

(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  
10. Dezember 2015 (10.12.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/185407 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

*F02B 37/10* (2006.01)    *H02K 5/128* (2006.01)  
*F02B 39/10* (2006.01)    *H02K 1/14* (2006.01)  
*F02C 6/12* (2006.01)    *H02K 7/14* (2006.01)  
*F02C 7/143* (2006.01)    *H02K 9/06* (2006.01)  
*H02K 1/20* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/061680

(22) Internationales Anmeldedatum:  
27. Mai 2015 (27.05.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2014 210 451.3 3. Juni 2014 (03.06.2014) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **BAEUERLE, Michael**; Rohrheimer Weg 5,  
71735 Eberdingen (DE). **NAU, Michael**; Baumgartenweg  
6, 72175 Dornhan/Aischfeld (DE). **IMMENDOERFER,  
Ingo**; Eckenerstr. 13, 71732 Tamm (DE).

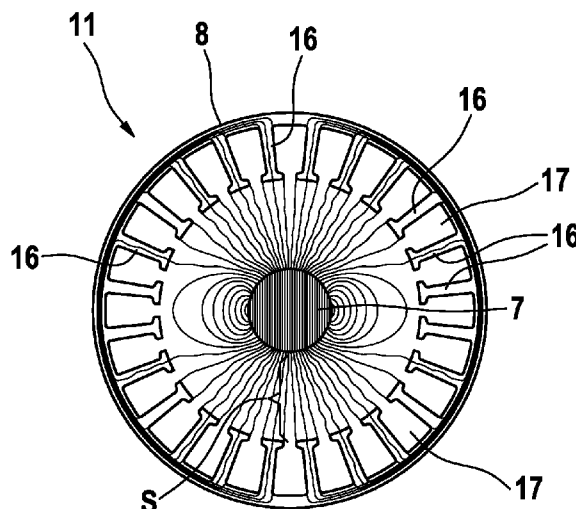
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TURBOCHARGER HAVING AN ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung : TURBOLADER MIT ELEKTRISCHER MASCHINE



**FIG. 2**

(57) Abstract: The invention relates to a turbocharger (1), in particular for a motor vehicle, having a compressor (2) which has a compressor wheel (4) arranged on a rotatably mounted shaft (5), wherein in a pipe section (9) of an axial compressor inlet (10) there is arranged an electric machine (11) which has a rotor (7) arranged on the shaft (5) and a stator (8) arranged on the pipe section (9). Provision is made for the stator (8) to have a plurality of webs (16) which project inwards, extend at least substantially axially, and are arranged so as to be distributed over the circumference, and which are arranged at a distance from one another in order to form flow channels (17) that extend at least substantially axially.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Turbolader (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Verdichter (2), der ein auf einer drehbar gelagerten Welle (5) angeordnetes Verdichterrad (4) aufweist, wobei in einem Rohrabschnitt (9) eines axialen Verdichtereinlass (10) eine elektrische Maschine (11) angeordnet ist, die einen auf der Welle (5) angeordneten Rotor (7) und einen an dem Rohrabschnitt (9) angeordneten Stator (8) aufweist. Es ist vorgesehen, dass der Stator (8) mehrere über den Umfang verteilt angeordnete und sich zumindest im Wesentlichen axial erstreckende, nach innen vorstehende Stege (16) aufweist, die zur Bildung von sich zumindest im Wesentlichen axial erstreckenden Strömungskanälen (17)

beabstandet zueinander angeordnet sind.

WO 2015/185407 A1

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

## 5 Beschreibung

Titel

Turbolader mit elektrischer Maschine

10 Die Maschine betrifft einen Turbolader, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit  
einem Verdichter, der ein auf einer drehbar gelagerten Welle angeordnetes  
Verdichterrad aufweist, wobei in einem Rohrabschnitt eines axialen  
Verdichtereinlass eine elektrische Maschine angeordnet ist, die einen auf der  
15 Welle angeordneten Rotor und einen an dem Rohrabschnitt angeordneten Stator  
aufweist.

Stand der Technik

Turbolader der Eingangs genannten Art sind aus dem Stand der Technik  
20 bekannt. So offenbart beispielsweise die Offenlegungsschrift EP 1 995 426 A1  
einen Elektromotor, der in einen Turbolader integriert ist, wobei der Elektromotor  
einen sogenannten Medienspaltmotor bildet, der zwischen Rotor und Stator eine  
Medien-Durchlassöffnung bildet und in dem Verdichtereinlass derart angeordnet  
ist, dass das zu verdichtende Medium durch den Medienspalt zwischen Rotor  
25 und Stator geführt wird. Dadurch ist eine besonders kompakte Bauform des  
Turboladers möglich. Insbesondere wird dadurch erreicht, dass bei  
Abgasturboladern das Gesamtkonzept des Abgasturboladers zur Integration des  
Elektromotors im Vergleich zu Lösungen, bei welchen der Elektromotor zwischen  
Verdichter und Turbine angeordnet ist, nur unwesentlich verändert werden muss.

