

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 471 403

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 26209

(54) Revêtement conducteur anti-adhérent pour outils de coupe électriques et son procédé de fabrication.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 09 D 5/24; A 61 B 17/36.

(22) Date de dépôt..... 10 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA*, 12 décembre 1979, n° 102.886.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 19-6-1981.

(71) Déposant : Société dite : CORNING GLASS WORKS, résidant aux *EUA*.

(72) Invention de : Richard Edward Allen.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet L. A. de Boisse,
37, av. Franklin-Roosevelt, 75008 Paris.

La présente invention est relative à des revêtements conducteurs, et plus particulièrement à un revêtement conducteur anti-adhérent destiné à être utilisé en association avec un outil ou instrument de coupe
5 électrochirurgical.

Des dispositifs électrochirurgicaux ou scalpels qui sont adaptés à utiliser de l'énergie électrique à haute fréquence dans l'exécution d'opérations de chirurgie hémostatique sont décrits dans la demande de brevet français
10 n° 79 28 227 déposée le 15 Novembre 1979 par la Demanderesse (invention : Herczog et al.). La technique antérieure connaît déjà d'autres instruments de chirurgie hémostatique de ce genre, et on peut à ce sujet se reporter par exemple au brevet des E.U.A. redéposé n° 29 088, relatif
15 à un scalpel chirurgical à chauffage. Les instruments de chirurgie hémostatique connaissent d'autres variantes de réalisation, parmi lesquelles on peut citer les dispositifs à coupe et cautérisation par décharge électrique et des dispositifs apparentés tels que ceux décrits par les brevets des E.U.A. n° 4 161 950, 4 033 351 et 3 913 583.
20

Bien que le concept impliqué dans la présente invention puisse être adapté à nombre d'entre les dispositifs électrochirurgicaux ci-dessus mentionnés, son utilité est illustrée au mieux dans les instruments de coupe du
25 type décrit dans la demande de brevet français citée plus haut (que l'on désignera ci-après lame haute fréquence ou lame Herczog). Dans un dispositif préféré, des courants d'hémostase et de cautérisation fournis par une source électrique sont amenés à des électrodes séparées qui sont
30 déposées à proximité du tranchant de la lame. L'humidité des surfaces tissulaires incisées ferme un circuit allant de l'une des électrodes à l'autre, et les courants fournis par la source à haute fréquence traversent le tissu, dégagent de la chaleur et réalisent l'hémostase au voisinage
35 des électrodes.

Dans un tel dispositif, la lame peut éventuellement attacher au tissu dans l'incision, ce qui produit

l'équivalent d'une perte de tranchant de la lame. Cet inconvénient se trouve atténué lorsqu'on fait appel à des revêtements anti-adhérents. Toutefois, en raison de la nature des matériaux anti-adhérents, beaucoup d'entre eux tendent à être fragiles et s'usent facilement par frottement. Ainsi, les propriétés d'anti-adhérence tendent à se dégrader en utilisation normale en partie sous l'effet de la coupe effective et en partie sous l'effet des essuyages fréquents que nécessite l'enlèvement des débris chirurgicaux adhérant à la lame. Lorsque l'attachage est prononcé, la lame est impropre à être utilisée plus longtemps, et il faut la jeter. Par ailleurs, lorsqu'on fait appel aux dispositions de Herczog, le caractère non conducteur de la plupart des pellicules anti-adhérentes tend à faire obstacle à la conductibilité des électrodes.

Il existe dans l'art antérieur un certain nombre de brevets décrivant des revêtements anti-adhérents. Ces brevets sont principalement relatifs à l'utilisation de polymères de fluorocarbures sur des lames de rasoir à l'effet d'augmenter leur aptitude à glisser et de rendre plus doux à supporter l'usage de ce genre d'instruments de rasage. Des dispositions de ce genre sont décrites dans les brevets des E.U.A. n° 4 012 551 et 3 754 329. Il existe aussi des instruments électrochirurgicaux comportant des revêtements anti-adhérents, mais aucun d'eux n'aborde ou n'a pour objet les problèmes spécifiques aux lames à haute fréquence.

Des matières fluorocarbonées organiques tels que celles commercialisés par la firme E. I. Du Pont de Nemours sous la marque déposée TEFLON[®] peuvent être utilisés dans les instruments classiques. Toutefois, les matériaux de ce genre étant non conducteurs, il est difficile d'obtenir la conductibilité nécessaire aux applications à haute fréquence. Si les électrodes sont isolées, elles deviennent inopérantes pour opérer une chirurgie hémostatique conforme aux principes de la lame de Herczog.

La présente invention résout nombre d'entre les

problèmes ci-dessus mentionnés en proposant un revêtement conducteur composite formé d'une première couche de matériau conducteur déposé adhérent à l'instrument et d'un deuxième revêtement de matériau anti-adhérent déposé par
5 dessus le premier revêtement et au dedans de celui-ci. Le deuxième revêtement remplit au moins partiellement les irrégularités ou interstices microscopiques du premier, ce qui lui permet d'y adhérer. Le revêtement anti-adhérent est ensuite partiellement enlevé pendant qu'il est encore hu-
10 mide, par exemple par essuyage, de façon à découvrir les points en relief du revêtement conducteur, ce qui permet aux électrodes d'être suffisamment conductrices tout en présentant des caractéristiques anti-adhérentes satisfai-
santes. Il est conféré à la couche conductrice une rugosité
15 suffisante pour que le revêtement anti-adhérent puisse y adhérer solidement et résister à l'érosion ou à l'écaillage.

