



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00379

(22) Data de depozit: 21.04.2011

(41) Data publicării cererii:  
30.09.2011 BOPI nr. 9/2011

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
FIZICA TEHNICĂ - IFT IAȘI,  
BD. MANGERON NR. 47, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:  
• POPA PAUL DORIN, STR. HAN TĂȚAR  
NR. 6, BL. 361, SC. B, AP. 21, IAȘI, IS, RO

### (54) PROCEDU DE REALIZARE A MIEZURILOR MAGNETICE DIN MATERIALE OXIDICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de realizare, prin oxidare termică, a miezurilor magnetice din materiale oxidice cum sunt feritele și perovskitii, care sunt utilizate la realizarea componentelor circuitelor de înaltă frecvență și care nu pot fi obținute prin procedeele cunoscute. Procedeu conform invenției constă în prepararea în proporție stoichiometrică a unui amestec omogen din metalele ce formează compusul oxidic, amestec ce poate fi un aliaj de două sau mai multe metale, o pulbere fină de aliaj sau un amestec omogen de pulberi metalice cu granulația sub 20 μm, din amestecul metalic se realizează un semifabricat de forma și dimensiunea necesare obținerii piesei finite prin laminare, trefilare, ștanțare, ambutisare sau prin presarea unei pulberi în formă, forma finită a semifabricatului înainte de începerea tratamentului termic se obține cu dimensiuni antecalculat mai mici cu

5...24% decât dimensiunea finală, apariția compusului oxidic măbind volumul semifabricatului, iar în ultima fază semifabricatul se tratează termic în aer, oxigen sau un alt amestec oxidant, la o temperatură cuprinsă între 1100... 1200°C, când are loc oxidarea tuturor metalelor componente, oxigenul difuzează în toată masa semifabricatului, oxidând metalele componente printr-o reacție de forma  $xA + yB + zC + wO_2 = A_xO_m + B_yO_n + C_zO_p$ , după care are loc o reacție în fază solidă între oxizi, printr-o reacție de forma  $A_xO_m + B_yO_n + C_zO_p = A_xB_yC_zO_{m+n+p}$ , și apar cristalele de compus oxidic ce cresc și se lipsesc unele de altele, determinând o creștere în volum a miezului magnetic și o scădere a porozității acestuia.

Revendicări: 2



**PROCEDEU DE REALIZARE A MIEZURILOR MAGNETICE DIN MATERIALE****OXIDICE**

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2011 00379
Data depozit 2.1.-04.-2011

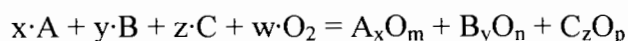
**DESCRIERE**

Invenția se referă la un procedeu de realizare a miezurilor magnetice din materiale oxidice (ferite, perovskiti) destinate utilizării la componente ale circuitelor de înaltă frecvență. Invenția urmărește rezolvarea problemei obținerii de piese ale căror formă sau dimensiune nu se pretează la realizarea prin procedeele cunoscute: grosimi mici, forme complicate, volume mari, etc.

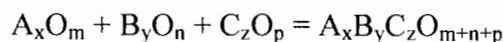
Se cunoaște ca cel mai uzual procedeu de realizare a pieselor din materiale oxidice procedeul de presare a unei pulberi oxidice în matriță, urmat de un tratament termic de sinterizare. Pulberea presată poate fi un amestec de oxizi, în care caz reacția de formare a compusului are loc în timpul sinterizării, sau o pulbere precursoră din compusul necesar obținută în prealabil prin alte procedee, în care caz prin sinterizare are loc doar compactarea piesei și creșterea cristalelor. Produsul rezultat, în general cu dimensiuni mai mici decât ale semifabricatului presat și cu o oarecare deformare, este dur, casant și poate fi prelucrat ulterior doar prin debitare sau rectificare cu corpuri abrazive. Procedeul descris are limitări datorate însăși operației de presare: este dificil să se construiască matrițe pentru piese cu formă complicată și să se asigure o presare uniformă în toată masa piesei, semifabricatele presate sunt fragile și pot fi cu greu scoase din formă și manipulate dacă au grosime mică, iar unele forme nu pot fi obținute prin presare în matriță.

Se mai cunoaște un procedeu mai puțin utilizat, cel al presării cu liant fără sinterizare ulterioară. Materialul oxidic sub formă de pulbere se prepară printr-un procedeu oarecare ce cuprinde inclusiv sinterizarea finală și măcinarea, se amestecă cu un liant organic adecvat (cauciuc, rășini sintetice, etc), după care se prelucrează prin presare în matriță sau prin extrudere. După un tratament de întărire a liantului rezultă piesa finită la o formă și dimensiune foarte apropiată de cea a produsului final, fiind și relativ ușor prelucrabilă mecanic. Procedeul descris este utilizabil la obținerea de miezuri magnetice, dar proprietățile magnetice obținute sunt inferioare celor obținute prin procedee fără liant.

Procedeul conform invenției înlătură dezavantajele procedeelelor prezentate prin aceea că piesele din compuși oxidici sunt realizate prin oxidarea termică a unor semifabricate din materiale metalice. Au loc două reacții: o reacție de oxidare a metalelor



și una de formare a unui compus prin reacția între oxizi



Procedeeul cuprinde următoarele operații:

- se prepară un amestec omogen din metalele ce formează compusul oxidic în proporție stoichiometrică. Amestecul poate fi un aliaj din două sau mai multe metale, o pulbere fină de aliaj, un amestec omogen de pulberi metalice fine (sub 20 microni), etc.

