



Industria y Comercio

SUPERINTEN

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

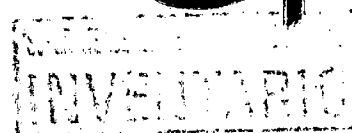


No. 10-140662-00000-0000

Fecha: 2010-11-10 11:53:53 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR  
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI  
Act. 411 PRESENTACION Folios: 108

Delegatura de Propiedad Industrial  
División de Nuevas Creaciones

PGT



SOLICITUD

## PATENTE DE INVENCION

10-140662

21. EXPEDIENTE No.

54. TÍTULO

MODIFICACION DE SUPERFICIE DE GRANOS ABRASIVOS CON

SILANO HIDROFILICO E HIDROFILICO

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE

SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. Y SAINT-GOBAIN ABRASIFS

DOMICILIO

WORCESTER, MASSACHUSSETS, U.S.A. Y CONFLANS-SAINTIE, HONORINE,

FRANCIA, RESPECTIVAMENTE

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ

74. APODERADO

C.C. 35.456.344 de Usaquén

22. BOGOTÁ, D.C.,

**Industria y Comercio**

SUPERINTENDENCIA

**PETITORIO**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

**No. 10-140662- -00000-0000**Fecha: 2010-11-10 11:53:53 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR  
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI  
Act. 411 PRESENTACION Folios: 108**FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE  
PCT  
ENTRADA EN FASE NACIONAL****SOLICITUD DE:****1**☒ Patente de Invención.☐ Patente de Modelo de Utilidad.☒ Capítulo I.☐ Capítulo II.**2****SOLICITANTE  
(71)**Nombre: **SAINT-GOBAIN ABRASIVES,  
INC. y SAINT-GOBAIN ABRASIFS**Sociedades constituidas y existentes bajo  
las leyes del Estado de Massachussets,  
Estados Unidos de América y Francia,  
respectivamente.Dirección: One New Bond Street,  
Worcester,  
Massachussets 01615,  
Estados Unidos de América

y

Rue De L'ambassadeur,  
F-78700, Conflans-Sainte, Honorine,  
Francia

Respectivamente

Domicilio: Worcester,  
Massachussets,  
Estados Unidos de América

y

Conflans-Sainte, Honorine,  
Francia

Respectivamente

**IDENTIFICACIÓN**

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

\_\_\_\_\_

**3****REPRESENTANTE  
O APODERADO**Nombre: **LUZ CLEMENCIA DE PAEZ**

Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35

Teléfono: 347 36 11

Fax: 211 86 50

E-mail: [clientes@cavelier.com](mailto:clientes@cavelier.com)

Domicilio: Bogotá, Colombia.

**IDENTIFICACIÓN**

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

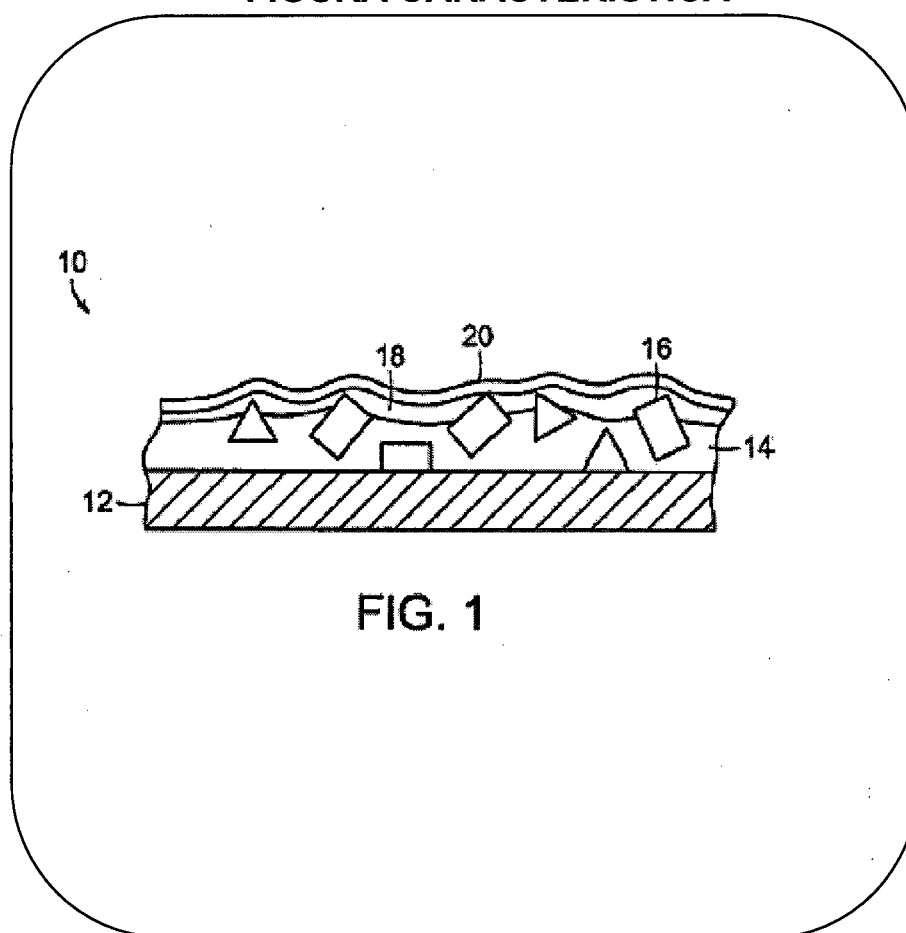
Cual

Número **35.456.344**T.P **23.555****4****INVENTOR (ES)  
(72)****1. Anuj SETH**37 Royal Crest Drive, Apartment 9,  
Marlborough,  
Massachussets 01752,  
Estados Unidos de América**2. Ying CAI**33 Sheridan Drive, Apartment 8,  
Shrewsbury,  
Massachussets 01545,  
Estados Unidos de América**5****PCT (86)**Solicitud Internacional No. **PCT/US2009/040797**Publicación Internacional No. **WO 2009/129384 A3**Fecha: **16 de abril de 2009**Fecha: **22 de octubre de 2009**

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| 6  | Título (54)<br><b><u>MODIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE GRANOS ABRASIVOS CON SILANO<br/>HIDROFÍLICO E HIDROFÓBICO</u></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                               |
| 7  | Clasificación Internacional (51) <u>B24D 003/020</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                               |
| 8  | Prioridad<br>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | (33) País de Origen<br><u>US</u> | (32) Fecha<br><u>18 de abril de 2008</u>      |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | (31) Número de Solicitud<br><u>61/124,618</u> |
| 9  | Comprobante de pago No.: <u>10-93,051</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  | Fecha: <u>02 de noviembre de 2010</u>         |
| 10 | <b>Anexos:</b><br><br><input checked="" type="checkbox"/> Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 554.000.oo.<br><input checked="" type="checkbox"/> Formulario de Modificaciones.<br><input checked="" type="checkbox"/> Comprobante de pago por 5 reivindicaciones adicionales después de la décima reivindicación por \$130.000.oo.<br><input type="checkbox"/> Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.<br><input type="checkbox"/> Poderes, si fuere el caso.<br><input type="checkbox"/> Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.<br><input type="checkbox"/> Declaraciones.<br><input checked="" type="checkbox"/> Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)<br><input checked="" type="checkbox"/> Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)<br><input type="checkbox"/> Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.<br><input type="checkbox"/> Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.<br><input type="checkbox"/> De ser el caso, copia del contrato de acceso.<br><input type="checkbox"/> De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.<br><input type="checkbox"/> De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.<br><input checked="" type="checkbox"/> Arte final 12x12<br><input type="checkbox"/> De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.<br><input checked="" type="checkbox"/> Otros: VER HOJA DE DOCUMENTOS ANEXOS |                                  |                                               |

11

## FIGURA CARACTERÍSTICA



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE:

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ

FIRMA :

LuZ Clemencia de PaeZ

C.C. 35.456.344 de Usaquén T.P. 23.555

SCT

4

**DOCUMENTOS ANEXOS**

1. ☒ Publicación Internacional WO 2009/129384 A3

Descripción:

Páginas 25 en el idioma original

Páginas 23 en español

Reivindicaciones: Número (s) 66

Figuras: Número (s) 6

2. ☒ Forma PCT/ISA/210. Informe de Búsqueda Internacional.

3. ☒ Extracto de publicación.

4. ☒ Copia de los requerimientos del 8 y 13 de octubre de 2010 solicitando a la Oficina Internacional la corrección del número de la prioridad

**SE REALIZARON MODIFICACIONES EN LA FASE  
INTERNACIONAL**

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
22 October 2009 (22.10.2009)

PCT

(10) International Publication Number  
**WO 2009/129384 A3**

- (51) International Patent Classification:  
*B24D 3/20* (2006.01) *C09K 3/14* (2006.01)  
*B24D 11/02* (2006.01)
- (21) International Application Number:  
PCT/US2009/040797
- (22) International Filing Date:  
16 April 2009 (16.04.2009)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:  
61/124,168 18 April 2008 (18.04.2008) US
- (71) Applicants (for all designated States except US):  
SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. [US/US]; One  
New Bond Street, Worcester, MA 01615 (US). SAINT-  
GOBAIN ABRASIFS [FR/FR]; Rue De L'ambassadeur,  
F-78700 Conflans-Sainte Honorine (FR).
- (72) Inventors; and
- (75) Inventors/Applicants (for US only): SETH, Anuj  
[IN/US]; 37 Royal Crest Drive, Apartment 9, Marlbor-  
ough, MA 01752 (US). CAI, Ying [CN/US]; 33 Sheridan  
Drive, Apartment 8, Shrewsbury, MA 01545 (US).
- (74) Agents: BUJOLD, Michael, J. et al.; Davis & Bujold,  
P.L.L.C., 112 Pleasant Street, Concord, NH 03301 (US).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every  
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,  
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Designated States (unless otherwise indicated, for every  
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,  
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted  
a patent (Rule 4.17(ii))
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of  
the earlier application (Rule 4.17(iii))

Published:

- with international search report (Art. 21(3))
- before the expiration of the time limit for amending the  
claims and to be republished in the event of receipt of  
amendments (Rule 48.2(h))

- (88) Date of publication of the international search report:  
21 January 2010

(54) Title: HYDROPHILIC AND HYDROPHOBIC SILANE SURFACE MODIFICATION OF ABRASIVE GRAINS

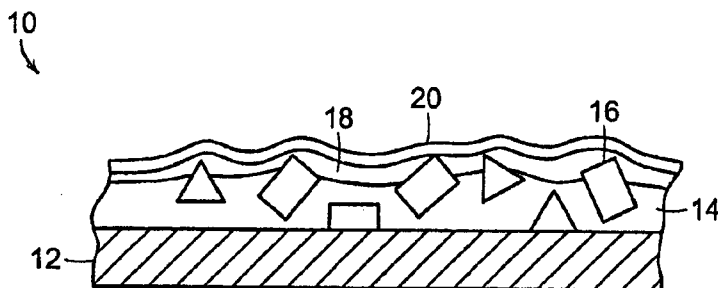


FIG. 1

(57) Abstract: A surface-modified abrasive grain includes an abrasive grain as a substrate, and a film on the grain that includes a relatively hydrophilic silane component and a relatively hydrophobic silane component. The film can be a single film layer or multiple film layers, wherein a film layer most proximal to the abrasive grain has a predominately hydrophilic silane component, and a film layer more distal to the abrasive grain includes predominately a relatively hydrophobic silane component. Coated abra-  
sive products and bonded abrasive products include the surface-modified abrasive grains.

WO 2009/129384 A3

## HYDROPHILIC AND HYDROPHOBIC SILANE SURFACE MODIFICATION OF ABRASIVE GRAINS

### BACKGROUND OF THE INVENTION

Wet grinding operations, defined by grinding processes using water-based  
5 coolant systems, have been found to be hampered with shorter life of the abrasive  
product as compared with dry grinding applications. This phenomenon typically has  
been addressed by addition of sealant in the formulation of make resin employed in  
the abrasive. Chemicals added to the make resin to counteract the effect of water  
generally include hydrophobic molecules that increase hydrophobicity of the make  
10 resin to thereby reduce the intake of water, to retard swelling of the resin system  
consequent to deterioration of mechanical properties, and to retard abrasive loss.  
Examples of hydrophobic molecules typically are siloxanes and organo-functional  
silanes (hereinafter referred to as "silanes") or other organic molecules that have  
hydrophobic moieties, such as vinyl bonds, and sulfur or fluorine atoms in the  
15 organic molecule. However, inclusion of hydrophobic components in the make  
resin often does not protect abrasive particles upon contact with water, thereby  
permitting water over extended use periods to migrate along abrasive particles until  
the abrasive tool fails. In the case of coated abrasive products, contact of the  
backing material with water employed as a coolant can cause separation of the  
20 abrasive and make coat from the backing material.

In one alternative, abrasive particles are first treated by applying a coating of  
a silane. Hydrolysis of the silane at a surface of an abrasive particle can cause  
formation of covalent bonds, particularly where the abrasive particle is a metal.  
However, formation of a hydrophilic coating on grains can reduce the strength with

7

which particles are held in place by the make coat, particularly where the make coat includes a hydrophobic component, such as a hydrophobic silane component.

Therefore, a need exists for abrasive particles, coated abrasive products and other grinding tools, such as bonded abrasive tools, that overcome or minimize the above-referenced problems.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

The invention generally is directed to surface-modified abrasive grains, coated abrasive products, bonded abrasive products, and methods of manufacturing and using the grains and abrasive products. In one embodiment, the invention is a surface-modified abrasive grain that includes an abrasive grain substrate and a film on the abrasive grain that includes a relatively hydrophilic silane component and a relatively hydrophobic silane component. The relatively hydrophilic silane component, in one embodiment, can be one member selected from the group consisting of amines, diamines, triamines, azine, azol, ureido, isocyanate, alkoxy, acetoxo, oximino, chloro, morpholinyl and piperazinyl silanes, and the relatively hydrophobic silane can be one member selected from the group consisting of vinyl silanes, methacrylate silanes, sulfur silanes, mercapto silanes, epoxy silanes and phenyl silanes. The film can be either a single layer that includes a combination of relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components. In this embodiment, polymers of the relatively hydrophilic and hydrophobic components can be distinct polymers, or co-polymers of the relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components. Typically, the abrasive grain substrate includes at least one member selected from the group consisting of aluminum oxide, silicon carbide, fused ceramics, alloy abrasives, sol-gels, ceramic grains and super abrasives.

In another specific embodiment, the coating of the abrasive particles includes two layers, the first of which is most proximate to the abrasive particle and includes at least one relatively hydrophilic silane component. The second layer is distal, and generally applied over the first layer. The second layer includes at least one silane component that is hydrophobic relative to the silane component of the first layer.

In another embodiment, the invention is a coated abrasive product that includes surface-modified abrasive grains of the invention. In still another embodiment, the invention is a bonded abrasive product employing the surface-modified abrasive particles of the invention.

5 A surface-modified abrasive grain of the invention can be formed, in one embodiment, by combining a relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components to form a mixture. The mixture is then combined with a carrier that includes water to form a silane solution. At least a portion of the silane component is hydrolyzed to form a hydrolyzed solution, which is then blended with  
10 an abrasive grain component to thereby form the surface-modified abrasive grain.

A method of forming a coated abrasive product of the invention includes combining the surface-modified abrasive grains of the invention with a resin and then applying the combined surface-modified abrasive grains and resin to a backing. The resin is then cured, thereby forming the coated abrasive product.

15 A method of making a bonded abrasive product of the invention includes combining surface-modified abrasive grains of the invention with a resin or a vitreous glass bond along with a binder. The resulting green compound is molded or formed into the desired shape and subsequently thermally cured or fired to result in the final product.

20 Other embodiments of the invention include grinding or cutting a workpiece employing a coated or bonded abrasive product of the invention.

The invention has many advantages. For example, the relatively hydrophilic silane component of the film is believed to effectively seep into most types of abrasive particles, thereby facilitating wetting of the component with a sealant that  
25 includes the relatively hydrophilic silane component. In addition, it is believed that the same film forms covalent bonds that bind the sealant tightly to the particle. In addition, the relative hydrophobic silane component of the film can either be blended with the relatively hydrophilic silane component or applied as a separate film that binds tightly to most make coat resins, particularly those that include a  
30 hydrophobic silane component apart from that of the film of the abrasive grain. As a result, the film of the abrasive grain does not separate easily from either the particle or from the make coat upon exposure to water, thereby significantly reducing

penetration of the abrasive product by water coolants employed during grinding or cutting. Material Removal Rate (MRR) and Cumulative Material Retention (CMR) are significantly increased as a result. "Surface finish," or "Ra," of a work piece also is significantly improved relative to that produced by use of abrasive products which do not employ a silane treatment or film of the invention. Further, the usable life of abrasive products of the invention can be significantly extended beyond that which would be expected of abrasive products that do not employ the surface-modified abrasive grains of the invention.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

- 10 FIG. 1 is a cross section of a coated abrasive product of the invention employing the surface-modified abrasive particles of FIG. 1.
- FIG. 2 is an example of a bonded abrasive tool of the invention employing the abrasive particles of FIG. 1.
- 15 FIG. 3A is a table of comparative test results obtained at 30 lbs on a Loesser centerless grinder employing an embodiment of the invention.
- FIG. 3B is a plot of MRR presented in the table of FIG. 3A.
- FIG. 3C is a plot of surface finish, Ra, presented in the table of FIG. 3A.
- FIG. 3D is a plot of abrasive loss (%) presented in the table of FIG. 3A.
- 20 FIG. 4A is a table of comparative test results obtained at 50 lbs as a Loesser centerless grinder employing an embodiment of the invention.
- FIG. 4B is a plot of MRR presented in the table of FIG. 4A.
- FIG. 4C is a plot of surface finish, Ra, presented in the table of FIG. 4A.
- FIG. 4D is a plot of abrasive loss (%) presented in the table of FIG. 4A.
- 25 FIG. 5A is a table summarizing the results presented in the tables of FIGS. 3A-4A.
- FIG. 5B is a histogram of the results presented in FIG. 5A.

FIG. 6 is a photograph of the embodiment of the invention and that of the comparative product employed in generating the test results of the tables presented in FIGS. 3A-3D, 4A-4D and 5A-5B.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

5           The foregoing will be apparent from the following more particular description of exemplified embodiments of the invention, as illustrated by the accompanied drawings in which like reference characters refer to the same parts throughout the different views. The drawings are not necessarily to scale, with emphasis instead being placed on illustrated embodiments of the present invention.

10           The invention generally is directed to surface-modified abrasive grains, and to coated abrasive products and bonded abrasive products employing the surface-modified abrasive grains. The surface-modified abrasive grains of the invention include an abrasive grain substrate and a film on the abrasive grain that includes a relatively hydrophilic silane component and a relatively hydrophobic silane  
15 component. The invention is also directed to methods of making the surface-modified abrasive grains of the invention, as well as to coated and bonded abrasive products employing the surface-modified abrasive grains, and to methods of making and using coated and bonded abrasive products of the invention.

          The term “relatively hydrophilic silane component,” as that term is defined  
20 herein, means a silane monomer, oligomer or polymer, or to a monomeric repeating unit of an oligomer or polymer that exhibits more affinity for water than does another monomer, oligomer or polymer, or repeating monomeric silane component with which the relatively hydrophilic silane component has been combined. Examples of relatively hydrophilic silane components include amino silanes, amino  
25 silanes, ureido silanes, isocyanate silanes, oximino silanes and chloro silanes. Specific examples of particularly suitable relatively hydrophilic silane components include 3-aminopropyltriethoxy silane, 3-Aminopropyltriethoxysilane, Bis[(3-Triethoxysilyl)Propyl]Amine, 3-Aminopropyltrimethoxysilane, 3-Aminopropylmethyldiethoxysilane, 3-Aminopropylmethyldimethoxysilane,  
30 Aminoethylaminopropyltrimethoxysilane, Aminoethylaminopropyltriethoxysilane, Aminoethylaminopropylmethyldimethoxysilane,

- Aminoethylaminopropylmethyldiethoxysilane,  
Aminoethylaminomethyltriethoxysilane,  
Aminoethylaminomethylmethyldiethoxysilane,  
Diethylenetriaminopropyltrimethoxysilane,  
5 Diethylenetriaminopropyltriethoxysilane,  
Diethylenetriaminopropylmethyldimethoxysilane,  
Diethylenetriaminopropylmethyldiethoxysilane,  
Diethylenetriaminomethylmethyldiethoxysilane,  
Diethylaminomethyltriethoxysilane,  
10 Diethylaminomethylmethyldiethoxysilane, Diethylaminomethyltrimethoxysilane,  
Diethylaminopropyltrimethoxysilane, Diethylaminopropylmethyldimethoxysilane,  
Diethylaminopropylmethyldiethoxysilane, N-(N-Butyl)-3-  
Aminopropyltrimethoxysilane, (N-Phenylamino)Methyltrimethoxysilane, (N-  
Phenylamino)Methyltriethoxysilane, (N-  
15 Phenylamino)Methylmethyldimethoxysilane, (N-  
Phenylamino)Methylmethyldiethoxysilane, 3-(N-  
Phenylamino)Propyltrimethoxysilane, 3-(N-Phenylamino)Propyltriethoxysilane, 3-  
(N-Phenylamino)Propylmethyldimethoxysilane, 3-(N-  
Phenylamino)Propylmethyldiethoxysilane,  
20 Piperazinypropylmethyldimethoxysilane,  
Piperazinypropylmethyldiethoxysilane, Piperazinylmethylmethyldiethoxysilane,  
Morpholinypropyltrimethoxysilane, Morpholinypropyltriethoxysilane,  
Morpholinypropylmethyldimethoxysilane,  
Morpholinypropylmethyldiethoxysilane,  
25 Morpholinylmethyltrimethoxysilane, Morpholinylmethylmethyldiethoxysilane,  
Aminohexylaminomethyltrimethoxysilane, Hexanediaminomethyltriethoxysilane,  
Aminohexylaminomethyltrimethoxysilane, Octanoylaminopropyltriethoxysilane,  
Cyclohexylaminopropyltrimethoxysilane, Cyclohexylaminopropyltriethoxysilane,  
Cyclohexylaminopropylmethyldimethoxysilane,  
30 Cyclohexylaminopropylmethyldiethoxysilane, 3-ureidopropyltrimethoxysilane, 3-  
ureidopropyltriethoxysilane, 3-isocyanatepropyltrimethoxysilane, 3-  
isocyanatepropyltriethoxysilane, Trimethoxysilane, Triethoxysilane,

Methyldimethoxysilane, Methyl-diethoxysilane, Methyltrimethoxysilane,  
Methyltriethoxysilane, Methyltripropoxysilane, Methyltributoxysilane,  
Methyltris(Tert-Butylperoxy)Silane, Dimethylethoxysilane,  
Dimethyldimethoxysilane, Dimethyldiethoxysilane, Propyltrimethoxysilane, N-  
5 Butyltrimethoxysilane, N-Butyltriethoxysilane, 1-Butyltrimethoxysilane, 1-  
Butyltriethoxysilane, Allyltriethoxysilane, Dodecyltrimethoxysilane,  
Dodecylmethyldimethoxysilane, Octodecyltrimethoxysilane,  
Octodecyltriethoxysilane, Octodecylmethyldimethoxysilane, N-  
Octyltrimethoxysilane, N-Octyltriethoxysilane, Octylmethyldiethoxysilane,  
10 Cyclohexyltriethoxysilane, Tetraacetoxysilane, Ethyltriacetoxysilane,  
Methyltriacetoxysilane, Dimethyldiacetoxysilane, Di-Tertbutoxy-Diacetoxysilane,  
Phenyltris(Methylethylketoxime)Silane, Tetra(Methylisobutylketoxime)Silane,  
Trimethyl(Methylethylketoxime)Silane, Dimethyldi(Methylethylketoxime)Silane,  
Methyltris(Methylisobutylketoxime)Silane, Methyltris(Acetoxime)Silane,  
15 Methyltris(Methylethylketoxime)Silane, Vinyltris(Methylisobutylketoxime)Silane,  
Methylvinyl-di(Cyclohexanoneoxime)Silane,  
Methylvinyl-di(Methylethylketoxime)Silane, Vinyltris(Methylethylketoxime)Silane.

As defined herein, the term "relatively hydrophobic silane component,"  
means monomer, oligomeric and polymeric compounds that include moieties that  
20 cause the monomer, oligomer or polymer to have an affinity for water that is less  
than that of another silane component with which it is combined. Examples of  
classes of relatively hydrophobic silane components include vinyl silanes,  
methacrylate silanes, sulfur silanes, mercapto silanes, epoxy silanes, phenyl silanes.  
Examples of particular relatively hydrophobic silane components include  $\gamma$ -  
25 methacryloxypropyltrimethoxy silane, Vinyltrimethoxysilane, Vinyltriethoxysilane,  
Vinyltris(2-Methoxyethoxy)Silane, Vinyltris(isopropoxysilane, Vinyltris(Tert-  
Butylperoxy)Silane, Vinyl-dimethylethoxysilane, Vinylmethyldimethoxysilane,  
Vinylmethyldiethoxysilane, Allyltriethoxysilane, Vinyltriacetoxysilane,  
Vinyltrichlorosilane, Vinyl-dimethylchlorosilane, Vinylmethyldichlorosilane,  
30 Vinyltris(Methylisobutylketoxime)Silane,  
Methylvinyl-di(Cyclohexanoneoxime)Silane,  
Methylvinyl-di(Methylethylketoxime)Silane, Vinyltris(Methylethylketoxime)Silane,

3-Methacryloxypropyltrimethoxysilane,  
 Methacryloxypropyltris(Trimethylsiloxy)Silane, 3-  
 Methacryloxypropyltriethoxysilane, 3-Methacryloxypropylmethyldimethoxysilane,  
 3-Methacryloxypropylmethyldiethoxysilane, Methacryloxymethyltriethoxysilane, 3-  
 5 Mercaptopropyltrimethoxysilane, 3-Mercaptopropyltriethoxysilane, 3-  
 Mercaptopropylmethyldimethoxysilane, Bis(Triethoxysilylpropyl)Tetrasulfide,  
 Bis(Triethoxysilylpropyl)Disulfide, Bis(Triethoxysilylpropyl)Polysulfide,  
 Thiocyanato silane: 3-Thiocyanatopropyltriethoxysilane, 3-  
 Glycidoxypyltrimethoxysilane, 3-Glycidoxypyltriethoxysilane, 3-  
 10 Glycidoxypylmethyldiethoxysilane, 3-Glycidoxypylmethyldimethoxysilane,  
 Vinyltriacetoxysilane.

