



PETITORIO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-130471- -00000-0000

Fecha: 2007-12-10 17:08:46 Dep. 2020 NUECREACION
Ira. 11 PATENTCIIII Eve: 378 FASENACIONAL
Act. 411 PRESENTACION Folios: 118

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

10 ene 2008

SOLICITUD DE:

- 1

☒ Patente de Invención.
☒ Capítulo I.
- ☐ Patente de Modelo de Utilidad.
☐ Capítulo II.

2

SOLICITANTE
(71)

Nombre: SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.
sociedad constituida y existente bajo las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América.

Dirección: 1 New Bond Street,
Box No. 15138,
Worcester,
Massachusetts 01615-0138,
Estados Unidos de América

Domicilio: Worcester,
Massachusetts,
Estados Unidos de América

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NIT ☐
C.E. ☐ Otro ☐
Cual
Número

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: EMILIO FERRERO
Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35
Teléfono: 347 36 11
Fax: 211 86 50
E-mail: clientes@cavelier.com
Domicilio: Bogotá, Colombia.

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NIT ☐
C.E. ☐ Otro ☐
Cual
Número 438.019 T.P 31.929

4

INVENTOR (ES)
(72)

1. Christopher D. JONES
41 Courthouse Road,
Amherst,
New Hampshire 03031,
Estados Unidos de América

3. John W. LOCHER
10 Colonel Wilkins Road,
Amherst,
New Hampshire 03031,
Estados Unidos de América

5. Kathleen R. FARRELL
302 South 2nd Street,
Emmaus,
Pennsylvania 18049,
Estados Unidos de América

7. Vincent PLUEN
11, Rue du Docteur Hervé,
41600 Lamotte Beuvron,
Francia

2. Jeffrey B. RIOUX
36 Sonoma Drive,
Bedford,
New Hampshire 03110,
Estados Unidos de América

4. Eric S. CARLSON
27 Valley Road East,
Kunkletown,
Pennsylvania 18058,
Estados Unidos de América

6. Brian C. FURCHNER
9020 Wertman Road,
Fogelsville,
Pennsylvania 18051,
Estados Unidos de América

8. Matthias MANDELARTZ
Wofstasse 26,
51234 Herzogenrath,
Alemania

5

PCT (86)
Solicitud Internacional No. PCT/US2006/022667
Publicación Internacional No. WO 2006/135832 A3

Fecha: 9 de junio de 2006
Fecha: 21 de diciembre de 2006

6

Título (54)
COMPUESTO CERAMICO TRANSPARENTE

7

7 Clasificación Internacional (51) F41H 005/004

8	Prioridad SI ☒ NO ☐	(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
		<u>US</u> <u>US</u>	<u>10 de junio de 2005</u> <u>25 de enero de 2006</u>	<u>60/689,688</u> <u>60/761,814</u>

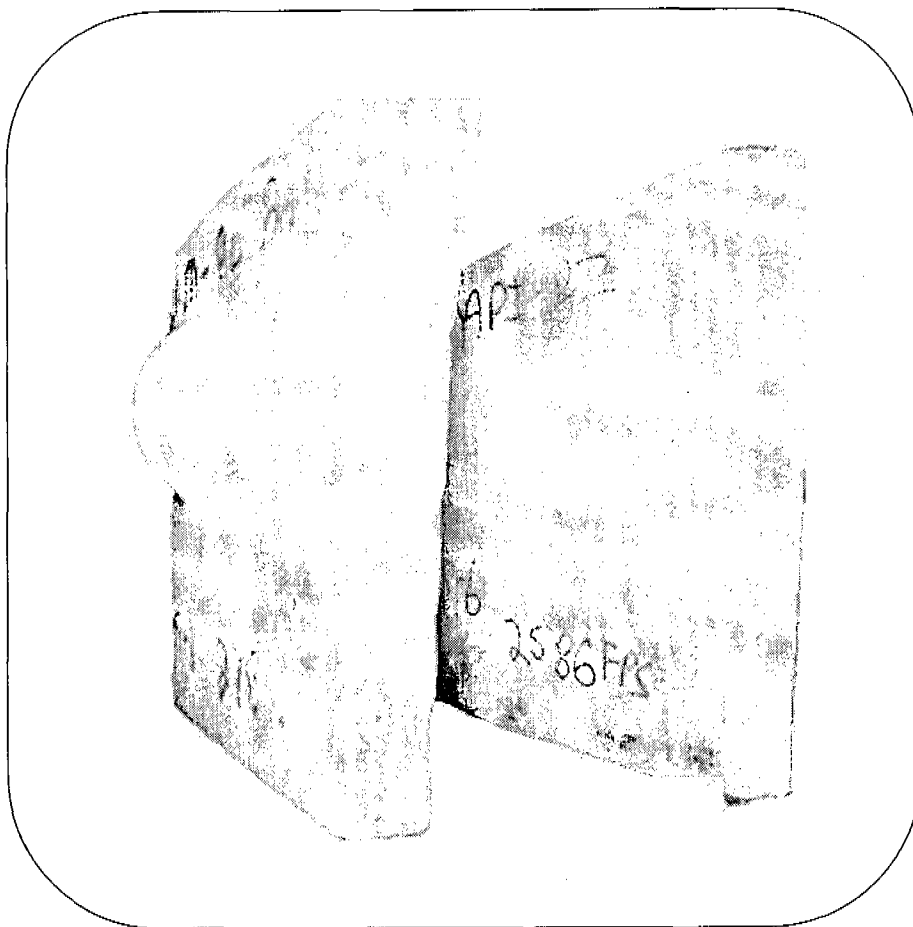
9 Comprobante de pago No.: 07-98,336 Fecha: 3 de diciembre de 2007

10 Anexos:

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 482.000.00.
- ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- ☒ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☒ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ 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.
- ☒ Otros: VER HOJA DE DOCUMENTOS ANEXOS

11

FIGURA CARACTERÍSTICA



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE:

EMILIO FERRERO

FIRMA :

C.C. 438.019 de Usaquén T.P. 31.929

JGG

DOCUMENTOS ANEXOSA
9

1. ☒ Publicación Internacional WO 2006/135832 A3

Descripción:

Páginas 18 en el idioma original

Páginas 29 en español

Reivindicaciones: Número (s) 119

Figuras: Número (s) 4

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

3. ☒ **Forma PCT/IB/306.** Notificación de la inscripción del cambio de dirección del inventor **Vincent PLUEN.**

4. ☒ **Declaraciones** efectuadas por los inventores a favor de la Sociedad **SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.**

5. ☒ Extracto de Publicación.

**NO SE REALIZARON MODIFICACIONES EN LA
FASE INTERNACIONAL**

14496
5627 9

The Commonwealth of Massachusetts

William Francis Galvin
Secretary of the Commonwealth

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: United States of America

This public document

2. has been signed by: Joan E. Frank

3. acting in the capacity of: Notary Public

4. bears the seal/stamp of:

the State of Massachusetts, whose commission expires on Jun 18, 2005

Certified

5. at: Boston, Massachusetts

6. the: 1 November, 2004

7. by: the Secretary of the Commonwealth

8. No.: 1028000

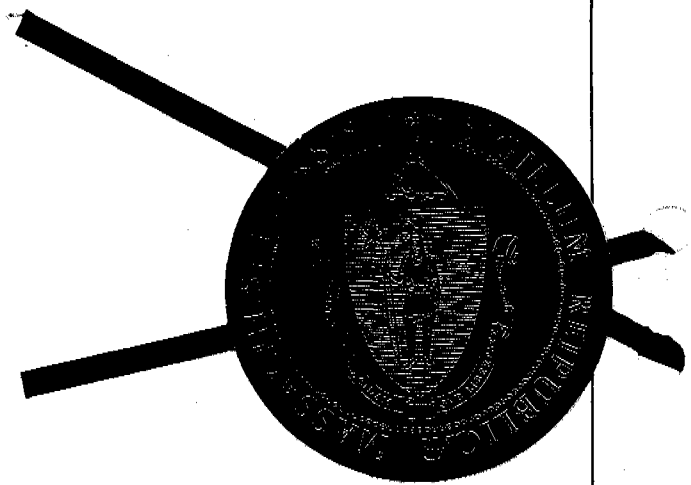
9. Seal/stamp:

Great Seal of the Commonwealth

10. Signature:



William Francis Galvin
Secretary of the Commonwealth



Representación y Poder con autenticación notarial y Apostille para patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, marcas de fábrica, nombres comerciales, enseñas, nombres de dominio, lemas comerciales, licencias.

Representation and Power-of-Attorney with notarial authentication and Apostille for patents, utility models, industrial designs, trademarks, commercial names, trade emblems, domain names, slogans, licenses.

REPRESENTACION Y PODER

REPRESENTATION AND POWER-OF-ATTORNEY

Yo (nosotros), abajo firmado (s)/I (we), the undersigned

SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.

domiciliado (s) en/of 1 New Bond Street, Box No. 15138

Worcester, Massachusetts 01615-0138, United States of America

por el presente nombramos a EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, tpa. 23555 y GERMAN CAVELIER, tpa. 832, domiciliados en la Carrera 4a N° 72-35, Bogotá, Colombia, en obediencia a lo dispuesto en el parágrafo 1o del Artículo 543 del Código de Comercio, el primero como principal y los demás como suplentes, en su orden, como mis (nuestros) representantes en todos los asuntos de propiedad industrial con facultad para recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales. El primer representante suplente reemplazará al principal en caso de ausencia o impedimento temporal o definitivo de aquél. La misma regla se aplicará cuando el segundo representante suplente haya de reemplazar al primero, o el tercero al segundo. En tales casos, el representante principal, o el primero, o segundo suplente, en su caso, o ambos, declararán su intención de no ejercer la representación mediante declaración autenticada por Notario Público en Colombia, o por Notario u otro Funcionario Público, o Cónsul de Colombia, en el extranjero; y si se tratare de impedimento, con el certificado respectivo. Si alguno de los nombrados faltare definitivamente, el siguiente tomará su lugar. Cuando cesare la ausencia o impedimento del representante principal, o de su primero o segundo suplentes, en su caso, podrán ejercer la representación, en su orden, uno u otros según el caso, asumiéndola por el solo hecho de ejercerla, cesando en ese momento el ejercicio de la representación por el primero, segundo o tercer suplente en su caso. Además, confiero (conferimos) poder a los abogados arriba nombrados, para obtener la protección de mí (nuestra) propiedad industrial y contra la competencia desleal, a cuyo efecto autorizo (amos) a los dichos apoderados para que me (nos) representen ante cualesquiera entidades o personas, ejerzan o no jurisdicción, especialmente ante las del orden administrativo, contencioso-administrativo y judicial, así como los tribunales de arbitramento, en todo lo concerniente a los siguientes asuntos: a) Obtención de patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales; el registro de marcas de fábrica, colectivas, defensivas, de servicio, lemas comerciales, nombres comerciales, enseñas, nombres de dominio, variedades vegetales y denominaciones de origen; su renovación, traspaso, cambio de nombre o domicilio, cancelación voluntaria; y el registro de licencias de uso de esos derechos; b) Las acciones de competencia desleal, protección del consumidor,

in due compliance with the terms of paragraph 1st. of article 543 of the Commercial Code, do hereby appoint EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, tpa. 23555 and GERMAN CAVELIER, tpa. 832, domiciled at Carrera 4a N° 72-35, Bogotá, Colombia, the first as principal and the others as alternates, in the order of their appointment, as our representatives for all industrial property matters with faculty to receive notifications and to appoint attorneys in and out of Court. The first alternate shall replace the principal in case of his absence or of temporal or definitive impediment. The same rule will apply when the second alternate representative is to replace the first one, or when the third is to replace the first or second alternates in their turn, or both of them, second. In such cases, the principal representative, or the first or second alternates in their turn, or both of them, shall state their intention not to act as representatives through a declaration given before a Notary Public in Colombia, or before a Notary or another Public Official or a Colombian Consul abroad; and in case of impediment, the appropriate certificate shall suffice. If any of the appointees were to be definitely absent, the following alternate shall take his place. When the absence or impediment of the principal representative, or of the first or second alternate in their turn ceases, the representation can be taken again in their sequence, by the principal, the first or second alternate depending on case, and the mere fact of its exercise will suffice. The exercise of the representation by the first, second or third alternates in their turn shall end at such time. In addition, we grant a Power of Attorney in favor of the above-named attorneys-at-law so that they may obtain the protection of my (our) industrial property and against the unfair competition, for which purpose I (we) authorize the said attorneys to represent me (us) before any authorities or persons, with or without jurisdiction, specially those administrative, administrative contentious and judicial, as well as before Arbitration Court, in all matters concerning the following: a) Obtainment of patents, utility models and industrial designs; the registration of trademarks, collective, defensive and service marks, slogans, commercial names, trade emblems, domain names, vegetal varieties and denominations of origin; its renewal, assignment, change of name or domicile, voluntary cancellation, and the registration of licenses of use of the above rights; b) Actions of unfair competition, protection to

✓ 1

oposiciones u observaciones, cancelación administrativa y judicial, nulidad, medidas cautelares, concesión de licencias, la tutela, la protección de secretos industriales, y en general los juicios civiles, penales, administrativos o contencioso-administrativos relacionados con estos derechos; acciones y procesos que promovamos o se nos promuevan. Y para que en todos los asuntos arriba determinados, puedan sustituir este mandato, transigir, conciliar, admitir los hechos del proceso, desistir, cancelar, recibir, renunciar, y ratificar los actos de agentes oficiosos.

the consumer, oppositions or observations, administrative or Court cancellation, nullity, infringement, granting of licenses, the action for writ mandamus, the protection of trade secrets, and in general the civil, penal, and administrative suits relating to those rights; actions and suits instituted by me (us) or against me (us). And that in all the above matters they may substitute this Power of Attorney, compromise, conciliate, admit the facts of the case, desist, cancel, receive, resign, and ratify acts done by representatives without a power of attorney.

Dado y firmado hoy/Given and signed this October 8, 2004
en/in Worcester, Mass. U.S.A.
por/by Joseph P. Sullivan
Assistant Secretary
Firma [Signature] Signature

L

78

CERTIFICADO NOTARIAL (INDIVIDUO)

A los _____ días del mes de _____
de 200 _____ ante mí, Notario Público o Funcionario Autorizado
de _____
compareció(eron) personalmente _____

a quien(es) doy fe de conocer y me consta que es(son) la(s)
persona(s) firmante(s) del documento que precede, y quien(es)
tiene(n) capacidad legal para otorgarlo

Notario Público o Funcionario Autorizado --Notary Public or Attesting Official

CERTIFICADO NOTARIAL (SOCIEDAD)

Hoy 8 de Octubre de 2004

Compareció(eron) ante mí
Joseph P. Sullivan, Secretario Asistente
quien(es) conozco personalmente y que firma(n) este
documento en representación de la Sociedad/compañía
denominada

SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.

Certifico:

1. Que he visto los siguientes documentos:*

ARTICULOS de Constitución
21 Febrero 1951

2. Que dichos documentos prueban lo siguiente:

2.1. Que Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc.

es una Sociedad/Compañía legalmente constituida y existente
de acuerdo con las leyes del Estado de Delaware

2.2. Que el domicilio de dicha Sociedad/Compañía es
1 New Bond Street, Box No. 15138, Worcester, MA
01615-0138, Estados Unidos de América

2.3. Que el objeto u objetos para los cuales se otorga el presente
poder están comprendidos dentro del objeto social de la
mencionada Sociedad/Compañía.

2.4. Que la(los) Sra.(Sres.) Joseph P. Sullivan

está(n) autorizado(s) para otorgar el presente Poder.

Ciudad Worcester

Estado Massachusetts

Hoy 8 Oct de 2004

Notario Público o Funcionario Autorizado -- Notary Public or Attesting Official

* Los documentos deben identificarse con fecha y origen

NOTARIAL CERTIFICATE (INDIVIDUAL)

On this _____ day of _____
200 _____ before me, a Notary Public or Attesting Official of _____
personally appeared _____

to me known, and known to me to be the person(s) who
executed that foregoing document, and who has(have) legal
capacity to execute it.

NOTARIAL CERTIFICATE (CORPORATION)

On this 8th day of October 2004

appeared before me
Joseph P. Sullivan, Assistant Secretary
who(m) I know personally and who(m) signed this document as
representative(s) of the Corporation/Company named
SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.

I certify:

1. That I have seen the following documents:*

Certificate of Incorporation dated
February 21, 1951

2. That the above documents duly prove the following:

2.1. That Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc.

is a Corporation/Company legally constituted and in existence
in accordance with the laws of the State of Delaware

2.2. That the domicile of said Corporation/Company is
1 New Bond Street, Box No. 15138, Worcester, MA
01615-0138, United States of America

2.3. That the purpose or purposes for which the present Power
of Attorney is granted are comprised within the corporation
purposes set forth in the charter of the mentioned
Corporation/Company.

2.4. That Mrs.(Messrs.) Joseph P. Sullivan
is(are) authorized to grant the present Power of Attorney.

City Worcester

State Massachusetts

This 8th day of October 2004

JOANE FRANK NOTARY PUBLIC
Commission Expires June 12, 2006

9
d

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country:

This public document

2. has been signed by

3. acting in the capacity of

4. bears the seal/stamp of

Certified

5. at6. the

7. by

8. No.

9. Seal/stamp10. Signature

.....

L

19
10

TRADUCCIÓN OFICIAL No. 11.22/04a realizada por Diego Vargas, Traductor Oficial, Resolución No. 0001 de 1999 del Ministerio de Justicia y registrado ante el Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia.

A continuación se traducen los sellos y legalizaciones de un documento mediante el cual **SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.**, domiciliada en 1 New Bond Street, Box No. 15138, Worcester, Massachusetts 01615-0138, Estados Unidos de América, otorga derechos de representación y poder a los Doctores EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PÁEZ, tpa. 23555 y GERMÁN CAVELIER, tpa. 832, domiciliados en la Carrera 4 No. 72-35, Bogotá 8, Colombia.

Dado y firmado hoy 8 de octubre de 2004 en Worcester, Massachusetts, Estados Unidos de América, por Joseph P. Sullivan, Subsecretario.

Firma Firma Ilegible

CERTIFICADO NOTARIAL (SOCIEDAD) por medio de la cual se certifica la firma anterior del Señor Joseph P. Sullivan en representación de Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc. y así mismo se certifica que la anterior es una sociedad legalmente existente y constituida de acuerdo a las leyes del Estado de Delaware, domiciliada en 1 New Bond Street, Box No. 15138, Worcester, Massachusetts 01615-0138, Estados Unidos de América. Adicionalmente se certifica que el Señor Joseph P. Sullivan está autorizado para otorgar el presente poder.

Dado y firmado en la ciudad de Worcester, Estado de Massachusetts, el 8 de octubre de 2004.

Notario Público o Funcionario Autorizado Firma Ilegible

El Estado de Massachusetts

William Francis Galvin

Secretario del Estado

APOSTILLA

(Convention de La Haye du 5 octubre 1961)

1. País: Estados Unidos de América
2. ha sido firmado por: Joan E. Frank
3. actuando en capacidad de: Notario Público
4. lleva el sello/estampilla de:

el Estado de Massachusetts, cuya comisión vence el 18 Jun. 2005

CERTIFICADO

5. en: Boston, Massachusetts
6. el: 1 de Noviembre de 2004
7. por: el Secretario del Estado
8. No.: 1028000

9. Sello/estampilla:

GRAN SELLO DEL ESTADO

10. Firma:

Firma ilegible
William Francis Galvin
Secretario del Estado

preparado por DGittens

Es traducción fiel y completa de la cual se deja copia en esta oficina para su confrontación.

DVZ/ID-6216/WPCL002G/COLO 14496-841-002-3

Diego F. Vargas
DIEGO F. VARGAS
TRADUCTOR E INTERPRETE OFICIAL
ESPAÑOL - INGLÉS - INGLÉS - ESPAÑOL
RES. 0001 DE ENERO 4 DE 1999
MINISTERIO DE JUSTICIA

INTERIO DE RELACIONES
EXTERNA

2004 NOV 23 P 2:24
Diego Vargas
Jefe de Legalizaciones
SANTAFE DE BOGOTA D.C.

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2004 NOV 23 P 2:24
Jefe de Legalizaciones
SANTAFE DE BOGOTA D.C.

COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCULO DE SANTAFE DE BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE LA(S) FIRMA(S) DE

Diego Jaramillo

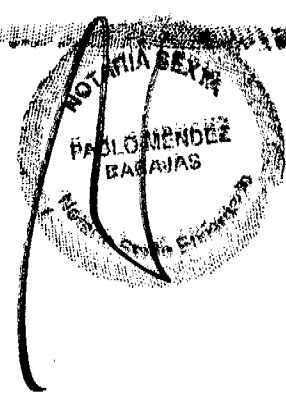
008981

CON LA FIRMA REGISTRADA POR

(SELLOS) EN ESTA NOTARIA

SANTAFE DE BOGOTA

23 NOV 2004



L

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

0	For receiving Office use only	
0-1	International Application No.	
0-2	International Filing Date	
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	
0-4	Form PCT/RO/101 PCT Request	
0-4-1	Prepared Using	PCT-SAFE [EASY model] Version 3.51.005.180 MT/FOP 20060401/0.20.4rc.2.7
0-5	Petition The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	United States Patent and Trademark Office (USPTO) (RO/US)
0-7	Applicant's or agent's file reference	BI-4565PC
I	Title of Invention	TRANSPARENT CERAMIC COMPOSITE
II	Applicant	
II-1	This person is	applicant only
II-2	Applicant for	all designated States except US
II-4	Name	SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.
II-5	Address	1 New Bond Street Box Number 15138 Worcester, Massachusetts 01615-0138 United States of America
II-6	State of nationality	US
II-7	State of residence	US
II-8	Telephone No.	508-795-5000
II-9	Facsimile No.	508-795-2653
III-1	Applicant and/or inventor	
III-1-1	This person is	applicant and inventor
III-1-2	Applicant for	US only
III-1-4	Name (LAST, First)	JONES, Christopher D.
III-1-5	Address	41 Courthouse Road Amherst, New Hampshire 03031 United States of America
III-1-6	State of nationality	CA
III-1-7	State of residence	US

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

III-2	Applicant and/or inventor	
III-2-1	This person is	applicant and inventor
III-2-2	Applicant for	US only
III-2-4	Name (LAST, First)	RIOUX, Jeffrey B.
III-2-5	Address	36 Sonoma Drive Bedford, New Hampshire 03110 United States of America
III-2-6	State of nationality	US
III-2-7	State of residence	US
III-3	Applicant and/or inventor	
III-3-1	This person is	applicant and inventor
III-3-2	Applicant for	US only
III-3-4	Name (LAST, First)	LOCHER, John W.
III-3-5	Address	10 Colonel Wilkins Road Amherst, New Hampshire 03031 United States of America
III-3-6	State of nationality	US
III-3-7	State of residence	US
III-4	Applicant and/or inventor	
III-4-1	This person is	applicant and inventor
III-4-2	Applicant for	US only
III-4-4	Name (LAST, First)	CARLSON, Eric S.
III-4-5	Address	27 Valley Road East Kunkletown, Pennsylvania 18058 United States of America
III-4-6	State of nationality	US
III-4-7	State of residence	US
III-5	Applicant and/or inventor	
III-5-1	This person is	applicant and inventor
III-5-2	Applicant for	US only
III-5-4	Name (LAST, First)	FARRELL, Kathleen R.
III-5-5	Address	302 South 2nd Street Emmaus, Pennsylvania 18049 United States of America
III-5-6	State of nationality	US
III-5-7	State of residence	US

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

III-6	Applicant and/or inventor	
III-6-1	This person is	applicant and inventor
III-6-2	Applicant for	US only
III-6-4	Name (LAST, First)	FURCHNER, Brian C.
III-6-5	Address	9020 Wertman Road Fogelsville, Pennsylvania 18051 United States of America
III-6-6	State of nationality	US
III-6-7	State of residence	US
III-7	Applicant and/or inventor	
III-7-1	This person is	applicant and inventor
III-7-2	Applicant for	US only
III-7-4	Name (LAST, First)	PLUEN, Vincent
III-7-5	Address	54, Rue Auguste Rodin 77181 Courtry France
III-7-6	State of nationality	FR
III-7-7	State of residence	FR
III-8	Applicant and/or inventor	
III-8-1	This person is	applicant and inventor
III-8-2	Applicant for	US only
III-8-4	Name (LAST, First)	MANDELARTZ, Matthias
III-8-5	Address	Wofstasse 26 51234 Herzogenrath Germany
III-8-6	State of nationality	DE
III-8-7	State of residence	DE

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

IV-1	Agent or common representative; or address for correspondence The person identified below is hereby/ has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name (LAST, First)	BUJOLD, Michael J.
IV-1-2	Address	Davis & Bujold, P.L.L.C. 500 North Commercial Street Fourth Floor Manchester, New Hampshire 03101-1151 United States of America
IV-1-3	Telephone No.	603-624-9220
IV-1-4	Facsimile No.	603-624-9229
IV-1-5	e-mail	patent@davisandbujold.com
IV-1-6	Agent's registration No.	32,018
IV-2	Additional agent(s)	additional agent(s) with same address as first named agent
IV-2-1	Name(s)	DAVIS, Anthony G.M. (27,868); CLAPP, Gary D. (29,055); DANIELS, Scott A. (42,462)
IV-3	Additional agent(s)	agent
IV-3-1	Name (LAST, First)	FIELD, III, Thomas G.
IV-3-2	Address	Saint-Gobain Corporation 1 New Bond Street Box Number 15138 Worcester, Massachusetts 01615-0138 United States of America
IV-3-3	Telephone No.	508-795-5000
IV-3-4	Facsimile No.	508-795-2653
IV-3-5	e-mail	
IV-3-6	Agent's registration No.	45,596
IV-4	Additional agent(s)	agent
IV-4-1	Name (LAST, First)	PORTER, Mary E.
IV-4-2	Address	Saint-Gobain Corporation 1 New Bond Street Box Number 15138 Worcester, Massachusetts 01615-0138 United States of America
IV-4-3	Telephone No.	508-795-5000
IV-4-4	Facsimile No.	508-795-2653
IV-4-5	e-mail	
IV-4-6	Agent's registration No.	33,440

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

IV-5	Additional agent(s)	agent
IV-5-1	Name (LAST, First)	SULLIVAN, Joseph P.
IV-5-2	Address	Saint-Gobain Corporation 1 New Bond Street Box Number 15138 Worcester, Massachusetts 01615-0138 United States of America
IV-5-3	Telephone No.	508-795-5000
IV-5-4	Facsimile No.	508-795-2653
IV-5-5	e-mail	
IV-5-6	Agent's registration No.	45,349
IV-6	Additional agent(s)	agent
IV-6-1	Name (LAST, First)	KIM, Chi Suk
IV-6-2	Address	Saint-Gobain Corporation 1 New Bond Street Box 15138 Worcester, Massachusetts 01615-0138 United States of America
IV-6-3	Telephone No.	508-795-5000
IV-6-4	Facsimile No.	508-795-2653
IV-6-5	e-mail	
IV-6-6	Agent's registration No.	42,728
IV-7	Additional agent(s)	agent
IV-7-1	Name (LAST, First)	CONWAY, Robert T.
IV-7-2	Address	Saint-Gobain Corporation 1 New Bond Street Box 15138 Worcester, Massachusetts 01615-0138 United States of America
IV-7-3	Telephone No.	508-795-5000
IV-7-4	Facsimile No.	508-795-2653
IV-7-5	e-mail	
IV-7-6	Agent's registration No.	33,859
IV-8	Additional agent(s)	agent
IV-8-1	Name (LAST, First)	FINCH, Stephen R.
IV-8-2	Address	PO Box 1358 Concord, New Hampshire 03301 United States of America
IV-8-3	Telephone No.	603-224-2440
IV-8-4	Facsimile No.	603-224-2240
IV-8-5	e-mail	
IV-8-6	Agent's registration No.	42,534

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

V	DESIGNATIONS		
V-1	The filing of this request constitutes under Rule 4.9(a), the designation of all Contracting States bound by the PCT on the international filing date, for the grant of every kind of protection available and, where applicable, for the grant of both regional and national patents.		
VI-1	Priority claim of earlier national application		
VI-1-1	Filing date	10 June 2005 (10.06.2005)	
VI-1-2	Number	60/689,688	
VI-1-3	Country	US	
VI-2	Priority claim of earlier national application		
VI-2-1	Filing date	25 January 2006 (25.01.2006)	
VI-2-2	Number	60/761,814	
VI-2-3	Country	US	
VI-3	Priority document request The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s):	VI-1, VI-2	
VII-1	International Searching Authority Chosen	European Patent Office (EPO) (ISA/EP)	
VIII	Declarations	Number of declarations	
VIII-1	Declaration as to the identity of the inventor	-	
VIII-2	Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent	2	
VIII-3	Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application	2	
VIII-4	Declaration of inventorship (only for the purposes of the designation of the United States of America)	-	
VIII-5	Declaration as to non-prejudicial disclosures or exceptions to lack of novelty	-	

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

VIII-2-1	Declaration: Entitlement to apply for and be granted a patent Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent (Rules 4.17(ii) and 51bis.1(a)(ii)), in a case where the declaration under Rule 4.17(iv) is not appropriate: Name (LAST, First)	in relation to this international application SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC. is entitled to apply for and be granted a patent by virtue of the following:
VIII-2-1(i v)		an assignment from JONES, Christopher D. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 25 July 2005 (25.07.2005)
VIII-2-1(i v)		an assignment from RIOUX, Jeffrey B. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 25 July 2005 (25.07.2005)
VIII-2-1(i v)		an assignment from LOCHER, John W. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 25 July 2005 (25.07.2005)
VIII-2-1(i v)		an assignment from CARLSON, Eric S. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 26 July 2005 (26.07.2005)
VIII-2-1(i v)		an assignment from FARRELL, Kathleen R. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 26 July 2005 (26.07.2005)
VIII-2-1(i v)		an assignment from FURCHNER, Brian C. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 26 July 2005 (26.07.2005)

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

VIII-2-2	Declaration: Entitlement to apply for and be granted a patent Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent (Rules 4.17(ii) and 51bis.1(a)(ii)), in a case where the declaration under Rule 4.17(iv) is not appropriate: Name (LAST, First)	in relation to this international application SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC. is entitled to apply for and be granted a patent by virtue of the following:
VIII-2-2(i v)		an assignment from JONES, Christopher D. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-2-2(i v)		an assignment from RIOUX, Jeffrey B. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-2-2(i v)		an assignment from LOCHER, John W. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-2-2(i v)		an assignment from CARLSON, Eric S. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-2-2(i v)		an assignment from FARRELL, Kathleen R. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-2-2(i v)		an assignment from FURCHNER, Brian C. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-2-2(i v)		an assignment from PLUEN, Vincent to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-2-2(i v)		an assignment from MANDELARTZ, Matthias to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

VIII-3-1	Declaration; Entitlement to claim priority Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application specified below, where the applicant is not the applicant who filed the earlier application or where the applicant's name has changed since the filing of the earlier application (Rules 4.17(iii) and 51bis.1(a)(iii)) Name	in relation to this international application SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC. is entitled to claim priority of earlier application No. 60/689,688 by virtue of the following:
VIII-3-1(i v)		an assignment from JONES, Christopher D. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 25 July 2005 (25.07.2005)
VIII-3-1(i v)		an assignment from RIOUX, Jeffrey B. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 25 July 2005 (25.07.2005)
VIII-3-1(i v)		an assignment from LOCHER, John W. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 25 July 2005 (25.07.2005)
VIII-3-1(i v)		an assignment from CARLSON, Eric S. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 26 July 2005 (26.07.2005)
VIII-3-1(i v)		an assignment from FARRELL, Kathleen R. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 26 July 2005 (26.07.2005)
VIII-3-1(i v)		an assignment from FURCHNER, Brian C. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 26 July 2005 (26.07.2005)

PCT REQUEST

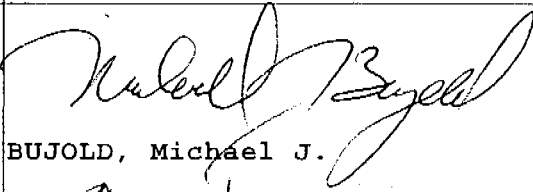
Original (for SUBMISSION)

VIII-3-2	Declaration: Entitlement to claim priority Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application specified below, where the applicant is not the applicant who filed the earlier application or where the applicant's name has changed since the filing of the earlier application (Rules 4.17(iii) and 51bis.1(a)(iii)) Name	in relation to this international application SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC. is entitled to claim priority of earlier application No. 60/761,814 by virtue of the following:
VIII-3-2(i v)		an assignment from JONES, Christopher D. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-3-2(i v)		an assignment from RIOUX, Jeffrey B. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-3-2(i v)		an assignment from LOCHER, John W. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-3-2(i v)		an assignment from CARLSON, Eric S. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-3-2(i v)		an assignment from FARRELL, Kathleen R. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-3-2(i v)		an assignment from FURCHNER, Brian C. to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-3-2(i v)		an assignment from PLUEN, Vincent to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)
VIII-3-2(i v)		an assignment from MANDELARTZ, Matthias to SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC., dated 09 June 2006 (09.06.2006)

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION)

15
15

IX	Check list	number of sheets	electronic file(s) attached
IX-1	Request (including declaration sheets)	11	✓
IX-2	Description	18	-
IX-3	Claims	11	-
IX-4	Abstract	1	✓
IX-5	Drawings	4	-
IX-7	TOTAL	45	
	Accompanying Items	paper document(s) attached	electronic file(s) attached
IX-8	Fee calculation sheet	✓	-
IX-17	PCT-SAFE physical media	-	✓
IX-19	Figure of the drawings which should accompany the abstract	Fig. 4	
IX-20	Language of filing of the international application	English	
X-1	Signature of applicant, agent or common representative		
X-1-1	Name (LAST, First)	BUJOLD, Michael J.	
X-1-2	Name of signatory	Agent	
X-1-3	Capacity		

FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	
10-2	Drawings:	
10-2-1	Received	
10-2-2	Not received	
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application	
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)	
10-5	International Searching Authority	ISA/EP
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

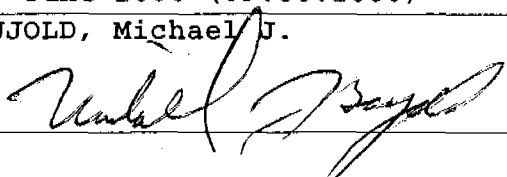
FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	
------	--	--

PCT (ANNEX - FEE CALCULATION SHEET)

Original (for SUBMISSION)

(This sheet is not part of and does not count as a sheet of the international application)

0	For receiving Office use only	
0-1	International Application No.	
0-2	Date stamp of the receiving Office	
0-4	Form PCT/RO/101 (Annex)	
0-4-1	PCT Fee Calculation Sheet Prepared Using	PCT-SAFE [EASY mode] Version 3.51.005.180 MT/FOP 20060401/0.20.4rc.2.7
0-9	Applicant's or agent's file reference	
2	Applicant	SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.
12	Calculation of prescribed fees	fee amount/multiplier Total amounts (USD)
12-1	Transmittal fee T	⇒ 300
12-2-1	Search fee S	⇒ 1925
12-2-2	International search to be carried out by	EP
12-3	International filing fee (first 30 sheets) i1	1086
12-4	Remaining sheets	15
12-5	Additional amount (X) i2	12
12-6	Total additional amount	180
12-7	i1 + i2 = i	1266
12-12	EASY Filing reduction R	-78
12-13	Total International filing fee (i-R) I	⇒ 1188
12-14	Fee for priority document	
	Number of priority documents requested	2
12-15	Fee per document (X) P	20
12-16	Total priority document fee:	⇒ 40
12-17	TOTAL FEES PAYABLE (T+S+I+P)	⇒ 3453
12-19	Mode of payment	cheque
12-20	Deposit account instructions	
	The receiving Office	United States Patent and Trademark Office (USPTO) (RO/US)
12-20-2	Authorization to charge any deficiency or credit any overpayment in the total fees indicated above	✓
12-21	Deposit account No.	040213
12-22	Date	09 June 2006 (09.06.2006)
12-23	Name and signature	BUJOLD, Michael J. 

~~(S)~~
17

13-2-6	Validation messages Declarations	Green? Manually inputted data. Please verify the contents of the information provided.
	Validation messages Declarations	Green? Manually inputted data. Please verify the contents of the information provided.
	Validation messages Declarations	Green? Manually inputted data. Please verify the contents of the information provided.
	Validation messages Declarations	Green? Manually inputted data. Please verify the contents of the information provided.
13-2-7	Validation messages Contents	Yellow! The power of attorney or a copy of the general power of attorney will need to be furnished unless all applicants sign the request form.

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
21 December 2006 (21.12.2006)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2006/135832 A3

(51) International Patent Classification:
F41H 5/04 (2006.01) C30B 15/34 (2006.01)
B32B 17/10 (2006.01)

(74) Agent: BUJOLD, Michael, J.; Davis & Bujold, P.L.L.C.,
112 Pleasant Street, Concord, New Hampshire 03301-2931
(US).

(21) International Application Number:
PCT/US2006/022667

(22) International Filing Date: 9 June 2006 (09.06.2006)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/689,688 10 June 2005 (10.06.2005) US
60/761,814 25 January 2006 (25.01.2006) US

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Applicant (for all designated States except US): SAINT-
GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC. [US/US]; 1
New Bond Street Box Number 15138, Worcester, Massa-
chusetts 01615-0138 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): JONES, Christo-
pher, D. [CA/US]; 41 Courthouse Road, Amherst, New
Hampshire 03031 (US). RIOUX, Jeffrey, B. [US/US];
36 Sonoma Drive, Bedford, New Hampshire 03110 (US).
LOCHER, John, W. [US/US]; 10 Colonel Wilkins Road,
Amherst, New Hampshire 03031 (US). CARLSON, Eric,
S. [US/US]; 27 Valley Road East, Kunkletown, Pennsylv-
ania 18058 (US). FARRELL, Kathleen, R. [US/US];
302 South 2nd Street, Emmaus, Pennsylvania 18049 (US).
FURCHNER, Brian, C. [US/US]; 9020 Wertman Road,
Fogelsville, Pennsylvania 18051 (US). PLUEN, Vincent
[FR/FR]; 54, Rue Auguste Rodin, F-77181 Courtry (FR).
MANDELARTZ, Matthias [DE/DE]; Wofstasse 26,
51234 Herzogenrath (DE).

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))

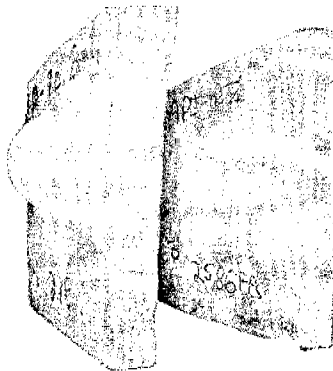
Published:

- with international search report

(88) Date of publication of the international search report:
15 March 2007

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-
ning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: TRANSPARENT CERAMIC COMPOSITE



(57) Abstract: A ceramic composite and method of making are provided. The ceramic composite may be transparent and may serve
as transparent armor. The ceramic portion of the composite may be single crystal sapphire. The composite may provide adequate
protection from projectiles while exhibiting large surface areas and relatively low areal densities.

WO 2006/135832 A3

TRANSPARENT CERAMIC COMPOSITE

RELATED APPLICATIONS

- 5 This application claims benefit of United States Provisional Patent Application Serial No. 60/689,688, titled TRANSPARENT CERAMIC COMPOSITE, filed June 10, 2005 and United States Provisional Patent Application Serial No. 60/761,814, titled TRANSPARENT CERAMIC COMPOSITE, filed January 25, 2006.

10 BACKGROUND OF INVENTION

1. Field of Invention

 The present invention relates to ceramic composites and, in particular, to transparent ceramic armor.

15 2. Discussion of Related Art

 Ceramics exhibit a variety of properties that make them useful in products subjected to, for example, abrasion, high temperatures or high speed impacts. An excellent strength to weight ratio and superior hardness mean that ceramics can often replace and improve on structural materials such as steel, polymers and glass. Ceramic
20 composites are materials that include a ceramic bonded to another ceramic or to a non-ceramic material. For example, a ceramic sheet can be bonded to glass or plastic or another ceramic to form a ceramic composite. Ceramic composites may allow the useful properties of ceramics to be exploited while providing a product that is, for example, lighter, more flexible or less expensive than a purely ceramic material.

25 Ceramics can be opaque, translucent or transparent. Transparent ceramics are of particular interest because they can provide an impact resistant, scratch resistant and heat resistant material that can replace transparent glass or polymers. While ceramic sheets are typically more expensive to produce than are glass or polymeric sheets, the superior properties of ceramics may make them the material of choice for use in small
30 windows where scratch resistance, high strength and transmission of light are desired under extreme conditions or in harsh environments.

 Composites of ceramic and other materials such as glass and polycarbonate have been suggested as impact resistant transparent armor. For example, United States Statutory Invention Registration No. H1567 describes a transparent composite armor

7/8
200

having a hard frangible face plate backed by a more resilient plate. United States Statutory Invention Registration No. H1519 describes the bonding of transparent aluminum oxide or magnesium oxide to a backup plate of transparent plastic. However, to provide sufficient transparency and strength, these composites may be thick, heavy, and expensive and may only be available in small sizes that provide for limited viewing areas. As a result, ceramic composites have not been widely used as transparent armor. Advancements in the field that can, for example, reduce weight and cost while increasing surface area should lead to improved armor and to greater use of ceramics in this field.

10

SUMMARY OF INVENTION

In one aspect, the invention relates to a transparent ceramic composite having a V_{50} of greater than 843 m/s for caliber .30 AP projectiles and exhibiting an areal density of less than 58.7 kg/m².

15

In another aspect, the invention relates to a ceramic composite comprising a single crystal sapphire sheet having at least one dimension greater than 15 cm, greater than 20 cm or greater than 25 cm.

In another aspect a method of making a ceramic composite is provided, the method comprising adhering a single crystal sapphire sheet to a substrate wherein the sheet includes at least one dimension greater than 15 cm.

20

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62 mm x 51 M80 ball traveling at a velocity of 835 m/s, the armor exhibiting an areal density of less than about 150 kg/m².

25

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x39 API-BZ projectile traveling at a velocity of 776 m/s, the armor exhibiting an areal density of less than about 150 kg/m².

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x51 AP (M61) projectile traveling at a velocity of 768 m/s, the armor exhibiting an areal density of less than about 150 kg/m².

30

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62 mm x 51 M80 ball traveling at a velocity of 835 m/s, the armor having an average thickness of less than about 50 mm.

29
29

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x39 API-BZ projectile traveling at a velocity of 776 m/s, the armor having an average thickness of less than about 50 mm.

5 In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x51 AP (M61) projectile traveling at a velocity of 768 m/s, the armor having an average thickness of less than about 50 mm.

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62 mm x 51 M80 ball traveling at a velocity of 835 m/s, the armor having a luminous transparency of at least 75%.

10 In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x39 API-BZ projectile traveling at a velocity of 776 m/s, the armor having a luminous transparency of at least 75%.

