

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2008-113

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

H01F 1/12

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **28.02.2008**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **09.09.2009**
(Věstník č. 36/2009)

(71) Přihlašovatel:

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ, Zlín, CZ

(72) Původce:

Kazantseva Natalie E. doc. MSc. Ph.D., 107207 Moskva,
RU

Sapurina Irina Y. MSc. Ph.D., 199106 St. Petersburg,
RU

Stejskal Jaroslav RNDr. CSc., Praha 10, CZ

Sáha Petr prof. Ing. CSc., Zlín 1, CZ

Vilčáková Jarmila doc. Ing. Ph.D., Zlín 5, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Hybridní feromagnetické plnivo a polymerní
magnetický kompozit na jeho bázi**

(57) Anotace:

Hybridní feromagnetické plnivo je tvořeno magneticky měkkými částicemi o velikosti 10-300 μm na bázi feritů s nízkým polem krystalografické magnetické anizotropie, při čemž tyto částice jsou povrchově modifikovány strukturovaným elektricky vodivým polymerem, který na nich vytváří povrchovou vrstvu tloušťky 10-300 nm. Dále se vynález týká polymerního magnetického kompozitu toto plnivo obsahujícího.

Hybridní feromagnetické plnivo a polymerní magnetický kompozit na jeho bázi

Oblast techniky

Vynález se týká hybridního feromagnetického plniva s vysokou magnetickou permeabilitou a dále polymerních magnetických kompozitů na bázi tohoto plniva. Polymerní magnetické kompozity podle vynálezu jsou určeny hlavně pro uplatnění jako radioabsorpční materiály (RAM) pracující ve velmi vysokém frekvenčním (VVF) pásmu elektromagnetického záření.

Dosavadní stav techniky

Tradičními plnivy radioabsorpčních materiálů jsou magneticky měkké ferity různých typů, které díky spojení elektrických a magnetických vlastností zajišťují ochranu před elektromagnetickým zářením v různých frekvenčních pásmech. Během posledních deseti let prudce vzrostla potřeba RAM v pásmu VVF, což se vysvětluje širokým uplatněním přístrojů pracujících v pásmu VVF (televizory, mikrovlnné trouby, mobilní telefony apod.) v běžném životě. Radioabsorpční materiály jsou nutné především pro ochranu člověka před škodlivým vlivem VVF záření, stejně jako řešení problémů elektromagnetické kompatibility (EMK) elektronických zařízení. Nehledě na široký výběr feritů, které navrhuji špičkoví tuzemští a zahraniční výrobci, nejsou známy materiály, které by efektivně chránily oblasti telekomunikačních frekvencí 1–3 GHz. Důvodem je magnetický charakter známých feritů - pro některé z nich (se spinelovou a granátovou strukturou) leží oblast magnetické disperze ve frekvenčním rozsahu 10^2 – 10^9 Hz, zatímco pro hexagonálně uspořádané ferity se disperzní oblast nachází mezi 3–100 GHz.

Základní možností posunu oblasti magnetické disperze kompozitních magnetických materiálů k vyšším frekvencím je výběr vhodného tvaru a velikosti plniva – magnetických částic, a stejně tak koncentrace magnetické složky v nemagnetickém prostředí. Nicméně v důsledku ředění magnetického systému lze pozorovat značný pokles základních magnetických charakteristik materiálu, včetně efektivní magnetické permeability (μ^*).

V současné době je ale vytčen i nový směr – vytvoření kompozitních polymerních materiálů obsahujících jak magnetické tak elektricky vodivé složky.

Z konkrétních řešení je znám např. magnetický kompozitní materiál na bázi prášků kovových nebo polokovových feromagnetických částic (které mají slabou disperzi), pokrytých vrstvou feritu s nízkou vodivostí, připravených lisováním – patentová přihláška USA č. 20040238796. Kompozitní materiál má ve své struktuře feromagnetické částice, navzájem

oddělené, ale propojené mezi sebou magneticky, což zabezpečuje vysokou „nasycenou magnetizaci“ při vysokém elektrickém odporu. Kromě toho je v takových materiálech možno dosáhnout vysoké magnetické permeability ($\mu' \sim 10$ v oblasti 2 GHz). Feritová vrstva pokrývající částici, se vytváří elektrolytickou metodou nebo elektrochemickým způsobem koagulace z roztoku solí. Základním nedostatkem uvedeného materiálu je požadavek úzké distribuce velikosti magnetických částic, kterou je obtížné dodržet při výrobě. Důsledkem je zhoršená reprodukovatelnost magnetického materiálu.

Jiným příkladem kompozitního magnetického materiálu je polymerní kompozit plněný Ni-Zn feritem a slitinou ($\text{Fe}_{55}\text{Ni}_{45}$) – viz publikace Kasagi T., Tsutaoka T., Hatakeyma K.: Complex permeability of permalloy-ferrite hybrid composite materials., *J. Magn. Magn. Mater.* 2004, 272-276, 2224-2226. Přidání polymeru – polyfenylensulfidu zde způsobuje lepší zpracovatelnost materiálu. Používání dvousložkového plniva, kde obě složky jsou magnetické, přičemž jedna z nich je polovodivým ferimagnetikem (NiZn ferit), a druhá je kovovým feromagnetikem (slitinou $\text{Fe}_{55}\text{Ni}_{45}$), vede k nárůstu magnetické permeability téměř na dvojnásobnou hodnotu oproti kompozitnímu materiálu na bázi čistého NiZn feritu. Nicméně, přitom není pozorován žádný vliv na polohu frekvence feromagnetické rezonance, která pokrývá oblast od 0,1–2 GHz.

