



(19) **UA** (11) **80 778** (13) **C2**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: а200601770, 19.07.2004

(24) Дата начала действия патента: 25.10.2007

(30) Приоритет: 21.07.2003 FR 03/08864

(46) Дата публикации: 25.10.2007C22C 21/00
20060101CFI20060221ВНUA C22F
1/04 20060101CLI20060221ВНUA

(86) Заявка РСТ:
РСТ/FR2004/001902, 20040719

(72) Изобретатель:

Даниэлу Армель, FR,
Феппон Жан-Мари, FR,
Шеналь Брюно, FR

(73) Патентовладелец:

НОВЕЛИС, ИНК., СА

(54) ФОЛЬГА ИЛИ ТОНКАЯ ПОЛОСА СО СПЛАВА Al-Fe-Si И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к отрасли металлургии. Заявлена фольга или тонкая полоса толщиной от 6 до 200 мкм со сплава такого химического состава, масс %; Si: 1,0 – 1,5, Fe: 1,0 – 1,5, Cu <0,2, Mn <0,1, других элементов <0,05 каждого <0,15 и вообще, Al остальное, разрывная прочность которой после отжига составляет $R_m > 110$ МПа для толщины >9 мкм и >100 МПа для толщины от 0 до 9 мкм. Также заявлен способ изготовления

указанной полосы или фольги. Изобретение позволяет получить фольгу или полосу с высокими механическими свойствами.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2007, N 17, 25.10.2007. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **80 778** (13) **C2**
(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: a200601770, 19.07.2004

(24) Effective date for property rights: 25.10.2007

(30) Priority: 21.07.2003 FR 03/08864

(46) Publication date: 25.10.2007C22C 21/00
20060101CFI20060221BHUA C22F
1/04 20060101CLI20060221BHUA

(86) PCT application:
PCT/FR2004/001902, 20040719

(72) Inventor:

Danielou Armelle, FR,
Feppon Jean-Marie, FR,
Chenal Bruno, FR

(73) Proprietor:

NOVELIS, INC., CA

(54) Foil or thin strip from alloy of Al-Fe-Si and method for making thereof

(57) Abstract:

The invention relates to a thin strip or foil, having a thickness of 6 to 200 Mm, preferably, of 6 to 50 Mm, and composed of an alloy containing (in weight %) Si: 1.0 to 1.5, Fe: 1.0 to 1.5, Cu <0.2, Mn <0.1, other elements <0.05 each up to a total <0.15, the remainder being Al. The annealed thin strip or foil has a tensile strength $R_m > 110$ MPa for a thickness >9 Mm and >100 MPa for a thickness of 0 to 9 Mm, and an elastic limit $R_{0.2} > 70$ MPa. Preferably, said alloy has a silicon content of

1.1 to 1.3% and an iron content of 1.0 to 1.2%. The aforementioned thin strips or foils may be used especially for the production of multilayer composites, overcaps for bottles or aluminium wrappings.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2007, N 17, 25.10.2007. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **80 778** (13) **C2**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
a200601770, 19.07.2004

(24) Дата набуття чинності: 25.10.2007

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької
конвенції : 21.07.2003 FR 03/08864

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 25.10.2007C22C 21/00
20060101CFI20060221BNUA C22F
1/04 20060101CFI20060221BNUA

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки
відповідно до договору PCT:
PCT/FR2004/001902, 20040719

(72) Винахідник(и):

Данієлу Армелі, FR,
Феппон Жан-Марі, FR,
Шеналь Брюно, FR

(73) Власник(и):

НОВЕЛІС, ІНК., СА

(54) ФОЛЬГА АБО ТОНКА СТРІЧКА ЗІ СПЛАВУ Al-Fe-Si ТА СПОСІБ ЇЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі металургії.
Заявлена фольга або тонка стрічка товщиною від 6
до 200 мкм зі сплаву такого хімічного складу, мас
%; Si: 1,0 – 1,5, Fe: 1,0 – 1,5, Cu <0,2,
Mn <0,1, інших елементів <0,05 кожного <0,15 та
загалом, Al решта, розривна міцність якої після

відпалу становить $R_m > 110$ МПа для товщини >9
мкм та >100 МПа для товщини від 0 до 9 мкм.
Також заявлений спосіб виготовлення вказаної
стрічки або фольги. Винахід дозволяє одержати
фольгу або стрічку з високими механічними
властивостями.