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x51 AP (M61) projectile traveling at a velocity of 768 m/s, the armor having a luminous transparency of at least 75%.

15 In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x54R B32 projectile traveling at a velocity of 858 m/s, the armor exhibiting an areal density of less than about 150 kg/m².

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x54R B32 projectile traveling at a velocity of 858 m/s, the armor having an average thickness of less than about 60 mm.

In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of a 7.62x54R B32 projectile traveling at a velocity of 858 m/s, the armor having a luminous transparency of at least 75%.

25 In another aspect, a composite transparent armor is provided, the armor capable of preventing the penetration of three sequentially fired 7.62 x 63mm APM2 projectiles traveling at a velocity of 850 m/s, the armor having an average thickness of less than about 80 mm.

30 BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

The accompanying drawings are not intended to be drawn to scale. In the drawings, each identical or nearly identical component that is illustrated in various figures is represented by a like numeral. For purposes of clarity, not every component may be labeled in every drawing. In the drawings:

30
30

FIG. 1 is schematic diagram showing a cutaway view of a ceramic composite;

FIG. 2 provides test data in tabular form;

FIGS. 3A and 3B are photocopies of photographs of certain embodiments of the invention after projectile testing; and

5 FIGS. 4A and 4B are photocopies of photographs of certain embodiments of the invention after projectile testing.

DETAILED DESCRIPTION

10 This invention is not limited in its application to the details of construction and the arrangement of components set forth in the following description or illustrated in the drawings. The invention is capable of other embodiments and of being practiced or of being carried out in various ways. Also, the phraseology and terminology used herein is for the purpose of description and should not be regarded as limiting. The use of "including," "comprising," or "having," "containing," "involving," and
15 variations thereof herein, is meant to encompass the items listed thereafter and equivalents thereof as well as additional items.

 In one aspect, the invention relates to a transparent ceramic composite useful in providing protection from high speed projectiles while allowing the transmission of light. The composite may provide a protective window that can be used in, for
20 example, aircraft, spacecraft, underwater vehicles, and civilian or military ground vehicles. The composite may offer a high strength to weight ratio as well as an improved field of vision when compared to other materials. The ceramic component of the composite may be, for example, a non-polycrystalline ceramic such as single crystal sapphire (Al_2O_3). Other components of the composite may include, for
25 example, glass and/or polymeric materials.

 As used herein, an "adhesive" is a material capable of joining two solids together so that they do not separate when subjected to an intended use. Adhesives may be either temporary or permanent.

 "Areal density" is the mass per unit of surface area of a material.

30 A "composite" is an article made by bonding two or more separate materials together. The materials may be of the same or dissimilar composition.

 A "frangible" material is one that is designed to shatter when impacted by a projectile of sufficient momentum. A non-frangible material is designed to maintain its structure after impact.

31

"Single Crystal sapphire" means α - Al_2O_3 , also known as corundum, that is primarily single crystal.

"Spinel" is used as is known in the art and refers to a ceramic material having a spinel crystal structure, such as MgAl_2O_4 .

5 A "translucent" material is known to those skilled in the art and allows the transmission of light but does not provide for a clear image of objects viewed through the material.

A "transparent" material is known to those skilled in the art and allows for transmission of light and provides a clear, discernable image of objects viewed through the material. A "visible transparent" material is transparent in the visible range. An 10 "IR transparent" material is transparent in the IR range and a "UV transparent" material is transparent in the UV range.

" V_{50} " refers to an armor rating and describes the velocity of a specific projectile at which a given armor is penetrated 50% of the time. The projectile 15 impacts the armor at an angle substantially normal to the plane of the armor at the point of impact. Thus, an armor having a V_{50} of 2770 fps (844 m/s) for caliber .30 AP rounds would be penetrated by approximately 50% of hits received at that velocity.

In one aspect, ceramic composites described herein may be used as armor. The composite is preferably transparent and can withstand impact from projectiles such as 20 bullets or space debris. The composite may protect the occupant of a vehicle from small arms fire, shrapnel, explosives and other projectiles that a vehicle may be exposed to when under fire. The composite material may provide a clear field of vision, allowing an occupant to view surroundings through the armor. The composites may be flat (planar) or curved at one or more locations. The materials, thickness, size 25 and weight of the ceramic composite may be varied depending on the anticipated use of the ceramic composite. Lighter, thinner composites may be used for less demanding applications and thicker, heavier composites may be used to protect against more powerful projectiles and multiple hits. In some embodiments, the transparent armor can remain intact and functional after one or more hits from small arms fire, for 30 example, caliber .30 AP rounds. Transparent armor can be designed to protect against a number of different firearms, including equal to or greater than caliber .22, .223, .30, .50 (inch), 5.56 mm, 5.45 mm, 6.8 mm and 7.62 mm rounds.

In some embodiments, the transparent ceramic composite can be a laminate of two, three or more different structural components. For example, the composite may

32
32

include a ceramic sheet bonded to a glass sheet which is bonded to a polymeric sheet. Or the composite may be a ceramic sheet bonded to a polymeric sheet bonded to a second type of polymeric sheet. The ceramic sheet may be non-polycrystalline and may be a single crystal ceramic such as single crystal sapphire. The resulting composite sandwich, such as that shown in FIG. 1, may be used as transparent armor. FIG. 1 provides a cross-sectional view of a portion of one type of composite. Composite 100 includes an outer layer such as a sheet of transparent ceramic, e.g., single crystal sapphire sheet 110. Sheet 110 can be bonded directly to an intermediate layer such as glass sheet 130 or may include one or more intervening additional sapphire sheets, such as sheet 120. If two or more sapphire sheets are used, they are typically of the same or similar surface area although the thicknesses may be the same or different. The surface of glass sheet 130 that opposes the surface bonded to the sapphire sheet may be in turn bonded to an inner sheet, e.g., a polymeric sheet such as polycarbonate sheet 140. Multiple sheets of glass and/or polymeric sheets may also be used. Each component of the composite may be bonded to the adjacent component. Adhesion or bonding can be achieved using a variety of mechanical or chemical means including, for example, heat-cured adhesives, radiation-cured adhesives, time cured adhesives, chemical cured adhesives and/or catalyst-cured adhesives. Adhesive layers 112, 114 and 116 may be of identical, similar or different materials. Polycarbonate layer 140 may be coated (on an exposed surface) with an additional coating 118 that can provide, for example, scratch and/or fog resistance.

A resulting ceramic composite may include a series of layers such as ceramic/adhesive/glass/adhesive/polymer. Multiple layers of each type may be included. A more specific composite may include, for example, sapphire sheet(s)/polyvinyl butyral adhesive/low iron glass/thermoplastic polyurethane (TPU) adhesive/polycarbonate. Thicknesses of each layer may vary with adhesive layers typically being of a minimum thickness required to bind the sheets. The ceramic sheet may be, for example, from 0.05 to 2 or 3 cm in thickness. The intermediate glass layer may be, for example, from 0.1 to 10 or 15 cm in thickness. The inner polycarbonate layer may be, for example, from 0.1 to 5 cm in thickness. The TPU sheet may be an adhesive sheet that adheres the polycarbonate layer to another layer, for example, glass. In other embodiments, the layer of adhesive, e.g., TPU, and polycarbonate may be replaced by a single material, such as FAENAC[®] film (FAE) available from Saint-Gobain Sully, France. FAE may be directly laminated to glass or other surfaces and a



layer about 1 mm in thickness can be used in place of a TPU/PC layer of about 4.5 mm in thickness. Typically, a polycarbonate or FAE layer faces the interior of a vehicle in which the composite has been installed.

One or more sheets of glass may be used in a composite. Some embodiments
5 may include 2, 3, 4 or more glass sheets. Glass sheets may be arranged to provide, for example, optimum protection and/or optimum visibility. In some cases, glass sheets may be adjacent each other, may be joined by an adhesive to each other or may be joined to other components of the composite.

When a glass sheet is used, different embodiments may use different types of
10 glass. For example, various types of glass may provide different strength or optical characteristics. Glass types that may be used include low iron glass, borosilicate glass, "water white" glass, "extra white" glass, diamond glass (water white low iron) and RC diamond glass (chemically strengthened).

A ceramic composite may be of any shape and may be, for example, square,
15 round, rectangular, trapezoidal or substantially polygonal. Rectangular shapes may be preferred for providing an expanded field of vision. The ceramic composite typically has a length, width and thickness although each dimension may vary throughout the composite. The composite may be substantially planar with the thickness being less than 50%, less than 25% or less than 10% of either the length or width. When used
20 herein, length refers to the length of the smallest (area) hypothetical rectangle that could completely cover the composite or sheet being measured. For example, the length of a rectangle is its conventional length; the length of a circular piece is its diameter; and the length of a hexagon is the measurement between the two most distant vertices. Width refers to the width of the same hypothetical rectangle.
25 Thickness refers to the dimension measured through a sheet or composite from one surface to the opposed surface. For example, a 30 cm by 45 cm by 3 cm ceramic composite has a thickness of 3 cm, a length of 45 cm and a width of 30 cm.

An important component of the composite is the ceramic sheet or sheets. The surface area of the composite may be covered by a single continuous ceramic sheet
30 rather than by a mosaic or series of sheets adjoined edge to edge. Larger sheets may also be bonded together to form a mosaic. Larger sheets can result in fewer bond lines for the same size mosaic, and fewer bond lines may reduce the number of weak spots in the sheet and/or composite. Multiple sheets may be stacked one on top of the other. The ceramic sheet may be designed to be either frangible or non-frangible and may

29
34

have an elastic modulus greater than that of glass or polycarbonate. The ceramic may have a high "hardness." Hardness includes resistance to plastic deformation, penetration resistance, indentation resistance and scratching resistance. The hardness of some ceramics, for example, single crystal sapphire, can provide improved scratch resistance that may be useful under adverse conditions such as in environments that include blowing sand. In some embodiments, the material may have a Vicker's hardness of greater than 1000, greater than 1500, greater than 1800 or greater than 1900 kg/mm². The ceramic may also have a high "toughness." Toughness is the amount of work required to deform one cubic inch of the material until it fractures.

10 The ceramic sheet may be polycrystalline or single crystal ceramic. In some cases the sheet may be a sintered ceramic sheet although single crystal ceramics are often preferred due to, for example, superior optical qualities and/or better resiliency. Non-exhaustive examples of suitable ceramic materials include polycrystalline Al₂O₃, single crystal Al₂O₃ (sapphire), aluminum oxynitride and spinel. In some

15 embodiments, the ceramic sheet may be essentially free of magnesium. The ceramic may exhibit a non-random crystal orientation and may possess an anisotropic hexagonal crystal structure.

Ceramic sheets may be produced from a boule. However, sheets produced from cross-sections of a boule may be limited in that a boule is typically cylindrical

20 and thus has a circular cross-section. Therefore a sheet cut from a boule generally has a width that is limited to the diameter of the boule. While square sheets can be cut with minimal waste, rectangular sheets may be more costly to make and may involve additional cuts, with corresponding waste, in order to produce sheets having a length greater than the width. Although different shapes can be sliced from a boule, cutting

25 sheets from a block of sapphire can be expensive and time consuming.

Multiple sheets of ceramic material may be affixed side-by-side to a common substrate to form a mosaic composite. The individual sheets may have edges butted against each other or may be joined by a framework of steel or other material. This design may not be preferred in some instances, e.g., where the field of vision is

30 impaired due to the frequent interruptions of the framework.

In some embodiments, the use of single ceramic sheets of greater surface area may result in improved armor by, for example, more effectively dispersing an impact force and also providing an improved field of vision. Larger area sheets, for example, sheets having a length greater than 30, 40, 50, 60 or 70 cm can be made using "edge

38
35

defined film fed growth" methods. Such methods of production are described in commonly-owned United States Patent Application by Locher et al titled "Single Crystals and Methods for Fabricating Same," United States Patent Application Serial No. 10/820,468 filed on April 8, 2004, which is incorporated by reference herein.

5 These methods can be used to produce single crystal sapphire sheets for use in composites and may have a dimension greater than 15 cm, greater than 20 cm or greater than 25 cm. The sheets may have a length that is substantially greater than the width. For example, the width may be less than or equal to 90%, 80%, 70% or 60% of the length. The thickness of the sheet may be substantially consistent and may be
10 greater than or equal to 0.05 cm, 0.07 cm, 0.1 cm, 0.2 cm, 0.3 cm, 0.4 cm, 0.5 cm, 0.7 cm or 1 cm. Similarly, the sheets may have a thickness of less than 0.05 cm, 0.07 cm, 0.1 cm, 0.2 cm, 0.3 cm, 0.4 cm, 0.5 cm, 0.7 cm, 1 cm, 2 cm or 3 cm. In some embodiments, sapphire sheets are formed in substantially rectangular, square, round, polygonal, etc., shapes and may provide an ideal shape for transparent armor. In some
15 embodiments the sheets may allow transmission of greater than 25%, 50%, 70%, 80%, or 90%, of visible, infrared and/or ultraviolet light. Significant transmission of wavelengths down to about 200 nm and up to about 2 to 3 um can also be achieved. The sheets typically have a high elastic modulus and can withstand a force at least equal to about 200X the force that would break any equivalent sheet of glass. The
20 sheets may also be non-combustible in air and may exhibit superior heat transfer properties.

Ceramic sheets of larger surface area may provide an improved field of view and may also provide for wider dispersion of impact forces, resulting in greater protection, particularly against multiple hits. The result can be a non-frangible
25 ceramic composite capable of protecting against multiple hits. While some forms of transparent armor are designed to fracture on impact, it is often preferred that the armor and/or the ceramic sheet portion of the armor stay intact after being impacted.

A variety of sizes of ceramic composites may be used, often depending on the intended application. The continuous (non-mosaic) ceramic sheets described herein
30 may have, for example, surface areas of greater than 100 cm², greater than 200 cm², greater than 250 cm², greater than 300 cm², greater than 400 cm², greater than 500 cm² or greater than 1000 cm². Continuous composites made using the ceramic sheets may be of high surface area and the surface area divided by the thickness of the composite (cm²/cm) may be, for example, greater than 10 cm, greater than 25 cm, greater than 50

36

cm, greater than 100 cm, greater than 250 cm, greater than 500 cm or greater than 1000 cm.

The areal density of the ceramic composite may also vary with the anticipated application. Thicker or additional outer, inner or intermediate sheets may be used to increase the strength of the composite and may result in an increase in areal density of the composite. Areal densities of the ceramic composite may be less than or equal to 200 kg/m², less than or equal to 100 kg/m², less than or equal to 80 kg/m², less than or equal to 70 kg/m², less than or equal to 58.7 kg/m², less than or equal to 52.8 kg/m², less than or equal to 45 kg/m², less than or equal to 40 kg/m², less than or equal to 30 kg/m², or less than or equal to about 17.5 kg/m².

Composites may exhibit different thicknesses depending, in part, on the anticipated use for the finished composite. For instance, composites for preventing the penetration of high momentum projectiles may be of greater thickness than those for preventing the penetration of lower momentum projectiles. Different embodiments may have thicknesses of, for example, greater than 200 mm, less than or equal to 200 mm, less than 150 mm, less than 120 mm, less than 100 mm, less than 80 mm, less than 70 mm, less than 60 mm, less than 50 mm, less than 40 mm, less than 30 mm or less than 25 mm.

The ceramic sheet and/or the ceramic composite may be planar or may include at least one radius. In many embodiments the ceramic sheet is substantially planar. A substantially planar sheet may be formed, for example, by edge defined film fed growth techniques and may result in a suitable sheet without any additional machining or fabrication. To produce a curved sheet that is not substantially planar, the sheet can be grown with a curved surface or a radius, such as a portion of a tube. Planar or non-planar sheets may be used to produce transparent ceramic composites, such as transparent armor that may be used as windshields in, for example, aircraft, spacecraft and vehicles such as trucks and armored personnel carriers.

A ceramic sheet, such as a sapphire sheet, may be formed of multiple sheets stacked together and a sheet can be bonded, for example, to a second or third sheet to produce a sapphire component of greater thickness. Each of the sheets may be of identical or similar dimensions and may be adhered to another sheet or sheets using known methods of bonding, such as by using adhesives or mechanical means such as clamps. Appropriate adhesives are preferably transparent and many are known to those skilled in the art. Adhesives may be heat-cured, radiation-cured, time cured,

3A
37

chemical cured and catalyst-cured and include, for example, polyurethanes, thermoplastic polyurethanes, epoxies, silicones, polyvinyl butyral, and metal-based adhesives.

In addition to a ceramic layer, a ceramic composite may include a backing material and may also include an intermediate layer. The backing layer (or inner layer) can help to provide, for example, support and impact force dispersion and can help to retain shards and projectiles that may otherwise pass through the composite. The backing material may be of any thickness or shape and may be thicker or thinner than the ceramic sheet. The backing material may be transparent and is preferably transparent at the same wavelengths as is the ceramic sheet with which it is used. For instance, a sapphire sheet that is transparent in the visible range may be bonded to a polycarbonate sheet that is transparent in the visible range. If the composite is to be used as an IR window, the backing material may be transparent to IR. Similarly, it may also be transparent to UV radiation. In some embodiments, an inner layer may be a polymer such as polycarbonate. The inner layer may include a coating on the inner (exposed) surface such as a scratch resistant or fog resistant coating. Many such coatings are known to those skilled in the art. Multiple sheets of backing material may be stacked together and may be adhered to each other using adhesives such as, for example, polyurethanes, thermoplastic polyurethanes, epoxies, silicones and metal-based adhesives. Materials such as conductive wires may also be placed against or between layers to provide, for example, resistive heating for defrosting or defogging. Suitable backing materials include transparent thermoplastic or thermosetting compositions such as acrylonitrile-butadiene-styrene (BS), acetal resins, cellulose acetate, cellulose acetate butyrate, cellulose acetate propionate, acrylics and modified acrylics, allyl resins, cellulose triacetate, chlorinated polyethers, ethyl cellulose, epoxy-rigid and flexible, fluoroplastics, ionomers-"Surlyn A" (DuPont), melamines, nylons, parylene polymers, phenolics transparent (thermosetting), phenoxy resins, polybutylene, polycarbonates, polyesters, polyethylenes, polyphenylene, polypropylene, polystyrene, polyurethanes (thermoplastic and thermosetting and high density), polysulphone, polyvinyl acetate (PVA), polyvinyl alcohol, polyvinyl fluoride, polyvinyl butyral, PVB/mylar laminate, polyvinylidene chloride, silicones, styrene-acrylonitrile and styrene-butadiene copolymer.

Intermediate materials or layers may also be used and may provide, for example, support as well as force distribution. Intermediate layers may be bonded to

38
38

both a ceramic layer and a backing layer. In some embodiments, the intermediate layer may be thicker or of greater mass than either the ceramic layer or the backing. As a result, the intermediate material may contribute greater than 40%, greater than 50%, greater than 60%, greater than 70%, greater than 80% or greater than 90% of the mass of the composite. In one set of embodiments, the intermediate layer is glass and in some embodiments low-iron glass may be used. An intermediate layer may be transparent over the same wavelength range as the outer (ceramic) and inner layers of the composite. For instance, if the outer and inner layers are transparent in the visible range, the intermediate layer may also be transparent in the visible range. The materials need not have common transmittance characteristics across an extended range of wavelengths, but it is preferred that the transmittance characteristics overlap to produce a sub-range that will provide for adequate transmission through the entire composite. For example, ceramic layers, inner layers and intermediate layers may be chosen to allow transmittance of the full spectrum of visible light. Non-exhaustive examples of intermediate layer materials include glasses, ceramic and polymeric materials. An intermediate layer may be bonded to an inner layer or an outer layer either mechanically or with an adhesive. Appropriate adhesives include, for example, polyurethanes, thermoplastic polyurethanes, epoxies, silicones and metal-based adhesives.

Layers of a composite may be joined together using a combination of heat and pressure. Preferably, the sheet layers are firmly secured to each other and optical clarity is retained or improved. When used for viewing applications, such as transparent armor, optical clarity may be important and transmission values of greater than 70%, greater than 75%, greater than 80% or greater than 85% are preferred. A haze value of less than 3% may also be preferred.

To form the composite, the sheets can be temporarily fastened together, for example, with tape, and then placed into a vacuum bag. The bag may be placed in a chamber such as an autoclave and a vacuum may be drawn on the bag. The amount of vacuum can vary from application to application and may be, for example, greater than 100 mTorr, greater than 50 mTorr or greater than 10 mTorr. While under partial vacuum in the bag, the chamber may be pressurized and/or heated. Pressures that may be used include atmospheric, greater than atmospheric, greater than 2 bar, greater than 4 bar or greater than 8 bar. In some embodiments, pressure may be applied in a pressure chamber or by mechanical means, for instance, rollers or a press. Pressure

39
39

and heat may be applied until the polymer sheet reaches a softening point, allowing air bubbles to be expelled and allowing the polymer (PVB, for instance) to clarify and flow.

5 The softening temperature may be, for example, greater than 70 degrees C, greater than 80 degrees C, greater than 90 degrees C, greater than 100 degrees C, greater than 120 degrees C, greater than 150 degrees C, greater than 160 degrees C, greater than 200 degrees C or greater than 250 degrees C. An optimum temperature is dependent, in part, on pressure applied and on the specific material that is used to bind the sheets of ceramic (sapphire), glass and polycarbonate together.