L'invention peut être décrite, en bref, comme visant un revêtement anti-adhérent électriquement conduc-
20 teur destiné à établir un contact électrique avec des matériaux électriquement conducteurs extérieurs qui comprend des masses interconnectées et adhérentes de matériaux conducteur et anti-adhérent déposés avec adhérence sur un substrat. Une partie au moins du matériau conducteur est
25 exposée pour assurer la conduction, et le matériau anti-adhérent dont il est parsemé s'oppose au collage avec des matériaux extérieurs.

Dans un mode de réalisation préféré, un revêtement anti-adhérent électriquement conducteur pour instru-
30 ment de coupe électrochirurgical est prévu pour acheminer des courants d'hémostase et de cautérisation provenant d'une source électrique à une portion de l'instrument située en contact avec les tissus. Le revêtement anti-adhérent électriquement conducteur comprend au moins deux revête-
35 ments, à savoir un premier revêtement de matériau électriquement conducteur déposé de manière adhérente sur l'instrument lui-même et présentant une rugosité de surface et/à

des interstices formant une surface texturée exposée, et un deuxième revêtement de matériau anti-adhérent déposé avec adhérence sur le premier revêtement de façon à imprégner au moins partiellement la surface texturée du premier
5 revêtement. Le deuxième revêtement est partiellement enlevé pendant qu'il est encore humide afin d'exposer les points en relief de la surface texturée conductrice. Les zones en creux restantes du premier revêtement emprisonnent avec adhérence le matériau anti-adhérent. Les premier
10 et deuxième revêtements forment un revêtement conducteur anti-adhérent composite comprenant des zones de matériau anti-adhérent exposé et de matériau conducteur exposé. Les régions anti-adhérentes rendent l'instrument de coupe résistant à l'attachage, et les points conducteurs en relief exposés permettent au revêtement d'être conducteur
15 par sa partie exposée.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description donnée ci-après. Sur les dessins annexés :

20 la figure 1 est une vue schématique montrant l'agencement de la lame de Herzog dont il a été question plus haut;

la figure 2 est une coupe transversale du revêtement anti-adhérent conducteur selon la présente invention;

25 la figure 3 est une micrographie électronique à balayage du matériau d'électrode conducteur déposé sur un substrat, qui illustre la texture de surface; et

la figure 4 est une micrographie électronique à balayage d'un revêtement composite anti-adhérent et conducteur selon la présente invention dans lequel le matériau conducteur représenté sur la figure 3 est traité par un matériau fluorocarboné remplissant ses interstices.
30

Brièvement, l'illustration de la figure 1 est un schéma de l'agencement de type Herzog dans lequel une
35 lame 10, qui est de préférence en verre ou en vitrocérame et présente une portion à bord tranchant ou fil 11, est utilisée pour pratiquer une incision 13 dans le tissu 14.

Des électrodes conductrices 15 sont déposées de chaque côté du tranchant 11 et sont séparées par un espace isolé 16. Des connexions électriques 17 permettent d'appliquer une tension électrique d'alimentation alternative V four-
5 nie par une source non représentée. Les interfaces 18 entre la surface de chaque électrode 15 et l'incision 13 sont humides du fait de la présence de fluide physiologique (non représenté). Un circuit allant de l'une à l'autre des élec-
10 trodes 15 est fermé par un ou plusieurs trajets de circulation de courant 19 traversant le tissu 14. Cet agencement est décrit plus en détail dans la demande de brevet français n° 79 28 227 précitée, mais la description ci-dessus suffit aux besoins de l'exposition de la présente invention.

15 Les électrodes 15 peuvent être déposées sur la lame 10 de diverses façons, mais le principe de fonctionnement de l'agencement de Herczog impose essentiellement à celles-ci d'être en contact électrique avec un milieu complétant la continuité électrique (tissu humide et/ou
20 fluide physiologique, par exemple) afin de fermer le circuit. Si un revêtement anti-adhérent est appliqué par dessus les électrodes 15, le matériau ne doit ni isoler, ni court-circuiter les électrodes, mais laisser au circuit la possibilité d'être fermé.

25 La figure 2 représente un agencement possible pour atteindre ce but. Un substrat 20, tel qu'une lame 10, porte un revêtement composite 22 qui est formé d'un matériau conducteur 24 formant une masse texturée, frittée et adhérente, et d'un matériau anti-adhérent 26 qui remplit
30 au moins partiellement les anfractuosités ou interstices du matériau conducteur 24. Bien que le matériau conducteur soit continu, les espaces ouverts 27 représentent des vides éventuellement présents dans le revêtement 22. La surface supérieure 28 du revêtement 22 comporte des zones exposées
35 de matériau conducteur 24 en des points ou zones conductrices en relief 24'. De même, il existe des portions du matériau anti-adhérent 26 au voisinage de la surface supé-

rieure 28 en des points 26'.

Une connexion électrique (non représentée) peut être établie avec le matériau conducteur 24. Les points en relief 24' se trouvent alors reliés électriquement à celle-ci du fait du caractère massif interconnecté du matériau conducteur 24. Ainsi, les points en relief exposés 24' forment des zones ou îlots conducteurs reliés entre eux (pour plus de détails, voir les figures 3 et 4 et la suite de la description). Un matériau conducteur tel que du tissu venant en contact avec les points en relief 24' vient faire partie du circuit électrique. La surface 28 du revêtement 22 présente aussi des caractéristiques anti-adhérentes, ceci en raison de la présence du matériau anti-adhérent 26 dispersé dans tout le revêtement (pour plus de détails, voir la figure 4 et la suite de la description).

Avant d'en venir aux micrographies électroniques à balayage des figures 3 et 4, on va décrire en détail un mode de mise en oeuvre de la présente invention en se servant de l'exemple général ci-dessous, qui est repris plus en détail dans l'exemple 4 figurant plus loin.

