

(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
11. September 2009 (11.09.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/109609 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 53/60 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/052569

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. März 2009 (05.03.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 012 924.0 6. März 2008 (06.03.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EGEPLAST WERNER STRUMANN GMBH & CO. KG [DE/DE]; Robert-Bosch-Strasse 7, 48268 Greven (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SPÄTH, Thorsten, Dr. [DE/DE]; Nien Eschk 38, 48282 Emsdetten (DE). STRANZ, Michael, Dr. [DE/DE]; Nasigerstrasse 40 B, 48432 Rheine (DE).

(74) Anwalt: FRITZ, Edmund L.; Postfach 45 04 20, 50879 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

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

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

Veröffentlicht:

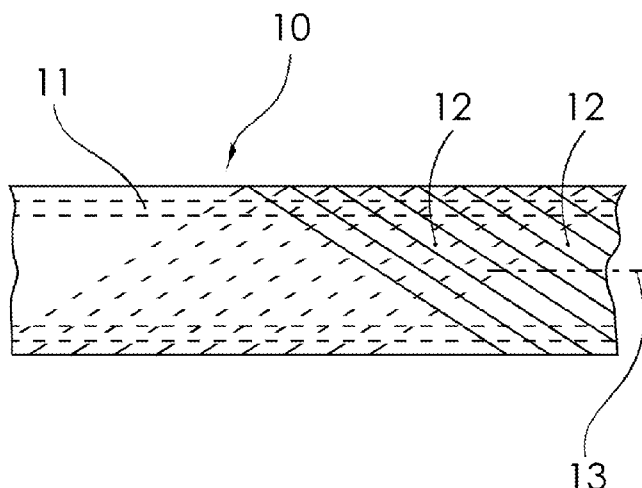
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A MULTILAYER PIPE FROM PLASTIC AND PLASTIC PIPE PRODUCED ACCORDING TO SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES MEHRSCICHTIGEN ROHRS AUS KUNSTSTOFF SOWIE NACH DIESEM VERFAHREN HERGESTELLTES KUNSTSTOFFROHR

Fig. 1



(57) Abstract: The present invention relates to a method for producing a tubular component from plastic, comprising the application of at least one plastic band (12) onto a cylindrical carrier component (11) made of plastic, wherein the plastic band is tightly welded to the carrier component after the application. According to the invention, it is provided that the at least one plastic band (12), which is applied onto the carrier component (11), is made of a plastic that has a lower thermal expansion coefficient than the plastic of the carrier component. The method according to the invention allows a composite to be created, which is made of materials having different properties in terms of thermal expansion. In this way, reduced average thermal expansion of the component overall can be achieved. At the same time, however, a component (10) is obtained that has material homogeneity throughout, which has considerable advantages compared to a composite pipe made of metal materials and plastics.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines rohrförmigen Bauteils aus Kunststoff umfassend die Aufbringung mindestens eines Kunststoffbands (12) auf ein zylindrisches Trägerbauteil (11) aus Kunststoff, wobei das Kunststoffband nach der Aufbringung mit dem Trägerbauteil fest verschweißt wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das mindestens eine Kunststoffband (12), welches auf das Trägerbauteil (11) aufgebracht wird, aus einem Kunststoff besteht, der einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als der Kunststoff des Trägerbauteils. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, einen Verbund zu schaffen aus Materialien mit jeweils unterschiedlichen Eigenschaften im Hinblick auf die Wärmeausdehnung. Dadurch lässt sich eine verringerte gemittelte Wärmeausdehnung des Bauteils insgesamt erzielen. Gleichzeitig ergibt sich aber auch ein Bauteil (10), welches in sich werkstoffhomogen ist, was erhebliche Vorteile hat gegenüber einem Verbundrohr aus metallischen Werkstoffen und Kunststoffen.

Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Rohrs aus Kunststoff sowie nach diesem Verfahren hergestelltes Kunststoffrohr

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Rohrs aus Kunststoff umfassend die Aufbringung mindestens eines Kunststoffbands auf ein Trägerbauteil aus Kunststoff, wobei das Kunststoffband nach der Aufbringung mit dem Trägerbauteil verschweißt wird.

Es ist bekannt, dass Rohre aus Kunststoff gegenüber metallischen Rohren den Nachteil haben, dass sie eine vergleichsweise hohe Wärmeausdehnung aufweisen. So liegen beispielsweise die Wärmeausdehnungskoeffizienten der im Rohrleitungsbau verwendeten Kunststoffe Polyethylen und Polypropylen mit 0,2 mm/mK bzw. 0,18 mm/mK bei etwa dem zehnfachen Wert verglichen mit dem Wärmeausdehnungskoeffizienten von Metallen wie zum Beispiel Aluminium oder Kupfer (0,02 bzw. 0,017 mm/mK).

Sowohl die Temperatur der in einer Rohrleitung geförderten Medien als auch die äußeren Temperaturunterschiede, bedingt durch den Tag/Nacht-Wechsel bzw. den Wechsel der Jahreszeiten führen zu teilweise erheblichen Längenänderungen bei einer verlegten Rohrleitung. Besonders Rohrleitungssysteme unter Sonneneinstrahlung oder bei Frosteinwirkung müssen ausreichende Kompensationselemente aufweisen. Aus den hohen Biegespannungen bei Dehnungsbogen sowie großen Kräften an den Einspannstellen (Rohrfestpunkte) resultiert ein erhebliches Gefährdungspotential.

