

Brevet N° **87630**
du **30 novembre 1989**
Titre délivré **13 MARS 1990**

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes **BL-4282**
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

Centre de Recherches Métallurgiques-Centrum voor Research in
de Metallurgie, Association sans but lucratif-Vereniging zonder
winstoogmerk 47, rue Montoyer, B-1040 Bruxelles
Représentée par: FREYLLINGER Ernest T., MEYERS Ernest, OFFICE DE
BREVETS FREYLLINGER & ASSOCIES, 321, route d'Arlon, B.P.1,
L-8001 Strassen (Luxembourg)

dépose(nt) ce **trente novembre mil neuf cent quatre-vingt-neuf**
à **15.00** heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg:

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:

**"Dispositif de mesure de la rugosité de la surface d'un
produit métallique"**

2. la description en langue **française** de l'invention en trois exemplaires;

3. **2** planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le **30 novembre 1989** :

5. la délégation de pouvoir, datée de **Bruxelles** le **23 novembre 1989** ;

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont):

PIRLET Robert, 32, Avenue des Lauriers, B-4920 CHAUDFONTAINE
NEUMANN Nicolas, 472, route de Condroz, B-4900 LIEGE

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
brevet d'invention déposée(s) en (8) **Belgique**

le (9) **5 décembre 1988**

sous le N° (10) **08801368**

au nom de (11) **Centre de Recherches Métallurgiques**

élit(élisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
321, route d'Arlon, B.P.1, L-8001 Strassen (Luxembourg)

solicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées,
avec ajournement de cette délivrance à _____ mois. (13)

Le déposant / mandataire: _____ (14)

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes,
Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du **30 novembre 1989**

à **15.00** heures

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

p. d.

Le chef du service de la propriété intellectuelle,

A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No du " - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu: "représenté par agissant en qualité de mandataire" - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir désignation séparée (suivra))" lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complet, le cas échéant, par l'indication de l'office receveur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé.

REVENDICATION DE LA PRIORITE

BL-4282

de la demande de brevet / ~~du modèle d'utilité~~
XXXXXXXXXXXX

En BELGIQUE

Du 5 décembre 1988

No 08801368

Mémoire Descriptif

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

au

Luxembourg

au nom de :

CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES
Centrum voor Research in de Metallurgie
Association sans but lucratif
Vereniging zonder winstoogmerk
47, rue Montoyer
B-1040 BRUXELLES

pour :

"Dispositif de mesure de la rugosité de la
surface d'un produit métallique"

Dispositif de mesure de la rugosité de la surface d'un produit métallique.

5

La présente invention concerne un dispositif de mesure de la rugosité de la surface d'un produit métallique, en particulier d'un produit métallique laminé à froid.

5 Pour fixer les idées, la description qui suit se référera particulièrement au cas d'une bande en acier laminée à froid, en raison de la large utilisation de ce type de produit dans des domaines très variés. Une autre raison de ce choix est l'importance que revêt la rugosité de la surface pour une bande
10 d'acier laminée à froid. On sait en effet que cette rugosité influence notamment la mise en oeuvre de la bande par emboutissage ainsi que son aspect après peinture. Le dispositif de l'invention peut cependant être utilisé pour mesurer la rugosité de tout autre produit métallique ,y compris des produits en métaux non ferreux.

15

Dans le brevet BE-A-905862, le présent demandeur a proposé un procédé de mesure de la rugosité d'une bande laminée, qui donne d'excellents résultats. Ce procédé est basé sur l'utilisation de deux rayonnements optiques, en l'occurrence deux faisceaux laser,
20 frappant la surface de la bande, en un même point, mais sous des angles d'incidence différents. Un des rayonnements, dit principal, est le rayonnement de mesure et l'autre, dit auxiliaire, est un rayonnement de correction.

