

(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
30. März 2006 (30.03.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/032427 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **D21D 5/24**,
B04C 3/06, 5/107

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/010064

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. September 2005 (17.09.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 045 823.5
22. September 2004 (22.09.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **VOITH PAPER PATENT GMBH** [DE/DE];
St. Pölterer Str. 43, 89522 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder; und

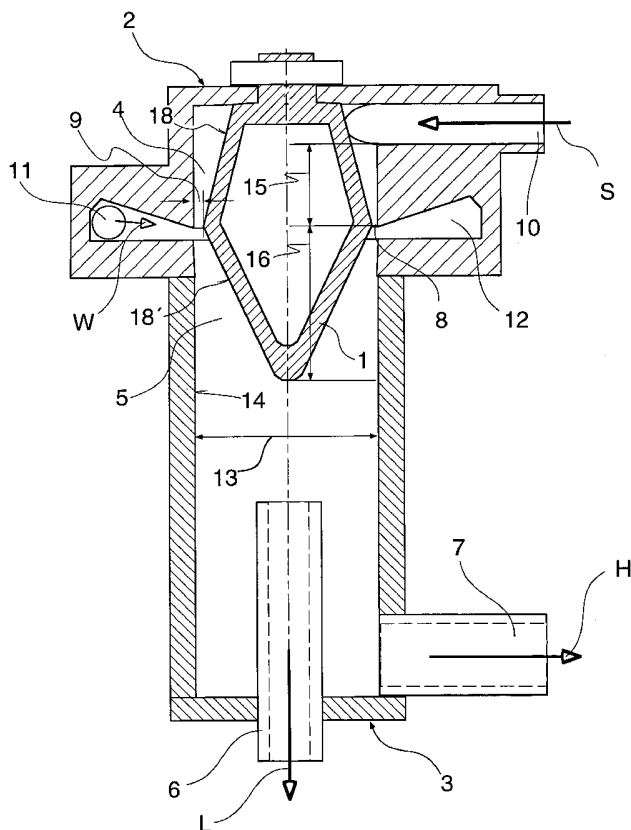
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KEMPER, Martin**
[DE/DE]; Hirschstrasse 7, 88250 Weingarten (DE). **NOR-**
MAN, Bo [SE/SE]; Lerkila 715, S-130 38 Runmarö (SE).
SANDBERG, Jan, Christer [SE/SE]; Lilla Ökenkarr,
S-617 90 Skärblacka (SE). **BERGSTRÖM, Jonas**
[SE/SE]; Sidensvansvägen 71, 3 tr, S-192 55 Sollentuna
(SE). **JORDAN, Ko** [CA/SE]; Grev Turegatan 37, 4 tr,
S-114 38 Stockholm (SE). **VOMHOFF, Hannes** [SE/SE];
Bisamgränd 3, S-187 35 Täby (SE). **MANNES, Wolfgang**
[DE/DE]; Churfürstenstr. 5, 88213 Ravensburg-Bavendorf
(DE). **PAUL, Torsten** [DE/AT]; Blidengasse 53/3, A-1080
Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR FRACTIONATING AN AQUEOUS PAPER FIBRE SUSPENSION AND HYDROCYCLONE FOR
CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM FRAKTIONIEREN EINER WÄSSRIGEN PAPIERFASERSUSPENSION SOWIE HY-
DROZYKLON ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS



(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device which is used to fraction aqueous paper fibre suspensions (S). Relatively large centrifugal forces are used, also in suspension components having essentially the same densities, in order to achieve good results. This is achieved by virtue of the fact that the paper fibre suspension (S) entering via the inlet (10) is guided initially in a first annular chamber (4) which narrows in an axial direction (4) and subsequently in a second annular chamber (5) which widens in an axial direction. As a result, good fractionating results can be obtained, in particular, when the fibre material consistency in the inlet area is approximately 0.5 - 2 % and also the necessary mass fluxes are maintained at a relatively low level. Said method can be used, for example, for fractionating fresh cellulose and/or wood pulp. It can also be used in the preparation of used paper, wherein said method is particularly economical.

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren und die Vorrichtung dienen dazu, wässrige Papierfasersuspensionen (S) zu fraktionieren. Insbesondere werden relativ große Zentrifugalkräfte angewendet, um auch bei Suspensionsbestandteilen, die sich dichtemäßig nicht stark unterscheiden, zu guten Ergebnissen zu kommen. Das wird dadurch erreicht, dass die am Einlauf (10) eintretende Papierfasersuspension (S) zunächst in einen sich in axialer Richtung verengenden ersten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/032427 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Ringraum (4) und anschließend in einen sich in axialer Richtung wieder erweiternden zweiten Ringraum (5) geführt wird. Dadurch können insbesondere bei einer Faserstoffkonsistenz im Einlauf von etwa 0,5 bis 2% gute Fraktionierungsergebnisse erzielt und gleichzeitig die notwendigen Mengenströme relativ gering gehalten werden. Angewendet werden kann dieses Verfahren z.B. bei der Fraktionierung von Frischzellstoff bzw. Frischholzstoff. Es gibt aber auch bei der Aufbereitung von Altpapier Fälle, bei denen dieses Verfahren wirtschaftlich sinnvoll ist.

Verfahren zum Fraktionieren einer wässrigen Papierfasersuspension sowie Hydrozyklon zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Hydrozyklon zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 21.

Verfahren dieser Art sind in der Lage, mit Hilfe von Zentrifugalkräften mindestens eine Schwerfraktion und mindestens eine Leichtfraktion zu bilden und durch entsprechende Austragsöffnungen aus dem verwendeten Hydrozyklon herauszuleiten.

Bekanntlich führen die Zentrifugalkräfte in einem Hydrozyklon dazu, dass sich die Schwerfraktion radial weiter außen und die Leichtfraktion im zentralen Bereich des Hydrozyklons anreichern. Verfahren dieser Art werden z.B. angewendet, um die Papierfasern aufzuteilen nach den Kriterien: grob/fein, dickwandig/dünnwandig, steif/biegsam, Frühholzfaser/Spätholzfaser, höherer Mahlgrad/geringerer Mahlgrad. Oft wird dann die Schwerfraktion auch als Grobfraktion und die Leichtfraktion als Feinfraktion bezeichnet. Solche Fraktionieraufgaben stellen sich insbesondere bei der Zellstoff- und Holzstofferzeugung, in zunehmendem Maße auch bei der Altpapierverarbeitung. Dabei sollen die Fasereigenschaften optimiert oder auch Splitter oder feine Störstoffe entfernt werden. Die Anforderungen an solche Verfahren sind besonders hoch, da - anders als z.B. bei Metallteilen - nur geringe Dichteunterschiede der zu trennenden Fraktionen vorliegen.

Bei der Durchführung dieses Verfahrens werden daher vorzugsweise solche Hydrozyklone verwendet, die auf Grund ihrer geometrischen Gestaltung hohe Zentrifugalkräfte erzeugen können, insbesondere im Bereich von über 400-facher Erdbeschleunigung ("400 g"). Hochwirksame Cleaner bringen es auf bis zu 1000 g.

