

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(22) Přihlášeno 23 11 76
(21) (PV 7543-76)

(40) Zveřejněno 28 01 83

(45) Vydáno 15 03 86

223353
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 02 K 33/00

(75)

Autor vynálezu

KISS LÁSZLÓ, CSILLAG LÁSZLÓ dr., HALMAI KÁROLY, MISKOLCZI
LÁSZLÓ, BUDAPEST (MLR)

(54) Lineárně se pohybující nebo rotující plochá kotva pro motory a tažné magnety

1

2

Vynález se týká lineárně se pohybující nebo rotující ploché kotvy pro motory nebo tažné magnety, která obsahuje nosič z plastů nebo z keramiky a vinutí, uložené na tomto nosiči.

Podstatou vynálezu je, že nosič obsahuje 2 až 50, s výhodou 10 až 18 hmotnostních procent magneticky měkké látky rovnoměrně v nosiči rozptýlené.

Vynález se týká lineárně se pohybující nebo rotující ploché kotvy pro motory a tažné magnety, která obsahuje nosič z plastu nebo z keramiky a vinutí, uložené na tomto nosiči.

O zařízeních, které obsahují stator s permanentními magnety a rotující kotvu s vinutím provedeným metodou plošných spojů a jsou napájena stejnosměrným nebo pulsujícím proudem, je známo, že jsou používána velmi často v různých řídicích systémech. Tato zařízení mají přednost v tom, že jsou schopna reagovat rychleji než běžná zařízení obsahující železo, pro svou malou hmotnost. Mimo to, stejnosměrný nebo jiný analogický způsob řízení, je velmi výhodný z hlediska rozběhového momentu. Firmy vyrábějící motory a řídicí zařízení jsou po celém světě zapojené do procesu zvyšování účinnosti zařízení tohoto druhu.

Ke zdokonalení magnetických systémů, a tím také pro zvětšení magnetické indukce ve vzduchové mezeře, uspořádání cívek a výroby rotorů byly vyvinuty různé postupy. Výkon motorů může být také zvýšen vhodným uspořádáním magnetů zvětšením indukce ve vzduchové mezeře.

Vinutí může být zhotoveno obvyklou technikou plošných spojů, například v případě motorů s vlnovým vinutím vhodným překrytím nebo uvazovaným spojením kusů vodiče vylisovaných z elektricky vodivých plechů do vhodných tvarů. Také systém cívek tažných elektromechanických magnetů a servomotorů opatřených plochou kotvou, která se pohybuje lineárně, může být zdokonalen obdobnou technikou.

Podle literatury pojednávající o konstrukci a teoretických problémech motorů, které mají kotvu diskového tvaru, nemůže být rotor zhotoven z feromagnetických materiálů, poněvadž by tím vzorstla hmotnost a indukčnost rotoru a také ztráty vířivými proudy. Těmito faktory se omezuje schopnost rychlé reakce zařízení a stejnoměrný pohyb rotoru.

Cílem vynálezu je vyvinutí nosiče z plastů nebo z keramiky s magnetickými vlastnostmi pro rotory motorů a tažných magnetů, které mají plochou kotvu. Takový nosič umožňuje zvýšení výkonu při zachování shodných rozměrů.

Vynález je založen na zjištění, že při použití plastu s magnetickými a izolačními vlastnostmi jako nosiče kotev motorů a tažných magnetů s plochou kotvou se parametry zařízení významně zlepší. Toto zjištění je překvapivé, poněvadž literatura pojednávající o teorii motorů s plochou kotvou jednoznačně vylučuje možnost výroby nosičů rotorů z feromagnetických látek a tvrdí, za prvé, že ztráty vířivými proudy při použití feromagnetických látek vzrůstají, a za druhé, že vliv rotoru se projevuje na nestejnoměrnosti momentu. Vynálezem se dosahuje překonání tohoto technického předsudku, protože v zařízeních podle vyná-

lezu nebyly zjištěny žádné vířivé proudy, ani žádná nestejnoměrnost momentu.

Uvedené nevýhody jsou odstraněny u lineárně se pohybující nebo rotující ploché kotvy pro motory a tažné magnety, která obsahuje nosič z plastu nebo z keramiky a vinutí uložené na tomto nosiči, podle vynálezu, jehož podstatou je, že nosič obsahuje 2 až 50, s výhodou 10 až 18 hmotnostních procent magneticky měkké látky rovnoměrně v nosiči rozptýlené.

