

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 630 937**

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

②1 N° d'enregistrement national : **88 06430**

⑤1 Int Cl* : B 21 D 26/02; B 29 D 37/01.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 3 mai 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 45 du 10 novembre 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *CEGEDUR SOCIETE DE TRANSFORMA-
TION DE L'ALUMINIUM PECHINEY.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jean-Paul Biboud ; Jean-Mary Wattier.

⑦3 Titulaire(s) :

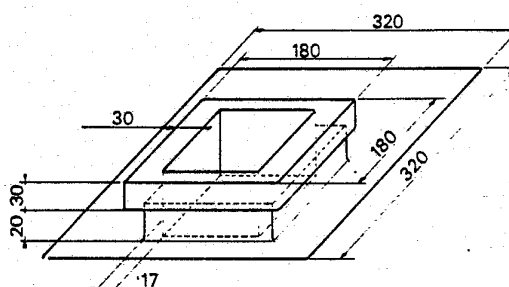
⑦4 Mandataire(s) : Léon Séraphin, Pechiney.

⑤4 Outillage pour mise en forme de matériaux métalliques en feuille et procédé correspondant.

⑤7 L'invention concerne un outillage pour mise en forme de
matériaux métalliques sous forme de feuilles, particulièrement
pour l'obtention de formes complexes, non rectilignes, ou
présentant des angles rentrants ou à contre-dépouille.

Cet outillage est particulièrement adapté à la mise en forme
des matériaux superplastiques.

L'outillage selon l'invention est caractérisé en ce qu'il com-
prend au moins une partie en contre-dépouille réalisée en un
matériau soluble dans un liquide déterminé, de préférence l'eau
ou un milieu essentiellement aqueux (par exemple NaCl).



FR 2 630 937 - A1

D

**OUTILLAGE POUR MISE EN FORME DE MATERIAUX METALLIQUES
EN FEUILLE ET PROCEDE CORRESPONDANT**

L'invention concerne un outillage pour mise en forme de matériaux métalliques sous forme de feuilles, particulièrement pour l'obtention de formes complexes, non rectilignes, ou présentant des angles rentrants ou à contre-dépouille. Cet outillage est particulièrement adapté à
5 la mise en forme de matériaux superplastiques.

La mise en forme des matériaux en feuille se fait essentiellement par pliage, emboutissage, cintrage, roulage, fluotournage, etc... - Cependant ces méthodes sont limitées à des pièces de formes simples et convexes; il est en particulier difficile d'obtenir des formes avec des nervures
10 à contours fermés ou plus généralement présentant des parties en contre-dépouille. Dans ce cas, il faut prévoir des outillages en plusieurs parties, démontables et extractibles de ces parties en contre-dépouille.

L'invention se propose de résoudre cette difficulté.

15 L'outillage selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend au moins une partie en contre-dépouille que nous désignerons par "noyau", réalisée en un matériau soluble dans un liquide déterminé, de préférence l'eau ou un milieu essentiellement aqueux. Cette partie est associée au reste de l'outillage, réalisé de façon classique, pour constituer
20 le moule, gabarit, forme, etc... dans ou sur laquelle est déformée la feuille métallique.

Le noyau est de préférence réalisé en sel marin comprimé, celui-ci pouvant contenir une proportion plus ou moins importante d'un additif
25 granulaire insoluble tel que du sable, du mica, talc, etc. Cependant, on peut utiliser tout matériau soluble, conformable à la forme recherchée et présentant une résistance suffisante aux efforts mécaniques et/ou thermiques subis en cours du formage.

30 Le noyau soluble peut être renforcé mécaniquement par une armature interne souple, continue ou divisée, telle qu'un fil de fer - (ou éléments en fil de fer).

Bien sûr, comme cela est connu, le formage superplastique peut être
35 associé à un soudage par diffusion local ou généralisé (SPF-DB) pour obtenir le produit final.

Le démoulage se fait généralement par extraction de la pièce formée, contenant les noyaux, qui est ensuite plongée dans le milieu solvant approprié afin d'éliminer les noyaux solubles.

5 Lorsque la complexité de la pièce formée et du moule ne permet pas la séparation immédiate de ces 2 éléments après formage, il est préférable de prévoir des ouvertures ou canaux dans l'épaisseur du moule et/ou des ouvertures dans la pièce au droit des noyaux solubles. Le démoulage se fait alors par immersion complète de l'ensemble moule-pièce dans
10 le milieu soluble utilisé.

