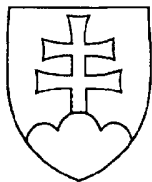


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19)

SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

285746

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. (2006):

C21D 8/12

- (21) Číslo prihlášky: **1688-2001**
(22) Dátum podania prihlášky: **19. 5. 2000**
(24) Dátum nadobudnutia účinkov patentu: **6. 7. 2007**
Vestník ÚPV SR č.: **7/2007**
(31) Číslo prioritnej prihlášky: **RM99A000334**
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: **26. 5. 1999**
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: **IT**
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: **9. 5. 2002**
Vestník ÚPV SR č.: **05/2002**
(47) Dátum sprístupnenia patentu verejnosti: **22. 6. 2007**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: **PCT/EP00/04577**
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: **WO00/73517**

(73) Majiteľ: **ACCIAI SPECIALI TERNI S.P.A., Terni, IT;**

(72) Pôvodca: **Ban Gabor, Roma, IT;**

(74) Zástupca: **ROTT, RŮŽIČKA & GUTTMANN, v. o. s., Bratislava, SK;**

(54) Názov: **Spôsob zlepšenia magnetických charakteristík kremíkových oceľových plechov s orientovanými zrnami na elektrotechnické účely pôsobením lasera**

(57) Anotácia:

Zistilo sa, že spracovaním laserom s cieľom riadiť veľkosť magnetických domén plechov z kremíkovej ocele s orientovanými zrnami sa optimalizáciou niektorých základných parametrov, ako sú merná energia žiarenia, vzdialenosť medzi stopami rastrovania, rýchlosť rastrovania, rýchlosť rastrovania a čas zotrvania, získa súčasne zlepšenie magnetostriekcie, indukcie a strát jadra.

SK 285746 B6

Oblasť techniky

Tento vynález sa týka spôsobu zlepšenia magnetických charakteristík kremíkových oceleových plechov s orientovanými zrnami pôsobením lasera a zvlášť sa týka radiačného pôsobenia na oceleový plech po záverečnom vyžihnutí tak, aby sa zlepšili jeho indukčné charakteristiky, straty a magnetostrikcia, v porovnaní s oceleovým plechom bez úpravy týmto spôsobom.

Doterajší stav techniky

Kremíkové oceleové plechy s orientovanými zrnami na elektrotechnické účely sa používajú hlavne na výrobu jadier transformátorov; pri tomto využití sú hlavne študované magnetické charakteristiky materiálu, zvlášť po ropnej kríze v sedemdesiatych rokoch a v súčasnosti v súvislosti so stúpajúcim záujmom o energetické úspory, takzvané straty jadra alebo straty, ktoré sa vzťahujú na množstvo energie stratenej počas prevádzky transformátora. Straty sa vyjadrujú vo wattoch na kilogram hmotnosti jadra a závisia od rôznych faktorov, zvlášť potom od pohybu stien magnetických domén, definovaných ako oblasti vnútri materiálu, v ktorých elektróny spôsobujúce feromagnetizmus majú paralelné spiny a teda nenulový magnetický moment. V kremíkových oceleových plechových doskách je magnetický moment vnútri jednotlivých domén orientovaný v smere ľahkej magnetizácie, teda v kryštalografických smeroch $\langle 100 \rangle$. Steny domén sú oblasti medzi susednými doménami, v ktorých magnetický moment rotuje a ktoré sú charakterizované hodnotou tejto rotácie, preto hovoríme o 180° a $\text{ne-}180^\circ$ stenách (v tomto materiáli 90°).

V demagnetizovanom stave sa suma vektorov magnetických momentov rovná nule, pri pôsobení vonkajšieho poľa sa počiatočná magnetizácia v podstate odohráva pohybom stien domén, ktoré sú prednostne orientované podľa vonkajšieho poľa, spotrebujú menej energie a rastú na úkor ostatných domén laterálnym pohybom stien pri 180° . Vyššia mobilita stien spôsobuje ľahšiu magnetizáciu a preto pohyb stien potrebuje menej energie. Energetická spotreba spojená s pohybom stien pri 180° je spôsobená elektromotorickými silami, vznikajúcimi pohybom stien v opačnom smere.

