



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00820**

(22) Data de depozit: **13.10.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2012** BOPI nr. 4/2012

(41) Data publicării cererii:
30.03.2011 BOPI nr. 3/2011

(73) Titular:
• **CĂLIMĂNESCU IOAN**, STR.FRUNZELOR
NR.3, BL.F5, SC.A, AP.7, NĂVODARI, CT,
RO;
• **GRIGORESCU LUCIAN**, BD.TOMIS
NR.283, BL.T10, SC.B, AP.71,
CONSTANȚA, CT, RO

(72) Inventatori:
• **CĂLIMĂNESCU IOAN**, STR.FRUNZELOR
NR.3, BL.F5, SC.A, AP.7, NĂVODARI, CT,
RO;
• **GRIGORESCU LUCIAN**, BD.TOMIS
NR.283, BL.T10, SC.B, AP.71,
CONSTANȚA, CT, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 4155684; US 4490622

(54) **TURBOSUFLANTĂ CU DOUĂ TREPTE DE COMPRESIE**



RO 126136 B1

1 Invenția se referă la o turbosuflantă, cu două trepte de compresie, utilizată la
motoarele cu ardere internă, cu aprindere prin scânteie sau cu aprindere prin comprimare.

3 Sunt cunoscute soluțiile constructive și tipurile de turbosuflante pentru motoarele cu
ardere internă, care utilizează diverse tipuri de compresoare atât la motoarele Diesel, cât și
5 la cele cu injecție directă de benzină (**B. Grunwald, Teoria-Construcția și Calculul
Motoarelor pentru Autovehicule Rutiere, Cap. 26, pp. 742-755, Editura Didactică și
7 Pedagogică, București, 1969**).

9 Motoarele clasice, fără turbosuflante, utilizează aspirația naturală a aerului în cilindri,
depresiunea fiind creată de deplasarea pistoanelor, ca atare aerul care intră în camera de
ardere are o presiune absolută de cel mult 1 atm și chiar mai mică, dacă sunt considerate
11 pierderile aerodinamice de pe traseul de aspirație. Prezența turbosuflantelor în componența
motorelor cu ardere internă are drept scop introducerea forțată, sub presiune, a aerului
13 necesar procesului de ardere din cilindri, iar datorită cantității mai mari de oxigen astfel
introdusă, poate fi injectată o cantitate mai mare de combustibil, ceea ce duce la obținerea
15 unei puteri mai mari pe centimetrul cub. Rotorul compresorului este antrenat de rotorul, de
regulă, coaxial, al unei turbine de gaze, care este pusă în mișcare de către gazele de ardere
17 evacuate din cilindrii motorului cu ardere internă. Turbina de gaze transformă energia
cinetică și termică a gazelor de evacuare în putere mecanică. Turația de funcționare a
19 turbosuflantelor poate fi între 20.000 și 100.000 rotații pe minut (rpm), ceea ce ridică
probleme serioase de proiectare și realizare a lagărelor. Pe de altă parte, turațiile extreme
21 de funcționare duc la supraîncălzirea turbosuflantei, care în lipsa unor sisteme de răcire
funcționale, pot determina aprinderea și arderea uleiului de ungere folosit pentru ungerea
23 lagărelor.

25 Turbosuflantele trebuie să lucreze satisfăcător și pentru turațiile înalte ale motorului,
ceea ce cere un volum mare de aer să circule între compresor și cilindrii motorului. Debitul
de aer dintre compresor și motor este reglat, în mod obișnuit, prin intermediul unei valve de
27 reglare (**US 3576102**), care este complet deschisă la turațiile mari ale motorului. Trecerea
bruscă de la o turație mică la una mare determină deschiderea bruscă a acestei valve de
29 reglare ceea ce va provoca un efect de berbece, de la compresor către motor, a aerului
eliberat brusc, ceea ce poate duce la limită chiar la distrugerea motorului. De asemenea pot
31 apărea turbulențe masive în compresor datorită reculului masei de aer eliberată brusc și care
se întoarce înapoi în compresor. Această masă de aer brusc respinsă înapoi către
33 compresor determină o încetinire a turației rotorului turbinei. Dacă iarăși valva de reglare
este deschisă brusc, atunci va lua mai mult timp turbosuflantei să atingă viteza nominală.
35 Pentru a se preveni acest fenomen de "turbo-întârziere", există o valvă suplimentară de
suprapresiune, așezată între compresor și motor.

37 Pentru prevenirea acestui fenomen, este cunoscut un aranjament de sistem de
turbosuflante (**US 4490622**), de pildă sistemul paralel, care utilizează mai multe turbo-
39 suflante, identice, dar mai mici, fiecare alimentată cu gaze de ardere de la seturi separate
de cilindri ai motorului cu ardere internă, care fiind mai mici, ating rotația optimă de func-
41 ționare mai repede și deci timpul de reacție al sistemului este mai mic la diverse schimbări
ale regimului de funcționare a motorului.

43 Mai este cunoscut un aranjament numit sistem secvențial (**US 4155684**), la care se
utilizează un compresor în două trepte, din care unul este funcțional până la o anumită
45 turație a motorului, peste care intră în acțiune și cea de-a doua treaptă.

47 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este scăderea timpului de reacție a
trepte de înaltă presiune, la creșterea bruscă a turației motorului cu ardere internă.