Ein Betriebs-Parameter, der für die Wirksamkeit dieses Trennverfahrens eine bedeutende Rolle spielt, ist der Faserstoffgehalt (Konsistenz) der Papierfasersuspension. Bekanntlich wird die Zähigkeit einer solchen Suspension in dem hier betrachteten Bereich mit zunehmendem Faserstoffgehalt

größer, was im Allgemeinen den Trenneffekt verschlechtert. Aus diesem Grunde werden Verfahren der hier betrachteten Art typischerweise bisher bei einem Faserstoffgehalt von nicht über 0,5 % durchgeführt, wenn eine hohe Trennschärfe benötigt wird. Bei der industriellen Nutzung des Verfahrens, insbesondere wenn die enthaltenen Papierfasern zur Papiererzeugung verwendet werden sollen, führt das wegen der großen Flüssigkeitsmengen zu einem relativ großen apparativen und energetischen Aufwand. Es besteht daher das Bestreben, die Konsistenz ohne Nachteile anheben zu können, wobei z.B. eine Steigerung von 0,5 auf 1 % zu einer Halbierung des benötigten Mengenstromes führen würde. Es hat sich aber gezeigt, dass die Beeinträchtigung der Trennwirkung bei bisher bekannten Verfahren zu durchaus feststellbaren Nachteilen führt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die bekannten Verfahren so zu verbessern, dass mit ihnen eine noch höhere Trennwirkung erzielt wird. Der Betrieb soll auch bei für solche Verfahren relativ hoher Konsistenz gute Ergebnisse liefern.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 und Anspruch 21 genannten Merkmale gelöst.

Die Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens beruht im Wesentlichen darauf, dass die zugegebene Papierfasersuspension bei ihrem Strömungsweg durch den Hydrozyklon nach einigen Umdrehungen im Einlaufbereich eine immer enger werdende Kammer durchströmen muss. Es ist anzunehmen, dass dadurch der Zusammenhalt der Fasersuspension gelockert wird, dass sich also benachbarte Fasern leichter voneinander lösen können, was ihre Beweglichkeit relativ zueinander erhöht. Dadurch wird die Auswirkung der angreifenden Zentrifugalkräfte verstärkt, also die Fraktionierung begünstigt.

Der Eintritt der Fasersuspension in den zweiten Ringraum kann über eine Engstelle erfolgen, deren Ringspalt eine geringe radiale Spaltweite aufweist. Dadurch haben dort alle Teile der Suspension etwa den gleichen radialen Abstand zu den Wänden des Hydrozyklons. Das heißt die radiale Ausgangsposition zur Fraktionierung ist für alle Teile der Suspension praktisch gleich.

In vorteilhaften Ausführungsformen kann die Papierfasersuspension im Bereich der Engstelle durch Zugabe z.B. von Rückwasser verdünnt werden, was aus den bereits erklärten Gründen die Trennwirkung des Hydrozyklons erhöht. Dabei wird die Verdünnungsflüssigkeit mit Vorteil so

zugeführt, dass Strömungsgeschwindigkeit und -richtung an der Mischstelle möglichst der der Papierfasersuspension entsprechen.

Versuchsergebnisse haben gezeigt, dass mit Hilfe des Verfahrens eine gute Faserfraktionierung im Bereich von 0,5 % bis 1,5 % Faser-Konsistenz nach Zugabe des Verdünnungswassers möglich ist. Dabei liegt die Konsistenz am Zulauf in den Hydrozyklon ca. ein Drittel höher.

Bekanntlich führt die Fraktionierung nicht nur zur bereits beschriebenen Aufteilung der Fasern, sondern auch dazu, dass in der Schwerfraktion eine höhere Konsistenz vorliegt als in der Leichtfraktion. Daher ist es in speziellen Ausführungsformen von Vorteil, die Zugabe von Verdünnungswasser so zu bemessen, dass die Eindickung der Schwerfraktion in etwa ausgeglichen wird. Insbesondere dann, wenn eine mehrstufige Fahrweise gewünscht wird, bei der also die Schwerfraktion erneut einem Hydrozyklon zugeführt werden soll, kann das Verfahren dadurch wesentlich vereinfacht werden.

Grundsätzlich kann aber auch bei weniger anspruchsvollen Trennaufgaben die erfindungsgemäße Verbesserung der Trennwirkung durchaus solche Vorteile haben, dass der apparative Aufwand gerechtfertigt ist. Das sind z.B. Verfahren, bei denen faserfremde Verunreinigungen, wie z.B. Sand, Metallteilchen oder Kunststoffteilchen ausgeschieden werden, deren Dichte sich jeweils von der des sie umgebenden Mediums unterscheidet. Auch dann ist die Möglichkeit, eine höhere Konsistenz als für solche Aufgaben bisher möglich einstellen zu können, ein echter Vorteil.

Die Erfindung und ihre Vorteile werden erläutert an Hand von Zeichnungen. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen Hydrozyklon zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Seitenansicht, geschnitten;
- Fig. 2-4 verschiedene Verdrängungskörper zum Einsatz in den Hydrozyklon;
- Fig. 5 den Hydrozyklon der Fig. 1 in Ansicht von oben;
- Fig. 6 ein Anlagenbeispiel in stark vereinfachter Form;
- Fig. 7 eine Variante mit waagrecht angeordnetem Hydrozyklon;
- Fig. 8 - 10 je einen weiteren Hydrozyklon zur Durchführung des Verfahrens.

In Fig. 1 ist in schematischer Form ein zur Durchführung des Verfahrens geeigneter Hydrozyklon dargestellt. Dieser besteht hier im Wesentlichen aus einem zylindrischen Abscheideraum mit einer Innenwand 14 und weist ein Einlaufende 2 und ein Auslaufende 3 auf. Durch einen am Einlaufende 2 angeordneten Einlauf 10 wird die Papierfasersuspension S eingeleitet und in Rotation versetzt (Tangentialeinlauf). Die rotierende Suspensionsströmung gelangt in einen ersten Ringraum 4, der sich in axialer Richtung stetig verengt, wodurch sich am Ende dieses ersten Ringraumes 4 eine Engstelle 8 bildet. Seine axiale Länge 15 ist hier etwa halb so groß wie der größte Durchmesser 13 der Innenwand 14. Stromabwärts dieser Engstelle 8 liegt ein zweiter sich in axialer Richtung wieder erweiternder Ringraum 5 mit einer axialen Länge 16 fast so groß wie der Durchmesser 13 der Innenwand 14. Dabei ist hier eine stetige Erweiterung vorgesehen, um störende Wirbel oder Ablösungen zu vermeiden. In anderen Fällen kann diese Erweiterung auch sprunghaft sein. Im zweiten Ringraum 5 und dem sich stromabwärts anschließenden Teil des Hydrozyklons erfolgt die Fraktionierung. Die Innenwand 14 kann - wie hier - zylindrisch sein, was apparativ einfach ist und bereits zu guten Trennergebnissen führt. In anderen Fällen (s. Fig. 10) kann sie auch konisch sein ("Kegelschleuder"). Durch Wahl des Innendurchmessers 13 der Innenwand 14 und durch Einstellung der Rotationsgeschwindigkeit der Suspension wird die Zentrifugalkraft wesentlich bestimmt. Günstig sind Werte über dem Vierhundertfachen der Erdbeschleunigung.

