

(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
11. Mai 2006 (11.05.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/047991 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02C 7/045 (2006.01) F02K 1/82 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/001936
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. Oktober 2005 (28.10.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 053 383.0
2. November 2004 (02.11.2004) DE

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, 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.

- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EADS DEUTSCHLAND GMBH [DE/DE]; Willy-Messerschmidt-Strasse, 85521 Ottobrunn (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PEIFFER, Alexander [DE/DE]; Orleansplatz 2, 81667 München (DE). MAIER, Rudolf [DE/DE]; Fichtenweg 10, 83714 Miesbach (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

(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, 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).

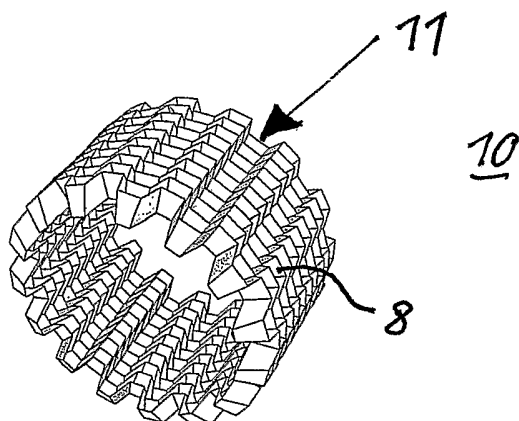
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

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.

(54) Title: ACOUSTIC ABSORBER FOR AIRCRAFT ENGINES

(54) Bezeichnung: AKUSTISCHER ABSORBER FÜR FLUGTRIEBWERKE



(57) Abstract: The invention relates to an acoustic absorber, which is suitable especially for aircraft engines. Said acoustic absorber has a 3-dimensional structure (11) which is formed in a honeycomb manner and which when used in a drive unit, absorbs the noise thereof. The structure (11) comprises a plurality of folded honeycomb structures (8) which are formed by folding a flat semi-finished product.

(57) Zusammenfassung: Ein akustischer Absorber, der insbesondere für Triebwerke von Flugzeugen geeignet ist, hat eine wabenartig geformte 3-dimensionale Struktur (11), die beim Einsatz in einem Triebwerk Lärm des Triebwerks absorbiert. Die Struktur (11) weist eine Vielzahl von Falzwaben (8) auf, die durch Faltung eines ebenen Halbzeugs gebildet sind.

WO 2006/047991 A1

Akustischer Absorber für Flugtriebwerke

Die vorliegende Erfindung betrifft einen akustischen Absorber, der insbesondere für Triebwerke von Flugzeugen geeignet ist und eine wabenartig geformte,
5 3-dimensionale Struktur aufweist, die beim Einsatz in einem Triebwerk Lärm des Triebwerks absorbiert. Weiterhin betrifft die Erfindung eine besondere Verwendung von Faltwaben.

Triebwerke allgemein und insbesondere Triebwerke von Flugzeugen haben das
10 Problem einer starken Geräuschentwicklung. Insbesondere bei Triebwerken mit großem Nebenstromverhältnis findet eine starke Geräuschentwicklung im Triebwerkseinlauf statt. Durch Blattspitzengeschwindigkeiten oberhalb von Mach1 werden z. B. Schockwellen erzeugt, die zur Anregung von akustischen Eigenmoden im Einlaufkanal führen. Diese Moden strahlen sehr effektiv nach außen ab und
15 führen zu einem sehr lauten Geräusch. Dieser Lärm, der auch „buzz-saw-noise“ genannt wird, wird während der Startphase eines Flugzeugs in der Umgebung des Flughafens besonders stark wahrgenommen. Der Lärm dringt aber auch in die Passagierkabine des Flugzeuges selbst und wird von den Passagieren besonders in der vorderen Sektion wahrgenommen. Weitere Lärmanteile treten bei der Blatt-
20 folgefrequenz des Bläasers bzw. Fans sowie deren Harmonischen auf und Breitbandlärm sowie Anteile aus anderen Triebwerksstufen wie z. B. Verdichter, sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Um dieses Geräusch im Einlauf- oder Nebenstromkanal von Triebwerken zu be-
25 kämpfen, werden üblicherweise absorbierende Flächen als passive Schallabsorber im Bereich des Triebwerkeinlaufs angebracht. Dabei werden vorwiegend sogenannte „single degree of freedom“ bzw. SDOF-Absorber eingesetzt, die im wesentlichen aus einer Honigwabenstruktur bestehen, die mit einem Lochblech oder einem feinmaschigen Drahtgeflecht abgedeckt sind. Die Honigwabenstruktur wirkt
30 als Resonator, wobei die Bautiefe der Honigwabenstruktur an die Wellenlänge

angepasst ist und ein Viertel der Wellenlänge beträgt. Derartige SDOF-Absorber sind daher besonders wirksam bei dieser Resonanzfrequenz.

Um eine breitbandigere Dämpfung von Lärm zu ermöglichen, wurden Absorber
5 entwickelt, die aus zwei oder drei hintereinander geschalteten SDOF-Absorbern bestehen. Derartige Absorber werden auch 2-DOF-Absorber bzw. 3-DOF-Absorber genannt. Weiterhin wurde versucht, Absorber verschiedener Bautiefe parallel zu schalten.

