

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 958 572

21 N° d'enregistrement national : 11 52993

51 Int Cl⁸ : B 23 P 11/02 (2006.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.04.11.

30 Priorité : 07.04.10 JP 2010088606; 09.08.10 JP 2010178537; 19.10.10 JP 2010234653; 05.11.10 JP 2010248380.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 14.10.11 Bulletin 11/41.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : DENSO CORPORATION — JP.

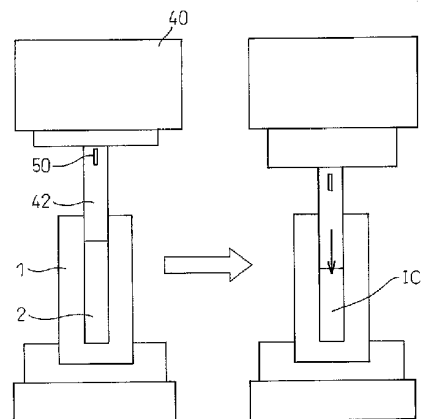
72 Inventeur(s) : NIINUMA KENICHI, MORITA HIROMICHI, TATEYAMA KENTA, KATOU HARUMI, OOHASHI FUMIO et INOUE TOMONORI.

73 Titulaire(s) : DENSO CORPORATION.

74 Mandataire(s) : NOVAGRAAF BREVETS.

54 SYSTEME D'AUTOFRETTAGE, PROCEDE D'AUTOFRETTAGE, ET PROCEDE DE PRODUCTION D'UNE PIECE DE FABRICATION PAR AUTOFRETTAGE.

57 Système d'autofrettage qui insère un piston par une vitesse d'alimentation prédéterminée dans une chambre de pression interne, ladite vitesse d'alimentation prédéterminée étant plus importante qu'une vitesse d'alimentation critique qui correspond à un écoulement maximum de fuite par temps unitaire de ladite huile de travail qui fuit dudit dégagement du fait de ladite insertion.



FR 2 958 572 - A1



DESCRIPTION

SYSTÈME D'AUTOFRETTAGE, PROCÉDE D'AUTOFRETTAGE, ET
PROCÉDE DE PRODUCTION D'UNE PIÈCE DE FABRICATION PAR
5 AUTOFRETTAGE

Domaine technique

La présente invention concerne, par exemple, un système d'autofrettage destiné à faire subir à un tuyau
10 d'injection de carburant haute pression un autofrettage sous une haute pression, un procédé d'autofrettage, et un procédé de production d'une pièce de fabrication par autofrettage.

15 Art antérieur

D'après DE102006054440B3, la publication du brevet japonais non examiné 2004-92551 etc., on connaît dans l'art un procédé de travail qui applique une haute
20 pression dans un état fermé hermétiquement afin de laisser une contrainte résiduelle dans la structure d'un matériau afin d'en accroître la résistance (appelé "autofrettage").

C'est-à-dire qu'avec un autofrettage, une haute
25 pression qui induit une déformation plastique à l'intérieur d'une pièce de fabrication et qui induit une déformation élastique à l'extérieur de la pièce de fabrication, est conférée à l'intérieur de la pièce de fabrication. De ce fait, une contrainte de compression
30 résiduelle est conférée à la pièce de fabrication et la pièce de fabrication voit sa résistance à la fatigue en pression (limite de résistance à la fatigue) augmenter. Ce procédé de travail est utilisé pour conférer une
35 contrainte résiduelle de compression à une partie d'un système diesel à rampe commune et ou à une autre partie qui nécessite une résistance à la fatigue en pression, afin d'augmenter la résistance à la fatigue.

Un système d'autofrettage conventionnel, comme le montre la figure 12, pressurise un fluide (huile de travail de l'autofrettage), de sorte que le dégagement au niveau d'une partie coulissante de la tige de piston 32 devait être nul. De plus, pour que le dégagement soit nul, plusieurs bagues d'étanchéité 35 haute précision ont été empilées entre le logement de cylindre 33 et la tige de piston 32. En raison de la pression interne, les bagues d'étanchéité 35 ont été réalisées de sorte à se déformer et rentrer en contact intime avec les autres organes réalisés pour se trouver ainsi en coulissement.

Cependant, ce faisant, le problème est que les bagues d'étanchéité 35 ont subi l'usure ou se sont cassées et on a dû les remplacer après un certain nombre d'utilisations.

Dans DE102006054440B3 mentionné également comme art antérieur, à première vue, un piston (voir DE102006054440B3, numéro de référence 19) est inséré à l'intérieur d'une pièce de fabrication (voir DE102006054440B3, numéro de référence 2). Cependant, il convient de noter que des organes d'étanchéité sont fournis séparément (voir DE102006054440B3, paragraphe 0026, selon lequel "l'étanchéité de l'ouverture 6 du piston de déplacement et de l'ouverture de pré-remplissage 7 est assurée par des cônes d'étanchéité correspondants").

30

Résumé d'invention

La présente invention a été élaborée compte tenu du problème ci-dessus et a pour objet de fournir un système d'autofrettage, un procédé d'autofrettage, et un procédé de production d'une pièce de fabrication par autofrettage permettant une grande réduction en termes de consommation de pièces à cause de l'usure.

35

En vue de résoudre le problème ci-dessus, l'aspect de l'invention de la revendication 1 fournit un système d'autofrettage qui soumet une pièce de fabrication (1) à un autofrettage, le système d'autofrettage caractérisé par le fait de comprendre une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement, un piston (42) qui est entraîné par l'unité de pressurisation (40) et qui a un dégagement (3), d'une paroi intérieure d'une extrémité de la pièce de fabrication (1), qui comprend une grandeur moyenne de dégagement (h), et une chambre de pression interne (IC) qui est formée par la pièce de fabrication (1) qui est hermétiquement fermée sauf au niveau de l'extrémité et par le piston (42) et qui est remplie d'huile de travail (2), l'unité de pressurisation (40) insérant le piston (42) dans la chambre de pression interne (IC), qui est remplie avec l'huile de travail (2), à une vitesse d'alimentation prédéterminée (v), la vitesse d'alimentation prédéterminée (v) devenant plus importante qu'une vitesse d'alimentation critique (V_c) qui correspond à un écoulement maximum de fuite (Q_{max}) par temps unitaire de l'huile de travail (2) qui fuit du dégagement (3) du fait de l'insertion, moyennant quoi la pièce de fabrication (1) est soumise à l'autofrettage.

25

Ce faisant, il n'est pas nécessaire de fournir la partie coulissante, c.-à-d., le piston, avec des bagues d'étanchéité ou d'autres organes d'étanchéité, afin de pouvoir réaliser l'autofrettage tout en réduisant considérablement la consommation de pièces du fait de l'usure.

A noter que dans l'aspect de l'invention de la revendication 1, la vitesse d'alimentation prédéterminée (v) peut être maintenue constante sauf pendant une période de démarrage initial.

35

L'aspect de l'invention de la revendication 2 comporte l'aspect de l'invention de la revendication 1 où l'unité de pressurisation (40) et le piston (42) sont des organes distincts. Lorsque l'unité de pressurisation et le piston sont ainsi distincts et indépendants, en commençant à amplifier la pression, il est possible d'atteindre une vitesse d'alimentation prédéterminée de piston en un instant en partant d'une vitesse nulle.

10 L'aspect de l'invention de la revendication 3 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 2 doté en outre d'un guide (61) qui guide et soutient le piston (42) jusqu'à ce que l'unité de pressurisation (40) vienne buter contre une extrémité du piston (42) et qui se sépare du piston (42) après avoir buté contre ce dernier.

L'aspect de l'invention de la revendication 4 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 1 ou 20 2 où l'unité de pressurisation (40) et le piston (42) sont couplés ensemble.

L'aspect de l'invention de la revendication 5 comprend l'aspect de l'invention de l'une quelconque des revendications 1 à 4 doté en outre d'un passage de libération d'air (63, 64) qui libère de l'air qui a envahi la chambre de pression interne (IC) lorsque le piston (42) est inséré dans une paroi intérieure d'une extrémité de la pièce de fabrication (1). De ce fait, il est possible d'améliorer le démarrage de la vitesse d'alimentation du piston.

L'aspect de l'invention de la revendication 6 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 5 où le passage de libération d'air (63) est prévu au niveau du piston (42).

L'aspect de l'invention de la revendication 7 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 5 où le passage de libération d'air (64) est prévu au niveau d'une extrémité de la pièce de fabrication (1).

5

L'aspect de l'invention de la revendication 8 comprend l'aspect de l'invention de l'une quelconque des revendications 1 à 7 où l'extrémité du piston (42) qui est inséré dans la chambre de pression interne (IC) est chanfreinée (62) ou arrondie. Ce faisant, lorsque le piston est inséré dans la paroi intérieure de la pièce de fabrication, l'insertion peut être réalisée facilement.

L'aspect de l'invention de la revendication 9 est un procédé d'autofrettage qui soumet une pièce de fabrication (1) à un autofrettage,

ledit procédé d'autofrettage comprenant une étape qui consiste à introduire une huile de travail (2) dans une chambre de pression interne (IC) qui est formée

par ladite pièce de fabrication (1) qui est fermée sauf au niveau d'une extrémité de la pièce de fabrication (1), et

par un piston (42) qui a un dégagement (3) pour une paroi intérieure de ladite extrémité, comprenant une grandeur moyenne de dégagement (h) et

une étape qui consiste à utiliser une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement de manière à entraîner ledit piston (42) pour insérer ledit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC) par une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) de manière à augmenter la pression (P), de ladite chambre de pression interne, de ladite huile de travail (2) dans ladite chambre de pression interne (IC), caractérisé par,

35 dans ladite étape d'augmentation de la pression (P) de ladite chambre de pression interne, amener ladite la vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus

importante qu'une vitesse d'alimentation critique (V_c) qui correspond à un écoulement maximum de fuite (Q_{max}) par temps unitaire de ladite huile de travail (2) qui fuit dudit dégagement (3) du fait de ladite insertion pour soumettre ainsi ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage. Ce faisant, des actions et effets sont produits de façon similaire à l'aspect de l'invention de la revendication 1.

10 L'aspect de l'invention de la revendication 10 est un procédé de production d'une pièce de fabrication (1) ayant un conduit haute pression (101), le procédé de production d'une pièce de fabrication (1) comprenant une étape de forgeage à chaud pour former une première forme
15 de la pièce de fabrication (1), une première étape d'usinage qui consiste à usiner la pièce de fabrication (1) de la première forme pour former une deuxième forme ayant une partie circulaire d'extrémité ouverte (111), une étape d'autofrettage qui consiste à utiliser un
20 procédé d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 9 afin de soumettre le conduit haute pression (101) de la pièce de fabrication (1) à l'autofrettage, et une deuxième étape d'usinage qui consiste à usiner la pièce de fabrication (1) de la
25 deuxième forme pour former une forme finie de la pièce de fabrication (1), caractérisé en ce que la deuxième étape d'usinage inclut au moins une étape qui consiste à usiner la partie circonférentielle d'extrémité ouverte (111) pour former une extrémité d'embouchure de tuyau (112) à
30 la forme finie de la pièce de fabrication (1), un centre axial (C_1) de la partie circonférentielle d'extrémité ouverte (111) est coaxial avec un centre axial (C_1) du conduit haute pression (101), et une surépaisseur (110) est formée à l'extrémité d'embouchure du tuyau (112) afin
35 d'être décalé du centre axial (C_2) de l'extrémité d'embouchure du tuyau (112).

De ce fait, la partie circonférentielle d'extrémité ouverte est formée avec une surépaisseur à une épaisseur permettant à une goupille d'étanchéité d'être prévue au niveau d'un centre sur un axe d'un centre de rotation d'un chapeau ("surépaisseur" étant définie comme une partie accumulée par du matériau en plus), de sorte qu'en fermant hermétiquement le conduit haute pression dans l'étape d'autofrettage, le chapeau peut être vissé de manière appropriée à la pièce de fabrication et l'étanchéité peut être facilitée.

L'aspect de l'invention de la revendication 11 est l'aspect de l'invention de l'une quelconque de revendications 1 à 8, où la pièce de fabrication (1) est une pièce de fabrication (1) qui a un conduit haute pression (101) qui forme la chambre de pression interne (IC) et qui est configurée de sorte qu'un centre axial (C_1) du conduit haute pression (101) soit excentré par rapport à un centre axial (C_2) d'une extrémité d'embouchure du tuyau (112) dans une forme finie de la pièce de fabrication (1) ; des organes d'étanchéité (24) qui assurent l'étanchéité de l'extrémité d'embouchure du tuyau (112) sont équipés d'une douille (132) qui a un guide de verrouillage (123') qui est décalé par rapport à un centre axial (C_2) de l'extrémité d'embouchure du tuyau (112) et qui est inséré dans un trou (104) séparé du conduit haute pression (101), d'une projection extérieure (132'), et d'un trou traversant de vissage (137) dans la projection extérieure (132'), avec une vis de poussée (133) qui est vissée dans le trou traversant de vissage (137), avec une goupille d'étanchéité (122) qui est poussée par le vis de poussée (133) pour assurer l'étanchéité du conduit haute pression (101), et avec un corps de couvercle (131-1, 131-2, 131) qui a une ouverture de couvercle (134) au niveau d'un fond d'une partie intérieure de couvercle (136) ; et la projection extérieure (132') est réalisée de sorte à passer par

l'ouverture de couvercle (134), puis la bague (132) est
réalisée de sorte à s'engager avec la partie intérieure
de couvercle (136), et le corps de couvercle (131-1, 131-
2, 131) est vissé dans l'extrémité d'embouchure du tuyau
5 (112).

De ce fait, même si un centre axial (C_1) du conduit
haute pression (101) est décalé par rapport à un centre
axial (C_2) de l'extrémité d'embouchure du tuyau (112) dans
10 la forme finie de la pièce de fabrication (1) en fermant
hermétiquement le conduit haute pression dans
l'autofrettage, le chapeau peut être vissé à la pièce de
fabrication et l'étanchéité peut être facilitée.

15 L'aspect de l'invention de la revendication 12
fournit un système d'autofrettage comprenant
une unité de pressurisation (40) qui a un moteur
d'entraînement,

un piston (42) qui est entraîné par ladite unité de
20 pressurisation (40) et qui forme un dégagement (3), entre
une paroi intérieure d'une extrémité de ladite pièce de
fabrication (1) et une surface latérale le long d'une
direction axiale du piston (42), qui comprend une
grandeur moyenne prédéterminée de dégagement (h) et une
25 première longueur (a) dans la direction axiale, et

une chambre de pression interne (IC) qui est formée
de ladite pièce de fabrication (1) qui est hermétiquement
fermée sauf au niveau de ladite extrémité et par ledit
piston (42) et qui est remplie avec une huile de travail
30 (2),

ladite unité de pressurisation (40) insérant ledit
piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC),
qui est remplie avec ladite huile de travail (2), à une
vitesse d'alimentation prédéterminée (v) ;

35 réglant un dégagement (3) qui a une deuxième
longueur (b) dans la direction axiale qui est plus
importante que ladite première longueur (a) dans la

direction, lorsqu'une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) est plus importante qu'une vitesse d'alimentation limite préréglée (V_0) dudit piston (42),

5 où la première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) correspond à un écoulement maximum de fuite (Q_{max} (a)) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui fuit du dégagement (3) dans ladite première longueur (a) dans la direction axiale, en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC)
10 remplaçant ainsi une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) par une deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}), qui est plus petite que ladite vitesse d'alimentation limite (V_0), correspondant à un écoulement maximum de fuite (Q_{max} (b)) par temps unitaire dans
15 ladite deuxième longueur (b) dans la direction axiale ;
et

amenant ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus importante que ladite deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}) pour soumettre de ce fait
20 ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage.

De ce fait, il n'est pas nécessaire de doter la partie coulissante, c.-à-d., le piston, de bagues d'étanchéité ou d'autres organes d'étanchéité, de sorte
25 qu'on peut réaliser l'autofrettage tout en réduisant considérablement la consommation de parties du fait de l'usure.

L'aspect de l'invention de la revendication 13
30 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 12 qui change une position de début de fonctionnement du piston (42) qui alimente le piston (42) à une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) dans la chambre de pression interne (IC) pour régler le dégagement qui a une
35 deuxième longueur dans la direction axiale qui est plus importante que la première longueur (a) dans la direction axiale.

L'aspect de l'invention de la revendication 14 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 12 ou 13 où

5 ledit piston (42) est composé d'une tête de piston (42-1) et d'un axe de piston (42-2), une longueur dans la direction axiale d'une surface latérale de ladite tête de piston (42-1) étant ladite première longueur (a) dans la direction axiale qui forme ledit dégagement (3), et

10 ledit système règle la longueur dans la direction axiale d'une surface latérale de ladite tête de piston (42-1) à une deuxième longueur (b) dans la direction axiale qui est plus importante que ladite première longueur (a) dans la direction axiale, lorsqu'une
15 première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) est plus importante qu'une vitesse d'alimentation limite pré réglée (V_0) dudit piston (42),

 où la première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) correspond à un écoulement maximum de fuite (Q_{max}
20 (a)) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui fuit du dégagement (3) dans ladite première longueur (a) dans la direction axiale, en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC).

25 L'aspect de l'invention de la revendication 15 comprend l'aspect de l'invention de l'une quelconque des revendications 12 à 14, où

 lorsque le dégagement (3) avec ladite grandeur de dégagement moyenne (h) entre une paroi intérieure d'un
30 côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1) et une surface latérale le long de la direction axiale du piston (42), n'est pas formé au niveau de ladite pièce de fabrication (1)

 de sorte que ladite vitesse d'alimentation
35 prédéterminée (v) puisse atteindre ladite vitesse d'alimentation prédéterminée qui est plus importante que ladite deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}),

un organe de liaison est ajouté et relié à une extrémité de ladite pièce de fabrication (1), et un dégagement (3) avec ladite grandeur de dégagement moyenne prédéterminée continue (h) entre une paroi intérieure
5 d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1) et une surface latérale le long de la direction axiale du piston (42), est formé

de sorte que ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) puisse atteindre ladite vitesse
10 d'alimentation prédéterminée (v) qui est plus importante que ladite deuxième vitesse d'alimentation critique (Vcb).

L'aspect de l'invention de la revendication 16 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 15
15 qui forme en continu un surépaisseur (80) au niveau d'une extrémité de la pièce de fabrication (1) au moment du forgeage de manière à ajouter et relier l'organe de liaison.

L'aspect de l'invention de la revendication 17 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 15
20 qui relie l'organe de liaison (80) à une extrémité de la pièce de fabrication (1) par vissage de manière à ajouter et à relier l'organe de liaison.

25

L'aspect de l'invention de la revendication 18 comprend l'aspect de l'invention de l'une quelconque des revendications 12 à 17 où le piston (42) qui est prévu
30 pour être inséré dans la chambre de pression interne (IC) par une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) a une surface (A) en section transversale colonnaire fixe.

L'aspect de l'invention de la revendication 19
35 comprend l'aspect de l'invention de l'une quelconque des revendications 12 à 18 où une surface latérale le long d'une direction axiale du piston (42) qui est en vis-à-

vis d'une paroi intérieure d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1), qui forme le dégagement (3), est formée avec une partie à résistance au frottement qui accroît la résistance au frottement.

5

L'aspect de l'invention de la revendication 20 comprend

une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement,

10

un piston (42) qui est entraîné par ladite unité de pressurisation (40) et qui forme un dégagement (3), entre une paroi intérieure d'une extrémité de ladite pièce de fabrication (1) et une surface latérale le long d'une direction axiale du piston (42), dans un état avant pressurisation par ladite unité de pressurisation, qui comprend une grandeur moyenne prédéterminée de dégagement (h) et une première longueur (a) dans la direction axiale, et

15

une chambre de pression interne (IC) qui est formée par ladite pièce de fabrication (1) qui est hermétiquement fermée sauf au niveau de ladite extrémité et par ledit piston (42) et qui est remplie par une huile de travail (2),

20

ladite unité de pressurisation (40) insérant ledit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC), qui est remplie avec ladite huile de travail (2), à une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) ;

25

lorsqu'une première vitesse d'alimentation critique (Vca) est plus importante qu'une vitesse d'alimentation limite préréglée (V0) dudit piston (42),

30

où la première vitesse d'alimentation critique (Vca) correspond à un écoulement maximum de fuite (Qmax (a)) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui fuit du dégagement (3) dans ladite première longueur (a) dans la direction axiale, en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC),

35

de former une partie à résistance au frottement pour accroître une résistance au frottement au niveau d'une surface latérale le long d'une direction axiale dudit piston (42) qui est en vis-à-vis par rapport à une paroi intérieure d'un côté d'extrémité de ladite pièce de fabrication (1), qui forme ledit dégagement, pour régler
5 une deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}), qui est plus petite que ladite vitesse d'alimentation limite (V_0), correspondant à un écoulement maximum de fuite par
10 temps unitaire dans le cas de la formation de ladite partie à résistance au frottement ; et

amener ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus importante que ladite deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}) pour soumettre ainsi ladite
15 pièce de fabrication (1) à l'autofrettage.

L'aspect de l'invention de la revendication 21 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 20 où la partie à résistance au frottement a une surface
20 inégale.

L'aspect de l'invention de la revendication 22 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 20 où la partie à résistance au frottement a une structure
25 en labyrinthe comprenant une pluralité de rainures qui sont fournies dans une direction circonférentielle du piston (42) et qui ont des dégagements dans une direction axiale du piston (42) formés de sorte à être plus importants aux fonds des rainures qu'aux niveaux des
30 ouvertures.

L'aspect de l'invention de la revendication 23 est un procédé d'autofrettage qui soumet une pièce de fabrication (1) à un autofrettage,

35 ledit procédé d'autofrettage comprenant une étape qui consiste à introduire une huile de travail (2) dans une chambre de pression interne (IC) qui

est formée par une pièce de fabrication (1) qui est fermée sauf sur un côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1) et par un piston (42) qui a un dégagement (3) comprenant une grandeur moyenne de dégagement (h) de la paroi intérieure dudit côté d'extrémité et

5 une étape qui consiste à utiliser une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement de manière à entraîner ledit piston (42) et insérer ledit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC) par une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) afin d'augmenter la pression (P) de ladite chambre de pression interne de ladite huile de travail (2),

ledit procédé d'autofrettage comprenant en outre une étape consistant à

15 régler un dégagement (3) qui a une deuxième longueur (b) dans la direction axiale qui est plus importante que ladite première longueur (a) dans la direction axiale, lorsqu'une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) est plus importante qu'une vitesse d'alimentation limite préréglée (V_0) dudit piston (42),

20 où la première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) correspond à un écoulement maximum de fuite (Q_{max} (a)) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui fuit du dégagement (3) dans ladite première longueur (a) dans la direction axiale, en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC),

remplaçant ainsi une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) par une deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}), qui est plus petite que ladite vitesse d'alimentation limite (V_0), correspondant à un écoulement maximum de fuite (Q_{max} (b)) par temps unitaire dans ladite deuxième longueur (b) dans la direction axiale ; et

35 amenant ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus importante que ladite deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}) pour soumettre ainsi ladite

pièce de fabrication (1) à l'autofrettage.

L'aspect de l'invention de la revendication 24 comprend l'aspect de l'invention de la revendication 23
5 où un côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1) est formé avec une surépaisseur (80) qui lui est reliée par forgeage.

L'aspect de l'invention de la revendication 25 est
10 un procédé de production d'une pièce de fabrication (1) qui a un conduit haute pression (101), le procédé de production d'une pièce de fabrication (1) comprenant une étape de forgeage à chaud pour former une première forme de la pièce de fabrication (1), une première étape
15 d'usinage qui consiste à usiner la pièce de fabrication (1) de la première forme pour former une deuxième forme ayant la surépaisseur (80), une étape d'autofrettage consistant à utiliser un procédé d'autofrettage de l'aspect de l'invention de la revendication 24 pour
20 soumettre le conduit haute pression (101) de la pièce de fabrication (1) à un autofrettage, et une deuxième étape d'usinage consistant à usiner la pièce de fabrication (1) de la deuxième forme pour retirer la surépaisseur (80) en vue de former une forme finie de la pièce de fabrication
25 (1).

A noter que les numéros de référence ci-dessus montrent des exemples de correspondances avec des modes de réalisation spécifiques décrits plus loin.

