

(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
21. Februar 2008 (21.02.2008)

PCT

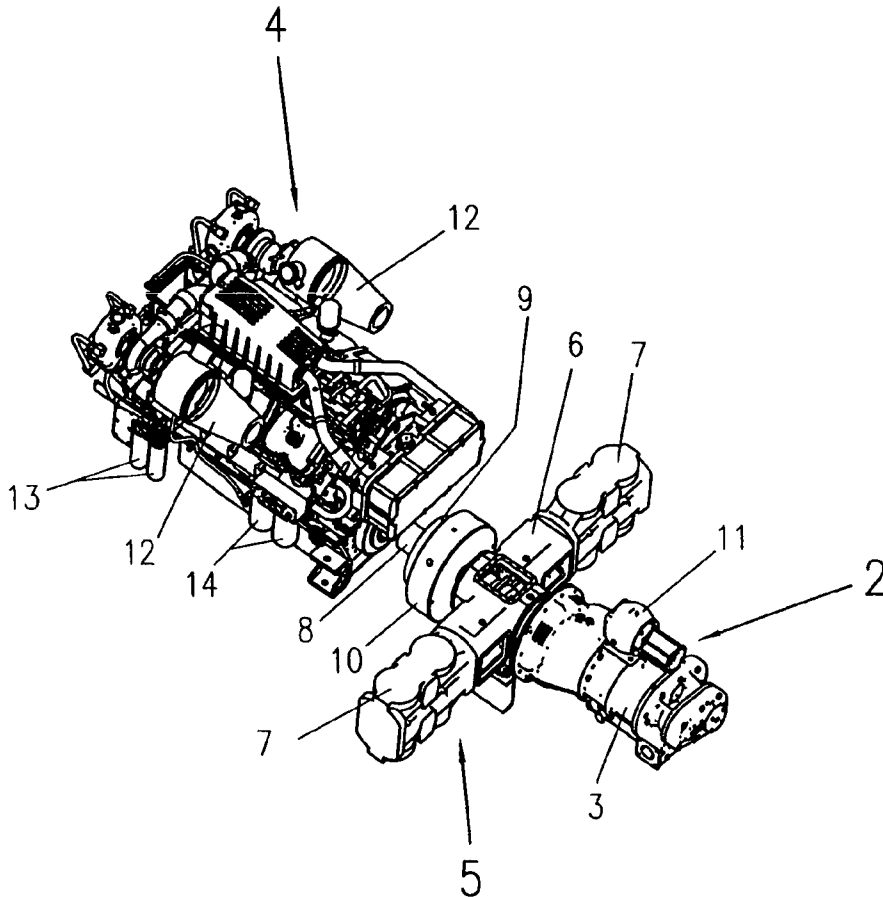
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/019416 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F04B 41/06 (2006.01) *F04B 27/02* (2006.01)
F04B 25/00 (2006.01) *F04C 23/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2007/000392
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. August 2007 (16.08.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
GM 620/2006 16. August 2006 (16.08.2006) AT
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LEOBERSDORFER MASCHINENFABRIK AG** [AT/AT]; Wächtergasse 1, A-1010 Wien (AT).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HUTTAR, Ernst** [AT/AT]; Schömergasse 30, A-3400 Klosterneuburg (AT).
- (74) Anwalt: **SONN & PARTNER**; Riemergasse 14, A-1010 Wien (AT).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTI-STAGE COMPRESSOR

(54) Bezeichnung: MEHRSTUFIGER VERDICHTER



(57) Abstract: The invention relates to a multi-stage compressor (1) for compressing gases having a low-pressure region (2) and having a high-pressure region (5), wherein at least one rotary compressor (3) is provided in the low-pressure region (2) and at least one reciprocating-piston compressor (6) which comprises two cylinders (7) is provided in the high-pressure region (5), and a common motor (4) for driving the rotary compressor (3) and the reciprocating-piston compressor (6) is provided, wherein the cylinders (7) in the high-pressure region (5) are arranged so as to be rotated 180° with respect to one another.

(57) Zusammenfassung: Mehrstufiger Verdichter (1) zur Komprimierung von Gasen mit einem Niederdruckbereich (2) und einem Hochdruckbereich (5), wobei im Niederdruckbereich (2) zumindest ein Rotationsverdichter (3) und im Hochdruckbereich (5)

zumindest ein zwei Zylinder (7) umfassender Hubkolbenverdichter (6) vorgesehen ist und ein gemeinsamer Motor (4) für den Antrieb des Rotationsverdichters

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/019416 A1



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, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, 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)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Mehrstufiger Verdichter

Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Verdichter zur Komprimierung von Gasen mit einem Niederdruckbereich und einem Hochdruckbereich, wobei im Niederdruckbereich zumindest ein Rotationsverdichter und im Hochdruckbereich zumindest ein zwei Zylinder umfassender Hubkolbenverdichter vorgesehen ist und ein gemeinsamer Motor für den Antrieb des Rotationsverdichters und des Hubkolbenverdichters vorgesehen ist.

Die Kombination eines Rotationsverdichters, insbesondere eines Schraubenverdichters, im Niederdruckbereich mit einem Hubkolbenverdichter im Hochdruckbereich ist grundsätzlich aus der WO 03/010436 A1 bekannt. Hierbei ist zur Hochverdichtung des zu komprimierenden Gases ein mehrstufiger Hubkolbenverdichter gezeigt, wobei die Zylinder der einzelnen Verdichterstufen V-förmig zueinander angeordnet sind. Der Antrieb des Hubkolbenverdichters und des Niederdruckverdichters erfolgt hierbei über eine gemeinsame Kurbelwelle.

