

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. Dezember 2009 (03.12.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/144261 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C04B 35/478 (2006.01) C04B 35/185 (2006.01)
C04B 35/16 (2006.01) F01N 3/022 (2006.01)
C04B 35/18 (2006.01) C04B 38/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/056494

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Mai 2009 (28.05.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2008 007224.7 29. Mai 2008 (29.05.2008) DE
20 2008 007223.9 29. Mai 2008 (29.05.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MANN+HUMMEL GMBH [DE/DE]; Hindenburgstr. 45, 71638 Ludwigsburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GALLE, Johannes [DE/DE]; Erlachhofstr. 1.3 304, 71640 Ludwigsburg (DE). LINHART, Jochen [DE/DE]; Kurt-Vollmer-Ring 23, 71409 Schwaikheim (DE). LICHTENWALTER, Kathrin [DE/DE]; Benekestr. 24, 90409 Nürnberg (DE). OTTERBACH, Sabine [DE/DE]; Heilbronner Str. 86, 71732 Tamm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: FILTER DEVICE FOR REMOVING PARTICLES FROM A GAS STREAM

(54) Bezeichnung: FILTEREINRICHTUNG ZUR ENTFERNUNG VON PARTIKELN AUS EINEM GASSTROM

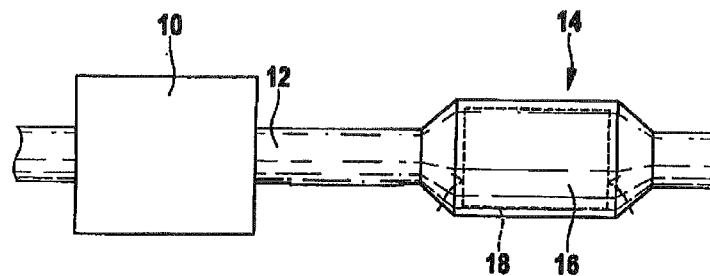


Fig.

(57) Abstract: The invention relates to a filter device for removing particles from a gas stream, especially of particles from an exhaust gas stream of an internal combustion engine, comprising a filter element, said filter element consisting of an aluminum titanate to which a mineral phase is added. Said mineral phase consists of alkali feldspars and mullite and/or spinels and/or zirconium titanate.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Filtereinrichtung zur Entfernung von Partikeln aus einem Gasstrom, insbesondere von Partikeln aus einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Filterelement bereit gestellt, wobei das Filterelement aus Aluminiumtitanat besteht, dem eine Mineralphase zugegeben ist. Die Mineralphase besteht aus Alkalifeldspäten und Mullit und/oder Spinellen und/oder Zirkontitanat.



WO 2009/144261 A1

Beschreibung

Filtereinrichtung zur Entfernung von Partikeln aus einem Gasstrom

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein eine Filtereinrichtung zur Entfernung von Partikeln aus einem Gasstrom. Insbesondere betrifft die Erfindung eine solche Filtereinrichtung zur Entfernung von Rußpartikeln aus einem Abgasstrom einer Brennkraftmaschine. Ganz speziell betrifft die Erfindung eine solche Filtereinrichtung auf der Basis von Aluminiumtitanat.

[0002] Derartige Filter werden zum Beispiel bei der Abgasnachbehandlung selbstentzündender Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere in dieselbetriebenen Kraftfahrzeugen eingesetzt. Üblicherweise sind solche Filter aus einem keramischen Material, zum Beispiel Cordierit oder Siliziumcarbid gefertigt. Keramische Körper aus Cordierit finden Verwendung in einer Vielzahl von Hochtemperatur-Anwendungen, wie zum Beispiel katalytischen Konvertern, NO_x-Adsorbern, elektrisch geheizten Katalysatoren, chemischen Prozesssubstraten und eben auch Dieselpartikelfilter.

