



(11) **EP 3 356 083 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
20.03.2019 Bulletin 2019/12

(21) Numéro de dépôt: **16777646.7**

(22) Date de dépôt: **29.09.2016**

(51) Int Cl.:
B24D 3/34 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2016/073177

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2017/055394 (06.04.2017 Gazette 2017/14)

(54) **SUBSTRAT LUMINESCENT CONTENANT DES PARTICULES ABRASIVES, ET SON PROCEDE DE PREPARATION**

LUMINESZENTES SUBSTRAT MIT SCHLEIFPARTIKELN UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DAVON

LUMINESCENT SUBSTRATE CONTAINING ABRASIVE PARTICLES, AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **30.09.2015 FR 1559281**

(43) Date de publication de la demande:
08.08.2018 Bulletin 2018/32

(73) Titulaires:
• **Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives**
75015 Paris (FR)
• **Thermocompact**
74370 Metz Tessy (FR)

(72) Inventeurs:
• **DEBOURDEAU, Mathieu**
74540 Cuzy (FR)

- **CHABLI, Amal**
38240 Meylan (FR)
- **COUSTIER, Fabrice**
73000 Chambéry (FR)
- **LAGUITTON, Bruno**
38000 Grenoble (FR)
- **SIMONATO, Jean-Pierre**
38360 Sassenage (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Laurent & Charras**
Le Contemporain
50 Chemin de la Bruyère
69574 Dardilly Cedex (FR)

(56) Documents cités:
WO-A1-2014/184457 WO-A2-02/074492
WO-A2-2010/057076 GB-A- 1 214 393

EP 3 356 083 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne un substrat, par exemple un fil, contenant des particules abrasives, tel que défini dans le préambule de la revendication 1.

[0002] Le domaine d'utilisation de la présente invention concerne notamment le sciage et le polissage de matériaux tels que le silicium, le saphir ou le carbure de silicium.

ETAT ANTERIEUR DE LA TECHNIQUE

[0003] De manière générale, les dispositifs abrasifs sont fabriqués par mise en place de particules abrasives sur un substrat au moyen d'un liant. Un tel dispositif abrasif est par exemple connu du document WO 02/074492 A2.

[0004] Cette technique permet d'obtenir des dispositifs de sciage ou de polissage, par exemple des tapis de polissage, des meules de découpe ou de polissage, ou des fils de découpe.

[0005] Le liant permet de solidariser les particules abrasives et le substrat. Il est généralement constitué de résine ou de métal.

[0006] Cependant, l'absence de contraste et de relief entre les particules et le substrat complique tout suivi précis de l'usure des dispositifs abrasifs.

[0007] La présente invention permet de résoudre ce problème en intégrant un composé luminescent au sein d'un dispositif abrasif.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0008] Le Demandeur a mis au point un dispositif abrasif intégrant au moins un composé luminescent afin de faciliter le contrôle de son état de surface.

[0009] Ainsi, il est possible de contrôler l'état du dispositif abrasif à l'issue de sa fabrication, mais aussi au cours de son utilisation, et donc de procéder à son remplacement au moment opportun.

[0010] Plus précisément, la présente invention concerne un substrat abrasif de sciage ou de polissage, comprenant :

- un substrat ;
- un liant C1 recouvrant au moins une partie du substrat ;
- des particules abrasives présentant un enrobage, au moins partiel, C2 ;
- un revêtement C3 recouvrant au moins en partie le liant C1 et les particules abrasives enrobées de C2 ;
- au moins un composé luminescent.

[0011] Dans ce substrat abrasif, les particules abrasives enrobées de C2 sont en contact avec le liant C1 et avec le revêtement C3.

[0012] En outre et de manière avantageuse, le liant C1 recouvre intégralement le substrat, l'enrobage C2 recouvre intégralement les particules abrasives, le revêtement C3 recouvre intégralement le liant C1 et les particules abrasives. Ces propriétés concernent bien évidemment un substrat abrasif neuf, avant toute utilisation.

[0013] Le substrat peut notamment être choisi dans le groupe comprenant : un fil en acier ; un textile ; et une plaque métallique. Il peut s'agir d'un fil de sciage, d'un textile de polissage, ou d'un disque de meuleuse par exemple.

[0014] De manière avantageuse, le substrat est un fil comprenant une âme en acier et présentant une section transversale circulaire, avantageusement un fil en acier dont le diamètre est compris entre 60 micromètres et 1,5 millimètre.

[0015] L'homme du métier saura adapter le diamètre de l'âme du fil en acier en fonction du matériau devant être découpé. Ainsi, une âme dont le diamètre est compris entre 200 micromètres et 1 millimètre est particulièrement adaptée pour découper des briques de silicium dans des lingots. En revanche, une âme dont le diamètre est compris entre 70 et 200 micromètres est particulièrement adaptée pour découper des tranches de silicium (mieux connues sous l'expression anglo-saxonne « wafers » dans des briques. L'âme du fil se présente généralement sous la forme d'un fil dont la résistance à la traction est avantageusement supérieure à 2000 ou 3000 MPa, mais généralement, inférieure à 5000 MPa.

[0016] D'autre part, l'âme peut présenter un allongement à la rupture, c'est-à-dire l'augmentation de la longueur de l'âme avant que celle-ci ne casse, avantageusement supérieur à 1%, encore plus avantageusement supérieur à 2%. Toutefois, il reste préférentiellement inférieur à 10 ou 5%.

[0017] De manière avantageuse, l'âme du fil est en un matériau conducteur électrique, c'est-à-dire un matériau dont la résistivité est inférieure à 10^{-5} ohm.m à 20°C, et notamment l'acier.

[0018] L'âme en acier peut notamment être en un matériau choisi dans le groupe comprenant l'acier au carbone, l'acier inoxydable ferritique, l'acier inoxydable austénitique, et l'acier laitonné. L'acier au carbone contient préférentiellement entre 0.6 et 0.8% en poids de cet élément.

[0019] Le liant C1 permet de solidariser les particules abrasives et le substrat.

[0020] Le liant C1 est préférentiellement métallique. Il peut notamment être constitué d'une couche en nickel et/ou en cobalt, par exemple un alliage nickel/cobalt dont la teneur en cobalt est comprise entre 20% et 85% en poids par rapport au poids de l'alliage Ni/Co, avantageusement entre 37 et 65%.

[0021] Par « couche », on entend une pellicule recouvrant le substrat, de composition homogène.

[0022] De manière avantageuse, le revêtement C3 est également métallique. Il peut notamment être constitué d'une couche en nickel et/ou en cobalt, par exemple un

alliage nickel/cobalt dont la teneur en cobalt est comprise entre 10 et 90% en poids par rapport au poids de l'alliage Ni/Co, avantageusement entre 20% et 85%, plus avantageusement entre 37 et 65%.

[0023] Cependant, le liant C1 et le revêtement C3 sont avantageusement constitués de métaux ou d'alliages de métaux, par exemple Ni/Co, différents les uns des autres.

[0024] Ainsi, le liant C1, en contact avec le substrat, peut présenter une dureté supérieure à celle du revêtement C3, afin d'assurer le maintien des particules abrasives sur le substrat.

[0025] Le revêtement C3 est généralement très résistant à l'abrasion, mais aussi ductile afin d'éviter sa fissuration. Ce problème de fissuration peut être rencontré lorsque le substrat est un fil, et plus précisément lors de la mise sous tension mécanique de ce fil. Pour cela, il est préférable que la couche de revêtement C3 ait une ductilité suffisante. A cet égard, on peut observer si la ductilité de la couche externe est suffisante, en soumettant le fil à un simple essai de traction, jusqu'à sa rupture.

