(19)

SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 906385 A7**

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

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 906385

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification
B23K 35/30

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **21.12.1990**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **21.12.1990**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **30.09.1991**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

29.03.1990 US 501167

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • **The Lincoln Electric Company,** 22801 St. Clair Avenue, Cleveland, Ohio 44117, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Chai, Chang-Shung,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 • **Fink, David A.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
3 • **Gonzalez, John,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Berggren Oy Ab, Antinkatu 3 C, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention
Kulutettava hitsauselementti sekä hitsausmenetelmä

Brukbart svetsningselement samt svetsningsförfarande

Kulutettava hitsauselementti sekä hitsausmenetelmä

Tämä hakemus on osaksi jatkoa käynnissä olevalle hakemukselle sarjanumero 495.696, joka on haettu 19.3.1990, joka taas on osaksi jatkoa käynnissä olevalle hakemukselle sarjanumero 405.727, joka on haettu 11.9.1989.

Taustatietona, joka liittyy elektrodiin, johon esillä oleva keksintö erityisesti kohdistuu, aikaisemmat hakemukset sarjanumero 495.696 haettu 19.3.1990, ja sarjanumero 405.727 haettu 11.9.1989, ovat yhdistetty viitteenä tähän, jotta tätä aineistoa ei tarvittaisi toistaa tässä hakemuksessa.

Esillä oleva keksintö liittyy parannettuun hitsimetallilisäaineeseen työkappaleita varten, joilla on suuri lujuus, ja menetelmään, jolla päällehitsataan tämä hitsimetallilisäaine kaarihitsauksella. Tämä lisäaine muodostetaan kulutettavasta hitsauselementistä, kuten elektrodista, jota käytetään suuren lujuuden omaavien metallien MIG-hitsaukseen, sitä tyyppiä, jota käytetään määrätyissä sotilaallisissa ja teollisissa sovelluksissa. Keksintöä tullaan selostamaan tämän sovelluksen suhteen. Hitsielementti tai elektrodi, jota käytetään muodostamaan tämän keksinnön lisäaine on umpinainen tai sydämellä varustettu metallielektrodi, joka voi päällehitsata, hitsauslämmöllä, joka on pienempi kuin 52 kJoulea/cm, hitsimetallipalko teräksiseen työkappaleeseen, jossa diffundoituva vety hitsimetallissa on vähempi kuin 2,0 ppm, hitsimetallin happipitoisuus on vähempi kuin 0,040% hitsimetallin painosta ja jossa hitsimetallin myötölujuus on suurempi kuin noin 586 Mpa, ja mieluiten suurempi kuin 689 Mpa psi. Keksintö on erityisen soveltuva käytettäväksi muussa kuin jalkoasentohitsauksessa, jossa uusi lisäaine sovelletaan korkean lujuuden omaavalle työkappaleelle, jossa esilämmitys on alhainen tai puuttuu kokonaan ja jossa saavutetaan myötölujuuksia suuruusluokassa 827-956 Mpa.

Kun työkappaleen metallin myötölujuus nousee korkealujuusarvoihin, kuten sotilaallinen määrittely HY-80, HY-100, ja jopa HY-130 (552, 689 ja 896 Mpa), on koettu vakavia ongelmia kun on yritetty saavuttaa alhaista särötaipuvuutta ja korkeata isku- tai lovisitkeyttä, säilyttäen samalla mahdollisuuden hitsata ei-jalkoasennossa suurilla päällehitsausnopeuksilla . Hitsattaessa näitä korkean myötölujuuden teräksiä kuten teräksiä, jotka ylittävät H-80 (80.000 psi = 552 Mpa), kulutettavat hitsauselektrodit tai muut hitsauselementit ovat tähän asti saanneet muodon, joka on umpinainen lanka, jolla on halkaisija yleensä noin 1,12 mm hitsattaessa muussa asennossa kuin jalkohitsauksessa ja halkaisia yleensä noin 1,55 mm jalkohitsaussovelluksissa. Korkealujuuksisien teräksien, jotka sisältävät ja ylittävät HY-100 (689 Mpa), hitsaaminen on ollut erittäin vaikeata myös tälläisellä umpinaisella MIG-langalla. On olemassa valtava tarve tuottaa hitsauselementti, joka tuottaa hitsilisäaineen työkappaleille, jotka kappaleet ovat korkeamyötölujuista terästä, jolla lisäaineella on lujuus, joka ylittää 586-689 Mpa, ja jolla samalla on pieni taipuvuus säröhin ja korkea iskusitkeys.

Kahdessa aikaisemmissa hakemuksissa, jotka sisällytetään tähän viitteenä, hakijat ovat esittäneet elektrodin, joka päällehitsaa metallin, jolla on hyväksyttävät ominaisuudet ja jota voidaan käyttää huoneenlämmössä jos kantametalli itse on sopiva tällaiselle huonelämpötilahitsaukselle. Kuten tiedetään, useissa tapauksissa, on kantametallia esilämmitettävä ei päällehitsattavan metallin ominaisuuksien vuoksi, vaan johtuen kantakappaleen metallin omista ominaisuuksista. Hitsauselementti, tai elektrodi, joka on kuvattu aiemmissa hakemuksissa, tuottaa hitsimetallipalkon työkappaleeseen, jolla on vähemmän kuin 2,0 ppm diffundoituvaa vetyä, vähemmän kuin 0,040% painosta happea ja myötölujuus suurempi kuin noin 586 Mpa, ja mieluiten huomattavasti suurempi kuin 689 Mpa. Tämän tyyppinen elektrodi tai hitsauselementti on ollut erittäin menestyvä tuotettaessa korkealuujuuksista hitsausmetallia käytettäväksi korkealujuuksisen sotilaallisen teräksen kanssa. Joisskin tapauksissa, määrätty määrä

esilämmitystä tarvitaan, jotta voitaisiin estää säröily tai muut vaikeudet itse työkappalemetallin kanssa.

Kun edullinen hitsauselementti, jolla kaarihitsataan korkealujuuksisia teräksiä, on kehitetty täydelliseksi, on huomio nyt siirtynyt kohti tämän tekniikan optimalisointia tavalla, joka pyrkii määrittelemään ne erityiset hitsipalkometallin lisäaineominaisuudet, jotka tuotettiin aikaisemmin kehitetyillä hitsauselementeillä, jotka antoivat korkeita myötölujuuksia yli 689 Mpa minimaalisella määrällä esilämmitystä, jopa ilman esilämmitystä jos sitä ei muuten vaadita, johtuen työkappaleen metallin rajoituksista. Yhteenvetona, esillä oleva keksintö liittyy hitsilisäaineeseen, jota voidaan päällehitsata työkappaleelle, joka on korkealujuusterästä, jolla on iskusitkeys jonka Charpy luku on suurempi kuin 40 lämpötilassa -17,8°C (0°F). Yleensä, kun palon hitsilisäaineen myötölujuus nostetaan muuttamalla lisäaineen sisältöä, iskusitkeys vähenee huomattavasti. Kontrolloimalla uutta lisäainejärjestelmää aikaansaadaan hyväksyttävän suuri iskusitkeys vaikka myötölujuudet ylittävät jopa 896 Mpa. Myötölujuudella, joka on alempi kuin 827 Mpa, Charpy luku -17,7°C lämpötilassa ylittää oleellisesti 50 ja voi ylittää 65 tai 70. Täten, käyttämällä esillä olevaa keksintöä tuottamaan haluttu lisäaine hitsimetallipalkoa varten, iskusitkeys säilytetään korkealla tasolla rippumatta myötölujuudesta.

