



EP 2 253 853 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
24.11.2010 Patentblatt 2010/47

(51) Int Cl.:  
*F04F 13/00* (2009.01) *B21D 53/26* (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 09006742.2

(22) Anmeldetag: 19.05.2009

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA RS**

(71) Anmelder: **MEC Lasertec AG  
5733 Leimbach (CH)**

(72) Erfinder: **Merz, Karl  
5734 Reinach (CH)**  
(74) Vertreter: **Wiedmer, Edwin et al  
Isler & Pedrazzini AG  
Gotthardstrasse 53  
Postfach 1772  
8027 Zürich (CH)**

### (54) Zellenrad und Verfahren zu seiner Herstellung

(57) Ein Zellenrad aus Metall weist eine symmetrisch zu einer Rotationsachse legende Aussenhülse (12) und eine konzentrisch zur Aussenhülse (12) liegende Innenhülse (14) auf. Der ringförmige Raum zwischen Aussenhülse (12) und Innenhülse (14) ist von parallel zur Rotationsachse ausgerichteten Zellenkanten (20) begrenzt. Zellenkanten (20) in eine Vielzahl von rotationssymmetrisch angeordneten Zellen (22, 22', 22'') unterteilt, wobei die Zellenkanten (20) auf Schnittlinien von konzentrisch zur Rotationsachse angeordneten Zylindermantelflächen (18a, 18b, 18c) mit rotationssymmetrisch

angeordneten Axialebenen (21) liegen. Aussenhülse (12) und Innenhülse (14) begrenzen eine Zellenstruktur (17), bei der paarweise jeweils ein Zellenwandteil (19) begrenzende Zellenkanten (20) gleichzeitig auf benachbarten Zylindermantelflächen (18a, 18b, 18c) und auf benachbarten Axialebenen (21) liegen. Jede Zellenkante (20) auf einer Zylindermantelfläche (18a, 18b, 18c) begrenzt mit jeder der auf zwei benachbarten Axialebenen (21) einer benachbarten Zylindermantelfläche (18a, 18b, 18c) liegenden Zellenkanten (20) jeweils zwei Zellenwandteile (19).

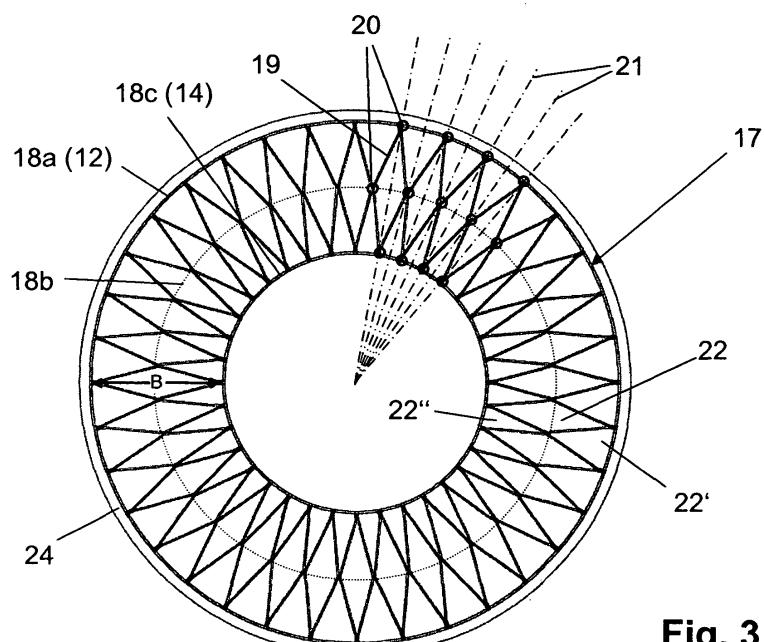


Fig. 3

**Beschreibung****TECHNISCHES GEBIET**

5 [0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein „Zellenrad aus Metall, mit einer symmetrisch zu einer Rotationsachse liegenden, zylindrischen Aussenhülse und einer konzentrisch zur Aussenhülse liegenden, zylindrischen Innenhülse, wobei der Raum zwischen Aussenhülse und Innenhülse von parallel zur Rotationsachse ausgerichteten Zellenkanten begrenzt Zellenwandteilen in eine Vielzahl von rotationssymmetrisch angeordneten Zellen unterteilt ist, wobei die Zellenkanten auf Schnittlinien von konzentrisch zur Rotationsachse angeordneten Zylindermantelflächen mit rotations-  
10 symmetrisch angeordneten Axialebenen liegen. Im Rahmen der Erfindung liegt auch ein zur Herstellung des Zellenrades geeignetes Verfahren.

**STAND DER TECHNIK**

15 [0002] Seit einigen Jahren zählt das Verfahren des Downsizing zu den Hauptthemen bei der Konstruktion von neuen, aufgeladenen Motoren. Mit Downsizing können der Kraftstoffverbrauch und damit die Abgasemissionen eines Fahrzeugs reduziert werden. In der heutigen Zeit werden diese Ziele immer wichtiger, da der hohe Energieverbrauch durch fossile Brennstoffe stark zur Luftverschmutzung beiträgt und immer härtere Gesetzgebungsmassnahmen die Automobilhersteller zum Handeln zwingen. Unter Downsizing versteht man die Substitution eines grossvolumigen Motors durch einen hubraumverkleinerten Motor. Dabei soll die Motorleistung durch Aufladung des Motor konstant gehalten werden. Das Ziel ist es, mit kleinervolumigen Motoren die gleichen Leistungswerte zu erreichen wie mit leistungsgleichen Saugmotoren. Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet des Downsizing haben gezeigt, dass insbesondere bei sehr kleinen Ottomotoren mit einem Hubraum von 1 Liter oder weniger mit einer

[0003] Druckwellenaufladung die besten Ergebnisse erzielt werden können.

25 [0004] Bei einem Druckwellenlader ist der Rotor als Zellenrad ausgebildet und wird von einem Luft- und Abgasgehäuse mit einem gemeinsamen Mantel umschlossen. Die Entwicklung moderner Druckwellenlader zur Aufladung kleiner Motoren führt zu Zellenrädern mit einem Durchmesser in der Größenordnung von 100 mm oder weniger. Zur Erzielung eines maximalen Zellenvolumens und auch zur Gewichtsreduktion werden Zellenwandstärken von 0,2 mm oder weniger angestrebt. Bei den hohen Abgaseintrittstemperaturen von gegen 1000 °C kommen als Werkstoffe für das Zellenrad praktisch nur hochwarmfeste Stähle und Legierungen in Frage. Die Herstellung dimensionsstabilen und hochpräzisen Zellenrädern mit geringer Zellenwandstärke ist heute noch kaum möglich oder aber mit erheblichen Mehrkosten verbunden.

30 [0005] Es ist schon vorgeschlagen worden, die Kammern eines Zellenrades aus aneinander gereihten und sich teilweise überlappenden, Z-förmigen Profilen zu bilden. Die Herstellung eines derartigen Zellenrades ist jedoch mit hohem zeitlichen Aufwand verbunden. Hinzu kommt, dass das Aneinanderreihen und positionsgenaue Fixieren von Z-Profilen kaum mit einer zur Einhaltung der geforderten Toleranzen ausreichenden Präzision durchführbar ist.

35 [0006] Es ist auch schon vorgeschlagen worden, ein Zellenrad aus einem Vollkörper durch Erodieren der einzelnen Zellen herzustellen. Mit diesem Verfahren ist es jedoch nicht möglich, Zellenwandstärken von 0,2 mm zu erreichen. Ein weiterer wesentlicher Nachteil des Erodierverfahrens sind die damit verbundenen, hohen Material- und Bearbeitungskosten.

40 [0007] Aus EP-A-1 375 859 ist ein Zellenrad der eingangs genannten Art bekannt. Das Zellenrad weist eine Aussenhülse, eine konzentrisch zur Aussenhülse liegende Innenhülse und eine zwischen Aussenhülse und Innenhülse konzentrisch zu diesen angeordnete Zwischenhülse auf. Zwischen Aussenhülse und Zwischenhülse und zwischen Zwischenhülse und Innenhülse sind radial zur Rotationsachse ausgerichtete Lamellen angeordnet. Die einzelnen Zellen sind von zwei benachbarten Lamellen und benachbarten Hülsen begrenzt. Bei Belastungsversuchen unter Praxisbedingungen hat sich gezeigt, dass insbesondere bei Zellenwandstärken von 0,5 mm oder weniger eine Torsion der Hülsen und eine Schwingung der Lamellen auftreten. Dieses instabile Verhalten führt nach kurzer Zeit zu einem Versagen des Zellenrades.

