

(19) C2 (11) 124718 (13) UA

(98) ТОВ "Юридична фірма "Городисський та Партнери", вул. В'ячеслава Чорновола, 25, оф. 227, м.
(85) 2020-04-03
(74) Бочаров Максим Анатолійович, (UA)
(45) [2021-11-03]
(43) [2020-07-27]
(24) 2021-11-04
(22) 2018-08-30
(12) Патент України (на 20 р.)
(21) а202002207
(46) 2021-11-03

(86) 2018-08-30 PCT/JP2018/032090

(30) 2017-169097 2017-09-04 JP

(54) НАРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ ДЛЯ ТРУБ І СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ НАРІЗНОГО З'ЄДНАННЯ ДЛЯ ТРУБ PIPE THREADED JOINT, AND METHOD FOR PRODUCING PIPE THREADED JOINT

(56) WO 2008/108263 A1, 12.09.2008 2 WO 2016/170031 A1, 27.10.2016 2 JP S5770288 A, 30.04.1982 2 WO 2008/018382 A1, 14.02.2008 2 US 4407900 A, 04.10.1983 2 WO 2017/047722 A1, 23.03.2017 2 JP 57-67188 A, 23.04.1982 2 JP 55-50484 A, 12.04.1980 2 JP 6-212443 A, 02.08.1994 2 WO 2017/110686 A1, 29.06.2017 2 WO 2017/110685 A1, 29.06.2017 2 JP 2008-215473 A, 18.09.2008 2 WO 2016/170031 A1, 27.10.2016 2 JP 5-112891 A, 07.05.1993 2 UA 96981 C2, 26.12.2011 2

(71) JP НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН JP НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН JP NIPPON STEEL CORPORATION FR ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС FR ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС FR VALLOUREC OIL AND GAS FRANCE

(72) JP Кімото Масанарі JP Кімото Масанарі JP Kimoto, Masanari JP Осіма Масахіро JP Осіма Масахіро JP Oshima, Masahiro

(73) JP НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН JP НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН JP NIPPON STEEL CORPORATION FR ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС FR ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЕНД ГЕС ФРАНС FR VALLOUREC OIL AND GAS FRANCE

Даний винахід забезпечує нарізне з'єднання для труб і спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб. Нарізне з'єднання для труб містить ніпель (4), муфту (5) і шар (6) покриття зі сплаву Zn-Ni. Ніпель (4) має контактну поверхню (40) з боку ніпеля, яка містить нарізну ділянку (41) з боку ніпеля. Муфта (5) має контактну поверхню (50) з боку муфти, яка містить нарізну ділянку (51) з боку муфти. Шар (6) покриття зі сплаву Zn-Ni утворений на щонайменше одній із контактної поверхні (40) з боку ніпеля і контактної поверхні (50) з боку муфти. Шар (6) покриття зі сплаву Zn-Ni складається із Zn, Ni, слідової кількості Cr і домішок. Слідова кількість Cr у шарі (6) покриття зі сплаву Zn-Ni становить $5,0 \times 10$ відліків за секунду або більше в перерахунку на інтенсивність Cr, виміряну за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів із використанням іонів O_2^+ як бомбардувальних іонів.

The present invention provides a pipe threaded joint and a method for producing the same. The pipe threaded joint is provided with a pin (4), a box (5), and a Zn-Ni alloy-coated layer (6). The pin (4) has a pin-side contact surface (40) including a pin-side threaded portion (41). The box (5) has a box-side contact surface (50) including a box-side threaded portion (51). The Zn-Ni alloy-coated layer (6) is disposed on at least one among the pin-side contact surface (40) and the box-side contact surface (50). The Zn-Ni alloy-coated layer (6) is composed of Zn, Ni, trace Cr, and impurities. The content of trace Cr in the Zn-Ni alloy-coated layer (6) is at least 5.0×10 counts/second in terms of Cr intensity as measured by secondary ion mass spectrometry using O_2^+ as an ion source.

1. Нарізне з'єднання для труб, яке містить:

ніпель, який має контактну поверхню з боку ніпеля, яка містить нарізну ділянку з боку ніпеля;

муфту, яка має контактну поверхню з боку муфти, яка містить нарізну ділянку з боку муфти;

і шар покриття зі сплаву Zn-Ni, утворений на щонайменше одній із контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти, причому шар покриття зі сплаву Zn-Ni складається із Zn, Ni, слідової кількості Cr і домішок, причому вміст слідової кількості Cr становить $5,0 \times 10$ відліків за секунду або більше в перерахунку на інтенсивність Cr, виміряну за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів із використанням іонів O_2^+ як бомбардувальних іонів.

2. Нарізне з'єднання для труб за п. 1, у якому:

глянсуватість поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni становить 100 або більше.

3. Нарізне з'єднання для труб за п. 1 або 2, у якому товщина шару покриття зі сплаву Zn-Ni становить від 1 до 20 мкм.

4. Нарізне з'єднання для труб за будь-яким із пп. 1-3, у якому твердість HV за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni становить 600 або більше.

5. Нарізне з'єднання для труб за будь-яким із пп. 1-3, у якому шар покриття зі сплаву Zn-Ni містить від 6,0 до 16,0 мас. % Ni та включає γ -фазу, і відстань між (411) площинами γ -фази становить $2,111 \text{ \AA}$ або більше.

6. Нарізне з'єднання для труб за будь-яким із пп. 1-5, яке додатково містить мастильне покриття на щонайменше одному із контактної поверхні з боку ніпеля, контактної поверхні з боку муфти і шару покриття зі сплаву Zn-Ni.

7. Нарізне з'єднання для труб за будь-яким із пп. 1-6, у якому:

контактна поверхня з боку ніпеля додатково містить металеву ущільнювальну ділянку з боку ніпеля і запличикову ділянку з боку ніпеля; а

контактна поверхня з боку муфти додатково містить металеву ущільнювальну ділянку з боку муфти і запличикову ділянку з боку муфти.

8. Спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб, який включає етапи, на яких:

підготовлюють ніпель, який має контактну поверхню з боку ніпеля, яка містить нарізну ділянку з боку ніпеля, і муфту, яка має контактну поверхню з боку муфти, яка містить нарізну ділянку з боку муфти, і занурюють щонайменше одну з контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти в розчин для нанесення покриття, який містить іони цинку, іони нікелю та іони хрому, причому концентрація іонів хрому становить від 30 до 2000 ч/млн; і

пропускають струм через щонайменше одну з контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти, занурену в розчин для нанесення покриття, для утворення шару покриття зі сплаву Zn-Ni на щонайменше одній із контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти.

9. Спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб за п. 8, у якому:

концентрація іонів хрому в розчині для нанесення покриття знаходиться в діапазоні від 30 до 800 ч/млн.

10. Спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб за п. 8 або 9, у якому:

контактна поверхня з боку ніпеля додатково містить металеву ущільнювальну ділянку з боку ніпеля і запличикову ділянку з боку ніпеля, а

контактна поверхня з боку муфти додатково містить металеву ущільнювальну ділянку з боку муфти і запличикову ділянку з боку муфти.

Даний винахід стосується нарізного з'єднання для труб і способу виготовлення нарізного з'єднання для труб.

Трубні вироби нафтового сортаменту використовуються для буріння нафтових родовищ і родовищ природного газу. Трубні вироби нафтового сортаменту одержують шляхом з'єднання множини сталевих труб відповідно до глибини свердловини. З'єднання сталевих труб виконують шляхом згвинчування нарізних з'єднань для труб, які утворені на кінцях сталевих труб. Трубні вироби нафтового сортаменту підіймають і розбирають для огляду тощо, а потім знову збирають після огляду і повторно використовують.

Нарізне з'єднання для труб містить ніпель і муфту. Ніпель містить зовнішню нарізну ділянку, яка утворена на зовнішній периферійній поверхні на кінцевій ділянці сталевий труби. Муфта містить внутрішню нарізну ділянку, яка утворена на внутрішній периферійній поверхні на кінцевій ділянці сталевий труби. У деяких випадках ніпель і муфта також містять ненарізну металеву контактну ділянку. Ненарізна металева контактна ділянка містить металеву ущільнювальну ділянку і запличикову ділянку. Під час згвинчування сталевих труб зовнішня нарізна ділянка і внутрішня нарізна ділянка входять у контакт одна з одною, як і металеві ущільнювальні ділянки, а також запличикові ділянки.

Нарізні ділянки і ненарізні металеві контактні ділянки ніпеля і муфти багаторазово зазнають сильного тертя під час згвинчування і розгвинчування сталевих труб. Якщо ці ділянки мають недостатній опір тертю, під час багаторазового згвинчування і розгвинчування відбудеться заїдання (неремонтопридатне заїдання). У зв'язку з цим необхідно забезпечити нарізні з'єднання для труб, які мають достатній опір тертю, тобто відмінний опір заїданню.

Досі для поліпшення опору заїданню використовувалися комбіновані консистентні мастила, які містять важкі метали. Нанесення комбінованого консистентного мастила на поверхню нарізного з'єднання для труб може підвищувати опір заїданню нарізного з'єднання для труб. Однак важкі метали, наприклад Pb, які містяться в комбінованих консистентних мастилах, можуть негативно впливати на довкілля. З цієї причини бажано розробити нарізне з'єднання для труб без використання комбінованого консистентного мастила.

Було запропоновано нарізні з'єднання для труб, у яких замість комбінованого консистентного мастила використовується консистентне мастило ("екологічне мастило"), яке не містить важкі метали. Наприклад, у Публікації міжнародної заявки на патент № WO2008/108263 (Патентний документ 1) описане нарізне з'єднання для труб, яке має відмінний опір заїданню навіть за використання консистентного мастила, яке не містить важкі метали.

Особливість нарізного з'єднання для труб, описаного в Публікації міжнародної заявки на патент № WO2008/108263 (Патентний документ 1), полягає в тому, що контактна поверхня щонайменше одного з ніпеля і муфти має перший шар покриття, що складається зі сплаву Cu, вибраного з групи, яка складається зі сплаву Cu-Zn і сплаву Cu-Zn-M1 (де "M1" являє собою один або більше типів елемента, вибраного з групи, яка складається із Sn, Bi та In). У Патентному документі 1 описано, що в результаті за використання екологічного мастила і навіть у разі нарізного з'єднання без мастила одержують нарізне з'єднання для труб, яке має достатній опір заїданню.

Нарізне з'єднання для труб, описане в Публікації міжнародної заявки на патент № WO2016/170031 (Патентний документ 2), містить нарізну ділянку і першу ущільнювальну поверхню, і його особливість полягає в тому, що нарізна ділянка і перша ущільнювальна поверхня покриті антикорозійним і стійким до заїдання шаром, виконаним із металу, в якому цинк (Zn) є основним компонентом за масою.

СПИСОК ДОКУМЕНТІВ, ЯКІ ЦИТУЮТЬСЯ

ПАТЕНТНІ ДОКУМЕНТИ

Патентний документ 1: Публікація міжнародної заявки на патент № WO2008/108263

Патентний документ 2: Публікація міжнародної заявки на патент № WO2016/170031

Відповідно до технології, описаної в Патентному документі 1 і Патентному документі 2, опір заїданню може бути поліпшений шляхом утворення шару покриття на контактній поверхні відповідного нарізного з'єднання для труб. Однак навіть за використання вищевказаної технології були випадки, коли достатній опір заїданню не досягався.

Завдання даного винаходу полягає в забезпеченні нарізного з'єднання для труб, яке має відмінний опір заїданню, і способу виготовлення нарізного з'єднання для труб.

Нарізне з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення містить ніпель, муфту і шар покриття зі сплаву Zn-Ni. Ніпель має контактну поверхню з боку ніпеля, яка містить нарізну ділянку з боку ніпеля. Муфта має контактну поверхню з боку муфти, яка містить нарізну ділянку з боку муфти. Шар покриття зі сплаву Zn-Ni утворений на щонайменше одній із контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти. Шар покриття зі сплаву Zn-Ni складається з Zn, Ni, слідової кількості Cr і домішок. Слідова кількість Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni становить $5,0 \times 10$ відліків за секунду або більше в перерахунку на інтенсивність Cr, виміряну за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів із використанням іонів O_2^+ як бомбардувальних іонів.

Спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення

включає етап занурення і етап пропускання струму. На етапі занурення спочатку підготовлюють ніпель, який має контактну поверхню з боку ніпеля, яка містить нарізну ділянку з боку ніпеля, і муфту, яка має контактну поверхню з боку муфти, яка містить нарізну ділянку з боку муфти. Потім щонайменше одну з контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти занурюють у розчин для нанесення покриття. Розчин для нанесення покриття містить іони цинку, іони нікелю та іони хрому. Концентрація іонів хрому в розчині для нанесення покриття знаходиться в діапазоні від 30 до 2000 ч/млн. На етапі пропускання струму пропускають струм через щонайменше одну з контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти, занурену в розчин для нанесення покриття. За рахунок цього на щонайменше одній із контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти утворюється шар покриття зі сплаву Zn-Ni.

ПЕРЕВАГИ ВИНАХОДУ

Нарізне з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення має відмінний опір заїданню. Нарізне з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення одержують, наприклад, відповідно до вищевказаного способу виготовлення.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Фіг. 1 являє собою графік, який ілюструє залежність між слідовою концентрацією іонів металу в розчині для нанесення покриття і твердістю шару покриття зі сплаву Zn-Ni.

Фіг. 2 являє собою графік, який ілюструє залежність між вмістом Ni і твердістю шару покриття зі сплаву Zn-Ni у разі відсутності Cr.

Фіг. 3 являє собою графік, який ілюструє залежність, одержану за додання даних про твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni, що містить слідову кількість Cr, до Фіг. 2.

Фіг. 4 являє собою графік, який ілюструє залежність між концентрацією Cr у розчині для нанесення покриття і глянуватістю поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni.

Фіг. 5 являє собою вигляд, який ілюструє конфігурацію нарізного з'єднання для труб із використанням з'єднувача відповідно до даного варіанту здійснення.

Фіг. 6 являє собою вигляд, який ілюструє конфігурацію нарізного з'єднання для труб, виконаного за одне ціле, відповідно до даного варіанту здійснення.

Фіг. 7 являє собою вигляд у розрізі прикладу нарізного з'єднання для труб.

Фіг. 8 являє собою вигляд, який ілюструє конфігурацію нарізного з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення у разі, коли нарізне з'єднання для труб не має металевої ущільнювальної ділянки і запличикової ділянки.

Фіг. 9 являє собою вигляд у розрізі прикладу нарізного з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення.

Фіг. 10 являє собою вигляд у розрізі прикладу нарізного з'єднання для труб відповідно до іншого варіанту здійснення, який відрізняється від прикладу, показаного на Фіг. 9.

Фіг. 11 являє собою вигляд у розрізі прикладу нарізного з'єднання для труб відповідно до іншого варіанту здійснення, який відрізняється від прикладів, показаних на Фіг. 9 і Фіг. 10.

Фіг. 12 являє собою вигляд у розрізі нарізного з'єднання для труб у разі, коли нарізне з'єднання для труб містить тверде мастильне покриття.

Фіг. 13 являє собою графік, який ілюструє результати вимірювань мас-спектрометрії вторинних іонів, виконаної у випробуваннях №№ 2, 6, 10, 14, 18 і 22.

ОПИС ВАРИАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ ВИНАХОДУ

Даний варіант здійснення детально описано нижче з посиланням на креслення. Однакові посилальні позиції використовуються на всіх кресленнях для позначення однакових або подібних частин, і їх опис не повторюється.

Автори даного винаходу провели дослідження, які стосуються опору заїданню нарізних з'єднань для труб. У результаті автори даного винаходу одержали наступні результати.

Ефективним заходом для збільшення опору заїданню нарізного з'єднання для труб під час згвинчування і розгвинчування різі є утворення шару покриття, що має високу твердість і високу температуру плавлення контактної поверхні, яка містить нарізну ділянку. У разі високої твердості шару покриття пошкодження шару покриття під час виконання згвинчування і розгвинчування нарізного з'єднання для труб менш імовірне. До того ж у разі високої температури плавлення шару покриття під час виконання згвинчування і розгвинчування нарізного з'єднання для труб можна запобігти зниженню твердості шару покриття навіть у разі локального виникнення високої температури в шарі покриття. У результаті опір заїданню нарізного з'єднання для труб поліпшується.

Сплав Zn-Ni, який являє собою сплав Zn, має досить високу твердість і високу температуру плавлення. Відповідно, за використання сплаву Zn-Ni для утворення шару покриття опір заїданню нарізного з'єднання для труб може бути поліпшений. У даному описі шар покриття, що складається зі сплаву Zn-Ni і домішок, називається "шар покриття зі сплаву Zn-Ni".

Автори даного винаходу провели дослідження, які стосуються способів збільшення твердості шару покриття зі сплаву Zn-Ni.

Традиційно як способи збільшення твердості шару покриття відомо три види способів, а саме:

(1) додання органічної домішки, (2) легування і (3) утворення композитного покриття. (1) У способі з доданням органічної домішки органічну домішку, яка збільшує твердість, додають до розчину для нанесення покриття. За рахунок цього твердість шару покриття збільшується. Органічна домішка, яка збільшує твердість, зокрема, називається "домішка, що підвищує твердість". Домішки, що підвищують твердість, представлені на ринку. Наприклад, Cosmo G (торговельна назва), що являє собою розчин для нанесення на основі сульфату міді, виробництва компанії Daiwa Special Chemical Co., Ltd., містить G-1, що являє собою домішку, яка підвищує твердість. Прикладом іншої домішки, що підвищує твердість, є поліакриламід. (2) У способі легування легуючі елементи додають у кількості від декількох % до декількох десятків %, і шар покриття легується. За рахунок цього твердість шару покриття збільшується. Приклади покриття зі сплаву містять покриття зі сплавом Zn-Ni і покриття зі сплавом Ni-P. Покриття зі сплавом Ni-P містить від 2 до 15 мас. % P, а залишок складається з Ni і домішок. (3) Відповідно до способу утворення композитного покриття тверді частинки, наприклад, карбиду кремнію, оксиду алюмінію або алмазу спільно осідають у шарі покриття. За рахунок цього твердість шару покриття збільшується.

Однак автори даного винаходу зробили відкриття, яке повністю відрізняється від традиційної технології, а саме, що твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni може бути збільшена за рахунок вмісту слідової кількості металевих елементів в шарі покриття зі сплаву Zn-Ni.

Традиційно іони металу, які відрізняються від іонів металевих компонентів (Zn і Ni) шару покриття зі сплаву Zn-Ni, вважалися домішками в розчині для нанесення покриття. Інакше кажучи, слідові кількості металевих елементів являють собою домішки в розчині для нанесення покриття для утворення шару покриття зі сплаву Zn-Ni. У деяких випадках домішки в розчині для нанесення покриття викликають дефекти покриття. Вираз "дефекти покриття" стосується, наприклад, дефектів зовнішнього вигляду і дефектів фізичних властивостей. Дефекти зовнішнього вигляду містять, наприклад, ямки, грубі покриття, матові покриття, неоднорідний зовнішній вигляд і оголені ділянки. Дефекти фізичних властивостей містять, наприклад, зменшення твердості шару покриття, зменшення в'язкості і зменшення адгезійної здатності. До сьогодні були зроблені спроби зменшення домішок у розчинах для нанесення покриттів для запобігання виникненню дефектів покриття.

Автори даного винаходу досліджували ефекти у разі, коли в шарі покриття зі сплаву Zn-Ni містилася слідова кількість металевих елементів, яка досі вважалася домішкою. У результаті автори даного винаходу зробили наступні висновки.

Фіг. 1 являє собою графік, який ілюструє залежність між слідовою концентрацією іонів металу в розчині для нанесення покриття і твердістю шару покриття зі сплаву Zn-Ni. Тут вираз "розчин для нанесення покриття" стосується розчину для нанесення покриття для утворення шару покриття зі сплаву Zn-Ni, який являє собою розчин для нанесення покриття, що містить іони цинку та іони нікелю. Вісь абсцис на Фіг. 1 показує концентрацію (ч/млн) слідової кількості іонів металу, які містяться в розчині для нанесення покриття. Тут вираз "слідова кількість іонів металу" стосується іонів металу, які відрізняються від іонів цинку та іонів нікелю. Вісь ординат на Фіг. 1 показує твердість (HV) за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni. Твердість за Віккерсом вимірюється способом відповідно до стандарту JIS Z 2244 (2009), у якому температура випробування являє собою нормальну температуру (25 °C), а зусилля (F) випробування дорівнює 0,01 Н.

Звернемося до Фіг. 1. У разі коли в розчині для нанесення покриття містяться іони Fe або іони Cu, твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni істотно не змінюється. До того ж, якщо концентрація іонів Fe становить більше ніж 900 ч/млн, твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni зменшується. Однак у разі коли розчин для нанесення покриття містить слідову кількість іонів хрому, твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni істотно збільшується. Інакше кажучи, було виявлено, що твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується за рахунок вмісту металевих елементів, які досі вважалися домішками, в слідовій кількості. Крім того, було виявлено, що серед металевих елементів Cr особливо ефективний для збільшення твердості шару покриття зі сплаву Zn-Ni.

Автори даного винаходу детально вивчили шар покриття зі сплаву Zn-Ni, який був виготовлений із використанням розчину для нанесення покриття, що містить іони хрому. У результаті автори даного винаходу виявили, що в шарі покриття зі сплаву Zn-Ni міститься слідова кількість Cr. Інакше кажучи, автори даного винаходу вперше виявили, що твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується за рахунок вмісту слідової кількості Cr. Досі Cr вважався домішкою. У зв'язку з цим висновки авторів даного винаходу повністю відрізняються від традиційної ідеї.

Зазвичай твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni залежить від вмісту Ni. Фіг. 2 ілюструє твердість шарів покриття зі сплаву Zn-Ni, які були виготовлені з використанням розчину для нанесення покриття, що має концентрацію іонів хрому 0 ч/млн. Інакше кажучи, Фіг. 2 являє собою графік, який ілюструє залежність між вмістом Ni і твердістю шару покриття зі сплаву Zn-Ni у разі, коли шар покриття зі сплаву Zn-Ni не містить Cr. Вісь абсцис на Фіг. 2 показує вміст Ni (мас. %) у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni. Вісь ординат на Фіг. 2 показує твердість (HV) за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni. Твердість за Віккерсом була виміряна способом відповідно до стандарту JIS Z 2244 (2009), у якому температура випробування являла собою нормальну температуру

(25 °C), а зусилля (F) випробування дорівнювало 0,01 Н.

Звернемося до Фіг. 2. Виявлено, що твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni залежить від вмісту Ni. Виявлено, що в діапазоні, показаному на Фіг. 2, твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується пропорційно до вмісту Ni.

Фіг. 3 являє собою графік, одержаний за додання даних про твердість шарів покриття зі сплаву Zn-Ni, що містять слідову кількість Cr, до Фіг. 2. Дані, додані до Фіг. 3, були одержані на основі прикладів, які описано нижче. Інтенсивність Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni показано на Фіг. 3. У цьому разі вираз "інтенсивність Cr" стосується кількості вторинних іонів Cr, виявлених за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів, в якій як бомбардувальні іони використовується O_2^+ . На Фіг. 3 символ (○) у вигляді білого кола показує твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni, в якому інтенсивність Cr становить $1,0 \times 10^0$ відліків за секунду. На Фіг. 3 символ (x) у вигляді хрестика показує твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni, в якому інтенсивність Cr становить $3,6 \times 10^1$ відліків за секунду.

На Фіг. 3 символ (□) у вигляді білого квадрата, символ (▲) у вигляді чорного трикутника, символ (Δ) у вигляді білого трикутника і символ (◻) у вигляді чорного кола показують твердість шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, в якому інтенсивність Cr становить $5,0 \times 10$ відліків за секунду або більше. Звернемося до Фіг. 3. Коли інтенсивність Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni становить $5,0 \times 10$ відліків за секунду або більше, твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni істотно збільшується. Зокрема, коли інтенсивність Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni становить $5,0 \times 10$ відліків за секунду або більше, твердість за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni відповідно до даного варіанту здійснення представлено формулою (1):

Твердість (HV) за Віккерсом $> -300 + 55 \times Ni$ (1),

де Ni показує вміст Ni (мас. %) у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni.

