



FI 000108376B



SUOMI - FINLAND (FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT

(10) FI 108376 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.01.2002

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H01R 43/02, 4/62

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20000657

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

21.03.2000

(24) Alkupäivä - Löpdag

21.03.2000

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

22.09.2001

(73) Haltija - Innehavare

1 •Outokumpu Oyj, Riihitontuntie 7, 02200 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Polvi,Veikko, Huvisuulintie 4, 28200 Pori, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Outokumpu Oyj, Patenttiasasto
PL 27
02201 Espoo

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä sähköäjohtavan liitoksen muodostamiseksi
Förfarande för att bilda ett elledande förband

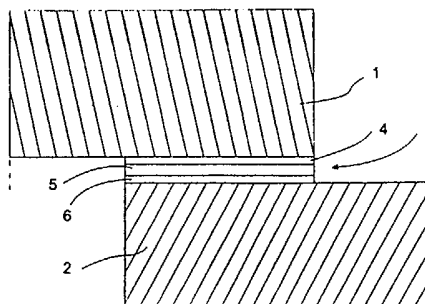
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE A 3639983 (B23K 20/16), EP A 0831565 (H01R 43/02), US A 4642891 (H01R 43/02)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä sähköäjohtavan liitoksen muodostamiseksi kuparia tai kupariseosta olevien virtakiskojen yhteydessä, jossa menetelmässä yhteenliitettävien virtakiskokappaleiden väliin järjestetään juoteainetta, jonka jälkeen ainakin liitosaluetta lämmitetään niin, että muodostuu liitos. Menetelmän mukaisesti juoteaineena käytetään kerrostettua juoteainefoliota (3), joka käsittää pintakerrokset (4, 6) ja niiden välissä olevan keskikerroksen (5), ja että liitosaluetta lämpökäsitellään niin, että muodostuu diffuusioliitos.

Förfarande för att bilda ett elledande förband i samband med strömskenor av koppar eller kopparlegering, vid vilket förfarande lödmedel anordnas mellan de för bindning avsedda strömskensstyckena, varefter åtminstone förbindningsområdet värms upp så att ett förband bildas. Enligt förfarandet används som lödmedel en skiktad lödmedelsfolie (3) omfattande ytskikt (4,6) och ett mitskit (5) mellan dessa och att förbindningsområdet värmebehandlas så att ett diffusionsförband bildas.



MENETELMÄ SÄHKÖÄJOHTAVAN LIITOKSEN MUODOSTAMISEKSI

Tämä keksintö kohdistuu patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen menetelmään.

5

- Suurta sähkötehoa vaativissa laitoksissa käytetään virtajohtimina tyypillisesti kuparista tai kupariseoksesta valmistettuja virtakiskoja. Virtakiskot ovat pitkiä ja niihin on tyypillisesti muodostettu kiinnityselinten, kuten pulttien, avulla puristeliitoksia. Liitokset ovat tavallisesti limittäisliitoksia, jolloin yhteenliitettävien kappaleiden läpi on poikittaissuunnassa porattu ainakin yksi reikä. Reiät on järjestetty kohdakkain ja reikien läpi on järjestetty kiinnityselin, kuten pultti, joka on kiristetty vastaosalla, kuten mutterilla, niin, että yhteenliitettävien kappaleiden liitospinnat puristuvat toisiaan vasten. Käytettäessä pulttiliitosta sähkövirran siirtyminen riippuu yhteenliitettyjen osien mekaanisesta kontaktista. Tehokas ja turvallinen virransiirto on turvattu ainoastaan silloin kun mekaaninen liitos on kunnossa. Puristeliitokset hapettuvat tyypillisesti ajan kuluessa, jolloin liitoskohdissa aiheutuu sähkötehoa tarpeettomasti kuluttavia ylimenovastuksia. Esimerkiksi metallurgisessa teollisuudessa suurta sähkötehoa kuluttavia tuotantoyksiköitä ovat mm. elektrolyysilaitokset ja prosessimetallurgiset sähköuunit. Pulttiliitosten sähkönsiirto-kyvyn heikkenemisen ja ylimenovastusten johdosta aiheutuu huomattavia taloudellisia menetyksiä kasvaneen energiankulutuksen johdosta. Lisäksi liitosten korjauksessa, jossa jopa vuosikymmeniä vanhoja liitoksia pitäisi uusia aiheutuu huomattavia työkustannuksia.
- 25 Tämän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada menetelmä ja liitos, joiden avulla vältetään tunnetun tekniikan haitoilta. Erään keksinnön tarkoituksena on aikaansaada menetelmä, jonka avulla voidaan paitsi muodostaa uusia liitoksia, myös korjata vanhoja liitoksia.
- 30 Keksinnölle on tunnusomaista se, mitä on mainittu patenttivaatimuksissa.

