

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication : **2 737 560**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : **95 09422**

51 Int Cl⁶ : G 01 B 11/00, 11/06, H 01 L 21/66

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.08.95.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 07.02.97 Bulletin 97/06.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : *SOFIE INSTRUMENTS SOCIETE ANONYME — FR et CANTELOUP JEAN — FR.*

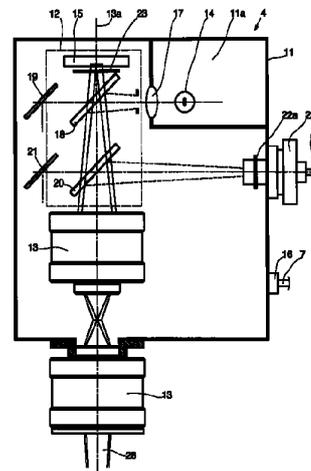
72 Inventeur(s) : CANTELOUP JEAN.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : CASALONGA ET JOSSE.

54 PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR QUANTIFIER IN SITU, PAR REFLECTOMETRIE, LA MORPHOLOGIE D'UNE ZONE LOCALISEE LORS DE LA GRAVURE DE LA COUCHE SUPERFICIELLE D'UNE STRUCTURE A COUCHES MINCES.

57 Procédé et dispositif de surveillance in situ et en temps réel de la morphologie d'une zone localisée 2a, 29 lors de la gravure de la couche superficielle 26, 26a d'une structure à couches minces 2, la structure à couches minces étant enfermée dans une chambre de traitement sous vide qui comporte une fenêtre sur sa paroi supérieure. Le procédé consiste à envoyer un faisceau lumineux d'éclairage sur la zone localisée, à envoyer le faisceau lumineux réfléchi par la zone localisée vers le capteur matriciel 15 d'une caméra vidéo 12 à travers un filtre 23 et vers un disperser optique ou un filtre interférentiel à travers respectivement, et successivement un diaphragme de sélection 22a, un câble de fibres optiques 6 et une fente d'analyse 30 à l'entrée du disperser optique ou du filtre interférentiel et à effectuer une analyse spectrale du faisceau lumineux réfléchi en vue de détecter le passage de la couche suivante, lors de la gravure, par réflectométrie dans une zone spécifique d'analyse 29 faisant partie de la zone localisée 2a.



FR 2 737 560 - A1



Procédé et dispositif pour quantifier in situ, par réflectométrie, la morphologie d'une zone localisée lors de la gravure de la couche superficielle d'une structure à couches minces.

La présente invention concerne un procédé pour suivre en temps réel la morphologie dans une zone localisée d'une couche superficielle sur une structure à couches minces, ainsi qu'un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.

5 Parmi de nombreuses applications possibles de l'invention, on peut citer le contrôle in situ et en temps réel de la fabrication de microsystemes, micromachines, microcapteurs, des circuits intégrés, par exemple, le contrôle du franchissement d'une couche lors de la gravure.

10 On connaît, par la demande de brevet français n° 2 680 414 (SOFIE), un ensemble compact d'observations et de mesures interférométriques simultanées par laser permettant d'effectuer des mesures interférométriques in situ sur un empilement de couches minces placées dans une chambre de traitement sous vide. L'ensemble
15 comprend une caméra d'observation avec l'axe optique de l'objectif en commun pour un faisceau d'éclairage et pour un ou deux faisceaux laser de mesures interférométriques.

La technique révélée dans ce document antérieur est performante, notamment pour contrôler la vitesse de croissance ou de décroissance
20 de la couche superficielle d'une structure à couches minces. Elle souffre cependant de certaines imperfections. En particulier, le faisceau lumineux d'éclairage filtré devant la caméra et le faisceau laser de mesure ne présentent pas exactement la même longueur d'onde, ce qui crée un problème d'achromatisme rendant la mise au
25 point simultanée pour les deux faisceaux lumineux possible seulement si les objectifs sont achromatiques. De plus, cette technique ne permet pas de contrôler de façon précise le franchissement d'une couche lors de la gravure.

La présente invention a pour objet de proposer une technique
30 perfectionnée pour remédier aux limitations des techniques classiques précitées et permettre une surveillance in situ et en temps réel de la

morphologie d'une zone localisée de la couche superficielle sur une structure à couches minces.

L'invention a également pour objet de fournir un dispositif de surveillance mettant en oeuvre cette technique particulière avec un
5 très faible encombrement afin de permettre son intégration dans l'équipement préexistant pour la technique sous vide de fabrication des structures complexes à couches minces.

L'invention a également pour objet de fournir un dispositif de surveillance dont le rapport signal sur bruit soit suffisant pour
10 permettre une exploitation ultérieure des données.

Le procédé de l'invention est destiné à la surveillance in situ et en temps réel de la morphologie d'une zone localisée lors de la gravure de la couche superficielle d'une structure à couches minces. La structure à couches minces est enfermée dans une chambre sous vide pourvue
15 d'un hublot transparent ou fenêtre d'observation.

