

(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  
28. Dezember 2006 (28.12.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/136243 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**F24J 2/05** (2006.01) **F28F 13/00** (2006.01)

**F28F 21/02** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/004602

(22) Internationales Anmeldedatum:

16. Mai 2006 (16.05.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

05013591.2 23. Juni 2005 (23.06.2005) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **SGL CARBON AG** [DE/DE]; Rheingastr. 182,  
65203 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HEUER, Dirk**  
[DE/DE]; Pferseer Str. 7d, 86150 Augsburg (DE). **ZIM-  
MERLY, Walter** [DE/DE]; Zirbelstrasse 49, 86154  
Augsburg (DE). **GUCKERT, Werner** [DE/DE]; Wirt-  
saeckerstrasse 7, 86674 Baar (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, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,  
LY, 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, 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).

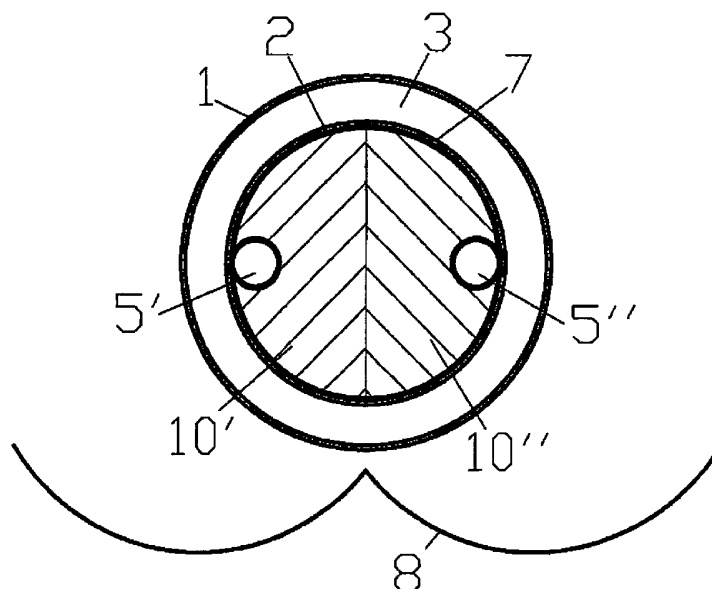
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VACUUM TUBES FOR SOLAR COLLECTORS HAVING IMPROVED HEAT TRANSFER

(54) Bezeichnung: VAKUUMRÖHREN FÜR SOLARKOLLEKTOREN MIT VERBESSERTEM WÄRMEÜBERGANG



(57) Abstract: Heat transfer between an absorber and heat carrier tubes (5', 5'', 5''', 5''') is simplified by using heat guiding elements (9, 10) which are made of compressed graphite expandate in vacuum tubes for solar collectors. The heat guiding element (9, 10) which is made of compressed graphite expandate can, for example, be embodied in a positive fit as an intermediate layer between an absorber internal wall and the carrier construction (4) which can receive the heat carrier tubes (5', 5'', 5''', 5''') or as a heat transfer component (10) which is fitted into the absorber tube and which receives the heat carrier tubes (5', 5'', 5''', 5''') in a positive fit.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/136243 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

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.

---

**(57) Zusammenfassung:** In Vakuumröhren für Solarkollektoren lässt sich der Wärmeübergang zwischen dem Absorber und den Wärmeträgerrohren (5', 5" ,5''' ,5''''') durch Einsatz von Wärmeleitelementen (9, 10) aus verpresstem Graphitexpandat erleichtern. Das Wärmeleitelement (9, 10) aus verpresstem Graphitexpandat kann beispielsweise als formschlüssige Zwischenschicht zwischen Absorberinnenwand und der die Wärmeträgerrohre (5', 5" , 5''' , 5''''') aufnehmenden Trägerkonstruktion (4) ausgebildet sein oder als in die Absorberröhre eingepasstes Wärmeüberträgerbauteil (10), das die Wärmeträgerrohre (5', 5" , 5''' , 5''''') formschlüssig aufnimmt.

Vakuumpipelines für Solarkollektoren mit verbessertem Wärmeübergang

Die vorliegende Erfindung betrifft Vakuumpipelines für Solarkollektoren.

Eine bekannte Bauart von Vakuumpipelines-Solarkollektoren (Figur 1) enthält sogenannte Sydney-Röhren. Es handelt sich dabei um wie eine Thermoskanne aufgebaute doppelwandige Glasgefäße, bestehend aus zwei konzentrisch ineinander geschobenen Glasröhren 1 und 2, die jeweils an einem Ende halbkugelförmig verschlossen und am anderen Ende miteinander verschmolzen sind (in der Querschnittsdarstellung von Figur 1 nicht sichtbar). Der hermetisch verschlossene Spalt 3 zwischen den Glasröhren ist zur Vermeidung von Wärmeverlusten evakuiert.

Im nicht evakuierten Innenraum der inneren Glasröhre 2 befindet sich ein in einer Trägerkonstruktion 4 gelagertes Wärmeträgerrohr, beispielsweise ein U-förmiges Rohr, das von einer Wärmeträgerflüssigkeit durchströmt wird. Die Querschnittsdarstellung in Figur 1 zeigt die beiden Schenkel 5', 5'' des U-Rohrs für den Zufluss der zu erwärmenden und den Abfluss der erwärmten Wärmeträgerflüssigkeit zum Wärmetauscher bzw. -speicher. Meist enthält die Trägerkonstruktion 4 Wärmeleitbleche 6 aus Aluminium oder Kupfer, in welche die üblicherweise aus Kupfer oder Messing bestehenden Wärmeträgerrohre eingebettet oder eingefalzt sind.

Neben der U-förmigen Rohrführung sind auch andere Arten der Ausführung und Funktionsweise des Wärmeträgerrohrs bekannt. Beispielsweise kann die Wärmeträgerflüssigkeit die Kollektorröhre der Länge nach durchströmen, dann ist das Wärmeträgerrohr am oberen und am unteren Ende der Kollektorröhre offen. Der Vorlauf befindet sich in einem Sammelkasten am unteren Rohrende, und am oberen Rohrende befindet sich ein Sammelkasten für den Rücklauf.

Das Wärmeträgerrohr kann auch koaxial durchströmt werden. In diesem Fall besteht das Wärmeträgerrohr aus zwei koaxial ineinander angeordneten Rohren, wobei das offene Ende des inneren Koaxialrohres (Wärmezuleitungsrohr) vom geschlossenen Ende des äußeren Koaxialrohres überragt wird. Eine solche Führung der Wärmeträgerflüssigkeit wird beispielsweise in der Patentschrift DE 198 21 137 beschrieben.

Daneben ist es auch bekannt, anstelle eines von einer Wärmeträgerflüssigkeit durchströmten Rohres eine sog. heat-pipe (Wärmerohr) vorzusehen, in welcher sich eine durch die absorbierte Wärme verdampfende Flüssigkeit befindet. Der Flüssigkeitsdampf steigt im Wärmerohr auf und gibt die aufgenommene Wärme über einen Wärmetauscher ab. Die

kondensierte Flüssigkeit fließt anschließend wieder an das untere Ende des Wärmerohrs zurück. Damit der beschriebene Verdampfungs- und Kondensierungsprozess ablaufen kann, müssen die Röhren mit einer Mindestneigung von der Horizontalen aufgebaut sein

Die innere Glasröhre (Absorberröhre) 2 ist auf ihrer dem Vakuumspalt zugewandten Oberfläche mit einer selektiven Absorberschicht 7 beispielsweise aus Aluminiumnitrid versehen. Ein hinter den Kollektorröhren angeordneter hochreflektierender Spiegel 8 bewirkt, dass die Sonnenstrahlung auch die Rückseite der zylindrischen Absorberröhre erreicht.

