

(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2006 00219**

(22) Data de depozit: **31.03.2006**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.02.2012** BOPI nr. **2/2012**

(41) Data publicării cererii:  
**30.11.2006** BOPI nr. **11/2006**

(73) Titular:  
• **OLTEAN IOAN DĂNUȚ, STR.LATERALĂ  
NR.77, CRISTIAN, BV, RO;**  
• **MOTOC DANA, STR.GH.BAIULESCU  
NR.17, AP.3B, BRAȘOV, BV, RO**

(72) Inventatori:  
• **OLTEAN IOAN DĂNUȚ, STR.LATERALĂ  
NR.77, CRISTIAN, BV, RO;**  
• **MOTOC DANA, STR.GH.BAIULESCU  
NR.17, AP.3B, BRAȘOV, BV, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**JP 1281702 (A); EP 0311813 (A2);  
DE 2752540 A1; GB 2042272 A;  
GB 457254 (A)**

(54) **REZISTOR REGLABIL PRIN MODIFICAREA PRESIUNII  
APPLICATE ASUPRA ELEMENTULUI REZISTIV**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un rezistor reglabil, destinat reglării curentului electric în circuite electrice și electronice de joasă sau înaltă frecvență. Rezistorul conform invenției este alcătuit dintr-un dispozitiv (2) de strângere cu șurub, niște armături (3) ce realizează un contact electric cu un element rezistiv (1), realizat dintr-un material compozit, cu matrice polimerică și pulberi de fier, și niște terminale (4) confecționate din cupru și cositorite pe armături (3).

Revendicări: 2  
Figuri: 4

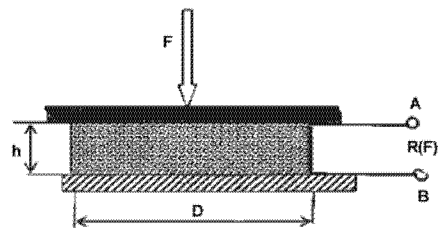


Fig. 1



# RO 123411 B1

1           Invenția se referă la un rezistor reglabil cu element rezistiv din material compozit,  
care se poate utiliza în circuitele de reglaj al curentului electric, în circuite electrice și  
3           electronice în curent continuu sau de curent alternativ de joasă sau înaltă frecvență.

          Rezistoarele reglabile se realizează sub formă de reostate sau potențiometre, având  
5           în structura lor elemente rezistive peliculare sau bobinate. În principiu, o rezistență variabilă  
este un dispozitiv realizat dintr-o rezistență chimică sau bobinată cu valoare fixă, pe care se  
7           deplasează un cursor - contact alunecător în contact cu rezistența fixă. Modificarea rezisten-  
ței electrice a unui astfel de rezistor se obține prin deplasarea cursorului în raport cu unul  
9           dintre capetele elementului rezistiv. Valoarea nominală a rezistenței se stabilește în funcție  
de geometria și rezistivitatea elementului rezistiv.

11           Geometria elementului rezistiv este de obicei circulară sau liniară, aceasta fiind dată  
de forma suportului izolant pe care se realizează elementul rezistiv. Rezistoarele bobinate  
13           sunt inductive, adică prezintă inductanță proprie și din această cauză nu se pot folosi în  
circuitele de înaltă frecvență.

15           Principiul reglării rezistenței prin intermediul deplasării relative a cursorului, în raport  
cu elementul rezistiv al acestuia, prezintă următoarele dezavantaje:

- 17           - uzura elementului rezistiv;
- introducerea unei rezistențe parazite între cursor și elementul rezistiv;
- 19           - posibilitatea de apariție a scânteilor între cursor și elementul rezistiv.

          Sunt de asemenea cunoscute rezistențe reglabile și potențiometre bazate pe  
21           modificarea rezistenței electrice prin aplicarea unei forțe asupra elementului rezistiv  
[DE 2752540 A1, EP 0311813 A2, GB 2042272 A, GB 457254 A].

23           Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui rezistor reglabil,  
prin modificarea presiunii aplicate asupra elementului rezistiv, la care variația relativă a  
25           rezistenței electrice  $\Delta R/R_0$  este mai mare decât la soluțiile cunoscute.

