

(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  
6 mars 2003 (06.03.2003)

PCT

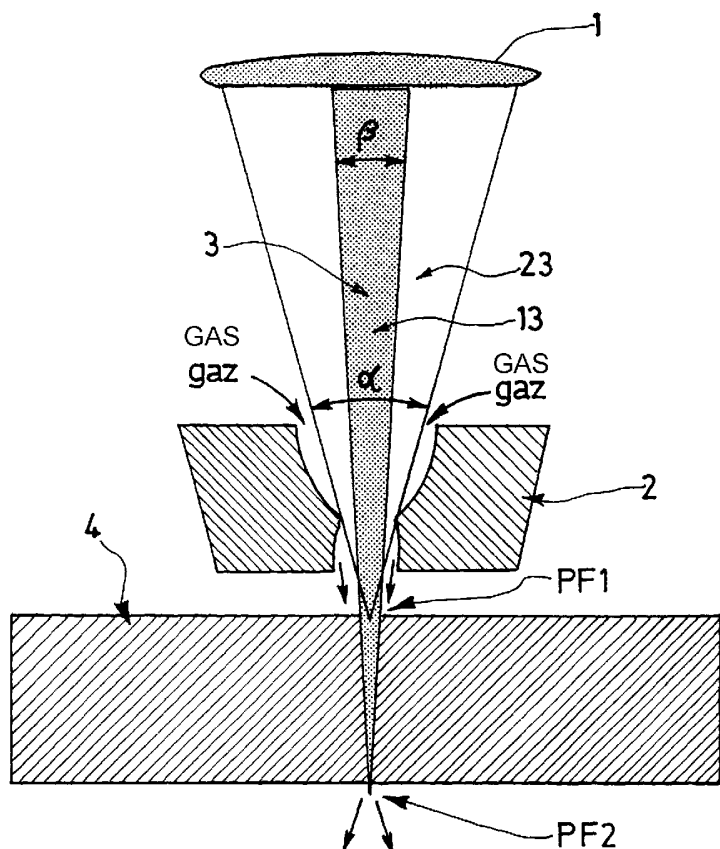
(10) Numéro de publication internationale  
WO 03/018246 A1

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
B23K 26/067, 26/14, 26/06
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/02478
- (22) Date de dépôt international : 12 juillet 2002 (12.07.2002)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
01/10998 22 août 2001 (22.08.2001) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME À DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; Georges Claude, 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 7 (FR).
- (72) Inventeur; et  
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : MATILE, Olivier [FR/FR]; 6/12 rue Achille Martinet, F-75018 Paris (FR).
- (74) Mandataires : PITTIS, Olivier etc.; L'Air Liquide, S.A., 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND INSTALLATION FOR LASER BEAM CUTTING USING A MULTIPLE-FOCUS OBJECTIVE AND A CONVERGENT/DIVERGENT NOZZLE

(54) Titre : PROCÉDE ET INSTALLATION DE COUPAGE PAR FAISCEAU LASER UTILISANT UN OBJECTIF A MULTIFOCAL ET UNE TUYERE CONVERGENTE/DIVERGENTE



(57) Abstract: The invention concerns a method for cutting a material with a laser beam (3, 13, 23) using at least a multiple-focus optical means (1), such as a lens or the like, for focusing the laser beam (3, 13, 23) in several separate focusing points (PF1, PF2) in combination with a convergent/divergent nozzle (2) through which passes said laser beam (3, 13, 23) and flows a gas stream assisting the laser beam. The invention also concerns an installation for implementing the method.

(57) Abrégé : Procédé de coupage d'un matériau par faisceau laser (3, 13, 23) mettant en oeuvre au moins un moyen optique à multifocales (1), telle une lentille ou analogue, pour focaliser le faisceau laser (3, 13, 23) en plusieurs points de focalisation distincts (PF1, PF2) en combinaison avec une tuyère convergente/divergente (2) au travers de laquelle chemine ledit faisceau laser (3, 13, 23) et circule un flux de gaz d'assistance du faisceau laser. Installation de mise en oeuvre du procédé.

WO 03/018246 A1



(81) États désignés (*national*) : JP, US.

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii) pour toutes les désignations*

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

Procédé et installation de coupage par faisceau laser utilisant un objectif à multifocales et une tuyère convergente/divergente.