Aus der auftreffenden Sonnenstrahlung wird in der Absorberschicht 7 Wärme absorbiert. Über die Wärmeleitbleche 6 wird die Wärme auf die Wärmeträgerrohre übertragen. Die erwärmte Wärmeträgerflüssigkeit strömt zu einem Wärmetauscher, in welchem die Wärme zur weiteren Nutzung ausgekoppelt wird.

In diesen Solarkollektor-Vakuumröhren nach dem Stand der Technik ist der Wärmeübergangswiderstand zwischen der Absorberröhre 2 und den Wärmeträgerrohren relativ hoch, denn in den bekannten Trägerkonstruktionen 4 mit Wärmeleitblechen 6 steht nur eine relativ begrenzte Kontaktfläche für die Wärmeübertragung zur Verfügung. Zwischen metallischen Bauteilen bzw. Metall und Glas lässt sich wegen der Starrheit dieser Materialien und stets vorhandener Unebenheiten und Unregelmäßigkeiten an den Oberflächen kein lückenloser Formschluss realisieren, so dass stets isolierende Luftbrücken vorhanden sind. Darüber hinaus ist im Laufe der Standzeit des Kollektors wegen zunehmender Materialermüdung aufgrund des häufigen Durchlaufens von temperaturbedingten Expansions- und Kontraktionszyklen eine zunehmenden Degradation des Formschlusses zu erwarten.

Ein weiteres Problem ist die unterschiedliche thermische Ausdehnung von Kupfer und Aluminium, wenn Wärmeleitbleche aus Aluminium und Wärmeträgerrohre aus Kupfer verwendet werden.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, zur Erleichterung des Wärmeübergangs zwischen der Absorberröhre 2 und den Wärmeträgerrohren Wärmeleitelemente aus verpresstem Graphitexpandat einzusetzen. Graphitexpandat zeichnet sich sowohl durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit als auch durch eine leichte Formbarkeit und hervorragende Anpassung an benachbarte Oberflächen aus. Daher lässt sich mittels verpresstem Graphitexpandat ein nahezu lückenloser vollflächiger Formschluss zwischen den wärmeübertragenden Bauteilen erreichen.

Erfindungsgemäß wird in der inneren Glasröhre 2 ein Wärmeleitelement aus verpresstem Graphitexpandat angeordnet mit vollflächigen Formschluss einerseits an den

Berührungsflächen des Wärmeleitelements mit der Innenwand der inneren Glasröhre 2 und andererseits zu den Wärmeträgerrohren und ggf. einer die Wärmeträgerrohre aufnehmenden Trägerkonstruktion. Die Erfindung ist dabei nicht an eine bestimmte Art der Rohrführung des Wärmeträgermediums gebunden, sie eignet sich sowohl für U-förmige als auch von unten nach oben durchströmte als auch koaxiale Wärmeträgerrohre oder heat-pipes oder Kombinationen davon. Daher wird im folgenden der allgemeine Begriff Wärmeträgerrohre verwendet, sofern nicht auf eine spezielle Rohranordnung Bezug genommen wird.

Aufgrund des vollflächigen Formschlusses zwischen der Innenwand der inneren Glasröhre 2 und dem Wärmeleitelement aus expandiertem Graphit gibt es in der erfindungsgemäßen Anordnung im Gegensatz zum Stand der Technik keine Reibungspunkte zwischen Glas und Metall. Dadurch werden Beschädigungen der Glasröhre vermieden.

Die thermische Ausdehnung des expandierten Graphits ist minimal, daher ist im Laufe der Standzeit des Solarkollektors keine signifikante Materialermüdung des Wärmeleitelements zu erwarten.

Das Wärmeleitelement aus verpresstem Graphitexpandat kann beispielsweise als formschlüssige Zwischenschicht zwischen Absorberinnenwand und der die Wärmeträgerrohre aufnehmenden Trägerkonstruktion ausgebildet sein oder als in die Absorberöhre eingepasstes Wärmeüberträgerbauteil, d.h. als Formteil, das die Wärmeträgerrohre formschlüssig aufnimmt und die Trägerkonstruktion mit den Wärmeleitblechen ersetzt.

Weitere Vorteile, Details und Varianten der Erfindung gehen aus der folgenden ausführlichen Beschreibung und den Figuren hervor.

Die Figuren zeigen

- Figur 1      Querschnitt eines Sydney-Vakuumröhrenkollektors mit Wärmeleitblechen nach dem Stand der Technik mit U-Rohr für die Wärmeträgerflüssigkeit
- Figur 2      Querschnitt eines Sydney-Vakuumröhrenkollektors gemäß einer ersten Variante der Erfindung mit einer Zwischenschicht aus Graphitfolie
- Figur 3      Querschnitt eines Sydney-Vakuumröhrenkollektors gemäß einer zweiten Variante der Erfindung mit einem Wärmeüberträgerbauteil aus expandiertem Graphit
- Figur 4      Quer- und Längsschnitt einer Sydney-Vakuumröhre gemäß der zweiten Variante der Erfindung mit einem in das Wärmeüberträgerbauteil eingebetteten Koaxialrohr

- Figur 5      Quer- und Längsschnitt einer Sydney-Vakuummöhre gemäß der zweiten Variante der Erfindung mit einer in das Wärmeüberträgerbauteil eingebetteten heatpipe
- Figur 6      ein erfindungsgemäßes Wärmeüberträgerbauteil mit abgewandeltem Querschnitt

In den Figuren 2 und 3 werden die beiden prinzipiellen Varianten der Erfindung beispielhaft anhand eines Sydney-Kollektors mit U-förmigem Wärmeträgerrohr 5', 5'' dargestellt, sie sind jedoch nicht darauf beschränkt. Alternativ kann die Wärmeträgerflüssigkeit auch durch ein Koaxialrohr oder ein von unten nach oben durchströmtes Rohr geführt werden, oder es wird eine heatpipe benutzt.

In einer ersten Variante der Erfindung (Figur 2) wird die Trägerkonstruktion mit den Wärmeträgerrohren an ihrer der Innenwand der Absorberöhre 2 zugewandten Oberfläche mit Graphitfolie umwickelt, welche einen formschlüssigen wärmeleitenden Kontakt zwischen der Absorberöhre 2 und den Wärmeträgerrohren herstellt. Die Trägerkonstruktion selbst ist der Übersicht halber in Figur 2 nicht dargestellt. Wärmeleitbleche werden hier nicht mehr benötigt, so dass das Gewicht der Kollektorröhre vermindert wird.

Aus der Dichtungstechnik ist bekannt, dass Graphitfolie sich leicht an die abzudichtenden Oberflächen anpasst und dadurch Unebenheiten oder andere Unregelmäßigkeiten in der Oberfläche von Flanschen ausgleicht. In der vorliegenden Erfindung passt sich die Graphitfolie 9 genau den anschließenden Oberflächen der Trägerkonstruktion und der Wärmeträgerrohre einerseits und der Innenwand der inneren Glasröhre 2 andererseits an und kompensiert so vorhandene Unregelmäßigkeiten dieser Oberflächen. Dadurch wird der Wärmeübergang erleichtert.

Hinsichtlich der Dicke ist eine Graphitfolie auszuwählen, die einerseits ausreichend reißfest, andererseits ausreichend flexibel ist so dass sie gewickelt werden kann. Geeignete Graphitfolie hat eine Dicke zwischen 0,1 und 1 mm, bevorzugt bis 0,5 mm, und eine Dichte zwischen 0,5 und 1,5 g/cm<sup>3</sup>.