          Invenția de față constă în realizarea unui rezistor reglabil, prin modificarea presiunii  
27           aplicate asupra elementului rezistiv format dintr-un volum cilindric din material compozit  
piezorezistiv cu matrice polimerică și pulberi de fier, la care pulberile de fier au granulația de  
29           100  $\mu\text{m}$ , astfel că la o solicitare mecanică din domeniul elastic, se asigură o variație relativă  
a rezistenței electrice  $\Delta R/R_0$  de aproximativ 60%. Invenția constă și în procedeul de  
31           fabricare a elementului rezistiv, în cadrul căruia pulberile de fier sunt amestecate cu rășina  
epoxidică și cu întăritorul, până la omogenizarea lor completă, amestecul este introdus într-o  
33           matriță preîncălzită într-un cuptor și presat, după care comprimatul este extras din matriță  
și menținut la temperatura camerei până la întărirea completă.

35           Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

          - creșterea fiabilității rezistoarelor reglabile supuse la reglaje frecvente datorită  
37           eliminării uzurii elementului rezistiv, deoarece modificarea rezistenței nu se obține prin  
deplasarea unui cursor pe suprafața elementului rezistiv, ci prin presarea elementului rezistiv  
39           în domeniul elastic;

          - posibilitatea de utilizare a rezistoarelor reglabile funcționând pe principiul descris  
41           în prezenta invenție și în medii cu pericol de explozie;

          - posibilitatea de obținere de rezistoare variabile neinductive (rezistor de volum), cum  
43           ar fi rezistoarele de sarcină reglabile în construcție coaxială pentru înaltă frecvență.

          Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu  
45           fig. 1...4, care reprezintă:

- 47           - fig. 1, principiul de funcționare a rezistorului reglabil;
- fig. 2, modul de conectare a rezistorului reglabil;
- fig. 3, vedere principială a rezistorului;
- 49           - fig. 4, variația rezistenței electrice în funcție de forța aplicată.

# RO 123411 B1

Rezistorul reglabil, conform invenției, folosește drept element piezorezistiv un material compozit cu pulberi metalice de formă cilindrică ( $D \times h$ ), care sub acțiunea forței mecanice (presiune) își modifică rezistența dintre punctele de contact **A** și **B** -  $R(F)$ , așa cum se indică în fig. 1. Terminalele au rolul de legătură între elementul rezistiv și circuitul în care urmează a se conecta dispozitivul electric (punctele de contact **A** și **B** - fig. 1, 2).

Valoarea inițială a rezistenței electrice a rezistorului  $R_0$  (rezistor fără solicitare mecanică) rezultă în funcție de caracteristicile electrice și geometrice ale elementului rezistiv. Aplicarea forței (presiunii) asupra elementului rezistiv se realizează prin intermediul unui dispozitiv de solicitare mecanică. Pentru elementul rezistiv, având formă cilindrică, cu rezistivitatea medie  $\rho_m$  [ $\Omega m$ ] a materialului compozit, secțiunea **S** a acestuia

$\left( S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right)$  și înălțimea  $h$ , valoarea rezistenței  $R_0$  se stabilește conform relației:

$$R_0 = \rho_m \frac{h}{S} = \rho_m \frac{4 \cdot h}{\pi \cdot D^2}$$

Variația rezistenței electrice a rezistorului este invers proporțională cu forța (presiunea) mecanică care se aplică prin intermediul dispozitivului de solicitare mecanică asupra armăturilor situate pe fețele plane (circulare) ale elementului rezistiv. Această variație se stabilește între valoarea maximă a rezistorului egală cu  $R_0$  și o valoare minimă determinată de limitele de solicitare în domeniu elastic al materialului compozit utilizat pentru realizarea elementului rezistiv. Variația rezistenței electrice a rezistorului reglabil se produce

datorită variației relative a mărimilor  $h$  și  $S \left( \frac{\Delta h}{h}, \frac{\Delta S}{S} \right)$ , dar în special datorită variației

relative a rezistivității electrice  $\left( \frac{\Delta \rho}{\rho} \right)$  - efect piezorezistiv) a materialului compozit din care

este realizat elementul rezistiv. Elementul rezistiv astfel realizat este neinductiv și ca urmare poate fi utilizat atât în circuitele electrice de curent continuu, cât și în cele de joasă și înaltă frecvență.

Elementul rezistiv este realizat dintr-un material compozit cu matrice polimerică și pulberi de fier, pentru care matricea compozitului s-a considerat a fi o rășină epoxidică și întăritor, în proporții de 90...10% în masa amestecului polimeric. Materialul complementar constă în particule din Fe tehnic pur, cu granulație de 100  $\mu m$ , având procentul de ranforsare de 70% în masa compozitului rezultat.

Rășina este sub forma unei paste vâscoase de culoare alb-roșiatică, care trece în incolor după realizarea amestecului. Timpul de întărire la temperatura camerei a fost de 25 min. Procesul de întărire al rășinii generează o reacție exotermă, cu atingerea unor valori ale temperaturii  $\theta > 60^\circ C$ .

