



(11)

EP 2 375 025 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.02.2015 Patentblatt 2015/09

(51) Int Cl.:
F01P 3/02^(2006.01)

F01P 3/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10015802.1**

(22) Anmeldetag: **18.12.2010**

(54) Kühlkreislauf für eine Brennkraftmaschine

Coolant circuit for a combustion engine

Circuit de refroidissement pour moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **08.03.2010 DE 102010010594**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.10.2011 Patentblatt 2011/41

(73) Patentinhaber: **Audi AG
85045 Ingolstadt (DE)**

(72) Erfinder:
• **Honzen, Matthias
71640 Ludwigsburg (DE)**

- **Köhne, Markus
53639 Königswinter (DE)**
- **Boestfleisch, Volker
74172 Neckarsulm (DE)**
- **Henning, Hermann
74248 Ellhofen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 947 308 DE-A1- 10 244 829
DE-A1- 10 301 797 DE-A1-102004 047 452
DE-A1-102008 007 766 US-A- 3 444 845
US-A- 5 113 807**

EP 2 375 025 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Kühlkreislauf für eine Brennkraftmaschine mit getrennter Durchströmung von Zylinderkopf und Zylinderkurbelgehäuse, und einem Abgaskühler.

[0002] Derartige Kühlkreisläufe werden im Kraftfahrzeugbau zur Wärmeabfuhr von der Brennkraftmaschine und zur Kühlung von Betriebsstoffen der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise Abgas, Frischgas oder Schmiermittel genutzt, wodurch sich der Wirkungsgrad und/oder die Abgaszusammensetzung der Brennkraftmaschine beeinflussen lässt.

[0003] Die DE 10 2004 052 137 A1 zeigt eine Zweikreiskühlung für eine Brennkraftmaschine mit einem Kurbelgehäuse und einem Zylinderkopf. Das Kurbelgehäuse ist in einen Kurbelgehäuse-Kühlmittelkreislauf eingebunden, während der Zylinderkopf in einen separaten Zylinderkopf-Kühlmittelkreislauf eingebunden ist. Beide Kühlmittelkreisläufe werden von einer gemeinsamen Kühlmittelpumpe gespeist. Der Kurbelgehäuse-Kühlmittelkreislauf kann durch ein Stellelement verschlossen werden, wodurch sich das Kurbelgehäuse nach einem Kaltstart schneller erwärmt. Weiterhin ist es möglich die beiden Kühlmittelkreisläufe auf unterschiedlichen Temperaturniveaus zu betreiben.

[0004] Die DE 103 32 947 A1 beschreibt ebenfalls eine Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit einer Zweikreiskühlung, bei der Zylinderkopf und Zylinderkurbelgehäuse über separate Kühlmittelzweige verfügen, die über einen gemeinsamen Zulauf von einer Kühlmittelpumpe gespeist werden. Das Kühlmittel auf dem Zylinderkopf und dem Zylinderkurbelgehäuse wird nach dem Austritt aus den entsprechenden Bauteilen wieder zusammengeführt und zur Kühlmittelpumpe rezirkuliert. Dabei kann das Kühlmittel wahlweise über einen Zweig mit Abgaskühler, Heizungswärmetauscher und Ölkühler zur Kühlmittelpumpe geführt werden oder aber über einen zweiten Zweig wahlweise zum Hauptwärmetauscher oder unter Umgehung des Hauptwärmetauschers direkt zur Kühlmittelpumpe geleitet werden.

[0005] Nachteilig ist jedoch, dass der Abgaskühler bei dem gezeigten Kühlmittelkreislauf nur mit solchem Kühlmittel beaufschlagt werden kann, welches bereits den gesamten Motor, also sowohl den Zylinderkopf, als auch das Zylinderkurbelgehäuse, durchströmt hat und dementsprechend erwärmt ist. Dadurch ergeben sich Wirkungsgradverluste bei der Kühlung des Abgases. Zudem benötigt die Integration von zwei verschiedenen Zweigen zur Rückführung des Kühlmittels zur Kühlmittelpumpe einen großen Bauraum.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher einen Kühlkreislauf für eine Brennkraftmaschine bereitzustellen, in dem ein Abgaskühler mit geringem Bauraumbedarf angeordnet und möglichst effizient betrieben werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Indem der Abgaskühler stromab des Zylinder-

kopfes und stromauf der Verbindungsstelle in den Zylinderkopf-Zweigkreislauf eingebunden ist, wird dieser von dem im Vergleich zum Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf kühleren Kühlmittel des Zylinderkopf-Zweigkreislaufs durchströmt. Dadurch kann der Betriebsstoff in dem entsprechenden Wärmetauscher besser gekühlt werden, was sich positiv auf den Wirkungsgrad und/oder die Abgaszusammensetzung der Brennkraftmaschine auswirkt. Natürlich können neben den genannten Bestandteilen des Kühlkreislaufs auch noch weitere Elemente, wie ein Heizungswärmetauscher, je nach Bedarf integriert werden.