Опис винаходу

Винахід стосується фольги або тонких стрічок товщиною менше 200мкм, переважно товщиною 50мкм, виготовлених зі сплаву алюмінію, заліза та кремнію, практично без домішок марганцю, а також способу виготовлення такої фольги або стрічок. Такі стрічки можуть бути одержані шляхом напівнеперервного лиття звичайних відливків, шляхом неперервного лиття у стрічковий кристалізатор ("twin-belt casting") або лиття між валками ("twin-roll casting").

На ринку тонких листів фольги зі сплаву алюмінію існує постійна тенденція до зменшення їх товщини за умов збереження високих механічних характеристик та високої придатності до формування.

Часто використовують фольгу зі сплавів з дуже низьким вмістом марганцю, таких, наприклад, як зареєстрований у Aluminium Association сплав 8111, склад якого є таким, мас. %:

Si	1,1
Fe	0,40-1,0
Cu	<0,10
Mn	<0,10

Відсутність марганцю полегшує здійснення рекристалізації при фінальному відпалі, але розривна міцність R_m для товщини менше 100мкм залишається незадовільною.

Отже, для задоволення потреб ринка постає задача розробки нових сплавів та/або оптимізації процесів їх обробки.

Для підвищення механічної міцності намагаються додавати марганець, як це зроблено наприклад у сплаві 8006, склад якого, зареєстрований у Aluminium Association, є таким, мас. %:

Si	<0,40
Fe	1,2-2,0
Cu	<0,30
Mn	0,30-1,0
Mg	<0,10

В результаті додавання марганцю матеріал дійсно стає твердішим. В [патенті US №6517646 того ж заявника] наведені відомості про механічні характеристики сплаву такого складу: Si=0,23%, Fe=1,26%, Cu=0,017%, Mn=0,37%, Mg=0,0032%, Ti=0,008%, що, в поєднанні з оптимальними режимами обробки, забезпечує розривну міцність $R_m=103\text{МПа}$ для товщини 6,6мкм.

Завдяки додаванню невеликої кількості марганцю механічні характеристики можуть бути поліпшені також і у тих сплавах серії 8000, які містять залізо. В [патентній заявці WO 02/64848 (Alcan International)] описане виготовлення шляхом неперервного лиття тонких стрічок зі сплаву Al-Fe-Si, який містить від 1,2 до 1,7% Fe та від 0,35 до 0,8% Si. Для збільшення механічної міцності до сплаву додають від 0,07 до 0,20% марганцю. Додавання марганцю вважається необхідним для зменшення розмірів зерна після фінального відпалу.

Таким чином, марганець відіграє роль елементу, здатного покращувати механічні властивості сплавів серії 8000. В той же час, марганець у формі твердого розчину або у дрібнодисперсній формі здатен блокувати або уповільнювати рекристалізацію під час фінального відпалу. Через це необхідно здійснювати точний контроль за випадінням твердої фази марганцю протягом всього процесу, що викликає певні труднощі. Будь-яке відхилення в ході процесу може суттєво вплинути на якість фінального відпалу. Отже, було б вкрай бажаним розробити такий склад сплаву, який був би вільним від марганцю, але мав би високі механічні властивості.

В [патенті US №5503689 (Reynolds Metals)] описаний спосіб виготовлення тонкої стрічки зі сплаву, що містить від 0,30 до 1,1% Si та від 0,40 до 1,0% Fe, менше 0,25% Cu та менше 0,1% Mn, шляхом неперервного лиття та холодного вальцювання без проміжного відпалу. Оптимальний вміст заліза та кремнію лежить в межах від 0,6 до 0,75%.

