(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 678 954**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **91 08850**

(51) Int Cl[5] : C 22 F 3/00; C 22 C 14/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 12.07.91.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 15.01.93 Bulletin 93/02.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *CHIEF CONTROLLER, RESEARCH AND DEVELOPMENT, MINISTRY OF DEFENCE, Govemment of India* — IN.

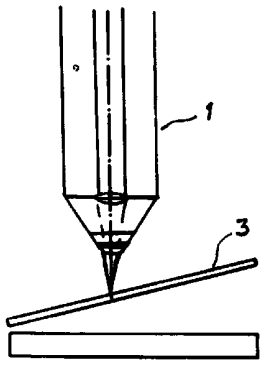
(72) **Inventeur(s) :** Bharti Arvind et Saxena Vikas Kumar.

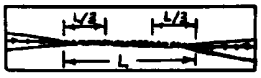
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Cabinet Netter.

(54) Procédé pour améliorer la résistance à la croissance de criques de fatigue.

(57) La présente invention concerne un procédé pour améliorer la résistance à la croissance de criques de fatigue d'alliages de titane α - β et d'alliages ou de métaux analogues, consistant à faire une simple trace laser (figure 1b) sur la feuille ou composant (3) de l'alliage ou du métal avec une puissance et une vitesse de balayage sélectionnées précédemment et avec le point focal se trouvant jusqu'à 200 µm au-dessus ou en dessous de la surface de glaçage. On mesure la largeur de la trace de façon à régler un manipulateur pour faire des balayages successifs avec un recouvrement de 5 à 50 %. Le composant est recouvert par des balayages successifs sous une couverture de gaz inerte à une pression de 138-330 kPa.





FR 2 678 954 - A1

Procédé pour améliorer la résistance à la croissance de criques de fatigue

La présente invention concerne un procédé pour améliorer la résistance à la croissance de criques de fatigue d'alliages de titane et d'alliages ou de métaux analogues. De façon spécifique, mais sans que cela implique aucune limitation, le procédé de la présente invention s'applique avantageusement pour améliorer la résistance à la croissance de criques de fatigue d'un alliage contenant 6,5% de titane, 3,5% d'aluminium, 1,9% de molybdène, 0,23% de silicium, d'alliages de titane $\alpha - \beta$ et d'autres alliages ou métaux susceptibles de conserver une phase métastable lors d'un refroidissement rapide.

Les alliages de titane sont utilisés comme matériaux dans l'industrie aérospatiale et sont employés en tant que matériaux de structure dans des membrures d'appareils aérospatiaux et également dans des aubes de turbines pour des moteurs à réaction. Du fait de la nature des charges dans les membrures pour appareils aérospatiaux, les caractéristiques de fatigue sont de la plus extrême importance. Avec l'utilisation croissante de composites non métalliques pour des ailes d'aéronefs et pour d'autres structures, les alliages de titane ont pris une importance plus grande en tant que structures de jonction pour des composants métalliques et non métalliques, par exemple pour la jonction des ailes sur le fuselage de l'aéronef.

La présente invention envisage un procédé pour augmenter la résistance à la croissance de criques de fatigue d'alliages de titane $\alpha - \beta$ et d'autres matériaux métalliques, ce qui augmente leur utilité et leur compatibilité avec des composants aérospatiaux non métalliques de la nouvelle génération.

En conséquence, un but principal de la présente invention est de proposer un nouveau procédé pour améliorer les résistances à la croissance de criques de fatigue d'alliages de titane et d'alliages ou de métaux analogues.

Selon cette invention, il est procuré un procédé pour améliorer la résistance à la croissance de criques de fatigue d'alliages

de titane et d'alliages ou de métaux analogues, comportant les stades suivants : sabler le composant en alliage, déterminer la position et la profondeur exacte du point focal du faisceau laser, choisir la vitesse de balayage pour la puissance disponible du faisceau laser, faire une simple trace laser sur une tôle du même matériau que le composant ou sur le composant lui-même avec la puissance et la vitesse de balayage sélectionnées, de telle sorte que le point focal soit situé jusqu'à 200 µm au-dessus ou en dessous de la surface de glaçage, mesurer la largeur de la trace de façon à régler le manipulateur de telle manière que, lors de balayages successifs, il y ait un recouvrement de 5 à 50%, recouvrir la surface sablée du composant par des balayages successifs sous une couverture de gaz inerte tel que l'argon à une pression de 138-330 kPa.

