

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 772583 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 772583

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

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **31.08.1977**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **31.08.1977**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **31.03.1978**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

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

30.09.1976 US 728284

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Eutectic Corporation, 40-40 172nd Street, Flushing New York, N.Y., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Jaeger, Frederick T., Canada, KANADA, (CA)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Ruska & Co Oy, Runeberginkatu 5, 00100 Helsinki

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

Metalliseospäällysteinen rautametallialusta

Legeringsbeklädd ferrometallsubstrat

Eutectic Corporation

Metalliseospäällysteinen rautametallialusta
Legeringsbeklädd ferrometallsubstrat

Supistelma

On esitetty metalliseospäällysteinen rautametallialusta, jolloin rautametalli muodostaa sellaisen mainitun alustan, jonka lämmönjohtokyky hopeaan nähden, jonka lämmönjohtokyvyksi on otettu $1 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$, pääasiallisesti ympäristön lämpötilassa on ainakin noin 0.06 ja jolloin metalliseospäällyste on valittu ryhmästä, johon kuuluu itsesulatus- ja syöpymistä kestävä rautaryhmän metalliperusteinen metalliseos ja itsesulatus- ja edistävää kupariperusteinen metalliseos sulatettuna ja sidottuna mainittuun rautametallialustaan ja jolloin mainitun metalliseospäällysteen paksuus on noin 0.12-3.81 mm ja lämmönjohtokyky ainakin noin 0.05.

Tämä keksintö kohdistuu metalliseospäällysteisiin rautametallialustoja varten ja erityisesti sellaisia rautametallialustoja varten, joiden päälle on sulatettu ja metalurgisesti sidottu, itsesulatus- ja edistävää rautaryhmän metalliperusteinen ja kupariperusteinen metalliseospäällyste, jolle on tunnusomaista fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien parannettu yhdistelmä, mukaanluettuna

kestävyys lämpöä ja syöpymistä vastaan yhdessä optimaalisen lämmönjohtokyvyn kanssa.

Teollisten laitteiden rakenne-elimet, kuten lämmönvaihtoelementit jotka joutuvat käytössä lämmön ja/tai syöpymisen ja/tai eroosion alaiseksi, mukaan luettuna tavallinen kuluminen ja hajoaminen, vaativat yleensä säännöllistä huoltoa ja hoitoa laitteiden pitämiseksi parhaimmassa mahdollisessa käyntikunnossa. Tällaiset elementit on tehty tavallisesti rautametalleista (esimerkiksi valantateräksestä, niukkaseosteisesta teräksestä, valuraudasta, meltoteräksestä ja sentapaisesta) ja niihin kuuluvat erilaiset rakenne-elementit, esimerkiksi hapetusuuninkuvut, korkealämpötilaiset läpät, tuulettimen siivet ja malmin sintrausuunien verhoukset, voima-aseilla käytettyjen höyrykattiloiden tulistimien ja esikuumentimien putket ja polttolaitosten rautametalliosat monien muiden teollisten laitteiden ja rakenne-elementtien suuressa joukossa.

Näihin asti on ollut käytäntönä korvata kulunut, syöpynyt tai erodoitunut osa uudella osalla riippuen sen saatavuudesta valmistajalta, mikä korvaaminen vie kohtuuttomasti aikaa ja lisää siten kokonaishuoltokustannuksia. Lisäksi varaosien hinnat ovat jatkuvasti nousseet johtuen lisääntyneistä valmistuskustannuksista ja inflaatiosta.

Yrityksiin edellä esitetyn ongelman voittamiseksi on kuulunut ottaa esille kulunut, syöpynyt tai erodoitunut osa ja päällystää se kulumista, syöpymistä, lämpöä ja hapettumista kestäväällä metalliseoksella suihkuttamalla päällystemetallia osan pinnalle ja sen jälkeen sulattamalla päällyste paikalla.

Vaikka nämä yritykset ovat olleet hyödyllisiä, tällaiset päällysteet eivät ole täyttäneet suojaavan metallipäällysteen kaikkia vaatimuksia. Niinpä esimerkiksi rautametallialustojen aineilla, kuten valuraudalla, valantateräksellä, meltoteräksellä, niukkaseosteisella teräksellä ja sentapaisilla on tavallisesti hyvä lämmönjohtokyky, ts. yli noin $0.1 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$ ja jopa niinkin korkea kuin 0.2 (meltoteräs), joka monissa tapauksissa on tärkeä siellä, missä metalliosa on kosketuksessa erikoistarkoitusta, esimerkiksi lämmönvaihdinelementtiä varten tarkoitettun lämmönlähteen kanssa.

