



Office de la Propriété
Intellectuelle
du Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

Canadian
Intellectual Property
Office

An agency of
Industry Canada

CA 2495457 A1 2004/02/19

(21) **2 495 457**

**(12) DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

(13) A1

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2003/08/04
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2004/02/19
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2005/01/31
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2003/002457
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2004/015169
(30) Priorité/Priority: 2002/08/05 (02/09952) FR

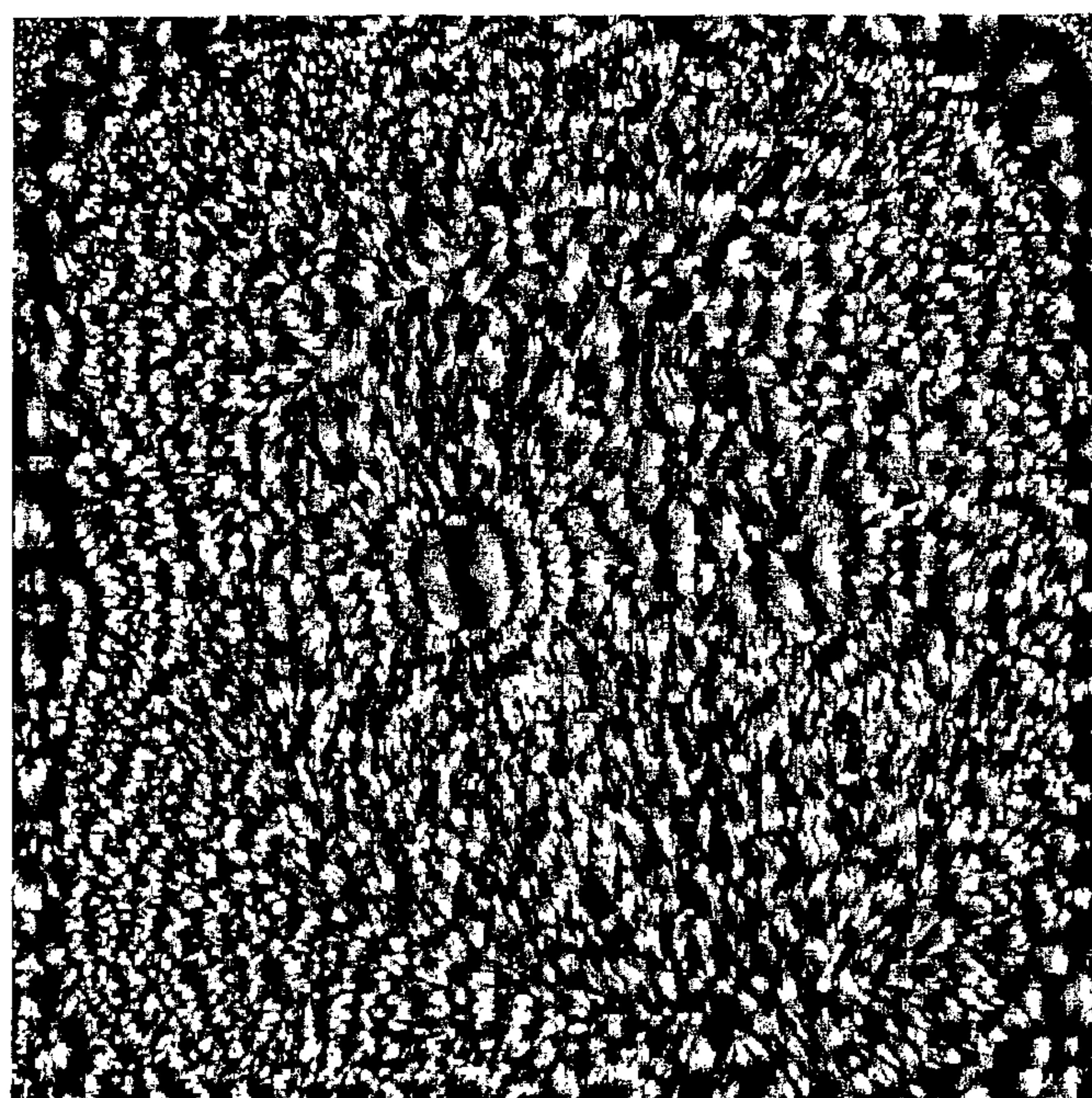
(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ C23C 28/00, C23C 2/26

(71) Demandeur/Applicant:
USINOR, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
CHOQUET, PATRICK, FR;
CHALEIX, DANIEL, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCEDE DE REVETEMENT DE LA SURFACE D'UN MATERIAU METALLIQUE, DISPOSITIF POUR SA
MISE EN OEUVRE ET PRODUIT AINSI OBTENU
(54) Title: METHOD FOR COATING THE SURFACE OF METALLIC MATERIAL, DEVICE FOR CARRYING OUT SAID
METHOD



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un procédé de revêtement de la surface d'un matériau métallique présentant une structure cristallographique, selon lequel on réalise un premier revêtement dudit matériau par une couche d'un métal ou d'un alliage métallique à point de fusion égal à T_f , d'épaisseur inférieure ou égale à $2,5\mu\text{m}$, caractérisé en ce que :- on réalise un traitement thermique sur ledit premier revêtement par un moyen de chauffage rapide de manière à porter la surface dudit premier revêtement à une température comprise entre $0,8T_f$ et T_f ; - et on réalise le dépôt d'un deuxième revêtement à partir d'un métal ou d'un alliage métallique, d'épaisseur inférieure ou égale à $1\mu\text{m}$. L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, et un matériau métallique ainsi revêtu.

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international**



**(43) Date de la publication internationale
19 février 2004 (19.02.2004)**

PCT

**(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/015169 A3**

**(51) Classification internationale des brevets⁷ :
C23C 28/00, 2/26**

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : USI-NOR [FR/FR]; Immeuble "La Pacific" - La Défense 7, 11-13, cours Valmy, F-92800 Puteaux (FR).

**(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/002457**

(72) Inventeurs; et

(22) Date de dépôt international : 4 août 2003 (04.08.2003)

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : CHOQUET, Patrick [FR/FR]; 8, rue du Fort, F-57050 Longeville les Metz (FR). CHALEIX, Daniel [FR/FR]; 16, rue Sainte Barbe, F-57220 Roupeldange (FR).