Die erhöhte Wärmeausdehnung bei Rohren aus Kunststoff führt außerdem zu einem Mehraufwand bei der Verlegetechnik, da beispielsweise Dehnungsbogen und festere Halterungen benötigt werden. Neben Dehnungsbogen für den Längenausgleich werden noch Axialkompensatoren für die Aufnahme von Längenänderungen in der Rohrachse verwendet, die jedoch nur in Verbindung mit Zugstangen Längskräfte aufnehmen können. Daneben gibt es noch Lateralkompensatoren zur Aufnahme von Bewegungen in axialer Richtung und quer zur Rohrachse. Weiterhin werden Angularkompensatoren als Gelenkkomponenten verwendet für den Ausgleich großer Längenänderungen in ebenen und räumlichen Rohrleitungssystemen, wobei die Längenänderung durch eine Abwinklung von Rohrstrecken kompensiert wird.

Eine mögliche Lösung zur Kompensation der Längenänderungen, die im Stand der Technik vorgeschlagen wurde, ist die Verwendung von Kunststoffverbundrohren mit metallischen Zwischenlagen. Die Metallschicht dient in erster Linie als Sauerstoffbarriere für Rohrleitun-

gen im Bereich der Heizungs- und Sanitärtechnik. Als weiterer Effekt verringern solche metallischen Zwischenschichten auch die temperaturbedingte Längenausdehnung der Verbundrohre. Es ergibt sich daher eine gemittelte Längenausdehnung, die geringer ist als diejenige reiner Kunststoffrohrleitungen.

5

Bei der Verwendung von Rohrleitungen, die ausschließlich aus Kunststoff bestehen, wie sie zum Beispiel für Leitungen für den Transport von Wasser, Abwasser, Gas, Kohlenwasserstoffen, Chemikalien oder anderer flüssiger oder gasförmiger Medien, insbesondere im Außenbereich aber auch innerhalb von Gebäuden verwendet werden, bleibt jedoch das eingangs genannte Problem der vergleichsweise hohen Wärmeausdehnung bestehen. Hier setzt die vorliegende Erfindung ein.

Aus der DE 601 21 779 T2 ist es grundsätzlich bekannt, Verbundrohre aus Kunststoff mit erhöhter Druckfestigkeit herzustellen, indem man auf ein rohrförmiges Trägerbauteil wenigstens ein Verstärkungsband aus Kunststoff spiralförmig aufwickelt. Dabei verwendet man ein Verstärkungsband, welches eine Orientierung beispielsweise in Längsrichtung aufweist. Eine solche Orientierung des Kunststoffbands kann man durch vorheriges Verstrecken (Dehnen) vor dem Aufwickeln erreichen. In der genannten Druckschrift wird auch beschrieben, dass beim Erwärmen eines Kunststoffrohrs, bei dem ein solches orientiertes Band auf eine Kernschicht (Trägerschicht) aufgewickelt wurde, eine Schrumpfspannung dadurch erzeugt wird, dass sich das spiralförmig aufgewickelte Verstärkungsband bei Erwärmung zusammenzieht. Dieser Effekt wird in dem genannten Stand der Technik dazu genutzt, schmelzflüssigen Kunststoff aus einer Deckschicht in Spalte zwischen den einzelnen Wicklungen des Verstärkungsbands zu pressen und auf diese Weise diese Spalte zu verschließen. Der Schrumpfeffekt wird also bei der Herstellung eines zur Erhöhung der Druckfestigkeit verstärkten mehrschichtigen Kunststoffrohrs genutzt. Es wird in dieser Schrift jedoch nicht auf die Eigenschaften des Rohrs nach dessen Verlegung im Erdreich eingegangen. Insbesondere fehlt es an Überlegungen zur axialen Längenausdehnung einer verlegten Rohrleitung, die aus verstärkten Kunststoffrohren besteht.

30

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Rohrs aus Kunststoff zur Verfügung zu stellen, welches die Herstellung von Rohrleitungen aus Kunststoff mit verringerter axialer Wärmeausdehnung ermöglicht.

35

Die Lösung dieser Aufgabe liefert ein Verfahren zur Herstellung eines Rohrs aus Kunststoff der eingangs genannten Gattung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass auf einen zylindrischen Rohrkern mindestens eine Verstärkungsschicht umfassend mindestens ein Kunststoffband aufgebracht wird, welches aus einem Kunststoff besteht, der einen negativen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, wobei das Dickenverhältnis der einzelnen Rohrschichten zueinander und/oder der Verstreckgrad eines aufgetragenen orientierten Kunststoffbands und/oder der Winkel, in dem ein Kunststoffband auf den Rohrkern aufgebracht, insbesondere aufgewickelt wird, derart gewählt werden, dass die axiale Spannungskomponente der Verstärkungsschicht oder die Summe der axialen Spannungskomponenten der Verstärkungsschichten bei Erwärmung die axiale Spannungskomponente der Rohrkernschicht oder sofern weitere Rohrschichten vorhanden sind die Summe der axialen Spannungskomponenten der Rohrkernschicht und der weiteren Rohrschichten mindestens teilweise kompensiert.