EXEMPLE 1

On applique une pâte de métal précieux, telle que la pâte à l'argent Engelhard A3392, sur un support en verre pour former des électrodes. On cuit à 550°C pendant dix minutes. On obtient ainsi une surface relativement rugueuse (voir la figure 3). On applique par dessus un apprêt à base de TEFLON[®], tel que du DuPont 850-300 mélangé dans les proportions appropriées avec du DuPont VM 7799. Pendant que la région revêtue est encore humide, on l'essuie avec un tampon Kimwipe[®]. Cette opération sert à enlever le TEFLON[®] isolant des points en relief 24' sans éliminer celui qui adhère dans les interstices et forme les points 26'. De cette façon, on peut appliquer un revêtement d'apprêt à base de TEFLON[®] à la plus grande partie de la surface 28, mais avec conservation de sa conductibilité. On cuit le revêtement d'apprêt pendant 5 minutes à 270°C.

On applique une sur-couche de TEFLON[®], tel que du DuPont 852-201, et on l'essuie pendant qu'il est encore humide comme précédemment.

On cuit la sur-couche pendant 10 minutes à 400°C.

5 On obtient de cette façon une électrode conductrice et anti-adhérente. Les enseignements de cet exemple sont les suivants :

- (1) On obtient partout un revêtement anti-adhérent à bonne adhésion, sauf sur les points en relief 24' de la surface 28 (voir la figure 4).
10
- (2) Les points en relief 24' situés à la surface du revêtement d'électrode 22 permettent à l'électrode de garder sa conductibilité.
- (3) La plus grande partie de la surface de l'électrode se trouve revêtue de TEFLON[®] anti-adhérent (points 26'). De plus, d'autres parties de l'instrument de coupe (non représentées) peuvent recevoir du revêtement anti-adhérent.
15

En se référant à la figure 3, on peut voir qu'une
20 pâte du type utilisé à l'exemple 1 ci-dessus peut être déposée sur un support en verre, en vitrocérame ou en une autre matière, comme désiré. Lorsque la pâte est cuite à une température modérément élevée de l'ordre de 550°C pendant la durée indiquée, elle subit un frittage et forme
25 la masse interconnectée de matière. Les régions gris clair représentent la masse frittée et les régions sombres représentent des ouvertures ou interstices intercalées, qui sont des formations en forme de tunnel (renforcements, niches, etc.) s'étendant d'une région claire à l'autre.
30 La masse frittée de la micrographie présente une surface relativement rugueuse, de sorte que certaines portions de celle-ci sont plus hautes que d'autres. Après que le matériau au TEFLON[®] déposé sur la masse frittée de la figure 3 a été essuyé et cuit, on obtient un revêtement
35 composite conforme à celui représenté par la figure 4. Certaines portions de la masse frittée (c'est-à-dire les régions les plus claires) demeurent en saillie par rapport à

d'autres portions de la masse. Les régions texturées un peu plus sombres de la figure 4 indiquent l'emplacement du matériau anti-adhérent qui a dorénavant rempli les interstices de la masse frittée, de sorte que le matériau
5 anti-adhérent a un ancrage solide dans la surface texturée du matériau conducteur. Grâce à l'essuyage de la surface de la masse frittée après application du matériau anti-adhérent, les points en relief 24' (régions les plus claires) se trouvent exposés, cependant que la plus grande
10 partie de la surface de la masse frittée est recouverte de matériau anti-adhérent. Ainsi, la surface est à la fois conductrice par les points en relief 24' et anti-adhérents sur les zones restantes 26' remplies de matériau anti-adhérent.

15 La texture de la surface des matériaux représentés par les figures 3 et 4 peut être estimée d'après l'échelle des micrographies, Sur l'une et l'autre des figures 3 et 4, l'échelle de reproduction est d'environ 2 μ m par centimètre. Ainsi, les grosseurs de particules de l'argent
20 fritté peuvent être estimées voisines de 1 à 5 microns. On voit que les espaces ou interstices ont à peu près la même taille et qu'ils sont dispersés de façon relativement uniforme dans toute la masse frittée. Il apparaît sur la figure 4 que le TEFLON[®] forme une masse frittée imbriquée
25 occupant les interstices du revêtement conducteur. Il apparaît que la moitié environ des points en relief 24' demeurent exposés après traitement. Les caractéristiques anti-adhérentes du revêtement peuvent résulter de l'absence de grandes surfaces auxquelles le matériau à travailler (par
30 exemple un tissu vivant) pourrait attacher. Plus précisément, le TEFLON[®] et le matériau conducteur sont morcelés à la surface 28 du revêtement 22 en îlots formant respectivement des zones anti-adhérentes et des zones conductrices.

L'exemple 1 ci-dessus expose un mode opératoire
35 pour réaliser un revêtement composite conducteur et anti-adhérent en utilisant une pâte d'argent conductrice et une sur-couche en TEFLON[®], avec application d'une couche

d'apprêt. Les exemples ci-après décrivent d'autres revêtements anti-adhérents conducteurs et commentent les résultats observés. Certains des exemples qui suivent renvoient à la figure 1 pour ce qui concerne les constituants de la
5 lame.

EXEMPLE 2 - Revêtements conducteurs anti-adhérents appliqués sur des électrodes en platine déposé par pulvérisation cathodique

Des électrodes semblables aux électrodes 15 de la figure 1 sont appliquées par un procédé à photoréserve et pulvérisation cathodique. Elles s'étendent jusqu'à 0,13 à 1,3 mm du bord du tranchant 11.

