



(12) **PATENTTIJULKAISU**  
**PATENTSKRIFT**

(10) **FI 119923 B**

(45) Patenti myönnetty - Patent beviljats

15.05.2009

(51) Kv.lk. - Int.kl.

**B23K 9/095** (2006.01)

**B23K 9/073** (2006.01)

**SUOMI – FINLAND**

**(FI)**

**PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS**  
**PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN**

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20050896

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag

08.09.2005

(24) Alkupäivä - Löpdag

08.09.2005

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

09.03.2007

(73) Haltija - Innehavare

**1 •Kemppi Oy**, PL 13, 15801 Lahti, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

**1 •Hämäläinen, Pauli**, Työtie 1, 15840 Lahti, SUOMI - FINLAND, (FI)

**2 •Eloniemi, Esa**, Erämiehentie 9, 15870 Hollola, SUOMI - FINLAND, (FI)

**3 •Järvinen, Olli**, Satulakatu 4-6 B 36, 15830 Lahti, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

**Seppo Laine Oy**, Itämerenkatu 3 B, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä ja laitteisto lyhytkaarihitsausta varten**  
**Förfarande och anordning för kortbågssvetsning**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

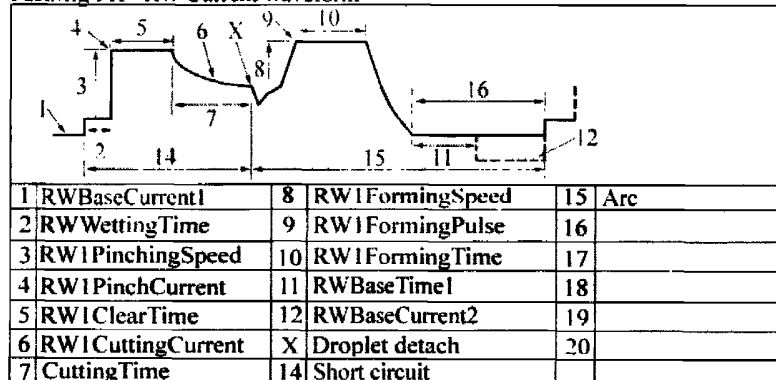
RU 2035277 C1, US 2003080101 A1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee lyhytkaarihitsausmenetelmää ja laitteistoa. Menetelmän mukaan hitsauslangan (21) ja perusmateriaalin (20) välille muodostetaan sähköisesti jaksollisesti valokaari, jonka oikosulkee jaksollisesti hitsauslangasta (21) sulava pisara (22), jolloin kukin hitsausjakso muodostuu oikosulkuvaiheesta (14) ja valokaarivaiheesta (15), jolloin sekä oikosulku- (12, 14) että valokaarivaihe (15) sisältävät sekä korkeavirtaisen pulssin (5, 10) että matalavirtaisemmat jaksot (2, 7, 12, 16). Keksinnön mukaan kunkin oikosulkuvaiheen (14) loppuosa muodostetaan jatkuvasti laskevana virtamuotona (6, 7).

Uppfinningen avser ett kortbågssvetsningsförfarande och en anordning. I enlighet med förfarandet bildas mellan en svetstråd (21) och ett basmaterial (20) på elektrisk väg periodiskt en ljusbåge, vilken kortslutes periodiskt av en från svetstråden (21) smältande droppe (22), varvid varje svetsperiod bildas av ett kortslutningssteg (14) och ett ljusbågssteg (15), varvid såväl kortslutnings- (12, 14) som ljusbågssteget (15) innehåller både en högströmpuls (5, 10) och perioder (2, 7, 12, 16) med lägre ström. Enligt uppfinningen bildas slutdelen av varje kortslutningssteg (14) som en kontinuerligt sjunkande strömform (6, 7).

**FastMig FR - RW Current waveform**



Menetelmä ja laitteisto lyhytkaarihitsausta varten

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannon mukainen menetelmä lyhytkaarihitsausta varten.

5

Keksinnön kohteena on myös laitteisto lyhytkaarihitsausta varten.

