(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
27 novembre 2008 (27.11.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/142290 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F02K 9/56 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/000517

(22) Date de dépôt international : 14 avril 2008 (14.04.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
07 02996 25 avril 2007 (25.04.2007) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **ASTRIUM SAS** [FR/FR]; 6, Rue Laurent Pichat, F-75216 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **LAINE, Robert** [FR/FR]; 57 rue Cambronne, F-75015 Paris (FR).

(74) Mandataire : **BONNETAT, Christian**; Cabinet Bonnetat, 29 Rue de St. Petersbourg, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR SUPPLYING A SPACE PROPULSION ENGINE WITH LIQUID CRYOGENIC PROPELLANTS

(54) **Titre :** PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR ALIMENTER UN MOTEUR DE PROPULSION SPATIALE EN ERGOLS CRYOGÉNIQUES LIQUIDES

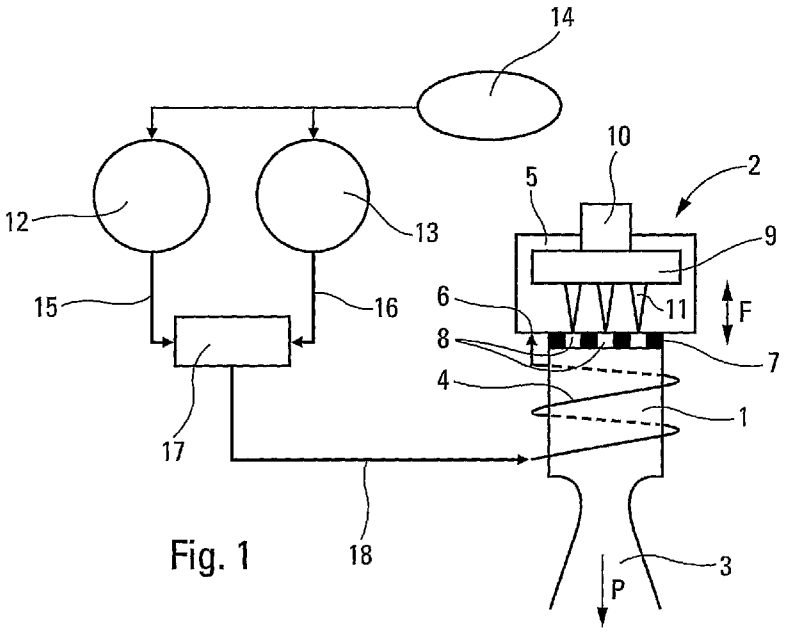


Fig. 1

(57) **Abstract:** According to the invention, upstream of the injection means, the combustible propellant and the oxidant propellant are mixed at constant pressure; and to inject the said mixture of propellants at constant pressure into the combustion chamber (1), injection means (7 to 11) are chosen, making it possible to vary the flow rate of the said injected mixture.

[Suite sur la page suivante]

WO 2008/142290 A2

FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

(57) Abrégé : Selon l'invention; en amont des moyens d'injection, on réalise le mélange à pression constante de l'ergol combustible et de l'ergol comburant; et pour injecter ledit mélange d'ergols à pression constante dans la chambre de combustion (1), on choisit des moyens d'injection (7 à 1 1), permettant de faire varier le débit dudit mélange injecté.

Procédé et dispositif pour alimenter un moteur de propulsion spatiale en ergols cryogéniques liquides.

La présente invention concerne les moteurs de propulsion spatiale alimentés en ergols cryogéniques liquides.

Dans les moteurs connus de ce type, tels que par exemple les moteurs LOX-LH2 ou LOX-Kérosène utilisés actuellement sur les lanceurs, l'ergol comburant et l'ergol combustible sont injectés séparément dans la chambre de combustion desdits moteurs, le mélange desdits ergols s'effectuant dans cette dernière.

Du fait que, dans ces moteurs connus, il est difficile de provoquer des variations de pression relativement importantes dans les alimentations des ergols sans modifier le rapport de ceux-ci dans leur mélange, l'ajustement possible de la poussée par de telles variations de pression d'alimentation est relativement faible. En pratique, on ne peut guère obtenir qu'un ajustement de poussée de l'ordre de 10 à 20%.

La présente invention a pour objet de remédier à cet inconvénient.