-----

5 La présente invention concerne un procédé de coupage par faisceau laser mettant en œuvre un moyen de convergence du faisceau optique à multiples longueurs focales, en particulier un moyen de focalisation de type lentille à bifocale, pour focaliser le faisceau en plusieurs points de focalisation distincts, ledit moyen étant associé à une buse présentant une architecture spécifique convergente/divergente, appelée ci-après tuyère de Laval, pour délivrer le flux de gaz d'assistance du procédé de découpe.

10 Classiquement, lors de la mise en œuvre d'un procédé de découpe d'un matériau par faisceau laser, le gaz d'assistance, dont le rôle premier est de favoriser l'éjection par effet cinétique du matériau fondu par le faisceau laser, est amené par une tuyère dont la géométrie interne en association avec la pression d'alimentation en gaz de cette tuyère, détermine les caractéristiques de l'écoulement gazeux au-dessus et dans la saignée de coupe et, en particulier, la pression dynamique à l'entrée de la saignée de découpe, c'est-à-dire au niveau de la surface supérieure du matériau en regard de la buse de soudage.

15 Par ailleurs, lorsque l'on souhaite canaliser efficacement le gaz d'assistance vers la pièce de travail à couper, il est connu d'utiliser une tuyère à profil interne axisymétrique de type convergent/divergent, encore appelée tuyère de Laval, car une telle tuyère permet d'accélérer considérablement le gaz qu'elle délivre grâce à une détente supersonique se produisant dans le divergent de la buse générant ainsi une pression dynamique supérieure à celle obtenue avec une buse cylindrique pour une même pression d'alimentation et un même débit de gaz.

20 Cependant, jusqu'à présent, compte tenu de la géométrie particulière de ce type de tuyère, en particulier sa plus grande longueur par rapport à une buse de type cylindrique classique, et la position nécessairement éloignée de la saignée par rapport à la section la plus faible de la buse (section au col), il est difficile, voire impossible, de loger la caustique, c'est-à-dire l'enveloppe extérieure d'un faisceau classique délivré par un laser de puissance (Mode TEM 00 ou bien TEM 01\*), dans l'alésage de ladite tuyère, sans contact faisceau/paroi de tuyère, tout en maintenant une position correcte du point de focalisation par rapport à la pièce à découper.

25 Il est à noter qu'un contact entre le faisceau laser et la paroi de la buse engendrerait un échauffement de cette paroi pouvant conduire à une altération accélérée de celle-ci, voire à sa dégradation quasi-totale dans certains cas, nécessitant alors son remplacement fréquent ou anticipé.

35 De ce fait, ce type de tuyère ne peut être utilisé en coupage laser qu'au prix de grandes difficultés techniques ou d'un fonctionnement non optimal.

Ainsi, l'utilisation d'une tuyère convergente/divergente avec un faisceau laser classique conduit :

5 - soit à utiliser des optiques à longueur focale très élevée pour permettre à la caustique du faisceau de s'insérer dans la tuyère, sans contact avec les parois, ce qui conduit à ne disposer que d'une faible densité de puissance au point de focalisation,

- soit à placer le point de focalisation à une distance non optimale de la pièce à découper et en particulier trop haut, c'est-à-dire trop proche de la surface supérieure de la pièce à couper, laquelle est la surface située en regard de la buse délivrant le faisceau laser,

10 - soit à utiliser une tuyère convergente/divergente avec une section très large au niveau du col, ce qui conduit à augmenter considérablement les consommations de gaz d'assistance.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé de coupage par faisceau laser avec gaz d'assistance permettant de tirer profit des avantages de l'utilisation d'une tuyère de Laval mais sans en avoir les inconvénients et ce, de manière à pouvoir augmenter la vitesse de coupage par rapport à un procédé classique.

15 La solution de l'invention est alors un procédé de coupage d'un matériau (une pièce à couper) par faisceau laser (3, 13, 23) mettant en œuvre au moins un moyen optique à multifocales (1) pour focaliser le faisceau laser (3, 13, 23) en plusieurs points de focalisation distincts (PF1, PF2) en combinaison avec une tuyère convergente/divergente (2) au travers de laquelle chemine ledit faisceau laser (3, 13, 23) et circule un flux de gaz d'assistance du faisceau laser.