EP-patentista 0 324 960 tunnetaan menetelmä ja laitteisto lyhytkaarihitsausta varten, jossa menetelmässä hitsaus on toteutettu toisiaan seuraavilla hitsauslangan ja  
10 perusmateriaalin välisillä virtajaksoilla. Virtajaksoissa oikosulku- ja valokaarivaiheet vuorottelevat toisiaan, jolloin oikosulkuvaiheessa hitsauslangasta siirtyy sula pisara perusmateriaaliin ja oikosulkuvaihetta seuraavan valokaarivaiheen aikana puolestaan muodostetaan seuraavaa pisaraa siirrettäväksi perusmateriaaliin seuraavan oikosulkuvaiheen aikana. Patentissa oikosulkuvasteen jälkeen valokaarivaiheeseen  
15 kuuluu korkeavirtainen pulssi, joka on tyypillisesti virraltaan oikosulkuvirtavastetta alhaisempi. Muina aikoina vallitsee matala perusvirta, joka muodostetaan induktiivisella virtarajoituksella. Tällainen hitsausjakso toistuu tyypillisesti 10-200 Hz:n taajuudella.

Ratkaisun epäkohtana on erityisesti induktiivisesti toteutettu matala perusvirta, jonka  
20 osalta säätömahdollisuudet ovat rajoitetut. Ratkaisussa hitsausjaksonaikainen perusvirran muuttaminen/säätö ei ole mahdollista. Tämä heikentää merkittävästi hitsaustulosta erityisesti vaativilla materiaaleilla.

Esitetyllä piiriratkaisulla myös muiden pulssiparametrien säätö on rajoitettua ja näin  
25 hitsaustulos erityisolosuhteissa voi jäädä heikoksi.

Esitetty ratkaisu toimiakseen tarvitsee lisäainepisaran kuroutumisen tunnistamiseen sekä  
lisäkytkennän virran nopeata alasvetoa varten oikosulkuvaiheen lopussa. Nämä  
lisäkytkennät mutkistavat laitteistoa ja ovat alttiita häiriöille. Työkappaleeseen  
30 kytkettävät mittausjohdot aiheuttavat käyttäjälle lisätyötä.

Keksinnön tarkoituksena on ratkaista edellä kuvattuja tunnetun tekniikan ongelmia ja tätä tarkoitusta varten aikaansaada aivan uudentyypinen menetelmä ja laitteisto lyhytkaarihitsausta varten.

- 5 Keksintö perustuu siihen, että kukin virtajakso muodostetaan aktiivisesti säädettävien parametrien avulla, jolloin kokonaispulssimuotoa voidaan yksityiskohtaisesti säätää.

10 Keksinnön yhdessä edullisessa suoritusmuodossa erityisesti oikosulkuvaiheen loppuosuus toteutetaan vaihtuvavirtaisena ilman lisäainepisaran kuroutumishetken mittaamista.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

- 15 Keksinnön mukaiselle laitteistolle puolestaan on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 9 tunnusmerkkiosassa.

20 Keksinnön sovellusten avulla saavutetaan huomattavia etuja. Moniparametriohjauksella saadaan aikaan tarkka hitsaustapahtuman säätö erilaisille materiaaleille ja suojavaasuille. Kun lisäainepisaran kuroutumisajanhetkeä ei mitata, vältetään yksi virhelähde hitsaustapahtumassa.

Hallitulla vaihtuvavirtaisella oikosulkujakson lopetuksella pystytään minimoimaan sulan pisaran irtoamisen aiheuttamat roiskeet.

- 25 Keksinnön yhdessä edullisessa suoritusmuodossa, valitsemalla oikein oikosulun aikainen virtapulssin ja muiden menetelmän parametrien arvot synergisyyden avulla, mikä pohjautuu langansyötön suuruuteen, hitsattavaan materiaaliin, lisäaineeseen ja suojavaasuun, saadaan oikosulku katkeamaan virran alaslaskun aikana. Näin voidaan  
30 saavuttaa mm. seuraavia etuja:

Hitsausprosessin stabiloimiseksi voidaan käyttää edeltäviä hitsausprosessista mitattuja tosiaikaisia tietoja, kuten oikosulkujakson pituuden tai kaarijakson pituuden mittaamista ja näin hienosäätää ohjauksessa käytettäviä moniparametriohjauksen parametrejä.

- 5      Keksinnön edullisilla suoritusmuodoilla saavutettavia etuja ovat: roiskeettomuus, lämmöntuonnin väheneminen, parempi sulan ja tunkeuman hallinta ja suurempi kuljetusnopeus verrattuna normaaliin lyhytkaariprosessiin.

10     Tekniikka on yksinkertaista verrattuna tunnettuihin ratkaisuihin. Ei tarvita monimutkaista ja häiriöherkkää elektroniikkaa, joka mittaa kuroutumista työkappaleeseen kytkettävien kaapelien avulla. Lisäksi ei tarvita virran nopean alas laskun kytkentää.

