RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 493 533**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) N° **81 20475**

(54) **Dispositif de sécurité permettant de détecter des défauts dans une fibre optique.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **G 02 B 5/14 // A 61 B 1/00, 17/36; A 61 N 5/00.**

(22) Date de dépôt..... 30 octobre 1981.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Japon, 1er novembre 1980, n° 154328/80.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 7-5-1982.

(71) Déposant : Société dite : ASAHI KOGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA, résidant au Japon.

(72) Invention de : Yuzuru Doi.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un dispositif détecteur de dommages pour fibre de transmission d'énergie laser. Le dispositif de l'invention est conçu pour détecter des dommages dans une fibre optique destinée à transmettre un faisceau laser médical, afin d'empêcher l'apparition de divers dangers dus aux dommages existants. et, ainsi, augmenter la sécurité d'un bistouri à rayon laser.

De façon générale, on introduit un faisceau laser très énergétique dans une fibre de transmission destinée à un bistouri à rayon laser. Si de la poussière provenant de l'air vient se coller sur la face terminale d'entrée ou la face terminale de sortie de la fibre, ou bien si la face terminale de sortie est contaminée par une saleté, ou bien si des matières produites par l'évaporation ou le bris d'un objet auquel le faisceau laser est appliqué viennent se coller sur la partie terminale de la fibre de transmission, l'énergie du faisceau laser peut se concentrer sur la matière en particules de sorte que la face terminale d'entrée ou la face terminale de sortie de la fibre est alors endommagée par la chaleur. Cet incident se produit fréquemment. De plus, il peut également arriver que la fibre de transmission se brise par suite d'une manipulation insuffisamment soigneuse.

Si, dans ces conditions, on continue d'utiliser la fibre, il peut arriver que la quantité nécessaire d'énergie ne soit pas appliquée à l'objet, et il se peut que l'usinage ou le traitement d'une partie malade ne soit pas effectué d'une manière satisfaisante. De plus, puisque l'énergie se concentre sur la partie endommagée de la fibre, les mécanismes entourant la partie endommagée peuvent s'endommager ou se briser sous l'effet de la chaleur, ce qui est dangereux pour celui qui manipule la fibre.

Jusqu'ici, on a détecté les dommages décrits ci-dessus de la fibre de transmission ou la rupture de la fibre de transmission résultant d'un impact matériel en observant la lumière diffusée, au niveau de la partie de sortie de la fibre, d'un faisceau lumineux de guidage qui est introduit suivant l'axe optique d'un faisceau laser. Toutefois, l'état de diffusion du faisceau lumineux de guidage qui est produit par la partie terminale défectueuse de la fibre est fortement affecté par la lumière ambiante de l'atmosphère et, par consé-

quent, il est extrêmement difficile de déterminer les dommages ou les défauts en observant la lumière diffusée à la partie de sortie de la fibre. En particulier dans le cas d'un bistouri à rayon laser, il y a une limite à l'augmentation de l'intensité du faisceau lumineux de guidage, parce que le fait d'augmenter cette intensité peut rendre plus difficile pour l'opérateur la vision de ce qu'il fait, ceci entraînant que la partie malade irradiée par le faisceau laser peut être endommagée par le faisceau laser se promenant au hasard. De plus, si le chirurgien doit se soucier de l'existence de dommages dans la fibre pendant qu'il travaille, son efficacité en sera fortement réduite.

Selon un autre procédé classique, on dispose un conducteur le long de la fibre de transmission ou de la gaine de la fibre de transmission, et on raccorde le conducteur ainsi disposé à un détecteur afin de détecter toute cassure ou tout dommage. Toutefois, ce procédé ne permet de détecter les dommages que sur les surfaces latérales, et presque tous les dommages subis par les fibres de transmission arrivent d'abord en raison de la chaleur présente sur les faces terminales d'entrée ou les faces terminales de sortie. Ainsi, il n'est pas possible de détecter de manière suffisante au moyen de ce procédé la face terminale d'entrée ou de sortie endommagée de la fibre.

Sur la base de ce qui vient d'être énoncé, l'invention a pour but de proposer un dispositif de détection de dommages qui peut détecter l'apparition de dommages dans des fibres de transmission de façon immédiate.