[0003] Bei der Filtration von Dieselabgasen war Cordierit als kostengünstiges Material, das einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, lange das Material der Wahl. Poröse Cordierit-Keramikfilter wurden in Form von Wandflussfiltern seit den frühen 80er Jahren zur Entfernung von Partikeln im Abgasstrom von Dieselmotoren verwendet.

[0004] Wandflussfilter besitzen in der Regel eine zylindrische Form mit zwei Stirnflächen und einer Mantelfläche und werden von der ersten Stirnfläche zur zweiten Stirnfläche von einer Vielzahl von im Wesentlichen parallel zur Zylinderachse liegenden Strömungskanälen für die Abgase von Dieselmotoren durchzogen. Die Querschnittsform der Wandflussfilter hängt von den Einbauerfordernissen am Kraftfahrzeug ab. Weit verbreitet sind Filterkörper mit rundem, elliptischem oder dreiecksförmigem Querschnitt. Die Strömungskanäle weisen meist einen quadratischen oder hexagonalen Querschnitt auf und sind in einem engen Raster über den gesamten Querschnitt der Filterkörper angeordnet.

[0005] Ein Dieselpartikelfilter (DPF) vereint idealerweise einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, einen geringen Druckabfall, hohe Festigkeit und geringe Kosten. Probleme, die bei der Verwendung von Cordierit auftauchen können, umfassen sowohl eine niedrige volumetrische Wärmekapazität und niedrige thermische Leitfähigkeit, was zu nicht akzeptablen hohen Temperaturen oder Temperaturspitzen während des Betriebs führen kann, als auch eine geringe thermische Beständigkeit. Des Weiteren können im Dieselabgas vorhandene anorganische Partikel mit dem Cordierit reagieren und Filterausfälle hervorrufen.

[0006] Ein alternatives Material zu Cordierit bei der Herstellung von Dieselpartikelfiltern ist Siliciumcarbid (SiC). Obwohl dieses Material sowohl eine hohe volumetrische Wärmekapazität als auch eine hohe thermische Leit-

fähigkeit aufweist, besitzt es, als Ergebnis einer relativ hohen Wärmeausdehnung und eines hohen Elastizitätsmoduls auch eine schlechte Temperaturwechselbeständigkeit. Dies macht es notwendig, SiC-Filter zu segmentieren, um bei der Verwendung Ausfälle zu verhindern. Auch resultieren die Verarbeitungserfordernisse (d.h., hohe Temperaturen, Inertatmosphäre und Segmentation) in hohen Herstellungskosten.

[0007] In neuerer Zeit sind keramische Filterelemente auf der Basis von Aluminiumtitanat bekannt geworden, die geeignete Eigenschaften zur Anwendung bei hohen Temperaturen, wie z.B. Fahrzeug-Abgaskontrolle und Dieselabgas-Nachbehandlungssysteme wie DPFs, aufweisen. Aluminiumtitanat ist die stöchiometrische Mischphase von Aluminiumoxid und Titandioxid. Es zeichnet sich aus durch eine niedrige Wärmeleitfähigkeit, einen sehr niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten und eine damit verbundene sehr hohe Temperaturwechselbeständigkeit.

Stand der Technik

[0008] Aus DE 602 17 084 T2 ist eine Wabenstruktur mit einer Vielzahl von Wabensegmenten bekannt, die zu einem Einheitskörper verbunden sind. Die Hauptkomponente jedes der Wabensegmente umfasst zumindest eine aus Siliciumcarbid, Siliciumnitrid, Cordierit, Aluminiumoxid, Mullit, Zirkoniumdioxid, Zirkoniumphosphat, Aluminiumtitanat, Titandioxid und Kombinationen davon.

[0009] Die DE 10 2006 040 739 A1 offenbart einen Filter zur Entfernung von Partikeln aus einem Gasstrom, insbesondere von Rußpartikeln aus einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Filterkörper aus einem keramischen Filtersubstrat, wobei das Filtersubstrat mit einer porösen Schutzschicht aus einem Beschichtungsmaterial beschichtet ist. Das Beschichtungsmaterial ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumoxide, Aluminiumhydroxid, Titandioxid, Siliziumdioxid, Zirkondioxid, Ceroxid, Aluminiumsilikate, Magnesium-Aluminiumsilikate, Cordierit, Mullite, Siliciumcarbid, Aluminiumtitanat, Zeolithe, Quarz, Gläser, Mischungen und Mischoxide daraus.

