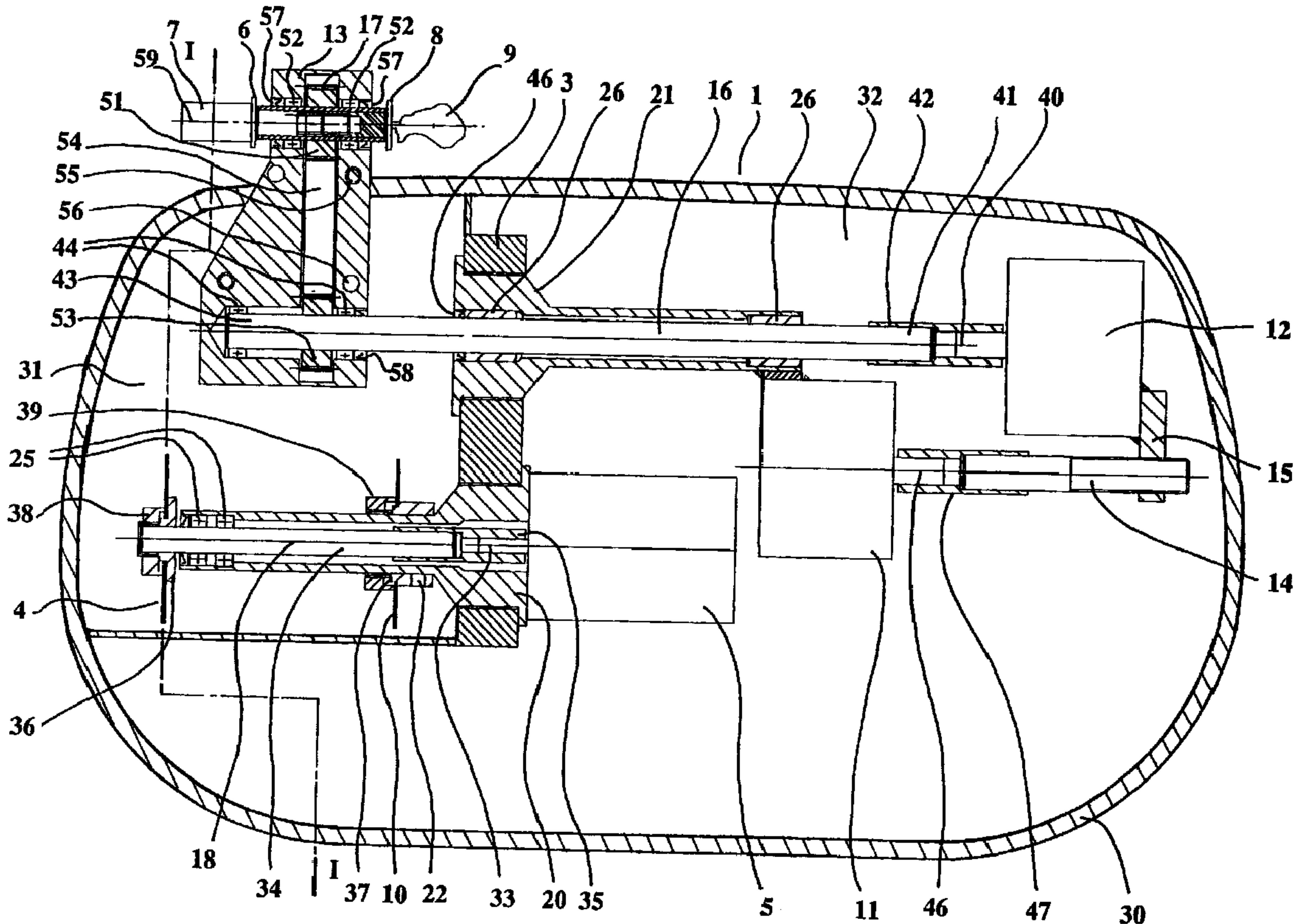




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1999/12/17  
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2000/06/29  
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2007/06/19  
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2001/06/13  
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 1999/003168  
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2000/036992  
 (30) Priorité/Priority: 1998/12/18 (FR98/15984)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B23Q 35/10* (2006.01),  
*A61C 13/00* (2006.01)  
 (72) Inventeur/Inventor:  
FARRE, PIERRE, FR  
 (73) Propriétaire/Owner:  
FARRE, PIERRE, FR  
 (74) Agent: OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L.,S.R.L.

(54) Titre : MACHINE PERMETTANT D'USINER AU MOINS UN VOLUME, NOTAMMENT UN INLAY, DE MANIERE AUTOMATIQUE PAR COPIAGE  
 (54) Title: MACHINE FOR MACHINING A VOLUME, IN PARTICULAR AN INLAY, BY AUTOMATIC DUPLICATING



(57) Abrégé/Abstract:

Machine permettant d'usiner un volume, notamment un inlay, de manière automatique par copiage, comprenant: un disque abrasif (4), et des moyens d'entraînement en rotation (5) de celui-ci; des moyens de fixation (6) d'une ébauche (7) du volume, et des

**(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

moyens d'entraînement en rotation (12, 16, 17) de ceux-ci; des moyens de fixation (8) d'une reproducteur (9), et des moyens d'entraînement en rotation (12, 16, 17) de ceux-ci; un palpeur (10) apte à entrer en contact avec la surface extérieure du reproducteur; des moyens de déplacement (11, 13, 14, 15, 16) relatif entre les moyens de fixation de l'ébauche et le disque d'une part, et entre les moyens de fixation du reproducteur et le palpeur d'autre part, permettant au disque et au palpeur de rester en contact permanent respectivement avec l'ébauche et le reproducteur; des moyens de commande et de contrôle des moyens d'entraînement en rotation du disque et des moyens de fixation du reproducteur, et des moyens de déplacement, ces derniers comprenant un chariot mobile (13) possédant au moins deux degrés de liberté et sur lequel sont montés les mouens de fixation de l'ébauche et ceux du reproducteur.

**PCT**ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE  
Bureau international

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :

A61C 13/00, B23Q 35/10

A1

(11) Numéro de publication internationale:

WO 00/36992

(43) Date de publication internationale:

29 juin 2000 (29.06.00)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/03168

(22) Date de dépôt international: 17 décembre 1999 (17.12.99)

(30) Données relatives à la priorité:

98/15984

18 décembre 1998 (18.12.98)

FR

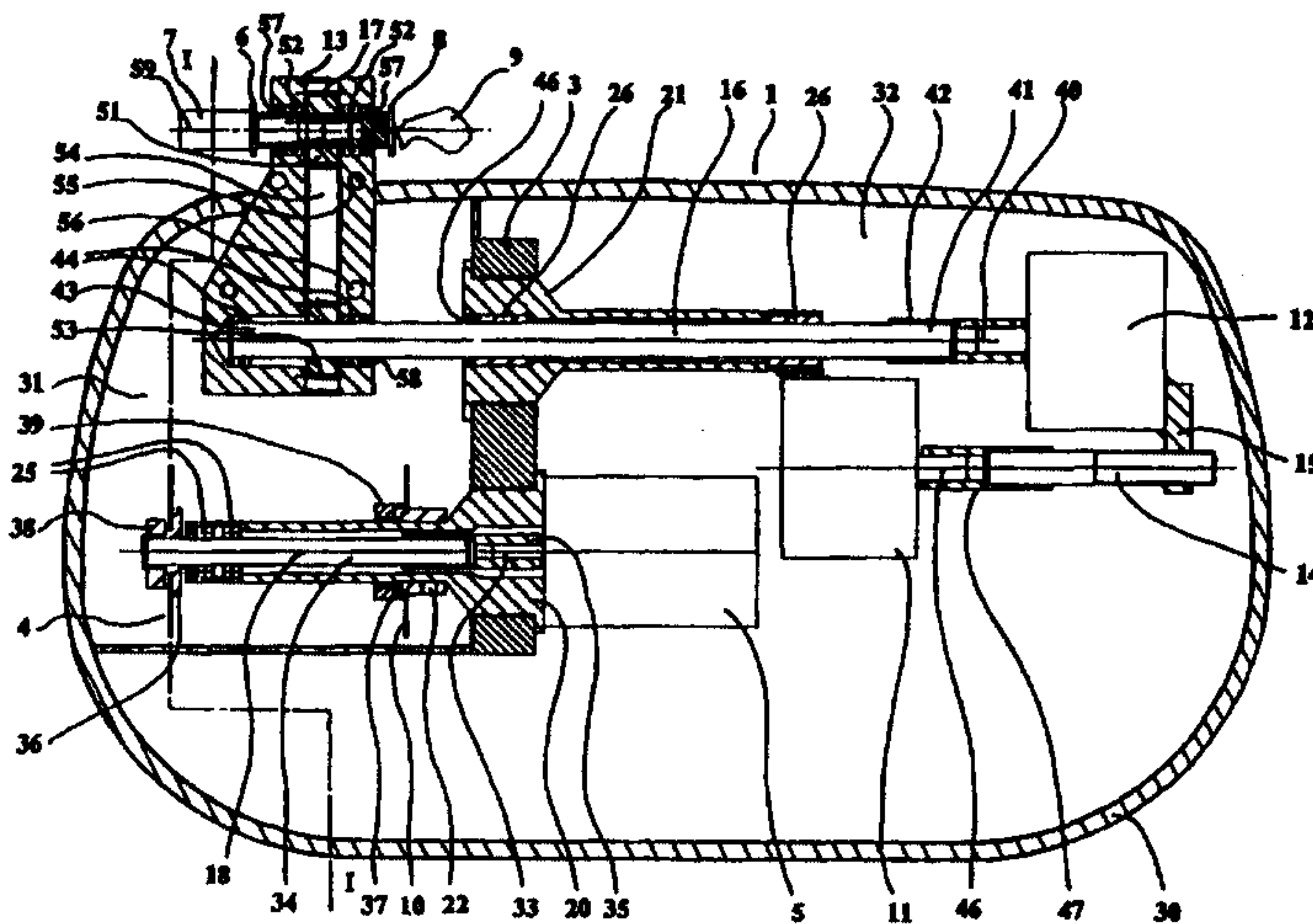
(71)(72) Déposant et inventeur: FARRE, Pierre [FR/FR]; 83 bis  
rue des 36 Ponts, F-31400 Toulouse (FR).(74) Mandataire: MORELLE, Guy; Cabinet Morelle & Bardou,  
SC, Boîte postale 4127, F-31030 Toulouse Cedex 4 (FR).(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD,  
SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS,  
MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ,  
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE,  
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).**Publiée***Avec rapport de recherche internationale.**Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont  
reçues.*

