

(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
26. Februar 2004 (26.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/016952 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F04D 29/28**,
29/02, 25/06

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002307

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Juli 2003 (10.07.2003)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOLZ, Martin-Peter** [DE/DE]; Schlosshoehe 41, 77815 Buehl (DE).
BAEUERLE, Michael [DE/DE]; Lerchenstr. 4, 71254
Ditzingen-Heimerdingen (DE). **ZSCHWEIGERT, Ken**
[DE/DE]; Dekan-Fellhauer-Str. 9a, 76359 Marxzell-Bur-
bach (DE). **WINKLER, Gunter** [DE/DE]; Johannesstr.
77, 70176 Stuttgart (DE). **KRAUSE, Bernhard** [DE/DE];
Koenigsrainstr.1, 77887 Sasbachwalden (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

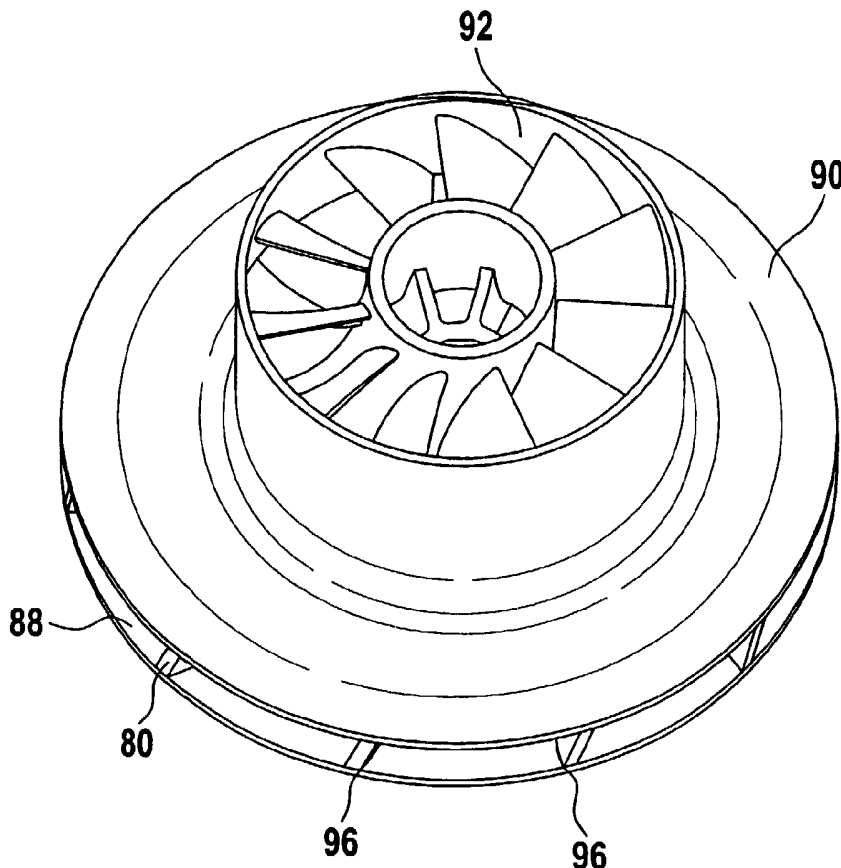
(30) Angaben zur Priorität:
102 34 093.5 26. Juli 2002 (26.07.2002) DE

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMBUSTION WHEEL

(54) Bezeichnung: VERDICTERRAD



(57) Abstract: The invention relates to a device for the compression of combustion air, especially for the internal combustion engine of a motor vehicle. Said device comprises a housing (12), at least one air inlet (28) which guides air into the housing (12) and at least one air outlet (40) which guides air out of the housing (12) and at least one compression wheel which is actuated by a shaft (44) and which is arranged in a compression chamber (32) inside the housing (12), also comprising a plurality of compressor blades (54, 80, 106, 120) which are arranged on the periphery of the compressor wheel (42) which is arranged between the at least one air outlet (28) and the at least one air inlet (40) of the housing (12) such that the air supplied to the combustion process can be compressed by rotating the compression wheel (42). According to the invention, the at least one combustion wheel (42) is made essentially of plastic.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/016952 A1



(81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): JP, US.

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

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft, insbesondere für eine kraftfahrzeugtechnische Verbrennungsmaschine, mit einem Gehäuse (12), mit mindestens einem in das Gehäuse (12) hinein führenden Lufteinlass (28) und mit mindestens einem, aus dem Gehäuse (12) heraus führenden Luftauslass (40), sowie mit mindestens einem, in einem Verdichterraum (32) des Gehäuses (12) angeordneten, von einer Welle (44) angetriebenen Verdichterrad (42) mit einer Mehrzahl von über den Umfang des Verdichterrades (42) angeordneten Verdichterschaukeln (54, 80, 106, 120), welches zwischen dem mindestens einen Lufteinlass (28) und dem mindestens einen Luftauslass (40) des Gehäuses (12) derart angeordnet ist, dass durch Drehung des Verdichterrades (42) eine Verdichtung der dem Verbrennungsprozess zuführbaren Luft erreichbar ist. Erfindungsgemäss wird vorgeschlagen, dass das mindestens eine Verdichterrad (42) im wesentlichen aus Kunststoff besteht.

VERDICHTERRAD

Stand der Technik

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft, insbesondere für eine kraftfahrzeugtechnische Verbrennungsmaschine, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Vorrichtung.
- 10 Es ist bekannt, die Leistungsdichte einer Brennkraftmaschine durch Verdichtung der zur Verbrennung des Kraftstoffes benötigten Ladeluft mittels eines Abgasturboladers zu erhöhen. Der Abgasturbolader weist dabei eine Turbine auf, die im Abgasstrom des Verbrennungsmotors angeordnet ist und einen, in der Ladeluftzuführung der Brennkraftmaschine angeordneten Verdichter betreibt.
- 15 Abgasturbolader weisen, insbesondere bei Kraftfahrzeugantrieben, den Nachteil eines verzögerten und unzureichenden Ansprechverhaltens bei niedrigen Drehzahlen der Brennkraftmaschine auf (so genanntes „Turboladerloch“).
- 20 Zur Verbesserung der Ladeluftzuführung speziell bei niedrigen Drehzahlen der Brennkraftmaschine ist es bekannt, den Abgasturbolader mittels eines elektrischen Hilfsantriebes zu unterstützen. Dies kann beispielsweise durch einen in den Abgasturbolader integrierten Elektromotor erreicht werden, der bei niedrigen Drehzahlen der Brennkraftmaschine die Welle des Abgasturboladers unterstützend antreibt. Dies
- 25 bedingt jedoch sowohl eine hohe Drehzahlbelastbarkeit des Elektromotors als auch einen hohen elektrischen Leistungsbedarf aufgrund der hohen Massenträgheitsmomente der in hitzebeständigem Stahl ausgeführten Turbine eines Abgasturboladers.
- 30 Zur Vermeidung dieser Nachteile ist beispielsweise aus der US 6,029,452 bekannt einen separaten, rein elektrisch betriebenen Hilfsader (elektrischer Zusatzverdichter, EZV) in der Ladeluftzuführung einer Brennkraftmaschine in Reihe zu einem konventionellen Abgasturbolader zu betreiben. Dies hat den Vorteil, dass der separat in der Ladeluftzuführung eingesetzte elektrische Zusatzverdichter auf einen Einsatz im
- 35 untersten Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine optimiert werden kann. Im hohen Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine, der seinerseits zu einer hohen Drehzahl bzw.

zu einem hohen Durchsatz an Ladeluft durch den Abgasturbolader führt, wird eine Bypass-Lösung verwandt, um die Ladeluft unter Umgehung des dann nicht mehr benötigten elektrischen Zusatzverdichters direkt dem Kompressor des Abgasturboladers zuzuführen. Hierzu kann beispielsweise, wie in der US 5,904,471 beschrieben, ein im
5 Zusatzverdichter integrierter Bypasskanal genutzt werden, welcher den Ladeluftstrom so umlenkt, dass dieser nicht mehr durch den Verdichter des elektrischen Zusatzverdichters strömt.

Die Ausführung des Strömungsverdichters ist bei elektrischen Zusatzverdichtern der
10 Bauweise von Abgasturboladern entlehnt und entspricht dieser im Design und Werkstoffauswahl. Einer der Hauptunterschiede zwischen einem elektrischen Zusatzverdichter und einem klassischen Abgasturbolader ist die sehr unterschiedliche, zur Verfügung stehende Antriebsleistung. Diese kann bei einem Abgasturbolader mehrere 10 KW betragen, bei einem elektrischen Zusatzverdichter ist die Antriebsleistung jedoch
15 wegen der Bordnetzbelastung auf wenige KW begrenzt. Insbesondere beim Hochlaufen des Verdichterrades eines elektrischen Zusatzverdichters ist dies von Bedeutung, da die Anlaufzeit hauptsächlich von der verfügbaren Antriebsleistung und des Massenträgheitsmomentes des zu beschleunigten Rotors bestimmt ist.

20 Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist es, einen gattungsgemäßen elektrischen Zusatzverdichter dahingehend zu optimieren, dass er unter Beibehaltung einer kompakten Bauweise ein möglichst gutes Ansprechverhalten, und damit verbunden ein möglichst schnelles Erreichen seiner maximalen Drehzahlen ermöglicht.