Keksintöä tarkastellaan seuraavassa esimerkkien avulla ja oheisiin piirustuksiin.

15

Kuvio 1 esittää yhtä keksinnön mukaista pulssimuotoa yhden hitsausjakson ajalla.

Kuviot 2a-2d esittävät kaaviollisina sivukuvantoina eri vaiheita lisäainepisaran irtoamisesta hitsauslangasta.

20

Kuvio 3 esittää sivukuvana ideaalinen pisaran siirtymistä hitsisulaan keksinnön mukaisessa menetelmässä.

25

Kuvio 4 esittää sivukuvana valokaarivaihetta oikosulun jälkeen keksinnön mukaisessa menetelmässä.

30

Kuvion 1 mukaisesti on keksinnössä optimoitu virran ja jännitteen aaltomuotoja ja niihin vaikuttavia parametrejä hitsausvirtalähteen ohjelmistolla lyhytkaarioikosulun ja sitä valmistavan valokaarivaiheen optimoimiseksi. Näin on saatu kuvion mukainen teoreettinen virtakäyrä pohjapalon hitsaukselle. Uuden virtakäyrän muodon ansiosta voidaan puhua pulssitetusta lyhytkaaresta.

Uuden virtakäyrän toiminta suunniteltiin teorian ja kokeiden avulla ja jokaiselle parametrille on laadittu oma toiminta-ala uudessa pulssitetussa lyhytkaarihitsausprosessissa.

5      Keksinnön mukainen lyhytkaari prosessi soveltuu hyvin pohjapalon hitsaukseen. Hitsausprosessissa on keskitytty muokkaamaan virtalähteestä tulevia virta- ja jännitekäyriä digitaalisesti. Kehitetyssä pohjapalon hitsausaaltomuodossa odotetaan oikosulun alkamista lisäainelangan ja työkappaleen välille valokaarivaiheen aikana. Oikosulun alettua virta nostetaan ensin ylös, pidetään tällä tasolla hitsaustilanteen materiaalille ja langansyöttönopeudelle määritetyn ajan ja lasketaan tämän jälkeen matalammalle tasolle. Pisara kuroutuu irti lisäainelangan kärjestä ja siirtyy hitsisulaan virran ollessa matalammalla tasolla.

15      Lisäainepisaran irrottua lisäainelangan kärjestä siirrytään hitsausprosessissa valokaarivaiheeseen. Tämän vaiheen alussa jännite nousee valokaaren syttyessä. Hitsausvirtalähteen säädön hitaudesta johtuen sen lähtötehoa voidaan muuttaa rajallisella nopeudella. Tämän takia jännitteen noustessa virta putoaa ensin valokaarivaihetta edeltänyttä tasoa matalammalle tasolle. Hitsausvirtalähteen hitaudesta johtuvan viiveen jälkeen valokaaren teho nostetaan halutulla nopeudella halutulle tasolle, jolloin jo hitsisulaan siirtynyt lisäainepisara ja hitsisula muokkautuvat saaden aikaan halutun tunkeuman.

25      Valitulla optimaalisella virtakäyrän muodolla saadaan pisaran irtoaminen ja sen siirtyminen hitsisulaan roiskeettomaksi.

30      Kehitystyössä käytettiin kahtatoista parametriä virtakäyrän muotoilemiseen. Jokainen parametri vaikutti osaltaan valokaaren käyttäytymiseen hitsauksen aikana. Kuvioon 1 on tämän lisäksi merkitty oikosulkuaika 14 ja kaariaika 15, jota kutsutaan tässä asiakirjassa myös valokaariajaksi. Kuviota 1 tarkastellaan kuvioiden 2a-2d yhteydessä, jossa on konkreettisesti kuvattu pisaran 22 irtoamista hitsauslangasta 20 perusmateriaaliin 21. Kuvio 2a esittää tilannetta juuri oikosulkuvaiheen 14 alussa, jolloin sula pisara 22 muodostaa oikosulun perusmateriaalissa 21 olevan hitsisulan