(54) Title: MACHINE FOR MACHINING A VOLUME, IN PARTICULAR AN INLAY, BY AUTOMATIC DUPLICATING

(54) Titre: MACHINE PERMETTANT D'USINER AU MOINS UN VOLUME, NOTAMMENT UN INLAY, DE MANIÈRE AUTOMATIQUE PAR COPIAGE

## (57) Abstract

The invention concerns a machine for machining a volume, in particular an inlay, by automatic duplicating, comprising: an abrasive disc (4), and means for driving it in rotation (5); means for fixing (6) a blank (7) of the volume, and means for driving them in rotation (12, 16, 17); means for fixing (8) a duplicator (9), and means for driving them in rotation (12, 16, 17); a touch-sensing probe (10) capable of being urged into contact with the duplicator outer surface; means for relative displacement (11, 13, 14, 15, 16) between the blank fixing means and the disc, and between the duplicator fixing means and the touch-sensing probe, enabling the disc and the touch-sensing probe to remain permanently in contact with the blank and the duplicator respectively; means for commanding and controlling the means driving in rotation the disc and the means fixing the duplicator, and displacing means, the latter comprising a mobile carriage (13) having at least two degrees of freedom and whereon are mounted the means for fixing the blank and for fixing the duplicator.



**(57) Abrégé**

Machine permettant d'usiner un volume, notamment un inlay, de manière automatique par copiage, comprenant: un disque abrasif (4), et des moyens d'entraînement en rotation (5) de celui-ci; des moyens de fixation (6) d'une ébauche (7) du volume, et des moyens d'entraînement en rotation (12, 16, 17) de ceux-ci; des moyens de fixation (8) d'un reproducteur (9), et des moyens d'entraînement en rotation (12, 16, 17) de ceux-ci; un palpeur (10) apte à entrer en contact avec la surface extérieure du reproducteur; des moyens de déplacement (11, 13, 14, 15, 16) relatif entre les moyens de fixation de l'ébauche et le disque d'une part, et entre les moyens de fixation du reproducteur et le palpeur d'autre part, permettant au disque et au palpeur de rester en contact permanent respectivement avec l'ébauche et le reproducteur; des moyens de commande et de contrôle des moyens d'entraînement en rotation du disque et des moyens de fixation du reproducteur, et des moyens de déplacement, ces derniers comprenant un chariot mobile (13) possédant au moins deux degrés de liberté et sur lequel sont montés les moyens de fixation de l'ébauche et ceux du reproducteur.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

**MACHINE PERMETTANT D'USINER AU MOINS UN VOLUME,  
NOTAMMENT UN INLAY, DE MANIÈRE AUTOMATIQUE PAR  
COPIAGE**

05 La présente invention se rapporte au domaine des machines permettant un usinage  
par enlèvement de matière par reproduction d'un modèle, plus particulièrement appliquées  
au domaine médical, notamment dentaire pour la fabrication de pièces en céramique  
destinées à remplacer tout ou partie d'une couronne dentaire, et se rapporte notamment  
aux machines comprenant un outil d'usinage muni d'un axe de symétrie et possédant au  
10 moins un degré de liberté en rotation autour dudit axe de symétrie, des moyens  
d'entraînement en rotation de l'outil d'usinage autour de son axe de symétrie, des moyens  
de fixation d'une ébauche dans laquelle ledit volume est usiné et possédant au moins un  
degré de liberté en rotation, des moyens d'entraînement en rotation des moyens de  
fixation de l'ébauche, des moyens de fixation d'un reproducteur possédant au moins un  
15 degré de liberté en rotation, des moyens d'entraînement en rotation des moyens de  
fixation du reproducteur, un palpeur apte à entrer en contact avec la surface extérieure du  
reproducteur, des moyens de déplacement relatif entre les moyens de fixation de l'ébauche  
et l'outil d'usinage d'une part, et entre les moyens de fixation du reproducteur et le  
palpeur d'autre part, les moyens de déplacement permettant à l'outil d'usinage et au  
20 palpeur de rester en contact permanent respectivement avec l'ébauche et le reproducteur.

On connaît le document US-A-5,135,393 qui se rapporte à une méthode et un appareil  
pour la fabrication de volumes par copiage en dentisterie, notamment d'inlay. La machine  
utilisée est une machine huit axes dont tous les déplacements des parties mobiles de la  
machine sont faits manuellement par l'opérateur, à l'exception de la rotation de l'outil qui  
25 est assurée par un moteur. Plus précisément, la machine comporte un premier chariot  
portant un palpeur et un support d'outil solidaires, dont les axes sont parallèles entre eux  
et perpendiculaires à un axe de déplacement en translation du palpeur et du support  
d'outil; en outre, ce premier chariot est libre en rotation et en translation suivant des axes  
parallèle et perpendiculaire respectivement à l'axe de translation du palpeur et de l'outil  
30 solidaires; Ce premier chariot est maintenu en pression et mû par un opérateur lors de  
l'usinage contre un deuxième chariot libre rotation et qui porte le reproducteur et  
l'ébauche eux-mêmes libres en rotation sur ce deuxième chariot; de sorte que, sous la  
pression et les déplacements induits par l'opérateur, le palpeur parcourt la surface du  
reproducteur et l'outil usine l'ébauche en conséquence; le reproducteur et l'ébauche sont  
35 par ailleurs liés en rotation de sorte que l'opérateur entraînant en rotation avec une main le  
reproducteur, l'ébauche suit ce mouvement de rotation, alors qu'avec l'autre main  
l'opérateur prend soin de faire parcourir au palpeur la surface du reproducteur. Une telle  
machine est complexe, onéreuse du fait d'un nombre important de degrés de liberté et  
délicate d'utilisation car la précision du copiage est fonction de la qualité de prestation  
fournie par l'opérateur.

1a

05 L'art antérieur enseigne notamment une machine de ce type avec le document WO 96/05782, comportant un outil d'usinage diamanté actionné par une turbine à grande vitesse, un palpeur placé sur le même corps de machine que l'outil, l'outil et le palpeur étant mobiles en translation et en rotation afin de suivre le profil d'un modèle fixé en alignement avec l'ébauche, une telle machine permettant la reproduction précise d'un modèle, mais entraînant un mécanisme lourd, volumineux et coûteux, notamment en raison des grandes vitesses de rotation de l'outil. En outre, l'outil de faible diamètre permettant la reproduction de petits détails, qui tourne à grande vitesse peut présenter une usure rapide et donc un coût élevé d'utilisation de la machine.

10 La présente invention propose essentiellement de pallier ces inconvénients et d'apporter d'autres avantages. Plus précisément, elle consiste en une machine permettant d'usiner au moins un volume, notamment un inlay, de manière automatique par copiage, comprenant au moins :

- 15 - un outil d'usinage muni d'un axe de symétrie et possédant au moins un degré de liberté en rotation autour dudit axe de symétrie,
- des moyens d'entraînement en rotation dudit outil d'usinage autour de son axe de symétrie,
- des moyens de fixation d'une ébauche, dans laquelle ledit volume est usiné, possédant

- au moins un degré de liberté en rotation,
- des moyens d'entraînement en rotation desdits moyens de fixation de l'ébauche,
  - des moyens de fixation d'un reproducteur, possédant au moins un degré de liberté en rotation,
- 05 - des moyens d'entraînement en rotation desdits moyens de fixation du reproducteur,
- un palpeur apte à entrer en contact avec la surface extérieure dudit reproducteur,
  - des moyens de déplacement relatif entre lesdits moyens de fixation de l'ébauche et ledit outil d'usinage d'une part, et entre lesdits moyens de fixation du reproducteur et ledit palpeur d'autre part, lesdits moyens de déplacement permettant à l'outil d'usinage et au
- 10 palpeur de rester en contact permanent respectivement avec ladite ébauche et ledit reproducteur,
- des moyens de commande et de contrôle desdits moyens d'entraînement en rotation de l'outil d'usinage, desdits moyens d'entraînement en rotation des moyens de fixation du reproducteur, et desdits moyens de déplacement,
- 15 ladite machine étant caractérisée en ce que ledit outil d'usinage est un disque abrasif, et en ce que lesdits moyens de déplacement comprennent un chariot mobile sur lequel sont montés libres en rotation lesdits moyens de fixation de l'ébauche et lesdits moyens de fixation du reproducteur, ledit chariot mobile possédant au moins deux degrés de liberté de mouvement.
- 20 Le disque abrasif qui permet de réduire la vitesse de rotation de l'outil d'usinage de manière sensible, et l'agencement des moyens de déplacement qui permettent de déplacer l'ébauche et le reproducteur et non plus l'outil d'usinage, entraînent une forte réduction du poids, et du coût de la machine.
- Selon une caractéristique avantageuse, lesdits deux degrés de liberté dudit chariot
- 25 mobile sont un degré de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, et lesdits moyens de déplacement comprennent des moyens d'entraînement en translation et des moyens d'entraînement en rotation dudit chariot mobile.
- Selon une caractéristique avantageuse de la précédente, la machine selon
- 30 l'invention comprend un support rigide, et lesdits moyens d'entraînement en translation dudit chariot mobile comportent un premier moteur lié de manière complète au dit support rigide, en ce que lesdits moyens d'entraînement en rotation desdits moyens de fixation de l'ébauche et desdits moyens de fixation du reproducteur comportent un deuxième moteur lié au dit premier moteur par l'intermédiaire d'une liaison vis-écrou, et ledit chariot mobile est libre en rotation autour de l'arbre de sortie dudit deuxième moteur, ledit arbre de sortie
- 35 étant guidé en rotation et en translation par ledit support rigide.
- Selon une caractéristique avantageuse de la précédente, lesdits moyens d'entraînement en rotation dudit chariot mobile autour de l'arbre de sortie dudit deuxième moteur comprennent les forces de frottements engendrées par la rotation desdits moyens

de fixation de l'ébauche et desdits moyens de fixation du reproducteur.