25 Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft, insbesondere von Verbrennungsluft für eine kraftfahrzeugtechnische Verbrennungsmaschine, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat gegenüber den Ladeluftverdichtern des Standes der
30 Technik den Vorteil, dass aufgrund der geringen Massenträgheit des erfindungsgemäßen Verdichterrades ein sehr schnelles Hochlaufen des Verdichters und ein entsprechend schnelles Erreichen der optimalen Umdrehungszahl des Verdichterrades ohne übermäßige Belastung des elektrischen Bordnetzes realisiert werden kann. Die Realisierung des Verdichterlaufrades in Kunststoff führt aufgrund des geringeren
35 Massenträgheitsmomentes des Rotors zu verbesserten Dynamikeigenschaften im

Vergleich zu den metallischen Verdichterrädern des Standes der Technik. Zur Verbesserung der Hochlaufeigenschaften, insbesondere der Hochlaufzeit, bringt der Einsatz von Verdichterlaufrädern aus Kunststoff erhebliche Vorteile, wobei der benötigten hohen Stabilität des Rotors durch eine geeignete Materialauswahl und entsprechende konstruktive Weiterbildungen Rechnung getragen werden kann.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft ermöglicht darüber hinaus die Anwendbarkeit kostengünstiger Fertigungsverfahren, so dass die Materialkosten eines entsprechenden Verdichters deutlich gesenkt, und dessen Montage erheblich erleichtert werden kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden durch die in den Unteransprüchen enthaltenen Merkmale ermöglicht.

Aufgrund der geringeren Materialdichte des erfindungsgemäßen Verdichterrades sowie einem damit einhergehenden reduzierten Trägheitsmoment können vergleichsweise große Laufräder vorgesehen werden ohne Dynamikverluste befürchten zu müssen. Diese größeren Laufräder wiederum ermöglichen den Werkstoff Kunststoff, da höhere Absoluttoleranzen für die Laufradfertigung erlaubt sind, so dass auch mit höheren Toleranzen in den Maßen des Verdichterrades entsprechend gute Wirkungsgrade der Verdichtung erreicht werden können. Aufgrund des größeren Verdichterrades kann zudem die maximale Drehzahl des Verdichters reduziert werden, was zu einer entsprechenden Reduzierung der Materialbelastung und insbesondere der des Antriebes führt.

Zudem ist es möglich, die Geometriegestaltung im Hinblick auf eine optimale Formsteife und Festigkeit des Verdichterrades aufgrund des leicht formbaren Werkstoffes Kunststoff zu optimieren.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung besitzt das Verdichterrad eine Deckscheibe, die ebenfalls aus Kunststoff hergestellt ist und mit dem Rumpf des Verdichterrades verbaut ist. Diese Maßnahme verbessert die Steifigkeit des Verdichterrades und reduziert die Spaltverluste des Verdichters.

Eine weitere Erhöhung der Festigkeit des erfindungsgemäßen Verdichterrades ergibt sich durch die Verwendung einer Bodenplatte, die mit den Verdichterschaufeln verbunden ist

und diese fixiert. Auf der den Verdichterschaufeln abgewandten Unterseite der Bodenplatte des Verdichterrades lassen sich in vorteilhafter Weise Stützelemente ausbilden, die die mechanische Stabilität des erfindungsgemäßen Verdichterrades zusätzlich erhöhen. Beispielsweise lässt sich die Bodenplatte in axialer Richtung sternförmig verrippen, wobei die Bodenverrippung mit über dem Laufradradius abnehmender Rippenstärke ausgeführt sein kann. Die variierende Materialstärke dieser Stützelemente für die Bodenplatte des Verdichterrades gewährleistet eine Optimierung zwischen der erforderlichen Steifigkeit des Verdichterrades und einem möglichst geringen Trägheitsmoment des selbigen.

Um die Festigkeit des erfindungsgemäßen Verdichterrades zu erhöhen und materialinterne Verspannungen im Verdichterrad zu reduzieren, können in einer vorteilhaften Ausführungsform die Verdichterschaufeln mit ihrem Inneren, d. h. ihrem der Welle zugewandten Ende jeweils genau über einem Stützelement der Verrippung der Bodenplatte beginnen. So kann beispielsweise jeder Verdichterschaufel ein entsprechendes Stützelement auf der Unterseite der Bodenplatte zugewiesen sein.

In vorteilhafter Weise lässt sich die Verrippung der Bodenplatte des Verdichterrades so ausgestalten, dass die Verdichterschaufeln die entsprechenden Stützelemente der Bodenplatte in nahezu rechtem Winkel überstreichen. Auf diese Weise ist es möglich, unerwünschte mehrachsige Spannungszustände in der Bodenplatte des Verdichterrades zu vermeiden bzw. deutlich zu reduzieren. Es wird zudem eine doppelte Überschneidung von radial verlaufenden Bodenrippen und nahezu tangential verlaufenden Verdichterschaufeln realisiert. Diese Paarung ist für die im Betrieb des Verdichters auftretende Materialbelastung und insbesondere für die sich ergebende Verformung des Laufrades optimal.

In vorteilhafter Weise lässt sich die nahezu rechtwinklige Überschneidung der Verdichterschaufeln mit den zugeordneten Stützelemente der Bodenverrippung dadurch erreichen, dass die Stützelemente der Bodenplatte in ihrer radialen Ausrichtung einen gekröpften Endbereich aufweisen, der aus der radialen Vorzugsrichtung der Verrippung abweicht. Eine mehrachsige Spannungsbeaufschlagung der Bodenscheibe wird auf diese Weise ebenfalls weitgehend vermieden, wobei sich ein zusätzlicher, stabilisierender Effekt für die Bodenplatte des Verdichterrades einstellt. Durch diese festigkeitstechnischen Konsequenzen der gekröpften Verrippung der Bodenplatte des

Verdichterrades kann mit vergleichsweise dünnen Rippen gearbeitet werden, so dass eine entsprechende Materialreduzierung und damit einhergehend eine Reduzierung des Trägheitsmomentes des Verdichterrades möglich ist. Die Kröpfung der Rippen folgt direkt aus der Verschneidesituation zwischen der Bodenscheibe und dem die

5 Stützelemente für die Bodenscheibe bildenden Bodenrippen.

In vorteilhafter Weise lassen sich für das erfindungsgemäße Verdichterrad dreidimensional gekrümmte Verdichterschaukeln ausbilden, die beispielsweise auch näherungsweise T-Träger förmig beziehungsweise in Form eines einseitigen T-Trägers

10 ausgestaltet sein können. So kann beispielsweise ein Schenkel der Verdichterschaukeln im Wesentlichen parallel zur Achse der Antriebswelle des Verdichterrades verlaufen und ein zweiter Schenkel der Verdichterschaukel vorwiegend radial zu dieser Achse ausgerichtet sein. Auf diese Weise ist es möglich ggf. auch ohne Bodenplatte ein Verdichterrad aus Kunststoff mit entsprechender Stabilität herzustellen.

15 Ein Verzicht auf die Bodenplatte des Verdichterrades bedeutet eine erhebliche Material- und somit auch Massenreduzierung und ermöglicht in vorteilhafter Weise ein zusätzlich reduziertes Trägheitsmoment.

In einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform kann ein metallisches Naben-

20 Einlegeteil genutzt werden, um eine formschlüssige Kraftübertragung von der Antriebswelle auf das Verdichterrad auszuüben. Eine optimale, homogene Krafteinleitung des Naben-Einlegeteils in das Verdichterrad lässt sich in vorteilhafter Weise dadurch erreichen, dass die Nabe auf ihrer dem Verdichterrad zugewandten Außenseite in Umfangsrichtung einen „Hypotrochoidenprofil“ aufweist.

25 Ein Nabeneinlegeteil mit einer Außenkontur entsprechend dieser mathematischen Funktion erlaubt das Übertragen hoher Leistungen, ähnlich der Laufräder, die rein aus metallischen Werkstoffen bestehen, führt jedoch zu einer sehr geringen Kerbwirkung. In vorteilhafter Weise lässt sich ein solches Nabeneinlegeteil beispielsweise in einem Strangpressverfahren herstellen.

30 Zur axialen Absicherung besitzt die Nabe in axialer Richtung zumindest eine Ausnehmung bzw. einen Einstich in das Strangprofil, in die das Kunststoffverdichterrad eingreift und somit axial gesichert wird.

In vorteilhafter Weise lässt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung von einem in dem Gehäuse der Vorrichtung integrierten, elektrischen Motor antreiben. Dazu ist der Rotor des elektrischen Antriebes mit der Welle des Verdichterrades wirkverbunden. Aufgrund des geringen Massenträgheitsmomentes des Verdichterrades ergeben sich für den elektrisch angetriebenen Verdichter gute Dynamikeigenschaften. Der Einsatz von Laufrädern unter Einsparung vom Trägheitsmoment führt insbesondere zu einer Verbesserung der Hochlaufeigenschaften, insbesondere der Hochlaufzeit des elektrischen Zusatzverdichters. Auf diese Weise ist es möglich, die zum Hochlaufen des elektrischen Zusatzverdichters benötigte Leistung, die aus dem Bordnetz des Kraftfahrzeuges gezogen werden muss, in realistischen Grenzen zu halten.

Abhängig von der Größe des erfindungsgemäßen Verdichterrades ist es möglich mit Hilfe des elektrischen Antriebes das Verdichterrad auf Umdrehungszahlen bis zu 80.000 Umdrehungen/Min. zu beschleunigen. Ein typischer Arbeitsbereich des erfindungsgemäßen Verdichters liegt im Bereich zwischen 45.000 und 80.000 Umdrehungen/Min.