Bolo zistené, že táto zložka strát je úmerná pomeru medzi vzdialenosťou medzi stenami so 180° a hrúbkou oceleového plechu. Ďalej bolo zistené, že straty závisia tiež od veľkosti oceleových zŕn v plechu a od orientácie kryštalickej mriežky zŕn vzhľadom na povrch plechu.

Preto najzrejmější a okamžitá voľba spočíva vo fakte, že by sme mali mať plechy z kremíkovej ocele s vysoko orientovanými zrnami s danou veľkosťou zŕn a s nízkou hrúbkou.

Úsilie, ktoré bolo dosiaľ vynaložené, prinieslo vynikajúce výsledky, ktoré nemôžu byť z hľadiska výroby ďalej významnejšie zlepšované; zvlášť keď sa zistilo, že optimálna veľkosť zŕn je okolo 4 mm, zatiaľ čo pokiaľ sa týka hrúbky oceleového plechu, isté pod určité hodnoty je nevhodné tak z hľadiska nákladov na tieto procesy, ako kvôli pomeru (zvanému „priestorový faktor“) objemu oceleového plechu ku objemu izolačného povlaku plechu, ktorý sa znižuje tak výrazne, že značná časť jadra by bola tvorená izolačným povlakom.

Preto sa vzali do úvahy iné faktory ovplyvňujúce straty a zvlášť potom tie, ktoré sa vzťahujú k veľkostiam magnetických domén.

Po prvé bolo zistené, že aplikácia tlaku na oceleové plechy indukuje na ploche plechu anizotropiu, ktorá v prítomnosti typickej štruktúry týchto materiálov (Gossova štruktúra) zvyšuje magnetizačný energetický rozdiel medzi kryštalografickým smerom $\langle 100 \rangle$ paralelným so smerom valcovania a smerom $\langle 011 \rangle$ kolmým na smer valcovania. Následkom toho sa rovnováha medzi magnetostatickou energiou a energiou doménových stien posúva v prospech energie stien, čo spôsobuje vytváranie veľkého počtu stien, ktoré sú tenšie a sú bližšie pri sebe. Týmto spôsobom sa dosiahne značné zníženie príspevku vírivých prúdov k celkovým stratám. Preto boli vyvinuté izolačné povlaky s prnutím, schopné poskytnúť toto vylepšenie.

Ale od roku 1924 bolo tiež navrhované, že tieto prnutia je možné dosiahnuť vytvorením lokálnych tlakových mikronapätí. Z tohto hľadiska bolo navrhované podrobiť oceleové plechy ostreľovaniu brokmi alebo ryhovaniu vrtákmi, britmi alebo valcami s reliéfovým povrchom. Tieto metódy, aj keď sú efektívne a schopné poskytnúť zlepšenie v odolnosti proti vystaveniu vysokým teplotám, majú nevýhody z hľadiska neľahkej aplikácie pri výrobe a deštrukcie izolačného povlaku plechov, ktorá vystavuje plechy rýchlej oxidácii, takže vyžadujú ďalšie vytváranie izolačného povlaku, a vytvárania ostňov a reliéfov na okrajoch rýh alebo vrypov, čo znižuje priestorovú hodnotu jadra a spôsobuje častejší výskyt skratov.

Ďalším krokom bolo spracovanie povrchu oceleových plechov koncentrovanými energetickými pulzmi vo forme laserových lúčov, zväzkov elektrónov, plazmy a podobne.

Stať vypracovaná pri príležitosti „1986 ASM Material Week Conference“ 4. - 9. októbra 1986 v Orlande, Florida J. W. Schoenom a A. L. von Hollenom pod názvom „Domain refinement of oriented electrical steel: from early beginning to an emerged technology“ prehľadne opisuje všetky sporné otázky vyvolané prvými skúsenosťami s týmito postupmi, zvlášť potom vo vzťahu k pôsobeniu lasera.

