



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

Zgłoszono: 15.06.77 (P. 198880)

Pierwszeństwo: 17.06.76 Stany Zjednoczone  
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 13.02.78

Opis patentowy opublikowano: 10.05.1983

CZYTELNIKA

Urząd Patentowy  
Państwa Polskiej

Int. Cl<sup>3</sup> C22C 38/02  
H01F 1/04

Twórca wynalazku: Frank Angelo Malagari

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

### Sposób wytwarzania stali krzemowej o teksturze Gossa

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania stali krzemowej o teksturze Gossa.

Elektromagnetyczne stale krzemowe, podobnie jak większość artykułów handlowych, posiadają wartość proporcjonalną do jakości. Cewki wykonane ze stali pochodzącej z jednego wlewka dzieli się na gatunki, zgodnie z którymi są one sprzedawane. Cewki wykazujące duże straty w rdzeniu zalicza się do gatunku niższego niż cewki o mniejszych stratach, chociaż inne ich właściwości są identyczne, a jako takie mają one mniejszą wartość handlową.

Znany jest z opisów patentowych St. Zjedn. Am. nr 3 837 381; 3 905 842; 3 905 843 i 3 957 546 sposób wytwarzania stali krzemowej o teksturze Gossa, której jakość poprawia się dodając do stopionej stali kontrolowane ilości boru. Dzięki takim dodatkom uzyskano stale wykazujące w polu magnetycznym o natężeniu 800 A/m przenikalność magnetyczną wynoszącą co najmniej 0,00235 H/m i straty w rdzeniu nie przekraczające 1,542 wata/kg, przy indukcji magnetycznej 1,7 T. Polepszania własności magnetycznych poszczególnych cewek z elektromagnetycznej stali krzemowej dokonano za pomocą sposobu takiej obróbki wlewka stali krzemowej, w wyniku której co najmniej 25%, a często ponad 50% cewek wykazuje w polu magnetycznym o natężeniu 800 A/m przenikalność magnetyczną wynoszącą co najmniej 0,00235 H/m i straty w rdzeniu nie przekraczające 1,542 wata/kg przy

2

indukcji magnetycznej 1,7 T. Korzyści te osiąga się zgodnie z niniejszym wynalazkiem zasadniczo dzięki kontrolowanym dodatkom miedzi.

Stosowanie dodatków miedzi do wytopu stali krzemowych nie zawierających boru i/lub glinu jest znane z opisów patentowych Stanów Zjednoczonych Ameryki nr nr 3 855 018; 3 855 019; 3 855 020; 3 855 021; 3 925 115; 3 929 522 i 3 873 380.

Celem wynalazku jest polepszenie własności magnetycznych stali krzemowych.

Cel ten osiągnięto przez opracowanie sposobu wytwarzania stali krzemowej o teksturze Gossa, polegającego na tym, że stopioną stal krzemową zawierającą 0,02 do 0,06% węgla, 0,0006 do 0,0080% boru, do 0,0100% azotu, nie więcej niż 0,0080% glinu i 2,5 do 4,0% krzemu, 0,3 — 1% miedzi oraz żelazo jako pozostałość, odlewa się, walcuje się na gorąco do grubości pośredniej wynoszącej 1,27 do 3,05 mm, walcuje się na zimno do grubości nie przekraczającej 0,51 mm bez stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego między przepustami walcowania na zimno, odwęgla się i teksturuje przez końcowe wyżarzanie. Zgodnie z wynalazkiem, do stopionej stali dodaje się 0,5 do 1% miedzi.

Prowadzenie znanych etapów może być zgodne ze sposobami podanymi w przytoczonych wyżej opisach patentowych. Ponadto pod pojęciem odlewania rozumiane są również ciągłe procesy odlewania. Do zakresu niniejszego wynalazku należy

również sposób obróbki walcowanej na gorąco taśmy.

Ponadto stwierdzono, że korzystne wyniki uzyskuje się jeżeli do stopu wprowadzi się dodatkowo 0,015 do 0,15% manganu, 0,01 do 0,05% pierwiastka z grupy obejmującej siarkę i selen.

Miedź obecna w stopionej stali poprawia właściwości magnetyczne stali tak, że co najmniej 25% cewek, a czasem ponad 50% cewek wykazuje na obu końcach przenikalność magnetyczną wynoszącą co najmniej 0,00235 H/m w polu magnetycznym o natężeniu 800 A/m i straty w rdzeniu nie przekraczające 1,542 wata/kg przy indukcji magnetycznej 1,7 T. Ilość boru dodaje się zazwyczaj powyżej 0,0008%.

Jakkolwiek nie stwierdzono dlaczego obecność

Szczególne cechy wynalazku ilustrują podane przykłady.