10 Zur Veranschaulichung zeigt Fig. 2a einen bekannten SDOF-Absorber mit einer Vielzahl von Honigwaben 1, die zwischen einer unteren Decklage 2 und einer oberen Decklage 3 angeordnet sind. Fig. 2b zeigt einen bekannten 2-DOF-Absorber mit zwei übereinander liegenden Schichten von Honigwaben 1a, 1b unter der Decklage 3.

15 Bei den bekannten Absorbern besteht das Problem, dass großflächige, gekrümmte Strukturen nur auf sehr komplizierte Weise gefertigt werden können, was mit hohen Kosten verbunden ist. Derzeitige Honigwabenkern-Absorber in Triebwerken haben den besonderen Nachteil, dass sie nicht die gesamte Fläche des Einlaufs
20 bedecken. Eine Ursache hierfür ist der sogenannte Sattelleffekt, der dazu führt, dass die Honigwaben nicht beliebig gekrümmt werden können. Daher wird die effektive Fläche nicht ausgenutzt und der Lärm im Triebwerkseinlauf kann nicht ausreichend absorbiert bzw. reduziert werden.

25 Zur Veranschaulichung zeigen die Figuren 3a und 3b den Sattelleffekt. Beim Versuch, die eben ausgebildete Honigwabenstruktur gemäß Figur 3a zu krümmen, entsteht aufgrund der Geometrie der Waben eine sattelartige Struktur mit einem ersten bzw. inneren Krümmungsradius ρ_1 und einem zweiten Krümmungsradius ρ_2 , der eine sattelartige Vertiefung der Wabenstruktur bildet.

30

Zusätzlich besteht das Problem, dass die Honigwaben nicht miteinander verzahnt werden können, was eine nahtlose Fertigung weiter erschwert. Weiterhin können die Honigwaben aufgrund ihres Fertigungsverfahrens nicht präzise positioniert werden, wodurch z.B. notwendige Perforationslöcher in vielen Fällen überdeckt
5 werden. Das gilt insbesondere für MDOF-Absorber (MDOF = multiple degree of freedom) mit mehreren Freiheitsgraden, die eine sehr genaue Positionierung der Zwischenlagen erfordern. D.h., die übereinanderliegenden Schichten von Honigwaben müssen besonders genau positioniert werden. Bei dieser Art von Absorbern kommt der oben erwähnte Sattelleffekt besonders zum Tragen, da dieser eine
10 seitliche Verschiebung der jeweiligen Wabe zu den Deck- und Zwischenlagen bewirkt.

Bisher müssen MDOF-Absorber immer durch Sandwich-Konstruktionen mit mehreren Kernen hergestellt werden. Dadurch entstehen erhöhte Kosten und es ist
15 eine sehr präzise Ausrichtung der Waben zu den perforierten Zwischenlagen erforderlich. Hinzu kommt, dass Honigwaben auf eine feste Zellgröße festgelegt sind. D.h., es lassen sich keine Absorberstrukturen mit variablen Volumina realisieren.

20 Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen akustischen Absorber zu schaffen, mit dem der Sattelleffekt bei der Bildung von großflächigen, gekrümmten Strukturen vermieden wird. Der Absorber soll insbesondere für Triebwerke von Flugzeugen geeignet sein und vor allem in Triebwerkseinläufen eine hohe Präzision für die Absorberelemente ermöglichen.

25 Diese Aufgabe wird gelöst durch den akustischen Absorber gemäß Patentanspruch 1 und durch die Verwendung von Falzwaben als akustisches Absorberelement gemäß Patentanspruch 9. Weitere vorteilhafte Merkmale, Aspekte und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung
30 und den Zeichnungen.

Der erfindungsgemäße akustische Absorber ist insbesondere für Triebwerke von Flugzeugen geeignet und hat eine wabenartig geformte 3-dimensionale Struktur, die beim Einsatz in einem Triebwerk Lärm des Triebwerks absorbiert, wobei die Struktur Falzwaben umfasst, die durch Faltung eines ebenen Halbzeuges gebildet sind.

Durch die Verwendung von Falzwaben, die durch Faltung eines ebenen Halbzeuges entstehen, können großflächige gekrümmte Strukturen als Absorber bzw. Absorberelemente gefertigt werden, wobei der Sattelleffekt aufgrund der Geometrie der Faltungen vermieden wird. Insbesondere können Falzwaben aufgrund ihrer Konstruktionseigenschaften von vornherein auf gekrümmte 3-dimensionale Geometrien eingestellt werden. Durch die Faltung entstehen z.B. 3-dimensionale Kernstrukturen, die sich durch verschiedene Faltmuster beliebig einstellen lassen. Der fehlende Sattelleffekt ermöglicht zudem eine genaue Positionierung des Kerns zu den Decklagen des Absorbers. Einzelne Absorberelemente, die aus Falzwaben gebildet sind, können problemlos miteinander verzahnt werden, was zu einer erhöhten Präzision führt.

Vorteilhafterweise ist die aus den Falzwaben gebildete Struktur eine 3-dimensionale Kernstruktur mit einem vorgegebenen Faltmuster. Durch verschiedenartige Faltmuster können beliebige Krümmungen des fertigen Absorbers bzw. Absorberelements erzielt werden. Dadurch kann eine exakte Anpassung und Positionierung vor allem in Triebwerken von Flugzeugen und insbesondere in den Triebwerkseinläufen erfolgen, die eine verbesserte Lärmabsorption zur Folge hat.

