



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

0 018 255
B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
16.02.83

(51) Int. Cl.³ : **B 21 D 26/02**

(21) Numéro de dépôt : **80400429.9**

(22) Date de dépôt : **31.03.80**

(54) Procédé pour le formage d'une matière superplastique.

(30) Priorité : **13.04.79 FR 7909529**

(43) Date de publication de la demande :
29.10.80 Bulletin 80/22

(45) Mention de la délivrance du brevet :
16.02.83 Bulletin 83/07

(84) Etats contractants désignés :
DE GB IT

(56) Documents cités :
DE A 1 914 035
FR A 1 485 606
FR A 1 537 815
FR A 1 548 977
FR A 2 101 119
FR A 2 134 253
FR A 2 245 428
US A 3 800 578
US A 3 934 440
US A 3 934 441
US A 4 181 000

(73) Titulaire : **SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE** Société dite:
37 Boulevard de Montmorency
F-75781 Paris Cedex 16 (FR)

(72) Inventeur : **Chanteranne, Jacques**
7 allée de l'Avenir Domaine de Grand-Champ
F-78230 Le Pecq (FR)
Inventeur : **Lagoutte Gérard**
43 rue de Lucenay
F-78130 Les Mureaux (FR)

(74) Mandataire : **Bonnetat, Christian**
Cabinet PROPI Conseils 23 rue de Léningrad
F-75008 Paris (FR)

EP 0 018 255 B1

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

Procédé pour le formage d'une matière superplastique

La présente invention concerne un procédé pour le formage d'une pièce à partir d'un flan qui est placé dans un moule comportant une empreinte de la pièce à obtenir et qui est soumis aux conditions pour lesquelles sa matière constitutive est superplastique, ce formage résultant d'une différence de pression appliquée entre les deux faces dudit flan de façon que celui-ci se déforme plastiquement pour venir épouser ladite empreinte.

On sait que les matières superplastiques présentent la propriété de se déformer, lorsqu'elles sont dans les conditions appropriées, d'une manière semblable à celle du verre fondu et des matières plastiques ; en effet, leur allongement à la rupture est alors compris entre 300 % et plus de 2 000 %, contre moins de 100 % dans des conditions normales. Il est donc possible de travailler ces matières avec des méthodes voisines de celles mises en œuvre pour les matières plastiques, en particulier le soufflage.

Certaines matières, telles que les alliages Pb-Sn et Al-Zn, présentent la propriété de superplasticité à une température modérée et c'est avec elles que les premiers essais de formage ont été effectués, en raison de leur mise en œuvre facile (voir à ce sujet l'article « Superplasticity in an Al-Zn Alloy » dans TRANSACTIONS of the A.S.M., volume 57, 1964, pages 980-990).

Cependant, la plupart des matières ne sont superplastiques qu'à une température élevée, généralement supérieure à la moitié de leur température de fusion exprimée en degrés Kelvin.

On connaît déjà, notamment par les brevets US-A-3 340 101 et US-A-3 595 060, un procédé pour le formage d'une pièce à partir d'un flan qui est placé dans un moule comportant l'empreinte de la pièce à obtenir et qui est soumis aux conditions pour lesquelles sa matière constitutive est superplastique, le formage résultant d'une pression et/ou dépression appliquée audit flan de façon que celui-ci se déforme pour venir épouser ladite empreinte.

Par ailleurs, le document FR-A-2 245 428 décrit un procédé de formage comportant une période initiale de préformage de quelques secondes sous une dizaine de bars, suivie du formage proprement dit pendant quelques dizaines de secondes sous 20 bars au plus. Ainsi, selon ce procédé, la pression est appliquée en deux paliers successifs, ce qui d'après les dires du rédacteur du document, améliore l'état de surface de la pièce formée.