Tento záležitosť, relevantné sú obrázky 7 a 9 a príslušná diskusia v texte, sa konštatuje, že zlepšenie dosiahnuté zjemnením magnetických domén môže byť spojené s magnetostrikčnými podmienkami po úprave laserom, nakoľko zmeny magnetostrikcie reprezentujú kvantitatívnu mieru podielu $\text{ne-}180^\circ$ stien vzniknutých pri pôsobení lasera; najlepšie výsledky zjemnenia domén sa dosahujú spolu s nárastom magnetostrikcie. Táto situácia je opísaná aj v iných dokumentoch; napríklad v Európskom patente EP 0 087 587, s prioritou 25. januára 1980 proces ožarovania elektromagnetického oceleového plechu laserovým lúčom. Vynález spočíva v aplikácii kvapalného povlakovacího činidla na oceleový plech po spracovaní laserom a v žihnutí tohto povlaku pri teplote nie vyššej než 600°C . Toto obmedzenie teploty súvisí s faktom, že zníženie strát spôsobené spracovaním laserom kompletne zmizne pri teplotách vyšších než $500 - 600^\circ\text{C}$. Tento patent uvádza, že spracovanie laserom sa používa nielen na zníženie strát, ale tiež na zlepšenie magnetostrikcie; ale k tomuto aspektu nie sú podané žiadne presvedčivé predvedené výsledky. Tabuľka 1, v ktorej je uvedené jediné vyhodnotenie magnetostrikcie, ukazuje, že údaje týkajúce sa magnetostrikcie sú vyjadrené ako rozmerové zmeny pri mechanickom zaťažení 17 kg. Ale vzhľadom na uvedené treba zdôrazniť, že, ako je všeobecne známe, mechanické napätie zlepšuje magnetostrikciu. Okrem toho z uvedených dát vyplýva, že výsledky týkajúce sa magnetostrikcie sú podľa vynálezu nižšie než výsledky, ktoré je možné dosiahnuť jednoduchou aplikáciou izolačného povlaku bez úpravy laserom. Teda jedinou výhodou spracovania laserom je zlepšenie hodnoty celkových strát jadra.

Európske patentové prihlášky EP 8 385 a EP 100 638, rovnako ako patentová prihláška GB, zhodne opisujú spôsoby spracovania laserom pásu z elektrocele, pri ktorých sa výberom niektorých parametrov postupu zvolí správna hodnota mernej energie žiarenia a použije sa počas celého spracovania laserom. Podľa všetkých uvedených dokumentov je možné získať zlepšenie strát jadra, zatiaľ čo hodnoty permeability zostávajú nezmenené alebo sú dokonca nižšie. Nie sú z nich dostupné žiadne informácie o zmenách iných konečných charakteristík, napríklad magnetostrikcie.

Patentový dokument EP 0 611 829, podaný 24. augusta 1994, sa týka pôsobenia väzku elektrónov na povrch oceľového plechu s orientovaným zrnom na účely získania produktu (jadra transformátora) s vylepšenými charakteristikami, pokiaľ sa týka tvaru a akustických emisií. Vynález spočíva v tom, že oceľový plech vybavený záverečným izolačným povlakom je ožarovávaný väzkom elektrónov vysielaných na plech takým spôsobom, že sledujú kontinuálnu alebo diskontinuálnu kľukatú trajektóriu, takže stopy elektrónového väzku zodpovedajú vrcholom kľukatej trajektórie. Tiež pri tomto postupe sa zlepšenia týkajú len strát, zatiaľ čo hodnoty týkajúce sa magnetostrikcie (budiace napätie a hluk) sú porovnateľné s plechom bez úpravy a lepšie sú len pre plech upravený lineárnym ožarovaním elektrónovým väzkom. Ďalšia nevýhoda použitia elektrónového väzku spočíva v tom, že je nutné pracovať vo vysokom vákuu, čo je nákladná podmienka, ťažko dosiahnuteľná pri kontinuálnej výrobe. A nakoniec sa musíme zmieniť o tom, že najlepšie výsledky podľa tohto dokumentu sa dosahujú pri teplotách spracovávaného plechu medzi 600 °C a 800 °C, pri ktorých, ako je známe, sa strácajú výhody indukovaných mikronapätí. Z toho je možné usúdiť, že zlepšenia získané podľa tohto dokumentu sú v zásade dané napäťovým efektom záverečného izolačného povlaku, ktorý je lepšie spojený s oceľovým plechom vzhľadom na ryhovanie vytvorené v sklovitom filme väzkom elektrónov.

