



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

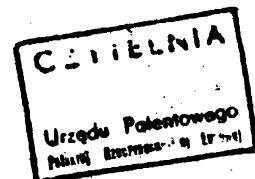
Zgłoszono: 21.09.76 (P. 192552)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 10.04.78

Opis patentowy opublikowano: 31.05.1982

Int. Cl.<sup>2</sup> C21D 1/78  
H01F 1/04



Twórca wynalazku: Edward George Choby

Uprawniony z patentu: Allegheny Ludlum Industries, Inc., Pittsburgh  
(Stany Zjednoczone Ameryki)

## Sposób wytwarzania elektromagnetycznej stali krzemowej

1 Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania elektromagnetycznej stali krzemowej o zorientowanej strukturze daszkowej i przenikalności co najmniej 0,00232 H/m w polu magnetycznym o natężeniu 795.77 A/m.

Laboratoryjne badania wykazały, że pewne o-orientowane stale krzemowe inhibitowane azotkiem glinowym uzyskują dobre właściwości magnetyczne po wyżarzeniu w atmosferze zawierającej azot, natomiast niezadowolające właściwości po podobnym wyżarzeniu w atmosferze wodoru. Przypuszcza się, że stale te są niedostatecznie inhibitowane i że w czasie wyżarzenia w atmosferze zawierającej azot pierwiastek ten przenika do stali, polepszając charakterystykę jej inhibitowania, a skutkiem tego i właściwości magnetyczne.

Atmosfera zawierająca azot jest korzystna w warunkach laboratoryjnych lecz nie zawsze w warunkach panujących w stalowni. Wyżarzenie na skalę przemysłową, gdzie stal jest poddawana obróbce w postaci zwoju, co utrudnia dyfuzję azotu.

W belgijskim opisie patentowym nr 819 222 i w japońskim opisie patentowym nr 6455/74 przedstawiono sposób, w którym inhibitowaną azotkiem glinu, zorientowaną stal krzemową wyżarza się po powleczeniu jej azotonośną substancją. W sposobie przedstawionym w patencie belgijskim stosu-

2 je się azotki metali, natomiast w patencie japońskim jodek amonu. Stosowanie tych związków nie jest jednak korzystne. Azotki metali muszą być bardzo dokładnie rozdrobnione, w przeciwnym przypadku osadzają się w kąpielach powlekającej, a naniesienie ich jest trudne i kosztowne. Jodek amonu w wysokiej temperaturze rozkłada się z wydzieleniem azotu, co znacznie zmniejsza efektywność procesu. Stosując jodek amonu można uzyskać stal o przenikalności nie przekraczającej 0,00225 H/m przy 795.77 A/m.

3 Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie sposobu wytwarzania elektromagnetycznej stali krzemowej o minimalnej przenikalności 0,00232 H/m przy 795.77 A/m, który umożliwia dokładniejsze rozprowadzenie azotu przy wyżarzeniu, co eliminuje trudności napotykane przy stosowaniu atmosfery zawierającej azot. Osiąga się to przez stosowanie powłoki zawierającej azotonośną substancję, z grupy amidów i imidów organicznych i nieorganicznych kwasów.

4 Według wynalazku, stal krzemowej poddaje się konwencjonalnej obróbce, obejmującej odlewanie, walcowanie na gorąco, walcowanie na zimno przy redukcji co najmniej 75%, odwęglanie i końcowe wyżarzenie teksturujące. Przed końcowym wyżarzeniem teksturującym stal powleka się przy dodaniu do podstawowej powłoki amidu i/lub imidu organicznego i/lub nieorganicznego

kwasu. Szczegółowy sposób postępowania nie ma istotnego znaczenia i może być zgodny z podanym w licznych publikacjach, między innymi w opisach patentowych St. Zjedn. Am. nr nr 3 855 018, 3 855 020 i 3 855 021. Stop poddawany powlekaniami zawiera w % wagowych: węgla do 0,07%, krzemu 2,8—4%, manganu 0,03—0,24%, siarki i/lub selenu 0,01—0,09%, glinu 0,015—0,04%, azotu do 0,02%, miedzi do 0,5% boru do 0,0035%. Ogólną regułą jest, że resztę do 100% stanowi zasadniczo żelazo. Wynalazek nie wyklucza jednak obecności innych pierwiastków polepszających właściwości magnetyczne i/lub obróbkę.

Przedmiotem wynalazku jest również zawierający amid i/lub imid organicznego i/lub nieorganicznego kwasu materiał na powłoki stosowane w produkcji elektromagnetycznej stali krzemowej o zorientowanej strukturze daszkowej i przenikalności co najmniej 0,00232 H/m przy 795,77 (A)m.

