

(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  
29. Dezember 2005 (29.12.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/123816 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C08J 9/00, 9/20

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/006200

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. Juni 2005 (09.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102004028768.6 16. Juni 2004 (16.06.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BASF AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; 67056 Ludwigshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DATKO, Achim** [DE/DE]; Talstr. 27, 69181 Leimen (DE). **HAHN, Klaus** [DE/DE]; Im Bügen 9, 67281 Kirchheim (DE). **ALL-MENDINGER, Markus** [DE/DE]; Grossgasse 36, 67149 Meckenheim (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **BASF AKTIENGESELLSCHAFT**; 67056 Ludwigshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): 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, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, 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) 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: STYRENE POLYMER PARTICLE FOAM MATERIALS HAVING A REDUCED THERMAL CONDUCTIVITY

(54) Bezeichnung: STYROLPOLYMER-PARTIKELSCHAUMSTOFFE MIT VERRINGERTER WÄRMELEITFÄHIGKEIT

(57) Abstract: The invention relates to styrene polymer particle foam materials having a density of less than 25 g/l, which have a thermal conductivity  $\lambda$ , determined at 10 °C according to DIN 52612, under 32 mW/m<sup>2</sup>K, and to methods for the production thereof.

(57) Zusammenfassung: Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe mit einer Dichte unter 25 g/l, die eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  bestimmt bei 10 °C nach DIN 52612, unter 32 mW/m<sup>2</sup>K aufweisen, sowie Verfahren zu deren Herstellung.



WO 2005/123816 A1

## Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe mit verringerter Wärmeleitfähigkeit

## Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe mit einer Dichte unter 25 g/l, die eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ , bestimmt bei 10°C nach DIN 52612, unter 32 mW/m<sup>2</sup>K aufweisen, sowie Verfahren zu deren Herstellung.

- 10 Polystyrolpartikelschaumstoffe sind seit langer Zeit bekannt und haben sich auf vielen Gebieten bewährt. Die Herstellung derartiger Schaumstoffe erfolgt durch Aufschäumen von mit Treibmitteln imprägnierten Polystyrolpartikeln und das nachfolgende Verschweißen der so hergestellten Schaumpartikel zu Formkörpern. Ein wesentliches Einsatzgebiet ist die Wärmedämmung im Bauwesen.

- 15 Die zur Wärmedämmung eingesetzten Schaumstoffplatten aus Polystyrolpartikelschaum haben zumeist Dichten von etwa 30 g/l, da bei diesen Dichten die Wärmeleitfähigkeit des Polystyrolpartikelschaums ein Minimum aufweist. Aus Gründen der Materialeinsparung wäre es wünschenswert, Schaumstoffplatten mit geringeren Dichten, insbesondere < 15 g/l, zur Wärmeisolation einzusetzen. Derartige Schaumstoffplatten  
20 mit geringerer Dichte weisen jedoch eine drastisch verschlechterte Wärmedämmfähigkeit auf, so dass sie die Anforderungen der Wärmeleitklasse 035 (DIN 18 164, Teil 1) nicht erfüllen.

- Zur Verringerung der Wärmeleitfähigkeit von Polystyrolschaumstoffen wurden diesen  
25 auf verschiedene Art und Weise athermane Materialien wie Ruß (EP-A 372 343, EP-A 620 246), Graphit (EP-A 981 574 und EP-A 981 575) oder Aluminiumblättchen (WO 00/043442) zugegeben. Hierbei werden je nach Art und Einarbeitung hohe Mengen der athermanen Materialien benötigt, die aufgrund der nukleierenden Wirkung zu Problemen bei der homogenen Einarbeitung führen können. Des weiteren können die  
30 mechanischen Eigenschaften der daraus hergestellten Schaumstoffe und dessen Brandverhalten negativ beeinflusst werden.

