

(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
27. Juni 2019 (27.06.2019)



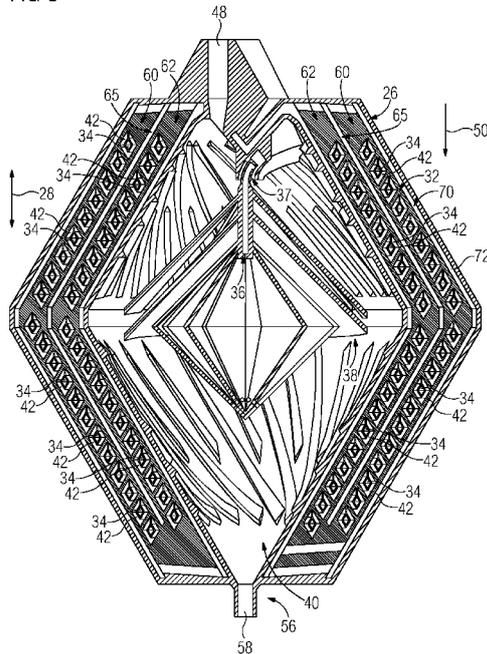
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/120833 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F25J 1/00 (2006.01) *F25J 5/00* (2006.01)
F25J 1/02 (2006.01) *B33Y 80/00* (2015.01)
- (71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/081995
- (72) Erfinder: **KIENER, Christoph**; Marbachstraße 3, 81369 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum:
21. November 2018 (21.11.2018)
- (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.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2017 223 669.8
22. Dezember 2017 (22.12.2017) DE

(54) Title: DEVICE AND SYSTEM FOR CONDENSING AT LEAST ONE GAS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND ANLAGE ZUM VERFLÜSSIGEN WENIGSTENS EINES GASES

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a device (26) for condensing at least one gas, comprising: - at least one inlet (30), via which the pressurized gas can be introduced into the device (26); - at least one counter-flow heat exchanger (32) that has at least one first channel (34) which can be supplied with the pressurized gas via the inlet (30) and through which the gas can flow in a first direction, - at least one expansion nozzle (36) into which the first channel (34) opens such that the gas which is flowing from the first channel (34) into the expansion nozzle (36), through the expansion nozzle (36), and out of the expansion nozzle (36) can be expanded by means of the expansion nozzle (36), thereby forming an aerosol which comprises a gaseous phase and liquid drops; - an aerosol breaker (38), by means of which at least some of the drops can be separated from the gaseous phase; - a collection region (40) for catching and collecting the drops dripping from the aerosol breaker (38); and - a second channel (42) of the counter-flow heat exchanger (32), said second channel surrounding the first channel (34), wherein the colder gaseous phase which is expanded compared to the gas and which is flowing out of the expansion nozzle (36) can flow through the second channel (42) in a second direction opposite the first direction, and the second channel surrounds the first channel (34). The device (26) is designed as a single piece.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (26) zum Verflüssigen wenigstens eines Gases, mit: - wenigstens einem Eintritt (30), über welchen das unter Druck stehende Gas in die Vorrichtung (26) einleitetbar ist; - wenigstens einem Gegenstrom-Wärmetauscher (32), welcher wenigstens einen über den Eintritt (30) mit dem unter Druck stehenden Gas versorgbaren und in eine erste Richtung von dem Gas durchströmbar ersten Kanal (34) aufweist; - wenigstens einer Expansionsdüse (36), in welche der erste Kanal (34) mündet, sodass das von dem ersten Kanal (34) in die Expansionsdüse



WO 2019/120833 A1

(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)

(36) strömende, die Expansionsdüse (36) durchströmende und aus der Expansionsdüse (36) ausströmende Gas mittels der Expansionsdüse (36) unter Bildung eines eine gasförmige Phase und flüssige Tropfen umfassenden Aerosols expandierbar ist; - einen Aerosolbrecher (38), mittels welchem zumindest ein Teil der Tropfen von der gasförmigen Phase abscheidbar ist; - einen Sammelbereich (40) zum Auffangen und Sammeln der von dem Aerosolbrecher (38) abtropfenden Tropfen; und - einen den ersten Kanal (34) umgebenden zweiten Kanal (42) des Gegenstrom-Wärmetauschers (32), wobei der zweite Kanal (42) in eine der ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung von der gegenüber dem Gas entspannten und kälteren und aus der Expansionsdüse (36) ausströmenden gasförmigen Phase durchströmbar ist und den ersten Kanal (34) umgibt, wobei die Vorrichtung (26) einstückig ausgebildet ist.

Beschreibung

Vorrichtung und Anlage zum Verflüssigen wenigstens eines Gases

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und eine Anlage zum Verflüssigen wenigstens eines Gases.

Anlagen und Vorrichtungen zum Verflüssigen wenigstens eines Gases können beispielsweise in Energiewende-Szenarien dezentral eingesetzt und genutzt werden, um beispielsweise temporär im Überschuss erzeugte und in ein Stromnetz gespeicherte elektrische Energie aufzunehmen und in ein energiespeicherndes Medium wie beispielsweise eine Flüssigkeit umzuwandeln. Diese Flüssigkeit wird beispielsweise als Tiefkalt-Flüssiggas aus dem zuvor genannten, wenigstens einen Gas hergestellt. Mit anderen Worten kann beispielsweise die jeweilige Anlage beziehungsweise Vorrichtung überschüssige elektrische Energie nutzen, um das zuvor genannte Gas zu verflüssigen und somit aus dem Gas eine Flüssigkeit insbesondere als Tiefkalt-Flüssiggas herzustellen. Als die Flüssigkeit wird beispielsweise flüssige Luft, flüssiges Erdgas, flüssiger Stickstoff, flüssiges Argon oder eine andere Flüssigkeit hergestellt. Dieses Tiefkalt-Flüssiggas kann auch genutzt werden, um dezentral aus kleinen Erzeugungsanlagen Bauteile zu kühlen, beispielsweise elektrische Baugruppen mit supraleitenden Bauteilen.

Eine solche Vorrichtung beziehungsweise Anlage zum Verflüssigen wenigstens eines Gases weist jedoch üblicherweise eine Vielzahl an Bauteilen auf und ist kostenintensiv in ihrer Herstellung, sodass das dezentrale Verflüssigen von Gas und somit die Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie zum Verflüssigen des Gases heute noch nicht wirtschaftlich ist. Anlagen beziehungsweise Vorrichtungen zum Verflüssigen eines Gases sind derzeit bauraumintensiv und lassen sich nicht unter ein bestimmtes Maß verkleinern, ohne im Betrieb verfahrenstechnisch unwirtschaftlich zu werden. Darüber hinaus sind

derartige Anlagen beziehungsweise Vorrichtungen aus einer Reihe von Baueinheiten zusammengesetzt, welche einzeln eingebaut und miteinander verbunden werden müssen. Bei derartigen, separat voneinander hergestellten und miteinander zu verbindenden Baueinheiten handelt es sich beispielsweise um Wärmetauscher, einen Tiefkalt-Speichertank, eine Drosseldüse, Isolierungsmaterial, Verrohrungen, Demistoren beziehungsweise Tröpfchenabscheider sowie weitere Bauelemente. Dadurch werden solche Anlagen beziehungsweise Vorrichtungen in ihren spezifischen kapazitätsbezogenen Investitionssummen unverhältnismäßig kostenintensiv. Die zentral und fluktuierend betriebenen kleinen Anlagen beziehungsweise Vorrichtungen könnten jedoch einen Ausgleich zwischen Einspeisung und Verbrauch im elektrischen Netz schon auf lokaler oder regionaler Ebene ermöglichen und bei entsprechend niedrigen spezifischen Betriebs- und Investitionskosten Netzpufferungen und die Herstellung eines Speicherprodukts auf regionaler Ebenen bewirken, wobei als das Speicherprodukt die genannte Flüssigkeit aus dem Gas hergestellt werden kann. Für Anwendungen mit geringem Kältebedarf bei tiefkalten Temperaturen kälter als -100 °C ist der Bedarf an einer kleinen, kompakten und einfach betreibbaren Erzeugungsanlage von tiefkaltem Flüssiggas ebenfalls gegeben.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und eine Anlage bereitzustellen, mittels welchen wenigstens ein Gas effizient sowie bauraum- und kostengünstig verflüssigt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Anlage mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

35

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verflüssigen wenigstens eines Gases, sodass im Rahmen des Verflüssigens aus dem wenigstens einen Gas eine Flüssigkeit

hergestellt wird. Die Vorrichtung weist wenigstens einen Eintritt auf, über welchen das unter Druck stehende Gas in die Vorrichtung einleitbar ist. Die Vorrichtung umfasst ferner wenigstens einen Gegenstrom-Wärmetauscher, welcher wenigstens
5 einen über den Eintritt mit dem unter Druck stehenden Gas versorgbaren und in eine erste Richtung von dem Gas durchströmbaren ersten Kanal aufweist. Die Vorrichtung weist ferner wenigstens eine Expansionsdüse auf, in welche der erste Kanal mündet. Dadurch ist das von dem ersten Kanal in die Ex-
10 pansionsdüse strömende, die Expansionsdüse durchströmende und aus der Expansionsdüse ausströmende Gas mittels der Expansionsdüse unter Bildung eines gasförmigen Phase und flüssige Tropfen umfassenden Aerosols expandierbar. Mit anderen Worten wird während eines Betriebs der Vorrichtung das die
15 Expansionsdüse durchströmende und aus der Expansionsdüse ausströmende Gas mittels der Expansionsdüse expandiert, wodurch unterhalb einer gasspezifischen Temperatur aus dem Gas ein auch als Nebel bezeichnetes Aerosol gebildet wird. Das Aerosol umfasst eine gasförmige Phase und flüssige Tropfen, wobei
20 sowohl die gasförmige Phase als auch die flüssigen Tropfen aus dem aus der Expansionsdüse ausströmenden Gas gebildet werden. Die gasförmige Phase ist somit zumindest ein Teil des die Expansionsdüse durchströmenden und aus der Expansionsdüse ausströmenden Gases, wobei dieser Teil nicht in Flüssigkeit
25 beziehungsweise Tröpfchen umgewandelt wird, sondern gasförmig verbleibt.

Die Vorrichtung umfasst darüber hinaus einen Aerosolbrecher, mittels welchem zumindest ein Teil der Tropfen von der gasförmigen Phase abscheidbar ist. Im Rahmen dieses Abscheidens
30 setzt sich beispielsweise zumindest der Teil der Tropfen an dem Aerosolbrecher ab beziehungsweise schlägt sich an dem Aerosolbrecher nieder, wodurch dieser Teil aus dem Aerosol abgeschieden wird.

35

Die Vorrichtung umfasst dabei darüber hinaus einen Sammelbereich zum Auffangen und Sammeln der von dem Aerosolbrecher abtropfenden Tropfen. Die von dem Aerosolbrecher abtropfenden

Tropfen können sich somit in dem Sammelbereich sammeln und beispielsweise die zuvor genannte Flüssigkeit bilden.

Der Gegenstrom-Wärmetauscher umfasst darüber hinaus einen den
5 ersten Kanal umgebenden zweiten Kanal, welcher in eine der
ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung von der ge-
genüber dem Gas entspannten und kälteren und aus der Expansi-
onsdüse ausströmenden gasförmigen Phase durchströmbar ist und
den ersten Kanal umgibt. Mit anderen Worten ist das Gas, wel-
10 ches nicht mittels der Expansionsdüse in flüssige Tropfen um-
gewandelt wird, gegenüber dem noch nicht aus der Expansions-
düse ausgeströmten und beispielsweise den ersten Kanal durch-
strömenden Gas expandiert und kälter, sodass beispielsweise
über jeweilige, die Kanäle jeweils zumindest teilweise be-
15 grenzende beziehungsweise bildende Wandungsbereiche des Ge-
genstrom-Wärmetauschers ein Wärmeübergang von dem den ersten
Kanal durchströmenden Gas an die den zweiten Kanal durchströ-
mende gasförmige Phase erfolgt beziehungsweise erfolgen kann.
Dadurch wird das den ersten Kanal durchströmende Gas gekühlt
20 und die den zweiten Kanal durchströmende gasförmige Phase be-
ziehungsweise das den zweiten Kanal durchströmende Gas wird
erwärmt. Auf diese Weise kann das den ersten Kanal durchströ-
mende Gas auf seinem Weg zu der Expansionsdüse besonders ef-
fizient und effektiv gekühlt werden.