[0026] Selon un mode de réalisation particulier, le liant C1 et le revêtement C3 sont réalisés en un alliage nickel/cobalt, dont la teneur en cobalt est comprise entre 20% et 85% en poids par rapport au poids de l'alliage Ni/Co (indépendamment de C1 à C3). Dans ce cas, le revêtement C3 est avantageusement en un alliage Ni/Co contenant plus de cobalt que le liant C1. Ainsi, le revêtement C3 présente des propriétés de résistance à l'abrasion supérieures eu égard au fort pourcentage de cobalt. En outre, le revêtement C3 présente des propriétés de dureté supérieures à celles de l'alliage du liant C1 en raison de sa composition adaptée, la couche C3 étant plus dure que la couche C1 en raison d'un pourcentage plus élevé en cobalt.

[0027] Selon un autre mode de réalisation particulier, la dureté du liant C1 ou du revêtement C3, notamment en alliage Ni/Co, peut être améliorée par introduction de soufre. Ceci peut notamment être mis en oeuvre selon le procédé décrit ci-après, par introduction de saccharinate de sodium ($C_7H_4NO_3S$, Na, $2H_2O$) dans un bain d'électrolyte permettant de former la couche de liant C1 ou de revêtement C3.

[0028] Ainsi, le liant C1 et/ou le revêtement C3, par exemple en alliage Ni/Co, peut contenir de 100 à 1000 ppm (parties par million) en poids de soufre, de préférence de 300 à 700 ppm.

[0029] Il est préférable que seul le liant C1 contienne du soufre. En effet, l'addition de soufre augmente la dureté du liant, mais elle en diminue la ductilité. Une teneur en soufre élevée du revêtement C3 peut provoquer une fissuration ce celui-ci notamment lorsque le substrat est un fil qui est tendu dans la zone de découpe. Cette fissuration laisse passer de l'eau, et elle met en contact électrolytique le substrat, avec le liant. Il s'ensuit une corrosion du substrat qui devient progressivement inutilisable.

[0030] Le liant C1 et le revêtement C3 peuvent notamment être obtenus par dépôts électrolytiques successifs

de métaux, et plus particulièrement d'alliages métalliques de type Ni/Co.

[0031] Les couches métalliques constituant le liant C1 et le revêtement C3 présentent avantageusement une dureté comprise entre 300 et 800 Hv, avantageusement entre 300 et 500 Hv.

[0032] La dureté d'une couche de métal ou d'alliage de métaux (C1 et C3) est mesurée à l'aide d'un microduremètre selon les techniques faisant partie des connaissances générales de l'homme du métier. Un indenteur Vickers est généralement employé, avec une charge compatible avec l'épaisseur de la couche. Cette charge est généralement comprise entre 1 gramme-force et 100 grammes-force. Si l'empreinte laissée par l'indenteur Vickers a une taille trop grosse par rapport à l'épaisseur de la couche (même avec une faible charge), on peut employer un indenteur Knoop (plus étroit), et convertir la valeur de dureté Knoop en dureté Vickers, à l'aide d'une table de conversion.

[0033] Comme déjà indiqué, les particules abrasives sont enrobées d'une couche de C2. Cet enrobage C2 est avantageusement métallique, plus avantageusement en un matériau choisi dans le groupe comprenant le nickel, le cobalt, le fer, le cuivre, et le titane.

[0034] D'autre part, les particules abrasives sont avantageusement en un matériau choisi dans le groupe comprenant le carbure de silicium SiC ; la silice SiO_2 ; le carbure de tungstène WC ; le nitrure de silicium Si_3N_4 ; le nitrure de bore cubique cBN ; le dioxyde de chrome CrO_2 ; l'oxyde d'aluminium Al_2O_3 ; les diamants ; et les diamants pré-revêtus de nickel, fer, cobalt, cuivre, ou titane, ou de leurs alliages.

[0035] Selon un mode de réalisation particulier, le substrat abrasif peut comprendre plusieurs types de particules abrasives distinctes.

[0036] L'homme du métier saura choisir la combinaison adéquate liant C1/particules abrasives en fonction de l'utilisation du substrat abrasif, par exemple en fonction du matériau à découper lorsque le substrat abrasif est un fil abrasif.

[0037] Les particules abrasives sont constituées de grains recouverts d'un enrobage C2, qui peut être distinct du liant C1 et du revêtement C3. Cet enrobage C2 recouvre au moins partiellement chaque grain, avantageusement intégralement. Les matériaux recouvrant les grains, tels que des grains de diamants, sont par exemple le nickel, le cobalt, le fer, le cuivre, ou bien le titane.

[0038] Le diamètre total des particules, c'est-à-dire du grain et de l'enrobage C2, est avantageusement compris entre 1 micromètre et 500 micromètres. Lorsque le substrat est un fil en acier, le diamètre des particules est préférentiellement inférieur au tiers du diamètre de l'âme du fil en acier. Ainsi, selon un mode de réalisation particulier, le diamètre des particules peut être compris entre 10 et 22 micromètres pour un fil dont l'âme présente un diamètre de 0.12mm.

[0039] Par diamètre, on entend le plus grand diamètre (ou la plus grande dimension) des particules lorsque cel-

les-ci ne sont pas sphériques.

[0040] De manière avantageuse, l'enrobage C2 recouvrant le grain est en un matériau ferromagnétique à la température de fabrication du fil abrasif (dépôt électrolytique des particules abrasives - voir le procédé décrit ci-après). Le nickel, le fer, et le cobalt en sont des exemples. Ces métaux peuvent être alliés entre eux, et ils peuvent aussi contenir des éléments durcissant comme le soufre et le phosphore. Il est à noter que le phosphore diminue le ferromagnétisme du nickel, et que, dans ce cas, il faut en limiter la concentration.

[0041] En outre, le matériau formant l'enrobage C2 est avantageusement conducteur électrique.

[0042] L'enrobage C2 recouvre au moins partiellement les particules abrasives, avantageusement intégralement. Cependant, au cours de l'utilisation du substrat abrasif selon l'invention, la partie du grain au contact du matériau à découper ou à polir est dépourvue d'enrobage, celui-ci étant érodé dès les premières opérations de découpe, de la même manière que le revêtement C3.

[0043] La masse de l'enrobage C2, rapportée à la masse totale des particules enrobées, est avantageusement comprise entre 10% et 60%, notamment dans le cas de grains de diamant.

[0044] Cet enrobage C2 peut notamment être déposé sur les grains préalablement à l'utilisation des grains/particules abrasives dans le procédé de fabrication du substrat abrasif selon l'invention. Les techniques pouvant être mises en oeuvre pour le dépôt d'un enrobage C2 sur chacun des grains incluent notamment la pulvérisation cathodique (« sputtering »), mais également l'électrolyse, le dépôt chimique en phase vapeur (CVD de l'anglais « Chemical Vapor Deposition »), et le dépôt électrochimique sans courant (« Electroless Nickel Plating »).

[0045] De manière générale, 5 à 50% de la surface du substrat abrasif sont occupés par des particules abrasives, elles-mêmes étant éventuellement recouvertes par le revêtement C3 lorsque le fil est neuf.

[0046] Comme déjà indiqué, le substrat abrasif selon l'invention comprend au moins un composé luminescent. Ce composé se présente avantageusement sous la forme de particules luminescentes, avantageusement des particules inorganiques luminescentes, et encore plus avantageusement des particules inorganiques fluorescentes.

[0047] Les particules inorganiques luminescentes peuvent être avantageusement choisies dans le groupe comprenant les particules à base, et avantageusement constituées, d'oxyde métallique ; de sesquioxyde métallique ; d'oxyfluorure métallique ; de vanadate métallique ; de fluorure métallique, et leurs mélanges.

[0048] Il peut notamment s'agir de particules inorganiques choisies dans le groupe comprenant Y_2O_3 ; YVO_4 ; Gd_2O_3 ; Gd_2O_2S ; LaF_3 ; et leurs mélanges.