In einer weiteren Variante der Erfindung (Figuren 3-5) wird die Trägerkonstruktion aus Wärmeleitblechen, welche die Wärmeträgerrohre aufnimmt, durch ein Formteil aus verpresstem Graphitexpandat substituiert. Dieses wird im folgenden als Wärmeüberträgerbauteil 10 bezeichnet. Die erfindungsgemäßen Wärmeüberträgerbauteile 10 haben eine im wesent-

lichen zylindrische Gestalt mit Aussparungen für die Aufnahme der Wärmeträgerrohre. Das Wärmeüberträgerbauteil 10 ist so dimensioniert, dass sich seine Umfangsfläche zumindest teilweise formschlüssig an die Innenwand der inneren Glasröhre 2 (Absorberröhre) anschließt. Die Wärmeträgerrohre, in Figur 3 beispielhaft als U-Rohr 5', 5'' dargestellt, wiederum werden formschlüssig von dem Wärmeüberträgerbauteil 10 aus verpresstem Graphitexpandat aufgenommen.

Das Wärmeüberträgerbauteil 10 kann als einstückiges Formteil ausgebildet sein, aus fertigungstechnischen Gründen ist es jedoch, wie in den Figuren 3-5 dargestellt, bevorzugt aus zwei Halbformteilen 10' und 10'' zusammengesetzt.

Die folgenden Figuren zeigen dieselbe Variante der Erfindung mit anderen Arten von Wärmeträgerrohren.

Figur 4 zeigt im Quer- und Längsschnitt eine doppelwandige Glasröhre 1, 2, in welcher die Wärmeträgerflüssigkeit durch ein Koaxialrohr 5''' geführt wird. Das Koaxialrohr ist zwischen den beiden Halbformteilen 10', 10'', deren aneinander stoßende Oberflächen entsprechende Aussparungen aufweisen, formschlüssig eingebettet.

Figur 5 zeigt als weitere Alternative im Quer- und Längsschnitt eine doppelwandige Glasröhre 1, 2, in welcher die Wärmeträgerflüssigkeit durch eine heat-pipe 5'''' geführt wird. Die heat-pipe ist zwischen den beiden Halbformteilen 10', 10'', deren aneinander stoßende Oberflächen entsprechende Aussparungen aufweisen, formschlüssig eingebettet.

Ebenso kann ein von unten nach oben durchströmtes Wärmeträgerrohr formschlüssig zwischen den beiden das Wärmeüberträgerbauelement 10 bildenden Halbformteilen 10', 10'' eingebettet werden, oder Kombinationen von verschiedenartigen Wärmeträgerrohren.

Da Graphitexpandat sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit an benachbarte Oberflächen auszeichnet, ist ein formschlüssiger Verbund und damit ein geringer Wärmeübergangswiderstand zur Innenwand der inneren Glasröhre 2 einerseits und zu den Wärmeträgerrohren andererseits gewährleistet. Dadurch wird der Wärmeübergang erleichtert, und der Wärmeübergangswiderstand sinkt.

Außerdem wird durch den Formschluss des Wärmeüberträgerbauteils 10 mit der inneren Glasröhre 2 und den Wärmeträgerrohren die Stabilität des gesamten Aufbaus der Vakuumröhre erhöht.

Darüber hinaus eliminiert dieser erfindungsgemäße Aufbau das Problem der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen von Kupfer und Aluminium. Das Wärmeüberträgerbauteil

10 aus verpresstem Graphitexpandat besitzt aufgrund seiner Porosität eine Kompressionsreserve, so dass die thermische Ausdehnung des Kupferrohrs kompensiert werden kann.

Ein weiterer Vorteil dieser Variante der Erfindung besteht in der Gewichtsreduzierung, da das Formteil 10 aus verpresstem Graphitexpandat wesentlich leichter ist als die herkömmliche metallische Trägerkonstruktion.

Die Herstellung von Graphitexpandat und Graphitfolie ist bekannt. Graphiteinlagerungsverbindungen (Graphitsalze), z.B. Graphithydrogensulfat oder Graphitnitrat, werden schockartig in einem Ofen oder mittels Mikrowellen erhitzt. Dabei vergrößert sich das Volumen der Partikel um den Faktor 200 bis 400, und die Schüttdichte sinkt auf 2 bis 20 g/l. Das so erhaltene Graphitexpandat besteht aus wurm- oder ziehharmonikaförmigen Aggregaten. Bei Verdichtung verhaken sich die einzelnen Aggregate untereinander zu einem festen Verbund, so dass ohne Binderzusatz selbsttragende Flächengebilde, z.B. Folien oder Bahnen, oder Formkörper, z.B. Platten, hergestellt werden können.

Eine weitere aus dem Stand der Technik bekannte Methode zur Herstellung von dreidimensionalen Formkörpern aus Graphitexpandat besteht darin, die thermische Expansion der Graphiteinlagerungsverbindung bzw. des Graphitsalzes in einem entsprechend ausgelegten Formwerkzeug durchzuführen. Dabei ist zu beachten, dass das Formwerkzeug das Entweichen von Gasen zulassen muss. Wegen der aufwändigen Werkzeugauslegung ist diese Methode für die Herstellung der Formteile für die vorliegenden Erfindung jedoch nicht bevorzugt.

Stattdessen hat sich eine Methode bewährt, nach der zunächst Graphitexpandat in bekannter Weise zu einer Platte passender Dicke, typischerweise zwischen 5 und 50 mm, verpresst wird und aus dieser Platte Rohlinge ausgeschnitten werden, welche dann in einem Werkzeug in die gewünschte Form gepresst werden. Die im wesentlichen zylinderförmigen Formteile können einstückig sein oder durch Aneinanderlegen von zwei einzeln nach dieser Methode gefertigten halbzylindrischen Formteilen gebildet werden.

Die Dichte des Graphitexpandats in diesen Formteilen liegt im Bereich zwischen 0,02 und 0,5 g/cm<sup>3</sup>.

Alternativ können die Formteile auch durch Formextrudieren aus vorgefertigten Platten hergestellt werden.

Soll das Wärmeüberträgerbauteil in eine bereits mit Wärmeträgerrohren versehene Vakuumröhre eingesetzt werden, so müssen im Formteil Aussparungen für die Aufnahme der Wärmeträgerrohre oder der heat-pipe vorgesehen werden. Dank der leichten Bearbeitbarkeit



von Presslingen aus Graphitexpandat lassen die Aussparungen sich ohne Schwierigkeiten in das Formteil einpressen oder aus ihm herausschneiden. Das Formteil wird anschließend von deren offenem Ende aus in die Vakuumröhre hinein geschoben, wobei die Wärmeträgerrohre in die dafür vorgesehenen Aussparungen gleiten.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird ein komplettes Bauteil hergestellt umfassend das Wärmeträgerrohr und das aus Graphitexpandat gepresste Wärmeträgerbauteil. Dazu wird das Wärmeträgerrohr einfach in das Formteil, das ggf. aus zwei aneinander gelegten Halbformteilen besteht, hinein gepresst bzw. zwischen den beiden Halbformteilen eingebettet, so dass es formschlüssig aufgenommen wird.

Mit einem zylindrischen Wärmeüberträgerbauteil, das an seinem gesamten Umfang den Innenabmessungen der Absorberröhre 2 entspricht, wird die Erfindung optimal verwirklicht wegen des vollflächigen Formschlusses über die gesamte verfügbare Innenwandfläche der Absorberröhre 2. Grundsätzlich sind auch Abweichungen von der zylindrischen Form denkbar, beispielsweise durch Aussparungen oder Einbuchtungen am runden Querschnitt des Zylinders. In diesen Bereichen besteht dann kein Formschluss zur Innenwand der Absorberröhre, der vollflächige Formschluss ist auf die Berührungsflächen des Wärmeüberträgerbauteils 10 mit der Innenwand der Absorberröhre 2 begrenzt. Letztendlich hängt es vom konkreten Anwendungsfall ab und ist vom Fachmann zu entscheiden, welcher Querschnitt des Wärmeüberträgerbauteils 10 gewählt wird, wobei die Wirkungsgradverluste bei verringerter Berührungsfläche zwischen Wärmeträgerbauteil 10 und Absorberröhre 2 einerseits und die durch Abweichungen von der Zylinderform andererseits möglichen Materialeinsparungen in Betracht zu ziehen sind.

