

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **86402598.6**

⑥① Int. Cl.⁴: **B 24 C 1/10**

㉑ Date de dépôt: **21.11.86**

③① Priorité: **29.11.85 FR 8517704**

⑦① Demandeur: **AEROSPATIALE Société Nationale Industrielle**
37 boulevard de Montmorency
F-75781 Paris Cédex 16 (FR)

④③ Date de publication de la demande:
24.06.87 Bulletin 87/26

⑦② Inventeur: **Bon, Gérard**
Moulin de la Bénetière
F-44860 Pont St. Martin (FR)

⑧④ Etats contractants désignés: **DE GB IT**

⑦④ Mandataire: **Wagret, Jean-Michel et al**
Propri Conseils 23 rue de Léningrad
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Installation automatique de grenailage pour la formation de précontraintes de compression.**

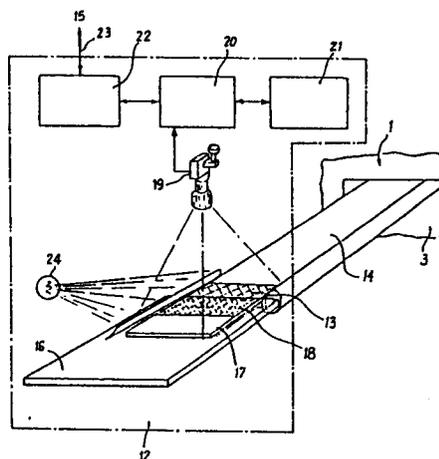
⑤⑦ - Installation automatique destinée à engendrer par grenailage des précontraintes de compression superficielles sur une pièce (2) à traiter.

- Selon l'invention, cette installation comporte : - une enceinte étanche (1) dans laquelle est disposée ladite pièce (2) ; - un robot (10, 11) disposé au moins partiellement dans ladite enceinte étanche (1) et susceptible de déplacer, par rapport à ladite pièce (2), au moins une buse (8) émettant un jet de projectiles de grenailage ;

- des moyens (7) de contrôle des caractéristiques dudit jet de projectiles ; et

- des moyens de support (14), disposés dans ladite enceinte (1) et destinés à supporter des éprouvettes de contrôle (13), ainsi que des moyens (12) pour mesurer le taux de recouvrement des impacts desdits projectiles de grenailage sur une éprouvette (13) grenillée, par ladite buse (8) mue par ledit robot (10,11), dans des conditions identiques à celles d'une zone de ladite pièce (2), lesdits moyens (12) de mesure du taux de recouvrement des impacts desdits projectiles étant susceptibles de commander lesdits moyens de contrôle (7) ;

Fig.2



Description

Installation automatique de grenailage pour la formation de précontraintes de compression.

La présente invention concerne une installation automatique de grenailage destinée à engendrer des précontraintes de compression superficielles sur des pièces, notamment de grandes dimensions, soumises localement à des efforts élevés pendant leur utilisation. Quoique non exclusivement, elle est particulièrement appropriée au traitement des éléments structuraux d'un aéronef.

On sait que l'objet d'une opération de grenailage créant des précontraintes de compression superficielles est d'améliorer la résistance à la fatigue, à la corrosion et aux frottements, c'est-à-dire d'accroître la résistance générale, des parties d'une pièce soumises à un tel grenailage. Aussi, par exemple, les parties d'une pièce structurale d'aéronef soumises à des efforts importants pendant l'utilisation de cet aéronef, sont-elles soumises à ce grenailage, désigné ci-après par grenailage de précontraintes.

De façon connue, un tel grenailage de précontraintes met en oeuvre des buses projetant, à grande vitesse, des projectiles constitués le plus souvent de billes d'acier, de verre, de céramique ou analogue. La projection s'effectue généralement sur des zones localisées d'une pièce (celles qui sont le plus sensibles aux efforts dont les effets nuisibles doivent être contrecarrés) suivant un processus respectant très précisément certains critères, conformément à des normes.

Jusqu'à présent, le grenailage de précontraintes est effectué manuellement par un opérateur, dans une enceinte étanche, ledit opérateur déplaçant à la main une telle buse de grenailage en regard desdites zones localisées des pièces à renforcer. Pour contrôler les caractéristiques du jet de projectiles de grenailage (essentiellement débit et vitesse desdits projectiles), cet opérateur effectue de temps à autre en plus du grenailage des pièces à traiter, celui d'éprouvettes minces normalisées, susceptibles de se courber sous l'effet des contraintes superficielles qui sont engendrées sur la face grenailée des éprouvettes. La flèche résultante des éprouvettes constitue l'un des critères d'appréciation des caractéristiques du jet de grenailage.