- Die Wärmeleitfähigkeit von Polystyrolschaumstoffen wird auch durch die Art und Menge des Zellgases beeinflusst. Aus Umweltgründen wurden halogenhaltige Treibmittel  
35 durch leichtflüchtige Treibmittel aus Kohlenwasserstoffen ersetzt. Da letztere nach dem Verschäumen der expandierbaren Polystyrole (EPS) in der Regel innerhalb kurzer Zeit aus dem Schaumstoff herausdiffundieren, steigt die direkt nach dem Verschäumen gemessene Wärmeleitfähigkeit mit der Lagerung wieder leicht an.

- 40 Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, den genannten Nachteilen abzuwehren und Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit bereitzustellen, die gute mechanische Eigenschaften und insbesondere gute Brandschutzeigenschaften aufweisen. Des weiteren sollte ein Verfahren zur Herstellung von treibmit-

telhaltigen, expandierbaren Styrolpolymeren (EPS) gefunden werden, die sich zu den Styrolpolymer-Partikelschaumstoffen mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit verschäumen und versintern lassen.

5 Demgemäß wurden die oben genannten Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe gefunden.

Bevorzugt weisen die Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe auch bei Dichten im Bereich von 7 bis 20 g/l, bevorzugt im Bereich von 10 bis 16 g/l, eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ , bestimmt bei 10°C nach DIN 52612, unter 32 mW/m\*K, bevorzugt im Bereich von 27 bis 10 31, besonders bevorzugt im Bereich von 28 bis 30 mW/m\*K auf.

Die Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe weisen bevorzugt 2 bis 15 Zellen/mm auf.

In der Regel werden die niedrigen Wärmeleitfähigkeiten auch dann erreicht, wenn das 15 Treibmittel im wesentlichen aus den Zellen diffundiert ist, d. h. die Zellen mit einem Gas gefüllt sind, das zu mindestens 90 Vol.-%, bevorzugt zu 95 bis 99 Vol.-% aus einem anorganischen Gas, insbesondere aus Luft, besteht.

Bevorzugt enthalten die Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe eine organische Brom- 20 verbindung mit einem Bromgehalt von mindestens 70 Gew.-%. Dadurch sind selbstverlöschende Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe erhältlich, die den Brandtest B2 nach DIN 4102 erfüllen.

Die erfindungsgemäßen Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe sind durch Vorschäumen 25 und Versintern der entsprechenden, expandierbaren Styrolpolymeren (EPS) erhältlich.

Unter expandierbaren Styrolpolymerisaten (EPS) werden Treibmittel enthaltende Styrolpolymerisate verstanden.

30 Die erfindungsgemäßen expandierbaren Styrolpolymerisate enthalten als Polymermatrix insbesondere Homopolystyrol oder Styrolcopolymerisate mit bis zu 20 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Polymeren, an ethylenisch ungesättigten Comonomeren, insbesondere Alkylstyrole, Divinylbenzol, Acrylnitril oder  $\alpha$ -Methylstyrol. Auch Blends aus Polystyrol und anderen Polymeren, insbesondere mit Kautschuk und Polypheny- 35 lenether sind möglich.

Die Styrolpolymerisate können die üblichen und bekannten Hilfsmittel und Zusatzstoffe enthalten, beispielsweise Flammenschutzmittel, Keimbildner, UV-Stabilisatoren, Ketten- 40 überträger, Treibmittel, Weichmacher, Pigmente und Antioxidantien.

Die expandierbaren Partikel werden mit den üblichen und bekannten Beschichtungsmitteln beschichtet, beispielsweise Metallstearaten, Glycerinestern und feinteiligen Silikaten.

- 5 Die EPS-Partikelgröße liegt bevorzugt im Bereich von 0,2 - 2 mm.