Ein Verdichterlaufrad, dass aus einem Polymer, bzw. aus einem Verbund mehrerer Polymere, bzw. faserverstärkte Polymere besteht, zeichnet sich unter Anderem durch nachfolgende Vorteile aus. Ein solches Verdichterrad ermöglicht eine hohe Stabilität bei geringem Materialgewicht. Aufgrund des geringen Massenträgheitsmomentes des Verdichterrades ergeben sich gute Dynamikeigenschaften des Verdichters. So können beispielsweise Polyphenylensulfid (PPS) oder Polyetheretherketon (PEEK) in vorteilhafter Weise als Material für das erfindungsgemäße Verdichterrad eingesetzt werden. Diese Materialien ermöglichen eine verbesserte Dynamik des Verdichters aufgrund des geringeren Massenträgheitsmomentes, welches sich durch die geringere Massendichte ergibt. Zudem ermöglicht diese Materialauswahl auch die Anwendung kostengünstiger Fertigungsverfahren für das erfindungsgemäße Verdichterlaufrad und somit für die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft. So lassen sich speziell für Kunststoff geeignete Geometriegestaltungsmaßnahmen im Hinblick auf eine optimale Formsteife und Festigkeit des Verdichterrades in vorteilhafter Weise nutzen. Das Verdichterrad selbst kann beispielsweise der metallischen Einlegenabe direkt umspritzt werden und in einem axialen Entformungsprozess aus dem entsprechenden Spritzwerkzeug herausgelöst werden. Auf diese Weise lässt sich ein mechanisch stabiles Verdichterrad kostengünstig herstellen.

Weitere Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft sind der nachfolgenden Zeichnung sowie der zugehörigen Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

5

Zeichnung

In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft bzw. mehrere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Verdichterrades einer Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft dargestellt, die in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert werden. Die Figuren der Zeichnung, deren Beschreibung sowie die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Ein Fachmann wird diese Merkmale auch einzeln betrachten und zu sinnvollen, weiteren Kombinationen zusammenfassen.

10
15

Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen elektrisch betriebenen Ladeluftverdichter in schematischer Darstellung,

20

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verdichterrad in perspektivischer Darstellung,

Fig. 3 das erfindungsgemäße Verdichterrad gemäß Figur 2 in axialer Aufsicht,

25

Fig. 4 einen Schnitt durch das erfindungsgemäße Verdichterrad gemäß Figur 3

Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verdichterrades in perspektivischer Darstellung,

30

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verdichterrades in perspektivischer Darstellung,

Fig. 7 die Unterseite des erfindungsgemäßen Verdichterrades gemäß Figur 6 in perspektivischer Darstellung,

35

Fig. 8 die Ansicht der Unterseite eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verdichterrades in perspektivischer, geschnittener Darstellung,

5 Fig. 9 eine schematische Darstellung des Verlaufs der Stützelemente sowie der Verdichterschaufeln eines erfindungsgemäßen Verdichterrades gemäß Figur 8,

Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Naben-Einlegeteil in perspektivischer Darstellung.

10

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft, insbesondere für eine kraftfahrzeugtechnische Verbrennungsmaschine in einer vereinfachten schematischen Übersichtsdarstellung. Der Ladeluftverdichter 10 weist ein Gehäuse 12 auf, in dem ein Elektromotor 14 sowie ein Verdichterteil 16 integriert sind. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist der Verdichterteil 16 als Radialverdichter ausgebildet. Ein Verdichtergehäuse 18 weist ein topfförmiges Basisteil 20 mit einer kreisförmigen Bodenwand 22 auf. Der Bodenwand 22 gegenüberliegend weist das Verdichtergehäuse 18 eine trichterförmige Deckelwand 24 auf, die eine zentrale Öffnung 26 besitzt, welche den Lufterlass 28 des Ladeluftverdichters 10 darstellt. Der Raum 30 zwischen der Bodenwand 22 und der Deckelwand 24 bildet den Verdichterraum 32 des Ladeluftverdichters 10 und ist durch eine seitliche Öffnung 34, welche sich in Umfangsrichtung des Verdichtergehäuses 18 erstreckt mit dem Innenraum 36 einer als Hohlkörper ausgebildeten Schnecke 38 verbunden. Die Schnecke 38 weist einen sich in Umfangsrichtung des Verdichtergehäuses 18 vergrößernden Durchmesser auf. Der Endbereich im Abschnitt der Schnecke 38 besitzt einen Luftauslass 40, der über entsprechende Verbindungsmittel mit dem Verbrennungsraum eines Motors verbunden werden kann..

30

Wie in Fig. 1 dargestellt, ist im Verdichterraum 32 des Ladeluftverdichters 10 ein Verdichterrad 42 angeordnet, welches über eine Welle 44 von dem Elektromotor 14 des Ladeluftverdichters 10 angetrieben wird. Das Verdichterrad 42 weist eine Unterseite 46 auf, die der Bodenwand 22 des Verdichtergehäuses 18 zugewandt ist. Die Welle 44 ist

durch die Bodenwand 22 des Verdichtergehäuses 18 hindurchgeführt und mit dem Rotor 48 des Elektromotors 14 wirkverbunden.

Die von der Unterseite 46 des Verdichterrades 42 abgewandte Oberseite 50 des Verdichterrades ist in an sich bekannter Weise mit Verdichterstrukturen 52 in Form von dreidimensional strukturierten Verdichterschaufeln 54 versehen, deren zur Deckelwand 24 hin abstehender, äußerster Rand 56 an die Innenkontur der trichterförmigen Deckelwand 24 angepasst ist.

Vom Lufteinlass 28 aus erstreckt sich ein Strömungskanal 58 für die Ladeluft an der Innenseite der Deckelwand 24 entlang bis zur Öffnung 34 von wo aus der Strömungskanal über den Innenraum 36 der Schnecke 38 mit dem Luftauslass 40 verbunden ist. Der an der Innenseite der Deckelwand 24 ausgebildete und sich entlang dieser bis zur Öffnung 34 erstreckende Abschnitt des Strömungskanals 58 bildet einen Verdichterabschnitt.

Wie in der Fig. 1 zu erkennen ist, greifen im Betrieb des Ladeluftverdichters 10 die Verdichterschaufeln 54 des Verdichterrades 42 in den Verdichtungsabschnitt des Strömungskanals ein. Der der Deckelwand zugewandte obere Rand der Verdichterschaufeln 54 ist in diesem Fall nur noch durch einen sehr kleinen Spalt von der Deckelwand 24 beabstandet. Dieser Spalt verhindert, dass ein Anstoßen der Schaufeln 54 an die Deckelwand 24 erfolgt. Die im Betrieb des Verdichters durch den Lufteinlass 28 in den Verdichtungsabschnitt gelangende Ladeluft wird durch die Verdichterschaufeln 54 des rotierenden Verdichterrades 42 beschleunigt und der Totaldruck aufgrund der übertragenen kinetischen Energie bis zur Öffnung 34 hin zunehmend erhöht. Die beschleunigte Ladeluft gelangt durch die Öffnung 34 in den Innenraum 36 der Schnecke 38 und wird von dort zum Luftauslass 40 geleitet.

Der Elektromotor 14 zum Antrieb des Verdichterrades 42 umfasst einen Stator 60 sowie einen Rotor 48, die in einem Motorgehäuse 62 angeordnet sind. Das Motorgehäuse 62 ist auf die Bodenwand 22 des Verdichtergehäuses 18 aufgesetzt und weist eine Öffnung 64 zur Durchführung der Antriebswelle 44 des Verdichterrades 42 auf. Der Rotor 48 des Elektromotors 14 im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist als sogenannter Innenläufer ausgebildet. Es ist aber auch möglich, den Rotor 48 als Glockenläufer auszubilden, wobei in einem solchen Fall der Rotor konzentrisch um den Stator herum angeordnet ist.

Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verdichterrades in perspektivischer Darstellung. Das Verdichterrad gemäß Ausführungsbeispiel der Fig. 2 weist eine zentrale Nabe 70 zur Wirkverbindung des Verdichterrades 42 mit der nicht dargestellten Antriebswelle 44 des erfindungsgemäßen Ladeluftverdichters 10 auf. Am Umfang der Nabe 70 sind mehrere, dreidimensionale gekrümmte Verdichterschaukeln 54 angeordnet, die im Falle des Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 einstückig mit der Nabe ausgeformt sind. Die radiale Formgebung der einzelnen Verdichterschaukeln 54 erzeugt im Betrieb eine gleichförmige Spannungsverteilung in dem Bauteil. Erfindungsgemäß besteht das Verdichterrad aus einem Polymerwerkstoff. Zur Erzielung der erforderlichen Verwindungssteife der Verdichterschaukeln sind diese näherungsweise in Form eines einfachen T-Trägers ausgebildet. Wie beispielsweise der axialen Darstellung des Verdichterrades in der Fig. 3 zu entnehmen ist, besitzen die Verdichterschaukeln eine flächige Komponente 72 die im Wesentlichen in axialer Richtung des Verdichterrades ausgebildet ist (radialer Radtyp). An diese Komponente 72 der Verdichterschaukeln schließt sich in Richtung auf die Ansaugöffnung 76 des Verdichterrades eine zweite Verdichterschaukelkomponente 74 an, die im Wesentlichen radial zur Achse des Verdichterrades verläuft axialer Radtyp. Das Verdichterrad besitzt eine Deckscheibe 78, die mit den äußeren, der Nabe 70 abgewandten Enden der flächigen Komponenten 72 fest verbunden ist. Die Deckscheibe 78 sorgt somit für eine erhöhte Stabilität des erfindungsgemäßen, aus einem Kunststoff gefertigten Verdichterrades. Zudem führt die Deckscheibe 78 nach den in Fig. 2 bis Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispielen zu einem erhöhten Austrittsdruck der verdichteten Ladeluft in den Innenraum 36 der Schnecke 38 des Ladeluftverdichters.

