



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
03.09.2008 Bulletin 2008/36

(51) Int Cl.:
B24C 1/04 (2006.01) **B24C 5/02 (2006.01)**
B26F 1/26 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08151547.0**

(22) Date de dépôt: **18.02.2008**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR
 Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(30) Priorité: **28.02.2007 FR 0701422**

(71) Demandeur: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
 • **Chabot, Jean-François**
77000 Melun (FR)
 • **Perez-Duarte, Alexis**
92340 Bourg la Reine (FR)
 • **Raissi, Kadour**
75011 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Ramey, Daniel**
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud S.A.S.
3, rue Auber
75009 Paris (FR)

(54) **Contrôle d'alignement pour un système de découpe par jet d'eau**

(57) Dispositif de contrôle de l'alignement d'un jet d'eau (54) dans un système de découpe par jet d'eau, comprenant des moyens (40) de positionnement d'un élément annulaire (44) en sortie d'un canon de focalisation (16), à distance de cette sortie (38) et aligné sur l'axe de ce canon de focalisation (16), cet élément annulaire (44) ayant un diamètre interne égal à celui du canal interne (20) du canon de focalisation 16.

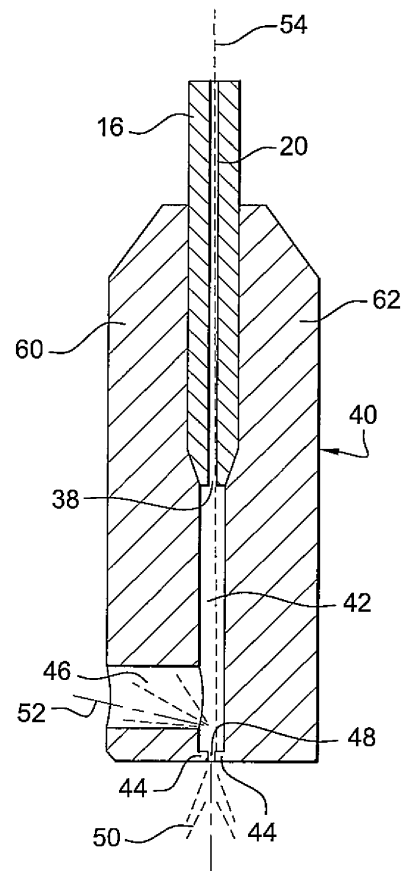


Fig. 2

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif et un procédé de contrôle d'alignement pour un système de découpe par jet d'eau.

[0002] Les systèmes de découpe par jet d'eau sont couramment utilisés pour découper toutes sortes de matériaux. L'eau pure peut être suffisante si les matériaux à découper sont assez tendres ou fins, mais pour la découpe des matériaux plus durs et plus épais, l'eau doit en revanche être mélangée à une poudre abrasive afin d'obtenir un jet plus puissant.

[0003] Les systèmes de découpe par jet d'eau chargée d'abrasif comprennent une arrivée d'eau sous pression reliée à l'entrée d'une tête de découpe qui comporte en général un tube de collimation destiné à conduire l'eau sous pression jusqu'à une buse de formation de jet d'eau qui est logée en sortie de ce tube de collimation et qui débouche dans une chambre de mélange où de la poudre abrasive est introduite par aspiration. Le jet d'eau chargée d'abrasif sortant de la chambre de mélange passe ensuite dans le canal cylindrique d'un canon de focalisation. L'extrémité aval du tube de collimation, la buse de formation du jet, et l'extrémité amont du canon de focalisation, sont portés par un corps dans lequel est en outre formée la chambre de mélange.

[0004] Pour une découpe performante et de bonne qualité, y compris pour les pièces d'épaisseur relativement importante, de tels systèmes de découpe doivent fournir un jet d'eau stable dans le temps et dont l'énergie est la plus élevée possible.

[0005] Un jet d'eau instable ou insuffisamment puissant risque en effet de compromettre la vitesse et la précision de la découpe, au risque de provoquer des pertes de qualité au niveau des pièces découpées.

