



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **89998** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
C23C 28/00
C23C 30/00ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: u 2013 13738</p> <p>(22) Дата подання заявки: 26.11.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.05.2014</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2014, Бюл.№ 9</p>	<p>(72) Винахідник(и): Шипиленко Андрій Павлович (UA), Погребняк Олександр Дмитрович (UA), Каверіна Аліса Шер Ахмад (UA), Кірик Григорій Васильович (UA), Береснєв В'ячеслав Мартинович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, 2 м. Суми, 40007 (UA)</p>
---	--

(54) ІНСТРУМЕНТ АБО ВИРІБ З БАГАТОШАРОВИМ ПОКРИТТЯМ**(57) Реферат:**

Інструмент або виріб з багат шаровим покриттям містить сталеву основу із нанесеним на неї тришаровим зносостійким покриттям. При цьому як нижній шар, який нанесений безпосередньо на сталеву основу, використаний оксид алюмінію, як проміжний шар, який нанесений на шар оксиду алюмінію, використаний нітрид ніобію, як останній, верхній шар, нанесений на шар нітриду ніобію, використаний склад із титану, гафнію, кремнію і азоту.

UA 89998 U

Корисна модель належить до машинобудування, а саме до конструкційних матеріалів з металевою основою, з багатокомпонентним і багат шаровим наноструктурним захисним покриттям, які є в даний час основою для здійснення багатьох завдань по захисту виробів з різним функціональним призначенням.

5 Способи отримання конденсованих наноструктурних матеріалів досить різноманітні, проте всі вони ґрунтуються на механізмі інтенсивної дисипації енергії, яка відбувається при формуванні наноструктур. За допомогою високоенергетичних іонно-плазмових потоків можна формувати абсолютно нові матеріали зі структурою, що демонструє унікальні властивості.

10 Серед таких матеріалів особливий інтерес представляють тонкі мікро-нанокристалічні покриття, одержувані за допомогою вакуумно-дугового осадження.

Особливий інтерес представляє одержання покриттів на основі нітридів перехідних металів груп IVA-VIA, які характеризуються високою твердістю, термічною стабільністю і гарною корозійною стійкістю.

15 Відомий виріб (US, 20110058912 A1, US 12/919, 269, опублікований 10.03.2011) описує ріжучий інструмент із покриттям із твердого сплаву, металокераміки, кераміки, кубічного нітриду бору або матеріалу на основі сталі з твердим, зносостійким покриттям, що містить принаймні один шар нітриду металу. Покриття містить щонайменше один шар термічно стабілізованого кубічного структурованого $(Ti_{1-(x+z)} Si_x Me_z)N$ фази з $0,04 < x < 0,20$ і $0 < z < 0,10$, із постійним елементним складом по всьому шару, де Me - один або декілька металів Y, Hf, Nb, Ta, Mo, W, 20 Mn, Fe і Zn із товщиною від 0,5 до 10 μm . Зазначений шар осаджують з використанням катодного випаровування. Це покриття особливо корисне для захисту нержавіючої сталі і жаротривких сплавів.

Основним недоліком є те, що покриття можна використовувати тільки для ріжучого інструменту. Окрім того, другим недоліком є невелика товщина.

25 Відомий також виріб (UA, 91381, B23B 27/00, B23P 15/28, B22F 3/00, C22C 38/10, опубліковано 10.11.2008), що описує тіло, виготовлене з низьковуглецевого дисперсійно-затверділого залізо-кобальт-молібден/вольфрам-азотного сплаву, яке має покриття, що нанесене методом PVD (Plasma Vapour Deposition) або CVD (Chemical Vapour Deposition), товщиною не менше 0,8 μm . При цьому щонайменше один шар покриття має склад $(\Sigma Mex Aly)N$, 30 практично однофазну гранецентровану кубічну кристалічну структуру. Найближчий до основи шар покриття складається з $(Cr_x Al_x)N$.

Основним недоліком є невисока твердість ≤ 30 GPa, а також слабка стійкість до високих температур (600÷700 °C).

35 Найбільш близьким за технічною суттю до об'єкта, що заявляється, є інструмент з багат шаровим покриттям, яке нанесене безпосередньо на сталеву основу і яке складається із нижнього шару у вигляді нітрид- або карбонітрид сполучення титану, хрому та цирконію при їх співвідношенні мас. % титан 78,0-86,0, хром 4,0-6,0, цирконій 12,0-16,0; проміжного - нітрид- або карбонітрид сполучення титану, хрому та цирконію при їх співвідношенні мас. % титан 73,0-81,0, 40 хром 9,0-11,0, цирконій 12,0-16,0; верхнього - нітрид- або карбонітрид сполучення титану, хрому при їх співвідношенні мас. % титан 91,0-93,5, хром 6,5-8,5 (див. патент RU, 97084 U1, B27G 15/00, C23C 14/32, опубліковано 27.08.2010), прийнятий як найближчий аналог.