25 La mesure de la rugosité par ce procédé nécessite l'emploi d'au moins un émetteur des rayonnements incidents et de deux récepteurs des rayonnements réfléchis; ces rayonnements incidents et réfléchis doivent cependant présenter une inclinaison appropriée en fonction de la grandeur de la rugosité à mesurer. On sait en effet

qu'il existe, pour chaque rugosité, un angle d'incidence optimal, pour lequel la mesure de l'intensité réfléchie, et par conséquent la mesure de la rugosité arithmétique R_a , présente une erreur minimum. Tout écart par rapport à cet angle optimal entraîne une
5 erreur croissante sur la rugosité mesurée.

Théoriquement, tout couple d'angles utilisé dans le procédé précité ne permet donc de mesurer avec précision qu'une seule rugosité. En pratique cependant, cette précision est maintenue de
10 manière suffisante pour une certaine gamme de rugosités encadrant la valeur optimale. Néanmoins, pour mesurer la rugosité de produits sensiblement différents, il s'avère nécessaire de disposer d'une série d'appareils de mesure adaptés chacun à un type de produit. Une telle solution n'est pas économique; en outre, elle provoque un
15 encombrement important résultant de la présence de ces appareils dans une installation industrielle telle qu'un laminoir à froid. Enfin, les manipulations qu'elle requiert, notamment pour changer d'appareil, multiplient les risques d'erreur et d'imprécision des mesures.

20

La présente invention propose un dispositif de mesure de la rugosité de la surface d'un produit métallique, qui ne présente pas les inconvénients précités.

25 Le dispositif de mesure conforme à l'invention peut être mis en place définitivement, il présente un encombrement réduit et il s'adapte simplement et rapidement à différents types de produits.

Conformément à la présente invention, un dispositif de mesure de la
30 rugosité de la surface d'un produit métallique, comprenant un boîtier dans lequel sont logés un émetteur de rayonnement incident et des récepteurs de rayonnement réfléchi spéculairement par ladite surface, ledit boîtier ayant une paroi dans laquelle sont ménagés des orifices pour le passage desdits rayonnements, est caractérisé

en ce qu'il comporte :

- un premier modulateur comprenant un organe mobile pourvu de premiers moyens de réflexion destinés à dévier ledit faisceau incident vers la surface du produit métallique et de premiers
5 moyens de transmission laissant passer le rayonnement incident;
- un premier récepteur de rayonnement optique réfléchi recevant le rayonnement provenant desdits premiers moyens de réflexion et réfléchi spéculairement par ladite surface;
- un second modulateur comprenant un organe mobile pourvu de
10 deuxièmes moyens de réflexion destinés à dévier ledit rayonnement incident ayant traversé le premier modulateur vers la surface du produit métallique et de seconds moyens de transmission laissant passer ledit rayonnement incident;
- un deuxième récepteur de rayonnement optique réfléchi recevant le
15 rayonnement provenant desdits deuxièmes moyens de réflexion et réfléchi spéculairement par ladite surface;
- des troisièmes moyens de réflexion destinés à dévier ledit rayonnement incident ayant traversé le premier et le second modulateurs vers la surface du produit métallique;
- 20 - un troisième récepteur de rayonnement optique recevant le rayonnement provenant desdits troisièmes moyens de réflexion et réfléchi spéculairement par ladite surface.

Selon une variante particulière, l'organe mobile d'au moins un
25 desdits modulateurs est constitué par un disque rotatif incliné par rapport à la direction du rayonnement incident et présentant successivement des zones réfléchissantes et des zones transparentes à l'égard dudit rayonnement incident, celui-ci étant ainsi alternativement dévié vers la surface du produit métallique par une
30 zone réfléchissante, et transmis à travers une zone transparente vers le modulateur et/ou les moyens de réflexion suivants.

Egalement selon l'invention, l'émetteur de rayonnement incident est un émetteur laser, avec une longueur d'onde au moins égale à 5 μm

et une puissance inférieure à 25 W, par exemple un laser au CO_2 .