Причина, через яку слідова кількість Cr збільшує твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni, не встановлена. Ймовірно, що кристалічна структура шару покриття зі сплаву Zn-Ni змінюється за рахунок слідової кількості спільно осажденного Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni.

Зазвичай до розчину для нанесення покриття не додають велику кількість Cr. Як зазначено вище, традиційно іони металу, які відрізняються від іонів цинку та іонів нікелю, вважалися домішками. У зв'язку з цим були вжиті заходи для того, щоб у розчині для нанесення покриття не містилися такі іони металу. Зокрема, використовували обладнання для нанесення покриття з такою якістю матеріалу, яка може запобігати корозії і розчиненню в розчині для нанесення покриття. Крім того, у разі великої кількості домішок, так званому "забрудненні", розчин для нанесення покриття замінювали.

Як описано вище, авторам даного винаходу вдалося збільшити твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni абсолютно іншим способом порівняно із традиційними способами. Якщо твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується, опір заїданню нарізного з'єднання для труб також буде збільшуватися.

У зв'язку з цим у деяких випадках нарізне з'єднання для труб повинне мати відмінний зовнішній вигляд. Чи є зовнішній вигляд належним або неналежним, визначається на основі кількості світла (глянсуватості), відбиваного поверхнею нарізного з'єднання для труб. Якщо рівень глянуватості є високим, зовнішній вигляд визначається як належний.

Фіг. 4 являє собою графік, який ілюструє залежність між концентрацією іонів хрому в розчині для нанесення покриття і глянуватістю поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni, утвореного шляхом електролітичного нанесення покриття з використанням відповідного розчину для нанесення покриття. "Глянсуватість поверхні шару покриття", яка показана на осі ординат, означає відносну дзеркальну глянуватість поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni відповідно до стандарту JIS Z 8741 (1997). "Концентрація Cr у розчині для нанесення покриття (ч/млн)", яка показана на осі абсцис, означає концентрацію (ч/млн) іонів хрому, які містяться в розчині для нанесення покриття. Інформація, проілюстрована на Фіг. 4, була одержана на основі прикладів, які описано нижче. Фіг. 4 показує результати, одержані внаслідок утворення шарів покриття зі сплаву Zn-Ni, для яких концентрація іонів хрому в розчині для нанесення покриття, густина струму і швидкість потоку відповідних розчинів для нанесення покриттів варіювалися. У разі коли умови густини струму і швидкості потоку були однаковими, шари покриття позначено однаковим символом. Наприклад, на Фіг. 2 символ (○) у вигляді білого кола означає, що шар покриття зі сплаву Zn-Ni був утворений в умовах густини струму 4 A/dm^2 і швидкості потоку $0,5 \text{ m/s}$.

Звернемося до Фіг. 4. За збільшення концентрації іонів хрому в розчині для нанесення покриття з 0 ч/млн до 100 ч/млн глянуватість поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni також збільшується незалежно від густини струму і швидкості потоку. Однак, коли концентрація іонів хрому в розчині для нанесення покриття перевищує 100 ч/млн , глянуватість поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni зменшується в міру збільшення концентрації іонів хрому в розчині для нанесення покриття. Глянсуватість поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni знаходиться в діапазоні приблизно 20-40 в момент часу, коли концентрація іонів хрому в розчині для нанесення покриття досягає 1000 ч/млн . Це мало порівняно з глянуватістю поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni в діапазоні приблизно

60-120, коли концентрація іонів хрому в розчині для нанесення покриття становила 0 ч/млн.

Отже, було виявлено, що глянуватість поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni може бути збільшена шляхом забезпечення концентрації іонів хрому в розчині для нанесення покриття, рівної або меншої певного значення. У цьому разі на додаток до відмінного опору заїданню нарізне з'єднання для труб також має відмінний зовнішній вигляд.

Нарізне з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення, виконане на основі вищевикладених висновків, містить ніпель, муфту і шар покриття зі сплаву Zn-Ni. Ніпель має контактну поверхню з боку ніпеля, яка містить нарізну ділянку з боку ніпеля. Муфта має контактну поверхню з боку муфти, яка містить нарізну ділянку з боку муфти. Шар покриття зі сплаву Zn-Ni утворений на щонайменше одній із контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти. Шар покриття зі сплаву Zn-Ni складається із Zn, Ni, слідової кількості Cr і домішок. Слідова кількість Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni становить $5,0 \times 10$ відліків за секунду або більше в перерахунку на інтенсивність Cr, виміряну за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів із використанням O_2^+ як бомбардувальних іонів.

Нарізне з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення містить шар покриття зі сплаву Zn-Ni. Шар покриття зі сплаву Zn-Ni містить слідову кількість Cr. Твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується за рахунок слідової кількості Cr. За рахунок цього збільшується опір заїданню нарізного з'єднання для труб.

[Глянуватість вищевказаної поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni може становити 100 або більше.

Коли глянуватість поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni висока, нарізне з'єднання для труб має відмінний зовнішній вигляд на додаток до відмінного опору заїданню.

Товщина вищевказаного шару покриття зі сплаву Zn-Ni може бути в діапазоні від 1 до 20 мкм.

Твердість HV за Віккерсом вищевказаного шару покриття зі сплаву Zn-Ni може становити 600 або більше.

Коли твердість HV за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni становить 600 або більше, збільшується опір заїданню нарізного з'єднання для труб.

Вищевказаний шар покриття зі сплаву Zn-Ni може містити від 6,0 до 16,0 мас. % Ni, може включати γ -фазу, і відстань між (411) площинами γ -фази може становити $2,111 \text{ \AA}$ або більше.

У цьому разі твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni додатково збільшується.

Нарізне з'єднання для труб може додатково містити мастильне покриття на щонайменше одному з контактної поверхні з боку ніпеля, контактної поверхні з боку муфти і шару покриття зі сплаву Zn-Ni.

У разі коли нарізне з'єднання для труб містить мастильне покриття, змащуваність нарізного з'єднання для труб збільшується.

У вищевказаному нарізному з'єднанні для труб контактна поверхня з боку ніпеля може додатково містити металеву ущільнювальну ділянку з боку ніпеля і заплечикову ділянку з боку ніпеля. Контактна поверхня з боку муфти може додатково містити металеву ущільнювальну ділянку з боку муфти і заплечикову ділянку з боку муфти.

Спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення включає етап занурення і етап пропускання струму. На етапі занурення спочатку підготовлюють ніпель, який має контактну поверхню з боку ніпеля, яка містить нарізну ділянку з боку ніпеля, і муфту, яка має контактну поверхню з боку муфти, яка містить нарізну ділянку з боку муфти. Потім щонайменше одну з контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти занурюють у розчин для нанесення покриття. Розчин для нанесення покриття містить іони цинку, іони нікелю та іони хрому. Концентрація іонів хрому в розчині для нанесення покриття знаходиться в діапазоні від 30 до 2000 ч/млн. На етапі пропускання струму пропускають струм через щонайменше одну з контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти, занурену в розчин для нанесення покриття. За рахунок цього на щонайменше одній із контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти утворюється шар покриття зі сплаву Zn-Ni.

Нарізне з'єднання для труб, яке має шар покриття зі сплаву Zn-Ni, що містить слідову кількість Cr, може бути одержане відповідно до вищевказаного способу виготовлення. Твердість шару покриття зі сплаву Zn-Ni є високою. У зв'язку з цим опір заїданню нарізного з'єднання для труб також є високим.

Концентрація іонів хрому у вищевказаному розчині для нанесення покриття може бути в діапазоні від 30 до 800 ч/млн.

Коли верхня межа концентрації іонів хрому у вищевказаному розчині для нанесення покриття становить 800 ч/млн, на додаток до відмінного опору заїданню нарізне з'єднання для труб також має відмінний зовнішній вигляд.

У нарізному з'єднанні для труб, виготовленому відповідно до вищевказаного способу виготовлення, контактна поверхня з боку ніпеля може додатково містити металеву ущільнювальну ділянку з боку ніпеля і заплечикову ділянку з боку ніпеля. Контактна поверхня з боку муфти може додатково містити металеву ущільнювальну ділянку з боку муфти і заплечикову ділянку з боку

муфти.

Далі будуть детально описані нарізне з'єднання для труб і спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення.

Нарізне з'єднання для труб

Нарізне з'єднання для труб містить ніпель і муфту. Фіг. 5 являє собою вигляд, який ілюструє конфігурацію нарізного з'єднання 1 для труб відповідно до даного варіанту здійснення. Звернемося до Фіг. 5, де нарізне з'єднання 1 для труб містить сталеву трубу 2 і з'єднувач 3. На кожному кінці сталеві труби 2 утворено ніпель 4, і ніпель 4 містить зовнішню нарізну ділянку на зовнішній поверхні. На кожному кінці з'єднувача 3 утворено муфту 5, і муфта 5 містить внутрішню нарізну ділянку на внутрішній поверхні. З'єднувач 3 кріпиться до кінця сталеві труби 2 за рахунок згинчування ніпеля 4 і муфти 5 одне з одним. Хоча це не проілюстровано на кресленнях, ніпель 4 сталеві труби 2 і муфта 5 з'єднувача 3, які не з'єднані з відповідним елементом, можуть мати захисний елемент, прикріплений до них для захисту відповідних нарізних ділянок.

З іншого боку, також може бути використане нарізне з'єднання 1 для труб, виконане за одне ціле, в якому не використовується з'єднувач 3, і замість цього один із кінців сталеві труби 2 використовується як ніпель 4, а інший кінець сталеві труби 2 використовується як муфта 5. Фіг. 6 являє собою вигляд, який ілюструє конфігурацію нарізного з'єднання 1 для труб, виконаного за одне ціле, відповідно до даного варіанту здійснення. Звернемося до Фіг. 6, де нарізне з'єднання 1 для труб містить сталеву трубу 2. Ніпель 4, який має зовнішню нарізну ділянку на його зовнішній поверхні, утворений на одному кінці сталеві труби 2. Муфта 5, яка має внутрішню нарізну ділянку на її внутрішній поверхні, утворена на іншому кінці сталеві труби 2. Дві сталеві труби 2 можуть бути з'єднані шляхом згинчування ніпеля 4 і муфти 5 одне з одним. Нарізне з'єднання 1 для труб відповідно до даного варіанту здійснення може використовуватися як нарізне з'єднання 1 для труб із використанням з'єднувача, так і як нарізне з'єднання 1 для труб, виконане за одне ціле.

Фіг. 7 являє собою вигляд у розрізі нарізного з'єднання 1 для труб. На Фіг. 7 ніпель 4 містить нарізну ділянку 41 з боку ніпеля, металеву ущільнювальну ділянку 42 з боку ніпеля і заплечикову ділянку 43 з боку ніпеля. На Фіг. 7 муфта 5 містить нарізну ділянку 51 з боку муфти, металеву ущільнювальну ділянку 52 з боку муфти і заплечикову ділянку 53 з боку муфти. Ділянки, на яких ніпель 4 і муфта 5 входять у контакт одне з одним внаслідок згинчування, називаються "контактні поверхні 40 і 50". Зокрема, внаслідок згинчування ніпеля 4 і муфти 5 одне з одним дві нарізні ділянки (нарізна ділянка 41 з боку ніпеля і нарізна ділянка 51 з боку муфти) входять у контакт одна з одною, також як дві металеві ущільнювальні ділянки (металева ущільнювальна ділянка 42 з боку ніпеля і металева ущільнювальна ділянка 52 з боку муфти) і дві заплечикові ділянки (заплечикова ділянка 43 з боку ніпеля і заплечикова ділянка 53 з боку муфти). На Фіг. 7 контактна поверхня 40 з боку ніпеля містить нарізну ділянку 41 з боку ніпеля, металеву ущільнювальну ділянку 42 з боку ніпеля і заплечикову ділянку 43 з боку ніпеля. На Фіг. 7 контактна поверхня 50 з боку муфти містить нарізну ділянку 51 з боку муфти, металеву ущільнювальну ділянку 52 з боку муфти і заплечикову ділянку 53 з боку муфти.