В [патенті US №5725695 (Reynolds Metals)] описаний аналогічний спосіб, який передбачає здійснення проміжного відпалу в межах 400-440°C (750-825°F), а також фінального відпалу з рекристалізацією при 288°C (550°F). Співвідношення Si/Fe при цьому дорівнює або є більшим за 1. З наведених прикладів виходить, що максимальна розривна міцність матеріалу становить 90МПа (13,13 тисяч фунтів на квадратний дюйм), максимальна межа пружності становить 39,1МПа (5,68 тисяч фунтів на квадратний дюйм), а подовження становить 11,37% для товщини 46мкм (0,00185 дюйма). Для деяких варіантів використання такі характеристики не є задовільними.

Якщо сплави отримують шляхом неперервного лиття, досить часто доводиться здійснювати високотемпературну термообробку для нейтралізації шкідливого впливу лікваций, в ході якої поглинаються елементи, що випали, та досягається гомогенізація складу по товщині. Вплив гомогенізації при 600 °C на сплав 8011 (0,71% Fe, 0,77% Si, 0,038% Cu, 0,006% Mn та 98,45% Al), отриманий литтям між валками, описаний у [статті Y. Birol "Centerline Segregation in a Twin-Roll Cast AA8011 Alloy", Aluminium, 74, 1998, с.318-321]. В результаті такої обробки здійснюється модифікація фаз, що випали, та зменшуються неоднорідності. Зменшення центральної ліквации дозволяє в подальшому обмежити наявність пор в дуже тонких листах фольги та покращити придатність сплаву до формування.

Виходячи з економічних міркувань, температуру термообробки бажано знижувати. Стосовно сплаву 8111

(0,7% Fe, 0,7% Si, Mn<0,02, Zn<0,02, Cu<0,02) можна констатувати, що фазові перетворення починаються та рекристалізація здійснюється вже при 460 °С, хоча для повних перетворень необхідною є температура 550-580°C [cf. M. Slamova et al. "Response of AA 8006 and AA 8111 Strip-Cast Rolled Alloys to High Temperature Annealing", ICAA-6, 1998]. Слід очікувати, що гомогенізація сплавів, вільних від марганцю, здійснюватиметься в умовах відносно низьких температур.

Крім того, в ході послідовних етапів обробки з метою досягнення необхідної малої товщини, як правило, передбачають ще один, проміжний відпал, який робить метал більш м'яким. Сплави із вмістом марганцю вимагатимуть і для цієї операції підвищеної температури (понад 400°C), без якої рекристалізація не відбудеться.

Сплави серії 8000 без марганцю вочевидь вимагатимуть термообробки в умовах нижчої температури, ніж сплави тину 8006. В [патентній заявці WO 99/23269 (Nippon Light et Alcan International)] описаний спосіб, розроблений для сплавів Al-Fe-Si, які містять від 0,2 до 1% Si та від 0,3 до 1,2% Fe із співвідношенням Si/Fe в межах 0,4-1,2. Цей спосіб передбачає проміжний відпал, здійснюваний у 2 етапи: при температурі 350-450°C та температурі 200-330°C. Спосіб спрямований на усунення недоліків поверхні матеріалу. Механічні характеристики при цьому не досліджувались.

Метою винаходу є розробка способу виготовлення фольги або тонких стрічок зі сплаву Al-Fe-Si, практично вільного від марганцю, але з високими механічними характеристиками, хорошою здатністю до формування та економічним у виробництві.

Об'єкт винаходу

Об'єктом винаходу є тонкий лист фольги товщиною від 6 до 200мкм, переважно від 6 до 50мкм, виготовлений зі сплаву такого складу, мас. %: Si: 1,0 -1,5, Fe: 1,0 - 1,5, Cu<0,2, Mn<0,1, інших елементів < 0,05 кожного та <0,15 загалом, Al - решта; при цьому співвідношення Si/Fe > 0,95, а розривна міцність фольги R_m становить >100МПа для товщини >9мкм та >100МПа для товщини від 6 до 9мкм. Межа пружності $R_{0,2}$ тонкого листа фольги (виміряна на зрізаних зразках) перевищує 70МПа. Подовження при розриві є більшим за наведені нижче значення і залежить від товщини фольги:

Товщина, мкм	A (%) більше, ніж	Переважно більше ніж
6-9	3	4
9-15	5	7
15-25	10	15
25-30	18	25
50 - 200	20	25

Вміст кремнію у сплаві знаходиться, переважно, в межах від 1,1 до 1,3%, а вміст заліза - від 1,0 до 1,2%.