Weiters ist es aus der DE 4 313 573 bekannt, einen Schraubenkompressor zur Niederdruckverdichtung und einen gesondert von dem Schraubenkompressor angetriebenen Hochdruckkolbenkompressor zur Hochdruckverdichtung vorzusehen.

Zudem ist noch aus der DE 199 32 433 A1 ein Verfahren zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Verdrängerkompressoren bekannt, wobei hierin geoffenbart ist, dass ein Kreiselverdichter entweder vom Antriebsmotor eines Hubkolbenkompressors oder jedoch von einem separaten Motor angetrieben wird.

Weiters ist noch aus der US 4,662,826 eine andersartige Vakuumpumpe bekannt, bei welcher Gas zunächst mit Hilfe einer Rotationsvakuumpumpe und anschließend über eine an die Kurbelwelle der Rotationsvakuumpumpe gekoppelte Hubkolbenpumpe abgesaugt wird. Hierbei erfolgt jedoch keine innere Verdichtung des abzusaugenden Gases, so dass im Vergleich zu einer mehrstufigen Hochdruckverdichtung eine etwaige Erwärmung des zu komprimierenden Gases bzw. ein Kondensatanfall nicht zu berücksichtigen sind.

Zudem ist es grundsätzlich bekannt bei Kolbenkompressoren unterschiedlicher Art die Kolben in Boxerbauweise anzuordnen. So ist aus der WO 2002/044564 A1 ein mehrstufiger Kolbenkompressor für die Erzeugung von Druckluft für Schienenfahrzeuge bekannt, welcher im Wesentlichen aus einer Antriebseinheit und einer nachgeschalteten Verdichtereinheit besteht und eine Niederdruck- und mindestens eine Hochdruckstufe aufweist. Jede der auf einer Kurbelwelle liegenden Kröpfungen weist zwei daran angebrachte gegenüberliegende Kolben auf, wobei benachbarte Kröpfungen im Wesentlichen 180° zueinander versetzt angeordnet sind, die Kolben können hierbei vertikal stehend, horizontal liegend oder V-förmig angeordnet sein.

Aus der DE 29 39 298 A1 ist allgemein eine Hubkolbenverdichter-Anlage gezeigt, welche einen Boxerverdichter aufweist, bei dem Kolbenlaufbuchsen eines Stufenzylinders um 180° gedreht und gegenüberliegend angeordnet sind.

Aus der GB 458 333 A ist zudem eine kombinierte Einheit aus Verbrennungsmotor und Pumpe oder Kompressor bekannt. Die Pump- bzw. Kompressoreinheit weist eine Kurbelwelle mit drei Kröpfungen auf, wobei zwei benachbarte Kröpfungen um 180° versetzt zueinander angeordnet sind, deren entsprechende Zylinder einander in einer horizontalen Ebene gegenüberliegend angeordnet sind.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es nun, einen mehrstufigen Verdichter der eingangs angeführten Art zu schaffen, welcher gegenüber vergleichbaren mehrstufigen Verdichtern ein verbessertes Schwingungsverhalten aufweist.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erzielt, dass die Zylinder im Hochdruckbereich um 180° verdreht zueinander angeordnet sind. Durch die um 180° verdrehte, gegenüberliegende Anordnung der Zylinder ergibt sich ein wesentlich schwingungsärmerer Lauf der in den Zylindern aufgenommenen Kolben zur Kompression des zu verdichtenden Gases. Zusammen mit dem im Niederdruckbereich vorgesehenen Rotationsverdichter ergibt sich somit ein äußerst kompakter mehrstufiger Verdichter, mit dem eine verhältnismäßig hohe Verdichtung eines zu komprimierenden Gases erzielt werden kann, wobei zugleich die von dem mehrstufigen Verdichter erzeug-

ten Schwingungen gering gehalten werden. Hierdurch eignet sich der erfindungsgemäße mehrstufige Verdichter insbesondere für die Verwendung in mobilen Verdichteranlagen ebenso wie in auf einem Schiff montierten Verdichteranlagen. Hierbei ist es auch insbesondere vorteilhaft, dass der Hubkolbenverdichter, dessen zumindest zwei Zylinder um 180° verdreht zueinander angeordnet sind, d.h. in einer so genannten Boxerbauweise angeordnet sind, einen gegenüber herkömmlichen, z.B. V-förmig zueinander angeordneten, Zylindern vergleichsweise tiefen Schwerpunkt aufweist.

Um den Gesamtschwerpunkt des mehrstufigen Verdichters möglichst niedrig zu halten, welches bei mobilen Verdichteranlagen von besonderer Bedeutung ist, ist es weiters vorteilhaft, wenn der Motor seitlich neben dem Hubkolbenverdichter angeordnet ist. Zudem ist es für eine flache und somit einen tiefen Schwerpunkt aufweisende Ausbildung günstig, wenn die Längsachse einer Kurbelwelle des Motors ebenso wie die Längsachse der Zylinder im Wesentlichen horizontal angeordnet sind.

Hinsichtlich einer besonders kompakten Ausgestaltung des mehrstufigen Verdichters ist es günstig, den gemeinsamen Motor mit zwei Wellenenden zu versehen, so dass auf einfache Weise der Rotationsverdichter und der Hubkolbenverdichter an gegenüberliegenden Ausgangsseiten an den Motor gekuppelt werden können.

Alternativ ist es für eine besonders kompakte Ausgestaltung ebenso denkbar, dass der Rotationsverdichter an den vom Motor angetriebenen Hubkolbenverdichter gekuppelt ist. In diesem Fall ist lediglich eine einzige Kurbelwelle erforderlich, über welche sowohl der Rotationsverdichter als auch der Hubkolbenverdichter angetrieben werden.