Unter „weiteren Rohrschichten“ im Sinne der vorgehenden Definition werden Rohrschichten verstanden, die nicht Bestandteil des Rohrkerns sind, von dem ausgegangen wird, sondern später aufgebracht werden, beispielsweise als Deckschichten oder Mantelschichten, die eine oder mehrere Verstärkungsschichten überziehen oder aber auch als Zwischenschichten, wobei diese „weiteren Rohrschichten“ aus Werkstoffen bestehen, die einen positiven Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen, so dass deren Beitrag zu einer „theoretischen“ Längenzunahme der Rohrleitung durch die Verstärkungsschichten kompensiert werden muss. Selbstverständlich kann auch der Rohrkern, auf den Verstärkungsschichten aufgebracht werden, bereits aus mehreren Schichten bestehen.

Auf diese Weise lässt sich die axiale Längenausdehnung eines solchen Kunststoffrohrs bzw. einer verlegten Rohrleitung, die aus solchen miteinander verbundenen Kunststoffrohren besteht, im Betrieb gegenüber einem herkömmlichen Kunststoffrohr, bestehend aus dem Werkstoff der Kernschicht, verringern. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung geht es wohlgerne nicht um den Schrumpfungseffekt eines verstreckten Kunststoffbands bei Erwärmung während der Herstellung der Rohrleitung, sondern um die Kompensation einer bei herkömmlichen Kunststoffrohrleitungen auftretenden axialen Längenausdehnung im Betrieb der verlegten Rohrleitung, die den Einflüssen der Witterung (Temperaturschwankungen) ausgesetzt ist.

Vorzugsweise werden das Dickenverhältnis der einzelnen Rohrschichten zueinander und/oder der Verstreckgrad eines aufgetragenen orientierten Kunststoffbands und/oder der Winkel, in dem ein Kunststoffband auf den Rohrkern aufgebracht, insbesondere aufgewickelt wird, derart gewählt, dass die axiale Spannungskomponente der Verstärkungsschicht oder

die Summe der axialen Spannungskomponenten der Verstärkungsschichten bei Erwärmung dem Betrag nach in etwa der axialen Spannungskomponente der Rohrkernschicht oder der Summe der axialen Spannungskomponenten der Rohrkernschicht und gegebenenfalls weiterer Rohrschichten entspricht, jedoch mit entgegengesetztem Vorzeichen. In diesem Fall können sich die Spannungskomponenten praktisch vollständig kompensieren, so dass das Kunststoffrohr bei Erwärmung keine oder keine nennenswerte axiale Längenausdehnung aufweist.

Es stehen erfindungsgemäß verschiedene Parameter zur Verfügung, um die Tendenz des Kernrohrs, sich bei Wärme in axialer Richtung auszudehnen, durch eine oder mehrere Verstärkungsschichten zu kompensieren. In einer Rohrleitung, bei der die Rohrabschnitte aus mehreren fest (stoffschlüssig) miteinander verbundenen Schichten bestehen, führt die Tendenz einer Kernrohrschicht, sich bei Erwärmung auszudehnen, dazu, dass eine axiale Spannungskomponente entsteht. Wenn die mit der Kernrohrschicht fest verbundene diese coaxial umgebende Verstärkungsschicht aus einem Werkstoff mit negativem Wärmeausdehnungskoeffizienten besteht, erzeugt dies eine entsprechende in der Richtung gegenläufige axiale Spannungskomponente. Wenn man die genannten Parameter so wählt, dass sich diese Spannungskomponenten genau kompensieren, liegt der Idealfall vor und das Rohr hat insgesamt keine axiale Längenausdehnung mehr bei Erwärmung.

Der erste Parameter ist die jeweilige Dicke (Materialstärke) der Verstärkungsschicht im Verhältnis zur Kernschicht. Wenn die negative Wärmeausdehnung einer gewickelten Verstärkungsschicht nicht ausreicht, kann man beispielsweise eine weitere Verstärkungsschicht auf die erste aufwickeln und so die Schichtdicke der Verstärkungsschichten insgesamt erhöhen. Wichtig ist dabei, dass die Verstärkungsschichten jeweils mit dem Kernrohr bzw. untereinander stoffschlüssig verbunden werden, damit es nicht zu Ablösungseffekten durch Scherkräfte aufgrund der unterschiedlichen auftretenden axialen Spannungen der Schichten bei Erwärmung kommt. Man kann natürlich auch je nach Bedarf unterschiedlich dicke orientierte verstreckte Verstärkungsbänder wählen.

Ein zweiter Parameter ist der Winkel zur Rohrachse, mit dem ein Verstärkungsband spiralförmig auf den Rohrkern aufgewickelt wird. Je flacher dieser Winkel ist, desto stärker geht der Beitrag des spiralförmig aufgewickelten Bands in die daraus resultierende axiale Komponente ein. Wird beispielsweise ein Verstärkungsband mit einem Winkel von 45° zur Rohrachse auf einen zylindrischen Rohrkern aufgewickelt, dann ist die Komponente in Achsrichtung des Rohrs gleich dem $\cos 45^\circ$ multipliziert mit der Länge des aufgewickelten Bandes, das heißt die in axialer Richtung wirksame Komponente der aus der negativen Wärmeaus-

dehnung entstehenden Spannung entspricht ungefähr dem 0,7 fachen der in Bandrichtung des Verstärkungsbands wirksamen Komponente. Bei einem Winkel von 60 ° zur Rohrachse wäre hingegen nur der Faktor 0,5 gegeben. Ein flacherer Winkel führt somit zu einem höheren Beitrag zur Kompensation der Längenausdehnung der Kernschicht.