Materiał powłoki składa się zasadniczo z (a) 100 części wagowych co najmniej jednej substancji z grupy obejmującej bor, związki boru, siarkę, związki siarki, selen, związki selenu oraz tlenki i wodorotlenki magnezu, wapnia, glinu, tytanu i manganu i (b) 4—120 części wagowych co najmniej jednego amidu i/lub imidu organicznego i/lub nieorganicznego kwasu.

Amidy i/lub imidy są korzystnie obecne w ilości 10—40 części wagowych. Ze zwiększeniem ich ilości wzrasta przenikalność, lecz w pewnym stopniu wzrastają również straty rdzeniowe. Typowymi przykładami tych związków są kwas sulfaminowy i mocznik. Kwas sulfaminowy jest monoamidem kwasu siarkowego, a mocznik jest dwuamidem kwasu węglowego.

Amidy i imidy stosowane w sposobie według wynalazku są szczególnie efektywne, ponieważ nie hydrolizują w mieszaninie powłokowej, dzięki czemu nie traci się azotu w trakcie nakładania i suszenia powłoki. Azot ulega uwolnieniu dopiero w końcowym etapie prażenia. Azot amidowy i imidowy jest kowalencyjnie związany z funkcją kwasową.

Wynalazek jest zilustrowany poniższymi przykładami, w których jako powłoki zastosowano materiały zawierające 100 części wagowych tlenku i wodorotlenku magnezu, obecnie stanowiące składniki korzystne.

Przykład I. Wytop stali odlewa się i przerabia na stal krzemową o orientacji daszkowej. Skład stali jest następujący (w % wagowych): C 0,053%, Mn 0,13%, Si 2,85%, S 0,031%, Al 0,023%, N 0,0055%, Fe uzupełnienie do 100. Obróbka obejmuje wygrzewanie w ciągu kilku godzin w wysokiej temperaturze, walcowanie na gorąco do grubości około 2,4 mm, normalizowanie, walcowanie na zimno do końcowej grubości około 0,3 mm, odwęglanie w temperaturze 800°C w mieszaninie wilgotnego wodoru i azotu, nałożenie powłoki i końcowe wyżarzanie teksturujące w temperaturze około 1180° w jednej lub dwóch atmosferach.

Powłoki mają następujący skład: (I) 100 części MgO, (II) 100 części MgO + 5 części TiO<sub>2</sub> + 1,5 części H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (III) 50 części MgO + 50 części kwa-

su sulfaminowego. Skład atmosfery jest następujący: (A) H<sub>2</sub> i (B) 25% N<sub>2</sub> + 75% H<sub>2</sub> (objętościowo).

Stal bada się na przenikalności i straty rdzeniowe. Wyniki przedstawione w poniższej tabelicy uszeregowano w taki sposób, by odzwierciedlił wpływ zastosowanej powłoki i atmosfery.

Tablica 1

Powłoka	Atmosfera	Przenikalność H/m przy 795,77 A/m	Straty rdzeniowe wata/kg przy indukcji magnetycznej 1,7 T
I	A	0,00219	2,08
I	A	0,0023	1,74
I	A	0,0024	1,88
II	B	0,00235	1,67
II	B	0,00235	1,72
II	B	0,00234	1,74
III	A	0,00236	1,54
III	A	0,00235	1,55

Z danych przedstawionych w tabelicy I wynika, że dodatek kwasu sulfaminowego do podstawowego materiału powłoki polepsza właściwości stali. Stal powleczona powłoką III ma wyższą przenikalność i niższe straty rdzeniowe niż stale powleczone powłokami I i II, pomimo tego, że stal powleczona powłoką II była w końcowym etapie poddana laboratoryjnie wyżarzaniu w atmosferze zawierającej azot, natomiast stal powleczona powłoką III nie była poddawana tej obróbce. Spośród trzech stosowanych powłok jedynie powłoka III zawiera amid i/lub imid organicznego i/lub nieorganicznego kwasu i jedynie ta stal wykazuje straty rdzeniowe poniżej 1,6 wata/kg przy indukcji magnetycznej 1,7 T.

Przykład II. Wytop stali odlewa się i przerabia na stal krzemową o orientacji daszkowej. Skład stali jest następujący (w % wagowych): C 0,050%, Mn 0,13%, Si 2,97%, S 0,048%, Al 0,019%, N 0,0064%, Cu 0,24%, B 0,005%, Fe uzupełnienie do 100. Obróbka obejmuje wygrzewanie w ciągu kilku godzin w wysokiej temperaturze, walcowanie na gorąco do grubości około 2,4 mm, normalizowanie, walcowanie na zimno do końcowej grubości około 0,3 mm, odwęglanie w temperaturze 800°C w mieszaninie wilgotnego wodoru i azotu, nałożenie powłoki i końcowe wyżarzanie teksturujące w temperaturze około 1180°C w jednej lub dwóch atmosferach.