30 Ein Nachteil bei der genannten Lösung liegt darin, dass aufgrund des großen  
Luftspalts zwischen Rotor und Stator sehr starke Permanentmagnete an dem  
Rotor vorgesehen werden müssen, um die erforderliche  
Drehmomentcharakteristik der elektrischen Maschine liefern zu können. Dies  
35 führt bei der bekannten Lösung zu hohen erforderlichen Strömen und damit zu  
einem geringen Wirkungsgrad der elektrischen Maschine.

## Offenbarung der Erfindung

5 Der erfindungsgemäße Turbolader mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass der wirksame Luftspalt zwischen Rotor und Stator reduziert wird, wobei auch die erforderliche Statordurchflutung verkleinert beziehungsweise schwächer ausgeführt werden kann und der Wirkungsgrad der elektrischen Maschine deutlich erhöht wird. Durch die nach innen weisenden beziehungsweise vorstehenden Stege wird der Magnetfluss optimiert, wobei 10 zwischen den Stegen das zu verdichtende Medium weiterhin mit nur geringen Strömungsverlusten geführt wird. Gleichzeitig wird der Stator durch die von dem Medium umströmten Stege im Betrieb auch sehr gut gekühlt. Erfindungsgemäß ist hierzu vorgesehen, dass der Stator mehrere über den Umfang verteilt angeordnete und sich zumindest im Wesentlichen axial erstreckende, nach innen 15 vorstehende Stege aufweist, die zur Bildung von sich zumindest im Wesentlichen axial erstreckenden Strömungskanälen beabstandet zueinander angeordnet sind. Zwischen den Stegen entstehen somit die Strömungskanäle, die zum Führen und Leiten des zu verdichtenden Mediums dienen. Die Strömungskanäle sind dabei insbesondere randoffen in Richtung des Rotors ausgebildet. Die Anzahl 20 und Ausbildung der Stege ergibt sich aus einer strömungsoptimierten Auslegung und einer magnetflussoptimierten Auslegung. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass eine Vielzahl von Stegen vorgesehen sind, die radial einen verhältnismäßig großen Abstand, der zumindest der Radialerstreckung der Stege entspricht, zu dem Rotor aufweisen, oder dass wenige Stege vorgesehen sind, 25 die jedoch bis nah an den Rotor herangeführt sind.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Stege gleichmäßig über den Umfang des Rohrabschnitts verteilt angeordnet sind. Dadurch wird der Magnetfluss im Betrieb weiter optimiert.

30

Ferner ist bevorzugt vorgesehen, dass die Stege aus einem ferromagnetischen Material gefertigt sind. Beispielsweise können die Stege aus Dynamoblech gefertigt sein. Das Statormagnetfeld leitet dadurch etwa 3000 mal besser als Luft. Dadurch können dem Rotor zugeordnete Permanentmagnete im Vergleich 35 zu bekannten Lösungen kleiner oder weniger stark ausgeführt sein, bei

gleichbleibender Leistung des Elektromotors beziehungsweise der elektrischen Maschine.

5 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Stator im Bereich der Stege wicklungsfrei ausgebildet ist. Damit steht der zwischen den Stegen geformte Raum vollständig für das Medium zum Durchströmen zur Verfügung. Der Stator wird dadurch optimal gekühlt und der Medienstrom nur geringfügig beeinflusst.

10 Weiter ist bevorzugt vorgesehen, dass der Stator in dem Bereich der Stege mit wenigstens einer Wicklung versehen ist, die den jeweiligen Strömungskanal nur teilweise ausfüllt. Ist dem Stator also auch im Bereich der Stege eine Wicklung zugeordnet, so füllt diese den jeweiligen Strömungskanal zwischen benachbarten Stegen nur teilweise aus, so dass stets ein ausreichender  
15 Durchströmungsquerschnitt für das zu verdichtende Medium freigehalten beziehungsweise zur Verfügung gestellt wird. Die zwischen den Stegen befindliche Wicklung wird dabei dann auch von dem Medienstrom gekühlt, wodurch der Wirkungsgrad der elektrischen Maschine beziehungsweise des Turboladers weiter verbessert wird.

20 Vorzugsweise weisen die Stege ein strömungsoptimiertes, insbesondere ein tropfenförmiges Profil auf. Insbesondere ist das Tropfenprofil in Axialerstreckung ausgebildet, so dass die Stege den Medienstrom möglichst geringfügig beeinträchtigen.