Selon la présente invention, une tôle ou un composant en alliage et/ou en métal est sablé avec de l'alumine (Al_2O_3). Le point focal du faisceau laser est déterminé et la vitesse de balayage pour la puissance disponible du faisceau laser est sélectionnée pour faire la trace laser sur la tôle et/ou la pièce. La largeur de la trace est mesurée de façon à procurer un recouvrement prédéterminé dans les balayages successifs en fonction de l'épaisseur de la tôle et/ou de la pièce. Lorsqu'on fait la trace, la distance entre la buse et la pièce est maintenue dans la plage de 10 à 25 mm.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée suivante, donnée à titre d'exemple seulement, du procédé de l'invention, en liaison avec le dessin joint sur lequel :

- la figure 1(a) montre un montage schématique pour déterminer le point focal;

- la figure 1(b) montre la forme de la trace laser;

- la figure 2 montre des caractéristiques de la croissance de criques de fatigue;

- la figure 3 montre des caractéristiques de la résistance à la croissance de criques de fatigue; et

- la figure 4 montre la position schématique du faisceau laser, de la pièce et du poste de travail.

Le composant ou la tôle en alliage ou en métal est d'abord sablé avec du sable d'alumine (Al_2O_3), par exemple d'une dimension de 150 µm (-100 mesh), à un débit de 500 g/min en provenance d'une buse de 6 mm sous une pression de 414-620 kPa, et ensuite on détermine le point focal en utilisant un faisceau laser à CO_2. La détermination du point focal se fait pour déterminer la position précise du point focal du faisceau laser à CO_2 infrarouge invisible (longueur d'onde : 10,6 µm). Une telle opération est à répéter chaque fois que le laser revient d'entretien. Ceci est nécessaire, car, après chaque accord, la configuration de modes change et ce changement affecte la position du point focal.

Comme on le voit schématiquement sur la figure 1(a) du dessin joint, une longue plaque 3, par exemple de 25 cm de longueur, dans le même alliage ou le même métal, est déplacée sous le faisceau laser focalisé 1 de 3 kw à une vitesse de 5 mètres/minute sous un angle quelconque, de préférence en faisant un angle de 10 à 15° par rapport à un plan horizontal. La trace laser est représentée sur la figure 1(b). Comme on le voit sur cette figure, un tiers du centre de la trace, qui a une largeur de fusion uniforme, est la région dans laquelle le faisceau est le plus étroitement focalisé. L'angle exact par rapport à l'horizontale et l'emplacement de la plaque par rapport au faisceau laser facilitent le calcul de la profondeur du foyer et de l'emplacement du point focal par rapport à la pointe de la buse.

On maintient une couverture d'argon de grande pureté sur le composant au moyen d'une buse soufflante ayant une pression de gaz de couverture de par exemple 250 kPa pour obtenir le résultat optimal. L'amélioration de la résistance à la croissance de criques de fatigue est obtenue pour une pression de 138-330 kPa. Le point focal est maintenu entre 200 µm au-dessus de la tôle

d'alliage ou de métal et 200 µm en dessous de cette tôle, et en maintenant une distance de 10 à 25 mm entre la pointe de la buse et la tôle. De préférence, le point focal est maintenu à 50 µm au-dessus de la plaque, en maintenant une distance de 18 mm entre la pointe de la buse et la plaque, on crée à nouveau une simple trace avec la combinaison de la vitesse de balayage et de la puissance de laser sélectionnée. On mesure la largeur de cette trace. Pendant le traitement du composant réel, on commande le mouvement du composant et/ou le mouvement du faisceau, de telle manière que 10% des traces soient recouvertes dans les passes successives, et la vitesse linéaire de la surface ainsi glacée doit être maintenue constante pendant toute l'opération. Le recouvrement varie de 5 à 50% en fonction de l'épaisseur de la tôle ou de la pièce. Avec les conditions précédentes de la puissance du laser, de la vitesse de balayage, de la pression du gaz de couverture, de la distance entre la pointe de la buse soufflante et la surface sablée, la surface du composant peut être couverte par des balayages successifs avec le faisceau laser. Le procédé de la présente invention améliore la résistance à la croissance de criques de fatigue d'un composant massif d'un facteur compris entre 3 et 100 fois.

EXEMPLE 1

Une tôle de 6 mm d'épaisseur d'un alliage d'aluminium $\alpha - \beta$ est traitée dans les conditions décrites ci-dessus en utilisant une puissance de 3 kw et une vitesse de balayage de 1 mètre/minute sur la surface d'une éprouvette CT (compacte de traction) (spécifications: largeur 50 mm, rapport de la demi-hauteur à la largeur : 0,6 avec orientation L-T). L'éprouvette CT ainsi préparée est préalablement criquée en lui appliquant des charges cycliques et on étudie le comportement de la propagation des criques de fatigue.