The definitions of "relatively hydrophilic silane component" and "relatively  
 hydrophobic silane component" mean that inclusion in a single layer, or within  
 distinct layers of an abrasive particle, of two silane components that differ in affinity  
 15 for water, will constitute the presence of a "relatively hydrophilic silane component"  
 and a "relatively hydrophobic silane component." Further, preferably, at least one of  
 the silanes can chemically react with a component of a binder resin employed to  
 form a coated abrasive product or bonded abrasive tool of the invention. In a more  
 preferred embodiment, at least one of the silanes forms a covalent bond with a  
 20 component of the binder resin. Suitable resins are such as are known in the art.

Typically, the weight ratio of film that includes relatively hydrophilic and  
 relatively hydrophobic silane components over an abrasive grain is in the range of  
 between about 1:99 and about 99:1 of relatively hydrophilic silane component to  
 relatively hydrophobic silane component. In a preferred embodiment, the ratio is in  
 25 a range of between about 1:49 and about 49:1. In a particularly preferred  
 embodiment, the ratio is in a range of between about 1:9 and about 9:1.

The weight ratio of film to abrasive particle in a coated abrasive particle of  
 the invention typically is in a range between about 1:8000 and about 1:400. In a  
 preferred embodiment the weight ratio is between about 1:6000 and about 1:300. In  
 30 an even more preferred embodiment, the weight ratio is in a range of between about  
 1:4000 and about 1:200.

14

The thickness of a coating that includes relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components over an abrasive particle can be, for example, in a range of between about 1 angstrom (Å) and 5 microns. In a preferred embodiment the thickness of the coating is between about 10 Å and about 2 microns. In another embodiment, the thickness of the coating is a range of between about 15 Å and about 1 micron.

Generally, any abrasive particle that is suitable as an abrasive in industrial or commercial applications is suitable for use in the invention. A suitable material for abrasive particles useful in the invention can be of any conventional abrasive particle material utilized in the formation of coated abrasive tools. Examples of suitable abrasive particle materials for use in the invention include diamond, corundum, emery, garnet, chert, quartz, sandstone, chalcedony, flint, quartzite, silica, feldspar, pumice and talc, boron carbide, cubic boron nitride, fused alumina, ceramic aluminum oxide, heat treated aluminum oxide, alumina zirconia, glass, silicon carbide, iron oxides, tantalum carbide, cerium oxide, tin oxide, titanium carbide, synthetic diamond, manganese dioxide, zirconium oxide, and silicon nitride.

Other suitable grains include agglomerates such as are described in U.S. 6,797,023, the teachings of which are incorporated herein by reference in their entirety. A coated abrasive product of the invention can include particulate material containing green, unfired abrasive comprising abrasive grit particles and nanoparticle binder, as described in U.S. Application No. 12/018,589, filed January 23, 2008, the teachings of which are incorporated herewith in their entirety.

The abrasive materials can be oriented or can be applied to the substrate without orientation (i.e., randomly), depending upon the particular desired properties of the coated abrasive tools. In choosing an appropriate abrasive material, characteristics, such as size, hardness, compatibility with workpieces and heat conductivity, are generally considered. Abrasive particle materials useful in the invention typically have a particle size ranging from about 10 nanometers (nm) to about 6 millimeters (mm), such as from about 100 nm to about 3 mm, or from about 1 micron (μ) to about 600 μ.

15 The film of surface-modified abrasive particles of the invention can include a single or a plurality of layers. In one embodiment, the film is a single layer that includes a relatively hydrophilic silane component and a relatively hydrophobic silane component. Each of the relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components can independently be included in the coating as an independent monomer unit, an oligomer or a polymer. Further, the relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components can be components of oligomers or polymers. The polymers can be co-polymers or block co-polymers, such as random block co-polymers, of at least one of the hydrophilic and relatively hydrophobic silane components. Similarly, oligomers can include at least one of the relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components.

15 In another embodiment, the film of the surface-modified abrasive grain of the invention includes a first film layer proximate to the abrasive particle that includes only, or predominately, a relatively hydrophilic silane component, as opposed to relatively hydrophobic silane component. A second, or distal film layer of the film predominately includes a relatively hydrophobic silane component as opposed to the relatively hydrophilic silane component. It is believed that surface-modification of an abrasive particle with a relatively hydrophilic silane component significantly increases wettability of the particle and provides a better seal against water when an abrasive product that employs the surface-modified abrasive grain is in use. It is further believed that, typically, the relatively hydrophilic silane component will form a relatively high proportion of covalent bonds with the abrasive grain substrate. It is also believed that the relatively hydrophobic silane component will bind tightly both with the relatively hydrophilic silane component and with materials generally employed as make coats of coated abrasive products and with bond materials of bonded abrasive products.

30 In one embodiment, a method of forming a surface-modified abrasive grain of the invention includes combining relatively hydrophobic and relatively hydrophilic silane components to form a mixture. The mixture is combined with a solvent to form a silane solution. Examples of suitable solvents include isopropyl alcohol, ethanol, methanol, toluene, acetone, water and mixtures thereof. The amount of solvent employed is at least sufficient to dissolve the silane components.

In one embodiment, the pH of the solution can be adjusted to a suitable pH, such as a pH in a range of between about 3 and about 7, or, more preferably, between about 4 and about 6. An example of a suitable method by which the pH can be adjusted is addition of acetic acid. Other methods of adjusting the pH include, for example, use  
5 of maleic acid, stearic acid, maleic anhydride, weak solutions of HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ammonium chloride, ammonium hydroxide, sodium hydroxide solution, potassium hydroxide solution. The solution is reacted to form an at least partially oligomerized silane solution. Further, depending upon the silane component employed, the solution can be at least partially hydrolyzed to form a hydrolyzed solution. The at  
10 least partially oligomerized silane solution, is then blended with an abrasive grain component to form the surface-modified abrasive grain. In one embodiment, the surface-modified abrasive grain is exposed to ambient, or, alternatively, some elevated temperature, or other suitable conditions, to thereby cure the film. Preferably, the surface-modified grain is cured at a temperature in a range of  
15 between about 10°C and about 300°C. Also, preferably, the period of time of the curing is in a range of between about 15 minutes and about 24 hours. In one embodiment the surface-modified grain is cured at a temperature of about 10°C for about 24 hours. In another embodiment, the surface-modified grain is cured at a temperature of about 80°C for about 3 hours, and in still another embodiment, the  
20 surface-modified grain is cured at a temperature of about 100°C for about 1.5 hours. In another embodiment, the surface-modified grain is cured at a temperature of about 200°C for about 30 minutes, or at about 300°C for about 15 minutes.

In a preferred embodiment, the relatively hydrophilic silane component is 3-aminopropyltriethoxy silane, the relatively hydrophobic silane component is  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane and a weight ratio of the two is about 1:1. In  
25 this preferred embodiment, the abrasive grain is a seeded-gel ceramic grain or powder, having a mean particle diameter of about 100 microns. The weight ratio of silane component to weight of abrasive particles is about 1:1000. The solvent is isopropyl alcohol and the pH is adjusted to a range of about 3-7 with glacial acetic acid. The surface-modified abrasive particles of this embodiment are cured at a  
30 temperature of about 80°C for a period of time of about 3 hours.

17

In another embodiment, the invention is a coated abrasive product. An example of a coated abrasive product of the invention is shown in FIG. 1. As shown therein, coated abrasive product 10 includes backing layer 12. Examples of suitable backing layers include polyester, cotton, polycotton, rayon, and paper/with or without saturation/with or without backfill/frontfill/non-woven products/backingless abrasives as is known in the art. Make coat 14 on backing layer 12 is formed of a suitable material, such as acrylic, phenolic, etc., as is known in the art. Surface-modified abrasive grains 16 of the invention are embedded in make coat 14. Coated abrasive product 10 can, optionally, include a suitable size coat 18 and supersize coat 20, as is known in the art.

Coated and bonded abrasive products of the invention can optionally further include one or more additives, such as fillers, coupling agents, fibers, lubricants, surfactants, pigments, dyes, wetting agents, grinding aids, anti-loading agents, anti-static agents and suspending agents. In one embodiment, a filler component that can be employed in the invention includes a cryolite and at least one member selected from the group consisting of a hexafluorophosphate, a hexafluoroferrate, a hexafluorozirconate and ammonium tetrafluoroborate ( $(\text{NH}_4)\text{BF}_4$ ). Examples of hexafluorophosphates (salts of  $\text{PF}_6^-$ ) include ammonium salt ( $(\text{NH}_4)\text{PF}_6$ ), alkali metal salts (e.g.,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{NaPF}_6$ ,  $\text{KPF}_6$ ,  $\text{CsPF}_6$ , etc.) and alkaline earth metal salts (e.g.,  $\text{Mg}(\text{PF}_6)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{PF}_6)_2$ ,  $\text{Sr}(\text{PF}_6)_2$ ,  $\text{Ba}(\text{PF}_6)_2$ , etc.), and mixed salts thereof (e.g., ammonium and sodium salts, such as  $(\text{NH}_4)\text{Na}(\text{PF}_6)_2$ , ammonium and potassium salts, such as  $(\text{NH}_4)\text{K}(\text{PF}_6)_2$ , sodium and potassium salts, such as  $\text{NaK}(\text{PF}_6)_2$ , etc.). Specific examples of hexafluorophosphates include sodium hexafluorophosphate ( $\text{NaPF}_6$ ) and potassium hexafluorophosphate ( $\text{KPF}_6$ ), and combinations thereof.

Examples of hexafluoroferrates (salts of  $\text{FeF}_6^{3-}$ ) include ammonium salt ( $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$ ), alkali metal salts (e.g.,  $\text{Li}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{Na}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{K}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{Cs}_3\text{FeF}_6$ , etc.) and alkaline earth metal salts (e.g.,  $\text{Mg}_3(\text{FeF}_6)_2$ ,  $\text{Ca}_3(\text{FeF}_6)_2$ ,  $\text{Sr}_3(\text{FeF}_6)_2$ ,  $\text{Ba}_3(\text{FeF}_6)_2$ , etc.), and mixed salts thereof (e.g., ammonium and sodium salts, such as  $(\text{NH}_4)\text{Na}_2\text{FeF}_6$  and  $(\text{NH}_4)_2\text{NaFeF}_6$ , ammonium and potassium salts, such as  $(\text{NH}_4)\text{K}_2\text{FeF}_6$  and  $(\text{NH}_4)_2\text{KFeF}_6$ , sodium and potassium salts, such as  $\text{K}_2\text{NaFeF}_6$  and  $\text{KNa}_2\text{FeF}_6$ , calcium and sodium salts, such as  $\text{CaNaFeF}_6$ , calcium and potassium salts, such as  $\text{CaKFeF}_6$ , etc.). Specific examples of hexafluoroferrates include ammonium

hexafluoroferrate  $((\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6)$  and alkali metal hexafluoroferrates, such as sodium hexafluoroferrate  $(\text{Na}_3\text{FeF}_6)$  and potassium hexafluoroferrate  $(\text{K}_3\text{FeF}_6)$ , and combinations thereof. Examples of hexafluorozirconates (salts of  $\text{ZrF}_6^{2-}$ ) include ammonium salt  $((\text{NH}_4)_2\text{ZrF}_6)$ , alkali metal salts (e.g.,  $\text{Li}_2\text{ZrF}_6$ ,  $\text{Na}_2\text{ZrF}_6$ ,  $\text{K}_2\text{ZrF}_6$ ,  $\text{Cs}_2\text{ZrF}_6$ , etc.) and alkaline earth metal salts (e.g.,  $\text{MgZrF}_6$ ,  $\text{CaZrF}_6$ ,  $\text{SrZrF}_6$ ,  $\text{BaZrF}_6$ , etc.), and mixed salts thereof (e.g., ammonium and sodium salts, such as  $(\text{NH}_4)\text{NaZrF}_6$ , ammonium and potassium salts, such as  $(\text{NH}_4)\text{KZrF}_6$ , sodium and potassium salts, such as  $\text{NaKZrF}_6$ , etc.). Specific examples of hexafluorozirconates include ammonium hexafluorozirconate  $((\text{NH}_4)_2\text{ZrF}_6)$  and alkali metal hexafluorozirconates, such as sodium hexafluorozirconate  $(\text{Na}_2\text{ZrF}_6)$  and potassium hexafluorozirconate  $(\text{K}_2\text{ZrF}_6)$ , and combinations thereof. In a specific embodiment, at least one of the hexafluorophosphate, the hexafluoroferrate and the hexafluorozirconate is an ammonium salt or a sodium salt. In yet another specific embodiment, the hexafluorophosphate is ammonium hexafluorophosphate, the hexafluoroferrate is sodium hexafluoroferrate, and the hexafluorozirconate is sodium hexafluorozirconate. In yet another specific embodiment, the filler component includes at least one member selected from the group consisting of ammonium hexafluorophosphate, sodium hexafluoroferrate, sodium hexafluorozirconate and ammonium tetrafluoroborate. In yet another specific embodiment, the filler component includes at least one member selected from the group consisting of ammonium hexafluorophosphate, sodium hexafluoroferrate and sodium hexafluorozirconate. In yet another specific embodiment, the filler component includes at least one member selected from the group consisting of sodium hexafluorozirconate and sodium hexafluoroferrate.

As used herein, a "cryolite" means a salt of aluminum hexafluoride  $(\text{AlF}_6^{3-})$ , such as an alkali metal salt, an alkaline earth metal salt, or an ammonium salt, or a combination thereof. Examples of cryolites include lithium aluminum hexafluoride  $(\text{Li}_3\text{AlF}_6)$ , sodium aluminum hexafluoride  $(\text{Na}_3\text{AlF}_6)$ , potassium aluminum hexafluoride  $(\text{K}_3\text{AlF}_6)$ , ammonium aluminum hexafluoride  $((\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6)$ , sodium ammonium hexafluoride (e.g.,  $\text{K}(\text{NH}_4)_2\text{AlF}_6$  or  $\text{K}_2(\text{NH}_4)\text{AlF}_6$ ), potassium ammonium aluminum hexafluoride (e.g.,  $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{AlF}_6$  or  $\text{Na}_2(\text{NH}_4)\text{AlF}_6$ ), sodium potassium ammonium hexafluoride (i.e.,  $\text{NaK}(\text{NH}_4)\text{AlF}_6$ ), lithium ammonium

aluminum hexafluoride (e.g.  $\text{Li}(\text{NH}_4)_2\text{AlF}_6$  or  $\text{Li}_2(\text{NH}_4)\text{AlF}_6$ ), etc. In one specific embodiment, sodium aluminum hexafluoride ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) is employed as a cryolite. The cryolite generally is present in an amount in a range of between about 2 wt% and about 98 wt%, such as between about 2 wt% and about 65 wt%, between about 5 2 wt% and about 50 wt%, of the filler component. In a specific embodiment, the amount of the cryolite is in a range between about 2 wt% and about 30 wt%, or between about 2 wt% and about 20 wt% of the filler component.

In another embodiment, the filler component that can be employed in the invention includes at least one member selected from the group consisting of a 10 hexafluoroferrate, a hexafluorophosphate and a hexafluorozirconate. Suitable examples, including particular examples, of the hexafluoroferrate, the hexafluorophosphate and the hexafluorozirconate are as described above. In one specific embodiment, at least one of the hexafluoroferrate and the hexafluorozirconate is an ammonium salt or a sodium salt. In another specific 15 embodiment, the filler component includes at least one member selected from the group consisting of a hexafluoroferrate and a hexafluorozirconate. In another specific embodiment, the filler component includes at least one member selected from the group consisting of sodium hexafluoroferrate and sodium hexafluorozirconate. Any suitable amount of the the hexafluoroferrate, the 20 hexafluorophosphate and the hexafluorozirconate can be employed in the invention.

In a specific embodiment, the hexafluoroferrate, the hexafluorophosphate and the hexafluorozirconate, disclosed herein, is each independently present in a range of between about 2 wt% and about 100 wt% of the filler component, such as between about 2 wt% and about 98 wt%, between about 35 wt% and about 98 wt% 25 or between about 50 wt% and about 98 wt%, of the filler component. Alternatively, in an embodiment further employing a cryolite, the hexafluoroferrate, the hexafluorophosphate and the hexafluorozirconate is each independently present in a range of between about 2 wt% and about 98 wt% of the filler component, such as between about 35 wt% and about 98 wt% or between about 50 wt% and about 98 30 wt%, of the filler component.

In another specific embodiment, the filler component of the invention is present in an amount in a range between about 0.5 wt% and about 50 wt%, between about 10 wt% and about 50 wt%, between about 0.5 wt% and about 20 wt%, or between about 10 wt% and about 20 wt%, of the weight of the abrasive component.

5 In some embodiments, the filler component is incorporated into a bond component for abrasive products, such as coated abrasive products and bonded abrasive products. The bond component also includes a binder. Any suitable bond material known in the art can be used for the binder. The binder can be an inorganic binder or an organic binder. Suitable examples of organic binders include hide glue,  
10 urethane resins, acrylate resins, polyvinyl alcohols, epoxy resins, phenolic resins, urea-formaldehyde phenolic resins, aminoplast resins and mealmine-formaldehyde resins, and combinations thereof. Suitable examples of inorganic binders include cement, calcium oxide, clay, silica, magnesium oxide, and combinations thereof. Specific examples of suitable inorganic binders can be found in U.S. Patent Nos.  
15 4,543,107; 4,898,597; 5,203,886; 5,025,723; 5,401,284; 5,095,665; 5,536,283; 5,711,774; 5,863,308; and 5,094,672, the entire teachings of all of which are incorporated herein by reference. Specific binder(s) included in the bond component can be chosen depending upon particular application(s) of the bond component, for example, types of abrasive products and/or coats employing the  
20 bond component.

A suitable method of fabricating a coated abrasive product of the invention includes combining surface-modified abrasive grains of the invention with a resin that will become the make coat. The combined surface-modified abrasive grains and resin are applied to the backing, and the resin is then cured by a suitable method,  
25 such as by radiation, thermal, microwave, RF polymerization, individually or in any combination, as is known in the art.

In another embodiment, the invention is bonded abrasive product, such as bonded wheel 22, shown in FIG. 2. Wheel 22 includes a bond component and an abrasive grain component of the invention that includes an abrasive grain, and a film  
30 over the abrasive grain, wherein the coating includes a relatively hydrophobic silane component and a relatively hydrophilic silane component. A method of fabricating

a bonded abrasive product of the invention includes a resin or a vitreous glass bond along with a binder. The green compound is molded or formed into the desired shape and subsequently thermally cured or fired to result in the final product.

In still another embodiment, the invention includes a method of grinding or cutting the work piece. The method includes the step of applying to the work piece an abrasive product of the invention that includes a polymerized combination of relatively hydrophilic and hydrophobic silane components. The abrasive product employed in the method can, for example, be either a coated abrasive product or a bonded abrasive product.

The following examples are representative only, and not intended to be limiting.  
EXEMPLIFICATION

Example 1

The following components were used for the preparation of the silane treated grain:

- Grain used was seeded sol-gel alumina grain
- A-174 silane  $\rightarrow$   $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane
- A-1100 silane  $\rightarrow$  3-aminopropyltriethoxy silane
- DI water
- Isopropyl alcohol

Procedure for silane treatment of grain:

The silane treatment of the abrasive grain included three steps, namely (1) the preparation of the silane solution, (2) mixing of the prepared silane solution with the abrasive grain and blending the mix, and (3) curing the subsequent silane treated grain at elevated temperature.

**Step 1.** The recipe for preparing the silane solution was as follows:

The silane solution was prepared by starting out with measuring 5.68 grams of the  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane and 5.68 grams of the 3-aminopropyltriethoxy silane. The two silanes were mixed using a magnetic stirrer. To this mixture 101.25 grams of isopropyl alcohol was added with continued agitation of the mix. Once the silane mixtures was dispersed in the isopropyl

alcohol, 11.35 gram of DI water was added to the mix. Glacial acetic acid was added to the mix to attain a pH of 5-6 and the solution was left under agitation for 3-4 hours for hydrolysis of the silane.

Step 2. Treatment of the abrasive grain with the silane solution prepared in step 1:

For treating the abrasive grain with the silane solution prepared in Step 1, a V-blender with an intensifier bar was used. The V-blender was loaded with 9090.91 grams of seeded gel SG P150 grain to correspond with the amount of silane solution prepared in Step 1. The silane was pumped into the V-blender at around 5-7 milliliters per minute while the V-blender was on and turning. Once all the silane solution prepared in Step 1 had been pumped into the V-blender, the mixture was allowed to blend in the V-blender for another 15-20 minutes. The contents of the V-blender were then taken out of the V-blender and processed through Step 3.

Step 3. Curing the silane treated grain

The V-blended seeded gel grain was subsequently cured in an oven at 80°C for 3 hours to produce the final silane treated grain used for preparing the make resin slurry and in the electrostatic grain projection.

Example of using silane treated grain:

Formulation #1 Recipe:

| Component                                                                    | Supplier              | Wt. Percentage, % |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Bisphenol-A epoxy diacrylate with 40% TMPTA (Trimethylolpropane triacrylate) | Cytec                 | 38.73%            |
| Acidic acrylate oligomer (CN-147 from Cytec)                                 | Sartomer, Cytec       | 2.17%             |
| Defoamer BYK A501 (polysiloxane-based)                                       | BYK                   | 0.1%              |
| 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenyl-propanone                                        | Cytec, Lamberti, Ciba | 1%                |
| Bis (2,4,6-trimethylbenzoyl)phenylphosphine oxide                            | Ciba                  | 1%                |
| Calcium silicate                                                             | NYCO                  | 35%               |
| Seeded-Gel Grain P150 grit (treated or untreated)                            | Saint-Gobain          | 22%               |

**The mixing instructions were as follows:**

1. Add bisphenol-A epoxy diacrylate with 40% TMPTA mixture to mix vessel.
2. Add acidic acrylate oligomer under agitation.
- 5 3. Add defoamer BYK A501 under agitation.
4. Add 2-hydroxy-2-methyl-1-phenyl-propanone under agitation.
5. Add bis (2,4,6-trimethylbenzoyl)phenylphosphine oxide. Mix is fully dissolved.
6. Add wollastonite. Mix 5 minutes.
- 10 7. Add grain. Mix for 30 minutes.

**Belt preparation:**

Engineered abrasive belts were prepared by employing the following steps:

- 15 • Coating the slurry mix prepared as above on Y-weight polyester backing
- Electro-statically coated with grains
- Embossing the pattern
- UV-curing and rewind
- Postcure at 275°F for 18 hour
- 20 • Flex the web and make a 6" x 98" belt for testing

**The Test protocol was as follows:**

- Test machine: Loeser RSP374 centerless
- 25 Contact Wheel: 65 Shore A 1:3 serrated
- Regulating wheel: 55 Shore A
- Belt speed: 7400 SFPM
- Contact Wheel speed: 1766 RPM
- Regulating Wheel speed: 112 RPM
- 30 Belt Tension: 40 lbs
- Regulating wheel tilt degree: 5
- Reg. Wheel Swing Deg.: 2
- Contact wheel pressure: 85 PSI
- Regulating wheel pressure: 65 PSI
- 35 Applied forces: 30 or 50 lbs
- Coolant: 2% Trimclear in DI water
- Work piece material: 1045 CS; hardness 13.49 Rc
- Work piece dimension:  $\Phi$ 1.5" x 20" long

**40 The Test procedure was as follows:**

Work pieces were passed through the centerless machine at setting force. The weight and surface finish of the parts and the thickness of the belt at three designated location were taken at part 1, 2, 5, 10, 15, 20, and then every 20 parts.

## **Results and Conclusions**

Two batches of belts were prepared using the formulation shown above. The control used grains without any treatment. Another batch used aforementioned surface-modified grains. The belts were tested on a Loesser centerless grinder with 30 lbs (FIGS. 3A-3D) or 50 lbs (FIGS. 4A-4D) applied force. In general, silane treatment improved grinding performance and the life of the belts at both low and high force loads. As shown in FIGS. 5A and 5B, belts made with silane treated grains showed 49% higher average MRR from part 10 to 100 and 39% less abrasive loss after grinding 100 parts than non-treated versions at 30 lbs load, and at a higher load of 50 lbs, a similar trend followed. As can be seen in FIG. 6. The impact on belt life can also be observed from belt appearance after 100 parts as shown in the photograph: severe abrasive coating loss was presented on the control belt (bottom) compared to belts with surface-modified grain (top).

## **Example 2**

Methodology of sample preparation for samples of another embodiment of the invention

### **1. Surface treatment for abrasive grain**

#### **1.1. Materials used:**

- FRPL grain P800 grit size → obtained from Treibacher
- BFRPL grain P800 grit size → obtained from Treibacher
- A-174 silane →  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane
- A-1100 silane → 3-aminopropyltriethoxy silane
- A-1289 silane → Bis-[triethoxysilylpropyl] tetrasulfide
- Isopropyl alcohol
- Deionized water

All silanes procured from OSi Specialites Inc. Currently they can be procured from

Momentive Performance Materials

#### **1.2. Steps of silane treatment of abrasive grain:**

1.2.1. **Step 1:** the first step of the surface treatment of the grain involves preparation of the silane solution to be used for the treatment. Three

silane treatments were used to treat both the BFRPL and FRPL P800 grit used in this experiment. The silane treatments differed in the type of silane chosen for the treatment and were namely, (1) A-174 silane alone, (2) combination of A-174 and A-1100 silane, and (3) A-1289 bis-sulfur silane. The amount of silane: water: isopropyl alcohol for each of the above 3 treatments to process a batch of 8 kg abrasive grain is shown in Table 1.

| Treatment Type                      | Amount of A-174 silane (g) | Amount of A-1100 silane (g) | Amount of A-1289 Silane (g) | Isopropyl alcohol (g) | DI water (g) |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------|
| A-174 silane alone                  | 5.0                        | -                           | -                           | 90                    | 5            |
| A-174 And A-1100 silane combination | 4.5                        | 0.5                         | -                           | 90                    | 5            |
| A-1289 silane alone                 | -                          | -                           | 5                           | 90                    | 5            |

Table 1. Description of ratios for the 3 types of silane treatment used to treat 8kgs of BFRPL and FRPL P800 alumina abrasive grain

To prepare the silane solution for the pretreatment the requisite amount of silane was added to the beaker. If two silanes were to be used, as in the combination of A-174 and A-1100 silane both the silanes were added in the requisite amount and mixed in a beaker using a shear mixer. To this mixture the specified amount of isopropyl alcohol was added while continuing the agitation. At this point the pH was adjusted to 5 using glacial acetic acid. Further, the specified amount of water was added with continued stirring and the solution was left to stand for 3.5 hours for hydrolysis.