Da also Abweichungen von der Zylinderform möglich sind, sollen im Sinne dieser Erfindung unter „im wesentlichen zylinderförmig“ Formteile verstanden werden mit einer Geometrie, die man als von einem Zylinder abgeleitet betrachten kann, derart, dass sein ursprünglich runder Querschnitt mit Einbuchtungen oder Aussparungen versehen ist, so dass die Umfangsfläche dieses Gebildes nur noch in begrenzten Bereichen der Umfangsfläche eines Zylinders entspricht. Diese Bereiche bilden die Berührungsflächen zwischen dem Wärmeleitelement 10 und der Innenwand der inneren Glasröhre 2, und an diesen Berührungsflächen ist der Formschluss vollflächig.

Ein Beispiel für eine solche von der Zylinderform abweichende Gestalt des Formteils 10, hier mit eingebettetem Koaxialrohr 5'', zeigt Figur 6. Der formschlüssige Kontakt zur Absorberröhre 2 (die äußere Röhre 1 wurde der Einfachheit halber in der Darstellung weggelassen) beschränkt sich auf die Berührungsflächen 11, ist in diesen Bereichen jedoch

aufgrund der hohen Anpassungsfähigkeit des verpressten Graphitexpandats nahezu vollflächig.

Die beiden erfindungsgemäßen Varianten gemäß Figur 2 und 3 - Graphitfolie 9 an der Innenseite der Absorberröhre 2 und Aufnahme der Wärmeträgerrohre in einem Formteil 10 aus verpresstem Graphitexpandat - können auch kombiniert werden, so dass die Wärmeträgerrohre durch ein Formteil aus Graphitexpandat 10 aufgenommen werden, das seinerseits mit Graphitfolie 9 umwickelt ist.

In einer weiteren Variante der Erfindung wird anstelle der dem Vakuumpalt zugewandten Oberfläche der inneren Glasröhre 2 die der Innenwand der inneren Glasröhre 2 zugewandte Oberfläche des Wärmeüberträgerbauteils 10 mit einer Absorberschicht versehen. Diese Variante hat den Vorteil, dass der Wärmeübergang durch die Glaswand der Röhre 2 entfällt.

Für den Einsatz in Gegenden mit starker Sonneneinstrahlung, z.B. in südeuropäischen oder afrikanischen Ländern kann auch völlig auf die Absorptionsschicht 7 verzichtet und die Absorptionswirkung des Graphits genutzt werden. Damit verbundene Wirkungsgradeinbußen werden durch Einsparungen bei den Material- und Herstellungskosten kompensiert, was den Einsatz auch in ärmeren Ländern, von denen sich viele in Erdteilen mit starker Sonneneinstrahlung befinden, begünstigt.

## Ansprüche

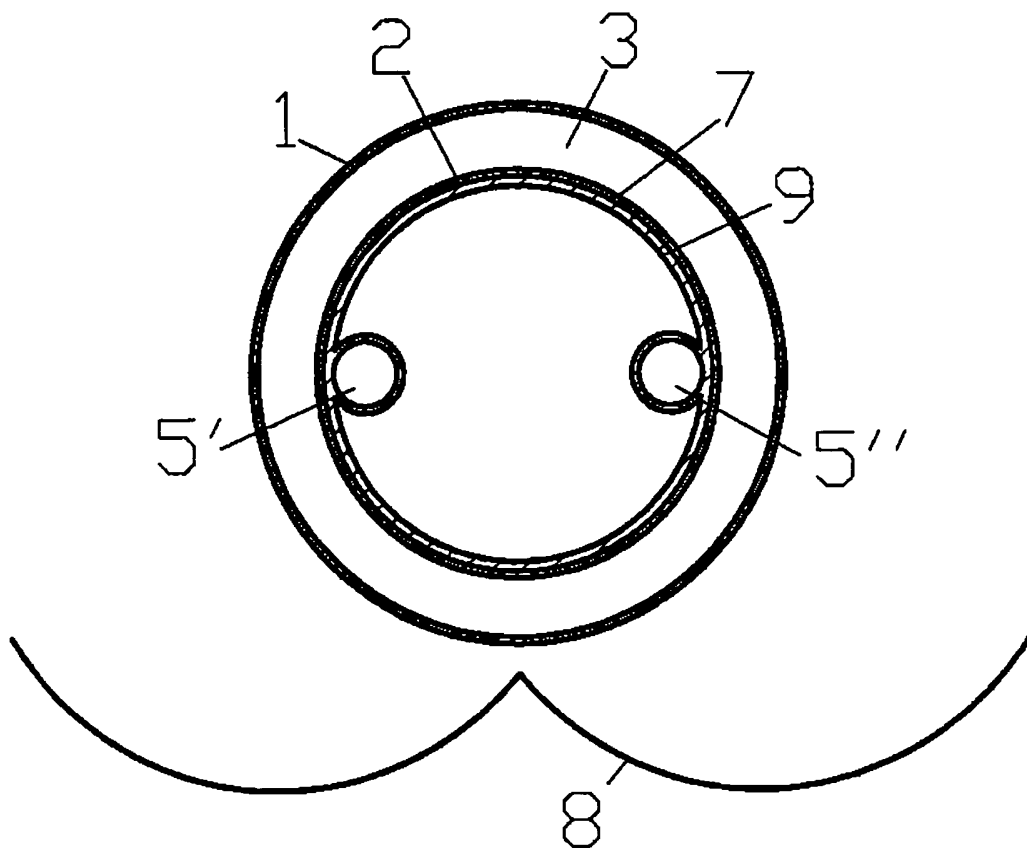
1. Solarkollektor-Vakuumröhre aus zwei konzentrisch ineinander geschobenen Glasröhren (1, 2), die jeweils an einem Ende halbkugelförmig verschlossen und am anderen Ende miteinander verschmolzen sind, wobei der Spalt (3) zwischen den Glasröhren (1) und (2) evakuiert ist, mit mindestens einem von einem Wärmeträgermedium durchströmten Rohr (5', 5'', 5''', 5''') im Innenraum der inneren Glasröhre (2) und optional einer Absorberschicht (7) an der dem Vakuumspalt (3) zugewandten Oberfläche der inneren Glasröhre (2),  
dadurch gekennzeichnet, dass  
in der inneren Glasröhre (2) ein Wärmeleitelement (9, 10) aus verpresstem Graphitexpandat angeordnet ist mit vollflächigem Formschluss einerseits an den Berührungsflächen des Wärmeleitelements mit der Innenwand der inneren Glasröhre (2) und andererseits zu den Wärmeträgerrohren (5', 5'', 5''', 5''') bzw. einer die Wärmeträgerrohre (5', 5'', 5''', 5''') aufnehmenden Trägerkonstruktion (4).
2. Solarkollektor-Vakuumröhre gemäß Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass  
die vom Wärmeträgermedium durchströmten Rohre als U-förmige (5', 5''), als von unten nach oben durchströmte, als koxiale Wärmeträgerrohre (5''') oder heat-pipes (5''') oder Kombinationen davon ausgebildet sind.
3. Solarkollektor-Vakuumröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
das Wärmeleitelement durch Graphitfolie (9) gebildet wird, die um die die Wärmeträgerrohre (5', 5'', 5''', 5''') aufnehmende Trägerkonstruktion (4) gewickelt ist und formschlüssig an die Innenwand der inneren Glasröhre (2) anschließt.
4. Solarkollektor-Vakuumröhre nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Graphitfolie (9) eine Dicke zwischen 0,1 und 1 mm und eine Dichte zwischen 0,5 und 1,5 g/cm<sup>3</sup> aufweist.