25

Des Weiteren ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Vor-
richtung einstückig ausgebildet ist. Dies bedeutet, dass der
Eintritt, der Gegenstrom-Wärmetauscher, die Expansionsdüse,
der Aerosolbrecher und der Sammelbereich beziehungsweise je-
30 weilige, den Eintritt, den Gegenstrom-Wärmetauscher, die Ex-
pansionsdüse, den Aerosolbrecher und den Sammelbereich bil-
dende beziehungsweise begrenzende Wandungsbereiche einstückig
miteinander ausgebildet sind, sodass die Vorrichtung als Mo-
nolith ausgebildet ist. Hierdurch können sowohl die Kosten
35 als auch die Teileanzahl, das Gewicht und der Bauraumbedarf
der Vorrichtung in einem besonders geringen Rahmen gehalten
werden, sodass sich beispielsweise die erfindungsgemäße Vor-
richtung besonders vorteilhaft zur dezentralen Speicherung,

insbesondere Zwischenspeicherung, von überschüssiger elektrischer Energie nutzen lässt. Insbesondere kann mithilfe der Vorrichtung überschüssige elektrische Energie dezentral genutzt werden, um mithilfe der Vorrichtung und mithilfe der überschüssigen elektrischen Energie aus dem wenigstens einen Gas die flüssigen und auch als Tröpfchen bezeichneten Tropfen und somit die Flüssigkeit zu bilden. Hierdurch kann in der beispielsweise als Tiefkalt-Flüssiggas ausgebildeten Flüssigkeit zumindest ein Teil der überschüssigen elektrischen Energie effizient und effektiv gespeichert werden. Durch den geringen Raumbedarf kann auch dezentral eine geringe Menge von tiefkaltem Flüssiggas aus nur komprimiertem Gas hergestellt werden, so dass eine Kühlung von Bauteilen auf niedrige Temperatur kontinuierlich durchgeführt werden kann nur aus komprimiertem Gas.

Das wenigstens eine Gas ist beispielsweise ein Arbeitsmedium, wobei die Vorrichtung auf besonders einfache Weise an unterschiedliche Arbeitsmedien angepasst werden kann. Mögliche Arbeitsmedien sind beispielsweise Luft, insbesondere Trockenluft, sowie Stickstoff (N_2), Sauerstoff (O_2), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), Neon (Ne), Methan (CH_4), Ammoniak (NH_3), Ethan (C_2H_6), Äthylen (C_2H_4), Propan ($CH_3CH_2CH_3$), Propen (CH_2CHCH_3), Kohlendioxid, insbesondere unter Druck stehendes Kohlendioxid (CO_2), sowie andere Gase. Besonders bevorzugt kann Druckluft von Molekülen befreit werden, welche bei den niedrigen Temperaturen der flüssigen Luft erstarren und dadurch Kanäle verstopfen könnten. Dies kann durch geeignete Filter wie sogenannte Molekularsiebe erfolgen, welche verschiedene absorbierbare Moleküle aus der Druckluft entfernen, wie beispielsweise kurzkettige Kohlenwasserstoffe wie Methan (CH_4), Ethan (C_2H_6), Äthylen (C_2H_4), Propan (C_3H_8), Propen (C_3H_6), Butan (C_4H_{10}), Buten (C_4H_8), Butadien (C_4H_6), Distickstoffoxid (N_2O , Lachgas), Kohlendioxid (CO_2) oder Wasserdampf (H_2O).

Durch die einstückige Ausgestaltung der Vorrichtung ist eine Bauform geschaffen, in welche alle zum Verflüssigen des Gases

erforderlichen Funktionsteile integriert sind. In der Folge ist es zum Verflüssigen des wenigstens einen Gases lediglich noch erforderlich, eine beispielsweise das wenigstens eine Gas als Druckgas bereitstellende Gasquelle an den Eintritt
5 beziehungsweise über den Eintritt an die Vorrichtung anzuschließen. Ferner ist gegebenenfalls eine Ableitung des verbliebenen und entspannten und die gasförmige Phase bildenden Gases vorgesehen, sodass beispielsweise die Vorrichtung einen Austritt aufweisen kann, über welchen die gasförmige Phase
10 aus dem zweiten Kanal beziehungsweise aus der Vorrichtung ausleitbar ist.

Dabei ist es denkbar, die gasförmige Phase, insbesondere über den Austritt, einem Kreislauf beziehungsweise einem Verdichter zuzuführen, welcher beispielsweise die gasförmige Phase
15 verdichten kann. Dadurch kann der Verdichter beispielsweise die gasförmige Phase in das wenigstens eine Gas insbesondere in Form von Druckgas umwandeln, sodass dann die gasförmige Phase als Druckgas beziehungsweise als das wenigstens eine
20 Gas wieder über den Eintritt der Vorrichtung und insbesondere den ersten Kanal zugeführt werden kann. Durch die einstückige Ausgestaltung kann ferner eine besonders hohe Stabilität der Vorrichtung gegenüber hohen Drücken gewährleistet werden. Außerdem sind keine Fügevorgänge, Verschraubungen, vorgefertigte
25 Teile, Verschweißungen etc. vorgesehen oder erforderlich, da die Vorrichtung einstückig ausgebildet ist. Die Vorrichtung, insbesondere deren Ausgestaltung, ist parametrisiert anpassbar auf unterschiedliche Gase und deren jeweilige Menge. Insbesondere kann eine Bündelung von Bauteilen in einem
30 generativen Fertigungsprozess, beispielsweise in einer nach PBF-Methoden aufbaubaren Geometrie für das Strahlschmelzen im Pulverbett (Powder Bed Fusion) ohne Stützstrukturen im Inneren realisiert werden.

Mithilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich,
35 kleine, dezentral nutzbare Anlagen zum Verflüssigen von Gasen zu realisieren und solche Anlagen besonders wirtschaftlich betreiben zu können. Durch den monolithischen Aufbau kann

ferner eine Kapselung der Kälte der Flüssigkeit realisiert werden, sodass ein besonders effizienter Betrieb darstellbar ist. Außerdem kann eine manuelle Fertigung der Vorrichtung vermieden werden. Mit anderen Worten kann eine automatische, insbesondere voll-automatische, Fertigung der Vorrichtung re-

5 realisiert werden, insbesondere auch dann, wenn diese eine komplexe Geometrie aufweist. Dadurch kann die Vorrichtung zeit- und kostengünstig hergestellt werden.

10 Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die Vorrichtung eine Isolation mit wenigstens einen den Gegenstrom-Wärmetauscher außenumfangsseitig zumindest überwiegend, insbesondere vollständig, umgebenden Isolationsmantel aufweist, welcher evakuiert ist. Die Isolation ist somit als Vakuum-

15 Isolation ausgebildet, da beispielsweise durch das Evakuieren des Isolationsmantels in dem Isolationsmantel ein solches Vakuum herrscht, welches durch technisch verfügbare Mittel erzeugbar ist. Unter dem im Isolationsmantel herrschenden Vakuum beziehungsweise unter dem Evakuieren des Isolationsmantels

20 ist somit insbesondere zu verstehen, dass in dem Isolationsmantel ein Druck herrscht, welcher wesentlich geringer als ein in der Umgebung der Vorrichtung herrschender weiterer Druck ist. Durch eine solche Vakuum-Isolierung kann ein übermäßiger Kälteverlust beziehungsweise ein übermäßiger Wärme-

25 eintrag in den Speicherbereich vermieden werden, sodass die insbesondere als Tiefkalt-Flüssiggas ausgebildete Flüssigkeit in dem Speicherbereich besonders vorteilhaft aufgenommen und gespeichert werden kann.

30 Vorzugsweise weist die Vorrichtung einen Abführanschluss auf, über welchen die Tropfen beziehungsweise die Flüssigkeit aus dem Sammelbereich an die Umgebung der Vorrichtung abführbar ist.

35 Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Vorrichtung durch ein generatives Fertigungsverfahren, insbesondere durch 3D-Drucken, hergestellt ist. Insbesondere ist die Vorrichtung durch ein Pulverbett-Schmelzverfahren

(Powder Bed Fusion, PBF) gebildet. Durch ein solches generatives Fertigungsverfahren kann die Vorrichtung ohne innere Stützstrukturen nur auf sich selbst tragend aufgebaut werden. Ferner kann die Vorrichtung zeit- und kostengünstig sowie mit
5 einer hohen Stabilität und Druckfestigkeit hergestellt werden.

Um den Bauraumbedarf der Vorrichtung besonders gering halten sowie eine besonders große Länge des jeweiligen Kanals realisieren zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der jeweilige Kanal, insbesondere um
10 eine Längserstreckungsrichtung der Vorrichtung, zumindest im Wesentlichen spiralförmig beziehungsweise helixförmig verläuft. Dadurch kann das den ersten Kanal durchströmende Gas
15 besonders bauraumgünstig und besonders effizient gekühlt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist der jeweilige Kanal mindestens einen ersten Kanalabschnitt und bevorzugt
20 einen zweiten Kanalabschnitt auf, wobei der zweite Kanalabschnitt in Strömungsrichtung des den jeweiligen Kanal durchströmenden Gases stromab des ersten Kanalabschnitts angeordnet ist und wobei die Kanalabschnitte beispielsweise flui-
25 disch miteinander verbunden sind. Dabei ist der zweite Kanalabschnitt auf einer dem Sammelbereich zugewandten Innenseite des ersten Kanalabschnitts angeordnet. Durch den Einsatz der Kanalabschnitte können besonders große Längen der Kanäle auf
30 bauraumgünstige Weise realisiert werden, sodass insbesondere der in Längserstreckungsrichtung der Vorrichtung erstreckende Bauraumbedarf der Vorrichtung in einem besonders geringen
Rahmen gehalten werden kann. Außerdem kann dadurch das den ersten Kanal durchströmende Gas effektiv und effizient gekühlt werden. Besonders bevorzugt kann ein dritter und vierter Kanalabschnitt ergänzt werden.

35

Um eine besonders vorteilhafte Kühlung des den ersten Kanal durchströmenden Gases realisieren zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der jeweili-

ge Kanal eine Länge von wenigstens 10 Metern, bevorzugt von wenigstens 20 Metern, insbesondere von wenigstens oder genau 21 Metern, aufweist.

5 Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der Aerosolbrecher eine Mehrzahl von an sich beziehungsweise für sich betrachtet trichterförmigen, aufeinander angeordneten Schichten mit jeweiligen, in Umfangsrichtung des Aerosolbrechers voneinander beabstandeten Brecherplatten aufweist.

10 Unter dem Merkmal, dass die jeweilige Schicht zumindest im Wesentlichen trichterförmig ausgebildet ist, ist insbesondere zu verstehen, dass beispielsweise eine jeweilige, die jeweilige Schicht einhüllende beziehungsweise umgebende Hüllkurve zumindest im Wesentlichen trichterförmig ist, wobei die jeweiligen Brecherplatten der jeweiligen Schicht in der jeweiligen Hüllkurve der jeweiligen Schicht, insbesondere vollständig, angeordnet beziehungsweise aufgenommen sind. Dabei ist der Aerosolbrecher nach Art einer Blüte einer Blume ausgebildet, wobei die Brecherplatten beispielsweise jeweilige

15 Blütenblätter der Blüte darstellen. Durch die Schichten und die Brecherplatten wird beispielsweise das Aerosol auf seinem Weg von der Expansionsdüse beispielsweise zu wenigstens einer Einströmöffnung, über welche das Aerosol beziehungsweise dessen gasförmige Phase in den zweiten Kanal einströmen kann,

20 mittels des Aerosolbrechers mehrmals umgelenkt beziehungsweise umgeleitet, sodass eine Vielzahl von Richtungswechseln des Aerosols bewirkt wird. Auf diese Weise können beispielsweise die in dem Aerosol aufgenommenen Tropfen nach Art einer Labyrinthdichtung aus der gasförmigen Phase abgeschieden werden,

25 sodass die gasförmige Phase keine flüssigen Tropfen oder eine nur geringe Anzahl an flüssigen Tropfen mitreißt und über die Einströmöffnung in den zweiten Kanal transportiert. Mittels des Aerosolbrechers können die flüssigen Tropfen aus dem Aerosol derart abgeschieden werden, dass sich die flüssigen

30 Tropfen des Aerosols aufgrund der häufigen Richtungsänderungen an den Brecherplatten niederschlagen und in der Folge von den Brecherplatten abströmen und sich in dem Sammelbereich

sammeln können. In der Folge bilden die Tropfen die tiefkalte Flüssigkeit, welche aus dem Gas erzeugt wird.