Z technického hlediska patří k doposud nejdokonalejším materiálům polymerní magnetické kompozity na bázi prášků magneticky měkkého plniva – kovových feromagnetik nebo polovodivých feritů, pokrytých vodivými polymery – polyanilinem, polypyrolem nebo jejich analogy - Evropský patent č. 0 403 180, patentová přihláška USA č. 2003021644 a publikace Kazantseva N.E., Vilčáková J., Kresálek V., Sapurina I., Stejskal J., Sába P.: Magnetic behaviour of composites containing polyaniline-coated manganese-zinc ferrite., *J. Magn. Magn. Mater.* 2004, 269, 30–37. Jako krycí materiál se používá Fe, Ni, Co, jejich oxidy, a také jejich slitiny Co/Cr, Ni/Fe, ocel a ferity různých složení: $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, a stejně tak i MnZn, NiZn, NiMnZn s různým obsahem Mn a Zn. Částice mohou mít různý tvar (granule, vlákna i šupinky) a širokou distribuci velikostí (20–250 μm). Technologie vytvoření vícesložkových částic je založena na elektrochemické nebo chemické metodě nanášení vodivých polymerů na povrch magnetických částic. Proces může být proveden ve vodném nebo nevodném prostředí, jak s katalyzátorem, tak bez něj. Výběr prostředí, oxidantu a katalyzátoru závisí na typu monomeru. Přednostně se používají následující oxidanty: dvojchroman draselný nebo amonný a peroxydvojsíran amonný. Jako katalyzátor se dají využít ionty přechodných kovů například Mo^{V} , Ru^{III} , Mn^{III} . Přitom důležitou zvláštností jak elektrochemické tak chemické metody koagulace je přidávání plniva do reakčního prostředí v průběhu polymerace monomeru.



Základní přínos takovýchto magnetických materiálů spočívá v kombinování elektrických a magnetických vlastností vícesložkových částic, které interagují jak s elektrickou tak i s magnetickou složkou elektromagnetického pole. Nespornou kvalitou těchto známých kompozitních magnetických materiálů je také skutečnost, že zabezpečují efektivitu radioabsorpčních materiálů na jejich základě v MHz rozsahu elektromagnetického záření. Ve známých kompozitních magnetických materiálech nicméně nelze dosáhnout řízené změny frekvenční charakteristiky magnetické permeability a dosáhnout požadovaných hodnot magnetické permeability v VVF rozsahu.

Za přímého předchůdce řešení podle vynálezu se dá považovat polymerní magnetický kompozit vytvořený lisováním magneticky měkkého plniva – polykrystalických částic MnZn feritu, pokrytých polyanilinem s různým stupněm elektrovodivosti – publikace Kazantseva N.E., Bespyatykh Yu. I., Sapurina I., Stejskal J., Vilčáková J., Sába P.: Magnetic materials based on manganese–zinc ferrite with surface-organized polyaniline coating., *J. Magn. Magn. Mater.*, 2006, 301, 155 – 165).

Ferit používaný jako magnetická složka je nízkofrekvenční MnZn ferit značky MnZn 3000 NM (Firma MAGNETON, vědeckovýzkumná základna DOMEN). Jeho základní parametry jsou: počáteční magnetická permeabilita $\mu_i \sim 2700\text{--}3000$, maximální magnetická permeabilita $\mu_{\max} \sim 3700\text{--}5200$, magnetizace nasycení $M_s = 3,5$ kHs, Neelova teplota $T_N = 473$ K, elektrická vodivost $\sigma_f = 0,02$ S cm⁻¹, hustota $\rho_f = 4,8$ g/cm⁻³. Chemické složení feritu podle údajů výrobce: 53,75 mol. % Fe₂O₃, 26,10 mol. % MnO a 21,15 mol. % ZnO. Prášek feritu s různou distribucí velikosti částic je vytvořen rozemletím feritových jader pomocí vibračních mlýnů s následným prosíváním.

V kompozitu jsou použity prášky s velikostí částic od 20 μm až po 250 μm . Proces vytvoření polymerního kompozitního magnetického materiálu se skládá ze dvou základních kroků: (1) pokrývání částic feritu vodivým polymerem; (2) slisování prášku do tvaru výrobku. První krok se provádí přímou oxidativní polymerací anilinu (ve vodném prostředí) na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu. Jako oxidant se používá peroxydvojsíran amonný. Teplota syntézy se pohybuje v rozsahu od 0°C do 50°C. To umožňuje vytvořit na povrchu feritových částic film s různou tloušťkou (50–250 nm). Prášek feritu se přidává přímo do polymerační směsi, obsahující monomer (anilin) a oxidant.