Weiterhin weist dieser Hydrozyklon eine ringförmige Verdünnungskammer 12 auf, die im Bereich der Engstelle 8 in das Innere des Hydrozyklons mit einem Ringspalt mündet. Zur Zugabe einer Verdünnungsflüssigkeit W ist an diese Verdünnungskammer 12 eine Verdünnungswasserzuführung 11 angeschlossen. Dabei kann in der Verdünnungskammer 12 eine Rotationsströmung erzeugt werden, die denselben Drehsinn hat wie die Rotationsströmung der Papierfasersuspension, was zu einer schonenden Zumischung führt. Die gebildete Leichtfraktion L wird am Auslaufende 3 des Hydrozyklons durch einen Leichtstoffaustrag 6 ausgeleitet, der hier als zentral in den Hydrozyklon hineinragendes Rohr ausgebildet ist. Die Schwerfraktion H, die sich an der Innenwand 14 des Hydrozyklons anreichert, kann durch den Schwerstoffaustrag 7 aus dem Hydrozyklon herausgeleitet werden. Ein solcher Schwerteilaustrag 7 kann radial, tangential oder auch axial angeordnet sein. Im Zentrum des Hydrozyklons befindet sich ein Verdrängungskörper 1, der außen mit Flächen versehen ist, die als Grenzen für den ersten Ringraum 4 und den zweiten Ringraum 5 dienen. Auf diese Weise lässt sich mit einfachsten Mitteln zunächst eine Verengung (erster Ringraum 4) und dann eine Erweiterung (zweiter Ringraum 5) realisieren. Bei diesem Beispiel weist der Verdrängungskörper 1 zunächst (stromaufwärts) eine sich in Strömungsrichtung erweiternde und stromabwärts eine sich in

Strömungsrichtung verengende Konusfläche auf.

Die Konusfläche des Verdrängungskörpers kann je nach Anforderungen variiert werden, wozu die Fig. 2 ein Beispiel eines Verdrängungskörpers zeigt, der stromaufwärts mit einer Kegelfläche 18 und stromabwärts mit einer konvexen Fläche 19 versehen ist. Der Verdrängungskörper gemäß Fig. 3 weist in seinem stromabwärtigen Bereich eine konkave Fläche 20 auf, während der in Fig. 4 wiederum mit zwei konischen Flächen 18, 18' versehen ist, wobei sich am Übergang dieser beiden Flächen ein Absatz 17 befindet, der dazu führt, dass an dieser Übergangsstelle der Durchmesser des Verdrängungskörpers in Strömungsrichtung gesehen sprunghaft abnimmt. Dadurch kann sich beim Einsatz im Hydrozyklon im Bereich der Engstelle eine besonders vorteilhafte Strömung ausbilden.

Die Figuren 2 bis 4 zeigen auch, dass der Verdrängungskörper ein spitzes stromabwärtiges Ende haben kann, was ebenfalls der Verbesserung der Strömungsverhältnisse an dieser Stelle dient

Fig. 5 zeigt den Hydrozyklon von oben, also mit Blick auf das Einlaufende 2. Das die Verdünnungskammer 12 umschließende Teil ist nur zum Teil gezeichnet, um den darunter liegenden Schwerstoffaustrag 7 sichtbar zu machen.

Es kann von Vorteil sein, das Verfahren in mehreren Stufen durchzuführen, wozu die Fig. 6 ein einfaches Beispiel zeigt. Dabei wird ein erster erfindungsgemäßer Hydrozyklon mit einem zweiten erfindungsgemäßen Hydrozyklon verbunden, indem die Schwerfraktion H des ersten Hydrozyklons als Zulauf für den zweiten Hydrozyklon verwendet wird. In vielen Fällen können die in beiden Stufen anfallenden Leichtfraktionen L zusammengeführt werden, wenn sie eine vergleichbare Qualität haben. Die in der zweiten Stufe anfallende Schwerfraktion H' enthält dann in noch höherem Maße die darin gewünschten Anteile. Wie bereits erwähnt, neigen derartige Fraktionierverfahren dazu, dass die Schwerfraktion H eine höhere Konsistenz aufweist als der Einlauf. Bei der in Fig. 6 gezeigten Schaltung lässt sich das sehr einfach wieder ausgleichen, indem eine entsprechend darauf abgestimmte Menge Verdünnungsflüssigkeit W zugeführt wird, so dass auch der zweite Hydrozyklon mit optimaler Einlaufkonsistenz betrieben werden kann.

In der Regel werden bei Durchführung des Verfahrens Zentrifugalkräfte erzeugt, die um ein Vielfaches größer sind als die Erdgravitation. Aus diesem Grunde kann in den meisten Fällen die

Lage der Hydrozyklone frei gewählt werden. Auch wenn die senkrechte Anordnung üblich und auch zumeist platzsparend ist, wäre z.B. auch eine waagerechte Anordnung - wie die Fig. 7 zeigt - möglich.

Die in Fig. 8 dargestellte Variante des erfindungsgemäßen Hydrozyklons unterscheidet sich von der in Fig. 1 im Wesentlichen durch den anders gestalteten zweiten Ringraum 5. Dieser ist hier nach außen durch eine konische Wand begrenzt, was bekanntlich bei Hydrozyklonen zur Erhöhung der Rotationsgeschwindigkeit und Zunahme der Zentrifugalkräfte führen kann. Der sich anschließende zylindrische Teil hat einen entsprechend geringeren Durchmesser 13. Wie bereits erwähnt, hier aber nicht gezeichnet, kann der konische Teil auch bis zum Auslaufende 3 geführt sein.

Gemäß Fig. 9 besteht auch die Möglichkeit, stromabwärts vom zweiten Ringraum 5 eine erneute Reduzierung des Strömungsquerschnittes vorzunehmen, wozu dann ein dritter Ringraum 4' dient. An dessen stromabwärtigem Ende schließt sich nach einer Engstelle 8' ein sich in axialer Richtung erweiternder vierter Ringraum 5' an. Auch an der zweiten Engstelle 8' kann eine Verdünnungskammer 12' mit Verdünnungswasseranschluss 11' vorhanden sein. Die Dimensionierung kann ähnlich wie bei der (ersten) Engstelle 8 vorgenommen werden. Diese Ausführungsform, eventuell auch mit weiteren hier nicht gezeichneten Engstellen, ist in der Lage, die Wirkung der Erfindung weiter zu verstärken, da das Auflockern und Fluidisieren der Faserstoffsuspension entsprechend häufiger erfolgt. Vorteilhafterweise kann ein mehrmaliger Abzug der Leichtfraktion vorgesehen werden, wozu hier ein zusätzlicher zentral im Verdrängungskörper 1' geführter Leichtstoffaustrag 6' gestrichelt eingezeichnet ist. Dieser Leichtstoffaustrag 6' zieht einen Teil der Leichtfraktion F zwischen den Engstellen 8 und 8' ab.