[0006] Or dans ces systèmes, l'énergie et la stabilité du jet d'eau peuvent être fortement affectées par la qualité de l'alignement de l'axe de la buse de formation du jet avec l'axe du canon de focalisation, notamment parce qu'un mauvais alignement est susceptible d'engendrer des pertes de charge importantes dans le canon de focalisation et provoquer l'éclatement ou la dispersion du jet.

[0007] La qualité de l'alignement de la buse de formation du jet avec le canon de focalisation peut également avoir un impact sur la durée de vie du canon, un mauvais alignement risquant d'entraîner une usure prématurée du canon du fait de collisions plus importantes entre le jet et la paroi interne de ce canon.

[0008] Le bon alignement de l'axe de la buse de formation du jet avec l'axe du canon de focalisation dépend principalement de la qualité dimensionnelle des pièces composant la tête de découpe, en particulier la buse, le canon et le corps de tête, mais aussi de la qualité du montage de la buse dans son logement, ce montage consistant généralement en un plaquage sous haute pression de cette buse dans ce logement. La qualité d'un tel montage peut être sensiblement compromise par la pré-

sence de corps indésirables, tels que des grains de poudre abrasive, qui viendraient se placer entre la buse et les parois contre lesquelles cette buse est plaquée.

[0009] Or il n'existe à l'heure actuelle aucun moyen pour contrôler la qualité de l'alignement de la buse de formation du jet avec le canon de focalisation, si ce n'est l'exécution de perçages chronométrés pour évaluer l'énergie du jet d'eau abrasif, essais longs et peu précis.

[0010] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, économique et efficace à ce problème.

[0011] Elle a pour objet un dispositif et un procédé qui permettent le contrôle de l'alignement du jet d'eau, et donc de l'alignement de l'axe de la buse de formation du jet avec l'axe du canon de focalisation, avec des moyens simples, peu coûteux et de mise en oeuvre rapide.

[0012] Elle propose à cet effet un dispositif de contrôle de l'alignement d'un jet d'eau dans un système de découpe par jet d'eau qui comprend une arrivée d'eau sous pression, une buse de formation du jet d'eau débouchant dans une chambre d'aspiration de poudre abrasive, et un canon de focalisation monté en sortie de cette chambre, ce canon de focalisation comportant un canal cylindrique interne de passage du jet d'eau ayant un diamètre constant, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de positionnement d'un élément annulaire en sortie du canon de focalisation, à distance de cette sortie et aligné sur l'axe du canon de focalisation, cet élément annulaire ayant un diamètre interne égal à celui du canal interne du canon de focalisation.

[0013] Du fait de sa localisation et de son diamètre interne, cet élément annulaire permet de tester l'alignement du jet d'eau en sortie du canon de focalisation. En effet, si le jet d'eau est bien aligné, il doit passer au centre de l'élément annulaire sans entrer en contact avec cet élément. Par contre, en cas de désalignement, l'élément annulaire constitue un obstacle pour une partie au moins du jet d'eau qui va donc rejaillir au contact de cet élément annulaire. L'observation de rejaillissements ou de l'absence de rejaillissements renseigne donc sur la qualité du jet d'eau, et par conséquent, sur la qualité de l'alignement de l'axe de la buse de formation de ce jet avec l'axe du canon de focalisation.

[0014] Selon un mode de réalisation préféré, l'élément annulaire est formé par l'extrémité aval d'un embout tubulaire cylindrique fixé, par exemple vissé ou emboîté, sur l'extrémité aval du canon de focalisation.

[0015] Ce mode de réalisation offre un moyen simple de monter et de retirer l'élément annulaire, incorporé à l'embout tubulaire, tout en garantissant son bon positionnement grâce à la rigidité de cet embout tubulaire.