Il est préférable d'utiliser un rayonnement de faible puissance afin de ne pas endommager la surface examinée. En outre, il est
5 recommandé, suivant l'invention, de choisir un rayonnement dont la longueur d'onde est nettement supérieure à la rugosité maximale de la surface examinée.

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif de l'in-
10 vention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est consacrée à une réalisation préférée du dispositif de l'invention, donnée à titre de simple exemple et illustrée par les dessins annexés, dans lesquels la

Figure 1 est un diagramme montrant l'évolution de la précision de
15 la mesure de la rugosité pour différents angles d'incidence du rayonnement; et la

Figure 2 illustre un dispositif de mesure de rugosité comportant deux gammes de mesure.

20 Ces figures, et particulièrement la figure 2, constituent des représentations schématiques, dans lesquelles on n'a reproduit que les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention. Les flèches indiquent les sens de propagation des rayonnements utilisés.

25

Comme on l'a indiqué dans l'introduction, il existe pour chaque rugosité un angle d'incidence assurant la meilleure précision de la mesure. Pour une rugosité R_a déterminée, l'erreur sur la mesure de l'intensité du rayonnement réfléchi est d'autant plus grande que
30 l'angle d'incidence s'écarte davantage de sa valeur optimale. Considérée en valeur absolue, cette erreur sur la mesure de l'intensité réfléchie a un effet multiplicateur sur l'erreur de la valeur calculée de R_a . Cet effet mutiplicateur peut être exprimé par un coefficient M, qui représente le rapport entre l'erreur

relative au calcul de R_a et l'erreur absolue sur la mesure de l'intensité réfléchie spéculairement par la surface.

La Figure 1 montre l'évolution de ce coefficient M en fonction de la rugosité R_a , pour différents angles d'incidence α et pour une bande d'acier laminée à froid. Ces valeurs correspondent à l'emploi d'un rayonnement laser CO_2 ayant une longueur d'onde de $10,6\mu m$.

On constate, dans la Figure 1, que les angles d'incidence $\alpha_1 = 20^\circ$, $\alpha_2 = 55^\circ$ et $\alpha_3 = 68^\circ$ correspondent respectivement, de manière optimale, à des rugosités $R_a = 0,7\mu m$; $1,2\mu m$ et $1,8\mu m$.

Cette Figure 1 montre également que l'utilisation du couple d'angles ($\alpha_1 = 20^\circ$; $\alpha_2 = 55^\circ$) permet de mesurer avec une bonne précision les rugosités R_a comprises entre $0,4\mu m$ et $1\mu m$. De même, les angles ($\alpha_2 = 55^\circ$; $\alpha_3 = 68^\circ$) assurent une mesure suffisamment précise des rugosités R_a comprises entre $1\mu m$ et $3\mu m$.

La gamme de rugosités R_a ainsi couverte, à savoir de $0,4\mu m$, à $3\mu m$, est généralement suffisante pour englober la majorité des produits métalliques, notamment des produits laminés. Il est d'ailleurs possible d'élargir cette gamme en utilisant des angles d'incidence α plus faibles ou plus élevés selon les cas. La seule condition à respecter est que l'angle d'incidence utilisé permette la réflexion spéculaire du rayonnement et la réception du rayonnement ainsi réfléchi.

La Figure 2 illustre un dispositif de mesure de la rugosité d'une bande d'acier en mouvement comportant les deux gammes de mesure résultant de la Figure 1. Dans un boîtier étanche 1, sont montés un émetteur laser 2 et trois récepteurs désignés globalement par les repères respectifs 3, 4 et 5. Le rayonnement laser provenant de l'émetteur 1 est d'abord dévié par un premier miroir 6, dont le

