

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 791606 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 791606

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
C23C

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 21.05.1979

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 21.05.1979

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 01.01.1981

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(32) (33) (31) Etu oikeus - Prioritet - Priority

23.05.1978 US 908,623

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Union Carbide Corp, 270 Park Avenue, New York, N.Y. 10017, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Weatherly, Merle Howard, United States, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Boco IP Oy Ab, Itämerenkatu 5, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Päällystysmateriaali ja menetelmä sen käyttämiseksi kulutusta ja korroosiota kestävien päällystettyjen esineiden valmistuksessa.

Överdragningsmaterial och metod för dess användning vid framställning av slitage- och korrosionsresistantaöverdragna föremål.

Union Carbide Corporation, New York, USA

Pinnoitusmateriaali ja menetelmä tämän
materiaalin sijoittamiseksi kulutusta ja
korroosiota kestävien pinnoitettujen
tuotteiden valmistamiseksi
Överdragsmaterial och förfarande för anbringande
av detta material för att framställa nötnings- och
korrosionsbeständiga överdragna produkter

Keksinnön kohteena ovat kulutusta ja korroosiota kestävät pinnoitus-
materiaalit, menetelmä niiden sijoittamiseksi ja täten saadut pinnoite-
tut tuotteet. Erikoisesti keksinnön kohteena ovat nikkeliin perustu-
via seosteita ja metallikarbideja sisältävät pinnoitusmateriaalit,
jotka saatetaan reagoimaan "in situ" täysin tiiviin ja erinomaisen
kulutuslujuuden omaavan pinnoitteen muodostamiseksi.

Tässä hakemuksessa viitataan plasmasuihku- ja räjähdyspistoolipoltti-
mien käyttöön perustuviin menetelmiin pinnoitusseosten sijoittamiseksi.
Tyypillisiä plasmasuihkumenetelmiä on selitetty 9.1.1962 päivätyssä
US-patentissa 3.016.447. Räjähdyspistoolipolttimen käyttöön perustuvia
menetelmiä on selitetty 2.8.1955 päivätyssä US-patentissa 2.714.563.
Näiden patenttijulkaisujen mukaiset menetelmät sisällytetään viitteenä
tähän hakemukseen.

Monissa teollisuussovellutuksissa esiintyy erittäin kulutusta ja
korroosionkestävien pintojen yhä suurempaa tarvetta. Tämä koskee
erikoisesti tapauksia, joissa hankauskulutusta esiintyy syövyttävissä
olosuhteissa. Kiinteää sintrattua volframikarbidi-kobolttimateriaalia
tai muuta tämänkaltaista erittäin kovaa sintrattua materiaalia on
yhtenäisinä komponentteina tai sisäänpantavina erillisinä kappaleina

menestyksellisesti käytetty eräissä sovellutuksissa. Monissa tapauksissa tällainen käyttö ei kuitenkaan ole mahdollista näiden komponenttien tai kappaleiden liian pienen rakenteellisen sitkeyden, korkean hinnan tai vaikean valmistuksen takia. Ainoa käytännöllinen ratkaisu tällaisissa tapauksissa on metallialustan pinnoittaminen. Hitsaamalla muodostettujen kovien pinnoitteiden käyttö edustaa yleisimpiä pinnoituskeinoja, joita käytetään kuluttavissa olosuhteissa. Erilaisia hitsausmenetelmiä sovelletaan näiden materiaalien sijoittamiseksi, mutta todennäköisesti käytetään laajimmin happi-asetyleenihitsausta tai liekkisuihkutusta lankojen, tankojen tai jauheiden avulla. Eräs yleinen menetelmä on sijoittaa nämä materiaalit yhdessä tai useammassa hitsausvaiheessa ja tämän jälkeen sulattaa sijoitettu materiaali samaa tai toisenlaista hitsauspoltinta käyttäen, tai eräissä tapauksissa uunissa polttaen. Kaikkiin hitsausmenetelmiin liittyy jossain määrin alustan pinnan sulattamista ja näin ollen sijoitetun päällyksen laimentamista alustan metallilla.

Yleisimmin käytetyt kovapinnoitusseokset on lueteltu julkaisussa American Society for Metals (ASM): Metal Progress, Vol. 112, No 6, Nov. 1977, s. 49. ASM-luokan 5 kovapinnoitusmateriaalit sisältävät 75...96 paino-% (kaikki koostumukset ilmaistaan seuraavassa paino-prosentteina) volframkarbidia sulamattomina kiteinä tai koboltti-pohjaiseen seosteeseen sisältyvinä rakeina. Nämä omaavat suurimman kulutuslujuuden, mutta ne ovat yleensä sängen hauraita, niiden mekaaninen iskulujuus on huono, ja niiden sijoittaminen on vaikeaa ilman, että esiintyy säröilyä, liiallista hapettumista, jne. Lähinnä parhaat kulutusta kestävät kovapinnoitusmateriaalit ovat ASM-luokan 4 mukaiset seosteet, jotka ovat nikkeliin (Ni) ja kobolttiin (Co) perustuvia seosteita. Alaluokan 4A mukaiset Co-pohjaiset seosteet sisältävät volframia (W) ja hiiltä (C) liuoksena, minkä takia niistä voi muodostua tilavuudeltaan rajoittunut fraktio volframkarbidia jäähtymisen aikana tapahtuvan saostumisen seurauksena. Näitä pinnoitteita samoin kuin luokan 5 mukaisia pinnoitteitakin sijoitetaan tavallisesti käyttämällä juoksutinkerrosta, inerttiä kaasusuojaa tai jotain muuta keinoa hapettumisen vähentämiseksi sijoittamisen jälkeen seuraavan sulattamisen aikana. Alaluokan 4B mukaiset Ni-pohjaiset seosteet tunnetaan "itse-suojaavina" seosteina, ja ne sisältävät booria (B) ja piitä (Si) näiden seosteiden oman juoksuttimen muodostamiseksi. Alkuperäiseen sijoittamisen tai myöhemmin tapahtuvan uudelleensulattamisen aikana useimmat nämä

juoksutinelementit liittyvät metallioksideihin ja kelluvat sijoitetun pinnoitteen pinnalla kuonana. Vaikka oman juoksuttimensa muodostavia seosteita tavallisesti käytetään sellaisinaan, käytetään niitä joskus myös sekoitettuina sulamattomiin volfram-karbidirakeisiin luokan 5 mukaisten kovapinnoitusseosteiden sitkeyden parantamiseksi. Tuoreena esimerkkinä mainittakoon US-patentit 4.013.453 ja 4.075.371 (Patel), joiden mukaan 0,5...5 paino-% B ja 0,5...6 paino-% Si sisältävää nikkelpohjaista seostetta sekoitetaan WC-Ni agglomeraattiin ja liekki-suihkutetaan. Näiden patenttien mukaan vältetään tarkoituksellisesti WC-hiukkasten ja metallirungon välistä merkityksellistä reaktiota WC-rakeiden alkuperäisen hiukkaskoon ja jakautuman säilyttämiseksi.

Yleisimmin käytetyt oman juoksuttimensa muodostavat seosteet sisältävät jopa 3,5 paino-% B ja jopa 4,5 paino-% Si. US-patentissa 2.875.043 (Tour) selitetyt Ni-pohjaiset seosteet, jotka sisältävät jopa 6 paino-% B ja Si, ovat erikoistyyppisiä seosteita, jotka lisäksi sisältävät 3...10 paino-% molybdeeniiä (Mo) ja 3...8 paino-% kuparia (Cu). Kupari suurentaa todennäköisesti näiden muussa suhteessa tavanomaisten oman juoksuttimensa muodostavien seosteiden juoksevuutta. Tässä patentissa ei ehdoteta näiden seosteiden käyttämistä yhdessä kovan karbidifaasin kanssa eikä muihin tarkoituksiin kuin happi-asetyleeni-suihkuhitsaukseen, uudelleensulattaminen mukaanluettuna.

US-patentissa 3.341.337 (Guass) on ehdotettu boorihapon lisäämistä Ni-, Co- tai Fe (rauta)-pohjaisiin liekkisuihkutusjauheisiin (happi-asetyleenihitsaukseen perustuva kovapinnoitus), jolloin mahdollisesti mukaan sekoitetaan volframkarbidirakeita hapettumisen estämiseksi pinnoittamisen aikana. Suurin osa boorihaposta menetetään tarkoituksellisesti höyrystymisen seurauksena tai kuonana. Boorihappoa ei ole tarkoitettu reagoimaan sijoitetun pinnoitteen kanssa ti olemaan tämän osana.

US-patentissa 3.025.182 (Schrewelius) ehdotetaan ei-huokoisen korroosio- ja kestävä pinnoitteen muodostamista suihkuttamalla happi-asetyleeniliekin avulla seosta, jossa on metallia ja 2...40 paino-% B tai booripitoista yhdistettä. Tässä patentissa mainitaan erikoisesti, että molempien komponenttien sulamispiste on korkeampi kuin 1300 °C, ja että suurin osa boorista haihtuu boorihappona sen juoksutintoiminnan seurauksena. Tämä on erikoisen tärkeää tämän patentin mukaan, koska boori usein vaikuttaa haitallisesti lopullisiin pinnoitteisiin.

Noguchi ja kumpp. ovat julkaisussa Nippon Tungsten Review, Vol.1 (Sept. 1974) sivut 54...58, selittäneet tavallisen volframkarbidin (WC) oman juoksuttimensa muodostavan seoksen erästä vaihtoehtoa happi-asetyleeniliekkin avulla suihkutettavaksi, nimittäin esiseostettua jauhetta, joka sisältää enemmän kuin 25 paino-% W, 8...12 paino-% Cr (kromia), 2...4 paino-% Fe, 5...6 paino-% (B+Si+C) lopun ollessa Ni. Boorin, piin ja hiilen määriä ei ole ilmaistu, ja mikä tahansa niistä voisi todennäköisesti jättää pois. Vaikka tämän julkaisun mukaan saadaan tiiviitä pinnoitteita, joilla on parempi lujuus kuin oman juoksuttimensa muodostavia seosteita käytettäessä volframikarbidin sekoitettuna, on pinnoitteiden kovuus (joka on pienempi kuin 1000 DPH₃₀₀; kaikki seuraavassa esitetyt kovuusarvot lausutaan suureena kg/mm² ja mitattuina käyttämällä timanttipyramidin kovuusasteikkoa ja 300 g kuormitusta) yhä pienempi kuin tavanomaisen räjähdyspistoolin avulla saatujen WC-Co-pinnoitteiden kovuus.