kanssa. Kuviossa 2b ollaan oikosulkuvaiheen 14 loppuvaiheessa ja kuviossa 2c kaarivaihe 15 on juuri alkanut. Kuvio 2d puolestaan kuvaa kaarivaiheen 15 loppua juuri ennen pisaran 22 oikosulkeutumista perusmateriaaliin 21, jolloin ollaan kaarivaiheen 15 matalavirtajaksossa 16. Kuvion 1 jokaista parametriä 1...12:a muutetaan hitsausvalokaaren idealisoimiseksi. Pohjavirran (RWBaseCurrent1) 1 tasolla kytetään lisäämään lämpöä tai vähentämään sitä perusmateriaaliin 21 oikosulkujen 14 välillä. Pohjavirta 1 on siis säädettävä parametri, joka voidaan asettaa halutulle tasolle. RWWettingTime 2 määrittää ajan lisäainepisaran 22 kiinniottamiselle ennen virran ylösnostoa. Kuvio 2a sijoittuu tälle jaksolle. Oikosulun 14 aikana määritetään lisäainepisaran 22 siirtyminen lisäainelangan kärjestä hitsisulaan Lorentz- eli pinch-voiman avulla. Tähän käytetään parametrejä 3...6. Ideaalinen Lorentz-voima näkyy hyvin kuviossa 3. RW1ClearTime 5 määrittää ajan, jonka virta on tasolla 4. RW1PinchCurrent virtatason 4 ja sen kestoajan RW1ClearTime 5 aikana annetaan niin suuri virtataso, että osa lisäaineesta pääsee siirtymään hitsisulaan ja pinch-voima alkaa vaikuttamaan. RW1CuttingCurrent 6 antaa tason, jolle virta laskeutuu virran ylösnoston jälkeen. Tämän osion aikana pyritään siirtämään lisäainepisara hitsisulaan. Kuvio 2b sijoittuu tähän jaksoon ja kuvio 2c kuvaa hetkeä juuri kuroutumisen jälkeen. Menetelmässä pisaran 22 kuroutumista odotetaan vaiheen 7 aikana. Pisaran 22 kuroutumista ei pyritä havaitsemaan oikosulun aikaista jännitettä mittaamalla kuten tunnetuissa prosesseissa. Pisara 22 voi siirtyä perusmateriaalin 21 sulaan ennen virtatasoa RW1CuttingCurrent 6 tai virtatason saavuttaessa sen. Virran laskeva aaltomuoto voi olla lineaarinen, kuvion mukainen eksponentiaalinen tai näiden yhdistelmä aina ohjauksen ja tähän liittyvän virtapiirin mukaan. Virta siis ohjataan tälle tasolle 6. Virtaa ei lasketa näin ollen alas heti, vaan laskun aikana odotetaan pisaran 22 irti kuroutumista ajanjaksolla CuttingTime 7. Oikosulun päättyminen tunnistetaan jännitteen nopean nousun avulla.

Kuviossa 3 on valokuvana esitetty ideaalinen pisaran 22 siirtyminen hitsisulaan prosessissa tapahtuvien voimien vaikutuksesta. kuvion tapauksessa perusmateriaali oli EN 14301/AISI 304, lisäaine EN 12072-22 G19 123LSi (1,0 mm), suojakaasuna 69,5%Ar+30%He+0,5%CO<sub>2</sub>, ja hitsausasento PG.

Lisäainepisaran 22 siirtymisen jälkeen oikosulku loppuu ja hitsausvalokaari syttyy uudelleen jonka jälkeen valokaarta muokataan pulssimaisella virran muodolla. Tätä kutsutaan muotoilupulssiksi. Muotoilupulssin, (parametrit 8...10) avulla lisäainepisara 22 työntyy hitsisulaan, sekoittuen siihen hyvin ja muodostaen näin tarvittavan tunkeuman pohjapalolle.

Virran nousunopeuden määräävä RW1FormingSpeed 8 ja virtatason määrittävä RW1FormingCurrent 9 tehostavat kehittyntä valokaarta tuomalla siihen energiaa. RW1FormingTime 10 määrittää ajan pulssimaiselle hitsausvalokaarelle eli muotoilupulssille. Parametrejä 8...10 muuttamalla kyetään vaikuttamaan hitsausvalokaareen ja siten hitsattavan materiaalin 21 ja lisäainelangan 20 käyttäytymiseen hitsauksen aikana.

Kuviossa 4 pulssimainen virta muodostaa pehmeän valokaaren normaaliin lyhytkaareen verrattuna. Ilmaraon kasvaessa näitä parametrejä muutetaan hitsausvalokaaren saamiseksi leveämmäksi ja näin hitsisulaa pystytään hallitsemaan helpommin. Ilmaraon pienenyessä parametrejä muutetaan keskitetyemmän valokaaren aikaansaamiseksi.