Tous les exemples ont été réalisés uniquement avec de l'apprêt à base de TEFLON[®]. L'apprêt au TEFLON[®]
15 renforce le pouvoir anti-adhérent et l'adhésion de la surcouche en TEFLON[®]. La composition de cette dernière est optimisée quant à ses propriétés anti-adhérentes.

Les produits TEFLON[®] de DuPont de Nemours utilisés dans les exemples qui suivent sont les suivants :

20 Comme apprêt, du 850-300 et du VM7799 mélangés dans les proportions pondérales respectives de 100:36. Cet apprêt a été ensuite dilué avec un poids égal d'eau distillée.

Comme sur-couche, du 252-201.

25 (a) Mélanges d'apprêt et de poudre d'Ag

On mélange de l'apprêt à base de TEFLON[®] et de la poudre d'argent dans des proportions telles que le mélange soit conducteur.

Produits utilisés

30 Apprêt à base de TEFLON[®] de DuPont indiqué plus haut.
Pigment à l'argent RW21790 (en poudre) de Acheson Colloids Co.

Poudre d'argent A-2206 d'Engelhard Industries.

Mode opératoire

35 Les poudres d'apprêt et d'Ag, chacune à son tour, ont été bien mélangées sur des lames de microscope de 75 x 50 mm à l'aide d'une spatule. On a fait varier

proportions au voisinage immédiat de celles pour lesquelles les mélanges devenaient conducteurs. On a étalé les mélanges en couches minces et uniformes à l'aide d'un pinceau à poils de chameau et, après un séchage à 90°C pendant 10 minutes, on les a soumis à une cuisson à la température recommandée de 400°C pendant 10 minutes.

Résultats

Les revêtements non conducteurs s'appliquaient facilement au pinceau pour donner des pellicules minces d'un bel aspect. Par contre, les mélanges conducteurs coagulaient lors du mélange et n'étaient pas applicables au pinceau. En outre, à mesure qu'on augmentait la proportion de poudre d'argent, l'adhérence des revêtements diminuait, et ceux-ci ne résistaient pas à l'épreuve de grattage à l'ongle du pouce.

(b) Mélange de l'apprêt et de la pâte d'Ag

On mélange de l'apprêt à base de TEFLON[®], qui est une suspension aqueuse, avec une suspension aqueuse compatible de pâte d'Ag. Une telle pâte d'Ag contient des liants à base aqueuse destinés à en améliorer l'adhérence, et des agents mouillants destinés à en améliorer la miscibilité.

Produits utilisés

Apprêt à base de TEFLON[®] de DuPont indiqué plus haut.
Pâte d'Ag n° 4535 de DuPont.

Mode opératoire

On a mélangé intimement ces deux produits en volumes égaux sur une lame de microscope de 75 x 50 mm à l'aide d'une spatule. On a ensuite étalé le mélange au pinceau sur une lame de microscope et sur le tranchant d'un scalpel, en recouvrant ainsi toute la surface des électrodes de platine antérieurement formées sur celui-ci, de même que l'arête tranchante. On a ensuite essuyé le tranchant 11 avec un morceau de papier buvard humidifié. En principe, ceci revient à passer légèrement le tranchant 11 de la lame en travers de la tranche du

buvard dans le mode de coupe. Dans ce cas, l'uniformité de l'enlèvement du revêtement du tranchant était à peine acceptable pour l'évaluation du revêtement. Après séchage à 90°C pendant 5 minutes, ces revêtements ont été soumis à une cuisson à 400°C pendant 10 minutes.

Résultats

Le revêtement était conducteur.

Le revêtement ne résistait pas parfaitement à l'épreuve de grattage à l'ongle du pouce.

En utilisation modérée en chirurgie sur lapin, ce revêtement présentait d'excellentes propriétés anti-adhérentes. Cependant, une inspection microscopique ultérieure a révélé que le revêtement s'était écaillé et avait été emporté sur environ 0,4 à 0,5 mm en arrière du bord tranchant.

(c) Apprêt sur Acheson 504SS passé au "Kim-wipe"

L'idée de base était ici d'imprégner avec de l'apprêt la surface du produit 504SS. Celui-ci est passablement rugueux comparativement au Pt déposé par pulvérisation cathodique.

Produits utilisés

Apprêt DuPont identique à celui indiqué plus haut. Electrodag 504SS de Acheson Colloids Co. Il s'agit d'une poudre d'argent dans un véhicule organique contenant un liant organique.

Mode opératoire

On a passé au pinceau le 504SS sur des lames de microscope de 75 x 50 mm et on l'a cuit pendant 20 minutes à 150°C. On a ensuite passé au pinceau de l'apprêt sur une moitié du revêtement et, immédiatement, pendant qu'il était encore humide, on l'a enlevé par essuyage avec un tampon "Kim-wipe". La lame a été ensuite soumise à une cuisson à 400°C pendant 10 minutes.

Résultats

La région apprêtée passée au "Kim-wipe" était d'une couleur paille clair, ce qui indiquait que de

l'apprêt avait imprégné la surface du 504SS.
 La région revêtue et essuyée était conductrice.
 Le 504SS apprêté résistait à l'arrachage par un ruban
 adhésif de marque SCOTCH[®]; le 504SS sans apprêt
 5 s'arrachait facilement. Ainsi, il est apparu que
 le 504SS traité à l'apprêt avait des propriétés
 anti-adhérentes très améliorées.

La cuisson à 400°C, nécessaire au frittage de l'apprêt,
 détériorait l'adhérence du 504SS.

10 (d) Apprêt passé au "Kim-wipe" sur des électrodes en Pt
 L'idée de base était ici d'imprégner avec de l'apprêt
 des électrodes de Pt déposé par pulvérisation catho-
 dique.

