

(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
9. September 2011 (09.09.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/107228 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/000863
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. Februar 2011 (23.02.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 009 721.7 1. März 2010 (01.03.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **UHDE GMBH** [DE/DE]; Friedrich-Uhde-Straße 15, 44141 Dortmund (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KOWOLL, Johannes** [DE/DE]; Stiepeler Strasse 67, 44799 Bochum (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **UHDE GMBH**; IP, Friedrich-Uhde-Straße 15, 44141 Dortmund (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

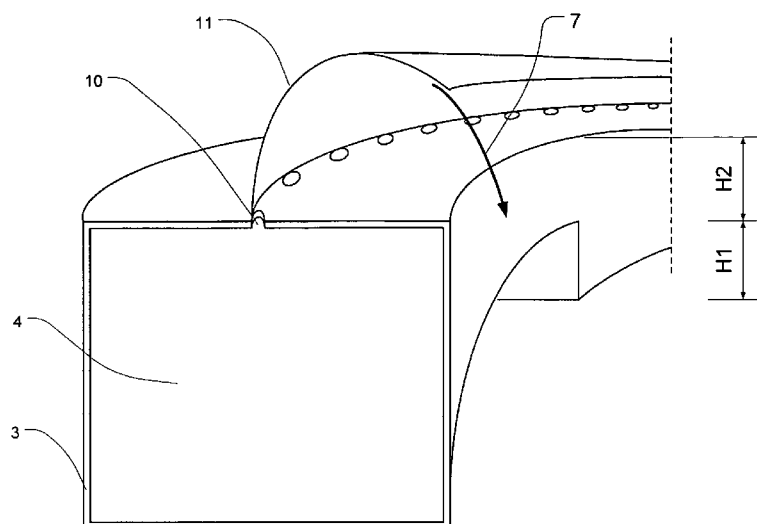
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WATER DISTRIBUTION SYSTEM IN A GASIFICATION REACTOR

(54) Bezeichnung : WASSERVERTEILSYSTEM IN EINEM VERGASUNGSREAKTOR

Fig. 3



(57) Abstract: The invention relates to a water distribution system in a gasification reactor for carrying out a slag-forming entrained flow process, wherein in order to form a water screen as a water distribution system a concentric annular distributor is provided in conjunction with an axially symmetrical deflecting surface having a concavely curved cross-section, wherein the annular distributor has at least one water intake and the annular distributor has openings that are suitably designed for water to be discharged in the form of jet. The jets from the openings are directed onto the inside of the concavely curved deflecting surface, and in the direction of the jets from the openings the planar orientation of the concavely curved surface is configured such that the jet direction and the tangential plane of the surface at the point of impingement of the jet are oriented at an acute angle between 0 and 45 degrees toward one another, and in cross-section the deflecting surface is curved to such an extent that it has a deflection angle of more than 60 degrees. The water is conducted under pressure into an annular distributor, through which it flows

quickly until it exits from the annular distributor through openings, wherein as the water exits each opening it forms a respective water jet which impinges on a deflecting surface, as each water jet slides along the deflecting surface it is fanned out and combines with the water jet from the respective adjacent opening to form a closed film of water, wherein after said closed film of water has left the deflecting surface, it is conducted downward into the interior of the reactor.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/107228 A2



Wasserverteilsystem in einem Vergasungsreaktor zur Durchführung eines schlackebildenden Flugstromverfahrens, wobei zur Bildung eines Wasserschleiers als Wasserverteilsystem ein konzentrischer Ringverteiler in Verbindung mit einer achsensymmetrischen, im Querschnitt konkav gekrümmten Umlenkfläche vorgesehen werden, wobei der Ringverteiler mindestens einen Wasserzulauf aufweist, der Ringverteiler Öffnungen aufweist, die für einen strahlförmigen Wasseraustritt geeignet ausgeführt sind, die Strahlrichtung der Öffnungen auf die Innenseite der konkav gekrümmten Umlenkfläche weist, in Strahlrichtung der Öffnungen die flächige Ausrichtung der konkav gekrümmten Fläche so ausgeprägt ist, dass die Strahlrichtung und die Tangentenebene der Fläche am Auftreffpunkt des Strahls im spitzen Winkel zwischen 0 und 45 Grad zueinander ausgerichtet sind, und die Umlenkfläche im Querschnitt soweit gekrümmt ist, dass sie einen Umlenkwinkel von mehr als 60 Grad aufweist. Hierbei wird so verfahren, dass das Wasser unter Druck in einen Ringverteiler geleitet wird, den es schnell durchströmt, bis es durch Öffnungen aus dem Ringverteiler austritt, beim Austritt aus den Öffnungen jeweils einen Wasserstrahl bildet, der auf eine Umlenkfläche trifft, jeder der Wasserstrahlen beim Gleiten entlang der Umlenkfläche aufgefächert wird und sich mit dem Wasserstrahl der jeweils benachbarten Öffnung zu einem geschlossenen Wasserfilm verbindet, dieser geschlossene Wasserfilm nach Verlassen der Umlenkfläche in Abwärtsrichtung in den Innenraum des Reaktors geleitet wird.

Wasserverteilsystem in einem Vergasungsreaktor

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wasserverteilsystem und ein Wasserverteilungsverfahren für einen Vergasungsreaktor zur Durchführung eines schlackebildenden Flugstromverfahrens, bei der das entstehende Synthesegas während der Vergasungsreaktion abwärts strömt. Bei derartigen Verfahren wird heißes Gas von 1200 bis 2000 °C erzeugt, welches geschmolzene und klebrige Aschepartikel und kondensierende oder desublimierende Stoffe enthält, wie z.B. Natrium, Kalium, Blei und Zink. Diese Partikel können an gekühlten Wänden Ablagerungen bilden und Betriebsstörungen verursachen.

[0003] Um das zu verhindern, wird häufig das heiße Gas durch Vermischung mit Wasser abgekühlt, d.h. gequenchet, wobei die Aschepartikel schnell erstarren. Die feinen Flugaschepartikel weisen jedoch ähnliche Eigenschaften wie Zement auf und können mit Wasser betonartige Ablagerungen bilden. Damit das nicht passiert, sollen alle Wände des Quenchraumes kontinuierlich entweder heiß und trocken oder mit einem Wasserfilm bedeckt werden.

[0004] Nach bekanntem Stand der Technik, wie er beispielsweise in der WO 2009/036985 A1 beschrieben wird, weist ein derartiger Vergasungsreaktor daher einen ersten, oben im Reaktor angeordneten Reaktionsraum auf, in dessen oberen Bereich eine Zuführvorrichtung für Einsatzstoffe angeordnet ist und dessen Seitenwände mit Rohren mit Innenkühlung als Membranwand oder Rohrschlangen ausgestattet sind, an denen flüssige Schlacke frei ablaufen kann, ohne dass die Oberfläche dieser Schlacke dabei erstarrt, und an dessen Unterseite eine Öffnung mit einer Abtropfkante vorgesehen wird. Weiterhin einen sich unten an die Öffnung anschließenden zweiten Raum, in dem das Synthesegas trocken gehalten und durch Strahlungskühlung abgekühlt wird und bei dem ein Wasserverteilsystem zur Erzeugung eines trichterförmigen Wasserschleiers vorgesehen wird, wobei sich unten an den zweiten Raum ein dritter Raum anschließt und unten oder seitlich des dritten Raums eine Abzugsvorrichtung für Synthesegas aus dem Reaktor vorgesehen ist.

[0005] Um eine Rückströmung des erzeugten Synthesegases zu verhindern, soll der Wasserschleier keine Lücken im Randbereich aufweisen. Er soll aber auch nicht so stark kühlen, dass der Schlackeaustritt verstopft. Außerdem soll der Wasserschleier gleichmäßig über den Umfang verteilt und dabei möglichst fein und dünn sein. Ferner soll der erzeugte, zu quenchende Gasstrahl zentriert werden, damit das heiße Gas nach dem Zerfall des Wasserschleiers im zentralen Bereich des Querschnitts möglichst effektiv gequenchet werden kann.