En résumé, ce but est réalisé selon l'invention au moyen d'un dispositif détecteur qui mesure la quantité de lumière réfléchie à l'entrée de la fibre optique en provenance de sa face terminale. Si la face terminale est endommagée, la lumière réfléchie diminue, et il est possible d'arrêter le faisceau laser au moyen d'un obturateur actionné automatiquement.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

la figure 1 est un schéma (en partie sous forme de blocs) montrant un dispositif de détection de dommages selon l'invention qui est appliqué à un bistouri médical ;

la figure 2 est une vue en coupe montrant les élements constitutifs essentiels du dispositif de détection de dommages selon l'invention ; et

la figure 3 est une représentation graphique indiquant les caractéristiques de réflexion de la face terminale de sortie d'une fibre laser.

Sur la figure 1, est présenté un schéma montrant le dispositif détecteur de défaillances selon l'invention qui est appliqué à un bistouri à rayon laser.

Comme cela est bien connu dans la technique, dans un dispositif ordinaire de ce type, une source lumineuse d'irradiation 1, par exemple un laser à Nd:YAG ou un laser à CO_2, et une source lumineuse de guidage 2, par exemple un laser à He-Ne ou une lampe au xénon, sont disposées séparément, tandis qu'un miroir semi-réfléchissant 3 est placé sur l'axe optique de la source lumineuse d'irradiation 1 de façon que la source lumineuse de guidage 2 et la source lumineuse d'irradiation 1 aient un axe optique commun. Un obturateur 4 est placé sur l'axe optique, de manière qu'il puisse être actionné et arrêter le faisceau laser en cas de mauvais fonctionnement de ce dernier. De plus, il est bien connu dans la technique que divers mécanismes peuvent être trouvés pour manoeuvrer l'obturateur 4 lorsqu'un semblable mauvais fonctionnement survient, ainsi que cela est décrit en relation avec la technique antérieure. Selon l'invention, l'appareil de détection de défaut de fonctionnement, fonctionnant en association avec l'obturateur 4, est placé entre un endoscope 5 et l'obturateur 4. Le dispositif détecteur comprend : un miroir 6 placé sur l'axe optique mentionné ci-dessus ; un détecteur optique 7 placé sur l'axe de la lumière réfléchie en provenance du miroir 6 ; un circuit amplificateur 9 couplé au détecteur 7 ; et un circuit 9 de commande d'obturateur connecté au circuit amplificateur 8 de manière à actionner l'obturateur 4.

De plus, sur la figure 1, le numéro de référence 10 désigne la fibre du laser de puissance ; le numéro de référence 11

désigne la face terminale de sortie de la fibre 10 ; et le numéro de référence 12 désigne un boîtier dans lequel les sources lumineuses, le dispositif détecteur, etc. sont incorporés. La face terminale d'entrée et la face terminale de sortie de la fibre 10 ne sont pas revêtues, mais elles sont soumises à un polissage optique afin d'améliorer leur réflectivité.

La figure 2 est une vue en coupe montrant un exemple de la partie d'entrée de la fibre 10 selon l'invention. Un élément de montage cylindrique 14 est inséré de manière fixe dans un trou 13 formé dans le boîtier 12. Un tube de guidage cylindrique 15 est ajusté de manière coulissante dans l'élément de montage 14. La partie terminale du tube de guidage 15, qui fait saillie à l'intérieur du boîtier 12, est filetée, et un support 16 de section de réception de lumière est raccordé de manière non fixe à la partie terminale ainsi filetée. Un miroir 6 doté d'un support est lié à l'autre extrémité du support 16 de manière à faire un angle de 45° avec l'axe optique. Un élément 17 de réception de lumière, par exemple un phototransistor ou une photodiode, est monté de manière fixe en une position perpendiculaire par rapport à l'axe optique de la fibre. Une pièce coulissante mince 18 est ajustée par coulissement dans le tube de guidage 15. La partie terminale d'entrée de la fibre 10 est insérée dans le tube coulissant 18. Dans la partie terminale d'entrée ainsi insérée, un élément de fixation 20 et une lentille de condenseur 21 sont incorporés au voisinage de la face terminale d'entrée 19. L'élément 17 de réception de lumière est connecté au détecteur optique 7.

En fonctionnement, un faisceau laser émis par la source lumineuse d'irradiation 1 et un faisceau de guidage émis par la source lumineuse de guidage 2 suivent le même axe optique. Ainsi, les faisceaux sont appliqués via le condenseur 21 à la face terminale d'entrée de la fibre 10, pour sortir par la face terminale de sortie 11 et irradier la partie malade. Puisque la face terminale de sortie 11 de la fibre 10 est simplement polie optiquement, le facteur de réflexion du faisceau laser ou du faisceau de guidage est quelque peu élevé. Ainsi, une partie de la lumière est renvoyée par la face terminale de sortie 11 jusqu'à la face terminale d'entrée, pour sortir par la face terminale d'entrée 19. Dans cette opération, la lumière réfléchie

sort suivant un angle relativement divergent par le moyen du condenseur 21. La lumière réfléchie est encore renvoyée par le miroir 6 comportant le trou et est ensuite appliquée à l'élément 17 de réception de lumière. Les variations de la lumière réfléchie sont détectées par le détecteur optique 7.