5. Solarkollektor-Vakuumröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeträgerrohre (5', 5'', 5''', 5'''') formschlüssig von einem Wärmeträgerbauteil (10) aus verpresstem Graphitexpandat aufgenommen werden, an dessen Berührungsflächen mit der Innenwand der inneren Glasröhre (2) ein formschlüssiger Verbund zwischen dem Wärmeleitelement (10) und der Innenwand der inneren Glasröhre (2) vorliegt.
6. Solarkollektor-Vakuumröhre nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmeüberträgerbauteil (10) aus zwei Halbformteilen (10', 10'') zusammengesetzt ist.
7. Solarkollektor-Vakuumröhre nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichte des Graphitexpandats im Wärmeüberträgerbauteil (10) zwischen 0,02 und 0,5 g/cm<sup>3</sup> liegt.
8. Solarkollektor-Vakuumröhre nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die der Innenwand der inneren Glasröhre (2) zugewandte Oberfläche des Wärmeüberträgerbauteils (10) mit einer Absorberschicht versehen ist.
9. Solarkollektor-Vakuumröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeträgerrohre (5', 5'', 5''', 5'''') formschlüssig von einem Wärmeüberträgerbauteil (10) aus verpresstem Graphitexpandat aufgenommen werden, das mit Graphitfolie (9) umwickelt ist, die sich formschlüssig an die Innenwand der inneren Glasröhre (2) anschließt.
10. Verwendung von verpresstem Graphitexpandat zur Wärmeübertragung in Vakuumröhren-Solarkollektoren.
11. Wärmeüberträgerbauteil für einen Vakuumröhren-Solarkollektor, umfassend ein im wesentlichen zylindrisches Formteil (10) aus verpresstem Graphitexpandat, das die Wärmeträgerrohre (5', 5'', 5''', 5'''') formschlüssig aufnimmt, und dessen Umfangsfläche Bereiche aufweist, die als Berührungsflächen einen formschlüssigen Verbund zur Innenwand der inneren Glasröhre (2) der Vakuumröhre herstellen.

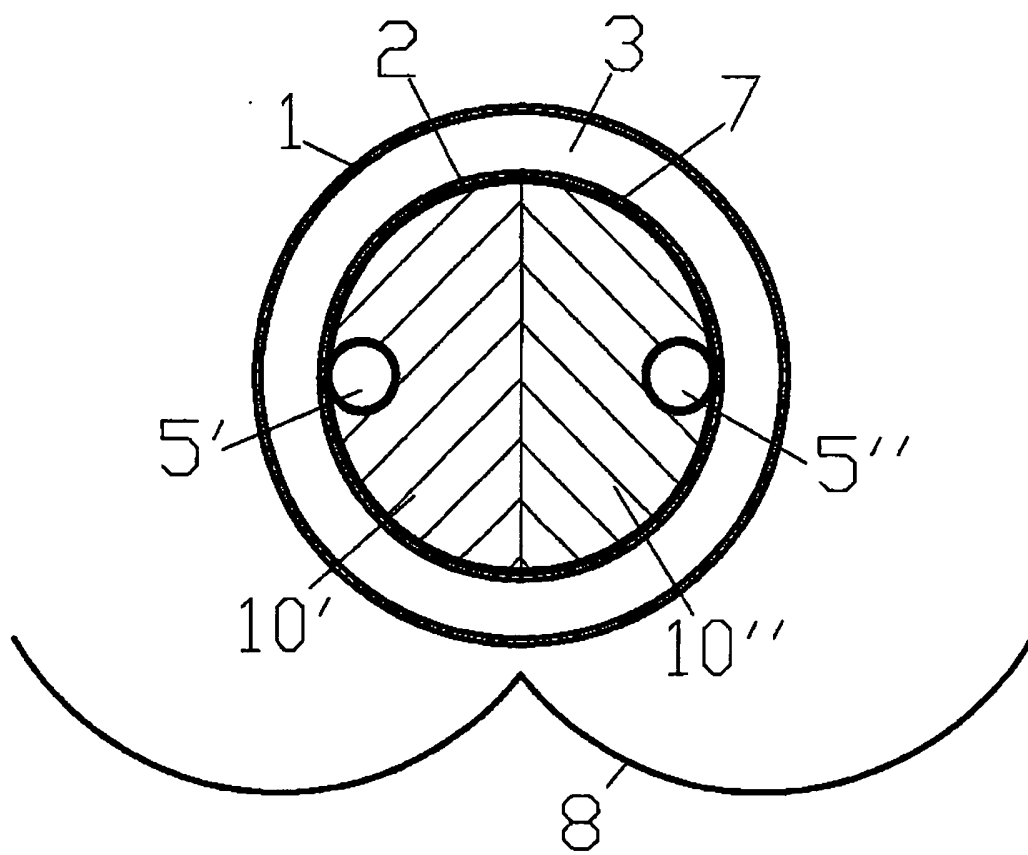
12. Wärmeüberträgerbauteil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Formteil (10) aus verpresstem Graphitexpandat Aussparungen für die formschlüssige Aufnahme der Wärmeträgerrohre (5', 5'', 5''', 5''') vorgesehen sind.
13. Wärmeüberträgerbauteil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Formteil (10) aus verpresstem Graphitexpandat Wärmeträgerrohre (5', 5'', 5''', 5''') formschlüssig eingebettet sind.
14. Wärmeüberträgerbauteil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Formteil (10) aus zwei Halbformteilen (10', 10'') zusammengesetzt ist.
15. Wärmeüberträgerbauteil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichte des Graphitexpandats im Formteil (10) zwischen 0,02 und 0,5 g/cm<sup>3</sup>.
16. Wärmeüberträgerbauteil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die der Innenwand der inneren Glasröhre (2) zugewandte Oberfläche des Wärmeüberträgerbauteils (10) mit einer Absorberschicht versehen ist