Huolimatta kaikista yrityksistä aikaansaada hitsaamalla sijoitettuja kovapintaaisia pinnoitteita ei mikään yritys kuitenkaan ole kulutuslujuuden suhteen edes lähestynyt sintrattujen volframkarbidien avulla saavutettua tulosta. Tästä huolimatta näitä menetelmiä käytetään laajalti siinä tapauksessa, että sintrattuja tuotteita ei voida käyttää.

Toista materiaalityyppiä, plasma- ja räjähdyspistoolipinnoitteita on kauan käytetty kulutuskestävyyden saavuttamiseksi tapauksissa, joissa tarvitaan vain suhteellisen ohuita pinnoitteita, joiden paksuus tavallisesti on noin 0,05...0,5 mm, ja kohtuullista kovuutta, joka on enintään noin 1200 DPH₃₀₀, tavallisesti pienempi kuin 1000 DPH₃₀₀. Tähän tarkoitukseen soveltuvana edullisimpana seosteluokkana on ollut volframikarbidin-kobolttipinnoitteiden luokka, jonka seosteet tavallisesti sisältävät 10...25 paino-% kobolttia. Näillä volfram-karbidin-kobolttipinnoitteilla on jonkin verran läpimenevää huokoisuutta, kuten kaikilla muillakin sellaisinaan muodostetuilla plasma- ja räjähdyspistoolipinnoitteilla. Tämä huokoisuus pienentää pinnoitteen korroosionkestävyyttä ja jossain määrin sen hankauskulutuslujuutta. Vaikka näitä pinnoitteita on sangen menestyksellisesti käytetty monissa eri tapauksissa, joissa esiintyy tartuntakulutusta, ovat nämä pinnoitteet antaneet paljon huonompia tuloksia tapauksissa, joissa esiintyy kovaa hankausta.

Oman juoksuttimensa muodostavien kovapinnoitusseosten kaltaisia seoksia on käytetty plasmasijoittamiseen, jolloin niitä yleensä käytetään ilman pinnoitteen sulattamista myöhemmässä vaiheessa. Nämä seosteet yksinkertaisesti suurentavat sulaneiden jauhehiukkasten juoksevuutta, kun nämä iskevät pinnoitettavaan pintaan, ja helpottavat mahdollisesti hiukkasten välistä yhteensitoutumista paikallisen juoksutinvaikutuksen seurauksena. Tuloksena on todennäköisesti entistä tiiviimpi ja lujempi pinnoite, jossa on vähemmän läpimenevää huokoisuutta. Tällaiseen käyttöön tarkoitettut tyypilliset seokset sisältävät booria, piitä tai fosforia, jotka sekä toimivat pelkistimenä (juoksutinaineena) että alentavat käytettyjen metallien sulamispistettä ja suurentavat niiden juoksevuutta, samalla tavoin kuin oman juoksuttimensa muodostavia kovapinnoitusseosteita käytettäessä. Näissä seoksissa on tavallisesti booria jopa noin 3,5 paino-% ja piitä jopa noin 4 paino-%. Fosforia käytetään harvemmin kuin booria tai piitä. Vaikka näitä ns. oman juoksuttimensa muodostavia seosteita käytettäessä on plasmapinnoitettaessa saavutettu jossain määrin menestystä pinnoitteiden suuremman tiiviyyden ja lujuuden ansiosta, ei kuitenkaan ole saavutettu täydellistä tiiviyyttä eikä myöskään sanottavaa lujittumista piitä tai booria sisältävien uusien faasien muodostumisen takia.

Tämän alan tekniikassa on myös ennestään tunnettua käyttää samoja oman juoksuttimensa muodostavia seosteita sekoitettuina volframkarbidi-kobolttijauheeseen pinnoitteen suihkuttamiseksi plasman avulla. Samalla tavoin kuin näitä oman juoksuttimensa muodostavia seosteita sellaisinaan käytettäessä ei myöskään plasmasuihkutettuja sekapinnoitteita sulateta uudelleen suihkutuksen jälkeen, ja tässäkin tapauksessa on oman juoksuttimensa muodostavan komponentin tarkoituksena juoksevuuden suurentaminen, kun yritetään vähentää huokoisuutta, minkä lisäksi tämän komponentin tehtävänä on toimia paikallisena pelkistimenä. US-patentissa 3.936.295 (Cromwell ja kumpp) on esitetty erikoisrakenteinen kompleksinen plasmasuihkutettu pinnoite, joka sisältää 15...39 paino-% volframkarbidi-kobolttikomponenttia, 0...10,5 paino-% nikkeli-alumiini- ja 26,7...85 paino-% nikkeli-molybdeeniseosteita ja 0...47,8 paino-% oman juoksuttimensa muodostavaa seostetta. Keksintö perustuu eksotermisesti reagoivien nikkeli-alumiini- ja nikkeli-molybdeeni-komponenttien sulkeumiin. Mahdollisesti käytetty oman juoksuttimensa muodostava seos, joka ei kylläkään ole keksinnön olennainen osa,

sisältää 2,75...4,75 paino-% B ja 3,0...5,0 paino-% Si, jolloin näillä elementeillä on tavanomainen pman juoksuttimensa muodostava tarkoitus.

On yritetty monenlaisia keinoja erilaisten pinnoitteiden tai muiden huokosten kappaleiden huokoisuuden täyttämiseksi tai pienentämiseksi. Niinpä plasma- tai räjähdyspistoolipinnoitteiden huokoisuutta on yritetty parantaa täyttämällä huokoset erilaisilla orgaanisilla yhdisteillä, esim. epoksidoilla, korroosionkestävyyden parantamiseksi alhaisessa lämpötilassa. Nämä materiaalit hajoavat kuitenkin noin 260 °C:ssa tai tämän lämpötilan alapuolellakin ja menettävät tällöin tiivistävän vaikutuksensa. Lisäksi nämä tiivistysaineet tunkeutuvat huonosti pinnoitteeseen ja tiivistävät harvoin täydellisesti pinnoitteen koko paksuudelta. Ne lisäävät hyvin vähän jos ollenkaan pinnoitteen mekaanista lujuutta, eivätkä ne juuri ollenkaan lisää pinnoitteen kulutuslujuutta.

US-patenteissa 2.942.970; 2.581.252 ja 2.752.666 (Goetzel ja kumpp.) on selitetty menetelmä karbidirakenteen omaavan kappaleen (ei pinnoitteen) valmistamiseksi siten, että ensin muodostetaan erittäin huokoinen runko (30...70-prosentin suuruinen huokoisuus), mikä on suurempi kuin voidaan aikaansaada plasma- tai räjähdyspistoolisuihkutuksen avulla) karbidista, johon sisältyy hyvin pieni fraktio metallista sidosainetta, minkä jälkeen tähän runkoon saatetaan tunkeutumaan venyvää eli taottavaa lämpöä ja korroosiota kestävä Ni-, Co- tai Fe-pohjaista seostetta. Näissä patenteissa ei ole mitään mainintaa boorin piin tai fosforin käyttämisestä runkoa täytettävänä materiaalina, eikä niitä missään tapauksessa voida käyttää sanottavin määrin, jotta aikaansaataisiin tarvittava lämpökestävyys ja suuri taottavuus. US-patentissa 2.612.442 (Goetzel ja kumpp.) on selitetty kromia, sirkoniumia, alumiinia tai piitä sisältävä korroosiota kestävä pinnoite edellä mainittuja täysin täytettyjä karbidikappaleita varten, jolloin pääasiallisesti sovelletaan tiivistyssementointia.. US-patentissa 2.899.338 (Goetzel ja kumpp.) on selitetty toinen menetelmä näiden täysin täytettyjen karbidikappaleiden pinnoittamiseksi siten, että täysin tiivis täytetty karbidikappale ensin pinnoitetaan pohjustus- tai sidospinnoitteella, jona käytetään Fe-, Co- tai Ni-pohjaista seostetta, jossa on 0...20 paino-% Mg, 0...5 paino-% B, 0...12 paino-% P, 0...4 paino-% Si, 0...2 paino-% Mn ja 0...2 paino-% C, jolloin

nämä seoste-elementit eivät ylitä 20 paino-% koko seoksesta. Tämä pohjustuspinnoite pinnoitetaan sitten Ni-Cr-tyyppiä olevalla pääpinnoitteella, joka on 4...10 kertaa niin paksu kuin pohjustuspinnoitus, ja täten pinnoitettu kappale lämpökäsitellään pohjustuspinnoitteen saattamiseksi diffundoitumaan sekä pääpinnoitteeseen että pohjamateriaaliin. Booria, piitä ja fosforia käytetään pääasiallisesti pohjustuspinnoitteen sulamispisteen alentamiseksi siten, että pääpinnoite pääsee diffundoitumaan ja tunkeutumaan kappaleeseen tätä sulattamatta. Tässä patentissa ei ole mainintaa pääpinnoitteen tai pohjamateriaalin yhteydessä B:n, Si:n tai P:n käyttämisestä muussa tarkoituksessa kuin sulamispisteen alentamiseksi, eikä myöskään ole mainintaa B:n, Si:n tai P:n kriittisyydestä muuta kuin että näitä on oltava läsnä riittävä määrä sulamispisteen alentamiseksi.

US-patentin 3.743.556 (Breton) mukaan käytetään jonkin verran samankaltaista tekniikkaa siten, että ensin muodostetaan Fe, Ni tai Co-perusteisesta seosteesta pinnoite alustalle, ja tämän jälkeen kerros "täyte"-materiaalia (timanttia, volframikarbidia, tantalikarbidia, kovia seosteita, borideja, jne.) ja molemmat kerrokset pidetään paikallaan orgaanisen sidosaineen avulla. Tämä orgaaninen sidosaine hajoaa kuumennettaessa, jolloin ensimmäinen kerros sulaa ja tunkeutuu ulkokerrokseen. Tässä patentissa ei ole esitetty mitään lopulliselle tuotteelle tunnusomaisia lukuarvoja kovuuden tai kulutuslujuuden suhteen. Hakija on todennut, että sovellettaessa tämän patentin kaltaisia menetelmiä saadaan tulokseksi pinnoite, jonka kovuus on pienempi kuin 1000 DPH₃₀₀.

