



F1000098740B



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT 98740
C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 11 08 1997

(51) Kv.lk.6 - Int.cl.6

C 23C 4/00 // B 05B 7/20

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	925429
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	27.11.92
(24) Alkupäivä - Löpdag	27.03.91
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	27.11.92
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.04.97
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	PCT/SU91/00051

(71) Hakija - Sökande

1. Institut elektrosvarki imeni E.O. Patona Akademii nauk Ukrainskoi SSR,
ulitsa Bozhenko, d.11, 252650 Kiev, Ukraine, (UA)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Juschenko, Konstantin Andreevich, ul. Komandarma Kameneva, d.4a, kv. 115, 252195 Kiev,
Ukraine, (UA)
2. Tjurin, Jury Nikolaevich, ul. Podlesnaya, d.2, kv. 85, 252164 Kiev, Ukraine, (UA)
3. Astakhov, Evgeny Arkadievich, ul. Podlesnaya, d.2, kv. 164, 252164 Kiev, Ukraine, (UA)
4. Borisov, Jury Sergeevich, ul. Draizera, d.9, kv. 23, 252222 Kiev, Ukraine, (UA)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

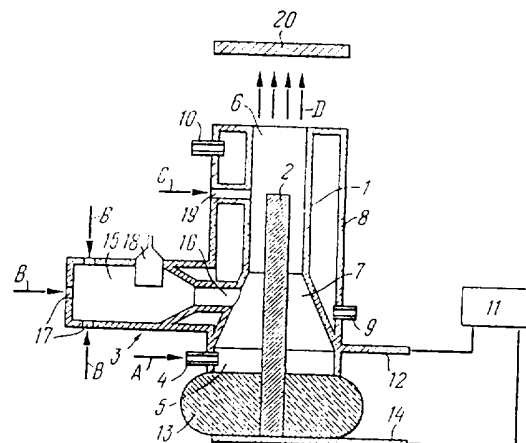
Menetelmä ja laitteisto metalliesineiden plasmadetonaatiokäsittelymiseksi
Förfarande och anordning för plasmadetonationsbehandling av föremål

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 4172558 (B 05B 7/20)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee menetelmää metalliesineiden plasmapommittamiseksi, joka käsittää vaiheet, joissa pakataan reaktiokammioon (1) palavaa kaasuseosta ja jauhemaista materiaalia ja syötetään reaktiokammioon (1) yhdessä erikoistapauksessa yhtä jaksoollisen järjestelmän ryhmien III, IV, V ja VI alkuaineiden joukosta valittua alkuainetta, käynnistetään sitten palavan kaasuseoksen detonaatiopoltto reaktiokammion (1) ulkopuolella ja johdetaan sähkövirta seoksen palamistuotteiden, jauhemaisen materiaalin ja kyseisen alkuaineen läpi. Tätä varten tarjotaan käyttöön laitteisto, jolla tämä menetelmä toteutetaan ja jossa on suutin (4) mainitun alkuaineen syöttämiseksi reaktiokammioon (1), joka mainittu suutin sijoitetaan yhdessä käytännön tapauksessa kammion (1) seinämään.



Uppfinningen avser ett förfarande för plasma-detonationsbehandling av metallprodukter och det omfattar fyllande av reaktionskammaren (1) med en brännbar gasblandning och ett pulveriserat material och i ett speciellt fall, införande av ett grundämne, vilket valts ur grupperna III, IV, V, VI i det periodiska systemet, i reaktionskammaren (1), och sedan initiering av detonationsförbränningen för den brännbara gasblandningen, ytterom kammaren (1) och ledande av en elektrisk ström genom förbränningsprodukterna av blandningen, pulvermaterialet och grundämnet. För detta ändamål har apparaten för tillämpning av förfarandet, försetts med ett munstycke (4) för matning av grundämnet in i reaktionskammaren (1), varvid munstycket i ett praktiskt fall bildats i väggen av kammaren (1).

Menetelmä ja laitteisto metalliesineiden plasma-detonaatiokäsittelyä varten

Tämä keksintö koskee menetelmää metalliesineiden plasma-detonaatiokäsittelyä varten ja laitteistoa niiden toteuttamiseksi ja tarkemmin määriteltynä tämä keksintö koskee patenttivaatimuksen 1 johdannon mukaista menetelmää metallityökappaleiden plasma-detonaatiokäsittelyä varten ja patenttivaatimuksen 3 johdannon mukaista laitteistoa mainittujen menetelmien toteuttamiseksi.

Alalla tunnetaan menetelmä metalliesineiden plasma-pommituskäsittelyn tekemiseksi, jossa käsitellään metalliesineitä plasmasäteilysuihkulla (A. G. Grigoryants, Fundamentals of Laser Treatment of Materials, Mashinostroenie Publishers, Moskova 1989).

Tässä menetelmässä kovuutettavan pinnan kaasuhöyrykerros hajotetaan valosäteilysuihkulla ja muodostetaan plasmaa, joka absorboi valosäteilysuihkun energian ja ottaa vastaan riittävästi energiaa metallin pinnan kuumentamiseksi ja sen lejeeraamiseksi plasman komponenttien kanssa.

Tämän menetelmän epäkohtana on alhainen energiahäviösuhteisuus (3 - 5 %), joka johtuu energiahäviöistä muutettaessa sähköenergia säteilyenergiaksi ja sitten säteilyenergiasta kuuman kaasun energiaksi (plasma).

Koska plasmavirta muodostetaan tuotteen raja-alueella, on lisäksi vaikea lisätä lejeerausmetalleja kaasun ja kaasuseosten muodossa.

Alalla tunnetaan myös laitteisto metalliesineiden plasmapommittamiseksi, jolla toteutetaan edellä mainittu menetelmä ja joka käsittää kiinteätilapulssilaserin, järjestelmän kaasujen ja jauhemaisen materiaalin syöttämiseksi käsittelyvyöhykkeelle ja yksiköt tuotteen kiinnittämiseksi paikoilleen ja käsittelyä varten (A. G. Grigoryants, Fundamentals of Laser Treatment of Materials, Mashinostroenie Publishers, Moskova 1989).

Tässä laitteistossa laser muodostaa käsiteltävän esineen pintaan suuntautuvan sykäyksittäisen valosäteilyvirran. Työstettävälle esineen alueelle sijoitetaan liitin, jossa on suuttimia jauhemaisten materiaalien ja kaasujen syöttämiseksi. Jotkut kaasut ja jauhemaiset materiaalit, joita esiintyy lasersädesuihkussa, jonka läpimita on 3 - 5 mm, kumentuvat tai kulkeutuvat kovetettavaan pintaan ja joutuvat sen kanssa vuorovaikutukseen. Suurin osa kaasusta ja jauhemaisesta materiaalista (noin 80 %) kulkeutuu pois eikä reagoi kovetettavan pinnan kanssa, mikä suurentaa energiankulutusta.

Neuvostoliitossa on tunnetusti ollut käytössä menetelmä metalliesineiden plasmapommittamiseksi, joka sisältää vaiheet, joissa pakataan reaktiokammioon palavaa kaasuseosta ja jauhemaista materiaalia, detonaatiopoltetaan kaasuseos ja johdetaan sähkövirta palavan kaasuseoksen palamistuotteiden ja jauhemaisen materiaalin läpi.

Tässä menetelmässä käytetään propaania (butaania), happea ja ilmaa suhteessa 1:5:3 palavana kaasuseoksena ja sulavia jauheita jauhemaisena materiaalina.

Jauhemaisen materiaalin vieminen reaktiokammioon johtaa jauhemaisen materiaalin kuumenemiseen, sen kiihtymiseen suureen nopeuteen tuotetta kohden lentäessään ja kovettuneen ja suihkulevitetyn päällystekerroksen muodostumiseen esineen pinnalle. Tässä tapauksessa palamistuotteiden (plasman) korkea lämpötila johtaa jauhemaisen materiaalin aineosina olevien, sulamispisteeltään matalien alkuaineiden höyrystymiseen ja siten kovetettujen ja suihkulevitettyjen päällystekerrosten laadun heikkenemiseen. Jauhemainen materiaali tuhoutuu, mikä johtaa kerrosten heikkoon tarttumiseen esineen pintaan ja valmiin tuotteen heikkoon kulutuksenkestoon.

Neuvostoliitossa on myös tunnetusti ollut käytössä laitteisto metalliesineiden plasmapommittamiseksi, jolla mainittu menetelmä toteutetaan ja joka käsittää reaktio-

kammion, reaktiokammion sisälle asennetun elektrodin ja kammioon kytketyn detonaationkäynnistyslähteen.

5 Tässä laitteistossa detonaationkäynnistyslähde asennetaan kammioon. Koska detonaatio käynnistetään suoraan kammiossa, tarvitaan detonaation käynnistykseen erityistä palavaa seosta, joka sisältää vähän jauhemaisia
10 lisäaineita. Lisäjauhemateriaalin tuominen reaktiokammioon häiritsee detonaatiopalamisolosuhteita ja tekee hyvälaatuisen plasmapommituskäsittelyn yleensä ottaen mahdottomaksi, samalla kun se heikentää vakavasti hyötysuhdetta ja suurentaa energiankulutusta.

15 Julkaisussa DE-A-2905728 kuvataan menetelmää päällystekerroksen muodostamiseksi käyttämällä detonaatioenergiaa kiihdyttämään jauhemaisia materiaaleja käsiteltävän pinnan suuntaisesti jaksoittain toistuvassa prosessissa. Tässä tapauksessa palavan ja hapettuvan kaasun syöttö tapahtuu siten, että aineosien suhteet on ennalta määrätty ja jauhemaiset materiaalit viedään annoksina inertin kaasun ja parhaillaan muodostettavan palavan kaasuseoksen
20 muodostamaan virtaan. Kun haluttu määrä jauhemaisia materiaaleja ja palavaa kaasuseosta syötetään polttokammioon, näiden aineiden virtaus pysäytetään inertin kaasun avulla välittömästi ennen detonaation käynnistämistä. Tällä tavoin julkaisun DE-A-2905728 mukainen menetelmä käsittää
25 seuraavat vaiheet: täytetään reaktiokammio palavalla kaasuseoksella, johon päällystekerroksen muodostava jauhe syötetään ennen detonaation käynnistämistä; muodostetaan palamaton tulppa suojakaasusta palamistuotteiden ja palavan kaasuseoksen väliin ja käynnistetään detonaatio käyttämällä reaktiokammiossa sijaitsevaa auton sytytystulppaa.
30 Tätä jaksoa toistetaan ja päällystys suoritetaan 2 - 6 GHz:n taajuudella.