На Фіг. 7 у ніпелі 4 заплечикова ділянка 43 з боку ніпеля, металева ущільнювальна ділянка 42 з боку ніпеля і нарізна ділянка 41 з боку ніпеля розташовані у вказаному порядку від кінця сталеві труби 2. Крім того, в муфті 5 нарізна ділянка 51 з боку муфти, металева ущільнювальна ділянка 52 з боку муфти і заплечикова ділянка 53 з боку муфти розташовані у вказаному порядку від кінця сталеві труби 2 або з'єднувача 3. Однак розташування нарізної ділянки 41 з боку ніпеля і нарізної ділянки 51 з боку муфти, металеві ущільнювальні ділянки 42 з боку ніпеля і металеві ущільнювальні ділянки 52 з боку муфти, а також заплечикові ділянки 43 з боку ніпеля і заплечикові ділянки 53 з боку муфти не обмежується розташуванням, проілюстрованим на Фіг. 7, і розташування може бути змінено відповідним способом. Наприклад, у ніпелі 4 вищевказані ділянки можуть бути розташовані від кінця сталеві труби 2 в такому порядку: заплечикова ділянка 43 з боку ніпеля, металева ущільнювальна ділянка 42 з боку ніпеля, нарізна ділянка 41 з боку ніпеля, металева ущільнювальна ділянка 42 з боку ніпеля, заплечикова ділянка 43 з боку ніпеля, металева ущільнювальна ділянка 42 з боку ніпеля і нарізна ділянка 41 з боку ніпеля. У муфті 5 вищевказані ділянки можуть бути розташовані від кінця сталеві труби 2 або з'єднувача 3 в такому порядку: нарізна ділянка 51 з боку муфти, металева ущільнювальна ділянка 52 з боку муфти, заплечикова ділянка 53 з боку муфти, металева ущільнювальна ділянка 52 з боку муфти, нарізна ділянка 51 з боку муфти, металева ущільнювальна ділянка 52 з боку муфти і заплечикова ділянка 53 з боку муфти.

На Фіг. 5 і Фіг. 6 проілюстровано так звані "першочергові з'єднання", які містять металеві ущільнювальні ділянки (металева ущільнювальна ділянка 42 з боку ніпеля і металева ущільнювальна ділянка 52 з боку муфти) і заплечикові ділянки (заплечикова ділянка 43 з боку ніпеля і заплечикова ділянка 53 з боку муфти). Однак металеві ущільнювальні ділянки (металева ущільнювальна ділянка 42 з боку ніпеля і металева ущільнювальна ділянка 52 з боку муфти) і заплечикові ділянки (заплечикова ділянка 43 з боку ніпеля і заплечикова ділянка 53 з боку муфти) не обов'язково повинні бути включені. Приклад нарізного з'єднання 1 для труб, яке не має

металевих ущільнювальних ділянок 42 і 52 і заплечикових ділянок 43 і 53, проілюстровано на Фіг. 8. Нарізне з'єднання 1 для труб відповідно до даного варіанту здійснення також переважно застосовне як нарізне з'єднання 1 для труб, яке не має металевих ущільнювальних ділянок 42, 52 і заплечикових ділянок 43, 53. Коли металеві ущільнювальні ділянки 42, 52 і заплечикові ділянки 43, 53 не забезпечені, контактна поверхня 40 з боку ніпеля містить нарізну ділянку 41 з боку ніпеля, а контактна поверхня 50 з боку муфти містить нарізну ділянку 51 з боку муфти.

Фіг. 9 являє собою вигляд у розрізі нарізного з'єднання 1 для труб відповідно до даного варіанту здійснення. Звернемося до Фіг. 9, де нарізне з'єднання 1 для труб містить шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni на щонайменше одній із контактної поверхні 40 з боку ніпеля і контактної поверхні 50 з боку муфти. На Фіг. 9 нарізне з'єднання 1 для труб містить шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni на кожній із контактної поверхні 40 з боку ніпеля і контактної поверхні 50 з боку муфти. Однак, як проілюстровано на Фіг. 10, нарізне з'єднання 1 для труб також може містити шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni тільки на контактній поверхні 40 з боку ніпеля. Крім того, як проілюстровано на Фіг. 11, нарізне з'єднання 1 для труб також може містити шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni тільки на контактній поверхні 50 з боку муфти.

Крім того, шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni може бути утворений на всій контактній поверхні 40 з боку ніпеля або контактній поверхні 50 з боку муфти або може бути утворений лише на частині контактної поверхні 40 з боку ніпеля або контактної поверхні 50 з боку муфти. Шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni також може бути утворений тільки на нарізній ділянці 41 з боку ніпеля. Шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni також може бути утворений тільки на нарізній ділянці 51 з боку муфти. У разі коли контактна поверхня 40 з боку ніпеля має металеву ущільнювальну ділянку 42 з боку ніпеля і заплечикову ділянку 43 з боку ніпеля, шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni може бути утворений тільки на металевій ущільнювальній ділянці 42 з боку ніпеля або може бути утворений тільки на заплечиковій ділянці 43 з боку ніпеля. У разі коли контактна поверхня 50 з боку муфти має металеву ущільнювальну ділянку 52 з боку муфти і заплечикову ділянку 53 з боку муфти, шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni може бути утворений тільки на металевій ущільнювальній ділянці 52 з боку муфти або може бути утворений тільки на заплечиковій ділянці 53 з боку муфти.

Шар покриття зі сплаву Zn-Ni

Шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni утворений на щонайменше одній із контактної поверхні 40 з боку ніпеля і контактної поверхні 50 з боку муфти. Шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni складається зі сплаву Zn-Ni і домішок. Сплав Zn-Ni складається із цинку (Zn), нікелю (Ni), слідової кількості хрому (Cr) і домішок. Тут домішки шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni і домішки сплаву Zn-Ni містять речовини, які відрізняються від Zn, Ni та Cr і які містяться в шарі 6 зі сплаву Zn-Ni під час виготовлення нарізного з'єднання для труб, вмісти яких знаходяться в межах діапазону, який не впливає на ефекти даного винаходу. Домішками є, наприклад, Fe і Cu.

Композиція шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Якщо прийняти загальну хімічну композицію шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni за 100 мас. %, вміст Ni знаходиться в діапазоні від 6,0 до 20,0 мас. %. У цьому разі сплав Zn-Ni іноді може перетворюватися на змішану фазу η -фази і γ -фази. Якщо нижня межа вмісту Ni в шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 10,0 мас. %, сплав Zn-Ni перетворюється в γ -монофазу. У цьому разі твердість шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni додатково збільшується. У зв'язку з цим переважно нижня межа вмісту Ni в шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 10,0 мас. %, більш переважно 12,0 мас. % і ще більш переважно 14,0 мас. %. Переважно верхня межа вмісту Ni в шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 18,0 мас. %, більш переважно 17,0 мас. % і ще більш переважно 16,0 мас. %.

Вміст Zn знаходиться в діапазоні від 80,0 до 94,0 мас. %. У шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni міститься слідова кількість Cr. Однак, оскільки вміст Cr являє собою слідову кількість, композиція шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni в основному складається із Zn і Ni. Нижня межа вмісту Zn переважно становить 82,0 мас. %, більш переважно 83,0 мас. % і ще більш переважно 84,0 мас. %. Верхня межа вмісту Zn переважно становить 90,0 мас. %, більш переважно 88,0 мас. % і ще більш переважно 86,0 мас. %.

Спосіб вимірювання композиції шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni

Вміст Ni в шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni вимірюють наступним способом. Вміст Ni вимірюють із використанням ручного флуоресцентного рентгенівського аналізатора (DP2000 (торговельна назва: DELTA Premium) виробництва компанії JEOL Ltd.). Під час вимірювання аналізують композицію в чотирьох місцях на поверхні (чотири місця під кутом 0°, 90°, 180° і 270° у коловому напрямку нарізного з'єднання для труб) шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni. Виміряні вмісти Zn і Ni визначають із використанням режиму Alloy Plus. Величину, одержану шляхом ділення виміряного вмісту Ni на загальний виміряний вміст Zn і Ni, яку було визначено, приймають як вміст Ni (мас. %). Середнє арифметичне результатів вимірювань у чотирьох місцях, у яких була проаналізована композиція, приймають як вміст Ni (мас. %). Вміст Zn вимірюють таким самим способом.

Вміст Cr

У шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni міститься слідова кількість Cr. Зокрема, вміст Cr становить

5,0×10 відліків за секунду або більше в перерахунку на інтенсивність Cr, виміряну за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів із використанням O₂⁺ як бомбардувальних іонів. Тут кількість вторинних іонів Cr, визначена за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів із використанням O₂⁺ як бомбардувальних іонів, називається "інтенсивність Cr (відліків за секунду)". Якщо інтенсивність Cr становить 5,0×10 відліків за секунду або більше, твердість шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується.

Вміст Cr у шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni являє собою дуже малу кількість. У деяких випадках Cr у шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni не може бути виявлений звичайним способом вимірювання. Cr у шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni не може бути виявлений флуоресцентним рентгенівським аналізом. У зв'язку з цим вміст Cr вимірюють за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів (SIMS) і виражають у вигляді інтенсивності Cr (відліків за секунду). Нижня межа інтенсивності Cr становить 5,0×10 відліків за секунду, більш переважно 1,0×10² відліків за секунду і ще більш переважно 1,0×10³ відліків за секунду. Хоча верхня межа інтенсивності Cr особливо не обмежена, наприклад верхня межа становить 1,0×10¹⁰ відліків за секунду.

Спосіб вимірювання інтенсивності Cr

Інтенсивність Cr у шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni вимірюють наступним способом. Вимірювання виконують із використанням квадрупольного мас-спектрометра вторинних іонів "PHI ADEPT-1010 (TM)" виробництва компанії ULVAC-PHI, Inc. Умови вимірювання описано нижче. Аналіз у напрямку глибини виконують від поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni. Інтенсивність Cr являє собою середнє арифметичне значень вимірювань на глибині від 1,5 до 2,0 мкм від поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni.

Ступінь вакуумування: 5×10⁻⁷ Па або менше

Бомбардувальні іони: O₂⁺

Прискорювальне напруження: 6,0 кВ

Діапазон вимірювання: квадрат 64 мкм (64 мкм × 64 мкм)

Частота вимірювання: кожні 20 нм у напрямку глибини

Глибина являє собою числове значення, одержане шляхом перетворення часу вимірювання, тобто часу розпилення, на глибину. Перетворення часу вимірювання на глибину виконують наступним способом. Після вимірювання вимірюють глибину кратера, який утворився під час вимірювання. Глибину кратера вимірюють із використанням стилусного профілометра під торговельною назвою P-17 Stylus Profiler виробництва компанії KLA-Tencor Corporation. Визначають форму поверхні, яка містить кратер, визначають різницю у висоті поверхні через кратер, вона і є глибиною кратера. Створюють реляційне вираження між глибиною кратера і часом вимірювання. Виконують перетворення глибини (мкм) у місці вимірювання на основі часу вимірювання і вищевказаного реляційного вираження.

У разі коли шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni має інше покриття товщиною 1 мкм або більше, мас-спектрометрію вторинних іонів виконують після видалення покриття. У цьому разі вираз "поверхня шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni" означає поверхню шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni після видалення покриття. Покриття являє собою, наприклад, фосфатне покриття або мастильне покриття. У разі коли шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni має фосфатне покриття, фосфатне покриття розчиняють і видаляють. Розчинення фосфатного покриття виконують із використанням представленого на ринку розчину для видалення покриття. Представлений на ринку розчин для видалення покриття являє собою, наприклад, розчин хромової кислоти. Розчин хромової кислоти містить інгібітор. За використання розчину для видалення покриття розчиняється тільки фосфатне покриття. У разі коли шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni має мастильне покриття, мастильне покриття видаляють. Видалення мастильного покриття може бути виконане добре відомим способом, наприклад розчиненням із використанням розчинника, витиранням і миттям під високим тиском або чищенням сухим льодом. У разі коли шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni має хроматне покриття, мас-спектрометрію вторинних іонів виконують без видалення хроматного покриття. У цьому разі вираз "поверхня шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni" означає поверхню хроматного покриття.