[0006] Sehr vorteilhaft wäre es auch, wenn für die Erzeugung des Wasserschleiers rückgeführtes Wasser eingesetzt werden könnte, wobei das bei der Vergasung zur Abkühlung der Asche verwendete Schlackewasser zum Teil scharfkantige Partikel enthält. Um starke Erosion zu vermeiden, müssen in Rohrleitungen, Verteilern und Düsen geringe Strömungsgeschwindigkeiten, z.B. etwa 2 m/s eingehalten werden, allerdings werden bei zu niedrigen Geschwindigkeiten, typisch unterhalb 0.5 m/s, Ablagerungen gebildet.

[0007] Ein großes Problem stellen auch die Anforderungen an die Betriebssicherheit der Einrichtungen dar, mit denen ein derartiger Wasserschleier erzeugt werden soll. Dies betrifft vor allem den Ringverteiler, aber auch die in der WO 2009/036985 A1 beschriebene Rampe. Sofern rückgeführtes Wasser verwendet werden soll, besteht das Problem der dauerhaften Reinhaltung der Wasseraustrittsöffnungen, aus denen das Wasser auf die Rampe gleichmäßig verteilt werden soll, seien es nun Schlitz- oder Bohrungen oder Düsen, sowie das der dauerhaften Freihaltung der Rampe von Ablagerungen selbst. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass diese genannten Anlagenteile nur schwer zugänglich sind.

[0008] Für die Zuleitung einer Flüssigkeit zu mehreren Düsen werden meistens gewöhnliche Rohrleitungen oder Ringverteiler mit konstantem Querschnitt verwendet. Die US 4,474,584 beschreibt ein Wasserquenchsystem, das mehrere Wasserverteiler beinhaltet, die eine Reihe von Austrittsdüsen enthalten. Die beispielhaften Abbildungen zeigen umlaufende Kanäle, die entweder einen quadratischen oder einen runden Querschnitt mit konstanter Querschnittsfläche aufweisen.

[0009] In derartigen Verteilern sinkt nach jeder Düse die Geschwindigkeit, wodurch der statische Druck ansteigt, so dass der Durchsatz der Flüssigkeit durch die Düsen variiert. Bei einem üblichen Verteiler führt das jedoch zu starker Ungleichmäßigkeit der Wasserverteilung. Eine annähernd ausgeglichene Wasserverteilung über den Umfang kann zwar durch Erhöhung der Geschwindigkeit in den Düsen erreicht werden, so dass der Druckverlust in Düsen deutlich höher als der dynamische Druck des Wassers im Verteiler ist. Mit erhöhter Geschwindigkeit würde sich jedoch die Erosion des Wandmaterials beim Einsatz in einem Flugstromvergasungsreaktor über das erträgliche Maß hinaus erhöhen.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Wasserverteilsystem und ein verbessertes Wasserverteilungsverfahren für einen Vergasungsreaktor zur Durchführung eines schlackebildenden Flugstromverfahrens zur Verfügung zu stellen, welches die oben

beschriebenen Nachteile nicht mehr aufweist und möglichst ökonomisch zu installieren und zu betreiben ist.

[0011] Die Erfindung löst die Aufgabe mittels eines Wasserverteilsystems in einem Vergasungsreaktor zur Durchführung eines schlackebildenden Flugstromverfahrens, bei der das entstehende Synthesegas während der Vergasungsreaktion abwärts strömt, der Vergasungsreaktor aufweisend

- einen ersten, oben im Reaktor angeordneten Reaktionsraum, in dessen oberen Bereich eine Zuführvorrichtung für Einsatzstoffe angeordnet ist, und dessen Seitenwände mit Rohren mit Innenkühlung als Membranwand oder Rohrschlangen ausgestattet sind, an denen flüssige Schlacke frei ablaufen kann, ohne dass die Oberfläche dieser Schlacke dabei erstarzt, und an dessen Unterseite eine Öffnung mit einer Abtropfkante vorgesehen wird,
- sich unten an die Öffnung ein zweiter Raum anschließt, in dem das Synthesegas trocken gehalten und durch Strahlungskühlung abgekühlt wird, und ein Wasserverteilsystem zur Erzeugung eines trichterförmigen Wasserschleiers vorgesehen wird,
- sich unten an den zweiten Raum ein dritter Raum anschließt und unten oder seitlich des dritten Raums eine Abzugsvorrichtung für Synthesegas aus dem Reaktor vorgesehen ist, indem zur Bildung des Wasserschleiers als Wasserverteilsystem ein konzentrischer Ringverteiler in Verbindung mit einer achsensymmetrischen, im Querschnitt konkav gekrümmten Umlenkfläche vorgesehen werden, wobei
- der Ringverteiler mindestens einen Wasserzulauf aufweist,
- der Ringverteiler Öffnungen aufweist, die für einen strahlförmigen Wasseraustritt geeignet ausgeführt sind,
- die Strahlrichtung der Öffnungen auf die Innenseite der konkav gekrümmten Umlenkfläche weist,
- in Strahlrichtung der Öffnungen die flächige Ausrichtung der konkav gekrümmten Fläche so ausgeprägt ist, dass die Strahlrichtung und die Tangentenebene der Querschnittsfläche am Auftreffpunkt des Strahls im spitzen Winkel zwischen 0 und 45 Grad zueinander ausgerichtet sind, und
- die Umlenkfläche im Querschnitt soweit gekrümmt ist, dass sie einen Umlenkwinkel von mehr als 60 Grad aufweist.

[0012] In Ausgestaltungen des Wasserverteilsystems wird vorgesehen, dass die Öffnungen als nach oben gerichtete Düsen ausgeführt werden. Die Öffnungen können auch eine tangentielle Neigung in Richtung des Reaktorumfangs oder auch eine Neigung zur Mittelachse

des Reaktors hin aufweisen. Je nach Ausführung der Düsen kann auch der Impuls der Strömung im Ringverteiler dazu genutzt werden, dass die Wasserstrahlen aus den Öffnungen mit einer seitlichen Komponente und nicht nur vertikal aus den Öffnungen hin zur Umlenkfläche geführt werden.

[0013] In einer weiteren Ausgestaltung des Wasserverteilsystems wird vorgesehen, dass der Ringverteiler mit unterschiedlichen Strömungsquerschnitten ausgeführt wird, die sich vom Zulauf des Ringverteilers aus zu jeder der Öffnungen verjüngen. Hierbei ist darauf zu achten, dass eine Strömungsgeschwindigkeit von möglichst ca. 2 m/s eingehalten wird. Sofern Schlackewasser oder sonstiges, partikelbeladenes Rückführwasser für den Wasserschleier zum Einsatz gebracht werden soll, muss die Strömungsgeschwindigkeit in jedem Fall aber mehr als 0,5 m/s betragen, damit sich keine Partikel absetzen können. Dabei soll eine Strömungsgeschwindigkeit von 3 m/s wegen der Erosionsgefahr nicht überschritten werden. Die Stärke des erzeugten Wasserschleiers soll zwischen 1 und 10 mm betragen. Die Strömungsquerschnitte des Ringverteilers sind durch den Fachmann dementsprechend auszulegen.

[0014] In weiteren Ausgestaltungen des Wasserverteilsystems wird vorgesehen, dass der Krümmungsradius der Umlenkfläche weniger als 0,3 Meter beträgt. Umlenkflächen solcher Art kann man beispielsweise in ökonomischer Weise gewinnen aus längsseitig offenen, gebogenen Rohren. Die erfindungsgemäße konkave Umlenkfläche lässt sich problemlos aus abschnittsweise aneinander gehefteten oder ineinander geschobenen Abschnitten zusammensetzen, um die Wartung zu erleichtern.