[0010] Schließlich offenbart die WO 2005/046840 einen keramischen Körper zur Verwendung als DPF mit einer Zusammensetzung, die umfasst:
 $a(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2) + b(\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + c(\text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) +$
 $d(\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + e(3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + f(\text{Al}_2\text{O}_3) + g(\text{SiO}_2) +$
 $h(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2) + i(\text{MgO} \cdot 2\text{TiO}_2)$, worin a, b, c, d, e, f, g, h, und i Gewichtsfraktionen jeder Komponente darstellen, so dass $(a+b+c+d+e+f+g+h+i)=1$, und die folgenden Bedingungen erfüllt sind $0.5 < a < 0.95$; $0 \leq b \leq 0.5$; $0 \leq c \leq 0.5$; $0 \leq d \leq 0.5$; $0 < e \leq 0.5$; $0 \leq f \leq 0.5$; $0 \leq g \leq 0.1$; $0 \leq h \leq 0.3$; $0 \leq i \leq 0.3$; $b+d > 0,01$. Es handelt sich hierbei um eine Mischung aus Aluminiumtitanat und einer Glasphase in einer Menge von > 5 Gew.-%, wobei es sich bei den Gläsern um solche aus Erdalkalien, Alkalien, Siliziumdioxid, Aluminiumdioxid, Alkali- und Erdalkaligläsers handelt. Des weiteren

enthält die Mischung eine Mineralphase, wie bspw. Barium-, Calcium- und Strontium-Feldspäte sowie optional Mullit. Nachteile der Barium-, Calcium- und Strontiumfeldspäte liegen in der hohen Sintertemperatur und der schwierigen Verarbeitbarkeit. Calcium- und insbesondere Bariumverbindungen sind sehr reizend, Strontiumverbindungen sind schwach radioaktiv.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Filter zur Entfernung von Partikeln aus einem Gasstrom, insbesondere ein Dieselpartikelfilter auf der Basis von Aluminiumtitanat bereit zu stellen, das bei höheren Temperaturen einsetzbar ist, und bei dem eine bessere Beeinflussung der Materialeigenschaften möglich ist und die Gefügeeigenschaften gut einstellbar sind. Weitere Aufgaben liegen in der Bereitstellung einer höheren mechanischen Festigkeit und einer niedrigeren Wärmedehnung.

Offenbarung der Erfindung

[0012] Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe durch Bereitstellen eines Filters zur Entfernung von Partikeln aus einem Gasstrom, insbesondere von Partikeln aus einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Filter aus Aluminiumtitanat besteht, dem eine Mineralphase zugegeben ist, und die Mineralphase aus Alkalifeldspäten und Mullit und/oder Spinellen und/oder Zirkontitanat besteht. Optional kann das Filterelement zusätzlich eine Glasphase von < 5 Gew.-% enthalten.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Die einzige Figur zeigt eine schematische Darstellung einer Verbrennungskraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Filtereinrichtung.

Ausführungsform(en) der Erfindung

[0014] Die Figur zeigt eine schematische Darstellung einer Verbrennungskraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Filtereinrichtung. Die Verbrennungskraftmaschine 10 ist über ein Abgasrohr 12 verbunden, in dem die erfindungsgemäße Filtereinrichtung 14 angeordnet ist. Mit der Filtereinrichtung 14 werden Rußpartikel aus dem im Abgasrohr 12 strömenden Abgas herausgefiltert. Dies ist insbesondere bei Dieselmotoren erforderlich, um gesetzliche Bestimmungen einzuhalten. Es ist darauf hinzuweisen, dass die erfindungsgemäße Filtereinrichtung nicht auf die Verwendung als DPF beschränkt ist, sondern ganz allgemein als Heißgasfilter, bspw. in Industrieanlagen, eingesetzt werden kann.

