

(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
3. Januar 2008 (03.01.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/000616 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

B01F 5/06 (2006.01) **F23J 15/00** (2006.01)

B01F 5/04 (2006.01) **F15D 1/02** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/055744

(22) Internationales Anmeldedatum:

12. Juni 2007 (12.06.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

06116121.2 27. Juni 2006 (27.06.2006) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SULZER CHEMTECH AG** [CH/CH]; Sulzer-Allee 48, 8404 Winterthur (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MOSER, Felix**

[CH/CH]; Mühlenweg 8, 8413 Neftenbach (CH). **SULZER WORLITSCHKE, Sabine** [CH/CH]; Hermannstrasse 37, 8400 Winterthur (CH). **SCHOECK, Joachim** [DE/CH]; Mühlebrückestrasse 18, 8400 Winterthur (CH).

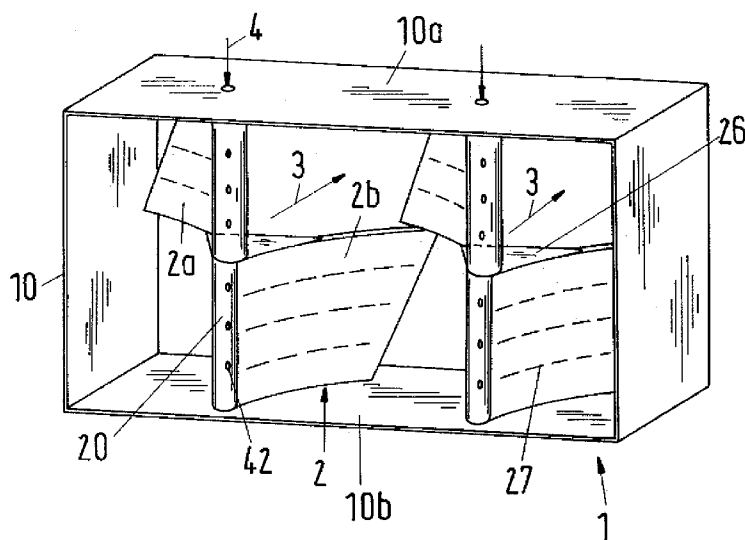
(74) Anwalt: **SULZER MANAGEMENT AG**; Patentabteilung, Zürcherstrasse 14, 8401 Winterthur (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STATIC MIXER COMPRISING A COUPLE OF BLADES FOR GENERATING AN ANGULAR MOMENTUM IN THE DIRECTION OF A DUCT FLOW

(54) Bezeichnung: STATISCHER MISCHER MIT FLÜGELPAAR ZUR ERZEUGUNG EINES STRÖMUNGSDRALLS IN RICHTUNG EINER KANALSTRÖMUNG



(57) Abstract: Disclosed is a static mixer (1) comprising at least one couple of blades (2; 2a, 2b) for generating an angular momentum (300) in the direction (30) of a duct flow (3). Leading edges of the blades located on the inflow side extend perpendicular to the duct flow and parallel to a height of the duct (10). Flow-impinging surfaces that are arranged downstream of the leading edges are bent in a concave manner and in opposite directions. Each blade (2a, 2b) is embodied as an aerodynamically designed member encompassing a front wall (20), a convex sidewall (21) and a concave sidewall (22). The front wall has a convex shape or a shape of a flow-impinged edge. Particularly the blade cross-sections extending perpendicular to the sidewalls have shapes similar to cross-sections of aircraft wings.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/000616 A2



(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, 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, MT, 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:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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.

(57) **Zusammenfassung:** Der statische Mischer (1) umfasst mindestens ein Flügelpaar (2; 2a, 2b) zur Erzeugung eines Strömungsdralls (300) in Richtung (30) einer Kanalströmung (3). Anströmseitige Vorderkanten der Flügel stehen senkrecht zur Kanalströmung und parallel zu einer Höhe des Kanals (10). Stromabwärts folgende, angeströmte Oberflächen sind konkav sowie gegensinnig ausgebogen. Jeder Flügel (2a, 2b) ist als aerodynamisch gestalteter Körper ausgebildet, der eine Stirnwand (20), eine konvexe Seitenwand (21) sowie eine konkave Seitenwand (22) umfasst. Die Stirnwand hat eine konvexe Form oder eine Form einer Anströmkante. Insbesondere haben die Flügelquerschnitte senkrecht zu den Seitenwänden ähnliche Formen wie Querschnitte von Flugzeugtragflächen.