RO 126136 B1

Turbosufianta cu două trepte de comprimare, conform invenției, înlătură dezavantajele soluțiilor prezentate anterior, prin aceea că are două trepte de compresie, una de joasă presiune și alta de înaltă presiune, fiecare treaptă fiind prevăzută cu câte un rotor cu palete corespunzătoare treptei respective, caracterizată prin aceea că este prevăzută cu:	1
- o carcasă comună, care adăpostește rotoarele compresorilor, rotoarele turbinelor și arborii de antrenare ai acestora;	3
- rotoarele compresorului corespunzătoare treptelor de joasă presiune și înaltă presiune, așezate unul deasupra altuia, într-o configurație la care aerul comprimat de la treapta de joasă presiune intră direct în rotorul compresorului treptei de înaltă presiune;	5
- rotoarele compresorului și ale turbinelor pentru treptele de joasă presiune și înaltă presiune, care au sensuri opuse de rotație;	7
- rotoarele compresorului de joasă presiune și înaltă presiune, și ale turbinelor, cu care sunt solidare, care au aceeași turație;	9
- arbori comuni pentru rotoarele turbinelor și compresoarelor de înaltă presiune și, respectiv, joasă presiune, care sunt dispuse unul în altul;	11
- niște admisii separate ale gazului de ardere provenind de la evacuarea motorului cu ardere internă, pentru antrenarea rotoarelor turbinelor de înaltă presiune sau/și joasă presiune;	13
- niște evacuări ale gazelor de ardere care ies din turbinele de antrenare a turbosufiantei, care sunt separate.	15
Turbosufianta are niște carcase, separate, care adăpostesc rotoarele compresorilor și rotoarele turbinelor.	17
Turbosufianta are niște rotoare ale compresorului și ale turbinelor, pentru treptele de joasă presiune și de înaltă presiune, care au același sens de rotație.	19
Turbosufianta are niște rotoare ale compresorului și ale turbinelor, pentru treptele de joasă presiune și de înaltă presiune, care au turații diferite.	21
Turbosufianta are niște arbori comuni pentru rotirea turbinelor și compresoarelor de înaltă presiune și, respectiv, joasă presiune, care sunt montați separat, în opoziție.	23
Turbosufianta are niște admisii comune ale gazelor de ardere care provin de la evacuarea motorului cu ardere internă, pentru antrenarea rotoarelor turbinelor de înaltă presiune sau/și joasă presiune.	25
Turbosufianta are niște evacuări comune ale gazelor de ardere, care ies din turbinele de antrenare ale turbosufiantei.	27
Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:	29
- consum mai mic de combustibil;	31
- creșterea puterii motorului;	33
- creșterea momentului motorului;	35
- scăderea timpului de reacție al treptei de înaltă presiune.	37
Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1...12, care reprezintă :	39
- fig. 1, o secțiune transversală prin turbosufiantă;	41
- fig. 2, o vedere axonometrică a turbosufiantei;	43
- fig. 3, o vedere axonometrică a secțiunii transversale prin turbosufiantă;	45
- fig. 4, o reprezentare axonometrică a aranjamentului rotoarelor și arborilor treptelor de joasă presiune și înaltă presiune;	47
- fig. 5, o vedere din care rezultă că sensul de rotire al rotoarelor compresorului și implicit al rotoarelor turbinelor poate fi reciproc opus;	49
- fig. 6, o schemă din care rezultă că sensul de rotire al rotoarelor compresorului și implicit al rotoarelor turbinelor este reciproc același;	49

RO 126136 B1

- 1 - fig. 7, vedere axonometrică a rotorului treptei de înaltă presiune al compresorului;
- fig. 8, vederi axonometrice ale unor rotoare de înaltă presiune ale compresorului;
3 - fig. 9, o secțiune transversală printr-o turbosuflantă, într-un alt exemplu de realizare;
- fig. 10, o secțiune transversală printr-o turbosuflantă, într-un alt exemplu de
5 realizare;
- fig. 11, o vedere axonometrică a secțiunii transversale prin exemplul de realizare
7 al turbosuflantei;
- fig. 12, o reprezentare axonometrică a aranjamentului rotoarelor și arborilor treptelor
9 de joasă presiune, în exemplul de realizare.

11 Turbosufianta cu două trepte de comprimare, conform invenției, reprezentată în
figurile 1, 2 și 3, are montați arborii de acționare ai rotoarelor compresorului, unul în altul,
rezultând o construcție compactă.

13 Turbosufianta conform invenției se compune dintr-un ansamblu lăgăruire axială 1,
dispus pe arborele compresor de joasă presiune, un ștuț de alimentare 2 cu lichid răcire
15 ansamblu lăgăruire radial axială spate arbore compresor joasă presiune, un rotor turbină 3
treapta de joasă presiune, o carcasă turbină 4, o cale evacuare gaze de ardere 5, a turbinei
17 de joasă presiune, și o lăgăruire axială spate arbore 6, treapta de înaltă presiune.
Turbosufianta mai are în componență o incintă 7 de curgere fluid răcire lăgăruire axială
19 arbore treapta de înaltă presiune, un ansamblu 8 lăgăruire axială spate arbore compresor
de înaltă presiune, o cale de evacuare gaze ardere 9 a turbinei de înaltă presiune, un rotor
21 turbină 10, treapta de înaltă presiune, și un ansamblu lăgăruire radial-axială 11 față arbore
compresor înaltă presiune. Sunt prevăzute și o incintă curgere fluid răcire 12 lăgăruire
23 radial-axială față arbore compresor înaltă presiune, o lăgăruire axial-radială 13 față arbore
treapta înaltă presiune, o carcasă compresor 14, un rotor 15 al treptei de înaltă presiune
25 a compresorului, un arbore 16, treapta de înaltă presiune și un arbore 17, treapta de joasă
presiune. De asemenea sunt prevăzute: un rotor 18 treapta de joasă presiune a
27 compresorului, un capac 19 carcasă compresor, un ansamblu 20 lăgăruire radial-axială față
arbore compresor joasă presiune, care are practicate niște fante de admisie aer în
29 compresor, o lăgăruire 21 axial-radială față arbore, treapta de joasă presiune, o intrare gaze
arse 22, treaptă turbină de înaltă presiune și o intrare gaze arse 23, treaptă turbină de joasă
31 presiune.

33 Gazele de ardere provenite de la evacuarea cilindrilor motorului cu combustie internă
ajung la intrarea în turbinele de joasă presiune și înaltă presiune, respectiv, 23 și 22, vor
35 trece apoi prin rotoarele turbinelor de joasă presiune și înaltă presiune, respectiv, 3 și 10, și
vor ieși prin căile de evacuare gaze arse turbinele de joasă presiune și înaltă presiune,
respectiv, 5 și 9. Urmare a trecerii gazelor arse calde și sub presiune, rotoarele turbinelor se
37 vor roti. Rotindu-se vor antrena rotoarele compresorului, dat fiind că sunt coaxiale cu
acestea, arborii treptei de joasă presiune și înaltă presiune, respectiv, 18 și 17, fiind introduși
39 unul în altul. Aranjamentul rotoarelor și arborilor de joasă presiune și înaltă presiune este dat
ca detaliu în fig. 4. Sensul de rotire al rotoarelor compresorului, implicit al rotoarelor
41 turbinelor, poate fi reciproc opus sau pot avea același sens, așa cum se poate vedea în fig.
5 și, respectiv, fig. 6. Turația relativă a celor două rotoare poate fi aceeași sau diferită, în
43 funcție de regimul de funcționare al motorului.

45 De pildă, într-un sistem secvențial, așa cum a fost descris anterior, gazele de ardere,
printr-un sistem de control oarecare, pot fi dirijate către turbina de înaltă presiune, numai de
47 la o anumită turație a motorului în sus, moment în care această treaptă a compresorului intră
în funcțiune. În fig. 7 este exemplificat rotorul treptei de înaltă presiune al compresorului, iar
49 în fig. 8 sunt date diverse posibile variante de rotor de înaltă presiune ale compresorului,
fiecare având avantajele și dezavantajele ei.