Selon le cas, le procédé de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

25 - le moyen optique est agencé de manière à obtenir au moins un premier point de focalisation (PF1) se positionnant à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure, ou dans l'épaisseur de la pièce à découper dans une région voisine de ladite surface supérieure et un deuxième point de focalisation (PF2) se positionnant à proximité de la surface inférieure de la pièce à couper et dans l'épaisseur de celle-ci ou en dehors de celle-ci.

30 - le moyen optique divise le faisceau laser en un sous-faisceau central et en un sous-faisceau périphérique, le sous-faisceau central étant focalisé en le deuxième point de focalisation (PF2) et le sous-faisceau périphérique étant focalisé en le premier point de focalisation (PF1).

35 - le gaz d'assistance est choisi parmi l'oxygène, l'azote, l'argon, l'hélium, l'hydrogène, le dioxyde de carbone et leurs mélanges.

- le matériau est une pièce en acier non allié ou faiblement allié, en acier inoxydable, en acier revêtu, en aluminium ou en alliage d'aluminium.

- le moyen optique multi-focales est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille à bifocales ou une combinaison de plusieurs lentilles.

5 - l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 0.8 mm et 20 mm, de préférence de 2 à 12 mm.

- la pièce à couper est choisie parmi les plaques, les tôles et les tubes.

- le gaz est à une pression de 0,5 à 30 bars, de préférence de 1 à 28 bars.

10 L'invention porte aussi sur une installation de coupage par faisceau laser assisté d'un gaz d'assistance, susceptible de mettre en œuvre un procédé selon l'invention, comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,

15 - au moins un moyen optique à multifocales pour scinder ledit faisceau laser en au moins deux sous-faisceaux laser en focalisant lesdits sous-faisceaux laser en au moins un premier point de focalisation (PF1) et un deuxième point de focalisation (PF2) distincts l'un de l'autre,

- au moins une tuyère convergente/divergente traversée par lesdits sous-faisceaux laser, et

20 - au moins une source de gaz d'assistance pour alimenter ladite tuyère convergente/divergente en gaz d'assistance.

25 Comme il ressort de ce qui précède, l'invention repose sur l'utilisation en combinaison d'une tuyère convergente/divergente et d'une lentille ou un objectif multi-focales, c'est-à-dire à plusieurs longueurs focales, ce qui permet de combiner avantageusement les avantages de ces deux dispositifs, en particulier par une meilleure répartition du flux thermique générée par l'impact du faisceau issu d'une lentille, d'une optique ou d'un objectif à multi-focales et par un effet cinétique amélioré résultant de l'utilisation de la tuyère à profil interne convergent/divergent.

30 La caustique peut, dans le cas de l'invention, s'inscrire parfaitement dans l'alésage de la tuyère sans risque de venir au contact des parois car la répartition du faisceau laser dans l'espace se trouve changée de par l'utilisation d'une lentille, un miroir, une optique ou un objectif à multi-focales.

35 Par lentille, miroir, optique ou objectif à multi-focales, on entend un ou plusieurs dispositifs optiques permettant de focaliser en synchronisme plusieurs points de focalisation, en général deux points distincts situés sur l'axe de l'orifice de la tuyère, par fractionnement du faisceau laser principal émis par la source laser de puissance, par exemple un laser CO<sub>2</sub> ou Nd :YAG, en plusieurs (habituellement deux) sous-faisceaux se croisant, comme décrit par le document EP-A-929376, c'est-à-dire que le sous-faisceau central est focalisé en-dessous du sous-faisceau périphérique, dans l'épaisseur de la pièce à couper.

Le principe de fonctionnement d'un dispositif ou moyen optique à multi-focales est schématiquement le suivant ; toutefois, pour plus de précision on pourra se reporter au document EP-A-929376 (=WO 98/14302).

5 Le faisceau laser principal délivré par un générateur de faisceau laser est scindé en typiquement deux sous-faisceaux au moyen d'un moyen optique à bifocales de sorte d'obtenir un premier point de focalisation PF1 et un deuxième point de focalisation PF2 situés sur l'axe longitudinal de la buse laser.

10 Le premier point de focalisation PF1 issu de l'angle de convergence le plus grand (sous-faisceau périphérique) obtenu avec le moyen optique à bifocales se positionne à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure ou dans l'épaisseur du matériau dans une région voisine de ladite surface supérieure.