Selon une caractéristique avantageuse de la précédente, lesdits moyens de fixation de l'ébauche et lesdits moyens de fixation du reproducteur sont liés de manière complète et possèdent des axes de rotation alignés.

05 Selon une caractéristique avantageuse de la précédente, l'axe de rotation dudit disque abrasif est parallèle aux axes de rotation desdits moyens de fixation de l'ébauche et desdits moyens de fixation du reproducteur, ledit support rigide comprenant une paroi plane perpendiculaire au dit axe de rotation du disque abrasif permettant une séparation entre un compartiment usinage et un compartiment moteur.

10 Selon une caractéristique avantageuse de la précédente, l'axe de rotation dudit disque abrasif et l'arbre de sortie dudit deuxième moteur sont montés dans des supports de paliers respectifs identiques.

15 La paroi plane perpendiculaire aux axes de rotation permet un montage plus aisé des supports de paliers, et l'usage de supports de paliers identiques diminue les coûts de fabrication.

Selon une caractéristique avantageuse, ledit palpeur est fixé rigidement au dit support rigide, afin de compenser par son abrasion résultant du frottement avec le reproducteur, l'usure dudit disque abrasif, rendant ainsi la précision de la reproduction indépendante de l'usure de l'outil.

20 Selon une autre caractéristique avantageuse, la machine selon l'invention comporte des moyens de déplacement radial dudit palpeur, permettant d'établir un rapport dimensionnel de reproduction déterminé de l'inlay par rapport au reproducteur, dans un plan perpendiculaire à un axe de rotation dudit reproducteur.

25 Cette caractéristique permet de faire varier le rapport de reproduction radial sans faire varier le rapport de reproduction axial, utilisée notamment dans le cas de la fabrication d'inlays, afin de ménager un espace de collage ou de compenser les erreurs pouvant gêner l'ajustage, ceci sans nuire à la dimension longitudinale.

30 Selon une autre caractéristique avantageuse, ledit palpeur comporte une épaisseur supérieure à l'épaisseur dudit disque abrasif pour augmenter la dimension longitudinale de l'inlay par rapport à celle dudit reproducteur.

Cette caractéristique permet, outre une compensation des erreurs de planéité ou dues aux vibrations du disque, une compensation de l'enlèvement de matière effectué lors du polissage de la pièce terminée.

35 Selon une autre caractéristique avantageuse, lesdits moyens de fixation de l'ébauche et lesdits moyens de fixation du reproducteur sont liés par une liaison vis-écrou, lesdits moyens de fixation de l'ébauche étant fixés de manière rigide sur l'un desdits éléments vis ou écrou, et lesdits moyens de fixation du reproducteur étant fixés de manière rigide sur l'autre complémentaire desdits éléments vis ou écrou.

Cette caractéristique permet une meilleure ergonomie de la machine selon l'invention les moyens de fixation de l'ébauche étant assujettis aux moyens de fixation du reproducteur par une liaison vis-écrou. Ainsi, l'opérateur peut aisément avec ses deux mains assembler l'ébauche et le reproducteur, chacun dans une main respectivement, et  
05 démonter par un mouvement inverse la pièce obtenue et le reproducteur, ceci sans immobiliser l'axe de rotation de ces derniers. Cette caractéristique permet en outre de supprimer tout jeu éventuel entre l'ébauche et le reproducteur.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la machine selon l'invention comprend des moyens d'arrêt automatique de fonctionnement en fin d'usinage par  
10 détection d'une position déterminée dudit chariot mobile. En fin d'usinage, le palpeur ne maintenant plus le reproducteur, le chariot mobile se déplace vers l'axe de symétrie du disque abrasif, les moyens d'arrêt automatique pouvant être avantageusement actionnés lors de ce déplacement.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la machine selon l'invention  
15 comprend un disque abrasif sur toute ou partie de ses deux faces opposées, lesdites deux faces opposées étant convergentes vers la périphérie du disque. Le disque travaillant essentiellement sur la face en opposition au mouvement de déplacement du chariot mobile, un retournement du disque dont une face est usée permet de doubler la durée de vie de ce disque.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la machine selon l'invention  
20 comprend des moyens d'asservissement desdits moyens de déplacement à l'effort exercé par le disque abrasif sur l'ébauche. Une telle caractéristique permet d'optimiser le temps d'usinage.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la machine selon l'invention  
25 comprend des moyens de lubrification dudit disque d'usinage par barbotage. Cette caractéristique permet d'éviter l'utilisation d'une pompe de circulation pour la lubrification de l'usinage.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la machine selon l'invention  
30 comprend des moyens d'inversion du sens de rotation dudit disque abrasif. Il est alors possible d'utiliser les deux côtés opposés des grains abrasifs d'un disque, optimisant ainsi le coût d'utilisation de la machine.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la machine selon l'invention  
35 comprend des moyens de dégagement automatique dudit chariot mobile en fin d'usinage. Ceci permet d'obtenir une meilleure ergonomie, un dégagement automatique du chariot mobile en fin d'usinage permettant un accès plus facile pour un démontage de la pièce usinée et du reproducteur.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la machine selon l'invention comprend un gabarit de centrage permettant d'assurer une fixation de l'ébauche sur lesdits

moyens de fixation de l'ébauche, et une fixation du reproducteur sur lesdits moyens de fixation du reproducteur de telle sorte que l'inlay à obtenir soit inscrit dans le volume de l'ébauche. Cette caractéristique permet d'éviter que le volume qui doit être usiné soit positionné par rapport au reproducteur de telle sorte qu'il existerait sur le volume des manques de matière par rapport à ce dernier.

Selon une autre caractéristique avantageuse, ladite ébauche et ledit reproducteur sont fixés sur leurs moyens de fixation respectifs par au plus une de leurs extrémités respectives.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un exemple de mode de réalisation d'une machine selon l'invention, accompagnée des dessins annexés, exemple donné à titre d'illustration et sans qu'aucune interprétation restrictive de l'invention ne puisse en être tirée.

La figure 1 représente une vue de dessus partielle schématique en coupe suivant la ligne II-II de la figure 2, d'un exemple de mode de réalisation d'une machine selon l'invention permettant d'usiner au moins un volume, notamment un inlay, de manière automatique par copiage.

La figure 2 représente une vue en coupe transversale suivant la ligne I-I de la figure 1.

La figure 3 représente un premier détail agrandi de la machine selon la figure 1.

La figure 4 représente un exemple de mode de réalisation d'un gabarit de centrage pour la machine selon la figure 1.

La machine 1 représentée sur la figure 1, permettant d'usiner au moins un volume, notamment un inlay, de manière automatique par copiage, comprend un disque abrasif 4 muni d'un axe de symétrie 18 et possédant au moins un degré de liberté en rotation autour de l'axe de symétrie 18, des moyens d'entraînement en rotation 5 du disque abrasif 4 autour de son axe de symétrie, des moyens de fixation 6 d'une ébauche 7 dans laquelle le volume est usiné et possédant au moins un degré de liberté en rotation, des moyens d'entraînement en rotation 12, 16, 17 des moyens de fixation 6 de l'ébauche, des moyens de fixation 8 d'un reproducteur 9 possédant au moins un degré de liberté en rotation, des moyens d'entraînement en rotation 12, 16, 17 des moyens de fixation 8 du reproducteur, un palpeur 10 apte à entrer en contact avec la surface extérieure du reproducteur, des moyens de déplacement 11, 13, 14, 15, 16 relatif entre les moyens de fixation 6 de l'ébauche et le disque abrasif 4 d'une part, et entre les moyens de fixation 8 du reproducteur et le palpeur 10 d'autre part, les moyens de déplacement permettant au disque abrasif 4 et au palpeur 10 de rester en contact permanent respectivement avec l'ébauche et le reproducteur, des moyens de commande et de contrôle des moyens d'entraînement en rotation 5 du disque abrasif 4, et des moyens d'entraînement en rotation 12 des moyens de fixation du reproducteur 9, et des moyens de déplacement 11.

Les moyens de déplacement comprennent un chariot mobile 13 sur lequel sont montés libres en rotation les moyens de fixation 6 de l'ébauche 7 et les moyens de fixation 8 du reproducteur 9, le chariot mobile 13 possédant avantageusement deux degrés de liberté de mouvement, soit un degré de liberté en rotation et un degré de liberté en translation. Les moyens de déplacement comprennent en outre des moyens d'entraînement en translation 11, 14, 15 et des moyens d'entraînement en rotation du chariot mobile 13.