[0015] In weiteren Ausgestaltungen des Wasserverteilsystems wird vorgesehen, dass sich an die Krümmung der Umlenkfläche ein gerader Abschnitt anschließt. Konstruktiv lässt sich dies erreichen, indem das Segment für den Austritt des Wasserschleiers nicht herausgenommen, sondern nach dem längsseitigen Aufschneiden nach oben herausgebogen und begradigt wird, wodurch sich ein Baseballkappen-artiger Querschnitt für die konkave Umlenkfläche ergibt.

[0016] Der erfindungsgemäße Ringverteiler neigt auf seiner Außenseite ebenso wie die gekühlten Wandungen des Quenchraums dazu, dass Anbackungen von feinen Partikeln aus dem partikelbeladenen Gas wachsen. Daher werden solche gekühlten Wandungen üblicherweise mit einem Wasserfilm versehen. Das Wasserverteilungssystem kann durch weitere Ausgestaltung des Ringverteilers auch so modifiziert werden, dass die Erzeugung der für die Quenchraumwandungen und der Außenwand des Ringverteilers selbst erforderlichen Wasserfilme gleichermaßen erfolgt. Hierbei werden weitere seitliche Öffnungen und ihnen

gegenüberliegende Umlenkflächen vorgesehen, die einen Wasserfilm erzeugen, der an der Außenwandung des Ringverteilers und weiter an der Wandung des Quenchraums anhaftet und daran herabläuft.

[0017] Die Erfindung löst die Aufgabe auch mittels eines Verfahrens zur Wasserverteilung in einem Vergasungsreaktor bei der Durchführung eines schlackebildenden Flugstromverfahrens, bei der das entstehende Synthesegas während der Vergasungsreaktion abwärts strömt, und bei der ein trichterförmiger, am Rand geschlossener, Wasserschleier erzeugt wird, indem

- das Wasser unter Druck in einen Ringverteiler geleitet wird, den es schnell durchströmt, bis es durch Öffnungen aus dem Ringverteiler austritt
- beim Austritt aus den Öffnungen jeweils einen Wasserstrahl bildet, der auf eine Umlenkfläche trifft,
- jeder der Wasserstrahlen beim Gleiten entlang der Umlenkfläche aufgefächert wird und sich mit dem Wasserstrahl der jeweils benachbarten Öffnung zu einem geschlossenen Wasserfilm verbindet,
- dieser geschlossene Wasserfilm nach Verlassen der Umlenkfläche in Abwärtsrichtung in den Innenraum des Reaktors geleitet wird.

[0018] Bei der Gestaltung der Geometrie des Wasserschleiers hat der Fachmann abzuwägen, welche geometrische Form für den jeweiligen Zweck zu wählen ist. Soll der Wasserschleier in der Mitte des zentralen Kanals zusammenlaufen, so dass der Wasserschleier überwiegend im zentralen Bereich zerfällt, ist das Wasser ohne Drall vertikal gegen die Umlenkfläche zu richten. Soll sich der fallende Wasserschleier aber zunächst in der Mitte zusammenziehen, dann während des weiteren Falls aber wieder aufweiten und ist auch eine gleichmäßigere radiale Verteilung der Tropfen gewünscht, um die Randbereiche des Reaktors im unteren Abschnitt des Wasserschleiers zu benetzen, dann ist dem Wasserschleier eine entsprechende Rotation um die Reaktorachse aufzuprägen. In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher vorgesehen, dass die Wasserstrahlen so in Umfangsrichtung des Reaktors geneigt auf die Umlenkfläche geleitet werden, dass der geschlossene Wasserfilm eine Rotation um die Reaktorachse ausführt.

[0019] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgesehen, dass über seitliche Öffnungen und ihnen gegenüberliegende Umlenkflächen mindestens ein weiterer Wasserfilm erzeugt wird, der an gekühlten Wandungen des Ringverteilers oder des Quenchraums, die erzeugtem Gas ausgesetzt sind, anhaftet.

[0020] In weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgesehen, dass als Wasser das feststoffbeladene Wasser aus dem Schlackebad des Vergasungsreaktor oder das Wasser aus einem dem Schlackebad des Vergasungsreaktors nachgeschalteten Wasserkreislauf verwendet wird. Vor der Verwendung ist lediglich eine Grobabscheidung größerer Schlackepartikel erforderlich, etwa in einem Hydrozyklon.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand von 6 Skizzen dargestellt. Hierbei zeigen:

- Fig. 1: einen Querschnitt eines Wasserverteilsystems zur Erzeugung eines Wasserschleiers mit einem Spalt und einer gekrümmten Fläche zur Vergleichmäßigung des flachen Stahls,
- Fig. 2: eine Draufsicht auf die Lage des Wasserverteilsystems im Vergasungsreaktor,
- Fig. 3: einen Perspektivischen Ausschnitt aus einem Ringverteiler mit Umlenkfläche,
- Fig. 4: eine vorteilhafte Geometrie einer Umlenkfläche 11,
- Fig. 5: eine Ausführungsform des Ringverteilers 3 mit Düsen als Öffnungen 10 und einer Vorrichtung zu Erzeugung eines weiteren Wasserfilms,
- Fig. 6: eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasserverteilsystems,
- Fig. 7: eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasserverteilsystems.

[0022] Fig. 1 zeigt einen Querschnitt der Vorrichtung für die Erzeugung des frei fallenden, trichterförmigen und am Rande geschlossenen Wasserschleiers mit einem Spalt nach dem herkömmlichen Stand der Technik erweitert um eine gekrümmte Fläche für Vergleichmäßigung des flachen Stahls. Die Vorrichtung befindet sich hierbei hinter einer gekühlten Wand 2, die z.B. aus Verdampferrohren besteht. Das heiße, aus einem Vergaser ausströmende Gas 1 hat eine Temperatur im Bereich von 1000 – 2000°C und enthält Flugasche und geschmolzene Schlackepartikel. Grobe Schlacke fällt ebenfalls im zentralen Bereich des üblicherweise zylindrischen Kanals 1, dessen Durchmesser im Bereich von 0.6 – 3 m liegt, an.

[0023] Das Quenchwasser wird an einer oder an mehreren Stellen in den umlaufenden Kanal 4 des Verteilers 3 eingespeist, der aus dem rechtwinkligen oberen Teil und einem abgeschrägten Boden besteht. Der Kanal hat eine konstante Breite über den Umfang, aber seine Höhe variiert so, dass auf dem gesamten Umfang eine konstante Strömungsgeschwindigkeit im Inneren herrscht. Variiert wird nur ein Teil des Querschnitts, als Höhe H1 gezeichnet, dagegen hat der übrige Teil des Querschnitts eine ähnliche Funktion wie ein Schwungrad, um Auswirkungen von Störungen im Eintrittsbereich und von Abweichungen der Konstruktion von der rechnerisch idealen Form auszugleichen.

[0024] Das Wasser verlässt den Verteiler durch den Austrittsspalt 5 und wird danach auf der als konkave Fläche ausgeführten Umlenkung 6 umgelenkt. Falls kleine Abschnitte des Querschnitts des Austrittsspalts 5 verstopft sind, weist der ausströmende Wasserstrahl Lücken auf. Auf der gekrümmten Fläche wird das Wasser jedoch so kräftig gegen die konkave Fläche gedrückt, dass die Lücken geschlossen werden. Aus dem Wasserfilm der als Rampe ausgeführten Umlenkung 6 entsteht ein zuerst geschlossener Wasserschleier 7, der frei fällt, und erst in der Folge der Vermischung mit dem heißen Gas 1 zerfällt. Der geschlossene Wasserschleier verhindert eine Aufwärtsströmung des gekühlten, wassertropfenhaltigen Gases in den Vergaseraustrittsbereich, wodurch Störungen des Schlackeablaufs verhindert werden.

