



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00032

(22) Data de depozit: 28/01/2022

(41) Data publicării cererii:
28/07/2023 BOPI nr. 7/2023

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI, STR. PROF. DR. DOC.
DIMITRIE MANGERON NR. 67, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• TEODORIU ADRIAN-PETRU, STR. GĂRII,
NR.9, SAT LUNCA CETĂȚUII,
COMUNA CIUREA, IS, RO;

• BUJOREANU LEANDRU GHEORGHE,
STR. CLOȘCA NR.10, BL.C 3, AP.14, IAȘI,
IS, RO

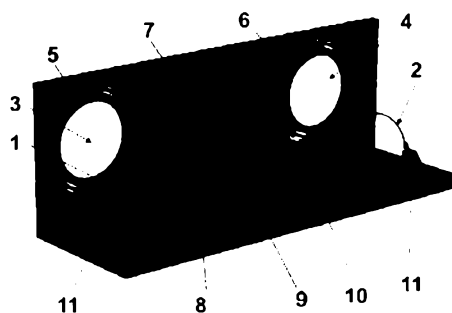
Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35 alin.
(20) din HG nr. 547/2008

(54) MOTOR TERMIC LINIAR ALTERNATIV ACȚIONAT
PRIN ALIAJE CU MEMORIA FORMEI

(57) Rezumat:

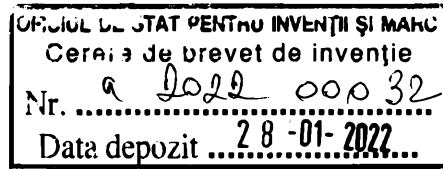
Invenția se referă la un motor termic liniar alternativ utilizat pentru dezvoltarea unei mișcări rectilinii alternative. Motorul, conform invenției, cuprinde o pereche de elemente (1, 2), realizate din aliaj cu memoria formei (AMF) termoelastic cu formă caldă rectilinie, care se află în stare martensitică la temperatura camerei și au fost încovoiate în mod egal atunci când au fost fixate în câte o extremitate în stânga, respectiv în dreapta, prin niște articulații (11), la o carcasă (7), celelalte capete fiind cuplate articulat la capetele axului (8), astfel încât pot fi aduse succesiv prin acțiune reciprocă în focarele unor lentile (3, 4) fixate în suporturi reglabili (5, 6), determinând o deplasare longitudinală a axului (8). Prin încălzire utilizând energia solară, elementele (1, 2) intră în stare austenitică și dezvoltă efect de memoria formei, generator de lucru mecanic, realizându-se conversia energiei solare în energie mecanică.

Revendicări inițiale: 1
Revendicări amendate: 1
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





33

MOTOR TERMIC LINIAR ALTERNATIV ACȚIONAT PRIN ALIAJE CU MEMORIA FORMEI

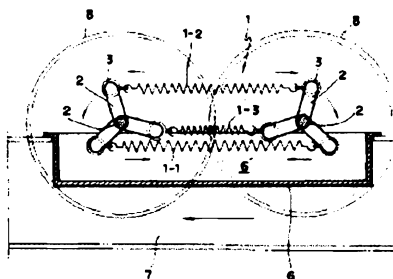
Invenția se referă la un ansamblu care folosește energia solară focalizată asupra unor perechi de elemente din aliaj cu memoria formei (AMF) care, fiind activate în mod alternativ, dezvoltă efect de memoria formei (EMF) generator de lucru mecanic.

Obiectul invenției este un ansamblu care dezvoltă mișcare rectilinie alternativă prin conversia energiei solare în energie mecanică.

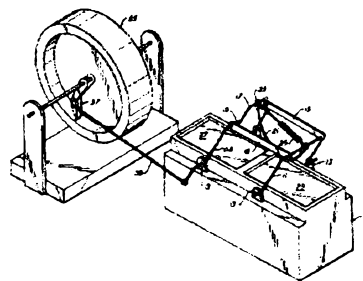
Sunt cunoscute aliaje termoelastice cu memoria formei care au capacitatea de a-și recupera „forma caldă” și de a dezvolta lucru mecanic, prin încălzirea într-un interval superior de temperatură, după ce au fost deformată și menținute într-un interval inferior de temperatură [1].

