(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
10. Februar 2005 (10.02.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/012707 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F02B 29/04, 37/013, 29/04

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/007827

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juli 2004 (15.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 35 567.7 31. Juli 2003 (31.07.2003) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **BEHR GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **ROGG, Stefan** [DE/DE]; Feuerleinstrasse 4, 70193 Stuttgart (DE). **TILLMANN, Annegret** [DE/DE]; Lenzhalde 28, 73732 Esslingen (DE).

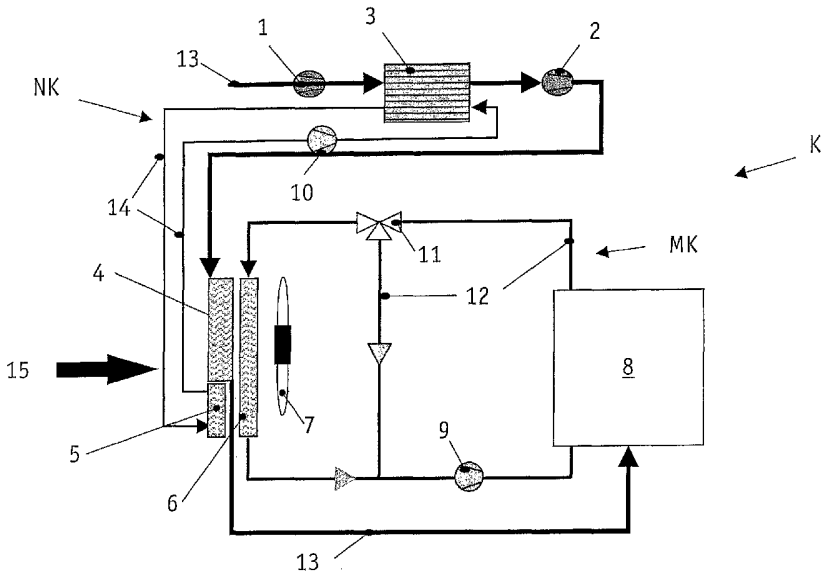
(74) Gemeinsamer Vertreter: **BEHR GMBH & CO. KG**; Intellectual Property, G-IP, Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart (DE).

(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, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CIRCUIT ARRANGEMENT FOR COOLING CHARGE AIR AND METHOD FOR OPERATING A CIRCUIT ARRANGEMENT OF THIS TYPE

(54) Bezeichnung: KREISLAUFANORDNUNG ZUR KÜHLUNG VON LADELUFT UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER DERARTIGEN KREISLAUFANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a circuit arrangement (K) comprising a low-temperature circuit (NK) for cooling charge air (13) that is fed to a motor (8) in a motor vehicle equipped with a turbocharger. According to the invention, the charge air (13) is compressed in two stages in a first low-pressure turbocharger (1) and a second high-pressure turbocharger (2). To cool the charge air (13) a first cooler (3) is provided downstream of the low-pressure turbocharger (1) and upstream of the high-pressure turbocharger (2) and a second cooler (4) is provided downstream of the high-pressure turbocharger (2) and upstream of the motor (8). The invention also relates to a method for operating a circuit arrangement (K) of this type.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/012707 A1

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, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

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

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kreislaufanordnung (K) mit einem Niedertempratur-Kreislauf (NK) zur Kühlung von Ladeluft (13), die einem Motor (8) zugeführt wird, bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader, wobei eine zweistufige Verdichtung der Ladeluft (13) in einem ersten Niederdruck-Turbolader (1) und einem zweiten Hochdruck-Turbolader (2) erfolgt, wobei 15 zur Kühlung der Ladeluft (13) nach dem Niederdruck-Turbolader (1) und vor dem Hockdruck-Turbolader (2) ein erster Kühler (3) und nach dem Hochdruck-Turbolader (2) und vor dem Motor (8) ein zweiter Kühler (4) vorgesehen ist, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer der artigen Kreislaufanordnung (K).

BEHR GmbH & Co. KG
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

Kreislaufanordnung zur Kühlung von Ladeluft und Verfahren zum Betreiben einer derartigen Kreislaufanordnung

Die Erfindung betrifft eine Kreislaufanordnung zur Kühlung von Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Kreislaufanordnung.

Gemäß dem Stand der Technik werden zur Leistungssteigerung von Motoren Turbolader Erhöhung des Luftdurchsatzes im Motor verwendet. Bei der hierfür erforderlichen Verdichtung wird die Luft, im Folgenden als Ladeluft bezeichnet, jedoch auf Grund der Kompression im Turbolader erwärmt. Um den mit der Erwärmung der Ladeluft einhergehenden Dichteverlust zu kompensieren, d.h. die Luftdichte zu erhöhen, werden Luftkühler verwendet, die vorne im Kühlmodul angeordnet sind und zur Kühlung der Ladeluft dienen. Die Ladeluft strömt dabei durch einen Wärmetauscher, der von Umgebungsluft durchströmt und damit gekühlt wird. Dadurch ist eine Abkühlung der Ladeluft auf eine Temperatur möglich, die etwa 15 K über der Temperatur der Umgebungsluft liegt.