30

Brève description des dessins

Les objets et caractéristiques précitées ainsi que d'autres objets et caractéristiques de la présente
35 invention ressortiront plus clairement de la description qui suit des modes de réalisation préférés donnés, référence étant faite aux dessins joints, où :

Les Figures 1A et 1B sont des vues explicatives qui montrent schématiquement un mode de réalisation de la présente invention, où la figure 1A est une vue montrant l'état avant le début du coulisement d'un piston 42, 5 alors que la figure 1B est une vue montrant l'état après le début du coulisement d'un piston 42 ;

La Figure 2 est une vue explicative montrant schématiquement un mode de réalisation de la présente invention ;

10 La Figure 3A est une vue schématique montrant des relations entre la pression et le temps dans le système montré dans les figures 1A et 1B lors de l'insertion d'un piston à une certaine vitesse d'alimentation fixe V_0 dans une chambre de pression interne IC afin d'essayer 15 d'accroître une pression P de la chambre de pression interne IC, alors que la figure 3B est une vue explicative pour expliquer cet état ;

Les Figures 4A à 4E sont des graphiques montrant des formes d'onde d'élévation de pression au changement de la 20 vitesse d'alimentation par laquelle le piston est inséré dans la chambre de pression interne IC à V_1 à V_4 ;

La Figure 5 est une vue explicative pour analyser les relations entre la fuite et la pression ;

La Figure 6 est une vue explicative pour expliquer 25 un exemple consistant à trouver une vitesse d'alimentation critique V_c ;

La Figure 7 est un graphique montrant les relations entre la pression et l'écoulement de fuite de la chambre de pression interne en changeant une grandeur moyenne "h" 30 du dégagement et montrant la vitesse d'alimentation critique V_c ;

La Figure 8 est un graphique montrant les relations entre une pression de la chambre de pression interne et un écoulement maximum Q_{max} de fuite au changement de 35 l'huile de travail et la grandeur moyenne "h" du dégagement ;

La Figure 9A est une vue explicative pour expliquer

une modification d'un organe 24 d'étanchéité, alors que la figure 9B est une vue agrandie de l'intérieur d'un chapeau 21 de la figure 9A ;

5 La Figure 10 est une vue explicative pour montrer schématiquement un autre mode de réalisation de la présente invention ;

10 La Figure 11A est une vue montrant un état avant qu'un piston ne soit inséré dans une paroi intérieure d'une pièce de fabrication, alors que les figure 11B et 11C sont des vues explicatives pour montrer un autre mode de réalisation de la présente invention conçu pour libérer l'air ;

La Figure 12 est une partie d'agrandissement d'une vue partiellement agrandie d'un système conventionnel ;

15 La Figure 13 montre un exemple d'un injecteur de carburant qui est employé dans un moteur diesel ;

Les Figures 14A et 14B sont des vues en coupe montrant un exemple d'un organe qui est employé dans un injecteur de carburant :

20 La Figure 15 est une vue explicative pour expliquer des problèmes d'étanchéité en soumettant un corps inférieur 103' à l'autofrettage ;

La Figure 16 est une vue explicative montrant un exemple d'un organe d'étanchéité dans le cas de la réalisation de l'autofrettage ;

25 La Figure 17A est une vue explicative montrant un autre mode de réalisation de la présente invention, alors que la figure 17B est une vue explicative pour expliquer des positions des centres axiaux ;

30 La Figure 18A est une vue de côté montrant un autre mode de réalisation d'un organe 24 d'étanchéité, alors que la figure 18B est une vue en coupe avant ;

Les Figures 19A à 19D sont des vues montrant différents organes de l'organe 24 d'étanchéité des figures 18A à 18B ;

35 La Figure 20 est une vue montrant toujours une autre modification de l'organe 24 d'étanchéité des figures 18A

à 18B ;

La Figure 21 est une vue explicative pour expliquer un exemple pour trouver une vitesse d'alimentation critique V_c ;

5 Les Figures 22A à 22C sont des vues explicatives montrant un mode de réalisation de la présente invention, où la figure 22A est une vue explicative montrant schématiquement un état avant le début de l'autofrettage, la figure 22B est une vue explicative montrant
10 schématiquement un mode de réalisation de la présente invention, et la figure 22C est une vue explicative montrant schématiquement un autre mode de réalisation ;

La Figure 23 est un graphique montrant des formes d'onde d'élévation de pression dans le cas où l'on change
15 une largeur d'assise L du dégagement 3 de "a" à "b" ;

Les Figures 24A et 24B sont des vues explicatives pour expliquer un sixième mode de réalisation de la présente invention, où la figure 24A est une vue explicative montrant un état avant le début de
20 l'autofrettage et la figure 24B est une vue explicative montrant le mode de réalisation de la présente invention ;

Les Figures 25A et 25B sont des vues explicatives pour expliquer un septième mode de réalisation de la présente invention, où la figure 25A est une vue explicative montrant un état avant le début de
25 l'autofrettage et la figure 25B est une vue explicative montrant le mode de réalisation de la présente invention ;

30 Les Figures 26A et 26B sont des vues explicatives montrant un neuvième mode de réalisation ;

Les Figures 27A et 27B sont des vues explicatives montrant un neuvième mode de réalisation du cas où l'on utilise un vissage au lieu de la surépaisseur ; et

35 Les Figures 28A et 28B sont des vues explicatives montrant schématiquement un 10ème mode de réalisation de la présente invention.

Description des modes de réalisation

Ci-dessous, des modes de réalisation de la présente invention seront expliqués référence étant faite aux
5 dessins. Dans les modes de réalisation, des parties configuré à l'identique reçoivent les mêmes notations de référence et leur explication sera omise.

Premier mode de réalisation

10 Les Figures 1A et 1B et figure 2 sont des vues explicatives montrant schématiquement un mode de réalisation de la présente invention. A titre d'exemple d'une pièce de fabrication 1 soumise à un autofrettage à haute pression, on peut citer une partie telle qu'un
15 système de rampe commune diesel qui requiert une résistance à la fatigue en pression. En outre, la présente invention peut être appliquée à toute partie qui requiert qu'une compression résiduelle soit conférée afin d'augmenter la résistance à la fatigue. Dans
20 l'explication suivante, à titre de pièce de fabrication 1, le cas de l'application de l'autofrettage dans un tuyau haute pression d'injection de carburant sera illustré pour expliquer des modes de réalisation de la présente invention.

25

Dans les figures 1A et 1B, l'intérieur d'une pièce de fabrication 1 schématiquement montrée comme pièce de fabrication fermée hermétiquement est rempli avec une
30 huile de travail 2. Une unité de pressurisation 40 qui a un servomoteur (moteur d'entraînement) a un piston 42 qui lui est couplé. Ce piston 42, comme le montre la figure 2, est inséré pour avoir un dégagement 3 comprenant une grandeur moyenne "h" de dégagement (par exemple, 1 à 30 μm) par rapport à une paroi intérieure d'une extrémité de
35 la pièce de fabrication 1. Pour cette raison, pour permettre à la grandeur moyenne "h" de dégagement d'être maintenue même si le piston 42 est inséré, l'unité de

-20 -

pressurisation 40 et la pièce de fabrication 1 sont fixés à l'installation de sorte qu'au moins la direction axiale de l'intérieur de la pièce de fabrication 1 dans la plage dans laquelle le piston 42 est inséré, la direction
5 axiale du piston 42, et la direction axiale de pressurisation de l'unité de pressurisation 40 concordent.

De plus, une embouchure 23 de tuyau de la pièce de
10 fabrication 1 (tuyau à haute pression d'injection de carburant) est fermée hermétiquement en appliquant une pression W dans l'état dans lequel l'organe 24 d'étanchéité est inséré, alors que l'autre extrémité de la pièce de fabrication 1 est fermée hermétiquement par
15 une goupille d'étanchéité 4, pour que la pièce de fabrication 1 soit structurée de sorte à être fermée de partout sauf au niveau de cette extrémité. Du fait du piston 42, une chambre de pression interne IC est formée à l'intérieur de la pièce de fabrication 1. De plus, afin
20 de mesurer la pression P de la chambre de pression interne IC de la pièce de fabrication 1, le piston 42 a un extensiomètre 50 qui lui est attaché. La pression P de la chambre de pression interne IC est calculée à partir de la quantité de déformation du piston 42. A noter que,
25 à titre de servomoteur qui est inclus dans l'unité de pressurisation 40, il est possible d'utiliser un actionneur de pression fluide (pression hydraulique). De plus, un moteur électrique peut être utilisé pour tourner une vis pour appliquer une pression.

30

Ensuite, l'opération dans la constitution ci-dessus sera expliquée. L'autre côté d'extrémité de la pièce de fabrication 1 est fermée hermétiquement par la goupille d'étanchéité 4, un organe 24 d'étanchéité est inséré dans
35 des embouchures 23 de tuyau de la pièce de fabrication 1 pour appliquer une pression W , et de l'huile 2 de travail est remplie dans la pièce de fabrication 1 fermée

hermétiquement. Ensuite, le piston 42 est inséré d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication 1, alors qu'un côté non inséré du piston 42 est couplé à l'unité de pressurisation 40. Ici, le piston 42, comme expliqué
5 ci-dessus, est réglé de sorte à avoir un dégagement 3, comprenant une grandeur moyenne prédéterminée de dégagement "h", par rapport à la paroi intérieure d'une extrémité de la pièce de fabrication 1. Aucune bague d'étanchéité etc. n'est utilisée entre le piston 42 et la
10 paroi intérieure de la pièce de fabrication 1.

Si l'unité de pressurisation 40 est utilisée pour insérer le piston 42 dans la pièce de fabrication 1 à une vitesse d'alimentation prédéterminée "v" dans cet état,
15 l'huile de travail 2 va fuir du dégagement 3 entre la paroi intérieure de la pièce de fabrication 1 et le piston 42. Cependant, en réglant la vitesse d'alimentation prédéterminée mentionnée ci-dessus "v" pour qu'elle soit plus importante que la vitesse de
20 fuite, c.-à-d., en insérant le piston 42 à l'intérieur de la pièce de fabrication 1 à une vitesse d'au moins la vitesse par laquelle l'huile de travail 2 fuit du dégagement 3, il est possible de comprimer l'huile de travail 2 qui a été remplie à l'intérieur de la pièce de
25 fabrication 1 et d'accroître la pression à l'intérieur de la pièce de fabrication 1.

Ce faisant, dans le système d'autofrettage, il est possible d'exécuter l'autofrettage sans utilisation de
30 bagues d'étanchéité et il est possible de réduire considérablement la consommation de parties par usure. De plus, il est possible d'éliminer l'unité de pressurisation géante et coûteuse pour rendre le dégagement nul dans le passé afin de simplifier et
35 amincir la structure de l'appareil et exécuter de ce fait un autofrettage à un coût et un amortissement peu coûteux.

Ensuite, la vitesse d'alimentation prédéterminée "v" à l'insertion du piston 42 mentionné ci-dessus dans la pièce de fabrication 1 sera expliquée. La viscosité η de l'huile de travail 2 qui est remplie à l'intérieur de la pièce de fabrication 1 peut être exprimée par la formule 1 suivante en prenant P comme pression de l'huile:

$$\eta = \eta_0 \exp(\alpha P) \quad \text{formule 1}$$

Ici, η_0 est la viscosité sous la pression atmosphérique (viscosité à pression ordinaire), alors que α est le coefficient viscosité-pression (inhérent au fluide). La formule est valable pour tous les fluides (voir "Variation of Viscosity with Pressure" par Nobuyoshi OHNO, Tribologist, vol. 49, no. 9 (2004), pages 720 à 721, etc.)

Comme on le comprendra d'après cette formule 1, si la pression P augmente, la viscosité η augmentera exponentiellement. C'est-à-dire, si le piston 42 descendre à grande vitesse et que la pression P de la chambre de pression interne IC de la pièce de fabrication 1 s'élève, l'huile de travail intérieure 2 voit sa viscosité augmenter et agit pour réduire l'écoulement de fuite depuis le dégagement 3. En raison de cette action, on pensait que la pression de la chambre de pression interne IC augmente et atteint la pression visée (haute pression pour réaliser l'autofrettage). Cependant, dans la réalité, on a appris que les choses ne vont pas comme prévu ci-dessus grâce à une recherche intensive menée par les inventeurs. Ci-dessous, le contenu sera expliqué.

La Figure 3A est une vue schématique visant à expliquer les relations entre la pression et le temps dans le système d'autofrettage montré dans les figures 1A et 1B à l'insertion du piston 42 par une certaine vitesse d'alimentation fixe $v=V_0$ dans la chambre de pression interne IC pour essayer d'élever la pression P de la

chambre de pression interne IC, alors que la figure 3B est une vue explicative visant à expliquer cet état. Comme le montre la figure 3A, indépendamment de la prévision ci-dessus, même si l'insertion du piston 42 par
5 une vitesse d'alimentation prédéterminée V_0 dans la chambre de pression interne IC, la pression P de la chambre de pression interne IC s'élève jusqu'à P_2 jusqu'au temps T_2 , mais ensuite, on a appris que l'état où la pression P finit par devenir saturée sans s'élever et
10 donc la pression visée (haute pression pour exécuter l'autofrettage) ne peut pas être atteinte finit par se produire.

Cet état sera expliqué comme suit en ayant recours à
15 la figure 3B. Avec la descente du piston 42, le volume de la chambre de pression interne IC diminue et, simultanément, l'huile de travail 2 commence à sortir du dégagement 3. Un décalage temporel se produit entre la descente du piston 42 et la sortie de l'huile de travail
20 2, ainsi la pression P de la chambre de pression interne IC s'élève (temps T_1 à T_2). A la fin, si les fuites de l'huile de travail 2 augmentent (d'écoulement de fuite), la vitesse par laquelle le volume de la chambre de pression interne IC diminue baisse aussi résultant en
25 état constant, de sorte que la chambre de pression interne IC finit par être saturée en pression P (temps T_2 à T_3). Quand finalement le piston 24 s'arrête (T_3), on pense qu'un état survient où seule une sortie d'huile de travail 2 se produit et la pression devient 0 (T_4).

30

Ensuite, les relations entre la pression et le temps au changement de la vitesse d'alimentation fixe " v " seront expliquées. Les Figures 4A à figure 4E sont des graphiques montrant les relations entre la pression et le
35 temps au changement de la vitesse d'alimentation prédéterminée à V_1 jusque V_4 à l'insertion du piston 42 dans la chambre de pression interne IC. Si on relève

graduellement la vitesse d'alimentation prédéterminée "v" par laquelle le piston 42 est inséré dans la chambre de pression interne IC à V1 jusque V4, aux vitesses d'alimentation V1, V2, et VC, de la même façon que la vue schématique montrée dans les figures 3A et 3B, on obtient un graphique où la pression s'élève et on atteint finalement un état saturé, mais aux vitesses d'alimentation V3 et V4 dépassant la vitesse d'alimentation Vc, on apprend qu'avec le passage du temps, la pression P de la chambre de pression interne IC s'élève jusqu'au niveau super haute pression sans saturation de pression.

C'est-à-dire que dans le système d'autofrettage montré dans les figures 1A et 1B, à l'insertion du piston 42 par une vitesse d'alimentation fixe dans la chambre de pression interne IC pour essayer d'élever la pression P de la chambre de pression interne IC, si la vitesse d'alimentation "v" du piston 42 devient plus grande que la vitesse d'alimentation Vc (appelée "vitesse d'alimentation critique"), la pression P de la chambre de pression interne IC peut être augmentée jusqu'au niveau de pression super élevée sans saturation de pression.

Ensuite, un procédé pour trouver la vitesse d'alimentation critique Vc précitée sera expliqué par illustration. A noter que, pour le procédé visant à trouver la vitesse d'alimentation critique Vc, la vitesse peut également être trouvée par expérimentation.

La Figure 5 est une vue explicative pour analyser les relations entre l'écoulement de fuite et la pression et montre l'état de l'insertion du piston 42 à l'intérieur de la pièce de fabrication 1 d'où l'huile de travail 2 fuit. L'écoulement Q de fuite du dégagement 3 (grandeur moyenne "h" de dégagement) est exprimé par la formule générale suivante :

$$Q = (B/12L) * (h^3/\eta) * \Delta P \quad \text{formule 2}$$

Ici, B est la longueur circonférentielle de l'assise (longueur circonférentielle de la partie centrale du dégagement 3), L est la largeur d'assise (largeur de la région où le dégagement 3 est formé), " h " est la grandeur moyenne de dégagement du dégagement 3, η est le coefficient de viscosité de l'huile de travail 2, et ΔP est la différence de pression entre l'admission et la sortie du dégagement 3.

10

(1) Sur la base de la formule 1, la viscosité η de l'huile de travail à l'instant où règne une certaine pression P de la chambre de pression interne IC est calculée. A ce stade, la viscosité à pression ordinaire η_0 et le coefficient viscosité-pression α sont clairement déterminés par le type d'huile de travail 2 utilisée. Dans l'exemple montré dans la figure 6, une huile à base d'éther 3 qui a les propriétés d'une viscosité à pression ordinaire $\eta_0=0,047$ (Pa.s) et un coefficient viscosité-pression $\alpha =10,328$ (Pa⁻¹) est employée comme étant l'huile de travail 2. Ici, "l'huile à base d'éther 3" est une huile de travail composée d'éther alkylique de polyoxypropylène-polyoxyéthylène.

(2) Ensuite, sur la base de la formule 2, l'écoulement Q de fuite du dégagement 3 au moment où règne une certaine pression P de la chambre de pression interne IC est calculé. A ce stade, la longueur circonférentielle B de l'assise et la grandeur moyenne " h " de dégagement sont clairement déterminées d'après la forme finie. Pour le coefficient de viscosité η , la valeur trouvée par (1) ci-dessus est employée. A noter qu'en ce qui concerne la largeur L d'assise, c'est en soi un paramètre variable qui augmente avec la quantité d'insertion du piston, mais dans un souci de facilité de la simulation, ici, une valeur fixe (cependant, une valeur fixe stricte est conditionnellement choisie) est utilisée. Dans l'exemple montré dans la figure 6, $B=9,5$

35

-26 -

(millimètre), $h=20$ (m), et $L=10$ (millimètres).

(3) Les (1) et (2) ci-dessus sont exécutés entre une pression interne de 0 à 700, MPa, l'ampleur de l'écoulement Q de fuite à chaque pression est trouvée, et le plus grand écoulement Q_{max} de fuite (appelé "l'écoulement maximum de fuite ") parmi eux est trouvé.

(4) Ensuite, l'écoulement maximum Q_{max} de fuite qui est calculé en (3) est divisé par la surface en section transversale A du piston 42 afin de calculer la vitesse d'alimentation critique V_C . L'écoulement de fuite de l'huile de travail 2 qui fuit du dégagement 3 par temps unitaire est égal au volume par temps unitaire du piston 42 qui est inséré à l'intérieur de la pièce de fabrication 1, ainsi, l'écoulement maximum Q_{max} de fuite se produit à laquelle la vitesse à laquelle la vitesse d'alimentation du piston 42 devient la plus importante, c.-à-d., la vitesse d'alimentation critique V_C . Dans le cas de l'exemple montré dans la figure 6, l'écoulement maximum Q_{max} de fuite est de 2329,32 (mm^3/sec) et la surface en section transversale A du piston 42 est de 70,8 mm^2 , ainsi, la vitesse d'alimentation critique V_C devient de 32,9 (mm/sec).

C'est-à-dire que si l'insertion du piston 42 à l'intérieur de la pièce de fabrication 1 par une vitesse dépassant cette vitesse d'alimentation critique $V_C=32,9$ (mm/sec), comme le montrent les figure 4D et 4E, il devient possible d'élever la pression de la chambre de pression interne IC jusqu'à un niveau de super haute pression avec le passage du temps sans saturation de pression.

Ensuite, le cas de l'utilisation de la même huile de travail que l'huile de travail 2 montrée dans la figure 6 tout en changeant la grandeur moyenne "h" du dégagement 3

sera expliqué. La Figure 7 est un graphique montrant les relations entre la pression de la chambre de pression interne IC et l'écoulement de fuite au changement de la grandeur moyenne "h" de dégagement du dégagement 3. Comme le montre la figure 7, même si le changement de la grandeur moyenne "h" du dégagement 3, une valeur de crête, c.-à-d., écoulement maximum Q_{max} de fuite, se produit au cours du changement de la pression, ainsi, de la même manière que ce qui précède, il suffit de calculer la vitesse d'alimentation critique VC selon la grandeur moyenne individuelle de dégagement. Ensuite, le cas du changement de la grandeur moyenne "h" du dégagement 3 tout en utilisant une huile de travail qui est différente de l'huile de travail 2 montrée dans la figure 6 sera expliqué.

La Figure 8 est un graphique montrant les relations entre la pression de la chambre de pression interne IC et l'écoulement de fuite en changeant le type d'huile de travail et la grandeur moyenne de dégagement. Comme type d'huile de travail, une huile à base de triester, une huile à base d'éther 1, une huile à base d'éther 5, ou une huile à base de monoéster peut être citée. Ici, "huile à base d'éther 1" signifie une huile de travail comprenant du polyéthylène glycol, alors que "huile à base d'éther 5" signifie une huile de travail comprenant l'éther dialkylrique de polyoxypropylène. Comme le montre la figure 8, même si en utilisant, comme huile de travail, l'huile de travail précitée qui est différente de celle montrée dans la figure 6, on apprend que même en changeant la grandeur moyenne "h" du dégagement 3 par l'huile de travail ci-dessus, une valeur de crête, c.-à-d., l'écoulement maximum Q_{max} de fuite, se produit au cours du changement de la pression.

35

Comme expliqué ci-dessus, l'écoulement maximum Q_{max} de fuite est trouvé d'après les caractéristiques de

l'huile de travail utilisée (viscosité η de l'huile travail) et des Spécifications du dégagement 3 entre la pièce de fabrication 1 et le piston 42 (grandeur moyenne h du dégagement, largeur B d'assise, et longueur 5 circonférentielle L d'assise). Ensuite, la vitesse d'alimentation critique V_c est calculée sur la base de l'écoulement maximum Q_{max} et des Spécifications de fuite du piston 42 (surface en section transversale A). Si on 10 alimente le piston 42 à une vitesse plus importante que cette vitesse d'alimentation critique V_c , il est possible d'élever la pression jusqu'à la pression cible exigée à titre d'autofrettage (par exemple, 700 MPa). De ce fait, dans un mode de réalisation de la présente invention, il est possible d'éliminer les bagues d'étanchéité et de 15 réduire l'augmentation du coût en raison de l'usure des bagues d'étanchéité.

De plus, dans l'unité de pressurisation 40 aussi, il on n'a pas besoin que le dégagement avec le piston 42 20 soit nul, ainsi il est possible d'éviter une unité de pressurisation volumineuse et onéreuse utilisée dans le passé. A noter que, dans le mode de réalisation ci-dessus, l'exemple d'insertion du piston 42 dans la pièce de fabrication 1 à une vitesse d'alimentation 25 prédéterminée dépassant la vitesse d'alimentation critique V_c à partir d'une période de démarrage initiale de façon fixe a été expliqué, mais l'invention n'est pas limitée à ceci. Par exemple, il est également possible de maintenir la vitesse fixe pendant exactement la période 30 sauf pour la période de démarrage initial. Ce faisant, il est possible de simplifier la commande de la vitesse d'alimentation.

Ensuite, une modification de l'organe 24 35 d'étanchéité sera expliquée. La Figure 9A est une vue explicative pour expliquer une modification de l'organe 24 d'étanchéité, alors que la figure 9B est une vue

agrandie de l'intérieur d'un chapeau 21 montré dans la figure 9A. Les circonférences externes des embouchures 23 de tuyau que l'on prévoit au niveau de la pièce de fabrication 1 dans cette modification sont filetées. Les
5 chapeaux 21 leur sont vissés.

De plus, comme le montre la figure 9B, à l'intérieur de chaque chapeau 21, on prévoit un trou 25 dans lequel une goupille d'étanchéité 20 est insérée. L'extrémité 22
10 de la goupille d'étanchéité 20 qui est insérée dans l'embouchure 23 de tuyau est dotée d'arrondi semi-sphérique. On fait tourner le chapeau 21 autour du filet au niveau de la circonférence externe de l'embouchure 23 de tuyau de sorte que l'arrondi semi-sphérique de
15 l'extrémité 22 de la goupille 22 d'étanchéité rentre en contact avec la conicité 23' à l'intérieur de l'embouchure 23 de tuyau par une pression prédéterminée. La goupille d'étanchéité 20 et le chapeau 21 forment un organe 24 d'étanchéité.

20

Ce faisant, l'extrémité 22 de la goupille d'étanchéité 20 rentre en contact étroit avec le chapeau avec une résistance à la pression d'étanchéité élevée.

25

Deuxièmes modes de réalisation

La Figure 10 et les figures 11A à 11C sont des vues explicatives montrant schématiquement des modes de réalisation modifiés de la présente invention. Ces autres modes de réalisation de la présente invention seront
30 expliqués ci-dessous. Le mode de réalisation de la figure 10 est un système d'autofrettage caractérisé en ce que l'unité de pressurisation 40 et le piston 42 sont des organes distincts. À l'aide d'une servopresse (unité de pressurisation 40) pour alimenter le piston, cela prend
35 du temps jusqu'à ce que la servopresse atteigne une vitesse d'alimentation prédéterminée. Si le piston et la partie opérationnelle de la servopresse sont solidaires,

-30 -

la grandeur d'inertie est importante et il n'est pas possible d'atteindre une vitesse d'alimentation prédéterminée du piston en un instant en partant de la vitesse 0 au moment de débiter l'amplification de la pression. Pour résoudre ce problème, si le piston et la partie opérationnelle de la servopresse sont des organes distincts et indépendants (état dans lequel ils ne sont pas reliés), il est possible de n'utiliser que la servopresse jusqu'à ce que la partie opérationnelle atteigne la vitesse donnant une vitesse d'alimentation prédéterminée, ainsi, il est possible de résoudre le problème ci-dessus.

Lorsque le piston et la pièce opérationnelle de la servopresse (unité de pressurisation 40) sont des organes distincts et indépendants, selon le besoin, comme le montre la figure 10, il est possible de prévoir un guide 61 qui soutient le piston 42 jusqu'à ce que l'unité de pressurisation 40 bute contre l'extrémité du piston 42 et se détache du piston 42 après avoir buté contre ce dernier. Le contact peut être détecté par une sonde de pression, un capteur de position, etc. et ensuite le guide 61 se détache. A noter que, selon l'état, même sans guide 61, il est possible de centrer et de maintenir le piston 42 par rapport aux parois intérieures de la pièce de fabrication 1. On pense que ceci est dû au fait que le dégagement entre le piston 42 et les parois intérieures de la pièce de fabrication 1 est faible, ainsi, une couche mince d'huile de travail est formée entre les parois intérieures de la pièce de fabrication 1 et le piston 42 et il est donc possible de soutenir le piston 42 droit par rapport à l'axe central.

