

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. März 2003 (27.03.2003)

PCT

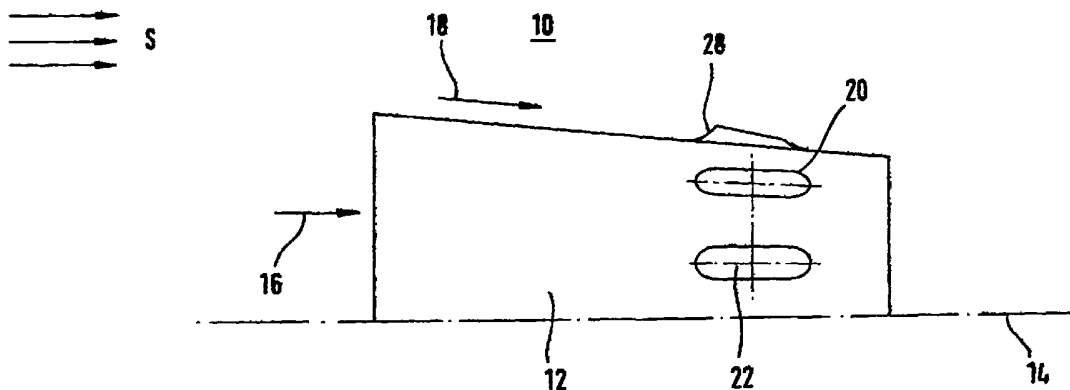
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/025378 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02K 1/40** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/03157
- (22) Internationales Anmeldedatum: 29. August 2002 (29.08.2002) (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **KATHEDER, Karl** [DE/DE]; Söhlstrasse 42, 81545 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) **Anwälte: ZACHARIAS, Frank** usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546 Stuttgart (DE).
- (30) Angaben zur Priorität: 101 45 489.9 14. September 2001 (14.09.2001) DE (81) **Bestimmungsstaaten** (national): CA, JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE FOR MIXING TWO FLOWS OF FLUID, WHICH ARE INITIALLY GUIDED SEPARATE FROM ONE ANOTHER, IN A TWO-CIRCUIT REACTION ENGINE

(54) **Bezeichnung:** ANORDNUNG ZUM VERMISCHEN VON ZWEI URSPRÜNGLICH GETRENNT GEFÜHRTEN FLUID-STRÖMEN IN EINEM ZWEIKREIS-STRAHLTRIEBWERK



(57) **Abstract:** The invention relates to a device for mixing two flows of fluid (16, 18), which are initially guided separate from one another, in a two-circuit reaction engine. To this end, a mixing tube (10) is provided which encircles a hot central stream (16), and a cold bypass flow (18) flows along the outer shaped lateral surface (12) of said mixing tube. The mixing tube (10) is provided in the form of a truncated cone that narrows in the direction of flow (S) and has openings (20) at the downstream end in the peripheral direction of the mixing tube surface (12). Said openings are located in a cross-sectional plane that is perpendicular to the longitudinal axis (14) of the mixing tube (10), and the hot central stream (16) flowing through the mixing tube (10) penetrates, via the openings, the cold bypass stream (18) flowing around the mixing tube surface (12). The openings (20) have elliptical passage surfaces (22) with a major axis (24) and a minor axis (26), whereby the major axis (24) of the passage surfaces (22) on the lateral surface (12) of the mixing tube (10) run in the direction of flow (S) of the fluids (16, 18), and the minor axis (26) runs perpendicular thereto.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Vermischen von zwei ursprünglich getrennt geführten Fluidströmen (16, 18) in einem Zweikreis-Strahltriebwerk, wobei ein heißer Kernstrahl (16) umfassendes Mischrohr (10) vorgesehen ist, an dessen äußeren geformten Mantelfläche (12) ein kalter Nebenstrom (18) entlangströmt. Das Mischrohr (10) ist in Form eines in Strömungsrichtung (S) sich verengenden Kegelstumpfes ausgebildet und weist am stromabwärtigen Ende in Umfangsrichtung des Mischrohrmantels (12) in einer senkrecht zur Längsachse (14) des Mischrohrs

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/025378 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

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.