[0049] Les particules sont avantageusement dopées par un ou plusieurs centres actifs de la famille des lanthanides ou bien de la famille des éléments de transition.

[0050] En outre, les particules luminescentes peuvent

être utilisées en mélanges pour créer un code optique luminescent.

[0051] De manière avantageuse, les particules luminescentes sont dopées avec des ions de la famille des lanthanides, avantageusement de l'euprium. L'intensité de la luminescence dépend du taux de dopage et peut passer par un maximum. Ainsi, le dopage de ces particules peut varier de 0,5 à 50 % par rapport au nombre de moles de métal constituant les particules, plus avantageusement de 1 à 5 %.

[0052] Plusieurs marqueurs, c'est à dire plusieurs types de particules luminescentes peuvent être utilisées pour marquer le substrat. Dans ce cas, la quantité de chaque type de particules incorporées peut être différente. En outre, chaque type de particules peut avoir sa propre signature. En d'autres termes, l'authentification du substrat peut nécessiter la détection de plusieurs particules à différentes longueurs d'ondes.

[0053] Ainsi, en faisant varier la proportion de chacun des différents marqueurs, plusieurs codes optiques peuvent être créés eu égard à l'intensité relatives des signaux de luminescence.

[0054] Selon un mode de réalisation particulier, les particules peuvent comprendre au sein d'une même particule différentes signatures optiques détectables à différentes longueurs d'onde. Il s'agit alors de particules diptyques ou triptyques par exemple.

[0055] De manière générale, les particules peuvent présenter une forme sphérique, cubique, cylindrique, parallélépipédique.

[0056] On définit la taille des particules par leur dimension moyenne la plus importante, c'est-à-dire par leur diamètre lorsqu'elles sont de forme sphérique, leur longueur moyenne lorsqu'elles sont de forme de bâtonnets.

[0057] Ainsi, dans le cadre de l'invention, les particules luminescentes sont des particules dont la taille moyenne est avantageusement comprise entre 4 et 1000 nanomètres.

[0058] Selon un mode de réalisation préféré, les particules sont des nanoparticules.

[0059] La taille moyenne des nanoparticules est de manière avantageuse comprise entre 4 et 100 nanomètres, plus avantageusement encore entre 20 et 50 nanomètres.

[0060] En outre, les particules, et plus avantageusement les nanoparticules, peuvent être encapsulées (enrobées), notamment dans une matrice de polysiloxane ou d'oxyde de silicium. La nouvelle surface de polysiloxane ou de silice peut alors être fonctionnalisée avec des agents de couplage organosilane, tels que des alkoxysilanes substitués comme l'aminopropyltriéthoxysilane ou des dérivés de la même famille. La formation de la surface de polysiloxane ou la fonctionnalisation de cette surface permet d'améliorer la dispersion dans le solvant et la stabilité des particules dans les dispersions. Par ailleurs, ces modifications de surface des particules peuvent affecter le caractère hydrophile/hydrophobe des particules et ainsi modifier l'affinité et la diffusivité des

particules inorganiques luminescentes au sein du liant C1, de l'enrobage C2 ou du revêtement C3. Une meilleure homogénéité de la répartition des particules luminescentes peut ainsi être obtenue.

[0061] Lorsque les particules sont enrobées, leur taille moyenne reste également comprise dans les fourchettes de taille mentionnées ci-avant. De manière générale, l'enrobage augmente la taille moyenne des particules de l'ordre de 5 à 15 nanomètres.

[0062] Le substrat abrasif selon l'invention peut comprendre un ou plusieurs composés luminescents. Ainsi, selon sept modes de réalisation particuliers, le substrat abrasif peut comprendre l'une des combinaisons suivantes :

- un composé luminescent CL1 dans le liant C1 ;
- un composé luminescent CL2 dans l'enrobage C2 ;
- un composé luminescent CL3 dans le revêtement C3 ;
- deux composés luminescents CL1 et CL2 respectivement dans le liant C1 et dans l'enrobage C2 ; CL1 et CL2 étant distincts l'un de l'autre ;
- deux composés luminescents CL1 et CL3 respectivement dans le liant C1 et dans le revêtement C3 ; CL1 et CL3 étant distincts l'un de l'autre ;
- deux composés luminescents CL2 et CL3 respectivement dans l'enrobage C2 et dans le revêtement C3 ; CL2 et CL3 étant distincts l'un de l'autre ;
- trois composés luminescents CL1, CL2 et CL3 respectivement dans le liant C1, l'enrobage C2, et le revêtement C3 ; CL1, CL2 et CL3 étant distincts les uns des autres.

[0063] La présente invention concerne également un procédé permettant de préparer le substrat abrasif selon l'invention. Ce procédé comprend les étapes suivantes :

- formation d'un substrat abrasif par dépôt électrolytique sur un substrat d'un liant C1 et de particules abrasives éventuellement magnétiques, par passage dans un bain B₁ d'électrolyte contenant des particules abrasives,
 - lesdites particules abrasives présentant un enrobage, au moins partiel, C2,
 - le liant C1 recouvrant au moins partiellement le substrat, avantageusement intégralement ;
- dépôt électrolytique d'un revêtement C3, par passage dans un bain B₂ d'électrolyte,
 - le revêtement C3 recouvrant au moins partiellement le liant C1 et les particules abrasives, avantageusement intégralement,
 - les particules abrasives étant en contact avec le liant C1 et le revêtement C3 ;
- intégration d'au moins un composé luminescent

dans au moins une couche parmi le liant C1, l'enrobage C2 ou le revêtement C3.

[0064] Dans ce procédé, au moins un composé luminescent est intégré au substrat abrasif. Comme déjà indiqué, il peut être intégré dans le liant C1 et/ou dans l'enrobage C2 et/ou dans le revêtement C3.

[0065] Selon un mode de réalisation particulier, un composé luminescent CL1 peut être introduit dans le bain B1 de manière à être incorporé dans le liant C1.

[0066] Selon un autre mode de réalisation particulier, un composé luminescent CL2 peut être préalablement introduit dans l'enrobage C2.

[0067] Selon un autre mode de réalisation particulier, un composé luminescent CL3 peut être introduit dans le bain B2 de manière à être incorporé dans le revêtement C3.

[0068] De manière générale, le composé luminescent est introduit sous la forme d'une solution aqueuse de nanoparticules ou de nanocolloïdes luminescents dans une solution aqueuse homogène (bain B₁ et/ou bain B₂). La solution aqueuse résultante est ensuite soumise à l'application d'un procédé connu de dépôt électrolytique (ou galvanique) sur un substrat.

[0069] Lorsque le composé luminescent est intégré au liant C1 ou au revêtement C3, sa quantité peut représenter 0,05 à 5% en poids par rapport au poids du liant C1 ou du revêtement C3, avantageusement 0,1 à 1%.

[0070] De manière à assurer ce dopage, le composé luminescent peut présenter une concentration comprise entre 0,01 et 5 g/100 dans le bain B₁ ou B₂, avantageusement 0,5 à 1g/100.

[0071] Lorsque le composé luminescent est intégré à l'enrobage C2, sa quantité peut représenter 0,05 à 5% en poids par rapport au poids de l'enrobage C2, avantageusement 0,1 à 1%.

[0072] Le composé luminescent CL2 est intégré dans C2 grâce à un bain d'électrolyte dans lequel on plonge les particules abrasives recouvertes d'une couche métallique avantageusement déposée par CVD.

[0073] De manière avantageuse, les bains B₁ et B₂ d'électrolyte comprennent des ions métalliques formant le liant C1 et le revêtement C2. Ils peuvent notamment comprendre au moins des ions cobalt et/ou des ions nickel.