Die Ansaugöffnung 76 des Verdichterrades 42 ist dem Lufteinlass 28 des Ladeluftverdichters, wie er beispielhaft in Fig. 1 dargestellt ist, zugewandt.

Die Deckscheibe 78 des Verdichterrades 42 ist ebenfalls aus einem Polymerwerkstoff hergestellt und kann beispielsweise auch durch Schweißen mit dem Rumpf des Verdichterrades verbaut sein. Diese Maßnahme verbessert die Steifigkeit des Verdichterrades und reduziert die Spaltverluste bei der Kompression der Ladeluft im Verdichtergehäuse des Ladeluftverdichters.

Fig. 5 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen, aus Kunststoff gefertigten Verdichterrades für einen Ladeluftverdichter eines Verbrennungsmotors. Das Verdichterrad ist aus einem Polymer bzw. einem faserverstärktem Polymer, wie beispielsweise Polyphenylensulfid (PPS) oder Polyetheretherketon (PEEK) gefertigt.

5 Andere Kunststoffe können zur Ausformung des erfindungsgemäßen Verdichterrades ebenfalls herangezogen werden. So bieten sich beispielsweise kohlfaserverstärkte PPS (z.B. „Stat-CON 1006“) als mögliche Werkstoffe an. Das Verdichterrad gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 besitzt eine Vielzahl von radial angeordneten, dreidimensional gekrümmten Verdichterschaufeln die sternförmig um einen zentralen Ring 82 angeordnet sind. Der zentrale Ring 82 trägt über entsprechende radiale Streben 84 die Nabe 86 des ausführungsgemäßen Verdichterrades. In der, dem zentralen Ring 82 entgegengesetzten axialen Richtung weist das Verdichterrad gemäß Ausführungsbeispiel der Fig. 5 eine Bodenscheibe 88 auf, die bis auf eine zentrale Öffnung zur Durchführung der Antriebswelle des Elektromotors geschlossen ist. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 sind die Verdichterschaufeln 80 einstückig aus der Bodenscheibe 88 ausgeformt. In anderen Ausführungsbeispielen kann eine entsprechende Bodenplatte auf den Kranz der Verdichterschaufeln aufgebracht werden und mit diesen beispielsweise durch Verkleben, Verschweißen oder anderem dem Fachmann bekannte Verbindungsmethoden, fest verbunden werden. Die Verdichterschaufeln 80 weisen in axialer Richtung ausgehend von der Bodenplatte 88 eine zunehmend sich steigernde Krümmung auf und münden nahezu tangential in einer zur Bodenscheibe 88 parallelen Ebene, die im montierten Zustand des Verdichterrades im Lufteinlass des Ladeluftverdichters zu liegen kommt.

Die spezielle Formgestaltung der gekrümmten Verdichterschaufeln 80 ergibt sich durch eine Optimierungsroutine, welche aerodynamische Eigenschaften, wie beispielsweise ein möglichst hohes Verdichtungsverhältnis in Relation setzt zu mechanischen Eigenschaften, wie beispielsweise der benötigten Stabilität und Steifigkeit des aus Kunststoff gefertigten Verdichterrades. Dabei ermöglicht das Kunststoffmaterial des Verdichterrades die dem Fachmann aus der Kunststofftechnik bekannten Formgebungsverfahren (beispielsweise Guss- oder Spritzgusstechniken) zur Entformbarkeit des Verdichterrades.

Fig. 6 zeigt eine alternative Ausführungsform eines Verdichterrades. Zusätzlich zu der in Fig. 5 gezeigten Bodenscheibe 88 weist das Verdichterrad gemäß der Ausführungsform in Fig. 6 eine Deckscheibe 90 auf, die auf dem der Bodenscheibe 88 abgewandten,

axialen Ende der Verdichterschaukeln aufliegt und mit diesen verbunden ist. Die Deckscheibe 90 besitzt eine zentrale Öffnung 92 zur Ansaugung der zu verdichtenden Luft durch die Verdichterschaukeln. Der zentrale Ring 82, der Rand 94 sowie das der Bodenscheibe abgewandte Ende der Verdichterschaukeln liegen in etwa in einer gemeinsamen Ebene, die parallel zur Bodenscheibe verläuft. Durch die Ausbildung einer ebenfalls aus Kunststoff bestehenden Deckscheibe am Verdichterrad werden die Spaltverluste im Verdichtergehäuse reduziert und die Steifigkeit des Kunststoffverdichterrades zusätzlich verbessert.

Im montierten Zustand des Verdichterrades kommt die Deckscheibe 90 in geringem Abstand zur Deckelwand 24 des Verdichtergehäuses 18, gemäß dem Ausführungsbeispiel eines Ladeluftverdichters nach Fig. 1, zu liegen. Die Bodenscheibe 88 verläuft dabei parallel zur Bodenwand 22 des Verdichtergehäuses. Die durch die zentrale Öffnung 26 des Ladeluftverdichters 10 angesaugte Luft gelangt über die zentrale Öffnung 92 des Verdichterrades in das Innere des Verdichterrades, welches durch die Deckscheibe 90, die Bodenscheibe 88 sowie die Verdichterschaukeln 80 gebildet wird. Durch eine entsprechend hochzahlige Rotation des Verdichterrades, die beispielsweise im Bereich bis zu 80.000 Umdrehung/Min. liegen kann, wird die angesaugte Luft im Verdichterrad beschleunigt und komprimiert. Die dermaßen komprimierte Luft tritt an den radialen Enden 96 der Verdichterschaukeln aus und wird, wie bereits beschrieben, in den Innenraum 36 der Verdichterschnecke 38 geleitet.

Fig. 7 zeigt die Unterseite des Verdichterrades nach dem Ausführungsbeispiel der Fig. 6. Die Bodenscheibe 88 weist auf ihrer den Verdichterschaukeln 80 abgewandten Unterseite 98 rippenförmige Stützelemente 100 auf, die einen im Wesentlichen radialen Verlauf haben. Ausgehend von dem zentralen Nabenelement 86 zur Aufnahme einer Antriebswelle reduziert sich die axiale Höhe der Stützelemente mit ihrer radialen Ausdehnung. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 7 sind die sternförmig angeordneten Stützelemente einstückig mit der Bodenscheibe 88 des Verdichterrades ausgeformt. Die sternförmig angeordneten und zudem mit der Nabe des Verdichterrades verbundenen Stützelemente 100 führen zu einer erhöhten Stabilität des aus einem Kunststoff bestehenden Verdichterrades wobei Spannungsspitzen innerhalb des Materials vermieden werden. Die so verrippte Bodenscheibe 88 weist eine nahezu homogene Spannungsverteilung auf, so dass das erfindungsgemäße Kunststoffverdichterrad auch im

Bereich hoher Drehzahlen in der Größenordnung bis zu 100.000 Umdrehung/Min. sicher genutzt werden kann.

Die Variation in der axialen Höhe der Stützelemente über ihre radiale Ausdehnung erfolgt im dargestellten Ausführungsbeispiel der Fig. 7 in nicht linearer, nahezu parabelartiger Form. Ein anderer, beispielsweise auch linearer Verlauf der Stützelemente auf ihrer der Bodenscheibe abgewandten Seite ist ebenso möglich.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verdichterrades in einer geschnittenen Detailansicht. Die auf der Unterseite 134 der Bodenscheibe 132 aufgebrachten Stützelemente 136 weisen ein im wesentlichen sternförmigen bzw. radialen Verlauf auf. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Fig. 7 besitzen die Stützelemente 136 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 8 ein gekröpftes Ende 130, welches aus der radialen Hauptrichtung der Stützelemente abweicht. Die gekröpften Stützelemente 136 gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 stellen einen optimalen Kompromiss zwischen dem zu reduzierenden Trägheitsmoment des Verdichterrades und der anzustrebenden hohen Festigkeit desselben dar. Durch die fertigungstechnischen Konsequenzen der gekröpften Verrippung können vergleichsweise dünne Rippen genutzt werden, die trotz ihrer reduzierten Masse die notwendige Festigkeit des Verdichterrades ermöglichen.

Im Ausführungsbeispiel der Figur 8 ist die Bodenscheibe 132 im Gegensatz zu dem in Figur 7 dargestellten Ausführungsbeispiel nicht eben, sondern in radialer Richtung gekrümmt. Die auf der Unterseite 134 der Bodenscheibe 132 aufgebrachten Stützelemente 136 weisen in Richtung auf den Scheibenmittelpunkt hin eine zunehmende axiale Ausdehnung auf, die der Krümmung der Bodenscheibe 132 Rechnung trägt. Die Stützelemente münden in einem zentralen Kranz 114, der als Nabe des Verdichterrades fungiert.