Veröffentlicht:

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

(10) liegende Querschnittsebene angeordnete Öffnungen (20) auf, durch die der das Mischrohr (10) durchströmende heiße Kernstrahl (16) in den den Mischrohrmantel (12) umströmenden kalten Nebenstrom (18) eindringt. Die Öffnungen (20) weisen ellip-tisch geformte Durchtrittsflächen (22) mit einer Hauptachse (24) und einer Nebenachse (26) auf, wobei die Hauptachse (24) der Durchtrittsflächen (22) auf der Mantelfläche (12) des Mischrohrs (10) in Strömungsrichtung (S) der Fluide (16, 18) und die Neb-e-nachse (26) senkrecht dazu verläuft.

Anordnung zum Vermischen von zwei ursprünglich getrennt geführten Fluidströmen in einem Zweikreis-Strahltriebwerk

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Vermischen von zwei ursprünglich getrennt geführten Fluidströmen in einem Zweikreis-Strahltriebwerk.

Hierzu werden bekanntlich in Zweikreis-Strahltriebwerke sogenannte Blütenmischer eingesetzt, um den heißen Kernstrahl des Strahltriebwerks und den kalten Nebenstrom vor dem Austritt aus der Strahltriebwerksdüse zu mischen. Dabei wird der heiße Kernstrahl des Strahltriebwerks durch ein sogenanntes Mischrohr geführt, während der kalte Nebenstrom an der Außenseite der Mischrohrmantelfläche entlang strömt. Durch eine spezielle Formgebung der stromabwärtigen Mantelfläche des Mischrohrs wird die Mischung der beiden Fluidströme erzwungen. Die stromabwärtig geformte Mantelfläche des Mischrohrs weist dafür sogenannte Blüten (Lobes) auf, die sich radial nach außen erstrecken. Nach erfolgter Durchströmung bzw. Umströmung des stromabwärtigen Teilstück des Mischrohrs leiten diese Blüten (lobes) dabei den heißen Kernstrahl in den kalten Nebenstrom, als auch den kalten Nebenstrom in den heißen Kernstrahl. Zum bekannten Stand der Technik wird beispielsweise auf die GB 2 160 265 A verwiesen.

Nachteilig bei diesen bekannten Blütenmischem ist dabei der Umstand, dass die Blütenmischer aufgrund der großen radialen Erstreckung der Blüten (lobes) am stromabwärtigen Ende zu Schwingungen neigen und zudem Deformationen durch Materialaufheizung und Druckdifferenzen auftreten. Man hat daher versucht diese Nachteile durch sogenannte Rippen (struts) zu beheben, die den Blütenmischer auf dem Austrittskonus oder dem Düsengehäuse des Strahltriebwerks abstützen. Diese Rippen (struts) stellen jedoch eine zusätzliche Gewichtsquelle dar.

Aufgrund der großen radialen Erstreckung der Blüten (lobes) des Blütenmischers kann es zudem vorkommen, dass im Bereich der Triebwerksaufhängung Interferenzen zwischen den Blüten des Blütenmischers und der Triebwerksaufhängung auftreten. Zur Vermeidung solcher Interferenzen werden die betroffenen Blüten des Blütenmischers, die so genannten Pylon-Lobes, anders gestaltet. Dies hat jedoch den

Nachteil, dass mit der Umgestaltung der "Pylon-Lobes" ein Rückgang des Mischwirkungsgrad verbunden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, hier Abhilfe zu schaffen durch eine neue Gestaltung der Anordnung zum Vermischen des heißen Kernstrahl des Strahltriebwerks mit dem kalten Nebenstrom.

Ausgehend von einer Anordnung der eingangs genannten Art ist diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Mischrohr in Form eines in Strömungsrichtung von Kernstrahl und Nebenstrom sich verengenden Kegelstumpfes ausgebildet ist, und dass das Mischrohr am stromabwärtigen Ende in Umfangsrichtung des Mischrohrmantels in einer senkrecht zur Längsachse des Mischrohrs liegender Querschnittsebene angeordnete Öffnungen aufweist, durch die der das Mischrohr durchströmende heiße Kernstrahl in den den Mischrohrmantel umströmenden kalten Nebenstrom eindringt.