Da der erfindungsgemäße mehrstufige Verdichter insbesondere auch für den mobilen Einsatz auf Schiffen und LKWs geeignet sein soll, ist es günstig, wenn der mehrstufige Verdichter eine vergleichsweise geringe Spannweite bzw. Breite aufweist, ohne die Leistungsfähigkeit zu reduzieren. Dies wird vorteilhafterweise dadurch erzielt, dass in den Zylindern jeweils ein Stufenkolben aufgenommen ist. Alternativ ist die Erzielung einer geringen Spannweite ebenfalls möglich, wenn die Zylinder doppelwirkend

ausgebildet sind. Durch die vergleichsweise kurze Spannweite kann der mehrstufige Verdichter vorteilhafterweise in ISO-Containern aufgenommen werden, die eine Breite von 8 ft (2,54 m) aufweisen und entweder 20 ft (6,079 m) oder 40 ft (12,9 m) lang sind. Bisher bekannte mehrstufige Verdichter, die sowohl einen Rotations- als auch einen Hubkolbenverdichter aufgewiesen haben, bei welchen die Kolbenverdichter jedoch V-förmig zueinander angeordnet waren, konnten hingegen nicht in ISO-Containern aufgenommen werden, welches einen mobilen Einsatz erheblich erschwerte.

Um die Verdichterendtemperatur im Hochdruckbereich auf einen zulässigen Wert zu begrenzen, ist es günstig, wenn der Hubkolbenverdichter mehrere Verdichterstufen aufweist. Im Falle eines zu hohen Verdichtungsgrades in einer einzigen Verdichtungsstufe wäre aufgrund der Erhöhung der Temperatur des zu komprimierenden Gases eine weitere Verdichtung in einer einzigen Verdichtungsstufe ineffizient.

Für eine effiziente Regelung des mehrstufigen Verdichters ist es günstig, wenn zwischen den einzelnen Verdichterstufen zumindest eine Regeleinrichtung vorgesehen ist, wobei als Regeleinrichtung Ablassventile, Bypassventile, verstellbare Schadräume, Drehzahlregler und andere Armaturen vorgesehen sein können. Insbesondere können zur Steuerung bzw. Regelung des mehrstufigen Verdichters verschiedene mechanische, pneumatische, hydraulische, elektrische oder elektronische Komponenten eingesetzt werden, wodurch sowohl eine Steuerung bzw. Regelung vor Ort als auch ein Fernbetrieb ermöglicht wird.

Hinsichtlich einer effizienten Verdichtung in den einzelnen Verdichterstufen ist es günstig, wenn zwischen den einzelnen Verdichterstufen zumindest eine Dämpfungseinrichtung, eine Kühlvorrichtung, ein Kondensatabscheider, eine Trockenvorrichtung oder ein Gasseparator vorgesehen ist. Die „einzelnen“ Verdichterstufen können hierbei sowohl einerseits dem Niederdruckbereich und andererseits dem Hochdruckbereich zugeordnet sein oder jedoch auch beide dem Hochdruckbereich zuzuordnen sein.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von in den Zeichnungen dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, noch näher erläutert. Im Einzelnen zeigen in der Zeichnung:

Fig. 1 schematisch eine perspektivische Ansicht eines mehrstufigen Verdichters, bei welchem ein Rotationsverdichter und ein Hubkolbenverdichter in Boxerbauweise an gegenüberliegenden Ausgangsseiten eines zentralen Antriebsmotors angeordnet sind;

Fig. 2 schematisch eine perspektivische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei welchem der Rotationsverdichter an die Kurbelwelle des in Boxerbauweise ausgeführten Hubkolbenverdichters gekuppelt ist;

Fig. 3 schematisch ein Blockschalttdiagramm eines mehrstufigen Verdichters mit einem zweistufigen Hochdruckverdichter;

Fig. 4 schematisch eine Schnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels mit einem im Boxerbauweise ausgeführten zweistufigen Hubkolbenverdichter;

Fig. 5 schematisch eine Schnittansicht eines Zylinders mit einem Stufenkolben; und

Fig. 6 schematisch eine Schnittansicht eines doppelwirkenden Zylinders.

In Fig. 1 ist ein mehrstufiger Verdichter 1 gezeigt, wobei in einem Niederdruckbereich 2 ein Schraubenverdichter 3 vorgesehen ist. Der Schraubenverdichter 3 ist an einen zentralen Antriebsmotor gekuppelt, der über eine weitere Kurbelwelle den ebenso im Hochdruckbereich 5 vorgesehenen Hubkolbenverdichter 6 antreibt. Der Hubkolbenverdichter 6 weist hierbei zwei Zylinder 7 auf, welche um 180° zueinander verdreht angeordnet sind, so dass der Hubkolbenverdichter 6 in einer so genannten Boxerbauweise ausgeführt ist, bei welcher die in den Zylindern 7 aufgenommenen Kolben 7' (vgl. Fig. 3) in derselben Bewegungsebene verlaufen. Hierdurch ergibt sich aufgrund der Aufhebung der Massenkräfte erster Ordnung eine hohe Laufruhe des Hubkolbenverdichters 6, so

dass der mehrstufige Verdichter 1 gegenüber bekannten Vorrichtungen ein verbessertes Schwingungsverhalten aufweist. Zudem wird hierdurch auch eine flache und kurze Bauweise erzielt, so dass insbesondere der Schwerpunkt gegenüber bekannten Vorrichtungen vergleichsweise tief liegt, welches insbesondere bei Verwendung des mehrstufigen Verdichters 1 auf Schiffen vorteilhaft ist.

