



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **91402257.9**

⑤① Int. Cl.⁵ : **B08B 7/00, B08B 9/02**

㉔ Date de dépôt : **19.08.91**

③① Priorité : **12.09.90 FR 9011281**

④③ Date de publication de la demande :
18.03.92 Bulletin 92/12

⑧④ Etats contractants désignés :
BE CH DE ES LI SE

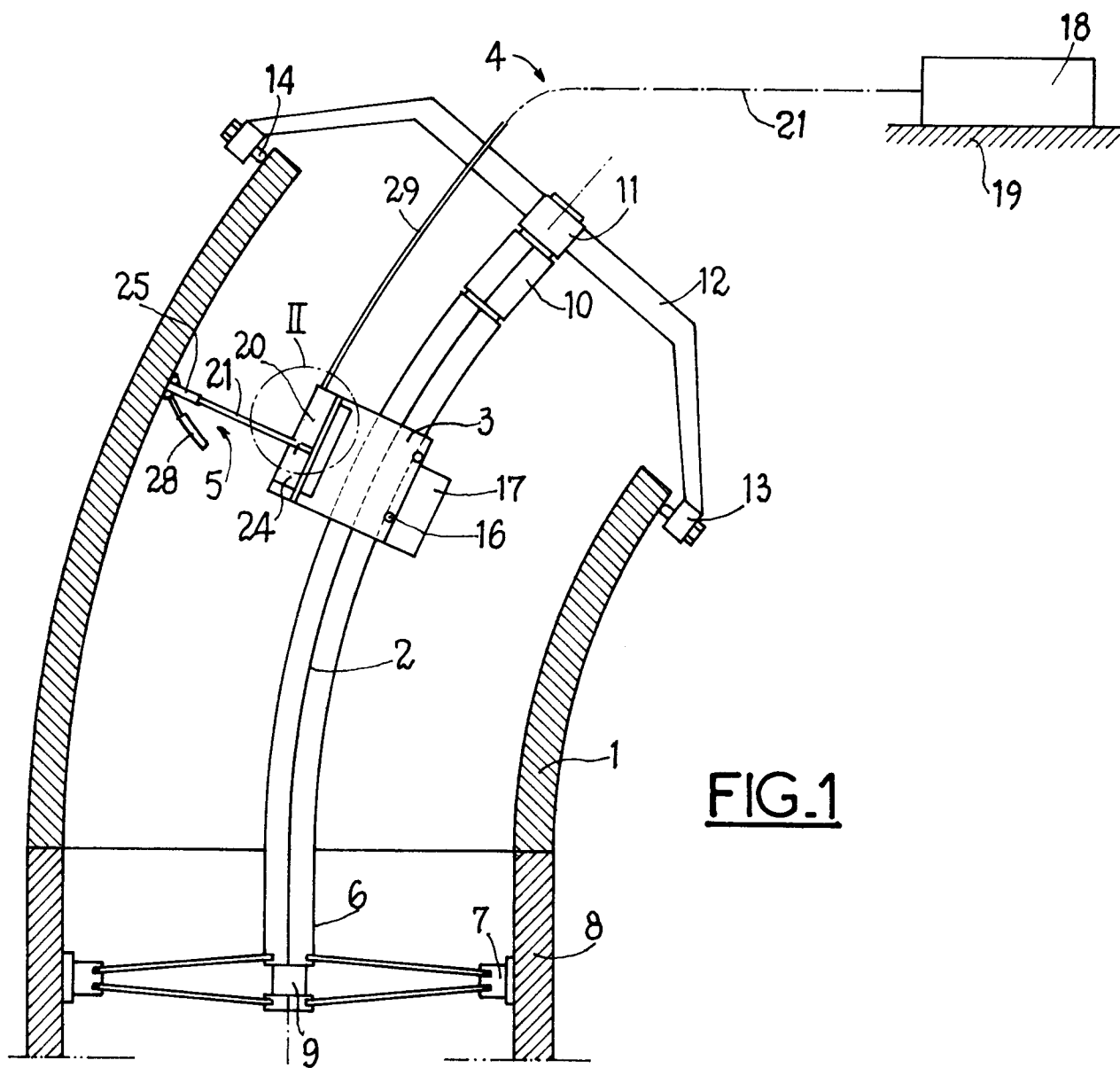
⑦① Demandeur : **FRAMATOME**
Tour Fiat 1, Place de la Coupole
F-92400 Courbevoie (FR)