5

Als dritter Parameter spielt der Grad der Verstreckung bei der Herstellung eines orientierten Verstärkungsbands eine Rolle. Je höher dieser Verstreckungsgrad ist, desto höher wird die Tendenz eines solchen Verstärkungsbands, sich bei Erwärmung zusammen zu ziehen. Im Verbund mit der Kernschicht wird somit bei höherem Verstreckungsgrad eine entsprechend

10 höhere axiale Spannungskomponente erzielt, die auf eine Kontraktion hinwirkt, so dass man in stärkerem Maße die Neigung der Kernschicht zur Ausdehnung kompensieren kann.

Wenn neben der Kernschicht weitere äußere Schichten des Verbundrohrs vorhanden sind, deren Werkstoff einen positiven Wärmeausdehnungskoeffizienten in axialer Richtung auf-

15 weist, muss auch dies bei Anzahl, Schichtdicke, Verstreckungsgrad und Aufbringungswinkel der Wicklung der orientierten verstreckten Verstärkungsschichten berücksichtigt werden.

Auf diese Weise wird ein Verbund geschaffen aus Materialien mit jeweils unterschiedlichen Eigenschaften im Hinblick auf die Wärmeausdehnung. Dadurch entstehen bei Erwärmung

20 die entsprechenden axialen Spannungskomponenten in den einzelnen Schichten und es lässt sich eine verringerte gemittelte Wärmeausdehnung in axialer Richtung des Bauteils insgesamt erzielen. Gleichzeitig ergibt sich aber auch ein Bauteil, welches in sich werkstoffhomogen ist, was erhebliche Vorteile hat gegenüber einem Verbundrohr aus metallischen Werkstoffen und Kunststoffen. Die erfindungsgemäße Lösung macht es beispielsweise mög-

25 lich, Materialien aus chemisch verwandten oder sogar chemisch weitgehend identischen Kunststoffen einzusetzen, die aber eine unterschiedliche Wärmeausdehnung aufweisen, so dass der genannte Effekt der sich gegenseitig aufhebenden Wärmeausdehnung der einzelnen Komponenten bei zueinander völlig kompatiblen Werkstoffen erzielt werden kann. Da-

30 durch werden jegliche Probleme des Verbunds im Grenzbereich von Schichten aus unterschiedlichen Werkstoffen vermieden. Hinsichtlich weiterer wichtiger Eigenschaften des Bauteils wie mechanische Festigkeit, Druckfestigkeit, Langzeitbeständigkeit, Dichtigkeit gegen die transportierten Fluide und dergleichen ist ein solcher werkstoffhomogener Aufbau sehr vorteilhaft. Die Grenzflächenbereiche zwischen einzelnen Bauteilen oder Schichten aus ver-

35 schiedenen Werkstoffen stellen sonst immer ein Undichtigkeitsrisiko gegenüber transportierten Fluiden dar.

Eine Verringerung der gesamten axialen Längenzunahme des mehrschichtigen Kunststoffrohrs bei Erwärmung lässt sich erreichen, wenn der Kunststoff des mindestens einen Kunststoffbands eine negative Wärmeausdehnung aufweist (sich bei Wärmeeinwirkung zusammenzieht). Dadurch lässt sich die positive Wärmeausdehnung (also die zu erwartende Ausdehnung bei Erwärmung) des rohrförmigen Kerns (Trägerbauteils) ganz oder teilweise kompensieren. Die gemittelte Wärmeausdehnung des gesamten Bauteils ist dann in jedem Fall geringer als diejenige eines vergleichbaren Bauteils, welches lediglich aus dem Werkstoff des Trägerbauteils besteht. Im Idealfall werden die zuvor genannten Parameter so gewählt, dass die axiale Längenzunahme des Rohrs bei Erwärmung gegen null geht, wenn die Spannungskomponente des Kernrohrs mit Tendenz zur Ausdehnung durch geeignete Verstärkungsschichten völlig kompensiert wird.

Es kann beispielsweise auch so sein, dass die negative Wärmeausdehnung des Kunststoffs des mindestens einen Kunststoffbands reversibel ist, das heißt, dass der Kunststoff sich bei Abkühlung wieder ausdehnt. Dies führt dazu, dass bei zum Beispiel klimabedingten Temperaturschwankungen der gewünschte Effekt der gemittelten verringerten Wärmeausdehnung bei Erwärmung immer wieder auftritt, da bei einer Abkühlung das Bauteil zu seinen ursprünglichen Maßen zurückkehrt. Der Werkstoff des Trägerbauteils zieht sich bei der Abkühlung zusammen, während sich der Werkstoff des auf das Trägerbauteil aufgetragenen Kunststoffbands ausdehnt.