Об'єктом винаходу є також спосіб виготовлення тонких стрічок товщиною менше 200мкм зі сплаву Al-Fe-Si такого складу, мас. %: Si: 1,0 - 1,5, Fe: 1,0 - 1,5, Cu<0,2, Mn<0,1, інших елементів < 0,05 кожного та < 0,15 загалом, Al - решта; при цьому співвідношення Si/Fe > 0,95, який передбачає виготовлення першої стрічки шляхом або напівнеперервного вертикального лиття та гарячої прокатки, або шляхом неперервного лиття з можливою гарячою прокаткою, холодну прокатку цієї першої стрічки до кінцевої товщини з можливим проміжним відпалом протягом 2-20 годин при 250-350 °С, переважно при 280-340°C, та фінальним відпалюванням при 200-370°C.

Фольгу або тонкі стрічки виготовляють відповідно до винаходу зі сплавів Al-Fe-Si, які практично не містять марганцю, вміст якого є нижчим за 0,1%. Вміст заліза та кремнію при цьому є суттєво більшим, ніж у сплавів 8011 та 8111, які є найбільш поширеними безмарганцевими сплавами на основі Al-Fe-Si, що використовуються для виготовлення тонких листів фольги. Оптимальним є вміст кремнію 1,1-1,3%, а заліза - 1,0-1,2%.

Сплави відповідно до винаходу мають переважно такий склад, при якому співвідношення вмісту Si/Fe становить >0,95. У відпаленому стані (стан О) вони мають не типові для сплавів такого складу механічні властивості, а саме: розривну міцність R_m >110МПа, а точніше - 115МПа для товщини >9мкм та >100МПа для товщини від 6 до 9мкм, та умовну межу пружності для залишкової деформації 0,2 $R_{0,2}$ >70МПа. Ця механічна міцність не позначається на їх здатності до формування, оскільки у порівнянні зі сплавами 8011 та 8111 величини граничного подовження не гірші, а розривний тиск збільшився.

Ці механічні властивості властиві як стрічкам, отриманим із пластин, виготовлених як шляхом напівнеперервного вертикального лиття та гарячої прокатки, так і стрічкам, виготовленим шляхом неперервного лиття у стрічковий кристалізатор ("belt casting") або лиття між валками ("roll casting"). Безперервне лиття у стрічковий кристалізатор вимагає наступної гарячої прокатки.

Стрічки після гарячої прокатки або необроблені стрічки у випадку їх виготовлення методом лиття між валками можуть бути підданими, у варіанті реалізації винаходу, гомогенізації в умовах низької температури (в межах 450-500°C), метою якої є зменшення центральної ліквіації, яка може негативно впливати на придатність готового продукту до формування. Ця низькотемпературна обробка є достатньою для поглинання центральної ліквіації у сплавах без марганцю. В подальшому стрічки обробляють холодною прокаткою або до кінцевої необхідної товщини, або до проміжної товщини від 0,5 до 5мм, коли їх піддають проміжному відпалу. На відміну від технології обробки сплавів, що містять марганець, проміжний відпал може бути здійснений в умовах зниженої температури, а саме від 250 до 350°C, переважно від 280 до 340°C, протягом часу більше двох годин. Такий температурний режим, хоч і зазначений у наведеній вище [заявці WO 02/064848], є нижчим від звичайно

застосовуваних, де температура перевищує 400°C.

Заявник мав змогу пересвідчитись, що обробка сплаву Al-Fe-Si, особливо із співвідношенням Si/Fe >0,95, в умовах зниженої температури, а також за відсутності, якщо це можливо, проміжного відпалу, забезпечує суттєве, принаймні на 15%, покращення його механічних властивостей у порівнянні зі сплавами, які піддавали звичайному проміжному відпалу. Це підвищення механічної міцності супроводжується також покращенням здатності до формування, яку визначають через розривний тиск або висоту конуса відповідно до стандарту ISO 2758.