Statischer Mischer mit Flügelpaar zur Erzeugung eines Strömungsdralls in Richtung einer Kanalströmung

- 5 Die Erfindung betrifft einen statischen Mischer mit mindestens einem Flügelpaar zur Erzeugung eines Strömungsdralls in Richtung einer Kanalströmung gemäss Oberbegriff von Anspruch 1. Dieses Flügelpaar ist ein wirbelinduzierendes Statikmischerelement. Ein solches Flügelpaar oder eine Mehrzahl von Flügelpaaren, die in einem Kanal, insbesondere Rechteckkanal, auf einem Querschnitt neben einander angeordnet sind, bildet einen
- 10 wirbelinduzierenden Statikmischer. In der Regel sind die Flügelpaare auf einer "Etag" neben einander angeordnet; sie können aber auch rasterartig auf zwei oder mehr "Etagen" neben und über einander angeordnet sein.

- Mit dem wirbelinduzierenden Statikmischerelement soll beispielsweise ein
- 15 Sekundärfluid in ein Primärfluid eingemischt werden. Das Primärfluid kann dabei ein Stickstoffoxide enthaltendes Abgas sein, bei dem eine Entstickung mittels eines Katalysators in einer Denox-Anlage vorzunehmen ist, wobei das Sekundärfluid in Form von Ammoniak oder eines Ammoniak/Luftgemisches als Additiv eindosiert wird. Mit einer aus der DE-A- 195 39 923 bekannten
- 20 Vorrichtung, einem statischen Mischer für eine Kanalströmung, lässt sich bei kleinem Druckverlust ein Zumischen des Sekundärfluids in das Primärfluid mit der erforderlichen Homogenisierung erreichen. Mit dem wirbelinduzierenden Statikmischerelement kann auch lediglich eine Homogenisierung in Form eines Temperatur- und/oder Konzentrationsausgleichs durchgeführt werden.

- 25 Bei der bekannten Vorrichtung sind wenigstens zwei wirbelerzeugende, flächenartige Flügel in einem von den Fluiden durchströmten Kanal derart angeordnet, dass eine Erzeugung eines Dralls in Richtung der Kanalströmung, der Hauptströmungsrichtung, erzwungen wird. Anströmseitige Vorderkanten der Flügel sind an einem Rohr befestigt, das

senkrecht zur Hauptströmungsrichtung und parallel zu einer Höhe (oder kürzeren Seite) des Kanals steht. Dieses Befestigungsrohr verbindet eine untere mit einer oberen Kanalwandung. In das Rohr kann die Additivdosierung integriert sein. Das in das Rohr eingespeiste Sekundärfluid lässt sich durch eine Mehrzahl von Düsen in das Primärfluid verteilen. Die beiden Flügel sind gegen einander versetzt und V-förmig am Befestigungsrohr angebracht. Ausgehend von den Vorderkanten sind die Flügel gegensinnig ausgebogen, so dass sie anströmseitig eine konkave Oberfläche aufweisen. Die Flügelquerschnitte längs der Hauptströmungsrichtung haben variable Längserstreckung und variable Ausrichtung. Aufgrund der besonderen Formgebung entsteht in der Kanalströmung der Drall, der in Form eines primären Wirbels eine Vermischung über die ganze Kanalhöhe bewirkt. Bei einer vorteilhaften Ausführungsform verbindet ein senkrecht zum Rohr stehendes Zwickelblech die beiden Flächen des Flügelpaars. Das Zwickelblech dient sowohl einer aerodynamischen als auch einer mechanischen Stabilisierung.