Vorzugsweise werden für das Kunststoffband Kunststoffe eingesetzt, die in mindestens einer Richtung hochorientiert sind. Eine solche Orientierung in mindestens einer Ausdehnungsrichtung eines solchen Kunststoffbands kann zum Beispiel durch Verstrecken vor der Aufbringung erzielt werden. Dazu kann eine Kaltverstreckung nach der Extrusion vorgenommen werden. Unter „Kaltverstreckung“ wird dabei eine Verstreckung verstanden, die durchaus bei einer gegenüber der Raumtemperatur erhöhten Temperatur vorgenommen werden kann, die jedoch um einiges unterhalb der Schmelztemperatur des Kunststoffs des Kunststoffbands erfolgt. Vorzugsweise werden dabei Temperaturen gewählt, die in einem Temperaturbereich von zwischen etwa 10 ° und etwa 50 °, weiter vorzugsweise zwischen etwa 10 ° und etwa 20 ° unterhalb der Schmelztemperatur des Kunststoffs liegen.

Die Erfindung kommt bei Kunststoffrohren zur Anwendung, das heißt, das Trägerbauteil ist rohrförmig (zylindrischer Rohrkern) und auf ein solches rohrförmiges Trägerbauteil wird ein Kunststoffband mit den gewünschten Eigenschaften hinsichtlich der Wärmeausdehnung aufgewickelt oder aufgelegt. Es können zum Beispiel mindestens zwei Lagen verstreckter in mindestens einer Richtung orientierter Kunststoffbänder nacheinander, einander überde-

ckend auf das Trägerbauteil aufgebracht werden. Diese beiden Lagen können beispielsweise im entgegengesetzten Drehsinn auf das Trägerbauteil aufgewickelt werden. Dabei sollte jedoch vorzugsweise der Winkel zur Rohrachse vergleichsweise flach sein. Ebenso gut können aber auch Bänder (oder nur ein Band) aus Kunststoff in Längsrichtung (axialer Richtung) auf das Trägerbauteil aufgelegt werden, um dann anschließend mit dem Kunststoff des Trägerbauteils verschweißt zu werden, so dass sich ein homogener Werkstoffverbund ergibt. Wenn nicht spiralförmig aufgewickelt sondern in axialer Richtung aufgelegt wird, ist der $\cos$ des Winkels gleich 1, so dass die Kontraktion des Verstärkungsbands in vollem Umfang in die axiale Komponente eingeht.

Die Werte für die jeweilige Wärmeausdehnung von Trägerbauteil einerseits und aufgebrachtem Band oder Bändern andererseits sollten so gewählt werden, dass der gewünschte Effekt einer Verringerung der Wärmeausdehnung des herzustellenden Bauteils so gut wie möglich erreicht wird. Vorzugsweise ist es daher so, dass mindestens ein Kunststoffband aus einem Kunststoff mit einer Wärmeausdehnung derart ausgewählt wird, dass die (theoretische) Längenzunahme des Trägerbauteils nach der Aufbringung des Kunststoffbands auf das Trägerbauteil bei Erwärmung durch die (theoretische) Kontraktion des Verstärkungsbands weitgehend kompensiert wird. Tatsächlich kommt es dann nicht mehr zu einer axialen Längenzunahme, sondern es werden in den einzelnen Schichten lediglich einander kompensierende Spannungskomponenten erzeugt.

Werden nacheinander mehrere Kunststoffbänder auf ein Trägerbauteil aufgebracht, wobei die Kunststoffbänder auch gegebenenfalls eine unterschiedliche Orientierung aufweisen können, ist es vorzugsweise so, dass mehrere nacheinander aufzubringende Kunststoffbänder jeweils aus Kunststoffen mit Wärmeausdehnung derart ausgewählt werden, dass die (theoretische) Längenzunahme des Trägerbauteils bei Erwärmung durch die Mehrzahl der aufgetragenen Kunststoffbänder weitgehend kompensiert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es daher, rohrförmige Bauteile herzustellen, die gegenüber herkömmlichen Rohren aus Kunststoff eine stark verringerte Wärmeausdehnung oder sogar so gut wie überhaupt keine Wärmeausdehnung (Längenänderung bei Erwärmung) mehr aufweisen.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind weiterhin Bauteile aus Kunststoff, die nach einem Verfahren der hierin genannten Art hergestellt wurden. Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind insbesondere nach einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte rohrförmige Bauteile aus Kunststoff, die in sich werkstoffhomogen oder weitgehend werkstoffhomogen aufgebaut sind.

Die in den Unteransprüchen genannten Merkmale betreffen bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung.

- 5 Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben.

Dabei zeigen:

- 10 Figur 1 eine Ansicht eines Kunststoffrohrs mit verringerter Wärmeausdehnung gemäß einer möglichen beispielhaften Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung in einer Phase des Herstellungsverfahrens;

- 15 Figur 2 eine Darstellung eines fertigen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kunststoffrohrs im Längsschnitt.

