

(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
19. März 2020 (19.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/052907 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 17/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/072002

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. August 2019 (16.08.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 122 071.5
11. September 2018 (11.09.2018) DE

(71) Anmelder: MANN+HUMMEL GMBH [DE/DE];
Schwieberdinger Str. 126, 71636 Ludwigsburg (DE).

(72) Erfinder: TRAUT, Alexander; Rudelsdorf 5, 96476 Bad
Rodach (DE). PANZER, Marius; Theodor-Haug-Str. 1,
71636 Ludwigsburg (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, JO, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: DRYING DEVICE AND DRYING SYSTEM

(54) Bezeichnung: TROCKNUNGSVORRICHTUNG UND TROCKNUNGSSYSTEM

(57) Abstract: The invention relates to a drying device (10a) for removing water from a fluid, in particular oil, and comprising at least two drying modules (12a-12d) which contain a desiccant and are hingedly interconnected, a last drying module (12d) having at least two rotational degrees of freedom as compared to a first dryer module (12a). The invention further relates to drying systems which comprise drying devices.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Trocknungsvorrichtung (10a) zum Entfernen von Wasser aus einem Fluid, insbesondere Öl, mit wenigstens zwei Trockenmittel enthaltenden Trocknermodulen (12a-12d), die gelenkig miteinander verbunden sind, wobei ein letztes Trocknermodul (12d) gegenüber einem ersten Trocknermodul (12a) wenigstens zwei rotatorische Freiheitsgrade besitzt. Ferner betrifft die Erfindung Trocknungssysteme mit Trocknungsvorrichtungen.

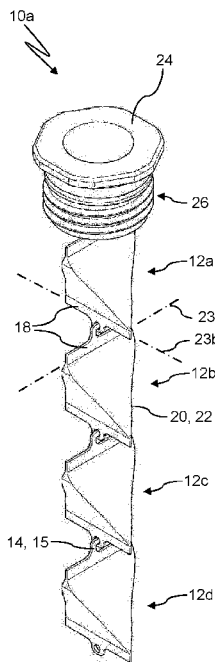


Fig. 1a



WO 2020/052907 A1

Beschreibung

Trocknungsvorrichtung und Trocknungssystem

Technisches Gebiet

5 Die Erfindung betrifft eine Trocknungsvorrichtung zum Entfernen von Wasser aus einem Fluid, insbesondere Öl, mit wenigstens zwei Trockenmittel enthaltenden Trocknermodulen, die gelenkig miteinander verbunden sind. Ferner betrifft die Erfindung Trocknungssysteme mit einer Trocknungsvorrichtung

10 Stand der Technik

In fluidführenden Systemen kann es durch diverse Vorgänge dazu kommen, dass sich Wasser in dem Fluid ansammelt. Das Wasser kann beispielsweise durch Luftaustausch mit der Umgebung in das System gelangen und in dem Fluid angesammelt werden. Ebenso kann freies Wasser aus der Umgebung in das System eingetragen werden. Weiterhin kann das Wasser als Reaktions- z.B. Verbrennungsprodukt entstehen. Das Wasser kann in dem Fluid als freies oder gelöstes Wasser vorliegen. Das Wasser in dem Fluid kann unerwünschte Effekte wie beispielsweise Korrosion von fluidführenden Bauteilen des Systems, eine Erhöhung oder Erniedrigung der elektrischen Leitfähigkeit des Fluids und/oder eine Verkürzung der Nutzungsdauer des Fluids, d.h. die Verkürzung von Serviceintervallen, bewirken. Bei niedrigen Temperaturen können sich Eiskristalle bilden, die das System verblocken.

Aus US 3,951,812 A ist eine wasserabsorbierende Vorrichtung für einen Öltank bekannt geworden. Die Vorrichtung weist einen flachen Sack aus porösem Fasermaterial auf. Der Sack bildet eine Reihe von Taschen aus, die jeweils durch eine quer verlaufende Linie von wasserlösbarem Klebstoff voneinander getrennt sind. Die Trennlinien zwischen den Taschen verlaufen parallel zueinander. Dadurch kann der Sack zusammengefaltet werden, so dass die Taschen aufeinander zu liegen kommen. Dies ermöglicht eine platzsparende Verpackung der Vorrichtung nach der Fertigung. Die Taschen enthalten pulverförmiges Sterculia Lychnophora Hance, ein wasserabsorbierendes Material pflanzlichen Ursprungs. In den Taschen sind längliche Senkgewichte angeordnet, die durch eine Schnur diagonal in dem Sack gehalten werden. Die Senkgewichte bewirken ein Absinken des Sacks auf den Boden des Öltanks. Die Vorrichtung ist mit einer Halteleine, die einen Magneten trägt, an einem Deckel einer Öffnung des Öltanks befestigt.

US 4,419,236 beschreibt eine Vorrichtung Absorbieren von Wasser vom Boden eines Tanks. Die Vorrichtung weist einen Umschlag aus porösem Deckmaterial auf. Der Umschlag enthält ein Wasser, nicht jedoch Öl, absorbierendes Material. Der Umschlag ist durch parallel zueinander verlaufende Nähte in mehrere Taschen unterteilt. In jeder Tasche ist ein Gewichtstück angeordnet, so dass die Vorrichtung auf den Boden des Tanks absinkt. Die Vorrichtung weist eine Leine auf, die bis zu einer Öffnung des Tanks reicht, wenn die Vorrichtung am Boden des Tanks liegt. Die Leine dient zum Entfernen der Vorrichtung aus dem Tank.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Trocknungsvorrichtung zum Entfernen von Wasser aus einem Fluid anzugeben, die eine flexible Ausnutzung kleiner Bauräume in einem fluidführenden System zum wirksamen Entfernen von Wasser aus dem Fluid ermöglicht.

Offenbarung der Erfindung

Die Aufgabe wird durch eine Trocknungsvorrichtung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch Trocknungssysteme gemäß den Ansprüchen 12 bis 14 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen und der Beschreibung angegeben.

Erfindungsgemäß ist eine Trocknungsvorrichtung zum Entfernen von Wasser zumindest aus einem flüssigen Fluid, insbesondere Öl, vorzugsweise in Form von Kühllöl, Isolieröl und/oder Schmieröl, vorgesehen. Die Trocknungsvorrichtung weist wenigstens zwei Trockenmittel enthaltende Trocknermodule auf. Das Trockenmittel kann Wasser aus dem Fluid entfernen und speichern. Eine Umhüllung der Trocknermodule ist zumindest abschnittsweise von dem Fluid durchströmbar. Dadurch kann das Wasser enthaltende Fluid mit dem Trockenmittel in Kontakt kommen, so dass das Trockenmittel das Wasser in dem jeweiligen Trocknermodul zurückhält. Die Trocknermodule sind derart ausgestaltet, dass sie beim Einbringen in die Flüssigkeit, aus welcher sie das Wasser entfernen sollen, vollständig eintauchen und nicht aufschwimmen. Vorzugsweise sind die Trocknermodule allseitig von einem von dem Fluid durchströmbar Material umhüllt. Die Trocknermodule sind gelenkig miteinander verbunden. Die Trocknermodule sind aufeinanderfolgend angeordnet. Mit anderen Worten sind die Trocknermodule hintereinander gereiht angeordnet. Ein nachfolgendes Trocknermodul ist jeweils mit dem vorhergehenden Trocknermo-

dul gelenkig verbunden. Ein letztes Trocknermodul besitzt gegenüber einem ersten Trocknermodul und/oder dem Anschlusskopf wenigstens zwei rotatorische Freiheitsgrade. Das letzte Trocknermodul kann mithin gegenüber dem ersten Trocknermodul und/oder dem Anschlusskopf um zumindest zwei Achsen verschwenkt werden. Dadurch wird eine besonders große Flexibilität der Trocknungsvorrichtung erreicht. Dies ermöglicht es, die Trocknungsvorrichtung auch in engen und/oder verwinkelten Bauräumen unterzubringen. Insbesondere wird es durch die erfindungsgemäße Trocknungsvorrichtung ermöglicht, besonders viel Trockenmittel in solch engen und verwinkelten Bauräumen unterzubringen. Dadurch kann trotz der schwierigen Raumsituation eine effiziente Trocknung des Fluids bewirkt werden.

Die Umhüllung der einzelnen Trocknermodule kann jeweils starr ausgebildet sein, z.B. als ein fluiddurchlässiges Gehäuse. Die Trocknermodule können rund oder eckig gestaltet sein. Die Umhüllung der einzelnen Trocknermodule kann zusätzlich zu einem starren Gehäusekörper ein flexibles Material, beispielsweise ein Sieb, ein Vlies (z.B. Spunbond oder Meltblown) und/oder ein Filtermedium aufweisen. Das flexible Material dient insbesondere zum Zurückhalten von Abrieb oder Bruchstücken des Trockenmittels. Das flexible Material kann mit dem Gehäusekörper fest verbunden sein, beispielsweise durch Umspritzen des Gehäusekörpers um das flexible Material herum oder durch Schweißen oder Kleben. Alternativ kann das flexible Material als ein von dem Gehäusekörper separates Bauteil ausgebildet sein. Insbesondere kann das flexible Material Trockenmittelbeutel ausbilden, in denen jeweils Trockenmittel aufgenommen ist. Jedes Trocknermodul kann dann einen starren Gehäusekörper und einen darin angeordneten Trockenmittelbeutel mit Trockenmittel aufweisen. Ein Gehäusekörper kann eine Einfüllöffnung für Trockenmittel bzw. Trockenmittelbeutel aufweisen.