Vorteilhafterweise überlappen sich mehrere der wabenartigen Strukturen gegenseitig. Sie können aber auch ineinander verzahnt sein. Dadurch wird eine höhere Präzision bei der Positionierung der Absorberelemente erzielt.

Bevorzugt umfasst der akustische Absorber ein oder mehrere perforierte Flächen, wobei die perforierten Flächen aus Teilflächen des ebenen Halbzeuges gebildet

sind. Dadurch wird der Aufwand bei der Herstellung noch weiter reduziert und damit die Kosten gesenkt. Gleichzeitig befinden sich die perforierten Flächen an den exakt vorgegebenen Positionen des Absorbers.

- 5 Bevorzugt hat der akustische Absorber zwei räumlich voneinander getrennte Volumenbereiche, die durch die Falzwaben gebildet sind und auf unterschiedlichen bzw. entgegengesetzten Seiten des Absorbers ausgestaltet sind. D.h., dass z.B. Falzwaben-Kerne aufgrund ihrer grundlegenden Eigenschaften den Zwischenraum, der durch sie gebildet wird, in zwei Volumenbereiche teilen, wobei z.B. ein
- 10 Volumenbereich an eine obere und ein anderer Volumenbereich an eine untere Decklage angrenzt. Dadurch können insbesondere mehrdimensionale Absorber, wie z.B. 2-DOF-Absorber, besonders einfach und kostengünstig gefertigt werden. Die Perforation und die Positionierung der mittleren Schicht, die bei bisherigen MDOF-Absorbern notwendig ist, entfallen. Statt dessen kann die Perforation auf
- 15 die Flächen des ungefalteten ebenen Halbzeuges aufgebracht werden, d.h. vor der Faltung und Bildung der Falzwaben. Dadurch wird ein sehr exaktes und variables Design von 2-DOF-Absorbern bzw. 2-DOF-Systemen ermöglicht.

- Bevorzugt weisen die Falzwaben ein oder mehrere vorgegebene Faltgeometrien
- 20 auf, die z.B. an den Umfang oder an die Einlauftiefe des jeweiligen Triebwerks angepasst oder anpassbar sind. D.h., durch die unterschiedlichen Faltgeometrien ist es möglich, die Volumengröße und -tiefe der Falzwaben über den Umfang und Einlauftiefe zu variieren. Dadurch wird eine noch weitere Flexibilität in der Auslegung des Absorbers erreicht.

- 25 Aufgrund der Möglichkeit, bestimmte Faltmuster einzustellen bzw. zu wählen, aus denen die Falzwaben gebildet werden, sind z.B. auch belüftbare Kernstrukturen oder eine Kopplung benachbarter Kammern möglich.

Zusätzlich ist es mit den Falzwaben möglich, getrennt hergestellte Wabenstrukturen zu überlappen und einfach ineinander zu verzahnen, wodurch eine annähernd nahtlose Konstruktion ermöglicht wird.

5 Gemäß einem Aspekt der Erfindung werden Falzwaben, die durch Faltung eines ebenen Halbzeugs gebildet sind, als akustisches Absorberelement, insbesondere für Triebwerke von Flugzeugen, verwendet. Dabei sind die Falzwaben vorteilhafterweise in ihrer Geometrie derart ausgelegt, dass sie zur Absorption von Triebwerkslärm von Flugzeugen geeignet sind. Die Falzwaben werden insbesondere
10 dere zur Bildung bzw. Herstellung eines erfindungsgemäßen akustischen Absorbers verwendet.

Vorteile und Merkmale, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen akustischen Absorber genannt sind, gelten auch für die besondere Verwendung von
15 Falzwaben gemäß der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der Figuren erläutert, in denen

Fig. 1 eine Ansicht eines akustischen Absorbers gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt, der als gekrümmter Kern ausgestaltet ist;
20

Fig. 2a und b einen SDOF-Absorber und einen 2-DOF-Absorber gemäß dem Stand der Technik zeigen;
25

Fig. 3a und b eine Ansicht einer Honigwabenstruktur eines bekannten akustischen Absorbers im ebenen Zustand (Fig. 3a) und im gekrümmten Zustand (Fig. 3b) zur Darstellung des Sattelleffektes zeigt;

Fig. 4 ein ebenes Faltmuster zur Bildung des in Fig. 1 gezeigten Kerns zeigt;
30

Fig. 5 eine Ansicht eines Faltmusters auf einem ebenen Halbzeug mit perforierten Teilflächen zeigt, aus dem der erfindungsgemäße akustische Absorber gebildet wird; und

5

Fig. 6 einen Absorber mit einer Schicht von Faltwaben in einer Schnittansicht zeigt.

In Fig. 1 ist ein akustischer Absorber 10 als bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Der akustische Absorber 10 weist eine wabenartig geformte, 3-dimensionale Struktur 11 auf. Die Wabenstruktur 11 bildet einen gekrümmten Kern, dessen Form zum Einsatz im Einlauf von Triebwerken ausgestaltet ist. Zu diesem Zweck ist die wabenartige 3-dimensionale Struktur 11 derart gekrümmt, dass sie einen Ring bildet. D.h., die Wandung des Ringes besteht aus der 3-dimensionalen Wabenstruktur 11.

