

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Brevet N° **80792**

du **15.1.1979**

Titre délivré : **- 8 AOUT 1980**



Monsieur le Ministre
de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Industrielle
LUXEMBOURG

lij 18 m
15.1.80

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES-CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE, association sans but lucratif-vereniging zonder winstopmerk, 47, rue Montoyer, Bruxelles, Belgique
représenté par Monsieur Ernest Meyers, ing. cons. en propr. ind.
46, rue du Cimetière, Luxembourg, agissant en qualité de mandataire⁽²⁾

dépose ce **quinze janvier mil neuf cent soixante-dix-neuf**⁽³⁾
à **15.00** heures, au Ministère de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :
Dispositif et procédé pour effectuer des perforations à la surface des cylindres de laminoirs⁽⁴⁾

déclare, en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l(es) inventeur(s) est (sont) :
Jean Cranay, 334 Ster, 4878 Francorchamps, Belgique⁽⁵⁾

2. la délégation de pouvoir, datée de **Bruxelles** le **12.1.1979**
3. la description en langue **française** de l'invention en deux exemplaires ;
4. **2** planches de dessin, en deux exemplaires ;
5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg.

le **quinze janvier mil neuf cent soixante-dix-neuf**
revendique pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de

(6) **/** déposée(s) en (7) **/**
le **/**⁽⁸⁾

au nom de **/**⁽⁹⁾
élit domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
46, rue du Cimetière⁽¹⁰⁾

solicite la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à **18** mois.

Le **Mandataire**

[Signature]

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Industrielle à Luxembourg, en date du :
15.1.1979

à **15.00** heures

Pr. le Ministre
de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes,



A 1979

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) signataire agissant par le agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) nom(s) et adresse(s) — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7) pays — (8) date — (9) déposit original — (10) adresse — (11) 6, 15 ou 18 mois.

C 1927/7901.

B R E V E T D ' I N V E N T I O N

CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES -
CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE,
Association sans but lucratif -
Vereniging zonder winstoogmerk à BRUXELLES, (Belgique).

Dispositif et procédé pour effectuer des perforations
à la surface des cylindres de laminoirs.

La présente invention est relative à un dispositif et à un procédé pour effectuer des microperforations ou trous microscopiques suivant une trame prédéterminée à la surface des cylindres de laminoirs, à l'aide d'un faisceau laser.

Ces microperforations constituent le moyen de procurer aux tôles minces en acier par contact avec les cylindres traités, une morphologie propice à améliorer leurs propriétés et en particulier leur aptitude à l'emboutissage.

Au cours d'un grand nombre d'essais, le demandeur a pu constater qu'une telle morphologie finale ne pouvait être obtenue que si les empreintes portées par le cylindre présentent une répartition uniforme sur toute la surface du dit cylindre, sans solution de continuité, et de dimensions nominales comprises entre 2 et 15 micromètres en hauteur et entre 30 et 250 micromètres en plan.

L'utilisation d'un faisceau laser pour effectuer ces microperforations présente les avantages d'une grande souplesse de mise en oeuvre, d'une grande précision et d'une consommation d'énergie pouvant être fort réduite.

Bien entendu, il existe d'autres moyens d'effectuer ces microperforations notamment par voie mécanique, pneumatique, chimique etc..., mais le demandeur a choisi le faisceau laser parce que les avantages qu'il présente sont nettement supérieurs à ceux des autres moyens mentionnés ci-dessus.

La présente invention a pour objet un dispositif permettant d'utiliser le faisceau laser dans le but d'effectuer ces microperforations d'une façon particulièrement simple, rapide et aisée.

Le dispositif, objet de la présente invention, est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend :

- une source de lumière laser à fonctionnement continu, de préférence à CO₂,
- un disque rotatif diviseur du faisceau laser dont la périphérie comporte des surfaces réfléchissantes séparées l'une de l'autre par une échancrure laissant passer le faisceau laser,
- des moyens pour faire tourner le disque diviseur autour d'un axe oblique par rapport à la direction du faisceau continu,
- au moins une tête de marquage contenant une lentille de focalisation du faisceau laser en un point de la surface du cylindre et éventuellement une tuyère d'insufflation d'un gaz approprié,

- des déflecteurs tels que par exemple des miroirs, pour assurer les variations de direction et/ou de position du faisceau entre l'écran mobile et l'orifice d'entrée dans la tête de marquage, sans altérer les qualités du dit faisceau,
- des moyens pour donner une répartition de forme géométrique appropriée aux points successivement creusés dans la surface du cylindre.