In Fig. 2 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel gezeigt, wobei hier der Antriebsmotor 4 lediglich eine Kurbelwelle 8 aufweist, welche unter Zwischenschaltung einer Schwungmasse 9 über eine Kupplung 10 den in Boxerbauweise ausgeführten Hubkolbenverdichter 6 antreibt. Über die gleiche Kurbelwelle kann sodann der im Niederdruckbereich 2 vorgesehene Schraubenverdichter 3 angetrieben werden.

In den Fig. 1 und 2 ist insbesondere noch ersichtlich, dass dem im Niederdruckbereich 2 vorgesehenen Schraubenverdichter in herkömmlicher Weise ein Einlassregelventil 11 zugeordnet ist, über welches der Lufteinlass geregelt wird und im Falle eines Herunterfahrens des mehrstufigen Verdichters 1 der Lufteinlass verschlossen wird. Zudem sind auch noch Luftfilter 12 des Antriebsmotors 4 ersichtlich, ebenso wie Ölfilter 13 bzw. Treibstofffilter 14. Wesentlich ist jedoch lediglich die Anordnung der beiden Zylinder 7 des Hubkolbenverdichters 6 in Boxerbauweise.

In dem Blockschaltbild in Fig. 3 ist ersichtlich, dass zwischen dem Rotations- bzw. Schraubenverdichter 3 im Niederdruckbereich 2 und dem Hochdruckbereich 5, in welchem ein Hubkolbenkompressor 6 mit zwei Verdichterstufen 6', 6'' vorgesehen ist, eine Kühlvorrichtung 15 zum Kühlen des aufgrund der inneren Verdichtung eine erhöhte Temperatur aufweisenden Gases und darauf folgend ein Kondensatabscheider 16 vorgesehen ist, um eine effiziente Verdichtung in dem nachgestalteten Hochdruckbereich 5 zu ermöglichen. Zudem ist ein Pulsationsdämpfer 17 vorgesehen, um die Druckschwingungen des zu komprimierenden Gases zu begrenzen. Anschließend tritt das bereits vorverdichtete Gas in den Hochdruckbereich 5 ein, in welchem ein mehrstufiger Kolbenverdichter 6 vorgesehen ist, bei welchem in jeder Verdichterstufe 6, 6'

zwei gegenüberliegende Zylinder 7 bzw. Kolben 7' vorgesehen sind, so dass abgesehen von der kompakten Bauweise des mehrstufigen Verdichters 1 und der hohen Effizienz der Verdichtung auch eine hohe Laufruhe der Gesamtanordnung gewährleistet ist, wodurch der mehrstufige Verdichter 1 insbesondere zur Verwendung in mobilen Verdichteranlagen sowie auf Schiffen geeignet ist.

In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des mehrstufigen Verdichters 1 gezeigt, wobei hier insbesondere der zentral angeordnete gemeinsame Motor 4 ersichtlich ist, welcher eine Kurbelwelle 8 mit zwei Wellenstummeln 8' aufweist, wobei über einen Wellenstummel 8' im Niederdruckbereich 2 ein Schraubenverdichter angetrieben wird und über den anderen Wellenstummel 8' der zwei-stufige Hubkolbenverdichter 6.

Die beiden Verdichterstufen 6, 6' des in Boxerbauweise ausgeführten Hubkolbenverdichters 6 können hierbei, wie in Fig. 5 und 6 ersichtlich, als Stufenkolben 15 oder jedoch als doppeltwirkender Zylinder 16 ausgeführt sein. Durch beide Ausführungsvarianten kann eine vergleichsweise kurze Bauweise des Hubkolbenverdichters 6 erzielt werden und somit bei der erfindungsgemäß vorgesehenen, um 180° verdreht zueinander angeordneten Anordnung der Zylinder 7 im Hochdruckbereich 5 eine vergleichsweise geringere Spannweite der gesamten Vorrichtung 1 erzielt werden, da der Hubkolbenverdichter 6 in der Breite die größte Ausdehnung der gesamten Vorrichtung 1 aufweist. Hierdurch wird insbesondere der Einbau des mehrstufigen Verdichters 1 in ISO-Containern, welche eine Breite von 8 ft (2,44 m) aufweisen, möglich, welches für den mobilen Einsatz, insbesondere auch auf Schiffen, zusammen mit dem tiefliegenden Schwerpunkt der Gesamtvorrichtung, von großem Vorteil ist.

Patentansprüche:

1. Mehrstufiger Verdichter (1) zur Komprimierung von Gasen mit einem Niederdruckbereich (2) und einem Hochdruckbereich (5), wobei im Niederdruckbereich (2) zumindest ein Rotationsverdichter (3) und im Hochdruckbereich (5) zumindest ein zwei Zylinder (7) umfassender Hubkolbenverdichter (6) vorgesehen ist und ein gemeinsamer Motor (4) für den Antrieb des Rotationsverdichters (3) und des Hubkolbenverdichters (6) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinder (7) im Hochdruckbereich (5) um 180° verdreht zueinander angeordnet sind.
2. Mehrstufiger Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (4) seitlich neben dem Hubkolbenverdichter (6) angeordnet ist.
3. Mehrstufiger Verdichter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse einer Kurbelwelle (8) des Motors (4) ebenso wie die Längsachse der Zylinder (7) im Wesentlichen horizontal angeordnet sind.
4. Mehrstufiger Verdichter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotationsverdichter (3) und der Hubkolbenverdichter (6) an gegenüberliegenden Ausgangsseiten an den Motor (4) gekuppelt sind.
5. Mehrstufiger Verdichter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotationsverdichter (3) an den vom Motor angetriebenen Hubkolbenverdichter (6) gekuppelt ist.
6. Mehrstufiger Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in den Zylindern (7) jeweils ein Stufenkolben aufgenommen ist.
7. Mehrstufiger Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinder (7) doppelwirkend ausgebildet sind.
8. Mehrstufiger Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Hubkolbenverdichter (6) mehrere

Verdichterstufen (6', 6'') aufweist.