Keksinnön mukaisella ratkaisulla on lukuisia merkittäviä etuja. Keksinnön mukaisella menetelmällä saavutetaan erittäin kestäviä ja pitkäikäisiä liitoksia, joiden sähkönjohtokyky säilyy erinomaisena. Keksinnön mukaista menetelmää on suhteellisen helppo soveltaa erilaisten virtakiskoratkaisujen yhteydessä.

- 5 Liitoksen muodostamisaika on nopea ja menetelmää voidaan käyttää erilaisissa asennusolosuhteissa. Keksinnön mukaisen menetelmän eräällä sovellutusmuodolla voidaan helposti korjata olemassaolevia huonokuntoisia mekaanisia liitoksia. Käyttämällä juoteaineena kerrosfoliota aikaansaadaan erittäin edullinen juoteaineyhdistelmä, joka on helposti sovellettavissa käytäntöön. Käyttämällä
- 10 keksinnön mukaista menetelmää vanhojen liitosten korjaamiseen voidaan vanha pulttiliitos jättää paikoilleen ja muodostaa liitoksen ohitus johdeosaa käyttämällä, joka esimerkiksi kovajuotetaan vanhan liitoskohdan kummallekin puolelle.
- 15 Käyttämällä diffuusioliitokseen tarvittavia liitosaineita riittävän ohuina ja optimoituina kerroksina on mahdollista matalissakin työskentelylämpötiloissa tuottaa diffuusiomekanismeilla lopulliseen liitoksen rakenteeseen alkuperäisen liitosaineen sulamislämpötilaa jopa satoja asteita korkeammassa lämpötilassa sulavia kiintoainefaaseja. Näin liitos ikäänkuin korjaa itseään, kun se kestää korkeam-
- 20 pia lämpötiloja kuin puhdas liitosaine kestäisi. Juoteaineen ja liitettävien kappaleiden välisten diffuusiomekanismien vaatima lämpö voidaan tuoda kuumentamalla kuumennusvälineellä, esimerkiksi nestekaasupolttimolla. Voidaan käyttää myös muita soveltuvia kuumennusjärjestelyitä liitosalueen lämmittämiseen, esimerkiksi induktiokuumennusta. Juoteainefolion pintaan
- 25 ja/tai ainakin toiseen liitettävistä pinnoista tuodaan kerros tinaa (Sn) ennen liitoksen muodostamista. Tinan tuominen alentaa liitoksen muodostamiseen tarvittavaa lämpötilaa. Lisäksi vältetään liitettävien pintojen hapettumiselta eikä liitoksen muodostamisen yhteydessä tarvita suojakaasujärjestelyjä. Faasimuutosreaktioiden käynnistämiseksi ja optimaalisen liitossauman rakenteen saavut-
- 30 tamiseksi riittää mikrometrien vahvuinen tinakerros juoteainefolion pintakerroksena Au+Cu-keskikerroksen ja liitettävän kappaleen välissä. Menetelmän mukainen tekniikka ei ole kriittinen Ag+Cu-koostumukselle, jolloin

olennaisesti puhtaan Ag-folion käyttökin on mahdollista. Liitoksen muodostuminen tapahtuu sula- ja kiintoainediffuusion ja niitä seuraavien faasimuutosreaktioiden tuloksena nopeasti jo suhteellisen alhaisissa lämpötiloissa. Keksinnön mukaisen menetelmän eräällä sovellutusmuodolla on pystytty aikaansaamaan