RO 126136 B1

Lăgăruirile pot fi de două tipuri, așa cum este prezentat în fig. 1 și 3, se pot folosi rulmenți de înaltă precizie în combinații radial-axiale diverse **1, 6, 13, 21**, pentru fiecare arbore în parte, iar datorită sensibilității funcționării acestora la gradientii termici existenți în turbină și datorită gazelor de ardere calde, lăgăruirile se pot răci prin conducte și incinte special practicate în ansamblurile de lagăruire **2, 7, 12**. Mai puțin sensibile la gradientii de temperatură sunt lagărele cu ungere dar, în acest caz, conductele de răcire vor trebui să joace rol de conducte de ungere, prin care uleiul de ungere să acceadă în zona lagărelor.

Aerul intră în compresor prin ansamblul **20** lagăruire radial-axială față arbore compresor joasă presiune, care are practicate fante de admisie aer în compresor, apoi rotorul joasă presiune îl compresează centrifugal la presiunea corespunzătoare primei trepte de compresiune, fiind deversat direct în treapta de înaltă presiune, unde rotorul acesteia îl compresează centrifugal mai departe la presiunea corespunzătoare celei de-a doua trepte de compresiune, după care aerul comprimat părăsește compresorul spre admisia în cilindrii motorului cu combustie internă, trecând eventual și printr-un sistem de răcire și de control debit.

În fig. 9, 10, 11, 12, se poate vedea un alt exemplu de realizare a invenției propuse, compuse dintr-o evacuare gaze ardere **1**, turbină de joasă presiune, un rotor **2'** compresor de joasă presiune, o lăgăruire **2** radial-axială rotor compresor de joasă presiune, o placă **4** presiune lagăr axial rotor compresor de joasă presiune, un lagăr **5** axial rotor compresor joasă presiune, o lăgăruire radială **6** și sistem admisie aer în compresor, un lagăr **7** radial joasă presiune, un capac carcasă compresor **8**, un rotor turbină **9** treapta de joasă presiune, un rotor turbină **10** treapta de înaltă presiune, o carcasă **11** compresor, o lăgăruire **12** arbore compresor înaltă presiune și un rotor **2''** compresor de înaltă presiune.

Gazele de ardere provenite de la evacuarea cilindrilor motorului cu combustie internă ajung la intrarea în turbinele joasă presiune și înaltă presiune, vor trece prin rotoarele turbinelor joasă presiune și înaltă presiune, și vor ieși prin căile de evacuare gaze arse, turbinele joasă presiune și înaltă presiune. Urmare a trecerii gazelor arse sub presiune, turbinele se vor roti. Rotindu-se vor antrena rotoarele compresorului, dat fiind că sunt coaxiale cu acestea, prin intermediul arborilor treptei de joasă presiune și înaltă presiune. Aranjamentul rotoarelor și arborilor joasă presiune și înaltă presiune este dat ca detaliu în fig. 12. Sensul de rotire al rotoarelor compresorului poate fi reciproc opus sau poate avea același sens, așa cum se poate vedea în fig. 5 și, respectiv, fig. 6. Turația relativă a celor două rotoare poate fi aceeași sau diferită, în funcție de regimul de funcționare al motorului. În fig. 7 este exemplificat rotorul treptei de înaltă presiune al compresorului, iar în fig. 8 sunt date diverse posibile variante de rotor de înaltă presiune al compresorului, fiecare având avantajele și dezavantajele ei. Lăgăruirile pot fi de două tipuri, așa cum este prezentat în figuri se pot folosi lagăre de ungere în combinații radial-axiale diverse **3, 4, 5, 6, 7**, cu sistemul aferent de ungere, sau pot fi folosiți rulmenți de înaltă precizie, cu sistemul aferent de răcire.

Aerul intră în compresor prin lăgăruirea **6** radială și sistemul de admisie aer în compresor, care are practicate fante de admisie aer în compresor și conducte de aducțiune aer, apoi rotorul de joasă presiune îl compresează centrifugal la presiunea corespunzătoare primei trepte de compresiune, fiind deversat direct în treapta de înaltă presiune, unde rotorul acesteia îl compresează centrifugal mai departe la presiunea corespunzătoare celei de-a doua trepte de compresiune. După aceea, aerul comprimat părăsește compresorul spre admisia în cilindrii motorului cu combustie internă, trecând eventual și printr-un sistem de răcire și de control debit.

RO 126136 B1

1 Invenția propusă introduce un nou concept de compresor cu două trepte de
compresie, cu rotoarele în opoziție, care să beneficieze de o carcasă comună, simplificând
3 construcția echipamentului. De asemenea, rezolvă problema timpului de reacție a treptei de
întă a presiune la creșterea bruscă a turației, iar rotorul turbinei de întă presiune este
5 alimentat complet separat, cu un debit de gaze de ardere provenite de la motor, prin
intermediul unei valve de reglare controlate electronic de sistemul de control al motorului.
7 Alimentarea turbinelor și evacuarea gazului de ardere de la acestea pot fi separate sau
comune.

RO 126136 B1

Revendicări

- 1
1. Turbosuflantă, cu două trepte de compresie, una de joasă presiune și alta de înaltă presiune, care are un rotor cu palete corespunzătoare treptei de înaltă presiune a compresorului, un rotor cu palete corespunzătoare treptei de joasă presiune a compresorului, **caracterizată prin aceea că** este prevăzută cu: 3
- o carcasă comună (14), care adăpostește rotoarele compresorilor (15, 18), rotoarele turbinelor (3, 10) și arborii de antrenare (16, 17) ai acestora și 7
 - rotoarele compresorului (18, 15) corespunzătoare treptelor de joasă presiune și înaltă presiune sunt așezate unul deasupra altuia, într-o configurație la care aerul comprimat de la treapta de joasă presiune intră direct în rotorul compresorului treptei de înaltă presiune; 9
 - rotoarele compresorului (18, 15) și ale turbinelor pentru treptele de joasă presiune și înaltă presiune, care au sensuri opuse de rotație; 11
 - rotoarele compresorului de joasă presiune și înaltă presiune (15, 18), și ale turbinelor, cu care sunt solidare, care au aceeași rotație; 13
 - arborii comuni pentru rotoarele turbinelor și compresoarelor de înaltă presiune și, respectiv, joasă presiune (16, 17), care sunt dispuse unul în altul; 15
 - niște admisii separate ale gazului de ardere provenind de la evacuarea motorului cu ardere internă, pentru antrenarea rotoarelor turbinelor de înaltă presiune sau/și joasă presiune (10, 3) și cu 17
 - niște evacuări ale gazelor de ardere care ies din turbinele de antrenare a turbosuflantei (10, 3), care sunt separate. 19
2. Turbosuflantă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** are niște carcase (4, 14, 19) separate, care adăpostesc rotoarele compresorilor și rotoarele turbinelor. 23
3. Turbosuflantă conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** rotoarele compresorului și turbinelor (3, 10, 18), pentru treptele de joasă presiune și de înaltă presiune, au același sens de rotație. 25
4. Turbosuflantă conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** rotoarele compresorului și ale turbinelor (3, 10, 18), pentru treptele de joasă presiune și de înaltă presiune, au rotații diferite. 27
5. Turbosuflantă conform revendicărilor 1...3 sau 4, **caracterizată prin aceea că** arborii comuni pentru rotirea turbinelor și compresoarelor de înaltă presiune și, respectiv, joasă presiune (2', 2'') sunt montați separat, în opoziție. 29
6. Turbosuflantă conform revendicărilor 1, 2, 3 sau 4, sau 5, **caracterizată prin aceea că** are admisii comune ale gazului de ardere provenind de la evacuarea motorului cu ardere internă, pentru antrenarea rotoarelor turbinelor de înaltă presiune sau/și joasă presiune. 31
7. Turbosuflantă conform revendicărilor 1, 2, 3 sau 4 sau 5 și 6, **caracterizată prin aceea că** are niște evacuări comune (5, 9) ale gazelor de ardere, care ies din turbinele de antrenare a turbosuflantei. 33
8. Turbosuflantă conform revendicărilor 1, 2, 3 sau 4 sau 5 și 6, **caracterizată prin aceea că** lagărele cu rulmenți au ungeri. 35
- 37
- 39
- 41