Literatura de specialitate propune clasificarea motoarelor acționate prin AMF în șase categorii luând în considerare tipul mecanismului de acționare : -motoare cu arbore cotit, cu folie, pe baza de câmp, cu discuri oscilante, secvențiale și alternative. [2]

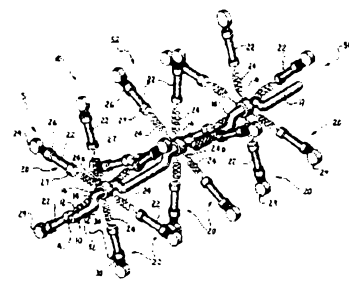
Motoarele cu arbore cotit transformă mișcarea liniar-alternativă a elementului din AMF în mișcare continuă de rotație a unui ax de ieșire. Tipuri de astfel de motoare sunt descrise în brevetele US4683721; US4691518; US5279123 și altele, iar aspecte teoretice în lucrările [3], [4],[5],[6],[7].



(a) US4683721.

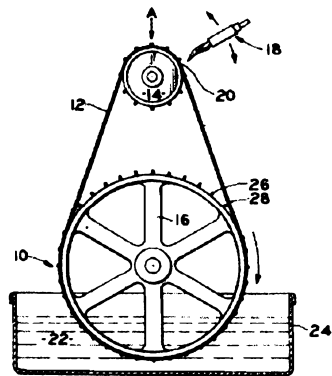
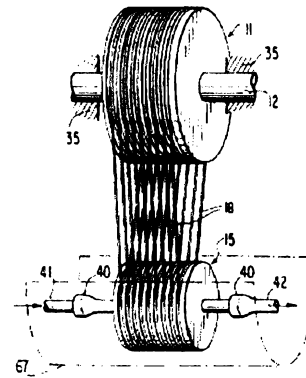


(b) US4691518.

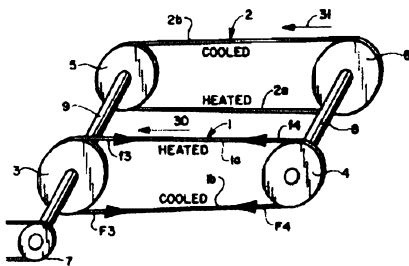
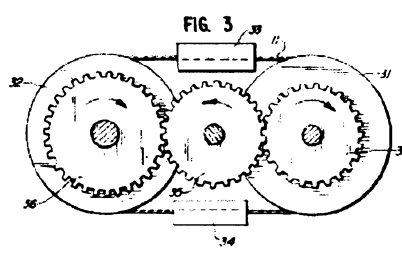
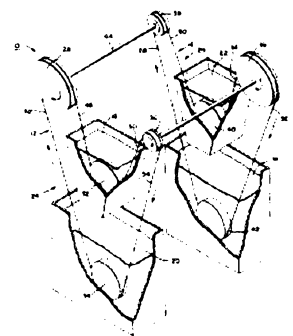


(c) US5279123.

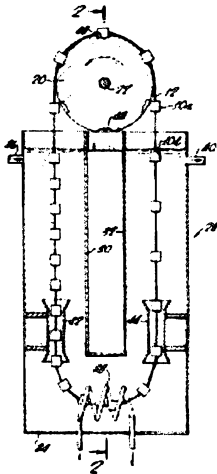
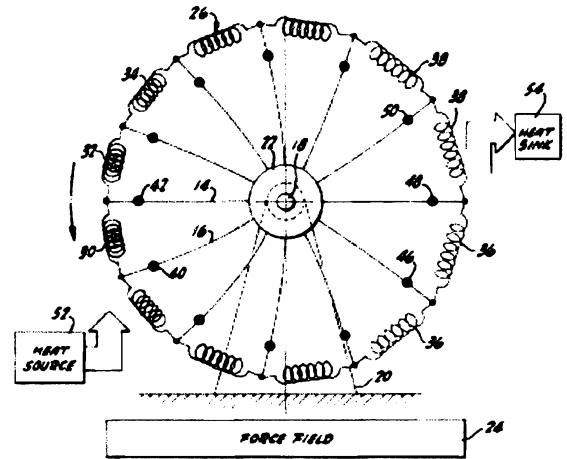
Motoarele cu fulie utilizează ca element de acționare curele din fire de AMF. Aceste tipuri de motoare pot fi nesincronizate sau sincronizate. Referințe despre funcționarea acestora se găsesc în lucrările [8],[4],[5],[9],[10],[11]. În cazul motoarelor nesincronizate, fuliile se rotesc liber una față de cealaltă. Singura legătură între fulii este contactul cu inelul din AMF. Astfel de soluții sunt descrise în brevetele US4010612; US4275561 s.a.