35 Julkaisussa DE-A-2905728 kuvataan myös laitteistoa, joka käsittää reaktiokammion, välineen detonaation käynnistämiseksi, kaasunsekoituskammion, venttiilin passiivi-

sen inertin kaasun (typen) syöttämiseksi ja kanavan jauhemaisen materiaalin syöttämiseksi.

5 Julkaisun DE-A-2905728 mukainen laitteisto on tarkoitettu kerrosten muodostamiseen kaasutermisesti käyttämällä hyväksi palavan kaasun detonaatiopalamisen kemiallista energiaa. Kuumennetut ja kiihdytetyt palamistuotteet liikkuvat kammion sisällä kohti mainitun kammion avointa osaa ja tunkeutuvat siten kammioon tuodun jauhemaisen materiaalin lävitse ja kuumentavat ja kiihdyttävät mainittua 10 jauhemaista materiaalia.

Julkaisun DE-A-2905728 mukainen laitteisto ei mahdollista sähköenergian käyttöä suuren lämpö- ja liike-energiamäärän sitomiseksi palamistuotteisiin. Detonaation käynnistysväline (auton sytytystulppa) tosin käsittää 15 elektrodin, mutta tämä rakenneosaa sisältyy vakio-osaan eli auton sytytystulppaan eikä se ole sen laitteen osakomponentti, joka on suoraan osallisena kerroksenmuodostusprosessissa. Sytytystulpan tehtävä on sytyttää palava kaasuseos. Sytytystulpan elektrodia tarvitaan vain synnyttämään kipinöitä. 20

Julkaisun DE-A-2905728 mukaisen laitteiston heikoudet ovat, että palamistuotteiden lämpötila ja nopeus ovat rajoitettuja, laitteisto ei varmista mahdollisuutta muodostaa seostusaineita höyryn tai ionien muodossa eikä 25 siihen sisälly kuumennetun kaasun koostumuksen valvontaa. Julkaisussa DE-A-2905728 kuvatus laitteiston energiaominaisuudet riippuvat pelkästään palavan kaasuseoksen koostumuksesta ja määrästä. Ylimääräisten alkuaineiden syöttäminen palavaan seokseen jauheen tai kaasun muodossa vähentää mainitun seoksen energiaominaisuuksia jopa niin 30 paljon, että se menettää syttymisherkkyytensä. Palamistuotteiden energian rajoittamisella on välitön vaikutus muodostuneiden kerrosten laatuun ja pysyvyyteen sekä koko päällystysprosessin tuottavuuteen. Suojakaasun syöttämiseen 35 tarkoitettun venttiilivälineen ja jauheen syöttämiseen

tarkoitettun impulssijärjestelmän olemassaolo rajoittavat
päälystysjärjestelmän luotettavuutta ja laitteen toimin-
tataajuutta. Nämä haitat rajoittavat mainitun laitteen
mahdollisuuksia korkealaatuisia päälystekerroksia muodos-
5 tettaessa, kun päälystemateriaalit ja -kerrokset halutaan
samalla lämpökäsitellä kemiallisesti.

Tämä keksinnön peruspäämääränä on kehittää menetel-
mä metalliesineiden plasmapommittamiseksi, jossa palavan
kaasuseoksen detonaatiopolttoa edeltää lisätoimenpide,
10 joka tuo jauhemaiseen materiaaliin lisäenergiaa ja elimi-
noi jauhemaisen materiaalin sulamispisteeltään matalien
alkuaineiden höyrystymisen tai vähentää sitä, ja tarjota
käyttöön laitteisto metalliesineiden plasmapommittamiseksi,
15 jolla toteutetaan mainittu menetelmä ja jossa on väli-
neet, joilla toteutetaan tämän menetelmän lisätoimenpide-
vaihe kovetettujen ja suihkulevitettyjen päälystekerros-
ten laadun ja käsittelyhyötysuhteen parantamiseksi ja
energian säästämiseksi.

Tämä tavoite saavutetaan tarjoamalla käyttöön mene-
20 telmä metalliesineiden plasma-detonaatiopommittamiseksi,
joka käsittää vaiheet, joissa syötetään jauhemaista mate-
riaalia ja palavaa kaasuseosta reaktiokammioon, ja de-
tonaatiopoltetaan palava kaasuseos. Menetelmälle on tun-
nusomaista, että ennen palavan kaasuseoksen detonaa-
25 tiopolttoa lisäksi syötetään reaktiokammioon ainakin yhtä
jaksollisen järjestelmän ryhmistä III, IV, V, VI valittua
alkuainetta ja/tai sen yhdistettä ja sähkövirta johdetaan
syötetyn alkuaineen ja/tai yhdisteen läpi ja palavan kaa-
suseoksen palamistuotteiden läpi, jolloin palaavan kaa-
30 suseoksen detonaatiopoltto käynnistetään reaktiokammion
ulkopuolella.

Keksinnön mukaisen menetelmän erona julkaisun DE-A-
2905728 mukaiseen menetelmään verrattuna on se, että jul-
kaisu DE-A-2905728 tunnettujen vaiheiden lisäksi, jotka
35 sisältävät jauhemaisen materiaalin ja palavan kaasuseoksen

syöttämisen reaktiokammioon sekä palavan kaasuseoksen detonaatiopolton, keksinnön mukainen menetelmä käsittää vaiheen, jossa reaktiokammioon syötetään vähintään yhtä jaksollisen järjestelmän ryhmistä III, IV, V ja VI valittua seostusalkuainetta ja/tai mainitun alkuaineen yhdistettä 5 jauhemaisessa, kaasumaisessa tai kiinteässä muodossa, ja sähkövirta johdetaan mainitun syötetyn alkuaineen ja/tai yhdisteen sekä palavan kaasuseoksen palamistuotteiden läpi, jolloin palavan kaasuseoksen detonaatiopoltto käynnistetään reaktiokammion ulkopuolella. 10

Keksinnön mukaan tavoite saavutetaan lisäksi tarjoamalla käyttöön laitteisto metalliesineiden plasma-detonaatiokäsittelyä varten, jossa laitteistossa on reaktiokammio, joka käsittää kanavan jauhemaisen materiaalin syöttämistä varten, esipolttokammio, joka on kytketty 15 reaktiokammioon kanavan avulla, ja väline detonaation käynnistämiseksi, joka väline on sytytystulpan muodossa. Laitteistolle on tunnusomaista, että reaktiokammioon on eristeelle, joka toimii kammion pohjana, asennettu elektrodiksi sähkövirran johtamiseksi, joka elektrodi on kytketty 20 anodiksi virtalähdetyksen virtapiirissä, jolloin reaktiokammion seinämät toimivat katodina, ja reaktiokammion seinämissä on suutin, joka on sovitettu syöttämään reaktiokammioon vähintään yhtä ylimääräistä jaksollisen järjestelmän ryhmistä III, IV, V, VI valittua alkuainetta 25 ja/tai alkuaineen yhdistettä.

Keksinnön mukaisessa laitteistossa sekä julkaisun DE-A-2905728 mukaisessa laitteistossa detonaation käynnistämiseen käytetään sytytystulppaa. Koska tekniikan tason 30 mukaista rakenneosaa - sytytystulpan elektrodia - ei voida käyttää sähkövirran johtamiseen lisäksi syötettyjen seostusalkuaineannosten läpi, keksinnön mukaisessa laitteistossa on reaktiokammion sisällä erityinen elektrodi ylimääräisten teknisten toimintojen toteuttamista varten.

Keksinnön mukainen menetelmä toteutetaan edullisesti siten, että hiilivetykaasua syötetään reaktiokammioon samanaikaisesti mainitun vähintään yhden jaksollisen järjestelmän ryhmistä III, IV, V ja VI valitun alkuaineen ja/tai alkuaineen yhdisteen kanssa.

Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa elektrodin sisäpuolella on sen akselin suuntaisesti kulkeva suutin, joka on sovitettu syöttämään vähintään yhtä jaksollisen järjestelmän ryhmistä III, IV, V ja VI valittua alkuainetta ja/tai mainitun alkuaineen yhdistettä jauheena, kaasuna tai kiinteänä aineena ja/tai hiilivetykaasua reaktiokammioon.

Tällainen keksinnön mukainen laitteistojärjestely kyseisen menetelmän toteuttamiseksi antaa mahdollisuuden syöttää reaktiokammioon mikä tahansa määrä jauhemaista materiaalia vaikuttamatta haitallisesti mahdollisuuteen käynnistää palavan kaasuseoksen detonaatiopoltto.

Jauhemaisen materiaalin ja syötettyjen alkuaineiden lämpöfysikaalisten ominaisuuksien mukaan viimeksi mainitut syötetään reaktiokammion seinämään tai elektrodin sisäpuolelle sijoitetun suuttimen kautta. Tämä puolestaan antaa riittävästi aikaa ja riittävän korkean lämpötilan reaktiokammion sisällä tapahtuville plasmakemiallisille prosesseille ja plasmakemiallisten prosessien reaktiotuotteiden yhtenäiselle reagoimiselle kovetettavien metalliesineiden pinnalla.

Syötettävien alkuaineiden mukaan reaktiokammiota voidaan käyttää kovetettavan metalliesineen kuumennettuun pintaan istutettavien karbidien, nitridien ja muiden yhdisteiden syntetisointiin. On mahdollista hajottaa monimutkaisia yhdisteitä yksinkertaisiksi alkuaineiksi ja saada aikaan plasmakemiallinen synteesi esineen kuumennetussa kerroksessa tai sen pinnalla.

Siten on mahdollista lejeerata esineen pinta tai suihkuttaa sen pinnalle vedenkestäviä yhdisteitä, jotka

pidentävät kulutuskuormitusten alaisina toimivien yksiköiden käyttöikää.

