

# PATENTOVÝ SPIS

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

- (21) Číslo přihlášky: **1998-1859**  
(22) Přihlášeno: **12.11.1996**  
(30) Právo přednosti: **27.12.1995 RO 1995/02277**  
(40) Zveřejněno: **16.12.1998**  
**(Věstník č. 12/1998)**  
(47) Uděleno: **09.10.2006**  
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **15.11.2006**  
**(Věstník č. 11/2006)**  
(86) PCT číslo: **PCT/RO1996/000009**  
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 1997/024734**

(11) Číslo dokumentu:

**297 367**

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:  
**H01F 1/153 (2006.01)**

- (56) Relevantní dokumenty:  
US 4482400; US 4501316; JP 7153639.

- (73) Majitel patentu:  
Instutul de Fizica Tehnica, Iasi, RO

- (72) Původce:  
Chiriac Horia, Iasi, RO  
Barariu Firuta, Iasi, RO  
Ovari Tibor Adrian, Suceava, RO  
Pop Gheorghe, Iasi, RO

- (74) Zástupce:  
RNDr. Zdeňka Halaxová, Třída Svobody 22, Olomouc,  
77200

- (54) Název vynálezu:  
**Amorfní a nanokrystalické vodiče se skleněným  
povlakem a způsob jejich výroby**

- (57) Anotace:  
Vynález se týká amorfních a nanokrystalických magnetických vodičů se skleněným povlakem a způsobu jejich výroby. Vodiče jsou tvořeny kovovým amorfním nebo nanokrystalickým jádrem o průměru řádově  $10^{-6}$  m, o složení na bázi přechodových kovů-polokovů a dalších přídavných kovů. Jsou opatřeny skleněným povlakem s řádově stejnou tloušťkou stěny, vodiče vykazují vysoké nebo střední magnetické nasycení, magnetostrickci pozitivní, negativní nebo blízkou nule a hodnoty koercitivního pole a magnetické permeability v závislosti na požadovaném použití. Amorfní a nanokrystalické vodiče se skleněným povlakem jsou určeny pro použití v elektronice a elektrotechnice v senzorech, měničích, indukčních cívkách, transformátorech, magnetických štítech, zařízeních založených na vzájemném vztahu mezi magnetickými vlastnostmi kovového jádra a optickými vlastnostmi skleněného povlaku.

**CZ 297367 B6**

## Amorfní a nanokrystalické vodiče se skleněným povlakem a způsob jejich výroby

### Oblast techniky

5

Vynález se týká amorfních a nanokrystalických vodičů se skleněným povlakem s využitím v elektrotechnice a elektronice a způsobu jejich výroby.

### Dosavadní stav techniky

Jsou známy amorfní magnetické materiály plochého a válcovitého tvaru získané rychlým ochlazením taveniny a nanokrystalické magnetické materiály získané tepelnou úpravou amorfních magnetických materiálů s patřičným složením, např. dle US patentu 4,501,316/26 únor 1985 a 4,532,626/18 červen 1985. Podle těchto patentů se amorfní magnetické vodiče s průměry v rozsahu od 60 do 180 mikrometrů získávají způsobem zvlákňování, tj. odstředivým litím v rotující vodě. Nanokrystalické magnetické vodiče se získávají řízenými tepelnými úpravami výše uvedených amorfních magnetických vodičů s patřičným složením. Nevýhodou těchto vodičů je, že je nelze získat přímo z taveniny v amorfní stavu s poloměry menšími než 60 mikrometrů. Amorfní magnetické vodiče s poloměry minimálně 30 mikrometrů se získávají postupným vytahováním za studena z výše uvedených amorfních vodičů, načež se následně tepelně upravují pro uvolnění pnutí. Nevýhoda těchto vodičů spočívá v tom, že opakovaním vytahovacích a žíhacích cyklů se dají získat amorfní magnetické vodiče, které nemají průměr menší než 30 mikrometrů, a také v tom, že jejich mechanické a magnetické vlastnosti jsou nepříznivě ovlivněny mechanickým zpracováním.