(a) US4010612.(b) US4275561.

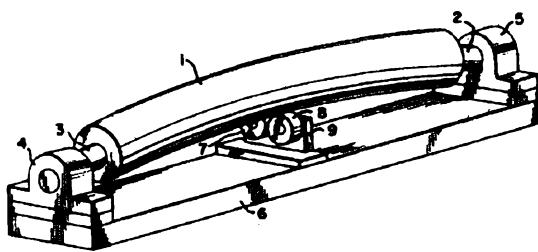
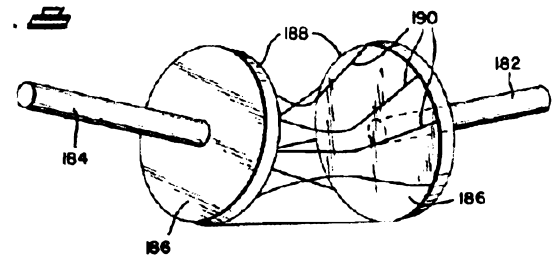
Motoarele sincronizate se caracterizează prin aceea că fuliile lor se rotesc una față de cealaltă într-o relație determinată. Tipuri de astfel de motoare sunt descrise în brevetele (a) US4150544; (b) US4246754; (c) US4305250.

(a) US4150544.(b) US4246754.(c) US4305250.

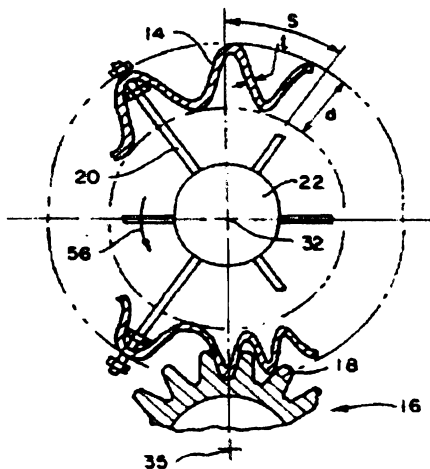
Motoarele pe baza de câmp utilizează câmpul gravitațional sau câmpul magnetic pentru a echilibra un mecanism. Brevetele (a) US4027479 și (b) US4281513 descriu soluțiile tehnice pentru astfel de motoare.

(a) US4027479.(b) US4281513.

Motoarele cu platouri oscilante sunt asemănătoare cu cele cu arbore cotit cu excepția faptului ca axa lor de rotație este paralela cu direcția forței aplicate spre deosebire de cele cu arbore cotit, unde forța aplicată are o direcție perpendiculară pe axa de rotație. Acest concept este foarte potrivit pentru fire din AMF, unde deplasări mici dar puternice sunt transformate direct în mișcare de rotație. Brevetele US4175390 și (b) US4305250 descriu astfel de soluții.

(a) US4175390.(b) US4305250.

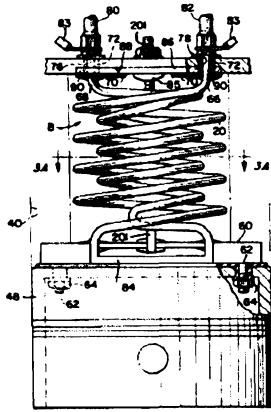
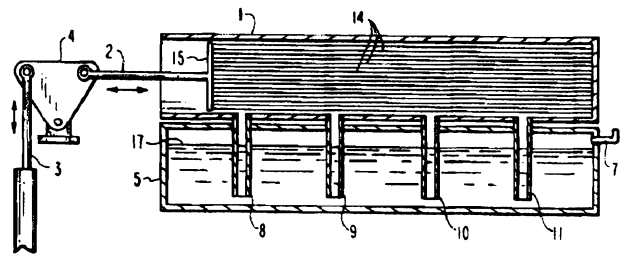
Motoarele secvențiale se bazează pe deplasări mici și puternice care se sumează pentru a determina deplasarea substanțială a unui element condus. Principiul de funcționare se aseamănă cu deplasarea unei omizi, prin extensia părții anterioare cu o valoare mică, urmată de tragerea părții posterioare. Când partea posterioară și-a terminat deplasarea, partea anterioară reia ciclul prin deplasarea înainte cu valoarea mică inițială. Soluția prezentată în brevetul (a) US4938026 se compune dintr-o roată dințată tubulară din AMF care angrenează cu o roată dințată convențională. La încălzire dinții rotii tubulare din AMF tind să se apropie între ei, rotind roata dințată convențională cu care se află în angrenare.