Le résultat montre une augmentation minimale de 400% (4 fois) de la résistance à la croissance de criques de fatigue de l'alliage.

EXEMPLE 2

On soumet le même alliage au procédé de la présente invention décrit dans l'exemple 1, avec une vitesse de balayage différente de 1,5 mètre/minute à la puissance de 3 kw. Les résultats comparatifs sont indiqués sur la figure 2(a), sur laquelle le graphique A1 correspond au traitement laser et le graphique A2 correspond au traitement conventionnel.

EXEMPLE 3

Une éprouvette CT de fer pur est traitée avec le procédé de la présente invention décrit dans l'exemple n°1 avec une vitesse de balayage de 1 mètre/minute et une puissance de 3 kw. Les résultats comparatifs sont indiqués sur la figure 3(c) qui montre une augmentation pouvant atteindre 75 fois de la résistance à la croissance de criques de fatigue, figure sur laquelle le graphique B1 correspond à la surface glacée traitée et B2 correspond à la surface non glacée.

L'amélioration considérable constatée dans les exemples 1 à 3 est due aux raisons suivantes. Tout d'abord, les conditions de chauffage et de refroidissement résultant du chauffage localisé par le faisceau laser focalisé et l'auto-refroidissement brusque entraînent la conservation de phases métastables, une certaine quantité d'épitaxie et l'existence de contraintes résiduelles sur la surface du composant. En second lieu, il existe une possibilité qu'un peu d'azote atmosphérique se dissolve d'abord dans la mare liquide extrêmement chaude et diffuse ensuite dans des sites du réseau intersticiel. Cet azote peut être présent ici seulement en traces.

L'azote interstitiel peut également être un facteur contribuant à l'amélioration de la résistance à la croissance de criques de fatigue.

La prise d'azote est indirectement contrôlée par la pression du gaz de couverture, la forme de la buse et la distance entre la buse et la pièce.

La configuration, c'est-à-dire la position de la pièce et la position du faisceau laser focalisé, doit être la même que représentée sur la figure 4 et le mouvement de la surface de glaçage 2 doit être parallèle au sol et le faisceau laser 1 doit l'atteindre par-dessus perpendiculairement au sol.

Toute modification de cette configuration affecte l'emplacement du plasma induit par le laser et son interaction avec le faisceau laser arrivant, ce qui peut entraîner des variations des caractéristiques considérées.

Sur la figure 4, l'orientation du composant 4 à glacer est représentée par rapport au laser à un poste de travail 5.

Revendications

1.- Procédé pour améliorer la résistance à la croissance de criques de fatigue d'alliages de titane α - β et d'alliages et/ou de métaux analogues (susceptibles de conserver une phase métastable lors d'un refroidissement rapide), caractérisé en ce qu'il comporte les stades suivants : sabler le composant en alliage, déterminer la position et la profondeur exacte du point focal du faisceau laser, sélectionner la vitesse de balayage pour la puissance disponible du faisceau laser, faire une simple trace laser sur la tôle ou le composant en alliage et/ou en métal avec la puissance et la vitesse de balayage sélectionnée ci-dessus, de telle sorte que le point focal se trouve jusqu'à 200 µm au-dessus ou en dessous de la surface de glaçage, mesurer la largeur de la trace de façon à régler le manipulateur de telle manière que, lors des balayages successifs, il existe un recouvrement de 5 à 50%, recouvrir la surface sablée du composant par un balayage successif sous une couverture de tout gaz inerte, par exemple de l'argon, à une pression de 138-330 kPa.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la position du point focal se trouve à 50 µm au-dessus de la surface de glaçage.

3.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pression de la couverture d'argon est 250 kPa.

4.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la distance entre la buse et la pièce ou le composant est maintenue entre 10 et 25 mm.

5.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la tôle et/ou le composant est maintenu sous un angle quelconque par rapport au faisceau laser.