Esimerkiksi on tehty yritys päällystää rautametallia, kuten valurau-

taa oleva alusta ruostumatonta terästä, esimerkiksi 410 ruostumatonta terästä olevalla päällysteellä, joka aikaansaadaan vihoittamalla. Kuitenkaan tämä päällyste ei aikaansaa haluttua suojaa eikä myöskään haluttuja ominaisuuksia. Eräissä tapauksissa päällysteellä on ollut epäedullinen vaikutus lämmönjohtokykyyn, joka on lämmönvaihtimen pintojen eräs tärkeä ominaisuus. Päällysteen lämmönjohtokyky on alle $0.06 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$, kun taas valuraudan lämmönjohtokyky on yli 0.1. Samalla kun lämmönkestävät nikkeli-perusteiset metalliseokset ovat haluttuja päällysteitä, useimmilla lämmönkestävillä nikkeli-seoksilla on alhainen lämmönjohtokyky.

Esimerkiksi metalliseoksen, jonka tavaramerkki on "Inconel" (13-15% Cr, 6-8% Fe ja loput nikkeliä) lämmönjohtokyky on noin 0.035 ympäristön lämpötilassa ja on olennaisesti valuraudan ja niukka-seosteisten terästen lämmönjohtokyvyn alapuolella. Nikkeli-perusteisen metalliseoksen, joka sisältää 60% Ni, 24% Fe ja 16% Cr, lämmönjohtokyky on noin 0.032, joka on myöskin hyvin alhainen. Kobolttiperusteisen metalliseoksen, joka sisältää 25-30% Cr, 1.5-3% Ni, 4.5-6.5% Mo, korkeintaan 0.2% Fe, 0.2-0.35% C ja loput kobolttia, lämmönjohtokyky on noin 0.035 lämpötilassa 200°C . Metalliseoksen, joka sisältää 20-22.5% Cr, 19-21% Ni, 2.5-3.5% Mo, 2-3% W, 18.5-21% Co, 0.75-1.25% Nb+Ta, 0.1-0.2% N, korkeintaan 0.2% C ja loput Fe, lämmönjohtokyky on noin 0.035 lämpötilassa 200°C .

Toisaalta pääasiallisesti puhtaan nikkelin lämmönjohtokyky on noin 0.22. Kuitenkin kun kromia lisätään esimerkiksi 15% tai 20% liukoisena metallina liuottimeen tai sideaine metallinikkeliin, niin nikkelin lämmönjohtokyky alenee huomattavasti alle arvon 0.05, esimerkiksi arvoon noin $0.03\text{--}0.04 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$. Esimerkiksi seoksen, joka sisältää 80% Ni ja 20% Cr, lämmönjohtokyky on noin 0.032 lämpötilassa 100°C . Koboltin lämmönjohtokyky on noin 0.165 ympäristön lämpötilassa. Kuitenkin kun kromia lisätään liukoisena metallina määrissä yli 10%, lämmönjohtokyky alenee huomattavasti.

Niinpä kun alhaisen lämmönjohtokyvyn omaava lämpöä ja hapettumista kestävä metalliseospäällyste levitetään rautametallialustan päälle, jonka lämmönjohtokyky on ainakin noin 0.06, päällyste vaikuttaa epäedullisesti yhdistetyn rakenteen lämmönjohtokykyyn.

On haluttua aikaansaada metalliseospääallysteitä, joilla on tarvittavat kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet ja joiden lämmönjohtokyky johdonmukaisesti on ainakin noin $0.05 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$, aina arvoon 0.08 saakka ja jopa korkeampi.

Tämän keksinnön eräänä tarkoituksena on aikaansaada metallialusto- ja varten lämpöä, syöpymistä, eroosiota ja hapettumista kestävä metalliseospääallyste, jonka lämmönjohtokyky on ainakin noin $0.05 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$.

Keksinnön toisena tarkoituksena on aikaansaada yhdistelmä, joka käsittää rautametallialustan, jonka lämmönjohtokyky ympäristön lämpötilassa on ainakin noin $0.06 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$ ja jonka pintaan on sidottu metalurgisesti lämpöä, syöpymistä, eroosiota ja hapettumista kestävä rautaryhmän metalliperusteinen metalliseos ja kupariperusteinen metalliseos, joka on valittu ryhmästä, johon kuuluu it-sesulatusta edistävää rautaperusteinen, nikkeliperusteinen, koboltiperusteinen ja it-sesulatusta edistävää kupariperusteinen metalliseos, jolle on tunnusomaista se, että sen lämmönjohtokyky on ainakin noin $0.05 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$.

Nämä ja muut tarkoitukset käyvät lähemmin selville seuraavasta selityksestä viitaten oheiseen piirustukseen, jossa kuva 1 esittää poikkileikkauksena osaa yhdistelmästä, joka käsittää valurauta-alustan, esimerkiksi lämmönvaihdonelementin ja nikkeliperusteisen metalliseospääallysteen, joka on sidottu metalurgisesti alustaan ja jonka lämmönjohtokyky on ainakin noin 0.06 , kuva 2 esittää poikkileikkauksena toisen lämmönvaihtoelementin osaa yhdistelmästä, joka käsittää niukkaseosteista terästä olevan alustan, jossa on välisidospääallyste yhdessä siihen metalurgisesti sidotun kobolttiperusteista, lämpöä kestävästä metalliseosta olevan ulkopääallysteen kanssa, jolloin mainitun metalliseospääallysteen lämmönjohtokyky on ainakin noin 0.06 , kuva 3 esittää muuten samaa kuin kuvio 2, paitsi että metallialusta on meltoterästä ja ulkopääallyste on nikkeliperusteista metalliseosta ja kuva 4 esittää osaa hiiliteräsalustasta, johon on sidottu metalurgisesti tämän keksinnön mukainen rautaperusteinen metalliseospääallyste.