[0074] Dans la pratique, des ions Co²⁺ et Ni²⁺ sont généralement introduits dans les bains B₁ et B₂. Cependant, d'autres degrés d'oxydation peuvent coexister, mais, de manière générale, ils sont très minoritaires en concentration dans les bains d'électrolyse.

[0075] De manière avantageuse, le procédé peut également comprendre au moins l'une des étapes suivantes, avant le dépôt électrolytique :

- dégraissage du substrat en milieu alcalin ;
- décapage du substrat en milieu acide.

[0076] Le bain B₂ peut présenter une composition en

ions métalliques, tels que des ions nickel et cobalt, distincte de celle du bain B₁. Le bain B₂ est avantageusement dépourvu de particules abrasives.

[0077] Selon un mode de réalisation particulier, le revêtement C3 peut être en cobalt pur, métal qui résiste bien à l'abrasion.

[0078] Selon un mode de réalisation particulier, le revêtement C3 peut être recouvert par une ou plusieurs couches. La ou les éventuelles couches recouvrant le revêtement C3 peuvent être obtenues soit par répétition du passage dans le bain B₂, soit par passage dans au moins un autre bain électrolytique comprenant des ions Co II et Ni II.

[0079] De manière avantageuse, les bains B₁ et B₂, et le cas échéant les autres bains, comprennent, indépendamment les uns des autres, entre 1 et 150 g/L d'ions cobalt II et entre 50 et 150 g/L d'ions nickel II.

[0080] D'autre part, le bain B₁ comprend entre 1 et 100 g/L de particules abrasives.

[0081] Comme déjà indiqué, la dureté du liant C1 ou du revêtement C3 peut également être améliorée par incorporation de soufre.

[0082] Ainsi, le soufre peut être introduit notamment par addition de saccharinate de sodium (C₇H₄NO₃S, Na, 2H₂O) dans le bain d'électrolyte B₁ ou B₂, avantageusement uniquement dans B₁. La quantité introduite peut être comprise entre 1 et 10 g/L, avantageusement de l'ordre de 5 g/L.

[0083] Lors de la formation du liant C1 ou du revêtement C3, la température du bain B₁ ou B₂ est avantageusement comprise entre 60 et 90°C.

[0084] Pour plus de détails sur les étapes du procédé ainsi que le dispositif mis en oeuvre, l'homme du métier pourra faire appel à ses connaissances techniques et particulièrement au contenu du document FR 2 988 628.

[0085] Une fois, le substrat abrasif formé, il peut être soumis à une étape de rodage qui permet d'améliorer la performance du substrat abrasif en sortie de fabrication en découvrant les particules abrasives.

[0086] L'invention concerne également l'utilisation du substrat abrasif décrit ci-dessus, pour scier ou polir un matériau pouvant notamment être choisi dans le groupe comprenant le silicium, le saphir, et le carbure de silicium. Le substrat abrasif peut être mis en oeuvre dans le cadre de la production de tranches (wafers) de silicium.

[0087] L'homme du métier saura adapter le substrat abrasif en fonction du matériau à découper ou à polir. Plus particulièrement, les particules abrasives sont choisies de manière à être plus dures que le matériau à découper ou à polir.

[0088] L'invention et les avantages qui en découlent ressortiront mieux des figures et exemples suivants donnés afin d'illustrer l'invention et non de manière limitative.

DESCRIPTION DES FIGURES

[0089]

5

La figure 1 illustre un fil abrasif conventionnel.

La figure 2 illustre une particule abrasive enrobée.

La figure 3 illustre un premier dispositif permettant de détecter la luminescence du fil abrasif selon l'invention.

La figure 4 illustre un deuxième dispositif permettant de détecter la luminescence du fil abrasif selon l'invention.

10

La figure 5 illustre la luminescence d'un fil abrasif selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

La figure 6 illustre la luminescence d'un fil abrasif selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

15

La figure 7 illustre la luminescence d'un fil abrasif selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

La figure 8 correspond aux spectres d'émission d'une plaque traitée avec une solution de dépôt galvanique contenant des particules fluorescentes.

20

DESCRIPTION DETAILEE DE L'INVENTION

25

[0090] La présente invention procure d'importants avantages dans le contrôle régulier des propriétés abrasives du substrat abrasif selon l'invention.

[0091] La figure 1 représente un substrat (1) comprenant abrasif de sciage ou de polissage, comprenant :

30

- un substrat (1) ;
- un liant C1 recouvrant le substrat (1) ;
- des particules abrasives (2) présentant un enrobage C2 ;
- un revêtement C3 recouvrant le liant C1 et les particules abrasives (2) enrobées de C2.

35

[0092] Les particules abrasives (2) enrobées de C2 (figure 2) sont en contact avec le liant C1 et avec le revêtement C3.

40

[0093] Dans la présente invention, le substrat abrasif comprend au moins un composé luminescent CL dans le liant C1 et/ou dans l'enrobage C2 et/ou dans le revêtement C3.

45

[0094] Ainsi, de manière à obtenir différentes informations sur le substrat abrasif, on peut dissocier le signal de fluorescence sur les trois couches C1, C2 et C3.

[0095] Comme illustré par les figures 3 et 4, la présence du composé luminescent CL peut être détectée grâce à différents dispositifs. Le contrôle qualité et le contrôle d'usure du substrat abrasif peuvent être suivis grâce à ces dispositifs pouvant exciter les composés luminescents, couplés à l'acquisition d'images. Ainsi, il est possible de vérifier le nombre de diamants à l'issue de la fabrication ou lors de l'utilisation du substrat abrasif.

50

[0096] Le système d'acquisition/observation de la luminescence selon la figure 3 comprend une caméra C et un objectif O muni d'un filtre passe bande pour sélectionner la longueur d'onde d'émission du composé lumi-

nescent intégré au substrat abrasif.

[0097] L'émission du composé luminescent peut être assurée par exposition du substrat abrasif SA à une source lumineuse filtrée SL.

[0098] Le système d'acquisition de la luminescence selon la figure 4 comprend un spectromètre S à fibre optique, l'éclairage (excitation du composé luminescent) étant réalisé par un laser La avec une longueur d'onde choisie et une largeur de spectre suffisamment fine pour éviter tout signal parasite.

[0099] Lorsque le substrat abrasif SA comprend une pluralité de composés luminescents, une ou plusieurs sources d'excitation peuvent être utilisées de manière à détecter tous les composés luminescents présents dans le substrat abrasif SA. Dans ce cas, un système d'acquisition d'images comprenant un ou plusieurs filtres optiques peut être utilisé, les filtres ne laissant passer que les longueurs d'onde désirées pour la mesure de la qualité ou de l'usure du substrat abrasif.

[0100] La quantification du signal détecté est assurée par un étalonnage du système avec des étalons d'usure du substrat abrasif de manière à définir deux seuils principaux, seuil haut et bas.

[0101] D'autre part, il est préférable de nettoyer le substrat abrasif préalablement à la mesure de sa luminescence. Ce nettoyage permet de s'affranchir d'éventuels signaux parasites issus de saletés de découpe ou de polissage. Il peut être réalisé par jet d'eau à haute pression juste avant la zone d'acquisition qui elle-même se situe en dehors de la zone de découpe ou de polissage.

[0102] Ainsi, la mesure de la luminescence du substrat abrasif peut être réalisée à partir d'un dispositif, par exemple selon la figure 3 ou 4, installé :

- en sortie de la machine de fabrication, en stoppant le défilement pendant le temps d'acquisition pour suivre la qualité du substrat abrasif ; ou
- dans la zone de découpe ou de polissage pour suivre l'usure du substrat abrasif. Pour un fil abrasif, il peut s'agir de la chambre de bobinage et dé-bobinage d'une machine de découpe industrielle à fils (par exemple pour les tranches (wafers) solaires), la mesure de luminescence pouvant se produire à chaque changement de sens du fil lors de la coupe.