Eine Mehrzahl von Flügelpaaren induziert eine entsprechende Anzahl von primären Wirbeln, die eine globale Zumischung eines Additivs über den Kanalquerschnitt ermöglichen. Dabei ist der jeweilige Drehsinn der primären Wirbel wesentlich. Benachbarte Wirbel, die gleichsinnig drehen, verbinden sich zu einer Walze, die sich über die Wirkbereiche der diese Wirbel induzierenden Flügelpaare erstreckt. Sind die Wirbel gegensinnig, so ergibt sich eine bessere Durchmischung in den einzelnen Wirkbereichen, jedoch zu Lasten der globalen Durchmischung. In diesem Fall kann zur Verbesserung der globalen Durchmischung eine Mischkoppelung zwischen den benachbarten Wirbeln mittels zusätzlicher Leitelemente (vgl. DE-A- 195 39 923) erzeugt werden.

Neben den primären Wirbeln bilden sich auch sekundäre Wirbel aus, nämlich hinter dem Befestigungsrohr und an den freien Kanten der flächenartigen Flügel. Die sekundären Wirbel können zwar zu einer lokalen Vermischung beitragen, bewirken jedoch Druckverluste und unerwünschte Schwingungseffekte. Es wäre vorteilhaft, wenn das Auftreten von sekundären Wirbeln zumindest teilweise verhindert werden könnte.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen wirbelinduzierenden Statikmischer zu schaffen, der hinsichtlich Druckverlusten und Schwingungseffekten verbessert ist. Diese Aufgabe wird durch den im Anspruch 1 definierten Mischer gelöst.

Der statische Mischer umfasst mindestens ein Flügelpaar zur Erzeugung
5 eines Strömungsdralls in Richtung einer Kanalströmung. Anströmseitige
Vorderkanten der Flügel stehen senkrecht zur Kanalströmung und parallel zu
einer kürzeren Seite des Kanals, die nachfolgend kurz als Höhe bezeichnet
wird. Stromabwärts folgende, angeströmte Oberflächen sind konkav sowie
10 gegenseitig ausgebogen. Jeder Flügel ist als aerodynamisch gestalteter
Körper ausgebildet, der eine Stirnwand, eine konvexe Seitenwand sowie eine
konkave Seitenwand umfasst. Die Stirnwand hat eine konvexe Form oder
eine Form einer Anströmkante. Insbesondere haben die Flügelquerschnitte
senkrecht zu den Seitenwänden ähnliche Formen wie Querschnitte von
Flugzeugtragflächen.

15 Die abhängigen Ansprüche 2 bis 10 betreffen vorteilhafte Ausführungsformen
des erfindungsgemässen Mischers.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen erfindungsgemässen Mischer,
20 Fig. 2 ein Flügelpaar dieses Mischers in etwas vereinfachter
Darstellung,
Fig. 3 eine transparente Darstellung des Flügelpaars der Fig. 2 und
Fig. 4 einen Querschnitt durch einen Flügel.

Ein erfindungsgemässer Mischer 1, wie er anhand der Figuren 1 bis 4
dargestellt ist, umfasst mindestens ein Flügelpaar als Mischerelement 2, mit
25 dem in einem Kanal 10 in einer Kanalströmung 3 ein Strömungsdrall 300
erzeugt wird, dessen Achse in Richtung der Kanalströmung 3 weist. Eine
Oberseite 10a und eine Unterseite 10b des Kanals 10 definieren die Höhe
des Kanals 10. Das Flügelpaar 2 umfasst einen ersten Flügel 2a und einen

zweiten Flügel 2b. Die anströmseitigen Vorderkanten der Flügel 2a, 2b stehen senkrecht zur Kanalströmung 3 und parallel zur Höhe des Kanals 10. Die Flügel 2a und 2b haben stromabwärts den Vorderkanten folgend angeströmte Oberflächen oder Flügelwände 22, die konkav sowie gegensinnig
5 ausgebogen sind. Die Achse des Kanals 10 definiert die Hauptströmungsrichtung 30 (Fig. 3) der Kanalströmung 3, in welcher der Drall 300 weist.

