

ROYAUME DE BELGIQUE**SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE**

Office de la Propriété intellectuelle

NUMERO DE PUBLICATION : 1016701A5

NUMERO DE DEPOT : 2003/0419

Classif. Internat. : F04C

Date de délivrance le : 08 Mai 2007

Le Ministre de l'Economie,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété intellectuelle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 24 Juillet 2003 à 12H50 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE:ARTICLE 1.- Il est délivré à : HITACHI INDUSTRIES Co., Ltd.
13-17, Nakagawa 4-chome, Adachi-ku, TOKYO(JAPON)

représenté(e)(s) par : CAUCHIE Daniel, OFFICE PARETTE (Fred. Maes) S.c.A., Avenue Gabrielle Petit 2 - B 7940 BRUGELETTE.

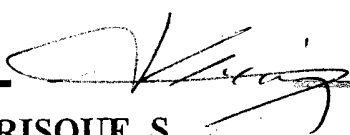
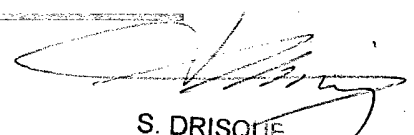
un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : COMPRESSEUR A VIS ET PROCEDE DE FABRICATION DE ROTORS ADEQUATS.

INVENTEUR(S) : Matsumoto Kazuhiro, Tsuchiura-shi, Japan c/o Hitachi Industries Co., Ltd., of 13-17, Nakagawa 4-chome, Adachi-ku, Tokyo 120-8585 (JP); Kato Tomu Tsuchiura-shi, Japan c/o Hitachi Industries Co., Ltd., of 13-17, Nakagawa 4-chome, Adachi-ku, Tokyo 120-8585 (JP); Kameya Kirota Tsushiura-shi, Japan c/o Hitachi, Ltd., Intellectual Property Group, New Marunouchi Bldg., 5-1, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220 (JP)

PRIORITE(S) 15.01.03 JP JPA03006501

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 08 Mai 2007
PAR DELEGATION SPECIALE :
DRISQUE S.
Conseiller
S. DRISQUE
Conseiller**.be**

5

**COMPRESSEUR A VIS ET PROCEDE DE FABRICATION DE ROTORS
ADEQUATS**

10

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

15

La présente invention se réfère à un compresseur à vis comprenant un boîtier, un rotor mâle et un rotor femelle, chacun comportant des rainures de vis à torsion axiale, disposés dans le boîtier, ces deux rotors étant mis en rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun d'eux alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre ces deux rotors ; la présente invention se réfère également à un procédé de fabrication de tels rotors. Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un compresseur à vis dans lequel la déperdition de l'air comprimé au cours de la rotation des deux rotors est moindre et grâce auquel une efficacité de compression plus importante est obtenue ainsi qu'à un procédé de fabrication de tels rotors.

20

25

30

35

Dans le cas des compresseurs à vis, des trous sont forés dans un boîtier afin d'y recevoir le rotor mâle et le rotor femelle. Ces trous de forage, comprenant chacun un côté destiné au rotor mâle ainsi qu'un côté destiné au rotor femelle, sont de section circulaire et parallèles l'un à l'autre. Le centre axial correspondant au côté destiné au rotor mâle ainsi que le centre axial correspondant au côté destiné au rotor femelle coïncident

avec les axes du rotor mâle et du rotor femelle. Le rotor mâle et le rotor femelle sont mis en rotation par des pignons de synchronisation alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre les dents de chacun des rotors mâle et femelle, cet espace permettant d'éviter tout contact entre lesdites dents. D'autre part, la rotation des rotors provoque un effet de succion et de déversement de l'air destiné à être utilisé par les compresseurs et les pompes à vide.

10 Un problème important souvent rencontré avec les compresseurs à vis réside dans le fait qu'il est impossible d'obtenir une efficacité de compression souhaitée étant donné que l'air comprimé fuit par l'espace existant entre le rotor mâle et le rotor femelle ainsi que par l'espace existant entre les rotors mâle et femelle et les trous de forage destinés à recevoir les rotors au moment où ces derniers sont mis en rotation.

Jusqu'à présent, afin de résoudre ce problème, les profils des dents de chacun des rotors étaient conçus avec beaucoup de précision et des méthodes telles que le broyage à l'aide d'ailettes en forme de dents, le fraisage à l'aide d'une fraise mère, le tournage à l'aide de tours de très grande rigidité, pourvus d'un dispositif de contrôle de valeurs numériques, ou similaires (voir JP-A-8-197331) ont été proposées comme nouvelles méthodes de travail.

Dans les cas où l'usinage requiert une très grande précision afin d'obtenir une efficacité de compression importante, la méthode traditionnelle susdite ne suffit pas et le profil des dents doit être réalisé par ponçage au moyen d'une ponceuse dotée d'une pierre meulière.

Etant donné que les rotors sont faits d'un matériau très rigide, la pierre meulière s'use rapidement et il est nécessaire, afin de maintenir la précision, de tester toute nouvelle pierre meulière lorsqu'une ancienne pierre

meulière doit être remplacée afin d'assurer le ponçage au niveau des rotors d'un compresseur à vis de capacité différente ; le ponçage de finition est ensuite effectué lors de la phase de mesurage du profil des dents. Par conséquent, cela donne lieu à un problème supplémentaire étant donné que dans le cas d'une production multi produits, à la fois main d'œuvre et temps sont nécessaires.

De même, étant donné que les pierres meulières employées pour le ponçage des rotors d'un compresseur à vis de très grande capacité sont volumineuses et lourdes, il est nécessaire de recourir à l'emploi d'une grue lorsqu'il s'agit de remplacer une pierre meulière ce qui nécessite un travail manuel et empêche toute automatisation du procédé.

RESUME DE L'INVENTION

Par conséquent, l'un des objets de la présente invention est de procurer un compresseur à vis dans lequel la déperdition de l'air comprimé est moindre et grâce auquel une efficacité de compression plus importante est obtenue.

De même, un autre objet de la présente invention est de procurer un procédé permettant de faciliter la fabrication des rotors d'un compresseur à vis à haute efficacité de compression.

Pour atteindre ce premier objectif, l'invention prévoit la réalisation d'un compresseur à vis qui comprend un boîtier, un rotor mâle et un rotor femelle, chacun comprenant des rainures de vis à torsion axiale, disposés dans le boîtier, les deux rotors étant mis en rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun d'eux alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre eux et chacun des deux rotors comprenant des stries concaves de très faible profondeur conçues sur chacune des rainures de vis de façon à ce qu'elles s'étendent selon le sens de torsion de la vis, ce compresseur à vis étant caractérisé en ce que les largeurs respectives des stries concaves et les espaces entre des stries concaves adjacentes sont

plus petits dans les zones où les surfaces courbées des deux rotors comprennent une combinaison d'une surface convexe et d'une surface concave.

- 5 Pour atteindre ce second objectif, l'invention prévoit un procédé de fabrication d'un compresseur à vis qui comprend une phase de finition au cours de laquelle les stries concaves de très faible profondeur, qui s'étendent selon le sens de torsion des rainures de la vis et qui sont présentes sur les 10 rotors mâle ou femelle, sont formées par usinage lequel est réalisé par un centre d'usinage doté d'une fraise à bout hémisphérique en sorte que certaines stries concaves ont une dimension différente de celles d'autres stries concaves.
- 15 Etant donné que les rainures de vis situées sur chacun des rotors sont conçues pour être dirigées d'un point de suction à un point de déversement, les stries concaves de faible profondeur, formées sur chacune des rainures de vis des deux rotors et 20 s'étendant selon le sens de torsion de la vis, servent de passages à l'air comprimé lequel est dirigé vers le point de déversement plutôt que vers des espaces d'échappement de l'air comprimé ; ainsi, même si des irrégularités sont prévues sur les 25 surfaces des rainures de vis représentant de la sorte un espace d'échappement, la déperdition de l'air est inversement réduite comparativement à ces cas de figures où les surfaces sont correctement dégrossies de façon à réduire au maximum cet espace.
- 30 Etant donné que ces stries concaves sont formées au moyen d'une fraise à bout hémisphérique faisant partie d'un centre d'usinage, le remplacement de cette pièce est aisé ; le contrôle du centre d'usinage étant lui aussi aisé, aucune contrainte 35 supplémentaire n'est ajoutée au travailleur. D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative suivante de modes de réalisation de l'invention en référence aux 40 dessins annexés.

BREVE DESCRIPTION DES DIFFERENTS DESSINS

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un
5 compresseur à vis selon un exemple de réalisation de
l'invention vu du dessus ;

la figure 2 est une vue en coupe longitudinale du
compresseur à vis de la figure 1 vu horizontalement ;

la figure 3 est une vue en perspective illustrant un
10 exemple dans lequel un rotor mâle et un rotor femelle sont
disposés dans le compresseur à vis de la figure 1 ;

la figure 4 est une vue schématique illustrant un
centre d'usinage servant d'appareil de formation des stries
concaves sur chacune des rainures de vis des rotors mâle et
15 femelle, cette unité étant contrôlée par ordinateur ;

la figure 5 est un diagramme illustrant le processus
de fabrication des rotors mâle et femelle ;

la figure 6 est une vue illustrant le mesurage d'un
exemple de forme d'un rotor mâle lors d'un processus de
20 mesurage illustré à la figure 5 ;

la figure 7 est un diagramme illustrant le mesurage
d'un exemple de forme d'un rotor mâle lors du processus de
mesurage illustré à la figure 5 ;

les figures 8a, 8b et 8c sont des vues illustrant le
25 mesurage d'un exemple de forme d'un rotor mâle lors du
processus de mesurage illustré à la figure 5 ;

la figure 9 est une vue illustrant un profil de
mesures, dans une position choisie, obtenu lors de l'étape
de mesurage illustré à la figure 6 ;

30 la figure 10 est une vue en coupe illustrant les
contours d'un rotor mâle après les phases d'ébauche et de
 finition ;

la figure 11 est une vue illustrant un exemple d'usinage, d'une surface inclinée, à l'aide d'une fraise à bout hémisphérique ;

la figure 12 est une vue illustrant la formation de
5 données de valeurs numériques contrôlées destinées à l'usinage correct d'une surface inclinée, à l'aide d'une fraise à bout hémisphérique ;

les figures 13a et 13b sont des vues en coupe transversales illustrant des exemples d'engrenage de chacun
10 des rotors mâle et femelle ;

les figures 14a et 14b sont des vues illustrant des combinaisons de surfaces courbes des rotors mâle et femelle respectivement ;

les figures 15a et 15b sont des vues illustrant
15 différents exemples dans lesquels une fraise à bout hémisphérique est en phase d'usinage de stries concaves sur un rotor mâle ;

les figures 16a et 16b sont des vues en perspective illustrant des exemples de lignes d'étanchéité et de stries
20 concaves des rotors mâle et femelle ;

les figures 17a et 17b sont des vues en perspective illustrant les relations entre les lignes d'étanchéité et la déperdition de l'air au niveau de chacun des rotors mâle et femelle ;

les figures 18a et 18b sont des vues illustrant des
25 techniques d'usinage au moyen d'une fraise à bout hémisphérique dans un centre d'usinage ;

la figure 19 est une vue illustrant un exemple dans lequel une fraise à bout hémisphérique d'un centre
30 d'usinage est en phase de fraisage vers l'amont ;

la figure 20 est une vue illustrant des zones du rotor femelle au niveau desquelles la fraise à bout hémisphérique est en phase de fraisage vers l'amont et de fraisage vers l'aval.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

L'invention sera décrite ci-après sur base d'un
5 exemple de réalisation illustré aux figures 1 à 3.