Le procédé de l'invention consiste à :

- envoyer un faisceau lumineux d'éclairage de spectre prédéterminé sur la zone localisée, le faisceau empruntant un chemin optique centré sur l'axe optique de l'objectif d'une caméra vidéo et traversant la fenêtre de la chambre de traitement pour atteindre la zone
20 localisée;

- envoyer le faisceau lumineux réfléchi par la zone localisée qui emprunte ledit chemin optique, d'une part vers le capteur matriciel de la caméra vidéo à travers un filtre dont la longueur d'onde caractéristique est choisie, soit pour éliminer l'effet sur le signal de la
25 lumière des sources présentes dans la chambre autres que le faisceau lumineux d'éclairage ou, soit pour accentuer l'effet sur le signal d'une modification d'intensité de la lumière des sources présentes dans la chambre et, d'autre part, vers un disperseur optique ou un filtre interférentiel à travers respectivement et successivement un
30 diaphragme de sélection et un câble de fibres optiques.

- effectuer à l'aide du disperseur optique ou du filtre interférentiel, une analyse spectrale du faisceau lumineux réfléchi en vue de détecter le passage à la couche suivante, lors de la gravure, par
35 réflectométrie dans une zone spécifique d'analyse faisant partie de la

zone localisée.

La fente d'entrée du monochromateur est déterminée en fonction des caractéristiques du monochromateur, des diamètres et de la disposition des fibres optiques de transmission et de l'ouverture du diaphragme de sélection.

L'analyse spectrale du faisceau réfléchi permet d'obtenir la détection d'un franchissement de couche lors de la gravure dans la zone observée, grâce à la différence de réflectivité des matériaux des différentes couches. La détection peut dépendre de la plus petite des longueurs d'onde du spectre du faisceau lumineux d'éclairage. On peut choisir un spectre de faisceau d'éclairage dont la plus petite de ses longueurs d'onde est décalée vers l'ultra-violet.

Cependant, l'objectif de la caméra d'observation est réalisé à partir de lentilles optiques qui présentent de bonnes caractéristiques optiques dans le spectre des lumières visibles, mais de mauvaises caractéristiques dans le spectre des lumières ultraviolettes. Le glissement du spectre d'éclairage vers les longueurs d'onde ultraviolettes n'est donc pas permis au-delà d'une certaine limite optique de l'objectif utilisé. L'invention permet dans ce cas de créer un circuit optique parallèle à l'aide d'un module additionnel qui sera décrit par la suite.

Selon l'invention, on choisit une bande de longueurs d'onde dans le spectre du faisceau lumineux d'éclairage et l'on examine par réflectométrie l'évolution de l'intensité lumineuse dans le temps. De cette façon, on peut détecter avec précision le franchissement d'une couche superficielle de l'échantillon, notamment pendant le procédé de gravure sous plasma.

La combinaison entre l'analyse spectrale et la réflectométrie permet donc de détecter en temps réel une discontinuité dans la structure à couches minces, c'est-à-dire le franchissement d'une couche lors de la gravure.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de deux modes de réalisation pris à titre nullement limitatif et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est un schéma explicatif de l'appareillage utilisé dans

une application particulière du procédé de l'invention;

la figure 2 est un schéma explicatif du dispositif de l'invention;

les figures 3a et 3b montrent schématiquement les vues détaillées de la zone localisée de l'échantillon surveillé selon la technique de l'invention;

la figure 3c montre schématiquement la disposition des images représentatives de l'invention;

la figure 4 montre le principe de fonctionnement du monochromateur;

la figure 5 montre schématiquement une variante du dispositif de l'invention; et

la figure 6 est un schéma explicatif du dispositif du deuxième mode de réalisation de l'invention.

Comme montré sur la figure 1, une chambre de traitement 1 dans laquelle est disposé un échantillon 2 à traiter, par exemple une plaque de circuit intégré en cours de gravure, comporte sur sa paroi supérieure une fenêtre 3 en silice. Sur le dessus de la chambre 1, une unité 4 d'observation de mesure est montée par l'intermédiaire d'une table 5 à déplacement X-Y. L'unité 4 est reliée par une fibre optique 6 et par un câble 7 à une unité 8 d'exploitation et de commande à laquelle sont associés, d'une part, un clavier 9 et, d'autre part, un écran de visualisation 10. L'unité 8 est reliée à deux moteurs électriques pas à pas (non représentés) pour permettre le déplacement horizontal de l'unité de surveillance 4 sur la table 5.

Comme montré plus en détail sur la figure 2, l'unité de surveillance 4 présente un boîtier 11 qui enferme une caméra vidéo 12 dont l'objectif 13 réglable peut être du type autofocus, une source d'éclairage 14 et un certain nombre de lames optiques pour assurer le guidage des faisceaux lumineux selon les schémas optiques prédéterminés.