[0025] Der Nachteil bei dieser Art der Erzeugung eines Wasserschleiers ist, dass das Quenchwasser Feststoffe enthält, die einen ein 1 – 10 mm großen Spalt immer stärker verstopfen können, wodurch der erzeugte Schleier trotz der Krümmung Lücken aufweisen würde, zumindest wenn der Schleier meistens nur wenige Millimeter dick sein soll. Praktisch bedeutet dies, dass der Wasserschleier aus Gründen der Betriebssicherheit stärker als verfahrenstechnisch erforderlich ausgeführt werden müsste, oder dass das einzusetzende Wasser zuvor aufwändig von Partikeln zu reinigen wäre, wenn nicht sogar die Verwendung von Frischwasser erforderlich werden würde. Dieser Nachteil kann jedoch dadurch vermieden werden, dass anstatt eines schmalen umlaufenden Spaltes mehrere breitere auf dem Umfang verteilte Öffnungen vorgesehen sind, wobei die ausströmenden Strahlen auf der konkaven Umlenkung 6 durch die Zentrifugalkraft flach gedrückt werden und einen geschlossenen Film bilden.

[0026] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die Lage des Wasserverteilsystems im Vergasungsreaktor, mit dem Druckbehälter 8, den Zuleitungen 9 des Wassers in den Ringverteiler 3 und den zentralen zylindrischen Kanal mit heißem Gas 1. Die Wasserzuführung über nur eine Zuleitung wäre auch möglich. Der Ringverteiler müsste dann einen entsprechend größeren Durchmesser haben. Eine größere Zuleitung ist zwar preiswerter als mehrere kleinere, aber sie ist auch steifer, was zu thermischen Dehnungsdifferenzen zwischen dem Verteiler 3 und dem Druckbehälter 8 führen kann. Bei der Anzahl der Zuführungen ist vom Fachmann jeweils ein Optimum zu finden.

[0027] Fig. 3 zeigt einen perspektivischen Ausschnitt aus einem Ringverteiler 3 mit der Umlenkfläche 11. Die erfindungsgemäße Erzeugung des Wasserschleiers 7 erfolgt mittels deutlich größerer Öffnungen 10, die nicht verstopft werden können, und mit einer Umlenkfläche 11, auf die die ausströmenden Wasserstrahlen durch Zentrifugalkräfte flach gedrückt werden und beim Austritt einen flachen Wasserschleier 7 bilden.

[0028] Damit an allen Öffnungen die gleiche Quergeschwindigkeit in der Anströmung herrscht, ist eine weitgehend konstante Umlaufgeschwindigkeit der Wasserströmung im Ringverteiler 3 erforderlich, was durch Variation des Querschnitts erreicht werden kann, im vorliegenden Beispiel geschieht dies durch Variation der Höhe, andere Variationsmöglichkeiten können aber ebenso genutzt werden. Der Zulauf des Wassers erfolgt auf der Querfläche neben der Beschriftung H1. H1 stellt dabei den variablen Teil der Höhe dar, dagegen H2 den Konstanten Teil der Gesamthöhe, die sich additiv aus H1 und H2 zusammensetzt. Die Öffnungen können, wie in Fig. 3 gezeigt, als runde Bohrungen, aber auch als rechteckige Schlitze oder als gerade bzw. gebogene Düsen ausgeführt werden.

[0029] Soll der Wasserschleier in Umfangsrichtung verdrallt werden, kann der Impuls der Umlaufströmung im Ringverteiler 3 hierzu genutzt werden. Es ist dabei ausreichend, die Öffnungen 10 so zu gestalten, dass die Umfangskomponente des Impulses beim Austritt des Wassers durch die Öffnungen 10 nicht zerstört wird. Wenn die obere Wand des Ringvertailers 3 deutlich dünner als die Länge der Öffnung in Umfangsrichtung ist, können die Öffnungen senkrecht zu der Wand gefertigt werden. Bei einer dickeren Wand sollen die Öffnungen schräg gefertigt werden, wobei der günstige Winkel sich aus der normal-gerichteten und der tangential-gerichteten Geschwindigkeitskomponenten durch Vektoraddition ergibt.

[0030] Fig. 4 zeigt eine vorteilhafte Geometrie einer Umlenkfläche 11. Die Umlenkfläche soll im Wesentlichen eine kreisförmige oder elliptische Form aufweisen und einen Umlenkwinkel BETA umfassen. Versuche haben gezeigt, dass die Radien R1 und R2 in einem weiten Bereich variiert werden können. Am Ende des gekrümmten Teils der Umlenkfläche ist ein im Längsschnitt gerader Abschnitt B vorgesehen, d.h. ein Konusabschnitt bei 3-dimensionaler Betrachtung, damit keine Zentrifugalkräfte an der Abrisskante auf das Wasser wirken und die Richtung des Strahls verändern. Nur ein kurzer „gerader“ Abschnitt ist erforderlich. Bei einer Länge von 5 bis 10 Wasserfilmstärken, das sind 10 bis 20 mm bei einem 2 mm dicken Wasserfilm, der an der Umlenkfläche entlanggleitet, wird ein stabiler, gleichmäßiger Wasserschleier erzeugt.

[0031] Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform des Ringvertailers 3 mit Düsen als Öffnungen 10. Die Ausströmung des Wassers aus dem Ringverteiler 3 erfolgt hierbei mit Düsen, die in die tangentielle Richtung geneigt sind. Die Umlenkfläche 11 kann dabei zuerst nach aussen geneigt werden, um grössere Umlaufwinkel zu erreichen und damit zu bewirken, dass der Weg, auf dem die Wasserstrahlen durch die Fliehkräfte flach gedrückt werden, verlängert wird.

[0032] Weiterhin zeigt Fig. 5 die Erzeugung eines Wasserfilms 15, der auf der dem Reaktorraum zugewandten Seite am Ringverteiler 3 herabläuft und ihn so vor Anbackungen schützt. In der zylindrischen Innenwand des Ringverteilers 3 sind daher Öffnungen 12 vorgesehen, durch die ein Teil des im Verteiler zirkulierenden Wassers in einen Spalt 14 einströmt, der z.B. durch die Innenwand des Ringverteilers und ein zylindrisches Blech 13 geformt ist, das am oberen Ende gekrümmt ist, damit die durch die Öffnungen 12 geformten Wasserstrahlen flach gedrückt werden und einen dünnen Film zuerst auf der Fläche 13 bilden. Die Öffnungen 12 können ähnliche Formen wie die Öffnungen 10 haben, also Bohrungen, Schlitze oder Düsen.

[0033] Die Umlaufgeschwindigkeit soll bei der Durchströmung erhalten bleiben, damit der auf der Fläche 13 gebildete Film noch innerhalb des Spaltes 14 durch die Zentrifugalkraft an die Wand 16 geschleudert wird. Die Breite des Spaltes 14 kann bei geringen Filmstärken größer sein als die des Wasserfilms. Die Umlenkfläche am oberen Ende des Blechs 13 soll einen sehr kleinen Radius, z.B. 30 mm, haben. Der Durchmesser der Öffnungen 12 und die Breite des Spaltes 14 können deutlich größer sein als die Dicke des erzeugten Wandfilms, so dass gröbere, z.B. 10 mm große Schlackekörner diese Vorrichtung mit dem Wasser ungehindert durchströmen können.

[0034] Ein Auslegungsbeispiel für eine Ausführungsform entsprechend Fig. 5 soll die Funktionsweise weiter verdeutlichen: Ein trichterförmiger frei fallender Wasserschleier mit folgenden Anfangsparametern soll erzeugt werden:

- Durchmesser 1 m,
- Geschwindigkeit 1.5 - 2 m/s,
- Stärke 2 mm.

Das Quenchwasser enthält Feststoffteile, die bis zu 5 mm groß sein können.