Toinen vaatimus virheettömälle hitsipalolle on särökestävyys. Tämä heijastuu epäsuorasti hitsipalon lisäainemetallin venymällä. Käyttämällä aineosat lisäaineeseen kuten tässä keksinnössä määritellään ja niihin rajoihin mukautuen, jotka muodostavat esillä olevan keksinnön, venymäprosentti on yleisesti suurempi kuin noin 18%. Esillä olevan keksinnön versioissa, joissa käytetään korkeamyötölujuuksista metallia hitsipalossa, venymä on luokkaa 18%; kuitenkin, venymä ylittää 18% kun hitsilisäaineen myötöraja vähennetään valituilla lisäainekomponenteilla ja esillä olevan keksinnön määräämillä prosenttiarvoilla, jotka muodostavat esillä

olevan keksinnön lisäaineen. Täten, esillä oleva keksintö on suuntautunut lisäaineeseen hitsimetallia varten, joka hitsimetalli päällehitsataan työkappaleihin, jotka ovat korkealujuuksisesta teräksestä valmistettu, jolla lisäaineella on erittäin korkea myötölujuus säilyttäen samalla korkean iskusitkeyden ja särökestävyyden. Tämä keksinnöllinen lisäaine säilyttää hyvän hitsausominaisuuden käyttämällä elektrodia, joka sekä muodostaa uuden lisäaineen että antaa päällehitsauksen, jossa on vähemmän kuin 2,0 ppm diffundoituvaa vetyä, vähemmän kuin 0,035 % happea hitsimetallin painosta ja myötölujuus on suurempi kuin 586 Mpa. Esillä olevan keksinnön toisena piirteenä, uusi lisäaine voidaan muodostaa hitsimetallipaloksi hitsausprosessilla, joka käyttää hitsauslämpöä, joka on pienempi kuin 52 kJoulea/cm. Aikaisemmat yritykset aikaansaada korkealujuusteräksinen hitsipalko ovat vaatineet huomattavaa esilämmitystä itse työkappaleeseen ja pienempää hitsauslämmön käyttöä hitsauksessa.

Esillä olevan keksinnön mukaan, parannettu hitsimetallilisäaine päällehitsatulle palkolle on teräslisäaine sisältäen, prosentteina hitsimetallin painosta, 0,03-0,09% hiiltä, 2,5-4,0% mangaania, 0,01-0,05% titaniumia, piitä vähemmän kuin noin 1,0%, nikkeliä vähemmän kuin noin 2,0%, ja happea vähemmän kuin noin 0,035%. Käyttämällä tätä lisäainetta hitsimetallin lisäaineena, jolla myös on aikaisemmin määritellyt ominaisuudet käsittäen vedyn diffundoitavuuden alle 2,0 ppm määrässä, aikaansaadaan erittäin korkeita lujuuksia ilman esilämmitystarvetta ja ilman että iskusitkeys vähenee tai särökestävyys huononee.

Esillä olevan keksinnön toisen näkökannan mukaan, silikoonin määrä lisäaineessa, joka muodostaa hitsimetallin, on rajoissa 0,2-0,6% hitsimetallin painosta. Nikkelin määrä on rajoissa 0,8-1,8% hitsimetallin painosta. Lisäksi, hapen määrä on rajoissa 0,015-0,035% hitsimetallin painosta. Esillä olevan keksinnön tärkeä ominaisuus on että se sisältää määrätyn määrän happea yli 0,010% ja mieluiten yli noin

0,020%. Happimäärän yläraja on noin 0,035% ja on pienempi kuin noin 0,040%.

Hitsimetallien eri seostamisprosenttien ja aineosian on todettu olevan, yhdistettyinä, riittäviä saavuttamaan haluttu korkea myötölujuus tuottaen samalla suhteellisen hyviä mekaanisia ominaisuuksia. Keksintö sisältää menetelmän, jolla saavutetaan tämä määrätty, uusi lisäainekokoonpano hitsimetallissa kaarihitsausprosessilla eikä jollain erikoisella seostamismenettelyllä. Lisäaine päällehitsataan työkappaleen ollessa aluksi huoneenlämpötilassa tai työkappaleen esilämmityksellä lähelle 121°C=250°F. Tämä esilämmitys saattaa olla joksikin avuksi säilyttäessä kantametallin omia ominaisuuksia eikä sitä vaadita esillä olevan keksinnön mukaisesti päällehitsattavan hitsimetallin ominaisuuksien saavuttamiseen. Tämä keksintö liittyy seostamisprosessiin hitsimetallia varten ja aikaansaa automaattisen karkaisun päällehitsatulle metallille, jossa työkappale on ympäristön lämpötilassa ennen hitsausta, ja normaalilla ympäristön jäähtymisnopeuksilla. Tämä hitsausprosessi ei se liity missään suhteessa korkealuujuuksisen lisäaineteräksen tuotantoon, jossa lisäaineprosessi käsittää ajan, lämpötilan ja koostumuksen valvontaa, tavalla jossa lämpötilat, jäähtymisnopeudet ja muut metallurgiset määräävät tekijät kontrolloidaan niin, että saadaan valmistetuksi ennalta valittu lisäaine, jolla on määrättyjä metallurgisia ja mekaanisia ominaisuuksia. Tälläinen valvottu seostamisprosessi, kuten teräksen valmistuksessa käytetään, ei sovellu millään tavalla hitsausprosessiin, jossa tuloksena saatu seosmetalli on saatava aikaan suhteellisen kontrolloimattomissa olosuhteissa ja jossa lämpöä kontrolloidaan ainoastaan tarvittavalla lämmöllä, jonka kehittää kaari, joka suorittaa hitsausprosessia, ja nopeudella jota kaarta liikutetaan hitsauskappaletta pitkin. Esillä olevan keksinnön mukaan, uusi päällehitsattu seosmetalli aikaansaadaan automaattisella karkaisuprosessilla. Tekniikka, jolla tuotetaan korkealujuusterästä on hyvin tunnettu, hyvin dokumentoitu, ja selvästi sovellettavissa kantametalliin;

kuitenkin, tämä sama seostamisteknologia ja metallurgiset tekniikat ovat sopimattomia eikä niitä voida soveltaa suhteellisen kontrolloimattomaan, satunnaiseen aikaan, lämpötilaan ja päällehitsausnopeuteen, jotka koetaan kaarihitsausprosessissa, jota käytetään päällehitsaamaan tämän keksinnön uutta lisäainetta.

Esillä olevan keksinnön päätarkoitus on tuoda esille hitsilisäaine ja menetelmä saman päällehitsaamiseksi, jolla lisäaineella on matala diffundoituvan vedyn pitoisuus, vähemmän kuin noin 2,0 ppm, joka sallii korkeamman mangaanitason ja tuottaa halutun martensiittisen muodon korkealla myötölujuudella menettämättä iskusitkeyttä tai vähentämättä särökestävyyttä. Keksinnön tämän tarkoituksen mukaan, mangaaniimäärää voidaan kasvattaa yli 3,0%:iin yli 689 Mpa:n myötölujuuksien saavuttamiseksia. Todellakin, kun mangaani lisääntyy esillä olevan keksinnön mukaan, myötölujuus kasvaa. Käytännössä mangaania voidaan lisäta hitsipalon uudessa lisäaineessa 4,0%:iin jotta saavutettaisiinmyötölujuus, joka on yli 896 Mpa. Täten, eräs esillä olevan keksinnön päätarkoituksista on aikaansaada lisäaine päällehitsatun palon hitsimetallia varten, jolla lisäaineella on erittäin suuri mangaanipitoisuus. Lisäksi, nikkelimäärä lisäaineessa on huomattavasti laskenut arvoon, joka on pienempi kuin noin 2,0%. Seurauksena, riippuvuus mangaanin ja nikkelin välillä myötölujuuden lisäämiseksi on vastakkainen siihen menettelyyn, jota yleensä käytetään korkealujuusteräksen seostamisessa. Esillä olevan keksinnön mukaisesti on todettu, että mangaanin käyttö myötölujuuden lisäämiseksi on hyödyllisempi seostetuissa hitsimetalleissa kuin nikkelin käyttö. Lisäksi, jotkut nikkelin vahingollisista ominaisuuksista voidaan vähentää tällä esillä olevan keksinnön ominaisuudella, joka painottaa mangaanitason nostamista ja nikkelitason laskemista tarkoituksena nostaa myötölujuutta.

