



F03D 1/00 (2006.01),
F03D 3/00 (2006.01),
F03D 9/00 (2006.01),
F03D 9/22 (2016.01),
F03D 9/25 (2016.01),
H02K 7/18 (2006.01),
H05B 6/10 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2014 00838**

(22) Data de depozit: **10/11/2014**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/10/2021** BOPI nr. **10/2021**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2016 BOPI nr. **5/2016**

(73) Titular:

• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **AEOLUS ENERGY INTERNATIONAL S.R.L., STR. NICOLAE TECLU NR. 46-48, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA, SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:

• **TUDORACHE TIBERIU, STR. MOINEȘTI NR.5, BL.130, SC.A, AP.33, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **MELCESCU LEONARD, STR. GRIGORE TOCILESCU NR. 2, BL. 2, SC. A, AP. 18, PITEȘTI, AG, RO;**
• **PREDESCU MIHAIL, STR.SOLDAT VASILE CROITORU NR.7, BL.4, SC.3, AP.155, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **NICOLAIE SERGIU, STR. PAȘCANI NR. 7, BL. D8, SC. D, AP. 38, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **POPESCU MIHAIL, STR. FLOARE ROȘIE NR. 4, BL. 55, SC. 1, ET. 1, AP. 5, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

JP 2011210656 (A); US 4486638 (A); JP 2005174801 (A)

(54) **GENERATOR EOLIAN HIBRID CU FLUX MAGNETIC RADIAL ȘI ROTOR EXTERIOR**



RO 131135 B1

1 Invenția se referă la un Generator Eolian Hibrid (GEH) cu rotor exterior și flux mag-
2 netic radial, având ca destinație conversia energiei cinetice a vântului simultan în energie
3 electrică și energie termică.

4 Se cunosc mai multe tipuri de generatoare eoliene cum ar fi cel din documentul
5 **JP 2011210656 (A)**, care se referă la un dispozitiv hibrid utilizat pentru producere de apă
6 caldă și pentru generare de energie electrică, ce folosește un rotor de tip magnet permanent.
7 Această soluție poate fi considerată o sursă de energie electrică și de furnizare de apă caldă
8 ce rezultă prin conversia energiei cinetice preluată din forța vântului. Dispozitivul hibrid are
9 în componență un rotor interior în care este introdus un prim tronson stator pentru a produce
10 apă încălzită, având o secțiune în care/din care este posibilă atașarea/detașarea rotorului.
11 Curentul electric secundar este generat în secțiunea care trebuie încălzită prin alternarea
12 câmpului magnetic generat de rotația rotorului, iar prin efect Joule, se realizează schimbul
13 de căldură către fluidul care circulă prin interiorul serpentinei montată pe suprafața interioară
14 a statorului. În același timp, rotorul interior și cel de-al doilea stator funcționează ca un
15 generator electric (conform fig. 4).

16 De asemenea se cunoaște și documentul **US 4486638 (A)**, care se referă la un
17 dispozitivul convertizor care cuprinde un rotor magnetic montat rotativ, fixat de arborele
18 dispozitivului și un schimbător de căldură, în formă de serpentină prin care circulă un fluid
19 și care are pereții conducători electrici, iar prin mișcarea rotorului prevăzut cu magneți
20 permanenți sunt generați niște curenți turbionari induși care produc încălzirea fluidului. Un
21 tahometru măsoară viteza de rotație a arborelui și comandă, în funcție de viteza înregistrată,
22 poziția unghiulară a unui motor electric, care acționează asupra poziției schimbătorului de
23 căldură deplasându-l în lungul unei traiectorii liniare de translație într-o direcție paralelă cu
24 axa rotorului. Datorită unui astfel de control cu buclă închisă, cuplul rezistent este determinat
25 de o relație predeterminată. Dispozitivul poate fi utilizat pentru a converti energia cinetică
26 rotativă provenită de la o turbină eoliană în energie termică transferată unui fluid.