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale
illustrant un compresseur à vis 1 selon l'invention vu du
dessus, la figure 2 est une vue en coupe longitudinale du
compresseur à vis 1 vu horizontalement et la figure 3 est
10 une vue en perspective illustrant un exemple de disposition
du rotor mâle et du rotor femelle dans le compresseur à vis
1.

Selon ce qu'indiquent les figures 1 à 3, un boîtier 2
comprend un boîtier principal 2a, un boîtier de déversement
15 latéral 2b ainsi qu'un couvercle de bout 2c ; des trous de
forage 3, 4 sont réalisés dans le boîtier principal 2a. Ces
trous 3, 4 sont de section circulaire et parallèles l'un à
l'autre ; le rotor mâle 5 s'adapte au trou de forage 3 et
le rotor femelle 6 s'adapte au trou de forage 4. Le rotor
20 mâle 5 comprend quatre dents et le rotor femelle 6 six
dents. Le centre axial du trou de forage 3 présent sur un
côté du rotor mâle ainsi que le centre axial du trou de
forage 4 présent sur un côté du rotor femelle coïncident
avec les axes respectifs du rotor mâle 5 et du rotor
25 femelle 6. Les rotors mâle 5 et femelle 6 sont mis en
rotation par des pignons de synchronisation 7, 8 dans des
directions opposées (tel qu'illustré à la figure 3) alors
qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre eux
afin d'éviter tout contact entre les dents des rotors
30 durant leur rotation respective.

Le rotor mâle 5 et le pignon de synchronisation 7
ainsi que le rotor femelle 6 et le pignon de
synchronisation 8 sont fermement fixés à l'aide de pièces
de fixation thermorétractables. Le pignon de

synchronisation 7 s'engrène avec l'engrenage de commande (non illustré) lequel met en rotation le rotor mâle 5 via le pignon de synchronisation 7, le rotor femelle 6 étant mis en rotation par le pignon de synchronisation 8 dont le mouvement est en engrenage avec celui du pignon de synchronisation 7.

Les références numériques 9, 10 et 11, 12 indiquent des roulements qui servent à supporter chacun des rotors 5, 6 durant leur rotation sur le boîtier principal 2a et le boîtier de déversement latéral 2b ; les références numériques 13, 14 et 15, 16 indiquent des garnitures d'étanchéité d'arbre conçues entre le boîtier principal 2a et chacun des rotors 5, 6 ainsi qu'entre le boîtier de déversement latéral 2b et chacun des rotors 5, 6. Le boîtier principal 2a est divisé en deux parties entre lesquelles un espace interne est prévu afin de recevoir un agent de refroidissement en provenance de l'un des côtés du boîtier de déversement latéral 2b.

La référence numérique 17 indique un point de succion de l'air et la référence numérique 18 un point de déversement de l'air comprimé. Un espace défini par le boîtier principal 2a et le couvercle de bout 2c sert de réservoir à huile lequel est rempli d'huile lubrifiante 19 ; un chasse-goutte 20 fixé à l'une des extrémités du rotor femelle 6 fait gicler cette huile lubrifiante durant la rotation du rotor femelle 6 alimentant de la sorte les roulements 9, 11 en huile lubrifiante.

Une multitude de stries concaves 5a, 6a de faible profondeur et s'étendant selon le sens de torsion des rainures de vis des rotors mâle 5 et femelle 6 est prévue sur toute la surface des rotors 5 et 6. La figure 3 illustre une position des deux rotors 5 et 6, vus à partir du couvercle de bout 2c, l'une des multiples stries

concaves 5a, 6a étant indiquée en pointillés par souci de simplicité.

Une explication sera apportée ci-après au procédé de fabrication d'une multitude de stries concaves 5a, 6a sur
5 toute la surface de chacune des rainures de vis du rotor mâle 5 et du rotor femelle 6 ainsi qu'au procédé de fabrication d'un tel appareil de fabrication de stries concaves.

La figure 4 est une vue schématique illustrant un
10 centre d'usinage 31 servant d'appareil de fabrication pour la formation d'une multitude de stries concaves 5a, 6a sur toute la surface de chacune des rainures de vis du rotor mâle 5 et du rotor femelle 6 ainsi qu'un ordinateur 51 servant d'unité de commande (tableau de commande).

15 Le centre d'usinage 31 comprend le centre d'usinage proprement dit 33 lequel se déplace horizontalement sur une base 32 dans chacune des directions X, Y; ce centre d'usinage 33 comprend une fraise à bout hémisphérique 35 se déplaçant vers le bas selon un axe directionnel Z ;
20 l'utilisation d'un support hydraulique 34 permet de mouvoir cette fraise à bout hémisphérique 35 dans la direction des axes X et Y ainsi que dans la direction de l'axe Z (vertical). Une table rotative 36 est prévue sur la base 32, cette table rotative 36 comprenant un arbre rotatif
25 (rotation selon l'axe A) horizontal afin d'être orienté selon l'axe X tandis qu'une pointe en carbure de tungstène 37 est fixée à un centre de rotation. Une contrepoupée 38 est prévue à l'opposé de la pointe en carbure de tungstène 37 sur la table rotative 36 de sorte que le rotor mâle 5
30 (ou le rotor femelle 6) est soutenu entre la pointe en carbure de tungstène 37 et la contrepoupée 38, le rotor mâle 5 (ou le rotor femelle 6) ainsi soutenu étant mis en rotation autour de l'axe A. Le poste de commande 51 comprend un ordinateur proprement dit 52, un écran de

surveillance 53 et un clavier 54 destinés à diriger et commander le centre d'usinage 31 par l'utilisation d'un logiciel décrit par la suite. Il ne s'avère pas nécessaire de procéder à la description d'un câble de connexion entre
5 le centre d'usinage 31 et l'ordinateur 51.

Une explication sera apportée ci-après au procédé de fabrication des rotors mâle et femelle 5, 6 en référence à la figure 5.

Premièrement, une machine traditionnelle et bien
10 connue est employée pour effectuer l'ébauche du rotor mâle 5 ou du rotor femelle 6 en « STEP » (ci-après abrégé en « S ») 100, c'est-à-dire par étapes. Cette explication prendra comme exemple la fabrication du rotor mâle 5.

En S 200, on mesure la taille du rotor mâle 5 après la
15 phase d'ébauche.

Pour prendre cette mesure, on installe une sonde tactile 39 (représentée à la figure 6) à la place de la fraise à bout hémisphérique 35 sur le support 34 du centre d'usinage 31 illustré à la figure 4.

20 Cette étape de mesurage du rotor mâle 5 sera décrite plus en détails en référence aux figures 7 et 8.

On s'assure d'abord que le rotor mâle 5 a bien été doté d'un axe central coïncidant correctement avec l'axe X du centre d'usinage 31. A cette fin, la sonde tactile 39
25 est amenée en butée, par exemple, contre une face frontale d'une portion cylindrique 5B -sur laquelle sera fixé le pignon de synchronisation - située dans la direction de l'axe X de sorte qu'un encodeur intégré dans le centre d'usinage 31 reçoit les données relatives à la position de
30 la sonde tactile 39.

Ensuite, la sonde tactile 39 est amenée en butée contre les portions cylindriques 5A, 5B -sur lesquelles les roulements 9, 10 seront fixés- en trois endroits différents sur la périphérie externe des portions cylindriques par de

sorte que l'encodeur, intégré dans le centre d'usinage 31, reçoit les données relatives à la position de la sonde tactile 39. Partant du principe que les trois données reçues à ce moment correspondent aux angles d'un triangle inscrit dans un cercle, une position du centre de ce cercle est calculée de façon à repérer le centre axial du rotor mâle 5. Autrement, en utilisant la sonde tactile 39 afin d'obtenir des données coordonnées de position d'un diamètre situé sur la périphérie la plus externe en direction de l'axe Y, on calcule une position centrale en direction de l'axe Y et on considère, comme centre axial du rotor mâle 5, une position située sur une distance radiale dans la direction de l'axe Z à partir d'un point situé sur la périphérie la plus externe dans la direction de l'axe Z. Ensuite, il suffit de faire coïncider le centre axial avec l'axe central X du centre d'usinage 31.

Par la suite, afin de positionner correctement le rotor mâle 5 dans la direction de l'axe A, on utilise la sonde tactile 39 en S 201 (illustrée à la figure 7) afin de calculer les données de position Ta d'une dent selon l'axe Z, dans une position choisie de la dent selon l'axe X (tel qu'indiqué à la figure 8a). Les lignes continues représentées sur les figures 8a à 8c représentent le profil réel du rotor mâle 5 alors que les lignes en pointillés représentent le profil modèle. Etant donné que les données relatives à une position modèle qui correspond aux données relatives à une position Ta sont encodées au préalable dans l'ordinateur 52, on obtient rapidement un écart Δta entre ces deux positions. Les données relatives à une position Tb sont calculées en S 202 en provoquant, sous l'action de la table rotative 36, la rotation du rotor mâle 5 autour de l'axe A de façon à ce qu'une dent vienne buter contre la sonde tactile 39. Etant donné qu'à ce moment les données

relatives à une position modèle sont déjà connues par l'ordinateur 52, un écart Δ_{tb} est calculé.