Erfindungsgemäss ist jeder Flügel 2a, 2b als aerodynamisch gestalteter Körper ausgebildet, der eine Stirnwand 20, eine konvexe Seitenwand 21
10 sowie die konkave Seitenwand 22 umfasst. Die Flügelquerschnitte quer zu den Seitenwänden 20, 21, 22 haben eine variable Ausrichtung und Längserstreckung. Sie haben insbesondere eine Form, die eine Ähnlichkeit mit Querschnitten von Flugzeugtragflächen haben. Die Ausrichtung des Flügelquerschnitts variiert zwischen einem Winkel α und einem Winkel β , wie
15 es in Fig. 3 gezeigt ist. Dabei ist mit Vorteil α kleiner als β . Die konvexe Stirnwand 20 ist bei der dargestellten Ausführungsform ein länglicher Zylinder 20' oder ein Rohr 23 (Fig. 4). Zwickel 26 (Fig. 1) ergeben eine verbesserte mechanische Stabilität des Flügelpaars 2. Die Stirnwand 20 hat bei dem
20 dargestellten Ausführungsbeispiel eine konvexe Form; sie kann aber auch so geformt sein, dass sie eine besondere Anströmkante bildet, auf der sich Staubpartikel nicht oder nur in sehr beschränktem Mass ablagern können.

Die Flügel 2a, 2b des Mischerelements 2 bilden Körper in Form von Leichtbaukonstruktionen; insbesondere sind es Hohlkörper. Die Seitenwände der Flügel 2a, 2b sind mit Vorteil aus dünnem Blech hergestellt, dessen Dicke
25 beispielsweise 1 mm ist, jedoch auch kleiner sein kann, beispielsweise 0.5 mm. Zwischen den Innenseiten der Seitenwände 2a, 2b sind stabilisierende Verbindungselemente angeordnet, beispielsweise gewellte Blechstreifen 24 (siehe Fig. 4) geschäumte Körper (nicht dargestellt) oder Holme. In Fig. 1 sind Holme als gestrichelte Linien 27 angedeutet.

30 Die als Leichtbaukonstruktionen hergestellten Flügel 2a, 2b können solcherart gestaltet sein, dass ihnen bei einer Flügelhöhe von einem Meter (oder auch mehr) Eigenschwingungen fehlen, deren Frequenzen innerhalb des Bereichs von 1 bis 10 Hz liegen. Die ausserhalb dieses Bereichs liegenden

Eigenschwingungen werden durch die Kanalströmung 3 nicht angeregt; insbesondere werden keine sogenannten Fahnschwingungen angeregt. (Die "Fahnschwingung" ist eine strömungsinduzierte Schwingung, die vergleichbar ist mit der Bewegung einer im Wind flatternden Fahne.) Dank der

5 aerodynamischen Form der Flügel tritt die Kanalströmung 3 beim Anströmen in einen Bereich der Statikmischerelemente ein, in dem sich die Strömungsquerschnitte zwischen den Flügeln kontinuierlich verringert. Einem Druckabfall entspricht dabei eine Vergrößerung der kinetischen Energie der Strömung. Anschliessend erweitern sich die Strömungsquerschnitte

10 diffusorartig. Dabei kann der Druck ohne eine wesentliche Dissipation der kinetischen Energie wieder zunehmen. Die reduzierte Dissipation bedeutet, dass nur schwach ausgebildete sekundäre Wirbel entstehen, durch die beispielsweise keine Fahnschwingungen angeregt werden. Durch die Leichtbaukonstruktionen werden die Flügel 2a, 2b versteift, so dass eine

15 Anregung von Schwingungen auch aufgrund geänderter mechanischer Eigenschaften entweder ganz ausbleibt oder zumindest zu höheren und damit unkritischen Schwingungsfrequenzen hin verschoben ist.

In der zitierten DE-A- 195 39 923 wird für eine mögliche Bauform der Mischerelemente die Verwendung von dünnwandigen Körpern, insbesondere

20 von solchen aus Blech oder Kunststoff, angegeben. Diese Ausführungsform ist wegen Festigkeits- und Stabilitätsanforderungen ungeeignet zum Bau grosser Mischer (ab 1 oder 2 m Kanalhöhe), wie sie in Denox-Anlagen häufig verwendet werden. Mit den Mischerelementen 2 des erfindungsgemässen Mischers 1 ist dieses Problem behoben. Es sind auch keine aussenliegenden

25 Versteifungsstrukturen, beispielsweise Rippen erforderlich, welche das Strömungsfeld entlang den Flügeloberflächen ungünstig beeinflussen oder Staubablagerungen bewirken und dadurch die Wirkungsweise des Mischers 1 beeinträchtigen.