La Figure 11A est une vue montrant l'état avant que le piston ne soit inséré dans les parois intérieures de la pièce de fabrication, alors que les figures 11B et 11C sont des vues explicatives montrant un autre mode de

réalisation de la présente invention conçu pour faciliter la libération de l'air. L'autre mode de réalisation de la présente invention des figures 11A à 11C sera expliqué par la suite. Dans ce mode de réalisation, les passages 5 63 et 64 de libération d'air sont prévus pour libérer l'air qui rentre dans la chambre de pression interne IC lorsque le piston 42 est inséré dans les parois intérieures d'une extrémité de la pièce de fabrication. Dans la figure 11B, le passage 63 de libération d'air est 10 au niveau du piston 42. La sortie du passage 63 de libération d'air est également prévue au niveau du piston 42. Si le piston 42 avance jusqu'à une position où il n'y a plus de couche d'air entre la face d'extrémité du piston et l'huile de travail, la sortie du passage 63 de 15 libération d'air est réglée pour être fermée par les parois intérieures de la pièce de fabrication. La quantité d'huile de travail 2 qui fuit des passages de libération d'air est une quantité extrêmement faible qui peut être ignorée par rapport à la quantité d'huile 2 de 20 travail qui fuit du dégagement 3.

Dans la figure 11C, le passage 64 de libération d'air est prévu au niveau d'une extrémité de la pièce de fabrication. La position où le passage 64 de libération 25 d'air est fourni est la position à laquelle on élimine la couche d'air entre la face d'extrémité du piston et l'huile de travail. Si le piston 42 avance au-delà de cette position, l'admission du passage 64 de libération d'air aux parois intérieures de la pièce de fabrication 30 est réglée pour être fermée par le piston 42. La quantité d'huile 2 de travail qui fuit des passages de libération d'air est une quantité extrêmement faible qui peut être ignorée par rapport à la quantité d'huile 2 de travail qui fuit du dégagement 3. A noter que, le passage 64 de 35 libération d'air aux parois intérieures de la pièce de fabrication peut être obtenu en amenant la dimension de la pièce de fabrication à être plus importante que la

longueur de finition, et en enlevant le matériau du passage 64 de libération d'air. De plus, en reliant la pièce de fabrication comme produit fini, il suffit de concevoir les matériaux reliés pour fermer le passage 64 de libération d'air.

Comme le montre la figure 11A, l'extrémité du piston 42 (face d'extrémité qui est inséré dans la chambre de pression interne (IC)) est chanfreinée 62. Elle peut également être arrondie. Si on prévoit un chanfrein 62 ou un arrondi, lorsque le piston 42 est inséré dans les parois intérieures de la pièce de fabrication, l'insertion peut être facilitée.

15 Troisième mode de réalisation

Ci-dessus, un système d'autofrettage a été expliqué au titre de la présente invention, mais le procédé d'autofrettage pour soumettre la pièce de fabrication 1 à l'autofrettage peut être élaboré comme procédé comprenant les étapes (1) et (2) suivantes :

(1) L'étape qui consiste à introduire l'huile de travail 2 dans une chambre de pression interne IC qui est formée par une pièce de fabrication 1 qui est fermée sauf à une extrémité de la pièce de fabrication 1 et un piston 42 qui a un dégagement 3 qui comprend une grandeur moyenne de dégagement "h" par rapport à des parois intérieures de l'extrémité et

(2) L'étape qui consiste à utiliser une unité de pressurisation 40 qui a un moteur d'entraînement pour entraîner le piston 42 en vue de l'insérer dans la chambre de pression interne IC à une vitesse d'alimentation prédéterminée "v" afin d'élever la pression P, de la chambre de pression interne, de l'huile de travail 2 dans la chambre de pression interne IC, où la vitesse d'alimentation prédéterminée "v" est plus importante qu'une vitesse d'alimentation critique V_c correspondant à l'écoulement maximum Q_{max} de fuite par

temps unitaire de l'huile de travail 2 qui fuit du dégagement 3 en raison de l'insertion afin de soumettre ainsi la pièce de fabrication 1 à l'autofrettage.

5 Quatrième mode de réalisation

De plus, un autre mode de réalisation de la présente invention sera expliqué. Dans ce mode de réalisation, même lorsque la pièce de fabrication 1 a une forme spécifique, il est possible d'appliquer les modes de
10 réalisation de la présente invention pour exécuter l'autofrettage sous haute pression. La Figure 13 est un exemple d'un injecteur de carburant utilisé dans un moteur diesel. Les Figures 14A et 14B sont des vues en coupe montrant des exemples d'organes utilisés pour des
15 injecteurs de carburant.

Un injecteur de carburant qui peut être utilisé dans un moteur diesel (par exemple, voir la publication de brevet japonais non examiné No. 2009-203843 etc.), a un
20 conduit côté haute pression 101 auquel du carburant est alimenté à partir d'une rampe commune, et un conduit côté basse pression 102 qui renvoie le carburant, qui n'est pas injecté, au réservoir de carburant. Comme le montre la figure 13, au niveau d'une partie 104 à grand diamètre
25 à l'intérieur du corps 103 de l'injecteur de carburant (voir la figure 16, centre axial C₃), le piston etc. sont agencés pour monter ou descendre au centre du corps par un actionneur (solénoïde ou actionneur piézoélectrique), pour que le conduit haute pression 101 qui est soumis à
30 l'autofrettage finisse inévitablement par être excentré. Un exemple d'un corps d'injecteur de carburant est montré dans les figures 14A et 14B, mais la pièce de fabrication à laquelle ce mode de réalisation de la présente invention s'applique n'y est pas limitée.

35

Ci-dessous, un autre mode de réalisation de la présente invention sera expliqué comme un exemple d'un

corps inférieur 103' de la figure 14A. la Figure 15 est une vue explicative pour expliquer les problèmes d'étanchéité lorsqu'on soumet le corps inférieur 103' à l'autofrettage. La Figure 16 est une vue explicative montrant un exemple d'un organe d'étanchéité dans le cas de l'application de l'autofrettage. La Figure 17A est une vue explicative montrant un autre mode de réalisation de la présente invention. La Figure 17B est une vue explicative pour expliquer les positions des centres axiaux. Comme le montrent les figures 14A et 14B, dans le corps de l'injecteur de carburant, le conduit haute pression 101, qui est soumis à l'autofrettage, est excentré. Comme le montre la figure 15, lorsqu'on soumet le corps inférieur 103' à l'autofrettage, si on essaye de le fermer hermétiquement par le chapeau 21, le chapeau 21 (axe C₂) et la goupille d'étanchéité 20 (axe C₁) ne sont pas coaxiaux, de sorte qu'en vissant le chapeau 21, un problème a surgi en ce que la goupille d'étanchéité 20 a entravé la rotation.

Pour cette raison, comme le montre la figure 16, un dispositif de verrouillage doit être prévu. Pour assurer l'étanchéité du conduit haute pression 101 pour l'autofrettage, un mécanisme compliqué est nécessaire pour la fixation. Ce dispositif de verrouillage lui-même est également l'une des modifications de l'organe 24 d'étanchéité dans la présente invention. Pour l'expliquer de manière plus détaillée, un guide 121 de verrouillage est inséré dans la partie 104 à grand diamètre, alors que l'extrémité du guide 121 de verrouillage est encore insérée dans l'évidement de verrouillage 123. Entre la face d'extrémité du conduit haute pression 101 et le verrouillage 123, une goupille d'étanchéité (bille) 122 est interposée. L'étanchéité du conduit haute pression 101 peut être assurée par la goupille d'étanchéité 122. Pour permettre la rotation du chapeau 21, une bille 124 est également prévue. L'axe central du corps 103 de

l'injecteur de carburant, l'axe central du verrouillage 123, et l'axe central du chapeau 21 sont sur le même axe C_2 . Si le chapeau 21 tourne, une goupille d'étanchéité 122 est fixée entre la face d'extrémité du conduit haute
5 pression 101 et le verrouillage 123 pour assurer l'étanchéité du conduit haute pression 101 pour l'autofrettage.

Comme le montre la figure 16, dans ce dispositif de
10 verrouillage aussi, le nombre de pièces nécessaires à la fixation augmente. Il y a un grand nombre d'emplacements où la perte de couple se produit comme le chapeau 21→bille 124→verrouillage 123→goupille d'étanchéité 122, ainsi, une commande précise de couple n'est pas
15 possible. En conséquence, la gestion de la force axiale (pression de surface) qui doit être conférée à partir de la goupille d'étanchéité 122 au corps inférieur 103' devient difficile. Lorsque le chapeau 21 a été fixé plus que de raison, la goupille d'étanchéité 122 entraîne
20 parfois la déformation des parties minces de la pièce de fabrication. Un autre mode de réalisation de la présente invention montré dans la figure 17A résout ce problème. L'organe d'étanchéité d'un autre mode de réalisation de la présente invention sera expliqué, alors qu'un procédé
25 de production de la pièce de fabrication 1 pour réaliser cet organe d'étanchéité (par exemple, corps inférieur 103') sera expliqué. La Figure 17B est une vue explicative pour expliquer les positions des centres axiaux. Le centre axial C_1 de la partie circonférentielle
30 111 d'extrémité ouverte et le centre axial C_1 du conduit haute pression 101 sont coaxiaux, bien qu'excentrés par rapport au centre axial C_2 de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau. A titre de référence, le centre axial de la partie 104 à grand diamètre est C_3 . Au niveau
35 du chapeau 21 qui est vissé à la pièce de fabrication 1, une goupille d'étanchéité 20 est attachée pour assurer l'étanchéité de la pièce de fabrication 1. Un trou de

drainage 105 est fourni pour confirmer si un vissage ou une étanchéité approprié(e) est réalisé(e) par en vérifiant si le fluide de fonctionnement fuit.

5 Le procédé de production de du corps inférieur 103' selon un autre mode de réalisation de la présente invention comprend les étapes suivantes :

(1) Étape de forgeage à chaud

10 La pièce de fabrication 1 est conformée en la forme générale de la première forme par une étape de forgeage à chaud. Cette forme générale inclut non seulement la forme finie, mais également la surépaisseur 110, ou marge de coupe, qui sera expliquée plus loin.

(2) Première étape d'usinage

15 La pièce de fabrication 1 de la première forme est tournée, rectifiée, ou sinon usinée pour former une deuxième forme ayant une partie circonférentielle 111 d'extrémité ouverte. Au niveau de la circonférence externe de la partie circonférentielle 111 d'extrémité
20 ouverte, un filet mâle est formé pour être vissé dans le chapeau 21. Dans la deuxième forme, de préférence, les parties autres que la partie circonférentielle 111 d'extrémité ouverte sont réalisées en la forme finie. Comme le montre la figure 17, à l'extrémité du corps
25 inférieur 103', une surépaisseur supplémentaire 110 est formée. Cette surépaisseur 110 est délibérément formée au début du forgeage à chaud du corps 103' de sorte que le conduit haute pression 101 devienne l'axe central C_1 . En employant l'étape de forgeage à chaud pour former la
30 forme externe, la surépaisseur 110, qui est une forme supplémentaire pour la forme finie propre, est formée à l'avance au niveau de la surface latérale de l'autre côté d'extrémité de la pièce de fabrication 1. Dans la première étape d'usinage, cette surépaisseur est laissée
35 telle quelle. Les parties supplémentaires autres que la surépaisseur sont découpées ou, s'il y a lieu, rectifiées etc.

(3) Étape d'Autofrettage

Le procédé d'autofrettage mentionné ci-dessus est employé pour soumettre le conduit haute pression 101 de la pièce de fabrication 10 à un autofrettage. Dans l'étape d'autofrettage, le chapeau 21 est vissé à la pièce de fabrication 1. Selon le type du produit de la pièce de fabrication 1, parfois la goupille d'étanchéité 20 doit être agencée à une position éloignée de l'axe de rotation central du chapeau. Le chapeau 21, y compris le remplissage 110, est attaché à la pièce de fabrication 1, de sorte que la goupille d'étanchéité 20 peut être positionnée sur l'axe de rotation central C_1 du chapeau et le chapeau peut être vissé à la pièce de fabrication 1. c'est-à-dire que la surépaisseur 110 est formée de sorte que la goupille d'étanchéité 4 puisse être placée sur l'axe de rotation central du chapeau.

(4) Deuxième étape d'usinage

Les deuxièmes étapes d'usinage, coupent, rectifient, etc. la pièce de fabrication 1 ayant la deuxième forme pour former la forme finie finale de la pièce de fabrication 1. De préférence, après l'étape d'autofrettage, dans la deuxième étape d'usinage, il suffit de couper, rectifier, etc., la surépaisseur 110 uniquement pour obtenir la forme finie finale. A noter qu'au besoin, il est également possible d'usiner des pièces autres que la surépaisseur 110 par la deuxième étape d'usinage. L'usinage expliqué ci-dessus inclut l'usinage par électro-décharge, l'usinage au laser, etc. et est défini comme dépassant le sens habituel du terme.

30

Cinquième mode de réalisation

Un autre mode de réalisation de l'organe 24 d'étanchéité pour résoudre encore le problème de la goupille d'étanchéité 20 inhibant la rotation comme le montre la figure 15 sera expliqué ci-dessous. La Figure 18A est une vue de côté montrant l'autre mode de réalisation des organes 24 d'étanchéité, alors que la

35

figure 18B est une vue en coupe avant de ces derniers. Les Figures 19A à 19D sont des vues montrant les organes de l'autre mode de réalisation de l'organe 24 d'étanchéité des figures 18A et 18B.

5

De la même manière que ce cas de la figure 15, la pièce de fabrication 1 a un conduit haute pression 101 qui forme la chambre de pression interne (IC). Le centre axial C_1 du conduit haute pression 101 est excentré par rapport au centre axial C_2 de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau dans la forme finie de la pièce de fabrication 1. Les organes 24 d'étanchéité qui assurent l'étanchéité de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau sont dotés

d'une douille 132 qui a
un guide de verrouillage 123' qui est décalé par rapport à un centre axial C_2 de ladite extrémité 112 d'embouchure de tuyau et qui est inséré dans un trou (par exemple, la partie 104 à grand diamètre) séparé dudit conduit haute pression 101,

une projection extérieure 132', et
un trou de vissage traversant 137 dans ladite projection extérieure 132',

une vis de poussée 133 qui est vissée dans un trou de vissage traversant 137,

une goupille d'étanchéité 122 qui assure l'étanchéité du conduit haute pression 101 par l'action de poussée de la vis de poussée 133, et

un corps de couvercle qui a une ouverture de couvercle 134 au fond de la partie intérieure 136 de couvercle. Lorsque le diamètre extérieur de la douille 132 est plus grand que le diamètre extérieur de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau,

le corps 131 de couvercle est coupé en deux pour obtenir un corps 131 de couvercle comprenant un corps de couvercle 131-1 et un couvercle auxiliaire 131-2. Un autre ensemble, dans lequel le corps de couvercle 131-1 et le couvercle auxiliaire 131-2 sont incorporés, sera

expliqué plus loin en utilisant la figure 20.

Si on se rapporte à la figure 19A pour expliquer le corps de couvercle 131-1, le corps de couvercle 131-1 est
5 équipé d'un espace comme partie intérieure 136 de couvercle. Au fond, une ouverture de couvercle 134 est formée. Comme le montre la figure 18, quatre trous de boulons 135 sont prévus pour attacher ensemble le corps de couvercle 131-1 et le couvercle auxiliaire 131-2. Le
10 couvercle auxiliaire 131-2 est formé avec un trou 139 de vissage et peut être boulonné.

La Figure 19B montre une douille 132. La douille 132 est fournie avec un guide de verrouillage 123', une
15 projection extérieure 132', et un trou 137 de vissage traversant. Le guide de verrouillage 123', comme le montre la figure 16, est inséré dans la partie 104 à grand diamètre qui a un centre axial C_3 qui est excentré par rapport au centre axial central C_2 de l'extrémité 112
20 d'embouchure de tuyau dans la forme finie de la pièce de fabrication 1 (la partie 104 à grand diamètre est agencée au niveau du corps 103' de sorte que le piston etc. puisse être levé ou abaissé par un actionneur à solénoïde ou piézoélectrique). Le corps de couvercle 131-1 est
25 équipé d'une ouverture de couvercle 134, pour que la projection extérieure 132' puisse se projeter à l'extérieur. En fermant hermétiquement le conduit haute pression 101 par la goupille d'étanchéité 122, la projection extérieure 132' passe par l'ouverture de
30 couvercle 134, ensuite la douille 132 vient en contact avec et s'engage avec le fond de la partie intérieure 136 de couvercle et le corps de couvercle 131-1, 131-2 est vissé dans l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau.

35 La projection extérieure 132' se projette à l'extérieur, de sorte qu'après que le corps de couvercle 131-1, 131-2 est vissé dans l'extrémité 112 d'embouchure

de tuyau, la vis de poussée 133 réglée dans le trou traversant 137 de vissage est vissée. La vis de poussée 133 est une vis de réglage sans tête hexagonale. Après que le corps de couvercle 131-1, 131-2 est vissé dans l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau et que tous les organes de l'organe 24 d'étanchéité sont réglés au niveau de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau, l'action de poussée de la vis de poussée 133 amène la goupille d'étanchéité 122 qui est conçue pour assurer l'étanchéité du conduit haute pression 101 à finalement fermer hermétiquement le conduit haute pression 101.

Le couvercle auxiliaire 131-2 est conçu pour pouvoir être boulonné au corps de couvercle 131-1. Contrairement à un autre ensemble expliqué plus loin, lorsque le diamètre extérieur de la douille 132 est plus grand que le diamètre extérieur de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau, le corps 131 de couvercle ne peut pas être assemblé, s'il ne peut pas être coupé en deux de cette façon. La Figure 20 est une vue montrant encore une autre modification de l'organe 24 d'étanchéité de la figure 18. Dans ce cas, le corps de couvercle 131-1 et le couvercle auxiliaire 131-2 sont solidaires. Ceci est dû au fait que le diamètre extérieur de la douille 132 n'est pas plus grand que le diamètre extérieur de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau, de sorte que le corps 131 de couvercle peut être vissé dans l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau dans l'état où le corps 131 de couvercle amène la douille 132 à avoir un contact ou à s'engager dans le fond de la partie intérieure 136 de couvercle.

Selon une autre modification de l'organe 24 d'étanchéité des figures 18A et 18B à la figure 20, même lorsque, lors de la fermeture hermétique du conduit haute pression en autofrettage, le centre axial C_1 du conduit haute pression 101 est excentré du centre axial C_2 de

l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau dans la forme finie de la pièce de fabrication 1, il est possible de visser convenablement le chapeau dans la pièce de fabrication et de le faciliter la fermeture hermétique.

5

En référence aux figures 19A à 19D, la procédure pour assembler une autre modification de l'organe 24 d'étanchéité des figures 18A et 18B sera expliquée. D'abord, un couvercle auxiliaire 131-2 qui a un filet femelle 106' est vissé sur un filet mâle 106 de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau. Par la suite, le guide de verrouillage 123' est inséré dans la partie 104 à grand diamètre pour passer la projection extérieure 132' de la douille 132 à travers l'ouverture de couvercle 134, puis le corps de couvercle 131-1 et le couvercle auxiliaire 131-2 sont vissés ensemble. Par la suite, le corps de couvercle 131-1, le couvercle auxiliaire 131-2, et la douille 132 s'ajustant à l'intérieur de ces derniers, dans leur ensemble, sont vissés sur le filet mâle 106 de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau, comme le montrent les figures 18A et 18B, placent la douille 132 et l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau en contact étroit. Après que tous les organes de l'organe 24 d'étanchéité sont placés dans l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau, l'action de poussée par la vis de poussée 133 amène la goupille d'étanchéité 122 qui est conçue pour fermer hermétiquement le conduit haute pression 101 à finalement fermer hermétiquement le conduit haute pression 101.

30

Dans le cas d'encore une autre modification de l'organe 24 d'étanchéité de la figure 20, l'ensemble est simple. Le couvercle 131 qui a le filet femelle 106' peut être vissé sur le filet mâle 106 de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau. Dans ce cas, le corps de couvercle 131-1 et le couvercle auxiliaire 131-2 sont incorporés. Le guide de verrouillage 123' est inséré dans la partie

35

104 à grand diamètre, le corps 131 de couvercle est vissé sur le filet mâle 106 de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau et la projection extérieure 132' de la douille 132 passe par l'ouverture de couvercle 134. Par la suite, le
5 corps 131 de couvercle et la douille 132 qui y est ajustée, dans leur ensemble, sont vissés sur le filet mâle 106 de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau, comme on le montre dans figure 20, amène la douille 132 et l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau en contact étroit.
10 Après que tous les organes de l'organe 24 d'étanchéité sont réglés au niveau de l'extrémité 112 d'embouchure de tuyau, l'action de poussée par la vis de poussée 133 amène la goupille d'étanchéité 122 qui est conçue pour fermer hermétiquement le conduit haute pression 101 à
15 finalement fermer hermétiquement le conduit haute pression 101.

L'organe 24 d'étanchéité des figures 18A et 18B à figure 20 ci-dessus a été expliqué en référence au cas de
20 la fermeture hermétique du conduit haute pression 101 dans le système d'autofrettage, mais l'invention n'y est pas limitée. Si le centre axial C_1 du conduit à fermer hermétiquement est excentré par rapport au centre axial C_2 de l'extrémité dans la forme finie de la pièce de
25 fabrication 1, il est naturellement possible d'employer divers organes d'étanchéité de dispositifs haute pression généraux.

Les sixième au dixième modes de réalisation
30 expliqués ci-dessous, par exemple, sont employés pour travailler des tuyaux haute pression d'injection de carburant, rampes communes, etc. En particulier, ils se rapportent à un système d'autofrettage pour l'autofrettage sous une pression super haute, un procédé
35 d'autofrettage, et un procédé de production d'une pièce de fabrication en utilisant l'autofrettage. Avant d'expliquer les sixième au dixième modes de réalisation

de la présente invention, la base du sixième mode de réalisation, c.-à-d., le premier mode de réalisation d'un système d'autofrettage de type à pressurisation directe, sera expliqué de nouveau. Le sixième mode de réalisation
5 est également destiné à un système d'autofrettage de type à pressurisation directe.

Autofrettage de Type à pressurisation directe

Les Figures 1A et 1B et figure 2 sont des vues
10 explicatives montrant schématiquement un autofrettage de type à pressurisation directe. Comme exemple d'une pièce de fabrication 1 qui est soumise à l'autofrettage haute pression, une partie telle qu'une pièce d'un système de rampe commune diesel qui requiert une résistance à la
15 fatigue en pression peut être mentionnée. En outre, la présente invention peut être appliquée à toute partie qui requiert qu'une résiduelle soit conférée afin d'augmenter la résistance à la fatigue. Dans l'explication suivante, en tant que pièce de fabrication 1, le cas de
20 l'application de l'autofrettage à un tuyau haute pression d'injection de carburant, rampe utilisée en rampe commune, pompe de cylindre, etc. sera illustré pour expliquer les sixième au dixième modes de réalisation de la présente invention.

25

Dans les figures 1A et 1B, l'intérieur d'une pièce de fabrication 1 montrée schématiquement comme pièce de fabrication fermée hermétiquement est rempli d'huile de travail 2. Une unité de pressurisation 40 qui a un
30 servomoteur (moteur d'entraînement) a un piston 42 qui lui est ajouté. Ce piston 42, comme le montre la figure 2, est inséré pour avoir un dégagement 3 comprenant une grandeur moyenne "h" de dégagement (par exemple, 1 à 30 m) par rapport à la paroi intérieure d'une extrémité de
35 la pièce de fabrication 1. Pour cette raison, pour permettre à la grandeur moyenne "h" de dégagement d'être maintenue même si le piston 42 est inséré, l'unité de

pressurisation 40 et la pièce de fabrication 1 sont fixés à l'installation de sorte qu'au moins la direction axiale de l'intérieur de la pièce de fabrication 1 dans la plage dans laquelle le piston 42 est inséré, la direction axiale du piston 42, et la direction axiale de pressurisation de l'unité de pressurisation 40 concordent.

De plus, une embouchure 23 de tuyau de la pièce de fabrication 1 (tuyau haute pression d'injection de carburant) est fermée hermétiquement en appliquant la pression W dans l'état dans lequel l'organe 24 d'étanchéité est inséré, alors que l'autre extrémité de la pièce de fabrication 1 est fermée hermétiquement par une goupille d'étanchéité 4, pour que la pièce de fabrication 1 soit structurée de sorte à être fermée partout sauf pour cette extrémité. En raison du piston 42, une chambre de pression interne IC est formée à l'intérieur de la pièce de fabrication 1. De plus, afin de mesurer la pression P de la chambre de pression interne IC de la pièce de fabrication 1, le piston 42 a un extensomètre 50 qui lui est attaché. La pression P de la chambre de pression interne IC est calculée d'après la quantité de déformation du piston 42. A noter que, comme servomoteur qui est inclus dans l'unité de pressurisation 40, il est possible d'utiliser un actionneur à pression fluïdique (pression hydraulique). De plus, un moteur électrique peut être utilisé pour tourner une vis pour appliquer la pression.

