



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00842

(22) Data de depozit: 16/11/2015

(41) Data publicării cererii:
29/11/2017 BOPI nr. 11/2017

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• CRĂCIUNESCU CORNELIU MARIUS,
STR. FRAȚII BUZEȘTI NR.9, TIMIȘOARA,
TM, RO;

• BUDĂU VICTOR, STR. PIAȚA BISERICII
NR. 4A, AP. 2, TIMIȘOARA, TM, RO;
• MITELEA ION, STR. AUGUSTIN PACHA
NR. 3, AP. 10, TIMIȘOARA, TM, RO

(74) Mandatar:
CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ TUDOR ICLĂNZAN,
PIAȚA VICTORIEI NR.5, SC.D, AP.2,
TIMIȘOARA

(54) ACTUATOR CU SUBSTRAT RANFORSAT ȘI FILM DIN ALIAJ
CU MEMORIE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un actuator cu substrat ranforsat și cu film din aliaj cu memoria formei utilizat la dispozitivele de acționare sau de control ale pozițiilor, folosite cu precădere în construcția de mașini și aparate pentru amplificarea capacității de acționare, actuatorul putând fi încorporat în sisteme micro-electro-mecanice. Actuatorul conform invenției are o arhitectură secvențială în formă de pachet, fiind alcătuit dintr-un substrat (1) și un film (3) din aliaj cu memoria formei care folosește, pentru creșterea capacității de acționare, fie un strat (2) deranforsare suplimentar, fie un strat intercalat între substratul (1) și filmul (3) din aliaj cu memoria formei, fie dintr-un film (3) amplasat pe partea opusă substratului (1), realizat tot dintr-un aliaj cu memoria formei, astfel încât efectele cumulate la încălzire sau răcire ale pachetului astfel constituit, evidențiate prin amplitudinea și profilul acționării în funcție de temperatură, să fie diferite, în cele două variante de alcătuire, față de caracteristicile de acționare ale actuatorului fără strat ranforsat.

Revendicări: 4
Figuri: 3

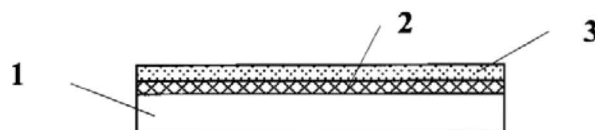
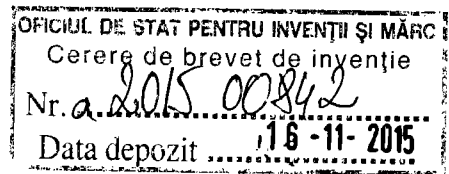


Fig. 1

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).





ACTUATOR CU SUBSTRAT RANFORSAT ȘI FILM DIN ALIAJ CU MEMORIE

Invenția se referă la dispozitivele de acționare sau de control a pozițiilor, utilizate cu precădere în construcția de mașini și aparate pentru amplificarea capacității de acționare, folosind actuatore cu aliaje cu memorie a formei și poate fi încorporat în sisteme micro-electro-mecanice.

Se cunoaște că aliajele cu memorie a formei își modifică proprietățile în cursul transformării martensitice reversibile, atât la încălzire – când suferă transformarea din martensită în austenită, cât și la răcire, când se transformă în martensită. În aliajele feromagnetice cu memorie a formei există și posibilitatea controlului transformării prin intermediul unui câmp magnetic extern. Cele două faze, austenita și martensita, au proprietăți termice și mecanice diferite. În cazul aliajelor cu memorie NiTi, modulul de elasticitate al austenitei este de 2 până la 3 ori mai mare, iar coeficientul de dilatare este de aproape 2 ori mai mare decât cel al martensitei. În aliajele cu efect simplu de memorie, recuperarea formei apare la încălzire. Dacă un asemenea aliaj este folosit într-un sistem elastic prin care să se asigure deformarea forțată la răcire, se obține o recuperare a formei atât la încălzire cât și la răcire.