(51) Int.Cl.
F02B 37/00 (2006.01),
F02B 37/013 (2006.01)

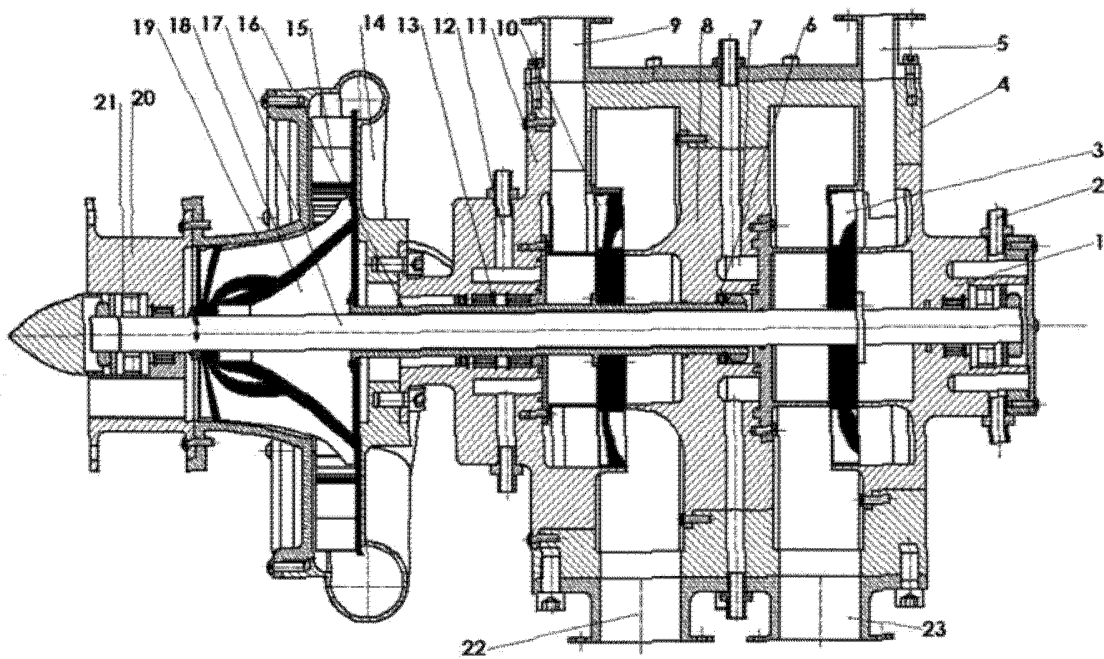


Fig. 1

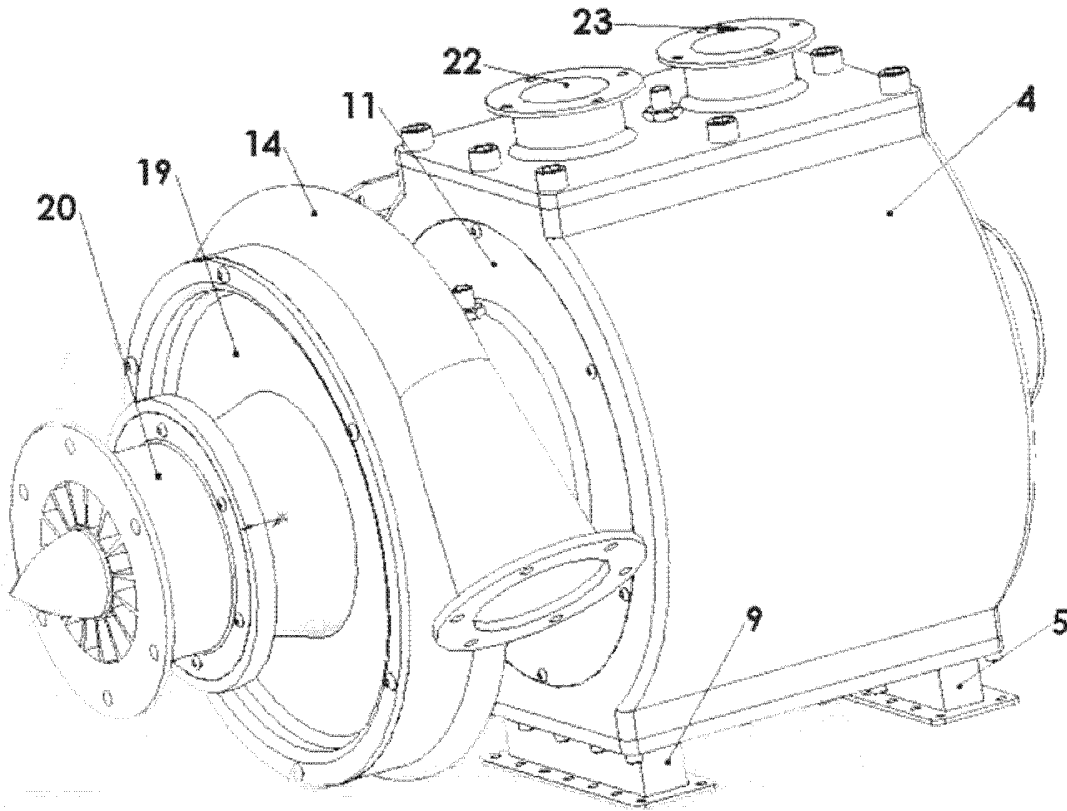


Fig. 2

(51) Int.Cl.
F02B 37/00 (2006.01);
F02B 37/013 (2006.01)