Produits utilisés

15 Apprêt à base de TEFLON[®] de DuPont identique à celui
 indiqué plus haut.

Mode opératoire

On a passé au pinceau de l'apprêt sur l'électrode et
 sur une région adjacente de verre nue comprenant la
 20 bande non revêtue immédiatement voisine du bord tran-
 chant et, immédiatement, pendant qu'il était encore
 humide, on l'a enlevé par essuyage avec un "Kim-wipe".
 Le revêtement a été ensuite soumis à une cuisson à
 400°C pendant 10 minutes.

25 Résultats

L'électrode revêtue et essuyée était conductrice.
 La région revêtue et essuyée, et surtout la région de
 l'électrode, apparaissait comporter un revêtement
 très mince. Il se présentait visuellement comme
 30 si on avait appliqué de l'huile et si on l'avait
 ensuite essuyé.

A l'essai au ruban adhésif de marque SCOTCH[®], les
 régions revêtues avaient des propriétés anti-
 adhérentes bien meilleures que celles des régions
 35 non revêtues.

On a constaté que l'enlèvement de l'apprêt encore
 humide par essuyage des électrodes enlevait celui-

4 ci des points en relief, en permettant ainsi à
l'électrode d'être conductrice, cependant que
l'apprêt demeurerait sur le reste de la surface
de l'électrode, en lui permettant ainsi d'être
5 anti-adhérente.

Observations générales

Au cours des travaux ci-dessus décrits, on a également
fait les observations suivantes quant à la nature de
l'apprêt à base de TEFLON[®] et des substrats auxquels
10 il était appliqué :

Appliqué sur une lame de microscope, la pellicule
peut être enlevée par grattage au rasoir, mais
elle laisse subsister des propriétés anti-adhéren-
tes dans la région grattée, comme établi quali-
15 tativement en grattant au rasoir la région grat-
tée et une région "vierge" du verre. La pellicule
ne peut être partiellement enlevée par grattage
que sur les points en relief. On constate que
les accidents de relief, vallées, crevasses,
20 dépressions, etc. de la surface demeurent impré-
gnés. Lorsqu'on les soumet à l'épreuve du ruban
adhésif de marque SCOTCH[®], les régions grattées
sont beaucoup plus anti-adhérentes que les régions
"vierges".

25 EXEMPLE 3 - L'électrode en pâte d'Ag

On se proposait ici de mettre en oeuvre les ensei-
gnements acquis à l'exemple 2 ci-dessus. On désirait mettre
au point des électrodes à fini de surface plus rugueuse que
celui du platine déposé par pulvérisation cathodique pour
30 faire en sorte que la quantité d'apprêt à base de TEFLON[®]
demeurant après essuyage au "Kim-wipe" soit plus grande.
On a pensé que des pâtes de métaux précieux frittées, qui
sont poreuses, permettraient au TEFLON[®] de s'infiltrer dans
leur structure poreuse et de s'y ancrer, en conférant à
35 celui-ci une bonne adhérence. On a pensé que le problème-
clé était d'obtenir l'uniformité nécessaire pour la bande
non métallisée s'étendant à partir d'environ 0,12 à 0,25 mm

du bord tranchant.

Produits utilisés

Pâte d'argent Backlite A-3392 d'Engelhard Industries.

Essence de térébenthine Drakenfeld 324.

5 Mode opératoire

On dilue la pâte d'argent avec 1 partie d'essence de térébenthine pour 5 parties de pâte d'argent.

On revêt la région d'électrode avec cette pâte, tranchant compris, avec un pinceau à poils de chameau.

10 Immédiatement, pendant que la pâte était encore visqueuse, on a passé légèrement le tranchant 11 de la lame en travers de la tranche d'un morceau de papier buvard sec, la lame étant dans le mode de coupe comme à l'exemple 2 ci-dessus.

15 On effectue un séchage au four pendant 10 minutes à 150°C.

On fait subir à quatre (4) scalpels ainsi revêtus une cuisson respective à 500°C, 550°C, 600°C et 650°C.

20 Résultats

L'uniformité de la bande essuyée ou non revêtue 16 à proximité immédiate du tranchant 11 était bien meilleure que celle obtenue auparavant à l'Exemple 2, en raison peut-être du véhicule huileux utilisé dans la pâte d'Ag. Sur 25 ces quatre lames, l'uniformité du revêtement à proximité du tranchant 11 variait d'environ 0,13 mm, allant sur l'une des lames d'environ 0,08 à 0,2 mm en partant du tranchant 11 et d'environ 0,13 à 0,25 mm sur une autre.

Soumis à une épreuve d'adhérence par grattage à la 30 lame de rasoir, le scalpel soumis à la cuisson à 500°C, sur lequel la pâte d'argent n'était que partiellement frittée, conservait une meilleure adhérence que l'Acheson 504SS (Exemple 2C ci-dessus). L'adhérence de la pâte d'Ag sur 35 les lames cuites à 550°C, 600°C et 650°C allait croissant avec la température de cuisson. Ces dernières étaient toutes trois excellentes.

La lame de 650°C ci-dessus a été soumise à un essai

d'érosion d'électrodes par immersion dans une solution à 0,85% en poids de NaCl. La lame étant partiellement immergée, on a appliqué une tension à haute fréquence de 50 volts d'amplitude constante. Ceci produisait un fort bouillonnement, mais pas de désagrégation visible des électrodes. Une inspection microscopique ultérieure a révélé que ce traitement très brutal avait en fait érodé les électrodes sur environ 50 microns.

EXEMPLE 4

On se proposait ici de mettre en application les enseignements acquis sur le TEFLON[®] et la pâte d'argent aux exemple 2 et 3 ci-dessus.