25 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Turbolader als Abgasturbolader ausgebildet ist und dazu eine Turbine mit einem drehbar gelagerten Turbinenrad aufweist, das mit dem Verdichterrad durch die Welle wirkverbunden ist. Abgasturbolader sind grundsätzlich bekannt. Durch die  
30 vorteilhafte Ausbildung des hier beschriebenen Turboladers erfolgt die Integration des Elektromotors ohne dass große Änderungen an dem Abgasturbolader durchgeführt werden müssten, wobei ein hoher Wirkungsgrad des Abgasturboladers, insbesondere der elektrischen Maschine, durch die erfindungsgemäße Ausbildung gewährleistet ist. Die Turbine und das  
35 Verdichterrad sind dabei gemäß einer ersten Ausführungsform drehfest miteinander verbunden, so dass durch Betreiben der elektrischen Maschine auch

die Turbine angetrieben wird. Entsprechend kann die Turbine auch die elektrische Maschine beispielsweise generatorisch antreiben, um elektrische Energie zu erzeugen.

5 Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Verdichterrad und das Turbinenrad durch eine Freilaufkupplung miteinander verbunden sind, die es erlaubt, dass das Verdichterrad das Turbinenrad überholt. Es ist hierbei also vorgesehen, dass Turbinenrad und Verdichterrad in eine Drehrichtung nicht drehfest miteinander  
10 verbunden sind. Insbesondere ist es durch die Freilaufkupplung möglich, dass das Verdichterrad unabhängig von dem Turbinenrad durch die elektrische Maschine antreibbar ist. Dadurch ist die auf die elektrische Maschine wirkende Last beim elektrischen Antrieb verringert. Insbesondere die Trägheitslast wird durch die Freilaufkupplung um etwa zwei Drittel verringert, da nur noch das in der  
15 Regel wesentlich leichtere Verdichterrad, nicht aber das schwere beziehungsweise träge Turbinenrad, beschleunigt werden muss. Dadurch wird auch ein verbessertes dynamisches Ansprechverhalten des Abgasturboladers im Vergleich zu bekannten Lösungen erzielt.

20 Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Dazu zeigen:

Figur 1 eine Längsschnittdarstellung eines Abgasturboladers,

25 Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel des Abgasturboladers in einer Querschnittdarstellung und

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel des Abgasturboladers in einer Querschnittdarstellung.

30

Figur 1 zeigt in einer vereinfachten Längsschnittdarstellung einen Abgasturbolader 1, der einen Verdichter 2 und eine Turbine 3 aufweist, die miteinander wirkverbunden sind. Der Verdichter 2 weist ein Verdichterrad 4 auf, das drehfest auf einer Welle 5 angeordnet ist. Die Welle 5 ist drehbar in einem mehrteiligen Gehäuse 6 des Abgasturboladers 1 gelagert. Auf dem dem  
35 Verdichterrad 4 zugeordneten freien Wellenende der Welle 5 ist ein Rotor 7

angeordnet, der einen oder mehrere Permanentmagnete (hier nicht einzeln dargestellt) trägt. Dem Rotor ist ein Stator 8 zugeordnet, der an einem Rohrabschnitt 9, der einen Verdichtereinlass 10 bildet, angeordnet. Der Rotor 7 und der Stator 8 bilden zusammen eine elektrische Maschine 11, die in dem Rohrabschnitt 9 beziehungsweise in dem Ventileinlass 10 angeordnet ist, und insbesondere zum Antreiben der Welle 5 und damit zum Antreiben des Verdichterrads 4 dient. Die elektrische Maschine 11 ist dabei als Medienspaltmaschine ausgebildet, die sich dadurch auszeichnet, dass zwischen dem Rotor 9 und dem Stator 8 ein ringförmiger Durchströmungsspalt für das zu verdichtende Medium besteht. Der Innendurchmesser des Stators 8 ist somit größer als der Außendurchmesser des Rotors 7. Das zu verdichtende Medium, das durch den Verdichtereinlass 10 gemäß Pfeil 12 einströmt, strömt somit durch die elektrische Maschine 11 zu dem Verdichterrad 4.