Stav techniky, pokiaľ je nám známe, ukazuje, ako ožarovanie plechu z kremíkovej ocele s orientovanými zrnami laserom alebo väzkom elektrónov môže vyústiť v značné vylepšenie všeobecných charakteristík strát, zatiaľ čo pokiaľ sa týka magnetostrikcie a hluku, výsledky sú väčšinou porovnateľné s výsledkami dosiahnutými bežnými metódami bez ožarovania povrchu. Okrem toho treba vziať do úvahy, že podniky používajúce ožarovanie laserom a elektrónovým väzkom majú veľmi vysoké kapitálové a prevádzkové náklady, a preto tieto metódy nemôžu byť úplne ospravedlnené len zlepšením strát.

Preto je zámerom tohto vynálezu získať úpravu oceľových plechov s orientovanými zrnami schopnú absolútne zlepšiť hodnoty strát jadra, magnetostrikcie a indukcie meranej pri 800 A/m (ďalej B800).

Iným zámerom tohto vynálezu je uskutočniť spracovanie laserom bez poškodenia izolačného povlaku oceľového plechu.

Ďalším zámerom tohto vynálezu je vyhnúť sa dodatočným nákladom, až dosiaľ nevyhnutným, spojeným so záverečným vytváraním izolačného povlaku po spracovaní laserom.

Podstata vynálezu

Vynález sa týka spôsobu, pri ktorom plech z kremíkovej ocele s orientovanými zrnami, ktorý bol podrobený sekundárnej rekryštalizácii záverečným vyžívaním a pokrytý izolačným povlakom, je spracovaný laserom s kontinuálnou emisiou, napríklad CO₂ laserom s vlnovou dĺžkou

10,46 μm, ktorý kontinuálne rastuje pohybujúci sa pás v smere kolmom na smer pohybu pásu. Spôsob je charakteristický tým, že niektoré vopred zvolené parametre (t. j. merná energia žiarenia, čas zotrvania a vzdialenosť medzi dvoma následnými trajektóriami laserového lúča na oceľovom plechu) sú súčasne a kontinuálne upravované v rozmedzí 0,1 až 25 mJ/mm², 1 x 10⁻⁶ s a 1 x 10⁻² s, 2 a 12 mm tak, aby sa optimalizovalo zlepšenie aspoň jednej magnetickej charakteristiky pásu, vybrané medzi indukciou a stratami jadra, meranými kontinuálne pred a po úprave laserovým lúčom, a to tak, aby sa nepoškodil sklovitý film izolačného povlaku.

V tejto súvislosti sa časom zotrvania mení čas, v ktorom je určitá časť povrchu pásu ožarovaná laserovým lúčom, čas zotrvania je teda funkciou rýchlosti pásu, rýchlosti rastovania laserovým lúčom a veľkosti priečného záberu laserového lúča.

Merná energia žiarenia je výhodne v rozmedzí medzi 2 a 8 mJ/mm², výhodnejšie medzi 3 a 5 mJ/mm². Pokiaľ sa týka času zotrvania, ten musí byť výhodne medzi 1 x 10⁻⁵ a 1 x 10⁻³ s a výhodnejšie medzi 1 a 8 x 10⁻⁴ s.

Vzdialenosť medzi dvoma po sebe idúcimi riadkami musí byť výhodne udržiavaná v rozmedzí medzi 3,5 a 8 mm v závislosti od priemernej veľkosti zrna; v našom teste boli získané veľmi dobré výsledky pri hodnotách vzdialeností medzi dvoma po sebe idúcimi riadkami o 10 až 20 % menších, než bola priemerná veľkosť zrna meraná v smere posunu pásu.

Ďalším veľmi zaujímavým faktorom je rýchlosť rastovania povrchu pásu laserovým lúčom, závisiaci aj od iných parametrov, ako je rýchlosť posunu oceľového plechu a vzdialenosť medzi riadkami; napriek tomu, že v rôznych zariadeniach tieto parametre môžu mať rôzne hodnoty, udržiavajú optimálne hodnoty získaných magnetickej charakteristik; pri teste vykonávanom v laboratóriu boli získané vynikajúce výsledky pri rýchlosti rastovania spadajúcej medzi 800 a 10 000 m/min.; pri použití priemyselného zariadenia sú obvykle používané hodnoty spadajúce medzi 1500 a 6000 m/min.