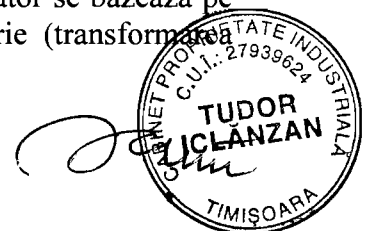
Aliajele cu memorie a formei pot fi utilizate la realizarea de actuatori bimorfi și prin depunerea sub formă de pelicule subțiri. Pentru ca să se obțină un actuator, depunerea aliajului cu memorie se efectuează fie la temperatura ambiantă și atunci este necesară o recoacere de cristalizare ulterioară, fie se efectuează depunerea pe substrat încălzit la o temperatură situată între 200 și 1000°C. Actuatorii astfel realizați au o comportare de tip bimetal în afara domeniului de temperatură sau de câmp magnetic în care aliajul cu memorie suferă o transformare de fază. Această comportare este influențată de tensiunile termoelastice care iau naștere prin răcirea de la temperatura de depunere sau de cristalizare, ca urmare a diferenței de proprietăți termice și elastice între materialul din care este realizat filmul, respectiv substratul. În domeniul în care aliajul cu memorie suferă transformarea de fază apare o modificare cu pantă abruptă a deflecției capătului liber al unui actuator tip cantilever, ca urmare a faptului că proprietățile filmului se modifică de la cele corespunzătoare austenitei, la cele corespunzătoare martensitei, în intervalul de temperatură corespunzător transformării de fază. Acest tip de comportare este reversibil.

Se mai cunoaște, de asemenea, că se pot realiza actuatori depuși pe substraturi polimerice, însă acestea nu asigură proprietățile elastice ale materialelor metalice sau ceramice.

Este cunoscută invenția RU 2465114, care urmărește creșterea eficienței conversiei energiei și a performanțelor elementelor conduse de aliaje cu memorie, dar această metodă se referă la utilizarea unor tehnologii de procesare termomecanică a aliajelor cu memorie sub formă masivă.

Este cunoscută invenția DE 10142998 (B32B15/01; C22C14/00; C22F1/00) care se referă la realizarea de actuatori, prin depunerea a două filme din aliaje cu memorie a formei la care transformările martensitice sunt îmbricate. Acest tip de actuator permite combinarea transformărilor martensitice din cele două filme din aliaj cu memorie, dar nu maximizează amplitudinea acționării.

Este cunoscută invenția DE 10019183 A1 care se referă la realizarea de actuatori cu filme din aliaj cu memorie depuse pe substrat polimeric. Acest tip de actuator se bazează pe existența a două transformări de fază, una specifică aliajelor cu memorie (transformarea



martensitica), iar cealaltă specifică materialelor polimerice (tranziția sticloasă). Prin combinarea efectelor celor două transformări de fază se poate obține blocarea actuatorului pe bază de aliaj cu memorie în poziții intermediare, chiar dacă temperatura se modifică. Nici acest tip de actuator nu permite creșterea amplitudinii acționării, altfel decât prin modificarea grosimii relative a filmului sau a substratului.

Dezavantajul principal al aplicării soluțiilor cunoscute la realizarea de microactuatori este dat de faptul că amplitudinea acționării în momentul transformării de fază pentru un film dintr-un aliaj cu memorie a formei este limitată de proprietățile elastice ale substratului, care sunt constante pentru un substrat omogen de o grosime dată.

Problema pe care o rezolvă invenția este aceea de a realiza o construcție de actuator care permite creșterea capacității de control a actuatorilor pe bază de filme din aliaje cu memorie a formei și ajustarea amplitudinii, respectiv a profilului acționării la modificarea temperaturii, în funcție de specificul unei aplicații. Se permite astfel utilizarea unei tipodimensiuni de substrat, în paralel cu modificarea proprietăților elastice și termice ale acestuia, prin depunerea unei pelicule ranforsante.

