

(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
29. Juni 2017 (29.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/108812 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04C 23/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/081957

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Dezember 2016 (20.12.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 122 443.7
21. Dezember 2015 (21.12.2015) DE

(71) Anmelder: **BITZER KÜHLMASCHINENBAU GMBH**
[DE/DE]; Eschenbrünnlestrasse 15, 71065 Sindelfingen
(DE).

(72) Erfinder: **SCHARER, Christian**; Gernsbacher Strasse 36,
76571 Gaggenau (DE). **VARGA, Thomas**; Schillerstrasse
27, 71134 Aidlingen (DE).

(74) Anwalt: **HOEGER, STELLRECHT & PARTNER**
PATENTANWÄLTE MBB; Uhlandstrasse 14 c, 70182
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

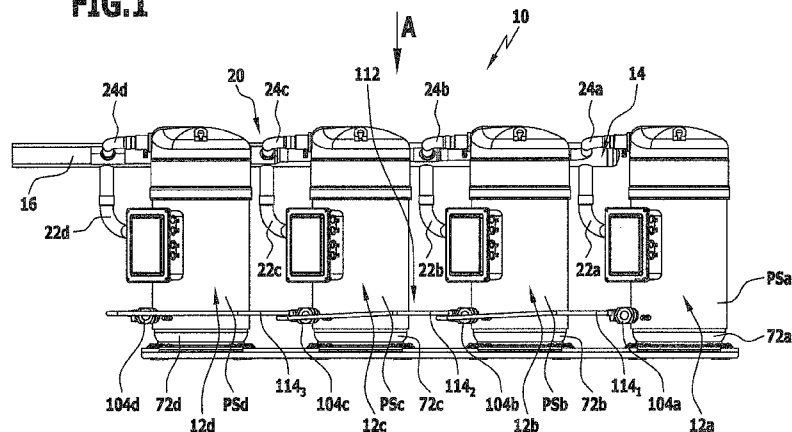
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REFRIGERANT COMPRESSOR SYSTEM

(54) Bezeichnung : KÄLTEMITTELVERDICHTERANLAGE

FIG.1



(57) Abstract: Disclosed is a refrigerant compressor system comprising at least three compressors which are arranged in parallel between a suction line and a pressure line and each of which includes a lubricant sump unit; during operation, the compressors operate in such a way that the pressures in the lubricant sump units of the compressors form a pressure cascade in which the compressors have a gradually slightly decreasing pressure in the associated lubricant sump units in a defined cascade sequence; the lubricant sump units are connected to each other according to the cascade sequence by means of a lubricant line system in order for lubricant to be delivered, and each lubricant sump unit includes a connection to which an insertion element is connected, the insertion element establishing a connection to the lubricant line system and being designed in such a way as to set, for the associated lubricant sump unit, a lubricant level from which lubricant is delivered to the subsequent lubricant sump unit in the cascade sequence.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/108812 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Kältemittelverdichteranlage umfassend mindestens drei parallel zwischen einer Ansaugleitung und einer Druckleitung angeordnete Verdichter, von denen jeder eine Schmiermittelsumpfeinheit aufweist, wobei die Verdichter im Betrieb so arbeiten, dass die jeweiligen Drücke in den jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheiten der jeweiligen Verdichter eine Druckkaskade ergeben, gemäß welcher die Verdichter in einer definierten Kaskadenreihenfolge einen schrittweise geringfügig niedriger werdenden Druck in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit aufweisen, wobei die Schmiermittelsumpfeinheiten miteinander entsprechend der Kaskadenreihenfolge zum Schmiermitteltransport mit einem Schmiermittelleitungssystem verbunden sind und wobei jede Schmiermittelsumpfeinheit einen Anschluss aufweist, mit welchem ein Einsatzelement verbunden ist, welches einerseits eine Verbindung zu dem Schmiermittelleitungssystem herstellt und andererseits so ausgebildet ist, dass es der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit ein Schmiermittelstandsniveau vorgibt, ab welchem ein Schmiermitteltransport zu der in der Kaskadenreihenfolge nächstfolgenden Schmiermittelsumpfeinheit erfolgt.

KÄLTEMITTELVERDICHTERANLAGE

Die Erfindung betrifft eine Kältemittelverdichteranlage umfassend mindestens drei parallel zwischen einer Ansaugleitung und einer Druckleitung angeordnete Verdichter, von denen jeder eine Schmiermittelsumpfeinheit aufweist.

Bei derartigen Kältemittelverdichteranlagen besteht die Notwendigkeit, alle Verdichter mit ausreichend Schmiermittel zu versorgen.

Diese Aufgabe wird bei einer Kältemittelverdichteranlage der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Verdichter im Betrieb so arbeiten, dass die jeweiligen Drücke in den jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheiten der jeweiligen Verdichter eine Druckkaskade ergeben, gemäß welcher die Verdichter in einer definierten Kaskadenreihenfolge einen schrittweise geringfügig niedriger werdenden Druck in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit aufweisen, dass die Schmiermittelsumpfeinheiten miteinander entsprechend der Kaskadenreihenfolge zum Schmiermitteltransport mit einem Schmiermittelleitungssystem verbunden sind und dass jede Schmiermittelsumpfeinheit einen Anschluss aufweist, mit welchem ein Einsatzelement verbunden ist, welches einerseits eine Verbindung zu dem Schmiermittelleitungssystem herstellt und andererseits so ausgebildet ist, dass es der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit ein Schmiermittelstands-niveau vorgibt, ab welchem ein Schmiermitteltransport zu der in der Kaskadenreihenfolge nächstfolgenden Schmiermittelsumpfeinheit erfolgt.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist insbesondere darin zu sehen, dass mit dieser die Möglichkeit besteht, aufgrund der sich einstellenden Druckkaskade in der Kaskadenreihenfolge eine ausreichende Versorgung aller Schmiermittelsumpfeinheiten mit Schmiermittel sicher zu stellen, wobei durch das vorgegebene Schmiermittelstands-niveau sichergestellt wird, dass in den einzelnen Schmiermittelsumpfeinheiten eine ausreichende Menge von Schmiermittel vorhanden ist.

Zur Festlegung des vorgegebenen Schmiermittelstands-niveaus ist vorzugsweise vorgesehen, dass jedes Einsatzelement eine in Schwerkraftrichtung über dem jeweiligen vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegende Mündungsöffnung eines zum Schmiermittelleitungssystem führenden Schmiermittelkanals aufweist, so dass dann, wenn die Schmiermittelmenge in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit das vorgegebene Schmiermittelstands-niveau übersteigt, das Schmiermittel über die Mündungsöffnung und den Schmiermittelkanal in das Schmiermittelleitungssystem eintreten kann, um zur in der Kaskadenreihenfolge nächstfolgenden Schmiermittelsumpfeinheit zu fließen.

Ferner ist es günstig, insbesondere, wenn die Schmiermittelsumpfeinheit so ausgebildet sein soll, dass dieser Schmiermittel aus einer anderen Schmiermittelsumpfeinheit zugeführt wird, wenn die Einsatzelemente der in der Kaskadenreihenfolge zwischen zwei Verdichtern liegenden Verdichter eine in Schwerkraftrichtung unter dem vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegende Mündungsöffnung eines zum Schmiermittelleitungssystem führenden Schmiermittelkanals aufweist, wobei über diesen Schmiermittelkanal und diese Mündungsöffnung die Möglichkeit besteht, der entsprechenden Schmiermittelsumpfeinheit Schmiermittel zuzuführen, welches von einer in der Kaskadenreihenfolge vorausgehenden Schmiermittelsumpfeinheit stammt.

Vorteilhafterweise ist dabei vorgesehen, dass die in Schwerkraftrichtung über dem vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegende Mündungsöffnung und die in Schwerkraftrichtung unter dem vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegende Mündungsöffnung in Richtung parallel zur Schwerkraftrichtung im Abstand voneinander angeordnet sind.

Um für Wartungs- und Überwachungszwecke den Schmiermittelstand der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit erfassen zu können, ist beispielsweise ein Sensor vorgesehen, mit welchem der Schmiermittelstand detektierbar ist.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass jedes Einselement eine Visualisierungseinheit zum sichtbarmachen des Schmiermittelstandes der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit aufweist.