Je výhodné, když magneticky měkkou látkou je magneticky měkká slitina, magneticky měkké železo nebo magneticky měkký ferit.

Magneticky měkké materiály jsou charakterizovány poměrně vysokou permeabilitou $\mu = 10\,000$ až $100\,000$ a nízkou koerzitivní silou 0,015 až 1,0 e.

Vhodné slitiny oceli obsahují nikl, molybden, chrom nebo křemík, například jako magneticky měkké slitiny mohou být použity slitiny permaloyového typu.

Jako magneticky měkké železo může být s výhodou použito práškové železo o zrně 3 až 200 mikronů připravené z karbonyl-železa Fe/Co/5.

Jako měkký ferit může být s výhodou použit kysličník nikelnatoželezitý NiO . Fe₂O₃, kysličník nikelnatozinečnatoželezitý NiO . ZnO . Fe₂O₃, kysličník manganatoželezitý MnO . Fe₂O₃, kysličník manganatozinečnatoželezitý MnO . ZnO . Fe₂O₃, kysličník mědnoželezitý Cu₂O . Fe₂O₃, kysličník mědnatoželezitý CuO . 2 Fe₂O₃, kysličník mědnatozinečnatoželezitý CuO . ZnO . Fe₂O₃, kysličník litnozinečnatoželezitý Li₂O . ZnO . Fe₂O₃, kysličník hořečnatoželezitý MgO . Fe₂O₃, kysličník kobaltnatoželezitý CoO . Fe₂O₃, kysličník kobaltnatozinečnatoželezitý CoO . ZnO . Fe₂O₃, kysličník kobaltnatonikelnatoželezitý CoO . NiO . Fe₂O₃, kysličník kobaltnatonikelnatozinečnatoželezitý CoO . NiO . ZnO . Fe₂O₃ nebo kysličník manganatohořečnatoželezitý MnO . MgO . Fe₂O₃ s průměrnou velikostí zrna 50 až 200 mikronů.

Nosič z plastu může být pro plochou kotvu podle vynálezu zhotoven různými způsoby, z nichž jsou výhodné:

a) termoplastická syntetická pryskyřice o teplotě tání nejméně 150 °C se roztaví a do taveniny se rovnoměrně vmíchá 10 až 50 hmotnostních procent, s výhodou 20 hmotnostních procent, magneticky měkké látky a z takto získané směsi se zhotoví těleso nosiče žádaného tvaru a rozměru nebo

b) 10 až 50 hmotnostních procent, nejlépe 22 hmotnostních procent, magneticky měkké látky se rozptýlí do nenasycené polyesterové nebo nevytvrzené epoxidové pryskyřice; tak získaná směs se vytvrdí na 50 až 80 %, získaný produkt se rozemele a z lisovatelného prášku se zhotoví těleso nosiče o žádaném tvaru a rozměrech nebo

c) rozptýlí se 10 až 15 hmotnostních procent, lépe 15 až 20 hmotnostních procent,

magneticky měkké látky do termoplastické pryskyřice polykondenzačního typu, která je ve fázi A, získaná směs se převede do fáze B a lisovatelný prášek získaný rozemletím směsi ve fázi B se zpracuje na těleso nosiče o žádaném tvaru a rozměrech nebo

d) lisovací prášek termoplastické polykondenzační pryskyřice ve fázi B se smíchá s 10 až 50 hmotnostními procenty, nejlépe s 16 až 20 hmotnostními procenty magneticky měkké látky a získaná směs se zpracuje na těleso nosiče žádaného tvaru a rozměrů, nebo

e) rozmělněný práškový polytetrafluoretylén se zhomogenizuje s 10 až 50 hmotnostními procenty, nejlépe s 18 až 22 hmotnostními procenty, magneticky měkké látky, ze získané směsi se zformuje těleso nosiče žádaného tvaru a rozměrů a takto získané těleso nosiče se sesintruje.

Hlavní předností ploché kotvy podle vynálezu jsou tyto:

1. Zvětší se indukce ve vzduchové mezeře a současně s ní také účinnost zařízení.

2. Při zachování původní účinnosti mohou být zmenšeny rozměry zařízení.

3. Použitím feromagnetických látek, které jsou rovnoměrně rozptýleny v nosiči, se zabrání tvorbě vířivých proudů.

Plochá kotva podle vynálezu a způsoby jejího zhotovení jsou popsány podrobně v následujících příkladech, které nemají omezující charakter. Relativní permeabilita zhotovených disků kotev byla zjišťována pomocí magnetizačních křivek metodou, která je popsána v knize „Basic Electrical Engineering“ autorů A. E. Fitzgeralda, D. U. Higginbothama a A. Grabela 4. vydání, McGraw-Hill Book Co., New York, 1975 na straně 574 až 578.

