



SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 66908

C (45) Patentti myönnetty 13.12.1984
Patent meddelat

(51) Kv.Hk./Int.Cl.³ C 21 D 9/52 // H 01 C 17/00

(21) Patentihakemus — Patensökningsdag	790519
(22) Hakempäivä — Ansökningsdag	16.02.79
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	16.02.79
(41) Tulut julkiseksi — Blivit offentlig	17.08.80
(44) Nähtävöisyyspäivä ja kuuljulkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	31.08.84
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	

(71)(72) Endel Teodorovich Lippmaa, ulitsa Sybra 14, Kv. 2, Tallin,
Vambola Iokhannovich Roose, ulitsa Ryannaku 3, kv. 4, Tallin,
Tynu Kharaldovich Karu, Okhtu tee, 9, Keila, USSR(SU)

(74) Oy Kolster Ab

(54) Langan gradienttikuumennuslaite - Anordning för gradientupphettning
av en tråd

Tämä keksintö liittyy yleisesti lankavastusten valmistukseen ja erityisesti langan gradienttikuumennukseen.

Keksintöä voidaan soveltaa aina kun on tarpeen määritellä nopeasti lämpökäsittelyn tarkat parametrit useille langoille, tarkoituksella tehdä lanka, jolla on ennaltamäärätyt ominaisuudet.

Tätä keksintöä voidaan käyttää erittäin edullisesti määriteltäessä nopeasti lankavastusten valmistukseen tarkoitetun vastuslangan lämpökäsittelyolosuhteiden parametrit, kun langan vastuslämpötilakertoimelle halutaan saada ennaltamäärätty arvo.

Kuten tiedetään, kuvaa vastuslangan vastuslämpötilakerroin langan vastuksen muutosta lämpötilan vaihtelun funktiona, toisin sanoen se heijastaa jonkin määrätyn vastuslangan vastuksen arvon stabiilisuuden ajan mukana. Vastuslangan vastusarvon stabiilisuutta säättää langan materiaalissa tapahtuva fysikaalis-kemiallinen prosessi. Eräs kaikkein tärkeimmistä tällaisiin prosesseihin vaikuttavista tekijöistä on millaisen lämpökäsittelyn alaiseksi vastuslanka joutuu.

Jos langan lämpökäsittelyolosuhteet on oikein valittu, on tämä omiaan vakiinnuttamaan siinä tapahtuvia fysikaaliskemiallisia prosesseja. Näin tulee vastuslangan vastuskertoimesta pieni. Optimaaliset lämpökäsittelyolosuhteet saadaan selville johtamalla vastuslämpötilakertoimen ominaiskäyrä lämpökäsittelyolosuhteiden vaihtelun funktiona. Käytännössä johdetaan tämä ominaiskäyrä lämpökäsittelyolosuhteiden erilaisissa olosuhteissa lankanäytteitä, jotka on tehty saman sulatuksen seoksesta. Saadun ominaiskäyrän tarkkuus riippuu paljolti suoritettujen kokeiden lukumäärästä, samoin kuin lämpökäsittelyn lämmönsäädön tarkkuudesta. Kuten kokemus osoittaa, on vastuslangalla joka on tehty samasta seoksesta, mutta eri sulatuksesta, erilainen vastuslämpötilakertoimen ominaiskäyrä lämpökäsittelyolosuhteiden vaihtelun suhteen, toisin sanoen, tämän ominaiskäyrän johtamiseksi on mainitut kokeet suoritettava uudelleen.

Nykyään käytetään, jonkin tietyn vastuslangan vastuslämpötilakertoimen ominaiskäyrän saamiseksi langan lämpökäsittelyolosuhteiden funktiona tunnettuja laboratoriuuneja, jotka ovat rakenteeltaan samanlaisia kuin teollisuusunit, joita käytetään metallien lämpökäsittelyyn. Vastuslankanäytteet lämpökäsittellään näissä uuneissa eri lämpötiloissa alueella, jossa oletetaan saavutettavan parhaat lämpökäsittelyolosuhteet.

Vastuslämpötilakertoimen riippuvuus lämpökäsittelyolosuhteista johdetaan koestustuloksista ja optimiolosuhteet valitaan riippuvuuden mukaan.

Lämpökäsittelyyn tarkoitetuilla tyhjiöuuneilla ei niiden rakenteesta johtuen voida lämpökäsittää useita vastuslankanäytteitä samanaikaisesti erilaisissa olosuhteissa.