27 Energia electrică este produsă de către un generator electric de tip sincron, cu rotor
28 exterior, integrat în structura generatorului hibrid, iar energia termică este produsă parțial prin
29 recuperarea unei părți importante a pierderilor de natură electromagnetică a generatorului
30 electric, respectiv cu ajutorul unui sistem de încălzire bazat pe efectul Joule al curenților
31 turbionari induși în conductoare masive.

32 Problema tehnică obiectivă pe care o rezolvă invenția constă în creșterea eficienței
33 energetice prin conversia energiei cinetice provenite de la vânt în energie mecanică de
34 rotație care este transformată simultan în energie electrică și energie termică.

35 Invenția, prin soluția tehnică propusă, elimină dezavantajele prezentate în soluțiile
36 tehnice menționate mai sus prin aceea că generatorul eolian hibrid permite conversia
37 simultană de energie electrică și termică cu o eficiență energetică superioară, construcția
38 acestuia fiind foarte compactă.

39 Prin aplicarea invenției se obțin numeroase avantaje precum:

40 - energia eoliană este convertită simultan în energie electrică și termică cu ajutorul
41 unui singur generator hibrid ce funcționează la un randament superior generatoarelor
42 electrice clasice întrucât o mare parte a căldurii disipate în generator ca urmare a pierderilor
43 diverse (pierderi în fier, pierderi Joule, pierderi prin curenți turbionari în magneți) este
44 recuperată;

45 - volumul ocupat de generatorul hibrid este mai redus decât cel corespunzător
46 generatoarelor electrice clasice (căldura datorată pierderilor este evacuată prin convecție
47 forțată, prin urmare dimensionarea generatorului permite adoptarea unor densități mai mari
de curent, cu o scădere a dimensiunilor de gabarit);

RO 131135 B1

- generatorul hibrid poate fi utilizat ca sursă de energie electrică și termică pentru diferite obiective rezidențiale sau industriale, fie în variantă independentă fie în combinație cu alte surse de energie (panouri fotovoltaice, panouri solare termice, pompe de căldură etc.);	1
- generatorul hibrid prezintă o funcționare robustă la viteze mari ale vântului întrucât frânarea turbinei eoliene se efectuează în mod natural datorită curenților induși în serpentina generatorului;	3
- comanda circuitului de răcire-încălzire este una simplă (senzor de temperatură montat la ieșirea circuitului termic + controler + pompă);	5
- generatorul eolian hibrid furnizează energie electrică/termică ieftină.	7
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...5 care reprezintă:	9
- fig. 1, principiul de conversie energetică a unui sistem eolian hibrid cu ax vertical;	11
- fig. 2, componente principale ale generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior (vedere în secțiune);	13
- fig. 3, serpentina folosită pentru răcirea generatorului, respectiv pentru încălzirea prin curenți turbionari a agentului termic;	15
- fig. 4, partea mobilă a generatorului hibrid;	17
- fig. 5, sub ansamblu stator echipat cu serpentina pentru recuperarea căldurii.	19
Generator eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior conform invenției, are prevăzută o turbină eoliană care realizează conversia energiei cinetice a forței vântului în energie mecanică de rotație pe care o transformă simultan în energie electrică și termică, generatorul fiind alcătuit dintr-o parte interioară fixă și o parte mobilă prevăzută la exteriorul părții interioare fixe, având cele două părți separate de întrefier, iar partea mobilă este alcătuită din două rotoare exterioare, prevăzute cu niște perechi de magneți permanenți și care sunt montate pe două miezuri magnetice cilindrice, iar niște juguri magnetice corespunzătoare miezurilor magnetice cilindrice sunt dispuse în direcție axială, unul în prelungirea celuilalt, fiind cuplate direct la arborele turbinei eoliene și centrate în raport cu un arbore fix, realizat dintr-o țevă cilindrică, prin intermediul unor scuturi metalice, iar perechile de magneți permanenți sunt magnetizate radial și sunt montate alternativ în vederea obținerii unor structuri magnetice heteropolare prevăzute la periferiile inferioare ale celor două rotoare exterioare, având partea fixă alcătuită dintr-un prim tronson al unui stator interior, similar cu cel al unui generator sincron cu flux radial, cu rol în producerea de energie electrică, respectiv dintr-un al doilea tronson al statorului interior de tip sistem de răcire/încălzire, reprezentat printr-o serpentina tubulară destinată producerii de energie termică, care este fixată de arborele fix, care are prevăzute niște bobine fixate în creștăturile unui miez magnetic și care este răcit de serpentina tubulară prin care circulă un agent termic lichid, injectat prin pompare într-un orificiu de intrare și care iese printr-un alt orificiu, dar la o temperatură controlată pentru a preveni supraîncălzirea generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior și care apoi este transportat prin două țevi, dispuse în spațiul din interiorul arborelui fix, având suprafața serpentinei tubulare aflată în contact direct cu suprafața interioară a statorului, realizând astfel o recuperare parțială a căldurii disipată datorită pierderilor prin fierul din miezul magnetic și a pierderilor prin efect Joule provenite din bobinele statorului, urmând ca apoi agentul termic lichid să fie supraîncălzit de curenții turbionari induși în pereții serpentinei tubulare, care pe toată lungimea tronsonului situat în dreptul rotorului, are suprafața exterioară acoperită cu un material izolant, în vederea reducerii pierderilor termice.	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 131135 B1