[0015] Die Filtereinrichtung 14 umfasst im gezeigten Ausführungsbeispiel ein zylindrisches Gehäuse 16, in dem bspw. ein rotationssymmetrisches, insgesamt ebenfalls zylindrisches Filterelement 18 angeordnet ist. Andere Gehäuseformen sind ebenfalls möglich. Das Filterelement 18 besteht aus Aluminiumtitanat, dem eine Mineralphase zugesetzt ist, die aus Alkalifeldspäten und/oder Spinellen besteht.

[0016] Bisher wurden bei Dieselpartikelfiltern auf Aluminiumtitanatbasis ausschließlich Calcium-, Barium- und Strontium-Feldspäte als zusätzliche Phasen und eine Glasphase in einer Menge von > 5 Gew.-% verwendet.

Die erfindungsgemäß verwendeten Feldspäte bieten geeignetere Werkstoffeigenschaften im Hinblick auf das Wärmeausdehnungsverhalten und die Lebensdauer des Filters. Gleichzeitig sind nur sehr geringe Mengen an Glasphase im Gefüge vorhanden (< 5 Gew.-%), was zu einem wesentlich verbesserten Wärmedehnungsverhalten führt. Die Wärmekapazität ist durch diese Kombination der Rohstoffe beeinflussbar.

[0017] Aus den verwendeten Feldspäten lassen sich gezielt verschiedene Mineralphasen erzeugen, was mit den herkömmlichen Barium-, Calcium- und Strontiumfeldspäten nicht gelingt. Diese werden als Einzelkomponenten (Barium-, Calcium-, Strontiumverbindungen, Al_2O_3 und SiO_2 oder andere Al_2O_3 - bzw. SiO_2 -haltige Verbindungen), meist als Oxide oder Carbonate, zugeführt und reagieren dann während des Sinterns zu den Feldspäten. Bei den erfindungsgemäßen Lithium-, Natrium- und Kaliumfeldspäten findet diese Reaktion aus den Einzelkomponenten nicht statt. Es besteht die Möglichkeit, direkt Feldspäte einzusetzen oder Einzelkomponenten zu verwenden, welche über den Zwischenschritt einer Glasphase zu den geforderten Mineralphasen gesintert werden. Diese Variante bietet die Möglichkeit, Gefüge und Werkstoffeigenschaften gezielt einzustellen, da das Verhältnis Glasphase ; entstehende Mineralphase, sowie Mineralart, Mineralzusammensetzung und damit Eigenschaften wie Wärmedehnung in einem Bereich von $0-2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ oder die Wärmekapazität verändert werden können.

- [0018] Spinelle verbessern die mechanischen Eigenschaften speziell der Festigkeit. Aluminiumtitanat-Spinell-Werkstoffe eignen sich für den Einsatz bei sehr hohen Temperaturen. Außerdem lassen sich gezielt Gefügeeigenschaften beeinflussen. Spinelle besitzen als Werkstoffe eine hohe mechanische Festigkeit. Durch geeignete Sinterbedingungen kann der Spinell als Zusatz die Festigkeit in anderen Werkstoffen erhöhen. Dies geschieht durch Einstellung der Sinterbedingungen, die das Wachstum von Kristallnadeln erzeugt. Dies wiederum führt zu einer Verfilzung des Gefüges, was die Festigkeit erhöhen kann.
- [0019] In einer ersten Ausführungsform weist das Filterelement die folgende Zusammensetzung auf: 35-90 Gew.-% Aluminiumtitanat; 1-60 Gew.-% Mineralphase. Die Mineralphase besteht dabei aus einem oder mehreren der folgenden Stoffe in den angegebenen Mengenverhältnissen: 10-80 Gew.-% Mullit; 0-80 Gew.-% Zirkontitanat; 0-50 Gew.-% Alkalifeldspäte und 0-80 Gew.-% Spinelle.
- [0020] In einer zweiten Ausführungsform kann das Filterelement zusätzlich eine Glasphase in einer Menge von < 5 Gew.-% aufweisen.
- [0021] Die erfindungsgemäß vorhandenen Feldspäte sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Lithium-, Natrium-, Kaliumfeldspat. Außerdem kann das Filterelement Zirkontitanat enthalten.
- [0022] Das Gefüge kann auch zwei oder mehr Mineralphasen enthalten. In diesem Fall kann auf die Glasphase verzichtet werden. Werden Mineralpha-

