

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **89401694.8**

⑤① Int. Cl.⁴: **B 21 D 19/00**

㉔ Date de dépôt: **16.06.89**

③① Priorité: **22.06.88 FR 8808394**

④③ Date de publication de la demande:
27.12.89 Bulletin 89/52

⑥④ Etats contractants désignés:
BE CH DE ES FR GB IT LI SE

⑦① Demandeur: **René TOUROLLE ET FILS Société à Responsabilité Limitée**
La Motte Zone Industrielle de Souilly
F-77410 Claye-Souilly (FR)

⑦② Inventeur: **Simonetto, Charles Marcel**
8, avenue des Fleurs
F-94170 Le Perreux (FR)

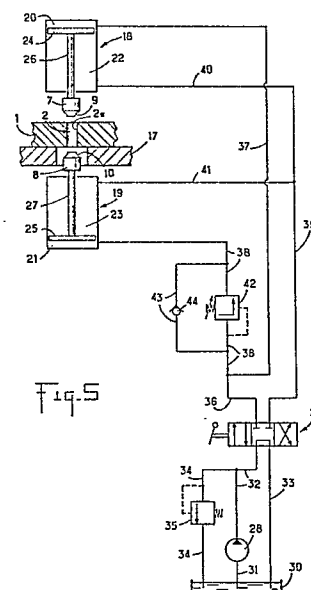
⑦④ Mandataire: **Hoisnard, Jean-Claude et al**
Cabinet Beau de Lomenie 55, rue d'Amsterdam
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Procédé d'usinage de finition de deux arêtes opposées d'une même pièce et dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.**

⑤⑦ L'invention est relative à un procédé d'usinage de finition de deux arêtes opposées (5, 6) d'une même pièce (1), suivant une forme finie désirée de chaque arête, selon lequel on façonne chaque arête en appliquant sous pression deux outils (7, 8) de formes (9, 10) complémentaires desdites formes finies désirées des deux arêtes.

Selon l'invention, on limite lesdites formes complémentaires (9, 10) des outils (7, 8) en les faisant correspondre uniquement aux zones de finition (5a, 6a) des deux arêtes (5, 6), cependant que, lors de la phase de finition proprement dite, on commande (18-20, 19-21) des déplacements simultanés en translation des deux outils.

Une application est la finition de trous d'une pièce de haute précision, telle qu'utilisée dans certains moteurs à réaction.



Description

L'invention concerne d'abord un procédé d'usinage de finition de deux arêtes opposées d'une même pièce, telles que celles délimitant notamment une face cylindrique femelle (alésage) ou mâle (arbre) de ladite pièce, suivant une forme finie désirée de chaque arête, selon lequel on façonne chaque arête en appliquant sous pression deux outils de formes complémentaires desdites formes finies désirées des deux arêtes.

FR-A-2 455 489 décrit un procédé proche, mais en fait limité à une application très particulière d'usinage sur une tôle relativement mince, qui ne possède pas la résistance mécanique des pièces usinées conformément à la présente invention. Notamment, selon l'art antérieur, l'un des outils est fixe : si un tel moyen était retenu dans le procédé conforme à l'invention, il provoquerait des déformations de la pièce, incompatibles avec la précision d'usinage recherchée.

A ce jour, la réalisation de l'usinage de finition que vise l'invention se fait à la main, par des ouvriers particulièrement habiles, capables notamment de réaliser un polissage par meulage des arêtes des deux extrémités de chaque alésage d'un groupe de 50 à 100 alésages d'une bride de fixation utilisée dans la fabrication d'un moteur à réaction d'avion, par exemple.

Malgré leur compétence et leur dextérité, il est par ailleurs évident que ces ouvriers ne parviennent pas à obtenir une constance des formes définitives des arêtes ainsi finies.

L'invention entend donc proposer un complément au procédé précité apte à permettre d'obtenir la précision d'usinage et d'éviter toutes déformations indésirables, ainsi, bien entendu, que l'obtention de l'automatisation et de la répétitivité de l'usinage.

A cet effet, selon l'invention, on limite lesdites formes complémentaires des outils en les faisant correspondre uniquement aux zones de finition des deux arêtes, cependant que, lors de la phase de finition proprement dite, on commande des déplacements simultanés en translation des deux outils.