**50 DARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

55 [0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Zellenrad der eingangs genannten Art zu schaffen, welches gegenüber Zellenrädern nach dem Stand der Technik bei vergleichbarer Zellenwandstärke eine höhere Steifigkeit aufweist. Zudem soll das Zellenrad unter Vermeidung der Nachteile des Standes der Technik einfach und kostengünstig mit der geforderten Präzision herstellbar sein. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines dimensionsstabilen, leichtgewichtigen Zellenrades für den Einsatz in einem Druckwellenlader zur Aufladung von Verbrennungsmotoren, insbesondere zur Aufladung Kleiner Ottomotoren mit einem Hubraum in der Größenordnung von 1 Liter oder weniger. Ein noch weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens zur kostengünstigen Herstellung dimensions-

stabiler und hochpräziser Zellenräder mit einer Zellenwandstärke von 0,4 mm oder weniger.

[0009] Zur erfindungsgemäßen Lösung der Aufgabe führt bei einem Zellenrad der eingangs genannten Art, dass Aussenhülse und Innenhülse eine aus einem im Querschnitt maschenartig aus zusammenhängenden Zellenwandteilen gebildeten Netzwerk aufgebaute Zellenstruktur begrenzen, bei der paarweise jeweils ein Zellenwandteil begrenzende Zellenkanten gleichzeitig auf benachbarten Zylindermantelflächen und auf benachbarten Axialebenen liegen, wobei jede Zellenkante auf einer Zylindermantelfläche mit jeder der auf zwei benachbarten Axialebenen einer benachbarten Zylindermantelfläche liegenden Zellenkanten jeweils zwei Zellenwandteile begrenzt.

[0010] Durch die erfindungsgemäss verwendete Zellenstruktur weist das Zellenrad gegenüber den bekannten Zellenräder eine wesentlich höhere Steifigkeit auf. Zudem führt das Fehlen von Zwischenhülsen neben einer erheblichen Gewichtsreduktion zu einem stark erhöhten Durchgangsquerschnitt.

[0011] Die Zellenstruktur weist bevorzugt drei oder vier Zylindermantelflächen auf, jedoch sind auch Zellenräder mit mehr als vier Zylindermantelflächen denkbar.

[0012] Bei einem besonders bevorzugten, kostengünstigen Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Zellenrades wird die Zellenstruktur in Anlehnung an die industrielle Herstellung von Honeycomb-Strukturen durch Strecken von Lamellenpaketen aus lokal an unterschiedlichen Stellen verbundenen Lamellen erzeugt.

[0013] Das Verfahren zeichnet sich durch die folgenden, nacheinander auszuführenden Schritte aus;

(a) Bereitstellen einer vorgegebenen Anzahl Lamellen mit einer der Länge des Zellenrades entsprechenden Länge und einer auf die vorgegebene Dicke des ringförmigen Raumes zwischen der Aussenhülse und der Innenhülse entsprechend abgestimmten Breite;

(b) Paarweise Verschweissen der Lamellen in Längsrichtung an vorgegebenen Stellen zu einem Lamellenpaket unter Bildung der Zellenkanten;

(c) Strecken des Lamellenpaketes in einer Richtung senkrecht zur Ebene der Lamellen und des gestreckten Lamellenpaketes zu der ringförmigen Zellenstruktur;

(d) Verbinden der beiden endständigen Lamellen des gestreckten und gebogenen Lamellenpaketes entlang entsprechender Zellenkanten;

(e) Einschieben der Innenhülse in die ringförmige Zellenstruktur und Aufschieben der Aussenhülse auf die ringförmige Zellenstruktur;

(f) Verbinden der Aussenhülse und der Innenhülse mit den Lamellenkanten.

[0014] Das Verbinden der beiden endständigen Lamellen des gestreckten und gebogenen Lamellenpaketes entlang entsprechender Zellenkanten und das Verbinden der Aussenbülse und der Innenhülse mit den Lamellenkanten wird bevorzugt durch Verschweissen der Teile mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls durchgeführt.

[0015] Ein weiter bevorzugtes Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Zellenrades zeichnet sich durch die folgenden, nacheinander auszuführenden Schritte aus:

(a) Bereitstellen einer vorgegebenen Anzahl Lamellen mit einer der Länge des Zellenrades entsprechenden Länge und einer auf die vorgegebene Dicke des ringförmigen Raumes zwischen der Aussenhülse und der Innenhülse entsprechend abgestimmten Breite;

(b) Formen der Lamellen entsprechend ihrer endgültigen, durch die ringförmige Zellenstruktur vorgegebenen Form und gegebenenfalls Verbinden von Lamellenpaaren zu einzelnen Zellen;

(c) Setzen der geformten Lamellen bzw. der Zellen an vorgegebenen Stellen in vorgegebener Anzahl auf der Aussenseite der Innenhülse und Verbinden der Lamellen bzw. der Zellen untereinander zur ringförmigen Zellenstruktur und mit der Innenhülse;

(d) Aufschieben der Aussenhülse auf die ringförmige Zellenstruktur;

(e) Verbinden der Aussenhülse und der Innenhülse mit den Lamellenkanten.

[0016] Das Verbinden der Lamellenpaare zu einzelnen Zellen und das Verbinden der Lamellen bzw. der Zellen untereinander zur ringförmigen Zellenstruktur und mit der Innenhülse wird bevorzugt durch Verschweissen der Teile mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls durchgeführt.

[0017] Das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Zellenrad wird bevorzugt in einem Druckwellenlader zur Aufladung von Verbrennungsmotoren, insbesondere von Ottomotoren mit einem Hubraum von 1 Liter oder weniger verwendet.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0018] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung, die lediglich zur Erläuterung dient und nicht einschränkend auszulegen ist. Die Zeichnung zeigt schematisch in

- 5 Fig. 1 eine Seitenansicht eines Zellenrades für einen Druckwellenlader;
- 10 Fig. 2 eine Schrägsicht auf die Stirnseite des Zellenrades von Fig. 1;
- 15 Fig. 3 einen Schnitt senkrecht zur Rotationsachse des Zellenrades von Fig. 1 nach der Linie I-I;
- 20 Fig. 4 eine Seitenansicht einer Variante des Zellenrades von Fig.1;
- 25 Fig. 5 eine Schrägsicht auf die Stirnseite des Zellenrades von Fig. 4;
- 30 Fig. 6 einen Schnitt senkrecht zur Rotationsachse des Zellenrades von Fig. 4 nach der Linie II-II;
- 35 Fig. 7 eine Draufsicht auf ein verschweisstes Lamellenpaket zur Herstellung des Zellenrades von Fig. 3;
- 40 Fig. 8 einen Querschnitt durch das Lamellenpaket von Fig. 7 nach der Linie III-III;
- 45 Fig. 9 einen Ausschnitt aus dem Lamellenpaket von Fig. 8 nach Strecken und Biegen zur Zellstruktur, verschweisst mit Aussen- und Innenhülse;
- 50 Fig. 10 eine Schweissvariante des Lamellenpaketes von Fig. 7;
- 55 Fig. 11 eine Schrägsicht auf ein aus dem Lamellenpaket von Fig. 7 hergestelltes Zellenrad;
- 60 Fig. 12 das Lamellenpaket von Fig. 13 mit den Dimensionen des Lamellenpaketes von Fig. 8 nach Strecken und Biegen zur Zellstruktur, verschweisst mit Aussen- und Innenhülse;
- 65 Fig. 13 eine Draufsicht auf ein verschweisstes Lamellenpaket zur Herstellung des Zellenrades von Fig. 6;
- 70 Fig. 14 einen Querschnitt durch das Lamellenpaket von Fig. 13 nach der Linie IV- IV;
- 75 Fig. 15 einen Ausschnitt aus dem Lamellenpaket von Fig. 13 nach Strecken und Biegen zur Zellstruktur, verschweisst mit Aussen- und Innenhülse;
- 80 Fig. 16 eine Schrägsicht auf ein aus dem Lamellenpaket von Fig. 13 hergestelltes Zellenrad;
- 85 Fig. 17 eine Schrägsicht auf eine Innenhülse eines Zellenrades entsprechend Fig. 3 mit einem Teil gesetzter und gefügter Lamellen;
- 90 Fig. 18 einen Schnitt durch einen Teilbereich der Anordnung von Fig. 17 rechtwinklig zur Zellenradachse in vergrößerter Darstellung;
- 95 Fig. 19 einen Längsschnitt durch die Anordnung von Fig. 17 mit eingesetztem Werkzeug und aufgeschobener Ausenhülse;
- 100 Fig. 20 einen Querschnitt durch einen Teil der Anordnung von Fig. 19 nach der Linie B-B in vergrößerter Darstellung;
- 105 Fig. 21 eine Schrägsicht auf die Anordnung von Fig. 19;
- 110 Fig. 22 einen Schnitt durch die Anordnung von Fig. 21 rechtwinklig zur Zellenradachse;
- 115 Fig. 23 ein vergrößerter Detail des Bereichs X von Fig. 22;

- Fig. 24 eine Schrägsicht auf eine Innenhülse eines Zellenrades entsprechend Fig. 6 mit einem Teil gesetzter und gefügter Lamellen;
- 5 Fig. 25 einen Schnitt durch einen Teilbereich der Anordnung von Fig. 24 rechtwinklig zur Zellenradachse in vergrößter Darstellung;
- Fig. 26 einen Längsschnitt durch die Anordnung von Fig. 24 mit eingesetztem Werkzeug und aufgeschobener Aus-
- 10 hülse;
- Fig. 27 einen Querschnitt durch einen Teil der Anordnung von Fig. 26 nach der Linie B-B in vergrößerter Darstellung;
- Fig. 28 eine Schrägsicht auf die Anordnung von Fig. 26;
- 15 Fig. 29 einen Schnitt durch die Anordnung von Fig. 28 rechtwinklig zur Zellenradachse;
- Fig. 30 ein vergrößertes Detail des Bereichs Y von Fig. 29.

#### BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

- 20 [0019] Ein in den Fig. 1 bis 3 und 4 bis 6 gezeigtes Zellenrad 10 eines in der Zeichnung nicht dargestellten Druckwellenladers besteht aus einer symmetrisch zu einer Rotationsachse y des Zellenrades 10 liegenden, zylindrischen Aus-
- senhülse 12 und einer konzentrisch zur Aussenhülse 12 liegenden, zylindrischen Innenhülse 14. Aussenhülse 12 und Innenhülse 14 begrenzen eine Zellenstruktur 17 aus einem im Querschnitt maschenartig aus zusammenhängenden Zellenwandteilen 19 gebildeten Netzwerk. Der ringförmige Raum zwischen der Aussenhülse 12 und der Innenhülse 14 ist von parallel zur Rotationsachse y ausgerichteten Zellenkanten 20 begrenzt. Zellenkanten 20 liegen auf Schnittlinien von konzentrisch zur Rotationsachse y angeordneten Zylindermantelflächen 18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c mit rotationssymmetrisch angeordneten Axialebenen 21. Die paarweise jeweils ein Zellenwandteil 19 begrenzenden Zellenkanten 20 liegen gleichzeitig auf benachbarten Zylindermantelflächen 18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c und auf benachbarten Axialebenen 21. Jede Zellenkante 20 auf einer Zylindermantelfläche 18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c begrenzt mit jeder der auf zwei benachbarten Axialebenen 21 einer benachbarten Zylindermantelfläche 18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c liegenden Zellenkanten 20 jeweils zwei weitere Zellenwandteile 19. Die Hälfte aller Schnittlinien der Zylindermantelflächen 18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c mit den Axialebenen 21 ist von Zellenkanten 20 besetzt, wobei zwischen benachbarten Zellenkanten 20 auf den Zylindermantelflächen 18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c und zwischen benachbarten Zellenkanten 20 auf den Axialebenen 21 jeweils eine unbesetzte Schnittstelle liegt. Aus dieser Anordnung der Zellenkanten 20 und der vorstehend genannten Bedingung, dass die paarweise jeweils ein Zellenwandteil 19 begrenzenden Zellenkanten 20 gleichzeitig auf benachbarten Zylindermantelflächen 18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c und auf benachbarten Axialebenen 21 liegen, ergibt sich im Querschnitt des Zellenrades 10 ein flächendeckendes Muster aus Deltoiden, die den Querschnitt der einzelnen Zellen 22, 22a, 22b bilden. Im fertigen Zellenrad ist die ringförmige Zellenstruktur 17 von der Innenhülse 14 und der Aussenhülse 12 begrenzt. Auf diese Weise ergeben sich aus den Zwischenräumen benachbarter Zellen mit Deltoid-Querschnitt und den Aussen- und Innenhülsen 12, 14 weitere Zellen 22', 22" mit dreieckförmigem Querschnitt.
- 25 [0020] Bei dem in Fig. 1 bis 3 gezeigten Zellenrad 10 liegen die Zellenkanten der ringförmigen Zellenstruktur auf Schnittpunkten von 72 rotationssymmetrischen Axialebenen 21 mit 3 Zylindermantelflächen 18a, 18b, 18c, wobei beim fertigen Zellenrad 10 die äußere und die innere Zylindermantelfläche 18a, 18c mit der Innenwand der Aussenhülse 12 bzw. der Innenhülse 14 zusammenfallen. Es ergeben sich somit 36 Zellen 22 mit Deltoid-Querschnitt und 2 x 36 Zellen 22', 22" mit dreieckförmigem Querschnitt. Die Zellenstruktur 17 weist eine Rotationssymmetrie bezüglich der Rotations- bzw. Zellenradachse y mit einem Drehwinkel von  $360^\circ/36=10^\circ$  auf.
- 30 [0021] Bei dem in Fig. 4 bis 6 gezeigten Zellenrad 10 liegen die Zellenkanten der ringförmigen Zellenstruktur auf Schnittpunkten von 72 rotationssymmetrischen Axialebenen 21 mit 4 Zylindermantelflächen 18a, 18b1, 18b2, 18c, wobei beim fertigen Zellenrad 10 die äußere und die innere Zylindermantelfläche 18a, 18c mit der Innenwand der Aussenhülse 12 bzw. der Innenhülse 14 zusammenfallen. Es ergeben sich somit 2 x 36 Zellen 22a, 22b mit Deltoid-Querschnitt und 2 x 36 Zellen 22', 22" mit dreieckförmigem Querschnitt. Die Zellenstruktur 17 weist eine Rotationssymmetrie bezüglich der Rotations- bzw. Zellenradachse y mit einem Drehwinkel von  $360^\circ/36=10^\circ$  auf.
- 35 [0022] Das in den Fig. 1 bis 3 und 4 bis 6 beispielhaft dargestellte Zellenrad 10 mit einem Durchmesser D und einer Länge L von z. B. je 100 mm weist insgesamt 108 bzw. 144 Zellen auf. Die Aussenhülse 12, die Innenhülse 14 und die Zellenwandteile 19 weisen eine einheitliche Wandstärke von z. B. 0,4 mm auf und bestehen aus einem hochwarmfesten metallischen Werkstoff, z. B. Inconel 2.4856. Die genannten Teile weisen in Richtung der Rotationsachse y eine gleiche Länge L entsprechend der Länge des Zellenrades 10 auf und erstrecken sich zwischen zwei senkrecht zur Rotationsachse

y stehenden Stirnseiten des Zellenrades 10. Im Bereich der beiden Stirnseiten sind auf der Aussenhülse 12 umlaufende Profile 24 einer Labyrinthdichtung angeordnet. Die zur Bildung der Labyrinthdichtung erforderlichen Gegenprofile zu den Profilen 24 befinden sich an der Innenwand eines zur Lagerung des Zellenrades 10 vorgesehenen, in der Zeichnung nicht dargestellten Zellenradgehäuses.

5 [0023] In der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen wird die Herstellung eines Zellenrades näher erläutert.

[0024] Wie aus den Fig. 7 bis 11 ersichtlich, werden bei einer ersten Herstellungsart rechteckförmige Lamellen 16 einer Länge 1 und einer Breite b einzeln nacheinander deckungsgleich aufeinandergelegt, wobei vor jedem Auflegen einer weiteren Lamelle 16 jeweils die zwei obersten Lamellen 16 an vorbestimmten Stellen mittels eines parallel zur Längsrichtung der Lamellen 16 geführten Laserstrahls miteinander verschweisst werden.

10 [0025] Die Lamellen 16 sind streifenförmige, ebene Blechteile und werden üblicherweise von einem als Rollenware vorliegenden Blechstreifen auf die vorgegebene Länge geschnitten. Die Länge 1 der Lamellen entspricht der Länge L des Zellenrades 10. Die Breite b der Lamellen 16 bzw. des Lamellenpaketes 26 ist grösser als die Breite oder Dicke B des ringförmigen Raumes bzw. der ringförmigen Zellenstruktur 17 zwischen Aussenhülse 12 und Innenhülse 14 und 15 berücksichtigt die beim nachfolgenden Strecken und Biegen des Lamellenpaketes 26 zur Zellenstruktur 17 eintretende Abnahme der Breite b des Lamellenpaketes 26.

20 [0026] Zur Erzeugung der in Fig. 3 dargestellten Zellenstruktur 17 werden insgesamt 72 Lamellen 16 alternierend im Bereich der beiden Längskanten 16k und in der Längsmitte 16m über die gesamte Länge 1 miteinander verschweisst, so dass schliesslich ein Paket 26 aus 72 miteinander verschweissten Lamellen 16 entsteht. Anschliessend wird das Paket 26 aus den miteinander verschweissten Lamellen 16 in einer Richtung z senkrecht zur Ebene der Lamellen 16 gestreckt und zu der ringförmigen Zellenstruktur 17 gebogen, bis sich die erste und die letzte Lamelle 16 des Paketes 26 berühren. In dieser Lage werden die beiden endständigen Lamellen 16 des Paketes entlang ihrer Längsmitte 16m miteinander verschweisst.

25 [0027] In einem nächsten Schritt werden die Aussenhülse 12 und die Innenhülse 14 in der Form rohrförmiger Hülsen von einer Stirnseite her auf- bzw. eingeschoben. Vor Durchführung des Schweissvorgangs werden die Zellenwände der ringförmig gebogenen Zellenstruktur 17 über stirnseitig eingeführte Werkzeuge in der vorgegebenen Winkellage positionsgenau fixiert. Nach dem Positionieren der Aussenhülse 12 und der Innenhülse 14 werden die Längskanten 16k der miteinander verschweissten Lamellenpaare 16 mit der Aussenhülse 12 bzw. der Innenhülse 14 durch die Aussenhülse 12 bzw. die Innenhülse 14 hindurch mittels eines jeder Längskante 16k entlang geführten Laserstrahls verschweisst (Fig. 9 und Fig. 19 bis 23).