Фінальний відпал здійснюють при температурі від 200 до 370°C протягом часу від 1 до 72 годин. Тривалість відпалу залежить від ступеню знежирення поверхні фольги. Після відпалу отримують дрібнозернисту структуру із середнім розміром зерен, вимірним за допомогою скануючого електронного мікроскону, меншим за 3мкм. Поєднання низькотемпературної гомогенізації або відсутність її взагалі з низькотемпературним відпалом або його відсутністю взагалі є сприятливим, окрім економічних переваг, для отримання дрібнозернистої структури. Розміри зерен зменшуються приблизно на 30% у порівнянні з обробкою при більш високих температурах, що позитивно впливає на такі механічні характеристики як $R_{0,2}$ та R_m , які для тонких листів фольги суттєво залежать від кількості міжзернових меж. Це не супроводжується погіршенням здатності до подовження, оскільки збільшення кількості зерен по товщині матеріалу сприяє зменшенню ризику появи локальних пошкоджень на рівні одного-двох зерен, з яких, можливо, і складається вся товщина матеріалу.

Тонкі листи фольги, виготовлені відповідно до винаходу, особливо придатні до тих варіантів використання, які вимагають хороших механічних властивостей у поєднанні з високою здатністю до формування. Це можуть бути "сендвічеві" матеріали, зокрема для пакування свіжих продуктів харчування, матеріали для виготовлення ковпачків на шийки пляшок, або алюмінієва побутова фольга.

Приклади реалізації

Приклад 1

З метою демонстрації впливу складників сплаву на його властивості були виготовлені шляхом неперервного лиття між валками два зразки у вигляді стрічок товщиною 6,1 мм зі сплаву А, що заявляється, та сплаву В тину 8111; їх склад (мас. %) наведений в таблиці 1.

Таблиця 1								
сплав	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	B
A	1,11	0,001	0,003	0,0004	0,0007	0,006	0,0005	
B	0,7	0,7	0,001	0,003	0,0005	0,001	0,007	0,0005

Стрічки були прокатані в холодному стані до товщини 2мм, після чого піддані проміжному відпалу при 320°C протягом 5 годин. Потім послідовною холодною прокаткою їх товщину довели до 38мкм. Нарешті, провели фінальний відпал протягом 40 годин при 270°C.

Для кожного із зразків здійснили вимірювання механічних характеристик: розривної міцності R_m (МПа), умовної межі пружності для залишкової деформації 2% $R_{0,2}$ та граничного подовження A (%) відповідно до стандарту NF-EN 546-2, а також розривного тиску повітрям P_e (кПа) відповідно до стандарту ISO 2758 та висоти конусу Hd (мм). Результати вимірювань наведені в таблиці 2.

Таблиця 2					
сплав	R_m (Мпа)	$R_{0,2}$ (Мпа)	A (%)	P_e (кПа)	Hd (мм)
A	123	76	30	394	9,2
B	104	54	15,6	284	6,6

Можна констатувати, що, на відміну від сплаву В тину 8111, розривна міцність стрічки зі сплаву А набагато перевищує 100МПа, а межа пружності є більшою за 70МПа. Крім того, розривний тиск та подовження також виявились більшими, що свідчить як про високу міцність матеріалу, так і про його високу здатність до формування.

Приклад 2

Шляхом неперервного лиття між валками виготовили, як і у прикладі 1, стрічку зі сплаву А товщиною 6,1мм. Холодну стрічку обробили прокаткою до товщини 2мм. Частина стрічки піддали звичайному для сплавів такого тину проміжному відпалу протягом 5 годин при 500 °C. Другу частину стрічки відпалювали відповідно до винаходу: 5 годин при 320°C. Обидві частини стрічки послідовною холодною прокаткою довели до кінцевої товщини 10,5мкм. Фінальний відпал здійснювали протягом 40 годин при 270°C.

Вимірювали ті самі характеристики, що й у прикладі 1. Результати вимірювань наведені в таблиці 3.