Eine Additivdosierung lässt sich auf bekannte Weise mittels eines

30 Dosiergitters vornehmen, das im Kanal 10 vor den Mischerelementen 2 angeordnet wird. Es ergeben sich aber grosse Kosteneinsparungen, wenn die Additivdosierung in die Mischerelemente 2 integriert werden, wie dies bereits in der DE-A- 195 39 923 vorgesehen ist. Im Gegensatz zu dieser bekannten Form der Additivdosierung, bei der Düsen unmittelbar an der Basis der Flügel

angeordnet sind, hat es sich als vorteilhafter erwiesen, Austrittsöffnungen mit jeweiliger Einspeisung der Additive vorzusehen, deren Einspeiserichtung gegen oder quer zur Strömungsrichtung weist. Eine solche Massnahme hat nicht nur eine bessere Mischwirkung zur Folge, sondern die Einspeisung ist auch weniger empfindlich gegen eine ungleichmässige Anströmung. Es sind daher als Austrittsöffnungen der integrierten Additivdosierung Durchbrüche 42 in der Stirnwand 20 oder seitlich in der Nähe der Stirnwand 20 vorgesehen. Die Durchbrüche 42 sind Düsen, Bohrungen oder durch Laser geschnittene Öffnungen, die beispielsweise rund, rechteckig oder schlitzförmig sein können. Das zu dosierende Additiv ist ein Sekundärfluid 4 (Fig. 1), das in das durch die Kanalströmung 3 gebildete Primärfluid einzumischen ist. Die Durchbrüche 42 legen jeweils eine Einspeiserichtung 40 des Sekundärfluids 4 fest, die auf die Hauptströmungsrichtung 30 bezogen einen Austrittswinkel σ definiert. Dieser Austrittswinkel σ hat einen günstigen Wert, der im Bereich zwischen 60 und 170° liegt, vorzugsweise zwischen 120 und 150°. CFD-Studien mit Modellrechnungen ("Computational Fluid Dynamics") haben für σ einen optimalen Wert von 142.5° ergeben. Die integrierte Additivdosierung kann auch Durchbrüche für das Sekundärfluid 4 umfassen, die in den Seitenwänden 21 und 22 angeordnet sind.

Die Durchbrüche 42 der Additivdosierung sind in Abständen auf Niveaus angeordnet, die theoretisch oder empirisch bezüglich Modellrechnungen bzw. Versuchen optimiert worden sind. Sie sind beispielsweise auf einzelnen Niveaus paarweise und spiegelsymmetrisch bezüglich der Achse des Dralls 300 angeordnet. In der Regel befinden sich aber alle oder die meisten Durchbrüche 42 auf verschiedenen Niveaus, die unterschiedliche Abstände aufweisen können.

Die Durchbrüche 42 können mit einer Zuführleitung für das Additiv verbunden sein, oder das Additiv wird direkt dem Hohlkörper des Flügelprofils zugeführt.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform sind die Seitenwände 21, 22 des Flügelpaars 2 durch ein senkrecht zum Rohr stehendes Zwickelblech (keine zeichnerische Darstellung) verbunden, wie ein solches aus der DE-A-195 39 923 bekannt ist. Hat das Zwickelblech eine Dreieckform mit geraden Seiten, so stehen Kanten über die konkaven Seitenwände 22 vor. Mit solchen

überstehenden Kanten des Zwickelblechs wird eine verbesserte Mischwirkung erzielt, ohne dass dabei ein erhöhter Druckabfall entsteht.

Die Flügelwände 21, 22 sind zumindest teilweise aus Metall, keramischem Material und/oder Kunststoff gefertigt. Ein metallisches Mischerelement 2
5 kann mit keramischem Material oder Kunststoff beschichtet sein.