Wie Fig. 10 zeigt, ist es auch möglich, den Leichtstoffaustrag 6' so an das Einlaufende 2 zu legen, dass die sich im Zentrum des Hydrozyklons bei der Durchführung des Verfahrens angesammelte Leichtfraktion L vollständig nach oben und die Schwerfraktion H nach unten aus dem Hydrozyklon abfließen können. "oben" und "unten" gilt bei senkrechter Aufstellung. Weiterhin weist die in Fig. 10 gezeigte Bauform eine Innenwand 14' auf, die zunächst zylindrisch und dann konisch verläuft, wobei sich der Querschnitt zum Auslaufende 3 hin stark verkleinert. Die in Fig. 10 gezeigten weiteren Variationen der Erfindung können einzeln oder in Kombination auch bei den bereits dargestellten Vorrichtungen angewendet werden.

Auch wenn der typische Anwendungsfall des Verfahrens bzw. des erfindungsgemäßen Hydrozyklons die Fraktionierung bei relativ hohen Zentrifugalkräften darstellt, ist es ohne weiteres vorstellbar, die Merkmale der Erfindung auch auf solche Fälle auszudehnen, bei denen mittlere oder geringere Anforderungen an die Trennschärfe gestellt werden. Ein typischer Fall ist die Entfernung von Störstoffen (z.B. Sand) aus einer Altpapiersuspension mit Hilfe von Hydrozyklonen.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Fraktionieren einer wässrigen Papierfasersuspension (S) unter Verwendung mindestens eines Hydrozyklons mit einem Einlaufende (2) und einem Auslaufende (3), in den die Papierfasersuspension (S) durch mindestens einen Einlauf (10) eingeleitet und in Rotation versetzt wird,
wodurch sich in Folge der Zentrifugalkräfte eine Schwerfraktion (H) an der Innenwand des Hydrozyklons anreichert und an dieser entlang zu einem am Auslaufende (3) liegenden Schwerstoffaustrag (7) geführt wird und
wodurch sich eine Leichtfraktion (L) im zentralen Bereich des Hydrozyklons ansammelt und durch einen Leichtstoffaustrag (6) ausgeleitet wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die durch den Einlauf (10) eingeleitete rotierende Papierfasersuspension (S) zunächst in einen sich in axialer Richtung verengenden ersten Ringraum (4) und anschließend in einen sich in axialer Richtung wieder erweiternden zweiten Ringraum (5) geführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Papierfasersuspension (S) am Einlauf (10) mit einer Konsistenz von über 0,5 %, vorzugsweise über 1 %, zugegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausleitung der Leichtfraktion (L) am Auslaufende (3) des Hydrozyklons erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausleitung der Leichtfraktion (L) am Einlaufende (2) des Hydrozyklons erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Suspension durch eine zwischen dem ersten Ringraum (4) und dem zweiten Ringraum

(5) liegende Engstelle (8) geführt wird, deren kleinste radiale Spaltweite (9) höchstens 10 mm, vorzugsweise höchstens 3 mm, beträgt.

6. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Papierfasersuspension (S) beim Übergang vom ersten Ringraum (4) in den zweiten Ringraum (5) durch Zugabe einer Verdünnungsflüssigkeit (W) verdünnt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verdünnung unmittelbar stromabwärts der Engstelle (8) vorgenommen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verdünnung so vorgenommen wird, dass die am Schwerstoffaustrag (7) anfallende Schwerfraktion (H) im Wesentlichen der Konsistenz der am Einlauf zugegebenen Papierfasersuspension (S) entspricht.
9. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Suspension stromabwärts des zweiten Ringraumes (5) einem dritten Ringraum (4') zugeführt wird, an dessen stromabwärtigem Ende sich eine weitere Engstelle (8') befindet.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Suspension stromabwärts der zweiten Engstelle (8') in einen vierten Ringraum (5') geführt wird, dessen Querschnitt sich in axialer Richtung erweitert.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Suspension durch mindestens drei Engstellen geführt wird.

12. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Volumenstrom der durch den Schwerstoffaustrag (7) abgeleiteten Schwerfraktion (H) auf 35 bis 65 %, vorzugsweise 40 bis 60 % des durch den Einlauf (10) einlaufenden Volumenstroms eingestellt wird.
13. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die in der Papierfasersuspension (S) enthaltenen Fasern Frischfasern sind.
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Frischfasern Holzstofffasern sind.
15. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Frischfasern Zellstofffasern sind.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die in der Papierfasersuspension (S) enthaltenen Fasern Altpapierfasern sind.
17. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die gebildete Leichtfraktion (L) mit flexiblen und die Schwerfraktion (H) mit steifen Fasern angereichert werden.
18. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schwerfraktion (H) mit groben und die Leichtfraktion (L) mit feinen Fasern angereichert

werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leichtfraktion (L) mit Frühholzfasern und die Schwerfraktion (H) mit Spätholzfasern angereichert werden.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schwerfraktion (H) mit Störstoffen angereichert wird.
21. Hydrozyklon zur Durchführung des Verfahrens nach einem der voran stehenden Ansprüche mit einem eine konvexe Innenwand (14) aufweisenden Abscheideraum, mit einem Einlaufende (2) und einem Auslaufende (3), bei dem sich am Einlaufende (2) mindestens ein tangentialer Einlauf (10) für die Papierfasersuspension (S) befindet sowie am Auslaufende (3) mindestens ein Schwerstoffaustrag (7) sowie mindestens ein im zentralen Bereich des Hydrozyklons angeordneter Leichtstoffaustrag (6),
dadurch gekennzeichnet,
dass sich stromabwärts zum Einlauf (10) ein sich in axialer Richtung verengender erster Ringraum (4) und anschließend ein sich in axialer Richtung wieder erweiternder zweiter Ringraum (5) befindet.
22. Hydrozyklon nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Leichtstoffaustrag (6) am Auslaufende (3) befindet.
23. Hydrozyklon nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Leichtstoffaustrag (6') am Einlaufende (2) befindet.
24. Hydrozyklon nach Anspruch 21, 22 oder 23,

dadurch gekennzeichnet,

dass sich zwischen dem ersten Ringraum (4) und dem zweiten Ringraum (5) eine Engstelle (8) befindet.

25. Hydrozyklon nach Anspruch 24,

dadurch gekennzeichnet,

dass die kleinste radiale Spaltweite (9) höchstens 20 mm, vorzugsweise höchstens 3 mm, beträgt.

26. Hydrozyklon nach Anspruch 24,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ringräume (4, 5) zwischen einem feststehenden zentralen Verdrängungskörper (1, 1') und der Innenwand des Hydrozyklons gebildet werden.

27. Hydrozyklon nach Anspruch 26,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verdrängungskörper (1, 1') mindestens eine konische Fläche (18, 18') aufweist.

28. Hydrozyklon nach Anspruch 26 oder 27,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verdrängungskörper mindestens eine konvexe Fläche (19) aufweist.

29. Hydrozyklon nach Anspruch 26, 27 oder 28,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verdrängungskörper mindestens eine konkave Fläche (20) aufweist.