Keksintöä kuvataan edelleen esimerkein ja viitaten liitteenä oleviin piirustuksiin, joissa

5 kuvio 1 on yleinen kaaviokuva keksinnön mukaisesta laitteistosta metalliesineiden plasmapommittamiseksi, jolla toteutetaan menetelmä metalliesineiden plasmapommittamiseksi (pituussuuntainen poikkileikkaus);

10 kuvio 2 on kuvion 1 mukaisen laitteiston yhden suoritusmuodon pitkittäispoikkileikkaus;

 kuvio 3 on kuvion 2 mukaisen laitteiston yhden suoritusmuodon pitkittäispoikkileikkaus;

 Kuvio 4 on kuvioden 2 ja 3 mukaisen laitteiston yhden suoritusmuodon pitkittäispoikkileikkaus.

15 Keksinnön mukaisessa menetelmässä metalliesineiden plasmapommittamiseksi pakataan reaktiokammioon palavaa kaasuseosta ja jauhemaista materiaalia ja yhtä jaksollisen järjestelmän ryhmän III alkuaineiden joukosta valittavaa alkuainetta, minkä jälkeen käynnistetään palavan kaasuseoksen detonaatiopoltto reaktiokammion ulkopuolella ja
20 sähkövirta kulkee palavan kaasuseoksen palamistuotteiden, jauhemaisen materiaalin ja reaktiokammioon syötettävän alkuaineen läpi.

 Edellä kuvatussa menetelmän ensimmäisessä suoritusmuodossa palava kaasuseos koostuu seuraavista aineosista:
25 propaani tai butaani (1 osa), happi (5 osaa) ja ilma (1,5 osaa), ja jauhemainen materiaali on sulava jauhe, jolla on seuraava koostumus: 13 paino-% kromia, 1,7 paino-% manganaa, 0,4 paino-% hiiltä ja 1,6 paino-% booria loppuosan
30 ollessa rautaa, ja jaksollisen järjestelmän ryhmän III alkuaineiden joukosta valittu alkuaine on boori.

Esimerkki 1

 Reaktiokammioon pakataan palavaa kaasuseosta, jonka koostumus on propaani (1 osa), happi (5 osaa) ja ilma (1,5
35 osaa), ja jauhemaista materiaalia - sulavaa jauhetta, jon-

ka koostumus on 13 paino-% kromia, 1,7 paino-% mangaania, 0,4 paino-% hiiltä ja 1,0 paino-% booria loppuosan ollessa rautaa.

5 Tämän jälkeen reaktiokammioon syötetään jauhemaista booria. Sitten käynnistetään detonaatiopoltto kammiossa ja sähkövirta pakotetaan kulkemaan seoksen palamistuotteiden, jauhemaisen materiaalin ja jauhemaisen boorin läpi. Palavan kaasuseoksen läpi kulkeva virta kuumentaa sen plasma-

10 tilaan. Jauhe sulaa ja haihtuu osittain. Esineen pintaa käsitellään höyry-pisarafaasia sisältävällä plasmalla, kunnes pinta sulaa. Näin tehtäessä esineen sulanut kerros kovettuu eli boorittuu ja muodostuu rautaborideja.

15 Kovetetun kerroksen paksuus on korkeintaan 80 µm ja kovuus 18 000 MPa.

Tätä keksinnön mukaisen menetelmän suoritusmuotoa käytetään edullisesti leimasinten, leikkureiden ja muiden työkalujen kulutuksenkeston parantamiseen.

20 Toinen menetelmäsuoritusmuoto on samankaltainen kuin ensimmäinen.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään kahta jaksollisen järjestelmän ryhmien III ja V alkuaineiden joukosta valittua alkuainetta.

25 Mainitunlaiset alkuaineet voivat koostua seuraavasta parista: jauhemainen boori ja typpi.

Esimerkki 2

Typen syöttäminen yhdessä boorin kanssa mahdollistaa esineen pinnalla olevan kovetetun kerroksen ohentamisen.

30 Kovetetun kerroksen paksuus alenee 70 µm:iin, ja tämän kerroksen ja suihkutetun kerroksen kovuus pysyy muuttumattomana.

35 Keksinnön mukaisen menetelmän tämä suoritusmuoto on järkevä sellaisten esineiden suojaamisessa, jotka toimivat hankauskuormitusten ja niihin liittyvien korroosioprosessien alaisina.

Keksinnön mukaisen menetelmän 3. versiossa kammioon syötetään ryhmien III ja V alkuaineiden lisäksi hiilivetykaasua.

Hiilivetykaasu voi koostua metaanista.

5 **Esimerkki 3**

Reaktiokammioon syötetään metaania yhdessä jauhe-
maisena boorin ja typen kanssa.

10 Tuloksena esineen pinnalle muodostuu kovetettu kerros, jonka paksuus on 70 µm ja kovuus korkeintaan 16 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 20 000 MPa.

15 Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti suojattaessa esineitä, jotka toimivat hankaavassa väliaineessa veden läsnä ollessa, samoin kuin männänrenkaiden kulutuksenkestävyyden parantamiseen.

Keksinnön mukaisen menetelmän 4. versio on samankaltainen kuin ensimmäinen.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään jotakin muuta ryhmän III alkuainetta, esimerkiksi alumiinia.

20 **Esimerkki 4**

Reaktiokammioon syötetään alumiinilankaa. Plasmakäsittely johtaa langan pään sulamiseen ja esineen sulaneen pinnan kovetukseen ja aluminointiin.

25 Kovetetun aluminoidun kerroksen paksuus on 60 µm ja kovuus 7 000 MPa.

Kovetetun kerroksen pinta suihkupäällystetään kerroksella, joka koostuu alumiinista ja sen reaktiotuotteista plasman kanssa. Suihkutetun kerroksen kovuus on korkeintaan 2 000 MPa.

30 Keksinnön mukaisen menetelmän tätä suoritusmuotoa voidaan käyttää korroosionkestävien päällysteiden muodostamiseen putkille ja muille esineille, jotka joutuvat alttiiksi ilman aiheuttamalle korroosiolle.

35 Keksinnön mukaisen menetelmän 5. suoritusmuoto voidaan toteuttaa käyttämällä ryhmän III alkuainetta ja ryhmän III alkuaineen yhdisteitä.

Alumiinia ja boorikarbidia voidaan käyttää mainittunlaisina alkuaineina ja yhdisteinä.

Esimerkki 5

5 Reaktiokammioon syötetään alumiinilangan lisäksi boorikarbidia. Esineen pinta käsitellään plasmasyöksillä, jotka sisältävät alumiinia, booria ja hiiltä alkuainemuodossa ja boorikarbidiyhdistettä.

Esineelle muodostuu kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 70 µm ja kovuus korkeintaan 11 000 MPa.

10 Kovetetun kerroksen pinnalle suihkutetaan lisäksi kerros, jonka kovuus on korkeintaan 11 000 MPa. Suihkutuksessa kerroksessa on läsnä osia, joiden kovuus on korkeintaan 20 000 MPa.

15 Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti suojaamaan esineitä kuuman kuonan aiheuttamalta kulutukselta, koska alumiiniyhdisteet ovat kulutuksenkestäviä korkeissa lämpötiloissa.

Keksinnön mukaisen menetelmän 6. suoritusmuoto toteutetaan samalla tavalla viides menetelmäsuoritusmuoto

20 Erona on, että reaktiokammioon syötetään lisäksi jaksollisen järjestelmän ryhmän V alkuaineiden joukosta valittavaa alkuainetta.

Tällainen alkuaine voi olla typpi.

Esimerkki 6

25 Reaktiokammioon syötetään esimerkin 5 mukaisten aineosien lisäksi typpeä.

Esineen pinnalle muodostuu kovetettu kerros, jonka paksuus on 70 µm ja kovuus 11 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on 18 000 MPa.

30 Tätä keksinnön mukaisen menetelmä suoritusmuotoa voidaan käyttää samalla tavalla kuin 5. versiota, mutta olosuhteissa, jotka asettavat ankarammat vaatimukset korroosionsuojalle.

35 Keksinnön mukaisen menetelmän 7. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 6. menetelmäsuoritusmuoto.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään lisäksi hiilivetykaasua.

Tämä kaasu voi koostua metaanista.

Esimerkki 7

5 Reaktiokammioon syötetään alumiinilankaa, jauhe-
maista boorikarbidia, typpeä ja metaania, Havaitaan, että
samoin kuin esimerkissä 6, esineen pinnalla on kovetettu
kerros, jonka on saanut aikaan pinnan sulaminen ja plasma-
komponenttien, kuten alumiinin, boorin, hiilen ja typen,
10 sisällytys sulatteeseen.

Lisäksi käytettävissä on myös suihkutettu kerros.
Tässä tapauksessa typen ja metaanin syöttö suurentaa sekä
kovetetun että suihkutetun kerroksen kovuutta 30 - 40 %.

Kovetetun kerroksen kovuus on 12 000 MPa ja suihku-
15 tetun kerroksen 20 000 MPa. Kovetetun kerroksen paksuus on
korkeintaan 70 µm.

Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti
suojaamaan aktiivisten korroosiota aiheuttavien väliainei-
den vaikutuksen alaisina olevia esineitä hankauskulumisel-
20 ta; näihin esineisiin kuuluvat vesipumppujen komponentit
ja lämpökattiloiden osat.

Keksinnön mukaisen menetelmän 8. suoritusmuoto on
samankaltainen kuin 7. versio tämän menetelmän toteuttami-
seksi.

25 Erona on, että reaktiokammioon syötetään jaksolli-
sen järjestelmän ryhmien III, IV ja V alkuaineiden joukos-
ta valittua alkuainetta ja hiilivetykaasua.

Tällaisia alkuaineita voivat olla alumiini, pii ja
typpi, kun taas hiilivetykaasu on metaani.

30 **Esimerkki 8**

Reaktiokammioon syötetään alumiini- ja piijauheiden
seosta suhteessa 5:1. Esineen pinnalle muodostuu kovetettu
kerros, jonka paksuus on korkeintaan 60 µm ja kovuus kor-
keintaan 6 000 MPa.

Typen ja metaanin syöttäminen lisäksi reaktiokammioon suurentaa alumiinisilikaattikerroksen kovuuden arvoon 12 000 MPa.