Jsou rovněž známy kovové vodiče v krystalickém stavu se skleněným povlakem, taktéž i některé amorfní slitiny se skleněným povlakem, získávané způsobem odstředivého lití skleněné taveniny určené k povlákání, což uvádí literatura T. Gotto, T. Toyama, „The preparation of ductile high strength Fe-base filaments using the methods of glass-coated melt spinning“, Journal of Materials Science 20 (1985) ss. 1883 – 1888. Nevýhoda těchto vodičů spočívá v tom, že nevykazují správné magnetické vlastnosti a chování za účelem využití v elektronice a elektrotechnice k výrobě magnetických senzorů a ovladačů. Vykazují pouze vlastnosti, které je předurčují k použití jako metalické katalyzátory, kompozitní materiály, elektrické vodiče.

Dále jsou známy amorfní magnetické vodiče se skleněným povlakem, které mají složení  $\text{Fe}_{65}\text{B}_{15}\text{Si}_{15}\text{C}_{15}$ ,  $\text{Fe}_{65}\text{B}_{15}\text{Si}_{15}\text{Cr}_{10}$  a  $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{O}_{14}\text{B}_6$ , jak uvádí H. Chiriac a kol., „Magnetic behavior of the amorphous wires covered by glass“, Journal of Applied Physics 75 (10), 1994 ss. 6949–6951, které mají průměry kovového jádra v rozsahu 5 až 30 mikrometrů, koercitivní pole mezi 239 a 462 A/m a magnetizaci v rozmezí 0,16 až 0,32 T. Zde je též uveden způsob jejich výroby založený na Taylorově metodě, který spočívá v tom, že se zataví skleněná trubice, zatavení se nahřeje a vlákno se táhne z nahřátého konce.

Rovněž jsou známy amorfní magnetické vodiče se skleněným povlakem, které mají složení  $(\text{Fe}_{80}\text{CO}_{20})_{75}\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$  a  $\text{Fe}_{65}\text{B}_{15}\text{Si}_{15}\text{C}_{15}$ , jak uvádí literatura A. P. Žukov a kol., „The remagnetization process in thin and ultra thin Fe-rich amorphous wires“, JMMM 151 (1995) ss. 132–138, které mají průměr kovového jádra 10 resp. 15 mikrometrů, tloušťku skleněného povlaku 2,5 mikrometrů a koercitivní pole 65 resp. 140 A/m.

50

### Podstata vynálezu

Technický problém vyřešení vynálezcem spočívá v získání magnetických amorfních vodičů se skleněným povlakem rychlým ochlazením přímo z taveniny, které mají řízené rozměrové a

obsahové charakteristiky. Dále v získání nanokrystalických magnetických vodičů s potřebnými magnetickými vlastnostmi pro různé kategorie použití pomocí tepelných úprav.

5 Amorfni magnetické vodiče podle vynálezu jsou charakteristické tím, že jsou tvořeny kovovým amorfni jádrem o průměru 1 až 50 mikrometrů a skleněným povlakem o tloušťce 0,5 až 20 mikrometrů, kde složení kovového jádra je vybráno tak, aby bylo možné získat vodiče v amorfni fázi, při rychlostech chlazení techniky uskutečnitelných a s přiměřenými magnetickými vlastnostmi pro různé kategorie použití.

10 Amorfni magnetické vodiče podle vynálezu sestávají z amorfniho vnitřního jádra s kompozicí založenou na 60 až 80 atomových % přechodových kovů ze skupiny Fe, Co a/nebo Ni, dále 40 až 15 atomových % polokovů ze skupiny B, Si, C a/nebo P, a dále do 25–ti atomových % doplňkových kovů ze skupiny Cr, Ta, Nb, V, Cu, Al, Mo, Mn, W, Zr a/nebo Hf. Kovové amorfni jádro je o průměru 1 až 50 mikrometrů a skleněný povlak o tloušťce 0,5 až 20 mikrometrů. Množství přechodových kovů je voleno tak, aby byly získány slitiny s vysokým magnetizačním nasycením, negativní magnetostrickí nebo magnetostrickí blízkou nule, koercitivním polem a magnetickou propustností s přiměřenými hodnotami v závislosti na požadovaném použití. Celkové množství a počet doplňkových prvků je vybráno tak, aby byla podpořena schopnost amorfizace.