Im Ausführungsbeispiel nach der Fig. 8 ist in die Nabe des Verdichterrades ein Nabeneinlege teil aus Metall, insbesondere einem Leichtmetall eingelegt, um eine möglichst effektive Momentenübertragung von der Antriebswelle des Elektromotors des Ladeluftverdichters auf das Verdichterrad zu ermöglichen. Als mögliche Werkstoffe für das Nabeneinlege teil 104 kommen beispielsweise Aluminium-Legierungen in Frage. Das Kunststoffverdichterrad kann teilweise oder insgesamt dem metallischen Nabeneinlege teil 104 umspritzt werden und durch einen axialen Entformungsprozess

ausgebildet werden. In Fig. 8 sind ebenfalls die einstückig mit der Bodenscheibe 132 verbundenen Verdichterschaufeln 106 dargestellt, die auf ihrem der Bodenscheibe 132 entgegengesetzten, axialen Ende Verbindungsstifte 108 zur Befestigung einer in Fig. 8 nicht dargestellten Deckscheibe des Verdichterrades ausweisen.

Das Nabeneinlegeteil 104 erlaubt eine formschlüssige Kraftübertragung auf die Antriebswelle auch unter Vorspannung. Über die gezielte Formgebung des Einlegeteils 104 ist eine homogene Krafteinleitung in das Kunststoffverdichterrad möglich. Dies erlaubt das Übertragen hoher Leistungen in das beispielsweise als Spritzbauteil ausgeformte Verdichterrad.

Fig. 10 zeigt in einer Detailansicht das Nabeneinlegeteil 104. Das Nabeneinlegeteil ist metallisch und weist eine starke Verrundung an seiner äußeren, dem Verdichterrad zugewandten Oberfläche 108 auf. Das Nabeneinlegeteil 104 zeigt in seiner Umfangsrichtung den funktionalen mathematischen Verlauf einer Hypotrochoiden. Diese erfindungsgemäße, äußere Form des Nabeneinlegeteils führt in vorteilhafter Weise zu einer sehr geringen Kerbwirkung in der Wechselwirkung mit dem Kunststoffverdichterrad, gewährleistet aber eine zuverlässige Momentenübertragung der antreibenden Welle auf das Verdichterrad. Zur Aufnahme der antreibenden Welle weist das metallische Nabeneinlegeteil 104 eine zentrale Bohrung 110 auf, in die die antreibende Welle des Elektromotors des Ladeluftverdichters eingepresst wird. Andere Verbindungsmethoden zwischen der Antriebswelle des Elektromotors und dem Nabeneinlegeteil 104 sind selbstverständlich ebenso möglich.

Das Nabeneinlegeteil 104 wird aus einem sogenannten Strangprofil gewonnen und kann beispielsweise durch ein Strangpressverfahren hergestellt werden. Die erfindungsgemäße Formgebung des Einlegeteils erlaubt eine homogene Krafteinleitung in das Spritzbauteil des Verdichterrades und ermöglicht so das Übertragen hoher Leistungen durch den antreibenden Elektromotor auf das Verdichterrad. Zur axialen Fixierung des Spritzbauteils auf dem Nabeneinlegeteils 104 weist dieses an seinem Umfang mehrere Einkerbungen 112 auf, die in axialer Richtung in etwa in der Mitte des Einlegeteils eingebracht sind. Diese mittleren Einstiche in das Strangpressprofil des Nabeneinlegeteils dienen nach der Umspritzung mit Kunststoff der Axialsicherung des Kunststoff-Spritzbauteils auf diesem Nabeneinlegeteil und wirken so beispielsweise einer strömungsmechanisch bedingten Axialzukunft am Spritzbauteil entgegen.

Fig. 9 zeigt in schematischer Weise die relative Anordnung der Verdichterschaufeln in Bezug auf den Verlauf der Stützelemente der Bodenscheibe. In dieser Figur wird in axialer Richtung von den Verdichterschaufeln 120 durch die in dieser Darstellung als transparent anzusehende Bodenscheibe 124 hindurch auf die Stützelemente 126 geblickt. Die Stützelemente 126 verlaufen von der Nabe 128 des Verdichterrads ausgehend, im Wesentlichen radial. Abweichend von dieser radialen Richtung weisen die Stützelemente jeweils ein gekröpftes Ende 130 auf. In radialer Richtung besitzen die Stützelemente 126 sowohl eine abnehmende axiale Höhe als auch eine sich reduzierende Materialstärke.

Die nahezu tangential verlaufenden Verdichterschaufeln 120 beginnen mit ihrem Inneren, der Nabe zugewandten Ende direkt über jeweils einem Stützelement der Bodenscheibe 124. Dabei schneiden sich die Projektionslinien vom Stützelement und Verdichterschaufel unter einem Winkel von nahezu 90°. Die Verdichterschaufeln 126 überstreichen zudem ein weiteres Stützelement der Bodenplatte 124 des Verdichterrades im Bereich ihres gekröpften Endes 130. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 9 überschneidet jeweils eine Verdichterschaufel ein Stützelement der Bodenplatte im Bereich des gekröpften Endes 130 des Stützelementes 126 derart, dass sich ein Winkel von nahezu 90° zwischen den Projektionen der Verdichterschaufel und dem gekröpften Ende des Stützelementes ergeben.

Die erfindungsgemäße Ausformung der Stützelemente sowie die relative Anordnung der Stützelemente zum Verlauf der Verdichterschaufeln hat den Vorteil, dass unerwünschte, mehrachsige Spannungszustände in den Stützelementen bzw. in dem Verdichterrad vermieden werden können. Die Paarung von radial verlaufenden Bodenrippen mit nahezu tangential verlaufenden Verdichterschaufeln führt zu einer doppelten Überschneidung beider Bauteilgruppen. In dieser Ausformung ist die im Betrieb auftretende Materialbelastung bzw. die eintretende Verformung des Kunststofflaufrades gering, so dass auch im Bereich sehr hoher Umdrehungszahlen des erfindungsgemäßen Ladeluftverdichters der Einsatz eines Kunststoffverdichterrades möglich ist. Die Kröpfung der radialen Enden der Stützelemente im Bereich der zweiten „Überschneidung“, mit den Verdichterschaufeln führt zu einer senkrechten Überschneidung der beiden Bauteilgruppen, so dass ebenfalls Spannungsspitzen unter den extremen Betriebsbedingungen des Kunststoffrades vermieden werden können. Eine mehrachsige Spannungsbeaufschlagung der Bodenscheibe wird auf diese Weise weitgehend vermieden und eine daraus resultierende Verformung des Verdichterrades in

tolerierbaren Grenzen gehalten. Die erfindungsgemäße Bodenverrippung mit über dem Laufradradius abnehmender Rippenstärke in axialer sowie dazu senkrechter Richtung in Verbindung mit den gekröpften radialen Außenenden der Stützelemente führt zu einem optimalen Verhältnis zwischen dem Trägheitsmoment des Verdichterrades und der erforderlichen Stabilität desselben.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft ist nicht auf die in den Zeichnungen präsentierten Ausführungsbeispiele beschränkt.

10

Insbesondere ist die Vorrichtung nicht beschränkt auf die Verwendung lediglich eines einzelnen Verdichterrades.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung lässt sich in vorteilhafter Weise dadurch herstellen, dass ein metallisches Nabeneinlege teil mit Kunststoff umspritzt wird und beispielsweise in einem axialen Umformungsprozess herausgebildet wird.

15

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist nicht beschränkt auf ein Kunststoffverdichterrad mit den in der Beschreibung explizit aufgeführten Materialien.

20

Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt die Anwendbarkeit von kostengünstigen Fertigungsverfahren, beispielsweise Guss- bzw. Spritzgusstechnik für das Verdichterrad durch die Sicherstellung der Entformbarkeit.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft, insbesondere für eine kraftfahrzeugtechnische Verbrennungsmaschine, mit einem Gehäuse (12), mit mindestens einem in das Gehäuse (12) hinein führenden Lufteinlass (28) und mit mindestens einem, aus dem Gehäuse (12) heraus führenden Luftauslass (40), sowie mit mindestens einem, in einem Verdichterraum (32) des Gehäuses (12) angeordneten, von einer Welle (44) angetriebenen Verdichterrad (42) mit einer Mehrzahl von über den Umfang des Verdichterrades (42) angeordneten Verdichterschaufeln (54,80,106,120), welches zwischen dem mindestens einen Lufteinlass (28) und dem mindestens einen Luftauslass (40) des Gehäuses (12) derart angeordnet ist, dass durch Drehung des Verdichterrades (42) eine Verdichtung der dem Verbrennungsprozess zuführbaren Luft erreichbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Verdichterrad (42) im Wesentlichen aus Kunststoff besteht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Verdichterrad (42) eine dem Lufteinlass (28) zugewandte Deckscheibe (78,90) aufweist, die mit Verdichterschaufeln (54,80,106,120) des Verdichterrades (42) verbunden ist und eine zentrale Ansaugöffnung (92) besitzt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Verdichterrad (42) eine Bodenscheibe (88,124,132) aufweist, die mit Verdichterschaufeln (54,80,106,120) des Verdichterrades (42) verbunden ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bodenscheibe (88,124,132) des mindestens einen Verdichterrades (42) auf ihrer, den Verdichterschaufeln (54,80,106,120) abgewandten Unterseite (46, 98,134) rippenförmige Stützelemente (84,126,136) aufweist, die im Wesentlichen radial verlaufen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die rippenförmigen Stützelemente (84,126,136) mit der Bodenscheibe (88,124,132) verbunden sind und in ihrer axialen und / oder radialen Richtung eine variierende Materialstärke aufweisen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das innere, dem äusseren Rand des Verdichterrades abgewandte Ende der Verdichterschaukeln (54,80,106,120) in radialer Richtung jeweils über einem Stützelement (84,126,136) der Bodenscheibe (88,124,132) beginnt.