Tämän alan tekniikassa on myös ennestään tunnettua, että huokoisiin metallirakenteisiin (ei pinnoitteisiin) voidaan saattaa tunkeutumaan alemmassa lämpötilassa sulavaa metallia, kuten esim. US-patentissa 1.342.801 (Gebaurer) on selitetty, jonka mukaan yksinkertaisesti käytetään alemman sulamispisteen omaavaa metallia, tai kun US-patentissa 2.401.221 (Bourne) on selitetty, jonka mukaan huokoisiin tiivistettyihin rautabriketteihin saatetaan tunkeutumaan raudalla esikyllästettyä kuparia reaktion vähentämiseksi.

Mikään edellä selitetyistä menetelmistä ei kuitenkaan ole yksistään tai yhdistelminä antanut täysin tyydyttäviä menetelmiä tai materiaaleja pinnoitteiden kulutuslujuuden ja korroosiokestävyyden parantamiseksi huomattavasti. Tämän keksinnön tarkoituksena on näin ollen aikaansaada

ainutlaatuinen täysin tiivis pinnoitusjärjestelmä korroosiosuojan aikaansaamiseksi siten, että saavutetaan erinomainen kulutuslujuus, joka lähestyy tai jopa vastaa sintratulla täyteläisellä volframkarbidilla aikaansaatua tulosta.

Keksintö perustuu siihen havaintoon, että tällaisia erittäin kulutus- ja korroosionkestäviä pinnoitteita voidaan valmistaa saattamalla erikoiset nikkelipohjaiset seosteet reagoimaan erilaisten karbidipohjaisten pinnoitteiden kanssa "in situ". Edelleen on havaittu, että pinnoitteen rakenne ja kovuus riippuvat tiheyden ja booripitoisuuden kriittisestä suhteesta, kuten seuraavassa lähemmin selitetään.

Keksinnön erään sovellutusmuodon mukaan saadaan menetelmä kulutusta ja korroosiota kestävien pinnoitteiden valmistamiseksi. On olemassa kaksi päämenetelmää keksinnön mukaisten pinnoitteiden muodostamiseksi, vaikka ammattimiehet tietenkin voivat kehittää keksinnön puitteissa käyttökelpoisia vaihtoehtoisia menetelmiä. Eräs menetelmä, jota mukavuussyistä sanotaan kaksikerrosmenetelmäksi, perustuu siihen, että ensin muodostetaan plasma- tai räjähdyspistooliruiskun avulla kerros metallikarbidia (metallista sidosainetta käyttäen tai käyttämättä), tämän jälkeen muodostetaan erilaisia keinoja soveltaen toinen kerros reaktiivista nikkelipohjaista seostetta, ja lopuksi lämpökäsitellään pinnoitettua esinettä toisen kerroksen sulattamiseksi siten, että se tunkeutuu ensimmäisen kerroksen läpi ja reagoi tämän kanssa. Toinen menetelmä, josta mukavuussyistä käytetään nimitystä yksikerrosmenetelmä, perustuu siihen, että plasma- tai räjähdyspistoolin ruiskun avulla muodostetaan pinnoite seoksesta, joka sisältää metallikarbidia (metallista sidosainetta käyttäen tai käyttämättä) ja nikkelipohjaista reaktiivista metallia, ja tämän jälkeen lämpökäsitellään pinnoitettua esinettä reaktiivisen metallin saattamiseksi sulamaan ja reagoimaan metallikarbidikomponentin kanssa. Molempia menetelmiä voidaan käyttää Fe-, Ni- tai Co-pohjaisten alustojen yhteydessä. Tällöin tapahtuu rajoitetussa määrin diffuusiota ja/tai reaktiota alustan kanssa, mikä lisää pinnoitteen yhteensitoutumislujuutta. On huomattava, että pinnoittaminen plasma- tai räjähdyspistooliruiskun avulla antaa tulokseksi kerroksen, jonka tiheys on suurempi kuin 75% teoreettisesta arvosta.

Keksinnön erään toisen sovellutusmuodon mukaan saadaan uusi jauhe

lähtömateriaaliksi keksinnön mukaisen kulutusta ja korroosiota kestävä pinnoitteen aikaansaamiseksi. Keksinnön kaksikerrosmenetelmää sovellettaessa on ensimmäisenä kerroksena metallikarbidi, joka voi olla volfram-, kromi-, vanadiini-, hafnium-, titaani-, sirkonium-, niobi-, molybdeeni- tai tantalikarbidia, tai näiden seoksia tai yhdisteitä. Yhdessä metallikarbidin kanssa voidaan käyttää jopa 25 paino-% metallista sidosainetta, esim. kobolttia, nikkeliä, rautaa tai näiden seoksia tai seosteita. Toisen kerroksen reaktiivisena metallina on uusi nikkelipohjainen seoste, jonka booripitoisuus on poikkeuksellisen suuri. Tämän seosteen koostumus vaihtelee kulloinkin käytetyn metallikarbidin, pinnoittamismenetelmän ja lämpökäsittelyajan ja -lämpötilan mukaan, mutta on rajoissa 3,0...18,0 paino-% booria, 0...20 paino-% kromia, 0...6,0 paino-% piitä, 0...5 paino-% rautaa ja loput nikkeliä. Tässä tapauksessa on ensimmäisen kerroksen tiheys pinnoitteessa kaksikerrosmenetelmää sovellettaessa suurempi kuin 95% teoreettisesta tiheydestä. Booripitoisuus on 6,0...18,0 paino-%, jolloin tiheys on rajoissa 75...95% teoreettisesta tiheydestä. Metallikarbidia on 40...75 paino-% molempien kerrosten kokonaiskoostumuksesta.

Yksikerrosmenetelmässä on uutena lähtöjauheena edellä lueteltujen metallikarbidien ja reaktiivisten metallien seos, jolloin metallikarbidit edustavat 75...45 paino-% kokonaiskoostumuksesta.

Keksinnön eräs toinen sovellutusmuoto perustuu keksinnön mukaan alustalle muodostettuun pinnoitteeseen, jonka kovuus on suurempi kuin 1000 DPH₃₀₀, ja jossa ei ole läpimenevää huokoisuutta.

Plasma- tai räjähdyspistooliruisalla sovellettu pinnoitusmenetelmä kaksikerrosmenetelmän ensimmäisen kerroksen muodostamiseksi on kriittinen, koska on välttämätöntä, että tämän ensimmäisen kerroksen tiheys on suurempi kuin 75% teoreettisesta tiheydestä (paljon suurempi kuin niiden huokosten kappaleiden tiheys, jotka saadaan soveltamalla Goetzelin nimissä olevaa US-patentin 2 mukaista menetelmää, tai yksikerrosmenetelmää Bretonin nimissä olevan US-patentin no 1 mukaan), käytännöllisesti katsoen täysin tiiviin lopullisen pinnoitteen saamiseksi. Kaksikerrosmenetelmän toinen kerros voidaan myös muodostaa plasma- tai räjähdyspistoolisuihkutuksen avulla, mutta vaihtoehtoisesti voidaan soveltaa muita menetelmiä, esim. lietemenetelmiä, sähköforeesista, fysikaalisia höyrypinnoitusmenetelmiä tai

katodisuihkutusta. Yksikerrosmenetelmässä pinnoittaminen plasma- tai räjähdyspistooliruiskun avulla on kriittinen tekijä 75% suuremman alkutiheyden saavuttamiseksi, minkä tarkoituksena jälleen on varmistaa lopullinen rakenne, joka on pääasiallisesti huokoseton ja riittävän kova. Tätä suurta tiheyttä ei voida saavuttaa soveltamalla standardi-tyyppisiä jauhemenetelmiä, esim. liete- tai sähköforeesimenetelmiä. Fysikaalisen höyryn käyttöön perustuvien pinnoitusmenetelmien avulla ei voida muodostaa karbidipinnoitteita, kun taas katodiruiskutukseen perustuvat menetelmät olisivat epäkäytännöllisiä, vaikkakin ehkä teknisesti mahdollisia. Tämä keksintö voidaan näin ollen erottaa suuresta osasta aikaisemmin tunnettua tekniikkaa pelkästään alkukerroksen tiheyden perusteella.

Muodostuneiden pinnoitteiden mikrorakenteet ovat erittäin kompleksisia, ja ne riippuvat kulloinkin metallikarbidin, reaktiivisen metallin ja alustan koostumuksesta ja osamääristä. Ei vielä täysin ymmärretä näitä mikrorakenteita. Yleisesti on havaittu, että keksinnön mukaiset reaktiiviset metallit kostuttavat metallikarbideja (ja tunkeutuvat kaksikerrosmenetelmässä ensimmäisen kerroksen huokosiin), ja että ne lisäksi reagoivat metallikarbidien kanssa ja perusteellisesti muuttavat koko pinnoitteen koostumusta ja morfologiaa. Tämä reaktio voi tapahtua siten, että metallikarbidin liukenee, minkä jälkeen uusia faaseja saostuu, tai sama faasi jossain määrin esiintyy uuden morfologian mukaisena, mutta voi myös esiintyä kiinteässä tilassa tapahtuva reaktio. Tämän seurauksena saadaan syntymään karbidien tasainen jakautuminen ja lisäksi myös boridien ja/tai kompleksisten metalli-boorikarbidien tasainen jakautuminen. Lisäksi pinnoitteesta tulee pääasiallisesti täysin tiivis niin, että mahdollisesti jäljellä oleva tilavuudeltaan pieni huokosfraktio esiintyy täysin sulkeutuneena. Tämän seurauksena alusta on täysin suojattu korroosiolta, ja pinnoitteen korroosio rajoittuu sen ulkopintaan.