Die Visualisierungseinheit ist beispielsweise so ausgeführt, dass sie ein dem Schmiermittelstand aufzeigendes Bild zur Verfügung stellt, das beispielsweise durch elektronische oder optische Abbildung erzeugt wird.

Insbesondere ist es aus Gründen einer einfachen Lösung zweckmäßig, wenn die Visualisierungseinheit ein an ein sich in das Einselement hinein ausdehnendes Schmiermittelbad der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit angrenzendes Schauglas umfasst, in welchem der Schmiermittelstand erkennbar ist.

Ferner ist vorzugsweise vorgesehen, dass jedes Einselement eine Visualisierungseinheit zum sichtbarmachen eines Schmiermittelflusses zu einer weiteren Schmiermittelsumpfeinheit aufweist.

Auch hierzu ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Visualisierungseinheit ein Schauglas umfasst, welches einen Schmiermittelfluss zum Schmiermittelleitungssystem erkennen lässt.

Hinsichtlich der Ausbildung des Schmiermittelleitungssystems wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

Prinzipiell könnte das Schmiermittelleitungssystem so ausgebildet sein, dass es eine Schmiermittelleitung mit zu jedem der Einselemente führenden Abzweigungen umfasst.

Eine besonders vorteilhafte Lösung sieht vor, dass das Schmiermittelleitungssystem jeweils in der Kaskadenreihenfolge aufeinanderfolgende Einzialemente verbindende Verbindungsleitungen umfasst, so dass jeder der Verbindungsleitungen nur zwei aufeinanderfolgende Einzialelemente miteinander verbindet.

Insbesondere ist in diesem Fall vorgesehen, dass die Verbindungsleitung jeweils einen eine der Mündungsöffnungen aufweisenden Schmiermittelkanal des einen Einzialelements mit einem, eine der Mündungsöffnungen aufweisenden Schmiermittelkanal des anderen Einzialelements verbindet.

Im Falle von Einzialelementen, welche einen Schmiermittelkanal mit einer in Schwerkraftrichtung über dem vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegenden und einen in Schwerkraftrichtung mit einem unter dem jeweiligen vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegenden Mündungsöffnung aufweist, ist vorgesehen, dass die Verbindungsleitung eine Verbindung zwischen dem Schmiermittelkanal mit einer in Schwerkraftrichtung über dem vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegenden Mündungsöffnung und dem Schmiermittelkanal mit einer unter dem jeweiligen vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegenden Mündungsöffnung herstellt, so dass dadurch der Zufluss zu dem jeweiligen Schmiermittelbad über die unter dem jeweiligen vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegenden Mündungsöffnung erfolgt und ein Abfluss aus dem jeweiligen Schmiermittelbad durch die über dem vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegende Mündungsöffnung erfolgt, was insbesondere zur Folge hat, dass bei der Überleitung von Schmiermittel von einer Schmiermittelsumpfeinheit zur anderen Schmiermittelsumpfeinheit eine möglichst geringe Verwirbelung dieses Schmiermittels erfolgt.

Hinsichtlich der Ausbildung der Druckkaskade in den einzelnen Schmiermittelsumpfeinheiten wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

So ist vorzugsweise vorgesehen, dass durch die Ausbildung der Ansaugleitung das Druckniveau in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit des jeweiligen Verdichters festgelegt ist.

Insbesondere sieht eine zweckmäßig Ausbildung der Verdichter vor, dass diese so ausgebildet sind, dass der Druck in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit mit dem Saugdruck des jeweiligen Verdichters korreliert ist.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn der Druck in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit dem Saugdruck des jeweiligen Verdichters entspricht.

Die Erfindung lässt sich besonders vorteilhaft dann realisieren, wenn der Anschluss, mit dem das Einsatzelement verbunden ist, ein Standard-Anschluss zur Erfassung des Schmiermittelstandes ist.

Hinsichtlich der Versorgung der einzelnen Verdichter wurden bislang ebenfalls keine näheren Angaben gemacht.

So ist vorzugsweise vorgesehen, dass das Ansaugleitungssystem so ausgebildet ist, dass ein in der Kaskadenreihenfolge erster Verdichter von dem Ansaugleitungssystem mit der größten Schmiermittelmenge versorgt wird, das heißt, dass das Ansaugleitungssystem so ausgebildet ist, dass sich in diesem absetzendes Schmiermittel in den ersten Verdichter in der Kaskadenreihenfolge eintritt.

Ferner ist vorzugsweise vorgesehen, dass das Ansaugleitungssystem so ausgebildet ist, dass die in der Kaskadenreihenfolge auf den ersten Verdichter folgenden Verdichter geringere Schmiermittelmengen aus dem Ansaugleitungssystem erhalten.

Insbesondere ist vorgesehen, dass das Ansaugleitungssystem so ausgebildet ist, dass die in der Kaskadenreihenfolge aufeinanderfolgenden Verdichter entsprechend ihrer Position in der Kaskadenreihenfolge jeweils geringere Schmiermittelmengen aus dem Ansaugleitungssystem erhalten.

Hinsichtlich des Betriebs der einzelnen Verdichter der Kältemittelverdichteranlage, insbesondere dann, wenn einzelne der Verdichter abgeschaltet werden sollen, wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

So ist insbesondere vorgesehen, dass die Kältemittelverdichteranlage eine Steuerung für die einzelnen Verdichter aufweist, die bei einer Abschaltung einzelner Verdichter sicher stellt, dass die noch arbeitenden Verdichter stets in der Kaskadenreihenfolge nebeneinanderliegend angeordnet sind.

Weitere Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Kältemittelverdichteranlage;
- Fig. 2 eine Draufsicht auf die Kältemittelverdichteranlage in Richtung des Pfeils A in Fig. 1;
- Fig. 3 einen vertikalen Schnitt durch einen beispielhaften Verdichter der Kältemittelverdichteranlage;
- Fig. 4 eine Darstellung der Kältemittelverdichteranlage mit der sich in den einzelnen Verdichtern der Kältemittelverdichteranlage ausbildenden Druckkaskade;

- Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung des Bereichs B in Fig. 3;
- Fig. 6 eine Ansicht eines Einsetzelements in Richtung des Pfeils C in Fig. 5;
- Fig. 7 eine perspektivische Darstellung des Einsetzelements;
- Fig. 8 eine schematische Darstellung des Einsetzelements in Relation zu einem Schmiermittelbad dessen Badoberfläche unterhalb eines vorgegebenen Schmiermittelstandes liegt;
- Fig. 9 eine Darstellung entsprechend Fig. 8, wobei die Badoberfläche des Schmiermittelbades so hoch liegt, dass die Badoberfläche in einem Schauglas des Einsetzelements erkennbar ist;
- Fig. 10 eine Darstellung entsprechend Fig. 8, wobei die Badoberfläche des Schmiermittelbades den vorgegebenen Schmiermittelstand erreicht;
- Fig. 11 eine Darstellung ähnlich Fig. 8, wobei die Badoberfläche des Schmiermittelbades höher liegt als der vorgegebene Schmiermittelstand, so dass Schmiermittel über das Einsetzelement in das Schmiermittelleitungssystem und von dem Schmiermittelleitungssystem in den nächstfolgenden Verdichter fließt und
- Fig. 12 eine Darstellung der Kältemittelverdichteranlage ähnlich Fig. 1 mit Darstellung der einzelnen Einsetzelemente und der Verbindungsleitungen des Schmiermittelleitungssystems zwischen den einzelnen Einsetzelementen.

Ein in den Fig. 1 und 2 als Ganzes dargestelltes Ausführungsbeispiel einer Kältemittelverdichteranlage 10 umfasst eine Mehrzahl, beispielsweise vier, Verdichter 12a bis 12d, die zwischen einer gemeinsamen Ansaugleitung 14 und einer gemeinsamen Druckleitung 16 parallel angeordnet sind und im

Betrieb parallel arbeiten, wobei von der gemeinsamen Ansaugleitung 14 jeweils Einzelsaugleitungen 22a bis 22d zu den einzelnen Verdichtern 12a bis 12d führen, die mit der Ansaugleitung 14 ein Ansaugleitungssystem 20 bilden.