Die Welle 5 ist auf der dem Rotor 7 gegenüberliegenden Seite des Verdichterrads 4 durch eine Freilaufkupplung 13, die hier nur vereinfacht dargestellt ist, mit einer Turbinenwelle 14 gekoppelt, welche ein Turbinenrad 15 der Turbine 3 trägt. Die Freilaufkupplung 13 ist derart ausgebildet, dass sie ein Antreiben des Verdichterrads 4 durch die elektrische Maschine 11 unabhängig von dem Turbinenrad 15 erlaubt. Durch die Freilaufkupplung 13 ist es somit möglich, dass das Verdichterrad 4 das Turbinenrad 15 überholt beziehungsweise mit einer höheren Drehzahl betrieben wird als das Turbinenrad 15. Sofern das Verdichterrad 4 ausläuft oder von der elektrischen Maschine angetrieben wird, ist seine Bewegung von der des Turbinenrads 15 entkoppelt, wodurch das Trägheitsmoment des Turbinenrads 15 ebenfalls abgekoppelt ist und dadurch eine deutlich erhöhte Winkelbeschleunigung der elektrischen Maschine 11 erzielbar ist.

Die elektrische Maschine 11 weist an dem Stator 8 mehrere über den Umfang des Stators 8 gleichmäßig verteilt angeordnete Stege 16 auf, die sich axial – bezogen auf die Axialerstreckung der Welle 5 – an der Statorinnenseite beziehungsweise radial nach innen ragend erstrecken. Zwischen den benachbarten Stegen 16 werden somit Freiräume gebildet, die Strömungskanäle 17 darstellen, die entsprechen der Axialerstreckung der Stege sich auch axial erstrecken.

Figur 2 zeigt hierzu ein erstes Ausführungsbeispiel der elektrischen Maschine 11 des Abgasturboladers 1 in einer Querschnittsdarstellung durch den Rotor 7 und den Stator 8, mit eingezeichneten Magnetfeldkennlinien. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist eine Vielzahl von Stegen 16 vorgesehen, von denen aus  
5 Übersichtlichkeitsgründen vorliegend nur einige mit Bezugszeichen versehen sind. Zwischen jeweils zwei benachbarten Stegen 16 ist jeweils einer der bereits genannten Strömungskanäle 17 ausgebildet. Die Stege 16 enden radial beabstandet zu dem Rotor 7, wodurch sich ein Spalt S zwischen Rotor 7 und Stator 8 ergibt, der zusätzlich zu den zu dem Rotor 7 hin randoffenen  
10 Strömungskanälen 17 von dem zu verdichtenden Medium durchströmbar ist.

Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der elektrischen Maschine 11, ebenfalls in einer Querschnittsdarstellung, das sich von dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass die Anzahl der Stege 16 sehr  
15 viel geringer gewählt ist, wobei die verbleibenden Stege 16 dafür einen sehr viel kleineren geringeren radialen Abstand beziehungsweise Spalt zu dem Rotor 7 aufweisen. Die Stege 16 ragen somit radial weiter nach innen in Richtung des Rotors 7 in den Rohrabschnitt 9 hinein. Die beiden Ausführungsbeispiele haben gemeinsam, dass der freie Durchströmungsquerschnitt für das zu verdichtende  
20 Medium, insbesondere Frischluft, gleich ist.

Der hier vorgestellte Abgasturbolader 1 hat den Vorteil, dass ein geringerer Stromverbrauch zum Betreiben der elektrischen Maschine 11 bei  
gleichbleibender Leistung im Vergleich zu bekannten Lösungen notwendig ist.  
25 Durch die Integration der Stege 16 oder auch Statorzähne, insbesondere aus ferromagnetischem Material, wie beispielsweise Dynamoblech, wird das Statormagnetfeld sehr viel besser geleitet als bisher. Zwischen den Stegen 16 strömt die Ansaugluft des Verdichters 2, gegebenenfalls mit Abgasanteilen aufgrund einer Abgasrückführung, wodurch der Stator 8 außerdem sehr gut  
30 gekühlt wird. Zur Reduzierung der Strömungsverluste und gegebenenfalls der Verbesserung des Verdichterpumpenverhaltens werden die Stege vorzugsweise aerodynamisch profiliert und insbesondere mit einer Tropfenform versehen. Vorzugsweise werden die Stege 16 auch bezüglich ihres Eisenquerschnitts optimiert (Verhältnis Eisenquerschnitt zu Luftquerschnitt). Durch die Stege 16  
35 wird der wirksame Luftspalt zwischen Rotor 7 und Stator 8 reduziert, wodurch der oder die Permanentmagnete am Rotor 7 und die erforderliche Statordurchflutung

verkleinert beziehungsweise reduziert werden, womit der Wirkungsgrad der elektrischen Maschine 11 gesteigert wird. Die Freilaufkupplung 13 entlastet die elektrische Maschine 11, da diese nur noch das im Vergleich leichtere Verdichterrad 4 antreiben muss, nicht aber das schwere und damit trägere Turbinenrad 15. Dadurch wird mit der insbesondere begrenzten elektrischen Bordnetzenergie eines Kraftfahrzeugs, das mit dem entsprechenden Abgasturbolader versehen ist, ein erheblich verbessertes dynamisches Ansprechverhalten des elektrisch betreibbaren Abgasturboladers 1 erzielt.