Keksinnön mukaan metalliseospääallyste on tehty levittämiseksi rau-

tametallialustalle, johon aineosat seostetaan, jolloin seos rautaryhmäperusteisten metallien tapauksessa säädetään sopivissa suhteissa sisältämään vaikeasti sulavia liukoisia metalleja, esimerkiksi W, Mo, Cr jne, jotka tavallisesti vaikuttavat olennaisesti epäedullisesti sen liuotusmetallin lämmönjohtokykyyn, joka muodostaa metalliseoksen pääaineosan, ts. perusmetalleina ovat Fe, Ni ja Co. Kupariperusteiset metalliseokset kuuluvat myöskin käytettyihin päällysteisiin.

On todettu, että itsesulatusta edistävät metalliseokset ovat erittäin sopivia keksinnön toteuttamiseksi. Nämä metalliseokset ovat rauta-, nikkeli- ja kobolttiperusteisia metalliseoksia, jotka sisältävät noin 0.5-5% booria ja 0.1-6% piitä ja aina noin 3% hiiltä yhdistelmänä vahvojen karbidin ja boridin muodostajien kanssa, jotka on valittu edellä mainittujen liukoisten metallien ryhmästä, johon kuuluvat vaikeasti sulavat metallit W ja/tai Cr. Itsesulatusta edistävien metalliseosten, joihin kuuluvat kupariperusteiset metalliseokset, eräänä etuna on se, että ne aikaansaavat metallipäällysteitä, jotka ovat itselujittuvia kohotetuissa lämpötiloissa.

Sopivalla säädöllä vaikeasti sulavien liukoisten metallien, varsinkin kromin ja boorin sekä hiilen välinen suhde itsesulatusta edistävissä, rautaryhmäperusteisissa metalliseoksissa, ja sen sen vaikeasti sulavan liukoisen metallin määrä, joka liukenee liuotinmetalliin Fe, Ni tai Co, voidaan pitää sen määrän alapuolella, joka olennaisesti vaikuttaa epäedullisesti liuotinmetallin, kuten nikkelin lämmönjohtokykyyn. Niinpä esimerkiksi seoksen, joka sisältää 15% Cr, 7% Fe ja loput Ni, lämmönjohtokyky on verraten alhainen (noin 0.035) johtuen Cr:n ja Fe:n läsnäolosta. Pienennettäessä liuenneen Cr:n määrää nikkelisideaineessa muuttamalla olennainen osa kromista karbidiksi tai boridiksi, niin että se poistuu jähmeästä liuoksesta nikkelin mukana, metalliseoksen lämmönjohtokyky voidaan kohottaa arvoon ainakin noin 0.05 ja korkeammaksikin ja vielä aikaansaada metallipäällyste, jolle on tunnusomaista parannettu kestävyys eroosiota, syöpymistä, kulumista ja hapettumista vastaan.

Edellyttäen, että metalliseoksena on nikkeliperusteinen metalliseos, joka sisältää 20 paino-% Cr ja 80 paino-% Ni ja johon lisätään noin 3% C ja 2% B, tulee käyttämään pääasiallisen osan kromista muodostaen karbidia Cr_3C_2 ja boridia CrB , jolloin näissa yh-

disteissä oleva liuennut kromi on tasapainossa liuotinnikkelissä olevan jäännöskromin kanssa massavaikutuslain mukaan.

Se mitä on sanottu koskien kromia, pätee myöskin vaikeasti sula-
viin liukoisiin metalleihin, kuten wolframiin ja molybdeenin.
Keksinnön eräs sovellutusmuoto kohdistuu metalliseospäällysteiseen
rautametallialustaan, jonka lämmönjohtokyky, kun hopean lämmönjohtokyky on 1, olennaisesti ympäristön lämpötilassa on ainakin noin $0.06 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$, jolloin metalliseospäällyste on sopivasti
itsesulatusa edistävää lämmön ja syöpymisen kestävä rautaryhmän
metalliperusteista seosta sidottuna metalurgisesti raudametallialustaan ja jonka metalliseospäällysteen paksuus noin $0.13\text{--}3.81 \text{ mm}$,
sopivimmin noin $0.25\text{--}2.03 \text{ mm}$. Rautaryhmäperusteinen päällystemetalliseos sisältää 0-noin 30 paino-% ainakin yhtä vahvaa boridia ja
karbidia muodostavaa liukoista metallia, joka on valittu vaikeasti
sulavien metallien ryhmästä, johon kuuluvat W, Mo ja Cr, (sopivimmin ainakin noin 5% kokonaismäärästä) aina noin 3% C, noin 0.5-
5% B, noin 0.1-6% Si ja loput pääasiallisesti mainittua rautaryhmän
metallia (Fe, Ni ja Co). Hiilen ja boorin määrä mainituissa metalliseoksessa säädetään riittäväksi yhtymään stökiometrisesti mainitun
vaikeasti sulavan metallin olennaisen osan kanssa, jolloin metalliseospäällysteelle on tunnusomaista se, että lämmönjohtokyky olennaisesti ympäristön lämpötilassa, kun hopean lämmönjohtokyvyksi on otettu 1, on ainakin noin $0.05 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$.