- Die Menge der eingesetzten athermanen Partikel richtet sich nach deren Art und Wirkung. Die Styrolpolymer -Partikelschaumstoff enthalten bevorzugt 0,5 bis 5 Gew.-%, besonders bevorzugt 1 bis 4 Gew.-% athermane Partikel. Bevorzugt werden als athermane Partikel Graphit, Ruß oder Aluminium mit einer mittleren Teilchengröße im Bereich von 1 bis 50  $\mu\text{m}$ .
- 10

- Der bevorzugt eingesetzte Graphit hat vorzugsweise eine mittlere Partikelgröße von 1 bis 50  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 2,5 bis 12  $\mu\text{m}$ , ein Schüttgewicht von 100 bis 500 g/l und eine spezifische Oberfläche von 5 bis 20  $\text{m}^2/\text{g}$ . Es kann Naturgraphit oder gemahlener synthetischer Graphit eingesetzt werden. Die Graphitpartikel sind im Styrolpolymerisat vorzugsweise in Mengen von 0,05 bis 8 Gew.-%, insbesondere von 0,1 bis 5 Gew.-% enthalten.
- 15

- Ein Problem bei der Verwendung von Graphitpartikeln besteht in der leichten Brennbarkeit der Graphitpartikel enthaltenden Polystyrolpartikelschaumstoffe. Um die für den Einsatz im Bauwesen notwendigen Brandtests (B1 und B2 nach DIN 4102) zu bestehen, werden in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung den expandierbaren Styrolpolymerisaten Flammenschutzmittel, insbesondere solche auf Basis organischer Bromverbindungen mit einem Bromgehalt von mindestens 70 Gew.-%, zugesetzt. Der Zusatz der Bromverbindung (ohne Synergist) sollte in einer Menge von mehr als 3 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der expandierbaren Styrolpolymerisate, erfolgen.
- 20
- 25

- Überraschenderweise führt diese Menge an Flammenschutzmitteln zu keinerlei Beeinträchtigung der mechanischen Kennwerte der Ruß enthaltenden Polystyrolpartikelschaumstoffe.
- 30

- Insbesondere geeignet sind aliphatische, cycloaliphatische und aromatische Bromverbindungen, wie Hexabromcyclododecan, Pentabrommonochlorcyclohexan, Pentabromphenylallylether.
- 35

- Die Wirkung der bromhaltigen Flammenschutzmittel wird durch Zusatz von C-C- oder O-O-labilen organischen Verbindungen erheblich verbessert. Beispiele geeigneter Flammschutzsynergisten sind Dicumyl und Dicumylperoxid. Eine bevorzugte Kombination besteht aus 0,6 bis 5 Gew.-% organischer Bromverbindung und 0,1 bis 1,0 Gew.-% der C-C- oder O-O-labilen organischen Verbindung.
- 40

Die Herstellung der erfindungsgemäßen expandierbaren Styrolpolymerisate (EPS) kann nach unterschiedlichen Verfahren erfolgen.

Bei einer Ausführungsform vermischt man die athermanen Partikel und ein nichtionisches Tensid mit einer Schmelze des Styrolpolymerisates zu, vorzugsweise in einem Extruder. Dabei wird gleichzeitig das Treibmittel in die Schmelze zudosiert. Man kann die athermanen Partikel auch in eine Schmelze von treibmittelhaltigem Styrolpolymerisat einarbeiten, wobei zweckmäßigerweise ausgesiebte Randfraktionen eines Perlspektrums von bei einer Suspensionspolymerisation entstandenen treibmittelhaltigen Polystyrolperlen eingesetzt werden. Die Treibmittel und athermanen Partikel enthaltende Polystyrolschmelze werden ausgepresst und zu treibmittelhaltigem Granulat zerkleinert. Da die athermanen Partikel stark nukleierend wirken können, sollte nach dem Auspressen unter Druck rasch abgekühlt werden, um ein Aufschäumen zu vermeiden. Man führt daher zweckmäßigerweise eine Unterwassergranulierung unter Druck in einem geschlossenen System durch.

Es ist auch möglich, den athermane Partikel enthaltenden Styrolpolymerisaten das Treibmittel in einem gesonderten Verfahrensschritt zuzusetzen. Hierbei werden die Granulate dann vorzugsweise in wässriger Suspension mit dem Treibmittel imprägniert.