Ferner führen von den Verdichtern 12a bis 12d Einzeldruckleitungen 24a bis 24d zu der gemeinsamen Druckleitung 16.

Die Verdichter 12a bis 12d sind vorzugsweise identisch aufgebaut, wobei jeder dieser Verdichter 12 ein Außengehäuse 32 aufweist, in welchem eine Verdichtereinheit 34, beispielsweise in Form einer Spiralverdichtereinheit mit zwei ineinandergreifenden Spiralkörpern 36 und 38, vorgesehen ist, wobei beispielsweise der Spiralkörper 36 feststehend in dem Außengehäuse 32 angeordnet ist, während der Spiralkörper 38 orbitierend angetrieben ist.

Zum Antrieb der Verdichtereinheit 34 ist in dem Außengehäuse 32 ein als Ganzes mit 42 bezeichneter Antriebsmotor vorgesehen, welcher über einen Exzenterantrieb 44 den Spiralkörper 38 antreibt.

Der als Elektromotor ausgebildete Antriebsmotor 42 umfasst einen Stator 46 und einen Rotor 48, der auf einer Antriebswelle 52 sitzt, die ihrerseits relativ zum Außengehäuse 32 drehbar in Lagereinheiten 54 und 56 um eine Antriebswellenachse 58 drehbar gelagert ist.

Die Antriebswelle 52 ist beispielsweise mit einem Schmiermittelkanal 62 versehen, welcher in einem geringen Winkel zur Antriebswellenachse 58 von einem ersten Antriebswellenende 64 zu einem zweiten Antriebswellenende 66 verläuft, wobei das zweite Antriebswellenende 66 dem Exzenterantrieb 44 zugeordnet ist und folglich über den Schmiermittelkanal 62 eine Schmierung des Exzenterantriebs 44 erfolgt.

Das erste Antriebswellenende 64 ist einer als Ganzes mit 72 bezeichneten Schmiermittelsumpfeinheit zugewandt, welche in einem in Schwerkraftrichtung tiefliegenden Bereich des Außengehäuses 32, im vorliegenden Fall eines Verdichters mit im Wesentlichen vertikal verlaufender Antriebswellenachse 58, durch einen schalenförmig ausgebildeten Bodenkörper 74 des Außengehäuses 32 gebildet ist, wobei sich in dem Bodenkörper 74 ein Schmiermittelbad 76 ausbildet, welches sich bis zu einer Badoberfläche 78 erstreckt, die vorzugsweise noch innerhalb des Bodenkörpers 74 liegt und deren Lage in Schwerkraftrichtung den Schmiermittelstand erkennen lässt.

Dabei stellt der Bodenkörper 74 insbesondere einen endseitigen Abschluss eines zylindrischen Mantelkörpers 82 des Außengehäuses 32 dar, der auf der dem Bodenkörper 74 gegenüberliegenden Seite durch einen Deckelkörper 84 verschlossen ist.

Zum Ansaugen von Schmiermittel aus dem Schmiermittelbad 76 in den Schmiermittelkanal 62 erstreckt sich ausgehend von dem ersten Antriebswellenende 64 der Antriebswelle 52 ein Saugrüssel 86 in das Schmiermittelbad 76 hinein, so dass dieser in der Lage ist, Schmiermittel unterhalb der Badoberfläche 78 des Schmiermittelbads 76 aufzunehmen und dem Schmiermittelkanal 62 zuzuführen, wobei insbesondere die Pumpwirkung bei rotierender Antriebswelle 52 des Schmiermittels durch den schräg zur Antriebswellenachse 58 verlaufenden Schmiermittelkanal 62 und die dadurch auftretenden Zentrifugalkräfte erfolgt.

Das Außengehäuse 32 ist vorzugsweise im Bereich zwischen der Verdichtereinheit 34 und der Schmiermittelsumpfeinheit 72 mit einem Sauganschluss 92 versehen, welcher mit der entsprechenden Einzelsaugleitung 22 verbunden ist.

Das durch diesen Sauganschluss 92 in das Außengehäuse 32 eintretende Kältemittel, welches außerdem Schmiermittel mit führt, tritt in einen den Antriebsmotor 42 umgebenden Ansaugraum 94 ein, und strömt unter gleichzeitiger Kühlung des Antriebsmotors 42 in Richtung der Verdichtereinheit 34, wobei in dem Ansaugraum 94 innerhalb des Außengehäuses 32 eine Abscheidung von Schmiermittel erfolgt, das in Schwerkraftichtung dann zur Schmiermittelsumpfeinheit 72 fließt und sich in dem Schmiermittelbad 76 sammelt.

Damit ist der Schmiermittelanteil des in die Verdichtereinheit 34 eintretenden Kältemittels signifikant reduziert und das Schmiermittel steht nach dem Erreichen des Schmiermittelbades 76 für die Schmierung der Verdichtereinheit 34, insbesondere des Exzenterantriebs 44, zur Verfügung.

Das in der Verdichtereinheit 34 verdichtete Kältemittel tritt dann in einen nahe des Deckelkörpers 84 liegenden oder an diesen angrenzenden Druckraum 96 aus, von welchem es dann über die jeweilige Einzeldruckleitung 24 in die gemeinsame Druckleitung 16 übertritt.

Aufgrund der Abscheidung des Schmiermittels aus dem Kältemittelstrom in dem Ansaugraum 94, der über dem Schmiermittelbad 76 liegt, liegt in der Schmiermittelsumpfeinheit 72 das Schmiermittel unter einem Druck vor, der dem am Sauganschluss 92 vorliegenden Saugdruck PS des Kältemittels und auch im Wesentlichen dem Saugdruck des von der Verdichtereinheit 34 angesaugten Kältemittels entspricht.

Die Schmiermittelsumpfeinheit 72 ist beispielsweise ihrerseits mit einem Anschluss 102 versehen, der üblicherweise einen Standard-Anschluss für ein Schauglas zum Erfassen des Schmiermittelstandes darstellt, in welchen beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ein als Ganzes mit 104 bezeichnetes Einselement eingesetzt ist, welches im nachfolgenden noch im Detail beschrieben wird.

Der Anschluss 102 ist so am Außengehäuse 32 angeordnet, dass dieser an das Schmiermittelbad 76 angrenzt und sich insbesondere der Anschluss 102 beiderseits der Badoberfläche 78 bei einem vorgegebenen Schmiermittelstand erstreckt.

Wie in Fig. 1 und 2 dargestellt, stellt jedes dieser Einsatzelemente 104a bis 104c des jeweiligen Verdichters 12a bis 12d eine Verbindung zu einem als Ganzes mit 112 bezeichneten Schmiermittelleitungssystem her, welches jeweils zwischen zwei Einsatzelementen 104 verlaufende Verbindungsleitungen 114₁, 114₂, 114₃ umfasst, wobei im dargestellten Ausführungsbeispiel der Kältemittelverdichteranlage 10 mit insgesamt vier Verdichtern 12a bis 12d die Verbindungsleitung 114₁, die Einsatzelemente 104a und 104b verbindet, die Verbindungsleitung 114₂, die Einsatzelemente 104b und 104c und die Verbindungsleitung 114₃, die Einsatzelemente 104c und 104d verbindet.

Somit stellt das Schmiermittelleitungssystem 112 mit den Verbindungsleitungen 114₁, 114₂ und 114₃ gemeinsam mit den Einsatzelementen 104a, 104b, 104c und 104d insgesamt ein Verbundsystem zwischen den einzelnen Schmiermittelsumpfeinheiten 72 der einzelnen Verdichter 12a, 12b, 12c und 12d dar, um eine ausreichende Verteilung des Schmiermittels über die verschiedenen Schmiermittelsumpfeinheiten 72 zu erreichen, wie nachfolgend im Einzelnen beschrieben wird.