Засобами найближчого аналога не можна досягти високих показників твердості (до 48 GPa), модуля пружності (до 570 GPa) та високої стійкості в агресивному середовищі, а також забезпечити захист деталей при роботі в умовах високих температур до 2000 °C.

45 В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення виробу з багат шаровим покриттям, в якому за рахунок особливостей його конструктивних елементів, зокрема шарів, речовин з яких виконані зазначені конструктивні елементи та особливостей їх структури суттєво поліпшуються технічні характеристики виробу, зокрема забезпечуються високі показники твердості, модуля пружності, забезпечується висока стійкість до утворення тріщин, а також 50 висока міцність зчеплення його з основою і шарів покриття між собою.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому інструменті або виробі з багат шаровим покриттям, яке містить сталеву основу із нанесеним на неї тришаровим зносостійким покриттям, згідно із корисною моделлю, як нижній шар, який нанесений безпосередньо на сталеву основу, 55 використаний оксид алюмінію товщиною від 50 до 120 μm при наступному співвідношенні, ат. %: алюміній 35-45, кисень 55-65, як проміжний шар, який нанесений на шар оксиду алюмінію, використаний нітрид ніобію, товщиною від 1,2 до 4,0 μm при наступному співвідношенні ат. %: ніобій 50±5, азот 50±5, як останній верхній шар, який нанесений на шар нітриду ніобію, використаний склад із титану, гафнію, кремнію і азоту товщиною від 1,5 до 6,0 μm при наступному співвідношенні компонентів, ат. %: 23,2-28,5, гафній 38,5-42,2, кремній 7,8-9,0, азот - 60 інше. Окрім цього верхній шар із титану, гафнію, кремнію і азоту складається із двох фаз, які

містять нанорозмірні зерна твердого розчину (Ti, Hf/N) із типовими розмірами нанозерен 4÷25 nm, і аморфної фази з α -Si₃N₄ товщиною від 0,4 до 1,2 μ m.

Використання заявлюваного інструменту або виробу з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмітні, дозволяє значно поліпшити технічні характеристики виробу, тому що, за рахунок забезпечення високого рівня залишкової стискуючої напруги і високої адгезії покриття з основою, значно знижуються процеси утворення тріщин під дією різнобічного негативного впливу, відсутні процеси окислення або ерозії покриттів виробу і проникнення кисню углиб виробу.

Також за рахунок того, що між першим та другим шаром осаджується тонка плівка з вуглецю товщиною 12÷14 μ m, а це в свою чергу сприяє отриманню низького коефіцієнта тертя, підвищуються триботехнічні властивості (стійкість до зношування при високих температурах). Все це збільшує ресурс робочого інструменту, забезпечує захист деталей при роботі в умовах високих температур (до 2000 °C).

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де показане розташування шарів, нанесених безпосередньо на основу із сталі.

Інструмент з тришаровим покриттям містить інструментальну основу (1) із твердого сплаву, наприклад сталі. На основу (1) нанесено зносостійке покриття. Зносостійке покриття складається з нижнього (2) проміжного (3) і верхнього (4) шарів. Нижній шар (2) нанесений безпосередньо на основу (1) і складається з оксиду алюмінію (Al₂O₃), товщина цього шару знаходиться на рівні від 50÷120 μ m. Співвідношення компонентів, ат. %: алюміній 35-45, кисень 55-65. Проміжний шар (3), нанесений на шар (2) і складається з нітриду ніобію (NbN) товщиною від 1,2 до 4,0 μ m, при співвідношенні компонентів, ат. %: ніобій 50±5, азот 50±5. Верхній шар (4) товщиною від 1,5 до 6,0 μ m нанесений на проміжний шар (3) і має склад з титану, гафнію, кремнію і азоту (Ti-Hf-Si-N). Співвідношення компонентів у верхньому шарі 4 наступне, ат. %: титан 23,2-28,5, гафній 38,5-42,2, кремній 7,8-9,0, азот - інше. Між першим нижнім шаром (2) та проміжним шаром (3) знаходиться вуглецева плівка (5) товщиною 12÷14 nm. Плівка (5) розташована в порожнинах нижнього шару (2), з об'ємним заповненням (18-35 %) від усієї площі зчеплення.