Figur 2

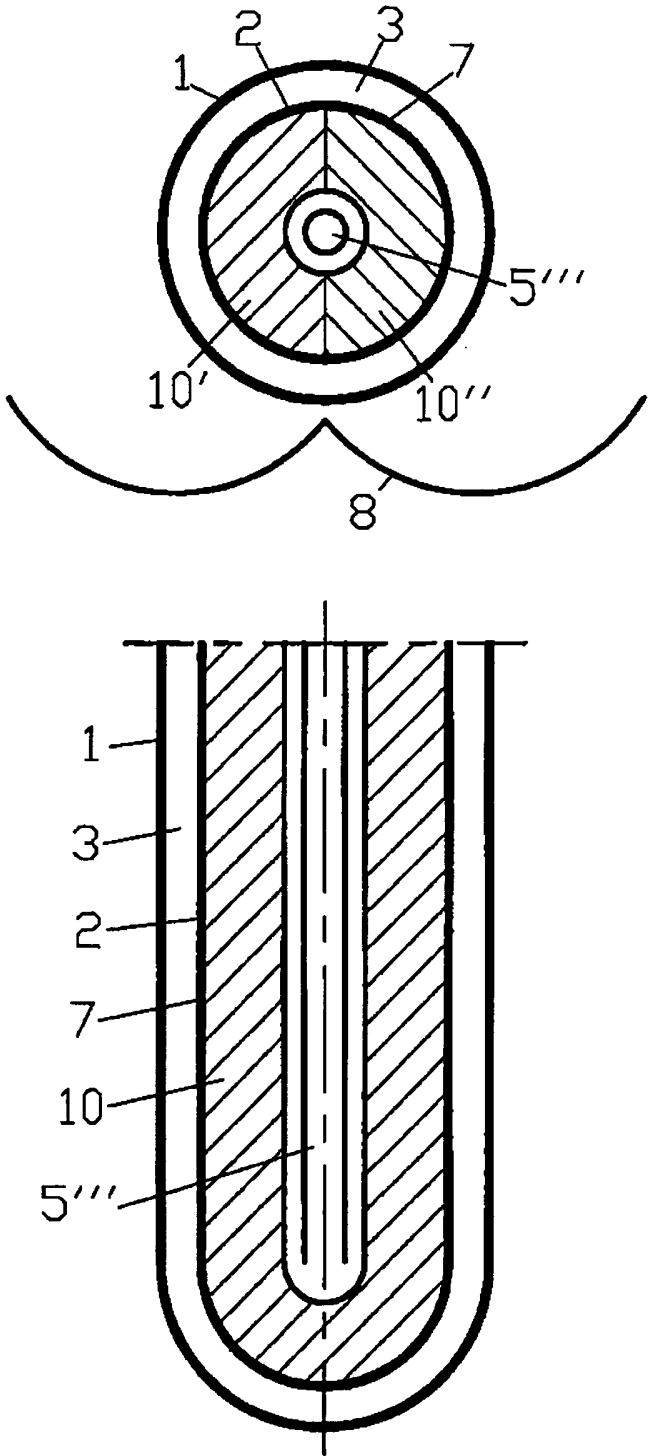


Figur 3

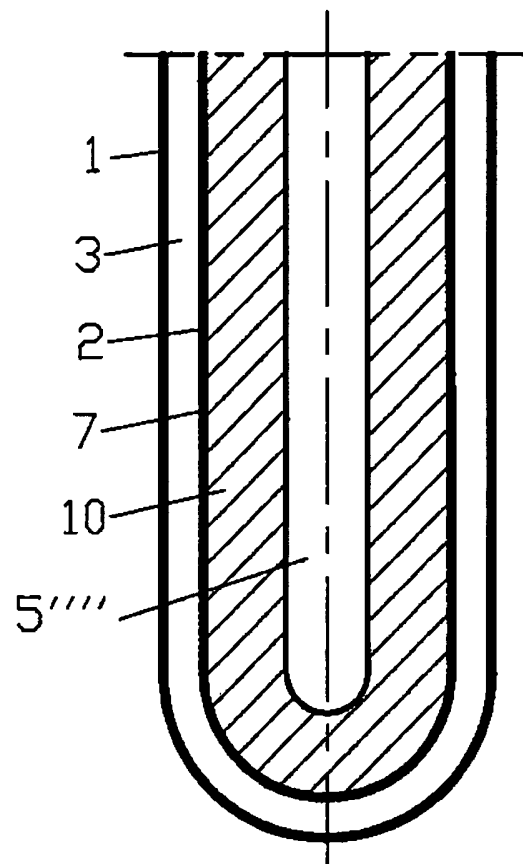
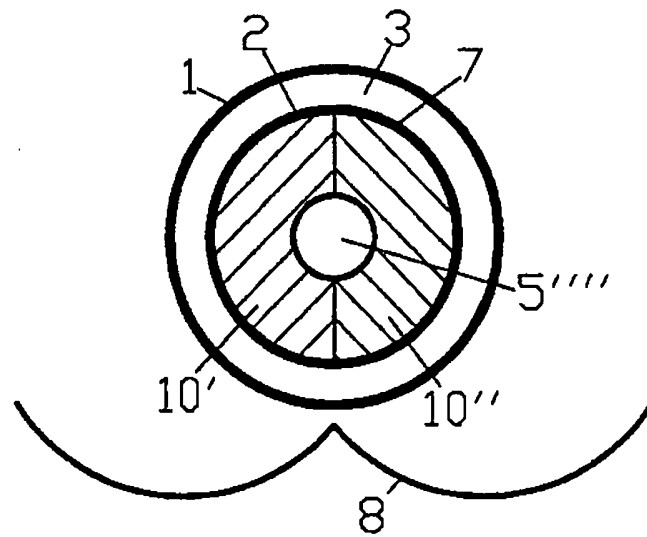




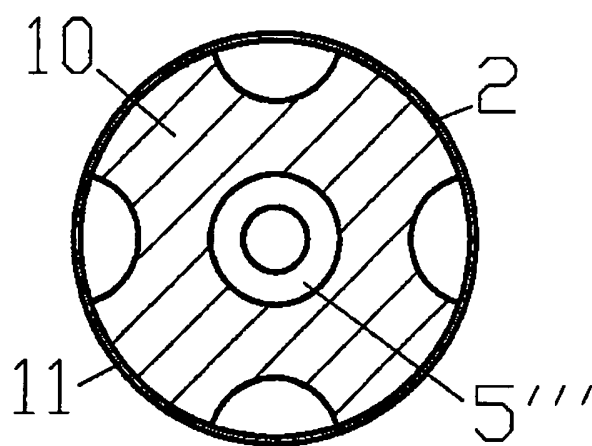
Figur 4



Figur 5



Figur 6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/004602

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F24J2/05 F28F21/02 F28F13/00

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)

F24J F28F

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         | EP 0 458 150 A (BAYER AG)<br>27 November 1991 (1991-11-27)<br>column 3, line 7 - line 28<br>column 3, line 48 - line 57<br>column 5, line 1 - line 47<br>column 6, line 34 - line 49<br>----- | 11,12,<br>14,15               |
| X         | FR 2 610 088 A (CARBONE LORRAINE SA;<br>PECHINEY URANIUM; NOVATOME)<br>29 July 1988 (1988-07-29)<br>page 3, line 7 - page 5, line 15; figures<br>1-5<br>-----                                 | 11,15                         |
| Y         | WO 2004/094924 A (SOLARGENIX ENERGY LLC;<br>WINSTON, ROLAND)<br>4 November 2004 (2004-11-04)<br>page 3, line 18 - page 4, line 30; figures<br>4A,4B<br>-----                                  | 1,2,5,7,<br>8,10-13,<br>15,16 |

-/--

☒ 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

8 November 2006

Date of mailing of the international search report

16/11/2006

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

Beltzung, Francis

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/004602

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                             |                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                          | Relevant to claim No.         |
| Y                                                    | FR 2 860 512 A (DA SILVA SERGE; GROS<br>PIERRE; LEGUEN CEDRIC; PROSDOCIMI JACQUES;<br>PUYBOU) 8 April 2005 (2005-04-08)<br>page 26, line 3 - page 30, line 16; figure<br>7                  | 1,2,5,7,<br>8,10-13,<br>15,16 |
| A                                                    | DE 100 22 972 A1 (ROBERT BOSCH GMBH)<br>22 November 2001 (2001-11-22)<br>column 2, line 41 - column 3, line 37;<br>figures 1-3                                                              | 11-15                         |
| A                                                    | FR 2 600 073 A (CARBONE LORRAINE SA)<br>18 December 1987 (1987-12-18)<br>page 2, line 17 - line 20<br>page 2, line 35 - page 3, line 3<br>page 3, line 20 - line 25                         | 1-10                          |
| A                                                    | DE 298 19 832 U1 (THERMOMAX LTD., BANGOR,<br>GB) 28 January 1999 (1999-01-28)<br>page 2, line 14 - page 3, line 2; figures<br>1-3                                                           | 1-10                          |
| A                                                    | EP 1 512 933 A (SGL CARBON AG)<br>9 March 2005 (2005-03-09)<br>page 2, line 3 - line 8<br>page 7, line 21 - line 27; figures 1a-3                                                           | 1-10                          |
| A                                                    | EP 0 515 891 A (BAYER AG)<br>2 December 1992 (1992-12-02)<br>column 5, line 39 - column 6, line 17                                                                                          | 1-10                          |
| A                                                    | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 010, no. 170 (E-412),<br>17 June 1986 (1986-06-17)<br>-& JP 61 022572 A (HITACHI SEISAKUSHO KK),<br>31 January 1986 (1986-01-31)<br>abstract; figures 1-3 | 1-10                          |
| A                                                    | US 4 432 408 A (CAINES ET AL)<br>21 February 1984 (1984-02-21)<br>column 2, line 18 - column 8, line 5;<br>figures 1-9                                                                      | 1-10                          |
| A                                                    | WO 03/057475 A (GRAFTECH INC; GREINKE,<br>RONALD, A; KRASSOWSKI, DANIEL, W)<br>17 July 2003 (2003-07-17)<br>page 12, line 24 - line 27                                                      | 1-4                           |
| A                                                    | US 4 440 156 A (TAKEUCHI ET AL)<br>3 April 1984 (1984-04-03)<br>column 2, line 12 - column 3, line 23;<br>figures 1-3                                                                       | 1                             |
|                                                      | -----<br>-/--                                                                                                                                                                               |                               |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2006/004602