1 Construcția generatorului eolian hibrid **I** include două părți principale, o parte fixă
interioară **III** și o parte mobilă **IV** situată la exteriorul părții fixe, cele două părți fiind separate
3 de întrefier.

5 Partea mobilă **IV** este alcătuită din două rotoare exterioare **V** și **VI**, fiecare din ele fiind
alcătuite din mai multe perechi de magneți permanenți **2** respectiv **3**, montate pe miezurile
magnetice cilindrice **4** respectiv **5**. Miezurile magnetice rotorice sunt realizate din oțel
7 magnetic masiv, jugurile magnetice ale celor două miezuri fiind dispuse unul în prelungirea
celuilalt în direcție axială și cuplate direct la butucul turbinei eoliene. Diametrele interioare
9 ale celor două miezuri magnetice **4** și **5** sunt diferite. Perechile de magneți permanenți **2**
respectiv **3** sunt magnetizate radial alternativ în vederea obținerii unor structuri magnetice
11 heteropolare la periferiile interioare ale celor două rotoare **V** și **VI**.

13 Partea fixă **III** a generatorului eolian hibrid este alcătuită în principal dintr-un stator
interior **VII** de generator electric sincron cu flux radial, cu rol în producerea de energie
electrică, respectiv dintr-un sistem de răcire-încălzire reprezentat de o serpentină tubulară
15 **7** străbătută de un agent termic lichid, destinată producerii de energie termică. Statorul **VII**
este alcătuit din mai multe bobine **8** construite din conductor din cupru izolat electric, montate
17 în creștăturile miezului magnetic **9**. Miezul magnetic **9** este realizat la rândul său din tole și
este răcit prin intermediul serpentinei tubulare **7** situată în contact cu suprafața interioară a
19 statorului **VII**. Serpentina **7** este parcursă de un agent termic lichid injectat prin pompă în
stare rece prin orificiul **10**, agentul termic părăsind serpentina în stare caldă prin orificiul **11**.
21 Serpentina **7** este realizată din țeava din oțel și aflându-se în contact direct cu suprafața
interioară a miezului statoric al generatorului electric **VII** permite recuperarea unei părți
23 importante a căldurii disipate datorită pierderilor în fier în miezul magnetic **9** și a pierderilor
Joule în bobinele statorice **8**. Prin parcurgerea tronsonului de serpentină aflată în contact cu
25 statorul **VII**, agentul de lucru se încălzește de la temperatura T_0 (stare rece) până la
temperatura T_1 (stare caldă intermediară). Lichidul este apoi încălzit ca urmare a curenților
27 induși în pereții serpentinei **7** pe tronsonul inferior situat în dreptul rotorului **V**, fiind astfel
adus la temperatura T_2 (stare fierbinte) atent controlată.