Si le formage est effectué à chaud, dans les conditions de température telles qu'elles correspondent à la mise en solution, le milieu solvant peut également servir le cas échéant de milieu de trempe métallurgique, soit par immersion de la pièce, soit par immersion de l'ensemble pièce
15 + moule.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des exemples suivants :

La figure 1 représente une vue en perspective de la pièce formée.

20 La figure 2 représente une section en coupe de noyau soluble en NaCl utilisé.

La figure 3 représente une vue en coupe schématique de l'ensemble dispositif de formage utilisé par la méthode dite du formage assisté par poinçon et pression gazeuse, ainsi que les différentes phases de ce
25 formage:

- a) position initiale (fig. 3a)
- b) drapage de l'outil (fig. 3b)
- 30 c) pression gazeuse (fig. 3c)
- d) fin du formage (fig. 3d)

La figure 4 représente l'évolution de la pression au cours du temps.

35 La figure 5 représente en perspective une pièce obtenue selon l'invention et présentant une partie soudée par diffusion à l'état solide.

EXEMPLE 1

Un flan (1) en alliage d'Al 7475 selon la nomenclature de l'Aluminium Association, de 400x400 mm² et de 2 mm d'épaisseur à l'état superplastique, a été formé à chaud en une pièce dont la forme et les dimensions
5 (en mm) sont reportées à la figure 1.

Un noyau de chlorure de sodium comprimé sous 60 MPa et usiné à été utilisé pour le formage; il a la forme d'un anneau carré dont la section droite et les dimensions sont données dans la figure 2.

10 Ce noyau est encastré sur 5 mm dans le plateau porte-outil de formage 3.

L'essai s'est déroulé dans les conditions suivantes:

15 L'ensemble de l'outillage soit le porte-outil 3 solidaire d'un piston 4, le noyau 2 et les serre-flans 5, est porté à une température de 516°C + ou - 2°C dans un four réglé (non représenté).

Le flan 1 est introduit dans l'outillage et la température de l'outillage et du flan est stabilisé à 516°C.

20 Le serre-flan supérieur 5a est alors serré contre le serre-flan inférieur 5b en emprisonnant la périphérie du flan 1.

Le porte-outil 3 est alors soulevé à une vitesse telle que la déformation du flan soit sensiblement constante et égale à $\dot{\epsilon} = 2.10^{-4} \text{ sec}^{-1}$.

Lorsque le porte-outil atteint le niveau de jonction des serre-flans,
25 on arrête sa course et on applique une pression d'air dont l'évolution au cours du temps est reportée à la figure 4.

A la fin du cycle le four est mis à l'air et après ouverture des serre-flans, la pièce, c'est-à-dire la feuille formée, est évacuée vers le haut avec le noyau de sel.

30 Le noyau est ensuite dissous dans l'eau par immersion de la pièce.

EXEMPLE 2

Un flan de même nature et de même dimension que celui de l'EXEMPLE 1 a été formé de manière analogue pour obtenir une pièce représentée
35 à la fig. 5, le noyau soluble ayant la forme d'un barreau parallélépipédique muni de pieds-supports 6 cylindriques.

Les seules différences essentielles avec l'exemple 1, sont, comme cela est connu, la préparation de surface de la tôle avant essai éliminant

les couches d'oxyde superficiel, la mise sous vide de l'enceinte (5a, 5b) avant formage et l'application d'une pression dans l'enceinte 5a, de manière à appliquer une pression différentielle sensiblement analogue à celle de la fig. 4.

- 5 Il en résulte à la fin du cycle une jonction 7 par soudage par diffusion à l'état solide du flan 1 entre les pieds-supports 6.

REVENDICATIONS

1. Outillage pour la mise en forme de matériaux métalliques en feuille caractérisé en ce que les parties rentrantes ou en contre-dépouille sont constituées par des noyaux réalisés en un matériau soluble dans un solvant approprié.

5

2. Outillage selon la rev. 1 caractérisé en ce que le solvant est l'eau ou un milieu essentiellement aqueux.

3. Outillage selon la rev. 1 ou 2 caractérisé en ce que le noyau est constitué de sel marin comprimé.

10

4. Outillage selon la rev. 3 caractérisé en ce que le noyau comporte des éléments granulaires insolubles (sable, mica, etc...)