De tels procédés de formage présentent de nombreux avantages :

- une économie de matière première importante, par rapport au matriçage et à l'emboutissage ;

- possibilité de préparer les flans avant utilisation (usinage, laminage) ce qui permet d'augmenter l'économie de matière et de réduire le dimensionnement, et donc le coût, de l'outillage, tout

en obtenant une pièce finie ;

- possibilité de fabrication à partir de tôles standard du commerce ;

- possibilité de réalisation de très grandes pièces (les limites étant celles des moyens de chauffage) ;

- possibilité d'utiliser des flans provenant de tôles soudées (pour les formats hors standard, les renforts locaux, etc...) ;

- obtention de pièces sans contraintes résiduelles ;

- formage sans plissage ;

- précision relative de forme inférieure à 10^{-3} ;

- état de surface (du côté empreinte) identique à celui de l'outillage ;

- gain d'usinage des pièces formées, seule la face empreinte devant éventuellement être usinée.

Toutefois, ce procédé connu n'a été mis en application que pour le formage de pièces à partir de flans dont l'épaisseur, rapportée à la surface d'ouverture de l'empreinte, ou à la plus grande dimension de cette ouverture, est faible. Par exemple, dans le cas d'une ouverture d'empreinte circulaire (demi-sphère par exemple) ayant un diamètre ϕ , l'épaisseur e du flan peut être telle que le rapport e/ϕ (l'épaisseur relative) soit au plus égal à 2 %. De plus, dans ce procédé connu, la pression appliquée au flan est déterminée, avant le formage grâce au calcul ou à des expériences antérieures, en fonction du flan et de la forme de l'empreinte, et une fois que le formage est commencé, il ne procure aucun moyen pour adapter cette pression à la réaction particulière du flan en cours de formage, qui, d'ailleurs, ne peut être détectée de l'extérieur du moule. Ainsi, dans le cas de fabrication en série de pièces à partir de flans, théoriquement identiques, il est impossible de tenir compte des hétérogénéités entre ces flans.

La présente invention a pour objet de remédier aux inconvénients des procédés connus et de permettre de moduler le formage en fonction de la réaction du flan au cours de ce formage.

A cette fin, selon l'invention, le procédé pour le formage d'une pièce à partir d'un flan qui est placé dans un moule comportant l'empreinte de la pièce à obtenir et qui est soumis aux conditions pour lesquelles sa matière constitutive est superplastique, ce formage résultant d'une différence de pression appliquée entre les deux faces dudit flan de façon que celui-ci se déforme plastiquement pour venir épouser ladite empreinte, est remarquable en ce que ladite différence de pression est appliquée par une multitude d'impulsions successives individuelles.

Ainsi, la Demanderesse s'est aperçue que l'on pouvait former facilement des pièces à partir de flans d'épaisseur relative importante, tout en utilisant des différences de pression relativement modérées.

De préférence, on applique des impulsions successives de pression du côté du flan opposé à l'empreinte, à la manière d'un gonflage. Il est alors possible de mesurer et/ou d'enregistrer au fur et à mesure de l'arrivée de ces impulsions, la pression résultante cumulée se trouvant du côté du flan opposé à l'empreinte et de suivre ainsi la déformation progressive et donc la réaction, du flan en cours de formage. Grâce à un tel processus, on peut donc agir sur certains paramètres tels que fréquence, durée et amplitude des impulsions de pression, de façon à adapter et à moduler la déformation du flan en fonction de sa réaction propre au formage.

On peut, par exemple, appliquer audit flan des bouffées successives d'un gaz à pression constante, mais réglable, selon une fréquence réglable. Une telle adaptation ou modulation du formage à la déformation du flan peut être automatique grâce à un asservissement. Avantagusement, on réalise un moule comportant deux empreintes en regard et, entre ces deux empreintes, on dispose un ensemble de deux flans écartés ou non l'un de l'autre et reliés de façon étanche à leur périphérie et c'est dans la cavité ainsi délimitée que l'on envoie lesdites impulsions de pression.