sen eingesetzt, die das gesamte ATi-Gefüge stabilisieren und gleichzeitig niedrige Wärmedehnung haben, so kann auf die Glasphase vollständig verzichtet werden, da diese aufgrund höherer Wärmedehnung von Nachteil für das Gefüge wäre.

[0023] Die erfindungsgemäße Filtereinrichtung besteht aus einem temperaturbeständigen Material und ist daher für den Einsatz als Dieselpartikelfilter geeignet. Durch die Auswahl der erfindungsgemäßen Mineralphase lassen sich die Materialeigenschaften besser beeinflussen und die Gefügeeigenschaften besser einstellen. Die erfindungsgemäße Filtereinrichtung zeigt eine gute Temperaturwechselbeständigkeit und eine niedrige Wärmeausdehnung.

Ansprüche

1. Filtereinrichtung (14) zur Entfernung von Partikeln aus einem Gasstrom, insbesondere von Partikeln aus einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Filterelement (18), wobei das Filterelement aus Aluminiumtitanat besteht, dem eine Mineralphase zugegeben ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Mineralphase aus Alkalifeldspäten und Mullit und/oder Spinellen und/oder Zirkontitanat besteht.
2. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement zusätzlich eine Glasphase enthält.
3. Filtereinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Glasphase in einer Menge von < 5 Gew.-% vorhanden ist.
4. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Alkalifeldspäte ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Lithium-, Natrium-, Kaliumfeldspat.
5. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement Zirkontitanat enthält.
6. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement zwei oder mehr Mineralphasen enthält.
7. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement folgende Zusammensetzung aufweist: 35-90 Gew.-% Aluminiumtitanat; 1-60 Gew.-% Mineralphase.

8. Filtereinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mineralphase aus einem oder mehreren der folgenden Stoffe besteht: 10-80 Gew.-% Mullit; 0-80 Gew.-% Zirkontitanat; 0-50 Gew.-% Alkalifeldspäte und 0-80 Gew.-% Spinelle.
9. Dieselpartikelfilter, bestehend aus einem wabenförmigen Filterelement (18) mit wechselseitig verschlossenen Strömungskanälen, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement aus Aluminiumtitanat besteht, dem eine Mineralphase zugegeben ist und dass die Mineralphase aus Alkalifeldspäten und/oder Spinellen besteht.
10. Dieselpartikelfilter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (18) eine Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 aufweist.

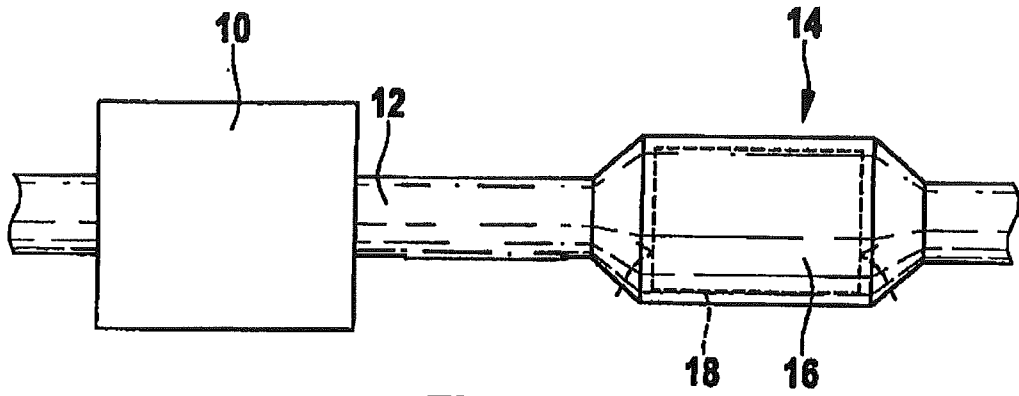


Fig.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/056494

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C04B35/478 C04B35/16 C04B35/18 C04B35/185 F01N3/022
C04B38/00