Zunächst wird auf die Figur 1 Bezug genommen. Die Darstellung zeigt eine vereinfachte schematische Ansicht eines Kunststoffrohrs, welches insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist. Das Kunststoffrohr 10 ist hier in einer Zwischenphase der Herstellung dargestellt. Es handelt sich um ein nach den ersten Verfahrensschritten zunächst noch zweischichtiges Rohr aus Kunststoff, welches hergestellt wird ausgehend von einem in einem ersten Verfahrensschritt hergestellten rohrförmigen Träger 11, der zum Beispiel nach einem üblichen Verfahren durch Extrusion aus einem Kunststoff wie zum Beispiel einem Polyolefin hergestellt wird. Der rohrförmige Träger 11 kann aus einem Kunststoff ohne Orientierung bestehen. Auf diesen rohrförmigen zylindrischen Träger 11 werden dann Bänder 12 aus einem in einer Richtung orientierten Kunststoff aufgewickelt, insbesondere in einem vergleichsweise flachen Winkel zur Rohrachse 13 wie in Figur 1 dargestellt. Die Bänder 12 werden spiralförmig um den rohrförmigen Träger 11 gewickelt, derart, dass jeweils benachbarte Bänder 12 aneinander grenzen, das heißt auf Stoß angeordnet sind. Diese Bänder 12 können aus einem chemisch ähnlichen Kunststoff bestehen wie der Träger 11, beispielsweise ebenfalls aus einem Polyolefin, insbesondere aus dem gleichen Polyolefin wie der Träger. Die Bänder erhalten ihre Orientierung in mindestens einer Richtung dadurch, dass sie zuvor verstreckt werden, wozu sie auf eine Temperatur erwärmt werden, die um einiges unterhalb der Schmelztemperatur des jeweiligen Kunststoffs liegt und dann gezogen werden, so dass sie sich dehnen. Dies geschieht zum Beispiel mittels einer Anordnung von Walzen umfassend Walzenpaare, die mit unterschiedlicher Geschwindigkeit laufen und das Band transportieren, so dass dieses in Längsrichtung gedehnt wird.

Nach dem Verstrecken werden die so gewonnen orientierten Bänder 12 aus Kunststoff auf den rohrförmigen Träger gewickelt und danach mit diesem fest verschweißt, was zum Beispiel mit Hilfe von Laserstrahlung geschehen kann. Dabei wird ein fester Verbund mit einem dann zweischichtigen Rohr aus dem Träger und der aus den Bändern gebildeten zweiten äußeren Schicht geschaffen. Durch die Verstreckung haben die Bänder eine andere Wärmeausdehnung als das Trägerrohr. Bei Erwärmung haben sie nämlich die Neigung, sich zusammen zu ziehen. Das Trägerrohr (Rohrkern) 11 besteht hingegen aus einem nicht orientierten gewöhnlichen Kunststoff, welcher sich bei Erwärmung vergleichsweise stark ausdehnt. Bei Erwärmung eines solchen zweischichtigen Rohrs ergibt sich dann der Effekt, dass die Längenzunahme des rohrförmigen Trägers 11 (des Kernrohrs) durch die Längenabnahme der äußeren aus den Bändern 12 gebildeten Schicht kompensiert wird, so dass das Gesamtrohr eine geringere Wärmeausdehnung aufweist als ein Kunststoffrohr, welches allein aus einem Kunststoff des im Trägerrohr 11 verwendeten Typs besteht, oder überhaupt keine Wärmeausdehnung in axialer Richtung (in Längsrichtung).

Nach der Aufbringung der Bänder aus orientiertem Kunststoff wird dann das in Figur 1 gezeigte Rohr in einem weiteren Arbeitsgang mit einer dritten äußeren Schicht aus Kunststoff überzogen, die beispielsweise auf die aus den Bändern 12 gebildete mittlere Schicht aufextrudiert wird. Diese dritte Schicht dient in erster Linie dazu, ein Rohr mit einer einheitlichen glatten Oberfläche zu schaffen, was zum Beispiel benötigt wird, um derartige Rohre über Muffen oder andere Verbindungselemente untereinander zu verbinden. Die Oberfläche des zweischichtigen Rohrs nach dem Aufwickeln und Verschweißen der Bänder 12 ist hingegen nicht ausreichend eben. Die dritte Schicht bildet dann eine abschließende Deckschicht des Rohrs. Diese dritte Schicht kann beispielsweise aus einem nicht orientierten Kunststoff bestehen, der dann wieder eine Längenausdehnung bei Erwärmung aufweist wie ein herkömmlicher Kunststoff.

Figur 2 zeigt den Längsschnitt durch ein solches dreischichtiges Rohr 10 gemäß der vorliegenden Erfindung nach dem Aufwickeln und Verschweißen der Bänder 12 und nach der Aufbringung der dritten äußeren Schicht 17. Dieses Rohr besteht dann aus der Innenschicht 11, die aus dem Trägerrohr 11 entstanden ist, aus einer zweiten mittleren Schicht 14, die aus den zuvor aufgebrachten Bändern entstanden ist, und aus der dritten äußeren Deckschicht 17, die zum Beispiel anschließend aufextrudiert wurde. Durch die Pfeile 15 bzw. 16 und 18 ist angedeutet, dass die innere Schicht 11 versucht, sich bei Erwärmung in Längsrichtung auszudehnen, während die mittlere Schicht 14 eine Tendenz zur Längenschrumpfung bei Erwärmung aufweist und die äußere Schicht 17 wiederum eine Tendenz zur Längendeh-

nung. Dadurch werden entsprechende Spannungskomponenten erzeugt, die sich gegenseitig kompensieren. Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass auf diese Weise werkstoffhomogene Kunststoffrohre mit verringerter Wärmeausdehnung erhältlich sind, wobei die mittlere orientierte Schicht 14 die Wärmeausdehnung der beiden anderen Schichten 11 und 17 kompensieren kann.

