



(19) **UA** (11) **46 760** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **C 23C 28/00 A, C 23C 28/04 B,**
C 23C 14/02 B, C 23C 14/08 B, C
23C 14/06 B

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 97105207, 12.04.1996
(24) Дата начала действия патента: 17.06.2002
(30) Приоритет: 25.04.1995 US 08/428,449
25.04.1995 US 08/428,452
(46) Дата публикации: 15.06.2002
(86) Заявка РСТ:
РСТ/EP96/01565, 19960412

(72) Изобретатель:
БЕЕЛЕ Вольфрам, DE
(73) Патентовладелец:
СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЬШАФТ, DE

(54) ДЕТАЛЬ ИЗ СУПЕРСПЛАВА С СИСТЕМОЙ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ И СПОСОБ ЕГО НАНЕСЕНИЯ

(57) Реферат:

Подкладка из суперсплава на основе никеля или кобальта покрывается защитной системой, устойчивой по отношению к тепловому, коррозионному и эрозионному действию. Слой закрепления наносится на подкладку. Слой закрепления представляет собой окисное соединение, легированное азотом. Окисное соединение представляет собой, в частности, оксид алюминия. Керамическое покрытие наносится на слой закрепления. Изменение слоя

закрепления предотвращает прохождение диффундирующих элементов через слой закрепления в тепловой барьерный слой.

Официальный бюллетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2002, N 6, 15.06.2002. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** ⁽¹¹⁾ **46 760** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 23C 28/00 A, C 23C 28/04**
B, C 23C 14/02 B, C 23C 14/08 B,
C 23C 14/06 B

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

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

(21), (22) Application: 97105207, 12.04.1996
(24) Effective date for property rights: 17.06.2002
(30) Priority: 25.04.1995 US 08/428,449
25.04.1995 US 08/428,452
(46) Publication date: 15.06.2002
(86) PCT application:
PCT/EP96/01565, 19960412

(72) Inventor:
BEELE Wolfram, DE
(73) Proprietor:
SIEMENS ACTIENGESELLSCHAFT, DE

(54) **A DETAIL MADE OF SUPER-ALLOY WITH A SYSTEM OF PROTECTIVE COATING AND A METHOD FOR APPLYING IT**

(57) Abstract:

A nickel or cobalt-based superalloy substrate is covered with a protective system resistant to thermal, corrosive and erosive attack. An anchoring layer is disposed on the substrate. The anchoring layer is formed as an oxide compound doped with nitrogen. The oxide compound is alumina in particular. A ceramic coating is disposed on the anchoring layer. The modification

of the anchoring layer prevents the transmission of diffusing elements through the anchoring layer to the thermal barrier layer.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2002, N 6, 15.06.2002. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **46 760** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **C 23C 28/00 A, C 23C 28/04 B,**
C 23C 14/02 B, C 23C 14/08 B, C
23C 14/06 B

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
97105207, 12.04.1996

(24) Дата набуття чинності: 17.06.2002

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької
конвенції : 25.04.1995 US 08/428,449
25.04.1995 US 08/428,452

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 15.06.2002

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки
відповідно до договору РСТ:
РСТ/EP96/01565, 19960412

(72) Винахідник(и):
БЄЄЛЄ Вольфрам , DE

(73) Власник(и):
СІМЕНС АКЦІЕНГЕЗЕЛЬШАФТ, DE

(54) ДЕТАЛЬ ІЗ СУПЕРСПЛАВУ З СИСТЕМОЮ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ І СПОСІБ ЙОГО НАНЕСЕННЯ

(57) Реферат:

Підкладка із суперсплаву на основі нікелю або
кобальту покривається захисною системою,
стійкою до теплової, корозійної та ерозійної дії.
Шар закріплення наноситься на підкладку. Шар
закріплення являє собою окисну сполуку, леговану

азотом. Окисна сполука являє собою, зокрема,
оксид алюмінію. Керамічне покриття наноситься на
шар закріплення. Зміна шару закріплення запобігає
проходженню дифундуючих елементів через шар
закріплення у тепловий бар'єрний шар.

Опис винаходу

Винахід стосується деталі із суперсплаву, на яку нанесена система захисного покриття з різними шарами.

У патенті США №5238752, який був виданий на ім'я Дудерштадта (Duderstadt) та інших, описується система покриття для деталі газової турбіни, яка також містить керамічний тепловий бар'єрний шар та сполучний шар або сполучне покриття, яке з'єднує тепловий бар'єрний шар з підкладкою. Сполучний шар містить інтерметалеву сполуку алюмінію, зокрема, алюмінію нікелю або алюмінію платини. Сполучний шар також має тонкий шар оксиду алюмінію, який призначений для закріплення теплового бар'єрного шару.