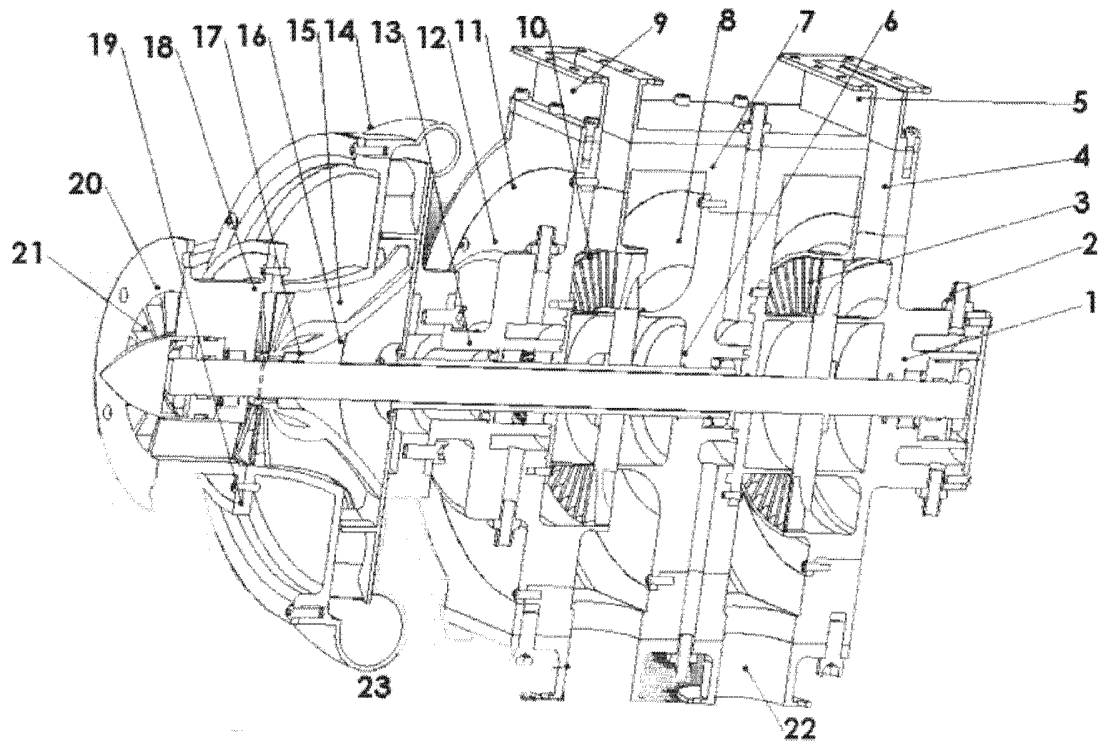


Fig. 3

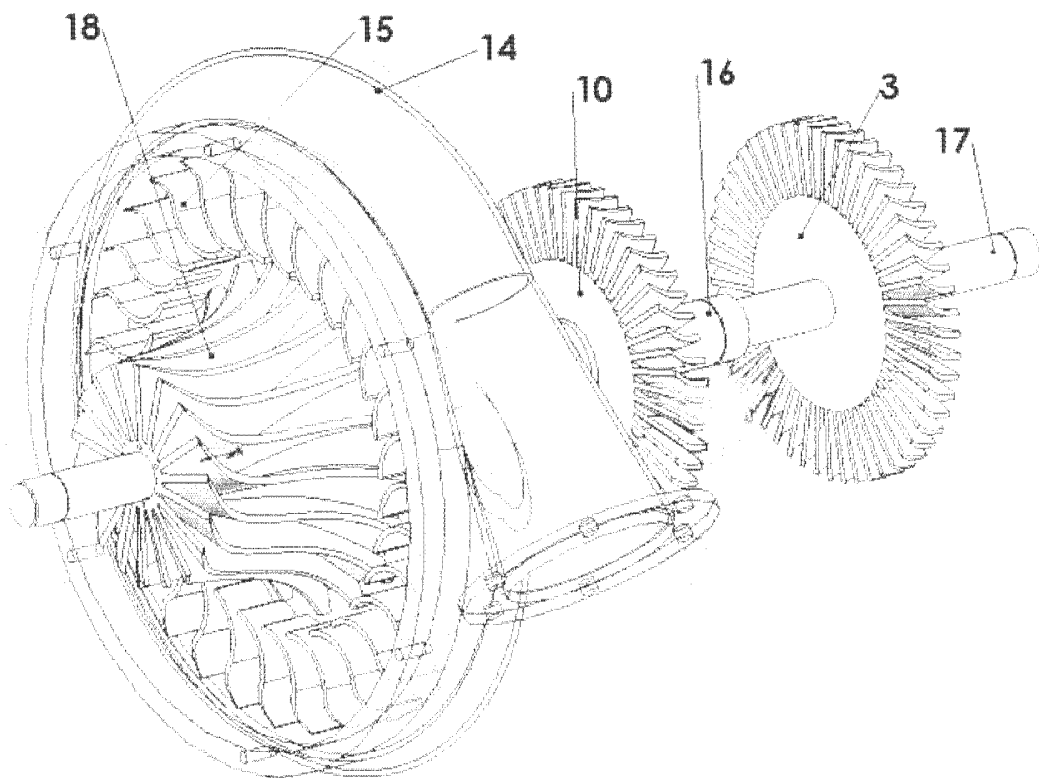


Fig. 4

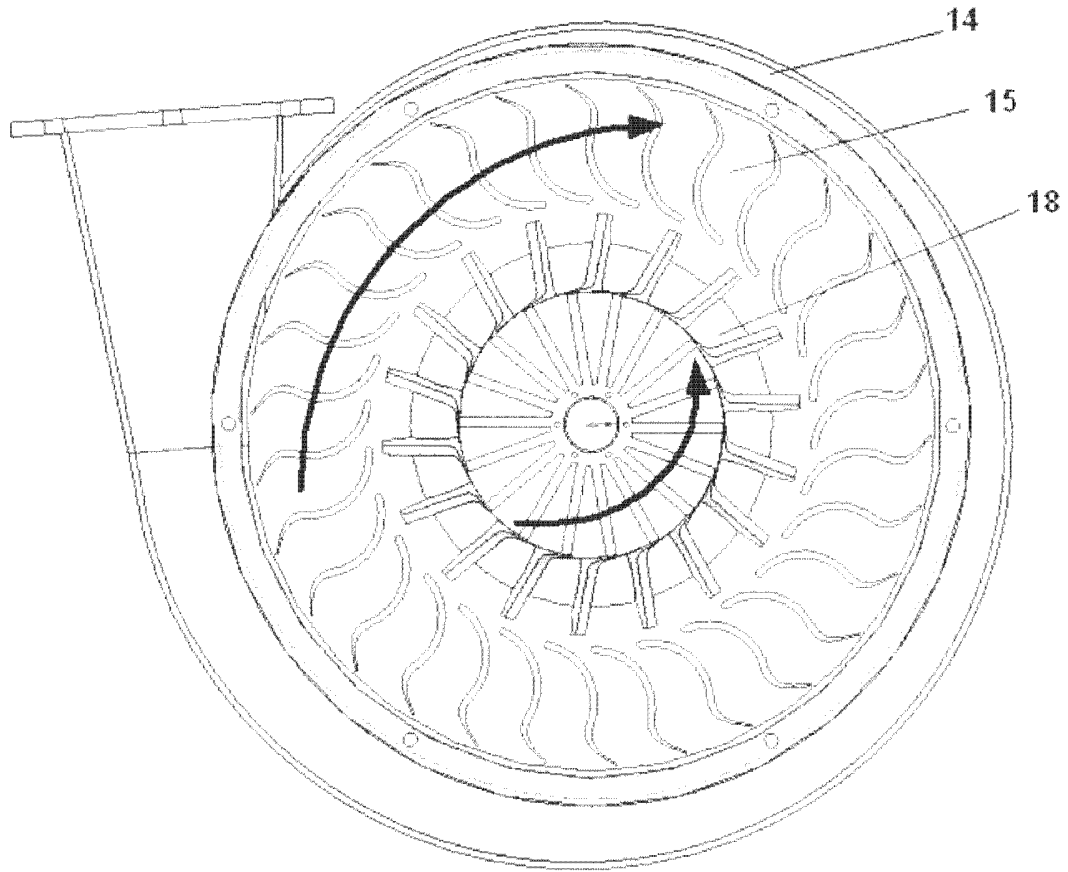


Fig. 5

(51) Int.Cl.
F02B 37/00 (2006.01),
F02B 37/013 (2006.01)