[0103] La figure 5 correspond à un mode de réalisation particulier de l'invention dans lequel le substrat abrasif comprend un composé luminescent CL1 dans le liant C1.

[0104] De manière générale, le substrat abrasif est remplacé dès que le signal L1 atteint un seuil prédéfini correspondant à un taux d'usure ne lui permettant pas d'assurer sa fonction de sciage ou de polissage. Un étalonnage du dispositif de contrôle permet de définir ce seuil.

[0105] Cette configuration permet de suivre l'usure du substrat abrasif en surveillant l'apparition du signal L1 correspondant à l'émission du composé luminescent

CL1. Ce signal apparaît dès que des particules abrasives (2) sont arrachées du substrat (1).

[0106] Ce mode de réalisation (CL1 dans C1) est particulièrement adapté à un substrat de type meule diamantée qui nécessite un avivage régulier pour découvrir les particules abrasives de manière à conserver son pouvoir abrasif. La présence d'un composé luminescent dans le liant C1 permet d'indiquer la fin de vie de l'outil.

[0107] La figure 6 correspond à un mode de réalisation particulier de l'invention dans lequel le substrat abrasif comprend un composé luminescent CL2 dans l'enrobage C2.

[0108] Au cours de son utilisation, l'usure du substrat abrasif peut être suivie en supervisant la baisse du signal L2. Cependant, la faible quantité de la couche C2 et donc de CL2 autour des particules présente l'inconvénient de limiter la dynamique de la mesure.

[0109] Ce mode de réalisation est particulièrement adapté à un substrat en textile. Par exemple, dans un tapis de polissage, la présence d'un composé luminescent dans l'enrobage C2 permet de contrôler la qualité abrasive du tapis. Une forte diminution du signal émis par le composé luminescent correspond alors à une baisse des propriétés abrasives résultant de la perte de particules abrasives. Il est alors nécessaire de remplacer le tapis.

[0110] La figure 7 correspond à un mode de réalisation particulier de l'invention dans lequel le substrat abrasif comprend un composé luminescent CL3 dans le revêtement C3.

[0111] Dans cette configuration, la présence du composé luminescent CL3 dans le revêtement C3 permet de créer un contraste entre CL3 et les particules abrasives C2.

[0112] Le signal de luminescence provient du revêtement C3. Aucun signal n'est observé au niveau des diamants lorsqu'ils ont été rodés c'est-à-dire dépourvus du revêtement C3. Cette configuration permet de suivre l'usure du fil grâce à un seuil de signal bas prédéfini commandant l'arrêt de la machine dès que ce seuil est atteint.

[0113] Le substrat abrasif selon l'invention peut également comprendre simultanément deux ou trois composés luminescents parmi CL1 (dans C1), CL2 (dans C2) et CL3 (dans C3).

[0114] Ce mode de réalisation permet d'améliorer le suivi de la qualité et de l'usure du substrat abrasif depuis sa fabrication jusqu'à son changement.

[0115] Ce mode de réalisation est particulièrement adapté aux substrats de type supports de polissage diamantés. Dans ce cas, le liant C1 et/ou l'enrobage C2 des particules abrasives peuvent respectivement comprendre les composés luminescents CL1 et CL2. L'émission de CL1 et/ou l'absence ou diminution de l'émission de CL2 met(tent) en évidence la diminution du pouvoir abrasif, déclenchant le remplacement du substrat abrasif.

EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

[0116] Les exemples ci-après illustrent la formation, sur un substrat métallique, a) d'un liant C1 comprenant un composé luminescent CL1, b) d'un revêtement C3 comprenant un composé luminescent CL3.

a) Formation d'un liant C1 comprenant des particules abrasives et un composé luminescent CL1 (INV-1).

[0117] Une solution contenant des particules abrasives, un composé luminescent et des ions métalliques a été préparée de la manière suivante :

- préparation d'une première solution contenant 500ml d'eau dé-ionisée, 600g/l de sel de nickel (sulfate de nickel) et 5 à 60g/l de particules abrasives ;
- préparation d'une deuxième solution aqueuse de 200ml de solution de nanocolloïdes cationiques ($YVO_4:Eu$) à 4g/l ;
- formation d'un bain électrolyte par mélange de la première et de la deuxième solutions ;
- ajustement à pH = 2 par addition d'acide sulfamique.

[0118] Une fois les première et deuxième solutions mélangées, on procède au traitement galvanique sur un substrat en laiton, à une température de 50°C.

[0119] Le dépôt galvanique est réalisé sous agitation mécanique du bain électrolyte de manière à maintenir la dispersion des particules en solution.

[0120] Le dépôt électrolytique est réalisé par passage d'un courant entre deux électrodes dans le bain électrolyte aqueux. Le substrat à recouvrir correspond à l'une des électrodes (cathode). L'homme du métier saura faire appel à ses connaissances pour déterminer la nature (intensité, potentiel) du courant à appliquer, en fonction de la géométrie, de la distance entre électrodes, de la nature des ions métalliques ou de leur concentration en solution (voir notamment : Traité de Galvanotechnique, Louis Lacourcelle, 1997, Galva-Conseils Edition).

[0121] Les conditions de passage du courant, le temps de réaction et la géométrie des électrodes dans le bain sont interdépendants et sont fixées de manière à obtenir une couche de 4 micromètres d'épaisseur recouvrant la surface de la cathode à la fin du temps de dépôt (1 minute).

[0122] Ces conditions permettent d'obtenir un dépôt homogène de liant C1 comprenant des particules abrasives et un composé luminescent CL1.

b) Formation d'un revêtement C3 comprenant un composé luminescent CL3 (INV-2, figure 8).

[0123] Le protocole décrit pour le liant C1 a été suivi, mais en l'absence de particules abrasives dans la première solution contenant le sel de nickel.

[0124] La solution ainsi préparée est homogène. Il ne s'agit pas d'une dispersion nécessitant une agitation permanente. En outre, la solution de nanocolloïdes cationiques utilisée présente un comportement de migration

vers la cathode similaire à celui des ions métalliques mis en oeuvre dans la solution pour former un dépôt métallique sous influence d'un courant galvanique.

[0125] Ces conditions permettent d'obtenir un dépôt homogène de revêtement C2 comprenant un composé luminescent CL2.

c) Contre-exemple (CE, figure 8).

[0126] Ce contre-exemple consiste à :

- mélanger une dispersion de poudres de composés luminescents de dispersité sub-micrométrique et micrométrique ;
- maintenir la dispersion en solution par voie d'agitation ; et
- procéder au dépôt galvanique sur un substrat en laiton.

[0127] Le substrat résultant présente des zones fluorescentes mais réparties de manière très hétérogène.

[0128] Il ressort des exemples a) à c) l'importance de préparer le bain d'électrolyte par mélange entre les composés luminescents sous forme d'une solution aqueuse et une solution contenant les sels métalliques précurseurs du dépôt métallique.

[0129] La solution de composés luminescents ne perturbe pas la migration des ions et des nanoparticules en solution homogène sous l'effet du courant. Il est possible de former une surface métallique lisse. En revanche, la présence de particules en suspension perturbe le dépôt de la couche métallique, la rendant rugueuse, hétérogène et discontinue.

[0130] La troisième courbe de la figure 8 permet d'optimiser l'excitation du composé luminescent pour une meilleure efficacité.

Revendications

1. Substrat abrasif de sciage ou de polissage, comprenant :

- un substrat (1) ;
- un liant C1 recouvrant au moins une partie du substrat ;
- des particules abrasives (2) présentant un enrobage, au moins partiel, C2 ;
- un revêtement C3 recouvrant le liant C1 et les particules abrasives enrobées de C2 ;

les particules abrasives enrobées de C2 étant en contact avec le liant C1 et avec le revêtement C3; où le substrat abrasif est **caractérisé par** au moins un composé luminescent.