In allen drei Fällen kann man die feinteiligen athermanen Partikel und das nichtionische Tensid direkt in der Polystyrolschmelze zusetzen. Man kann die athermanen Partikel aber auch in Form eines Konzentrats in Polystyrol der Schmelze zusetzen. Bevorzugt werden aber Polystyrolgranulat und athermane Partikel zusammen in einen Extruder eingegeben, das Polystyrol aufgeschmolzen und mit den athermanen Partikeln vermischt.

Es ist grundsätzlich auch möglich, die athermanen Partikel und ein nichtionisches Tensid bei der Suspensionspolymerisation zu inkorporieren, sofern sie ausreichend inert gegenüber dem in der Regel verwendeten Wasser als Suspensionsmedium sind. Sie können hierbei vor der Suspendierung dem monomeren Styrol zugesetzt oder im Verlaufe, bevorzugt während der ersten Hälfte des Polymerisationszyklus, dem Reaktionsansatz zugefügt werden. Das Treibmittel wird bevorzugt im Verlaufe der Polymerisation zugegeben, es kann jedoch auch hinterher dem Styrolpolymerisat einverleibt werden. Dabei hat es sich gezeigt, dass es für die Stabilität der Suspension günstig ist, wenn bei Beginn der Suspensionspolymerisation eine Lösung von Polystyrol (bzw. einem entsprechenden Styrolcopolymerisat) in Styrol (bzw. der Mischung von Styrol mit Comonomeren) vorliegt. Bevorzugt geht man dabei von einer 0,5 bis 30, insbesondere 5 bis 20 gew.-%igen Lösung von Polystyrol in Styrol aus. Man kann dabei frisches Polystyrol in Monomeren auflösen, zweckmäßigerweise setzt man aber sogenannte Randfraktionen ein, die bei der Auftrennung des bei der Herstellung von expandierbarem Polystyrol anfallenden Perlspektrums als zu große oder zu kleine Perlen ausge-

siebt werden. In der Praxis haben derartige nicht verwertbare Randfraktionen Durchmesser von größer als 2,0 mm bzw. kleiner als 0,2 mm. Auch Polystyrol-Recyclat und Schaumpolystyrol-Recyclat können eingesetzt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass man Styrol in Substanz bis zu einem Umsatz von 0,5 bis 70 % vorpolymerisiert und das Vorpolymerisat zusammen mit den athermanen Partikeln in der wässrigen Phase suspendiert und auspolymerisiert.

Das Treibmittel wird in den üblichen Mengen von etwa 3 - 10 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Polymeren, zugesetzt. Als Treibmittel eingesetzt werden üblicherweise aliphatische Kohlenwasserstoffe mit 3 bis 10, vorzugsweise 4 bis 6 Kohlenstoffatomen.

Besonders bevorzugt werden die expandierbaren Styrolpolymerisaten (EPS) durch Polymerisation von Styrol und gegebenenfalls copolymerisierbaren Monomeren in wässriger Suspension und Imprägnierung mit einem Treibmittel hergestellt, wobei die Polymerisation in Gegenwart von 0,1 bis 5 Gew.-% Graphitpartikeln, bezogen auf das Styrolpolymer, und einem nichtionischen Tensid durchgeführt wird.

Als nichtionisches Tensid eignen sich beispielsweise Maleinsäureanhydrid-Copolymere (MSA), z.B. aus Maleinsäureanhydrid und C<sub>20-24</sub>-1-olefin, Polyisbutylen-Bernsteinsäureanhydride (PIBSA) oder deren Umsetzungsprodukte mit Hydroxy-Polyethylenglykol-Ester, Diethylaminoethanol oder Aminen, wie Tridecylamin, Octylamin oder Polyetheramin, Tetraethylenpentaamin oder Mischungen davon. Die Molekulargewichte des nichtionischen Tensids liegen bevorzugt im Bereich von 500 bis 3000 g/mol. Sie werden in der Regel in Mengen im Bereich von 0,01 bis 2 Gew.-%, bezogen auf Styrolpolymer, eingesetzt.