La caméra vidéo 12 comprend un capteur 15 de préférence constitué par une pluralité de cellules à transfert de charge (CCD) disposées en une matrice. Le capteur 15 est relié d'une manière non représentée à un connecteur électrique 16 pour le câble électrique 7 en vue de fournir un signal vidéo à l'unité 8 d'exploitation et de

commande pour être visualisé par l'écran 10, le connecteur électrique 16 étant monté sur le boîtier 11.

Le boîtier 11 comporte un compartiment intérieur 11a dans lequel se trouve la source d'éclairage 14 qui émet dans un spectre présentant un recouvrement au moins partiel avec le spectre de lumière visible.

Pour simplifier la description suivante, on parlera de la lumière blanche émise par la source d'éclairage 14. Le compartiment intérieur 11a présente une fenêtre pourvue d'une lentille optique 17 qui oriente le faisceau lumineux d'éclairage vers une lame semi-transparente 18 disposée entre l'objectif 13 et le capteur 15 de la caméra 12, de façon à ce que le faisceau lumineux d'éclairage emprunte le chemin optique de la caméra, c'est-à-dire l'axe optique 13a de l'objectif 13. Un premier piège à lumière 19 sous forme d'une lame est placé derrière la lame semi-transparente 18 en vue d'absorber la partie du faisceau lumineux d'éclairage ayant traversé la lame semi-transparente 18 et de réduire ainsi les perturbations optiques dans l'unité de surveillance 4.

Ainsi, le boîtier compact 11 de l'unité de surveillance 4 enferme la caméra vidéo 12 avec la source d'éclairage 14 pour émettre un faisceau lumineux émis par la source d'éclairage 14 selon un chemin optique confondu avec l'axe optique 13a de l'objectif 13 de la caméra 12. Le faisceau lumineux est envoyé par l'unité de surveillance 4 à travers l'objectif 13 et la fenêtre 3 de la chambre de traitement 1 pour arriver sur l'échantillon 2 en structure à couches minces. Le faisceau lumineux réfléchi par l'échantillon 2 emprunte le même chemin optique que le faisceau lumineux incident et traverse l'objectif 13 (figure 1) pour pénétrer à l'intérieur du boîtier 11 de l'unité de surveillance 4. La lame semi-transparente 20 sépare le faisceau lumineux réfléchi en deux parties. Une partie transmise qui, après avoir traversé les lames semi-transparentes 20 et 18, arrive au capteur 15 de la caméra 12. La partie réfléchie par la lame 20 atteint un câble de fibres optiques 6, via un connecteur optique 22 monté sur le boîtier 11 de l'unité de surveillance 4.

Le faisceau réfléchi orienté vers le capteur 15 de la caméra 12 correspond au spectre du faisceau lumineux d'éclairage. Afin d'éviter l'éblouissement du capteur 15 et donc de la caméra vidéo 12, on

dispose un filtre 23 dans le trajet optique de la caméra 12 juste devant le capteur 15. Le filtre optique 23 est transparent pour une bande de longueurs d'onde caractéristique et opaque pour les autres longueurs d'onde afin de ne laisser passer qu'une lumière filtrée vers le capteur 5 15 de la caméra 12. La longueur d'onde caractéristique peut être choisie pour éliminer l'effet sur le signal de la lumière des sources présentes dans la chambre 1, par exemple la lumière du plasma de gravure généralement dans le domaine des ultraviolets, et ainsi privilégier la lumière du faisceau d'éclairage, généralement dans le 10 domaine visible ou infrarouge. Au contraire, cette bande de longueurs d'onde caractéristique peut être choisie pour accentuer l'effet sur le signal d'une modification d'intensité de la lumière réfléchie due, par exemple à l'interaction du plasma avec une espèce chimique présente dans une couche mais pas dans une autre afin de détecter le 15 franchissement d'une couche. Chaque cellule CCD du capteur 15 représente un pixel du plan image de la caméra 12. Il en résulte que la caméra vidéo 12 fournit un signal vidéo dont la visualisation sur l'écran 10 correspond à une représentation de la morphologie superficielle de la zone localisée éclairée de l'échantillon 2.

20 Le connecteur optique 22 reçoit une partie du faisceau réfléchi pour l'envoyer à l'unité 8 d'exploitation et de commande via le câble de fibres optiques 6. Le connecteur 22 comporte un diaphragme de sélection 22a dont l'ouverture est prédéterminée ou rendue réglable afin de déterminer un plan image correspondant à une partie seulement 25 de la zone localisée éclairée de l'échantillon 2 aux fins d'analyse.