20 Pro použití v senzorech a měničích v nichž se vyžaduje rychlá změna magnetizace jako funkce vnějších faktorů (magnetické pole, tahové napětí, krut) jsou vhodné amorfni magnetické vodiče se skleněným povlakem podle vynálezu, které mají vysokou pozitivní magnetostrickí, průměr kovového jádra 5 až 25 mikrometrů a tloušťku skleněného povlaku 1 až 15 mikrometrů. Kompozice na bázi Fe obsahuje do 20–ti atomových % Si, 7 až 35 atomových % B a do 25–ti atomových % jednoho nebo několika kovů vybraných ze skupiny Co, Ni, Cr, Ta, Nb, V, Cu, Al, Mo, Mn, W, Zr, Hf.

30 Pro použití v senzorech a měničích v nichž se vyžaduje změna magnetizace jako funkce vnějších faktorů (magnetické pole, tahové napětí, krut), jejichž hodnota musí být kontrolována s vysokou přesností, rovněž pro použití založené na extrémním magneticko–impedančním efektu vykazujícím vysoké hodnoty magnetické propustnosti a snížené hodnoty koercitivního pole, jsou vhodné amorfni magnetické vodiče se skleněným povlakem podle vynálezu, které mají negativní nebo téměř nulovou magnetostrickí, kovové jádro o průměru 5 až 25 mikrometrů a skleněným povlakem o tloušťce 1 až 15 mikrometrů. Složení kovového jádra je na bázi Co s obsahem do 20–ti atomových % Si, 7 až 35 atomových % B a do 25–ti atomových % jednoho nebo několika kovů vybraných ze skupiny Fe, Ni, Ta, Nb, V, Cu, Al, Mo, Mn, W, Zr, Hf.

40 Pro použití jako minitransformátory a indukční cívky, které vykazují vysoké hodnoty magnetizačního nasycení a magnetické propustnosti, jsou vhodné nanokrystalické magnetické vodiče se skleněným povlakem podle tohoto vynálezu s průměrem kovového jádra 5 až 25 mikrometrů a skleněným povlakem o tloušťce 1 až 15 mikrometrů. Složení kovového jádra je na bázi Fe s obsahem do 20–ti atomových % Si, 7 až 35 atomových % B a do 25–ti atomových % jednoho nebo několika kovů vybraných ze skupiny Ta, Nb, V, Cu, W, Zr, Hf.

45 Pro použití v zařízeních, jejichž činnost je založená na vzájemném vztahu mezi magnetickými vlastnostmi amorfniho kovového jádra s pozitivní nebo téměř nulovou magnetostrickí nebo nanokrystalického kovového jádra s téměř nulovou magnetostrickí na jedné straně a optickými vlastnostmi skleněného povlaku na druhé straně, vlastnostmi vztahujícími se k optickému přenosu informací, jsou vhodné amorfni a nanokrystalické vodiče se skleněným povlakem podle 50 tohoto vynálezu, s průměrem kovového jádra 10 až 20 mikrometrů a skleněným povlakem o tloušťce 10 až 20 mikrometrů. Složení kovového jádra je na bázi Fe nebo Co s obsahem do 20–ti atomových % Si, 7 až 35 atomových % B a do 25–ti atomových % jednoho nebo několika kovů vybraných ze skupiny Ni, Cr, Ta, Nb, V, Cu, Al, Mo, Mn, W, Zr, Hf.