A cette fin, selon l'invention, le procédé pour alimenter en ergols cryogéniques liquides la chambre de combustion d'un moteur de propulsion spatiale, par l'intermédiaire de moyens d'injection enfermés dans une enceinte,

est remarquable en ce que :

- en amont de ladite enceinte, on réalise le mélange à pression constante de l'ergol combustible et de l'ergol comburant ;
- on introduit ledit mélange dans ladite enceinte par l'intermédiaire d'un orifice de celle-ci ; et
- pour injecter ledit mélange d'ergols à pression constante dans ladite chambre de combustion à partir de ladite enceinte, on choisit des

moyens d'injection, permettant de faire varier le débit dudit mélange injecté.

Ainsi, grâce à la présente invention, on peut largement faire varier la poussée du moteur en faisant varier le débit de mélange injecté, sans changer la pression d'alimentation desdits moyens d'injection en ergols. Le mélange étant réalisé avant l'injection, le rapport ergol combustible/ergol comburant reste constant dans le mélange injecté quelle que soit la chute de pression du mélange à travers lesdits moyens d'injection et quel que soit le débit du mélange injecté par ces derniers. Bien entendu, comme on le verra ci-après, la géométrie variable desdits moyens d'injection est dimensionnée de façon à permettre d'assurer une chute de pression du mélange suffisante pour maintenir, sur une large plage de débit, une bonne stabilité de la combustion dudit mélange dans ladite chambre de combustion.

Avantageusement les ergols sont choisis pour présenter des températures et des pressions de liquéfaction proches. Par exemple, l'ergol combustible peut être du méthane liquide, alors que l'ergol comburant peut être de l'oxygène liquide.

Par sécurité, à la mise en fonctionnement dudit moteur, l'allumage du mélange d'ergols à l'intérieur de ladite chambre de combustion n'est effectué qu'après que ledit mélange a atteint une vitesse supersonique à la sortie des moyens d'injection.

Pour la mise en œuvre du procédé conforme à la présente invention, on peut utiliser un dispositif qui comporte un réservoir d'ergol combustible, un réservoir d'ergol comburant et des moyens de mise sous pression constante desdits réservoirs, et dans lequel :

- en amont de ladite enceinte sont prévus des moyens pour mélanger ledit ergol combustible et ledit ergol comburant à pression constante ;

- des moyens de communication relient lesdits moyens de mélange à un orifice de ladite enceinte ; et
- lesdits moyens d'injection sont aptes à faire varier le débit dudit mélange à pression constante injecté.

Lesdits moyens d'injection peuvent comporter une pluralité de pointeaux, dont chacun d'eux coopère avec un orifice calibré. Ladite pluralité de pointeaux peuvent être portés par une première plaque, et la pluralité correspondante des orifices calibrés peuvent être pratiqués dans une seconde plaque, des moyens étant prévus pour imprimer un mouvement relatif de rapprochement et d'éloignement entre lesdites première et seconde plaques.

Avantageusement, notamment dans le cas où les ergols présentent des températures et des pressions de liquéfaction proches, lesdits moyens de mise sous pression constante sont communs aux deux réservoirs d'ergols.

Dans le cas usuel où ledit moteur comporte un circuit de refroidissement autour de ladite chambre de combustion, il est avantageux que ledit mélange soit amené à ladite enceinte par l'intermédiaire dudit circuit de refroidissement.

Les moyens de mélange des deux ergols assurent le brassage par turbulence de ces derniers. Ils peuvent être extérieurs audit moteur et, dans ce cas, il est avantageux qu'ils soient reliés thermiquement à une source de chaleur, par exemple la chambre de combustion, permettant d'assurer que la température du mélange est telle que, à la pression d'alimentation des moyens d'injection, aucun desdits ergols ne passe en phase solide à la sortie desdits moyens de mélange. Aussi, selon une variante de réalisation préférée, ledit circuit de refroidissement de la chambre de combustion forme lui-même lesdits moyens de mélange.

Eventuellement, on peut prévoir une pompe pour augmenter la pression d'alimentation des moyens d'injection en ergols, à la condition d'assurer que le mélange d'ergols reste à une température assurant qu'il ne peut y avoir de phase solide dans les canalisations.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une vue partielle schématique d'un moteur de propulsion spatiale et de son dispositif d'alimentation en ergols cryogéniques liquides permettant d'illustrer la présente invention.