De manière avantageuse, avant d'appliquer sous pression les deux dits outils sur les deux dites arêtes opposées, on réalise une nitruration superficielle des zones de ces deux arêtes.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé précédemment défini et qui comprend un bâti, deux vérins à fluide sous pression montés sur le bâti, ayant des éléments mobiles respectifs disposés en regard l'un de l'autre et supportant chacun l'un des deux dits outils, une source de fluide sous pression et un dispositif sélectif de distribution de fluide sous pression disposé entre des chambres de travail respectives des deux vérins et la source de fluide sous pression, lesdites chambres de travail étant reliées en parallèle à la source de fluide sous pression par des conduits respectifs d'alimentation, de manière que le raccordement effectif desdites chambres de travail à ladite source de fluide sous

pression par l'intermédiaire dudit dispositif sélectif de distribution réalise ladite commande des déplacements simultanés en translation des deux outils.

De manière préférée, un clapet de décharge taré est placé sur le conduit d'alimentation de la chambre de travail d'un premier des deux dits vérins de manière que, lors dudit raccordement effectif réalisé par l'intermédiaire du dispositif sélectif de distribution, l'alimentation de la deuxième des deux dites chambres de travail soit d'abord réalisée, puis que soient ensuite réalisées les alimentations simultanées des deux chambres de travail.

Les avantages retirés de l'adoption du procédé conforme à l'invention sont nombreux et indiqués ci-après :

- tout d'abord, à l'usure près de l'outil, arête après arête, le même forme est obtenue, de sorte que la forme idéale peut être réalisée par répétition non plus d'un tour de main exceptionnel, mais d'une opération mécanique répétitive ;
- un gain de temps pour la finition d'une arête est obtenu ;
- l'état de surface obtenue est également amélioré bien entendu en ce qui concerne les dimensions, mais aussi la rugosité de l'arête qui, après finition, est très faible ;
- le matériau est en outre, dans la zone de l'arête, écroui, ce qui renforce les caractéristiques mécaniques de ce matériau, notamment sa résistance mécanique aux contraintes superficielles, et augmente par conséquent la durée de vie de la pièce.

L'invention sera mieux comprise, et des caractéristiques secondaires et leurs avantages apparaîtront au cours de la description de réalisations donnée ci-dessous à titre d'exemple.

Il est entendu que la description et les dessins ne sont donnés qu'à titre indicatif et non limitatif.

Il sera fait référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est la coupe axiale d'un alésage, dont les arêtes d'extrémité n'ont pas encore subi la phase de finition conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une coupe axiale analogue à celle de la figure 1 et de la même pièce, les arêtes subissant la phase de finition conforme à l'invention ;
- la figure 3 est une coupe suivant III-III de la figure 2 ;
- la figure 4 est une coupe axiale d'un arbre cylindrique, dont les arêtes d'extrémité subissent la phase de finition conforme à l'invention ; et
- la figure 5 est un schéma du dispositif de commande hydraulique d'une machine conforme à l'invention.

L'usinage, qui est à l'origine de l'invention, concerne certaines brides de fixation que comportent des moteurs à turbines à gaz à hautes performances, ces brides comportant de nombreux trous dont la finition, notamment des arêtes, doit être très soignée. La solution apportée par l'inven-

tion au problème posé pourrait a priori être appliquée à un problème d'usinage proche du premier : celui concernant la finition des arêtes d'une pièce cylindrique, et non des arêtes d'un alésage. Et de fait, l'invention s'applique aussi à la finition de ce deuxième type de pièces.

Deux applications sont exposées ci-après, et les différences du procédé conforme à l'invention, par rapport à des procédés déjà connus, sont également indiquées.

La première application est schématiquement représentée par les figures 1, 2 et 3.

En regard de la figure 1, on note qu'une pièce 1 est déjà munie d'un alésage 2 qui débouche dans deux faces parallèles 3 et 4 délimitant ladite pièce. La face cylindrique interne 2a de l'alésage intersecte les faces 3 et 4 suivant des arêtes 5 et 6, qui, dans l'exemple représenté, ont été ébavurées. Selon la coupe axiale de la figure 1, les arêtes 5 et 6 sont les sommets d'angles droits, intersections de la face cylindrique 2a et des faces planes 3 et 4.

En regard de chaque arête 5, 6 est disposé un mandrin 7, 8 qui est muni d'une surface, en l'espèce torique 9, 10, dont la forme est complémentaire de celle que devra avoir, après application sous pression de ce mandrin sur l'arête correspondante 5, 6, ladite arête, respectivement.