seul but est de réduire l'encombrement du boîtier 1. Le rayonnement ainsi dévié arrive à un premier modulateur constitué essentiellement d'un disque rotatif 7 entraîné par un moteur 8. Le disque 7 est pourvu d'une série d'ouvertures disposées suivant une
 5 circonférence et séparées par des parties opaques réfléchissant le rayonnement laser. Pendant la rotation du disque 7, le rayonnement laser est alternativement transmis à travers les ouvertures et dévié par ces parties réfléchissantes. Le rayonnement dévié par le
 10 disque 7 vient frapper une bande d'acier au point 0 sous un premier angle d'incidence $\alpha_1 = 20^\circ$ et le rayonnement réfléchi en direction spéculaire est capté par un premier récepteur 3 qui mesure son intensité. Le rayonnement transmis à travers les ouvertures du
 disque 7 vient frapper un second modulateur, analogue au premier, c'est-à-dire composé d'un disque rotatif 9 et d'un moteur
 15 d'entraînement 10. Le disque 9 est également percé d'ouvertures disposées suivant une circonférence et séparées par des parties réfléchissant le rayonnement laser. Le rayonnement dévié par ce second disque 9 vient frapper une bande d'acier 11 au même point 0
 sous un deuxième angle d'incidence $\alpha_2 = 55^\circ$, et le rayonnement
 20 réfléchi en direction spéculaire est capté par un deuxième récepteur 4 qui mesure son intensité. Le rayonnement transmis à travers les ouvertures du disque 9 vient frapper un miroir fixe 12, qui renvoie le rayonnement vers le point 0 de la bande, sous un
 troisième angle d'incidence $\alpha_3 = 68^\circ$. Le rayonnement réfléchi en
 25 direction spéculaire est capté par un troisième récepteur 5, qui mesure son intensité. Les rayonnements incidents et réfléchis traversent la paroi du boîtier par des hublots appropriés, montés de manière étanche et de préférence au fond de tubulures qui leur assurent une certaine protection contre l'encrassement. Ces
 30 tubulures sont orientées dans la direction des rayonnements qui les traversent.

Le fonctionnement du dispositif de l'invention se comprend aisément par la Figure 2. Pour la mesure de rugosités comprises

entre $0,4 \mu\text{m}$ et $1 \mu\text{m}$, on utilise les angles $\alpha_1 = 20^\circ$ et $\alpha_2 = 55^\circ$; à cet effet, le disque 7 du premier modulateur est en rotation et le disque 9 du second modulateur est bloqué en position de déviation du rayonnement laser. Le miroir 12 ne reçoit ainsi aucun
 5 rayonnement. Pour la mesure de rugosités comprises entre $1 \mu\text{m}$ et $3 \mu\text{m}$, on utilise les angles $\alpha_2 = 55^\circ$ et $\alpha_3 = 68^\circ$; à cet effet, le disque 7 du premier modulateur est bloqué en position de transmission du rayonnement et le disque 9 du second modulateur est en rotation. Le miroir 12 reçoit donc un rayonnement intermittent.

10

Il convient de souligner que les valeurs des angles d'incidence, données ici et dans les revendications, ne constituent pas des valeurs impératives; les valeurs utilisées en pratique peuvent s'en écarter quelque peu sans nuire de façon sensible à la précision des
 15 mesures.