(a) US4938026.

Motoarele liniar-alternative dezvoltă o mișcare de translație alternativă, ceea ce face ca utilizarea elementelor din AMF să fie foarte potrivită. Provocarea în realizarea acestui tip de motor este aducerea ciclică a firelor în zona caldă, respectiv zona rece, fără mutarea fizică a acestora între aceste zone. De cele mai multe ori se utilizează pompe externe pentru aportul de fluid cald sau

rece peste elementele din AMF, ceea ce inevitabil, le reduce eficiența. Brevetul (a)US4434618 propune o soluție în care un piston este acționat prin niște spire din AMF, iar brevetul (b)US4759187 ilustrează o bandă de fire paralele din AMF conectate la un piston prin intermediul unei piese de legătură.

(a) US4434618.(b) US4759187.

Spre deosebire de aceste soluții, aplicația care face obiectul invenției utilizează elemente din aliaj cu memoria formei (AMF) iar căldura produsă de Soare este transmisă direct elementelor de acționare.

Invenția reprezintă o nouă aplicație a aliajelor cu memoria formei, fiind practic un motor liniar-alternativ care utilizează energie solară.

Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătura și cu Fig.1 ce reprezintă:

Conform invenției, elementele (1) și (2), realizate din AMF termoelastice sunt în stare martensitică la temperatura camerei și fixate în câte o extremitate în stânga respectiv dreapta prin articulațiile (11) la carcasa (7) celelalte capete fiind cuplate prin articulații la capetele axului (8), sunt aduse succesiv prin acțiune reciprocă în focarele lentilelor (3) și (4) fixate în suportii reglabili (5) și (6) poziționați pe carcasa (7), determinând deplasarea longitudinală a axului (8) care glisează în

ghidajul (9) prevăzut cu canale circulare în care intra bila indexorului (11). În momentul încărcării ansamblului, axul (8) se deplasează spre stânga iar elementul (1) este arcuit, reducându-i-se raza de curbura și intra în focarul lentilei (3). Astfel, elementul (1) se încălzește până în stare austenitică și dezvoltă EMF generator de lucru mecanic, tinzând să revină la forma inițială cu rază de curbura mai mare. Prin această acțiune axul (8) este deplasat spre dreapta, comprimând elementul (2) și aducându-l în focarul lentilei (4). Acest lucru este posibil datorită faptului că forța dezvoltată de AMF austenitic, în timpul revenirii la forma caldă, este mai mare decât forța necesară pentru deformarea AMF martensitic, la imprimarea formei reci, știut fiind că, la AMF termoelastice, austenita este mai rigidă decât martensita [1]. În continuare, elementul (2) se încălzește, devine austenitic și la rândul lui revine la forma inițială cu raza de curbura mai mare, comprimând elementul (1), devenit între timp martensitic în urma răcirii, care este adus în focarul lentilei (3). Ca urmare, tija (8) se deplasează axial stânga-dreapta. Indexorul cu bila se reglează astfel încât să mențină în focar elementele din AMF un timp suficient pentru a permite încălzirea.

Bibliografie

1. Bujoreanu L.G., *Materiale Inteligente*, Editura Junimea, 2002
2. Ean H. Schiller, *Heat Engine Driven by Shape Memory Alloys: Prototyping and Design*
3. Zhu, J. J., Liang, N. G., Liew, K. M. and Huang, W. M., "Energy Conversion in Shape Memory Alloy Heat Engine Part I: Theory," *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*
4. Tobushi, H., Kimura, K., Iwanaga, H. and Cahoon, J. R., "Basic Research on Shape Memory Alloy Heat Engine (Output Power Characteristics and Problems in Development)," *JSME International Journal Series, Series 1, Vol. 33, No. 2, pp. 263-267, 1990*
5. Tanaka, M., "Shape Memory Alloy Engine," *27th Intersociety Energy Conversion Conference, Vol. 3, pp. 3.87-3.91, 1992.*
6. Zhu, J. J., Liang, N. G., Liew, K. M. and Huang, W. M., "Energy Conversion in Shape Memory Alloy Heat Engine Part II: Simulation," *Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol. 12, pp. 133-140, February 2001.*
7. Iwanga, H., Tobushi, H. and Ito, H. "Basic Research on Output Power Characteristics of a Shape Memory Alloy Heat Engine," *JSME International Journal, Series 1, Vol. 31, pp. 634-637, 1988.*
8. Johnson, A. D., "Nitinol Heat Engines," *Intersociety Energy Conversion Engineering Conference – conference record, pp. 530-534, 1975.*
9. Tobushi, H. and Cahoon, J. R., "Mechanical Analysis of a Solar-Powered Solid State Engine," *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering, Vol. 9, No. 3, pp. 137-141, 1985.*