Ferner ist bekannt, dass die Kühlung der Ladeluft über einen Kühlmittelkreislauf erfolgt, beispielsweise einem Niedertemperatur-Kreislauf, in dem das Kühlmittel auf sehr niedrige Temperaturen herabgekühlt wird. Mit diesem kalten Kühlmittel wird die Ladeluft in einem Ladeluft/Kühlmittel-Kühler auf

CONFIRMATION COPY

eine vorgegebene Kühltemperatur heruntergekühlt. Für die Verschaltung des Niedertemperatur-Kreislaufs gibt es zwei Varianten, nämlich eine Integration des Niedertemperatur-Kreislaufs in einen Nebenkreislauf des Motorkühlsystems oder eine Ausgestaltung in Form eines separaten Kreislaufs.

Soll die Motorleistung weiter erhöht werden, so stoßen die bekannten Aufladesysteme bezüglich Aufladegrad und Ansprechverhalten bei Niedriglast an ihre Grenzen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Kreislaufanordnung der eingangs genannten Art zu verbessern.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Kreislaufanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Erfindungsgemäß wird eine Kreislaufanordnung mit einem Niedertemperatur-Kreislauf zur Kühlung von Ladeluft, die einem Motor zugeführt wird, bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader vorgesehen, wobei eine zweistufige Verdichtung der Ladeluft in einem ersten Niederdruck-Turbolader und einem zweiten Hochdruck-Turbolader erfolgt, wobei zur Kühlung der Ladeluft nach dem Niederdruck-Turbolader und vor dem Hockdruck-Turbolader ein erster Kühler und nach dem Hochdruck-Turbolader und vor dem Motor ein zweiter Kühler vorgesehen ist. Durch die Zwischenkühlung nach dem ersten Niederdruck-Turbolader wird sichergestellt, dass keine zu hohen Lufttemperaturen auftreten, wodurch die Standzeit der verwendeten Bauteile, die den hohen Temperaturen ausgesetzt sind, erhöht werden kann. Die zweistufige Kühlung zeigt ein vorteilhaftes dynamisches Verhalten. Da die Zwischenkühlung in der Teillast kaum Wärmelasten aufnimmt, kühlt das im Niedertemperatur-Kreislauf enthaltene Kühlmittel auf ein niedriges Temperaturniveau knapp oberhalb der Umgebungstemperatur ab. Daraus ergibt sich eine erhebliche Kühlleistungsreserve, die beim Übergang auf hohe Motorlast ausgenutzt werden kann.

Der Bauraumbedarf ist im Vergleich zu bekannten Lösungen relativ gering, da es trotz der Zwischenkühlung nur je eine Ladeluft-Leitung zum und vom

Kühlmodul gibt und nur ein motornaher kühlmittelgekühlter Ladeluft-Kühler anzuordnen ist.

Bevorzugt ist für die erste Kühlung der Ladeluft ein Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler vorgesehen und für die zweite Kühlung der Ladeluft ein Hochdruck-Ladeluft/Luft-Kühler vorgesehen. Dabei werden insbesondere durch die Zwischenkühlung Standfestigkeitsprobleme beim luftgekühlten Hochdruck-Ladeluft/Luft-Kühler vermieden.

Der Bauraum kann dadurch optimal ausgenutzt werden, dass der Hochdruck-Ladeluft/Luft-Kühler direkt neben einem Niedertemperatur-Kühler und in Luftströmungsrichtung der Kühlluft gesehen vor einem Haupt-Kühlmittel-Kühler angeordnet ist. Dabei nimmt die Stirnfläche des Niedertemperatur-Kühlers vorzugsweise 20% bis 50% der gesamten Stirnfläche ein.

Gemäß einer bevorzugten Variante ist der Niedertemperatur-Kreislauf Teil eines Motorkühl-Kreislaufs, jedoch kann er auch getrennt ausgebildet sein, wobei eine Regelung zur Einsparung der Kosten nicht unbedingt nötig ist. Ebenfalls möglich ist eine Zwischenkühlung mit Luft und/oder eine Kühlung der Ladeluft nach der zweiten Verdichterstufe mit Hilfe eines Kühlmittels.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Kreislaufanordnung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 eine Kreislaufanordnung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 ein Diagramm, welches die Austrittstemperatur der zweiten Verdichterstuft über der Austrittstemperatur der Zwischenkühlung zeigt, und

Fig. 4 ein Diagramm, welches den Stirnflächenanteil des Niedertemperatur-Kühlers über der Austrittstemperatur der Zwischenkühlung zeigt.

Fig. 1 zeigt eine Kreislaufanordnung K, welche zur Kühlung zweier hintereinandergeschalteter Turbolader, nämlich eines Niederdruck-Turboladers 1 und eines Hochdruck-Turboladers 2, dient. Die mit dem Bezugszeichen 13 bezeichnete Ladeluft wird von der Umgebung angesaugt und im Niederdruck-Turbolader 1 in einer ersten Stufe verdichtet. Dabei erhöht sich die Temperatur der Ladeluft 13. Um eine weitere Verdichtung ohne Beeinträchtigung der Standzeit in Folge einer Überhitzung der mit der Ladeluft 13 in direktem oder indirektem Kontakt stehenden Bauteile zu erzielen, was bei Aluminium bei Temperaturen ab etwa 230°C der Fall ist, wird die verdichtete Ladeluft in einem Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 3 gekühlt, welcher Teil eines Niedertemperatur-Kreislaufs NK ist. Auf den Niedertemperatur-Kreislauf NK wird an späterer Stelle näher eingegangen.