[0009] Ein als unterdruckbetätigtes Drehventil ausgebildetes Absperrventil ist im Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf stromab des Kurbelgehäuses angeordnet. Durch das Absperrventil kann der Kühlmittelvolumenstrom im Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf reguliert werden. So kann durch eine Absperrung des Kurbelgehäuse-Zweigkreislaufs vorzugsweise nach dem Start der Brennkraftmaschine eine schnellere Erwärmung derselben erzielt werden.

[0010] In einer bevorzugten Ausführung ist der Hauptwärmetauscher stromab der Verbindungsstelle angeordnet. Der Hauptwärmetauscher hat die größte Kühlkapazität und kann mit Kühlmittel aus dem Zylinderkopf und dem Kurbelgehäuse beaufschlagt werden.

[0011] In einer bevorzugten Ausführung ist ein Steuerventil zwischen Kühlmittelpumpe und Hauptwärmetauscher angeordnet. Das Steuerventil reguliert den der Kühlmittelpumpe zuzuführenden Kühlmittelvolumenstrom.

[0012] In einer bevorzugten Ausführung zweigt zwischen Hauptwasserkühler und Verbindungsstelle eine Bypassleitung ab, die an dem Steuerventil angebunden ist. Die Bypassleitung dient der bedarfsweisen Umgehung des Hauptwärmetauschers, indem das Kühlmittel aus dem Zylinderkopf und dem Kurbelgehäuse stromab der Verbindungsstelle abgezweigt wird und dem Steuerventil zugeführt wird. Das Steuerventil kann temperaturabhängig zwischen der Durchströmung der Bypassleitung oder des Hauptwärmetauschers umschalten. Dazu ist das Steuerventil bevorzugt als ein Kennfeldthermostat ausgebildet.

[0013] In einer bevorzugten Ausführung werden zwei oder mehr Zylinderköpfe im Zylinderkopf-Zweigkreislauf parallel durchströmt und der Abgaskühler ist stromab der Zylinderköpfe angeordnet. Bei Brennkraftmaschinen mit Zylinderbänken in V- oder W-Anordnung finden sich mehrere Zylinderköpfe. Diese sind parallel in den Zylinderkopf-Zweigkreislauf eingebunden, wobei das Kühlmittel aus den Zylinderköpfen vor der Zuführung in den Abgaskühler wieder gesammelt wird.

[0014] In einem nicht erfindungsgemäßen Beispiel ist der Wärmetauscher für einen Betriebsstoff als Ladeluftkühler ausgebildet. Ein Ladeluftkühler dient der Abkühlung von durch einen Lader verdichteter Frischluft, wodurch sich Wirkungsgradgewinne erzielen lassen.

[0015] Erfindungsgemäß ist der Wärmetauscher für ei-

nen Betriebsstoff als Abgaskühler ausgebildet. In einem Abgaskühler wird zumindest ein Teil des aus der Brennkraftmaschine austretenden Abgases gekühlt, um es als Inertgas dem Verbrennungsprozess in der Brennkraftmaschine zuzuführen (Abgasrückführung). Die daraus resultierende Verringerung der Verbrennungstemperatur reduziert den Anteil an Stickoxiden im Abgas.

[0016] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

[0017] Darin zeigt die **Figur** eine schematische Ansicht des Kühlkreislaufs einer Brennkraftmaschine.