Ylläolevasta seuraa, että lämpökäsittelyn optimiolosuhteiden määrittely tällaisilla uuneilla on varsin työläs menettely.

Yllämainitut, tyhjiöuuneihin liittyvät haitat voidaan osittain poistaa kiteyttämistä varten tarkoitettun gradienttisublimaattorin avulla (ks. "U.S. Journal of Crystal Growth", 22.1974 s.295-297), jota voidaan käyttää tietyn vastuslangan lämpökäsittelyolosuhteiden määrittelyyn ja jota senvuoksi pidetään tekniikan tason prototyyppinä tälle keksinnölle. Tarkasteltavana oleva laite käsittää välineen aikaansaada lämpötilagradientti tutkittavassa kiteessä, jonka välineen muodostaa ontto metallisylinteri, jonka toisessa

päässä on sähkökuumennin ja toisessa jäähdytin. Sylinteriin on sijoitettu lasinen tyhjiökammio, jonka pohja on liitetty tyhjiöpumpuun ja johon tarkasteltava kide on tarkoitettu sijoitettavaksi.

Kun kuumennin ja jäähdytin saatetaan toimimaan, syntyy tutkittavaan kiteeseen lämpötilagradientti. Lämpötilagradientin kiteessä aiheuttaa onton sylinterin sisäpinnasta lähtevä lämpösäteilyenergia. Tutkittavan kiteen sijasta voi tyhjiösylinterin sisällä olla vastuslankanäyte, johon myös syntyy lämpötilagradientti.

Vaikkakin yllä kuvattu laite voi aikaansaada vastuslankanäytteen kuumenemisen eri lämpötiloihin, langan pituudella, puuttuu pituus-suuntaisesta gradientista sen lineaarinen luonne. Tämän katsotaan johtuvan siitä, että kutakin osaa, pitkin vastuslankanäytettä, kuumentaa lämpösäteilyenergia, jonka onton sylinterin eri osat lähettävät. Lisäksi eivät lämpötilat näytteen pituuden eri osilla ole stabiileja ajan suhteen, minkä katsotaan johtuvan ympäristön vaikutuksesta lämpötilagradienttilaitteeseen.

Edellä esitetyn valossa on aivan ilmeistä, että kyseessä olevalla tekniikan tason laitteella on mahdollista saada selville luotettavasti vastuslämpötilakertoimen riippuvuutta lämpökäsittelylämpötilojen vaihtelusta. Siitä johtuen ei tällainen riippuvuus riitä varmistamaan niitä optimiolosuhteita, joissa vastuslanka on käsiteltävä.

Edellä esitetyn esimerkin perusteella on ilmeistä, että tekniikan tason nykyinen vaihe ei käsitä mitään erikoislaitteita, joiden avulla voitaisiin nopeasti ja luotettavasti määrittellä vastuslangan lämpökäsittelyn optimiolosuhteet.

Tämän keksinnön pääasiallisena tarkoituksena on asettaa langan gradienttikuumennuksessa käytettäväksi rakenne, jossa gradienttilämpötilan aikaansaamiseksi tarvittavat välineet tehdään ja sijoitetaan niin, että lämpökäsittelyolosuhteet voidaan määrittellä suurella tarkkuudella.

Tätä pääasiallista päämäärää ajatellen on käytettävissä langan gradienttikuumennusta varten laite, joka käsittää pohjalla varustetun tyhjiökammion sekä metallisylinterin, lämpötilagradientin aikaansaamiseksi, kuumentimen, mainitun sylinterin yhden pään kuumentamiseksi ja jäähdyttimen, sen toisen pään jäähdyttämiseksi, jossa laitteessa lämpötilagradientin aikaansaava sylinteri on sijoitettu tyhjiökammioon ja sylinterin pinta on varustettu poikittaisurilla, joihin kuumennettava lanka sijoitetaan ja jotka pitkittäisura yh-

distää toisiinsa, niin että lanka kulkee urasta toiseen, kun taas tyhjiökammion pohja toimii jäädyttimenä ja on termostaattisesti ohjattu.