Nach der Kühlung im Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 3 gelangt die Ladeluft 13 in den Hochdruck-Turbolader 2, in dem sie weiter auf ihren Enddruck verdichtet wird, was wiederum mit einer Erhitzung verbunden ist. Um die Ladeluftdichte im (Verbrennungs-)Motor 8 zu erhöhen, wird die heiße Ladeluft 13 in einem Ladeluft/Luft-Kühler 4 gekühlt bevor sie dem Motor 8 zugeführt wird. In Folge der Zwischenkühlung kann erreicht werden, dass die maximalen Ladelufttemperaturen nach der letzten Turboladestufe auf ein Maß begrenzt bleiben, das den Einsatz von luftgekühlten Ladeluft-Kühlern erlaubt (vgl. Fig. 3). Dies ist in Hinblick auf die Kosten und den vorhandenen Bauraum vorteilhaft.

Der Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 3 für die Zwischenkühlung ist motornah angeordnet und wird durch den separaten Niedertemperatur-Kreislauf NK versorgt. Dabei ist im Niedertemperatur-Kreislauf NK ein Luftkühler, im Folgenden als Niedertemperatur-Kühler 5 bezeichnet, vorgesehen, den das Niedertemperatur-Kühlmittel 14 im Anschluss an den Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 3 durchströmt.

Der Niedertemperatur-Kühler 5 ist, wie in Fig. 1 dargestellt, direkt im Anschluss neben dem Hochdruck-Ladeluft/Luft-Kühler 4 angeordnet, welche beide in Strömungsrichtung der Kühlluft 15 gesehen, vor einem Haupt-Kühlmittel-Kühler 6 angeordnet sind. Die Luft wird dabei von einem Lüfter 7 angesaugt, der hinter dem Haupt-Kühlmittel-Kühler 6 angeordnet ist. Der Niedertemperatur-Kühler 5 ist derart dimensioniert, dass seine Stirnfläche zwischen 20% und 50% der im Kühlmodul maximal möglichen Stirnfläche beträgt (siehe Fig. 4). Alternativ kann auch der Niedertemperatur-Kühler 5 im Luftstrom vor dem luftgekühlten Hochdruck-Ladeluft/Luft-Kühler 4 angeordnet sein.

Die Kühler sind dabei derart angeordnet, dass Kühler, die sich auf niedrigem mittlerem Temperaturniveau befinden, im kalten Kühlluftstrom positioniert werden, und Kühler, die sich auf hohem Temperaturniveau befinden, im warmen Kühlluftstrom positioniert werden.

Das Niedertemperatur-Kühlmittel 14 strömt weiter zur Pumpe 10, welche für das Umlaufen des Kühlmittels 14 sorgt, und von dort aus wiederum zum Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 3.

Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Niedertemperatur-Kühlmittel-Kreislauf NK nicht geregelt, er kann derart eingestellt sein, dass eine möglichst gute Ladeluftkühlung erzielt wird, Siedeprobleme beim Kühlmittel 14 aber nicht auftreten können. Der Niedertemperatur-Kühlmittel-Kreislauf NK enthält relativ wenig Kühlmittel 14. Die Siedeproblematik ist leicht zu vermeiden, da am Austritt der ersten Verdichterstufe keine sehr hohen Ladeluft-Temperaturen auftreten.

Der Motor 8 wird von einem Motorkühl-Kreislauf MK, in welchem ein Motor-Kühlmittel 12 strömt gekühlt. Hierin wird das im Haupt-Kühlmittel-Kühler 6 abgekühlte Kühlmittel 12 dem Motor 8 über die Pumpe 9 zugeführt. Die Regelung der Kühlleistung erfolgt durch einen Bypass-Thermostat 11 auf an sich bekannte Weise.

Fig. 2 zeigt eine Kreislaufanordnung K gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, welche im Wesentlichen mit der des ersten Ausführungsbeispiels übereinstimmt, soweit nicht im Folgenden beschrieben. Hierbei werden die gleichen Bezugszeichen verwendet.

In Abwandlung zum ersten Ausführungsbeispiel ist gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel kein separater Niedertemperatur-Kreislauf NK vorgesehen. Das Kühlmittel 14 wird vielmehr aus dem Motorkühl-Kreislauf MK von der Druckseite der Pumpe 9 abgezweigt und dem Niedertemperatur-Kühler 5 zugeführt. Im Niedertemperatur-Kühler 5 wird das Kühlmittel 14 stark abgekühlt und strömt anschließend zum kühlmittelgekühlten Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler 3, wo es der Zwischenkühlung der Ladeluft 13 dient. Anschließend wird das Kühlmittel 14 am Motoraustritt wieder dem Kühlmittelstrom des Motorkühl-Kreislaufs MK zugemischt.

Bezugszeichenliste

1 Niederdruck-Turbolader
2 Hockdruck-Turbolader
3 Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler
4 Hochdruck-Ladeluft/Luft-Kühler
5 Niedertemperatur-Kühler
6 Haupt-Kühlmittelkühler
7 Lüfter
8 Motor
9 Pumpe
10 Pumpe
11 Thermostat
12 Kühlmittel
13 Ladeluft
14 Niedertemperatur-Kühlmittel
15 Kühlluft
K Kreislaufanordnung
MK Motorkühl-Kreislauf
NK Niedertemperatur-Kreislauf

Patentansprüche

1. Kreislaufanordnung mit einem Niedertemperatur-Kreislauf (NK) zur Kühlung von Ladeluft (13), die einem Motor (8) zugeführt wird, bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweistufige Verdichtung der Ladeluft (13) in einem ersten Niederdruck-Turbolader (1) und einem zweiten Hochdruck-Turbolader (2) erfolgt, wobei zur Kühlung der Ladeluft (13) nach dem Niederdruck-Turbolader (1) und vor dem Hockdruck-Turbolader (2) ein erster Kühler (3) und nach dem Hochdruck-Turbolader (2) und vor dem Motor (8) ein zweiter Kühler (4) vorgesehen ist.

2. Kreislaufanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die erste Kühlung der Ladeluft (13) ein Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (3) vorgesehen ist.

3. Kreislaufanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass für die zweite Kühlung der Ladeluft (13) ein Hochdruck-Ladeluft/Luft-Kühler (4) vorgesehen ist.

4. Kreislaufanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochdruck-Ladeluft/Luft-Kühler (4) neben einem Niedertemperatur-Kühler (5) und in Luftströmungsrichtung der Kühlluft (15) gesehen vor einem Haupt-Kühlmittel-Kühler (6) angeordnet ist.

5. Kreislaufanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirnfläche des Niedertemperatur-Kühlers (5) 20% bis 50% der gesamten Stirnfläche einnimmt.

6. Kreislaufanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Niedertemperatur-Kreislauf (NK) unabhängig vom Motorkühl-Kreislauf (MK) ist und eine eigene Pumpe (10) zur Förderung des Kühlmittels (14) aufweist.

7. Kreislaufanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (10) im Niedertemperatur-Kreislauf (NK) zwischen dem Niedertemperatur-Kühler (5) und dem Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (3) oder zwischen dem Niederdruck-Ladeluft/Kühlmittel-Kühler (3) und dem Niedertemperatur-Kühler (5) angeordnet ist.

8. Kreislaufanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Niedertemperatur-Kreislauf (NK) Teil eines Motorkühl-Kreislaufs (MK) ist.

9. Kreislaufanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Niedertemperatur-Kreislauf (NK) von der Druckseite einer Pumpe (9) vom Motorkühl-Kreislauf (MK) abzweigt und dem Motorkühl-Kreislauf (MK) am Motoraustritt wieder zugeführt wird.

10. Verfahren zum Betreiben einer Kreislaufanordnung (K) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeluft (13) in mindestens zwei Stufen jeweils nach einer Verdichtung gekühlt wird.

11. Verfahren zum Betreiben einer Kreislaufanordnung (K) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeluft (13) nach der Zwischenkühlung im Niederdruck-Turbolader (1) eine Temperatur von zwischen 40°C und 110°C aufweist.