La machine représentée sur la figure 1 comprend en outre un support rigide 3. Les moyens d'entraînement en translation du chariot mobile 13 comportent un premier moteur 11 lié de manière complète au support rigide 3. Les moyens d'entraînement en rotation des moyens de fixation 6 de l'ébauche 7 et des moyens de fixation 8 du reproducteur 9 comportent un deuxième moteur 12 lié au premier moteur 11 par l'intermédiaire d'une liaison vis-écrou 14 et 15, le chariot mobile 13 étant libre en rotation autour de l'arbre de sortie 16 du deuxième moteur, l'arbre de sortie 16 étant guidé en rotation et en translation par l'intermédiaire d'un support de paliers 21 rigidement fixé sur le support rigide 3, comme représenté sur la figure 1 et expliqué en détail plus loin.

L'axe de rotation 18 du disque abrasif 4 est parallèle aux axes de rotation des moyens de fixation 6 de l'ébauche 7 et des moyens de fixation 8 du reproducteur 9, le support rigide 3 adoptant avantageusement la forme d'une paroi plane, perpendiculaire à l'axe de rotation 18 du disque abrasif 4, permettant ainsi une séparation entre un compartiment usinage 31 et un compartiment moteur 32. L'axe de rotation 18 du disque abrasif 4 est monté dans un support de paliers 20 avantageusement identique au support de paliers 21 guidant l'arbre de sortie 16 du deuxième moteur 12, comme représenté sur la figure 1. L'identité des supports de paliers 20 et 21 confère à la machine selon l'invention une simplicité de conception et une diminution des coûts de revient de fabrication.

L'ensemble des moyens constitutifs de la machine selon l'invention sont logés de manière avantageuse dans un carter 30 enveloppant assurant une fonction de protection de ces moyens constitutifs, une fonction de récipient pour un liquide lubrifiant d'usinage comme cela sera développé plus loin, et une fonction d'esthétique de la machine, comme représenté sur les figures 1 et 2. Le support rigide 3 adoptera de préférence la forme d'une paroi plane apte à supporter rigidement d'une part le support de paliers 20 sur lequel sont avantageusement montés libre en rotation l'arbre 34 du disque abrasif 4, de manière rigide le support 22 du palpeur 10 et le moteur d'entraînement 5, et d'autre part le support de paliers 21 sur lequel sont avantageusement montés de manière rigide le moteur 11, et libre en rotation et en translation l'arbre de sortie 16.

L'arbre de sortie 33 du moteur d'entraînement 5 est accouplé en rotation de toute manière connue, par exemple par l'intermédiaire d'un manchon 35 d'accouplement, à un arbre 34 sur lequel est centré et fixé le disque abrasif 4, comme représenté sur la figure 1. L'arbre 34 est guidé en rotation dans le support de paliers 20 de toute manière appropriée

en fonction de la vitesse de rotation du disque, par l'intermédiaire de roulements 25 à billes ou à aiguilles par exemple pour un disque tournant à une vitesse de l'ordre de 250 tours par seconde environ. Une bague d'étanchéité sera placée autour de l'arbre 34, comme représenté sur la figure 1, afin de retenir le fluide lubrifiant dans le compartiment  
05 d'usinage 31. Le disque abrasif 4 sera fixé de manière démontable sur l'arbre 34, par exemple par l'intermédiaire d'un mandrin 36 muni d'un écrou central 38, afin de pouvoir assurer son changement, et pourra être avantageusement monté de manière réversible pour le cas préférentiel où le disque est abrasif sur toute ou partie de ses deux faces opposées, afin de permettre un retournement du disque. Le disque abrasif sera de préférence un  
10 disque diamanté dont les deux faces opposées sont convergentes vers la périphérie du disque, une section transversale suivant un rayon du disque formant de préférence un triangle isocèle dont le sommet est constitué par la périphérie du disque.

Le palpeur 10 est avantageusement fixé rigidement au support rigide 3, plus précisément au support de paliers 20 lui-même lié de manière complète et rigide au  
15 support 3, comme représenté sur la figure 1. Un montage fixe du palpeur 10 permet de compenser par son abrasion résultant du frottement avec le reproducteur 9 tournant, l'usure du disque abrasif 4. Comme représenté sur la figure 1 par exemple, le palpeur 10 lié à un manchon 22 est pris en sandwich dans une liaison vis-écrou 39, le manchon 22 étant fixé rigidement et de manière réglable en rotation autour du support de paliers 21  
20 grâce à un alésage central. Une vis radiale pointeau (non représentée) peut par exemple être utilisée pour immobiliser le manchon sur le support de paliers 20.

La machine représentée en figure 1 comporte avantageusement des moyens de déplacement radial du palpeur 10, permettant d'établir un rapport dimensionnel de reproduction déterminé de l'inlay par rapport au reproducteur 9, dans un plan  
25 perpendiculaire à un axe de rotation du reproducteur. Les moyens de déplacement radial sont avantageusement constitués par un épaulement 37 formé sur le manchon 22 et excentré par rapport à l'alésage de centrage de ce dernier sur le support de paliers 20. Ainsi, la rotation du manchon 22 autour du support de paliers 20 permet de déplacer le palpeur 10 radialement grâce à l'excentration de l'épaulement 37.

30 Dans la mesure où le palpeur 10 est fixe, ce dernier peut adopter la forme d'un secteur de disque dont la partie périphérique reproduit une partie de la périphérie du disque abrasif 4.

La machine peut comporter avantageusement un moyen de déplacement axial du manchon 22 pouvant ainsi permettre l'usinage d'ébauche plus courte. Ce moyen de  
35 déplacement axial peut par exemple être constitué d'une bague (non représentée) intermédiaire entre le manchon 22 et le support de paliers 20 ; la bague intermédiaire sera libre en translation sur le support de paliers, et le manchon 22 libre en rotation sur la bague intermédiaire, ou inversement.

De manière avantageuse, le palpeur 10 comporte une épaisseur supérieure à l'épaisseur du disque abrasif 4 pour augmenter la dimension longitudinale de la pièce à obtenir, par exemple un inlay, par rapport à celle du reproducteur 9, et également pour compenser les erreurs de planéité ou dues aux vibrations du disque. L'augmentation de la dimension longitudinale de la copie permet de compenser l'enlèvement de matière dû au polissage nécessaire de la pièce après usinage sur la machine selon l'invention.

L'arbre de sortie 16 est lié en rotation à une première 41 de ses extrémités à l'arbre d'entraînement en rotation 40 du deuxième moteur 12 par l'intermédiaire ou non d'un manchon d'accouplement 42, et est lié en translation mais en rotation libre à sa deuxième 43 extrémité au chariot mobile 13 de préférence par l'intermédiaire de paliers à roulement 44, par exemple paliers à billes, à aiguilles, ou analogue, comme représenté sur la figure 1. L'arbre de sortie 16 est guidé en rotation et en translation dans le support de paliers 21 de préférence grâce à des paliers lisses 26. Une bague d'étanchéité 46 est mise en place autour de l'arbre 16 afin d'assurer l'étanchéité du compartiment moteur 32 au fluide lubrifiant se trouvant dans le compartiment d'usinage 31.

Le corps du premier moteur 11 est fixé rigidement au support de paliers 21, et son arbre d'entraînement en rotation 46 est lié en rotation à la vis 14 par l'intermédiaire ou non d'un manchon d'accouplement 47. La vis 14 est engagée dans un écrou 15 lié en rotation et en translation au corps du deuxième moteur 12, comme représenté sur la figure 1, de manière à ce que la rotation de l'arbre d'entraînement 46 du premier moteur 11 entraîne un déplacement en translation du corps du deuxième moteur 12 sans provoquer une rotation de celui-ci, induisant un déplacement en translation de l'arbre 16 portant le chariot mobile 13.

Le premier 11 moteur est de préférence un moteur pas à pas permettant d'engendrer un déplacement en translation de l'arbre 16 de l'ordre de 1 à 2 mm par minute; le deuxième 12 moteur est de préférence un moteur pas à pas permettant d'engendrer une rotation de l'arbre 16 de l'ordre de un tour par seconde ; le moteur d'entraînement 5 du disque abrasif doit permettre une vitesse de rotation du disque de l'ordre de 250 tours par seconde.

Le chariot mobile 13 se présente sous la forme d'un bras à une première extrémité duquel est lié l'arbre de sortie 16 comme expliqué précédemment et à la deuxième extrémité duquel sont montés libres en rotation les moyens de fixation 6 de l'ébauche et lesdits moyens de fixation 8 du reproducteur 9, comme représenté sur la figure 1. A l'intérieur du chariot est placée une transmission du mouvement de rotation de l'arbre de sortie 16 vers les moyens de fixation de l'ébauche et du reproducteur, par exemple une transmission par courroie 17 comme représenté sur la figure 1.

Les moyens de fixation 6 de l'ébauche 7 et les moyens de fixation 8 du reproducteur 9 sont avantageusement liés de manière complète et possèdent des axes de

rotation alignés formant un axe unique 59, par une liaison démontable exerçant une traction réciproque des uns vers les autres, de préférence une liaison vis-écrou 48, 49 comme représenté plus particulièrement sur la figure 3. Les moyens de fixation 6 de l'ébauche 7 sont solidaires de l'un des éléments vis 48 ou écrou 49 de la liaison vis-écrou, et les moyens de fixation 8 du reproducteur 9 sont solidaires de l'autre complémentaire des éléments vis ou écrou de la liaison vis-écrou. Les moyens de fixation 8 du reproducteur 9 peuvent être constitués par la tête de de l'écrou 49 et les moyens de fixation 6 de l'ébauche 7 peuvent être constitués par la tête de la vis 48, comme représenté sur la figure 3.