(a) Apprêt et sur-couche passés au "Kim-wipe"

Apprêt et sur-couche à base de TEFLON[®] de DuPont indiqués à l'exemple 1.

Pâte d'Ag Engelhard A-3392.

Mode opératoire

On a appliqué des électrodes en pâte d'Ag à douze scalpels en verre 99VMT de Corning par le mode opératoire décrit aux exemples 2(b) et 3 ci-dessus.

On a appliqué de l'apprêt à base de TEFLON[®], on l'a essuyé pendant qu'il était humide et on l'a soumis à une cuisson de 5 minutes à 275°C.

On a ensuite appliqué une sur-couche à base de TEFLON[®] par dessus l'apprêt en procédant de la même façon et on l'a soumis à une cuisson de 10 minutes à 400°C.

Résultats

n° du scalpel	Temp. de cuisson de l'Ag (10 min)	Utilisation	
30	1	650°C	Intensive: au moins 34 incisions d'environ 10 cm (chirurgie sur lapin), plus essais complémentaires (non quantifiés).
35	2	650°C	Intensive: au moins 16 incisions d'environ 10 cm (chirurgie sur lapin), plus essais complémentaires (non quantifiés).

n° du scalpel	Temp. de cuisson de l'Ag (10 min)	Utilisation
3	550°C	Modérée: tous ces scalpels (3 à 12) ont été évalués en chirurgie tant sur lapin que sur chien. Aucun d'eux n'a été employé aussi intensivement que les lames n° 1 et n° 2 ci-dessus.
4	"	
5	"	
6	"	
7	"	
8	"	
9	"	
10	"	
11	"	
12	"	

Les scalpels donnaient tous sensiblement les mêmes résultats qualitatifs. On pouvait les débarrasser de la plupart des débris de tissu avec un morceau de gaze chirurgicale sèche immédiatement après avoir pratiqué une incision hémostatique. Les scalpels ne manifestaient pas d'attachage au tissu ni de résistance au mouvement lors des opérations de coupe effective. On observait une bonne hémostase même lorsqu'on avait laissé s'accumuler une grande quantité de débris de tissu sur les électrodes. Sur le scalpel n° 1 seulement, une inspection microscopique post-chirurgicale a révélé une certaine adhérence de tissu sur un tronçon d'environ 1 cm de long de la bande de verre nu de 0,13 mm de large (bande 16 de la figure 1) à proximité du tranchant 11. Ce scalpel n° 1 avait été soumis à une utilisation très intensive, sans doute beaucoup plus que celle à attendre en service réel.

35 (b) Apprêt seul, passé au "Kim-wipe"
 On applique de la pâte d'argent comme à l'exemple 4(a), et uniquement de l'apprêt. On passe au "Kim-wipe" comme

précédemment. Les produits et le mode opératoire étaient les mêmes qu'à l'exemple 4(a) ci-dessus, à ceci près que l'apprêt a été soumis à une cuisson de 10 minutes à 400°C.

5	<u>n° du scalpel</u>	<u>Temp. de cuisson de l'Ag (10 min)</u>	<u>Utilisation</u>
	13	550°C	Modérée : semblable à celle des n° 3 à 12 de l'exemple 4(a).
	14	600°C	"
10	Le comportement du scalpel n° 13 était sensiblement identique à celui des scalpels considérés à l'exemple 4(a), qui comportaient à la fois apprêt et sur-couche. Le scalpel n° 14 présentait au début des propriétés anti-adhérentes un tant soit peu moins bonnes, mais		
15	il se comportait ensuite comme le scalpel n° 13.		
	(c) <u>Apprêt dilué</u>		
	On applique de la pâte d'Ag comme en 4(a), puis on applique une sur-couche à base de TEFLON [®] dilué avec quatre parties d'eau distillée sur une partie de sur-		
20	revêtement. On passe au "Kim-wipe", on sèche à l'air et on cuit pendant 10 minutes à 400°C.		
	La lame offrait des propriétés hémostatiques semblables à celles d'un dispositif non revêtu, et elle présentait de bonnes caractéristiques anti-adhérentes.		
25	Il apparaît que la dilution de la sur-couche à base TEFLON [®] accroît qualitativement la conductibilité hémostatique des électrodes, mais il n'a pas été possible de mesurer quantitativement les modifications		
	résultantes des caractéristiques physiques de la lame.		
30	L'hémostase était meilleure et les propriétés anti-adhérentes demeuraient excellentes.		

Conclusions relatives aux exemples 1 à 4

- (a) Les mélanges adhérents d'apprêt à base de TEFLON[®] et de poudre d'Ag n'étaient pas satisfaisants. L'addition d'assez de poudre d'Ag à l'apprêt pour le rendre conducteur provoquait une coagulation et une perte d'adhérence. Cependant, une utilisation non abrasive

du revêtement pourrait être possible.