Veľkosť priečného záberu laserového lúča alebo dĺžka bodu, od ktorého čas zotrvania závisí, je medzi 1 a 60 mm, výhodne medzi 5 a 50 mm, s obvyklými hodnotami medzi 7 a 40 mm.

Pretože rastovací pohyb laserového lúča je vytváraný rotáciou polygonálneho zrkadla vysielajúceho lúč na parabolické zrkadlo, od ktorého je nakoniec vysielaný na pás, parametre spôsobu závisia tiež od rýchlosti rotácie polygonálneho zrkadla; preto podľa vynálezu je táto rýchlosť rotácie medzi 100 a 10 000 ot./min., výhodnejšie medzi 600 a 6000 ot./min.

Parametre spôsobu môžu byť upravené tak, aby sa optimalizovalo zlepšenie strát alebo magnetostrikcie pri súčasnom získaní malého zlepšenia hodnoty magnetickej permeability.

Pretože neexistujú žiadne štandardné metódy merania magnetostrikcie, príslušné merania v tomto texte boli vykonané podľa metódy stanovenej v G. Ban a F. Janosi „Measuring system and evaluation method of DC and AC magnetostriction behaviour to investigate 3,2 % SiFe G. O. electrical steels“ Conference of Soft Magnetic Materials, SMM'12 Conf. Proc. Journal of Magn. And Magn. Mat., Vol 160, (1996), 167 - 170.

Tento vynález bude teraz opísaný podrobne so zreteľom na nasledujúce príklady uskutočnení, ktoré nie sú určené ako limitujúce pre podstatu tohto vynálezu.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Príklad 1

Oceľ obsahujúca 3,2 hmotn. % Si, druhu bežne používaného na výrobu plechov s vysokými magnetickými charakteristikami, bola vyrobená a upravená podľa známych metód na plechy s hrúbkou 0,27 mm, potiahnutá konvenčným žihacím separátorom tvoreným MgO a vyžihaná v komorovej peci.

Po požadovaných záverečných úpravách sa získal výrobok s týmito magnetickými vlastnosťami:

P (1,5T) (W/kg)	P (1,7T) (W/kg)	B ₈₀₀ (mT)	$\lambda_{(p-p)}(1,7T)$	$\lambda_{(p-p)}(1,9T)$
0,71	0,94	1925	$2,73 \cdot 10^{-7}$	$8,48 \cdot 10^{-7}$

Pásy pokryté sklovitým filmom a izolačným povlakom (jeden na konvenčnú úpravu a tri na spracovanie podľa tohto vynálezu) boli ožarované laserovým lúčom za týchto podmienok:

Tabuľka 1

Laserová metóda	Merná radiačná energia (mJ/mm ²)	Výkon (W)	Vzdialenosť medzi riadkami (mm)	Rýchlosť rastrovania (m/min.)	Čas zotrvania (s. $\cdot 10^{-4}$)
Konvenčná	5,80	1800	5,0	4000	3,30
Inovovaná	A 2,49	600	4,8	3012	4,38
	B 3,32	600	4,8	3012	4,38
	C 4,15	600	4,8	3012	4,38
	D 30	600	4,8	3012	4,38
	E 0,1	600	4,8	3012	4,38
	F 35	600	4,8	3012	4,38

Teda pri získaných materiáloch boli merané magnetické charakteristiky, náchylnosť ku korózii pri zodpovedajúcich ožarovaniach oblastiach (indikované oxidovanými cm na meter dráhy), viditeľnosť stôp laserového lúča na oceľovom plechu (indikované ako pomer medzi dĺžkou viditeľnou a celkovou dĺžkou stopy), magnetostrikcia $\lambda_{(p-p)}$ (ako maximálna odchýlka dĺžky pásu). Namerané hodnoty sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2

	Konvenčné	Inovované					
		A	B	C	D	E	F
$\Delta P (1,5T) \%$	11,19	5,8	10,5	11,3	10,6	0,8	11,2
$\Delta P (1,7T) \%$	12,74	7,4	10,1	10,8	10,9	0,7	12,7
$\Delta B_{800} \text{ mT}$	-7	7	2	0	-3	-1	-7
$\lambda_{(p-p)}(1,7T) \cdot 10^{-7}$	4,38	4,09	2,02	2,32	5,15	4,65	4,39
$\lambda_{(p-p)}(1,9T) \cdot 10^{-7}$	8,58	5,15	5,76	7,37	10,6	4,80	8,59
Korózia v NaCl 1 %	100	8	0	0	60	0	100
Viditeľnosť stôp %	1	0	0	0,5	0,75	0	1

Príklad 2

Pás bol tiež upravovaný menením času zotrvania. Dáta vzťahujúce sa k tomuto testu sú uvedené v nasledujúcej tabuľke 3.