Matalavirtajakson 16 aikana voidaan estää liiallinen lisäainepisaran suurentuminen lisäainelangan kärjessä alentamalla pohjavirtatasoa 1 vielä alemmalle halutulle tasolle RWBaseCurrent2 12 määritetyn ajan jälkeen RWBaseTime1 11. Tämä osuus tapahtuu vain, jos matalavirtajakson aika ylittää määritetyn ajan 11.

Kuviossa 4 valokaaren syttymisen jälkeen muotoilupulssi työntää hitsisulaa siirtämättä lisäainetta ja aiheuttamatta roiskeita, perusmateriaalina EN 14301/AISI 304, lisäaine EN 12072-22 G19 123LSi (1,0 mm), suojakaasuna 69,5%Ar+30%He+0,5%CO<sub>2</sub> ja hitsausasento PG.

## Patenttivaatimukset:

## 1. Lyhytkaarihitsausmenetelmä, jossa menetelmässä

5 - hitsauslangan (20) ja perusmateriaalin (21) välille muodostetaan sähköisesti jaksollisesti muuttuva valokaari, jonka oikosulkee jaksollisesti hitsauslangasta (20) sulava pisara (22), jolloin

10 - kukin hitsausjakso muodostuu oikosulkuvaiheesta (14) ja valokaarivaiheesta (15), jolloin sekä oikosulku- (14) että valokaarivaihe (15) sisältävät sekä korkeavirtaisen pulssin (5, 10) että matalavirtaisemmat jaksot (2, 7, 12, 16),

**tunnettu** siitä, että

15 - kunkin oikosulkuvaiheen (14) loppuosa muodostetaan laskevana virtamuotona (6, 7), jonka aikana kuroutumista odotetaan, eikä kuroutumista mitata.

20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä että oikosulkuvasteen alkuosa on korkeavirtainen pulssi, jolla tuodaan merkittävä osa lisäainepisaran (22) irrottamiseen tarvittavasta energiasta.

25 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lisäainepisaran (22) irti kuroutuminen tapahtuu riittävän alhaisella virtatasolla roiskeettomuuden aikaansaamiseksi.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että oikosulkuvaiheen parametrit (2, 3, 4, 5, 6) määritetään ennen oikosulkuvaiheen (14) alkamista materiaalin, suojakaasun ja langansyöttönopeuden perusteella.

30 5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että oikosulkuvaiheen (14) pituus mitataan, ja mittaustietoa käytetään seuraavien kaari- ja oikosulkuvaiheen parametrien (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12) säätöön.



6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että valokaarivaiheen (15) pituus mitataan, ja mittaustietoa käytetään seuraavien oikosulku- ja kaarivaiheen parametrien (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9,10, 11, 12) säätöön.

5

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kaarivaiheen (15) alussa hitsisulaa muokataan (8, 9, 10) pulssimaisella virralla.

10

8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kaarivaiheen (15) alussa valokaarta muokataan moniparametrisella (8, 9, 10) pulssimaisella virralla.

9. Lyhytkaarihitsauslaitteisto, joka laitteisto käsittää

15

- välineet sähköisesti jaksollisesti muuttuvan valokaaren muodostamiseksi hitsauslangan (20) ja perusmateriaalin (21) välille, jonka valokaaren oikosulkee jaksollisesti hitsauslangasta (20) sulava pisara (22), jolloin

20

- kukin hitsausjakso muodostuu oikosulkuvaiheesta (12, 14) ja valokaarivaiheesta (15), jolloin sekä oikosulku- (14) että valokaarivaihe (15) sisältävät sekä korkeavirtaisen pulssin (5, 10) että matalavirtaisemmat jaksot (2, 7, 12, 16),

**tunnettu** siitä, että laitteisto käsittää

25

- välineet muodostamaan kunkin oikosulkuvaiheen (14) loppuosaan laskevan virtamuodon (6, 7) jonka aikana kuroutumista odotetaan, eikä kuroutumista mitata.

30

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet muodostamaan oikosulkuvasteen alkuosan korkeavirtaiseksi pulssiksi, jolla tuodaan merkittävä osa lisäainepisaran (22) irrottamiseen tarvittavasta energiasta.