- (b) Le mélange de l'apprêt à base de TEFLON[®] et d'une pâte à l'argent à base aqueuse du commerce apparaissait relativement prometteur lorsqu'il était appliqué par dessus des électrodes en Pt déposé par pulvérisation cathodique. Bien qu'utilisable, il offrait une durabilité pas très satisfaisante pour une coupe prolongée. En raison de ceci, de la complexité de l'ensemble du processus de pulvérisation cathodique, et des résultats ultérieurs plus prometteurs obtenus dans les systèmes à pâte d'Ag de l'exemple 4, on a considéré cette voie comme peu intéressante, bien que praticable.
- (c) On a trouvé qu'il était possible d'imprégner la surface de la pâte conductrice d'Ag Acheson 504SS avec de l'apprêt à base de TEFLON[®] sans perte de conductibilité. Malheureusement, la cuisson ultérieure à 400°C, nécessaire pour fritter l'apprêt, détériorait l'adhérence de la pâte 504SS, qui était au départ à la limite du passable.
- (d) En utilisant un tampon "Kim-wipe" pendant que le revêtement d'apprêt était encore humide, on a constaté qu'il était possible d'appliquer un revêtement anti-adhérent très mince à l'électrode de Pt déposé par pulvérisation cathodique sans perte de conductibilité. Cette solution est à la limite préférée, mais on considère les résultats de l'exemple 4 comme plus prometteurs, et ceux-ci sont donc préférés.
- (e) On a observé qu'il n'est besoin de déposer qu'une pellicule très mince d'apprêt à base de TEFLON[®] pour obtenir des propriétés anti-adhérentes. En outre, l'apprêt ne peut pas être complètement enlevé d'une surface rugueuse par grattage du fait qu'une fois appliqué, il adhère solidement aux anfractuosités, niches, vallées, dépressions, etc..
- (f) L'électrode en pâte d'Ag, qui peut être appliquée au pinceau ou sérigraphiée, présente une surface plus

rugueuse et une masse poreuse pour imprégnation ultérieure avec l'apprêt à base de TEFLON[®]. L'électrode est simple à appliquer par cette méthode, ce qui élimine les opérations complexes d'application de photo-réserve et de pulvérisation cathodique.

- 5 (g) En utilisant un "Kim-wipe" pendant que l'apprêt et/ou le revêtement sont encore humides, on constate qu'il est possible d'imprégner l'électrode en pâte d'Ag sans perte de conductibilité.
- 10 (h) L'application de TEFLON[®] dilué en tant que surcouche apparaît constituer une solution préférée, car c'est dans ce cas que l'hémostase est le moins affectée par le revêtement anti-adhérent.

15 D'autres produits, tels des fluorosilicates et des silicones, peuvent être utilisables dans la préparation de revêtements conducteurs anti-adhérents.

En tant qu'exemples de matériaux utilisables pour réaliser le revêtement conducteur 24, on peut citer, en plus de ceux mentionnés plus haut, l'or, le rhodium, 20 le palladium et autres métaux nobles ou semi-nobles. Peuvent également être utilisés des matériaux oxydables, tel le molybdène, si l'on opère la cuisson sous atmosphère inerte.

Le rapport des surfaces conductrices exposées 25 24' aux surfaces non conductrices 26' peut aller d'environ 20/80 à environ 80/20, mais sa valeur est, de préférence, comprise entre environ 40/60 et environ 60/40. L'optimum pour une lame de Herczog peut être plus proche de 40/60, de sorte que la conductivité d'un revêtement composite 22, 30 tel que celui de la figure 4, vaut environ 90% de celle de la surface non revêtue de la figure 3.

Bien que cela ne soit pas complètement élucidé, il apparaît que les propriétés anti-adhérentes résultant de ce que le TEFLON[®] empêche les tissus d'adhérer aux 35 fissures des électrodes conductrices. Les interstices étant bouchés, les tissus ne trouvent que peu ou pas de surface à laquelle adhérer.

Pour réaliser un tranchant semblable à celui décrit dans la demande de brevet français n° 79 28 227 citée plus haut, les modes opératoires décrits aux exemples 2(b), 3 et 4 ci-dessus sont préférés. La formulation particulière de l'exemple 4(c) apparaît offrir à ce jour les meilleurs résultats.

REVENDICATIONS

1. Revêtement anti-adhérent électriquement conducteur pour au moins une surface de travail d'un outil électrique, notamment d'un outil de coupe, caractérisé
5 en ce que des masses imbriquées adhérentes de matériaux conducteur (24) et anti-adhérent (26) sont déposées d'une manière adhérente sur un substrat (20) de sorte qu'une partie au moins du matériau conducteur soit exposée pour assurer la conduction et qu'une partie du matériau anti-
10 adhérent soit exposée en des emplacements disséminés entre les parties conductrices du matériau conducteur.

2. Revêtement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau conducteur adhère au substrat sous la forme d'un premier revêtement formant une masse
15 texturée dont la surface exposée présente une rugosité déterminée, en ce que le matériau anti-adhérent forme une deuxième couche adhérent à la première couche et remplissant au moins partiellement les rugosités de surface de la première couche tout en laissant découvertes des por-
20 tions de celle-ci, et en ce que la première et la seconde couches forment des îlots interconnectés de matériau anti-adhérent et de matériau conducteur le long de la surface de travail.

3. Revêtement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est appliqué à proximité du tranchant d'un instrument de coupe ou scalpel électrochirurgical à fonction hémostatique et cautérisante.
25

4. Revêtement selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la première couche conductrice comporte des interstices constituant des emplacements d'ancrage pour le matériau anti-adhérent.
30

5. Revêtement selon la revendication 4, caractérisé en ce que la texture de surface du premier revêtement est de l'ordre de 1 à 5 microns.

35 6. Revêtement selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la première couche conductrice est constituée d'un métal résistant à la corrosion, formé pour

tout ou partie par de l'argent, du platine, du rhodium, du palladium, de l'or ou du molybdène, et en ce que la deuxième couche anti-adhérente est constituée pour tout ou partie d'un fluorocarbure, d'une silicone ou d'un fluoro-silicate.

7. Revêtement selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la première couche conductrice et la deuxième couche anti-adhérente sont exposées en des rapports approximatifs allant de 20:80 à 80:20.

8. Revêtement selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit rapport est compris entre 40:60 et 60:40.

9. Procédé pour la production d'un revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le matériau conducteur est fritté à une température élevée pour former la surface texturée.