Powłoki mają następujący skład: (I) 100 części MgO, (II) 100 części MgO + 5 części TiO<sub>2</sub> + 1,5 części H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (III) 90 części MgO + 10 części kwasu sulfaminowego, (IV) 80 części MgO + 20 części kwasu sulfaminowego i (V) 50 części MgO + 50 części kwasu sulfaminowego. Skład atmosfery jest następujący: (A) H<sub>2</sub> i (B) 25% N<sub>2</sub> + 75% H<sub>2</sub> (objętościowo).

Stale bada się na przenikalność i straty rdze-

niowe. Wyniki przedstawione w poniższej tabelicy uszeregowano w taki sposób, by odzwierciedlić wpływ zastosowanej powłoki i atmosfery.

Tabela 2

Powłoka	Atmosfera	Przenikalność H/m przy 795.77 A/m	Straty rdzeniowe wata/kg przy indukcji magn. 1,7 T
I	A	0,00234	1,69
I	A	0,00235	1,64
II	B	0,00236	1,68
III	B	0,00234	1,72
III	A	0,00238	1,53
IV	A	0,00237	1,56
V	A	0,0024	1,58

Dane przedstawione w tabelicy 2 ponownie wykazują korzystny wpływ obecności w powłoce amidu i/lub imidu organicznego i/lub nieorganicznego kwasu. Wprawdzie przenikalność stali jest zadowalająca niezależnie od składu powłoki i atmosfery, lecz jedynie stal powleczona powłoką zawierającą kwas sulfaminowy wykazuje niskie straty rdzeniowe. Straty rdzeniowe stali powleczonych powłokami III, IV i V wynoszą poniżej 1,650 wata/kg przy indukcji magnetycznej 1,7 T, wykazując pewien wzrost ze wzrostem zawartości sulfaminowego kwasu.

Wynalazek nie ogranicza się do podanych przykładów, dopuszczając różne modyfikacje i zastosowania sposobu.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania elektromagnetycznej stali krzemowej o zorientowanej strukturze daszkowej i o przenikalności co najmniej 0,00232 H/m w polu magnetycznym o natężeniu 795.77 A/m obejmujący sponządzenie stopu o składzie w % wago-

wych: węgla do 0,07%, krzemu 2,8—4%, manganu 0,03—0,24%, siarki i/lub seleniu 0,01—0,09%, glinu 0,015—0,04%, azotu do 0,02%, miedzi do 0,5%, boru do 0,0035%, żelazo do 100%, odlewanie powyższego stopu, walcowanie na gorąco, walcowanie na zimno przy redukcji grubości co najmniej 75%, odwęglanie i końcowe teksturuowanie, **znamienny tym**, że powierzchnię stali z wymienionego stopu powleka się kompozycją składającą ze 100 części wagowych co najmniej jednej substancji z grupy obejmującej bor, związki boru, siarkę, związki siarki, selen, związki selenu, tlenki i wodorotlenki magnezu, wapnia, glinu, tytanu i manganu oraz 4—120 części wagowych co najmniej jednego amidu i/lub imidu organicznego i/lub nieorganicznego kwasu i przeprowadza się końcowe wyżarzenia teksturuujące powleczoną stal.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stal powleka się kompozycją, która zawiera 10—40 części wagowych co najmniej jednego amidu i/lub imidu organicznego i/lub nieorganicznego kwasu.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stal powleka się kompozycją, która zawiera amid i/lub imid organicznego i/lub nieorganicznego kwasu z grupy obejmującej kwas sulfaminowy i mocznik.

4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że stal pokrywa się kompozycją, która zawiera kwas sulfaminowy.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stal pokrywa się kompozycją, która zawiera 100 części wagowych tlenku i/lub wodorotlenku magnezu.

6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że stal pokrywa się kompozycją, która zawiera 10—40 części wagowych co najmniej jednego amidu i/lub imidu organicznego i/lub nieorganicznego kwasu.

7. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że stal pokrywa się kompozycją, która zawiera amid i/lub imid organicznego i/lub nieorganicznego kwasu takiego jak kwas sulfaminowy i mocznik.

8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że stal pokrywa się kompozycją, która zawiera kwas sulfaminowy.