Твердість за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni

У шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni відповідно до даного варіанту здійснення інтенсивність Cr становить 5,0×10 відліків за секунду або більше. У зв'язку з цим твердість за Віккерсом істотно збільшується. Твердість за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni відповідно до даного варіанту здійснення представлено формулою (1):

Твердість (HV) за Віккерсом > -300+55×Ni (1),

де Ni показує вміст Ni (мас. %) у шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni.

Нижня межа твердості HV за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni переважно становить -250+55×Ni і більш переважно -200+55×Ni. Чим вища верхня межа твердості HV за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, тим більш переважно. Верхня межа твердості HV за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить, наприклад, 300+55×Ni.

Зокрема, нижня межа твердості HV за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni переважно становить 400, більш переважно 500, ще більш переважно 600, ще більш переважно 650 і ще більш

переважно 700. Чим вища верхня межа твердості HV за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, тим більш переважно. Верхня межа твердості HV за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить, наприклад, 1200.

Спосіб вимірювання твердості за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Твердість за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni вимірюють наступним способом. Підготовлюють ніпель 4 або муфту 5 із шаром 6 покриття зі сплаву Zn-Ni. Ніпель 4 або муфту 5 із шаром 6 покриття зі сплаву Zn-Ni розрізають перпендикулярно до осевого напрямку. Вимірюють твердість за Віккерсом із використанням способу відповідно до стандарту JIS Z 2244 (2009) у п'яти довільних точках розрізу шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, який з'явився внаслідок розрізання. Для вимірювання використовують пристрій для визначення мікротвердості під торговельною назвою Fischerscope HM2000 виробництва компанії Fischer Instruments K. K. Температура випробування являє собою нормальну температуру (25 °C), а зусилля (F) випробування дорівнює 0,01 Н. Із п'яти одержаних результатів вимірювань середнє арифметичне результатів вимірювань, одержаних у трьох точках, за винятком найбільшого значення і найменшого значення, приймають як твердість HV за Віккерсом (HV 0,001) шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni.

Глянсуватість поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Переважно глянуватість поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 100 або більш. Тут термін "глянуватість" стосується відносної дзеркальної глянуватості у разі, коли відносна дзеркальна глянуватість за кута падіння 60° (дзеркальне відображення $\rho_0(\theta)=0,1001$) на скляній поверхні, коефіцієнт заломлення якої є сталим значенням 1,567 у всьому видимому діапазоні довжин хвиль, як визначено відповідно до стандарту JIS Z 8741 (1997), прийнята за 100 %. Якщо глянуватість поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 100 або більше, нарізне з'єднання для труб буде мати відмінний зовнішній вигляд. Переважно нижня межа глянуватості поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 105 і ще більш переважно 110. Чим вища верхня межа глянуватості поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, тим більш переважно. Глянсуватість поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить, наприклад, 200.

Спосіб вимірювання глянуватості поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Глянсуватість поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni вимірюють наступним способом. Відносну дзеркальну глянуватість вимірюють у двох довільних точках на поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni способом відповідно до стандарту JIS Z 8741 (1997) із використанням пристрою micro-TRI-gloss (портативний блискомір) виробництва компанії BYK-Gardner GmbH. Середнє арифметичне одержаних значень вимірювань приймають за глянуватість поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni.

Шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni одержують на етапі утворення шару покриття, який описано нижче. У цей час переважно шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni одержують шляхом нанесення покриття з використанням розчину для нанесення покриття, що містить іони цинку, іони нікелю та іони хрому, причому концентрація іонів хрому знаходиться в діапазоні від 30 до 800 ч/млн. У цьому разі глянуватість шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується, і нарізне з'єднання для труб має відмінний зовнішній вигляд на додаток до відмінного опору заїданню.

Товщина шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Товщина шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni особливо не обмежена. Товщина шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni знаходиться, наприклад, у діапазоні від 1 до 20 мкм. Якщо товщина шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 1 мкм або більше, може стабільно забезпечуватися достатній опір заїданню. Навіть якщо товщина шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить більше ніж 20 мкм, буде виражений вищевказаний ефект.

Спосіб вимірювання товщини шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Товщину шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni вимірюють наступним способом. Товщину шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni вимірюють у чотирьох місцях на контактних поверхнях 34 і 44, на яких був утворений шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, із використанням вихрострумового фазового вимірювача товщини покриття PHASCOPE PMP910 виробництва компанії Helmut Fischer GmbH. Вимірювання виконують способом, відповідним ISO (Міжнародна організація зі стандартизації) 21968 (2005). Місцями вимірювання є чотири місця (чотири місця під кутом 0°, 90°, 180° і 270°) у колі до напрямку нарізного з'єднання для труб. Середнє арифметичне результатів вимірювань приймають як товщину шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni.

Кристалічна структура шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Сплав Zn-Ni, який утворює покриття, включає Γ -фазу, γ -фазу і α -фазу. Γ -фаза являє собою фазу з хімічною формулою Zn, яка має гексагональну кристалічну структуру зі сталими решітки $a=0,267$ нм і $c=0,495$ нм. γ -фаза являє собою фазу з хімічною формулою $Ni_{15}Zn_{21}$, яка має кубічну кристалічну структуру зі сталою решітки $a=0,890$ нм. α -фаза являє собою фазу з хімічною формулою Ni, яка має гранецентровану кубічну кристалічну структуру зі сталою решітки $a=0,352$ нм. Кристалічна структура шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni може являти собою змішану фазу цих фаз. Однак, якщо кристалічна структура шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni являє собою γ -монофазу, твердість додатково збільшується. У зв'язку з цим кристалічна структура шару 6 покриття зі сплаву

Zn-Ni переважно являє собою γ -монофазу.

Спосіб визначення кристалічної структури шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Кристалічну структуру шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni визначають наступним способом. Рентгенодифракційне вимірювання виконують за наступних умов вимірювання щодо поверхні шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni. Одержані виміряні профілі і значення, описані в картах ASTM, порівнюють для визначення фаз.

Пристрій: RINT-2500 виробництва компанії Rigaku Corporation

Рентгенівська трубка: Co-K α випромінювання

Діапазон сканування: $2\theta=10-110^\circ$

Крок сканування: $0,02^\circ$

Залежно від композиції шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni включає γ -фазу, ϵ -фазу і η -фазу. Далі відстань між (411) площинами γ -фази, що входить до шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, називається "міжплощинна відстань" шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni. Передбачається, що, якщо міжплощинна відстань шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni є великою, шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni додається напруження, і твердість шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується. У зв'язку з цим міжплощинна відстань шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni може становити 2,111 Å або більше.

Як описано вище, кристалічна структура шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni залежить від композиції. У зв'язку з цим на міжплощинну відстань шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni істотно впливає вміст Ni. На міжплощинну відстань шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni також впливає слідова кількість Cr. У разі коли хімічна композиція містить від 6,0 до 16,0 мас. % Ni і слідову кількість Cr, міжплощинна відстань шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 2,111 Å або більше.

Якщо міжплощинна відстань шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 2,111 Å або більше, твердість HV за Віккерсом шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni буде дорівнювати 600 або більше. У цьому разі опір заїданню нарізного з'єднання для труб додатково поліпшується. Переважно нижня межа міжплощинної відстані шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить 2,112 Å і більш переважно 2,113 Å. Верхня межа міжплощинної відстані шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni особливо не обмежена. Однак верхня межа міжплощинної відстані шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni становить, наприклад, 2,116 Å.

Спосіб вимірювання відстані між (411) площинами γ -фази в шарі покриття зі сплаву Zn-Ni

Відстань між (411) площинами γ -фази, що входить до шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, вимірюють наступним способом. Рентгенодифракційне вимірювання виконують у тих самих умовах, як у способі визначення кристалічної структури шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, описаному вище. Із одержаних виміряних профілів виконують підбір дифракційних даних для $2\theta=49,0-52,0^\circ$, відповідних (411) площині, з використанням функції Лоренца. Функцію Лоренца представлено формулою (2):

Інтенсивність дифракції (відлік за секунду) = $\frac{PH}{(1+(2\theta-PP)^2/FH^2)}+BG$ (2),

де PH показує пікову висоту (відлік за секунду), PP показує пікове положення (градусів), FH показує напівширину (градусів), BG показує фон (відлік за секунду), і 2θ показує кут дифракції.

Квадрат різниці між інтенсивністю дифракції виміряного профілю та інтенсивністю, обчисленою з використанням функції Лоренца, інтегрують за діапазоном $2\theta=49,0-52,0^\circ$, і відповідні змінні PH, PP, FH і BG оптимізують так, що їх загальна сума стає мінімальним значенням. Для оптимізації змінних використовують функцію "Пошук рішення" програмного забезпечення Excel. Відстань між (411) площинами обчислюють згідно із законом Брегга на основі оптимізованого пікового положення PP (градусів). Одержане значення приймають за відстань (Å) між (411) площинами γ -фази, що входить до шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni.

Мастильне покриття

Вищевказане нарізне з'єднання для труб може додатково містити мастильне покриття 7 на щонайменше одному із контактної поверхні 40 з боку ніпеля, контактної поверхні 50 з боку муфти і шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni. У цьому разі змащуваність нарізного з'єднання для труб збільшується. Мастильне покриття 7 може бути утворене як на шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni на контактній поверхні 40 з боку ніпеля, так і на шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni на контактній поверхні 50 з боку муфти, наприклад, як проілюстровано на Фіг. 12. Мастильне покриття 7 може бути утворене тільки на шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni на контактній поверхні 40 з боку ніпеля. Мастильне покриття 7 може бути утворене тільки на шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni на контактній поверхні 50 з боку муфти. Мастильне покриття 7 може бути утворене безпосередньо на контактній поверхні 40 з боку ніпеля або контактній поверхні 50 з боку муфти. Наприклад, у разі коли шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni не утворений на контактній поверхні 40 з боку ніпеля або контактній поверхні 50 з боку муфти, мастильне покриття 7 може бути утворене безпосередньо на контактній поверхні 40 з боку ніпеля або контактній поверхні 50 з боку муфти.

Мастильне покриття 7 може бути у твердому або може бути в напівтвердому стані або рідкому стані. Як мастильне покриття 7 може використовуватися добре відомий мастильний матеріал. Мастильне покриття 7 містить, наприклад, мастильні частинки і зв'язувальну речовину. У разі потреби мастильне покриття 7 може містити розчинник та інші компоненти.

Щодо мастильних частинок немає особливого обмеження за умови, що ці частинки мають мастильну здатність. Мастильні частинки являють собою, наприклад, один або більше типів, вибраних із групи, яка складається з частинок графіту, MoS₂ (дисульфід мольбдену), WS₂ (дисульфід вольфраму), BN (нітриду бору), PTFE (політетрафторетилену), CF_x (фториду графіту) і CaCO₃ (карбонату кальцію). Якщо загальний вміст компонентів, які відрізняються від розчинника, прийнято за 100 мас. %, вміст мастильних частинок знаходиться, наприклад, у діапазоні від 1 до 50 мас. % і переважно знаходиться в діапазоні від 5 до 30 мас. %.