Etapele tehnologiei de realizare a amestecurilor de formare și a eșantioanelor din materiale compozite au presupus efectuarea următoarelor operații:

- cântărirea pulberilor metalice ce umplu 100% recipientul de lucru (recipientul utilizat a fost din material plastic, deoarece rășina nu aderă la acesta) și cântărirea pulberilor metalice ce corespund unor proporții volumice de armare de 70%;

- cântărirea rășinii și întăritorului în proporția rămasă, pentru a obține o umplere de 100% a volumului recipientului de formare (volumul recipientului de formare s-a ales ca fiind mai mare decât cel al matriței, ținând cont de operațiile ulterioare de compactare);

# RO 123411 B1

1 - amestecarea, până la omogenizarea completă, a pulberilor metalice cu rășina și  
întăritorul; pierderile de amestec rămas pe pereții recipientului de lucru sunt neglijabile;

3 - introducerea amestecului în matrița încălzită în prealabil într-un cuptor cu atmosferă  
controlată și unsă în interior cu un amestec de praf de grafit și ulei mineral, pentru evitarea  
5 aderenței la pereții acesteia;

7 - presarea "ușoară", cu o presiune având valoarea de  $3 \text{ MN/dm}^3$ , cu ajutorul unei  
prese hidraulice; valoarea presiunii a fost aleasă după mai multe încercări la valori diferite  
ale presiunii, cuprinse între 3 și  $10 \text{ MN/dm}^3$ , care au evidențiat diferite grade de segregare  
9 a componentelor amestecurilor și ținând cont că după presare comprimatul cilindric se  
impune să aibă o anumită înălțime, dictată de considerente de testare ultrasonică;

11 - extragerea comprimatului din matriță, cu ajutorul poansonului inferior și al unor cale  
subțiri;

13 - menținerea la temperatura camerei ( $20^\circ\text{C}$ ), timp de 24 h, pentru asigurarea condiției  
de întărire completă.

15 În fig. 2 se prezintă o variantă de conectare a rezistorului reglabil (fig. 1), în care  
modificarea rezistenței electrice  $R$  în funcție de forța mecanică  $F$  permite reglajul curentului  
17  $I_s$  din circuitul impedanței de sarcină  $Z_s$ .

19 În exemplul de realizare a rezistorului reglabil din fig. 3, părțile componente ale  
acestuia sunt următoarele: elementul rezistiv 1, dispozitivului de solicitare mecanică 2,  
armăturile 3 și terminalele 4.

21 Dispozitivul de solicitare mecanică prezentat este un dispozitiv de strângere cu șurub  
(poz. 2, fig. 3). Acesta conține un bac fix (cu parte filetată la partea superioară) și unul mobil  
23 - șurubul propriu-zis - care prin rotire într-un sens sau altul crește sau scade forța de  
presare. Partea mobilă transmite forța prin intermediul armăturilor plane metalice, izolate  
25 electric de cele două bacuri, asupra suprafețelor laterale ale elementului rezistiv.

27 Armăturile metalice (poz. 3, fig. 3) au rolul de a realiza un contact electric intim cu  
suprafețele laterale ale materialului compozit, pentru a asigura conducția curentului electric.

29 Terminalele (poz. 4, fig. 3) sunt conductoare de cupru lipite pe armăturile metalice.

În fig. 4 se indică variația rezistenței  $R$  [ohm] în funcție de forța  $F$  [kgf] aplicată  
elementului rezistiv, cu structura și geometria menționată.

31 Pentru un element rezistiv din material compozit cu pulberi de fier (granulație de  $100$   
 $\mu\text{m}$ ) de formă cilindrică, cu diametrul  $D = 50 \text{ mm}$  și  $h = 18,5 \text{ mm}$ , s-a obținut o rezistivitate

33 electrică medie  $\rho_m = \frac{R}{(\pi \cdot D^2) / 4} \approx 1,1 \Omega \cdot m$ , valoare situată în domeniul

semiconductor. La acest eșantion amplasat între două armături metalice și solicitat de o forță

35  $F$ , așa cum se arată în fig. 1, variația relativă a rezistenței electrice  $\frac{\Delta R}{R_0}$  :

$$\frac{\Delta R}{R_0} = \frac{R_0 - R(F = 40 \text{ KgF})}{R_0} \text{ se situează la aproximativ } 60\% \text{ la o solicitare}$$

37 mecanică  $\sigma = (F/S)$  din domeniul elastic ( $\sigma \approx 2 \text{ kgf/cm}^2$ ).