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)
C04B F01N

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)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | <p>TSETSEKOU A: "A comparison study of tialite ceramics doped with various oxide materials and tialite-mullite composites: microstructural, thermal and mechanical properties." JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, BARKING, ESSEX, GB, vol. 25, no. 4, 1 April 2005 (2005-04-01), pages 335-348, XP004685805 ISSN: 0955-2219 abstract Absatz 4. Conclusions, Seite 347 page 339, column 2; tables 1,2,4 ----- -/--</p> | 1,4,6-10 |

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.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 September 2009

Date of mailing of the international search report

16/09/2009

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

Authorized officer

Bonneau, Sébastien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/056494

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| Y | US 4 767 731 A (ASAMI SEIICHI [JP] ET AL) 30 August 1988 (1988-08-30) column 2, line 53 - column 3, line 8; table 1 | 2,3 |
| X | EP 1 666 119 A (OHCERA CO LTD [JP]) 7 June 2006 (2006-06-07) claims 1,7; example 1 | 1,4,6-10 |
| Y | abstract | 2,3 |
| X | US 4 758 542 A (PARKER FREDERICK J [US]) 19 July 1988 (1988-07-19) column 7, line 11 - line 38 abstract column 1, line 16 - line 19; example 9 | 1,5 |
| A | EP 1 514 857 A (FUKUDA TSUTOMU [JP]; FUKUDA MASAHIRO [JP]; FUKUDA MASA AKI [JP]) 16 March 2005 (2005-03-16) claim 1; figure 1; example 1 | 1,4,6-8 |
| A | EP 0 586 102 A (BRIDGESTONE CORP [JP] BRIDGESTONE CORP [JP]; HITACHI METALS LTD [JP]) 9 March 1994 (1994-03-09) abstract | 1,6-8 |
| A | US 2006/021308 A1 (MERKEL GREGORY A [US]) 2 February 2006 (2006-02-02) abstract | 1,6-10 |
| A | EP 1 156 023 A (FUKUDA TSUTOMU [JP]; FUKUDA MASAHIRO [JP]; FUKUDA MASA AKI [JP] OHCERA) 21 November 2001 (2001-11-21) paragraph [0005] | 1,8,9 |
| A | MASAHIDE TAKAHASHI ET AL.: "Preparation, Structure, and Properties of Thermally and Mechanically Improved Aluminum Titanate Ceramics Doped with Alkali Feldspar" JOURNAL OF THE AMERICAN CERAMIC SOCIETY, vol. 85, no. 12, 2002, pages 3025-3030, XP002543570 abstract | 1,4,6-8 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/056494