15 Par ailleurs, le deuxième point de focalisation PF2 issu de l'angle de convergence le plus petit (sous-faisceau central) obtenu avec ledit moyen optique à bifocales se positionne à proximité de la surface inférieure de la pièce dans l'épaisseur du matériau ou en dehors de celle-ci.

En d'autres termes, les sous-faisceau périphérique et sous-faisceau central sont coaxiaux mais d'angles de convergence différents.

20 Les angles de convergences à sélectionner pour chacun des sous-faisceaux peut être choisi empiriquement par l'homme du métier en fonction notamment de la longueur et de la géométrie de la buse (tuyère) équipant le dispositif de coupage par laser, de l'épaisseur du matériau à couper, du choix du site de focalisation de chacun des points...

#### Exemples comparatifs

25 A titre d'exemples, les Tableaux I et II ci-après permettent de comparer les résultats obtenus avec différentes combinaisons d'optique (mono ou multi-focales) et de buse (tuyère cylindrique ou tuyère convergente/divergente), lors de la mise en œuvre d'un procédé de coupage par faisceau laser avec gaz d'assistance utilisant ces diverses associations lentille/tuyère.

30 Lors de ces essais, on a coupé une plaque d'acier inoxydable de 3 mm d'épaisseur avec un faisceau laser délivré par un générateur laser de type CO<sub>2</sub> de 1500 W de puissance en utilisant de l'azote pur en tant que gaz d'assistance du faisceau laser et avec différentes combinaisons de lentille/tuyère, comme détaillé dans les Tableaux I et II.

35 Les Essais A à D du Tableau I sont réalisés en conservant la pression et le débit du gaz de coupe constants (débit = 15 m<sup>3</sup>/h), alors que ceux (Essais E à H) consignés dans le Tableaux II sont réalisés en conservant la vitesse de coupe constante (= à 2,2 m/min).

40 Toutes les autres conditions (telles que ; distances buse/pièce, positions de points de focalisation, durée de pré-gaz et de post-gaz...) opératoires sont égales par ailleurs.

Le gaz utilisé est de l'azote disponible auprès de la société L'AIR LIQUIDE sous la référence commerciale LASAL 2001

Tableau I : Coupe à pression et débit de gaz constants

5

	Essai A Art Antérieur	Essai B Art Antérieur	Essai C Art Antérieur	Essai D Invention
Type de Lentille	Lentille monofocale classique	Lentille monofocale classique	Lentille bifocale	Lentille bifocale
Type de Tuyère	Convergente	Convergente/Divergente	Convergente	Convergente/Divergente
Gaz de Coupe	Azote	Azote	Azote	Azote
Vitesse de Coupe	2,2 m/min	Non réalisable	2,7 m/min	3,0 m/min
Consommation de gaz	15 m <sup>3</sup> /h	Non réalisable	15 m <sup>3</sup> /h	15 m <sup>3</sup> /h

Tableau II : Coupe à vitesse de coupe constante

	Essai E Art Antérieur	Essai F Art Antérieur	Essai G Art Antérieur	Essai H Invention
Type de Lentille	Lentille monofocale classique	Lentille monofocale classique	Lentille bifocale	Lentille bifocale
Type de Tuyère	Convergente	Convergente/Divergente	Convergente	Convergente/Divergente
Gaz de Coupe	Azote	Azote	Azote	Azote
Vitesse de Coupe	2,2 m/min	Non réalisable	2,2 m/min	2,2 m/min
Consommation de gaz	15 m <sup>3</sup> /h	Non réalisable	14 m <sup>3</sup> /h	10 m <sup>3</sup> /h

10

Ces essais mettent clairement en évidence qu'en utilisant une combinaison selon l'invention (optique bifocales/tuyère de Laval) en découpe par faisceau laser, on obtient soit une augmentation de la vitesse de coupe, lorsque l'on met en œuvre des débits identiques à ceux utilisés avec un dispositif classique, soit une diminution de la consommation de gaz d'assistance nécessaires, pour une vitesse de coupe identique à celle utilisée avec un dispositif classique.