10 As air bubbles are expelled and the polymer softens, optical clarity through the window may improve and the composite may become transparent. Observation of this change can help indicate when optimum pressure and temperature combinations are obtained. Imperfections or unevenness on the inner facing surfaces of the sapphire or glass may be filled by the flowing PVB. After polymerization or hardening or cooling,
15 the components of the composite remain securely immobilized in relation to each other and any tape or other retainer may be removed. Different methods may be used to test the ability of a ceramic composite to withstand a specific impact. In one method, a ceramic composite, such as ceramic armor, can be supported securely in a stand and impacted with a projectile, such as a round from a rifle. The ceramic armor is
20 considered to be completely penetrated when the round passes through the inner layer, e.g., a polycarbonate layer. To determine a V_{50} for a specific projectile, the projectile is fired at zero degrees obliquity into the armor at a number of different velocities. The two highest velocities that do not penetrate the armor are averaged with the two lowest velocities that do penetrate the armor to arrive at a V_{50} . All ballistic test results
25 reported herein are determined using projectiles fired at zero degrees of obliquity, or as close as reasonably possible given the test technique, unless otherwise stated.

In some embodiments, the ceramic composite may be capable of preventing penetration and/or achieving a V_{50} of at least 740 m/s, greater than 800 m/s, greater than 843 m/s, greater than 850 m/s, greater than 900 m/s, greater than 950 m/s, greater
30 than 1000 m/s or greater than 1100 m/s. In various embodiments, these levels can be achieved for protection against projectiles including caliber .30 AP, caliber .50, 7.62x51 M-80 Ball, 7.62x39 API-BZ, 7.62x51 AP(M61), 7.62x54R B32 (Dragonov), and 7.62x51 AP-WC. For protection against these projectiles, in different embodiments the areal density of the composite may be, for example, less than 200

kg/m², less than 165 kg/m², less than 135 kg/m², less than 110 kg/m², less than 80 kg/m², less than 70 kg/m², less than 58.7 kg/m², less than 50 kg/m², or less than 40 kg/m². For caliber .50 AP protection, the composite may have an areal density, for example, of less than 200 kg/m², less than 150 kg/m², less than 120 kg/m², less than 100 kg/m², less than 80 kg/m², or less than 50 kg/m². Higher areal densities may be used in composites designed to prevent penetration of multiple shots impacting the same composite.

EXAMPLES

Several samples of sapphire composites were built and evaluated via ballistic testing to determine their effectiveness as transparent armor. Results show that ceramic based transparent composites, as described herein, can be effective at preventing the penetration of a variety of projectiles including single and multiple shots. Furthermore, this level of protection can be obtained at areal densities and thicknesses that are below those of conventional glass type armor.

Eleven different projectile tests were run on two different composite laminates. Each laminate had a length of 150 mm and a width of 150 mm. Sapphire sheets of these sample laminates are produced by edge defined film fed growth techniques unless otherwise specified.

Each composite was produced as follows. The component layers were stacked together and secured with tape and placed in a vacuum bag. A vacuum was applied to the bag which was then placed in an autoclave where pressure of about 8 bars (116 psi) was applied to the stack. Thus, the stack was under vacuum inside the bag but pressurized in the autoclave. The temperature was raised to a level where the PVB layers would start to flow, approximately 125 degrees Celsius. Appropriate temperatures may vary with pressure -- when flow occurs, the PVB clarifies and this clarification can be noticed by an observer and can be used to choose an appropriate temperature. The pressure and temperature were maintained for about 150 minutes. The pressure was then released and the composite laminate allowed to cool. After cooling, the tape was removed and the layers were securely joined together with the composite exhibiting excellent optical properties for haze and transparency.

In the first eight tests (Group A), the following sapphire composite laminate was used (layers were arranged in the order provided but a specific temporal order of placement of the layers should not be inferred):

Composite A included, in physical order, 6.35 mm sapphire sheet, a 0.76 mm PVB sheet, an 8 mm glass sheet, a 3 mm sheet of TPU, and a 3 mm sheet of polycarbonate to produce a five layer composite laminate. The resulting composite is referred to in Tables 1 and 2 as "6.35 sapphire/.76PVB/8mm Glass/3mmTPU/3 mm PC." Areal density was 52.12 kg/m². An additional three tests (Group B) were performed using the following laminate:

Composite B included, in physical order, a 6.35 mm sapphire sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 12 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 4 mm RC diamond glass (chemically strengthened glass) sheet, a 2.5 mm TPU sheet, and a 3 mm polycarbonate (PC) sheet to produce a seven layer composite laminate. The resulting composite is referred to in Table 1 as Composition B. Areal density was 72.78 kg/m². Composition B was also analyzed to determine Luminous Transmission and Haze values. Luminous transmission values were determined to be from 85.3 to 85.9 % transmission. Haze values for the same samples were determined to be from 0.99 to 1.25 %. These transmission and haze values indicate that the composites may be useful in transparent armor applications where clear vision may be important.

Additional tests were performed on different laminate compositions for defeating different projectiles. Composites C, D, E and F included the following components:

Composite C included, in physical order: a 6.35 mm sapphire sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 12 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 4 mm RC diamond glass (chemically strengthened glass) sheet, 0.94 mm FAE. Areal density was 67.46 kg/m².

Composite D included 10 components, in physical order: a 6.35 mm sapphire sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 6.35 mm sapphire sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 12 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 12 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 3 mm RC diamond glass (chemically strengthened glass) sheet, 0.94 mm FAE. Areal density was 159.21 kg/m².

Composite E included 10 components, in physical order: a 7.62 mm sapphire sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 7.62 mm sapphire sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 12 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 12 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 3

42
42

mm RC diamond glass (chemically strengthened glass) sheet, 0.94 mm FAE. Areal density was 169.11 kg/m².

Composite F included components, in physical order: a 7.62 mm sapphire sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 12 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, 0.76 mm PVB sheet, a 10 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 4 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 0.76 mm PVB sheet, a 3 mm "diamond glass" (water white, low iron glass) sheet, a 1.25 mm TPU sheet, .94 mm FAE. Areal density was 107.97 kg/m².

10 Testing Procedure

Each sapphire composite sample was in the form of a 150x150mm piece and was ballistically tested using a single shot (except multi-shot sample 19). The composite physical properties and ballistic results are shown in Table 1. Under the "penetration" column a result of "yes" means that at least the resulting spalling passed through the final polycarbonate layer (the final polycarbonate layer was penetrated). A result of "no" means that there may have been partial penetration of the sapphire face and glass, but that the projectile did not pass through the composite and that the spalling was contained by the polycarbonate layer (the final polycarbonate layer was not penetrated).

20 The ballistic tests were performed under controlled conditions at certified ballistic ranges. All shots were fired at zero degrees of obliquity in relation to the surface of the composites. For samples 1-8, the projectile was fired at a distance of 10 m and an optical velocity detector was used to determine the projectile velocity 2.5m in front of the target. For samples 9-18, the projectiles were fired at a distance of 50 m and an optical velocity detector was used to determine the projectile velocity at 6.5m in front of the target. For sample 19, the projectile was fired at a distance of 3.2 m and a light screen box was used to determine the projectile velocity at 1.1 m in front of the target.

30 The first samples tested (Sample ID #1 through 8, see Table 1 (FIG. 2)) were 21.1mm thick and had an areal density of 52.12 kg/m². This composite make-up defeated the 7.62x51mm M80 ball at a velocity of 835 m/s (Sample ID#1). The deformation of this transparent armor system may be seen in FIGS. 3A and 4A. Using this same configuration (Sample ID# 2-4), it was then tested using the 7.62x39mm

43
U3

API-BZ. The system also defeated this projectile at three different velocities, up to 776 m/s. The deformation of the 776m/s projectile is shown in Figures 3B and 4B.

Testing of the 7.62x51mm AP M61 (hard steel core) projectile was performed on the 21.1 mm thickness (Sample ID# 5-8, see Table 1 (FIG. 2). This projectile was
5 defeated (partial penetration) when fired at 768 m/s.

The next test composite subjected to ballistic testing was thicker (Composite B, Sample ID#9-11, see Table 1) at 29.4mm and an areal density of 72.78 kg/m². This composite defeated (partial penetration) the 7.62x54R B32 API projectile (Dragonov) at a velocity of 858 m/s. It is believed that a glass-only solution to defeat this
10 projectile would be over 50 mm thick and have an areal density greater than 115 kg/m².

Test sample test number12 was performed on Composite C having a thickness of 24.87 mm and an areal density of 67.46 kg/m². The composite successfully defeated a 7.62x54R B32 projectile impacting at 864 m/s.

15 Test samples 13-14 were performed on Composite D having a thickness of about 43.7 mm and an areal density of 159.21 kg/m². The composite successfully defeated a 7.62x51 AP-WC projectile impacting at 917 m/s.

Test samples 15-18 were performed on Composite E having a thickness of about 46.3 mm and an areal density of 169.1 kg/m². The composite successfully
20 defeated a 7.62x51 AP-WC projectile impacting at 918 m/s.

Test sample 19 was performed on Composite F having a thickness of about 41.85 mm and an areal density of 107.97 kg/m². Unlike other tests, the composite measured 300 mm by 300 mm. Three shots (multi test) were fired in sequence at the same composite sample (#19) near the center of the panel 120 degrees from each other
25 and approximately 150 mm apart. The composite successfully defeated three successive 7.62 x 63mm APM2 projectiles impacting at about 850 m/s.

Optical Tests

The sapphire-based composites tested above showed optical transparency superior to that of glass-based composites capable of providing an equal level of
30 protection. Luminous transmission and haze were measured using techniques in accordance with ASTM D1003-00, the standard test method for haze and luminous transmittance of transparent plastics. A hazemeter was used in the measurement. A sapphire transparent armor system at 29.4 mm thickness (Composite B) exhibited a transmission greater than 85%, with haze levels around 1%. Increasing the thickness

44
44

of the system by adding additional glass layers to 41.1mm thickness reduces the transmission to around 84%, with no detectable change in haze. For comparison, typical glass armor that has similar ballistic protection to the 29.4 sapphire transparent armor system exhibits a luminous transmission of 73% and haze of about 0.6%.

5 Having thus described several aspects of at least one embodiment of this invention, it is to be appreciated various alterations, modifications, and improvements will readily occur to those skilled in the art. Such alterations, modifications, and improvements are intended to be part of this disclosure, and are intended to be within the spirit and scope of the invention. Accordingly, the foregoing description and
10 drawings are by way of example only.

All references, patents and patent applications and publications that are cited or referred to in this application are incorporated in their entirety herein by reference.

4/5
US

What is claimed is:

1. A transparent ceramic composite having a V_{50} of greater than 843 m/s for caliber .30 AP projectiles and exhibiting an areal density of less than 58.7 kg/m^2 .
2. The composite of claim 1 comprising a single crystal sapphire sheet.
3. The composite of claim 2 comprising no more than one single crystal sapphire sheet.
4. The composite of claim 1 comprising a non-frangible ceramic sheet.
5. The composite of claim 3 wherein the sheet has a surface area greater than 50 cm^2 .
6. The composite of claim 3 wherein the sheet has a surface area greater than 100 cm^2 .
7. The composite of claim 3 wherein the sheet has a surface area greater than 250 cm^2 .
8. The composite of claim 3 wherein the sheet has a surface area greater than 900 cm^2 .
9. The composite of claim 3 wherein the sheet has a surface area greater than 1200 cm^2 .
10. The composite of claim 3 wherein the sheet has a surface area greater than 1500 cm^2 .
11. The composite of claim 2 wherein the sheet has a thickness of greater than 0.07 cm.

46
46

12. The composite of claim 1 wherein the sheet includes a dimension greater than 15 cm.
13. The composite of claim 1 wherein the sheet includes a dimension greater than 30 cm.
14. The composite of claim 1 wherein the composite is non-planar.
15. A ceramic composite comprising a single crystal sapphire sheet having at least one dimension greater than 15 cm.
16. A ceramic composite comprising a single crystal sapphire sheet having at least one dimension greater than 20 cm.
17. A ceramic composite comprising a single crystal sapphire sheet having at least one dimension greater than 25 cm.
18. The ceramic composite of claim 15 wherein the composite has an average thickness of less than 2.5 cm.
19. The ceramic composite of claim 15 wherein the composite has an average thickness of less than 3.75 cm.
20. The ceramic composite of claim 15 wherein the composite has an average thickness of less than 3 cm.
21. The ceramic composite of claim 15 wherein the sheet has one dimension of at least 25 cm.
22. The ceramic composite of claim 15 wherein the length is greater than the width which is greater than 30 cm.
23. The ceramic composite of claim 15 wherein a thickness of the sheet is greater than 0.07 cm.

47
47

24. The ceramic composite of claim 15 wherein a thickness of the sheet is less than about 0.9 cm.
25. The ceramic composite of claim 15 wherein a thickness of the sheet is less than about 0.5 cm.
26. The ceramic composite of claim 15 wherein a thickness of the sheet is less than about 2 cm.
27. The ceramic composite of claim 15 wherein the composite is IR, UV or visible transparent.
28. The composite of claim 1 wherein the composite is non-planar.
29. The composite of claim 1 comprising a glass sheet.
30. The composite of claim 29 wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass, and chemically strengthened glass.
31. A method of making a ceramic composite comprising adhering a single crystal sapphire sheet to a substrate wherein the sheet includes at least one dimension greater than 15 cm.
32. The method of claim 29 wherein the substrate comprises polymer, ceramic, metal or glass.
33. The method of claim 29 wherein the substrate comprises glass.
34. The method of claim 29 wherein the composite has an average thickness of less than about 10 cm.

48
48

35. The method of claim 29 wherein the composite has an average thickness of less than about 5 cm.
36. The method of claim 29 wherein the composite has an average thickness of less than about 2.55 cm.
37. The method of claim 29 further comprising adhering a polymeric sheet to the substrate.
38. The method of claim 37 wherein the polymeric sheet comprises polycarbonate.
39. The method of claim 29 wherein the sheet is adhered to the substrate using an adhesive selected from polyvinyl butyral, silicone, polyurethane, epoxy and acrylic.
40. The method of claim 29 comprising adhering a second single crystal sapphire sheet to the first.
41. The method of claim 29 wherein at least one dimension of the sheet is greater than 15 cm.
42. The method of claim 29 wherein at least one dimension of the sheet is greater than 20 cm.
43. The method of claim 29 wherein at least one dimension of the sheet is greater than 25 cm.
44. The method of claim 29 wherein at least one dimension of the sheet is greater than 50 cm.
45. The method of claim 29 wherein at least one dimension of the sheet is greater than 70 cm.

49
49

46. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62 mm x 51 M80 ball traveling at a velocity of 835 m/s, the armor exhibiting an areal density of less than about 150 kg/m².
47. The armor of claim 46 exhibiting an areal density of less than about 120 kg/m².
48. The armor of claim 46 exhibiting an areal density of less than about 100 kg/m².
49. The armor of claim 46 exhibiting an areal density of less than about 80 kg/m².
50. The armor of claim 46 exhibiting an areal density of less than about 60 kg/m².
51. The armor of claim 46 comprising single crystal sapphire.
52. The armor of claim 46 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.
53. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x39 API-BZ projectile traveling at a velocity of 776 m/s, the armor exhibiting an areal density of less than about 150 kg/m².
54. The armor of claim 53 exhibiting an areal density of less than about 120 kg/m².
55. The armor of claim 53 exhibiting an areal density of less than about 100 kg/m².
56. The armor of claim 53 exhibiting an areal density of less than about 80 kg/m².
57. The armor of claim 53 exhibiting an areal density of less than about 60 kg/m².
58. The armor of claim 53 comprising single crystal sapphire.



59. The armor of claim 53 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.
60. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x51 AP (M61) projectile traveling at a velocity of 768 m/s, the armor exhibiting an areal density of less than about 150 kg/m².
61. The armor of claim 60 exhibiting an areal density of less than about 120 kg/m².
62. The armor of claim 60 exhibiting an areal density of less than about 100 kg/m².
63. The armor of claim 60 exhibiting an areal density of less than about 80 kg/m².
64. The armor of claim 60 exhibiting an areal density of less than about 60 kg/m².
65. The armor of claim 60 comprising single crystal sapphire.
66. The armor of claim 60 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.
67. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62 mm x 51 M80 ball traveling at a velocity of 835 m/s, the armor having an average thickness of less than about 50 mm.
68. The armor of claim 67 wherein the armor has an average thickness of less than about 40 mm.
69. The armor of claim 67 wherein the armor has an average thickness of less than about 30 mm.

81

70. The armor of claim 67 wherein the armor has an average thickness of less than about 25 mm.

71. The armor of claim 67 comprising single crystal sapphire.

72. The armor of claim 67 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

73. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x39 API-BZ projectile traveling at a velocity of 776 m/s, the armor having an average thickness of less than about 50 mm.

74. The armor of claim 73 wherein the armor has an average thickness of less than about 40 mm.

75. The armor of claim 73 wherein the armor has an average thickness of less than about 30 mm.

76. The armor of claim 73 wherein the armor has an average thickness of less than about 25 mm.

77. The armor of claim 73 comprising single crystal sapphire.

78. The armor of claim 73 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

79. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x51 AP (M61) projectile traveling at a velocity of 768 m/s, the armor having an average thickness of less than about 50 mm.

SP
62

80. The armor of claim 79 wherein the armor has an average thickness of less than about 40 mm.

81. The armor of claim 79 wherein the armor has an average thickness of less than about 30 mm.

82. The armor of claim 79 wherein the armor has an average thickness of less than about 25 mm.

83. The armor of claim 79 comprising single crystal sapphire.

84. The armor of claim 79 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

85. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62 mm x 51 M80 ball traveling at a velocity of 835 m/s, the armor having a luminous transparency of at least 75%.

86. The armor of claim 85 wherein the armor has a luminous transparency of at least about 80%.

87. The armor of claim 85 wherein the armor has a luminous transparency of at least about 85%.

88. The armor of claim 85 comprising single crystal sapphire.

89. The armor of claim 85 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

S/B
03

90. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x39 API-BZ projectile traveling at a velocity of 776 m/s, the armor having a luminous transparency of at least 75%.

91. The armor of claim 90 wherein the armor has a luminous transparency of at least about 80%.

92. The armor of claim 90 wherein the armor has a luminous transparency of at least about 85%.

93. The armor of claim 90 comprising single crystal sapphire.

94. The armor of claim 90 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

95. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x51 AP (M61) projectile traveling at a velocity of 768 m/s, the armor having a luminous transparency of at least 75%.

96. The armor of claim 95 wherein the armor has a luminous transparency of at least about 80%.

97. The armor of claim 95 wherein the armor has a luminous transparency of at least about 85%.

98. The armor of claim 95 comprising single crystal sapphire.

99. The armor of claim 95 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

SA
54

100. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x54R B32 projectile traveling at a velocity of 858 m/s, the armor exhibiting an areal density of less than about 150 kg/m².

101. The armor of claim 100 exhibiting an areal density of less than about 120 kg/m².

102. The armor of claim 100 exhibiting an areal density of less than about 100 kg/m².

103. The armor of claim 100 exhibiting an areal density of less than about 80 kg/m².

104. The armor of claim 100 exhibiting an areal density of less than about 75 kg/m².

105. The armor of claim 100 comprising single crystal sapphire.

106. The armor of claim 100 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

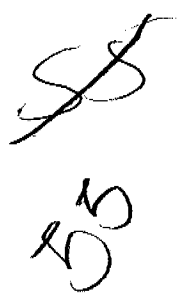
107. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x54R B32 projectile traveling at a velocity of 858 m/s, the armor having an average thickness of less than about 60 mm.

108. The armor of claim 107 wherein the armor has an average thickness of less than about 50 mm.

109. The armor of claim 107 wherein the armor has an average thickness of less than about 30 mm.

110. The armor of claim 107 wherein the armor has an average thickness of less than about 40 mm.

111. The armor of claim 107 comprising single crystal sapphire.

Handwritten signature and initials in the top right corner of the page.

112. The armor of claim 107 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

113. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of a 7.62x54R B32 projectile traveling at a velocity of 858 m/s, the armor having a luminous transparency of at least 75%.

114. The armor of claim 113 wherein the armor has a luminous transparency of at least about 80%.

115. The armor of claim 113 wherein the armor has a luminous transparency of at least about 85%.

116. The armor of claim 113 comprising single crystal sapphire.

117. The armor of claim 113 comprising a glass sheet wherein the glass sheet comprises a material selected from the group consisting of borosilicate glass, diamond glass, water white glass, low iron glass, extra white glass and chemically strengthened glass.

118. A composite transparent armor capable of preventing the penetration of three sequentially fired 7.62 x 63mm APM2 projectiles traveling at a velocity of 850 m/s, the armor having an average thickness of less than about 80 mm.