Alternativ kann die Umhüllung der einzelnen Trocknermodule jeweils flexibel ausgebildet sein. Die Umhüllung der Trocknermodule kann beispielsweise ein Filtermedium, ein Siebgewebe und/oder ein Vliesmaterial, z.B. ein Non-woven, Spunbond und/oder ein Meltblown aufweisen. Insbesondere können die Trocknermodule aus einem mit Trockenmittel gefüllten Schlauch aus dem flexiblen Material der Umhüllung gebildet sein. Auch Trocknermodule mit einer flexiblen Umhüllung weisen, nicht zuletzt durch das enthaltene Trockenmittel, eine gewisse Steifigkeit auf. Insbesondere sind die gefüllten Trocknermodule

nur begrenzt verformbar. Demgegenüber weisen die Verbindungen zwischen den Trocknermodulen keine oder nur eine sehr geringe Steifigkeit über einen großen Bereich der rotatorischen Relativbewegung auf. Insofern kann auch bei zu einem gewissen Grad flexiblen Trocknermodulen von Freiheitsgraden zwischen den Trocknermodulen gesprochen werden, wobei insbesondere der Begriff des Freiheitsgrads verwendet wird, als ob es sich bei den Trocknermodulen um starre Körper handeln würde. Die – typischerweise geringe – Verformbarkeit der Trocknermodule in sich soll für die vorliegende Erfindung nicht als ein Freiheitsgrad zwischen zwei Trocknermodulen angesehen werden. Stattdessen sollen auch deformierbare oder deformierte Trocknermodule für die Betrachtung der Freiheitsgrade zwischen den Trocknermodulen als starre Körper angesehen werden. Dabei kann insbesondere auf deren unverformten Zustand abgestellt werden, um die rotatorischen Relativbewegungen zu betrachten. Die Trocknungsvorrichtung kann insofern als ein flexibles Mehrkörpersystem angesehen werden, wobei die erfindungsgemäß vorgesehenen rotatorischen Freiheitsgrade zwischen den Trocknermodulen rotatorischen Freiheitsgraden der Starrkörperbewegung entsprechen, wohingegen Freiheitsgrade der Verformung der Körper in sich für die vorliegende Erfindung nicht betrachtet werden sollen.

Die Formulierungen "Entfernen von Wasser aus dem Fluid" und "Trocknen des Fluids" werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung synonym gebraucht. Das zu trocknende Fluid ist typischerweise eine Flüssigkeit, die auch im "trockenen", d.h. wasserfreien, Zustand, im flüssigen Aggregatzustand vorliegt.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Trocknungsvorrichtung wenigstens drei Trocknermittel enthaltende Trocknermodule aufweist, und dass eine erste Schwenkachse zwischen dem ersten Trocknermodul und dem unmittelbar darauffolgenden Trocknermodul nicht parallel zu einer zweiten Schwenkachse zwischen dem letzten Trocknermodul und dem unmittelbar vorhergehenden Trocknermodul ausgerichtet ist. Auf diese Weise können die zumindest zwei rotatorischen Freiheitsgrade des letzten Trocknermoduls gegenüber dem ersten Trocknermodul besonders einfach eingerichtet werden. Insbesondere kann die erste Schwenkachse senkrecht zu der zweiten Schwenkachse ausgerichtet sein. Die Trocknungsvorrichtung kann mehr als drei Trocknermodule aufweisen. Vorzugsweise sind dann Schwenkachsen zwischen jeweils unmittelbar aufeinanderfolgenden

den Trocknermodulen ausgebildet, wobei die jeweils aufeinanderfolgenden Schwenkachsen nicht parallel, insbesondere senkrecht, zueinander ausgerichtet sind. Auf diese Weise kann eine besonders flexible Trocknungsvorrichtung erhalten werden.

5 Bei einer Trocknungsvorrichtung mit wenigstens drei Trocknermodulen können zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Trocknermodule genau einen rotatorischen Freiheitsgrad relativ zueinander besitzen. Dies vereinfacht den Aufbau der Trocknungsvorrichtung weiter.

10 Zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Trocknermodule können wenigstens zwei, vorzugsweise drei, rotatorische Freiheitsgrade relativ zueinander besitzen. Dadurch wird die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Trocknungsvorrichtung weiter erhöht. Eine Umhüllung aller Trocknermodule kann einstückig ausgebildet sein, wobei die Umhüllung im Bereich eines jeden der Trocknermodule zumindest abschnittsweise von dem Fluid
15 durchströmbar ist. Für eine gelenkige Verbindung mit zwei oder drei Freiheitsgraden zwischen zwei benachbarten Trocknermodulen kann die einstückige Umhüllung zwischen diesen Trocknermodulen näherungsweise punktförmig zusammengezogen, beispielsweise zusammengeschnürt, sein.

20 Zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Trocknermodule können durch ein Kugelgelenk miteinander verbunden sind. Weiterhin kann der Anschlusskopf mit dem ersten Trocknermodul mittels eines Kugelgelenks verbunden sein. Auf diese Weise wird für eine weiter gesteigerte Flexibilität der Trocknungsvorrichtung ein dritter rotatorischer Freiheitsgrad zwischen den unmittelbar aufeinanderfolgenden Trocknermodulen eingerichtet. Ferner können Kugelgelenke einfach hergestellt werden. Die Trocknungsvorrichtung kann
25 rationell gefertigt werden, insbesondere im Hinblick auf das Zusammenfügen der Trocknermodule.

Zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Trocknermodule können miteinander verbunden
30 sein, indem ein Hakenelement eines der Trocknermodule in ein Ösenelement des anderen Trocknermoduls eingreift. Auf diese Weise können besonders einfach zwei rotatorische Freiheitsgrade zwischen unmittelbar aufeinanderfolgenden Trocknermodulen eingerichtet werden. Weiterhin können Anschlusskopf und erstes Trocknermodul über ein Hakenelement und ein Ösenelement gekoppelt sein.

Besonderes bevorzugt ist vorgesehen, dass ein jedes der Trocknermodule einenends ein erstes Verbindungselement und anderenends ein zweites Verbindungselement aufweist, wobei jeweils das erste und das zweite Verbindungselement zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Trocknermodule miteinander zusammenwirken. Auf diese Weise kann die Trocknungsvorrichtung einfach auf die Größe des zur Verfügung stehenden Bauraums angepasst werden, indem entsprechend viele, jeweils zueinander gleiche Trocknermodule zur Trocknungsvorrichtung zusammengefügt werden. Die ersten und zweiten Verbindungselemente können vorteilhaft beispielsweise als Kugelköpfe bzw. Gelenkpfannen eines Kugelgelenks oder als Haken- bzw. Ösenelemente ausgebildet sein.

Besonders bevorzugt ist auch eine Trocknungsvorrichtung, bei der eine Umhüllung aller Trocknermodule einstückig ausgebildet ist. Dies erlaubt eine besonders einfache Fertigung der Trocknungsvorrichtung. Die Umhüllung ist im Bereich eines jeden der Trocknermodule zumindest abschnittsweise von dem Fluid durchströmbar. Vorzugsweise ist die gelenkige Verbindung zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Trocknermodulen als ein Filmscharnier in der Umhüllung ausgebildet. Ein solches Filmscharnier kann auf rationelle Weise gefertigt werden. Zudem bildet das Filmscharnier eine Trennung zwischen jeweils benachbarten Trocknermodulen aus. Die Umhüllung der Trocknermodule kann beispielsweise ein Filtermedium, ein Siebgewebe und/oder ein Vliesmaterial, z.B. ein Non-woven, ein Spunbond und/oder ein Meltblown aufweisen. Die Achsen der Filmscharniere zweier benachbarter Trocknermodule können um jeweils 90° versetzt zueinander ausgebildet sein. Auf diese Weise besitzen bei mindestens drei Trocknermodulen das erste und das letzte Trocknermodul zwei rotatorische Freiheitsgrade relativ zueinander.

Die einstückige Umhüllung kann aus einem Schlauch gefertigt sein, dessen Schlauchwand im Bereich der gelenkigen Verbindung zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Trocknermodulen entlang der Schwenkachse zwischen diesen Trocknermodulen zusammengezogen ist. Dies erlaubt eine rationelle Fertigung. Insbesondere können ohne größere Anpassungen Trocknungsvorrichtungen mit unterschiedlich vielen Trocknermodulen hergestellt werden. Gegenüberliegende Abschnitte der Schlauchwand können entlang der jeweiligen Schwenkachsen stoffschlüssig miteinander verbunden sein. Insbesondere können die gegenüberliegenden Abschnitte der Schlauchwand entlang der jeweiligen Schwenkachse miteinander verschweißt oder verklebt sind. Alternativ können

die gegenüberliegenden Abschnitte der Schlauchwand entlang der jeweiligen Schwenkachse miteinander vernäht sein.