У патенті США №5262245 (Fuji Xerox Co., Ltd., Tokyo, Japan) November 16, 1993, який був виданий на ім'я Уліона (Ulion) та інших, описується результат зусиль, спрямованих на спрощення систем покриття, які мають теплові бар'єрні шари на деталях газової турбіни, шляхом усунення сполучного шару, що повинен бути нанесений під тепловим бар'єрним шаром. З цією метою, описується склад суперсплаву, який може використовуватися для створення підкладки деталі газової турбіни та на зовнішній поверхні якого при відповідній обробці з'являється шар оксиду алюмінію. Цей шар оксиду алюмінію використовується для закріплення керамічного теплового бар'єрного шару безпосередньо на підкладці, усуваючи необхідність у спеціальному сполучному шарі, який потрібно наносити між основою та тепловим бар'єрним шаром. У самих широких межах суперсплав містить, як вказано у масових частках %:

3 - 12Cr, 3 - 10W, 6 - 12Ta, 4 - 7Al, 0 - 15Co, 0 - 3Mo, 0 - 15Re, 0 - 0,0020B, 0 - 0,045C, 0 - 0,8Hf, 0 - 2Nb, 0 - 1V, 0 - 0,01Zr, 0 - 0,07Ti, 0 - 10 благородних металів, 0 - 0,1 рідкісноземельних металів, включаючи Sc та Y, залишок Ni.

У патенті США №5087477 (United Technologies Corporation, Hartford, Conn.) February 11, 1992, який був виданий на ім'я Гігінса-молодшого (Giggings, Jr.) та інших, описується спосіб нанесення керамічного теплового бар'єрного шару на деталь газової турбіни за допомогою процесу фізичного осадження із парової фази, який полягає у випаровуванні сполук, що створюють тепловий бар'єрний шар, використовуючи електронний промінь та створюючи на деталі атмосферу, яка має керований вміст кисню, щоб отримати тепловий бар'єрний шар.

У патентах США №5154885, 5268238, 5273712 та 5401307, які були видані на ім'я Чеха (Czech) та інших, описуються передові системи покриття для деталей газової турбіни, які містять захисні покриття із сплавів MCrAlY. Описані сплави MCrAlY мають ретельно збалансовані склади, які забезпечують виключно гарну сумісність з суперсплавами, що використовуються для підкладок. Основу сплавів MCrAlY складають нікель та/або кобальт. Також обговорюється додавання інших елементів, зокрема, кремнію та ренію. Вказується, зокрема, що реній є добавкою, якій надають перевагу. Усі описані сплави MCrAlY також є дуже придатними для нанесення у якості сполучних шарів, які закріплюють теплові бар'єрні шари, особливо у контексті описуваного нижче винаходу.

У вищезгаданому патенті США №5401307 також міститься огляд суперсплавів, які вважаються придатними для створення деталей газової турбіни, що піддаються високим механічним та тепловим навантаженням під час роботи. Зокрема, наводяться чотири класи суперсплавів. Відповідні суперсплави містять, у масових долях %:

1. 0,03 - 0,05C, 18 - 19Cr, 12 - 15Co, 3 - 6Mo, 1 - 1,5W, 2 - 2,5Al, 3 - 5Ti, довільні незначні добавки Ta, Nb, B та/або Zr, решта Ni.

2. 0,1 - 0,15C, 18 - 22Cr, 18 - 19Co, 0 - 2W, 0 - 4Mo, 0 - 1,5Ta, 0 - 1Nb, 1 - 3Al, 2 - 4Ti, 0 - 0,75Hf, довільні незначні добавки B та/або Zr, решта Ni.

3. 0,07 - 0,1C, 12 - 16Cr, 8 - 10Co, 1,5 - 2Mo, 2,5 - 4W, 1,5 - 5Ta, 0 - 1Nb, 3 - 4Al, 3,5 - 5Ti, 0 - 0,1Zr, 0 - 1Hf, довільні незначні добавки B, решта Ni.

4. Приблизно 0,25C, 24 - 30Cr, 10 - 11Ni, 7 - 8W, 0 - 4Ta, 0 - 0,3Al, 0 - 0,3Ti, 0 - 0,6Zr, довільні незначні добавки B, решта кобальт.