De préférence, les flans sont rendus solidaires l'un de l'autre par une couronne fixée de façon étanche à leur périphérie et servant au centrage et au maintien desdits flans par rapport au moule, ce qui permet une répartition régulière des déformations et des épaisseurs.

Il est avantageux que les bouffées de gaz soient d'un gaz neutre, tel que l'argon, et que dans l'empreinte règne également une atmosphère neutre. Ainsi, la pièce formée est intégralement protégée contre l'oxydation et l'hydrogénation, ce qui permet d'obtenir des pièces fines sans surépaisseur.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 est une vue schématique, partiellement en coupe, d'un outillage utilisé pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

Les figures 2 et 3 illustrent le procédé selon l'invention.

L'outillage montré par la figure 1 est particulièrement approprié à la réalisation de demi-sphères qui, assemblées deux à deux, sont susceptibles de former un réservoir sphérique, par exemple destiné à des applications aéronautiques ou spatiales.

A cet effet, cet outillage comporte un moule 1 composé de deux coquilles 2 et 3, susceptibles d'être assemblées l'une à l'autre par l'intermédiaire de leurs brides 4 et 5 et de dispositifs de serrage 6. Ces coquilles comportent chacune une empreinte hémisphérique 7 ou 8 respectivement, lesdites empreintes se trouvant disposées en regard l'une de l'autre lorsque les coquilles 2 et 3 sont assemblées. Bien entendu, comme il apparaît de la suite, le diamètre ϕ des empreintes hémisphériques 7 et 8 correspond au diamètre

extérieur des demi-sphères à obtenir aux coefficients de dilatation près. Les empreintes 7 et 8 sont en communication avec une ambiance d'argon par l'intermédiaire de trous d'évent 9 et 10, respectivement. Les coquilles 2 et 3 sont réalisées en fonte réfractaire de nickel-chrome, ou mieux en un acier réfractaire fortement allié, par exemple.

Entre les deux coquilles 2 et 3 du moule 1 est disposé un ensemble métallique comportant deux flans circulaires 11 et 12 d'épaisseur e , par exemple en alliage de titane, tel que l'alliage TA6V à 6 % d'aluminium et 4 % de vanadium, réunis à leur périphérie par une couronne 13, soudée de façon étanche sur leur pourtour. Dans cet ensemble métallique les flans ou disques 11 et 12 en position écartée ou non définissent une cavité intérieure 14, limitée à sa périphérie par la couronne 13. Un embout de raccord 15 est prévu dans celle-ci, en vue de permettre de faire communiquer la cavité intérieure 14 avec une source de gaz sous pression 16, par l'intermédiaire d'une conduite 17.

Le diamètre des flans 11 et 12 et de la couronne 13 est supérieur à celui ϕ des empreintes 7 et 8, de sorte que lorsque l'ensemble 11, 12, 13, 14 et 15 est mis en place dans le plan de joint des coquilles 2 et 3, la couronne 13 et une couronne périphérique des flans 11 et 12 se trouvent à l'extérieur desdites empreintes et sont pressées par les parties correspondantes des coquilles 2 et 3. La hauteur de la couronne 13 est supérieure à l'épaisseur hors tout de l'ensemble des disques 11 et 12, de sorte que cette couronne présente deux saillies annulaires 18 et 19 par rapport aux surfaces extérieures des disques 11 et 12. Dans leurs faces en regard, à la périphérie des empreintes 7 et 8, les coquilles 2 et 3 comportent alors des gorges annulaires 20 et 21 respectivement, dans lesquelles peuvent être introduites les saillies annulaires 18 et 19. Ainsi, l'ensemble 11 à 15 peut être facilement mis en place et centré, ainsi que maintenu fermement dans les coquilles 2 et 3.

Le moule 1 enfermant l'ensemble 11 à 15 est placé dans un four 22, seulement schématisé par un cadre en traits mixtes. De plus, dans la conduite 17, on prévoit une vanne 23 et un manomètre 24, disposé du côté de l'embout 15. Le manomètre 24 peut être du type enregistreur.