Toinen esillä olevan keksinnön tarkoitus on tuoda esille uusi korkeamyötölujuuslisäaine, jota käytetään hitsimetallipalossa, joka lisäaine voidaan tuottaa kaarihitsauspro-

sessilla, jolla on hitsauslämpö, joka on pienempi kuin noin 52kJoulea/cm ja todellakin, arvoissa 22-44 kJoulea/cm.

Toinen esillä olevan keksinnön tarkoitus on tuoda esille parannettu kulutettava hitsauselementti, jolla on aikaisemmissa hakemuksissa määritetyn keksinnön ominaisuudet, joita sisällytetään tähän viitteenä, jotka hitsauselementit ovat muunneltu muodostamaan ainutlaatuisen teräslisäaineen hitsimetallipalkoon. Tällä uudella lisäaineella on ominaisuuksia kuten suuri lujuus, korkea iskusitkeys ja alhainen särökestävyys, myös myötölujuustasoilla, jotka lähestyvät 896 Mpa. Tämän tyyppistä uutta hitsipalkolisäainetta ei tähän asti ole ollut saatavilla.

Erään esillä olevan keksinnön näkökohdan mukaan on aikaansaatu emäksinen, metallisydäminen elektrodi, jota voidaan käyttää MIG-hitsaukseen, jossa hitsataan korkeamyötölujuuksisia teräksiä, joilla myötöraja ylittää 689 Mpa, tai sydämellä varustettu hitsauslanka, jota käytetään samaan tarkoitukseen. Tämä elementti on varustettu aineosilla, jotka aikaansaavat keksinnöllisen hitsilisäaineen. Keksintö voi käyttää kulutettavaa kaarihitsauselektrodia tai hitsauselementtiä, kuten on esitetty aikaisemmissa hakemuksissa, jotka koostuvat metallikuoresta, joka ympäröi kinteää sydäntä, joka sisältää lisäainejauhetta. Tämä sydän myös sisältää olennaisesti 100%:sti emäksisen yhdisteen, jonka määrä on pienempi kuin noin 1,6% elementin, t.s. elektrodin kokonaispainosta. Metallinen seosjauhe soveltaa standarditekniikkaa aikaansaadakseen lisäainekoostumuksen, joka esintyy hitsipalossa esillä olevan keksinnön mukaisesti. Emäsyhdiste muodostaa yhden aineen sulatteen vähentäen samalla happipitoisuuden hitsimetallissa tasoon, joka on pienempi kuin noin 0,04% hitsimetallista. Keksinnön mukaan, 100% emäsyhdiste on kalsiumfluorijauhetta.

Aikaisempien hakemusten toisen näkökohdan mukaisesti, jota voidaan käyttää tässä keksinnössä, kalsiumfluoridijauhetta sisältyy sydämeen noin 0,1-0,9% määrä elektrodin kokonais-

painosta. Käyttämällä näin alhaista sulateaineiden osuutta, pääasiassa kalsiumfluoridijauhetta, voidaan poistaa sulatejauhosydänelektrodien hitsausongelmia, kun kalsiumfluoridi samalla kontrolloi happimäärää syntyvässä hitsimetallissa.

Vielä erään toisen aikaisempien hakemusten mukaisen näkökohdan mukaan, emäksinen, metallisydänelektrodi sisältää pienen määrän polymeeriä, jolla vähennetään diffundoituvaa vedyn määrää hitsimetallissa. Tällä polymeerilla on sulamispiste, joka on alempi kuin noin 538°C = 1000 °F, niin että sitä voidaan sisällyttää sydänmateriaaliin määrätyssä muodossa ja että se säilyttää koostumuksensa elektrodin muovailun ja vetämisen aikana. Tämä aine vapauttaa yksittäisen sulatusaineen, fluorin, jotta se sitoisi diffundoituvaa vetyä hitsimetallissa kaarihitsausprosessin aikana.

Polymeerin määrää voidaan kasvattaa 0,4% elektrodin painosta. Tämä johtaa diffundoituvaan vetymäärään, joka on pienempi kuin 1 ppm ja jopa niin pieni kuin 0,6 ppm, diffundoituva vetytaso, jota ei koskaan aikaisemmin ole ollut saavutettavissa. Vaikka esillä olevaa keksintöä voidaan käyttää umpinaisen metallilankaelektrodin kanssa, vetyä puhdistavaa polymeeriä ei voida käyttää.

Aikaisempien hakemusten päätarkoituksen mukaisesti, jota voidaan käyttää esillä olevan keksinnön hitsauselementtiä varten, emäksinen metallisydänelektrodi sisältää sydämessä, ainoana sulatusaineosana kalsiumfluoridijauhetta vetypuhdistusta varten käytettävän jauheen lisäksi, joka jauhe voi olla fluoria sisältävä polymeeri. Metallista seostamisjauhetta sisältyy myös sydämeen yhdessä yksittäisen emäsaineosan ja vetyä puhdistavan polymeerin kanssa. Sydäntä ympäröi vähähiilinen vaippa, jota voidaan vetää sisään elektrodiin, jonka halkaisia on pienempi kuin 2,5 mm. Tietysti, on kuviteltavissa että elektrodin vaippa voitaisiin muodostaa sähköisessä seostamisuunissa, jotta vältyttäisiin tarpeelta seostaa metallijauhetta kulutettavan elektrodin sydämeen.

Se, onko seostamismetalli tarkalleen kontrolloidussa vaippametallissa tai kontrolloidaanko sitä lisäainepulverilla sydämessä, ei ole kriittistä tälle aikaisempien hakemusten tärkeälle ominaisuudelle. Seostamiskonseptin tekniikka ja sen tulokset voidaan modifioida tavanomaisilla tämän tekniikan taidoilla, jotta saataisiin esillä olevan keksinnön uusi lisäaine. Kuitenkin, selvä etu seuraa siitä että pidetään seosmetallit sydämessä muodostettaessa esillä olevan keksinnön uutta hitsilisäainetta. Täten, esillä olevan keksinnön mukaan voidaan käyttääö emäksistä metallisydänelektrodia kuten aikaisemmissa hakemuksissa opetettiin, mutta etuna on optimaalinen seostamisjärjestelmä, joka sisältää kontrolloituja hapen ja diffundoituneen vedyn määriä hitsimetallissa. Tällaista elektrodia ei ole hyödynnetty aikaansaamaan esillä olevan keksinnön uutta lisäainetta. Tällä keksinnöllä MIG hitsaus, jossa hitsataan erittäin korkealujuuksisia teräksiä, on voitu toteuttaa myös muussa asennossa kuin jalkoasennossa.

Käytännöllisessä toteutuksessaan keksintö on emäksinen metallisydänelektrodi; tästä johtuen seosmetallit hitsimetallipalkoa varten ovat pulverimuodossa ja puristettuja sydämeen. Tietysti on ajateltavissa, että seostamismateriaalit voisivat olla sisällytettynä elektrodia ympäröivään vaippaan, jos voidaan aikaansaada metallurgista tarkkuutta kun seostetaan vaippateräs. Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaan ja keksinnön käytännöllisimmässä suoritusmuodossa vähähiilistä tai vähän seostettua teräsvaippaa käytetään ympäröimään sydäntä. Seosmetallit, joilla tuotetaan haluttu hitsimetalliseos, ovat sisällytettyinä pulverimuodossa sydämeen. Elektrodia vedetään haluttuun kokoon, joka mieluiten on sylinteri, jonka halkaisia on pienempi kuin 2,5 mm. Hitsauselektrodia voidaan käyttää teräksen hitsaukseen, jolla on korkea myötöraja, kuten teräksien, jolla on myötöraja 703 Mpa (HY-100) ja jopa 896 Mpa (HY-130). Aikaisempien hakemusten mukaisesti emäksistä metallisydänelektrodia voidaan käyttää ei-jalkohitsaukseen, koska kalsiumfluoridi on kontrolloidulla, rajoitetulla maksimi-

tasolla, joka on pienempi kuin 1,60%, ja tämä kalsiumfluoridi muodostaa ainoan sulatusaineen elektrodin sisällä tai sen päällä.