У патентах США №4055705, який був виданий на ім'я Стекура (Stecura) та інших, №4321310, який був виданий на ім'я Уліона (Ution) та інших, та №4321311 B32B33/00, March 23, 1982, який був виданий на ім'я Стренгмана (Strangman) і який розглядається як найближчий аналог, описуються системи покриття для деталей газової турбіни, виготовлених із суперсплавів на основі нікелю або кобальту. Описана система покриття складається з теплового бар'єрного шару, який містить кераміку, що має, зокрема, стовпчасту зернисту структуру, нанесену на сполучний шар або сполучне покриття, яке у свою чергу нанесене на підкладку та з'єднує тепловий бар'єрний шар з нею. Сполучний шар виготовлений із сплаву типу MCrAlY, а саме із сплаву на основі хрому, алюмінію та такого рідкісноземельного металу, як ітрій, який містить принаймні залізо або кобальт, або нікель. Інші елементи також можуть бути присутні у сплаві MCrAlY; приклади даються нижче. Важливою особливістю сполучного шару є наявність на сплаві MCrAlY тонкого шару, який використовується для закріплення теплового бар'єрного шару. У якості вказаного шару може бути оксид алюмінію або оксид алюмінію, змішаний з оксидом хрому, у залежності від складу сплаву MCrAlY та температури атмосфери окислення, у якій створено шар. Врешті-решт, шар оксиду алюмінію може бути створений навмисне за допомогою окремого процесу нанесення покриття, який є подібним процесу осадження із парової фази (PVD).

Інформацію відносно змінених сполук оксиду алюмінію, зокрема, сполук оксиду алюмінію, легованих азотом, можна одержати із статті винахідника, яка називається "Удосконалення покриттів для високотемпературних застосувань у теплових машинах" (Schichtentwicklungen fur Hochtemperaturanwendungen in thermischen Maschinen) та виданій у публікації "Проміжні звіти VDI, серія №5" (Fortschritts-Berichte VDI, Reihe 5) №345, VDI-Verlag, Дюссельдорф, Німеччина, 1994 рік. У цій статті також міститься інформація про способи нанесення

таких сполук оксиду алюмінію у вигляді шарів.

Додаткова інформація про змінені сполуки оксиду алюмінію можна одержати із статті Л. Пейхла (L. Peichi) та Д. Беттріджа (D. Bettridge), яка має назву "Накладені та дифундовані покриття для аерогазових турбін" та міститься у книзі під назвою "Матеріали для передової енергетики. Частина перша", яка була видана Д. Кутсурадїсом (D. Coutsouradis) та іншими, видавництво Kluwer Academic Publishers, Дордрехт, Нідерланди, 1994 рік, сторінки 717 - 740, а також із статті О. Кнотека (O. Knotek), Е. Лутшайдера (E. Lugscheider), Ф. Леффлера (F. Löffler) та В. Бееле (V. Beele), яка була опублікована у журналі "Surface and Coating Techniques", том 68/69 (1994 рік), сторінки 22 - 26.

Стандартна практика нанесення теплового бар'єрного шару на підкладку виготовлюваного виробу включає створення оксидної плівки на виробі шляхом нанесення відповідного сполучного шару на виріб, який створює оксидну плівку на його поверхні в умовах окислення, або шляхом вибору для виробу, який може самостійно створити оксидну плівку на його поверхні. Ця оксидна плівка використовується для закріплення теплового бар'єрного шару, який наноситься пізніше.

Під час теплового навантаження у виробі відбуваються дифузійні процеси. Зокрема, дифузійне активні хімічні елементи, наприклад гафній, вольфрам та кремній, які є компонентами більшості суперсплавів, що використовуються для вказаних виробів, можуть мігрувати через оксидну плівку в тепловий бар'єрний шар. Дифузійне активні хімічні елементи можуть викликати пошкодження теплового бар'єрного шару, змінюючи та, врешті-решт, погіршуючи його основні властивості. Це відноситься, зокрема, до теплового бар'єрного шару, який містить такі сполуки оксиду цирконію, як частково стабілізовані сполуки оксиду цирконію, оскільки майже усі сполуки оксиду цирконію залежать від деяких інгредієнтів, які визначають та стабілізують їхні специфічні властивості. Дія таких інгредієнтів, мабуть, передається хімічними елементами, які мігрують у сполуки в результаті дифузії або якого-небудь іншого хімічного явища.

Для того щоб тепловий бар'єрний шар, нанесений на підкладку, яка містить дифузійне активні хімічні елементи, зберігав свої головні властивості на протязі необхідного періоду часу, матеріал не повинен дозволяти міграцію дифузійне активних хімічних елементів у тепловий бар'єрний шар.