**1.2.2. Step 2:** The untreated abrasive grain (8kg) was put in the V-blender with an intensifier bar and the silane solution prepared in step 2 above was pumped into the V-blender while rotating and mixing over a period of 15 minutes. The V-blender was left to continue to rotate over a period of another 1 hour to ensure complete mixing of the silane solution with the abrasive grain. Thereafter the V-blender was stopped and emptied out resulting in the silane treated grain.

- 1.2.3. **Step 3:** The step 4 of treatment of the grain comprised of leaving the silane treated grain obtained from step 3 in a fume hood overnight for the isopropyl alcohol to be driven out and then heating the grain at 200°F for 3 hours.
- 1.2.4. **Step 4:** The last step of the surface treatment of the grain is flow treatment of the grain using 0.05 wt% of Cabosil untreated amorphous silica of commercial grade Cabosil M5 obtained from Cabot Corporation. This is achieved by mixing the amount of grain and Cabosil in a V-blender with an intensifier bar and blending the mixture for approximately an hour to ensure uniform distribution of the flow treatment. The flow treatment was done to all the samples including the non-silane treated grain and the silane-treated grain (described below) to ensure ease in projection during the subsequent electrostatic projection, a step in processing to make an abrasive disc.
- 1.2.5. The above treatment procedure resulted in 6 types of abrasive grains, namely (1) A-174 silane treated BFRPL grain, (2) A-174 silane treated FRPL grain, (3) A-174 and A-1100 combination silane treated BFRPL grain, (4) A-174 and A-1100 combination silane treated FRPL grain, (5) bis-sulfur silane treated BFRPL grain and (6) bis-sulfur silane treated FRPL grain. Also, prepared were 2 more control abrasive grains namely (1) non-silane treated BFRPL grain and (2) non-silane treated FRPL grain. All the above 8 abrasive grains were flow treated according to Step 4
- 2. Steps for making the make resin mix**
- 2.1. **Step 1:** Bis-phenol-A-diacrylate was preheated at 125-135°F for 24 hours. 1,6 Hexinedioal diacrylate, Trimethylolpropane triacrylate, BYK-501 defoamer, FC-171 and KR-55 were weighed out in their respective quantities in a drum and the preheated Bis-phenol-A-diacrylate was added to

the mixed to this for 30-45 minutes using Meyers high speed disperser with 8: dia blade. The amount of each quantity used for the above components is specified in Table 2. The mixing was stopped and the walls and base of the drum was checked for undissolved resin. If there was inhomogeneity in the mix the solution was continued to be mixed till a homogeneous solution was obtained. The viscosity range for the mix for a 80°F solution was maintained between 400-500 cps. This mix was then stored in dark in ambient temperatures conditions preferably under 90°F ±2°F.

| Description                                                                   | Product Name<br>Manufacturer             | Amount (%) |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|
| Bis-phenol-A-diacrylate                                                       | <i>Ebecryl 3700</i> , Cytec,<br>Sartomer | 49.63      |
| 1,6 Hexinedioal                                                               | Cytec, Sartomer                          | 24.88      |
| Trimethylolpropane<br>triacrylate                                             | Cytec, Sartomer                          | 24.88      |
| Defoamer                                                                      | <i>BYK-501</i> , BYK                     | 0.24       |
| Tetra (2,2<br>diallyloxymethyl)butyl,<br>di(ditridecyl)phosphito<br>titanate, | <i>KR-55</i> , Kenrich<br>Petrochemicals | 0.17       |
| Fluorochemical<br>Surfactant                                                  | <i>Fluorad Bran FC171</i> ,<br>3M        | 0.20       |

Table 2. Description of amounts in percents for the components of the base resin mix for the make resin

2.2. Step 2: The second step was to prepare the catalyst solution for the make resin mix. For this, the V-pyrol was weighed in the desired quantity specified in Table 3. To this mix Irgacure 651 was mixed under moderate agitation until dissolved (approximately 20 minutes). This mix was then stored in a cool dark place under 90°F ±2°F.

| Description                               | Product Name<br>Manufacturer                       | Amount (%) |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|
| N-Vinyl-2-<br>pyrrolidone                 | BASF, Polysciences,<br>ISP                         | 77.78      |
| 2,2-Dimethoxy-1,2-<br>diphenylethan-1-one | <i>Irgacure 651</i> , Ciba<br>Speciality Chemicals | 22.22      |

Table 3. Description of amounts in percents for the components of the catalyst mix for the make resin

2.3. **Step 3:** The catalyst from Step 2 was measured out and to this the resin premix from Step 1 was added with the mix ratio being 7:33 by weight for the mix from Step 2: Step1. This was mixed at high speed with disperser using a 4" shear blade or equal. Mixing was done at 1780 SFPM for approximately 15 minutes or until a homogeneous solution was obtained. The viscosity range of the resulting solution was noted between 150-200 cps using a Brookfield viscometer.

3. **Steps for making the size resin mix**

3.1. **Step 1:** For the first step of preparing the size resin mix isopropyl alcohol was mixed with water using a small air mixer in a clean container. To this silane A-1100 was slowly added while mixing with continued agitation thereafter for another 20 minutes to prepare the silane A-1100 mix used in the next step. The ratios of the mix were as per Table 4.

| Description                   | Product name, Manufacturer           | Amount (%) |
|-------------------------------|--------------------------------------|------------|
| 3-aminorpopyltriethoxy silane | Silane A-1100, OSi Specialities Inc. | 50.63      |
| Isopropyl alcohol             | -                                    | 37.11      |
| Water                         | -                                    | 12.26      |

**Table 4.** Percentage of components used for preparing silane A-1100 mix

3.2. **Step 2:** Tris (2-hydroxyethyl) isocyanurate acrylate, 2-Hydroxy-2-Methylpropiophenone, Fluorochemical Surfactant FC171 and defoamer BYK-501 were mixed together in a drum, as specified in Table 5., for around 20-30 minutes at slow speed of 1000SFPM. To this the silane A-1100 mix prepared in Step 1 above was slowly added and mixed for 10 minutes at a slow speed. It is essential that the silane A-1100 mix be added to the base resin mix under agitation to avoid formation of gelatin. This mix has a good shelf life of 2 weeks in a plastic container.

3.3.

| Description                                    | Product name,<br>Manufacturer                                            | Amount (%) |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| Tris (2-hydroxyethyl)<br>isocyanurate acrylate | <b>SR-368,</b><br>Sartomer                                               | 94.06      |
| 2-Hydroxy-2-<br>Methylpropiophenone            | <b>Daracure 1173,</b><br>Ciba Speciality<br>Chemicals,<br>Lamberti, Ciba | 3.77       |
| Fluorochemical Surfactant                      | <b>Fluorad Bran</b><br><b>FC171, 3M</b>                                  | 0.09       |
| Defoamer                                       | <b>BYK-501, BYK</b>                                                      | 0.23       |
| Silane A-1100 mix                              | -                                                                        | 1.85       |

**Table 5.** Description of amounts in percents for the components of the base resin mix for the size resin

5

#### 4. Preparation of the abrasive article

4.1. The preparation of the abrasive article from which abrasive discs were subsequently stamped out for performance evaluation testing started with the unwind station where a 3 mil PET roll was unwound. Onto this web the make resin prepared above was applied to obtain a make resin weight of around 0.52 lbs/ream. This was B-staged (partially cured) using UV lights (D and H bulbs). The partially cured make on the 3 mil PET backing was passed through an electrostatic grain projection unit to apply the abrasive grain silane and flow treated as described above. 8 different runs were carried out for each of the different 8 surface treated grains prepared above. Following the electrostatic projection of the abrasive grain to result in grain weights of around 1.7 lbs/ream a full cure of the maker resin was done using UV lights (D & H bulbs). To the cured make resin and abrasive grain surface another layer of the size resin was applied and cured fully using UV lights (D and H bulb) sequence. The cured product was wound up into a jumbo roll on the rewind station. These jumbos were subsequently converted into 6" abrasive discs and used for testing as described below.

20

#### 5. Testing of the abrasive article

5.1. A DA sander was used to test the performance of the above 8 types of discs. For the testing 6, 30 seconds grind cycles were used under dry grinding

25

conditions. The substrate being ground was chosen as an acrylic panel using 6 panels such that each cycle would start afresh on a newly prepared sample. After each 30 seconds grind cycle the ground panel was weighed to measure the loss in weight and the material removal was recorded.

5    **Results and Conclusions**

Coated abrasive disks were made as described with variation in grain and grain treatment. Treated FRPL and BFRPL Grains, which included single silane A174, bis-sulfur silane, and combination of A174 and A1100, were all evaluated against the control made by raw FRPL and BFRPL. For both grain types, disks with  
10    combination silane (combination of relatively hydrophilic silane component and relatively hydrophobic silane component) treatment grains showed the highest cumulative material removed compared to control and single (single silane component) treated grain versions. Although CMR of one of the single-silane-treatment versions performed close to that of the combination treatment (of  
15    relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components) of the invention, the material removal rate after an initial break-in period of 30 seconds showed great advantage of combination-treated grain of the invention relative to grain treated with only a single silane component.

EQUIVALENTS

20        While this invention has been particularly shown and described with reference to exemplified embodiments thereof, it will be understood by those skilled in the art that various changes in form and details may be made therein without departing from the scope of the invention encompassed by the appended claims.

## CLAIMS

What is claimed is:

1. A surface-modified abrasive grain, comprising:
  - a) an abrasive grain; and
  - 5 b) a film on the abrasive grain, the film including a relatively hydrophilic silane component and a relatively hydrophobic silane component.
2. The surface-modified abrasive grain of claim 1, wherein the relatively hydrophilic silane component includes at least one compound from at least one member selected from the group consisting of amines, diamines,  
10 triamines, azine, azol, ureido, isocyanate, alkoxy, acetoxy, oximino, chloro, morpholinyl and piperazinyl silanes.
3. The surface-modified abrasive grain of claim 1, wherein the relatively hydrophobic silane includes at least one compound from at least one member selected from the group consisting of vinyl silanes, methacrylate silanes,  
15 sulfur silanes, mercapto silanes, epoxy silanes and phenyl silanes.
4. The surface-modified abrasive grain of claim 1, wherein the grain is at least one member selected from the group consisting of aluminum oxide, silicon carbide, fused ceramics, alloy abrasives, sol-gels, ceramic grains and super abrasives. diamond, corundum, emery, garnet, chert, quartz, sandstone,  
20 chalcedony, flint, quartzite, silica, feldspar, pumice, talc, boron carbide, cubic boron nitride, fused alumina, ceramic aluminum oxide, heat treated aluminum oxide, alumina zirconia, glass, silicon carbide, iron oxides, tantalum carbide, cerium oxide, tin oxide, titanium carbide, synthetic diamond, manganese dioxide, zirconium oxide, and silicon nitride.
- 25 5. The surface-modified abrasive grain of claim 4, wherein the mean particle diameter is in a range of between about 10 nm and 6 mm.
6. The surface-modified abrasive grain of claim 1, wherein the silane components are polymerized as distinct hydrophilic and hydrophobic polymers, co-polymerized, or block co-polymerized.

7. The surface-modified abrasive grain of claim 1, wherein the weight ratio of the relatively hydrophilic silane component to the relatively hydrophobic silane component is in a range of between about 1:99 and about 99:1.
8. The surface-modified abrasive grain of claim 1, wherein the abrasive grain is seeded sol-gel alumina grain, and the film is a polysiloxane that includes  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane as the relatively hydrophobic silane component and 3-aminopropyltriethoxy silane as the relatively hydrophilic silane component.
9. A method of forming a surface-modified abrasive grain, comprising the steps of:
  - a) combining relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components to form a mixture;
  - b) combining the mixture with a solvent to form a silane solution;
  - c) reacting at least a portion of the silane components to form a partially oligomerized silane solution; and
  - d) blending the partially oligomerized silane solution with an abrasive grain component to form the surface-modified abrasive grain.
10. The method of claim 9, further including the step of curing the surface-modified abrasive grain.
11. The method of claim 10, wherein the relatively hydrophilic silane component is at least one member selected from the group consisting of amines, diamines, triamines, azine, azol, ureido, isocyanate, alkoxy, acetoxy, oximino, chloro, morpholinyl and piperazinyl silanes.
12. The method of claim 11, wherein the relatively hydrophobic silane component is at least one member selected from the group consisting of vinyl silanes, methacrylate silanes, sulfur silanes, mercapto silanes, epoxy silanes and phenyl silanes.
13. The method of claim 9, wherein the grain is at least one member selected from the group consisting of diamond, corundum, emery, garnet, chert, quartz, sandstone, chalcedony, flint, quartzite, silica, feldspar, pumice and

talc, boron carbide, cubic boron nitride, fused alumina, ceramic aluminum oxide, heat treated aluminum oxide, alumina zirconia, glass, silicon carbide, iron oxides, tantalum carbide, cerium oxide, tin oxide, titanium carbide, synthetic diamond, manganese dioxide, zirconium oxide, and silicon nitride.

- 5 14. The method of claim 13, wherein the mean particle diameter is in a range of between about 10 nm and 6 mm.
15. The method of claim 9, wherein the silane components are polymerized as distinct hydrophilic and hydrophobic polymers, co-polymers, or block co-polymers.
- 10 16. The method of claim 9, wherein the weight ratio of the relatively hydrophilic silane component to the relatively hydrophobic silane component is in a range of between about 1:99 to about 99:1.
17. The method claim 9, wherein the abrasive grain is seeded sol-gel alumina grain, and the film is a polysiloxane that includes  $\gamma$ -  
15 methacryloxypropyltrimethoxy silane as the hydrophobic component and 3-aminopropyltriethoxysilane as the hydrophilic component.
18. The method of claim 9, wherein the solvent includes at least one member selected from the group consisting of isopropyl alcohol, water, ethanol, methanol, toluene and acetone.
- 20 19. The method of claim 18, wherein the pH of the silane solution is adjusted to a range of between about 3 and about 7 prior to at least partially hydrolyzing the silane component.
20. The method of claim 19, wherein the pH is adjusted with at least one member selected from the group consisting of acetic acid, maelic acid,  
25 stearic acid, maelic anhydride, HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ammonium chloride, ammonium hydroxide, sodium hydroxide solution, potassium hydroxide solution.
21. The method of claim 9, wherein the relatively hydrophobic component is  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane, the relatively hydrophilic component

is 3-aminopropyltriethoxy silane, and the solvent includes deionized water and isopropyl alcohol.

22. The method of claim 21, wherein weight ratio of the relatively hydrophobic silane component to hydrophilic silane component is in a ratio of between about 1:99 and about 99:1.
23. The method of claim 22, wherein the grain is at least one member selected from the group consisting of diamond, corundum, emery, garnet, chert, quartz, sandstone, chalcedony, flint, quartzite, silica, feldspar, pumice, talc, boron carbide, cubic boron nitride, fused alumina, ceramic aluminum oxide, heat treated aluminum oxide, alumina zirconia, glass, silicon carbide, iron oxides, tantalum carbide, cerium oxide, tin oxide, titanium carbide, synthetic diamond, manganese dioxide, zirconium oxide, and silicon nitride.
24. The method of claim 23, wherein the surface-modified abrasive grain is cured, such as at a temperature in a range of between about 10°C and about 300°C for a period of time in a range of between about 15 minutes and about 24 hrs.
25. The method of claim 24, wherein the surface-modified abrasive grain is cured at a temperature of about 80°C for a period of time of about 3 hours.
26. The coated abrasive product, comprising:
- a) a backing layer;
  - b) a make coat on the backing layer; and
  - c) an abrasive grain component at the make coat, where the abrasive grain component includes abrasive grains surface-modified with at least one relatively hydrophilic silane component and at least one hydrophobic silane component.
27. The coated abrasive product of claim 26, wherein the relatively hydrophilic silane component includes at least one compound from at least one member selected from the group consisting of amines, diamines, triamines, azine, azol, ureido, isocyanate, alkoxy, acetoxo, oximino, chloro, morpholinyl and piperazinyl silanes.

28. The coated abrasive product of claim 26, wherein the relatively hydrophobic silane component includes at least one compound from at least one member selected from the group consisting of vinyl silanes, methacrylate silanes, sulfur silanes, mercapto silanes, epoxy silanes and phenyl silanes.
- 5 29. The coated abrasive product of any of claim 26, wherein the grain is at least one member selected from the group consisting of diamond, corundum, emery, garnet, chert, quartz, sandstone, chalcedony, flint, quartzite, silica, feldspar, pumice, talc, boron carbide, cubic boron nitride, fused alumina, ceramic aluminum oxide, heat treated aluminum oxide, alumina zirconia,  
10 glass, silicon carbide, iron oxides, tantalum carbide, cerium oxide, tin oxide, titanium carbide, synthetic diamond, manganese dioxide, zirconium oxide, and silicon nitride.
30. The coated abrasive product of claim 29, wherein the mean particle diameter is in a range of between about 10 nm and 6 mm.
- 15 31. The coated abrasive product of claim 26, wherein the silane components are polymerized as distinct hydrophilic and hydrophobic polymers, co-polymers, or block co-polymers.
32. The coated abrasive product of claim 26, wherein the weight ratio of the relatively hydrophilic silane component to the relatively hydrophobic silane  
20 component is in a range of between about 1:99 to about 99:1.
33. The coated abrasive product of claim 26, wherein the abrasive grain is seeded sol-gel alumina grain, and the film is a polysiloxane that includes  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane as the hydrophobic component and 3-aminopropyltriethoxy silane as the hydrophilic component.
- 25 34. A method of making a coated abrasive product, comprising the steps of:
  - a) combining relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components to form a mixture;
  - b) combining the mixture with a solvent to form a silane solution;
  - c) hydrolyzing at least a portion of the silane components to form a  
30 hydrolyzed solution; and

- d) blending the hydrolyzed solution with abrasive grains to form surface-modified abrasive grains;
  - e) combining the surface-modified abrasive grains with a resin;
  - f) applying the combined surface-modified abrasive grains and resin to a backing; and
  - g) curing the resin, thereby forming the coated abrasive product.
35. The method of claim 34, further including the step of curing the surface-modified abrasive grains.
36. The method of claim 35, wherein the relatively hydrophilic silane component includes at least one compound from at least one member selected from the group consisting of amines, diamines, triamines, azine, azol, ureido, isocyanate, alkoxy, acetoxy, oximino, chloro, morpholinyl and piperazinyl silanes.
37. The method of claim 35, wherein the relatively hydrophobic silane component includes at least one compound from at least one member selected from the group consisting of vinyl silanes, methacrylate silanes, sulfur silanes, mercapto silanes, epoxy silanes and phenyl silanes.
38. The method of any of claim 34, wherein the grain is at least one member selected from the group consisting of diamond, corundum, emery, garnet, chert, quartz, sandstone, chalcedony, flint, quartzite, silica, feldspar, pumice and talc, boron carbide, cubic boron nitride, fused alumina, ceramic aluminum oxide, heat treated aluminum oxide, alumina zirconia, glass, silicon carbide, iron oxides, tantalum carbide, cerium oxide, tin oxide, titanium carbide, synthetic diamond, manganese dioxide, zirconium oxide, and silicon nitride.
39. The method of claim 34, wherein the mean particle diameter is in a range of between about 10 nm and 6 mm.
40. The method of claim 34, wherein the silane components are polymerized as distinct hydrophilic and hydrophobic polymers, co-polymers, or block co-polymers.

41. The method of claim 34, wherein the weight ratio of the relatively hydrophilic silane component to the relatively hydrophobic silane component is in a range of between about 1:99 to about 99:1.
42. The method of claim 34, wherein the abrasive grain is seeded sol-gel alumina grain, and the film is a polysiloxane that includes  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane as the hydrophobic component and 3-aminopropyltriethoxy silane as the hydrophilic component.
43. The method of claim 34, wherein the solvent includes at least one member selected from the group consisting of isopropyl alcohol, water, ethanol, methanol, toluene and acetone.
44. The method of claim 43, wherein the pH of the silane solution is adjusted to a range of between about 3 and about 7 prior to at least partially hydrolyzing the silane component.
45. The method of claim 44, wherein the pH is adjusted with at least one member selected from the group consisting of acetic acid, maelic acid, stearic acid, maelic anhydride, HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ammonium chloride, ammonium hydroxide, sodium hydroxide solution, potassium hydroxide solution.
46. The method of claim 34, wherein the relatively hydrophobic silane component includes  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane, the relatively hydrophilic component is 3-aminopropyltriethoxy silane, and the solvent includes deionized water and isopropyl alcohol.
47. The method of claim 46, wherein weight ratio of the relatively hydrophobic silane component to hydrophilic silane component is in a ratio of between about 1:99 and about 99:1.
48. The method of claim 47, wherein the grain is at least one member selected from the group consisting of diamond, corundum, emery, garnet, chert, quartz, sandstone, chalcedony, flint, quartzite, silica, feldspar, pumice, talc, boron carbide, cubic boron nitride, fused alumina, ceramic aluminum oxide, heat treated aluminum oxide, alumina zirconia, glass, silicon carbide, iron

oxides, tantalum carbide, cerium oxide, tin oxide, titanium carbide, synthetic diamond, manganese dioxide, zirconium oxide, and silicon nitride.

49. The method of claim 48, wherein the surface-modified abrasive grain is cured, such as at a temperature in a range of between about 10°C and about 300°C for a period of time in a range of between about 15 minutes and about 24 hrs.
50. The method of claim 49, wherein the surface-modified abrasive grain is cured at a temperature of about 80°C for a period of time of about 3 hours.
51. A bonded abrasive product, comprising:
- 10 a) a bond component; and
- b) an abrasive grain component that includes an abrasive grain and a film over the abrasive grain, the film including a relatively hydrophilic silane component and a relatively hydrophobic silane component.
- 15 52. The bonded abrasive product of claim 51, wherein the relatively hydrophilic silane component includes at least one compound from at least one member selected from the group consisting of amines, diamines, triamines, azine, azol, ureido, isocyanate, alkoxy, acetoxy, oximino, chloro, morpholinyl and piperazinyl silanes.
- 20 53. The bonded abrasive product of claim 51, wherein the relatively hydrophobic silane component includes at least one compound from at least one member selected from the group consisting of vinyl silanes, methacrylate silanes, sulfur silanes, mercapto silanes, epoxy silanes and phenyl silanes.
- 25 54. The bonded abrasive product of any of claim 51, wherein the grain is at least one member selected from the group consisting of diamond, corundum, emery, garnet, chert, quartz, sandstone, chalcedony, flint, quartzite, silica, feldspar, pumice, talc, boron carbide, cubic boron nitride, fused alumina, ceramic aluminum oxide, heat treated aluminum oxide, alumina zirconia, glass, silicon carbide, iron oxides, tantalum carbide, cerium oxide, tin oxide,

titanium carbide, synthetic diamond, manganese dioxide, zirconium oxide, and silicon nitride.

55. The bonded abrasive product of claim 51, wherein the mean particle diameter is in a range of between about 10 nm and 6 mm.
- 5 56. The bonded abrasive product of claim 51, wherein the silane components are polymerized as distinct hydrophilic and hydrophobic polymers, co-polymers, or block co-polymers.
57. The bonded abrasive grain of claim 51, wherein the weight ratio of the relatively hydrophilic silane component to the relatively hydrophobic silane component is in a range of between about 1:99 to about 99:1.
- 10 58. The bonded abrasive grain of claim 51, wherein the abrasive grain is seeded sol-gel alumina grain, and the film is a polysiloxane that includes  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxy silane as the hydrophobic component and 3-aminopropyltriethoxysilane as the hydrophilic component.
- 15 59. A method of making a bonded abrasive product, comprising the steps of:
- a) combining relatively hydrophilic and relatively hydrophobic silane components to form a mixture;
  - b) combining the mixture with a solvent to form a silane solution;
  - c) hydrolyzing at least a portion of the silane components to form a hydrolyzed solution;
  - 20 d) blending the hydrolyzed solution with an abrasive grain component to form the surface-modified abrasive grain;
  - e) forming a green tool; and
  - f) curing the green tool to form the bonded abrasive product.
- 25 60. A method of grinding or cutting a workpiece, comprising the step of applying to the workpiece an abrasive product that includes a polymerized combination of relatively hydrophilic and hydrophobic silane components.
61. A surface-modified abrasive grain, comprising:
- a) an abrasive grain;

- b) a first film layer on the abrasive grain that includes a relatively hydrophilic silane component; and
  - c) a second film layer over the first film layer that include a relatively hydrophobic silane component.
- 5 62. The coated abrasive of claim 61, wherein at least one of the first and second film layers are polymerized.
63. A coated abrasive article, comprising:
- a) a backing;
  - b) a make coat on the backing; and
  - 10 c) an abrasive component at the make coat, the abrasive component including an abrasive grain, a first film layer on the abrasive grain that include a relatively hydrophilic silane component, and a second film layer over the first film layer that includes a relatively hydrophobic silane component.
- 15 64. The coated abrasive product of claim 63, wherein at least one of the first and second film layers are polymerized.
65. A bonded abrasive product, comprising:
- a) a bond; and
  - b) an abrasive component at the make coat, the abrasive component
  - 20 including an abrasive grain, a first film layer on the abrasive grain that includes a relatively hydrophilic silane component and a second film layer over the first film layer that includes a relatively hydrophobic silane component.
- 25 66. The bonded abrasive of claim 65, wherein at least one of the first and second film layers are polymerized.