Actuatorul cu substrat ranforsat și film din aliaj cu memorie conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că, în vederea creșterii capacității de acționare folosește ranforsarea substratului omogen cu o peliculă suplimentară de material metalic sau nemetalic depusă pe o parte sau alta a substratului, înainte sau după depunerea filmului din aliaj cu memorie a formei, care are ca efect modificarea proprietăților termoelastice ale substratului ranforsat.

Actuatorul, cu arhitectură secvențială în formă pachet, este alcătuit dintr-un substrat 1 și un film din aliaj cu memorie 3 iar pentru creșterea capacității de acționare folosește dispunerea unui strat suplimentar de ranforsare 2, fie intercalat între substratul 1 și filmul cu aliaj de memorie 3, fie pe partea substratului 1, opus, din aliaj cu memorie 3. Efectele cumulate la încălzire sau răcire ale pachetului astfel constituit, evidențiate prin amplitudinea și profilul acționării în funcție de temperatură, vor fi diferite în cele două variante de alcătuire față de caracteristicile de acționare ale actuatorului fără strat ranforsat.

Actuatorul cu substrat ranforsat și film din aliaj cu memorie, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- Permite creșterea capacității de acționare prin modificarea proprietăților elastice în ansamblul film din aliaj cu memorie - substrat ranforsat.
- Permite creșterea capacității de acționare prin modificarea stării de tensiune în substrat ca urmare a încălzirii substratului anterior depunerii filmului din aliaj cu memorie a formei.
- Permite ajustarea controlată a amplitudinii acționării ca urmare a transformării de fază din aliajul cu memorie a formei pe baza grosimii relative în asocierea substrat-film ranforsant-film din aliaj cu memorie a formei.

Se dau în continuare, exemple de realizare a invenției în legătură cu figurile care reprezintă;

- Fig. 1, Actuatorul cu substrat ranforsat și film din aliaj cu memorie pe aceeași parte cu ranforsantul.
- Fig. 2, Actuatorul cu substrat ranforsat și film din aliaj cu memorie depus pe partea opusă celei pe care a fost depus ranforsantul.
- Fig. 3, Rezultate experimentale comparative pentru cazul actuatorilor cu substrat ranforsat și film din aliaj cu memorie: a. cu substrat neranforsat; b. cu substrat ranforsat pe partea



opusă filmului din aliaj cu memorie; c cu substrat ranforsat pe aceeași parte cu filmul din aliaj cu memorie.

Actuatorul cu substrat ranforsat și film din aliaj cu memorie conform invenției este realizat dintr-un substrat 1, pe care se depune o peliculă ranforsantă 2 și un film din aliaj cu memorie 3. Filmul din aliaj cu memorie 3 se poate depune fie pe pelicula ranforsantă 2, așa cum apare în Fig. 1, fie pe partea opusă a substratului 1, așa cum apare în Fig. 2. Atât pelicula ranforsantă 2, cât și filmul din aliaj cu memorie 3 se pot depune pe substratul 1 aflat la temperatura ambiantă sau pe substratul 1 încălzit. După depunere pe un substrat insuficient încălzit se efectuează o recoacere pentru cristalizarea ranforsantului 2, a filmului din aliaj cu memorie 3, sau ambele, a ranforsantului 2 și a filmului din aliaj cu memorie 3. Dacă ranforsantul și filmul sunt depuse pe substrat încălzit la o temperatură suficient de mare ca ranforsantul și filmul să fie cristaline, recoacerea nu mai este necesară. Ranforsantul 2 și filmul din aliaj cu memorie 3 se pot depune pe substratul încălzit la aceeași temperatură, sau la temperaturi diferite pentru fiecare film.

Prin răcire, atât ranforsantul 2 cât și filmul din aliaj cu memorie 3, depuse pe substratul 1 contribuie la starea de tensiune din compozitul multistrat. Starea de tensiune din compozit se reflectă prin modificarea curburii acestuia și implicit prin deflexia capătului său liber. Spre deosebire de substratul 1 și de pelicula ranforsanta 2, care au caracteristici termoelastice care variază liniar cu temperatura, filmul din aliaj cu memorie 3 are caracteristici termoelastice diferite pentru fiecare din fazele – austenită, respectiv martensită - în care trece reversibil, la încălzire și la răcire, în cursul transformării de fază. Astfel, prin compunerea efectelor termoelastice din compozitul multistrat rezultă o modificare accentuată a deflexiei capătului liber al acestuia, în intervalul de temperatură în care are loc transformarea de fază – termoelastică și reversibilă – din filmul din aliaj cu memorie 3.