Одначе на цей аспект ще не звернули увагу ті, хто працює у цій галузі техніки. До цього часу, для закріплення теплового бар'єрного шару на основі із суперсплаву використовували тільки оксидні плівки, незважаючи на те, що вони пропускали хімічні елементи, які дифундують у тепловий бар'єрний шар.

У відповідності з викладеним, ціллю винаходу є створення деталі із суперсплаву, що має систему захисного покриття, яка не має вказаних вище недоліків, властивих відомим пристроям такого загального типу, та зводить до мінімуму або відвертає пропускання елементів, які дифундують через шар закріплення у тепловий бар'єрний шар, завдяки відповідній зміні шару закріплення.

З урахуванням викладеної вище та інших цілей пропонується, згідно з винаходом, виготовлення деталі із суперсплаву з системою захисного покриття, яка містить:

підкладку, виготовлену із суперсплаву на основі нікелю або кобальту;
проміжний шар, нанесений на підкладку, який містить, щонайменше, шар закріплення,
керамічне покриття, нанесене на вказаному шарі закріплення, яке містить окисну сполуку, яка відрізняється тим, що проміжний шар містить необов'язково сполучний шар, який розміщений між підкладкою та шаром закріплення, і тим, що шар закріплення легований азотом із забезпеченням непроникності шару закріплення для дифундуючих атомів.

Згідно з ознакою винаходу, який надається перевага, окисна сполука містить оксид алюмінію та/або оксид хрому. Зокрема, окисна сполука містить оксид алюмінію.

Згідно з додатковою ознакою винаходу деталь містить дифузійне активний хімічний елемент, покритий шаром закріплення. Дифузійне активний хімічний елемент, здебільшого являє собою елемент, який вибирається із групи, що складається з гафнію, титану, вольфраму та кремнію. Зокрема, дифузійне активний елемент знаходиться у підкладці або у нанесеному на підкладку сполучному шарі.

Згідно з іншою ознакою винаходу керамічне покриття включає ZrO_2 . В іншому варіанті винаходу керамічне покриття містить по суті ZrO_2 та стабілізатор, вибраний із групи, яка складається з Y_2O_3 , CeO_2 , LaO та MgO .

У варіанті реалізації винаходу, якому надається перевага, товщина шару закріплення становить менше, ніж 3мкм.

Згідно з іще однією ознакою винаходу шар закріплення містить від 1 до 10 атомних % азоту, але перевагу надають вмісту від 2 до 5 атомних %.

Згідно з іще однією додатковою ознакою винаходу шар закріплення також легований іншим хімічним елементом, причому цей елемент також покритий шаром закріплення. В одному варіанті реалізації винаходу цим хімічним елементом є хром. Зокрема, вказаний хімічний елемент знаходиться у підкладці або сполучному шарі, який знаходиться на цій підкладці.

Згідно з іншою додатковою ознакою винаходу шар закріплення є легований іще одним хімічним елементом і вказаний хімічний елемент також знаходиться у керамічному покритті.

Згідно з іще однією ознакою винаходу на виробі є сполучний шар, який знаходиться між підкладкою та шаром закріплення.

У варіантах винаходу, яким надається перевага, сполучний шар виготовлений із алюмініду металу або із сплаву $MCrAlY$.

Згідно з іншою ознакою винаходу шар закріплення легований іще одним хімічним елементом і цей елемент також знаходиться у сполучному шарі.

Згідно з додатковою ознакою винаходу підкладка, сполучний шар (якщо він є), шар закріплення та керамічне

покриття створюють деталь газової турбіни. Зокрема, деталь газової турбіни являє собою профільовану деталь газової турбіни, яка містить опорну ділянку та профільовану ділянку, причому опорна ділянка може стало утримувати деталь під час роботи, профільована ділянка піддається дії газового потоку, що проходить під час роботи вздовж деталі, а шар закріплення та керамічний шар знаходяться на профільованій ділянці.

З урахуванням вказаних вище та інших передбачуваних цілей згідно з винаходом також пропонується, спосіб нанесення керамічного покриття на деталь, яка містить підкладку із суперсплаву на основі нікелю або кобальту. Зокрема, підкладка може мати нанесений на неї сполучний шар, як описано вище. Спосіб полягає у виконанні таких операцій:

нанесення шару закріплення, який містить окисну сполуку, леговану азотом, на підкладку, що виготовлена із суперсплаву на основі нікелю або кобальту; та нанесення керамічного покриття на шар закріплення.