15

Die Struktur bzw. Wabenstruktur 11 umfasst eine Vielzahl von Faltwaben 8, die durch Faltung eines ebenen Halbzeuges gebildet sind.

In Fig. 4 ist ein ebenes Halbzeug 9 dargestellt, aus dem die Faltwaben 8 des Absorbers 11 (s. Fig. 1) durch Faltung gebildet sind. Das Halbzeug 9 hat zu diesem Zweck ein definiertes geeignetes Faltmuster, das aus einer Vielzahl von Faltlinien 3a, 3b besteht, die zickzackartig in zwei im wesentlichen senkrecht zueinander gerichteten Hauptrichtungen A, B verlaufen. Die Faltlinien 3a entlang der Hauptrichtung A und die Faltlinien 3b entlang der Hauptrichtung B verlaufen dabei jeweils im wesentlichen parallel zueinander. Durch den Verlauf der Faltlinien 3a, 3b werden in dem ebenen bzw. 2-dimensionalen Halbzeug 9 geometrische Muster in Form von Trapezen gebildet, die sich regelmäßig wiederholen. Dabei sind die Muster 4a derart gestaltet, dass sich bei einer geeigneten Faltung des ebenen Halbzeugs 9 entlang der Faltlinien 3a, 3b die Faltwaben 8 (siehe Fig. 1) bilden. D.h., dass aufgrund des definierten geometrischen Faltmusters durch Faltung des

20

25

30

ebenen bzw. 2-dimensionalen Halbzeuges eine 3-dimensionale Wabenstruktur mit Faltwaben entsteht, die zunächst plattenartig ausgestaltet ist und eine Dicke aufweist, die durch die Größe der einzelnen Faltwaben 8 bzw. Wabenelemente definiert ist.

5

Die Faltwaben 8 des in Fig. 1 gezeigten Kerns wirken als Resonatoren für die zu absorbierenden Schallwellen und sind dementsprechend in ihrer Größe und Geometrie entsprechend den jeweiligen Anforderungen ausgestaltet.

10 Die Fertigung von Faltwaben durch Faltung ist als solche bekannt und beispielsweise in dem US-Patent Nr. 2,950,656 und in dem US-Patent Nr. 5,947,885 im Detail beschrieben. Erfindungsgemäß wird dieses Verfahren zur Bildung des akustischen Absorbers 10 ohne Sattelleffekt verwendet.

15 Zur Bildung der Faltwaben 8 wird ein flaches, dünnes Material mit Falzen in verschiedenen Richtungen versehen, die aus einer Vielzahl von zickzackartigen Falzlinien gebildet sind. Die einzelnen Flächenelemente der Faltwaben können beispielsweise Parallelogramme, Trapeze, Dreiecke, usw. sein, oder eine Kombination verschiedenartiger geometrischer Formen.

20

Fig. 5 zeigt ein ebenes Halbzeug 19, bei dem Teilflächen 7a perforiert sind. Hinsichtlich der weiteren Merkmale entspricht das ebene Halbzeug 19 dem ebenen Halbzeug 9 (siehe Fig. 4), das oben bereits beschrieben ist. Durch die Perforation der Teilflächen 7a wird die Herstellung der Absorberelemente noch weiter vereinfacht und es werden die bekannten Probleme bei der Positionierung vermieden.

25

Nach der Faltung der in den Figuren 4 und 5 gezeigten ebenen Halbzeuge 9 bzw. 19 entstehen 3-dimensionale Wabenstrukturen, die plattenartig geformt sind und eine Plattendicke aufweisen, die durch die Größe der einzelnen Faltwaben definiert ist. Die Wabenstrukturen werden anschließend gekrümmt, so dass sie an
30 eine vorgegebene 3-dimensional geformte Fläche angepasst sind. Bei der Krüm-

5 mung der Falzwaben, z.B. zur Bildung des in Fig. 1 gezeigten ringartigen Kerns, entstehen aufgrund der besonderen Wabengeometrie keine unerwünschten Spannungen, so dass der bekannte Sattelleffekt vermieden wird. Die einzelnen Falze, die durch die Faltlinien 3a, 3b in dem ebenen Halbzeug 9, 19 vorgegeben sind, sind flexibel und erlauben eine Anpassung der Faltwinkel, wenn die 3-
10 dimensionale Wabenstruktur 11 gekrümmt wird. D.h., die einzelnen Falzwaben 8 (s. Fig. 1) sind aufgrund ihrer Herstellung durch Faltung des ebenen Halbzeugs 9, 19 nicht starr, sondern flexibel und erlauben eine Anpassung der Winkel zwischen einzelnen Wandelementen der Falzwaben 8.

10

Je nach den Erfordernissen des Einzelfalls werden die beispielsweise gekrümmten Wabenstrukturen 11 zum Beispiel mit ein oder mehreren Decklagen versehen, die z.B. perforiert sind und beidseitig der Wabenstruktur 11 angeordnet sein können. Bei der Gestaltung des Absorbers mit Falzwaben können verschiedene Wabenstrukturen 11 hergestellt werden und überlappend oder ineinander verzahnt
15 angeordnet werden, um in Größe und Geometrie beliebige Absorber, insbesondere für Flugzeugtriebwerke, zu bilden.

