesurée lors du test et d'une valeur cible de l'au moins une caractéristique fonctionnelle, l'étape de traitement thermique de revenu étant appliquée dans les conditions déterminées à l'ensemble du lot dont est issu l'échantillon.

[0014] Grâce aux dispositions selon l'invention, les conditions du traitement thermique de l'étape de revenu sont déterminées en fonction de la valeur des caractéristiques mesurées sur l'échantillon prélevé et de la valeur cible que l'on souhaite obtenir pour ces caractéristiques, les conditions du traitement thermique de revenu étant ainsi spécifiques à chaque lot. Il est ainsi possible de maîtriser et diminuer la variabilité de la caractéristique fonctionnelle finale.

[0015] Cette diminution de la variabilité permet par exemple d'optimiser le comportement des éléments destinées à absorber de l'énergie.

[0016] Il est à noter que l'utilisation de mesures de caractéristiques fonctionnelles lors du test vise à réaliser des demi-produits conçus sur mesure vis à vis du résultat fonctionnel recherché, ce type de procédé pouvant encore être appelé "Tailored extrusion", dans le cas d'un profilé.

[0017] Avantagusement, l'ensemble des demi-produits d'un même lot est issu d'un même alliage et d'une même coulée de cet alliage.

[0018] Avantagusement, l'ensemble des demi-produits, constitués de tôles ou de profilés, d'un même lot est réalisé sur respectivement un même laminoir ou une même presse d'extrusion.

[0019] Avantagusement, l'ensemble des demi-produits d'un même lot est réalisé à travers respectivement les mêmes cylindres de laminoir ou une même filière.

[0020] Avantagusement, l'ensemble des demi-produits d'un même lot est issu respectivement soit du laminage et de la trempe soit de l'extrusion d'une même quantité de métal dont la masse est limitée et pour laquelle l'interruption respectivement soit du laminage et/ou de la trempe soit de l'extrusion entre deux portions de la quantité de métal ne dépasse pas une durée déterminée.

[0021] Avantagusement, une période de maturation à température ambiante est observée avant le test des caractéristiques fonctionnelles d'un échantillon extrait d'un lot.

[0022] La période de maturation permet de diminuer la dispersion de la mesure des caractéristiques fonction-

nelles du demi-produit.

[0023] Selon un mode de mise en oeuvre, le test des caractéristiques fonctionnelles de l'échantillon prélevé est un test d'écrasement d'un échantillon de longueur donnée par une presse, lors duquel le déplacement de la tête d'écrasement de la presse et les efforts appliqués par la tête d'écrasement de la presse sont enregistrés.

[0024] Selon un autre mode de mise en oeuvre, le test des caractéristiques fonctionnelles de l'échantillon prélevé est un test de traction d'un échantillon.

[0025] Selon encore un autre mode de mise en oeuvre, le test des caractéristiques fonctionnelles de l'échantillon prélevé est un test de pliage d'un échantillon.

[0026] Selon une possibilité, la caractéristique fonctionnelle mesurée de l'échantillon prélevé lors du test d'écrasement est la valeur de l'effort maximal à exercer sur le demi-produit pour obtenir une déformation du demi-produit correspondant à un déplacement prédéterminé.

[0027] Selon une autre possibilité, la caractéristique fonctionnelle mesurée de l'échantillon prélevé lors de ce même test est la valeur de l'énergie absorbée pour obtenir une déformation du demi-produit correspondant à un déplacement prédéterminé.

[0028] Grâce aux dispositions des deux possibilités décrites ci-dessus, le procédé de fabrication permet d'empêcher le dépassement d'un effort cible et de diminuer la dispersion d'énergie associée.

[0029] Selon encore une autre possibilité, la caractéristique fonctionnelle mesurée de l'échantillon prélevé lors du test est une caractéristique mécanique représentative du comportement en traction du type limite d'élasticité, charge de rupture et/ou allongement.

[0030] Selon encore une autre possibilité, la caractéristique fonctionnelle mesurée de l'échantillon prélevé lors du test est une caractéristique mécanique représentative du comportement en flexion du type angle limite de pliage.

[0031] Avantagusement, les conditions du traitement thermique de revenu déterminées en fonction des résultats du test sont au minimum un couple durée du traitement et température de traitement.

[0032] Selon un mode de mise en oeuvre, la température et la durée du traitement sont déterminées en :

- choisissant la valeur de l'une des deux conditions,
- prenant en compte la valeur mesurée de la caractéristique fonctionnelle de l'échantillon prélevé et la valeur cible de la caractéristique,
- mettant en correspondance ces valeurs et des courbes de référence afin de déterminer la seconde condition.

[0033] Avantagusement, la relation entre la durée du traitement thermique de revenu Δt , la température T lors de ce traitement, la valeur mesurée de la caractéristique fonctionnelle C_m et la valeur souhaitée de la caractéristique fonctionnelle C_c , est calculée par la formule

suivante : $\Delta t = \frac{Cc - Cm}{aT^2 + bT + c}$, les paramètres a, b et c étant des constantes déterminées de façon empirique.

[0034] Selon un mode de mise en oeuvre, les demi-produits sont destinés à la fabrication d'absorbeurs de choc d'un système d'absorption d'énergie de type "pare-chocs automobile", assurant l'interface entre une poutre de pare-chocs et les autres composants de la structure de caisse.

[0035] Selon un autre mode de mise en oeuvre, les demi-produits sont destinés à la fabrication de poutres de pare-chocs.

[0036] De toute façon, l'invention sera bien comprise à l'aide de la description qui suit, en référence aux dessins schématiques annexés représentant, à titre d'exemple non limitatif, deux formes de mise en oeuvre de ce procédé.

Description des figures

[0037]

La figure 1 est un organigramme représentant les étapes d'un premier procédé selon l'invention.

La figure 2 représente un exemple de section d'un profilé fabriqué par le procédé de la figure 1.

La figure 3 représente l'évolution d'un effort appliqué sur un échantillon en fonction d'un déplacement lors d'un test de bottelage.

La figure 4 représente l'évolution de l'effort maximal d'un profilé en fonction de la durée d'un traitement thermique de revenu et de la température de ce traitement.

La figure 5 représente l'évolution de l'effort appliqué sur un lot d'ensembles de pare-chocs selon l'état de la technique en fonction d'un déplacement lors d'un test de bottelage.

La figure 6 représente l'évolution de l'effort appliqué sur un lot d'ensembles de pare-chocs comprenant des profilés obtenus par le procédé de la figure 1 en fonction d'un déplacement lors d'un test de bottelage.

La figure 7 représente l'évolution de la charge de rupture d'un profilé en fonction de la durée d'un traitement thermique de revenu et de la température de ce traitement, les courbes ainsi formées étant utilisées dans un second procédé selon l'invention.

La figure 8 représente l'évolution de la limite d'élasticité d'un profilé en fonction de la durée d'un traitement thermique de revenu et de la température de ce traitement, les courbes ainsi formées étant utilisées dans un troisième procédé selon l'invention.

Description de l'invention

[0038] Selon un premier mode de mise en oeuvre de

l'invention décrit sur la figure 1, un procédé de fabrication d'un profilé en alliage d'aluminium comprend de façon connue les étapes suivantes :

- 5 - une étape d'électrolyse E1 pour produire de l'aluminium
- une étape d'élaboration E2 du métal en fonderie, consistant notamment en l'ajout d'éléments d'alliage à l'aluminium, par exemple du magnésium Mg, du manganèse Mn ou du Silicium Si,
- 10 - une étape de coulée du métal E3 pour former des billettes,
- une étape de préchauffage E4 des billettes,
- une étape de découpe E5 des billettes,
- 15 - une étape de filage/extrusion E6 du métal à travers une filière à l'aide d'une presse pour obtenir la section voulue des profilés,
- une étape optionnelle de trempe E7 à l'air ou à l'eau,
- une étape de découpe des profilés E8.