Згідно з додатковим варіантом реалізації винаходу операція нанесення шару закріплення виконується за допомогою фізичного осадження із парової фази. Здебільшого вказане осадження із парової фази включає розпилення або електронно-променеве напилення.

Згідно з іще одним варіантом реалізації винаходу операція нанесення шару закріплення полягає у: нанесенні на підкладку шару, який містить іншу окисну сполуку, що вільна від азоту; створенні атмосфери, яка містить азот навколо шару; та

створенні шару закріплення, піддаючи шар та атмосферу дії підвищеної температури та дифузії азоту у шар.

Керамічне покриття може також бути нанесене на систему за допомогою процесу фізичного осадження із парової фази (PVD).

Інші ознаки, які вважаються характерними для винаходу, викладені у формулі винаходу, що додається.

Хоча винахід ілюструється та описується на прикладі деталі із суперсплаву, яка має систему захисного покриття, ця деталь ні в якій мірі не обмежує винахід, оскільки можуть бути зроблені різні модифікації та внесені конструктивні зміни, які не виходять за межі суті та об'єму винаходу і знаходяться у межах еквівалентів формули винаходу.

Одначе, суть винаходу разом з додатковими цілями та його переваги можна буде краще зрозуміти з наведеного нижче опису конкретного варіанту реалізації, який дається з посиланням на креслення, що додаються. На кресленнях:

Фіг.1 - вид з частковим поперечним перерізом підкладки, яка має систему захисного покриття, що включає нанесене на неї керамічне покриття; та

Фіг.2 - перспективний вид профільованої деталі газової турбіни, яка містить підкладку та систему захисного покриття, що показана на фіг. 1.

Розглянемо тепер фігури більш докладно, і спочатку, зокрема, фіг.1; на ній показана підкладка 1 виготовленого виробу, зокрема, деталі газової турбіни, яка під час роботи піддається великому тепловому навантаженню та одночасному корозійному та ерозійному роз'їданню. Підкладка 1 виготовлена із матеріалу, який може забезпечити міцність та структурну стійкість під час дії великого теплового навантаження і, врешті-решт, додаткового механічного навантаження, яке викликається такими несприятливими силами, як відцентрові сили. Матеріалом, який є добре відомим та використовується для такої цілі у двигуні газової турбіни, є суперсплав на основі нікелю або кобальту.

Щоб зменшити теплове навантаження, яке прикладається до підкладки 1, на неї наносять тепловий бар'єрний шар 2. Цей шар 2 містить кераміку, яка має стовпчасту зернисту структуру, що, як пояснювалося вище, містить, зокрема, стабілізований або частково стабілізований оксид цирконію. Тепловий бар'єрний шар 2 закріплений на підкладці 1 за допомогою проміжного шару 3. Проміжний шар 3 отримують шляхом нанесення на підкладку сполучного шару 4, який містить сплав MCrAlY , що є здебільшого сплавом, який описаний в одному із патентів США №5154885, 5268238, 5273712 та 5401307, та шляхом створення на сполучному шарі 4 шару закріплення 5, як буде пояснено нижче. Сполучний шар 4 має деякі спільні функції зі сполучним шаром, який використовується у відомих технічних рішеннях та має, зокрема, міцне зчеплення з підкладкою 1. Шар закріплення 5 призначений для закріплення теплового бар'єрного шару 2. Як сполучний шар 4, так і шар закріплення 5 створюють проміжний шар 3.

На кресленні не передбачається показ товщини шарів 4 та 5 у масштабі;

товщина шару закріплення 5 у дійсності може бути набагато меншою, ніж товщина сполучного шару 4 і вона становить, як вказувалося вище, усього лише декілька атомних шарів.

Шар закріплення 5 містить окисну сполуку, а саме оксид алюмінію, легований азотом. Вміст азоту не повинен бути дуже високим, і вміст азоту у декілька атомних процентів вважається ефективним.

Результат легування шару закріплення 5 азотом базується на тому, що атоми азоту, розподілені у кристалах оксиду, які являють собою іонні кристали, що містять позитивно заряджені іони металу та іони O^{2-} викликають нестійкість розподілення електричних зарядів в іонному кристалі і тим самим перешкоджають атомам дифундувати через іонний кристал. Можна сказати, що добавлення незначної кількості атомів, які істотно відрізняються від атомів або відповідних іонів, спричиняє неупорядкованість кристалу та робить його непрозорим або непроникним для дифундуючих атомів, які більше не мають правильної моделі інгредієнтів, що є головним для легкого проникнення через кристал. Додавання досить значної кількості азоту, що набагато перевищує будь-яке додавання, яке могло б розглядатися як легування, могло б, звичайно, викликати перетворення структури кристалу оксиду у кристал, що містить правильну модель інгредієнтів металу, кисню та азоту.