Tällaisen järjestelyn avulla voidaan saavuttaa se, että lämpötila muuttuu lineaarisesti pitkin koko metallisylinteriä. Tästä on seurauksena, että kunkin vastuslankakierroksen lämpötila on tarkasti valvottu langan koko pituudelta. Kun tunnetaan tarkasti kunkin kierroksen lämpötila, ja kun on mitattu kierroksen vastuskerroin, on mahdollista saada luotettavasti selville vastuslämpötilakertoimen riippuvuus lämpökäsittelyn lämpötilavaihtelusta. Saadun luotettavan riippuvuussuhteen perusteella määritellään lämpökäsittelyn optimiolosuhteet määritellään lämpökäsittelyn optimiolosuhteet.

On eduksi, että poikittaisurat, joissa kuumennettava lanka on, kulkevat pitkin metallisylinterin johtoviivaa.

Tämän järjestelyn avulla voidaan vastuslangan kukin kierros sijoittaa koko pituudeltaan tarkalleen isotermiseen vyöhykkeeseen.

On myös etu, että poikittaisurat ovat kiilanmuotoisia.

Eripaksuiset langat on helppo kiinnittää kiilanmuotoisiin uriin. On eduksi, että pitkittäisura on syvempi kuin poikittäisura.

Tämä helpottaa ja nopeuttaa vastuslankanäytteen katkaisemista osiin sen jälkeen, kun kuumennus loppuun suoritettu.

Tätä keksintöä selitetään edelleen sen suoritusmuotojen yksityiskohtaisessa kuvauksessa, viitaten oheiseen piirustukseen, jossa

kuvio 1 on sivukuva keksinnön mukaisesta langan gradienttikuumennuslaitteesta, niin että tyhjiökammion pohja on leikattu,

kuvio 2 on suurennettu kuva kuvion 1 nuolen A suunnassa,

kuvio 3 on kuvion 2 leikkaus III-III ja

kuvio 4 esittää erästä toista lämpötilagradienttilaitteen sylinterin suoritusmuotoa.

Langan gradienttikuumennuslaite käsittää tyhjiökammion 1 (kuvio 1), johon kuuluu kupu 2 sekä umpimetallista tehty pohja 3, joka on sijoitettu termostaatin 4 sisään. Tyhjiökammiossa 1 on metallisylinteri 5, joka on kiinnitetty kammion 3 pohjaan päästään 6. Metallisylinterin 5 toiseen päähän 7 on kiinnitetty sähkökuumennin 8. Pohja 3 toimii jäädyttimenä. Metallisylinteri 5, kuumennin 8 ja pohja muodostavat lämpötilagradienttilaitteen. Metallisylinterin 5

pinnassa on poikittaisuria 9 (kuvio 2), jotka kulkevat pitkin sylinterin johtiviivaa. Uriin 9 on tarkoitus sijoittaa kuumennettava vastuslanka 10 ja ne ovat kiilanmuotosia. Johtuen siitä, että urat 9 ovat kiilanmuotoisia, voidaan niihin sijoittaa eripaksuisia vastuslankoja 10 ja kiinnittää ne lujasti, niin etteivät ne pääse liikumaan sivuttain. Jotta vastuslanka 10 voi kulkea urasta 9 toiseen, yhdistää pitkittäisura kaikki urat 9. Pitkittäisura 11 (kuvio 3) on syvämpi kuin urat 9. Tämä helpottaa vastuslangan katkaisemista osiin lämpökäsittelyn jälkeen, mitä esitetään yksityiskohtaisemmin tuonempana.

Viimeisten urien 9 (kuvio 1) vieressä on metallisylinterissä 5 kiinteät lämpöparit 12, joiden avulla urien 9 kattaman alueen lämpötilaerot metallisylinterissä 5 voidaan tarkasti mitata. Tyhjiökammio 1 on yhdistetty tyhjiöpumppuun 14 putken 13 välityksellä.

Huomattavaa on, että poikittaisurat 9 (kuviot 4) voidaan sijoittaa metallisylinterin 5 pinnalle esimerkiksi loivanousuisen kierteen muotoon. Vastuslanka 10 sijoitetaan näihin uriin 9 myös kierteen muotoon. Jotta vastuslanka 10 voi kulkea urasta 9 toiseen, yhdistää pitkittäisura 11 kaikki urat 9.