L'invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation qui vient d'être décrit et illustré. Il va de soi qu'un homme de métier pourrait envisager d'autres variantes, notamment en faisant varier
 20 les angles afin d'élargir la gamme de mesure des rugosités. De même, il ne sortirait pas du cadre de l'invention de mesurer la rugosité en plusieurs points de la largeur du produit métallique, en particulier lorsque celui-ci est une bande, en déplaçant le dispositif de mesure transversalement par rapport au sens du mouve-
 25 ment de ce produit.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure de la rugosité de la surface d'un produit métallique (11), comprenant un boîtier (1) dans lequel sont logés
- 5 un émetteur (2) de rayonnement incident et des récepteurs de rayonnement réfléchi spéculairement par ladite surface, ledit boîtier ayant une paroi dans laquelle sont ménagés des orifices pour le passage desdits rayonnements, caractérisé en ce qu'il comporte :
- 10 - un premier modulateur (7,8) comprenant un organe mobile (7) pourvu de premiers moyens de réflexion destinés à dévier ledit rayonnement incident vers la surface du produit métallique et de premiers moyens de transmission laissant passer le rayonnement incident;
- 15 - un premier récepteur (3) de rayonnement optique réfléchi recevant le rayonnement provenant desdits premiers moyens de réflexion et réfléchi spéculairement par ladite surface;
- un second modulateur (9,10) comprenant un organe mobile (9) pourvu de deuxièmes moyens de réflexion destinés à dévier ledit
- 20 rayonnement incident ayant traversé le premier modulateur vers la surface du produit métallique et de seconds moyens de transmission laissant passer ledit rayonnement incident;
- un deuxième récepteur (4) de rayonnement optique réfléchi recevant le rayonnement provenant desdits deuxièmes moyens de réflexion et réfléchi spéculairement par ladite surface;
- 25 - des troisièmes moyens de réflexion (12) destinés à dévier ledit rayonnement incident ayant traversé le premier et le second modulateurs vers la surface du produit métallique;
- un troisième récepteur (5) de rayonnement optique recevant le
- 30 rayonnement provenant desdits troisièmes moyens de réflexion (12) et réfléchi spéculairement par ladite surface.
2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'organe mobile d'au moins un desdits modulateurs est constitué par

un disque rotatif incliné par rapport à la direction du rayonnement incident et présentant successivement des zones réfléchissantes et des zones transparentes à l'égard dudit rayonnement incident, celui-ci étant ainsi alternativement dévié vers la surface du
 5 produit métallique par une zone réfléchissante, et transmis à travers une zone transparente vers le modulateur et/ou les moyens de réflexion suivants.

3. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2,
 10 caractérisé en ce que l'émetteur (2) de rayonnement optique incident est un émetteur laser à CO_2 , avec une longueur d'onde de l'ordre de $10,6 \mu\text{m}$ et une puissance inférieure à 25 W.

4. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3,
 15 caractérisé en ce que lesdits premiers moyens de réflexion sont orientés de façon à dévier ledit rayonnement incident dans une direction faisant un angle α_1 de l'ordre de 20° par rapport à la normale à la surface du produit métallique.

20 5. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits deuxièmes moyens de réflexion sont orientés de façon à dévier ledit rayonnement incident dans une direction faisant un angle de α_2 de l'ordre de 55° par rapport à la normale à la surface du produit métallique.

25 6. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdits troisièmes moyens de réflexion sont orientés de façon à dévier ledit rayonnement incident dans une direction faisant un angle α_3 de l'ordre de 68° par rapport à la
 30 normale à la surface du produit métallique.

7. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits premiers, deuxièmes et troisièmes moyens de réflexion sont disposés de façon à diriger les trois

rayonnements réfléchis vers un même point de la surface du produit métallique.

8. Procédé de mesure de la rugosité de la surface d'un produit
5 métallique au moyen d'un dispositif suivant l'une ou l'autre des
revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, pour mesurer des
rugosités comprises entre $0,4 \mu\text{m}$ et $1 \mu\text{m}$, on bloque le second
modulateur en position de réflexion du rayonnement incident et on
fait tourner l'organe mobile du premier modulateur, ce qui permet
10 d'effectuer la mesure au moyen des angles $\alpha_1 = 20^\circ$ et $\alpha_2 = 55^\circ$.

9. Procédé de mesure de la rugosité de la surface d'un produit
métallique au moyen d'un dispositif suivant l'une ou l'autre des
revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, pour mesurer des
15 rugosités comprises entre $1 \mu\text{m}$ et $3 \mu\text{m}$, on bloque le premier
modulateur en position de transmission du rayonnement incident et
on fait tourner l'organe mobile du second modulateur, ce qui permet
d'effectuer la mesure au moyen des angles $\alpha_2 = 55^\circ$ et $\alpha_3 = 68^\circ$.