La figure 2 illustre, en vue semblable à la figure 1, une variante de réalisation des moyens de mélange des ergols.

La figure 3 est une vue partielle schématique des moyens d'injection du mélange d'ergols, conformément à la présente invention.

Sur les figures 1 et 2, on a représenté schématiquement et partiellement un moteur de propulsion spatiale par sa chambre de combustion 1, pourvue de moyens d'injection d'ergols 2 et d'une tuyère d'évacuation des gaz 3, et refroidie par un circuit de refroidissement périphérique 4.

Les moyens d'injection d'ergols 2 comprennent une enceinte 5, dans laquelle débouche en 6 ledit circuit de refroidissement périphérique 4. L'enceinte 5 est en communication avec la chambre de combustion 1 par l'intermédiaire d'une plaque 7 pourvue d'une pluralité d'orifices calibrés traversants 8, par exemple répartis en cercles concentriques ou en lignes et en colonnes (voir également la figure 3). De plus, l'enceinte 5 contient une plaque 9 au moins sensiblement parallèle à la plaque 7 et pouvant être rapprochée et éloignée de cette dernière (comme cela est symbolisé par la double flèche F) grâce à un actionneur 10, par exemple un vérin. Sur sa face dirigée vers la plaque 7, la plaque 9 porte une pluralité de pointeaux 11, disposés en correspondance avec lesdits orifices ca-

librés 8, de façon que chaque pointeau 11 puisse coopérer avec un orifice calibré 8 pour définir la section de passage de ce dernier. Bien entendu, cette section de passage est variable sous la commande de l'actionneur 10.

De plus, sur les figures 1 et 2, on a représenté un réservoir 12 d'ergol comburant (par exemple de l'oxygène liquide), un réservoir 13 d'ergol combustible (par exemple du méthane liquide), ainsi qu'un réservoir 14 contenant un gaz neutre permettant de pressuriser, en commun et à pression constante, ledit ergol comburant et ledit ergol combustible.

Dans le système montré par la figure 1, les sorties 15 et 16 des réservoirs 12 et 13 sont réunies à un mélangeur 17 extérieur au moteur 1, 2, 3 et apte à former le mélange desdits ergols et à adresser ledit mélange au circuit de refroidissement 4 par sa sortie 18.

Le système montré par la figure 2 ne comporte pas de mélangeur 17. Au contraire, les sorties 15 et 16 des réservoirs 12 et 13 sont individuellement reliées au circuit de refroidissement 4 par l'intermédiaire d'orifices calibrés, respectivement 19 et 20. Dans ce cas, le mélange d'ergols s'effectue donc dans le circuit de refroidissement 4.

Dans les deux cas, après avoir refroidi la chambre de combustion 1, le mélange d'ergols pénètre à pression constante dans l'enceinte 5 et est injecté avec débit variable dans ladite chambre de combustion 1 par les moyens d'injection 7 à 11.

A la lumière des explications ci-dessus en regard des figures 1 à 3, on comprendra aisément que la poussée P du moteur conforme à la présente invention peut être réglée par ajustement du débit du mélange d'ergols par les moyens d'injection 7 à 11, la pression d'alimentation de ces derniers par ledit mélange restant constante.

Pour initier la combustion du mélange d'ergols dans la chambre 2 (alors que la vitesse dudit mélange au niveau des moyens d'injection est

supersonique), on prévoit un allumeur (non représenté) par exemple au centre ou à la périphérie de la plaque 7.

Par ailleurs, pour assurer la pulvérisation du mélange et la stabilité de la combustion à plein régime, chaque trou calibré 8 de la plaque 7 présente un rapport longueur E sur diamètre ϕ suffisamment élevé.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour alimenter en ergols cryogéniques liquides la chambre de combustion (1) d'un moteur de propulsion spatiale, par l'intermédiaire de moyens d'injection enfermés dans une enceinte (5),
caractérisé en ce que :
- en amont de ladite enceinte (5), on réalise le mélange à pression constante de l'ergol combustible et de l'ergol comburant ;
- on introduit ledit mélange dans ladite enceinte (5) par l'intermédiaire d'un orifice (6) de celle-ci ; et
- pour injecter ledit mélange d'ergols à pression constante dans ladite chambre de combustion (1) à partir de ladite enceinte (5), on choisit des moyens d'injection (7 à 11), permettant de faire varier le débit dudit mélange injecté.