Il y a lieu de noter dès maintenant les points suivants :

- suivant le dessin de la figure 1, le rayon de courbure R de chacune des surfaces 9, 10, contenu dans un plan passant par l'axe 11 de l'alésage 2 (par exemple, contenu dans le plan de la figure 1), est relativement grand : ceci a été voulu afin de bien montrer en quoi consistent les surfaces 9 et 10, étant entendu que, dans la réalité, le rayon R est considérablement plus petit que celui représenté sur la figure ;
- dans la réalité, le rayon de courbure R est tel qu'on peut indiquer que la forme générale de la pièce 1 n'est pas modifiée par l'application sous pression des mandrins 7, 8 sur les arêtes 5, 6, la distance entre les faces 3 et 4 restant inchangée, de même que le diamètre de l'alésage 2 (sauf dans la zone des arêtes 5, 6) ;
- la coupe de la figure 3 montre que, dans l'exemple décrit, la surface 2a a une section droite circulaire (et en outre plane) : il convient d'observer que l'invention n'est absolument pas limitée à cette forme de section, et qu'en particulier elle est applicable aussi à la finition d'arêtes 5, 6 de formes gauches (non contenues dans un plan), non nécessairement circulaires ;
- il convient enfin de remarquer qu'aussi bien lorsque les arêtes 5, 6 ont une forme gauche, que lorsque leur forme est plane et circulaire, les mandrins 7 et 8 conservent une orientation constante par rapport à une direction radiale déterminée D (figure 3), la forme définitive des arêtes étant donc obtenue uniquement par pression, à la suite d'un déplacement de translation des mandrins suivant l'axe 11 de l'alésage 2.

La forme finie désirée de chaque arête est obtenue, à partir de la configuration de la figure 1, en déplaçant les deux mandrins 7 et 8 à l'aide d'une

presse, et en leur appliquant des efforts de compression 7a, 8a (figure 2) d'une valeur telle que chaque arête prenne la forme finie 5a, 6a correspondant à la forme 9, 10 du mandrin correspondant.

- 5 On note que les deux arêtes sont formées par application de compressions ayant des sens opposés (figure 2), ce qui est évidemment avantageux pour l'équilibre de la pièce 1 en cours de finition, et de la machine elle-même, mais ce qui, en outre, évite la création de déformations indésirables de la surface 2a, déformations qui seraient provoquées, autrement, par le déplacement d'un seul des deux mandrins 7 et 8.

- 15 De plus, les zones des arêtes 5 et 6 ont, préalablement à la finition par les mandrins 8 et 9, été nitrurées superficiellement, suivant une profondeur de traitement comprise entre 0,5 mm et 1,5 mm par exemple. Cette nitruration facilite le glissement des faces 9 et 10 des mandrins sur les arêtes 5 et 6, et les formes finies 5a et 6a desdites arêtes.

- 20 Il y a également lieu d'indiquer que les compressions du matériau des arêtes 5, 6 par les mandrins 7, 8 sont réalisées, de préférence accompagnées par une lubrification sous très haute pression.

- 25 Naturellement, un procédé analogue à celui qui vient d'être décrit est également applicable à la finition des arêtes 12a, 13a d'une pièce cylindrique 14, toujours au moyen de mandrins 7 et 8, bien entendu de formes adaptées, notamment de surfaces 15, 16, à la réalisation de la finition de telles arêtes 12a, 13a (figure 4).

- 30 Les compressions 7a, 8a ont toutes été réalisées à froid, dans les usinages réels effectués, c'est-à-dire sans chauffage préalable des pièces 1 ou 14.

- 35 Ce type de finition a, jusqu'à présent, été réalisé sur des pièces dont les matériaux sont relativement malléables : alliages réfractaires utilisés dans les turbines à gaz, comportant de l'ordre de 50 % de chrome et/ou de nickel, ou du titane, et dont le coefficient d'allongement est de l'ordre de, ou supérieur à, 8 %.

- 40 Il n'est cependant pas exclu qu'avec chauffage, des pièces, réalisées en d'autres matériaux moins malléables que ceux précités, puissent subir une finition de leurs arêtes, telle que celle qui vient d'être décrite.