În cazul depunerii peliculei ranforsante 2 la temperatura ambiantă și a filmului din aliaj cu memorie 3 la o temperatură superioară, prin încălzirea substratului ranforsat acesta devine pretensionat la momentul depunerii filmului din aliaj cu memorie a formei 3. Astfel, filmul din aliaj cu memorie 3, depus, se va afla la răcire nu doar sub efectul tensiunilor termoelastice care ar fi produse de depunerea pe substratul 1, neranforsat ci și sub efectul contribuției termoelastice a ranforsantului 2. Valoarea tensiunilor termoelastice la o anumită temperatură depinde de proprietățile mecanice și termice ale substratului 1, ale ranforsantului 2 și ale filmului din aliaj cu memorie 3, respectiv de temperatură de depunere sau de cristalizare.

În cazul în care prin contribuția ranforsantului, așa cum se întâmplă în cazul actuatorului din Fig.1, tensiunea din filmul din aliaj cu memorie este mai mică, se obține o amplitudine mai mică a acționării, comparativ cu cazul unui actuator bimorf film-substrat, cu aceleași dimensiuni ale substratului, ranforsantului și filmului din aliaj cu memorie. Aceasta se întâmplă din cauza faptului că atât pelicula ranforsanta 2 cât și filmul din aliaj cu memorie 3 acționează în același sens atunci când ambele au modul de elasticitate și coeficient de dilatare termică mai mare decât al substratului.

În cazul în care prin contribuția peliculei ranforsante 2, așa cum se întâmplă în cazul actuatorului din Fig. 2, tensiunea din filmul din aliaj cu memorie 3 este mai mare și se obține o amplitudine mai mare a acționării, comparativ cu cazul unui actuator bimorph film-substrat, cu aceleași dimensiuni ale substratului, ranforsantului și a filmului din aliaj cu memorie. Aceasta se întâmplă din cauza faptului că pelicula ranforsanta 2, împreună cu substratul 1 tind să deformeze compozitul multistrat în sens contrar celui în care tinde să îl deformeze filmul din aliaj cu memorie 3. Efectul rezultat este cel de forțare a filmului din aliaj cu memorie 3 până la nivelul maxim a transformării martensitice din acesta, cu efect de creștere a



amplitudinii deflexiei actuatorului în intervalul de temperaturi corespunzător transformării de fază din filmul din aliaj cu memorie 3.

Rezultatele experimentale obținute sunt sistematizate în Fig. 3, pentru cazul unui film din aliaj cu memorie 1, realizat din aliaj cu memorie NiTi, depus pe substratul 2, din siliciu pe care s-a depus anterior o peliculă ranforsanta 2, de Ni. Se observă că față de actuatorul bimorf cu profilul de acționare în funcție de temperatură (a), amplitudinea acționării este mai mare pentru actuatorul cu ranforsare pe partea opusă filmului din aliaj cu memorie (b) și mai mică pentru actuatorul cu ranforsare pe aceeași parte cu filmul din aliaj cu memorie (c).