10. Tanaka, H., Kohda, M. and Okuda, T., *"A Study Of The High-Power Nitinol Heat Engine," 20th Intersociety Energy Conversion, Vol. 2, pp. 2.729-2.734, 1985.*
11. Wakjira, J. F., *"The VT1 Shape Memory Alloy Heat Engine Design," Master's thesis, Department of Mechanical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 2001.*
12. U. S PATENTS :
*US4683721; US4691518; US5279123; US4010612; US4275561; US4150544;
US4246754; US4305250; US4938026; US4434618; US4759187*

REVENDICARI

Ansamblu **caracterizat prin aceea că** folosește energia solară focalizată asupra unor perechi de elemente din aliaj cu memoria formei (AMF) termoelastic, aflate în stare martensitică la temperatura camerei care, fiind activate pe rând, se rearmează reciproc și dezvoltă mișcare rectilinie alternativă prin efect de memoria formei generator de lucru mecanic care realizează conversia energiei solare în energie mecanică.

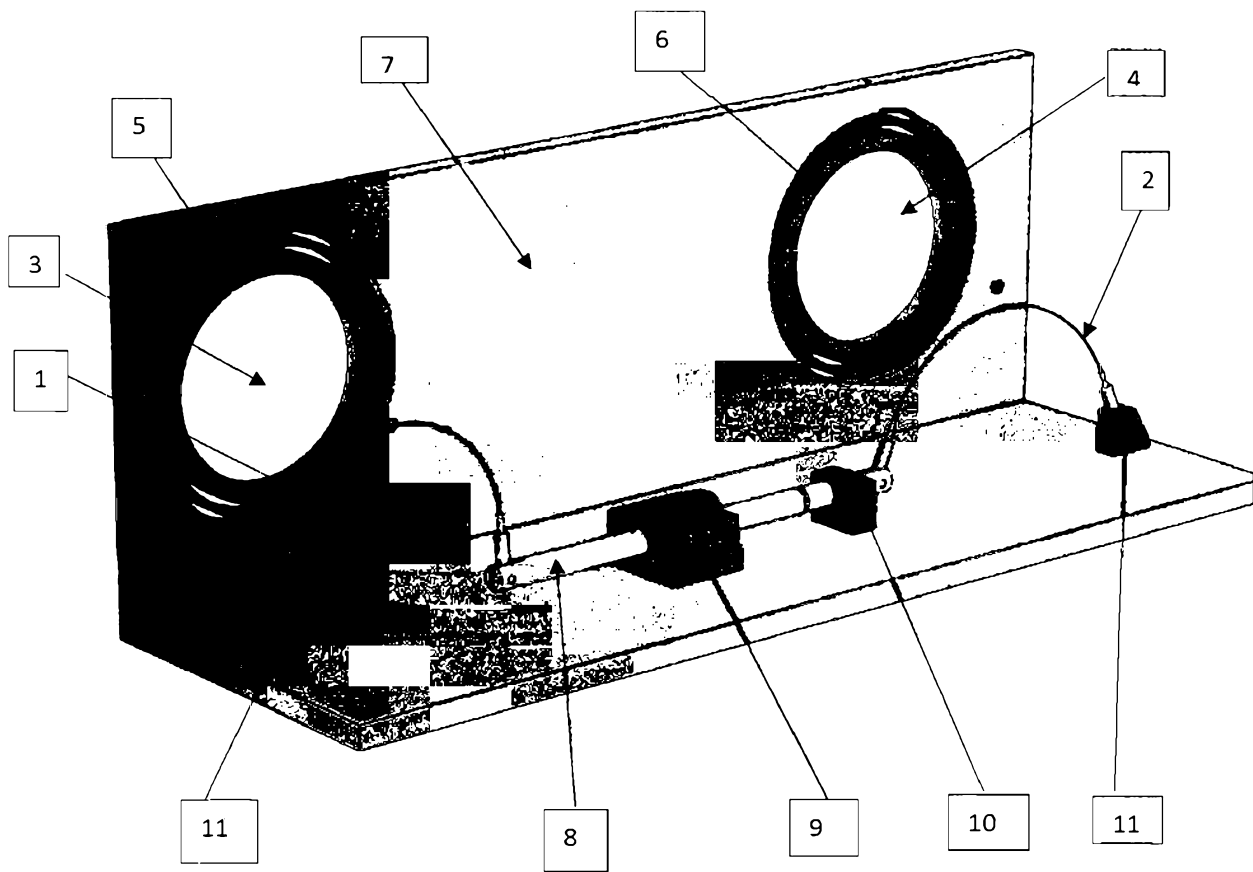


Fig. 1 Vedere de ansamblu a motorului liniar alternativ: 1,2 – elemente active din aliaj cu memoria formei; 3,4 – lentile de focalizare; 5,6 – suporturi reglabili; 7 – carcasa; 8 – ax; 9 – ghidaj; 10 – indexor; 11 – articulație

MOTOR TERMIC LINIAR ALTERNATIV ACȚIONAT PRIN ALIAJE CU MEMORIA FORMEI

Invenția se referă la un ansamblu care folosește energia solară focalizată asupra unor perechi de elemente din aliaj cu memoria formei (AMF) care, fiind activate în mod alternativ, dezvoltă efect de memoria formei (EMF) generator de lucru mecanic.

Obiectul invenției este un ~~ansamblu~~ motor termic liniar alternativ care dezvoltă mișcare rectilinie alternativă prin conversia energiei solare în energie mecanică.

Sunt cunoscute aliaje termoelastice cu memoria formei care au capacitatea de a-și recupera „forma caldă” și de a dezvolta lucru mecanic, prin încălzirea într-un interval superior de temperatură, după ce au fost deformate și menținute într-un interval inferior de temperatură [1].