Ensuite, l'importance de la corrélation entre l'écart Δ_{ta} et l'écart Δ_{tb} est mise à jour et le travail d'usinage est entamé en S 204 lorsque l'écart Δ_{ta} est plus important que l'écart Δ_{tb} ; de même, le travail d'usinage est entamé en S 205 lorsque l'écart Δ_{ta} est moins important que l'écart Δ_{tb} . La figure 8b illustre un cas de figure où l'écart Δ_{ta} est moins important que l'écart Δ_{tb} .

En S 204 ou S 205, l'axe A est mis en rotation, dans le sens soit négatif soit positif, selon un minuscule angle prédéterminé et l'on calcule les données relatives à la position des points Ta, Tb en S 206 et S 207 ; de nouveaux écarts de position Δ_{ta} et Δ_{tb} sont obtenus après cette phase de rotation selon un minuscule angle. Par conséquent, on détermine en S 208 si cette différence entre ces écarts se situe dans une marge de tolérance d'usinage ; lorsque cette différence se situe à l'intérieur de la marge de tolérance, on considère la position de l'axe A à cet instant précis comme étant le début (S 209) de la phase de finition. Quand la différence se situe hors de cette marge de tolérance, on reprend le processus en S 203, phase au cours de laquelle on poursuit le travail d'usinage qui vient d'être décrit jusqu'à ce que ladite différence vienne se situer à l'intérieur de la marge de tolérance pour entamer la phase de finition. La réalisation du rotor mâle 5 est alors terminée.

Une explication sera apportée ci-après au profil K de mesures illustré à la figure 9.

La forme, dont une coupe en direction de l'axe X est illustrée à la figure 10, a été réalisée en amenant la sonde tactile 39 en butée contre le rotor mâle 5 placé dans une position choisie, en faisant légèrement tourner le rotor mâle 5 autour de l'axe A de façon à amener la sonde

tactile 39 en butée contre le rotor mâle, en recherchant des données relatives à une position à la surface du rotor mâle et ce, en direction de l'axe Z, ces données étant calculées à partir d'un encodeur encastré dans la sonde tactile 39 (tel qu'illustré à la figure 6), et en répétant ce procédé. Une forme, dont une coupe selon l'axe X est illustrée à la figure 10, a été réalisée en déplaçant légèrement le rotor mâle 5 selon l'axe X et en amenant la sonde tactile 39 en butée contre le rotor mâle. Le dessin du contour externe du rotor mâle 5 (illustré à la figure 6) peut être réalisé en répétant ce même procédé sur toute la longueur du rotor mâle 5 dans la direction de l'axe X et en y intégrant les données de cette position mesurées selon les axes X, Y et Z. En fait, un dessin de contour externe dans sa totalité est réalisé en prenant des mesures à partir d'une distance choisie, par exemple, 10 mm par 10 mm à partir des deux extrémités du rotor mâle 5 dans la direction de l'axe X et en utilisant le traitement d'image pour les zones non mesurées de façon à créer la forme d'une zone où le mesurage a été effectué selon le sens de torsion des rainures de vis concernées. Ce mesurage correspond à S 200.

Le profil K de mesures, illustré tri-dimensionnellement à la figure 9, peut être obtenu en prenant pour base une origine relative à une position d'un mouvement effectué dans la direction de l'axe X à partir d'un point de départ Ps situé sur le côté de succion jusqu'à un point d'arrivée Pe situé sur le côté de déversement et selon un angle de rotation autour de l'axe A.

Alors que l'on utilise un dispositif de mesurage tri-dimensionnel, en plus du profil K de mesures d'une position choisie, représenté tri-dimensionnellement et basé sur l'origine relative à une position d'un mouvement effectué

dans la direction de l'axe X à partir d'un point de départ Ps situé sur le côté de succion jusqu'à un point d'arrivée Pe situé sur le côté de déversement (illustré à la figure 9) et effectué selon un angle de rotation autour de l'axe A, il est possible d'obtenir rapidement le profil de la totalité de la surface du rotor mâle 5 en traçant et en mesurant la forme externe du rotor mâle 5 grâce à l'utilisation d'un capteur.

Lorsque des données relatives à une position modèle selon l'axe Z, et ce sur toute la longueur dans la direction de l'axe X, sont légèrement déplacées selon l'axe X et mises en rotation selon un léger angle autour de l'axe A, celles-ci donnent lieu à un profil modèle représentant une valeur modèle pour l'usinage des stries concaves de faible profondeur et s'étendant selon le sens de torsion des rainures de vis lesquelles sont réalisées par la fraise à bout hémisphérique 35.

Quand les mesures en S 200 ont été prises, on détermine en S 300 s'il y a lieu de procéder à un travail de finition. Lors de la phase d'ébauche S 100 (illustrée à la figure 5) aucune des phases, ultérieure à la phase de finissage en S 500, n'est réalisée et les données relatives au profil du rotor mâle 5 (indiqué par une ligne continue sur la figure 10) sont plus importantes que celles relatives au profil modèle (indiqué en pointillé) après la phase de finition. De même, on détermine par l'écart entre les données relatives aux profils si la phase de finition est nécessaire ; un processus de correction est effectué en S 400 avant le travail de finition et ensuite, ce travail de finition est effectué en S 500.

Au cours du travail de finition, la fraise à bout hémisphérique 35 assure la réalisation des stries concaves de faible profondeur s'étendant selon le sens de torsion des rainures de vis. Une multitude de stries concaves de ce

type (5a ou 6a sur la figure 3) sont prévues sur toute la surface de chacune des rainures de vis selon le sens de torsion de chacune des rainures de vis.

La fraise à bout hémisphérique 35 effectuant le travail de finition au sein du centre d'usinage 31 (illustré à la figure 4) est positionné selon l'axe Z et tourne autour de l'axe Z tandis que le corps du centre d'usinage 33 est peu à peu déplacé dans la direction de l'axe X et que la table rotative 36 met en rotation le rotor mâle 5 qui tourne angle réduit par angle réduit autour de l'axe A. De cette manière, des stries concaves peuvent être formées présentant un profil K de mesures à partir d'un point de départ Ps, situé au niveau du côté de succion, jusqu'à un point d'arrivée Pe, situé au niveau du côté de déversement. La formation de ces stries concaves est effectuée alors que celles-ci sont soumises à un processus de correction pour chacune des rainures de vis du rotor mâle 5 de sorte que les profils K de mesures obtenus lors du mesurage du rotor mâle 5 coïncident avec les profils K modèles.

Une explication sera apportée ci-après au processus de correction.

Alors que le travail de finition est entamé, et tout en prévoyant que la fraise à bout hémisphérique 35 s'étende de manière rectiligne dans la direction de l'axe Z (tel qu'illustré par une ligne continue à la figure 11) afin qu'elle entreprenne la phase de finition au niveau de son extrémité la plus basse, les surfaces travaillées du rotor mâle 5 et du rotor femelle 6 sont celles des rainures de vis, la fraise à bout hémisphérique venant buter contre les surfaces inclinées de ces rainures de vis lorsqu'elle effectue la phase d'usinage. Dans ce cas, la fraise à bout hémisphérique 35 est actionnée grâce à une force de réaction en provenance de la surface inclinée de façon à

s'infléchir tel qu'illustré en pointillés sur le dessin. Etant donné que les rainures de vis du rotor mâle 5 et du rotor femelle 6 sont de forme développante et que l'angle α de contact n'est pas uniforme (tel qu'illustré à la figure 10), la déviation de la fraise à bout hémisphérique 35 varie de telle sorte que plus l'angle α de contact est petit, plus la déflexion est petite et plus l'angle α de contact est important, plus la déflexion est importante. Par conséquent, un écart au niveau de la déflexion provoque une variation au niveau de la précision de l'usinage. Concrètement, une déflexion importante provoque un usinage insuffisant.

Pour cette raison, le processus de correction S 400, illustré à la figure 5, comprend une correction à même de permettre de réaliser le travail de finition souhaité.

Une explication sera apportée ci-après au processus de correction S 400.

Il est clairement illustré à la figure 12 que la fraise à bout hémisphérique 35 découpe le rotor mâle 5 selon une position d'usinage choisie G sur une surface inclinée telle qu'indiquée par la ligne continue. Le centre H de la fraise à bout hémisphérique 35 est situé sur une prolongation d'un vecteur n normal à la position d'usinage G. Le point de commande M du centre d'usinage 31, point dont les données ont des valeurs numériques contrôlées, correspond à l'extrémité de la pointe (extrémité la plus basse) de la fraise à bout hémisphérique 35 qui doit se situer sur une extension du vecteur axial e de la fraise à bout hémisphérique 35. En admettant que Po indique les données de position relatives à la position d'usinage G et que r indique le rayon d'outil de la fraise à bout hémisphérique 35, les données Tnco relatives à la position du point de commande M dont les données ont des valeurs

numériques contrôlées, peuvent être représentées par la formule suivante :

$$Tnco = Po + r \cdot n - r \cdot e \quad (1)$$

5

Dans le cas où la fraise à bout hémisphérique 35 effectue l'usinage jusqu'à atteindre une position F située sur un point opposé au vecteur n normal à la position d'usinage G, les données Pa relatives à la position F peuvent être représentées par la formule suivante où Δd indique la distance existant entre les deux positions F et G :

$$Pa = Po - \Delta d \cdot n \quad (2)$$

15

A partir de cette formule, il est possible de représenter les données Tnca relatives à la position du point de commande L dont les données ont des valeurs numériques contrôlées et ce, pour ce qui concerne la fraise à bout hémisphérique 35 effectuant l'usinage au niveau de la position F, par la formule suivante :

$$\begin{aligned} Tnca &= Pa + r \cdot n - r \cdot e \\ &= Po - \Delta d \cdot n + r \cdot n - r \cdot e \end{aligned} \quad (3)$$

25

Lorsque l'on utilise la formule (3) pour trouver les données Tnca relatives à la position du point de commande L de la fraise à bout hémisphérique 35, point de commande L dont les données ont des valeurs numériques contrôlées et ce, pour toutes les valeurs modèles de la forme du profil d'une dent, l'usinage dessine une surface inclinée tel que l'indique la ligne en pointillés de la figure 12. C'est-à-dire qu'en partant du principe que la position d'usinage G résulte des données de mesure obtenues lors du processus de

30

mesurage S 200, après la phase d'ébauche illustrée à la figure 5, on trouve, pour la fraise à bout hémisphérique 35, les données Tnca relatives au point de commande L dont les données ont des valeurs numériques contrôlées afin de pouvoir procéder au découpage au niveau de la position F ; le processus de correction S 400 est alors mis en œuvre afin de laisser place à la phase de finition S 500.