30. Hydrozyklon nach Anspruch 26, 27, 28 oder 29,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verdrängungskörper im Bereich der Engstelle (8) einen umlaufenden Absatz (21) aufweist, wodurch der stromabwärtige Teil einen geringen Durchmesser erhält.

31. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 30,

dadurch gekennzeichnet,

dass er mindestens eine Verdünnungswasserzuführung (11) für Verdünnungsflüssigkeit (W) aufweist, die mit dem Übergang vom ersten Ringraum (4) zum zweiten Ringraum (5) hydraulisch verbunden ist.

32. Hydrozyklon nach Anspruch 31,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verdünnungsflüssigkeit (W) in eine ringförmige Verdünnungskammer (12) zugeführt wird, die am Übergang vom ersten Ringraum (4) zum zweiten Ringraum (5) einen Ringspalt bildet.

33. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 32,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenwand (14) des Hydrozyklons unterhalb des zweiten Ringraumes (5) im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist.

34. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 33,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenwand (14) des Hydrozyklons auf der ganzen axialen Länge zylindrisch ausgebildet ist.

35. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 34,

dadurch gekennzeichnet,

dass er einen zentralen feststehenden Verdrängungskörper (1) aufweist, auf dem sich Flächen zur Abgrenzung des ersten Ringraumes (4) und des zweiten Ringraumes (5) befinden.

36. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 35,

dadurch gekennzeichnet,

dass der größte Durchmesser (13) der Innenwand (14) maximal 150 mm, vorzugsweise maximal 70 mm, groß ist.

37. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 36,

dadurch gekennzeichnet,

dass die axiale Länge (15) des ersten Ringraumes (4) mindestens 40 %, vorzugsweise mindestens 50 %, des maximalen Durchmessers (13) beträgt.

38. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 37,

dadurch gekennzeichnet,

dass die axiale Länge (16) des zweiten Ringraumes (5) einen Wert zwischen 10 % und 200 %, vorzugsweise zwischen 50 und 100 %, des maximalen Durchmessers (13) der Innenwand (14) hat.

39. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 38,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Schwerstoffaustrag (7) in radialer Richtung an den Hydrozyklon angeschlossen ist.

40. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 39,

dadurch gekennzeichnet,

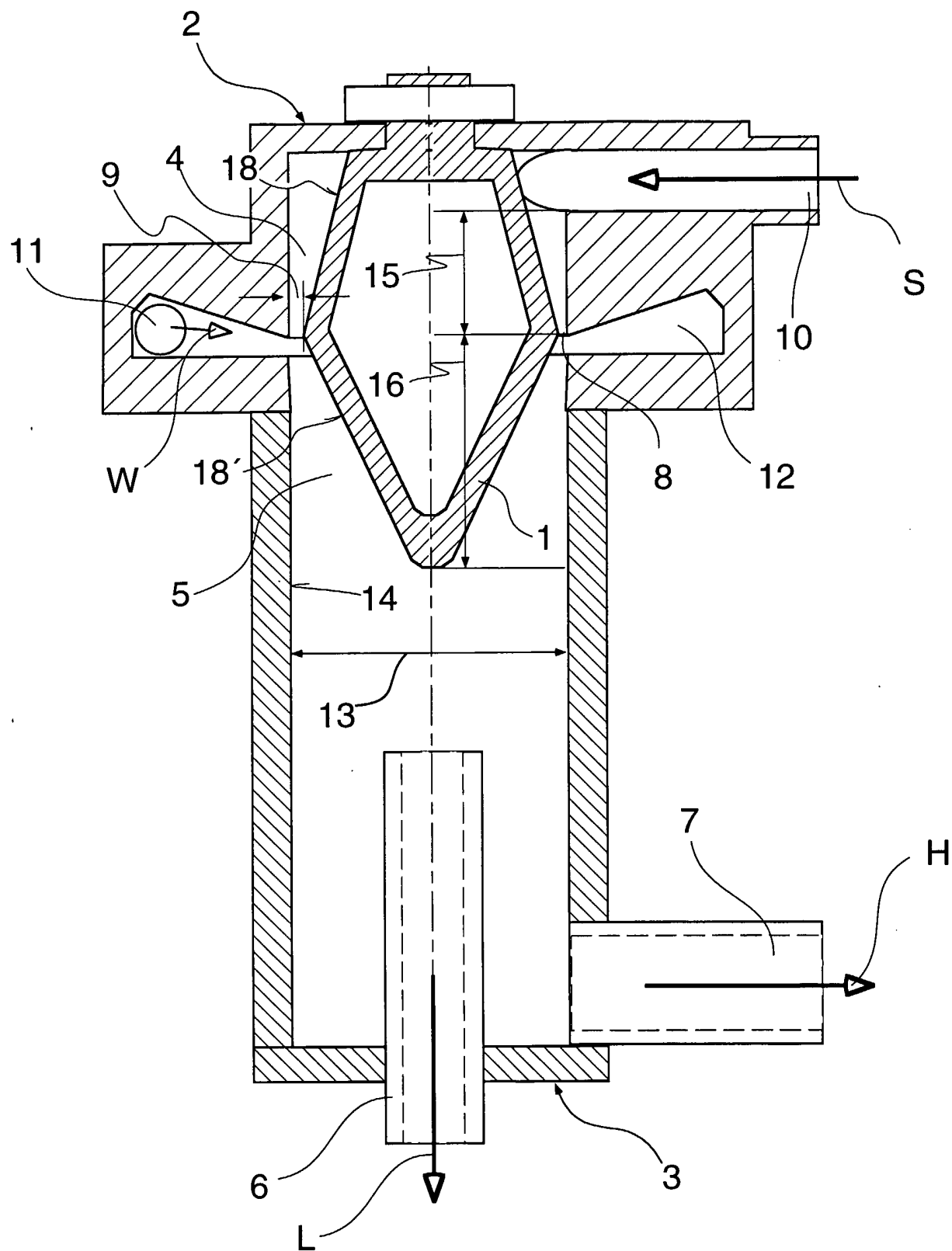
dass der Schwerstoffaustrag (7) tangential an den Hydrozyklon angeschlossen ist.

41. Hydrozyklon nach einem der Ansprüche 21 bis 40,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Leichtstoffaustrag (6) durch ein in den Hydrozyklon hineinragendes Rohr gebildet wird.