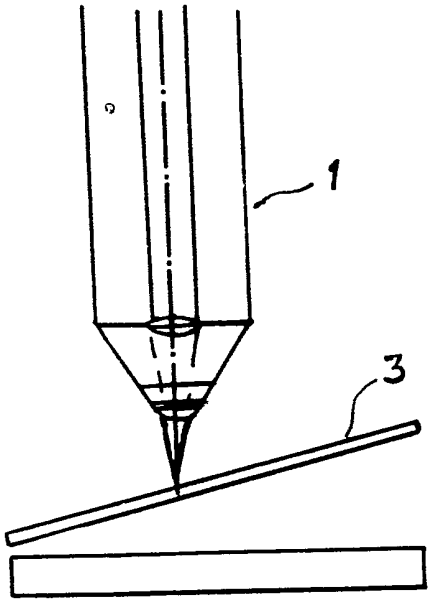


Fig. 1a

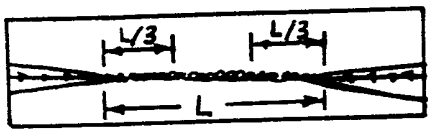


Fig. 1b

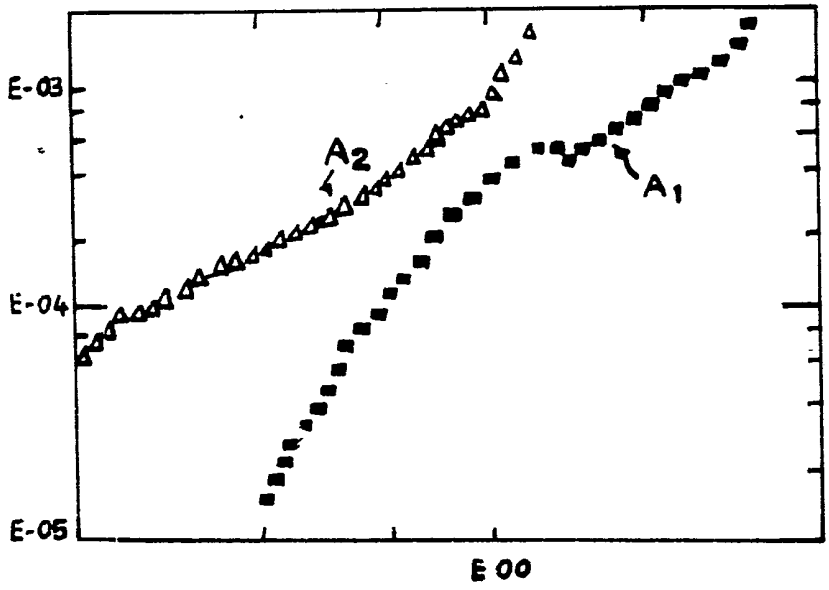