Pour obtenir des demi-sphères à partir des flans 11 et 12, après que la température dans le four 22 ait été stabilisée à la valeur désirée, on opère de la façon illustrée par les figures 2 et 3, qui donne, en ordonnées, la pression P à l'intérieur de la cavité 14 en fonction du temps t , porté en abscisses, cette pression P étant mesurée par le manomètre 24.

Comme le montre la figure 3 qui reprend à plus grande échelle un détail D de la figure 2, le gaz sous pression, par exemple de l'argon, provenant de la source 16 est envoyé par bouffées successives de volume constant dans la cavité 14.

Pour réaliser une telle bouffée, on ouvre à un instant t_0 la vanne 23, que l'on referme aussitôt. Il

en résulte à l'intérieur de la cavité 14, une impulsion de pression 25 ; mais, la bouffée de gaz envoyée dans ladite cavité 14 se détend rapidement et, à l'instant t_1 , il subsiste une surpression ΔP par rapport à la pression régnant dans ladite cavité avant l'instant t_0 . Cette surpression ΔP créée dans la cavité provoque la déformation des flans 11 et 12 qui se bombent en direction des empreintes 7 et 8, en chassant l'argon contenu dans celles-ci par les trous d'évent 9 et 10. Aussi, à la fin de cette déformation qui correspond à une augmentation de valeur de la cavité 14, la surpression ΔP diminue jusqu'à la valeur ΔP , inférieure. Lorsque cette valeur ΔP est stabilisée, ou même avant qu'elle ne soit stabilisée, on envoie par une nouvelle ouverture de la vanne 23, une autre bouffée de gaz, qui engendre une autre impulsion de pression 26 produisant des effets analogues à ceux décrits ci-dessus pour l'impulsion de pression 25.

Ainsi, pas-à-pas, on déforme des flans 11 et 12 qui passent par une pluralité d'états bombés intermédiaires 11', 12' jusqu'à ce qu'ils soient appliqués (en 11'', 12'') contre les empreintes 7 et 8 dont ils épousent la forme. L'évolution de la pression dans la cavité 14 qui se déforme est enregistrée en permanence en fonction du temps par le manomètre enregistreur 24, ce qui permet de moduler à tout instant le rythme du gonflage en agissant sur la pression de gaz sortant de la source 16 et/ou sur l'espace de temps séparant deux bouffées de gaz successives. Eventuellement, on peut prévoir un dispositif d'asservissement 27, qui, en fonction de la pression détectée dans la cavité 14 par l'intermédiaire d'une ligne 28, commande, par une ligne 29 l'ouverture de la vanne 23 pour une courte durée déterminée et à des intervalles de temps fonction de la pression détectée, et, par une ligne 30, la pression du gaz émis par la source 16.

Entre l'instant initial de formage (positions 11 et 12 sur la figure 1) et l'instant t_0 auquel les flans 11 et 12 épousent les empreintes 7 et 8 (positions 11'' et 12'' sur la figure 1) la pression P , compte non tenu des différentes impulsions de pression 25, 26 etc..., varie selon la partie de courbe OA de la figure 2, correspondant au formage F des demi-sphères. Si, une fois que les flans 11 et 12 épousent les empreintes 7 et 8, on continue d'effectuer des cycles de gonflage de la cavité 14, la pression, à l'intérieur de celle-ci varie de façon linéaire, selon la courbe AB de la figure 2 (compte non tenu des pointes de pression). Au-delà du temps t_0 , la zone délimitée par la portion de courbe AB correspond au calibrage C des demi-sphères.

La partie de droite AB est raccordée à la portion de courbe OA, de sorte qu'au point A, la courbe OAB présente un point anguleux et que la détection de la fin de formage F et du début du calibrage C est particulièrement aisée dans le procédé selon l'invention grâce au manomètre enregistreur 24, ce qui évite l'agencement d'un capteur de déplacement.