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                  |                       |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                               | Relevant to claim No. |
| A                                                    | FR 2 444 238 A (LAMPES CIE)<br>11 July 1980 (1980-07-11)<br>page 2, line 2 - line 28; figure 1<br>-----                          | 1                     |
| A                                                    | FR 2 365 761 A (GENERAL ELECTRIC CY)<br>21 April 1978 (1978-04-21)<br>page 2, line 34 - page 5, line 20; figures<br>1-8<br>----- | 1                     |
| A                                                    | US 4 031 862 A (SMITH ET AL)<br>28 June 1977 (1977-06-28)<br>column 4, line 46 - line 64; figures 1-8<br>-----                   | 1                     |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/004602

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)                                                                                 | Publication<br>date                                                              |
|-------------------------------------------|----|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| EP 0458150                                | A  | 27-11-1991          | CA 2042969 A1<br>DE 4016710 A1<br>DK 458150 T3<br>ES 2064806 T3<br>JP 4228481 A<br>US 5194198 A            | 25-11-1991<br>28-11-1991<br>01-05-1995<br>01-02-1995<br>18-08-1992<br>16-03-1993 |
| FR 2610088                                | A  | 29-07-1988          | SU 1745138 A3                                                                                              | 29-06-1992                                                                       |
| WO 2004094924                             | A  | 04-11-2004          | AU 2004232899 A1<br>CN 1809717 A<br>EP 1623165 A2<br>MX PA05011402 A                                       | 04-11-2004<br>26-07-2006<br>08-02-2006<br>21-03-2006                             |
| FR 2860512                                | A  | 08-04-2005          | CA 2541441 A1<br>EP 1682463 A1<br>WO 2005035463 A1                                                         | 21-04-2005<br>26-07-2006<br>21-04-2005                                           |
| DE 10022972                               | A1 | 22-11-2001          | WO 0186221 A1<br>EP 1285213 A1<br>ES 2240457 T3<br>JP 2003533057 T                                         | 15-11-2001<br>26-02-2003<br>16-10-2005<br>05-11-2003                             |
| FR 2600073                                | A  | 18-12-1987          | NONE                                                                                                       |                                                                                  |
| DE 29819832                               | U1 | 28-01-1999          | NONE                                                                                                       |                                                                                  |
| EP 1512933                                | A  | 09-03-2005          | CA 2480576 A1<br>CN 1590344 A<br>DE 10341255 A1<br>US 2005051538 A1                                        | 04-03-2005<br>09-03-2005<br>07-04-2005<br>10-03-2005                             |
| EP 0515891                                | A  | 02-12-1992          | AT 124676 T<br>CA 2069219 A1<br>DE 4117074 A1<br>JP 5221721 A<br>US 5247005 A                              | 15-07-1995<br>26-11-1992<br>26-11-1992<br>31-08-1993<br>21-09-1993               |
| JP 61022572                               | A  | 31-01-1986          | JP 1883972 C<br>JP 6010985 B                                                                               | 10-11-1994<br>09-02-1994                                                         |
| US 4432408                                | A  | 21-02-1984          | NONE                                                                                                       |                                                                                  |
| WO 03057475                               | A  | 17-07-2003          | AU 2002357863 A1<br>CA 2471629 A1<br>CN 1622879 A<br>EP 1467856 A1<br>US 2003118826 A1<br>US 2005175838 A1 | 24-07-2003<br>17-07-2003<br>01-06-2005<br>20-10-2004<br>26-06-2003<br>11-08-2005 |
| US 4440156                                | A  | 03-04-1984          | GB 2103784 A<br>JP 58006153 U<br>JP 58056521 Y2                                                            | 23-02-1983<br>14-01-1983<br>27-12-1983                                           |
| FR 2444238                                | A  | 11-07-1980          | NONE                                                                                                       |                                                                                  |
| FR 2365761                                | A  | 21-04-1978          | BE 859074 A1<br>DE 2742825 A1                                                                              | 16-01-1978<br>30-03-1978                                                         |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2006/004602

## Box No. 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 No. 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 additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
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 and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐

No protest accompanied the payment of additional search fees.



Box No. IV Text of the abstract (Continuation of item 5 of the first sheet)

**The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:**

**1. Claims 1-10**

**Vacuum tube for solar collector.**

---

**2. Claims 11-16**

**Heat transfer comp<sub>ment</sub>.**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/004602

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| FR 2365761                                | A                   | ES 462653 A1               | 16-12-1978          |
|                                           |                     | GB 1584816 A               | 18-02-1981          |
|                                           |                     | IL 52912 A                 | 30-01-1981          |
|                                           |                     | IT 1086024 B               | 28-05-1985          |
|                                           |                     | JP 1019093 C               | 30-10-1980          |
|                                           |                     | JP 53063635 A              | 07-06-1978          |
|                                           |                     | JP 55006823 B              | 20-02-1980          |
|                                           |                     | US 4124019 A               | 07-11-1978          |
| US 4031862                                | A                   | 28-06-1977                 | CA 1067484 A1       |
|                                           |                     |                            | 04-12-1979          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/004602

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F24J2/05 F28F21/02 F28F13/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F24J F28F

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          | EP 0 458 150 A (BAYER AG)<br>27. November 1991 (1991-11-27)<br>Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 28<br>Spalte 3, Zeile 48 - Zeile 57<br>Spalte 5, Zeile 1 - Zeile 47<br>Spalte 6, Zeile 34 - Zeile 49<br>----- | 11,12,<br>14,15               |
| X          | FR 2 610 088 A (CARBONE LORRAINE SA;<br>PECHINEY URANIUM; NOVATOME)<br>29. Juli 1988 (1988-07-29)<br>Seite 3, Zeile 7 - Seite 5, Zeile 15;<br>Abbildungen 1-5<br>-----                                 | 11,15                         |
| Y          | WO 2004/094924 A (SOLARGENIX ENERGY LLC;<br>WINSTON, ROLAND)<br>4. November 2004 (2004-11-04)<br>Seite 3, Zeile 18 - Seite 4, Zeile 30;<br>Abbildungen 4A,4B<br>-----                                  | 1,2,5,7,<br>8,10-13,<br>15,16 |
| -/-        |                                                                                                                                                                                                        |                               |

☒ 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. November 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/11/2006