- 45 La figure 5 représente le dispositif de commande des déplacements respectifs en translation des mandrins 7 et 8. Ce dispositif comprend :

- 50 - deux vérins hydrauliques 18, 19, dont les cylindres sont fixés sur le bâti 17 de la machine de finition, et dont les pistons 24, 25 délimitent à l'intérieur desdits cylindres deux chambres de travail 20, 21 pour l'extension des vérins, et deux chambres de rétraction 22, 23 pour la rétraction desdits vérins, des tiges de piston 26, 27 étant solidaires des pistons 24, 25 se faisant face et supportant les mandrins 7, 8, respectivement ;
- 55 - une pompe 28 ;
- 60 - un distributeur de fluide à trois positions 29 ;
- un réservoir de fluide 30 ;
- les conduits d'aspiration 31 et de refoulement 32 reliant la pompe 28 au réservoir 30 et au distributeur de fluide 29 ;
- 65 - un conduit 33 reliant le distributeur de fluide 29 au

réservoir 30 ;

- un conduit 34 reliant le conduit de refoulement 32 au réservoir 30 ;

- un clapet de décharge 35, de protection contre les surpressions, taré à 350 bars, disposé sur le conduit 34 ;

- un conduit 36, qui est raccordé au distributeur de fluide 29, et auquel sont raccordés en parallèle deux conduits 37, 38, reliés, l'un 37, à la chambre de travail 20, l'autre 38, à la chambre de travail 21 ;

- un conduit 39, qui est raccordé au distributeur de fluide 29, et auquel sont raccordés en parallèle deux conduits 40, 41, reliés, l'un 40, à la chambre de rétraction 22, l'autre 41, à la chambre de rétraction 23 ;

- un clapet de décharge 42, taré à une pression moyenne, 50 bars par exemple, disposé sur le conduit 38 pour permettre le passage du fluide vers la chambre de travail 21 ;

- un conduit 43 raccordé en dérivation au conduit 38, de part et d'autre du clapet de décharge 42 ; et

- un clapet de non-retour 44, disposé sur le conduit 43 et permettant le passage du fluide seulement de la chambre de travail 21 vers le conduit 36.

Les trois positions du distributeur de fluide 29 correspondent :

- la première position, à la mise en communication des conduits 32 et 36, et, à la mise en communication des conduits 39 et 33 ;

- la deuxième position, à la mise en communication des conduits 32 et 33, et, à l'obturation des conduits 36 et 39 ; et,

- la troisième position, à la mise en communication des conduits 32 et 39, et, à la mise en communication des conduits 36 et 33.

Ce dispositif fonctionne à la manière exposée ci-après.

La pièce 1 est placée sur le bâti 17 de la machine, sur lequel elle repose librement. L'opérateur place le distributeur de fluide 29 dans sa première position, ce qui a pour effet de diriger le fluide sous pression refoulé par la pompe 28 vers les conduits 36 et 37, et, dans un premier temps, d'obturer le conduit 38 par le clapet de décharge 42 et, bien entendu, le conduit 43 par le clapet de non-retour 44. Tant que la pression dans le conduit 37 et dans la chambre de travail supérieure 20 n'atteint pas la valeur de tarage (50 bars) du clapet de décharge 42, seul le vérin 18 est alimenté en fluide : seul le mandrin 7 est déplacé et vient en contact avec la pièce 1. La pression dans la chambre 20 du vérin 18 et dans le conduit 37 croît au fur et à mesure du renforcement de l'appui du mandrin 7 sur la pièce 1, jusqu'à atteindre et dépasser la pression de tarage du clapet de décharge 42.

Alors, à partir de ce moment, les chambres 20 et 21 des deux vérins sont alimentées en parallèle en fluide sous pression, de sorte que les mandrins 7 et 8 se déplacent simultanément l'un vers l'autre, et que les arêtes 5, 6 sont formées (5a, 6a). A l'évidence, les efforts de formation des arêtes s'équilibrent et l'expérience a montré que seule cette disposition permettait d'éviter la création de déformations indésirables, par exemple de la face 2a de l'alésage ou de la face 14a de la pièce 14.

Le dégagement de la pièce 1 est réalisé en plaçant le distributeur de fluide 29 dans sa troisième position et, par conséquent, en alimentant en fluide sous pression les chambres 22, 23 des vérins 18, 19.

Il convient d'observer que les mandrins 7 et 8 n'agissent que dans la zone limitée des arêtes 5, 6 (5a, 6a), mais n'ont aucune surface s'étendant perpendiculairement à l'axe des translations 7a, 8a : selon le procédé conforme à l'invention, il n'y a pas de dépouille latérale des mandrins.