5

Bezugszeichenliste

	10	Kunststoffrohr
	11	rohrförmiger Träger
	12	Bänder aus Kunststoff
5	13	Rohrachse
	14	mittlere Schicht
	15	Pfeile
	16	Pfeile
	17	äußere Schicht
10	18	Pfeile

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Rohrs aus Kunststoff umfassend die Aufbringung mindestens eines Kunststoffbands auf ein Trägerbauteil aus Kunststoff, wobei das Kunststoffband nach der Aufbringung mit dem Trägerbauteil verschweißt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass auf einen zylindrischen Rohrkern (11) mindestens eine Verstärkungsschicht umfassend mindestens ein Kunststoffband (12) aufgebracht wird, welches aus einem Kunststoff besteht, der einen negativen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, wobei das Dickenverhältnis der einzelnen Rohrschichten zueinander und/oder der Verstreckgrad eines aufgebrachten orientierten Kunststoffbands und/oder der Winkel, in dem ein Kunststoffband auf den Rohrkern aufgebracht, insbesondere aufgewickelt wird, derart gewählt werden, dass die axiale Spannungskomponente der Verstärkungsschicht oder die Summe der axialen Spannungskomponenten der Verstärkungsschichten bei Erwärmung die axiale Spannungskomponente der Rohrkernschicht oder die Summe der axialen Spannungskomponenten der Rohrkernschicht und gegebenenfalls weiterer Rohrschichten mindestens teilweise kompensiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kunststoffband (12) mit einem negativen Wärmeausdehnungskoeffizienten in einem Winkel von 45 ° zur Rohrachse oder flacher auf einen zylindrischen Rohrkern (11) aufgewickelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die negative Wärmeausdehnung des Kunststoffs des mindestens einen Kunststoffbands (12) reversibel ist, das heißt, dass der Kunststoff sich bei Abkühlung wieder ausdehnt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffband (12) mindestens eine Schicht eines in mindestens einer Richtung hochorientierten Kunststoffs umfasst.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffband (12) durch Verstrecken eine Orientierung in mindestens einer Richtung erhalten hat.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffband (12) eine Orientierung in mindestens einer Richtung erhalten hat durch eine Kaltver Streckung nach der Extrusion des Kunststoffbands, die vorzugsweise in einem Temperaturbereich von zwischen etwa 10 ° und etwa 50 ° , weiter vorzugsweise zwischen etwa 10 ° und etwa 20 ° unterhalb der Schmelztemperatur des Kunststoffs erfolgt.
5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kunststoffband (12) auf ein rohrförmiges Trägerbauteil (11) aufgewickelt und danach fest mit dem rohrförmigen Trägerbauteil verschweißt wird, ohne dabei die Orientierung des Kunststoffbands in seiner Längsrichtung zu zerstören.
10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Lagen ver streckter in mindestens einer Richtung orientierter Kunststoffbänder (12) nacheinander, einander überdeckend auf das Trägerbauteil (11) aufgebracht und fest mit dem Trägerbauteil verschweißt werden.
15
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Lagen ver streckter in mindestens einer Richtung orientierter Kunststoffbänder (12) nacheinander, einander überdeckend auf ein rohrförmiges Trägerbauteil (11) aufgewickelt und danach jeweils mit dem rohrförmigen Trägerbauteil bzw. der darunter liegenden Verstärkungsschicht fest verschweißt werden.
20
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Lagen ver streckter in mindestens einer Richtung orientierter Kunststoffbänder (12) nacheinander jeweils in einem Winkel zur Rohrachse (13) im gegenläufigen Drehsinn einander überdeckend auf einen rohrförmigen Träger gewickelt werden.
25
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kunststoffband (12) etwa in Längsrichtung auf die Oberfläche eines rohrförmigen Trägerbauteils (11) aufgelegt wird und mit dem Trägerbauteil verschweißt wird.
30
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Kunststoffband (12) und das Trägerbauteil (11) (zylindrischer Rohrkern) aus einem chemisch ähnlichen Kunststoff, vorzugsweise aus dem gleichen Kunststoff bestehen.
35

13. Mehrschichtiges Rohr aus Kunststoff, dadurch gekennzeichnet, dass dieses nach einem Verfahren mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurde.
- 5 14. Rohr nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass dieses werkstoffhomogen oder weitgehend werkstoffhomogen aus chemisch gleichen oder ähnlichen Kunststoffen aufgebaut ist.
- 10 15. Rohr nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass dieses ein mindestens dreischichtiges Rohr aus Kunststoff ist, dessen mittlere Schicht (14) die axiale Spannungskomponente der inneren Schicht (11) und/oder der äußeren Schicht bei Erwärmung (17) mindestens teilweise kompensiert.