20

[0039] Selon ce premier mode de mise en oeuvre, l'alliage d'aluminium utilisé est conforme à la norme EN AW-6060. La section du profilé est représentée sur la figure 2. La forme extérieure de la section constitue un hexagone, les milieux de trois côtés de l'hexagone étant joints par trois cloisons se rencontrant au centre de l'hexagone.

25

[0040] Après l'étape d'extrusion E6, l'étape de découpe E8 ou l'étape de trempe E7, les profilés obtenus sont mis en attente à température ambiante pendant une période prédéterminée constituant une étape dite de maturation E9.

30

[0041] Cette étape de maturation dure de préférence au moins deux jours. Selon le premier mode de mise en oeuvre de la figure 1, cette étape de maturation dure de trois à cinq jours.

35

[0042] De façon connue, les profilés subissent ultérieurement une étape de traitement thermique dans un four, dite étape de revenu.

[0043] Toutefois, dans le procédé selon l'invention, les étapes complémentaires ci-dessous sont prévues avant l'étape de revenu.

40

[0044] Dans une étape suivante E10 de prélèvement, les profilés sont constitués en lots L, chaque lot comprenant un ensemble de profilés possédant des paramètres de fabrication communs.

45

[0045] En particulier, selon le premier mode de mise en oeuvre de la figure 1, l'ensemble des profilés d'un même lot L sont :

50

- (a) issus d'un même alliage et d'une même coulée,
- (b) réalisés sur une même presse d'extrusion,
- (c) réalisés à travers une même filière, et
- (d) issus de l'extrusion d'une même quantité de métal dont la masse est limitée et pour laquelle l'interruption de l'extrusion entre deux portions de billette ne dépasse pas une durée déterminée.

55

[0046] Si l'une des conditions (a) à (d) n'est plus res-

pectée, un changement de lot est opéré.

[0047] Il est à noter que la masse de métal limitée est de l'ordre de la tonne ou de la dizaine de tonnes, et que la durée à ne pas dépasser pour l'interruption entre deux portions de billette est de l'ordre de grandeur de la minute.

[0048] Lors de l'étape de prélèvement, un échantillon e est prélevé dans chaque lot de profilés comprenant par exemple un profilé.

[0049] Dans une étape suivante de test de caractéristique fonctionnelle E11, au moins une caractéristique fonctionnelle de l'échantillon e est mesurée.

[0050] Par exemple, la caractéristique fonctionnelle mesurée F_m du profilé prélevé lors du test est la valeur de l'effort maximal F_m ou force maximale à exercer sur le profilé pour obtenir une déformation du profilé correspondant à un déplacement prédéterminé d_o .

[0051] Toujours selon cet exemple de mise en oeuvre, le test utilisé pour mesurer les caractéristiques fonctionnelles du profilé prélevé est un test de bottelage.

[0052] La figure 3 donne un exemple du type de courbes obtenues lors d'un test de bottelage qui consiste en l'écrasement d'un échantillon e d'une longueur donnée du profilé. L'échantillon e est déposé sur une presse afin que cette dernière puisse lui appliquer une force de compression dans une direction. La base sur laquelle il repose sur la presse est plane et orthogonale à la direction d'écrasement. Lors de l'écrasement, le déplacement d de la tête d'écrasement de la presse et les efforts appliqués F par la tête d'écrasement de la presse sont enregistrés.

[0053] L'effort maximal F_m du test d'écrasement correspond au premier pic ou maximum local de la courbe représentant l'effort d'écrasement F de la presse en fonction du déplacement d de la tête de la presse. Il est généralement relevé dans les premiers instants du test d'écrasement.

[0054] Sur la courbe de la figure 3, la valeur de l'effort maximal F_m est de l'ordre de 95 kN soit 95000 N.

[0055] Il est à noter que l'énergie absorbée par le profilé lors de la mesure correspond à l'aire située sous la courbe, c'est-à-dire à l'intégrale de la courbe. Afin de pouvoir comparer les tests d'écrasement entre eux, il est utile de fixer une valeur de déplacement maximal d_o de la tête de la presse.

[0056] Dans une étape suivante de détermination E12 des conditions de l'étape de revenu, une valeur cible souhaitée est prise en compte pour chaque caractéristique fonctionnelle dont la valeur est mesurée lors de l'étape de test.

[0057] Dans le premier mode de mise en oeuvre de la figure 1, la valeur cible F_c de l'effort maximal pour le profilé est prise en compte.

[0058] Les conditions de l'étape de revenu sont ensuite déterminées en fonction de la valeur mesurée F_m et d'une valeur cible F_c des caractéristiques fonctionnelles.

[0059] Les conditions du traitement thermique déterminées sont au minimum un couple durée Δt / température

T.

[0060] La détermination peut notamment être réalisée en considérant la valeur mesurée F_m de la caractéristique fonctionnelle du profilé prélevé et la valeur cible F_c de la caractéristique, puis en corrélant ces valeurs ou l'écart E calculé de ses valeurs et des courbes de référence obtenues de manière empirique afin de proposer un traitement thermique adapté en termes de durée et de température.

[0061] Un ensemble de configurations possibles de durées et de températures est ainsi obtenu. En choisissant une valeur de température ou de durée donnée, la valeur de l'autre condition est déduite des courbes.

[0062] La figure 4 montre des courbes de référence permettant de décrire l'évolution de l'effort F_m en fonction de la température T et de la durée du traitement thermique t . En particulier, trois segments de droites représentent l'évolution de l'effort maximal F_m pour trois températures T_1 , T_2 , T_3 correspondant respectivement dans l'exemple à 100, 110 et 120°C.

[0063] En choisissant une valeur de température T_3 , si la valeur de l'effort mesurée F_m est de 95000 N et que la valeur souhaitée F_c est de 100000 N, il apparaît en reportant ces valeurs sur la courbe que la durée de revenu nécessaire Δt est de l'ordre de 8 heures.

[0064] La relation exprimée par les courbes représentées sur la figure 4 entre la durée du traitement thermique de revenu Δt , la température T lors de ce traitement, l'effort maximal mesuré F_m et l'effort maximal souhaitée F_c peut être calculée également par la formule suivante :

$$\Delta t = \frac{F_c - F_m}{aT^2 + bT + c}, \text{ les paramètres } a, b \text{ et } c \text{ étant}$$

des constantes déterminées de façon empirique.

[0065] La durée du traitement thermique de revenu Δt est exprimée en heures (h), la température T lors de ce traitement en degrés Celsius (°C), la force mesurée F_m et la force souhaitée F_c en Newton (N).

[0066] En particulier, selon le premier mode de mise en oeuvre de la figure 1, pour une durée de l'étape de revenu comprise entre 0 et 7h, et une température comprise entre 100°C et 135°C, et pour la géométrie selon la figure 2, les valeurs de ces constantes sont les suivantes :

$$\begin{aligned} a &= 1.74 \\ b &= -328 \\ c &= 16012 \end{aligned}$$

[0067] Une fois que les conditions du traitement thermique de l'étape de revenu sont déterminées, dans une étape suivante E13, le traitement thermique ainsi défini est appliqué à tout le lot L dont est issu l'échantillon e.