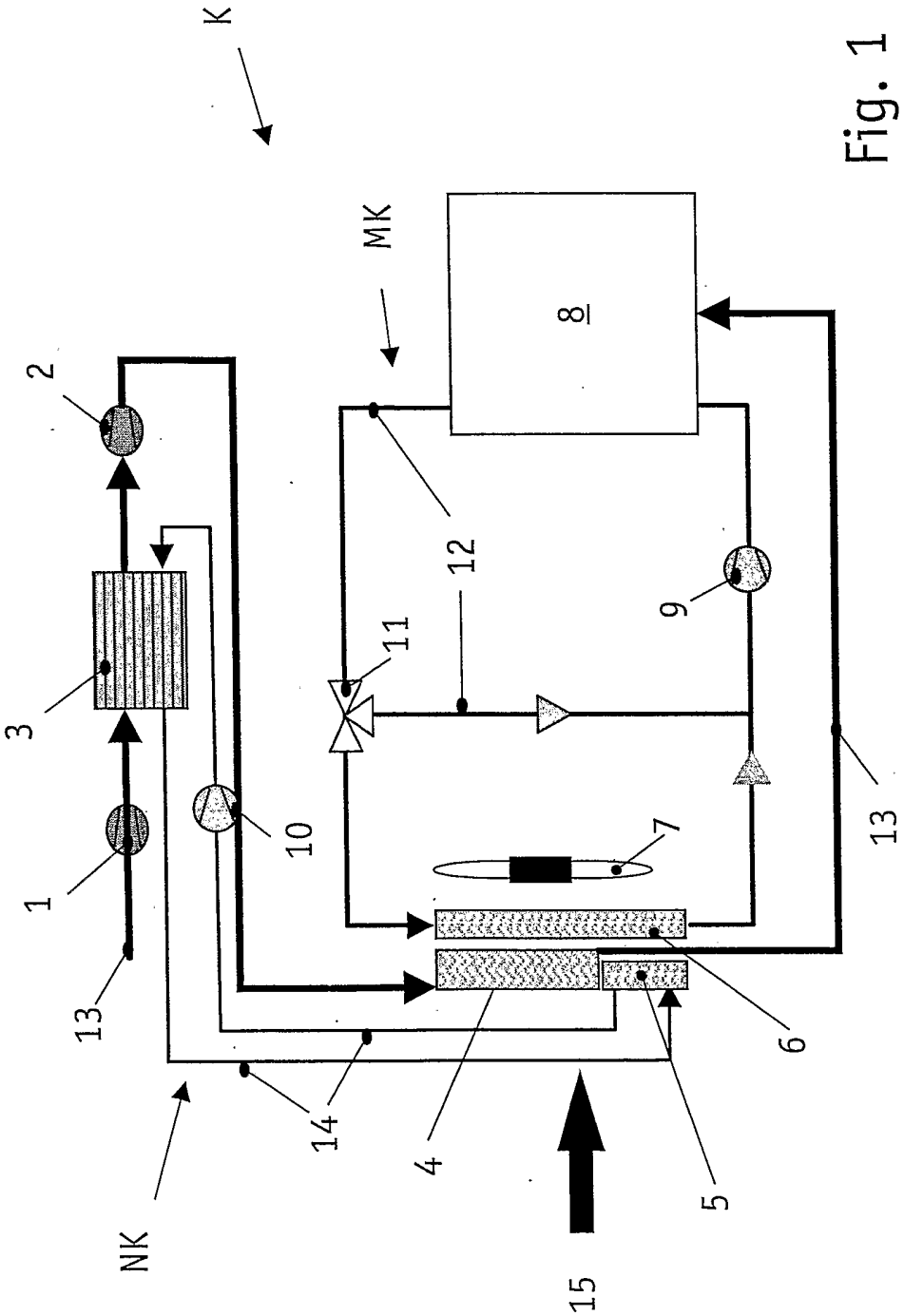


Fig. 1

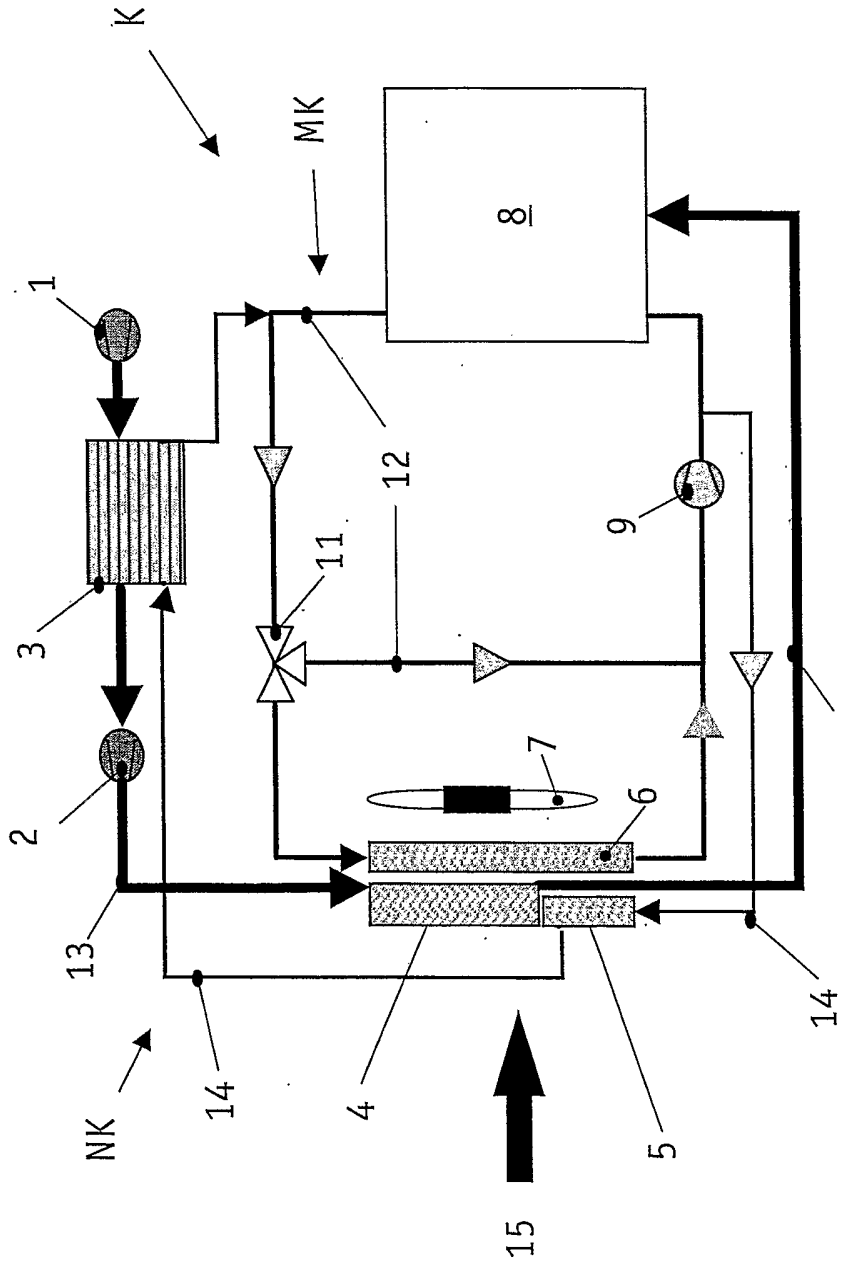


Fig. 2

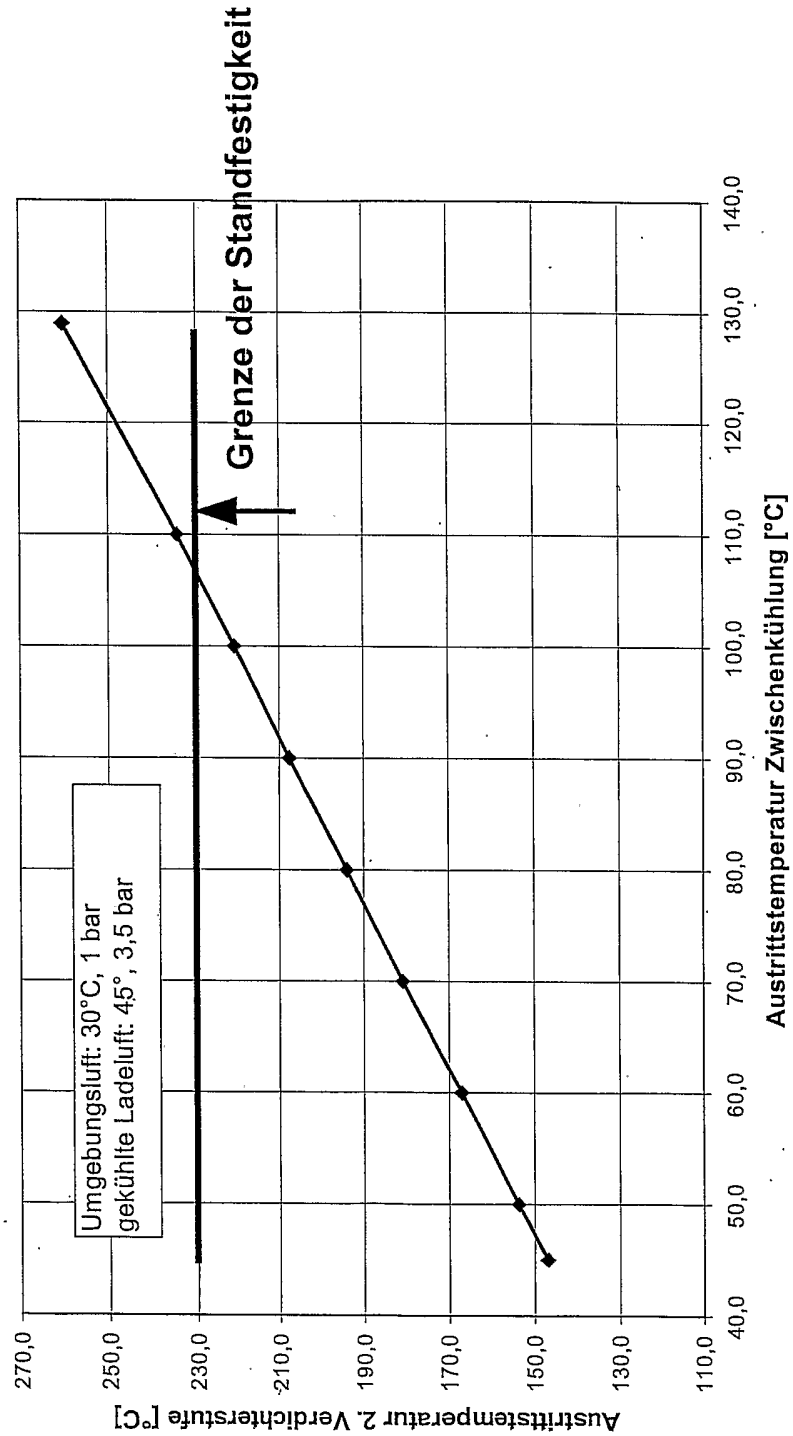

Grenze der Standfestigkeit
Umgebungsluft: 30°C, 1 bar
gekühlte Ladeluft: 45°, 3,5 bar
Austrittstemperatur Zwischenkühlung [°C]
40,0
50,0
60,0
70,0
80,0
90,0
100,0
110,0
120,0
130,0
140,0
Austrittstemperatur 2. Verdichterstufe [°C]
270,0
250,0
230,0
210,0
190,0
170,0
150,0
130,0
110,0