Les figures 3a à 3c montrent schématiquement quelques images représentatives du procédé de l'invention. L'échantillon à traiter 2 est une structure à couches minces servant à la fabrication par gravure de circuits intégrés. L'échantillon 2 comprend un substrat 24 en silicium, 30 une sous-couche 25 recouvrant le substrat 24 et une couche superficielle 26 en oxyde de silicium dans laquelle va être gravé le circuit intégré. Pour ce faire, certaines parties de la couche superficielle 26 sont protégées par un masque 27. La zone 26a de la couche superficielle 26 non protégée par le masque 27 est attaquée par 35 un procédé plasma, connu en soi, jusqu'au franchissement d'une

couche déterminée.

Le faisceau lumineux incident émis par l'unité de surveillance 4 éclaire une zone localisée 2a sur la surface supérieure de l'échantillon 2. La zone localisée 2a est délimitée par le faisceau lumineux d'éclairage en lumière blanche 28.

5

Comme décrit précédemment, la morphologie de la zone localisée éclairée 2a de l'échantillon 2 (limitée par la surface utile de la caméra) est analysée en temps réel par la caméra vidéo 12 et visualisée simultanément sur l'écran 10. On peut donc surveiller en temps réel la morphologie et son changement dans le temps de la zone localisée éclairée 2a avant et pendant le procédé de gravure sous plasma de l'échantillon 2.

10

Dans l'unité 8 d'exploitation de commande se trouve un disperseur optique, par exemple un prisme, ou un filtre interférentiel et un photodétecteur, ou encore un monochromateur 8a dont le fonctionnement illustré sur la figure 4 va être décrit par la suite. Pour être représentatif, le faisceau lumineux envoyé au monochromateur 8a aux fins d'analyse doit être limité à une zone spécifique 29 (figure 3b) représentative de l'échantillon 2. La gravure sous plasma de l'échantillon 2 nécessite la surveillance de la partie non protégée 26a de la couche superficielle 28 afin de détecter le franchissement d'une couche à l'autre. Il est alors nécessaire que la zone spécifique d'analyse 29 se trouve à l'intérieur de la partie 26a en excluant les parties ouvertes par le masque 27. La zone spécifique d'analyse 29 est délimitée par le diaphragme de sélection 22a à l'entrée du connecteur optique 22. L'ouverture du diaphragme de sélection 22a est déterminée en fonction du grossissement de l'objectif 13, de la distance entre l'objectif 13 et la zone exposée 26a de la couche superficielle 26 de l'échantillon 2, et du rapport signal sur bruit du signal issu du monochromateur 8a. L'image reçue par le monochromateur 8a, définie par la fente d'analyse 30, correspond à un point connu d'analyse sur l'échantillon 2.

15

20

25

30

Sur la figure 3c sont illustrées l'ouverture 23a du diaphragme de sélection 22a et une fente d'analyse 30 à l'entrée du monochromateur 8a. Entre le diaphragme de sélection 22a et la fente d'analyse 30 se

35

trouve le câble de fibres optiques 6 qui permet de véhiculer le faisceau lumineux réfléchi par la zone spécifique d'analyse 29 de l'échantillon 2 dans le monochromateur 8a.

5 Comme illustré sur la figure 4, le faisceau lumineux entré dans le monochromateur 8a par la fente d'analyse 30 est projeté sur un réseau de diffraction à champ plan 31 et un élément photosensible 32 qui peut être sous forme d'une barrette constituée d'une pluralité de photodiodes (au nombre de 1024, par exemple), de n-diodes CCD, ou une matrice de diodes CCD en m lignes et n colonnes. Pour une
10 barrette de diodes CCD dont chaque diode présente une dimension de $25\ \mu\text{m} \times 25\ \mu\text{m}$, la fente d'analyse peut être choisie légèrement supérieure ou égale à $25\ \mu\text{m} \times 25\ \mu\text{m}$.

L'élément photosensible 32 fournit l'intensité lumineuse pour chaque longueur d'onde λ du spectre du faisceau lumineux d'éclairage.
15 Le spectre analysé est limité par une longueur d'onde minimale λ_1 et une longueur d'onde maximale λ_2 . L'analyse spectrale permet de détecter précisément le franchissement d'une discontinuité de la matière, c'est-à-dire le franchissement d'une couche de la partie exposée 26a de la couche superficielle 26 de l'échantillon 2.

20 Simultanément ou consécutivement à l'analyse spectrale, on effectue une réflectométrie pour une bande de longueurs d'onde prédéterminée choisie dans le spectre d'éclairage. Une variation de l'intensité lumineuse pour cette bande prédéterminée permet de détecter une discontinuité de la matière de la partie exposée 26a de la
25 couche superficielle 26 de l'échantillon 2 pendant le procédé de gravure sur plasma.

On peut, grâce à l'invention, suivre en temps réel l'épaisseur absolue (par analyse spectrale) et détecter une discontinuité (par réflectométrie) de la zone non protégée 26a de la couche superficielle
30 26 de l'échantillon 2 pendant le procédé de gravure sur plasma, par exemple, et visualiser simultanément la morphologie de la zone localisée 2a sur l'échantillon 2.