Um die Tropfen des Aerosols besonders effektiv und effizient
5 von der gasförmigen Phase abscheiden zu können, ist es in
weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Ex-
pansionsdüse in einen durch den Aerosolbrecher begrenzten Be-
reich mündet. Mit anderen Worten mündet die Expansionsdüse in
ein Inneres des Aerosolbrechers, dessen Inneres beispielswei-
10 se nach außen hin durch die Brecherplatten begrenzt ist.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfin-
dung weist die Expansionsdüse einen durch eine innenumfangs-
seitige Mantelfläche eines ersten Düsenkörpers der Expansi-
15 onsdüse begrenzten Düsenkanal auf, in welchem ein zweiter Dü-
senkörper angeordnet ist. Der zweite Düsenkörper ist über
Stege an der innenumfangsseitigen Mantelfläche und somit an
dem ersten Düsenkörper gehalten und von der innenumfangssei-
tigen Mantelfläche beabstandet, wobei die Stege beispielswei-
20 se in Umfangsrichtung des zweiten Düsenkörpers voneinander
beabstandet sind. Dadurch kann beispielsweise das den Düsen-
kanal durchströmende Gas zwischen der innenumfangsseitigen
Mantelfläche und dem zweiten Düsenkörper, insbesondere einer
außenumfangsseitigen Mantelfläche des zweiten Düsenkörpers,
25 hindurchströmen. Ferner begrenzen die innenumfangsseitige
Mantelfläche und der zweite Düsenkörper, insbesondere dessen
außenumfangsseitige Mantelfläche, einen sich in Strömungs-
richtung des den Düsenkanal durchströmenden Gases verjüngen-
den Düsenquerschnitt, wodurch das Gas besonders effektiv und
30 effizient sowie insbesondere adiabat mittels der Expansions-
düse entspannt werden kann.

Der Sammelbereich ist nach außen hin zumindest teilweise,
insbesondere zumindest überwiegend, von dem Gegenstrom-
35 Wärmetauscher umgeben, sodass der Sammelbereich beispielswei-
se nicht nur mittels der vorzugsweise vorgesehenen Isolation,
sondern insbesondere von dem zu kühlenden Gas und/oder der
kalten gasförmigen Phase umgeben und somit mittels des zu

kühlenden Gases beziehungsweise mittels der gasförmigen Phase isoliert wird.

Schließlich hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt,
5 wenn die Vorrichtung aus einem metallischen Werkstoff gebildet ist. Hierdurch können eine besonders hohe Stabilität und Festigkeit, insbesondere Druckfestigkeit, der Vorrichtung realisiert werden. Außerdem kann das wenigstens eine Gas besonders effizient und effektiv verflüssigt werden, und es kann
10 eine vorteilhafte Isolation, insbesondere des Sammelbereichs, dargestellt werden.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Anlage zum Verflüssigen wenigstens eines Gases, wobei die Anlage wenigstens eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung aufweist. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anlage sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung anzusehen und umgekehrt.

20 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen
25 30 der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnung zeigt in:

FIG 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage zum Verflüssigen wenigstens eines Gases;
35

FIG 2 eine schematische Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung der Anlage;

- FIG 3 eine schematische Längsschnittansicht der Vorrichtung;
- 5 FIG 4 eine schematische und perspektivische Querschnittsansicht der Vorrichtung;
- FIG 5 ausschnittsweise eine schematische Längsschnittansicht der Vorrichtung;
- 10 FIG 6 eine schematische und perspektivische Unteransicht der Vorrichtung;
- FIG 7 eine schematische und perspektivische Querschnittsansicht der Vorrichtung;
- 15 FIG 8 eine weitere schematische und perspektivische Querschnittsansicht der Vorrichtung;
- FIG 9 eine weitere schematische und perspektivische Querschnittsansicht der Vorrichtung;
- 20 FIG 10 eine weitere schematische und perspektivische Querschnittsansicht der Vorrichtung;
- 25 FIG 11 ausschnittsweise eine weitere schematische Längsschnittansicht der Vorrichtung;
- FIG 12 ausschnittsweise eine weitere schematische Längsschnittansicht der Vorrichtung;
- 30 FIG 13 ausschnittsweise eine weitere schematische Längsschnittansicht der Vorrichtung;
- 35 FIG 14 ausschnittsweise eine weitere schematische Längsschnittansicht der Vorrichtung; und

FIG 15 ausschnittsweise eine weitere schematische Längs-
schnittansicht der Vorrichtung.

In den FIG sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit
5 gleichen Bezugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Anlage 10
zum Verflüssigen wenigstens eines Gases. Unter dem Verflüssi-
gen des Gases ist zu verstehen, dass aus dem Gas eine Flüs-
10 sigkeit 12 gebildet beziehungsweise hergestellt wird. Mit an-
deren Worten wird zumindest aus einem ersten Teil des Gases
die Flüssigkeit 12 gebildet, welche beispielsweise als Tief-
kalt-Flüssiggas ausgebildet ist. Beispielsweise kann vorgese-
hen sein, dass ein von dem ersten Teil unterschiedlicher
15 zweiter Teil des Gases zwar expandiert und gekühlt, nicht je-
doch in Flüssigkeit umgewandelt wird, sondern gasförmig ver-
bleibt.

Die Anlage 10 umfasst beispielsweise einen Verdichter 14,
20 mittels welchem das wenigstens eine Gas verdichtet werden
kann beziehungsweise verdichtet wird. Der Verdichter 14
stellt somit das wenigstens eine Gas als Druckgas bereit. An-
stelle des Verdichters kann auch ein Druckgasspeicher als
Gasquelle dienen.

25

Das Druckgas wird - wie in FIG 1 durch Pfeile veranschaulicht
ist - über ein Austrittsventil 16 in ein Kanalsystem 18 ein-
geleitet, welches durch eine Wärmetauschereinrichtung 20 hin-
durch verläuft. Mittels des Kanalsystems 18 wird das Gas als
30 Druckgas einem Expansionsventil 22 zugeführt, mittels welchem
das Gas expandiert und dadurch gekühlt wird. Hierdurch wird
zumindest aus dem ersten Teil des Gases die Flüssigkeit 12
hergestellt, welche beispielsweise flüssige Luft ist. Bei-
spielsweise der zweite Teil, welcher gasförmig verbleibt,
35 wird der Wärmetauschereinrichtung 20 zugeführt und umströmt
das Kanalsystem 18 in der Wärmetauschereinrichtung 20, sodass
das das Kanalsystem 18 durchströmende Gas mittels des expan-
dierten und gekühlten zweiten Teils gekühlt wird. Der zweite

Teil wird beispielsweise über ein Eintrittsventil 24 dem Verdichter 14 wieder zugeführt, sodass aus dem zweiten Teil mittels des Verdichters 14 beispielsweise das Gas als das Druckgas gebildet wird, welches über das Eintrittsventil 24 wieder dem Kanalsystem 18 zugeführt werden kann beziehungsweise zugeführt wird.

Stromab des Verdichters 14 und stromauf der Wärmetauschereinrichtung 20 ist eine Absorbereinrichtung 52 mit zwei wechselseitig schaltbaren Absorbern zum Trocknen des Gases vorgesehen, was auch als Lead/Lag-Schaltung bezeichnet wird.

Das Gas, welches dem Verdichter 14 zugeführt und mittels des Verdichters 14 verdichtet wird, stammt beispielsweise aus der Umgebung beziehungsweise aus der Atmosphäre und wird beispielsweise über einen Gaseingang 25 dem Verdichter 14 zugeführt. Ferner ist es denkbar, dass das in einem Gasreservoir 27 gespeichert ist beziehungsweise wird und von dem Gasreservoir 27 bereitgestellt wird. Das Gas kann dann aus dem Gasreservoir 27 ausströmen und über den Gaseingang 25 und beispielsweise dem Eintrittsventil 24 dem Verdichter 14 zugeführt werden.

Um nun die Flüssigkeit 12 besonders effizient und effektiv sowie bauraum- und kostengünstig herstellen zu können, umfasst die Anlage 10 eine besonders gut aus FIG 2 bis 15 erkennbare Vorrichtung 26. Die Vorrichtung 26 ist in FIG 2 in einer schematischen Perspektivansicht und in FIG 3 in einer schematischen Längsschnittansicht dargestellt. Besonders gut aus FIG 3 ist erkennbar, dass die Vorrichtung 26 eine durch einen Doppelpfeil 28 veranschaulichte Längserstreckungsrichtung aufweist, welche beispielsweise auch als z-Richtung bezeichnet wird.

Besonders gut aus FIG 2 und 3 ist erkennbar, dass die Vorrichtung 26 wenigstens einen auch als Druckgaseintritt bezeichneten Eintritt 30 aufweist, über welchen das wenigstens eine, unter Druck stehende, Gas, das heißt das Druckgas, bei-

spielsweise über das Eintrittsventil 24 in die Vorrichtung 26 einleitbar ist. Mit anderen Worten wird während eines Verfahrens zum Verflüssigen des wenigstens einen Gases das unter Druck stehende Gas als Druckgas über den Eintritt 30 in die
5 Vorrichtung 26 eingeleitet.

Besonders gut aus FIG 3 ist erkennbar, dass die Vorrichtung 10 einen Gegenstrom-Wärmetauscher 32 aufweist, welcher beispielsweise die Wärmetauschereinrichtung 20 ist beziehungsweise als die Wärmetauschereinrichtung 20 verwendet wird. Der
10 Gegenstrom-Wärmetauscher 32 weist dabei wenigstens einen über den Eintritt 30 mit dem unter Druck stehenden Gas versorgbaren und in eine erste Richtung von dem Gas durchströmbar
ersten Kanal 34 auf, von welchem dadurch, dass die Vorrichtung 26 in FIG 3 in einer schematischen Längsschnittansicht
15 gezeigt ist, in FIG 3 jeweilige Teile des Kanals 34 erkennbar sind. Der Kanal 34 erstreckt sich dabei um die Längserstreckungsrichtung zumindest im Wesentlichen spiralförmig, sodass
beispielsweise das Gas auf seinem Weg durch den Kanal 34
20 zumindest im Wesentlichen spiralförmig strömt.

Die Vorrichtung 26 weist darüber hinaus wenigstens eine besonders gut aus FIG 5 erkennbare Expansionsdüse 36 auf, in welche der erste Kanal 34 mündet. Dadurch wird das von dem
25 ersten Kanal 34 in die Expansionsdüse 36 strömende, die Expansionsdüse 36 durchströmende und aus der Expansionsdüse 36 ausströmende unter Druck stehende Gas mittels der Expansionsdüse 36 expandiert, wobei bei ausreichender Abkühlung des Gases in Kanal 34 die Expansion unter Bildung eines Aerosols
30 erfolgen kann, welches eine aus dem Gas gebildete kältere gasförmige Phase und flüssige Tropfen beziehungsweise Tröpfchen umfasst. Mittels der Expansionsdüse 36 wird das Gas expandiert und, insbesondere adiabatisch, gekühlt, wodurch beispielsweise zumindest der zuvor genannte erste Teil kondensiert beziehungsweise verflüssigt wird und somit die flüssigen Tropfen bildet. Die gasförmige Phase des Aerosols wird durch das expandierte und dadurch gekühlte Gas an sich, das heißt durch den zuvor genannten zweiten Teil, gebildet, wobei
35

die gasförmige Phase beziehungsweise das Gas, welches nicht in Flüssigkeit umgewandelt wurde, gegenüber dem den Kanal 34 durchströmenden Gas kälter und expandiert ist. Die Expansionsdüse 36 fungiert somit als das Expansionsventil 22.

5

Die gasförmige Phase strömt in Richtung einer für das expandierte Gas vorgesehenen Eintrittsöffnung 37 des Wärmetauschers 32 und reißt auf diesem Weg beispielsweise die flüssigen Tröpfchen mit. Um jedoch aus den flüssigen Tröpfchen die gewünschte Flüssigkeit 12 zu bilden, umfasst die Vorrichtung 10 26 einen Aerosolbrecher 38, mittels welchem zumindest ein Teil der Tropfen von der gasförmigen Phase des Aerosols ab-scheidbar ist beziehungsweise abgeschieden wird. Der Aerosolbrecher 38 bewirkt eine Vielzahl von Richtungsänderungen und somit Strömungsumlenkungen des Aerosols, wodurch sich bei- 15 spielsweise zumindest ein Teil der Tropfen an dem Aerosolbrecher 38 niederschlägt. Die Tropfen können dann beispielsweise von dem Aerosolbrecher 38 abtropfen und sich in einem Sammelbereich 40 sammeln. Somit weist die Vorrichtung 26 darüber 20 hinaus den Sammelbereich 40 zum Auffangen und Sammeln der von dem Aerosolbrecher 38 abtropfenden Tropfen auf.