Principala problemă a AMF, pentru a funcționa ca și generatoare de energie în stare solidă, este necesitatea readucerii la „forma rece”, după ce au fost răcite. Chiar dacă au fost educate termomecanic, pentru a-și recupera forma caldă la încălzire și forma rece la răcire, AMF nu pot genera lucru mecanic în timpul răcirii. Soluția uzuală este utilizarea unui element de restabilire care poate fi o sarcină moartă (ex. resort din oțel) sau un alt element din AMF [1].

Literatura de specialitate propune clasificarea motoarelor acționate prin AMF în șase categorii luând în considerare tipul mecanismului de acționare : (i) motoare cu arbore cotit, (ii) cu fulie, (iii) pe baza de câmp, (iv) cu discuri oscilante, (v) secvențiale și (vi) alternative. [2]

Motoarele cu arbore cotit transformă mișcarea liniar-alternativă a elementului din AMF în mișcare continuă de rotație a unui ax de ieșire. Tipuri de astfel de motoare sunt descrise în brevetele US4683721; US4691518; US5279123 și altele, iar aspecte teoretice în lucrările [3], [4],[5],[6],[7].

Motoarele cu fulie utilizează ca element de acționare curele din fire de AMF. Aceste tipuri de motoare pot fi nesincronizate sau sincronizate. Referințe despre funcționarea acestora se găsesc în lucrările [8],[4],[5],[9],[10],[11]. În cazul motoarelor nesincronizate, fuliile se rotesc liber una față de cealaltă. Singura legătura între fulii este contactul cu inelul din AMF. Astfel de soluții sunt descrise în brevetele US4010612; US4275561 s.a.

Motoarele sincronizate se caracterizează prin aceea că fuliile lor se rotesc una față de cealaltă într-o relație determinată. Tipuri de astfel de motoare sunt descrise în brevetele US4150544; US4246754; US4305250.

Motoarele pe baza de câmp utilizează câmpul gravitațional sau câmpul magnetic pentru a echilibra un mecanism. Brevetele US4027479 și US4281513 descriu soluțiile tehnice pentru astfel de motoare.

Motoarele cu platouri oscilante sunt asemănătoare cu cele cu arbore cotit cu excepția faptului că axa lor de rotație este paralela cu direcția forței aplicate spre deosebire de cele cu arbore cotit, unde forța aplicată are o direcție perpendiculară pe axa de rotație. Acest concept este foarte potrivit pentru fire din AMF, unde deplasări mici dar puternice sunt transformate direct în mișcare de rotație. Brevetele US4175390 și US4305250 descriu astfel de soluții.