2. Substrat abrasif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** :

- le substrat est choisi dans le groupe

- comprenant : un fil en acier ; un textile ; et une plaque métallique ;
 - le liant C1 est constitué d'au moins une couche en alliage nickel/cobalt dont la teneur en cobalt est comprise entre 20% et 85% en poids par rapport au poids de l'alliage Ni/Co ;
 - l'enrobage C2 des particules abrasives est en un matériau choisi dans le groupe comprenant le nickel ; le cobalt ; le fer ; le cuivre ; et le titane ;
 - le revêtement C3 est constitué d'au moins une couche en alliage nickel/cobalt dont la teneur en cobalt est comprise entre 10% et 90% en poids par rapport au poids de l'alliage Ni/Co.
- 5
- 10
3. Substrat abrasif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend un composé luminescent CL1 dans le liant C1. 15
4. Substrat abrasif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend un composé luminescent CL2 dans l'enrobage C2. 20
5. Substrat abrasif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comprend un composé luminescent CL3 dans le revêtement C3. 25
6. Substrat abrasif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le substrat comprend :
- un composé luminescent CL1 dans le liant C1 ;
 - un composé luminescent CL2 dans l'enrobage C2 ;
 - un composé luminescent CL3 dans le revêtement C3 ;
- 30
- 35
- CL1, CL2 et CL3 étant distincts les uns des autres.
7. Substrat abrasif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les particules abrasives sont en un matériau choisi dans le groupe comprenant le carbure de silicium SiC ; la silice SiO₂ ; le carbure de tungstène WC ; le nitrure de silicium Si₃N₄ ; le nitrure de bore cubique cBN ; le dioxyde de chrome CrO₂ ; l'oxyde d'aluminium Al₂O₃ ; les diamants ; et les diamants pré-revêtus de nickel, fer, cobalt, cuivre, ou titane, ou de leurs alliages. 40
- 45
8. Substrat abrasif selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le composé luminescent est choisi dans le groupe constitué d'oxyde métallique ; de sesquioxyde métallique ; d'oxyfluorure métallique ; de vanadate métallique ; de fluorure métallique ; et leurs mélanges. 50
9. Procédé de fabrication d'un substrat abrasif (1) 55
- objet de l'une des revendications 1 à 8, comprenant les étapes suivantes :
- formation d'un substrat abrasif par dépôt électrolytique sur un substrat d'un liant C1 et de particules abrasives (2) , par passage dans un bain B₁ d'électrolyte contenant des particules abrasives,
 - lesdites particules abrasives présentant un enrobage, au moins partiel, C2,
 - le liant C1 recouvrant au moins partiellement le substrat ;
 - dépôt électrolytique d'un revêtement C3, par passage dans un bain B₂ d'électrolyte,
 - le revêtement C3 recouvrant au moins partiellement le liant C1 et les particules abrasives,
 - les particules abrasives étant en contact avec le liant C1 et le revêtement C3 ;
 - où le procédé de fabrication est **caractérisé par** l'intégration d'au moins un composé luminescent dans au moins une couche parmi le liant C1, l'enrobage C2 ou le revêtement C3.
10. Procédé de fabrication d'un substrat abrasif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le composé luminescent est introduit sous la forme d'une solution aqueuse de nanoparticules ou de nanocolloïdes luminescents dans le bain B₁ ou B₂.
- Patentansprüche**
1. Ein Schleifmittel zum Sägen oder Polieren, umfassend:
- ein Substrat (1),
 - ein Bindemittel C1, das mindestens einen Teil des Substrats bedeckt;
 - Schleifteilchen (2) mit einer mindestens teilweisen Umhüllung C2;
 - eine Beschichtung C3, die das Bindemittel C1 und die mit C2 umhüllten Schleifteilchen bedeckt;
- die mit C2 umhüllten Schleifteilchen stehen in Kontakt mit dem Bindemittel C1 und mit der Beschichtung C3;
- wobei das Schleifmittel durch mindestens eine lumineszierende Verbindung gekennzeichnet ist.
2. Substrat gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- das Substrat ausgewählt wird aus der Gruppe umfassend Stahldraht; Textil, Metallplatten;
 - das Bindemittel C1 aus mindestens einer Schicht einer Nickel/ Kobalt- Legierung besteht, deren Kobaltgehalt zwischen 20 und 85 Gewichts-% bezogen auf das Gewicht der Ni/Co- Legierung beträgt;
 - bei der Beschichtung C2 der Schleifeteilchen handelt es sich um ein Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Nickel, Kobalt, Eisen, Kupfer und Titan;
 - die Beschichtung C3 besteht aus mindestens einer Schicht einer Nickel/ Kobalt Legierung, deren Kobaltgehalt zwischen 10 und 90 Gewichts-% bezogen auf das Gewicht der Ni/Co- Legierung beträgt.
3. Schleifmittel gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine lumineszierende Verbindung CL1 im Bindemittel C1 enthält.
4. Schleifmittel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine lumineszierende Verbindung CL2 in der Umhüllung C2 enthält.
5. Schleifmittel gemäß Anspruch 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine lumineszierende Verbindung CL3 in der Beschichtung C3 enthält.
6. Schleifmittel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat enthält:
- eine lumineszierende Verbindung CL1 im Bindemittel C1;
 - eine lumineszierende Verbindung CL2 in der Umhüllung C2;
 - 5- eine lumineszierende Verbindung CL3 in der Beschichtung C3;
- CL1, CL2 und CL3 unterscheiden sich voneinander.
7. Schleifmittel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleifeteilchen aus einem Material bestehen, ausgewählt aus der Gruppen umfassend Siliziumkarbid SiC; Kieselsäure SiO₂; Wolframkarbid WC; Siliziumnitrid Si₃N₄; kubisches Bornitrid cBN; Chromdioxid CrO₂; Aluminiumoxid Al₂O₃; Diamanten und mit Nickel, Eisen, Kobalt, Kupfer und Titan oder ihren Legierungen vorbeschichtete Diamanten.
8. Schleifmittel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lumineszierende Verbindung ausgewählt wird aus der Gruppe aus Metalloxid, Metallsesquioxid; Metalloxyfluorid, Metallvanadat, Metallfluorid und ihren Mischungen.

9. Verfahren zur Herstellung eines Schleifmittels (1)

- das Gegenstand der Ansprüche 1 bis 8 ist, und das die folgenden Schritte umfasst:

- Bildung eines abrasiven Substrats durch elektrolytisches Abscheiden auf einem Substrat eines Bindemittels C1 und von Schleifeteilchen (2) durch Passage durch ein Schleifeteilchen enthaltendes Elektrolytbad B₁,

- wobei diese Schleifeteilchen zumindest teilweise eine Umhüllung C2 aufweisen,
- das Bindemittel C1, mindestens einen Teil des Substrats bedeckt;

- elektrolytisches Abscheiden auf einem Substrat eines Bindemittels C3 und von Schleifeteilchen durch Passage durch ein Schleifeteilchen enthaltendes Elektrolytbad B₂;

- die Beschichtung C3 mindestens einen Teil des Bindemittels C1 und der Schleifeteilchen bedeckt;
- die Schleifeteilchen in Kontakt mit dem Bindemittel C1 und mit der Beschichtung C3 stehen,

- wobei der Fertigungsprozess **gekennzeichnet ist durch** die Integration mindestens einer lumineszierenden Verbindung in mindestens eine Schicht zwischen dem Bindemittel C1, der Umhüllung C2 oder der Beschichtung C3.

10. Verfahren zur Herstellung eines Schleifmittels gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lumineszierende Verbindung in der Form einer wässrigen Lösung lumineszierender Nanoteilchen oder Nanokolloide in das Bad B₁ oder B₂ eingeführt werden.