Pendant le formage, dans les cavités 7 et 8,

régne une ambiance d'argon pour protéger les surfaces externes des flans et des demi-sphères formées à partir de ceux-ci, cette ambiance ajoutant ses effets à un produit de protection, par exemple à base de graphite, généralement appliqué sur les flans 11 et 12.

Après formage, calibrage et refroidissement, les deux demi-sphères reliées entre elles par la couronne 13 et les brides formées par les couronnes périphériques des flans 11 et 12 comprises entre cette couronne 13 et les bords des empreintes 7 et 8, sont sorties du moule 1 et soumises à d'autres opérations de traitement, d'usinage, de préparation, etc... ne faisant pas partie de la présente invention.

On donne maintenant ci-après, des exemples de réalisation de coques formées par la mise en œuvre du procédé selon l'invention, en utilisant le dispositif de la figure 1 ou un dispositif voisin.

Exemple I

On réalise des demi-sphères en TA6V ayant un diamètre ϕ de 580 mm, à partir de flans 11 et 12 d'épaisseur $e = 3$ mm.

Dans ce cas, l'épaisseur relative des flans est faible, puisque égale à $e/\phi = 0,5 \%$.

La température du four 22 est amenée à 920 °C et après stabilisation à cette valeur à l'intérieur du moule 1, on envoie, toutes les deux minutes, des bouffées d'argon sous une pression de 10 bars.

Au bout de deux heures, on obtient des ébauches dont l'épaisseur minimale au voisinage du pôle, est de 1,1 mm.

Ces ébauches sont usinées chimiquement jusqu'à une épaisseur de 0,6 mm et soudées deux à deux à l'aide d'un faisceau d'électrons de façon à réaliser des capacités sphériques. Ces capacités sphériques résistent à l'éclatement à des pressions de 40 bars.

Exemple II

On réalise des demi-tores en TA6V ayant un diamètre intérieur de 200 mm et un diamètre extérieur de 400 mm avec une épaisseur de peau minimale de 1,5 mm.

Deux flans de 7 mm d'épaisseur sont usinés avant formage pour avoir une épaisseur interne finale évolutive pour un travail à isocontrainte de la pièce finie.

La température des flans est amenée à 920 °C et, toutes les deux minutes environ, on introduit dans le moule de formage des bouffées d'argon pour parvenir à une pression finale de 7 bars. Au bout de deux heures, on obtient des demi-tores, qui assemblés deux à deux forment des tores résistants à la pression d'éclatement de 220 bars.

Exemple III

On réalise des demi-sphères en TA6V ayant un diamètre ϕ de 235 mm, à partir de flans 11 et 12 d'épaisseur $e = 5$ mm, soit une épaisseur relative de $e/\phi = 2 \%$.

La température des flans est amenée à 920 °C et on forme des demi-sphères par bouffées d'argon pour parvenir à une pression finale de 4 bars environ.

Exemple IV

On réalise des demi-sphères en TA6V ayant un diamètre ϕ de 200 mm, à partir de flans 11 et 12 d'épaisseur $e = 15$ mm, soit une épaisseur relative $e/\phi = 7,5\%$, de la façon mentionnée dans l'exemple I. On obtient des demi-sphères qui sont usinées jusqu'à présenter une épaisseur de 5 mm.

Revendications

1. Procédé pour le formage d'une pièce à partir d'un flan (11, 12) qui est placé dans un moule (1) comportant une empreinte (7, 8) de la pièce à obtenir et qui est soumis aux conditions pour lesquelles sa matière constitutive est superplastique, ce formage résultant d'une différence de pression appliquée entre les deux faces dudit flan (11, 12) de façon que celui-ci se déforme plastiquement pour venir épouser ladite empreinte (7, 8), caractérisé en ce que ladite différence de pression est appliquée par une multitude d'impulsions successives individuelles.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on applique des impulsions de pression successives (25, 26) du côté du flan (11, 12) opposé à l'empreinte (7, 8), à la manière d'un gonflage.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on mesure et/ou enregistre (en 24), au fur et à mesure de l'arrivée desdites impulsions de pression, la pression résultante cumulée se trouvant du côté du flan opposé à l'empreinte.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on agit sur la fréquence, la durée et/ou l'amplitude des impulsions de pression pour adapter et moduler la déformation du flan (11, 12) en fonction de sa réaction au formage.