15

Sur la figure ci-jointe, on a schématisé la tête de coupe d'une installation de coupage laser selon l'invention comprenant en combinaison un ou plusieurs moyens

optiques 1, transparents ou réfléchissants, par exemple une lentille à bifocales permettant d'obtenir en synchronisme deux points de focalisation PF1, PF2 distincts à partir d'un faisceau laser 3 principal scindé en deux sous-faisceaux par ladite lentille 1, et d'une tuyère de Laval à profil interne convergent/divergent 2 pour permettre de découper une pièce 4.

Une telle installation comprend au moins un générateur laser de type CO<sub>2</sub> ou de type Nd :YAG pour générer le faisceau laser 3, une buse 2 convergente/divergente délivrant le gaz d'assistance et traversée par les deux sous-faisceaux 13, 23 laser issus de la scission du faisceau laser 3 principal, au moins un moyen optique 1 pour scinder le faisceau laser 3 en un premier sous-faisceau laser 13 et en un second sous-faisceau laser 23 de manière à le focaliser en deux points PF1, PF2 de focalisation, et au moins une source de gaz d'assistance du faisceau laser alimentant la buse 2 en gaz d'assistance, l'introduction du gaz d'assistance dans la buse 2 se faisant classiquement par un ou plusieurs orifices d'entrée de gaz.

Des moyens optiques 1 de type lentilles à plusieurs points de focalisation utilisables dans le cadre de la présente invention sont décrits dans le document WO-A-98/14302 et accessible commercialement auprès de la société V&S.

Toutefois, d'autres moyens optiques peuvent aussi être utilisés mais à condition que ces moyens optiques permettent de focaliser deux points de focalisation PF1 et PF2 tels que le premier point de focalisation PF1 issu de l'angle de convergence le plus grand, ici l'angle  $\alpha$  du sous-faisceau 23, se positionne à proximité de la surface supérieure de la pièce 4 à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure ou dans l'épaisseur du matériau dans une région voisine de ladite surface supérieure, alors que le deuxième point de focalisation PF2 issu de l'angle de convergence le plus petit, ici l'angle  $\beta$ , du sous-faisceau 13, se positionne à proximité de la surface inférieure de la pièce 14 dans l'épaisseur du matériau ou en dehors de celle-ci.

Ce type de focalisation est aussi appelé focalisation croisée car les deux sous-faisceaux se croisent

Comme expliqué ci-dessus, la tuyère 2 est une tuyère de Laval à profil interne convergent/divergent ayant par exemple un diamètre au col de 0,5 mm à 3 mm et une longueur de convergent/divergent de 1 mm à 6 mm. De telles tuyères, au profil interne adapté à la géométrie d'un faisceau à multiple points de focalisation et aux conditions de pression/débit recherchées, sont industriellement réalisables par des moyens conventionnels d'usinage.

La présente invention est applicable à la découpe des aciers non alliés et faiblement alliés, des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de l'aluminium et des alliages d'aluminium.