Шар закріплення 5 може наноситися декількома способами, зокрема, за допомогою процесу фізичного осадження із парової фази (PVD), який схожий з процесом PVD з електронним променем, іонною металізацією розбризкуванням та катодним дуговим осадженням - PVD, або тепловою обробкою шару окисної сполуки в атмосфері, яка містить азот. Така теплова обробка здійснюється, зокрема, при температурі 700 - 1100°C. Атмосфера, яка містить азот, може також використовуватися для забезпечення азотом процесу PVD, який полягає у напиленні потрібного металу та окисної сполуки із відповідного джерела та добавленні азоту із вказаної атмосфери. Зокрема, атмосфера, яка містить азот, по суті містить аргон, кисень та азот при повному тиску 10^{-2} - 1Па.

На фіг.2 показана уся деталь газової турбіни, а саме профільована деталь 6 газової турбіни, зокрема, лопатка турбіни. Деталь 6 має профільовану ділянку 7, яка під час роботи є "активною частиною" двигуна газової турбіни; опорна ділянка 8, на якій деталь 6 тривало утримується під час роботи, та обмежувальну ділянку 9, яка разом із суміжними обмежувальними ділянками сусідніх деталей створює перепону, що не дозволяє газовому потоку відхилитися від траєкторії, по якій він переміщується вздовж профільованої ділянки під час роботи.

Переріз на фіг.1 виконано вздовж лінії I - I, яка показана на фіг.2.

Повертаючись знову до фіг.1, можна таким чином підсумувати нове поєднання шару закріплення 5 з тепловим бар'єрним шаром: Оскільки шар закріплення 5 має високий вміст сполук, що містять метал та кисень, хімічна формула яких навряд чи може бути визначена у зв'язку зі спотворювальною дією також присутнього азоту, то це дійсно дуже сприяє закріпленню теплового бар'єрного шару 2. Цей тепловий бар'єрний шар 2 може бути відповідним чином нанесений на підкладку 1 відразу ж після нанесення шару закріплення 5 і, зокрема, на тому ж самому пристрої та за допомогою максимально можливої кількості установок, які вже використовувалися для нанесення шару закріплення 5. Поєднання шару закріплення 5 з тепловим бар'єрним шаром 2, нанесеного таким чином, має такі самі переваги, як і подібні поєднання у відомих технічних рішеннях, та додатково забезпечує достатньо тривалий строк служби завдяки отриманню міграції дифузійне активних інгредієнтів у тепловий бар'єрний шар 2.

Формула винаходу

1. Деталь із суперсплаву з системою захисного покриття, яка містить: підкладку, виготовлену із суперсплаву на основі нікелю або кобальту; проміжний шар, нанесений на підкладку, який містить, щонайменше, шар закріплення; керамічне покриття, нанесене на вказаному шарі закріплення, яке містить окисну сполуку, яка відрізняється тим, що проміжний шар містить необов'язково сполучний шар, який розміщений між підкладкою та шаром закріплення, і тим, що шар закріплення легований азотом із забезпеченням непроникності шару закріплення для дифундуючих атомів.

2. Деталь за п. 1, яка відрізняється тим, що окисна сполука містить оксид хрому.

3. Деталь за п. 1, яка відрізняється тим, що окисна сполука містить алюміній.

4. Деталь за одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що включає дифузійно активний хімічний елемент, покритий шаром закріплення.

5. Деталь за п. 4, яка відрізняється тим, що дифузійно активним хімічним елементом є елемент, що вибирається із групи, що містить гафній, титан, вольфрам та кремній.

6. Деталь за одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що керамічне покриття включає ZrO_2 .

7. Деталь за п. 6, яка відрізняється тим, що керамічне покриття має стабілізатор, що вибирається із групи, яка складається з Y_2O_3 , SeO_2 , LaO та MgO .

8. Деталь за одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що товщина шару закріплення є меншою ніж 3 мкм.

9. Деталь за одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що шар закріплення містить 1-10 атомних % азоту.

10. Деталь за п. 9, яка відрізняється тим, що шар закріплення містить 2-5 атомних % азоту.

11. Деталь за одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що шар закріплення також легований іще одним хімічним елементом, що також покритий шаром закріплення.

12. Деталь згідно з п. 11, яка відрізняється тим, що цим хімічним елементом є хром.

13. Деталь згідно з одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що шар закріплення легований іншим хімічним елементом, який також присутній у керамічному покритті.