On reprend alors la procédure au moment du processus de mesurage S 200 où l'on utilise la sonde tactile 39 afin de confirmer si le processus de finition S 500 (illustré à la figure 5) a bien été effectué selon un schéma bien déterminé. Lorsque l'on juge, lors du processus d'estimation S 300, que l'usinage est insuffisant, on reprend le processus de correction S 400 ; dans ce cas, c'est souvent la courbure de la fraise à bout hémisphérique 35 qui constitue la principale cause d'insuffisance.

Lorsque rien d'anormal n'est perçu lors du processus d'estimation S 300 (illustré à la figure 5), on confirme l'état d'engrenage grâce à un rotor de référence apparié (un rotor femelle de référence lorsque le rotor mâle 5 est considéré ou un rotor mâle lorsque le rotor femelle 6 est considéré) ensuite, on applique le traitement de surface approprié lors de la phase de traitement de surface S.700 clôturant ainsi la phase de finition (fabrication) du rotor mâle 5.

Dans les cas où une multitude de fraises à bout hémisphérique 35 sont utilisées individuellement lors de la phase de finition S 500, on trouve les données Tnca relatives à la position d'un point de commande L dont les données ont des valeurs numériques contrôlées et ce, pour chacune des fraises à bout hémisphérique utilisée lors du processus de correction S 400. De même, étant donné que les données Tnca relatives à la position du point de commande L avec données numériques contrôlées varient selon la forme

et les matériaux des rotors mâle et femelle 5, 6 ainsi que des matériaux et de la vitesse de travail de la fraise à bout hémisphérique 35, de telles variations de données sont encodées dans les zones de stockage du centre de commande
5 52 par le biais du clavier 54 et de l'écran 53 de l'ordinateur 51 (illustrés à la figure 4) et sont utilisées pour une correction dans les formules (1) à (3).

Lorsqu'il est possible de saisir à l'avance la déflexion de la fraise à bout hémisphérique 35, il est
10 possible de calculer la correction nécessaire lors du processus de correction S 400 en prévision de cette déflexion.

Les figures 13a et 13b sont des vues en coupe d'un état d'engrènement de chacun des rotors mâle et femelle 5,
15 6. La figure 13a illustre un exemple dans lequel une dent du rotor mâle 5 s'engrène avec l'une des rainures de vis du rotor femelle 6 et la figure 13b illustre un exemple dans lequel une dent du rotor femelle 6 s'engrène avec l'une des rainures de vis du rotor mâle 5. De plus, afin de faciliter
20 la compréhension du profil des dents, le rotor mâle 5 comprend quatre dents.

Tel qu'expliqué ci-dessus, étant donné que les rainures de vis sont de forme développante, la combinaison d'une surface convexe et d'une surface concave (illustrée à
25 la figure 14a) ou d'une surface concave et d'une surface convexe (illustrée à la figure 14b) apparaît selon la position d'engrènement des rotors mâle et femelle 5, 6.

La combinaison d'une surface concave et d'une surface convexe (illustrée à la figure 14b) est indiquée par un
30 cercle A à la figure 13a et la combinaison d'une surface convexe et d'une surface convexe (illustrée à la figure 14a) est indiquée par un cercle B à la figure 13a ; de même, sur la figure 13b, ces combinaisons sont indiquées par les cercles C et D.

Selon un examen effectué par les inventeurs de la présente invention, il a été confirmé que même lorsqu'un espace infime Δ situé entre les rotors mâle et femelle 5, 6 reste le même, la combinaison d'une surface convexe et d'une surface convexe (illustrée à la figure 14a) donne lieu à une déperdition d'air plus importante que celle résultant de la combinaison d'une surface concave et d'une surface convexe (illustrée à la figure 14b). Une telle tendance reste inchangée même lorsque l'on modifie la courbure des surfaces concave et convexe.

Les positions indiquées par le cercle B à la figure 13a et les cercles C et D à la figure 13b, au niveau desquelles la déperdition d'air est provoquée, correspondent aux zones situées à l'extrémité des rainures de vis.

Afin de réduire la déperdition d'air dans ces zones, il est préférable de réduire la largeur des stries concaves 5a, 6a situées sur chacun des rotors mâle et femelle 5, 6 ainsi que l'espace P situé entre les stries concaves 5a, 6a adjacentes et par la même, augmenter la résistance de fluide.

Une explication sera apportée ci-après à la création des stries concaves 5a, 6a de petite largeur.

La figure 15 illustre une situation dans laquelle la fraise à bout hémisphérique 35 est en phase d'usinage de stries concaves 5a sur le rotor mâle 5.

Dans le cas où la fraise à bout hémisphérique 35, ayant un rayon d'outil r , est employée afin de former les stries concaves 5a distantes les unes des autres d'un espace P et séparées les unes des autres par les parois des rainures de vis -situées entre les stries concaves 5a- d'une hauteur h , le rayon d'outil r de la fraise à bout hémisphérique 35 et l'espace P sont réduits afin de produire une multitude de stries concaves 5a, dont la

hauteur (profondeur des rainures) h des parois des rainures -situées entre les stries concaves adjacentes 5a- est maintenue afin de provoquer une augmentation de la résistance de fluide permettant de la sorte une diminution
5 de la déperdition d'air.

A titre d'exemple, lors de la phase de finition d'un rotor femelle 6 d'un diamètre de plus ou moins 120 mm, une seule fraise à bout hémisphérique d'un diamètre $\phi 8$ a été utilisée afin de produire 194 stries concaves 6a d'une
10 profondeur (h) de 0,005 mm sur chacune des rainures de vis alors que lors de la phase de finition du rotor mâle 5 d'un diamètre de plus ou moins 120 mm, trois fraises à bout hémisphérique d'un diamètre de $\phi 8$, $\phi 4$, $\phi 2$ ont été utilisées afin de produire sur chacune des rainures de vis
15 287 stries concaves 5a d'une profondeur (h) de 0,005 mm ; par conséquent, des stries concaves 5a de faible largeur ont été spécialement réalisées, à faible distance P les unes des autres, aux extrémités de chacune des rainures de vis du rotor mâle 5.

20 De cette façon, alors que les stries concaves servant à diminuer la déperdition d'air ne peuvent être formées que sur l'un des deux rotors selon une combinaison d'une surface convexe et d'une surface convexe, les stries concaves sont de préférence formées sur les deux rotors.

25 Une explication sera apportée ci-après à un autre mode de réalisation par lequel la déperdition d'air est réduite.

Dans le cas d'un compresseur à vis, des rainures de vis à torsion axiale sont formées sur chacun des rotors mâle et femelle 5,6. Ces deux rotors 5,6 sont mis en
30 rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun des deux rotors 5, 6 alors qu'un espace infime est constamment maintenu entre eux, une minuscule portion de cet espace infime servant à empêcher tout contact entre le côté de succion et le côté de déversement. Quand les deux

rotors 5, 6 sont mis en rotation, la minuscule portion de cet espace infime se déplace du côté de succion au côté de déversement afin d'y réduire le volume de déversement et par la même, comprimer de l'air. Dans ce cas, la
5 trajectoire le long de laquelle cette minuscule portion se déplace est appelée ligne d'étanchéité; cette ligne d'étanchéité « SL » se déplace selon la direction dans laquelle l'air est comprimé.

Les figure 16a et 16b illustrent des trajectoires de
10 déplacement de lignes d'étanchéité SL.

Une ligne d'étanchéité SL sur le rotor femelle 6 (illustrée à la figure 16a) dessine une trajectoire a-b-C-F-d-e et une ligne d'étanchéité SL sur le rotor mâle 5 (illustrée à la figure 16b) dessine une trajectoire f-g-H-
15 M-i-j. Les sillons d'usinage, illustrés en pointillés, sur le rotor femelle 6 et le rotor mâle 5 indiquent les trajectoires de déplacement de la fraise à bout hémisphérique 35 alors que les stries concaves 5a, 6a s'étendent le long des rainures de vis. Les figures 16a et
20 16b illustrent des lignes d'étanchéité SL sur les surfaces du rotor femelle 6 et du rotor mâle 5 afin d'illustrer la relation qui existe entre les lignes d'étanchéité SL et les stries concaves. 5a, 6a. Grâce à ces lignes d'étanchéité SL, une position a sur le rotor femelle 6 correspond à une
25 position f sur le rotor mâle 5 ; il en va de même pour les positions b et g, C et H, F et M, d et i et e et j.

Tel qu'illustré aux figures 16a et 16b, les lignes d'étanchéité SL croisent les sillons (stries concaves 5a, 6a) de déplacement de la fraise à bout hémisphérique 35 sur
30 le rotor femelle 6 et le rotor mâle 5.

Les figures 17a et 17b sont des vues à grande échelle d'une déviation (mouvement) de la ligne d'étanchéité SL ainsi que du sens d'usinage à l'intérieur des sillons

(stries concaves 5a) de déplacement de la fraise à bout hémisphérique 35 du rotor mâle 5.

Alors qu'à la figure 17a, la direction (mouvement) de la ligne d'étanchéité SL et le sens d'usinage réalisé par la fraise à bout hémisphérique 35 sont parallèles l'un à l'autre, à la figure 17b, tous deux se croisent. Les figures 17a et 17b illustrent également les directions prises par la déperdition de l'air. A la figure 17a, étant donné que les stries concaves 5a s'étendent dans la direction prise par l'air comprimé, indiquée par la direction des lignes d'étanchéité SL, la résistance de fluide provoquée par l'air dans cette direction est faible mais les parois latérales des stries concaves 5a y font obstacle dans une direction perpendiculaire de façon à rendre difficile toute déperdition de l'air. Par contre, il peut être remarqué à la figure 17b que les parois latérales des stries concaves 5a font obstacle en direction de l'air comprimé, indiqué par la direction de la ligne d'étanchéité SL, afin de provoquer une augmentation de la résistance de fluide ; ces stries concaves 5a s'étendent dans une direction qui croise celle de la ligne d'étanchéité SL et permettent une déperdition latérale de l'air.

Il est préférable d'empêcher l'air de fuir latéralement au niveau des zones où les lignes d'étanchéité SL croisent le sens d'usinage, réalisé par la fraise à bout hémisphérique 35, c'est-à-dire, au niveau des stries concaves 5a.

Les figures 18a et 18b illustrent une technique d'usinage à l'aide d'une fraise à bout hémisphérique 35 incluant des phases de fraisage vers l'aval et de fraisage vers l'amont.