Le disque diviseur agit sur le faisceau laser non concentré, ce qui a pour avantage d'éviter les problèmes d'échauffement et de conserver après réflexion un faisceau très peu divergent.

Un autre avantage de ce diviseur mécanique est de permettre l'obtention de fréquences de plusieurs milliers de hertz, fréquences qui actuellement ne sont pas accessibles avec un laser pulsé.

Ce diviseur présente aussi le grand avantage de permettre la synchronisation de son déplacement avec celui du cylindre à traiter. Une telle synchronisation ne serait pas possible si le faisceau était pulsé à sa source ou interrompu par un appareil optique (cellule à effet Kerr par exemple).

Suivant une modalité de l'invention, le dispositif comprend deux têtes de marquage pour concentrer les faisceaux intermittents en un point de la surface d'un même cylindre ou de deux cylindres de laminoirs à traiter.

Quand le dispositif comprend deux têtes de marquage pour concentrer les faisceaux intermittents en un point de la surface d'un même cylindre, un de ces faisceaux peut servir soit à la préparation du trou à creuser, soit à la finition du trou creusé, soit encore à creuser d'autres trous.

Quand le dispositif comprend deux têtes de marquage pour concentrer les faisceaux intermittents en un point de la surface de deux cylindres, il est évidemment nécessaire de doubler les moyens destinés à donner une répartition de

forme géométrique appropriée aux points successivement creusés dans ces deux cylindres.

Outre les modalités de perforation, de préparation et de finition de trous, le faisceau laser dévié par le diviseur peut encore être focalisé de façon à opérer un préchauffage des zones à graver ou une trempe des zones non directement touchées par le faisceau concentré. Ce phénomène se produit d'ailleurs automatiquement dans la zone du cylindre située au-dessous du trou : cette zone est affectée thermiquement par le faisceau perforateur et subit ensuite un effet de trempe très énergique qui lui donne une dureté supérieure à celle des parties non affectées, même dans le cas d'un cylindre préalablement trempé.

Suivant une autre modalité de l'invention, le dispositif est caractérisé en ce que la tête de marquage est composée de deux parties dont l'une constitue un support comportant un déflecteur pour diriger le faisceau laser vers le cylindre à traiter et dont l'autre, constituant la tête de marquage proprement dite, contient la lentille de focalisation et éventuellement la tuyère d'insufflation, en ce que le dit support est solidaire du mécanisme de translation parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre, en ce que la tête de marquage proprement dite est solidaire de son support, au moyen d'une liaison ne permettant à la dite tête qu'un déplacement suivant une direction perpendiculaire à la surface du cylindre et en ce que cette tête de marquage est également munie d'un galet fou destiné à rouler sur la surface du dit cylindre.

En ce qui concerne la lentille de focalisation, on peut obtenir au point de concentration d'une lentille de distance focale égale à 60 mm, un diamètre de faisceau de 60 micromètres.

La distance focale de la lentille détermine non seulement le diamètre du faisceau au point de concentration, mais également la profondeur du champ, cette profondeur diminuant quand la distance focale diminue.

En ce qui concerne la tuyère d'insufflation, cet accessoire sert à faciliter la perforation par la présence d'un gaz de coupe tel que par exemple de l'oxygène, lorsque les trous sont creusés directement dans l'acier du cylindre ou à protéger le métal à perforer par la présence d'un gaz neutre, tel que par exemple de l'argon, lorsque les trous sont creusés dans une couche de revêtement du cylindre. Dans ce dernier cas, on sait que la perforation est suivie d'une attaque chimique ou électrochimique des endroits où l'acier du cylindre est laissé à découvert.

La présence du galet fou destiné à rouler sur la surface du cylindre à traiter permet d'effectuer des perforations sur des cylindres de diamètre différent, ainsi que sur des cylindres dont le bombé est plus grand que la profondeur de champ de la lentille.