Die erfindungsgemäßen expandierbaren, athermane Partikel enthaltenden Styrolpolymerisate können zu Polystyrolschaumstoffen mit Dichten von 5 - 35 g/l, bevorzugt von 810 bis 25 g/l und insbesondere von 10 - 15 g/l, verarbeitet werden.

Hierzu werden die expandierbaren Partikel vorgeschäumt. Dies geschieht zumeist durch Erwärmen der Partikel mit Wasserdampf in sogenannten Vorschäumen.

Die so vorgeschäumten Partikel werden danach zu Formkörpern verschweißt. Hierzu werden die vorgeschäumten Partikel in nicht gasdicht schließende Formen gebracht und mit Wasserdampf beaufschlagt. Nach Abkühlen können die Formteile entnommen werden.

Die aus den erfindungsgemäßen expandierbaren Styrolpolymerisaten hergestellten Schaumstoffe zeichnen sich durch eine hervorragende Wärmeisolierung aus. Dieser Effekt zeigt sich besonders deutlich bei niedrigen Dichten.

Durch die Möglichkeit, bei gleicher Wärmeleitfähigkeit die Dichte der Styrolpolymerpartikel-Schaumstoffe deutlich zu verringern, lassen sich Materialeinsparungen realisieren. Da im Vergleich mit herkömmlichen expandierbaren Styrolpolymerisaten die gleiche Wärmedämmung mit wesentlich geringeren Schüttdichten erreicht werden kann, können mit dem erfindungsgemäß hergestellten expandierbaren Polystyrolpartikeln dünnere Schaumstoffplatten eingesetzt werden, was eine Raumeinsparung ermöglicht.

Überraschenderweise lassen sich die erfindungsgemäßen expandierbaren Styrolpolymerisate völlig problemlos zu Schaumstoffen geringer Dichte verarbeiten.

Die erfindungsgemäßen Schaumstoffe können zur Wärmedämmung von Gebäuden und Gebäudeteilen, zur thermischen Isolierung von Maschinen und Haushaltsgeräten sowie als Verpackungsmaterialien verwendet werden.

Die Erfindung soll an nachstehenden Beispielen näher erläutert werden. Die genannten Teile und Prozente beziehen sich auf das Gewicht.

Beispiele:

Einsatzstoffe:

Pulverförmiges Grafit mit einer mittleren Partikelgröße von 4 – 5 µm (Grafitwerk Kropfmühl AG, UF 2 98),

Nichtionisches Tensid: äquimolares Umsetzungsprodukt aus Maleisäureanhydrid-C<sub>20-24</sub> 1-Olefin-Copolymer (MSA) mit Tridecylamin (TDA).

Anionsches Tensid: Emulgator K30, (Natriumalkansulfonat, 1%ige Lösung in Wasser, Bayer AG)

Dicetylperoxodicarbonat (Perkadox® 24 der Akzo-Nobel)

Beispiele 1 und 2:

In 14,20 kg Styrol wurden 156,2 g Hexabromcyclododecan (HBCD), 2,13 kg EPS-Randfraktion (Polystyrol) gelöst und 568 g pulverförmiges Grafit (4 Gew.-% bezogen auf die Styrolmenge) homogen suspendiert unter Beimischung von 80,9 g Dicumylperoxid, 14,2 g tert.-Butylperoxy-2-ethylhexanoat, 14,2 g Dicetylperoxodicarbonat und 14,2 g nichtionisches Tensid (MSA + TDA). Die organische Phase wurde in 24,68 l vollentsalztes Wasser und 2,945 kg Magnesiumsulfat/Natriumpyrophosphat-Fällung in einem druckfesten 50l-Rührkessel eingebracht. Das Reaktionsgemisch wurde unter Rühren innerhalb 1,5 Stunden auf 95°C erhitzt. Anschließend wurde innerhalb von 4,0

Stunden auf 130°C erhitzt, wobei 115 min nach Erreichen von 80°C 322,1g Emulgator K30 (1%ig), nach 190 min nach Erreichen von 80°C über eine Dauer von 30 min 1,06 kg Pentan und nach 225 min nach Erreichen von 80°C 156,2g Armostat 2%ig zugegeben werden. Schließlich wird 2 Stunden bei 130°C auspolymerisiert.