Fig. 1

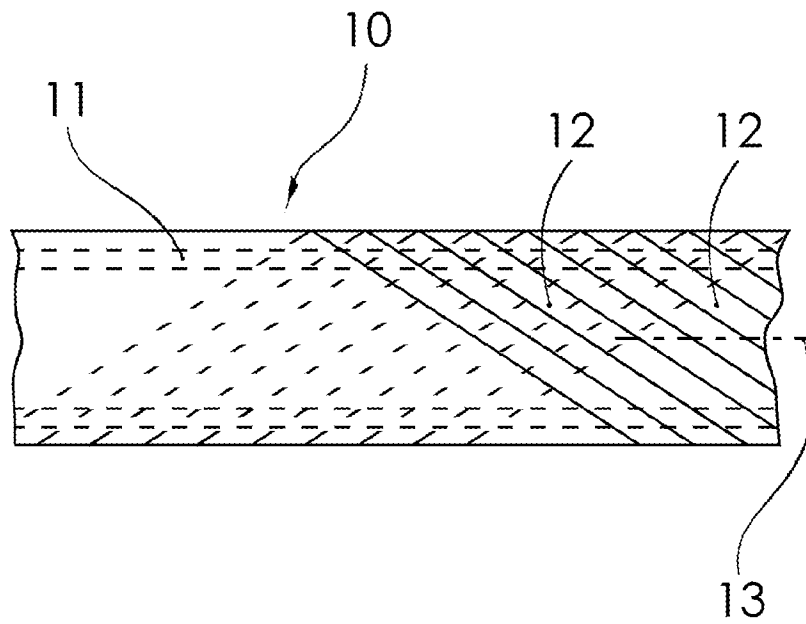
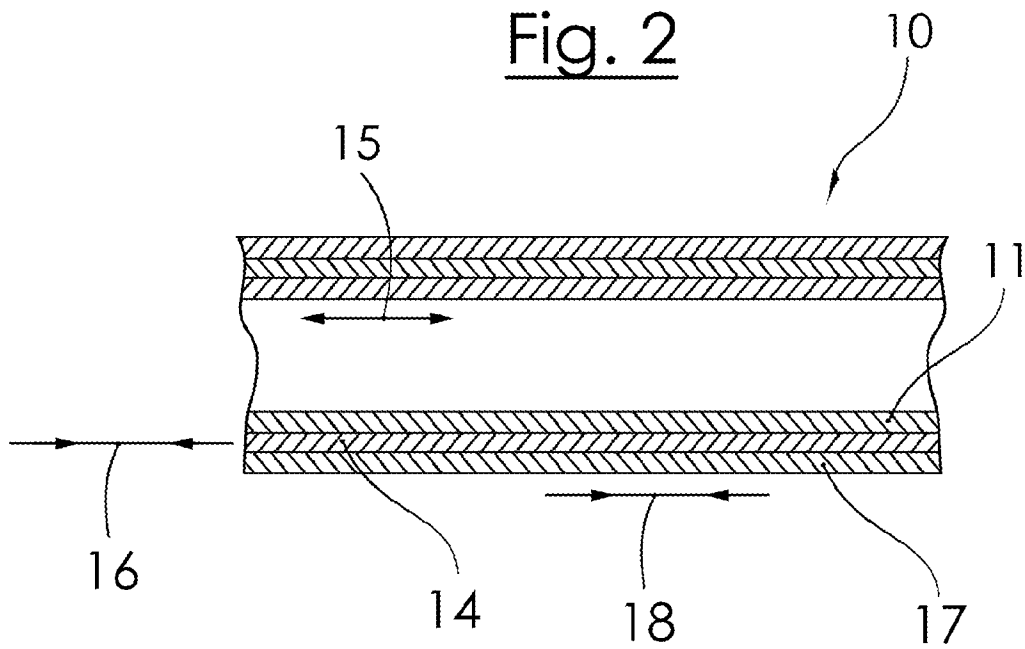


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/052569

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B29C53/60

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)

B29C F16L B29D

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 311 400 A (THIOLKOL MORTON INC [US]) 12 April 1989 (1989-04-12) columns 1-11; figures 1-5,13,14,17,18	1-15
A	EP 1 319 823 A (FIATAVIO SPA [IT]; AGENZIA SPAZIALE ITALIANA [IT] AVIO S P A [IT]; AGE) 18 June 2003 (2003-06-18) paragraphs [0016] - [0042] figure 2	1-15



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

4 August 2009

Date of mailing of the international search report

11/08/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schneider, Dominik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/052569

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0311400	A	12-04-1989	CA 1311595 C	22-12-1992
			DE 3874271 D1	08-10-1992
			DE 3874271 T2	18-02-1993
			JP 1195026 A	04-08-1989
			JP 1705796 C	27-10-1992
			JP 3069702 B	05-11-1991
<hr/>				
EP 1319823	A	18-06-2003	AT 338204 T	15-09-2006
			DE 60214322 T2	13-09-2007
			IT T020011161 A1	12-06-2003
<hr/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/052569

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C53/60

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C F16L B29D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 311 400 A (THIOKOL MORTON INC [US]) 12. April 1989 (1989-04-12) Spalten 1-11; Abbildungen 1-5,13,14,17,18 -----	1-15
A	EP 1 319 823 A (FIATAVIO SPA [IT]; AGENZIA SPAZIALE ITALIANA [IT] AVIO S P A [IT]; AGE) 18. Juni 2003 (2003-06-18) Absätze [0016] - [0042] Abbildung 2 -----	1-15



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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. August 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/08/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Schneider, Dominik

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/052569

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0311400	A	12-04-1989	CA	1311595 C	22-12-1992
			DE	3874271 D1	08-10-1992
			DE	3874271 T2	18-02-1993
			JP	1195026 A	04-08-1989
			JP	1705796 C	27-10-1992
			JP	3069702 B	05-11-1991
<hr/>					
EP 1319823	A	18-06-2003	AT	338204 T	15-09-2006
			DE	60214322 T2	13-09-2007
			IT	T020011161 A1	12-06-2003