Un élément tubulaire 50 sera avantageusement pris en sandwich entre la vis 48 et l'écrou 49, assurant par l'intermédiaire de portées de préférence coniques à ses extrémités, un alignement des moyens de fixation 6 de l'ébauche et des moyens de fixation 8 du reproducteur. L'élément tubulaire 50 est solidaire d'une roue 51 de prise de la courroie 17 d'entraînement en rotation, comme représenté sur la figure 1. L'arbre de sortie 16 est solidaire d'une roue 53 sur laquelle la courroie 17 est en prise pour transmettre le mouvement de rotation à l'élément tubulaire 50. Comme représenté sur la figure 1, la transmission par courroie 51, 53, 17 est montée de préférence à l'intérieur du chariot mobile 13 où un logement 54 est réalisé à cet effet. Afin d'accéder au logement 54, le chariot mobile peut adopter une structure en deux parties assemblées et positionnées l'une sur l'autre de manière démontable aux moyens de vis 55 et de pions 56 respectivement, par exemple. Les roues 53 et 51 seront de préférence placées entre les deux paliers 44 supports de l'arbre de sortie 16 et les deux paliers 52 supports de l'élément tubulaire 50, respectivement. Comme représenté sur la figure 1, des bagues d'étanchéité 57, 58 seront montées autour de l'élément tubulaire 50 et de l'arbre de sortie 16 afin de protéger la transmission par courroie et les paliers placés à l'intérieur du chariot mobile 13, du fluide lubrifiant placé dans le compartiment 31 d'usinage.

Le montage vis-écrou 48-49 permet à l'utilisateur, après avoir fixé l'ébauche et le reproducteur sur la tête de vis et la tête d'écrou respectivement, comme cela sera expliqué plus loin, de monter ces éléments sur la machine chacun dans une main, par une opération de vissage à travers l'élément tubulaire 50. Grâce à la liaison vis-écrou 48, 49 en coopération avec les portées coniques décrites plus haut, les supports de l'ébauche et du reproducteur sont montés sans jeu et correctement alignés sur un même axe de rotation. L'élément tubulaire 50 est monté libre en rotation sur le chariot 13 par l'intermédiaire de deux paliers à roulement 52 de préférence, comme représenté sur la figure 1.

La machine selon l'invention comprend avantageusement en tout ou partie d'elle-même un gabarit 60 de centrage permettant d'assurer une fixation de l'ébauche 7 sur les moyens de fixation 6 de l'ébauche, et une fixation du reproducteur 9 sur les moyens de fixation 8 du reproducteur de telle sorte que la pièce à obtenir, notamment l'inlay, soit

inscrite dans le volume initial de l'ébauche.

Un exemple de mode de réalisation d'un tel gabarit est représenté sur la figure 4, agrandi et en perspective. Le gabarit 60 comprend un logement 61, de préférence tubulaire, représentant la forme extérieure de l'ébauche et pouvant être légèrement plus  
05 petit pour compenser les erreurs de positionnements, le logement 61 définissant un axe de symétrie 62, et un logement 63 similaire au logement 61 mais ouvert vers le haut et dont l'axe de symétrie est colinéaire à l'axe 62. Entre les logements 61 et 63, le gabarit forme un dégagement 64 complémentaire de la forme extérieure du chariot mobile 13 afin que ce  
10 dernier puisse y être inséré et positionné de manière que l'axe 62 du gabarit soit parallèle à l'axe de rotation 59 des moyens de fixation de l'ébauche 7 et du reproducteur 9. Le gabarit 60 et/ou le chariot mobile 13 seront munis de tout moyen permettant à l'opérateur d'effectuer aisément un positionnement parallèle des axes 62 et 59 et de maintenir l'un par rapport à l'autre dans cette position le temps nécessaire à la fixation de l'ébauche et du reproducteur sur leurs moyens de fixation respectifs. Les formes extérieures du gabarit 60  
15 et du chariot mobile 13 seront avantageusement utilisées à cet effet pour permettre un emboîtement de ces derniers dans la position désirée et expliquée plus haut. Les parois planes 67 et 68 peuvent être utilisées pour servir d'appui contre le chariot mobile.

Afin de faciliter l'opération consistant à emboîter le gabarit 60 sur le chariot mobile 13, le gabarit pourra avantageusement être doté d'un moyen de charnière 65 permettant  
20 d'ouvrir le dégagement 64 en pliant le gabarit selon un axe perpendiculaire à l'axe 62, comme représenté sur la figure 4. Le moyen de charnière sera de préférence réalisé par un amincissement 66 d'une section perpendiculaire à l'axe 62, en jouant sur la flexibilité d'un matériau plastique composant en ce cas de manière préférentielle le gabarit 60.

Le logement 61 tubulaire du gabarit sera d'une forme complémentaire de celle de  
25 l'ébauche couvrant le volume du reproducteur utilisé. On comprend donc qu'il peut exister autant de gabarits que de formes essentielles de reproducteur possibles en fonction des applications envisagées. Le logement 63 ouvert du gabarit sera d'une forme complémentaire de celle de l'ébauche afin de permettre un guidage de celle-ci vers les moyens de fixation correspondants, dans une direction parallèle au logement 61 tubulaire  
30 et parallèle à l'axe 59.

Le reproducteur 9 est d'abord fixé par une de ses extrémités sur ses moyens de fixation 8, de préférence par collage, en répartissant de préférence la matière régulièrement autour de l'axe de rotation 59 des moyens de fixation. Les moyens de fixation 8 peuvent  
35 comprendre une pointe 69 formée sur la tête de l'écrou 49 par exemple, qui pénétrera dans un logement complémentaire du reproducteur 9 afin d'assurer une meilleure fixation, comme représenté sur la figure 3. La pointe 69 sera fixée par l'intermédiaire d'un isolant 71 à la tête de l'écrou 49. Les moyens de fixation 8 du reproducteur 9 avec le reproducteur associé sont ensuite montés sur la machine 1 par l'intermédiaire de la liaison

vis-écrou 48, 49 comme décrit plus haut. Ensuite, le gabarit 60 est mis en place sur le chariot mobile 13 en insérant le reproducteur 9 dans le logement tubulaire 61. L'ébauche 7 est enfin fixée, de préférence par collage, par une de ses extrémités sur les moyens de fixation 6 correspondants, selon une position ainsi donnée par le gabarit 60 de façon que  
05 le volume du reproducteur 9 soit inscrit dans le volume de l'ébauche 7.

L'axe de rotation 59 de l'ébauche 7 et du reproducteur 9 est parallèle à l'axe de rotation 18 du disque abrasif et la partie du palpeur 10 en contact avec le reproducteur 9 est alignée avec la partie périphérique de travail du disque abrasif 4 selon une droite parallèle à l'axe 18 pour obtenir une copie identique au reproducteur dans un plan  
10 perpendiculaire aux axes 59 et 18.

Lorsque le moteur 12 entraîne en rotation l'ébauche 7 et le reproducteur 9 dans un sens déterminé, par l'intermédiaire de l'arbre de sortie 16, de la transmission par courroie 17, 51, 53, des moyens de fixation 6 de l'ébauche et des moyens de fixation 8 du reproducteur 9, les forces de frottement dues à l'entraînement en rotation provoquent un  
15 couple tendant faire tourner le chariot mobile 13 autour de l'arbre de sortie 16, et donc à maintenir en appui le reproducteur 9 et l'ébauche 7 sur le palpeur 10 et le disque abrasif 4, respectivement. Ces forces de frottement peuvent agir conjointement aux forces de gravité et/ou aux forces engendrées par l'action d'un ressort (non représenté), le cas échéant. Dans le cas où le moteur 12 entraîne en rotation l'ébauche 7 et le reproducteur 9 dans le  
20 sens contraire au précédent, il est nécessaire d'utiliser les forces de gravité et/ou les forces engendrées par l'action d'un ressort comme expliqué ci-dessus.

La machine comprend avantageusement des moyens d'inversion du sens de rotation dudit disque abrasif 4 qui peut ainsi travailler en opposition ou en avalant selon qu'il tourne dans un sens ou dans l'autre, ceci afin d'optimiser l'usure du disque avant  
25 son remplacement pour usure.

Les moyens de commande et de contrôle (non représentés) des moyens d'entraînement en rotation de l'outil d'usinage, des moyens d'entraînement en rotation des moyens de fixation du reproducteur et de l'ébauche, et des moyens de déplacement, comprennent une alimentation électrique, de préférence une alimentation basse tension  
30 continue disposée à l'extérieur du carter 30 de la machine 1 et reliée à cette dernière au compartiment 32 moteur par un cordon d'alimentation et une fiche électrique étanches (non représentés), une électronique de commande et de contrôle (non représentée) placée dans le compartiment 32 moteur, un logiciel de pilotage automatique d'un cycle au moins de fabrication.

35 La machine représentée sur la figure 1 comprend avantageusement des moyens d'arrêt automatique de fonctionnement en fin d'usinage par détection d'une position déterminée du chariot mobile 13, par exemple lorsque le palpeur 10 est voisin de ou sur l'axe 59 de rotation du reproducteur.

La machine représentée sur la figure 1 comprend en outre avantageusement des moyens d'asservissement des moyens de déplacement du chariot mobile 13, plus particulièrement du moteur 11 de déplacement en translation du chariot, à l'effort exercé par le disque abrasif 4 sur l'ébauche 7.

05 Le compartiment d'usinage 31 sera rempli jusqu'à un niveau déterminé d'un fluide lubrifiant, notamment de l'eau, afin d'assurer une lubrification et un refroidissement corrects par barbotage du disque abrasif 4, et sera rendu étanche afin que le fluide ne pénètre pas dans le compartiment moteur 32.