Der Gegenstrom-Wärmetauscher 32 weist darüber hinaus wenigstens einen den ersten Kanal 34 umgebenden zweiten Kanal 42 25 auf. Auch von dem Kanal 42 sind in FIG 3 jeweilige Teile erkennbar, wobei der zweite Kanal 42 beispielsweise fluidisch mit dem Sammelbereich 40 verbunden ist. Insbesondere weist der zweite Kanal 42 wenigstens eine Einströmöffnung für das expandierte Gas auf, über welche der zweite Kanal 42 flui- 30 disch mit dem Sammelbereich 40 verbunden ist. Diese wenigstens eine Einströmöffnung ist beispielsweise die zuvor genannte Eintrittsöffnung 37, über welche die gasförmige Phase in den zweiten Kanal 42 und somit in den Gegenstrom-Wärmetauscher 32 einströmen kann. Das Aerosol beziehungsweise 35 die gasförmige Phase strömt aus dem Sammelbereich 40 zu der Eintrittsöffnung 37 und insbesondere in die Eintrittsöffnung 37, sodass die gasförmige Phase über die Eintrittsöffnung 37 in den zweiten Kanal 42 einströmt. Mittels des Aerosolbre-

chers 38 wird dabei verhindert, dass die gasförmige Phase eine übermäßige Menge beziehungsweise Anzahl an Tropfen mitreißt und in den zweiten Kanal 42 transportiert. Auch der zweite Kanal 42 erstreckt sich um die Längserstreckungsrichtung zumindest im Wesentlichen spiralförmig, sodass die den zweiten Kanal 42 durchströmende gasförmige Phase zumindest im Wesentlichen spiralförmig strömt. Da sich der jeweilige Kanal 34 beziehungsweise 42 zumindest im Wesentlichen spiralförmig erstreckt, weist der jeweilige Kanal 34 beziehungsweise 42 jeweilige, sich um die Längserstreckungsrichtung herum erstreckende Windungen auf. Unter dem Merkmal, dass der zweite Kanal 42 den ersten Kanal 34 insbesondere in dessen Umfangsrichtung vollständig umlaufend umgibt, ist insbesondere zu verstehen, dass die jeweiligen Windungen des Kanals 34 in den jeweiligen Windungen des Kanals 42 verlaufen, sodass beispielsweise der zweite Kanal 42 wenigstens eine oder mehrere erste Spiralen bildet. Ferner bildet der erste Kanal 34 wenigstens eine oder mehrere zweite Spiralen, wobei beispielsweise die jeweilige zweite Spirale in der jeweiligen ersten Spirale verläuft. Das den zweiten Kanal 42 durchströmende Gas, welches die gasförmige Phase bildet, umströmt somit außenseitig jeweilige Wandungen oder Wandungsbereiche direkt, welche innenseitig den Kanal 34 bilden beziehungsweise begrenzen. Dies bedeutet, dass die gegenüber den Kanal 34 durchströmende Gas kältere gasförmige Phase die genannten Wandungen direkt berührt, sodass ein effizienter und effektiver Wärmeübergang von dem den Kanal 34 wärmeren durchströmenden Gas über die Wandungen an die den Kanal 42 durchströmende kältere gasförmige Phase erfolgen kann. Hierdurch wird das den Kanal 34 durchströmende Gas gekühlt, und die den Kanal 42 durchströmende gasförmige Phase wird erwärmt. Da das Gas in die erste Richtung und die gasförmige Phase in die entgegengesetzte zweite Richtung strömt, ist die Wärmetauschereinrichtung 20 als der effektive und effiziente Gegenstrom-Wärmetauscher 32 ausgebildet. Da die Wäremtauscherstruktur 32 mit nur wenig Verbindungsstellen zur Innen- und Außenwand aufgehängt ist, findet trotz der kleinen und kompakten Bauform ein sehr guter Wärmetransfer statt.

Des Weiteren ist die Vorrichtung 26 als Monolith und somit einstückig ausgebildet. Hierdurch können die Teileanzahl und somit die Kosten, der Bauraumbedarf und das Gewicht der Vorrichtung 26 in einem besonders geringen Rahmen gehalten werden. Ferner können auch keine Leckagen oder Risse an Fügestellen auftreten, da durch die monolithische Bauweise die Zahl der Verbindungsstellen auf ein Minimum von maximal nur 5 Anschlüssen reduziert ist.

10

Aus FIG 2 ist erkennbar, dass die Vorrichtung 26 wenigstens einen auch als Entspannungsgasaustritt bezeichneten Austritt 44 aufweist, über welchen beispielsweise die gasförmige Phase aus dem zweiten Kanal 42 ausleitbar ist. Da die gasförmige Phase gegenüber dem den Kanal 34 durchströmenden Gas expandiert und somit entspannt ist, wird die gasförmige Phase auch als Entspannungsgas bezeichnet. Das Entspannungsgas kann beispielsweise über den Austritt 44 aus der Vorrichtung 26 abgeführt werden. Beispielsweise wird das Entspannungsgas über das Eintrittsventil 24 wieder dem Verdichter 14 zugeführt, sodass beispielsweise das Entspannungsgas als der zuvor genannte zweite Teil mittels des Verdichters 14 wieder verdichtet werden kann.

15

20

25

Die Vorrichtung 26 kann ferner einen Berstventilanschluss 46 aufweisen, an welchem beispielsweise ein Berstventil anschließbar ist. Der Berstventilanschluss 46 weist einen aus FIG 3 erkennbaren Berstkanal 48 auf, welcher fluidisch mit dem Sammelbereich 40 verbunden ist. Übersteigt beispielsweise ein in dem Sammelbereich 40 herrschender Druck einen vorgebbaren Schwellenwert, so öffnet, insbesondere birst, das Berstventil, wodurch das Berstventil beispielsweise den Berstkanal 48 freigibt. In der Folge kann beispielsweise ein in dem Sammelbereich 40 aufgenommenes Fluid über den Berstkanal 48 aus dem Sammelbereich 40 abgeführt werden, sodass ein übermäßiger Druckanstieg in dem Sammelbereich 40 vermieden werden kann.

30

35

Um die Vorrichtung 26 besonders zeit- und kostengünstig herzustellen, ist die Vorrichtung 26 vorzugsweise durch ein generatives Fertigungsverfahren, insbesondere durch 3D-Drucken, hergestellt. FIG 3 zeigt beispielsweise die Vorrichtung 26 in ihrer Einbaulage, wobei in FIG 3 durch einen Pfeil 50 eine sogenannte, mit der Längserstreckungsrichtung der Vorrichtung 26 zusammenfallende Funktionsrichtung veranschaulicht ist. Bezogen auf die Einbaulage wirkt die Schwerkraft in die Funktionsrichtung, da beispielsweise die mittels des Aerosolbrechers 38 abgeschiedenen Tropfen entlang der Funktionsrichtung von dem Aerosolbrecher 38 abtropfen und sich in dem Sammelbereich 40 sammeln. Ferner veranschaulicht in FIG 3 der Pfeil 50 eine mit der Längserstreckungsrichtung zusammenfallende Baurichtung, entlang welcher die Vorrichtung 26 durch das generative Fertigungsverfahren aufgebaut beziehungsweise hergestellt wird. Der Aufbau der Vorrichtung 26 startet am Fuß des Pfeiles 50 und wächst in Richtung der Spitze des Pfeiles 50. Durch die monolithische Ausgestaltung der Vorrichtung 26 kann dabei deren gewünschte Funktion hinsichtlich der Verflüssigung des wenigstens einen Gases realisiert werden, wobei die Einbaulage in Funktionsrichtung der Lage in Baurichtung entgegengesetzt ist beziehungsweise umgekehrt.

In fertig hergestelltem Zustand ist beispielsweise die Vorrichtung 26 in etwa so groß wie ein Football, welcher als Spielgerät beziehungsweise Sportgerät in der Sportart American Football genutzt wird. Die Vorrichtung 26 ermöglicht somit eine dezentrale, effiziente und effektive Verflüssigung von Gasen, wodurch beispielsweise in dem flüssigen Gas beziehungsweise der Flüssigkeit 12 überschüssige elektrische Energie gespeichert, insbesondere zwischengespeichert, werden kann.

Der Eintritt 30 umfasst beispielsweise einen Eintrittsanschluss 54 der Vorrichtung 26, sodass beispielsweise an den Eintrittsanschluss 54 eine Leitung zum Führen des Druckgases angeschlossen werden kann. Somit kann beispielsweise das die Leitung durchströmende Druckgas aus der Leitung aus- und in

den Eintrittsanschluss 54 einströmen und über den Eintrittsanschluss 54 in den Kanal 34 einströmen.

Die Vorrichtung 26 weist ferner vorzugsweise wenigstens einen
5 Austritt 56 mit wenigstens einem Austrittsanschluss 58 auf.
Über den Austritt 56 kann beispielsweise die Flüssigkeit 12
aus dem Sammelbereich 40 abgeführt werden. Hierzu kann bei-
spielsweise an den Austrittsanschluss 58 eine weitere Leitung
angeschlossen werden, sodass die Flüssigkeit 12 aus dem Sam-
10 melbereich 40 aus- und in die weitere Leitung einströmen
kann, insbesondere über den Austrittsanschluss 58. Somit ist
der Austritt 56 ein Ausgang für die Flüssigkeit 12. Bei-
spielsweise kann an den Austrittsanschluss 58 ein Ventil,
insbesondere ein Tieftemperatur-Ventil, angeschlossen werden,
15 über welches die Flüssigkeit 12 aus dem Sammelbereich 40 ab-
geführt werden kann.

Der Kanal 34 und der Kanal 42 weisen jeweils einen ersten Ka-
nalabschnitt 60 und einen zweiten Kanalabschnitt 62 auf, wel-
20 cher auf einem dem Sammelbereich 40 zugewandten Innenseite 65
des ersten Kanalabschnitts 60 angeordnet ist. Dies bedeutet,
dass die den Kanalabschnitt 62 bildenden Windungen des Kanals
34 beziehungsweise 42 innenseitig der Windungen angeordnet
sind, die den Kanalabschnitt 60 des Kanals 34 beziehungsweise
25 42 bilden. Auf seinem Weg von dem Eintritt 30 zu der Expansi-
onsdüse 36 strömt beispielsweise das Gas durch den Kanalab-
schnitt 60 des Kanals 34 in die Funktionsrichtung und somit
bezogen auf die Einbaulage nach unten, wobei das Gas spiral-
förmig strömt. Das Gas strömt dabei beispielsweise durch den
30 Kanalabschnitt 62 des Kanals 34 entgegen der Funktionsrich-
tung und somit bezogen auf die Einbaulage nach oben, wobei
das Gas durch den Kanalabschnitt 62 spiralförmig strömt. Da
die Wärmetauschereinrichtung 20 als der Gegenstrom-Wärme-
tauscher 32 ausgebildet ist, strömt beispielsweise die gas-
35 förmige Phase auf ihrem Weg von der genannten Einströmöffnung
zu dem Entspannungsgasaustritt durch den Kanalabschnitt 60
des Kanals 42 beispielsweise entgegen der Funktionsrichtung
und somit bezogen auf die Einbaulage nach oben sowie durch

den Kanalabschnitt 62 des Kanals 42 in die Funktionsrichtung und somit bezogen auf die Einbaulage nach unten, sodass die den Kanal 42 durchströmende gasförmige Phase in dem jeweiligen Kanalabschnitt 60 beziehungsweise 62 dem Gas entgegenströmt. Auf ihrem Weg von der Einströmöffnung zu dem Entspannungs-
5 gasaustritt strömt die gasförmige Phase beispielsweise zuerst durch den Kanalabschnitt 60 des Kanals 42 und dann durch den Kanalabschnitt 62 des Kanals 42 oder aber zunächst durch den Kanalabschnitt 62 des Kanals 42 und dann durch den
10 Kanalabschnitt 60 des Kanals 42. Auf diese Weise kann das Gas effektiv und effizient mittels der gasförmigen Phase gekühlt werden.

Durch die beschriebene Anordnung der Kanalabschnitte 60 und
15 62 der Kanäle 34 und 42 können besonders große Längen der Kanäle 34 und 42 realisiert werden, während der Bauraumbedarf der Vorrichtung 26 besonders gering gehalten werden kann. Insbesondere weist vorzugsweise der jeweilige Kanal 34 beziehungsweise 42 eine Länge von wenigstens 10 Metern, bevorzugt
20 von mindestens 20 Metern auf.

Wie besonders gut aus FIG 3 und 4 erkennbar ist, weist der Aerosolbrecher 38 vorzugsweise eine Mehrzahl von zumindest im Wesentlichen trichterförmigen und aufeinander angeordneten
25 beziehungsweise aufeinanderfolgenden Schichten 64 mit jeweiligen, in Umfangsrichtung des Aerosolbrechers 38 voneinander beabstandeten Brecherplatten 66 auf. Dabei mündet die Expansionsdüse 36 in einen durch den Aerosolbrecher 38 begrenzten Bereich 68.