Ensuite, le fonctionnement dans la constitution ci-dessus sera expliqué. L'autre côté d'extrémité de la pièce de fabrication 1 est fermé hermétiquement par la goupille d'étanchéité 4, un organe 24 d'étanchéité est inséré dans les embouchures 23 de tuyau de la pièce de fabrication 1 pour appliquer une pression W, et de l'huile 2 de travail est rempli dans la pièce de

fabrication 1 dans l'état fermé hermétiquement. Ensuite, le piston 42 est inséré d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication 1, alors qu'un côté non inséré du piston 42 est couplé à l'unité de pressurisation 40. Ici, le piston 42, comme expliqué ci-dessus, est réglé afin d'avoir un dégagement 3, comprenant une grandeur moyenne prédéterminée de dégagement "h", par rapport à la paroi intérieure d'une extrémité de la pièce de fabrication 1. Aucune bague d'étanchéité, etc. n'est utilisée entre le piston 42 et la paroi intérieure de la pièce de fabrication 1.

Si l'unité de pressurisation 40 est employée pour insérer le piston 42 dans la pièce de fabrication 1 à une vitesse d'alimentation prédéterminée "v" dans cet état, l'huile de travail 2 va fuir du dégagement 3 entre la paroi intérieure de la pièce de fabrication 1 et le piston 42. Cependant, en réglant la vitesse d'alimentation prédéterminée mentionnée ci-dessus "v" de sorte à être plus importante que la vitesse de fuite, c.-à-d., en insérant l'intérieur du piston 42 de la pièce de fabrication 1 à une vitesse au moins la vitesse à laquelle l'huile de travail 2 fuit du dégagement 3, il est possible de comprimer l'huile de travail 2 qui a été remplie à l'intérieur de la pièce de fabrication 1 et d'élever la pression à l'intérieur de la pièce de fabrication 1.

Ce faisant, dans le système d'autofrettage, il est possible d'exécuter l'autofrettage sans utilisation de bagues d'étanchéité et il est possible de réduire considérablement la consommation de parties par usure. De plus, il est possible de ne pas avoir recours à une unité de pressurisation antérieure volumineuse et chère pour rendre le dégagement nul afin de simplifier et amincir la structure de l'appareil et exécuter de ce fait l'autofrettage à un coût et une dépréciation bas.

Vitesse d'alimentation critique V_c et écoulement maximum Q_{max} de fuite par temps unitaire

Ensuite, la vitesse d'alimentation prédéterminée "v" à l'insertion du piston 42 mentionné ci-dessus dans la pièce de fabrication 1 sera expliquée. De plus, le sens de vitesse d'alimentation critique V_c et d'écoulement maximum Q_{max} de fuite par temps unitaire sera expliqué. La viscosité de l'huile de travail 2 qui est remplie à l'intérieur de la pièce de fabrication 1 peut être exprimée par la formule ci-dessus 1.

Comme on le comprendra d'après la formule 1, si la pression P s'élève, la viscosité augmentera exponentiellement. C'est-à-dire que si le piston 42 descend à grande vitesse et la pression P de la chambre de pression interne IC de la pièce de fabrication 1 s'élève, l'huile de travail intérieure 2 voit sa viscosité augmenter et agit pour réduire l'écoulement de fuite du dégagement 3. En raison de cette action, on a pensé que la pression de la chambre de pression interne IC augmente encore et atteint la pression visée (haute pression pour exécuter l'autofrettage). Cependant, dans la réalité, on a appris que les choses ne vont pas comme prévu ci-dessus grâce à une recherche intensive par les inventeurs. Ci-dessous, on expliquera le contenu.

La Figure 3A est une vue schématique visant à expliquer la relation entre la pression et le temps dans le système d'autofrettage montré dans figure 1 à l'insertion du piston 42 avec une certaine vitesse d'alimentation fixe $v=V_0$ dans la chambre de pression interne IC pour essayer d'élever la pression P de la chambre de pression interne IC, alors que la figure 3B est une vue explicative visant à expliquer cet état. Comme le montre la figure 3A, indépendamment de la prévision ci-dessus, même si l'insertion du piston 42 par

une vitesse d'alimentation prédéterminée V_0 dans la chambre de pression interne IC, la pression P de la chambre de pression interne IC s'élève jusqu'à P_2 jusqu'au temps T_2 , mais par la suite, on s'est rendu compte que l'état où la pression P finit par devenir saturée sans s'élever et donc la pression visée (haute pression pour exécuter l'autofrettage) ne peut pas être atteinte finit par se produire.

10 Cet état sera expliqué comme suit en utilisant la figure 3B. Avec la descente du piston 42, le volume de la chambre de pression interne IC diminue et, simultanément, l'huile de travail 2 commence à fuir à partir du dégagement 3. Un décalage temporel se produit entre la descente du piston 42 et la fuite de l'huile de travail 2, d'où montée de la pression P de la chambre de pression interne IC (temps T_1 à T_2). En fin de compte, si l'écoulement en sortie de l'huile de travail 2 augmente (écoulement de fuite), la vitesse par laquelle le volume de la chambre de pression interne IC diminue chute également et un état constant en résulte, d'où saturation de la pression P de la chambre de pression interne IC (temps T_2 à T_3). Lorsqu'en fin de compte le piston 24 s'arrête (T_3), on pense qu'un état se produit dans lequel seule l'écoulement en sortie de l'huile de travail 2 se produit et la pression devient nulle (T_4).

Par la suite, la relation entre la pression et le temps en changeant la vitesse d'alimentation fixe " v " sera expliquée. Les Figures 4A à 4E sont des graphiques montrant la relation entre pression et temps en changeant la vitesse d'alimentation prédéterminée de V_1 à V_4 à l'insertion du piston 42 dans la chambre de pression interne IC. Si on relève graduellement la vitesse d'alimentation prédéterminée " v " par laquelle le piston 42 est inséré dans la chambre de pression interne IC de V_1 à V_4 , aux vitesses d'alimentation V_1 , V_2 , et V_c , de la même

façon que la vue schématique montrée dans les figures 3A et 3B, on obtient un graphique dans lequel la pression s'élève et on atteint à la fin un état saturé, mais aux vitesses d'alimentation V_3 et V_4 dépassant la vitesse d'alimentation V_c , on apprend qu'avec le passage du temps, la chambre de pression interne IC monte en pression P jusqu'au niveau super haute pression sans saturation de la pression.

10 C'est-à-dire que dans le système d'autofrettage montré dans les Figures 1A et 1B, à l'insertion du piston 42 par une vitesse d'alimentation fixe dans la chambre de pression interne IC pour essayer d'élever la pression P de la chambre de pression interne IC, si la vitesse d'alimentation "v" du piston 42 est plus grande que la vitesse d'alimentation V_c (appelée "vitesse d'alimentation critique"), la pression P de la chambre de pression interne IC peut s'élever jusqu'au niveau super haute pression sans saturation de la pression. De cette façon, la vitesse d'alimentation en changeant à une caractéristique où la pression P dans la chambre de pression interne IC s'élève jusqu'au niveau super haute pression avec le passage du temps sans saturation de la pression P est définie comme vitesse d'alimentation critique V_c .

Ensuite, un procédé permettant de trouver la vitesse d'alimentation critique V_c ci-dessus sera expliqué par illustration. A noter que, pour le procédé permettant de trouver la vitesse d'alimentation critique V_c , la vitesse peut également être trouvée par expérimentation. La Figure 5 est une vue explicative visant à analyser la relation entre l'écoulement de fuite et la pression et montre l'état d'insertion du piston 42 à l'intérieur de la pièce de fabrication 1 où l'huile de travail 2 fuit. L'écoulement Q de fuite du dégagement 3 (grandeur moyenne "h" de dégagement) est exprimé par la formule générale

suivante :

$$Q=C* (B/12L) * (h^3/\eta)*\Delta P \quad \text{formule 3}$$

Ici, B est la longueur circonférentielle d'assise
 5 (longueur circonférentielle de la partie centrale du
 dégagement 3), L est la largeur d'assise (largeur de la
 région où le dégagement 3 est formé), "h" est la grandeur
 moyenne de dégagement du dégagement 3, η est le
 coefficient de viscosité de l'huile de travail 2, et ΔP
 10 est la différence de pression entre l'admission et la
 sortie du dégagement 3. C est un coefficient déterminé
 par la forme extérieure entre le piston et les parois
 intérieures de la pièce de fabrication. Dans le cas d'une
 surface rectifiée avec une rugosité de surface d'environ
 15 $R_z = 3,2$, $C=1$.

(1) sur la base de la formule 1, la viscosité de
 l'huile de travail dès lors qu'une certaine pression P
 règne dans la chambre de pression interne IC est
 20 calculée. A ce stade, la viscosité à pression ordinaire η_0
 et le coefficient viscosité-pression sont clairement
 déterminés par le type d'huile de travail 2 utilisée.
 Dans l'exemple montré dans la Figure 6, une viscosité à
 pression ordinaire $\eta_0 = 0,047$ (Pa.s), une huile à base
 25 d'éther 3 qui a la propriété d'avoir un coefficient
 viscosité-pression $\alpha = 10,328$ (Pa⁻¹) est employée comme
 huile de travail 2. Ici, "huile à base d'éther 3" est une
 huile de travail comprenant un éther d'alkyle de
 polyoxypropylène et polyoxyéthylène.

30

(2) Ensuite, sur la base de la formule 2,
 l'écoulement Q de fuite du dégagement 3 dès lors qu'une
 certaine pression P règne dans la chambre de pression
 interne IC est calculé. A ce stade, la longueur
 35 circonférentielle B d'assise et la grandeur moyenne "h"
 de dégagement sont clairement déterminés d'après la forme
 finie. Pour le coefficient de viscosité η , la valeur

-50 -

trouvée par (1) ci-dessus est employée. A noter que, concernant la largeur L d'assise, c'est en soi un paramètre variable qui augmente avec la quantité d'insertion du piston, mais pour faciliter la simulation, on utilise ici une valeur fixe. Dans l'exemple montré dans la Figure 6, B= 9,5 (millimètre), h=20 (µm), et L=10 (millimètre).

(3) Entre une pression interne de 0 à 800 MPa, le (1) et le (2) ci-dessus sont réalisés, la taille de l'écoulement Q de fuite à chaque pression est trouvée, et le plus grand écoulement Q_{max} de fuite (appelé "écoulement maximum de fuite") entre eux est trouvé.

(4) Ensuite, l'écoulement maximum Q_{max} de fuite qui est calculé en (3) est divisé par la surface en section transversale A du piston 42 afin de calculer la vitesse d'alimentation critique V_c. L'écoulement de fuite de l'huile de travail 2 qui fuit du dégagement 3 par temps unitaire est égal au volume par temps unitaire du piston 42 qui est inséré à l'intérieur de la pièce de fabrication 1, ainsi, l'instant où se produit l'écoulement maximum Q_{max} de fuite est lorsque la vitesse à laquelle la vitesse d'alimentation du piston 42 devient la plus importante, c.-à-d., la vitesse d'alimentation critique V_c.

De cette façon, la vitesse d'alimentation critique V_c et l'écoulement maximum Q_{max} de fuite sont définis. Les relations peuvent être exprimées comme suit :

$$\text{(Vitesse d'alimentation critique } V_c) = \frac{\text{(Ecoulement de fuite maximum } Q_{\max})}{\text{(Surface en section transversale } A \text{ du piston 42)}} \quad \text{formule 4}$$

Dans le cas de l'exemple montré dans la Figure 6, l'écoulement maximum Q_{max} de fuite est de 2329,32

(mm^3/sec) et la surface en section transversale A du piston 42 est de $70,8 \text{ mm}^2$, ainsi la vitesse d'alimentation critique V_c devient de $32,9 \text{ (mm/sec)}$.

5 C'est-à-dire que si on insère le piston 42 à l'intérieur de la pièce de fabrication 1 par une vitesse dépassant cette vitesse d'alimentation critique $V_c = 32,9 \text{ (mm/sec)}$, comme le montrent la Figure 4D et la Figure 4E, il devient possible d'élever la pression de la chambre de
10 pression interne IC jusqu'à un niveau super haute pression avec le passage du temps sans saturation de la pression.

Ensuite, le cas de l'emploi de la même huile de
15 travail que l'huile de travail 2 montrée dans la figure 6 tout en changeant la grandeur moyenne "h" du dégagement 3 sera expliqué. La Figure 7 est un graphique montrant la relation entre la pression de la chambre de pression interne IC et l'écoulement de fuite au changement de la
20 grandeur moyenne "h" du dégagement 3. Comme le montre la figure 7, même si on change la grandeur moyenne "h" du dégagement 3, une valeur de crête, c.-à-d., un écoulement maximum Q_{max} de fuite, se produit au cours du changement de la pression, donc de la même manière que ce qui
25 précède, il suffit de calculer la vitesse d'alimentation critique V_c selon la grandeur moyenne individuelle de dégagement. Ensuite, le cas du changement de la grandeur moyenne "h" du dégagement 3 tout en utilisant une huile de travail qui est différente de l'huile de travail 2
30 montrée dans la figure 6 sera expliqué.

La Figure 8 est un graphique montrant la relation entre la pression de la chambre de pression interne IC et l'écoulement de fuite en changeant le type d'huile de
35 travail et la grandeur moyenne du dégagement. Comme type d'huile de travail, on peut citer une huile à base de triester, une huile à base d'éther 1, une huile à base

d'éther 5, ou une huile à base de monoester. Ici, "huile à base d'éther 1" signifie une huile de travail comprenant le polyéthylène glycol, alors que "huile à base d'éther 5" signifie une huile de travail comprenant l'éther dialkylique de polyoxypropylène. Comme le montre la figure 8, même si en utilisant comme huile de travail l'huile de travail ci-dessus qui est différente de celle montrée dans la figure 6, on apprend que même si on change la grandeur moyenne "h" du dégagement 3 par l'huile de travail ci-dessus, une valeur de crête, c.-à-d., l'écoulement maximum Q_{max} de fuite, se produit au cours du changement de la pression.

Comme expliqué ci-dessus, l'écoulement maximum Q_{max} de fuite est trouvé d'après les caractéristiques de l'huile de travail utilisée (viscosité de l'huile de travail) et des Spécifications du dégagement 3 entre la pièce de fabrication 1 et le piston 42 (grandeur moyenne h du dégagement, largeur d'assise B, et longueur circonférentielle L d'assise). Ensuite, la vitesse d'alimentation critique V_c est calculée sur la base de l'écoulement maximum Q_{max} de fuite et des Spécifications du piston 42 (surface en section transversale A). Si on alimente le piston 42 à une vitesse plus importante que cette vitesse d'alimentation critique V_c , il est possible d'élever la pression à la pression cible exigée comme autofrettage (par exemple, 700 à 800 MPa). De ce fait, dans un mode de réalisation de la présente invention, il est possible d'éliminer les bagues d'étanchéité et de réduire l'augmentation du coût du fait de l'usure des bagues d'étanchéité.

Diverses restrictions en autofrettage de type pressurisation directe

L'autofrettage de type pressurisation directe, de la façon précitée, résout les problèmes de l'autofrettage conventionnel, mais quelques fois diverses restrictions

se produisent en raison de la limitation de la vitesse d'alimentation de l'unité de pressurisation pour pressuriser l'huile de travail d'autofrettage, la forme finie, etc.

5

Une première restriction est la limite de sortie appropriée par exemple du point de vue de la sortie ou durée de vie insuffisante du moteur d'entraînement qui entraîne l'unité de pressurisation 40. Elles empêchent parfois la vitesse d'alimentation "v" d'augmenter jusqu'à la vitesse d'alimentation critique V_c . De plus, dans le circuit de commande qui commande le moteur d'entraînement et le dispositif de commande de la pression de l'autofrettage (par exemple, commande de pression d'application d'au moins une pression prédéterminée pendant quelques secondes), il y a la restriction que le circuit et le dispositif de commande ne peuvent pas réaliser convenablement la commande si la pièce de fabrication à commander par le circuit de commande est trop rapide. Pour cette raison, la vitesse d'alimentation "v" doit être limitée à environ 70% de la sortie maximum habituelle pour faciliter l'utilisation d'un certain degré de vitesse plus à basse. De cette façon, en raison des diverses restrictions dues au moteur d'entraînement, au circuit de commande de la pression, etc., il y a une limite supérieure en termes de vitesse d'alimentation "v", de sorte que parfois la vitesse d'alimentation "v" ne peut pas être augmentée à la vitesse d'alimentation critique V_c .

30

D'autre part, en exécutant l'autofrettage de type à pressurisation directe, diverses restrictions surgissent en raison de la forme de la pièce de fabrication à former. La Figure 13 montre un exemple d'un injecteur de carburant qui est employé dans un moteur diesel. Les Figures 14A et 14B sont des vues en coupe montrant un exemple d'un organe qui est employé dans un injecteur de

35

carburant. Le cas où la pièce de fabrication à former est un injecteur de carburant qui peut être utilisé dans un moteur diesel (par exemple, voir le no. de publication de brevet japonais non examiné 2009-203843 etc.) sera
5 expliqué. Cet injecteur de carburant a un conduit côté haute pression 101 auquel du carburant est alimenté d'une rampe commune et un conduit côté basse pression 102 qui renvoie le carburant, qui reste non injecté, au réservoir de carburant. Comme le montre la figure 13, à l'intérieur
10 de la partie 104 à grand diamètre du corps 103 de l'injecteur de carburant (voir la figure 14), le piston etc. sont agencés afin pour être montés ou descendus au centre du corps par un actionneur (actionneur à solénoïde ou piézoélectrique), ainsi le conduit haute pression 101
15 qui est soumis à l'autofrettage finit inévitablement par être excentré. Pour cette raison, le conduit supérieur 101' du corps inférieur 103' montré dans figure 14A finit par être incliné et relativement court. De plus, même dans un cas tel que montré dans la figure 14B, le conduit
20 101" est souvent relativement court. Si un conduit qui doit être autofretté est court, parfois il n'est pas possible de fixer la course nécessaire pour que la vitesse d'alimentation du piston atteigne une vitesse prédéterminée au-dessus de la vitesse d'alimentation
25 critique V_c .

De plus, le cas où la pièce de fabrication à former est un système à rampe commune pour un moteur diesel sera expliqué. Du carburant qui est pompé d'une pompe à
30 carburant est alimenté sous pression à un rail commun. Le rail commun stocke le carburant qui a été envoyé sous la pression de la pompe à carburant dans un état à haute pression et l'alimente aux injecteurs de carburant des cylindres par des tuyaux haute pression. La pièce de
35 fabrication 1 de la figure 2 illustre une rampe commune. Une pluralité d'embouchures 23 de tuyau sont prévues pour alimenter le carburant aux injecteurs de carburant des

cylindres. Dans la pièce de fabrication 1 montrée dans la figure 2, l'autofrettage doit être exécuté au moins aux extrémités du trou d'intersection X, de sorte que la distance d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication 1 à une extrémité de trou d'intersection X doit être plus longue que la course nécessaire pour atteindre la pression désirée. Cependant, selon la forme de la pièce de fabrication 1, parfois la distance d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication 1 à l'extrémité de trou d'intersection X est plus courte que la course nécessaire pour atteindre une pression prédéterminée.

Les modes de réalisation expliqués ci-dessous apportent des solutions aux diverses restrictions dues à la limitation de la vitesse d'alimentation de l'unité de pressurisation, de la forme finie, etc. Les figures 22A à 22C sont des vues explicatives montrant schématiquement un mode de réalisation de la présente invention, où la figure 22A est une vue explicative montrant l'état avant le début de l'autofrettage, la figure 22B est une vue explicative montrant schématiquement un mode de réalisation de la présente invention, et la figure 22C est une vue explicative montrant schématiquement un autre mode de réalisation.

25

Les modes de réalisation à expliquer ci-dessous seront d'abord récapitulés brièvement. Les modes de réalisation expliqués ci-dessous sont des moyens apportant une solution quand la vitesse d'alimentation "v" ne peut pas être augmentée jusqu'à la première vitesse d'alimentation critique V_{ca} en raison des diverses restrictions qui surgissent du fait du moteur d'entraînement, du circuit de commande de la pression, etc. lors de l'exécution de l'autofrettage de type à pressurisation directe par une première vitesse d'alimentation critique V_{ca} ou plus dans l'état de la figure 22A d'une largeur d'assise $L=a$. C'est-à-dire qu'il

35

s'agit du cas $V_0 < V_{ca}$ quand la vitesse d'alimentation maximum due aux restrictions ci-dessus est appelée "vitesse d'alimentation limite V_0 ".

5 Dans ce cas, la position de début de fonctionnement du piston 42 est changée de sorte que la largeur L d'assise montrant le piston, comme le montre la figure 22B, devient "b" plus importante que "a" afin d'exécuter l'autofrettage de type à pressurisation directe par une
10 vitesse d'alimentation "v" plus grande que la deuxième vitesse d'alimentation critique V_{cb} . La première vitesse d'alimentation critique V_{ca} et la deuxième vitesse d'alimentation critique V_{cb} sont déterminées par les formules 3 et 4 avec $L=a, b$. La deuxième vitesse
15 d'alimentation critique V_{cb} , étant donné que $b > a$, est plus petite que la première vitesse d'alimentation critique V_c . La Figure 23 est un graphique montrant la forme d'onde d'élévation de pression dans le cas où la largeur L d'assise du dégagement 3 est changée de "a" en "b". La
20 forme d'onde d'élévation de pression en changeant la largeur L d'assise du dégagement 3 de $a=10$ millimètre à $b=20$ millimètre montre clairement que l'autofrettage devient possible. La vitesse d'alimentation critique $V_{ca}=32,9$ mm/sec quand $a=10$ millimètre tombe jusqu'à la
25 vitesse d'alimentation critique $V_{cb}=16,5$ mm/sec quand $b=20$ millimètre. De cette façon, il est possible d'amener la vitesse d'alimentation prédéterminée "v" à être plus importante que la deuxième vitesse d'alimentation critique V_{cb} et de régler une valeur appropriée
30 inférieure à la vitesse d'alimentation limite V_0 .

A titre d'autre mode de réalisation, si le conduit à soumettre à l'autofrettage est court, il n'est pas possible d'assurer la course nécessaire pour atteindre la
35 pression prédéterminée, ainsi la pièce de fabrication est dotée d'une surépaisseur 80 pour que la largeur L d'assise "b" soit plus importante que "a".

Sixième mode de réalisation

Les Figures 24A et 24B sont des vues explicatives visant à expliquer un mode de réalisation de la présente invention, où la figure 24A est une vue montrant l'état avant le début de l'autofrettage, alors que la figure 24B est une vue explicative montrant un mode de réalisation de la présente invention. Dans l'état avant le début de l'autofrettage de la figure 24A, comme le montre la formule 3, une largeur d'assise $L=a$, grandeur moyenne prédéterminée "h" de dégagement, coefficient de viscosité η de l'huile de travail, longueur circonférentielle d'assise B, etc. sont réglés comme conditions, ainsi l'écoulement maximum Q_{max} de fuite (a) dans le cas d'une largeur d'assise $L=a$ (première longueur dans la direction axiale) peut être calculé (peut également être trouvé par expérimentations). A noter qu'en raison de la recherche jusqu'à présent, on apprend que, comme le montrent les figures 7 et 8, il y a toujours une valeur maximale.

Ensuite, la formule 4 est utilisée pour trouver la première vitesse d'alimentation critique V_{ca} . Celle-ci est comparée à la vitesse d'alimentation limite V_0 en raison de la limitation de vitesse d'alimentation de l'unité de pressurisation. Lorsque $V_{ca} < V_0$, de la même manière que le premier mode de réalisation, l'autofrettage devient possible sans problèmes. Dans un mode de réalisation de la présente invention, une solution est apportée pour le cas où $V_{ca} > V_0$. Dans ce cas, il n'est plus possible d'élever la vitesse d'alimentation "v" du piston 42 jusqu'à la première vitesse d'alimentation critique V_{ca} et il n'est pas non plus possible d'élever la pression de la chambre de pression interne IC jusqu'à la super haute pression.

Par conséquent, si on règle la largeur L d'assise à une position "b" (deuxième longueur dans la direction

axiale) plus importante que "a" (première longueur dans la direction axiale), la vitesse d'alimentation critique V_c baisse. En prenant en considération cela, un sixième mode de réalisation a été envisagé. Si on règle la

5 largeur L d'assise pour qu'elle soit importante, la résistance au frottement du dégagement 3 devient plus grande, ainsi l'écoulement maximum de fuite baisse, d'où, naturellement, baisse de la vitesse d'alimentation critique V_c aussi. Outre la formule 3, ceci est confirmé

10 par des expériences. La deuxième vitesse d'alimentation critique V_{cb} étant $V_{cb} < V_0$, peut être confirmée d'après la formule 3. A noter que si la vitesse d'alimentation effective "v" en réglant la largeur L d'assise pour qu'elle soit importante n'est pas une vitesse plus

15 importante que la deuxième vitesse d'alimentation critique V_{cb} , il n'est pas possible d'amplifier la pression jusqu'à une super haute pression.

C'est-à-dire qu'en remplaçant la première vitesse d'alimentation critique V_{ca} par la deuxième vitesse d'alimentation critique V_{cb} , qui est plus petite que la vitesse d'alimentation limite V_0 , et en amenant la vitesse d'alimentation prédéterminée "v" à être plus importante que la deuxième vitesse d'alimentation critique V_{cb} , la

20 pièce de fabrication 1 est soumise à l'autofrettage.