Зв'язувальна речовина являє собою, наприклад, один тип або два типи, вибраних із групи, яка складається з органічної зв'язувальної речовини і неорганічної зв'язувальної речовини. Органічна зв'язувальна речовина являє собою, наприклад, один тип або два типи, вибраних із групи, яка складається з терморективної смоли і термопластичної смоли. Терморективна смола являє собою, наприклад, один або більше типів, вибраних із групи, яка складається з поліетиленової смоли, поліімідної смоли і поліамідімідної смоли. Неорганічна зв'язувальна речовина являє собою, наприклад, один тип або два типи, вибраних із групи, яка складається зі сполук, які містять алкоксисиланові і силосанові зв'язки. Якщо загальний вміст компонентів, які відрізняються від розчинника, прийнято за 100 мас. %, вміст зв'язувальної речовини знаходиться, наприклад, у діапазоні від 10 до 80 мас. % і переважно знаходиться в діапазоні від 20 до 70 мас. %.

У разі потреби мастильне покриття 7 може містити інші компоненти. Приклади інших компонентів містять антикорозійний засіб, інгібітор корозії, поверхнево-активну речовину, віск, модифікатор тертя і пігмент. Якщо загальний вміст компонентів, які відрізняються від розчинника, прийнято за 100 мас. %, вміст інших компонентів знаходиться, наприклад, у діапазоні від 3 до 45 мас. % і переважно знаходиться в діапазоні від 10 до 40 мас. %. Відповідні вмісти мастильних частинок, зв'язувальної речовини, розчинника та інших компонентів задані відповідним способом.

Мастильний матеріал являє собою, наприклад, Seal-Guard™ ECF™ виробництва компанії Jet-Lube LLC. Інші приклади мастильного матеріалу містять мастильні матеріали, які містять каніфоль, металвмісне мило, віск або мастильний порошок. Хімічна композиція мастильного покриття 7, утвореного на контактній поверхні 40 з боку ніпеля, хімічна композиція мастильного покриття 7, утвореного на контактній поверхні 50 з боку муфти, і хімічна композиція мастильного покриття 7, утвореного на шарі 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, можуть бути однаковими або можуть відрізнятися.

Товщина мастильного покриття 7 особливо не обмежена. Товщина мастильного покриття 7 знаходиться, наприклад, у діапазоні від 30 до 300 мкм. Якщо товщина мастильного покриття 7 становить 30 мкм або більше, за згвинчування нарізного з'єднання для труб зростає ефект, який знижує значення крутного моменту під час контакту запечених ділянок 43 і 53. У зв'язку з цим регулювання значення крутного моменту під час згвинчування спрощується. Навіть якщо товщина мастильного покриття 7 становить більше ніж 300 мкм, вищевказаний ефект буде виражений, оскільки надмірна кількість мастильного покриття 7 буде видалена з верхньої частини контактних поверхонь 40 і 50 під час згвинчування.

Товщину мастильного покриття 7 вимірюють наступним способом. Підготовлюють ніпель 4 або муфту 5 із мастильним покриттям 7. Розрізають ніпель 4 або муфту 5 перпендикулярно до осевого напрямку труби. Розглядають розріз, який містить мастильне покриття 7, під мікроскопом. Збільшення під час розгляду розрізу під мікроскопом становить ×500. За рахунок цього визначають товщину мастильного покриття 7.

Основний метал нарізного з'єднання для труб

Хімічна композиція основного металу нарізного з'єднання для труб особливо не обмежена. Приклади основного металу містять вуглецеві сталі, нержавіючі сталі та леговані сталі. Легована сталь являє собою, наприклад, сплав Ni і дуплексну нержавіючу сталь, що містить легуючий компонент, наприклад Cr, Ni або Mo.

Спосіб виготовлення

Спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб відповідно до даного варіанту здійснення являє собою спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб, описаний вище. Спосіб виготовлення нарізного з'єднання для труб включає етап підготовки і етап утворення шару покриття.

Етап занурення

На етапі занурення спочатку підготовлюють ніпель 4, муфту 5 і розчин для нанесення покриття. Потім щонайменше одну з контактної поверхні з боку ніпеля і контактної поверхні з боку муфти занурюють у розчин для нанесення покриття. Ніпель 4 має контактну поверхню 40 з боку ніпеля, яка містить нарізну ділянку 41 з боку ніпеля. Муфта 5 має контактну поверхню 50 з боку муфти, яка містить нарізну ділянку 51 з боку муфти. Розчин для нанесення покриття містить іони цинку, іони нікелю та іони хрому. Концентрація іонів хрому знаходиться в діапазоні від 30 до 2000 ч/млн. Оскільки розчин для нанесення покриття містить іони хрому, слідова кількість Cr входить до шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni. У цьому разі твердість шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni збільшується, і, отже, опір заїданню нарізного з'єднання для труб також збільшується. Переважно розчин для нанесення покриття містить іони цинку в діапазоні від 1 до 100 г/л і іони нікелю в діапазоні від 1 до

100 г/л.

Види іонів металу і концентрацію іонів хрому в розчині для нанесення покриття визначають із використанням високочастотного емісійного спектрофотометра (iCAP6300) з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP) виробництва компанії Thermo Fisher Scientific Inc.

Етап пропускання струму

На етапі пропускання струму пропускають струм через щонайменше одну з контактної поверхні 40 з боку ніпеля і контактної поверхні 50 з боку муфти, занурену в розчин для нанесення покриття. За рахунок цього на щонайменше одній із контактної поверхні 40 з боку ніпеля і контактної поверхні 50 з боку муфти утворюється шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni. Інакше кажучи, шар 6 покриття зі сплаву Zn-Ni одержують шляхом електролітичного нанесення покриття. Умови електролітичного нанесення покриття, наприклад, такі: рН розчину для нанесення покриття: від 1 до 10; температура розчину для нанесення покриття: від 10 до 60 °С; густина струму: від 1 до 100 А/дм²; і час обробки: від 0,1 до 30 хвилин.

Концентрація іонів хрому у вищевказаному розчині для нанесення покриття може бути в діапазоні від 30 до 800 ч/млн. У цьому разі не тільки збільшується твердість шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, але і глянуватість поверхні становить 100 або більше. У зв'язку з цим на додаток до відмінного опору заїданню нарізне з'єднання для труб має відмінний зовнішній вигляд.

Етап утворення плівки

Етап утворення плівки може бути виконаний після утворення вищевказаного шару покриття зі сплаву Zn-Ni на щонайменше одній із контактної поверхні 40 з боку ніпеля і контактної поверхні 50 з боку муфти. На етапі утворення плівки мастильне покриття 7 утворюють на щонайменше одному місці, вибраному з групи, яка складається з верхньої частини контактної поверхні 40 з боку ніпеля, верхньої частини контактної поверхні 50 з боку муфти і верхньої частини шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni.

Мастильне покриття 7 може бути утворене на щонайменше одному місці, вибраному з вищевказаної групи, яка складається з верхньої частини контактної поверхні 40 з боку ніпеля, верхньої частини контактної поверхні 50 з боку муфти і верхньої частини шару 6 покриття зі сплаву Zn-Ni, шляхом нанесення композиції, яка містить вищевказані мастильні частинки і зв'язувальну речовину. Спосіб нанесення особливо не обмежений. Приклади способу нанесення містять нанесення покриття шляхом розпилення, нанесення покриття пензлем і нанесення покриття шляхом занурення. У разі застосування нанесення покриття шляхом розпилення як способу нанесення композицію можуть нагрівати, а потім розпилювати в стані підвищеної текучості. Хоча мастильне покриття 7 може бути утворене на одній частині контактної поверхні, переважно рівномірне утворення мастильного покриття 7 на всій контактній поверхні. Етап утворення плівки може бути виконаний як щодо ніпеля 4, так і щодо муфти 5, або може бути виконаний тільки щодо одного з ніпеля 4 і муфти 5.

Етап попередньої обробки

У разі потреби вищевказаний спосіб виготовлення може включати етап попередньої обробки перед етапом занурення. Етап попередньої обробки включає, наприклад, травлення і лужне знежирювання. На етапі попередньої обробки видаляють масло або тощо, прилипле до контактної поверхні. Етап попередньої обробки може додатково включати етап шліфування, наприклад піскоструминної обробки, або остаточної обробки шляхом машинного шліфування. Може бути виконаний тільки один вид попередньої обробки або багато видів попередньої обробки може бути виконано в поєднанні.

ПРИКЛАДИ

Нижче описано приклади. У прикладах контактна поверхня ніпеля називається "поверхня ніпеля", а контактна поверхня муфти називається "поверхня муфти". Крім того, в прикладах символ "%" означає "масовий відсоток".

Етап підготовки

У даних прикладах як основний метал для нарізного з'єднання використовували представлені на ринку холоднокатані сталеві пластини. Кожна холоднокатана сталева пластина мала такі розміри: довжина – 150 мм, ширина – 100 мм і товщина – 0,8 мм. Ділянку довжиною 100 мм і шириною 100 мм на поверхні кожної холоднокатаної сталєвої пластини піддали нанесенню покриття. Сталь являла собою сталь з ультранизьким вмістом вуглецю.

Потім підготували розчин для нанесення покриття. Використовуваний розчин для нанесення покриття являв собою DAIN Zin alloy N2 (торговельна назва) виробництва компанії Daiwa Fine Chemicals Co., Ltd. Концентрацію іонів хрому в розчині для нанесення покриття для кожного випробування відрегулювали шляхом розчинення гексагідрату хлориду хрому (III) (CrCl₃·6H₂O) у розчині для нанесення покриття. Слід зазначити, що вираз "концентрація Cr у розчині для нанесення покриття (ч/млн)" у Таблиці 1 стосується концентрації (ч/млн) іонів хрому в розчині для нанесення покриття, і її числове значення є цільовим значенням. Значення 0 для "концентрації Cr у розчині для нанесення покриття (ч/млн)" означає, що до розчину для нанесення покриття не

додали вищевказаний гексагідрат хлориду хрому.

Етап утворення шару покриття

Підготовлений розчин для нанесення покриття використовували для утворення шару покриття зі сплаву Zn-Ni на холоднокатаній сталевій пластині для кожного випробування. Утворення шару покриття зі сплаву Zn-Ni виконували шляхом електролітичного нанесення покриття. Електролітичне нанесення покриття виконували в умовах рН розчину для нанесення покриття в діапазоні від 3 до 6, температури розчину для нанесення покриття в діапазоні від 30 до 40 °С і часу тривалості обробки в діапазоні від 5 до 20 хвилин. Інші умови відповідних випробувань вказано в Таблиці 1. У Таблиці 1 вираз "швидкість потоку розчину для нанесення покриття (м/с)" стосується швидкості перемішування розчину для нанесення покриття і являє собою значення, яке показує в перерахунку на лінійну швидкість розчину для нанесення покриття циркулюючий об'єм у разі, коли циркуляція розчину для нанесення покриття забезпечувалася насосом.