Esimerkkeinä päällystemetalliseoksista, joita voidaan käyttää keksinnön toteuttamiseksi mainittakoon seuraavat:

Taulukko 1 Nikkeliperusteiset metalliseokset

Seos		Paino - %					
No	Si	B	C	Cr	Mo	W	Ni
1	1.5	1.5	-	5	3	-	loputt
2	-	2	2	15	-	-	loputt
3	2	1	1	-	10	5	loputt
4	2.5	1.5	-	20	-	-	loputt
5	1	1	3	-	5	15	loputt
6	2	2	2	10	-	10	loputt
7	1	4	-	18	-	-	loputt

Taulukko 2

Kobolttiperusteiset metalliseokset

Seos No	Paino - %						
	Si	B	C	Cr	Mo	W	Co
8	1	1	2	15	-	-	lopuit
9	-	2	3	-	-	15	lopuit
10	2	2	-	18	-	-	lopuit
11	1	2	2	10	5	5	lopuit
12	1.5	3	1	-	10	8	lopuit
13	3	2	0.5	12	5	-	lopuit

Taulukko 3

Rautaperusteiset metalliseokset

Seos No	Paino - %						
	Si	B	C	Cr	Mo	W	Fe
14	1	1	2	15	-	-	lopuit
15	3	2	-	10	5	-	lopuit
16	2	2	1	-	15	5	lopuit
17	1	3	1	10	-	10	lopuit
18	2	2	1	20	5	-	lopuit
19	0.5	2.5	-	-	5	10	lopuit
20	1.5	1.5	2	10	-	10	lopuit

Niinpä itse-sulatusta edistävä rautaryhmäperusteinen metalliseos sisältää noin 0.1-6% Si, noin 0.5-5% B, aina 3%:iin saakka hiiltä ja loput oleellisesti rautaryhmän metallia, johon ryhmään kuuluvat Fe, Ni ja Co. Rautaperusteisen metalliseoksen tapauksessa nikkeliä ja/tai kobolttia voi olla läsnä sellaiset määrät, jotka eivät alenna rautaperusteisen metalliseoksen lämmönjohtokykyä alle 0.05. Samoin nikkeliperusteinen metalliseos voi sisältää sellaiset määrät rautaa ja/tai nikkeliä, joilla on pääasiallisesti samat rajoitukset metalliseoksen lämmönjohtokykyyn nähden.

Nyt viitataan taulukossa 1 nikkeliperusteiseen metalliseokseen No 2, joka sisältää 2% B, 2% C ja 15% Cr. Kun kromi muodostaa borideja ja karbideja, olennainen osa liuenneesta metallisesta kromista tulee poistumaan liuoksesta nikkelisideaineen mukana päällysteen levittämisen jälkeen ja sulatetaan paikalle rautametallialustaan. Kuten huomataan, massavaikutuslaki tulee vaikuttamaan kromin uudelleen jakautumiseen sideaineen sekä boridi- ja/tai karbidireaktiotuotteiden välillä, jolloin kromin määrä nikkelisideaineessa on alentunut pääasiallisesti arvoon alle 10 paino-%, esimerkiksi arvoon 5% tai sen alle, mikä kohottaa metalliseospäällysteen lämmönjohtavuutta rautametallialustaan nähden.

Boori ja hiili tasasuhteitetaan seoksessa siten, että noin 70% tai enemmän liuennutta metallia yhtyy yhdisteeksi ja poistuu tai pysyy liukenematta jähmeään liuokseen sideainemetalliseoksen kanssa, jolloin liukoisuuden määrä sideainemetalliseoksessa on olennaisesti pienempi kuin 10%.

Eräillä metallikarbideilla ja -borideilla on hyvä lämmönjohtokyky, ainakin noin 0.05. Niinpä eräissä tapauksissa voidaan saavuttaa kaksinkertainen vaikutus: sideainemetalliseoksen lämmönjohtokyvyn kohoaminen ja vaikeasti sulavan metalliyhdisteen aikaansaaminen, jolla sinänsä voi olla haluttu lämmönjohtokyky.