41

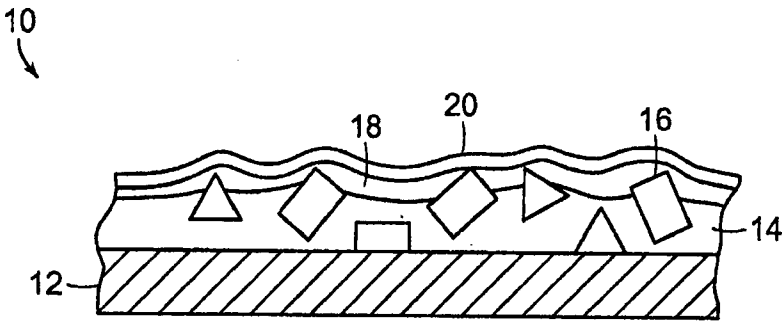


FIG. 1

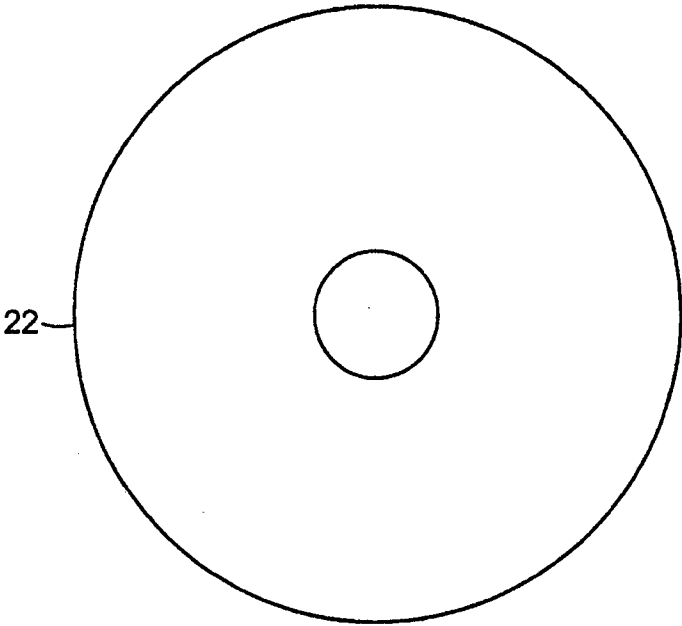


FIG. 2

42

Confidential Information - Property of Saint-Gobain Abrasives

Testing Result for Formulation #1  
30 lbs on Loesser

| Part #                 | MRR, g/part         |                      | CMR, g              |                      | Surface finish, u inch |                      | Abrasive loss, %    |                      |
|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                        | W/ silane treatment | w/o silane treatment | W/ silane treatment | w/o silane treatment | W/ silane treatment    | w/o silane treatment | W/ silane treatment | w/o silane treatment |
| 1                      | 32.89               | 26.36                | 32.89               | 26.36                | 80.87                  | 62.47                | 11.35               | 24.62                |
| 2                      | 30.48               | 24.07                | 63.37               | 50.43                | 77.70                  | 66.43                | 12.77               | 28.41                |
| 5                      | 27.37               | 21.86                | 150.15              | 119.32               | 83.37                  | 63.07                | 17.02               | 35.98                |
| 10                     | 26.30               | 20.34                | 284.32              | 224.82               | 69.73                  | 65.40                | 20.57               | 45.45                |
| 15                     | 26.08               | 19.39                | 415.27              | 324.15               | 71.47                  | 52.57                | 24.11               | 50.19                |
| 20                     | 25.03               | 18.80                | 543.04              | 419.62               | 71.77                  | 54.20                | 25.53               | 51.14                |
| 40                     | 25.08               | 21.56                | 1044.15             | 823.23               | 73.57                  | 49.80                | 29.79               | 60.61                |
| 60                     | 22.92               | 17.83                | 1524.15             | 1217.13              | 68.93                  | 35.83                | 34.04               | 66.29                |
| 80                     | 21.87               | 15.66                | 1972.05             | 1552.03              | 62.53                  | 39.07                | 36.88               | 68.18                |
| 100                    | 20.58               | 14.10                | 2396.55             | 1849.63              | 59.53                  | 30.73                | 38.30               | 68.18                |
| 120                    | 20.54               | 13.81                | 2807.75             | 2128.72              | 58.10                  | 34.75                | 38.30               | 69.13                |
| 140                    | 19.33               | 11.92                | 3206.45             | 2386.02              | 55.07                  | 32.67                | 39.72               | 73.86                |
| 160                    | 18.89               | 9.09                 | 3588.64             | 2596.12              | 51.40                  | 38.57                | 42.55               | 73.86                |
| 180                    | 18.50               | 10.26                | 3962.54             | 2789.62              | 48.83                  | 36.40                | 42.55               | 73.86                |
| 200                    | 19.05               | 9.34                 | 4338.04             | 2985.62              | 51.27                  | 38.87                | 45.39               | 73.86                |
| Average after 20 parts | 21.18               | 14.24                |                     |                      | 60.10                  | 39.09                |                     |                      |

FIG. 3A

43

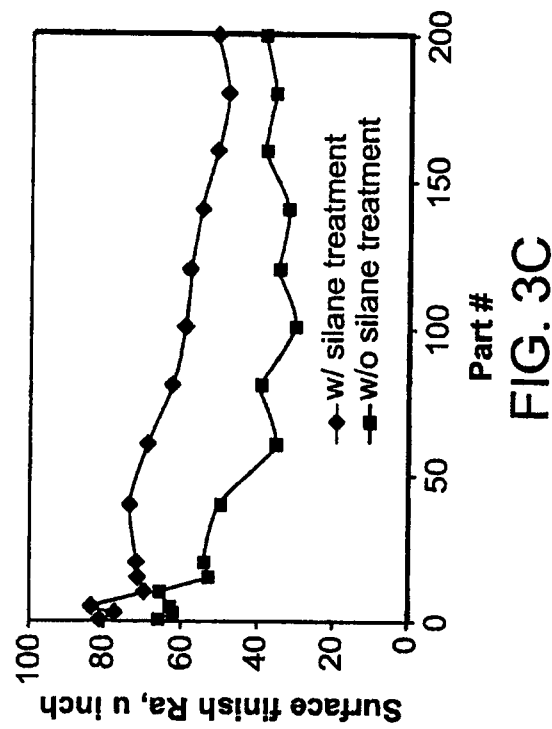


FIG. 3C

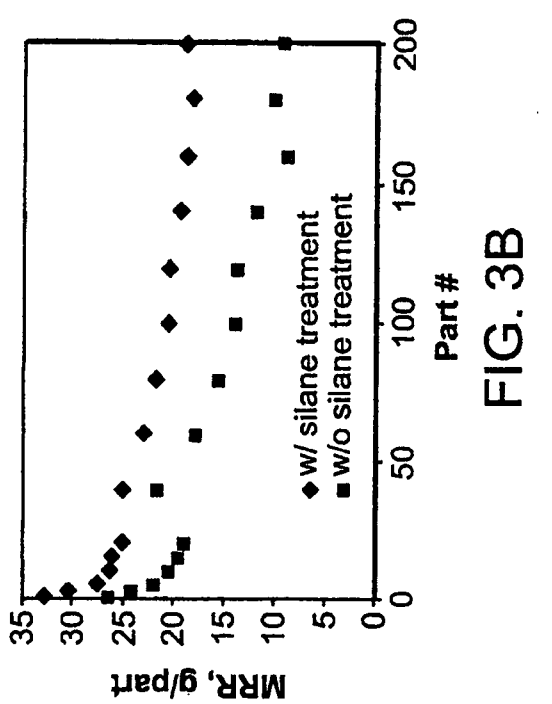


FIG. 3B

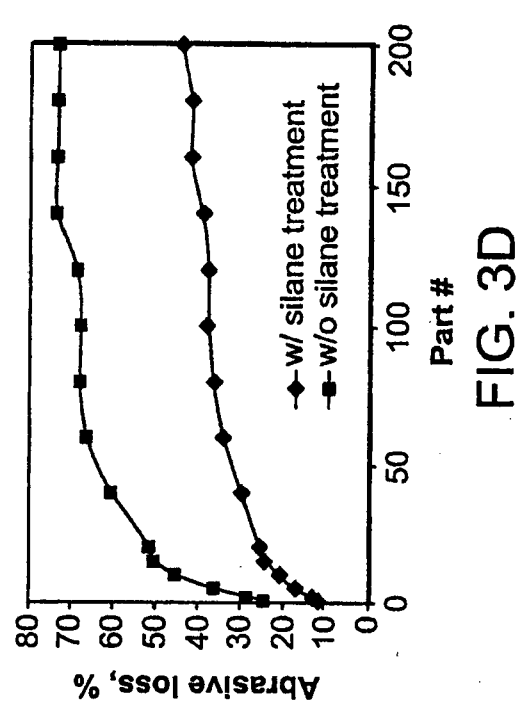


FIG. 3D

44

50 lbs on Loesser

| Part #                 | MRR, g/part         |                      | CMR, g              |                      | Surface finish, u inch |                      | Abrasive loss, %    |                      |
|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                        | W/ silane treatment | w/o silane treatment | W/ silane treatment | w/o silane treatment | W/ silane treatment    | w/o silane treatment | W/ silane treatment | w/o silane treatment |
| 1                      | 57.29               | 32.10                | 57.29               | 32.10                | 104.33                 | 74.10                | 16.30               | 30.08                |
| 2                      | 47.60               | 28.02                | 104.89              | 60.12                | 84.03                  | 82.97                | 19.26               | 33.08                |
| 5                      | 44.67               | 25.34                | 243.30              | 140.16               | 85.90                  | 71.60                | 23.70               | 42.11                |
| 10                     | 39.08               | 22.94                | 452.67              | 260.86               | 81.20                  | 70.60                | 29.63               | 52.63                |
| 15                     | 36.78               | 21.80                | 642.32              | 372.71               | 79.50                  | 61.60                | 35.56               | 57.14                |
| 20                     | 33.91               | 22.03                | 819.05              | 482.28               | 77.60                  | 58.93                | 40.00               | 61.65                |
| 40                     | 33.11               | 20.49                | 1489.25             | 907.48               | 75.80                  | 59.87                | 54.81               | 66.17                |
| 60                     | 32.08               | 17.07                | 2141.15             | 1283.08              | 64.57                  | 42.43                | 59.26               | 70.68                |
| 80                     | 30.99               | 18.06                | 2771.85             | 1634.38              | 62.30                  | 42.63                | 62.22               | 75.19                |
| 100                    | 27.24               | 15.45                | 3354.15             | 1969.48              | 52.97                  | 41.73                | 63.70               | 76.69                |
| 120                    | 27.38               | 16.67                | 3900.35             | 2290.68              | 49.00                  | 56.90                | 66.67               | 78.20                |
| 140                    | 24.39               | 13.50                | 4418.05             | 2592.38              | 51.60                  | 49.37                | 71.11               | 79.70                |
| 160                    | 24.55               | 14.31                | 4907.45             | 2870.48              | 46.97                  | 50.67                | 71.11               | 79.70                |
| 180                    | 20.82               | 11.38                | 5361.15             | 3127.38              | 43.20                  | 43.80                | 71.11               | 79.70                |
| 200                    | 22.08               | 11.84                | 5790.15             | 3359.58              | 42.70                  | 38.53                | 71.11               | 79.70                |
| Average after 20 parts | 27.66               | 16.08                |                     |                      | 56.67                  | 48.49                |                     |                      |

FIG. 4A

45

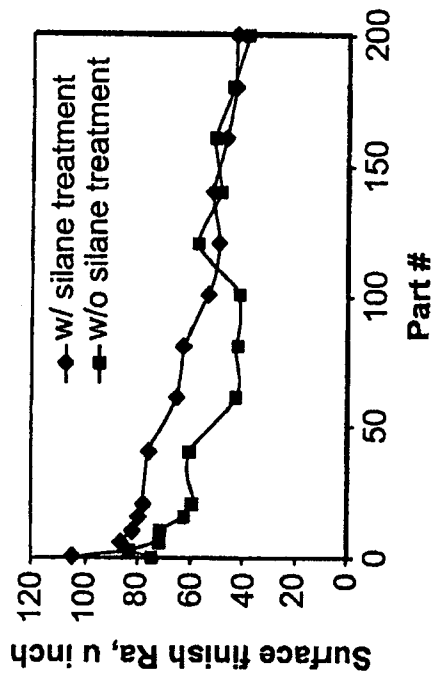


FIG. 4C

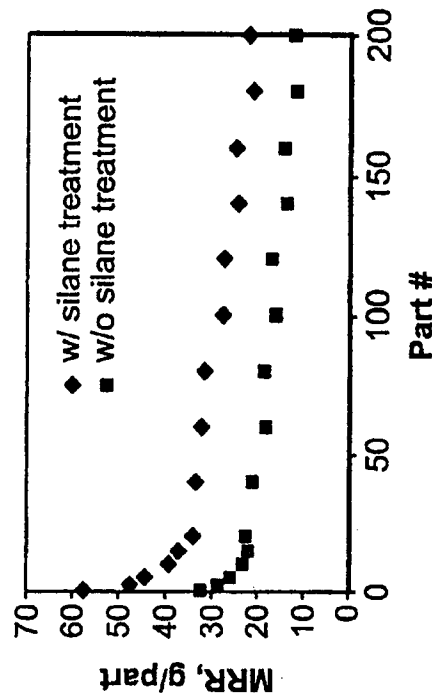


FIG. 4B

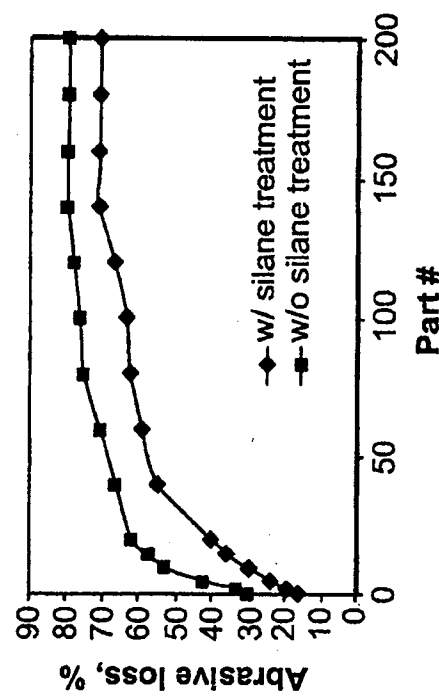
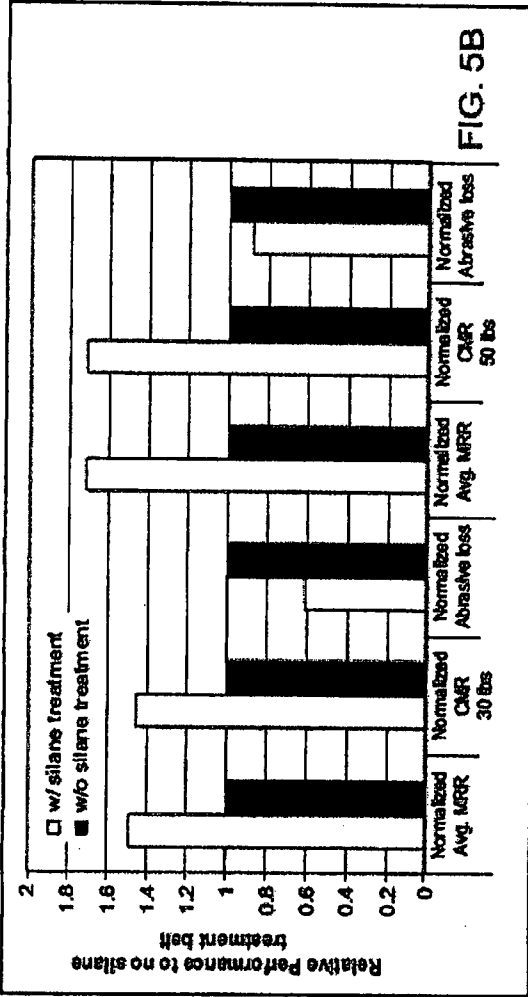


FIG. 4D

|                      | 30 lbs                         |                    |                              | 50 lbs                         |                    |                              | 30 lbs              |                |                          | 50 lbs              |                |                          |
|----------------------|--------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------|----------------|--------------------------|---------------------|----------------|--------------------------|
|                      | Avg. MRR part 20 - 200, g/part | CMR at part 200, g | Abrasive loss at part 200, % | Avg. MRR part 20 - 200, g/part | CMR at part 200, g | Abrasive loss at part 200, % | Normalized Avg. MRR | Normalized CMR | Normalized Abrasive loss | Normalized Avg. MRR | Normalized CMR | Normalized Abrasive loss |
| W/ silane treatment  | 21.18                          | 4338.04            | 45.39                        | 27.66                          | 5790.15            | 71.11                        | 1.487602725         | 1.452977182    | 0.614512                 | 1.719838            | 1.72347        | 0.892243                 |
| W/o silane treatment | 14.24                          | 2985.62            | 73.86                        | 16.08                          | 3359.58            | 79.70                        | 1                   | 1              | 1                        | 1                   | 1              | 1                        |

FIG. 5A



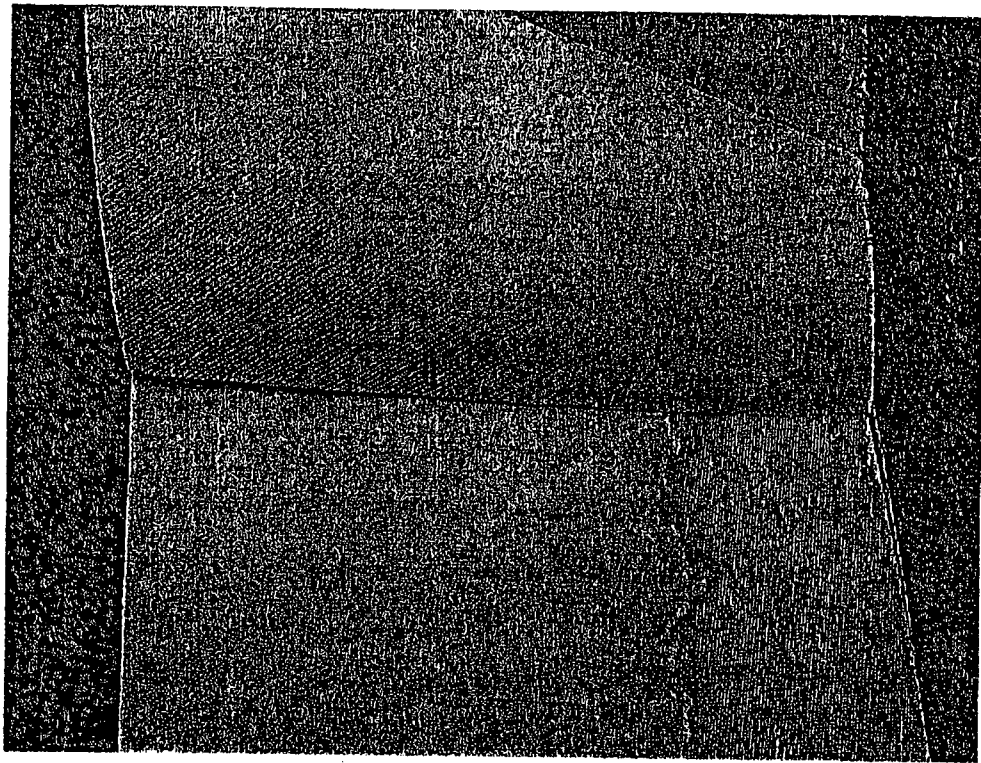


FIG. 6

## MODIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE GRANOS ABRASIVOS CON SILANO HIDROFÍLICO E HIDROFÓBICO

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Se descubrió que las operaciones de rectificado en húmedo, definidas como  
5 procesos de rectificado usando sistemas de refrigeración en base a agua, se ven  
obstaculizadas por la vida más corta del producto abrasivo en comparación con  
aplicaciones de rectificado en seco. Este fenómeno típicamente se ha tratado  
mediante la adición de sellador en la formulación de la resina primaria empleada en  
el abrasivo. Los químicos agregados a la resina primaria para neutralizar el efecto  
10 del agua generalmente incluyen moléculas hidrofóbicas que aumentan la  
hidrofobicidad de la resina primaria para reducir de este modo la captación de agua,  
retardar el hinchamiento del sistema de resina como consecuencia del deterioro de  
las propiedades mecánicas y retardar la pérdida abrasiva. Típicamente, son ejemplos  
de moléculas hidrofóbicas los siloxanos y silanos organofuncionales (en adelante  
15 denominados "silanos") u otras moléculas orgánicas que tienen restos hidrofóbicos,  
tales como enlaces vinílicos y átomos de azufre o flúor en la molécula orgánica. Sin  
embargo, la inclusión de componentes hidrofóbicos en la resina primaria a menudo  
no protege las partículas abrasivas después del contacto con el agua, permitiendo de  
este modo que el agua, luego de períodos de uso extensos, migre a lo largo de las  
20 partículas abrasivas hasta que la herramienta abrasiva se rompe. En el caso de  
productos abrasivos revestidos, el contacto del material de soporte con agua  
empleada como refrigerante puede provocar que el abrasivo y el revestimiento  
primario se separen del material de soporte.

En una alternativa, las partículas abrasivas primero se tratan mediante la  
25 aplicación de un revestimiento de un silano. La hidrólisis del silano en una  
superficie de una partícula abrasiva puede provocar la formación de enlaces  
covalentes, particularmente cuando la partícula abrasiva es un metal. Sin embargo,  
la formación de un revestimiento hidrofílico sobre los granos puede reducir la fuerza  
con que las partículas se mantienen en su lugar mediante el revestimiento primario,

particularmente cuando el revestimiento primario incluye un componente hidrofóbico, tal como un componente de silano hidrofóbico.

Por consiguiente, existe la necesidad de partículas abrasivas, productos abrasivos revestidos y otras herramientas de rectificado, tales como herramientas abrasivas aglomeradas, que solucionan o minimizan los problemas mencionados anteriormente.

### COMPENDIO DE LA INVENCION

La invención generalmente se refiere a granos abrasivos con superficie modificada, productos abrasivos revestidos, productos abrasivos aglomerados y métodos de fabricación y uso de los granos y productos abrasivos. En una realización, la invención es un grano abrasivo con superficie modificada que incluye un sustrato de grano abrasivo y una película sobre el grano abrasivo que incluye un componente de silano relativamente hidrofílico y un componente de silano relativamente hidrofóbico. El componente de silano relativamente hidrofílico, en una realización, puede ser un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolínilo y piperazinilo, y el silano relativamente hidrofóbico puede ser un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo. La película puede ser una única capa que incluye una combinación de componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos. En esta realización, los polímeros de los componentes relativamente hidrofílicos e hidrofóbicos pueden ser polímeros diferentes, o copolímeros de los componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos. Típicamente, el sustrato de grano abrasivo incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en óxido de aluminio, carburo de silicio, cerámicas fundidas, abrasivos de aleación, sol-gels, granos de cerámica y súper abrasivos.

En otra realización específica, el revestimiento de las partículas abrasivas incluye dos capas, la primera es la más cercana a las partículas abrasivas e incluye al menos un componente de silano relativamente hidrofílico. La segunda capa es distal, y generalmente se aplica sobre la primera capa. La segunda capa incluye al menos

un componente de silano que es hidrofóbico en relación con el componente de silano de la primera capa.

En otra realización, la invención es un producto abrasivo revestido que incluye granos abrasivos con superficie modificada de la invención. En otra  
5 realización, la invención es un producto abrasivo aglomerado en el que se emplean partículas abrasivas con superficie modificada de la invención.

Un grano abrasivo con superficie modificada de la invención puede formarse, en una realización, mediante la combinación de componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos para formar una mezcla. La  
10 mezcla luego se combina con un portador que incluye agua para formar una solución de silano. Al menos una porción del componente de silano se hidroliza para formar una solución hidrolizada, que luego se mezcla con un componente de grano abrasivo para formar de este modo el grano abrasivo con superficie modificada.

Un método para formar un producto abrasivo revestido de la invención  
15 incluye combinar los granos abrasivos con superficie modificada de la invención con una resina y luego aplicar los granos abrasivos con superficie modificada y la resina combinados a un soporte. La resina luego se cura, formando de este modo el producto abrasivo revestido.

Un método para hacer un producto abrasivo aglomerado de la invención  
20 incluye combinar los granos abrasivos con superficie modificada de la invención con una resina o un enlace vítreo junto con un aglomerante. El compuesto verde resultante se moldea o adapta en la forma deseada y posteriormente se cura u hornea térmicamente para obtener el producto final.

Otras realizaciones de la invención incluyen rectificar o cortar una pieza de  
25 trabajo empleando un producto abrasivo revestido o aglomerado de la invención.

La invención tiene muchas ventajas. Por ejemplo, se cree que el componente de silano relativamente hidrofílico de la película efectivamente se filtra en la mayoría de los tipos de partículas abrasivas, facilitando de este modo la humectación del componente con un sellador que incluye un componente de silano relativamente  
30 hidrofílico. Adicionalmente, se cree que la misma película forma enlaces covalentes que unen estrechamente el sellador con la partícula. Adicionalmente, el componente

de silano relativamente hidrofóbico de la película puede mezclarse con el  
componente de silano relativamente hidrofílico o puede aplicarse como una película  
separada que se une estrechamente con la mayoría de las resinas del revestimiento  
primario, particularmente con aquellas que incluyen un componente de silano  
5 hidrofóbico además del de la película del grano abrasivo. Como resultado, la  
película de grano abrasivo no se separa fácilmente de la partícula o del revestimiento  
primario después de la exposición al agua, reduciendo considerablemente de este  
modo la penetración del producto abrasivo mediante refrigerantes de agua  
empleados durante el rectificado o corte. La Tasa de Eliminación de Material (TEM)  
10 y la Retención de Material Acumulado (RMA) aumentan considerablemente como  
resultado. El “acabado superficial” o “Ra”, de una pieza de trabajo también mejora  
considerablemente en relación con el producido mediante el uso de productos  
abrasivos que no emplean un tratamiento con silano o película de la invención.  
Además, la vida útil de los productos abrasivos de la invención puede extenderse  
15 considerablemente más allá de la que se esperaría de productos abrasivos que no  
emplean los granos abrasivos con superficie modificada de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es un corte transversal de un producto abrasivo revestido de la  
invención empleando partículas abrasivas con superficie modificada de la  
FIG. 1.  
20 La FIG. 2 es un ejemplo de una herramienta abrasiva aglomerada de la  
invención empleando las partículas abrasivas de la FIG. 1.