[0068] Les figures 5 et 6 représentent l'évolution de l'effort appliqué sur un lot d'ensembles de pare-chocs en fonction d'un déplacement lors d'un test de bottelage respectivement :

- pour un lot d'ensembles de pare-chocs formé à partir d'un lot de profilés obtenu par un procédé selon l'état de la technique, et
- pour un lot d'ensembles de pare-chocs comprenant des profilés obtenus par le procédé selon l'invention.

[0069] De façon connue, un ensemble de pare-chocs comprend une poutre, au moins deux absorbeurs de chocs ou « crashboxes » reliés par la poutre, et des platines de fixation des absorbeurs sur la caisse du véhicule.

[0070] Il apparaît par comparaison des courbes sur les figures 5 et 6 que le procédé de fabrication des profilés formant les absorbeurs de chocs permet d'empêcher le dépassement d'un effort cible et de diminuer la dispersion d'énergie associée. La dispersion d'énergie est divisée par deux et passe dans l'exemple illustré par les figures 5 et 6 de 1600 à 800 J.

[0071] Il est à noter que les courbes décrites en référence à la figure 4, ainsi que la formule correspondante, sont dépendantes d'une géométrie donnée de profilé et d'un type d'alliage utilisé.

[0072] Il est possible de déterminer facilement de nouvelles courbes pour une géométrie différente et/ou un alliage différent en soumettant un ensemble de profilés à des traitements thermiques de revenu avec des conditions différentes de durée et de température, puis en réalisant des tests pour déterminer l'effort maximal correspondant sur chaque profilé. On obtient ainsi un ensemble de points permettant de tracer les courbes souhaitées.

[0073] Selon une variante du premier mode de mise en oeuvre, la caractéristique fonctionnelle mesurée du profilé prélevé lors du test peut être la valeur de l'énergie absorbée pour un déplacement prédéterminé ou une autre caractéristique fonctionnelle déterminante dans la réponse fonctionnelle du profilé.

[0074] Selon un second mode de mise en oeuvre, un procédé selon l'invention est appliqué à la fabrication d'un profilé de même type que celui décrit pour le premier mode de mise en oeuvre, et dont la section est représentée à la figure 2. Toutefois, dans ce second mode de mise en oeuvre, la caractéristique fonctionnelle prépondérante choisie est la charge à la rupture R_m , le test de caractéristique utilisé étant un test de traction statique, parfaitement connu de l'homme du métier.

[0075] La figure 7 montre des courbes de référence permettant de décrire l'évolution de la charge de rupture R_m d'un profilé en fonction de la température T et de la durée du traitement thermique t . En particulier, trois segments de droites représentent l'évolution de la charge à la rupture pour trois températures T_1 , T_2 , T_3 correspondant respectivement dans l'exemple à 100, 110 et 120°C.

[0076] Il est ainsi possible de déterminer le temps de revenu nécessaire pour atteindre une valeur cible de la charge à la rupture comme décrit pour le premier mode de réalisation.

[0077] La relation exprimée par les courbes représentées sur la figure 7 entre la durée du traitement thermique

de revenu Δt , la température T lors de ce traitement, la charge à la rupture mesurée R_{m_m} et la charge à la rupture souhaitée R_{m_c} peut être calculée également par la for-

5 mule suivante : $\Delta t = \frac{R_{m_c} - R_{m_m}}{aT^2 + bT + c}$, les paramètres

a, b et c étant des constantes déterminées de façon empirique.

10 **[0078]** La durée du traitement thermique de revenu Δt est exprimée en heures (h), la température T lors de ce traitement en degrés Celsius (°C), la charge à la rupture mesurée R_{m_m} et la charge à la rupture souhaitée R_{m_c} en Méga Pascal (MPa).

15 **[0079]** En particulier, selon le second mode de mise en oeuvre, pour une durée de l'étape de revenu comprise entre 0 et 7h, et une température comprise entre 100°C et 135°C, les valeurs de ces constantes sont les suivantes :

20 a= 0.0018
b= -0.3143
c= 14.545

25 **[0080]** Comme précédemment pour le premier mode de mise en oeuvre, une fois que les conditions du traitement thermique de l'étape de revenu sont déterminées, dans une étape suivante, le traitement thermique ainsi défini est appliqué à tout le lot L dont est issu l'échantillon e.

30 **[0081]** Selon un troisième mode de réalisation, un procédé selon l'invention est appliqué à la fabrication d'un profilé de même type que celui décrit pour le premier mode de mise en oeuvre, et dont la section est représentée à la figure 2. Toutefois, dans ce troisième mode de mise en oeuvre, la caractéristique fonctionnelle prépondérante choisie est la limite d'élasticité $R_{p0,2}$ noté par la suite R_p , le test de caractéristique utilisé étant également un test de traction statique.

35 **[0082]** La figure 8 montre des courbes de référence permettant de décrire l'évolution de la limite d'élasticité R_p d'un profilé en fonction de la température T et de la durée du traitement thermique t . En particulier, trois segments de droites représentent l'évolution de la limite d'élasticité R_p pour trois températures T_1 , T_2 , T_3 correspondant respectivement dans l'exemple à 100, 110 et 120°C.

40 **[0083]** Il est possible ainsi de déterminer le temps de revenu nécessaire pour atteindre une valeur cible de la limite d'élasticité comme décrit pour le premier mode de réalisation.

45 **[0084]** La relation exprimée par les courbes représentées sur la figure 8 entre la durée du traitement thermique de revenu Δt , la température T lors de ce traitement, la limite d'élasticité mesurée R_{p_m} et la limite d'élasticité souhaitée R_{p_c} peut être calculée également par la for-

mule suivante : $\Delta t = \frac{Rp_c - Rp_m}{aT^2 + bT + c}$, les paramètres

a, b et c étant des constantes déterminées de façon empirique.

[0085] La durée du traitement thermique de revenu Δt est exprimée en heures (h), la température T lors de ce traitement en degrés Celsius (°C), la limite d'élasticité mesurée Rp_m et la limite d'élasticité souhaitée Rp_c en Méga Pascal (MPa).

[0086] En particulier, selon le troisième mode de mise en oeuvre, pour une durée de l'étape de revenu comprise entre 0 et 7h, et une température comprise entre 100°C et 135°C, les valeurs de ces constantes sont les suivantes :

a= 0.0035

b= -0.697

c= 35.135

[0087] Selon un quatrième mode de mise en oeuvre, un procédé de fabrication selon l'invention est appliqué à la fabrication de tôles en alliage d'aluminium par laminage.

[0088] Ce procédé comprend une étape de laminage entre deux cylindres d'un laminoir d'une masse d'alliage d'aluminium et un traitement thermique de trempe, dénommé par la suite « la trempe », pour obtenir une tôle.

[0089] De façon connue, les tôles subissent ultérieurement, comme précédemment décrit dans le premier mode de mise en oeuvre, une étape de traitement thermique dans un four, dite étape de revenu.

[0090] Comme nous l'avons vu précédemment pour les premier à troisième modes de réalisation, des étapes complémentaires sont prévues avant l'étape de revenu.

[0091] Ainsi, le procédé comporte une étape de prélèvement, dans laquelle les tôles sont constituées en lots L, chaque lot comprenant un ensemble de tôles possédant des paramètres de fabrication communs.