5

- Die erhaltenen Perlen wurden von der wässrigen Phase abgetrennt, durch Warmluft getrocknet und auf 1,0 – 2,0 mm ausgesiebt. Mittels Wasserdampf wurden die Perlen vorgeschäumt und anschließend zu Formteilen mit Dichten zwischen 10 und 20 g/l verschweißt und bis zur Gewichtskonstanz gelagert. Die nach DIN 52612 (Poensgen-Methode) bei 10°C ermittelten Wärmeleitzahlen (WLF) sind in Tabelle1 zusammengestellt.

10

Vergleichsversuche V1 und V2

- 15 Die Beispiele 1 und 2 wurden ohne Zugabe von anionischem Tensid wiederholt.

Tabelle 1:

| Beispiel | Formteildichte [g/l] | WLF [mW/m*K] |
|----------|----------------------|--------------|
| 1        | 15 ± 1               | 31           |
| 2        | 19 ± 1               | 30           |
| V1       | 14 ± 1               | 33           |
| V2       | 18 ± 1               | 33           |

20



## Patentansprüche

1. Styrolpolymer-Partikelschaumstoff mit einer Dichte unter 25 g/l, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  des Polystyrol-Partikelschaumstoffes, bestimmt bei 10°C nach DIN 52612, unter 32 mW/m\*K liegt.
2. Styrolpolymer-Partikelschaumstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichte im Bereich von 7 bis 20 g/l beträgt.
3. Styrolpolymer-Partikelschaumstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ , bestimmt bei 10°C nach DIN 52612, im Bereich von 27 bis 31 mW/m\*K liegt.
4. Styrolpolymer-Partikelschaumstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Styrolpolymer-Partikelschaumstoff 2 bis 15 Zellen/mm aufweist.
5. Styrolpolymer-Partikelschaumstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Zellen mit einem Gas gefüllt sind, das zu mindestens 90 Vol.-% aus einem anorganischen Gas besteht.
6. Styrolpolymer-Partikelschaumstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass er 0,5 bis 5 Gew.-% athermane Partikel enthält.
7. Styrolpolymer-Partikelschaumstoff nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass er 1 bis 4 Gew.-% Graphit, Ruß oder Aluminium mit einer mittleren Teilchengröße im Bereich 1 bis 50  $\mu$ m enthält.
8. Styrolpolymer-Partikelschaumstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass er eine organische Bromverbindung mit einem Bromgehalt von mindestens 70 Gew.-% enthält und den Brandtest B2 nach DIN 4102 erfüllt.
9. Expandierbares Styrolpolymer (EPS), aus welchem durch Vorschäumen und Versintern Styrolpolymer-Partikelschaumstoffe gemäß den Ansprüchen 1 bis 8 erhältlich sind.
10. Verfahren zur Herstellung von expandierbaren Styrolpolymerisaten (EPS) durch Polymerisation von Styrol und gegebenenfalls copolymerisierbaren Monomeren in wässriger Suspension und Imprägnierung mit einem Treibmittel, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerisation in Gegenwart von 0,1 bis 5 Gew.-% Graphitpartikeln, bezogen auf das Styrolpolymer, und einem nichtionischen Tensid durchgeführt wird.