Таблиця 1

Ви- пробуван- ня №	Умови нанесення покриття			Шар покриття зі сплаву Zn-Ni						
	Концентра- ція Cr у розчині для нанесення покриття (ч/млн)	Швидкість потоку розчину для нанесення покриття (м/с)	Густина струму (А/дм ²)	Вміст Ni (мас. %)	Інтенсив- ність Cr (відлікв за секунду)	Формула (1) (HV)	Твердість (HV)	Глянсува- тість	Товщина (мкм)	Між- площинна відстань (Å)
1	50	0,5	4	15,4	-	547	737	107,5	8,1	2,111
2	50	0,5	6	15,5	3,8×10 ²	553	744	116,0	8,3	2,111
3	50	0,8	4	15,3	-	542	629	141,5	8,1	2,111
4	50	0,8	6	15,2	-	536	715	144,5	7,5	2,112
5	100	0,5	4	15,3	-	542	731	131,5	7,4	2,111
6	100	0,5	6	15,2	3,3×10 ²	536	815	120,5	7,9	2,112
7	100	0,8	4	15,1	-	531	771	168,0	8,3	2,111
8	100	0,8	6	15,0	-	525	770	137,5	7,9	2,112
9	500	0,5	4	15,1	-	531	939	100,5	7,6	2,113
10	500	0,5	6	14,8	5,0×10 ³	514	803	114,5	7,9	2,113
11	500	0,8	4	14,8	-	514	758	143,0	8,3	2,114
12	500	0,8	6	15,1	-	531	1051	121,0	7,9	2,114
13	1000	0,5	4	14,8	-	514	1010	20,0	6,9	2,115
14	1000	0,5	6	14,4	1,1×10 ⁵	492	947	39,7	6,9	2,114
15	1000	0,8	4	15,1	-	531	997	30,5	6,7	2,115
16	1000	0,8	6	15,0	-	525	1063	33,3	4,6	2,115
17	0	0,5	4	15,9	-	575	432	59,7	8,1	2,109
18	0	0,5	6	15,9	1,0×10 ⁰	575	451	85,9	7,6	2,110
19	0	0,8	4	15,8	-	569	556	113,5	8,3	2,109
20	0	0,8	6	15,7	-	564	463	116,5	7,6	2,110
21	10	0,5	4	15,7	-	564	492	104,0	8,3	2,110
22	10	0,5	6	15,8	3,6×10 ¹	569	450	84,7	8,6	2,110

Випробування для вимірювання композиції шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Композицію шару покриття зі сплаву Zn-Ni вимірювали наступним способом. Вимірювання виконували з використанням ручного флуоресцентного рентгенівського аналізатора (DP2000 (торговельна назва: DELTA Premium) виробництва компанії JEOL Ltd.). Під час вимірювання проаналізували композицію в чотирьох довільних місцях на поверхні холоднокатаної сталевій пластини, на якій був утворений шар покриття зі сплаву Zn-Ni. Виміряні вмісти Zn і Ni визначили з використанням режиму Alloy Plus. Величину, одержану шляхом ділення виміряного вмісту Ni на загальний виміряний вміст Zn і Ni, який був визначений, прийняли як вміст Ni (мас. %). Результати наведено в Таблиці 1. Вміст Cr виміряли подібним способом. Однак під час аналізу, виконаного за допомогою рентгенівської флуоресценції, у всіх прикладах вміст Cr був нижчим за межу виявлення.

Випробування для вимірювання інтенсивності Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni

Інтенсивність Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni вимірювали наступним способом у випробуванні № 2, випробуванні № 6, випробуванні № 10, випробуванні № 14, випробуванні № 18 і випробуванні № 22. Вимірювання виконували з використанням квадрупольного мас-спектрометра вторинних іонів PHI ADEPT-1010 (TM) виробництва компанії ULVAC-PHI, Inc. Умови вимірювання описано нижче. Аналіз виконували в напрямку глибини від поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni. Середнє арифметичне значень вимірювань інтенсивності Cr на глибині від 1,5 до 2,0 мкм від

поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni указано в Таблиці 1.

Бомбардувальні іони: O_2^+

Прискорювальне напруження: 6,0 кВ

Діапазон вимірювання: 64 мкм

Частота вимірювання: кожні 20 нм у напрямку глибини

Елементи вимірювання: Zn, Ni, Cr

Результати мас-спектрометрії вторинних іонів показано на Фіг. 13. На Фіг. 13 вісь абсцис показує глибину. Тут термін "глибина" стосується глибини (мкм), одержаної шляхом перетворення часу вимірювання способом, описаним вище. Вісь ординат показує інтенсивність вторинних іонів. Дані на Фіг. 13 показують результати, одержані шляхом вимірювання після додаткового утворення хроматного покриття на відповідних шарах покриття зі сплаву Zn-Ni у випробуванні № 2, випробуванні № 6, випробуванні № 10, випробуванні № 14, випробуванні № 18 і випробуванні № 22. У зв'язку з цим поблизу зовнішнього шару (глибина від 0 мкм до приблизно 0,4 мкм) для кожного елемента даних був виявлений Cr хроматного покриття, і інтенсивність Cr була високою.

Випробування для вимірювання твердості за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Кожну холоднокатану сталеву пластину, на якій був утворений шар покриття зі сплаву Zn-Ni, розрізали перпендикулярно до поверхні і виміряли твердість (HV) за Віккерсом вищевказаним способом на розрізі шару покриття зі сплаву Zn-Ni, який з'явився після розрізання. Результати наведено в стовпці "Твердість (HV)" у Таблиці 1. Крім того, твердість (HV) за Віккерсом, яка була обчислена на основі вищевказаної формули (1) і вмісту Ni, наведено в стовпці "Формула (1)".

Випробування для вимірювання глясுவатості поверхні шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Глянсуватість поверхні кожної холоднокатаної сталеві пластини, на якій був утворений шар покриття зі сплаву Zn-Ni, виміряли описаним вище способом. Результати наведено в Таблиці 1.

Випробування для вимірювання товщини шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Для виконання випробування для вимірювання товщини шару покриття зі сплаву Zn-Ni у чотирьох довільних місцях на поверхні кожної холоднокатаної сталеві пластини, на якій був утворений шар покриття зі сплаву Zn-Ni, використали описаний вище спосіб. Результати наведено в Таблиці 1.

Випробування для рентгенодифракційного вимірювання шару покриття зі сплаву Zn-Ni

Рентгенодифракційне вимірювання виконували у вищеописаних умовах вимірювання щодо поверхні кожної холоднокатаної сталеві пластини, на якій був утворений шар покриття зі сплаву Zn-Ni. Одержані виміряні профілі порівняли зі значеннями, описаними в картах ASTM, для визначення фаз. Результати показали, що всі приклади являли собою γ -монофазні структури. Крім того, на основі одержаних виміряних профілів обчислили пікове положення PP (градусів), відповідне (411) до площин, описаним вище способом. Потім визначили відстань (\AA) між (411) площинами γ -фази, що входить до шару покриття зі сплаву Zn-Ni. Результати наведено в стовпці "Міжплощинна відстань (\AA)" в Таблиці 1.

Результати оцінки

Існує кореляція між твердістю і опором заїданню шару покриття зі сплаву Zn-Ni. У зв'язку з цим, якщо твердість HV за Віккерсом шару покриття зі сплаву Zn-Ni є високою, опір заїданню буде відмінним. Звернемося до Таблиці 1. У разі холоднокатаних сталевих пластин у випробуваннях №№ 1-16 шар покриття зі сплаву Zn-Ni був утворений із використанням розчину для нанесення покриття, що містить іони хрому в концентрації 30 ч/млн або більше. У зв'язку з цим інтенсивність Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni становила $5,0 \times 10$ відліків за секунду або більше, і твердість HV за Віккерсом збільшилася. Зокрема, твердість за Віккерсом була вищою, ніж твердість за Віккерсом, обчислена на основі формули (1) і вмісту Ni. Інакше кажучи, холоднокатані сталеві пластини у випробуваннях №№ 1-16 мали відмінний опір заїданню.

До того ж на холоднокатаних сталевих пластинах у випробуваннях №№ 1-12 шар покриття зі сплаву Zn-Ni був утворений із використанням розчину для нанесення покриття з концентрацією іонів хрому 800 ч/млн або менше. У результаті глясுவатість становила 100,0 або більше, і у зв'язку з цим на додаток до відмінного опору заїданню холоднокатані сталеві пластини мали відмінний зовнішній вигляд.

Крім того, в холоднокатаних сталевих пластинах у випробуваннях №№ 1-16 міжплощинна відстань між (411) площинами γ -фази становило 2,111 \AA або більше. У результаті твердість за Віккерсом HV становила 600 або більше, і у зв'язку з цим додатково забезпечувався відмінний опір заїданню.

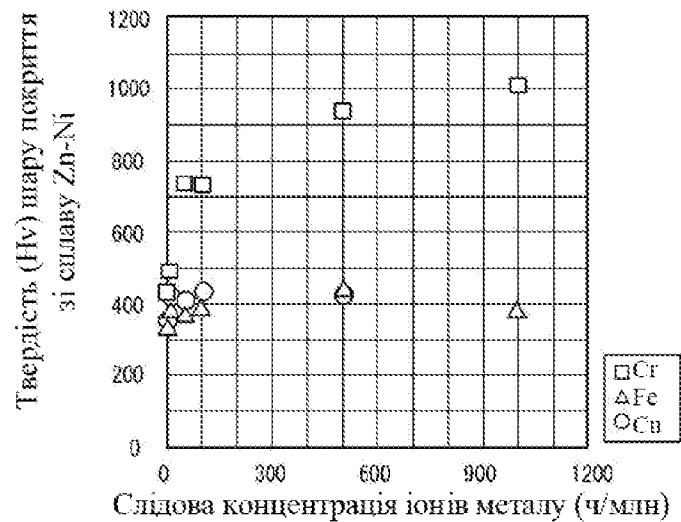
З іншого боку, у разі холоднокатаних сталевих пластин у випробуваннях №№ 17-22 шар покриття зі сплаву Zn-Ni був утворений із використанням розчину для нанесення покриття, що має концентрацію іонів хрому менше ніж 30 ч/млн. У зв'язку з цим інтенсивність Cr у шарі покриття зі сплаву Zn-Ni становила менше ніж $5,0 \times 10$. У результаті твердість за Віккерсом була нижчою, ніж твердість за Віккерсом, обчислена на основі формули (1) і вмісту Ni, і опір заїданню був низьким.

Вище описано варіант здійснення даного винаходу. Однак вищеописаний варіант здійснення є лише прикладом реалізації даного винаходу. Відповідно, даний винахід не обмежується

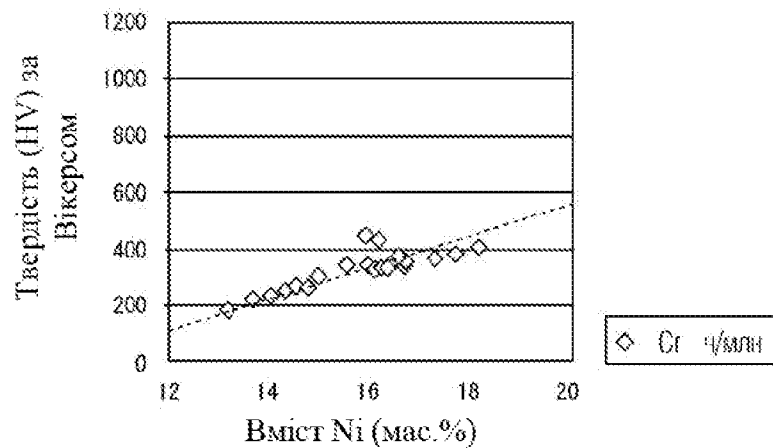
вищеописаним варіантом здійснення, і вищеописаний варіант здійснення може бути модифікований відповідним способом у межах діапазону, який не відхиляється від суті даного винаходу.