Es können mehrere Wabenstrukturen, die z.B. aus dem Halbzeug 19 mit den perforierten Teilflächen 7a gebildet sind, übereinander angeordnet werden, wobei
20 keine zusätzliche mittlere Schicht mit Perforationen notwendig ist, da die Perforationen bereits auf den Teilflächen 7a des noch ungefalteten Halbzeuges 9 aufgebracht sind. Dadurch entsteht ein breitbandig wirkender 2-DOF-Absorber, der relativ kostengünstig und exakt herstellbar ist. Die Größe der Volumen der einzelnen
25 Falzwaben 8 und deren Ausdehnung bzw. Tiefe wird durch die jeweiligen Faltgeometrien bestimmt und kann über die Einlauftiefe des Triebwerks und über den Umfang variiert werden. Dadurch wird eine besonders wirksame Schallabsorption im Triebwerk mit einer erhöhten Bandbreite erzielt.

30 Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch einen Absorber 12 mit einer Wabenstruktur aus Falzwaben 28, die zwischen einer Rücklage 27 und einer perforierten Decklage 30

angeordnet ist. Die Faltwaben 28 sind wie oben beschrieben aus dem Halbzeug durch Faltung gebildet. In der Wabenstruktur ergeben sich durch die Ausgestaltung der Faltwaben zwei voneinander getrennte Volumenbereiche, so dass mit nur einer Wabenstrukturschicht ein 2-DOF-Absorber vorliegt.

5

Mehrere Absorber 12 können zur Bildung mehrdimensionaler Absorber, zum Beispiel 4-DOF-, 6-DOF-, 8-DOF-Absorber usw., übereinander gestapelt werden, wobei die Wabenstruktur-Schichten jeweils durch eine perforierte Schicht 30 voneinander getrennt sind.

10

Durch die vorgegebenen Perforationen, die bereits im ebenen Halbzeug 19 vorgesehen sind, kann gezielt und auf einfache Weise eine Kopplung benachbarter Kammern bzw. Faltwaben 8 bzw. 27, 28 erreicht werden. Weiterhin sind durch die Faltung der perforierten Halbzeuge z.B. auch belüftete Kernstrukturen möglich, d.h., es werden wabenartige 3-dimensionale Strukturen 11 geschaffen, bei denen gezielt einzelne Bereiche bzw. Waben durch Perforationen miteinander gekoppelt bzw. belüftet sind.

15

Patentansprüche

1. Akustischer Absorber für Triebwerke, insbesondere von Flugzeugen, mit einer wabenartig geformten 3-dimensionalen Struktur (11; 12), die beim Einsatz in einem Triebwerk Lärm des Triebwerks absorbiert,
5 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Struktur (11; 12) Faltwaben (8; 28) umfasst, die durch Faltung eines ebenen Halbzeuges (9; 19) gebildet sind.
- 10 2. Akustischer Absorber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur (11; 12) eine 3-dimensionale Kernstruktur mit einem vorgegebenen Faltmuster ist.
- 15 3. Akustischer Absorber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur (11; 12) derart gekrümmt oder krümmbar ist, dass sie an vorgegebene 3-dimensional geformte Flächen oder Geometrien anpassbar ist.
- 20 4. Akustischer Absorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich mehrere der wabenartigen Strukturen (11; 12) gegenseitig überlappen und/oder ineinander verzahnt sind.
- 25 5. Akustischer Absorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein oder mehrere perforierte Flächen (30), die aus Teilflächen (7a) des ebenen Halbzeuges (19) gebildet sind.
- 30 6. Akustischer Absorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens zwei räumlich getrennte Volumenbereiche, die durch die Faltwaben (8; 28) gebildet und auf unterschiedlichen Seiten des Absorbers ausgestaltet sind.

7. Akustischer Absorber nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine obere und/oder eine untere Decklage (30), an die jeweils einer der Volumenbereiche angrenzt.
- 5 8. Akustischer Absorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Falzwaben (8; 28) ein oder mehrere vorgegebene Faltgeometrien aufweisen, die an den Umfang und/oder die Einlauftiefe des Triebwerks angepasst oder anpassbar sind.
- 10 9. Verwendung von Falzwaben (8; 28), die durch Faltung eines ebenen Halbzeuges gebildet sind, als akustisches Absorberelement, insbesondere für Triebwerke von Flugzeugen.
- 15 10. Verwendung von Falzwaben nach Anspruch 9, wobei die Falzwaben (8; 28) in ihrer Geometrie zur Absorption von Triebwerkslärm von Flugzeugen ausgelegt sind.
- 20 11. Verwendung von Falzwaben nach Anspruch 9 oder 10 zur Bildung eines akustischen Absorbers nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