⑦② Inventeur : **Cartry, Jean-Pierre**
117 Cours Gambetta
F-69003 Lyon (FR)
Inventeur : **Clar, Georges**
4 avenue Verguin
F-69006 Lyon (FR)
Inventeur : **Martin, Alain**
113 rue Coste
F-69300 Caluire (FR)

⑦④ Mandataire : **Jacobson, Claude et al**
Cabinet Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cedex 09 (FR)

⑤④ **Appareil de travail au laser, notamment pour le décontamination d'une conduite d'un réacteur nucléaire.**

⑤⑦ Cet appareil de travail au laser comprend :
— un générateur laser (18) ;
— une fibre optique (21) dont l'entrée est reliée à la sortie du générateur laser ;
— un amplificateur de faisceau laser (20) dont l'entrée est reliée à la sortie de la fibre optique ; et
— des moyens (5) pour transporter par voie aérienne jusqu'à un point de travail le faisceau laser émis par l'amplificateur.
Application à la décontamination du circuit primaire d'un générateur de vapeur de centrale électronucléaire.



La présente invention est relative à un appareil de travail au laser destiné à envoyer un faisceau laser de forte puissance sur des points de travail difficiles d'accès. Elle s'applique en particulier à la décontamination par faisceau laser d'une conduite ou analogue

faisant partie du circuit d'eau primaire d'un générateur de vapeur de centrale électronucléaire du type à eau pressurisée, ou de la boîte à eau d'un tel générateur de vapeur.

Il est difficile de transporter un faisceau laser par voie aérienne jusque sur des points de travail situés dans des conduites, notamment coudées, et les générateurs laser sont habituellement trop encombrants pour être eux-mêmes introduits dans ces conduites. Il est connu d'utiliser des fibres optiques pour transporter des faisceaux laser, mais la puissance que ces fibres peuvent transporter est trop limitée pour certaines applications telles que la décontamination par faisceau laser.

L'invention a pour but de fournir un appareil permettant de transporter facilement des puissances laser élevées jusqu'à des points de travail difficiles d'accès.

A cet effet, l'invention a pour objet un appareil de travail au laser comprenant :

- un générateur laser;
- une fibre optique dont l'entrée est reliée à la sortie du générateur laser;
- un amplificateur de faisceau laser dont l'entrée est reliée à la sortie de la fibre optique; et
- des moyens pour transporter par voie aérienne jusqu'à un point de travail le faisceau laser émis par l'amplificateur.

Suivant d'autres caractéristiques de l'invention :

- l'appareil, lorsqu'il est destiné à exécuter un travail à l'intérieur d'une conduite ou analogue, comprend un rail de support équipé de moyens de montage dans la conduite sensiblement suivant l'axe de celle-ci, et un chariot monté mobile sur ce rail, l'amplificateur étant porté par le chariot et lesdits moyens de transport comprenant des moyens de balayage par le faisceau laser d'une région de la paroi intérieure de la conduite;
- le rail comporte un tronçon rotatif d'indexage, et les moyens de balayage sont adaptés pour balayer, dans un plan radial, un secteur angulaire de ladite paroi intérieure;
- le rail est à section polygonale à n côtés, le tronçon rotatif d'indexage étant adapté pour tourner par pas de $360/n$ degrés;
- les moyens de balayage comprennent un tube-guide oscillant à travers lequel circule le faisceau laser amplifié, et un miroir de renvoi fixé à la base de ce tube;
- une buse d'aspiration est montée à l'extrémité du tube-guide;
- l'appareil comprend des moyens d'application élastique de la buse d'aspiration sur ladite paroi

intérieure.

Un exemple de réalisation de l'invention va maintenant être décrit en regard des dessins annexés, sur lesquels :

– La Fig. 1 est une vue d'ensemble d'un appareil conforme à l'invention disposé dans une conduite coudée, la vue étant prise en coupe suivant l'axe de cette conduite;

– La Fig. 2 représente à plus grande échelle, avec coupe partielle, le détail II de la Fig.1;

– La Fig. 3 est une vue de l'appareil prise en coupe suivant la ligne III-III de la Fig.4; et

– La Fig. 4 est une vue prise suivant la flèche IV de la Fig.3.

