



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 213 928

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 15 02 80
(21) PV 1051-80

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³ H 01 F 7/02
H 01 F 7/04

(40) Zveřejněno 15 09 81
(45) Vydáno 01 06 84

(75)

Autor vynálezu

LANDA VÁCLAV ing. CSc., BLAŽEK ZDENĚK ing. CSc., PRAHA

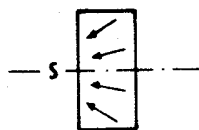
(54)

Způsob výroby anizotropních permanentních magnetů

Vynález řeší způsob výroby anizotropních permanentních magnetů, jejichž řízená orientace je v části nebo v celém objemu magnetu sbíhavá. Magnetická orientace permanentních magnetů je vytvářena působením magnetického pole na práškový materiál permanentního magnetu před nebo během lisování prášku.

Podstata řešení spočívá v tom, že v těle se zpracovávaného permanentního magnetu se vytvoří magnetická orientace působením stejnosměrného nebo střídavého, popřípadě pulsního magnetického pole, jehož siločáry jsou v okolí funkčního pólu permanentního magnetu sbíhavé do zmenšené plochy pólu nebo do části plochy tohoto pólu.

213 928



Obr. 1

Vynález řeší způsob výroby anizotropních permanentních magnetů, jejichž řízená orientace je v části nebo v celém objemu magnetu sbíhavá.

Anizotropní permanentní magnety se používají ve velkém počtu aplikací, kde je hlavním úkolem magnetu dodávat co nejvyšší magnetickou indukci do vzduchové mezery nebo do jiných částí magnetického obvodu. Dosud používané anizotropní magnety jsou charakterizovány tím, že směry snadného magnetování elementárních oblastí magnetu, například práškových částic u práškových materiálů nebo krystalků u litých materiálů, jsou orientovány souhlasně do směru, ve kterém je permanentní magnet magnetován. Tímto způsobem jsou získávány značně vyšší hodnoty remanence a součinu (BH) max ve srovnání s izotropními neorientovanými magnety.

V mnoha případech je výhodnější použít magnety, v jejichž celém objemu nebo v jeho části je vytvořena orientace os snadného magnetování, která je v okolí povrchu alespoň jednoho pólu sbíhavá. Magnety tohoto druhu umožňují podstatně zvýšit hodnotu magnetické indukce v okolí pólu ve srovnání se stávajícími homogenně orientovanými magnety. Zvýšení magnetické indukce dodávané do vnějšího prostoru je dosahováno v menším průřezu než je průřez magnetu a je způsobeno tím, že sbíhavá orientace koncentruje magnetický tok, zvyšuje jeho hustotu a zmenšuje neužitečný rozptylový tok.

U stávajících magnetů se k dosažení anizotropní struktury používá podle druhu materiálu například orientování práškových částic homogenním magnetickým polem, orientování v homogenním magnetickém poli, protlačování, válcování a další postupy. Současná technologická úroveň umožňuje sériově vyrábět magnety, jejichž homogenní orientace je téměř dokonale provedena.

Vytvořit sbíhavou orientaci v požadované oblasti je za dosavadního stavu techniky obtížnější než vytvořit klasickou homogenní orientaci. Je znám způsob, který spočívá v tom, že se konečný magnet zhotoví spojením anizotropních částí, orientovaných homogenně, přičemž se sbíhavá orientace magnetu vytvoří tak, že nejméně u dvou sousedících částí jsou magnetické orientace k sobě složené. Přestože má tento způsob řadu předností, neboť mohou být takto zejména vyrobeny magnety s nejrůznějšími průběhy sbíhavých orientovaných struktur a v nejrůznějších tvarech, jeho hlavní nevýhodou je větší složitost ve srovnání s postupy výroby stávajících homogenně orientovaných magnetů. Tento stav zabraňuje zatím většímu rozšíření magnetů se sbíhavou orientací, přestože v celé řadě aplikací by jejich použití podstatně zvýšilo parametry magnetického obvodu.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob výroby permanentních magnetů s anizotropní sbíhavou orientací podle vynálezu, jehož podstatou je, že v tělese zpracovávaného permanentního magnetu se vytvoří magnetická orientace působením stejnosměrného nebo střídavého, popřípadě pulsního magnetického pole, jehož siločáry jsou v okolí

funkčního pólu permanentního magnetu sbíhavé do zmenšené plochy pólu nebo do části plochy tohoto pólu.