Keksinnön mukainen havainto tällaisten reaktioiden hyödyllisyydestä on yllättävä, kun otetaan huomioon ennestään tunnettu tekniikka aineiden saattamiseksi tunkeutumaan huokosiin, kappaleisiin tai pinnoitteisiin, jolloin nimenomaan pyritään välttämään tai vähentämään reaktioita, kuten on esitetty esim. edellä mainituissa patenteissa (Goetzel, Breton, Patel, Gebaurer ja Bourne). Keksinnön mukaiset reaktiiviset metallit eroavat myös selvästi niistä oman juoksuttimensa muodostavista seosteis-

ta, joita käytetään yhdessä metallikarbidien kanssa plasma-pinnoittamisessa, tai jopa happi-asetyleenihitsaukseen perustuvassa suihkutuksessa (Noguchi, ASM, Goetzel, jne) sikäli, että booripitoisuus on paljon suurempi plasmapinnoitteissa (joiden tiheys on 75...75% teoreettisesta tiheydestä). Suuren boorikonsentraation pysyttäminen ja hyödyksikäyttäminen eroaa selvästi Schreweliuksen ja Quassin nimissä olevien patenttien esityksestä, joiden mukaan pyritään poistamaan boori pinnoittamisen aikana haitallisten vaikutusten estämiseksi. Keksintö eroaa myös selvästi oman juoksuttimensa muodostavien seosteiden käytöstä, koska boorin tarkoituksena keksinnön mukaisissa reaktiivisissa metalleissa on muodostaa kovia faaseja kuten borideja, ja kompleksisia boorikarbideja, eikä boori tule kulutetuksi juoksuttimena.

Pinnoituspaksuudet näyttävät kaksikerrosmenetelmässä rajoittuvan niihin paksuuksiin, joita normaalisti saavutetaan plasma- tai räjähdyspistoolipinnoittamista sovellettaessa, toisin sanoen noin 0,5...0,76 mm:n rajoihin. Tämä raja riippuu kulloinkin käytetyn pinnoitteen koostumuksesta, pinnoitusparametreista ja alustan muodosta, ja rajan asettavat ne kumulatiiviset jäännösrasitukset, joita kehittyy pinnoittamisen aikana. Yksikerrosmenetelmää sovellettaessa on kuitenkin yllätyksellisesti todettu, että voidaan muodostaa erittäin paksuja pinnoitteita, joiden paksuus usein on suurempi kuin noin 2,5 mm. Yksikerrosmenetelmän tätä merkityksellistä etua kaksikerrosmenetelmään verrattuna on jossain määrin vastavaikuttamassa ne hiukan kovemmat pinnoitteet, joita voidaan saada samoista seoksista kaksikerrosmenetelmää soeltaen.

Keksinnön eräissä koostumusta koskevilla pääsuoritusmuodoissa käytetään metallikarbidina volframkarbidia. Kaksikerrosmenetelmää sovellettaessa muodostetaan ensin volfram-karbid-kobolttipinnoite plasma- tai räjähdyspistoolimenetelmän avulla, minkä jälkeen toinen pinnoite nikkelperusteista reaktiivista metallia sijoitetaan plasma- tai räjähdyspistoolimenetelmän avulla tai soveltamalla lietepinnoittamista, sähköforeesia, jne. Lopuksi pinnoitettu esine kuumennetaan tyhjiössä tai inertissä kaasussa riittävän korkeaan lämpötilaan, esim. noin 950...1200 °C:een toisen pinnoitteen sulattamiseksi siten, että se tunkeutuu ensimmäiseen pinnoitteeseen ja reagoi tämän kanssa. Ensimmäisen pinnoitteen jauhe sisältää volframkarbidia ja 0...25% kobolttia. Hiilipitoisuus voi olla rajoissa noin 4,60...6,13%, kun käytetään stökiometristä volframkarbidia, tai noin 3,20...6,13%, kun osa

karbidista on ei-stökiometristä. Seos voi sisältää jopa 2,5% Fe ja kohtuullisen määrän tähde-epäpuhtauksia. Niinpä ensimmäinen volframkarbidi-kobolttipinnoite voi seoksena sisältää WC, W_2C ja M_6C (Co_3W_3C , jne)-faaseja, jolloin loput koboltista esiintyy metallisena. Toisen pinnoitteen seos sisältää 3,0...18,0% B, 0...6,0% Si, 0...20% Cr, 0...5,0% Fe ja loput Ni. Molempien pinnoitteiden edulliset koostumusrajat ovat ensimmäisen pinnoitteen kohdalla 10...25% Co, ja loput volframkarbidia, kun taas toinen pinnoite sisältää 6,0...11,0% B plasmapiinnoittamista sovellettaessa tai 3,0...11,0% B räjähdyspistoolin avulla pinnoitettaessa, ja lisäksi 2,0...4,0% Si, 3,0...15,0% Cr, 0...2,0% Fe ja loput Ni. On muistettava, että koostumus voi jossain määrin vaihdella plasma- tai räjähdyspistoolipinnoittamisen aikana. Toisen pinnoitteen ja ensimmäisen pinnoitteen suhde riippuu niistä seosteista, joita kulloinkin käytetään kumpaakin pinnoittamista varten. Paksuuksien suhde on noin 0,2...1,2, sopivasti 0,3...1,0. Tämä vastaa painosuhdetta noin 0,09...0,65. Näiden pinnoitusjärjestelmien alustana voi olla mikä tahansa rauta-, nikkeli- tai kobolttiperusteinen seoste.

Käytettäessä metallikarbidina volframkarbidia ja sovellettaessa yksikerrosmenetelmää, muodostetaan keksinnön mukaan plasma- tai räjähdyspistoolipinnoittamista sovellettaessa pinnoite, joka koostuu kahden tai useamman komponentin seoksesta. Yhtenä komponenttina on pääasiallisesti seoste, jossa on 0...15% kobolttia ja loput volframkarbidia. Tämä komponentti voi olla faasien WC, W_2C ja M_6C (Co_3W_3C , jne)-seosta, jolloin loput on metallista kobolttia. Tässä komponentissa voi myös olla läsnä pieni määrä rautaa tai muita elementtejä. Hiilipitoisuus voi olla rajoissa noin 4,60...6,13%, kun käytetään stökiometristä volframkarbidia, ja noin 3,20...6,13%, kun osa karbidista on ei-stökiometristä. Tämä komponentti voi sisältää jopa 2,0% Fe, ja kohtuullisen määrän tähde-epäpuhtauksia.

Toisena komponenttina voi olla yksi ainoa seoste tai seosteiden seos siten, että kokonaiskoostumus on 3,0...18,0% B, 0...6,0% Si, 0...20,0% Cr, 0...5,0% Fe. Seosteiden seosesimerkkinä mainittakoon seos, jossa on 40...60 paino-% seostetta, joka sisältää 14,0...19,0% B, 0...3,5% Fe, 0...1,0% Si, loput nikkeliä, sekä 60...40 paino-% seostetta, jossa on 2,0...4,0% B, 2,0...6,0% Si, 1,0...5,0% Fe, 0...20,0% Cr, ja loput nikkeliä. Komponenttien seos sisältää 75...55%

ensimmäistä (volframkarbidi)-komponenttia ja 25...45% toista (reaktiivista metalli-)komponenttia. Pinnoite voidaan sijoittaa mihin tahansa rauta-, nikkeli- tai kobolttiperusteiseen seostealustaan.

Pinnoitteen tultua sijoitetuksi tätä toista komponenttia lämpökäsittellään yli noin 950 °C lämpötilassa riittävän kauan pinnoitteen molempien komponenttien saattamiseksi reagoimaan ja/tai diffundoitumaan keskenään. Rajoittunut mutta tärkeä diffuusio/reaktio tapahtuu alustan kanssa.

Lämpökäsittelyn jälkeen saatujen pinnoitteiden mikrorakenteet ovat sangen monimutkaisia, eikä niitä täysin ymmärretä. Kaksikerrosmenetelmän avulla valmistetut pinnoitteet koostuvat yleensä neljästä vyöhykkeestä. Uloin vyöhyke sisältää muutamia suuria kulmikkaita hiukkasia metallimatriisissa, johon on hienosti dispergoitunut hyvin pieniä hiukkasia, toinen vyöhyke sisältää jonkin verran pienempiä kulmikkaita hiukkasia kuin uloin vyöhyke ja jälleen dispersiona hyvin hienoja hiukkasia metallimatriisissa, kolmas vyöhyke sisältää gradienttina hiukkasia metallimatriisissa, joiden hiukkasten koko suurenee alustasta ulospäin, ja neljäs vyöhyke edustaa ahtaana kerroksena alustan kanssa tapahtunutta keskinäistä diffuusiota ja reaktiota. Taulukossa I on esitetty röntgenanalyysin perusteella määritetyt komen ensimmäisen vyöhykkeen pääasialliset faasit.

Taulukko I

Vyöhyke	Pääfaaseja	Pieniä faaseja	Kovuus DPH ₃₀₀
Uloin	$W_2M'B_2, \eta$	WC	1300...2200
Toinen	WC	$W_2M'B_2 + \eta$	1200...2000
Kolmas	$W_2M'B_2, \eta$ jossa $M' = Co, Ni$ $\eta = \eta_1 + \eta_2$ karbideja (M_6C) $\eta_1 = M_4W_2C$ tai M_3W_3C $\eta_2 = M_2W_4C$	WC	300... 700

Tässä taulukossa I on myös näytetty eri vyöhykkeiden tyypilliset kovuudet

Yksikerrosmenetelmän avulla valmistettujen pinnoitteiden mikrorakenteet ovat myös hyvin monimutkaisia, eikä niitä täydellisesti ymmärretä.

Pinnoitteen uloimmassa pääosassa on dispersion melko karkeita kulmikaiteja kovia hiukkasia, jotka todennäköisesti ovat volframkarbidia, ja hyvin tiheänä hienona dispersiona erityyppisiä hiukkasia, jotka kaikki sijaitsevat metallimatriisissa. Ohut sisävyöhyke sisältää huomattavan määrän kovaa faasia, joka voi esiintyä melkein jatkuvien hiukkasten suurina koostumina tai hiukkasten hienona dispersiona, riippuen kulloinkin käytetystä seosteesta ja sovelletusta lämpökäsittelystä. Lopuksi on pinnoitteen ja alustan välillä ohut keskinäisen difuusion vyöhyke. Uloimman vyöhykkeen tyypilliset kovuudet ovat rajoissa 1000...1800 DPH₃₀₀.

Keksinnön mukaan voidaan edullisesti käyttää lukuisia muita karbidijärjestelmiä. Niinpä on erinomaisia mikrorakenteita ja kovuusarvoja saavutettu TiC- ja VC/WC-järjestelmien avulla. Määrätyn karbidin optimivalinta riippuu kulloinkin esiintyvistä kulumisesta ja syövyttävistä ympäristöistä sekä pinnoitusjärjestelmien suhteellisista kustannuksista.