Wie in Fig. 4 dargestellt, ist bei der erfindungsgemäßen Kältemittelverdichteranlage 10 die gemeinsame Ansaugleitung 14 mit dem in diese einmündenden Einzelsaugleitungen 22a bis 22d so ausgebildet, dass einer der Verdichter 12, beispielsweise der Verdichter 12a, innerhalb des Außengehäuses 32 einen Saugdruck PS_a aufweist, der größer ist als der Saugdruck PS_b im Verdichter 12b, der seinerseits wiederum größer ist als der Saugdruck PS_c im Verdichter 12c wobei dieser Saugdruck PS_c wiederum größer ist als der Saugdruck PS_d im Verdichter 12d.

Da die Saugdrücke PS_a , PS_b , PS_c und PS_d ebenfalls dem jeweiligen Druck in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit 72a, 72b, 72c, 72d entsprechen, steht somit das Schmiermittel in den jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheiten 72a, 72b, 72c und 72d jeweils unter einem unterschiedlichen Druck (Fig. 4).

Damit bilden die Drucke PS_a , PS_b , PS_c und PS_d insgesamt eine Druckkaskade DK jeweils stufenweise geringerer Drucke, mit einer Kaskadenreihenfolge KR, welche von der Schmiermittelsumpfeinheit 72a bis zur Schmiermittelsumpfeinheit 72d reicht.

Beispielsweise ist der Druck PS_a jeweils in der Größenordnung von einem oder wenigen zehntel Bar größer als der Druck PS_b und dieser ist wiederum um eines oder wenige zehntel Bar größer als der Druck PS_c und der Druck PS_c ist ebenfalls wiederum um eines oder wenige zehntel Bar größer als der Druck PS_d , wie in Fig. 4 dargestellt, so dass die Druckkaskade DK entsteht, bei welcher in einer Kaskadenrichtung KR der Druck von der jeweils einen Schmiermittelsumpfeinheit 72 zu der in der Kaskadenreihenfolge KR jeweils nächstfolgenden Schmiermittelsumpfeinheit 72 stufenweise abnimmt.

Das höchste Druckniveau PS_a im Verdichter 12a und somit in der Schmiermittelsumpfeinheit 72a lässt sich dadurch erreichen, dass dieser bei einer Ansaugleitung 14 mit konstantem Querschnitt, aus der die Verdichter 12 nacheinander Kältemittel absaugen, der letzte kältemittelansaugende Verdichter ist, so dass die Strömungsgeschwindigkeit des Kältemittels in der Ansaugleitung 14 beim Übergang zur Einzelansaugleitung 22a die geringste ist, während beispielsweise der erste Verdichter 12d mit der Einzelansaugleitung 22d aus der gemeinsamen Ansaugleitung 14 Kältemittel aus dem Bereich mit maximaler Strömungsgeschwindigkeit ansaugt, da das von den übrigen Verdichtern 12c, 12b und 12a angesaugte Kältemittel ebenfalls in dem Bereich der Einmündung der Einzelansaugleitung 22d durch die Ansaugleitung 14 strömt, so dass in diesem Bereich der niedrigste Druck des strömenden Kältemittels vorliegt.

Ferner ist die gemeinsame Ansaugleitung 14 mit den Einzelsaugleitungen 22a bis 22d so ausgebildet, dass der Verdichter 12a, welcher in der Druckkaskade DK den höchsten Druck in der Schmiermittelsumpfeinheit 72 aufweist, der Führungsverdichter ist, welcher aus der gemeinsamen Ansaugleitung 14 die größte Schmiermittelmenge erhält, während die in der Kaskadenrichtung KR jeweils nächstliegenden Verdichter 12b, 12c und 12d sukzessive weniger Schmiermittel aus der Ansaugleitung 14 erhalten, so dass die letzte Schmiermittelsumpfeinheit 72d am wenigsten Schmiermittel erhält.

Dies lässt sich dadurch erreichen, dass das in der gemeinsamen Ansaugleitung 14 bereits abscheidende Schmiermittel zum überwiegenden Teil dem Führungsverdichter 12a zugeführt wird, während die Anteile des in die anderen Verdichter 12b, 12c und 12d aus der gemeinsamen Ansaugleitung 14 eintretenden Schmiermittels geringer sind, wobei hierzu die Einzelsaugleitung 22d am weitesten in die Ausgangsleitung 14 hineinragt und die Einzelsaugleitung 22c, 22b und 22a sukzessive weniger weit in die Ansaugleitung 14 hineinragen, so dass in der Ansaugleitung 14 sich sammelndes abgeschiedenes Schmiermittel in erster Linie in die Einzelsaugleitung 22a eintritt.

Wie in den Fig. 5 bis 7 dargestellt, umfasst jedes der Einsatzelemente 104 einen Gehäusekörper 122, der an einem ersten Ende 124 mit einem Stutzen 126 versehen ist, welcher mit dem Anschluss 102, beispielsweise mittels einer Überwurfmutter 128 verbindbar ist.

Dabei ist innerhalb des Gehäusekörpers 122 ein Innenraum 132 vorgesehen, welcher sich von einer dem Anschluss 102 zugewandten und mit dem Schmiermittelbad 76 kommunizierenden Schmiermittelbadöffnung 134 bis zu dieser Schmiermittelbadöffnung 134 gegenüberliegenden Mündungsöffnungen 136 und 138 von Schmiermittelkanäle 142 und 144 erstreckt, wobei die Schmiermittelkanäle 142, 144 jeweils zu Anschlüssen 146 und 148 für die Verbindungsleitungen 114 führen.

Ferner ist der Innenraum 132 noch mit einer seitlichen Öffnung 152 versehen, welche zur Visualisierung eines nachfolgend im Einzelnen beschriebenen Schmiermittelstandes des sich in den Innenraum 132 hineinerstreckenden Schmiermittelbades 76 mit einem Schauglas 154 verschlossen ist, so dass das Schauglas 154 eine Einsicht in den Innenraum 132, vorzugsweise über dessen gesamten Querschnitt in vertikaler Richtung, ermöglicht.

Insbesondere sind die erfindungsgemäßen Einsatzelemente 104 so mit der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit 72 verbunden, dass die Mündungsöffnungen 136 und 138 und somit auch die Anschlüsse 146 und 148 in Schwerkraftrichtung im Abstand übereinanderliegend angeordnet sind.

Wie in den Fig. 8 bis 11 dargestellt, führt, wie beispielsweise in Fig. 8 dargestellt, eine geringe in den jeweiligen Verdichter 12 eingetragene Schmiermittelmenge zu einem Schmiermittelbad 76', dessen den Schmiermittelstand anzeigende Badoberfläche 78' in Schwerkraftrichtung unterhalb des Anschlusses 102 liegt, so dass kein Schmiermittel in den Innenraum 132 des Einsatzelements 104 eintreten kann.

Steigt jedoch die Schmiermittelmenge an, so liegt, wie in Fig. 9 dargestellt, die Badoberfläche 78'' des Schmiermittelbads 76'' in diesem Fall der Schmiermittelsumpfeinheit 72'' so hoch, dass in dem Schauglas 154 ebenfalls die Badoberfläche 78'' erkennbar ist, wobei das Schmiermittel bereits so hoch steht, dass dieses in die Mündungsöffnung 138 eintreten könnte.

Bei weiter ansteigender Schmiermittelmenge, wie beispielsweise im Fall der Schmiermittelsumpfeinheit 72''' in Fig. 10 dargestellt, ist die Badoberfläche 78''' des Schmiermittelbades 76''' so hoch, dass diese über der Mündungsöffnung 138 liegt und ebenfalls in dem Schauglas 154 deutlich erkennbar ist.

Ein weiterer Anstieg der Schmiermittelmenge, dargestellt in Fig. 11, führt, wie im Falle der Schmiermittelsumpfeinheit 72''' dargestellt, dazu, dass die Badoberfläche 78''' des Schmiermittelbades 76''' ebenfalls in dem Schauglas 154 erkennbar ist und außerdem Schmiermittel in die Mündungsöffnung 136 eintreten kann.

Wird nun die Mündungsöffnung 136 des Schmiermittelkanals 142 zum Abführen von Schmiermittel aus dem Schmiermittelbad 76''' eingesetzt, so definiert die Lage der Mündungsöffnung 136 den vorgegebenen Schmiermittelstand, ab welchem Schmiermittel aus dem Schmiermittelbad 76''' zur nächsten Schmiermittelsumpfeinheit 72 weitergeleitet werden kann.