Besonders vorteilhaft ist Verwendung des erfindungsgemässen Mischers, wenn die Höhe (kürzere Seite) des Kanals 10 grösser als 0.5 m, vorzugsweise grösser als 1 m ist. Die Mischerelemente 2 (Flügelpaare) erstrecken sich mit Vorteil über die Höhe des Kanals 10, wobei sie auf einer
10 Etage angeordnet sind. In diesem Fall ist folglich die Anzahl der Mischerelemente 2 im Wesentlichen gleich dem Quotienten aus Kanalbreite zu Kanalhöhe. Typische Werte für diese Anzahl liegen im Bereich von 2 bis 8. Es ergeben sich je nach Anzahl der Mischerelemente 2 eine grosse Zahl von – mehr oder weniger effizienten – Anordnungsvarianten: beispielsweise alle
15 Mischerelemente 2 alternierend oder gleichsinnig drehend. Es ist somit möglich, die Anordnung der Mischerelemente 2 auf eine Aufgabenstellung zu optimieren, die sich in Bezug auf eine als Anfangsbedingung situativ gegebene Ungleichverteilung von Temperatur oder Konzentrationen ergibt. Die Flügelpaare 2 können statt auf einer "Etage" auch auf zwei oder mehr
20 "Etagen" angeordnet sein, wobei die "Etagen" in der Regel nicht durch Wände von einander getrennt sind.

Patentansprüche

1. Statischer Mischer (1) umfassend mindestens ein Flügelpaar (2; 2a, 2b) zur Erzeugung eines Strömungsdralls (300) in Richtung (30) einer Kanalströmung (3), welches aus zumindest zwei Flügeln (2a, 2b) besteht, wobei jeder Flügel (2a, 2b) als aerodynamisch gestalteter Körper ausgebildet ist, der eine Stirnwand (20), eine konvexe Seitenwand (21) sowie eine konkave Seitenwand (22) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirnwand (20) eine anströmseitige Vorderkante ausbildet, sodass die anströmseitigen Vorderkanten der Flügel (2a,2b) eines Flügelpaars (2) senkrecht zur Kanalströmung (3) stehen, und deren stromabwärts folgende, angeströmte Seitenwände (21,22) gegensinnig ausgebogen sind, wobei die Stirnwand (20) eine konvexe Form oder eine Form einer Anströmkante hat.
2. Mischer nach Anspruch 1, wobei Querschnitte, die senkrecht zu den Seitenwänden angeordnet sind, ähnliche Formen wie Querschnitte von Flugzeugtragflächen haben.
3. Mischer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flügel (2a, 2b) Körper in Form von Leichtbaukonstruktionen, insbesondere Hohlkörper bilden.
4. Mischer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenwände (21, 22) der Flügel (2a, 2b) aus dünnem Blech hergestellt sind, dessen Dicke einen Wert beispielsweise von 0.5 bis 1 mm hat, und dass stabilisierende Verbindungselemente zwischen den Innenseiten der Seitenwände angeordnet sind, wobei die Verbindungselemente beispielsweise durch Holme, gewellte Blechstreifen (24) oder geschäumte Körper gebildet sind.
5. Mischer nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Leichtbaukonstruktionen Eigenschwingungen haben, deren

Frequenzen ausserhalb, insbesondere oberhalb des Bereichs von 1 bis 10 Hz liegen, so dass durch die Kanalströmung (3) keine Schwingungen in diesem Frequenzbereich angeregt werden können und keine so genannten Fahnschwingungen auftreten.