Fig. 3

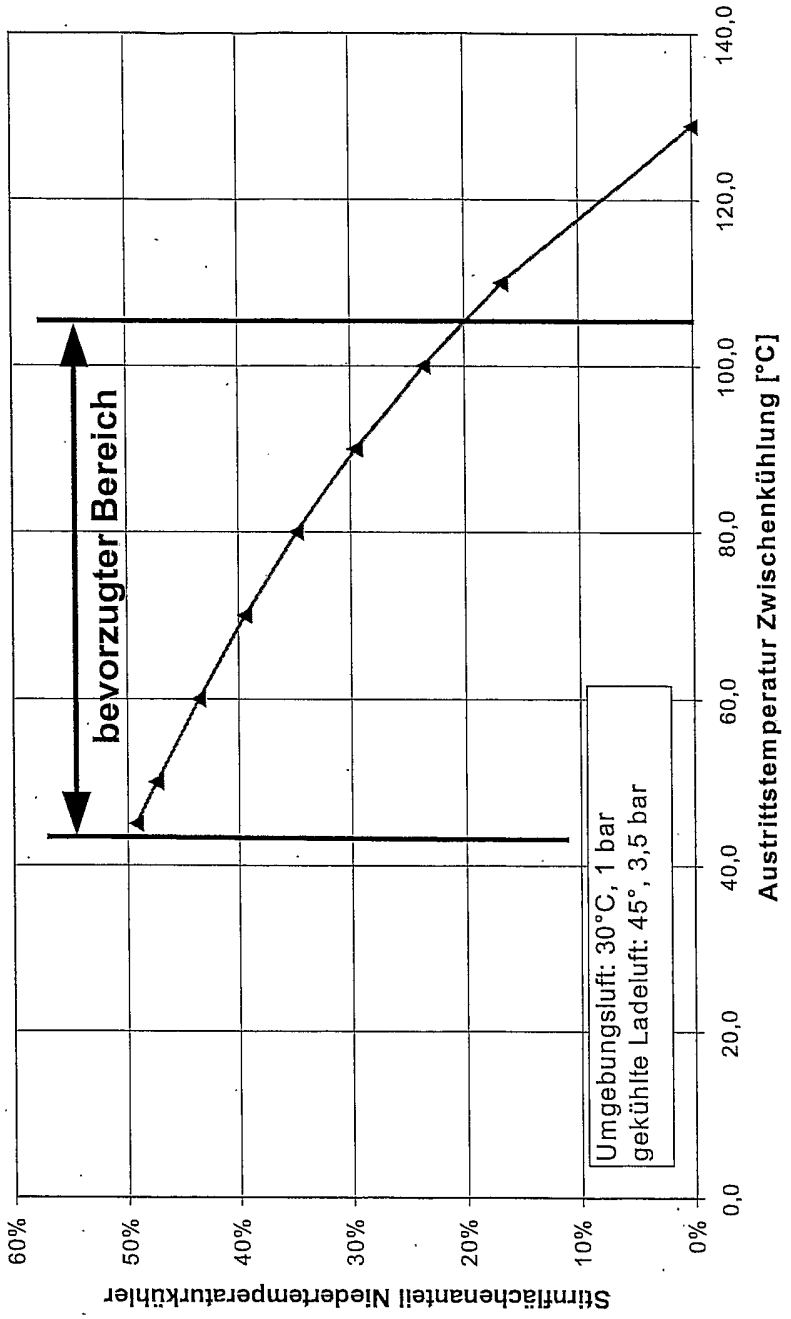

bevorzugter Bereich
Umgebungsluft: 30°C, 1 bar
gekühlte Ladeluft: 45°, 3,5 bar
Austrittstemperatur Zwischenkühlung [°C]
Stirnflächenanteil Niedertemperaturkühler
0,0
20,0
40,0
60,0
80,0
100,0
120,0
140,0
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%

Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02B29/04 F02B37/013 F02B29/04

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02B F01P

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	US 3 977 195 A (TREUIL BERNARD) 31 August 1976 (1976-08-31) abstract; figures column 5, line 49 - column 6, line 33	1,2,6,7, 10,11
A	column 7, line 16 - line 21	3-5,8,9
X	US 5 269 143 A (CIKANEK HARRY A; RAO VEMULAPALLI D N) 14 December 1993 (1993-12-14) abstract; figures	1,3,6,7, 10,11
Y	column 3, line 20 - line 44 column 4, line 11 - line 25	4,5
A	column 4, line 60 - column 5, line 40	2,8,9
Y	AT 6 051 U (AVL LIST GMBH) 25 March 2003 (2003-03-25) abstract; figures	4,5
A	page 5, paragraph 5 - paragraph 7	1-3,6-11

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 October 2004	15/10/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Döring, M

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007827

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/056444 A1 (CHOU ETSUO; KATAYAMA RIE) 16 May 2002 (2002-05-16) abstract; figures	1,2,6,7, 10,11
Y	page 4, paragraph 57	8,9
A	page 4, paragraph 59 - page 5, paragraph 68	3-5
Y	US 5 394 854 A (EDMAIER FRANZ; KIEFER GÜNTHER) 7 March 1995 (1995-03-07) abstract; figures column 4, line 34 - column 5, line 24	8,9
A	column 5, line 39 - line 63	1-7,10, 11
X	US 3 355 877 A (CHAFFIOTTE PIERRE PHILIPPE) 5 December 1967 (1967-12-05)	1,10,11
A	abstract; figure column 2, line 38 - line 61	2-9
X	DE 199 48 220 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 25 January 2001 (2001-01-25)	1,10,11
A	abstract; figure column 3, line 2 - line 12	2-9
A	EP 0 522 471 A (MERCEDES-BENZ AG) 13 January 1993 (1993-01-13) abstract; figures column 2, line 10 - column 3, line 6	1,3-5, 10,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/007827

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3977195 A	31-08-1976	FR 2247625 A1	09-05-1975
		FR 2256322 A2	25-07-1975
		AU 7107974 A	15-01-1976
		BE 819180 A1	16-12-1974
		CH 579708 A5	15-09-1976
		DD 113067 A5	12-05-1975
		DE 2441873 A1	19-06-1975
		DK 540274 A ,B,	16-06-1975
		ES 429453 A1	16-01-1977
		FI 302074 A ,B,	17-04-1975
		GB 1482605 A	10-08-1977
		IN 142745 A1	20-08-1977
		IT 1019687 B	30-11-1977
		JP 50065713 A	03-06-1975
		NL 7411074 A	18-04-1975
		NO 743662 A ,B,	12-05-1975
		PL 114827 B1	28-02-1981
		SE 408576 B	18-06-1979
		SE 7412549 A	17-04-1975
		SU 759058 A3	23-08-1980
		YU 179474 A1	27-04-1983
US 5269143 A	14-12-1993	NONE	
AT 6051 U	25-03-2003	AT 6051 U1	25-03-2003
		EP 1336735 A2	20-08-2003
		JP 2003239752 A	27-08-2003
		US 2003150408 A1	14-08-2003
US 2002056444 A1	16-05-2002	JP 2002115550 A	19-04-2002
US 5394854 A	07-03-1995	DE 4114704 C1	20-02-1992
		AT 111563 T	15-09-1994
		EP 0512307 A1	11-11-1992
		ES 2060431 T3	16-11-1994
US 3355877 A	05-12-1967	FR 1406600 A	23-07-1965
		CH 481310 A	15-11-1969
		DE 1451915 A1	12-06-1969
DE 19948220 A	25-01-2001	DE 19948220 A1	25-01-2001
EP 0522471 A	13-01-1993	DE 4122899 C1	03-09-1992
		DE 4220672 A1	14-01-1993
		AT 402839 B	25-09-1997
		AT 139792 A	15-01-1997
		DE 59200137 D1	01-06-1994
		DE 59200496 D1	20-10-1994
		EP 0522288 A1	13-01-1993
		EP 0522471 A1	13-01-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/007827

