



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

218567
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 21 D 1/70

(22) Přihlášeno 17 06 77

(21) [PV 4018-77]

(32) (31) (33) Právo přednosti od 17 06 76
(696965) Spojené státy americké

(40) Zveřejněno 28 11 80

(45) Vydáno 15 03 85

(72)

Autor vynálezu

MILLER CLARENCE LAKE, PITTSBURGH (Sp. st. a.)

(73)

Majitel patentu

ALLEGHENY LUDLUM STEEL CORPORATION, PITTSBURGH (Sp. st. a.)

(54) Žáruvzdorný kysličníkový povlak pro elektromagnetickou křemíkovou ocel

1

2

Žáruvzdorný kysličníkový povlak pro elektromagnetickou křemíkovou ocel, mající orientaci krychle na hranu a permeabilitu nejméně $2,350 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ při $795 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$. Ocel obsahuje uhlík, bór, křemík, eventuálně dusík, hliník. Povlak se nanáší po oduhličení oceli a před jejím žíháním na konečnou strukturu. Povlak je tvořen kompozicí, obsahující bór v hmotnostní koncentraci 0,1 až 2 % a dále obsahující 100 dílů hmotnostních nejméně jedné látky ze skupiny obsahující kysličníky, hydroxidy a uhličitany hořčíku, vápníku, hliníku a titanu a sloučeniny bóru s hořčíkem, vápníkem, hliníkem a titanem a 0,5 až 40 dílů hmotnostních kysličníku křemičitého. Povlak může obsahovat další látky ze skupiny obsahující bór a jeho sloučeniny, inhibitory a tavidla. Povlakem se dosahuje požadované elektrické izolace, například při výrobě transformátorových jader. Ocel má požadované magnetické vlastnosti, zejména permeabilitu a snížení ztrát v jádru.

Vynález se týká žáruvzdorného kysličníkového povlaku pro elektromagnetické křemíkové oceli mající orientaci krychle na hranu a permeabilitu nejméně $2,350 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ při $795 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$.

Patenty USA č. 3 873 381, 3 905 842, 3 905 843 a 3 957 546 popisují výrobu elektromagnetické křemíkové oceli s orientovanými zrny a inhibovaně bórem. Popsané způsoby se týkají výroby oceli vysoké magnetické kvality z taveniny křemíkové oceli obsahující bór.

Běžné žáruvzdorné kysličníkové povlaky, třebaže jsou vhodné k dosažení žádaných elektrických izolačních vlastností, mohou mít nepříznivý účinek na magnetické vlastnosti oceli, zejména pokud jde o permeabilitu a ztráty v jádru.

Uvedené nedostatky odstraňuje ve značné míře žáruvzdorný, kysličníkový povlak podle vynálezu pro elektromagnetickou křemíkovou ocel, mající orientaci krychle na hranu a permeabilitu nejméně $2,350 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ při $795 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ a obsahující v hmotnostní koncentraci 0,02 až 0,06 % uhlíku, 0,0006 až 0,0080 %, výhodně nejméně 0,0008 procent bóru, do 0,0100 % dusíku, do 0,008 procent hliníku a 2,5 až 4,0 % křemíku, kterýžto povlak se nanáší po oduhličení oceli a před jejím žháním na konečnou strukturu.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že žáruvzdorný kysličníkový povlak je tvořen kompozicí, obsahující bór v hmotnostní koncentraci 0,1 až 2 % a dále obsahující 100 dílů hmotnostních nejméně jedné látky ze skupiny, obsahující kysličníky, hydroxidy a uhličitany hořčíku, vápníku, hliníku a titanu a sloučeniny bóru s hořčíkem, vápníkem, hliníkem a titanem a 0,5 až 40 dílů hmotnostních kysličníku křemičitého.

Povlak může obsahovat dále 0,01 až 100 dílů hmotnostních nejméně jedné další látky ze skupiny obsahující bór a jeho sloučeniny. Rovněž může obsahovat 0,01 až 20 dílů hmotnostních inhibitorů ze skupiny obsahující síru, sloučeniny síry, sloučeniny dusíku, selen a sloučeniny selenu. Dále může obsahovat 0,01 až 10 dílů hmotnostních tavidel.

Pro účely definice je „jeden díl“ rovný celkové hmotnosti výše uvedené látky ze skupiny obsahující kysličníky, hydroxidy a uhličitany hořčíku, vápníku, hliníku a titanu a sloučeniny bóru s hořčíkem, vápníkem, hliníkem a titanem, dělené 100.

Žáruvzdorný kysličníkový povlak podle vynálezu je určen pro křemíkové oceli výše uvedeného typu, a dosahuje se jím nejen žádané elektrické izolace, používá-li se oceli v elektrotechnice, například k výrobě transformátorových jader, ale jeho nový účinek spočívá především ve zlepšení magnetických vlastností oceli, zejména permeability a snížení ztrát v jádru.