5 Esineen pinnalla olevan suihkutetun kerroksen kovuus on korkeintaan 10 000 MPa.

Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti lämpökattiloiden komponenttien kovettamiseen.

Menetelmän 9. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 3. menetelmäsuoritusmuoto.

10 Erona on, että reaktiokammioon syötetään kahta ryhmän III alkuainetta ja yhtä ryhmän V alkuainetta.

Tällaisia alkuaineita voivat olla yttrium, boori ja vastaavasti hiili.

Esimerkki 9

15 Reaktiokammioon syötetään jauhemaista yttriumia, booria ja grafiittia. Jauheet puhalletaan kammioon juuri ennen detonaation käynnistystä. Kuljetuskaasuna käytetään metaania.

20 Kun on käynnistetty yksi plasmasykäys, esineen pinnalle muodostuu kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 50 µm ja kovuus korkeintaan 9 000 MPa.

Kovetetulle kerrokselle muodostuu suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 25 000 MPa.

25 Tätä versiota käytetään edullisesti voimalakattiloiden erilaisten suuttimien käyttöiän pidentämiseen.

Menetelmän 10. suoritusmuoto on samankaltainen kuin sen 3. versio.

30 Erona on, että reaktiokammioon syötetään yhtä ryhmän III alkuainetta ja toista, ryhmään IV kuuluvaa alkuainetta.

Tällaisina alkuaineina voidaan käyttää yttriumia ja hiiltä.

Esimerkki 10

35 Jauhemaisen yttriumin ja hiilen syöttämisellä reaktiokammioon saadaan esineen pinnalle aikaan kovetettu ker-

ros, jonka paksuus on 50 μm ja kovuus 12 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on 15 000 MPa.

5 Keksinnön mukaisen menetelmän tätä suoritusmuotoa voidaan käyttää samalla tavalla kuin 9. menetelmäsuoritusmuotoa.

Keksinnön mukaisen menetelmän 11. suoritusmuoto toteutetaan samalla tavalla kuin 9. versio.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään ryhmän IV alkuainetta samanaikaisesti hiilivetykaasun kanssa.

10 Tämä alkuaine voi koostua hiilestä, ja hiilivetykaasuna voidaan käyttää metaania.

Esimerkki 11

Kammioon syötetään hiiltä jauhemaisen grafiitin muodossa. Grafiitin kantajana käytetään metaania.

15 Plasmasykäysten tehon kasvaessa havaitaan kovetetun kerroksen muodostuminen, jonka paksuus on korkeintaan 70 μm ja kovuus 8 000 MPa. Suihkutetun kerroksen kovuus on 10 000 MPa.

20 Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti käsiteltäessä matalahiillisestä teräksestä valmistettuja esineitä niiden pinnan kovuuden parantamiseksi.

Keksinnön mukaisen menetelmän 12. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 11. versio.

25 Erona on, että reaktiokammioon syötetään ryhmän VI yhden alkuaineen yhdistettä ja jaksollisen järjestelmän ryhmien IV ja VI alkuaineiden joukosta valittuja alkuaineita.

30 Tämä yhdiste voi koosta hapen ja raudan yhdisteestä (rautaoksidista), ja mainittuina alkuaineina voivat olla hiili ja molybdeenin.

Esimerkki 12

35 Reaktiokammioon syötetään jauhemaisen grafiitin (hiilen), rautaoksidin ja molybdeenin seosta. Esineen kovetuksen jälkeen sen pinnalle muodostuu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 60 μm ja kovuus korkeintaan 4 000 MPa.

Plasmasykäysten tehon suurentaminen saa aikaan kovetetun kerroksen, jonka paksuus on korkeintaan 70 μm ja kovuus korkeintaan 6 000 MPa, samoin kuin kovetetun kerroksen, jonka kovuus on korkeintaan 6 000 MPa.

- 5 Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti kitkaa vähentävän kerroksen muodostamiseen männänrenkaille, kampiakseleille ja venttiileille.

Keksinnön mukaisen menetelmän 13. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 11. versio.

- 10 Erona on, että reaktiokammioon syötetään lisäksi ryhmän V alkuaineen yhdisteitä.

Mainitunlaisena yhdisteenä käytetään ferrovanadiinia.

Esimerkki 13

- 15 Reaktiokammioon syötetään jauhemaisen grafiitin muodossa olevaa hiiltä, ferrovanadiinia ja metaania. Kove-
tusprosessin jälkeen havaitaan kerros, jonka paksuus on
korkeintaan 20 μm ja kovuus korkeintaan 18 000 MPa.

- 20 Plasmasykäysten tehon suurentaminen saa aikaan ko-
vetetun kerroksen, jonka paksuus on korkeintaan 40 μm ja
kovuus korkeintaan 20 000 MPa.

Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti karbidi-vanadiinikerroksen muodostamiseen aktiivisissa hapettavissa väliaineissa toimivien esineiden pinnalle.

- 25 Keksinnön mukaisen menetelmän 14. suoritusmuoto on samankaltainen kuin ensimmäinen menetelmä.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään jaksollisen järjestelmän ryhmän IV yhtä alkuainetta.

Mainitunlaisen alkuaineena voidaan käyttää piitä.

- 30 **Esimerkki 14**

Reaktiokammioon syötetään jauhemaista piitä.

Esineen kovetuksen jälkeen sen pinnalle muodostuu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 90 μm ja kovuus korkeintaan 5 000 MPa. Kovetetun kerroksen kovuus 8 000 MPa.

Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti esineen pinnan silikointiin.

Menetelmän 15. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 11. versio.

5 Erona on, että reaktiokammioon syötetään toista ryhmän IV alkuainetta.

Mainitunlaisena alkuaineena käytetään piitä.

Esimerkki 15

10 Piin ja jauhemaisen grafiitin muodossa olevan hiilen syöttäminen reaktiokammioon saa aikaan kovettuneen kerroksen muodostumisen, jonka kovuus on korkeintaan 10 000 MPa ja paksuus korkeintaan 90 µm, ja kovetetun kerroksen, jonka kovuus on korkeintaan 10 000 MPa.

15 Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti samoissa tapauksissa kuin esimerkin 8 mukaista versiota.

Menetelmän 16. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 11. versio.

20 Erona on, että reaktiokammioon syötetään yhtä jaksollisen järjestelmän ryhmän IV alkuaineen yhdistettä samanaikaisesti hiilivetykaasun kanssa.

Tämä yhdiste voi olla piiokside, kun taas hiilivetykaasu on metaani.

Esimerkki 16

25 Piioksidin ja metaanin syöttäminen saa aikaan kovetetun kerroksen, jonka paksuus on korkeintaan 60 µm ja kovuus korkeintaan 8 000 MPa, ja suihkutetun kerroksen, jonka kovuus on korkeintaan 9 000 MPa.

30 Tätä versiota voidaan käyttää päällysteiden muodostamiseen hankauskulutuksen alaisina toimien osille, kuten ketjurattaille, holkeille ja joillekin maatalouskoneiden komponenteille.

Menetelmän 17. suoritusmuoto on samankaltainen kuin toinen versio.

35 Erona on, että reaktiokammioon syötetään ryhmien IV ja V alkuaineiden joukosta valittuja kahta alkuainetta.

Mainitunlaisina alkuaineina voidaan käyttää zirkoniumia ja typpeä.

Esimerkki 17

5 Reaktiokammioon syötetään jauhemaista zirkoniumia tyypivirrassa.

Kovetusprosessin jälkeen esineen pinnalla on kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 40 μm ja kovuus korkeintaan 12 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 16 000 MPa.

10 Tätä menetelmäsuoritusmuotoa käytetään edullisesti turbiinin lapojen, suuntainten ja muiden korkeassa lämpötilassa olevassa väliaineessa toimivien komponenttien kovettamiseen.

15 Menetelmän 18. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 7. menetelmäsuoritusmuoto.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään ryhmän IV alkuainetta.

Mainitunlaisena alkuaineena käytetään zirkoniumia.

Esimerkki 18

20 Reaktiokammioon syötetään jauhemaista zirkoniumia, boorikarbidia, typpeä ja metaania, niin että saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 80 μm ja kovuus korkeintaan 16 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 20 000 MPa.

25 Menetelmän 19. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 18. menetelmäsuoritusmuoto.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään toista ryhmän IV alkuainetta, nimittäin hiiltä.

Esimerkki 19

30 Syöttämällä lisäksi hiiltä reaktiokammioon saadaan esineelle kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 80 μm ja kovuus korkeintaan 16 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 22 000 MPa.

35 Menetelmän 20. suoritusmuodossa käytetään vain yhtä ryhmän V alkuainetta.

Mainitunlaisena alkuaineena voidaan käyttää typpeä.

Esimerkki 20

Syöttämällä typpeä reaktiokammioon muodostetaan plasmasykäyksiä, joiden typpipitoisuus on jopa 80 %.

5 Typpiplasmalla kovetetun esineen analyysi osoittaa, että pinnalla on kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 100 µm ja kovuus korkeintaan 9 000 MPa.

Menetelmän tätä versiota voidaan käyttää erilaisten komponenttien, kuten hammaspyörien, nokkapyörien, mäntien ja synkronisaattoreiden, nitridointiin. Menetelmän 21. suoritusmuoto on samankaltainen kuin menetelmän 20. suoritusmuoto.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään typpeä ja hiilivetykaasua (metaania) samanaikaisesti ja tämä suurentaa merkittävästi käsiteltävän esineen kovuutta.

15 **Esimerkki 21**

Metaanin syöttäminen reaktiokammioon suurentaa kovetetun kerroksen kovuuden arvoon 11 000 MPa.

Menetelmän 22. suoritusmuoto toteutetaan edullisesti samalla tavalla kuin 21. versio.

20 Erona on, että reaktiokammioon syötetään toista ryhmän IV alkuainetta, nimittäin titaania.

Esimerkki 22

Esineen kovettaminen titaania, typpeä ja metaania sisältävällä plasmasykäyksellä saa aikaan esineen pinnalle 25 kovetetun kerroksen, jonka paksuus on korkeintaan 100 µm ja kovuus korkeintaan 12 000 MPa.

Menetelmän tätä suoritusmuotoa käytetään edullisesti metallintyöstötyökalujen kovetukseen.