[0016] L'embout tubulaire comprend avantageusement un canal cylindrique interne de passage du jet d'eau, ce canal ayant un diamètre supérieur à celui du canal interne du canon de focalisation, et se terminant à son extrémité aval par un rebord interne formant l'élément annulaire.

[0017] Le diamètre supérieur du canal de l'embout per-

met d'éviter que ce canal agisse comme une extension du canon de focalisation et rende inopérant l'élément annulaire destiné à tester l'alignement du jet d'eau.

[0018] Selon une autre caractéristique de l'invention, l'embout tubulaire comprend au moins une fenêtre formée dans sa paroi cylindrique au voisinage de son extrémité aval.

[0019] Cette fenêtre permet d'accroître la fiabilité du contrôle de l'alignement, en fournissant une voie latérale d'évacuation pour une partie au moins du jet d'eau en cas de désalignement.

[0020] Le dispositif selon l'invention comprend également des moyens de réduction de la pression d'alimentation en eau et des moyens de réduction du débit d'alimentation en eau, mis en service pour le contrôle de l'alignement du jet d'eau.

[0021] Il est en effet préférable de réduire fortement le débit et la pression d'alimentation en eau lors du contrôle de l'alignement du jet, de manière à avoir un jet fin et cohérent, c'est-à-dire sensiblement sans divergence, en sortie du canon de focalisation, ce qui facilite beaucoup le contrôle d'alignement, en réduisant notamment les risques d'erreurs d'observation.

[0022] L'invention propose aussi un procédé de contrôle de l'alignement du jet dans un système de découpe à jet d'eau, consistant :

- à fixer à la sortie du canon de focalisation un embout tubulaire cylindrique comportant à son extrémité aval un élément annulaire centré sur l'axe du canon et ayant un diamètre interne égal à celui du canon ;
- à alimenter le système de découpe en eau à une pression réduite et à un débit réduit, sans apport de poudre abrasive, pour obtenir en sortie du canon un jet d'eau cohérent, sensiblement sans divergence ;
- et à observer les éventuels rejaillissements d'eau sur l'élément annulaire en cas de défaut d'alignement du jet d'eau.

[0023] Dans un exemple de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, où le système est alimenté à une pression d'environ 2500 bars pour une découpe, et à un débit d'environ 4,7 litres par minute, on réduit la pression d'alimentation à environ 700 bars et le débit à environ 0,22 litres par minute pour le contrôle de l'alignement du jet.

[0024] De telles valeurs de pression et de débit permettent, dans cet exemple, d'obtenir en sortie du canon un jet d'eau suffisamment fin et non divergent.

[0025] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'un système de découpe par jet d'eau chargée d'abrasif ;
- la figure 2 est une vue schématique en coupe axiale

d'un dispositif selon l'invention, dans un cas de désalignement du jet d'eau ;

- la figure 3 est une vue schématique partielle en coupe axiale à plus grande échelle d'un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention.

[0026] On se réfère d'abord à la figure 1 montrant une tête d'un système de découpe par jet d'eau abrasif, comprenant un corps 10 portant l'extrémité aval d'un tube de collimation 12 qui comporte un canal interne 14, et l'extrémité amont d'un canon de focalisation 16 qui est monté sur ce corps 10 grâce à un écrou de serrage 18 et qui comporte un canal interne 20 dont l'entrée 32 a une forme d'entonnoir. Le corps 10 comporte également une entrée latérale 22 munie d'un raccord 24 auquel est connectée une amenée de poudre abrasive 26. Une buse 28 de formation de jet d'eau est logée dans le corps 10 en sortie du tube de collimation 12, et débouche dans une chambre de mélange 30 qui est formée dans le corps 10 et qui communique avec l'entrée 32 du canal interne 20 du canon de focalisation 16 et avec l'entrée latérale 22.