9. Mehrstufiger Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den einzelnen Verdichterstufen (2, 5; 6', 6'') zumindest eine Regeleinrichtung vorgesehen ist.

10. Mehrstufiger Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den einzelnen Verdichterstufen (2, 5; 6', 6'') zumindest eine Dämpfungseinrichtung (17), eine Kühlvorrichtung (15), ein Kondensatabscheider (16), eine Trockenvorrichtung oder ein Gasseparator vorgesehen ist.

11. Verwendung eines mehrstufigen Verdichters nach einem der Ansprüche 1 bis 10 in einer mobilen Verdichteranlage.

12. Verwendung eines mehrstufigen Verdichters nach einem der Ansprüche 1 bis 10 in einer auf einem Schiff montierten Verdichteranlage.

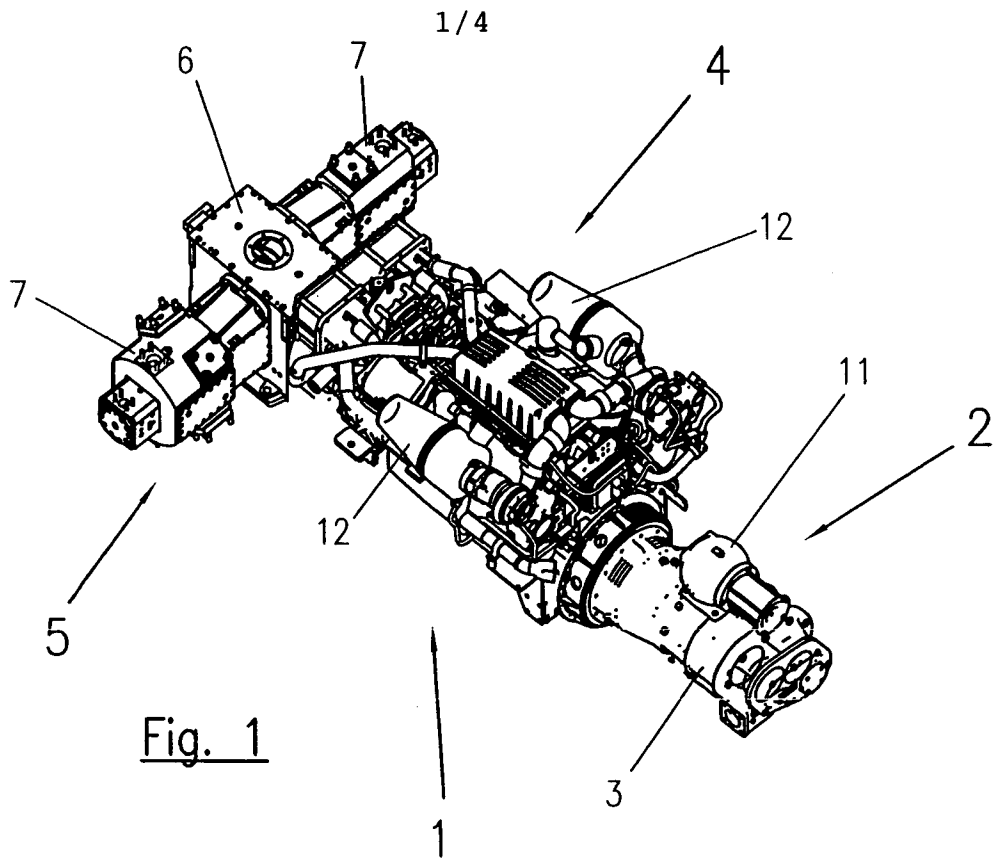


Fig. 1

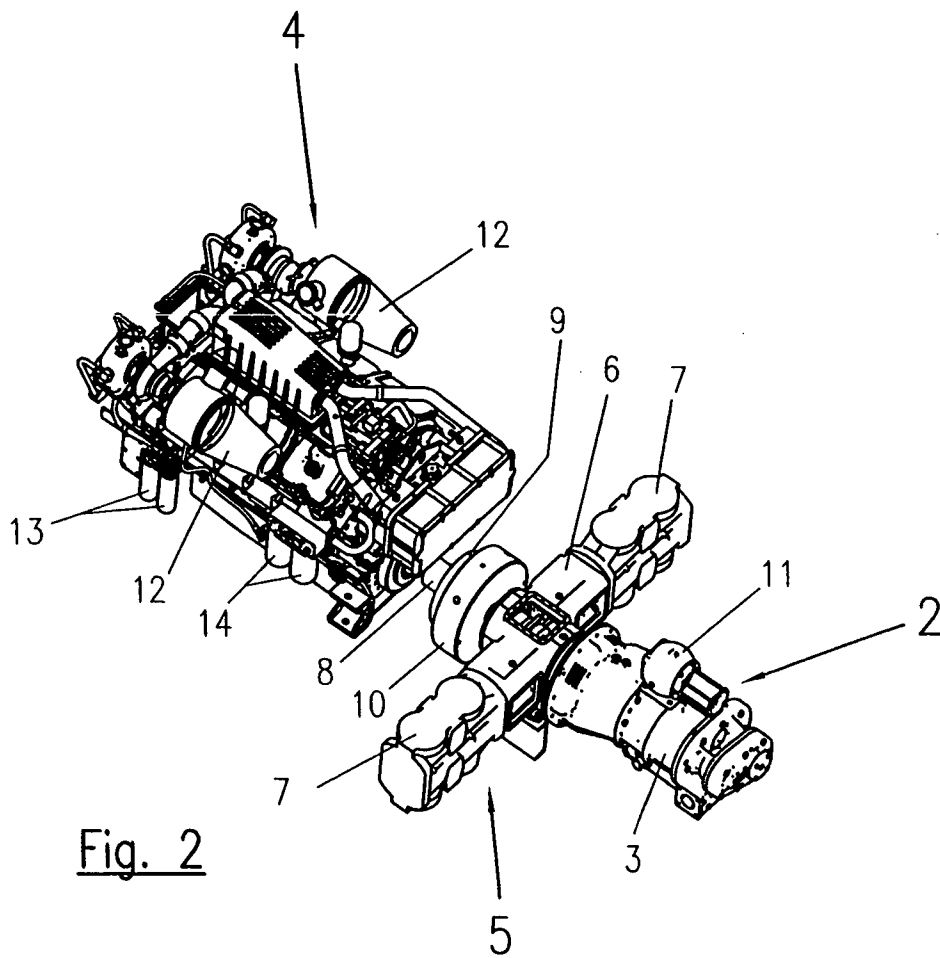


Fig. 2

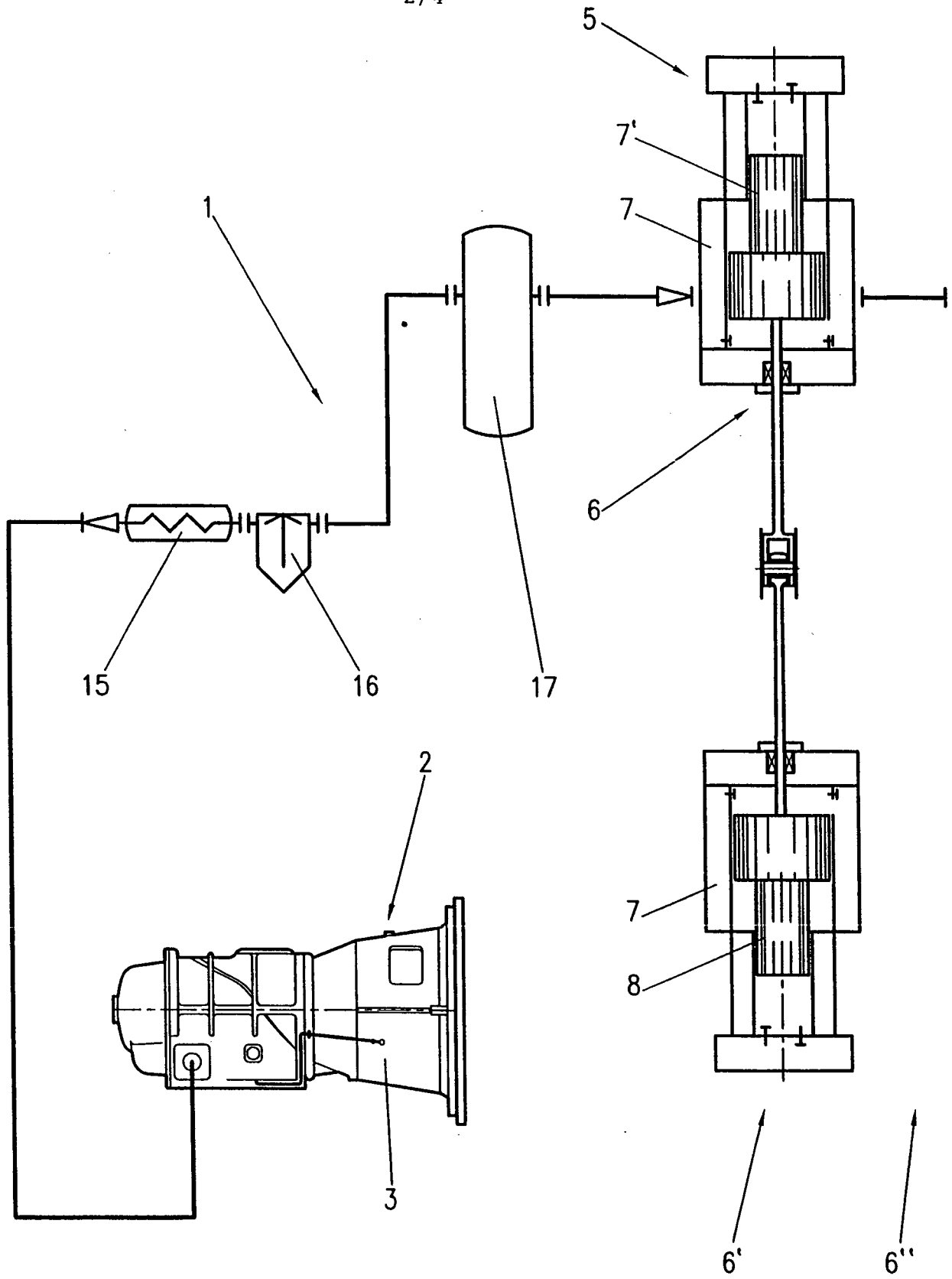


Fig. 3

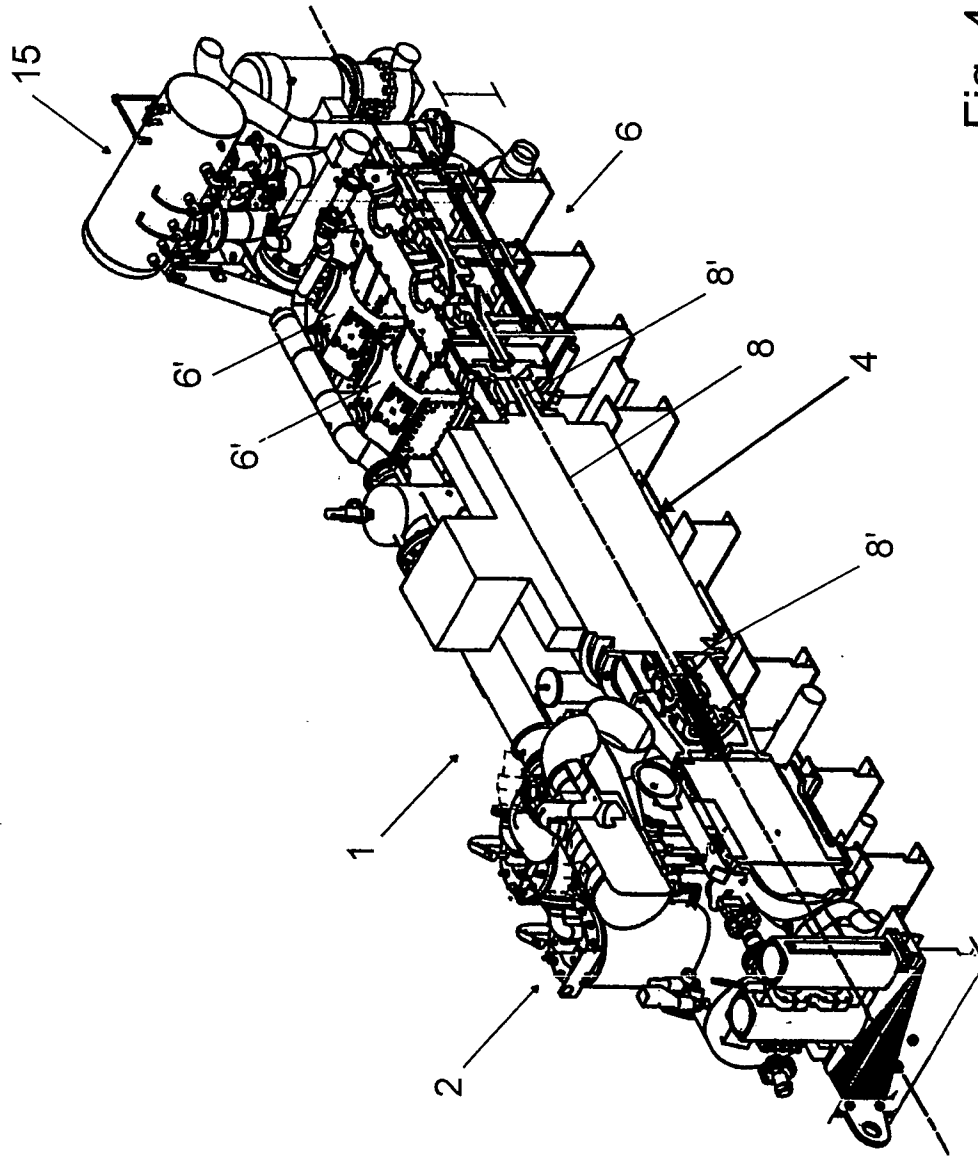


Fig. 4

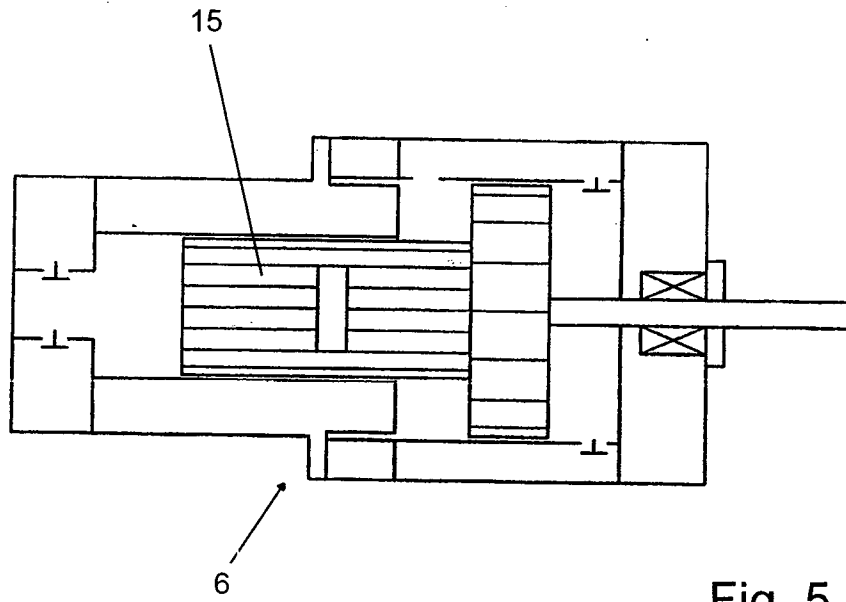


Fig. 5

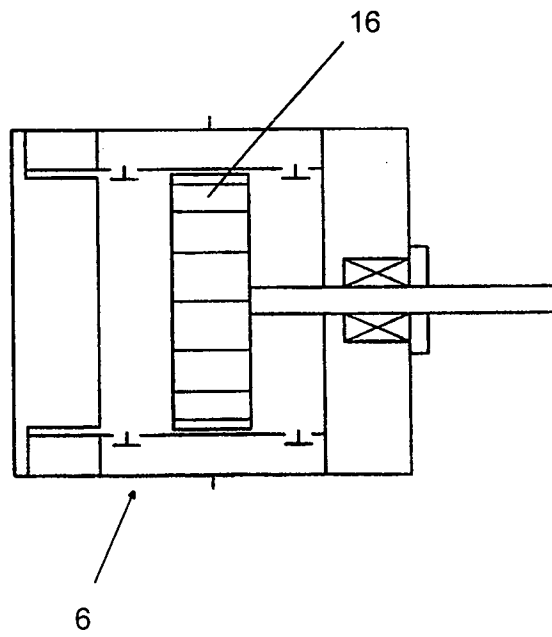


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2007/000392

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F04B41/06 F04B25/00 F04B27/02 F04C23/00		