СПИСОК ПОСИЛАЛЬНИХ ПОЗИЦІЙ

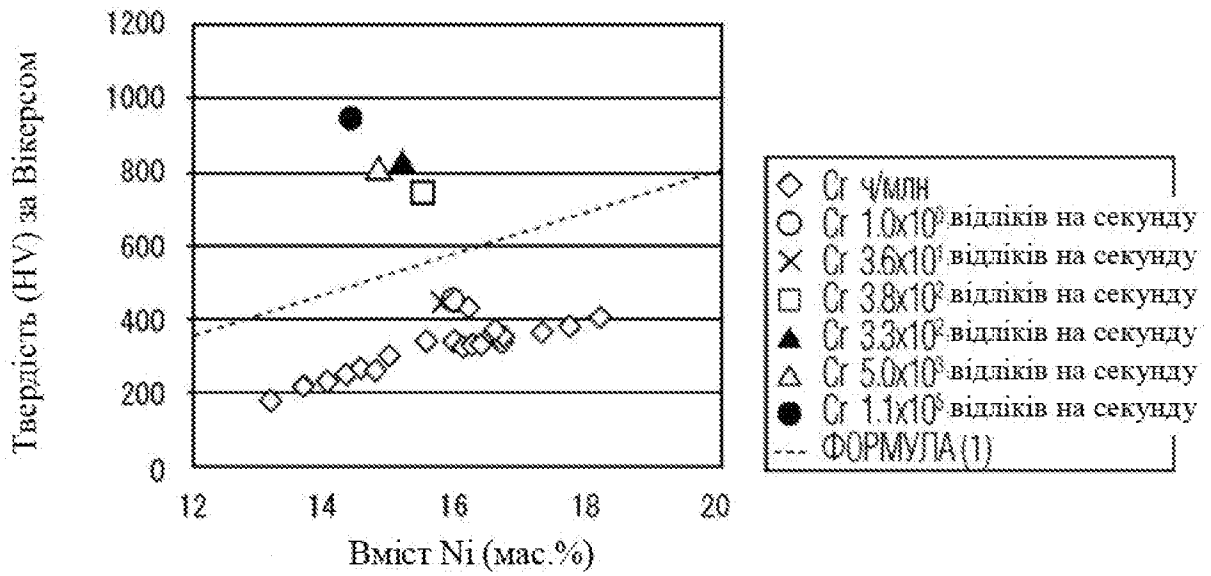
- 1 Нарізне з'єднання для труб
- 2 Сталева труба
- 3 З'єднувач
- 4 Ніпель
- 5 Муфта
- 6 Шар покриття зі сплаву Zn-Ni
- 7 Мазильне покриття
- 40 Контактна поверхня з боку ніпеля
- 41 Нарізна ділянка з боку ніпеля
- 42 Металева ущільнювальна ділянка з боку ніпеля
- 43 Запличикова ділянка з боку ніпеля
- 50 Контактна поверхня з боку муфти
- 51 Нарізна ділянка з боку муфти
- 52 Металева ущільнювальна ділянка з боку муфти
- 53 Запличикова ділянка з боку муфти



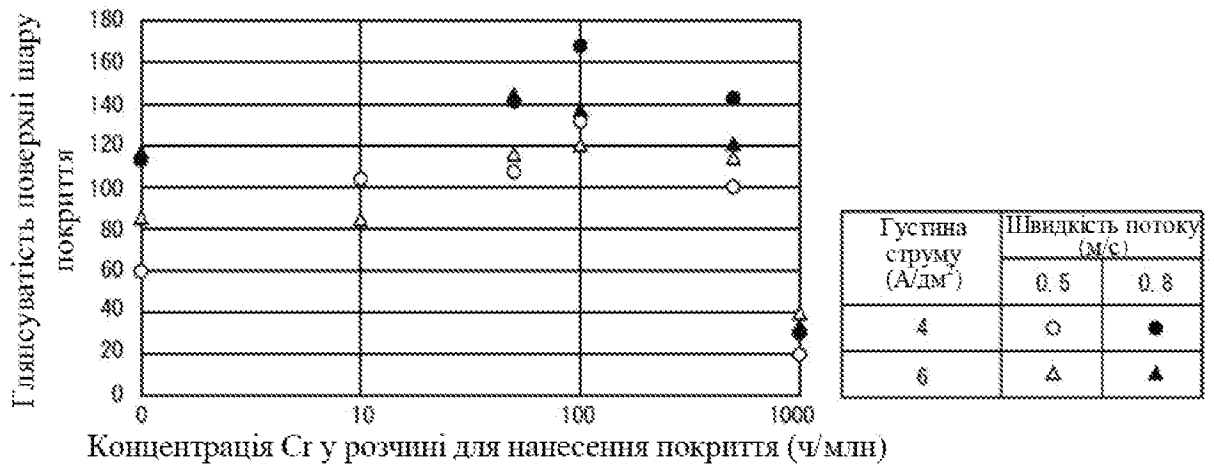
Фиг. 1



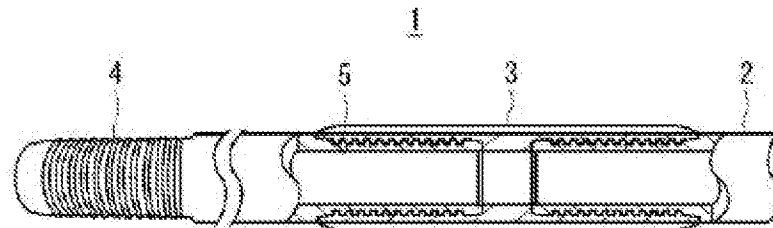
Фиг. 2



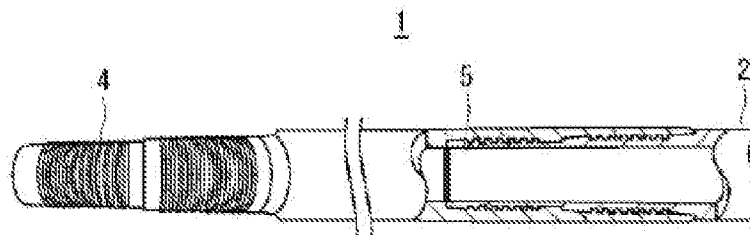
Фіг.3



Фіг.4



Фіг. 5



Фіг. 6

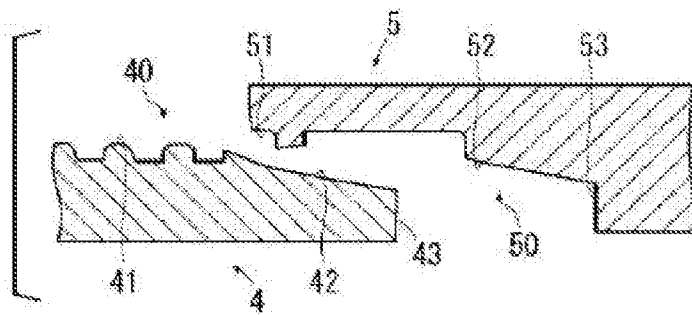


Fig. 7

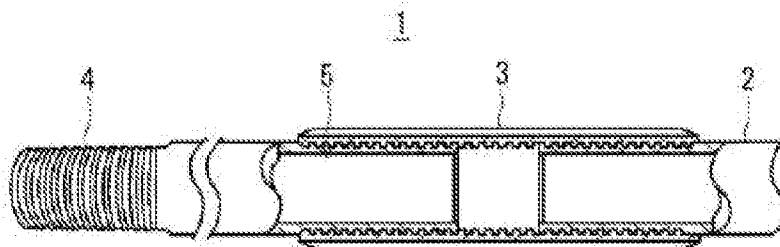


Fig. 8

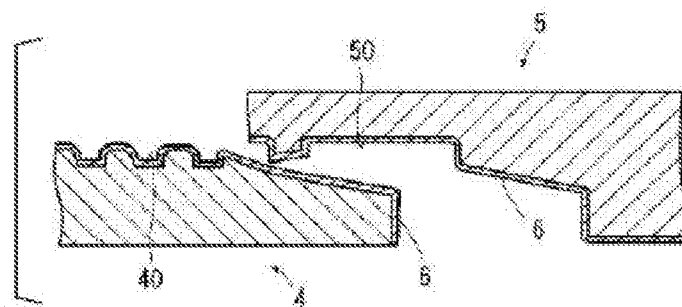


Fig. 9

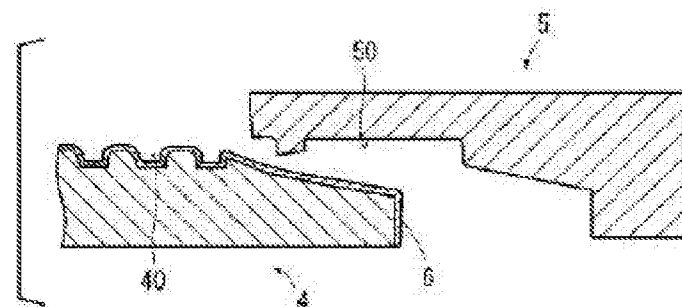
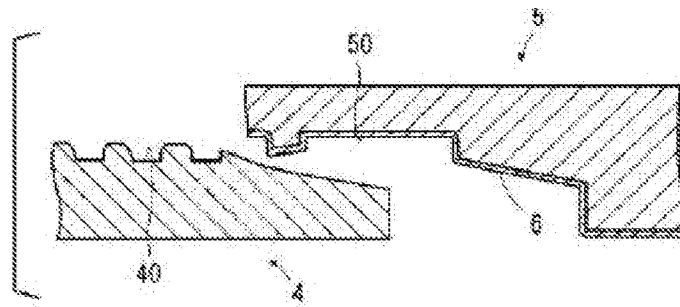
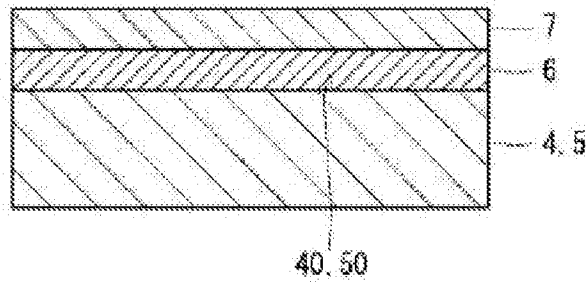


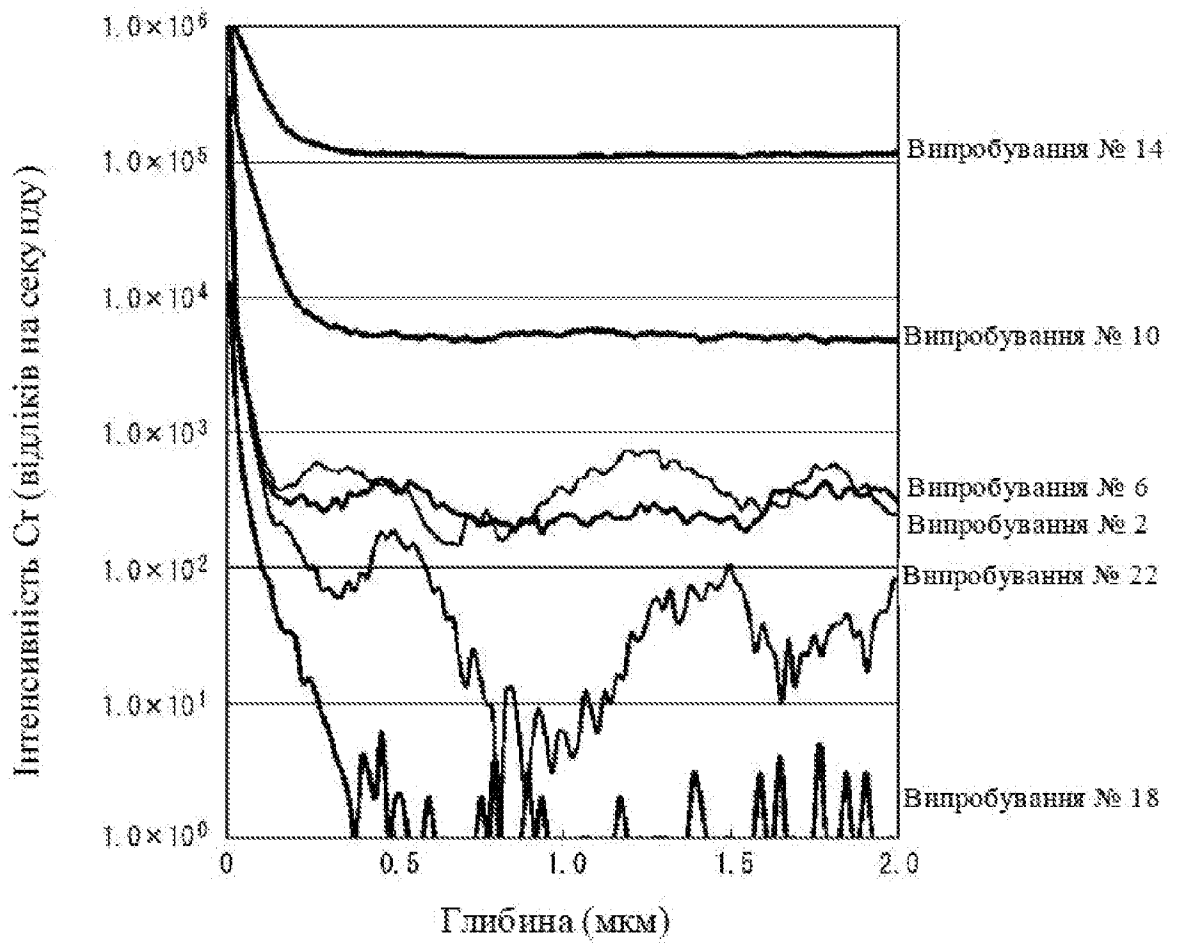
Fig. 10



Фіг. 11



Фіг. 12



Фіг. 13