119. The composite transparent armor of claim 118 having an areal density of less than 150 kg/m².

56
15

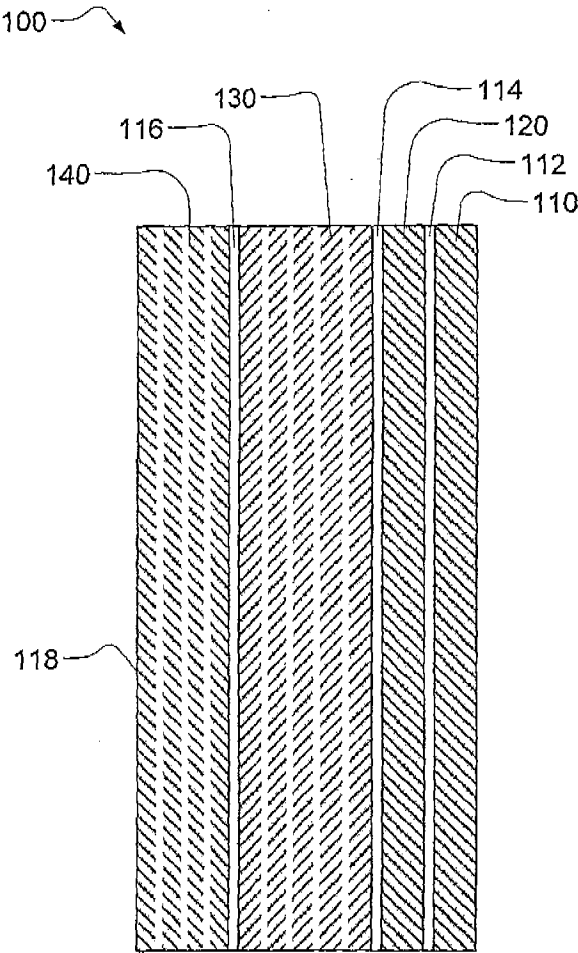


FIG. 1

Sample	Composition	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Mass (kg)	Areal Density kg/m ²	Projectile	Projectile Velocity m/s	Penetration
1	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 M-80 Ball	835	no
2	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x39 API-BZ	696	no
3	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x39 API-BZ	746	no
4	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x39 API-BZ	776	no
5	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 AP(M61)	768	no
6	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 AP(M61)	846	yes
7	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 AP(M61)	864	yes
8	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 AP(M61)	867	yes
9	B	150	150	29.4	1.63	72.78	7.62x54R B32	857	no
10	B	150	150	29.4	1.63	72.78	7.62x54R B32	858	no
11	B	150	150	29.4	1.63	72.78	7.62x54R B32	855	no
12	C	150	150	24.87		67.46	7.62x54R B32	864	no
13	D	150	150	43.78		159.21	7.62x51 AP-WC	917	no
14	D	150	250	43.64		159.21	7.62x51 AP-WC	914	no
15	E	150	150	46.21		169.11	7.62x51 AP-WC	918	no
16	E	150	250	46.3		169.11	7.62x51 AP-WC	921	no
17	E	150	150	46.25		169.11	7.62x51 AP-WC	917	no
18	E	150	150	46.56		169.11	7.62x51 AP-WC	920	no
19	F	300	300	41.85		107.97	7.62 x 63mm APM2	Shot #1: 851 Shot #2: 864 Shot #3: 846	no no no

FIG. 2 Table 1

51

58



FIG. 3A



FIG. 3B

59
69

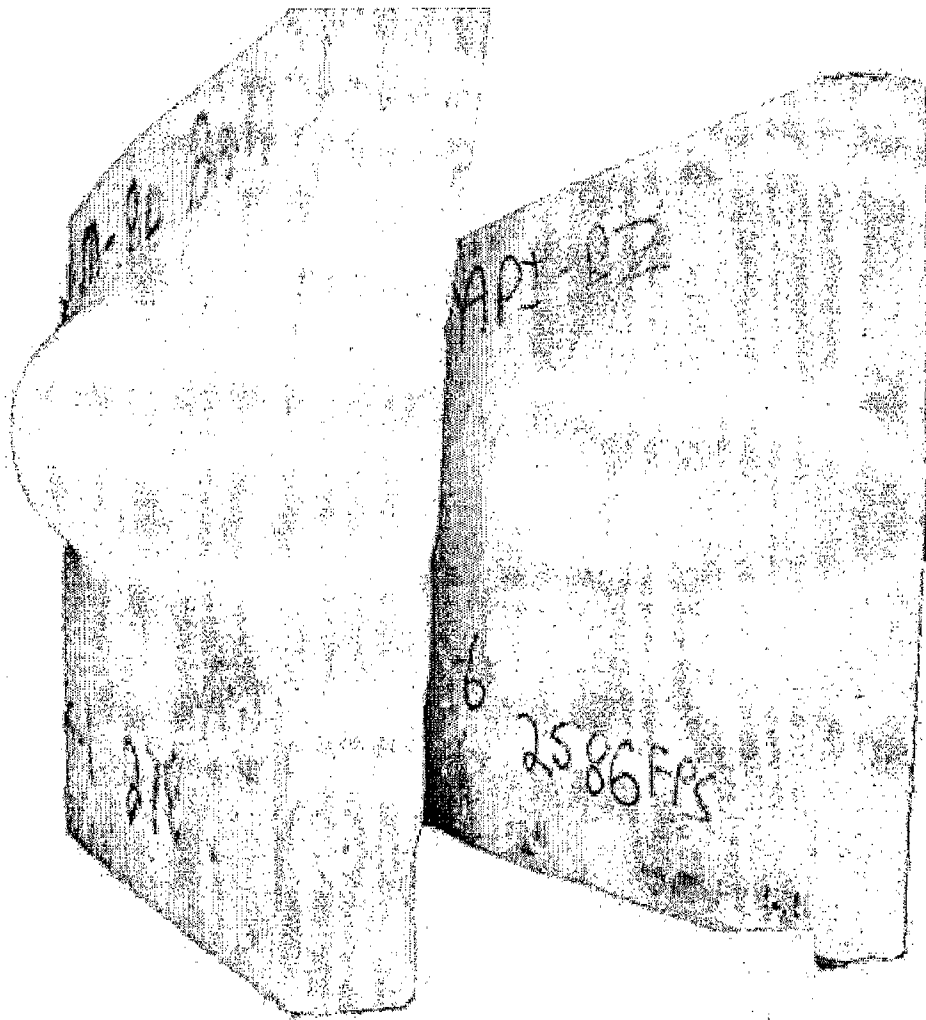


FIG. 4A

FIG. 4B

8/60

COMPUESTO CERÁMICO TRANSPARENTE

SOLICITUDES RELACIONADAS

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Serie No 60/689,688 titulada TRANSPARENT CERAMIC COMPOSITE, presentada en Julio 10, 2005 y la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Serie No 60/761,814, titulada TRANSPARENT CERAMIC COMPOSITE, presentada en Enero 25, 2006.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la Invención

15 La presente invención se relaciona con compuestos cerámicos, y en particular, con un blindaje cerámico transparente.

2. Discusión de la Técnica Relacionada

20 Las cerámicas exhiben una variedad de propiedades que las hacen útiles en productos sometidos a, por ejemplo, la abrasión, altas temperaturas o altas velocidades de impacto. Una excelente resistencia a proporciones de peso y dureza superior significan que la cerámica puede a menudo remplazar y mejorar los materiales estructurales tales como el acero, los polímeros y el vidrio. Los
25 compuestos cerámicos son materiales que incluyen una cerámica unida a otra cerámica o a un material no cerámico. Por ejemplo, una lámina cerámica se puede unir al vidrio o al plástico u a otra cerámica para formar un compuesto cerámico.

Los compuestos cerámicos pueden permitir que las propiedades útiles de la cerámica sean explotadas aunque suministrando un producto que sea, por ejemplo, más ligero, más flexible o menos costoso que el material puramente cerámico.

5

Las cerámicas pueden ser opacas, translucidas o transparentes. Las cerámicas transparentes son en particular interesantes en razón a que ellas pueden suministrar un material con resistencia en impacto, resistencia a la peladura, y resistencia al calor que pueda remplazar el vidrio y los polímeros transparentes. Aunque las láminas de cerámica son típicamente más costosas de producir de lo que lo son las láminas de vidrio o poliméricas, las propiedades superiores de las cerámicas las pueden hacer el material de elección para uso en ventanas pequeñas donde la resistencia al pelado, la alta resistencia y transmisión de la luz se desean, bajo condiciones extremas en ambientes o en ambientes duros.

15

Los compuestos de cerámicas y otros materiales tales como el vidrio y el policarbonato se han sugerido como blindajes transparentes resistentes al impacto. Por ejemplo, el Registro de Invención Estatutario de los Estados Unidos No H1567 describe un blindaje de compuesto transparente que tiene una placa de cara frangible dura respaldada por una placa más elástica. El Registro de Invención Estatutario de los Estados Unidos No H1519 describe la unión de óxido de aluminio transparente o de óxido de magnesio a una placa de respaldo de plástico transparente. Sin embargo, para suministrar suficiente transparencia y resistencia, estos compuestos pueden ser gruesos, pesados, y costosos y solo pueden estar disponibles en cantidades pequeñas que suministren áreas de visión limitadas. Como resultado, los compuestos cerámicos no han sido ampliamente

20

25

utilizados como blindajes transparentes. Los avances en el campo que pueden, por ejemplo, reducir el peso y el costo aunque incrementando el área de superficie deben conducir a un blindaje mejorado y a un mayor uso de las cerámicas en este campo.

5

RESUMEN DE LA INVENCION

En un aspecto, la invención se relaciona con un compuesto de cerámica transparente que tiene un V_{50} mayor de 843 m/s para proyectiles de calibre .30 AP y exhibe una densidad de área de menos de 58.7 kg/m².

10

En otro aspecto, la invención se relaciona con un compuesto cerámico que comprende una lámina de zafiro de cristal simple que tiene por lo menos una dimensión mayor de 15 cm, mayor de 20 cm o mayor de 25 cm.

15

En otro aspecto se suministra un método para elaborar un compuesto cerámico, el método comprende adherir una lámina de zafiro de cristal simple a un sustrato en donde la lámina incluye por lo menos una dimensión mayor de 15 cm.

20

En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el blindaje capas de evitar la penetración de una bala de M80 de 7.62 mm x 51 que viaja a una velocidad de 835 m/s, el blindaje exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 150 kg/m².

25

En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el blindaje capas de evitar la penetración de un proyectil API-BZ 7.62 x 39 que viaja

a una velocidad de 776 m/s, el blindaje exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 150 kg/m².

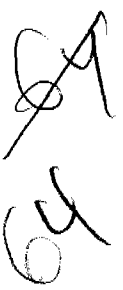
En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el
5 blindaje capas de evitar la penetración de un proyectil AP (M61) 7.62 x 51 que
viaje a una velocidad de 768 m/s, el blindaje exhibe una densidad de área de
menos de aproximadamente 150 kg/m².

En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el
10 blindaje capas de evitar la penetración de una bala M80 7.62 mm x 51 que viaje a
una velocidad de 835 m/s, el blindaje tiene un grosor promedio de menos de
aproximadamente 50 mm.

En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el
15 blindaje capas de evitar la penetración de un proyectil API-BZ 7.62 x 39 que viaje
a una velocidad de 776 m/s, el blindaje tiene un grosor promedio de menos de
aproximadamente 50 mm.

En otros aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el
20 blindaje capas de evitar la penetración de un proyectil AP (M61) 7.62 x 51 que
viaje a una velocidad de 768 m/s, el blindaje tiene un grosor promedio de menos
de aproximadamente 50 mm.

En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el
25 blindaje capas de evitar la penetración de una bala M80 7.62 mm x 51 que viaje a
una velocidad de 835 m/s, el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo
menos 75%.



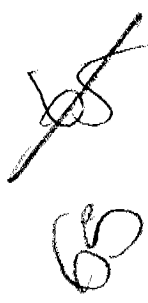
En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el blindaje capas de evitar la penetración de un proyectil API-BZ 7.62 x 39 que viaje a una velocidad de 776 m/s, el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo
5 menos 75%.

En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el blindaje capas de evitar la penetración de un proyectil AP (M61) de 7.62 x 51 que viaje a una velocidad de 768 m/s, el blindaje tiene una transparencia luminosa de
10 por lo menos 75%.

En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el blindaje capas de evitar la penetración de una proyectil B32 7.62 x 54R que viaje a una velocidad de 858 m/s, el blindaje exhibe una densidad aérea de menos de 150
15 kg/m².

En otros aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el blindaje capas de evitar la penetración de un proyectil B32 7.62 x 54R que viaje a una velocidad de 858 m/s, el blindaje tiene un grosos promedio de menos
20 aproximadamente 60 mm.

En otro aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el blindaje capas de evitar la penetración de un proyectil B32 de 7.62 x 54R que viaje a una velocidad de 858 m/s, el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo
25 menos 75%.



En otros aspecto, se suministra un blindaje transparente de compuesto, el blindaje capas de evitar la penetración de tres proyectiles disparados secuencialmente APM2 7.62 x 63 mm que viaje a una velocidad de 850 m/s, el blindaje tiene un grosos promedio de menos de aproximadamente 80 mm.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dibujos que acompañan no pretenden ser dibujados a escala. En los dibujos, cada componente idéntico o aproximadamente idéntico que se ilustra en varias figuras esta representado por un número similar. Para propósitos de claridad, no cada componente se puede marcar en cada dibujo. En los dibujos:

10

La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una vista de corte de un compuesto de cerámica;

15

La Figura 2 suministra datos de prueba en forma tabular;

Las Figuras 3A y 3B son fotocopias de fotografías de ciertas modalidades de la invención después de pruebas de proyectil; y

20

Las Figuras 4A y 4B son fotocopias de fotografías de ciertas modalidades de la invención después de pruebas de proyectil.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

25

Esta invención esta limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a las disposiciones de los componentes establecidos en la siguiente descripción

o ilustradas en los dibujos. La invención es capas de otras modalidades y de ser practicada o de ser llevada a cabo de varias maneras. También, la fraseología y terminología utilizada aquí es para el propósito de descripción y no debe ser considerada como limitante. El uso de "que incluye" "que comprende" o "que tiene"

5 "que contiene" "que involucra" y variaciones de éstas aquí, pretenden comprender los ítems listados posteriormente y los equivalentes de éstos así como también ítems adicionales.

En un aspecto, la invención se relaciona con un compuesto de cerámica

10 transparente útil para suministrar protección de proyectiles de alta velocidad aunque permitiendo la transmisión de luz. El compuesto puede suministrar una ventana protectora que se puede utilizar en, por ejemplo, aeronaves, naves espaciales, vehículos subacuáticos, y vehículos de tierras civiles o militares. El compuesto puede ofrecer una alta resistencia a la proporción en peso así como

15 también un campo mejorado de visión cuando se compara con otros materiales. El componente cerámico del compuesto puede ser, por ejemplo, una cerámica no policristalina tal como un zafiro de cristal simple (Al_2O_3). Otros componentes del compuesto pueden incluir, por ejemplo, materiales de vidrio y/o poliméricos.

20 Como se utiliza aquí, un "adhesivo" un material capas de unir dos sólidos de tal forma que ellos no se separen cuando se somete al uso pretendido. Los adhesivos pueden ser temporales o permanentes.

"Densidad de área" es la masa por unidad de área de superficie de un

25 material.

67

Un "compuesto" es un artículo hecho al unir dos o más materiales separados. Los materiales pueden ser de composición igual o no similar.

Un material "frangible" es aquel diseñado para romperse cuando es impactado por un proyectil de suficiente momento. Un material no frangible se diseña para mantener su estructura después del impacto.

"Zafiro de cristal simple" significa $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, también conocido como corindón, que es un cristal primariamente simple.

10

"Espinela" se utiliza como es conocido en la técnica y se refiere a un material de cerámica que tiene una estructura de cristal de espinela, tal como MgAl_2O_4 .

Un material "translucido" es conocido por aquellos expertos en la técnica y permite la transmisión de luz pero no suministra una imagen clara de los objetos visualizados a través del material.

Un material "transparente" es conocido por aquellos expertos en la técnica y permite la transmisión de luz y suministra una imagen clara, discernible de los objetos visualizados a través del material. Un material "transparente visible" es transparente en el rango visible. Un material "transparente IR" es transparente en el rango IR y un material "transparente UV" es transparente en el rango UV.

" V_{50} " se refiere a una calificación de blindaje y describe la velocidad de un proyectil específico al cual un blindaje dado es penetrado el 50% de las veces. El proyectil impacta el blindaje en un ángulo sustancialmente normal con el plano del blindaje en el punto del impacto. Así, el blindaje que tiene un V_{50} de 2770 fps (844

~~68~~
68

m/s) para rondas AP de calibre .30 seria penetrado por aproximadamente el 50% de los golpes recibidos a esa velocidad.

En un aspecto, los compuestos de cerámica descritos aquí se pueden utilizar como blindaje. El compuesto es preferiblemente transparente y puede soportar impacto de proyectiles tales como balas y desechos del espacio. El compuesto puede proteger el ocupante de un vehiculo de armas de fuego pequeñas, metralla, explosivos y otros proyectiles al cual puede estar expuesto un vehiculo cuando esta bajo fuego. El material de compuesto puede suministrar un campo claro de visión, permitiéndole a un ocupante visualizar los alrededores a través del blindaje. Los compuestos pueden ser planos (llanos) o curvados en uno o más sitios. Los materiales, grosor, tamaño y peso del compuesto de cerámica puede variar dependiendo del uso anticipado del compuesto de cerámica. Los compuestos más ligeros, más delgados se pueden utilizar para las aplicaciones de menos demanda y los compuestos más gruesos, más pesados se pueden utilizar para proteger contra proyectiles más poderosos y múltiples golpes. En algunas modalidades, el blindaje transparente puede permanecer intacto y funcional después de uno o más golpes de armas de fuego pequeñas, por ejemplo, rondas AP de calibre .30. El blindaje transparente se puede diseñar para proteger contra un numero de diferentes armas de fuego, que incluyen rondas de calibre mayor de .22, .223, .30, .50 (pulgadas), 5.56 mm, 5.45 mm, 6.8 mm y 7.62 mm.

En algunas modalidades, el compuesto de cerámica transparente se puede laminar de dos, tres o más componentes estructurales diferentes. Por ejemplo, el compuesto puede incluir una lámina cerámica unida a una lámina de vidrio que esta unida a una lámina polimérica. O el compuesto puede ser una lámina cerámica unida a una lámina polimérica unida a un segundo tipo de lámina

polimérica. La lámina cerámica puede ser no policristalina y puede ser una cerámica de cristal simple tal como un zafiro de cristal simple. El sándwich de compuesto resultante, tal como aquel mostrado en la Figura 1, se puede utilizar como un blindaje transparente. La Figura 1 suministra una vista en sección

5 transversal de una porción de un tipo de compuesto. El compuesto 100 incluye una capa exterior tal como una lámina de cerámica transparente, por ejemplo, una lámina de zafiro de cristal simple 110. La lámina 110 se puede unir directamente a una capa intermedia tal como una lámina de vidrio 130 o puede incluir una o más láminas de zafiro adicionales intermedias, tales como la lámina 120. Si dos o más

10 láminas de zafiro son utilizadas, ellas son típicamente de la misma o similar área de superficie aunque el grosor puede ser igual o diferente. La superficie de la lámina de vidrio 130 que se opone a la superficie unida a la lámina de zafiro puede ser a su vez unida a una lámina interior, por ejemplo, una lámina polimérica tal como una lámina de policarbonato 140. Múltiples láminas de vidrio y/o láminas

15 poliméricas también se pueden utilizar. Cada componente del compuesto se puede unir al componente adyacente. La adhesión o unión se puede lograr utilizando una variedad de medios mecánicos o químicos que incluyen, por ejemplo, adhesivos curados con calor, adhesivos curados con radiación, adhesivos curados con el tiempo, adhesivos curados con químicos y/o adhesivos

20 curados con catalizadores. Las capas adhesivas 112, 114, y 116 pueden ser de materiales idénticos, similares o diferentes. La capa de policarbonato 140 puede ser recubierta (sobre una superficie expuesta) con un recubrimiento adicional 118 que puede suministrar, por ejemplo, resistencia a la peladura y/o la niebla.

25 Un compuesto de cerámica resultante puede incluir una serie de capas tal como cerámico/adhesivo/vidrio/adhesivo/polímero. Se pueden incluir múltiples capas de cada tipo. Un compuesto más específico puede incluir, por ejemplo,

50
110

lámina(s) de zafiro/adhesivo de polivinil butiral/ vidrio de hierro bajo/adhesivo de poliuretano termoplástico (TPU)/policarbonato. Los grosores de cada capa pueden variar con las capas adhesivas siendo típicamente del grosor mínimo requerido para unir las láminas. La lámina de cerámica puede ser, por ejemplo, de 0.05 a 2 o 3 cm de grosor. La capa de vidrio intermedio puede ser, por ejemplo, de 0.1 a 10 o 15 cm de grosor. La capa de policarbonato interior puede ser, por ejemplo, de 0.1 a 5 cm de grosor. La lámina TPU puede ser una lámina de adhesivo que adhiere la capa de policarbonato a otra capa, por ejemplo, vidrio. En otras modalidades, la capa de adhesivo, por ejemplo, TPU y el policarbonato se pueden remplazar por un material simple, tal como una película de FAENAC[®] (FAE) disponible de Saint Gobain Sully, Francia. El FAE puede ser directamente laminado al vidrio u otras superficies y una capa de aproximadamente 1 mm de grosor se puede utilizar en lugar de la capa TPU/PC de aproximadamente 4.5 mm de grosor. Típicamente, un policarbonato o capa FAE enfrente interior del vehículo en el cual se ha instalado el compuesto.

Una o más láminas de vidrio se pueden utilizar en un compuesto. Algunas modalidades pueden incluir dos, tres, cuatro o más láminas de vidrio. Las láminas de vidrio se pueden disponer para suministrar, por ejemplo, protección óptima y/o visibilidad óptima. En algunos casos, las láminas de vidrio pueden ser adyacentes una a la otra, se pueden unir mediante un adhesivo una a la otra o se pueden unir a otros componente del compuesto.

Cuando se utiliza una lámina de vidrio, se pueden utilizar diferentes modalidades de diferentes tipos de vidrio. Por ejemplo, varios tipos de vidrio pueden suministrar diferentes resistencias o características ópticas. Los tipos de vidrio que se pueden utilizar incluyen vidrios de hierro bajo, vidrios de borosilicato,

2/1

vidrios de "agua blanca", vidrios "extra blanco", vidrios diamante (hierro bajo agua blanca) y vidrios diamante RC (químicamente fortalecido).