Das Trockenmittel kann ein Adsorbiermaterial aufweisen. Vorteilhaft kann das Trockenmittel ein Molekularsieb, vorzugsweise ein Zeolith-Molekularsieb, aufweisen. Silikagele eignen sich insbesondere zur Trocknung von Luft und von Fluiden mit hohen Konzentrationen von gelöstem Wasser. Molekularsiebe werden vorteilhaft bei niedrigeren Konzentrationen von gelöstem Wasser in dem Fluid eingesetzt. Silikagele können durch Farbumschlag eine Erschöpfung der Wasseraufnahmekapazität anzeigen. Hierzu können als Farbindikator beispielsweise Kobaltchlorit und/ oder Methylviolett (Oranegel) verwendet werden. Das Adsorbiermaterial kann ein Gerüstsilikat aufweisen. Das Trockenmittel kann verschiedene Typen von Zeolith-Molekularsieben aufweisen. Das Trockenmittel kann natürliche oder synthetische Zeolithe aufweisen. Silikagel (Kieselgel) kann in Form von Aluminosilikat vorliegen. Das Trockenmittel kann Bentonit/Tonminerale aufweisen, beispielsweise enthaltend Aluminiumoxid, Calciumsulfat, Kaliumcarbonat; vorgenannte Trockenmittel sind regenerierbar. Ebenso kann das Trockenmittel nicht regenerierbare Bentonite/Tonminerale aufweisen, beispielsweise enthaltend Calcium, Calciumhydrid, Calciumoxid, Calciumsulfat, Kaliumhydroxid, Kupfersulfat, Lithiumaluminiumhydrid und/oder Natriumhydroxid.

Die Molekularsiebe zur Adsorption von Wasser weisen typischerweise eine Maschenweite (Porengröße) von 3 bis 4 Angström auf. Die Silikagele können eine durchschnittliche Porengröße von 25 nm oder 65 nm aufweisen.

Das Trockenmittel, insbesondere in Form von Zeolith-Molekularsieben, kann als Pulver, beispielsweise mit einer mittleren Partikelgröße von 5 µm bis 10 µm (Zeolith-Reinform) vorliegen. Alternativ oder zusätzlich kann das Trockenmittel, insbesondere in Form von Zeolith-Molekularsieben, in Perlenform (z.B. 0,1 mm bis 50 mm Durchmesser), in Stangenform, als Hohlfasermembrane, als Mischung aus Polymer und Trockenmittel, in Pressformen, als Vollkörper und/oder als Formkörper (insbesondere aus Verbundwerkstoff), vorzugsweise mit einer Schwamm- oder Wabenstruktur, vorliegen.

Es kann vorgesehen sein, dass das erste Trocknermodul ein erstes Trockenmittel enthält und dass das letzte Trocknermodul ein zweites Trockenmittel enthält. Das erste Trock-

nermodul enthält mithin ein anderes Trockenmittel als das letzte Trocknermodul. Vorzugsweise weist das erste Trocknermodul ein Adsorbiermaterial zur Adsorption von Wasser aus Luft, z.B. ein Silikagel, und das letzte Trocknermodul ein Molekularsieb, z.B. ein Zeolith-Molekularsieb, auf. Vorteilhaft taucht bei der Verwendung der Trocknungsvorrichtung das letzte Trocknermodul, vorzugsweise ein Molekularsieb enthaltend, in das zu trocknende Fluid ein, während das erste Trocknermodul, vorzugsweise ein Silikagel enthaltend, in einem Luftraum oberhalb des Fluids angeordnet ist. Auf diese Weise kann gleichzeitig die Luft oberhalb des Fluids getrocknet (entfeuchtet) werden und es kann das Fluid selbst getrocknet werden.

Die Trocknungsvorrichtung weist einen Anschlusskopf auf, der an einer Gehäusewand einer Einrichtung zur Aufnahme des Fluids befestigbar ist, vorzugsweise lösbar befestigbar ist. Mittels des Anschlusskopfs kann die Trocknungsvorrichtung an einer geeigneten Stelle an der Gehäusewand befestigt werden. Insbesondere kann der Anschlusskopf für eine Befestigung in einer Öffnung in der Gehäusewand ausgebildet sein. Insbesondere kann der Anschlusskopf in die Öffnung der Gehäusewand einschraubbar sein. Der Anschlusskopf kann hierzu ein Außengewinde aufweisen. An dem Anschlusskopf kann ein Dichtelement angeordnet sein, insbesondere wobei das Dichtelement einen O-Ring, eine Formdichtung und/oder eine Flachdichtung aufweist. Das Dichtelement kann alternativ oder zusätzlich eine Dichtlippe aufweisen. Das Dichtelement kann als eine Zwei-Komponenten-Dichtung ausgebildet sein. Typischerweise ist das Dichtelement an dem Anschlusskopf formschlüssig gehalten, beispielsweise in einer Nut, so dass es mit der Trocknerkartusche ausgetauscht werden kann. Alternativ kann das Dichtelement an den Anschlusskopf angespritzt sein. Der Anschlusskopf kann eine Anschlussöffnung aufweisen, durch welche Fluid zu den Trocknermodulen geleitet werden kann. Vorteilhaft können der Anschlusskopf und das oberste Trocknermodul Mittel zum lösbaren Verbinden der Trocknermodule mit dem Anschlusskopf aufweisen. Insbesondere ist die Verbindung drehbar ausgestaltet, beispielsweise in Form von Haken und Öse oder mit Elementen eines Kugelgelenks. Diese Ausgestaltung ermöglicht die Herstellung eines rotatorischen Freiheitsgrades zwischen Anschlusskopf und oberstem Trocknermodul.

In den Rahmen der vorliegenden Erfindung fällt auch ein Trocknungssystem zum Entfernen von Wasser aus einem Fluid, insbesondere Öl. Das Trocknungssystem weist eine

oben beschriebene Trocknungsvorrichtung und eine Einrichtung, in der das Fluid aufgenommen ist, auf. Das Fluid ist ein elektrisch nicht leitendes Isolieröl, insbesondere wobei das Isolieröl ein Polyol-Ester-Öl und/oder ein Polyalphaolefin enthält. Bei Isolierölen ist eine Entfernung des gelösten bzw. freien Wassers besonders wichtig, um die Isoliereigenschaften des Isolieröls zu bewahren. Isolieröle finden beispielsweise in elektrischen Anlagen wie Transformatoren, Kondensatoren und/oder Batterien/Akkumulatoren Anwendung. Das Isolieröl kann gleichzeitig zur Wärmeabfuhr als Kühlöl wirken.

Das Fluid eines solchen Trocknungssystems kann alternativ oder zusätzlich einen Dialkohol enthalten. Das Fluid kann weiterhin ein Kältemittel sein, beispielsweise halogenisierter oder nicht-halogenisierter Kohlenwasserstoff, insbesondere Fluorkohlenwasserstoff, oder Hydrofluorether.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Trocknungssystem zum Entfernen von Wasser aus einem Fluid, insbesondere Öl, das eine oben beschriebene Trocknungsvorrichtung und eine Einrichtung zur Aufnahme des Fluids aufweist. Die Einrichtung zur Aufnahme des Fluids kann eine Verbrennungskraftmaschine, einen Elektromotor, ein Getriebe und/oder eine Bremsanlage aufweisen. Die Einrichtung zur Aufnahme des Fluids weist eine Brennstoffzelle, einen Transformator oder einen Akkumulator auf. Bei diesen Einrichtungen ist eine Trocknung des Fluids in der Einrichtung besonders wichtig. Die vorgenannten Vorrichtungen können beispielsweise Teil eines Kraftfahrzeugs sein oder anderweitig mobil ausgestaltet sein. Die Einrichtung zur Aufnahme des Fluids kann eine Lokomotive oder einen Triebwagen aufweisen. Die Einrichtung zur Aufnahme des Fluids kann eine Pufferbatterie aufweisen, die beispielsweise zum Zwischenspeichern von regenerativ erzeugter elektrischer Energie und deren Abgabe in ein Stromnetz dienen kann. Das Fluid ist typischerweise eine Kühlflüssigkeit, insbesondere ein Kühlöl oder ein Kältemittel. Das Fluid kann gleichzeitig elektrisch isolierende Eigenschaften eines Isolieröls aufweisen.