Postup výroby amorfních magnetických vodičů se skleněným povlakem podle vynálezu umožňuje získat vodiče s výše uvedenými rozměrovými a obsahovými charakteristikami přímo z taveniny rychlým ochlazováním. Postup spočívá v roztavování kovové slitiny vložené ve skleněné trubici až do změknutí skla, následném tažení trubice spolu s roztavenou slitinou, která je

- 5 tak vytahována do podoby kovového vlákna se skleněným povlakem navíjeného na navíjecí buben. Zaručení vysoké rychlosti ochlazování potřebné k získání kovového vodiče v amorfním stavu je za následujících podmínek:
- teplota roztaveného kovu je 900 až 1500 °C,
  - průměr skleněné trubice je 3 až 12 milimetrů a tloušťka stěny 0,1 až 2 mm,
  - 10 – skleněná trubice obsahující roztavenou slitinu se pohybuje směrem dolů s rychlostí podávání  $5 \times 10^{-6}$  až  $170 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ ,
  - hladina vakua nebo inertní atmosféry ve skleněné trubici nad roztavenou slitinou je 50 až  $200 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ ,
  - rychlost tažení vodiče je 0,5 až  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
  - 15 – průtok chladicí kapaliny, skrze niž vodič prochází, je  $10^{-5}$  až  $2 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

K tomu, aby byla zaručena spojitost procesu a pro získání vodiče se spojitým skleněným povlakem dobré kvality a požadovaných rozměrů je nutné, aby materiály v procesu zúčastněné a parametry procesu splňovaly následující podmínky:

- 20 – slitina vysoké čistoty je připravena v obloukové nebo indukční peci s použitím komponent o čistotě alespoň 99%, v sytkém stavu nebo prášku, spojovaných tlakem a následným zahříváním ve vakuu nebo v inertní atmosféře v závislosti na reaktivitě zúčastněných komponent,
- po dobu tavení a tvoření skleněného povlaku je do skleněné trubice zaváděn inertní plyn, aby se zamezilo okysličení slitiny,
- 25 – použité sklo musí být kompatibilní s kovem nebo slitinou při teplotě tažení, aby se předešlo difuzi sklo–kov,
- koeficient teplotní roztažnosti skla musí být roven nebo mírně nižší než koeficient kovu či slitiny, aby se předešlo drobení slitiny způsobenému vnitřním napětím v průběhu procesu tuhnutí.

30

Výhody vodičů podle tohoto vynálezu jsou následující:

- jsou využitelné pro široké spektrum aplikací založených na jejich magnetických vlastnostech a chování,
- vykazují premagnetizaci, velký Barkhausenův efekt, na velmi krátkých délkách, pod 1 mm,
- 35 v porovnání s magnetickými vodiči získanými zvláknovací metodou v rotující vodě, jež vykazují premagnetizaci na minimálních délkách 5 až 7 cm, rovněž v porovnání s vodiči taženými za studena, které vykazují tento efekt na minimálních délkách 3 cm, čímž umožňují miniaturizaci finálních zařízení,
- jsou použitelné v zařízeních založených na vzájemném vztahu mezi magnetickými vlastnostmi kovového jádra a optickými vlastnostmi skleněného povlaku, což vyplývá z těsného styku mezi kovovým jádrem a skleněným povlakem,
- 40 – jsou využitelné v zařízeních, která využívají výhodné magnetické vlastnosti kovového jádra spolu s odolností vůči korozi a elektrickou izolací poskytovanou skleněným povlakem.

45 Výhody způsobu výroby podle vynálezu jsou následující:

- umožňuje získat monokrystalické magnetické materiály v podobě vodičů se skleněným povlakem o velmi malém průměru,
- umožňuje při nízkých nákladech získat amorfni a nanokrystalické magnetické vodiče se skleněným povlakem, které mají velmi malé průměry magnetického jádra.