Un tel processus manuel présente de nombreux inconvénients. En effet, tout d'abord, ledit opérateur doit être enfermé dans l'enceinte étanche de grenailage et ses conditions de travail sont particulièrement pénibles, bien qu'il soit physiquement protégé par un scaphandre ventilé. De plus, bien que réalisé suivant un processus normalisé, le grenailage manuel des éprouvettes ne s'effectue pas forcément dans des conditions absolument identiques à celles du grenailage des pièces (par exemple en ce qui concerne la distance de la buse, la distance parcourue par la buse, l'incidence du jet, etc...) de sorte que la flèche des éprouvettes n'est pas une mesure exacte de la qualité de grenailage. Tout au plus, ces éprouvettes permettent de contrôler les caractéristiques du jet des projectiles de grenailage, mais non pas l'effet que ce jet a sur les pièces grenillées.

En conséquence, l'objet de la présente invention est de réaliser une installation automatique de grenailage de précontraintes remédiant aux inconvénients précités et permettant :

- à l'opérateur d'être placé, non plus à l'intérieur de l'enceinte de grenailage, mais à l'extérieur de celle-ci, à l'air libre, la fonction de cet opérateur n'étant plus de déplacer manuellement la buse de projection, mais de piloter ladite installation ; et

- un contrôle significatif et représentatif du grenailage effectivement exécuté sur les pièces à traiter.

A cette fin, selon l'invention, l'installation automatique destinée à engendrer par grenailage des précontraintes de compression superficielles sur une pièce à traiter et comportant :

- une enceinte étanche dans laquelle est disposée ladite pièce ;

- un robot disposé au moins partiellement dans ladite enceinte étanche et susceptible de déplacer, par rapport à ladite pièce, au moins une buse émettant un jet de projectiles de grenailage ;

- des moyens de contrôle des caractéristiques dudit jet de projectiles ; et

- des moyens de support, disposés dans ladite enceinte et destinés à supporter des éprouvettes de contrôle,

est remarquable en ce qu'elle comporte des moyens pour mesurer le taux de recouvrement des impacts desdits projectiles de grenailage sur une éprouvette grenillée, par ladite buse mue par ledit robot, dans des conditions identiques à celles d'une zone de ladite pièce, lesdits moyens de mesure du taux de recouvrement des impacts desdits projectiles étant susceptibles de commander lesdits moyens de contrôle.

Ainsi, par la détermination d'un critère particulier (le taux de recouvrement des impacts), on peut rendre automatique une installation de précontraintes de compression. En effet, les conditions de grenailage de l'éprouvette et de la zone correspondante de la pièce étant identiques, on est sûr que les taux de recouvrement des impacts sur l'éprouvette et sur ladite zone sont également identiques, de sorte que le taux de recouvrement mesuré sur l'éprouvette est significatif des précontraintes superficielles engendrées dans la zone correspondante de ladite pièce. Les conditions de grenailage choisies identiques pour l'éprouvette et la pièce comprennent, par exemple, la distance de la buse de grenailage à l'éprouvette et à la pièce, l'incidence du jet de projectiles sur l'éprouvette et sur la pièce, la nature et les dimensions des projectiles, les caractéristiques du jet des projectiles (à savoir le débit et la vitesse des projectiles), et les conditions (vitesse et pas) de balayage de l'éprouvette et de ladite zone par la buse mue par le robot. Il est de plus avantageux que l'éprouvette soit en un métal identique à celui de ladite pièce (dans ce cas les taux de recouvrement des impacts sur l'éprouvette et la pièce sont identiques), ou tout au moins en un métal dont la dureté est parfaitement connue (dans ce cas

les taux de recouvrement des impacts sur l'éprouvette et la pièce sont dans le même rapport que les duretés de celles-ci).

On voit donc que, grâce à l'invention, on peut obtenir une grande constance et une grande précision dans les résultats de grenailage de précontraintes des pièces à traiter, de sorte qu'il est possible d'améliorer le calcul desdites pièces et d'alléger celles-ci. De plus, on bénéficie, par la mise en oeuvre de l'invention, d'un gain de temps appréciable, dans la mesure où l'apprentissage du robot a été effectué dans des conditions optimales.