Ocel, na níž se vynález vztahuje, se zpracovává obvyklými postupy, tj. odlévá se, válcuje za tepla, jednou nebo vícekrát za studena a při vícenásobném válcování za studena se mezi jednotlivými operacemi normalizuje, oduhličuje se, nanáší se na ni žáruvzdorný kysličníkový povlak podle vynálezu a posléze se žhání na konečnou strukturu.

Vlastní zpracování oceli není rozhodující a lze použít jakýchkoli postupů uvedených v četných publikacích, včetně USA patentu č. 2 867 557 a ostatních výše uvedených patentů. Výraz odlévání zahrnuje i plynulé lití. Tepelné zpracování pásu při válcování za tepla je rovněž zahrnuto v tomto vynálezu. Je však výhodné, válcovat za studena ocel na tloušťku ne větší než 0,5 mm, bez mezižhání mezi jednotlivými průchody, válcuje-li se z pásu válcovaného za tepla o tloušťce okolo 1,22 až 3 mm. Taveniny obsahující v hmotnostní koncentraci 0,02 až 0,06 % uhlíku, 0,015 až 0,15 % magnanu, 0,01 až 0,05 % látky ze skupiny obsahující síru a selen, 0,0006 až 0,0080 % bóru, do 0,0100 % dusíku, 2,5 až 4,0 % křemíku, do 1,0 % mědi, do 0,008 % hliníku, zbytek železo, jsou pro předmět vynálezu nejvhodnější. Hodnoty bóru jsou obvykle nad 0,0008 %. Ocel vyrobená podle vynálezu má permeabilitu nejméně $2,350 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ při $795 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$. S výhodou má ocel permeabilitu nejméně $2,390 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ při $795 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ a ztrátu v jádru do $1,544 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ při 1,7 T.

Nanášení povlaku podle vynálezu se může provádět jakýmkoliv způsobem. Povlak se může míchat s vodou a nanášet jako kaše, nebo se může nanášet elektrolyticky. Právě tak se mohou složky, které tvoří povlak, nanášet dohromady nebo v jednotlivých vrstvách. S výhodou obsahuje povlak v hmotnostní koncentraci 0,2 % bóru a/nebo nejméně 3 díly hmot. SiO_2 . Obsah bóru obvykle není vyšší než 15 %. Obvykle je pod 5 %. Obsah kysličníku křemičitého není obvykle vyšší než 20 hmot. dílů. Ostatní inhibitory obsažené v povlaku jsou obvykle ze skupiny obsahující síru, sloučeniny síry, sloučeniny dusíku, selen a jeho sloučeniny. Typické zdroje bóru jsou kyselina boritá, spěkaná kyselina boritá (B_2O_3), pentaboritan amonia a boritan sodný. Typická tavidla obsahují kysličník lithný, kysličník dusičný a ostatní známé kysličníky. Známými způsoby se přidává kysličník křemičitý. Koloďní kysličník křemičitý má přednost.

Dále je uvedeno několik příkladů konkrétního provedení.

Příklad I

Vzorky ze tří taveb (tavba A, B a C) křemíkové oceli se odlily a zpracovaly na křemíkovou ocel mající orientaci krychle na hranu. Složení taveb je zřejmé z tab. I.

Tabulka I

Tav- ba	C	Mn	S	B	N	Složení (hmot. %)		Al	Fe
						Si	Cu		
A	0,031	0,032	0,020	0,0011	0,0047	3,15	0,32	0,004	Bal
B	0,032	0,036	0,020	0,0013	0,0043	3,15	0,35	0,004	Bal
C	0,030	0,035	0,020	0,0013	0,0046	3,15	0,34	0,004	Bal

Zpracování vzorků zahrnovalo vyrovnávání teploty při zvýšené teplotě po několik hodin, válcování za tepla na jmenovitou tloušťku 2 mm, normalizování za horka vyválcovaného pásu při teplotě 950 °C, válcování za studena na konečnou tloušťku, od-

uhličení, nanesení povlaku podle tab. II a žíhání na konečnou strukturu při maximální teplotě 1175 °C ve vodíku. Pro tab. II a zejména identifikaci vzorku, písmeno označuje tavbu a číslo vzorek z tavby. Například A označuje tavbu A vzorek 1.

Tabulka II

Vzorek	Díly MgO (Díly, hmot.)	H ₃ BO ₃ (Díly, hmot.)
A ₁ B ₁ C ₁	100	0
A ₂ B ₂ C ₂	100	2,3 (0,4 % B)
A ₃ B ₃ C ₃	100	4,6 (0,8 % B)

Vzorky byly zkoušeny na permeabilitu a ztrátu v jádru. Výsledky jsou zřejmé z tab. III.

Tabulka III

Vzorek	Permeabilita (při 795 A . m ⁻¹)	Ztráta v jádru (W . kg ⁻¹ při 1,7 T)
A ₁	2,365	1,625
A ₂	2,380	1,600
A ₃	2,414	1,473
B ₁	2,393	1,558
B ₂	2,392	1,558
B ₃	2,421	1,493
C ₁	1,960	2,80
C ₂	2,379	1,535
C ₃	2,398	1,493

Významný přínos bóru v povlaku je zřejmý z tab. III. Zlepšení permeability a ztráty v jádru je zde rovněž patrné. Dále každý ze vzorků A₃, B₃ a C₃ s více než 0,5 % bóru v povlaku dosáhl permeability více než 2,390 . 10⁻³ H . m⁻¹ při 795 A . m⁻¹ a ztrátu v jádru pod 1,544 W . kg⁻¹.