Je zrejmé, že existuje silná závislosť magnetickej kvality konečného produktu od času zotrvania, predovšetkým všetky magnetické charakteristiky brat do úvahy sa zlepšujú iba v niektorých prípadoch.

Pri pásoch G a H, aj keď čas zotrvania je v rozmedzí fixných hodnôt, nebolo možné pre určité zariadenia upraviť optimálnym spôsobom iné parametre, ako napríklad rýchlosť posunu pásu a rýchlosť rastrovania laserového lúča.

Pri pásoch I a J boli získané dobré výsledky pre všetky uvažované magnetické charakteristiky.

Končne pri pásoch K a L, napriek tomu, že boli získané nulové hodnoty vzťahujúce sa k viditeľnosti dráhy a korózii, boli zaznamenané malé zlepšenia alebo dokonca zhoršenia týkajúce sa strát, zhoršenia týkajúce sa permeability a príliš vysoké hodnoty magnetostrikcie.

Tabuľka 3

	Vzorka					
	G	H	I	J	K	L
Čas zotrvania (s)	$4,04 \cdot 10^5$	$9,71 \cdot 10^5$	$5,93 \cdot 10^4$	$1,02 \cdot 10^5$	$2,74 \cdot 10^3$	$3,56 \cdot 10^3$
$\Delta P \%$ (1,5T)	9,7	7,0	5,1	5,1	0,5	1,3
$\Delta P \%$ (1,7T)	12,3	11,2	7,9	7,9	0,9	-0,1
$\Delta B_{800} \text{ mT}$	10,4	5,6	2,6	2,6	-3,4	-9,4
$\lambda_{(p-p)}(1,7T)$	2,8	2,0	2,7	2,7	7,1	9,0
$\lambda_{(p-p)}(1,9T)$	8,6	6,6	7,8	7,8	11,4	16,6
Viditeľnosť stôp	1	0	0	0	0	0
Korózia v NaCl 1 %	100	20	0	0	0	0

Príklad 3

Pás upravený rovnako ako I bol podrobený ďalšej úprave zmenou vzdialenosti medzi riadkami. Priemerná veľkosť zŕn v smere posunu bola pri tomto pásu 8,53 mm s odchýlkou 30 %. Získané výsledky sú uvedené v tabuľke 4. V tomto prípade si tiež môžeme všimnúť, že prijateľné hodnoty sú získané v rámci limitov stanovených pre parametre spracovania (s výnimkou magnetostrikcie, s minimom pri vzorkách P a Q) a že optimálne hodnoty môžu byť získané pre vzdialenosť medzi riadkami spadajúcu medzi 7 a 8 mm, čo je asi o 8 až 18 % menej, než je priemerná veľkosť zrna.

Tabuľka 4

	Vzorka							
	M	N	O	P	Q	R	S	T
Vzdialenosť riadkov (mm)	4	5	6	7	8	9	11	13
$\Delta P (1,5T) \%$	12,6	12,8	11,9	13,0	16,4	13,2	9,3	11,1
$\Delta P (1,7T) \%$	13,5	11,4	11,8	14,5	14,1	12,0	8,9	10,0
ΔB_{800}	3,2	3,7	4,8	8,1	9,4	3,1	5,0	5,3
$\lambda_{(p-p)}(1,7T) \cdot 10^{-7}$	8,6	7,0	5,0	3,2	2,2	11,0	10,0	9,0
$\lambda_{(p-p)}(1,9T) \cdot 10^{-7}$	13,3	12,0	9,2	5,4	4,8	14,0	14,1	13,2
Viditeľnosť stôp	0	0	0	0	0	0	0	0
Korózia v NaCl 1 %	0	0	0	0	0	0	0	0

Príklad 4

Podľa predloženého vynálezu bola magnetostrikcia meraná pred a po spracovaní laserom na oceľovom plechu O, ktorého polarizačné pole spadá medzi 0,8 a 1,9 T. Získané výsledky sú ukázané v tabuľke 5.