5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'on applique au flan (11, 12) des bouffées successives d'un gaz à pression constante, mais réglable, selon une fréquence réglable.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'adaptation et la modulation de la déformation du flan (11, 12) en fonction de sa réaction au formage est automatisée par un asservissement (27).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on réalise un moule (1) comportant deux empreintes (7, 8) en regard, en ce que, entre ces deux empreintes, on dispose un ensemble de deux flans (11, 12) reliés de façon étanche à leur périphérie, et en ce que l'on envoie les impulsions de pression (25, 26) à l'intérieur de la cavité étanche (14) ainsi délimitée entre lesdits flans (11, 12).

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdits flans (11, 12) sont rendus solidaires l'un de l'autre par une couronne (13) fixée de façon étanche à leur périphérie et en ce que cette couronne (13) sert au centrage et au maintien desdits flans (11, 12) par rapport au moule (1).

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que dans ladite empreinte (7, 8) règne une atmosphère neutre.

Claims

1. Method for shaping a piece from a blank (11, 12) which is placed inside a mold (1) comprising an imprint (7, 8) of the piece to be obtained and which is subjected to conditions in which its constituent material becomes superplastic said shaping resulting from a difference of pressure applied between the two faces of said blank (11, 12) so that the latter undergoes a plastic deformation to adopt the shape of said imprint (7, 8), characterized in that the said pressure difference is applied by a multitude of separate successive impulses.

2. Method according to claim 1, characterized in that successive pressure impulses (25, 26) are applied on the side of the blank (11, 12) opposite the imprint (7, 8), in an inflating manner.

3. Method according to claim 2, characterized in that the accumulated resultant pressure which is found on the side of the blank opposite the imprint is measured and/or recorded (in 24), as and when the pressure impulses arrive thereon.

4. Method according to claim 3, characterized in that the frequency, duration and/or amplitude of the pressure impulses are controlled to adapt or modulate the deformation of the blank (11, 12) in relation to its reaction to shaping.

5. Method according to one of claims 2 to 4, characterized in that successive burst of a gas under a constant although adjustable pressure, are applied to the blank (11, 12) following and adjustable frequency.

6. Method according to claim 5, characterized in that the adaptation and modulation of the deformation of the blank (11, 12) in relation to its reaction to shaping is controlled by control means (27).

7. Method according to any one of claims 1 to 6, characterized in that a mold (1) is produced, which comprises two imprints (7, 8), one opposite the other, in that, between these two imprints is placed a set of two blanks (11, 12) tightly joined together on their periphery, and in that pressure impulses (25, 26) are sent inside the tight cavity (14) defined between the said blanks (11, 12).

8. Method according to claim 7, characterized in that the said blanks (11, 12) are rigidly joined together by a ring (13) secured in tight manner to their periphery and in that said ring (13) is used for centering and holding said blanks (11, 12) with respect to the mold (1).

9. Method according to any one of claims 1 to 8, characterized in that a neutral atmosphere prevails inside the said imprint (7, 8).