De ce fait, en autofrettage de type à pressurisation directe, il est possible d'éviter convenablement la limite supérieure sur la vitesse d'alimentation "v" qui

30 survient en raison des diverses restrictions qui résultent du moteur d'entraînement, du circuit de commande de la pression, et d'autres dispositifs et d'exécuter l'autofrettage de type à pressurisation directe sans placer trop de charge sur ces dispositifs.

35 C'est-à-dire qu'en réglant la largeur L d'assise du piston dans une position "b" plus importante que "a" et en réglant une vitesse d'alimentation V pour qu'elle soit

plus grande que la deuxième vitesse d'alimentation critique V_{cb} , il est possible d'élever la pression P de la chambre de pression interne IC jusqu'au niveau super haute pression avec le passage du temps sans saturation
5 de la pression.

Le sixième mode de réalisation peut être travaillé davantage comme procédé qui présente des actions et des effets semblables. C'est-à-dire qu'il fournit un procédé
10 d'autofrettage qui soumet une pièce de fabrication 1 à l'autofrettage, le procédé d'autofrettage doté d'une étape qui consiste à introduire l'huile de travail 2 dans une chambre de pression interne IC qui comprend u pièce de fabrication 1 qui est fermée sauf sur un côté
15 d'extrémité de la pièce de fabrication 1 et un piston 42 qui a un dégagement 3 comprenant une grandeur moyenne de dégagement "h" de la paroi intérieure du côté d'extrémité et d'une étape qui consiste à employer une unité de pressurisation 40 qui a un moteur d'entraînement afin
20 d'entraîner le piston 42 et insérer le piston 42 dans la chambre de pression interne IC par une vitesse d'alimentation prédéterminée "v" afin d'augmenter la pression P de chambre de pression interne de l'huile de travail 2, le procédé d'autofrettage doté en outre d'une
25 étape qui consiste à

régler un dégagement (3) qui a une deuxième longueur (b) dans la direction axiale qui est plus longue que ladite première longueur (a) dans la direction axiale, quand une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca})
30 est plus importante qu'une vitesse d'alimentation limite pré réglée (V_0) dudit piston (42),

où la première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) correspond à un écoulement maximum de fuite (Q_{max} (a)) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui
35 sort du dégagement (3) dans ladite première longueur dans la direction axiale (a), en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC),

-60 -

remplaçant ainsi une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) par une deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}), qui est plus petite que ladite vitesse d'alimentation limite (V_0), correspondant à un écoulement maximum de fuite ($Q_{max} (b)$) par temps unitaire dans ladite deuxième longueur dans la direction axiale (b) ;
5 et

amenant ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus importante que ladite deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}) pour soumettre de ce fait
10 ladite pièce de fabrication (1) à l'autofrettage.

Septième mode de réalisation

Les Figures 25A et 25B sont des vues explicatives
15 visant à expliquer un septième mode de réalisation de la présente invention, où la figure 25A est une vue explicative de l'état avant le début d'autofrettage et la figure 25B est une vue explicative montrant un septième mode de réalisation de la présente invention. Dans un
20 septième mode de réalisation de la présente invention, le piston 42 est composé d'une tête de piston 42-1 et d'un axe 42-2 de piston. La longueur dans la direction axiale de la surface latérale de la tête de piston 42-1 devient la première longueur dans la direction axiale "a" formant
25 le dégagement 3. Dans ce cas, pour l'axe 42-2 du piston, un axe de piston à forte rigidité est utilisé.

Dans le cas du sixième mode de réalisation ci-dessus, le piston 42 a une surface en section
30 transversale colonnaire fixe A. Quand l'unité de pressurisation amène le piston à être introduit dans la pièce de fabrication, la longueur dans la direction axiale du dégagement entre le piston et la pièce de fabrication augmente à chaque instant. Dans le cas du
35 septième mode de réalisation, la longueur dans la direction axiale (largeur d'assise L) est constante, ainsi les premières et deuxièmes vitesses d'alimentation

critiques V_{ca} , V_{cb} peuvent être facilement calculées. Le reste de la configuration est semblable au sixième mode de réalisation de la présente invention.

5 Huitième mode de réalisation

Un cas d'alimentation du piston 42 ou 42-1 dans la chambre de pression interne IC par une vitesse d'alimentation prédéterminée "v" et de changement de la position de début de fonctionnement du piston 42 pour
10 régler un dégagement 3 ayant une deuxième longueur dans la direction axiale "b" plus importante que la première longueur dans la direction axiale "a" sera expliqué comme huitième mode de réalisation. En réglant la largeur L d'assise dans une position d'une deuxième longueur dans
15 la direction axiale "b" plus importante que la première longueur dans la direction axiale "a", s'il y a une marge supplémentaire dans la course entre la position de début de fonctionnement du piston 42 ou 42-1 et la position de fin d'autofrettage, les sixième au huitième modes de
20 réalisation peuvent être réalisés sans problèmes. La solution pour le cas où une telle marge supplémentaire n'existe pas est prévue dans le neuvième mode de réalisation expliqué ci-après.

25 Neuvième mode de réalisation

Les Figures 26A et 26B sont des vues explicatives montrant un neuvième mode de réalisation. Comme le montre la figure 26, si le conduit à soumettre à l'autofrettage est court, la course nécessaire pour réaliser la pression
30 prédéterminée ne peut pas être assurée, ainsi la pièce de fabrication est dotée d'une surépaisseur (également appelée "organe de liaison") pour régler la largeur L d'assise à une position "b" plus importante que "a". Ce faisant, comme le montre la figure 22C, il est possible
35 d'assurer une largeur L d'assise "b" (deuxième longueur dans la direction axiale) plus importante que "a" (première longueur dans la direction axiale), ainsi une

marge supplémentaire est produite pour la course entre la position de départ du piston 42, 42-1 et la position de fin de l'autofrettage. De la même manière que les sixième au huitième modes de réalisation, l'autofrettage de type à pressurisation directe devient possible. De ce fait, même lorsqu'il n'y a aucune marge supplémentaire dans la course entre la position de départ du piston et la position de fin d'autofrettage, dans l'autofrettage de type à pressurisation directe, en amenant la vitesse d'alimentation V à être la vitesse d'alimentation critique V_c ou plus, il est possible d'élever la pression P de la chambre de pression interne IC jusqu'au niveau super haute pression avec au cours du temps sans saturation de la pression.

15

Le procédé de production du corps inférieur 103' (pièce de fabrication 1) où la surépaisseur est réglée est composé des étapes suivantes. C'est-à-dire qu'on fournit un procédé de production d'une pièce de fabrication 1 qui a un conduit haute pression 101, le procédé de production d'une pièce de fabrication 1 équipé d'une étape de forgeage à chaud pour former une première forme de la pièce de fabrication 1, une première étape d'usinage qui consiste à usiner la pièce de fabrication 1 de la première forme pour former une deuxième forme ayant la surépaisseur 80, une étape d'autofrettage qui consiste à employer un procédé d'autofrettage du neuvième mode de réalisation pour soumettre le conduit haute pression 101 de la pièce de fabrication 1 à l'autofrettage, et une deuxième étape d'usinage qui consiste à usiner la pièce de fabrication 1 de la deuxième forme pour enlever la surépaisseur 80 en vue de former une forme finie de la pièce de fabrication 1.

35

La pièce de fabrication 1 est formée en une forme générale de la première forme par l'étape de forgeage à chaud. Cette forme générale inclut, en plus de la forme

finie, une surépaisseur 80 ou une marge de coupe. La première forme de la pièce de fabrication 1 est coupée, rectifiée, ou sinon soumise d'abord à un usinage pour former une deuxième forme qui présente la surépaisseur 5 80. Selon que l'angle d'insertion du piston 42 est incliné ou qu'il concorde avec la direction centrale axiale, le résultat devient les figures 26A et 26B. Si, Comme le montre la figure 26A, on forme le conduit de la surépaisseur 80 pour qu'il concorde avec le conduit 10 101, la direction d'alimentation du piston finit par être inclinée dans l'autofrettage de type à pressurisation directe, pour ce faire, un certain mécanisme est nécessaire. Dans la deuxième forme, il est préférable que la forme soit une forme finie sauf pour la 15 surépaisseur 80. Après l'étape d'autofrettage, dans la deuxième étape d'usinage, seule la surépaisseur 80 doit être coupée, rectifiée, etc. pour obtenir la forme finie finale.

20 Dans le cas montré dans la figure 26A, la surépaisseur 80 n'est pas nécessaire. Les Figures 27A et 27B sont des vues explicatives montrant un neuvième mode de réalisation du cas de l'emploi d'un vissage au lieu de la surépaisseur. Le filet mâle 81 du produit fini peut 25 être utilisé et l'organe de liaison 80 peut être l'organe d'amplification de pression à filet femelle.

10ème Mode de réalisation

Les Figures 28A et 29B sont des vues explicatives 30 montrant schématiquement un 10ème mode de réalisation de la présente invention. Dans les sixième et septième modes de réalisation, la largeur L d'assise est réglée plus longue de "a" à "b" ($a < b$), la résistance au frottement du dégagement 3 augmente, l'écoulement maximum de fuite est 35 abaissé, et la vitesse d'alimentation critique V_c est réduite. Ici, la résistance au frottement du dégagement 3 peut être changée non seulement par la largeur L

d'assise, mais également par les propriétés de surface du piston 42, 42-1 du dégagement 3 (la rugosité de surface et la forme). Ce 10ème mode de réalisation prend en considération la résistance au frottement du dégagement

5 3. De ce fait, il est possible d'augmenter le frottement sur la surface latérale du piston pour réduire l'écoulement de fuite. En amenant la vitesse d'alimentation V à être au moins la vitesse d'alimentation critique V_c dans l'autofrettage de type à

10 pressurisation directe, il devient possible d'élever la pression P de la chambre de pression interne IC jusqu'à un niveau de super haute pression au cours du temps sans saturation de la pression P . C'est-à-dire que si on augmente le frottement quand l'huile de travail s'élève à

15 travers le dégagement 3, le débit diminue, ainsi l'écoulement maximum de fuite qui se produit diminue. De ce fait, il est possible d'abaisser la vitesse d'alimentation critique V_c , ainsi même si les diverses restrictions surgissent en raison de la limitation de la

20 vitesse d'alimentation de l'unité de pressurisation, de la forme finie, etc., il est possible d'atteindre la pression prédéterminée nécessaire. A noter que, C de la formule 3 est un coefficient déterminé par la forme de surface entre le piston et les parois intérieures de la

25 pièce de fabrication (par exemple, dans le cas d'une surface rectifiée d'une rugosité d'environ $R_z=3,2$, $C=1$). Si C est plus petit, le frottement lorsque l'huile de travail s'élève à travers le dégagement 3 devient plus fort et l'écoulement de fuite baisse.

30

Spécifiquement, comme le montre la figure 28A, la surface latérale du piston 42 peut être dotée d'une surface rugueuse comprenant des rainures en V ou une surface inégale (petites dépressions aléatoirement ou

35 régulièrement réparties). De plus, comme le montre la figure 28B en tant qu'exemple, on peut la doter d'une structure de labyrinthe comprenant une pluralité de

rainures qui sont prévues dans une direction circonférentielle du piston 42 et qui ont des dégagements dans une direction axiale du piston 42 formés plus importants aux fonds des rainures qu'aux niveaux des ouvertures. Dans l'exemple de la figure 28B, la section transversale est en forme de L (forme exprimée en section transversale comprenant l'axe du piston), mais l'invention n'y est pas nécessairement limitée. La section transversale inférieure peut également être agrandie à une forme circulaire. En particulier, dans le cas d'une forme en L, la pression d'huile de travail haute pression est reçue, la partie flexible 43 de la figure 28B est déformée, et on peut améliorer la capacité d'étanchéification de manière appropriée, mais étant donné que le piston doit être inséré dans la pièce de fabrication, les dimensions des pièces doivent être conçues de sorte que la capacité d'étanchéification ne soit pas augmentée excessivement et que le fonctionnement du piston soit empêché. De ce point de vue, une structure en labyrinthe est conçue de sorte que la capacité d'étanchéification soit augmentée de manière appropriée et que le fonctionnement du piston ne soit pas empêché.

En outre, il est également possible de prévoir les rainures de forme annulaire sur la surface latérale du piston 42, c.-à-d., une forme ayant une structure en labyrinthe utilisée pour ladite surépaisseur en labyrinthe habituel. Ces formes peuvent être obtenues par tournage, usinage par électro-décharge, corrosion chimique, etc.

La présente invention a été décrite en référence aux modes de réalisation spécifiques choisis afin de l'illustrer, mais l'homme du métier peut apporter plusieurs modifications sans s'écarter du concept de base et de la portée de la divulgation de la présente invention.

REVENDEICATIONS

1. Système d'autofrettage qui soumet une pièce de fabrication (1) à un autofrettage,
ledit système d'autofrettage doté
5 d'une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement,
d'un piston (42) qui est entraîné par ladite unité de pressurisation (40) et qui a un dégagement (3),
10 d'un paroi intérieure d'une extrémité de ladite pièce de fabrication (1), qui comprend une grandeur moyenne de dégagement (h), et
d'une chambre de pression interne (IC) qui est constituée par ladite pièce de fabrication (1) qui est fermée hermétiquement sauf au niveau de ladite extrémité
15 et par ledit piston (42) et qui est remplie avec de l'huile de travail (2),
ladite unité de pressurisation (40) insérant ledit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC), qui est remplie avec ladite huile de travail (2), à
20 une vitesse d'alimentation prédéterminée (v),
ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) étant plus importante qu'une vitesse d'alimentation critique (V_c) qui correspond à un écoulement maximum de fuite (Q_{max}) par temps unitaire de ladite huile de travail (2) qui fuit dudit dégagement (3) en raison de
25 ladite insertion, moyennant quoi ladite pièce de fabrication (1) est soumise audit autofrettage.
2. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 1 où ladite l'unité de pressurisation (40)
30 et ledit piston (42) sont des organes distincts.
3. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 2 doté en outre d'un guide (61) qui guide et soutient ledit piston (42) jusqu'à ce que ladite unité de pressurisation (40) vienne buter contre une extrémité
35 dudit piston (42) et qui se sépare dudit piston (42) après avoir buté contre ce dernier.
4. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la

revendication 1 ou 2 où ladite unité de pressurisation (40) et ledit piston (42) sont couplés ensemble.

5 5. Système d'autofrettage comme revendiqué dans l'une quelconque des revendications 1 à 4 doté en outre d'un passage de libération d'air (63, 64) qui libère l'air qui a envahi ladite chambre de pression interne (IC) lorsque ledit piston (42) est inséré dans une paroi intérieure d'une extrémité de ladite pièce de fabrication (1).

10 6. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 5 où le passage de libération d'air (63) est prévu au niveau dudit piston (42).

15 7. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 5 où ledit passage de libération d'air (64) est prévu à une extrémité de ladite pièce de fabrication (1).

20 8. Système d'autofrettage comme revendiqué dans l'une quelconque des revendications 1 à 7 où l'extrémité dudit piston (42) qui est inséré dans ladite chambre de pression interne (IC) est chanfreinée (62) ou arrondie.

9. Procédé d'autofrettage qui soumet une pièce de fabrication (1) à un autofrettage,

25 ledit procédé d'autofrettage comprenant une étape qui consiste à introduire une huile de travail (2) dans une chambre de pression interne (IC) qui est formée

par ladite pièce de fabrication (1) qui est fermée sauf à une extrémité de la pièce de fabrication (1), et

30 par un piston (42) qui a un dégagement (3) pour une paroi intérieure de ladite extrémité, comprenant une grandeur moyenne de dégagement (h) et

35 une étape qui consiste à utiliser une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement de manière à entraîner ledit piston (42) en vue d'insérer ce dernier dans ladite chambre de pression interne (IC) par une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) de manière à

-68 -

augmenter la pression (P), de ladite chambre de pression interne, de ladite huile de travail (2) dans ladite chambre de pression interne (IC), caractérisé par,

5 dans ladite étape qui consiste à augmenter ladite pression (P) de la chambre de pression interne, amener ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus importante qu'une vitesse d'alimentation critique (Vc) qui correspond à un écoulement maximum de fuite (Qmax) par temps unitaire de ladite huile de travail (2) qui fuit dudit dégagement (3) en raison de ladite insertion pour soumettre ainsi ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage.

10 10. Procédé de production d'une pièce de fabrication (1) ayant un conduit haute pression (101), ledit procédé de production d'une pièce de fabrication (1) comprenant

une étape de forgeage à chaud visant à former une première forme de la pièce de fabrication (1),

20 une première étape d'usinage de ladite pièce de fabrication (1) présentant ladite première forme en vue de former une deuxième forme ayant une partie circonférentielle d'extrémité ouverte (111),

25 une étape d'autofrettage qui consiste à utiliser un procédé d'autofrettage selon la revendication 9 afin de soumettre ledit conduit haute pression (101) de ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage, et

30 une deuxième étape d'usinage de ladite pièce de fabrication (1) présentant ladite deuxième forme en vue de former une forme finie de ladite pièce de fabrication (1), caractérisé en ce que

35 ladite deuxième étape d'usinage comporte au moins une étape d'usinage de ladite partie circonférentielle d'extrémité ouverte (111) en vue de former une extrémité d'embouchure de tuyau (112) présentant la forme finie de ladite pièce de fabrication (1),

un centre axial (C₁) de la partie

circonférentielle d'extrémité ouverte (111) est coaxiale avec un centre axial (C_1) dudit conduit haute pression (101), et une surépaisseur (110) est formée au niveau de ladite extrémité d'embouchure de tuyau (112) de sorte à être excentré du centre axial (C_2) de ladite extrémité d'embouchure de tuyau (112).

11. Système d'autofrettage comme revendiqué dans l'une quelconque des revendications 1 à 8, où

ladite pièce de fabrication (1) est une pièce de fabrication (1) qui a un conduit haute pression (101) que forme ladite chambre de pression interne (IC) et qui est configuré de sorte qu'un centre axial (C_1) dudit conduit haute pression (101) soit excentré par rapport à un centre axial (C_2) d'une extrémité d'embouchure de tuyau (112) dans une forme finie de ladite pièce de fabrication (1) ;

des organes d'étanchéité (24) qui assurent l'étanchéité de l'extrémité d'embouchure de tuyau (112) sont prévus avec

une douille (132) qui a un guide de verrouillage (123') qui est décalé par rapport à un centre axial (C_2) de ladite extrémité d'embouchure de tuyau (112) et qui est inséré dans un trou (104) séparé dudit conduit haute pression (101),

une projection extérieure (132'), et

un trou traversant de vissage (137) dans ladite projection extérieure (132'),

une vis de poussée (133) qui est vissée dans ledit trou traversant de vissage (137),

une goupille d'étanchéité (122) qui est poussée par ladite vis de poussée (133) afin d'assurer l'étanchéité dudit conduit haute pression (101), et

un corps de couvercle (131-1, 131-2, 131) qui a une ouverture de couvercle (134) au niveau d'un fond d'une partie intérieure de couvercle (136) ; et

ladite projection extérieure (132') est amenée

à passer à travers ladite ouverture de couvercle (134), ensuite on amène ladite douille (132) à s'engager avec ladite partie intérieure de couvercle (136), et ledit corps de couvercle (131-1, 131-2, 131) est vissé dans ladite extrémité d'embouchure de tuyau (112).

12. Système d'autofrettage doté

d'une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement,

un piston (42) qui est entraîné par ladite unité de pressurisation (40) et qui forme un dégagement (3), entre un paroi intérieure d'une extrémité de ladite pièce de fabrication (1) et une surface latérale le long d'une direction axiale du piston (42), qui comprend une grandeur (h) moyenne prédéterminée de dégagement et une première longueur (a) dans la direction axiale, et

une chambre de pression interne (IC) qui est formée par ladite pièce de fabrication (1) qui est fermée hermétiquement sauf au niveau de ladite extrémité et par ledit piston (42) et qui est remplie avec une huile de travail (2),

ladite unité de pressurisation (40) insérant ledit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC), qui est remplie avec ladite huile de travail (2), à une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) ;

réglant un dégagement (3) qui a une deuxième longueur (b) dans la direction axiale qui est plus importante que la première longueur (a) dans la direction axiale, lorsqu'une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) est plus importante qu'une vitesse d'alimentation limite préréglée (V_0) dudit piston (42),

où la première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) correspond à un écoulement maximum de fuite (Q_{max} (a)) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui fuit du dégagement (3) dans ladite première longueur (a) dans la direction axiale, en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC)

-71 -

remplaçant ainsi une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) par une deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}), qui est plus petite que ladite vitesse d'alimentation limite (V_0), correspondant à
5 un écoulement maximum de fuite ($Q_{max} (b)$) par temps unitaire dans ladite deuxième longueur (b) dans la direction axiale ; et

amenant ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus importante que ladite la
10 vitesse d'alimentation critique (V_{cb}) en vue de soumettre ainsi ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage.

13. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 12 qui change une position de début de fonctionnement dudit piston (42) qui alimente ledit
15 piston (42) à une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) dans ladite chambre de pression interne (IC) pour régler ledit dégagement qui a une deuxième longueur dans la direction axiale qui est plus importante que ladite première longueur (a) dans la direction axiale.

20 14. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 12 ou 13 où

ledit piston (42) est composé d'une tête de piston (42-1) et d'un axe de piston (42-2), une longueur dans la direction axiale d'une surface latérale de ladite
25 tête de piston (42-1) étant ladite première longueur (a) dans la direction axiale qui forme ledit dégagement (3), et

ledit système règle la longueur dans la direction axiale d'une surface latérale de ladite tête de
30 piston (42-1) sur une deuxième longueur (b) dans la direction axiale qui est plus importante que la première longueur (a) dans la direction axiale, lorsqu'une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) est plus grande qu'une vitesse d'alimentation limite pré-réglée (V_0)
35 dudit piston (42),

où la première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) correspond à un écoulement maximum de

fuite (Q_{max} (a)) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui fuit du dégagement (3) dans ladite première longueur (a) dans la direction axiale, en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de
5 pression interne (IC).

15. Système d'autofrettage comme revendiqué dans l'une quelconque des revendications 12 à 14, où

lorsque le dégagement (3) avec ladite grandeur moyenne (h) prédéterminée de dégagement entre une paroi
10 intérieure d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1) et une surface latérale le long de la direction axiale du piston (42), n'est pas formé au niveau de ladite pièce de fabrication (1)

de sorte que ladite vitesse d'alimentation
15 prédéterminée (v) puisse atteindre ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) qui est plus importante que ladite vitesse deuxième d'alimentation critique (V_{cb}),

un organe de liaison est ajouté et relié à une
20 extrémité de ladite pièce de fabrication (1), et un dégagement (3) avec ladite grandeur moyenne (h) prédéterminée continue de dégagement entre une paroi intérieure d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1) et une surface latérale le long de la
25 direction axiale du piston (42), est formé

de sorte que ladite vitesse d'alimentation
prédéterminée (v) puisse atteindre ladite vitesse
d'alimentation prédéterminée (v) qui est plus importante
que ladite deuxième vitesse d'alimentation critique
30 (V_{cb}).

16. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 15 qui forme de manière continue une surépaisseur (80) à une extrémité de ladite pièce de fabrication (1) au moment du forgeage afin d'ajouter et
35 de relier ledit organe de liaison.

17. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 15 qui relie ledit organe de liaison (80)

à une extrémité de ladite pièce de fabrication (1) par vissage afin d'ajouter et de relier ledit organe de liaison.

18. Système d'autofrettage comme revendiqué dans
5 l'une quelconque des revendications 12 à 17 où ledit piston (42) amené à être inséré dans ladite chambre de pression interne (IC) par une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) a une surface (A) en section transversale colonnaire fixe.

10 19. Système d'autofrettage comme revendiqué dans l'une quelconque des revendications 12 à 18 où une surface latérale le long d'une direction axiale dudit piston (42) qui est en vis-à-vis d'une paroi intérieure d'un côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1), qui
15 forme ledit dégagement (3), est formée avec une partie à résistance au frottement qui augmente la résistance au frottement.

20. Système d'autofrettage qui soumet ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage, comprenant
20 une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement,

un piston (42) qui est entraîné par ladite unité de pressurisation (40) et qui forme un dégagement (3), entre un paroi intérieure d'une extrémité de ladite
25 pièce de fabrication (1) et une surface latérale le long d'une direction axiale du piston (42), dans un état avant pressurisation par ladite unité de pressurisation, qui comprend une grandeur moyenne (h) prédéterminée de dégagement et une première longueur (a) dans une
30 direction axiale, et

une chambre de pression interne (IC) qui est formée par ladite pièce de fabrication (1) qui est fermée hermétiquement sauf au niveau de ladite extrémité et par ledit piston (42) et qui est remplie avec une huile de
35 travail (2),

ladite unité de pressurisation (40) insérant ledit piston (42) dans ladite chambre de pression interne

(IC), qui est remplie avec ladite huile de travail (2), à une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) ;

lorsqu'une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) est plus importante qu'une vitesse d'alimentation limite préréglée (V_0) dudit piston (42),

où la première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) correspond à un écoulement maximum de fuite ($Q_{max}(a)$) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui fuit du dégagement (3) dans ladite première longueur (a) dans la direction axiale, en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC),

formant une partie à résistance au frottement afin d'augmenter une résistance au frottement au niveau d'une surface latérale le long d'une direction axiale dudit piston (42) qui est en vis-à-vis d'une paroi intérieure d'un côté d'extrémité de ladite pièce de fabrication (1), qui forme ledit dégagement, pour régler une deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}), qui est plus petite que ladite vitesse d'alimentation limite (V_0), correspondant à un écoulement de fuite maximum par temps unitaire dans le cas de la formation de ladite partie à résistance au frottement ; et

amenant ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus importante que ladite vitesse d'alimentation critique (V_{cb}) en vue de soumettre ainsi ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage.

21. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 20 où ladite partie à résistance au frottement a une surface inégale.

22. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 20 où ladite partie à résistance au frottement a une structure en labyrinthe comprenant une pluralité de rainures qui sont prévues dans une direction circonférentielle dudit piston (42) et qui présentent des dégagements dans une direction axiale dudit piston (42) formés plus grands aux fonds des rainures qu'aux niveaux

des ouvertures.

23. Procédé d'autofrettage qui soumet une pièce de fabrication (1) à un autofrettage,

ledit procédé d'autofrettage comprenant

5 une étape qui consiste à introduire de l'huile de travail (2) dans une chambre de pression interne (IC) qui est formée par une pièce de fabrication (1) qui est fermé sauf à un côté d'extrémité de la pièce de fabrication (1) et par un piston (42) qui a un dégagement
10 (3) comprenant une grandeur moyenne de dégagement (h) de la paroi intérieure dudit côté d'extrémité et

une étape qui consiste à utiliser une unité de pressurisation (40) qui a un moteur d'entraînement de manière à entraîner ledit piston (42) et d'insérer ledit
15 piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC) par une vitesse d'alimentation prédéterminée (v) afin d'élever ladite pression (P), de la chambre de pression interne, de ladite huile de travail (2),

ledit procédé d'autofrettage comprenant en
20 outre une étape qui consiste à régler un dégagement (3) qui a une deuxième longueur (b) dans la direction axiale qui est plus importante que ladite première longueur (a) dans la direction axiale, lorsqu'une première vitesse
25 d'alimentation critique (V_{ca}) est plus importante qu'une vitesse d'alimentation limite pré réglée (V_0) dudit piston (42),

où la première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) correspond à un écoulement maximum de
30 fuite ($Q_{max}(a)$) par temps unitaire de ladite huile de travail (2), qui fuit du dégagement (3) dans ladite première longueur (a) dans la direction axiale, en raison de l'insertion dudit piston (42) dans ladite chambre de pression interne (IC),

35 remplaçant de ce fait une première vitesse d'alimentation critique (V_{ca}) par une deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}), qui est plus petite que

ladite vitesse d'alimentation limite (V_0), correspondant à un écoulement maximum de fuite ($Q_{\max}(b)$) par temps unitaire dans ladite deuxième longueur (b) dans la direction axiale ; et

5 amenant ladite vitesse d'alimentation prédéterminée (v) à être plus importante que ladite deuxième vitesse d'alimentation critique (V_{cb}) en vue de soumettre ainsi ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage.

10 24. Système d'autofrettage comme revendiqué dans la revendication 23 où un côté d'extrémité de ladite pièce de fabrication (1) est formé avec une surépaisseur (80) qui lui est reliée par forgeage.

15 25. Procédé de production d'une pièce de fabrication (1) qui a un conduit haute pression (101), ledit procédé de production d'une pièce de fabrication (1) comprenant

 une étape de forgeage à chaud visant à former une première forme de la pièce de fabrication (1),

20 une première étape d'usinage de ladite pièce de fabrication (1) de ladite première forme pour former une deuxième forme ayant la surépaisseur (80),

 une étape d'autofrettage qui consiste à utiliser un procédé d'autofrettage de l'aspect de
25 l'invention de la revendication 24 pour soumettre le conduit haute pression (101) de ladite pièce de fabrication (1) à un autofrettage, et

 une deuxième étape d'usinage de ladite pièce de fabrication (1) présentant ladite deuxième forme en vue
30 d'enlever ladite surépaisseur (80) pour former une forme finie de ladite pièce de fabrication (1).

1/28

FIG. 1A

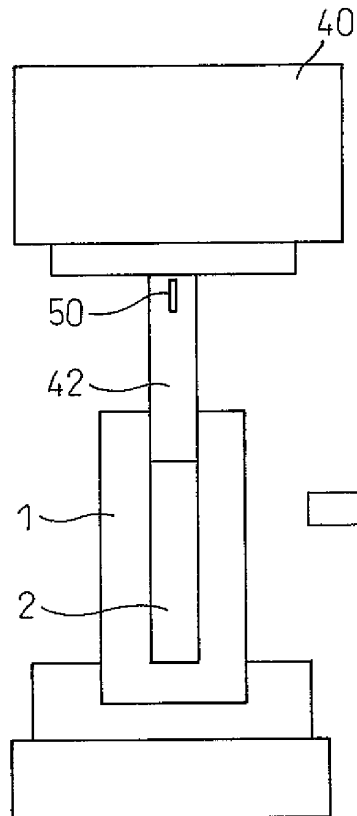
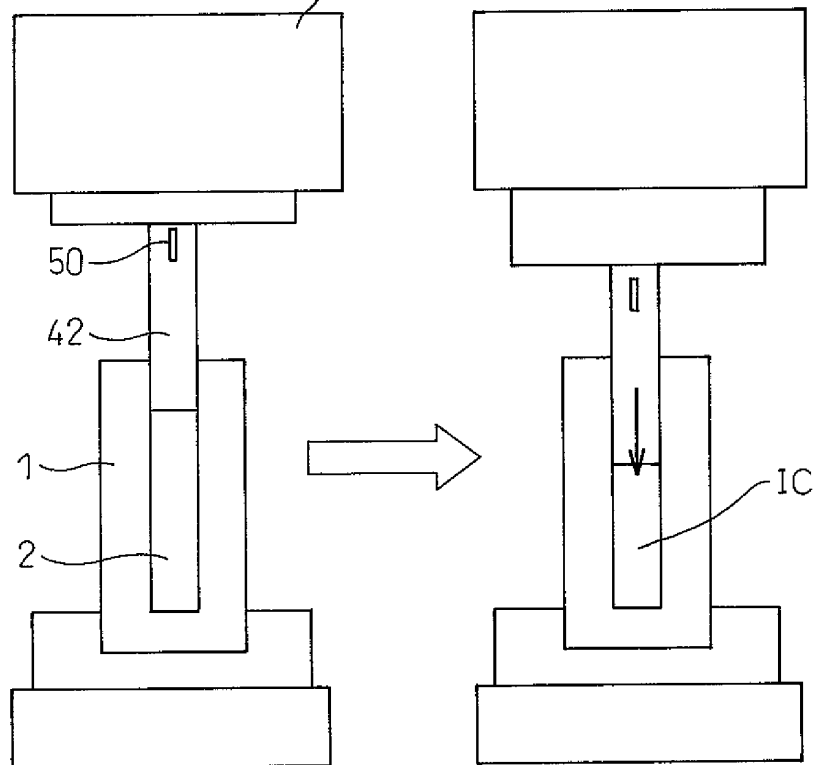


FIG. 1B



2/28

FIG. 2

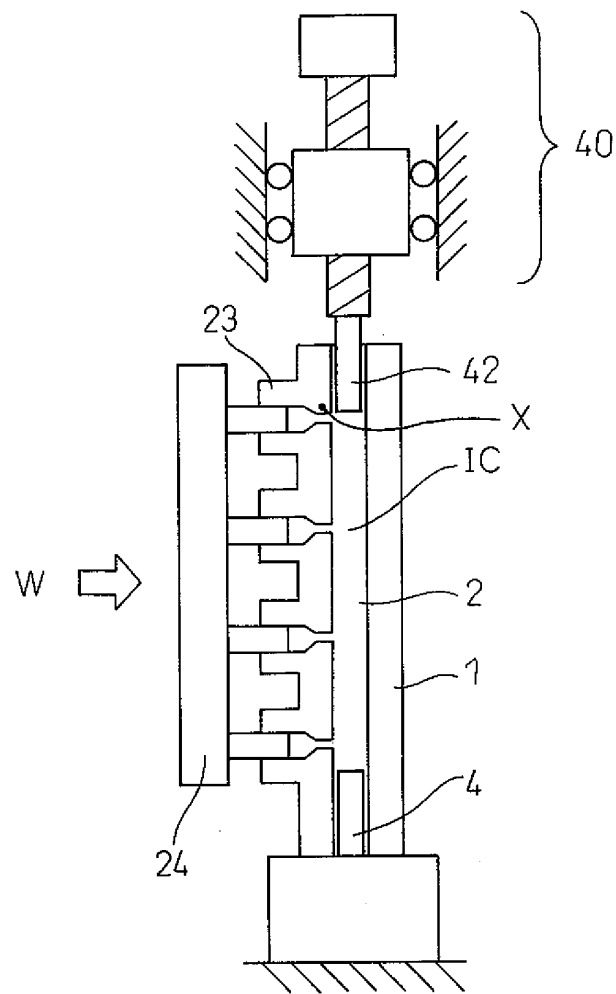


FIG.3A

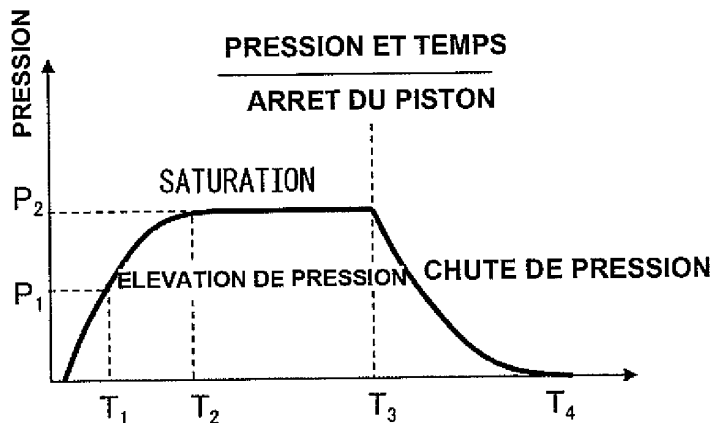
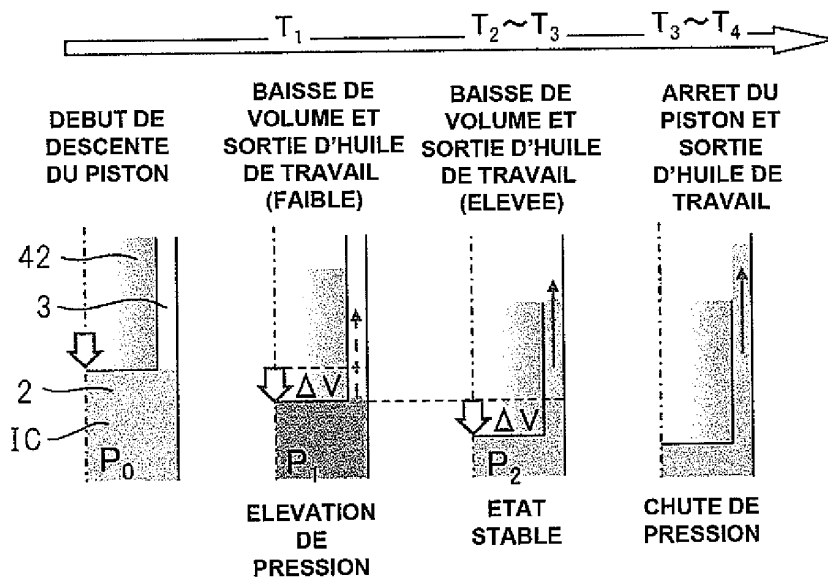


FIG.3B



4/28

FIG.4A

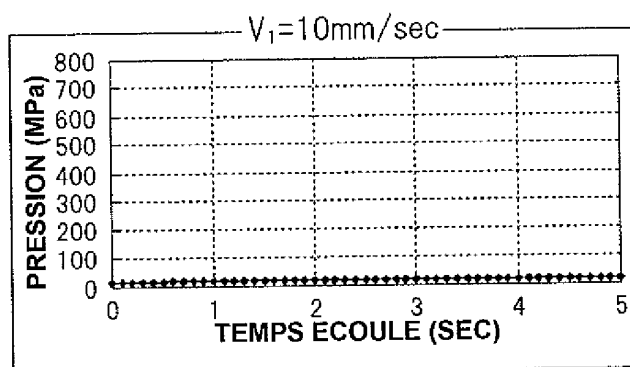


FIG.4B

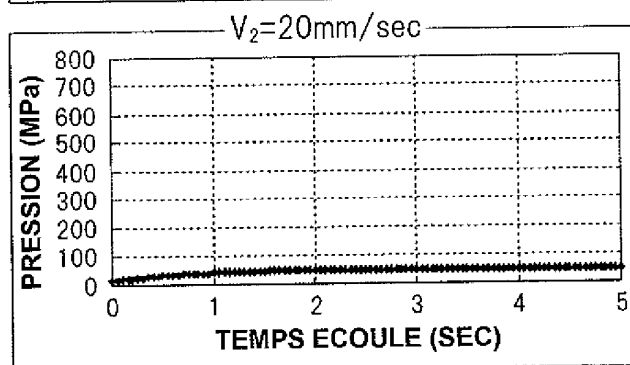
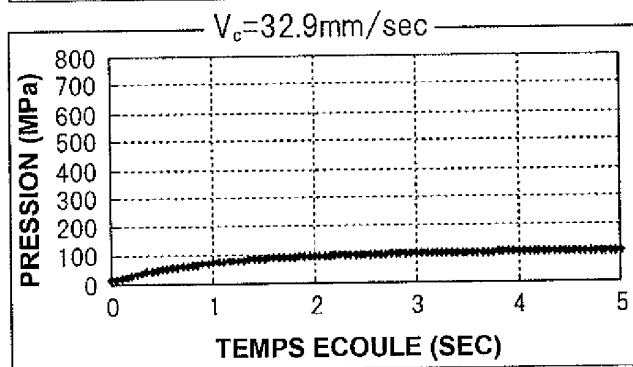


FIG.4C



5/28

FIG.4D

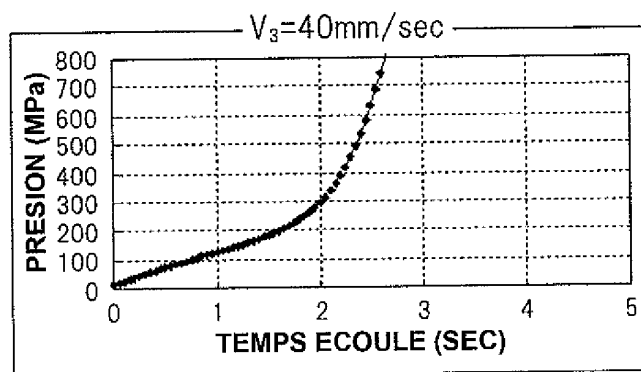
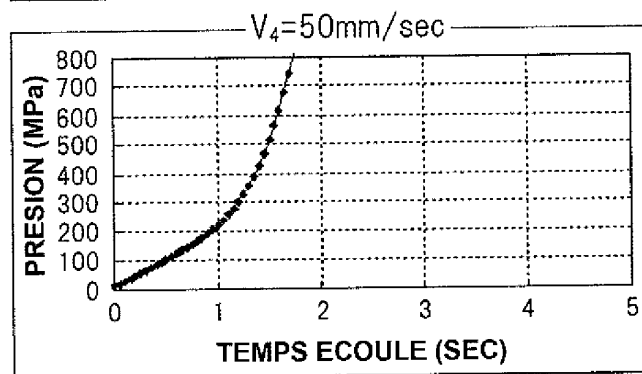


FIG.4E



6/28

FIG. 5

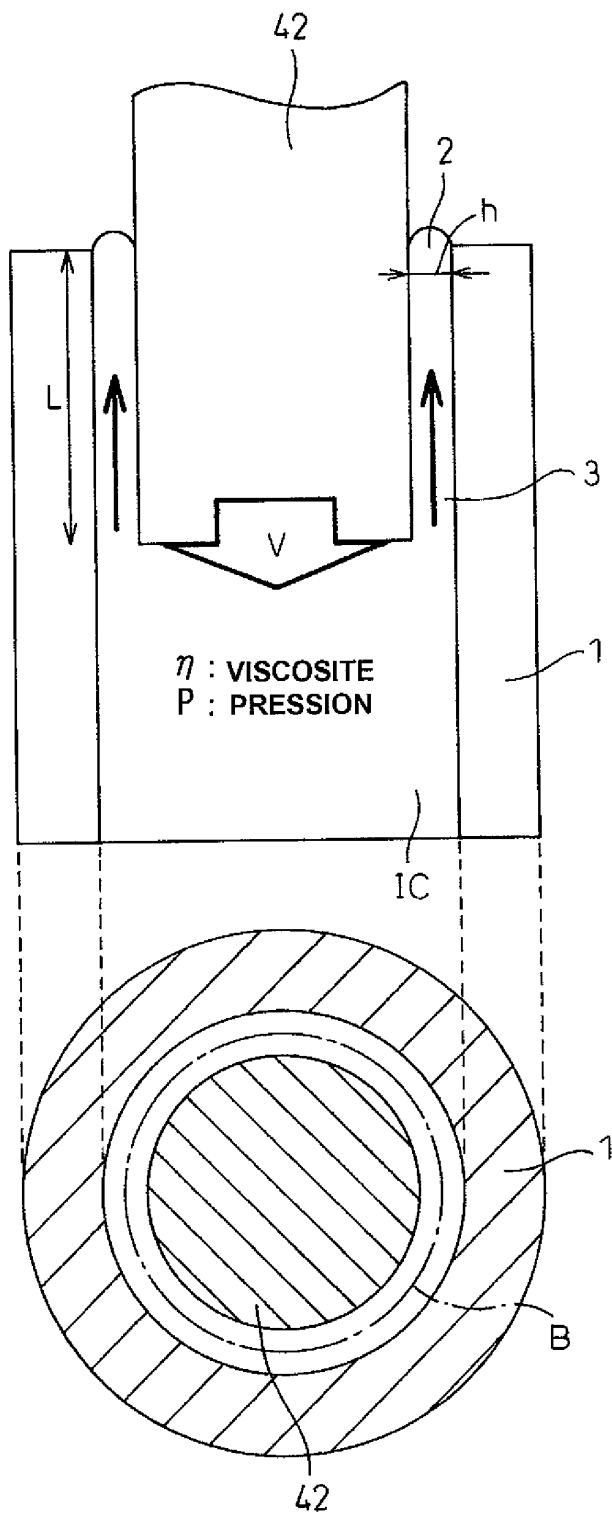


FIG.6

FORMULE GENERALE DU DEBIT DE FUIE ISSU DU DEGAGEMENT:

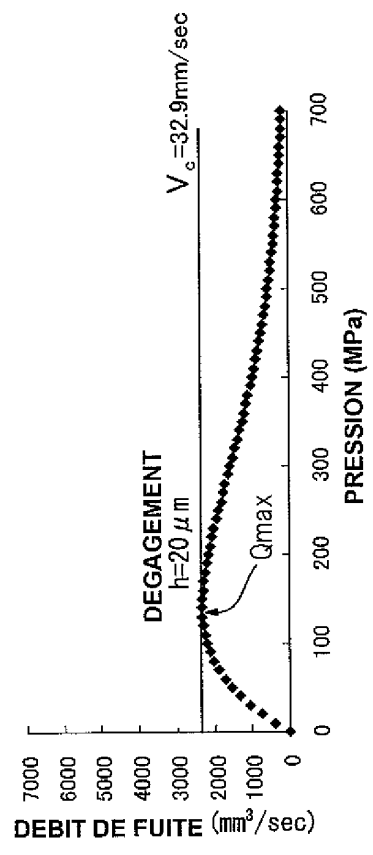
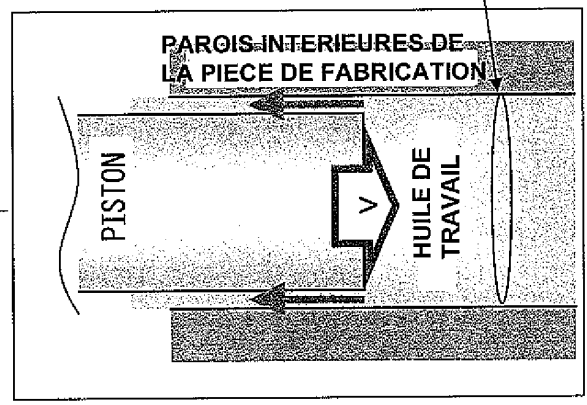
$$Q = \frac{B}{12L} \cdot \frac{h^3}{\eta} \cdot \Delta P$$

RELATION ENTRE PRESSION ET VISCOSITE DE L'HUILE DE TRAVAIL :

$$\eta = 0.047 \exp(10.328P)$$

PROPRIETES PHYSIQUES DE L'HUILE DE TRAVAIL A (A BASE D'ETHER 3)

η_0 (Viscosité à pression ordinaire) = 0.047 (Pa · s)
 α (Coefficient viscosité-pression) = 10.328 (Pa⁻¹)



Φ 9.5 ⇒ SURFACE EN SECTION TRANSVERSALE = 70,8 mm²

8/28

FIG.7

RELATION ENTRE PRESSION ET DEBIT DE FUITE

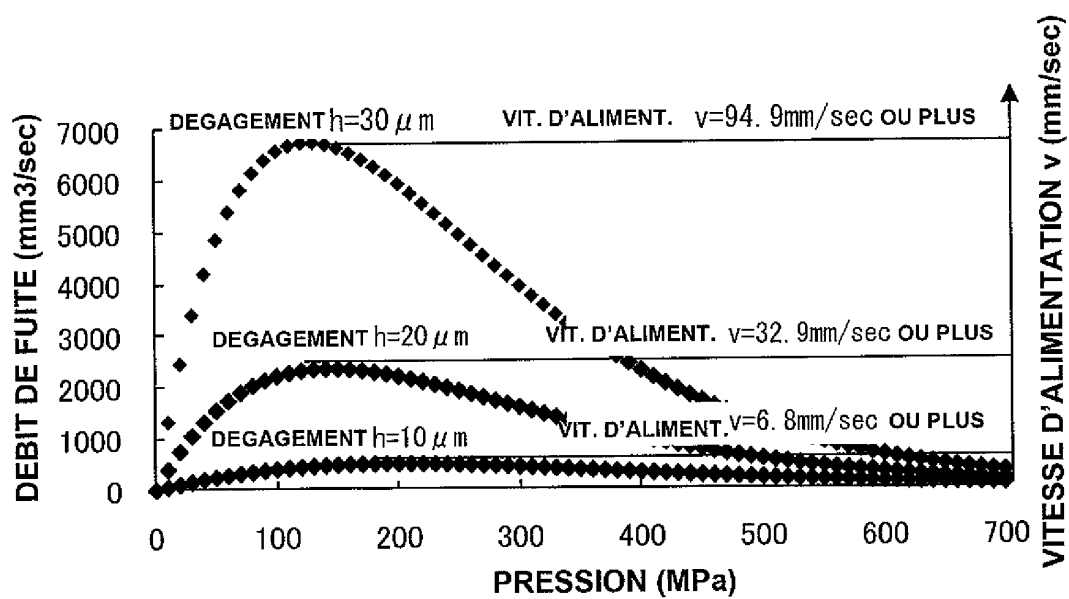
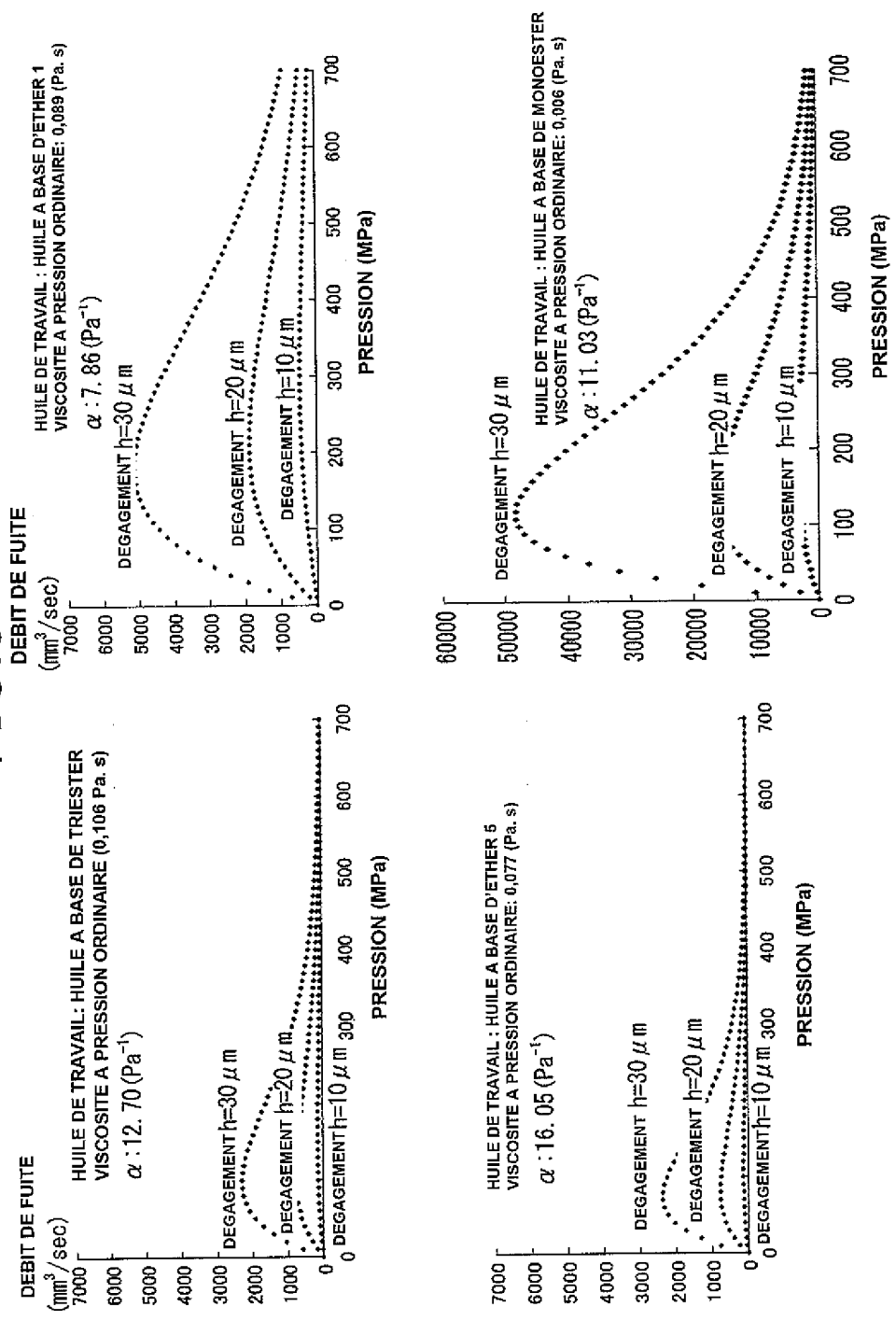