Permanentní magnety se sbíhavou orientací je možno podle předmětného vynálezu s výhodou vyrábět z většiny známých druhů magneticky tvrdých materiálů. Příkladem jsou magneticky tvrdé ferity, materiály na bázi vzácných zemin, Alnico, PtCo, MnBi a další. Nový a vyšší účinek na magnetech se sbíhavou orientací je dosahován zejména při použití materiálů s vyššími hodnotami koercitivity a jednoosé magneto-krystalové anizotropie.

Způsob výroby magnetů podle vynálezu může být uplatněn jak při výrobě práškových, tak i litých permanentních magnetů. Při výrobě práškových magnetů se podobně jako při orientování homogenním magnetickým polem vystaví feromagnetické nebo ferimagnetické částice prášku působení magnetického pole před lisováním nebo během lisovacího procesu. Magnetické pole natočí zmagnetované částice svými osami snadného magnetování do směru siločar. Po orientaci se provede fixace orientovaného uspořádání slisováním prášku bez pojiva nebo s pojivem a popřípadě slinováním nebo jinými postupy.

Při výrobě litých magnetů se použije sbíhavé magnetické pole při termomagnetickém zpracování, to jest ochlazování odlitku z lící teploty nebo ochlazování po novém ohřevu pod vlivem vnějšího přiloženého magnetického pole. Termomagnetické zpracování permanentního magnetu sbíhavým magnetickým polem podle vynálezu je ovšem možno použít i při výrobě práškových magnetů. Podobně jako při termomagnetickém zpracování homogenním polem se i při použití sbíhavého magnetického pole vylučují po průchodu Curieovou teplotou precipitáty ve směru krystalografické osy, která má nejmenší odchylku od směru siločáry magnetického pole. Tento postup vede k vytvoření sbíhavé magnetické orientované struktury a je výhodný například pro termomagneticky zpracované lité i práškové magnety ze slitin Alnico.

Použité sbíhavé magnetické pole může být stejnosměrné nebo střídavé, stacionární nebo pulsní. Stejně jako při orientaci homogenním polem doporučuje se použít zejména pro orientaci prášku magnetické pole co nejvyšší intenzity, neboť částice musí při otáčení zpravidla překonávat odpor tření a vyšší silové účinky magnetického pole umožní dosáhnout dokonalejší orientaci. Sbíhavé magnetické pole může být vytvořeno rozličnými způsoby pomocí cívek, elektromagnetů nebo permanentních magnetů. Jak je známo z magnetostatiky, sbíhavý průběh mají siločáry například v okolí pólu cívky, solenoidu, elektromagnetu nebo permanentního magnetu, pokud vycházejí do velké vzduchové mezery. Jiným příkladem sbíhavého magnetického pole je pole v malé mezeře mezi dvěma opačnými póly elektromagnetu nebo permanentních magnetů, přičemž jeden z pólů má menší plochu a soustřeďuje siločáry vycházející z větší plochy druhého pólu. Existuje řada dalších řešení z magnetostatiky vedoucích k vytvoření sbíhavého magnetického pole.

Sbíhavé orientované struktury magnetů vyrobených způsobem podle vynálezu mohou mít nejrůznější průběhy. Jednotlivé typy struktur jsou určeny pro splnění

nejrůznějších požadavků na prostorové rozložení magnetické indukce dodávané magnetem do vnějšího prostoru a jsou přizpůsobeny tvarům, rozměrům a magnetickým vlastnostem materiálů pro permanentní magnety. Sbíhavé orientované struktury například koncentrují magnetický tok do větší nebo menší oblasti středu plochy jednoho, dvou nebo více pólů. Změna směru orientace ve sbíhavé struktuře mohou v tělese magnetu probíhat postupně nebo diskrétně. Anizotropní sbíhavá struktura může být vytvořena v jedné části, ve více částech nebo v celém objemu magnetu a může být přímočará nebo křivočará, a může být provedena ve dvou nebo třech rozměrech.

Příklad 1:

Permanentní magnet sestávající z práškových částic SmCoCuFe o průměrné velikosti částic 10 nm lisovaných s organickým pojivem byl zhotoven ve tvaru válce o průměru 10 mm a výšce 5 mm. Sbíhavá orientace zvyšuje hodnotu magnetické indukce vycházející ze středu plochy válce pólu $\underline{S}$.