Příklad 1

100 hmotnostních dílů epoxidové pryskyřice, připravené kondenzací epichlorhydrinu s novolakovou pryskyřicí kapalná resolová pryskyřice se připraví kondenzací fenolu, trikresolu a formaldehydu za přítomnosti kyseliny chlorovodíkové jako katalyzátoru, která má tyto vlastnosti:

obsah epoxidových skupin: 18 až 22
pevnost v ohybu rázem: 6000 MPa
tvrdost podle Brinella: 300 až 350 MPa
vnitřní specifický odpor při 20 °C: $4 \cdot 10^{15}$ ohm . cm
tepelná odolnost podle Martense: 180 °C
nasákavost po uložení 24 hodin ve vodě: 0,05 procenta

a 88 hmotnostních dílů feritu o složení kysličník manganatoželezitý $\text{MnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ a o průměrné velikosti zrna 100 mikronů, se vpraví do kulového mlýna a směs se homogenizuje 8 hodin při teplotě místnosti. 15 minut před ukončením homogenizace se při-

dá 8 hmotnostních dílů tvrdidla, kterým je anhydrid kyseliny metyltetrahydroftalové a v homogenizaci se po dobu zbývajících 15 minut pokračuje. Zhomogenizovaná směs se přesype z kulového mlýna na hliníkový podnos a na něm se udržuje po dobu 6 hodin při teplotě 80 °C. Látka, která během zahřívání ztuhne, se v mlýně rozele na jemný prach a tento prach se sklenou tkaninou se ve formě lisuje 10 minut specifickým tlakem 1800 MPa při 110 °C, na destičky o tloušťce 1 mm. Relativní permitivita μ_r je rovna 60. Na obě strany destičky se pak nalepí měděná fólie tloušťky 0,05 mm a obvyklou metodou užívanou v technice plošných spojů se zhotoví na fóliích cívky.

Účinnost motorů, které mají rotor zhotovený uvedeným způsobem, je o 22 % vyšší, než u motorů zcela shodné konstrukce, ale vybavených rotorem bez magneticky měkkého materiálu.

Příklad 2

Ke 100 hmotnostním dílům polyesterové pryskyřice, připravené kondenzací propylenglykolu a anhydridu kyseliny ftalové s aktivovaným styrenem, který jako aktivátor obsahuje 2 hmotnostní díly sorbitového monostearátu, a která má tyto vlastnosti:

hustotu: 1,12 až 1,16
viskozitu: 0,5 až 0,8 Pas
dobu želatinace při 40 °C za přítomnosti 0,2 hmotnostního dílu dimetylanilinu: 60 až 120 minut
pevnost v tahu: 4000 až 4500 MPa
tvrdost podle Brinella: 140 až 180 MPa
vnitřní specifický odpor při 20 °C: $1,1 \cdot 10^{14}$ až $4,0 \cdot 10^{15}$ ohm . cm
tepelnou odolnost podle Martense: 190 °C,

se přidá do kulového mlýna při teplotě místnosti 20 hmotnostních dílů feritu, o složení kysličník mědnatoželezitý $\text{CuO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ a průměrné velikosti zrna 80 mikronů, a směs se pak 4 hodiny homogenizuje. Po uplynutí homogenizační doby se ke směsi přidají 2 hmotnostní díly benzoylperoxidu jako katalyzátoru a směs se ještě deset minut promíchává. Zhomogenizovaná směs se z kulového mlýna přesype na hliníkový podnos a na něm se po dobu 5 hodin udržuje při teplotě 60 °C. Pevná látka, která vznikne tepelným zpracováním, se ve mlýně rozele na prach a prach se dohromady se skleněnou tkaninou v lisovací formě tlakem 1900 MPa, při teplotě 160 °C za 5 minut slisuje na destičku o tloušťce 1 mm.

Relativní permitivita polyesterové destičky, zhotovené popsáním způsobem se rovná $\mu_r = 85$. Na destičku se z obou stran nalepí měděná fólie tloušťky 0,05 mm a metodou obvyklou v technice plošných spojů se na měděné fólii zhotoví cívky.