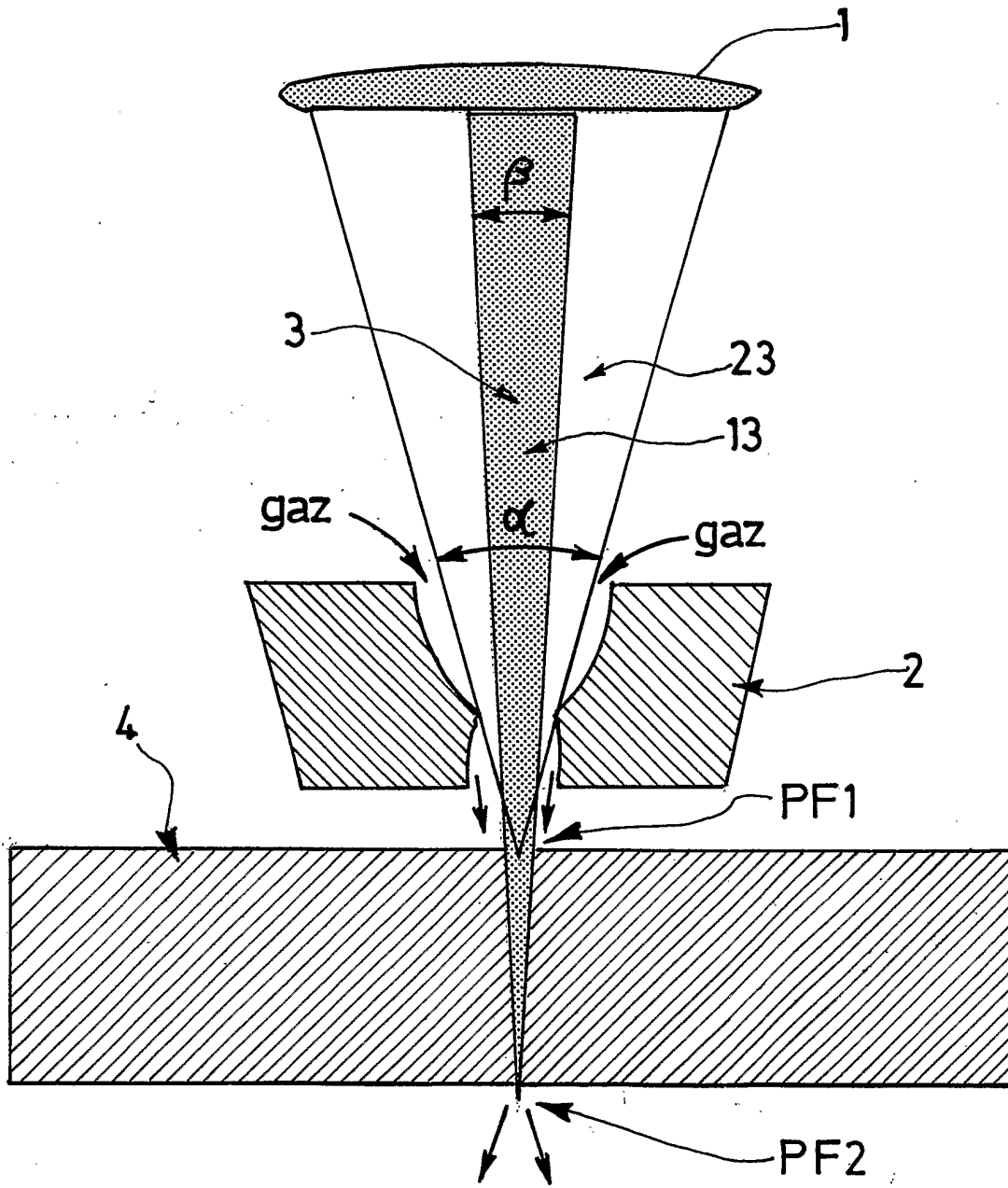
### Revendications

1. Procédé de coupage d'un matériau par faisceau laser (3, 13, 23) mettant en œuvre au moins un moyen optique à multifocales (1) pour focaliser le faisceau laser (3, 13, 23) en plusieurs points de focalisation distincts (PF1, PF2) en combinaison avec une tuyère convergente/divergente (2) au travers de laquelle chemine ledit faisceau laser (3, 13, 23) et circule un flux de gaz d'assistance du faisceau laser, caractérisé en ce que :
- le moyen optique divise le faisceau laser (13) en un sous-faisceau central (13) et en un sous-faisceau périphérique (23), le sous-faisceau central (13) étant focalisé en un deuxième point de focalisation (PF2) et le sous-faisceau périphérique (23) étant focalisé en un premier point de focalisation (PF1), et
  - le moyen optique est agencé de manière à obtenir le premier point de focalisation (PF1) se positionnant en coïncidence avec la surface supérieure de la pièce ou dans l'épaisseur de la pièce à découper dans une région voisine de ladite surface supérieure, et le deuxième point de focalisation (PF2) se positionnant à proximité de la surface inférieure de la pièce à couper et dans l'épaisseur de celle-ci.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen optique à multi-focales est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le moyen optique est une lentille à bifocales ou une combinaison de plusieurs lentilles.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le gaz d'assistance est choisi parmi l'oxygène, l'azote, l'argon, l'hélium, l'hydrogène, le dioxyde de carbone et leurs mélanges.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le matériau est une pièce en acier non allié ou faiblement allié, en acier inoxydable, en acier revêtu, en aluminium ou en alliage d'aluminium.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 0.8 mm et 20 mm.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 2 à 12 mm.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la pièce à couper est choisie parmi les plaques, les tôles et les tubes.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le gaz est à une pression de 0,5 à 30 bars.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le gaz est  
5 à une pression de 1 à 28 bars.