Un compuesto cerámico puede ser de cualquier forma y puede ser, por ejemplo, cuadrado, redondo, rectangular, trapezoidal, o sustancialmente poligonal. Las formas rectangulares pueden ser preferidas para suministrar un campo expandido de visión. El compuesto cerámico típicamente tiene una longitud, ancho y grosor aunque cada dimensión puede variar a través del compuesto. El compuesto puede ser sustancialmente plano siendo el grosor de menos del 50%, menos del 25% o menos del 10% de la longitud o ancho. Cuando se utiliza aquí, la longitud se refiere a la longitud del rectángulo hipotético más pequeño (área) que podría cubrir completamente el compuesto o la lámina hacer medida. Por ejemplo, la longitud de un rectángulo es su longitud convencional; la longitud de una pieza circular es su diámetro; y la longitud de un hexágono es la medición entre las dos

vértices más distantes. El ancho se refiere al ancho del mismo rectángulo hipotético. El grosor se refiere a la dimensión medida a través de la lámina o el compuesto de una superficie a la superficie opuesta. Por ejemplo, un compuesto de cerámica de 30 cm por 45 cm por 3 cm tiene un grosor de 3 cm, una longitud de 45cm y un ancho de 30 cm.

20

Un componente importante del compuesto es la lámina o láminas de cerámica. El área de superficie del compuesto se puede cubrir por una lámina de cerámica continua simple en lugar de por un mosaico o series de láminas unidas borde con borde. Las láminas más largas también se pueden unir juntas para formar un mosaico. Las láminas más largas pueden dar como resultado unas más pocas líneas de unión para el mismo tamaño de mosaico. Unas más pocas líneas de unión pueden reducir el número de puntos débiles en la lámina y/o compuesto.

25

✓
12

Muchas láminas se pueden apilar una encima de la otra. Las láminas de cerámica se puede diseñar para ser frangible o no frangible y puede tener un modulo elástico mayor que aquel del vidrio o policarbonato. La cerámica puede tener una alta "dureza". La dureza incluye la resistencia a la deformación plástica, resistencia a la penetración, resistencia a la indentación y resistencia al pelado. La dureza de algunas cerámicas, por ejemplo, el zafiro de cristal simple, pueden suministrar una resistencia al pelado mejorada que puede ser útil bajo condiciones adversas tales como ambientes que incluyen arena soplada. En algunas modalidades, el material puede tener una dureza de Vicker mayor de 1000, mayor de 1500, mayor de 1800 o mayor de 1900 kg/mm². La cerámica también puede tener una alta "tenacidad". La tenacidad es la cantidad de trabajo requerida para deformar una pulgada cúbica de material hasta que éste se fractura. La lámina de cerámica puede ser cerámica policristalina o de cristal simple. En algunos casos la lámina puede ser una lámina de cerámica sinterizada aunque las cerámicas de cristal simple son a menudo preferidas debido a, por ejemplo, las cualidades ópticas superiores y/o la mejor elasticidad. Ejemplos no exhaustivos de materiales de cerámica adecuados incluyen Al₂O₃ policristalino, Al₂O₃ de cristal simple (zafiro), oxinitrilo de aluminio y espinel. En algunas modalidades, la lámina de cerámica puede ser esencialmente libre de magnesio. La cerámica puede exhibir una orientación de cristal no aleatoria y puede poseer una estructura de cristal hexagonal anisotrópica.

Las láminas de cerámica pueden ser producidas de una taracea. Sin embargo, las láminas producidas de secciones transversales de una taracea se pueden limitar porque una taracea es típicamente cilíndrica y tiene así una sección transversal circular. Por lo tanto una lámina cortada de una taracea generalmente tiene un ancho que esta limitado al diámetro de la taracea. Aunque las láminas

cuadradas se pueden cortar con un desperdicio mínimo, las láminas rectangulares pueden ser más costosas de elaborar y puede involucrar cortes adicionales, con el correspondiente desperdicio, con el fin de producir láminas que tienen una longitud mayor del ancho. Aunque diferentes formas se pueden tajar de una taracea, cortar
5 láminas de un bloque de zafiro puede ser costoso y consumir tiempo.

Múltiples láminas de material cerámico se pueden fijar al lado a un sustrato común para formar un compuesto de mosaico. Las láminas individuales pueden tener bordes juntados a tope uno contra al otro o se pueden unir mediante una
10 estructura de acero u otro material. Este diseño puede no ser preferido en algunos casos, por ejemplo, donde el campo de la visión se dañe debido a las interrupciones frecuentes de la estructura.

En algunas modalidades, el uso de láminas de cerámica simple de mayor
15 área de superficie pueden resultar en un blindaje mejorado al, por ejemplo, dispersar más efectivamente una fuerza de impacto y también suministrar un campo de visión mejorado. Láminas de área mayor, por ejemplo, láminas que tiene una longitud mayor de 30, 40, 50, 60, o 70 cm se pueden hacer utilizando métodos de "crecimiento con alimentación de película definida por borde". Tales
20 método de producción se describen en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos de propiedad común de Locher et al titulada "Single Crystals and Methods for Fabricating Same," Solicitud de Patente de los Estados Unidos Serie No 10/820,468 presentada en Abril 8, 2004, que se incorpora aquí como referencia.

25 Estos métodos se pueden utilizar para producir láminas de zafiro de cristal simple para uso en compuestos y pueden tener una dimensión mayor de 15 cm, mayor de 20 cm o mayor de 25 cm. Las láminas pueden tener una longitud que es

74

sustancialmente mayor que el ancho. Por ejemplo, el ancho puede ser de menos o igual a 90%, 80%, 70%, o 60% de la longitud. El grosor de la lámina puede ser sustancialmente consistente y puede ser mayor o igual a 0.05 cm, 0.07 cm, 0.1 cm, 0.2 cm, 0.3 cm, 0.4 cm, 0.5 cm, 0.7 cm, o 1 cm. De manera similar, las

5 láminas pueden tener un grosor de menos de 0.05 cm, 0.07 cm, 0.1 cm, 0.2 cm, 0.3 cm, 0.4 cm, 0.5 cm, 0.7 cm, 1 cm, 2 cm, o 3 cm. En algunas modalidades, las láminas de zafiro se forman en formas rectangulares, cuadrada, redonda, poligonal, etc. y pueden suministrar una forma ideal para el blindaje transparente. En algunas modalidades las láminas pueden permitir la transmisión de más del

10 25%, 50%, 70%, 80%, o 90% de la luz visible, infrarroja y/o ultravioleta. La transmisión significativa de las longitudes de onda por debajo de aproximadamente 200 nm y hasta aproximadamente 2 o 3 μ m también se pueden lograr. Las láminas típicamente tiene un modulo elástico alto y pueden soportar una fuerza de por lo menos igual a aproximadamente 200X la fuerza que rompería cualquier lámina

15 equivalente de vidrio. Las láminas pueden también ser no combustibles en el aire y pueden exhibir unas propiedades de transferencia de calor superiores.

Las láminas cerámicas de área de superficie mayor pueden suministrar un campo mejorado de visión y también pueden suministrar una más amplia

20 dispersión de las fuerzas de impacto, dando como resultado una protección mayor, particularmente contra golpes múltiples. El resultado puede ser un compuesto de cerámica no frangible capaz de proteger contra golpes múltiples. Aunque algunas formas de blindaje transparentes son diseñadas para fracturarse al impacto, se prefiere a menudo que el blindaje y/o la porción de lámina de

25 cerámica del blindaje permanezca intacta después de ser impactado.

78
15

Una variedad de tamaños de compuesto cerámico se puede utilizar, a menudo dependiendo de la aplicación pretendida. Las láminas de cerámica continuas (no mosaico) descritas aquí pueden tener, por ejemplo, áreas de superficie mayores de 100 cm², mayores de 200 cm², mayores de 250 cm²,
5 mayores de 300 cm², mayores de 400 cm², mayores de 500 cm² o mayores de 1000 cm². Los compuestos continuos hechos utilizando las láminas de cerámica pueden ser de área de superficie alta y de área de superficie dividida por el grosor del compuesto (cm²/cm) puede ser, por ejemplo, mayor de 10 cm, mayores de 25 cm, mayores de 50 cm, mayores de 100 cm, mayores de 250 cm, mayores de 500
10 cm o mayores de 1000 cm.

La densidad de área del compuesto de cerámica también puede variar con la aplicación anticipada. Se puede utilizar un grosor o unas láminas adicionales exteriores, interiores o intermedias para incrementar la resistencia del compuesto
15 y puede dar como resultado un incremento en la densidad de área del compuesto. Las densidades de área del compuesto de cerámica pueden ser menores o iguales a 200 kg/m², menores de o iguales a 100 kg/m², menores de o iguales a 80 kg/m², menores de o iguales a 70 kg/m², menores de o iguales a 58.7 kg/m², menores de o iguales a 52.8 kg/m², menores de o iguales a 45 kg/m², menores de o
20 iguales a 40 kg/m², menores de o iguales a 30 kg/m², o menores de o iguales a aproximadamente 17.5 kg/m².

Los compuestos pueden exhibir diferentes grosores dependiendo, en parte, del uso anticipado para el compuesto terminado. Por ejemplo, los compuestos
25 para evitar la penetración de proyectiles de alto momento pueden ser de mayor grosor que aquellos para evitar la penetración de proyectiles de menor momento. Las diferentes modalidades pueden tener grosores de, por ejemplo, mayores de

78
76

200 mm, menos o iguales a 200 mm, menores de 150 mm, menores de 120 mm, menores de 100 mm, menores de 80 mm, menores de 70 mm, menores de 60 mm, menores de 50 mm, menores de 40 mm, menores de 30 mm, o menores de 25 mm.

5

La lámina de cerámica y/o el compuesto de cerámica pueden ser planos o pueden incluir por lo menos un radio. En muchas modalidades la lámina de cerámica es sustancialmente plana. Una lámina sustancialmente plana se puede formar, por ejemplo, por o mediante técnicas de crecimiento de alimentación de película definida por borde y pueden dar como resultado una lámina adecuada sin ningún maquinado o fabricación adicional. Para producir una lámina curvada que no sea sustancialmente plana, la lámina puede crecer con una superficie curvada o un radio, tal como una porción de una tufa. Las láminas planas o no planas se pueden utilizar para producir compuestos de cerámica transparentes, tales como blindaje transparente que se puede utilizar como limpia brisas en, por ejemplo, naves aéreas, naves espaciales y vehículos, tales como camiones y transportadores blindados de personal.

Una lámina de cerámica, tal como una lámina de zafiro se puede formar de múltiples láminas apiladas juntas y una lámina se puede unir, por ejemplo, a una segunda o tercera lámina para producir un componente de zafiro de mayor grosor. Cada una de las láminas puede ser de dimensiones idénticas o similares y se pueden adherir a otra lámina o láminas utilizando métodos conocidos de unión, tales como al utilizar medios adhesivos o mecánicos tales como abrazaderas. Los adhesivos apropiados son preferiblemente transparentes y pueden ser conocidos por aquellos expertos en la técnica. Los adhesivos pueden ser curados con calor, curados con radiación, curados con el tiempo, curados con químicos, y curados

77

con catalizadores e incluyen, por ejemplo, poliuretanos, poliuretanos termoplásticos, epoxis, siliconas, polivinil butiral y adhesivos basados en metal.

Además de una capa cerámica, el compuesto de cerámica puede incluir un material de respaldo y puede también incluir una capa intermedia. El material de respaldo (o capa interior) puede ayudar a suministrar, por ejemplo, soporte y dispersión de la fuerza de impacto y puede ayudar a retener fragmentos y proyectiles que de otra manera pasarían a través del compuesto. El material de respaldo puede ser de cualquier grosor o forma y puede ser más grueso o más delgado que la lámina de cerámica. El material de respaldo puede ser transparente y es preferiblemente transparente a las mismas longitudes de onda que lo es la lámina cerámica con la cual se utiliza éste. Por ejemplo, la lámina de zafiro que es transparente en el rango visible se puede unir a una lámina de policarbonato que es transparente en el rango visible. Si el compuesto va a ser utilizado como una ventana IR, el material de respaldo puede ser transparente al IR. De manera similar, puede también ser transparente a radiación UV. En algunas modalidades, la capa interior puede ser un polímero tal como policarbonato. La capa interior puede incluir un recubrimiento sobre la superficie interior (expuesta) tal como resistencia en la peladura o un recubrimiento resistente a la niebla. Muchos de tales recubrimientos son conocidos por aquellos expertos en la técnica. Múltiples láminas de material de respaldo se pueden apilar juntas o se pueden adherir una a la otra utilizando adhesivos tales como, por ejemplo, poliuretanos, poliuretanos termoplásticos, epoxis, siliconas, y adhesivos basados en metal. Los materiales tales como alambres conductores también se pueden colocar contra o entre las capas para suministrar, por ejemplo, resistencia al calor para descongelar o quitar la niebla. Tales materiales de respaldo incluyen composiciones transparentes termoplásticas o de termofraguado tales como

18

acrilonitrilo-butadieno-estireno (BS), resinas de acetal, acetato de celulosa, acetato butirato de celulosa, acetato propionato de celulosa, acrílicos y acrílicos modificados, resinas de alilo, triacetato de celulosa, poliéteres clorinados, etil celulosa, epoxi rígidos y flexibles, fluoroplásticos, ionómeros-"Surllyn A" (DuPont),
5 melaminas, nailons, parileno, polímeros, transparentes fenolicos (termofraguado), resinas de fenoxi, polibutileno, policarbonatos, poliésteres, polietilenos, polifenileno, polipropileno, poliestireno, poliuretanos (termoplásticos y termofraguados y de alta densidad), polisulfona, polivinil acetato (PVA), polivinil alcohol, polivinil fluoruro, polivinil butiral, laminado de PVB/maillar, polivinilideno,
10 cloruros, siliconas, estireno-acrilonitrilo y copolímero de estireno-butadieno.

Los materiales intermedios o las capas también se pueden utilizar y pueden suministrar, por ejemplo, soporte así como también fuerza de distribución. Las capas intermedias se pueden unir a ambas capas de cerámica y a una capa de
15 respaldo. En algunas modalidades, la capa intermedia puede ser más gruesa o de mayor masa que la capa cerámica o de respaldo. Como resultado, el material intermedio puede contribuir a más del 40%, más del 50%, más del 60%, más del 70%, más del 80% o más del 90% de la masa de compuesto. En un conjunto de modalidades, la capa intermedia es de vidrio y en algunas modalidades se puede
20 utilizar vidrio bajo en hierro. Una capa intermedia puede ser transparente en el mismo rango de longitud de onda que las capas exteriores (cerámicas) e interiores del compuesto. Por ejemplo, si las capas exterior e interior son transparentes en el rango visible, la capa intermedia también puede ser transparente en el rango visible. Los materiales necesarios no tienen característica de transmisión común a
25 través de un rango extendido de longitudes de onda, sino que se prefieren que el traslapo de las características de transmisión produzca un sub-rango que suministrara la trasmisión adecuada a través del compuesto completo. Por

JP
19

ejemplo, las capas de cerámica, las capas interiores y las capas intermedias pueden ser escogidas para permitir la transmisión del espectro completo de luz visible. Ejemplos no exhaustivos de materiales de capa cerámica incluyen vidrio, cerámicas y materiales poliméricos. Una capa intermedia se puede unir a una
5 capa interior o a una capa exterior mecánicamente o con un adhesivo. Los adhesivos apropiados incluyen, por ejemplo, poliuretanos, poliuretanos termoplásticos, epoxis, siliconas y adhesivos basados en metal.

Las capas de un compuesto se pueden unir utilizando una combinación de
10 calor y presión. Preferiblemente, las capas de lámina se aseguran firmemente una a la otra y la claridad óptica se retiene o se mejora. Cuando se utilizan para aplicaciones de visión tales como blindajes transparentes, la claridad óptica puede ser importante y los valores de transmisión mayores del 70%, mayores del 75%, mayores del 80% o mayores del 85% son preferidos. Un valor de turbidez de
15 menos de 3% puede ser preferido.

Para formar el compuesto, las láminas pueden ser temporalmente aseguradas juntas, por ejemplo, con la cinta, y luego colocadas en una bolsa de vacío. La bolsa se puede colocar en una cámara o tal como un auto clave y se
20 puede generar un vacío en la bolsa. La cantidad de vacío puede variar de aplicación a aplicación y puede ser, por ejemplo, mayor de 100 mTorr, mayor de 50 mTorr o mayor de 10 mTorr. Aunque bajo vacío parcial en la bolsa, la cámara se puede presurizar y/o calentar. Las presiones que se pueden utilizar incluyen atmosférica, como mayor de atmosférica, como mayor de 2 bar, mayor de 4 bar o
25 mayor de 8 bar. En algunas modalidades, la presión se puede aplicar en una cámara de presión o mediante medios mecánicos, por ejemplo, rodillos o una prensa. La presión y el calor se pueden aplicar hasta que la lámina de polímero

80
80

alcance un punto de suavizamiento, permitiendo que las burbujas de aire sean expelidas y permitiendo que el polímero (PVB, por ejemplo) se clarifique y fluya.

La temperatura de suavizamiento puede ser, por ejemplo, mayor de 70
5 gados C, mayor de 80 grados C, mayor de 90 grados C, mayor de 100 grados C,
mayor de 120 grados C, mayor de 150 grados C, mayor de 160 grados C, mayor
de 200 grados C o mayor de 250 grados C. Una temperatura óptima es
dependiente en parte, de la presión aplicada y del material específico que se utilice
para unir las láminas de cerámica (zafiro) vidrio y policarbonato juntos.

20 C

10

En la medida en que las burbujas de aire son expelidas y el polímero se suaviza, la claridad óptica a través de la ventana puede mejorar y el compuesto se puede volver transparente. La observación de este cambio puede ayudar a indicar cuando se obtienen las combinaciones de presión y temperatura óptimas. Las
15 imperfecciones o desigualdad sobre las superficies de la cara interior del zafiro o el vidrio se pueden rellenar por medio de PVB fluyente. Después de la polimerización o endurecimiento o enfriamiento, los componentes del compuesto permanecen inmovilizados de manera segura en relación uno con el otro y cualquier cinta u otro retenedor se pueden remover. Se pueden utilizar diferentes
20 métodos para probar la capacidad de un compuesto cerámico para soportar un impacto específico. En un método, un compuesto cerámico, tal como un blindaje cerámico, se puede soportar de manera segura en una posición e impactado con un proyectil, tal como una ronda de un rifle. Se considera que el blindaje cerámico es completamente penetrado cuando la ronda pasa a través de la paca interior,
25 por ejemplo, una capa de policarbonato. Para determinar un V_{50} para un proyectil específico, el proyectil es disparado a cero grado de oblicuidad en el blindaje con un número de diferentes velocidades. Las dos velocidades más altas que no

penetren el blindaje son promediadas con las dos velocidades más bajas que penetren el blindaje para llegar al V_{50} . Todos los resultados de pruebas de balística reportados aquí se determinaron utilizando proyectiles disparados a cero grados de oblicuidad, o tan cerca como fue razonablemente posible dando la

5 prueba técnica a menos que se estableciera otra cosa.

En algunas modalidades, el compuesto de cerámica puede ser capas de evitar la penetración y/o lograr un V_{50} de por lo menos 740 m/s, mayor de 800 m/s, mayor de 843 m/s, mayor de 850 m/s, mayor de 900 m/s, mayor de 950 m/s,

10 mayor de 1000 m/s o mayor de 1100 m/s. En varias modalidades, estos niveles se pueden lograr para protección contra proyectiles que incluyen calibre .30 AP, calibre .50, bala M-80 7.62 x 51, 7.62 x 39 API-BZ, 7.62 x 51 AP (M61), 7.62 x 54R B32 y (Dragonov), y 7.62 x 51 AP-WC. Para protección contra estos proyectiles en diferentes modalidades la densidad del área del compuesto puede ser, por

15 ejemplo, menos de 200 kg/m², menos de 165 kg/m², menos de 135 kg/m², menos de 110 kg/m², menos de 80 kg/m², menos de 70 kg/m², menos de 58.7 kg/m², menos de 50 kg/m², o menos de 40 kg/m². Para protección AP de calibre .50 el compuesto puede tener una densidad de área, por ejemplo, de menos de 200 kg/m², menos de 150 kg/m², menos de 120 kg/m², menos de 100 kg/m², menos de

20 80 kg/m², o menos de 50 kg/m². Las densidades áreas superiores se pueden utilizar en compuesto designados para evitar la penetración de múltiples disparos que impactan el mismo compuesto.

EJEMPLOS

25

Varios ejemplos de compuesto de zafiro fueron contruidos y evaluados por vía de pruebas de balística para determinar su efectividad como blindaje

82

transparente. Los resultados muestran que los compuestos transparentes basados en cerámicas, como se describen aquí pueden ser efectivos para evitar la penetración de una variedad de proyectiles que incluyen disparos simples y múltiples. Adicionalmente, el nivel de protección se puede obtener a densidades
5 aéreas y a grosores que son inferiores que aquellos del blindaje tipo vidrio convencional.

Once diferentes pruebas de proyectil fueron corridas en dos diferentes laminados de compuesto. Cada laminado tiene una longitud de 150 mm y un
10 ancho de 150 mm. Las láminas de zafiro de estos laminados de muestra son producidos mediante técnicas de crecimiento de alimentación de película definida por borde a menos que se especifique otra cosa.

Cada compuesto reprodujo como sigue. Las capas componentes fueron
15 apiladas y aseguradas con cinta y colocadas en una bolsa de vacío. El vacío se aplicó a la bolsa la cual se colocó en un auto clave donde se aplicó una presión de aproximadamente 8 bares (116 psi) aplicada a la pila. Así, la pila estuvo bajo vacío 17 dentro de la bolsa pero se presurizo en auto clave. La temperatura se elevó a un nivel donde las capas de PVB iniciarían a fluir, aproximadamente a 125 grados
20 Celsius. Las temperaturas apropiadas pueden variar con la presión-cuando ocurre el flujo, se clarifica el PVB y ésta clarificación se puede notar por un observador y se puede utilizar para seleccionar una temperatura adecuada. La presión y la temperatura se mantiene durante aproximadamente 150 minutos. La presión es luego liberada y el laminado de compuesto se le permite enfriarse. Después de
25 enfriarse, la cinta se removió y las capas fueron aseguradas junto con el compuesto que exhibe excelentes propiedades ópticas para turbidez y transparencia.