[0027] En fonctionnement, de l'eau sous pression, symbolisée par la flèche 34, s'écoule dans le canal interne 14 du tube de collimation 12 jusqu'à rencontrer la buse 28. L'eau sort de cette buse sous la forme d'un jet très puissant dont le passage à grande vitesse dans la chambre de mélange provoque l'aspiration par effet venturi de poudre abrasive, dont le flux est symbolisé par la flèche 36. Le mélange d'eau et de poudre abrasive passe ensuite dans l'entrée 32 du canal interne 20 du canon de focalisation 16, où le jet est accéléré jusqu'à être projeté par la sortie 38 de ce canon de focalisation.

[0028] Le dispositif de contrôle d'alignement de jet selon l'invention comprend (figure 2) un embout tubulaire 40 qui est monté sur la partie aval du canon de focalisation 16 du système de découpe représenté sur la figure 1, et qui comprend un canal cylindrique interne 42 de diamètre supérieur au diamètre du canal interne 20 de ce canon de focalisation. Un rebord annulaire interne 44 est formé à l'extrémité aval de l'embout tubulaire 40 et délimite un orifice de sortie cylindrique 48 du canal interne 42. Le diamètre interne de cet orifice de sortie 48 est égal au diamètre du canal interne 20 du canon de focalisation 16. Les canaux internes 20 et 42 ainsi que la sortie cylindrique 48 sont en outre disposés selon le même axe. Par ailleurs, l'embout tubulaire 40 comporte également une ouverture ou fenêtre 46 formée dans sa paroi cylindrique, au voisinage de son extrémité aval, cette ouverture débouchant dans le canal 42 de l'embout et ayant des dimensions supérieures au diamètre de ce canal.

[0029] Le principe de fonctionnement et d'utilisation de ce dispositif de contrôle est le suivant : on ferme l'alimentation en poudre abrasive et on réduit la pression et le débit d'alimentation en eau du système de découpe afin d'obtenir un jet d'eau suffisamment fin et cohérent, c'est-à-dire présentant une divergence sensiblement nulle en sortie du canon de focalisation 16. Pour la ré-

duction du débit d'eau, on peut de façon simple faire passer la totalité du débit d'alimentation en eau dans un conduit équipé d'une vanne de contrôle de débit, réglée au débit souhaité, ce conduit se trouvant en dérivation sur le conduit d'alimentation du système de découpe et lui étant relié par une vanne d'arrêt fonctionnant en tout ou rien, que l'on peut piloter par exemple par une pression d'air. On monte l'embout 40 sur le canon de focalisation conformément à la figure 2, puis on alimente ce système de découpe avec le débit réduit d'eau. Le jet d'eau 54 s'écoule alors dans le canal interne 20 du canon de focalisation 16 puis dans le canal interne 42 de l'embout tubulaire 40 jusqu'à sa sortie 48.

[0030] Si le jet d'eau est correctement aligné, il passe par l'orifice de sortie 48 sans rejaillir de façon notable sur le rebord 44.

[0031] En revanche, si le jet d'eau 54 est mal aligné comme illustré sur la figure 2, une partie relativement importante du jet d'eau entre inévitablement en contact avec le rebord annulaire 44, ce qui donne lieu à des rejaillissements d'eau 50 au niveau de la sortie 48 et par la fenêtre 46.

[0032] Si le désalignement du jet d'eau est très important, il se peut que ce jet se reconstruise par rebonds répétés contre la paroi du canal interne 42, et finisse par ressembler à un jet correctement aligné en arrivant au niveau de la sortie 48. La fenêtre 46 permet de distinguer cette situation du cas d'un alignement correct en raison d'une sortie d'eau importante par cette fenêtre.

[0033] Le contrôle d'alignement à l'aide du dispositif selon l'invention consiste donc à observer d'éventuels rejaillissements 50 et 52, caractérisant un mauvais alignement.

[0034] Dans le cas où le contrôle a mis en évidence un mauvais alignement du jet, et donc un mauvais alignement de l'axe de la buse 28 de formation de ce jet avec l'axe du canon de focalisation 16, on peut démonter la buse 28 du système et la remplacer par une buse neuve, ou éventuellement la remettre en place après nettoyage si le désalignement était causé par la présence de corps indésirables dans le logement de cette buse 28.