5

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Verdichterschaukel (54,80,106,120) genau ein Stützelement (84,126,136) der Bodenscheibe (88,124,132) zugeordnet ist.

10

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdichterschaukeln (54,80,106,120) des Verdichterrades (44) jeweils zumindest ein Stützelement (84,126,136) der Bodenscheibe (88,124,132) im nahezu rechten Winkel überstreichen.

15

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stützelemente (84, 126,136) der Bodenscheibe (88,124,132) in radialer Richtung einen gekröpften Endbereich (102,130) aufweisen, in dem sie mit ihrem, der Welle (44) abgewandten Ende aus der radialen Vorzugsrichtung abweichen.

20

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdichterschaukeln (54,80,106,120) des Verdichterrades (42) dass die Stützelemente (84,126,136) der Bodenscheibe (88,124,132) jeweils im Bereich ihres gekröpften Endbereichs (102,130) überstreichen.

25

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdichterschaukeln (54) des mindestens einen Verdichterrades (42) näherungsweise T-Träger förmig ausgebildet sind, wobei jeweils ein Schenkel (72) jeder Verdichterschaukel (54) dem Typ radialer Verdichterräder (Schaufeln parallel zur Rotationsachse ausgerichtet) und der andere Schenkel (74) der Verdichterschaukel dem Typ axialer Verdichterräder (Schaufeln im Wesentlichen radial zur Achse ausgerichtet) entspricht.

30

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Verdichterrad (42) der Vorrichtung und der das

Verdichterrad (42) antreibenden Welle (44) ein metallisches Nabeneinlege­teil (104), insbesondere ein Nabeneinlege­teil aus einem Leichtmetall, angeordnet ist, wobei das Nabeneinlege­teil (104) sowohl mit dem Verdichterrad (42), als auch mit der Antriebswelle (44) in Wirkverbindung steht.

5

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Nabeneinlege­teil (104) auf seiner, dem Verdichterrad (42) zugewandten Aussenseite (109) in Umfangsrichtung ein Profil in Form einer Hypotrochoiden aufweist.

10

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Nabeneinlege­teil (104) in axialer Richtung zumindest eine Ausnehmung (112) aufweist.

15

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein elektrischer Antrieb (14), mit zumindest einem Stator (60) und einem Rotor (48) in das Gehäuse (12) der Vorrichtung integriert ist, wobei die Welle (44) des Verdichterrades (42) mit dem Rotor (48) des elektrischen Antriebes (14) wirkverbunden ist.

20

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verdichterrad (28) durch den elektrischen Antrieb (14) auf Umdrehungszahlen bis zu 80000 U/min beschleunigbar ist.

25

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Verdichterrad (42) der Vorrichtung aus Polymeren, insbesondere faserverstärkten Polymeren besteht.

30

18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Verdichterrad (42) einstückig ausgebildet ist.

19. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Verdichtung von Verbrennungsluft, insbesondere für eine kraftfahrzeugtechnische Verbrennungsmaschine, mit einem Gehäuse (12), mit mindestens einem, in einem Verdichterraum (32) des Gehäuses (12) angeordneten, von einer Welle (44) angetriebenen Verdichterrad (42) mit

einer Mehrzahl von über den Umfang des Verdichterrades (42) angeordneten Verdichterschaufeln (54,80,106,120), und einem die Welle (44) antreibenden Elektromotor (14), **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Verdichterrad (42) durch Umspritzen eines metallischen Nabeneinlegeteils (104) mit Kunststoff und anschließender Entformung, insbesondere axialer Entformung ausgebildet wird.

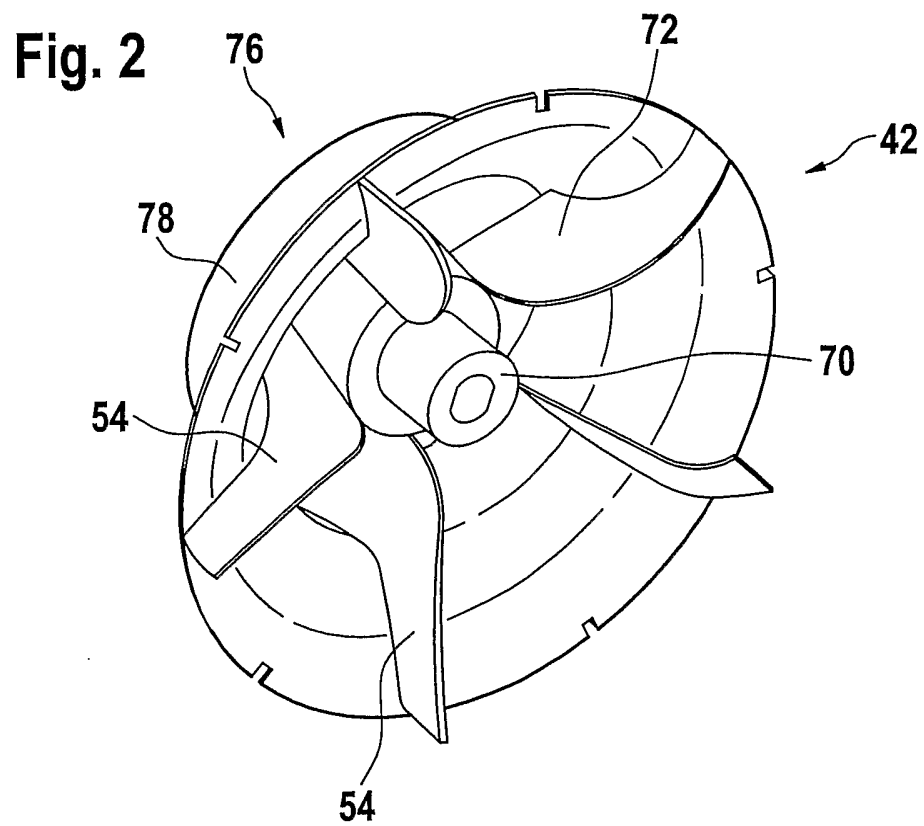


Fig. 3

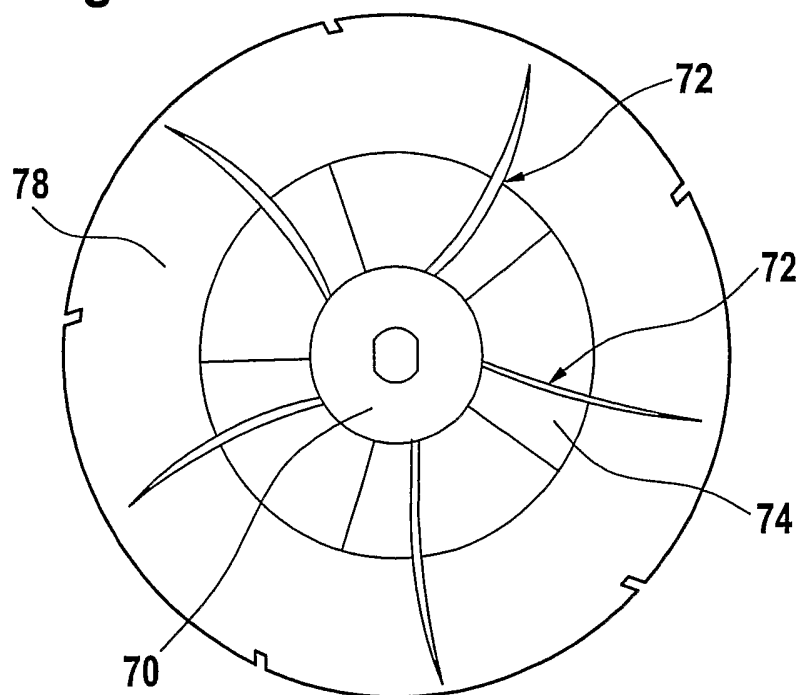
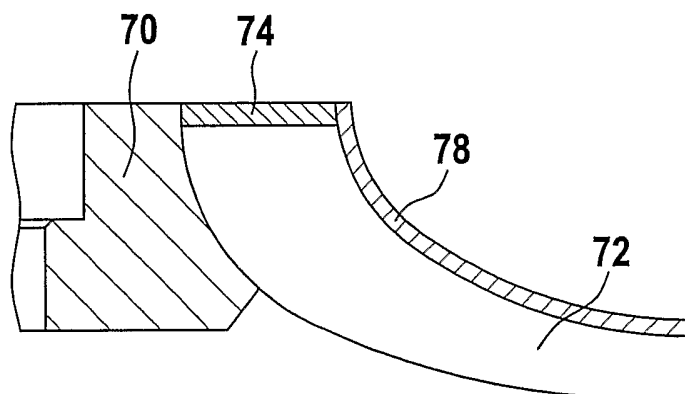
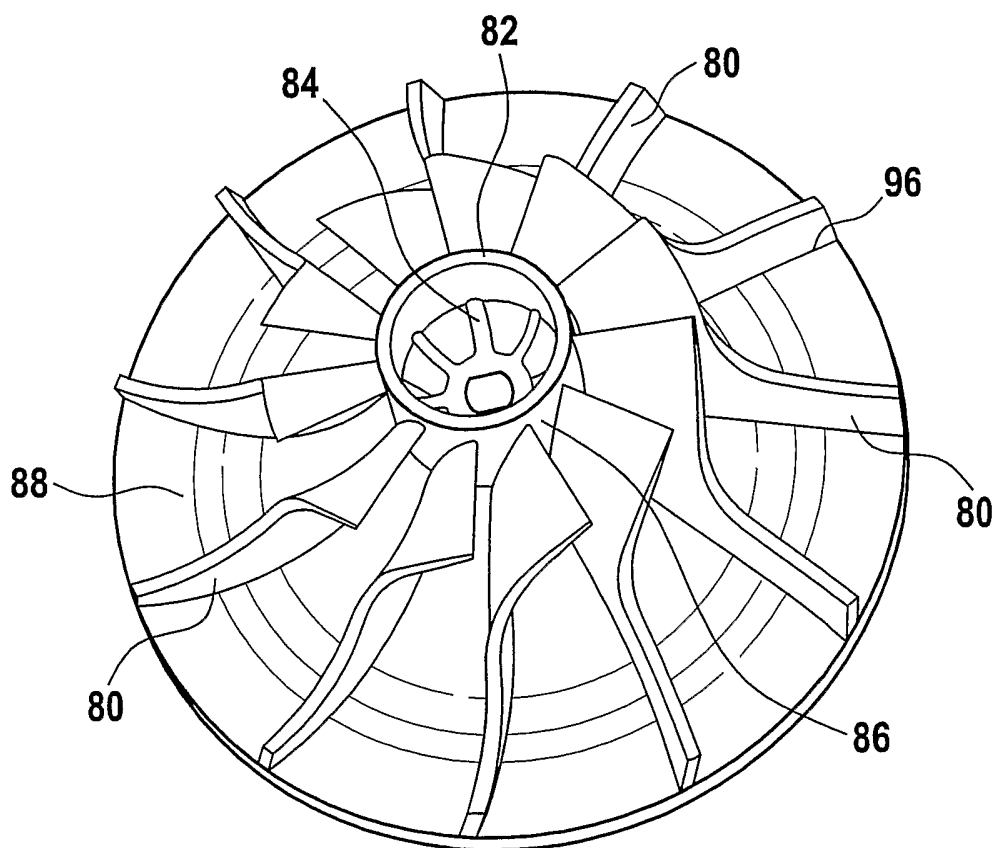