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que lesdits ergols présentent des températures et des pressions de liquéfaction proches.

3. Procédé selon la revendication 2,
caractérisé en ce que l'ergol combustible est du méthane liquide et l'ergol comburant est de l'oxygène liquide.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que, à la mise en fonctionnement dudit moteur, l'allumage dudit mélange à l'intérieur de la chambre de combustion (1) n'est effectué qu'après que ledit mélange a atteint la vitesse sonique à la sortie de ladite chambre de combustion.

5. Dispositif pour alimenter en ergols cryogéniques liquides un moteur de propulsion spatiale pourvu d'une chambre de combustion (1) dans laquelle lesdits ergols sont injectés par l'intermédiaire de moyens d'injection enfermés dans une enceinte (5), ledit dispositif comportant un réservoir d'ergol combustible (13), un réservoir d'ergol comburant (12) et

des moyens (14) de mise sous pression constante desdits réservoirs (12, 13),

caractérisé en ce que :

- en amont de ladite enceinte (5) sont prévus des moyens (17, 19, 20) pour mélanger ledit ergol combustible et ledit ergol comburant à pression constante ;
- des moyens de communication (4, 18, 19, 20) relient lesdits moyens de mélange (17, 19, 20) à un orifice (6) de ladite enceinte (5) ; et
- lesdits moyens d'injection (7 à 11) sont aptes à faire varier le débit dudit mélange à pression constante injecté.

6. Dispositif selon la revendication 5,

caractérisé en ce que lesdits moyens d'injection comportent une pluralité de pointeaux (11), dont chacun d'eux coopère avec un orifice calibré (8).

7. Dispositif selon la revendication 6,

caractérisé en ce que la pluralité de pointeaux (11) sont portés par une première plaque (9), en ce que la pluralité des orifices calibrés (8) sont pratiqués dans une seconde plaque (7) et en ce que des moyens (10) sont prévus pour imprimer un mouvement relatif de rapprochement et d'éloignement (F) entre lesdites première et seconde plaques (9, 7).

8. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 7, pour un moteur comportant un circuit de refroidissement (4) autour de ladite chambre de combustion (1),

caractérisé en ce que ledit mélange d'ergols est amené à ladite enceinte (5) par l'intermédiaire dudit circuit de refroidissement (4).

9. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8,

caractérisé en ce que lesdits moyens (17) de mélange des ergols sont extérieurs audit moteur.

10. Dispositif selon la revendication 8,

caractérisé en ce que ledit circuit de refroidissement (4) forme lesdits moyens de mélange.