Ansprüche

1. Verfahren zur Formgebung eines Teiles ausgehend von einem Formling, der in eine Form (1) gegeben wird, die ein Form-Negativ des zu erzeugenden Stückes aufweist und der Bedingungen ausgesetzt wird, bei denen seine Masse superplastisch wird, wobei die Formgebung sich aus der zwischen den beiden Flächen des Formlings (11, 12) angelegten Druckdifferenz ergibt, so daß sich der Formling plastisch verformt und dem Form-Negativ (7, 8) enganliegend anpaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckdifferenz durch eine Vielzahl von aufeinanderfolgenden einzelnen Impulsen erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aufeinanderfolgenden Druckimpulse (25, 26) auf den Formling (11, 12) auf zum Form-Negativ (7, 8) gegenüberliegenden Seiten ähnlich einem Aufblasen aufgebracht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach Maßgabe der Ankunft der Druckimpulse der summierte sich ergebende, auf der Seite des Formlings gegenüber dem Negativ anliegende Druck (bei 24) gemessen und/oder aufgezeichnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Frequenz, die Dauer und/oder die Amplitude der Druckimpulse eingewirkt wird, um die Formgebung des Form-

lings (11, 12) in Abhängigkeit von der Rückwirkung auf die Formung anzupassen und zu modulieren.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Formling (11, 12) aufeinanderfolgende Stöße eines unter konstantem Druck stehenden Gases gegeben werden, die jedoch nach einer regelbaren Frequenz gesteuert werden können.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpassung und Modulierung der Verformung des Formlings (11, 12) in Abhängigkeit von der Rückwirkung auf die Formung durch eine Servoeinrichtung (27) automatisiert ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Form (1) geschaffen wird, die zwei gegenüberliegende Form-Negative (7, 8) aufweist, daß zwischen die beiden Form-Negative eine Einheit aus zwei Formlingen (11, 12) gegeben wird, die an ihrer Peripherie dichtend miteinander verbunden sind, und daß die Druckimpulse (25, 26) ins Innere des derart zwischen den Formlingen (11, 12) begrenzten abgedichteten Hohlraums (14) abgegeben werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Formlinge (11, 12) durch ein Bund (13) formschlüssig miteinander verbunden sind, der dichtend an ihrer Peripherie befestigt ist, und daß dieser Bund (13) der Zentrierung und dem Festhalten der Formlinge (11, 12) gegenüber der Form (1) dient.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Form-Negativ (7, 8) eine neutrale Atmosphäre herrscht.