La FIG. 3A es una tabla de resultados de prueba comparativos obtenidos a 30  
lbs sobre una rectificadora sin centros Loesser empleando una realización de  
25 la invención.

La FIG. 3B es una gráfica de TEM presentada en la tabla de la FIG. 3A.

La FIG. 3C es una gráfica de acabado superficial, Ra, presentado en la tabla  
de la FIG. 3A.

La FIG. 3D es una gráfica de pérdida abrasiva (%) presentada en la tabla de  
30 la FIG. 3A.

La FIG. 4A es una tabla de resultados de prueba comparativos obtenidos a 50 lbs sobre una rectificadora sin centros Loesser empleando una realización de la invención.

La FIG. 4B es una gráfica de TEM presentada en la tabla de la FIG. 4A.

5 La FIG. 4C es una gráfica de acabado superficial, Ra, presentado en la tabla de la FIG. 4A.

La FIG. 4D es una gráfica de pérdida abrasiva (%) presentada en la tabla de la FIG. 4A.

10 La FIG. 5A es una tabla en la que se resumen los resultados presentados en las tablas de las FIGS. 3A-4A.

La FIG. 5B es una histografía de los resultados presentados en la FIG. 5A.

La FIG. 6 es una fotografía de la realización de la invención y del producto comparativo empleado para generar los resultados de prueba de las tablas presentadas en las FIGS. 3A-3D, 4A-4D y 5A-5B.

## 15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Lo descrito anteriormente será evidente a partir de la siguiente descripción más específica de las realizaciones ejemplificadas de la invención, como se ilustra mediante los dibujos adjuntos en los que los caracteres de referencia similares se refieren a las mismas partes a lo largo de las diferentes vistas. Los dibujos no están  
20 necesariamente a escala, poniéndose énfasis en cambio sobre las realizaciones ilustradas de la presente invención.

La invención generalmente se refiere a granos abrasivos con superficie modificada y a productos abrasivos revestidos y productos abrasivos aglomerados empleando los granos abrasivos con superficie modificada. Los granos abrasivos con  
25 superficie modificada de la invención incluyen un sustrato de grano abrasivo y una película sobre el grano abrasivo que incluye un componente de silano relativamente hidrofílico y un componente de silano relativamente hidrofóbico. La invención también se refiere a métodos para hacer los granos abrasivos con superficie modificada de la invención, así como también a productos abrasivos revestidos y

aglomerados empleando granos abrasivos con superficie modificada, y a métodos para hacer y usar productos abrasivos revestidos y aglomerados de la invención.

La expresión "componente de silano relativamente hidrofílico", tal como se define esta expresión en la presente, significa un monómero, oligómero o polímero de silano, o a una unidad repetitiva monomérica de un oligómero o polímero que exhibe más afinidad por el agua que otro monómero, oligómero o polímero, o componente de silano monomérico repetitivo con el que el componente de silano relativamente hidrofílico se ha combinado. Ejemplos de componentes de silano relativamente hidrofílicos incluyen silanos de amino, silanos de ureido, silanos de isocianato, silanos de oximino y silanos de cloro. Ejemplos específicos de componentes de silano relativamente hidrofílicos particularmente adecuados incluyen 3-aminopropiltriethoxisilano, Bis[(3-triethoxysilil)propil]amina, 3-aminopropiltrimethoxisilano, 3-aminopropilmetildietoxisilano, 3-aminopropilmetildimethoxisilano, aminoetilaminopropiltrimethoxisilano, aminoetilaminopropiltriethoxisilano, aminoetilaminopropilmetildimethoxisilano, aminoetilaminopropilmetildietoxisilano, aminoetilaminometiltriethoxisilano, aminoetilaminometilmetildietoxisilano, dietilenotriaminopropiltrimethoxisilano, dietilenotriaminopropiltriethoxisilano, dietilenotriaminopropilmetildimethoxisilano, dietilenotriaminopropilmetildietoxisilano, dietilenotriaminometilmetildietoxisilano, dietilaminometiltriethoxisilano, dietilaminometilmetildietoxisilano, dietilaminometiltrimethoxisilano, dietilaminopropiltrimethoxisilano, dietilaminopropilmetildimethoxisilano, dietilaminopropilmetildietoxisilano, N-(N-butil)-3-aminopropiltrimethoxisilano, (N-fenilamino)metiltrimethoxisilano, (N-fenilamino)metiltriethoxisilano, (N-fenilamino)metilmetildimethoxisilano, (N-fenilamino)metilmetildietoxisilano, 3-(N-fenilamino)propiltrimethoxisilano, 3-(N-fenilamino)propiltriethoxisilano, 3-(N-fenilamino)propilmetildimethoxisilano, 3-(N-fenilamino)propilmetildietoxisilano, piperazinilpropilmetildimethoxisilano, piperazinilpropilmetildietoxisilano, piperazinilmetilmetildietoxisilano, morfolinilpropiltrimethoxisilano, morfolinilpropiltriethoxisilano, morfolinilpropilmetildimethoxisilano, morfolinilpropilmetildietoxisilano,

- morfolinilmetiltrimetoxisilano, morfolinilmetildietoxisilano,  
 aminohexilaminometiltrimetoxisilano, hexanodiaminometiltriethoxisilano,  
 aminohexilaminometiltrimetoxisilano, octanoilaminopropiltriethoxisilano,  
 ciclohexilaminopropiltrimetoxisilano, ciclohexilaminopropiltriethoxisilano,  
 5 ciclohexilaminopropilmetildimetoxisilano, ciclohexilaminopropilmetildietoxisilano,  
 3-ureidopropiltrimetoxisilano, 3-ureidopropiltriethoxisilano, 3-  
 isocianatopropiltrimetoxisilano, 3-isocianatopropiltriethoxisilano, trimetoxisilano,  
 triethoxisilano, metildimetoxisilano, metildietoxisilano, metiltrimetoxisilano,  
 metiltriethoxisilano, metiltripropoxisilano, metiltributoxisilano, metiltris(terc-  
 10 butilperoxi)silano, dimetiletoxosilano, dimetildimetoxisilano, dimetildietoxisilano,  
 propiltrimetoxisilano, N-butiltrimetoxisilano, N-butiltriethoxisilano, 1-  
 butiltrimetoxisilano, 1-butiltriethoxisilano, aliltriethoxisilano, dodeciltrimetoxisilano,  
 dodecilmetildimetoxisilano, octodeciltrimetoxisilano, octodeciltriethoxisilano,  
 octodecilmetildimetoxisilano, N-octiltrimetoxisilano, N-octiltriethoxisilano,  
 15 octilmetildietoxisilano, ciclohexiltriethoxisilano, tetraacetoxisilano,  
 etiltriacetoxisilano, metiltriacetoxisilano, dimetildiacetoxisilano, di-tercbutoxi-  
 diacetoxisilano, feniltris(metiletilcetoxima)silano, tetra(metilisobutilcetoxima)silano,  
 trimetil(metiletilcetoxima)silano, dimetildi(metiletilcetoxima)silano,  
 metiltris(metilisobutilcetoxima)silano, metiltris(acetoxima)silano,  
 20 metiltris(metiletilcetoxima)silano, viniltris(metilisobutilcetoxima)silano,  
 metilvinildi(ciclohexanoneoxima)silano, metilvinildi(metiletilcetoxima)silano,  
 viniltris(metiletilcetoxima)silano.

- Tal como se define en la presente, la expresión "componente de silano  
 relativamente hidrofóbico", significa componentes de monómero, oligoméricos y  
 25 poliméricos que incluyen restos que provocan que el monómero, oligómero o  
 polímero tenga una afinidad por el agua que es menor que la de otro componente de  
 silano con el cual está combinado. Ejemplos de clases de componentes de silano  
 relativamente hidrofóbicos incluyen silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos  
 de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi, silanos de fenilo. Ejemplos de  
 30 componentes de silano relativamente hidrofóbicos particulares incluyen  $\gamma$ -  
 metacriloxipropiltrimetoxisilano, viniltrimetoxisilano, viniltriethoxisilano, viniltris(2-  
 metoxietoxi)silano, viniltris(isopropoxisilano, viniltris(terc-butilperoxi)silano,

- vinildimetiletosisilano, vinilmetildimetosisilano, vinilmetildietosisilano, aliltriétosisilano, viniltriacetosisilano, viniltriclorosilano, vinildimetilclorosilano, vinilmetildiclorosilano, viniltris(metilisobutilcetoxima)silano, metilvinildi(ciclohexanonaóxima)silano, metilvinildi(metiletilcetoxima)silano,
- 5 viniltris(metiletilcetoxima)silano, 3-metacriloxipropiltrimetosisilano, metacriloxipropiltris(trimetilsiloxi)silano, 3-metacriloxipropiltriétosisilano, 3-metacriloxipropilmetildimetosisilano, 3-metacriloxipropilmetildietosisilano, metacriloximetiltriétosisilano, 3-mercaptopropiltrimetosisilano, 3-mercaptopropiltriétosisilano, 3-mercaptopropilmetildimetosisilano,
- 10 bis(triétosisililpropil)tetrasulfuro, bis(triétosisililpropil)disulfuro, bis(triétosisililpropil)polisulfuro, tiocianatosilano: 3-tiocianatopropiltriétosisilano, 3-glicidoxipropiltrimetosisilano, 3-glicidoxipropiltriétosisilano, 3-glicidoxipropilmetildietosisilano, 3-glicidoxipropilmetildimetosisilano, viniltriacetosisilano.
- 15 Las definiciones de “componente de silano relativamente hidrofílico” y “componente de silano relativamente hidrofóbico” significan la inclusión en una única capa, o dentro de diferentes capas de una partícula abrasiva, de dos componentes de silano que difieren en su afinidad por el agua, lo que constituirá la presencia de un “componente de silano relativamente hidrofílico” y un “componente
- 20 de silano relativamente hidrofóbico”. Además, preferiblemente, al menos uno de los silanos puede hacer reacción químicamente con un componente de una resina aglomerante empleada para formar un producto abrasivo revestido o una herramienta abrasiva aglomerada de la invención. En una realización más preferida, al menos uno de los silanos forma un enlace covalente con un componente de la
- 25 resina aglomerante. Las resinas adecuadas son como las conocidas en la técnica.

Típicamente, la relación en peso de la película que incluye los componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos sobre un grano abrasivo está en el rango de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1 de componente de silano relativamente hidrofílico con respecto al componente de

30 silano relativamente hidrofóbico. En una realización preferida, la relación está en el rango de entre aproximadamente 1:49 y aproximadamente 49:1. En una realización

particularmente preferida, la relación está en el rango de entre aproximadamente 1:9 y aproximadamente 9:1.

La relación en peso de la película con respecto a la partícula abrasiva en un producto abrasivo revestido de la invención típicamente está en el rango de entre  
5 aproximadamente 1:8000 y aproximadamente 1:400. En una realización preferida la relación en peso es entre aproximadamente 1:6000 y aproximadamente 1:300. En una realización más preferida, la relación en peso está en el rango de entre aproximadamente 1:4000 y aproximadamente 1:200.

El espesor de un revestimiento que incluye componentes de silano  
10 relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos sobre una partícula abrasiva puede estar, por ejemplo, en un rango de entre aproximadamente 1 ángstrom (Å) y 5 micrones. En una realización preferida el espesor del revestimiento está entre aproximadamente 10Å y aproximadamente 2 micrones. En otra realización, el espesor del revestimiento está en un rango de entre aproximadamente 15Å y  
15 aproximadamente 1 micrón.

Generalmente, cualquier partícula abrasiva que es adecuada como un abrasivo en aplicaciones industriales o comerciales es adecuada para uso en la invención. Un material adecuado para partículas abrasivas útiles en la invención puede ser de cualquier material de partícula abrasiva convencional utilizado en la  
20 formación de herramientas abrasivas revestidas. Ejemplos de materiales para partículas abrasivas adecuados para uso en la invención incluyen diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespato, piedra pómez y talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido de aluminio tratado térmicamente,  
25 alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de hierro, carburo de tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.

Otros granos adecuados incluyen aglomerados tales como los descritos en U.S. 6.797.023, cuyo contenido se incorpora a la presente a modo de referencia en  
30 su totalidad. Un producto abrasivo revestido de la invención puede incluir material particulado que contiene abrasivo verde, sin hornear comprendiendo partículas de

granalla abrasivas y un aglomerante de nanopartículas, tal como se describe en la Solicitud de los Estados Unidos No. 12/018.589, presentada el 23 de enero de 2008, cuyo contenido se incorpora a la presente en su totalidad.

Los materiales abrasivos pueden orientarse o pueden aplicarse al sustrato sin orientación (es decir, aleatoriamente), dependiendo de las propiedades específicas deseadas de las herramientas abrasivas revestidas. Al elegir el material abrasivo apropiado, generalmente se toman en consideración características tales como el tamaño, la dureza, la compatibilidad con piezas de trabajo y la conductividad térmica. Los materiales de partículas abrasivas útiles en la invención típicamente tienen un tamaño de partícula que varía de aproximadamente 10 nanómetros (nm) a aproximadamente 6 milímetros (mm), tal como de aproximadamente 100 nm a aproximadamente 3 mm, o de aproximadamente 1 micrómetro ( $\mu$ ) a aproximadamente 600  $\mu$ .

La película de partículas abrasivas con superficie modificada de la invención puede incluir una única capa o una pluralidad de capas. En una realización, la película tiene una única capa que incluye un componente de silano relativamente hidrofílico y un componente de silano relativamente hidrofóbico. Cada componente de silano relativamente hidrofílico y relativamente hidrofóbico puede incluirse independientemente en el revestimiento como una unidad monomérica independiente, un oligómero o un polímero. Además, los componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos pueden ser componentes de oligómeros o polímeros. Los polímeros pueden ser copolímeros o copolímeros en bloque, tales como copolímeros en bloque aleatorios, de al menos uno de los componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos. De forma similar, los oligómeros pueden incluir al menos uno de los componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos.

En otra realización, la película del grano abrasivo con superficie modificada de la invención incluye una primera capa cercana a la partícula abrasiva que incluye solamente o predominantemente, un componente de silano relativamente hidrofílico, en contraposición al componente de silano relativamente hidrofóbico. Una segunda, o capa de película distal de la película incluye predominantemente un componente

de silano relativamente hidrofóbico en contraposición al componente de silano relativamente hidrofílico. Se cree que la modificación de superficie de una partícula abrasiva con un componente de silano relativamente hidrofílico aumenta considerablemente la humectabilidad de la partícula y proporciona un sello mejor  
5 contra el agua cuando se usa el producto abrasivo que emplea el grano abrasivo con superficie modificada. Se cree además que, típicamente, el componente de silano relativamente hidrofílico formará una proporción de enlaces covalentes relativamente alta con el sustrato de grano abrasivo. También se cree que el  
10 componente de silano relativamente hidrofóbico se unirá estrechamente con el componente de silano relativamente hidrofílico y con los materiales generalmente empleados como revestimientos primarios de productos abrasivos revestidos y con materiales de aglomeración de productos abrasivos aglomerados.

En una realización, un método para formar granos abrasivos con superficie modificada de la invención incluye combinar componentes de silano relativamente  
15 hidrofóbicos y relativamente hidrofílicos para formar una mezcla. La mezcla se combina con un disolvente para formar una solución de silano. Ejemplos de disolventes adecuados incluyen alcohol isopropílico, etanol, metanol, tolueno, acetona, agua y mezclas de los mismos. La cantidad de disolvente empleada es al menos suficiente para disolver los componentes de silano. En una realización, el pH  
20 de la solución puede ajustarse hasta alcanzar un pH adecuado, tal como pH en el rango de entre aproximadamente 3 y aproximadamente 7, o, más preferiblemente, entre aproximadamente 4 y aproximadamente 6. Un ejemplo de un método adecuado por el que el pH puede ajustarse es la adición de ácido acético. Otros métodos para  
25 ajustar el pH incluyen, por ejemplo, el uso de ácido maleico, ácido esteárico, anhídrido maleico, soluciones débiles de HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, cloruro de amonio, hidróxido de amonio, solución de hidróxido de sodio, solución de hidróxido de potasio. La solución se somete a reacción para formar una solución de silano al menos parcialmente oligomerizada. Además, dependiendo del componente de silano  
30 empleado, la solución puede hidrolizarse al menos parcialmente para formar una solución hidrolizada. La solución de silano al menos parcialmente oligomerizada, luego se combina con un componente de grano abrasivo para formar el grano abrasivo con superficie modificada. En una realización, el grano abrasivo con

superficie modificada se expone a temperatura ambiente o, de forma alternativa, a temperatura algo elevada u otras condiciones adecuadas, para curar de este modo la película. Preferiblemente, el grano con superficie modificada se cura a una temperatura en un rango de entre aproximadamente 10°C y aproximadamente 300°C.

- 5 También, preferiblemente, el período de tiempo de curado está en un rango de entre aproximadamente 15 minutos y aproximadamente 24 horas. En una realización, el grano con superficie modificada se cura a una temperatura de aproximadamente 10°C durante aproximadamente 24 horas. En otra realización, el grano con superficie modificada se cura a una temperatura de aproximadamente 80°C durante
- 10 aproximadamente 3 horas, y en otra realización, el grano con superficie modificada se cura a una temperatura de aproximadamente 100°C durante aproximadamente 1,5 horas. En otra realización, el grano con superficie modificada se cura a una temperatura de aproximadamente 200°C durante aproximadamente 30 minutos, o a aproximadamente 300°C durante aproximadamente 15 minutos.
- 15 En una realización preferida, el componente de silano relativamente hidrofílico es 3-aminopropiltriethoxisilano, el componente de silano relativamente hidrofóbico es  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano y la relación en peso de los dos es aproximadamente 1:1. En esta realización preferida, el grano abrasivo es un grano o polvo cerámico de gel sembrado, con un diámetro de partícula medio de
- 20 aproximadamente 100 micrones. La relación en peso del componente de silano con respecto al peso de las partículas abrasivas es aproximadamente 1:1000. El disolvente es alcohol isopropílico y el pH se ajusta hasta un rango de aproximadamente 3-7 con ácido acético glacial. Las partículas abrasivas de superficie modificada de esta realización se curan a una temperatura de
- 25 aproximadamente 80°C durante un período de tiempo de aproximadamente 3 horas.

En otra realización, la invención es un producto abrasivo revestido. Un ejemplo de un producto abrasivo revestido de la invención se muestra en la FIG. 1. Tal como se muestra allí, el producto abrasivo revestido **10** incluye una capa de soporte **12**. Ejemplos de capas de soporte adecuadas incluyen poliéster, algodón, polialgodón, rayón y papel/con o sin saturación/con o sin relleno anterior/relleno

30 posterior/productos no tejidos/abrasivos sin soporte tal como se conoce en la técnica. El revestimiento primario **14** sobre la capa de soporte **12** se forma con un material

adecuado, tal como acrílico, fenólico, etc., tal como se conoce en la técnica. Los granos abrasivos con superficie modificada **16** de la invención se incrustan en el revestimiento primario **14**. El producto abrasivo revestido **10** puede, opcionalmente, incluir una capa intermedia adecuada **18** y una capa superior **20**, tal como se conoce en la técnica.

Los productos abrasivos revestidos y aglomerados de la invención pueden incluir además opcionalmente uno o más aditivos, tales como cargas, agentes de acoplamiento, fibras, lubricantes, surfactantes, pigmentos, tintes, agentes de humectación, auxiliares de rectificado, agentes anticarga, agentes antiestáticos y agentes de suspensión. En una realización, un componente de carga que puede emplearse en la invención incluye una criolita y al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en un hexafluorofosfato, un hexafluoroferrato, un hexafluorozirconato y tetrafluoroborato de amonio  $((\text{NH}_4)\text{BF}_4)$ . Ejemplos de hexafluorofosfatos (sales de  $\text{PF}_6^-$ ) incluyen sal de amonio  $((\text{NH}_4)\text{PF}_6)$ , sales de metales alcalinos (por ejemplo,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{NaPF}_6$ ,  $\text{KPF}_6$ ,  $\text{CsPF}_6$ , etc.) y sales de metales alcalinotérreos (por ejemplo,  $\text{Mg}(\text{PF}_6)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{PF}_6)_2$ ,  $\text{Sr}(\text{PF}_6)_2$ ,  $\text{Ba}(\text{PF}_6)_2$ , etc.), y sales mezcladas de los mismos (por ejemplo, sales de amonio y sodio, tales como  $(\text{NH}_4)\text{Na}(\text{PF}_6)_2$ , sales de amonio y potasio, tales como  $(\text{NH}_4)\text{K}(\text{PF}_6)_2$ , sales de sodio y potasio, tales como  $\text{NaK}(\text{PF}_6)_2$ , etc.). Ejemplos específicos de hexafluorofosfatos incluyen hexafluorofosfato de sodio ( $\text{NaPF}_6$ ) y hexafluorofosfato de potasio ( $\text{KPF}_6$ ), y combinaciones de los mismos. Ejemplos de hexafluoroferratos (sales de  $\text{FeF}_6^{3-}$ ) incluyen sal de amonio  $((\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6)$ , sales de metales alcalinos (por ejemplo,  $\text{Li}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{Na}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{K}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{Cs}_3\text{FeF}_6$ , etc.) y sales de metales alcalinotérreos (por ejemplo,  $\text{Mg}_3(\text{FeF}_6)_2$ ,  $\text{Ca}_3(\text{FeF}_6)_2$ ,  $\text{Sr}_3(\text{FeF}_6)_2$ ,  $\text{Ba}_3(\text{FeF}_6)_2$ , etc.), y sales mezcladas de los mismos (por ejemplo, sales de amonio y sodio, tales como  $(\text{NH}_4)\text{Na}_2\text{FeF}_6$  y  $(\text{NH}_4)_2\text{NaFeF}_6$ , sales de amonio y potasio, tales como  $(\text{NH}_4)\text{K}_2\text{FeF}_6$  y  $(\text{NH}_4)_2\text{KFeF}_6$ , sales de sodio y potasio, tales como  $\text{K}_2\text{NaFeF}_6$  y  $\text{KNa}_2\text{FeF}_6$ , sales de calcio y sodio, tales como  $\text{CaNaFeF}_6$ , sales de calcio y potasio, tales como  $\text{CaKFeF}_6$ , etc.). Ejemplos específicos de hexafluoroferratos incluyen hexafluoroferrato de amonio  $((\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6)$  y hexafluoroferratos de metales alcalinos, tales como hexafluoroferrato de sodio ( $\text{Na}_3\text{FeF}_6$ ) y hexafluoroferrato de potasio ( $\text{K}_3\text{FeF}_6$ ), y combinaciones de los mismos. Ejemplos de hexafluorozirconatos (sales de  $\text{ZrF}_6^{2-}$ )

incluyen sales de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{ZrF}_6$ ), sales de metales alcalinos (por ejemplo,  $\text{Li}_2\text{ZrF}_6$ ,  $\text{Na}_2\text{ZrF}_6$ ,  $\text{K}_2\text{ZrF}_6$ ,  $\text{Cs}_2\text{ZrF}_6$ , etc.) y sales de metales alcalinotérreos (por ejemplo,  $\text{MgZrF}_6$ ,  $\text{CaZrF}_6$ ,  $\text{SrZrF}_6$ ,  $\text{BaZrF}_6$ , etc.), y sales mezcladas de los mismos (por ejemplo, sales de amonio y sodio, tales como  $(\text{NH}_4)\text{NaZrF}_6$ , sales de amonio y potasio, tales como  $(\text{NH}_4)\text{KZrF}_6$ , sales de sodio y potasio, tales como  $\text{NaKZrF}_6$ , etc.). Ejemplos específicos de hexafluorozirconatos incluyen hexafluorozirconato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{ZrF}_6$ ) y hexafluorozirconatos de metales alcalinos, tales como hexafluorozirconato de sodio ( $\text{Na}_2\text{ZrF}_6$ ) y hexafluorozirconato de potasio ( $\text{K}_2\text{ZrF}_6$ ), y combinaciones de los mismos. En una realización específica, al menos uno de hexafluorofosfato, hexafluoroferrato y hexafluorozirconato es una sal de amonio o una sal de sodio. En otra realización específica, el hexafluorofosfato es hexafluorofosfato de amonio, el hexafluoroferrato es hexafluoroferrato de sodio, y el hexafluorozirconato es hexafluorozirconato de sodio. En otra realización específica, el componente de carga incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en hexafluorofosfato de amonio, hexafluoroferrato de sodio, hexafluorozirconato de sodio y tetrafluoroborato de amonio. En otra realización específica, el componente de carga incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en hexafluorofosfato de amonio, hexafluoroferrato de sodio y hexafluorozirconato de sodio. En otra realización específica, el componente de carga incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en hexafluorozirconato de sodio y hexafluoroferrato de sodio.