Hitsauselementin tyyppi, joka määriteltiin aikaisemmissa hakemuksissa, sisältää seostamiskomponenttejä, jotta saataisiin haluttu hitsimetalliseos hitsipalossa. Määrätty hitsimetalliseos ja menetelmä, jolla tämä päällehitsataan, muodostavat esillä olevan keksinnön.

Aikaisemmat yritykset saavuttaa korkea myötöraja matalalla esilämmityksellä tai ilman esilämmitystä säilyttäen samalla hyvän iskusitkeyden ja särökestävyyden eivät ole onnistuneet. Esillä olevan keksinnön päätarkoitus on aikaansaada uusi lisäaine ja menetelmä, jolla tämä päällehitsataan, joka täyttää nämä ominaisuudet.

Nämä ja muut tarkoitukset ja edut tulevat ilmeiseksi seuraavasta kuvauksesta, joka liittyy liitteenä oleviin kuviin.

Lyhyt selostus kuvista

Kuva 1 on kaaviollinen poikkileikkauskuva emäksisestä metallisydänelektrodista, jota voidaan käyttää suorittamaan esillä olevaa keksintöä, jotta aikaansaadaan uusi hitsilisäaine;

Kuva 2 on poikkileikkauskuva kuvan 1 elektrodin muunnoksesta;

Kuva 3 on kaavio, joka kuvaa suhdetta elektrodin emäksisen koosumuksen ja hitsimetallin happimäärän välillä;

Kuva 4 on kaavio, joka esittää fluoria sisältävän polymeerin koko elektrodin painosta lasketun prosenttiosuuden ja hitsimetallissa olevan diffundoituvan vedyn konsentraation välistä suhdetta; ja

Kuva 5 on kaaviopari, jotka esittävät suhdetta esillä olevan keksinnön seosaineiden ja hitsimetallin myötölujuuden välillä sekä suhdetta käytetyn hitsilämmön ja myötölujuuden välillä.

Seuraavassa viitataan kuviin, joilla on tarkoitus kuvata esimerkkiä esillä olevasta keksinnöstä. Tässä esimerkissä kaksi noin 25 mm paksuista levyä hitsataan suojakaasulla, joka sisältää 98% argonia ja 2% happea, jossa hitsauslämpö on 22-44 kilojoulea/cm ja levyjen esilämmitys on 121°C=250°F. Levyt on muodostettu korkeamyötölujuisesta sotilaallisesta teräksestä HY-100. Emäksinen metallisydänelektrodi 10 varustettiin ulkoisella vähähiilisellä vaipalla 12, joka on yhdistetty saumassa 14, kuten kaaviollisesti kuvataan kuvassa 1. Tämä kuva esittää keksinnön ominaisuuksia, joita tullaan kuvaamaan yleisesti.

Vaipan 12 sauma 14 voi olla limittäin tai muuten olla muodostettu standardikäytännön mukaan kun valmistetaan hitsauslankaa 10. Kerroksen 12 sisällä on sydän puristettu yhteen ja muodostettu seosmateriaalin hiukkasista 20 (kuvattu neliöinä) , joita käytetään tuottamaan haluttu ja uusi esillä olevan keksinnön hitsilisäaine ja jotka muodostuvat kalsiumfluoridihiukkasia 22 (kuvattu suurina ympyröinä) ja pienestä määrästä fluoria sisältäviä polymeerihiukkasia 24 (kuvattu pieninä ympyröinä). Tätä sydäntä tiivistetään vetämällä elektrodia 10 halkaisijaan, joka on pienempi kuin 2,5 mm. Tässä esimerkissä fluoria sisältävä polymeeri muodosta 0,16% elektrodin kokonaispainosta Esimerkissä X tai 0,40% Esimerkissä Y. (katso kuvaa 4). Kalsiumfluoridihiukkasten paino elektrodin kokonaispainosta on 0,5%. Lisäainehiukkasten paino on noin 19% elektrodin kokonaispainosta. Jäljelle jäävä paino johtuu vaipasta tai putkesta 12. Esimerkit X ja Y tuottavat tyydyttävän hitsin korkeamyötölujuuksiselle sotilaalliselle teräkselle kuten HY-100.
Kuva 2 on modifikaatio keksinnön edullisesta suoritusmuodosta, jossa sydän vaipan 12 sisällä koostuu vain kalsiumfluorijauheesta 22 ja vetyä vähentävistä jauheaineista 24. Tässä

tapauksessa metallinen muovausvaippa 12 sisältää seosaineet, joilla tuotetaan esillä olevan keksinnön uusi lisäaine.

Viitaten nyt kuvaan 3, sydämen sisällä olevien kalsiumfluoridihiukkasten paino on vähemmän kuin noin 1,6% elektrodin kokonaispainosta. Kun kalsiumfluorin osuus on noin 1% paikkeilla, hitsauslaatu huononee sen verran että sen hyväksyttävyys pienenee ja määrä yli noin 1,6% johtaisi hitsauselektrodiin, joka ei soveltuisi hitsaamaan korkeamyötölujuista terästa erilaisissa hitsausasennoissa. Kun kalsiumfluoridin määrä vähenee, kasvaa hitsipalon happimäärä. Kun korkeamyötörajaisen teräksen myötöraja kasvaa voidaan sisällyttää pienempi määrä happea hitsimetallissa, jotta sotilaalliset spesifikaatiot tulisivat täytetyiksi ja saavutettaisiin hyväksyttävä iskulujuus. Skaalan korkeammassa päässä oleville korkeamyötölujuusteräksille, kuten HY-130, sisällytetyn hitsimetallin hapen määrän on oltava pienempi kuin korkeamyötölujuusteräksillä kuten HY-80. Täten, kalsiumfluorin minimitaso HY-130 terälselle on kaaviossa kohdassa X. Korkealujuusteräksille, joilla on pienempi lujuus, kuten HY-80, voi hitsimetalliin sisältyvän hapen määrä olla hivenen suurempi. Tätä konseptiä kuvataan kaaviossa kohdassa Y. Täten kalsiumfluoridin vähimmäistaso vaihtelee sen mukaan millainen myötölujuus sillä korkeamyötölujuuksisella teräksellä on, johon keksintöä erityisesti sovelletaan. Kaikissa tapauksissa, hitsilisäaineella on alhainen happimäärä, jota vaaditaan korkeamyötöluujuusteräksien hitsauksessa.

Kyky sisällyttää enemmän happea on vain kuvattu kuvassa 3 tarkoituksella kuvata keksintöä ja näyttää se minimimäärä kalsiumfluoria jota tarvitaan toteuttamaan esillä olevaa keksintöä.

Viitaten nyt kuvaan 4, tässä kuviossa, fluoria sisältävän polymeerin, kuten tetrafluorietyleenin, prosenttiosuutta verrataan hitsimetallissa olevaan diffundoituvan vedyn määrään. Vedyn arvo indikoidaan parametrilla ml/100g, jolla

on pääasiassa suora riippuvuus ppm kanssa. Käytännössä, korkeamyötölujuusteräksissä pitäisi olla diffundoituvaa vetyä vähemmän kuin 2,0 ppm. Vetymääriä alle 1,0 ppm ei pääasiassa ole voitu saada paitsi erittäin kontrolloiduissa olosuhteissa, joita ei voida soveltaa käytännössä. Kuten voidaan nähdä, sisällyttämällä kalsiumfluorijauhoa lisäainejauhoihin, tavoitteena oleva alle 2,0 ppm:n pitopisuus voidaan saavuttaa, jopa ilman vetyä vähentävää ainetta.