5. Outillage selon l'une des rev. 3 ou 4 caractérisé en ce que le noyau est armé par une armature filiforme souple, continue ou discrète.

15

6. Outillage selon l'une des rev. 1 à 5 caractérisé en ce que celui-ci comporte des ouvertures ou canaux traversants au droit des noyaux solubles.

20

7. Méthode de formage d'un matériau métallique en feuille caractérisé en ce que:

- on prépare un moule suivant l'une des rev. 1 à 6
- on forme la feuille sur ou dans ledit moule
- on sépare la feuille formée et (ou les) noyau(x) dudit moule
- on plonge la feuille formée dans le milieu solvant approprié.

25

8. Méthode de formage d'un matériau métallique en feuille caractérisé en ce que:

30

- on prépare un moule suivant l'une des rev. 1 à 6
- on forme la feuille sur ou dans ledit moule
- on plonge l'ensemble moule-feuille formée dans le milieu solvant approprié.

35

9. Méthode selon l'une des rev. 7 à 8 caractérisé en ce que le formage est pratiqué dans le domaine superplastique du matériau en feuille utilisé.

5 10. Méthode selon l'une des rev. 7 à 9 caractérisé en ce que le milieu solvant constitue le milieu de trempe métallurgique de l'alliage constituant la feuille.

10 11. Feuille formée selon la méthode revendiquée aux rev. 8 à 10 caractérisé en ce qu'elle présente des ouvertures au droit des noyaux solubles.