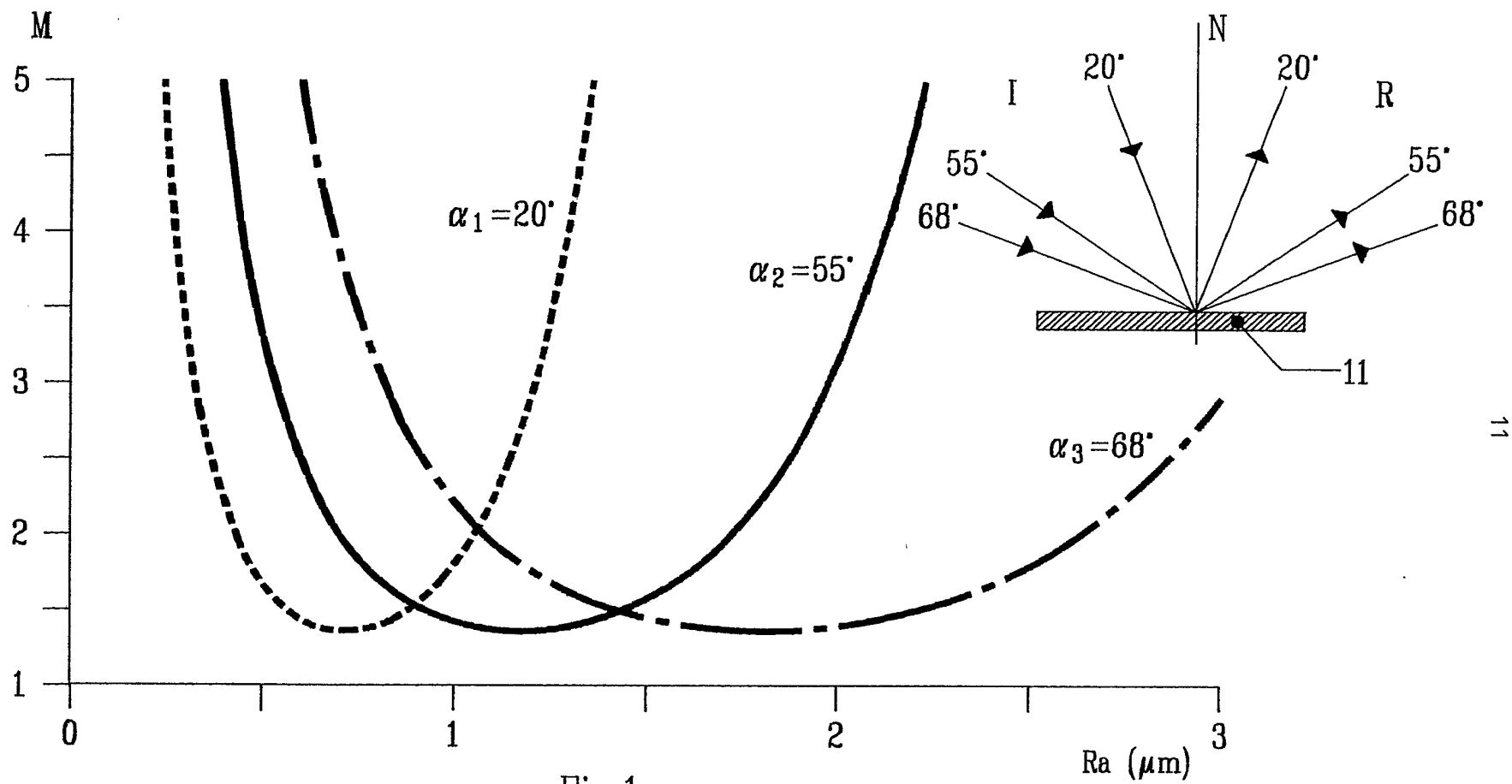


Fig.1