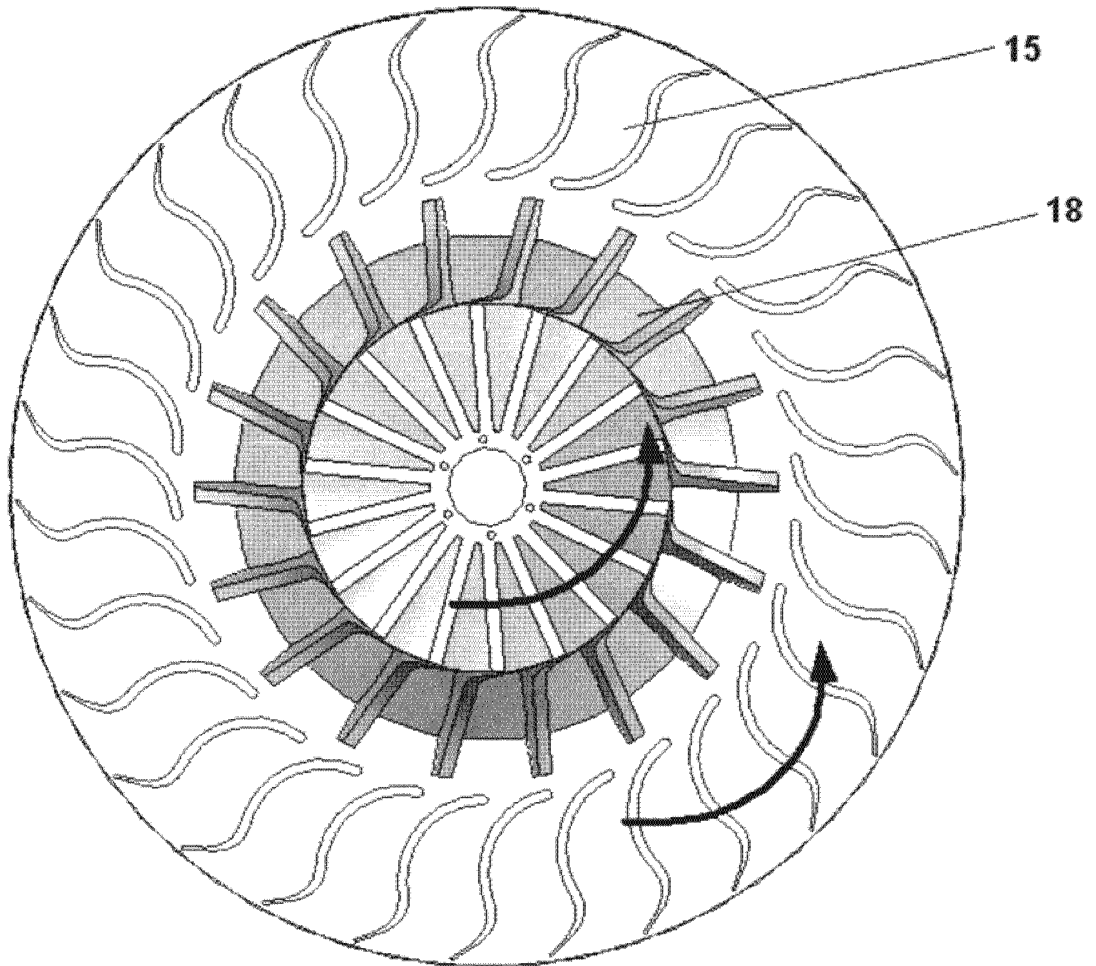


Fig. 6

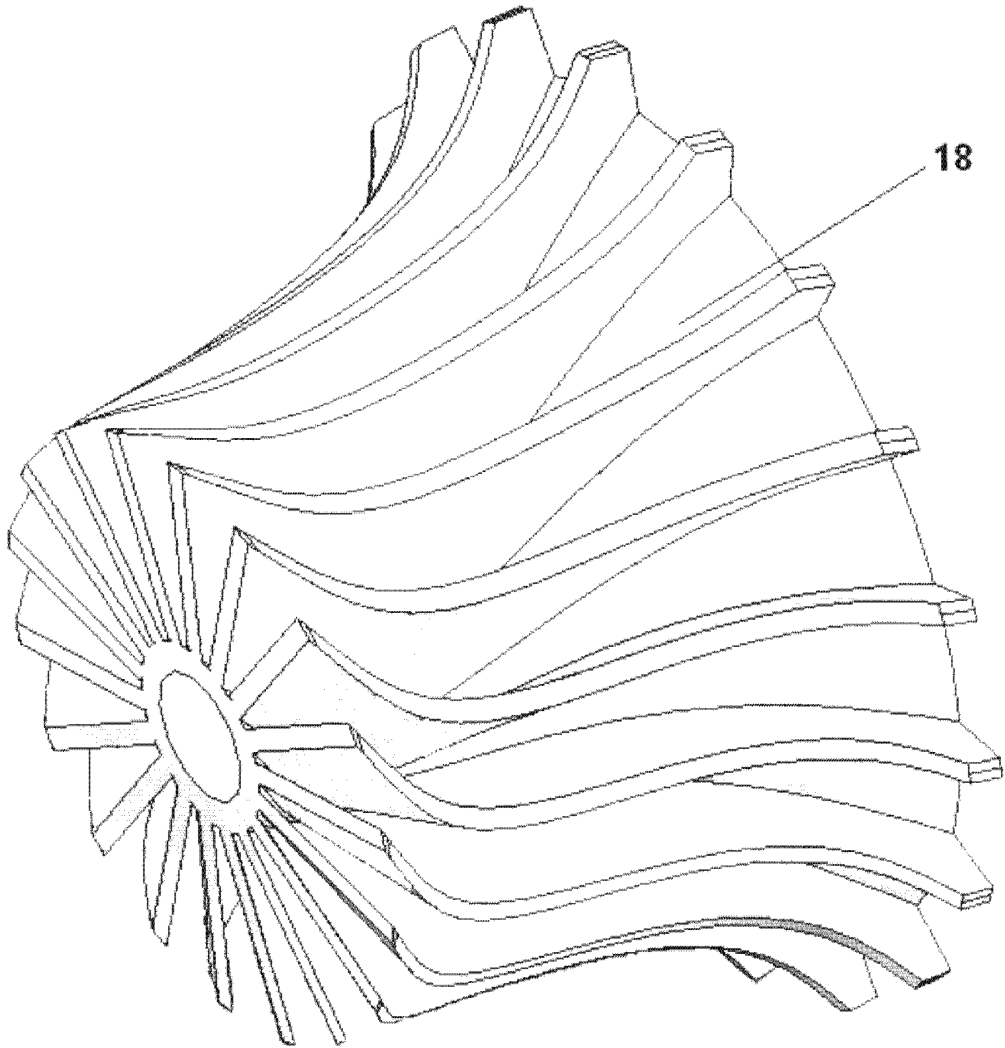


Fig. 7

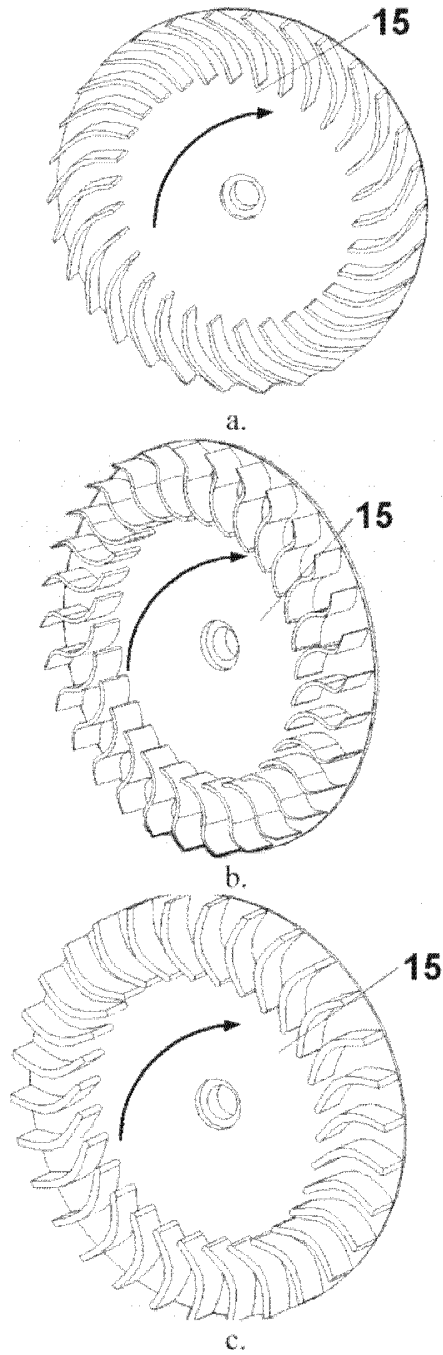