- 5 6. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in den Flügelwänden (20, 21, 22) mehrere Durchbrüche (42) einer integrierten Additivdosierung, insbesondere Düsen oder Bohrungen, angeordnet sind, wobei das zu dosierende Additiv (4) ein Sekundärfluid ist, das in ein die Kanalströmung (3) bildendes Primärfluid einzumischen ist.
- 10
7. Mischer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrüche (42) in der Stirnwand (20) oder seitlich in der Nähe der Stirnwand angeordnet sind und dass insbesondere ein senkrecht zum Rohr stehendes Zwickelblech die Seitenwände des Flügelpaars verbindet und dabei die konkaven Seitenwänden (22) etwas übersteht, um eine verbesserte Mischwirkung zu erzielen.
- 15
8. Mischer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrüche (42) Einspreiserichtungen (40) des Sekundärfluids festlegen, die auf die Hauptströmungsrichtung (30) bezogen Austrittswinkel (σ) definieren, und dass diese Austrittswinkel einen Wert haben, der im Bereich zwischen 60 und 170° liegt, vorzugsweise zwischen 120 und 150°.
- 20
9. Mischer nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrüche (42) in Abständen auf Niveaus angeordnet sind, die bezüglich Modellrechnungen oder Versuchen optimiert worden sind.
- 25
10. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Flügelwände (21, 22) zumindest teilweise aus Metall, keramischem Material und/oder Kunststoff gefertigt sind.

11. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die kürzere Seite des Kanals (10) grösser als 0.5 m, vorzugsweise grösser als 1 m ist, und dass die Flügelpaare (2) auf einer Etage angeordnet sind, wobei sie sich über die kürzere Seite des Kanals erstrecken, oder dass die Flügelpaare auf zwei oder mehr Etagen angeordnet sind.
- 5