Příklady provedení vynálezu

Za účelem vysvětlení vynálezu je uvedeno následujících 6 příkladů jeho provedení:

5

## Příklad 1:

100 gramů slitiny  $\text{Fe}_{77}\text{B}_{15}\text{Si}_8$  je připraveno indukčním tavením ve vakuu. Čisté komponenty v práškovém stavu jsou spojeny tlakem a zahřátím ve vakuu. Přibližně 10 gramů takto připravené slitiny se vloží do PyrexR trubice, uzavřené na spodním konci, jejíž vnější průměr je 12 mm, tloušťka skleněné stěny 0,8 mm a délka 60 cm. Horní konec trubice se připojí na vakuové zařízení, které vytváří vakuum o hodnotě  $104 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$  a umožňuje zavést inertní plyn při úrovni tlaku  $100 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$ . Spodní konec trubice, který obsahuje slitinu, se vloží do indukční cívky tvaru jednoduché spirály daného profilu, která je napájena zdrojem se střední frekvencí. Kov je indukci zahřátý na bod tavení a přehřátý na teplotu 1150 až 1250 °C. Při této teplotě, při níž skleněná trubice měkne, je skleněná kapilára, v níž je uzavřeno kovové jádro, tažena a navíjena na navíjecí buben. Udržováním konstantních hodnot parametrů procesu:  $70 \times 10^{-6} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  rychlost dávkování skleněné trubice,  $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  obvodové rychlosti navíjecího bubnu a  $15 \times 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$  průtoku chladicí kapaliny se získá amorfní vodič se skleněným povlakem a s vysoce pozitivní magnetostrikcí ve složení  $\text{Fe}_{77}\text{B}_{15}\text{Si}_8$ , s průměrem kovového jádra 15 mm, tloušťkou skleněného povlaku 7 mm, který vykazuje následující magnetické vlastnosti:

- velký Barkhausenův skok ( $M_r/M_s = 0,96$ ),
- vysoké indukční nasycení ( $B_s = 1,6 \text{ T}$ ),
- 25 – vysoce pozitivní magnetostrikční nasycení ( $\lambda_s = +35 \times 10^{-6}$ ),
- proměnlivé, skokové pole ( $H_* = 67 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

Tyto vodiče se používají zejména pro senzory měřící krut, magnetické pole, proud, sílu, posuv, atd.

30

## Příklad 2:

Vodič se skleněným povlakem byl vyroben stejným způsobem jako v příkladu 1. s použitím slitiny ve složení  $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{12}\text{Si}_8$ , která byla připravena ve vakuu ze sypkých čistých komponent. Skleněná trubice má vnější průměr 10 mm, tloušťku stěny 1 mm a délku 50 cm. Ve skleněné trubici je vloženo a roztaveno 5 g uvedené slitiny o teplotě 1200 až 1300 °C. Parametry procesu jsou udržovány na konstantních hodnotách:  $5 \times 10^{-6} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  rychlosti dávkování skleněné trubice,  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  obvodové rychlosti navíjecího bubnu a  $20 \times 10^{-6} \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  průtoku chladicí kapaliny. Výsledkem je amorfní magnetický vodič se skleněným povlakem ve složení  $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{12}\text{Si}_8$ , s pozitivní magnetostrikcí, s průměrem kovového jádra 25 mikrometrů a tloušťkou skleněného povlaku 1 mikrometr, vykazující následující magnetické vlastnosti:

- velký Barkhausenův skok ( $M_r/M_s = 0,70$ ),
- vysoké indukční nasycení ( $B_s = 1,4 \text{ T}$ ),
- 45 – vysoce pozitivní magnetostrikční nasycení ( $\lambda_s = +23 \times 10^{-6}$ ),
- proměnlivé, skokové pole ( $H_* = 1500 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

Tyto vodiče se používají zejména pro magnetické senzory, měniče a snímače měřící mechanické veličiny.

50

## Příklad 3:

Vodič se skleněným povlakem byl vyroben stejným způsobem jako v příkladu 1. s použitím slitiny ve složení  $\text{Co}_{75}\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$ . Skleněná trubice má vnější průměr 10 mm, tloušťku stěny 0,9 mm a délku 55 cm. Ve skleněné trubici je vloženo a roztaveno 5 g uvedené slitiny o teplotě 1175 až 1275 °C. Parametry procesu jsou udržovány na konstantních hodnotách:  $100 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$  rychlosti dávkování skleněné trubice,  $8 \text{ m.s}^{-1}$  obvodové rychlosti navíjecího bubnu a  $12 \times 10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  průtoku chladicí kapaliny. Výsledkem je amorfní magnetický vodič se skleněným povlakem ve složení  $\text{Co}_{75}\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$ , s negativní magnetostrikcí, s průměrem kovového jádra 5 mikrometrů a tloušťkou skleněného povlaku 6,5 mikrometrů, vykazující následující magnetické vlastnosti:

- nevykazuje velký Barkhausenův skok,
- nízké indukční nasycení ( $B_S = 0,72 \text{ T}$ ),
- nízké negativní magnetostrikční nasycení ( $\lambda_S = -3 \times 10^{-6}$ ).