30 Die Vorrichtung 26 weist darüber hinaus eine Isolation 70 mit wenigstens einem den Gegenstrom-Wärmetauscher 32 außenseitig zumindest überwiegend umgebenden Isolationsmantel 72 auf, welcher evakuiert ist. Somit ist die Isolation 70 als Vakuumisolation ausgebildet, welche auch als Vakuum-Isolierung bezeichnet
35 wird. Durch die Vakuum-Isolierung kann eine besonders hohe Energieeffizienz ohne Zusatzkosten realisiert werden. Durch die Vakuum-Isolierung können Vakuumzonen geschaf-

fen werden, um dadurch beispielsweise unterschiedliche Bereiche der einstückigen Vorrichtung 26 thermisch voneinander zu entkoppeln. Der integrierte Aerosolbrecher 38 ist vorzugsweise als Demistor ausgebildet. Insbesondere weist der Sammelbereich 40 vorzugsweise eine Kapazität von zirka einem Liter der Flüssigkeit 12 auf. Auch die Expansionsdüse 36 ist aufgrund der einstückigen Ausgestaltung der Vorrichtung 26 in diese integriert. Durch den Aufbau der Vorrichtung 26 lässt sich eine intrinsisch druckfeste Konstruktion bei hohem Wärmeaustausch durch eng dimensionierte Wandlängen und durch benachbarte Strukturen realisieren.

Aus FIG 2 ist erkennbar, dass die Vorrichtung 26 einen Vakuumisolierungsanschluss 74 aufweist. Über den Vakuumisolierungsanschluss 74 kann beispielsweise der Isolationsmantel 72 isoliert werden, insbesondere kann an dem Vakuumisolierungsanschluss 74 ein Isolierungsventil und/oder eine Leitung angeschlossen werden, über das beziehungsweise die der Isolationsmantel 72 evakuiert wird beziehungsweise evakuiert werden kann.

Aus FIG 5 ist besonders gut erkennbar, dass die Expansionsdüse 36 einen durch eine innenumfangsseitige Mantelfläche 76 eines ersten Düsenkörpers 78 der Expansionsdüse 36 begrenzten Düsenkanal 80 aufweist, welcher von dem Gas durchströmbar ist. Der Düsenkanal 80 mündet über eine Ausströmöffnung 82 der Expansionsdüse 36 in den Aerosolbrecher 38, insbesondere in den durch diesen begrenzten Bereich 68.

Die innenumfangsseitige Mantelfläche 76 begrenzt einen Längenbereich L des Düsenkanals 80, wobei sich der Längenbereich L in Strömungsrichtung des den Düsenkanal 80 durchströmenden Gases verzängt.

In dem Düsenkanal 80 und insbesondere zumindest in einem Teil des Längenbereichs L ist ein zweiter Düsenkörper 84 der Expansionsdüse 36 angeordnet. Da die Vorrichtung 26 insgesamt einstückig ausgebildet ist, sind die Düsenkörper 78 und 84

einstückig miteinander ausgebildet. Der Düsenkörper 84 ist über jeweilige Stege 86 an der innenumfangsseitigen Mantelfläche 76 und somit an dem Düsenkörper 78 gehalten und von der innenumfangsseitigen Mantelfläche 76 beziehungsweise von dem Düsenkörper 78 beabstandet, sodass das den Düsenkanal 80 durchströmende Gas zwischen dem Düsenkörper 78, insbesondere der innenumfangsseitigen Mantelfläche 76, und dem Düsenkörper 84, insbesondere einer außenumfangsseitigen Mantelfläche 88 des Düsenkörpers 84, hindurchströmen kann. Die innenumfangs-
10 seitige Mantelfläche 76 und die außenumfangsseitige Mantelfläche 88 begrenzen dabei einen von dem den Düsenkanal 80 durchströmenden Gas durchströmbaren Düsenquerschnitt 90, welcher sich in Strömungsrichtung des den Düsenkanal 80 durchströmenden Gases und somit zum Bereich 68 hin verzüngt.

15

FIG 6 zeigt die Vorrichtung 26 in einer schematischen Untersicht, wobei aus FIG 6 besonders gut der Austritt 56 mit dem Austrittsanschluss 58 erkennbar ist.

20 FIG 7 zeigt die Vorrichtung 26 in einer schematischen Querschnittsansicht, wobei in FIG 7 eine von dem Druckgas durchströmbare Führung 92 und eine von dem Entspannungsgas durchströmbare Führung 94 erkennbar sind. Die Führung 92 ist beispielsweise Bestandteil des Kanals 34, während die Führung 94
25 beispielsweise Bestandteil des Kanals 42 ist. FIG 8 bis 10 zeigen die Vorrichtung 26 in weiteren perspektivischen Querschnittsansichten. Dabei sind besonders gut aus FIG 9 die Schichten 64 des Aerosolbrechers 38 sowie die Brecherplatten 66 erkennbar. Besonders gut aus FIG 10 erkennbar sind der
30 Eintritt 30 mit dem Eintrittsanschluss 54, der Berstventilanschluss 46, der Vakuumisolierungsanschluss 74 und der Austritt 44.

Schließlich zeigen FIG 11 bis 15 die Vorrichtung 26 aus-
35 schnittsweise in jeweiligen schematischen Längsschnittansichten, um beispielsweise den auch als Vakuumanschluss bezeichneten Vakuumisolierungsanschluss 74 näher zu veranschaulichen. Aus FIG 12 und 13 sind beispielsweise besonders gut Lö-

cher 96 erkennbar, über welche beispielsweise ein Werkstoff, aus welchem die Vorrichtung 26 insbesondere durch das generative Fertigungsverfahren hergestellt wird und welcher im Rahmen des generativen Fertigungsverfahrens nicht geschmolzen wird sondern in Pulverform verbleibt, aus der Vorrichtung 26, insbesondere aus dessen Inneren, entfernt und an die Umgebung der Vorrichtung 26 gefördert werden kann. Dabei zeigt FIG 15 den Berstventilanschluss 46 in einer Detailansicht. Die jeweilige Länge des jeweiligen Kanals 34 beziehungsweise 42 beträgt beispielsweise wenigstens 21 Meter, insbesondere zirka 21,6 Meter. Die Vorrichtung 26 ist beispielsweise aus einem metallischen Werkstoff gebildet, wobei beispielsweise ein verbautes Metallvolumen von zirka 4 Litern vorgesehen ist, um die Vorrichtung 26 herzustellen.

15

Patentansprüche

1. Vorrichtung (26) zum Verflüssigen wenigstens eines Gases, mit:

- 5 - wenigstens einem Eintritt (30), über welchen das unter Druck stehende Gas in die Vorrichtung (26) einleitbar ist;
- wenigstens einem Gegenstrom-Wärmetauscher (32), welcher wenigstens einen über den Eintritt (30) mit dem unter
10 Druck stehenden Gas versorgbaren und in eine erste Richtung von dem Gas durchströmbaren ersten Kanal (34) aufweist,
- wenigstens einer Expansionsdüse (36), in welche der erste Kanal (34) mündet, sodass das von dem ersten Kanal
15 (34) in die Expansionsdüse (36) strömende, die Expansionsdüse (36) durchströmende und aus der Expansionsdüse (36) ausströmende Gas mittels der Expansionsdüse (36) unter Bildung eines eine gasförmige Phase und flüssige Tropfen umfassenden Aerosols expandierbar ist;
- 20 - einen Aerosolbrecher (38), mittels welchem zumindest ein Teil der Tropfen von der gasförmigen Phase abscheidbar ist;
- einen Sammelbereich (40) zum Auffangen und Sammeln der von dem Aerosolbrecher (38) abtropfenden Tropfen; und
- 25 - einen den ersten Kanal (34) umgebenden zweiten Kanal (42) des Gegenstrom-Wärmetauschers (32), wobei der zweite Kanal (42) in eine der ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung von der gegenüber dem Gas entspannten und kälteren und aus der Expansionsdüse (36)
30 ausströmenden gasförmigen Phase durchströmbaar ist und den ersten Kanal (34) umgibt, wobei die Vorrichtung (26) einstückig ausgebildet ist.

2. Vorrichtung (26) nach Anspruch 1,

- 35 wobei die Vorrichtung (26) eine Isolation (70) mit wenigstens einem den Gegenstrom-Wärmetauscher (32) umgebenden Isolationsmantel (72) aufweist, welcher evakuiert ist.

3. Vorrichtung (26) nach Anspruch 1 oder 2,
wobei die Vorrichtung (26) durch ein generatives Ferti-
gungsverfahren, insbesondere durch Methoden der generati-
ven Fertigung beziehungsweise des 3D-Druckens, hergestellt
5 ist.

4. Vorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
wobei der jeweilige Kanal (34, 42) spiralförmig verläuft.
10

5. Vorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
wobei der jeweilige Kanal (34, 42) mindestens einen ersten
Kanalabschnitt (60) und einen zweiten Kanalabschnitt (62)
15 aufweist, welcher auf einer dem Sammelbereich (40) zuge-
wandten Innenseite (65) des ersten Kanalabschnitts (60)
angeordnet ist.

6. Vorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
20 wobei der jeweilige Kanal (34, 42) eine Länge von wenig-
stens 10 Metern aufweist.

7. Vorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
25 wobei der Aerosolbrecher (38) eine Mehrzahl von trichter-
förmigen, aufeinander angeordneten Schichten (64) mit je-
weiligen, in Umfangsrichtung des Aerosolbrechers (38) von-
einander beabstandeten Brecherplatten (66) aufweist.
30

8. Vorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
wobei die Expansionsdüse (36) in einen durch den Aerosol-
brecher (38) begrenzten Bereich (68) mündet.
35

9. Vorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,

wobei die Expansionsdüse (36) einen durch eine innenumfangsseitige Mantelfläche (76) eines ersten Düsenkörpers (78) der Expansionsdüse (36) begrenzten Düsenkanal (80) aufweist, in welchem ein zweiter Düsenkörper (84) angeordnet ist, welcher über Stege (86) an der innenumfangsseitigen Mantelfläche (76) gehalten und von der innenumfangsseitigen Mantelfläche (76) beabstandet ist, sodass die innenumfangsseitige Mantelfläche (76) und der zweite Düsenkörper (84) einen sich in Strömungsrichtung des den Düsenkanal (80) durchströmenden Gases verjüngenden Düsenquerschnitt (90) begrenzen.

10. Vorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Vorrichtung (26) aus einem metallischen Werkstoff gebildet ist.

11. Anlage (10) zum Verflüssigen wenigstens eines Gases, mit wenigstens einer Vorrichtung (26) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