y

REVENDICĂRI

1. Actuator, cu arhitectură secvențială în formă de pachet, alcătuit dintr-un substrat (1) și un film din aliaj cu memorie (3), **caracterizat prin aceea că**, pentru creșterea capacității de acționare folosește dispunerea unui strat suplimentar de ranforsare (2), fie intercalat între substratul (1) și filmul cu aliaj de memorie (3), fie pe partea substratului (1), opus, din aliaj cu memorie (3), astfel încât efectele cumulate la încălzire sau răcire ale pachetului astfel constituit, evidențiate prin amplitudinea și profilul acționării în funcție de temperatură, să fie diferite în cele două variante de alcătuire față de caracteristicile de acționare ale actuatorului fără strat ranforsat.
2. Actuator conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, folosește una sau mai multe pelicule suplimentare de ranforsare (2) depuse pe partea opusă celei pe care se depune filmul din aliaj cu memorie, la temperatura ambiantă sau la la temperatură ridicată, înainte, în timpul sau ulterior depunerii filmului din aliaj cu memorie.
3. Actuator conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, folosește una sau mai multe pelicule suplimentare de ranforsare (2) depuse la temperatura ambiantă sau la temperatură ridicată, pe una dintre fețele unui substrat polimeric în scopul modificării proprietăților termoelastice ale substratului astfel realizat.
4. Actuator conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, folosește o peliculă suplimentară de ranforsare (2) depusă pe oricare parte a substratului, înainte sau după depunerea filmului din aliaj cu memorie, a cărei grosime relativ-raportata la grosimea substratului respectiv a filmului depus este utilizată pentru controlul tensiunii din filmul din aliaj cu memorie a formei.



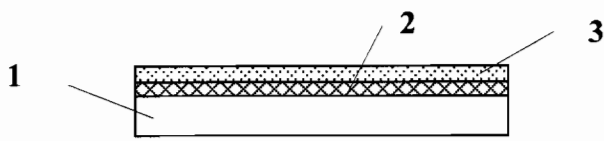


Fig. 1

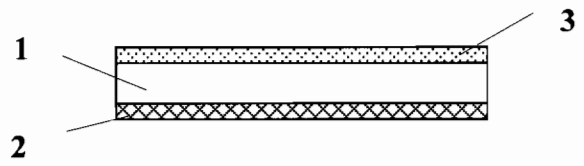


Fig. 2

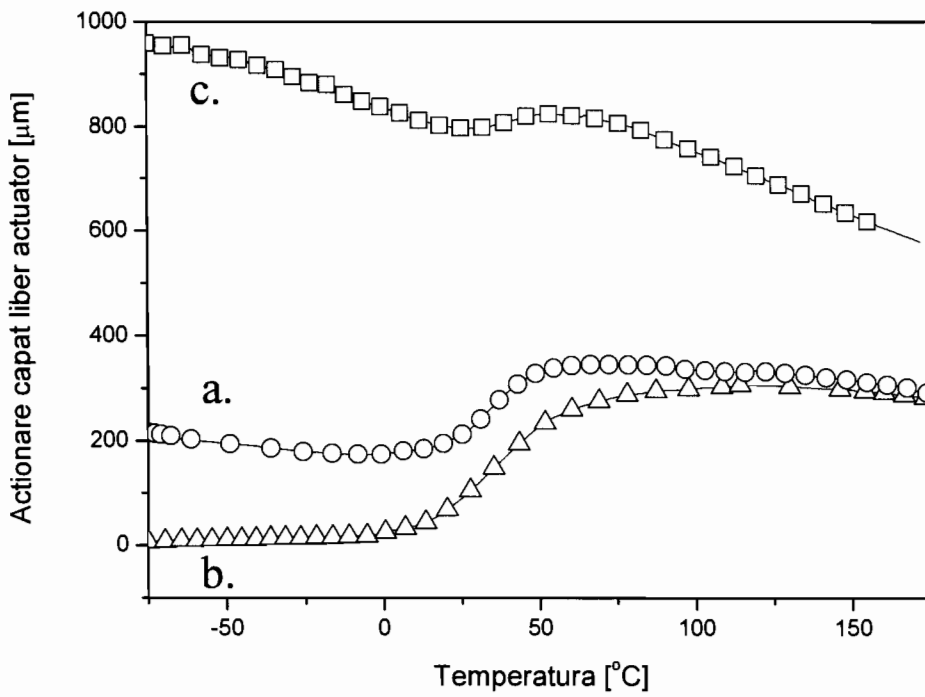


Fig. 3