Fig.1

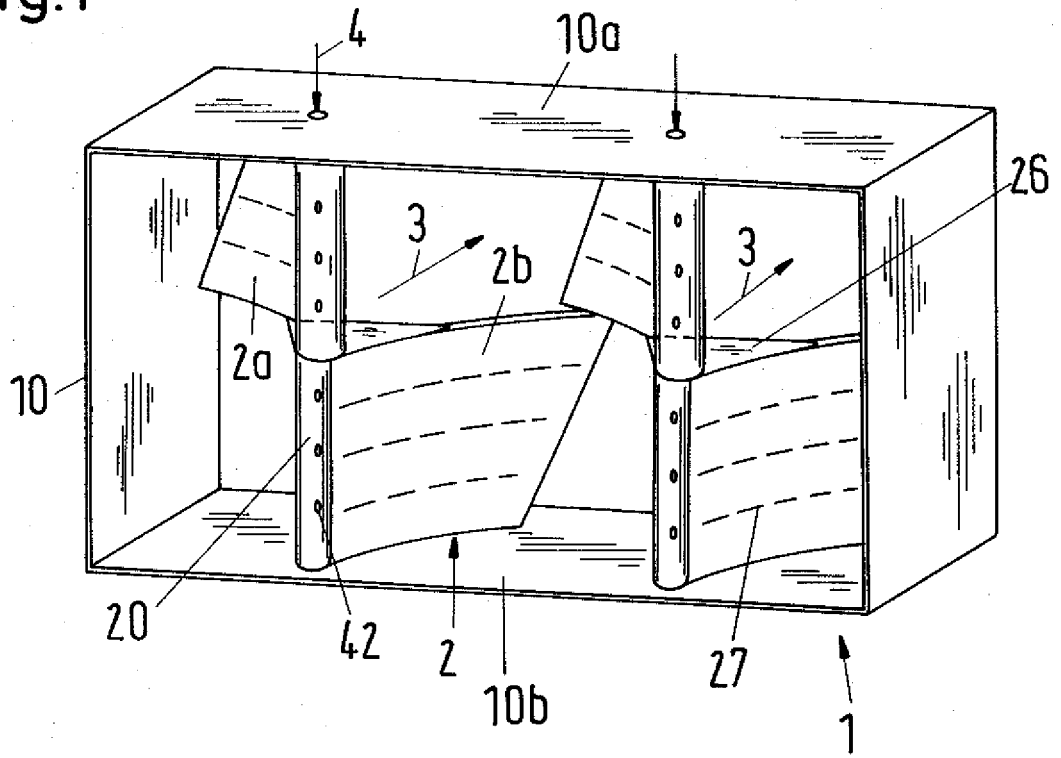


Fig.2

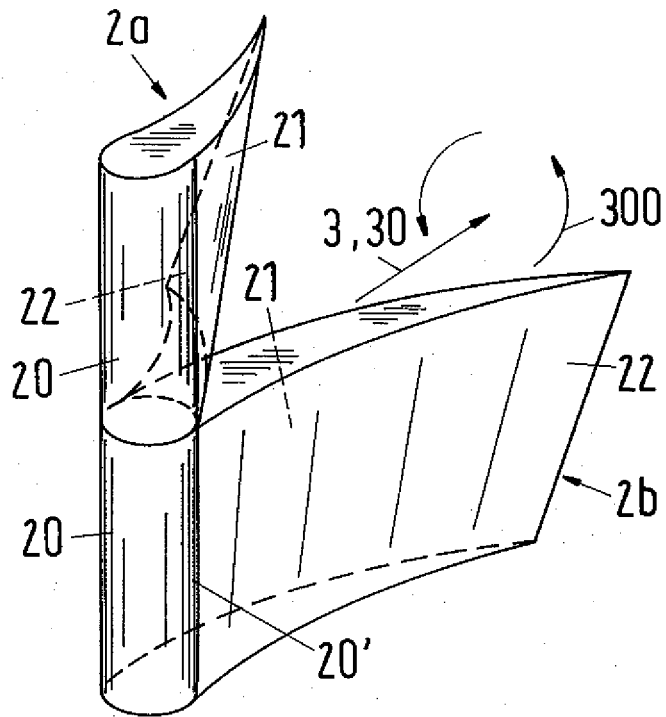


Fig.3

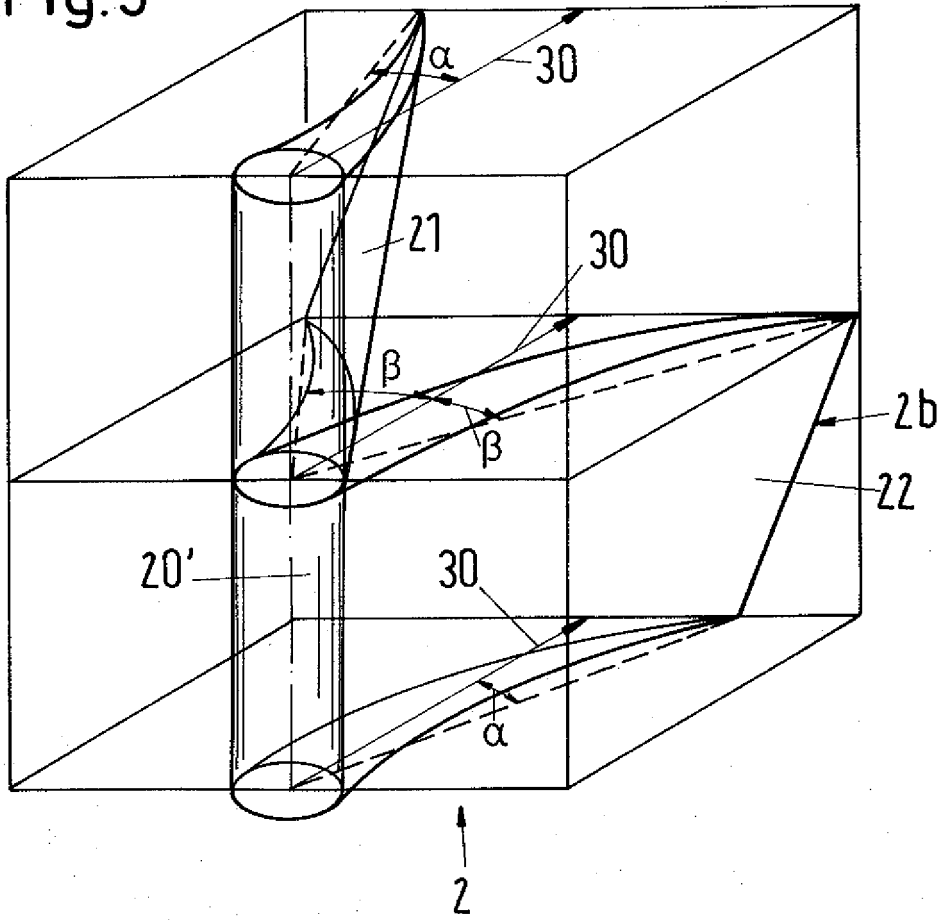


Fig.4