FIG 1

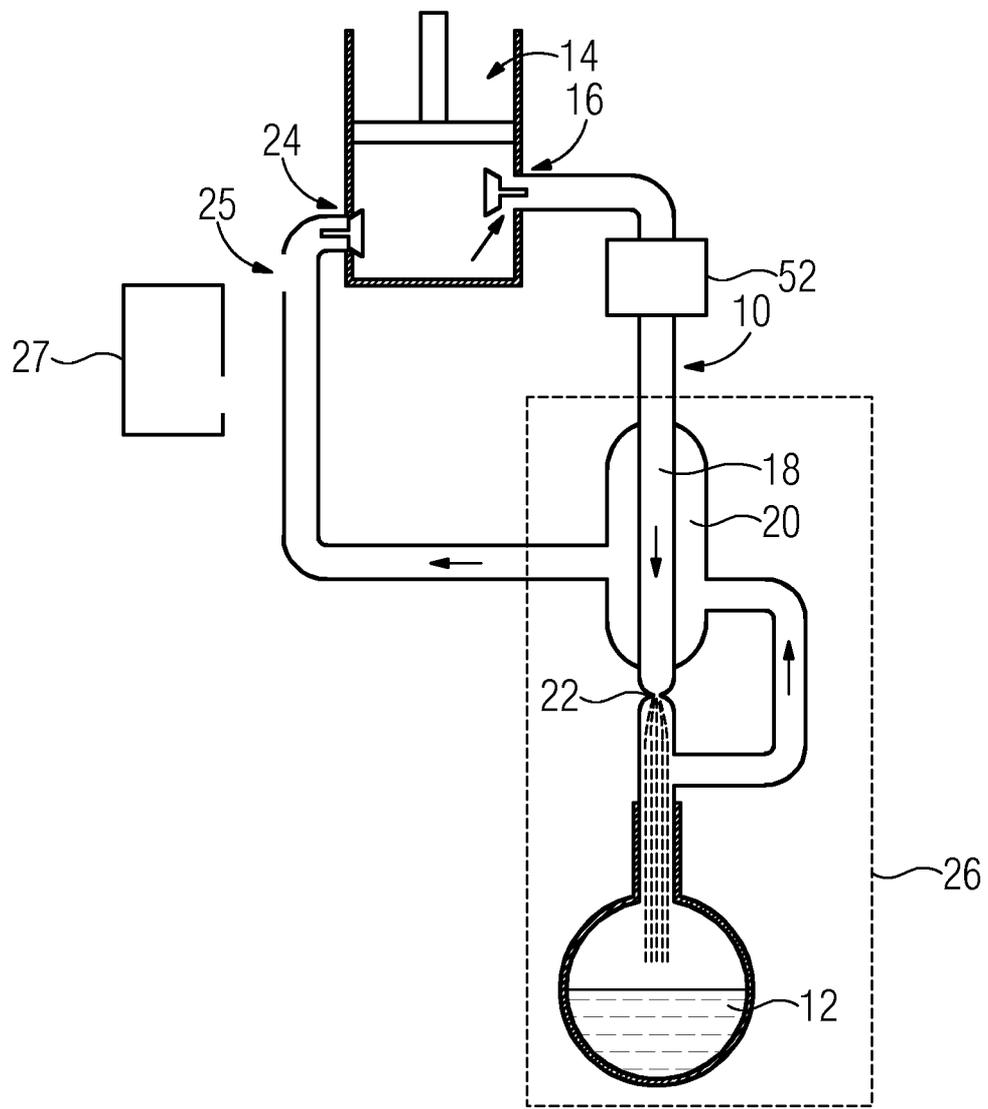


FIG 2

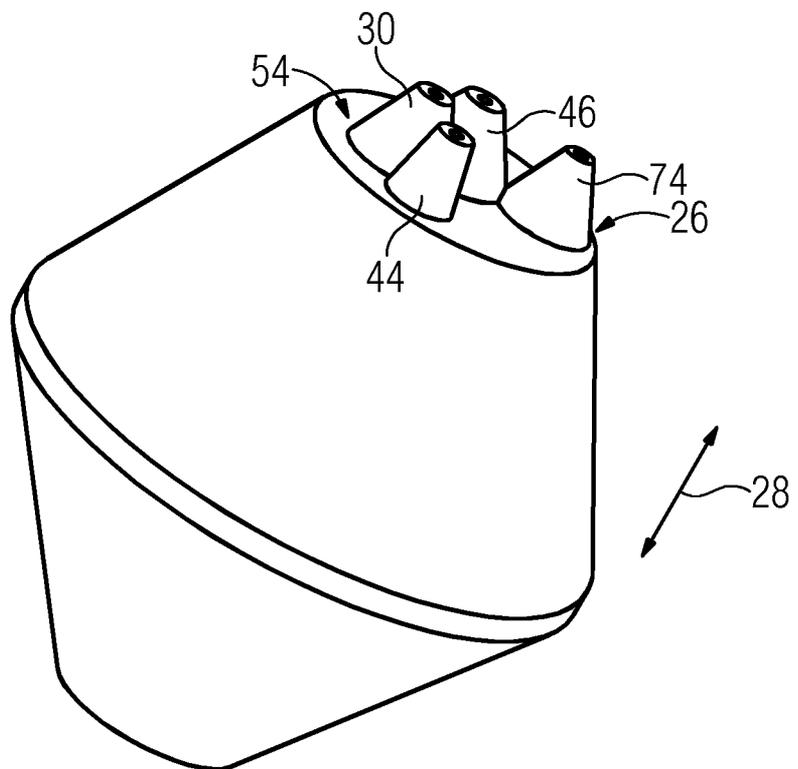


FIG 3

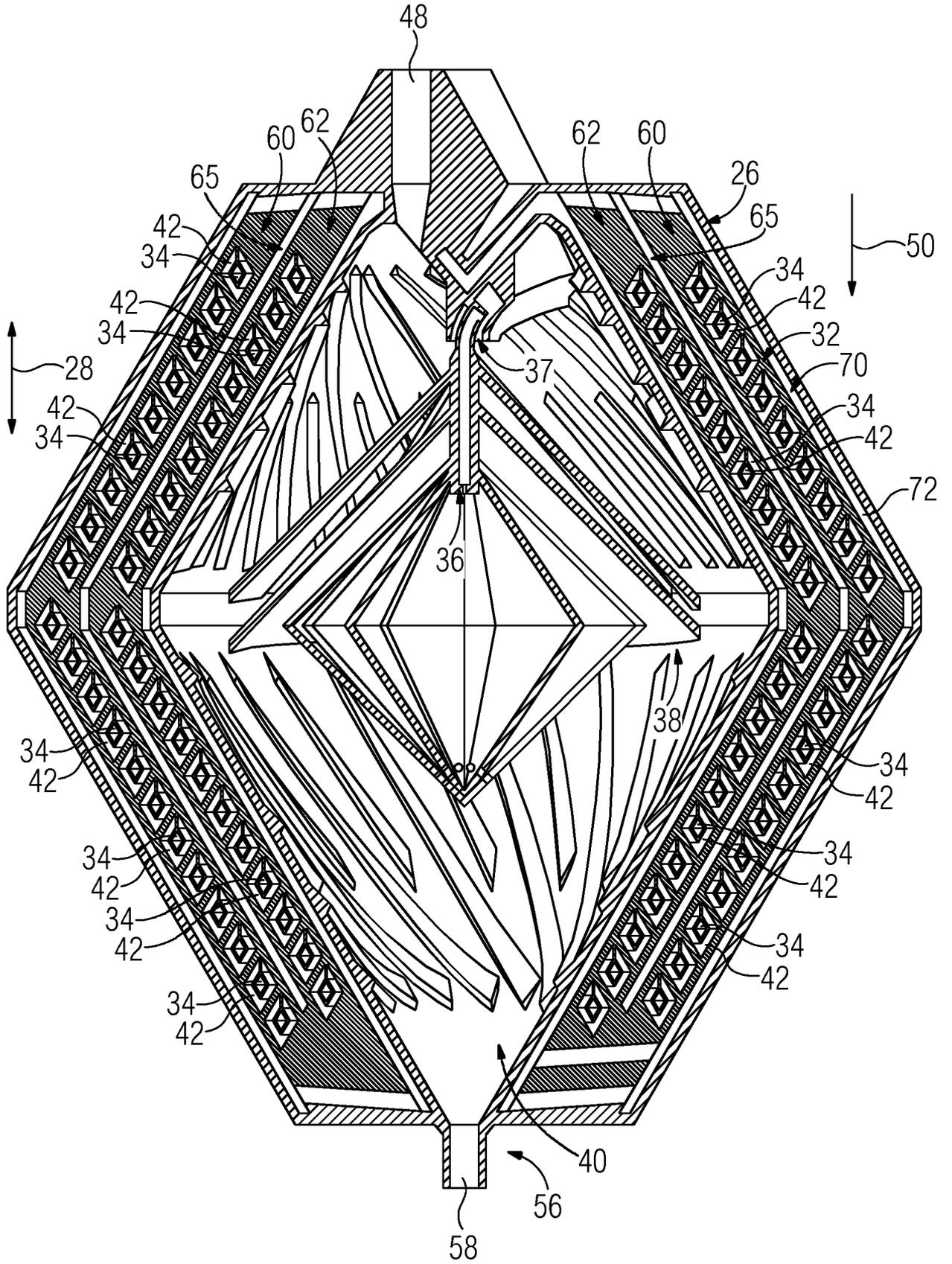


FIG 6

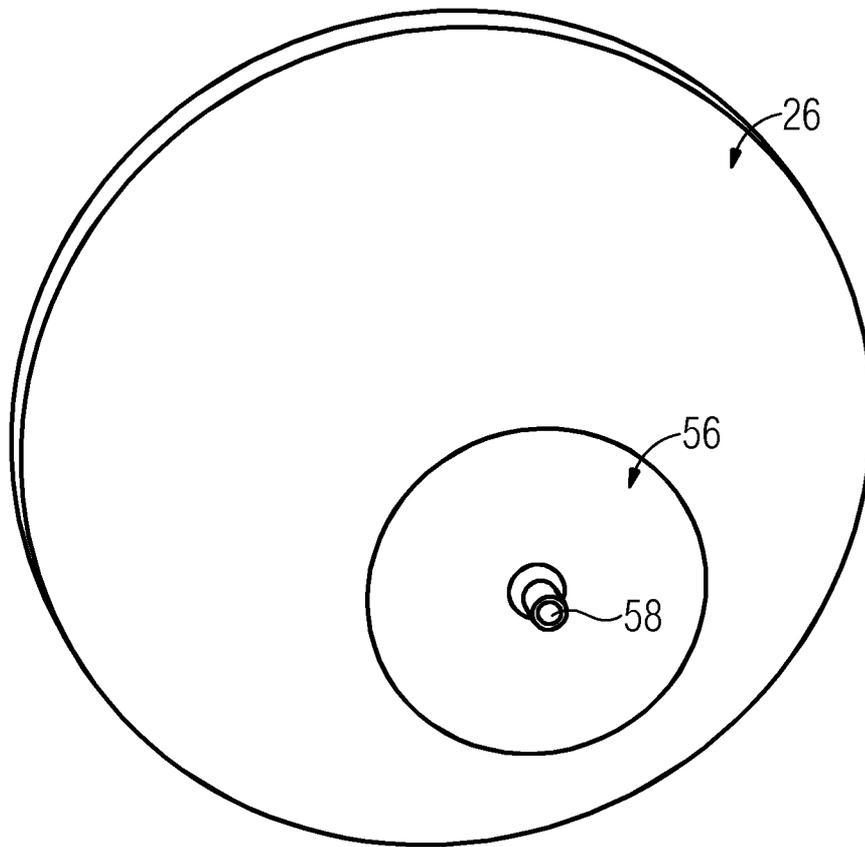


FIG 7

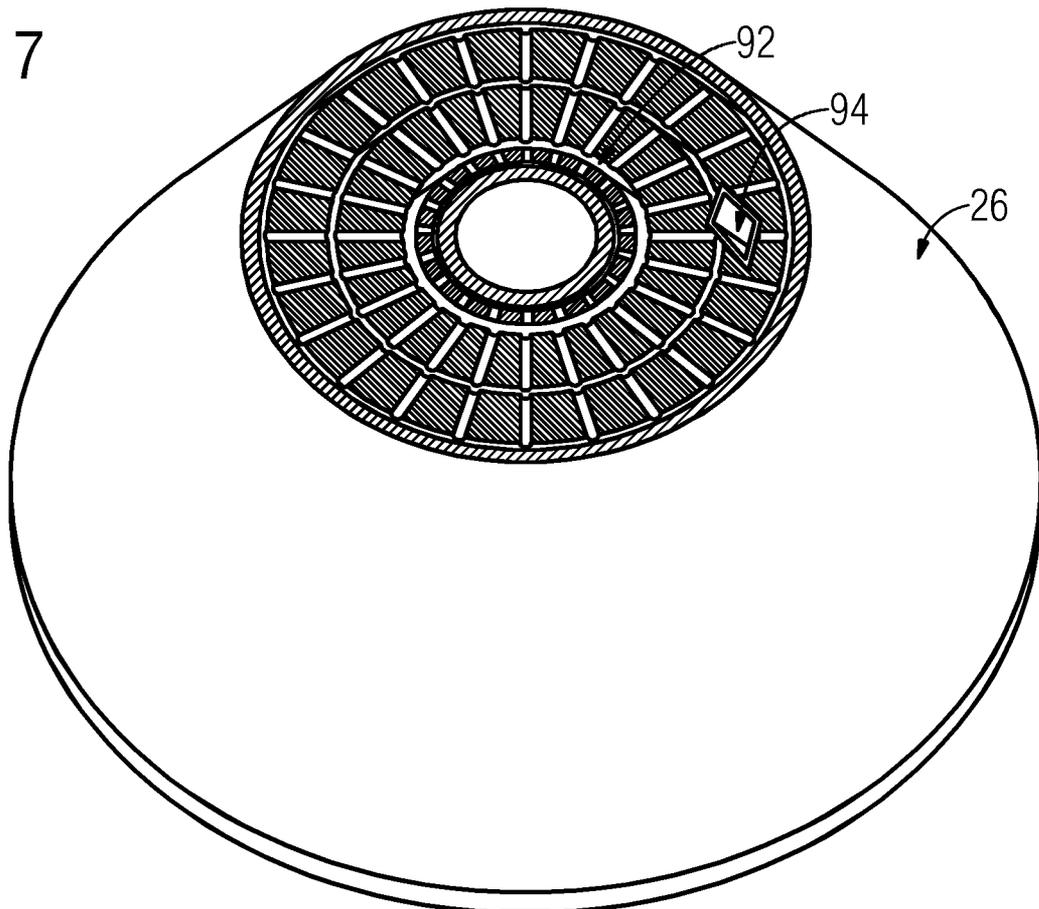


FIG 8

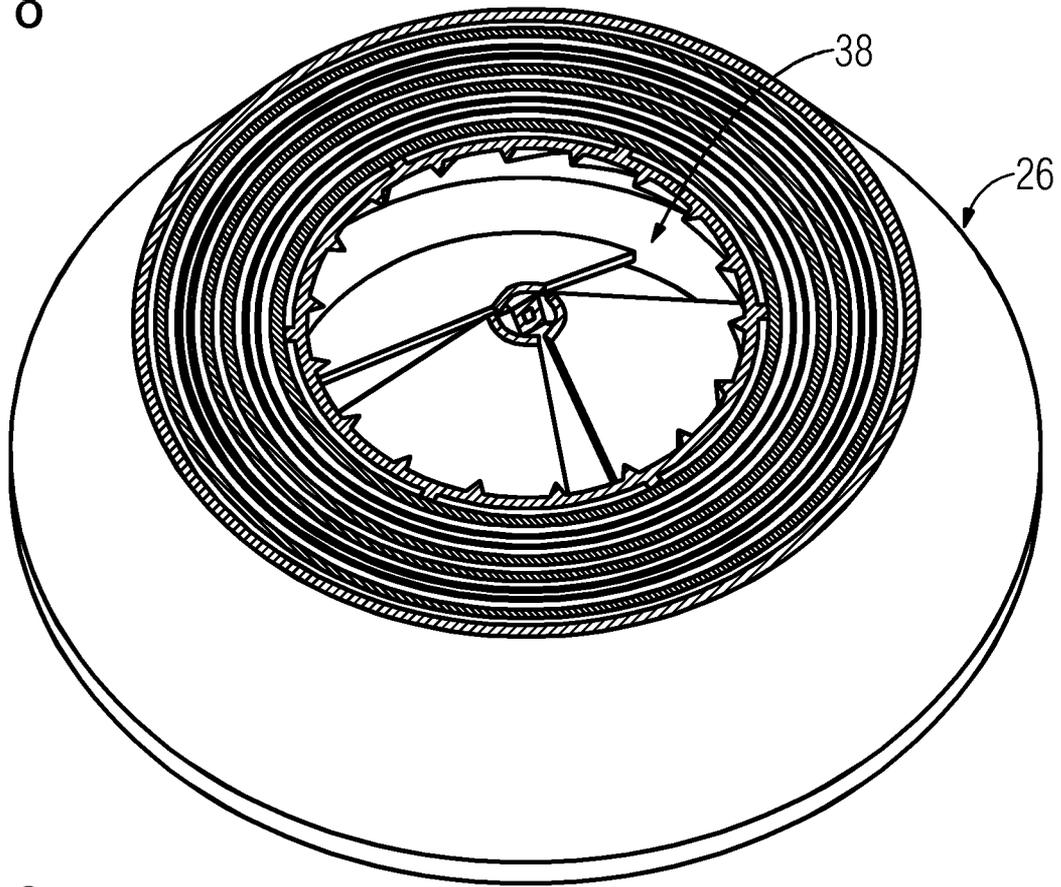


FIG 9

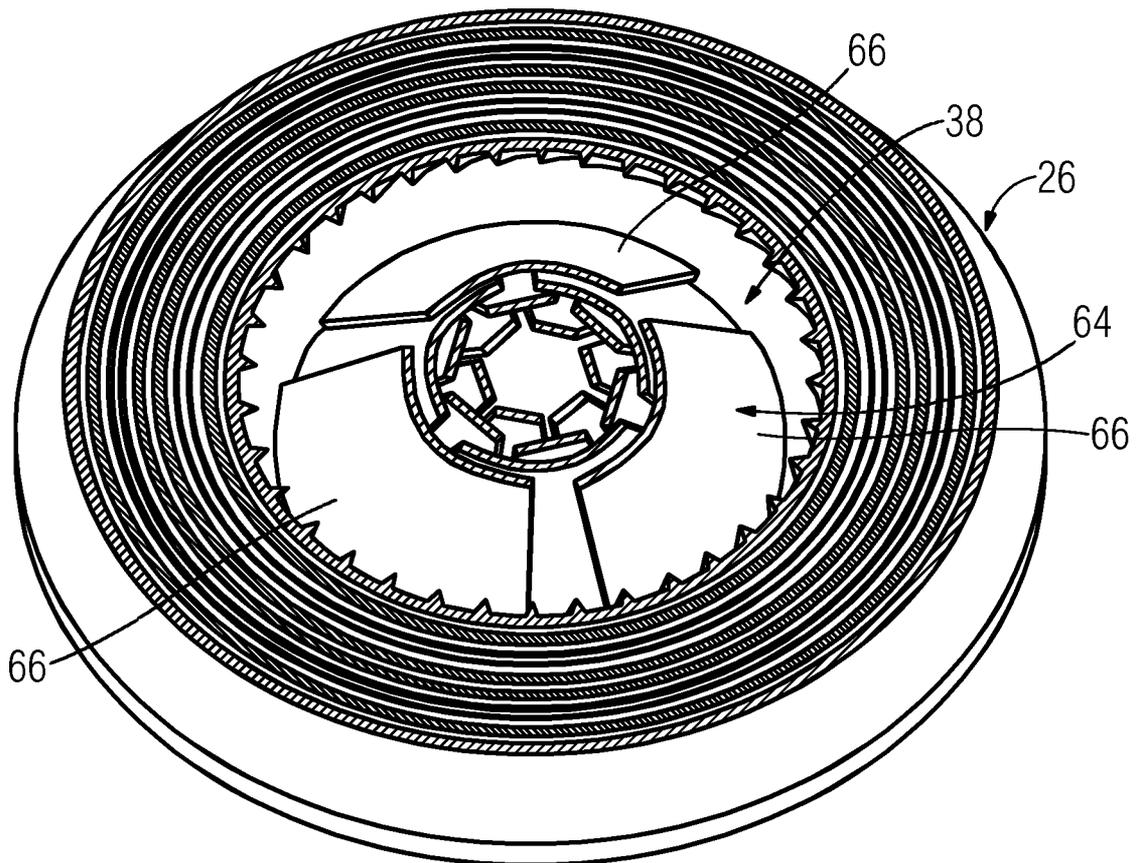


FIG 10

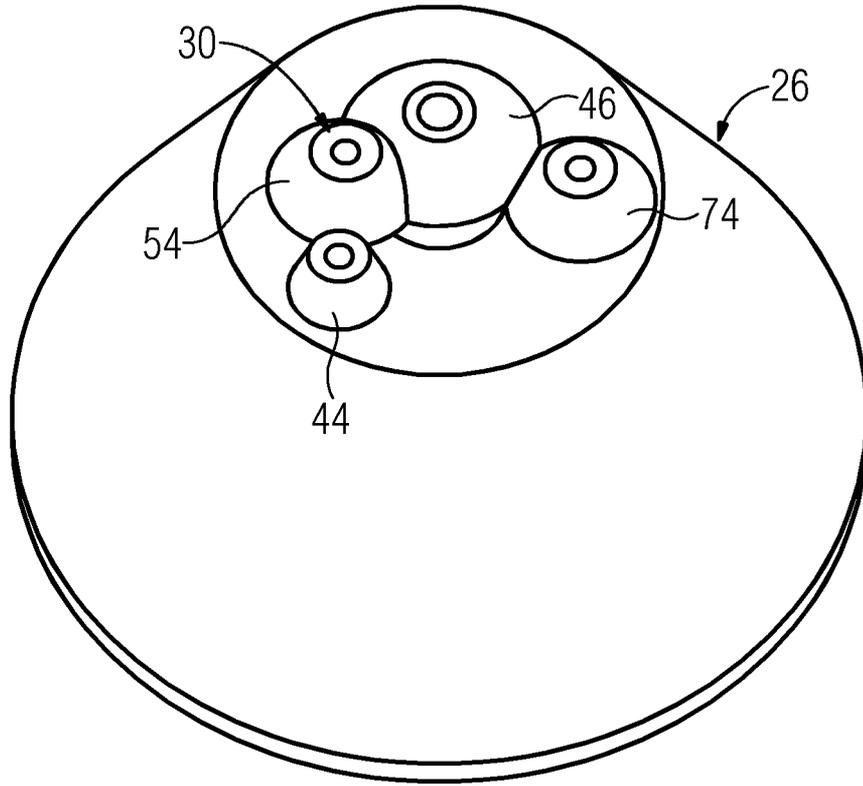


FIG 11

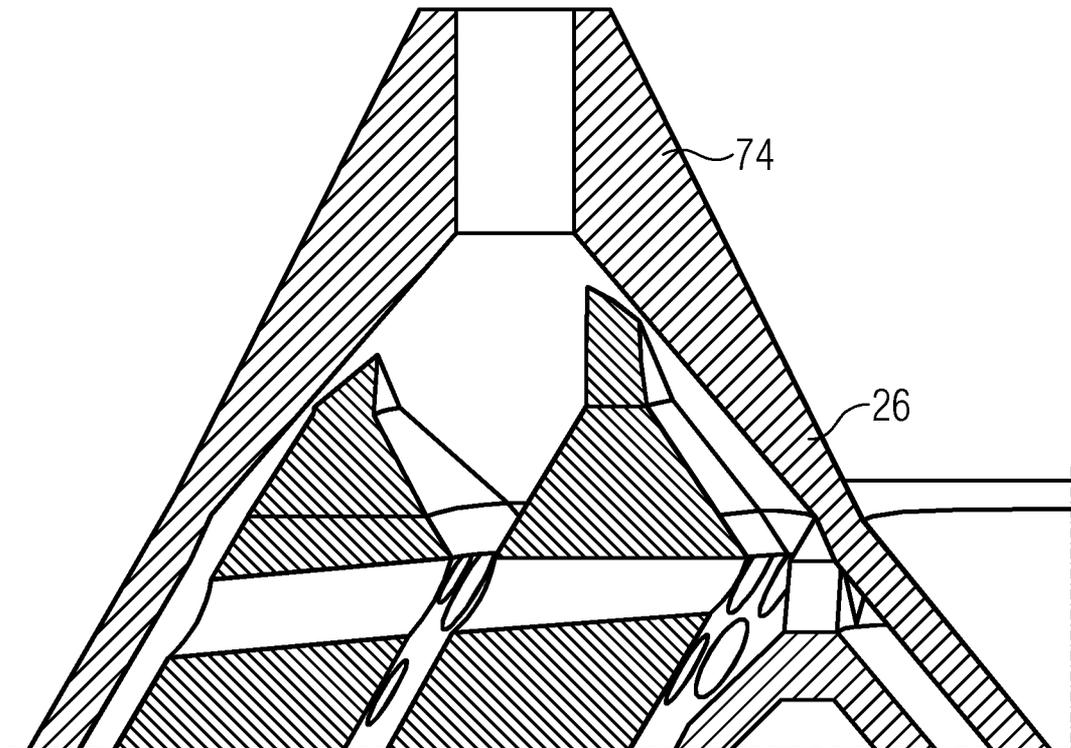


FIG 12

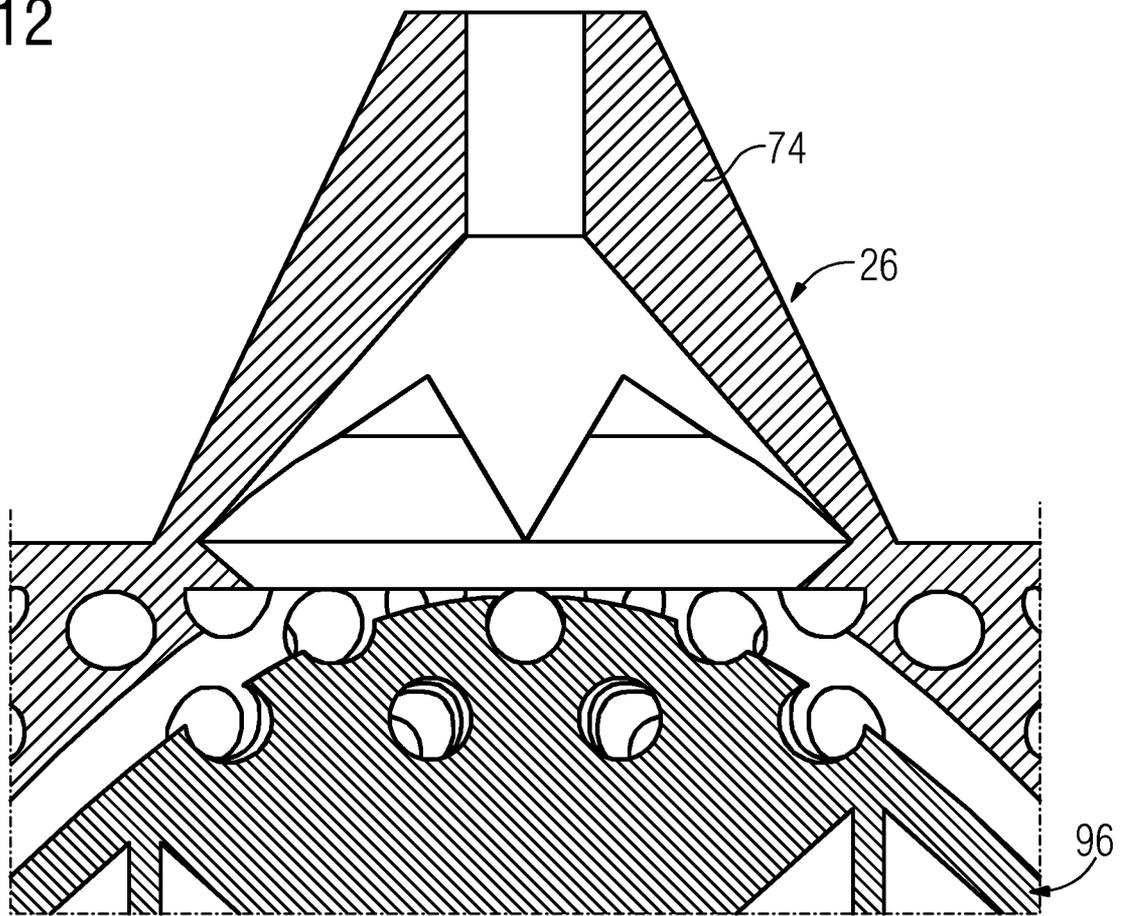


FIG 13

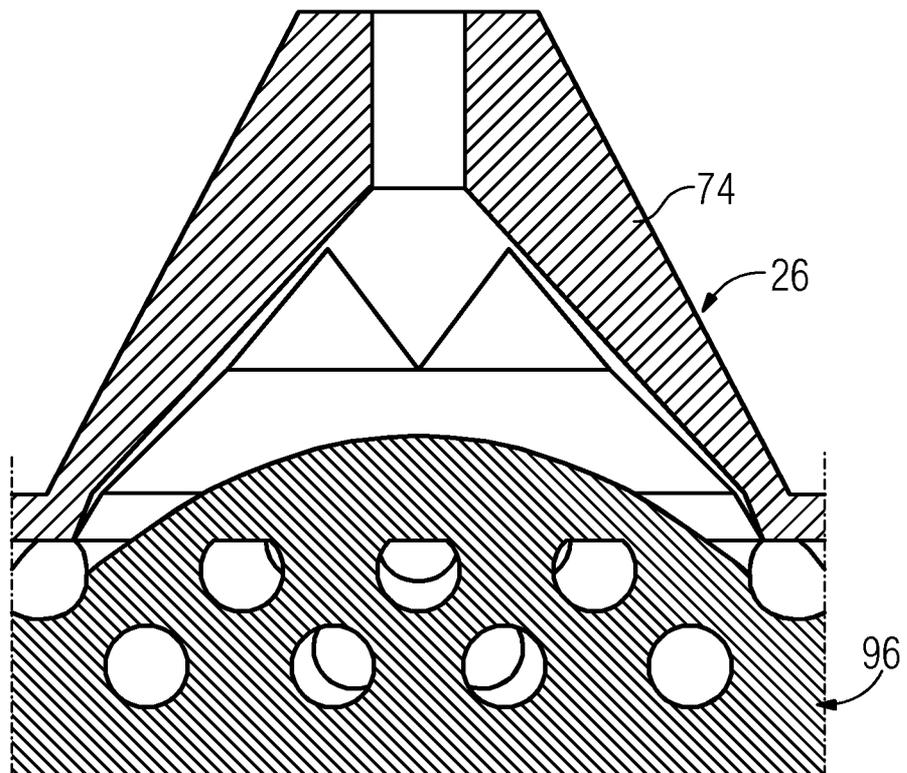


FIG 14

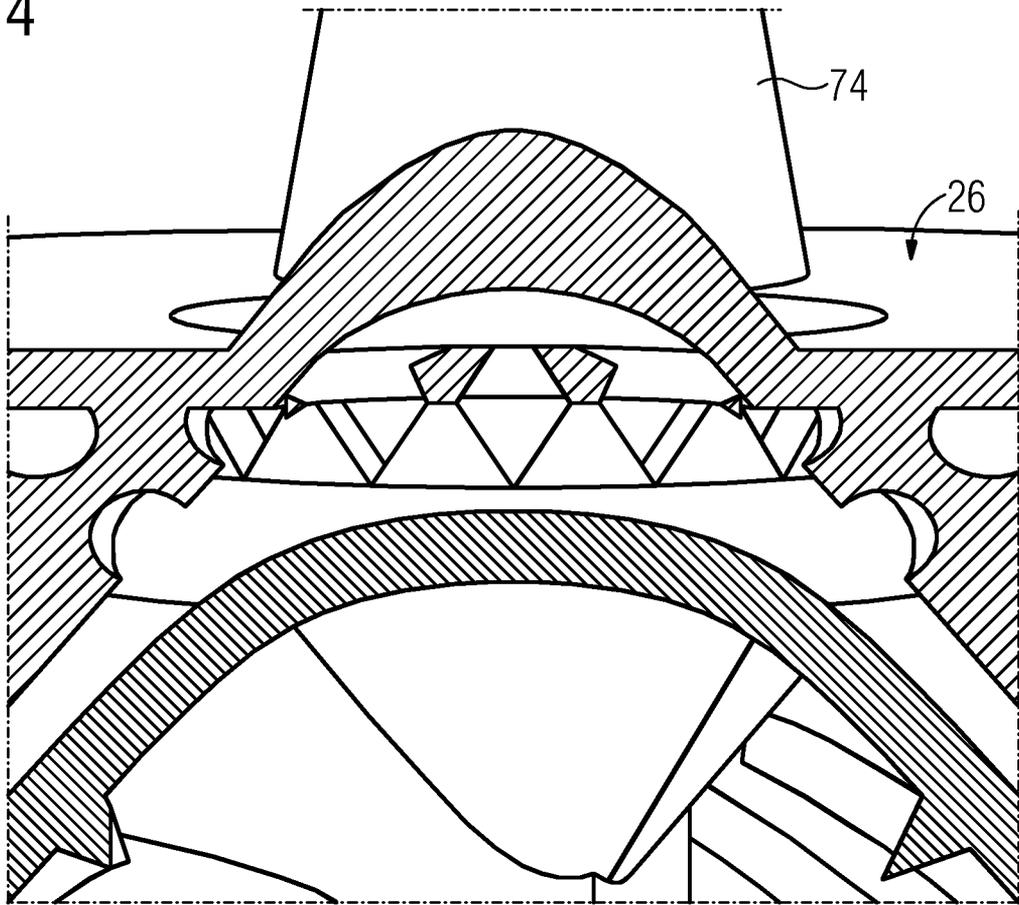
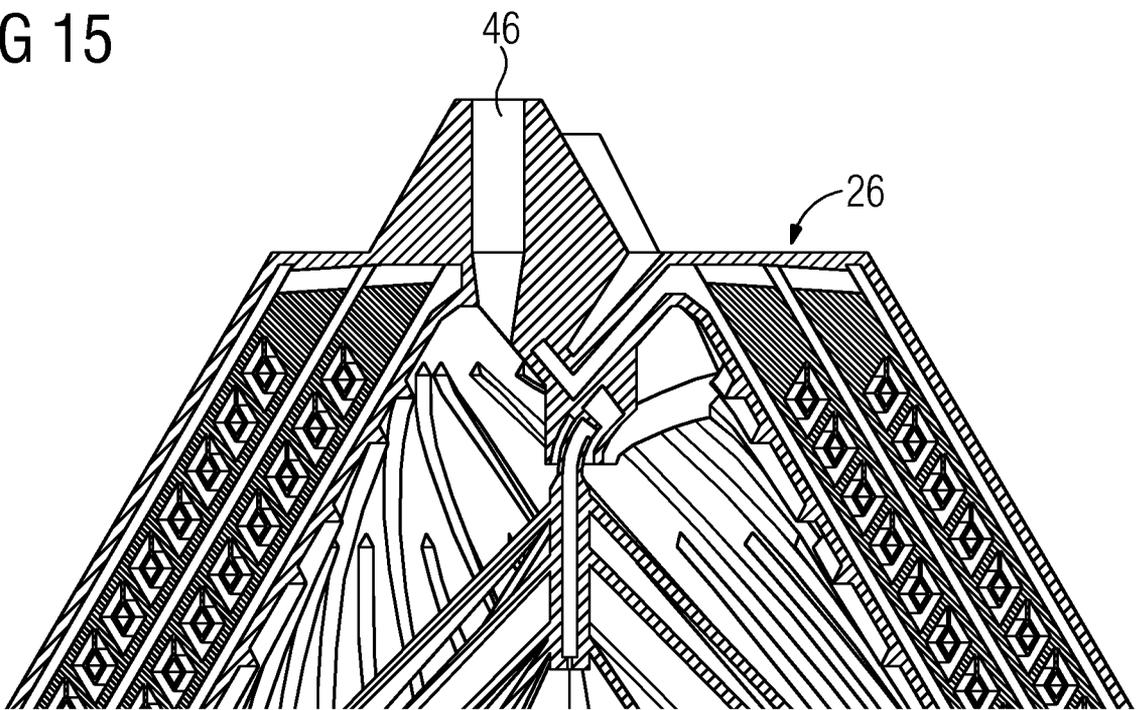


FIG 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/081995

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F25J 1/00</i> (2006.01)i; <i>F25J 1/02</i> (2006.01)i; <i>F25J 5/00</i> (2006.01)i; <i>B33Y 80/00</i> (2015.01)i		
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) F25J; B33Y		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3021683 A (JOHN MCINROY) 20 February 1962 (1962-02-20) column 1, line 51 - column 3, line 18; figures 1, 2	1-11
A	GB 191016615 A (HEYLANDT GES M B H [DE]) 12 July 1911 (1911-07-12) figure 1 page 2, line 26 - page 3, line 28	1-11