Les miroirs constituant les déflecteurs destinés à guider le faisceau laser depuis la source d'émission jusqu'à la surface du cylindre à perforer peuvent être constitués d'aluminium poli ou recouverts d'or par exemple.

Dans le but de protéger ces miroirs de la poussière, on peut les enfermer dans une enceinte pourvue d'orifices d'entrée et de sortie du faisceau. A l'intérieur de cette enceinte, on effectue un apport d'air propre, destiné à créer une légère surpression, de telle sorte que cet air empêche l'entrée des poussières dans l'enceinte.

Suivant une modalité avantageuse de l'invention, les moyens assurant une répartition de forme géométrique appropriée aux trous successivement creusés dans la surface du cylindre consistent en un mécanisme de rotation du cylindre autour de son axe longitudinal et un mécanisme de translation du cylindre ou de la tête de marquage parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre.

Le mécanisme de translation parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre peut consister en un système à glissières, à galets, à coussin d'air, etc...

La rotation du cylindre est obtenue avantageusement en plaçant le cylindre sur des patins, entre pointes, etc...

Le dispositif suivant l'invention comprend les moyens de synchronisation des deux mécanismes suivants :

- de translation du cylindre ou de la tête de marquage d'une part et de rotation du cylindre d'autre part,
- de rotation du disque diviseur d'une part et de rotation du cylindre d'autre part.

Par ailleurs, la direction, le sens et la vitesse de rotation du cylindre sont déterminés pour permettre une synchronisation avec le mécanisme de rotation du disque diviseur du faisceau laser.

La synchronisation des deux mécanismes peut concerner les moteurs et les transmissions individuels de chaque mécanisme ou en variante et de façon plus précise, les moyens de synchronisation consistent avantageusement en un moteur unique pour les deux mécanismes et des transmissions sans glissement appropriées, telles que par exemple des vis-mères, des pignons dentés, etc...

La présente invention a également pour objet un procédé pour la mise en oeuvre du dispositif décrit ci-dessous.

Le procédé, objet de la présente invention, est essentiellement caractérisé en ce que l'on émet un rayonnement laser continu, de puissance suffisante pour détruire localement la matière constitutive du cylindre ou d'un revêtement préalablement déposé sur le dit cylindre, en ce que l'on transforme ce rayonnement continu en au moins un rayonnement intermittent, en ce que l'on focalise le faisceau intermittent ainsi obtenu sur la surface à traiter et en ce que l'on balaye la totalité de cette surface suivant une trajectoire assurant une répartition de forme géométrique appropriée aux trous successivement creusés dans la surface du cylindre.

Suivant une première modalité de l'invention, le rayonnement émis a une longueur d'onde de l'ordre de 10 micromètres (infrarouge lointain).

Suivant une deuxième modalité de l'invention, dans le cas où le rayonnement utilisé doit détruire la matière constitutive du cylindre de laminoir, la puissance requise est comprise entre 500 w et 3000 w.

Suivant une autre modalité de l'invention, dans le cas où le rayonnement utilisé doit détruire la matière constitutive d'un revêtement préalablement déposé sur le cylindre la puissance requise est comprise entre 10 w et 50 w.

Il peut être utile de pouvoir graver des trous de dimensions variables, en fonction de la position de ce trou sur la surface du cylindre. Dans ce but, on modifie la puissance électrique injectée dans le laser, une augmentation de puissance provoquant une augmentation des dimensions. En particulier, on fait varier la dimension des trous gravés sur la surface du cylindre suivant une dispersion déterminée, en faisant varier la puissance électrique injectée dans le laser autour d'une valeur moyenne prédéterminée.

Suivant l'invention, on transforme le rayonnement continu en deux rayonnements intermittents dont l'un est mis en oeuvre pour graver le cylindre à traiter et dont l'autre est utilisé à l'une ou l'autre fin suivante : début de perforation, gravure du même cylindre, gravure d'un second cylindre, préchauffage ou trempe du cylindre à traiter, absorption dans un milieu approprié.

Lorsque les trous sont creusés directement dans l'acier constitutif du cylindre, on souffle un gaz tel que par exemple de l'oxygène pouvant faciliter cette opération aux endroits où ces trous sont creusés.