L'appareil représenté aux dessins est destiné à effectuer la décontamination d'un tronçon de conduite 1 de diamètre relativement grand appartenant au circuit d'eau primaire d'un générateur de vapeur de réacteur nucléaire à eau pressurisée. Dans l'exemple représenté, il s'agit d'un tronçon de conduite coudée.

Cet appareil est constitué essentiellement d'un rail de support 2, d'un chariot 3 monté mobile sur ce rail, d'un dispositif 4 pour produire un faisceau laser de forte puissance, et d'un dispositif 5 de transport de ce faisceau par voie aérienne jusque sur la paroi intérieure du tronçon 1.

Le rail 2, de section hexagonale (Fig.3), a une forme courbe et, en service, son axe longitudinal est confondu avec celui du tronçon 1. Il comporte d'un côté un prolongement rectiligne 6 muni d'un dispositif 7 de centrage dans le tronçon de conduite 8 adjacent au tronçon 1, ce dispositif 7 étant expansible au moyen d'un vérin 9 prévu à l'extrémité du prolongement 6. De l'autre côté, le rail 2 se prolonge par un indexeur 10 qui est un tronçon de rail de même section hexagonale que le rail 2 et qui peut tourner autour de son axe par pas de 60° , au moyen d'un moteur non représenté logé dans le rail. L'indexeur 10 tourne sur un arbre solidaire du rail 2 et qui porte à son extrémité libre le moyeu 11 d'un croisillon 12, lequel porte à son tour un anneau de centrage 13. par actionnement de plusieurs vérins 14 montés radialement sur cet anneau, on peut faire coïncider l'axe du rail 2 avec celui du tronçon coudé 1 de façon suffisamment précise.

Comme on le voit sur la Fig.3, le chariot 3 présente une section hexagonale homothétique de celle du rail 2, et entre eux sont interposées d'une part deux paires de galets fous 15, d'autre part une paire de galets moteurs 16 entraînés par un motoréducteur 17. Le chariot peut ainsi être amené en tout point de la longueur du rail 2 ou sur l'un des prolongements 6 et 10 de celui-ci.

Le dispositif 4 de production du faisceau laser est constitué d'une part d'un générateur laser 18 du type YAG à impulsions, monté sur un support fixe 19 à l'extérieur de la conduite à traiter et équipé des moyens appropriés d'alimentation, de commande et

de refroidissement, et d'autre part d'un amplificateur de faisceau laser 20 fixé sur le chariot 3. La sortie du générateur 18 est reliée à l'entrée d'une fibre optique 21 dont la sortie est reliée à l'entrée de l'amplificateur 20. Ce dernier est adapté pour fournir à sa sortie un faisceau amplifié parallèle. A titre d'exemple numérique, la fibre optique peut être adaptée pour transporter une puissance maximale de 20MW, le générateur 18 pour fournir une puissance de crête de cet ordre et l'amplificateur 20 pour posséder un facteur d'amplification de 5, ce qui permet d'obtenir en sortie de cet amplificateur un faisceau laser ayant une puissance de crête de l'ordre de 100MW, convenant pour cette application.

Le dispositif 5 de transport par voie aérienne comprend un tube-guide 21 dont la base (Fig.2) présente un trou 22 d'entrée du faisceau laser amplifié situé en regard de la sortie de l'amplificateur 20. Un miroir de renvoi 23 incliné à 45° est fixé dans le tube-guide en regard du trou 22. L'ensemble du tube-guide et du miroir peut être entraîné en un mouvement angulaire alternatif dans un plan radial par un moteur 24 porté par le chariot 3.

Une buse d'aspiration 25 est montée coulissante à l'extrémité libre du tube-guide 21 et est pressée contre la paroi intérieure de la conduite par un ressort 26. L'appui de cette buse sur la conduite s'effectue par l'intermédiaire d'un embout tubulaire flottant 27 équipé de galets de roulement. Une conduite souple 28 relie la buse 25 à une pompe (non représentée). Si les produits aspirés peuvent être rejetés dans la conduite elle-même, cette pompe peut être fixée sur le chariot 3. Dans le cas contraire, elle est montée à poste fixe à l'extérieur de la conduite à traiter.