Lors de la phase de fraisage vers l'aval, la fraise à bout hémisphérique 35 est mise en rotation, par exemple, sur le rotor mâle 5 (tel qu'illustré à la figure 18a), le

bord de la lame étant dirigé vers l'intérieur sur la surface de la pièce en cours d'usinage ; lors de la phase de fraisage vers l'amont, la fraise à bout hémisphérique 35 est mise en rotation, par exemple, sur le rotor mâle 5 (tel qu'illustré à la figure 18b) le bord de la lame étant situé
5 contre la surface interne de la pièce en cours d'usinage.

Suite à la phase de fraisage vers l'aval, la surface résultant de l'usinage est lisse et nette étant donné que la pièce à usiner est taillée comme si du bois était situé
10 le long du grain. Suite à la phase de fraisage vers l'amont, la surface résultant de l'usinage est rugueuse étant donné que la pièce à usiner est arrachée comme dans les cas où une moustache est rasée de façon ascendante. La figure 19 illustre de façon schématique un exemple où les
15 stries concaves 5a sont formées au moyen du fraisage vers l'amont et où les surfaces sont dégrossies. La rugosité des surfaces des stries concaves 5a donne lieu à une résistance de fluide à l'encontre d'un flux d'air afin de contribuer à la suppression de toute déperdition d'air. En d'autres
20 termes, les stries concaves 5a formées par fraisage vers l'amont de façon à être pourvues de surfaces rugueuses servent à augmenter la résistance de fluide contre un flux d'air.

Etant donné que les trajectoires de déplacement des
25 lignes d'étanchéité SL sont déterminés par la configuration de chacun des rotors mâle et femelle 5, 6 et que les zones dans lesquelles les trajectoires de déplacement des lignes d'étanchéité SL croisent les stries concaves 5a, 6a sont également déterminées et inchangées même lorsque les rotors
30 mâle et femelle 5, 6 sont mis en rotation, on accomplit préférentiellement la phase de fraisage vers l'amont dans une zone R (délimitée par des pointillés sur la figure 20, où un exemple de réalisation du rotor femelle est illustré) lorsque les stries concaves 5a, 6a sont réalisées. De la

sorte, on évite une augmentation de la résistance de fluide en utilisant la phase de fraisage vers l'aval pour le dessin de stries concaves 6a dans d'autres zones que la zone R (délimitée par des pointillés sur la figure 20).

5 Le passage de la phase de fraisage vers l'aval à la phase de fraisage vers l'amont au sein du centre d'usinage 31 s'accomplit en inversant simplement la direction du mouvement relatif de la fraise à bout hémisphérique 35 et en laissant tel quelle la pièce à usiner qui est soumise au
10 sens de rotation de la fraise à bout hémisphérique 35 de telle sorte qu'aucune difficulté supplémentaire ne résulte de l'augmentation de la résistance de fluide dans la zone R au sein de laquelle la trajectoire de mouvement de la ligne d'étanchéité SL croise celle des stries concaves 6a.

15 Alors que les modifications de la largeur des stries concaves 5a, 6a et de l'espace P sur base de la combinaison des surfaces courbées des rainures de vis de chacun des rotors mâle et femelle 5, 6 et que l'application et l'ajustement de la résistance de fluide sur base d'une
20 intersection entre les lignes d'étanchéité SL formées par la rotation des rotors mâle et femelle 5, 6 et les stries concaves 5a, 6a peuvent être réalisées séparément, leur utilisation combinée entraîne un effet supplémentaire sur la réduction de la déperdition d'air.

25 Comme décrit ci-dessus, dans un compresseur à vis selon l'invention, on obtient une déperdition d'air comprimé moindre et une efficacité de compression plus importante.

30 De même, un procédé de fabrication d'un compresseur à vis selon l'invention permet la fabrication d'un compresseur à vis à l'intérieur duquel la déperdition de l'air comprimé est moindre et l'efficacité de compression plus importante.

Il sera bien compris par les personnes qualifiées en la matière que bien que cette description ait été établie sur base d'un exemple de réalisation de l'invention, l'invention ne s'y limite pas et que de nombreux
5 changements ou modifications peuvent y être apportés sans pour autant nuire à l'esprit de l'invention et à la portée des revendications ci-jointes.

REVENDICATIONS

1. Compresseur à vis comprenant un boîtier, un rotor mâle et un rotor femelle, chacun comportant des rainures de vis à torsion axiale, disposés dans le boîtier, les deux rotors étant mis en rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun de ces rotors alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre eux et les deux rotors comprenant des stries concaves de faible profondeur et conçues sur chacune des rainures de vis de façon à ce qu'elles s'étendent selon le sens de torsion de la vis, **caractérisé en ce que** les largeurs respectives des stries concaves et les espaces entre des stries concaves adjacentes sont plus petits dans les zones où les surfaces courbées des deux rotors comprennent une combinaison d'une surface convexe et d'une surface convexe plutôt que dans les zones où les surfaces courbées des deux rotors comprennent une combinaison d'une surface convexe et d'une surface concave.
2. Compresseur à vis comprenant un boîtier, un rotor mâle et un rotor femelle, chacun comportant des rainures de vis à torsion axiale, disposés dans le boîtier, les deux rotors étant mis en rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun de ces rotors alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre eux et les deux rotors comprenant des stries concaves de faible profondeur et conçues sur chacune des rainures de vis de façon à ce qu'elles s'étendent selon le sens de torsion de la vis, **caractérisé en ce que** les stries concaves situées aux extrémités des rainures de vis sur le rotor mâle présentent des largeurs et des espaces entre des stries adjacentes

plus petits que ceux rencontrés au niveau des stries concaves situées ailleurs qu'aux extrémités.

3. Compresseur à vis comprenant un boîtier, un rotor mâle et un rotor femelle, chacun comportant des rainures de vis à torsion axiale, disposés dans le boîtier, les deux rotors étant mis en rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun de ces rotors alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre eux et les deux rotors comprenant des stries concaves de faible profondeur et conçues sur chacune des rainures de vis de façon à ce qu'elles s'étendent selon le sens de torsion de la vis, **caractérisé en ce que** des moyens destinés à augmenter la résistance fluide contre l'air sont prévus sur les stries concaves dans les zones où la trajectoire de déplacement d'une portion infime du minuscule espace existant entre les deux rotors au moment de leur rotation croise les stries concaves.
4. Compresseur à vis comprenant un boîtier, un rotor mâle et un rotor femelle, chacun comportant des rainures de vis à torsion axiale, disposés dans le boîtier, les deux rotors étant mis en rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun de ces rotors alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre eux, les deux rotors comprenant des stries concaves de faible profondeur et conçues sur chacune des rainures de vis de façon à ce qu'elles s'étendent selon le sens de torsion de la vis, **caractérisé en ce que** les surfaces des stries concaves sont dégrossies dans les zones où la trajectoire de déplacement d'une portion infime du minuscule espace existant entre les deux

rotors au moment de leur rotation croise les stries concaves.

5. Compresseur à vis selon la revendication 1, 2, 3 ou 4, **caractérisé en ce que** les stries concaves sont conçues sur toute la surface de chacune des rainures de vis de façon à ce qu'elles s'étendent parallèlement au sens de torsion de chacune des rainures de vis.
6. Procédé de fabrication de rotors destinés à un compresseur à vis comprenant un boîtier, un rotor mâle et un rotor femelle, chacun comportant des rainures de vis à torsion axiale disposées dans le boîtier, les deux rotors étant mis en rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun de ces rotors alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre eux, **caractérisé en ce qu'il** comprend une phase de finition au cours de laquelle des stries concaves de faible profondeur et s'étendant selon le sens de torsion des rainures de vis présentes sur le rotor mâle ou le rotor femelle sont créées par usinage lequel est réalisé par un centre d'usinage doté d'une fraise à bout hémisphérique en sorte que certaines stries concaves ont une dimension différente de celles d'autres stries concaves.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les stries concaves dans les zones où les surfaces courbées des deux rotors comprenant une combinaison d'une surface convexe et d'une surface convexe sont formées au moyen d'une fraise à bout hémisphérique ayant un rayon d'outil plus faible que celui de la fraise à bout hémisphérique utilisée pour la formation de stries concaves dans les zones où les surfaces

courbées des deux rotors comprennent une combinaison d'une surface convexe et d'une surface concave.

8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les stries concaves situées à l'extrémité des rainures de vis présentes sur le rotor mâle sont formées au moyen d'une fraise à bout hémisphérique ayant un rayon d'outil plus faible que celui de la fraise à bout hémisphérique utilisée pour la formation de stries concaves situées ailleurs qu'aux extrémités des rainures de vis.
9. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la fraise à bout hémisphérique réalise une phase de fraisage vers l'amont dans les zones où la trajectoire de déplacement d'une portion infime du minuscule espace existant entre les deux rotors suite à la rotation de ceux-ci croise les stries concaves.