(25) Langue de dépôt : français

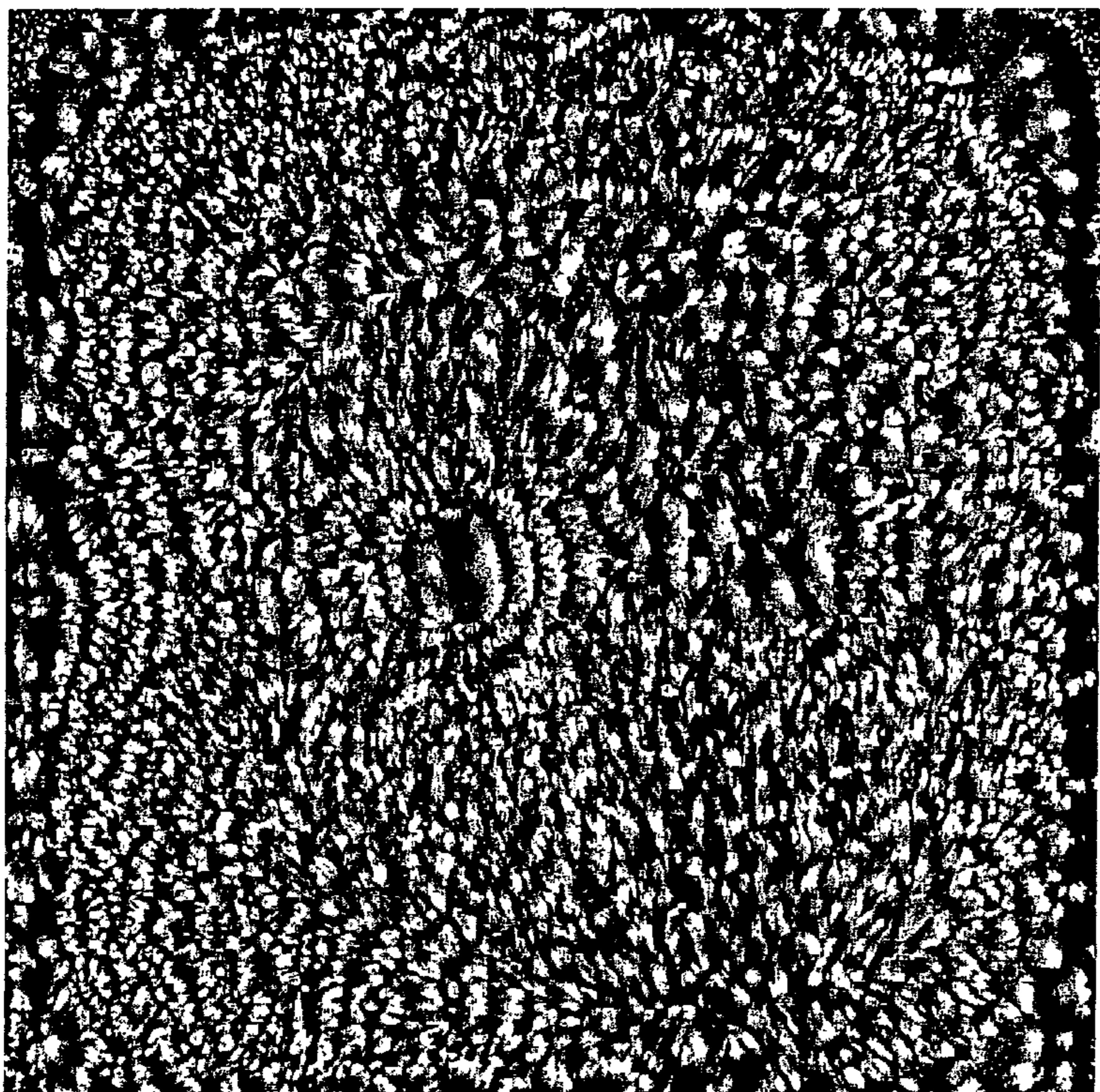
(74) Mandataires : NEYRET, Daniel etc.; Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).

(26) Langue de publication : français

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR COATING THE SURFACE OF METALLIC MATERIAL, DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Titre : PROCEDE DE REVETEMENT DE LA SURFACE D'UN MATERIAU METALLIQUE, DISPOSITIF POUR SA MISE EN OEUVRE ET PRODUIT AINSI OBTENU



(57) Abstract: The invention relates to a method for coating the surface of a metallic material having a crystallographic structure. The inventive method consists in producing a first coating of said material with a metal layer or a metal alloy layer having a melting point of T_f and a thickness equal to or less than $2.5\mu m$, heating the first coating by a flash heating in such a way that it is heated to a temperature ranging from $0.8 T_f$ to T_f , producing a second metal or metal alloy coating with a thickness equal to or less than $1\mu m$. The device for carrying out said method and the thus coated metallic material are also disclosed.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de revêtement de la surface d'un matériau métallique présentant une structure cristallographique, selon lequel on réalise un premier revêtement dudit matériau par une couche d'un métal ou d'un alliage métallique à point de fusion égal à T_f , d'épaisseur inférieure ou égale à $2,5\mu m$, caractérisé en ce que :- on réalise un traitement thermique sur ledit premier revêtement par un moyen

de chauffage rapide de manière à porter la surface dudit premier revêtement à une température comprise entre $0,8T_f$ et T_f ; et on réalise le dépôt d'un deuxième revêtement à partir d'un métal ou d'un alliage métallique, d'épaisseur inférieure ou égale à $1\mu m$. L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, et

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/015169 A3



(81) **États désignés (national)** : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

(88) **Date de publication du rapport de recherche internationale:**

13 mai 2004

(84) **États désignés (régional)** : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Procédé de revêtement de la surface d'un matériau métallique, dispositif pour sa mise en oeuvre et produit ainsi obtenu.

L'invention concerne le revêtement des surfaces métalliques. Plus précisément, elle concerne des traitements de revêtement de la surface d'un matériau métallique destinés à lui conférer un effet visuel tridimensionnel.

5 Un tel effet visuel peut être obtenu avec des hologrammes, qui sont obtenus par l'enregistrement et la reproduction d'une image à l'aide de deux faisceaux laser sur un support photosensible capable d'enregistrer des interférences lumineuses de bon contraste. De tels supports sont, par exemple, des films thermoplastiques, des photopolymères, des films photosensibles...

10 Jusqu'à présent, pour obtenir un effet visuel tridimensionnel sur une surface métallique, on ne connaît pas d'autre moyen que d'appliquer par collage ou colaminage sur ladite surface un support photosensible du type que l'on vient de décrire. La décoration d'emballages métalliques en acier ou aluminium est un usage privilégié de cette technique, qui a l'inconvénient, pour l'entreprise 15 métallurgique, de nécessiter l'intervention d'un fournisseur extérieur qui lui livre le support photosensible. De plus, le support risque de se désolidariser de l'emballage ou d'être détérioré au cours des traitements et manipulations subis par ledit emballage postérieurement au collage ou au colaminage.

Le but de l'invention est de proposer un procédé permettant d'obtenir 20 des effets visuels tridimensionnels sur la surface d'un matériau métallique sans avoir recours à l'application sur cette surface d'un support photosensible.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de revêtement de la surface d'un matériau métallique présentant une structure cristallographique, selon lequel on réalise un premier revêtement dudit matériau par une couche 25 d'un métal ou d'un alliage métallique à point de fusion égal à T_f , d'épaisseur inférieure ou égale à $2,5\mu\text{m}$, caractérisé en ce que :

- on réalise un traitement thermique sur ledit premier revêtement par un moyen de chauffage rapide de manière à porter la surface dudit premier revêtement à une température comprise entre $0,8T_f$ et T_f ;

30 - et on réalise le dépôt d'un deuxième revêtement à partir d'un métal ou d'un alliage métallique, d'épaisseur inférieure ou égale à $1\mu\text{m}$.

Selon une variante du procédé, lesdits premier et deuxième revêtements ont des points de fusions inférieurs ou égaux à 700°C .

Lesdits premier et deuxième revêtements peuvent être constitués par le même matériau.

Selon une variante du procédé, on réalise ensuite le dépôt sur ledit 5 deuxième revêtement d'une pellicule minérale transparente.