Příklad II

Další skupina vzorků (skupina 4 až 8) byla zpracována jako skupina vzorků 1 až 3, bez nanesení povlaku. Povlak nanesený na vzorky skupiny 4 až 8 je zřejmý z níže uvedených tab. IV, spolu s těmi ze skupiny 2 a 3.

Tabulka IV

Vzorky	MgO (Díly hmot.)	H ₃ BO ₃ (Díly hmot.)	SiO ₂ (Díly hmot.)
A ₂ B ₂ C ₂	100	2,3 (0,4 % B)	0
A ₄ B ₄ C ₄	100	2,3	1,8
A ₅ B ₅ C ₅	100	2,3	3,6
A ₃ B ₃ C ₃	100	4,6 (0,8 % B)	0
A ₆ B ₆ C ₆	100	4,6	1,8
A ₇ B ₇ C ₇	100	4,6	3,6
A ₈ B ₈ C ₈	100	4,6	7,3

Vzorky byly zkoušeny na permeabilitu a ztrátu v jádru. Výsledky jsou uvedeny v tab. V.

Tabulka V

Vzorek	Permeabilita [při 795 A . m ⁻¹]	Ztráta v jádru [W . kg ⁻¹ při 1,7 T]
A ₂	2,380	1,600
A ₄	2,387	1,552
A ₅	2,392	1,546
B ₂	2,393	1,558
B ₄	2,399	1,554
B ₅	2,416	1,521
C ₂	2,379	1,535
C ₄	2,380	1,558
C ₅	2,387	1,493
A ₃	2,414	1,473
A ₆	2,430	1,440
A ₇	2,424	1,423
A ₈	2,419	1,440
B ₃	2,422	1,493
B ₆	2,440	1,435
B ₇	2,434	1,442
B ₈	2,423	1,439
C ₃	2,398	1,493
C ₆	2,405	1,455
C ₇	2,392	1,430
C ₈	2,398	1,442

Z tab. V je zřejmé další zlepšení magnetických vlastností přidáváním SiO₂ do základního povlaku. SiO₂ zvyšuje permeabilitu a snižuje ztrátu v jádru. Dále, jak je zřejmé z tab. VI, SiO₂ zlepšuje izolační charakteristiku základního povlaku. V tab. VI jsou uvedeny Franklinovy hodnoty při 3,1 MPa pro vzorky C₂, C₄ a C₅, C₆, C₇ a C₈ a jak je známo, perfektní izolátor má Franklinovu hodnotu 0, zatímco perfektní vodič má Franklinovu hodnotu 1 amper.

Tabulka VI

Vzorek	Franklinova hodnota [při 3,1 MPa]
C ₂	0,97
C ₄	0,96
C ₅	0,90
C ₃	0,93
C ₆	0,95
C ₇	0,90
C ₈	0,88

Je pozoruhodné, jak se Franklinova hodnota sníží zvyšováním přísady SiO₂. Nejlepší výsledky se dosáhnou, obsahuje-li povlak více než 3,0 díly SiO₂.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Žáruvzdorný kysličníkový povlak pro elektromagnetickou křemíkovou ocel, mající orientaci zrn krychle na hranu a permeabilitu nejméně $2,350 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ při 795 A. $\cdot \text{m}^{-1}$ a obsahující v hmotnostní koncentraci 0,02 až 0,06 % uhlíku, 0,0006 až 0,0030 % bóru, do 0,0100 % dusíku, do 0,008 % hliníku a 2,5 až 4,0 % křemíku, kterýžto povlak se nanáší po oduhličení oceli a před jejím žíháním na konečnou strukturu, vyznačený tím, že je tvořen kompozicí, obsahující bór v hmotnostní koncentraci 0,1 až 2 % a dále obsahující 100 dílů hmotnostních nejméně jedné látky ze skupiny obsahující kysličníky, hydroxidy a uhličitany hořčíku, vápníku, hliníku a titanu a sloučeniny bóru s hořčíkem, vápníkem, hliníkem a titanem a 0,5 až

40 dílů hmotnostních kysličníku křemičitého.

2. Žáruvzdorný kysličníkový povlak podle bodu 1, vyznačený tím, že obsahuje 0,01 až 100 dílů hmotnostních nejméně jedné další látky ze skupiny obsahující bór a jeho sloučeniny.

3. Žáruvzdorný kysličníkový povlak podle bodu 1 nebo 2, vyznačený tím, že obsahuje 0,01 až 20 dílů hmotnostních inhibitorů ze skupiny obsahující síru, sloučeniny síry, sloučeniny dusíku, selen a sloučeniny selenu.

4. Žáruvzdorný kysličníkový povlak podle bodů 1, 2 nebo 3, vyznačený tím, že obsahuje 0,01 až 10 dílů hmotnostních tavidel.