[0035] La figure 3 représente un exemple de réalisation de l'embout 40 prévu pour coopérer avec un écrou de serrage non représenté que l'on visse sur une partie filetée 56 de la surface extérieure de l'embout, au voisinage de son extrémité amont. Outre le canal interne 42, le rebord annulaire 44 et la fenêtre 46 déjà évoqués, l'embout 40 comprend une partie amont à fente axiale 58, délimitant deux mâchoires sensiblement semi-cylindriques et symétriques 60.

[0036] Le montage de l'embout 40 sur la tête de découpe s'effectue en insérant la partie aval du canon de focalisation 16 entre les deux mâchoires 60, puis en vissant l'écrou de serrage sur la partie 56 de l'embout jusqu'à obtenir un serrage suffisant du canon de focalisation par les mâchoires 60, afin d'assurer une bonne tenue du dispositif sur la tête du système de découpe.

[0037] De façon générale, l'embout tubulaire 40 des

figures 2 et 3 constitue un exemple de moyen permettant de positionner un élément annulaire 44 à distance et dans l'axe du canon de focalisation 16. D'autres moyens peuvent être utilisés pour placer l'élément annulaire dans l'axe du canon 16, ces moyens étant des équivalents techniques des moyens décrits et représentés.

Revendications

1. Dispositif de contrôle de l'alignement d'un jet d'eau dans un système de découpe par jet d'eau qui comprend une arrivée d'eau sous pression (34), une buse de formation du jet d'eau (28) débouchant dans une chambre (30) d'aspiration de poudre abrasive (36), et un canon de focalisation (16) monté en sortie de cette chambre (36), ce canon de focalisation (16) comportant un canal cylindrique interne (20) de passage du jet d'eau ayant un diamètre constant, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens (40) de positionnement d'un élément annulaire (44) en sortie du canon de focalisation (16), à distance de cette sortie et aligné sur l'axe du canon de focalisation (16), cet élément annulaire (44) ayant un diamètre interne égal à celui du canal interne (20) du canon de focalisation (16).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément annulaire (44) est formé par l'extrémité aval d'un embout tubulaire cylindrique (40) fixé, par exemple vissé ou emboîté, sur l'extrémité aval du canon de focalisation (16).
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** cet embout tubulaire (40) comprend un canal cylindrique interne (42) de passage du jet d'eau, ce canal (42) ayant un diamètre supérieur à celui du canal interne (20) du canon de focalisation (16).
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le canal interne (42) de l'embout (40) se termine à son extrémité aval par un rebord interne formant l'élément annulaire (44).
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'embout tubulaire (40) comprend au moins une fenêtre (46) formée dans sa paroi cylindrique au voisinage de son extrémité aval.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comprend également des moyens de réduction de la pression d'alimentation en eau et des moyens de réduction du débit d'alimentation en eau, mis en service pour le contrôle de l'alignement du jet d'eau.
7. Procédé de contrôle de l'alignement du jet dans un système de découpe à jet d'eau du type décrit dans

l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** consiste :

- à fixer à la sortie du canon de focalisation (16) un embout tubulaire cylindrique (40) comportant à son extrémité aval un élément annulaire (44) centré sur l'axe du canon et ayant un diamètre interne égal à celui du canon (16) ; 5
- à alimenter le système de découpe en eau à une pression réduite et à un débit réduit, sans apport de poudre abrasive, pour obtenir en sortie du canon (16) un jet d'eau cohérent, sensiblement sans divergence ; 10
- et à observer les éventuels rejaillissements d'eau sur l'élément annulaire (44) en cas de défaut d'alignement du jet d'eau. 15

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que**, le système étant alimenté à une pression d'environ 2500 bars pour une découpe, et à un débit d'environ 4,7 litres par minute, on réduit la pression d'alimentation à environ 700 bars et le débit à environ 0,22 litres par minute pour le contrôle de l'alignement du jet. 20