Lorsque les trous sont creusés dans un revêtement préalablement déposé sur le cylindre, on souffle un gaz protecteur tel que par exemple de l'argon aux endroits où ces trous sont creusés.

Egalement suivant l'invention, on assure à chaque instant un repos relatif entre le point du cylindre où l'on grave le trou et le point d'impact du rayonnement sur le cylindre en synchronisant les mouvements de rotation du cylindre et du diviseur (direction, sens et vitesse).

Une telle synchronisation implique :

- que le mouvement du point du cylindre dans lequel on grave un trou et le mouvement du diviseur vu du cylindre à travers la lentille de focalisation et les déflecteurs intermédiaires aient la même direction,
- que le sens de ces mouvements soit choisi en fonction des caractéristiques de la lentille de focalisation et de la position de son point focal par rapport à la surface à traiter,
- que les vitesses linéaires v_1 du diviseur et v_2 du cylindre soient en valeur absolue reliées par l'expression $v_1 = \frac{d_1}{v_2} \frac{d_2}{d_1}$ où d_1 = diamètre du faisceau à la sortie du diviseur et d_2 = diamètre du faisceau focalisé, au niveau du cylindre. Toute imprécision par rapport à cette relation se traduit par une ovalisation des trous creusés dans le cylindre ou dans le revêtement de protection.

Encore suivant l'invention, on assure le balayage de la totalité de la surface du cylindre suivant une trajectoire hélicoïdale régulière autour de l'axe longitudinal de ce cylindre, en synchronisant le mouvement de translation de la tête de marquage ou du cylindre et le mouvement de rotation du cylindre.

Suivant une modalité particulièrement avantageuse de la modalité précédente, on assure à chaque groupe approprié de points creusés, une répartition en forme d'hexagone régulier.

On obtient une répartition en forme d'hexagone régulier en synchronisant les mouvements de rotation du diviseur et du cylindre, de telle sorte qu'à un tour du cylindre corresponde exactement le passage de $n + 1/2$ surfaces réfléchissantes ou échancrures, le pas de l'hélice étant approprié à la

distance entre deux trous successifs.

Les trois figures ci-annexées représentent à titre d'exemple non limitatif, deux applications différentes de l'invention décrite ci-dessus.

La figure 1 est relative au traitement simultané de deux cylindres.

Les figures 2 et 3 sont relatives au traitement d'un seul cylindre avec utilisation du second faisceau pour préchauffage avant perforation.

Suivant la figure 1, le faisceau indiqué en ombré sort verticalement de l'émetteur laser 1, puis est rendu horizontal par le miroir 2 pour aboutir au diviseur 3. Ce dernier comporte un disque 4 portant à sa périphérie une série de surfaces réfléchissantes séparées l'une de l'autre par des trous. Le disque 4 est placé obliquement par rapport au faisceau qu'il intercepte et tourne à grande vitesse. Sous l'action du disque 4, le faisceau est divisé en deux parties, dont l'une 5 continue en ligne droite à travers les trous, tandis que l'autre 6, est déviée.

A l'aide des miroirs 7 et 8, le faisceau 5 est orienté parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre 10. De même, à l'aide du miroir 9, le faisceau 6 est orienté parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre 11. Les cylindres 10 et 11 sont portés par des pointes 12 et tournent autour de leur axe longitudinal.

Le dispositif comprend également deux têtes de marquage 13 et 14, composées de deux parties dont l'une constitue un support 15 comportant un miroir 16 pour diriger le faisceau laser vers le cylindre à traiter (respectivement 10 et 11) et dont l'autre 17 constituant la tête de marquage proprement dite contient la lentille de focalisation 18 et la tuyère d'insufflation 19. Le support 15 se déplace parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre à traiter. La tête de marquage proprement dite 17 est solidaire de son support au moyen d'une liaison 20 ne permettant à la dite tête qu'un déplacement suivant une direction

perpendiculaire à la surface du cylindre. De plus, la tête de marquage proprement dite est munie d'un galet fou 21 destiné à rouler sur la surface du cylindre à traiter.