Tyto vodiče se používají zejména pro magneticko-indukční senzory měřící magnetické pole s nízkými hodnotami.

## Příklad 4:

Vodič se skleněným povlakem byl vyroben stejným způsobem jako v příkladu 1 s použitím slitiny ve složení  $\text{Co}_{70}\text{Fe}_5\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$ . Skleněná trubice má vnější průměr 11 mm, tloušťku stěny 0,8 mm a délku 45 cm. Ve skleněné trubici je vloženo a roztaveno 12 g uvedené slitiny o teplotě 1150 až 1250 °C. Parametry procesu jsou udržovány na konstantních hodnotách:  $50 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$  rychlosti dávkování skleněné trubice,  $2 \text{ m.s}^{-1}$  obvodové rychlosti navíjecího bubnu a  $17 \times 10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  průtoku chladicí kapaliny. Výsledkem je amorfní magnetický vodič se skleněným povlakem ve složení  $\text{Co}_{70}\text{Fe}_5\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$ , s magnetostrikcí blízkou nule, s průměrem kovového jádra 16 mikrometrů a tloušťkou skleněného povlaku 5 mikrometrů, vykazující následující magnetické vlastnosti:

- nevykazuje velký Barkhausenův skok,
- nízké indukční nasycení ( $B_S = 0,81 \text{ T}$ ),
- téměř nulové magnetostrikční nasycení ( $\lambda_S = -0,1 \times 10^{-6}$ ),
- vysokou relativní magnetickou propustnost ( $\mu_r = 10\,000$ ).

Tyto vodiče se používají zejména pro senzory magnetických polí, měniče, magnetické štíty a zařízení pracující na základě enormního magneticko-impedančního efektu.

## Příklad 5:

Vodič se skleněným povlakem byl vyroben stejným způsobem jako v příkladu 1 s použitím slitiny ve složení  $\text{Fe}_{73,5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{B}_9\text{Si}_{13,5}$ , která byla připravena v argonové atmosféře z čistých komponentů ve formě prášku spojovaného tlakem a zahříváním ve vakuu. Skleněná trubice má vnější průměr 10 mm, tloušťku stěny 0,6 mm a délku 50 cm. Ve skleněné trubici je vloženo a roztaveno 10 g uvedené slitiny o teplotě 1150 až 1250 °C. Parametry procesu jsou udržovány na konstantních hodnotách:  $6,5 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$  rychlosti dávkování skleněné trubice,  $0,8 \text{ m.s}^{-1}$  obvodové rychlosti navíjecího bubnu a  $18 \times 10^{-6} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  průtoku chladicí kapaliny. Výsledkem je amorfní magnetický vodič se skleněným povlakem ve složení  $\text{Fe}_{73,5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{B}_9\text{Si}_{13,5}$ , s pozitivní magnetostrikcí, s průměrem kovového jádra 22 mikrometrů a tloušťkou skleněného povlaku 4 mikrometrů, vykazující následující magnetické vlastnosti:

- velký Barkhausenův skok ( $M_r/M_S = 0,80$ ),
- indukční nasycení ( $B_S = 1,11 \text{ T}$ ),

- pozitivní magnetostrikční nasycení ( $\lambda_S = +4 \times 10^{-6}$ ),
- proměnlivé, skokové pole ( $H_* = 137 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

5 Tyto vodiče se používají zejména pro magnetické senzory měřící mechanické veličiny, a rovněž jako výchozí jádro na nanokrystalické vodiče se skleněným povlakem.