JB

83

En las primeras ocho pruebas (Grupo A), los siguientes laminados de compuestos de zafiro se utilizaron (las capas fueron dispuestas en el orden suministrado pero un orden temporal específico de colocación de las capas no debe ser inferido):

Compuesto A incluyó, en orden físico, lámina de zafiro de 6.35 mm, lámina PVB de 0.76 mm, lámina de vidrio de 8 mm, una lámina de 3 mm de TPU, y una lámina de 3 mm de policarbonato para producir una lámina de compuesto de 5 capas. El compuesto resultante es denominado en las Tablas 1 y 2 como "Zafiro 6.35/.76PVB/vidrio 8 mm/TPU 3 mm/ PC 3 mm". La densidad de área fue de 52.12 kg/m². Se desarrollaron tres pruebas adicionales (Grupo B) utilizando la siguiente lámina:

El compuesto B incluyó, en orden físico, una lámina de zafiro de 6.35 mm, una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de "vidrio diamante" (agua blanca, vidrio bajo en hierro) de 12 mm, una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de vidrio diamante RC de 4mm (vidrio fortalecido químicamente), una lámina de TPU de 2.5 mm, y una lámina de policarbonato de 3 mm (PC) para producir una lámina de compuesto de siete capas. El compuesto resultante es denominado en la Tabla 1 como composición B. La densidad aérea fue de 72.78 kg/m². La composición B también se analizó para determinar la transmisión luminosa y los valores de turbidez. Los valores de remisión luminosa se determinaron por ser de 85.3 a 85.9% de transmisión. Los valores de turbidez para las mismas muestras se determinaron por ser de 0.99 a 1.25%. Los valores de transmisión y turbidez indican que los compuestos se pueden ser útiles en aplicaciones de blindaje transparentes donde la visión clara puede ser importante.

Las pruebas adicionales se desarrollaron en diferentes composiciones de laminado para proyectiles con diferente vencimiento. Los compuestos C, D, E y F incluyen los siguientes componentes:

5

El compuesto C incluyó, en orden físico: una lámina de zafiro de 6.35 mm, una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de "vidrio diamante" de 12 mm (agua blanca, vidrio bajo en hierro), una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de vidrio diamante RC de 4mm (vidrio químicamente fortalecido), FAE de 0.94 mm. La
10 densidad de área fue de 67.46 kg/m².

El compuesto D incluyó 10 componentes, en orden físico: una lámina de zafiro de 6.35 mm, una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de zafiro de 6.35 mm, una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de "vidrio diamante" de 12 mm
15 (agua blanca, vidrio bajo en hierro), una lámina de PVB 0.76 mm, una lámina de "vidrio diamante" de 12 mm (agua blanca, vidrio bajo en hierro), una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de vidrio diamante RC de 3 mm (vidrio químicamente fortalecido), FAE de 0.94 mm. La densidad de áreas fue de 159.21 kg/m².

20

El compuesto E incluyó 10 componentes , en orden físico: una lámina de zafiro de 7.62 mm, una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de zafiro de 7.62 mm, una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de "vidrio diamante" de 12 mm (agua blanca, vidrio bajo en hierro), una lámina de PVB 0.76 mm, una lámina de
25 "vidrio diamante" de 12 mm (agua blanca, vidrio bajo en hierro), una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de vidrio diamante RC de 3 mm (vidrio

químicamente fortalecido), FAE de 0.94 mm. La densidad de áreas fue de 169.11 kg/m².

El compuesto F incluyó los componentes, en orden físico: una lámina de
5 zafiro de 7.62 mm, una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de "vidrio
diamante" de 12 mm (agua blanca, vidrio bajo en hierro), una lámina de PVB 0.76
mm, una lámina de "vidrio diamante" de 10 mm (agua blanca, vidrio bajo en
hierro), una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina de "vidrio diamante" de 4 mm
(agua blanca, vidrio bajo en hierro), una lámina de PVB de 0.76 mm, una lámina
10 de "vidrio diamante" de 3 mm (agua blanca, vidrio bajo en hierro), una lámina de
TPU de 1.25 mm, un FAE de .94 mm. La densidad de áreas fue de 107.97 kg/m².

Procedimiento de Prueba

15 Cada muestra de compuesto de zafiro estaba en la forma de una pieza de
150 x 150 mm y fue balísticamente probado utilizando un disparo simple (excepto
la muestra multi disparo 19). Las propiedades físicas del compuesto y los
resultados balísticos se muestran en la Tabla 1. Bajo la columna "penetración" un
resultado de "sí" significa que por lo menos el fragmento resultante paso a través
20 de la capa de policarbonato final (la capa de policarbonato final fue penetrada). Un
resultado de "no" significa que puede haber habido una penetración parcial de la
cara y el vidrio de zafiro, pero que el proyectil no paso a través del compuesto y
que el fragmento estaba contenido en la capa de policarbonato (la capa de
policarbonato final no fue penetrada).

25

Las pruebas de balísticas fueron desarrolladas bajo condiciones
controladas a rango balístico certificado. Todos los disparos fueron hechos a cero

86
96

grado de oblicuidad en relación con la superficie de los compuestos. Para las muestras 1-8, un proyectil fue disparado a una distancia de 10 m y se utilizó un detector de velocidad óptica para determinar la velocidad del proyectil de 2.5 m al frente del blanco. Para las muestras 9-18, los proyectiles fueron disparados a una distancia de 50 m y se utilizó un detector de velocidad óptica para determinar la velocidad del proyectil a 6.5 m al frente del blanco. Por ejemplo para la muestra 19, el proyectil fue disparado a una distancia de 3.2 m y se utilizó una caja de pantalla de luz para determinar la velocidad del proyectil a 1.1 m al frente del blanco.

10

Las primeras muestras probadas (muestra ID #1 a 8, ver Tabla 1 (Figura 2)) fueron de 21.1 mm de grosor y tuvieron una densidad de área de 52.12 kg/m^2 . Esta constitución de compuesto destruido con la bala M80 de 7.62 x 51 mm a una velocidad de 835 m/s (muestra ID#1). La deformación de este sistema de blindaje transparente puede ser visto en las Figuras 3A y 4A. Utilizando la misma configuración (muestra ID# 2-4), se probó entonces utilizando la 7.62 x 39 mm API-BZ. El sistema también destruido con éste proyectil a tres diferentes velocidades, hasta de 776 m/s. La deformación del proyectil a 776 m/s se muestra en las Figuras 3B y 4B.

15
20

La prueba del proyectil AP M61 (núcleo de acero duro) 7.62 x 51mm se desarrolló sobre un grosor de 21.1 mm (muestra ID # 5-8, ver Tabla 1 (Figura 2). Este proyectil destruido (penetración parcial) cuando se hizo fuego a 768 m/s.

25

El siguiente compuesto de prueba sometido a prueba balística fue más grueso (Compuesto B, muestra ID # 9-11, ver Tabla 1) a 29.4 mm y una densidad de área de 72.8 kg/m^2 . Este compuesto destruido (penetración parcial) el proyectil

87
87

API 7.62 x 54R (Dragonov) a una velocidad de 858 m/s. Se creé que la solución de solo vidrio para destruir con este proyectil seria de más de 50 mm de grosor y tener una densidad de área mayor de 115 kg/m².

5 La muestra de prueba del número de prueba 12 se desarrollo en el Compuesto C que tiene un grosor de 24.87 mm y una densidad de área de 67.46 kg/m². El compuesto fue exitosamente destruido con un proyectil B32 7.62 x 54R que impacta 864 m/s.

10 Las muestras de prueba 13-14 se desarrollaron sobre el compuesto D que tiene un grosor de aproximadamente 43.7 mm y una densidad de área de 159.21 kg/m². El compuesto fue destruido exitosamente con un proyectil AP-WC 7.62 x 51 que impacta a 917 m/s.

15 Las pruebas de muestra 15-18 fueron desarrolladas sobre el compuesto E que tiene un grosor de aproximadamente 46.3 mm y una densidad de área de 169.1 kg/m². El compuesto fue exitosamente destruido con un proyectil AP-WC 7.62 x 51 que impacta a 918 m/s.

20 La muestra de prueba 19 se desarrollo sobre compuesto F que tiene un grosor de aproximadamente 41.85 mm y una densidad de área de 107.97 kg/m². A diferencia de otras pruebas, el compuesto midió 300 mm por 300 mm. Tres disparos (multi prueba) fueron hechos en secuencia a la misma muestra de compuesto (#19) cerca al centro del panel a 120 grados uno del otro y
25 aproximadamente a 150 mm de separación. El compuesto destruyó exitosamente tres proyectiles sucesivos APM2 7.62 x 63 mm que impacta aproximadamente a 850 m/s.

78
88

Pruebas Ópticas

Los compuestos basados en zafiro anteriores mostraron una transparencia
5 óptica superior a aquella de los compuestos basados en vidrio capaces de
suministrar un nivel igual de protección. La transmisión luminosa y la turbidez
fueron medidas utilizando técnicas de acuerdo con el ASTM D1003-00, el método
de prueba estándar para turbidez y transmisión de luz de plásticos transparentes.
Se utilizó un turbidómetro en la medición, un sistema de blindaje transparente de
10 zafiro con un grosor de 29.4 mm (Compuesto B) exhibió una transmisión mayor de
85%, con niveles de turbidez alrededor del 1%. Incrementando el grosor del
sistema al agregar capas de vidrio adicionales a 41.1 mm de grosor se reduce la
transmisión al alrededor del 84%, sin cambio detectable en la turbidez. Por
comparación, el blindaje de vidrio típico tiene una proyección balística similar a la
15 del sistema de blindaje de transparente de zafiro de 29.4 que exhibe una
transmisión luminosa del 73% y una turbidez de aproximadamente 0.6%.

Habiendo descrito así varios aspectos de por lo menos una modalidad de
esta invención, se debe apreciar que varias alteraciones, modificaciones, y
20 mejoras se le ocurrirán fácilmente al experto en la técnica. Tales alteraciones,
modificaciones, y mejoras pretenden ser parte de esta descripción, y están
destinadas a estar dentro del espíritu y alcance de la invención. De acuerdo con
esto, la descripción y los dibujos anteriores están solo por vía de ejemplo.

25 Todas las referencias, patentes y solicitudes de patente y publicaciones que
son citadas o denominadas en esta solicitud se incorporan en su totalidad aquí
como referencia.

89
89**REIVINDICACIONES**

1. Un compuesto de cerámica transparente que tiene un V_{50} mayor de 843 m/s para proyectiles AP de calibre .30 y que exhiben una densidad de área de menos de 58.7 kg/m^2 .
5
2. El compuesto de la reivindicación 1 que comprende una lámina de zafiro de cristal simple.
- 10 3. El compuesto de la reivindicación 2 que comprende no más de una lámina de zafiro de cristal simple.
4. El compuesto de la reivindicación 1 que comprende una lámina cerámica no frangible.
- 15 5. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 50 cm^2 .
6. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene una área
20 de superficie mayor de 100 cm^2 .
7. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 250 cm^2 .
- 25 8. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 900 cm^2 .

90
90

9. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 1200 cm².
10. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 1500 cm².
11. El compuesto de la reivindicación 2 en donde la lámina tiene un grosor mayor de 0.07 cm.
12. El compuesto de la reivindicación 1 en donde la lámina incluye una dimensión mayor de 15 cm.
13. El compuesto de la reivindicación 1 en donde la lámina incluye una dimensión mayor de 30 cm.
14. El compuesto de la reivindicación 1 en donde el compuesto es no plano.
15. El compuesto de cerámica que comprende una lámina de zafiro de cristal simple que tiene por lo menos una dimensión mayor de 15 xm.
16. El compuesto de cerámica que comprende una lámina de zafiro de cristal simple que tiene por lo menos una dimensión mayor de 20 cm.
17. El compuesto de cerámica que comprende una lámina de zafiro de cristal simple que tiene por lo menos una dimensión mayor de 25 cm.

9/1
d1

18. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el compuesto tiene un grosor promedio de menos de 2.5 cm.
19. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el
5 compuesto tiene un grosor promedio de menos de 3.75 cm.
20. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el compuesto tiene un grosor promedio de menos de 3 cm.
- 10 21. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde la lámina tiene una dimensión de por lo menos 25 cm.
22. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde la longitud es mayor que el ancho que es mayor de 30 cm.
- 15 23. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde un grosor de la lámina es mayor de 0.07 cm.
- 20 24. El compuesto cerámico de la reivindicación 15 en donde el grosor de la lámina es de menos de aproximadamente 0.9 cm.
- 25 25. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el grosor de la lámina es de menos de aproximadamente 0.5 cm.
26. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el grosor de la lámina es de menos de aproximadamente 2 cm.

92
92

27. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el compuesto es IR, UV o transparente visible.
28. El compuesto de la reivindicación 1 en donde el compuesto es no plano.
- 5 29. El compuesto de la reivindicación 1 que comprende una lámina de vidrio.
- 10 30. El compuesto de la reivindicación 29 en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
- 15 31. Un método para elaborar un compuesto de cerámica que comprende adherir una lamina de zafiro de cristal simple a un sustrato en donde la lámina incluye por lo menos una dimensión mayor de 15 cm.
- 20 32. El método de la reivindicación 29 en donde el sustrato comprende polímero, cerámica, metal o vidrio.
33. El método de la reivindicación 29 en donde el sustrato comprende vidrio.
- 25 34. El método de la reivindicación 29 en donde el compuesto tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 10 cm.

93
93

35. El método de la reivindicación 29 en donde el compuesto tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 5 cm.
- 5 36. El método de la reivindicación 29 en donde el compuesto tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 2.55 cm.
37. El método de la reivindicación 29 que comprende además adherir una lámina polimérica al sustrato.
- 10 38. El método de la reivindicación 37 en donde la lámina polimérica comprende policarbonato.
39. El método de la reivindicación 29 en donde la lámina se adhiere al sustrato utilizando un adhesivo seleccionado de polivinil butiral, silicona, poliuretano, epoxi, y acrílico.
- 15 40. El método de la reivindicación 29 que comprende adherir una segunda lámina de zafiro de cristal simple a la primera.
- 20 41. El método de la reivindicación 29 en donde por lo menos una dimensión de la lámina es mayor de 15 cm.
42. El método de la reivindicación 29 en donde por lo menos una dimensión de la lámina es mayor de 20 cm
- 25 43. El método de la reivindicación 29 en donde por lo menos una dimensión de la lámina es mayor de 25 cm

94
94

44. El método de la reivindicación 29 en donde por lo menos una dimensión de la lámina es mayor de 50 cm.
- 5 45. El método de la reivindicación 29 en donde por lo menos una dimensión de la lámina es mayor de 70 cm.
- 10 46. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de una bala M80 de 7.62 mm x 51 que viaja a una velocidad de 835 m/s, el blindaje exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 150 kg/m².
- 15 47. El blindaje de la reivindicación 46 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 120 kg/m².
48. El blindaje de la reivindicación 46 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 100 kg/m²
- 20 49. El blindaje de la reivindicación 46 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 80 kg/m²
50. El blindaje de la reivindicación 46 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 60 kg/m²
- 25 51. El blindaje de la reivindicación 46 que comprende un zafiro de cristal simple.

95
95

52. El blindaje de la reivindicación 46 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio de blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
53. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración del proyectil de 7.62 x 39 API-BZ que viaja a una velocidad de 776 m/s, el blindaje exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 150 kg/m².
54. El blindaje de la reivindicación 53 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 120 kg/m².
55. El blindaje de la reivindicación 53 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 100 kg/m².
56. El blindaje de la reivindicación 53 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 80 kg/m².
57. El blindaje de la reivindicación 53 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 60 kg/m².
58. El blindaje de la reivindicación 53 que comprende un zafiro de cristal simple.

96
96

59. El blindaje de la reivindicación 53 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio de blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
- 5
60. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de un proyectil de AP (M61) 7.62 x 51 que viaja a una velocidad de 768 m/s, el blindaje exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 150 kg/m².
- 10
61. El blindaje de la reivindicación 60 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 120 kg/m².
- 15
62. El blindaje de la reivindicación 60 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 100 kg/m²
63. El blindaje en la reivindicación 60 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 80 kg/m²
- 20
64. El blindaje de la reivindicación 60 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 60 kg/m²
65. El blindaje de la reivindicación 60 que comprende un zafiro de cristal simple.
- 25

97
a7

- 5 66. El blindaje de la reivindicación 60 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio de blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
- 10 67. El blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de una bala M80 7.62 mm x 51 que viaja a una velocidad de 835 m/s, el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 50mm.
68. El blindaje de la reivindicación 67 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de 40 mm.
- 15 69. El blindaje de la reivindicación 67 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 30 mm.
- 20 70. El blindaje de la reivindicación 67 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 25 mm.
71. El blindaje en la reivindicación 67 que compren de un zafiro de cristal simple.
- 25 72. El blindaje de la reivindicación 67 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, un

98
98

vidrio blanco agua, un vidrio bajo en hierro, un vidrio extra blanco y un vidrio químicamente fortalecido.

- 5 73. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de un proyectil API-BZ 7.62 x 39 que viaja a una velocidad de 776 m/s, el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 50mm.
- 10 74. El blindaje de la reivindicación 73 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 40 mm.
- 15 75. El blindaje de la reivindicación 73 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 30 mm.
- 20 76. El blindaje de la reivindicación 73 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 25 mm.
- 25 77. El blindaje de la reivindicación 73 que comprende un zafiro de cristal simple.
- 28 78. El blindaje de la reivindicación 73 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.

99
99

- 5
79. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de un proyectil AP (M61) 7.62 x 51 que viaja a una velocidad de 768 m/s, el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 50mm.
- 10
80. El blindaje de la reivindicación 79 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 40 mm.
81. El blindaje de la reivindicación 79 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 30 mm.
- 15
82. El blindaje de la reivindicación 79 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 25 mm.
- 20
83. El blindaje de la reivindicación 79 que comprende un zafiro de cristal simple.
84. El blindaje de la reivindicación 79 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
- 25
85. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de una bala M80 7.62 mm x 51 que viaja a una velocidad de 835 m/s, el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos 75%.

86. El blindaje de la reivindicación 85 en donde el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos aproximadamente 80 %
- 5 87. El blindaje de la reivindicación 85 en donde el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos aproximadamente 85 %.
88. El blindaje de la reivindicación 85 que comprende un zafiro de cristal simple.
- 10 89. El blindaje de la reivindicación 85 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
- 15 90. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de un proyectil API-BZ 7.62 x 39 que viaja a una velocidad de 776 m/s, el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos 75%.
- 20 91. El blindaje de la reivindicación 90 en donde el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos 80 %.
92. El blindaje de la reivindicación 90 en donde el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos aproximadamente 85 %.
- 25 93. El blindaje de la reivindicación 90 que comprende un zafiro de cristal simple.

101

101

- 5 94. El blindaje de la reivindicación 90 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
- 10 95. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de un proyectil AP (M61) 7.62 x 51 que viaja a una velocidad de 768 m/s, el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos 75%.
- 15 96. El blindaje de la reivindicación 95 en donde el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos aproximadamente 80 %
97. El blindaje de la reivindicación 95 en donde el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos aproximadamente 85 %.
- 20 98. El blindaje de la reivindicación 95 que comprende un zafiro de cristal simple.
99. El blindaje de la reivindicación 95 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
- 25

102
102

100. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de un proyectil B32 7.62 x 54R que viaja a una velocidad de 858 m/s, el blindaje exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 150 kg/m².

5

101. El blindaje de la reivindicación 100 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 120 kg/m².

10

102. El blindaje de la reivindicación 100 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 100 kg/m².

103. El blindaje de la reivindicación 100 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 80 kg/m².

15

104. El blindaje de la reivindicación 100 que exhibe una densidad de área de menos de aproximadamente 75 kg/m².

20

105. El blindaje de la reivindicación 100 que comprende un zafiro de cristal simple.

25

106. El blindaje de la reivindicación 100 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.

103

- 5
107. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de un proyectil B32 7.62 x 54R que viaja a una velocidad de 858 m/s, el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 60mm.
108. El blindaje de la reivindicación 107 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 50 mm.
- 10
109. El blindaje de la reivindicación 107 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 30 mm.
110. El blindaje de la reivindicación 107 en donde el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 40 mm.
- 15
111. El blindaje de la reivindicación 107 que comprende un zafiro de cristal simple.
- 20
112. El blindaje de la reivindicación 107 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.
- 25
113. Un blindaje transparente de compuesto capas de evitar la penetración de un proyectil B32 7.62 x 54R que viaja a una velocidad de 858 m/s, el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos 75%.

104
104

114. El blindaje de la reivindicación 113 en donde el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos aproximadamente 80 %

5 115. El blindaje en la reivindicación 113 en donde el blindaje tiene una transparencia luminosa de por lo menos aproximadamente 85 %.

116. El blindaje de la reivindicación 113 que comprende zafiro de cristal simple

10 117. El blindaje de la reivindicación 113 que comprende una lámina de vidrio en donde la lámina de vidrio comprende un material seleccionado del grupo que consiste de vidrio de borosilicato, vidrio de diamante, vidrio blanco agua, vidrio bajo en hierro, vidrio extra blanco y vidrio químicamente fortalecido.

15 118. El material transparente de compuesto capas de evitar la penetración de tres proyectiles secuenciales de fuego APM2 7.62 x 63 mm que viajan a una velocidad de 850 m/s, el blindaje tiene un grosor promedio de menos de aproximadamente 80 mm.