Exotermický proces polymerace proběhne za 5–30 minut, podle použité teploty nastavené při syntéze a zvolených koncentracích reaktantů. Stupeň exotermičnosti procesu a analýza složení kompozitu ukazuje, že jak v přítomnosti tak i v nepřítomnosti feritu se konverze monomeru pohybuje kolem 100 %, tzn. jedná se o úplnou přeměnu na polyanilin. Výsledný produkt reakce se odfiltruje, promývá se 0,2 M roztokem HCl pro odstranění vedlejších produktů

reakce, načež následuje jeho sušení při pokojové teplotě až do konstantní hmotnosti. Část prášku se deprotonuje hydroxidem amonným, přičemž vodivost na povrchu feritu klesá od 1 S cm^{-1} až na $10^{-9} \text{ S cm}^{-1}$. Poté se prášek lisuje do vzorků různých tvarů při tlaku 200 MPa.

Povaha frekvenční závislosti (μ^*) MnZn-PANI kompozitu je určena strukturou a vlastnostmi polovodivého organického filmu, které se dají řídit podmínkami syntézy polyanilinu. Důvodem toho mohou být jak povrchové jevy upevnění hranic domén na aktivních centrech, tak i kontaktní jevy, vznikající na mezifázovém rozhraní mezi polovodivým feritem typu n a polovodivým polyanilinem typu p. Jak bylo zjištěno, v prototypu plniva je spolu s částicemi MnZn-PANI přítomen vždy volný polyanilin, vzniklý při polymeraci mimo povrch feritu. Množství volného polyanilinu je obtížné řídit; podle zjištění může dosahovat 10–20 %.

Podstatným nedostatkem výše uvedeného známého materiálu jsou nedostatečně vysoké hodnoty magnetické permeability ve VVF rozsahu ($\mu' \sim 1,5$ a $\mu''_{\text{max}} \sim 2,5$ v oblasti 1–3 GHz).

Obdobně také všechny známé a výše uvedené technologické postupy neumožňují vytvořit kompozitní magnetické materiály vhodné pro výrobu radioabsorpčních materiálů, zabezpečujících efektivní elektromagnetickou ochranu v oblasti VVF, zejména v rozsahu telekomunikačních frekvencí 1–3 GHz.

Podstata vynálezu

Cílem vynálezu bylo tedy vytvoření magneticky měkkého vícesložkového plniva, zesilujícího energii magnetické interakce magnetických částic v kompozitním materiálu, a stejně tak polymerních kompozitních magnetických materiálů, které pak mají vysoké hodnoty efektivní magnetické permeability v VVF rozsahu.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že hybridní feromagnetické plnivo je tvořeno magneticky měkkými částicemi o velikosti 10–300 μm na bázi feritů s nízkým polem krystalografické magnetické anizotropie, při čemž tyto částice jsou povrchově modifikovány strukturovaným elektricky vodivým polymerem, který na nich vytváří povrchovou vrstvu tloušťky 10–300 nm.

Feritem magneticky měkkých částic plniva je s výhodou alespoň jeden ferit vybraný ze skupiny tvořené ferity obsahujícími spinelové struktury s atomy Mn a Ni, různě valentní atomy Fe^{II} a Fe^{III} , nebo magnetit, hexagonálně uspořádané ferity, obsahující různě valentní kationty železa, a ferit yttria s granátovou strukturou, případně legovaný alespoň jedním prvkem ze skupiny Si, Ge, Ti, Gd, Al, Cd, Sm, In, Co.

Strukturovaným vodivým polymerem je s výhodou polymer vybraný ze skupiny zahrnující polyanilin, polypyrrol, polytoluidin (polymethylanilin), polyanisidin (polymethoxyanilin).

Polymerní magnetický kompozit podle vynálezu obsahuje jako plnivo výše specifikované magneticky měkké feromagnetické plnivo. Vedle tohoto magneticky měkkého feromagnetického plniva v množství 75–90 % hmotnostních obsahuje kompozit dále polymerní dielektrikum v množství 10 až 25 % hmotnostních.

Tímto polymerním dielektrikem je s výhodou polymer vybraný ze skupiny zahrnující polyurethan, polydimethylsiloxan, nebo perfluorovaný polyether.

Souhrn podstatných atributů magneticky měkkého plniva podle vynálezu vede především k technickému účinku spočívajícímu ve zvýšení efektivnosti jeho použití jako magnetické složky kompozitních materiálů díky zlepšenému magnetickému propojení magnetických částic v kompozitních magnetických materiálech připravených na jeho bázi a stejně tak zlepšení kvality plniva díky dosažení jeho lepší homogenitě a reprodukovatelnosti vlastností.

Plnivo podle vynálezu se liší od známých druhů magnetických plniv řadou podstatných atributů. Za prvé, toto plnivo obsahuje jádro z feromagnetika pokryté slupkou ze strukturovaného vodivého polymeru. Jak bylo výše uvedeno, v prototypu plniva kromě částic „jádro-slupka“ je přítomen volný (nevázaný) vodivý polymer, např. polyanilín, vznikající při polymeraci. Za druhé, v předkládaném plnivu jsou použita různá feromagnetika a řada vodivých polymerů. Za třetí, rozsah velikostí jádra a tloušťky slupky je širší, ve srovnání s klasickými případy. Vhodný výběr velikosti jádra a tloušťky slupky umožňuje řídit frekvenční disperzi magnetické permeability - posouvá oblast maxima magnetických ztrát do oblasti 1–3 GHz.

Souhrn podstatných atributů polymerních magnetických kompozitních materiálů podle vynálezu vede k technickému účinku spočívajícímu v dosažení řízené frekvenční charakteristiky magnetické permeability s vysokými hodnotami magnetické permeability v rozsahu VVF; zlepšení kvality kompozitů díky řízené struktuře a, jako výsledek, reprodukovatelnosti charakteristik materiálu.