Příklad 6:

10 Na amorfní vodič se složením  $\text{Fe}_{73,5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{B}_9\text{Si}_{13,5}$ , získaný stejným způsobem jako v příkladu 5, se aplikuje zvláštní tepelná úprava. Speciální charakter tepelné úpravy se vztahuje na přesný vzájemný vztah mezi teplotou a trváním tepelné úpravy. Magnetický amorfní vodič se skleněným povlakem a výše uvedeným složením je vložen do elektrické pece do argonové atmosféry. Po dobu jedné hodiny je tepelně upravován při  $550 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tímto způsobem se získá magnetický vodič se skleněným povlakem, který má nanokrystalickou strukturu a má následující magnetické vlast-

- 15 nosti:
- nevykazuje velký Barkhausenův skok ( $M_r/M_S = 0,2$ ),
  - indukční nasycení ( $B_S = 1,25 \text{ T}$ ),
  - téměř nulové magnetostrikční nasycení ( $\lambda_S = -0,1 \times 10^{-6}$ ),
  - 20 – proměnlivé, skokové pole ( $H_* = 137 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

Tyto vodiče se používají zejména v indukčních cívkách, minitransformatorech a magnetických štítích.

25 Magnetická měření byla prováděna s použitím fluxmetrické metody a amorfní fáze byla kontrolována pomocí ohybu rentgenových paprsků.

30

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Amorfní magnetické vodiče se skleněným povlakem a s jádrem z kovové slitiny, **v y z n a -**  
 35 **č u j í c í s e t í m**, že jsou tvořeny kovovým amorfním jádrem o průměru 1 až 50 mikrometrů a skleněným povlakem o tloušťce 0,5 až 20 mikrometrů, kde složení kovového jádra je 60 až 80 atomových % přechodových kovů ze skupiny Fe, Co a/nebo Ni, dále 40 až 15 atomových % polokovů ze skupiny B, Si, C a/nebo P, a dále do 25-ti atomových % přídavných kovů ze skupiny Cr, Ta, Nb, V, Cu, Al, Mo, Mn, W, Zr a/nebo Hf, a kde indukční nasycení je 0,4 až 1,6 T, magnetostrikce pozitivní nebo negativní nebo blízka nule, v rozsahu  $+40 \times 10^{-6}$  a  $-6 \times 10^{-6}$ , koercitivní pole 20 až 6000 A/m a relativní magnetickou propustnost v rozsahu 100 až 12 000.

2. Amorfní nano–krystalické magnetické sklem pokryté vodiče, **v y z n a č u j í c í s e t í m**,  
 45 že jsou tvořeny kovovým amorfním jádrem o průměru 5 až 25  $\mu\text{m}$ , kde složení kovového jádra je na bázi Co s obsahem do 20 atomových % Si, 7 až 35 atomových procent B a do 25-ti atomových procent jednoho nebo několika kovů vybraných ze skupiny Fe, Ni, Cr, Ta, Nb, V, Cu, Al, Mo, Mn, W, Zr, Hf, kde skelný povrch má tloušťku 1 až 15  $\mu\text{m}$  a kde vodiče mají indukci při nasycení v rozsahu mezi 0,6 až 0,85 T, magnetostrikce v rozsahu  $-6 \times 10^{-6}$  až  $-0,1 \times 10^{-6}$ , koercitivní pole mezi 20 až 500 A/m a relativní magnetickou propustnost v rozmezí mezi 100 až  
 50 12 000.

3. Amorfní nano–krystalické magnetické sklem pokryté vodiče, **v y z n a č u j í c í s e t í m**,  
 že jsou tvořeny kovovým amorfním jádrem o průměru v rozsahu mezi 5 až 25  $\mu\text{m}$  a kde složení

kovového jádra je na bázi Fe, s obsahem 20–ti atomových % Si, 7 až 35 atomových % B a skelný povrch s tloušťkou v rozsahu mezi 1 až 15  $\mu\text{m}$ , a kde indukční nasycení vodičů je v rozsahu mezi 0,7 až 1,6 T, pozitivní magnetostrikce v rozsahu od  $+40 \times 10^{-6}$  až  $+5 \times 10^{-6}$ , koercitivní pole mezi 40 až 4500 A/m a Barkhausenův přeskok je vysoký.