30 Menetelmän 23. suoritusmuodossa reaktiokammioon syötetään ryhmästä V valitun alkuaineen yhdistettä, nimittäin ferrovanadiinia.

Esimerkki 23

35 Reaktiokammioon syötetään ferrovanadiinia, joka sisältää korkeintaan 60 % vanadiinia. Esineen sykäyskovetus ferrovanadiinia sisältävällä plasmalla antoi tulokseksi kovetetun kerroksen, jonka paksuus oli korkeintaan

40 μm ja kovuus korkeintaan 8 000 MPa, ja suihkutetun kerroksen, jonka kovuus oli korkeintaan 10 000 MPa.

Menetelmän tämä suoritusmuoto on tehokas vedenkestävien päällysteiden muodostamiseksi hankauskulutusolosuhteissa toimivien esineiden, kuten aurojen, auran vannasten ja kultivaattoreiden, pinnalle.

Hiilivetykaasun (metaanin) syöttäminen suurentaa merkittävästi kovetetun kerroksen kovuutta.

Menetelmän 24. suoritusmuodossa syötetään samanaikaisesti ferrovanadiinia ja metaania.

Esimerkki 24

Ferrovanadiinin ja metaanin samanaikainen syöttäminen reaktiokammioon suurentaa kovetetun kerroksen kovuuden arvoon 12 000 MPa kerroksen paksuuden ollessa korkeintaan 40 μm . Suihkutetun kerroksen kovuus on korkeintaan 8 000 MPa.

Menetelmän tämä versio on samankaltainen kuin edellinen menetelmäsuoritusmuoto.

On edullista syöttää reaktiokammioon vielä muuta ryhmän IV alkuainetta (hiiltä).

Menetelmän 25. suoritusmuoto suurentaa merkittävästi kovuutta, mikä tekee siitä tehokkaamman.

Esimerkki 25

Reaktiokammioon syötetään samanaikaisesti ferrovanadiinia, metaania ja hiiltä.

Saadaan aikaan kovetettu kerros, jolla on samanlaiset ominaisuudet kuin esimerkissä 24, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 16 000 MPa.

Menetelmän 26. suoritusmuodon käyttö on käytännössä kiintoisaa. Tässä menetelmässä syötetään ryhmän V alkuaineen yhdistettä ja ryhmän III alkuainetta.

Ensin mainittu ryhmästä V valitun alkuaineen yhdiste voi olla ferrovanadiini ja viimeksi mainittu alkuaine alumiini.

Esimerkki 26

Esineen pinnan kovettamiseksi syötetään alumiinilankaa ja ferrovanadiinia reaktiokammioon. Langan pinta sulatetaan plasmasykäyksellä.

5 Saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 40 μm ja kovuus korkeintaan 8 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 7 000 MPa.

Keksinnön 27. suoritusmuodon mukaisesti on mahdollista syöttää reaktiokammioon kahta ryhmän V alkuainetta.
10 Mainitunlaisina alkuaineina käytetään niobiumia ja typpeä.

Esimerkki 27

Typpivirta kuljettaa jauhemaisen niobiumin reaktiokammioon. Kun pinta on kovetettu yksittäisillä plasmasykäyksillä, voidaan esineen pinnalla havaita kaksoiskerros:
15 kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 50 μm ja kovuus korkeintaan 18 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on 20 000 MPa.

Tätä menetelmä voidaan käyttää elektroditeollisuudessa kloorisuolojen elektrolyysiin tarkoitettujen katalyyttien tuottamiseen.
20

On mahdollista syöttää reaktiokammioon samanaikaisesti kahta jaksollisen järjestelmän ryhmän IV alkuainetta ja kahta ryhmän V alkuainetta.

Menetelmän 28. suoritusmuodossa syötetään ryhmän V alkuaineita, kuten typpeä ja niobiumia, ja ryhmän IV alkuaineita, kuten hiiltä ja tangon muodossa olevaa titaania.
25

Esimerkki 28

Menettely on samanlainen kuin esimerkissä 27, mutta reaktiokammioon syötetään myös jauhemaisen grafiitin muodossa olevaa hiiltä ja tangon muodossa olevaa titaania.
30

Saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on 60 μm ja kovuus 18 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 20 000 MPa. Tätä menetelmää käytetään kuten menetelmän 27. suoritusmuotoa.

35 Keksinnön mukainen menetelmä voidaan toteuttaa käyttämällä ryhmän VI alkuainetta.

Menetelmän 29. suoritusmuodossa syötetään kromia (ryhmän VI alkuaine) reaktiokammioon.

Esimerkki 29

5 Esineen pinta kovetetaan syöttämällä kromitankoa reaktiokammioon.

Saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 100 μm ja kovuus korkeintaan 8 000 MPa.

Menetelmän 30. suoritusmuoto on samankaltainen kuin 29. menetelmäsuoritusmuoto.

10 Erona on, että reaktiokammioon syötetään toista ryhmän VI alkuainetta. Mainitunlaisena alkuaineena voidaan käyttää hiiltä.

Esimerkki 30

15 Syöttämällä lisähiiltä jauhemaisen grafiitin muodossa saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on 100 μm ja kovuus 8 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on 12 000 MPa.

Aikaansaatujen kerrosten kovuutta voidaan menetelmän 31. suoritusmuodon mukaisesti suurentaa syöttämällä 20 kammioon hiilivetykaasua (metaania).

Esimerkki 31

Kromin, hiilen ja metaanin samanaikainen syöttäminen reaktiokammioon suurentaa kovetetun kerroksen kovuuden arvoon 9 000 MPa (paksuus 90 μm) ja suihkutetun kerroksen 25 kovuuden arvoon 14 000 MPa.

Menetelmän 32. suoritusmuodon mukaisesti reaktiokammioon syötetään yhtä jaksollisen järjestelmän ryhmän VI alkuainetta, nimittäin molybdeeniä.

Esimerkki 32

30 Sellaisen kerroksen muodostamiseksi esineen pinnalle, jolla on hyvät kitkaa vähentävät ominaisuudet, reaktiokammioon syötetään tangon muodossa olevaa molybdeeniä.

Esineellä on kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 80 μm ja kovuus 6 000 MPa.

Menetelmän tätä suoritusmuotoa voidaan käyttää polttomootoreiden mäntien ja sylinterien käyttöiän pidentämiseen.

5 Esineelle voidaan muodostaa kitkaa vähentävä kerros syöttämällä yhdessä molybdeenin kanssa toista ryhmän VI alkuainetta ja sen yhdistettä.

Happi voi olla tällainen alkuaine ja rautaoksidi mainitunlainen yhdiste.

Esimerkki 33

10 Syöttämällä samanaikaisesti molybdeeniä, rautaoksidia ja happea reaktiokammioon saadaan aikaan esineen pinnalle kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 60 µm ja kovuus 6 000 MPa, suihkutetun kerroksen kovuuden ollessa korkeintaan 4 000 MPa.

15 Tämä suoritusmuoto on tehokas kitkaa vähentävän, työstettävyyttä parantavan kerroksen muodostamiseksi männänrenkaille.

Menetelmän 34. suoritusmuoto toteutetaan samalla tavalla kuin 33. menetelmäsuoritusmuoto.

20 Erona on, että reaktiokammioon syötetään toista ryhmän VI alkuainetta (rikkiä) ja hiilivetykaasua (metaania).

Esimerkki 34

25 Kaikki tehdään muuten kuten esimerkissä 33, mutta reaktiokammioon syötetään rikkiä metaanin kantamana.

Esineelle muodostetaan kovetettu kerros, jonka paksuus on 60 µm ja kovuus 6 000 MPa, ja suihkutettu kerros, joka koostuu rauta- ja molybdeenioksidien samoin kuin molybdeenin ja raudan kanssa sulatetuista molybdeeni- ja rautasulfideista. Tämän kerroksen kovuus on korkeintaan 2 500 MPa.

Pinnalle muodostuu pehmeä molybdeeni- ja rautasulfideista ja -oksidoista koostuva kitkaa vähentävä kerros.

35 Reaktiokammioon voidaan syöttää muita ryhmän VI alkuaineita, esimerkiksi volframia.

Menetelmän 35. suoritusmuodossa käytetään volfram-
mia.

Esimerkki 35

5 Reaktiokammioon syötetään tangon muodossa olevaa
volframia. Esineen pinta kovetetaan volframia sisältävillä
plasmasyöksillä.

Esineen pinnalle muodostuu kovetettu kerros, jonka
paksuus on korkeintaan 80 μm ja kovuus korkeintaan
8 000 MPa.

10 Tätä suoritusmuotoa voidaan käyttää korkeissa läm-
pötiloissa toimivien metalliesineiden ominaisuuksien pa-
rantamiseen.

Menetelmän 36. suoritusmuoto toteutetaan samalla
tavalla kuin 35. menetelmäsuoritusmuoto.

15 Erona on, että reaktiokammioon syötetään hiilivety-
kaasua, esimerkiksi metaania.

Esimerkki 36

Reaktiokammioon syötetään samanaikaisesti volframia
ja metaania.

20 Saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on
80 μm ja kovuus korkeintaan 10 000 MPa, ja suihkutettu
kerros, jonka kovuus on korkeintaan 14 000 MPa.

Menetelmän 37. suoritusmuodossa voidaan käyttää
ryhmien IV ja VI alkuaineita (hiiltä ja volframia) yhdessä
25 hiilivetykaasun, esimerkiksi metaanin, kanssa.

Esimerkki 37

Kaikki tehdään muuten kuten esimerkissä 36, mutta
reaktiokammioon syötetään samanaikaisesti hiiltä.

30 Saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on
korkeintaan 80 μm ja kovuus korkeintaan 10 000 MPa, ja
suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan
18 000 MPa.

Yhden ryhmään VI kuuluvan alkuaineen yhdisteen
syöttämisellä reaktiokammioon on käytännön mielenkiintoa.

Pinnalle muodostuu suihkutettu kerros, jota voidaan käyttää ruuvikuljettimien, leikkureiden, mäntien ja venttiilien, ts. hankaavassa väliaineessa toimivien esineiden, kovetukseen.

- 5 Niinpä keksinnön 38. suoritusmuodon mukaisesti reaktiokammioon syötetään mainitunlaisena yhdisteenä volframikarbidia.