Fig. 8

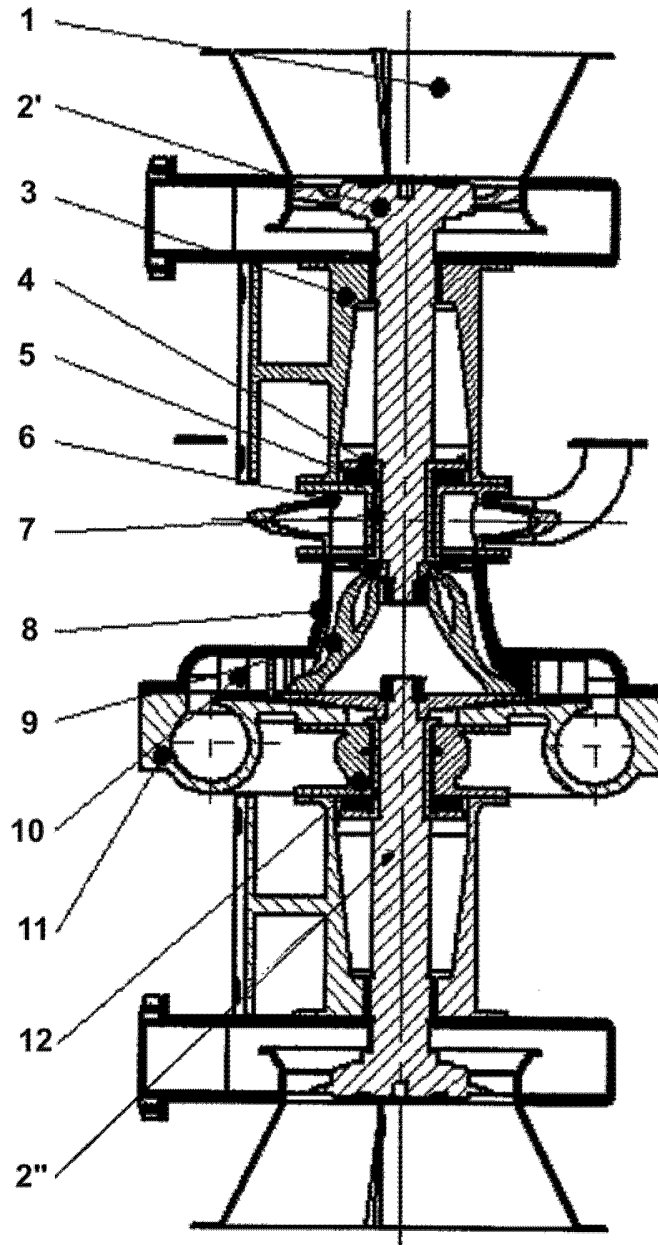


Fig. 9

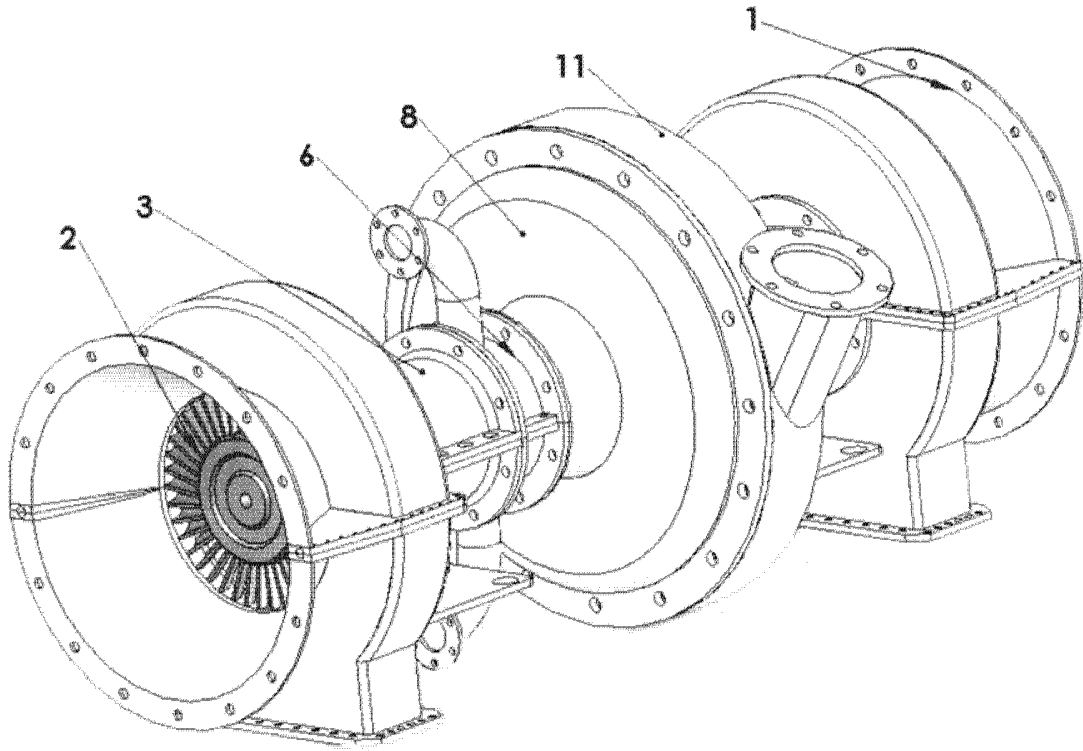


Fig. 10

(51) Int.Cl.