Bien entendu, l'invention s'applique à d'autres traitements sous vide des structures à couches minces pour surveiller la morphologie,
35 l'épaisseur et le franchissement de couches en temps réel et in situ de

la couche superficielle de l'échantillon à traiter.

La figure 5 montre schématiquement une variante du dispositif précédemment décrit, dans des cas où l'unité de surveillance 4 standard n'est pas suffisante pour accomplir son rôle, notamment lorsque les longueurs d'ondes utilisées sont incompatibles avec les propriétés optiques des composants (objectif de la caméra, lames optiques semi-transparentes) ou lorsqu'il y a insuffisance de sensibilité d'analyse ou absorption par le matériau analysé. Dans ces cas extrêmes, on monte un module additionnel 33 sur le boîtier 11 de l'unité de surveillance 4 standard.

Le module additionnel 33 fonctionne en parallèle en complément de l'unité 4. On peut par exemple utiliser une source d'éclairage par arc xénon à haute luminance qui émet un continuum dans l'ultraviolet. L'utilisation d'une telle source peut être incompatible avec l'unité 4 standard par sa forte émission de chaleur et par son incompatibilité avec l'objectif 13 de la caméra 12. La source d'éclairage au xénon contenue dans le module additionnel 33 envoie un faisceau lumineux d'éclairage supplémentaire dans le spectre des lumières ultraviolettes (de longueur d'onde comprise entre 200 et 450 nm). Le faisceau d'éclairage additionnel traverse un objectif spécial 34 en quartz et est projeté sur l'échantillon à analyser à l'aide des lames optiques semi-transparentes 35 et 36. L'unité de surveillance 4 standard envoie aussi un faisceau lumineux comme décrit précédemment sur l'échantillon à analyser via la lame semi-transparente 36 en empruntant le même chemin optique que le faisceau d'éclairage additionnel. Le faisceau lumineux réfléchi est séparé en une partie pour l'unité de surveillance standard 4 et une autre partie au module additionnel qui, via un connecteur optique non représenté, est relié au câble de fibres optiques 6 qui est débranché du connecteur optique 22 de l'unité de surveillance 4 standard (figure 2). Le monochromateur effectue alors l'analyse spectrale dans le spectre de lumière ultraviolette comme décrit précédemment.

La figure 6 montre schématiquement un deuxième mode de réalisation de l'invention, utilisé quand la zone localisée intéressante à suivre est de petite dimension, par exemple inférieure à 1 mm dans le

plan image. Dans ce cas, le photodétecteur décrit précédemment ne reçoit pas assez d'énergie en provenance de la source d'éclairage 14. Pour résoudre ce problème, l'énergie nécessaire à la mesure est fournie par une source supplémentaire et amenée par une fibre optique dont les caractéristiques et, en particulier, le diamètre du coeur, sont choisies en fonction du diamètre de la zone à étudier, du jeu d'objectifs et de la distance de la caméra à l'échantillon.

Dans ce mode de réalisation, le boîtier 11 comprend de plus un tube 37 contenant une fibre optique 38 capable d'émettre un faisceau lumineux intense projeté via une lame semi-transparente 39 sur la lame semi-transparente 20 intercalée dans le trajet optique entre l'objectif 13 et le capteur 15 de la caméra 12, de manière que le faisceau lumineux issu de la fibre optique 38 emprunte également le chemin optique de la caméra 12 qui est confondu avec l'axe optique 13a de l'objectif 13. Un autre piège à lumière 21 sous forme d'une lame est disposé derrière la lame semi-transparente 20 en vue d'absorber les faisceaux lumineux égarés dans le boîtier 11 de l'unité de surveillance 4. L'entrée de la fibre optique 38 est éclairée par une source ponctuelle 40 par exemple, un arc xénon dont la lumière est réfléchi, de façon connue, par un miroir concave concentrant le faisceau lumineux à l'entrée de la fibre optique 38. La forte luminance du faisceau permet de voir un spot lumineux intense qui se détache de la fonction d'éclairage de l'échantillon 2. Le diamètre du coeur de la fibre optique 38 fixe le diamètre du spot sur l'échantillon 2, par exemple 100 μm . Un tel faisceau lumineux permet une détection précise, de façon binaire, du franchissement d'une couche par la caméra 12 dont un ou plusieurs pixels correspondent à la zone réduite éclairée par la fibre optique 38, c'est-à-dire au diamètre du coeur de la fibre optique 38. La détection peut également être réalisée à l'aide d'un disperser optique, la longueur d'onde d'observation étant choisie entre 420 et 840 nm afin de bénéficier de la meilleure transmission optique.