Ledit matériau métallique à revêtir peut, de préférence, être un acier au carbone, un acier inoxydable, ou de l'aluminium ou un de ses alliages.

Ledit premier revêtement peut être, de préférence, réalisé par électrodéposition ou par un procédé de dépôt sous vide.

10 Ledit moyen de chauffage rapide peut être, de préférence, un dispositif de chauffage par infra-rouges, un dispositif de chauffage par induction, un dispositif d'effluvage sous plasma avec un gaz non réactif ou un dispositif de bombardement ionique avec un gaz non réactif.

15 Ledit deuxième revêtement peut être, de préférence, réalisé par électrodéposition ou par un procédé de dépôt sous vide.

On peut déposer ladite pellicule minérale transparente par un procédé de dépôt par plasma réactif.

Lesdits premier et deuxième revêtements peuvent être chacun constitués par de l'étain et/ou de l'aluminium.

20 Ladite pellicule minérale peut être constituée par un oxyde métallique ou un mélange d'oxydes métalliques, de préférence choisis parmi les oxydes d'acier inoxydable austénitique, de chrome, de titane, de silicium, de zinc, d'étain.

25 Le matériau métallique peut être sous forme d'une bande en défilement, et les différentes étapes du procédé peuvent être réalisées en continu au moyen d'installations disposées successivement sur le trajet de la bande en défilement.

30 L'invention a également pour objet un dispositif pour le revêtement d'un matériau métallique sous forme de bande, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour faire défiler ladite bande et, disposés successivement sur le trajet de ladite bande :

- des premiers moyens pour revêtir ladite bande par une couche d'un métal ou d'un alliage métallique à point de fusion égal à T_f ;

- des moyens de chauffage rapide de ladite bande pouvant porter la surface de ladite couche à une température comprise entre $0,8T_f$ et T_f ; et

- des seconds moyens pour revêtir ladite bande par une couche de métal ou d'alliage métallique.

Le dispositif peut comporter, à la suite desdits seconds moyens pour revêtir ladite bande par une couche d'un métal ou d'un alliage métallique, des 5 moyens pour revêtir ladite bande par une pellicule minérale transparente.

L'invention a également pour objet un matériau métallique, caractérisé en ce qu'il comporte sur l'une au moins de ses surfaces un revêtement métallique à effet visuel tridimensionnel, ledit revêtement étant formé directement sur ladite surface du matériau, et réalisé notamment par le procédé précédent.

10 Comme on l'aura compris, l'invention consiste à obtenir l'effet visuel tridimensionnel recherché par une série de traitements de surface du matériau métallique lui-même. On obtient ainsi un revêtement multicouches qui ne peut être détaché du matériau métallique et est réalisable par l'entreprise métallurgique qui a fabriqué le matériau de base. Ce revêtement, outre ses 15 qualités esthétiques, présente de nombreux avantages d'ordre technique, et permet au fabricant du matériau métallique de conserver l'entièvre maîtrise du processus de décoration.

20 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit donnée en référence aux figures 1 à 6 annexées qui montrent les aspects de différents revêtements obtenus par diverses variantes du procédé selon l'invention.

25 Le matériau de départ est un matériau métallique, tel qu'un acier au carbone, un acier inoxydable, de l'aluminium ou un de ses alliages, etc. Il se présente par exemple sous forme d'une plaque ou d'une bande bobinée. Dans ce dernier cas, il est possible de réaliser le traitement qui va être décrit en débobinant la bande et en la faisant défiler en continu dans une installation où les 30 appareillages permettant de réaliser les différentes étapes du traitement sont disposés à la suite les uns des autres sur le trajet de la bande. Pour que l'effet esthétique recherché soit obtenu, il est nécessaire que le matériau métallique utilisé comme substrat présente une structure cristallographique.

Avant de procéder au dépôt, on réalisera, de façon connue en soi, un avivage de la surface du matériau afin d'en éliminer toute contamination superficielle.

35 La première étape du procédé est le dépôt d'un premier revêtement, constitué par un élément métallique (étain ou aluminium, par exemple) ou un alliage métallique, de préférence à bas point de fusion T_f , de l'ordre de 700°C ou inférieur. Ce revêtement doit avoir une épaisseur inférieure ou égale à 2,5µm.

Avantageusement, il est réalisé par un procédé d'électrodepositio, ou par un procédé de dépôt sous vide. Parmi les procédés de dépôt sous vide utilisables, on peut citer les procédés classiquement connus d'évaporation sous vide, de pulvérisation magnétron, de placage ionique, de placage ionique auto-induit (self-induced ion plating).

La deuxième étape du procédé est un traitement thermique effectué sur le premier revêtement, par un moyen de chauffage rapide, tel que des lampes à infra-rouge, un inducteur, un effluvage sous plasma, ou un bombardement ionique avec un gaz non réactif tel qu'un gaz rare. Ce traitement thermique doit porter la surface du premier revêtement à une température comprise entre $0,8 T_f$ et T_f . Pour qu'il s'effectue avec une cinétique compatible avec son exécution sur une bande défilant à une vitesse de l'ordre de 100m/mn, il est préférable que T_f soit inférieure ou égale à 700°C.

La troisième étape du procédé est le dépôt d'un deuxième revêtement, à partir d'un élément métallique ou d'un alliage identique ou non au matériau du premier revêtement. Ce revêtement doit avoir une épaisseur ne dépassant pas 1µm. Il est réalisable par les mêmes méthodes que le premier revêtement.

Préférentiellement (mais pas obligatoirement), le procédé peut comporter une quatrième étape consistant à déposer sur le deuxième revêtement métallique une pellicule minérale transparente. Des matériaux tels que des oxydes d'acier inoxydable austénitique, de chrome, de titane, de silicium, de zinc, d'étain (liste non limitative) et leurs mélanges sont particulièrement indiqués. Ce dépôt minéral transparent peut être réalisé par tout moyen connu à cet effet, les procédés utilisant un dépôt par plasma réactif étant particulièrement indiqués. Si cette pellicule a une épaisseur inférieure ou égale à 1µm, on peut obtenir un revêtement coloré par effet interférentiel du film minéral. Des couleurs verte, jaune, bleue, violette et rouge sont accessibles de cette manière, en fonction de l'indice de réfraction du matériau déposé. De manière générale, cette pellicule transparente donne une apparence de profondeur supplémentaire aux motifs d'apparence tridimensionnelle obtenus à la suite des trois premières étapes du procédé.

L'apparition de motifs à la surface du substrat nécessite, comme on l'a dit, que ce dernier possède une structure cristallographique. En effet, la germination des motifs de solidification des dépôts métalliques se produit sur la base de sites préférentiels à la surface du substrat, qui n'existent que si le substrat possède une structure cristallographique.

La taille des motifs obtenus dépend de la quantité d'énergie mise en oeuvre lors de la deuxième étape du procédé et de l'épaisseur du revêtement :

les motifs seront d'autant plus grands que cette quantité d'énergie et/ou cette épaisseur seront importantes. L'utilisation, comme matériau de revêtement lors de la première étape du procédé, d'un métal ou alliage à bas point de fusion (700°C ou moins) permet de réaliser la transformation métallurgique du revêtement lors de la deuxième étape dans un temps très bref. Les procédés de chauffage qui ont été cités permettent d'apporter l'énergie nécessaire en un minimum de temps.