[0092] En particulier, l'ensemble des tôles d'un même lot L sont :

- (a) issues d'un même alliage et d'une même coulée,
- (b) réalisées sur un même laminoir,
- (c) réalisées à travers les mêmes cylindres de laminoir, et
- (d) issues du laminage et de la trempe d'une même quantité de métal dont la masse est limitée et pour laquelle l'interruption du laminage et/ou de la trempe ne dépasse pas une durée déterminée.

[0093] Si l'une des conditions (a) à (d) n'est plus respectée, un changement de lot est opéré.

[0094] Lors de l'étape de prélèvement, un échantillon e est prélevé dans chaque lot de tôles comprenant par exemple une tôle.

[0095] Dans une étape suivante de test de caractéristique fonctionnelle, au moins une caractéristique fonc-

tionnelle de l'échantillon e est mesurée.

[0096] En particulier, dans ce quatrième mode de réalisation, la caractéristique fonctionnelle mesurée est un angle limite de pliage A, représentatif du comportement en flexion de la tôle.

[0097] Le test utilisé pour réaliser la mesure de cette caractéristique est un test de pliage ou de flexion. Ce test consiste à réaliser une découpe d'éprouvettes dans une ou plusieurs tôles, de préférence de forme carrée, d'identifier le sens de laminage, pour choisir un test de pliage dans le sens long ou dans le sens travers par rapport au sens de laminage, et de la positionner sur un banc de test, comprenant :

- deux cylindres horizontaux sur lesquels est posée l'éprouvette, l'entrefer entre les cylindres étant fonction de l'épaisseur de la tôle, et
- un poinçon destiné à former un appui localisé sur l'éprouvette, entre les deux cylindres, pour provoquer un pliage de l'éprouvette entre les cylindres.

[0098] Les critères d'arrêt du test sont :

- la pénétration du poinçon jusqu'à une profondeur prédéfinie, par exemple de l'ordre de 15 mm, ou
- la chute d'effort d'une valeur prédéterminée, par exemple de 15 N après avoir observé un effort maximal.

[0099] Lorsque le test est arrêté, l'angle limite de pliage A formé par l'échantillon est mesuré à l'aide d'un rapporteur d'angle.

[0100] A la suite de l'étape de test, il est possible ainsi de déterminer le temps de revenu nécessaire pour atteindre une valeur cible de l'angle limite de pliage A_c à partir d'une valeur mesurée A_m pour le lot de tôles en utilisant des courbes obtenues de façon similaire à celles décrites pour le premier mode de réalisation.

[0101] Bien entendu, quelque-soit le mode de mise en oeuvre, un échantillon e peut comprendre plusieurs éprouvettes. De même, plusieurs échantillons e issus de lots L distincts peuvent donner les mêmes résultats lors du test E11. Dans ce cas, il est possible de rassembler ces lots en un ensemble auquel sera appliqué le même traitement thermique de revenu.

[0102] Comme il va de soi, l'invention ne se limite pas aux formes de mise en oeuvre préférentielles décrites ci-dessus, à titre d'exemples non limitatifs ; elle embrasse au contraire toutes les variantes.

[0103] D'autres applications du procédé, en dehors de la fabrication d'absorbeurs de chocs ou de poutres de pare-chocs, sont également possibles. En particulier, il est possible de fabriquer des profilés ou des tôles en alliage d'aluminium destinés à former des renforts de portières ou renforts latéraux, rails anti-intrusion, longerons, et de manière générale, tous les profilés ou les tôles en alliage d'aluminium dont la caractéristique fonctionnelle prépondérante est une caractéristique mécanique stati-

que du type limite d'élasticité, charge de rupture et/ou allongement, ou dont la caractéristique fonctionnelle prépondérante est le comportement en flexion par exemple angle limite de pliage.

[0104] Selon les applications, les tests de caractéristiques fonctionnelles peuvent être adaptés au type de demi-produit utilisé ou à la caractéristique fonctionnelle à mesurer.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un demi-produit constitué d'une tôle ou d'un profilé en alliage d'aluminium, destiné notamment à former un composant de structure de véhicule automobile permettant l'absorption d'énergie de façon irréversible lors d'une collision contre un obstacle ou choc, comprenant les étapes consistant en :

- une étape de fabrication du demi-produit, constituée par un laminage et une trempe ou par une extrusion (E6) d'alliage d'aluminium afin d'obtenir un demi-produit,
- une étape de traitement thermique de revenu du demi-produit (E13),

caractérisé en ce que,

avant l'étape de revenu (E13), un échantillon (e) est prélevé (E10) sur un lot (L) comprenant un ensemble de demi-produits possédant des paramètres de fabrication communs, afin de subir un test (E11) d'au moins une de ses caractéristiques fonctionnelles (F), les conditions (T, Δt) de l'étape de revenu (E13) étant déterminées (E12) en fonction de la valeur mesurée (C_m , F_m , R_{m_m} , R_{p_m} , A_m) lors du test (E11) et d'une valeur cible (C_c , F_c , R_{m_c} , R_{p_c} , A_c) de l'au moins une caractéristique fonctionnelle (F), l'étape de traitement thermique de revenu (E13) étant appliquée dans les conditions (T, Δt) déterminées à l'ensemble du lot (L) dont est issu l'échantillon (e).

2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, dans lequel l'ensemble des demi-produits d'un même lot (L) est issu d'un même alliage et d'une même coulée (E3) de cet alliage.
3. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel l'ensemble des demi-produits d'un même lot (L) est réalisé sur respectivement un même laminoir ou une même presse d'extrusion.
4. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'ensemble des demi-produits d'un même lot (L) est réalisé à travers respectivement les mêmes cylindres de laminoir ou une même filière.

5. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'ensemble des demi-produits d'un même lot (L) est issu respectivement soit du laminage et de la trempe soit de l'extrusion d'une même quantité de métal dont la masse est limitée et pour laquelle l'interruption respectivement soit du laminage et/ou de la trempe soit de l'extrusion entre deux portions de la quantité de métal ne dépasse pas une durée déterminée.

6. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel une période de maturation à température ambiante (E9) est observée avant le test (E11) des caractéristiques fonctionnelles d'un échantillon (e) extrait d'un lot (L).

7. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le test (E11) des caractéristiques fonctionnelles de l'échantillon (e) prélevé est un test d'écrasement d'un échantillon (e) de longueur donnée par une presse, lors duquel le déplacement (d) de la tête d'écrasement de la presse et les efforts appliqués (F) par la tête d'écrasement de la presse sont enregistrés.

8. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le test (E11) des caractéristiques fonctionnelles de l'échantillon (e) prélevé est un test de traction d'un échantillon (e).

9. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le test (E11) des caractéristiques fonctionnelles de l'échantillon (e) prélevé est un test de pliage d'un échantillon (e).

10. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la caractéristique fonctionnelle mesurée de l'échantillon (e) prélevé lors du test (E11) est la valeur de l'effort maximal (F_m) à exercer sur le demi-produit pour obtenir une déformation du demi-produit correspondant à un déplacement prédéterminé (do).

11. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la caractéristique fonctionnelle mesurée de l'échantillon (e) prélevé lors du test est la valeur de l'énergie absorbée pour obtenir une déformation du demi-produit correspondant à un déplacement prédéterminé (do).

12. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 6 et selon la revendication 8, dans lequel la caractéristique fonctionnelle mesurée de l'échantillon (e) prélevé lors du test est une caractéristique mécanique représentative du comportement en traction du type limite d'élasticité (R_p), charge de rupture (R_m) et/ou allongement.

13. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 6 et selon la revendication 9, dans lequel la caractéristique fonctionnelle mesurée de l'échantillon (e) prélevé lors du test est une caractéristique mécanique représentative du comportement en flexion du type angle limite de pliage (A). 5
14. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel les conditions du traitement thermique de revenu (E13) déterminées en fonction des résultats du test (E11) sont au minimum un couple durée du traitement (Δt) et température de traitement (T). 10
15. Procédé de fabrication d'un demi-produit selon la revendication 14, dans lequel la température (T) et la durée du traitement (Δt) sont déterminées en : 15
- choisissant la valeur de l'une des deux conditions (T, Δt), 20
 - prenant en compte la valeur mesurée (F_m , R_{m_m} , R_{p_m} , A_m) de la caractéristique fonctionnelle de l'échantillon prélevé (e) et la valeur cible (F_c , R_{m_c} , R_{p_c} , A_c) de la caractéristique, 25
 - mettant en correspondance ces valeurs et des courbes de référence afin de déterminer la seconde condition (T, Δt).
16. Procédé de fabrication d'un demi-produit selon la revendication 14, dans lequel la relation entre la durée du traitement thermique de revenu Δt , la température T lors de ce traitement, la valeur mesurée de la caractéristique fonctionnelle C_m et la valeur souhaitée de la caractéristique fonctionnelle C_c est calculée par la formule suivante : 30
- $$\Delta t = \frac{C_c - C_m}{aT^2 + bT + c}, \text{ les paramètres } a, b \text{ et } c$$
- étant des constantes déterminées de façon empirique. 35
17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16, dans lequel les demi-produits sont destinés à la fabrication d'absorbeurs de choc d'un système d'absorption d'énergie de type "pare-chocs automobile", assurant l'interface entre une poutre de pare-chocs et les autres composants de la structure de caisse. 45
18. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16, dans lequel les demi-produits sont destinés à la fabrication de poutres de pare-chocs. 50

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs bestehend aus einem Blech oder einem Profil aus Aluminiumlegierung, das insbesondere zur Bildung eines

Kraftfahrzeug-Strukturbauteils bestimmt ist, welches bei einem Aufprall auf ein Hindernis oder Crash irreversibel Energie aufzunehmen vermag, mit folgenden Verfahrensschritten:

- einem Schritt zur Herstellung des Halbzeugs, bestehend aus einem Walzen und Abschrecken bzw. einem Strangpressen (E6) einer Aluminiumlegierung, um ein Halbzeug zu erhalten,
- einem Schritt zur Warmauslagerungsbehandlung des Halbzeugs (E13),

dadurch gekennzeichnet, dass

vor dem Auslagerungsschritt (E13) aus einem Fertigungslos (L) bestehend aus einer Gruppe von Halbzeugen mit gemeinsamen Herstellungsparametern eine Probe (e) entnommen wird (E10), um mindestens eine ihrer Funktionseigenschaften (F) einem Test (E11) zu unterziehen, wobei die Bedingungen (T, Δt) des Auslagerungsschritts (E13) in Abhängigkeit von dem bei diesem Test (E11) gemessenen Wert (C_m , F_m , R_{m_m} , R_{p_m} , A_m) und einem Zielwert (C_c , F_c , R_{m_c} , R_{p_c} , A_c) der mindestens einen Funktionseigenschaft (F) festgelegt werden (E12), wobei die Warmauslagerungsbehandlung (E13) unter den festgelegten Bedingungen (T, Δt) auf das gesamte Fertigungslos (L) angewandt wird, aus dem die Probe (e) stammt.

2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem sämtliche Halbzeuge desselben Fertigungsloses (L) aus derselben Legierung und demselben Abguss (E3) dieser Legierung stammen. 30
3. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem sämtliche Halbzeuge desselben Fertigungsloses (L) auf demselben Walzgerüst bzw. derselben Strangpresse gefertigt werden. 35
4. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem sämtliche Halbzeuge desselben Fertigungsloses (L) mit denselben Walzgerüstwalzen bzw. demselben Strangpresswerkzeug gefertigt werden. 40
5. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem sämtliche Halbzeuge desselben Fertigungsloses (L) jeweils entweder aus dem Walz- und Abschreckvorgang oder aus dem Strangpressvorgang derselben Metallmenge stammen, deren Masse begrenzt ist und bei der die Unterbrechung entweder des Walz- und/oder Abschreckvorgangs bzw. des Strangpressvorgangs zwischen zwei Portionen der Metallmenge eine bestimmte Dauer nicht übersteigt. 55
6. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem vor dem Test (E11) der Funktionsei-

genschaften einer entnommenen Probe (e) aus dem Fertigungslos (L) eine Kaltauslagerungszeit bei Raumtemperatur (E9) eingehalten wird.

7. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der Test (E11) der Funktionseigenschaften der entnommenen Probe (e) ein Stauchtest einer Probe (e) gegebener Länge mit einer Presse ist, bei welchem die Bewegung (d) des Stauchkopfs der Presse und die von dem Stauchkopf der Presse aufgebrachten Kräfte (F) aufgezeichnet werden. 5 10
8. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der Test (E11) der Funktionseigenschaften der entnommenen Probe (e) ein Zugtest einer Probe (e) ist. 15
9. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der Test (E11) der Funktionseigenschaften der entnommenen Probe (e) ein Biegetest einer Probe (e) ist. 20
10. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die beim Test (E11) gemessene Funktionseigenschaft der entnommenen Probe (e) der Wert der auf das Halbzeug auszuübenden maximalen Kraft (Fm) ist, um eine Verformung des Halbzeugs entsprechend einer vorbestimmten Bewegung (do) zu erreichen. 25 30
11. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die beim Test gemessene Funktionseigenschaft der entnommenen Probe (e) der Wert der aufgenommenen Energie ist, um eine Verformung des Halbzeugs entsprechend einer vorbestimmten Bewegung (do) zu erreichen. 35
12. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die beim Test gemessene Funktionseigenschaft der entnommenen Probe (e) eine für das Zugverhalten charakteristische Festigkeitseigenschaft vom Typ Elastizitätsgrenze (Rp), Bruchlast (Rm) und/oder Dehnung ist. 40
13. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und nach Anspruch 9, bei dem die beim Test gemessene Funktionseigenschaft der entnommenen Probe (e) eine für das Biegeverhalten charakteristische Festigkeitseigenschaft vom Typ Grenzbiegewinkel (A) ist. 45 50
14. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem die in Abhängigkeit von den Ergebnissen des Tests (E11) festgelegten Bedingungen der Warmauslagerungsbehandlung (E13) mindestens aus dem Paar Behandlungsdauer (Δt) und Behandlungstemperatur (T) bestehen. 55

15. Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs nach Anspruch 14, bei dem die Temperatur (T) und die Dauer der Behandlung (Δt) dadurch festgelegt werden, dass:
 - der Wert einer der beiden Bedingungen (T, Δt) gewählt wird,
 - der gemessene Wert (Fm, Rm_m, Rp_m, Am) der Funktionseigenschaft der entnommenen Probe (e) und der Zielwert (Fc, Rm_c, Rp_c, Ac) der Eigenschaft berücksichtigt werden,
 - diese Werte sowie Referenzkurven zueinander in Beziehung gesetzt werden, um die zweite Bedingung (T, Δt) festzulegen.

16. Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs nach Anspruch 14, bei dem die Relation zwischen der Dauer der Warmauslagerungsbehandlung Δt , der Temperatur T bei dieser Behandlung, dem gemessenen Wert der Funktionseigenschaft Cm und dem gewünschten Wert der Funktionseigenschaft Cc mit folgender Formel berechnet wird:

$$\Delta t = \frac{Cc - Cm}{aT^2 + bT = c}, \text{ wobei die Parameter a, b und c empirisch bestimmte Konstanten sind.}$$

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei dem die Halbzeuge für die Herstellung von Stoßaufnehmern eines Energieaufnahmesystems vom Typ "Kraftfahrzeug-Stoßfänger" bestimmt sind, die die Grenzfläche zwischen einem Stoßfängerträger und den anderen Bauteilen der Wagenstruktur gewährleisten.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei dem die Halbzeuge für die Herstellung von Stoßfängerträgern bestimmt sind.

Claims

1. Method for fabrication of a partly finished product composed of an aluminium alloy plate or section, designed particularly to form a structural component of an automobile vehicle capable of irreversibly absorbing energy at the time of a collision with an obstacle or a shock, including steps consisting of:
 - a fabrication step of the partly finished product, consisting of rolling and quenching or extrusion (E6) of an aluminium alloy in order to obtain a partly finished product,
 - a tempering heat treatment step of the partly finished product (E13),

characterised in that,

before the tempering step (E13), a sample (e) is

- drawn off (E10) from a batch (L) comprising a set of partly finished products with common fabrication parameters, so that a test (E11) of at least one of its functional characteristics (F) can be made on it, the conditions (T, Δt) of the tempering step (E13) being determined (E12) as a function of the measured value (C_m, F_m, R_{m_m}, R_{p_m}, A_m) during the test (E11) and a target value (C_c, F_c, R_{m_c}, R_{p_c}, A_c) of at least one functional characteristic (F), the tempering heat treatment step (E13) being applied under determined (T, Δt) conditions on the entire batch (L) from which the sample (e) is taken.
2. Fabrication method according to claim 1, in which the set of partly finished products of one particular batch (L) is derived from the same alloy and the same casting (E3) of this alloy.
 3. Fabrication method according to either claim 1 or 2, in which the set of partly finished products of one particular batch (L) is made on the same roll or the same extrusion press.
 4. Fabrication method according to one of claims 1 to 3, in which the set of partly finished products of one particular batch (L) is made between the same rolling cylinders or the same die.
 5. Fabrication method according to one of claims 1 to 4, in which the set of partly finished products of one particular batch (L) is derived either from rolling or from quenching, or from extrusion of the same quantity of metal with limited mass and for which the interruption to rolling and/or quenching respectively between two portions of the quantity of metal does not exceed a determined duration.
 6. Fabrication method according to one of claims 1 to 5, in which a curing period at ambient temperature (E9) is observed before the test (E11) of functional characteristics of a sample (e) drawn off from a batch (L).
 7. Fabrication method according to one of claims 1 to 6, in which the test (E11) of functional characteristics of the drawn off sample (e) is a crushing test on a sample (e) with given length using a press, during which the displacement (d) of the press crushing head and the forces (F) applied by the press crushing head are recorded.
 8. Fabrication method according to one of claims 1 to 6, in which the test (E11) of functional characteristics of the drawn off sample (e) is a tensile test on a sample (e).
 9. Fabrication method according to one of claims 1 to 6, in which the test (E11) of functional characteristics of the drawn off sample (e) is a bending test on a sample (e).
 10. Fabrication method according to one of claims 1 to 7, in which the measured functional characteristic of the sample (e) drawn off during the test (E11) is the value of the maximum force (F_m) to be applied on the partly finished product to obtain a strain of the partly finished product corresponding to a predetermined displacement (do).
 11. Fabrication method according to one of claims 1 to 7, in which the measured functional characteristic of the sample (e) drawn off during the test is the value of the energy absorbed to obtain a strain of the partly finished product corresponding to a predetermined displacement (do).
 12. Fabrication method according to one of claims 1 to 6 and according to claim 8, in which the measured functional characteristic of the sample (e) drawn off during the test is a mechanical characteristic representative of the tension behaviour such as the yield stress (R_p), the ultimate load (R_m) and/or the elongation.
 13. Fabrication method according to one of claims 1 to 6 and according to claim 9, in which the measured functional characteristic of the sample (e) drawn off during the test is a mechanical characteristic representative of the bending behaviour such as the limiting bending angle (A).
 14. Fabrication method according to one of claims 1 to 13, in which the tempering heat treatment conditions (E13) determined depending on the results of the test (E11) are at least a pair consisting of the treatment duration (Δt) and the treatment temperature (T).
 15. Fabrication method of a semi-finished product according to claim 14, in which the treatment temperature (T) and duration (Δt) are determined as follows:
 - choose the value of one of the two conditions (T, Δt),
 - take account of the measured value (F_m, R_{m_m}, R_{p_m}, A_m) of the functional characteristic of the drawn off sample and the target value (F_c, R_{m_c}, R_{p_c}, A_c) of the characteristic,
 - make these values and the reference curves correspond so as to determine the second condition (T, Δt)
 16. Fabrication method of a semi-finished product according to claim 14, in which the relation between the duration of the tempering heat treatment Δt , the temperature T during this treatment, the measured

value of the functional characteristic C_m and the required value of the functional characteristic C_c is calculating using the following formula:

$$\Delta t = \frac{C_c - C_m}{aT^2 + bT + c}, \text{ the parameters } a, b \quad 5$$

and c being empirically determined constants.

17. Method according to one of claims 1 to 16, in which the partly finished products will be used for the fabrication of shock absorbers in an "automobile bumper" type energy absorption system, forming the interface between a bumper beam and the other components of the body structure. 10
18. Method according to one of claims 1 to 16, in which the partly finished products will be used for the fabrication of shock absorber beams. 15