Kuvassa 5, vasemman puolen kaavio indikoi esillä olevan keksinnön muodostamien aineosien välistä suhdetta, kun ne vaikuttavat saadun hitsiseosmetallin myötölujuuteen. Hiili ja titaani ovat suhteellisen kriittisiä siinä suhteessa että pienet poikkeamat muuttavat myötölujuutta rajusti. Käyrien kulmakertoimet määrittävät aineosien suhteellisten prosenttiosuuksien suhteita. Oikean puolen käyrässä, hitsauslämmön tuonnin vaikutus kuvataan. Kun kuumuus lisääntyy, myötölujuus laskee oleellisesti. Kuvan 5 alapäässä on kaava, joka on kehitetty selittämään esillä olevaa keksintöä. Vakio 50,02 on saatu kokeellisesti yhdessä kahden kaavion esittämien käyrien kulmakertoimien kanssa. Käyttämällä hiilen, mangaanin, piin, nikkelin, molybdeenin ja titaanin prosenttiosuuksia yhdessä hitsauslämpömäärän kanssa, voidaan määrittää myötölujuus YS käyttämällä kaavaa. Tämä kaava on hyödyllinen esillä olevan keksinnön keksinnöllisyyden ymmärtämiseksi. Keksintö liittyy päällehitsatun hitsimetallin seosaineisiin. Taulukko I esittää 10 esimerkkiä esillä olevasta keksinnöstä päällehitsatulla lisäaineella, jolla on eri hiilen, mangaanin, piin, nikkelin, molybdeenin ja titaanin prosenttiosuuksia. Tuloksena saatu myötölujuus jokaisessa esimerkissä, yhdessä Charpy kertoimen kanssa lämpötilassa -17,8°C = 0°F esitetään. Palsta E liittyy venymäprosentteihin yksittäisillä lisäaineilla, jotka ovat muodostettu esillä olevan keksinnön mukaisesti.

TAULUKKO I

	Hitsauslämmön Extuonti	C %	Mn %	Si %	Ni %	Mo %	Ti %	Ys MPa	E %	CVN Nm
	A	44	0,050	2,82	0,29	1,05	0,77	0,013	728	22	70
	B	22	0,048	2,96	0,31	1,24	0,76	0,016	855	20	60
	C	44	0,053	2,88	0,30	1,23	0,62	0,017	711	23	74
	D	22	0,052	3,06	0,33	1,03	0,68	0,022	835	22	77
	E	34	0,051	3,22	0,34	1,44	0,80	0,018	833	22	64
	F	22	0,054	3,30	0,36	1,35	0,82	0,022	898	20	42
	G	30	0,070	3,08	0,39	1,48	0,78	0,019	933	20	52
	H	22	0,068	3,18	0,36	1,25	0,85	0,021	959	19	48
	I	34	0,066	3,72	0,40	1,69	0,93	0,019	945	19	41
	J	22	0,065	3,74	0,41	1,54	0,97	0,021	1004	19	35

Esillä olevan keksinnön edullinen suoritusmuoto on taulukon 1 esimerkki C ja D. Näissä esimerkeissä käytettiin erityistä sydänelektrodia hitsattaessa lisäainetta työkappaleen päälle kaarihitsausprosessilla, jossa hitsauslämmön tuonti oli 44 kJoulea/cm esimerkissä C tai 22 kJoulea/cm esimerkissä D. Saatu lisäainekoostumus näille molemille kaarihitsausprosesseille on esitetty taulukossa 1. Mangaanimäärä esimerkissä C on 2,88%, hiilen määrän ollessa 0,053% ja titaanin määrän ollessa 0,017%. Tämä johti myötölujuuteen 711 MPa venymäprosentin ollessa 23 ja Charpy luku oli 100 lämpötilassa -17,8 °C. Pienentämällä hitsauslämmöntuontia 22 KJouleen/cm, mangaanimäärä kasvaa, hiilimäärä pysyy olennaisesti samana ja titaanimäärä kasvaa olennaisesti. Viitaten nyt kaavioon kuvassa 5 ja siinä esiintyvään kaavaan, muuutos aiheuttaa suhteellisen jyrkän lisäyksen myötölujuuteen joka nousee 834 MPa:iin. Mangaanin muutos esimerkkien C ja D välillä on vähemmän jyrkkä kuten näkyy kuvasta 5 ja taulukosta I. *Esillä olevan keksinnön* toinen edullinen suoritusmuoto on elektrodi, joka tuotti esimerkit G ja H, jotka ovat esitetty taulukossa II. Nämä kaksi esimerkkiä edustavat lisäainetta kun käytetään samaa elektrodia eri hitsauslämmöntuonnilla. Suurin lisäaineen muutos esiintyy jälleen titaanin kohdalla. Lisääntynyt lämpö aiheutti ti-

taanimäärän vähentymisen ja, täten, oleellisen vähennyksen myötölujuudessa. Taulukon I molemmat peräkkäiset esimerkit ovat hitsattu samalla elektrodilla mutta kaarihitsausprosessilla, joka käyttää eri hitsauslämmöntuontia. Edulliset esimerkit ovat esimerkkien C ja D lisäaineet ja esimerkkien G ja H lisäaineet. Kuten hitsaustekniikassa on hyvin tunnettu, määrätyt lisäainekomponentit siirtyvät elektrodilta hitsipalkoon, pienemmällä kaaren kautta tai seostamismenettelyn kautta tapahtuvalla häviöllä. Tämä ilmiö on hyvin tunnettu kaarihitsausalalla; täten, henkilö joka hallitsee tämän tekniikan voisi helposti aikaansaada ne elektrodin lisäaineprosenttiosuudet, jolla elektrodilla on samat ominaisuudet kuin aikaisempien hakemusten elektrodilla, jotka vastaavat taulukon I haluttuja prosenttiosuuksia. Edullisille esimerkeille, taulukko II esittää ne prosenttiosuudet itse elektrodin painosta, joilla aikaansaadaan taulukon II mukainen hitsilisäaine.

TAULUKKO II

Elektrodin koostumus (%)

	Esimerkit C & D	Esimerkit G & H
Kalsiumfluoridi	0,55	0,50
Fluoria sisältävä polymeeri	0,13	0,42
Mg lisäaine	0,05	0,03
Si lisäaine	0,45	0,46
Ti lisäaine	0,10	0,10
Mn lisäaine	3,69	3,82
Ni lisäaine	0,96	1,04
Zn lisäaine	0,09	0,04
Mo lisäaine	0,67	0,78
Rauta (sisältää C)	Loput	Loput

Esillä olevan keksinnön mukaisesti, kun useita elektrodeja oli kehitelty aikaisempien hakemusten ohjeiden mukaisesti ja niiden lisäainekoostumukset oli toteutettu taulukon II mukaan, pääteltiin että lisäaine, joka tuotetaan elementistä, joka kehittää vähän vetyä ja jolla on halutut ominaisuu-

det käytettäväksi korkealujuusteräksisellä työkappaleella, vaatisi seuraavan kokoonpanon.

Lisäaineena käytetyt alkuaineet	Hitsilisäaine-prosenttiosuudet
Hiili	0,03-0.09
Mangaani	2,5-4,0
Silikooni	0,2-0,6
Nikkeli	0,8-1,8
Molybdeeni	0,5-1,3
Titaani	0,01-0,05
Happi	0,015-0,040

Uuden hitsilisäaineen pääaineet ovat hiili, mangaani ja titaani. Hiili voi tulla sekä kuoresta että sydämen lisäainehiukkasista. Jos hiilimäärä on alle 0,03%, menettää lisäaine, vastoin yleistä luuloa, iskusitkeyttä. Tämä on sekundäärinen syy säilyttää hiilimäärä ainakin alemmalla tasolla 0,03%. Päätekijä, jonka takia on syytä säilyttää ainakin tämä prosenttiosuus hiiltä, on myötölujuuden lisääminen. Jos hiilimäärä on yli 0,09% säröalttius kasvaa rajusti ja iskusitkeys laskee ei-hyväksyttävälle tasolle. Täten, uusi lisäainekoostumus sisältää hiiltä rajoissa 0,03 - 0,09%. Lisäaineen kolmesta pääaineesta, suuri mangaanimäärä on perusteellisen tärkeä ja on uusi tekijä. Aikaisemmin, mangaanimäärä hitsin lisäaineessa on ollut olennaisesti alle 2,0%. Itse asiassa mangaanimäärä oli yleensä alle 1,0%. Vähentämällä vetymäärää alle 2,0 ppm, mangaanimäärää voidaan lisätä yli 2,0% ja nikkelimärää voidaan vähentää. Täten, nämä kaksi lujuutta lisäävää komponenttia, mangaani ja nikkeli, säädetään tavalla, joka johtaa vähempään karbidin saostumiseen. Mangaanilla on vähäisempi taipumus aiheuttaa tälläistä saostumista kuin nikkelillä. Täten, vähentämällä diffundoituvan vedyn määrää eräällä prosessilla, joka on sisällytetty aikaisempiin hakemuksiin, mangaanimäärää voidaan lisätä, samalla kun nikkeliä voidaan vähentää. Mangaania käytetään rajoissa 2,5-4,0%. Kuten kuvassa 5 esitetään, mangaanimäärän lisääntyessä myötölujuus kasvaa. Täten,