[0018] Gemäß der **Figur** hat eine Brennkraftmaschine 2 ein Kurbelgehäuse 4, welches Zylinder in einzelnen Brennräumen beinhaltet, und einen Zylinderkopf 3, der die für den Gaswechsel der Brennräume benötigten Vorrichtungen enthält. Die Brennkraftmaschine 2 setzt bei ihrem Betrieb chemische Energie in mechanische und thermische Energie um, weshalb diese in einen Kühlkreislauf 1 zur Wärmeabfuhr eingebunden ist. Bei der dargestellten Zweikreiskühlung fördert die Kühlmittelpumpe 5 Kühlmittel zur Brennkraftmaschine 2, wobei der Kühlmittelstrom sich an einer Verzweigungsstelle A in zwei parallele Zweigkreisläufe 8 und 9 aufteilt. Der Zylinderkopf 3 ist in einen Zylinderkopf-Zweigkreislauf 8 und das Kurbelgehäuse 4 in einen Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf 9 eingebunden. Durch die in den Brennräumen des Kurbelgehäuses 4 hauptsächlich stattfindende Umsetzung der Energie, erwärmt sich das Kurbelgehäuse 4 beim Betrieb der Brennkraftmaschine 2 schneller und stärker als der Zylinderkopf 3. Die Zweigkreisläufe 8 und 9 werden stromab des Zylinderkopfes 3 beziehungsweise des Kurbelgehäuses 4 an einer Verbindungsstelle B wieder zusammengeführt. Im Zylinderkopf-Zweigkreislauf 8 ist zwischen Zylinderkopf 3 und Verbindungsstelle B ein Wärmetauscher 7 für ein Betriebsstoff der Brennkraftmaschine 2 angeordnet. Betriebsstoffe sind in diesem Zusammenhang Gase oder Flüssigkeiten, die für die Funktion der Brennkraftmaschine 2 benötigt werden, wie Abgas. Im Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf 9 zwischen Kurbelgehäuse 4 und Verbindungsstelle B ist ein Absperrventil 10 angeordnet, wodurch der Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf 9 zum Zwecke einer schnelleren Erwärmung der Brennkraftmaschine 2, insbesondere des Kurbelgehäuses 4, bedarfsweise abgesperrt werden kann. Das Absperrventil 10 ist als ein unterdruckbetätigtes Drehventil auszuführen. Von der Verbindungsstelle B gelangt das Kühlmittel zu einem Hauptwärmetauscher 6 und von diesem zu einem Steuerventil 11. Der Ausgang des Steuerventils 11 ist mit der Ansaugseite 5 der Kühlmittelpumpe 5 verbunden. Zwischen der Verbindungsstelle B und dem Hauptwärmetauscher 6 zweigt an einem Bypassabzweig C eine Bypassleitung 12 ab, durch die Kühlmittel aus der Brennkraftmaschine 2 unter Umgehung des Hauptwasserkühlers 6 zum Steuerventil 11 und somit zur Kühlmittelpumpe 5 gelangen kann. Das Steuerventil 11 ist zu diesem

Zweck vorzugsweise als ein Kennfeldthermostat oder ein Drehschieber mit zwei Zuläufen und einem Ausgang auszuführen. Natürlich beschränkt sich der erfindungsgemäße Kühlkreislauf 1 nicht auf die dargestellten Elemente. Vielmehr können zusätzliche Heizungswärmetauscher, Ölkühler, Wasserkühler, etc. in den Kühlkreislauf 1 oder einen Teilkreislauf davon integriert werden.

[0019] Liste der Bezugszeichen:

- | | | |
|----|----|-------------------------------------|
| 10 | A | Verzweigungsstelle |
| | B | Verbindungsstelle |
| | C | Bypassabzweig |
| 15 | 1 | Kühlkreislauf |
| | 2 | Brennkraftmaschine |
| 20 | 3 | Zylinderkopf |
| | 4 | Kurbelgehäuse |
| | 5 | Kühlmittelpumpe |
| 25 | 6 | Hauptwärmetauscher |
| | 7 | Wärmetauscher für ein Betriebsstoff |
| 30 | 8 | Zylinderkopf-Zweigkreislauf |
| | 9 | Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf |
| 35 | 10 | Absperrventil |
| | 11 | Steuerventil |

Patentansprüche

1. Kühlkreislauf (1) für eine Brennkraftmaschine (2), aufweisend eine Brennkraftmaschine (2) mit mindestens einem Zylinderkopf (3) und einem Kurbelgehäuse (4), eine Kühlmittelpumpe (5), einen Hauptwärmetauscher (6) und einen Abgaskühler (7), wobei sich der Kühlkreislauf (1) stromab der Kühlmittelpumpe (5) zwischen einer Verzweigungsstelle (A) und einer Verbindungsstelle (B) aufteilt, so dass der mindestens eine Zylinderkopf (3) in einem Zylinderkopf-Zweigkreislauf (8) und das Kurbelgehäuse (4) in einem, zu dem Zylinderkopf-Zweigkreislauf (8) parallel verlaufenden, Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf (9) eingebunden ist, wobei der Abgaskühler (7) im Zylinderkopf-Zweigkreislauf (8) stromab des mindestens einen Zylinderkopfes (3) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein als unterdruckbetätigtes Drehventil ausgebildetes Absperrventil (10) im Kurbelgehäuse-Zweigkreislauf (9) zwischen Kur-

belgehäuse (4) und Verbindungsstelle (B) angeordnet ist.