20

25

30

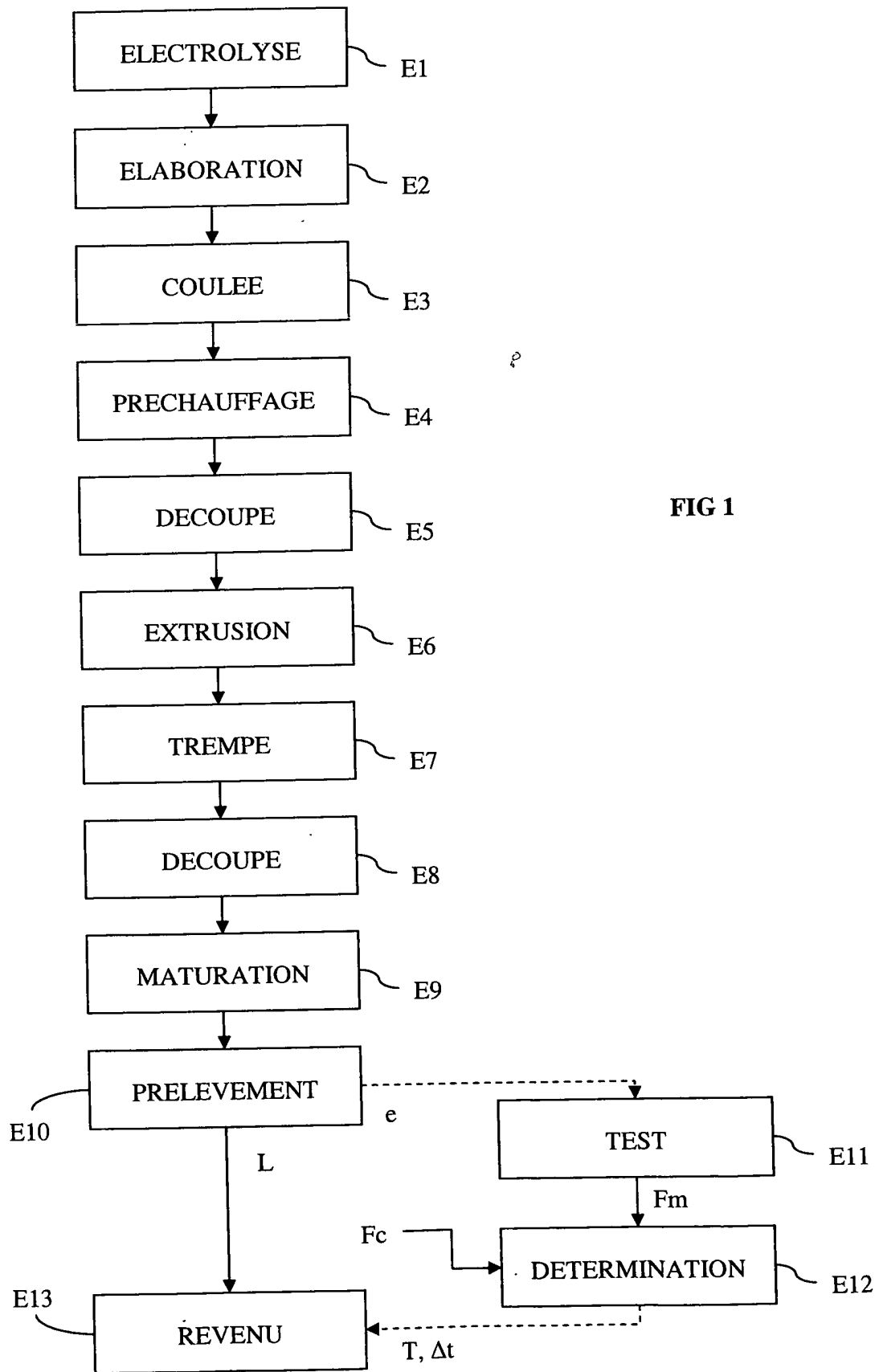
35

40

45

50

55



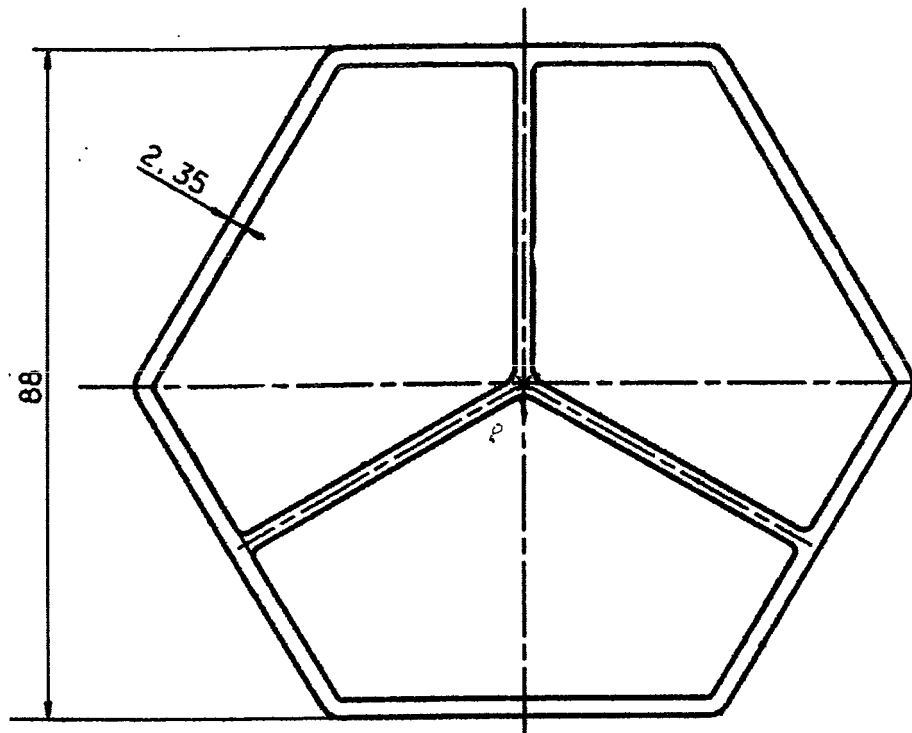


FIG. 2

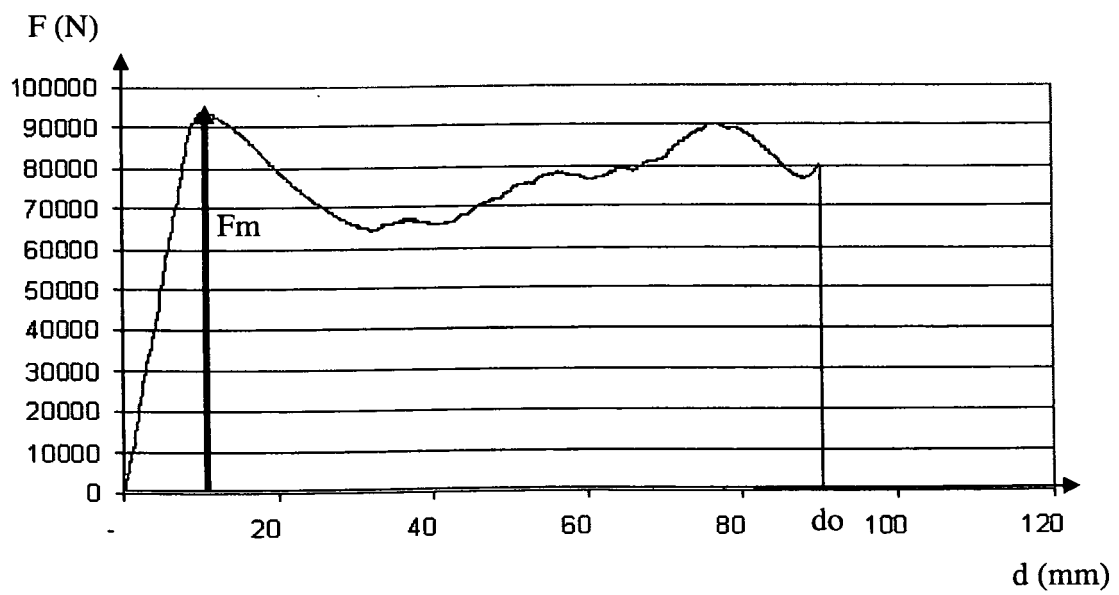


FIG. 3

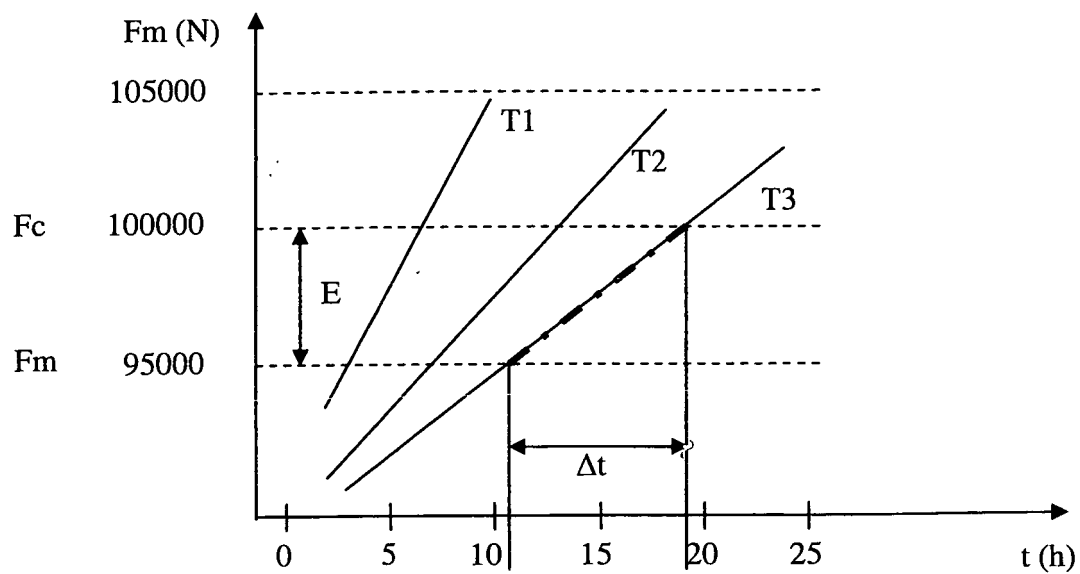


FIG. 4

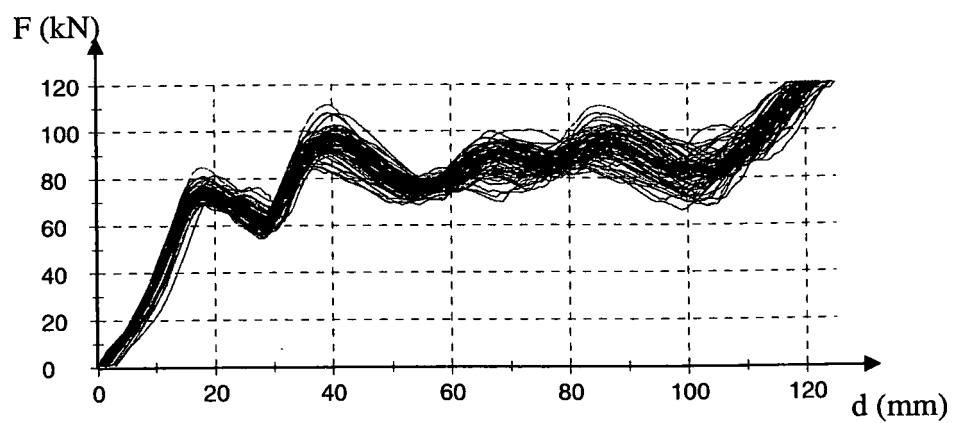