29 Cu excepția zonei de contact cu suprafața interioară a statorului **VII**, serpentina **7** este
izolată termic cu un material termoizolant **12** pentru a reduce pierderile termice ale circuitului
31 de răcire-încălzire. Serpentina **7** este fixată pe arborele **6** realizat din țeava cilindrică din oțel.
Agentul termic pătrunde în serpentina **7** în stare rece prin orificiul **10** și părăsește serpentina
33 în stare caldă prin orificiul **11**. Lichidul este transportat către/dinspre serpentină prin țevile
13 respectiv **14** dispuse în spațiul din interiorul arborelui fix **6**. Țeava **14** este izolată la
35 exterior pentru a diminua pierderile termice de pe circuitul termic.

37 Detaliile dimensionale privind componentele generatorului hibrid și structura lor
(precum numărul de spire al serpentinei **7**, configurația bobinelor **8**, numărul de magneți
permanenți **2** și **3** etc.) se stabilesc funcție de puterea sistemului, exemplul prezentat în
39 figurile de mai jos fiind nelimitativ.

41 Jugurile rotorice **4** și **5** cuplate la butucul turbinei eoliene se centrează în raport cu
arborele **6** al turbinei prin intermediul scuturilor metalice **1** prinse de juguri prin șuruburile **15**,
respectiv prin intermediul lagărelor radial-axiale (de presiune) **16**.

43 Câmpul magnetic învârtitor produs prin rotația magneților **2** și **3** în mod solidar cu
miezurile rotorice **4** și **5** determină:

45 - apariția unor tensiuni induse în bobinele statorice **8**, similar generatoarelor sincrone
obișnuite cu flux radial (energie electrică), respectiv;

RO 131135 B1

- apariția unor curenți turbionari induși în pereții tronsonului de serpentină 7 situat în dreptul rotorului V , determinând prin efect Joule încălzirea serpentinei și deci încălzirea suplimentară a lichidului ce parcurge serpentina (energie termică).	1 3
Temperatura agentului termic rezultată la ieșirea din serpentină prin orificiul 11 trebuie controlată permanent pentru a evita supraîncălzirea generatorului.	5
Întrucât statorul VII este răcit forțat, dimensiunile sale de gabarit pot fi reduse semnificativ în comparație cu cele ale unui generator clasic, deoarece generatorul poate funcționa la solicitări electrice și magnetice superioare.	7
În plus, prin dispunerea magneților la exterior aceștia se pot răci mai bine decât în cazul structurii cu rotor interior.	9
Puterea sistemului se corelează cu diametrul și cu lungimea generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior.	11