A	DE 861852 C (ANDREAS HOFER HOCHDRUCK APPBAU) 05 January 1953 (1953-01-05) figure 2 paragraph [0003] - paragraph [0004]	1-11
A	US 2006260327 A1 (KANAMORI SHOJI [CA] ET AL) 23 November 2006 (2006-11-23) figures 1, 4, 5 paragraph [0005] paragraph [0008] paragraph [0024] - paragraph [0026] paragraph [0028] - paragraph [0037]	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 February 2019		Date of mailing of the international search report 04 March 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 Karspeck, Sabine Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/EP2018/081995

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 3021683 A	20 February 1962	GB 863961 A US 3021683 A	29 March 1961 20 February 1962
GB 191016615 A	12 July 1911	FR 418138 A GB 16615 A GB 191016615 A	01 December 1910 27 February 2019 12 July 1911
DE 861852 C	05 January 1953	NONE	
US 2006260327 A1	23 November 2006	CA 2609632 A1 US 2006260327 A1 US 2009000314 A1 WO 2006122393 A1	23 November 2006 23 November 2006 01 January 2009 23 November 2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F25J1/00 F25J1/02 F25J5/00 B33Y80/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F25J B33Y		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 021 683 A (JOHN MCINROY) 20. Februar 1962 (1962-02-20) Spalte 1, Zeile 51 - Spalte 3, Zeile 18; Abbildungen 1, 2 -----	1-11