Schließlich betrifft die Erfindung ein Trocknungssystem zum Entfernen von freiem oder gelöstem Wasser aus einem Fluid, insbesondere Öl, aufweisend eine Trocknungsvorrichtung mit wenigstens zwei Trockenmittel enthaltenden Trocknermodulen, die gelenkig miteinander verbunden sind, und weiterhin aufweisend eine Einrichtung, in der das Fluid aufgenommen ist. Wenigstens eines der Trocknermodule ist in das Fluid eingetaucht,

und ein anderes der Trocknermodule ist in einem Luftraum oberhalb des Fluids angeordnet. Auf diese Weise kann gleichzeitig die Luft oberhalb des Fluids getrocknet (entfeuchtet) werden und es kann das Fluid selbst getrocknet werden. Hierzu weist das Trocknungssystem vorzugsweise zwei unterschiedliche Trockenmittel auf. Typischerweise enthält das Trocknermodul, das nicht in das Fluid eingetaucht ist, ein Silikagel. Das Trocknermodul, das in das Fluid eingetaucht ist, enthält ein poröses kristallines Adsorbiermaterial zum Adsorbieren von Wasser, typischerweise ein Molekularsieb, insbesondere ein Zeolith-Molekularsieb. Wenn die Trocknungsvorrichtung mehr als zwei Trocknermodule aufweist, sind typischerweise wenigstens zwei Trocknermodule in das Fluid eingetaucht. Insbesondere können vorteilhaft ca. zwei Drittel der Trocknermodule, vorzugsweise jeweils ein Molekularsieb, insbesondere ein Zeolith-Molekularsieb, enthaltend, in das Fluid eingetaucht sein und ein Drittel der Trocknermodule, vorzugsweise jeweils ein Silikagel enthaltend, kann in dem Luftraum über dem Fluid angeordnet sein.

Die Trocknungssysteme können jeweils einen Feuchtigkeitssensor, insbesondere einen kapazitiven Feuchtigkeitssensor, aufweisen. Dieser kann die Feuchtigkeit (den Wassergehalt) des Fluids messen. Dadurch kann erkannt werden, wenn die Wasseraufnahmefähigkeit (Wasseraufnahmekapazität) des Trockenmittels erschöpft ist und eine ausreichende Trocknung des Fluids nicht mehr erfolgt. Alternativ oder zusätzlich kann das Trocknungssystem ein Schauglas aufweisen, in welchem ein Farbumschlag stattfindet, wenn der Wassergehalt des Fluids einen Grenzwert überschreitet.

Die verschiedenen Aspekte der zuvor beschriebenen Trocknungssysteme können jeweils miteinander kombiniert werden.

Die Trocknungsvorrichtung kann Teil eines Thermomanagement-Moduls sein. Das Modul weist auf: einen Behälter, insbesondere Ausgleichsbehälter, zur Aufnahme der Flüssigkeit, eine Trocknungsvorrichtung, welche in den Behälter eingebracht ist, mindestens einen Filter oder Sieb, eine Pumpe, mindestens einen Sensor zur Bestimmung mindestens einer Prozessgröße, beispielsweise Temperatur und/oder Feuchte und/oder Druck, und einen Kühler. Das Modul kann mit verschiedenartigen Verbrauchern gekoppelt sein, beispielsweise einem Getriebe, einer Batterie, einem Akkumulator, Transformator, Elektromotor, einer Verbrennungskraftmaschine, einer Bremsanlage oder Leistungselektronik.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, aus den Patentansprüchen sowie anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungsgemäße Einzelheiten zeigen. Die zuvor genannten und noch weiter ausgeführten Merkmale können je einzeln
5 für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen bei Varianten der Erfindung verwirklicht sein. Die in der Zeichnung gezeigten Merkmale sind derart dargestellt, dass die erfindungsgemäßen Besonderheiten deutlich sichtbar gemacht werden können.

In der Zeichnung zeigen:

- 10 Fig. 1a eine Trocknungsvorrichtung mit vier über Haken- und Ösenelemente miteinander verbundenen Trocknermodulen, in einer schematischen, perspektivischen Ansicht;
- Fig. 1b die Trocknungsvorrichtung von Fig. 1a in einer schematischen Seitenansicht;
- Fig. 2a eine Trocknungsvorrichtung mit vier über Kugelgelenke miteinander verbundenen Trocknermodulen, in einer schematischen, perspektivischen Ansicht;
- 15 Fig. 2b die Trocknungsvorrichtung von Fig. 2a in einer schematischen Seitenansicht;
- Fig. 3 eine Trocknungsvorrichtung mit vier Trocknermodulen, die eine insgesamt einstückige Umhüllung aufweisen, wobei zwischen benachbarten Trocknermodulen Filmscharniere in der Umhüllung ausgebildet sind, in einer schematischen, perspektivischen Ansicht;
- 20 Fig. 4 ein Trocknungssystem mit einer Trocknungsvorrichtung mit fünf Trocknermodulen, von denen vier in ein Fluid eingetaucht sind, in einer schematischen Seitenansicht.

Ausführungsform der Erfindung

- 25 **Fig. 1a** zeigt eine Trocknungsvorrichtung **10a** in einer perspektivischen Ansicht. In **Fig. 1b** ist die Trocknungsvorrichtung 10a von Fig. 1a in einer Seitenansicht dargestellt. Die Trocknungsvorrichtung 10a dient zum Entfernen von Wasser aus einem Fluid, das vorzugsweise in Form von Öl vorliegt. Die Trocknungsvorrichtung 10a weist vier Trocknermodule **12a-12d** auf. Die Trocknermodule 12a-12d enthalten jeweils ein nicht näher
30 dargestelltes Trockenmittel. Das Trockenmittel ist hier jeweils ein Zeolith-Molekularsieb. Alternativ kann insbesondere das Trocknermodul 12a für den Fall, dass es im Betrieb in einem in der Regel mit Luft gefüllten Raum oberhalb der Flüssigkeit angeordnet ist, zum Entfernen von Wasser aus der Luft ein Silikagel als Trockenmittel enthalten.

Die Trocknermodule 12a-12d sind jeweils gelenkig miteinander verbunden. Hierzu weist ein jedes der Trocknermodul 12a-12d oberenends ein Hakenelement **14** und unterenends ein Ösenelement **16** auf. Mithin weist jedes der Trocknermodule 12a-12d einenends ein jeweils gleichartiges, erstes Verbindungselement **15** und anderenends ein wiederum
5 unter den Trocknermodulen 12a-12d jeweils gleichartiges, zweites Verbindungselement **17** auf. Ein erstes Verbindungselement 15 ist jeweils mit einem zweiten Verbindungselement 17 koppelbar, um eine gelenkige Verbindung der jeweils gekoppelten Trocknermodule 12a-12d einzurichten. Hier greift in das Ösenelement 16 eines der Trocknermodule 12a-12c jeweils das Hakenelement 14 des unmittelbar darunter angeordneten Trocknermoduls 12b-12d ein. Auf diese Weise ist eingerichtet, dass zwei unmittelbar benachbarte
10 Trocknermodule 12a-12d jeweils zwei rotatorische Freiheitsgrade relativ zueinander besitzen. Insbesondere besitzt das letzte Trocknermodul 12d gegenüber dem ersten Trocknermodul 12a zumindest zwei rotatorische Freiheitsgrade.

Die Hakenelemente 14 und die Ösenelemente 16 sind hier jeweils an ober- bzw. unterseitigen Leisten **18** der Trocknermodule 12a-12d ausgebildet. Ein Gehäusekörper **20** der Trocknermodule 12a-12d bildet jeweils eine starre Umhüllung **22** aus. Die durch den Gehäusekörper 20 gebildete Umhüllung 22 ist von dem Fluid durchströmbar. Die Umhüllung 22 ist mit anderen Worten für das Fluid durchlässig. Hier ist der Gehäusekörper 20 als
20 ein gitterförmiger Kunststoffkäfig ausgebildet. Eine Maschenweite des gitterförmigen Kunststoffkäfigs ist so klein gewählt, hier ca. 100µm, dass das Trockenmittel in den Trockenmodulen 12a-12d zurückgehalten wird. In einer nicht näher dargestellten Ausführungsform kann innen- und/oder außenseitig an dem Gehäusekörper 20 ein Filtermedium mit einer nochmals kleineren Porengröße von beispielsweise ca. 20 µm angeordnet sein.
25 Das Filtermedium kann auch Abrieb und/oder Bruchstücke des Trockenmittels zuverlässig zurückhalten.

Zur Ausbildung der Leisten 18 ist der Kunststoffkäfig des Gehäusekörpers 20 entlang der Leisten zusammengedrückt und gegenüberliegende Wandabschnitte sind miteinander
30 verschweißt. Den rotatorischen Freiheitsgraden zwischen benachbarten Trocknermodulen 12a-21d zuordenbare Schwenkachsen **23a**, **23b** können hier parallel zu den Leisten 18 der jeweiligen Trocknermodule 12a-12d durch die gekoppelten Haken- und Ösenelemente 14, 16 verlaufen.

Die Trocknungsvorrichtung 10a weist hier ferner einen Anschlusskopf **24** auf. Mittels des Anschlusskopfes 24 ist die Trocknungsvorrichtung 10a an einer Gehäusewand einer nicht dargestellten Einrichtung zur Aufnahme des Fluids befestigbar. Der Anschlusskopf 24 ist hier mit einem Außengewinde **26** versehen. Mit dem Außengewinde 26 kann der Anschlusskopf 24 in ein korrespondierendes Innengewinde einer Öffnung in der Gehäusewand eingeschraubt werden (nicht dargestellt). Dies ermöglicht ein einfaches und schnelles Befestigen bzw. Austauschen der Trocknungsvorrichtung 10a. Oberhalb des Außengewindes 26 kann ein Dichtelement **28**, hier ein O-Ring, an dem Anschlusskopf 24 angeordnet sein. Der Anschlusskopf 24 weist zur Aufnahme des Dichtelements 28 eine Nut **30** auf, in der das Dichtelement 28 gehalten ist.