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

Beltzung, Francis

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/004602

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                     | Betr. Anspruch Nr.            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Y          | FR 2 860 512 A (DA SILVA SERGE; GROS PIERRE; LEGUEN CEDRIC; PROSDOCIMI JACQUES; PUYBOU) 8. April 2005 (2005-04-08)<br>Seite 26, Zeile 3 - Seite 30, Zeile 16;<br>Abbildung 7                           | 1,2,5,7,<br>8,10-13,<br>15,16 |
| A          | DE 100 22 972 A1 (ROBERT BOSCH GMBH)<br>22. November 2001 (2001-11-22)<br>Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 37;<br>Abbildungen 1-3                                                                  | 11-15                         |
| A          | FR 2 600 073 A (CARBONE LORRAINE SA)<br>18. Dezember 1987 (1987-12-18)<br>Seite 2, Zeile 17 - Zeile 20<br>Seite 2, Zeile 35 - Seite 3, Zeile 3<br>Seite 3, Zeile 20 - Zeile 25                         | 1-10                          |
| A          | DE 298 19 832 U1 (THERMOMAX LTD., BANGOR, GB) 28. Januar 1999 (1999-01-28)<br>Seite 2, Zeile 14 - Seite 3, Zeile 2;<br>Abbildungen 1-3                                                                 | 1-10                          |
| A          | EP 1 512 933 A (SGL CARBON AG)<br>9. März 2005 (2005-03-09)<br>Seite 2, Zeile 3 - Zeile 8<br>Seite 7, Zeile 21 - Zeile 27; Abbildungen 1a-3                                                            | 1-10                          |
| A          | EP 0 515 891 A (BAYER AG)<br>2. Dezember 1992 (1992-12-02)<br>Spalte 5, Zeile 39 - Spalte 6, Zeile 17                                                                                                  | 1-10                          |
| A          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>Bd. 010, Nr. 170 (E-412),<br>17. Juni 1986 (1986-06-17)<br>-& JP 61 022572 A (HITACHI SEISAKUSHO KK),<br>31. Januar 1986 (1986-01-31)<br>Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 | 1-10                          |
| A          | US 4 432 408 A (CAINES ET AL)<br>21. Februar 1984 (1984-02-21)<br>Spalte 2, Zeile 18 - Spalte 8, Zeile 5;<br>Abbildungen 1-9                                                                           | 1-10                          |
| A          | WO 03/057475 A (GRAFTECH INC; GREINKE, RONALD, A; KRASSOWSKI, DANIEL, W)<br>17. Juli 2003 (2003-07-17)<br>Seite 12, Zeile 24 - Zeile 27                                                                | 1-4                           |
| A          | US 4 440 156 A (TAKEUCHI ET AL)<br>3. April 1984 (1984-04-03)<br>Spalte 2, Zeile 12 - Spalte 3, Zeile 23;<br>Abbildungen 1-3                                                                           | 1                             |
|            | -/-                                                                                                                                                                                                    |                               |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/004602

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                        | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A          | FR 2 444 238 A (LAMPES CIE)<br>11. Juli 1980 (1980-07-11)<br>Seite 2, Zeile 2 - Zeile 28; Abbildung 1<br>-----                            | 1                  |
| A          | FR 2 365 761 A (GENERAL ELECTRIC CY)<br>21. April 1978 (1978-04-21)<br>Seite 2, Zeile 34 - Seite 5, Zeile 20;<br>Abbildungen 1-8<br>----- | 1                  |
| A          | US 4 031 862 A (SMITH ET AL)<br>28. Juni 1977 (1977-06-28)<br>Spalte 4, Zeile 46 - Zeile 64; Abbildungen<br>1-8<br>-----                  | 1                  |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2006/004602

### Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich \_\_\_\_\_
  
2. ☐ Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich \_\_\_\_\_
  
3. ☐ Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

### Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
  
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_
  
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt: \_\_\_\_\_

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.

☒ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

## 1. Ansprüche: 1-10

Solarkollektor-Vakuumröhre  
---

## 2. Ansprüche: 11-16

Wärmeübertragerbauteil  
---

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/004602

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EP 0458150                                         | A                             | 27-11-1991                        | CA 2042969 A1 25-11-1991<br>DE 4016710 A1 28-11-1991<br>DK 458150 T3 01-05-1995<br>ES 2064806 T3 01-02-1995<br>JP 4228481 A 18-08-1992<br>US 5194198 A 16-03-1993            |
| FR 2610088                                         | A                             | 29-07-1988                        | SU 1745138 A3 29-06-1992                                                                                                                                                     |
| WO 2004094924                                      | A                             | 04-11-2004                        | AU 2004232899 A1 04-11-2004<br>CN 1809717 A 26-07-2006<br>EP 1623165 A2 08-02-2006<br>MX PA05011402 A 21-03-2006                                                             |
| FR 2860512                                         | A                             | 08-04-2005                        | CA 2541441 A1 21-04-2005<br>EP 1682463 A1 26-07-2006<br>WO 2005035463 A1 21-04-2005                                                                                          |
| DE 10022972                                        | A1                            | 22-11-2001                        | WO 0186221 A1 15-11-2001<br>EP 1285213 A1 26-02-2003<br>ES 2240457 T3 16-10-2005<br>JP 2003533057 T 05-11-2003                                                               |
| FR 2600073                                         | A                             | 18-12-1987                        | KEINE                                                                                                                                                                        |
| DE 29819832                                        | U1                            | 28-01-1999                        | KEINE                                                                                                                                                                        |
| EP 1512933                                         | A                             | 09-03-2005                        | CA 2480576 A1 04-03-2005<br>CN 1590344 A 09-03-2005<br>DE 10341255 A1 07-04-2005<br>US 2005051538 A1 10-03-2005                                                              |
| EP 0515891                                         | A                             | 02-12-1992                        | AT 124676 T 15-07-1995<br>CA 2069219 A1 26-11-1992<br>DE 4117074 A1 26-11-1992<br>JP 5221721 A 31-08-1993<br>US 5247005 A 21-09-1993                                         |
| JP 61022572                                        | A                             | 31-01-1986                        | JP 1883972 C 10-11-1994<br>JP 6010985 B 09-02-1994                                                                                                                           |
| US 4432408                                         | A                             | 21-02-1984                        | KEINE                                                                                                                                                                        |
| WO 03057475                                        | A                             | 17-07-2003                        | AU 2002357863 A1 24-07-2003<br>CA 2471629 A1 17-07-2003<br>CN 1622879 A 01-06-2005<br>EP 1467856 A1 20-10-2004<br>US 2003118826 A1 26-06-2003<br>US 2005175838 A1 11-08-2005 |
| US 4440156                                         | A                             | 03-04-1984                        | GB 2103784 A 23-02-1983<br>JP 58006153 U 14-01-1983<br>JP 58056521 Y2 27-12-1983                                                                                             |
| FR 2444238                                         | A                             | 11-07-1980                        | KEINE                                                                                                                                                                        |
| FR 2365761                                         | A                             | 21-04-1978                        | BE 859074 A1 16-01-1978<br>DE 2742825 A1 30-03-1978                                                                                                                          |



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/004602

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |            | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| FR 2365761                                         | A |                               | ES                                | 462653 A1  | 16-12-1978                    |
|                                                    |   |                               | GB                                | 1584816 A  | 18-02-1981                    |
|                                                    |   |                               | IL                                | 52912 A    | 30-01-1981                    |
|                                                    |   |                               | IT                                | 1086024 B  | 28-05-1985                    |
|                                                    |   |                               | JP                                | 1019093 C  | 30-10-1980                    |
|                                                    |   |                               | JP                                | 53063635 A | 07-06-1978                    |
|                                                    |   |                               | JP                                | 55006823 B | 20-02-1980                    |
|                                                    |   |                               | US                                | 4124019 A  | 07-11-1978                    |
| <hr/>                                              |   |                               |                                   |            |                               |
| US 4031862                                         | A | 28-06-1977                    | CA                                | 1067484 A1 | 04-12-1979                    |
| <hr/>                                              |   |                               |                                   |            |                               |