Dans le cas où, par exemple, la face terminale de sortie 11 est endommagée par la chaleur ou bien la partie terminale est brisée, il est possible de détecter le caractère anormal de la lumière réfléchie en réglant le détecteur optique 7 de la manière décrite ci-après. On va décrire ce procédé de détection en se reportant à la figure 3. Sur la figure 3, une ligne A indique un niveau de réglage, une ligne B indique la caractéristique de réflexion d'une fibre normale, et une courbe C indique la caractéristique de réflexion d'une fibre anormale. Comme cela apparaît clairement sur la représentation graphique de la figure 3, dans le cas de la ligne B (c'est-à-dire lorsque la fibre est normale), l'amplitude de réflexion est plus grande que le niveau de réglage A. Dans ce cas, le signal de sortie du circuit détecteur 7 est appliqué via l'amplificateur 8 au circuit 9 de commande de l'obturateur de manière à maintenir l'obturateur 4 ouvert. Lorsque la face terminale d'entrée 19 devient anormale, par exemple par déplacement par rapport à l'axe optique ou par contamination, le faisceau laser n'est pas du tout réfléchi par la face terminale de sortie 11, ou bien il y a au moins une forte diminution de l'amplitude de la lumière réfléchie. Ainsi, la lumière réfléchie détectée est telle que présentée par la courbe C, et l'obturateur 4 se ferme.

Le dispositif de détection de défaut de fonctionnement selon l'invention qui est agencé de la manière décrite ci-dessus peut détecter instantanément des dommages présents sur la face terminale d'entrée ou de sortie de la fibre de transmission, et peut également détecter les dommages apparaissant sur la périphérie de la fibre elle-même, puisque ceci affecte la réflexion interne des fibres. Ainsi, il est possible d'empêcher que d'autres dommages ne soient produits par la poursuite de l'irradiation laser. Puisque le dispositif détecteur de dommages est d'une structure extrêmement simple, il n'est pas nécessaire de beaucoup modifier la partie d'entrée de

la fibre laser classique, ce qui réduit le coût de fabrication. Lorsque l'on applique le dispositif détecteur à un appareil d'usinage industriel ou à un bistouri à rayon laser, les conditions de sécurité sont maintenues de manière positive, et les avantages de l'invention apparaissent élevés dans l'utilisation pratique.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du dispositif dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Moyen de détection de défaut pour dispositif laser dans lequel un faisceau lumineux d'irradiation laser (1) et un faisceau lumineux de guidage (2) sont introduits dans une fibre optique (10) par une face terminale d'entrée de celle-ci, sont transmis le long de la fibre optique et sortent de la fibre optique par une face terminale de sortie (11) de celle-ci, le moyen étant caractérisé en ce qu'il comprend :

un moyen (7) de détection de lumière qui détecte l'amplitude de la lumière renvoyée en direction de la face terminale d'entrée par les surfaces intérieures de la fibre optique.

2. Moyen de détection de défaut selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de détection de lumière est disposé au voisinage de ladite face terminale d'entrée.

3. Moyen de détection de défaut selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le moyen de détection de lumière fournit un signal de sortie qui est un signal de détection d'anormalité (C) lorsqu'une amplitude anormale de lumière réfléchie est détectée, ledit moyen de détection de défaut comprenant en outre un moyen d'invalidation (4) qui arrête l'introduction d'au moins ledit faisceau d'irradiation par ladite face terminale d'entrée.

4. Moyen de détection de défaut selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moyen d'invalidation est un obturateur (4) actionné par ledit signal de sortie du moyen de détection de lumière.

5. Moyen de détection de défaut selon la revendication 3, caractérisé en ce que le signal de détection d'anormalité (C) est fourni lorsque l'amplitude de la lumière réfléchie détectée se trouve au-dessous d'un niveau prédéterminé (A).