Les avantages principaux du procédé de finition exposé ci-avant sont les suivants :

- à l'évidence, ce procédé peut être automatisé et ne requiert alors aucun tour de main, aucune habileté particulière de la part de celui qui le met en oeuvre, d'où une facilité accrue d'application ;

- les formes obtenues des arêtes sont par ailleurs invariables et aussi précises que nécessaire : elles peuvent être reproduites, toujours identiques, autant de fois que l'application prévue l'exige ;

- l'état de surface obtenu est également excellent, et meilleur qu'antérieurement ;

- le matériau subissant un écrouissage superficiel dans la zone de chaque arête a ses caractéristiques mécaniques augmentées, de sorte que la durée de vie de la pièce finie, même soumise à des cycles répétitifs de contraintes, est accrue ; avant l'invention, une pièce endurait 10 000 cycles de contrainte, et peut aujourd'hui en endurer 100 000 cycles ;

- le gain de temps pour réaliser la finition des arêtes est également remarquable ;

- la formation des arêtes, même avec des profils de courbes gauches, non planes, est obtenue sans aucune déformation indésirable de la pièce munie desdites arêtes, ceci étant obtenu grâce à l'équilibrage des efforts de compression.

Il est intéressant d'observer que le procédé conforme à l'invention est nouveau par rapport :

- à l'estampage ou à l'emboutissage qui ont pour but de modifier les formes générales d'une pièce ;

- au galetage qui prévoit le roulement d'un galet presseur, mais ne permet pas, en principe, l'obtention de formes finies gauches (non planes) et répétitives ; et

- à la formation définitive de trous préalablement ébauchés, réalisés dans des plaques minces et ayant des cotes finales peu précises.

L'invention n'est pas limitée aux réalisations décrites, mais en couvre au contraire toutes les variantes qui pourraient leur être apportées sans sortir de leur cadre, ni de leur esprit.

Revendications

1. Procédé d'usinage de finition de deux arêtes opposées (5, 6) d'une même pièce (1), telles que celles délimitant notamment une face cylindrique femelle (2a) (alésage (2)) ou mâle (14a) (arbre (14)) de ladite pièce, suivant une forme finie désirée (5a, 6a: 12a, 13a) de chaque arête, selon lequel on façonne chaque arête en appliquant sous pression (7a, 8a) deux outils (7, 8) de formes (9, 10 ; 15, 16) complémentaires desdites formes finies désirées des deux

arêtes, caractérisé en ce qu'on limite lesdites formes complémentaires (9, 10) des outils (7, 8) en les faisant correspondre uniquement aux zones de finition (5a, 6a) des deux arêtes (5, 6), cependant que, lors de la phase de finition proprement dite, on commande (18-20, 19-21) des déplacements simultanés en translation des deux outils.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'avant d'appliquer sous pression les deux dits outils (7, 8) sur les deux dites arêtes opposées (5, 6), on réalise une nitruration superficielle des zones de ces deux arêtes.

3. Dispositif pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comprend un bâti (17), deux vérins à fluide sous pression (18, 19) montés sur le bâti, ayant des éléments mobiles respectifs (26, 27) disposés en regard l'un de l'autre et supportant chacun l'un des deux dits outils (7, 8), une source de fluide sous pression (28) et un dispositif sélectif de distri-

bution de fluide sous pression (29) disposé entre des chambres de travail respectives (20, 21) des deux vérins et la source de fluide sous pression, lesdites chambres de travail étant reliées en parallèle (37, 38) à la source de fluide sous pression (28) par des conduits respectifs d'alimentation, de manière que le raccordement effectif desdites chambres de travail à ladite source de fluide sous pression par l'intermédiaire dudit dispositif sélectif de distribution réalise ladite commande des déplacements simultanés en translation des deux outils.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'un clapet de décharge taré (42) est placé sur le conduit (38) d'alimentation de la chambre de travail (21) d'un premier (19) des deux dits vérins, de manière que, lors dudit raccordement effectif réalisé par l'intermédiaire du dispositif sélectif de distribution (29), l'alimentation de la deuxième (20) des deux dites chambres de travail soit d'abord réalisée, puis que soient ensuite réalisées les alimentations simultanées des deux chambres de travail.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