Seuraavassa esitetään useiden esimerkkien avulla, miten tämän alan ammattimies voi soveltaa keksintöä. Nämä esimerkit eivät tietenkään millään tavoin rajoita keksinnön piiriä.

Esimerkki 1

AISI 1018-tyyppistä terästä (nimellisesti 0,18% C, 0,75% Mn, loput Fe) olevien noin 1,3 x 1,3 x 2,5 cm kokoisten koekappaleiden 0,13 x 2,5 cm pinta pinnoitettiin ensin seosteella 1 paksuuteen noin 0,13...noin 0,5mm kuten taulukossa II on näytetty.

Seoste 1 = W + 11% Co + 4,1% C (volframkarbideja + kobolttia).

Tämän jälkeen plasma suihkutettiin ensimmäisen pinnoitteen päälle seostetta 2 eri paksuina kerroksina, kuten taulukossa II on näytetty.

Seoste 2 = Ni + 9,3% B + 2,7% Si + 3,2% Cr + 2,3% Fe.

Tämän jälkeen näitä pinnoitteita lämpökäsiteltiin tyhjöissä joko tunnin ajan 1100 °C:ssa, tunnin ajan 1160 °C:ssa tai viisi minuuttia 1160 °C:ssa. Pinnoitteiden kovuudet lämpökäsittelyn jälkeen on esitetty taulukossa II. Todettiin, että toisen pinnoitteen ja ensimmäisen

pinnoitteen painosuhte on erittäin tärkeä tekijä lopullisen pinnoitteen parhaimpien mikrorakenteiden kehittämiseksi. Jos toisen pinnoitteen määrä suhteessa ensimmäiseen pinnoitteeseen on riittämätön, ei toinen pinnoite täydellisesti tunkeudu ensimmäiseen pinnoitteeseen eikä koko pinnoite tartu hyvin kiinni alustaan. Näin tapahtui kaikissa koe-kappaleissa, lukuunottamatta ohuimpia ensimmäisiä pinnoitteita, joiden painosuhte oli 0,30 tai tätä pienempi. Hyviä mikrorakenteita kehittyi, kun painosuhte oli 0,35 tai 0,40, vaikka suhdetta 0,40 pidetään parhaimpana, koska suhdetta 0,35 käytettäessä pyrkii kehittymään runsaasti metallia sisältäviä materiaalikaistoja, jotka olivat pehmeämpiä kuin loput pinnoitteesta. Niiden pinnoitteiden kovuus, joiden painosuhte oli 0,45, oli pienempi kuin niiden pinnoitteiden kovuus, joiden painosuhte oli 0,35 tai 0,40, lukuunottamatta alinta lämpökäsittelylämpötilaa. Joko 1100 tai 1160 °C:ssa tunnin ajan lämpökäsitelty pinnoitteet olivat samanlaisia lukuunottamatta pinnoitteita, joiden painosuhte oli 0,45, kun taas ne pinnoitteet, joita pidettiin viiden minuutin aikana 1100 °C:ssa olivat hiukan pehmeämpiä. Mikrorakenteiden ja kovuuksien tarkastus osoittaa, että rajoissa 0,30...0,45 oleva painosuhte on käyttökelpoinen, mutta että rajoissa noin 0,35...noin 0,40 oleva painosuhte on parempi, kuten seuraavasta taulukosta II nähdään.

Taulukko II

Pinnoitteen paksaus, mm	Toisen pinnoitteen ja ensimmäisen pinnoitteen paksaus- painosuhde	Kovuus, DPH ₃₀₀	1160 °C/ 60 min	1160 °C/ 5 min	1100 °C/ 60 min
1,3	0,08	0,6	0,30	739-1790	635-1397
	0,09	0,7	0,35	695-1897	1488
	0,10	0,8	0,40	1574	1697
	0,11	0,9	0,45	1510	1542
0,25	0,15	0,6	0,30	1724	1552
	0,18	0,7	0,35	1746	1591
	0,20	0,8	0,40	1527	1591
	0,23	0,9	0,45	1296	1447
0,15	0,23	0,6	0,30	1635	1641
	0,27	0,7	0,35	1512	1602
	0,31	0,8	0,40	1310	1534
	0,34	0,9	0,45	977	1541
0,51	0,30	0,6	0,30	1443	1597
	0,34	0,7	0,35	1404	
	0,41	0,8	0,40	1142	1489
	0,46	0,9	0,45	901	1217

Esimerkki 2

AISI 1018-tyyppistä terästä olevien noin 1,3 x 1,3 x 2,5 cm kokoisten koekappaleiden 1,3 x 2,5 cm pinta pinnoitettiin ensin seosteella 1 taulukon III näyttämiin paksuuksiin plasmasuihkupoltinta käyttäen. Tämän ensimmäisen pinnoitteen päälle sijoitettiin myös plasmasuihkutta malla toinen pinnoite taulukon III näyttämiin paksuuksiin. Toisen pinnoitteen muodostamiseksi käytettiin seuraavia seosteita:

Seoste 3 Ni + 7,0 Cr + 3,5 B + 4,5 Si + 3,0 Fe

" 4 Ni + 15,6 B

" 5 Ni + 3,8 Cr + 6,0 B + 2,5 Si

" 6 Ni + 3,8 Cr + 9,4 B

Käytettiin toisen pinnoitteen ja ensimmäisen pinnoitteen eri paksuus-suhteita, kuten taulukossa III on näytetty. Pinnoitettuja koekappaleita lämpökäsiteltiin tämän jälkeen tunnin ajan 1100...1160 °C:ssa tyhjiössä. Koska lämpökäsittelyä ei optimoitu, esiintyi eräitä alueita, joiden metallipitoisuus oli suuri ja kovuus pieni, mutta yleensä esiintyi taulukon III näyttämiä kovuuksia. Eri mikrorakenteiden todettiin riippuvan toisen pinnoitteen ja ensimmäisen pinnoitteen suhteesta. Seostetta 3 käytettäessä todettiin, että kaikissa pinnoitteissa oli huokoinen ulkokerros, ja että sovelletuissa olosuhteissa oli valmiin pinnoitteen jäännösjännitys sellainen, että pinnoittamisen aikana irroittuivat ne pinnoitteet, joiden toisen pinnoitteen ja ensimmäisen pinnoitteen paksuuksien suhde oli suurempi kuin 0,8. Pienemmän suhteen omaaville pinnoitteille oli ominaista pinnoitteen ulkovyöhykkeen tietty huokoisuus. Kun toinen pinnoite muodostettiin seosteesta 4, havaittiin paljon suurempi reaktiokyky ensimmäisen pinnoitteen ja alustan kanssa. Toisen pinnoitteen ja ensimmäisen pinnoitteen suurta suhdetta käytettäessä todettiin ulkovyöhykkeessä esiintyvän poikkeuksellisen suuria hiukkasia, ja samalla kovuudet vaihtelivat melko laajoissa rajoissa tällä vyöhykkeellä. Pienemmillä suhteilla ja alemmalla lämpökäsittelylämpötilalla saavutettiin kuitenkin tasaisempia mikrorakenteita ja melko suuria ja tasaisia kovuuksia. Seostetta 5 käytettäessä saatiin yleensä hyväksyttäviä mikrorakenteita, joissa kuitenkin sattumanvaraisesti esiintyi sisääntunkeutuvan seosteen suuria konsentraatioita pinnoitteen sisäpuoliskossa siinä tapauksessa, että toisen pinnoitteen ja ensimmäisen pinnoitteen suhteet olivat suuria. Käytettäessä seostetta 6 toisena pinnoitteena saatiin kaikilla suhteilla hyväksyttäviä

mikrorakenteita, joten ei ole välttämätöntä, että piitä on läsnä sanottavin määrin. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa III.

Taulukko III

Toinen pinnoite*	Toisen pinnoitteen ja ensimmäisen pinnoitteen		Kovuus, DPH ₃₀₀	
	paksuussuhde	painosuhde	1160 °C/min	1100 °C/60 min
Seoste 3	0,6	0,32	1422	
	0,7	0,37	1446	
	0,8	0,42	1663	
	0,9	0,47	1575	
Seoste 4	0,6	0,28	980	1704
	0,7	0,32	1017	
	0,8	0,37	837	
	0,9	0,41	1330	2013
Seoste 5	0,6	0,33	1790	
	0,7	0,38	1860	
	0,8	0,43	2228	
	0,9	0,49	2013	
Seoste 6	0,6	0,30	1682	
	0,7	0,36	1768	
	0,8	0,41	1484	

* Ensimmäisenä pinnoitteena 0,20...0,25 mm paksu kerros seostetta 1.

Esimerkki 3

AISI 1018-tyyppisestä teräksestä valmistettujen noin 1,3 x 1,3 x 2,5 cm ja 1,3 x 2,5 x 7,6 cm kokoisten koekappaleiden 1,3 x 2,5 tai 2,5, 7,5 cm kokoinen pinta pinnoitettiin plasmasuihkuttamalla seosteella 1 noin 0,23 mm paksuuteen, minkä jälkeen myös plasmasuihkuttamalla muodostettiin toinen pinnoite seoksesta, jossa oli 50% seostetta 3 ja 50% seostetta 4, mutta jonka kokonaiskoostumus oli esimerkissä 1 käytetyn seosteen 2 mukainen. Toisen pinnoitteen paksuuden suhde ensimmäisen pinnoitteen paksuuteen oli vastaavasti 0,81; 0,85 ja 0,90. Näitä pinnoitteita lämpökäsiteltiin sitten 60 tai 120 minuuttia 1100 °C:ssa tai 60 minuuttia 1150 °C:ssa. Kaikkien pinnoitteiden mikrorakenteet olivat yleensä hyväksyttävissä, ja niiden kovuudet olivat rajoissa 1478...1597 DPH₃₀₀ lukuunottamatta koekappaletta,

jonka pinnoitteiden paksuuksien suhde oli 0,9 ja jota oli käsitelty 1150 °C:ssa 60 min (1304 DPH₃₀₀). Eri koekappaleiden väliset erot olivat pienet, lukuunottamatta että 1150 °C:ssa lämpökäsitellyt kappaleet olivat hiukan pehmeämpiä kuin 1100 °C:ssa lämpökäsitellyt. Pinnoitteiden mikrorakenteiden ja kovuuksien perusteella kaikilta näiltä koekappaleilta voidaan odottaa erittäin hyvää kulutuslujuutta.