10. Procédé pour la production d'un revêtement selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que le matériau conducteur est appliqué au substrat de façon à former la première couche, en ce que le matériau anti-adhérent est appliqué par dessus la première couche pour former une seconde couche, et en ce que le matériau anti-adhérent est partiellement enlevé par essuyage de façon à exposer des portions de la première couche.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le matériau conducteur est appliqué sous la forme d'une suspension colloïdale et est soumis à une cuisson à une température de 500 à 600°C.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le matériau conducteur est soumis à une cuisson à 550°C pendant 10 minutes.

13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le matériau anti-adhérent est appliqué sous forme liquide, est partiellement enlevé par essuyage, puis soumis à une cuisson à une température d'adhérence.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que le matériau anti-adhérent est soumis à

une cuisson à 400°C pendant 5 à 10 minutes.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisé en ce que le matériau électriquement conducteur est appliqué au substrat par séri-
5 graphie.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisé en ce que le matériau anti-adhérent est appliqué sous forme d'une solution aqueuse fortement diluée de fluorocarbure, de préférence à 25% de
10 fluorocarbure.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que le second revêtement anti-adhérent est appliqué en déposant d'abord un revêtement d'apprêt, par dessus lequel on applique le re-
15 vêtement anti-adhérent principal.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 17, caractérisé en ce que le matériau conducteur est appliqué au substrat ou le long du tranchant de la lame de l'instrument de coupe ou scalpel chirurgical
20 pour former la première couche, en ce que la première couche est soumise à une cuisson, en ce que le matériau anti-adhérent est ensuite appliqué par dessus le matériau conducteur, en ce que des portions du matériau anti-adhérent sont enlevées pour exposer des portions du matériau con-
25 ducteur, et en ce que le matériau anti-adhérent est soumis à une cuisson afin de fixer celui-ci sur la première couche conductrice.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que des portions de la seconde couche anti-
30 adhérente sont enlevées au moyen d'une raclette.

1 - 2

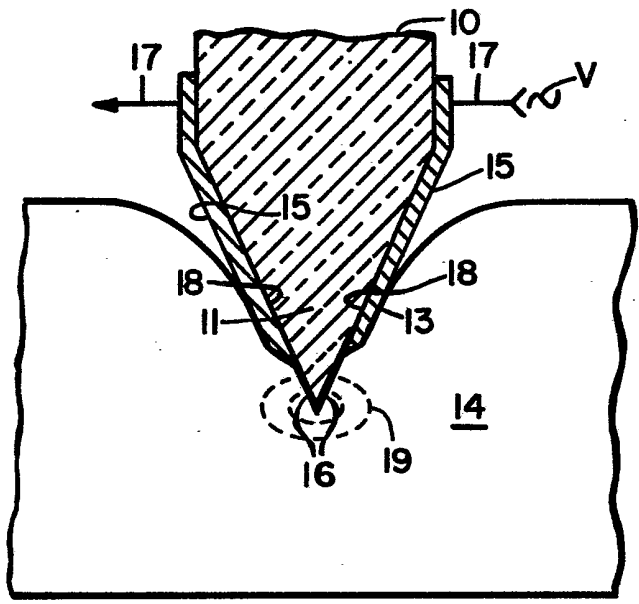


Fig. 1

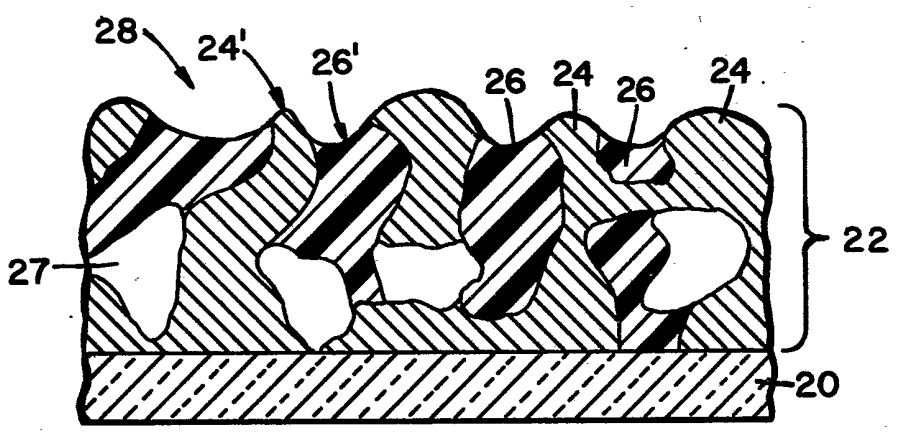


Fig. 2

2 - 2

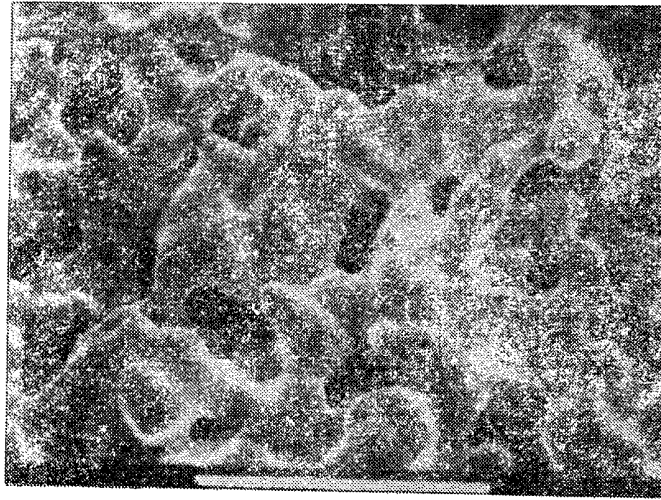


Fig. 3



Fig. 4