30 [0028] Zur Erzeugung der in Fig. 6 dargestellten Zellenstruktur 17 werden insgesamt 72 Lamellen 16 alternierend im Bereich einer ersten Längskante 16k sowie zwischen Längsmitte und zweiter Längskante 16k und im Bereich der zweiten Längskante 16k sowie zwischen Längsmitte und erster Längskante 16k über die gesamte Länge 1 miteinander verschweisst, so dass schliesslich ein Paket 26 aus 72 miteinander verschweissten Lamellen 16 entsteht. Anschliessend wird das Paket 26 aus den miteinander verschweissten Lamellen 16 in einer Richtung z senkrecht zur Ebene der Lamellen 16 gestreckt und zu der ringförmigen Zellenstruktur 17 gebogen, bis sich die erste und die letzte Lamelle 16 des Paketes 26 berühren. In dieser Lage werden die beiden endständigen Lamellen 16 des Paketes entlang entsprechender Kanten miteinander verschweisst.

35 [0029] In einem nächsten Schritt werden die Aussenhülse 12 und die Innenhülse 14 in der Form rohrförmiger Hülsen von einer Stirnseite her auf- bzw. eingeschoben. Vor Durchführung des Schweissvorgangs werden die Zellenwände der ringförmig gebogenen Zellenstruktur 17 über stirnseitig eingeführte Werkzeuge 34 in der vorgegebenen Winkellage positionsgenau fixiert. Nach dem Positionieren der Aussenhülse 12 und der Innenhülse 14 werden die Längskanten 16k der miteinander verschweissten Lamellenpaare 16 mit der Aussenhülse 12 bzw. der Innenhülse 14 durch die Aussenhülse 12 bzw. die Innenhülse 14 hindurch mittels eines jeder Längskante 16k entlang geführten Laserstrahls verschweisst (Fig. 15 und Fig. 26 bis 30).

40 [0030] Ein Vergleich der Fig. 9 und 12 zeigt, dass in einen ringförmigen Raum zwischen Aussen- und Innenhülse mit vorgegebenen Dimensionen Zellenstrukturen mit einer unterschiedlichen Zellenanzahl gemäss der Fig. 3 und 6 eingebaut werden können.

45 [0031] Beim paarweise Verschweissen der Lamellen 16 zum Lamellenpaket 26 können alle Schweissnähte mit einem senkrecht zur Ebene der Lamellen 16 geführten Laserstrahl gesetzt werden (Fig. 8 und Fig. 13). Bei einer in Fig. 10 gezeigten Variante werden die Längskanten 16k paarweise mit einem seitlich parallel zur Ebene der Lamellen 16 geführten Laserstrahl gesetzt.

50 [0032] Fig. 17 und 18 bzw. Fig. 24 und 25 zeigen als Variante der vorstehend beschriebenen Herstellung eines Zellenrades 10 gemäss Fig. 3 bzw. Fig. 6 die Bestückung einer vorgefertigten Innenhülse 14 oder Flanschhülse 15 mit einzelnen oder paarweise zu Zellen 22 bzw. 22a, 22b verschweissten, zu ihrer endgültigen, durch die ringförmige Zellenstruktur 17 vorgegebenen Form vorgeformten Lamellen 16. Der wesentliche Unterschied zu den vorhergehend beschriebenen Herstellungsart liegt darin, dass eine vorgängig hergestellte Innenhülse 14 bestückt wird. Das Fügen der einzelnen Lamellen 16 oder Zellen 22 bzw. 22a, 22b untereinander erfolgt von aussen mittels eines senkrecht zur

Rotationsachse y entlang der Stosskante geführten Laserstrahls 30. Das Verschweissen der einzelnen Lamellen 16 oder Zellen 22 bzw. 22a, 22b mit der Innenhülse 14 kann von aussen mittels eines in einem Winkel zur entsprechenden Axialebene 21 entlang der Stosskante geführten Laserstrahls 30' unter Bildung einer Kehlnaht oder von innerhalb der Innenhülse 14 mittels eines senkrecht zur Rotationsachse y entlang der Stosskante geführten Laserstrahls 30" unter

5 Bildung einer Blindnaht erfolgen. Das Verschweissen der letzten Zelle mit der Innenhülse erfolgt aber in jedem Fall von innerhalb der Innenhülse 14. Die Innenhülse 14 kann eine nahtlose Hülse oder ein zu einer rohrförmigen Hülse gebogener und entlang einer Stosskante unter Bildung einer Längsschweissnaht verschweisster Blechstreifen sein.

10 [0033] Wie aus Fig. 17 bzw. 24 ersichtlich, ist die mit paarweise zu Zellen 22 bzw. 22a, 22b verschweißten Lamellen 16 bestückte Innenhülse 14 direkt mit einer Antriebswelle 13 verbunden, d.h. es kann hier auf eine Flanschhülse verzichtet werden oder die Innenhülse 14 wird bereits vor der Bestückung mit Lamellen auf eine Flanschhülse 15 aufgeschoben.

15 [0034] Die Verbindung der Innenhülse 14 mit der Flanschhülse 15 kann beispielsweise durch Verschweissen der Stirnkanten von Innenhülse 14 und Flanschhülse 15 mittels Laserstrahlen 30 erfolgen (in der Zeichnung nicht dargestellt).

20 [0035] Wie in den Fig. 19 bis 23 für die Herstellung eines Zellenrades gemäss Fig. 3 und in den Fig. 26 bis 30 für die Herstellung eines Zellenrades gemäss Fig. 6 gezeigt, werden die mit der Innenhülse 14 bereits verschweißten Lamellen 16 bzw. Zellen 22 über stirnseitig eingeführte Werkzeuge 34 in einer vorgegebenen Winkellage fixiert. Nach dem Aufschieben der Aussenhülse 12 wird diese mittels Laserstrahlen 30 über eine Blindnaht mit den freien Endkanten der darunterliegenden Lamellen 16 bzw. Zellen 22 bzw. 22a, 22b verschweisst (Fig. 22 und 23 bzw. Fig. 29 und 30).

## BEZUGSZEICHENLISTE

25 [0036]

10	Zellenrad
25 12	Aussenhülse
13	Antriebswelle
30 14	Innenhülse
15	Flanschhülse
16	Lamellen
35 17	Zellenstruktur
18a, 18b, 18c	Zylindennantelflächen
19	Zellenwandteil
40 20	Zellenkanten
21	Axialebene
45 22, 22a, 22b, 22', 22"	Zellen
24	Labyrinthdichtungsteil
26	Lamellenpaket
50 30, 30', 30"	Laserstrahl
34	Werkzeug
55 y	Rotationsachse