40

45

50

55

60

65

6

Fig. 1

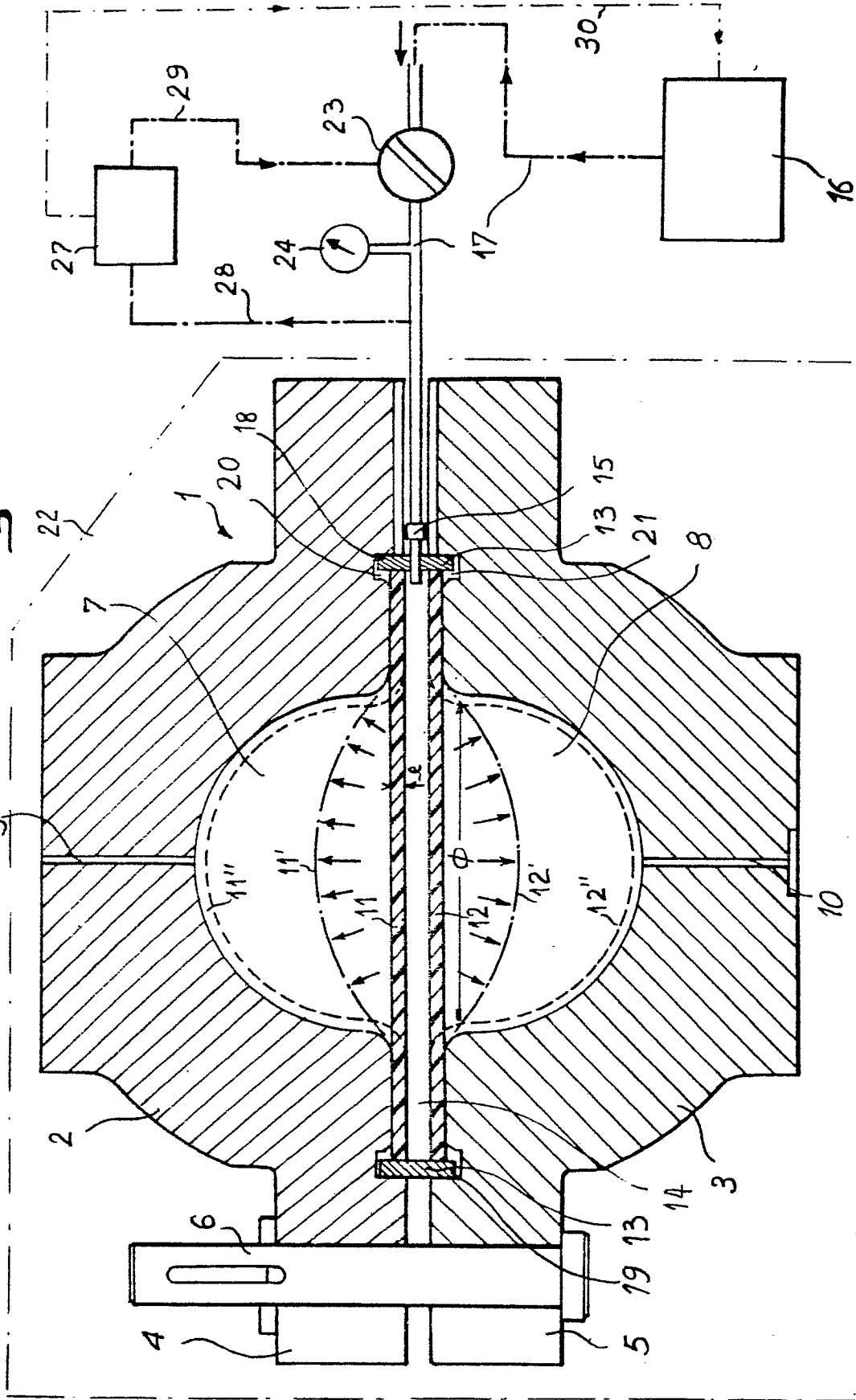


Fig. 2

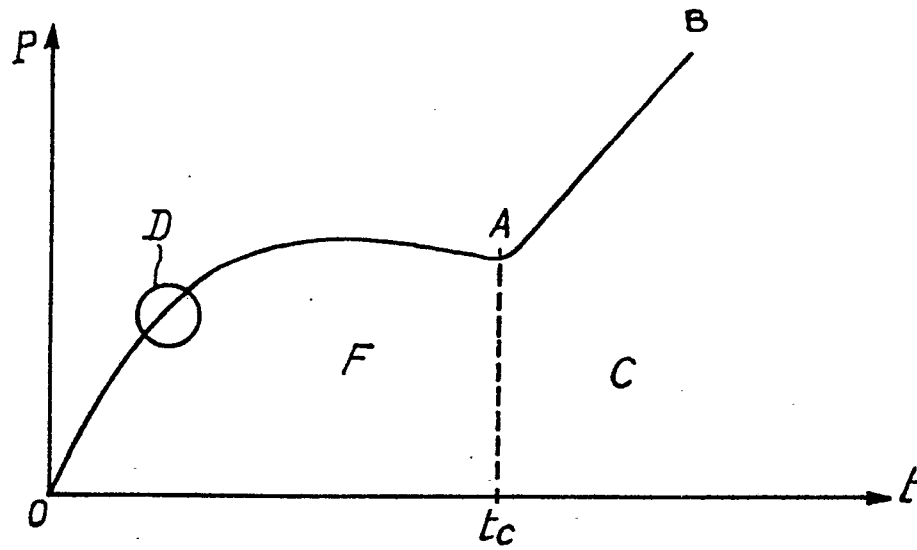


Fig. 3