RO 131135 B1

Revendicare

1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31

Generator eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior (I), având o turbină eoliană (II) care realizează conversia energiei cinetice a forței vântului în energie mecanică de rotație pe care o transformă simultan în energie electrică și termică, generatorul fiind alcătuit dintr-o parte interioară fixă (III) și o parte mobilă (IV) prevăzută la exteriorul părții interioare fixe (III), având cele două părți separate de întrefier, **caracterizat prin aceea că** partea mobilă (IV) este alcătuită din două rotoare exterioare (V și VI), prevăzute cu niște perechi de magneți permanenți (2 și 3) și care sunt montate pe două miezuri magnetice cilindrice (4 și 5), iar niște juguri magnetice corespunzătoare miezurilor magnetice cilindrice (4 și 5) sunt dispuse în direcție axială, unul în prelungirea celuilalt, fiind cuplate direct la arborele turbinei eoliene (II) și centrate în raport cu un arbore fix (6), realizat dintr-o țeava cilindrică, prin intermediul unor scuturi metalice (1), iar perechile de magneți permanenți (2 și 3) sunt magnetizate radial și montate alternativ în vederea obținerii unor structuri magnetice heteropolare prevăzute la periferiile inferioare ale celor două rotoare exterioare (V și VI), având partea fixă (III) alcătuită dintr-un prim tronson al unui stator interior (VII), similar cu cel al unui generator sincron cu flux radial, cu rol în producerea de energie electrică, respectiv dintr-un al doilea tronson al statorului interior (VII) de tip sistem de răcire/încălzire, reprezentat printr-o serpentină tubulară (7) destinată producerii de energie termică, care este fixată de arborele fix (6), care are prevăzute niște bobine (8) fixate în creștăturile unui miez magnetic (9) și care este răcit de serpentina tubulară (7) prin care circulă un agent termic lichid, injectat prin pompă, într-un orificiu de intrare (10) și care iese printr-un alt orificiu (11), dar la o temperatură controlată pentru a preveni supraîncălzirea generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior (I) și care apoi este transportat prin două țevi (13 și 14), dispuse în spațiul din interiorul arborelui fix (6), având suprafața serpentinei tubulare (7) aflată în contact direct cu suprafața interioară a statorului (VII), realizând astfel o recuperare parțială a căldurii disipată datorită pierderilor prin fierul din miezul magnetic (9) și a pierderilor prin efect Joule provenite din bobinele (8) statorului (VII), urmând ca apoi agentul termic lichid să fie supraîncălzit de curenții turbionari induși în pereții serpentinei tubulare (7), care pe toată lungimea tronsonului situat în dreptul rotorului (V), are suprafața exterioară acoperită cu un material izolant, în vederea reducerii pierderilor termice.

(51) Int.Cl.

F03D 1/00 (2006.01),

F03D 3/00 (2006.01),

F03D 9/00 (2006.01),

F03D 9/22 (2016.01),

F03D 9/25 (2016.01),

H02K 7/18 (2006.01),

H05B 6/10 (2006.01)

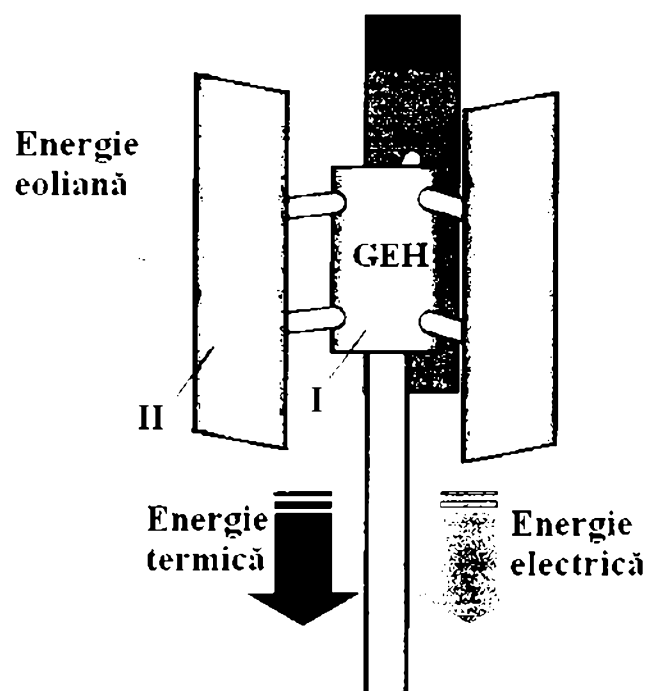


Fig. 1

(51) Int.Cl.