1/5

*Fig.1*

2/5

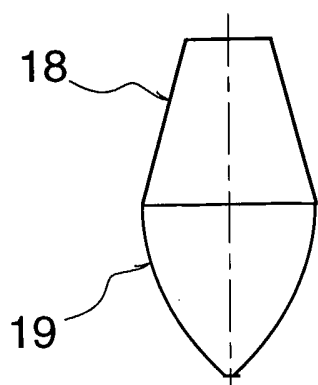


Fig. 2

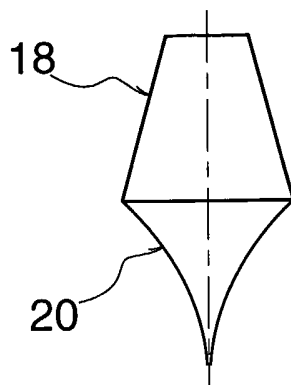


Fig. 3

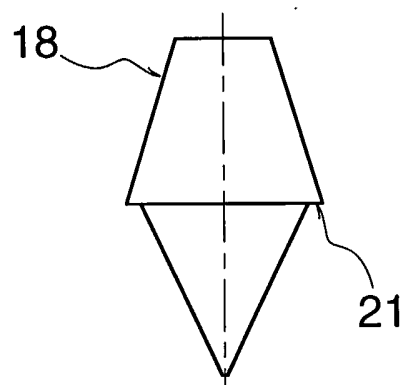


Fig. 4

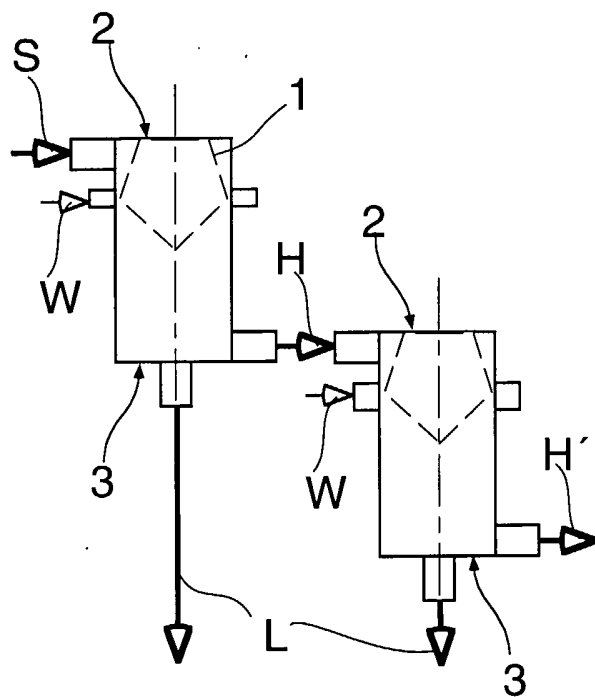


Fig. 6