In einer nicht näher dargestellten Weiterbildung kann der Anschlusskopf 24 eine Anschlussöffnung aufweisen. Durch die Anschlussöffnung kann das Fluid zu den Trocknermodulen 12a-12d der Trocknungsvorrichtung 10a hin bzw. von den Trocknermodulen 12a-12d weg geleitet werden. Dadurch kann eine gezielte Anströmung der Trocknermodule 12a-12d erfolgen. Dies kann die Trocknungsleistung der Trocknungsvorrichtung 10a weiter verbessern. Die Anschlussöffnung könnte hier als eine Durchgangsausnehmung in dem Anschlusskopf 24 ausgeführt sein, wobei die Durchgangsausnehmung vorzugsweise parallel, insbesondere koaxial, zu dem Außengewinde 26 angeordnet sein kann.

Der Anschlusskopf 24 weist ein Befestigungselement **32**. Das Befestigungselement 32 dient zur Verbindung des ersten Trocknermoduls 12a mit dem Anschlusskopf 24. Das Befestigungselement 32 ist hier als eine Öse ausgebildet. Die Öse des Anschlusskopfes 24 ist vorzugsweise gleichartig zu den Ösenelementen 16 der Trocknermodule 12a-12d ausgebildet. Das Hakenelement 14 des ersten Trocknermoduls 12a greift hier in das als Öse ausgebildete Befestigungselement 32 ein. Dadurch ist das Trocknermodul 12a gelenkig mit dem Anschlusskopf 24 verbunden. Insbesondere besitzt das Trocknermodul 12a gegenüber dem Anschlusskopf 24 zwei rotatorische Freiheitsgrade.

Fig. 2a zeigt eine Trocknungsvorrichtung **10b** in einer perspektivischen Ansicht. In **Fig. 2b** ist die Trocknungsvorrichtung 10b von Fig. 2a in einer Seitenansicht dargestellt. Die Trocknungsvorrichtung 10b dient zum Entfernen von Wasser aus einem Fluid, das vorzugsweise in Form von Öl vorliegt. Die Trocknungsvorrichtung 10b weist vier Trocknermodule 12a-12d auf. Die Trocknermodule 12a-12d enthalten jeweils ein nicht näher

dargestelltes Trockenmittel. Das Trockenmittel ist hier jeweils ein Zeolith-Molekularsieb. Alternativ kann insbesondere das Trocknermodul 12a, für den Fall, dass es im Betrieb in einem in der Regel mit Luft gefüllten Raum oberhalb der Flüssigkeit angeordnet ist, zum Entfernen von Wasser aus der Luft ein Silikagel als Trockenmittel enthalten.

5

Die Trocknermodule 12a-12d sind jeweils gelenkig miteinander verbunden. Hierzu ist zwischen zwei unmittelbar benachbarten Trocknermodulen 12a-12d jeweils ein Kugelgelenk **34** vorgesehen. Durch die Verbindung über das Kugelgelenk 34 weisen benachbarte Trocknermodule 12a-12d jeweils drei rotatorische Freiheitsgrade relativ zueinander auf. Insbesondere besitzt das letzte Trocknermodul 12d gegenüber dem ersten Trocknermodul 12a drei rotatorische Freiheitsgrade.

10

Die Kugelgelenke 34 werden jeweils durch einen Kugelkopf **36** und eine Gelenkpfanne **38** gebildet. Der Kugelkopf 36 und die Gelenkpfanne 38 sind jeweils einseitig bzw. anderenfalls als erste bzw. zweite Verbindungselemente 15, 17 an den Trocknermodulen 12a-12d angeordnet. Die Gelenkpfannen 38 sind hier jeweils von ihrem freien Ende aus geschlitzt ausgebildet, um das Einfügen (Einrasten) des zugeordneten Kugelkopfs 36 zu erleichtern. Im montierten Zustand sind die Kugelköpfe 36 jeweils formschlüssig in den Gelenkpfannen 38 gehalten.

20

Die ersten und zweiten Befestigungselemente 15 und 17 sind bei der Trocknungsvorrichtung 10b an ober- bzw. unterseitigen Leisten 18 der Trocknermodule 12a-12d angeordnet. Die Leisten 18 bilden jeweils einen ober- bzw. unterseitigen Abschluss einer Umhüllung 22 der Trocknermodule 12a-12d. Die Umhüllung 22 ist hier durch einen starren Gehäusekörper 20, beispielsweise aus einem perforierten Kunststoffmaterial, gebildet. Alternativ kann die Umhüllung 22 aus einem, insbesondere flexiblen, Vliesmaterial gebildet sein, das mit den Leisten 18 verbunden ist (nicht näher dargestellt).

25

Die Trocknungsvorrichtung 10b weist einen Anschlusskopf 24 auf. An dem Anschlusskopf 24 ist das erste Trocknermodul 12a befestigt. Hier ist das Trocknermodul 12a gelenkig an dem Anschlusskopf 24 befestigt. Der Anschlusskopf 24 weist ein Befestigungselement 32 in Form einer Gelenkpfanne auf, in die der Kugelkopf 36 des Trocknermoduls 12a eingreift. Dadurch besitzt das Trocknermodul 12a gegenüber dem Anschlusskopf 24

30

drei rotatorische Freiheitsgrade. Im Übrigen entspricht der Anschlusskopf 24 der Trocknungsvorrichtung 10b dem Anschlusskopf 24 der Trocknungsvorrichtung 10a von Fig. 1a, 1b.

5 **Fig. 3** zeigt ein eine Trocknungsvorrichtung **10c** in einer perspektivischen Ansicht. Die Trocknungsvorrichtung 10c dient zum Entfernen von Wasser aus einem Fluid, das vorzugsweise in Form von Öl vorliegt. Die Trocknungsvorrichtung 10c weist fünf Trocknermodule **12a-12e** auf. Die Trocknermodule 12a-12e enthalten jeweils ein nicht näher dargestelltes Trockenmittel. Das Trockenmittel ist hier jeweils ein Zeolith-Molekularsieb. Alternativ dazu kann insbesondere das Trocknermodul 12a für den Fall, dass es im Betrieb
10 in einem in der Regel mit Luft gefüllten Raum oberhalb der Flüssigkeit angeordnet ist, zum Entfernen von Wasser aus der Luft ein Silicagel als Trockenmittel enthalten.

Die Trocknermodule 12a-12e sind jeweils gelenkig miteinander verbunden. Hier weisen
15 zwei unmittelbar zueinander benachbarte Trocknermodule 12a-12e jeweils genau einen rotatorischen Freiheitsgrad relativ zueinander auf. Diesem rotatorischen Freiheitsgrad ist jeweils eine Schwenkachse **40a-40d** zwischen zwei benachbarten Trocknermodulen 12a-12e zugeordnet. Unmittelbar aufeinanderfolgende Schwenkachsen 40a-40d verlaufen nicht parallel, sondern hier senkrecht zueinander. Insbesondere verläuft die
20 Schwenkachse 40a zwischen dem ersten Trocknermodul 12a und dem unmittelbar darauffolgenden Trocknermodul 12b hier senkrecht zu der Schwenkachse 40d zwischen dem letzten Trocknermodul 12e und dem unmittelbar vorhergehenden Trocknermodul 12d. Es sei angemerkt, dass sich an das letzte Trocknermodul 12e noch ein oder mehrere weitere Trocknermodule anschließen können (nicht dargestellt). Das "letzte" Trocknermodul 12e ist dann nicht das im Wortsinne letzte Trocknermodul der Trocknungsvorrichtung. Es könnte in diesem Sinne vorliegend auch das Trocknermodul 12c als das letzte
25 Trocknermodul der Trocknungsvorrichtung 12c bezeichnet werden.

Eine Umhüllung **42** aller Trocknermodule 12a-12e ist hier einstückig ausgebildet. Die Umhüllung 42 wird durch einen Schlauch **44** mit einer von dem Fluid durchströmbaren Schlauchwand **46** gebildet. Die gelenkige Verbindung zwischen benachbarten Trocknermodulen 12a-12e als ein Filmscharnier **48** in der Umhüllung 42 ausgebildet. Zur Ausbildung des Filmscharniers 48 ist die Schlauchwand 46 im Bereich der jeweiligen Schwenk-
30

achse 40a-40d zusammengezogen und gegenüberliegende Abschnitte der Schlauchwand 46 sind entlang der jeweiligen Schwenkachse 40a-40d miteinander verbunden, hier miteinander verschweißt, insbesondere durch eine Ultraschallverfahren miteinander verschmolzen. Durch die die Filmscharniere 46 bildenden Schweißnähte sind jeweils die
5 Innenräume benachbarter Trocknermodule 12a-12e voneinander getrennt.