Ist nun wie in Fig. 12 dargestellt, bei dem Einsatzelement 104a die Verbindungsleitung 114₁ mit dem Anschluss 146 verbunden, welcher der ersten Mündungsöffnung 136 zugeordnet ist, so tritt dann Schmiermittel in die Verbindungsleitung 114₁ ein, wenn die Badoberfläche 78''' über der Mündungsöffnung 136 liegt, wie in Fig. 11 dargestellt.

Dieses Schmiermittel strömt dann durch die Verbindungsleitung 114₁ zum nächstfolgenden Einsatzelement 104b, wobei die Verbindungsleitung 114₁ mit dem Anschluss 148 des Einsatzelements 104b verbunden ist, der in Schwerkraftrichtung unterhalb des Anschlusses 146 liegt.

Aufgrund der Druckkaskade DK führt die Druckdifferenz dazu, dass aus der Schmiermittelsumpfeinheit 72a solange Schmiermittel in die Schmiermittelsumpfeinheit 72b übertritt, so lange die Badoberfläche 78''' nicht unter der Mündungsöffnung 136 liegt, sondern stets so hoch liegt, dass Schmiermittel in die Mündungsöffnung 136 und somit auch in die Verbindungsleitung 114₁ eintreten kann.

Liegt jedoch die Badoberfläche 78', 78'' und 78''', wie beispielsweise in den Fig. 8, 9 und 10 dargestellt, unterhalb der Mündungsöffnung 136, so strömt lediglich Kältemittel durch die Verbindungsleitung 114₁ in die Schmiermittelsumpfeinheit 72_b, aufgrund der durch die Druckkaskade DK bestehenden Druckdifferenz.

Da der Führungsverdichter 72a die größte Schmiermittelmenge aus der Ansaugleitung 14 erhält, wird nach endlicher Betriebszeit der Kältemittelverdichteranlage das Schmiermittelbad 76 der Schmiermittelsumpfeinheit 72 ebenfalls eine Badoberfläche 78'''' aufweisen, die so hoch liegt, dass in dem Einsatzelement 104b Schmiermittel in die Mündungsöffnung 136 eintreten und somit von der Verbindungsleitung 114₂ zum Einsatzelement 104c geführt werden kann, und zwar ebenfalls so, dass das Schmiermittel über die Mündungsöffnung 138 in das Schmiermittelbad 76 der Schmiermittelsumpfeinheit 72c eintritt.

Auch bei dieser Schmiermittelsumpfeinheit 72c erfolgt ein Auffüllen des Schmiermittelbades 76 so lange, bis die Badoberfläche 78 ebenfalls so hoch liegt, dass Schmiermittel in die Mündungsöffnung 136 des Einsatzelements 104c eintreten kann und mittels der Schmiermittelleitung 114₃ dem Einsatzelement 104d zugeführt werden kann.

Aus Gründen der Einfachheit ist jeweils das erste Einsatzelement 104a und das letzte Einsatzelement 104d in der Kaskadenreihenfolge KR so ausgebildet, dass in diesem die Mündungsöffnung 138, der Schmiermittelkanal 144 und der Anschluss 148 entweder nicht vorhanden oder verschlossen sind, da bei diesen lediglich die Mündungsöffnung 136, der Schmiermittelkanal 142 und der Anschluss 146 notwendig ist, denn bei der in der Kaskadenreihenfolge KR letzten Schmiermittelsumpfeinheit 72d ist es unerheblich, ob das zugeführte Schmiermittel über die Mündungsöffnung 136 oder die Mündungsöffnung 138 in das Schmiermittelbad 76 eintritt.

Wie in Fig. 12 dargestellt, ist zur Steuerung der einzelnen Verdichter 12a, 12b, 12c und 12d der Kältemittelverdichtungsanlage 10 eine Verdichtersteuerung 162 vorgesehen, welche dafür Sorge trägt, dass beim Abschalten einzelner Verdichter 12 die noch verbleibenden arbeitenden Verdichter 12 in der Kaskadenreihenfolge KR nebeneinander liegen, so dass stets die Möglichkeit besteht, Schmiermittel von einer in der Druckkaskade DK bei einem höheren Druckniveau liegenden Schmiermittelsumpfeinheit 72 zu einer in der Kaskadenreihenfolge KR nächstliegenden Schmiermittelsumpfeinheit 72 übertreten zu lassen, so dass die arbeitenden Verdichter stets mit ausreichend Schmiermittel versorgt sind.

Besonders günstig ist es, wenn die Verdichtersteuerung 162 dabei so arbeitet, dass bei einer Abschaltung einzelner Verdichter 12 die Abschaltung in umgekehrter Richtung zur Kaskadenrichtung KR erfolgt, so dass beispielsweise bei einer Abschaltung eines Verdichters der Verdichter 12d abgeschaltet wird und bei Abschaltung eines weiteren Verdichters der Verdichter 12c und so weiter, so dass der Führungsverdichter 12a stets der zuletzt noch laufende Verdichter ist und das in der Schmiermittelsumpfeinheit 72a dieses Führungsverdichters 12a überschüssige Schmiermittel nach wie vor auf die anderen in der Kaskadenreihenfolge KR nächstfolgenden Verdichter 12 übergeleitet wird.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Kältemittelverdichteranlage (10) umfassend mindestens drei parallel zwischen einer Ansaugleitung (14) und einer Druckleitung (16) angeordnete Verdichter (12), von denen jeder eine Schmiermittelsumpfeinheit (72) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verdichter (12) im Betrieb so arbeiten, dass die jeweiligen Drücke in den jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheiten (72) der jeweiligen Verdichter (12) eine Druckkaskade (DK) ergeben, gemäß welcher die Verdichter (12) in einer definierten Kaskadenreihenfolge (KR) einen schrittweise geringfügig niedriger werdenden Druck in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit (72) aufweisen, dass die Schmiermittelsumpfeinheiten (72) miteinander entsprechend der Kaskadenreihenfolge (KR) zum Schmiermitteltransport mit einem Schmiermittelleitungssystem (112) verbunden sind und dass jede Schmiermittelsumpfeinheit (72) einen Anschluss (102) aufweist, mit welchem ein Einselement (104) verbunden ist, welches einerseits eine Verbindung zu dem Schmiermittelleitungssystem (112) herstellt und andererseits so ausgebildet ist, dass es der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit (72) ein Schmiermittelstandsniveau vorgibt, ab welchem ein Schmiermitteltransport zu der in der Kaskadenreihenfolge (KR) nächstfolgenden Schmiermittelsumpfeinheit (72) erfolgt.
2. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Einselement (104) eine in Schwerkraftrichtung über dem jeweiligen vorgegebenen Schmiermittelstandsniveau liegende Mündungsöffnung (136) eines zum Schmiermittelleitungssystem (112) führenden Schmiermittelkanals (142) aufweist.