Esimerkki 38

- 10 Reaktiokammioon syötetään jauhemaista volframikarbidia.

Saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 40 μm ja kovuus 8 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on 18 000 MPa.

- 15 Menetelmän 39. suoritusmuoto toteutetaan samalla tavalla kuin 38. menetelmäsuoritusmuoto.

Erona on, että reaktiokammioon syötetään hiilivetykaasua (metaania) samanaikaisesti volframikarbidin kanssa.

Esimerkki 39

- 20 Reaktiokammioon syötetään jauhemaista volframikarbidia metaanin kantamana.

Saadaan aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 40 μm ja kovuus 8 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 20 000 MPa.

- 25 On mahdollista syöttää reaktiokammioon ryhmien III, IV ja VI alkuaineiden yhdisteitä ja ryhmän V alkuainetta samanaikaisesti hiilivetykaasun kanssa.

- 30 Menetelmän 40. suoritusmuodossa kammioon syötetään esimerkiksi samanaikaisesti boorikarbidia, volframikarbidia ja titaaninitridiä hiilivetykaasun koostuessa tyypestä ja metaanista.

Esimerkki 40

- 35 Syöttämällä samanaikaisesti boori- ja volframikarbideja, titaaninitridiä, tyypeä ja metaania saadaan esineen pinnalle aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on korkeintaan 40 μm ja kovuus korkeintaan 8 000 MPa, ja

suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 22 000 MPa.

Menetelmän 41. suoritusmuodon mukaisesti kovetetun kerroksen muodostamiseksi esineen pinnalle reaktiokammioon voidaan syöttää jaksollisen järjestelmän ryhmän III kahden alkuaineen yhdistettä, esimerkiksi indiumboridia, ja hii-
5 livetykaasua, jonka tiheys on suurempi kuin metaanin, esimerkiksi propaani-butaaniseosta.

Esimerkki 41

10 Syöttämällä reaktiokammioon samanaikaisesti indiumboridia ja propaanin ja butaanin seosta saadaan esineen pinnalle aikaan kovetettu kerros, jonka paksuus on 50 μm ja kovuus korkeintaan 20 000 MPa, ja suihkutettu kerros, jonka kovuus on korkeintaan 28 000 MPa.

15 Tätä kovetettua kerrosta voidaan käyttää kulumiselle alttiiden kaasuturbiinien pintojen suojaamiseen.

Samanlaisia ominaisuuksia voidaan 42. menetelmäsuoritusmuodon mukaisesti saada aikaan syöttämällä reaktiokammioon kahta jaksollisen järjestelmän ryhmän VI alkuainetta, esimerkiksi zirkoniumkarbidia.
20

Esimerkki 42

Menettely toteutetaan samalla tavalla kuin esimerkissä 41. Jauhemainen zirkonium syötetään reaktiokammioon propaani-butaaniseoksen kantamana. Reaktiokammiossa tapahtuva samanaikainen kuumennus ja plasmakemiallinen vuoro-
25 vaikutus esineen pinnan kanssa saa aikaan kovetetun kerroksen, jonka paksuus on 60 μm ja kovuus korkeintaan 18 000 MPa.

Suojakerrosten muodostamiseksi elektrolyysilaitteiden elektrodeille voidaan menetelmän 43. suoritusmuodon mukaisesti käyttää jaksollisen järjestelmän ryhmän V kahden alkuaineen yhdistettä, esimerkiksi niobiumnitridiä.
30

Esimerkki 43

Menettely toteutetaan samalla tavalla kuin esimerkissä 41.

5 Jauhemainen niobiumnitridi syötetään reaktiokammioon propaani-butaaniseoksen kantamana.

Esineen sykäyksittäinen käsittely plasmakemiallisen synteessin tuotteilla tekee mahdollisesti saada aikaan kovetetun kerroksen, jonka paksuus on 50 µm ja kovuus 16 000 MPa, ja suihkutetun kerroksen, jonka kovuus on 10 14 000 MPa.

Esineiden suojaamiseksi hankauskulumiselta ja korroosiolta voidaan menetelmän 44. suoritusmuodon mukaisesti esineen pinta käsitellä jaksollisen järjestelmän ryhmän VI kahden alkuaineen yhdisteellä, esimerkiksi kromikarbidilla. 15

Esimerkki 44

Menettely toteutetaan samalla tavalla kuin esimerkissä 41.

20 Jauhemainen kromikarbidi syötetään reaktiokammioon propaani-butaaniseoksen kantamana.

Esineen käsittely plasmakemiallisen synteessin tuotteilla muodostaa esineelle kovetetun kerroksen, jonka paksuus on 150 µm ja kovuus korkeintaan 11 000 MPa.

25 Tätä menetelmäsuoritusmuotoa voidaan käyttää maatalouskoneiden joidenkin komponenttien suojaamiseen.

Keksinnön mukaisen menetelmän toteutusolosuhteiden mukaan on mahdollista muodostaa metalliesineen pinnalle kovetettu kerros, jolla on erilaiset ominaisuudet. Tässä tapauksessa reaktiokammioon syötetään esineen pintaa koskevien vaatimusten mukaan ryhmien III, IV, V ja VI alkuaineita ja/tai yhden tai useamman alkuaineen yhtä tai useampaa yhdistettä karbidien, nitridien, boridien, rautalejearinkien tai silisidien muodossa samoin kuin kaasuja ja niiden seoksia. Alkuaineet voidaan syöttää jauheen, targon, kaasun tai aerosolin muodossa. 35

Seuraavassa kuvataan keksinnön mukaista laitteistoa metalliesineiden plasmapommittamiseksi, jolla toteutetaan kyseinen menetelmä.

5 Keksinnön mukainen laitteisto, jolla toteutetaan keksinnön mukainen menetelmä, käsittää reaktiokammion 1 (kuvio 1), reaktiokammion 1 sisälle asennetun elektrodin 2 ja reaktiokammioon 1 kytketyn detonaationkäynnistyslähteen 3.

10 Keksinnön mukaisessa laitteistossa on suutin 4 jaksollisen järjestelmän ryhmien III, IV, V ja VI alkuaineiden joukosta valitun alkuaineen ja/tai sen yhdisteen syöttämiseksi reaktiokammioon 1 nuolen A suunnassa.

15 Reaktiokammio 1 koostuu sylinterimäisistä osista 5 ja 6 ja näiden osien välissä olevasta kartiomaisesta osasta 7, ja se sijoitetaan vesijäähdytteiseen koteloon 8, jossa on syöttöaukko 9 ja poistoaukko 10 jäähdytysnestettä (vettä) varten. Suutin 4 sijoitetaan kammion 1 sylinterimäisen osan 5 seinämään.

20 Kammio 1 on katodi ja se kytketään virtalähteeseen 11 virransyöttöpiirillä 12.

 Elektrodi 2 sisällytetään eristeeseen 13, joka toimii kammion 1 pohjana ja virtalähteeseen 11 virransyöttöpiirillä 14 kytkettynä anodina.

25 Detonaationkäynnistyslähde 3 käsittää esipolttokammion 15 ja sarjaan kytketyn sylinterimäisen kanavan 16, joka on kytketty reaktiokammion 1 kartiomaiseen osaan 7. Esipolttokammiossa 15 on suutin 17 palavan kaasuseoksen syöttämiseksi nuolten B suunnassa ja sytytystulppa 18.

30 Jauhemaista materiaalia syötetään kammion 1 sylinterimäiseen osaan 6 nuolen C suunnassa kanavan 19 kautta, joka on tehty kammioon, jonka muodostavat vesijäähdytteinen kotelo 8 ja reaktiokammion 1 sylinterimäisen osan 6 seinämät.

35 Käsiteltävä metalliesine 20 sijoitetaan kammiosta 1 nuolen D suunnassa tulevien plasmasykäysten vaikutusalueelle.

Tällä keksinnön mukaisen laitteiston suoritusmuodolla toteutetaan keksinnön mukaisen menetelmän 1., 20., 23., 41., 42., 43. ja 44. suoritusmuoto, joissa reaktiokammioon 1 syötetään yhtä alkuainetta tai sen yhtä yhdistettä suuttimen 4 kautta.

Samassa, kuvion 1 esittämässä laitteistosuoritusmuodossa suutinta 4 voidaan käyttää myös jaksollisen järjestelmän ryhmien III, IV, V ja VI alkuaineiden joukosta valittujen kahden tai useamman alkuaineen tai näiden alkuaineiden kahden tai useamman yhdisteen syöttämiseen reaktiokammioon 1.

Tässä tapauksessa kuvion 1 esittämällä laitteistolla toteutetaan menetelmän 17. ja 27. suoritusmuoto, joissa reaktiokammioon 1 syötetään jauhemaista niobiumia typpi-
virrassa.

Suutinta 4 yhden tai useamman alkuaineen tai yhden tai useamman yhdisteen syöttämiseksi reaktiokammioon 1 voidaan käyttää myös suuttimena hiilivetykaasun syöttämiseksi reaktiokammioon.

Tässä tapauksessa kuvion 1 mukaisella laitteistolla toteutetaan keksinnön mukaisen menetelmän 11., 15., 16., 21., 24., 30. ja 38. suoritusmuoto.

Reaktiokammioon 1 syötetään suuttimen 4 kautta samanaikaisesti alkuaineen tai sen yhdisteen kanssa hiilivetykaasua, jota käytetään kuljetusväliaineena; nämä ovat menetelmän 31. ja 39. suoritusmuodot.

Kuvion 2 esittämä keksinnön mukaisen laitteiston suoritusmuoto, jolla toteutetaan kyseinen menetelmä, valmistetaan samalla tavalla kuin kuvion 1 esittämä laitteisto.

Erona on, että reaktiokammion 2 sylinterimäisen osan 5 (kuvio 2) seinämässä on kolme lisäsuutinta 21, 22 ja 23 ryhmien III, IV, V ja VI alkuaineiden joukosta valittujen alkuaineiden tai näiden alkuaineiden yhdisteiden syöttämiseksi reaktiokammioon 1 (nuolen F suunnassa suuttimen 21 ollessa kyseessä).

Keksinnön mukaisen menetelmän toteutusolosuhteiden mukaan jotkut suuttimet voidaan sulkea.