Fig. 4**Fig. 5**

4 / 6

Fig. 6

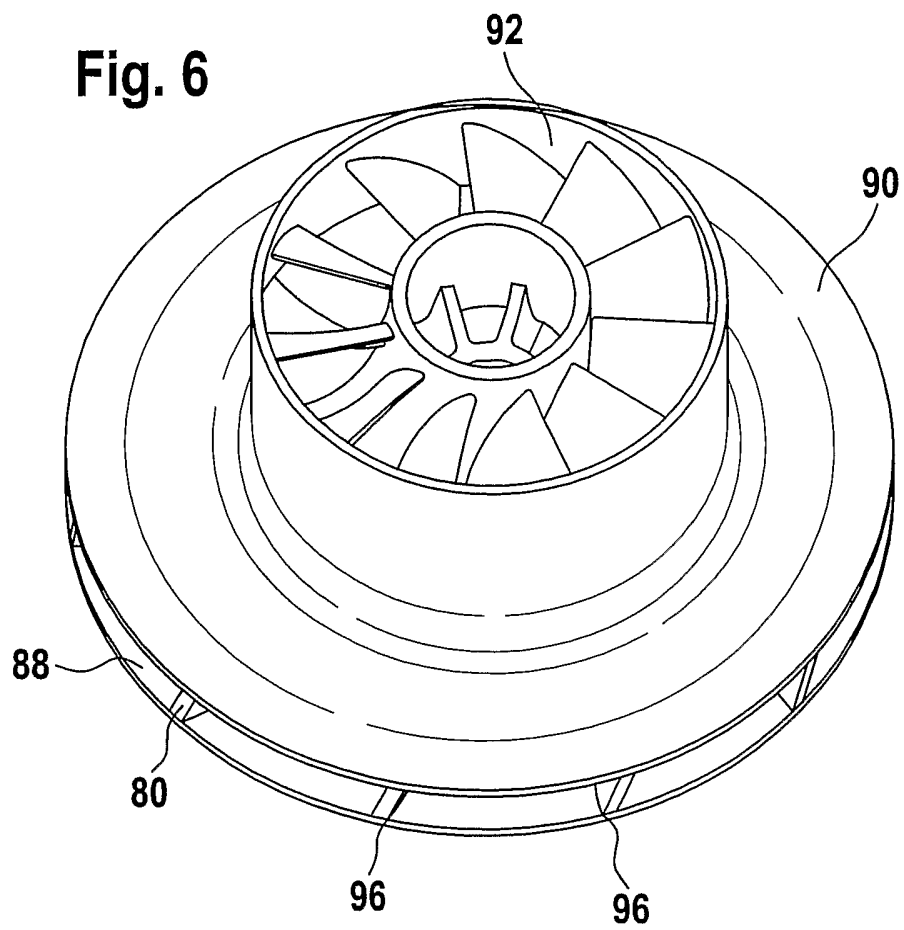


Fig. 7

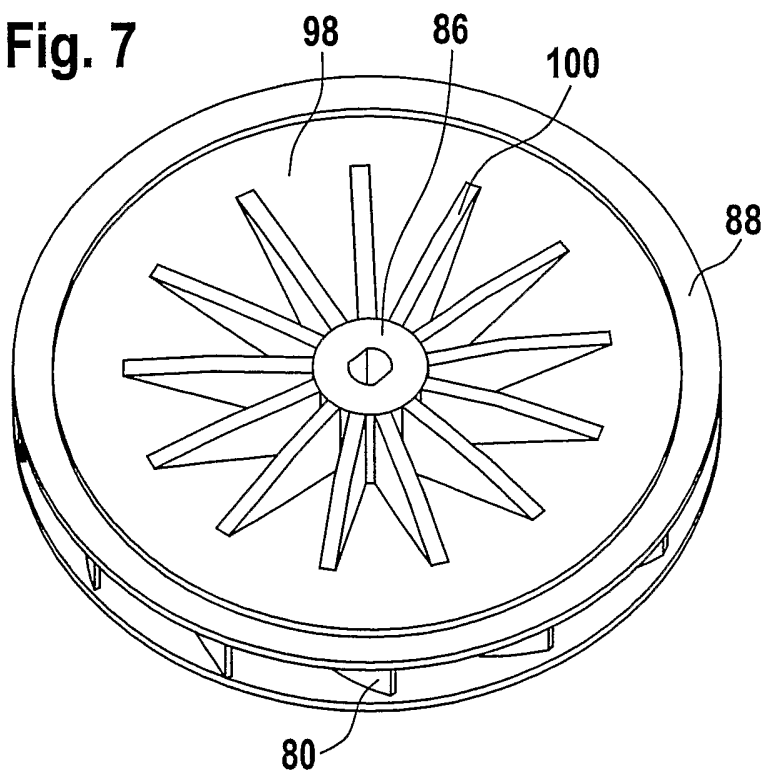


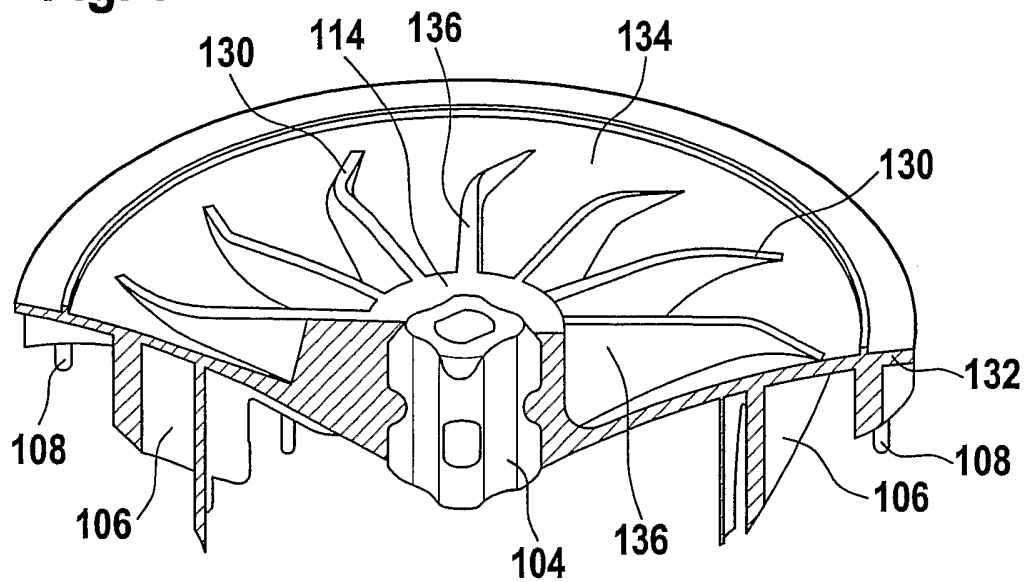
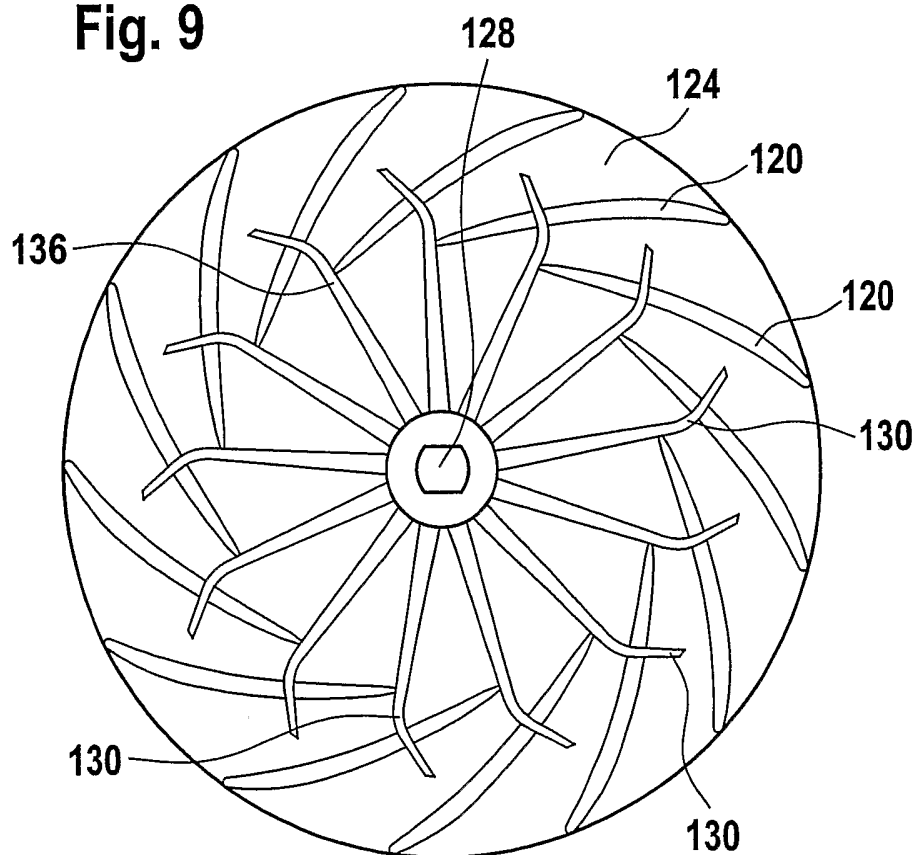
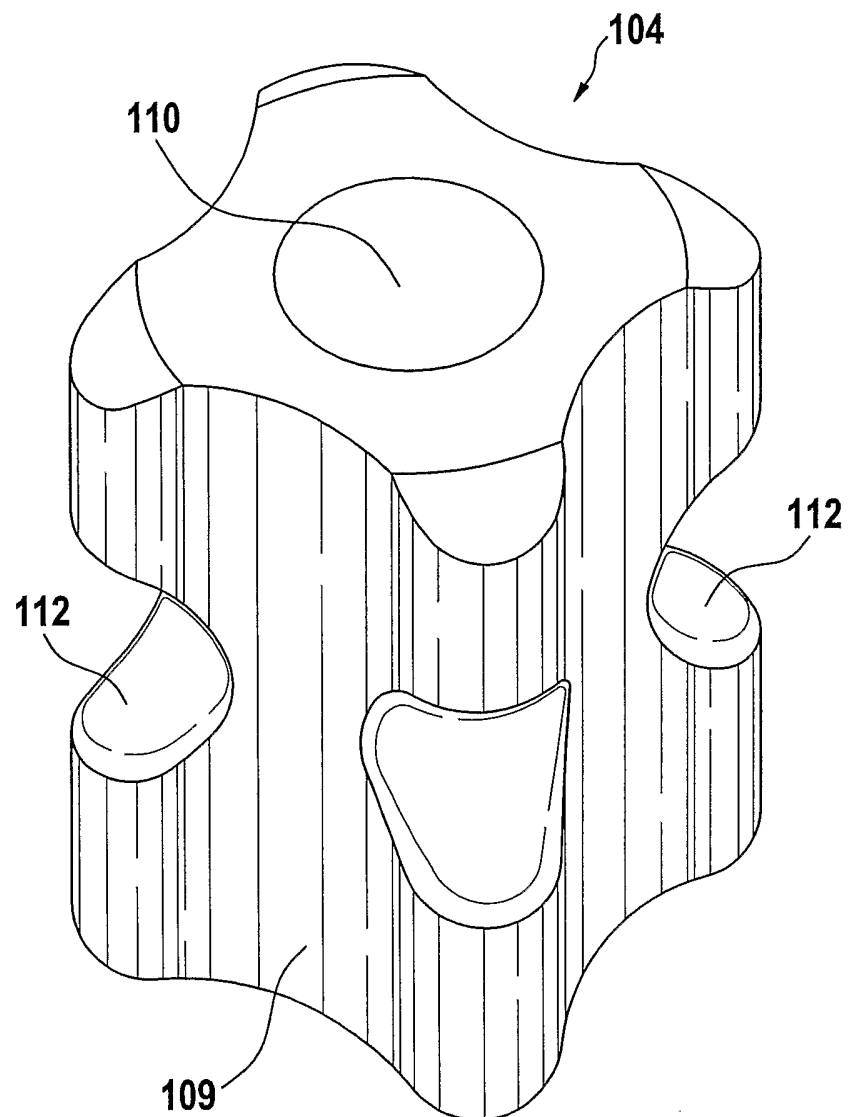
Fig. 8**Fig. 9**

Fig. 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic Application No
PCT/DE 03/02307

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F04D29/28 F04D29/02 F04D25/06

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)

IPC 7 F04D

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 737 814 A (ABB RESEARCH LTD) 16 October 1996 (1996-10-16) column 3, line 3 -column 5, line 19; figures 1-5	1, 3, 17, 18
Y	---	2, 4-7, 11, 12, 14, 15
Y	DE 44 18 051 A (ABB RESEARCH LTD) 7 December 1995 (1995-12-07) claim 1; figure 1	2
Y	GB 2 090 338 A (BIRMID QUALCAST HOME & GARDEN) 7 July 1982 (1982-07-07) the whole document	4-7
	--- -/--	

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

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

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

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 October 2003

Date of mailing of the international search report

24/10/2003

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

Teerling, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No
PCT/DE 03/02307

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 575 763 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29 December 1993 (1993-12-29) figures 1,2	11
A	----	19
Y	DE 33 07 386 A (WILDEN KG) 6 September 1984 (1984-09-06) claim 1; figure 1	12,14
Y	----- US 5 904 471 A (HALIMI EDWARD M ET AL) 18 May 1999 (1999-05-18) cited in the application claim 1; figure 1 -----	15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internat application No

PCT/DE 03/02307

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0737814	A	16-10-1996	DE 19513508 A1	17-10-1996
			CN 1136142 A	20-11-1996
			CZ 9600958 A3	16-10-1996
			DE 59604509 D1	06-04-2000
			EP 0737814 A1	16-10-1996
			JP 8296590 A	12-11-1996
			PL 313679 A1	14-10-1996
			US 5632601 A	27-05-1997
DE 4418051	A	07-12-1995	DE 4418051 A1	07-12-1995
GB 2090338	A	07-07-1982	NONE	
EP 0575763	A	29-12-1993	DE 4220227 A1	23-12-1993
			DE 59307053 D1	11-09-1997