Tal como se usa en la presente, una "criolita" significa una sal de hexafluoruro de aluminio ( $\text{AlF}_6^{3-}$ ), tal como una sal de metal alcalino, una sal de metal alcalinotérreo, o una sal de amonio, o una combinación de las mismas. Ejemplos de criolitas incluyen hexafluoruro de litio y aluminio ( $\text{Li}_3\text{AlF}_6$ ), hexafluoruro de sodio y amonio ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), hexafluoruro de potasio y aluminio ( $\text{K}_3\text{AlF}_6$ ), hexafluoruro de amonio y aluminio ( $(\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6$ ), hexafluoruro de sodio y amonio (por ejemplo,  $\text{K}(\text{NH}_4)_2\text{AlF}_6$  o  $\text{K}_2(\text{NH}_4)\text{AlF}_6$ ), hexafluoruro de potasio, amonio y aluminio (por ejemplo,  $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{AlF}_6$  o  $\text{Na}_2(\text{NH}_4)\text{AlF}_6$ ), hexafluoruro de sodio, potasio y amonio (es decir,  $\text{NaK}(\text{NH}_4)\text{AlF}_6$ ), hexafluoruro de litio, amonio y aluminio (por ejemplo  $\text{Li}(\text{NH}_4)_2\text{AlF}_6$  o  $\text{Li}_2(\text{NH}_4)\text{AlF}_6$ ), etc. En una realización específica, se emplea hexafluoruro de sodio y aluminio ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) como una criolita.

La criolita generalmente está presente en una cantidad en un rango de entre aproximadamente 2%p. y aproximadamente 98%p., tal como entre aproximadamente 2%p. y aproximadamente 65%p., entre aproximadamente 2%p. y aproximadamente 50%p., del componente de carga. En una realización específica, la cantidad de la criolita está en un rango de entre aproximadamente 2%p. y aproximadamente 30%p., o entre aproximadamente 2%p. y aproximadamente 20%p. del componente de carga.

En otra realización, el componente de carga que puede emplearse en la invención incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en un hexafluoroferrato, un hexafluorofosfato y un hexafluorozirconato. Ejemplos adecuados, incluidos ejemplos particulares, del hexafluoroferrato, el hexafluorofosfato y el hexafluorozirconato son como los descritos anteriormente. En una realización específica, al menos uno de hexafluoroferrato y hexafluorozirconato es una sal de amonio o una sal de sodio. En otra realización específica, el componente de carga incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en un hexafluoroferrato y un hexafluorozirconato. En otra realización específica, el componente de carga incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en hexafluoroferrato de sodio y hexafluorozirconato de sodio. Cualquier cantidad adecuada del hexafluoroferrato, el hexafluorofosfato y el hexafluorozirconato puede emplearse en la invención.

En una realización específica, el hexafluoroferrato, el hexafluorofosfato y el hexafluorozirconato, divulgados en la presente, están presentes cada uno independientemente en un rango de entre aproximadamente 2%p. y aproximadamente 100%p. del componente de carga, tal como entre aproximadamente 2%p. y aproximadamente 98%p., entre aproximadamente 35%p. y aproximadamente 98%p. o entre aproximadamente 50%p. y aproximadamente 98%p., del componente de carga. De forma alternativa, en una realización que además emplea una criolita, el hexafluoroferrato, el hexafluorofosfato y el hexafluorozirconato están presentes cada uno independientemente en un rango de entre aproximadamente 2%p. y aproximadamente 98%p. del componente de carga, tal como entre aproximadamente 35%p. y aproximadamente 98%p. o entre aproximadamente 50%p. y aproximadamente 98%p., del componente de carga.

En otra realización específica, el componente de carga de la invención está presente en una cantidad en un rango de entre aproximadamente 0,5%p. y aproximadamente 50%p., entre aproximadamente 10%p. y aproximadamente 50%p., entre aproximadamente 0,5%p. y aproximadamente 20%p., o entre

5    aproximadamente 10%p. y aproximadamente 20%p., del peso del componente abrasivo.

En algunas realizaciones, el componente de carga se incorpora a un componente de aglomeración para productos abrasivos, tales como productos abrasivos revestidos y productos abrasivos aglomerados. El componente de

10    aglomeración también incluye un aglomerante. Cualquier material de aglomeración adecuado conocido en la técnica puede usarse para el aglomerante. El aglomerante puede ser un aglomerante inorgánico o un aglomerante orgánico. Ejemplos adecuados de aglomerantes orgánicos incluyen cola de piel, resinas de uretano, resinas de acrilato, alcoholes polivinílicos, resinas de epoxi, resinas fenólicas,

15    resinas fenólicas de urea-formaldehído, resinas de aminoplasto y resinas de melamina-formaldehído y combinaciones de las mismas. Ejemplos adecuados de aglomerantes inorgánicos incluyen cemento, óxido de calcio, arcilla, sílice, óxido de magnesio y combinaciones de los mismos. Ejemplos específicos de aglomerantes inorgánicos adecuados pueden encontrarse en las Patentes de los Estados Unidos

20    Nos. 4.543.107; 4.898.597; 5.203.886; 5.025.723; 5.401.284; 5.095.665; 5.536.283; 5.711.774; 5.863.308; y 5.094.672, la totalidad de los contenidos de las mismas se incorpora a la presente a modo de referencia. Los aglomerantes específicos incluidos en el componente de aglomeración pueden elegirse dependiendo de las aplicaciones particulares del componente de aglomeración, por ejemplo, tipos de productos

25    abrasivos y/o revestimientos que emplean el componente de aglomeración.

Un método adecuado para la fabricación de un producto abrasivo revestido de la invención incluye combinar granos abrasivos con superficie modificada de la invención con una resina que pasará a ser el revestimiento primario. Los granos abrasivos con superficie modificada y la resina combinados se aplican al soporte, y

30    luego la resina se cura mediante un método adecuado, tal como radiación, térmica, microondas, polimerización RF, individualmente o en cualquier combinación, tal como se conoce en la técnica.

En otra realización, la invención es un producto abrasivo aglomerado, tal como una rueda aglomerada **22**, como se muestra en la FIG. 2. La rueda **22** incluye un componente de aglomeración y un componente de grano abrasivo de la invención que incluye un grano abrasivo y una película sobre el grano abrasivo, en donde el  
5 revestimiento incluye un componente de silano relativamente hidrofóbico y un componente de silano relativamente hidrofílico. Un método de fabricación de un producto abrasivo aglomerado de la invención incluye una resina o un enlace vítreo junto con un aglomerante. El compuesto verde se moldea o adapta en la forma deseada y posteriormente se cura u hornea térmicamente para obtener el producto  
10 final.

En otra realización, la invención incluye un método para rectificar o cortar una pieza de trabajo. El método incluye una etapa en la que se aplica a la pieza de trabajo un producto abrasivo de la invención que incluye una combinación polimerizada de componentes de silano relativamente hidrofílicos e hidrofóbicos. El  
15 producto abrasivo empleado en el método, por ejemplo, puede ser un producto abrasivo revestido o un producto abrasivo aglomerado.

Los siguientes ejemplos son solamente representativos, y no se pretende que sean limitantes. EJEMPLIFICACIÓN

#### Ejemplo 1

20 Los siguientes componentes se usaron para la preparación del grano tratado con silano:

- El grano usado fue grano de alúmina sol-gel sembrado
- silano A-174 →  $\gamma$ -metacriloxypropiltrimetoxisilano
- silano A-1100 → 3-aminopropiltriethoxisilano
- 25 • Agua DI
- Alcohol isopropílico

Procedimiento para el tratamiento con silano del grano:

El tratamiento con silano del grano abrasivo incluye tres etapas, a saber (1) la preparación de la solución de silano, (2) mezcla de la solución de silano preparada  
30 con el grano abrasivo y combinación de la mezcla, y (3) curado del posterior grano tratado con silano a temperatura elevada.

**Etapla 1.** La receta para preparar la solución de silano fue la siguiente:

La solución de silano se preparó comenzando con la medición de 5,68 gramos del  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano y 5,68 gramos del 3-aminopropiltriethoxisilano. Los dos silanos se mezclaron usando un agitador magnético. A esta mezcla se agregaron 101,25 gramos de alcohol isopropílico con agitación continua de la mezcla. Una vez que la mezcla de silanos se dispersó en el alcohol isopropílico, se agregaron 11,35 gramos de agua DI a la mezcla. Se agregó ácido acético glacial a la mezcla para alcanzar un pH de 5-6 y se dejó la solución en agitación durante 3-4 horas para la hidrólisis del silano.

10            Etapla 2. Tratamiento del grano abrasivo con la solución de silano preparada en la etapa 1:

Para tratar el grano abrasivo con la solución de silano preparada en la Etapla 1, se usó un mezclador en V con una barra intensificadora. Se cargó el mezclador en V con 9090,91 gramos de grano SG P150 de gel sembrado para ajustarse con la cantidad de solución de silano preparada en la Etapla 1. El silano se bombeó dentro del mezclador en V a alrededor de 5-7 mililitros por minuto mientras el mezclador en V estaba encendido y girando. Una vez que toda la solución de silano preparada en la Etapla 1 se bombeó dentro del mezclador en V, se dejó que la mezcla se combinara en el mezclador en V durante otros 15-20 minutos. El contenido del mezclador en V se retiró del mezclador en V y se procesó a través de la Etapla 3.

**Etapla 3.** Curado del grano tratado con silano

El grano de gel sembrado mezclado en V posteriormente se curó en un horno a 80°C durante 3 horas para producir el grano tratado con silano final usado para preparar la suspensión de resina primaria y en la proyección de granos electroestática.

**Ejemplo para usar el grano tratado con silano:**

**Formulación No. 1 Receta:**

| Componente                             | Proveedor | Porcentaje en peso, % |
|----------------------------------------|-----------|-----------------------|
| Bisfenol-A epoxi diacrilato con 40% de | Cytec     | 38,73%                |

|                                                               |                       |       |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|
| TMPTA (Trimetilolpropano triacrilato)                         |                       |       |
| Oligómero de acrilato ácido (CN-147 de Cytec)                 | Sartomer, Cytec       | 2,17% |
| Desespumante BYK A501 (en base a polisiloxano)                | BYK                   | 0,1%  |
| 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-propanona                           | Cytec, Lamberti, Ciba | 1%    |
| Óxido de bis (2,4,6-trimetilbenzoil)fenilfosfina              | Ciba                  | 1%    |
| Silicato de calcio                                            | NYCO                  | 35%   |
| Granalla P150 de grano de gel sembrado (tratado o sin tratar) | Saint-Gobain          | 22%   |

Las instrucciones de mezcla fueron las siguientes:

- 5

1.

Agregar la mezcla de bisfenol-A epoxi diacrilato con 40% de TMPTA a un recipiente de mezcla.
2.

Agregar oligómero de acrilato ácido en agitación.
3.

Agregar desespumante BYK A501 en agitación.
4.

Agregar 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-propanona en agitación.
5.

Agregar óxido de bis (2,4,6-trimetilbenzoil)fenilfosfina. La mezcla está completamente disuelta.
- 10

6.

Agregar wolastonita. Mezclar 5 minutos.
7.

Agregar el grano. Mezclar durante 30 minutos.

Preparación de cinta:

- 15

Se prepararon cintas abrasivas diseñadas empleando los siguientes pasos:

•

Revestir la mezcla de suspensión preparada como se describió anteriormente sobre el soporte de poliéster de peso Y

•

Revestir electroestáticamente con granos

•

Estampar el patrón

•

Curar con UV y rebobinar
- 20

•

Postcurar a 275°F durante 18 horas

•

Doblar la red y hacer una cinta de 6" x 98" para prueba
- El protocolo de prueba fue el siguiente:
- 25

Máquina de prueba: Loeser RSP374 sin centros

Rueda de contacto: 65 Shore A 1:3 acanalada

Rueda de regulación: 55 Shore A

Velocidad de cinta: 7400 SFPM

Velocidad de rueda de contacto: 1766 RPM

30

Velocidad de rueda de regulación: 112 RPM

Tensión de la cinta: 40 lbs

Grado de inclinación de rueda de regulación: 5

Grado de oscilación de rueda de regulación: 2

Presión de rueda de contacto: 85 PSI

35

Presión de rueda de regulación: 65 PSI

Fuerzas aplicadas: 30 o 50 lbs  
Refrigerante: 2% de Trimclear en agua DI  
Material de pieza de trabajo: 1045 CS; dureza 13,49 Rc  
Dimensión de pieza de trabajo:  $\Phi 1,5'' \times 20''$  de longitud

5

### **El procedimiento de prueba fue el siguiente:**

Las piezas de trabajo se pasaron a través de la máquina sin centros a fuerza configurada. El peso y el acabado superficial de las partes y el espesor de la cinta en las tres ubicaciones designadas se tomaron en la parte 1, 2, 5, 10, 15, 20, y luego cada 20 partes.

### **Resultados y Conclusiones**

Se prepararon dos lotes de cintas usando la formulación mostrada anteriormente. El testigo usó granos sin ningún tratamiento. Otro lote usó los granos con superficie modificada mencionados anteriormente. Las cintas se probaron sobre una rectificadora sin centros Loesser con 30 lbs (FIGS. 3A-3D) o 50 lbs (FIGS. 4A-4D) de fuerza aplicada. En general, el tratamiento con silano mejoró el rendimiento de rectificado y la vida de las cintas a cargas de fuerza altas y bajas. Tal como se muestra en las FIGS. 5A y 5B, las cintas hechas con granos tratados con silano mostraron 49% de promedio más alto en TEM de la parte 10 a 100 y 39% menos de pérdida abrasiva después de rectificar 100 partes que las versiones sin tratar a 30 lbs de carga, y a una carga más alta de 50 lbs se siguió una tendencia similar. Tal como se puede observar en la FIG. 6. El impacto sobre la vida de la cinta también puede observarse en el aspecto de la cinta después de 100 partes tal como se muestra en la fotografía: se presentó pérdida severa del revestimiento abrasivo en la cinta testigo (abajo) en comparación con las cintas con grano con superficie modificada (arriba).

### **Ejemplo 2**

Metodología de preparación de muestras para muestras de otra realización de la invención

## **1. Tratamiento de superficie para grano abrasivo**

### **1.1. Materiales usados:**

- grano FRPL tamaño de granalla P800 → obtenido de Treibacher
- grano BFRPL tamaño de granalla P800 → obtenido de Treibacher

- silano A-174 →  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano
- silano A-1100 → 3-aminopropiltriethoxisilano
- silano A-1289 → Bis-[triethoxisililpropil] tetrasulfuro
- Alcohol isopropílico
- 5 • Agua desionizada

Todos los silanos fueron suministrados por OSi Specialites Inc. Actualmente pueden ser suministrados por Momentive Performance Materials

1.2. Etapas de tratamiento con silano de grano abrasivo:

10 1.2.1. **Etapas de tratamiento con silano de grano abrasivo:**  
La primera etapa del tratamiento de superficie del grano implica la preparación de la solución de silano que se usará para el tratamiento. Se usaron tres tratamientos de silano para tratar ambas granallas BFRPL y FRPL P800 usados en este experimento. Los tratamientos de silano difirieron en el tipo de silano elegido para el tratamiento y fueron, a saber,  
15 (1) silano A-174 solo, (2) combinación de silanos A-174 y A-1100, y (3) silano de bis-sulfuro A-1289. La cantidad de silano: agua: alcohol isopropílico para cada uno de los 3 tratamientos mencionados anteriormente para procesar un lote de 8 kg de grano abrasivo se muestra en la Tabla 1.

| Tipo de tratamiento                   | Cantidad de silano A-174 (g) | Cantidad de silano A-1100 (g) | Cantidad de silano A-1289 (g) | Alcohol isopropílico (g) | Agua DI (g) |
|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------|
| silano A-174 solo                     | 5,0                          | -                             | -                             | 90                       | 5           |
| combinación de silanos A-174 y A-1100 | 4,5                          | 0,5                           | -                             | 90                       | 5           |
| silano A-1289 solo                    | -                            | -                             | 5                             | 90                       | 5           |

20 **Tabla 1.** Descripción de relaciones para los 3 tipos de tratamiento de silano usados para tratar 8kgs de grano abrasivo de alúmina BFRPL y FRPL P800

Para preparar la solución de silano para el pretratamiento se agregó la  
25 cantidad necesaria de silano al vaso de precipitado. Si se usaron dos silanos, como en la combinación de silanos A-174 y A-1100, ambos silanos se agregaron en la

cantidad necesaria y se mezclaron en un vaso de precipitado usando un mezclador de corte. A esta mezcla se agregó la cantidad especificada de alcohol isopropílico mientras se continuó con la agitación. En este punto se ajustó el pH hasta alcanzar 5 usando ácido acético glacial. Además, se agregó la cantidad especificada de agua con agitación continua y se dejó reposar la solución durante 3,5 horas para la hidrólisis.

10 1.2.2. **Etapla 2:** El grano abrasivo sin tratar (8kg) se puso en el mezclador en V con la barra intensificadora y la solución de silano preparada en la etapa 2 anterior se bombeó dentro del mezclador en V mientras rotaba y se mezcló por un período de 15 minutos. Se dejó que el mezclador en V continuara rotando por un período de una 1 hora adicional para asegurar la mezcla completa de la solución de silano con el grano abrasivo. A continuación se detuvo el mezclador en V y se vació resultando en el grano tratado con silano.

20 1.2.3. **Etapla 3:** La etapa 4 del tratamiento del grano comprendió dejar el grano tratado con silano obtenido en la etapa 3 en una campana de extracción durante toda la noche para extraer el alcohol isopropílico y luego calentar el grano a 200°F durante 3 horas.

25 1.2.4. **Etapla 4:** La última etapa del tratamiento de superficie del grano es tratamiento de flujo del grano usando 0,05%p. de sílice amorfo sin tratar Cabosil de calidad comercial Cabosil M5 obtenido de Cabot Corporation. Esto se logra mezclando la cantidad de grano y Cabosil en un mezclador en V con una barra intensificadora y combinando la mezcla durante aproximadamente una hora para asegurar la distribución uniforme del tratamiento de flujo. El tratamiento de flujo se hizo para todas las muestras incluidos el grano sin tratar con silano y el grano tratado con silano (descrito a continuación) para asegurar la facilidad en la proyección durante la posterior proyección electroestática, una etapa en el proceso para hacer un disco abrasivo.

1.2.5. El anterior proceso de tratamiento resultó en 6 tipos de granos  
abrasivos, a saber (1) grano BFRPL tratado con silano A-174, (2) grano  
FRPL tratado con silano A-174, (3) grano BFRPL tratado con  
combinación de silanos A-174 y A-1100, (4) grano FRPL tratado con  
combinación de silanos A-174 y A-1100, (5) grano BFRPL tratado con  
bis-sulfuro de silano y (6) grano FRPL tratado con bis-sulfuro de silano.  
También se prepararon 2 granos abrasivos testigos más, a saber (1)  
grano BFRPL sin tratamiento con silano y (2) grano FRPL sin  
tratamiento con silano. Todos los 8 granos abrasivos mencionados  
anteriormente se trataron con flujo de acuerdo con la Etapa 4.

2. Etapas para hacer la mezcla de resina primaria

2.1. Etapa 1: Se calentó previamente bis-fenol-A-diacrilato a 125-135°F durante  
24 horas. Se sopesaron 1,6 hexinodial diacrilato, trimetilolpropano  
triacrilato, desespumante BYK-501, FC-171 y KR-55 en sus respectivas  
cantidades en un tambor y se agregó el bis-fenol-A-diacrilato calentado  
previamente a la mezcla durante 30-45 minutos usando un surtidor de alta  
velocidad Meyers con una hoja de 8: día. El total de cada cantidad usada  
para los componentes mencionados anteriormente se especifica en la Tabla  
2. Se detuvo la mezcla y se revisaron las paredes y la base del tambor por  
resina sin disolver. Si no había homogeneidad en la mezcla, se continuaba  
mezclando la solución hasta obtener una solución homogénea. El rango de  
viscosidad para la mezcla para una solución a 80°F se mantuvo entre 400-  
500 cps. Esta mezcla luego se almacenó en un ambiente oscuro en  
condiciones de temperatura preferiblemente a 90°F ±2°F.

| Descripción                      | Nombre del producto<br>Fabricante | Cantidad (%) |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| Bis-fenol-A-diacrilato           | Ebecryl 3700, Cytec,<br>Sartomer  | 49,63        |
| 1,6 Hexinodial                   | Cytec, Sartomer                   | 24,88        |
| Trimetilolpropano<br>triacrilato | Cytec, Sartomer                   | 24,88        |
| Desespumante                     | BYK-501, BYK                      | 0,24         |

|                                                                  |                               |      |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------|
| Tetra (2,2 dialiloximetil)butil, di(ditridecil)fosfito titanato, | KR-55, Kenrich Petrochemicals | 0,17 |
| Surfactante fluoroquímico                                        | Fluorad Bran FC171, 3M        | 0,20 |

**Tabla 2.** Descripción de cantidades en porcentajes para los componentes de la mezcla de resina base para la resina primaria

5 2.2. **Etapa 2:** La segunda etapa fue preparar la solución catalizadora para la mezcla de la resina primaria. Para esto, se sopesó el V-pirol en la cantidad deseada especificada en la Tabla 3. A esta mezcla se mezcló Irgacure 651 en agitación moderada hasta que se disolvió (aproximadamente 20 minutos). Esta mezcla luego se almacenó en un lugar oscuro y frío a 90°F ±2°F.

| Descripción                        | Nombre del producto Fabricante          | Cantidad (%) |
|------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|
| N-vinil-2-pirrolidona              | BASF, Polysciences, ISP                 | 77,78        |
| 2,2-dimetoxi-1,2-difeniletan-1-ona | Irgacure 651, Ciba Speciality Chemicals | 22,22        |

10 **Tabla 3.** Descripción de cantidades en porcentajes para los componentes de la mezcla catalizadora para la resina primaria

15 2.3. **Etapa 3:** El catalizador de la Etapa 2 se midió y a este se agregó la premezcla de resina de la Etapa 1 siendo la relación de mezcla 7:33 en peso para la mezcla de la Etapa 2: Etapa 1. Esto se mezcló a alta velocidad con un surtidor usando una hoja de corte de 4" o similar. La mezcla se hizo a 1780 SFPM durante aproximadamente 15 minutos o hasta que se obtuvo una solución homogénea. El rango de viscosidad de la solución resultante se registró entre 150-200 cps usando un viscosímetro Brookfield.

20

**3. Etapas para hacer la mezcla de resina intermedia**

25 3.1. **Etapa 1:** Para la primera etapa de preparación de la mezcla de resina intermedia se mezcló alcohol isopropílico con agua usando un mezclador con motor de aire pequeño en un recipiente limpio. A esto se agregó silano A-1100 lentamente mientras se mezcló con agitación continua luego durante otros 20 minutos para preparar la mezcla de silano A-1100 usada en la

próxima etapa. Las relaciones de la mezcla fueron las indicadas en la Tabla 4.

| Descripción                 | Nombre del producto<br>Fabricante       | Cantidad (%) |
|-----------------------------|-----------------------------------------|--------------|
| 3-aminopropiltrietoxisilano | Silane A-1100, OSi<br>Specialities Inc. | 50,63        |
| Alcohol isopropílico        | -                                       | 37,11        |
| Agua                        | -                                       | 12,26        |

**Tabla 4.** Porcentaje de componentes usados para preparar la mezcla de silano A-1100

3.2. **Etapa 2:** Se mezclaron acrilato de tris(2-hidroxietil) isocianurato, 2-hidroxi-2-metilpropiofenona, surfactante fluoroquímico FC171 y desespumante BYK-501 juntos en un tambor, tal como se especifica en la Tabla 5, durante alrededor de 20-30 minutos a velocidad baja de 1000 SFPM. A esto se agregó lentamente la mezcla de silano A-1100 preparada en la Etapa 1 anterior y se mezcló durante 10 minutos a velocidad baja. Es esencial que la mezcla de silano A-1100 se agregue a la mezcla de resina base en agitación para evitar la formación de gelatina. Esta mezcla tiene una buena vida útil de 2 semanas en un recipiente plástico.

3.3.

| Descripción                                     | Nombre del producto<br>Fabricante                                 | Cantidad (%) |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| acrilato de tris(2-hidroxietil)<br>isocianurato | SR-368,<br>Sartomer                                               | 94,06        |
| 2-hidroxi-2-metilpropiofenona                   | Daracure 1173,<br>Ciba Speciality<br>Chemicals,<br>Lamberti, Ciba | 3,77         |
| Surfactante fluoroquímico                       | Fluorad Bran<br>FC171, 3M                                         | 0,09         |
| Desespumante                                    | BYK-501,<br>BYK                                                   | 0,23         |
| Mezcla de silano A-1100                         | -                                                                 | 1,85         |

**Tabla 5.** Descripción de cantidades en porcentajes para los componentes de la mezcla de resina base para la resina intermedia

5

**4. Preparación del artículo abrasivo**

4.1. La preparación del artículo abrasivo del cual posteriormente se perforaron los discos abrasivos para pruebas de evaluación de rendimiento comenzó con la estación de desenrollado donde se desenrolló un rollo de 3 mil PET. Sobre esta red se aplicó la resina primaria preparada anteriormente para obtener un peso de resina primaria de alrededor de 0,52 lbs/resma. Esto se pasó a fase B (curado parcial) usando luces UV (bombillas D y H). La resina primaria parcialmente curada sobre el soporte de 3 mil PET se pasó a través de una unidad de proyección de grano electroestática para aplicar el grano abrasivo tratado con silano y el flujo tal como se describió anteriormente. Se llevaron a cabo 8 pasadas diferentes para cada uno de los 8 granos con tratamientos superficiales diferentes preparados anteriormente. Seguido de la proyección electroestática del grano abrasivo para producir pesos de grano de alrededor de 1,7 lbs/resma se hizo una cura completa de la resina primaria usando luces UV (bombillas D y H). A la resina primaria curada y la superficie de grano abrasivo se aplicó otra capa de la resina intermedia y se curó completamente usando secuencia de luces UV (bombillas D y H). El producto curado se enrolló para formar grandes rollos en la estación de enrollado. Estos rollos se convirtieron posteriormente en

10

15

20

discos abrasivos de 6" y se usaron para pruebas como se describe a continuación.

## 5. Prueba del artículo abrasivo

- 5.1. Se usó una lijadora DA para probar el rendimiento de los 8 tipos de discos mencionados anteriormente. Para la prueba se usaron 6 ciclos de rectificado de 30 segundos en condiciones de rectificado secas. El sustrato para rectificar se eligió como un panel acrílico, se usaron 6 paneles de modo que cada ciclo comenzaría sobre una muestra preparada a nuevo. Después de cada ciclo de rectificado de 30 segundos el panel rectificado se sopesó para medir la pérdida en peso y se registró la eliminación de material.