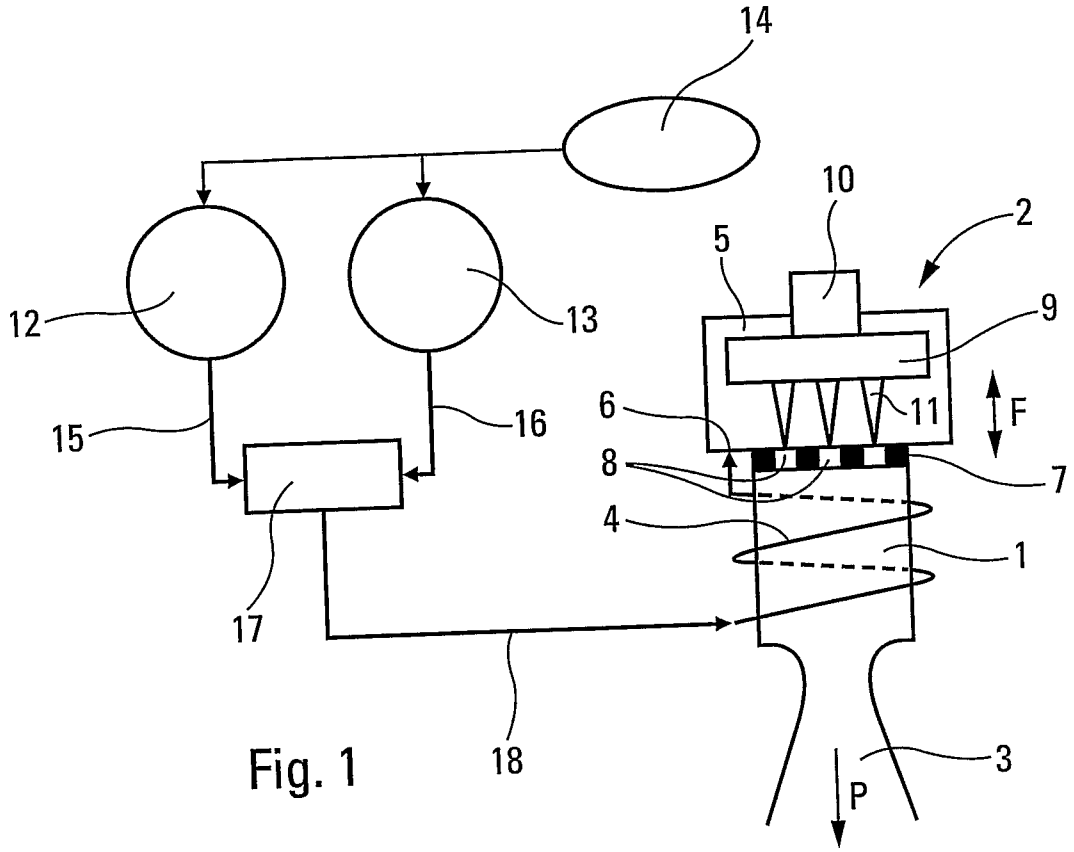

14
10
2
5
12
13
9
6
11
F
15
16
8
7
4
1
17
18
3
P

Fig. 1

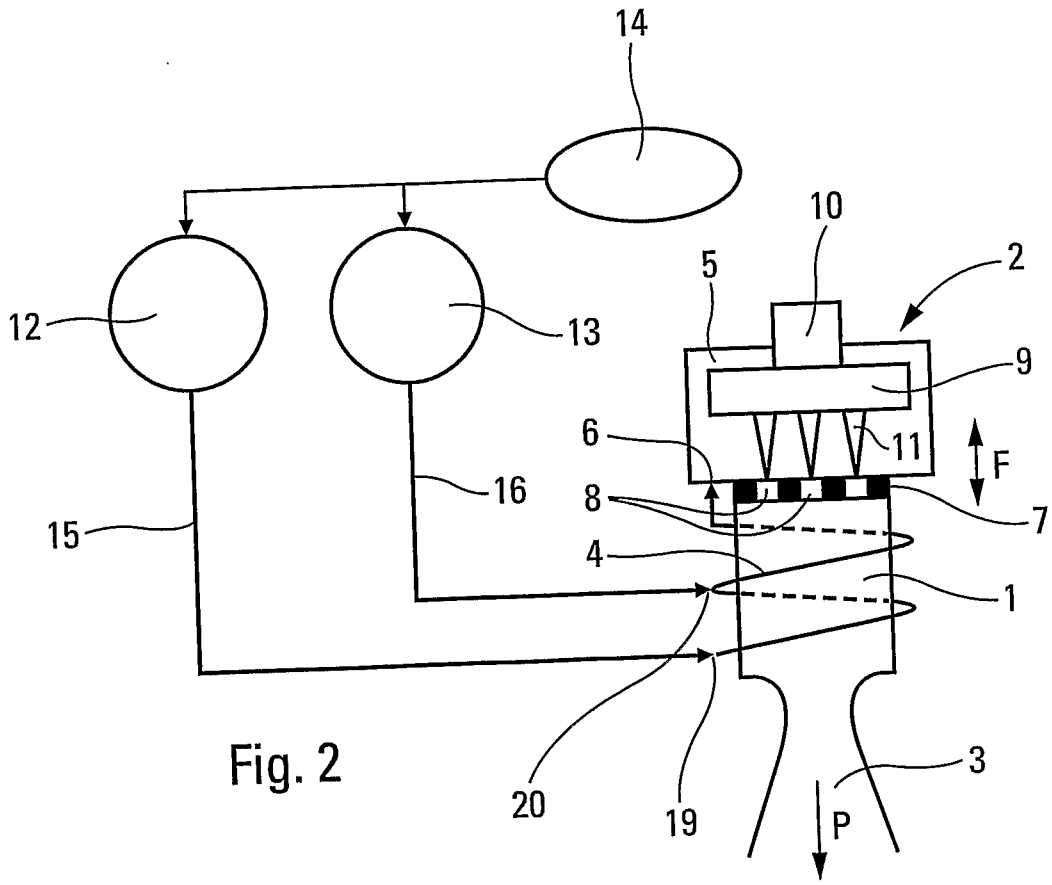