La machine représentée sur la figure 1 comprend en outre avantageusement des  
10 moyens de dégagement automatique du chariot mobile 13 en fin d'usinage, consistant à relever ce dernier notamment par une rotation de l'arbre de sortie 40 du moteur 12, dans le sens inverse du sens d'usinage, ce qui entraînerait grâce aux forces de frottement ou à un antidévireur mécanique de type roue libre ou visqueux (non représenté), le basculement du chariot mobile 13 du côté opposé à l'axe de rotation 18 du disque abrasif 4, libérant  
15 ainsi l'accès aux moyens de fixations 6 et 8 pour les opérations suivantes.

La paroi 3 est avantageusement réalisée en matière électriquement isolante de manière à permettre la détection de présence de liquide lubrifiant dans le compartiment 31 d'usinage par mesure de la résistivité en appliquant une tension entre les supports de paliers 20 et 21. Ce montage permet en outre avantageusement de détecter le contact  
20 électrique entre le chariot mobile 13, et le support de paliers 20, afin d'informer l'électronique de contrôle de la fin d'usinage.

Le compartiment d'usinage 31 est avantageusement muni d'un capot articulé 70, comme représenté sur la figure 2, permettant un accès à l'intérieur du compartiment 31 et une protection de l'environnement extérieur de la machine contre les projections de liquide  
25 lubrifiant, lors de l'opération d'usinage. La machine comprend en outre avantageusement des moyens d'ouverture (non représentés) automatique du capot 70, fonctionnant en fin d'usinage. En outre, la machine peut comporter un système de verrouillage (non représentés) automatique du capot 70 permettant d'empêcher une ouverture intempestive de celui-ci en cours d'usinage.

30 Les moyens électroniques de commande et de contrôle sont constitués d'au moins une carte électronique entrées/sorties (non représentée) placée dans le compartiment moteur 32. Les entrées peuvent notamment être en liaison avec des capteurs comme suit : un capteur de niveau de liquide lubrifiant, un capteur de fin d'usinage, un capteur d'ouverture du couvercle du compartiment d'usinage, un capteur d'intensité du moteur de  
35 coupe 5, un capteur de température. Les sorties peuvent être en liaison avec les commandes suivantes : commande indépendante de chaque moteur, commande d'une interface visuelle pour l'utilisateur, commande d'un verrouillage/déverrouillage du capot 70.

Un exemple de mode de fonctionnement de la machine selon l'invention va maintenant être décrit, ce mode de fonctionnement pouvant être avantageusement mis en œuvre en partie par un logiciel de pilotage automatique dans le cadre d'un fonctionnement automatique de la machine.

05 Le mode de fonctionnement suivant est décrit chronologiquement à partir de l'état de la machine en fin d'usinage et pour un usinage suivant :

- à l'ouverture du capot 70, le capteur d'ouverture envoie un signal à l'électronique de commande et de contrôle ; cette dernière répond en actionnant le moteur 11 qui va déplacer le moteur 12 en translation, donc l'arbre 16 et lui faire effectuer une  
10 série d'allers et retours de faible amplitude, afin de libérer le résidu d'ébauche issu d'un usinage précédent de son appui résiduel sur le disque d'usinage 4, puis un retour complet du chariot vers la paroi 3 ;

- simultanément, le moteur 12 se met en marche dans le sens inverse du sens d'usinage, entraînant l'arbre 16 qui entraîne lui-même grâce aux forces de frottement ou à  
15 un antidévireur comme expliqué plus haut, le basculement du chariot du côté opposé à l'axe 18 du moteur d'usinage, vers l'extérieur de la machine, pour faciliter les opérations suivantes ;

- l'opérateur peut séparer par dévissage les moyens de fixation 6, 8 de l'ébauche et du reproducteur, comme expliqué plus haut ; le reproducteur 9 est remplacé par  
20 décollage de l'ancien, et collage du nouveau grâce à la pointe faisant partie du support 8 qui sera collée dans un forage pratiqué dans le reproducteur ; l'ébauche est remplacée soit par décollage de l'ancienne, soit par remplacement de ses moyens de fixation 6 qui peuvent être à usage unique ; le reproducteur, son support, et un support d'ébauche vierge sont assemblés sur l'élément tubulaire 50 ;

25 - afin d'optimiser la quantité de matière à usiner, l'opérateur présente différents gabarits 60 de centrage sur le reproducteur 9, et choisit le plus petit pouvant s'engager sur celui-ci ; le dispositif de centrage est ensuite rabattu sur le chariot, plaqué contre les plans de référence, 67, 68 par exemple, et l'ébauche 7 correspondante est enduite de colle à prise instantanée, et glissée sur le logement 63 qui lui est réservé sur le gabarit 60 de  
30 centrage, pour venir s'assembler par collage avec les moyens de fixation 6 d'ébauche ;

le chariot 13 est rabattu vers le côté interne du compartiment 31 d'usinage, et éventuellement déplacé, grâce à des boutons poussoirs commandant avantageusement une avance et un recul rapide du chariot, vers le départ d'usinage souhaité ; le capot de protection est fermé par l'opérateur ; les moyens électroniques de contrôle contrôlent le  
35 niveau d'eau, par exemple par analyse de la résistivité entre les moyens d'usinage, et les moyens de déplacement ; les moyens électroniques de contrôle contrôlent la fermeture du capot 70 grâce à un interrupteur à lame souple par exemple placé dans la partie fixe du carter 30, et un aimant placé dans le capot qui vient s'approcher à la fermeture ; si ces

deux contrôles sont conformes, la machine est en attente, et par appui sur un quelconque des deux boutons poussoirs décrits ci-dessus, l'usinage est démarré ;

le moteur de rotation 12 entraîne en rotation l'arbre 16 qui entraîne par l'intermédiaire de la courroie 17, l'élément tubulaire 50, donc l'ébauche 7 et le reproducteur 9 en rotation, ainsi que le chariot 13 qui est plaqué vers le disque 4 et le palpeur 10 grâce aux forces de frottement internes ; simultanément, le moteur d'avance 11 se met en route, et grâce au système vis-écrou 14, 15, il entraîne en translation le moteur 12, l'arbre 16, et donc l'ébauche et le reproducteur, permettant ainsi une exploration systématique de la surface externe du reproducteur par le palpeur, excepté les zones concaves ; simultanément, le moteur de coupe 5 se met en route, entraînant en rotation le disque abrasif 4 ; pendant toute la phase d'usinage, les entrées des moyens électroniques contrôlent un certain nombre de capteurs dont la fermeture du capot, le niveau d'eau, la température interne, l'intensité du moteur de coupe 5, les boutons poussoirs manuels : si un quelconque des deux boutons poussoirs est enfoncé, il joue le rôle d'arrêt d'urgence ; la fin d'usinage par détection d'un contact électrique entre le chariot 13 ou les moyens de fixation de l'ébauche 6 d'une part, et le support de paliers 20 ou le disque abrasif 4, ou un autre élément de l'ensemble d'usinage d'autre part, l'intensité du moteur de coupe 5 peut piloter la vitesse des moteurs 11 et 12 grâce à un asservissement destiné à optimiser la vitesse d'usinage en fonction des efforts d'usinage ;

- quand le mouvement d'avance du chariot 13 est tel que le reproducteur n'est plus soutenu par le palpeur, le chariot chute vers le support de paliers 20 du sous-ensemble d'usinage, le contact électrique se fait et les trois moteurs 5, 11, 12 s'arrêtent ; la pièce usinée est sectionnée du reste de l'ébauche, et chute dans le fond du compartiment d'usinage 31 , si la chute ne s'effectuait pas, l'usinage se poursuivrait jusqu'à épuisement de l'ébauche les moyens de fixation de l'ébauche atteindraient le disque abrasif métallique lui aussi, et le contact de fin d'usinage viendrait alors provoquer un arrêt des trois moteurs ; le cycle est terminé, et retourne à son début à l'ouverture du capot ; le capot ouvert, celui-ci est amovible par extraction de son axe, permettant une vidange et un nettoyage aisé du compartiment d'usinage 31.

30

35

**RE V E N D I C A T I O N S**

1. Machine (1) permettant d'usiner au moins un volume, notamment un inlay, de manière automatique par copiage, comprenant au moins :

- 05 - un outil d'usinage (4) muni d'un axe de symétrie (18) et possédant au moins un degré de liberté en rotation autour dudit axe de symétrie,  
- des moyens d'entraînement en rotation (5) dudit outil d'usinage autour de son axe de symétrie,  
- des moyens de fixation (6) d'une ébauche (7), dans laquelle ledit volume est usiné,  
10 possédant au moins un degré de liberté en rotation,  
- des moyens d'entraînement en rotation (12, 16, 17) desdits moyens de fixation (6) de l'ébauche,  
- des moyens de fixation (8) d'un reproducteur (9), possédant au moins un degré de liberté en rotation,  
15 - des moyens d'entraînement en rotation (12, 16, 17) desdits moyens de fixation (8) du reproducteur,  
- un palpeur (10) apte à entrer en contact avec la surface extérieure dudit reproducteur,  
- des moyens de déplacement (11, 13, 14, 15, 16) relatif entre lesdits moyens de fixation (6) de l'ébauche et ledit outil d'usinage d'une part, et entre lesdits moyens de fixation (8)  
20 du reproducteur et ledit palpeur (10) d'autre part, lesdits moyens de déplacement permettant à l'outil d'usinage et au palpeur de rester en contact permanent respectivement avec ladite ébauche et ledit reproducteur,  
- des moyens de commande et de contrôle desdits moyens d'entraînement en rotation de l'outil d'usinage, desdits moyens d'entraînement en rotation des moyens de fixation du  
25 reproducteur, et desdits moyens de déplacement,  
- ledit outil d'usinage étant un disque abrasif, et lesdits moyens de déplacement comprenant un chariot mobile (13) sur lequel sont montés libres en rotation lesdits moyens de fixation (6) de l'ébauche et lesdits moyens de fixation (8) du reproducteur, ledit chariot mobile possédant au moins deux degrés de liberté de mouvement.