2. Kühlkreislauf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptwärmetauscher (6) stromab der Verbindungsstelle (B) angeordnet ist.
3. Kühlkreislauf nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Steuerventil (11) zwischen Kühlmittelpumpe (5) und Hauptwärmetauscher (6) angeordnet ist.
4. Kühlkreislauf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Hauptwasserkühler (6) und Verbindungsstelle (B) eine Bypassleitung (12) abzweigt, die an dem Steuerventil (11) angebunden ist.
5. Kühlkreislauf nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (11) als Kennfeldthermostat ausgebildet ist.
6. Kühlkreislauf nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehr Zylinderköpfe (3) im Zylinderkopf-Zweigkreislauf (8) parallel durchströmt werden und der Abgaskühler (7) stromab der Zylinderköpfe (3) angeordnet ist.

Claims

1. Cooling circuit (1) for an internal combustion engine (2), comprising an internal combustion engine (2) having at least one cylinder head (3) and one crankcase (4), a coolant pump (5), a primary heat exchanger (6) and an exhaust gas cooler (7), the cooling circuit (1) downstream of the coolant pump (5) being divided between a branch site (A) and a connection site (B) so that the at least one cylinder head (3) is integrated in a cylinder head branch circuit (8) and the crankcase (4) is integrated in a crankcase branch circuit (9) which extends in parallel with the cylinder head branch circuit (8), the exhaust gas cooler (7) being arranged in the cylinder head branch circuit (8) downstream of the at least one cylinder head (3), **characterised in that** a shutoff valve (10) formed as a vacuum-actuated turning valve is arranged in the crankcase branch circuit (9) between the crankcase (4) and the connection site (B).
2. Cooling circuit according to claim 1, **characterised in that** the primary heat exchanger (6) is arranged downstream of the connection site (B).
3. Cooling circuit according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** a control valve (11) is arranged between the coolant pump (5) and the primary heat exchanger (6).

4. Cooling circuit according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** a bypass line (12), which is coupled to the control valve (11), branches off between the main water cooler (6) and the connection site (B).
5. Cooling circuit according to either claim 3 or claim 4, **characterised in that** the control valve (11) is designed as a map-controlled thermostat.
6. Cooling circuit according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** flow takes place in parallel through two or more cylinder heads (3) in the cylinder head branch circuit (8), and the exhaust gas cooler (7) is arranged downstream of the cylinder heads (3).

Revendications

1. Circuit de refroidissement (1) pour moteur à combustion interne (2), présentant un moteur à combustion interne (2) avec au moins une tête de cylindre (3) et un carter de vilebrequin (4), une pompe à réfrigérant (5), un échangeur de chaleur principal (6) et un refroidisseur de gaz brûlés (7), dans lequel le circuit de refroidissement (1) se partage, en aval de la pompe à réfrigérant (5), entre un point de dérivation (A) et un point de raccordement (B) de sorte que la au moins une tête de cylindre (3) soit intégrée à un circuit de dérivation de tête de cylindre (8) et que le carter de vilebrequin (4) soit intégré à un circuit de dérivation de carter de vilebrequin (9) s'étendant parallèlement au circuit de dérivation de tête de cylindre (8), dans lequel le refroidisseur de gaz brûlés (7) est aménagé dans le circuit de dérivation de tête de cylindre (8) en aval de la au moins une tête de cylindre (3), **caractérisé en ce qu'**une soupape d'arrêt (10) conformée en soupape rotative mue par dépression est aménagée dans le circuit de dérivation de carter de vilebrequin (9) entre la carter de vilebrequin (4) et le point de raccordement (B).
2. Circuit de refroidissement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur principal (6) est aménagé en aval du point de raccordement (B).
3. Circuit de refroidissement selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**une soupape de commande (11) est aménagée entre la pompe à réfrigérant (5) et l'échangeur de chaleur principal (6).
4. Circuit de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**entre l'échangeur de chaleur principal (6) et le point de raccordement (B) dérive une conduite de dérivation (12) qui est raccordée à la soupape de commande (11).