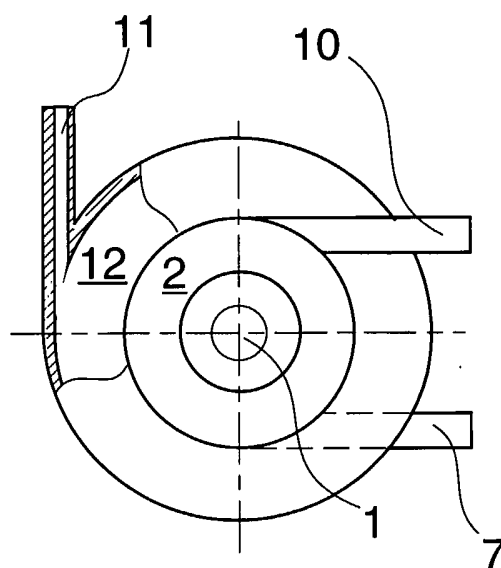


Fig. 5

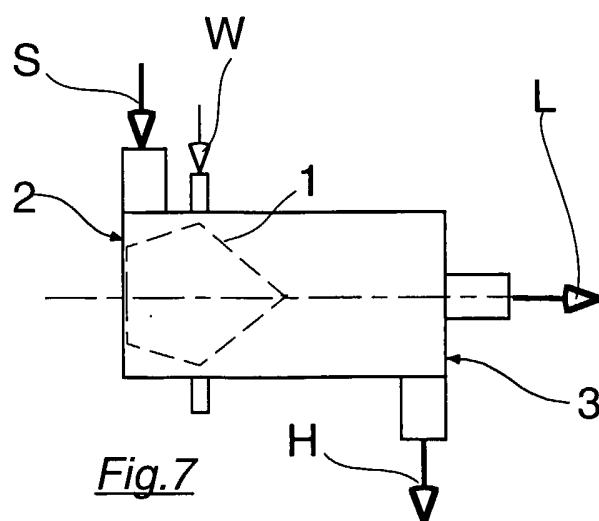
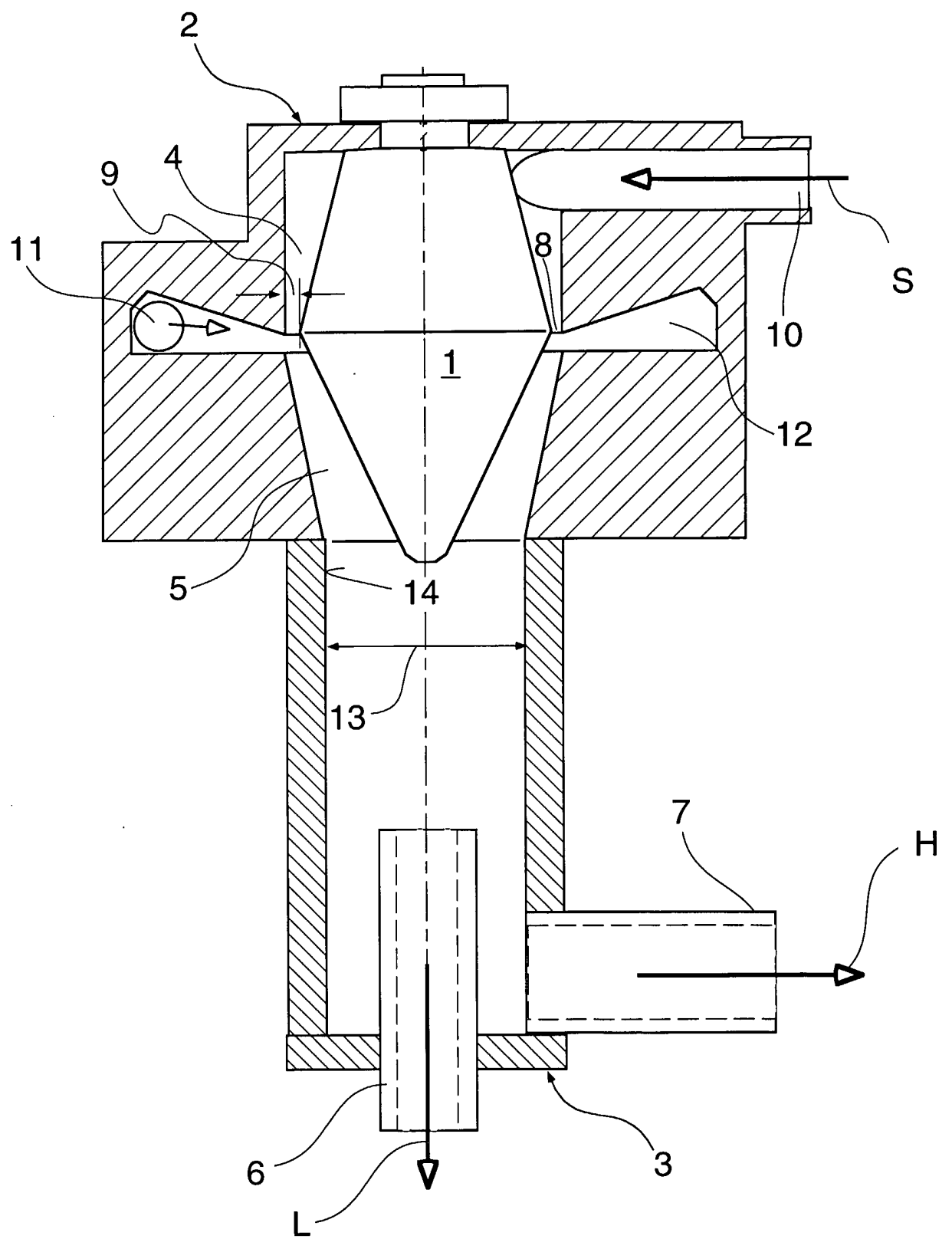
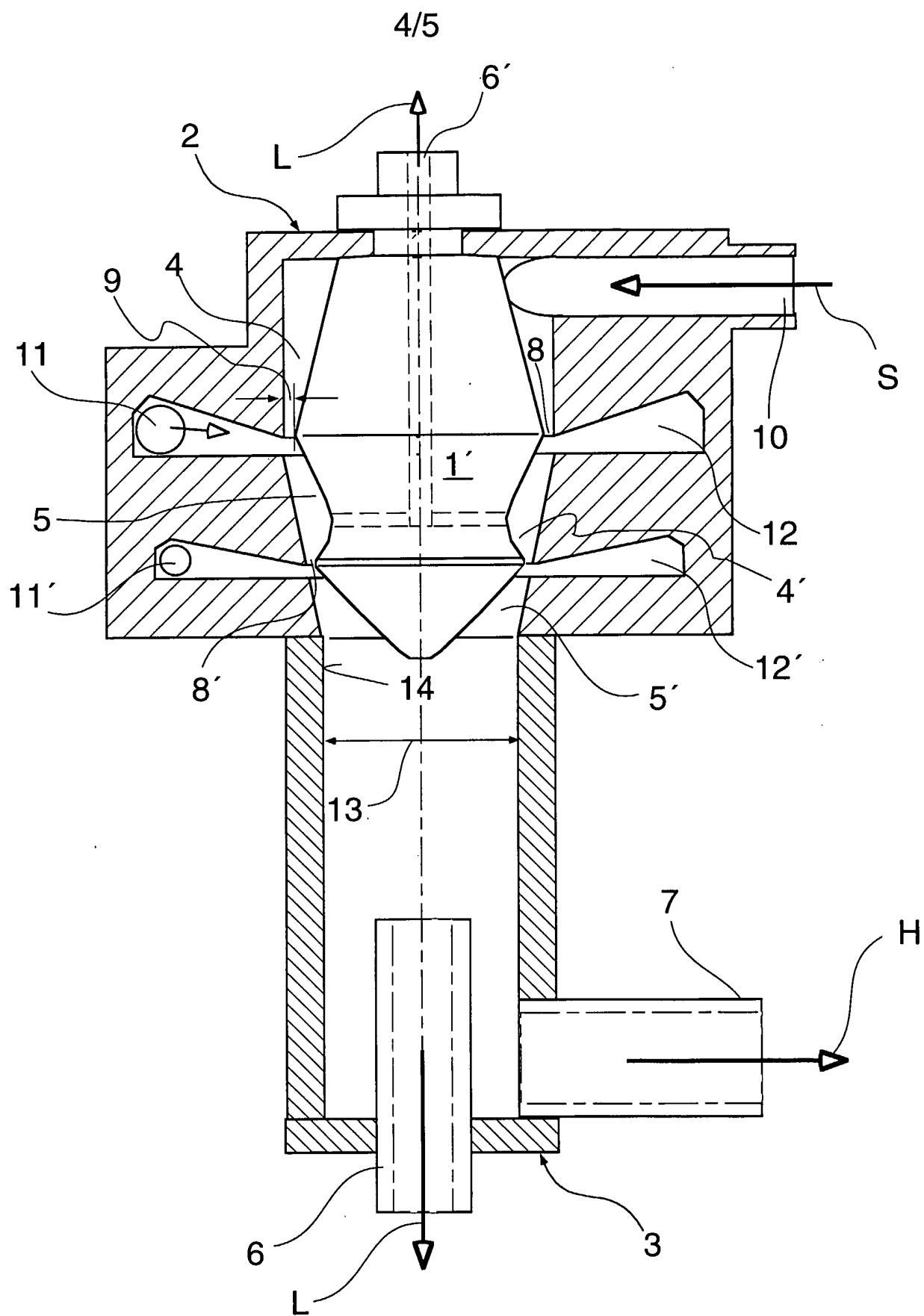
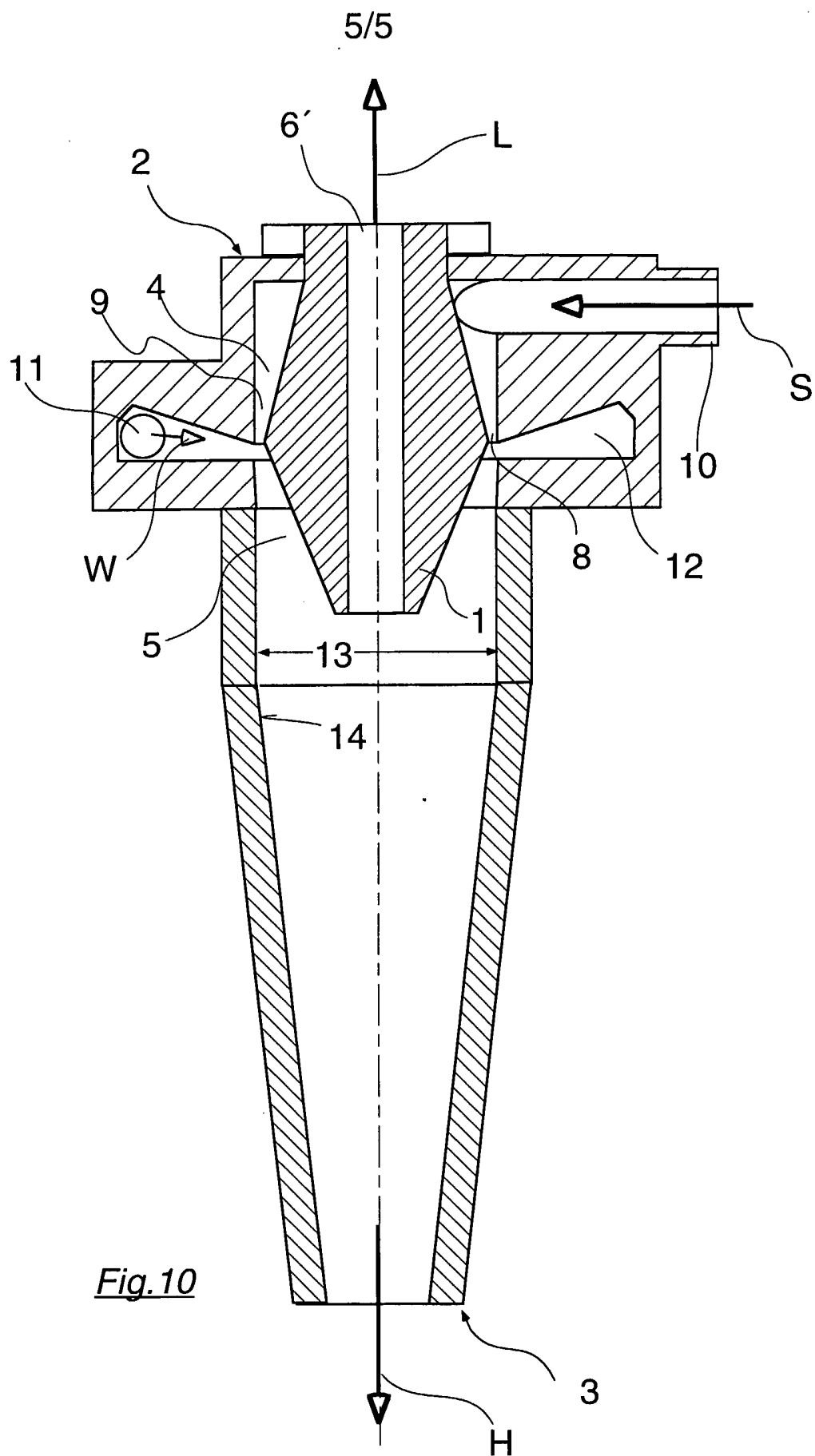