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet lisäainepisaran (22) irti kuroutumisen toteuttamiseksi riittävän alhaisella virtatasolla roiskeettomuuden aikaansaamiseksi.
- 5 12. Patenttivaatimuksen 9, 10 tai 11 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet oikosulkuvaiheen loppuosan parametrien (2, 3, 4, 5, 6) määrittämiseksi ennen oikosulkuvaiheen (14) alkamista materiaalin, suojakaasun ja langansyöttönopeuden perusteella.
- 10 13. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet oikosulkuvaiheen (14) pituuden mittaamiseksi, ja välineet mittaustiedon käyttämiseksi seuraavien kaari- ja oikosulkuvaiheen parametrien (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12) säätöön.
- 15 14. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet valokaarivaiheen (15) pituuden mittaamiseksi, ja välineet mittaustiedon käyttämiseksi seuraavien oikosulku- ja kaarivaiheen parametrien (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12) säätöön.
- 20 15. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet hitsisulan muokkaamiseksi (8, 9, 10) kaarivaiheen (15) alussa pulssimaisella virralla.
- 25 16. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet valokaaren muokkaamiseksi kaarivaiheen (15) alussa moniparametrisella (8, 9, 10) pulssimaisella virralla.

Patentkrav:

1. Kortbågssvetsningsförfarande, vid vilket förfarande

- 5           - en periodiskt föränderlig ljusbåge bildas elektriskt mellan en svetstråd (20) och ett basmaterial (21), vilken ljusbåge kortslutes periodiskt av en från svets-tråden (20) smältande droppe (22), varvid
- 10           - varje svetsperiod bildas av ett kortslutningssteg (14) och ett ljusbågssteg (15), varvid såväl kortslutnings- (14) som ljusbågssteget (15) innehåller både en högströmpuls (5, 10) och perioder (2, 7, 12, 16) med lägre ström,

**kännetecknat** av att

- 15           - slutdelen av varje kortslutningssteg (14) bildas som en sjunkande strömform (6, 7), varvid knoppning förväntas, men knoppningen mäts inte.

2. Förfarande i enlighet med patentkrav 1, **kännetecknat** av att initialdelen av en kortslutningsrespons utgörs av en högströmpuls, medelst vilken en signifikant del av  
20   den för lösgörningen av tillsatsämnesdroppen (22) erforderliga energin tillförs.

3. Förfarande i enlighet med patentkrav 1, **kännetecknat** av att tillsatsämnesdroppens (22) avknoppning sker vid en tillräckligt låg strömnivå för att åstadkomma stänkfrihet.  
25

4. Förfarande i enlighet med patentkrav 1, **kännetecknat** av att kortslutningsstegets parametrar (2, 3, 4, 5, 6) bestäms före kortslutningsstegets (14) början på basis av material, skyddsgas och trådinmatningshastighet.

- 30   5. Förfarande i enlighet med något av de föregående patentkraven, **kännetecknat** av att längden av kortslutningssteget (14) mäts, och mätinformationen används för

reglering av de påföljande båg- och kortslutningsstegens parametrar (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12).

6. Förfarande i enlighet med något av de föregående patentkraven, **kännetecknat** av  
5 att längden av ljusbågssteget (15) mäts, och mätinformationen används för reglering  
av de påföljande båg- och kortslutningsstegens parametrar (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10,  
10, 11, 12).

7. Förfarande i enlighet med något av de föregående patentkraven, **kännetecknat** av  
10 att i början av bågsteget (15) bearbetas (8, 9, 10) smältbadet medelst en pulsaktig  
ström.

8. Förfarande i enlighet med något av de föregående patentkraven, **kännetecknat** av  
15 att i början av bågsteget (15) bearbetas (8, 9, 10) ljusbågen medelst en pulsaktig  
ström.

9. Kortbågssvetsanordning, vilken anordning omfattar

20 - organ för att bilda en periodiskt föränderlig ljusbåge elektriskt mellan en  
svetstråd (20) och ett basmaterial (21), vilken ljusbåge kortslutes periodiskt av  
en från svetståden (20) smältande droppe (22), varvid

25 - varje svetsperiod bildas av ett kortslutningssteg (12, 14) och ett ljusbågssteg  
(15), varvid såväl kortslutnings- (14) som ljusbågssteget (15) innehåller både  
en högströmpuls (5, 10) och perioder (2, 7, 12, 16) med lägre ström,

**kännetecknad** av att anordningen omfattar

30 - organ för att i slutdelen av varje kortslutningssteg (14) bilda en sjunkande  
strömform (6, 7), varvid knoppning förväntas, men knoppningen mäts inte.