10 Mit einer im Vergleich zu bekannten Lösungen identischen Magnetausstattung/- Leistung nimmt der magnetische Fluss durch die vorgeschlagene Lösung im Luftspalt um etwa 30 % bis etwa 300 % geometrieabhängig zu. Bei leistungsgleicher elektrischer Maschine 11 wird dann um denselben Faktor weniger magnetische Durchflutung benötigt, d.h. die erforderliche Windungszahl, Motorlänge und/oder Stromstärke nehmen entsprechend der 15 elektromagnetischen Auslegung ab. Damit werden auch Wirkungsgrad und Maschinenausnutzung (Leistung zu Motorvolumen) gesteigert.

Die Form der Stege 16, insbesondere im Querschnitt gesehen, kann heute mit geschichteten Elektroblechen dreidimensional ausgeführt werden, insbesondere um aerodynamisch optimiert zu sein beziehungsweise nur geringe Strömungsverluste in der zu verdichtenden Luft zu bewirken. Durch die aerodynamisch geformten Stege 16 wird die sogenannte pneumatische Pumpgrenze des Verdichters 2 hin zu kleineren Luftströmungen bei größeren Drücken verschoben, wodurch der Verdichter 2 leistungsfähiger wird und auch höhere Arbeitspunkte ohne raumaufwändige Geometrieänderungen ermöglicht. Das zu verdichtende Medium beziehungsweise die Luft strömt durch den Spalt der elektrischen Maschine 11 und kühlt dabei sowohl Rotor als auch Stator. Die radial nach innen ragenden beziehungsweise vorstehenden Stege 16 25 beziehungsweise Statorzähne wirken zudem als Kühlkörper für den Stator 8, so dass eine Verlustwärme des Stators 8 noch besser an die zu verdichtende Luft abgeführt werden kann.

Weiterhin ist es auch denkbar, eine Statorwicklung im Bereich der Stege 16 35 vorzusehen, die die Durchströmungskanäle 17 jedoch nur teilweise ausfüllt, so dass auch weiterhin ein Durchströmen der elektrischen Maschine 11 mit einem

möglichst großen Durchströmungsquerschnitt gewährleistet ist. Durch das Vorsehen einer oder mehrerer Wicklungen im Bereich der Stege 16 werden auch diese gekühlt und das Verhalten der elektrischen Maschine 11 weiter optimiert. Weiterhin wird die magnetische Streuung reduziert, da elektrische und permanent erregte Durchflutungen räumlich dichter beieinander liegen, und dabei ein geringerer Anteil der Durchflutungen nicht mit Rotor 7 und Stator 8 verkoppelt sind.

Insgesamt ist der Abgasturbolader 1 damit vergleichbar mit einem Abgasturbolader, der einen zusätzlichen elektrisch antreibbaren Zusatzverdichter aufweist. Durch die beschriebene Ausbildung wird eine vergleichbare Dynamik der Verdichterstufe erreicht, wobei durch die Integration der elektrischen Maschine 11 in den Verdichter 2 vorhandene Bauteile des Abgasturboladers 1 mitbenutzt werden können, insbesondere in Bezug auf Lagerung, Gehäuse, Verschlauchung und Kühlung. Eine für die elektrische Maschine 11 notwendige Elektronik lässt sich flexibel beziehungsweise auf einfache Art und Weise an dem Gehäuse 6 des Abgasturboladers 1 anbringen, insbesondere anflanschen, oder in der Nähe dazu anordnen, um keine zu große Einzelkomponente zu erzeugen.

Der Abgasturbolader 1 eignet sich insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, das eine Brennkraftmaschine als Antriebseinrichtung aufweist.

## 5 Ansprüche

1. Turbolader (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Verdichter (2), der ein auf einer drehbar gelagerten Welle (5) angeordnetes Verdichterrad (4) aufweist, wobei in einem Rohrabschnitt (9) eines axialen Verdichtereinlass (10) eine elektrische Maschine (11) angeordnet ist, die einen auf der Welle (5) angeordneten Rotor (7) und einen an dem Rohrabschnitt (9) angeordneten Stator (8) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator (8) mehrere über den Umfang verteilt angeordnete und sich zumindest im Wesentlichen axial erstreckende, nach innen vorstehende Stege (16) aufweist, die zur Bildung von sich zumindest im Wesentlichen axial erstreckenden Strömungskanälen (17) beabstandet zueinander angeordnet sind.
2. Turbolader nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stege (16) gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet sind.
3. Turbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die Stege (16) des Stators (8) aus einem ferromagnetischen Material gefertigt sind.
4. Turbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator (8) im Bereich der Stege (16) wicklungsfrei ausgebildet ist.
5. Turbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator (8) im Bereich der Stege (16) mit zumindest einer Wicklung versehen ist, die den jeweiligen Strömungskanal (17) nur teilweise ausfüllt.
6. Turbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stege (16) ein strömungsoptimiertes, insbesondere tropfenförmiges Profil aufweisen.

7. Turbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Turbolader (1) als Abgasturbolader ausgebildet ist und eine Turbine (3) mit einem drehbar gelagerten Turbinenrad (15) aufweist, das mit dem Verdichterrad (4) durch die Welle (5) wirkverbunden ist.

5

8. Turbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verdichterrad (4) und das Turbinenrad (15) durch eine Freilaufkupplung (13) miteinander wirkverbunden sind, die es erlaubt, dass das Verdichterrad (4) das Turbinenrad (5) überholt.

10

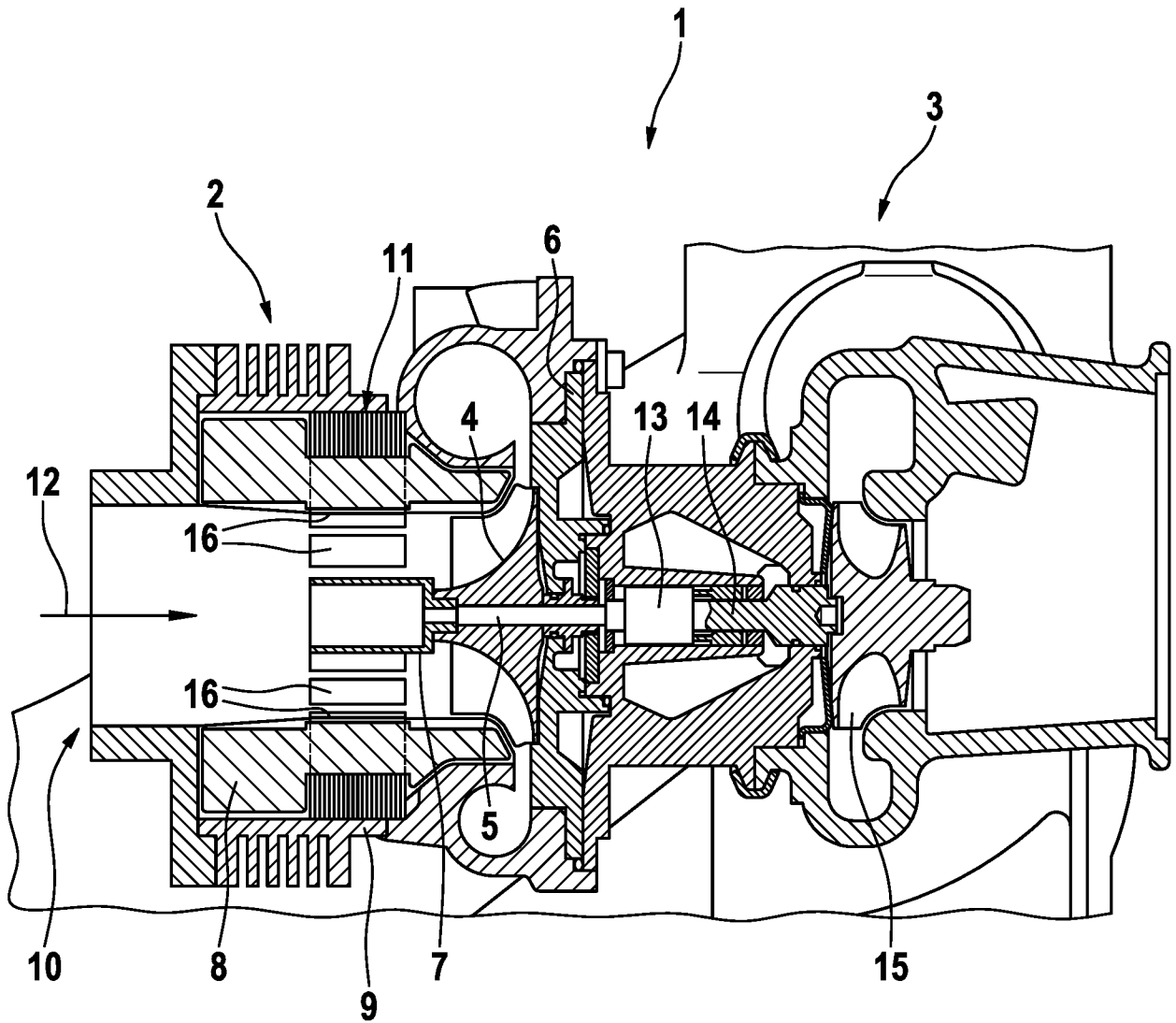


FIG. 1

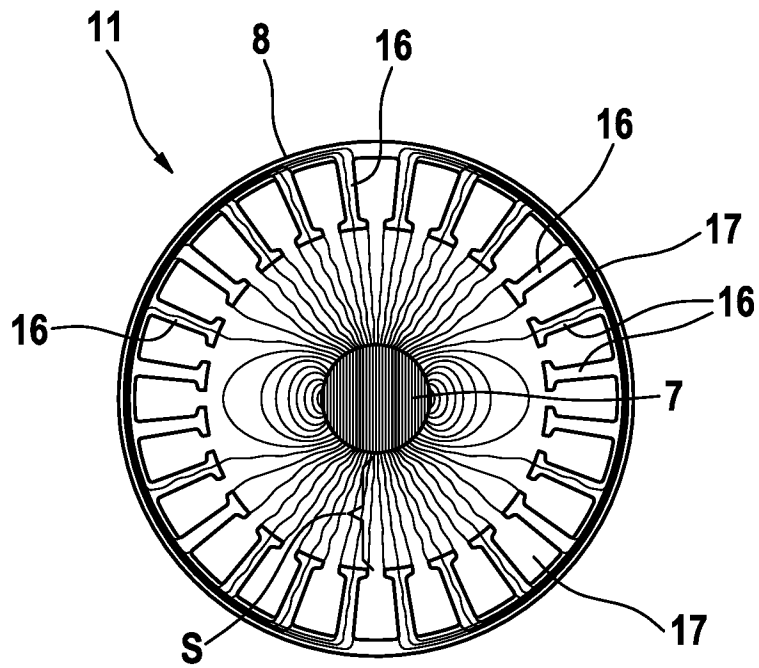


FIG. 2

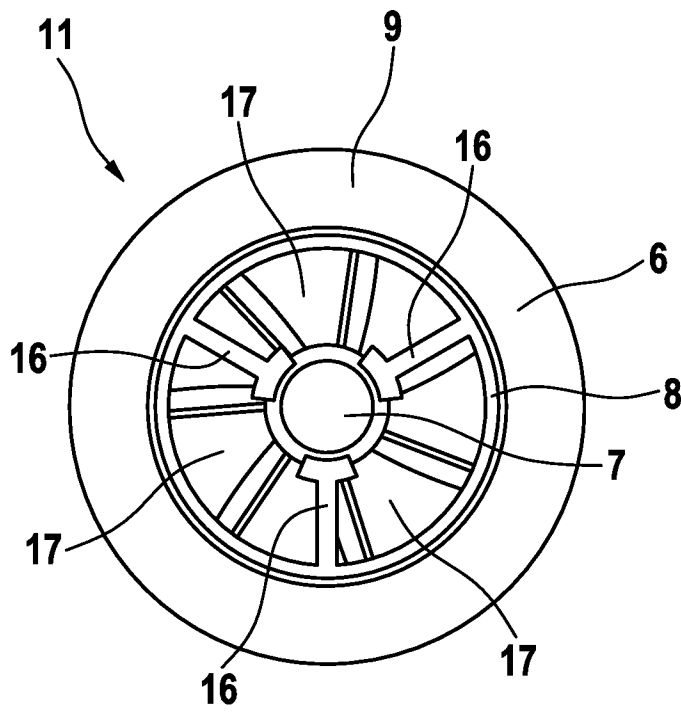


FIG. 3

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2015/061680

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER					
INV.	F02B37/10	F02B39/10	F02C6/12	F02C7/143	H02K1/20
	H02K5/128	H02K1/14			
ADD.	H02K7/14	H02K9/06			
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) F02B F02C H02K

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 practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 072 824 A2 (SYCOTEC GMBH & CO KG [DE]) 24 June 2009 (2009-06-24) abstract; figures 1-8 paragraphs [0003], [0004], [0013] - [0016], [0021] - [0025], [0043] - [0073] -----	1-8
X	KR 2006 0010221 A (SAMSUNG TECHWIN CO LTD [KR]) 2 February 2006 (2006-02-02) abstract; figures 4, 5 -----	1,7,8
X	WO 2011/014934 A1 (ATLAS COPCO AIRPOWER NV [BE]; VANDE SANDE HANS [BE]; PHILIPPI CORMELIS) 10 February 2011 (2011-02-10) abstract; figure 17 ----- -/--	1

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 September 2015	16/09/2015

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Ganchev, Martin
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/061680