1-4

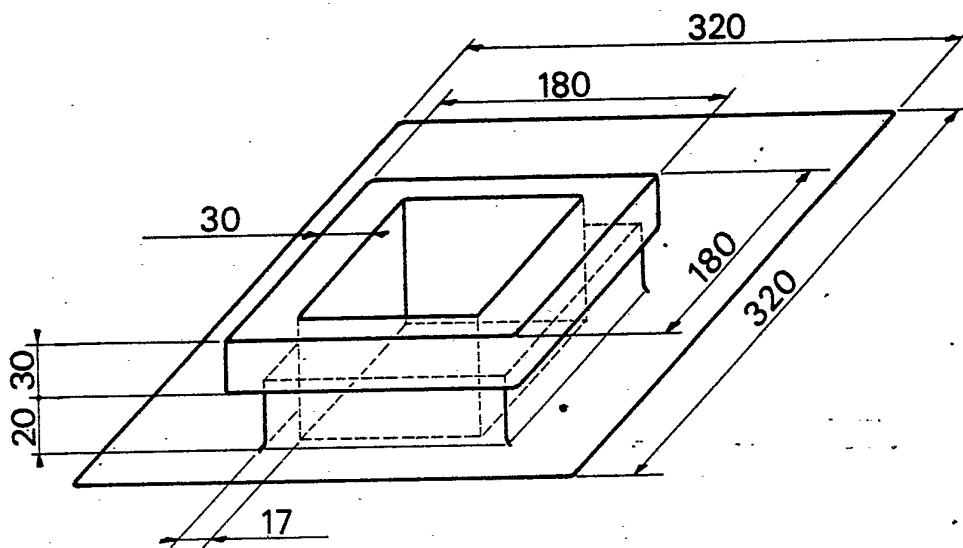


FIG.1

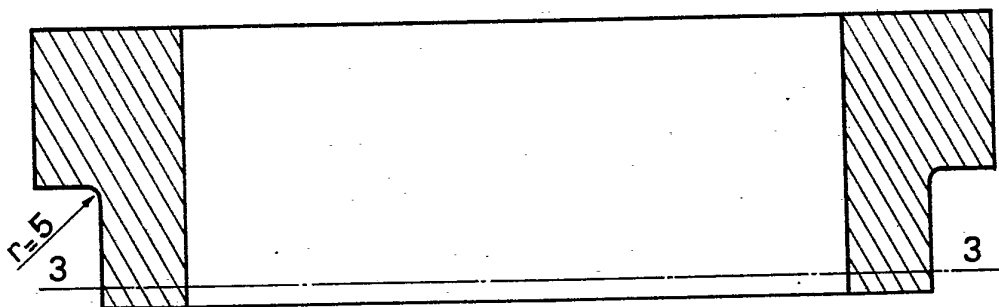


FIG.2

2-4

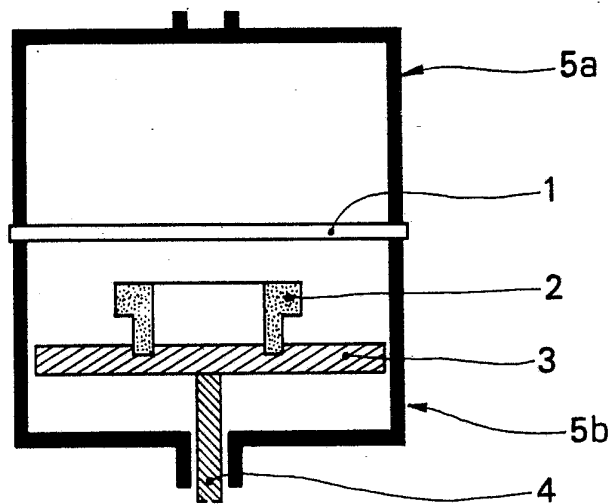


FIG. 3a

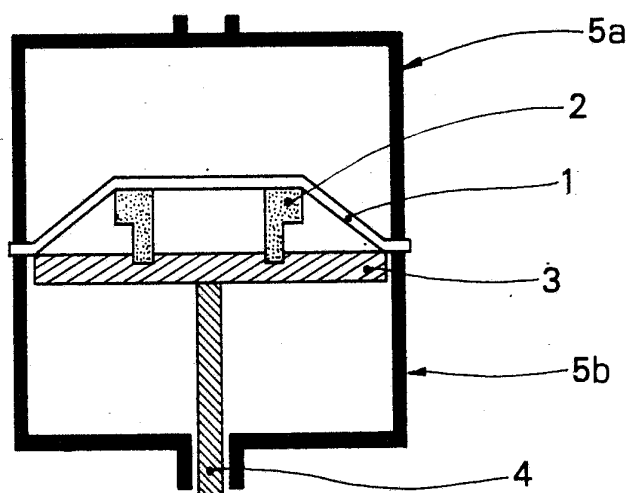


FIG. 3b