5 hyvin erilaisia hapettavia olosuhteita kestäviä liitosaineita. Käyttöolosuhteissa tapahtuvaa korroosiota ajatellen muodostuvan tinapronssin tina ei ole haitallinen, koska se ei sulfatoidu samaan tapaan kuin sinkki ja kupari. Liitossauman faaseihin liukeneva hopea parantaa osaltaan tinapronssin korroosionkestävyyttä. Menetelmällä saavutetaan erittäin hyviä ja sähkönjohtavuutensa säilyttäviä

10 liitoksia, jotka soveltuvat erittäin hyvin suurta sähkötehoa käyttävien laitosten virtakiskoratkaisuihin.

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisemmin esimerkin avulla viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

15

Kuvio 1 esittää leikattuna erästä keksinnön mukaista liitosta ennen lämpökäsittelyä, ja

Kuvio 2 esittää erästä toista keksinnön mukaisen menetelmän

20 sovellutusmuotoa.

Keksinnön mukainen menetelmä, jossa menetelmässä olennaisesti pääasiassa kuparia oleva virtakisko 1 liitetään toiseen pääasiassa kuparia olevaan virtakiskoon 2. Menetelmässä virtakiskojen liitospintojen väliin järjestetään juoteainetta

25 3, jonka sulamislämpötila on alhaisempi kuin yhteen liitettävien osien 1, 2 sulamislämpötila, lämmitetään ainakin liitosaluetta ainakin juoteaineen osan sulamislämpötilaan tai sen läheisyyteen ja jäähdytetään liitosalue. Keksinnön mukaisella menetelmällä aikaansaadaan diffuusioliitos. Lämpötilan nosto voidaan tehdä niin korkeaan lämpötilaan siten, että liitosvyöhykkeelle muodostuu hetkellisesti sula faasi. Juoteaineena käytetään kerrostettua juoteainefoliota

30 3, joka käsittää pintakerrokset 4, 6 ja niiden välissä olevan keskikerroksen 5.

liitosaluetta lämmitetään menetelmän mukaisesti niin, että muodostuu diffuusioliitos.

Juoteainefolio 3 on helposti käsiteltävissä ja sopivan levyisenä ja oikeaan pituuteen leikattuna juoteaine on etukäteen asennettavissa juuri haluttuun kohtaan liitoksessa, jolloin saavutetaan erittäin hyviä liitoksia liitospinnan koko alalta. Juoteainefolio asetetaan yhteenliitettävien kappaleiden 1, 2 väliin, jolloin juoteaine 3 yhdessä yhteenliitettävien kappaleiden kanssa muodostaa kerrosrakenteen. Kuvion 1 tapauksessa mittasuhteita on selvytyden vuoksi muutettu niin, että juoteaine 3 on esitetty huomattavasti todellista kokoa paksumpana.

Juoteaineen keskikerros 5 on valittu joukosta, joka käsittää yhdistelmänä hopeaa ja kuparia (Ag+Cu), alumiinia ja kuparia (Al+Cu), tai tinaa ja kuparia (Sn+Cu). Juoteaineen yhdisteaineet muodostavat sulamiskäyttäytymistä ajatellen edullisesti eutektisia koostumuksia kuparin kanssa. Esimerkiksi hopea-kupari-juoteaineella eutektinen koostumus käsittää 71 paino-% hopeaa (Ag) ja 29 paino-% kuparia (Cu). Juoteaineet voivat olla myös puhdasta hopeaa (Ag) tai alumiinia (Al).

Juoteainefolion 3 pintakerrokset 4, 6 käsittävät tinaa (Sn) tai muuta kupariin liukenevaa ja matalassa lämpötilassa sulavaa metallia, jonka avulla saadaan juottamiseen tarvittavaa lämpötilaa laskettua. Pintakerrokset 4, 6 voidaan muodostaa esimerkiksi upottamalla folion keskikerroksen 5 muodostuva juoteaine sulaan tinaan ja tarvittaessa vielä valssaamalla folio tasaiseksi.