Předkládané polymerní magnetické kompozity se také liší od známých kompozitů se strukturou plniva – „jádro-slupka“ přísně určeným kvalitativním a kvantitativním zastoupením jednotlivých složek (u známých kompozitů množství nestrukturované polymerní složky není řízeno) i širokým spektrem používaných typů plniv a polymerů.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, rozměr částic 40–60 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 170 nm.

Polymerní kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Polyanilinová vrstva tloušťky 170 nm vytvořená metodou přímé oxidativní polymerace anilinu na povrchu polykrystalických multidoménoých částic MnZn feritu. Prášek feritu se suspenduje ve vodném roztoku anilinu hydrochloridu při pokojové teplotě.

Směs se disperguje ultrazvukem. Polymerace se zahajuje přidáním oxidantu, roztoku peroxydvojsíranu amonného, do suspenze. Ze zvýšení teploty lze po kalibraci usuzovat na konverzi anilinu na polyanilin. Konverze monomeru se blíží 100 % při molárním poměru oxidantu k monomeru rovným 1,25.

Na povrchu feritu se vytváří kompaktní film polyanilinu s granulární morfologií, o čem svědčí snímky elektronové mikroskopie částic feritu před a po jejich pokrytí polyanilinem.

Po polymerace se sediment odfiltruje, pomývá se v 0,2 M roztokem kyseliny chlorovodíkové, a dále se suší při pokojové teplotě na vzduchu do konstantní hmotnosti.

Po pokrytí částic feritu polyanilinem vzorek může obsahovat i volný polyanilin. Obě složky lze separovat pomocí magnetu. U části vzorku se polyanilin v kompozitních částicích deprotonuje v 1 M roztoku hydroxidu amonného, pokud je cílem získat polyanilin v nevodivé formě. Dále prášky se slisují v kovových formách při tlaku 200 MPa během 10 minut.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity MnZn-PANI připravené tzv. standardním způsobem je vodivost deponovaného polyanilinového filmu σ_{PANI} 4 S cm^{-1} , oblast magnetické disperze rozšiřuje se na rozsah od 10^7 do 3×10^9 Hz s maximem magnetických ztrát $\mu''_{max}=5$ při rezonanční frekvenci $f_{res} = 5 \times 10^8$ Hz.
- (2) Pro deprotonované kompozity je vodivost polyanilinové slupky $\sigma_{PANI} \sim 10^{-9}$ S cm^{-1} ; oblast magnetické disperze $3 \times 10^8 - 3 \times 10^9$ Hz, $\mu''_{max} = 3,5$ při $f_{res}=1 \times 10^9$ Hz.

Pro porovnání, polymerní kompozity čistého (tj. nepokrytého polyanilinem) MnZn feritu stejného elementárního složení a velikosti částic v polyuretanové matici (50 obj. %) mají oblast magnetické disperze $10^8 - 10^9$ Hz ; $\mu''_{max} \sim 3,5$ při $f_{res}=7 \times 10^7$ Hz.

Příklad 2

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polyanilinu tloušťka 200 nm.

Polymerní kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Polyanilinová vrstva tloušťky 200 nm je vytvořena metodou přímé oxidační polymerací anilinu ve vodném prostředí při teplotě 0 $^{\circ}\text{C}$ na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu za jinak podobných podmínek jako v Příkladu 1.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity MnZn-PANI je vodivost polyanilinového filmu $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,2 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^8 - 10^9 \text{ Hz}$; $\mu''_{\text{max}} = 6$ při $f_{\text{res}} = 3,5 \times 10^8 \text{ Hz}$;
- (2) Pro deprotonované kompozity je σ_{PANI} v řádu $10^{-8} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $10^7 - 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 4$ při $f_{\text{res}} = 7 \times 10^8 \text{ Hz}$.

Příklad 3

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 50 nm.

Polymerní kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Polyanilinová vrstva tloušťky 50 nm je vytvořena metodou přímé oxidační polymerací anilinu ve vodném prostředí při teplotě 50 $^{\circ}\text{C}$ na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu za jinak podobných podmínek jako v Příkladu 1.

- (1) Pro kompozity MnZn-PANI, vodivost polyanilinového filmu je $\sigma_{\text{PANI}} \sim 1 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^8 - 3 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 3,5$ při $f_{\text{res}} = 1 \times 10^9 \text{ Hz}$.
- (2) Pro deprotonované kompozity, σ_{PANI} v řádu $10^{-8} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $5 \times 10^8 - 1 \times 10^{10} \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 2,5$ při $f_{\text{res}} = 3 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Příklad 4

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 10 nm. Souvislost deponované vrstvy není v tomto případě zaručena.

Polymerní kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.



Polyanilinová vrstva tloušťky 10 nm je vytvořena metodou přímé oxidační polymerací anilinu ve vodném prostředí při teplotě 80 °C na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu za jinak podobných podmínek jako v Příkladu 1.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů se charakterizují následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity MnZn-PANI, vodivost polyanilinového filmu je $\sigma_{\text{PANI}} \sim 10 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^8\text{--}3 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 3,5$ při $f_{\text{res}} = 2,5 \times 10^9 \text{ Hz}$.
- (2) Pro deprotonované kompozity, σ_{PANI} v řádu $10^{-7} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $5 \times 10^8\text{--}1 \times 10^{10} \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 3$ při $f_{\text{res}} = 3,5 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Příklad 5

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 300 nm.