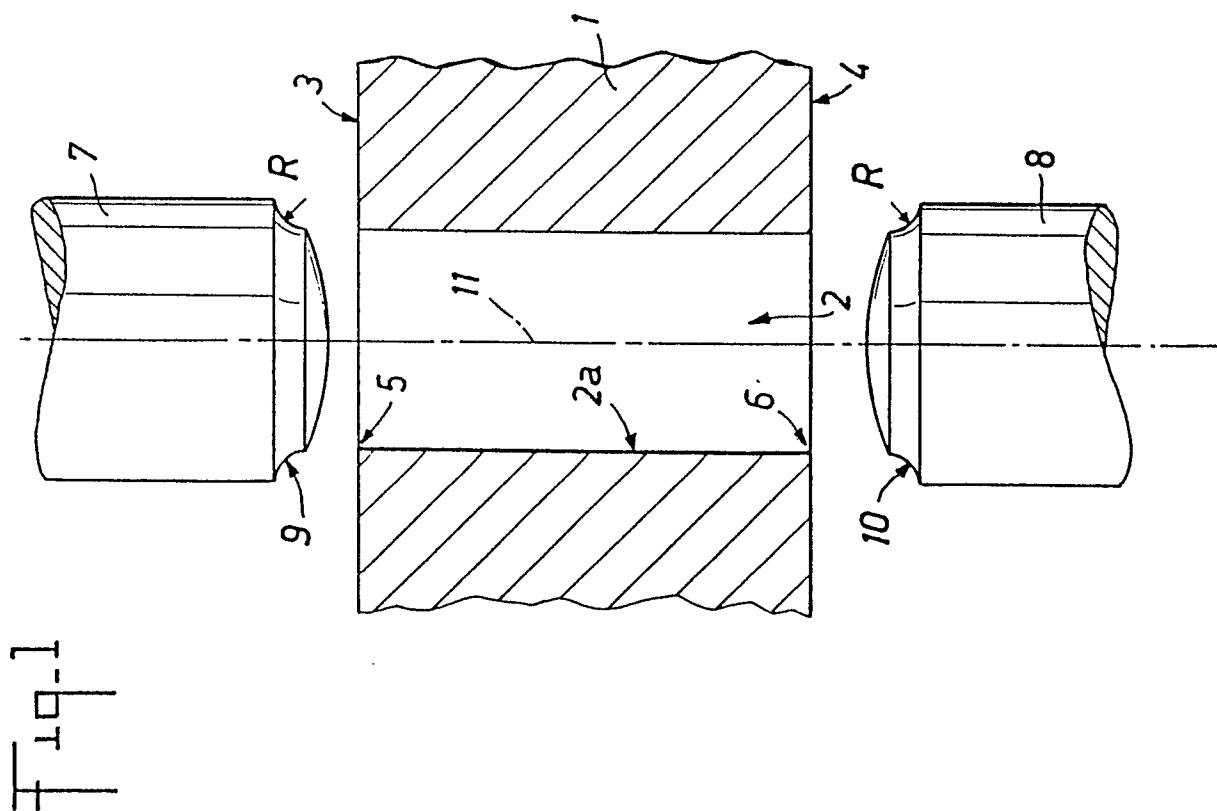
50

55

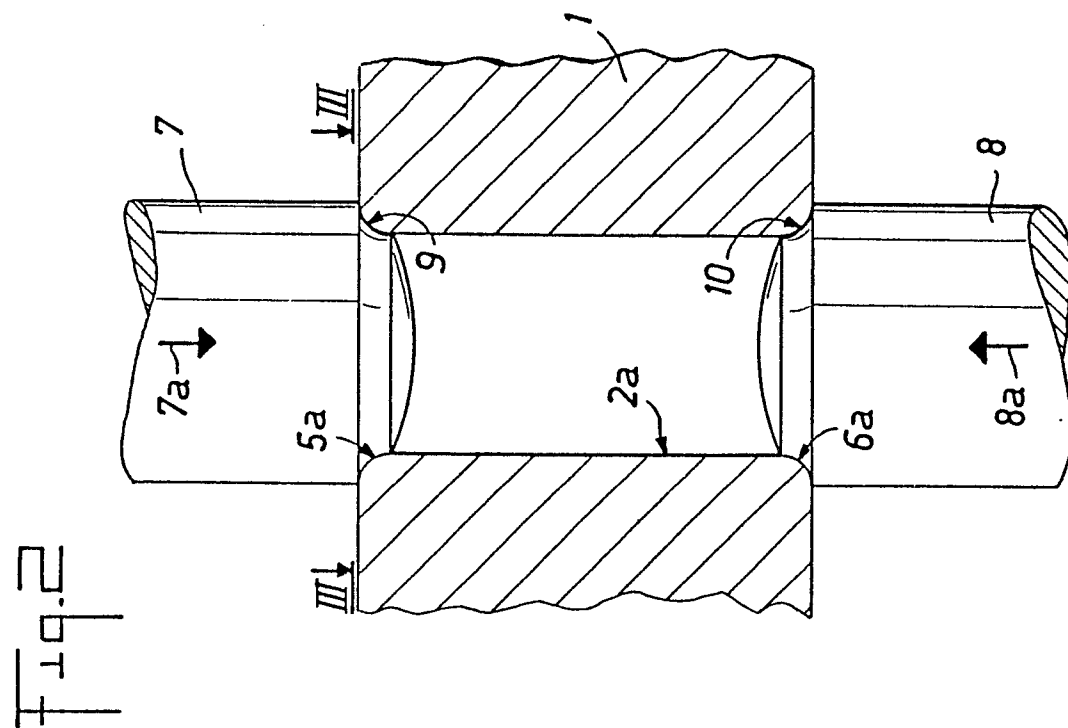
60

65

5