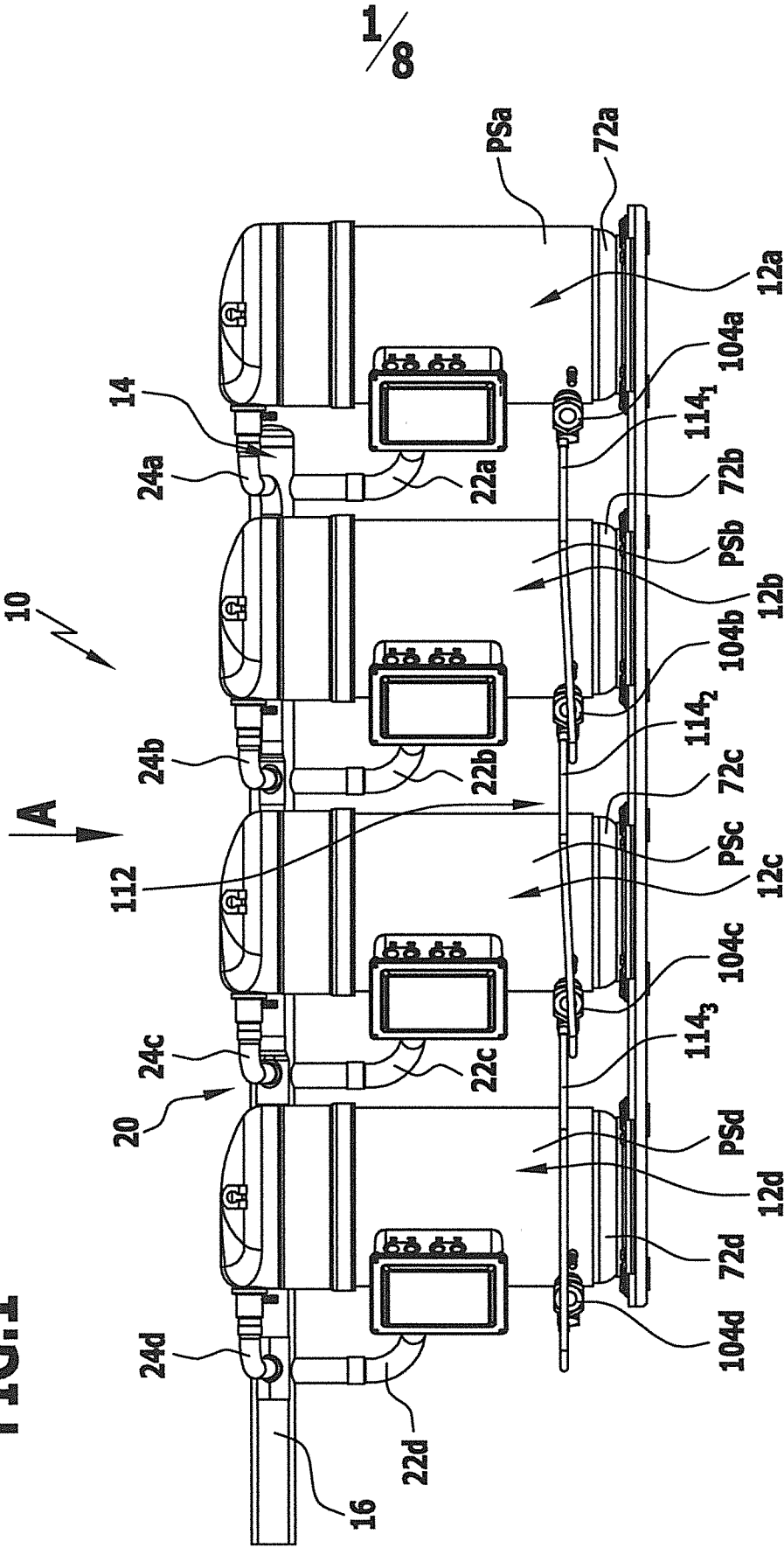
3. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einselemente (104) der in der Kaskadenreihenfolge (KR) zwischen jeweils zwei Verdichtern (12) liegenden Verdichter (12) eine in Schwerkraftrichtung unter dem vorgegebenen Schmiermittelstandsniveau liegende Mündungsöffnung (138) eines zum Schmiermittelleitungssystem (112) führenden Schmiermittelkanals (144) aufweisen.
4. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in Schwerkraftrichtung über dem vorgegebenen Schmiermittelstandsniveau liegende Mündungsöffnung (136) und die in Schwerkraftrichtung unter dem vorgegebenen Schmiermittelstandsniveau liegende Mündungsöffnung (138) in Richtung parallel zur Schwerkraftrichtung im Abstand voneinander angeordnet sind.
5. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Einselement (104) eine Visualisierungseinheit (152, 154) zum sichtbar machen des Schmiermittelstandes in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit (72) aufweist.
6. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Visualisierungseinheit (152, 154) ein an ein sich in das Einselement (104) hinein ausdehnendes Schmiermittelbad (76) der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit (72) angrenzendes Schauglas (154) umfasst, in welchem ein Schmiermittelstand erkennbar ist.

7. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Einselement (104) eine Visualisierungseinheit (152, 154) zum sichtbarmachen eines Schmiermittelflusses zu einer weiteren Schmiermittelsumpfeinheit (72) aufweist.
8. Kältemittelverdichteranlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Visualisierungseinheit (152, 154) ein Schauglas (154) umfasst, welches einen Schmiermittelfluss zum Schmiermittelleitungssystem (112) erkennen lässt.
9. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmiermittelleitungssystem (112) jeweils in der Kaskadenreihenfolge (KR) aufeinanderfolgende Einselemente (104) verbindende Verbindungsleitungen (114) umfasst.
10. Kältemittelverdichteranlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsleitung (114) jeweils einen, eine der Mündungsöffnung (136, 138) aufweisenden Schmiermittelkanal (142, 144) des einen Einselements (104) mit einem, eine der Mündungsöffnungen (136, 138) aufweisenden Schmiermittelkanal (142, 144) des anderen Einselements (104) verbindet.
11. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsleitung (114) eine Verbindung zwischen dem Schmiermittelkanal (142) mit einer in Schwerkraftrichtung über dem vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegenden Mündungsöffnung (136) und dem Schmiermittelkanal (144) mit einer in Schwerkraftrichtung unter dem jeweiligen vorgegebenen Schmiermittelstands-niveau liegenden Mündungsöffnung (138) herstellt.

12. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Ausbildung des Ansaugleitungssystems (14, 22) das Druckniveau in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit (72) des jeweiligen Verdichters (12) festgelegt ist.
13. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdichter (12) so ausgebildet sind, dass der Druck in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit (72) mit dem Saugdruck des jeweiligen Verdichters (12) korreliert ist.
14. Kältemittelverdichteranlage nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck in der jeweiligen Schmiermittelsumpfeinheit (72) dem Saugdruck des jeweiligen Verdichters (12) entspricht.
15. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschluss (102), mit welchem das Einselelement (104) verbunden ist, ein Standard-Anschluss (102) für ein Schauglas zur Erfassung des Schmiermittelstandes ist.
16. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ansaugleitungssystem (14, 22) so ausgebildet ist, dass ein in der Kaskadenreihenfolge (KR) erster Verdichter (12) von dem Ansaugleitungssystem (14, 22) mit der größten Schmiermittelmenge versorgt wird.