Par rapport à l'obtention d'effets visuels tridimensionnels par des supports photosensibles appliqués sur le produit métallique, le procédé selon l'invention présente plusieurs avantages. Comme on l'a dit, il permet au fabricant de produits métalliques de conserver l'entièvre maîtrise du procédé. Le revêtement générant l'effet visuel tridimensionnel étant ici une partie intégrante du support, il ne risque pas de s'en détacher au cours des traitements et des manipulations ultérieurs. De plus, tout particulièrement si le procédé est utilisé dans sa version complète à quatre étapes, le revêtement ainsi obtenu améliore la résistance du substrat à la corrosion cosmétique. Le revêtement est également plus résistant aux ultra-violets et à la température. Il est moins sensible aux traces de doigt. Il est d'une grande dureté superficielle, ce qui le rend moins sensible aux rayures. Il est facile à nettoyer et résiste bien aux produits d'entretien et autres sollicitations mécaniques. Enfin, il est possible, si le métal de revêtement utilisé s'y prête (par exemple l'étain), de rendre le revêtement compatible avec un usage alimentaire.

Différents exemples de mise en oeuvre du procédé selon l'invention vont à présent être décrits. Ils ont été exécutés sur des tôles d'acier doux de 200 x 200mm et 0,7mm d'épaisseur. Ces tôles ont été préalablement dégraissées classiquement par voie humide (solvant agité par des ultrasons). Puis elles ont été soumises à un décapage ionique à partir d'un plasma d'argon dans un réacteur sous vide qui a ensuite été utilisé lors des différentes étapes de réalisation du procédé selon l'invention.

30

Exemple 1

Dans la première étape du procédé selon l'invention, la tôle est revêtue par une couche d'étain de $0,8\mu\text{m}$ par pulvérisation magnétron en atmosphère d'argon sous une pression de 10^{-3} mbar (0,1 Pa). Le courant cible est de 0,9A et la tension cible de 450V. La vitesse de dépôt de l'étain est de $0,25\mu\text{m}/\text{min}$.

Dans la deuxième étape du procédé selon l'invention, la tôle est traitée thermiquement par un plasma d'argon sous une pression de 10^{-3} mbar (0,1 Pa).

L'énergie conférée aux ions d'argon est de 400 eV et la dose d'ions reçue par la tôle est de $4,7 \cdot 10^{22}$ ions Ar⁺/m². La tôle est placée en cathode. La surface de l'étain est portée à une température de l'ordre de 210°C.

Dans la troisième étape, on dépose un revêtement d'étain de 0,4 µm
5 par pulvérisation magnétron, dans les mêmes conditions expérimentales que pour le premier revêtement.

Dans la quatrième étape, on procède au dépôt par plasma CVD d'une pellicule transparente de silice, d'une épaisseur de 0,1µm. Le dépôt est réalisé dans une atmosphère composée d'hexaméthyldisiloxane (HMDSO) et d'oxygène,
10 sous une pression de 10⁻³ mbar (0,1 Pa), avec un rapport des pressions partielles de HMDSO et d'O₂ de 1/10. On utilise un courant de fréquence 50 kHz à une puissance de 100W. La vitesse de dépôt est de 1,0µm/min.

On obtient par ce procédé un revêtement dont l'aspect extérieur est représenté sur la figure 1, ayant des propriétés anti-corrosion et anti-trace de doigt, facile à nettoyer, et présentant une grande dureté superficielle. Il est apte à résister à des sollicitations mécaniques, chimiques et thermiques élevées.

Exemple 2

On réalise un revêtement de ladite tôle d'acier dans des conditions identiques à celles de l'exemple 1 pour les trois premières étapes. La quatrième étape consiste en la réalisation d'une pellicule d'oxyde de titane colorée par pulvérisation magnétron réactive d'une cible de titane. Son épaisseur est de 0,05 µm. Les conditions de sa réalisation sont une atmosphère O₂/Ar avec P_{O₂}/P_{Ar} = 0,4, une pression totale de 5.10⁻³ mbar (10,5Pa) et une puissance de 1,7kW. On obtient ainsi un revêtement représenté sur la figure 2, présentant des propriétés analogues à celui de l'exemple 1, avec en plus un aspect coloré en bleu du fait de l'indice de réfraction de l'oxyde de titane (2,5) et les propriétés particulières à l'oxyde de titane, à savoir une grande inertie chimique, une bonne tenue à haute température, une bonne résistance aux attaques chimiques, et une action autonettoyante due à son effet catalytique de dégradation des matières contenant du carbone et de l'oxygène en présence de lumière ultra-violette.

Exemple 3

On réalise un revêtement de ladite tôle d'acier doux dans les mêmes conditions que pour l'exemple 2, à ceci près que l'on augmente l'épaisseur du premier dépôt d'étain jusqu'à 1,2 µm, ainsi que la dose d'ions reçue par la première couche d'étain lors de la deuxième étape du procédé. Cette dose atteint

ici $9,4 \cdot 10^{22}$ ions Ar⁺/m². La surface de l'étain est portée à une température de l'ordre de 235°C. Le résultat est visible sur la figure 3.

Exemple 4

5 On réalise un revêtement de ladite tôle d'acier doux dans les mêmes conditions que pour l'exemple 2, à ceci près que, comme pour l'exemple 3, on augmente la dose d'ions reçue par la première couche à $9,4 \cdot 10^{22}$ ions Ar⁺/m², et qu'on augmente l'épaisseur de la pellicule d'oxyde de titane à 0,08µm. Le résultat est visible sur la figure 4.

10 On remarque que l'augmentation de l'énergie mise en œuvre lors de la deuxième étape du traitement conduit à une augmentation substantielle de la taille des motifs.

Exemple 5

15 On effectue le revêtement de ladite tôle dans des conditions identiques à celles de l'exemple 1, à ceci près qu'on utilise, pour la deuxième étape, deux lampes à infra-rouges pour réaliser le chauffage du substrat et de sa première couche d'étain, et qu'on ne dépose pas d'oxyde sur la deuxième couche d'étain. On ne réalise donc que les trois premières étapes du procédé, celles qui sont 20 indispensables pour obtenir l'effet visuel tridimensionnel recherché. Le chauffage de la couche d'étain est statique et dure 8 minutes dans un four à lampes réglé à une température de 200°C. Le résultat est visible sur la figure 5.

Exemple 6

25 On effectue le revêtement d'une tôle très mince de 0,2mm d'épaisseur en acier doux de 200 x 200mm par une couche d'étain électrodepositée, de manière à obtenir une tôle en « fer blanc » du type habituellement utilisé dans le domaine alimentaire. Puis les deuxième et troisième étapes du procédé selon l'invention sont exécutées, dans des conditions identiques à celles de l'exemple 30 2. On n'exécute pas la quatrième étape optionnelle du traitement selon l'invention. Le résultat est visible sur la figure 6.

Exemple 7

Dans une première étape du procédé selon l'invention, la tôle est 35 revêtue par une couche d'aluminium de 0,6µm par pulvérisation magnétron en atmosphère d'argon sous une pression de 10⁻³ mbar (0,1Pa). Le courant cible est de 1,8A et la tension cible de 355V. La vitesse de dépôt de l'aluminium est de 0,33µm/min.