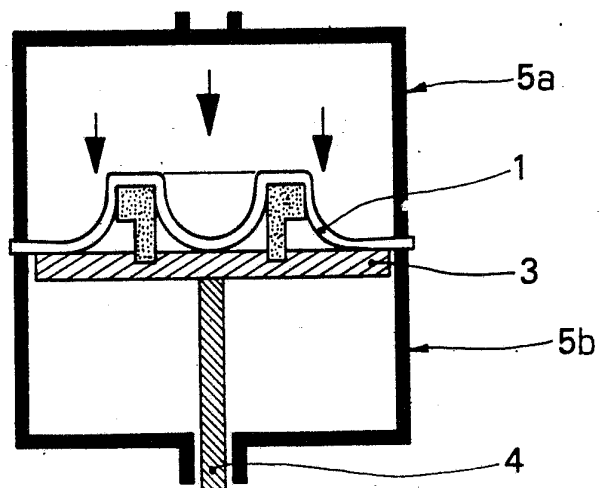


FIG. 3c

3-4

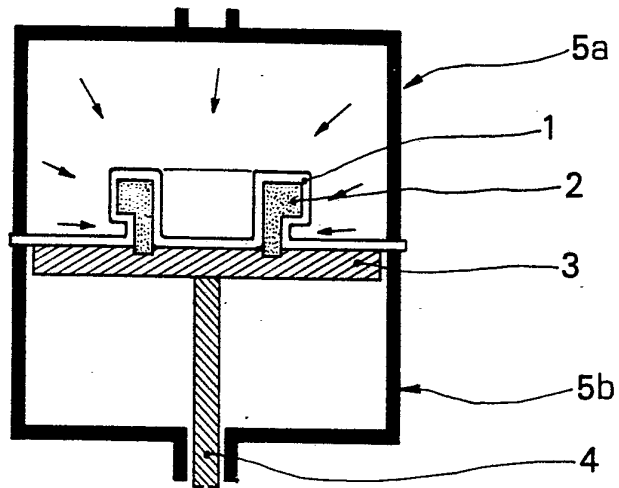


FIG. 3d

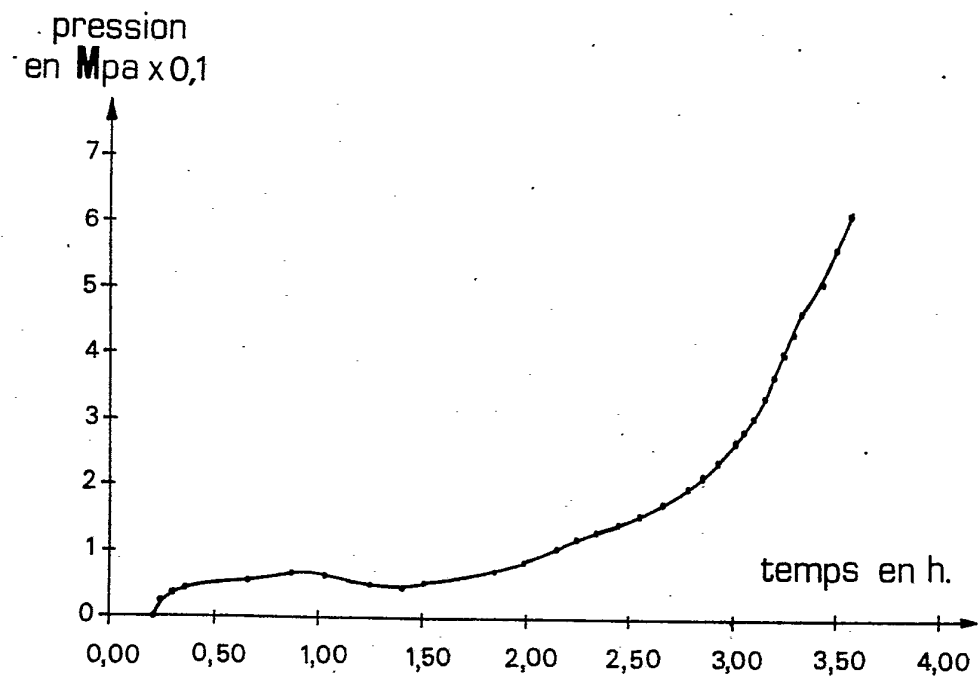


FIG. 4

4-4

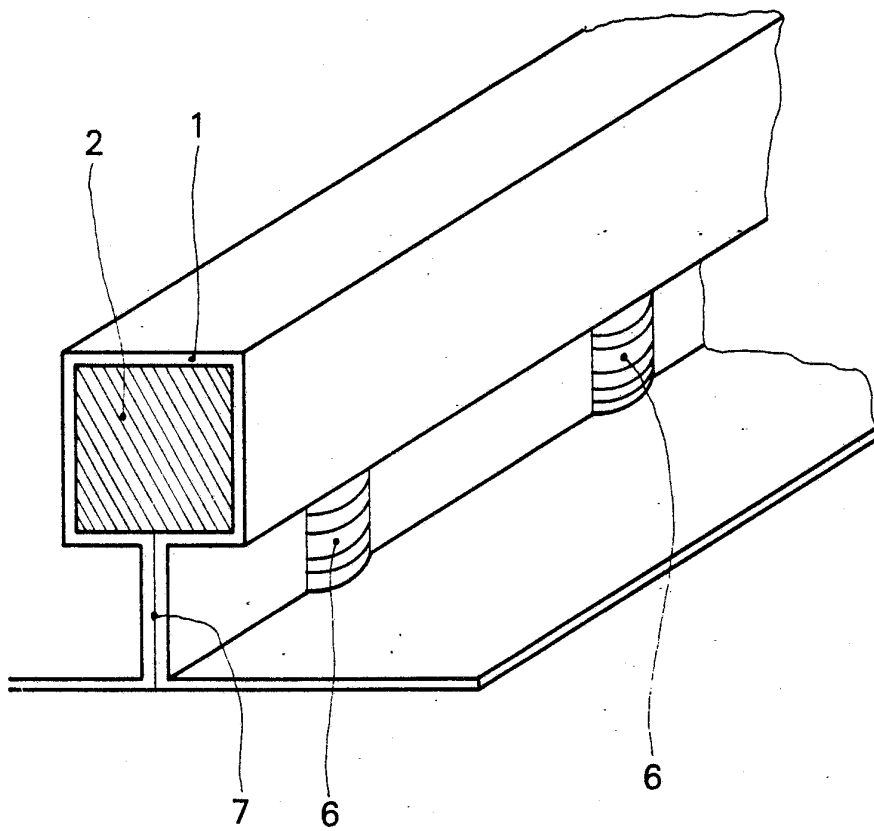


FIG. 5