Le déplacement de chaque tête de marquage (13,14) est synchronisé avec la rotation du cylindre correspondant (10, 11) sur les tours 22, 23, par l'intermédiaire des vis-mères 24, 25. Un seul moteur 26 met en mouvement le disque 4 et les deux tours 22 et 23, par l'intermédiaire de transmissions sans glissement 27, 28 et 29, dans le but d'assurer une meilleure synchronisation des mouvements.

Les trajectoires du faisceau sont protégées par des gaines soit fixes 30, soit télescopiques 31.

Suivant la figure 2, le faisceau 32 indiqué en ombré sort verticalement de l'émetteur laser 33 pour aboutir au diviseur 34 comportant un disque 35 analogue au disque 4 de la figure 1. Sous l'action du disque 35, le faisceau 32 est divisé en deux faisceaux parallèles proches 36 et 37, comme représenté à la figure 3, où le diviseur est schématisé en traits interrompus 38 symbolisant l'alternance des trous et des surfaces réfléchissantes. Dans la situation (a), le faisceau incident 32 passe à travers le diviseur et continue en 36 sans être dévié; au niveau de la tête de marquage, ce faisceau 36 est utilisé pour creuser des trous dans le cylindre à traiter. Dans la situation (b), le faisceau incident 32 est dévié successivement par une surface réfléchissante 38 du disque 35, puis par un miroir auxiliaire 39 qui lui est parallèle. Le faisceau dévié traverse le disque 35 par le trou adjacent à la surface réfléchissante touchée en premier lieu et continue en 37, suivant une direction parallèle au faisceau incident 32. Ce faisceau 37 est utilisé au niveau de la tête de marquage pour opérer un début de perforation. Bien entendu, une autre utilisation peut être envisagée, telle que par exemple un préchauffage ou la continuation d'une perforation entamée. De telles utilisations sont en effet possibles, car à la position du trou par où passe le faisceau 37, la synchronisation des mouvements du disque diviseur et du

cylindre à traiter fait correspondre le point du cylindre qui va arriver dans la zone de focalisation du prochain faisceau 36.

Après avoir traversé le disque 35, les faisceaux 36 et 37 sont orientés parallèlement à l'axe du cylindre 40 au moyen du miroir 41 pour aboutir à la tête de marquage 42. Cette dernière comporte un miroir pour diriger les faisceaux vers le cylindre 40, une lentille de focalisation et une tuyère d'insufflation comme pour les têtes 13 et 14 de la figure 1.

Le déplacement de la tête de marquage 42 parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre 40 est synchronisé avec la rotation du cylindre 40 entre pointes 43 sur le tour 44 par l'intermédiaire de la vis-mère 45. Un seul moteur 46 met en mouvement le disque 35 et le tour 44, par l'intermédiaire des transmissions 47 et 48, comme dans la figure 1 également.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour effectuer des microperforations sur la surface des cylindres de laminoirs, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une source de lumière laser à fonctionnement continu, de préférence à CO₂,
- un disque rotatif diviseur du faisceau laser dont la périphérie comporte des surfaces réfléchissantes séparées l'une de l'autre par une échancrure laissant passer le faisceau laser,
- des moyens pour faire tourner le disque diviseur autour d'un axe oblique par rapport à la direction du faisceau continu,
- au moins une tête de marquage contenant une lentille de focalisation du faisceau laser en un point de la surface du cylindre et éventuellement une tuyère d'insufflation d'un gaz approprié,
- des déflecteurs tels que par exemple des miroirs, pour assurer les variations de direction et/ou de position du faisceau entre l'écran mobile et l'orifice d'entrée dans la tête de marquage, sans altérer les qualités du dit faisceau,
- des moyens pour donner une répartition de forme géométrique appropriée aux points successivement creusés dans la surface du cylindre.

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux têtes de marquage pour concentrer les faisceaux intermittents en un point de la surface d'un même cylindre ou de deux cylindres de laminoirs à traiter.

3. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la tête de marquage est composée de deux parties dont l'une constitue un support comportant un déflecteur pour diriger le faisceau laser vers le cylindre à traiter et dont l'autre constituant la tête de marquage proprement dite contient la lentille de focalisation et éventuellement la tuyère d'insufflation, en ce que le dit support est solidaire du mécanisme de translation parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre, en ce que la tête de marquage proprement dite est solidaire de son support au moyen d'une liaison ne permettant à la dite tête qu'un déplacement suivant une direction perpendiculaire à la surface du cylindre et en ce que cette tête de marquage est également munie d'un galet fou destiné à rouler sur la surface du dit cylindre.

4. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que des moyens assurant une répartition de forme géométrique appropriée aux trous successivement creusés dans la surface du cylindre consistent en un mécanisme de rotation du cylindre autour de son axe longitudinal et un mécanisme de translation du cylindre ou de la tête de marquage parallèlement à l'axe longitudinal du cylindre.

5. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de synchronisation du mécanisme de translation du cylindre ou de la tête de marquage et du mécanisme de rotation du cylindre.

6. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de synchronisation des mécanismes de rotation du disque diviseur et du cylindre de laminoir à traiter.

7. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que les moyens de synchronisation consistent en un moteur unique pour les deux mécanismes et des transmissions sans glissement appropriées, telles que vis-mères, pignons dentés, etc...

8. Procédé pour la mise en oeuvre du dispositif décrit dans l'une ou l'autre des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'on émet un rayonnement laser continu, de puissance suffisante pour détruire localement la matière constitutive du cylindre ou d'un revêtement préalablement déposé sur le dit cylindre, en ce que l'on transforme ce rayonnement continu en au moins un rayonnement intermittent, en ce que l'on focalise le faisceau intermittent ainsi obtenu sur la surface à traiter et en ce que l'on balaye la totalité de cette surface suivant une trajectoire assurant une répartition de forme géométrique appropriée aux trous successivement creusés dans la surface du cylindre.

9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le rayonnement émis a une longueur d'onde de l'ordre de 10 micromètres (infrarouge lointain).

10. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que, dans le cas où le rayonnement utilisé doit détruire la matière constitutive du cylindre de laminoir, la puissance requise est comprise entre 500 w et 3000 w.

11. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que, dans le cas où le rayonnement utilisé doit détruire la matière constitutive d'un revêtement préalablement déposé sur le cylindre, la puissance requise est comprise entre 10 w et 50 w.

12. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que l'on grave des trous de dimensions variables, en fonction de la position de ce trou sur la surface du cylindre.

13. Procédé suivant la revendication 12, caractérisé en ce que l'on fait varier la dimension des trous gravés sur la surface du cylindre, en modifiant la puissance électrique injectée dans le laser, une augmentation de puissance provoquant une augmentation des dimensions.

14. Procédé suivant la revendication 13, caractérisé en ce que l'on fait varier la dimension des trous gravés sur la surface du cylindre suivant une dispersion déterminée, en faisant varier la puissance électrique injectée dans le laser autour d'une valeur moyenne prédéterminée.

15. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 8 à 14, caractérisé en ce que l'on transforme le rayonnement continu en deux rayonnements intermittents dont l'un est mis en oeuvre pour graver le cylindre à traiter et dont l'autre est utilisé à l'une ou l'autre fin suivante : début de perforation, gravure du même cylindre, gravure d'un second cylindre, préchauffage ou trempe du cylindre à traiter, absorption dans un milieu approprié.

16. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que, lorsque les trous sont creusés directement dans l'acier constitutif du cylindre, on souffle un gaz tel que par exemple de l'oxygène pouvant faciliter cette opération aux endroits où ces trous sont creusés.

17. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que, lorsque les trous sont creusés dans un revêtement préalablement déposé sur le cylindre,

on souffle un gaz protecteur tel que par exemple de l'argon aux endroits où ces trous sont creusés.

18. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 8 à 17, caractérisé en ce que l'on assure à chaque instant un repos relatif entre le point du cylindre où l'on grave le trou et le point d'impact du rayonnement sur le cylindre, en synchronisant les mouvements de rotation du cylindre et du diviseur (direction, sens et vitesse).

19. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 8 à 18, caractérisé en ce que l'on assure le balayage de la totalité de la surface du cylindre suivant une trajectoire hélicoïdale régulière autour de l'axe longitudinal de ce cylindre, en synchronisant le mouvement de translation de la tête de marquage ou du cylindre et le mouvement de rotation du cylindre.