Polymerní kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Polyanilinová vrstva tloušťky 300 nm je vytvořena metodou přímé oxidační polymerací anilinu ve vodném prostředí při teplotě $-12 \text{ }^\circ\text{C}$ na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu za jinak podobných podmínek jako v Příkladu 1.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

Pro kompozity MnZn-PANI, vodivost polyanilinového filmu je $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,1 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^7\text{--}10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 6,5$ při $f_{\text{res}} = 2,5 \times 10^8 \text{ Hz}$.

Pro deprotonované kompozity, σ_{PANI} v řádu 10^{-11} S/cm ; oblast magnetické disperze $5 \times 10^8\text{--}1 \times 10^{10} \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 4,5$ při $f_{\text{res}} = 5 \times 10^8 \text{ Hz}$.

- (1) Pro kompozity MnZn-PANI, vodivost polyanilinového filmu je $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,1 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^7\text{--}10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 6,5$ při $f_{\text{res}} = 2,5 \times 10^8 \text{ Hz}$.
- (2) Pro deprotonované kompozity, σ_{PANI} v řádu $10^{-11} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $5 \times 10^8\text{--}10 \times 10^{10} \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 4,5$ při $f_{\text{res}} = 5 \times 10^8 \text{ Hz}$.

Příklad 6

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 10–20 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 200 nm.

Polymerní kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů se charakterizují následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity MnZn-PANI, vodivost polyanilinového filmu je $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,2 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $2 \times 10^8 - 3 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 3$ při $f_{\text{res}} = 1,5 \times 10^9 \text{ Hz}$.
- (2) Pro deprotonované kompozity, σ_{PANI} v řádu $10^{-7} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $5 \times 10^8 - 5 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 2,5$ při $f_{\text{res}} = 3 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Příklad 7

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 250–300 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 300 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity MnZn-PANI, vodivost polyanilinového filmu je $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,1 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^6 - 10^8 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 8,5$ při $f_{\text{res}} = 2,5 \times 10^8 \text{ Hz}$.
- (2) Pro deprotonované kompozity, σ_{PANI} v řádu $10^{-11} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $10^7 - 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 5$ při $f_{\text{res}} = 6 \times 10^8 \text{ Hz}$.

Příklad 8

Magneticky měkké plnivo: jádro z NiZn feritu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 200 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity NiZn-PANI, vodivost polyanilinového filmu je $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,1 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^7 - 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 4,5$ při $f_{\text{res}} = 4,5 \times 10^8 \text{ Hz}$;
- (2) Pro deprotonované kompozity, σ_{PANI} v řádu $10^{-11} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $10^7 - 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 3$ při $f_{\text{res}} = 9 \times 10^8 \text{ Hz}$.

Pro porovnání, polymerní kompozity s maximálním obsahem čistého (polyanilinem nepokrytého) NiZn feritu stejného elementárního složení a velikosti částic v polyuretanu (50 obj. %) mají $\mu''_{\text{max}} \cong 2-3$ při $f_{\text{res}} = 5 \times 10^8 \text{ Hz}$.

Příklad 9

Magneticky měkké plnivo: jádro z magnetitu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 300 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity magnetit-PANI, vodivost polyanilinového filmu je $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,1 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^6\text{--}10^8 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 3,5$ při $f_{\text{res}} = 5 \times 10^8 \text{ Hz}$;
- (2) Pro deprotonované kompozity, σ_{PANI} v řádu $10^{-11} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $10^6\text{--}10^8 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 3$ při $f_{\text{res}} = 10^9 \text{ Hz}$.

Pro porovnání, polymerní kompozity s maximálním obsahem čistého (polyanilinem nepokrytého) magnetitu stejného elementárního složení a velikosti částic v polyuretanu (50 obj. %) mají $\mu''_{\text{max}} \cong 1,5\text{--}2$ při $f_{\text{res}} = 6 \times 10^7 \text{ Hz}$.

Příklad 10

Magneticky měkké plnivo: jádro z granátovou strukturou feritu yttria, legovaného gadoliniem (Y-Gd ferit s granátovou strukturou) velikost částic 40-60 μm , slupka z polyanilinu tloušťka 200 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Materiál je vytvořený stejně jako v příkladu č.1. Část vzorků se deprotonuje 1 M roztokem hydroxidu amonného.

Vzorky kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity, které byly vytvořené slisováním feritových částic, pokryté polyanilinovým filmem z $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,2 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze $10^6\text{--}10^9 \text{ Hz}$, pozorujeme široké maximum magnetických ztrát $\mu''_{\text{max}} = 2,5\div 3$ ležící v oblasti frekvencí od $2 \times 10^7 \text{ Hz}$ do $3 \times 10^8 \text{ Hz}$;
- (2) Pro deprotonované kompozity: $\sigma_{\text{PANI}} \sim 10^{-7} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $10^7\text{--}5 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} \cong 2\div 2,7$ v oblasti frekvencí od $2 \times 10^7 \text{ Hz}$ do 10^9 Hz .