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|----|------------------|-------------------------|------------------|
| US 4767731 | A | 30-08-1988 | DE 3672414 D1 | 09-08-1990 |
| | | | EP 0210813 A2 | 04-02-1987 |
| | | | JP 1664535 C | 19-05-1992 |
| | | | JP 3029741 B | 25-04-1991 |
| | | | JP 62021756 A | 30-01-1987 |
| EP 1666119 | A | 07-06-2006 | AT 430616 T | 15-05-2009 |
| | | | CA 2536285 A1 | 03-03-2005 |
| | | | CN 1838983 A | 27-09-2006 |
| | | | WO 2005018776 A1 | 03-03-2005 |
| | | | KR 20060054277 A | 22-05-2006 |
| | | | US 2007163219 A1 | 19-07-2007 |
| US 4758542 | A | 19-07-1988 | AU 594614 B2 | 08-03-1990 |
| | | | AU 1167588 A | 18-08-1988 |
| | | | CA 1294291 C | 14-01-1992 |
| | | | DE 3877221 D1 | 18-02-1993 |
| | | | DE 3877221 T2 | 29-04-1993 |
| | | | EP 0278456 A2 | 17-08-1988 |
| | | | ES 2037747 T3 | 01-07-1993 |
| | | | | |
| EP 1514857 | A | 16-03-2005 | CA 2482679 A1 | 06-11-2003 |
| | | | CN 1649805 A | 03-08-2005 |
| | | | WO 03091183 A1 | 06-11-2003 |
| | | | JP 3489030 B1 | 19-01-2004 |
| | | | JP 2004026508 A | 29-01-2004 |
| | | | TW 276619 B | 21-03-2007 |
| | | | US 2005181929 A1 | 18-08-2005 |
| EP 0586102 | A | 09-03-1994 | DE 69316290 D1 | 19-02-1998 |
| | | | DE 69316290 T2 | 10-06-1998 |
| | | | JP 2845046 B2 | 13-01-1999 |
| | | | JP 6056553 A | 01-03-1994 |
| US 2006021308 | A1 | 02-02-2006 | CN 101124029 A | 13-02-2008 |
| | | | EP 1778383 A2 | 02-05-2007 |
| | | | JP 2008508185 T | 21-03-2008 |
| | | | US 2006021309 A1 | 02-02-2006 |
| | | | WO 2006015240 A2 | 09-02-2006 |
| EP 1156023 | A | 21-11-2001 | AT 275114 T | 15-09-2004 |
| | | | CA 2325172 A1 | 08-05-2001 |
| | | | DE 60013408 D1 | 07-10-2004 |
| | | | DE 60013408 T2 | 08-09-2005 |
| | | | JP 3096814 B2 | 10-10-2000 |
| | | | JP 2001139369 A | 22-05-2001 |
| | | | KR 20010051471 A | 25-06-2001 |
| | | | TW 548254 B | 21-08-2003 |
| | | | US 6403019 B1 | 11-06-2002 |
| | | | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/056494

| | | |
|---|---|---|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C04B35/478 C04B35/16 C04B35/18 C04B35/185 F01N3/022 C04B38/00 | | |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C04B F01N | | |
| Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen | | |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | TSETSEKOU A: "A comparison study of tialite ceramics doped with various oxide materials and tialite-mullite composites: microstructural, thermal and mechanical properties" JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, BARKING, ESSEX, GB, Bd. 25, Nr. 4, 1. April 2005 (2005-04-01), Seiten 335-348, XP004685805 ISSN: 0955-2219 Zusammenfassung Absatz 4. Conclusions, Seite 347 Seite 339, Spalte 2; Tabellen 1,2,4 ----- -/-- | 1,4,6-10 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie | | |
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts |
| 1. September 2009 | | 16/09/2009 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Bevollmächtigter Bediensteter Bonneau, Sébastien |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/056494