mitä suurempi myötölujuus uudella lisäaineella halutaan aikaansaada, sitä enemmän mangaanin määrää lisätään. Yli 4,0% mangaanimäärällä, särökestävyys kasvaa. Titaani on myös kriittinen elementti kolmen aineen ryhmässä, johon kuuluvat hiili, mangaani ja titaani. Jos titaanin määrä on liian alhainen, saadaan alhainen iskusitkeys ja alhainen myötölujuus. Jos titaanin määrä on liian korkea ts. noin 0,05% iskusitkeys vähenee ja säröresistiivisyys kasvaa. Täten on todettu, että titaanimäärä on pidettävä rajoissa 0,01-0,05%.

Pääosaaineiden hiilen, mangaanin ja titaanin lisäksi, toisarvoisia lisäaineelementtejä kuten pii, nikkeli ja happi käytetään esillä olevassa keksinnössä. Pii on hapenpoistoaine, jolla eliminoidaan huokoisuutta aikaansaadussa hitsipalkossa; kuitenkin yli 1,0% piimäärällä säröherkkkyys kasvaa. Tästä syystä, piimäärää pidetään yleisellä tasolla 0,2-0,6%. Piimäärä näissä rajoissa aiheuttaa hyväksyttävän huokoisuuden lisäämättä säröherkkyyttä hitsipalossa.

Viitaten nyt nikkeliin uudessa lisäaineessa, kuten edellä on esitetty, nikkelimäärää pidetään alhaisemmalla tasolla kuin normaalisti tehtäisiin mangaanin kontrolloidessa myötölujuutta. Nikkeliä sisällytetään, jotta se säilyttäisi iskusitkeyden korkeilla lujuustasoilla. Nikkeli aikaansaa sen, että mikrorakenne on vähemmän herkkä jäähtymisnopeudelle; kuitenkaan, sitä ei pidä sisällyttää suuremmassa määräässä kuin noin 2,0%. Jos tämä yläraja ylitetään, mikä tapahtuu teräksen valmistuksessa, karbidin saostuminen lisääntyy. Tämä alempi nikkelitaso edistää säröherkkyyden vähenemistä. Täten, nikkelimäärän on oltava alle 2,0% mangaanimäärään ollessa yli 2,5%. Tämä on uusi suhde näille kahdelle lujuutta lisäävälle komponentille kaarihitsausprosessin aikaansaamassa hitsilisäaineessa. Kuten voidaan nähdä kuvassa 5, mangaanin vaikutus myötölujuuteen on suurempi kuin nikkelin vaikutus. Täten, mangaania käytetään myötölujuuden lisäämiseksi, kun taas nikkeliä käytetään pienissä määrissä pääasiassa iskusitkeyden säilyttämiseksi

ja rakeiden mikrorakenteen kontrolloimiseksi, jotta aikaansaatu hitsilisäaine karkaistuu kunnolla sen jäähtyessä ympäristöoloissa hitsausprosessin jälkeen. Tämä keksintö käyttää pientä määrää happea. Happimäärä on rajoissa 0,015-0,040%, mutta on mieluiten alle noin 0,035%. Sisällyttämällä ainakin 0,02% happea, happi stabilisoi mikrorakenteen ja kontrolloi rakeiden tyyppiä aikaansaadussa hitsilisäaineessa, tarkoituksen ollessa kasvattaa iskusitkeyttä aikaansaadussa hitsilisäaineessa. Yli 0,04% happimäärä aiheuttaa hitsilisäaineen epäpuhtauden lisääntymisen ja vähentää myös iskusitkeyttä. Alle noin 0,015% määrällä iskusitkeys vähenee. Happi auttaa kontrolloimaan uuden hitsilisäaineen mikrorakennetta. Korkeampi happitaso kuin keksinnössä on määritelty aiheuttaa iskusitkeyden vähenemisen.

Molybdeeni on valinnainen osaaine lisäaineessa. Hitsilisäaine voi saavuttaa myötölujuuden välillä 586-620 MPa ilman molybdeeniä; kuitenkin, jotta saavutettaisiin myötölujuus, joka on yli 689 MPa, molybdeeniä on käytettävä. Molybdeeni aiheuttaa jonkin verran karbidisaostumista, mikä on haitallista ja tästä johtuen molybdeenimäärä pitäisi säilyttää tasolla 0,5-1,5%.

Tuottamalla hitsilisäaine hitsimetallille, joka päällehitsataan kaarihitsausprosessilla, jolla on esillä olevan keksinnön määrittelemä prosentuaalinen suhde, aikaansaadan korkea vetolujuus, jolla on tarvittavat fysikaaliset ja metallurgiset ominaisuudet.

44

Patenttivaatimukset:

1. Kulutettava hitsauselementti, jolla voi päällehitsata, hitsauslämmöntuonnilla, joka on pienempi kuin noin 52 kJoulea/cm, hitsimetallipalko teräksiseen työkappaleeseen, jossa diffundoituva vetymäärä hitsimetallissa on pienempi kuin 2,0 ppm, hitsimetallin happipitoisuus on pienempi kuin 0,040% hitsimetallin painosta ja jossa hitsimetallin myötölujuus on suurempi kuin noin 586 Mpa, t u n n e t t u siitä, että mainittu hitsimetalli on teräksen lisäaine joka, sisältää, painoprosentteina mainitusta hitsimetallista, 0,03-0,09% hiiltä, 2,5-4,0% mangaania, 0,01-0,05% titaania, silikonia vähemmän kuin noin 1,0%, nikkeliä vähemmän kuin 2,0% ja happea vähemmän kuin 0,035%.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hitsauselementti, t u n n e t t u siitä, että silikonin määrä on rajoissa 0,2-0,6%.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen hitsauselementti, t u n n e t t u siitä, että nikkeli on rajoissa 0,8-1,8%.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen hitsauselementti, t u n n e t t u siitä, että mainittu happi on rajoissa 0,015-0,035%.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen hitsauselementti, t u n n e t t u siitä, että mainittu hitsimetalli sisältää molybdeeniä vähemmän kuin noin 1,5%.

6. Kulutettava hitsauselementti, jolla voi päällehitsata, hitsauslämmöllä, joka on pienempi kuin noin 52 kJoulea/cm, hitsimetallipalko teräksiseen työkappaleeseen, jossa diffundoituva vetymäärä hitsimetallissa on pienempi kuin 1,0 ppm, hitsimetallin happipitoisuus on pienempi kuin 0,040% hitsimetallin painosta ja jossa hitsimetallin myötölujuus on suurempi kuin noin 689 Mpa, t u n n e t t u siitä, että mainittu hitsimetalli on teräksen lisäaine, joka sisältää, painoprosentteina mainitusta hitsimetallista, 0,03-0,09%

hiiltä, 2,5-4,0% mangaania, 0,01-0,05% titaania, silikonia vähemmän kuin noin 1,0%, nikkeliä vähemmän kuin 2,0%, molybdeeniä vähemmän kuin 1,5% ja happea vähemmän kuin 0,035%.

7. Kulutettava hitsauselementti, jolla voi päällehitsata, hitsauslämmöllä, joka on pienempi kuin noin 52 kJoulea/cm, hitsimetallipalko teräksiseen työkappaleeseen, jossa diffundoituva vetymäärä hitsimetallissa on pienempi kuin 2,0 ppm, hitsimetallin happipitoisuus on pienempi kuin 0,040% hitsimetallin painosta ja jossa hitsimetallin myötölujuus on suurempi kuin noin 689 Mpa, t u n n e t t u siitä, että mainittu hitsimetalli on teräksen lisäaine, joka sisältää, painoprosentteina mainitusta hitsimetallista, hiiltä vähemmän kuin 0,10%, 2,5-4,0% mangaania, 0,01-0,05% titaania, silikonia vähemmän kuin noin 1,0%, nikkeliä vähemmän kuin 2,0%, molybdeeniä vähemmän kuin 1,5% ja happea vähemmän kuin 0,035%.