## Patentansprüche

1. Zellenrad aus Metall, mit einer symmetrisch zu einer Rotationsachse (y) liegenden, zylindrischen Aussenhülse (12) und einer konzentrisch zur Aussenhülse (12) liegenden, zylindrischen Innenhülse (14), wobei der ringförmigen Raum zwischen Aussenhülse (12) und Innenhülse (14) von parallel zur Rotationsachse (y) ausgerichteten Zellenkanten (20) begrenzten Zellenwandteilen (19) in eine Vielzahl von rotationssymmetrisch angeordneten Zellen (22, 22a, 22b, 22', 22'') unterteilt ist, wobei die Zellenkanten (20) auf Schnittlinien von konzentrisch zur Rotationsachse (y) angeordneten Zylindermantelflächen (18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c) mit rotationssymmetrisch angeordneten Axialebenen (21) liegen,  
 5 **dadurch gekennzeichnet, dass**  
 Aussenhülse (12) und Innenhülse (14) eine aus einem im Querschnitt maschenartig aus zusammenhängenden Zellenwandteilen (19) gebildeten Netzwerk aufgebaute Zellenstruktur (17) begrenzen, bei der paarweise jeweils ein Zellenwandteil (19) begrenzende Zellenkanten (20) gleichzeitig auf benachbarten Zylindermantelflächen (18a, 18b, 18c) und auf benachbarten Axialebenen (21) liegen, wobei jede Zellenkante (20) auf einer Zylindermantelfläche (18a, 18b, 18c) mit jeder der auf zwei benachbarten Axialebenen (21) einer benachbarten Zylindermantelfläche (18a, 18b, 18c) liegenden Zellenkanten (20) jeweils zwei Zellenwandteile (19) begrenzt.  
 10
2. Zellenrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zellenstruktur (17) drei Zylindermantelflächen (18a, 18b, 18c) aufweist.  
 20
3. Zellenrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zellenstruktur (17) vier Zylindermantelflächen (18a, 18b1, 18b2, 18c) aufweist.  
 25
4. Zellenrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zellenstruktur (17) mehr als vier Zylindermantelflächen (18a, 18b1, 18b2, 18c) aufweist.  
 30
5. Zellenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandstärke der zur Herstellung des Zellenrades verwendeten Werkstoffe 0,4 mm oder weniger beträgt.  
 35
6. Verfahren zur Herstellung eines Zellenrades (10) nach Anspruch 1 aus Metall, mit einer symmetrisch zu einer Rotationsachse (y) liegenden, zylindrischen Aussenhülse (12) und einer konzentrisch zur Aussenhülse (12) liegenden, zylindrischen Innenhülse (14), wobei der Raum zwischen Aussenhülse (12) und Innenhülse (14) von parallel zur Rotationsachse (y) ausgerichteten Zellenkanten (20) begrenzten Zellenwandteilen (19) in eine Vielzahl von rotationssymmetrisch angeordneten Zellen (22, 22a, 22b, 22', 22'') unterteilt ist, wobei die Zellenkanten (20) auf Schnittlinien von konzentrisch zur Rotationsachse (y) angeordneten Zylindermantelflächen (18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c) mit rotationssymmetrisch angeordneten Axialebenen (21) liegen, **gekennzeichnet durch** die nacheinander durehzu führenden Schritte  
 40
  - (a) Bereitstellen einer vorgegebenen Anzahl Lamellen (16) mit einer der Länge (L) des Zellenrades (10) entsprechenden Länge (1) und einer auf die vorgegebene Dicke (B) des ringförmigen Raumes zwischen der Aussenhülse (12) und der Innenhülse (14) entsprechend abgestimmten Breite (b);
  - (b) Paarweise Verschweissen der Lamellen (16) in Längsrichtung an vorgegebenen Stellen (16k, 16m, 16m1, 16m2) zu einem Lamellenpaket (26) unter Bildung der Zellenkanten (20);
  - (c) Strecken des Lamellenpaketes (26) in einer Richtung (z) senkrecht zur Ebene der Lamellen (16) und Biegen des gestreckten Lamellenpaketes (26) zu der ringförmigen Zellenstruktur (17);
  - (d) Verbinden der beiden endständigen Lamellen (16) des gestreckten und gebogenen Lamellenpaketes (26) entlang entsprechender Zellenkanten (20);
  - (e) Einschieben der Innenhülse (14) in die ringförmige Zellenstruktur (17) und Aufschieben der Aussenhülse (12) auf die ringförmige Zellenstruktur (17);
  - (f) Verbinden der Aussenhülse (12) und der Innenhülse (14) mit den Lamellenkanten (16k).  
 45
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbinden der beiden endständigen Lamellen (16) des gestreckten und gebogenen Lamellenpaketes (26) entlang entsprechender Zellenkanten (20) und das Verbinden der Aussenhülse (12) und der Innenhülse (14) mit den Lamellenkanten (16k) durch Verschweissen der Teile mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls (30) durchgeführt wird.  
 55
8. Verfahren zur Herstellung eines Zellenrades (10) nach Anspruch 1 aus Metall, mit einer symmetrisch zu einer Rotationsachse (y) liegenden, zylindrischen Aussenhülse (12) und einer konzentrisch zur Aussenhülse (12) liegen-  
 60

den, zylindrischen Innenhülse (14), wobei der Raum zwischen Aussenhülse (12) und Innenhülse (14) von parallel zur Rotationsachse (y) ausgerichteten Zellenkanten (20) begrenzten Zellenwandteilen (19) in eine Vielzahl von rotationssymmetrisch angeordneten Zellen (22, 22a, 22b, 22', 22'') unterteilt ist, wobei die Zellenkanten (20) auf Schnittlinien von konzentrisch zur Rotationsachse (y) angeordneten Zylindermantelflächen (18a, 18b, 18b1, 18b2, 18c) mit rotationssymmetrisch angeordneten Axialebenen (21) liegen, **gekennzeichnet durch** die nacheinander durchzuführenden Schritte

- 5 (a) Bereitstellen einer vorgegebenen Anzahl Lamellen (16) mit einer der Länge (L) des Zellenrades (10) entsprechenden Länge (1) und einer auf die vorgegebene Dicke (B) des ringförmigen Raumes zwischen der Aussenhülse (12) und der Innenhülse (14) entsprechend abgestimmten Breite (b);  
10 (b) Formen der Lamellen (16) entsprechend ihrer endgültigen, **durch** die ringförmige Zellenstruktur (17) vorgegebenen Form und gegebenenfalls Verbinden von Lamellenpaaren zu einzelnen Zellen (22, 22a, 22b);  
15 (c) Setzen der geformten Lamellen (16) bzw. der Zellen (22, 22a, 22b) an vorgegebenen Stellen in vorgegebener Anzahl auf der Aussenseite der Innenhülse (14) und Verbinden der Lamellen (16) bzw. der Zellen (22, 22a, 22b) untereinander zur ringförmigen Zellenstruktur (17) und mit der Innenhülse (14);  
(d) Aufschieben der Aussenhülse (12) auf die ringförmige Zellenstruktur (17);  
(e) Verbinden der Aussenhülse (12) und der Innenhülse (14) mit den Lamellenkanten (16k).

- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbinden der Lamellenpaare zu einzelnen Zellen (22, 22a, 22b) und das Verbinden der Lamellen (16) bzw. der Zellen (22, 22a, 22b) untereinander zur ringförmigen Zellenstruktur (17) und mit der Innenhülse (14) durch Verschweissen der Teile mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls (30) durchgeführt wird.
- 25 10. Verwendung eines Zellenrades (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 in einem Druckwellenlader zur Aufladung von Verbrennungsmotoren.