FIG.1

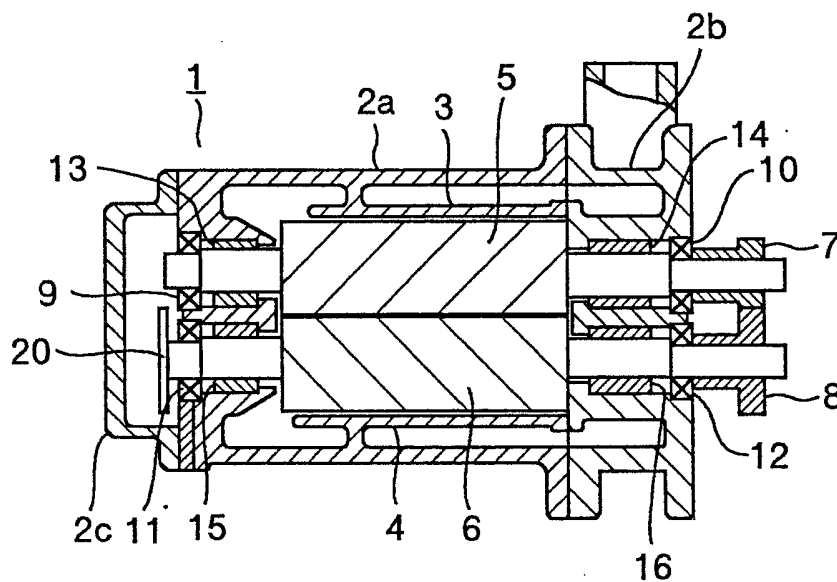


FIG.2

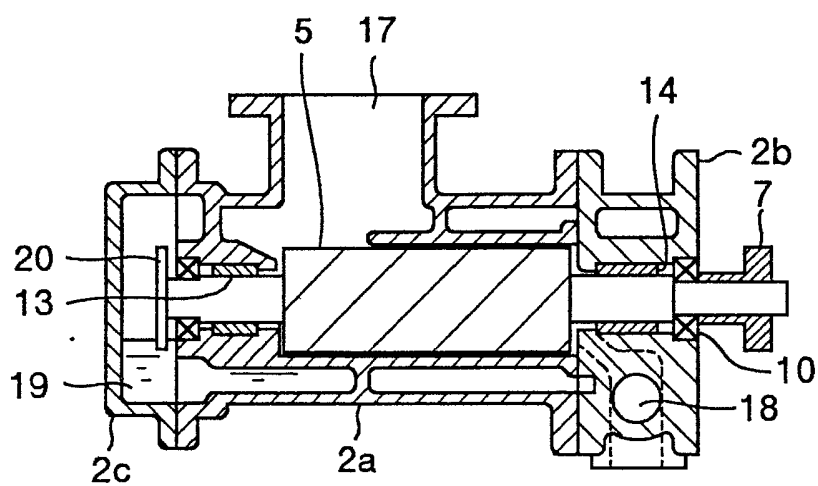


FIG.3

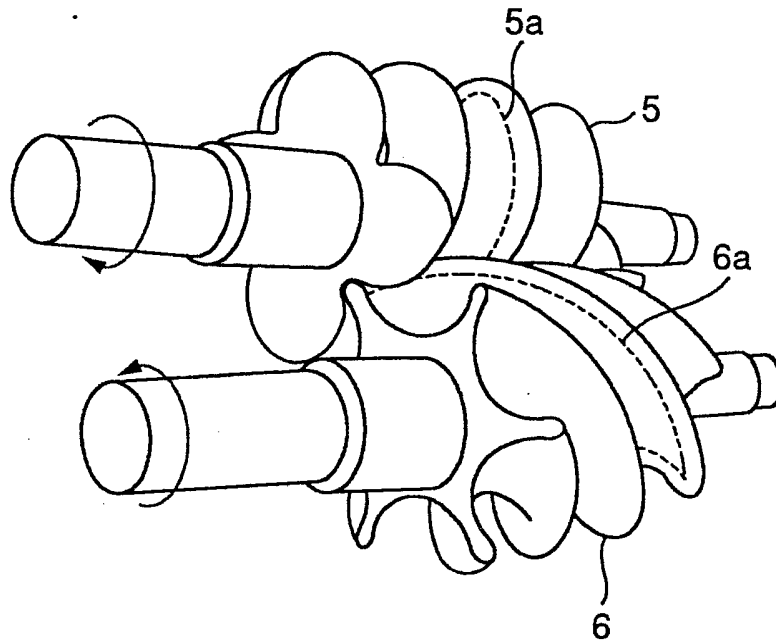


FIG.4

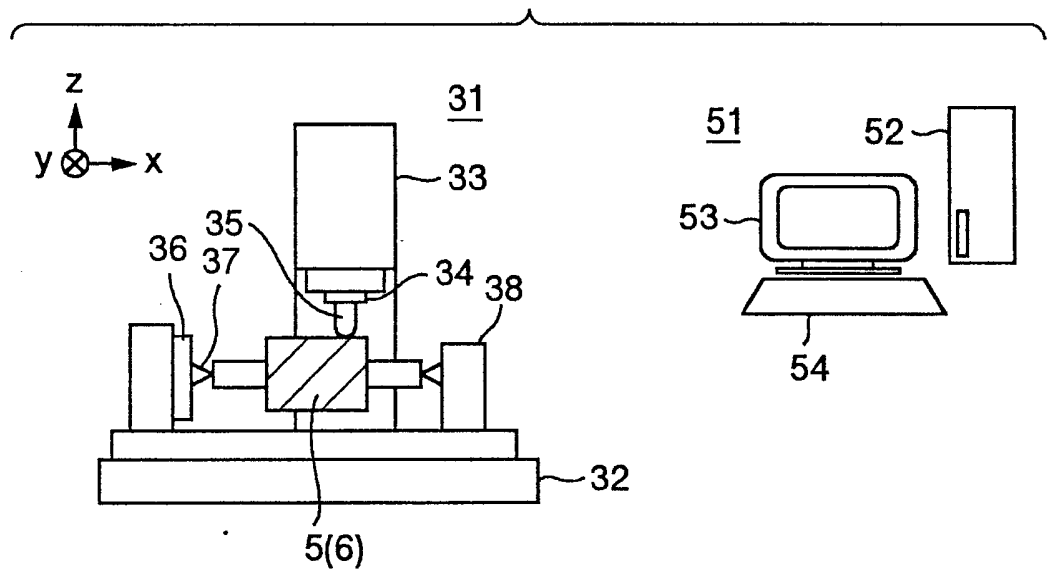


FIG.5

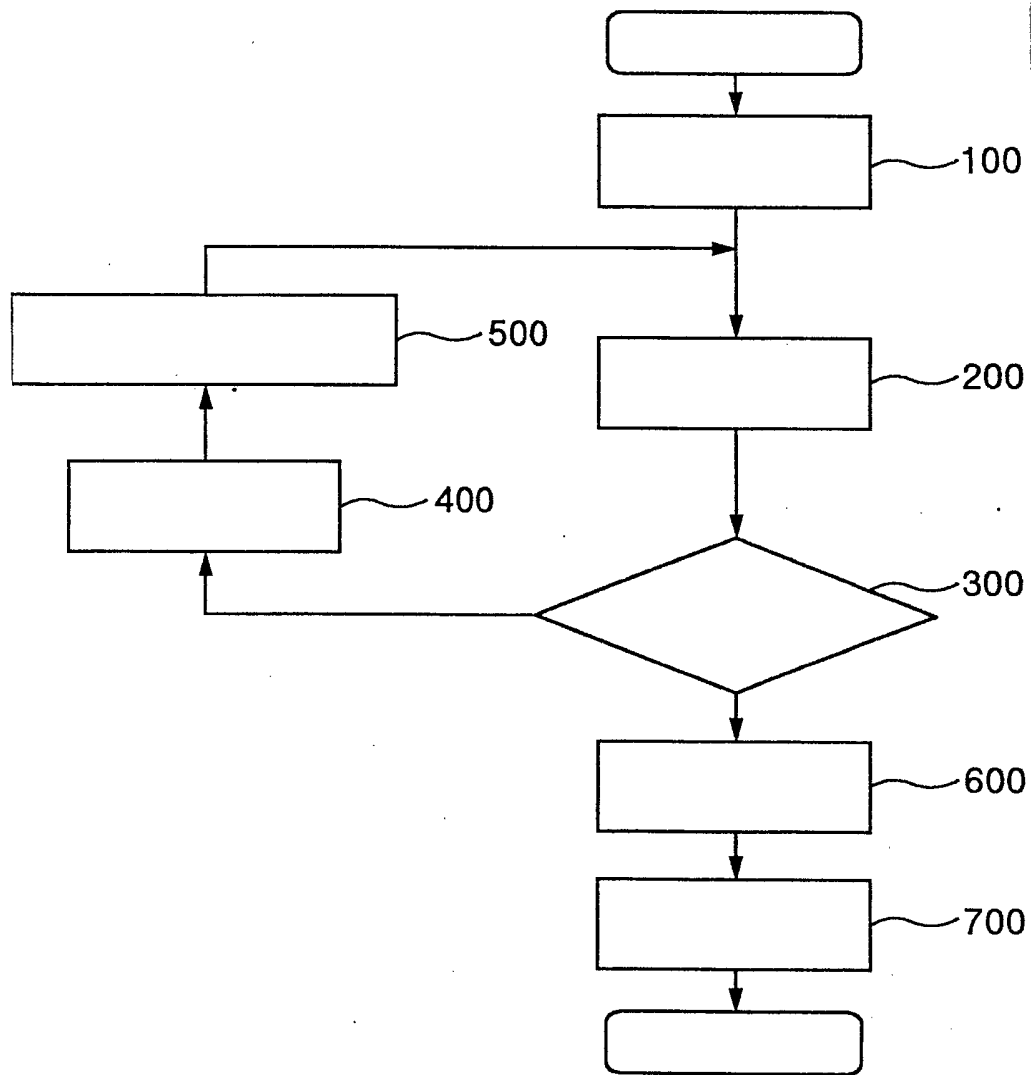


FIG.6

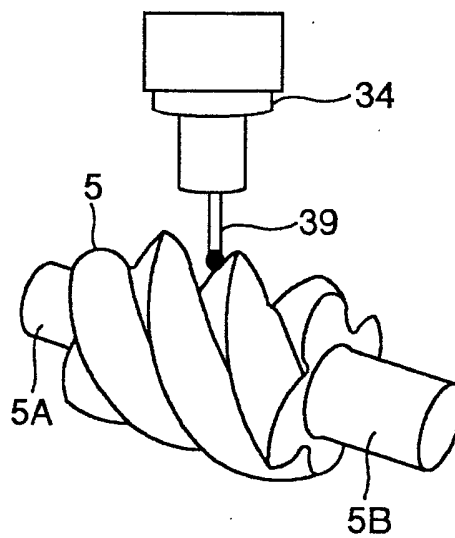


FIG.7

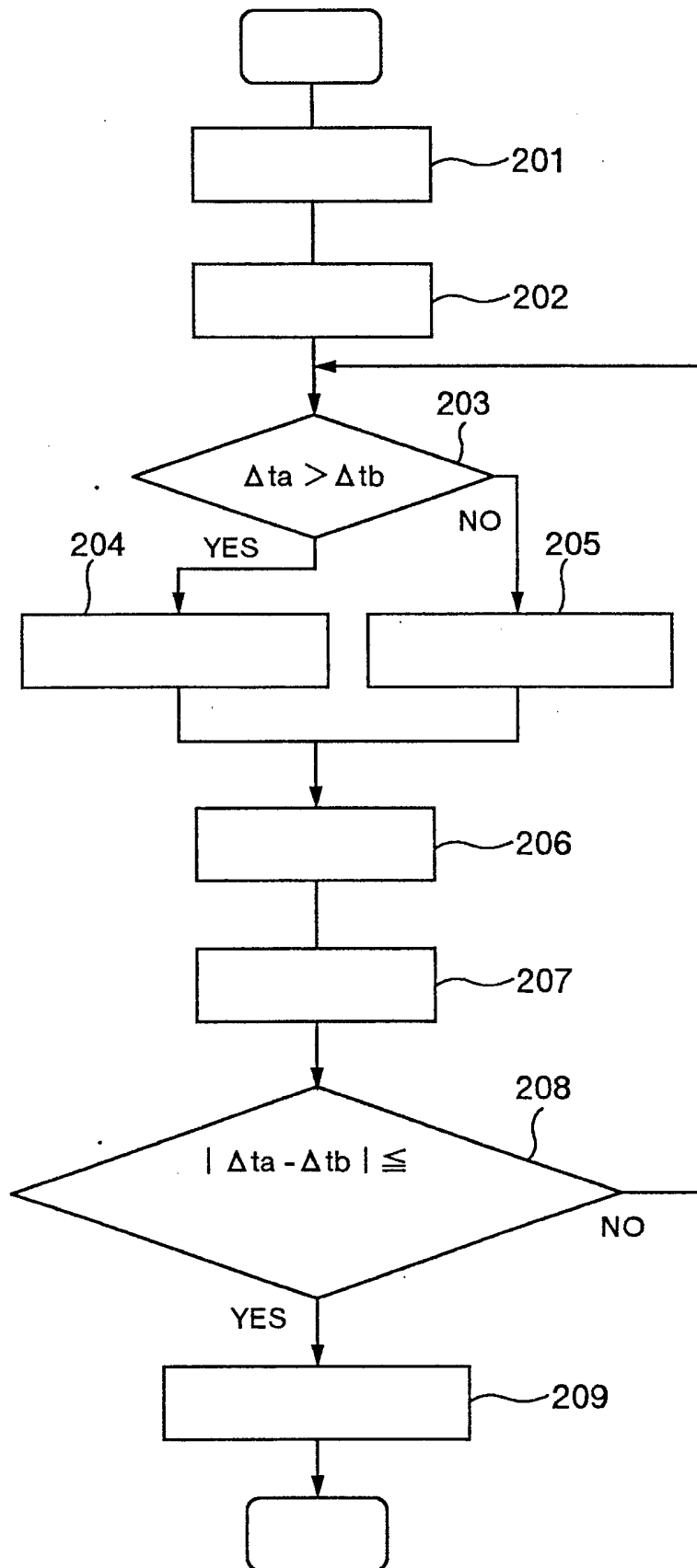


FIG.8 a

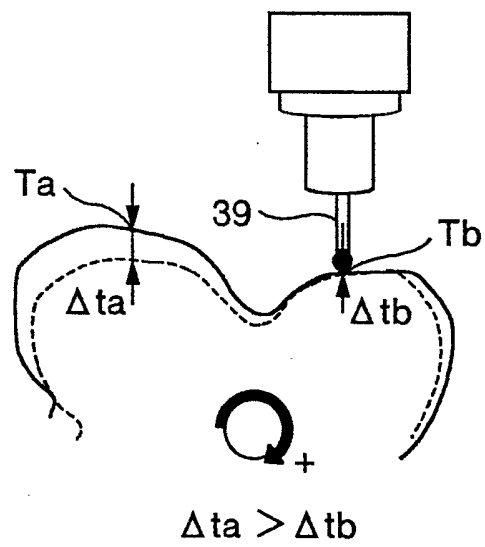


FIG.8 b

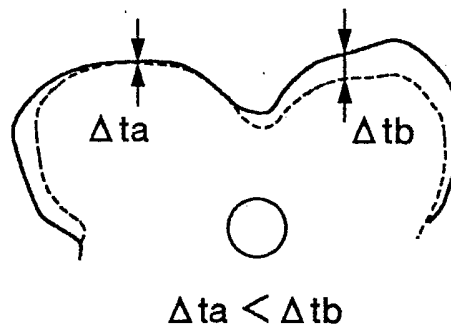


FIG.8 c

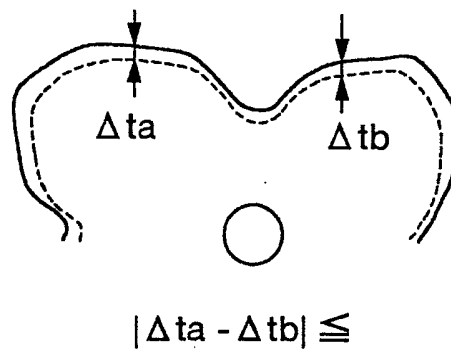


FIG.9

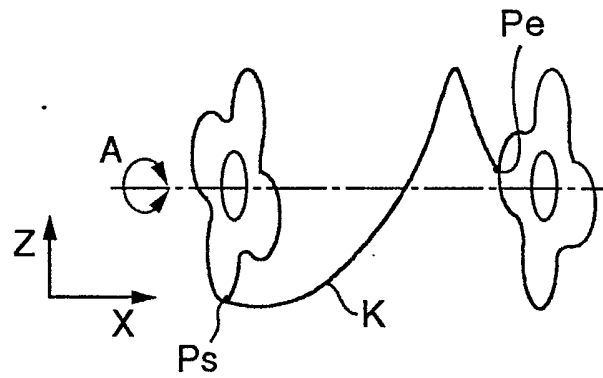


FIG.10

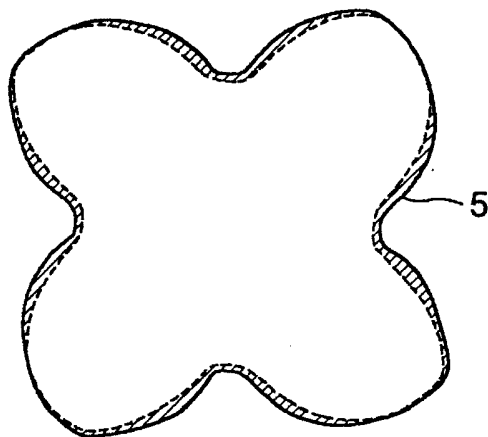


FIG.11

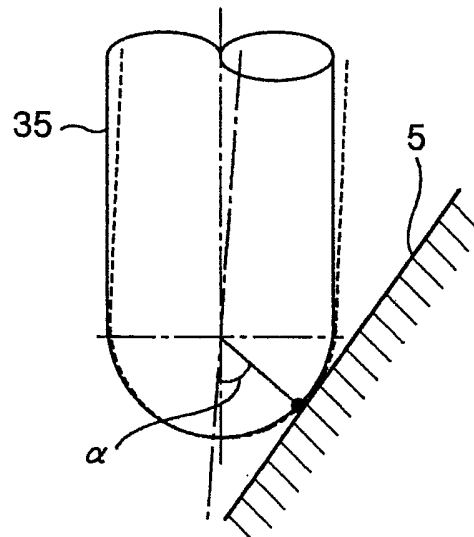


FIG.12

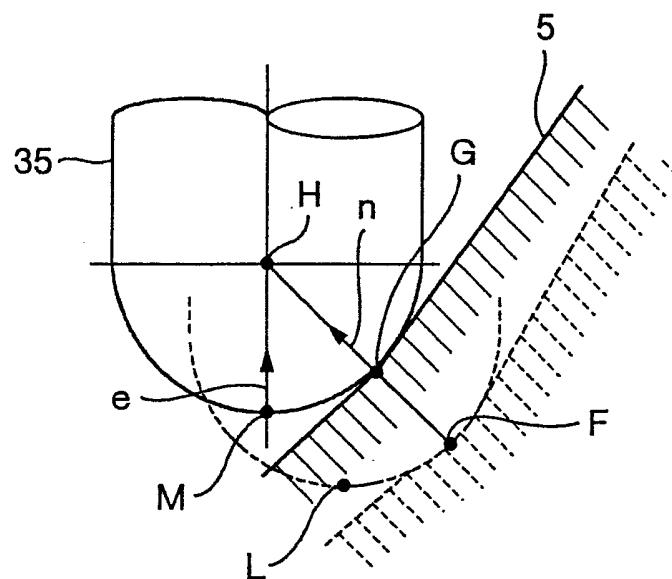


FIG.13 a

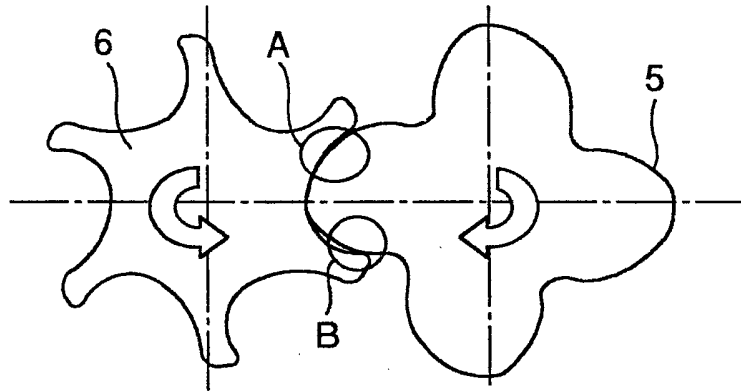


FIG.13 b

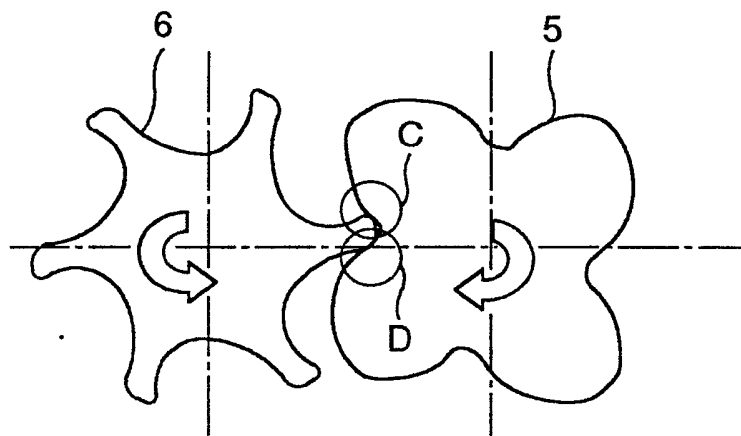


FIG.14 a

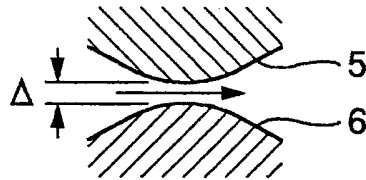


FIG.14 b

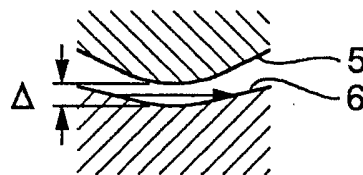


FIG.15 a

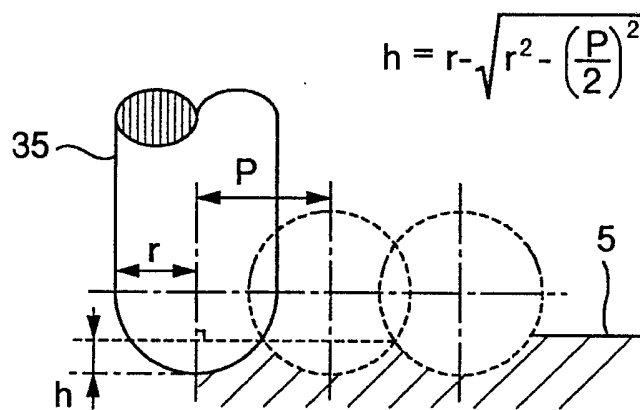


FIG.15 b

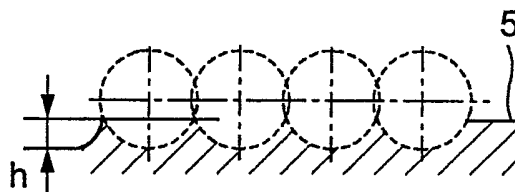


FIG.16 a

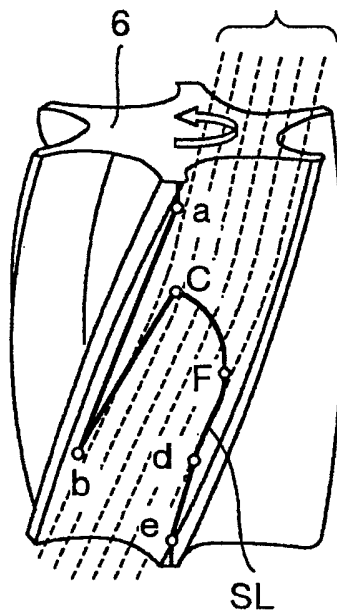


FIG.16 b

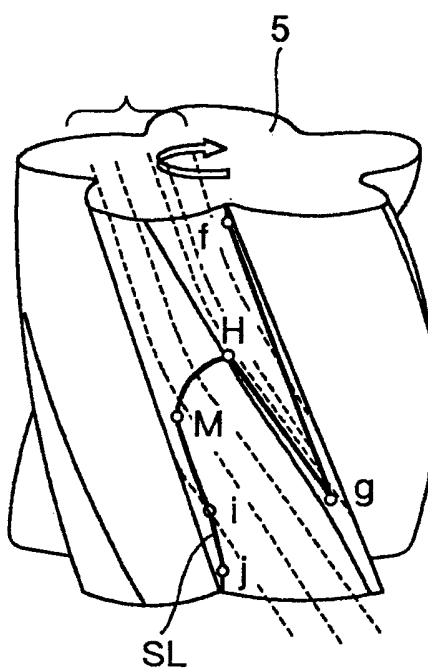


FIG.17 a

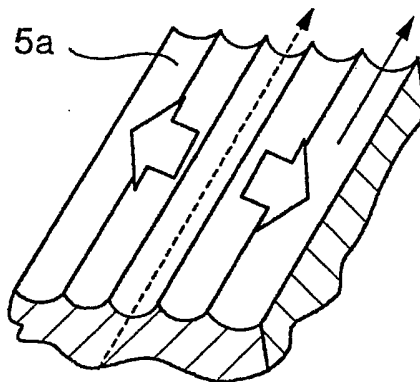


FIG.17 b

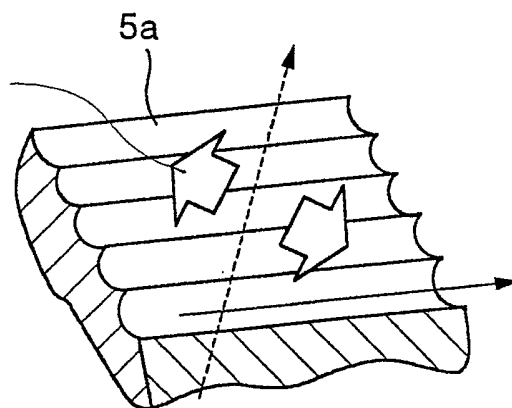


FIG.18 a

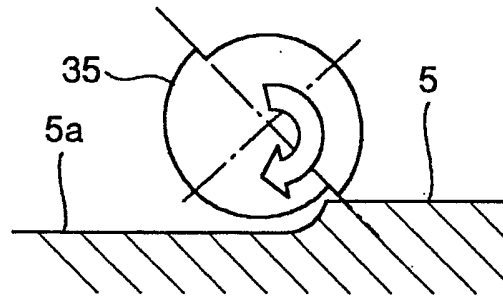


FIG.18 b

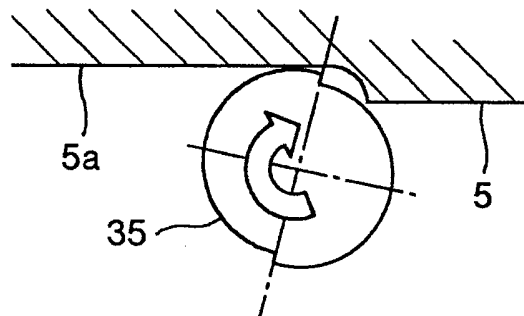


FIG.19

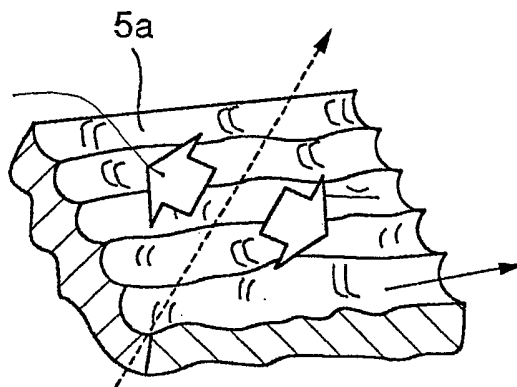
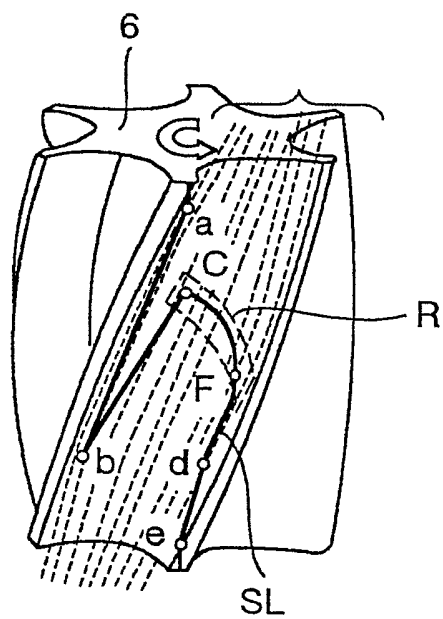