[0035] Der Düseninnendurchmesser ist dann mit 10 mm zu wählen, um Verstopfungen ausschließen. Der Abstand der Düsen wird so gewählt, dass die geforderte Geschwindigkeit von 1.5 – 2 m/s in den Düsen herrscht. Die Düsen sollen daher 40 mm voneinander entfernt sein. Experimentelle Untersuchungen zeigen, dass ein flacher Wasserschleier bereits bei Zentrifugalkräften oberhalb von 10 m/s^2 erzeugt werden kann, wenn die Düsen dicht nebeneinander untergebracht sind. Je kleiner der Radius, desto höher die Zentrifugalkräfte und desto größer der zulässige Abstand und der Innendurchmesser der Düsen. Bei einem Radius des Umlenkblechs von 30 mm wirkt auf das Wasser eine Zentrifugalbeschleunigung von 75 m/s^2 bei 1.5 m/s und 133 m/s^2 bei 2 m/s – das ist das 7 bis 13- fache der Erdbeschleunigung.

Versuche haben gezeigt, dass ein gleichmäßiger und flacher Wasserschleier unter diesen Bedingungen erzeugt wird.

[0036] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasserverteilsystems. Der frei fallende Wasserschleier 7 wird ähnlich erzeugt wie in Fig. 3 und 5. Der Wandfilm wird jedoch durch tangentiale Eindüsung des durch Öffnungen 12 strömenden Wassers auf die Fläche 16 erzeugt. Die Geschwindigkeit des Wassers in den Öffnungen 12 kann höher sein als die Umlaufgeschwindigkeit des Wassers im Verteiler 4, so dass die Wasserstrahlen gegen die Wand 16 gedrückt werden und einen flachen Film bilden. Um die Bildung eines homogenen Films zu begünstigen, kann zusätzlich ein kleiner, z.B. 10 mm breiter Durchmessersprung zwischen Flächen 16 und 17 vorgesehen werden, so dass zuerst eine rotierende, 10 mm dicke Wasserschicht gebildet wird, von dem aus ein dünnerer Wandfilm mit einer zuerst geringen vertikalen Geschwindigkeit an der Wand 17 gelingt.

[0037] Die Auslegung soll am folgenden Beispiel näher erläutert werden. Eine zylindrische Wand mit einem Durchmesser von 2 m soll mit einem dünnen Wasserfilm vor Ablagerungen geschützt werden, wobei die engsten Querschnitte mindestens 10 mm breit sollen, um Verstopfungen auszuschließen, und die erforderliche normale Anfangsgeschwindigkeit des frei fallenden Wasserschleiers 7 und damit auch die normale Wasseraustrittsgeschwindigkeit in den Öffnungen 10 und 12 etwa 5 m/s beträgt.

[0038] Bei einer tangentialen Geschwindigkeit von 5 m/s an der Fläche 16 wirkt auf das durch Schlitze 12 ausströmende Wasser eine Zentrifugalbeschleunigung von 25 m/s^2 , die deutlich höher als die Erdbeschleunigung ist, womit ein geschlossener, dünner und an der Wand haftender Wasserfilm erzeugt werden kann. Die Bereiche mit Geschwindigkeiten über 3 m/s sollen aus Materialien hergestellt werden, die gegen Erosion beständig sind, z.B. Gusseisen oder Keramik oder können durch metallische Teile mittels Auftragsschweißung mit geeignetem Material beschichtet werden.

[0039] Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasserverteilsystems. Der frei fallende Wasserschleier 7 wird ähnlich erzeugt wie in Fig. 3 – 6 und der Wandfilm wie in Fig. 5. Die Trennwand besteht jedoch aus zwei konzentrischen Flächen 16 und 17 und die Wasserversorgung für die Erzeugung des Films 16 und des Wasserschleiers Filme 7 erfolgt durch den Zwischenraum. Diese Lösung ist besonders günstig, wenn das Wasser aus dem Schlackebad innerhalb des Druckbehälters mit geeigneten Pumpmitteln, z.B. Injektoren, zu den Öffnungen 10 und 12 gefördert wird.

[0040] Bezugszeichenliste

- 1 Zentraler zylindrischer Kanal mit heissem Gas, 1200-1800°C, bis 80 bar
- 2 Gekühlte Wand
- 3 Ringverteiler
- 4 Durchströmter Querschnitt des Ringverteilers mit zirkulierendem Quenchwasser
- 5 Austrittsspalt
- 6 Umlenkung
- 7 Wasserschleier
- 8 Druckbehälter
- 9 Zuleitungen (eine oder mehrere) des Wasser in den Verteiler
- 10 Öffnungen (rund, eckig, gerade / schräge Schlitz) oder Düsen
- 11 Umlenkblech oder Form
- 12 Öffnungen, wie 10
- 13 Ringblech
- 14 Spalt
- 15 Wandfilm
- 16 Zylindrische Trennwand
- 17 Zylindrische Trennwand

Patentansprüche

1. Wasserverteilsystem in einem Vergasungsreaktor zur Durchführung eines schlackebildenden Flugstromverfahrens, bei der das entstehende Synthesegas während der Vergasungsreaktion abwärts strömt, der Vergasungsreaktor aufweisend
- einen ersten, oben im Reaktor angeordneten Reaktionsraum, in dessen oberem Bereich eine Zuführvorrichtung für Einsatzstoffe angeordnet ist, und dessen Seitenwände mit Rohren mit Innenkühlung als Membranwand oder Rohrschlangen ausgestattet sind, an denen flüssige Schlacke frei ablaufen kann, ohne dass die Oberfläche dieser Schlacke dabei erstarrt, und an dessen Unterseite eine Öffnung mit einer Abtropfkante vorgesehen wird,
 - sich unten an die Öffnung ein zweiter Raum anschließt, in dem das Synthesegas trocken gehalten und durch Strahlungskühlung abgekühlt wird, und ein Wasserverteilsystem zur Erzeugung eines trichterförmigen Wasserschleiers vorgesehen wird,
 - sich unten an den zweiten Raum ein dritter Raum anschließt, und unten oder seitlich des dritten Raums eine Abzugsvorrichtung für Synthesegas aus dem Reaktor vorgesehen ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- zur Bildung des Wasserschleiers als Wasserverteilsystem ein konzentrischer Ringverteiler in Verbindung mit einer achsensymmetrischen, im Querschnitt konkav gekrümmten, Umlenkfläche vorgesehen werden, wobei
- der Ringverteiler mindestens einen Wasserzulauf aufweist,
 - der Ringverteiler Öffnungen aufweist, die für einen strahlförmigen Wasseraustritt geeignet ausgeführt sind,
 - die Strahlrichtung der Öffnungen auf die Innenseite der konkav gekrümmten Umlenkfläche weist,
 - in Strahlrichtung der Öffnungen die flächige Ausrichtung der konkav gekrümmten Fläche so ausgeprägt ist, dass die Strahlrichtung und die Tangentenebene der Querschnittsfläche am Auftreffpunkt des Strahls im spitzen Winkel zwischen 0 und 45 Grad zueinander ausgerichtet sind, und
 - die Umlenkfläche im Querschnitt soweit gekrümmt ist, dass sie einen Umlenkwinkel von mehr als 60 Grad aufweist.

2. Wasserverteilsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet dass** die Öffnungen als nach oben gerichtete Düsen ausgeführt werden.
3. Wasserverteilsystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet dass** die nach oben gerichteten Düsen eine tangentielle Neigung in Richtung des Reaktorumfangs aufweisen.
4. Wasserverteilsystem nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet dass** die nach oben gerichteten Düsen eine Neigung zur Mittelachse des Reaktors hin aufweisen.
5. Wasserverteilsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet dass** der Ringverteiler mit unterschiedlichen Strömungsquerschnitten ausgeführt wird, die sich vom Zulauf des Ringverteilers aus nach jeder der Öffnungen verjüngen.
6. Wasserverteilsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet dass** der Krümmungsradius der Umlenkfläche weniger als 0,3 Meter beträgt.
7. Wasserverteilsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet dass** die konkave Fläche aus aneinander gehefteten Abschnitten zusammengesetzt wird
8. Wasserverteilsystem nach einem der Ansprüche 1, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet dass** sich an die Krümmung der Umlenkfläche ein gerader Abschnitt anschließt.
9. Wasserverteilsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet dass** am Ringverteiler weitere seitliche Öffnungen und ihnen gegenüberliegende Umlenkflächen vorgesehen werden.
10. Verfahren zur Wasserverteilung in einem Vergasungsreaktor bei der Durchführung eines schlackebildenden Flugstromverfahrens, bei der das entstehende Synthesegas während der Vergasungsreaktion abwärts strömt, und bei der ein trichterförmiger, am Rand geschlossener Wasserschleier erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - das Wasser unter Druck in einen Ringverteiler geleitet wird, den es schnell durchströmt, bis es durch Öffnungen aus dem Ringverteiler austritt,
 - beim Austritt aus den Öffnungen jeweils einen Wasserstrahl bildet, der auf eine Umlenkfläche trifft,
 - jeder der Wasserstrahlen beim Gleiten entlang der Umlenkfläche aufgefächert wird und sich mit dem Wasserstrahl der jeweils benachbarten Öffnung zu einem geschlossenen Wasserfilm verbindet,

- dieser geschlossene Wasserfilm nach Verlassen der Umlenkfläche in Abwärtsrichtung in den Innenraum des Reaktors geleitet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wasserstrahlen so geneigt auf die Umlenkfläche geleitet werden, dass der geschlossene Wasserfilm eine Rotation um die Reaktorachse ausführt.
 12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** über seitliche Öffnungen und ihnen gegenüberliegende Umlenkflächen mindestens ein weiterer Wasserfilm erzeugt wird, der an gekühlten Wandungen des Ringverteilers oder des Quenchraums, die erzeugtem Gas ausgesetzt sind, anhaftet.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wasser das feststoffbeladene Wasser aus dem Schlackebad des Vergasungsreaktors verwendet wird.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wasser das Wasser aus einem dem Schlackebad des Vergasungsreaktors nachgeschalteten Wasserkreislauf verwendet wird.