14
10
2
5
12
13
9
6
11
F
16
8
7
15
4
1
20
19
3
P

Fig. 2

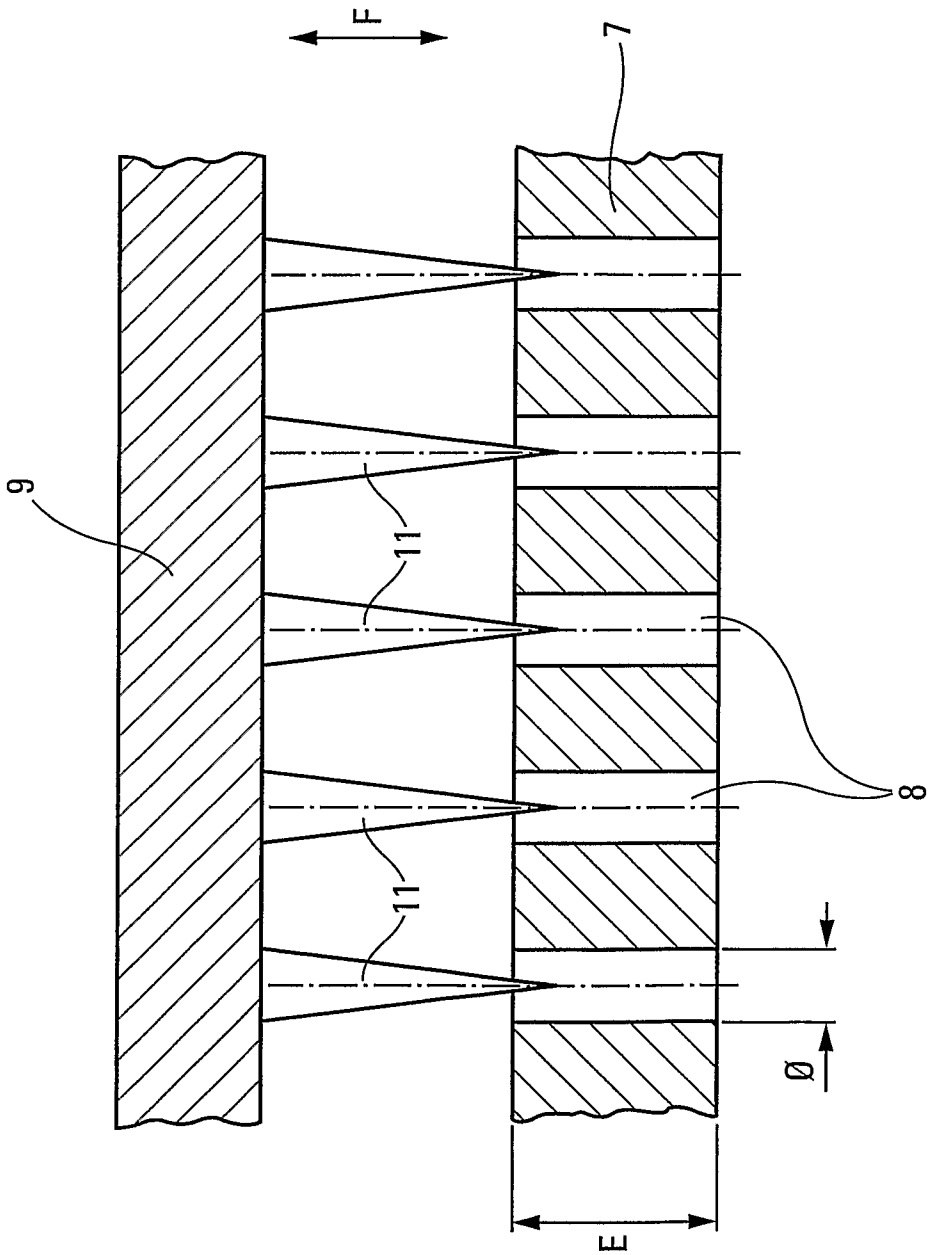


Fig. 3