11. Verfahren zur Herstellung von expandierbaren Styrolpolymerisaten (EPS) durch Extrusion und Unterwassergranulation einer treibmittelhaltigen Styrolpolymer-schmelze, dadurch gekennzeichnet, dass in die Styrolpolymerschmelze 0,1 bis 5 Gew.-%, bezogen auf das Styrolpolymer, Graphitpartikeln und ein nichtionischen Tensid eingemischt werden.
12. Verfahren nach den Ansprüchen 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass als nichtionisches Tensid ein Maleinsäureanhydrid-Copolymer (MSA), Polyisbutylen-Säureanhydrid (PIBSA) oder deren Umsetzungsprodukte mit Hydroxy-Polyethylenglykol-Ester oder Aminen in Mengen im Bereich von 0,01 bis 1 Gew.-%, bezogen auf Styrolpolymer, eingesetzt wird.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/006200

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 C08J9/00 C08J9/20

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C08J

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, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X          | WO 97/45477 A (BASF AKTIENGESELLSCHAFT; HAHN, KLAUS; LAMPRECHT, JOSEF; WASSMER, KARL-) 4 December 1997 (1997-12-04)<br>examples 2V,5<br>page 5, line 10 - line 13<br>page 5, line 27 - line 31 | 1-9                   |
| A          | WO 98/51735 A (BASF AKTIENGESELLSCHAFT; GLUECK, GUISCARD; HAHN, KLAUS; KAEMPFER, KNUT) 19 November 1998 (1998-11-19)<br>cited in the application<br>example 4                                  | 1-12                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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

8 September 2005

Date of mailing of the international search report

15/09/2005

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

Schlicke, B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/006200

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 9745477                                | A | 04-12-1997          | AU 2960897 A               | 05-01-1998          |
|   |   |                     | WO 9745477 A1              | 04-12-1997          |
|   |   |                     | EP 0902804 A1              | 24-03-1999          |
| WO 9851735                                | A | 19-11-1998          | WO 9851735 A1              | 19-11-1998          |
|   |   |                     | AT 196158 T                | 15-09-2000          |
|   |   |                     | AU 2897997 A               | 08-12-1998          |
|   |   |                     | DE 59702327 D1             | 12-10-2000          |
|   |   |                     | EP 0981574 A1              | 01-03-2000          |
|   |   |                     | JP 2001525001 T            | 04-12-2001          |
|   |   |                     | US 6340713 B1              | 22-01-2002          |

## INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/006200

## A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C08J9/00 C08J9/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C08J

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, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X          | WO 97/45477 A (BASF AKTIENGESELLSCHAFT;<br>HAHN, KLAUS; LAMPRECHT, JOSEF; WASSMER,<br>KARL-) 4. Dezember 1997 (1997-12-04)<br>Beispiele 2V,5<br>Seite 5, Zeile 10 - Zeile 13<br>Seite 5, Zeile 27 - Zeile 31<br>----- | 1-9                |
| A          | WO 98/51735 A (BASF AKTIENGESELLSCHAFT;<br>GLUECK, GUISCARD; HAHN, KLAUS; KAEMPFER,<br>KNUT) 19. November 1998 (1998-11-19)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Beispiel 4<br>-----  | 1-12               |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* 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

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. September 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/09/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schlicke, B

# INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/006200

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |              | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| WO 9745477   | A | 04-12-1997                    | AU                                | 2960897 A    | 05-01-1998                    |
|  |   |                               | WO                                | 9745477 A1   | 04-12-1997                    |
|  |   |                               | EP                                | 0902804 A1   | 24-03-1999                    |
| <hr/>  |   |                               |                                   |              |                               |
| WO 9851735   | A | 19-11-1998                    | WO                                | 9851735 A1   | 19-11-1998                    |
|  |   |                               | AT                                | 196158 T     | 15-09-2000                    |
|  |   |                               | AU                                | 2897997 A    | 08-12-1998                    |
|  |   |                               | DE                                | 59702327 D1  | 12-10-2000                    |
|  |   |                               | EP                                | 0981574 A1   | 01-03-2000                    |
|  |   |                               | JP                                | 2001525001 T | 04-12-2001                    |
|  |   |                               | US                                | 6340713 B1   | 22-01-2002                    |
| <hr/>  |   |                               |                                   |              |                               |