Niinpä suuttimien 22 ja 23 ollessa suljettuina kuvion 2 mukaisella laitteistolla toteutetaan menetelmän 2. suoritusmuoto, jossa kammioon 1 syötetään jauhemaista booria suuttimen 4 kautta ja tyypeä suuttimen 21 kautta.

Samalla laitteistosuoritusmuodolla voidaan toteuttaa menetelmän 3., 13. ja 25. suoritusmuoto, kun suutinta 4 käytetään sekä alkuaineen, yhdisteen että tyyden syöttämiseen kammioon 1.

Tällä tavalla syötetään jauhemaista booria ja ferrovaniadiinia suuttimen 4 kautta metaanivirrassa, kun taas tyypeä ja grafiittijauheen muodossa oleva hiiltä syötetään suuttimen 21 kautta.

Kun suutin 21 on suljettuna, kuvion 2 mukaisella laitteistolla toteutetaan 9. menetelmä metalliesineiden plasmapommittamiseksi, jossa injektoidaan yttrium-, boori- ja grafiittijauheita kammioon 1 suuttimien 2, 22 ja vastaavasti 23 kautta.

Kuvion 3 esittämä keksinnön mukainen laitteistosuoritusmuoto on samankaltainen kuin kuvion 2 esittämä.

Erona on, että laitteistossa on lisäsuutin 24 (kuvio 3) ryhmien III, IV, V ja VI alkuaineiden joukosta valitun alkuaineen tai näiden alkuaineiden yhdisteiden syöttämiseksi reaktiokammioon 1 (nuolen E suunnassa).

Suutin 24 on sijoitettu elektrodin 25 sisään.

Tätä laitteistosuoritusmuotoa käytetään 4., 5., 6., 26., 28., 29., 32., 33. ja 34. menetelmäsuoritusmuodon toteuttamiseen.

Niinpä edellä mainittujen menetelmäsuoritusmuotojen mukaisesti reaktiokammioon 1 syötetään suuttimien 4, 21, 22 ja 23 ollessa suljettuina alumiinilankaa suuttimen 24 kautta, suuttimien 21, 22 ja 23 ollessa suljettuina suutinta 4 käytetään boorikarbidin lisäsyöttöön, suuttimien 22 ja 23 ollessa suljettuina syötetään lisäksi kaasumaista tyypeä suuttimen 21 kautta ja suuttimien 4, 22 ja 23 ol-

lessa suljettuina syötetään ferrovanadiinia suuttimen 21 kautta.

Patenttivaatimuksen 4 mukainen laitteistosuoritusmuoto, jolla toteutetaan keksinnön mukainen menetelmä, on
5 samankaltainen kuin kuvioden 2 ja 3 esittämät laitteistosuoritusmuodot.

Erona on, että suuttimien 4 (kuvio 4), 21 ja 24 lisäksi tässä laitteistossa on kaksi suutinta 26 ja 27, joita voidaan käyttää sekä ryhmien III, IV, V ja VI alku-
10 aineiden joukosta valitun alkuaineen tai sen yhdisteen syöttämiseen nuolten G ja H suunnassa että hiilivetykaasun syöttämiseen.

Nämä suuttimet 26 ja 27 sijoitetaan reaktiokammion 1 sylinterimäisen osan 6 seinämään.

15 Tällä laitteistosuoritusmuodolla toteutetaan 7., 8., 9., 12., 14., 19., 22., 35., 36., 37. ja 40. menetelmäsuoritusmuoto.

Tässä tapauksessa edellä lueteltujen menetelmäsuoritusmuotojen mukaisesti kuvion 4 esittämässä 18. laitteistosuoritusmuodossa zirkonium syötetään suuttimen 4
20 kautta kammion 1 sylinterimäiseen osaan 5, metaani syötetään suuttimen 21 kautta ja typpi ja boorikarbidi syötetään kammion 1 sylinterimäiseen osaan 6 suuttimien 27 ja vastaavasti 26 kautta ja 19. suoritusmuodossa suutin 24 on
25 edelleen suljettuna ja hiili syötetään yhdessä metaanin kanssa suuttimen 21 kautta.

Keksinnön mukainen laitteisto metalliesineiden plasmakäsittelyä varten, jolla toteutetaan kyseinen menetelmä, toimii seuraavasti.

30 Palavan kaasuseoksen komponentit syötetään suuttimien 14 kautta detonaationkäynnistyslähteeseen 3 (kuvio 1). Esipolttokammiossa 15 palavan kaasuseoksen komponentit sekoitetaan ja kanava 16 täytetään seoksella. Samanaikaisesti kammioon 1 syötetään jaksollisen järjestelmän ryhmien III, IV, V ja VI kaasumaisten ja kiinteiden alkuai-
35 neiden seosta. Tässä tapauksessa voidaan tekniikan vaati-

musten mukaan käyttää yhtä alkuainetta, useiden alkuaineiden seosta tai kemiallista yhdistettä ja reaktiokammioon 1 voidaan syöttää myös hiilivetykaasua. Jauhemainen materiaali syötetään reaktiokammioon 1 kanavan 19 kautta.

5 Kun palava kaasuseos sytytetään sytytystulpalla 18, esipolttokammioon 15 muodostuu palamistuotteiden aiheuttama paine, joka muuttuu detonaatiopoltto-olosuhteiksi sylinterimäisessä kanavassa 16. Detonaatiopalaminen siirtyy reaktiokammion 1 kartiomaiseen osaan 7. Siellä detonaatio-
10 olosuhteet pidetään yllä sen ansiosta, että sähkövirta kulkee elektrodien välissä palavan kaasuseoksen palamistuotteiden, jauhemaisen materiaalin ja alkuaineen läpi. Sähkövirta syötetään virtayksiköstä 11 johtimien 12 ja 14 kautta elektrodeihin (katodiin ja anodiin) ja sitten palavan kaasuseoksen palamistuotteiden, jauhemaisen materiaalin ja syötetyn alkuaineen läpi.
15

Siksi detonaatiopalamisolosuhteet muuttuvat magnetokaasudynaamisiksi olosuhteiksi ja antoteho voi olla yhtä suuri.

20 Sähkömagneettinen energia aktivoi reaktiokammiossa 1 kammioon syötetyn alkuaineen, ja tämä alkuaine tulee kosketukseen jauhemaisen materiaalin kanssa ja saa sillä aikaan plasmakemiallisen synteesin tai joutuu yhdessä jauheen kanssa vuorovaikutukseen metalliesineen 20 pinnan
25 kanssa. Reaktiokammion 1 lämpötilaolosuhteet stabiloidaan vesijähdytteisellä kotelolla 8, jossa on vettä varten tuloaukko 9 ja menoaukko 10.

Esineen 20 pinnan kovetus saadaan aikaan joko yhdellä sykäyksellä tai useilla peräkkäisillä sykäyksillä
30 plasmakemiallisen synteesin tuotteita ja plasmaa liikuttaen esinettä 20 tasaisesti.

Kuvion 1 esittämän laitteiston toimintaperiaate on sama onpa kyseessä sitten useita alkuaineita, alkuaineen yksi yhdiste tai alkuaineiden useita yhdisteitä yhdessä
35 hiilivetykaasun kanssa tai ilman sitä.

Kuvioiden 2, 3 ja 4 esittämän keksinnön mukaisen menetelmän toteuttavan laitteiston toimintaperiaate on samankaltainen kuin kuvion 1 esittämän laitteiston toimintaperiaate.

- 5 Seuraavassa esitetään taulukko, joka sisältää tulokset, joita saatiin kuvioiden 1 - 4 mukaisilla laitteistoilla toteutetuissa keksinnön mukaisen menetelmän konkreettisissa toteutusesimerkeissä.

Taulukko

	Tuotteen nro	Alkuaine(et), sen (niiden) yhdisteet, hiilivetykaasu reaktiokammiossa	Kovetetun kerroksen ominaisuudet Paksuus (µm)	Suihkutetun kerroksen ominaisuudet Kovuus (MPa)	Kuvion nro
5	1	Boori	80	18 000	1
10	2	Boori + typpi	70	18 000	2
	3	Boori + typpi + metaani	70	16 000	2
	4	Alumiini	60	7 000	3
15	5	Alumiini + boorikarbidi	70	11 000	3
	6	Alumiini + boori- karbidi + typpi	70	11 000	3
	7	Alumiini + boorikarbi- di + typpi + metaani	70	12 000	4
20	8	Alumiini + pii + typpi + metaani	60	12 000	4
	9	Yttrium + boori + hiili + metaani	50	9 000	2
	10	Yttrium + hiili	50	12 000	4
25	11	Hiili + metaani	70	8 000	1
	12	Hiili + rautaoksidi + molybdeeni	70	6 000	4
	13	Hiili + ferrovana- diini + metaani	40	20 000	2
30	14	Pii	90	5 000	4
	15	Pii + hiili + metaani	90	10 000	1
	16	Pioksidi + metaani	60	8 000	1
35	17	Zirkonium + typpi	40	12 000	1
	18	Zirkonium + boorikarbidi + typpi + metaani	80	16 000	4
	19	Zirkonium + boorikar- bidi + typpi + hiili + metaani	80	16 000	4
40	20	Typpi	100	9 000	1
	21	Typpi + metaani	100	11 000	1
	22	Typpi + metaani + titaani	100	12 000	4
45	23	Ferrovanadiini	40	8 000	1
	24	Ferrovanadiini + metaani	40	12 000	1
	25	Ferrovanadiini + metaani + hiili	40	12 000	2

Taulukko (jatkuu)

	Tuotteen	Alkuaine(et), sen	Kovetetun kerroksen	Suihkutetun kerroksen	Kuvion	
	nro	(niiden) yhdisteet,	ominaisuudet	ominaisuudet	nro	
5		hiilivetykaasu	Paksuus	Kovuus		
		reaktiokammiossa	(µm)	(MPa)		
10	26	Ferrovanadiini + alumiini	40	8 000	7 000	3
	27	Niobium + typpi	50	18 000	20 000	1
	28	Niobium + titaani + typpi	60	18 000	25 000	3
	29	Kromi	100	8 000	-	3
15	30	Kromi + hiili	100	8 000	12 000	1
	31	Kromi + hiili + metaani	90	9 000	14 000	1
	32	Molybdeeni	80	6 000	-	3
	33	Molybdeeni + rauta- oksidi + happi	60	6 000	4 000	3
20	34	Molybdeeni + rauta- oksidi + happi + rikki + metaani	60	6 000	2 500	3
	35	Volframi	80	8 000	-	4
	36	Volframi + metaani	80	10 000	14 000	4
	37	Volframi + hiili + metaani	80	10 000	18 000	4
25	38	Volframikarbidi	40	8 000	18 000	1
	39	Volframikarbidi + metaani	40	8 000	20 000	1
	40	Boorikarbidi + volframi- karbidi + titaaninitri- di + typpi + metaani	40	8 000	22 000	4
	41	Indiumboridi + propaani-butaani	50	20 000	28 000	1
30	42	Zirkoniumkarbidi + propaani-butaani	60	18 000	-	1
	43	Niobiumnitridi + propaani-butaani	50	16 000	14 000	1
	44	Kromikarbidi + propaani-butaani	150	11 000	-	1

Patenttivaatimusten mukainen laitteisto, jolla keksinnön mukainen menetelmä toteutetaan, parantaa huomattavasti käsitellyn esineen laatua, mikä nähdään selvästi edellä olevasta taulukosta.