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/076166 A1 (GOEDEKE HOLGER [DE] ET AL) 31 March 2011 (2011-03-31) abstract; figures 1-6 paragraph [0082] -----	1-8
A	GB 2 505 454 A (CUMMINS GENERATOR TECHNOLOGIES [GB]) 5 March 2014 (2014-03-05) abstract; figures 1-4 -----	1-8
A	DE 10 2013 109136 A1 (ECOMOTORS INTERNATIONAL INC [US]) 27 February 2014 (2014-02-27) abstract; figures 2,3,4,7 -----	1-8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/061680
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2072824	A2	24-06-2009	DE 102007062540 A1
			EP 2072824 A2
			US 2009174267 A1
-----			
KR 20060010221	A	02-02-2006	NONE
-----			
WO 2011014934	A1	10-02-2011	BE 1019030 A5
			CA 2767347 A1
			CN 102575682 A
			EP 2462350 A1
			KR 20120085721 A
			US 2012128512 A1
			WO 2011014934 A1
-----			
US 2011076166	A1	31-03-2011	AT 498060 T
			AT 498061 T
			AT 525559 T
			CN 101688470 A
			CN 101715509 A
			EP 1995426 A1
			EP 1995427 A1
			EP 1995428 A1
			EP 1995429 A1
			EP 2158385 A1
			EP 2158386 A1
			ES 2420968 T3
			US 2008289333 A1
			US 2008292480 A1
			US 2011076166 A1
			US 2011076167 A1
			WO 2008141669 A1
			WO 2008141670 A1
-----			
GB 2505454	A	05-03-2014	NONE
-----			
DE 102013109136	A1	27-02-2014	NONE
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02B37/10 F02B39/10	F02C6/12 F02C7/143 H02K1/20
	H02K5/128 H02K1/14	
ADD.	H02K7/14 H02K9/06	
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F02B F02C H02K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 072 824 A2 (SYCOTEC GMBH & CO KG [DE]) 24. Juni 2009 (2009-06-24) Zusammenfassung; Abbildungen 1-8 Absätze [0003], [0004], [0013] - [0016], [0021] - [0025], [0043] - [0073] -----	1-8
X	KR 2006 0010221 A (SAMSUNG TECHWIN CO LTD [KR]) 2. Februar 2006 (2006-02-02) Zusammenfassung; Abbildungen 4, 5 -----	1,7,8
X	WO 2011/014934 A1 (ATLAS COPCO AIRPOWER NV [BE]; VANDE SANDE HANS [BE]; PHILIPPI CORMELIS) 10. Februar 2011 (2011-02-10) Zusammenfassung; Abbildung 17 -----	1
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. September 2015		16/09/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Ganchev, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2011/076166 A1 (GOEDEKE HOLGER [DE] ET AL) 31. März 2011 (2011-03-31) Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 Absatz [0082] -----	1-8
A	GB 2 505 454 A (CUMMINS GENERATOR TECHNOLOGIES [GB]) 5. März 2014 (2014-03-05) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 -----	1-8
A	DE 10 2013 109136 A1 (ECOMOTORS INTERNATIONAL INC [US]) 27. Februar 2014 (2014-02-27) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3,4,7 -----	1-8

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/061680

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 2072824	A2	24-06-2009	DE 102007062540 A1	25-06-2009
			EP 2072824 A2	24-06-2009
			US 2009174267 A1	09-07-2009
-----				
KR 20060010221	A	02-02-2006	KEINE	
-----				
WO 2011014934	A1	10-02-2011	BE 1019030 A5	10-01-2012
			CA 2767347 A1	10-02-2011
			CN 102575682 A	11-07-2012
			EP 2462350 A1	13-06-2012
			KR 20120085721 A	01-08-2012
			US 2012128512 A1	24-05-2012
			WO 2011014934 A1	10-02-2011
-----				
US 2011076166	A1	31-03-2011	AT 498060 T	15-02-2011
			AT 498061 T	15-02-2011
			AT 525559 T	15-10-2011
			CN 101688470 A	31-03-2010
			CN 101715509 A	26-05-2010
			EP 1995426 A1	26-11-2008
			EP 1995427 A1	26-11-2008
			EP 1995428 A1	26-11-2008
			EP 1995429 A1	26-11-2008
			EP 2158385 A1	03-03-2010
			EP 2158386 A1	03-03-2010
			ES 2420968 T3	28-08-2013
			US 2008289333 A1	27-11-2008
			US 2008292480 A1	27-11-2008
			US 2011076166 A1	31-03-2011
			US 2011076167 A1	31-03-2011
			WO 2008141669 A1	27-11-2008
			WO 2008141670 A1	27-11-2008
-----				
GB 2505454	A	05-03-2014	KEINE	
-----				
DE 102013109136	A1	27-02-2014	KEINE	
-----				