F02B 37/00 (2006.01),
F02B 37/013 (2006.01)

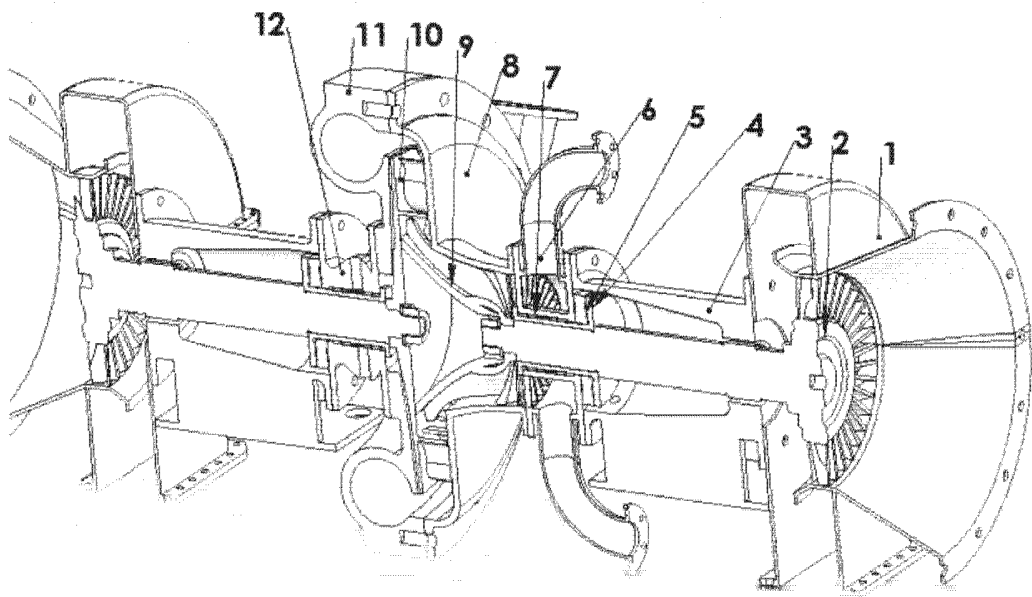


Fig. 11

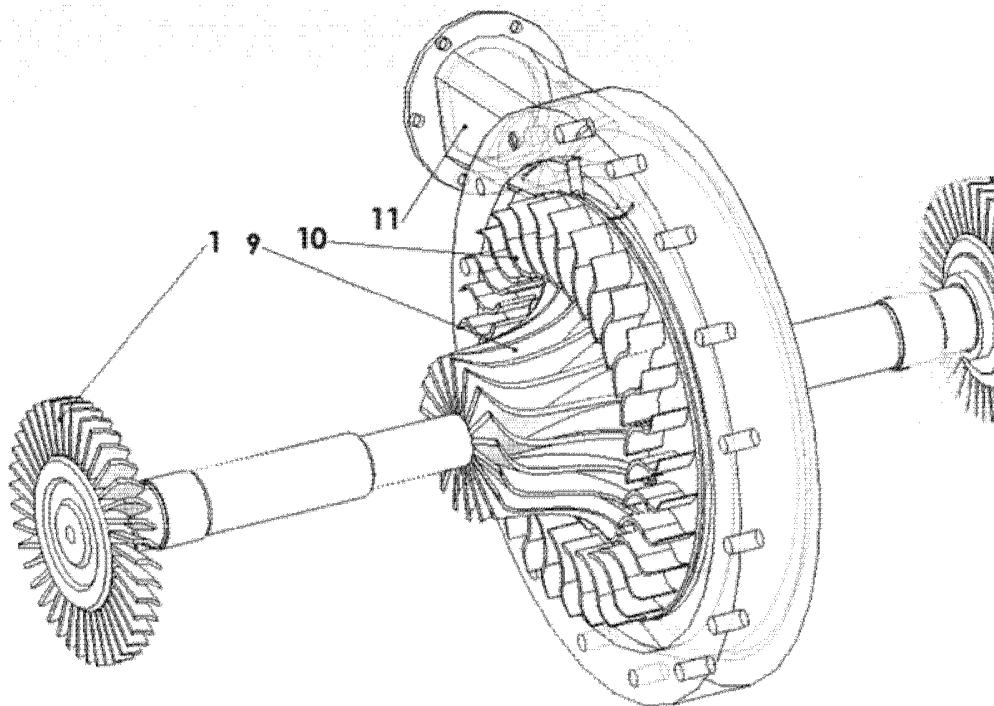


Fig. 12