Fig. 1

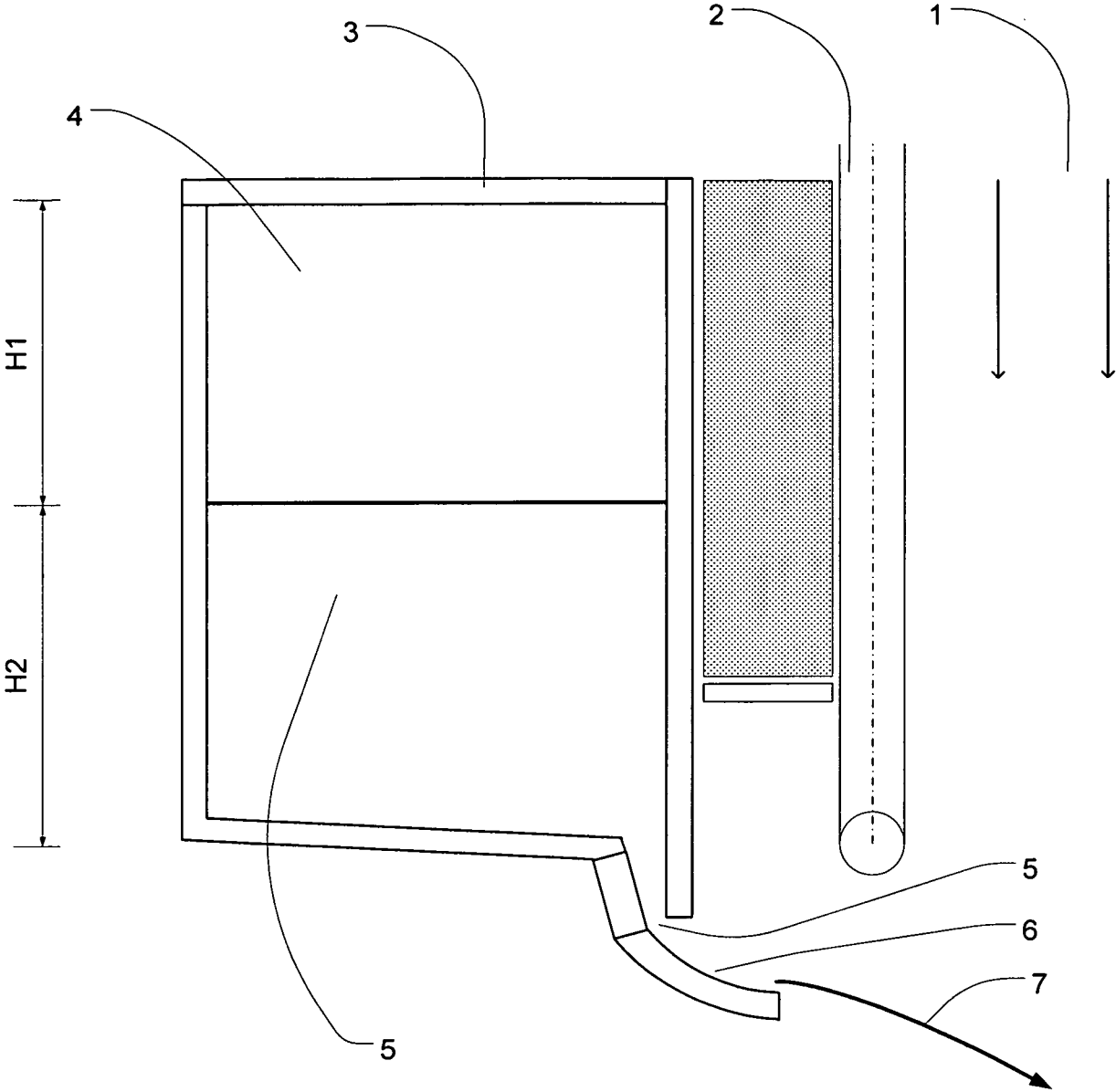


Fig. 2

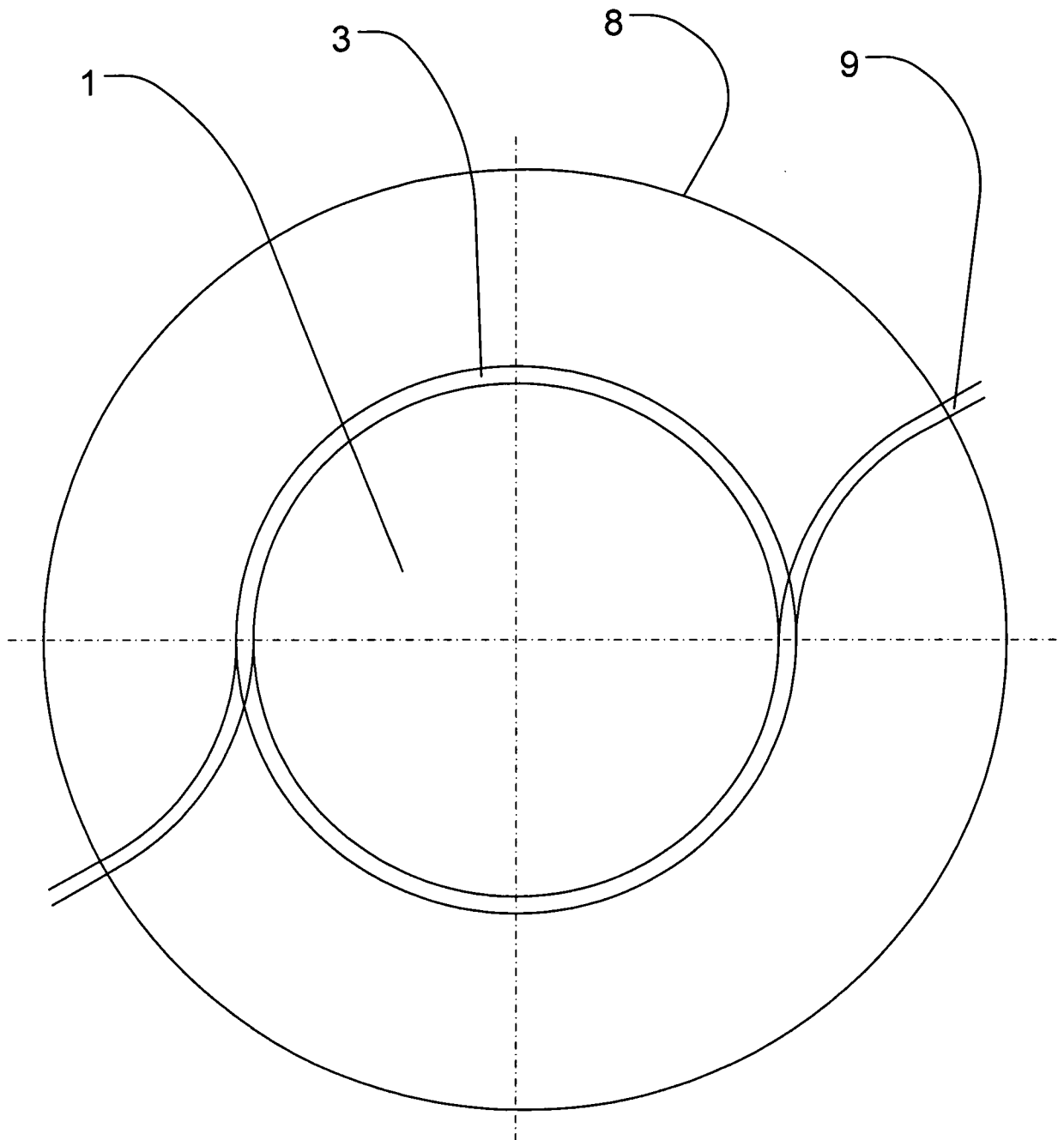


Fig. 3

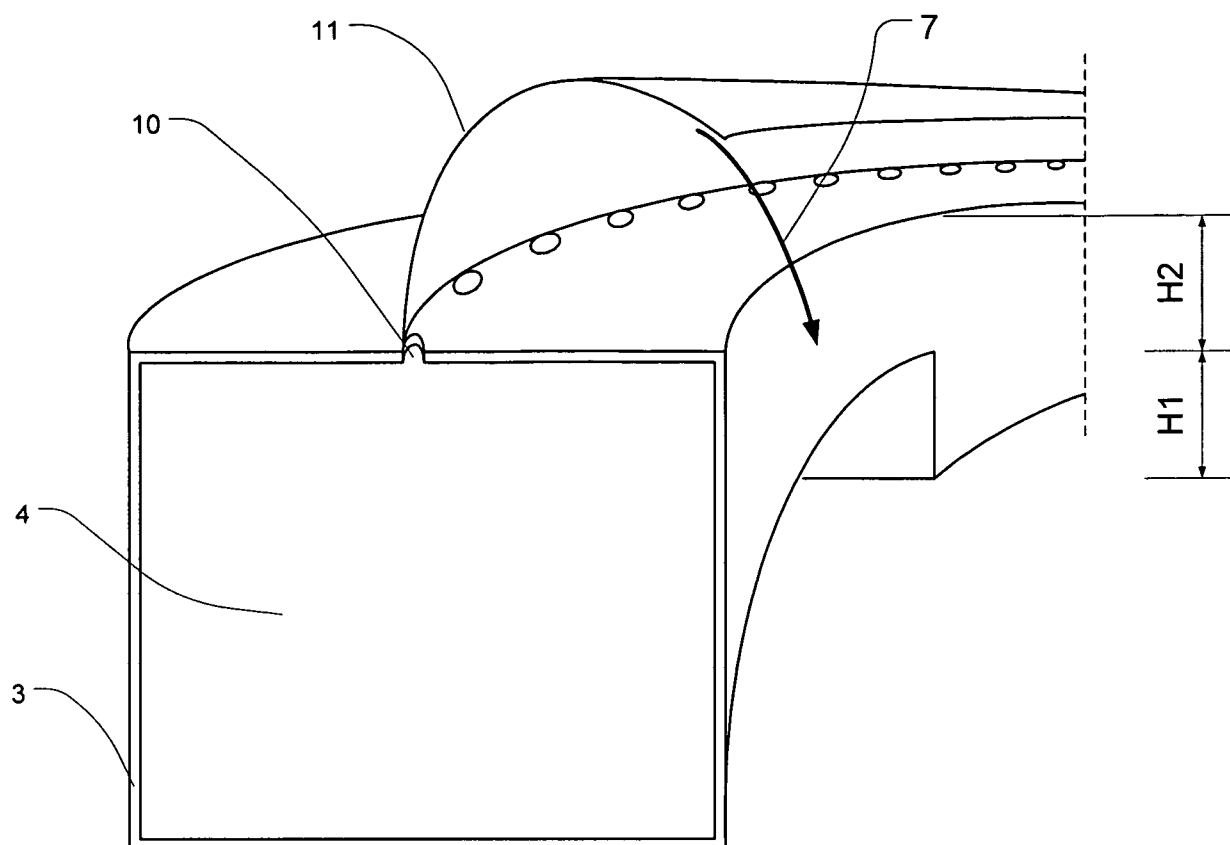