FIG. 8



10/28

FIG. 9A

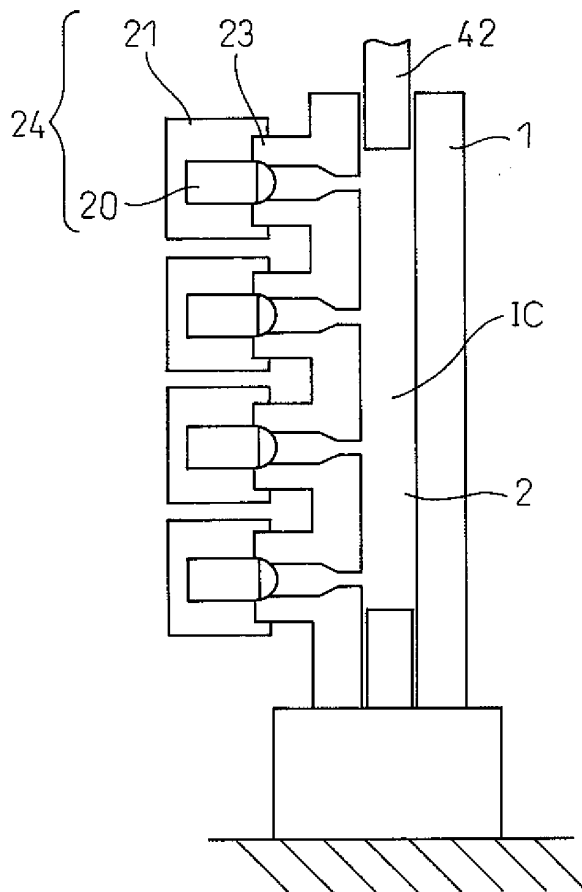
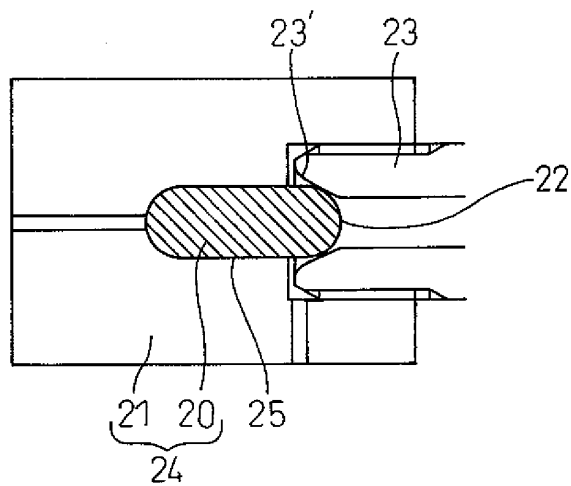


FIG. 9B



11/28

FIG.10

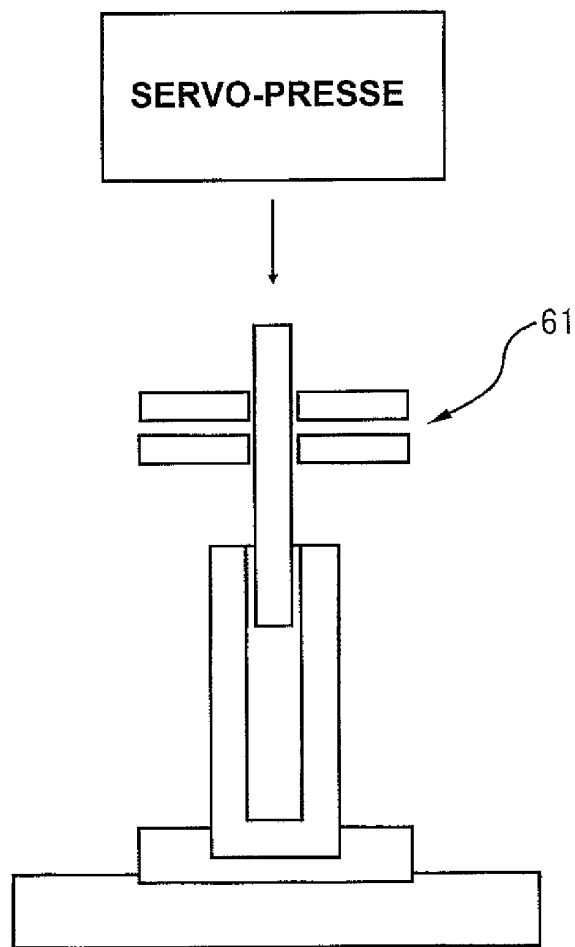


FIG.11C

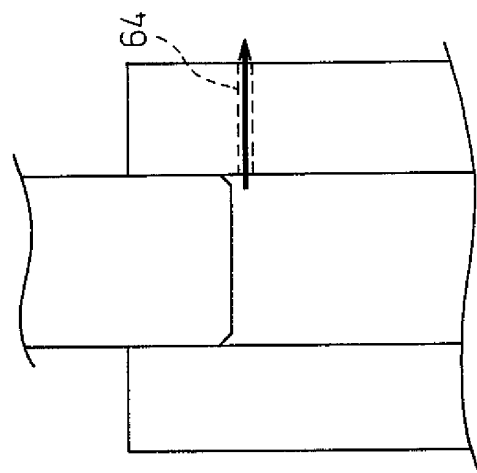


FIG.11B

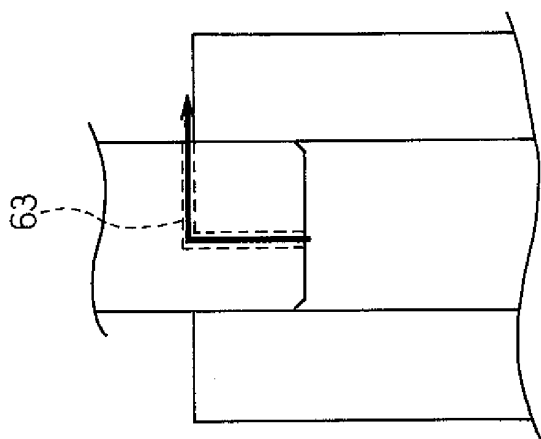
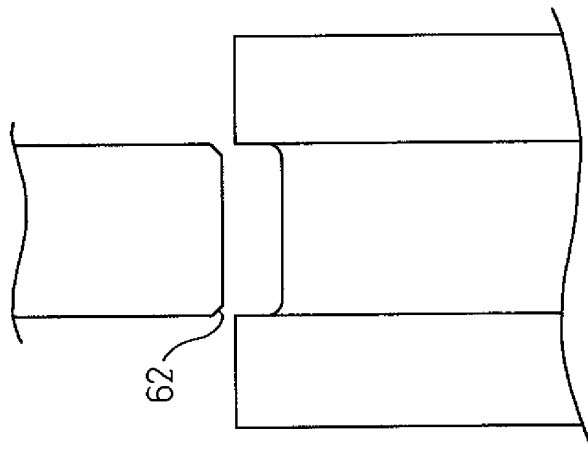
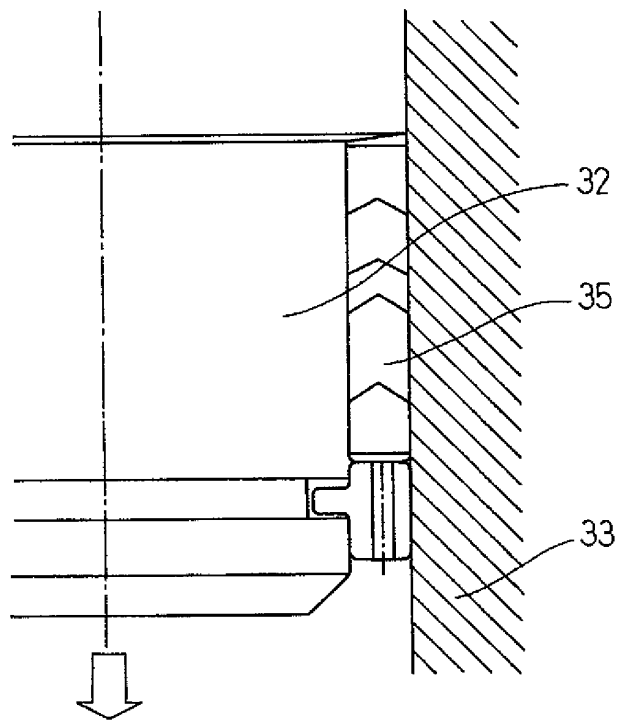


FIG.11A



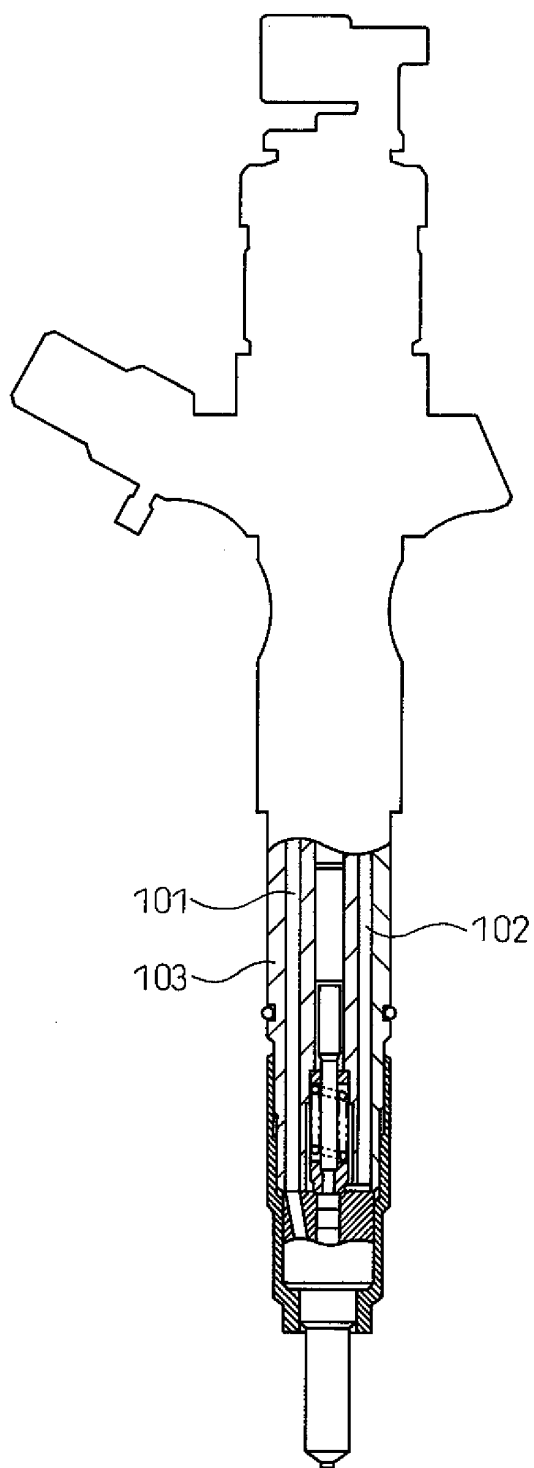
13/28

FIG. 12
ART ANTERIEUR



14/28

FIG. 13



15/28

FIG. 14A

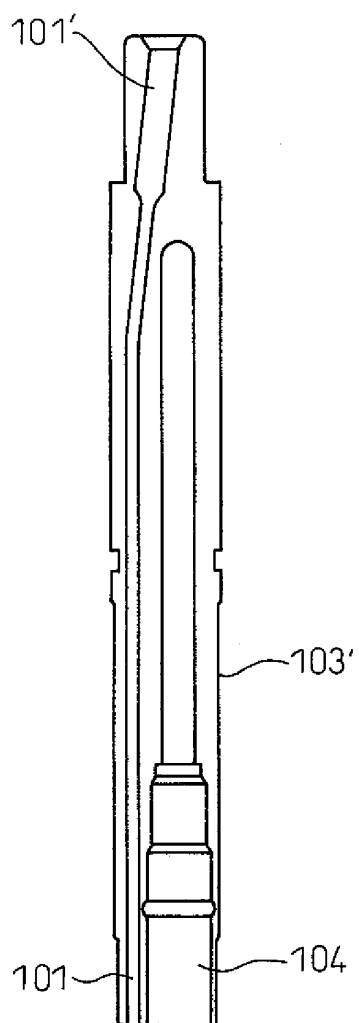
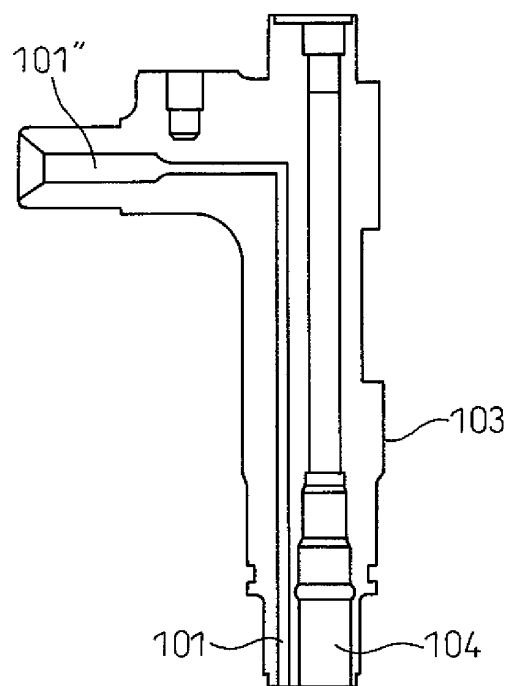


FIG. 14B



16/28

FIG. 15

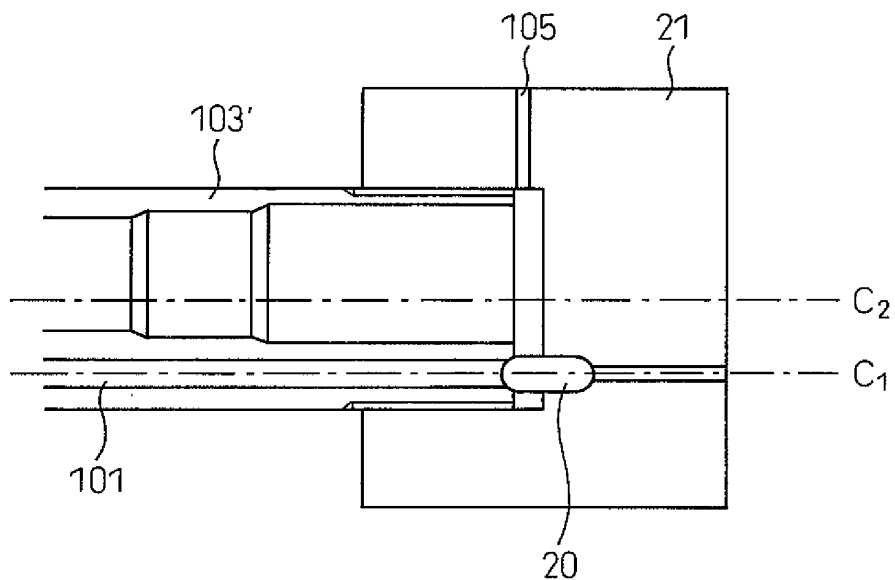
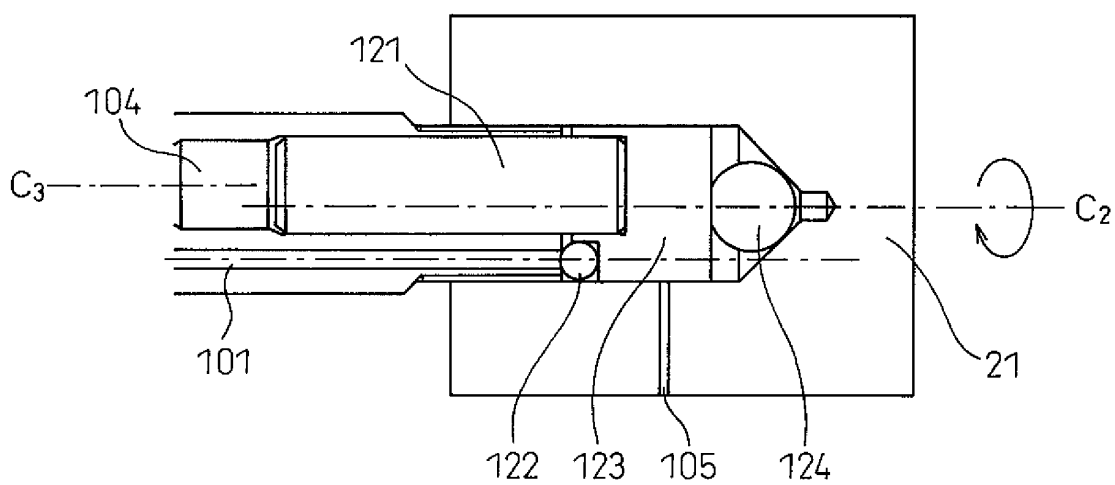


FIG. 16



17/
28

FIG. 17A

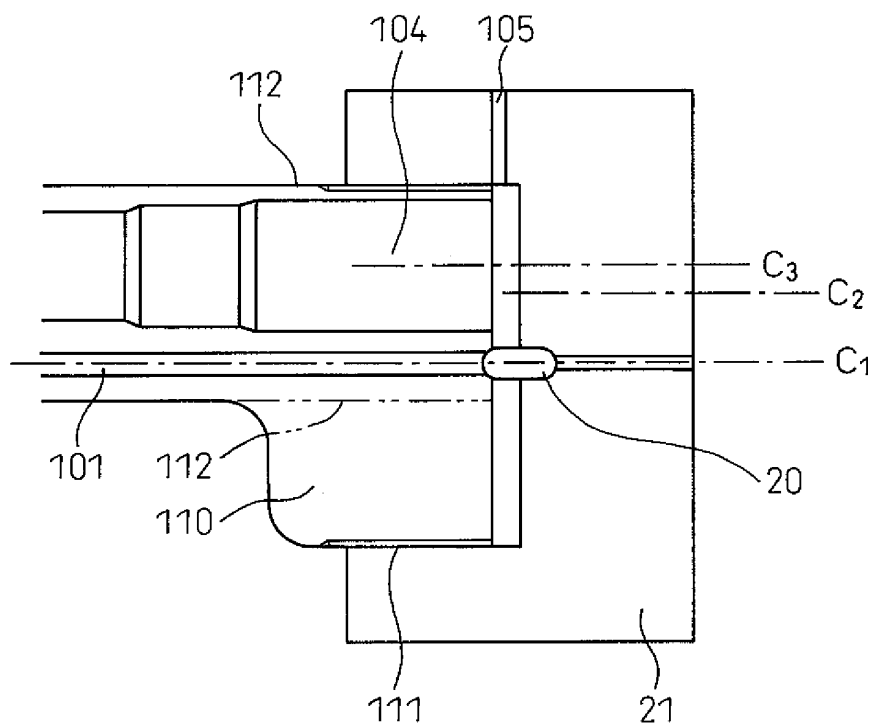


FIG. 17B

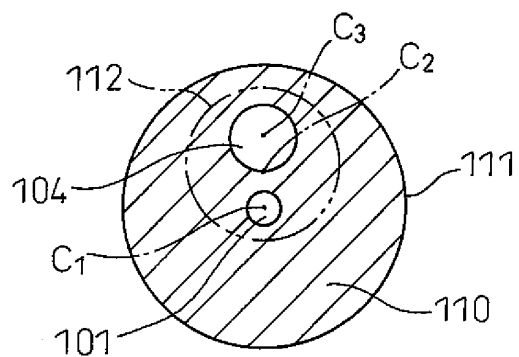
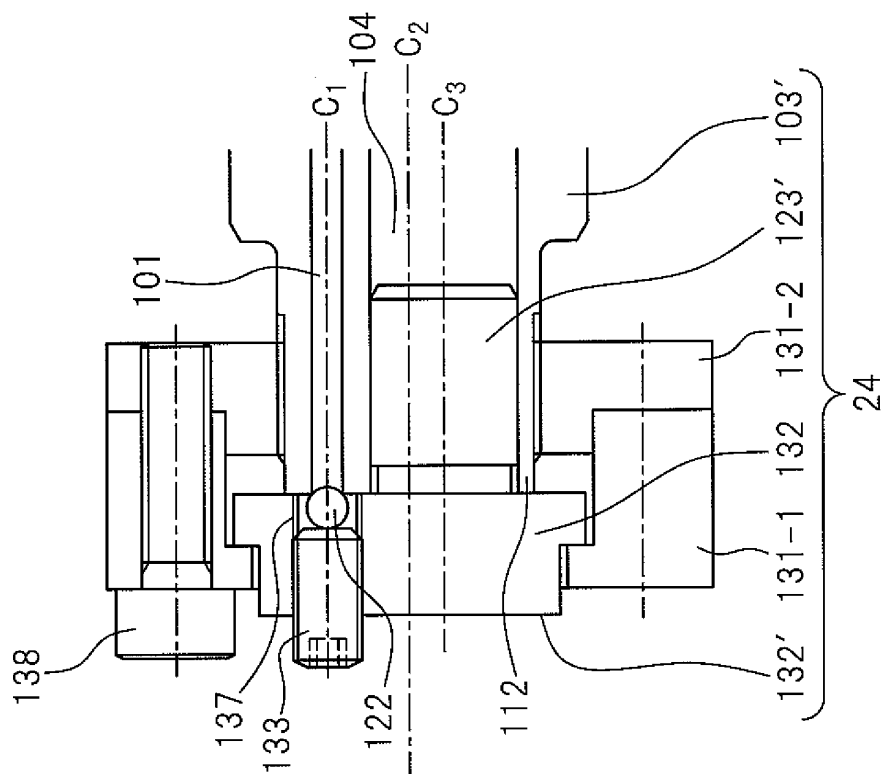