Langan gradienttikuumennus laite toimii seuraavasti. Vastuslankanäyte 10 (kuvio 1) kierretään uriin 9, niin että se kulkee urasta 9 toiseen pitkin uraa 11, kuten kuviossa 2 näkyy. Tällä tavoin kiinnitetyn vastuslankanäytteen päät kiinnitetään tunnetulla tavalla. Sylinteri 5 (kuvio 1) ja sen päälle kierretty vastuslanka 10 sijoitetaan tyhjiökammion 1 sisään ja kammio tyhjiöidään tyhjiöpumpun 14 avulla, mikä poistaa ympäristön termisen vaikutuksen metallisylinteriin 5. Sähkökuumennin 8 ja termostaattisesti säädetty pohja 3, joka toimii jäähdyttimenä, muodostavat sylinterin 5 tarkasti ohjatun, pysyvän lämpötilagradientin. Vastuslangan lämpökäsittelyä varten sopiva lämpötila-alue, jota viimeisten urien 9 vieressä olevat lämpöparit 12 mittaavat, voi esimerkiksi olla $400-500^{\circ}\text{C}$. Tämä lämpötilagradientti, joka on seuraus tunnetuista termodynamiikan laeista, on logaritminen, toisin sanoen lineaarinen logaritmiasteikossa. Määrätyllä riittävän kapealla lämpötila-alueella tätä gradienttia voidaan pitää vakiona, toisin sanoen lineaarisena lineaariasteikossa. Tämä tarkoittaa, että laitteella saadaan aikaan lineaarisluontoinen gradientinjakauma pitkin sylinteriä 5. On tunnettua, että taso, joka on poikittain homogeeni-

sessä lämpövirrassa, on isoterminen. Koska poikittaisurat 9, joissa kuumennettavat vastuslankakierrokset ovat sijaitsevat kuvitelluissa, sylinteriin 5 nähden poikittaisissa, tasoissa, merkitsee se, että kukin vastuslangan 10 kierros on isotermisessä tasossa, johon kohdistuu isoterminen kuumennus koko langan pituudelta. Jos sylinterin 5 halkaisija on esimerkiksi 5 cm, on yksittäinen kierros isotermisesti kuumennettu noin 15 cm:n pituudelta, mikä on aivan riittävää, jotta vastuslämpötilakerroin voitaisiin sen jälkeen tarkasti mitata. Urien 9 lukumäärä on sama kuin se tarvittavien koelämpötilapisteiden määrä, joka riittää aikaansaamaan ominaiskäyrän vastuslangan vastuslämpötilakertoimelle suhteessa langan lämpökäsittelyolosuhteiden muutoksiin. Langan gradienttikuumentamista varten todellisesti valmistetussa laitteessa on sylinterissä 5 100 uraa, 9, jotka ovat 100 mm:n etäisyydellä toisistaan. Lämpötilaeron ollessa yllämainittu 100°C sijaitsevat urat 9 tarkalleen isotermisissä tasoissa, niin että vierekkäisten urien lämpötilanero on 1°C . Lämpöparit 12 mittaavat tarkasti viimeisten urien 9 lämpötilan. Välilläolevien urien 9 lämpötilat voidaan määrittellä erittäin tarkasti lineaarisen interpolaation avulla. Siten määrää sylinterin 5 pinnalla olevien urien 9 koneistus uriin 9 sijoitetun vastuslangan 10 kierrosten isotermisen kuumennuksen tarkkuuden. Urien 9 tekeminen esimerkiksi 0,1 mm:n tarkkuudella on helppo. Johtuen urien 9 kiilanmuotoisesta profiilista ovat vastuslangat tarkasti paikoillaan. Tästä johtuen voidaan vastuslankojen 10 kierrosten isotermisen kuumennuksen lämpötila säätää 0,1 $^{\circ}\text{C}$ tarkkuudella kautta koko määrätyn lämpötila-alueen.

Sen jälkeen kun vastuslanka 10 on isotermisesti kuumennettu, se jäädytetään yhdessä laitteen kanssa ympäristön lämpötilaan. Vastuslankanäyte 10 katkaistaan pitkittäisuraa 11 myöten, niin että syntyy 100 osaa, joista kukin on ollut ennaltamäärätyssä lämpötilassa tapahtuneen lämpökäsittelyn alaisena, osat merkitään ja kunkin lämpötilakerroin mitataan. Tämän jälkeen esitetään vastuslämpötilakerroin graafisesti lämpökäsittelyolosuhteiden muutosten funktiona, jolloin saadaan selville ne lämpökäsittelyn optimiolosuhteet, joilla voidaan saada aikaan vastuslanka, jonka vastuslämpötilakerroin on pienin mahdollinen.