Der Schlauch 44 ist hier aus einem flexiblen Filtermedium gefertigt. Das Filtermedium ist vorzugsweise ein zellulosefreies, synthetisches Filtermedium. Die einzelnen Trocknermodule 12a-12e sind daher in sich nicht starr, sondern besitzen eine gewisse Verformbarkeit. Die Verformbarkeit der Trocknermodule 12a-12e in sich ist jedoch im Verhältnis
10 zur Verschwenkbarkeit der Trocknermodule 12a-12e gegeneinander gering.

Die Trocknungsvorrichtung 12c weist einen Anschlusskopf 24 auf. Das Trocknermodul 12a ist gelenkig an dem Anschlusskopf 24 befestigt. Hierzu kann der Anschlusskopf 24
15 ein Befestigungselement in Form einer Öse aufweisen, vgl. Fig. 1b. An dem ersten Trocknermodul 12a kann entsprechend ein Koppellement, hier ein Haken zum Eingreifen in die Öse, ausgebildet sein. Das Koppellement kann einstückig mit der Umhüllung 42 ausgebildet sein. Vorzugsweise ist das Koppellement als ein von der Umhüllung 42 separates Bauteil ausgebildet und mit der Umhüllung verbunden, beispielsweise an die Umhüllung 42 angeschweißt oder angeklebt.
20

Fig. 4 zeigt ein Trocknungssystem **50**. Das Trocknungssystem 50 weist eine Trocknungsvorrichtung 10d auf. Die Trocknungsvorrichtung 10d weist fünf Trocknermodule 12a-12e auf. Die Trocknermodule 12a-12e sind jeweils gelenkig miteinander verbunden. Eine Umhüllung 42 der Trocknungsvorrichtung 10d ist wie bei der Trocknungsvorrichtung 10c von
25 Fig. 3 insgesamt einstückig ausgebildet. Hier sind die Schwenkachsen zwischen benachbarten Trocknermodulen 12a-12e jeweils parallel zueinander verlaufend als Filmscharniere 48 in der Umhüllung 42 ausgebildet. Alternativ kann das Trocknungssystem 50 eine Trocknungsvorrichtung 10a, 10b oder 10c aufweisen, wie sie oben beschrieben wurden und in den Figuren 1a bis 3 gezeigt sind.
30

Das Trocknungssystem 50 weist ferner eine Einrichtung **52** auf, in der ein Fluid **54** aufgenommen ist. Die Einrichtung 52, in der das Fluid 54 aufgenommen ist, ist hier nur abstrakt als ein Ausgleichstank dargestellt. Das Trocknungssystem 50 weist hier zusätzlich
35 zu dem Ausgleichstank und der Trocknungsvorrichtung 12d eine elektrische Einrichtung,

nämlich einen Akkumulator, auf (nicht näher dargestellt). Der Akkumulator dient als Pufferbatterie zum Zwischenspeichern von regenerativ erzeugter elektrischer Energie und deren Abgabe in ein Stromnetz, beispielsweise eines Wohnhauses. Das Fluid 54 ist hier ein elektrisch nicht leitendes Isolieröl, welches zur Kühlung der elektrischen Einrichtung, d.h. hier des Akkumulators, eingesetzt wird. Das Isolieröl kann insbesondere ein Polyester-Öl und/oder ein Polyalphaolefin enthalten. Die Trocknungsvorrichtung 10d dient zum Entfernen von Wasser, das als gelöstes und/oder freies Wasser in dem Fluid 54 enthalten sein kann.

Die Trocknungsvorrichtung 10d weist einen Anschlusskopf 24 auf. Der Anschlusskopf 24 ist in eine Öffnung in einer Gehäusewand **55** der Einrichtung 50 eingeschraubt (nur schematisch dargestellt). Mit dem Anschlusskopf 24 ist das Trocknermodul 12a gelenkig verbunden. Der Anschlusskopf 24 weist hierzu ein Befestigungselement 32 in Form eines Hakens auf, das mit einem Koppellement **56**, hier eine Öse, des ersten Trocknermoduls 12a zusammenwirkt; hier greift der Haken in die Öse ein. Im Übrigen kann der Anschlusskopf 24 wie zu Fig. 1a, 1b beschrieben ausgebildet sein.

Die Trocknermodule 12b-12e tauchen in das Fluid 54 ein. Sie enthalten als Trockenmittel zur Trocknung des Fluids 54 ein Zeolith-Molekularsieb. Das Trocknermodul 12a ist in einem Luftraum **58** oberhalb des Fluids 54 angeordnet. Der Fluidspiegel **60** befindet sich hier zwischen den Trocknermodulen 12a und 12b. Das Trocknermodul 12a enthält zur Trocknung der Luft ein Silikagel als Trockenmittel.

Ansprüche

1. Trocknungsvorrichtung (10a; 10b; 10c) zum Entfernen von Wasser zumindest aus einer Flüssigkeit (54), insbesondere Öl, mit einem Anschlusskopf (24), der an einer Gehäusewand (55) einer Einrichtung (52) zur Aufnahme der Flüssigkeit (54) befestigbar ist, vorzugsweise lösbar befestigbar ist, und mit wenigstens zwei Trockenmittel enthaltenden Trocknermodulen (12a-12e), die gelenkig miteinander verbunden sind, wobei ein letztes Trocknermodul (12d, 12e) gegenüber einem ersten Trocknermodul (12a) und/oder dem Anschlusskopf (24) wenigstens zwei rotatorische Freiheitsgrade besitzt.
2. Trocknungsvorrichtung (10c) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungsvorrichtung (10c) wenigstens drei Trockenmittel enthaltende Trocknermodule (12a-12e) aufweist, und dass eine erste Schwenkachse (40a) zwischen dem ersten Trocknermodul (12a) und dem unmittelbar darauffolgenden Trocknermodul (12b) nicht parallel zu einer zweiten Schwenkachse (40d) zwischen dem letzten Trocknermodul (12e) und dem unmittelbar vorhergehenden Trocknermodul (12d) ausgerichtet ist, insbesondere wobei die erste Schwenkachse (40a) senkrecht zu der zweiten Schwenkachse (40d) ausgerichtet ist.
3. Trocknungsvorrichtung (10c) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Trocknermodule genau einen rotatorischen Freiheitsgrad relativ zueinander besitzen.
4. Trocknungsvorrichtung (10a; 10b) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Trocknermodule (12a-12d) wenigstens zwei, vorzugsweise drei, rotatorische Freiheitsgrade relativ zueinander besitzen.
5. Trocknungsvorrichtung (10b) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Trocknermodule (12a-12d) durch ein Kugelgelenk (34) miteinander verbunden sind.
6. Trocknungsvorrichtung (10a) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Trocknermodule (12a-12d) miteinander verbunden sind, indem ein Hakenelement (14) eines der Trocknermodule (12a-12d)

in ein Ösenelement (16) des anderen Trocknermoduls (12a-12d) eingreift.

7. Trocknungsvorrichtung (10a; 10b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein jedes der Trocknermodule (12a-12d) einen ein erstes Verbindungselement (15) und anderenends ein zweites Verbindungselement (17) aufweist, wobei jeweils das erste und das zweite Verbindungselement (15,17) zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Trocknermodule (12a-12d) miteinander zusammenwirken.
5
8. Trocknungsvorrichtung (10c) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Umhüllung (42) aller Trocknermodule (12a-12e) einstückig ausgebildet ist, vorzugsweise wobei die gelenkige Verbindung zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Trocknermodulen (12a-12e) als ein Filmscharnier (48) in der Umhüllung (42) ausgebildet ist.
10
9. Trocknungsvorrichtung (10c) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Umhüllung (42) aus einem Schlauch (44) gefertigt ist, dessen Schlauchwand (46) im Bereich der gelenkigen Verbindung zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Trocknermodulen (12a-12e) entlang der Schwenkachse (40a-40d) zwischen diesen Trocknermodulen (12a-12e) zusammengezogen ist.
15
10. Trocknungsvorrichtung (10a; 10b; 10c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockenmittel ein kristallines poröses Adsorbiermaterial, insbesondere ein Molekularsieb, vorzugsweise ein Zeolith-Molekularsieb, aufweist.
20
11. Trocknungsvorrichtung (10a; 10b; 10c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Trocknermodul (12a) ein erstes Trockenmittel zum Entfernen von Wasser aus Luft enthält und das letzte Trocknermodul (12d; 12e) ein zweites Trockenmittel zum Entfernen von Wasser aus der Flüssigkeit enthält.
25
12. Trocknungssystem (50) zum Entfernen von Wasser zumindest aus einer Flüssigkeit (54), insbesondere Öl, aufweisend
 - eine Trocknungsvorrichtung (10a; 10b; 10c) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
 - und
 - eine Einrichtung (52), in der das Fluid (54) aufgenommen ist,
30

wobei das Fluid (54) ein Kältemittel oder Öl ist, insbesondere wobei das Öl ein elektrisch nicht leitendes Isolieröl ist und ein Polyol-Ester-Öl, ein Schmieröl, einen Dialkohol und/oder ein Polyalphaolefin enthält.