F03D 1/00 (2006.01);

F03D 3/00 (2006.01);

F03D 9/00 (2006.01);

F03D 9/22 (2016.01);

F03D 9/25 (2016.01);

H02K 7/18 (2006.01);

H05B 6/10 (2006.01)

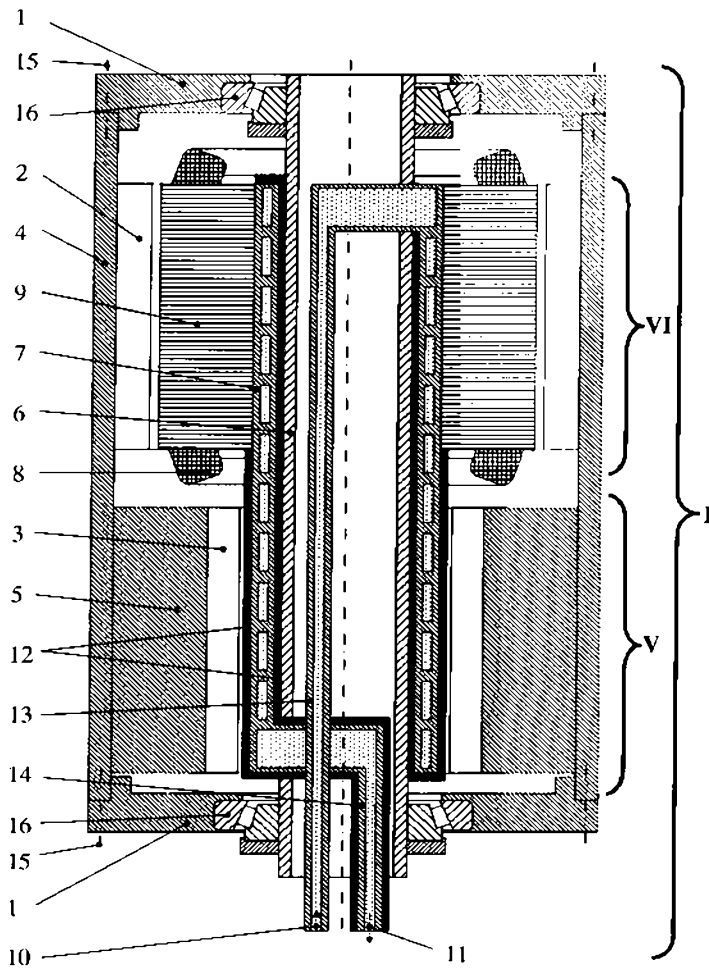


Fig. 2

(51) Int.Cl.

F03D 1/00 (2006.01),
F03D 3/00 (2006.01),
F03D 9/00 (2006.01),
F03D 9/22 (2016.01),
F03D 9/25 (2016.01),
H02K 7/18 (2006.01),
H05B 6/10 (2006.01)

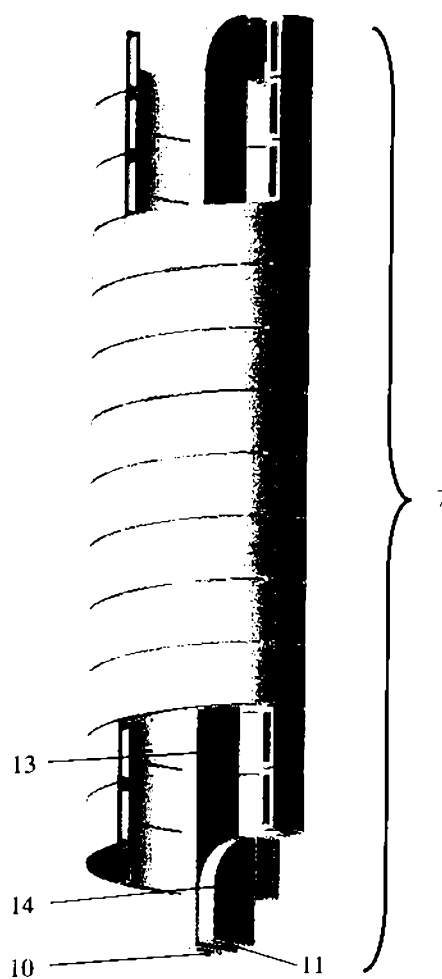


Fig. 3

(51) Int.Cl.