Przykład. Trzy wlewki A, B i C stopiono i wykonano z nich cewki ze stali krzemowej o teksturze Gossa.

Skład chemiczny wlewków podano w tablicy I. Z tablicy I wynika, że jedynymi znaczącymi zmianami w składzie chemicznym wlewków były zmiany zawartości miedzi. Zawartość miedzi we wlewkach A wynosiła 0,27% podczas, gdy we wlewkach B i C odpowiednio 0,38% i 0,50%.

Sposób obróbki wlewków obejmował kilkugodzinne wygrzewanie w podwyższonej temperaturze, walcowanie na gorąco do nominalnej grubości wynoszącej 2,03 mm, wykonywanie cewki, normalizowanie walcowanej na gorąco taśmy w tempera-

Tablica I  
Skład (% wagowe)

| Wlewek | C     | Mn    | S     | B      | N      | Si   | Cu   | Al    | Fe          |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------------|
| A      | 0,029 | 0,040 | 0,020 | 0,0013 | 0,0048 | 3,13 | 0,27 | 0,003 | pozostałość |
| B      | 0,033 | 0,040 | 0,021 | 0,0014 | 0,0046 | 3,14 | 0,38 | 0,003 | „           |
| C      | 0,031 | 0,041 | 0,020 | 0,0013 | 0,0046 | 3,13 | 0,50 | 0,004 | „           |

miedzi jest korzystna, wydaje się iż miedź tworzy cząstki siarczku działającego jako inhibitor polepszając w ten sposób właściwości magnetyczne dzięki korzystnemu wpływowi na wtórną rekrytalizację i wzrost ziaren. Ponadto wydaje się, iż miedź zmniejsza wrażliwość stopu na działanie wysokich temperatur zwiększając tym samym równomierność własności magnetycznych poszczególnych cewek oraz obu końców cewki.

turze około 1222 K, walcowanie na zimno do końcowej grubości, odwęglanie w temperaturze około 1075 K i teksturuwanie przez końcowe wyżarzanie w atmosferze wodoru, przy maksymalnej temperaturze wyżarzania 1450 K.

Zmierzono grubość cewek wykonanych z wlewków A, B i C, a także poddano je badaniom na przenikalność magnetyczną i straty w rdzeniu.

Wyniki tych badań podano w tablicy II.

Tablica II

| Wlewki     | Cu (%) | Nr cewki     | Grubość (mm) | Straty w rdzeniu (waty/kg przy indukcji magnetycznej 1,7 T) | Przenikalność magnetyczna [H/m] (w polu magnetycznym o natężeniu 800 A/m) |
|------------|--------|--------------|--------------|---|---|
| 1          | 2      | 3            | 4            | 5   | 6   |
| A          | 0,27   | 1            |              |   |   |
|            |        | na wejściu   | 0,32         | 1,555   | 0,00240   |
|            |        | na wyjściu   | 0,24         | 1,421   | 0,00244   |
|            |        | 2            |              |   |   |
|            |        | na wejściu   | 0,30         | 1,612   | 0,00238   |
|            |        | na wyjściu   | 0,31         | 1,568   | 0,00241   |
|            |        | 3            |              |   |   |
|            |        | na wejściu   | 0,30         | 1,683   | 0,00234   |
|            |        | na wyjściu*) | —            | —   | —   |
|            |        | 4            |              |   |   |
|            |        | na wejściu   | 0,27         | 1,447   | 0,00237   |
|            |        | na wyjściu   | 0,29         | 1,540   | 0,00239   |
| 5          |        |              |              |   |   |
| na wejściu | 0,29   | 1,493        | 0,00240      |   |   |
| na wyjściu | 0,27   | 1,485        | 0,00238      |   |   |

Tablica II (ciąg dalszy)