- 5 13. Trocknungssystem (50) zum Entfernen von Wasser zumindest aus einer Flüssigkeit (54), insbesondere Öl, aufweisend
- eine Trocknungsvorrichtung (10a; 10b; 10c) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, und
 - eine Einrichtung (52) zur Aufnahme des Fluids (54),
- 10 wobei die Einrichtung (52) zur Aufnahme des Fluids (54) einen Elektromotor, ein Getriebe, eine Brennstoffzelle, einen Transformator oder einen Akkumulator aufweist.
14. Trocknungssystem (50) zum Entfernen von Wasser zumindest aus einer Flüssigkeit (54), insbesondere Öl, aufweisend
- eine Trocknungsvorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) mit wenigstens zwei Trockenmittel enthaltenden Trocknermodulen (12a-12e), die gelenkig miteinander verbunden sind, und
 - eine Einrichtung (52), in der die Flüssigkeit (54) aufgenommen ist,
- 15 wobei die Trocknungsvorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) derart angeordnet ist, dass wenigstens eines der Trocknermodule (12b-12e) in die Flüssigkeit (54) eingetaucht ist und ein anderes der Trocknermodule (12a) in einem Luftraum (58) oberhalb der Flüssigkeit (54) angeordnet ist.
- 20
15. Verwendung einer Trocknungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in einem Thermomanagementmodul, insbesondere für ein Getriebe, einen Elektromotor, eine Verbrennungskraftmaschine, einen Transformator, einen Akkumulator,
- 25 eine Batterie oder eine Bremsanlage.