25

Käyttämällä menetelmän mukaisesti esimerkiksi kerrostettua juotefoliota 3, jonka keskikerros 5 käsittää hopeaa ja kuparia (Ag+Cu) ja on paksuudeltaan 50 μm ja pintakerrokset 4, 6 käsittävät tinaa (Sn) ja ovat paksuudeltaan esimerkiksi 5-10 μm , on saavutettu erittäin hyvälaatuisia liitoksia. Juoteainefolio 3 on paksuudeltaan tyypillisesti 10 - 500 μm , edullisesti 20 - 100 μm . Kun käytetään pinnassa tinakerroksia folion keskikerros 5 on paksuudeltaan 10-100 μm ja pintakerrokset 4, 6 paksuudeltaan 1-20 μm .

Kun käytetään tinakerrosta pintakerroksina 4, 6 juottamisen yhteydessä voidaan myös käyttää keskikerrosta, jossa kuparipitoisuus on eutektista koostumusta pienempi. Esimerkiksi Ag+Cu-juoteaineen Cu-pitoisuus voi olla myöskin välillä 0
5 -29 paino-%. Koostumus ei ole menetelmän kannalta kriittinen kun käytetään tinakerroksia.

Kuviossa 2 on esitetty eräs toinen keksinnön mukaisen menetelmän sovellutus-
muoto, jossa vanhan pulttiliitoksen 8 rinnalle on muodostettu uusi, sähkönjohta-
10 vuudeltaan vanhaa liitosta olennaisesti parempi liitos. Sovellutusmuodossa
käytetään johdeosaa 7, jonka ensimmäinen pää on liitetty korjattavan liitoksen
ensimmäiseen osaan 1 ja toinen pää korjattavan liitoksen toiseen osaan 2.
Johdeosa 7 on liitetty ensimmäiseen osaan ja /tai toiseen osaan diffuusio-
liitoksella 3. Johdeosa on muotoiltu liitokseen soveltuvalla tavalla. Tyypillisesti liitos
15 on muodostettu kovajuottamalla käyttämällä kerrostettua juotefoliota.

Esimerkki I

Tässä esimerkissä kuparikappale liitettiin toiseen kuparikappaleeseen Ag-Cu
juoteaineella, joka käsitti painoprosentteina 71% Ag ja 29% Cu. Juoteaine oli
20 folion muodossa, jonka paksuus oli 50 μm ja folion pintaan oli muodostettu
lisäksi tinakerros, jonka paksuus oli luokkaa 5 - 10 μm . Lämpötila nostettiin noin
600 °C lämpötilaan. Pitoaika oli noin 5 minuuttia. Esimerkin mukainen liitos
onnistui erinomaisesti. Aikaansatiin tiivis ja ehjä liitos, jossa reaktioajan
jälkeen, alkuaan olennaisesti puhtaana alkuaineena ollut tina muodosti kuparin
25 kanssa tinapronssisauman.

Keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan liittää virtakiskoja, joiden liitospin-
nat ovat kuparia ja/tai kupariseoksia, joiden kuparipitoisuus on tyypillisesti
ainakin 50 %.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä sähköäjohtavan liitoksen muodostamiseksi kuparia tai kuparise-
osta olevien virtakiskojen yhteydessä, jossa menetelmässä yhteenliitettävien
5 virtakiskokappaleiden väliin järjestetään juoteainetta, jonka jälkeen ainakin
liitosaluetta lämmitetään niin, että muodostuu liitos, **tunnettu** siitä, että juoteai-
neena käytetään kerrostettua juoteainefoliota (3), joka käsittää pintakerrokset
(4, 6) ja niiden välissä olevan keskikerroksen (5), ja että liitosaluetta lämpökäsi-
tellään niin, että muodostuu diffuusioliitos.
- 10 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että juoteaineen
keskikerros (5) on valittu joukosta, joka käsittää yhdistelmänä hopeaa ja kuparia
(Ag+Cu), alumiinia ja kuparia (Al+Cu) tai tinaa ja kuparia (Sn+Cu).
- 15 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että juoteai-
neen keskikerros (5) käsittää painoprosentteina noin 71 prosenttia hopeaa (Ag)
ja noin 29 prosenttia kuparia (Cu).
4. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
20 juoteaineella tai ainakin sen keskikerroksella (5) on kuparin kanssa eutektinen
koostumus.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että juoteaineen
keskikerros (5) on olennaisesti pääasiassa hopeaa (Ag).
- 25 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että juoteaineen
keskikerros (5) on olennaisesti pääasiassa alumiinia (Al).
7. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
30 juoteainefolion pintakerrokset (4, 6) käsittävät tinaa (Sn) tai muuta kupariin
hyvin liukenevaa ja matalassa lämpötilassa sulavaa metallia.

8. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että juoteainefolio (3) on paksuudeltaan 10 - 500 μm , edullisesti 20 - 100 μm .
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että juoteainefolion keskikerros (5) on paksuudeltaan 10-100 μm ja pintakerrokset (4, 6) 1-20 μm .
10. Jonkin patenttivaatimusten 1 - 9 mukainen menetelmä käytettäväksi erityisesti virtakiskorakenteiden liitosten korjausten yhteydessä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä tuodaan korjattavan liitoskohdan ohittava johdeosa (7), jonka ensimmäinen pää liitetään korjattavan liitoksen ensimmäiseen osaan (1) ja toinen pää korjattavan liitoksen toiseen osaan (2), ja että johdeosa (7) liitetään osiin (1, 2) diffuusioliitoksella käyttämällä liitettävien osien välissä kerrostettua juoteainefoliota (3), joka käsittää pintakerrokset (4, 6) ja niiden välissä olevan keskikerroksen (5).

PATENTKRAV

1. Förfarande för att bilda ett elledande förband i samband med strömskenor av koppar eller kopparlegering, vid vilket förfarande lödmedel anordnas mellan de strömskensstyckena som skall förbindas, varefter åtminstone förbindningsområdet värms upp så att ett förband bildas, **kännetecknat av** att som lödmedel används en skiktad lödmedelsfolie (3) omfattande ytskikt (4, 6) och ett mittskikt (5) mellan dessa och att förbindningsområdet värmebehandlas så att ett diffusionsförband bildas.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat av** att lödmedlets mittskikt (5) har valts mellan en komposition av silver och koppar (Ag+Cu), aluminium och koppar (Al+Cu) eller tenn och koppar (Sn+Cu).

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat av** att lödmedlets mittskikt (5) innehåller som viktprocent uttryckt ca 71 procent silver (Ag) och ca 29 procent koppar (Cu).
- 5 4. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 3, **kännetecknat av** att lödmedlet eller åtminstone dess mittskikt (5) har eutektisk sammansättning med koppar.
5. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat av** att lödmedlets mittskikt (5)
10 är väsentligen i huvudsak av silver (Ag).
6. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat av** att lödmedlets mittskikt (5) är väsentligen i huvudsak av aluminium (Al).
- 15 7. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 6, **kännetecknat av** att lödmedlets ytskikt (4, 6) är av tenn (Sn) eller en annan metall som löser sig lätt i koppar och smälter vid en låg temperatur.
8. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 7, **kännetecknat av** att
20 lödmedelsfolien (3) har en tjocklek av 10 – 500 µm, företrädesvis 20 – 100 µm.
9. Förfarande enligt patentkrav 8, **kännetecknat av** att lödmedelsfoliens mittskikt (5) har en tjocklek av 10 – 100 µm och ytskikten (4, 6) 1 – 20 µm.
- 25 10. Förfarande enligt något av patentkraven 1 – 9 avsett att användas särskilt vid reparation av förband i strömskenskonstruktioner, **kännetecknat av** att vid förfarandet en ledardel (7) tillförs som överbryggar det förbindningsställe som skall repareras och vars första ända förbinds med första delen (1) av det förband som skall repareras och andra ända med andra delen (2) av det
30 förband som skall repareras och att ledardelen (7) förbinds med delarna (1, 2) med diffusionsförband genom att mellan förbandsdelarna använda en skiktad lödmedelsfolie (3) omfattande ytskikt (4, 6) och ett mittskikt (5) mellan dessa.