10. Anordning i enlighet med patentkrav 9, **kännetecknad** av att den omfattar organ för att av initialdelen av en kortslutningsrespons bilda en högströmpuls, medelst vilken en signifikant del av den för lösgörningen av tillsatsämnesdroppen (22) erforderliga energin tillförs.
- 5
11. Anordning i enlighet med patentkrav 9, **kännetecknad** av att den omfattar organ för förverkligande av tillsatsämnesdroppens (22) avknoppning vid en tillräckligt låg strömnivå för att åstadkomma stänkfrihet.
- 10
12. Anordning i enlighet med patentkrav 9, 10 eller 11, **kännetecknad** av att den omfattar organ för bestämning av slutdelen av kortslutningsstegets parametrar (2, 3, 4, 5, 6) före kortslutningsstegets (14) början på basis av material, skyddsgas och trådinmatningshastighet.
- 15
13. Anordning i enlighet med något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att den omfattar organ för mätning av längden av kortslutningssteget (14), och organ för användning av mätinformationen för reglering av de påföljande båg- och kortslutningsstegens parametrar (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12).
- 20
14. Anordning i enlighet med något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att den omfattar organ för mätning av längden av kortslutningssteget (15), och organ för användning av mätinformationen för reglering av de påföljande båg- och kortslutningsstegens parametrar (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12).
- 25
15. Anordning i enlighet med något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att den omfattar organ för bearbetning (8, 9, 10) av smältbadet i början av bågsteget (15) medelst en pulsaktig ström.
- 30
16. Anordning i enlighet med något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att den omfattar organ för bearbetning av ljusbågen i början av bågsteget (15) medelst en flerparametrisk (8, 9, 10) pulsaktig ström.

FastMig FR - RW Current waveform

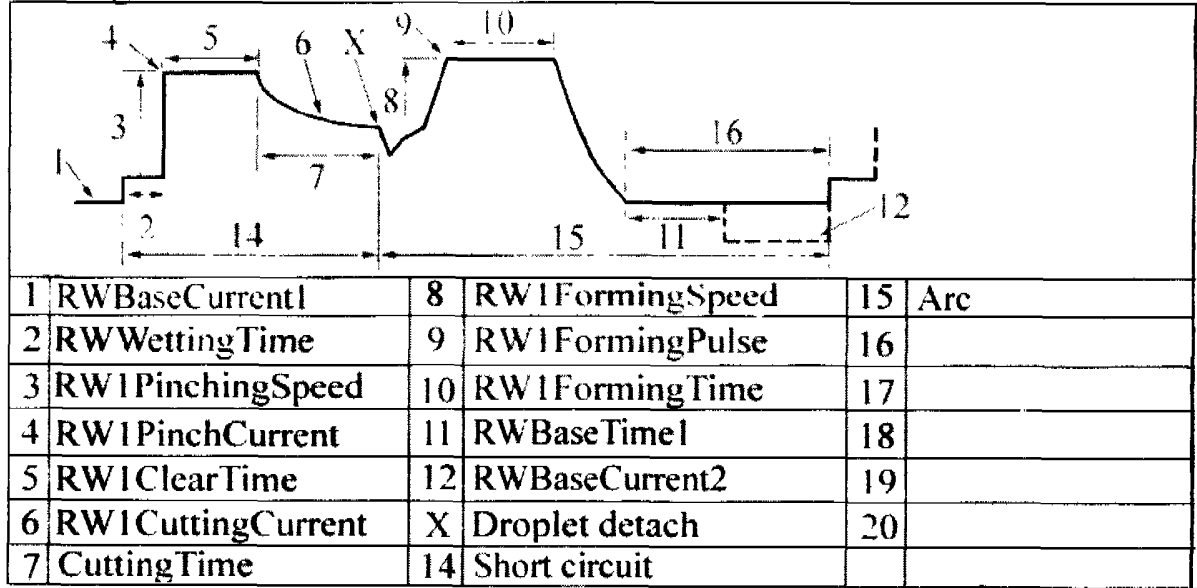
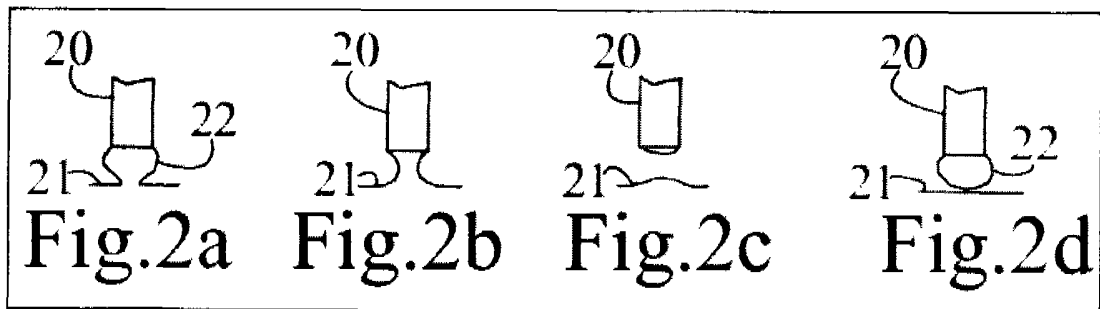