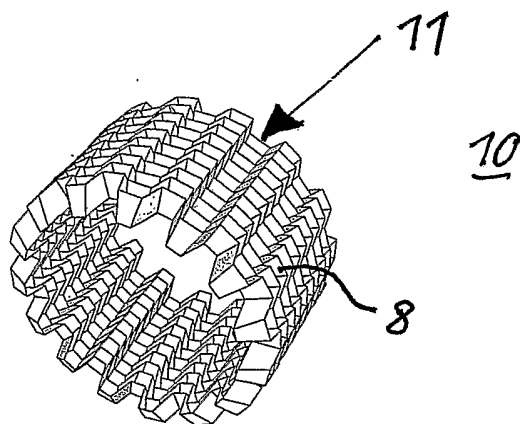


Fig. 1

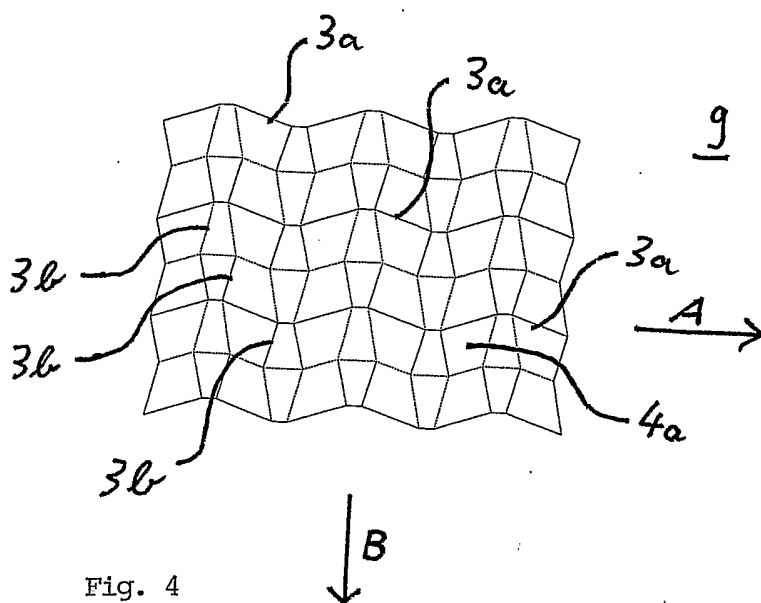
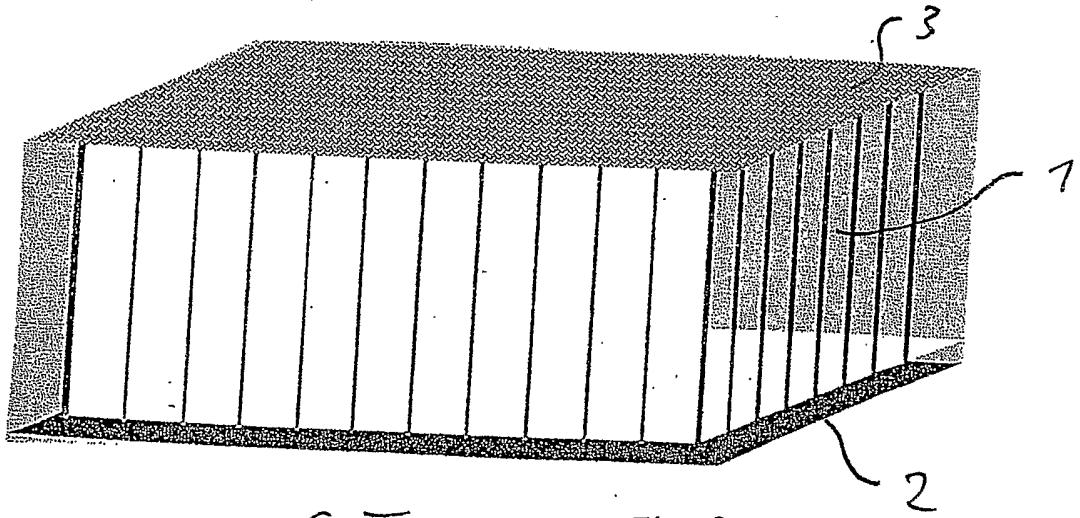
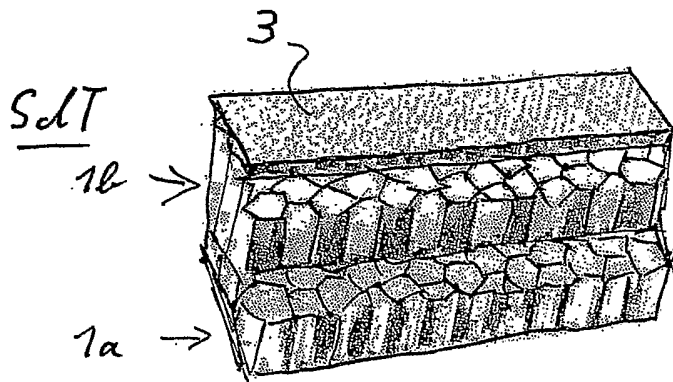