Dans la deuxième étape du procédé selon l'invention, la tôle est traitée thermiquement par un plasma d'argon sous une pression de 10^{-3} mbar (0,1 Pa). L'énergie conférée aux ions argon est de 280eV et la dose d'ions est de $18,4 \cdot 10^{22}$ ions Ar⁺/m². La tôle est placée en cathode. La surface de la tôle revêtue d'aluminium est portée à une température de 615°C à la fin du traitement.

Dans une troisième étape, on dépose un revêtement d'étain par pulvérisation magnétron, dans les mêmes conditions expérimentales que celles décrites dans la troisième étape de l'exemple 1.

On obtient dans ces conditions d'élaboration un revêtement dont l'aspect extérieur est identique à celui de l'exemple de la figure 1.

Exemple 8

On réalise un revêtement de ladite tôle d'acier doux par de l'étain dans les mêmes conditions que pour l'exemple 3 pour les deux premières étapes. Dans une troisième étape, on dépose un revêtement d'aluminium par pulvérisation magnétron, dans les mêmes conditions expérimentales que celles décrites dans la première étape de l'exemple 7 à ceci près que l'on réalise un dépôt d'aluminium d'épaisseur 0,4μm.

On obtient dans ces conditions d'élaboration un revêtement dont l'aspect extérieur est identique à celui de l'exemple de la figure 3.

Les exemples de matériaux formant le substrat et les différentes couches qui le revêtent, ainsi que les conditions de leur formation ont été données à titre non limitatif. L'homme du métier pourra imaginer des variantes en fonction des propriétés recherchées pour le produit final.

Si on désire que l'effet visuel tridimensionnel ne soit obtenu que sur une ou des portions de la surface du matériau métallique, il est possible de protéger le matériau par un ou des caches masquant les zones à ne pas revêtir lors des divers traitements subis.

REVENDICATIONS

1. Procédé de revêtement de la surface d'un matériau métallique présentant une structure cristallographique, selon lequel on réalise un premier revêtement dudit matériau par une couche d'un métal ou d'un alliage métallique à 5 point de fusion égal à T_f , d'épaisseur inférieure ou égale à $2,5\mu\text{m}$, caractérisé en ce que :

- on réalise un traitement thermique sur ledit premier revêtement par un moyen de chauffage rapide de manière à porter la surface dudit premier revêtement à une température comprise entre $0,8T_f$ et T_f ;

10 - et on réalise le dépôt d'un deuxième revêtement à partir d'un métal ou d'un alliage métallique, d'épaisseur inférieure ou égale à $1\mu\text{m}$.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits premier et deuxième revêtements ont des points de fusions inférieurs ou égaux à 700°C .

15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits premier et deuxième revêtements sont constitués par le même matériau.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on réalise ensuite le dépôt sur ledit deuxième revêtement d'une pellicule minérale transparente.

20 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit matériau métallique à revêtir est un acier au carbone.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit matériau métallique à revêtir est un acier inoxydable.

25 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit matériau métallique à revêtir est de l'aluminium ou un de ses alliages.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit premier revêtement est réalisé par électrodéposition.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit premier revêtement est réalisé par un procédé de dépôt sous vide.

30 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ledit moyen de chauffage rapide est un dispositif de chauffage par infrarouges.

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ledit moyen de chauffage rapide est un dispositif de chauffage par induction.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ledit moyen de chauffage rapide est un dispositif d'effluvage sous plasma avec un gaz non réactif.

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ledit moyen de chauffage rapide est un dispositif de bombardement ionique avec un gaz non réactif.

14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que ledit deuxième revêtement est réalisé par électrodéposition.

15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que ledit deuxième revêtement est réalisé par un procédé de dépôt sous vide.

16. Procédé selon l'une des revendications 4 à 15, caractérisé en ce qu'on dépose ladite pellicule minérale transparente par un procédé de dépôt par plasma réactif.

17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que ledit premier et/ou ledit deuxième revêtement sont constitués par de l'étain.

18. Procédé selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que ledit premier et/ou ledit deuxième revêtement sont constitués par de l'aluminium.

19. Procédé selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que ladite pellicule minérale est constituée par un oxyde métallique ou un mélange d'oxydes métalliques.

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que le ou lesdits oxydes métalliques sont choisis parmi les oxydes d'acier inoxydable austénitique, de chrome, de titane, de silicium, de zinc, d'étain.

21. Procédé selon l'une des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que le matériau métallique est sous forme d'une bande en défilement, et en ce que les différentes étapes du procédé sont réalisées en continu au moyen d'installations disposées successivement sur le trajet de la bande en défilement.

22. Dispositif pour le revêtement d'un matériau métallique sous forme de bande, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour faire défiler ladite bande et, disposés successivement sur le trajet de ladite bande :

- des premiers moyens pour revêtir ladite bande par une couche d'un métal ou d'un alliage métallique à point de fusion égal à T_f ;

- des moyens de chauffage rapide de ladite bande pouvant porter la surface de ladite couche à une température comprise entre $0,8T_f$ et T_f ; et

- des seconds moyens pour revêtir ladite bande par une couche de métal ou d'alliage métallique.

5 23. Dispositif selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'il comporte, à la suite desdits seconds moyens pour revêtir ladite bande par une couche d'un métal ou d'un alliage métallique, des moyens pour revêtir ladite bande par une pellicule minérale transparente.

10 24. Matériau métallique, caractérisé en ce qu'il comporte sur l'une au moins de ses surfaces un revêtement métallique à effet visuel tridimensionnel, ledit revêtement étant formé directement sur ladite surface du matériau.

25. Matériau métallique selon la revendication 24, caractérisé en ce qu'il est réalisé par le procédé selon l'une des revendications 1 à 21.