F03D 1/00 (2006.01);

F03D 3/00 (2006.01);

F03D 9/00 (2006.01);

F03D 9/22 (2016.01);

F03D 9/25 (2016.01);

H02K 7/18 (2006.01);

H05B 6/10 (2006.01)

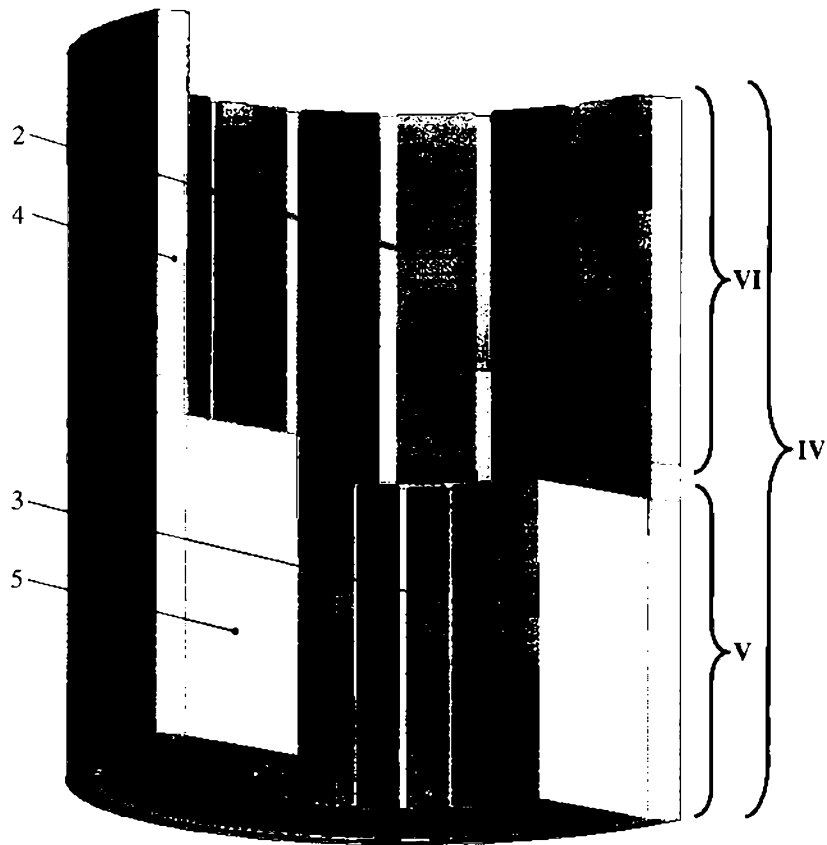


Fig. 4

(51) Int.Cl.

F03D 1/00 (2006.01),

F03D 3/00 (2006.01),

F03D 9/00 (2006.01),

F03D 9/22 (2016.01),

F03D 9/25 (2016.01),

H02K 7/18 (2006.01),

H05B 6/10 (2006.01)

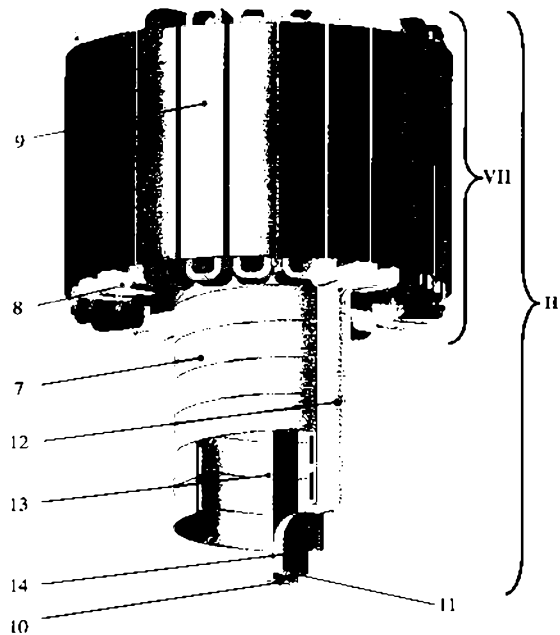


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 448/2021