Claims

1. An abrasive sawing or polishing substrate, comprising:

- a substrate (1) ;
- a binder C1 covering at least a portion of the substrate;
- abrasive particles (2) having an at least partial coating, C2;
- a coating C3 coating binder C1 and the abrasive particles coated with C2; the abrasive par-

icles coated with C2 being in contact with binder C1 and with coating C3;

in which the abrasive substrate is **characterized by** at least one light-emitting compound.

2. The abrasive substrate of claim 1, **characterized in that**:

- the substrate is selected from the group comprising: a steel wire; a textile; and a metal plate;
- binder C1 is made of at least one layer of a nickel/cobalt alloy having a cobalt content in the range from 20% to 85% by weight with respect to the weight of the Ni/Co alloy;
- coating C2 of the abrasive particles is made of a material selected from the group comprising nickel; cobalt; iron; copper; and titanium;
- coating C3 is made of at least one layer of a nickel/cobalt alloy having a cobalt content in the range from 10% to 90% by weight with respect to the weight of the Ni/Co alloy.

3. The abrasive substrate of claim 1 or 2, **characterized in that** it comprises a light-emitting compound CL1 in binder C1.

4. The abrasive substrate of any of claims 1 to 3, **characterized in that** it comprises a light-emitting compound CL2 in coating C2.

5. The abrasive substrate of any of claims 1 to 4, **characterized in that** it comprises a light-emitting compound CL3 in coating C3.

6. The abrasive substrate of any of claims 1 to 5, **characterized in that** the substrate comprises:

- a light-emitting compound CL1 in binder C1;
- a light-emitting compound CL2 in coating C2;
- a light-emitting compound CL3 in coating C3;

CL1, CL2, and CL3 being different from one another.

7. The abrasive substrate of any of claims 1 to 6, **characterized in that** the abrasive particles are made of a material selected from the group comprising silicon carbide SiC; silica SiO₂; tungsten carbide WC; silicon nitride Si₃N₄; cubic boron nitride cBN; chromium dioxide CrO₂; aluminum oxide Al₂O₃; diamond; and diamonds pre-coated with nickel, iron, cobalt, copper, or titanium, or with alloys thereof.

8. The abrasive substrate of any of claims 1 to 7, **characterized in that** the light-emitting compound is selected from the group comprising metal oxide; metal sesquioxide; metal oxyfluoride; metal vanadate; metal fluoride; and mixtures thereof.

9. A method of manufacturing the abrasive substrate (1) of any of claims 1 to 8, comprising the steps of:

- forming of an abrasive substrate by electrodeposition on a substrate of a binder C1 and of abrasive particles (2), by passing through an electrolyte bath B₁ containing abrasive particles,

- said abrasive particles having an at least partial coating, C2,
- binder C1 at least partially covering the substrate;

- electrodeposition of a coating C3, by passing through an electrolyte bath B₂,

- coating C3 at least partially covering binder C1 and the abrasive particles,
- the abrasive particles being in contact with binder C1 and coating C3;

the method of manufacturing being **characterized by** the integration of at least one light-emitting compound in at least one layer from among binder C1, coating C2, or coating C3.

10. A method of manufacturing the abrasive substrate of claim 9, **characterized in that** the light-emitting compound is introduced in the form of an aqueous solution of light-emitting nanoparticles or nanocolloids into bath B₁ or B₂.