1/3

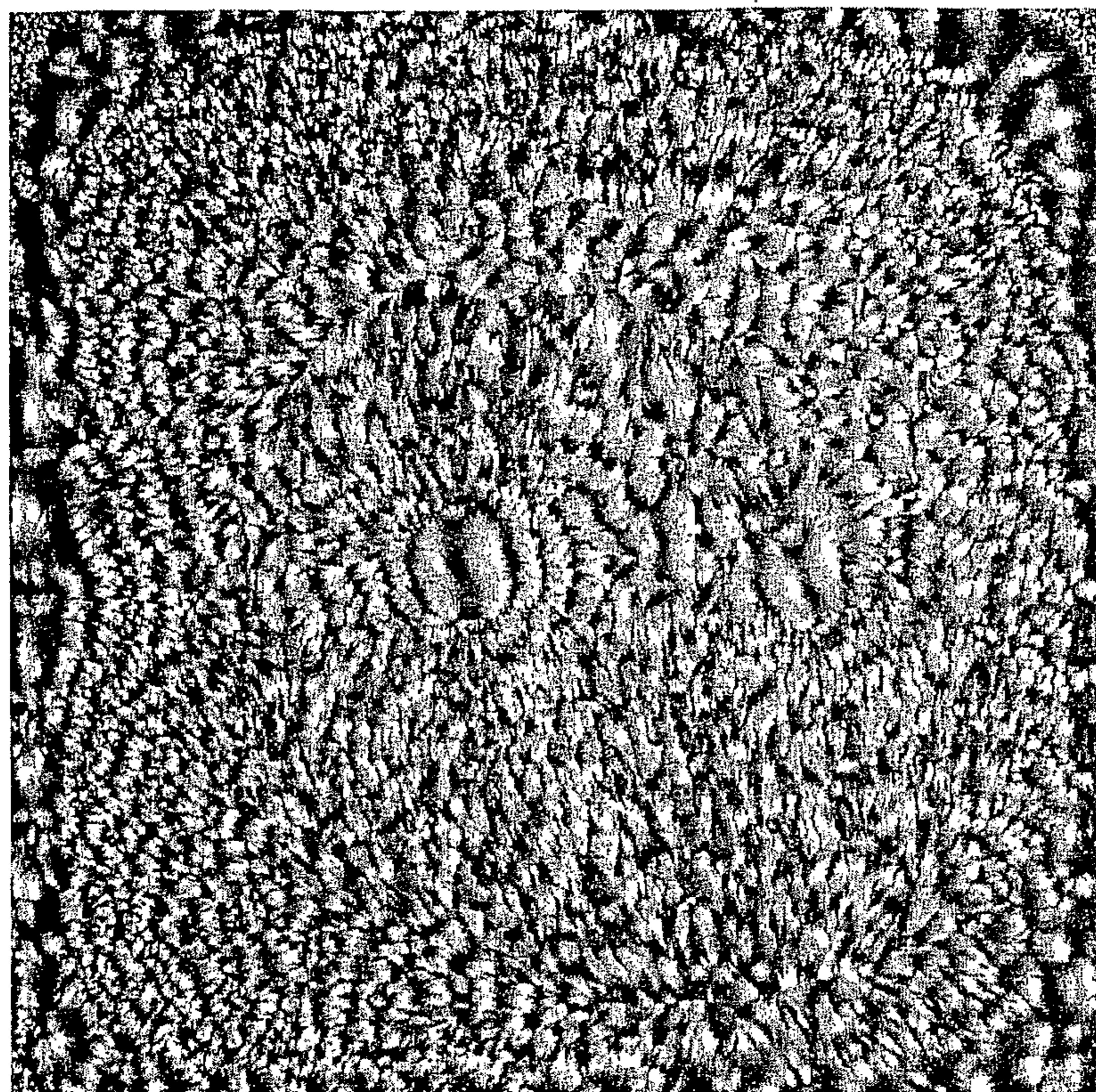


FIG.1

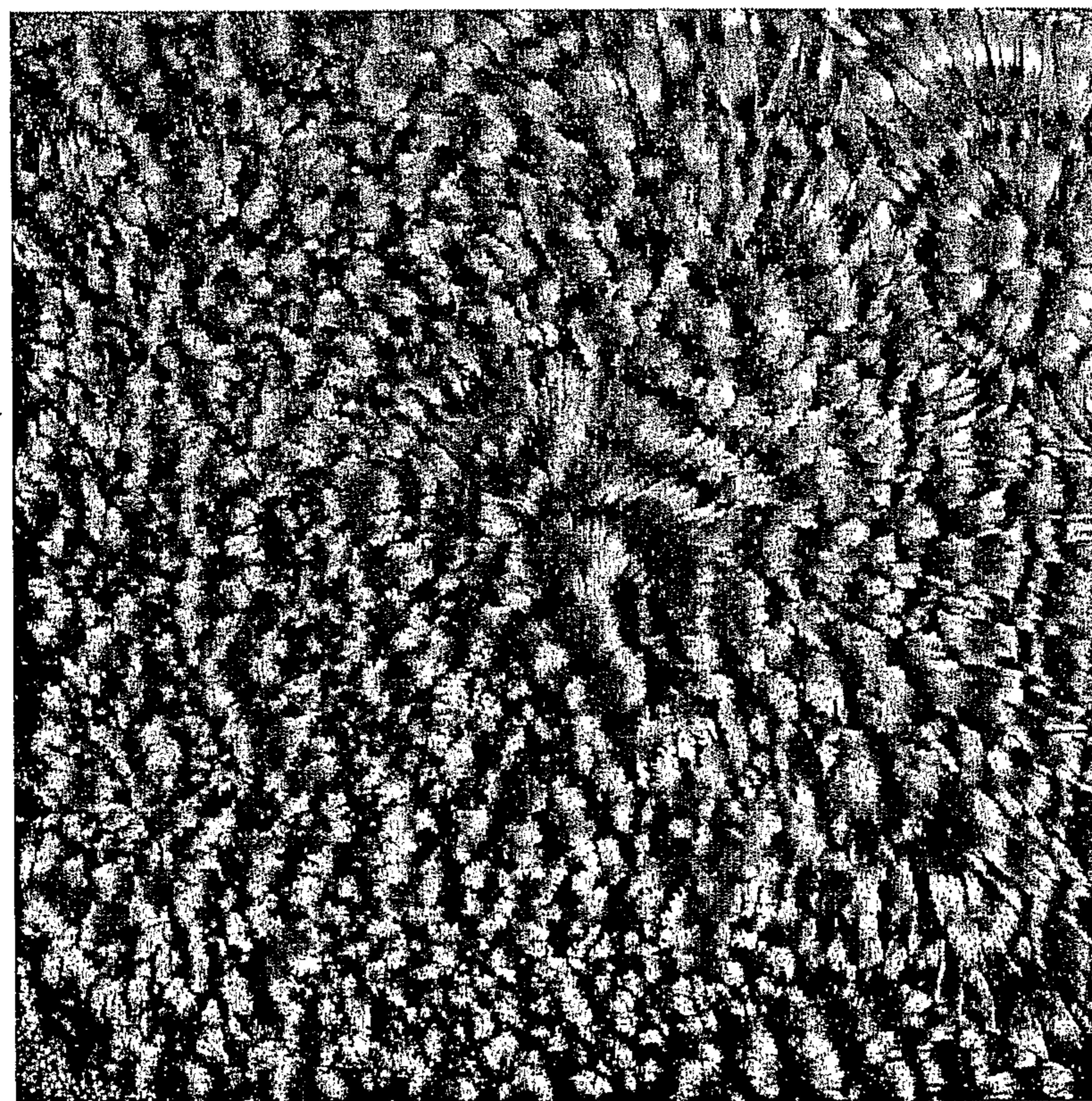


FIG.2