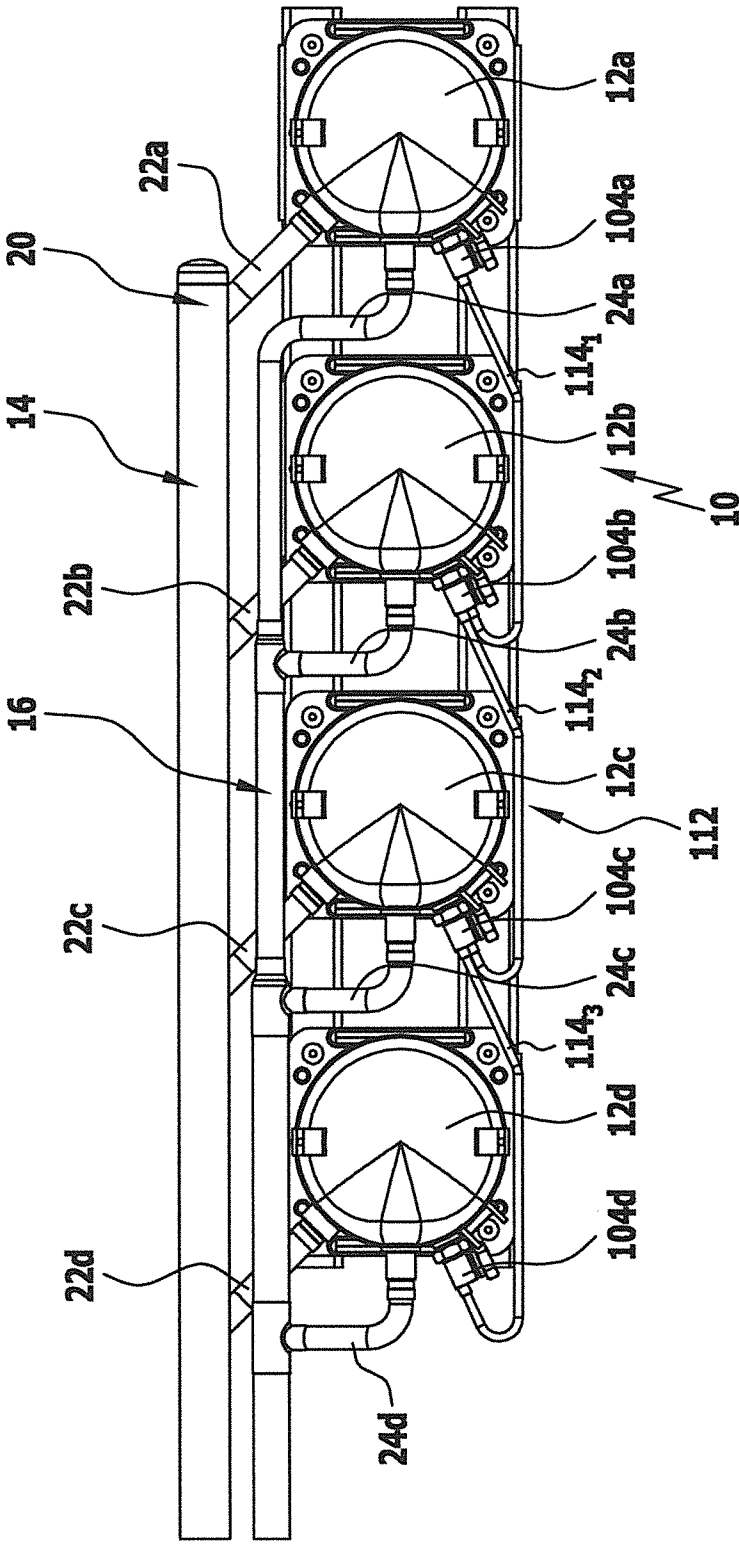
17. Kältemittelverdichteranlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Ansaugleitungssystem (14, 22) so ausgebildet ist, dass die in der Kaskadenreihenfolge (KR) auf den ersten Verdichter (12a) folgenden Verdichter (12) geringere Schmiermittelmengen aus dem Ansaugleitungssystem (14, 22) erhalten.
18. Kältemittelverdichteranlage nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Ansaugleitungssystem (14, 22) so ausgebildet ist, dass die in der Kaskadenreihenfolge (KR) aufeinanderfolgenden Verdichter (12) entsprechend in ihrer Position in der Kaskadenreihenfolge (KR) jeweils geringere Schmiermittelmengen aus dem Ansaugleitungssystem (14, 22) erhalten.
19. Kältemittelverdichteranlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese eine Steuerung (162) für die einzelnen Verdichter (12) aufweist, die bei der Abschaltung einzelner Verdichter (12) sicher stellt, dass die noch arbeitenden Verdichter (12) stets in der Kaskadenreihenfolge (KR) nebeneinanderliegend angeordnet sind.