30 2. Machine selon la revendication 1, dans laquelle lesdits deux degrés de liberté dudit chariot mobile (13) sont un degré de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, et lesdits moyens de déplacement comprennent des moyens d'entraînement en translation (11, 14, 15) et des moyens d'entraînement en rotation dudit chariot mobile.

35 3. Machine selon la revendication 2, comprenant un support rigide (3), lesdits moyens d'entraînement en translation dudit chariot mobile comportant un premier moteur (11) lié de manière complète au dit support rigide, et lesdits moyens d'entraînement en rotation desdits moyens de fixation (6) de l'ébauche et desdits moyens de fixation (8) du reproducteur (9) comportant un deuxième moteur (12) lié au dit premier moteur (11) par

l'intermédiaire d'une liaison vis-écrou (14, 15), et ledit chariot mobile (13) étant libre en rotation autour de l'arbre de sortie (16) dudit deuxième moteur, ledit arbre de sortie (16) étant guidé en rotation et en translation par ledit support rigide.

05 4. Machine selon la revendication 3, dans laquelle lesdits moyens d'entraînement en rotation dudit chariot mobile (13) autour de l'arbre de sortie (16) dudit deuxième moteur comprennent les forces de frottements engendrées par la rotation desdits moyens de fixation (6) de l'ébauche et desdits moyens de fixation (8) du reproducteur (9).

10 5. Machine selon la revendication 4, dans laquelle lesdits moyens de fixation (6) de l'ébauche et lesdits moyens de fixation (8) du reproducteur (9) sont liés de manière complète et possèdent des axes de rotation alignés.

15 6. Machine selon la revendication 5, dans laquelle l'axe de rotation (18) dudit disque abrasif (4) est parallèle aux axes de rotation desdits moyens de fixation (6) de l'ébauche et desdits moyens de fixation (8) du reproducteur (9), ledit support rigide (3) comprenant une paroi plane perpendiculaire au dit axe de rotation du disque abrasif permettant une séparation entre un compartiment usinage et un compartiment moteur.

7. Machine selon la revendication 6, dans laquelle l'axe de rotation (18) dudit disque abrasif et l'arbre de sortie (16) dudit deuxième moteur sont montés dans des supports de paliers respectifs identiques.

20 8. Machine selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, dans laquelle ledit palpeur (10) est fixé rigidement au dit support rigide (3), afin de compenser par son abrasion résultant du frottement avec le reproducteur (9), l'usure dudit disque abrasif (4).

25 9. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant des moyens de déplacement radial dudit palpeur (10), permettant d'établir un rapport dimensionnel de reproduction déterminé de l'inlay par rapport au reproducteur (9), dans un plan perpendiculaire à un axe de rotation dudit reproducteur.

10. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle ledit palpeur (10) comporte une épaisseur supérieure à l'épaisseur dudit disque abrasif (4) pour augmenter la dimension longitudinale de l'inlay par rapport à celle dudit reproducteur (9).

30 11. Machine selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, dans laquelle lesdits moyens de fixation (6) de l'ébauche et lesdits moyens de fixation (8) du reproducteur (9) sont liés par une liaison vis-écrou, lesdits moyens de fixation de l'ébauche étant fixés de manière rigide sur l'un desdits éléments vis ou écrou, et lesdits moyens de fixation du reproducteur étant fixés de manière rigide sur l'autre complémentaire desdits éléments vis ou écrou.

35 12. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant des moyens d'arrêt automatique de fonctionnement en fin d'usinage par détection d'une position déterminée dudit chariot mobile (13).

13. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comprenant un

disque (4) abrasif sur toute ou partie de ses deux faces opposées, lesdites deux faces opposées étant convergentes vers la périphérie du disque.

05 14. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, comprenant des moyens d'asservissement desdits moyens de déplacement à l'effort exercé par le disque abrasif (4) sur l'ébauche (7).

15. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, comprenant des moyens de lubrification dudit disque d'usinage (4) par barbotage.

16. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, comprenant des moyens d'inversion du sens de rotation dudit disque abrasif (4).

10 17. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, comprenant des moyens de dégagement automatique dudit chariot mobile (13) en fin d'usinage.

15 18. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, comprenant un gabarit de centrage permettant d'assurer une fixation de l'ébauche (7) sur lesdits moyens de fixation (6) de l'ébauche, et une fixation du reproducteur (9) sur lesdits moyens de fixation du reproducteur de telle sorte que l'inlay à obtenir soit inscrit dans le volume de l'ébauche.

20 19. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, dans laquelle ladite ébauche (7) et ledit reproducteur (9) sont fixés sur leurs moyens de fixation respectifs par au plus une de leurs extrémités respectives.