25

30

35

40

45

50

55

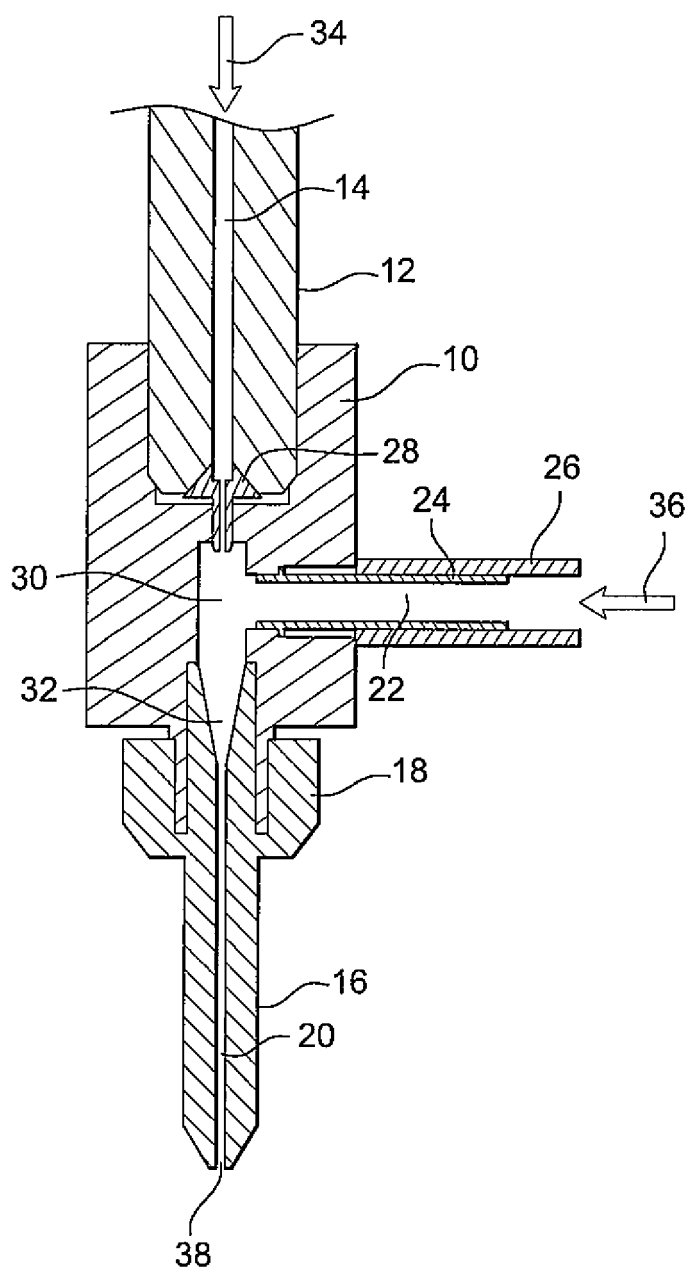


Fig. 1

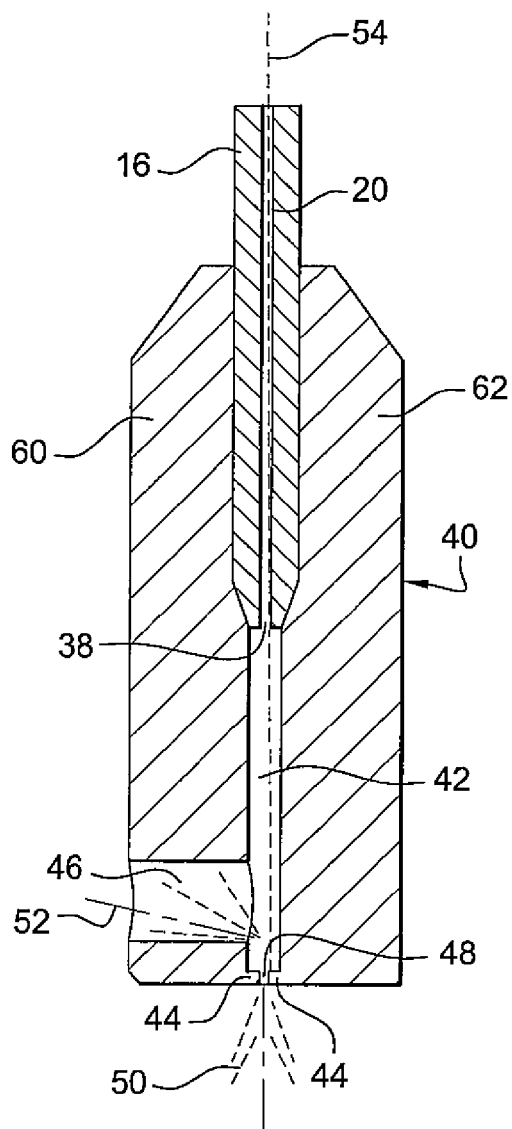


Fig. 2

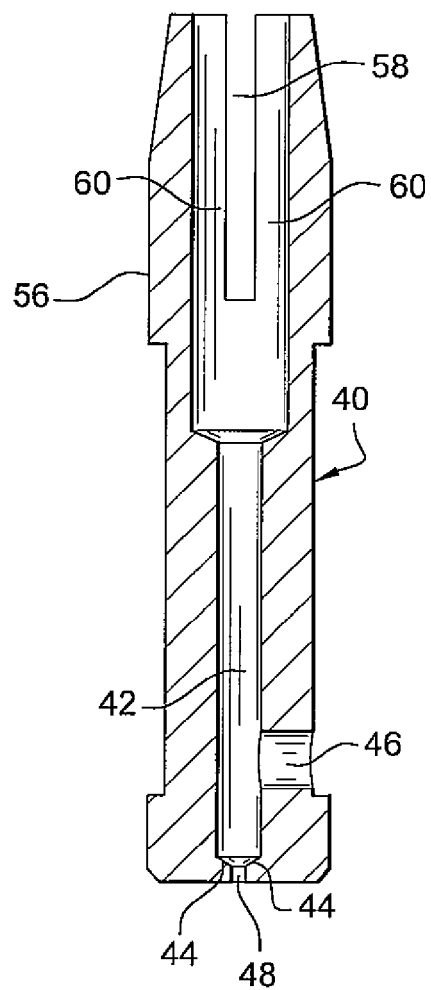


Fig. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 15 1547

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	WO 01/03887 A (SWINBURNE LTD [AU]; SIORES ELIAS [AU]; CHEN FRANK LIN [AU]; MOMBER AND) 18 janvier 2001 (2001-01-18) * page 2, ligne 11-16 * * figure 4 *	1-8	INV. B24C1/04 B24C5/02 B26F1/26
A	WO 03/011524 A (FLOW INT CORP [US]; HASHISH MOHAMED A [US]; CRAIGEN STEVEN J [US]) 13 février 2003 (2003-02-13) * page 2, ligne 9-14 * * page 5, ligne 19-25 * * figure 5 *	1-8	
A	US 5 320 289 A (HASHISH MOHAMAD [US] ET AL) 14 juin 1994 (1994-06-14) * colonne 3, ligne 32 - colonne 5, ligne 62 *	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B24C B26F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 8 mai 2008	Examineur Eder, Raimund
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 08 15 1547

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

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

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

08-05-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0103887	A	18-01-2001	AUCUN	

WO 03011524	A	13-02-2003	AT 304917 T	15-10-2005
			DE 60206281 T2	22-06-2006
			EP 1412132 A1	28-04-2004
			ES 2251604 T3	01-05-2006
			TW 562705 B	21-11-2003
			US 2003029934 A1	13-02-2003

US 5320289	A	14-06-1994	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82