Grâce à l'invention, on peut surveiller, de façon précise, la gravure de la couche superficielle d'une structure à couche mince et détecter l'instant où la couche suivante est atteinte en analysant

l'intensité du flux lumineux réfléchi. Un tel procédé permet d'obtenir un excellent rapport signal sur bruit grâce à l'éclairage ponctuel et intense réalisé par la fibre optique.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de surveillance in situ et en temps réel de la morphologie d'une zone localisée (2a, 29) lors de la gravure de la couche superficielle (26, 26a) d'une structure à couches minces (2), la structure à couches minces étant enfermée dans une chambre de traitement (1) sous vide qui comporte une fenêtre (3) sur sa paroi supérieure, caractérisé en ce qu'il consiste à :

5 - envoyer un faisceau lumineux d'éclairage (28) de spectre prédéterminé sur la zone localisée (2a), le faisceau (28) empruntant un chemin optique centré sur l'axe optique (13a) de l'objectif (13) d'une caméra vidéo (12) et traversant la fenêtre (3) de la chambre de traitement pour atteindre la zone localisée;

10 - envoyer le faisceau lumineux réfléchi par la zone localisée qui emprunte le dit chemin optique (13a), d'une part vers le capteur matriciel (15) de la caméra vidéo à travers un filtre (23) dont la longueur d'onde caractéristique est choisie pour éliminer l'effet sur le signal de la lumière des sources présentes dans la chambre (1) autres que le faisceau lumineux d'éclairage (28) ou pour accentuer l'effet sur le signal d'une modification d'intensité de la lumière des sources présentes dans la chambre (1) et, d'autre part vers un disperseur optique ou un filtre interférentiel à travers respectivement et successivement un diaphragme de sélection (22a) et un câble de fibres optiques (6) ;

15 - effectuer à l'aide du disperseur optique ou du filtre interférentiel une analyse spectrale du faisceau lumineux réfléchi en vue de détecter le passage à la couche suivante, lors de la gravure, par réflectométrie dans une zone spécifique d'analyse (29) faisant partie de la zone localisée (2a).

2. Procédé de surveillance selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à délimiter la zone spécifique d'analyse (29) au moyen de l'ouverture du diaphragme de sélection (22a) de façon à exclure dans la zone localisée (2a) les parties non représentatives de la couche superficielle de l'échantillon aux fins d'analyse.

30 3. Procédé de surveillance selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer simultanément ou successivement l'analyse spectrale et la réflectométrie du faisceau lumineux réfléchi par la zone spécifique d'analyse (29) de l'échantillon (2).

5 4. Procédé de surveillance selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à émettre un faisceau lumineux d'éclairage dans un spectre qui recouvre au moins partiellement le spectre de la lumière visible.

10 5. Procédé de surveillance selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à éclairer une zone réduite au moyen d'une fibre optique (38), le diamètre du coeur de la fibre optique (38) définissant le diamètre de la zone réduite sur la structure à couches minces (2), et à éclairer l'entrée de la fibre optique (38) par une source ponctuelle, la luminance de la source
15 ponctuelle permettant de voir un spot lumineux intense qui se détache du faisceau d'éclairage (30), afin de détecter de façon binaire le passage d'une couche à l'autre.

20 6. Procédé de surveillance selon la revendication 5, caractérisé en ce que le diamètre du coeur de la fibre optique (38) est sensiblement égal à la taille d'un pixel de la caméra (12).

7. Dispositif de surveillance pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant :

25 - une unité de surveillance (4) qui comporte un boîtier compact (11) enfermant une caméra vidéo (12), une source d'éclairage (14) et des composants optiques (17 à 21, 23),

- une unité (8) d'exploitation et de commande comportant un disperseur optique ou un filtre interférentiel,

30 - un connecteur optique (22) et un connecteur électrique (16) montés sur le boîtier (11) de l'unité de surveillance (4) pour la relier via respectivement un câble de fibres optiques (6) et un câble électrique (7) à l'unité (8) d'exploitation et de commande,

- un clavier de commande (9) et un écran de visualisation (10) reliés à l'unité (8) d'exploitation et de commande, et

35 - une table (5) montée au-dessus de la chambre de traitement (1) pour assurer, d'une part, le déplacement horizontal de l'unité de

surveillance (4) suivant deux axes afin de choisir la zone localisée et, d'autre part, le positionnement précis pour que les faisceaux lumineux incidents et réfléchis par l'échantillon (2) empruntent un chemin optique commun (13a).

5 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le connecteur optique (22) comprend un diaphragme de sélection (22a) amovible ou réglable en ouverture.

10 9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que l'unité (8) d'exploitation et de commande est pourvue d'un monochromateur (8a) comprenant une barrette de diodes ou une matrice à transfert de charge (CCD) et une fente d'analyse (30) d'entrée dont l'ouverture est légèrement supérieure ou égale à la taille d'une diode de la barrette.