			EP 0575763 A1	29-12-1993
DE 3307386	A	06-09-1984	DE 3307386 A1	06-09-1984
US 5904471	A	18-05-1999	AU 5693898 A	03-08-1998
			EP 0956447 A2	17-11-1999
			TW 381145 B	01-02-2000
			WO 9830790 A2	16-07-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Aktenzeichen

PCT/DE 03/02307

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F04D29/28 F04D29/02 F04D25/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F04D

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)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 737 814 A (ABB RESEARCH LTD) 16. Oktober 1996 (1996-10-16) Spalte 3, Zeile 3 -Spalte 5, Zeile 19; Abbildungen 1-5	1,3,17, 18
Y	---	2,4-7, 11,12, 14,15
Y	DE 44 18 051 A (ABB RESEARCH LTD) 7. Dezember 1995 (1995-12-07) Anspruch 1; Abbildung 1	2
Y	GB 2 090 338 A (BIRMID QUALCAST HOME & GARDEN) 7. Juli 1982 (1982-07-07) das ganze Dokument	4-7

	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Oktober 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/10/2003

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

Teerling, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internati Aktenzeichen

PCT/DE 03/02307

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 575 763 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29. Dezember 1993 (1993-12-29) Abbildungen 1,2	11
A	----	19
Y	DE 33 07 386 A (WILDEN KG) 6. September 1984 (1984-09-06) Anspruch 1; Abbildung 1	12,14
Y	US 5 904 471 A (HALIMI EDWARD M ET AL) 18. Mai 1999 (1999-05-18) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1; Abbildung 1 -----	15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE 03/02307

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0737814	A	16-10-1996	DE	19513508 A1	17-10-1996
			CN	1136142 A	20-11-1996
			CZ	9600958 A3	16-10-1996
			DE	59604509 D1	06-04-2000
			EP	0737814 A1	16-10-1996
			JP	8296590 A	12-11-1996
			PL	313679 A1	14-10-1996
			US	5632601 A	27-05-1997
DE 4418051	A	07-12-1995	DE	4418051 A1	07-12-1995
GB 2090338	A	07-07-1982	KEINE		
EP 0575763	A	29-12-1993	DE	4220227 A1	23-12-1993
			DE	59307053 D1	11-09-1997
			EP	0575763 A1	29-12-1993
DE 3307386	A	06-09-1984	DE	3307386 A1	06-09-1984
US 5904471	A	18-05-1999	AU	5693898 A	03-08-1998
			EP	0956447 A2	17-11-1999
			TW	381145 B	01-02-2000
			WO	9830790 A2	16-07-1998