On remarquera que, par exemple par les brevets FR-A-2 450 668, FR-A-2 460 754, FR-A-2 460 755 et FR-A-2 486 850, on connaît déjà des installations automatiques de grenailage.

Cependant, ces installations connues concernent le sablage et non pas le grenailage de précontraintes. Il semble que l'impossibilité, jusqu'à présent, de réaliser une installation automatique de grenailage de précontraintes, malgré les avantages qui en résultent, ait été liée, au moins en partie, à l'impossibilité de trouver un critère représentatif et parfaitement mesurable, comme celui mise en oeuvre par la présente invention, à savoir le taux de recouvrement des impacts.

On sait que, lorsqu'un projectile de grenailage atteint une surface métallique, il y imprime un impact. Par suite, une pièce en cours de grenailage présente une surface martelée formée de parties intactes, non touchées par des projectiles, et d'impacts de projectiles. Tout naturellement, dans la présente invention, on désigne par taux de recouvrement des impacts des projectiles, pour une zone d'aire totale déterminée, le rapport ramené en % entre la somme des aires des impacts et l'aire totale de ladite zone. Bien entendu, l'intensité des précontraintes superficielles engendrées dans ladite zone dépend de la valeur dudit taux de recouvrement des impacts des projectiles.

Ainsi, si l'on considère une surface en cours de grenailage, son taux de recouvrement des impacts des projectiles augmente au fur et à mesure du grenailage, depuis la valeur nulle (état de la surface à traiter avant le début du grenailage) jusqu'à la valeur 100 % pour laquelle il ne reste plus de parties de la zone initiale non touchées par les projectiles. De plus, l'expérience montre que si on prolonge le grenailage au-delà de l'instant auquel on atteint la valeur 100 %, il n'en résulte pratiquement pas de modifications des précontraintes superficielles engendrées.

Ainsi, d'une part, pour être sûr d'obtenir un taux de recouvrement des impacts des projectiles égal à 100 %, il suffit de prolonger le grenailage assez longtemps et, d'autre part, on peut associer, à chaque valeur de l'amplitude desdites précontraintes superficielles susceptibles d'être obtenues par grenailage, une valeur comprise entre 0 et 100 % dudit taux de recouvrement des impacts.

Par ailleurs, puisque chaque valeur du taux de recouvrement des impacts des projectiles correspond à un martelage déterminé de la surface grenailée, ce taux de recouvrement peut être mesuré par des moyens opto-électroniques exami-

nant ladite surface.

Aussi, dans un mode de réalisation avantageux de la présente invention, lesdits moyens pour mesurer le taux de recouvrement des impacts desdits projectiles de grenailage comportent une première éprouvette de référence identique à l'éprouvette grenailée et présentant un taux de recouvrement nul, une seconde éprouvette de référence identique à l'éprouvette grenailée et présentant un taux de recouvrement égal à 100 %, des moyens pour éclairer lesdites première et seconde éprouvettes ainsis que l'éprouvette grenailée, des moyens opto-électroniques susceptibles d'observer ces trois éprouvettes et de mesurer les niveaux de gris de celles-ci et des moyens de calcul pour déterminer les niveaux de gris de l'éprouvette grenailée par comparaison et seuillage avec les niveaux de gris desdites première et seconde éprouvettes de référence.

De préférence, lesdits moyens pour mesurer le taux de recouvrement des impacts sont disposés à l'extérieur de ladite enceinte étanche et un dispositif de transport est prévu pour déplacer ladite éprouvette grenailée entre sa position de grenailage intérieure à ladite enceinte et sa position de mesure dans lesdits moyens. Lesdits moyens pour mesurer le taux de recouvrement des impacts peuvent aussi être portatifs pour des mesures directes sur pièce.

Il est avantageux que ledit robot soit du type programmable et que ses séquences de balayage de la pièce par le jet de projectiles de la buse soit commandées par un calculateur électronique. Dans ce cas, ce calculateur électronique est relié aux moyens de calcul déterminant le niveau de gris de l'éprouvette grenailée et commande lesdits moyens de contrôle des caractéristiques du jet de projectiles.