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02B29/04 F02B37/013 F02B29/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02B F01P

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	US 3 977 195 A (TREUIL BERNARD) 31. August 1976 (1976-08-31) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 5, Zeile 49 - Spalte 6, Zeile 33	1,2,6,7, 10,11
A	Spalte 7, Zeile 16 - Zeile 21	3-5,8,9
X	US 5 269 143 A (CIKANEK HARRY A; RAO VEMULAPALLI D N) 14. Dezember 1993 (1993-12-14) Zusammenfassung; Abbildungen	1,3,6,7, 10,11
Y	Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 44 Spalte 4, Zeile 11 - Zeile 25	4,5
A	Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 5, Zeile 40	2,8,9
Y	AT 6 051 U (AVL LIST GMBH) 25. März 2003 (2003-03-25) Zusammenfassung; Abbildungen	4,5
A	Seite 5, Absatz 5 - Absatz 7	1-3,6-11

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Oktober 2004	15/10/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
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	Döring, M

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/007827

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/056444 A1 (CHOU ETSUO; KATAYAMA RIE) 16. Mai 2002 (2002-05-16) Zusammenfassung; Abbildungen	1,2,6,7, 10,11
Y	Seite 4, Absatz 57	8,9
A	Seite 4, Absatz 59 - Seite 5, Absatz 68	3-5
Y	US 5 394 854 A (EDMAIER FRANZ; KIEFER GÜNTHER) 7. März 1995 (1995-03-07) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 4, Zeile 34 - Spalte 5, Zeile 24	8,9
A	Spalte 5, Zeile 39 - Zeile 63	1-7,10, 11
X	US 3 355 877 A (CHAFFIOTTE PIERRE PHILIPPE) 5. Dezember 1967 (1967-12-05)	1,10,11
A	Zusammenfassung; Abbildung Spalte 2, Zeile 38 - Zeile 61	2-9
X	DE 199 48 220 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 25. Januar 2001 (2001-01-25)	1,10,11
A	Zusammenfassung; Abbildung Spalte 3, Zeile 2 - Zeile 12	2-9
A	EP 0 522 471 A (MERCEDES-BENZ AG) 13. Januar 1993 (1993-01-13) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 2, Zeile 10 - Spalte 3, Zeile 6	1,3-5, 10,11

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/007827

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3977195	A	31-08-1976	FR	2247625 A1	09-05-1975
			FR	2256322 A2	25-07-1975
			AU	7107974 A	15-01-1976
			BE	819180 A1	16-12-1974
			CH	579708 A5	15-09-1976
			DD	113067 A5	12-05-1975
			DE	2441873 A1	19-06-1975
			DK	540274 A ,B,	16-06-1975
			ES	429453 A1	16-01-1977
			FI	302074 A ,B,	17-04-1975
			GB	1482605 A	10-08-1977
			IN	142745 A1	20-08-1977
			IT	1019687 B	30-11-1977
			JP	50065713 A	03-06-1975
			NL	7411074 A	18-04-1975
			NO	743662 A ,B,	12-05-1975
			PL	114827 B1	28-02-1981
			SE	408576 B	18-06-1979
			SE	7412549 A	17-04-1975
			SU	759058 A3	23-08-1980
			YU	179474 A1	27-04-1983
US 5269143	A	14-12-1993	KEINE		
AT 6051	U	25-03-2003	AT	6051 U1	25-03-2003
			EP	1336735 A2	20-08-2003
			JP	2003239752 A	27-08-2003
			US	2003150408 A1	14-08-2003
US 2002056444	A1	16-05-2002	JP	2002115550 A	19-04-2002
US 5394854	A	07-03-1995	DE	4114704 C1	20-02-1992
			AT	111563 T	15-09-1994
			EP	0512307 A1	11-11-1992
			ES	2060431 T3	16-11-1994
US 3355877	A	05-12-1967	FR	1406600 A	23-07-1965
			CH	481310 A	15-11-1969
			DE	1451915 A1	12-06-1969
DE 19948220	A	25-01-2001	DE	19948220 A1	25-01-2001
EP 0522471	A	13-01-1993	DE	4122899 C1	03-09-1992
			DE	4220672 A1	14-01-1993
			AT	402839 B	25-09-1997
			AT	139792 A	15-01-1997
			DE	59200137 D1	01-06-1994
			DE	59200496 D1	20-10-1994
			EP	0522288 A1	13-01-1993
			EP	0522471 A1	13-01-1993