### Resultados y Conclusiones

- Los discos abrasivos revestidos se hicieron tal como se describió con variación en el grano y el tratamiento de grano. Los granos FRPL y BFRPL tratados, que incluían silano A174 único, bis-sulfuro de silano, y la combinación de A174 y A1100, fueron evaluados todos con respecto al testigo hecho con FRPL y BFRPL en bruto. Para ambos tipos de grano, los discos con granos tratados con combinación de silano (combinación de componente de silano relativamente hidrofílico y componente de silano relativamente hidrofóbico) mostraron el material eliminado acumulado más alto en comparación con las versiones testigo y grano único tratado (componente de silano único). Aunque la RMA de una de las versiones de silano único con tratamiento tuvo un rendimiento cercano al de la combinación con tratamiento (de componentes de silano relativamente hidrofílico y relativamente hidrofóbico) de la invención, la tasa de eliminación de material después de un período de rodaje inicial de 30 segundos mostró una gran ventaja en el grano de combinación tratado de la invención en relación con el grano tratado con solo un componente de silano único.

### EQUIVALENTES

- Aunque la presente invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a las realizaciones ejemplificadas de la misma, será evidente para los expertos en la técnica que pueden hacerse diversos cambios en la forma y detalles en la misma sin apartarse del alcance de la invención abarcado en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

Lo que se reivindica es:

1. Un grano abrasivo con superficie modificada que comprende:
  - a) un grano abrasivo; y
  - 5 b) una película sobre el grano abrasivo, incluyendo la película un componente de silano relativamente hidrofílico y un componente de silano relativamente hidrofóbico.
2. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el componente de silano relativamente hidrofílico incluye al menos un
   
10 compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolinilo y piperazinilo.
3. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el silano relativamente hidrofóbico incluye al menos un compuesto de al
   
15 menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo.
4. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el grano es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en
   
20 óxido de aluminio, carburo de silicio, cerámicas fundidas, abrasivos de aleaciones, sol-geles, granos cerámicos y súper abrasivos, diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespato, piedra pómez, talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido de aluminio
   
25 tratado térmicamente, alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de hierro, carburo de tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.

- 29 -

5. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 4, en donde el diámetro de partícula promedio está en el rango de entre aproximadamente 10 nm y 6 mm.
- 5 6. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde los componentes de silano se polimerizan como polímeros, copolimerizados o copolimerizados en bloque hidrofílicos e hidrofóbicos diferentes.
7. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde la relación en peso del componente de silano relativamente hidrofílico con respecto al componente de silano relativamente hidrofóbico está en un rango de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1.
- 10 8. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el grano abrasivo es grano de alúmina sol-gel sembrado, y la película es un polisiloxano que incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano como el componente de silano relativamente hidrofóbico y 3-aminopropiltriethoxisilano como el componente de silano relativamente hidrofílico.
- 15 9. Un método para formar un grano abrasivo con superficie modificada que comprende las etapas de:
  - a) combinar los componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos para formar una mezcla;
  - b) combinar la mezcla con un disolvente para formar una solución de silano;
  - c) hacer reaccionar al menos una porción de los componentes de silano para formar una solución de silano parcialmente oligomerizada; y
  - 25 d) combinar la solución de silano parcialmente oligomerizada con un componente de grano abrasivo para formar el grano abrasivo con superficie modificada.
10. El método de la reivindicación 9, que además incluye la etapa de curar el grano abrasivo con superficie modificada.

- 30 -

11. El método de la reivindicación 10, en donde el componente de silano relativamente hidrofílico es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolinilo y piperazinilo.
- 5 12. El método de la reivindicación 11, en donde el componente de silano relativamente hidrofóbico es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo.
- 10 13. El método de la reivindicación 9, en donde el grano es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespato, piedra pómez y talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido de aluminio tratado térmicamente, alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de hierro, carburo de 15 tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.
14. El método de la reivindicación 13, en donde el diámetro de partícula promedio está en el rango de entre aproximadamente 10 nm y 6 mm.
- 20 15. El método de la reivindicación 9, en donde los componentes de silano se polimerizan como polímeros, copolímeros o copolímeros en bloque hidrofílicos e hidrofóbicos diferentes.
- 25 16. El método de la reivindicación 9, en donde la relación en peso del componente de silano relativamente hidrofílico con respecto al componente de silano relativamente hidrofóbico está en un rango de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1.
17. El método de la reivindicación 9, en donde el grano abrasivo es grano de alúmina de sol-gel sembrado, y la película es un polisiloxano que incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano como el componente hidrofóbico y 3-aminopropiltriethoxisilano como el componente hidrofílico.

- 31 -

18. El método de la reivindicación 9, en donde el disolvente incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste alcohol isopropílico, agua, etanol, metanol, tolueno y acetona.
19. El método de la reivindicación 18, en donde el pH de la solución de silano se  
5 ajusta hasta un rango de entre aproximadamente 3 y aproximadamente 7 antes de al menos parcialmente hidrolizar el componente de silano.
20. El método de la reivindicación 19, en donde el pH se ajusta con al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en ácido acético, ácido maleico, ácido esteárico, anhídrido maleico, HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, cloruro de  
10 amonio, hidróxido de amonio, solución de hidróxido de sodio, solución de hidróxido de potasio.
21. El método de la reivindicación 9, en donde el componente relativamente hidrofóbico es  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, el componente relativamente hidrofílico es 3-aminopropiltriethoxisilano y el disolvente  
15 incluye agua desionizada y alcohol isopropílico.
22. El método de la reivindicación 21, en donde la relación en peso del componente de silano relativamente hidrofóbico con respecto al componente de silano relativamente hidrofílico está en una relación de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1.
- 20 23. El método de la reivindicación 22, en donde el grano es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespato, piedra pómez, talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido de aluminio tratado  
25 térmicamente, alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de hierro, carburo de tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.
24. El método de la reivindicación 23, en donde el grano abrasivo con superficie  
30 modificada se cura, tal como a una temperatura en un rango de entre

79

- 32 -

aproximadamente 10°C y aproximadamente 300°C durante un período de tiempo en una rango de entre aproximadamente 15 minutos y aproximadamente 24 hrs.

25. El método de la reivindicación 24, en donde el grano abrasivo con superficie modificada se cura a una temperatura de aproximadamente 80°C durante un período de tiempo de aproximadamente 3 horas.
26. El producto abrasivo revestido que comprende:
  - a) una capa de soporte;
  - b) un revestimiento primario sobre la capa de soporte; y
  - c) un componente de grano abrasivo en el revestimiento primario, donde el componente de grano abrasivo incluye granos abrasivos con superficie modificada con al menos un componente de silano relativamente hidrofílico y al menos un componente de silano hidrofóbico.
27. El producto abrasivo revestido de la reivindicación 26, en donde el componente de silano relativamente hidrofílico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolinilo y piperazinilo.
28. El producto abrasivo revestido de la reivindicación 26, en donde el componente de silano relativamente hidrofóbico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo.
29. El producto abrasivo revestido de cualquiera de la reivindicación 26, en donde el grano es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespatos, piedra pómez, talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido

- 33 -

de aluminio tratado térmicamente, alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de hierro, carburo de tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.

- 5     30.     El producto abrasivo revestido de la reivindicación 29, en donde el diámetro de partícula promedio está en el rango de entre aproximadamente 10 nm y 6 mm.
- 10     31.     El producto abrasivo revestido de la reivindicación 26, en donde los componentes de silano se polimerizan como polímeros, copolímeros o copolímeros en bloque hidrofílicos e hidrofóbicos diferentes.
32.     El producto abrasivo revestido de la reivindicación 26, en donde la relación en peso del componente de silano relativamente hidrofílico con respecto al componente de silano relativamente hidrofóbico está en un rango de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1.
- 15     33.     El producto abrasivo revestido de la reivindicación 26, en donde el grano abrasivo es grano de alúmina de sol-gel sembrado, y la película es un polisiloxano que incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano como el componente hidrofóbico y 3-aminopropiltriethoxisilano como el componente hidrofílico.
- 20     34.     Un método para hacer un producto abrasivo revestido que comprende las etapas de:
- 25     a)     combinar los componentes de silano relativamente hidrofílico y relativamente hidrofóbico para formar una mezcla;
- b)     combinar la mezcla con un disolvente para formar una solución de silano;
- c)     hidrolizar al menos una porción de los componentes de silano para formar una solución hidrolizada; y
- d)     combinar la solución hidrolizada con granos abrasivos para formar granos abrasivos con superficie modificada;

- 34 -

- e) combinar los granos abrasivos con superficie modificada con una resina;
  - f) aplicar los granos abrasivos con superficie modificada y la resina combinados sobre un soporte; y
  - 5 g) curar la resina, formando de este modo el producto abrasivo revestido.
35. El método de la reivindicación 34, que además incluye la etapa de curar los granos abrasivos con superficie modificada.
36. El método de la reivindicación 35, en donde el componente de silano  
10 relativamente hidrofílico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolinilo y piperazinilo.
37. El método de la reivindicación 35, en donde el componente de silano  
15 relativamente hidrofóbico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo.
38. El método de cualquiera de la reivindicación 34, en donde el grano es al  
20 menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespatos, piedra pómez y talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido de aluminio tratado térmicamente, alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de  
25 hierro, carburo de tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.
39. El método de la reivindicación 34, en donde el diámetro de partícula promedio está en el rango de entre aproximadamente 10 nm y 6 mm.

- 35 -

40. El método de la reivindicación 34, en donde los componentes de silano se polimerizan como polímeros, copolímeros o copolímeros en bloque hidrofílicos e hidrofóbicos diferentes.
- 5 41. El método de la reivindicación 34, en donde la relación en peso del componente de silano relativamente hidrofílico con respecto al componente de silano relativamente hidrofóbico está en un rango de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1.
- 10 42. El método de la reivindicación 34, en donde el grano abrasivo es grano de alúmina de sol-gel sembrado y la película es un polisiloxano que incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano como el componente hidrofóbico y 3-aminopropiltriethoxisilano como el componente hidrofílico.
43. El método de la reivindicación 34, en donde el disolvente incluye al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste alcohol isopropílico, agua, etanol, metanol, tolueno y acetona.
- 15 44. El método de la reivindicación 43, en donde el pH de la solución de silano se ajusta hasta un rango de entre aproximadamente 3 y aproximadamente 7 antes de al menos parcialmente hidrolizar el componente de silano.
- 20 45. El método de la reivindicación 44, en donde el pH se ajusta con al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en ácido acético, ácido maleico, ácido esteárico, anhídrido maleico, HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, cloruro de amonio, hidróxido de amonio, solución de hidróxido de sodio, solución de hidróxido de potasio.
- 25 46. El método de la reivindicación 34, en donde el componente de silano relativamente hidrofóbico incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, el componente relativamente hidrofílico es 3-aminopropiltriethoxisilano y el disolvente incluye agua desionizada y alcohol isopropílico.
47. El método de la reivindicación 46, en donde la relación en peso del componente de silano relativamente hidrofóbico con respecto al componente

- 36 -

de silano relativamente hidrofílico está en una relación de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1.

48. El método de la reivindicación 47, en donde el grano es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespato, piedra pómez, talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido de aluminio tratado térmicamente, alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de hierro, carburo de tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.
49. El método de la reivindicación 48, en donde el grano abrasivo con superficie modificada se cura, tal como a una temperatura en un rango de entre aproximadamente 10°C y aproximadamente 300°C durante un período de tiempo en una rango de entre aproximadamente 15 minutos y aproximadamente 24 hrs.
50. El método de la reivindicación 49, en donde el grano abrasivo con superficie modificada se cura a una temperatura de aproximadamente 80°C durante un período de tiempo de aproximadamente 3 horas.
51. Un producto abrasivo aglomerado que comprende:
- a) un componente de aglomeración; y
  - b) un componente de grano abrasivo que incluye un grano abrasivo y una película sobre el grano abrasivo, incluyendo la película un componente de silano relativamente hidrofílico y un componente de silano relativamente hidrofóbico.
52. El producto abrasivo aglomerado de la reivindicación 51, en donde el componente de silano relativamente hidrofílico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en

- 37 -

silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolinilo y piperazinilo.

53. El producto abrasivo aglomerado de la reivindicación 51, en donde el componente de silano relativamente hidrofóbico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo.
54. El producto abrasivo aglomerado de cualquiera de la reivindicación 51, en donde el grano es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespato, piedra pómez, talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido de aluminio tratado térmicamente, alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de hierro, carburo de tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.
55. El producto abrasivo aglomerado de la reivindicación 51, en donde el diámetro de partícula promedio está en el rango de entre aproximadamente 10 nm y 6 mm.
56. El producto abrasivo aglomerado de la reivindicación 51, en donde los componentes de silano se polimerizan como polímeros, copolímeros o copolímeros en bloque hidrofílicos e hidrofóbicos diferentes.
57. El producto abrasivo aglomerado de la reivindicación 51, en donde la relación en peso del componente de silano relativamente hidrofílico con respecto al componente de silano relativamente hidrofóbico está en un rango de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1.
58. El producto abrasivo aglomerado de la reivindicación 51, en donde el grano abrasivo es grano de alúmina de sol-gel sembrado, y la película es un polisiloxano que incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano como el

- 38 -

componente hidrofóbico y 3-aminopropiltrietoxisilano como el componente hidrofílico.

59. Un método para hacer un producto abrasivo aglomerado que comprende las etapas de:
- 5 a) combinar los componentes de silano relativamente hidrofílico y relativamente hidrofóbico para formar una mezcla;
- b) combinar la mezcla con un disolvente para formar una solución de silano;
- 10 c) hidrolizar al menos una porción de los componentes de silano para formar una solución hidrolizada;
- d) combinar la solución hidrolizada con un componente de grano abrasivo para formar el grano abrasivo con superficie modificada;
- e) formar una herramienta verde; y
- 15 f) curar la herramienta verde para formar un producto abrasivo aglomerado.
60. Un método para rectificar o cortar una pieza de trabajo que comprende la etapa de aplicar a la pieza de trabajo un producto abrasivo que incluye una combinación polimerizada de componentes de silano relativamente hidrofílicos e hidrofóbicos.
- 20 61. Un grano abrasivo con superficie modificada que comprende:
- a) un grano abrasivo;
- b) una primera capa de película sobre el grano abrasivo que incluye un componente de silano relativamente hidrofílico; y
- 25 c) una segunda capa de película sobre la primera capa de película que incluye un componente de silano relativamente hidrofóbico.
62. El abrasivo revestido de la reivindicación 61, en donde al menos una de la primera y segunda capa de película está polimerizada.

- 39 -

63. Un artículo abrasivo revestido que comprende:
- a) un soporte;
  - b) un revestimiento primario sobre el soporte; y
  - c) un componente abrasivo en el revestimiento primario, incluyendo el
5. componente abrasivo un grano abrasivo, una primera capa de película sobre el grano abrasivo que incluye un componente de silano relativamente hidrofílico y una segunda capa de película sobre la primera capa de película que incluye un componente de silano relativamente hidrofóbico.
- 10 64. El producto abrasivo revestido de la reivindicación 63, en donde al menos una de la primera y segunda capa de película está polimerizada.
65. Un producto abrasivo aglomerado que comprende:
- a) un enlace; y
  - b) un componente abrasivo en el revestimiento primario, incluyendo el
15. componente abrasivo un grano abrasivo, una primera capa de película sobre el grano abrasivo que incluye un componente de silano relativamente hidrofílico y una segunda capa de película sobre la primera capa de película que incluye un componente de silano relativamente hidrofóbico.
- 20 66. El abrasivo aglomerado de la reivindicación 65, en donde al menos una de la primera y segunda capa de película está polimerizada.

D-5062

- 40 -

## RESUMEN

Un grano abrasivo con superficie modificada incluye un grano abrasivo como un sustrato y una película sobre el grano que incluye un componente de silano relativamente hidrofílico y un componente de silano relativamente hidrofóbico. La película puede ser una única capa de película o múltiples capas de película, en donde la capa de película más cercana al grano abrasivo tiene un componente de silano predominantemente hidrofílico, y una capa de película más distal del grano abrasivo incluye predominantemente un componente de silano hidrofóbico. Los productos abrasivos revestidos y los productos abrasivos aglomerados incluyen los granos abrasivos con superficie modificada.

88

1/7

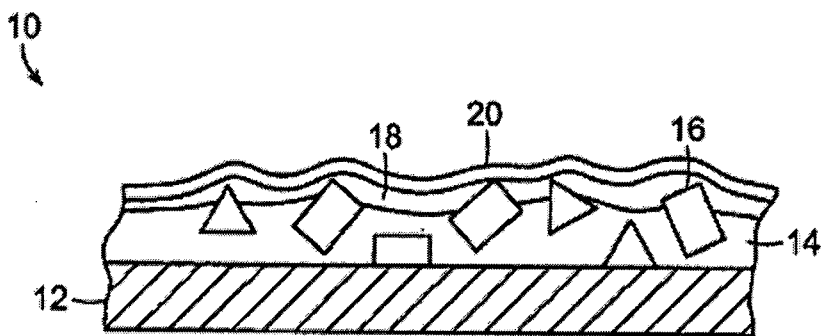


FIG. 1

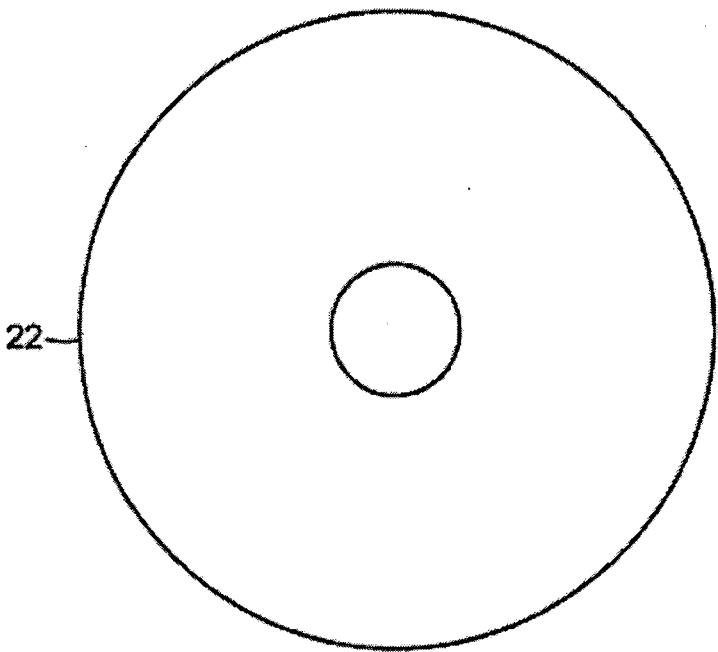


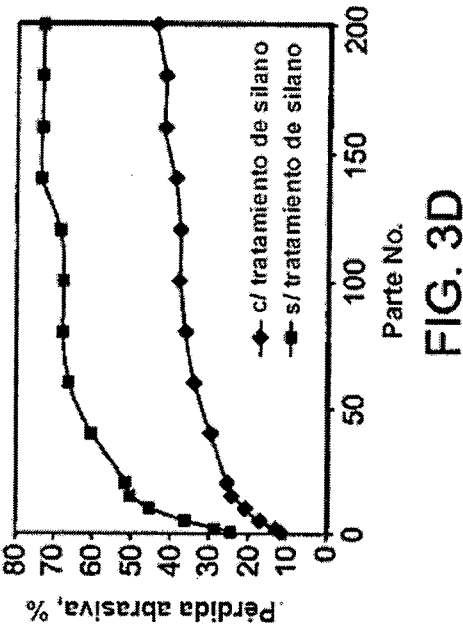
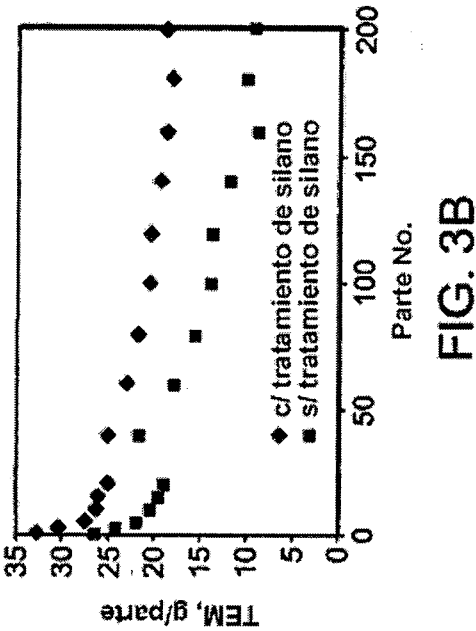
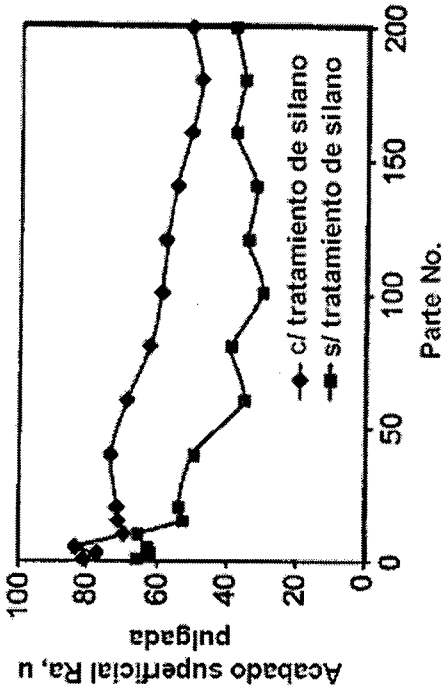
FIG. 2

89

Resultado de prueba para formulación No. 1  
30 lbs sobre Loesser

| Parte No.                     | TEM, g/parte             |                          | RMA, g                   |                          | Acabado superficial, u pulgada |                          | Pérdida abrasiva, %      |                          |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                               | cl tratamiento de silano | sl tratamiento de silano | cl tratamiento de silano | sl tratamiento de silano | cl tratamiento de silano       | sl tratamiento de silano | cl tratamiento de silano | sl tratamiento de silano |
| 1                             | 32,89                    | 26,36                    | 32,89                    | 26,36                    | 80,87                          | 62,47                    | 11,35                    | 24,62                    |
| 2                             | 30,48                    | 24,07                    | 63,37                    | 50,43                    | 77,70                          | 66,43                    | 12,77                    | 28,41                    |
| 5                             | 27,37                    | 21,86                    | 150,15                   | 119,32                   | 63,37                          | 63,07                    | 17,02                    | 35,98                    |
| 10                            | 26,30                    | 20,34                    | 284,32                   | 224,82                   | 69,73                          | 65,40                    | 20,57                    | 45,45                    |
| 15                            | 26,08                    | 19,39                    | 415,27                   | 324,15                   | 71,47                          | 52,57                    | 24,11                    | 50,19                    |
| 20                            | 25,03                    | 18,80                    | 543,04                   | 419,62                   | 71,77                          | 54,20                    | 25,53                    | 51,14                    |
| 40                            | 25,08                    | 21,56                    | 1044,15                  | 823,23                   | 73,57                          | 49,80                    | 29,79                    | 60,61                    |
| 60                            | 22,92                    | 17,83                    | 1524,15                  | 1217,13                  | 68,93                          | 35,83                    | 34,04                    | 66,29                    |
| 80                            | 21,87                    | 15,66                    | 1972,05                  | 1552,03                  | 62,53                          | 39,07                    | 36,88                    | 68,18                    |
| 100                           | 20,58                    | 14,10                    | 2396,55                  | 1849,63                  | 59,53                          | 30,73                    | 38,30                    | 68,18                    |
| 120                           | 20,54                    | 13,81                    | 2807,75                  | 2128,72                  | 58,10                          | 34,75                    | 38,30                    | 69,13                    |
| 140                           | 19,33                    | 11,92                    | 3206,45                  | 2386,02                  | 55,07                          | 32,67                    | 39,72                    | 73,86                    |
| 160                           | 18,89                    | 9,09                     | 3588,64                  | 2596,12                  | 51,40                          | 36,57                    | 42,55                    | 73,86                    |
| 180                           | 18,50                    | 10,26                    | 3962,54                  | 2789,62                  | 48,83                          | 36,40                    | 42,55                    | 73,86                    |
| 200                           | 19,05                    | 9,34                     | 4338,04                  | 2965,62                  | 51,27                          | 38,87                    | 45,39                    | 73,86                    |
| Promedio después de 20 partes | 21,18                    | 14,24                    |                          |                          | 60,10                          | 39,09                    |                          |                          |