Motoarele secvențiale se bazează pe deplasări mici și puternice care se sumează pentru a determina deplasarea substanțială a unui element condus. Principiul de funcționare se aseamănă cu deplasarea unei omizi, prin extensia părții anterioare cu o valoare mică, urmată de tragerea părții posterioare. Când partea posterioară și-a terminat deplasarea, partea anterioară reia ciclul prin deplasarea înainte cu valoarea mică inițială. Soluția prezentată în brevetul US4938026 se compune dintr-o roată dințată tubulară din AMF care angrenează cu o roată dințată convențională. La

încălzire dinții rotii tubulare din AMF tind să se apropie între ei, rotind roata dințată convențională cu care se afla în angrenare.

Motoarele liniar-alternative dezvoltă o mișcare de translație alternativă, ceea ce face ca utilizarea elementelor din AMF să fie foarte potrivită. Provocarea în realizarea acestui tip de motor este aducerea ciclică a firelor în zona caldă, respectiv zona rece, fără mutarea fizică a acestora între aceste zone. De cele mai multe ori se utilizează pompe externe pentru aportul de fluid cald sau rece peste elementele din AMF, ceea ce inevitabil, le reduce eficiența. Brevetul US4434618 propune o soluție în care un piston este acționat prin niște spire din AMF, iar brevetul US4759187 ilustrează o bandă de fire paralele din AMF conectate la un piston prin intermediul unei piese de legătură.

Spre deosebire de aceste soluții, ~~aplicația~~ *motorul termic liniar alternativ* care face obiectul invenției utilizează *perechi de* elemente din aliaj cu memoria formei (AMF) iar căldura produsă de Soare este transmisă direct elementelor de acționare.

Invenția reprezintă o nouă aplicație a aliajelor cu memoria formei, fiind practic un motor liniar-alternativ care utilizează energie solară *in mod direct*.

Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătura ~~și~~ cu Fig.1 ~~ce reprezintă~~:

Conform invenției, elementele 1 și 2, realizate din AMF termoelastic *cu formă caldă rectilinie*, se află ~~sunt~~ în stare martensitică la temperatura camerei și *au fost încovoiate în mod egal atunci când au fost* fixate în câte o extremitate în stânga respectiv dreapta prin articulațiile 11 la carcasa 7 celelalte capete fiind cuplate prin articulații la capetele axului 8, *astfel încât pot fi* ~~sunt~~ aduse succesiv prin acțiune reciprocă în focarele lentilelor 3 și 4 fixate în suportii reglabili 5 și 6 poziționați pe carcasa 7, determinând deplasarea longitudinală a axului 8 care glisează în ghidajul 9 prevăzut cu canale circulare în care intra bila indexorului 11. În momentul încărcării ansamblului,

axul 8 se deplasează spre stânga iar elementul 1 este ~~areuit~~ *încovoiat suplimentar*, reducându-i-se raza de curbură și intra în focarul lentilei 3. Astfel, elementul 1 se încălzește *până când intră* în stare austenitică și dezvoltă EMF generator de lucru mecanic, tinzând să revină la forma inițială cu rază de curbură mai mare. Prin această acțiune axul 8 este deplasat spre dreapta, comprimând elementul 2 și aducându-l în focarul lentilei 4. Acest lucru este posibil datorită faptului că forța dezvoltată de AMF austenitic, în timpul revenirii la forma caldă, este mai mare decât forța necesară pentru deformarea AMF martensitic, la imprimarea formei reci, știut fiind că, la AMF termoelastice, austenita este mai rigidă decât martensita [1]. În continuare, elementul 2 se încălzește, devine austenitic și la rândul lui *tinde să-și recupereze forme rectilinie, revenind la o formă revine la forma inițială* cu raza de curbură mai mare, ~~comprimând elementul prin comprimarea elementului 1~~, devenit între timp martensitic în urma răcirii, care este adus în focarul lentilei 3. Ca urmare a acestor acțiuni alternative, tija 8 se deplasează axial stânga-dreapta. Indexorul cu bila se reglează astfel încât să mențină în focar elementele din AMF un timp suficient pentru a permite încălzirea.