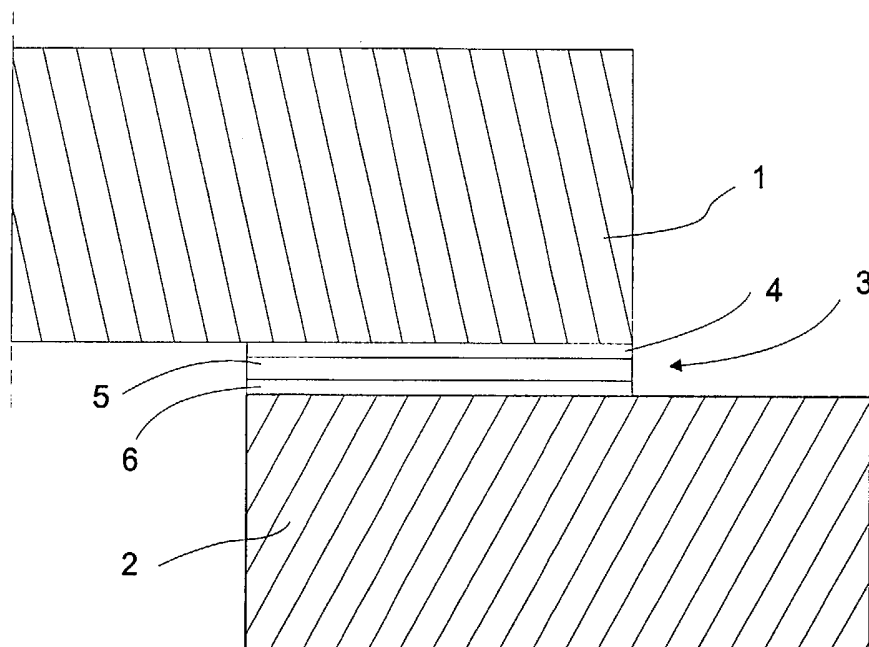


Fig. 1

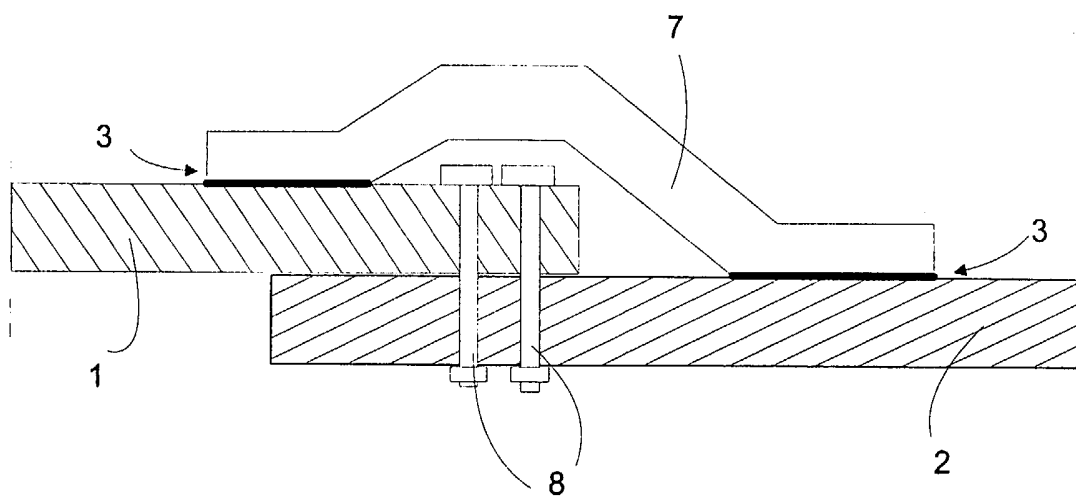


Fig. 2