Fig. 1



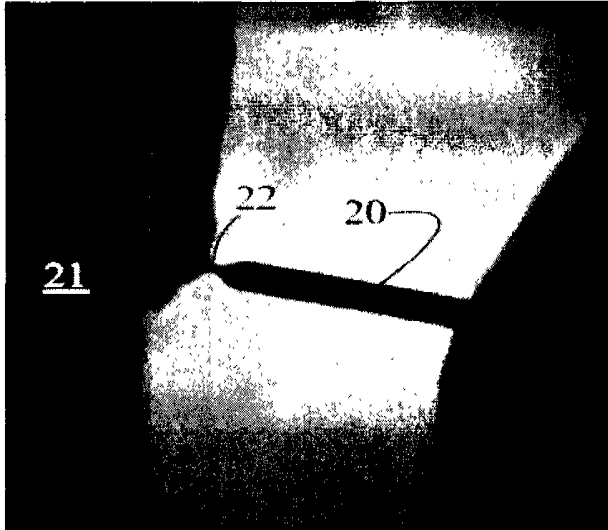


Fig. 3

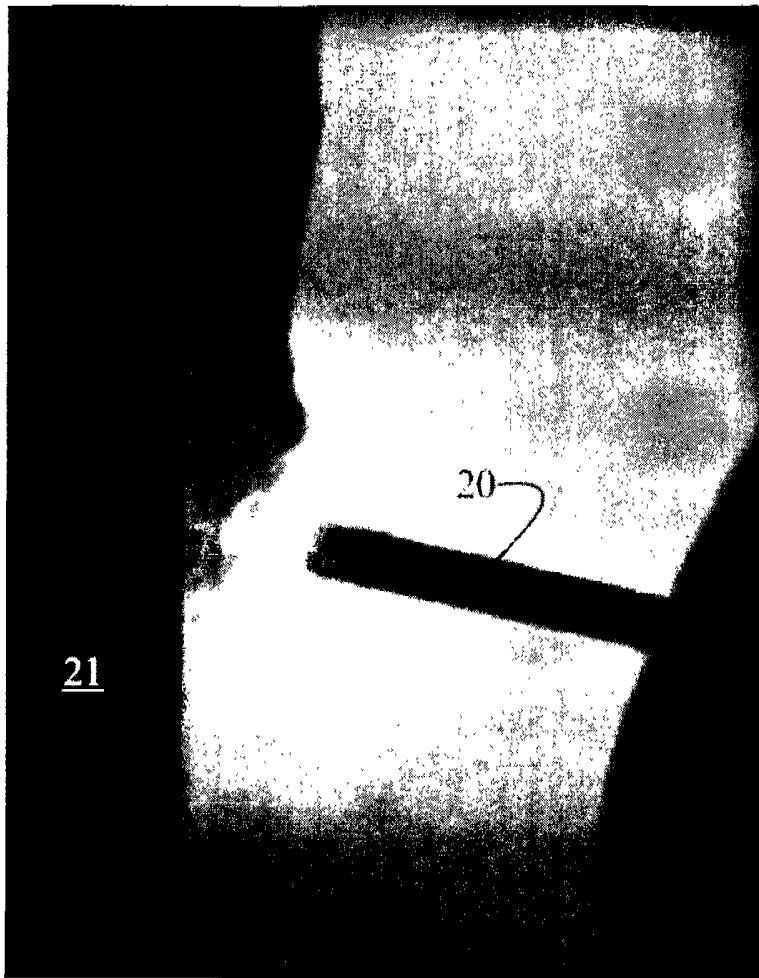


Fig. 4