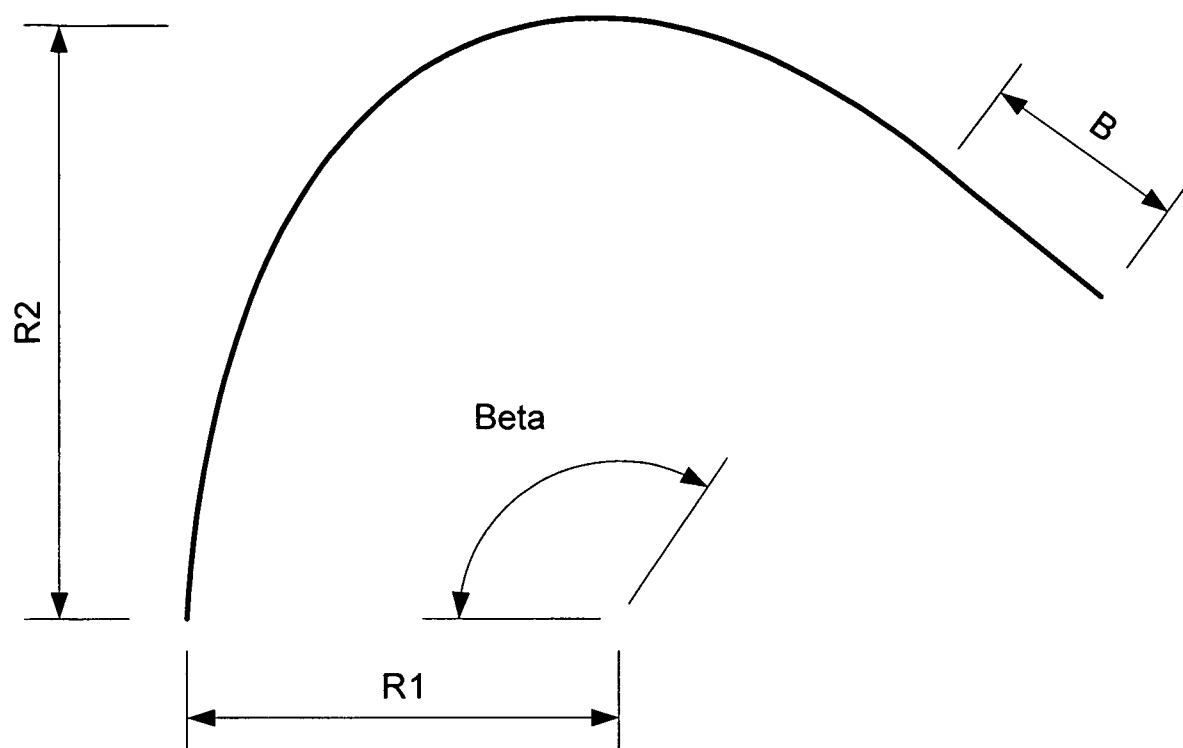
Fig. 4

Fig. 5

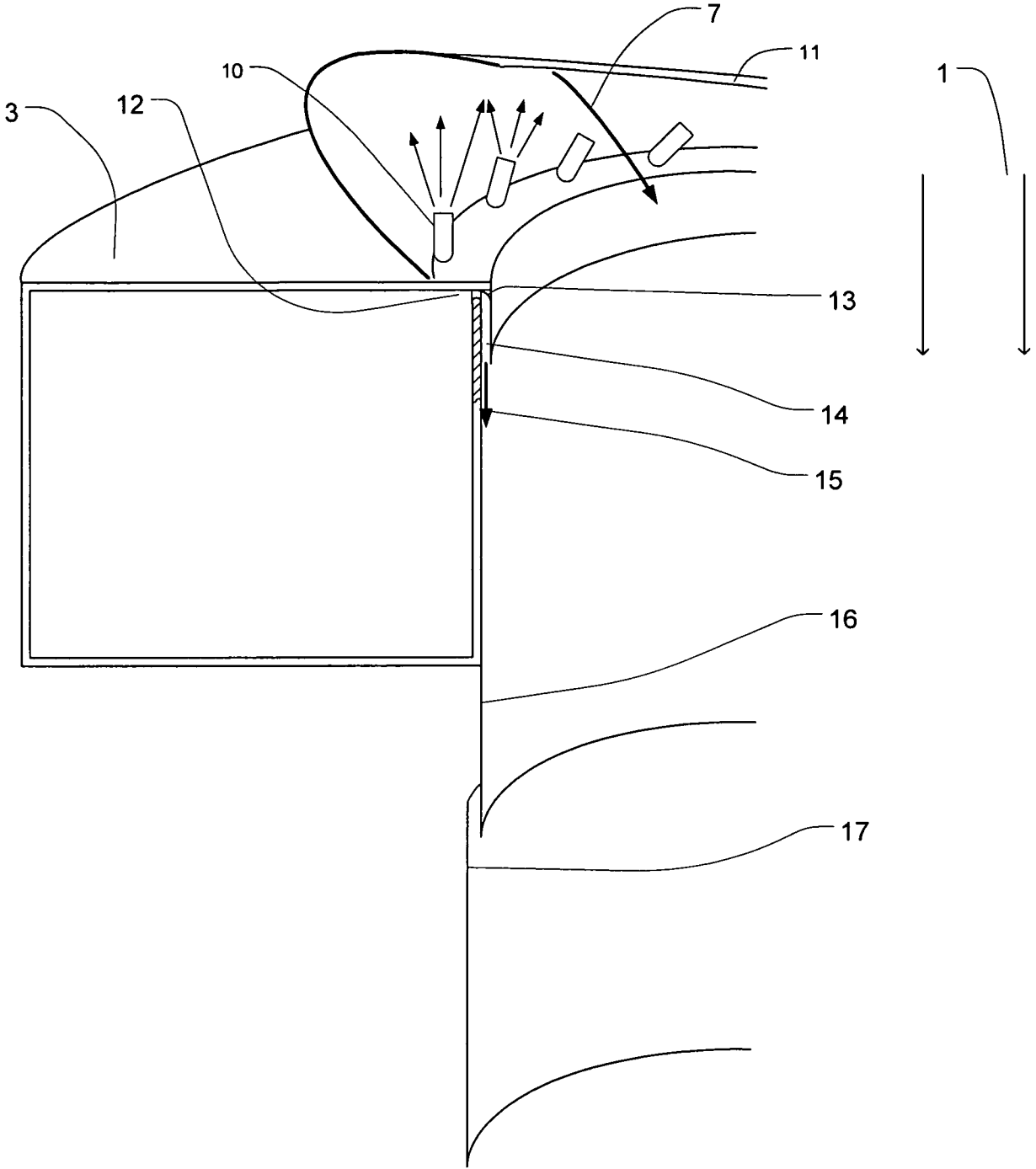


Fig. 6

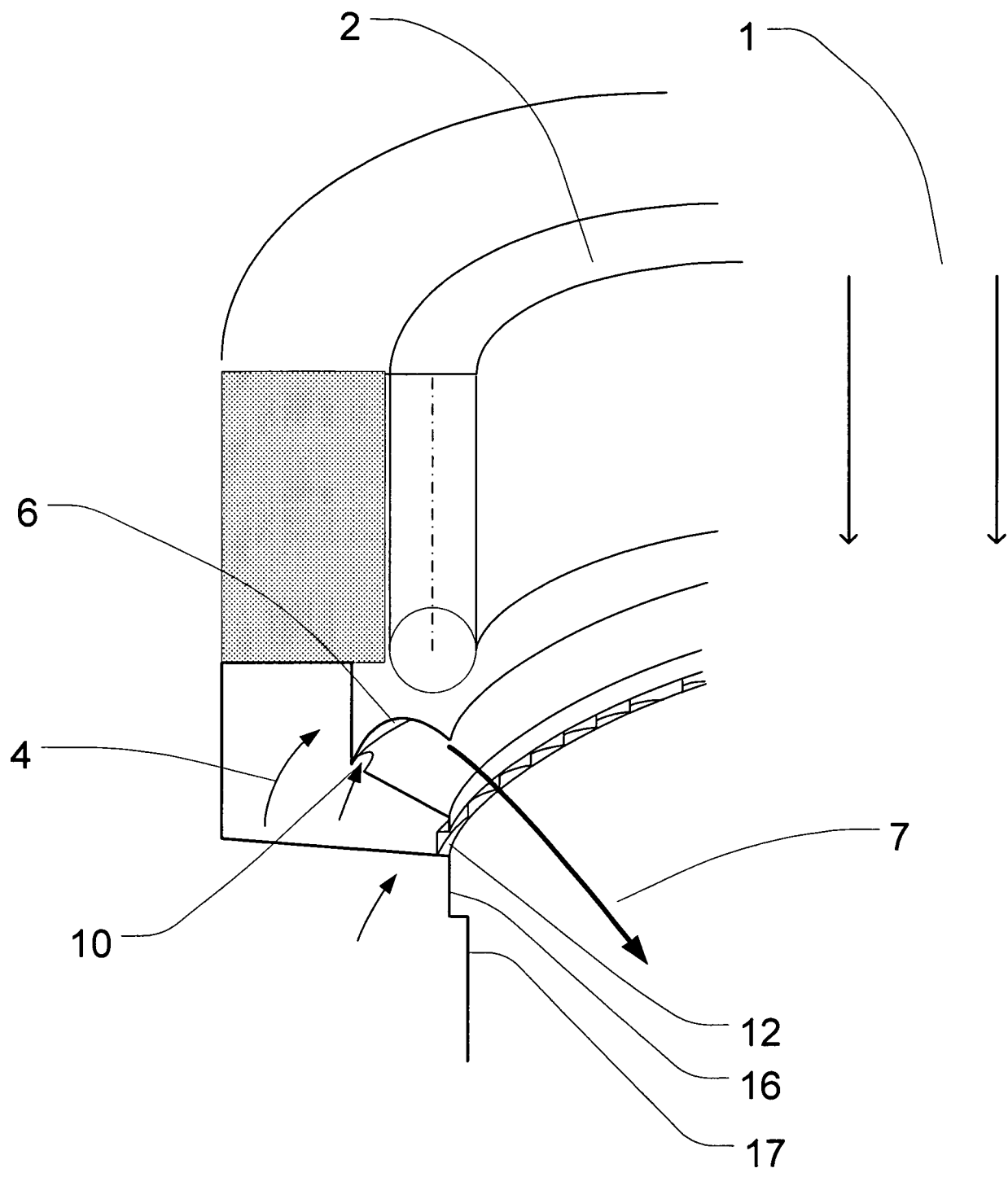


Fig. 7