Fig. 4



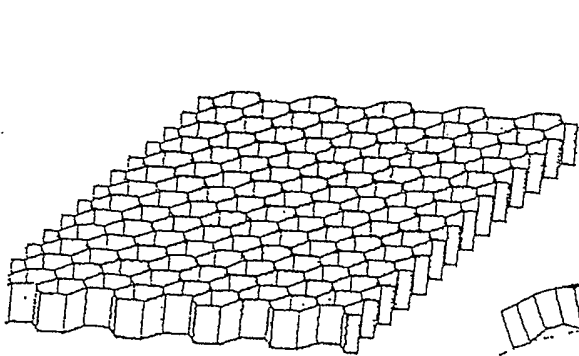
SdT

Fig. 2a



SdT

Fig. 2b



SdT

Fig. 3a

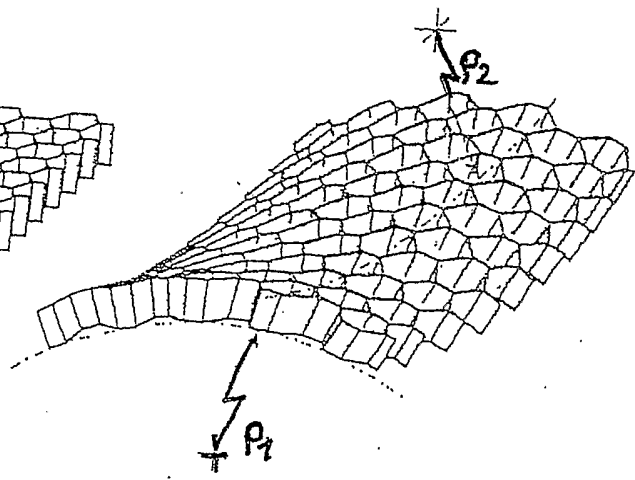


Fig. 3b

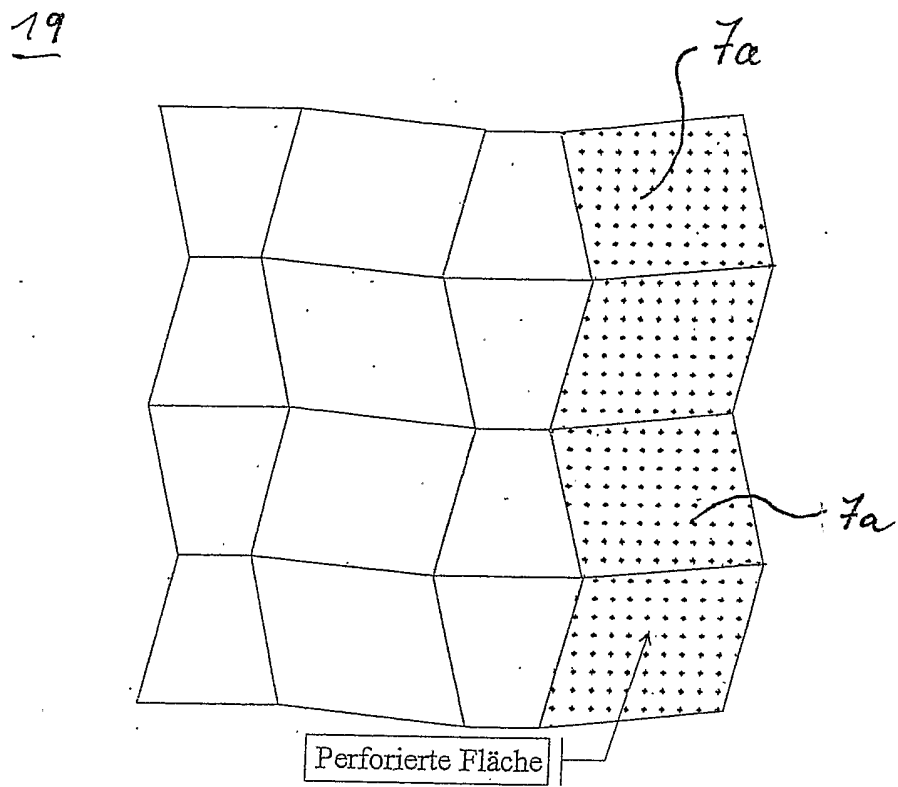


Fig. 5

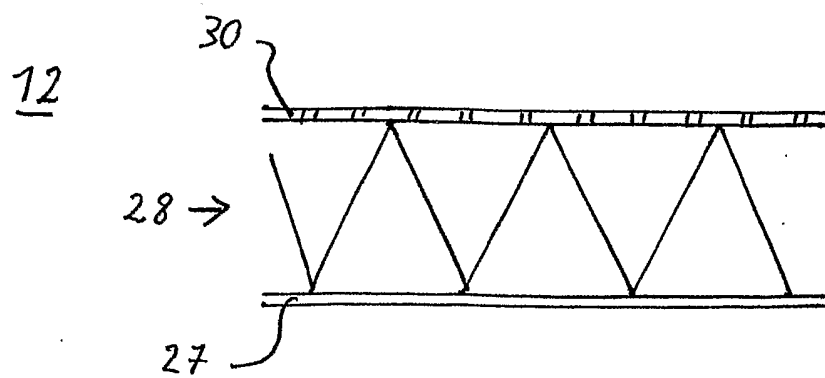


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2005/001936

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02C7/045 F02K1/82

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)
F02C F02K G10K B23B

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, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 542 152 A (ARTHUR P. ADAMSON ET AL) 24 November 1970 (1970-11-24) column 3, lines 6-28; figure 3	1-11
X	US 3 734 234 A (WIRT L,US) 22 May 1973 (1973-05-22) claim 14; figure 9	1-3,5-11
X	US 4 197 341 A (RULE, EDWIN L) 8 April 1980 (1980-04-08) column 3, lines 48-57; figures 5-9	1-7,9-11
X	US 5 431 980 A (MCCARTHY ET AL) 11 July 1995 (1995-07-11) column 2, lines 37-68; figures 4,11,13	1-4,8-11
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier 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.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 February 2006