Die erfindungsgemäße Ausbildung des Mischrohrs führt zu wesentlichen Vorteilen. Durch das Anbringen der Öffnungen in der Mischrohrmantelfläche entfallen blütenmischer mit der großen radialen Erstreckung ihrer Blüten. Damit wird die Schwingungsneigung wesentlich reduziert, sodass die bisher notwendigen Rippen (struts) entfallen. Damit entfällt auch die Gefahr einer eventuellen Interferenz mit der Triebwerksaufhängung. Die geringere radiale Erstreckung hat zudem den Vorteil, dass das neue, erfindungsgemäße Mischrohr auch für beengten Einbau geeignet ist.

Ferner führt der geschlossene Ringmantel am stromabwärtigen Ende des Mischrohrs zu einer stabilen, schwingungsarmen Konstruktion, sodass Störungen aufgrund von Betriebsdruck- und Temperaturschwankungen auf das Mischrohr wenig Einfluss haben. Da Stützrippen zur Fixierung des Mischrohrs nicht mehr notwendig sind, bedeutet dieser Wegfall der Stützrippen auch gleichzeitig eine leichtere Konstruktion und somit ein geringeres Gewicht des Strahltriebwerks.

Die vereinfachte Form des Mischrohrs führt ferner zu einer kostengünstigeren Fertigung, da die zur Herstellung der Blüten notwendigen aufwendigen Tiefzieh-Vorgänge entfallen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung weisen die Öffnungen im Mischrohrmantel elliptisch geformte Durchtrittsflächen mit einer Hauptachse und einer Nebenachse auf. Die Hauptachse der elliptischen Durchtrittsflächen verläuft dabei auf dem Mischrohrmantel in Strömungsrichtung des heißen Kernstrahls und des kalten Nebenstroms, die Nebenachse ist senkrecht dazu angeordnet.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Eine Kombination des neuen, erfindungsgemäßen Mischrohrs mit hinlänglich bekannten konventionellen Blütenmischern ist möglich. Auch der Ersatz von existierenden Mischern durch erfindungsgemäße Mischer ist denkbar, da sich die Änderungen des neuen Mixers bezüglich Mischerwirkungsgrad (kleiner) und Gesamtdruckverlust (kleiner) hinsichtlich des Schubgewinns neutral verhalten.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung mehr oder minder schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung eines Mischrohrs eines Zweikreis-Strahltriebwerk in Form eines Kegelstumpfes mit über den Umfang des Kegelstumpfes verteilten Öffnungen und

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung einer Öffnung aus Fig. 1.

Ein in Fig. 1 insgesamt mit der Bezugsziffer 10 bezeichnetes Mischrohr zum Vermischen von zwei ursprünglich getrennt geführten Fluidströmen in einem Zweikreis-Strahltriebwerk umfasst eine Mantelfläche 12 und eine Längsachse 14. Die Strömungsrichtung der zu mischenden Fluidströme, also eines heißen Kernstrahls 16 und eines kalten Nebenstrom 18, ist durch die Pfeile S angedeutet.

Das Mischrohr 10 weist dabei die Form eines sich in Strömungsrichtung S verengenden Kegelstumpfes auf. Die neben dem Mischrohr 10 weiteren Komponenten eines Strahltriebwerks sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Am stromabwärtigen Ende des Mischrohrs 10 sind in Umfangsrichtung des Mischrohrmantels 12 in einer senkrecht zur der Längsachse 14 des Mischrohrs 10 liegenden Querschnittsfläche mehrere Öffnungen 20 in den Mischrohrmantel 12 eingebracht.

Eine vergrößerte Darstellung eines der am stromabwärtigen Ende des Mischrohrs 10 liegenden Öffnungen 20 ist in Fig. 2 dargestellt.