Tabuľka 5

Polarizácia, T	Pred laserovou úpravou	Po laserovej úprave
	Magnetostrikcia $\lambda_{(p-p)} \cdot 10^{-7}$	
0,80	1,7	1,4
1,00	2,3	1,9
1,20	3,5	2,3
1,30	4,2	2,2
1,40	4,6	2,6

	Pred laserovou úpravou	Po laserovej úprave
Polarizácia, T	Magnetostrikcia $\lambda_{(p-p)} \cdot 10^{-7}$	
1,50	5,2	3,0
1,60	6,0	3,0
1,65	6,5	3,1
1,70	7,0	3,2
1,75	7,6	3,6
1,80	7,9	4,1
1,85	8,2	5,0
1,90	11,6	8,4
1,95	12,3	10,4

sú v rozmedzí medzi 5 a 50 mm s tým, že typické hodnoty spadajú do rozmedzia 7 a 40 mm.

12. Spôsob podľa ktoréhokoľvek predchádzajúceho nároku, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že rýchlosť rotácie polygonálneho zrkadla laserového optického systému je v rozmedzí medzi 100 a 10 000 ot./min.

13. Spôsob podľa nároku 12, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že rýchlosť rotácie zrkadla je medzi 600 a 6000 ot./min.

Koniec dokumentu

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob zlepšenia magnetických charakteristík kremikových oceľových plechov s orientovanými zrnami na elektrotechnické účely pôsobením lasera, pri ktorom pás kremikového oceľového plechu, ktorý už prešiel sekundárnym rekryštalizačným žiňaním a je pokrytý obvyklými finálnymi povlakmi, je spracovaný laserom s kontinuálnou emisiou s vlnovou dĺžkou 10,46 μm , ktorý kontinuálne rastuje pohybujúci sa pás v smere v podstate kolmom na smer pohybu pásu, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že nasledujúce vopred zvolené parametre, t. j. merná energia žiarenia, čas zotrvania a vzdialenosť medzi dvoma následnými stopami laserového lúča na oceľovom plechu, sú súčasne a kontinuálne upravované v rozmedziach 0,1 a 25 mJ/mm^2 1×10^{-6} s a 1×10^{-2} s, 2 a 12 mm na optimalizovanie zlepšenia aspoň jednej magnetickej charakteristiky pásu, vybranej medzi indukciou a stratami jadra, meranými kontinuálne pred a po spracovaní laserovým lúčom, bez poškodenia uvedených povlakov.

2. Spôsob podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že merná energia žiarenia je výhodne v rozmedzí medzi 2 a 8 mJ/mm^2 .

3. Spôsob podľa nároku 2, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že merná energia žiarenia je v rozmedzí medzi 3 a 5 mJ/mm^2 .

4. Spôsob podľa ktoréhokoľvek predchádzajúceho nároku, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že čas zotrvania je v rozmedzí medzi 1×10^{-5} a 1×10^{-3} s.

5. Spôsob podľa nároku 4, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že čas zotrvania je v rozmedzí medzi 1 a 8×10^{-4} s.

6. Spôsob podľa ktoréhokoľvek predchádzajúceho nároku, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že vzdialenosť medzi dvoma nasledujúcimi riadkami je udržiavaná v rozmedzí medzi 3,5 a 8 mm.

7. Spôsob podľa nároku 6, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že vzdialenosť medzi dvoma nasledujúcimi riadkami je udržiavaná na hodnote o 10 až 20 % nižšej, než je priemerná veľkosť zrna.

8. Spôsob podľa ktoréhokoľvek predchádzajúceho nároku, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že rýchlosť rastovania povrchu pásu laserovým lúčom je v rozmedzí medzi 800 a 10 000 m/min.

9. Spôsob podľa nároku 8, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že rýchlosť rastovania povrchu pásu laserovým lúčom je v rozmedzí medzi 1 500 a 6 000 m/min.

10. Spôsob podľa ktoréhokoľvek predchádzajúceho nároku, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že veľkosť priečného záberu laserového lúča alebo dĺžka bodu je v rozmedzí medzi 1 a 60 mm.

11. Spôsob podľa nároku 10, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že veľkosť priečného záberu laserového lúča