FIG.1



2/8

FIG.2



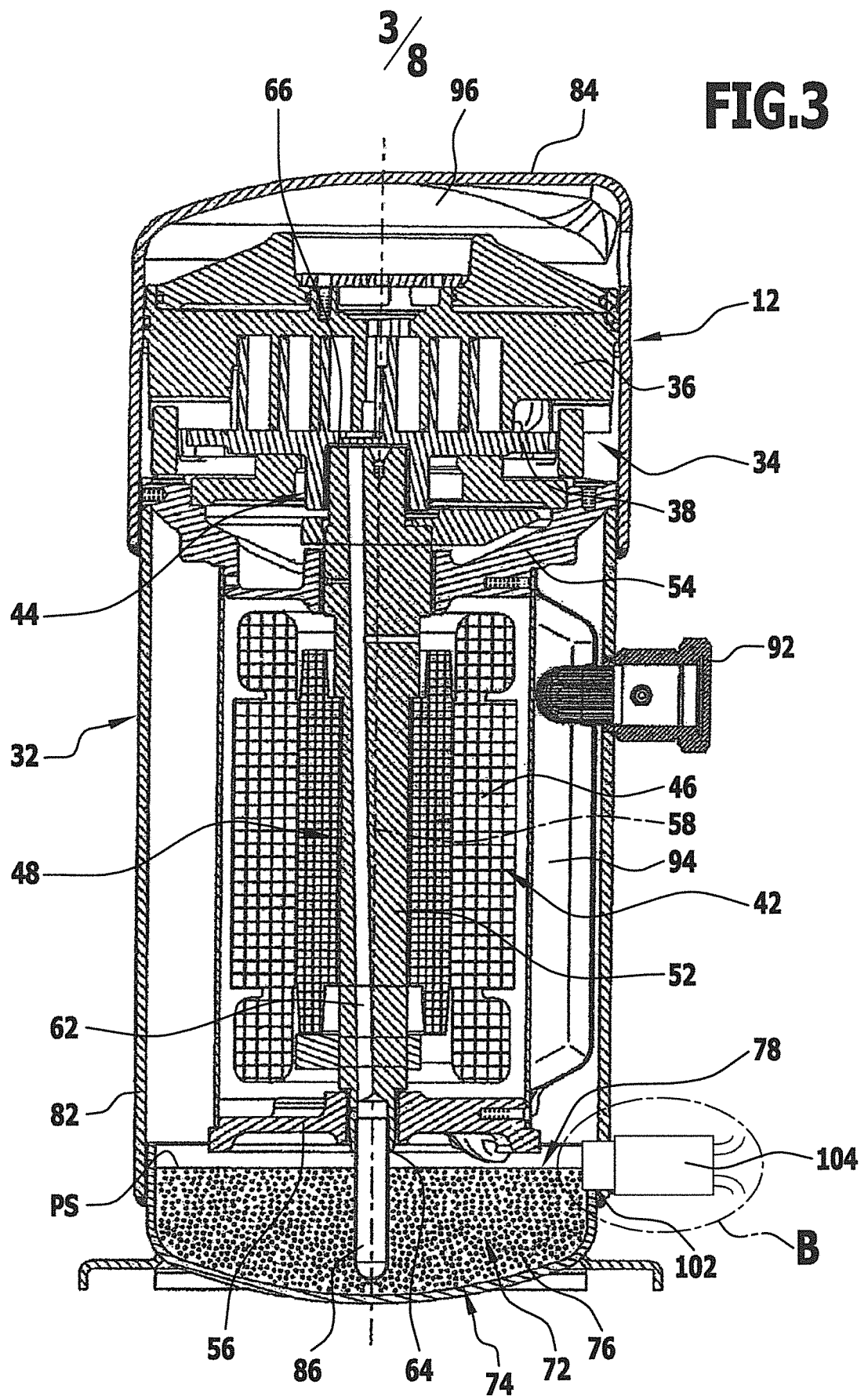


FIG.5

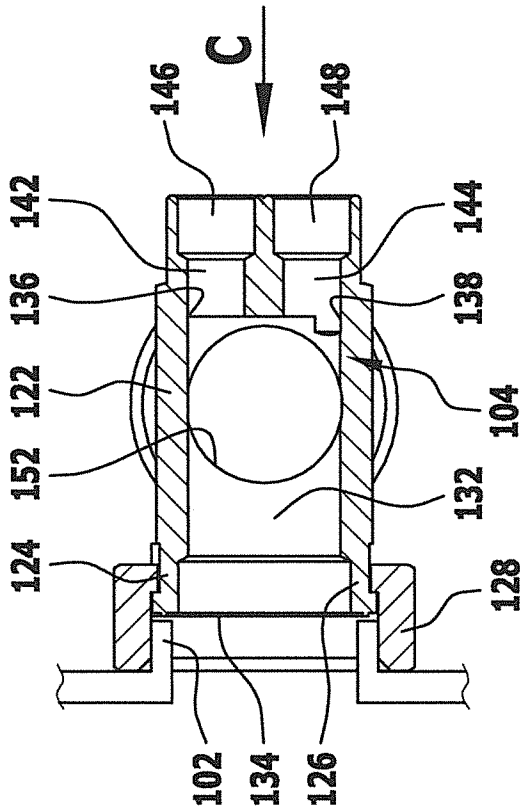


FIG.6

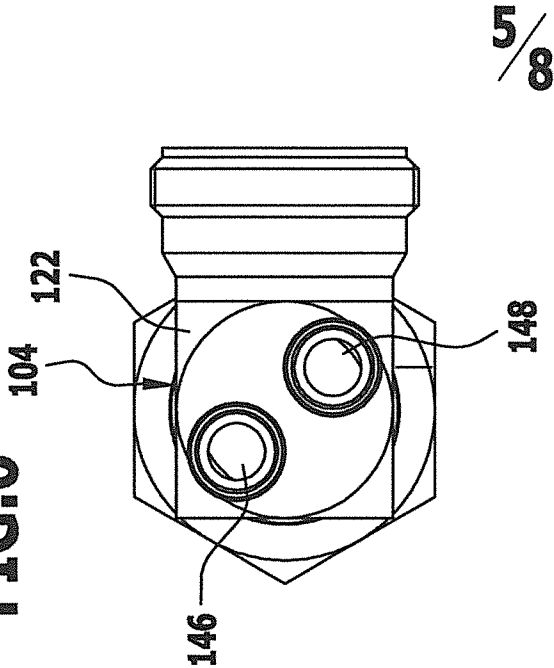


FIG.7

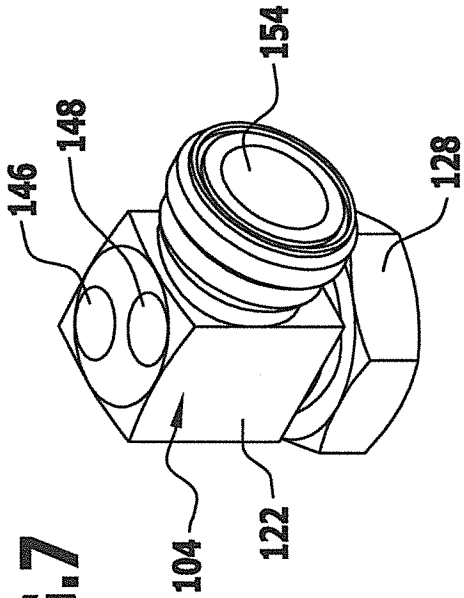


FIG.8

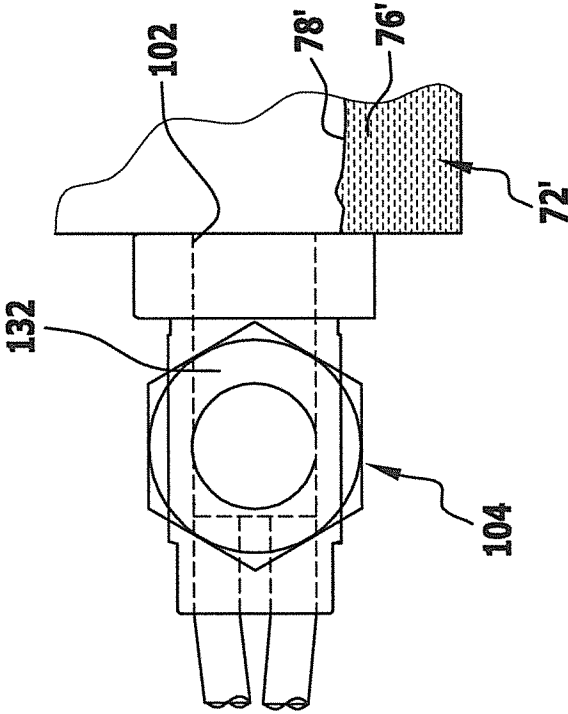


FIG.9

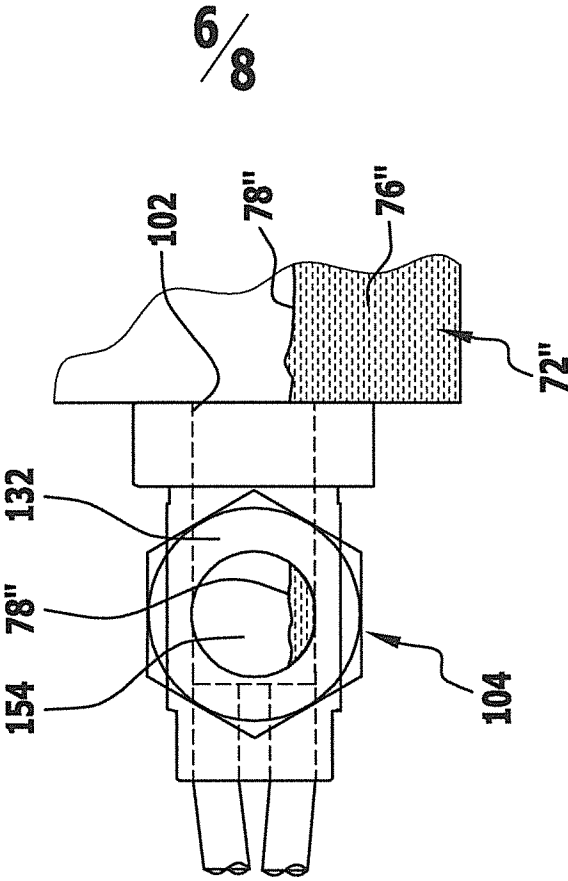


FIG.10

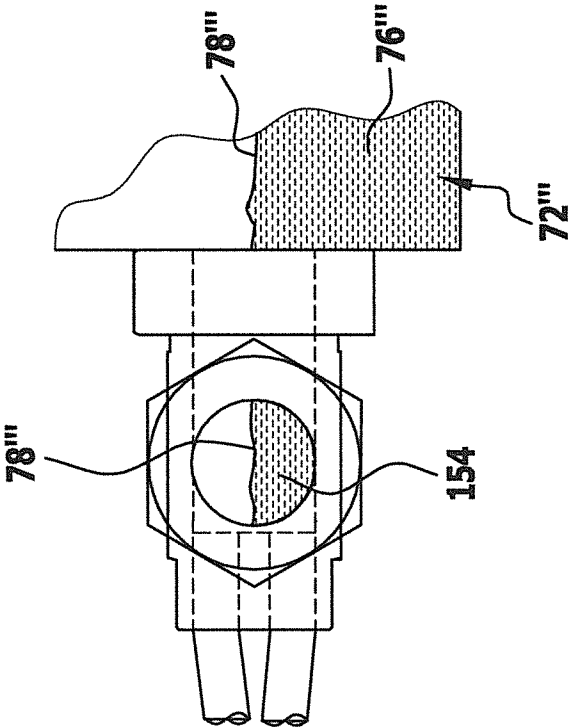


FIG.11

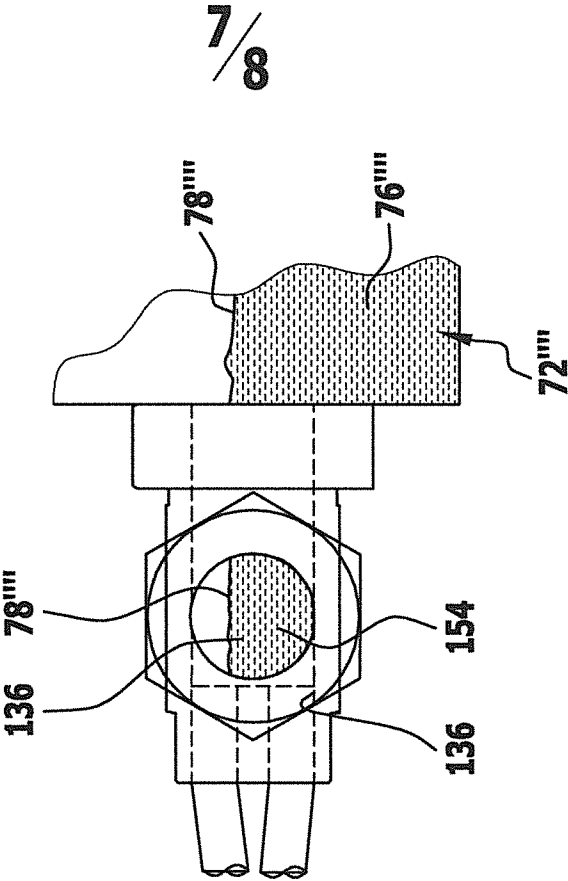


FIG.12