Die Öffnungen 20 weisen dabei eine elliptisch geformte Durchtrittsfläche 22 mit einer Hauptachse 24 und einer Nebenachse 26 auf. Während die Hauptachse 24 der Durchtrittsflächen 22 auf der Mischrohrmantelfläche 12 in Strömungsrichtung S verläuft, ist die Nebenachse 26 senkrecht dazu angeordnet.

An der Außenseite der Mischrohrmantelfläche 12 weisen die elliptischen Durchtrittsflächen 22 zudem einen Lochkragen 28 auf.

Wie Fig. 2 zeigt, ist die Höhe des Lochkragens 28 so ausgeführt, dass sich die maximale Höhe des Lochkragens 28 an dem stromaufwärtigen Scheitel 30 der Hauptachse 24 der elliptischen Durchtrittsflächen 22 befindet und von dort in Strömungsrichtung S abnimmt. Ein Bereich des stromabwärtigen Scheitels 32 der Hauptachse 24 der elliptischen Durchtrittsflächen 22 ist ohne Lochkragen 28 ausgebildet. Er kann alternativ (relativ zum Mischrohrmantel 12) nach innen gebogen sein.

Der Übergang von der Außenseite der Mischrohrmantelfläche 12 zu dem Lochkragen 28 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel konkav ausgeführt, auch andere kontinuierliche verlaufende Formgebungen sind möglich.

Die Wirkungsweise der vorstehend beschriebenen Anordnung ist folgende:

Während der vom Strahltriebwerk kommende heiße Kernstrahl 16 durch das kegelförmige Mischrohr 10 hindurchströmt, umströmt der kalte Nebenstrom 18 den Mischrohrmantel 12. Durch die am stromabwärtigen Ende des Mischrohrs 10 vorliegenden Öffnungen 20 dringt der das Mischrohr 10 durchströmende heiße Kernstrahl 16 in den den Mischrohrmantel 12 umströmenden kalten Nebenstrom 18 ein. Infolge der Gestaltung der Durchtrittsfläche 22 und des Lochkragens 28 wird bei geringen Druckverlusten eine gute Durchmischung der beiden Fluidströme erzielt, die der bekannten Blütenmischer weitestgehend entspricht.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|--|
| 10 | Mischrohr in Form eines Kegelstumpfes |
| 12 | Mischrohrmantelfläche |
| 14 | Längsachse des Mischrohrs |
| 16 | heißer Kernstrahl |
| 18 | kalter Nebenstrom |
| 20 | Öffnungen |
| 22 | elliptische Durchtrittsfläche |
| 24 | Hauptachse der elliptischen Durchtrittsfläche |
| 26 | Nebenachse der elliptischen Durchtrittsfläche |
| 28 | Lochkragen |
| 30 | stromaufwärtiger Scheitel der elliptischen Durchtrittsfläche |
| 32 | stromabwärtiger Scheitel der elliptischen Durchtrittsfläche |
| S | Strömungsrichtung |

Patentansprüche

1. Anordnung zum Vermischen von zwei ursprünglich getrennt geführten Fluidströmen (16, 18) in einem Zweikreis-Strahltriebwerk, wobei ein den ersten Fluidstrom – heißer Kernstrahl (16) – umfassendes Mischrohr (10) vorgesehen ist, an dessen äußerer geformten Mantelfläche (12) der zweite Fluidstrom – kalter Nebenstrom (18) – entlangströmt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mischrohr (10) in Form eines in Strömungsrichtung (S) sich verengenden Kegelstumpfes ausgebildet ist, und dass das Mischrohr (10) am stromabwärtigen Ende in Umfangsrichtung des Mischrohrmantels (12) in einer senkrecht zur Längsachse (14) des Mischrohrs (10) liegenden Querschnittsebene angeordnete Öffnungen (20) aufweist, durch die der das Mischrohr (10) durchströmende heiße Kernstrahl (16) in den den Mischrohrmantel (12) umströmenden kalten Nebenstrom (18) eindringt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungen (20) elliptisch geformte Durchtrittsflächen (22) aufweisen mit einer Hauptachse (24) und einer Nebenachse (26), und dazu die Hauptachse (24) der Durchtrittsflächen (22) auf der Mantelfläche (12) des Mischrohrs (10) in Strömungsrichtung (S) der Fluide (16, 18) und die Nebenachse (26) der Durchtrittsflächen (22) senkrecht dazu verläuft.
3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Durchtrittsflächen (22) an der Außenseite der Mischrohrmantelfläche (12) einen Lochkragen (28) aufweisen.
4. Anordnung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übergang von der Außenseite der Mischrohrmantelfläche (12) zu dem Lochkragen (28) der Durchtrittsflächen (22) konkav ausgeführt ist.
5. Anordnung nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe des Lochkragens (28) in Bezug auf die Mischrohrmantelfläche (12)