2/3

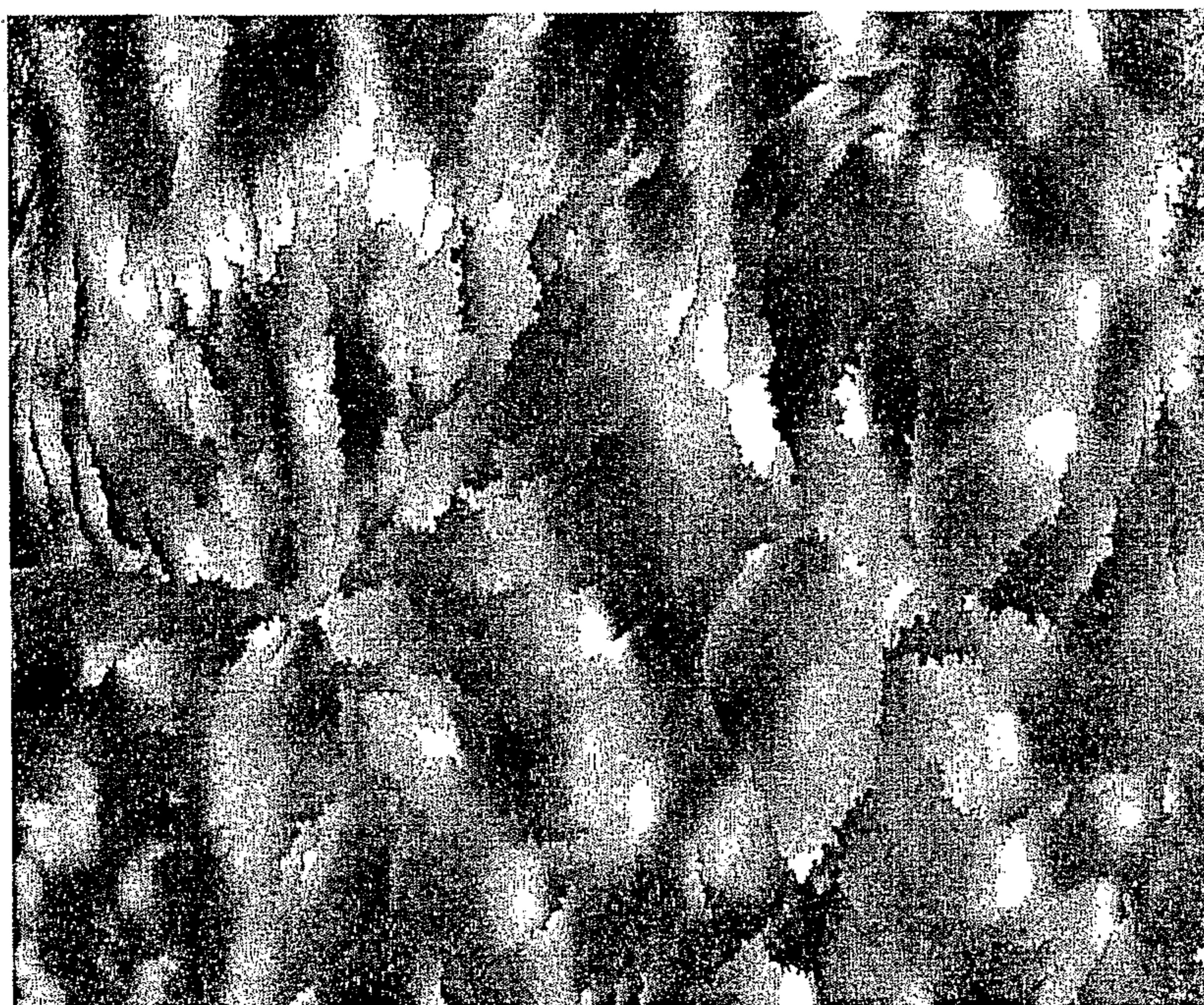


FIG.3

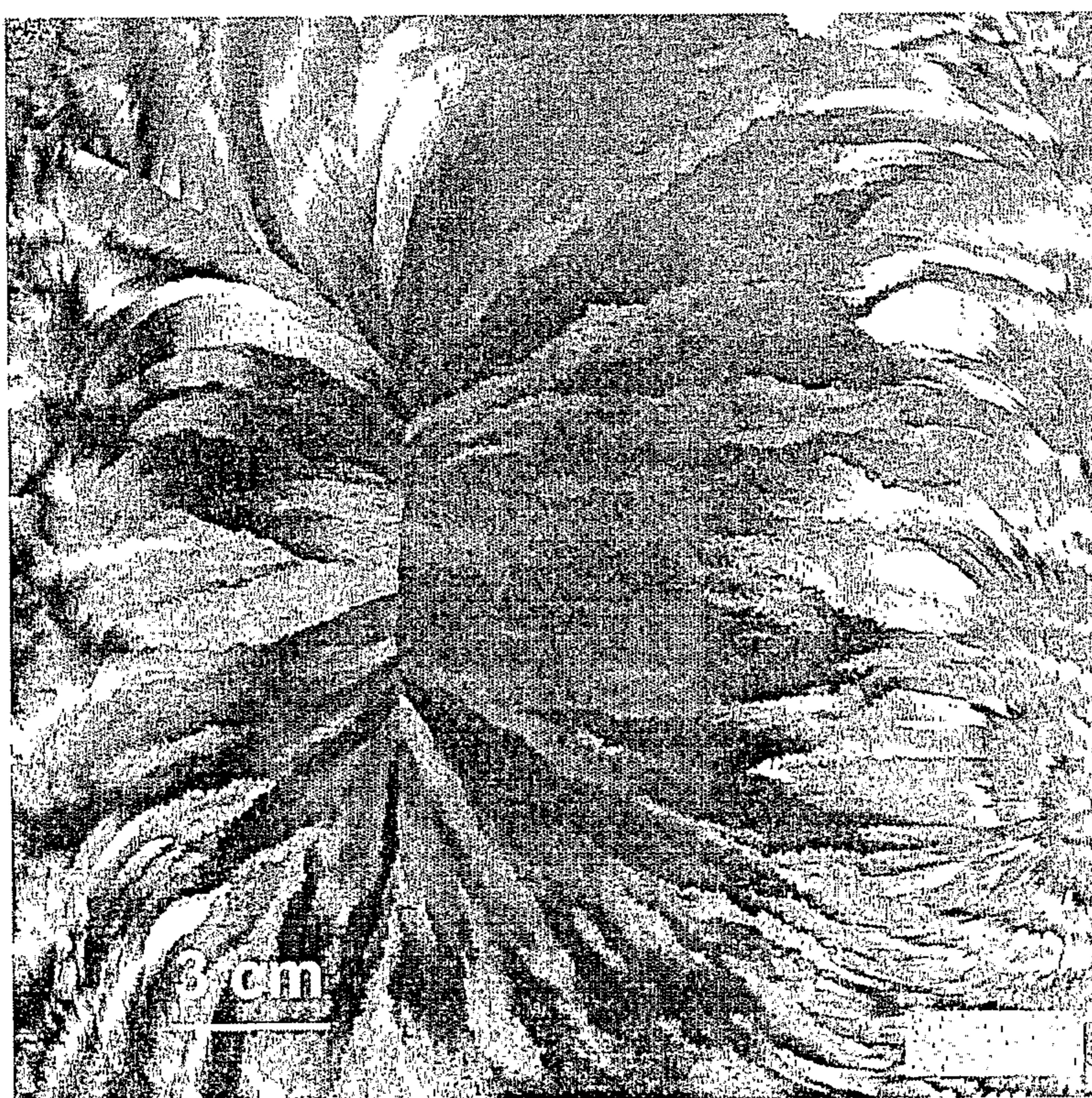


FIG.4