30

35

40

45

50

55

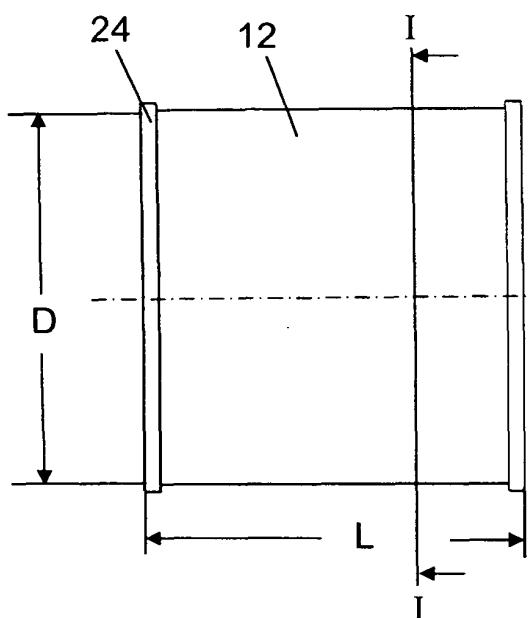


Fig. 1

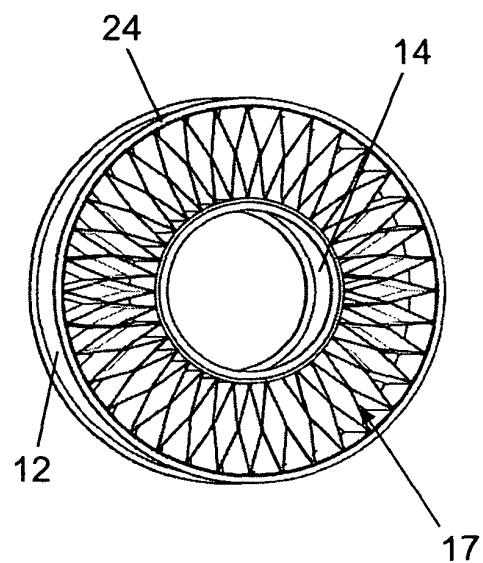


Fig. 2

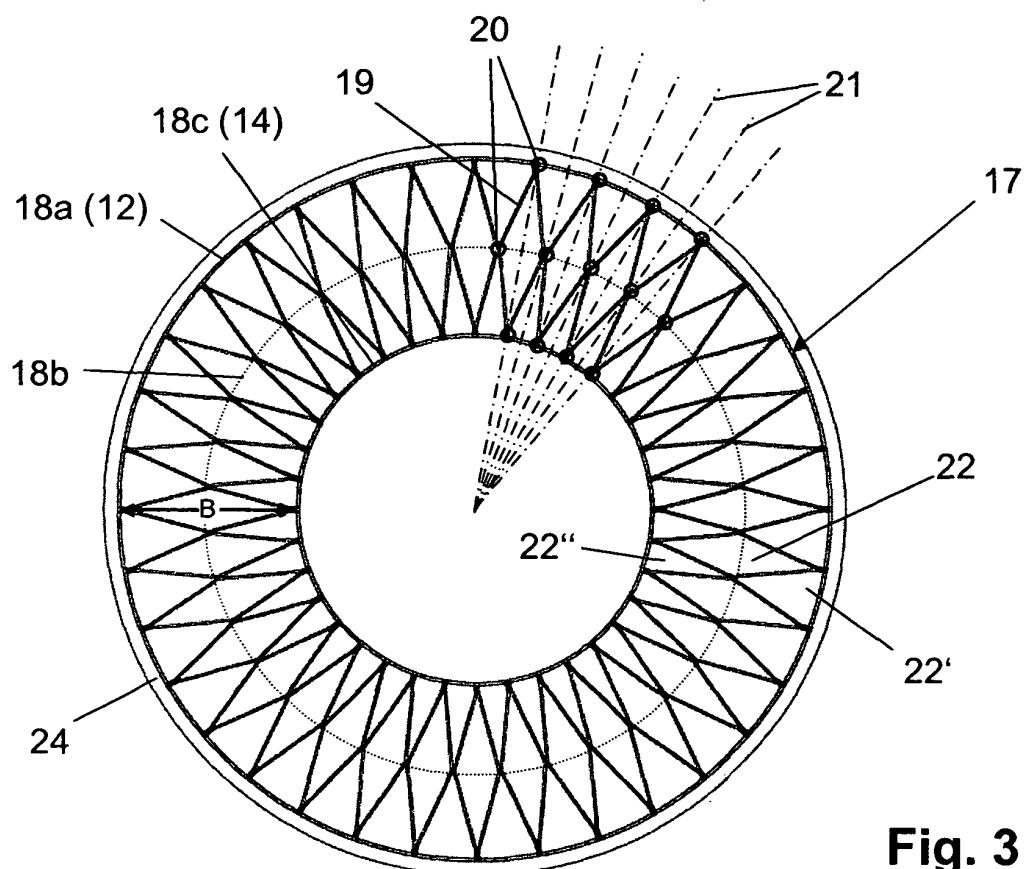


Fig. 3

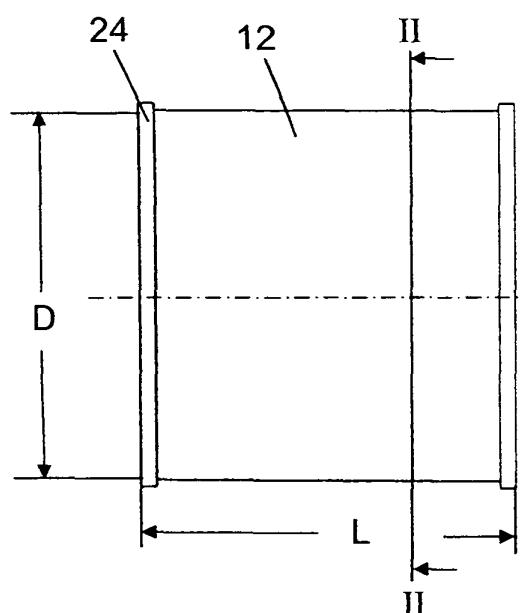


Fig. 4

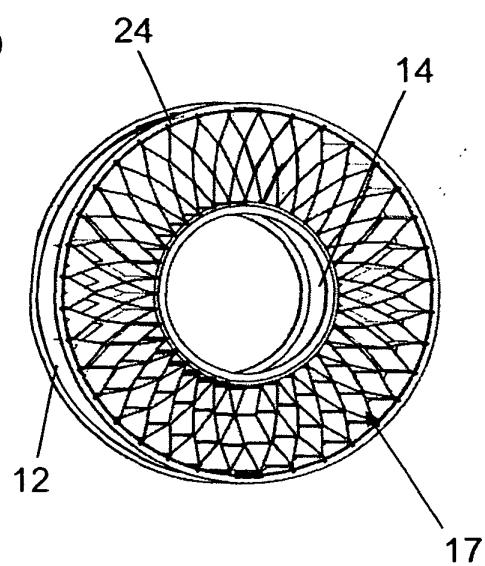


Fig. 5

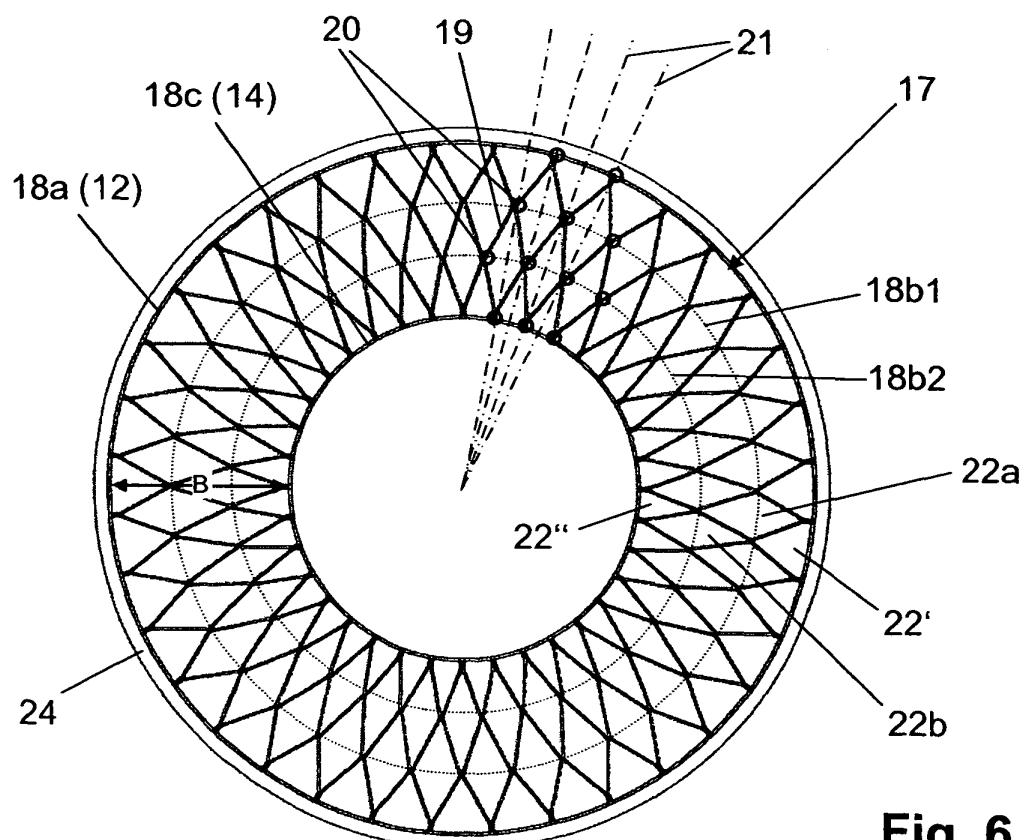


Fig. 6

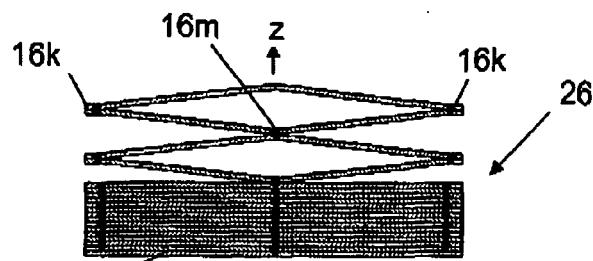


Fig. 8