derart unterschiedlich ist, dass sich die maximale Höhe des Lochkragens (28) an dem stromaufwärtigen Scheitel (30) der Hauptachse (24) der elliptischen Durchtrittsfläche (22) befindet und von dort in Strömungsrichtung (S) abnimmt, wobei der Bereich des stromabwärtigen Scheitels (32) der Hauptachse (24) der elliptischen Durchtrittsfläche (22) ohne Lochkragen (28) ist, oder derart unterschiedlich ist, dass sie zum stromabwärtigen Scheitel der Hauptachse der elliptischen Durchtrittsfläche hin „negativ“ wird, d.h. der Lochkragen am stromabwärtigen Ende in das Innere des Mischrohrs ragt.

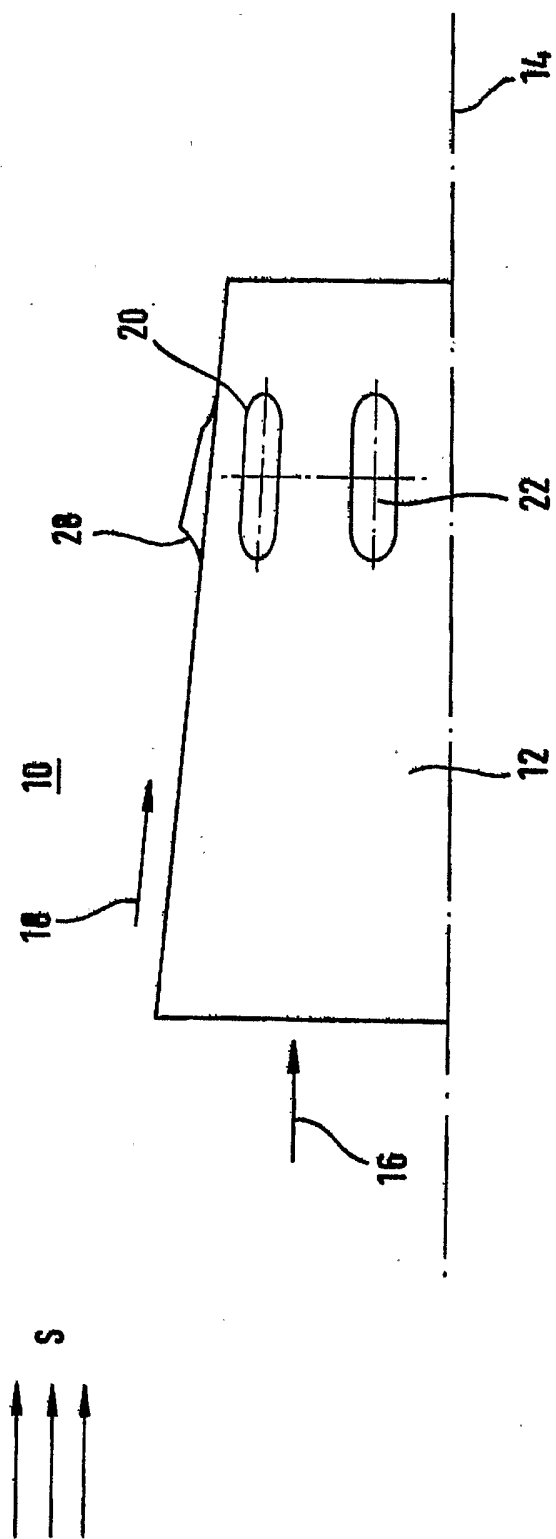


Fig. 1