Таблиця 3					
Пром. відпал.	R_m (МПа)	$R_{0,2}$ (МПа)	A (%)	P_e (кПа)	Hd (mm)
470°C	99	63	7,3	71	5,1
320°C	117	84	8Д	92	5,7

Можна констатувати, що зниження температури проміжного відпалу призводить одночасно до підвищення розривної міцності, граничного подовження, розривного тиску та здатності до формування.

Середній розмір зерен, вимірний за допомогою скануючого електронного мікроскопа, становив 3,6мкм у

випадку відпалу при 470°C, та 2,3мкм для відпалу при 320 °С. Таким чином, покращення механічних характеристик при відпалі в умовах низької температури пов'язане із зменшенням розмірів зерна після фінальної термообробки.

5

Формула винаходу

1. Фольга або тонка стрічка товщиною від 6 до 200 мкм, зі сплаву такого хімічного складу, мас. %: Si: 1,0 – 1,5, Fe: 1,0 – 1,5, Cu < 0,2, Mn < 0,1, інших елементів < 0,05 кожного та < 0,15 загалом, Al – решта, розривна міцність якої після відпалу становить $R_m > 110$ МПа для товщини > 9 мкм та $R_m > 100$ МПа для товщини від 6 до 9 мкм.

2. Фольга або тонка стрічка за п. 1, яка відрізняється тим, що товщина фольги або тонкої стрічки становить від 6 до 50 мкм.

3. Фольга або тонка стрічка за пп. 1 або 2, яка відрізняється тим, що після відпалу вона має розривну міцність $R_m > 115$ МПа для товщини > 9 мкм.

4. Фольга або тонка стрічка за будь-яким з пп. 1-3, яка відрізняється тим, що після відпалу вона має межу пружності $R_{0,2} > 70$ МПа.

5. Фольга або тонка стрічка за будь-яким з пп. 1-4, яка відрізняється тим, що її граничне подовження А в залежності від товщини становить:

Товщина, мкм	А більше ніж, %	А переважно більше ніж, %
6 – 9	3	4
9 – 15	5	7
15 – 25	10	15
25 – 30	18	25
50 – 200	20	25

25

6. Фольга або тонка стрічка за будь-яким з пп. 1-5, яка відрізняється тим, що співвідношення у сплаві вмісту Si до Fe становить $\geq 0,95$.

7. Фольга або тонка стрічка за будь-яким з пп. 1-6, яка відрізняється тим, що вона містить Si у сплаві в межах 1,1 – 1,3 мас. % та Fe в межах 1,0 – 1,2 мас. %.

8. Спосіб виготовлення тонкої стрічки товщиною менше 200 мкм зі сплаву Al-Fe-Si такого хімічного складу, мас. %: Si: 1,0 – 1,5, Fe: 1,0 – 1,5, Cu < 0,2, Mn < 0,1, інших елементів < 0,05 кожного та < 0,15 загалом, Al – решта, який включає або напівбезперервне вертикальне лиття вказаної стрічки з наступною гарячою прокаткою, або безперервне лиття, холодну прокатку цієї стрічки до кінцевої товщини, з можливим проміжним відпалом при температурі 250 – 350 °С та фінальним відпалом при температурі 200 – 370 °С.

9. Спосіб за п. 8, який відрізняється тим, що безперервне лиття проводять з наступною гарячою прокаткою.

10. Спосіб за пп. 8 або 9, який відрізняється тим, що проміжний відпал виконують при температурі 280 – 340 °С.

11. Спосіб за будь-яким з пп. 8 – 10, який відрізняється тим, що співвідношення у сплаві вмісту Si та Fe становить $\geq 0,95$.

12. Спосіб за будь-яким з пп. 8-11, який відрізняється тим, що перед холодною прокаткою стрічку піддають гомогенізації при температурі 450 – 500 °С.

13. Спосіб за будь-яким з пп. 8-12, який відрізняється тим, що стрічку виготовляють шляхом безперервного лиття між валками.

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2007, N 17, 25.10.2007. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

55

60

65