Esimerkki 4

Männissä, joita käytetään öljylähteiden kiihdytyspumpuissa hiekka-lietteiden pumppuamiseksi, esiintyy erittäin vakavaa kulumista, joten näiden mäntien käyttöikä normaalisti on poikkeuksellisen lyhyt. Keksinnön mukaisten pinnoitteiden suorituskyvyn vertaamiseksi ennestään tunnettuihin pinnoitteisiin pinnoitettiin Tripleksipumpun kolmet männät kolmella eri materiaalilla. Ensimmäinen mäntä pinnoitettiin tuotteella "Colmonoy 6", joka on toiminimen Wall-Colmonoy Inc. tavaramerkki, ja joka sisältää 14% Cr; 3,0% B; 4,5% Si; 4,5% Fe; 0,7% C ja loput nikkeliä. Pinnoite sijoitettiin soveltamalla standardi-tyyppistä hapen ja asetyleenin käyttöön perustuvaa kovapinnoitusmenetelmää. Toisena männän pinnoitusmateriaalina käytettiin toiminimen Union Carbide Corp. tuotetta "LW-15" (WC + 10% Co + 4% Cr) soveltamalla räjähdyspistoolipinnoittamista, ja kolmas mäntä pinnoitettiin keksinnön mukaisella pinnoitteella. Mäntien halkaisija oli noin 9,52 cm, pituus noin 48 cm ja pinnoitettu pituus noin 36 cm. Tässä kokeessa käytetty erikoispinnoite valmistettiin sijoittamalla ensimmäisenä pinnoitteena seostetta 1 paksuuteen 0,28 mm, minkä jälkeen sijoitettiin 0,2 mm paksu pinnoite käyttämällä 50 paino-% seostetta 3 ja 50 paino-% seostetta 4. Molemmat nämä pinnoitteet sijoitettiin plasmasuihkuttamalla. Tämän jälkeen mäntiä lämpökäsiteltiin 1100 °C:ssa tyhjössä 120 minuuttia. Tämän jälkeen pinnoite hiottiin ja kiilloitettiin niin, että pinnoitteen lopulliseksi paksuudeksi saatiin noin 0,3 mm. Pumppu koottiin ja se sai toimia tyyppillisissä käyttöolosuhteissa, kunnes Colmonoy 6-pinnoite petti. Tässä vaiheessa LW-15-pinnoite näytti merkityksellisesti kuluneen, mutta oli kuitenkin paremmassa tilassa kuin Colmonoy 6-pinnoite. Keksinnön mukaisten pinnoitteen kulumisen oli merkityksetöntä, ja mäntä sijoitettiin toiseen pumppuun, johon myös sijoitettiin kaksi uutta Colmonoy-pinnoitettua mäntää. Nytkin pumppua käytettiin kunnes Colmonoy-6-pinnoite petti. Tutkittaessa todettiin, että keksinnön

mukainen pinnoite oli yhä edelleen varsin käyttökelpoinen. Toistamalla tätä menettelyä todettiin, että keksinnön mukainen pinnoite kesti 4...6 kertaa niin kauan kuin Colmonoy 6-pinnoitteella varustetut männät.

Esimerkki 5

Koekappaleita, joiden eri koot, muodot ja koostumukset on esitetty taulukossa IV (b) pinnoitettiin ensimmäisellä pinnoitteella 1 ja toisella pinnoitteella, jossa oli 50 paino-% seostetta 3 ja 50 paino-% seostetta 4, taulukon IV (a) näyttämiin paksuuksiin. Tämän jälkeen näitä pinnoitteita lämpökäsiteltiin 1100...1200 °C:ssa 15...120 minuuttia tyhjössä. Kaikissa koekappaleissa saavutettiin samanlaisia mikrorakenteita kuin aikaisemminkin, lukuunottamatta diffuusiovyöhykkeen pieniä poikkeamia, jotka riippuvat alustan koostumuksesta. Täten on saatu todistetuksi, että keksinnön mukaisia pinnoitteita voidaan sijoittaa monenlaisiin teräsalustoihin.

Taulukko IV (a)

Pinnoituskäsittelyn olosuhteet

Teräksen koostumus (esitetty taulukossa IV (b))	Pinnoitetun pinnan koko, cm	Pinnoituspaksuudet Seostetta 1, Seosten 3+4 ja mm	Seosten 3+4 ja seosten 1 paksuussuhde	Aika, h	Lämpökäsittely Lämpö- tila °C	Seosten 3+4 ja seosten 1 paino- suhde
M-2	1,3 x 2,5	0,2	0,8	1	1155	0,40
D-2	1,3 x 1,3	0,2	0,8	1	1155	0,40
Carb. 43B20	ulkohalkaisija 12,7, sisähalkai- sija 7,6	0,3	0,8	2	1100	0,40
1090	2,5 x 7,6	0,3	0,8	1	1100	0,40
1020	1,3x2,5, 2,5x7,6	0,1...0,3	0,7...0,94	1/4...2	1035...1200	0,35...0,48
4140	1,3x2,5, 2,5x7,6, 5,1x6,4	0,1...0,3	0,7...0,94	1/4...2	1100...1200	0,35...0,48
4340	halkaisija 2,5	0,25	0,8	1	1165	0,40
8620	" 2,5	0,25	0,8	1	1165	0,40

Taulukko IV (b)

Terästen koostu- mukset	Carb									
	4340	M-2	D-2	4140	8620	1090	1020	43B20	1018	
C	0,4	0,85	1,5	0,4	0,2	0,9	0,2	0,2	0,18	
Mn	0,85	-	-	0,9	0,9	0,75	0,45	0,55	0,75	
Si	0,20	-	-	0,3	0,3	-	-	0,3	-	
Cr	0,75	4,0	12,0	0,95	0,5	-	-	0,5	-	
Ni	1,80	-	-	-	0,55	-	-	1,80	-	
Mo	0,25	5,0	1,0	0,2	0,2	-	-	0,25	-	
W	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	
V	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fe	lop	lop	lop	lop	lop	lop	lop	0,0005 min lop	lop	lop

Esimerkki 6

AISI 1018-tyyppistä terästä olevien noin 1,3x2,5 x 7,6 cm kokoisten koekappaleiden 2,5 x 7,6 cm kokoiseen pintaan plasmasuihkutettiin 0,28 mm paksu kerros seostetta, ja tämän jälkeen suihkutettiin toinen 0,23 mm paksu pinnoite seoksesta, jossa oli 50 paino-% seostetta 3 ja 50 paino-% seostetta 4. Tämän jälkeen koekappaleita lämpökäsiteltiin 1150 °C:ssa 60 min tyhjössä. Pinnoitettu pinta hiottiin sileäksi ja suoritettiin kuiva hiekkakulutuskoee. Keksinnön mukainen pinnoite menetti hiukan pienemmän tilavuuden materiaalia kuin Carboloy 883 (WC-6% Co, toiminimen General Electric Comp. kaupallinen nimi), joka on sintrattua volframkarbidimateriaalia. Sen sijaan keksinnön mukainen pinnoite menetti vain noin neljännesosan tuotetta W-1N30 olevan pinnoitteen menettämästä materiaalmäärästä. W-1N30 on Union Carbide Corp. toimittamaa räjähdyspistoolin avulla sijoitettavaa pinnoitusmateriaalia, joka sisältää volframkarbidia ja 13% kobolttia.

Esimerkki 7

AISI 1018-tyyppisestä teräksestä tehtyjä noin 2,5x1,3x7,0 cm kokoisia koekappaleita pinnoitettiin 0,25...0,30 cm paksuuteen seosteella 7, joka on volframkarbidin ja koboltin seostetta (seoste 7 = W + 9,50% Co + 4,55% C). Pinnoite sijoitettiin räjähdyspistoolin avulla 2,5x7,0 cm kokoisiin pintoihin. Eri näytteet pinnoitettiin sitten kerroksella seostetta 2 siten, että paksuuksien suhteet olivat 0,3; 0,4; 0,5 ja 0,6, ja painosuhteet olivat noin 0,16; 0,21; 0,26 ja 0,32. Tämän jälkeen koekappaleita lämpökäsiteltiin 1110...1120 °C:ssa 2 tuntia tyhjössä. Muodostuneet mikrorakenteet olivat edellä selitetyn kaltaiset. Pinnoitteen kovuuden todettiin vaihtelevan paksuuksien suhteen mukaan ja oli vastaavasti 1252; 1483; 1407 ja 1249 paksuuksien suhteilla 0,3; 0,4; 0,5 ja 0,6.

Esimerkki 8

AISI 1018-tyyppistä terästä oleviin 2,5 x 7,6 x 1,3 cm kokoisiin koekappaleisiin plasmasuuhkutettiin seosteiden 1, 3 ja 4 seoksia seuraavassa taulukossa V näytetyllä tavalla. Tämän jälkeen koekappaleita lämpökäsiteltiin 1065...1160 °C:ssa 5...240 minuuttia tyhjössä. Pinnoitteen A mikrorakenne oli aivan huokoinen, eikä pinnoitteen C rakenne ollut aivan tasainen. Pinnoitteella B oli sen sijaan erittäin

tasainen mikrorakenne ja aivan vähäinen sulkeutunut huokoisuus. Ulkovyöhykkeen kovuus oli 1200...1500 ja sisävyöhykkeen kovuus oli 1113...1374. Näitä pinnoitteita voitiin sijoittaa poikkeuksellisen suurina paksuuksina (Δ noin 0,76 mm) laakapintaan ilman lohkeilemistä. Pinnoitetta B kokeiltaessa kuivassa hiekkakulutuskokeessa todettiin tämän pinnoitteen kuluvan vain noin puolet räjähdyspistoolilla muodostetusta WC-Co-pinnoitteen kulumisesta ja hiukan enemmän kuin tuotteesta Carboloy 883 valmistettu pinnoite, joka on puristettua ja sintrattua WC-Co-materiaalia.