Účinnost motorů s rotorem zhotoveným

popsaným způsobem je o 23 % vyšší, než u motorů zcela shodné konstrukce, ale s rotorem, který neobsahuje magnetický materiál.

Příklad 3

Ke 100 hmotnostním dílům lisovacího bakelitového prášku připraveného polykondenzací fenolu s formaldehydem a modifikovaného 5 hmotnostními díly přírodní pryskyřice za přítomnosti hydroxidu amonného jako katalyzátoru, který má tyto vlastnosti:

bromidové číslo: 12

dobu želatinace při 150 °C: 60 až 150 s

teplota skápnutí: pod 85 °C,

se přidá 15 hmotnostních dílů feritu, o složení kysličník kobaltatoželezitý $\text{CoO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ s průměrnou velikostí zrna 110 mikronů a směs těchto dvou složek se homogenizuje ve vlhkém stavu v kulovém mlýně 5 hodin. Pak se ke směsi přidá 10 hmotnostních dílů skelných vláken o průměru 0,1 mm a délce 2 mm a směs se dále homogenizuje 2 hodiny. Zhomogenizovaná prášková lisovací směs se suší 3 hodiny při 60 °C a v lisovací formě se z ní vylisuje během 5 minut při teplotě 130 °C a specifickém tlaku 1 mm silná destička.

Relativní permeabilita bakelitové destičky zhotovené popsáním způsobem je $\mu_r = 45$. Pak se na destičku s obou stran nalepí měděná fólie tloušťky 0,05 mm a metodou obvyklou v technice plošných spojů se zhotoví cívky kotvy vhodné pro lineární pohybové ústrojí.

Pohyblivý díl vhodný pro lineárně se pohybující ústrojí zhotovený výše popsáním způsobem se pak zabuduje jako část tažného magnetu do psacího stroje kladívkového typu s velkou operační rychlostí 4 mm/s³, například v zařízení tiskárny pro alfa-numerické symboly. Ve srovnání se stejným zařízením, které obsahuje pohyblivou část zhotovenou z nemagnetické izolační destičky se zjistilo zvýšení účinnosti o 18 %.

Příklad 4

100 hmotnostních dílů kaprolaktamu, připraveného z 93 hmotnostních dílů AG-soli, sloučenina připravená reakcí molárních množství hexametylendiaminu a kyseliny adipové a 7 hmotnostních dílů -aminokaprolaktamu, který má tyto základní vlastnosti:

pevnost v tahu: 5700 MPa

vnitřní specifický odpor: 10^{11} ohm . cm

teplota tání: 237 °C

obsah vody: pod 0,4 %

specifickou viskozitu 0,5% roztoku v trikresolu: 0,65 cP

se roztaví v dusíkové atmosféře a do taveniny se vmíchá 20 hmotnostních dílů feritu o složení kysličník kobaltatonikelnatoželeznatý $\text{CoO} \cdot \text{NiO} \cdot \text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ s průměrnou velikostí zrna 100 mikronů a se směsí se míchá 30 minut. Po homogenizaci se tavenina ochladí na teplotu místnosti a z ní se vylisuje destička tloušťky 1 mm, specifickým tlakem 1700 MPa, při teplotě 200 °C. Relativní permeabilita destičky je $\mu_r = 40$. Na obě strany této polyamidové destičky se nalepí měděná fólie o tloušťce 0,05 mm a metodou obvyklou v technice plošných spojů se na fóliích zhotoví zvlněné vinutí.

Účinnost motoru opatřeného rotorem zhotoveným tímto způsobem je o 20 % vyšší, než u motoru zcela shodné konstrukce, ale s rotorem bez magnetické přísady.

Příklad 5

100 hmotnostních dílů práškového polytetrafluoretylénu se zkypří proséváním a pak za stálého míchání se přidá 18 hmotnostních dílů práškového feritu o složení kysličník měďnatoželezitý $\text{CuO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ s průměrnou velikostí zrna 60 mikronů. Za teploty místnosti se z takto připravené směsi vylisuje destička o tloušťce 1 mm, která se v sintrovací peci spéká při 380 °C 2 hodiny. Po ukončení spékacího procesu se destička ochladí na teplotu místnosti rychlostí 3 °C/min a z ní se pak vyřízne kotouč potřebných rozměrů pro zhotovení kotvy. Na obě strany tohoto kotouče se nalepí měděné plátky vhodných tvarů pro zhotovení smyčkového vinutí.