Erittäin edullinen kupariperusteinen sideainemetalliseos, joka ei sisällä sinkkiä ja joka on todettu käyttökelpoiseksi, sisältää seuraavia aineosia painoprosenteissa:

Kupariperusteinen metalliseos

Aineosa	Laaja-alue	Keskialue
Nikkeli	10.0 - 40.0	15.0 - 25.0
Pii	1.0 - 5.0	2.0 - 4.0
Boori	0.1 - 2.5	0.25 - 1.0
Mangaani	0.2 - 2.0	0.2 - 1.0
Kupari	(1)	(1)

¹ olennaisesti yksinomaan

Sideainemetalliseoksen esimerkkinä edellä mainituissa rajoissa voidaan mainita seuraavat:

Aineosat	Paino-%
Nikkeli	23.00
Pii	3.45
Boori	0.47
Mangaani	0.75
Kupari	(1)

¹ pääasiallisesti yksinomaan

Eräs toinen kupariperusteinen metalliseos sisältää painosta laskettuna 1.5% Ni, 0.3% Cr, 0.1% Si, 0.1% B, 0.3% P, 0.02% C, 7.7% Sn ja loput kuparia.

Valmistettaessa metalurgisesti sidottu metalliseospäällyste rautametallialustan, esimerkiksi lämmönvaihdinelementin pinnalle, alusta puhdistetaan tavallisella tavalla. Tavallisesti alustan pinta lisäksi hiekkapuhalletaan, jolloin käytetään 25 meshin seulan läpi menevää kokillivalurautahiekkaa.

Päällystemetalliseokset formuloidaan siten, että niiden sulamispiste on korkeintaan noin 1371°C, sopivimmin noin 983 - 1233°C. Sulamispistettä säädetään lisäämällä metalliseokseen piitä ja booria. Päällyste levitetään liekkisuihkuttamalla seoksen metalliseospulveria (esimerkiksi vihmoitettua pulveria). Metallipuverio-

sasten läpimitta voi olla pienempi kuin 25 mesh (125 mikronia) aina 400 meshiin (noin 40 mikronia). Mitä tulee mesh-kokoon, viitataan US-Standardiin.

Päällysteseos valmistetaan teräsalustojen pinnalle liekkisuihkutuksella käyttäen sen tyyppisiä liekkisuihkutuspolttimia, jotka on esitetty US-patenttijulkaisussa 3 226 028, 3 262 644 ja 3 273 800 ja varsinkin painovoimasyöttöistä suihkutuspoltinta, joka on esitetty US-patenttijulkaisussa 3 620 454. Eräs toinen suihkutin, jota voidaan käyttää, on esitetty US-patenttihakemuksessa 643 823, hakemuspäivä 23.12.1975.

Viimeksi mainittu suihkutin on erittäin käyttökelpoinen silloin, kun pulveri suihkutetaan ensin rautametallialustan pinnalle ja sen jälkeen sulatetaan. Kolmen ensin mainitun patenttijulkaisun mukaisia suihkutuspoltttimia voidaan käyttää samanaikaista päällysteen suihkuttamista ja sulattamista varten. Tavallisesti metallialusta esikuumennetaan.

Metalliseospäällyste levitetään tavallisesti esikuumennetun metallialustan pinnalle liekkisuihkutuksella, minkä jälkeen päällyste saatetaan happi-asetyleenipolttimen liekin alaiseksi sen sulattamista varten ja liittämiseksi putkialustaan.

Noin 0.25 mm:n paksuisilla päällysteillä suoritettut kokeet ovat osoittaneet pidempää kestoaikaa verrattuna suojaamattomiin alustoihin. Tällöin saavutetaan suuria säästöjä mitä tulee seisontaikoihin ja huoltokustannuksiin. Kuten edellä on mainittu, päällysteen paksuus voi olla noin 1.13-3.81 mm, sopivimmin noin 0.25-1.27 mm.

Esimerkkejä tämän keksinnön mukaan valmistetuista yhdistetyistä rakenteista on esitetty kuvioissa 1-4.

Kuvion 1 mukaisessa tapauksessa nikkeliperusteinen metalliseos sisältää noin 1 % Si, 2% B, 1% C, 15% Cr ja loput olennaisesti nikkeä. Rautametallialustana on valurautainen lämmönvaihdelementti, joka sisältää 1.5 % Si, 0.57% Mn, 3.16% hiiltä ja loput rautaa ja jonka lämmönjohtokyky on noin 0.11. Elementin pinta on puhdistettu tavalliseen tapaan valurautahiekkaa puhaltamalla ja metalliseospäällyste on suihkutettu pinnalle sekä sulatettu paikalla noin 6.3 mm:n

paksuisen päällysteen muodostamiseksi, kohdistamalla siuhkutuspolttimen liekki päällysteeseen. Sulattamisen ja jäädyttämisen aikana kromiyhdisteet muodostavat esimerkiksi karbidia ja boridia, niin että noin 70% tai enemmän kromista poistuu tai pysyy tulemat-
ta liuotinsideainemetalliin lopullisen päällysteen aikaansaamiseksi, jonka lämmönjohtokyky on yli 0.05.