Fig. 2

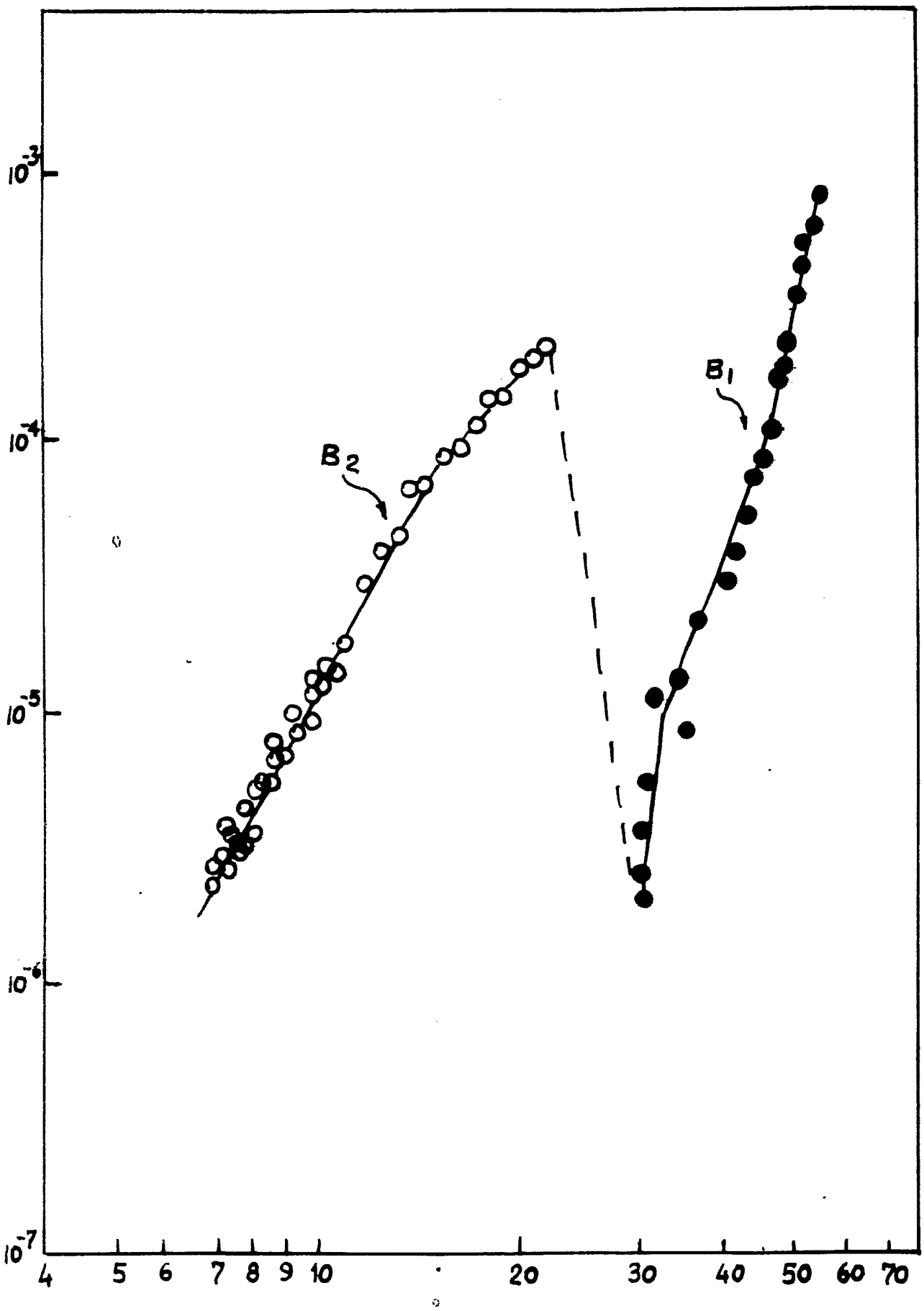


Fig. 3

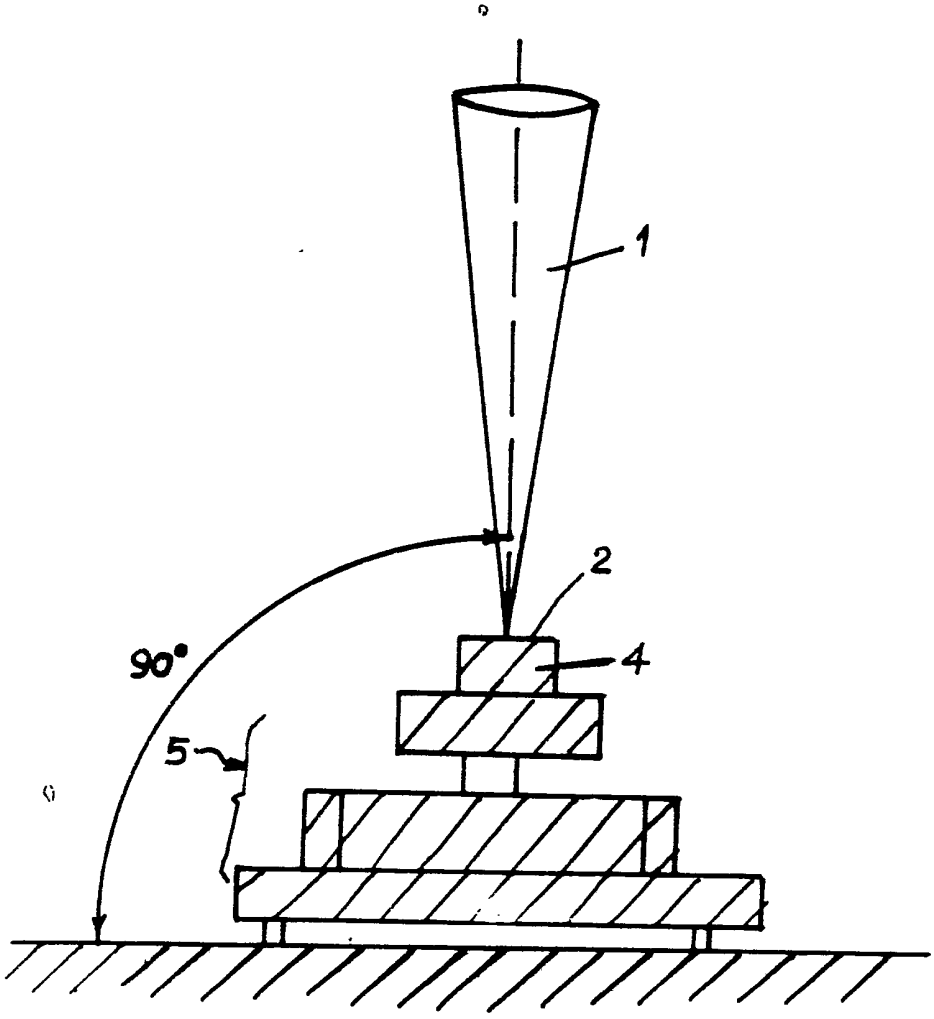


Fig. 4