A	GB 16615 A A.D. 1910 (HEYLANDT GES M B H [DE]) 12. Juli 1911 (1911-07-12) Abbildung 1 Seite 2, Zeile 26 - Seite 3, Zeile 28 -----	1-11
A	DE 861 852 C (ANDREAS HOFER HOCHDRUCK APPBAU) 5. Januar 1953 (1953-01-05) Abbildung 2 Absatz [0003] - Absatz [0004] -----	1-11
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
14. Februar 2019	04/03/2019	
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 Karspeck, Sabine	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2006/260327 A1 (KANAMORI SHOJI [CA] ET AL) 23. November 2006 (2006-11-23) Abbildungen 1, 4, 5 Absatz [0005] Absatz [0008] Absatz [0024] - Absatz [0026] Absatz [0028] - Absatz [0037] -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/081995

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3021683	A	20-02-1962	GB 863961 A 29-03-1961 US 3021683 A 20-02-1962
GB 191016615	A	12-07-1911	FR 418138 A 01-12-1910 GB 16615 A 14-02-2019 GB 191016615 A 12-07-1911
DE 861852	C	05-01-1953	KEINE
US 2006260327	A1	23-11-2006	CA 2609632 A1 23-11-2006 US 2006260327 A1 23-11-2006 US 2009000314 A1 01-01-2009 WO 2006122393 A1 23-11-2006