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|---|--|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| Y | US 4 767 731 A (ASAMI SEIICHI [JP] ET AL) 30. August 1988 (1988-08-30) Spalte 2, Zeile 53 - Spalte 3, Zeile 8; Tabelle 1 | 2,3 |
| X | EP 1 666 119 A (OHCERA CO LTD [JP]) 7. Juni 2006 (2006-06-07) Ansprüche 1,7; Beispiel 1 | 1,4,6-10 |
| Y | Zusammenfassung | 2,3 |
| X | US 4 758 542 A (PARKER FREDERICK J [US]) 19. Juli 1988 (1988-07-19) Spalte 7, Zeile 11 - Zeile 38 Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 16 - Zeile 19; Beispiel 9 | 1,5 |
| A | EP 1 514 857 A (FUKUDA TSUTOMU [JP]; FUKUDA MASAHIRO [JP]; FUKUDA MASAOKI [JP]) 16. März 2005 (2005-03-16) Anspruch 1; Abbildung 1; Beispiel 1 | 1,4,6-8 |
| A | EP 0 586 102 A (BRIDGESTONE CORP [JP] BRIDGESTONE CORP [JP]; HITACHI METALS LTD [JP]) 9. März 1994 (1994-03-09) Zusammenfassung | 1,6-8 |
| A | US 2006/021308 A1 (MERKEL GREGORY A [US]) 2. Februar 2006 (2006-02-02) Zusammenfassung | 1,6-10 |
| A | EP 1 156 023 A (FUKUDA TSUTOMU [JP]; FUKUDA MASAHIRO [JP]; FUKUDA MASAOKI [JP] OHCERA) 21. November 2001 (2001-11-21) Absatz [0005] | 1,8,9 |
| A | MASAHIDE TAKAHASHI ET AL.: "Preparation, Structure, and Properties of Thermally and Mechanically Improved Aluminum Titanate Ceramics Doped with Alkali Feldspar" JOURNAL OF THE AMERICAN CERAMIC SOCIETY, Bd. 85, Nr. 12, 2002, Seiten 3025-3030, XP002543570 Zusammenfassung | 1,4,6-8 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/056494

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 4767731 | A | 30-08-1988 | DE 3672414 D1 09-08-1990 |
| | | | EP 0210813 A2 04-02-1987 |
| | | | JP 1664535 C 19-05-1992 |
| | | | JP 3029741 B 25-04-1991 |
| | | | JP 62021756 A 30-01-1987 |
| EP 1666119 | A | 07-06-2006 | AT 430616 T 15-05-2009 |
| | | | CA 2536285 A1 03-03-2005 |
| | | | CN 1838983 A 27-09-2006 |
| | | | WO 2005018776 A1 03-03-2005 |
| | | | KR 20060054277 A 22-05-2006 |
| | | | US 2007163219 A1 19-07-2007 |
| US 4758542 | A | 19-07-1988 | AU 594614 B2 08-03-1990 |
| | | | AU 1167588 A 18-08-1988 |
| | | | CA 1294291 C 14-01-1992 |
| | | | DE 3877221 D1 18-02-1993 |
| | | | DE 3877221 T2 29-04-1993 |
| | | | EP 0278456 A2 17-08-1988 |
| | | | ES 2037747 T3 01-07-1993 |
| | | | US 2005181929 A1 18-08-2005 |
| EP 1514857 | A | 16-03-2005 | CA 2482679 A1 06-11-2003 |
| | | | CN 1649805 A 03-08-2005 |
| | | | WO 03091183 A1 06-11-2003 |
| | | | JP 3489030 B1 19-01-2004 |
| | | | JP 2004026508 A 29-01-2004 |
| | | | TW 276619 B 21-03-2007 |
| | | | US 2005181929 A1 18-08-2005 |
| EP 0586102 | A | 09-03-1994 | DE 69316290 D1 19-02-1998 |
| | | | DE 69316290 T2 10-06-1998 |
| | | | JP 2845046 B2 13-01-1999 |
| | | | JP 6056553 A 01-03-1994 |
| US 2006021308 | A1 | 02-02-2006 | CN 101124029 A 13-02-2008 |
| | | | EP 1778383 A2 02-05-2007 |
| | | | JP 2008508185 T 21-03-2008 |
| | | | US 2006021309 A1 02-02-2006 |
| | | | WO 2006015240 A2 09-02-2006 |
| EP 1156023 | A | 21-11-2001 | AT 275114 T 15-09-2004 |
| | | | CA 2325172 A1 08-05-2001 |
| | | | DE 60013408 D1 07-10-2004 |
| | | | DE 60013408 T2 08-09-2005 |
| | | | JP 3096814 B2 10-10-2000 |
| | | | JP 2001139369 A 22-05-2001 |
| | | | KR 20010051471 A 25-06-2001 |
| | | | TW 548254 B 21-08-2003 |
| | | | US 6403019 B1 11-06-2002 |