Un ombrilic souple 29 conduit jusqu'au chariot 3 la fibre optique 21, les fils électriques d'alimentation des moteurs 17 et 24 et de l'amplificateur 20, et éventuellement des tuyaux (non représentés) véhiculant de l'eau de refroidissement du miroir et de l'amplificateur et le tuyau souple 28.

En fonctionnement, à chaque position du chariot 3 le long du rail 2, le moteur 24 entraîne en va-et-vient le tube-guide 21 de manière que l'embout 27 se déplace sur la paroi intérieure du tronçon 1 suivant un arc de cercle d'amplitude sensiblement supérieur à 60°, et le dispositif 4 de production du faisceau laser est mis en marche. Le faisceau laser amplifié vient frapper la paroi après réflexion sur le miroir 23 et assure la décontamination du point d'impact et donc de tout l'arc de cercle balayé. Après chaque aller-retour du tube-guide, le chariot est avancé sur le rail 2 d'un pas fonction du rayon de la tache focale du faisceau laser, de sorte qu'un secteur entier de plus de 60° du tronçon 1 est décontaminé.

Puis le chariot est amené sur l'indexeur 10, et ce dernier est tourné de 60°, ce qui amène le chariot 3 dans une nouvelle position angulaire, et la décontamination du secteur suivant du tronçon 1 est effectuée

comme décrit plus haut, avec recouvrement du secteur précédent.

On remarque que l'appareil peut être utilisé quelles que soient la forme et l'orientation dans l'espace de la conduite à traiter. De plus, grâce à l'utilisation d'un faisceau laser parallèle, la distance entre le miroir 23 et la paroi de la conduite n'a pas besoin d'être réglée avec une grande précision.

Revendications

- Appareil de travail au laser, notamment pour la décontamination de la paroi intérieure d'une conduite ou analogue d'un générateur de vapeur de centrale électronucléaire, caractérisé en ce qu'il comprend :
 - un générateur laser (18);
 - une fibre optique (21) dont l'entrée est reliée à la sortie du générateur laser;
 - un amplificateur de faisceau laser (20) dont l'entrée est reliée à la sortie de la fibre optique; et
 - des moyens (5) pour transporter par voie aérienne jusqu'à un point de travail le faisceau laser émis par l'amplificateur.
- Appareil suivant la revendication 1, destiné à exécuter un travail à l'intérieur d'une conduite ou analogue, caractérisé en ce qu'il comprend un rail de support (2) équipé de moyens (7, 9, 11 à 14) de montage dans la conduite (1) sensiblement suivant l'axe de celle-ci, et un chariot (3) monté mobile sur ce rail, l'applicateur (20) étant porté par le chariot et lesdits moyens de transport (5) comprenant des moyens (21 à 24) de balayage par le faisceau laser d'une région de la paroi intérieure de la conduite (1).
- Appareil suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le rail (2) comporte un tronçon rotatif d'indexage (10), et en ce que les moyens de balayage (21 à 24) sont adaptés pour balayer, dans un plan radial, un secteur angulaire de ladite paroi intérieure.
- Appareil suivant la revendication 3, caractérisé en ce que le rail (2) est à section polygonale à n côtés, le tronçon rotatif d'indexage (10) étant adapté pour tourner par pas de $360/n$ degrés.
- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les moyens de balayage (21 à 24) comprennent un tube-guide oscillant (21) à travers lequel circule le faisceau laser amplifié, et un miroir de renvoi (23) fixé à la base de ce tube.