5 Patenttivaatimusten mukaisessa laitteistossa keksinnön mukaisen menetelmän toteuttamiseksi detonaatio käynnistetään reaktiokammion ulkopuolella ja parannetaan siten sähköenergian hyödyksikäytön stabiiliutta kussakin plasmakemiallisessa synteesipulssissa 20 - 30 %.

10 Metalliesineiden plasmapommituslaitteistoa plasmapommitusmenetelmän toteuttamiseksi voidaan käyttää kulu-
vien metallikomponenttien pinnan kovettamiseen koneenra-
kennuksessa, polttomoottorien, kompressorien, pneumaattis-
ten ja hydraulisten käyttölaitteiden ja erilaisten työka-
15 lujen valmistuksessa samoin kuin voimaloiden kattiloiden
ja turbiinien käyttöiän pidentämiseen.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä metalliesineiden plasma-detonaatio-
käsittelymiseksi, joka käsittää vaiheet joissa
- 5 - syötetään jauhemaista materiaalia ja palavaa kaasuseosta reaktiokammioon (1), ja
- detonaatiopoltetaan palava kaasuseos,
- t u n n e t t u siitä, että
- ennen palavan kaasuseoksen detonaatiopolttoa lisäksi syötetään reaktiokammioon (1) ainakin yhtä jaksollisen järjestelmän ryhmistä III, IV, V, VI valittua alkuainetta ja/tai sen yhdistettä ja sähkövirta johdetaan syötetyn alkuaineen ja/tai yhdisteen läpi ja palavan kaasuseoksen palamistuotteiden läpi, jolloin palaavan kaasuseoksen detonaatiopoltto käynnistetään reaktiokammion (1) ulkopuolella.
- 10
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että reaktiokammioon (1) syötetään hiilivetykaasua samanaikaisesti jaksollisen järjestelmän ryhmien III, IV, V ja VI alkuaineiden joukosta valitun vähintään yhden alkuaineen ja/tai sen yhdisteen kanssa.
- 15
3. Laitteisto metalliesineiden plasma-detonaatiokäsittelymiseksi, jossa laitteistossa on
- reaktiokammio (1), joka käsittää kanavan (19) jauhemaisten materiaalin syöttämistä varten,
- 25 - esipolttokammio (15), joka on kytketty reaktiokammioon (1) kanavan (16) avulla, ja
- väline detonaation käynnistämiseksi, joka väline on sytytystulpan muodossa (18),
- 30 t u n n e t t u siitä, että
- reaktiokammioon (1) on eristeelle (13), joka toimii kammion (1) pohjana, asennettu elektrodi (2, 25) sähkövirran johtamiseksi, joka elektrodi (2, 25) on kytketty anodiksi virtalähdeyksikön (11) virtapiirissä, jolloin
- 35 reaktiokammion seinämät (1) toimivat katodina, ja

- reaktiokammion (1) seinämissä on suutin (4), joka on sovitettu syöttämään reaktiokammioon (1) vähintään yhtä ylimääräistä jaksollisen järjestelmän ryhmistä III, IV, V, VI valittua alkuainetta ja/tai alkuaineen yhdistettä.

5 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laitteisto,
t u n n e t t u siitä, että elektrodi (25) käsittää sen
sisäpuolella sen omaa akselia pitkin läpivirtaussuuttimen
(24), joka on sovitettu syöttämään ainakin yhden jaksolli-
sen järjestelmän ryhmistä III, IV, V, VI valitun alkuai-
10 neen ja/tai sen yhdisteen, joka on jauhe, kaasu tai kiin-
teä aine ja/tai hiilivetykaasu reaktiokammioon (1).

Patentkrav:

1. Förfarande för plasma-detonationsbehandling av metallföremål, vilket förfarande omfattar steg där man

5 - matar ett pulveraktigt material och en brännbar gasblandning in i en reaktionskammare (1), och

 - detonationsförbränner den brännbara gasblandningen,

k ä n n e t e c k n a t av att

10 före detonationsförbränningen av den brännbara gasblandningen matas in i reaktionskammaren (1) åtminstone ett grundämne som valts ur grupperna III, IV, V, IV i det periodiska systemet och/eller en förening av detsamma och en elektrisk ström leds genom det matade grundämnet

15 och/eller föreningen och genom förbränningsprodukterna av den brännbara gasblandningen, varvid initieringen av detonationsförbränningen av den brännbara gasblandningen sker ytterom reaktionskammaren (1).

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -

20 t e c k n a t av att kolvätegas matas in i reaktionskammaren (1) samtidigt med det åtminstone ena grundämnet som valts ur grupperna III, IV, V, VI i det periodiska systemet och/eller dess förening.

3. Apparat för plasma-detonationsbehandling av metallföremål, vilken apparat uppvisar

25 - en reaktionskammare (1), som omfattar en kanal (19) för matning av pulveraktigt material,

 - en förbränningskammare (15), som är kopplad till reaktionskammaren (1) medelst en kanal (16), och

30 - ett organ för initiering av en detonation, vilket organ är i form av ett tändstift (18),

k ä n n e t e c k n a d av att

 - i reaktionskammaren (1) har på en isolator (13), som fungerar som kammarens (1) botten monterats en elektrod (2, 25) för att leda elektrisk ström, vilken elektrod (2, 15) har kopplats som anod i en elektrisk krets hos en

35

strömförsörjningskälla (11), varvid reaktionskammarens väggar (1) fungerar som katod, och

- reaktionskammarens (1) vägg uppvisar ett munstycke (4), som är anpassat att mata in i reaktionskammaren (1) minst ett tilläggsgrundämne som valts ur grupperna III, IV, V, VI i det periodiska systemet och/eller en förening av grundämnet.

4. Apparat enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k -
n a d av att elektroden (25) omfattar på dess insida
längs dess egna axel ett genomflödesmunstycke (24), som är
anpassat att mata åtminstone ett grundämne som valts ur
grupperna III, IV, V, VI i det periodiska systemet och/eller
en förening av grundämnet, som är ett pulver, en gas
eller ett fast ämne in i reaktionskammaren (1).

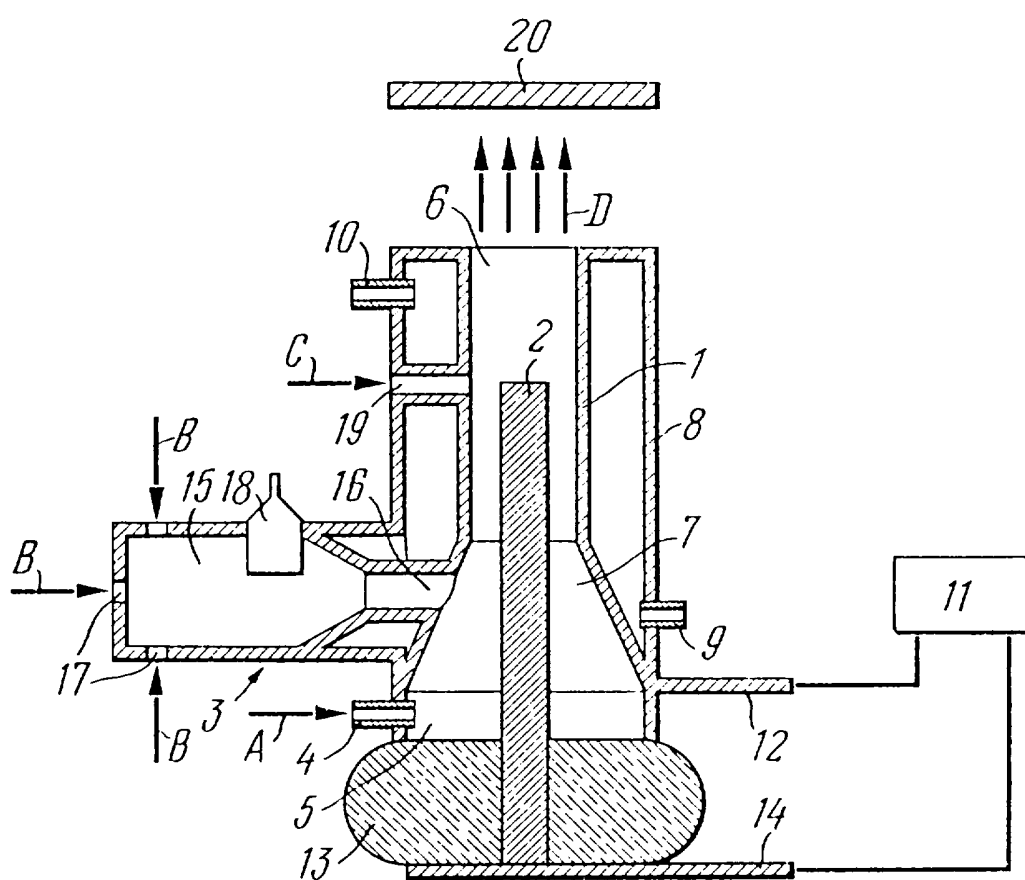


FIG. 1