FIG.20



COMPRESSEUR A VIS ET PROCEDE DE FABRICATION DE ROTORS
ADEQUATS

5

Compresseur à vis comprenant un boîtier, un rotor mâle et un rotor femelle, chacun comportant des rainures de vis à torsion axiale, disposés dans le boîtier, ces deux rotors étant mis en rotation par des pignons de synchronisation fixés sur chacun d'eux alors qu'un minuscule espace est constamment maintenu entre ces deux rotors ainsi qu'un procédé de fabrication de rotors adaptés. Dans ce compresseur à vis, les rotors mâle et femelle, qui comportent chacun des rainures de vis à torsion axiale, sont disposés dans le boîtier et sont pourvus de stries concaves de faible profondeur, conçues sur les rainures de vis et s'étendant selon le sens de torsion des rainures de la vis, la déperdition d'air comprimé étant moindre de façon à procurer une efficacité de compression plus importante.

10
15
20



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 8806
BE 200300419

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	JP 10 311288 A (T D GIKEN KK) 24 novembre 1998 (1998-11-24) * figures 7,8,10,12 *	1,2,4,7	INV. F04C18/16
X	JP 57 001608 A (IWAKI CO LTD) 6 janvier 1982 (1982-01-06) * abrégé; figures 3,4 *	1,7	
X	JP 04 358787 A (KOBE STEEL LTD) 11 décembre 1992 (1992-12-11) * abrégé; figure 1 *	1,2	
X	FR 1 544 017 A (SVENSKA ROTOR MASKINER AB) 31 octobre 1968 (1968-10-31) * figure 6 *	1,2	