20. Procédé suivant la revendication 19, caractérisé en ce que l'on assure à chaque groupe approprié de points creusés, une répartition en forme d'hexagone régulier.

21. Procédé suivant la revendication 20, caractérisé en ce que l'on obtient une répartition en forme d'hexagone régulier, en synchronisant les mouvements de rotation du diviseur et du cylindre, de telle sorte qu'à un tour du cylindre correspond exactement le passage de $n + 1/2$ surfaces réfléchissantes ou échancrures, le pas de l'hélice étant approprié à la distance entre deux trous successifs.

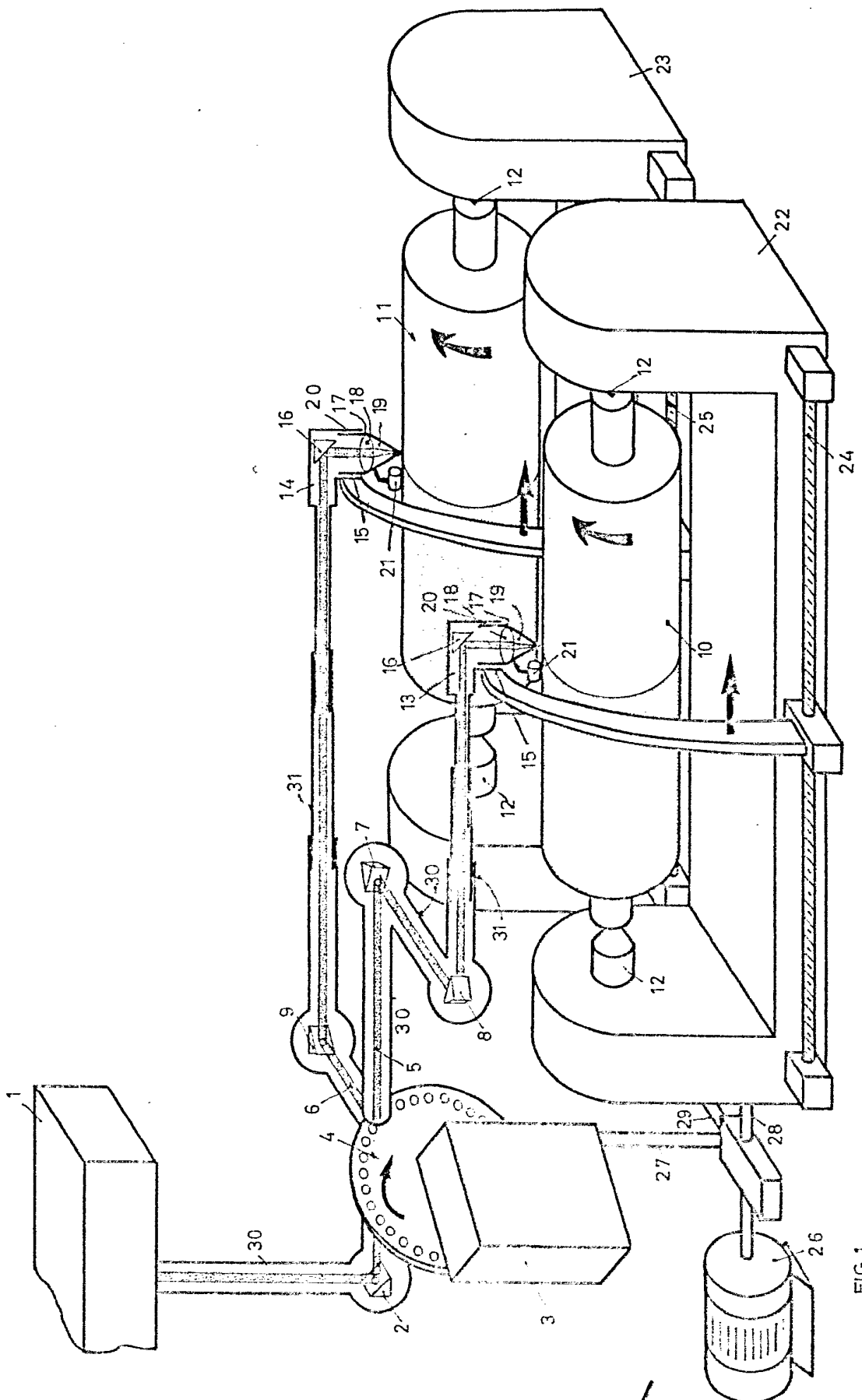


FIG. 1.