Obr. 1 levá část znázorňuje tuto anizotropní strukturu v řezu rovnoběžně s osou magnetu směřující k pólu, pravá část obr.1 z pohledu kolmo k ploše pólu. Magnet byl lisován ve sbíhavém magnetickém poli mezi póly elektromagnetu, jehož jeden pól byl zakončen plochou o průměru 30 mm a druhý přiléhající k pólu $\underline{S}$ lisovaného permanentního magnetu byl zakončen kuželovitým pólovým nástavcem s plochou na vrcholu o průměru 2 mm.

Maximální intenzita magnetického pole v oblasti vzorku magnetu byla 640 kA/m. Dále byl zhotoven pro srovnání magnet s dosud používanou homogenní orientací (obr.2) ze stejného materiálu, stejných rozměrů a lisovaný za stejných podmínek pouze s tím rozdílem, že magnetické pole o intenzitě 640 kA/m bylo v oblasti vzorku magnetu homogenní ve směru osy válce. Na magnetu se sbíhavou orientací bylo dosaženo výrazné zvýšení indukce ve střední části plochy pólu $\underline{S}$ ve srovnání s homogenně orientovaným magnetem.

Jako příklad je možno uvést hodnotu magnetické indukce u povrchu pólu $\underline{S}$, která je měřena Hallovoú sondou přiloženou těsně ke středu plochy pólu. Zatímco na homogenně orientovaném magnetu byla naměřena indukce 0,15 T, na magnetu se sbíhavou orientací bylo zjištěno zvýšení této indukce o 30 %.

Způsob výroby magnetů podle vynálezu má řadu výhod. Zejména je výhodné, že tímto způsobem je možno zhotovovat magnety se sbíhavou orientací prakticky se stejnými výrobními náklady jako stávající homogenně orientované magnety. Protože lze vytvořit rozličné konfigurace průběhu siločar sbíhavého magnetického pole, je možno vyrábět magnety s odpovídajícími různými průběhy sbíhavých orientovaných struktur podle požadavků na parametry konečného magnetu.

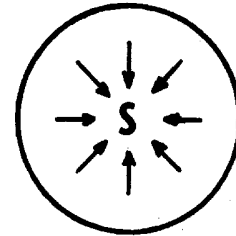
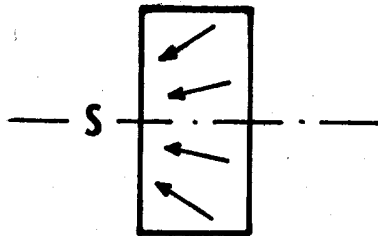
Magnety vyrobené způsobem podle vynálezu lze s výhodou uplatnit ve značném počtu aplikací v nejrůznějších oborech. Zvýšení hodnoty magnetické indukce ve srovnání se stávajícími magnety, která je dodávána do vzduchové mezery nebo do jiných částí magnetického obvodu, zlepšuje parametry motorů, pohonů a generátorů s permanentními magnety, mikrovlnných zařízení, měřících přístrojů, elektroakustických měničů, magnetických

snímačů, relé, ložisek, spojek, separátorů, příchytů a dalších zařízení. Zlepšené parametry zde znamenají podle jednotlivých použití například snížení spotřeby energie, vyšší účinnost, výkon točivý moment, přitažlivé nebo odpudivé silové účinky, citlivost a přesnost. Dalším význačným přínosem jsou rozličné možnosti miniaturizace magnetického obvodu, snížení materiálových nákladů, delší životnost a jednodušší konstrukce.

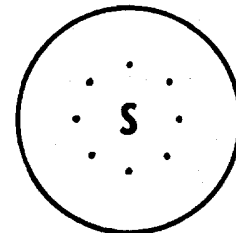
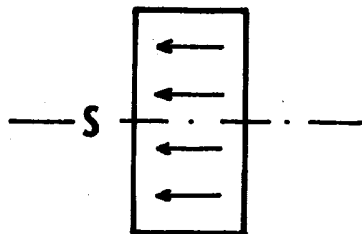
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob výroby anizotropních permanentních magnetů, jejichž magnetická orientace je vytvářena působením magnetického pole na litý nebo práškový materiál permanentního magnetu při termodynamickém zpracování, vyznačený tím, že v tělese zpracovávaného permanentního magnetu se vytvoří magnetická orientace působením stejnosměrného nebo střídavého, popřípadě pulsního magnetického pole, jehož siločáry jsou v okolí funkčního pólu permanentního magnetu sbíhavé do zmenšené plochy pólu nebo do části plochy tohoto pólu.

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2