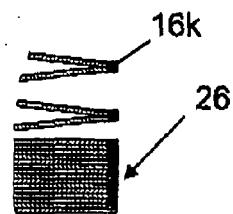


Fig. 10

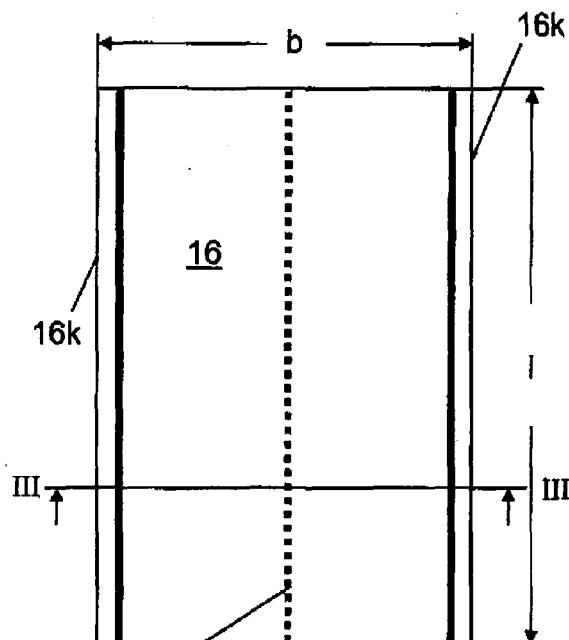


Fig. 7

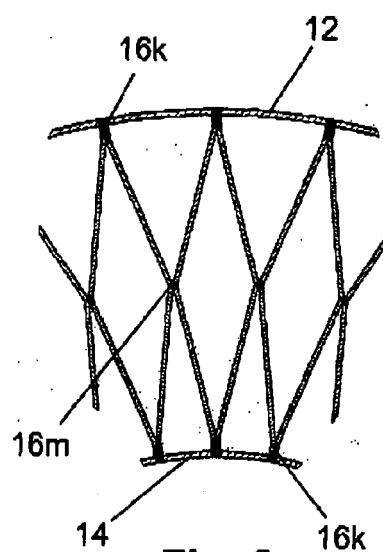


Fig. 9

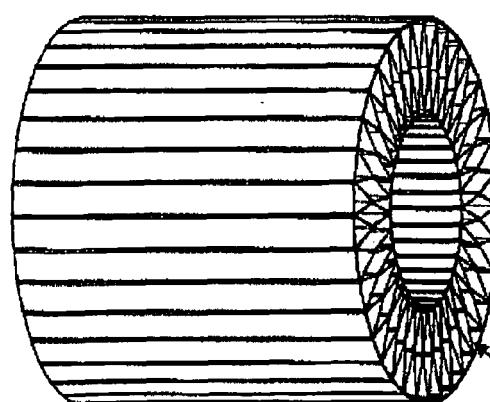


Fig. 11

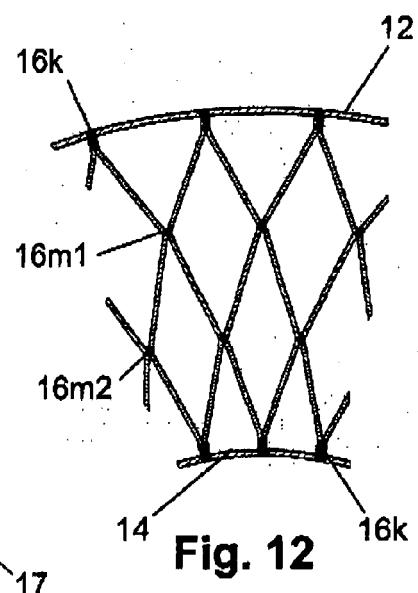
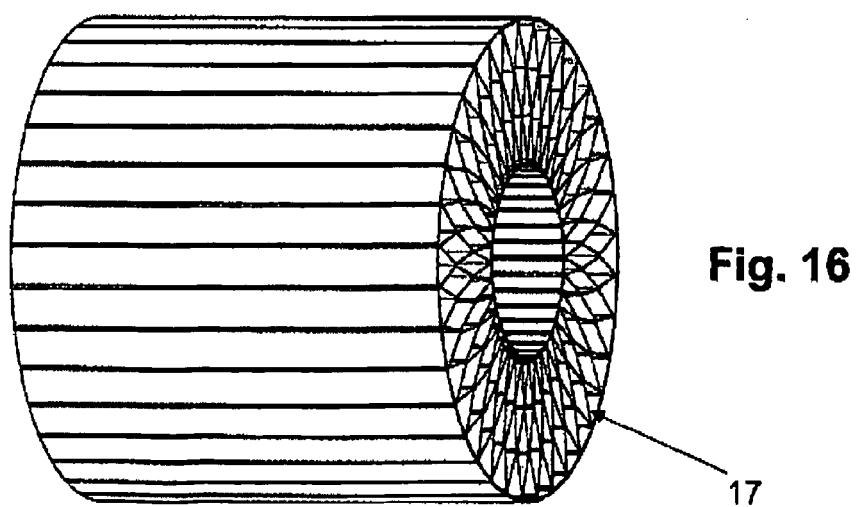
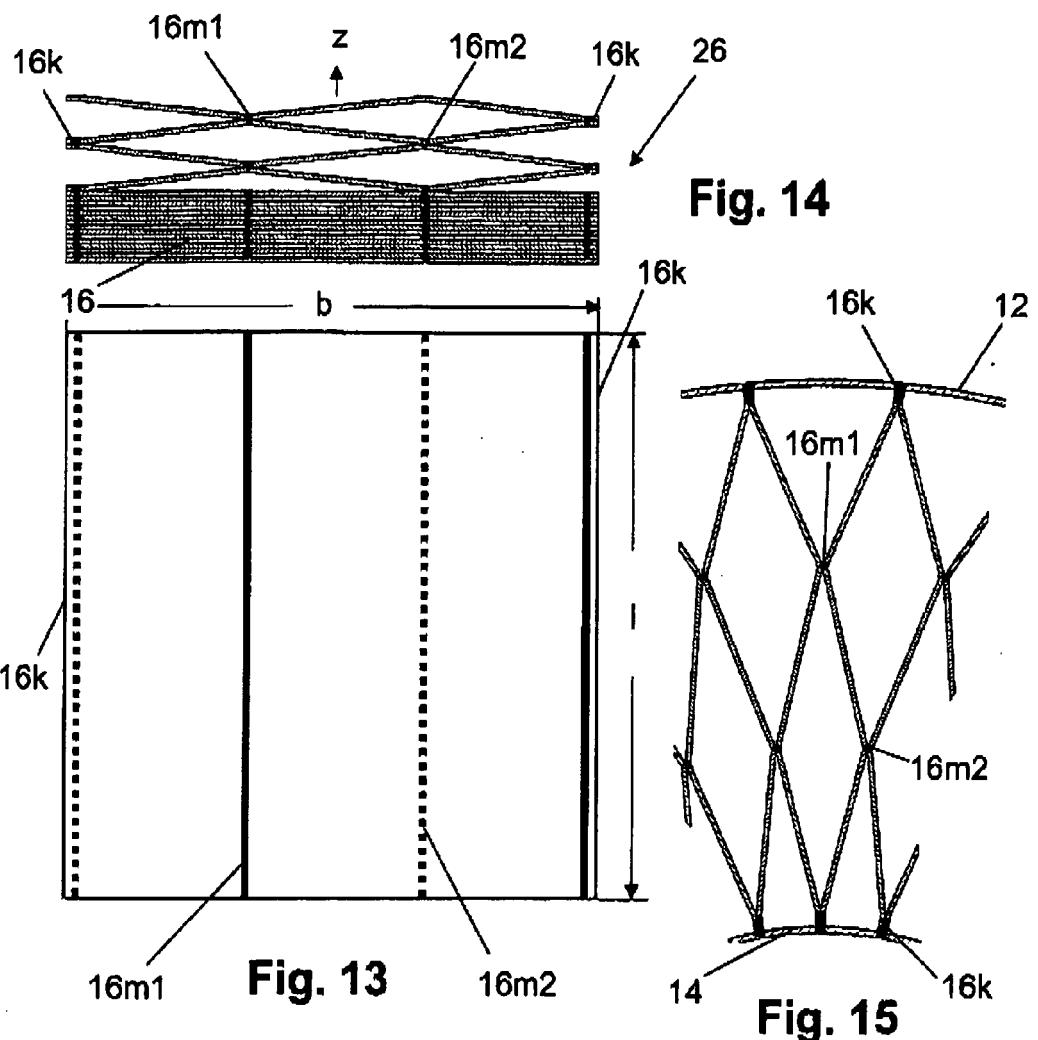
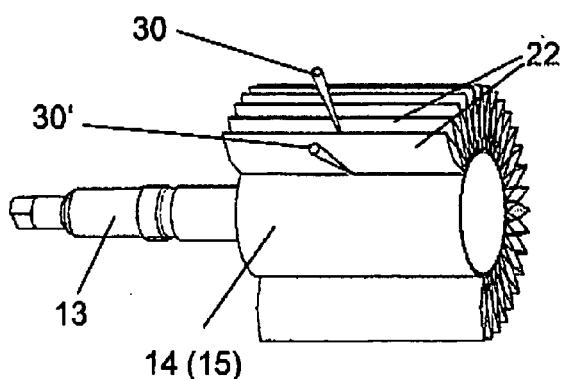
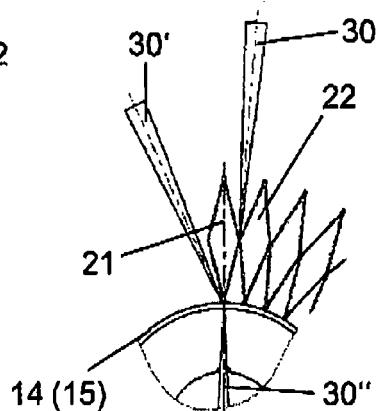