14. Деталь згідно з одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що сполучний шар складається із алюмініду металу.

15. Деталь згідно з одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що сполучний шар виготовлений із сплаву $MCrAlY$.

16. Деталь згідно з одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що шар закріплення легований іще одним хімічним елементом, який також присутній у сполучному шарі.

17. Деталь згідно з одним із попередніх пунктів, яка відрізняється тим, що підкладка, шар закріплення та керамічне покриття утворюють деталь газової турбіни.

18. Деталь згідно з п. 17, яка відрізняється тим, що деталь газової турбіни являє собою профільовану деталь газової турбіни, що містить опорну та профільовану ділянки, може стало утримувати деталь під час роботи, а профільована ділянка піддається під час роботи дії газового потоку, який проходить вздовж деталі, причому шар

закріплення та керамічний шар знаходяться на профільованій ділянці.

5 19. Спосіб нанесення захисного покриття на деталь, яка має підкладку, виготовлену із суперсплаву на основі нікелю або кобальту, який включає: нанесення одного проміжного шару, який містить, щонайменше один шар, на підкладку, нанесення керамічного покриття на проміжний шар, який відрізняється тим, що проміжний шар містить шар закріплення, на який наноситься керамічне покриття із нанесенням окисної сполуки, легованої азотом як і шар закріплення, та необов'язково сполучного шару, який є частиною проміжного шару, між підкладкою та шаром закріплення.

10 20. Спосіб згідно з п. 19, який відрізняється тим, що операція нанесення шару закріплення виконується за допомогою процесу фізичного осадження із парової фази.

21. Спосіб згідно з п. 19 або 20, який відрізняється тим, що операція закріплення полягає у: нанесенні на підкладку або на довільний сполучний шар шару, який містить іншу окисну сполуку, що вільна від азоту; створення навколо шару атмосфери, яка містить азот; та створення шару закріплення шляхом дії на вказані шар та атмосферу підвищеної температури та дифузії азоту у шар.

15 22. Спосіб згідно з одним із пп. 20 - 21, який відрізняється тим, що операцію нанесення керамічного покриття виконують за допомогою фізичного осадження із парової фази.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