Kuvio 2 havainnollistaa toista lämmönvaihdinelementtiä, joka käsittää niukkaseosteisen teräsalustan, joka on päällystetty kobolttiperusteisella metalliseoksella, joka sisältää 1% Si, 2% B, 3% C, 25% Cr, 3% Ni, 4,5% W, 3% Mo ja loput olennaisesti kobolttia. Niukkaseosteinen teräsalusta sisältää 0.34% C, 0.55% Mn, 0.78% Cr, 3.53% Ni, 0.39% Mo, 0.05% Cu ja loput rautaa. Tämän teräksen lämmönjohtokyky on noin 0.079.

Lämmönvaihdinalusta on puhdistettu samalla tavalla ja sen jälkeen metallialustan pinnalle on suihkutettu kobolttiperusteista metalliseosta sekä sulatettu paikalla liikuttamalla poltinta kerroksen takaamiseksi. Lopulliselle päällysteelle on tunnusomaista kobolttimetalliseossideaine, jonka ansiosta boridit ja karbidit ovat dispergoituneet, jolloin liuoksessa jäljellä oleva kromin määrä on riittävästi alle 10 paino-% optimaalisen lämmönjohtokyvyn ainakin noin 0.05 takaamiseksi.

Kuviossa 3 on esitetty meltorauta-alusta, joka on päällystetty nikkeliperusteisella metalliseoksella, jonka lämmönjohtokyky on noin 0.2. Tämä nikkelperusteinen metalliseospäällyste sisältää 3% Si, 2% B, 5% Cr, 5% Mo ja loput pääasiallisesti nikkeliä. Tämä metalliseos levitetään samalla tavalla kuin kuvion 2 mukaisessa sovellutusmuodossa, jolloin ensin levitetään esitetyn mukaan sidoskerros.

Lopullisella nikkeliperusteisella metalliseospäällysteellä on haluttu lämmönjohtokyky vaikeasti sulavan liukoisen metallisen kromin ja molybdeenin boridien muodostumisen vaikutuksesta.

Kuvio 4 esittää yhdistettyä rakennetta, jossa rautametallialustana on hiiliteräs, joka sisältää 1.22% C, 0.35% Mn ja loput rautaa, jolloin teräsalustan lämmönjohtokyky on noin 0.124. Rautaperusteinen metalliseospäällyste sisältää noin 3% Si, 2% B, 10% Cr, 5% Mo ja loput olennaisesti rautaa. Tämä päällyste levitetään hiiliteräs-alustalle samalla tavalla kuin on selitetty kuvion 1 yhteydessä.

Esimerkkeinä erityisistä metalliseospäälysteistä esitetään seuraavat: (1) 0.7% C, 15% Cr, 4.3% Si, 3.7% Fe, 3.4% B ja loput nikkeliä. (2) 0.4% C, 2% B, 4% Si, 3.5% Fe, 11% Cr ja loput nikkeliä ja (3) 1.5% Ni, 0.3% Cr, 0.1% Si, 0.1% B, 0.3% P, 0.02% Sn ja loput kuparia.

Kuten edellä on esitetty, sulatuksen seurauksena karbideja ja borideja muodostuu in situ metalliseosten päälysteiden sideaineen mukaan ja ne parantavat päälysteen sideainemetallin lämmönjohtokykyä. Päälysteessä reaktion vaikutuksesta syntyneet tällaiset karbidit ja boridit ovat sekundäärisiä karbideja ja borideja.

Kuitenkin primäärisiä karbideja voidaan lisätä pulverisokseen ennen sen suihkuttamista metalliseospäälysteen kulutuskestävyyden edelleen lisäämiseksi. Primäärisiin karbideihin kuuluvat sellaiset karbidit, jotka on valittu ryhmästä, johon kuuluvat Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, ja W. Niinpä metalliseospulveri voidaan sekoittaa aina noin 80 paino-%:n kanssa tällaisia primäärisiä karbideja, esimerkiksi 5-70% paino-% primääristä karbidia.

2
Sopivimmin päälysteen suihkuttamiseen käytetään vihmoitettuja itsesulatusta edistäviä pulvereita. Tavallisesti vihmoitetun pulverin osaskoko on pienempi kuin 100 mesh (U.S.Standard). Eräs haluttu pulveri on sellainen, joka kulkee 100 meshin seulan läpi ja josta ainakin 30% kulkee 325 meshin seulan läpi.

Primäärinen vaikeasti sulava karbidi, joka on sekoitettu itsesulatusta edistävän pulverin kanssa, kulkee sopivimmin 100 meshin seulan läpi, samalla kun myöskin sopivimmin ainakin 30% kulkee 325 meshin seulan läpi. Tavallisesti päälysteessä olevan primäärisen karbidin osaskoko on alle noin 100 mikronia, esimerkiksi alle noin 50 mikronia.