Pro porovnání, polymerní kompozity s maximálním obsahem čistého (polyanilinem nepokrytého) Y-Gd feritu s granátovou strukturou stejného elementárního složení a velikosti částic v polyuretanu (50 obj. %) mají $\mu''_{\text{max}} \cong 0,7$ v oblasti frekvencí od 10^7 do 10^8 Hz .

Příklad 11

Magneticky měkké plnivo: jádro z granátovou strukturou feritu yttria, legovaného gadoliniem, hliníkem, manganem, samariem (Y-Gd-Al-Mn-Sm ferit s granátovou strukturou), velikost částic 40-60 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 200 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Materiál je vytvořený stejně jako v příkladu č.1. Část vzorků se deprotonuje 1 M roztokem hydroxidu amonného.

Vzorky kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity, které byly vytvořené slisováním feritových částic, pokryté polyanilinovým filmem z $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,2 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze 10^7 – 2×10^9 Hz, pozorujeme široké maximum magnetických ztrát $\mu''_{\text{max}} = 2,5 \div 2,5$ ležící v oblasti frekvencí od 10^8 Hz do 3×10^9 Hz;
- (2) Pro deprotonované kompozity: $\sigma_{\text{PANI}} \sim 10^{-7} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze 10^6 – 10^9 Hz, $\mu''_{\text{max}} \cong 3$ v oblasti frekvencí od 2×10^7 Hz do 3×10^8 Hz.

Pro porovnání, polymerní kompozity s maximálním obsahem čistého (nepokrytého polyanilinem) Y-Gd-Al-Mn-Sm feritu s granátovou strukturou stejného elementárního složení a velikosti částic v polyuretanu (50 obj. %) mají $\mu''_{\text{max}} \cong 1$ v oblasti frekvencí od 10^7 Hz do 10^8 Hz.

Příklad 12

Magneticky měkké plnivo: jádro z granátovou strukturou feritu yttria, legovaného gadoliniem, hliníkem, indiem, kobaltem, germaniem, (Y-Gd-Al-In-Co-Ge ferit s granátovou strukturou), velikost částic 40-60 μm , slupka z polyanilinu tloušťky 200 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Materiál je vytvořený stejně jako v příkladu č.1. Část vzorků se deprotonuje 1 M roztokem hydroxidu amonného.

Vzorky kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity, které byly vytvořené slisováním feritových částic, pokryté polyanilinovým filmem z $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,2 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze 5×10^7 – 4×10^9 Hz, pozorujeme široké maximum magnetických ztrát $\mu''_{\text{max}} = 3$ ležící v oblasti frekvencí od 5×10^8 Hz do 3×10^9 Hz;

- (2) Pro deprotonované kompozity: $\sigma_{\text{PANI}} \sim 10^{-7} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $5 \times 10^7 - 4 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 4$ v oblasti frekvencí od $7 \times 10^7 \text{ Hz}$ do $3 \times 10^8 \text{ Hz}$.

Pro porovnání, polymerní kompozity s maximálním obsahem čistého (polyanilinem nepokrytého) Y-Gd-Al-In-Co-Ge feritu s granátovou strukturou stejného elementárního složení a velikosti částic v polyuretanu (50 obj. %) mají $\mu''_{\text{max}} \cong 1,7$ v oblasti frekvencí od 10^7 Hz do 10^8 Hz .

Příklad 13

Magneticky měkké plnivo: jádro z kobaltnátého hexagonálního feritu Z struktury (Co_2Z), velikost částic $10 \mu\text{m}$, slupka z polyanilinu tloušťky 200 nm .

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Materiál je vytvořený stejně jako v příkladu č.1. Část vzorků se deprotonuje 1 M roztokem hydroxidu amonného.

Vzorky kompozitních magnetických materiálů se charakterizují následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity Co_2Z -polyanilin, vodivost polyanilinového filmu σ_{PANI} je 4 S cm^{-1} , oblast magnetické disperze se rozšiřuje na oblast od 10^8 do $6 \times 10^9 \text{ Hz}$; maximum magnetických ztrát $\mu''_{\text{max}} = 4$ při rezonanční frekvenci $f_{\text{res}} = 2,5 \times 10^9 \text{ Hz}$;
- (2) Pro deprotonované kompozity: $\sigma_{\text{PANI}} \sim 10^{-8} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze $3 \times 10^8 - 3 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\text{max}} = 2$ při $f_{\text{res}} = 3,5 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Pro porovnání, polymerní kompozity s maximálním obsahem čistého (polyanilinem nepokrytého) Co_2Z feritu stejného elementárního složení a velikosti částic v polyuretanu (50 obj. %) mají oblast magnetické disperze $10^8 - 6 \times 10^9 \text{ Hz}$; $\mu''_{\text{max}} \sim 1,8$ při $f_{\text{res}} = 5 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Příklad 14

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic $40-60 \mu\text{m}$, slupka z polypyrrolu tloušťky 150 nm .

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Polypyrrolová vrstva tloušťky 150 nm je vytvořena metodou přímé oxidační polymerace pyrrolu (ve vodném prostředí) při pokojové teplotě na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu.

Vzorky kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:



- (1) Pro kompozity MnZn-PPy, vodivost polypyrrolového filmu je $\sigma_{PPy} \sim 7 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze se rozšiřuje na rozsah od 3×10^7 – 3×10^9 Hz; maximum magnetických ztrát $\mu''_{\max} = 4,5$ při rezonanční frekvenci $f_{\text{res}} = 1 \times 10^9$ Hz;
- (2) Pro deprotonované kompozity: $\sigma_{PPy} \sim 10^{-8} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze 7×10^7 – 4×10^9 Hz, $\mu''_{\max} = 2,5$ při $f_{\text{res}} = 2 \times 10^9$ Hz.