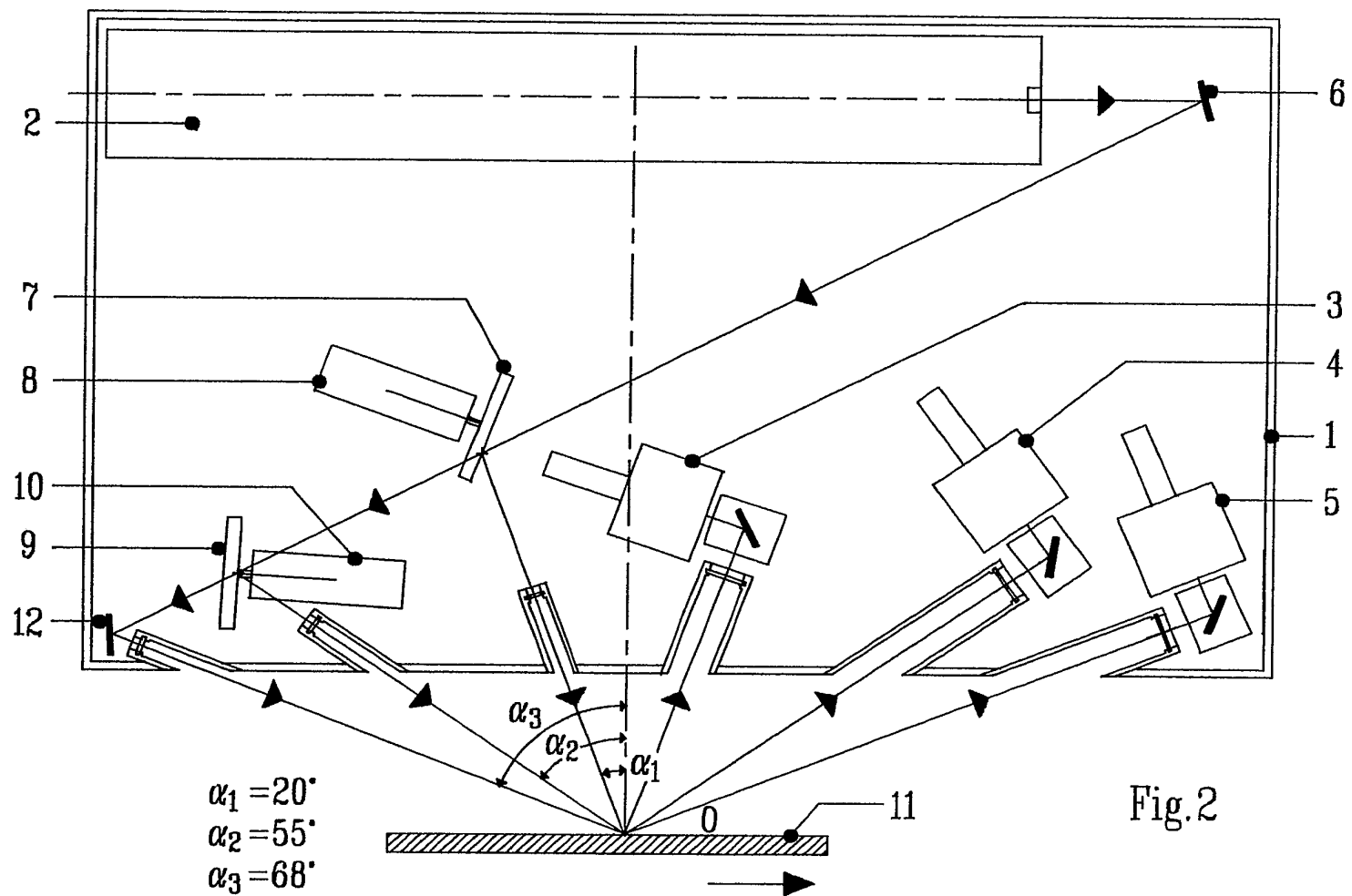


Fig.2