Fig. 7

3/5

*Fig. 8*

*Fig.9*



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/010064

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 D21D5/24 B04C3/06 B04C5/107

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)
 D21D D21F B04C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 32 48 039 A1 (ESCHER WYSS GMBH) 14 June 1984 (1984-06-14) page 9, line 6 - page 12, line 21 figures 1,2	1,4,21, 23,24, 26-28, 33,35,41
Y	----- page 9, line 6 - page 12, line 21 figures 1,2	2,3,22, 34,40
X	FR 2 703 602 A (CALLEC PAUL) 14 October 1994 (1994-10-14) page 1, lines 1-13 page 3, line 30 - page 6, line 7 figure ----- -/--	1,4,13, 14,16, 21,23, 24, 26-28, 35,41

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 November 2005

Date of mailing of the international search report

02/12/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Maisonnier, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/010064

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 284 096 B1 (HARTMANN ROLF) 4 September 2001 (2001-09-04) column 3, line 63 - column 4, line 58 figure 1	1,4,6, 21,23, 24,26, 28,31, 35,39,41
Y	US 4 696 737 A (BOUCHILLON ET AL) 29 September 1987 (1987-09-29) column 5, line 7 - column 8, line 6 figure 1	2,40
Y	US 5 769 243 A (MCCARTHY ET AL) 23 June 1998 (1998-06-23) column 3, line 3 - column 4, line 39 figure 1	3,22
Y	EP 1 413 359 A (VOITH PAPER PATENT GMBH) 28 April 2004 (2004-04-28) paragraphs '0014! - '0018! figure 5	34
A	EP 0 677 331 A (A. AHLSTROM CORPORATION) 18 October 1995 (1995-10-18) page 5, line 3 - page 6, line 2 figures	1,2,4, 16,21, 23,41

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/010064

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3248039	A1	14-06-1984	AT 382910 B AT 454982 A	27-04-1987 15-09-1986
FR 2703602	A	14-10-1994	NONE	
US 6284096	B1	04-09-2001	AT 267909 T EP 1069234 A1 ES 2220296 T3	15-06-2004 17-01-2001 16-12-2004
US 4696737	A	29-09-1987	AU 7037187 A CA 1288731 C NZ 219164 A WO 8705233 A1	28-09-1987 10-09-1991 30-06-1988 11-09-1987
US 5769243	A	23-06-1998	BR 9710620 A CA 2261677 A1 CN 1226846 A DE 69734286 D1 EP 0928223 A1 JP 2000516667 T WO 9804356 A1	17-08-1999 05-02-1998 25-08-1999 03-11-2005 14-07-1999 12-12-2000 05-02-1998
EP 1413359	A	28-04-2004	DE 20312890 U1	30-10-2003
EP 0677331	A	18-10-1995	CA 2146093 A1 FI 951563 A US 5587078 A	02-10-1995 02-10-1995 24-12-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/010064

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
D21D5/24 B04C3/06 B04C5/107

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
D21D D21F B04C

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

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

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 32 48 039 A1 (ESCHER WYSS GMBH) 14. Juni 1984 (1984-06-14) Seite 9, Zeile 6 - Seite 12, Zeile 21 Abbildungen 1,2	1,4,21, 23,24, 26-28, 33,35,41
Y	-----	2,3,22, 34,40
X	FR 2 703 602 A (CALLEC PAUL) 14. Oktober 1994 (1994-10-14) Seite 1, Zeilen 1-13 Seite 3, Zeile 30 - Seite 6, Zeile 7 Abbildung ----- -/--	1,4,13, 14,16, 21,23, 24, 26-28, 35,41



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. November 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02/12/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Maisonnier, C

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 284 096 B1 (HARTMANN ROLF) 4. September 2001 (2001-09-04) Spalte 3, Zeile 63 - Spalte 4, Zeile 58 Abbildung 1 -----	1,4,6, 21,23, 24,26, 28,31, 35,39,41
Y	US 4 696 737 A (BOUCHILLON ET AL) 29. September 1987 (1987-09-29) Spalte 5, Zeile 7 - Spalte 8, Zeile 6 Abbildung 1 -----	2,40
Y	US 5 769 243 A (MCCARTHY ET AL) 23. Juni 1998 (1998-06-23) Spalte 3, Zeile 3 - Spalte 4, Zeile 39 Abbildung 1 -----	3,22
Y	EP 1 413 359 A (VOITH PAPER PATENT GMBH) 28. April 2004 (2004-04-28) Absätze '0014! - '0018! Abbildung 5 -----	34
A	EP 0 677 331 A (A. AHLSTROM CORPORATION) 18. Oktober 1995 (1995-10-18) Seite 5, Zeile 3 - Seite 6, Zeile 2 Abbildungen -----	1,2,4, 16,21, 23,41

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/010064

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3248039	A1	14-06-1984	AT 382910 B AT 454982 A	27-04-1987 15-09-1986
FR 2703602	A	14-10-1994	KEINE	
US 6284096	B1	04-09-2001	AT 267909 T EP 1069234 A1 ES 2220296 T3	15-06-2004 17-01-2001 16-12-2004
US 4696737	A	29-09-1987	AU 7037187 A CA 1288731 C NZ 219164 A WO 8705233 A1	28-09-1987 10-09-1991 30-06-1988 11-09-1987
US 5769243	A	23-06-1998	BR 9710620 A CA 2261677 A1 CN 1226846 A DE 69734286 D1 EP 0928223 A1 JP 2000516667 T WO 9804356 A1	17-08-1999 05-02-1998 25-08-1999 03-11-2005 14-07-1999 12-12-2000 05-02-1998
EP 1413359	A	28-04-2004	DE 20312890 U1	30-10-2003
EP 0677331	A	18-10-1995	CA 2146093 A1 FI 951563 A US 5587078 A	02-10-1995 02-10-1995 24-12-1996