Účinnost motoru opatřeného kotvou zhotovenou uvedeným postupem je o 22 % vyšší, než u motoru zcela shodné konstrukce, ale s kotvou, která neobsahuje magnetickou přísadu.

Příklad 6

K 94 hmotnostním dílům chemicky čistého alfa-kysličníku hlinitého $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ se do kulového mlýna přidají 2 váhové díly kysličníku křemičitého SiO_2 , 2 hmotnostní díly kysličníku hořečnatého MgO a dva váhové díly práškového železa připraveného z pentakarbonylu železa $\text{Fe}(\text{CO})_5$ a směs se homogenizuje 2 hodiny. Po přidání 40 hmotnostních dílů 40% vodného roztoku polyvinylalkoholu k základní směsi, vznikne plastická látka, ze které se zhotoví stříkáním pod tlakem plochá kotva rotoru. Tato odstříknutá kotva se vyjme z formy a vysuší při 500 °C. Vysušená kotva, která má rovný, jemně pórovitý povrch, se ponoří na 2 hodiny do 50% vodného roztoku chloridu měďnatého CuCl_2 , opět se vysuší a vypálí v peci s redukční atmosférou, při 1690 °C. Vypálením se získá plochá kotva se zcela hladkým, neporézním povrchem, který je pota-

žen měděným filmem o tloušťce asi 5 mikronů. Relativní permitivita této ploché kotvy je $\mu_r = 38$. Pokovením destičky v elektrolytické lázni se tloušťka měděného povlaku zvýší asi na 80 mikronů. Metodou běžnou v technice plošných spojů se na povrchu ploché kotvy vytvoří vinutí.

Účinnost se zvýší asi o 12 % v porovnání s motorem, opatřeným plochou kotvou, která je zhotovena z nemagnetické keramické destičky. Motor je schopen vykonávat svou funkci bez závad i při vysoké teplotě nad 300 °C.

Příklad 7

Ve vibračním mlýně se dohromady smíchá 0,5 hmotnostních dílů kysličníku zirkoničitého ZrO_2 a 11 hmotnostních dílů feritu o složení kysličník nikelnatoželezitý $NiO \cdot Fe_2O_3$ s 92 hmotnostními díly chemicky čistého alfa-kysličníku hlinitého $\alpha-Al_2O_3$. Po vytvoření stejnorodé směsi se přidá 30 hmotnostních dílů 40% vodného roztoku polyvinylalkoholu a tím vznikne plastická látka. Z této látky se připraví destičky o roz-

měrech $50 \times 50 \times 0,8$ mm, a to slisováním tlakem 1500 MPa. Destičky se vysuší při 600 °C a pak se spékají při 1720 °C. Povrch destiček vzniklých tímto způsobem se diamantovým brusem obrousí do hladka. Na povrch zcela hladké korundové destičky, jejíž povrch je bez pórů, se ve vakuu naparí měděný povlak asi 5 mikronů silný. Tloušťka měděné vrstvy se zvětší asi na 80 mikronů elektrolyticky. Relativní permeabilita keramické destičky potažené mědí připravené výše popsaným způsobem je $\mu_r = 42$. Na povrchu ploché kotvy se vytvoří vhodné vinutí pro lineární pohyb, a to postupem obvyklým v technice plošných spojů.

Pohyblivý díl vytvořený tímto způsobem, vhodný pro lineárně se pohybující součást, se zabuduje do tažného magnetu v zařízení kladívkového psacího stroje s velkou operační rychlostí 3 mm/s³, například u alfa-numerické tiskárny. Ve srovnání se zařízením, které obsahuje pohyblivý díl zhotovený z nemagnetické korundové destičky, vzroste účinnost o 16 %.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Lineárně se pohybující nebo rotující plochá kotva pro motory a tažné magnety, která obsahuje nosič z plastů nebo z keramiky a vinutí, uložené na tomto nosiči, vyznačující se tím, že nosič obsahuje 2 až 50, například 10 až 18 hmotnostních procent magneticky měkké látky rovnoměrně v nosiči rozptýlené.

2. Lineárně se pohybující nebo rotující plochá kotva pro motory nebo tažné magnety podle bodu 1, vyznačující se tím, že magneticky měkkou látkou je magneticky měkká slitina, magneticky měkké železo nebo magneticky měkký ferit.