5. Circuit de refroidissement selon la revendication 3 ou la revendication 4, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (11) se présente sous la forme d'un thermostat cartographique.

5

6. Circuit de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** deux têtes de cylindre (3) ou plus sont parcourus en parallèle dans le circuit de dérivation de tête de cylindre (8) et le refroidisseur de gaz brûlés (7) est aménagé en aval des têtes de cylindre (3).

10

15

20

25

30

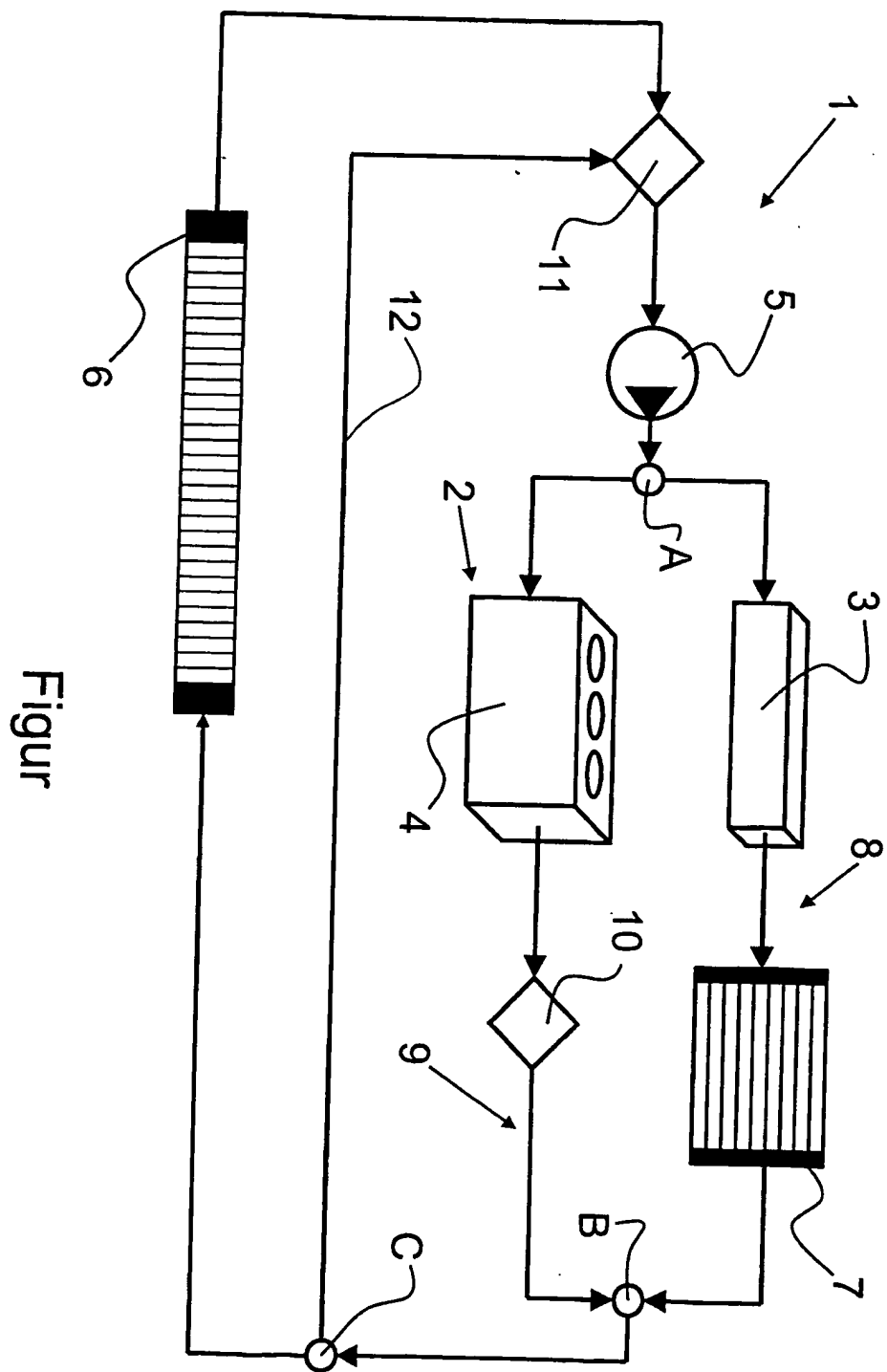
35

40

45

50

55



Figur

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004052137 A1 [0003]
- DE 10332947 A1 [0004]