Suihkutuspulvereiden, joihin on sekoitettu primääristä karbidia, esimerkkeinä mainittakoon seuraavat: (1) 83 paino-%:nen nikkeliperusteinen metalliseos, johon on sekoitettu 17 paino-% osaskooltaan alle noin 50 mikronia olevaa primääristä wolframikarbidia, jolloin nikkeliperusteinen metalliseos sisältää 0.7% C, 15% Cr, 4.3% Si, 3.7% Fe, 3.4% B ja loput nikkeliä. (2) 40 paino-% nikkeliperusteinen metalliseos, joka sisältää 60 paino-% primääristä wolframikarbidia, jolloin nikkeliperusteinen metalliseos sisältää 0.05% C, 6.9% Cr, 4.25% Si, 3.2% B, 3% Fe ja loput nikkeliä. (3) itse-

sulatusta edistävä kobolttiperusteinen metalliseospulveri, joka sisältää 50 paino-% wolframikarbidia, jolloin kobolttiperusteinen metalliseos sisältää 1.5% B, 25% Cr, 1.5% C, 4% W, 3% Ni ja loput kobolttia.

On tunnettua, että sideainemetallilla, kuten koboltilla, johon on lisätty vaikeasti sulavaa metallikarbidia (primääriset karbidit), on hyvä lämmönjohtokyky. Niinpä sintratun WC-Co seoksen, joka sisältää 12 paino-% kobolttia, lämmönjohtokyky on $0.16/\text{cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}/\text{s}$.

Päällysteen eräänä tärkeänä ominaisuutena on sen kestävyys lohkeilemista, halkeilemista jne vastaan. Niinpä on haluttua, että valmiin päällysteen ja rautametallialustan välisen suhteellisen laajenemiskertoimen pitäisi olla rajoissa plus 50% miinus 30%. Edellyttäen, että rautametallialustan mainittu laajenemiskerroin ympäristön lämpötilassa on noin $11 \times 10^{-6}/25,4\text{mm}/25.4\text{mm}/^\circ\text{C}$, metalliseospäällysteen laajenemiskerroin voi olla rajoissa noin 7.7-noin 16 tai $17 \times 10^{-6}/25,4\text{mm}/25,4\text{mm}/^\circ\text{C}$, kun metalliseospäällyste on sidottu metalurgisesti rautametallialustaan.

Vaikka tämä keksintö on selitetty eräiden edullisten sovellutusmuotojen yhteydessä, on ymmärrettävää, että monia muutoksia ja vaihteita voidaan tehdä keksinnönnöllisen ajatuksen ja patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Metalliseospäällysteinen rautametallialusta, jonka lämmönjohtokyky hopeaan nähden, jonka lämmönjohtokyvyksi on otettu, pääasiallisesti ympäristön lämpötilassa on ainakin noin $0.06 \text{ kal}/\text{cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}/\text{s}$, jolloin mainittu metalliseospäällyste on valittu ryhmästä, johon kuuluu itsesulatusta edistävä lämpöä ja syöpymistä kestävä rautaryhmän metalliperusteinen metalliseos ja itsesulatusta edistävä kupariperusteinen metalliseos sulatettuna ja metalurgisesti sidottuna mainittuun rautametallialustaan, jolloin metalliseospäällysteen paksuus on noin 0.03-3.81 mm, t u n n e t t u siitä, että mainittu rautaryhmän metalliperusteinen seos sisältää nollasta aina noin 30 paino-%:in vahvaa boridia ja karbidia muodostavaa liu-koista metallia, joka on valittu vaikeasti sulavien metallien ryhmästä, johon kuuluvat W, Mo ja Cr, aina noin 3% C, noin 0.5-5% B, noin 0.1-6% Si ja olennaisesti loput mainittua rautaryhmän metallia, että mainitussa metalliseoksessa olevan boorin ja hiilen

määrä on riittävä yhtymään ainakin noin 70 paino-%:n kanssa mainittua vaikeasti sulavaa läsnä olevaa metallia sekundääristen boridien ja/tai sekundääristen karbidien muodostamiseksi, että mainittu kupariperusteinen metalliseos sisältää noin 10-40% Ni, noin 1-5% Si, 0.1-2.5% B, 0.2-2% Mn ja loput olennaisesti kuparia ja että mainitun metalliseospäällysteen lämmönjohtokyky hopeaan nähden, jonka lämmönjohtokyvyksi on otettu 1, pääasiallisesti ympäristön lämpötilassa on ainakin noin $0.05 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}^{\circ}\text{C/s}$.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että mainittuna metallialustana on lämmönvaihdingelementti.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että päällystemetalliseoksena on nikkelperusteinen metalliseos ja että päällysteen paksuus on noin 0.25-2.03 mm.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että päällystemetalliseoksena on kobolttiperusteinen metalliseos, ja että päällysteen paksuus on noin 0.25-2.03 mm.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että päällysteseoksena on rautaperusteinen metalliseos ja että päällysteen paksuus on noin 0.25-2.03 mm.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että päällystemetalliseoksena on kupariperusteinen metalliseos, ja että päällysteen paksuus on noin 0.25-2.03 mm.