REVEDICARI

~~Ansamblu~~ Motor termic liniar alternativ acționat prin elemente active din aliaje cu memoria formei (AMF), caracterizat prin aceea că folosește energia solară focalizată în mod direct asupra câte unui element din AMF termoelastic, aflat în stare martensitică la temperatura camerei care devine austenitic, dezvoltă efect de memoria formei, rearmează celălalt element din AMF, aducându-l în focarul celei de-a doua lentile și dezvoltă mișcare rectilinie alternativă prin efect de memoria formei generator de lucru mecanic care realizează conversia energiei solare în energie mecanică. ~~unor perechi de elemente din aliaj cu memoria formei (AMF) termoelastic, aflate în stare martensitică la temperatura camerei care, fiind activate pe rând, se rearmează reciproc și dezvoltă mișcare rectilinie alternativă prin efect de memoria formei generator de lucru mecanic care realizează conversia energiei solare în energie mecanică.~~

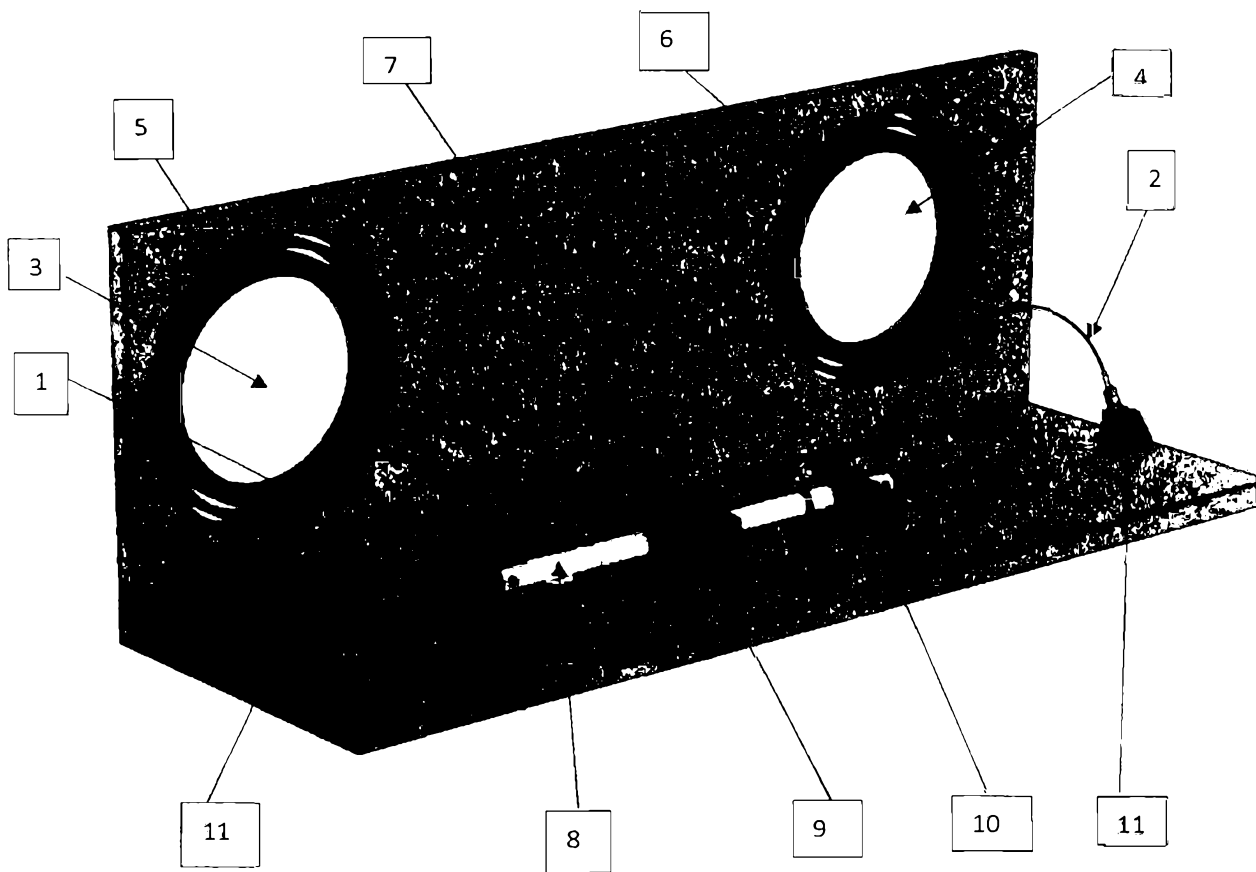


Fig. 1 - Vedere de ansamblu a motorului liniar alternativ: 1, 2 - elemente active din aliaj cu memoria formei; 3, 4 - lentile de focalizare; 5, 6 - suporturi reglabili; 7 - carcasa; 8 - ax; 9 - ghidaj; 10 - indexor; 11 - articulație