6. Moyen de détection de défaut selon la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de détection de lumière comprend :

une lentille de condenseur (21) voisine de ladite face terminale d'entrée ;

un élément réfléchissant (6) ayant une surface réfléchissante qui est dirigée vers la lentille de condenseur, laquelle surface réfléchissante est disposée obliquement par rapport à l'axe optique

de la fibre au niveau de ladite face terminale d'entrée, l'élément réfléchissant présentant une ouverture par laquelle les faisceaux lumineux d'irradiation et de guidage sont fournis via la lentille de condenseur à ladite face terminale d'entrée ; et

un élément (17) de détection de lumière qui détecte ladite lumière réfléchie qui part de la face terminale d'entrée et traverse ladite lentille de condenseur pour venir frapper ladite surface réfléchissante.

7. Moyen de détection de défaut selon la revendication 6, caractérisé en ce que la lentille de condenseur augmente l'angle de divergence du faisceau lumineux allant de la face terminale d'entrée à la surface réfléchissante.

8. Moyen de détection de défaut selon la revendication 6, caractérisé en ce que la surface réfléchissante fait un angle de sensiblement 45° à la fois par rapport audit élément de détection de lumière et par rapport audit axe optique de la fibre au niveau de ladite face terminale d'entrée.

9. Moyen de détection de défaut selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif laser est un endoscope.

2493533

FIG. 1

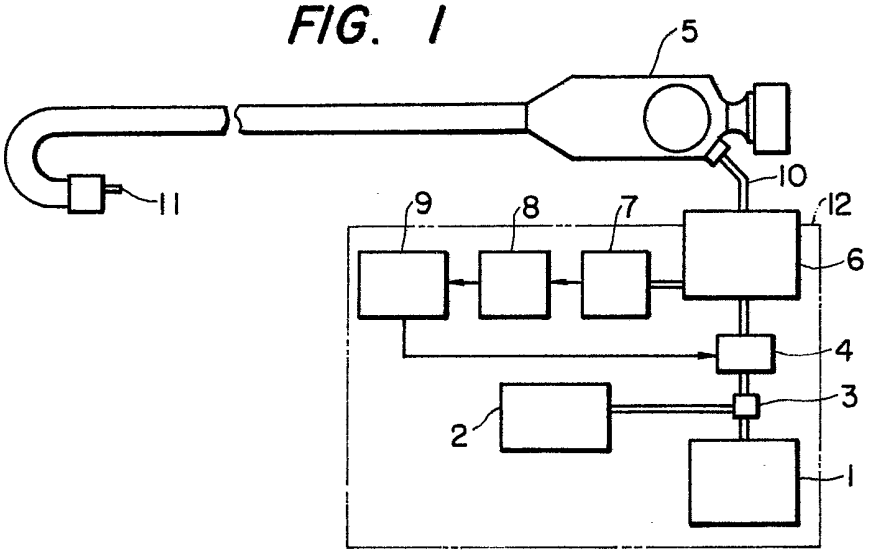


FIG. 2

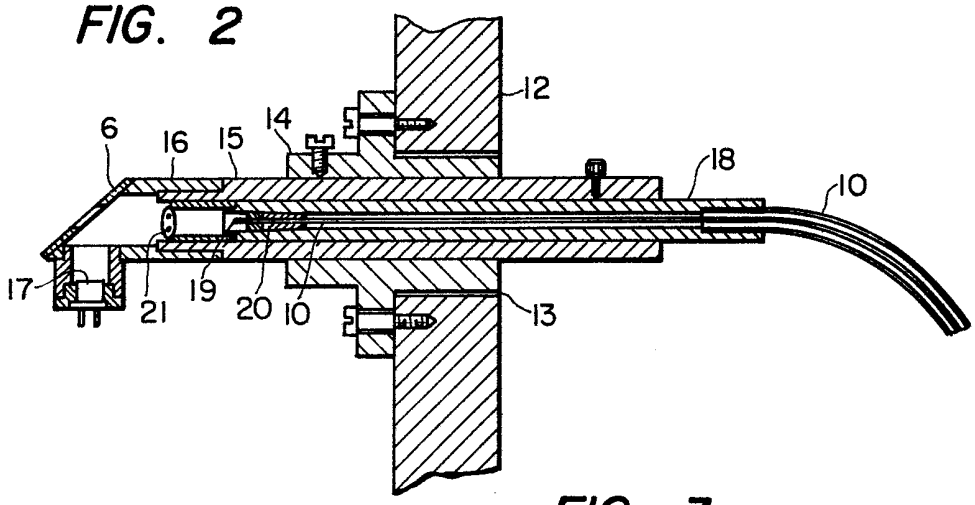


FIG. 3