U A 4 6 7 6 0 C 2

U A 4 6 7 6 0 C 2

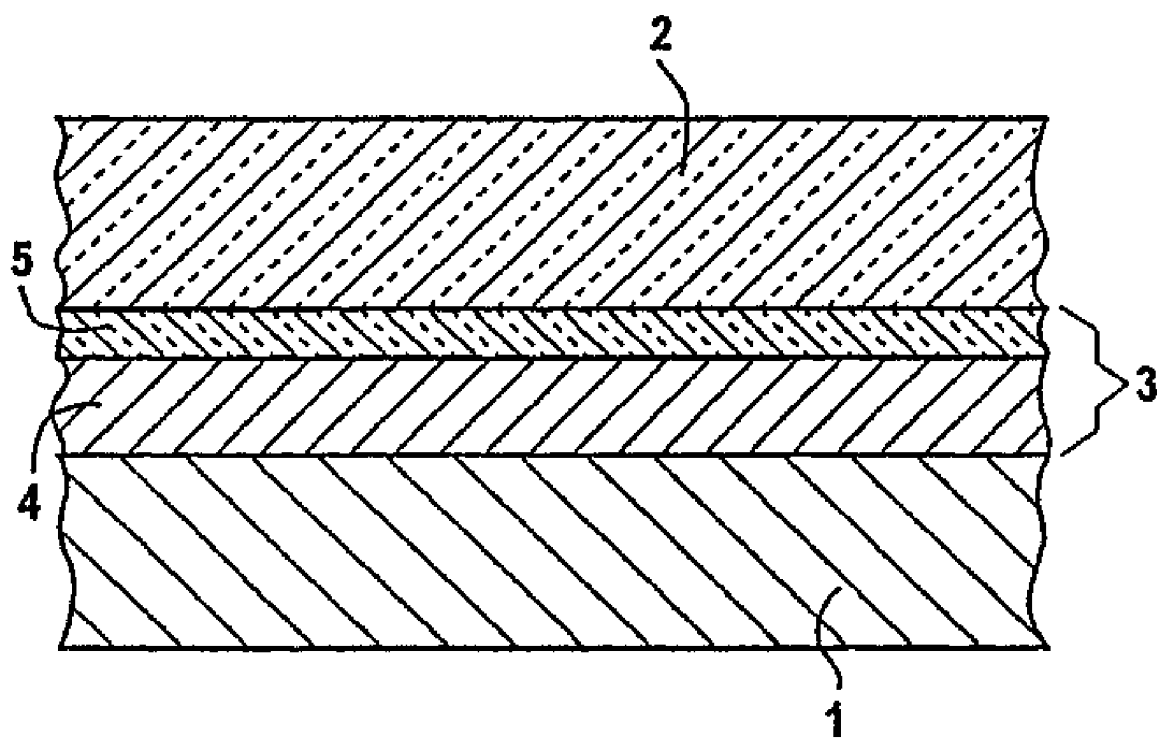
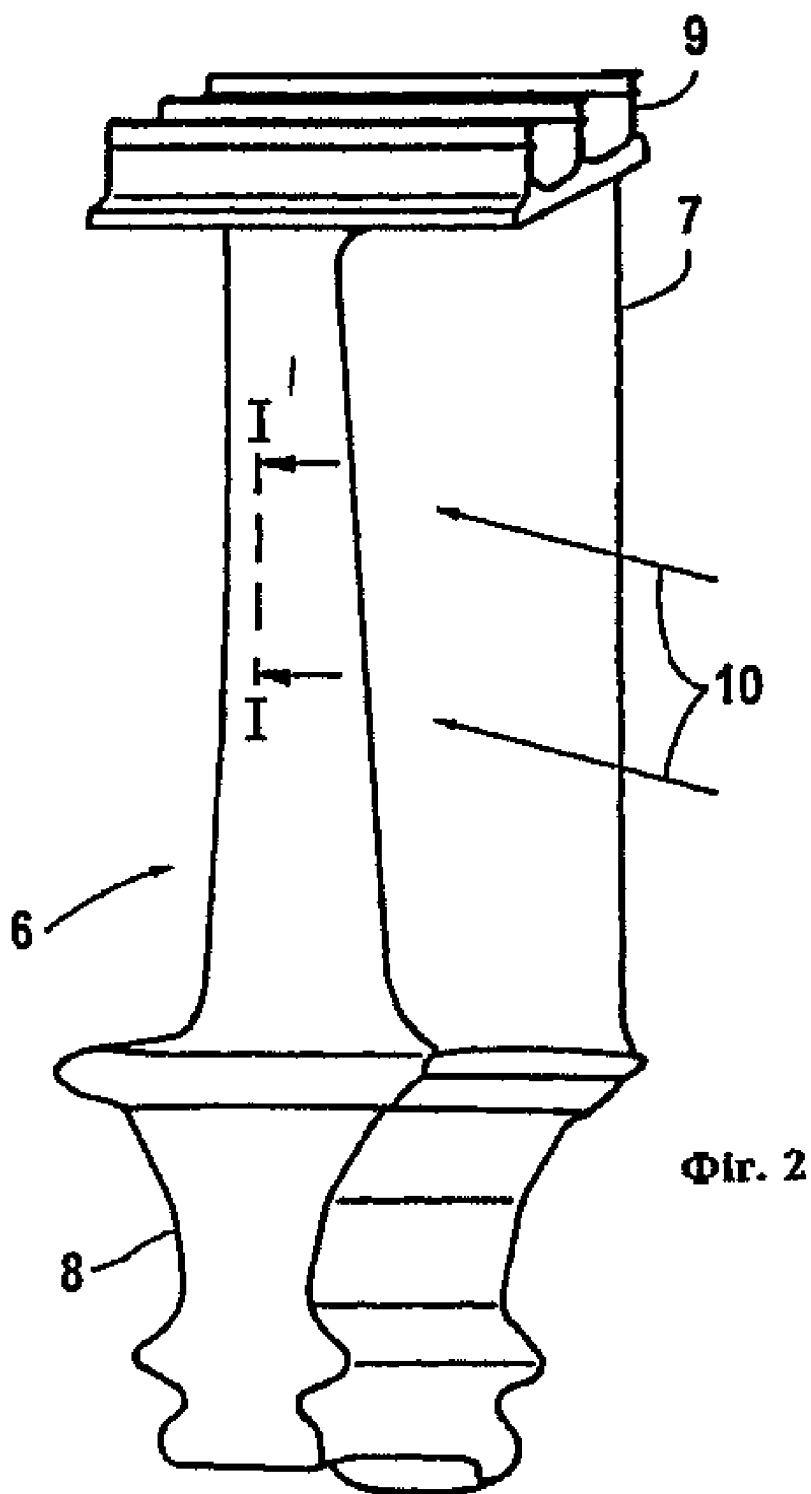


Fig. 1



Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2002, N 6, 15.06.2002. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.