20 119. El blindaje transparente de compuesto de la reivindicación 118 que tiene una densidad de área de menos de 150 kg/m².

105

COMPUESTO CERÁMICO TRANSPARENTE

RESUMEN:

- 5 Se suministra un compuesto cerámico y el método de fabricación. El compuesto cerámico puede ser transparente y puede servir como blindaje transparente. La porción cerámica del compuesto puede ser un zafiro de cristal simple. El compuesto puede suministrar protección adecuada de proyectiles aunque exhibiendo grandes áreas de superficie y densidades de área relativamente bajas.

106

106

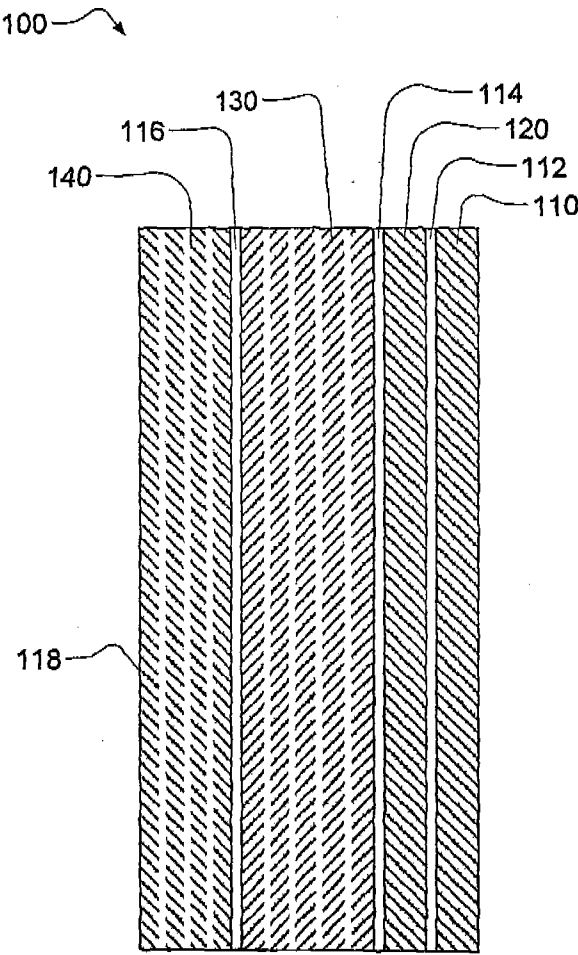


FIG. 1

Muestra	Composición	Longitud	Ancho	Grosor	Masa	Densidad de área	proyector	Velocidad del proyectil	Penetración
		(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	Kg/m ²		m/s	No
1	A	150	150	21.1	1.22	52.12	Bala M-80 7.62 x 51	835	No
2	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x39 API-BZ	696	No
3	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x39 API-BZ	746	No
4	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x39 API-BZ	776	No
5	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 AP(M61)	768	Si
6	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 AP(M61)	846	Si
7	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 AP(M61)	864	Si
8	A	150	150	21.1	1.22	52.12	7.62x51 AP(M61)	867	No
9	B	150	150	29.4	1.63	72.78	7.62x54R B32	857	No
10	B	150	150	29.4	1.63	72.78	7.62x54R B32	858	No
11	B	150	150	29.4	1.63	72.78	7.62x54R B32	855	No
12	C	150	150	24.87		67.46	7.62x54R B32	864	No
13	D	150	150	43.78		159.21	7.62x51 AP-WC	917	No
14	D	150	250	43.64		159.21	7.62x51 AP-WC	914	No
15	E	150	150	46.21		169.11	7.62x51 AP-WC	918	No
16	E	150	250	46.3		169.11	7.62x51 AP-WC	921	No
17	E	150	150	46.25		169.11	7.62x51 AP-WC	917	No
18	E	150	150	46.56		169.11	7.62x51 AP-WC	920	No
19	F	300	300	41.85		107.97	7.62x63 mm APM2	#1:851 #2:864 #3:846	No No No

Tabla 1 Figura 2

107

~~107~~

~~108~~
108



FIG. 3B



FIG. 3A

~~109~~
109

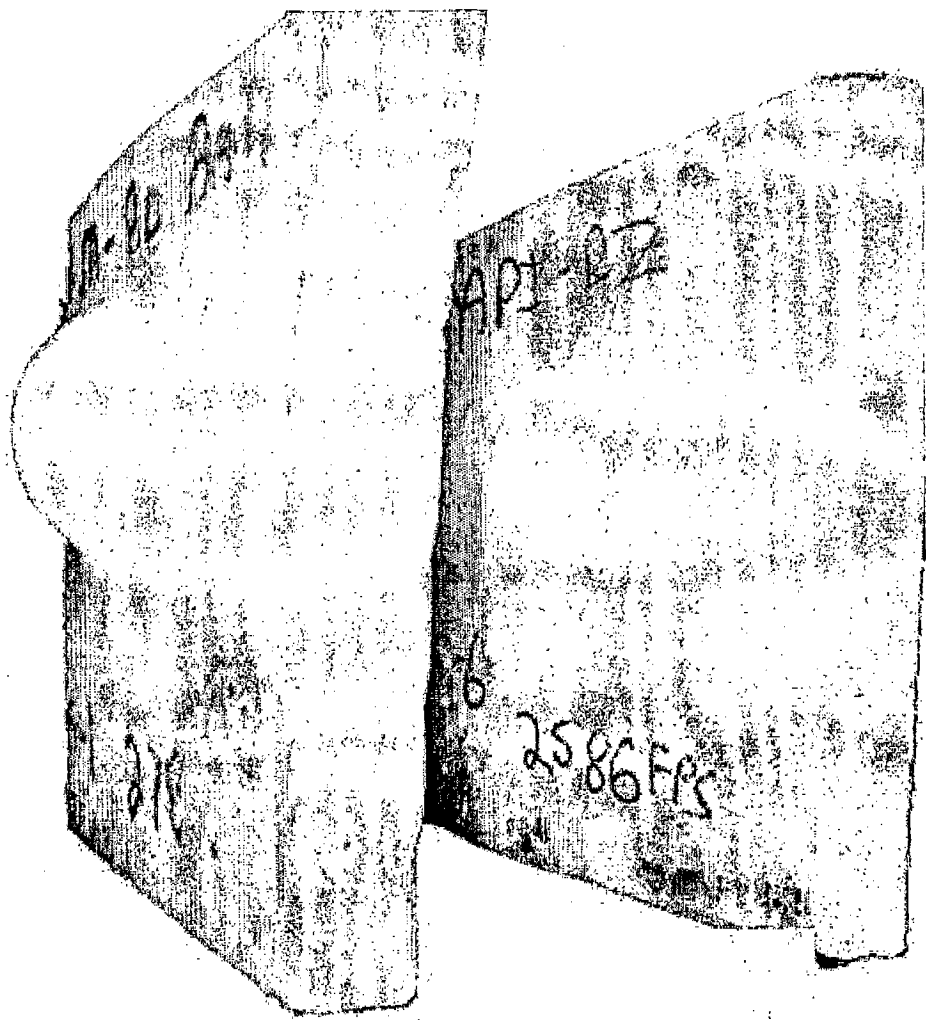


FIG. 4A

FIG. 4B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2006/022667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F41H5/04 B32B17/10
ADD. C30B15/34

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)
C30B F41H B32B

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

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

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PARIMAL J. PATEL, GARY A. GILDE, PETER G. DEHMER, JAMES W. MCCAULEY: "Transparent Armor" THE AMPTIAC NEWSLETTER, FALL 2000, [Online] vol. 4, no. 3, 2000, XP002405973 Rome, New York Retrieved from the Internet: URL: http://www.p2pays.org/ref/34/33126.pdf > [retrieved on 2006-11-06] pages 1-5,13 ----- -/--	1-9, 11-39, 41-44, 46-119

☒ 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 document 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 another 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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 November 2006

Date of mailing of the international search report

22/11/2006

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lindner, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2006/022667

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	R. GENTILMAN, P. MCGUIRE, D. FIORE, K. OSTREICHER, J. ASKINAZI: "Large-area sapphire windows" PROCEEDINGS OF SPIE, [Online] vol. 5078, 2003, pages 54-60, XP002405974 Retrieved from the Internet: URL: http://www.matsysinc.com/products/ceramics/docs/large_area_sapphire.pdf [retrieved on 2006-11-06] the whole document	1-9, 11-39, 41-44, 46-119
X	"Emerging Scanning Results: Transparent Ceramics" PARTNERSHIP FOR ADVANCING TECHNOLOGY IN HOUSING, [Online] 14 April 2003 (2003-04-14), XP002405975 Retrieved from the Internet: URL: http://www.pathnet.org/sp.asp?id=7539 [retrieved on 2006-11-06] the whole document	15-23, 26,27, 29, 31-39, 41-45
A	R. GENTILMAN, P. MCGUIRE, D. FIORE, K. OSTREICHER, J. ASKINAZI: "Low-cost sapphire windows" PROCEEDINGS OF SPIE, [Online] vol. 5078, 2003, pages 12-17, XP002405976 Retrieved from the Internet: URL: http://www.matsysinc.com/products/ceramics/docs/low_cost_sapphire.pdf [retrieved on 2006-11-06] the whole document	1-119
A	WO 03/068501 A1 (AGP EUROP GMBH [DE]; IDEA INC [US]; MANNEHEIM ARTURO [CO] AGP EUROP GM) 21 August 2003 (2003-08-21) page 13, line 17 - page 14, line 16; figures	2-4, 29-31, 33,38, 51,58, 65,71, 77,83, 88,93, 98,105, 111,116

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2006/022667

Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1,46,53,60,100

Composite transparent armor having the capability of preventing the penetration of certain fired ammunition and being characterized by its areal density

2. claims: 67,73,79,107,118

Composite transparent armor having the capability of preventing the penetration of certain fired ammunition and being characterized by its thickness

3. claims: 85,90,95,113

Composite transparent armor having the capability of preventing the penetration of certain fired ammunition and being characterized by its luminous transparency

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2006/022667

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 03068501	A1	21-08-2003	AU 2003213028 A1	04-09-2003

114
114

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE

(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

BUJOLD, Michael, J.
Davis & Bujold, P.L.L.C.
112 Pleasant Street
Concord, New Hampshire 03301-2931
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

Date of mailing (day/month/year) 05 November 2007 (05.11.2007)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference BI-4565PC	
International application No. PCT/US2006/022667	International filing date (day/month/year) 09 June 2006 (09.06.2006)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☒ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative

Name and Address PLUEN, Vincent 54, Rue Auguste Rodin F-77181 Courtry France	State of Nationality FR	State of Residence FR
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person ☐ the name ☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence

Name and Address PLUEN, Vincent 11, Rue du Docteur Hervé F-41600 Lamotte Beuvron France	State of Nationality FR	State of Residence FR
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	

3. Further observations, if necessary:

4. A copy of this notification has been sent to:

☒ the receiving Office ☒ the designated Offices concerned
☐ the International Searching Authority ☐ the elected Offices concerned
☐ the International Preliminary Examining Authority ☐ other:

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Ben-Mansour Naceur e-mail pt01.pct@wipo.int Telephone No. +41 22 338 74 01
---	--

Facsimile No. +41 22 338 87 40

116 46

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl: F41H 005/004	
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s) SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.	
(30) Prioridad	(31) Prioridad	(32) Fecha	(33) País
	60/689,688	10/06/2005	US
	60/761,814	25/01/2006	US
		(72) Inventor(es) CHRISTOPHER D. JONES Y OTROS	
		(74) Apoderado: EMILIO FERRERO	
(85)	Fecha limite inicio fase nacional: 10/01/2008		(87) Publicación internacional
(86)	Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 21/12/2006
	Fecha de presentación de la solicitud: 09/06/2006		N° publicación: WO 2006/135832 A3
	No. de solicitud PCT/US2006/022667		
(54) Titulo: COMPUESTO CERAMICO TRANSPARENTE.			

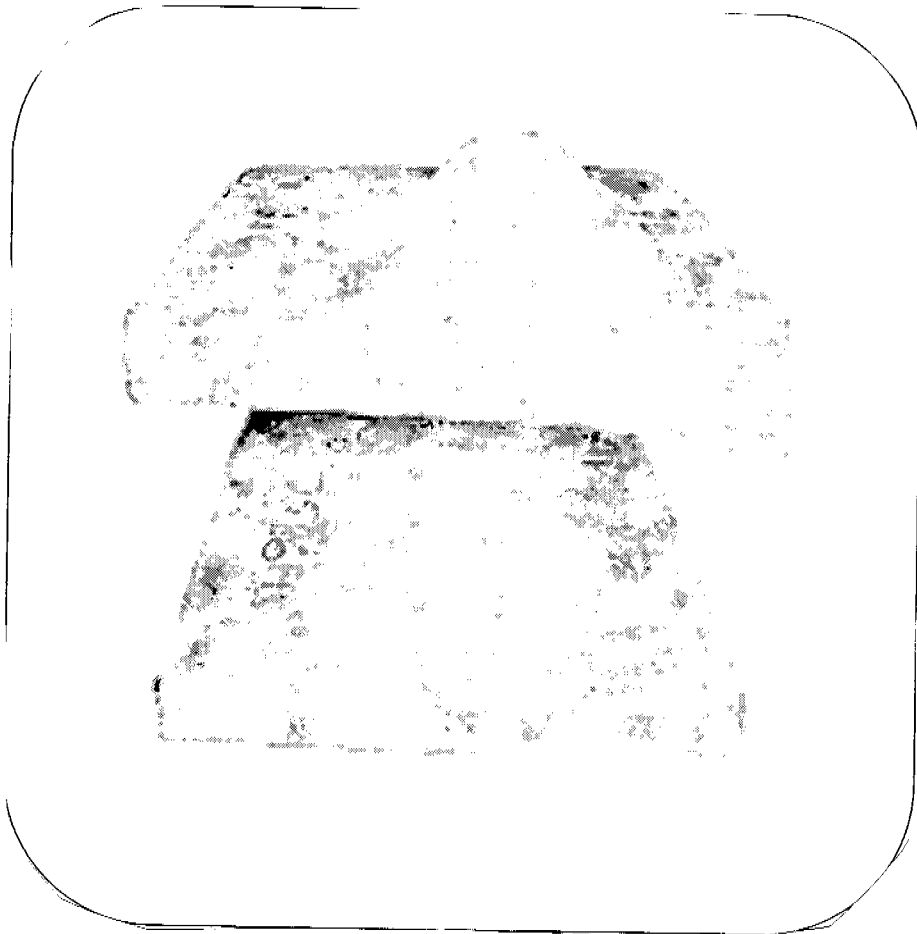
Reivindicación(es):

1. Un compuesto de cerámica transparente que tiene un V_{50} mayor de 843 m/s para proyectiles AP de calibre .30 y que exhiben una densidad de área de menos de 58.7 kg/m².
2. El compuesto de la reivindicación 1 que comprende una lámina de zafiro de cristal simple.
3. El compuesto de la reivindicación 2 que comprende no más de una lámina de zafiro de cristal simple.
4. El compuesto de la reivindicación 1 que comprende una lámina cerámica no frangible.
5. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 50 cm².
6. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene una área de superficie mayor de 100 cm².
7. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 250 cm².
8. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 900 cm².
9. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 1200 cm².
10. El compuesto de la reivindicación 3 en donde la lámina tiene un área de superficie mayor de 1500 cm².
11. El compuesto de la reivindicación 2 en donde la lámina tiene un grosor mayor de 0.07 cm.
12. El compuesto de la reivindicación 1 en donde la lámina incluye una dimensión mayor de 15 cm.
13. El compuesto de la reivindicación 1 en donde la lámina incluye una dimensión mayor de 30 cm.
14. El compuesto de la reivindicación 1 en donde el compuesto es no plano.

15. El compuesto de cerámica que comprende una lámina de zafiro de cristal simple que tiene por lo menos una dimensión mayor de 15 xm.
16. El compuesto de cerámica que comprende una lámina de zafiro de cristal simple que tiene por lo menos una dimensión mayor de 20 cm.
17. El compuesto de cerámica que comprende una lámina de zafiro de cristal simple que tiene por lo menos una dimensión mayor de 25 cm.
18. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el compuesto tiene un grosor promedio de menos de 2.5 cm.
19. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el compuesto tiene un grosor promedio de menos de 3.75 cm.
20. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde el compuesto tiene un grosor promedio de menos de 3 cm.
21. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde la lámina tiene una dimensión de por lo menos 25 cm.
22. El compuesto de cerámica de la reivindicación 15 en donde la longitud es mayor que el ancho que es mayor de 30 cm.



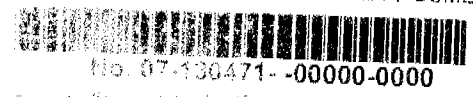
117



118
118

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2



Dep. 2020 NUECREACION
Lve. 378 FASENACIONAL
Folios: 118

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 7 - 98,336
FECHA : DICIEMBRE 3 DE 2007

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	48825361	03/12/2007	68,286,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
1		TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	482,000.00
		TOTAL :	\$ 482,000.00

SON: CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL ASUNTO No.

Cdo 14496-841-010-6

119

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-130471- -00000-0000

Fecha 2007-12-10 17:08:46 Dep 2020 NULONIA
Lra 11 PATENTILLY Lra 378 TASELACION
Act 411 PRESENTACION Lra 113



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

**REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE
PCT**

PATENTE DE INVENCION ☒

MODELO DE UTILIDAD []

- ◆ Indicación de que se solicita la concesión de una patente ☒
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☒
- ◆ Descripción de la invención ☒
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes ☒
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☒

COMPLETA []

INCOMPLETA []

DISEÑO INDUSTRIAL []

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial []
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud []
- ◆ Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

ESQUEMA DE TRAZADO []

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado []
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud []
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

Claudia M. Neva Cortes
Firma Responsable

Fecha Dic 10/07

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10
Conmutador: 3 82 08 40
Fax: 350 52 20
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Folio /

2020
Bogotá D.C.,

Doctor(a)
FERRERO EMILIO
Apoderado(a) y/o Representante de
SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC

REFERENCIA	Radicación No.	07 130471
	Solicitud internacional	PCT/US2006/022667
	Fecha inicio fase nacional	10/01/2008
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	416
	Oficio No.	5290
	Folios	1

Teniendo en cuenta que la solicitud de privilegio de patente que se tramita bajo el expediente indicado en la referencia, reúne los requisitos de forma establecidos en la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), el Reglamento y la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se envía el extracto de la solicitud a la Oficina de Comunicaciones para efecto de su publicación en la Gaceta de Propiedad Industrial.

Cúmplase
Dado en Bogotá DC,

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la división de Nuevas Creaciones

jfernand



120

120

1



CAVELIER

ABOGADOS

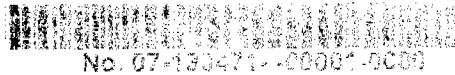
www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

EDIFICIO SISKI
CARRERA 4 No. 72 - 35
BOGOTÁ 8, COLOMBIA

121
121
Teléfono: (57-1) 347 3611
Telefax: (57-1) 211 8650
(57-1) 540 0860
Fax in U.S.A.: (1-305) 381 9660

Señora Jefe de la
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-130471-00000-0000

Sacado: 1608 04-13 17:01:46 Dep. 2/08-130471-00000-0000
PATENTE DE INVENCION No. 073-ASISTENCIAL
PLUTICION Folios: 2

Trámite : 011
Evento : 378
Actuación : 538

Referencia : Expediente No. 07.130.471
Asunto : Solicitud de Patente para **COMPUESTO CERAMICO
TRANSPARENTE**
Solicitante : **SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC.**
Clase : B32B 017/010, C30B 015/034, F41H 005/004
Publicada en : La Gaceta No. **589** Del 29 de febrero de 2008
Fecha de Solicitud : 10 de Diciembre de 2007

1. Yo, Emilio FERRERO, identificado como aparece al pie de mi firma, actuando como apoderado en el asunto de la referencia, atentamente, solicito se efectúe el examen de patentabilidad de la solicitud en referencia presentada de acuerdo con el Capítulo I del PCT y según lo establecido en el artículo 44 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. Para tal efecto presento junto con este escrito el recibo por valor de \$420.000.00, que corresponde a la tasa fijada según lo dispuesto en la resolución No. 44372 de 26 de diciembre de 2007.

2. Ruego atentamente a la Señora Jefe se sirva ordenar que se anexe este recibo para que se efectúe dicho examen y se continúe con el trámite de la solicitud.

Señora Jefe,

EMILIO FERRERO
T.P.A. No. 31.929

COLO-14496-841-010-6
ASGJGG/ID-123901WPC14496
No. M-2008-123901IASG

122

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

ACT: 00000009-1

RECIBO OFICIAL DE PAGO : 00000009-1
FECHA : MARZO 16 DE 2000

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Nº. 07-130411-00001-0000
Dep. 2020 NUECREACIONE
Eva. 378 HASENACIONALI
Folios: 2

FORMA DE PAGOS

DEPOSITANTE	TITULO PAGO	BANCO	CUENTA	Nº. PAGO	FECHA PAGO	VAL. PAGO
WELLES RECADOS	CONFIRMACION	BANCO DE BOGOTA	0000000000	00000000	21.03.2000	20,000,000.00

FORMA DE PAGOS

CANT. PAGOS	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50000/01/01 SOLICITUD	500,000.00
112	POR 000-1 EXAMEN DE PATENTABILIDAD	400,000.00
	TOTAL :	900,000.00

SON: CUATROCIENTOS VEINTE MIL PESOS

RESPONSABLE :



RECIBO DE PAGO ALICADO AL EXPEDIENTE Nº.

0010

14496-841-000-6