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) F04B F04C		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 1 231 185 A (CHARLES-JEAN-PIERRE LEBRE) 27 September 1960 (1960-09-27) the whole document	1, 2, 5, 11, 12
Y	figures	4, 6, 7, 9, 10
A		3, 8
X	FR 944 598 A (MARCEL-RENÉ-ARMAND CHABAY) 8 April 1949 (1949-04-08) page 6, line 42 - line 103 figures 13-13-17, 34-38	1-3, 5, 8
X	GB 597 437 A (ARTHUR CYRIL THORNTON) 26 January 1948 (1948-01-26) the whole document figures	1-3, 5, 8, 10
	----- -/-- -----	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 October 2007		Date of mailing of the international search report 10/10/2007
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 Kolby, Lars

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2007/000392

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 03/010436 A (LEOBERSDORFER MASCHF [AT]; HUTTAR ERNST [AT]; TSCHINKEL GRIMBERT [AT]) 6 February 2003 (2003-02-06) cited in the application	9, 10
A	abstract page 5, paragraph 1 - page 6, paragraph 3 figures	1, 3, 5, 11, 12
Y	FR 2 369 962 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US]) 2 June 1978 (1978-06-02)	4
A	page 5, line 30 - page 6, line 8 figure 5	1
Y	DE 199 47 444 A1 (MESSER GRIESHEIM GMBH [DE]) 5 April 2001 (2001-04-05)	6, 7