Taulukko V

Pinnoite	Koostumus		
A	67% seostetta 1		
	16,5% seostetta 3		
	16,5% "	4	
B	63,5% seostetta 1		
	18,25% seostetta 3		
	18,25% "	4	
C	60,0% "	1	
	20,0% "	3	
	20,0% "	4	

Esimerkki 9

AISI 1018-tyyppistä terästä oleviin koekappaleisiin plasmasuihkutettiin seosteen 1 ja seosteen 2 seoksia taulukossa VI näytettyjä suhteita käyttäen 1,5...1,6 mm paksuuksiin. Tämän jälkeen koekappaleet lämpökäsiteltiin 1050...1060 °C:ssa 30 minuuttia tyhjiössä. Pinnoitteiden ulkovyöhykkeen kovuus on esitetty taulukossa VI. Pinnoite D oli jonkin verran huokoista, E oli vähemmän huokoista ja pinnoitteissa F, G ja H oli ainoastaan muutamia pieniä huokosia, jotka kaikki olivat sulkeutuneita.

Taulukko VI

Pinnoite	Koostumus, paino-%		Kovuus DPH ₃₀₀
	Seostetta 1	Seostetta 2	
D	73	27	1452
E	70	30	1435
F	67	33	1265
G	65	35	1133
H	63,5	36,5	1189

Esimerkki 10

AISI 1018-tyyppistä terästä olevien noin 1,3 x 2,5 x 7,6 kokoisten koekappaleiden 2,5 x 7,6 cm kokoinen pinta pinnoitettiin seoksella, jossa oli 63,5% seostetta 1 ja 36,5% seostetta 2, 0,76 mm paksuuteen. Tämän jälkeen koekappaleita lämpökäsiteltiin 1060 °C:ssa 30 minuuttia tyhjiössä. Saavutettu kovuus oli 1542 DPH₃₀₀. Tämä osoittaa, että piitä ei tarvita yksikerrosjärjestelmässä yhtä vähän kuin kaksikerrosjärjestelmässäkään.

Esimerkki 11

AISI 1018-tyyppisestä teräsputkesta tehtyjä koekappaleita, joiden halkaisija oli noin 10 cm ja pituus noin 15 cm, pinnoitettiin seosteiden 1, 3 ja 4 seoksilla 1,6...2,0 mm paksuuteen, kuten taulukossa VII on näytetty. Tämän jälkeen koekappaleita lämpökäsiteltiin 1060 °C:ssa 30 minuuttia tyhjiössä. Saatujen pinnoitteiden ulkovyöhykkeiden kovuudet on esitetty taulukossa VII.

Taulukko VII

Pinnoite	Koostumus, paino-%			Kovuus DPH ₃₀₀
	Seoste 1	Seoste 4	Seoste 3	
I	63,5	14,6	21,9	1278
J	63,5	18,25	18,25	1241
K	63,5	21,9	14,6	1117

Esimerkki 12

AISI 1018-tyyppistä terästä olevien noin 1,3 x 2,5 x 7,6 cm kokoisten koekappaleiden 2,5 x 7,6 cm kokoinen pinta plasmapiinnoitettiin seoksella, jossa oli 18,25% seostetta 3, 18,25% seostetta 4 ja loput

volframkarbidia (stökiometrinen yhdiste, jossa on W + 6,13% C eikä mitään metallista sidosainetta). Koekappaleita lämpökäsiteltiin tunnin ajan tyhjössä 1040 °C:ssa, jolloin saatiin tiheä mikrorakenne. Pinnoitteen kovuus oli 1010 DPH₃₀₀.

Esimerkki 13

Nikkeliperusteista seostetta (Ni + 22% Cr + 18,5% Fe + 9% Mo + 1,5% Co + 0,6% W + 1,0% Mn + 0,10% C) olevien noin 0,65 x 2,5 x 5,1 cm kokoisten koekappaleiden ja kobolttiperusteista seostetta (Co + 22% Cr + 22% Ni + 14,5% W + 1,25% Mn + 0,35% Si + 0,10% C + 3,0% Fe + 0,9% La) olevien yhtä suurien koekappaleiden 2,5 x 5,1 cm kokoinen pinta plasmapiinnoitettiin seoksella, jossa oli 18,25% seostetta 3, 18,25% seostetta 4 ja loput seostetta 7. Koekappaleita lämpökäsiteltiin tyhjössä 1040 °C:ssa 30 min, 1060 °C:ssa 10 min ja 1060 °C:ssa 30 min. Nikkeliperusteisen seosteenpinnoitteiden kovuudet olivat 1160, 1177 ja 1126 DPH₃₀₀, ja kobolttiperusteisen seosteen pinnoitteiden kovuudet olivat 1219, 1187 ja 1228 DPH₃₀₀. Mikrorakenteet olivat samanlaiset kuin teräsalustoilla olevien pinnoitteiden rakenteet.

Esimerkki 14

Saumattomasta teräsputkesta tehtyjä koekappaleita, joiden ulkohalkaisija oli 2,5 cm ja pituus oli 16,5 cm, seinämän paksuus oli 0,3 cm, pinnoitettiin ulkopuolisesti 0,25 mm paksuuteen seosteella 1, minkä jälkeen pinnoitettiin seosteella 2 tai seosteiden 3 ja 4 50:50% seoksella siten, että paksuuksien suhde oli 0,7...0,8 ja painosuhte 0,35...0,40. Putkia lämpökäsiteltiin tyhjössä 2 tuntia 1100 °C:ssa, minkä jälkeen ne leikattiin noin 1,3 cm pitkiksi renkaiksi ja teräsalusta poistettiin niistä. Täten saadut pinnoiterenkaat, joiden pituus oli noin 1,3 cm ja ulkohalkaisija noin 2,5 cm, syövytettiin upottamalla ne seuraavien yhdisteiden vesiliuoksiin: 50% NaOH, 5% HNO₃, 5% H₂SO₄ ja 20% HCl. Kokeet suoritettiin huoneenlämmössä eri liuosten kiehumapisteissä 5...9 vuorokautta. Useimmissa tapauksissa todettiin vain vähäistä syöpymistä (< 0,025 mm) jos ollenkaan pinnoitteen ulkopinnassa. Vakavin syöpyminen havaittiin kiehuvasa HNO₃-liuoksessa, jossa 7 vuorokauden jälkeen oli syöpymistuotteista muodostunut 0,1 mm paksu tasainen kuori. Missään kokeillussa koekappaleessa ei todettu ulkopuolisesta pinnoitetusta pinnasta tullutta sisäpuolista syöpymistä.

Esimerkki 15

AISI 1018-tyyppistä terästä oleviin noin 1,3 x 2,5 x 7,6 cm kokoisiin koekappaleisiin plamasuihkutettiin seoksia, joissa oli (75/25 VC/WC) + 2 Ni + 2 Mo ja seosta, jossa oli 50% seostetta 3 ja 50% seostetta 4, minkä jälkeen koekappaleita lämpökäsiteltiin eri lämpötiloissa eri pitkiä aikoja. Pinnoitteilla, joissa oli 50...55% seosteiden 3 ja 4 seosta, oli suhteellisen hienoja mikrorakenteita, ja kovuudet olivat 1150...1250 DPH₃₀₀, kun koekappaleita oli käsitelty 1050 tai 1060 °C:ssa 10 minuuttia.

Esimerkki 16

AISI 1018-tyyppistä terästä oleviin noin 1,3 x 2,5 x 7,6 cm kokoisiin koekappaleisiin plamasuihkutettiin seoksia, joissa oli TiC ja 50% seostetta 3 ja 50% seostetta 4 sisältävää seosta. Pinnoitteilla, joissa oli 45 tai 50% TiC, ja joita lämpökäsiteltiin 1020 tai 1030 °C:ssa 30 min tyhjössä, oli kovuus 1050...1200 DPH₃₀₀.

Patenttivaatimukset

1. Jauheseos, joka soveltuu sijoitettavaksi metallipintaan sellaisen menetelmän avulla, jonka tuloksena saadaan suuren kulutuslujuuden ja korroosionkestävyyden omaava pinnoite, jonka alkutiheys josen muodostuessa on suurempi kuin 75% teoreettisesta maksimiarvosta, t u n n e t t u siitä, että seos sisältää kahta tai useampaa komponenttia, joista

a) ensimmäinen komponentti sisältää 0...25 paino-% vähintään yhtä sidosainetta, joka on valittu koboltin, raudan, nikkelin ja näiden seosteiden joukosta, ja vähintään yhtä metallikarbidia, joka on valittu volfram-, kromi-, vanadiini-, hafnium-, titaani-, sirkonium-, niobi-, molybdeenin-, tantalikarbidien ja näiden yhdisteiden joukosta,

b) toinen komponentti pääasiallisesti sisältää yhtä ainoata seostetta tai seosteiden seosta niin, että kokonaispitoisuus on 6,0...18,0 paino-% booria, 0...6 paino-% piitä, 0...20 paino-% kromia, 0...5 paino-% rautaa ja loput nikkeliä, jolloin mainittu ensimmäinen komponentti edustaa 40...75 paino-% koko seoksesta.

2. Jauheseos, joka soveltuu sijoitettavaksi metallialustaan metallikarbidipinnoitteen päälle, jonka tiheys on suurempi kuin 75% teoreettisesta maksimiarvosta, t u n n e t t u siitä, että jauhe pääasiallisesti sisältää yhtä seostetta tai seosteiden seosta siten, että kokonaispitoisuus on 3,0...18,0 paino-% B, 0...6 paino-% Si, 0...20 paino-% Cr, 0...5 paino-% Fe ja loput nikkeliä.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen jauheseos, t u n n e t t u siitä, että metallikarbidina on volframkarbidi, titaanikarbidi tai vanadiinikarbidi, taikka että metallikarbidina on vanadiinikarbidin ja volframkarbidin seos ja/tai yhdiste.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen jauheseos, t u n n e t t u siitä, että volframkarbidi sisältää 3,20...6,13 paino-% hiiltä ja loput volframia.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen jauheseos, t u n n e t t u siitä, että volframkarbidia on 75...55 paino-% koko seoksesta.