1/1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 02/02478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 B23K26/067 B23K26/14 B23K26/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>o</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 757 932 A (BOC GROUP PLC) 12 February 1997 (1997-02-12) the whole document	1-9
X	EP 0 458 180 A (LINDE AG) 27 November 1991 (1991-11-27) column 3, line 58 -column 4, line 25; figure 2	1,2,4,6, 8,9
A	FR 2 803 549 A (AIR LIQUIDE) 13 July 2001 (2001-07-13) the whole document	1-9
A	US 6 175 096 B1 (NIELSEN STEEN ERIK) 16 January 2001 (2001-01-16) cited in the application the whole document	1-3,6-9

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

<sup>o</sup> Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 November 2002

Date of mailing of the international search report

02/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Aran, D

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 02/02478

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date			
EP 0757932	A	12-02-1997	AU 6050896 A	13-02-1997			
			CA 2182552 A1	06-02-1997			
			CN 1145837 A	26-03-1997			
			EP 0757932 A1	12-02-1997			
			JP 9103895 A	22-04-1997			
			NZ 286924 A	26-01-1998			
			US 5728993 A	17-03-1998			
			-----				
EP 0458180	A	27-11-1991	DE 4016199 A1	21-11-1991			
			AT 128056 T	15-10-1995			
			DE 59106505 D1	26-10-1995			
			EP 0458180 A2	27-11-1991			
-----							
FR 2803549	A	13-07-2001	FR 2803549 A1	13-07-2001			
			AU 7240600 A	12-07-2001			
			EP 1147848 A1	24-10-2001			
			JP 2001232488 A	28-08-2001			
			US 2001019044 A1	06-09-2001			
-----							
US 6175096	B1	16-01-2001	DK 109197 A	31-03-1998			
			AT 211668 T	15-01-2002			
			AU 4451397 A	24-04-1998			
			DE 69710346 D1	21-03-2002			
			DE 69710346 T2	24-10-2002			
			WO 9814302 A1	09-04-1998			
			DK 929376 T3	08-04-2002			
			EP 0929376 A1	21-07-1999			
			ES 2171273 T3	01-09-2002			
			JP 2001501133 T	30-01-2001			
			PT 929376 T	28-06-2002			
			-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR 02/02478

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 B23K26/067 B23K26/14 B23K26/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B23K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 757 932 A (BOC GROUP PLC) 12 février 1997 (1997-02-12) le document en entier ----	1-9
X	EP 0 458 180 A (LINDE AG) 27 novembre 1991 (1991-11-27) colonne 3, ligne 58 -colonne 4, ligne 25; figure 2 ----	1, 2, 4, 6, 8, 9
A	FR 2 803 549 A (AIR LIQUIDE) 13 juillet 2001 (2001-07-13) le document en entier ----	1-9
A	US 6 175 096 B1 (NIELSEN STEEN ERIK) 16 janvier 2001 (2001-01-16) cité dans la demande le document en entier -----	1-3, 6-9

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18 novembre 2002

02/12/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Aran, D

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 02/02478

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0757932	A	12-02-1997	AU 6050896 A	13-02-1997
			CA 2182552 A1	06-02-1997
			CN 1145837 A	26-03-1997
			EP 0757932 A1	12-02-1997
			JP 9103895 A	22-04-1997
			NZ 286924 A	26-01-1998
			US 5728993 A	17-03-1998
			EP 0458180	A
AT 128056 T	15-10-1995			
DE 59106505 D1	26-10-1995			
EP 0458180 A2	27-11-1991			
FR 2803549	A	13-07-2001	FR 2803549 A1	13-07-2001
			AU 7240600 A	12-07-2001
			EP 1147848 A1	24-10-2001
			JP 2001232488 A	28-08-2001
			US 2001019044 A1	06-09-2001
US 6175096	B1	16-01-2001	DK 109197 A	31-03-1998
			AT 211668 T	15-01-2002
			AU 4451397 A	24-04-1998
			DE 69710346 D1	21-03-2002
			DE 69710346 T2	24-10-2002
			WO 9814302 A1	09-04-1998
			DK 929376 T3	08-04-2002
			EP 0929376 A1	21-07-1999
			ES 2171273 T3	01-09-2002
			JP 2001501133 T	30-01-2001
			PT 929376 T	28-06-2002