FIG. 5

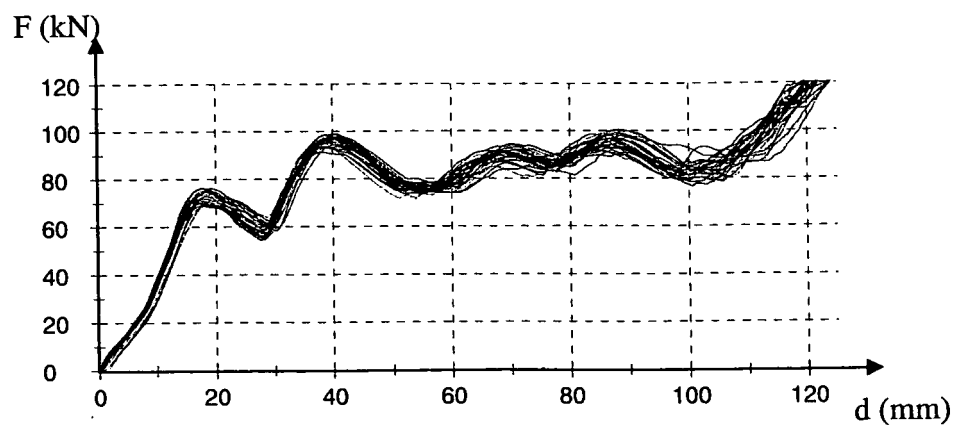


FIG. 6

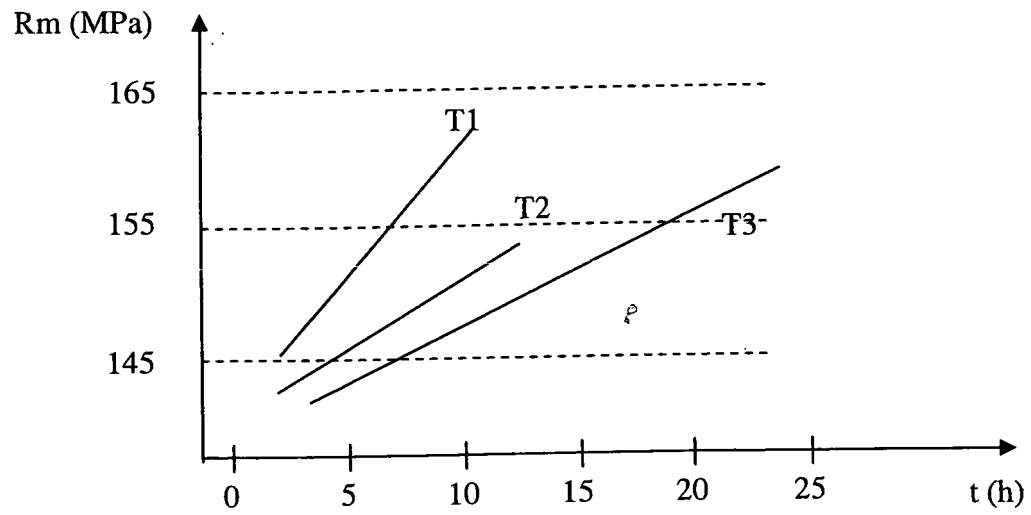


FIG. 7

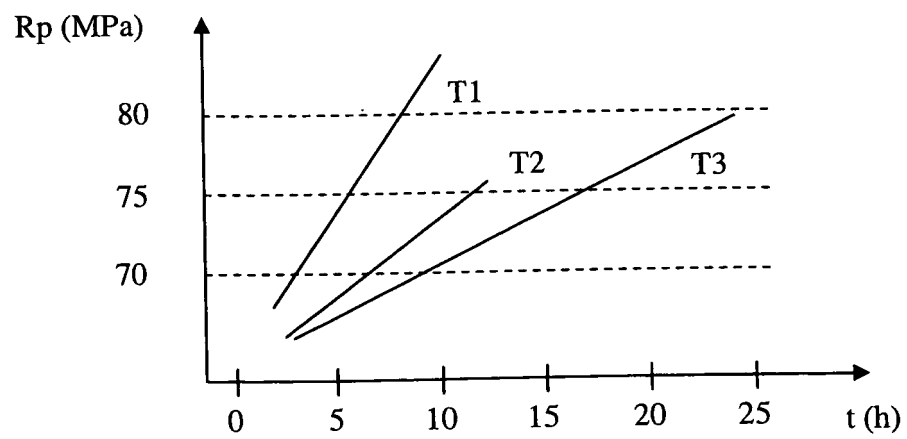


FIG. 8

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1041165 A [0010]