FIG. 3A



4/7

| 50 lbs sobre Loesser          |                          |                          |                          |                          |                               |                          |                          |                          |                   |                   |                   |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Parte No.                     | TEM, g/parte             |                          | RVA, g                   |                          | Acabado superficial u pulgada |                          | Pérdida abrasiva, %      |                          | Pérdida de silano | Pérdida de silano | Pérdida de silano |
|                               | ci tratamiento de silano | si tratamiento de silano | ci tratamiento de silano | si tratamiento de silano | ci tratamiento de silano      | si tratamiento de silano | ci tratamiento de silano | si tratamiento de silano |                   |                   |                   |
| 1                             | 57,29                    | 32,10                    | 57,29                    | 32,10                    | 104,33                        | 74,10                    | 16,30                    | 30,08                    |                   |                   |                   |
| 2                             | 47,60                    | 28,02                    | 104,89                   | 60,12                    | 84,03                         | 82,97                    | 19,26                    | 33,08                    |                   |                   |                   |
| 5                             | 44,67                    | 25,34                    | 243,30                   | 140,16                   | 85,90                         | 71,60                    | 23,70                    | 42,11                    |                   |                   |                   |
| 10                            | 39,08                    | 22,94                    | 452,67                   | 260,86                   | 81,20                         | 70,60                    | 29,63                    | 52,63                    |                   |                   |                   |
| 15                            | 36,78                    | 21,80                    | 642,32                   | 372,71                   | 79,50                         | 61,60                    | 35,56                    | 57,14                    |                   |                   |                   |
| 20                            | 33,91                    | 22,03                    | 819,05                   | 482,28                   | 77,60                         | 58,93                    | 40,00                    | 61,65                    |                   |                   |                   |
| 40                            | 33,11                    | 20,49                    | 1489,25                  | 907,48                   | 75,80                         | 59,87                    | 54,81                    | 66,17                    |                   |                   |                   |
| 60                            | 32,08                    | 17,07                    | 2141,15                  | 1283,08                  | 64,57                         | 42,43                    | 59,26                    | 70,68                    |                   |                   |                   |
| 80                            | 30,99                    | 18,06                    | 2771,85                  | 1634,38                  | 62,30                         | 42,63                    | 62,22                    | 75,19                    |                   |                   |                   |
| 100                           | 27,24                    | 15,45                    | 3354,15                  | 1969,48                  | 52,97                         | 41,73                    | 63,70                    | 76,69                    |                   |                   |                   |
| 120                           | 27,38                    | 16,67                    | 3900,35                  | 2290,68                  | 49,00                         | 56,90                    | 66,67                    | 78,20                    |                   |                   |                   |
| 140                           | 24,39                    | 13,50                    | 4418,05                  | 2592,38                  | 51,60                         | 49,37                    | 71,11                    | 79,70                    |                   |                   |                   |
| 160                           | 24,55                    | 14,31                    | 4907,45                  | 2870,48                  | 46,97                         | 50,67                    | 71,11                    | 79,70                    |                   |                   |                   |
| 180                           | 20,82                    | 11,38                    | 5361,15                  | 3127,38                  | 43,20                         | 43,80                    | 71,11                    | 79,70                    |                   |                   |                   |
| 200                           | 22,08                    | 11,84                    | 5790,15                  | 3359,58                  | 42,70                         | 38,53                    | 71,11                    | 79,70                    |                   |                   |                   |
| Promedio después de 20 partes | 27,66                    | 16,08                    |                          |                          | 56,67                         | 48,49                    |                          |                          |                   |                   |                   |

FIG. 4A

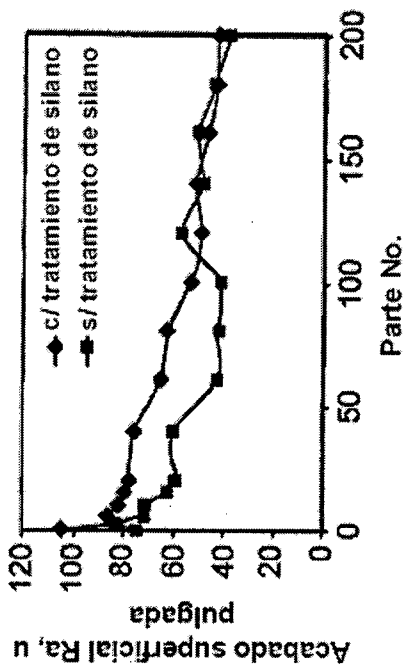


FIG. 4C

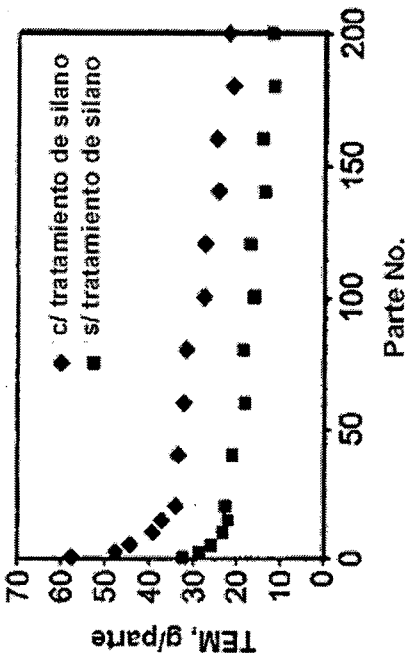


FIG. 4B

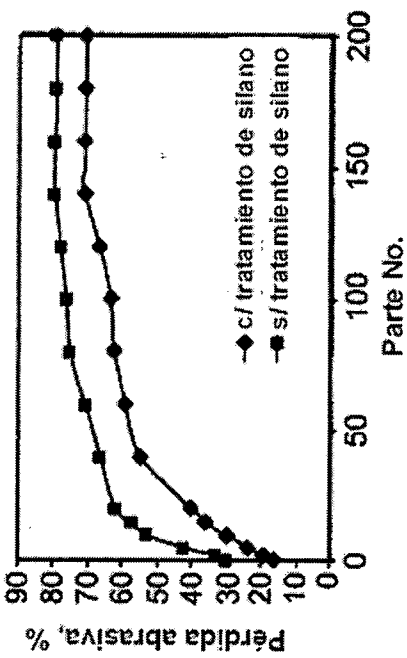
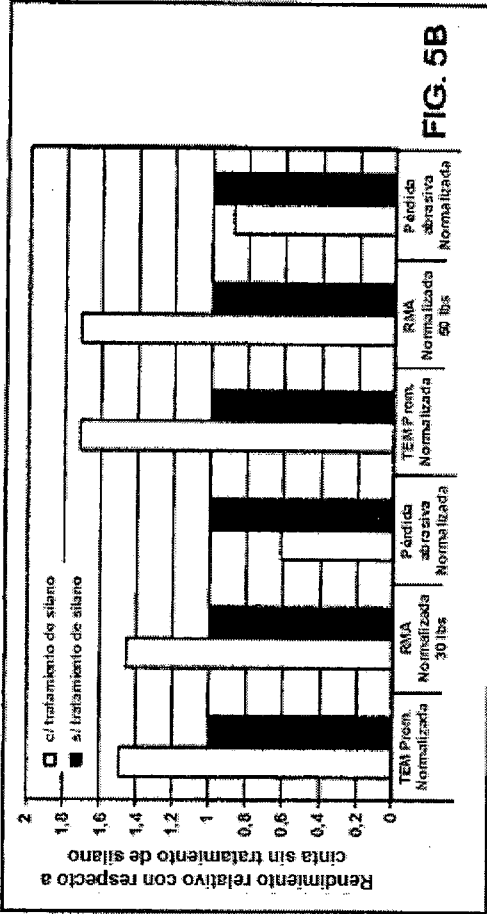


FIG. 4D

|                            | 30 lbs                                |                        |                                           | 50 lbs                                 |                           |                                        | 30 lbs                   |                    |                                    | 50 lbs                      |                    |                                    |
|----------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------------|
|                            | TEM Prom.<br>parte 20-200,<br>g/parte | MRA en<br>parte 200, g | Pérdida<br>abrasiva en<br>parte 200,<br>% | TEM Prom.<br>parte 20-200, g/<br>parte | MRA en<br>parte 200,<br>g | Pérdida<br>abrasiva en<br>parte 200, % | TEM Prom.<br>Normalizada | RMA<br>Normalizada | Pérdida<br>abrasiva<br>Normalizada | TEM<br>Prom.<br>Normalizada | RMA<br>Normalizada | Pérdida<br>abrasiva<br>Normalizada |
| Tratamiento<br>de silano   | 21,18                                 | 4338,04                | 45,39                                     | 27,66                                  | 5790,15                   | 71,11                                  | 1,487602725              | 1,452977182        | 0,614512                           | 1,719638                    | 1,72347            | 0,692243                           |
| Tratamiento<br>de zirconio | 14,24                                 | 2985,62                | 73,86                                     | 16,08                                  | 3359,58                   | 79,70                                  | 1                        | 1                  | 1                                  | 1                           | 1                  | 1                                  |

FIG. 5A



D-5062

- 47 -

717

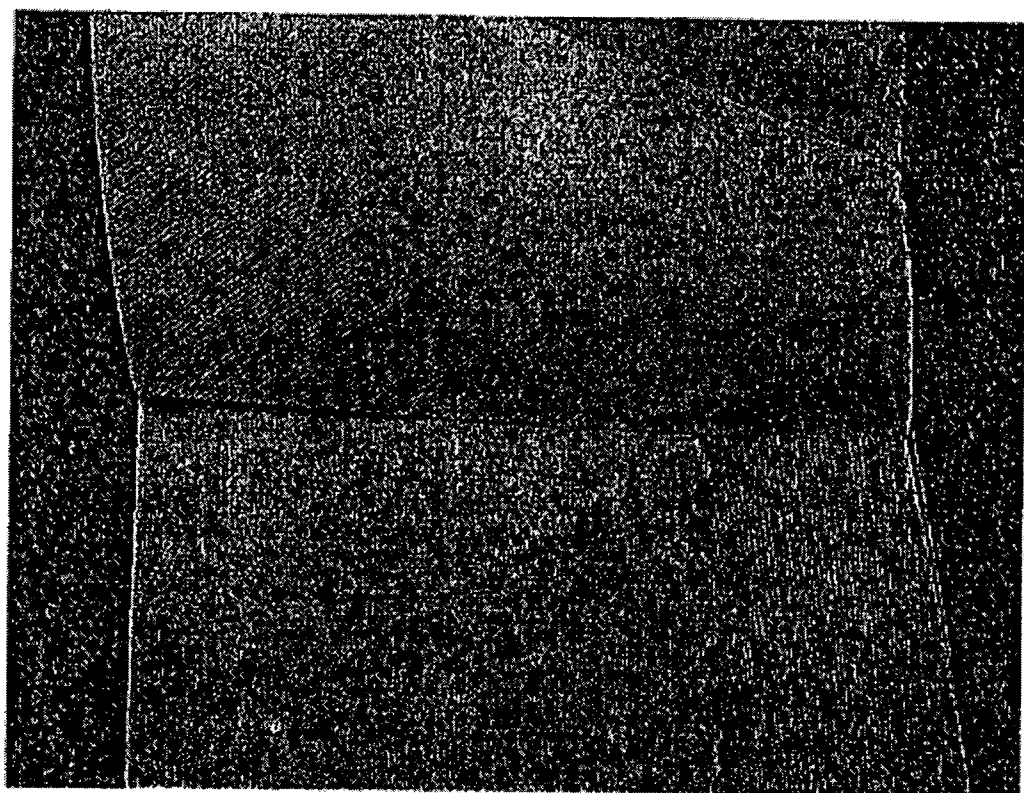


FIG. 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
**PCT/US2009/040797****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B24D 3/20(2006.01)i, B24D 11/02(2006.01)i, C09K 3/14(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC : B24D 3/20, B24D 11/02, C09K 3/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models since 1975

Japanese Utility models and applications for Utility models since 1975

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKIPASS (KIPO internal) &amp; keywords: "hydrophilic", "hydrophobic", "abrasive"

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages      | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 5114475 A (SIEGMUND, W. ET AL.) 19 May 1992<br>See abstract and claims               | 1-66                  |
| A         | US 2004/0224426 A1 (COOPER, K. E. ET AL.) 11 November 2004<br>See abstract and Figure 1 | 1-66                  |
| A         | US 2003/0166387 A1 (CHEN, P-J. ET AL.) 04 September 2003<br>See abstract and Figure 1   | 1-66                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 NOVEMBER 2009 (30.11.2009)

Date of mailing of the international search report

**30 NOVEMBER 2009 (30.11.2009)**

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-  
gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

PAEK, Jin Wook

Telephone No. 82-42-481-8458



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2009/040797**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 05114475 A                             | 19.05.1992          | EP 0422753 A1              | 17.04.1991          |
|                                           |                     | EP 0422753 B1              | 07.04.1993          |
|                                           |                     | JP 3166285 A               | 18.07.1991          |
|                                           |                     | JP 08-032872 B2            | 29.03.1996          |
|                                           |                     | JP 8032872 B               | 29.03.1996          |
| US 2004-224426 A1                         | 11.11.2004          | US 07387970 B2             | 17.06.2008          |
| US 2003-0166387 A1                        | 04.09.2003          | AU 2003-209244 A1          | 30.07.2003          |
|                                           |                     | AU 2003-209244 A1          | 15.01.2003          |
|                                           |                     | CA 2367812 A1              | 15.07.2003          |
|                                           |                     | CA 2473668 A1              | 24.07.2003          |
|                                           |                     | EP 1465752 A1              | 13.10.2004          |
|                                           |                     | WO 2003-059575 A1          | 24.07.2003          |

|                                                                                                  |                                                       |                  |      |                     |                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|------|---------------------|------------------------------------------------------|
| (21) N° de solicitud:                                                                            |                                                       |                  |      | (51) Int Cl:        | B24D 003/020                                         |
| (22) Fecha de solicitud:                                                                         |                                                       |                  |      | (71) Solicitante(s) | SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. y SAINT-GOBAIN ABRASIFS |
| (30) Prioridad                                                                                   | (31)                                                  | <b>Prioridad</b> | (32) | <b>Fecha</b>        | (33) <b>País</b>                                     |
|                                                                                                  |                                                       | 61/124,618       |      | 18/04/2008          | US                                                   |
|                                                                                                  |                                                       |                  |      | (72) Inventor(es)   | ANUJ SETH<br>YING CAI                                |
|                                                                                                  |                                                       |                  |      | (74) Apoderado:     | LUZ CLEMENCIA DE PAEZ                                |
| (85)                                                                                             | Fecha limite inicio fase nacional:                    |                  |      | 18/11/2010          | (87) Publicación internacional                       |
| (86)                                                                                             | Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT |                  |      |                     | Fecha:                                               |
|                                                                                                  | Fecha de presentación de la solicitud:                |                  |      | 16/04/2009          | N° publicación:                                      |
|                                                                                                  | No. de solicitud PCT/US2009/040797                    |                  |      |                     | WO 2009/129384 A3                                    |
| (54) Título: MODIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE GRANOS ABRASIVOS CON SILANO HIDROFÍLICO E HIDROFÓBICO |                                                       |                  |      |                     |                                                      |

**Reivindicación(es):**

1. Un grano abrasivo con superficie modificada que comprende:

- a) un grano abrasivo; y  
b) una película sobre el grano abrasivo, incluyendo la película un componente de silano relativamente hidrofílico y un componente de silano relativamente hidrofóbico.

2. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el componente de silano relativamente hidrofílico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolinilo y piperazinilo.

3. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el silano relativamente hidrofóbico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo.

4. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el grano es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en óxido de aluminio, carburo de silicio, cerámicas fundidas, abrasivos de aleaciones, sol-geles, granos cerámicos y súper abrasivos, diamante, corindón, esmeril, granate, chert, cuarzo, arenisca, calcedonia, sílex, cuarcita, sílice, feldespato, piedra pómez, talco, carburo de boro, nitruro de boro cúbico, alúmina fundida, óxido de aluminio cerámico, óxido de aluminio tratado térmicamente, alúmina-zirconia, cristal, carburo de silicio, óxidos de hierro, carburo de tantalio, óxido de cerio, óxido de estaño, carburo de titanio, diamante sintético, dióxido de manganeso, óxido de zirconio y nitruro de silicio.

5. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 4, en donde el diámetro de partícula promedio está en el rango de entre aproximadamente 10 nm y 6 mm.

6. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde los componentes de silano se polimerizan como polímeros, copolimerizados o

copolimerizados en bloque hidrofílicos e hidrofóbicos diferentes.

7. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde la relación en peso del componente de silano relativamente hidrofílico con respecto al componente de silano relativamente hidrofóbico está en un rango de entre aproximadamente 1:99 y aproximadamente 99:1.

8. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el grano abrasivo es grano de alúmina sol-gel sembrado, y la película es un polisiloxano que incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano como el componente de silano relativamente hidrofóbico y 3-aminopropiltriethoxisilano como el componente de silano relativamente hidrofílico.

9. Un método para formar un grano abrasivo con superficie modificada que comprende las etapas de:

- combinar los componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos para formar una mezcla;
- combinar la mezcla con un disolvente para formar una solución de silano;
- hacer reaccionar al menos una porción de los componentes de silano para formar una solución de silano parcialmente oligomerizada; y
- combinar la solución de silano parcialmente oligomerizada con un componente de grano abrasivo para formar el grano abrasivo con superficie modificada.

10. El método de la reivindicación 9, que además incluye la etapa de curar el grano abrasivo con superficie modificada.

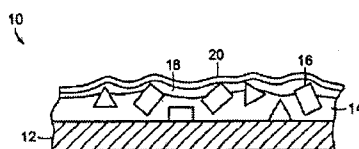


FIG. 1

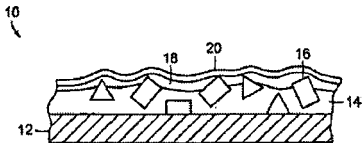


FIG. 1

10

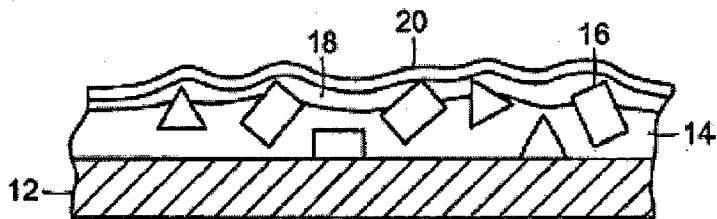


FIG. 1

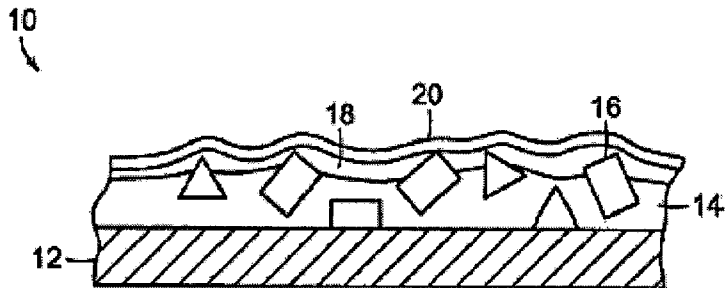


FIG. 1

99

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 93,051

FECHA : NOVIEMBRE 2 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-140662-00000-0000

Fecha: 2010-11-10 11:53:53

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYII

Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 411 PRESENTACION

Folios: 108

\*\*\*\*\* CONSIGNA \*\*\*\*\*

| DEPOSITANTE       | TIPO PAGO    | BANCO           | CUENTA    | No. PAGO  | FECHA PGO  | Vr. PAGO      |
|-------------------|--------------|-----------------|-----------|-----------|------------|---------------|
| CAVELIER ABOGADOS | CONSIGNACION | BANCO DE BOGOTA | 062754387 | 146320694 | 02/11/2010 | 30,766,000.00 |

\*\*\*\*\* CONCEPTO \*\*\*\*\*

| CANT. RENTISTICO          | CONCEPTO                            | TOTAL CONCEPTO |
|---------------------------|-------------------------------------|----------------|
| 1 50005-01-01 SOLICITUDES | 1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN | 554,000.00     |
|                           | TOTAL :                             | \$ 554,000.00  |

SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL ASUNTO No.

COLO: 17973-84-001-0



Espacio reservado para el adhesivo de radicación

FORMULARIO UNICO DE CORRECCIONES Y MODIFICACIONES

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                 | SOLICITUD DE:<br><input type="checkbox"/> Corrección de Error Material <input checked="" type="checkbox"/> Modificación a una solicitud                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2<br>SOLICITANTE                  | <p><b>Nombre:</b> SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. y SAINT-GOBAIN ABRASIFS<br/>Sociedades constituidas y existentes bajo las leyes del Estado de Massachussets, Estados Unidos de América y Francia, respectivamente.</p> <p><b>Dirección:</b> One New Bond Street,<br/>Worcester,<br/>Massachussets 01615,<br/>Estados Unidos de América</p> <p>y</p> <p>Rue De L'ambassadeur,<br/>F-78700, Conflans-Sainte, Honorine,<br/>Francia</p> <p>Respectivamente</p> <p><b>Domicilio:</b> Massachussets,<br/>Estados Unidos de América</p> <p>y</p> <p>Conflans-Sainte, Honorine,<br/>Francia</p> <p>Respectivamente</p> <p><b>Teléfono:</b> 546 09 70      <b>Fax:</b> 249 40 70<br/><b>E-mail:</b> <a href="mailto:clientes@cavelier.com">clientes@cavelier.com</a></p> | <p><b>IDENTIFICACION</b></p> <p>C.C. <input type="checkbox"/>      NIT <input type="checkbox"/><br/>C.E. <input type="checkbox"/>      Otro <input type="checkbox"/></p> <p>Número: _____</p>                                         |
| 3<br>REPRESENTANTE<br>O APODERADO | <p><b>Nombre:</b> Luz Clemencia de PAEZ</p> <p><b>Dirección:</b> Carrera 4ª No. 72-35</p> <p><b>Teléfono:</b> 347 36 11      <b>Fax:</b> 217 92 11<br/><b>E-mail:</b> <a href="mailto:cavelier@cavelier.com">cavelier@cavelier.com</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>IDENTIFICACION</b></p> <p>C.C. <input checked="" type="checkbox"/>      NIT <input type="checkbox"/><br/>C.E. <input type="checkbox"/>      Otro <input type="checkbox"/></p> <p>Número: <u>35.456.344</u> TP <u>23.555</u></p> |
| 4                                 | Número de expediente: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5                                 | <p><b>Descripción de la corrección o modificación solicitada:</b></p> <p>Presento nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 15 reivindicaciones y pido respetuosamente que el examen de patentabilidad sea realizado sobre estas nuevas reivindicaciones presentadas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                       |

161

|   |                         |           |        |                         |
|---|-------------------------|-----------|--------|-------------------------|
| 6 | Comprobante de pago No. | 10-93,021 | Fecha: | 02 de noviembre de 2010 |
|   | Comprobante de pago No. | 10-93,008 | Fecha: | 02 de noviembre de 2010 |
|   | Comprobante de pago No. | 10-93,009 | Fecha: | 02 de noviembre de 2010 |
|   | Comprobante de pago No. | 10-93,012 | Fecha: | 02 de noviembre de 2010 |

|                                     |                                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7                                   | <b>Anexos</b>                                                                                                |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Comprobante de pago de la tasa por \$114.000, por concepto de modificaciones.                                |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Comprobante de pago por 5 reivindicaciones adicionales después de la décima reivindicación por \$130.000.00. |
| <input type="checkbox"/>            | Poderes, si fuere el caso                                                                                    |
| <input type="checkbox"/>            | Documento que acredita la existencia y representación legal de las partes, cuando sean personas jurídicas.   |

|   |         |                       |        |                                          |
|---|---------|-----------------------|--------|------------------------------------------|
| 8 | NOMBRE: | LUZ CLEMENCIA DE PAEZ | FIRMA: | <i>LUZ CLEMENCIA DE PAEZ</i>             |
|   |         |                       |        | C.C. 35.456.344 de Usaquén T.P.A. 23.555 |

07 SCT

D-5062

## REIVINDICACIONES CORREGIDAS

Lo que se reivindica es:

1. Un grano abrasivo con superficie modificada que comprende:
  - a) un grano abrasivo; y
  - b) una película sobre el grano abrasivo, incluyendo la película un componente de silano relativamente hidrofílico y un componente de silano relativamente hidrofóbico.
2. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el componente de silano relativamente hidrofílico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolinilo y piperazinilo.
3. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el silano relativamente hidrofóbico incluye al menos un compuesto de al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo.
4. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde los componentes de silano se polimerizan como polímeros hidrofílicos e hidrofóbicos diferentes, copolimerizados o copolimerizados en bloque.
5. El grano abrasivo con superficie modificada de la reivindicación 1, en donde el grano abrasivo es grano de alúmina de sol-gel sembrado, y la película es un polisiloxano que incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano como el componente de silano relativamente hidrofóbico y 3-aminopropiltriethoxisilano como el componente de silano relativamente hidrofílico.
6. Un método para formar un grano abrasivo con superficie modificada que comprende las etapas de:

D-5062

- a) combinar los componentes de silano relativamente hidrofílicos y relativamente hidrofóbicos para formar una mezcla;
- b) combinar la mezcla con un disolvente para formar una solución de silano;
- c) hacer reaccionar al menos una porción de los componentes de silano para formar una solución de silano parcialmente oligomerizada; y
- d) combinar la solución de silano parcialmente oligomerizada con un componente de grano abrasivo para formar el grano abrasivo con superficie modificada.

7. El método de la reivindicación 6, que además incluye la etapa de curar el grano abrasivo con superficie modificada.

8. El método de la reivindicación 7, en donde el componente de silano relativamente hidrofílico es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de aminas, diaminas, triaminas, azina, azol, ureido, isocianato, alcoxi, acetoxi, oximino, cloro, morfolinilo y piperazinilo.

9. El método de la reivindicación 8, en donde el componente de silano relativamente hidrofóbico es al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en silanos de vinilo, silanos de metacrilato, silanos de azufre, silanos de mercapto, silanos de epoxi y silanos de fenilo.

10. El método de la reivindicación 6, en donde los componentes de silano se polimerizan como polímeros, copolímeros o copolímeros en bloque hidrofílicos e hidrofóbicos diferentes.

11. El método de la reivindicación 6, en donde el grano abrasivo es grano de alúmina de sol-gel sembrado, y la película es un polisiloxano que incluye  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano como el componente hidrofóbico y 3-aminopropiltriethoxisilano como el componente hidrofílico.

12. El método de la reivindicación 6, en donde el componente relativamente hidrofóbico es  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, el componente relativamente

D-5062

hidrofilico es 3-aminopropiltrietoxisilano y el disolvente incluye agua desionizada y alcohol isopropílico.

13. Un producto abrasivo aglomerado que comprende:
  - a) una capa de soporte;
  - b) un revestimiento primario sobre la capa de soporte; y
  - c) un componente de grano abrasivo en el revestimiento primario, donde el componente de grano abrasivo incluye granos abrasivos con superficie modificada con al menos un componente de silano hidrofilico y al menos un componente de silano hidrofóbico.
14. Un grano abrasivo con superficie modificada que comprende:
  - a) un grano abrasivo;
  - b) una primera capa de película sobre el grano abrasivo que incluye un componente de silano relativamente hidrofilico; y
  - c) una segunda capa de película sobre la primera capa de película que incluye un componente de silano relativamente hidrofóbico.
15. Un producto abrasivo aglomerado que comprende:
  - a) un componente de aglomeración; y
  - b) un componente de grano abrasivo, donde el componente de grano abrasivo incluye granos abrasivos con superficie modificada con al menos un componente de silano hidrofilico y al menos un componente de silano hidrofóbico.