6. Appareil suivant la revendication 5, caractérisé en ce qu'une buse d'aspiration (25) est montée à l'extrémité du tube-guide (21).
7. Appareil suivant la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (26, 27) d'application élastique de la buse d'aspiration (25) sur ladite paroi intérieure.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

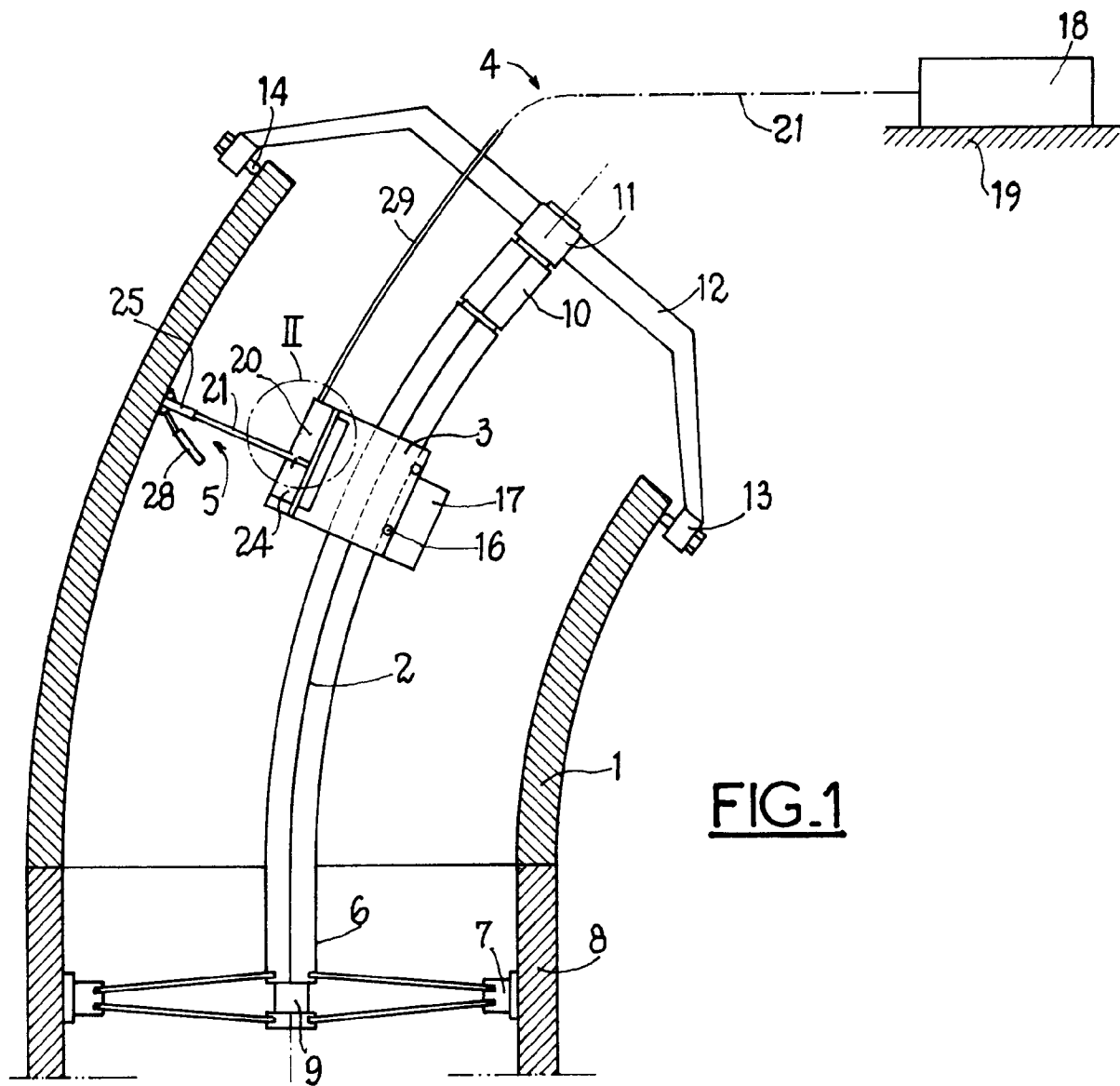


FIG.1

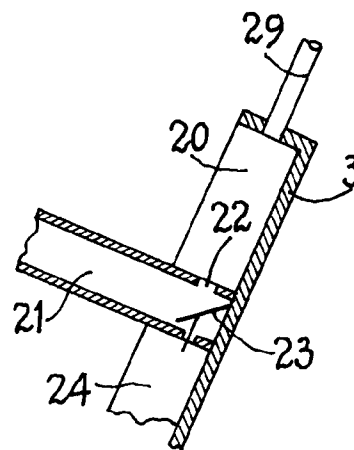


FIG.2