8. Menetelmä jolla päällehitsataan hitsimetallipalko teräksiselle työkappaleelle, t u n n e t t u siitä, että mainittu menetelmä koostuu seuraavista toimenpiteistä:

(a) valitaan hitsauselementti, joka antaa hitsimetallin jossa diffundoituvaa vetyä hitsimetallissa on vähemmän kuin 2,0 ppm, ja lisäainekoostumus johon sisältyy, painoprosentteina mainitusta hitsimetallista, 0,03-0,09% hiiltä, 2,5-4,0% mangaania, 0,01.0,05% titaania, silikonia vähemmän kuin noin 1,0%, nikkeliä vähemmän kuin 2,0% ja happea vähemmän kuin 0,035%;

(b) käytetään sähkövirtaa, jolla luodaan kaari, jolla sulatetaan mainittu elementti päällehitsattavaksi mainitun työkappaleen päälle; ja,

(c) liikutetaan mainittua elementtiä kun sitä sulatetaan pitkin mainittua työkappaletta nopeudella, jolla aikaansaadaan hitsauslämmöntuonti, joka on pienempi kuin noin 52 kJoulea/cm.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n - n e t t u siitä, että mainittu hitsimetalli sisältää molybdeeniä vähemmän kuin noin 1,5%.

FIG. 1

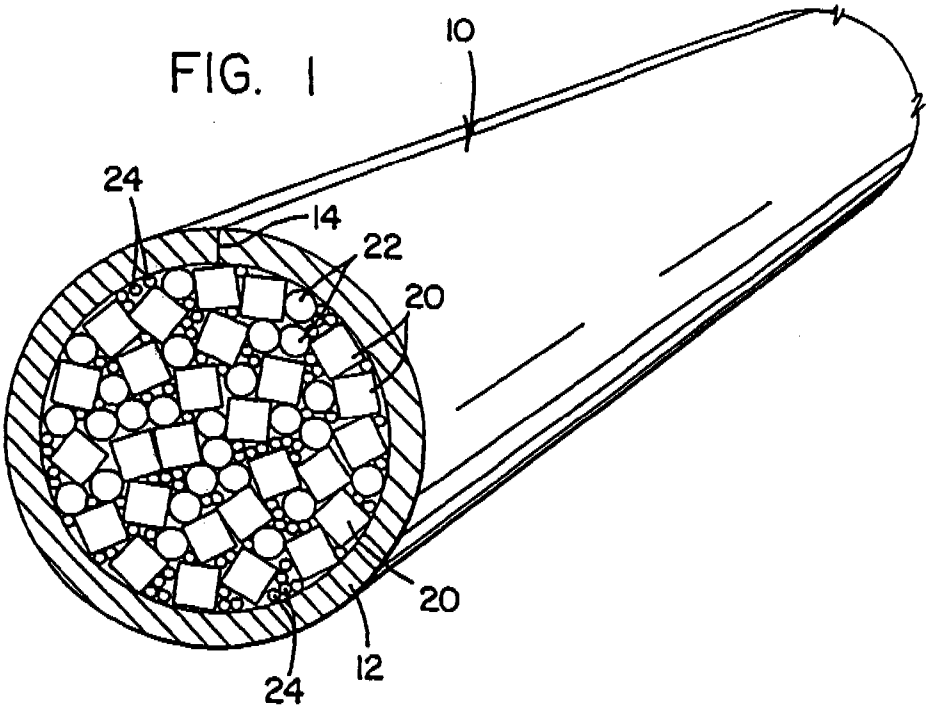


FIG. 2

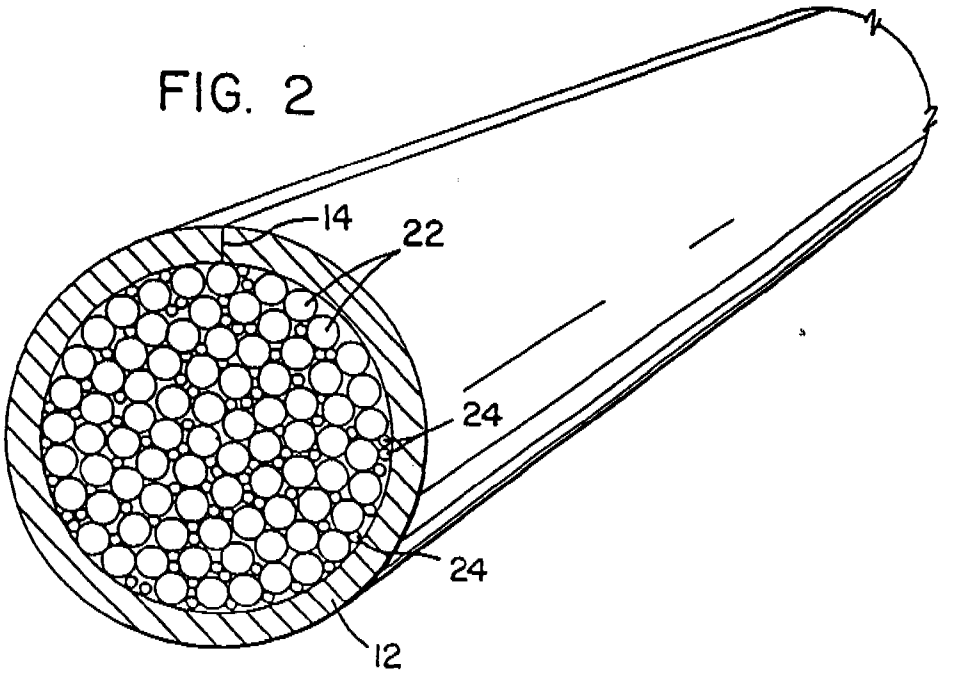


FIG. 3

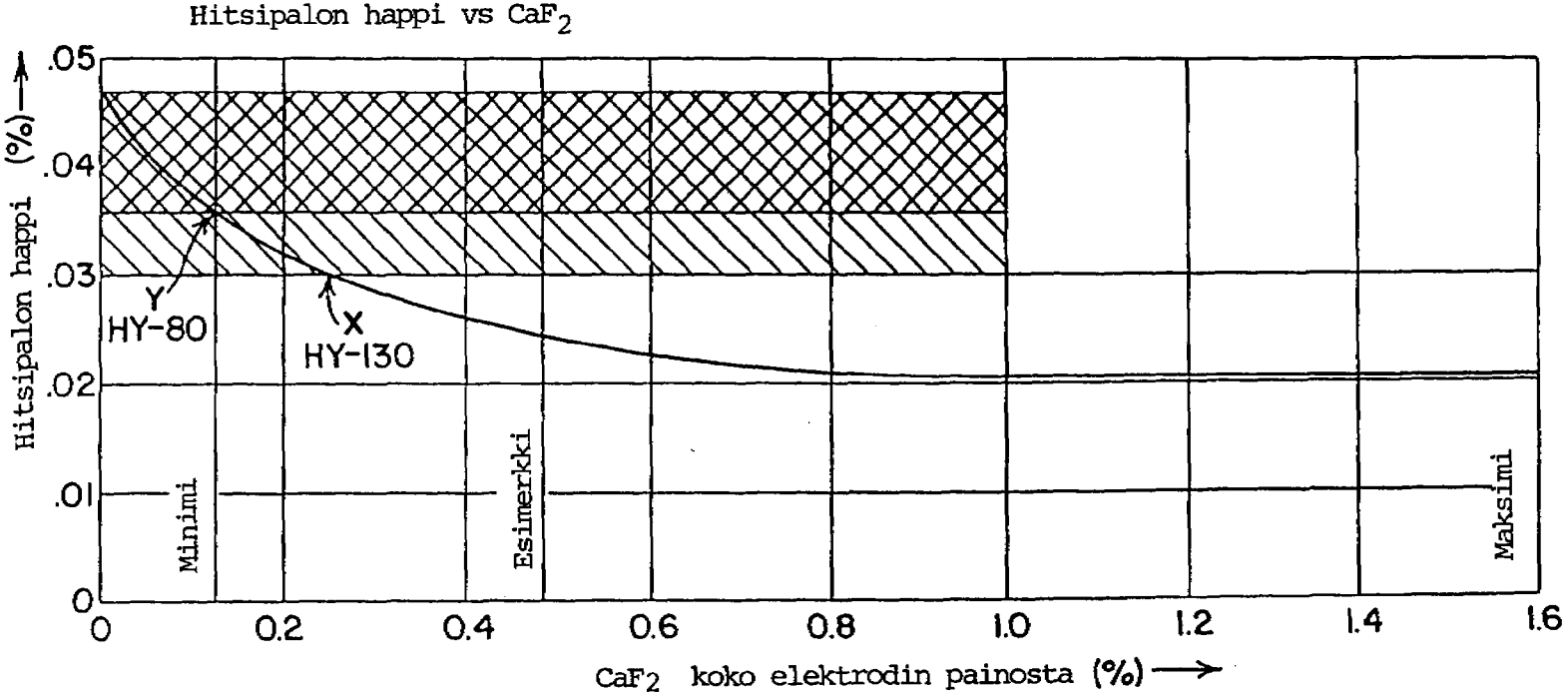

Hitsipalon happi vs CaF_2
Hitsipalon happi (%)
.05
.04
.03
.02
.01
0
Y
HY-80
X
HY-130
Minimi
Esimerkki
Maksimi
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
CaF_2 koko elektrodin painosta (%)

FIG. 4

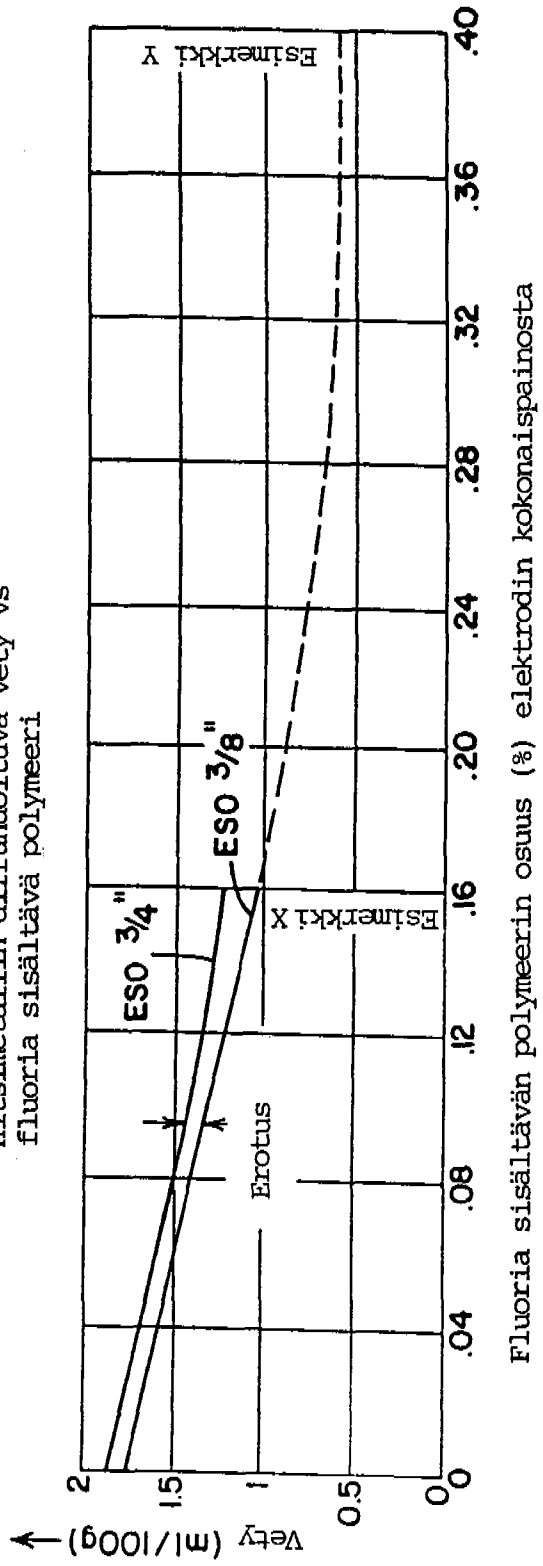
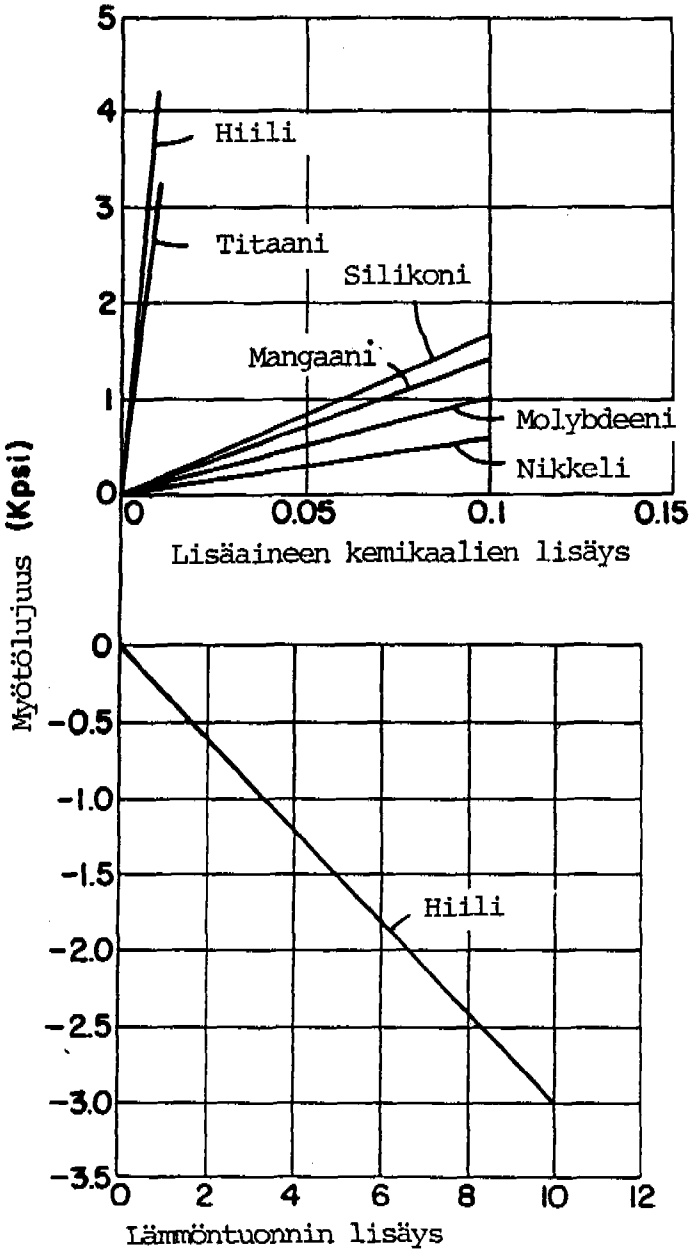

Hitsimetallin diffundoituva vety vs
fluoria sisältävä polymeeri
Vety (ml/100g)
2
1.5
1
0.5
0
0
.04
.08
.12
.16
.20
.24
.28
.32
.36
.40
Esimerkki Y
Esimerkki X
ESO 3/8"
ESO 3/4"
Erotus
Fluoria sisältävän polymeerin osuus (%) elektrodin kokonaispainosta

FIG. 5



$$YS = 50.02 + 419.15 \times C + 13.86 \times Mn + 16.44 \times Si + 5.7 \times Ni + 10.1 \times Mo + 324.43 \times Ti - 0.3 \times (\text{lämmön tuonti Kj/ln})$$