A	abstract column 2, line 60 - column 47, line 38 figures 1-3	1, 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2007/000392

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 1231185	A	27-09-1960	NONE	
FR 944598	A	08-04-1949	NONE	
GB 597437	A	26-01-1948	NONE	
WO 03010436	A	06-02-2003	DE 10297064 D2 GB 2394259 A RU 2298692 C2 US 2004197197 A1	22-07-2004 21-04-2004 10-05-2007 07-10-2004
FR 2369962	A	02-06-1978	CA 1081189 A1 DE 2749958 A1 GB 1584808 A IT 1091939 B JP 53059906 A	08-07-1980 11-05-1978 18-02-1981 06-07-1985 30-05-1978
DE 19947444	A1	05-04-2001	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/AT2007/000392

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04B41/06 F04B25/00 F04B27/02 F04C23/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F04B F04C		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 1 231 185 A (CHARLES-JEAN-PIERRE LEBRE) 27. September 1960 (1960-09-27) das ganze Dokument	1,2,5, 11,12
Y	Abbildungen	4,6,7,9, 10
A		3,8
X	FR 944 598 A (MARCEL-RENÉ-ARMAND CHABAY) 8. April 1949 (1949-04-08) Seite 6, Zeile 42 - Zeile 103 Abbildungen 13-13-17,34-38	1-3,5,8
X	GB 597 437 A (ARTHUR CYRIL THORNTON) 26. Januar 1948 (1948-01-26) das ganze Dokument Abbildungen	1-3,5,8, 10
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