39 Valorile rezistenței  $R$  [ $\Omega$ ] care s-au obținut la solicitarea elementului rezistiv menționat  
cu forțe  $F = 0 \div 40 \text{ kgf}$  sunt prezentate în tabel.

# RO 123411 B1

*Variația rezistenței R(F) pentru elementul rezistiv menționat*

R[ohm]	10,55	8,89	7,27	6,78	5,92	5,33	4,88	4,60	4,30
F[KgF]	0	5	10	15	20	25	30	35	40

Determinarea rezistenței electrice R[Ω] s-a efectuat cu metoda ampermetrului și voltmetrului, folosind o sursă de tensiune (c.c. sau c.a.) cu tensiunea U = 4 V.

Din datele experimentale, rezultă o variație relativă a rezistenței, pentru domeniul 0÷40 kgf,  $\Delta R/R \approx 60\%$ , variație mult mai mare decât la alte categorii de materiale (metale, aliaje metalice sau semiconductoare).

Elementele rezistive realizate din materiale compozite piezorezistive, conform invenției, pot fi utilizate la realizarea de:

- rezistoare reglabile în construcție coaxială, pentru realizarea de sarcini coaxiale la înaltă frecvență;
- traductoare rezistive de solicitări mecanice (senzori tensometrici).

# RO 123411 B1

1

## Revendicări

3

1. Rezistor reglabil prin modificarea presiunii aplicate asupra elementului rezistiv, format dintr-un volum cilindric din material compozit piezorezistiv cu matrice polimerică și pulberi de fier, **caracterizat prin aceea că** pulberile de fier au granulația de 100  $\mu\text{m}$ , astfel că la o solicitare mecanică în domeniul elastic, se asigură o variație relativă a rezistenței electrice  $\Delta R/R_0$  de aproximativ 60%.

7

9

2. Procedeu de fabricare a rezistorului reglabil, de la revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** pulberile de fier sunt amestecate cu rășina epoxidică și întăritorul, până la omogenizarea lor completă, amestecul este introdus într-o matriță preîncălzită într-un cuptor și presat cu o presiune de 3  $\text{MN}/\text{dm}^3$ , după care comprimatul este extras din matriță și menținut la temperatura de circa 20°C a camerei, timp de 24 h, pentru întărirea sa completă.

11

(51) Int.Cl.

H01C 10/10 (2006.01),

H01C 10/40 (2006.01)

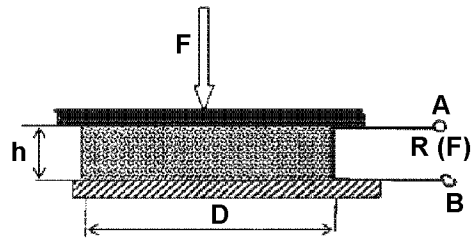


Fig. 1

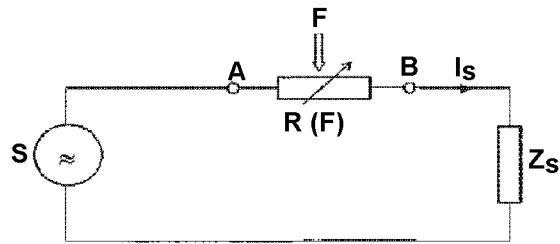


Fig. 2

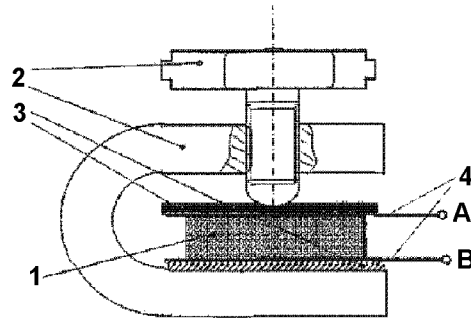


Fig. 3

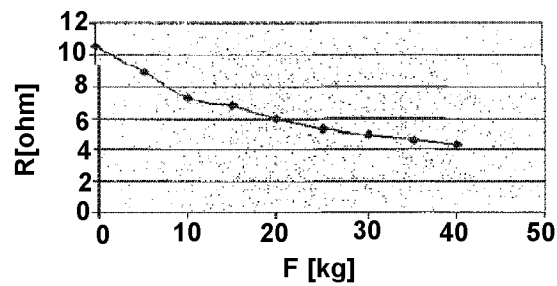


Fig. 4



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
 sub comanda nr. 81/2012