[Handwritten signature]

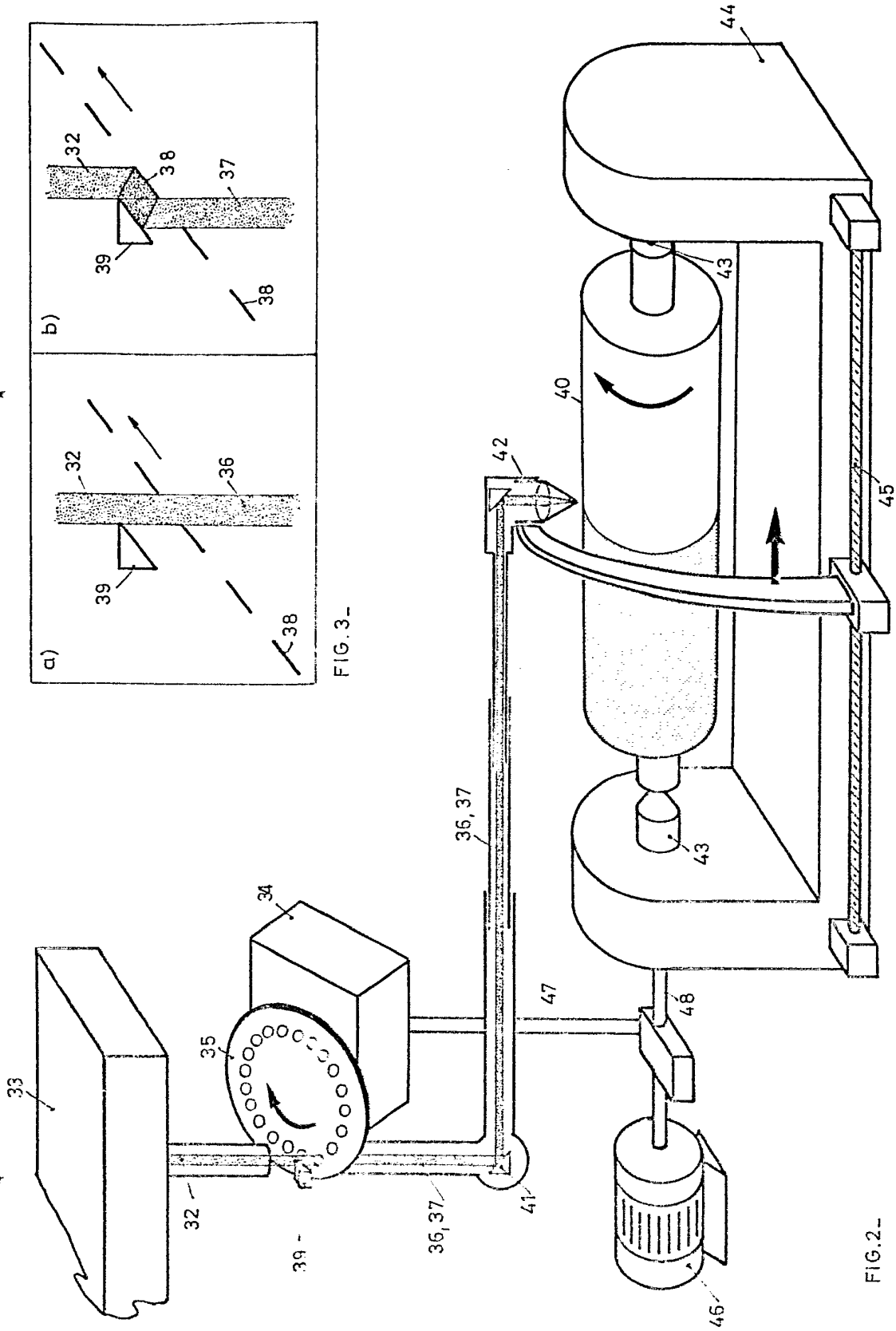


FIG. 3.-

FIG. 2.-