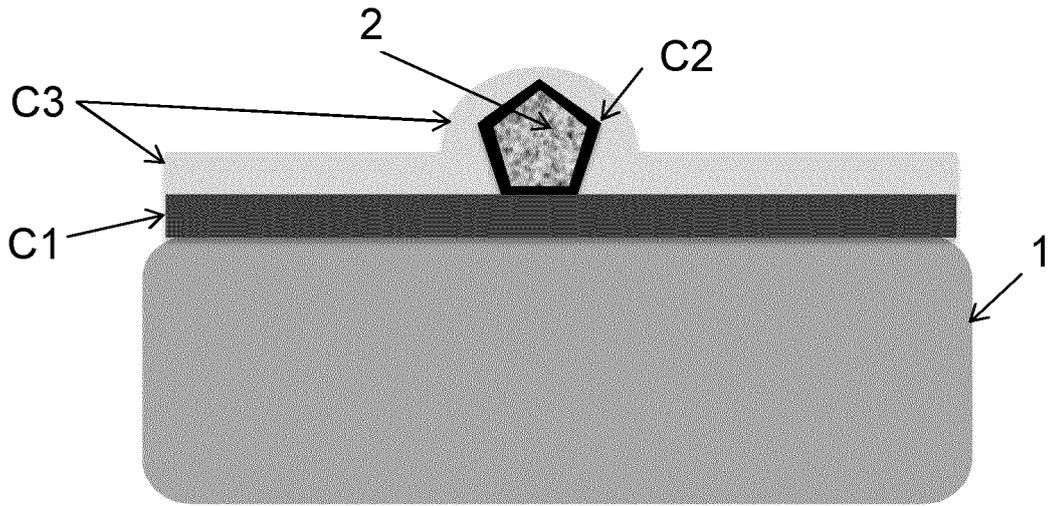


Fig. 1

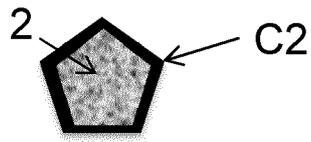


Fig. 2

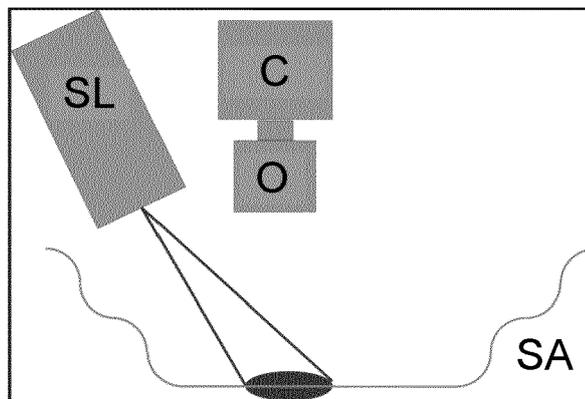


Fig. 3

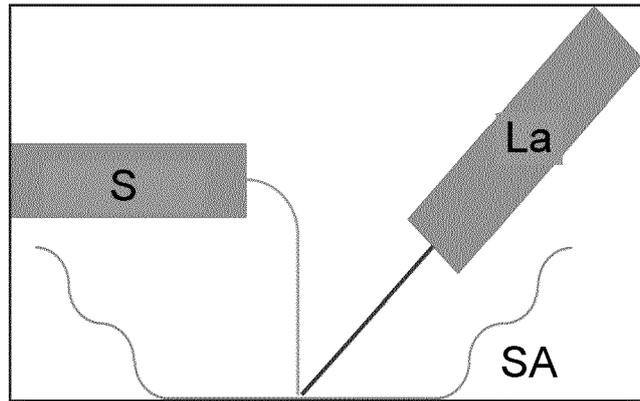


Fig. 4

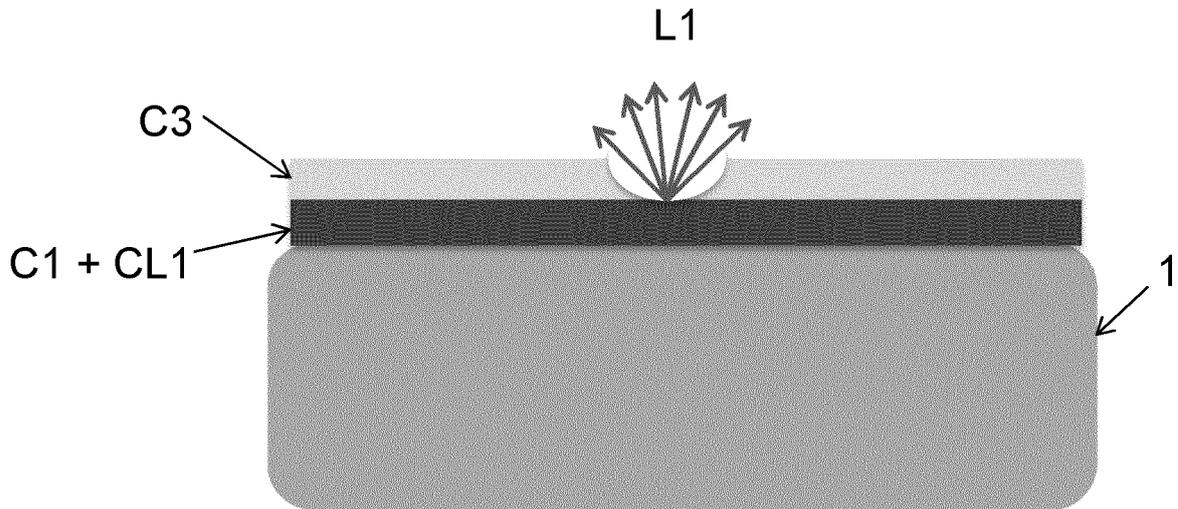


Fig. 5

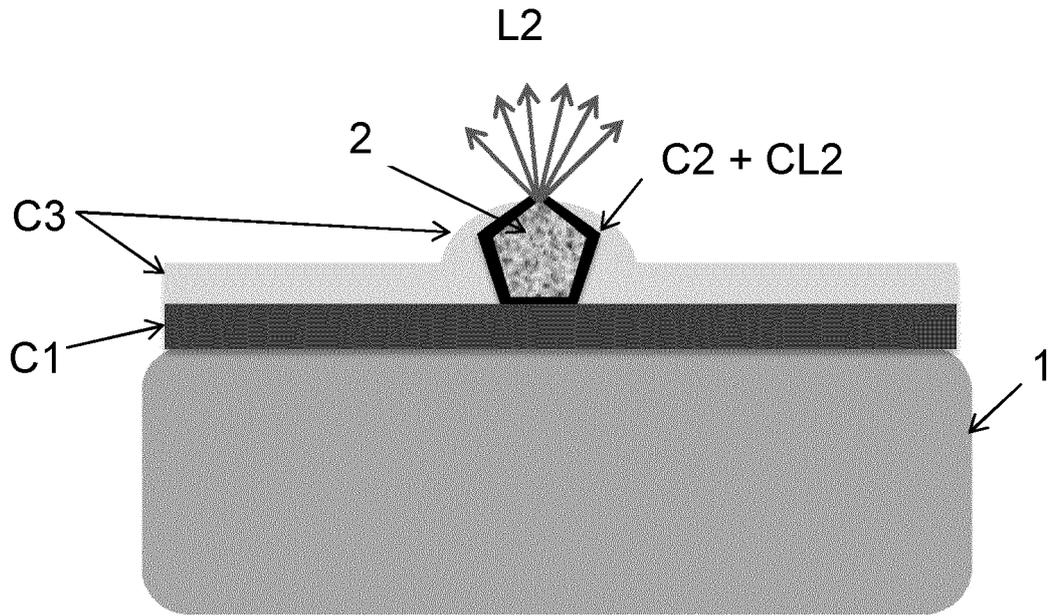


Fig. 6

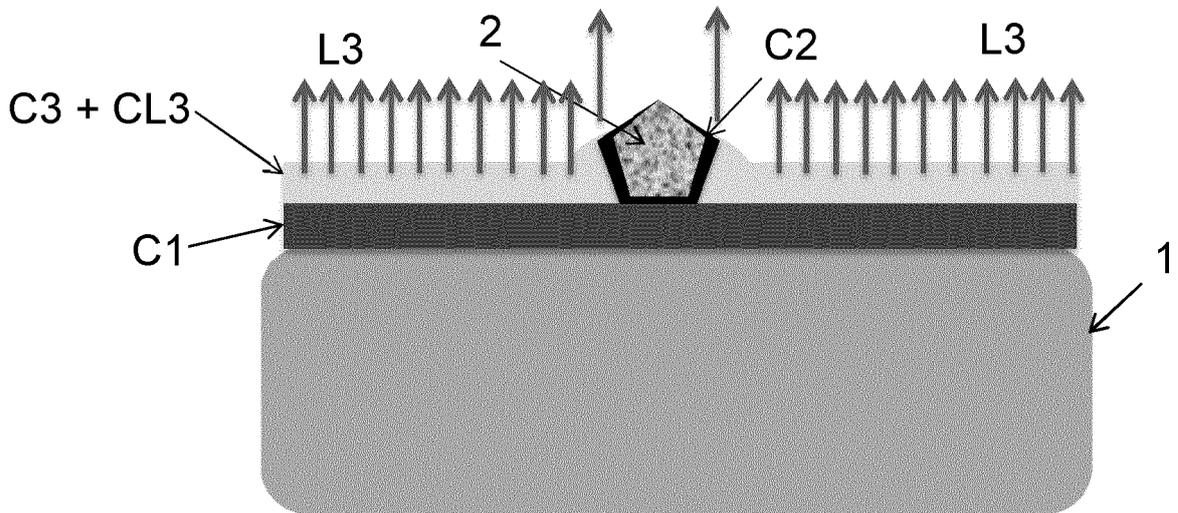


Fig. 7

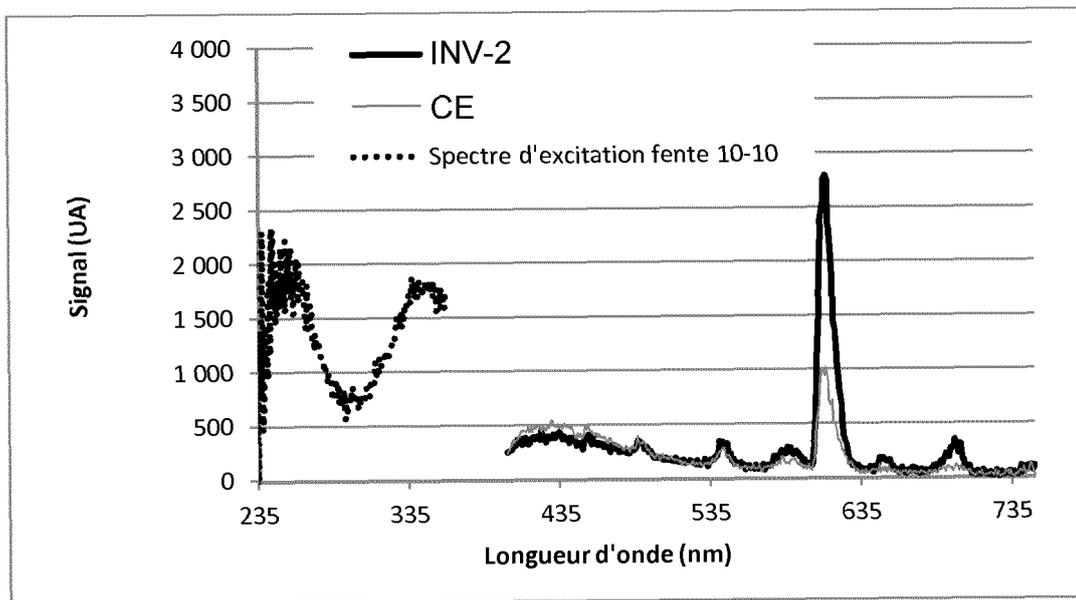


Fig. 8

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 02074492 A2 [0003]
- FR 2988628 [0084]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **LOUIS LACOURCELLE.** Galva-Conseils Edition.
Traité de Galvanotechnique, 1997 [0120]