3/3

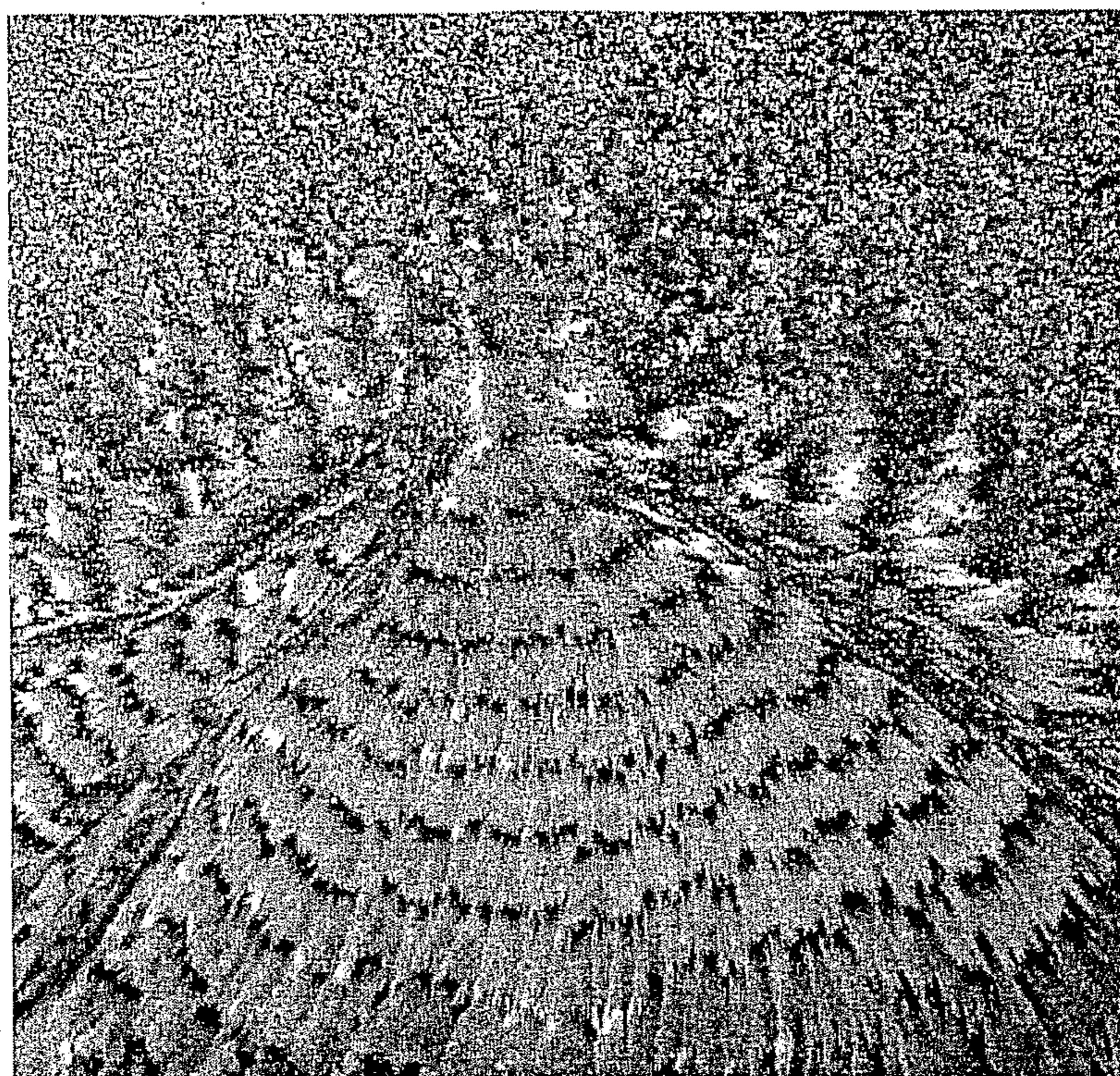


FIG.5

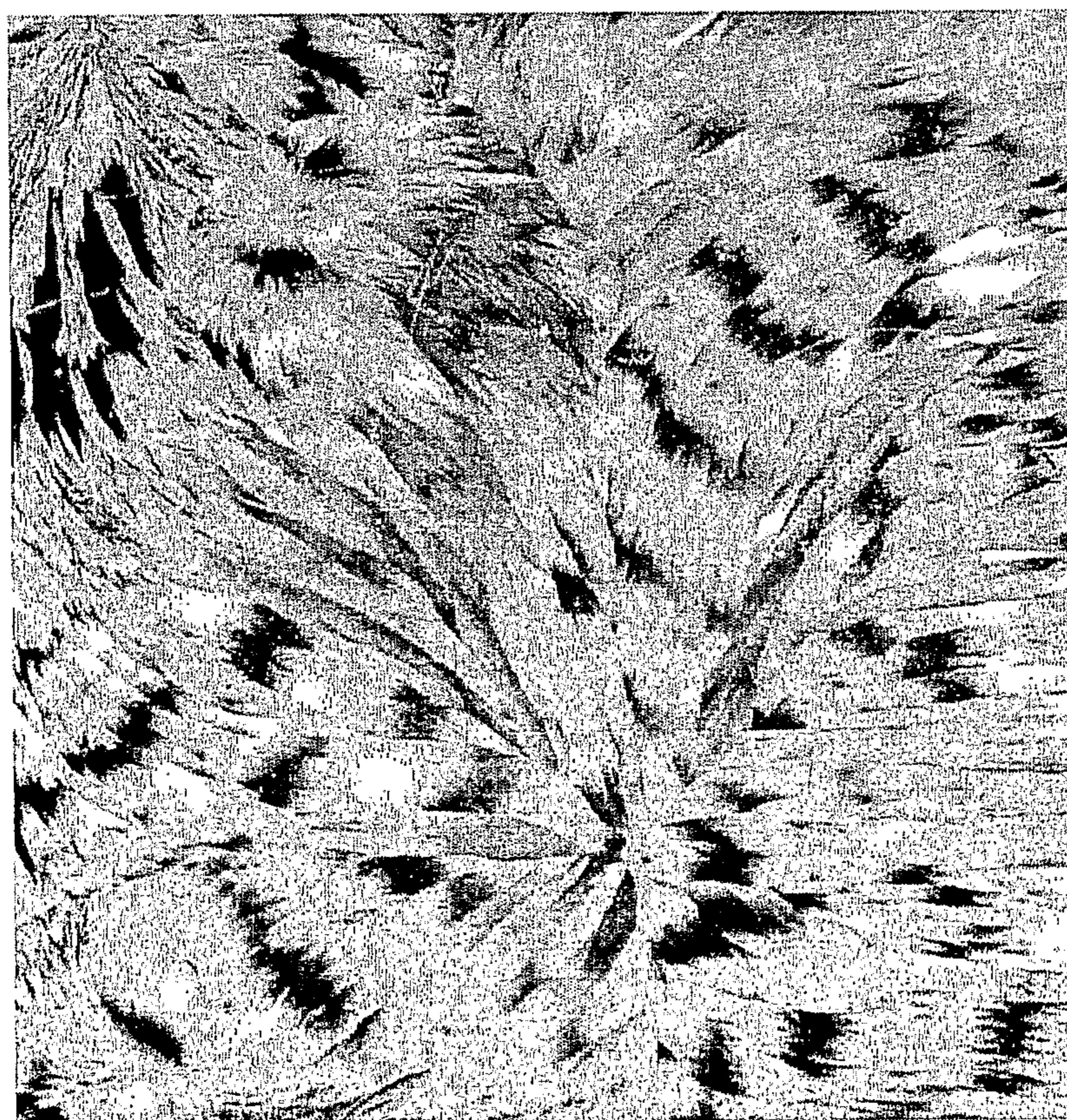


FIG.6