Date of mailing of the international search report

02/03/2006

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

Teusch, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2005/001936

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 314 261 A (AVCO CORPORATION) 3 May 1989 (1989-05-03) column 2, lines 42-51 - column 4, lines 54-56; figures 1,2,4,5 -----	1,9-11
X	US 4 632 862 A (MULLEN ET AL) 30 December 1986 (1986-12-30) figures 1-4 -----	1,9-11
A	DE 196 06 195 A1 (PFLUG, JOCHEN, DIPL.-ING. , 65207 WIESBADEN, DE) 10 September 1998 (1998-09-10) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2005/001936

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 3542152	A	24-11-1970	BE 731067 A	15-09-1969
			CH 500374 A	15-12-1970
			DE 1917475 A1	06-11-1969
			DK 124698 B	13-11-1972
			FR 2005792 A5	19-12-1969
			GB 1210205 A	28-10-1970
			NL 6905370 A	10-10-1969
			NO 122980 B	13-09-1971
			SE 343420 B	06-03-1972
			US 3734234	A
AU 4862472 A	09-05-1974			
CA 971062 A1	15-07-1975			
GB 1369345 A	02-10-1974			
US 4197341	A	08-04-1980	NONE	
US 5431980	A	11-07-1995	WO 9417993 A1	18-08-1994
EP 0314261	A	03-05-1989	CA 1291112 C	22-10-1991
			DE 3872162 D1	23-07-1992
			DE 3872162 T2	04-02-1993
			JP 1130939 A	23-05-1989
			US 4832999 A	23-05-1989
US 4632862	A	30-12-1986	AU 575528 B2	28-07-1988
			AU 5417986 A	04-09-1986
			DE 3667083 D1	28-12-1989
			EP 0193238 A2	03-09-1986
			JP 1835989 C	11-04-1994
			JP 5048741 B	22-07-1993
			JP 61252140 A	10-11-1986
DE 19606195	A1	10-09-1998	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/001936

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES F02C7/045 F02K1/82		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02C F02K G10K B23B		
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, PAJ, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 542 152 A (ARTHUR P. ADAMSON ET AL) 24. November 1970 (1970-11-24) Spalte 3, Zeilen 6-28; Abbildung 3	1-11
X	US 3 734 234 A (WIRT L,US) 22. Mai 1973 (1973-05-22) Anspruch 14; Abbildung 9	1-3,5-11
X	US 4 197 341 A (RULE, EDWIN L) 8. April 1980 (1980-04-08) Spalte 3, Zeilen 48-57; Abbildungen 5-9	1-7,9-11
X	US 5 431 980 A (MCCARTHY ET AL) 11. Juli 1995 (1995-07-11) Spalte 2, Zeilen 37-68; Abbildungen 4,11,13	1-4,8-11
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" 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 21. Februar 2006		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 02/03/2006
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 Teusch, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/001936

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 314 261 A (AVCO CORPORATION) 3. Mai 1989 (1989-05-03) Spalte 2, Zeilen 42-51 - Spalte 4, Zeilen 54-56; Abbildungen 1,2,4,5	1,9-11
X	US 4 632 862 A (MULLEN ET AL) 30. Dezember 1986 (1986-12-30) Abbildungen 1-4	1,9-11
A	DE 196 06 195 A1 (PFLUG, JOCHEN, DIPL.-ING. , 65207 WIESBADEN, DE) 10. September 1998 (1998-09-10) das ganze Dokument	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/001936

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3542152	A	24-11-1970	BE 731067 A 15-09-1969
			CH 500374 A 15-12-1970
			DE 1917475 A1 06-11-1969
			DK 124698 B 13-11-1972
			FR 2005792 A5 19-12-1969
			GB 1210205 A 28-10-1970
			NL 6905370 A 10-10-1969
			NO 122980 B 13-09-1971
			SE 343420 B 06-03-1972

US 3734234	A	22-05-1973	AU 464771 B2 04-09-1975
			AU 4862472 A 09-05-1974
			CA 971062 A1 15-07-1975
			GB 1369345 A 02-10-1974

US 4197341	A	08-04-1980	KEINE

US 5431980	A	11-07-1995	WO 9417993 A1 18-08-1994

EP 0314261	A	03-05-1989	CA 1291112 C 22-10-1991
			DE 3872162 D1 23-07-1992
			DE 3872162 T2 04-02-1993
			JP 1130939 A 23-05-1989
			US 4832999 A 23-05-1989

US 4632862	A	30-12-1986	AU 575528 B2 28-07-1988
			AU 5417986 A 04-09-1986
			DE 3667083 D1 28-12-1989
			EP 0193238 A2 03-09-1986
			JP 1835989 C 11-04-1994
			JP 5048741 B 22-07-1993
			JP 61252140 A 10-11-1986

DE 19606195	A1	10-09-1998	KEINE