Yö-05muu

6. Menetelmä pinnoitteen muodostamiseksi metallialustaan, jolla pinnoitteella on suuri kulutuslujuus ja korroosiokestävyys, t u n n e t t u siitä, että

a) sijoitetaan plasmamenetelmän tai räjähdyspistoolimenetelmän avulla seosta, joka sisältää kahta tai useampaa komponenttia, joista ensimmäinen komponentti sisältää 0...25 paino-% vähintään yhtä sidosainetta, joka on valittu koboltin, raudan, nikkelin ja näiden seosteiden joukosta, ja vähintään yhtä metallikarbidia, joka on valittu volfram-, kromi-, vanadiini-, hafnium-, titaani-, sikonium-, niobi-, molybdeeni-, tantalikarbidien ja näiden yhdisteiden joukosta ja toinen komponentti pääasiallisesti sisältää yhtä ainoata seostetta tai seosteiden seosta, niin että kokonaispitoisuus on 6,0...18,0 paino-% booria, 0...6 paino-% piitä, 0...20 paino-% kromia, 0...5 paino-% rautaa ja loput nikkeliä, jolloin ensimmäinen komponentti edustaa 40...75 paino-% koko jauheesta,

b) kuumennetaan täten sijoitettu pinnoite 950 °C korkeammassa lämpötilassa riittävän kauan tämän toisen komponentin saattamiseksi reagoimaan ensimmäisen komponentin huomattavan osan kanssa, boorikarbidien muodostamiseksi,

c) jäähdytetään pinnoite siten, että muodostuu borideja, karbideja ja metallien keskeisiä faaseja, jolloin muodostuu pinnoite, jonka kovuus on suurempi kuin 1000 DPH₃₀₀, ja joka on käytännöllisesti katsoen täysin tiivistä ilman mitään läpimenevää huokoisuutta.

7. Menetelmä suuren kulutuslujuuden ja korroosionkestävyyden omaavan pinnoitteen muodostamiseksi metallialustaan, t u n n e t t u siitä, että

7.6.20
a) muodostetaan plasmamenetelmän tai räjähdyspistoolimenetelmän avulla seosta, joka sisältää kahta tai useampaa komponenttia, joista ensimmäinen komponentti sisältää 0...25 paino-% vähintään yhtä sidosainetta, joka on valittu koboltin, raudan, nikkelin ja näiden seosteiden joukosta, ja vähintään yhtä metallikarbidia, joka on valittu volfram-, kromi-, vanadiini-, hafnium-, titaani-, sikonium-, niobi-, molybdeeni-, tantalikarbidien ja näiden yhdisteiden joukosta,

b) sijoitetaan vaiheessa a) muodostetun pinnoitteen päälle seosta, joka sisältää yhtä ainoata seostetta tai seosteiden seosta niin, että kokonaispitoisuus on 6,0...18,0 paino-% booria, 0...6 paino-% piitä, 0...20 paino-% kromia, 0...5 paino-% rautaa ja loput nikkeliä,

c) kuumennetaan vaiheiden a) ja b) mukaan muodostettua pinnoitetta 950 °C korkeampaan lämpötilaan riittävän kauan vaiheessa b) muodostetun pinnoitteen saattamiseksi tunkeutumaan ja reagoimaan vaiheessa a) muodostetun pinnoitteen kanssa, ja

d) jäähdytetään pinnoite siten, että muodostuu borideja, karbideja ja metallien keskeisiä faaseja, jolloin muodostuu pinnoite, jonka kovuus on suurempi kuin 1000 DPH₃₀₀, ja joka on käytännöllisesti katsoen täysin tiivistä ilman mitään läpimenevää huokoisuutta.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sidosaineena on koboltti ja metallikarbidina on volframkarbidi ja vaiheessa b) muodostetun pinnoitteen ja vaiheessa a) muodostetun pinnoitteen painosuhde on 0,09...0,65.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheessa a) muodostettu pinnoite sisältää 10...25 paino-% kobolttia ja 90...75 paino-% volframkarbidia.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheen a) pinnoite sijoitetaan soveltamalla plasma-menetelmää ja vaiheessa b) sijoitetun pinnoitteen koostumus on 6,0...11,0% B, 2,0...4,0% Si, 3,0...15,0% Cr, 0...2,0% Fe ja loput Ni.

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheen a) pinnoite sijoitetaan soveltamalla räjähdys-pistoolimenetelmää ja vaiheessa b) sijoitetun pinnoitteen koostumus on 6,0...11,0% B, 2,0...4,0% Si, 3,0...15,0% Cr, 0...2,0% Fe ja loput Ni.

12. Jonkin patenttivaatimusten 7...11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheessa b) muodostetun pinnoitteen ja vaiheessa a) muodostetun pinnoitteen painosuhde on 0,35...0,40.

Patentkrav

1. Pulverblandning som lämpar sig för att anbringas medelst ett förfarande som på ett metallunderlag åstadkommer ett överdrag med en stor nötningshållfasthet och korrosionsbeständighet och en begynnelse-täthet som redan då det bildas är större än 75% av det teoretiska maximivärdet, k ä n n e t e c k n a d därav, att blandningen innehåller två eller flere komponenter, av vilka
 - a) den första komponenten består av 0...25 vikt-% av minst ett bindmedel valt bland kobolt, järn, nickel och legeringar av dessa, och minst en metallkarbid vald bland volfram-, krom-, vanadin-, hafnium-, titan-, zirkonium-, niob-, molybden-, tantalkarbider och föreningar av dessa,
 - b) den andra komponenten består väsentligen av en enda legering eller en blandning av legeringar med en totalhalt av 6,0...18,0 vikt-% bor, 0...6 vikt-% kisel, 0...20 vikt-% krom, 0...5 vikt-% järn och resten nickel, varvid den första komponenten utgör 40...75 vikt-% av hela blandningen.
2. Pulverblandning som lämpar sig för att anbringas på ett överdrag av metallkarbid på ett metallunderlag med en täthet större än 75% av det teoretiska maximivärdet, k ä n n e t e c k n a d därav, att pulvret väsentligen består av en enda legering eller en blandning av legeringar med en totalhalt av 3,0...18,0 vikt-% bor, 0...6 vikt-% kisel, 0...20 vikt-% krom, 0...5 vikt-% järn och resten nickel.
3. Pulverblandning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att metallkarbiden är volframkarbid, titankarbid eller vanadinkarbid, eller att metallkarbiden är en blandning och/eller en förening av vanadinkarbid och volframkarbid.
4. Pulverblandning enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att volframkarbiden innehåller 3,20...6,13 vikt-% kol och resten volfram.
5. Pulverblandning enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att volframkarbiden utgör 75...55 vikt-% av hela blandningen.

6. Förfarande för att åstadkomma ett överdrag på ett metallunderlag med stor nötningshållfasthet och korrosionsbeständighet, k ä n n e - t e c k n a t därav, att man

a) anbringar medelst plasmaförfarande eller sprängpistolförfarande en blandning som består av två eller flere komponenter, varvid den första komponenten består av 0...25 vikt-% av minst ett bindmedel valt bland kobolt, järn, nickel och legeringar av dessa, och minst en metallkarbid vald bland volfram-, krom-, vanadin-, hafnium-, titan-, zirkonium-, niob-, molybden-, tantalkarbider och föreningar av dessa, och den andra komponenten består väsentligen av en enda legering eller en blandning av legeringar med en totalhalt av 6,0...18,0 vikt-% bor, 0...6 vikt-% kisel, 0...20 vikt-% krom, 0...5 vikt-% järn och resten nickel, och den första komponenten utgör 40...75 vikt-% av hela blandningen,

b) upphettar det sålunda anbringade överdraget vid en temperatur som är högre än 950 °C och under en tillräckligt lång tid för att bringa den andra komponenten att reagera med en väsentlig del av den första komponenten förbildning av borkarbider,

c) kyler överdraget så att det bildas borider, karbider och intermetalliska faser, varvid bildas ett överdrag med en hårdhet större än 1000 DPH₃₀₀ och som är väsentligen helt tätt utan någon genomgående porositet.

7. Förfarande för att anbringa ett överdrag på ett metallunderlag med stor nötningshållfasthet och korrosionsbeständighet, k ä n n e - t e c k n a t därav, att man

a) anbringar medelst plasmaförfarande eller sprängpistolförfarande en blandning som består av 0...25 vikt-% av minst ett bindmedel valt bland kobolt, järn, nickel och legeringar av dessa, och minst en metallkarbid vald bland volfram-, krom-, vanadin-, hafnium-, titan-, zirkonium-, niob-, molybden-, tantalkarbider och föreningar av dessa,

b) anbringar över överdraget som anbringats i fasen a) en blandning bestående av en enda legering eller en blandning av legeringar med en totalhalt av 6,0...18,0 vikt-% bor, 0...6 vikt-% kisel, 0...20 vikt-% krom, 0...5 vikt-% järn och resten nickel,

c) upphettar det sålunda anbringade överdraget enligt faserna a) och b) vid en temperatur som är högre än 950 °C och under en tillräckligt lång tid för att bringa överdraget enligt fasen b) att tränga in i och reagera med överdraget enligt fasen a), och
d) kyler överdraget så att det bildas borider, karbider och intermetalliska faser, varvid bildas ett överdrag med en hårdhet större än 1000 DPH₃₀₀ och som är väsentligen helt tätt utan någon genomgående porositet.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att bindmedlet är kobolt och metallkarbiden är volframkarbid, och viktsförhållandet mellan överdraget enligt fasen b) och överdraget enligt fasen a) är 0,09...0,65.

9. Förfarande enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k n a t därav, att det i fasen a) anbringade överdraget består av 10...25 vikt-% kobolt och 90...75 vikt-% volframkarbid.

10. Förfarande enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att överdraget enligt fasen a) anbringas genom att tillämpa ett plasmaförfarande, och att det i fasen b) anbringade överdraget består av 6,0...11,0 vikt-% B, 2,0...4,0 vikt-% Si, 3,0...15,0 vikt-% Cr, 0...2,0 vikt-% Fe och resten Ni.

11. Förfarande enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att överdraget enligt fasen a) anbringas genom att tillämpa ett sprängpistolförfarande, och att det i fasen b) anbringade överdraget består av 6,0...11,0 vikt-% B, 2,0...4,0 vikt-% Si, 3,0...15,0 vikt-% Cr, 0...2,0 vikt-% Fe och resten Ni.

12. Förfarande enligt något av patentkraven 7...11, k ä n n e t e c k n a t därav, att viktsförhållandet mellan överdraget enligt fasen b) och överdraget enligt fasen a) är 0,35...0,40.

Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer, utläggnings- och patentskrifter:

FI

CH

DE

DK

FR

GB

1.303.798 (C23 C7/00)

NO

SE

US

2.936.229 (75-0,5)
3.305.326 (29-192)

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.

EP

WO

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

"METALLER PINTAERSITTET", NISKO
26-68, KAPPALE IV, TALUKKO 2

97.484 10

Allekirjoitus