15 10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend un module additionnel (33) monté de façon amovible sur le boîtier (11) de l'unité de surveillance (4) permettant d'envoyer un faisceau lumineux d'éclairage et/ou un faisceau laser incompatible avec les caractéristiques optiques de l'unité de surveillance (4), des lames optiques semi-transparentes (35, 36) étant
20 utilisées pour guider les faisceaux lumineux issus de l'unité de surveillance et du module additionnel selon un schéma optique commun vers la structure à couches minces (2).

25 11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend un tube (37) contenant une fibre optique (38) et une source ponctuelle de lumière destinée à éclairer l'entrée de la fibre optique (38) de façon à éclairer fortement une zone réduite de la structure à couches minces (2).

FIG. 1

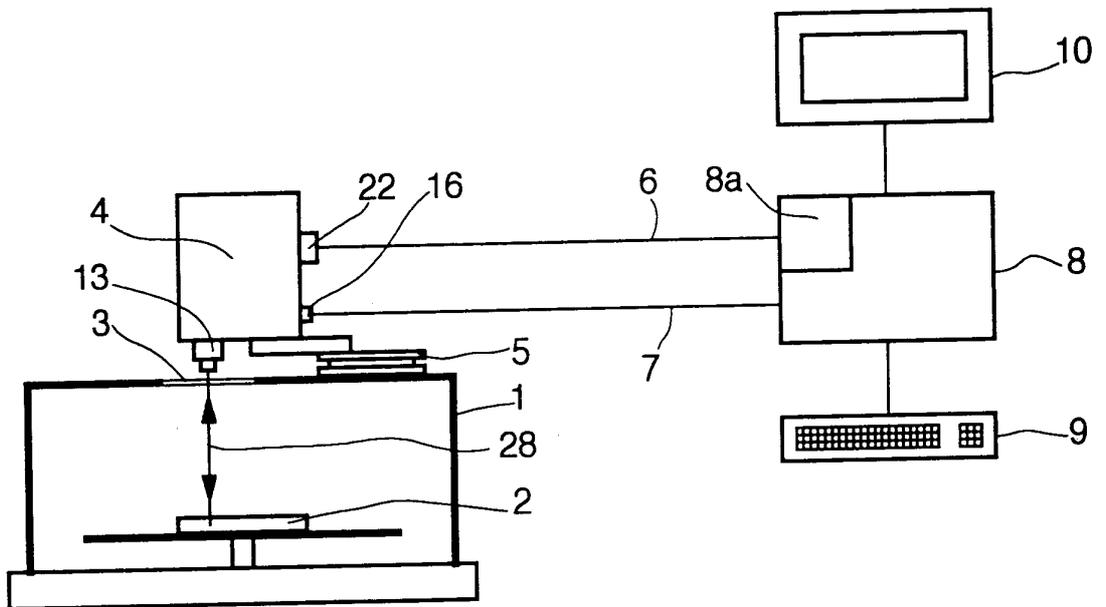