Siinä tapauksessa, että tämän laitteensylinteri 5 käsittää sen pintaan tehdyt matalanousuiset kierreurat 9 (kuviot 4), toimii laite pääasiassa, kuten yllä on hahmoteltu. Erona on se, että nyt on vastuslangan 10 kukin kierre useissa isotermisissä tasoissa. Jos kui-

tenkin otetaan huomioon lämpötilagradientin jakautumisen lineaarinen luonne pitkin sylinteriä, voidaan kunkin kierroksen keskimääräinen isoterminen lämpötila helposti määritellä. Näistä kokeista saatu vastuslämpötilakertoimen riippuvuus lämpökäsittelyolosuhteiden vaihtelusta on myös luotettava ja tekee mahdolliseksi vastuslangan lämpökäsittelyn optimiolosuhteiden määrittelyn.

Tarkasteltaessa edelläolevaa tämän keksinnön erityistä suoritusmuotoa, selviää tekniikkaan perehtyneelle helposti, että kaikki keksinnön päämäärät voidaan saavuttaa oheisten patenttivaatimusten määrittelemissä puitteissa. On myös täysin selvää, että langan gradienttikuumennuslaitteeseen voidaan tehdä joitain vähäisempiä muutoksia ja poikkeamia, ilman että poiketaan keksinnön hengestä.

Kaikkein sellaisten muutosten ja poikkeamien katsotaan olevan oheisten patenttivaatimusten määrittelemän keksinnön hengen ja piirin puitteissa.

Tämän keksinnön avulla voidaan määritellä erittäin tarkasti vastuslangan lämpökäsittelyn optimiolosuhteet. Käytettäessä tätä keksintöä vähenee optimipintakäsittelyolosuhteiden määrittelyyn tarvittava aika erittäin useissa tapauksissa. Laitteen rakenne on käyttöä ajatellen yksinkertainen ja luotettava.

Patenttivaatimukset:

1. Langan gradienttikuumennuslaite, joka käsittää pohjalla varustetun tyhjiökammion sekä metallisylinterin muotoisen välineen lämpötilagradientin aikaansaamiseksi, kuumentimen, mainitun sylinterin yhden pään kuumentamiseksi ja jäähdyttimen, sylinterin toisen pään jäähdyttämiseksi, t u n n e t t u siitä, että lämpötilagradientin aikaansaava väline on sijoitettu tyhjiökammioon (1) ja metallisylinterin (5) pinta on varustettu poikittaisurilla (9), joihin kuumennettava lanka (10) sijoitetaan ja jotka pitkittäisura (11) yhdistää toisiinsa, niin että lanka (10) kulkee sen kautta urasta (9) toiseen kun taas tyhjiökammion (1) pohja (3) toimii jäähdyttimenä ja on termostaattisesti ohjattu.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen langan gradienttikuumennuslaite, t u n n e t t u siitä, että urat (9) on tehty metallisylinterin johtoviivan mukaisiksi.

3. Patenttivaatimuksen 1 ja 2 mukainen langan gradienttikuumennuslaite, t u n n e t t u siitä, että poikittaisurat (9) ovat poikkileikkaukseltaan kiilanmuotoisia.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen langan gradienttikuumennuslaite, t u n n e t t u siitä, että pitkittäisura (11) on syvempi kuin poikittaisura (9).

Patentkrav:

1. Anordning för gradientupphettning av en tråd och omfattande en vakuumkammare med en bas och ett medel i form av en metallcylinder för åstadkommande av en temperaturgradient, en upphettningsanordning för upphettande av den ena änden av cylindern och en kylare för avkylande av cylinderns andra ände, k ä n n e t e c k n a d därav, att medlet för åstadkommande av en temperaturgradient anordnats inne i vakuumkammaren (1), och att ytan av metallcylindern (5) försetts med tvärgående spår (9) för insättning av tråden (10) som upphettas och sammankopplade av ett längsgående spår (11) för ledande av tråden (10) från ett tvärgående spår (9) till ett annat, medan basen (3) av vakuumkammaren (1) tjänar som kylare och har framställts termostatiskt reglerbar.

2. Anordning för gradientupphettning av en tråd enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att de tvärgående spåren (9) anordnats längs ledlinjen av metallcylindern (5).

3. Anordning för gradientupphettning av en tråd enligt patentkraven 1 och 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att de tvärgående spåren (9) har kilformat tvärsnitt.

4. Anordning för gradientupphettning av en tråd enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att det längsgående spåret (11) har större djup än det tvärgående spåret (9).

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

—



FIG. 1

FIG. 2

FIG. 4

FIG. 3