Příklad 15

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polypyrolu tloušťky 10 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Polypyrrolová vrstva tloušťky 10 nm je vytvořena metodou přímé oxidační polymerace pyrolu (ve vodném prostředí) při pokojové teplotě na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu.

Vzorky kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity MnZn-PPy, vodivost polypyrrolového filmu je $\sigma_{PPy} \sim 7 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze se rozšiřuje na rozsah od 10^8 do 5×10^9 Hz; maximum magnetických ztrát $\mu''_{\max} = 5$ při rezonanční frekvenci $f_{\text{res}} = 3 \times 10^9$ Hz;
- (2) Pro deprotonované kompozity: $\sigma_{PPy} \sim 10^{-8} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze 3×10^8 – 10^{10} Hz, $\mu''_{\max} = 2,5$ při $f_{\text{res}} = 4,5 \times 10^9$ Hz.

Příklad 16

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polytoluidinu tloušťky 100 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Polytoluidinová vrstva tloušťky 100 nm je vytvořena metodou přímé oxidační polymerace pyrolu (ve vodném prostředí) při pokojové teplotě na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu.

Vzorky kompozitních magnetických materiálů se charakterizují následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity MnZn-polytoluidin, vodivost polytoluidinového filmu je $\sigma_T \sim 0,1 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze se rozšiřuje na rozsah od 5×10^7 do 4×10^9 Hz; maximum magnetických ztrát $\mu''_{\max} = 4$ při rezonanční frekvenci $f_{\text{res}} = 1,5 \times 10^9$ Hz;

- (2) Pro deprotonované kompozity: $\sigma_T \sim 10^{-11} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze od 7×10^7 do $5 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\max} = 2$ při $f_{\text{res}} = 3 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Příklad 17

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 40–60 μm , slupka z polyanisidinu tloušťky 100 nm.

Kompozitní magnetický materiál: slisované magneticky měkké plnivo.

Polyanisidinová vrstva tloušťky 100 nm je vytvořena metodou přímé oxidační polymerací pyrolu (ve vodném prostředí) při pokojové teplotě na povrchu polykrystalických vícedoménových částic MnZn feritu.

Vzorky kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

- (1) Pro kompozity MnZn-polyanisidin, vodivost polyanisidinového filmu je $\sigma_{\text{Al}} \sim 0,3 \text{ S cm}^{-1}$, oblast magnetické disperze se rozšiřuje na rozsah od 5×10^7 do $4 \times 10^9 \text{ Hz}$; maximum magnetických ztrát $\mu''_{\max} = 5$ při rezonanční frekvenci $f_{\text{res}} = 2 \times 10^9 \text{ Hz}$;
- (2) Pro deprotonované kompozity: $\sigma_{\text{Al}} \sim 10^{-1} \text{ S cm}^{-1}$; oblast magnetické disperze od 7×10^7 do $5 \times 10^9 \text{ Hz}$, $\mu''_{\max} = 2,5$ při $f_{\text{res}} = 4 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Příklad 18

Magneticky měkké plnivo: jádro z MnZn feritu, velikost částic 40–60 μm , pokrytého polyanilinovým filmem s $\sigma_{\text{PANI}} \sim 4 \text{ S/cm}$ a tloušťky 170 nm.

Polymerní kompozitní magnetický materiál: odlitý polymerní magnetický kompozit s 85 hm.% magneticky měkkého plniva a 15 hm.% polymeru-dielektrika polyuretanu (AXSON, Francie).

Kompozity jsou tvořeny způsobem mechanického míchání prášků plniva s polymerem a tvrdidlem v patřičném podílu. Vzorky se vloží mezi kovové desky, slisují se a vytvrdí při teplotě 80°C během 4 hodin ve vakuové sušárně. Hustota kompozita je $2,7 \text{ g cm}^{-3}$.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

oblast magnetické disperze se rozšiřuje na rozsah od 5×10^8 do 10^{10} Hz , maximum magnetických ztrát $\mu''_{\max} = 2,5$ při $f_{\text{res}} = 3,2 \times 10^9 \text{ Hz}$.



Příklad 19

Magneticky měkké plnivo: jádro z NiZn feritu, velikost částic 40–60 μm , pokrytého polypyrrolovým filmem s $\sigma_{\text{PPy}} \sim 7 \text{ S cm}^{-1}$ a tloušťky 10 nm.

Polymerní kompozitní magnetický materiál: odlitý polymerní magnetický kompozit s 85 hm.% magneticky měkkého plniva a 15 hm.% polymeru-dielektrika polysiloxanu (Dow Corning, USA).

Kompozity jsou tvořeny způsobem mechanického míchání prášků plniva s polymerem a tvrdidlem v patričném podílu. Vzorky se vloží mezi kovové desky, slisují se a vytvrdí při pokojové teplotě během 24 hodin. Hustota kompozitu je $2,8 \text{ g cm}^{-3}$.