FIG.18B



18/28

FIG.18A

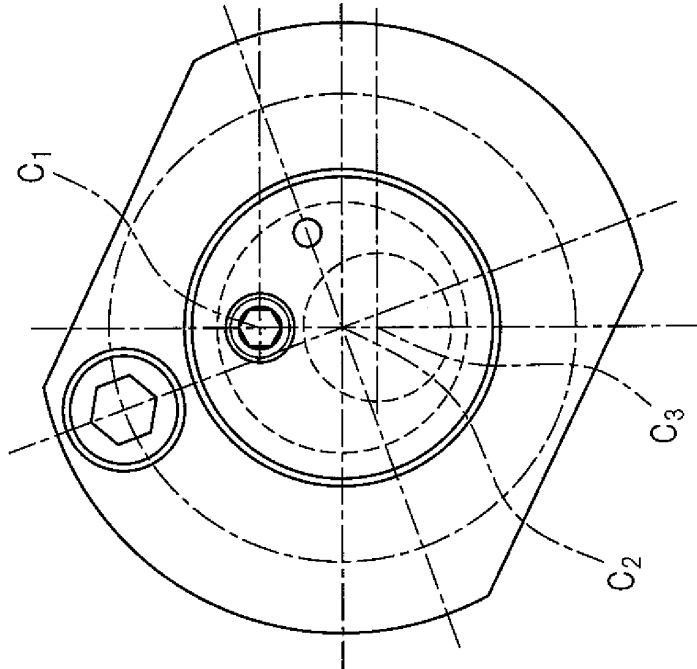
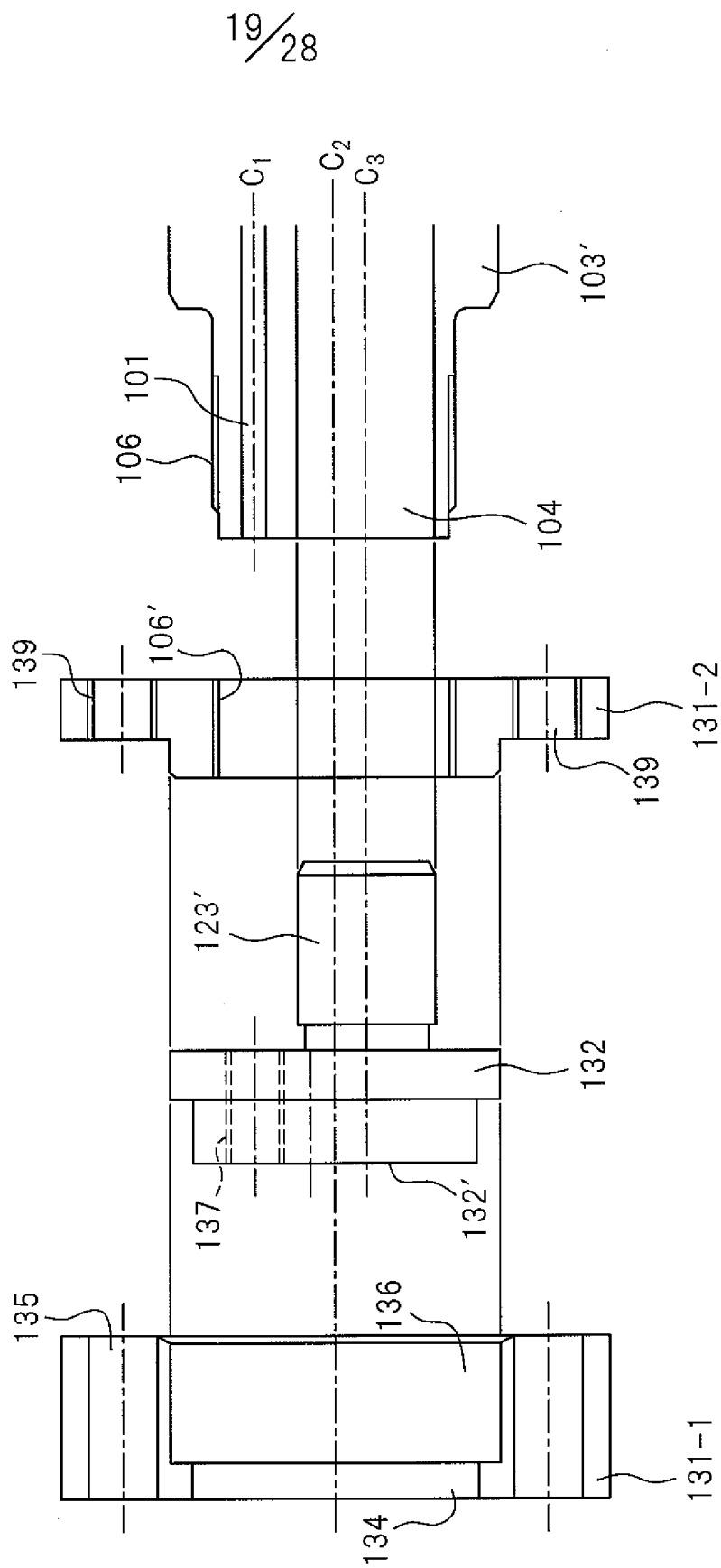


FIG.19A FIG.19B FIG.19C FIG.19D



20/28

FIG. 20

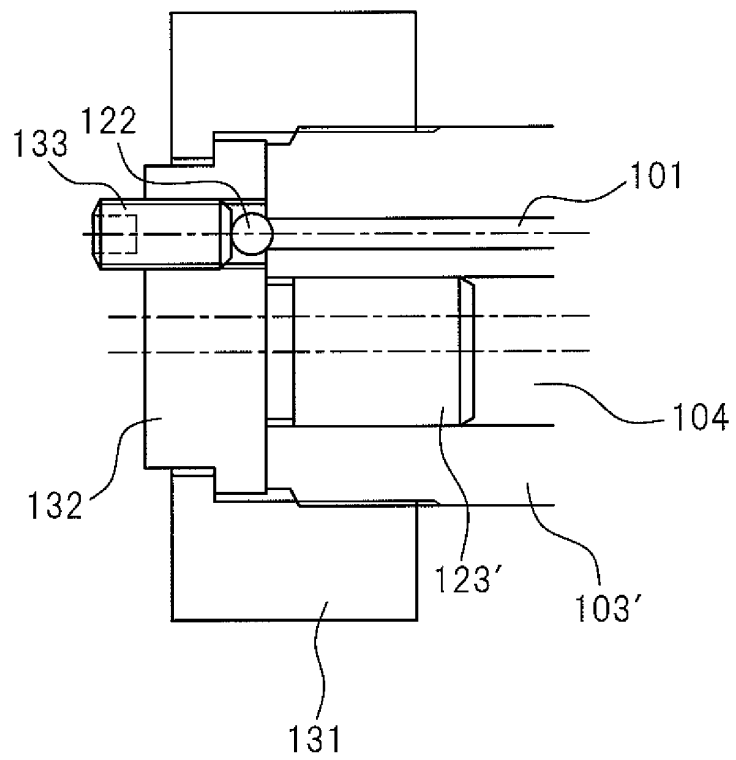
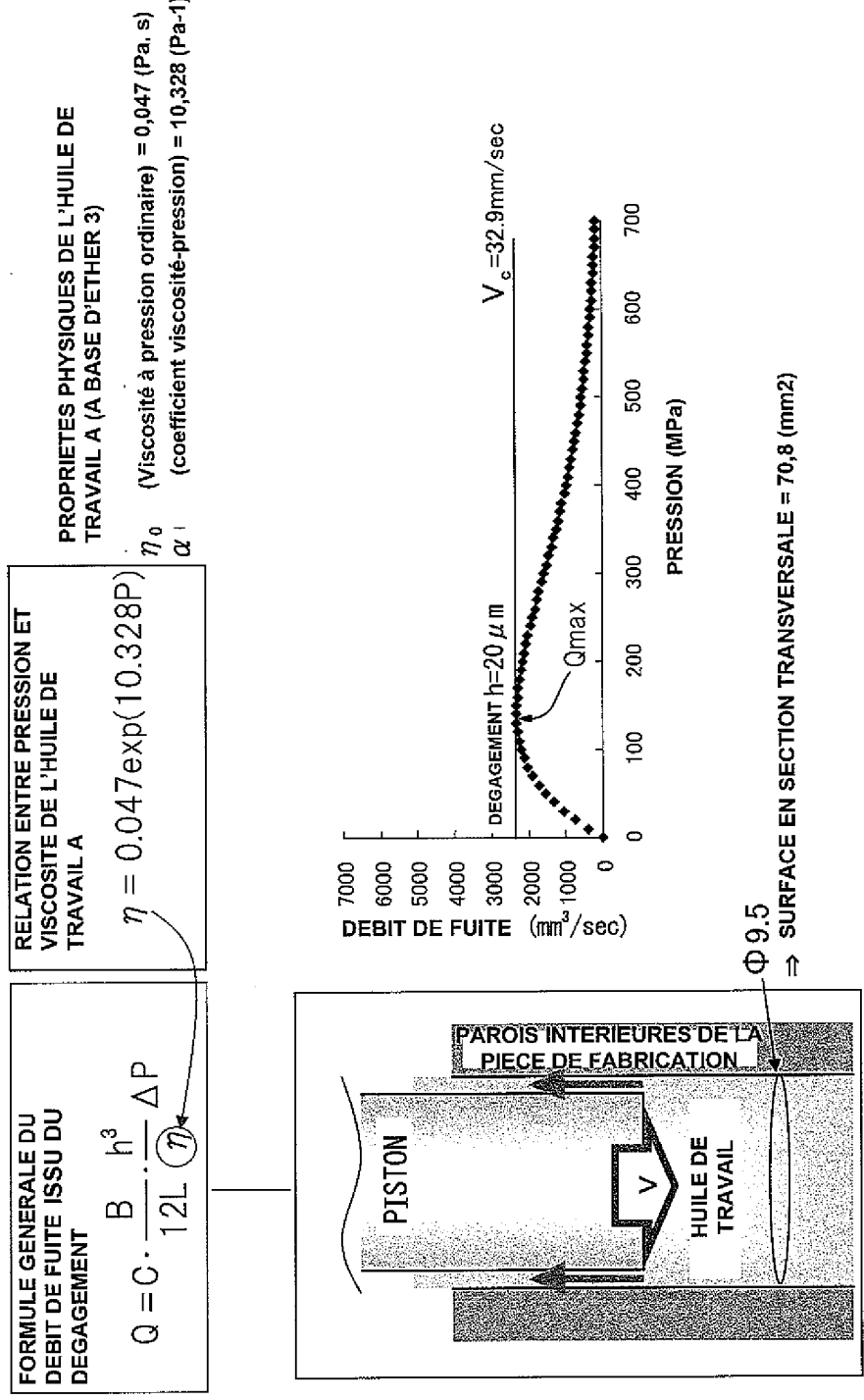


FIG.21

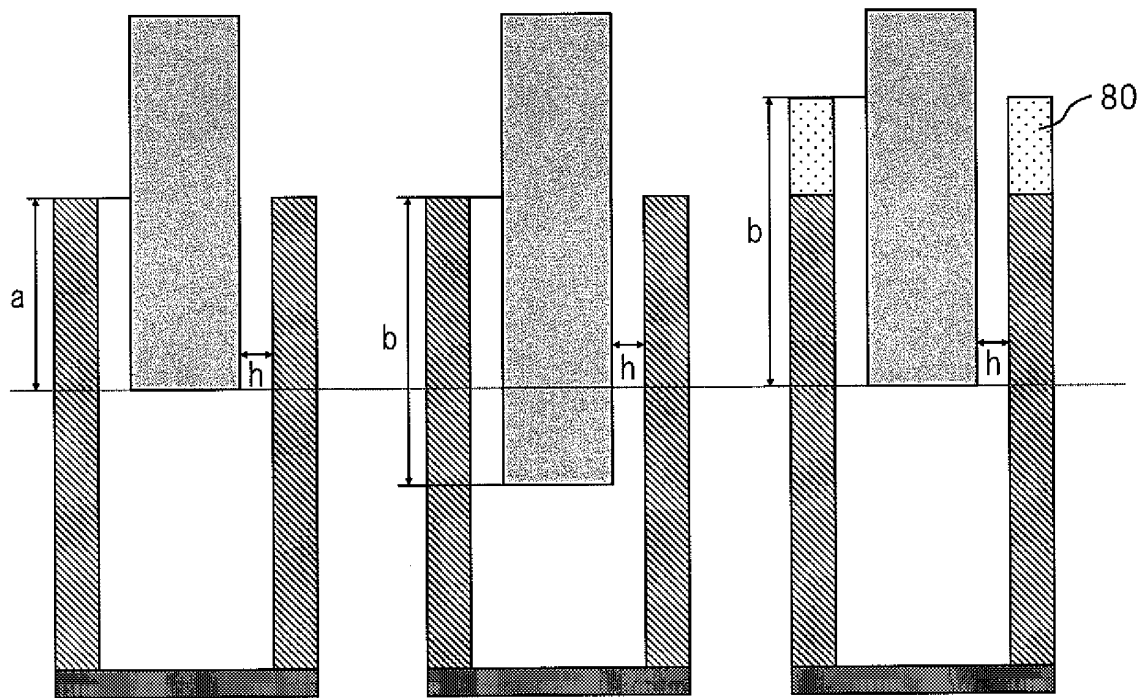


22/28

FIG.22A

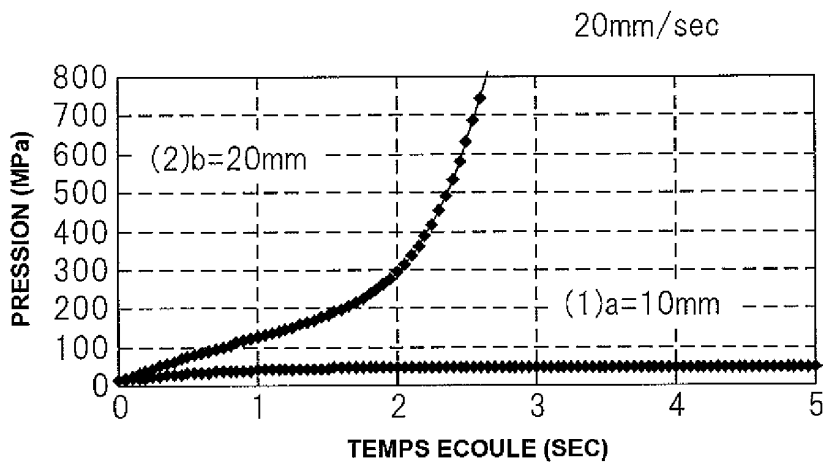
FIG.22B

FIG.22C



23/28

FIG.23



(1)a=10mm

$$\left\{ \begin{array}{l} h=20(\mu m) \\ B=9.5(mm) \\ a=10(mm) \\ \eta = \eta_0 \exp(\alpha P) \\ = 0.047 \exp(10.328P) \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Q_{max}(a) = 2329.32(mm^2/sec) \\ A = 70.8(mm^2) \\ Vc(a) = \underline{32.9(mm/sec)} \end{array} \right.$$

(2)b=20mm

$$\left\{ \begin{array}{l} h=20(\mu m) \\ B=9.5(mm) \\ \boxed{b=20(mm)} \\ \eta = \eta_0 \exp(\alpha P) \\ = 0.047 \exp(10.328P) \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Q_{max}(b) = 1164.66(mm^2/sec) \\ A = 70.8(mm^2) \\ Vc(b) = \underline{16.5(mm/sec)} \end{array} \right.$$

24/28

FIG.24A

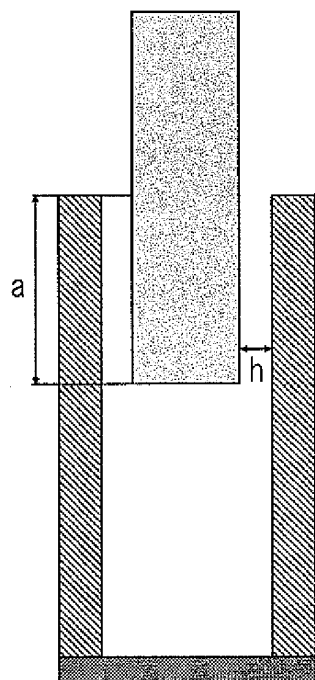
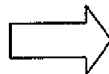
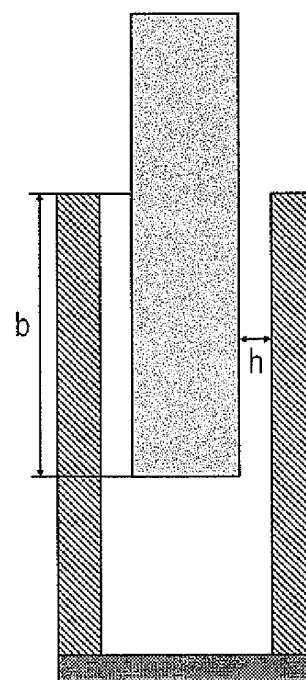
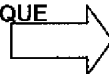


FIG.24B



$L=a$
 DEBIT DE FUITE MAXIMUM $Q_{max}(a)$
 PREMIERE VITESSE D'ALIMENTATION CRITIQUE V_{ca}
 VITESSE D'ALIMENTATION CRITIQUE V_0
 VITESSE D'ALIMENTATION PREDETERMINEE v
 $\rightarrow V_{ca} > V_0 \geq v$

$L=b (b > a)$
 DEBIT DE FUITE MAXIMUM $Q_{max}(b)$
 DEUXIEME VITESSE D'ALIMENTATION CRITIQUE $V_{cb} (V_{cb} < V_{ca})$
 VITESSE D'ALIMENTATION CRITIQUE V_0
 VITESSE D'ALIMENTATION PREDETERMINEE v
 $\rightarrow V_0 \geq v > V_{cb}$



25/28

FIG.25A

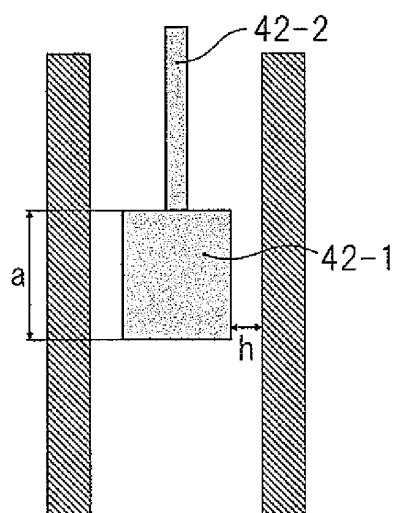
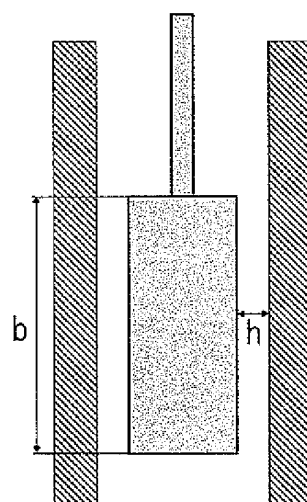


FIG.25B

 $L=a$ DEBIT DE FUITE MAXIMUM $Q_{max}(a)$ PREMIERE VITESSE D'ALIMENTATION CRITIQUE V_{ca} VITESSE D'ALIMENTATION CRITIQUE V_0 VITESSE D'ALIMENTATION PREDETERMINEE v $\rightarrow V_{ca} > V_0 \geq v$ $L=b (b > a)$ DEBIT DE FUITE MAXIMUM $Q_{max}(b)$ DEUXIEME VITESSE D'ALIMENTATION CRITIQUE V_{cb} ($V_{cb} < V_{ca}$)VITESSE D'ALIMENTATION CRITIQUE V_0 VITESSE D'ALIMENTATION PREDETERMINEE v $\rightarrow V_0 \geq v > V_{cb}$

26/28

FIG. 26A

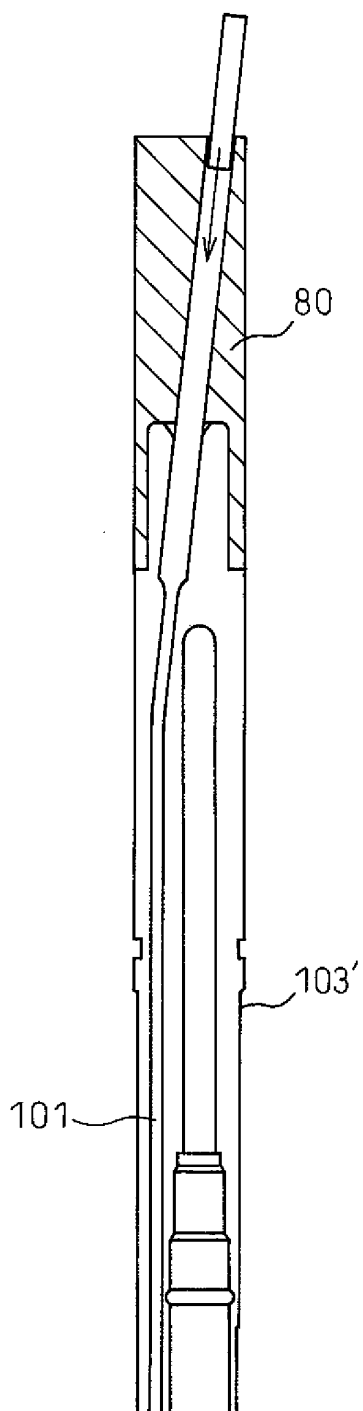
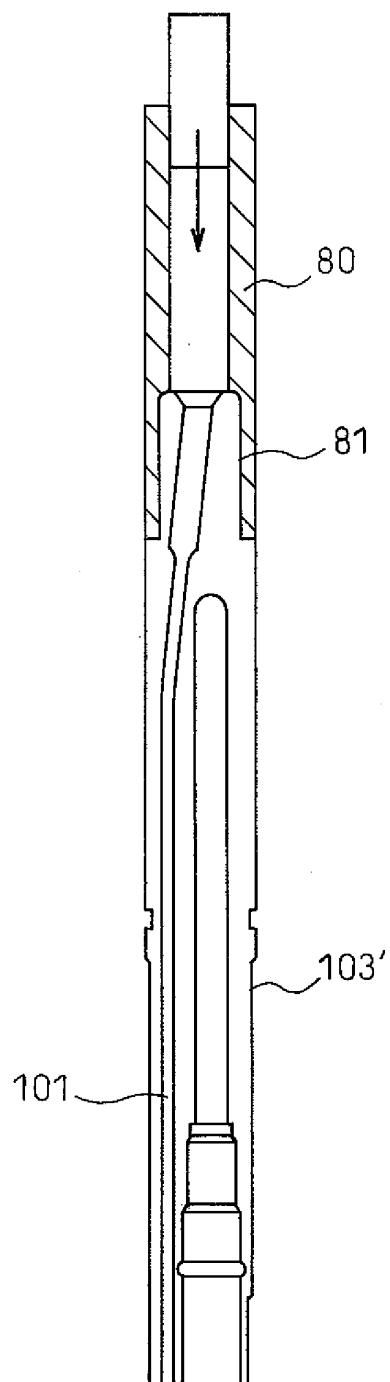


FIG. 26B



27/28

FIG.27A

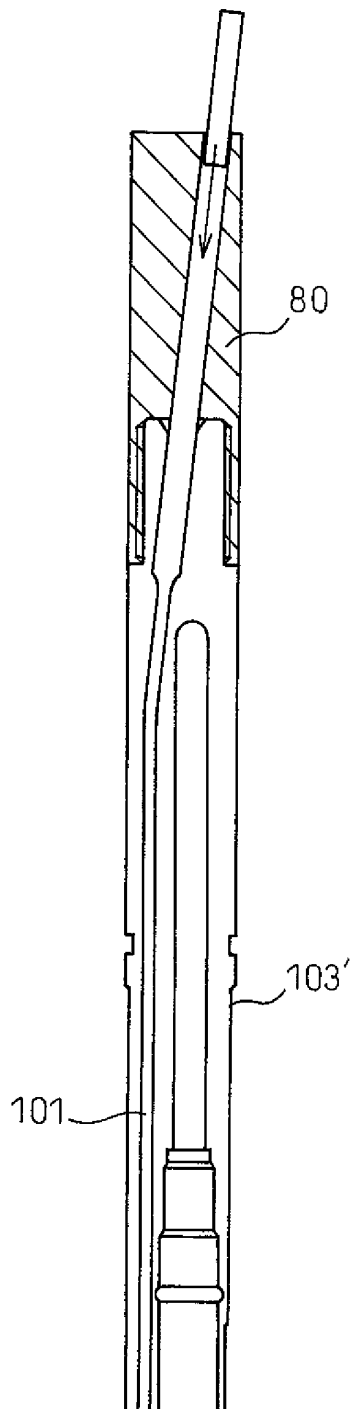
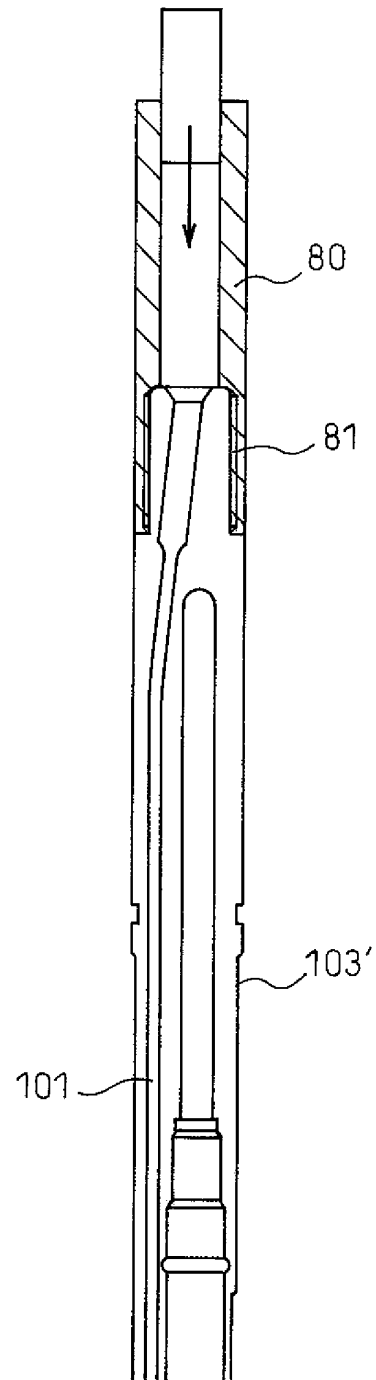


FIG.27B



28/28

FIG.28A

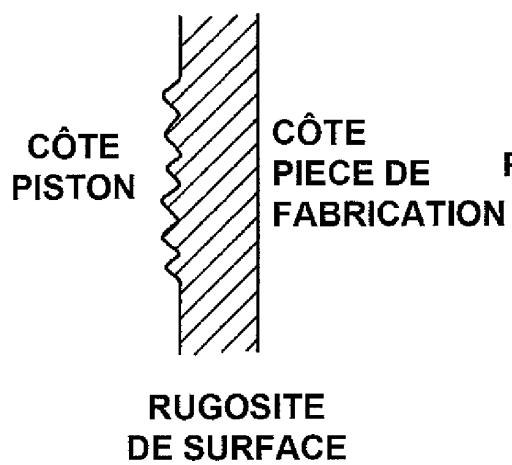


FIG.28B