20

25

30

35

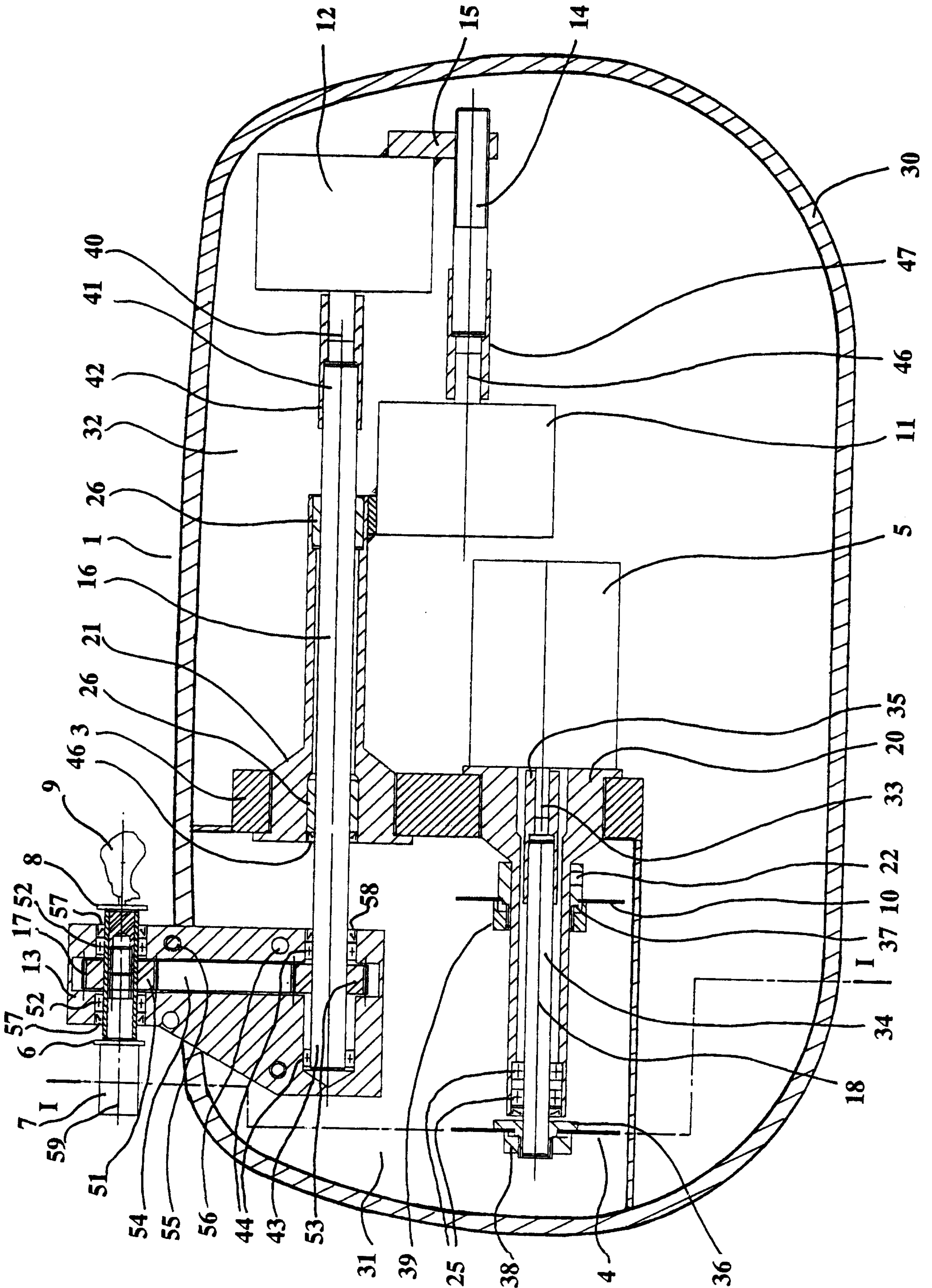


FIG. 1

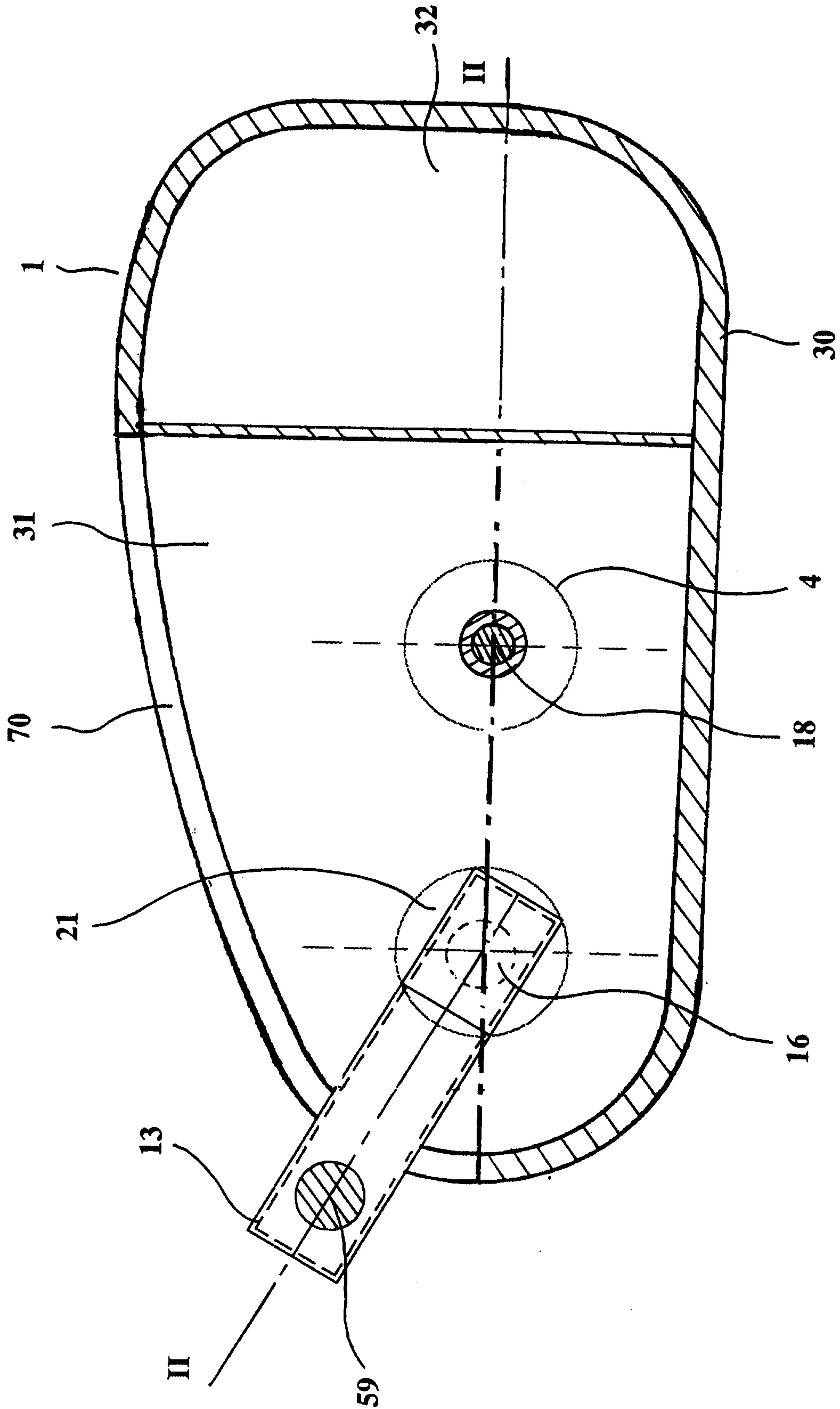


FIG. 2

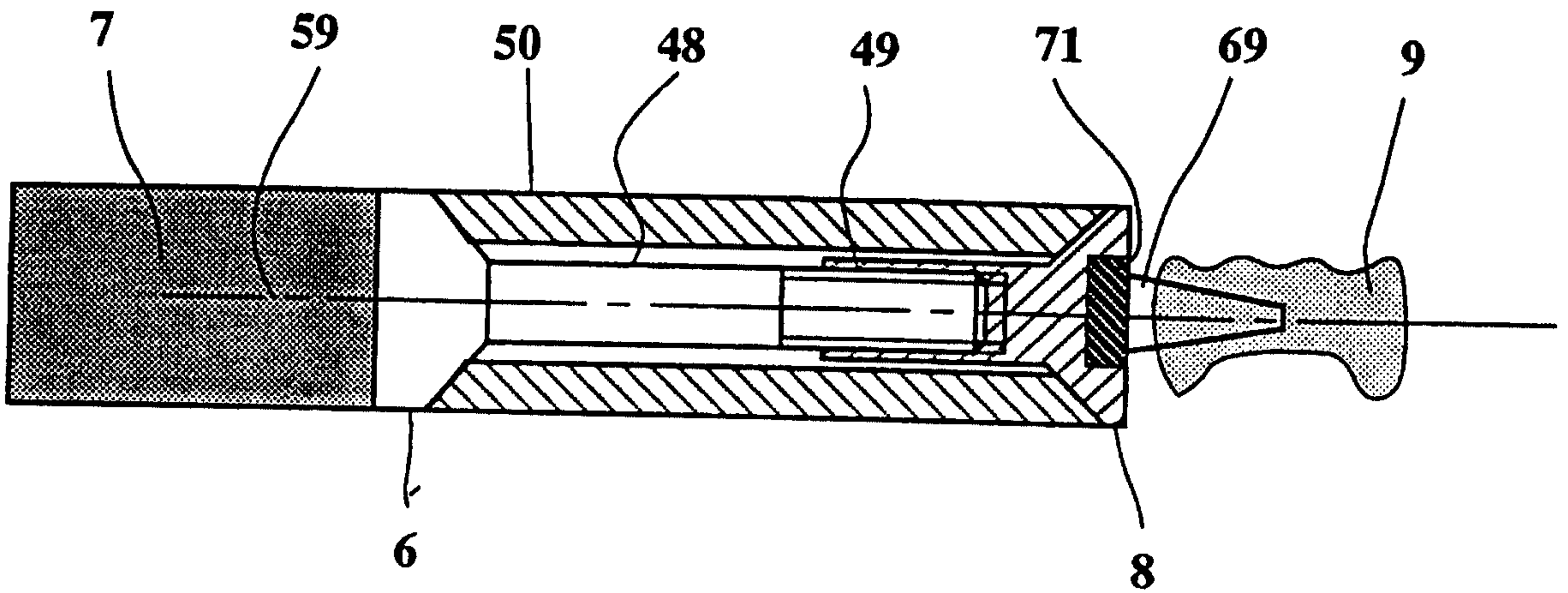


FIG. 3

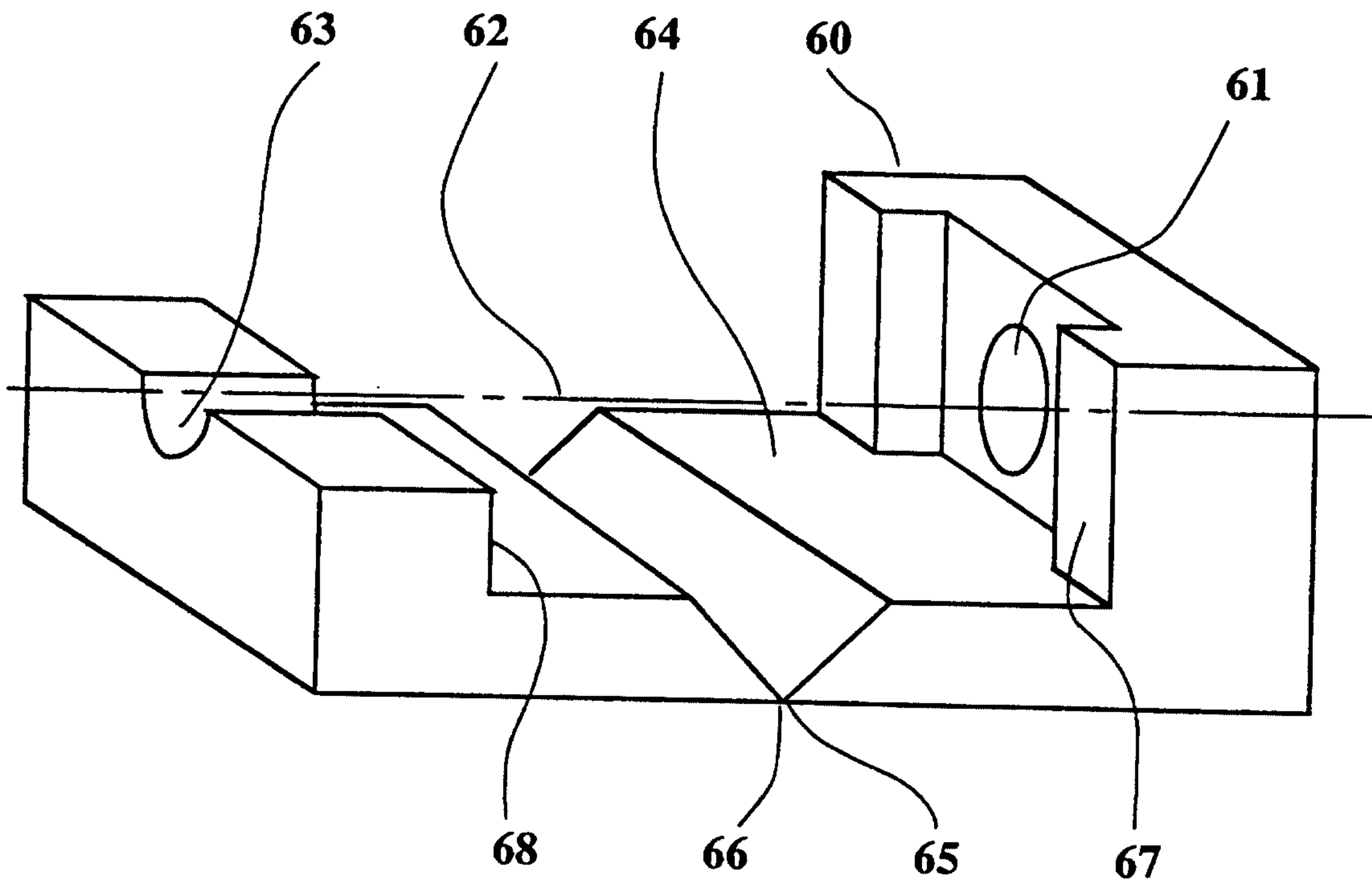


FIG. 4