7. Metalliseospäällysteinen rautametallialusta, jonka lämmönjohtokyky hopeaan nähden, jonka lämmönjohtokyvyksi on otettu 1, pääasiallisesti ympäristön lämpötilassa on ainakin noin $0.06 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}^{\circ}\text{C/s}$, jolloin mainittu metalliseospäällyste on valittu ryhmästä, johon kuuluu itsesulatusta edistävä lämpöä ja syöpymistä kestävä rautaryhmän metalliperusteinen metalliseos ja itsesulatusta edistävä kupariperusteinen metalliseos sulatettuna ja metallurgisesti sidottuna mainittuun rautametallialustaan, jolloin metalliseospäällysteen paksuus on noin 0.13-3.81 mm, t u n n e t t u siitä, että mainittu rautaryhmän metalliperusteinen seos sisältää nollasta aina

noin 30 paino-%:in vahvaa boridia ja karbidia muodostavaa liukoista metallia, joka on valittu vaikeasti sulavien metallien ryhmästä, johon kuuluvat W, Mo ja Cr, aina noin 3% C, noin 0.5-5% B, noin 0.1-6% Si ja olennaisesti loput mainittua rautaryhmän metallia, että mainitussa metalliseoksessa olevan boorin ja hiilen määrä on riittävä yhtymään ainakin noin 70 paino-%:n kanssa mainittua vaikeasti sulavaa läsnä olevaa metallia sekundääristen boridien ja/tai sekundääristen karbidien muodostamiseksi, että mainittu päällyste sisältää aina 80 paino-% kokonaispainosta laskettuna primäärisiä vaikeasti sulavia karbideja, jotka on valittu ryhmästä, johon kuuluvat Ti:n, Zr:n, Hf:n, V:n, Nb:n, Ta:n, Cr:n, Mo:n ja W:n karbidit ja että mainitun metalliseospäällysteen lämmönjohtokyky hopeaan nähden, jonka lämmönjohtokyvyksi on otettu 1, pääasiallisesti ympäristön lämpötilassa on ainakin noin $0.05 \text{ kal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C/s}$.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että mainittuna metallialustana on lämmönvaihdelementti.

9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että päällystemetalliseoksena on nikkeliperusteinen metalliseos ja että päällysteen paksuus on noin 0.25-2.03 mm.

10. Patenttivaatimuksen 7 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että päällystemetalliseoksena on kobolttiperusteinen metalliseos, ja että päällysteen paksuus on noin 0.25-2.03 mm.

11. Patenttivaatimuksen 7 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että päällysteseoksena on rautaperusteinen metalliseos ja että päällysteen paksuus on noin 0.25-2.03 mm.

12. Patenttivaatimuksen 7 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että primäärisen vaikeasti sulavan karbidin määrä päällystemetalliseoksessa on noin 5-7 paino-%.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että primäärisenä vaikeasti sulavana metallikarbidina on wolframikarbidi.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen metalliseospäällysteinen rautametallialusta, t u n n e t t u siitä, että päällysteessä olevan primäärisen wolframikarbidin osaskoko on alle 100 mikronia.

FIG. 1

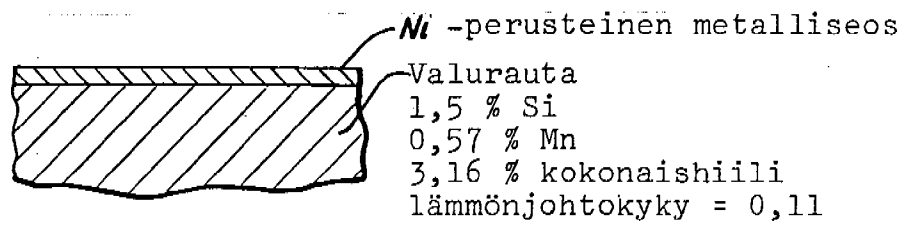


FIG.2

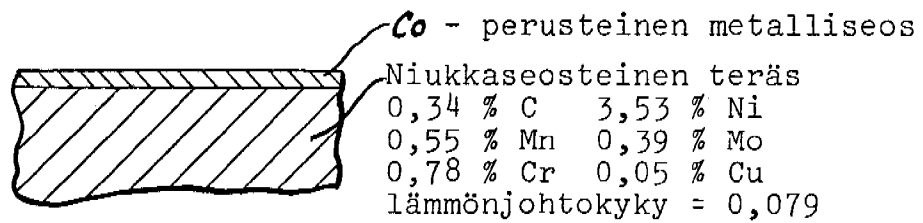


FIG.3

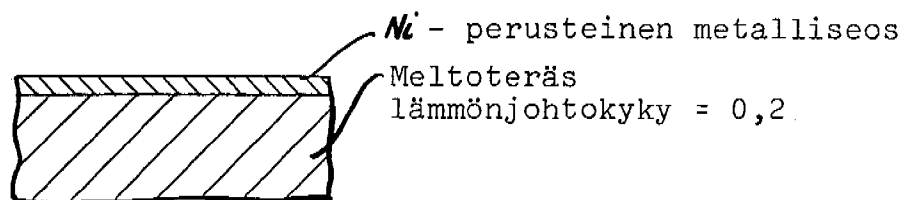


FIG.4