4. Oktober 2007		10/10/2007
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 Kolby, Lars

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 03/010436 A (LEOBERSDORFER MASCHF [AT]; HUTTAR ERNST [AT]; TSCHINKEL GRIMBERT [AT]) 6. Februar 2003 (2003-02-06) in der Anmeldung erwähnt	9,10
A	Zusammenfassung Seite 5, Absatz 1 - Seite 6, Absatz 3 Abbildungen -----	1,3,5, 11,12
Y	FR 2 369 962 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US]) 2. Juni 1978 (1978-06-02)	4
A	Seite 5, Zeile 30 - Seite 6, Zeile 8 Abbildung 5 -----	1
Y	DE 199 47 444 A1 (MESSER GRIESHEIM GMBH [DE]) 5. April 2001 (2001-04-05)	6,7
A	Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 47, Zeile 38 Abbildungen 1-3 -----	1,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2007/000392

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 1231185	A	27-09-1960	KEINE
FR 944598	A	08-04-1949	KEINE
GB 597437	A	26-01-1948	KEINE
WO 03010436	A	06-02-2003	DE 10297064 D2 22-07-2004 GB 2394259 A 21-04-2004 RU 2298692 C2 10-05-2007 US 2004197197 A1 07-10-2004
FR 2369962	A	02-06-1978	CA 1081189 A1 08-07-1980 DE 2749958 A1 11-05-1978 GB 1584808 A 18-02-1981 IT 1091939 B 06-07-1985 JP 53059906 A 30-05-1978
DE 19947444	A1	05-04-2001	KEINE