De préférence, ledit calculateur électronique commande de plus les séquences de grenailage de ladite éprouvette, les séquences de transfert de ladite éprouvette de sa position de grenailage à sa position de mesure et les séquences de mesure du taux de recouvrement de ladite éprouvette.

Ainsi, dans une telle installation, l'identité des conditions de grenailage de l'éprouvette et de la pièce (incidence, balayage, etc...) est assurée par le robot, et le contrôle des caractéristiques du jet de grenailage est effectué par ledit calculateur électronique.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 illustre schématiquement une installation conforme à l'invention.

La figure 2 illustre schématiquement un mode de réalisation des moyens de mesure du taux de recouvrement, pour l'installation de la figure 1.

L'installation automatique de grenailage de précontraintes selon l'invention, montrée schématiquement par la figure 1, comporte une enceinte 1 de dimensions suffisantes pour contenir une pièce 2 à grenailier. L'enceinte 1 est pourvue d'un sas d'entrée 3 et d'un sas de sortie 4 pour la pièce 2. Des moyens de transport (non représentés) sont prévus pour amener ladite pièce 2 dans l'enceinte 1 et l'en-

sortir. Cette pièce 2 est représentée sur la figure 1 comme étant un longeron d'aéronef.

L'enceinte 1 doit être prévue étanche en ce qui concerne les projectiles de grenailage, afin que ceux-ci ne puissent se répandre à l'extérieur pendant le grenailage. Le fond 5 de l'enceinte 1 est conformé en trémie pour recueillir lesdits projectiles de grenailage et les diriger vers un bac de récupération 6, en liaison avec un dispositif de retraitement et de recyclage 7 alimentant une buse de projection 8 en projectiles, par un conduit 9. Ce dispositif 7 est apte à contrôler les caractéristiques du jet des projectiles.

Le dispositif 7 et la buse 8 peuvent être de tout type connu et ne sont que représentés extrêmement schématiquement sur la figure 1. Il en est de même d'un robot 10, disposé au moins partiellement à l'intérieur de l'enceinte 1 et chargé de mouvoir la buse 8 par rapport à la pièce 2, afin d'obtenir le grenailage de zones désirées de celle-ci. Pour cela, la buse 8 est montée à bout d'un bras 11 animé par ledit robot 10.

Par ailleurs, de préférence à l'extérieur de l'enceinte 1, est prévu un dispositif 12 pour la mesure du taux de recouvrement des impacts des projectiles de grenailage sur des éprouvettes 13. Celles-ci sont en même métal que la pièce 2 et au moins l'une d'entre elles est disposée à l'intérieur de l'enceinte 1, en un endroit pouvant être atteint par la buse 8 (position 8' de la buse 8 et position 11' du bras 11 du robot). Cet endroit est relié au dispositif 12 par une voie 14, par exemple un convoyeur à bande sans fin, traversant ladite enceinte.

Un calculateur 15, chargé de commander tous les paramètres et séquences de grenailage par contrôle du dispositif 7 d'alimentation en projectiles de la buse 8 et du robot 10, reçoit les résultats des mesures effectuées par le dispositif 12 (ligne 23). Le calculateur 15 commande également le convoyeur 14.

Ainsi, de façon séquentielle, le calculateur 15 procède au grenailage des parties de la pièce 2 qui doivent être traitées et à celui d'éprouvettes 13. Ces éprouvettes sont grenillées dans les mêmes conditions que ladite pièce 2 et sont ensuite amenées au dispositif de mesure 12 par le convoyeur 14. Le dispositif de mesure 12 communique ses résultats au calculateur 15, qui commande le dispositif 7 pour tenir compte desdits résultats.

Par suite, à tout moment, les caractéristiques du jet de projectiles de grenailage émis par la buse 8 peuvent être ajustées à celles nécessaires à l'obtention des précontraintes superficielles désirées pour la pièce 2.

Le mode de réalisation du dispositif de mesure 12, représenté schématiquement sur la figure 2, comporte un support 16 sur lequel sont disposées deux éprouvettes 17 et 18, identiques à une éprouvette 13 dont on doit mesurer le taux de recouvrement des impacts. Les éprouvettes 17 et 18 correspondent respectivement à la valeur 0 et à la valeur 100 % de ce taux. L'éprouvette 13 peut être amenée par le convoyeur 14 dans une position adjacente aux éprouvettes 17 et 18.