FIG.4

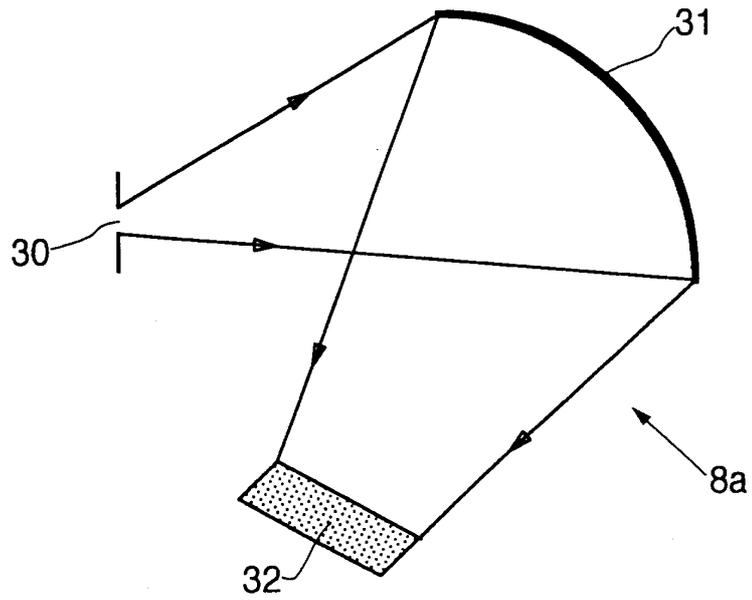
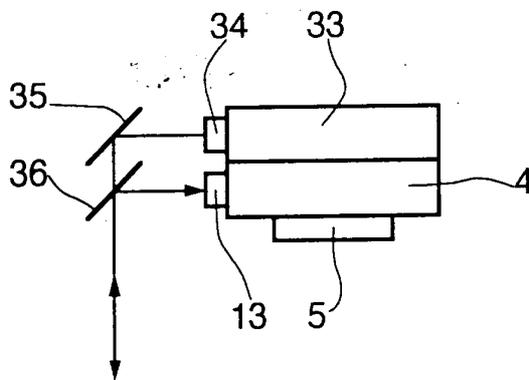
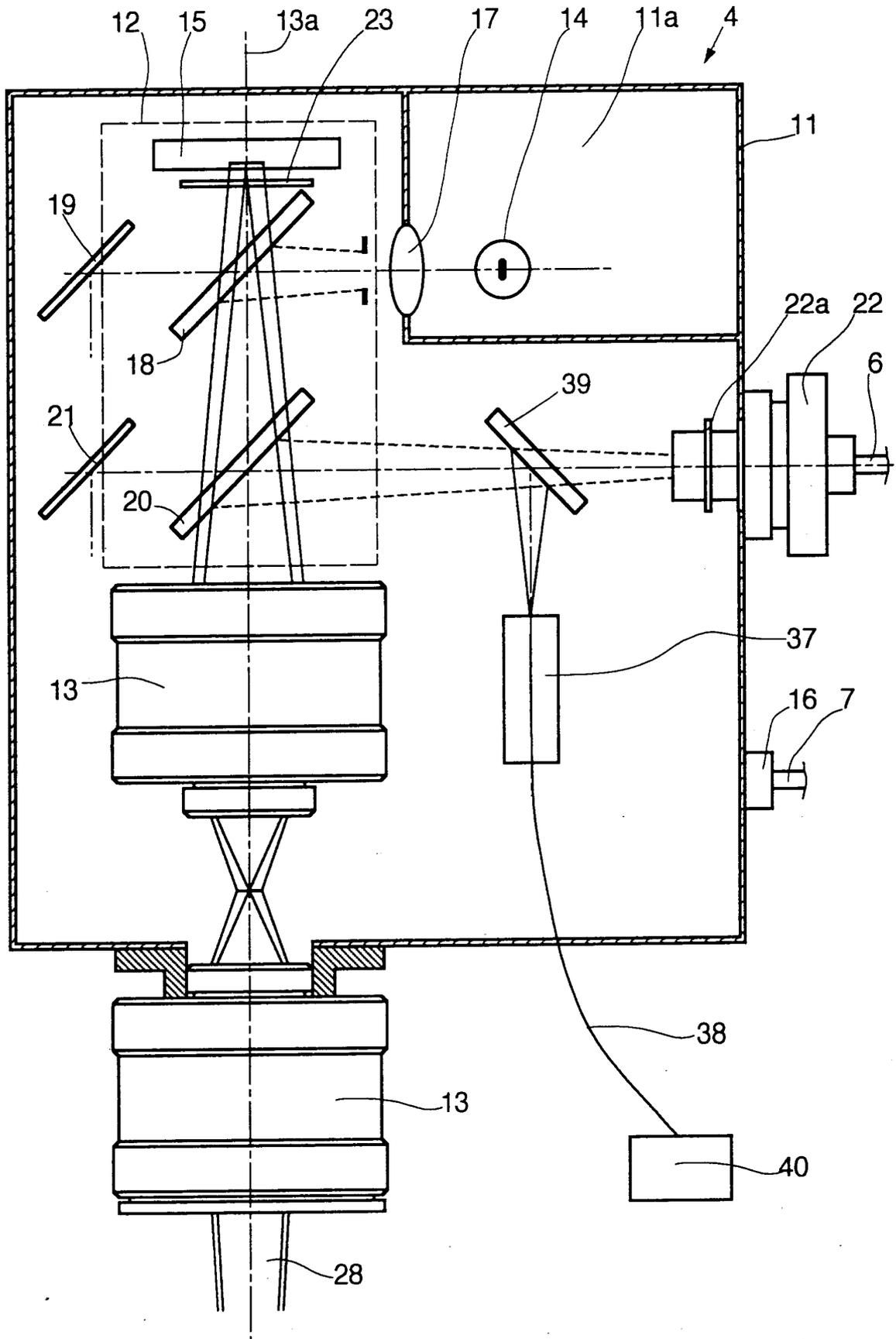


FIG.5



5/5

FIG. 6

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2737560
N° d'enregistrement
national

FA 517860
FR 9509422

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y,D	FR-A-2 680 414 (SOFIE) * page 3 - page 5; figures 1,3 * ---	1-4,7,9, 10
Y	US-A-4 988 198 (KONDO NORIYUKI) * colonne 6 - colonne 8; figures 7,8 * ---	1-4,7,9, 10
A	EP-A-0 408 015 (DAINIPPON SCREEN MFG) * colonne 7 - colonne 8; figure 1 * ---	1,7
A	EP-A-0 577 399 (HUGHES AIRCRAFT CO) * abrégé; figure 1 * -----	1,7
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		G01B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
9 Avril 1996		Vorropoulos, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1

EPO FORM 1503 (01.82) (POMC13)