5

4. Amorfni nano–krystalické magnetické sklem pokryté vodiče, použitelné pro zařízení pracující na základě vzájemného vztahu mezi magnetickými vlastnostmi amorfniho vnitřního magnetického jádra a optickými vlastnostmi skleněného povlaku, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že jsou tvořeny kovovým amorfniím jádrem o průměru 10 až 22  $\mu\text{m}$ , kde složení kovového jádra je na bázi Fe a Co s obsahem do 20–ti atomových % Si, 7 až 35 atomových % B a do 25 atomových % jednoho nebo několika z kovů vybraných ze skupiny Ni, Cr, Ta, Nb, V, Cu, Al, Mo, Mn, W, Zr, Hf a kde skelný povrch má tloušťku v rozsahu mezi 10 až 20  $\mu\text{m}$  a kde vodiče mají indukci při nasycení v rozsahu mezi 0,7 až 1,6 T, pozitivní magnetostrikci v rozsahu  $+40 \times 10^{-6}$  až  $+6 \times 10^{-6}$ , koercitivní pole mezi 20 až 1000 A/m a relativní magnetickou propustnost od 100 do 12 000.

15

5. Nano–krystalické magnetické sklem pokryté vodiče, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se skládají z kovového jádra s průměrem v rozsahu mezi 3 až 25 mikrometrů a skelného povrchu s tloušťkou v rozsahu mezi 1 až 15 mikrometru, kde nano–krystalické magnetické vodiče mají složení založené na Fe, obsahující 20 nebo méně atomových % Si, 7 až 35 atomových procent B a 25 nebo méně atomových % jednoho nebo více z kovů vybraných ze skupiny Co, Ta, Nb, V, Cu, W, Zr a Hf, a kde indukční nasycení je v rozsahu mezi 0,7 až 1,25 T, téměř nulovou magnetostrikci, koercitivní pole mezi 20 až 2500 A/m a relativní magnetickou propustnost v rozmezí mezi 100 až 12 000.

20

6. Způsob výroby amorfniích magnetických sklem pokrytých vodičů podle nároků 1 až 4, zatavením jednoho konce skleněné trubice, do které byla zavedena primární slitina, zahřátím konce trubice a tažením vlákna ze zahřátého konce, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že kovová slitina ve složení podle nároků 1 až 4 je roztavena ve skleněné trubici, až do změknutí skla, kovový vodič je vytahován společně se skleněným povlakem při zajištění vysoké rychlosti ochlazování pro získání kovu v amorfnií fázi, přičemž proces se odehrává při teplotě v rozsahu mezi 900 až 1500  $^{\circ}\text{C}$  roztavené slitiny a při použití skleněné trubice s vnějším průměrem od 3 do 15 mm a s tloušťkou skleněné stěny od 0,1 do 2 mm, při rychlosti podávání trubice se slitinou  $5 \times 10^{-6}$  m/s, při úrovni vakua nebo tlaku inertních plynů ve skleněné trubici, nad taveninou 50 až 200 N/m<sup>2</sup>, při obvodové rychlosti navíjejího válce 0,5 až 10 m/s a při rychlosti průtoku chladicí kapaliny, skrze níž je vodič protahován, od  $10^{-5}$  do  $2 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s.

30

35

7. Způsob výroby amorfniích nano–krystalických magnetických sklem pokrytých vodičů, **v y z n a ě u j í c í c h s e t í m**, že pro získání nanokrystalické struktury kovového jádra jsou amorfnií magnetické vodiče, vyrobené podle nároku 6 tepelně zpracované ve vakuu nebo v inertní atmosféře, v elektrické peci při teplotě nižší než je krystalizační teplota amorfnií slitiny v rozsahu 480 až 550  $^{\circ}\text{C}$  po dobu 10 do  $10^5$  sekund.

40

45

---

Konec dokumentu

---