Le dispositif 12 comporte une caméra matricielle

19 disposée au-dessus du support 16, de façon à ce que son champ englobe les éprouvettes 17 et 18, ainsi que l'éprouvette 13 à mesurer. La caméra 19 est reliée à un boîtier électronique 20, en liaison avec un moniteur 21 et un calculateur 22. Celui-ci adresse au calculateur 15, par une ligne 23, les signaux de la caméra 19. Une source lumineuse 24 éclaire les éprouvettes 17, 18 et 13.

Ainsi, la caméra 19, en comparant les niveaux de gris des éprouvettes 17 et 18 avec ceux de l'éprouvette 13 peut déterminer le taux de recouvrement des impacts des projectiles de l'éprouvette mesurée 13. A partir de ces niveaux de gris mesurés pour ladite éprouvette 13, le calculateur 15 peut donc régler le dispositif 7.

Bien entendu, pour augmenter la précision de la mesure du taux de recouvrement de l'éprouvette 13, il est possible d'effectuer plusieurs mesures, avec éventuellement rotation desdites éprouvettes 17, 18 et 13 autour d'un axe orthogonal au support 16.

Revendications

1 - Installation automatique destinée à engendrer par grenailage des précontraintes de compression superficielles sur une pièce (2) à traiter et comportant :

- une enceinte étanche (1) dans laquelle est disposée ladite pièce (2) ;
- un robot (10,11) disposé au moins partiellement dans ladite enceinte étanche (1) et susceptible de déplacer, par rapport à ladite pièce (2), au moins une buse (8) émettant un jet de projectiles de grenailage ;
- des moyens (7) de contrôle des caractéristiques dudit jet de projectiles ; et
- des moyens de support (14), disposés dans ladite enceinte (1) et destinés à supporter des éprouvettes de contrôle (13), caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens (12) pour mesurer le taux de recouvrement des impacts desdits projectiles de grenailage sur une éprouvette (13) grenillée, par ladite buse (8) mue par ledit robot (10, 11), dans des conditions identiques à celles d'une zone de ladite pièce (2), lesdits moyens (12) de mesure du taux de recouvrement des impacts desdits projectiles étant susceptibles de commander lesdits moyens de contrôle (7).

2 - Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens (12) pour mesurer le taux de recouvrement des impacts desdits projectiles de grenailage comportent une première éprouvette de référence (17) identique à l'éprouvette grenillée (13) et présentant un taux de recouvrement nul, une seconde éprouvette de référence (18) identique à l'éprouvette grenillée (13) et présentant un taux de recouvrement égal à 100 %, des moyens (24) pour éclairer lesdites première et seconde éprouvettes de référence ainsi que l'éprouvette grenillée, des moyens opto-électroniques (19) susceptibles d'observer ces

trois éprouvettes (17, 18, 13) et de mesurer le niveau de gris de celles-ci et des moyens de calcul (22) pour déterminer les niveaux de gris de l'éprouvette grenillée (13) par comparaison avec les niveaux de gris desdites première et seconde éprouvette de référence (17, 18). 5

3 - Installation selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que lesdits moyens (12) pour mesurer le taux de recouvrement des impacts sont disposés à l'extérieur de ladite enceinte (1) et en ce qu'un dispositif de transport (14) est prévu pour déplacer ladite éprouvette grenillée (13) entre sa position de grenillage intérieure à ladite enceinte (1) et sa position de mesure dans lesdits moyens (12). 10 15

4 - Installation selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle ledit robot (10, 11) est du type programmable, les séquences de balayage de la pièce par le jet de projectiles étant commandées par un calculateur électronique (15), caractérisée en ce que ce calculateur électronique (15) est relié aux moyens de calcul (22) déterminant le niveau de gris de l'éprouvette grenillée (13) et commande lesdits moyens (7) de contrôle des caractéristiques du jet de projectiles. 20 25

5 - Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que ledit calculateur électronique (15) commande de plus les séquences de grenillage de ladite éprouvette (13), les séquences de transfert de ladite éprouvette (13) de sa position de grenillage à sa position de mesure et les séquences de mesure du taux de recouvrement de ladite éprouvette. 30 35

6 - Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que lesdits moyens (12) de mesure du taux de recouvrement des impacts sont portatifs. 40