- din amestecul metalic se realizează un semifabricat de forma și dimensiunea necesară obținerii piesei finite. Astfel, un aliaj maleabil poate fi laminat, trefilat, ștanțat, ambutisat, etc. O pulbere poate fi turnată sau presată ușor într-o formă, etc.

- semifabricatul realizat se tratează termic în aer, oxigen, sau un alt amestec oxidant. În timpul tratamentului, la o temperatură suficient de mare pentru oxidarea tuturor metalelor componente, oxigenul difuzează în masa semifabricatului, metalele din care este compus semifabricatul oxidează, are loc o reacție în fază solidă între oxizi și apar cristale de compus oxidic. Cristalele cresc și se lipesc unul de altul formând un corp compact. Deoarece compusul oxidic are o densitate mai mică decât amestecul metalic, volumul piesei crește și porozitatea semifabricatului scade.

În continuare se prezintă un exemplu simplu de aplicare a invenției la realizarea, în regim de serie, de miezuri magnetice cilindrice din ferită de nichel ( $NiFe_2O_4$ ) pentru circuite de înaltă frecvență (10 ÷ 100 MHz) cu diametrul de 0,5 mm. Piese lungi cu diametrul specificat nu se pot realiza prin presare în matriță. Se procedează după cum urmează:

- se elaborează un aliaj fier-nichel cu un conținut de 66% fier și 34% nichel  
- din aliajul elaborat se trag fire cu diametrul de 0,38 mm care, după tratament, vor ajunge la diametrul de 0,5 mm

- firele obținute se trec în sens descendent, printr-un cuptor electric vertical cu înălțime de maximum 1 metru. Cuptorul este încălzit la temperatura de 1100÷1200°C și permite accesul natural al aerului. Firele coboară vertical și se mențin rectilinii prin propria greutate, fără să se atingă între ele, cu o viteză astfel stabilită încât durata tratamentului să fie de minimum 4÷6 ore, pentru difuzia oxigenului în metal și formarea completă a feritei. Deplasarea firelor poate fi continuă sau în pași de cel mult 50 mm

- la ieșirea din cuptor, imediat după răcirea în aer, firele din ferită se debitează la o lungime de maximum 100 mm. Reperetele astfel obținute se debitează ulterior la lungimea necesară aplicației și se ambalează

- se iau periodic probe din produsul obținut și se verifică formarea feritei determinându-i masa pe unitatea de lungime și magnetizația la saturație și, dacă este necesar, se ajustează viteza de trecere sau temperatura cuptorului.

Un alt exemplu de aplicare a invenției, prezentat în continuare, este realizarea în regim de unicat sau de serie mică a unui miez magnetic toroidal cu diametrul exterior de 300 mm, diametrul interior de 150 mm și înălțimea de 100 mm, din ferită de magneziu-cupru-zinc ( $Mg_{0,3}Cu_{0,2}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ ) pentru un transformator de putere de radiofrecvență. Pentru un unicat nu se justifică fabricarea unei matrițe de mari dimensiuni și utilizarea unei prese hidraulice mari. Se procedează după cum urmează:

- se prepară un amestec omogen de pulberi fine (granulație sub 20 micrometri) de fier, zinc, magneziu și cupru în raportul masic corespunzător formulei chimice (de exemplu: 0,365 kg Mg, 0,635 kg Cu, 1,88 kg Zn, 5,58 kg Fe pentru o cantitate de 8 kg de produse finite)

- se execută un model din lemn sau din alt material ușor prelucrabil, de forma miezului și de dimensiuni mai mici cu 5% decât cele ale miezului finit

- după model se execută o formă din nisip, la fel ca formele de turnare pentru metale

- forma se umple, cu o ușoară tasare, cu pulberea preparată și se introduce într-un cuptor electric cu acces de aer și de oxigen

- forma se încălzește lent (3 sau 4 ore), în aer, până la temperatura de 1100°C, se introduce în cuptor un flux de oxigen la presiunea atmosferică de 0,1 litri pe minut și se ține încă 10 ore la aceeași temperatură, după care se lasă să se răcească lent în aer o dată cu cuptorul

- produsul rezultat de extrage din formă, i se verifică integritatea fizică și permeabilitatea magnetică și se finisează prin rectificare, lăcuire, etc. Pentru un alt miez se execută o nouă formă cu același model.

Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- pot fi realizate miezuri magnetice cu forme și dimensiuni ce nu pot fi realizate economic prin procedeele uzuale

- datorită creșterii volumului în timpul tratamentului termic compactarea produsului finit nu necesită presarea prealabilă a pulberilor, respectiv prese mari și matrițe rezistente.

**REVENDICĂRI:**

1. Procedeu de realizare a miezurilor magnetice din materiale oxidice caracterizat prin aceea că, în scopul obținerii materialului oxidic necesar, se utilizează reacția de oxidare termică într-un mediu oxidant a unui aliaj metalic sau a unui amestec de pulberi metalice, însoțită de reacția chimică în fază solidă între oxizi.

2. Procedeu de realizare a miezurilor magnetice din materiale oxidice caracterizat prin aceea că, în scopul obținerii unei structuri policristaline compacte fără o presare prealabilă a unor pulberi, se utilizează fenomenul de creștere în volum a particulelor metalice supuse unui tratament termic de oxidare și de formare de compuși oxidici.