X	WO 92/10322 A (ROSELL SVEN AAKE [BE]) 25 juin 1992 (1992-06-25) * page 1, alinéa 1 - page 2, alinéa 2 * * page 11, alinéa 1 - alinéa 2 * * figures 3,4,6,8,10 *	1	
X	US 3 071 314 A (FLANAGAN ROBERT M) 1 janvier 1963 (1963-01-01) * colonne 1, ligne 33 - ligne 55 * * figures 1,2 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F04C F01C
Y	US 3 787 154 A (EDSTROM S) 22 janvier 1974 (1974-01-22) * figures 1,3 * * colonne 2, ligne 41 - ligne 61 *	1,2,4,7	
Y	EP 0 992 310 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 12 avril 2000 (2000-04-12) * figures 1-3 *	1,2,4,7	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 octobre 2006		Biloen, David	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 8806
BE 200300419

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

06-10-2006

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 10311288	A	24-11-1998	JP 3704542 B2	12-10-2005
JP 57001608	A	06-01-1982	AUCUN	
JP 4358787	A	11-12-1992	AUCUN	
FR 1544017	A	31-10-1968	AUCUN	
WO 9210322	A	25-06-1992	SE 467864 B SE 9003864 A	28-09-1992 06-06-1992
US 3071314	A	01-01-1963	AUCUN	
US 3787154	A	22-01-1974	AU 461570 B2 AU 4712472 A BE 792576 A1 CA 975336 A1 GB 1358505 A JP 875246 C JP 49026812 A JP 52004764 B ZA 7206577 A	29-05-1975 04-04-1974 30-03-1973 30-09-1975 03-07-1974 10-08-1977 09-03-1974 07-02-1977 27-06-1973
EP 0992310	A2	12-04-2000	AT 326304 T IL 132011 A JP 2000135616 A SG 87836 A1 US 6077002 A	15-06-2006 23-12-2001 16-05-2000 16-04-2002 20-06-2000