19



29

Fig. 3

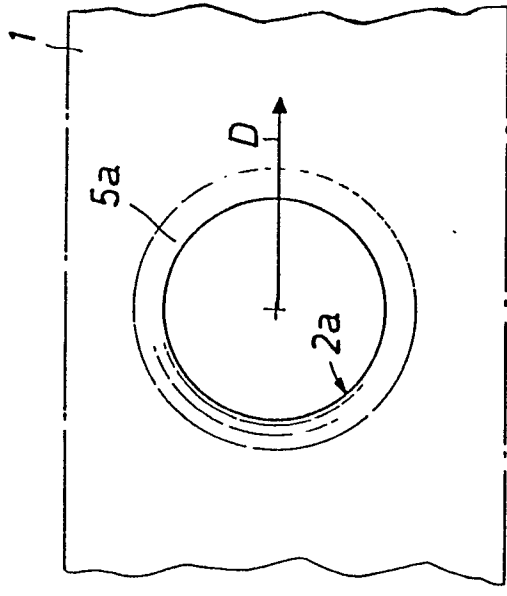
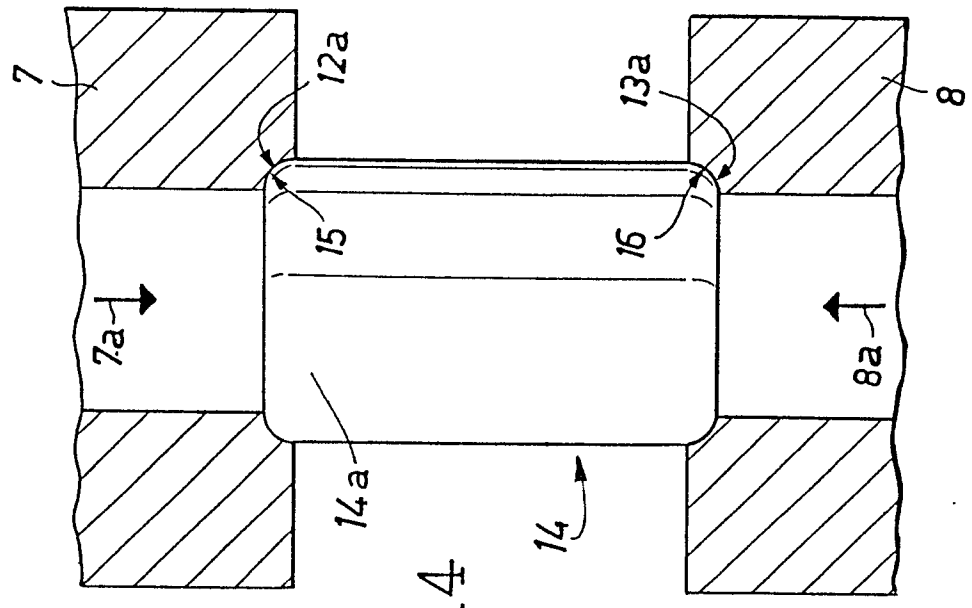