Fig. 12

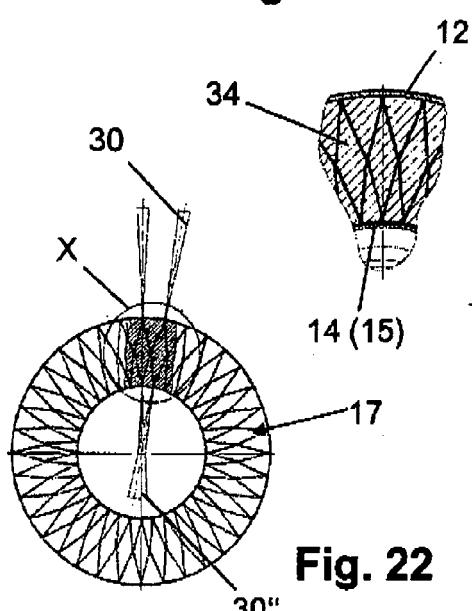




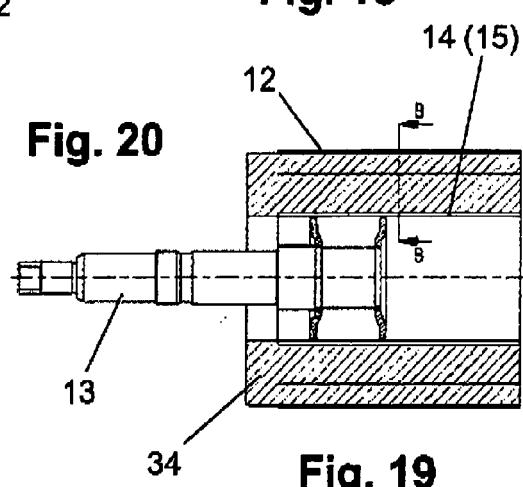
**Fig. 17**



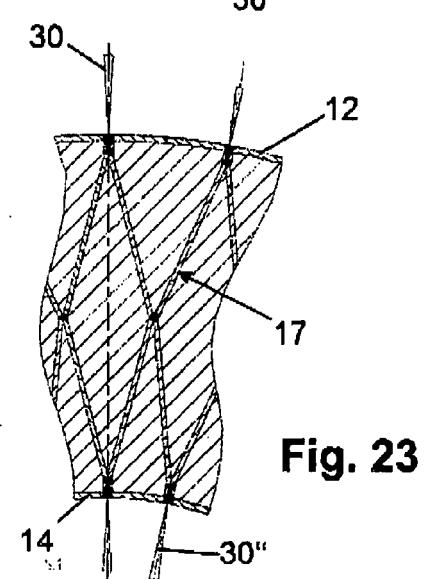
**Fig. 18**



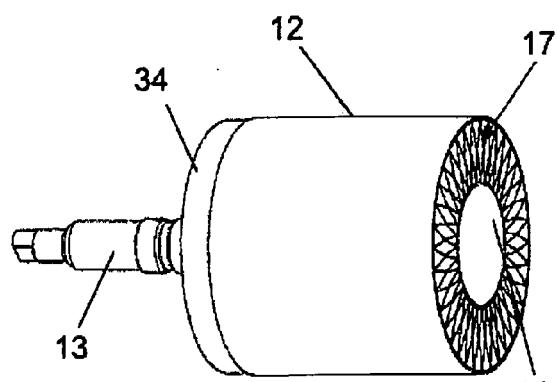
**Fig. 20**



**Fig. 19**



**Fig. 22**



**Fig. 21**

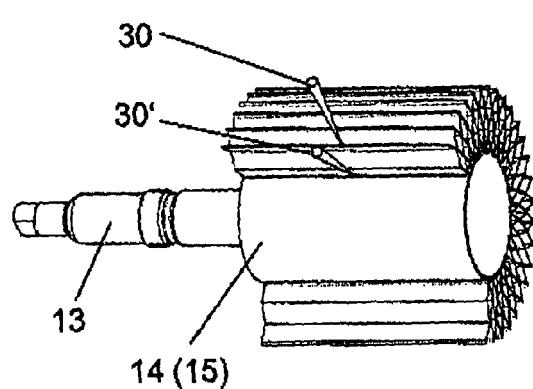


Fig. 24

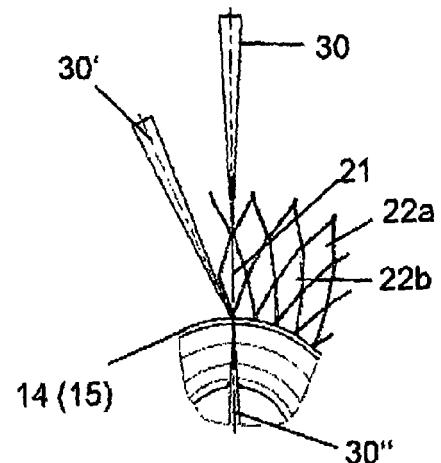


Fig. 25

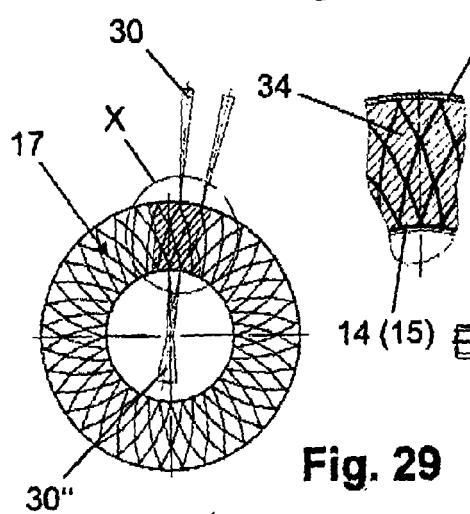


Fig. 27

Fig. 29

Fig. 29

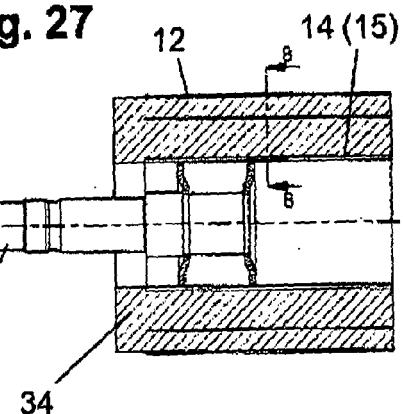


Fig. 26

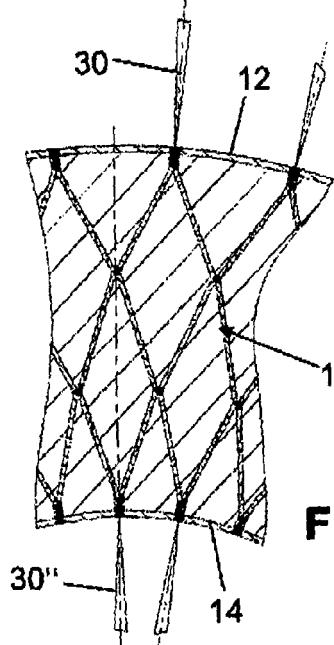


Fig. 30

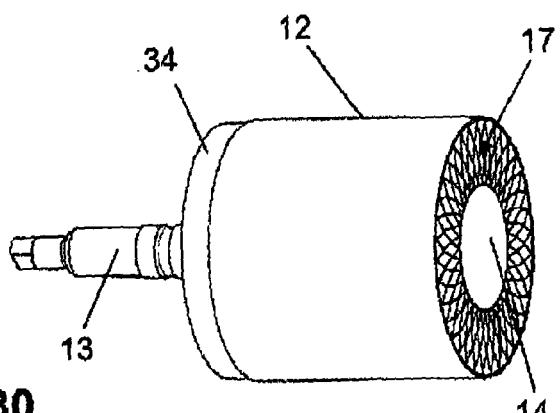


Fig. 28



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 00 6742

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 840 408 A (POWER JETS RES & DEV LTD) 6. Juli 1960 (1960-07-06)	1-5,10	INV. F04F13/00
Y	* Seite 3, Zeile 44 - Zeile 121 * * Abbildungen *	6-9	B21D53/26
X	DE 41 27 681 A1 (SEIBU GIKEN KK [JP]; KUMA TOSHIMI [JP]) 26. März 1992 (1992-03-26)	1,4,5	
A	* Spalte 2, Zeile 42 - Spalte 3, Zeile 28; Abbildungen 1,2 *	2,3,6,8	
Y	US 2004/211548 A1 (BERCHOWITZ DAVID M [US] ET AL) 28. Oktober 2004 (2004-10-28)	6,7	
A	* Zusammenfassung * * Absatz [0026] - Absatz [0037] * * Abbildungen 1-6 *	1,8	
Y	GB 920 624 A (POWER JETS RES & DEV LTD) 13. März 1963 (1963-03-13)	8,9	
A	* das ganze Dokument *	1,2,5-7, 10	
	* Abbildungen *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	GB 999 036 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 21. Juli 1965 (1965-07-21) * Seite 1, Zeile 62 - Seite 2, Zeile 33 * * Abbildungen *	1,5-10	F04F B21D F02B
D,A	EP 1 375 859 A (SWISSAUTO ENG SA [CH]) 2. Januar 2004 (2004-01-02) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,2 *	1,2,6,8, 10	
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		9. Juli 2009	Kolby, Lars
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelddatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 00 6742

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-07-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 840408	A	06-07-1960	KEINE		
DE 4127681	A1	26-03-1992	JP	2829356 B2	25-11-1998
			JP	4106396 A	08-04-1992
US 2004211548	A1	28-10-2004	AU	2004235296 A1	11-11-2004
			BR	PI0409670 A	18-04-2006
			CN	1795361 A	28-06-2006
			EP	1623175 A2	08-02-2006
			JP	2006524792 T	02-11-2006
			KR	20050119698 A	21-12-2005
			MX	PA05011431 A	17-08-2006
			US	2006054303 A1	16-03-2006
			WO	2004097321 A2	11-11-2004
GB 920624	A	13-03-1963	KEINE		
GB 999036	A	21-07-1965	CH	405827 A	15-01-1966
EP 1375859	A	02-01-2004	KEINE		

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1375859 A [0007]