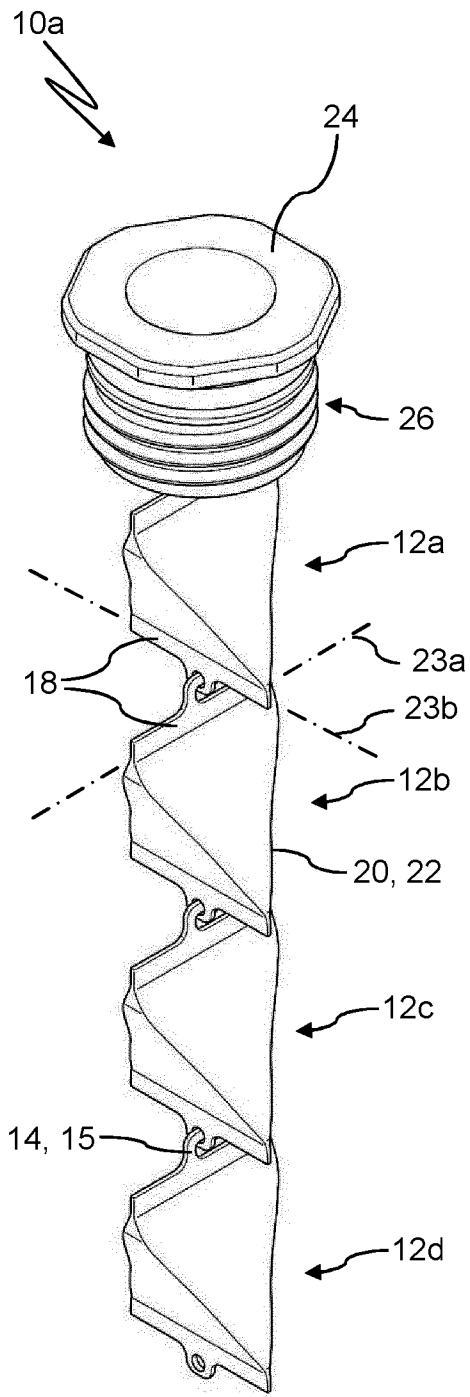


Fig. 1a

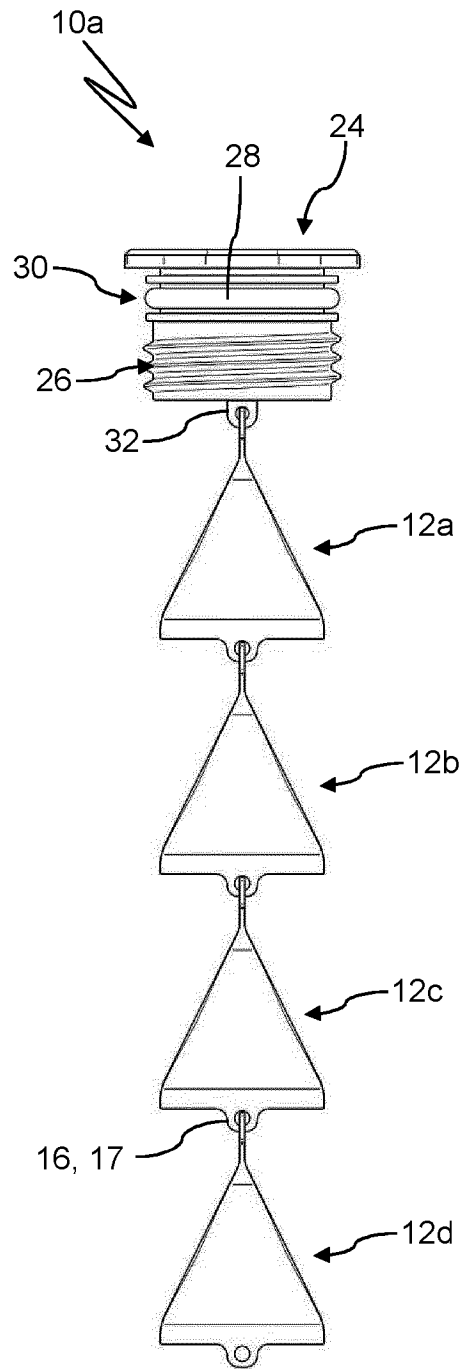


Fig. 1b

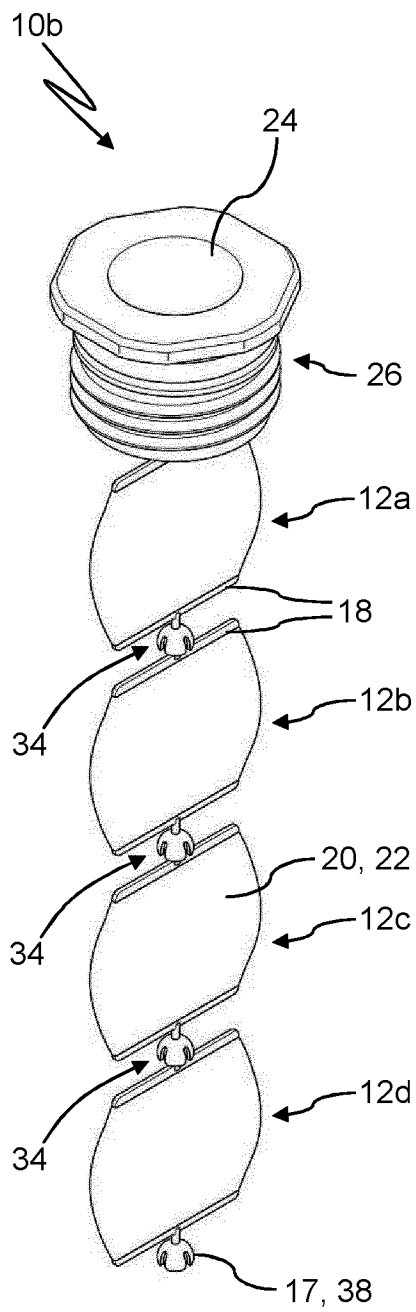


Fig. 2a

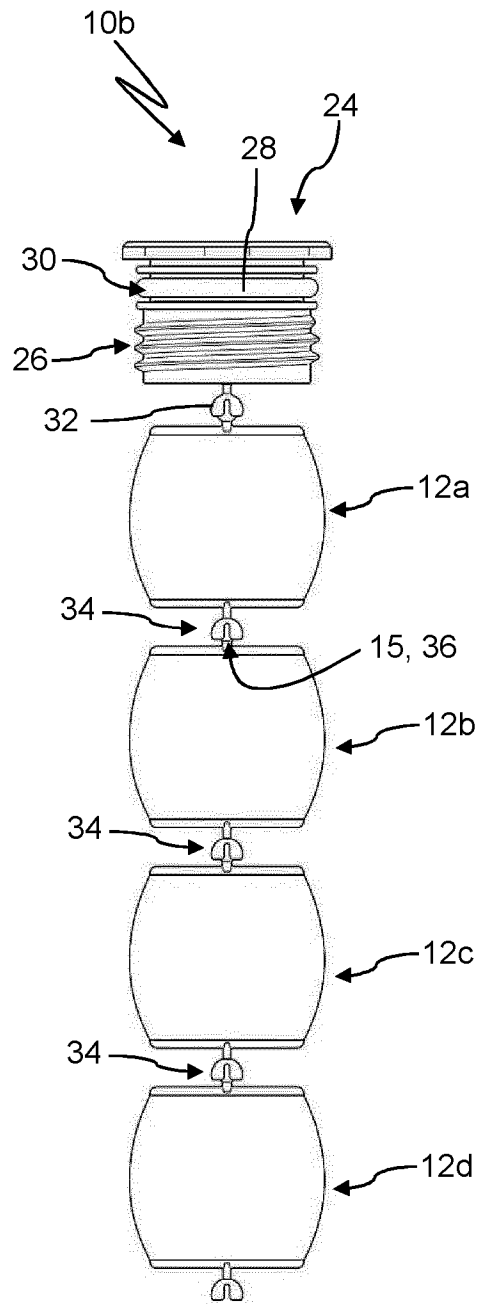


Fig. 2b

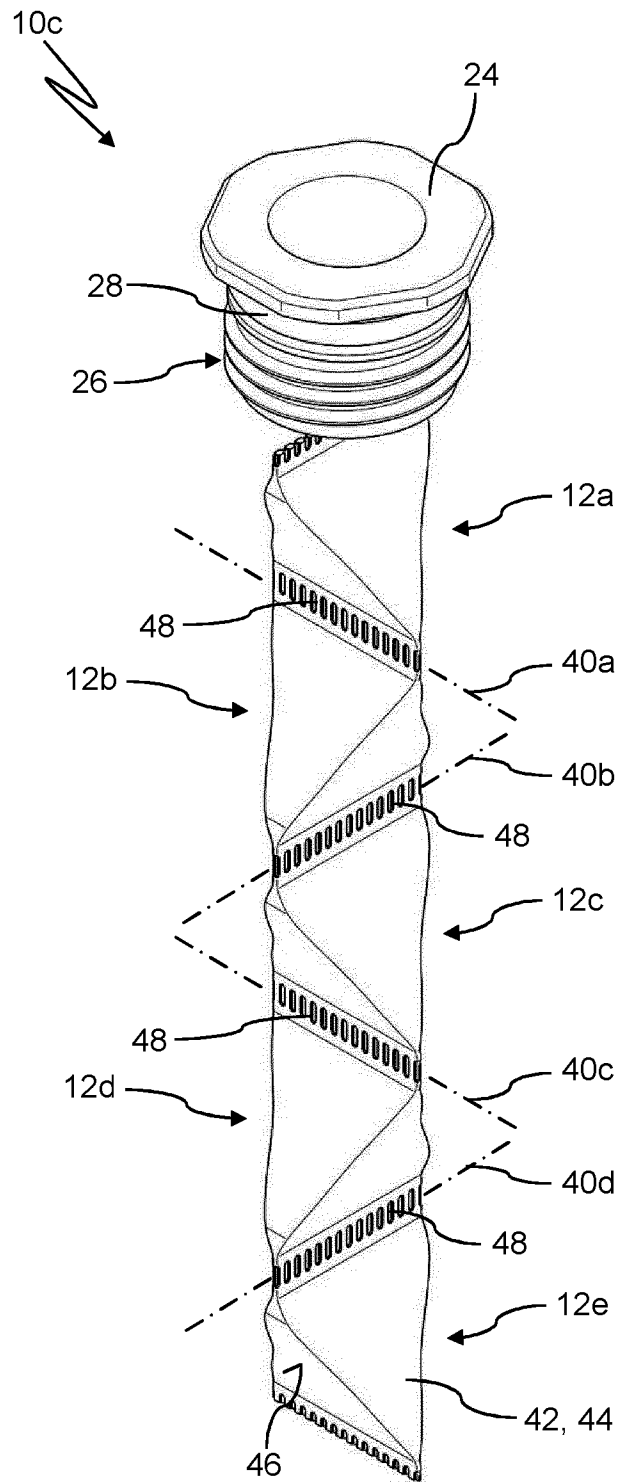


Fig. 3

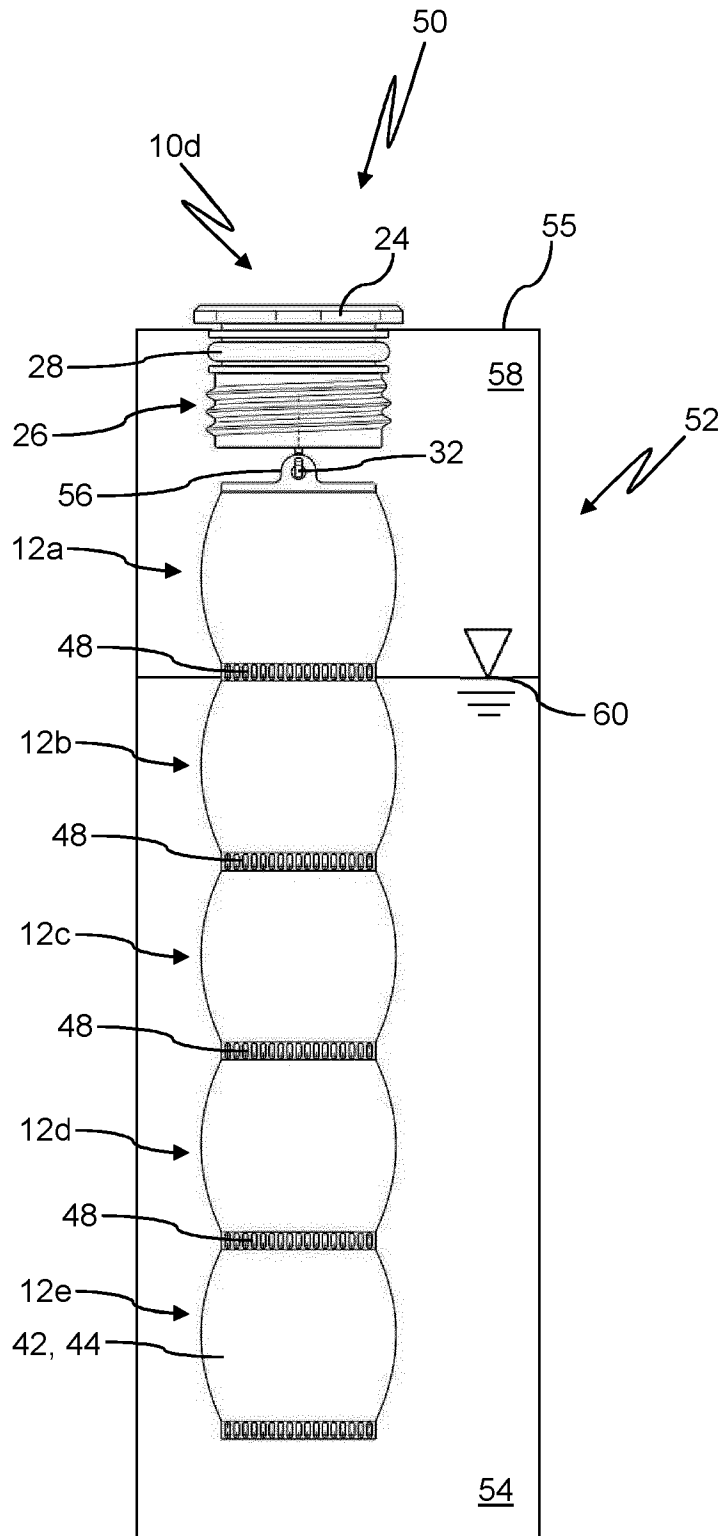


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/072002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B01D 17/02(2006.01)j		
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) B01D; F17C; C10G		
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 practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3951812 A (HSU CHARLES JUI-CHENG) 20 April 1976 (1976-04-20) cited in the application abstract the whole document	1-15
X	US 4419236 A (HSU CHARLES J [US]) 06 December 1983 (1983-12-06) cited in the application abstract column 2, line 1 - line 54 figures	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 24 October 2019		Date of mailing of the international search report 05 November 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Vermander, Wim Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/072002

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	"water eliminator small tank" 01 June 2016 (2016-06-01), Retrieved from the Internet: http://www.mydieseldoctor.com/product/water-eliminators/water-eliminator-small-tank/ [retrieved on 2019-10-24] XP002795239	1
A	the whole document Water eliminators absorb water out of petroleum products. Simply drop the unit into your tank bottom, secure the lanyard to the fill cap or other convenient place. The crystals in the unit will swell when absorbing water in the tank. The water eliminator will have reached full capacity when the water retaining crystals have filled the entire unit.	2-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/072002

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	3951812	A	20 April 1976	NONE	
US	4419236	A	06 December 1983	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01D17/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01D F17C C10G

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

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

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 951 812 A (HSU CHARLES JUI-CHENG) 20. April 1976 (1976-04-20) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung das ganze Dokument	1-15
X	US 4 419 236 A (HSU CHARLES J [US]) 6. Dezember 1983 (1983-12-06) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 1 - Zeile 54 Abbildungen	1-15
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

24. Oktober 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/11/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Vermander, Wim

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	"water eliminator small tank", 1. Juni 2016 (2016-06-01), XP002795239, Gefunden im Internet: URL: http://www.mydieseldocor.com/product/water-eliminators/water-eliminator-small-tank/ [gefunden am 2019-10-24]	1
A	das ganze Dokument Water eliminators absorb water out of petroleum products. Simply drop the unit into your tank bottom, secure the lanyard to the fill cap or other convenient place. The crystals in the unit will swell when absorbing water in the tank. The water eliminator will have reached full capacity when the water retaining crystals have filled the entire unit. -----	2-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/072002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3951812	A	20-04-1976	KEINE

US 4419236	A	06-12-1983	KEINE