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

oblast magnetické disperze se rozšiřuje na rozsah od 10^8 do $3 \times 10^9 \text{ Hz}$; maximum magnetických ztrát $\mu''_{\text{max}} = 2$ při $f_{\text{res}} = 1 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Příklad 20

Magneticky měkké plnivo: jádro z feritu Co_2Z , pokryté polytoluidinovým filmem $\sigma_{\text{T}} \sim 0,1 \text{ S cm}^{-1}$ a tloušťky 100 nm, velikost částic 10 μm .

Polymerní kompozitní magnetický materiál: odlitý polymerní magnetický kompozit s 90 hm.% magneticky měkkého plniva a 10 hm.% polymeru-dielektrika perfluorovaného polyetheru (RUSKÝ VĚDECKÝ INSTITUT SYNTETICKÝCH KAUČUKŮ, RF).

Kompozity jsou tvořeny způsobem mechanického míchání prášků plniva s polymerem a tvrdidlem v patričném podílu. Vzorky se vloží mezi kovové desky, slisují se a vytvrdí při pokojové teplotě během 48 hodin. Hustota kompozita je 3 g cm^{-3} .

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

oblast magnetické disperze se rozšiřuje na rozsah od 10^8 do $6 \times 10^9 \text{ Hz}$; maximum magnetických ztrát $\mu''_{\text{max}} = 3$ při $f_{\text{res}} = 4 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Strukturní charakteristiky, homogenita distribuce plniva lze kontrolovat pomocí RTG metody a elektronové mikroskopie.

Příklad 21

Magneticky měkké plnivo: jádro z feritu magnetitu, pokrytý polyanilinovým filmem $\sigma_{\text{PANI}} \sim 0,1 \text{ S cm}^{-1}$ a tloušťky 170–200 nm, velikost částic 60 μm .

Polymerní kompozitní magnetický materiál: odlitý polymerní magnetický kompozit s 75 hm.% magneticky měkkého plniva a 25 hm.% polymeru-dielektrika perfluorovaného polyetheru (RUSKÝ VĚDECKÝ INSTITUT SYNTETICKÝCH KAUČUKŮ,RF).

Kompozity jsou tvořeny způsobem mechanického míchání prášků plniva s polymerem a tvrdidlem v patřičném podílu. Vzorky se vloží mezi kovové desky, slisují se a vytvrdí při pokojové teplotě během 48 hodin. Hustota kompozita je 3 g cm^{-3} .

Vzorky polymerních kompozitních magnetických materiálů jsou charakterizovány následujícími parametry:

oblast magnetické disperze se rozšiřuje na rozsah od 10^8 do 6×10^9 Hz; maximum magnetických ztrát $\mu''_{\text{max}} = 2,5$ při $f_{\text{res}} = 2 \times 10^9$ Hz.

Využitelnost vynálezu

Při několikerém opakování příkladu 1-21 byla pozorována dobrá reprodukovatelnost strukturních charakteristik a vlastností magneticky měkkého plniva a kompozitního magnetického materiálu.

Údaje, uvedené v příkladech 1-21 svědčí o tom, že jsou vytvořeny homogenní magneticky měkká plniva, přísné struktury „jádro-slupka“ a reprodukovatelnosti kvality, zabezpečující magnetickou propojenost magnetických částic v kompozitním materiálu. Polymerní kompozitní magnetické materiály na základě předkládaných magneticky měkkých plniv mají vysoké hodnoty magnetické permeability v oblasti VVF s řízenou frekvenční charakteristikou.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Hybridní feromagnetické plnivo, vyznačující se tím, že je tvořeno magneticky měkkými částicemi o velikosti 10–300 μm na bázi feritů s nízkým polem krystalografické magnetické anizotropie, při čemž tyto částice jsou povrchově modifikovány strukturovaným elektricky vodivým polymerem, který na nich vytváří povrchovou vrstvu tloušťky 10–300 nm.
2. Hybridní feromagnetické plnivo podle nároku 1, vyznačující se tím, že feritem jeho magneticky měkkých částic je alespoň jeden ferit vybraný ze skupiny tvořené ferity obsahujícími spinelové struktury s atomy Mn a Ni, různě valentní atomy Fe^{II} a Fe^{III} , nebo magnetit, hexagonálně uspořádané ferity, obsahující různě valentní kationty železa, a ferit yttria s granátovou strukturou, případně legovaný alespoň jedním prvkem ze skupiny Si, Ge, Ti, Gd, Al, Cd, Sm, In, Co.
3. Hybridní feromagnetické plnivo podle nároku 1, vyznačující se tím, že strukturovaným elektricky vodivým polymerem je polymer vybraný ze skupiny zahrnující polyanilin, polypyrrol, polytoluidin (polymethylanilin), polyanisidin (polymethoxyanilin).
4. Polymerní magnetický kompozit, vyznačující se tím, že jako jeho plnivo se použije slisované hybridní feromagnetické plnivo podle nároků 1 až 3.
5. Polymerní magnetický kompozit podle nároku 4, vyznačující se tím, že vedle hybridního feromagnetického plniva podle nároků 1 až 3 v množství 75–90 % hmotnostních obsahuje dále polymerní dielektrikum v množství 10 až 25 % hmotnostních.
6. Polymerní magnetický kompozit podle nároku 5, vyznačující se tím, že polymerním dielektrikem je polymer vybraný ze skupiny zahrnující polyurethan, polydimethylsiloxan, nebo perfluorovaný polyether.