| 1                        | 2    | 3          | 4       | 5     | 6       |
|--------------------------|------|------------|---------|-------|---------|
| B                        | 0,38 | 6          |         |       |         |
|                          |      | na wejściu | 0,31    | 1,537 | 0,00238 |
|                          |      | na wyjściu | 0,29    | 1,551 | 0,00237 |
|                          |      | 7          |         |       |         |
|                          |      | na wejściu | 0,31    | 1,687 | 0,00236 |
|                          |      | na wyjściu | 0,28    | 1,553 | 0,00237 |
|                          |      | 1          |         |       |         |
|                          |      | na wejściu | 0,29    | 1,509 | 0,00239 |
|                          |      | na wyjściu | 0,29    | 1,449 | 0,00239 |
|                          |      | 2          |         |       |         |
|                          |      | na wejściu | 0,28    | 1,469 | 0,00238 |
|                          |      | na wyjściu | 0,29    | 1,575 | 0,00236 |
|                          |      | 3          |         |       |         |
|                          |      | na wejściu | —       | —     | —       |
|                          |      | na wyjściu | 0,27    | 1,460 | 0,00238 |
|                          |      | 4          |         |       |         |
| na wejściu               | 0,29 | 1,537      | 0,00237 |       |         |
| na wyjściu               | 0,28 | 1,485      | 0,00239 |       |         |
| 5                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu <sup>x)</sup> | 0,30 | 1,648      | 0,00236 |       |         |
| na wyjściu               | —    | —          | —       |       |         |
| 6                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,29 | 1,562      | 0,00237 |       |         |
| na wyjściu               | 0,28 | 1,469      | 0,00239 |       |         |
| 7                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,29 | 1,469      | 0,00239 |       |         |
| na wyjściu               | 0,27 | 1,498      | 0,00237 |       |         |
| 8                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,29 | 1,469      | 0,00239 |       |         |
| na wyjściu <sup>x)</sup> | 0,27 | 1,498      | 0,00237 |       |         |
| 1                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,30 | 1,428      | 0,00239 |       |         |
| na wyjściu               | 0,28 | 1,447      | 0,00239 |       |         |
| 2                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,29 | 1,509      | 0,00239 |       |         |
| na wyjściu               | 0,27 | 1,443      | 0,00240 |       |         |
| 3                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,28 | 1,513      | 0,00238 |       |         |
| na wyjściu               | 0,28 | 1,465      | 0,00241 |       |         |
| 4                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,31 | 1,575      | 0,00237 |       |         |
| na wyjściu               | 0,31 | 1,533      | 0,00239 |       |         |
| 5                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,29 | 1,496      | 0,00239 |       |         |
| na wyjściu               | 0,28 | 1,493      | 0,00240 |       |         |
| 6                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,29 | 1,544      | 0,00238 |       |         |
| na wyjściu               | 0,26 | 1,537      | 0,00235 |       |         |
| 7                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,29 | 1,507      | 0,00237 |       |         |
| na wyjściu               | 0,28 | 1,471      | 0,00240 |       |         |
| 8                        |      |            |         |       |         |
| na wejściu               | 0,28 | 1,496      | 0,00239 |       |         |
| na wyjściu               | 0,27 | 1,419      | 0,00241 |       |         |

<sup>x)</sup> duża grubość

Na podstawie danych z tablicy II stwierdzić można że tylko jedna z cewek wykonanych z wlewka A wykazuje na obu końcach przenikalność magnetyczną wynoszącą co najmniej 0,00235 H/m w polu magnetycznym o natężeniu 800 A/m i straty w rdzeniu nie przekraczające 1,542 wata/kg przy in-

dukcji magnetycznej 1,7 T. Zawartość miedzi we wlewku A wynosi 0,27% a więc leży poniżej minimum określonego niniejszym wynalazkiem. Z drugiej strony trzy cewki z wlewka B i 6 cewek z wlewka C wykazują właściwości magnetyczne 65 lepsze od wyżej wymienionych.

Zawartość miedzi we wlewkach B i C wynosi odpowiednio 0,38% i 0,50%, a więc leży w zakresie według wynalazku. Co więcej, własności magnetyczne lepsze od wyżej wymienionych wykazuje więcej niż 50% cewek z wlewka C. Dane te wskazują na fakt, że zawartość miedzi przewyższająca 0,5% powinna być najkorzystniejsza.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania stali krzemowej o teksturze Gossa, polegający na tym, że stopioną stal krzemową zawierającą 0,02 do 0,06% węgla, 0,0006 do 0,0080% boru, do 0,0100% azotu, nie więcej niż 0,008% glinu i 2,5 do 4,0% krzemu i żelazo jako pozostałość, odlewa się, walcuje się na gorąco do pośredniej grubości i wynoszącej 1,27 do 3,05 mm, walcuje się na zimno do grubości nieprzekracza-

jącej 0,51 mm bez stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego między przepustami walcowania na zimno, odwęglą się i teksturuje przez końcowe wyżarzanie, **znamienny tym**, że do stopionej stali dodaje się 0,3 do 1,0% miedzi.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się stopioną stal zawierającą korzystnie co najmniej 0,0008% boru.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do stopionej stali dodaje się korzystnie ponad 0,5% miedzi.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się stopioną stal zawierającą dodatkowo 0,015 do 0,15% manganu, 0,01 do 0,05% pierwiastka z grupy obejmującej siarkę i selen.

5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że stosuje się stopioną stal zawierającą korzystnie co najmniej 0,0008% boru.