Fig. 4



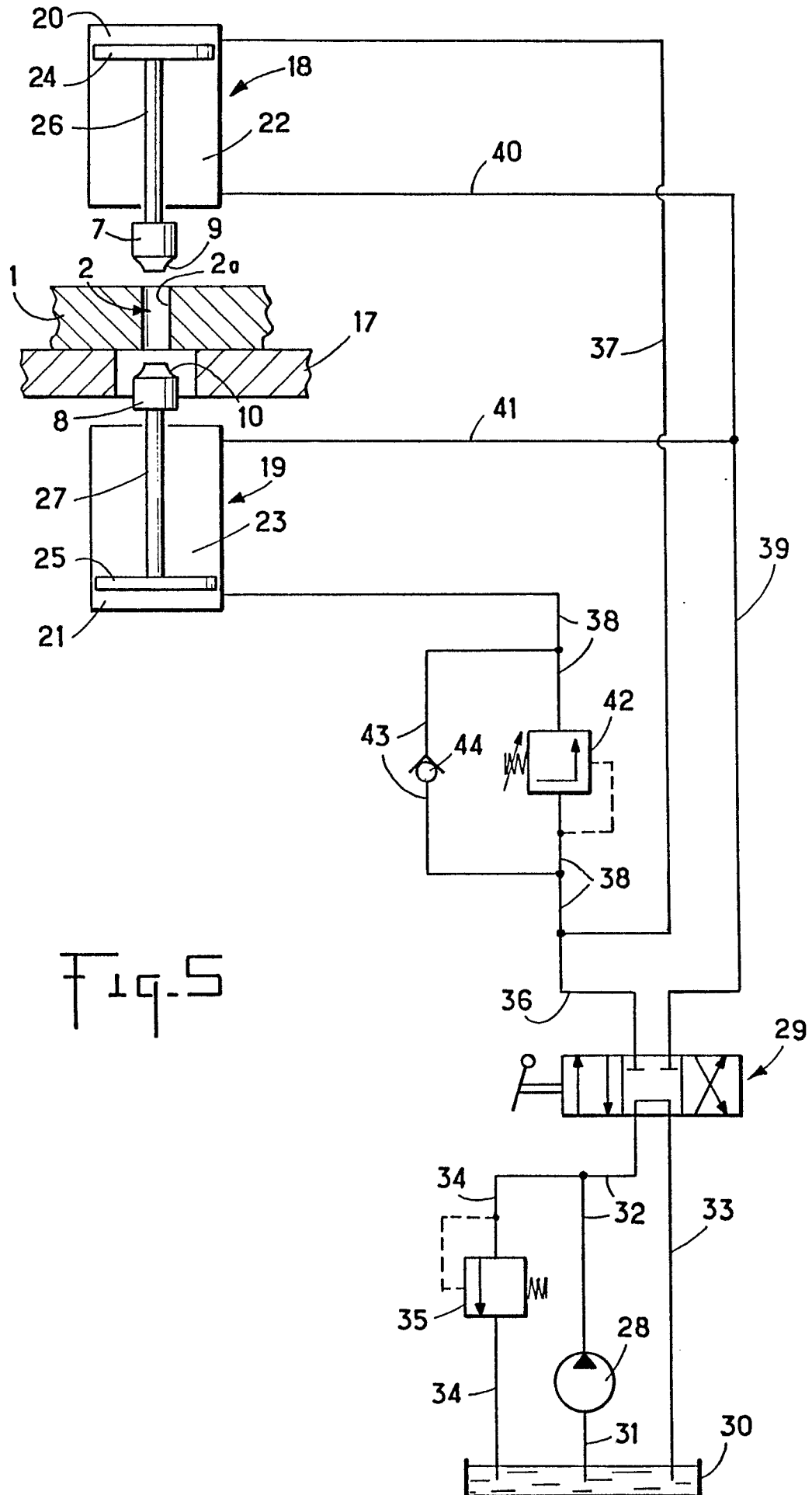


Fig. 5



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A,D	FR-A-2 455 489 (RCA CORP.) * En entier * ---	1,3	B 21 D 19/00
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, sections P,Q, semaine B04, 7 mars 1979, Derwent Publications Ltd, Londres, GB; SU-A-596 329 (S.L. VALERYANOV) 13-02-1978 ---	1,3	
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, section P, semaine K25, 3 août 1983, Derwent Publications Ltd, Londres, GB; & SU-A-948 488 (V.A. KAYUSHIN) 10-08-1982 ---	1,3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 10, no. 118 (M-475)[2175], 2 mai 1981, page 23 M 475; & JP-A-60 247 420 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 07-12-1985 ---	3,4	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 11, no. 234 (M-611)[2681], 30 juillet 1987, page 45 M 611; & JP-A-62 45 429 (SATO SEIKI K.K.) 27-02-1987 ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, section P, semaine D22, 8 juillet 1981, Derwent Publications Ltd, Londres, GB; & SU-A-761 582 (S.L. VALERYANOV) 10-09-1980 ---		B 21 D B 23 P B 24 B
A	US-A-2 992 470 (MILLER) ---		
A	EP-A-0 044 522 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 30-08-1989	Examineur RIS M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			