Для напilenня покриття з Al₂O₃ був використаний двокамерний кумулятивно-детонаційний пристрій. Покриття наносили з порошку AMPERITR740.0 Al₂O₃ з основною фракцією 5,6÷22,6 μ m (до 5 % часток порошку мали характерний розмір \geq 50 μ m). Для подальшого осадження покриття використовувалося катодне вакуумно-дугове осадження з ВЧ-стимуляцією, де використовувався катод з Ti-Hf-Si. Змінювався потенціал зсуву і залишковий тиск в камері. Для утворення нітридів використовувався газоподібний азот. Таким чином, на сталевій підкладці (1) товщина покриття з Al₂O₃ (2) становила 120 μ m, товщина підшарів NbN (3) становила близько 1,2 μ m, а товщина шару з (Ti-Hf-Si)N (4) становила від 1,5 до 6 μ m. Основними елементами покриття виступають Al і кисень, а їх концентрація в точках змінюється незначно. В основному покриття складаються з α -Al₂O₃, присутні включення SiO₂ і γ - Al₂O₃, а також α - Al₂O₃ аморфної фази. Фазовий склад верхнього шару Ti-Hf-Si-N наступний: твердий розчин - (Ti, Hf/N) із типовими розмірами нанозерен 4÷25 nm, та аморфна фаза - Si₃N₄, товщиною від 0,4 до 1,2 nm.

Нанотвердість H по шліфу багат шарового покриття змінюється від 47,8 до 56,5 GPa, при цьому модуль пружності E становить від 435 до 578 GPa. Вимірювання нанотвердості підшару NbN показали значення від 29,4 до 32,3 GPa, а нижнє покриття з Al₂O₃ дало величину H від 18,7 до 22,4 GPa.

Таким чином, використання запропонованої конструкції показало, те що в залежності від показників зовнішнього покриття конструкції в порівнянні з найближчим аналогом, запропонована конструкція має низьку швидкість корозії. Окрім цього, виріб характеризується високою міцністю зчеплення його з основою і шарів покриття між собою та високу стійкість до утворення тріщин.

50

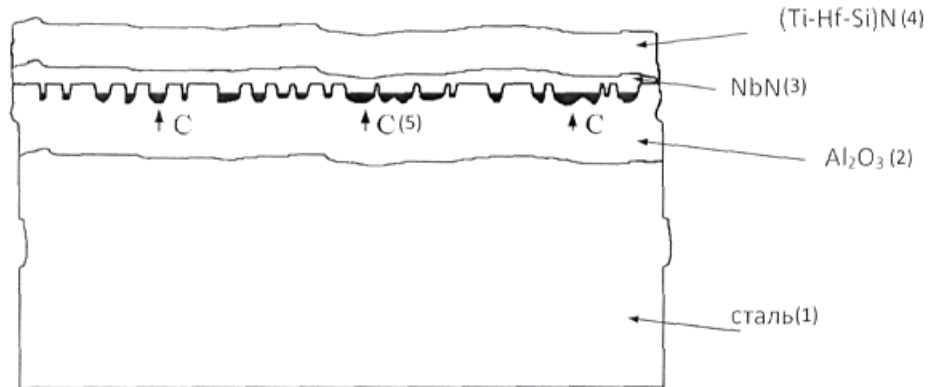
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Інструмент або виріб з багат шаровим покриттям, який містить сталеву основу із нанесеним на неї тришаровим зносостійким покриттям, який **відрізняється** тим, що як нижній шар, який нанесений безпосередньо на сталеву основу, використаний оксид алюмінію товщиною від 50 до 120 μ m при наступному співвідношенні, ат. %: алюміній 35-45, кисень 55-65, як проміжний шар, який нанесений на шар оксиду алюмінію, використаний нітрид ніобію, товщиною від 1,2 до 4,0 μ m при наступному співвідношенні, ат. %: ніобій 50±5, азот 50±5, як останній, верхній шар, нанесений на шар нітриду ніобію, використаний склад із титану, гафнію, кремнію і азоту

55

товщиною від 1,5 до 6,0 μm при наступному співвідношенні компонентів, ат. %: титан 23,2-28,5, гафній 38,5-42,2, кремній 7,8-9,0, азот-інше.

2. Інструмент або виріб з багат шаровим покриттям за п. 1, який **відрізняється** тим, що верхній шар з Ti-Hf-Si-N складається із двох фаз: нанорозмірні зерна твердого розчину (Ti, Hf/N) із типовими розмірами нанозерен 4÷25 нм, і аморфної фази з $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ товщиною від 0,4 до 1,2 нм.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601