45

50

55

60

65

5

Fig.1

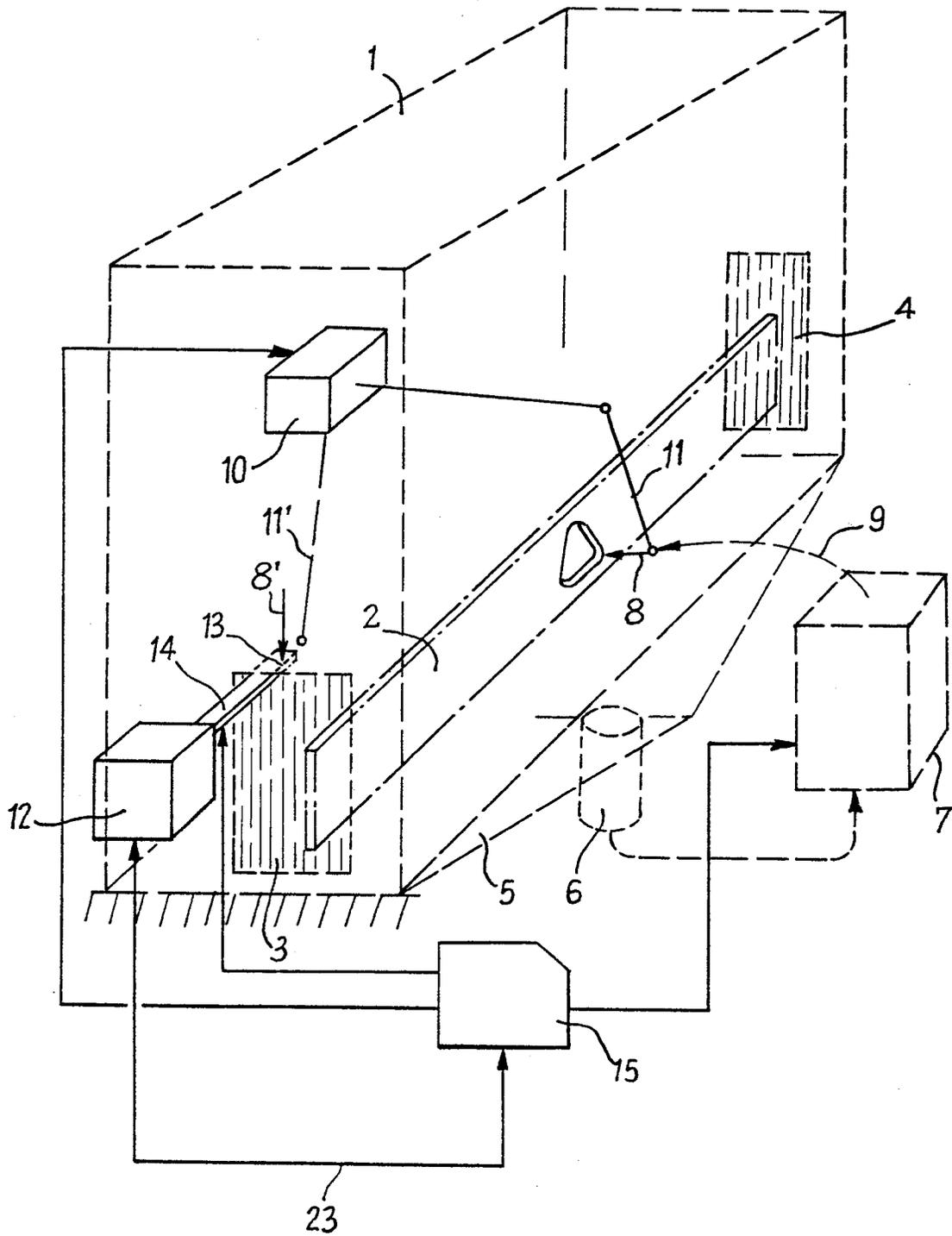
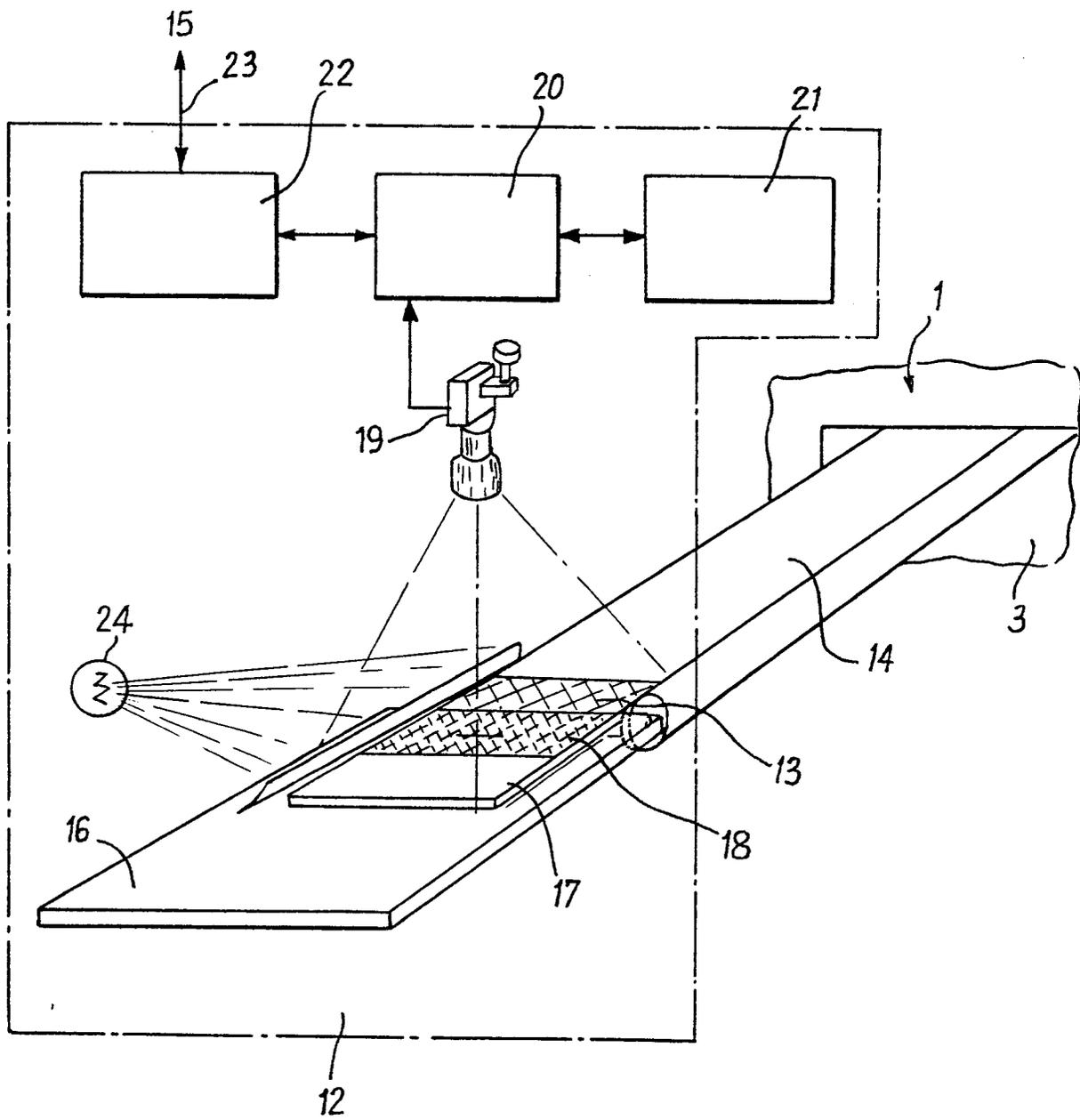


Fig. 2





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	US-A-3 950 642 (P.G. FELD) * Colonne 2, lignes 3-32; figure *	1	B 24 C 1/10
A	--- US-A-3 729 375 (J.H. CHAPPELLE) * Colonne 1, lignes 16-38 *	1	
A	--- MACHINE DESIGN, vol. 54, no. 6, mars 1984, pages 57-61, Cleveland, Ohio, US; R.R. MURRAY: "Longer life for metal parts by shot peening"		
A,D	--- EP-A-0 022 398 (LUTELEC LUCHAIRE EQUIPMENT)		
A	--- PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 3, no. 68 (C-48), 13 juin 1979; & JP-A-54 43 836 (MITSUBISHI JUKOGYO K.K.) 04-06-1979		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	--- PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 8, no. 210 (M-238)[1647], 26 septembre 1984; & JP-A-59 97 843 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 05-06-1984		B 24 C C 21 D G 01 N
A	--- SU-A-1 050 858 (CRYOGENIC ENG RES) * Figure *		

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12-02-1987	Examineur HUGGINS J.D.
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	